

交通部運輸研究所出版品摘要表

出版品名稱 中文：造船輪機術語釋義 外文：			
行政機關出版品統一編號 09109780080		本 所 出 版 品 編 號 78-18-147	
本所計畫： 主持人：鄭賜榮 研究人員：倪安順		合作單位：中華民國海運研究發展協會 計畫主持人：王偉輝 研究人員：吳重雄、王衍球、方銘川、朱于益、彭寶台、吳光垠、周明德、洪振發、高源國、陳生平、陳重盛、張達禮、廖清照、楊仲苑	
研究方式： <input type="checkbox"/> 自行辦理—主辦單位：運輸計畫組 <input type="checkbox"/> 委託辦理—委辦單位：中華民國海運研究發展協會 地 址：台北市林森北路 372 號 405 室 聯絡電話：551-7540			研究期間 自 77年6月 至 78年3月
關鍵詞：輕構船、重構船、軟船、硬船、各式馬力、效率、防火構造、耐火構造、船級檢驗、公約證書、油污檢驗、空蝕、電蝕、船體線圖、線型係數、船舶設計、內燃機、鍋爐			
摘 要：本研究所討論之造船與輪機術語範圍主要包括各型船舶的分類、特性，海域各型結構物、船舶設計、船線之定義、線型係數與船舶穩度有關之曲線、中心及高度、船舶構造、船體、肋骨結構、防火構材、腐蝕、船之阻力與推進，船體運動之適航性、凌波性，以及內燃、鍋爐、泵閥、燃料、電子航儀儀裝等。			
出版日期	頁數	工本費	本 出 版 品 取 得 方 式
78年6月			<input checked="" type="checkbox"/> 洽本所免費贈閱(限公營或公益機關團體) <input type="checkbox"/> 洽本所訂購 <input type="checkbox"/> 其他()
管制等級 本出版品： <input type="checkbox"/> 機密 <input type="checkbox"/> 解密日期為 年 月 日 <input type="checkbox"/> 承辦單位視情況通知資料組解密 <input checked="" type="checkbox"/> 一般			本表： <input type="checkbox"/> 機密 <input type="checkbox"/> 解密日期為 年 月 日 <input type="checkbox"/> 承辦單位視情況通知資料組解密 <input checked="" type="checkbox"/> 一般
備註：			

目 錄

第一章 商船

1.1	客船	P.2
1.2	雜貨船	P.2
1.3	油船	P.3
1.4	散裝貨船	P.4
1.5	氣體載運船	P.5
1.6	化學液體船	P.6
1.7	貨櫃船	P.8
1.8	運木船	P.8
1.9	香蕉船	P.9
1.10	多用途乾貨船	P.9
1.11	水泥運輸船	P.10
1.12	海域補給船	P.10

第二章 海軍艦艇

2.1	作戰艦艇	P.11
2.2	軍艦相關名詞	P.13

第三章 漁船定義及分類

3.1	漁船	P.42
3.2	漁船之分類	P.43
3.3	依作業水域分	P.45
3.4	舢舨與漁筏	P.46

第四章 遊艇

4.1	汽艇	P.47
4.2	帆船	P.51
4.3	帆船龍骨種類	P.52
4.4	帆裝名詞	P.55
4.5	依主帆類別區分之帆船	P.61
4.6	桅、帆及索具	P.63
4.7	帆船各部名稱	P.70
4.8	張帆小遊艇之各部名稱	P.71
4.9	完全裝備之帆船	P.72

第五章 海域結構物

5.1	重力式鑽油台	P.74
5.2	順應式鑽油台	P.75
5.3	升降式鑽油台	P.77

第六章 船體線圖

6.1	船線之基本定義	P.78
6.2	船體之主要尺寸	P.82
6.3	線型係數	P.85
6.4	與船舶穩度有關之曲線、中心及高度	P.87
6.5	艙區劃分	P.95
6.6	U型艙與V型艙	P.97

第七章 船舶電腦輔助設計與數學模型

7.1	電腦輔助設計、製造、規劃常用縮寫名詞	P.101
7.2	電腦系統分類	P.103
7.3	電腦網路系統	P.105
7.4	資料庫系統	P.110
7.5	幾何模型	P.112
7.6	描述曲線及船型線圖的數學方法	P.114
7.7	描述曲面數學方法	P.116
7.8	實體模型	P.119
7.9	繪圖標準	P.120
7.10	數值控制	P.121

第八章 船舶構造

8.1.	船體	P.125
8.2.	肋骨結構	P.128
8.3.	船艙建築	P.135
8.4.	重構船、輕構船及全通船艙船	P.138
8.5.	上重船(低穩度船)、下重船(或高穩度船)	P.139
8.6.	切角端、緊貼端、附肘板端	P.140
8.7.	竊板、落板列、直通板列	P.140
8.8.	鋼索構造名詞	P.141
8.9.	艤跟材、舵跟材與艤架各部名稱位置圖解	P.142

8.10	舵相關名詞圖解	P.143
8.11	有效幅度與有效寬度	P.147
8.12	有關圍蔽、封閉之名詞	P.148
8.13	海上整補時有關燈號之名詞及解說	P.150
8.14	海上整補有關造船名詞彙集	P.152
8.15	未淨鋼、全淨鋼及半淨鋼	P.153
8.16	軟鋼及高張力鋼	P.154
8.17	防火材料	P.154
8.18	防火構造	P.155
8.19	腐蝕(濕蝕)名詞釋義	P.157
8.20	玻璃纖維強化塑膠船相關名詞	P.161

第九章 船舶設計與施工

9.1.	船舶設計	P.185
9.2.	造船程序與施工法名詞	P.186
9.3.	製圖與製造	P.196
9.4.	製造方法與製圖	P.201
9.5.	焊接或熔接	P.204
9.6.	超音波焊接	P.206
9.7.	熔接之分類	P.206
9.8.	焊接之尺寸	P.209
9.9.	焊接符號	P.209
9.10	焊接符號例	P.210
9.11	焊接符號之規定及注意事項	P.211
9.12	鉚釘鉚接時的捻縫工程 名詞	P.212
9.13	造船台、下水台及船舶下水	P.216

第十章 船之阻力與推進

10.1.	阻力細分法	P.219
10.2.	阻力二分法	P.222
10.3.	各類阻力	P.224
10.4.	組複合式推進主機	P.226
10.5.	推進系統之各處所馬力名稱	P.227
10.6.	螺槳幾何形狀及各部名稱	P.231
10.7.	螺槳設計圖	P.234
10.8.	螺葉之角度	P.236
10.9.	螺槳定律	P.237
10.10	過馬力船	P.237
10.11	海軍係數	P.238
10.12	螺槳種類	P.238
10.13	飛羽化螺槳及水車化螺槳	P.239
10.14	航海餘裕及螺槳轉數餘裕	P.241

第十一章 船體運動

11.1.	耐海性	P.246
11.2.	適航性	P.246
11.3.	凌波性	P.246
11.4.	航海性能	P.246
11.5.	附加質量	P.246
11.6.	振幅	P.247
11.7.	視波高	P.247
11.8.	附加阻力	P.247
11.9.	突轉、橫轉	P.247
11.10	偶合運動	P.247
11.11	阻尼	P.247

11.12	漂流力	P.248
11.13	露出量	P.248
11.14	激振力	P.248
11.15	遭遇頻率	P.248
11.16	覆浪	P.248
11.17	羣速	P.248
11.18	旋轉半徑	P.248
11.19	躍水現象	P.249
11.20	拍底	P.249
11.21	反應振幅逆算子	P.249
11.22	短峯波	P.249
11.23	有義波高	P.249
11.24	船體六自由度運動	P.249
11.25	波擊	P.250
11.26	史密斯效應	P.250
11.27	速降	P.251
11.28	截片理論	P.251
11.29	動態湧起現象	P.251
11.30	下沈量	P.251
11.31	潮濕度	P.251
11.32	甲板覆浪	P.251
11.33	波向	P.252
11.34	操縱性	P.254
11.35	偏航角	P.254
11.36	轉向軸心	P.254
11.37	平面運動動力試驗	P.254
11.38	蝸旋試驗	P.255
11.39	廻旋試驗	P.257

11.40	曲折操縱、乙形操縱	P.258
11.41	風級、海象及氣象類別	P.259

第十二章 熱學及效率

12.1.	熱物理性質及相關名詞	P.267
12.2.	熱力學定律與原理	P.295
12.3.	過程	P.299
12.4.	效率	P.307
12.5.	平衡與燃燒	P.312

第十三章 內燃機

13.1.	船舶推進可利用之動力	P.324
13.2.	內燃機內部有關名詞	P.324
13.4.	高速、中速、低速柴油引擎	P.325
13.4.	二衝程柴油引擎之作動	P.327
13.5.	四衝程柴油引擎之作動	P.328
13.6.	活塞冷卻	P.333
13.7.	燃料噴射	P.334
13.8.	空氣啓動	P.335
13.9.	直接及間接倒俾	P.336
13.10	船用柴油引擎之起動裝置	P.337
13.11	驅氣	P.340
13.12	燃燒室	P.342
13.13	增壓或過給	P.343
13.14	內部連鎖	P.343
13.15	危險轉數	P.343

13.16	引擎馬力及效率	P.343
13.17	主機各種出力	P.347

第十四章 鍋爐

14.1.	火管鍋爐、烟管鍋爐	P.248
14.2.	蘇格蘭鍋爐	P.248
14.3.	端箱式鍋爐	P.248
14.4.	彎管鍋爐	P.249
14.5.	兩鼓鍋爐	P.249
14.6.	再熱鍋爐	P.249
14.7.	單通管鍋爐	P.250
14.8.	排氣鍋爐	P.251
14.9.	複式鍋爐	P.252
14.10	可克蘭鍋爐	P.252
14.11	給水管	P.252
14.12	給水	P.252
14.13	鍋爐水	P.252
14.14	層管	P.252
14.15	強制循環	P.252
14.16	皺形爐膛	P.253
14.17	爐膛容積	P.253
14.18	產汽管	P.253
14.19	端箱	P.253
14.20	熱釋放	P.253
14.21	節熱器	P.254
14.22	降熱器	P.254
14.23	鍋爐方向	P.254

14.24	火磚盤	P.254
14.25	砌磚工程	P.254
14.26	爐殼	P.254
14.27	化學藥品補給管	P.254
14.28	空氣加熱器	P.255
14.29	循環比	P.257
14.30	降水管	P.257
14.31	乾燥管	P.257
14.32	加熱降水管	P.257
14.33	受熱面積	P.257
14.34	管韌帶	P.257
14.35	蒸汽溫度	P.257
14.36	水鼓、泥鼓或下側鼓	P.257
14.37	自然循環	P.258
14.38	輻射吸熱面積	P.258
14.39	上升管	P.258
14.40	蒸汽檔板	P.258
14.41	汽鼓或汽水鼓	P.258
14.42	過熱管	P.258
14.43	水管鍋爐	P.258

第十五章 泵

15.1.	離心式泵	P.261
15.2.	斜流式泵	P.261
15.3.	軸流式泵	P.261
15.4.	往復式泵	P.262
15.5.	柱塞式泵	P.262

15.6.	膜片式泵	P.263
15.7.	齒輪式泵	P.263
15.8.	輪葉式泵	P.263
15.9.	回熱泵	P.264
15.10	噴射式泵	P.264

第十六章 閥

16.1.	停心閥	P.266
16.2.	止回閥	P.269
16.3.	節流閥	P.270
16.4.	自動壓力控制閥	P.272
16.5.	特種閥	P.273

第十七章 機件

17.1.	管系圖	P.275
17.2.	管接頭或管路裝具	P.275
17.3.	管接合	P.277
17.4.	管螺紋	P.279
17.5.	螺紋件之種類	P.280
17.6.	螺帽之種類	P.282
17.7.	特種螺紋件	P.283
17.8.	銷	P.284
17.9.	鍵	P.285
17.10	鉚釘	P.287
17.11	凸輪	P.288
17.12	齒輪	P.289

17.13	齒輪之各部名稱	P.290
17.14	齒輪之齒形曲線	P.293
17.15	輪齒切削及輪齒過切	P.293

第十八章 燃料

18.1.	指示燃油消耗率與制動 燃油消耗率	P.295
18.2.	閃點	P.295
18.3.	燃點	P.296
18.4.	船用燃料油之分類	P.296

第十九章 電子航儀

19.1.	基本電子航行系統	P.302
19.2.	高級電子航行系統	P.302
19.3.	依所獲得位置線形式或 所得定位方式分類	P.303
19.4.	依操作距離範圍分類	P.304
19.5.	無線電雙曲線航行系統	P.305
19.6.	羅遠—A 航行系統	P.305
19.7.	羅遠—C 航行系統	P.306
19.8.	達卡航行系統	P.306
19.9.	亞米茄航行系統	P.306
10.10	天經衛星航行系統	P.307
19.11	航行星 / 環球定位系統	P.307
19.12	杜卜勒航行系統	P.308
19.13	康梭或康梭蘭航行系統	P.308
19.14	慣性航行系統	P.308

第二十章 自動控制名詞

20.1.	自動控制	P.310
20.2.	控制系統	P.310
20.3.	順序控制	P.310
20.4.	回授控制或反饋控制	P.310
20.5.	自動化	P.310
20.6.	控制系統	P.311
20.7.	自動控制系統分類	P.312
20.8.	動作特性	P.314
20.9.	控制性能	P.316
20.10	控制動作	P.317
20.11	電纜之彎曲電介質式驗及燃燒試驗	P.320

第二十一章 甲板機械

21.1.	甲板起重機	P.323
21.2.	錨機	P.331
21.3.	絞盤	P.335
21.4.	繫船絞俤	P.336
21.5.	舵機	P.337

第二十二章 艤裝

22.1.	繫泊裝置	P.343
22.2.	交通裝置	P.346
22.3.	救生及信號	P.347
22.4.	艙口及艙口蓋	P.348
22.5.	吊桿	P.349

22.6.	貨油管路系統	P.349
22.7.	壓艙水管系統	P.351
22.8.	艙水管路系統	P.353
22.9.	消防管路系統	P.355
22.10	惰氣系統	P.356
22.11	油氣消除管路系統	P.358
22.12	洗艙管路系統	P.359
22.13	油艙通氣管路系統	P.361
22.14	殘油清除管路系統	P.363

第二十三章 漆

23.1.	漆之定義	P.365
23.2.	漆之各成分	P.365
23.3.	漆、凡立水及透明漆之區分	P.367
23.4.	漆之典型分類	P.368
23.5.	漆之物性分類	P.369
23.6.	漆之物性分類表	P.370
23.7.	漆之功能分類	P.370
23.8.	表面處理	P.379
23.9.	鋼鐵銹蝕度及表面處理標準	P.381
23.10	漆變質有關名詞	P.387
23.11	塗裝作業中或乾燥過程中發生之缺陷	P.389
23.12	塗膜形成後產生之缺陷	P.395

第二十四章 櫃及拉繫屬具名詞

24.1.	拉繫索	P.401
24.2.	拉繫鏈	P.403
24.3.	拉繫桿	P.403
24.4.	螺旋扣	P.404
24.5.	拉繫鏈扣	P.405
24.6.	拉繫環或D型環	P.406
24.7.	拉繫板	P.407
24.8.	底套座	P.408
24.9.	平式套座及凸式套座	P.409
24.10	二重板	P.409
24.11	錐形導槽	P.410
24.12	底座槽	P.411
24.13	貨櫃導具	P.412
24.14	拉繫缸	P.413
24.15	拉繫鉤	P.414
24.16	橋式聯結器	P.415
24.17	承接錐或承座接	P.416
24.18	扭轉鎖定器	P.418
24.19	貨櫃吊架	P.418
24.20	國際標準貨櫃尺寸	P.420
24.21	貨物之繫固	P.421

第二十五章 船體振動

25.1.	船體振動之種類	P.422
25.2.	船體縱向(二階)波振	P.427
25.3.	螺旋槳激振力	P.427
25.4.	螺旋槳拱	P.432
25.5.	均衡器	P.434

25.6.	柴油主機之激振力	P.437
-------	----------	-------

第二十六章 噪音基本名詞

26.1.	噪音	P.444
26.2.	音速	P.444
26.3.	音頻	P.445
26.4.	波長	P.445
26.5.	波數	P.445
26.6.	駐波	P.445
26.7.	前進波	P.446
26.8.	純色音	P.446
26.9.	複雜音	P.446
26.10	全頻雜波	P.446
26.11	音譜	P.446
26.12	幅度	P.447
26.13	分貝	P.447
26.14	巴	P.447
26.15	八音帶	P.447
26.16	1/3八音帶	P.450
26.17	聲音之強度	P.450
26.18	聲音強度位準	P.450
26.19	聲音功率位準	P.451
26.20	聲音壓力位準	P.452
26.21	加速度位準	P.452
26.22	聲音之響度	P.453
26.23	A型加權之聲音位準	P.454
26.24	噪音基準曲線	P.455
26.25	噪音定格曲線	P.458

26.26	談話干擾位準	P.459
26.27	每日許可最大噪音量	P.460
26.28	相當連續聲音位準	P.462
26.29	均方根植	P.463
26.30	近聲場	P.463
26.31	遠聲場	P.463
26.32	自由聲場	P.463
26.33	反射聲場	P.464
26.34	擴散聲場	P.464
26.35	無回音室	P.464
26.36	反射室	P.465
26.37	音響阻抗	P.465
26.38	機械阻抗	P.465
26.39	指向因子	P.466
26.40	指向指數	P.466
26.41	非指向音源	P.466
26.42	多孔性	P.466
26.43	比流阻力	P.466
26.44	流動阻力係數	P.467
26.45	塞賓聲音吸收係數	P.467
26.46	房間常數	P.467
26.47	房間之平均吸收係數	P.467
26.48	統計(能量)聲音吸收係數	P.468
26.49	噪音衰減	P.468
26.50	輻射率	P.469
26.51	介入損失	P.469
26.52	穿透係數	P.469
26.53	穿透損失	P.470
26.54	噪音消滅	P.470

第二十七章 公約規則用詞

27.1.	非政府間國際組織	P.473
27.2.	國際海事組織所制訂之章程及準則	P.480
27.3.	國際公約證書	P.483
27.4.	各國之驗船協會或稱船級機構	P.485
27.5.	國際海事組織	P.485
27.6.	檢驗與檢查	P.490
27.7.	國際勞工組織	P.492
27.8.	國際驗船協會聯合會	P.495
27.9.	國際制單位	P.498
27.10	國際公約	P.506

附錄一 中英文索引

第一章 商船

商船分爲：

一客船（巨型客船、旅客渡船等）

二客貨船

三貨船

1.雜貨船

2.油輪

3.散裝貨船（穀物船、礦砂船）

4.氣體載運船

5.化學液體船

6.貨櫃船

7.運木船

8.冷藏船（香蕉船、肉類運輸船）

9.多用途貨船

10.水泥運輸船

11.其他（如家畜運輸船、廢紙船、汽車船等）

四特殊船

1.作業船（拖船、推船、破冰船、救難船、浚渫船、消防船、佈纜船、清潔船、碎岩船、鑽油船、海域補給船）。

2.調查船（海洋氣象觀測船、水路測量船、海洋調查船）。

3.取締船（巡邏船、警備船、海關緝私船）。

4.運輸船（車輛渡船、汽車渡船、舢舨、給煤船、給油船、給水船）。

5.其他（引水船、檢疫船、燈船、航海訓練船、燈塔勤務船、探險船、錨船、氣艇、遊艇、小艇、帆船）。

1.1 客船 (PASSENGER SHIP)

在法規上搭載旅客超過12人時，即稱為客船。

有純為載客用的純客船，也有兼載一些貨物，如郵件、汽車、普通貨物之客貨船。一般言，客船較講求舒適、快捷、安全、經濟等要素；安全方面特別注意以下幾點：

1. 艙區劃分及穩度 (SUBDIVISION AND STABILITY)
2. 防火、探火、滅火 (FIRE PROTECTION, FIRE DETECTION, FIRE EXTINCTION)
3. 救生設備 (LIFE-SAVING APPLIANCES)

航行於國際航線之客船則需符合國際適行之各種規章特別是：

國際海上人命安全公約， SOLAS 1974 及 1981, 1983 之修正案。

客船構造及救生設備方面，於搭載大量乘客從事特殊貿易時，如朝香（聖）及移民，得按特殊貿易客船協定，1971，及特殊貿易客船空間要求之議定書，1973，所附之規則辦理。

懸掛國旗之客船，其安全及生活設施方面自應同時符合我國現行有關航政法規辦理，特別是航行國內航線者，其安全及生活設施之要求自與航行國際航線有所不同，且標準較低。

1.2 雜貨船 (GENERAL CARGO SHIP)

此種船舶可裝載各式各樣的貨物，如乾貨—可用盒、箱、捆包裝，或甚至不包裝；液體貨物—如油類、酒等；冷藏貨物—蔬菜、水果；散裝貨物—如穀類。當裝載不同貨物時需不同之設備及符合各種法規，如冷藏貨要有冷藏設備，裝穀物要符合

SOLAS 1974 之穀物穩度規定等。

因為雜貨船裝卸費時費工且不經濟，已漸漸被各特定目的船舶取代，尤其是貨櫃船。

當載運輕貨時，較需要容積，爲了減免噸位，有遮蔽甲板船（SHELTER DECKER）之設計，在甲板或適當位置開減噸開口（TONNAGE OPENING）。

1.3 油船（OIL TANKER）

爲載運石油產品之專用船，石油產品分爲以下二類：

- (1) 白油（WHITE OIL, or CLEAN OIL），如煤油、汽油、輕柴油、飛機油等。
- (2) 黑油（BLACK OIL, or DIRTY OIL），如重油、鍋爐油、原油等。

比重之範圍爲由汽油之 0.71 至重油之 0.98；如果載運白油時，貨艙之油漆須特別處理，以免受鋼板銹蝕之污染，專門裝載白油之船，我們也稱作油品船（PRODUCT CARRIER）。

1973 年防止船舶污染國際公約及 1978 年修正案（MARPOL 1973 & 1978 PROTOCOL）對於油輪之設計影響很大，如隔離之乾淨壓艙水，保護面積，足夠之吃水，俯仰等，使油輪之容積需求增加，進而使主要尺寸加大。

油輪因爲可以載運不同種類之油品，常將管路系統及泵浦分成好幾組，此稱爲隔離（SEGREGATION），以使不同油品不會混合，一般分成 3 至 5 組。

專門載原油之船，在能源危機油價高漲時，爲達到經濟效益

，便愈造愈大，有所謂超過10～25萬載重噸之巨型油輪（VLCC Very Large Crude Oil Carrier）及超過25萬載重噸之超級油輪（ULCC, Ultra Large Crude Oil Carrier）之出現。

1.4 散裝貨船（BULK CARRIER）

散裝貨船是設計成裝載散裝穀物或礦砂（稱礦砂輪（ORE CARRIER））之船舶。如果是裝穀物其比重之範圍由約0.47（棉花）至0.84（黃豆），積載因素（STOWAGE FACTOR, CU. FT / LT）由42至75，散裝穀物在航行時由於橫搖會使穀物移動產生移動力矩（SHIFTING MOMENT），如果該船穩度不足會使船舶發生傾側進而產生翻覆之危險。針對此穀物之移動特性，國際間有SOLAS 1974公約對裝載穀物穩度之需求，註明容許之移動力矩，計算方法以及穀物固定方法，這公約對於散裝貨船之設計有很大之影響。

部份散裝貨船也設計成能裝載礦砂，礦砂比重約為1.1至2.94，比穀物重得很多，如果均勻裝載會使重心降低，定傾高（GM）太大，船橫搖劇烈；故多採用隔艙裝載，牽涉到之強度問題，如外板、二重底均要作適當加強，並將能裝載礦砂之貨艙註明機船級，專門運送礦砂之船為礦砂船（ORE CARRIER），因為貨艙體積不必太大，通常二重底很高，以使重心提高，使橫搖速度超緩，純裝礦砂時，不需作移動力矩之計算。

1.5 液化氣體載運船 (GAS CARRIER)

分爲液化石油氣 (LIQUEFIED PETROLEUM GAS, LPG) 載運船及液化天然氣 (LIQUEFIED NATURAL GAS LNG) 載運船，依其貨物之特性而有不同之船舶特性。

LPG 是一種很乾淨之燃料，因爲含硫量很少，一些化學氣 (CHEMICAL GAS) 也以 LPG 之名相稱；液化石油氣包括有氨 (Ammonia, NH_3)，丁二烯 (Butadiene, C_4H_6)，丙烯 (Propylene, C_3H_6)，氯化乙烯 (Vinyl chloride monomer, VCM, $\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}$)，乙烯 (Ethylene, C_2H_4)，氧化乙烯 (Ethylene oxide, $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$) 等。除了乙烯之外，其餘氣體可採用以下三種方式之一來運送：

- (1) 在大氣溫度下，僅控制其壓力。
- (2) 在大氣壓力下，以低於其沸點運送 (-30°C 至 -48°C 間，乙烯除外，其沸點低達 -104°C)，即冷藏運送。
- (3) 壓力、溫度均控制，半冷藏 (Semi-refrigerated) 方式。

LNG 爲液化天然氣，一些有毒之成份，如硫、二氧化碳已被除去，而且經過液化處理，較重之碳氫 (C_4 , C_5 , C_6) 已被除去。普通可運送之液化天然氣爲甲烷 Methane, C_1)，佔體積之 80% 以上，其餘爲乙烷 (Ethane, C_2)，丙烷 (Propane, C_3) 及丁烷 (Butane)，許多液化天然氣還含有 1% 之氮 (Nitrogen)；阿拉斯加(美國)之天然氣例外，它含有 99.5% 之甲烷。

液化天然氣爲無色、無毒、無腐蝕性，臨界溫度爲 -82°C ，臨界壓力爲 45 個大氣壓 (約 650 ps 之) 於船上實際運送時可用其沸點 (-165°C) 及約大氣壓力來運送，容器之材質及裝置需特殊設計。

氣體船通常吃水淺，因為比重低（LNG之比重約為原油之一半），安全性比油輪高（因有連續之氣體偵測系統與封閉之裝卸方法），即使氣體逸出也不會污染海洋或海岸。

國際間有關氣體載運船之法規章程為IMO, Ree, A328(1X)（新造船）及Ses A329 (1X)（現成船，1976, 10月31日前造成）。

1.6 化學液體船（CHEMICAL TANKER）

化學液體船之發展，一開始是改裝一些小油輪（TANKER）或油品船（PRODUCT CARRIER），來載運一些散裝之化學產品；但隨著化學產品運輸需要量之增加及種類之增多，便有了專門載運化學產品之船舶設計與建造，為了保持這些複雜之化學產品能安然的載運，以及儘量減少船舶、船員之危險及環境之污染等，便須對這些化學產品之特性在事先有充份之瞭解。

國際上，針對化學液體船載運貨物之危險性及污染特性，國際海事組織（IMO）有兩項規章來加以規範：

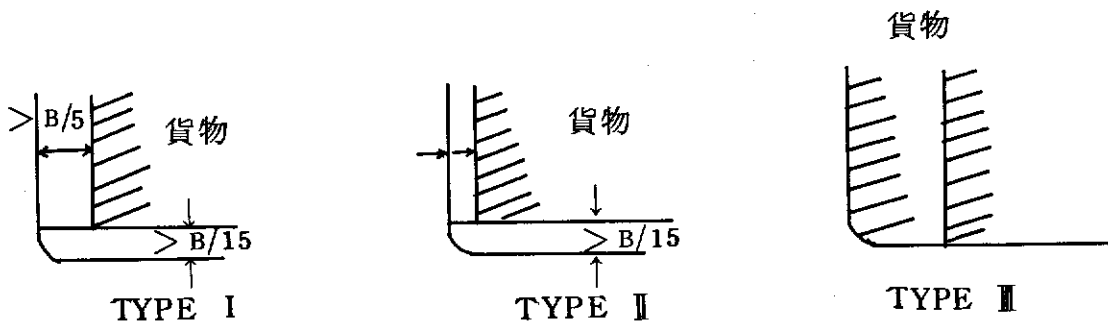
1. IMO載運散裝危險化學品船舶之構造與設備國際章程

（IMO INTERNATIONAL CODE FOR THE CONSTRUCTION AND EQUIPMENT OF SHIPS CARRYING DANGEROUS CHEMICALS IN BULK, 1983（IBC code））

2. IMO 1973年防止船舶污染國際公約及1978年修正案。

（IMO INTERNATIONAL CONVENTION FOR THE PREVENTION OF POLLUTION FROM SHIPS, 1973 AND PROTOCOL 1978（MARPOL））

其中 IBC Code 將化學液體船依其危險程度，分為三類，TYPE I、II、III，TYPE I 為最危險之化學液體船，而 TYPE III 為最不危險者，這種分類對機船生存之能力，對破損穩度之能力，對貨艙之安排佈置等均有不同之要求。例如其橫剖面之特性如下：



化學液體船載運之貨物包括有一般化學產品，也包括如蔬菜油、酒等之日用品，也包括如潤滑油等石油產品；故需對不同之產品對象有不同之對策處置，如艙內油漆、通風、強度、保溫、壓力、泵浦系統、防火、清艙步驟等，均有不同之考慮，相當複雜。

* 1986年7月1日以後建造之化學船適用此 IBC Code，以前適用 BCH code，有一些特別之貨物，在 IBC code 中規定並不適用者，有時係以“油輪”來裝載，如甲醇，在 IMO 之 IBC code 中並未包括，但卻屬於英國勞氏驗船學會（LR）化學液體船規章內 TYPE C 之貨物，並規入“油輪”之船級，惟需作適當的佈置、材料、鋼材寸法方面之考慮。

1.7 貨櫃船 (CONTAINER SHIP)

貨櫃船乃是一種設計成裝載貨櫃之船舶，而貨物是裝在貨櫃內，根據國際標準組織 (I S O) 之規定，貨櫃之尺寸，長度有 20 呎及 40 呎兩種，寬度為 8 呎，高度有 8 呎及 8 ½ 呎兩種，(9 呎及 9 ½ 呎高度也許以後會被考慮)。

在貨艙內，貨櫃是用垂直重疊方式裝載，置於各導槽內，而四端之端材圍住，不使貨櫃搖動，以往在艙內有 6 層、7 層貨櫃，目前在大型貨櫃輪有多至 9 層。

在甲板上 (含貨艙蓋) 亦可裝載貨櫃，以拉繫 (LASHING) 或用一些甲板裝具 (DECK FITTING) 固定，由船之經濟性與使用性來看，甲板上之裝載貨櫃為一大突破，可裝 3 至 5 層之貨櫃，視船之穩度，駛船視野，貨櫃密度而定。

貨櫃一般是以前後向裝載，貨艙內之搭載數目與甲板上差不多相同，有些船之貨櫃係裝載冷凍貨物貨櫃，需有冷凍設備及所需接電設備。大型貨櫃船常需通過巴拿馬運河，故有寬度 (106') 及吃水 38' - 39') 限制，有時港口也會有吃水限制，這些限制影響到貨櫃船之裝載及穩度，有關穩度之標準，目前常用美國海岸防衛隊 (USCG) 之天候標準 (WEATHER CRITERIA)。

貨櫃船有許多優點，如節省裝卸費用、時間、不易損壞、防盜、運輸方便、減少保費等，已漸漸成為海上運輸之主流。

1.8 運木船 (TIMBER CARRIER)

運木船是專門針對原木之裝卸及裝載而設計，有長而寬之艙口 (約為 ½ 船寬，雜貨船約為 ⅓ 船寬)，使原木裝卸方便，針對

大艙口之強度設計使得艙內採用深的肋骨及懸臂樑。

通常裝載木材時，其在甲板上之高度約 4.5 至 5 公尺，甲板上裝載之比重約為 0.5 ~ 0.6（裝載係數為 60—70），在貨艙內裝載之比重約為 0.45 ~ 0.5（裝載係數為 70—80）。

甲板上之材料，由於有浮力，在計算穩度曲線時可納入計算運木船之乾舷依 1966 年國際載重線公約第 41 至 45 條之規定，可作適度之減少。

1.9 香蕉船 (BANANA CARRIER)

香蕉船是冷藏船之一種，載重噸大多低於 6,000 噸。

香蕉出口已有超過 30 年的歷史，大部份是銷往日本，香蕉船除了載運香蕉以外，也可以載運蔬菜、其他水果；艙內冷藏之溫度由 -15°C 至 5°C ，與肉類冷凍船之溫度 (-18°C) 不同，除了溫度以外，香蕉船也需要循環與新鮮空氣，香蕉之貯運溫度為約 12°C ，比熱為 900 kcal/hr/ton，裝載時貨艙之通風非常重要，容積中約 20% 為供絕緣，冷藏設備，空氣管道使用，香蕉係用紙箱裝載，其尺寸為 $58 \times 36 \times 24$ 公分，即 0.05 m^3 /箱，每箱重 16 公斤，積載係數 (STORAGE FACTOR) 在旺季及淡季時分別為分別為約 150 及 165。

1.10 多用途乾貨船 (MULTI-PURPOSE CARGO SHIP)

以往一般雜貨船之載貨，以少量多樣化為其特色，但裝卸費工費時，近年來由於裝運工資高漲，不可能再藉傳統式之人力來包裝搬運，為了配合碼頭之裝卸設備，乃有多用途貨船之設計與

建造，除了裝卸效率改善之外，載貨之多樣化也是其優點。

此種船建造最多者如日本之 FREEDOM 型及英國之 SD-14 型主要以散裝殼類、貨櫃、乾雜貨、木材等為載運貨物，以艙口形狀可分為二類，一為單排艙口具有翼艙，適於載運散裝殼類，另一為雙排艙口，具雙重船殼適於載運貨櫃。

1.11 水泥運輸船 (CEMENT CARRIER)

係以專門載運散裝水泥為唯一目的之船舶。

水泥運輸船貨之設計須配合水泥的裝卸系統特性，如山型或氣滑式艙底與機械式輸送之鏈運機、螺運機、空壓機等均與船舶設計息息相關。

1.12 海域補給船 (OFFSHORE SUPPLY VESSEL)

海域補給船起始於 1955 年，用來補給海域鑽油台，通常為了操作方便，駕駛室移至船艏端，而留後面區域供裝載貨物及補給物。隨著需求之增加及各地鑽油台性質之特殊，此補給船之功能有或多或少之增加，如消防救火，拖船能力，潛水支援，石油回收等，增加了補給船之使用性。此型船之安全與穩度需符合 IMO Resolution A.469 (XII) "Guidelines for the design and construction of offshore supply vessel" (1981 年 11 月 19 日採行) 之規定。

深海探油常須作動態定位 (DYNAMIC POSITIONING)，也有補給船裝設此套設備用以支援深海探油。

第二章 海軍艦艇

2.1 作戰艦艇 (Combatant ships)

以執行作戰、兩棲運輸、掃佈雷爲主之艦艇：

(1) 航空母艦 (Aircraft Carrier)

可供飛機起飛和降落之海軍艦船。艦上裝有與甲板齊平之彈射器，幫助飛機起飛。飛機上裝有可收放之鈎子，降落時鈎住橫繫在甲板之繩索，使飛機很快停住。

(2) 戰鬪艦，或稱主力艦 (Battleship)

爲 1860 年至第二次世界大戰時世界海軍的主力軍艦，以後它的突出地位被航空母艦所取代。具有噸位大、火力強、裝甲厚、巡航半徑大、速度快，適航性和防潛艇能力好等特點。

(3) 巡洋艦 (Cruiser)

速度快、巡航半徑大，較戰鬪艦或航空母艦小，但較驅逐艦大的一種軍艦。早期依主炮不同，將巡洋艦分成兩類：重巡洋艦，具 200 毫米火炮，排水量約爲 13,000 噸，輕巡洋艦，具 150 毫米火炮，排水量約爲 10,000 噸。以後又增加了第三類防空巡洋艦，其主炮是兩用的，防空制海兼用。50 年代，美國“長灘”號首艘核動力巡洋艦的下水，使得巡洋艦的設計做了重大的改進。1955 年，重巡洋艦“波士頓”號首次裝設飛彈，而成爲第一艘飛彈巡洋艦。

① 導向飛彈巡洋艦 (Guided Missile Cruiser, C G)

裝置導向飛彈供防空、制海之巡洋艦。

②核子動力導向飛彈巡洋艦 (Guided Missile Cruiser, CGN)

以小型核反應爐系統作為動力廠，並裝設飛彈武器系統，可長時間服役海上之巡洋艦。

(4)驅逐艦 (Destroyer)

比巡洋艦小的快艦。通常裝備有魚雷、火炮、深水炸彈等重武器，和 underwater 聲納裝置，無裝甲，只有防禦機槍火力的護板，60及70年代的設計走向裝有防空飛彈的大型驅逐艦方向發展。

(5)巡防艦 (Frigate)

較小型的快速軍艦。英、美海軍在第二次世界大戰中指護航隊中的小型快速巡防艦。到了70、80年代這個名詞仍被濫用使用，例如美國就有裝備飛彈的巡防艦。

(6)潛水艦 (Submarine)

一種能從事水下作戰的軍艦。核子動力潛水艦能一次在水面下潛航數月，並可發射遠程核彈而不必浮出水面，是一種相當重要的戰略武器。現代潛水艦的傳統武器是自動跟踪魚雷，反潛火箭及各式飛彈。

(7)突擊艦 (Assault Ship)

主要任務在於運送人員及重要軍事裝備至沒有港口設備的陸上目的地。艦上擁有二種陸艇 (Landing Craft)：一種用來運送人員及輕裝備上岸，另一種用來運送坦克及重車輛上岸。

(8)巡邏艇 (Patrol Boat)

主要擔任海岸保安巡防任務，有些尚配備有反潛武器、及數

門砲，速度通常很快。

(9)護衛艦 (Correttes)

大小介於巡防艦與巡邏艇之間，由於造價較低，功能却與巡防艦相仿，不過砲火威力略遜於巡防艦。

(10)掃雷艦 (Minesweeper)

具有處理各種水雷儀器設備，艦貨材料必須為非磁性材料，諸如木材、鋁或玻璃纖維等。

2.2 軍艦相關名詞

1.瞄準角 (Angle of the Bow)

目標縱軸與瞄準線間所成之夾角，自目標艦首向左或右舷計量 180 度。

2.能見弧 (Arc of Visibility)

自海上可看到之艦艇航行燈光所照到之水平弧度，以度數計。

3.陣列 (Array)

兩排或更多之水中聽音器，將信號送至一共同接收機之謂。無線電或雷達亦有天線陣列。

4.防彈設施 (Ballistic Protection)

船艦防彈之主要設施旨在阻止敵方爆破武器之擊入船內及破片造成對船艦系統、裝備及人員之傷害。一般言之，防彈設施主要對反艦武器有極高之防禦功效，主要考量仍在重量與重心的

問題上，尤以小型艦隻爲甚，無法按構想設置時，則需衡量影響程度取捨擇宜而行之。其考量層次依序爲水下防禦、彈藥艙之引爆、生繫艙間之防護、系統之防護、露天偵測器、武器及人員防護等。

5. 生繫艙間防護 (Vital Spaces Protection)

生繫艙間意爲生存所繫之艙間，係指直接關係船艦活力、任務遂行、人員安全之重要艙間。主要目的在將此種艙間在船內形成一獨立水密個體，當其周圍浸水時不致浸入該艙間，而得以維持正常之操作。

6. 戰鬥裝載 (Combat loading)

將突擊部隊人員及裝備裝於船上，並能按預定之優先次序迅速卸載者。

7. 商運裝載 (Commercial loading)

將艦船內部所有空間作部隊及（或）其裝備搭載之最大利用。

8. 載重線標誌 (Load line Making)

爲一吃水（負載）限制之標識，依國際協定所有商船及某些海軍艦船上均有此標誌。

9. 航海日誌 (Logbook).

各種正式按時記載各項活動事項之記錄，如輪機值更記錄簿等。

10. 艙面日記 (Deck log)

根據海軍法規與人事手冊之規定，現役艦艇所呈報海軍人事署長之官方記錄。

11. 磁性空測儀 (Magnetic Airborne Detector ; M A D)

低飛飛機上用以因應水下物體之磁場作用，而偵測潛航潛艦之裝置。

12. 高高潮 (Higher High Water ; H H W)

任一潮日間出現兩次高潮中較高之一次高潮。

13. 高低潮 (Higher Low Water ; H L W)

任一潮日間出現兩次低潮中較高之低潮。

14. 高線 (Highline)

航行中，兩艦之間吊掛之繩索，用以傳送補給品，為最簡單之傳送裝具。高線之上，置以輪式吊傳滑車，於兩艦之間，以來回傳遞補給品及人員。

15. 高線傳遞 (Highlining)

航行時，兩艦應用高線以吊運滑車與護墊，交換物質或人員之海上補給法。

16. 高潮 (High Water)

因潮汐作用與氣候因素，漲潮時之最大高度。

17.高潮線 (High Water line)

平均高潮平面與海岸之交截線。

18.高止潮 (High Water Stand)

高潮時，潮水面不再改變之間歇時間。

19.艦隊運動圖紙 (Maneuvering board)

印有羅經刻度之極座標，作業圖紙以解算艦隊運動中有關相對運動諸問題之用。

20.標示艦 (Marker Ship)

兩棲作戰時，位於一指定控制點正確位置之一艦艇。此艦在晝間可掛識列旗，夜間則向海面示以燈光。

21.海軍船運管制機構 (Naval Control of Shipping Organization)

係指海軍所屬機構執行戰時對商船行動管制與保護之特定職責。

22.衛星導航系統 (Navy Navigation Satellite System ; NAVSAT)

利用衛星所發送信號之杜卜勒效應，以獲得船位之航海系統。

23.防禦網柵 (Nets and booms)

係由水下鋼網及水面浮欄接合組成，用於港口防禦以防止敵方潛艦、魚雷及小型水面快艇之攻擊。

24.平面位置指示器 (Plan Position indicator ; P P I)

將周圍之陸地及海域顯示成圖狀之雷達幕。

25.潛艦庇護區 (Submarine Sanatuaries)

爲非作戰潛艦或反潛操演而設立之限制區。

26.特遣艦隊 (Task fleet)

對特定或重大持續性任務所需艦艇與飛機組成之機動指揮編組。

27.勤務艦 (Tender)

負責後勤支援與修理工作之軍艦。

28.發火器 (Torch pot)

係蒸汽魚雷中之一節空間，內將空氣、燃油及水混合，並經引燃而產生蒸汽驅動魚雷引擎。

29.魚雷 (torpedo)

自力推進之水中爆炸物，設計上係瞄準或追蹤目標，並以觸發、音響或磁性力量予以引爆。

30.懸浮 (Hovering)

潛水艦潛航靜止狀態，利用水櫃充水及排水來維持於一定深度之方式。

31.獵雷 (Mine hunting)

水雷反制措施之一，先行測定各單雷之位置，再集中於該處實施之反制措施；包括定位、清掃及監視。

32.敵我識別儀 (Identification of friend and foe ; IFF)

一種交換識別敵友之電子系統，必須與雷達及雷達控制之飛彈配合使用。

33.慣性導引 (Inertial guidance)

利用羅經之導引特性以及本身之獨立裝置，所設計用以引導飛彈、飛機或艦船之系統。此系統能測算及換算艦船、飛機或飛彈在加速方向中所具之瞬間加速。

34.干擾 (Jamming)

敵方故意施放之無線電或雷達干擾。

35.兩棲載運量 (Amphibious lift)

供應一次兩棲作戰所需之突擊艦船總運量。

36.整補線 (Service line)

後勤支援艦艇編成一直線隊形以執行整補任務。

37.常用船速 (Normal Speed)

如未指定速率，艦艇航行時應保持之速率。

38.作戰速率 (Operational Speed)

在作戰或特殊時期，所要求艦艇應達之最高速率。

39.信號速率 (Signaled Speed)

編隊嚮導艦奉指示所採取之航進速率。

40.就位速率 (Stationing Speed)

當艦隊運動或部位變換時，基於經濟之考量而採用較最高速率略低的速率。

41.潛艦 (Submarine ; S S)

設計用作水下作戰之軍艦。攻擊潛艦之主要任務為尋獲敵艦（包含其他潛艦）並予以摧毀。飛彈潛艦主要任務攻擊陸上目標。

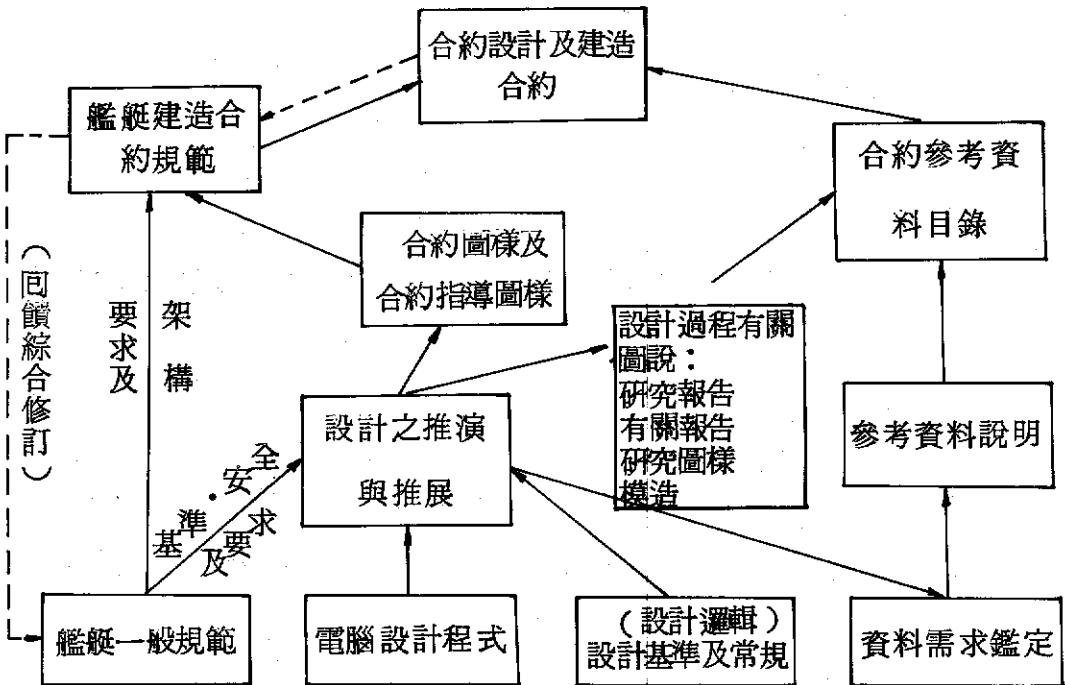
42.潛艦定位浮標 (Submarine Marker buoy)

為一艘沈沒之潛艦所放出之浮標，使之浮於水面顯示其沈沒位置，以便於救援。

43.艦艇建造合約 (Warship Contract Specifications)

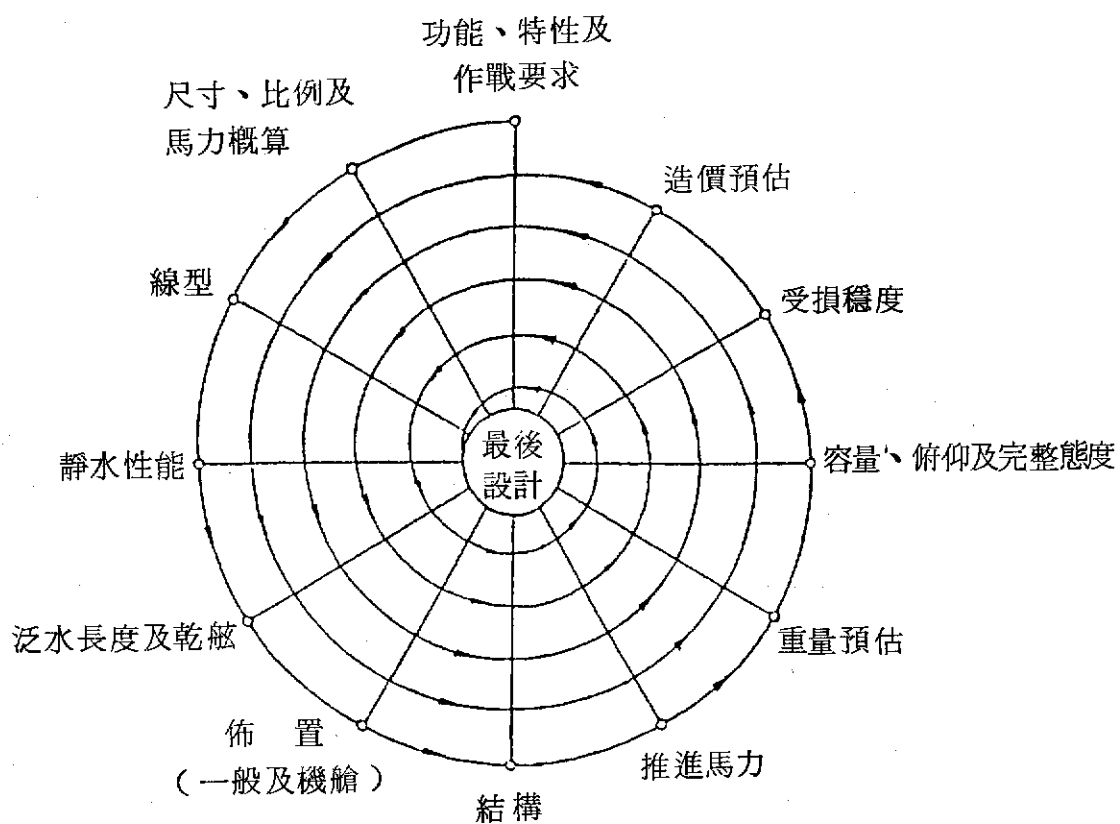
旨在說明目標船之規格、技術與工程情況（常以技術依據表達）、品質情況及作業性之協議，合約規範之撰寫就設計者言非屬設計行為，而為表達設計條件及設計結果之文件，係以艦艇之設計為基準，此種程序可以下圖簡示之：

艦艇建造合約之形成



44.軍艦初步設計螺旋程序 (Process of Design Spiral)

軍艦於設計之初，必須依其功能、特性與作戰需求、選擇，配當並結合已有軟體資料，不斷折衷，求均衡以求在限制因素下求得欲期之硬體，而一種達成艦船設計折衷以求均衡的方式，狀似螺旋者稱之如圖所示：



45.天線罩 (Radome)

飛船或飛機上內裝雷達之圓形罩。

46.復役 (Reactivate ; activate)

將封存或保管中之艦艇恢復現役。

47.備便 (Ready)

砲位上人員到齊足以發射該砲時向上級所作之報告詞。

48.防護甲板 (Protective Deck)

有裝甲之甲板。如船艦裝甲甲板超過一層，則裝甲較厚之一層稱為防護甲板，另一種稱為薄甲板，位於防護甲板之上。

49.雷達示標 (Racon)

能自動發射信號以回應艦上雷達發射波為雷達標桿。

50.天文導向 (Celestial guidance)

在飛彈導向系統中，其利用可見星球，於飛彈飛行時，自動獲得位置之資料。

51.戰鬥系統結合 (Combat System interface)

戰鬥系統中各組件間功能上所共有之界面，或共有之界線；引申為組件間相互之關係，如對美國海軍之神盾系統其所包括之組件有雷達系統、指揮系統、管制系統、射控系統、導向飛彈發射系統、標準飛彈系統、運作狀態測試系統等七項，系統結合設計人員工作之重點在解決組件相互之關係，使之有效達成預期之設計目標。

52.爆炸音響回音測距法 (Explosive Echo Ranging ; E E R)

在某一聲標群中任一聲標附近放一枚小型爆炸彈，並記錄收到爆炸音響與來自潛艦之回音間之時間間隔，以便利用三角定位

以決定潛艦位置之方法。

53.乘波飛彈 (Beam rider)

由電子波束導引之飛彈。

54.燃燒室 (Combustion Chamber)

蒸汽魚雷中，將空氣、燃油及水混合一起並點燃，以產生蒸汽推動魚雷渦輪機之處。

55.擾亂反射器 (Confusion reflectors)

用以反制雷達之非電子機械裝置及物質之通稱。例如雷達干擾反射器、海鷗、風箏及角形反射器等。

56.損害狀況圖板 (Casualty Board)

損管人員所用之艦上艙間及各項系統之圖報。

57.輪機故障處理手冊 (Engineering Casualty Control Book)

各艦艇備有此書，用以協助輪機損害之處理。其內容包括各種機械備便表，各種故障實例及如何排除或修理之法等。

58.粉末滲透探傷法 (Chalk test)

一種藉用粉筆塗於水密裝具刀緣上，以試驗其緊密程度之方法。
。水密裝具橡皮墊子上之印跡，顯示刀緣是否緊抵橡皮墊子。

59.內焰灼傷 (Flash burn)

由於炸彈或砲彈爆炸時之閃焰所造成之灼傷，艦上人員穿著防焰服防禦之。

60.浮游堆積站 (Floating Dump ; Offshore Dump)

兩棲作戰時，預儲若干緊要物資於駁船上，以便迅速補給陸上突擊部隊之用。

61.緩衝系統 (Recoil system)

多為液壓作用藉以吸收火砲因發射所產生之後座力系統。

62.相對描繪圖 (Relative plot)

顯示軍艦或飛機彼此相關位置之描跡圖，其表示方位係使用彼此相對方位而非真方位。

63.海上整補 (Replenishment at sea)

航行中將油料、糧食、補給品、彈藥、以及人員送補至艦隊中作戰艦之程序或過程。若以直昇機實施時又稱垂直整補。

64.潛艦救生艙 (Rescue chamber)

由潛艦救難艦運往遇難潛艦所在處之一種兩艙式潛水鐘。該潛水鐘可與遇難潛艦之逃生艙蓋作水密之接洽，藉以援助艦內人員，然後再吊出水面。

65.預（留）浮力（Reserve buoyancy）

艦艇未浸入水下部分之水密體積。

66.潛艦通信系統（Seafarer）

爲潛艦用之極低頻無線電通信系統，可發送至深潛之潛艦。

67.載台（Platform）

亦即艦船之本體，用以承載武器及其有關裝備而航行於海上，以遂行作戰任務。

68.酬載（Payload）

爲作戰之基本條件，亦即武器及其有關裝備。

69.反水面作戰（Anti-Surface Warfare；ASUW）

攻擊克制敵方水面目標之作戰，艦艇所包括之組件有：雷達（平面、對空、射控及導向雷達）、敵我識別儀、直昇機、飛彈發射架與飛彈、中／小口徑火炮及指揮與管制系統。

70.紅外線訊跡（Infrared Signature）

船艦爲一熱源散佈物體，除去推進與發電裝置產生高溫排煙外，尙有其他諸多之熱源產生裝置及較高溫度之艙間，近代科技已被實用於偵測器及武器導向方面，紅外線前導偵知技術（Forward looking infrared Technology）可測出較周圍溫度極小之溫度差異，因此，紅外線之存在已達足以威脅艦船安全之程度。設計重點則集中在設法使排煙溫度在烟囪內作某種

程度之降低，目前作法爲在烟鹵內裝設空氣冷抽系統（Air eclusion cooling Aystem）使排烟排出前降低部份溫度，但其缺點仍在高速氣流所生之噪音，而解決此一問題則有自然風冷抽系統（Nature air eclusion cooling system）之設計，但需適當增加烟鹵高度。此外，尙可在可慮情況下停用燃氣輪機而以柴油機推進，而同時利用核生化沖洗系統冷却烟鹵亦爲可行。

71.磁感訊跡（Magnetic Signature）

船艦之磁感訊跡，主要針對磁感應武器攻擊而言。主要之設計手段爲減少磁性材料之選用，及消磁系統之設置，以減少船艦整體之磁性至不足傷害之程度。消磁系統自發展迄今，已形成艦隻之必備標準系統。

72.船體防護（Hull protection）

船體承受水下損傷進水仍能生存之能力。（亦即仍能保持漂浮並具有實切穩度之能力），此一問題涉及儲備浮力、乾舷、浸水長度特性與艙區劃分等，於軍艦方面則應慮及舷側承受水中武器爆破進水之適應能力。一般海軍艦隻可概分成有護舷分艙系統船（Side-protective System Ship）及未設有護舷分艙系統船（Non-side Protection Subdision System ship）兩類。

73.浮箱棧橋（Pontoon Causeway or Pier）

由許多浮箱以鐵栓連接而成，浮在水面並可移動之碼頭。

74.潛艦呼吸管 (Snorkel)

使潛艦在潛航時仍能自水面吸進空氣之裝置，亦表示露出呼吸管之潛航。

75.穩定性情態板 (Stability Board)

損害管制人員所用之艦體穩定情態顯示板，板上顯示液體裝載情形，進水位置，以及對前後與左右傾側之影響等資料。

76.防空編隊及序列 (Air Defense formations and Dispositions)

係指在一個相互支援體系內，並使各個編隊獲得充分之攻擊與防禦行動之自由原則下，對所有海上行動艦船之安排。此等編隊具有最大之防空火力，但對潛艦之防禦力極小。

77.分離散佈 (Divergent Spread)

使一個齊放中之所有魚雷，其真航向均不同，因而形成散佈雷群，以使各個魚雷以不同之魚雷航跡角，攔截目標於沿目標航跡之不同點。

78.翻新 (Fram)

原指艦隊現代化及加改裝計劃之簡寫，現今係指維持原基本設計之整船重建，並特別著重於戰力之加強與更新。一般常用在驅逐艦上。

79.羅經角 (Gyro Angle)

發射魚雷時，本艦軸角與魚雷最終航跡所成之夾角，自艏順時針方向量之。

80.緊急警報 (General Alarm)

就戰鬥部署之信號，現今均經由艦上廣播系統所傳送之音調來替代，昔日則用其他方式如號音、吹笛、鳴鼓及鳴笛等。

81.癱瘓射擊 (Neutralization fire)

爲癱瘓某一地區內敵人活動之砲火射擊。

82.聯合演習 (Exercises, Joint)

由二個或二個以上軍種所聯合實施之演習。

83.離向 (Fall off)

指艦船或其船首，偏離要求之部份或航向。

84.潛艦整體快速反應管制 (Fast reaction integrated Submarine Control)

潛艦作戰資訊處理及顯示系統。

85.估計船位 (Estimated Position ; E P)

根據估算之航海資料而非已知資料，所判定之船位。經常是使用不確定資料，來計算航海定位。

86.電子反制措施 (Electronic Counter Measure ; E C M)

使用電子學原理減低敵人裝備之效能，或影響其戰術效果。主動式反制措施會被敵人所偵測，被動式則否。

87.輔壓水艙 (Auxiliary tanks)

潛艦上，距艦首及艦尾相等之壓載水櫃，其作用在於承受全部海上壓力，並連接至縱傾系統。

88.修期 (Availability)

艦艇在廠所進行修理之規定期限。諸如專案整備，留廠修理，定期大修，航修或定期保養等。

89.背景雜音 (Background Noise)

一種減低回音偵測效果之雜音。該雜音在海上可能干擾聲納效果，其成因可能係海生物，海水作用或聲納系統本身所造成。

90.逆靠；順流靠泊 (Chinese Landing)

艦艇傍靠他船時，以船尾靠其船首，使船順流靠泊他船謂之。

91.空中搜索攻擊組 (Air Search Attack Team)

為空中反潛作戰小組，係由一架搜索機及一架或多架攻擊機所組成。

92.空中搜索攻擊分隊 (Air Search Attack Unit)

被指派測定並摧毀潛艦之一架或多架反潛飛機之戰術命名。

93.排除；解開；清膛；通過；未譯密；批准；無糾纏；離開（Clear）

將故障排除，或將糾纏在一起之裝具解開。將砲膛中之彈藥排出。通過海角、海岬，其他陸標或目標。未經譯密。批准或獲准。可自由移動，並未纏住。如報告一繫纜離開水面，一艘船離開其錨地，起錨時如報告錨清楚，即意謂無糾纏之意。

94.安全等級；清掃；准許進出港；檢疫合格（Clearance）

對某人具有資格參閱或持有某類機密資料之決定。水雷反制措施之一。准許船舶進出港；檢疫合格等。

95.備便作戰（Clear Ship）

為艦艇即將作戰之準備工作，諸如放倒艦首旗桿、儲放油漆及易燃物品至主甲板下艙內，打開彈藥箱備便等。

96.前進距離（Advance）

艦艇轉向時循原航向前進之距離，自開始用舵時之點算起，直到艦艇艦首向改變90度之點為止之距離。

97.舷窗（Air Port）

為船上舷邊之圓窗，裝有玻璃窗與金屬蓋，稱為戰鬥舷窗。附有風斗、紗窗及遮光而通風之舷窗蓋等活動裝置，俗稱艙眼。

98.風斗（Air Scoop）

為裝於舷窗上用以引風入艙的一種薄金屬片製品。

99.空中穩定器 (Air Stabilizer)

裝於空投魚雷尾部之降落傘式穩定器，以減緩魚雷在著水前之速度。

100.海空禁區 (Air Surface Zone)

爲反潛作戰而設定之海上禁區。

101.反潛屏衛 (Antisubmarine Warfare Screen)

爲在海軍兵力前方之艦機編隊，旨在防止潛艦攻擊。

102. 傳鐘 (Annunciator)

艦艇指揮台上下達命令至機艙之信號裝置。

103. 繫泊試俾 (Fast Cruise)

艦艇繫於碼頭或錨泊時，由艦上官兵所實施之長達數日之測試。其目的在訓練艦上人員，對裝備等各方面均能正確操作，並模擬海上實況，實施操演。

104.平衡櫃；壓載艙 (Ballast Tanks)

使潛艦上浮或下潛之艙間，此種艙間經常與海連通，並裝有快開氣閥，下潛時可將原來所儲空氣排出，而於上浮時，通常係以抽水方式將艙內抽乾。另有些水面艦艇有壓載艙，以調整平衡及浮力，此類艙相當簡單，同時下潛亦不深。

105. 堤岸效應 (Bank effect)

艦艇航行於狹窄水域時，因堤岸易於吸引船尾（堤岸吸力）而排斥船首（堤岸緩衝力），使船艦產生橫向運動之現象。

106. 海底反彈 (Bottom Bounce)

利用聲納波自海底之反射作用，以測定目標位置之技術。

107. 氣泡脈波 (Bubble Pulse)

艦水中爆炸後，因氣泡之潰散而產生之回音。

108. 噪音器 (Bumblebee)

掃除音響水雷時所用之噪音產生器。

109. 自差顯示儀 (Deviascope)

顯示磁羅經校正技術之儀器。

110. 指揮儀 (Director or director gun)

作為射控用之機械與電子裝置。

111. 最終直徑 (Final Diameter)

艦船以固定舵角旋迴，所轉成一圓之直徑。

112. 射控 (Fire Control)

指導艦上武器發揮攻擊力量之有組織系統。

113. 艦上射控 (Shipboard fire control)

指導並管制全艦攻擊性與防禦性武器之整體系統。

114. 射控器 (Fire-Control Tower)

作戰艦艇上配置射控裝備之指揮塔或艙間。

115. 電羅經 (Gyro Compass)

具有一個或多個旋轉儀輪之羅經，加以適當之力偶，使之顯示真北方位。「 P G C 」意指電羅經 (Per Gyro Compass)，因電羅經誤差通常極小，其所指方向幾近於真方向。

116. 電羅經複示器；子羅經 (Gyro Repeater)

由遠處之電羅經所驅動之羅經複示器之讀盤，用以導航，求取方位、方向等。

117. 油壓平衡聯管 (Header Box)

為海水補償管之延伸，與海相通供潛艦平衡油櫃壓力之用。

118. 駐塢圖 (Docking Plan)

為一顯示艦艇船底情況圖，在排放塢墩時能為艦艇之聲納音鼓，排水孔等留出空檔。

119. 音鼓罩 (Dome)

為聲納音鼓之覆罩裝具，藉以減低艦艇航行時，音鼓行經海水所產生之噪音。

120. 都卜勒效應 (Doppler effect)

在反潛作戰時，音波或無線電波由於發源點至觀測點間之有效傳遞長度因速度改變而形成音調（週率）不同之明顯變化，此種變化可提供目標動態資料。

121. 午後效應 (Afternoon effect)

由於陽光作用而導致海面水溫上昇。此種效應有可能減低聲納之效能。

122. 雜波；回波干擾 (Clutter)

造成雷達顯示幕上目標影像模糊之干擾。可能受波浪、雨、雷或其他外來訊號之影響。

123. 膛炸 (Cook-off)

因砲膛過熱，而致砲彈在膛內爆炸。

124. 消磁 (Degaussing)

以電流通過縱向圍繞船體之電纜線，減低艦艇之磁場，防禦磁性水雷或魚雷。

125. 消磁 (Deperming)

以電流通過垂直圍繞於船體之線圈，以減少艦船之永久磁性，禦防磁性水雷與魚雷。

126. 低度引爆 (Low order detonation)

局部或緩慢爆炸，威力不如預期之強。

127. 原始深海區 (Archibenthic Zone)

深海系統中深海分區之一部份，涵蓋 200 至 1,000 公尺水深區。

128. 指揮式主動聲納浮標系統 (Command active Sonobuoy System)

針對敵方作戰艦艇主動偵蒐之浮標式聲納系統。

129. 通信反制措施 (Communication Countermeasures)

旨在偵測、定位、干擾、混淆或誤傳敵人通信或通信裝備之任何措施，通常就技術、意圖及結果而言均為高度機密者。包括攔截、搜索、干擾或任何有用之智慧與技術。

130. 固定舵角計劃 (Constant Helm Plan)

一種迴避運動，用於艦艇認為附近有潛艦存在之可能時，雖然艦艇經常改變其航向，但其基本航線仍相近。

131. 角形反射器 (Corner reflector)

由相互垂直之平面所組成之反射器。將之附裝於任何物體上可增強雷達之反射。

132. 指導計劃；指令；指示 (directive)

係一種依指示或於某種特定情況發生時付諸實施之計劃；爲一制定政策或指示某項特定行動之軍事通信文電；爲任何發起管制行動，作爲或程序之任何通信。

133. 波道；航道 (Channel)

無線電發報機必須保持其調幅載波信號於此頻率內。港口或水道中較深或經標示之部份，指示船舶可以通行。

134. 聲納海圖 (Chart Sonar)

包括各項海軍資料，可供水中回音測距用之海圖。

135. 公算圓差率 (Circular Error Probable)

用以決定對目標可能損害程度之一種武器命中精度估計。係於電子或慣性導向飛彈問世前所發展之方法，現已用於轟炸，尤以區域轟炸爲然。除岸轟外，現已很少用於艦砲射擊。

136. 平衡充水 (Counter flood)

放水進入船上之水櫃或艙間內，以平衡船艏或船艉之傾側。因總浮力將相對減少，實施此一動作必需謹慎。

137. 輔機 (Auxiliary Machinery)

指艦艇上除去機外一切輔助機器。例如復水機、冷水泵、錨機、淡水機、冰機等。

138. 誘爆 (Countermining)

因附近外在爆炸，意外或有意將彈藥或武器引爆之情況稱之。

139. 誘爆距離；誘爆半徑 (Countermining Distance)

水雷與水雷之間，為避免發生連鎖誘爆，而應保持之最短距離。各類水雷所應保持之最低間隔，係根據實驗統計結果而規定，此即是誘爆半徑。

140. 雷標 (Dan Buoy)

掃雷作業中所使用之臨時性浮標，用以標示業經掃除之掃徑、掃區之範圍，已知之危險位置等。

141. 載波 (Carrier Wave)

以電碼作無線電發送，有別於聲音發送。

142. 雷殼深度 (Case Depth)

自水面至已佈放水雷雷殼間之垂直距離。

143. 欺伏 (Chaff)

為雷達之干擾反射器的通用名稱。包括箔條、一長卷磁性箔片或線，專為寬廣之低頻反應用；以及包括一個或幾個箔條部份之箔條干擾器。

144. 死角區 (Dead Space)

在砲火、雷達、無線電或觀察最大距離範圍內，因某種障礙

或限制，而無法予以涵蓋之區域。

145. 合併驗收試俾 (Combined Acceptance Trials)

將初步驗收試俾與最後驗收試俾，合併於一次舉行之試俾。

146. 音響魚雷 (Acoustic Torpedo)

用音響導引之魚雷。主動式者可發射音波，並自動追蹤其回音；被動式者則僅能自動追蹤目標所發的音響。

147. 主動式聲納 (Active Sonar)

一種藉自發音波之回音分析，而提供有關水下目標資料之裝備。

148. 前射武器 (Ahead-Thrown Weapon)

藉火箭推送或由發射架向艦首方向發射之飛彈；多用以攻擊潛艦。

149. 空中反潛攻擊 (Aircraft Antisubmarine Attack)

依發射兵器時潛艦位置區分：盲目攻擊—潛水艦完全下潛，飛機無法以目視發現者；早期攻擊—潛艦浮航或正在下潛而尚有部份艦體露出水面者；晚期攻擊—潛艦潛入水下約10至20分鐘；緩慢攻擊—潛艦潛入水中尚不及10秒鐘者；目視攻擊—潛艦已潛入水中或以呼吸管潛航，但可以目視發現者。

150. 復役 (Activation)

為將後備艦隊之艦艇轉換至現役艦隊時，所需準備之作業及

整備程序。

151. 先期軍品需求量 (Advance Material Requirements)

艦艇實際建造、改裝或修理之前，所提供之軍品申請表。

152. 基本速率 (Base Speed)

執行迴避運動時，如「之」字航行時，在基本航向上之合成速率。

153. 測海學 (Bathymetry)

測量海水深度、溫度、鹽份等之科學。

154. 波束寬度 (Beam Width)

爲雷達波之重要特性，其控制雷達測量方位之精確度。

155. 護殼；泡形罩 (Blister)

艦體之凸出部份，內裝機器設備，以防止水雷、炸彈。

156. 水雷處理 (Mine Disposal)

係用人員接近水雷個別解決除其危險性之清除程序；包括安全防範，及收回水雷，移除與摧毀等作業。

157. 序列 (Disposition)

係指爲某一目的，如巡航、接敵、保持接觸、或戰鬥等，而預先規定若干編隊及各艦隊中之各單艦，或艦隊之主要各轄

屬單位應佔部位之排列；或爲預先規定在一次飛行任務中或一次大隊飛機中，所有各戰術單位之排列。

158. 停進 (Heave to)

將船完全停留及靜止在水中。於惡劣天候時，爲求舒適及最安全之船首向，而將船首向風，此即說明船首因向風及向浪之作用而使船停留在該處。

159. 刺猥炮 (Hedgehog)

反潛前射武器，有臼砲式之發射架，用以發射觸發信管彈頭。

160. 救火總管 (Fire main)

全艦內供救火與沖洗用之海水管系。

161. 閃磁 (Flashing)

適時以電流速通圍繞船體之水平線圈，以消滅其永久磁性。

162. 干擾波 (Grass)

雷達或羅遠幕上之靜電干擾顯影。

163. 支隊 (Group)

由數艘艦艇所組成，通常爲部隊之次部單位，以執行某一任務。

164. 警備船 (Guardship)

爲一艘奉命保持戰備，隨時立即啓航之軍艦。亦爲負責守值特定無線電頻率之通信值勤艦，或指擔任在港艦艇之一般勤務艦船。

165. 航標干擾法 (Meaconing)

接收敵方無線電航標信號並予以再播出之系統，以混淆敵艦之航行。

166. 壓力殼 (Pressure hull)

潛水艦之圓筒形抗壓內殼，殼內包含全部操作空間。

167. 彈片護板 (Splinter Screen or Splinter Shield)

艦橋及砲位四周輕型裝甲，其設計僅具對炸彈及砲彈碎片之輕度防護作用。

168. 登陸跳板 (Ramp)

登陸艦艇前端裝有鉸鏈之跳板，於搶灘時卸載用。

第三章 漁船定義及分類

3.1 漁船 (Fishing boat)

漁船爲經營漁業所用船舶之總稱，係漁業上不可或缺之重要生產工具。漁業之發展，固須視漁具之進步、使用漁具技術之進步，同時更須有漁船之進步。自無動力漁船以至動力漁船，自小型漁船以至大型漁船，而以作業漁場亦得自沿岸、而近海、而遠洋發展爲大規模之漁業，故漁船恰爲漁業生產之基礎，其船體構造、穩度、漁撈設施器械及漁獲物處理、保藏、運搬設備等，均須視其船體之大小，目的魚種之不同，以便使用各式各種之漁具，期能達到漁撈作業充足之能力爲度。同時因須增高其漁獲效果，故所有漁船各有其基本的特性，蓋一艘漁船決不能應用於經營所有各種漁業，以漁業有各不相同之種類，故漁船亦各有其適應經營漁業必要的構造與設備。因此漁船涵蓋下列之定義：

- (一)專門從事於經營漁業之船舶—即普遍所稱之「漁船」。例如捕鯨船、拖網漁輪、鮪延繩釣船、鰹釣漁船、拖網漁船等之大型漁船，以至沿岸之小延繩釣船、採集海草、鮑魚等所用之小舟，其特殊者，即如附屬於母船之獨航船等皆是。
- (二)在從事於經營漁業之船舶，而有漁獲物之保藏與加工製造之設備者—即所謂之「母船」，例如捕鯨船、鮪母船、鮪延繩釣母船、蟹工作母船等皆是。
- (三)專自漁場運搬漁獲物及其製品之船舶—即爲漁獲物運搬船。自外海漁場所捕獲之魚貝類，以搬運至基地之漁港者，如經營鯖圍網漁業或定置網漁業之附屬運搬船均屬之。但若運抵漁港已

駁運上陸之漁獲物，再輸運至消費市場所用之運搬船，不含在內。

(四)專門從事於有關漁業之試驗、調查、指導或練習之船舶，及從事於漁業監督取締之船舶，而有漁撈設備者。即為一般所稱之政府船，但漁業監督取締船應以裝置漁撈設備者為限，以與警備艇或監視船相區別。

3.2 漁船之分類

因漁場與目的魚類之不同，漁船型式亦因之各異，有帆船者，有動力船者，有以母船為海上根據地而使用子船者，有將漁獲物在船上加工製造而使用加工母船者。又網船與釣船不同，近海與遠洋各異，設計之首要，各宜依其目的而設。漁船概分類如下：

3.2.1 漁撈水域分類：

(1)遠洋(2)近海(3)沿海(4)內陸水域。

3.2.2 推進動力分類：

(1)動力船(2)帆船(3)人力船。

3.2.3 構造材料分類：

(1)木船(2)木鐵合構船(3)鐵船(4)鋼船(5)玻璃強化塑膠船。

3.2.4 用途分類：

(1)網漁船(2)釣漁船(3)海獸獵船(4)漁業加工船(5)雜漁船(6)漁獲物運搬船(7)漁業指導船 (Fisheries guidance boat) (8)漁業試驗船 (Fisheries examination boat) (9)漁業研究船 (Fisheries research boat) (10)漁業巡獲船 (Fisheries

patrol boat) (11) 漁業訓練船 (Fisheries training boat)。

3.2.5 依漁具、漁法分：

(1) 單拖網漁船 (Otter Trawler)

指使用五十噸以上漁船一艘，利用二塊網板張開網口，拖引漁網，採捕水產物之漁船。

(2) 雙拖網漁船 (Bull Trawler)

指使用五十噸船二艘，不需網板張開網口，合力拖引一張漁網，採捕水產物之漁船。

(3) 大型圍網船 (Large Type Purse Seiner)

指使用五十噸以上漁船一艘或二艘以上，共同操作長方形漁網包圍魚群之漁船。

(4) 鮪延繩釣漁船 (Tuna Long Liner or Tuna Clipper)

指使用漁船將幹繩數條連結成爲一條，且在幹繩上每隔相當距離結以支繩，支繩末端結釣鉤之延繩釣，作爲釣捕鮪魚、旗魚、沙魚類之漁船。

(5) 魷魚釣船 (Squid Jigging Vessel)

使用五十噸以上動力漁船，以自動魷釣機從事釣魷之漁船。

(6) 小型拖網漁船 (Drag Netter)

使用五十噸以下動力漁船一艘或二艘按照單船拖網或雙船拖網作業之漁船。

(7) 刺網漁船 (Gill Netter)

指使用漁船或竹筏，將漁網橫遮水流，待魚群刺上漁網加以捕撈之漁船。有固定式及漂流式兩種。

(8) 巾著網漁船 (Purse Seiner)

指使用五十噸以下動力漁船二艘以上（台灣均為二艘式）在近海合力使用長方形漁網包圍魚群之漁船。

(9) 鯛及雜魚延繩釣漁船 (Misc Fish Long Liner)

指主要為釣捕近海鯛魚及雜魚類之延繩釣漁船。

(10) 一支釣漁船 (Pole and Lines Beeter, or Hand Liner)

指使用漁船以一根或數根釣線在釣線上結縛釣鉤從事釣捕水產生物之漁船。

(11) 曳繩釣漁船 (Troll Liner)

指使用動力漁船與船艙拖引釣繩，釣繩末端結縛釣鉤，曳行海中釣捕魚類之漁船。

(12) 鏢旗魚船 (Spear Fishing boat)

指使用動力漁船，以鏢鎗（鏢頭附以鏢叉），鏢捕魚類之漁船。

(13) 追逐網漁船 (Driving-in Netter)

指使用漁船二艘以上，由漁夫入水驅逐或趕魚群，使其入網內而加以捕獲之漁船。

(14) 焚寄網漁船 (Torch Light Netter)

指使用漁船一艘或二艘以上，以燈船、網船兼用或分成燈船及網船兩種，在夜間利用燈光誘集魚群共同作業，供網船捕獲之漁業（俗稱火網）包括棒受網及叉手網漁船。

3.3 依作業水域分

3.3.1 遠洋漁船 (Deep sea fishing vessle)

指在我國經濟海域外從事漁撈作業之動力船。

3.3.2 近海漁船 (Offshore fishing vessel)

指在我國經濟海域 (離岸12海浬～200海浬) 內，從事漁業之動力船。

3.3.3 沿岸漁船 (Coast fishing boat)

指在我國領海 (12海浬) 內從事漁業之船舶，如舢板、漁筏、及無動力漁船均稱為沿岸漁船。

3.3.4 內陸水域漁船 (Inland fishing boat)

使用動力或無動力在河川、水庫採捕水產生物之船舶。

3.4 舢板與漁筏

3.4.1 舢板 (Sampan)

指漁船艙面沒有遮蓋之漁船，包括裝舷外機之舢板。

3.4.2 漁筏 (Fishing raft)

係指竹筏與塑膠管筏，包括裝舷外機之漁筏。

第四章 遊艇

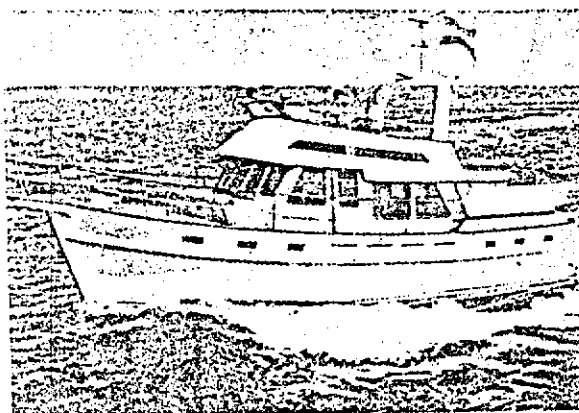
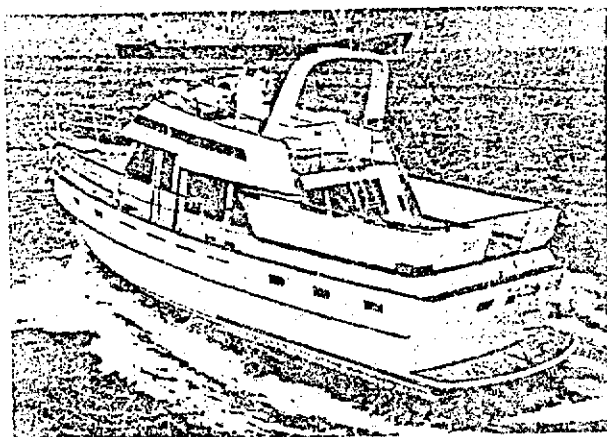
遊艇，基本上分爲汽艇（Motor boat）及帆船（Sail boat）兩大類。由於動力方式截然不同，非但船型、結構方式大異其趣，部份儀器設備、內部裝潢、用具等也都各不相同。

4.1 汽艇（Motor boat）

汽艇依船型可分類爲：拖曳艇（Trawler）、日光甲板艇（Sundeck）、座艙艇（Sedan）及遊釣艇（Sport fishing boat）等四種。

汽艇，從低速的拖曳艇到高速的遊釣艇，船身爲V型底，兩舷各有一條或多條稜線（Chine）；換言之，汽艇多爲滑航艇（Planing hull）。小型的拖曳艇可以於20節以下的速度開始滑航。爲能達成良好的滑航角度，多數汽艇在艀部裝有壓浪板（Trim tab），用油壓控制，以調整船艀之上仰角度，彌補設計時重心位置難以控制之不足。V型底下方之龍骨則可有可無，大致上高速艇較少設置明顯的龍骨，慢速船則用較大片的龍骨做爲減搖裝置（Anti - rolling device）。

4.1.1 拖曳艇 (Trawler)

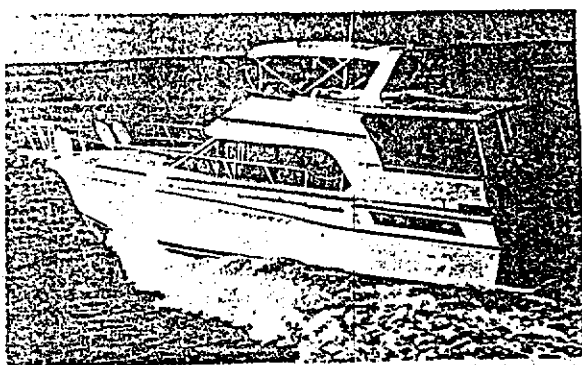


拖曳艇 < Trawler >

其外型就像港內的拖船，航速大都不超過20節，內部裝潢一般較為傳統、考究，注重巡航時乘坐的舒適感。

4.1.2 日光甲板艇 (Sundeck)

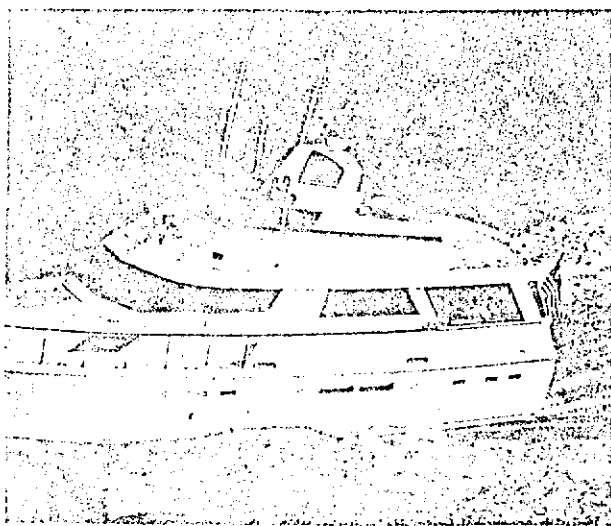
船型較為摩登，船速也較高，主臥艙多在艏部，上面有明顯的日光甲板。



日光甲板艇 < Sundeck > (Convertable)

4.1.3 座艙艇 (Sedan)

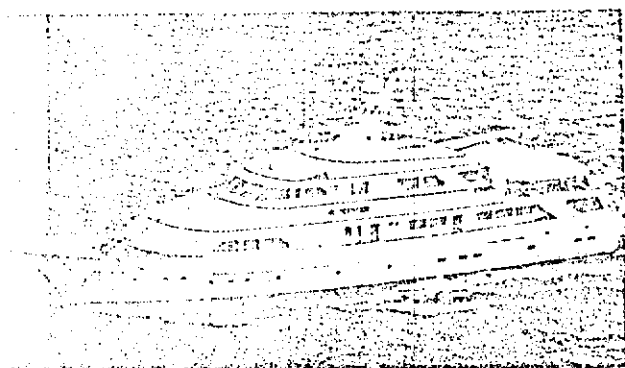
座艙艇基本上與日光甲板艇類似，不過其最大特點在於其駕駛室 (Pilot house) 與後甲板幾乎同高，頂蓋延續至船艏，外型看似無尾的二廂型小轎車，圓潤可愛。一般常見的尺寸總長多在50呎以上。



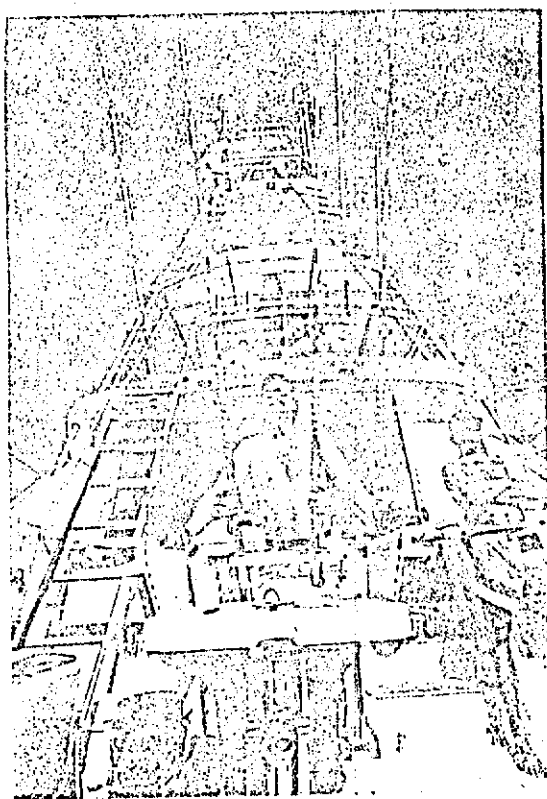
座艙艇 < Sedan >

4.1.4 遊釣船 (Sport fishing boat)

遊釣船是一種高速的特殊船舶，船速常設計在35節以上，其特色是後甲板乾舷很低，方便撈魚，且多裝有海釣椅。甲板室 (Deck house) 中多不設駕駛台，因船速高通常在望台 (Flying bridge) 上駕船，視線較佳。多數遊釣船並在甲板室頂上裝設鋁架釣魚塔。其實這種遊釣船的設備是專用來釣大魚的，與台灣的海釣船相比，實不可同日而語。



遊釣船〈裝釣魚塔的 Sport Fishing Boat〉



〈Sport Fishing Boat〉釣魚椅

4.2 帆船 (Sail boat)

帆船依其實用需求大體上可分為旅遊艇 (Cruiser or cabin)、賽艇 (Racer) 及機帆船 (Motor sailer) 三種。一般在帆船船底均設置有大片深且長的龍骨，此為張帆行駛的基本條件，此龍骨除了構成船體減搖裝置外，尚增進航向穩定性，因包於其中約佔整船重量40%的鉛或鑄鐵壓載，使得主心永遠低於浮心，可產生極大的扶正力矩以平衡帆受風後所產生之傾側力矩。

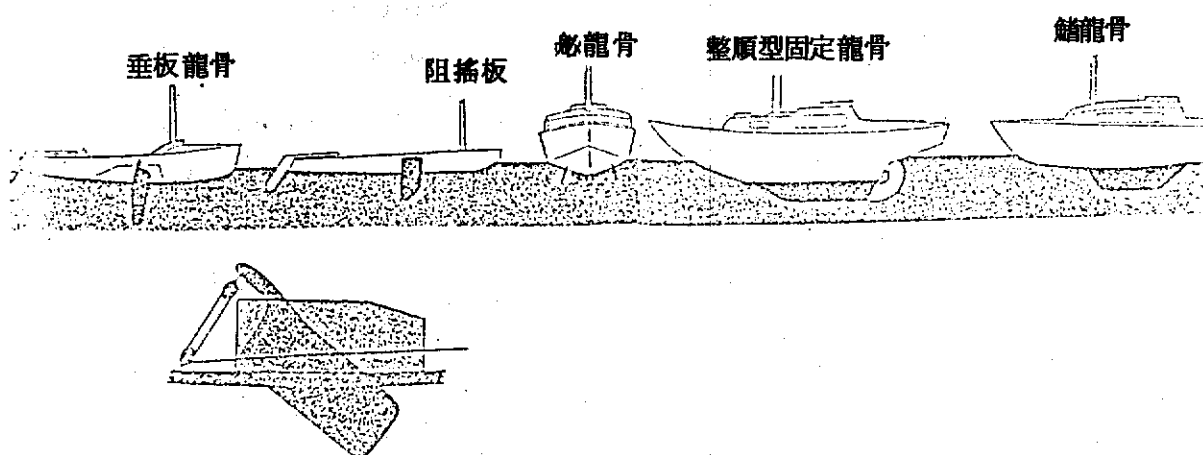
帆船中以旅遊艇最為普通。賽艇在外型上與前者無顯著差別，不過通常使用較輕之高強度材料製造，壓載比例稍高，桅桿高度及張帆總面積較同級巡航艇要大，甲板五金也相對的大一號，但多選用輕質鋁合金製品，甚至桅桿頭、桅索附帆處，都裝置特殊降低風阻之設備，或採用超低風阻設計。同時推進引擎也比同級巡航艇要小些，以減輕重量。

機帆船則是帆船中的異數。她可算是帆船與汽艇的綜合體，一般配備有大馬力之推進引擎，甚至如大多數汽艇一般沒有雙螺槳，並有大油箱，使在不宣張帆或緊急狀況下有與拖曳艇相當的航速巡航。機帆船雖然同時擁有帆船與汽艇之優點，却因其大體採帆船船型之故，螺槳推進效率較汽艇為低，且無法真正高速行駛，並且背負大馬力引擎及大油箱，船身加重且艙內空間顯著減少，靠風航行的性能因此又比不上同級的帆船。

除機帆船外，推進引擎對帆船而言，僅為輔助動力，多只裝在離靠碼頭時使用，故馬力不大。有些帆船並在艏部安裝艏側推器 (Bow thruster)，使能更靈活的離靠碼頭。

4.3 帆船龍骨種類

帆船龍骨主要作用在防止由風或湧所造成之船體側傾，幫助舵手維持航向穩定性。其可分為伸縮式（Retractable）與固定式（Fixed）兩種。屬伸縮式龍骨者有：垂板龍骨（Centre board）、阻搖板（Dragger board）兩種。屬固定式龍骨者有：全龍骨（Full keel）、鰭龍骨（Fin keel）及翼龍骨（Wing keel）三種。

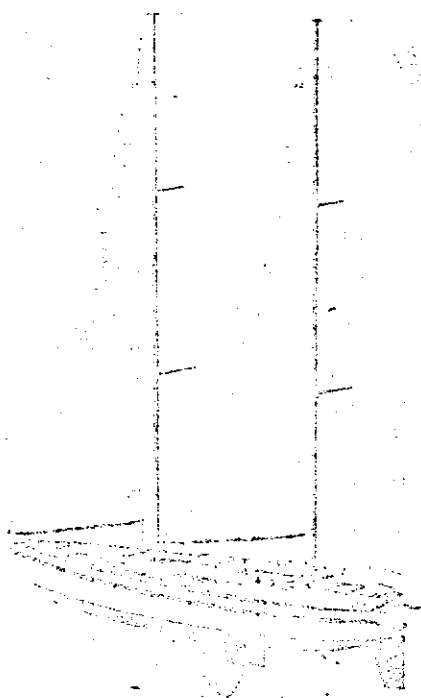


由滑車組升降之垂板龍骨

4.3.1 垂板龍骨（Center board）

往常必須進出淺水碼頭的帆船，由於吃水的限制，往往將龍骨做成升降式，稱為垂板龍骨。收帆入港時，將之升起，出

海張帆時再予放下。此常見於巡航艇上。其前端有樞軸，以水滑車升起，因其內包有壓載，故僅靠自重即可下降。



垂板龍骨（雙桅三帆艇）

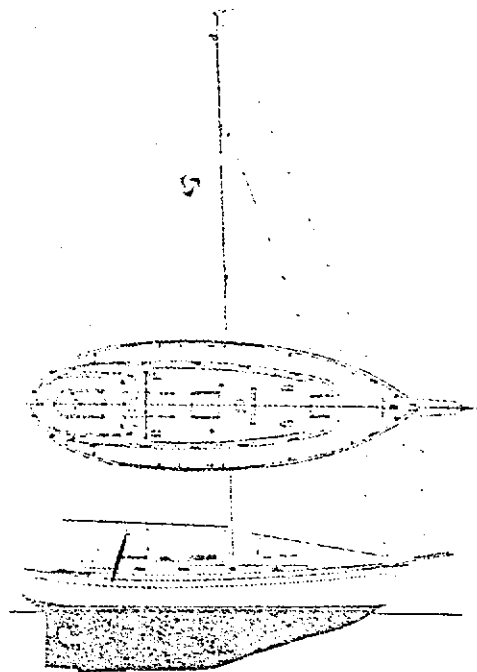
< Center-Board > (Ketch Rig)

4.3.2 阻搖板 (Dagger board)

常見於小划艇 (Dinghie)，比垂板龍骨簡單，是一塊平板，以手在平直之箱道 (Straight trunk) 內提起放下，其對穩度無貢獻。

4.3.3 全龍骨 (Full keel)

龍骨自艏線延伸至艉部，與舵連成一體。常見於40呎以下之小帆船。



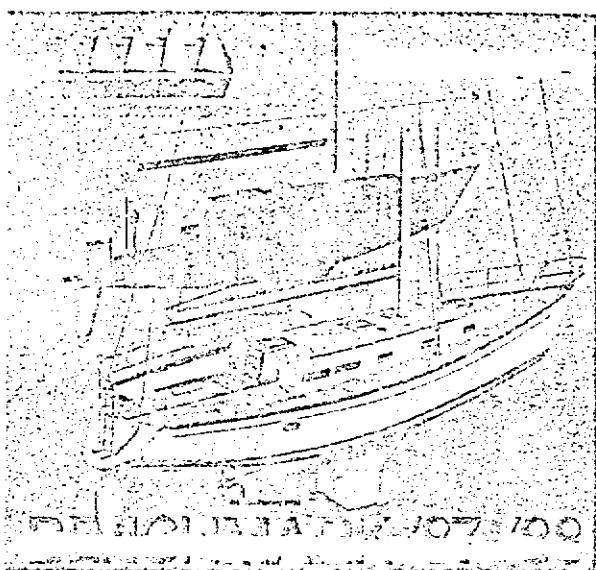
全龍骨 < Full-Keel >

4.3.4 鰭龍骨 (Fin keel)

鰭龍骨位於舳部，猶如鯊魚鰭一般，長度僅約船長 $\frac{1}{3}$ 。垂板龍骨也應算做一種鰭龍骨。

4.3.5 翼龍骨 (Wing keel)

翼龍骨是1987年美洲盃帆船賽的勝力新發明，其原理其實相當簡單，只不過在鰭龍骨底側加裝兩片三角翼，利用水翼升力減少浸水面積，因而降低摩擦阻力。



翼龍骨 < Wing-Keel >

4.4 帆裝 (Sail rig) 名詞

帆船最主要的動力來源乃是風帆，架帆的方式有很多種，現代較常見的大略分爲：單桅四角帆艇 (Lugsail rig)、單桅雙縱帆艇 (Sloop rig)、單桅三帆艇 (Cutter rig)、雙桅三帆小艇 (Yawl rig)、雙桅三帆艇 (Ketch rig) 及雙桅五帆艇 (Schooner rig)。

4.4.1 單桅四角帆艇 (Lugsail rig)

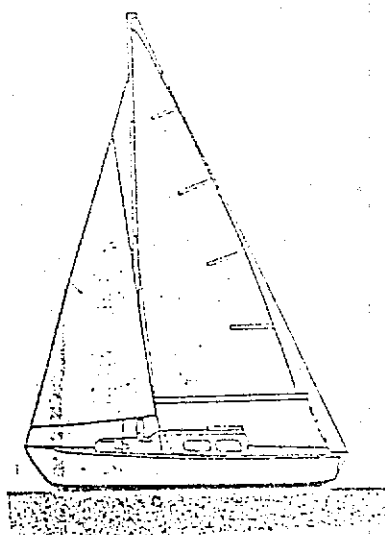
在美國 Lugsail rig 又稱爲 Catboat rig，桅位置在艏部。



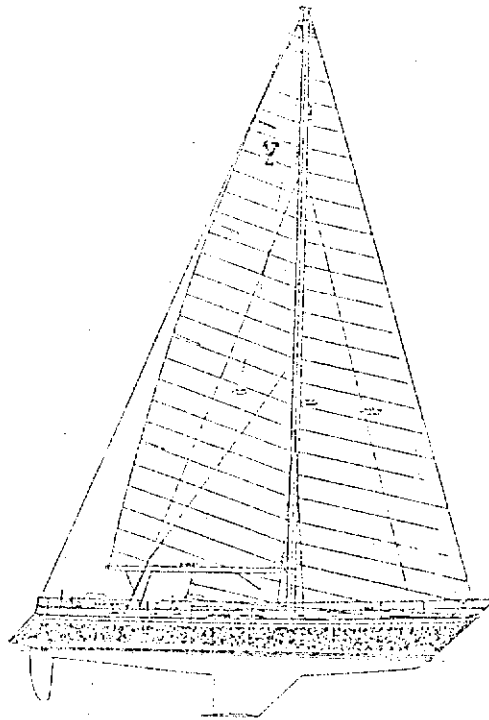
單桅四角帆艇

4.4.2 單桅雙縱帆艇 (Sloop rig)

帆桅位置較單桅四角帆艇後，配置有一前帆 (Headsail) 與一主帆 (Main sail) 。

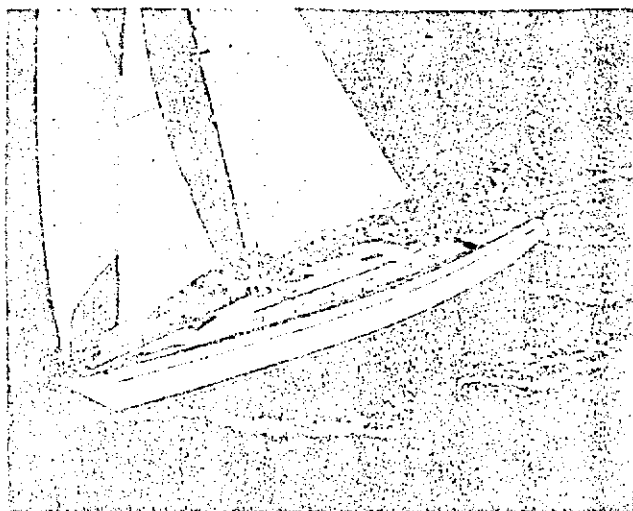


主帆及前帆 (單桅雙縱帆艇)

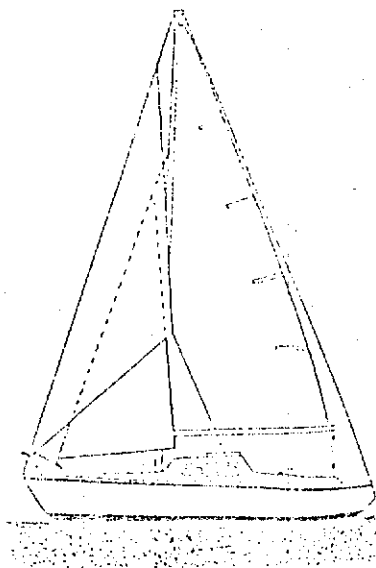


單桅雙縱帆船 < Sloop Rig >

4.4.3 單桅三帆船 (Cutter rig)



單桅三帆船 < Cutter-Rig >

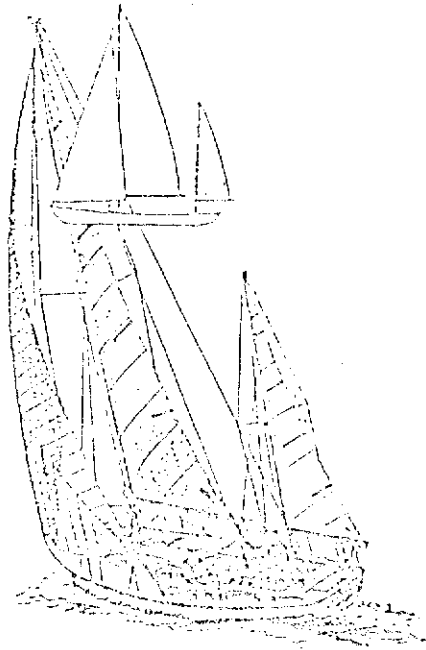


一主帆及二前帆之單桅三帆艇

一桅三帆，二前帆及一主帆，桅之位置又較單桅雙縱帆艇爲後。此種帆裝適於狂浪航行（Rough sea-going），很小的船不適用。多帆之主因乃可減少各帆之面積，易於操控，而桅可合理加高。同理若採多桅帆裝，則因可置更多的帆，桅高便可相對減少。一般 7 ~ 8 噸之大型帆船才採用多桅。

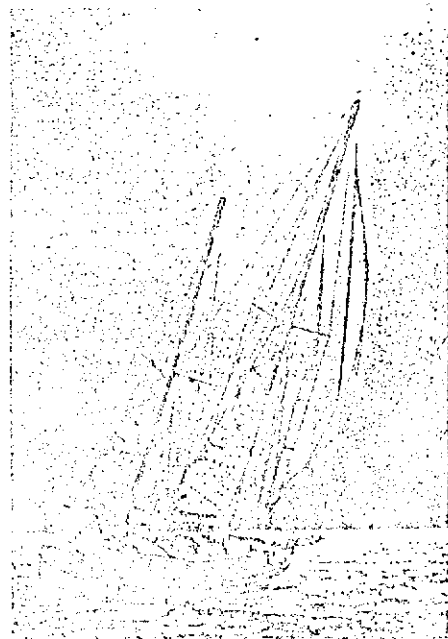
4.4.4 雙桅三帆小艇（Yawl rig）

此種帆裝十分普遍，效率很高。其前桅類似單桅雙縱帆艇只是於船艉加立一後桅（Mizzen mast）。常用於賽艇。

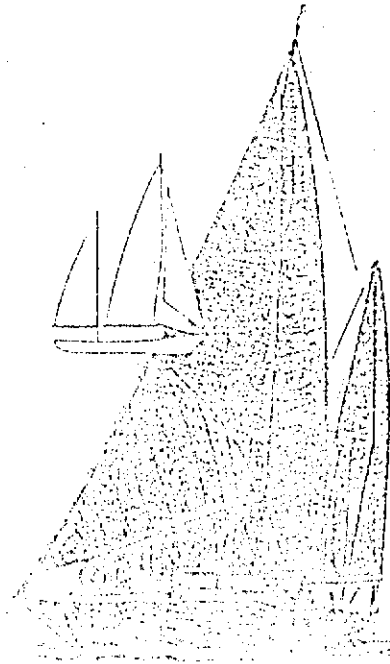


雙桅三帆小艇

4.4.5 雙桅三帆艇 (Ketch rig)



雙桅三帆艇 < Regular Ketch Rig >



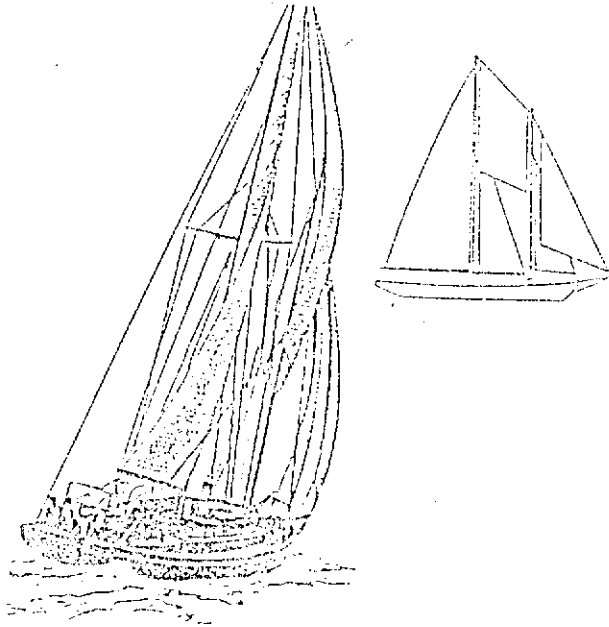
雙桅三帆艇 (Ketch)

其後桅較雙桅三帆小艇為高，位置也較前，故後帆較雙桅三帆小艇 (Yawl rig) 者為大，而主帆面積比例減少。雙桅三帆艇 (Ketch rig) 較日雙桅三帆小艇為大，適用於巡航艇，但不適於上風航行。

4.4.6 雙桅五帆艇 (Schooner rig)

其後桅較雙桅三帆艇者大，位置亦較前，若在前方之桅比後桅小，則前方之桅稱前桅 (Fore mast) 而不稱主桅 (Main mast)。雙桅五帆艇適用於大型帆船，但其上風航行效率較雙桅三帆艇還差。在英國常會碰到在狹窄水域上風航行之情況

，故少用此種帆裝。但在美國，尤其是東海岸，由於海況較好，此種帆船較為常見。

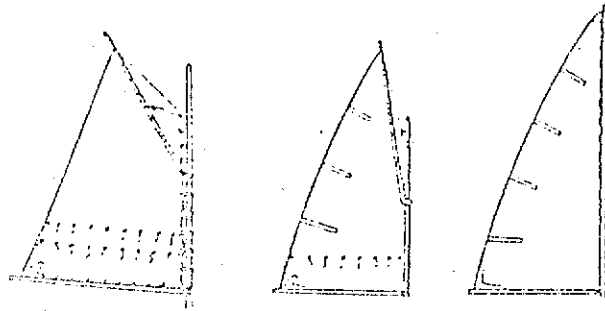


雙桅五帆艇（schooner）

4.5 依主帆類別區分之帆船

帆船依其主帆形狀而可區分為斜桁單桅帆船（Gaff rig）、甘特氏帆船（Gunter rig）及單桅三角帆船（Bermudan or Marconi rig）。

自左至右：斜桁單桅帆（Gaff）、甘特氏帆（Gunter）及效率最高之單桅三角帆（Bermudan or Marconi）



4.5.1 斜桁單桅帆船 (Gaff rig)

其主帆爲四邊形，該帆船之檣桅 (Spar) 亦稱斜桁 (Gaff) 與桅 (Mast) 之夾角較大；由於斜桁單桅帆船之上風航行效率較單桅三角帆船 (Bermudan rig) 低，其另一缺點，乃斜桁需另以索具支持，故現已棄而不見。

4.5.2 甘特氏帆船 (Gunter rig)

主帆爲四邊形，但斜桁與桅之夾角很小，近於重合而與單桅三角帆船相近，其優點是可使帆桅減短，現尚常用。

4.5.3 單桅三角帆船 (Bermudan rig)

在美國稱之爲 Marconi rig 。主帆爲三角形。若一單桅雙縱帆艇 (Sloop rig) 之主帆爲三角形時，即可稱之爲單桅三角雙縱帆艇 (Bermudan or Marconi rigged sloop)

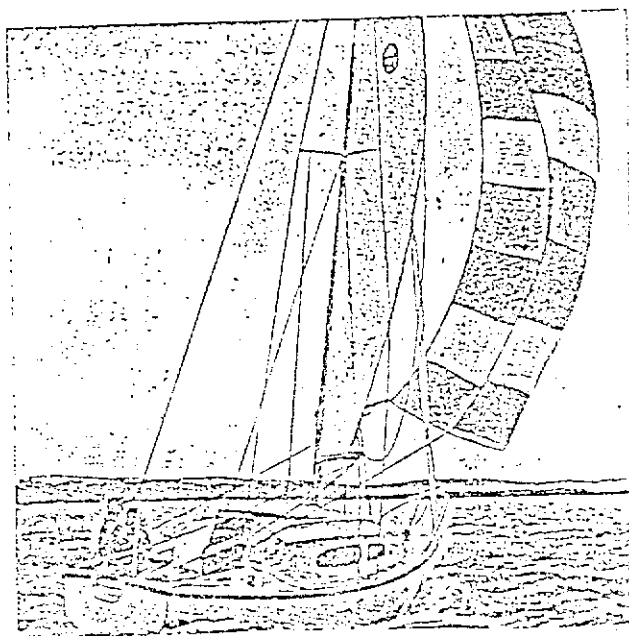
4.6 桅 (Spar) 、帆 (Sail) 及索具 (Sail rigging)

4.6.1 檣桅 (Spar)

其作用在支撐及伸張帆。主要之檣桅有二：

(1) 桅 (Mast)：用來升帆。

(2) 帆桁 (Boom)：沿主帆下緣之檣桅，用來張帆。有許多帆船，尤其是賽艇，亦裝有一大三角帆桁 (Spinnaker boom)，此為一輕而小之橫槓用以伸張大三角帆 (Spinnaker) 之下沿。如圖所示



艫側斜向風之大三角帆組

4.6.2 靜索 (Standing rigging)

指用以支持桅之支索，通常係電鍍或不銹鋼索，最簡單之靜索是由前牽索 (Forestay)、後牽索 (Backstay) 及橫

向桅牽索 (Shrouds) 所組成，如圖所示。

(1) 前牽索 (Fore stay)

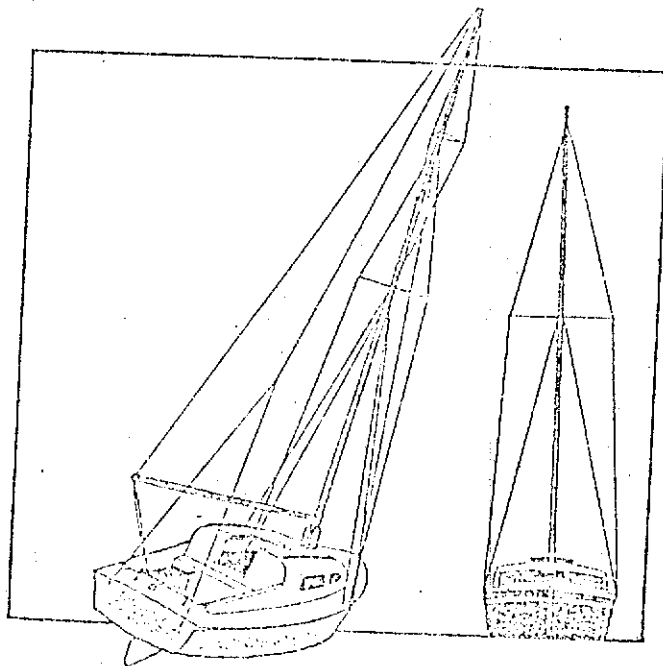
由桅之頂端或上部延伸至船艏之鋼索。

(2) 後牽索 (Back stay)

由桅頂延伸至船艉之鋼索。

(3) 橫向桅牽索 (Shrouds)

由桅頂延伸至兩舷之鋼索，每側之橫向桅牽索可多於一條。



4.6.3 動索 (Running rigging)

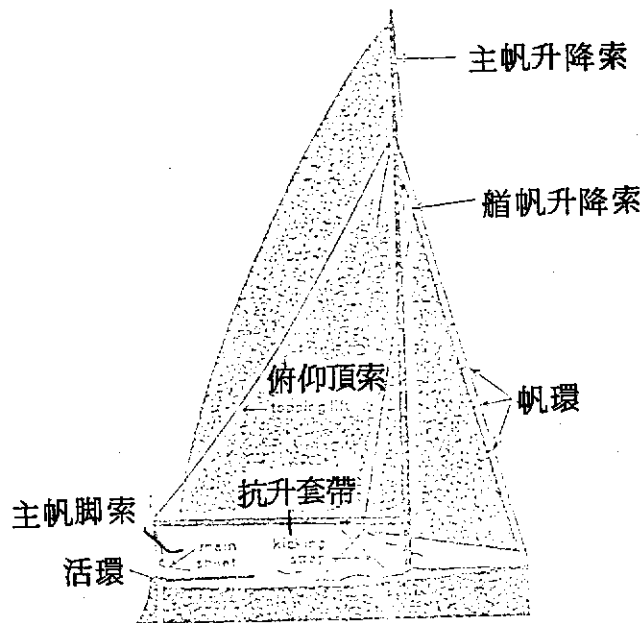
指用以升降及控制帆之鋼索，如圖所示，包括：

(1) 升降索 (Halliards or halyards halyards)

升降帆之繩或鋼索，用以升帆後將帆拉緊固定。

(2) 帆脚索 (Sheets)

控制帆對風向角之繩索。對於桅前帆有二根帆脚索繫於帆耳 (Clew) 或稱帆角；對於主帆，則有一根帆脚索繫於帆桁末端。



4.6.4 帆 (Sail)

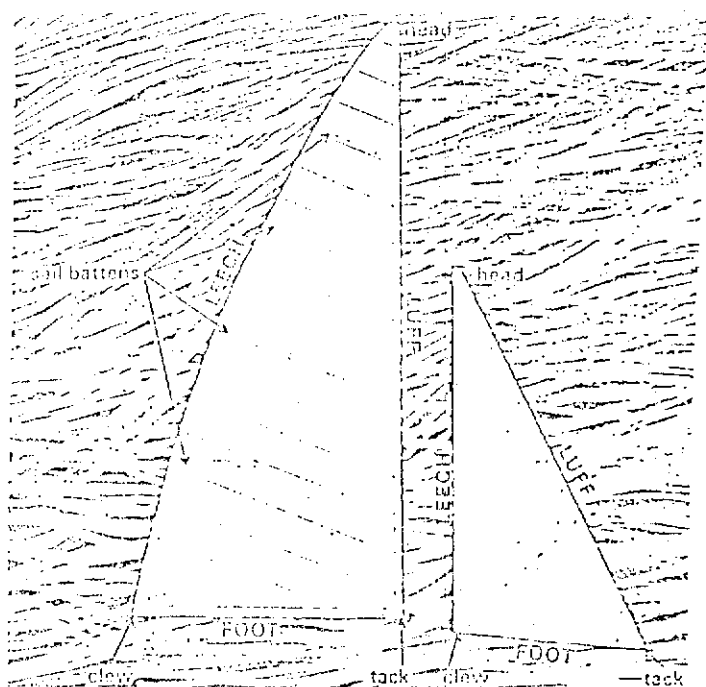
繫於桅上之帆有：艏帆 (Jib)、主帆 (Main sail)、大三角帆 (Spinnaker) 及支索帆 (Stay sail) 四種。

(1) 艏帆 (Jib)

繫於桅前方之小三角帆，位於艏部。

(2) 主帆 (Main sail)

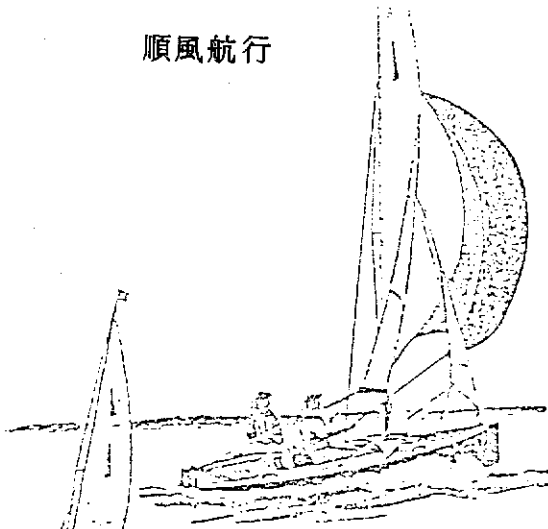
繫於桅後方之大帆，其帆緣與帆角之各部名稱如圖所標示。



(3)大三角帆 (Spinnaker)

帆船順風 (Running) 或側風 (Reaching) 航行時，在船艏主帆前上風側所升起之大三角形膨脹帆，稱大三角帆，又稱袋形帆。如圖 A 所示。

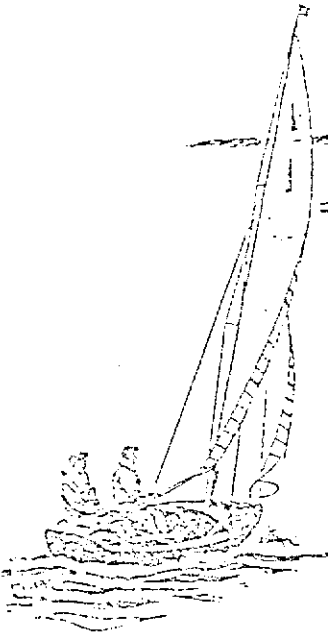
順風航行



A

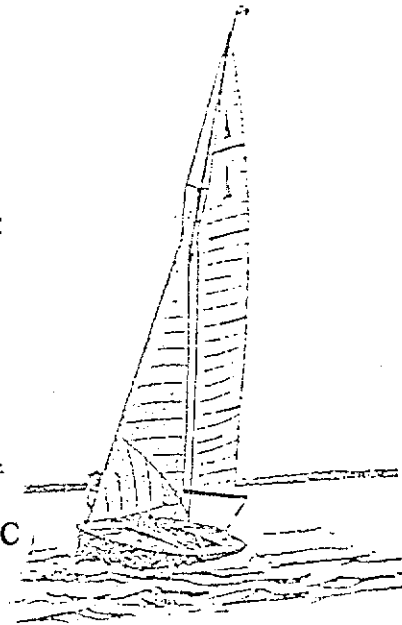
B

側風航行



上風航行

C



(4) 支索帆 (Stay sail)

安裝於牽索之三角帆。當情況允許時，在桅前升起之三角帆，其面積甚有大於主帆者，亦稱支索帆。

(5) 多桅帆船之各部名稱

如圖 A、B 所示，於木質帆船，其桅桿多由數節組成，各節名稱由上至下分別為頂桅 (Royal mast)、上桅 (Topgallent mast)、中桅 (Top mast) 及下桅 (Lower mast)。

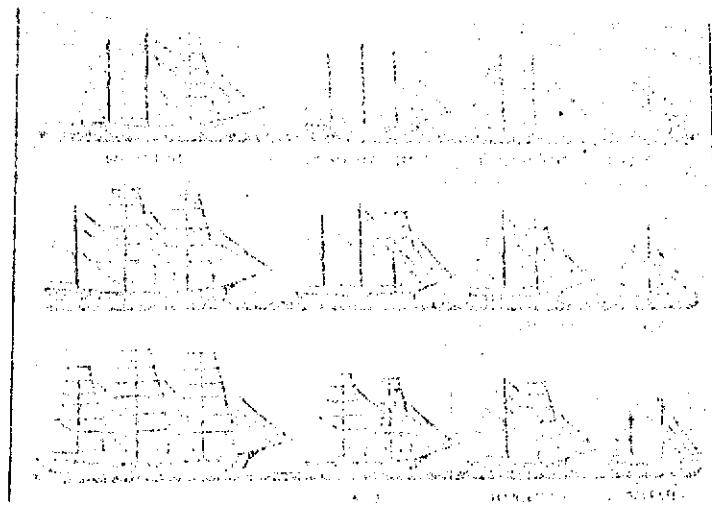
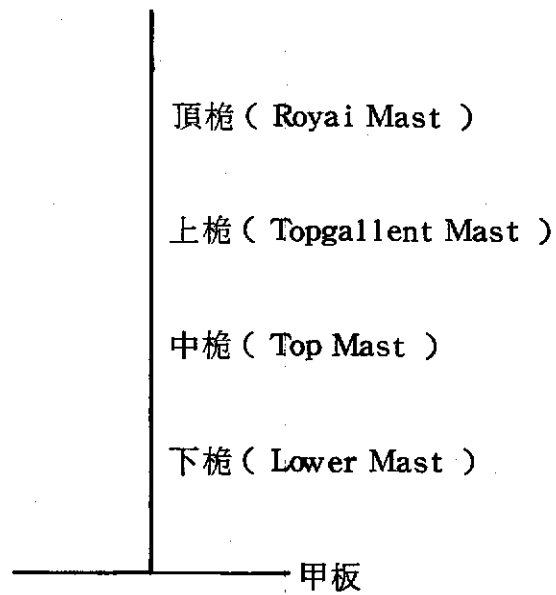


圖 A

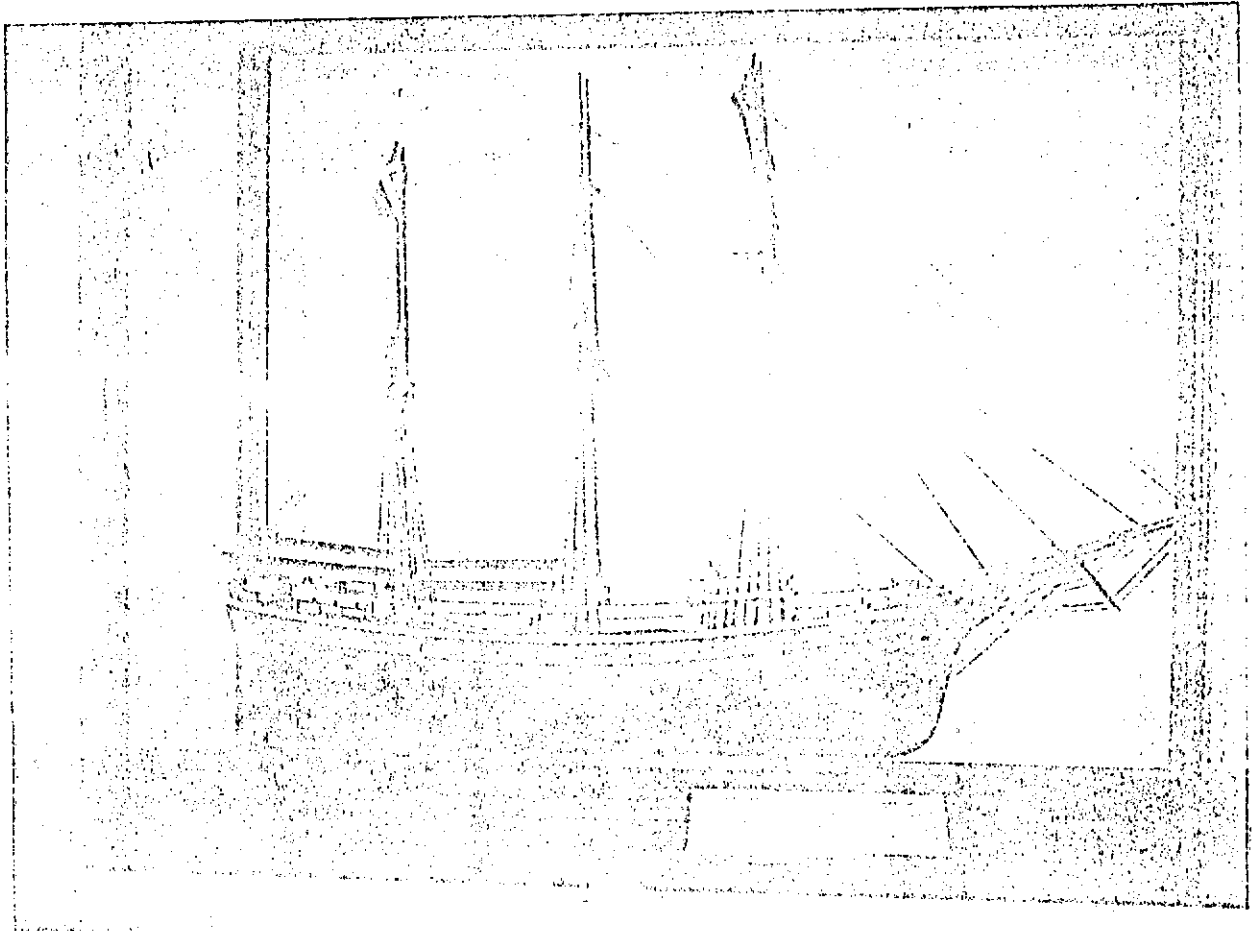
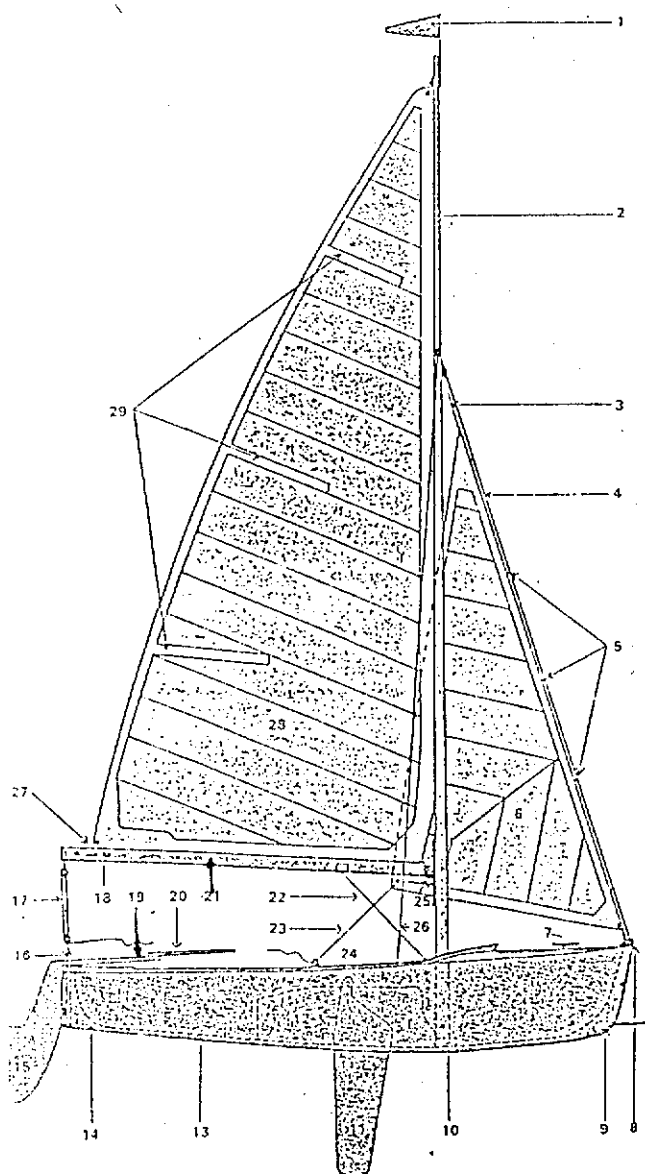


圖 B

4.7 帆船各部名稱



- | | |
|-----------|--------------|
| 1. 燕尾旗 | 16. 主帆脚索環 |
| 2. 桅 | 17. 主帆脚索 |
| 3. 艄帆升降索 | 18. 外拉索繫扣 |
| 4. 前牽索 | 19. 舵柄 |
| 5. 前帆環 | 20. 舵柄伸桿 |
| 6. 艄帆 | 21. 帆桁 |
| 7. 繫索扣 | 22. 拉升套帶 |
| 8. 艄板 | 23. 艄帆帆脚索 |
| 9. 艄材 | 24. 導索器 |
| 10. 桅跟座 | 25. 鵝頸形帆桁轉動座 |
| 11. 垂板龍骨 | 26. 桅牽索 |
| 12. 垂板龍骨箱 | 27. 外拉索 |
| 13. 龍骨 | 28. 主帆 |
| 14. 肘板 | 29. 壓條 |
| 15. 舵 | |

4.8 張帆小遊艇 (SAILING DINGHY) 之各部名稱

1. Mast

桅

2. Yard

帆桁，橫桿

3. Rudder

舵

4. Sheet

帆腳索，拉帆繩，操縱繩

5. Sail

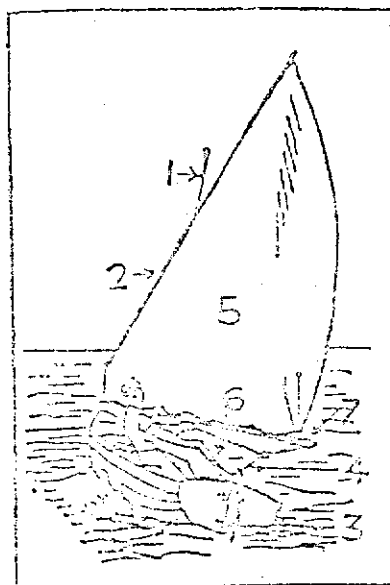
帆

6. Tiller

舵柄

7. Boom

帆桁



4.9 完全裝備之帆船(FULL-RIGGED SAILING SHIP)

1.Foremast 前桅	12.Inner Jib 內頭帆
2.Mainmast 主桅，大桅	13.Forc-Topmast Staysail 前檣中桅支索帆
3.Mizzenmast 後桅，第三桅	14.Forcsail 前桅帆，前桅斜桁帆
4.Stays 穩定索，支索	15.Forc Lower Topsail 前檣中桅下帆
5.Shrouds 護桅索，桅桿之橫支索	16.Forc Upper Topsail 前檣中桅上帆
6.Yard 桅桁	17.Forc Lower Top-Gallant Sail 前檣上桅下帆
7.Bowsprit 前支，船首斜桅	18.Forc Upper Top-Gallant Sail 前檣上桅上帆
8.Square sails 方帆	19.Mainsail 主帆，下大橫帆
9.Hull 船壳	20.Main Lower Topsail 主檣中桅下帆
10.Boom 帆桁	21.Main Upper Topsail 主檣中桅上帆
11.Outer jib 外頭帆	22.Main Lower Top-Gallant Sail 主檣上桅下帆

23. Main Upper Top-Gallant Sail

主檣上桅上帆

24. Cross Jack (Furlcd)

後桅下桁上掛 (已捲數)

25. Mizzen Lower Topsail

後檣中桅下帆

26. Mizzen Upper Topsail

後檣中桅上帆

27. Mizzen Lower Top-Gallant Sail

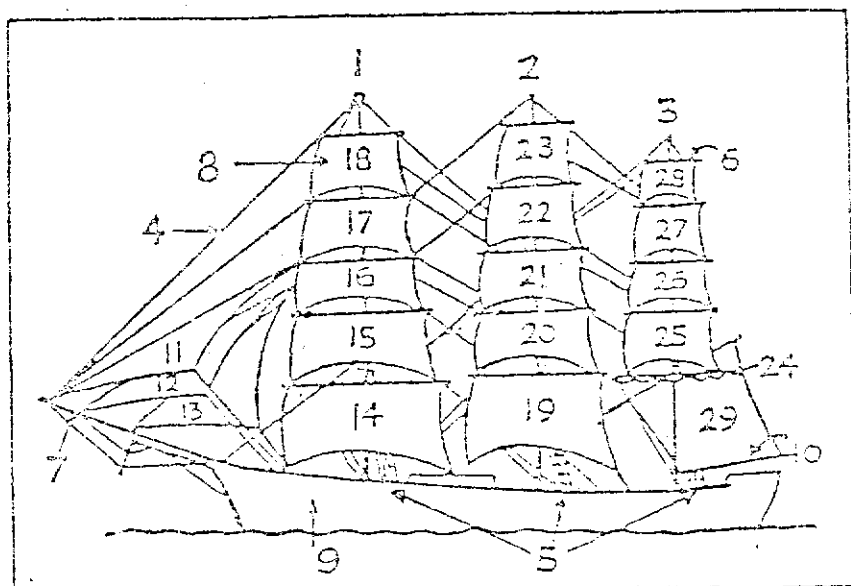
後檣上桅下帆

28. Mizzen Upper Top-Gallant Sail

後檣上桅上帆

29. Spanker

後帆，後桅縱帆



第五章 海域結構物

5.1 重力式鑽油台 (Gravity platform)

憑藉本身重量而無須借助於其他繫泊裝置即可穩坐於海底作業之鑽油平台。常見者有鋼架重力式鑽油台 (Steel gravity platform)〔見圖(a)〕及鋼筋混凝土重力式鑽油台 (Concrete gravity platform)〔見圖(b)及(c)〕。

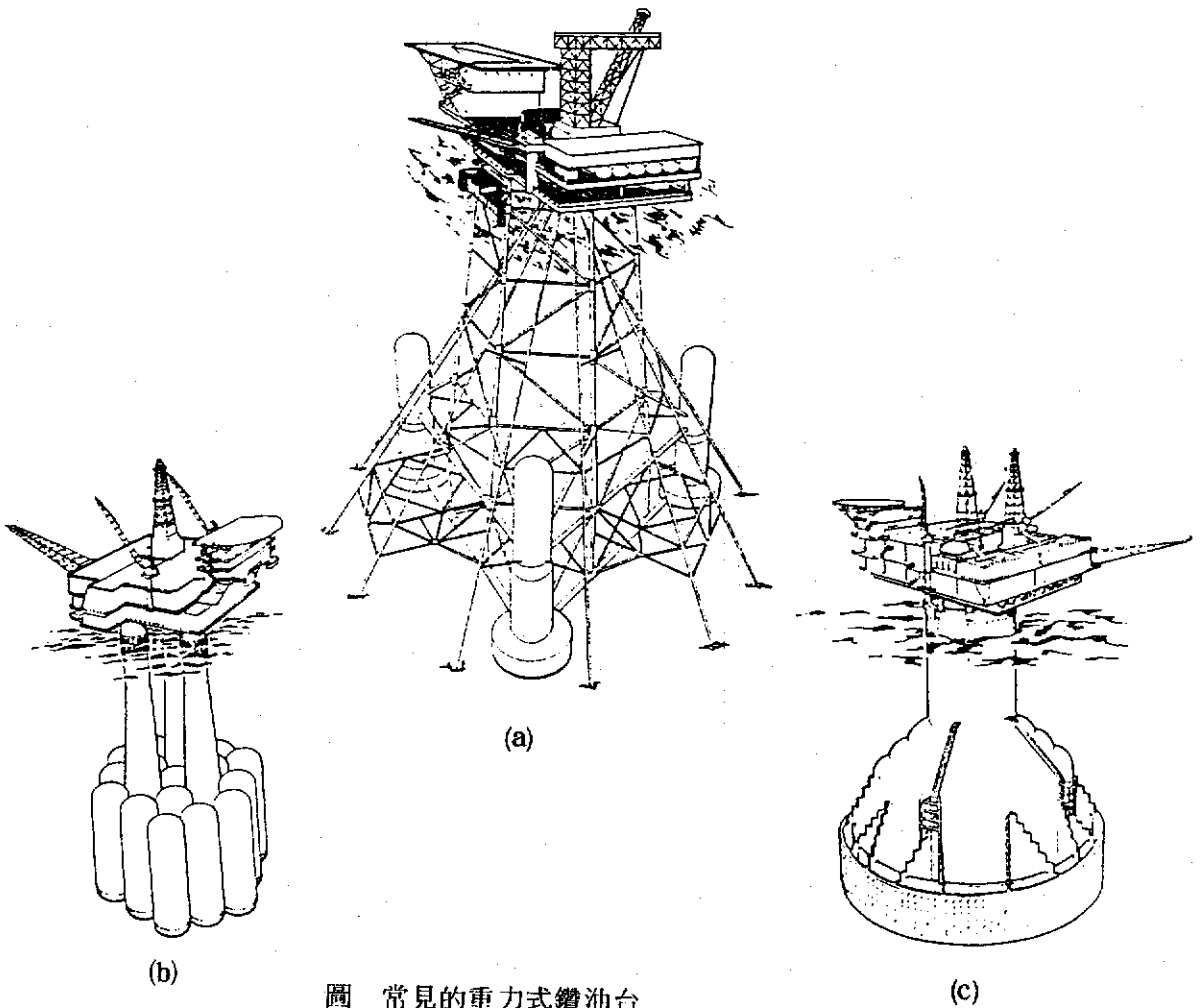


圖 常見的重力式鑽油台

5.2 順應式鑽油台 (Compliant structures or systems)

充許整個結構物在外力作用的方向作某種程度之運動 (Motions) 以減少其受力大小之鑽油台。常見者有四種，如圖所示。

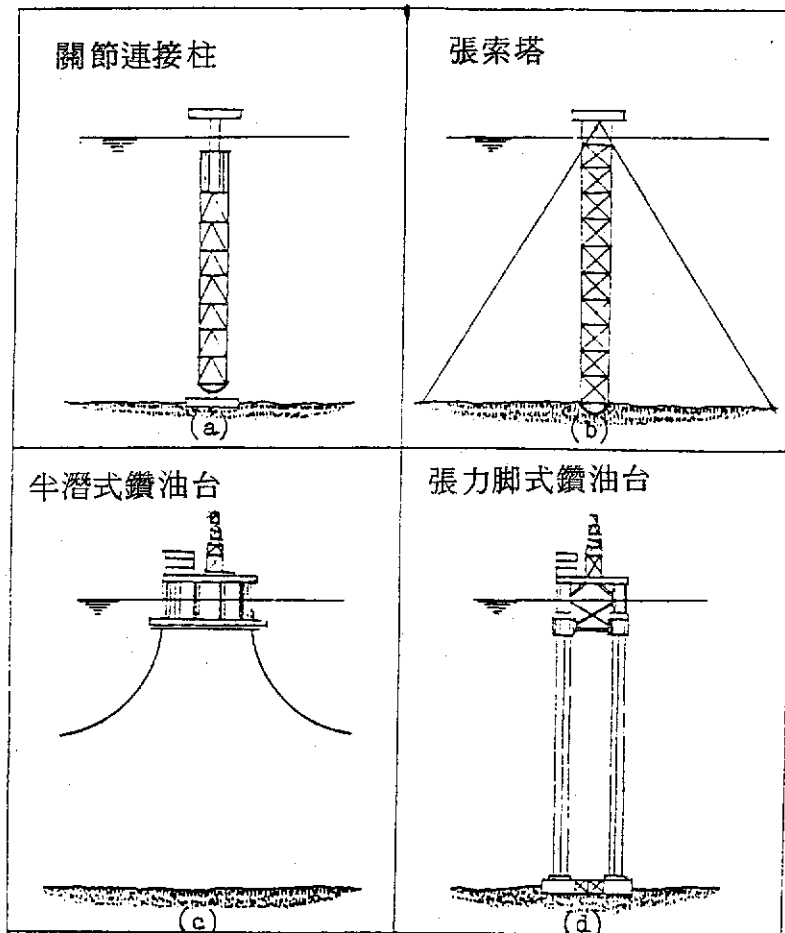


圖 常見的四種順應式鑽油台

5.2.1 關節連接柱 (Articulated Column)

此類鑽油台係由構架 (Trussed Structure) 製成，其上端接近水面之部位有浸沒之浮筒 (Submerged Buoyant Tank)，整個鑽油台之重量和鑽探負荷 (Drilling Load) 全賴該筒支撐之，鑽油台之下端則以萬向接頭繫於海底。見圖(a)。此種鑽油台所能承載之負荷有限。

5.2.2 張索塔 (Guyed Tower)

此類鑽油台亦由構架製成，下端以鏟形罐座 (Spud Can Base) 支撐，平台之四周設有張索 (Guy Rope) 以使整個構架處於直立狀態。見圖(b)。此類鑽油台只適用於甲板負荷較輕而且海況較溫和之海域。

5.2.3 半潛式鑽油台 (Semi submersible)

此類平台之排水體積大部份在水面以下而且水線面積很小，故其起伏，縱搖，及橫搖之自然週期均遠比同排水量之傳統船舶大，阻尼亦大，因此在一般海況下之剛體運動 (Rigid-body Motion) 較小，因其具有較大的穩定性，故較適合於用來作為海上之鑽油台及相關之臨時性生產工作站。見圖(c)。

5.2.4 張力腳式鑽油台 (Tension-leg Platform)

此種鑽油台係以纜索 (Cables) 或升管 (Risers) 將漂浮於海面上之平台強迫向下拉，使其中一部份沒入水中，此時由於平台的浮力遠大於其重力，故纜索或升管恒受一垂直向上之力作用，此項多餘之浮力即可用來承擔各項的鑽探設備。見圖(d)。

5.3 升降式鑽油台(jack-up rigs or units)

工作平台距離海底之高度可依不同水深及海況而隨意升降之鑽油台。可分為墊支撐式鑽油台(Pad Supported Jack-ups)及各腳獨立式鑽油台(Independent leg Jack-ups) 兩大類，如圖所示。

墊支持式鑽油台適於海底土壤鬆軟，無法承受大的承壓(Bearing Pressure) 或海底平坦之海域，此類平台之各根腳均與一面積相當大的墊(Pad)相連接，整座鑽油台之重量即由該墊負擔，故墊上的承壓相當低(約 500 ~ 600 psf 左右)。各腳獨立式鑽油台適用於海底土壤堅實具有大的承壓能力或海底有珊瑚(Coral)，崎嶇不平(Uneven) 之海域，此類平台的每根腳之下端均有一鏟形罐(Spud can) (迄今最大尺寸為56呎寬，形狀有圓形，方形或多邊形)，因整個鑽油台的重量及鑽探負荷全由這些鏟形罐來承擔，故其承壓有高達 10,000 psf 者，設計時須特別注意。

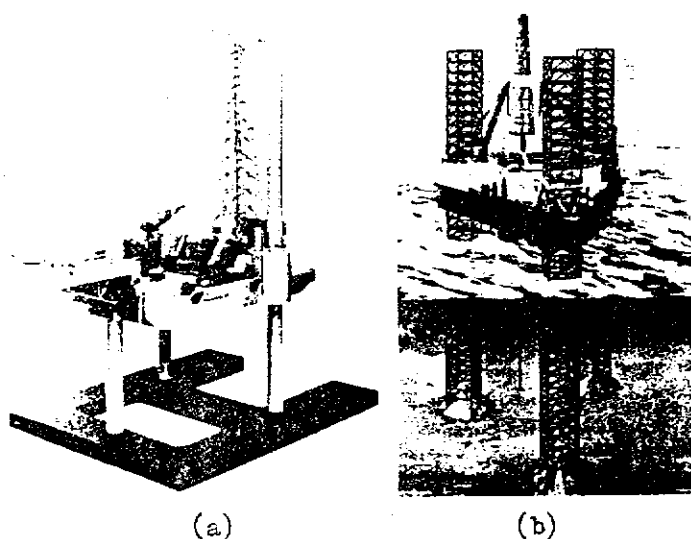


圖 (a)墊支持式及(b)各腳獨立式可升降鑽油台

第六章 船體線圖

1. 線圖 (Lines Plan or Lines)

描寫船體外形的曲線圖。本圖包括橫剖面線圖 (Body Plan)，半寬線圖 (Half-Breadth Plan) 及側面線圖 (Sheer Plan or Sheer Profile)。(見圖 1)

2. 橫剖面線圖 (Body Plan)

由一組沿着船長方向分佈且垂直於船體中心線的垂向平面與船體之模表面相交而得的曲線所構成的線圖。

3. 半寬線圖 (Half-Breadth Plan)

由一組平行於基線 (Base Line) 而不同高度的水平面與船體的模表面相交而得的曲線所構成的線圖之一半。

4. 側面線圖 (Sheer Plan or Sheer Profile)

由一組沿着船寬方向分佈且平行於船體中心線的垂向平面與船體的模表面相交而得的曲線所構成的線圖。

6.1 船線之基本定義

6.1.1 基線 (Base Line, BL)

通過舢橫剖面 (Mid-Ship Section) 與船體模表面在船底最低處之交點作平行於載重水線 (Load Water Line) 之直線。該線係測量垂向寸法之基準線。

6.1.2 水線 (Water Line, WL)

一組與設計載重水線 (Design Load Water Line) 平行的

平面與船體模表面相交而得的曲線（見圖 1）。

6.1.3 肋骨線（Frame line）

一組與設計載重水線垂直的橫剖面與船之模表面相交而得的曲線。

6.1.4 縱剖面線（Buttock Line or Buttock）

一組平行於縱向船中平面之縱截面與船之模表面相交而得之曲線（見圖 1）。

6.1.5 斜剖線（Diagonal）

諸縱向斜剖面與船之模表面相交而得之曲線。該線係作為校準線圖之用。

6.1.6 艏垂標（Forward Perpendicular, F.P.）

通過設計載重水線與艏柱（Stem Post）前端之交點所作垂直於基線之直線（見圖 2）。

6.1.7 艉垂標（After Perpendicular, A.P.）

通過設計載重水線與艉柱（Stern Post）後緣之交點所作垂直基線之直線。如船隻無艉柱，則以舵桿（Rudder Stock）之中心線為艉垂標（見圖 2）。

6.1.8 設計載重水線（Design Load Water Line, DWL）

船舶在靜水中設計排水重量下之吃水線。

6.1.9 載重水線 (Load Water Line, LWL)

根據國際載重線公約 (International Convention on Load Line) 勘劃之船舶最深載重水線。

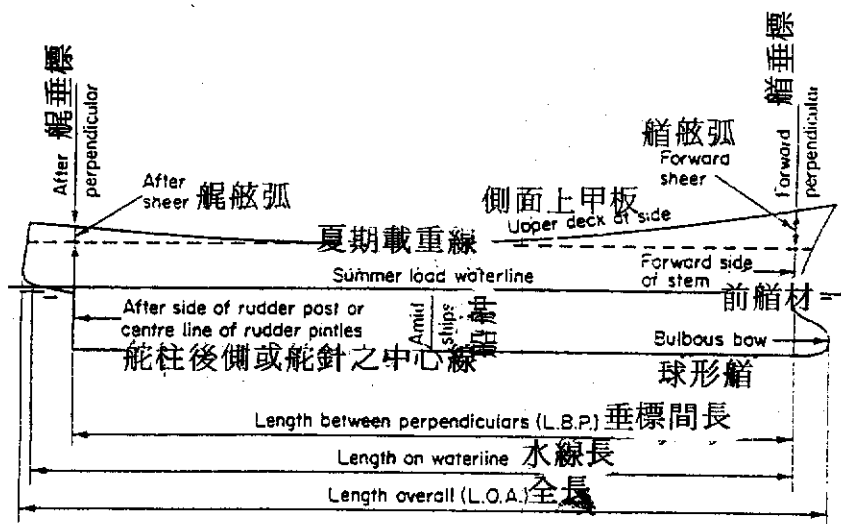


圖 2 主要尺寸

6.2 船體之主要尺寸 (Principal Dimension)

6.2.1 船之長度 (Length of Ship, L) (見圖 2)

1. 全長 (Length Over All, LOA)

自船艏最前端至船艉最末端之水平距離。

2. 垂標間距 (Length Between Perpendiculars, LPP or LBP)

船艏垂標間之水平距離。

3. 載重水線長 (Length on the Load Water Line)

設計載重水線與船體相交最前端至最後端之水平距離。

6.2.2 船之寬度 (Breadth of Ship, B) (見圖 3)

1.全寬 (Extreme Breadth)

船體橫向最寬處 (包括船殼板或其他船側凸出物) 之水平寬度。

2.模寬 (Molded Breadth, B_{mld})

在船體舦剖面處量至船殼板內側或肋骨 (Frame) 外緣之水平寬度。

6.2.3 船之深度 (Depth of Ship) (見圖 3)

1.船深 (Depth, D)

船舦處自龍骨 (Keel) 底面量至甲板樑頂面邊緣之垂直距離。

2.模深 (Molded Depth, D_{mld})

船舦處自基線量至甲板樑頂面邊緣之垂直距離。

6.2.4 吃水 (Draft or Draught, T)

1.龍骨吃水 (Keel Draft)

自龍骨底面量至水線之垂直距離。

2.模吃水 (Molded Draft, T_{mld})

自基線量至水線之垂直距離。〔見圖 3 (C) 〕。

3.艏吃水 (Fore Draft)

船舶在艏垂標處之吃水。

4.艉吃水 (Aft Draft)

船舶在艉垂標處之吃水。

5.俯仰 (Trim)

艏吃水與艉吃水之差。

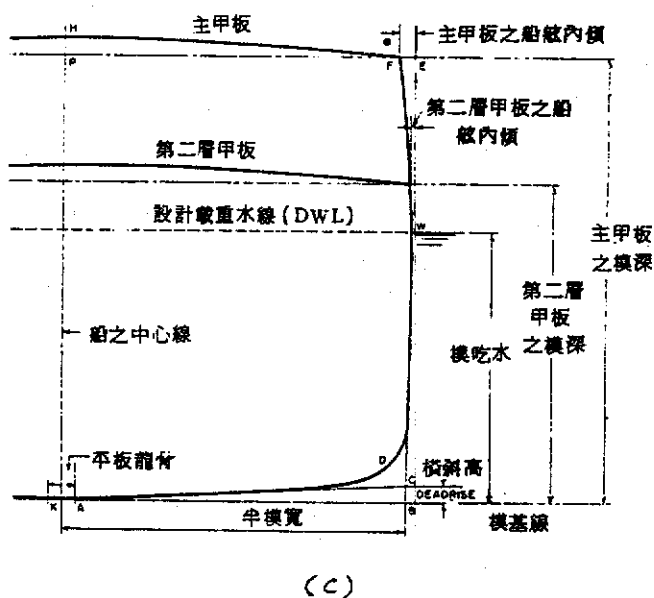
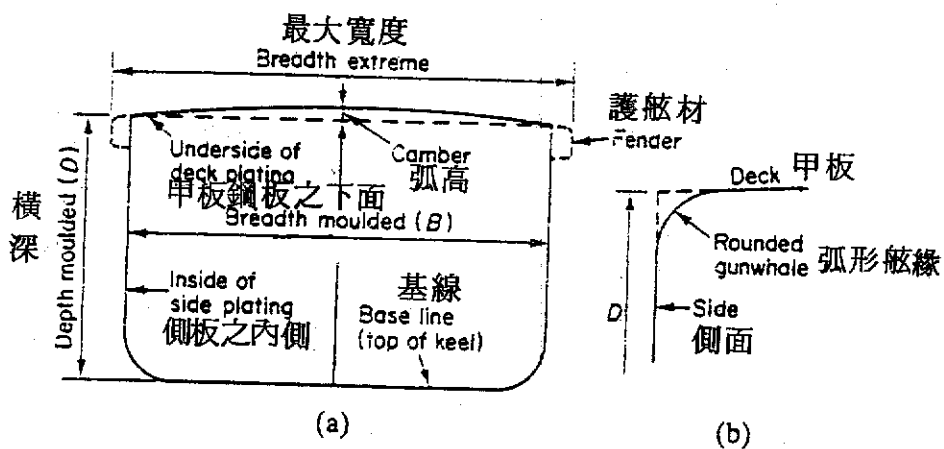


圖 3 舢橫斷面上之主要名稱

6. 設計俯仰 (Initial Trim)

在正常營運情況下，船舶底邊所呈現的直線傾斜。

6.3 線型係數 (Coefficient of Form)

用來表示船體幾何形狀的船體相關部位之寸法的比值。主要的有下列五種：

6.3.1 方塊係數 (Block Coefficient, C_B)

船之模排水體積與該吃水時之模寬、垂標間距及模吃水所圍成之長方盒形體積之比 (見圖 4)，即

$$C_B = \frac{V}{L_{PP} \cdot B \cdot T}$$

6.3.2 舢剖面面積係數 (Midship Section Coefficient, C_M)

水線以下舢剖面面積與在該吃水之模寬及模吃水所圍成之矩形面積之比 (見圖 5)，即

$$C_M = \frac{A_M}{B \cdot T}$$

其中 A_M 為水線以下舢剖面面積。

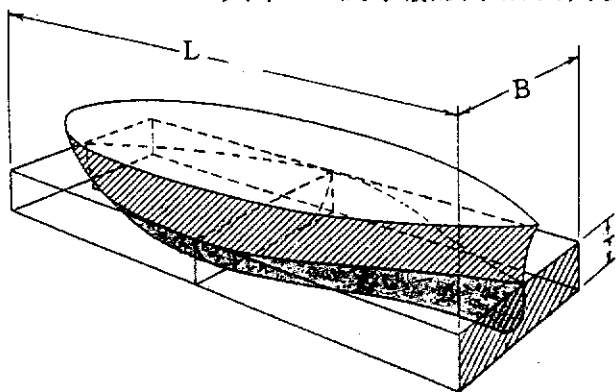


圖 4 方塊係數定義之參考圖

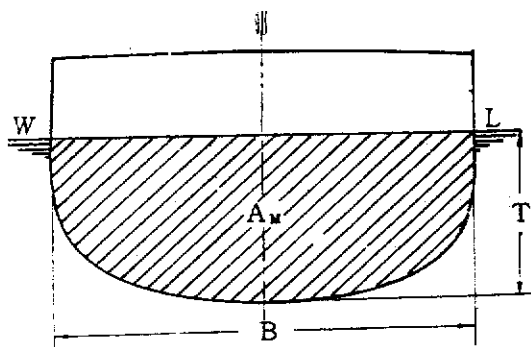


圖 5 舢剖面面積係數定義之參考圖

6.3.3 稜塊係數 (Prismatic or Longitudinal Coefficient, C_P)

一船至某水線之模排水體積與至該水線之舢剖面面積與垂標間距乘積之比 (見圖 6) , 即

$$C_P = \frac{V}{A_M \cdot L_{PP}}$$

6.3.4 水線面係數 (Waterplane Coefficient, C_{WP})

水線面積 A_w 與該吃水時模寬及垂標間距所圍成之矩形面積之比 (見圖 7) , 即

$$C_{WP} = \frac{A_w}{B \cdot L_{PP}} \dots\dots$$

其中 A_w : 水線面積。

6.3.5 垂直稜塊係數 (Vertical Prismatic Coefficient, C_{VP})

一船至某水線之模排水體積與至該水線之模吃水與該水線之水線面積乘積之比 (見圖 8) , 即

$$C_{VP} = \frac{V}{A_w \cdot T}$$

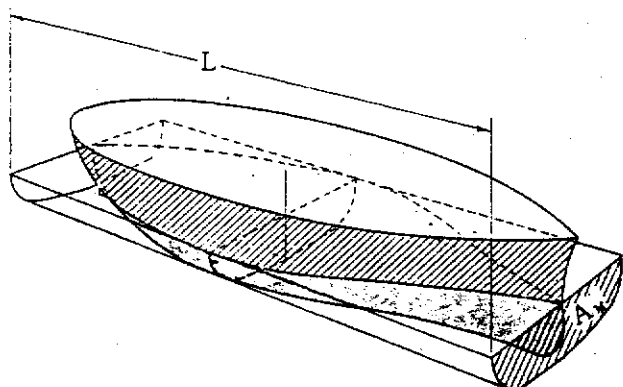


圖 6 稜塊係數定義之參考圖

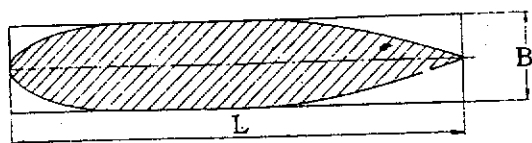


圖 7 水線面係數定義之參考圖

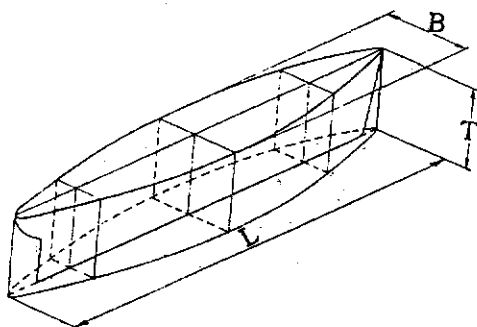


圖 8 垂直稜塊係數定義之參考圖

6.4 與船舶穩度有關之曲線、中心及高度

6.4.1 龐琴曲線 (Bonjean Curves)

一組表示在任意高度時船體某橫剖面面積大小的曲線 (見圖10)。

圖 9 (a) 為某船之半橫剖面，若利用面積儀或近似積分法將及於 $W_1 L_1$ 水線之剖面面積 $KL_1 W_1$ 以橫座標 $W_1 Q$ 表示於圖 9 (b)，同法將及於 WL, FG, H 高度之剖面面積以 WP, GF', HT 表示於圖 9 (d) 中，則 $K'QPF'T$ 之曲線即為此半橫剖面之面積曲線。

將船體各橫剖面之面積曲線，依適當比例繪製於船體側面圖上即得圖 10 所示之龐琴曲線。

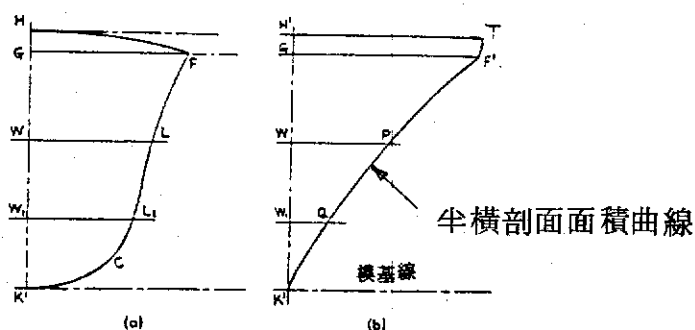


圖 9 半橫剖面面積曲線之定義

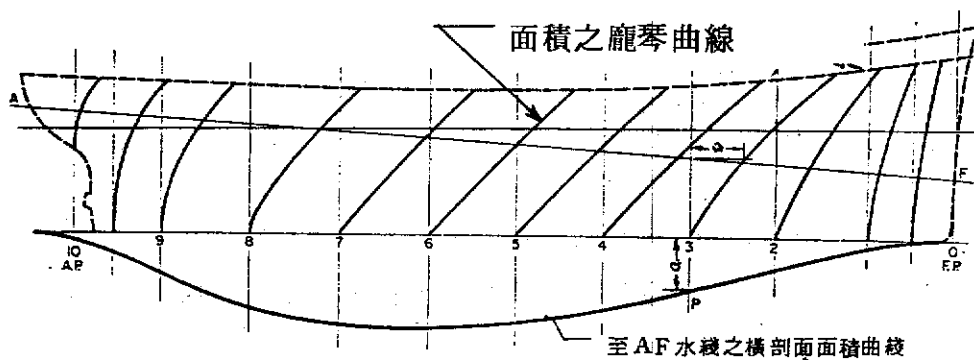


圖 10 龐琴曲線

6.4.2 船舶之穩度 (Ship Stability)

船舶本身所具有抵抗傾側，翻覆以及當外力消除後回復到原來正浮位置之能力。

6.4.3 完整穩度 (Intact Stability)

船舶在完整無損時之穩度。

6.4.4 受損或浸水穩度 (Damaged or Flooding Stability)

船舶在受損浸水狀態時的穩度。

6.4.5 靜穩度 (Statical Stability)

在沒有角速度化的情況下，船舶傾斜時之抵抗傾側的能力。

6.4.6 動穩度 (Dynamical Stability)

在伴隨有角速度變化的情況下，船舶傾斜時之抵抗傾側的能力。

6.4.7 橫向穩度 (Transverse Stability)

船舶本身所具有的抵抗橫向傾側，翻覆之能力。

6.4.8 浮力中心 (Centre of Buoyancy, C.B.)

船體水線以下部份之體積中心 (即浮力之集中作用點) 。 (見圖 II 之 B 點) 。

6.4.9 浮面中心 (Centre of Flotation, C.F.)

浮體水線平面之面積中心。當船有橫向、縱向或兩者合併之傾

斜時，其轉動軸均通過此點。（見圖11之O點）。

6.4.10 重心 (Centre of Gravity, C.G.)

全船重量之集中作用點。（見圖11之G點）。

6.4.11 排水量 (Displacement Δ)

船舶在某船況時之全船重量。

6.4.12 船體之初橫向定傾中心 (Transverse Metacentre at small angles of heel, M)

當某船在某吃水正浮於水面而呈平衡狀態時，因受外力影響而傾側一微小角度（ 7° 或 10° 以內）此時之浮力作用線與船在正浮時之浮力作用線（即船體橫剖面中線）相交於一點M，此點稱為該船在該吃水時之初橫向定傾中心。（見圖11之M點）。

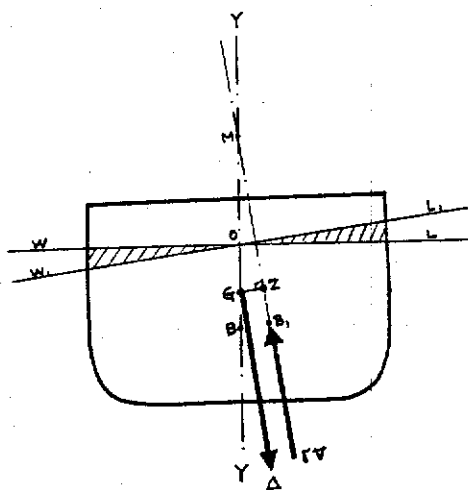


圖11 與橫向穩度有關之各中心

6.4.13 定傾高度 (Metacentric Height, \overline{GM})

重心G與橫向定傾中心M之距離。

6.4.14 高穩度船 (Stiff Ship)

定傾高度 \overline{GM} 值大的船。

6.4.15 低穩度船 (Tender Ship)

定傾高度 \overline{GM} 值小的船。

6.4.16 穩定半徑 (Metacentric radius, \overline{BM})

浮力中心B與橫向定傾中心M之距離。

6.4.17 扶正力矩 (Righting Moment)

當船舶受到外力作用而傾側時，船體的浮力與重力所形成之具有使船體回復至其原來位置的力矩。

6.4.18 傾斜力矩 (Heeling Moment)

當船舶受到外力作用而傾側時，船體的浮力與重力所形成之具有使船體繼續傾斜以至翻覆的力矩。

6.4.19 浮力中心曲線 (B - curve)

當船體在水中傾斜角度漸增，其在不同傾角時船體水線以下部份之諸體積中心投影在通過船體重心之橫剖面上所連成之曲線 (見圖12)。

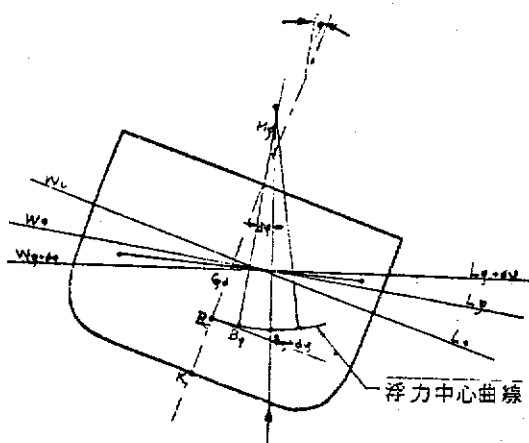


圖12 在不同傾角下之浮力中心曲線

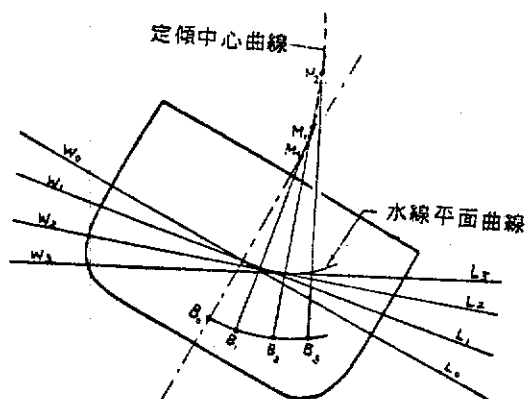


圖13 在不同傾角下之定傾中心曲線

6.4.20 水線平面曲線 (W-plane Curve) 或浮面中心曲線 (F-curve)

船體在不同傾角時，諸水面相交而投影在通過船體重心橫剖面上之線，謂之水線平面曲線。

因船體發生傾斜時，諸連續水面之交線必通過該水面之浮面中心 F ，故水線平面曲線亦可稱為浮面中心曲線 (F-Curve) (見圖13)。

6.4.21 定傾中心曲線 (Metacentric Curve)

船體在其傾角大於某角度 (如 10°) 後，當其傾角變化時，其定傾中心所形成的曲線 (見圖13)。

6.4.22 靜穩定曲線 (Statical Stability Curve)

表示船舶在某一排水量諸不同傾角時的 \overline{GZ} 值之曲線。(見圖14)。

6.4.23 交叉曲線 (Cross Curve)

表示船舶在不同排水量，不同傾角時的 \overline{GZ} 值之曲線。(見圖14)。

6.4.24 穩定交叉曲線 (Cross Curve of Stability)

船舶在各種不同傾角時，其扶正力臂 \overline{GZ} 值與其排水量(或吃水)的關係曲線。(見圖14及15)。

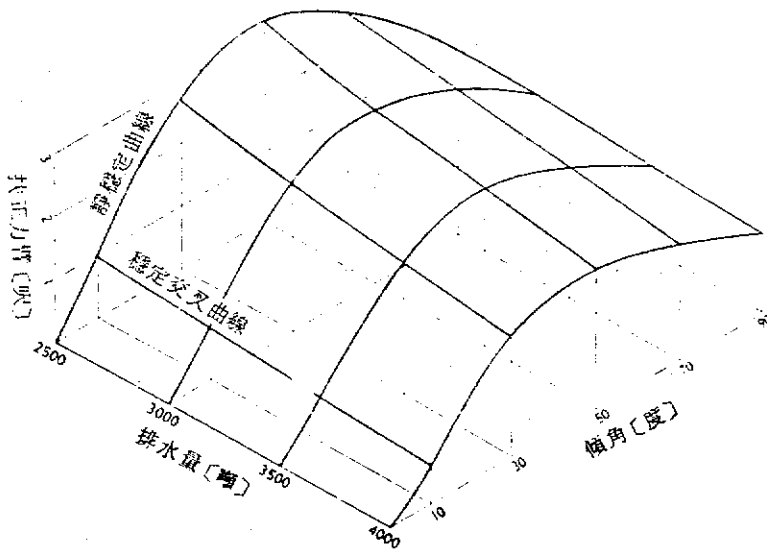


圖14 船體穩定交叉曲線與靜穩定曲線

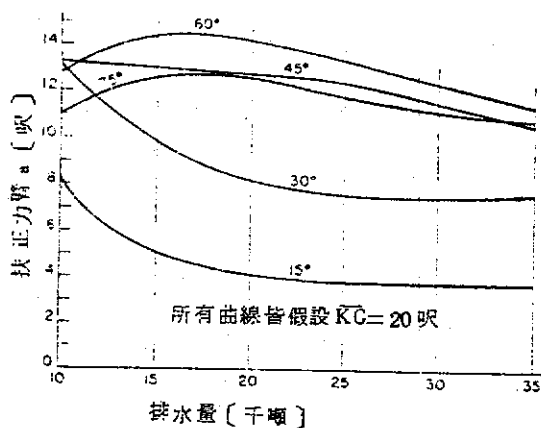


圖15 船舶之穩定交叉曲線

6.4.25 縱向定傾中心 (Longitudinal Metacenter, M_L)

當船體在其縱向具有一微小的俯仰時，通過此時的浮力中心 B_1 之浮力作用線與該船體在正浮時的浮力作用線之交點 M_L 。(見圖16)。

6.4.26 縱向定傾高度 (Longitudinal Metacentric Height)

船體重心 G 與縱向定傾中心 M_L 間之距離 $\overline{GM_L}$ 。

6.4.27 縱向定傾半徑 (Longitudinal Metacentric radius)

船舶之浮力中心 B_1 (或 B) 與其縱向定傾中心 M_L 間之距離 $\overline{BM_L}$ 。

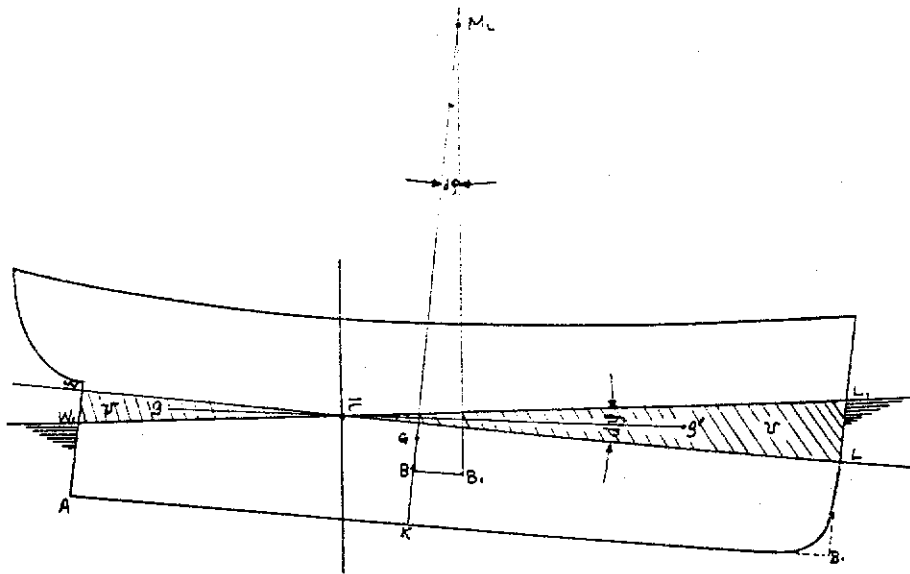


圖 16 船舶的縱向定傾中心 M_L 縱向定傾高度 $\overline{GM_L}$ ，及縱向定傾半徑 $\overline{BM_L}$ 之定義。

6.5 艙區劃分 (Subdivision)

6.5.1 艙壁甲板 (Bulkhead deck)

橫向水密隔艙及外板所及之最上一層甲板。

6.5.2 邊際線 (Margin Line)

當船浸水後發生下沉、俯仰、及傾斜現象時所允許之最大吃水限度，該線至少要在船邊之艙壁甲板 (Bulkhead Deck) 上緣以下三吋 (或 76 公分)。(見圖 17)。

6.5.3 浸水長度曲線 (Floodable Length Curve)

繪製於船體側面圖上方之曲線，由此曲線上任何一點至基線之垂直高度即為以此為中心之隔艙最大區劃，倘若此艙浸水，則該船之下沉，將不會超過邊際線。（見圖17）。

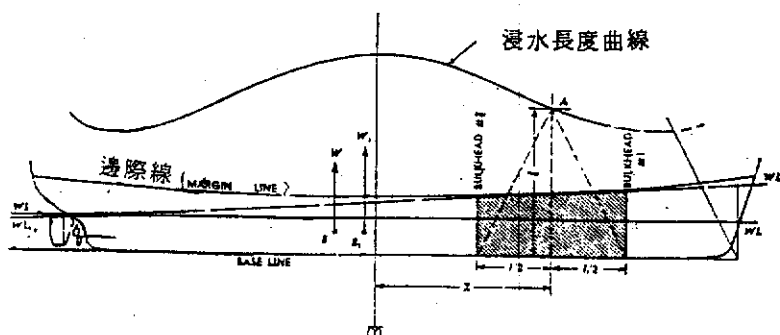


圖17 邊際線及浸水長度曲線之定義

6.5.4 艙區劃分載重線 (Subdivision Load Line)

用來決定艙區劃分的一種水線。

6.5.5 最深艙區劃分載重線 (Deepest Subdivision Load Line)

能配合艙區劃分要求（包括穩度之考慮）的最大吃水線。

6.5.6 艙區長度 (Subdivision Length)

以艙區劃分載重線與船艙相交處所作垂標為準所量測而得的垂標間之水線長度。

6.5.7 浸水率 (Permeability)

艙間浸水後，實際能浸水之容積對整個艙間容積的百分比。

6.5.8 完整浮力 (Intact Buoyancy)

在一受損艙間中不會受損亦不會進水的一塊體積所具有的浮力。

6.5.9 業務標準數 (Criterion of Service or Criterion Number)

用以表示某船趨於客船程度大小的數目字。例如某船之業務標準數為23則表示該船主要係作為載貨用，僅兼載少數的旅客，但若其業務標準數為123則表示該船主要係作為載客用。

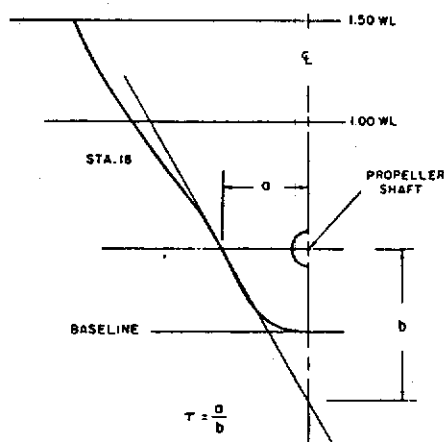
6.5.10 艙區劃分因素 (Factor of Subdivision)

為了安全起見，客船的實際浸水長度常較理論上的浸水長度為小，此時容許長度 (Permissible Length) 與浸水長度 (Floodable Length) 之比值稱為艙區劃分因素。

6.6 U 型艉 (U-Shaped Stern) 與 V 型艉 (V-Shaped Stern)

一般對艉線形常以U形或V形來區分，但其間並沒有很好的量化判定標準。Harvald 氏曾提出以剖面18之“ τ ”值來定義，見圖下， $\tau = a / b$ ；

Average Values	
Moderate stern sections.....	$\tau = 0.500$
Extreme U-shaped stern sections.....	$\tau = 0.20$
Extreme V-shaped stern sections.....	$\tau = 0.75$



艉部幾何參數“ τ ”之定義分析圖

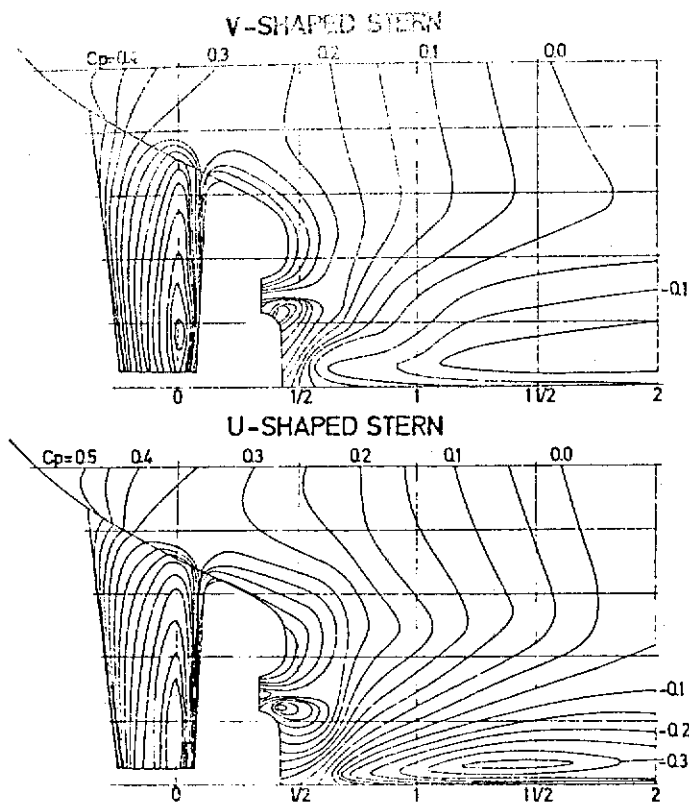
當 $\tau = 0.5$ ，稱為中型艉；

$\tau > 0.5$ ，稱為V型艉；

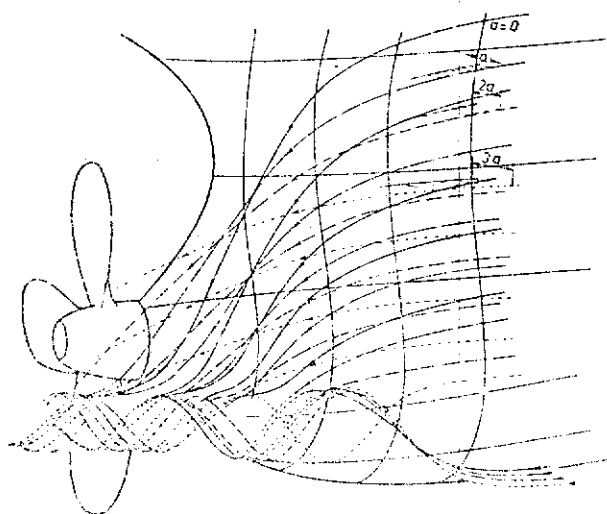
$\tau < 0.5$ ，稱為U型艉。

V型艉與U型艉的船體表面勢流場壓力分布之比較如下頁圖，可供定性判斷流場特性。一般V型艉，壓力梯度沿縱向變化（ dp/dx ）較不易出現正值，因此邊界層較薄，且不易流離，旋渦不存在，對阻力較有利，但螺旋平面上的軸向入流速分布不均，在上半平面容易出現高跡值區，引起螺旋振動，最為不利。而U型艉，在後垂柱附近容易出現逆壓力梯度區，甚至流離，而且沿胴圍方向壓力梯度亦較大，在艏部形成低壓力區

，使水流由底部向上流動，而在設計水線附起水流則向下往艏部流，因此在艏部形成“艏渦流”。該渦流消耗能量，增加阻力；但由於該渦流存在，誘使邊界層外流體流入螺旋槳上平面低速區，平衡螺旋槳平面之入流。因此跡流分布均勻，同時船殼效率增加。艏渦形成示意圖，見下頁圖。因此艏線形設計上之取捨必須在阻力、推進與振動三方面一齊考慮。



圖—2 U型及V型艏表面壓力分佈比較（勢流解）圖



圖—3 U型艫“艫渦”形成示意圖

艫線形與自航要素之關係，今以“系列—60”， C_B 等於 0.70 的三個不同船艫之船模試驗結果為例，加以說明，U型艫跡流分佈均勻，有效跡流值較大，船殼效率大，振動較小，但阻力值較高，所需總馬力並不一定有很大差異。因此大馬力、低轉速船一般均偏於U型。

第七章 船舶電腦輔助設計與數學模型

7.1 電腦輔助設計、製造、規劃常用縮寫名詞

7.1.1 C A D：電腦輔助設計（Computer Aided Design）或電腦輔助繪圖（Computer Aided Drafting）

後者僅以繪圖為主，前者乃指一般以電腦為工具，進行設計工作，除了繪圖外還包括專業計算，與資料處理。近年來電腦顯圖發展很快，不再稱電腦輔助繪圖，且利用電腦繪圖、顯圖、編輯圖形直接稱為電腦繪圖（Computer Graphics）。

7.1.2 C A M：電腦輔助生產（Computer Aided Manufacturing）。

一般泛指利用電腦從事生產有關的工作包括建立生產所需之詳細資料，如施工圖、加工資料、施工方法、材料表，與數值控制資料以及生產線控制等。

7.1.3 N C：數值控制（Numerical Control）

利用數據微處理機控制機器在一定程序下（包括速度、方向、工作方式）執行工作，控制的程序與資料，由紙帶、磁卡或磁帶輸入，亦可由電腦直接輸入。

7.1.4 C I M S：電腦輔助整合製造系統（Computer Integrated Manufacturing System）

將各種不同步驟的電腦輔助加工製造程式系統（

或模組)整合，而成為一由製造上游以至下游的完整系統。

7.1.5 FMS：彈性製造系統 (Flexible Manufacturing System)

NC—機器群與物料處理系統組合在電腦的控制下的生產系統。如造船現場之機、電、材料一體化，在電腦處理精確的資料與資訊下，而提供各種機、材之支援，並控制製造之進行，以達到最低材料消耗，最少庫存，最高工作效率。

7.1.6 CIPMS: 電腦整合生產管理系統 (Computer Integrated Production Management System)

利用電腦的幫助進行生產與銷售之規劃與控制，以及決策等之整合系統。

7.1.7 CAE：電腦輔助工程 (Computer Aided Engineering)

將工程上作分析與模擬的軟體系統如有限元素法 (FEM) 與電腦繪圖組合，並加強使用者與電腦交談系統，便於處理輸入資料，輸出結果，而成為CAE。

7.1.8 CAT：電腦輔助試驗 (Computer Aided Testing)

利用電腦輔助控制試驗的進行、資料處理分析。

7.1.9 CAD/CAM：造船方面的CAD、CAM整合系統，一般指

從設計到放樣一連貫的工作。

7.1.10 CAPP：電腦輔助程序規劃（Computer-Aided Process Planing）。

7.1.11 CAQC：電腦輔助品質管制（Computer-Aided Quality Control）。

7.1.12 C A I：電腦輔助檢驗（Computer-Aided Inspection）。

7.2 電腦系統分類

電腦為由中央處理系統（Central Processing Unit CPU）與輸出輸入裝置（I/O Device）及必要週邊組成，依其結構形態可分為：

7.2.1 大電腦（Mainframe）：以中央處理為主的大型主機系統，因需要同時支援許多使用者，因此其系統輸入／輸出（I/O）處理裝置，及週邊設備非常完整，中央處理系統效率極高。

7.2.2 迷你電腦（Mini-Computer）：結構類似Mainframe，但支援的使用者較少I/O，處理裝置及週邊設備擴充能力較弱，中央處理系統在多人使用時效率較低。

7.2.3 微電腦（Micro-Computer）具有電腦必備的中央處理機（CPU）和輸出輸入裝備，但結構較簡單，較低層次者為單人

單工的個人電腦，較高層次者為多人多工（Multi-User and Multi-Tasking）的工作站（Workstation）因I/O結構較簡單，因此支援多人使用時工作效率隨人數增加而急劇下降。

7.2.4 工作站（Workstation）原為提供設計者從事CAD工作環境的配備，最簡單者為繪圖終端機，加上鍵盤及輔助定位輸入裝置（如滑鼠或數位板），其次再加上可獨立計算與作資料處理的主機系統，即一般微電腦加上圖形處理系統。近年來高性能工作站已是獨立、速度快，可支援多人多工（或支援電腦工作站）的32位元或64位元電腦系統，加上高速度的圖形處理系統（Graphic Processor）及高性能的顯圖系統（Graphic Display System），甚致有單機多CPU平行處理一個工作。

7.2.5 超級電腦（Super Computer）：大型電腦的結構，特點為極高速CPU，有超高速的純量與浮點（64位元以上的實數）運算，有向量運算能力，可裝置多CPU，同時平行處理一工作。

7.2.6 PC：(a)可讀寫程式之控制器（Programmable Controller）

可以程式設定功能（如：邏輯、次序、定時、計算與程序等）輸出／輸入數位或解析訊號以控制機器。

(b)個人電腦（Personal Computer）

以個人使用的工作環境為主而設計的電腦，習慣指較低功能，較低價位的個人用微電腦，廣義則包含高性

能個人工作站。

7.2.7 電腦網路 (Computer-Network)：將多個電腦系統連接起來能互用資料，共用週邊設備，以及CPU。

7.2.8 開鑰系統 (Turn-Key System)：

原以一特殊目的爲主的軟、硬體組合系統，如以一、二個軟體爲主，而配備有主機（迷你電腦，或高性能工作站主機），必要的週邊設備，硬體架構以及必要的軟體均先設定，只要打開電源，系統即自動接上，很容易使用，目前高性能工作站均屬開鑰系統。

7.2.9 陣列處理機 (Array Processor)：

專處理高陣數列運算之電腦，此種電腦運算速度非常快，但作業系統與軟體功能較單純，常不獨立使用，而附在其他電腦系統上，支援大量運算的工作。

7.3 電腦網路系統 (Computer Network System)

7.3.1 電腦間互相連接而構成網路系統，依其連接的方法可分爲兩類：

1. 低速的終端機埠 (Terminal Ports) 相接

最常見者爲以非同步埠 (Asynchronous Ports) 相接，爲最簡單的方式，資料之傳輸以RS - 232 協定爲主。近距離可以線路 (Site Wire) 接到兩機之多工器 (Multiplexer)。遠地可以X - 25協定透過電信傳播網路，接到電腦上的訊

號傳輸埠 (Modemport) 或先接訊號傳輸器 (Modem) 再接多工器，如此可構成廣域網路系統 (Wide Area Network System)。

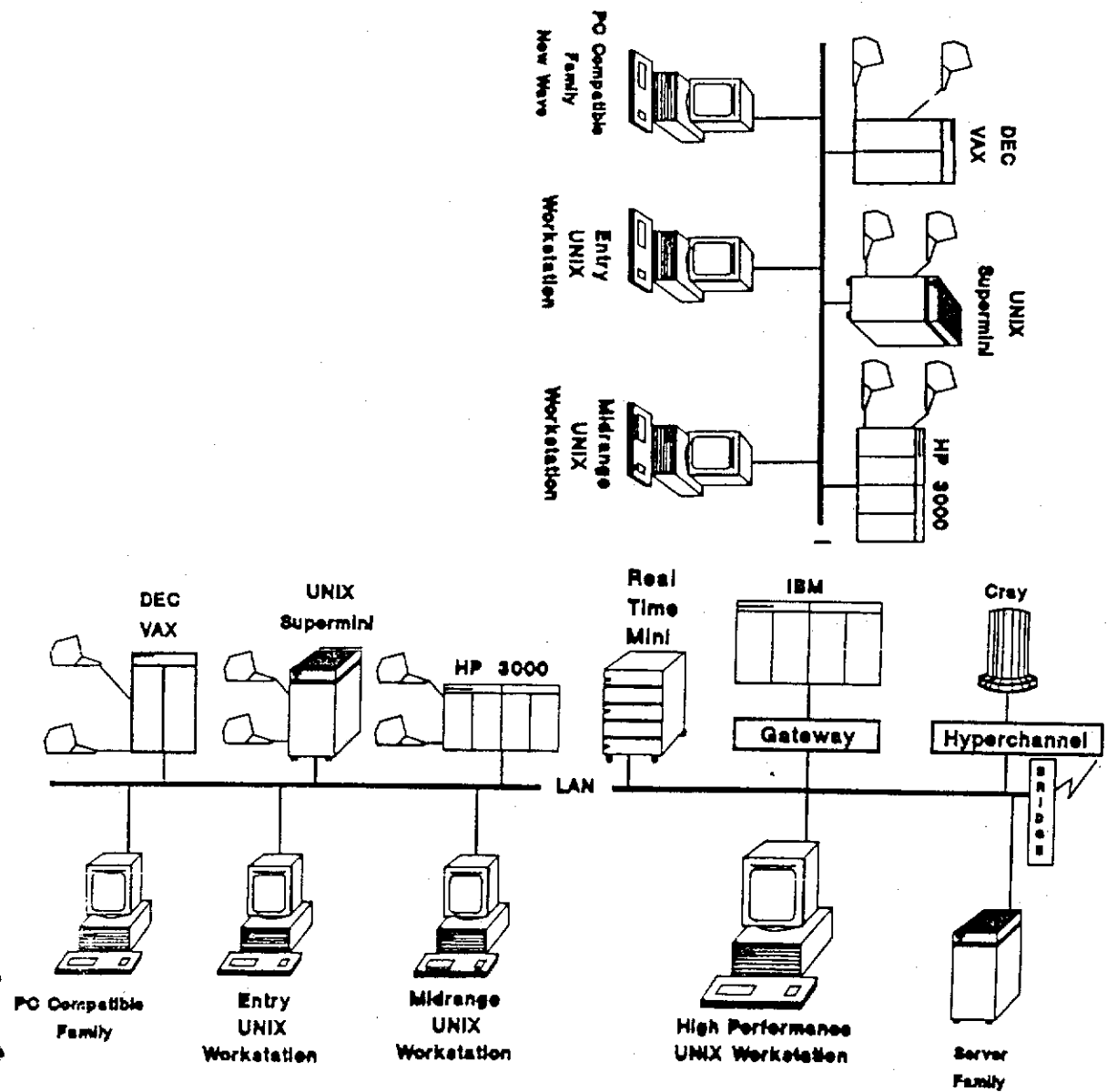
2. 高速的區域網路 (Local Area Network : LAN)

電腦透過網路介面接在線路上，以高傳輸速率直接與其他電腦溝通 (LAN 上傳輸速率較非同步埠溝通方式高 100 倍以上)，因其速率高，線路要求也非常嚴格，只能在近距離內。由於製造廠商提供之網路介面，與網路軟體功能與限制有所不同，因此可能有不同的網路系統存在，在不同的網路系統間可設閘門 (Gate Way) 溝通。此閘門常由同一網路系統中排出一部電腦來擔任，它核驗網路上的訊號，只將與系統外溝通的資料送出，或將系統外擬進來的訊號收進來。

由於各電腦廠商所提供的網路系統有其功能上的限制，如每個網路組中所接電腦的限制，或線路長度的限制。在不同的網路組中可以網路中樞 (Hub) 銜接，一般的網路中樞也擔任網路訊號放大的功能，網路上所接電腦太多，或線路上訊號傳輸太繁忙，常會降低訊號傳輸功能，為避免此種現象常會在每個網路組進入幹線處，加一網路橋 (Bridge)，用以擋住不必要進入幹線的訊號，同時也只接受由幹線擬進入該網路組之訊號。

有些電腦可加上兩三個介面，接在不同的網路組或不同的網路系統，兼作橋或閘道的工作，在大型系統，則常採用專用電腦執行橋與閘道工作。

分散式網路系統實例



7.3.2 網路系統依其作業方式可分為：

1.集中式網路系統 (Centralized Network System)

在一網路中以一部電腦為檔案伺服器 (File Server) ，
在網路內電腦間的溝通均由伺服器來控制。

2.分散式網路系統 (Distributed Network System)

網路內各電腦為獨立單位，可直接與其他電腦溝通。

7.3.3 網路系統依其連接架構分為五種網路連接關係 (Network Topologieo)：

1.點對點網路 (Point-to-Point Network) 。

2.星狀網路 (Star Network)

以一電腦為中介，其他電腦均接到此中介電腦。

3.巴士網路 (Bus Network)

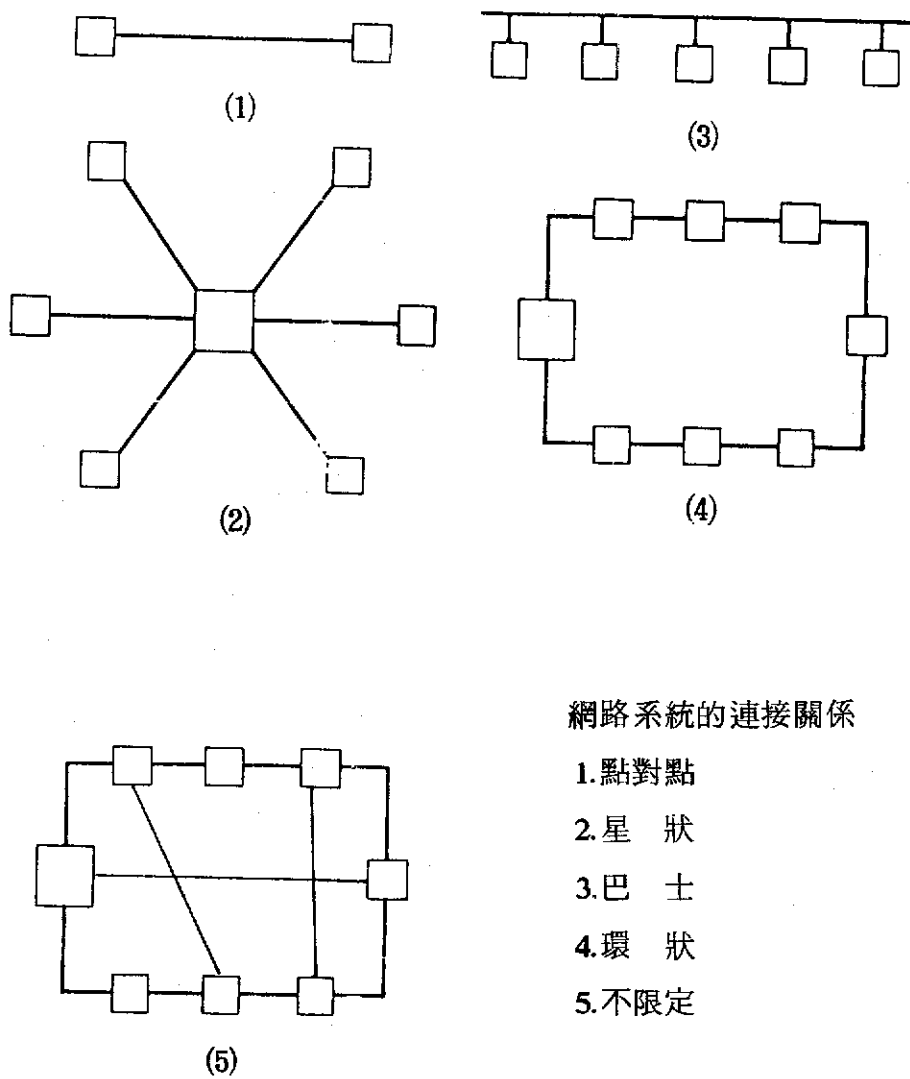
以一線路為主幹線，所有電腦均接到此線上。

4.環狀網路 (Ring Network)

每部電腦在網路上均有進、出管道，以線路連接此進出管道
而構成環狀迴路。

5.不限定網路 (Unconstrained Network)

網路系統中電腦相接的方式，不限定上述中的一種，可以有
兩種以上之連接方式。



網路系統的連接關係

1. 點對點
2. 星 狀
3. 巴 士
4. 環 狀
5. 不限定

7.4 資料庫系統 (Database System)

7.4.1 資料庫 (Database)

以一貫作業方式將被共用，或被使用的資料收集在一起，有系統組成的資料有三特點：

- (a)由相關資料集組所構成的集合體。
- (b)以最佳形態供多人使用。
- (c)資料的存取有一定格式與方法，不因程式而異。

7.4.2 一般CAD／CAM作業有四種資料庫：

(a)管理資料庫 (Administrative Database)

爲一般的檔案管理，如工作圖、工作規劃、零件、材料、清單等。

(b)技術資料庫 (Technology Oriented Database)

利用表格、登錄、與參數將施工標準、國家與國際標準、法規，以及加工、材料之相對價格等建成資料庫。

(c)生產資料庫 (Production Oriented Database)

製造所需的說明，及對於空間與技術之定義資料。

空間定義 (Space Definition) 爲一幾何，構造關係 (Topology) 與尺寸 (Dimension) 之邏輯銜接。

技術定義 (Technology Definiton) 爲一加工相關屬件與產品的幾何形狀上的邏輯銜接。

(d)作業資料庫 (Program Oriented Database)

爲CAD／CAM作業過程所需與產生的資料，作業結束可斟酌情況予以保留或清除。

7.4.3 資料庫系統之結構 (Database System Structure)

一般資料庫系統之結構形態可分為三個層次：

(a) 外層 (External Level)

與個別使用者有關的層次。

(b) 概念層 (Conceptual Level)

描述整個資料庫內資料群的關係。

(c) 內層 (Internal Level)

資料在磁碟中的存放方式。

在上述結構形態下，一般資料庫管理系統 (DBMS - Database Management System) 可歸納為四大部份：

(a) 資料存放語言 (Internal Schema)。

(b) 描述全部資料語言 (Conceptual Schema)

描述所有資料群的記錄格式，與各資料群的關係。

(c) 描述部份資料庫語言 (External Schema)

為達到資料的保險與保密，提供此語言與使用者溝通。當資料在使用者程式中呼叫時，DBMS 先核驗其使用權限。

(d) 資料處理語言 (Data Sublanguage-DSL)

使用者可操作的語言，一般分為兩種。一種為由終端機發出的命令，一種為在應用程式中發出語言。前者為線上作業，用來作為一般查詢及維護又稱為查詢語言 (Query Language)，後者則由使用者在程式中呼叫，一般由資料定義語言 (Data Definition Language-DDL) 與資料操作語言 (Data Manipulation Language) 所構成。

7.4.4 資料庫管理系统依其設計方法分爲三大類：

(a)網狀結構 (Network Structure or Network Model):

主要依CODASL (美國資料系統委員會：Committee on Data System Languages) 之DBTG(資料庫作業小組：Data Base Task Group) 在 1965 提出的建議而設計。其設計理論很簡單，主要觀念爲將檔案中的變動項提出，另成一變動檔，整個資料庫在網狀串接之下而構成。

(b)層次結構 (Hierarchical Structure or Hierarchical Model)

以IBM 公司發展的IMS (Information Management System)之層次結構爲主的系統
資料庫建立在一個樹狀物的層次系統上。

(c)關連結構 (Relational Structure or Relational Model)

以E.F. Codd 在 1970 年發表關連性資料結構觀念爲主所發展的系統。在關連結構的構想下，不將資料群結構化，而分成資料組，透過關連 (Relation) 來結合。此關連結構爲一種表格 (Table) 形成，其意義如同傳統的檔案 (File)，將這些關連組合起來便成資料庫。

使用者可利用數學中的運算子來操作這些原始的關連，而產生新的關連。

7.5 幾何模型 (Geometric Modelling)：

定義實體或空間幾何形狀，以表現設計成果，並提供工程解析繪圖以及CAD/CAM 所需之形態資料，一般可分爲三種模型：

1. 線條模型 (Line Model or Wireframe Model) :

以線條表示實體存在的位置與形狀。

2. 曲面模型 (Surface Model) :

以物體外部曲面來表示實體的形狀。

3. 實體模型 (Solid Model) :

以複雜而完整的封閉曲面，來表示實體存在而被封閉的空間
常用定義幾何模型的方法可歸納為：

1. 隱函數法 (Implicit)

曲 線	曲 面
$\begin{cases} f(x, y) = c & (2 \text{ 維}) \\ f(x, y, z) = c \\ g(x, y, z) = c \end{cases}$	$f(x, y, z) = c \quad (3 \text{ 維})$

2. 顯函數法 (Explicit)

	曲 線	曲 面	立 體
(a) 多項式	$\begin{cases} y = f(x) & (2 \text{ 維}) \\ y = f(x) \\ z = g(x) & (3 \text{ 維}) \end{cases}$	$z = f(x, y)$	
(b) 參數式	$\begin{cases} x = x(u) \\ y = y(u) & (2 \text{ 維}) \\ x = x(u) \\ y = y(u) \\ z = z(u) & (3 \text{ 維}) \end{cases}$	$\begin{cases} x = x(u, v) \\ y = y(u, v) \\ z = z(u, v) \end{cases}$	$\begin{cases} x = x(u, v, w) \\ y = y(u, v, w) \\ z = z(u, v, w) \end{cases}$

7.6 描述曲線及船型線圖數學方法

7.6.1 C^n 函數：

一函數，其0至7階導式均連續稱為 C^n 函數。

7.6.2 木條曲線 (Splines)：

原為以軟體木條彎曲所得之連續，滑順曲線；在數學上已擴充為一元 n 階 (n -order) (即 $n-1$ 次) 函數，如為 C^{n-2} 函數 (即0至 $n-2$ 階導式均連續) 也稱為木條曲線。

7.6.3 圓錐曲線 (Conic Curve)：

平面切於圓錐面所得之二次曲線，依相切角度與位置之不同，可得圓、橢圓、拋物線或雙曲線。

7.6.4 拋物線合成曲線 (Parabolic Blending Curve)

一已知 $n+1$ 個座標點的曲線，相鄰兩點間為一線段，其最前與最後兩線段分別由最前三點與最後三點座標所構成的拋物線來描述；其他線段，則由該線段之兩已知點分別向後與向前取一點而構成拋物線段 P_k 與 Q_k ，此線段上座標依其與兩已知點的距離作 P_k 與 Q_k 兩拋物線的內插而得三次曲線，這種以拋物線段內插而得合成曲線稱為拋物線合成曲線。

7.6.5 參數三次木條曲線 (Parametric Cubic Splines)：

逐段由三次參數式曲線線段合成的曲線，其交點處相交兩線之曲線函數曲線之一次及二次導式均為連續。

7.6.6 多項式三次木條曲線 (Polynomial Cubic Splines) :

逐段由三次多項式曲線線段合成的木條曲線。

7.6.7 有理二次曲線 (Rational Quadratic Curve) :

由兩對相交直線，每對直線相乘而成 2 次曲線，取一參數，令一新的 2 次曲線在參數的控制下，為兩對直線構成之二次曲線的內極值，此新 2 次曲線，稱為有理二次曲線。

7.6.8 有理三次曲線 (Rational Cubic Curve) :

由二次曲線與參數三次曲線結合成，可調整合成參數，使曲線在圓錐曲線、三次曲線、Bezier 三次曲線之間變化。

7.6.9 Bozier 曲線 (Bezier Curve) :

曲線由控制點與其對應的伯恩斯坦函數 (Bernstein Function) 相乘然後疊加而成，即 $Q(u) = \sum_{i=1}^n \text{Bin}(u) P_i$
Bernstein 函數： $\text{Bin}(u) = C(n, i) \cdot u^i \cdot (1-u)^{n-i}$

$$\text{其中 } C(n, i) = \frac{n!}{i!(n-i)!}$$

$$0 \leq u \leq 1$$

$$Q(u): \text{曲線函數值} \langle x(u), y(u), z(u) \rangle$$

$$P_i \quad : \text{等 } i \text{ 個控制點座標} \langle x_i, y_i, z_i \rangle$$

7.6.10 有理三次木條曲線 (Rational Cubic Spline) :

由有理三次曲線線段接合而成的木條曲線。

7.6.11 合成 Bezier 曲線 (Composite Bezier curve) :

由 Bezier 曲線線段接合而成的曲線，線段交點的導式連續情形，可由控制點的位置來調整。

7.6.12 B-木條曲線 (B-Splines basis function splines):

由控制點與其對應之基礎函數相乘後疊加而成的曲線，每一個基礎函數階數可以指定，如指定的階數為 m ，則函數為 $m-1$ 次基礎只存在 m 個線段區間，其前後兩端從 0 到 $m-2$ 次導式皆為 0，在線段 b ，即 $b-1 \leq u \leq b$ 間之曲線函數為

$$Q(u) = \sum_{i=b-m+2}^{b+1} P_i N_i(u)$$

基礎函數的選擇有很多種，最常用者為常態化的形態，

$$\text{即 } N_{i,1}(u) = \begin{cases} 1 & \text{if } x_i \leq u < x_{i+1} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\text{與 } N_{i,k}(u) = \frac{(u-x_i)N_{i,k-1}(u)}{x_{i+k}-x_i} + \frac{(x_{i+k+1}-u)N_{i+1,k-1}(u)}{x_{i+k+1}-x_{i+1}}$$

7.7 描述曲面數學方法

7.7.1 多項式曲面 (Polynomial Surface) :

曲面以多項式表示者，即 $Z(x,y) = \sum_{i=0}^m \sum_{j=0}^n A_{ij} X^i Y^j$

配合曲面的特性，常引入非整數的乘幕。

7.7.2 面片 (Surface Patch)

曲面常以網狀分格爲單元，每一個分格單元稱爲一面片。

7.7.3 雙三次曲面 (Bicubic Surface) :

曲面之面片以面片 4 個端點的座標值 Q ，與兩方向參數的微分 (Q_u, Q_v) 以及對參數 u, v 的扭曲 (Q_{uv}) 爲邊界條件，而構成的曲面，當一參數爲固定時，曲面成爲另一參數的三次曲線。

7.7.4 COON 曲面片 (Coon's Patch) :

由曲面片的兩組相對邊緣曲線，及其邊緣垂向微分函數所構成的，合成曲面和減去 4 個角點資料，所構成的雙三次曲面，後得之曲面爲 COON 曲面片。

如果面片邊緣曲線，及其邊緣垂向微分函數係由端點的資料所構成，則 COON 曲面片與雙三次曲面片相等。

7.7.5 Bezier 曲面 (Bezier Surface) :

取兩方向的參數 u, v ，定兩方向之階數爲 m, n ，以雙向 Bezier 曲線作張量相乘所得的曲面，

$$\text{即： } Q(u, v) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n B_{in}(u, i) P_{ij} B_{jn}(v, j)$$

P_{ij} 爲控制點，共 $m \times n$ 點

7.7.6 B-木條曲面 (B-Spline Surface) :

由雙向的 B-Spline 曲線作張量相乘所得之曲面

令 $0 \leq a \leq m+k-2$

$0 \leq b \leq n+e-2$

控制點在 u, v 方向的點數各為 $m+1$ 與 $n+1$

(即總共 $(m+1) \times (n+1)$ 個控制點 P_{ij})

B-Splines 在 u, v 方向的階數為 k, e

則 B-Spline 曲面在 $a-1 \leq u \leq a, b-1 \leq v \leq b$ 間之曲面函數

$$\text{爲 } Q(u, v) = \sum_{i=a-k+2}^{a+1} N_{i,k}^{(u)} P_{ij} N_{j,e}^{(v)}$$

7.7.7 掃掠曲面 (Sweeping Surface) :

以一曲線，沿一指定路經 (含方向) 移動所產生的曲面。

7.7.8 直尺曲面 (Ruled Surface) :

由兩端界定的直線群所構成的曲面。

另一種表示方式為：由兩曲線為界限，在兩曲線間以直線相接所構成的曲面。

7.7.9 放樣曲面 (Lofting Surface) :

原為放樣間由已知線圖曲線內插整順而成的詳細船體曲線；現指一般由多條已知曲線組合而成的滑順曲線，或由已知曲線內插經整順而成之曲線，由這些曲線群所構成之曲面，稱為放樣曲面。

7.8 實體模型 (Solid Modelling) :

定義實體的幾何形狀。其定義方法如下：

7.8.1 線框表示法 (Wireframe Representation) :

以實物的稜線與可見部分的最外邊界來表示實體。只適合繪圖，不容易作其他處理。

7.8.2 邊界表示法 (Boundary Representation < B-rep >) :

以構成實體的邊界曲面 (包括方向) 表現實體。

7.8.3 基本實體疊構法 (Constructive Solid Geometric < CSG 或 C-rep >) :

以基本異體元素，如方塊、圓柱、圓球、楔形體、錐體透過相疊、相交、相減等操作來表現實體。

7.8.4 解析實體法 (Analytic Solid Modelling) :

將實體分成單元體 (稱為 Hyper Patch)，每一單元體選擇三個參數 (u, v, w)，在單元體內的座標以此三個參數表示，即 $X=X(u, v, w)$, $Y=Y(u, v, w)$, $Z=Z(u, v, w)$ 。在相鄰的單元間考慮其相接面與相接線的座標值，切線方向與法線方向的連線。

7.8.5 曲面掃掠法 (Surface Sweeping) :

以一基礎平面沿著一指定的路徑 (包括方向) 移動而產生實體。如一圖，以一指定曲線為軸心，沿線移動，圓所包容的空間

，則表示一圓桿。

7.9 繪圖標準 (Graphic Standard) 與圖形交換系統

考慮到繪圖系統的可攜性，以及所建好圖形資料在不同的程式系統，或硬體系統下均能使用，而有繪圖標準或圖形交換系統，目前常用的繪圖工業標準 (Graphic industry Standard) 有：

簡稱	全 名	說 明
1. IGES	Initial Graphice Exchange Specification 原圖交換規範	圖形資料之轉換介面。
2. GKS-2D	Graphice Kernal System 二維繪圖核心系統	2 維繪圖程式標準。
3. GKS-3D	3 -D Graphics Kernal System 三維繪圖核心系統	三維繪圖程式標準。
4. CGI	Computer Graphics Interface 電腦繪圖介面	二維繪圖介面。
5. CGM	Computer Graphic Metafile 電腦繪圖資料檔	圖形檔與繪圖工具介面。
6. PHIGS	Programmers Heirachical Interface Graphic System 層次介面繪圖系統	三維層次資料結構的繪圖標準。

7. X-2D	2-D Graphic Library in X-Window X視窗之2維繪圖程式庫	在視窗管理下的 繪圖程式標準。
8. X-3D	3-D Graphics in X-Window X視窗之三維繪圖標準	Phigs 與X-Window 組合。
9. CORE-79	Core Graphics Interface CORE繪圖標準	2維與三維的繪 圖程式標準。

7.10 數值控制 (Numerical Control : NC)

7.10.1 利用數據微處理機控制工具機的移動與作業狀況，這種系統稱數值控制系統，主要部份為

(A)指令程式 (Program of instruction)

一般輸入方式有兩種

(a)中介輸入 (Medium input)

輸入的中介物，常用者為穿孔帶 (Punched Tape)，亦有使用穿孔卡片 (Punched Card)，磁帶，與膠片。

(b)直接輸入 (Direct input)

有人工資料輸入 (Manual data input : MDI)，(適合指令較少的工作) 與直接連上電腦的直接數值控制 (Direct Numerical Control : DNC)

(B)機械控制單元 (Machine Control Unit : NCU)，亦稱控制單元 (Control Unit)：

包括讀取資料，資料緩衝，訊號輸出至工具機，接收工具機

回饋訊號等電子與硬體單元。

(c)工具機或其他控制程序。

7.10.2 電腦輔助工件程式設計 (Computeraided Part Programming)

(A)工件程式設計主要工作

(a)工件的幾何形狀 (Workpart Geometry)

(b)工具機的操作步驟與路程 (Operation Sequence and Tool Path)。

(B)NC 工件程式語言 (NC Part Programming Language)

主要以APT (Automatically Programmed Tools) 語言為主。包含下列 4 部份：

(a)幾何敘述 (Geometry Statement)，定義幾何形狀又稱定義敘述 (Definition Statement)。

(b)移動敘述 (Motion Statement)：指定移動路徑。

(c)後處理敘述 (Postprocessor Statement)：指定刀具操作狀況與速度。

(d)輔助敘述 (Auxiliary Statement)：輔助功能，如工件、工具、誤差等之確定。

(C)工具機器路徑模擬 (Tool Path Simulation)

由電腦輔助建立之數控指令，可預先利用電腦繪圖，將工具機與工件在螢幕顯示，並可以動畫預先觀察刀具移動過程。內凹且有疊覆表面的工件，常需應用三軸以上的數值控制機，製造過程，需有多軸運動配合，如能預先作電腦模擬，則更有利於最佳工作程序的設計。

7.10.3 NC 電腦控制

主要分三類：

(A)電腦數值控制 (Computer Numerical Control : CNC)：

利用迷你或微電腦接上工具機。在控制的小電腦中存有專用控制功能。其控制方式有兩種：

(a)混合 CNC (Hybrid CNC)

控制部份包含軟體與硬體的邏輯迴路，譬如由工具機傳回的移動狀況由軟體來內插並擔任伺服系統，由硬體部份產生刀具進刀速度與圓周運動命令。

(b)直線 CNC (Straight CNC)

由電腦執行所用 NC 功能，硬體只作為電腦，工具機與操作者的介面。

(B)直接數值控制 (Direct Numerical Control : DNC)

由電腦與工具機直接連線，工具機控制程式直接由電腦輸入。
包含 4 個主要部份：

(a)中央電腦 (Central Computer)

(b)記憶體 (Bulk Memory)，存 NC 工件程式

(c)電訊線路 (Telecommunication Line)

(d)工具機

依其構造方式分成二類：

(a)紙帶機後端系統 (Behind-the-Tape-Reader (: BTR) System)

與一般 NC 相同，只將讀紙帶機，由電腦連線取代。

(b)特殊控制單元 (Special Machine Control Unit : MCU)

以電腦連線取代紙帶機外，並加上特殊設計的機械控制單元。

(C)適應性控制 (Adaptive Control : AC)

一控制系統，其測量特定的輸出程序變數，據以控制刀具的速度或進入量。程序變數 (Process Variable) 如：

主軸撓度、受力、轉矩、切前溫度、振幅、馬力等。控制主要目的提高加工、製造的效率。

AC 並不一定適合所有工作機；發展適應性控制機械工作系統 (Adaptive Control Machining System) 過程有兩種不同的方法。

(a)適應性控制最適化 (Adaptive Control Optimization : ACO)

控制系統測量整個作業程序的性能與狀況，選擇最佳的生產與進料速度。

(b)適性控制設限 (Adaptive Control Constrain : ACC)

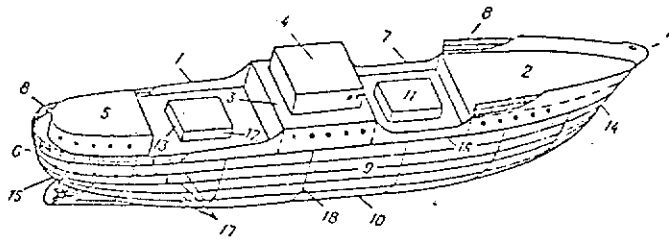
控制系統測量作業過程的狀況，保持生產與進料速度在限定範圍內。

第八章 船舶構造

船舶構造包括船體 (Hull)、肋骨結構 (Framing) 及船艙建築 (Superstructure) 三部份：

8.1. 船體 (Hull)：

船體乃一水密具有浮力之容器。其最前端稱為艏 (Bow)，最後端稱為艉 (Stern)，最下部稱為船底 (Bottom)，左右兩舷 (Portside and starboard) 稱為船側 (Sides)，頂部則稱為甲板 (Deck)。與此相對應之船殼板 (Shells plate) 分別為船底板 (Bottom plating)、側板 (Side plating) 及甲板 (Deck plating)。



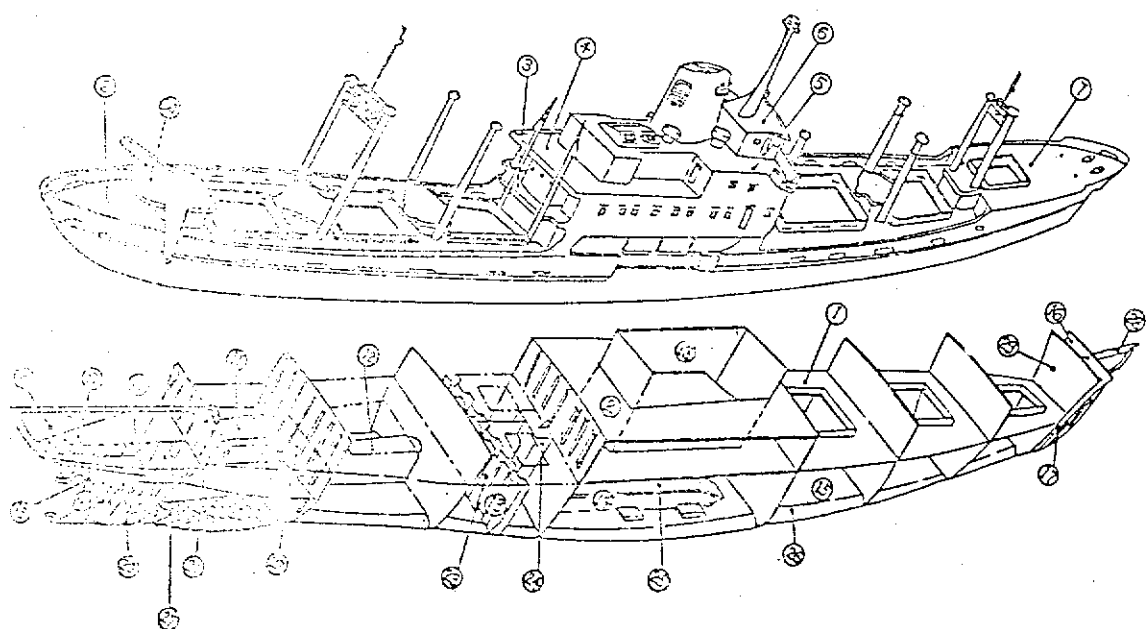
1-bow ; 2-forecastle ; 3-bridge ; 4-wheel house ;
5-poop ; 6-stern ; 7-bulwark ; 8-life rails ; 9-
side plating ; 10-bottom ; 11-cargo hatch ; 12-
side hatch coaming ; 13-end hatch coaming ; 14-
stem ; 15-sternpost ; 16-upper deck line ; 17-
seams ; 18-butt

船體各部名稱(一)

船殼 (Shell) 內部則由直立之水密艙壁 (Watertight Bulkhead) 將之劃分成若干艙區 (Compartment)，按艙壁設置之方向可分為兩類：一類順前後方向者稱為縱向艙壁 (Longitudinal Bulkhead)；一類順左右方向者稱為橫向艙壁 (Transverse Bulkhead)。艙壁通常係由船底上達上甲板 (Upper Deck)，橫向艙壁在最前端靠近艏部者稱為防碰艙壁 (Collision Bulkhead)；最後端靠近艉部者稱為艉尖艙壁 (Aftpeak Bulkhead)。防碰艙壁與艏部船殼共同形成艏尖艙 (Forepeak)；艉尖艙壁與艉部船殼共同形成艉尖艙 (Aftpeak)。

船體除由縱橫艙壁前後左右分隔為若干水密艙區 (Watertight Compartments) 外，由船底至上甲板之間又由水平隔板將之分隔為若干層，此水平隔板稱為中甲板 (Tween Deck) 及平台 (Platforms)。中甲板係由艏至艉由左舷至右舷之完整構造，平台則僅在某一艙區為某特定目的而設置之局部甲板。由中甲板及平台分隔而成之水平層次空間，最下層靠近船底者稱為船艙 (Hold)，為貨艙及機艙所佔用。各甲板間之空間則稱為甲板間 (Tween Deck Space)，載貨、載客、倉儲、裝備等所用。各層甲板之命名，自上甲板而下，可以數字分別稱為第二甲板 (Second Deck)、第三甲板 (Third Deck) 等，亦有不以數字排名而將第二甲板稱主甲板 (Main Deck) 或中甲板 (Tween deck)，第三甲板稱下甲板 (Lower Deck)。如共有四層甲板，則由上而下分別稱為上甲板、上中甲板 (Upper Tween Deck)、下中甲板 (Lower Tween Deck)、及下甲板。平台則由上而下稱第一平台 (First Platforms)、第

二平台 (Second Platform) 等。



船體各部之名稱(二)

船底殼板，船側殼板及甲板鋼板之短邊稱為端（End），長邊稱為邊（Edge）。多塊鋼板端端相連以前後方向配置即成一板列（Strake），一板列中各板端相接處稱為橫縫（Butt），兩列板邊之接縫稱為縱縫（Seam）。

在船底之中心板列（Central Strake）稱為平板龍骨（Flat Plate Keel），平板龍骨兩側之板列稱為龍骨舷板（列）（Garboard Strakes），左右舷彎部之板列稱為舷板（列）（Bilge Straks），船側最上端之板列稱為舷緣厚板（列）（Sheer Strakes），其厚度較其他船側殼板為厚，故亦稱舷側厚板（列）。舷頂板與上甲板最外側較厚之板列相連，此板列稱為甲板緣板（Deck Stringers），在舷緣厚板與梁上側板交角處設以角鋼，稱為舷緣角鋼（Stringer Angle），上述各板列及角鋼均為船體結構中之重要構材。

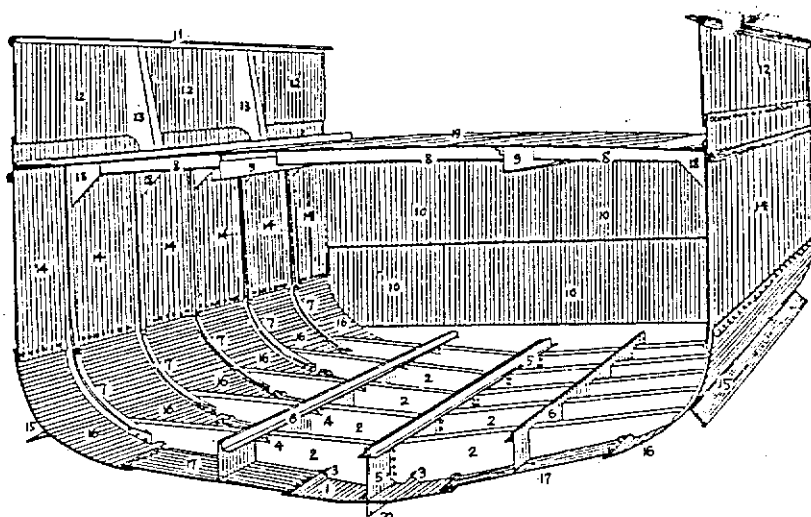
船體由舳部向艏艉漸變瘦削，兩側殼板在舳艉部相遇處加強力構材以連繫之，分別稱為舳材（Stem）及艉架（Stern frame），艉架亦稱艉柱（Stern post）。

此外，在舷板之外面垂直設立一縱向凸出之構材，為減輕橫搖（Rolling）而設置，稱為舷龍骨（Bilge Keel），或稱止擺龍骨。在舷頂板之上方則有凸出於上甲板周圍之鋼板，此鋼板並以支柱支撐加強，藉以保持甲板上行人之安全者，稱為舷牆（Bulwark）。

8.2. 肋骨結構（Framing）

船底殼板、船側殼板、及甲板係由其內面之強力構件縱橫交錯相互結合而成之肋骨結構所支撐，按肋骨構件縱橫配置之方式，可

分爲橫肋系統 (Transverse Frame System ; Transverse Framing)、縱肋系統 (Longitudinal Frams System ; Longitudinal Framing)，及混構系統 (Combined System)。



- | | |
|-----------|----------|
| 1.龍骨 | 11.扶手、欄杆 |
| 2.肋板 | 12.舷牆板 |
| 3.水道、通水小孔 | 13.舷牆支柱 |
| 4.短角鋼 | 14.船側外板 |
| 5.中心內龍骨 | 15.舳龍骨 |
| 6.側內龍骨 | 16.舳板列 |
| 7.肋骨 | 17.底板列 |
| 8.上甲板梁 | 18.梁肘板 |
| 9.上甲板縱梁 | 19.上甲板 |
| 10.艙壁 | 20.假龍骨 |

單底船各部之名稱

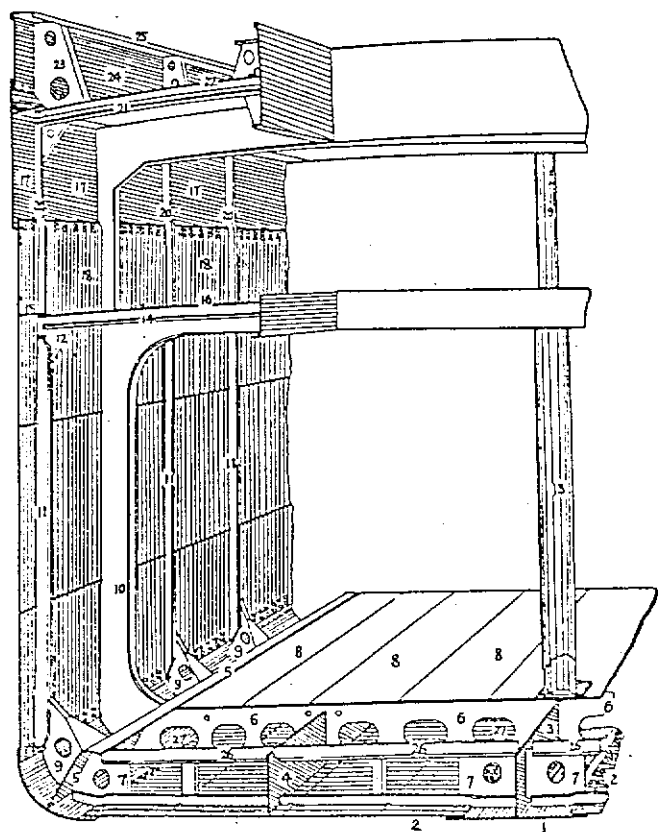
8.2.1 橫肋系統 (Transverse Frame System)

按船之大小，在船側殼板之內面，由艏至艉，以 20 至 40 吋 (50 至 100 公分) 之間距，設以側肋骨 (Side Frame)，其上端以梁肋板 (Beam Bracket ; Beam Knee) 使與甲板橫梁 (Beam ; Deck Beam) 相連接，下端則以艙必腋板 (Bilge Bracket) 使與底肋板 (Floor) 相連接，三者組成一完整之單位橫骨架，稱為肋骨圈 (Frame Ring)。由艏至艉，將肋骨圈按一定間距而配置，形成船體骨架結構之主體，在此橫向排列各肋骨圈之間，垂直交叉配以大間隔之縱向骨材，加強其力量，使骨架結構更形堅固。此縱向骨材在甲板下面，橫梁之間者，稱為甲板縱梁 (Deck Girder)；其在船側外板內面，肋骨之間者，稱為舷側加強肋簡稱側加強肋 (Side Stringer)；在船底殼板內面，肋板之間者，二重底船稱為底縱梁 (Bottom Girder)，單底船則稱內龍骨 (Keelson)。船底縱梁列在中心線上者，稱為中心縱梁 (Center Girder)，或稱 龍骨 (Vertical Keel)；其在兩側者，稱為側縱梁 (Side Girder)。單底 內龍骨列在中心線上者，稱為中心線龍骨 (Center Keelson)，列在兩側者稱為側內龍骨 (Side Keelson)。現亦有將二重底縱梁稱為內龍骨而不加區分者。大型船在肋板與縱桁交織而成之底部骨架上方，鋪設一層水密鋼板結構，稱為內底板 (Inner Bottom)；或櫃頂板 (Tank Top)。內外底之間，縱橫交錯之骨材，隔成為數很多之“巢” (Cell) 或小艙區 (Small Compartment)，用以裝載油與水，此種二重底，特稱為格子二重底 (Cellular Double Bottom) 如圖，小

型船則爲單底 (Single Bottom) 。

側縱加強肋與甲板縱梁均受橫向艙壁之支持，甲板縱梁除受橫向艙壁支持外，亦常受支柱 (Pillar) 之支持。

以上所述以橫骨材爲主，縱骨材相輔之骨架結構，稱爲橫肋系統，或稱橫向結構系統，這種船舶則爲橫肋式結構船 (Transversely Framed Ship) 。



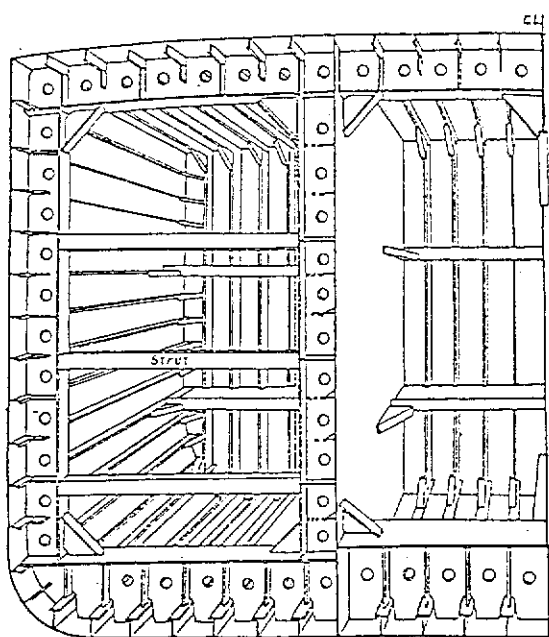
1. 龍骨
2. 龍骨翼板
3. 中心縱梁
4. 側縱梁
5. 舢緣板
6. 肋板
7. 肘板
8. 內底板
9. 二重底外側肋骨
10. 大段肋骨
11. 艙內肋骨
12. 梁肘板
13. 艙柱
14. 第二甲板梁
15. 第二甲板緣
16. 第二甲板
17. 舢側厚板
18. 上舢板
19. 甲板間柱
20. 甲板間肋骨
21. 上甲板梁
22. 上甲板
23. 舢牆支柱
24. 舢牆板
25. 柱手
26. 副肋骨
27. 人孔

二重底船各部之名稱

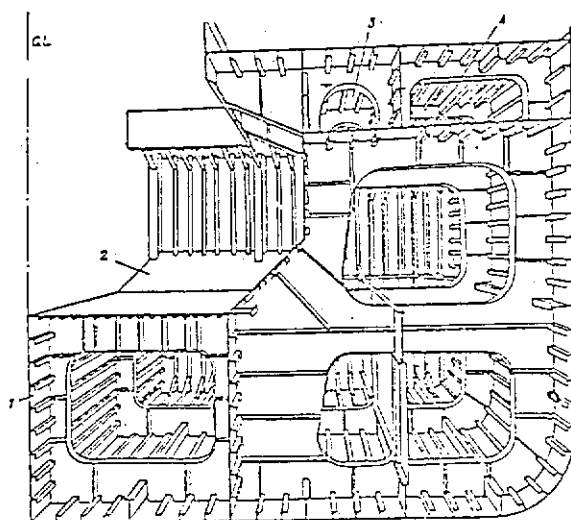
8.2.2 縱肋系統 (Longitudinal Frame System)

船側外板、船底板、及甲板之內面，均以一定間距縱向配置之強力構件作為骨架結構之主力，另以大間隔之橫向骨材交叉其間，加強其力量。此種以縱骨材為主，橫骨材相輔之骨架結構，稱為縱肋系統，或縱向結構系統，這種船舶則為縱肋式結構船 (Longitudinally Framed Ship)。

縱骨材之在船側外板內面者，稱為側縱材 (Side Longitudinal)；其在船底板內面者，稱為船底縱材 (Bottom Longitudinal)；在甲板下面者，稱為甲板縱材 (Deck Longitudinal ; Longitudinal Beam)。大間隔所設之橫骨材，其在側縱材上者，稱為大肋骨 (Web Frame)；設在甲板縱材上者，稱為強力梁 (Strong Beam ; Web Beam)或甲板橫材 (Deck Transverse)；設在船底縱材上者，是為實體肋板 (Solid Floor)。大肋骨、強力梁、及實體肋板亦以肘板連接成一完整之大肋骨圈，縮短縱骨材之跨距，加強其力量，使骨架結構堅強牢固。由於縱肋系統中之大肋骨圈突出於船艙中，影響貨物積載，故一般乾貨船不適合，散裝貨船、礦砂船、油輪等則普遍採用。



縱結構油輪艙內圖

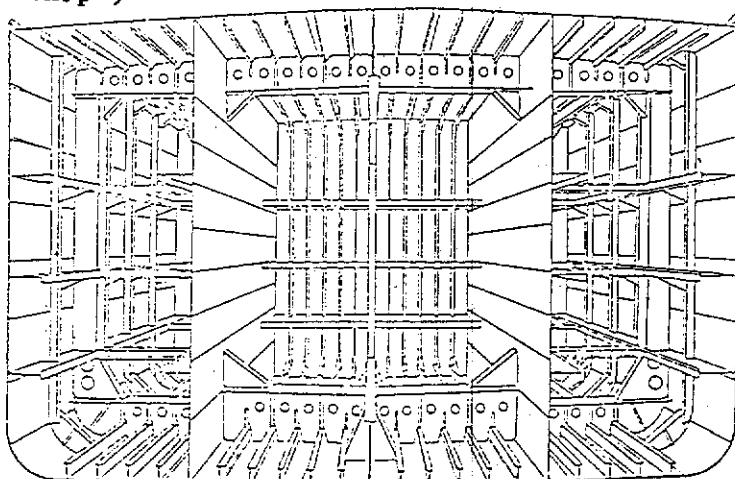


1. 豎龍骨 2. 礦砂間 3. 通道 4. 壓載物艙

縱結構礦砂船艙內圖

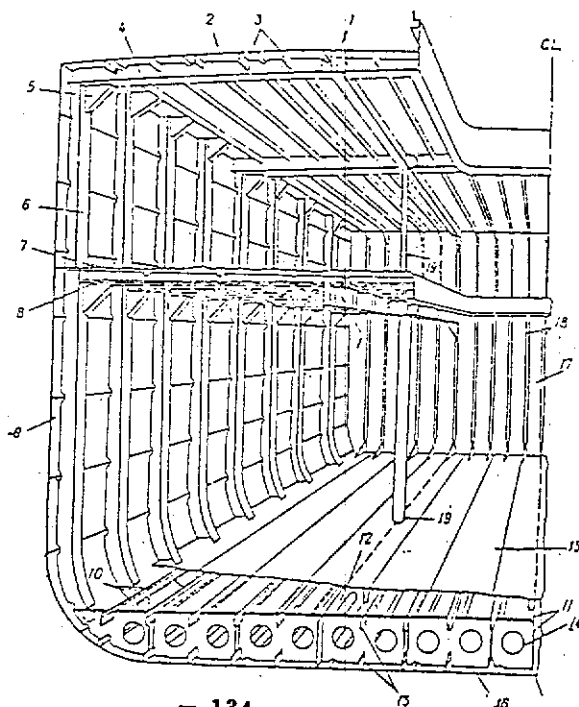
8.2.3 混構系統 (Combined Frame System)

若在船側採用橫肋系統，甲板下面及船底內部採用縱肋系統，混合配置，對一般乾貨船、散裝貨船、油輪等無不相宜，是為混構系統，這種船舶則為混構式船 (Combined System Ship)。



混構式油輪艙內圖

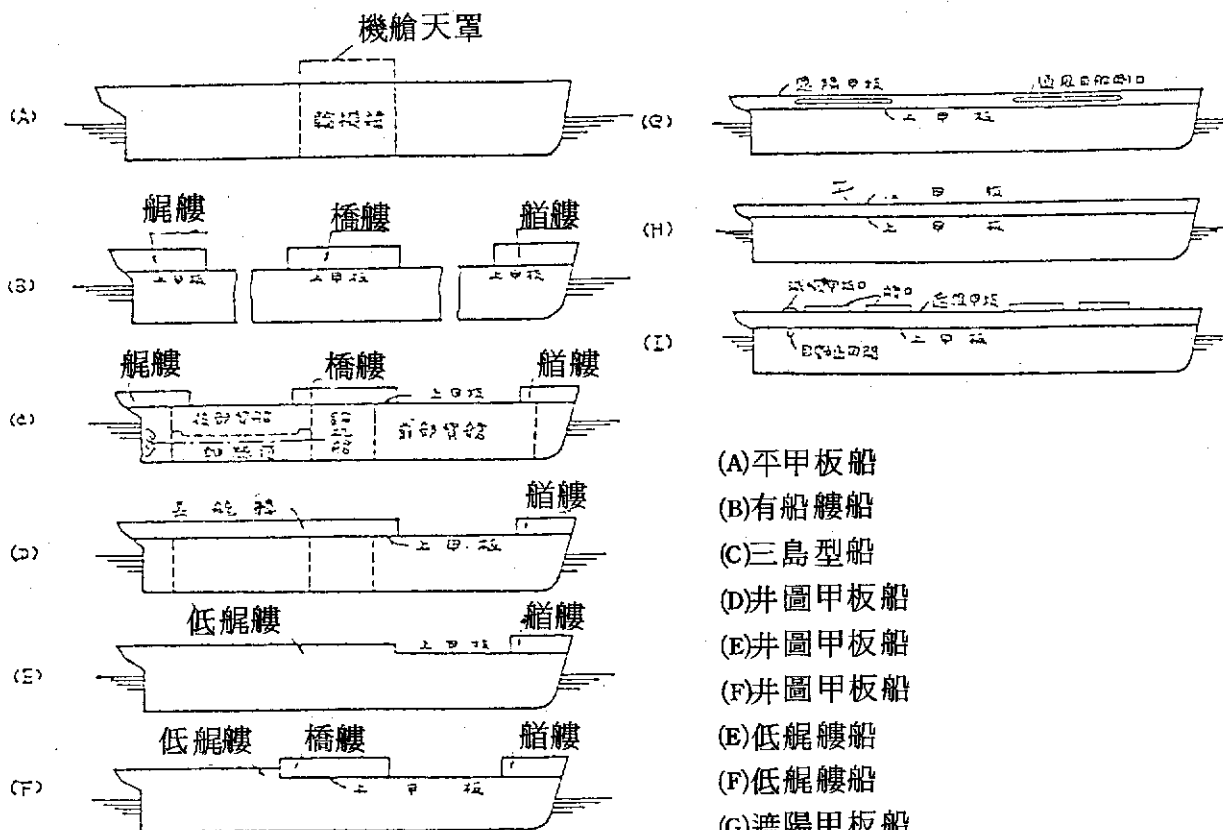
1. 局部加強梁
2. 上甲板
3. 甲板縱材
4. 甲板橫材
5. 梁肘板
6. 肋骨
7. 中間甲板
8. 甲板梁
9. 舷側板
10. 肘板
11. 豎龍骨
12. 內龍骨



13. 櫃頂及底縱材
14. 實體肋板
15. 櫃頂板
16. 船底板
17. 橫向艙壁
18. 艙壁加強材
19. 支柱

8.3. 船樓建築 (Superstructure)

在船舶之完整上甲板以上，設有甲板室 (Deck House) 或船樓 (Superstructure)。前者寬度較船寬為小，結構亦較單薄；後者與船之主體等寬，其兩側與船殼結為一體。船樓設在舢部者，稱為舢樓，或稱舢樓 (Bridge)；設在船艏者，謂之艏樓 (Forecastle)；設在船艉者，謂之艉樓 (Poop)，由於船樓之配置與否及其配置方式，發展成多種不同之船型，如圖所示。



上部構造之型別

- (A) 平甲板船
- (B) 有船樓船
- (C) 三島型船
- (D) 井圖甲板船
- (E) 井圖甲板船
- (F) 井圖甲板船
- (G) 低艉樓船
- (H) 天遮甲板船
- (I) 遮蔽甲板船

早期帆船之最上層甲板上無凹凸構造物，是爲平甲板船 (Flush Deck Vessel)。十九世紀汽油船出現時，仍受帆船之影響，沿用平甲板船型，惟汽船機艙及鍋爐艙頂部，爲便於機器裝卸及艙內通風採光計，在上甲板上開有機艙口，其周圍並設立機艙天罩 (Engine And Boiler Casing ; Machinery Casing) 以保護之，是爲船隻由無上部構造進而加設輕裝上部構造物之始源，唯仍屬於平甲板船 (圖(A))。此後機艙口周圍並加設船室、甲板室等，供人員居住，且由甲板室次第擴大，橫向寬達舷側，遂形成構造堅牢之船艙，供駕駛及人員居住等用。

凡具有船艙、艙艙、艙艙任何一種或兩種者，均稱爲有船艙船 (Vessel With Superstructure) (圖(B))，三種船艙具備者，則爲三島型船 (Three Islands Vessel) (圖(C))。第一次世界大戰期間，一般商船多爲三島型船，唯至二次大戰時已將三組獨立而顯明之甲板室作較緊密之合併，除船艙保留外，將其餘之甲板室集中而置於艏部偏後之位置，近年來更將此等集中甲板室移至船艙，而成爲後部船艙船 (Ship With All Superstructure Aft)。船艙之存在乃爲增加船之適航性 (Seaworthiness)、停靠繫泊時所需之工作平台、船舶預備浮力 (Reserve Buoyancy) 之要求，以及核定載重水線之規定有關。亦有將艙艙與艙艙溝通而成爲長艙艙 (Long Poop)，在長艙艙內作貨艙使用，是爲長艙艙船 (Long Poop Vessel) (圖(D))。長艙艙船之駕駛台仍在艏部，後部船艙船之駕駛台則靠近艙艙，長艙艙較後部船艙爲長，此爲兩者之區別。若船舶之上甲板在後部被切斷，另設以約高 1 公尺 (3' ~ 3") 之低艙艙 (Sunken Poop)，是爲低艙艙船 (Sunken Poop Vessel)

，或稱高艙甲板船 (Raised Quarter Deck Vessel) 。低艙艙可延至艙艙處 (圖(F)) ；亦可不設艙艙，低艙艙即延至舳部而成低長艙艙者 (圖(E)) 。在長艙艙與艙艙之間，或在低艙艙與艙艙之間均有一凹陷部，稱為井圍甲板 (Well Deck) ，故此等船型亦稱井圍甲板船 (Well Deck Vessel) (圖(D)、(E)、(F)) 。

1870年頃，東印度航路上之船舶，有在露天甲板上搭載土人者，此種搭載甲板旅客之船隻，最初在上甲板上覆以輕裝遮陽設備，漸而發展成為輕裝之甲板，稱為遮陽甲板 (Shade Deck) ，此種船型則為遮陽甲板船 (Shade Deck Vessel) (圖(G)) 。目前與原始目的相同之遮陽甲板船已不存在，惟在客船上常設有一部分與遮陽甲板類似之甲板，遂仍以遮陽甲板而命名。

遮陽甲板與上甲板間之船殼板備有通風用之開口，後來有些船主希望能在上甲板上裝載輕質貨物，遂將船殼板上之通風開口除去，使完全圍蔽並加強其結構，成為上甲板以上之通長輕裝甲板，稱為天遮甲板 (Awning Deck) 。此種船型則為天遮甲板船 (Awning Deck Vessel) (圖(H)) 。又因遮蓋甲板如同由艙至艙之全通船艙構造，故亦稱為全通船艙船 (Complete Super-structure Vessel) 。

在外觀上與遮蓋甲板船相同，惟最上層全通甲板上開設無封閉裝置之貨艙口，暴露於頂部，稱為減噸開口 (Tonnage Opening) ，該甲板則稱為遮蔽甲板 (Shelter Deck) 。上甲板與遮蔽甲板間之艙壁上。亦須開有大型減噸開口，方可不計該甲板間場所之噸數而減輕稅金，故船大而有較小之噸位，此種船型則稱為遮蔽甲板船 (Shelter Deck Vessel ; Shelter Decker)

(圖I)，為貨船常用之船型。

8.4. 重構船、輕構船及全通艙船

(Full Scantling Vessel 、 Light Scantling Vessel and Complete Superstructure Vessel)

船載貨物有輕重之別，同重量之不同貨物，所佔體積亦各異。船體結構用材方面因輕重貨物之影響而分為三大類：

8.4.1 重構船 (Full Scantling Vessel)

由船底至上甲板部分，稱為主船體 (Main Hull)，重構船之主船體構造充分堅牢，有造船規範上所規定之標準強度。滿載吃水較大，其載貨重量亦較多。此類船型宜於運輸礦砂、機械、或鋼鐵等重貨，一般貨船結構多屬之。以前此型船稱為重甲板船 (Heavy Deck Vessel)，現則稱為重構船 (Full Scantling Vessel)，或稱載重船 (Deadweight Vessel)。

8.4.2 輕構船 (Light Scantling Vessel)

船體材料之寸法較重構船薄弱者，統稱為輕構船 (Light Scantling Vessel)。其滿載吃水不但受船體形狀之限制，且受船體強度之限制。此種船舶亦稱為乾舷船 (Vessel With Freeboard)。

輕構船之主船體僅由船底上迄第二甲板 (Second Deck)。換言之，第二甲板以下之結構充分堅牢，合乎造船規範上所規定之標準強度。第二甲板以上之構造則較重構船為薄弱，滿載

吃水遂受強度之限制。通常第二甲板以下自由裝載重貨而該甲板以上搭載旅客之客貨船，以及有一定航路且載貨種類大體一定，而為輕貨質之貨船，多屬此型。以前稱之謂輕甲板船 (Spar Deck Vessel)，現則稱為輕構船 (Light Scantling Vessel)，或稱容積船 (Capacity Vessel)。

8.4.3 全通船艙船 (Complete Superstructure Vessel)

在重構船之甲板以上，再加設一層由艙至艙之全通輕薄甲板，稱為全通船艙甲板 (Complete Superstructure Deck)。此甲板較輕構船第二甲板以上之結構，更為薄弱。其滿載吃水線亦受結構強度之限制。此種船型常為客船、客貨船等採用，遮蔽甲板船及天遮甲板船均屬此型。

8.5. 上重船(低穩度船)、下重船(或高穩度船) (Top Heavy Vessel or Tendership ; Bottom Heavy Vessel or Stiff ship)

8.5.1 上重船或低穩度船 (Top Heavy Vessel or Tender ship)
指重心高，GM值小，橫搖週期長之船。

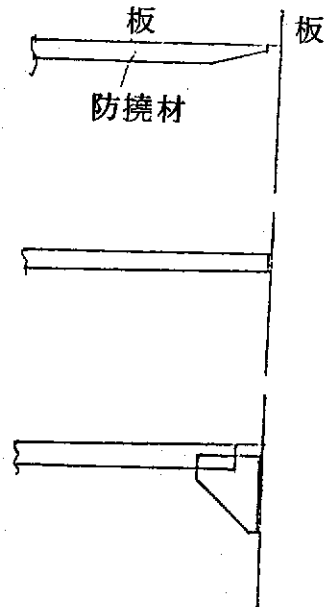
8.5.2 下重船或高穩度船 (Bottom Heavy Vessel or Stiff ship)
指重心低，GM值大，橫搖週期短之船。

8.6. 切角端、緊貼端、附肘板端

(Snip End 、 Clip End 、 Bracket End)

船體中互成垂直之二板，其中一板以防撓材加強時，防撓材接近另一板處，有三種銜接方式，即：

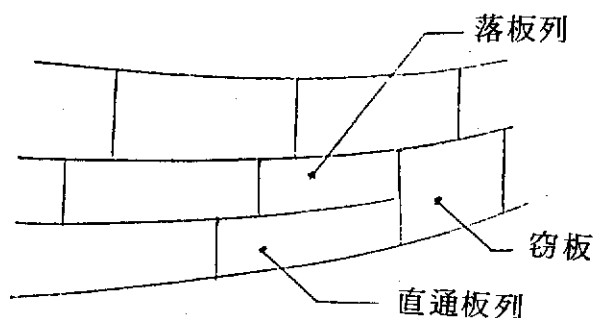
1. 切角端 (Snip End)
2. 緊貼端 (Clip End)
3. 防肘板端 (Bracket End)



8.7. 竊板、落板列、直通板列

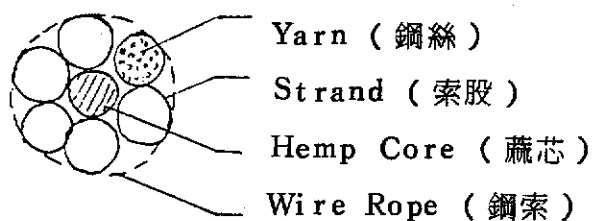
(Stealer Plate 、 Drop (or Goring) Strake 、 Through Strake)

舷側外板展開圖中，在艙艙部二列板併成一行時，如圖所示，則二列板中之上列稱為落板列 (Drop or Goring Strake)，下列稱為直通板列 (Through Strake)，併成一行之板稱竊板 (Stealer Plate)。



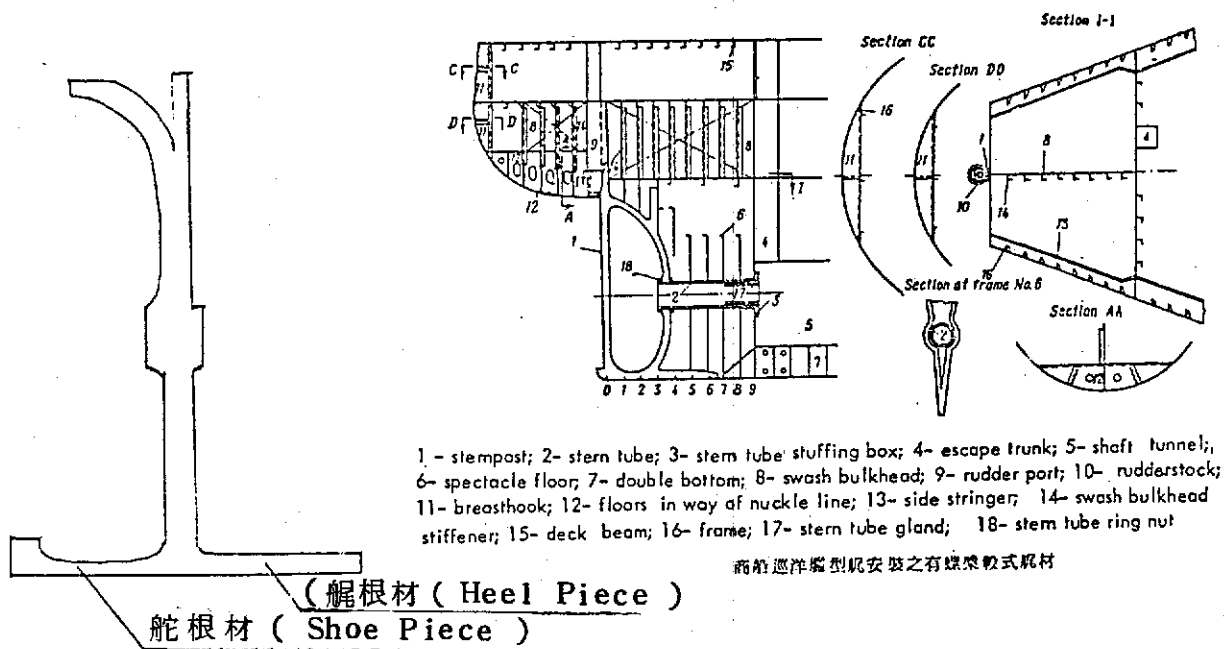
8.8. 鋼索 (Wire Rope) 構造名詞

船用鋼索多用於貨物裝卸設備等，各鋼索規格尺寸不同，但其構造大同小異，一般包含六根索股 (Strand) 於中心處置一蔴芯 (Hemp Core)，捲繞而成，蔴芯多沒以油脂，當鋼索受張力時，蔴芯即心泌油脂以資潤滑索股減少摩擦。而各索股又由多根鋼絲 (Yarn or Wire) 所組成，一般有19根，如圖所示。



鋼索斷面圖

8.9. 艉跟材(Heel Piece)、舵跟材(Shoe Piece)與艉架 (Stern Frame)各部名稱位置圖解



商船巡洋艦型舵安裝之有螺絲較式艉材

8.10 舵相關名詞圖解

8.10.1 上部舵桿 (Rudder Upper Stock) 或舵頭材 (Rudder Head)

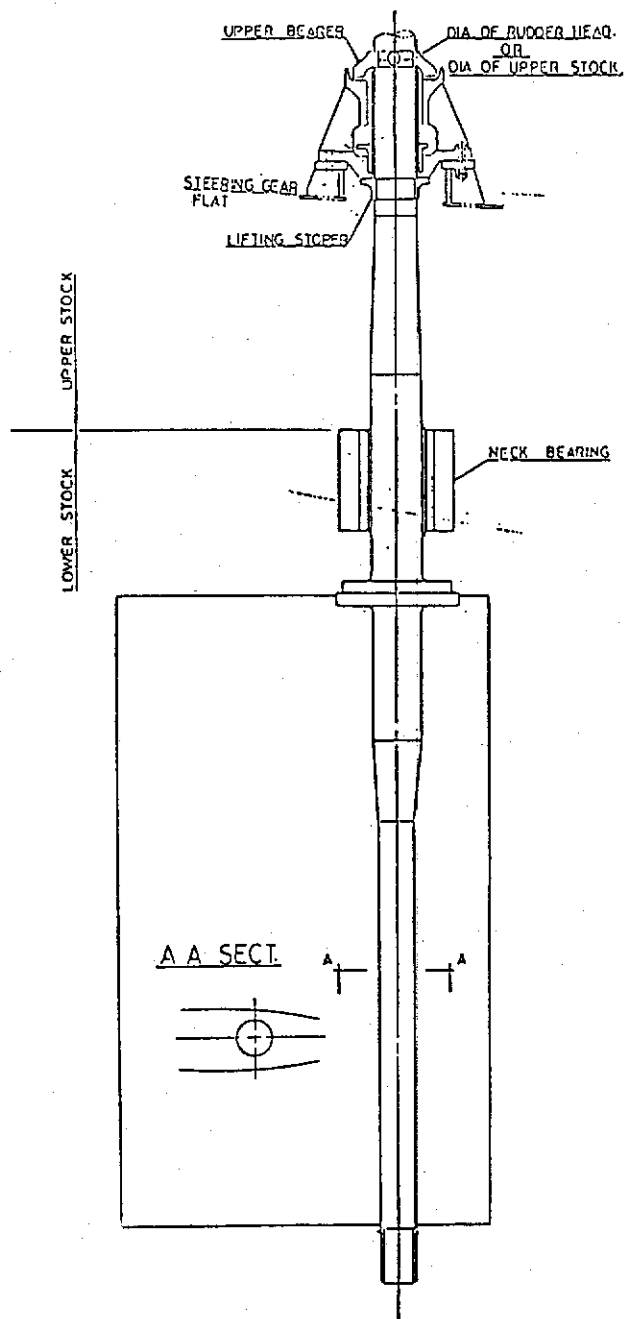
原意爲固定舵柄(Tiller)之舵桿(Rudder Stock)的一段，但目前各驗船協會法規皆以上部舵桿(Upper Stock)與下部舵桿(Lower Stock)所承受負荷之別，而區分，只傳達舵之轉矩部份稱爲上部舵桿(Upper Stock)，各驗船協會法規中要求上部舵桿之直徑尺法是指如圖示上部舵桿(Upper Stock)中直徑最小處，通常爲安裝舵承上部(Upper Bearer)處或安裝止舵上揚件(Lifting Stoper)處之縮頸。

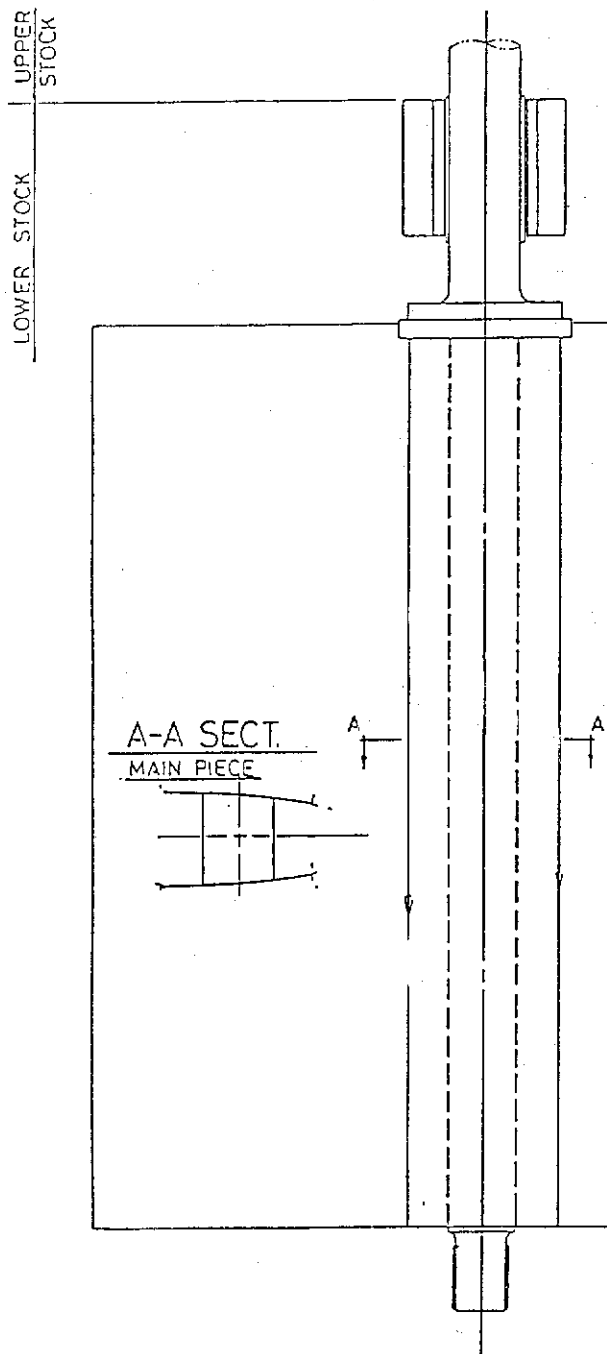
8.10.2 下部舵桿 (Lower Stock)

傳達舵之轉矩及彎矩部份稱爲下部舵桿，其直徑必比上部舵桿(Upper Stock)粗。

8.10.3 舵葉主構件 (Main Piece)

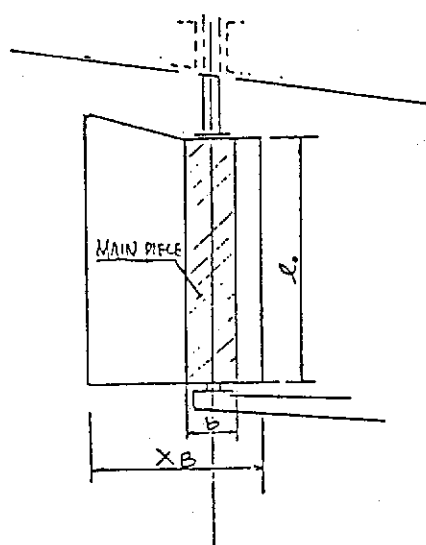
中小型船舶於採用雙板舵時常以一軸狀構材焊於舵葉中，用以承擔舵結構之轉矩與彎矩，中大型船舶爲顧及施工與重量因素，常以Ⅰ型或Ⅱ型鋼構稱爲舵葉主構件(Main Piece)取代軸狀構材。各驗船協會對舵葉主構件(Main Piece)板寬之取法不相一致。(如表一)



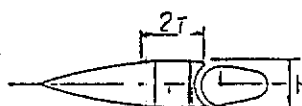


表一

	I 型	I 型
ABS	$b = 2T$	$b = 2T$ (僅限於HORN TYPE)
LR	$b = 0.2XB$	$b = 0.2XB$
NK	$b = 0.16\ell_0$ 但板厚要加 2 mm	$b = 0.2\ell_0$ 但板厚要加 2 mm
BV	—	—



HORN TYPE RUDDER

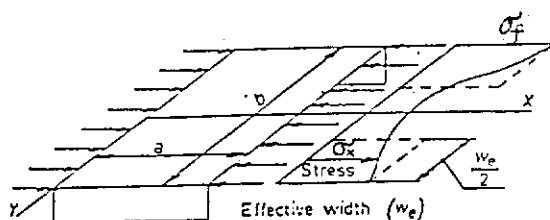
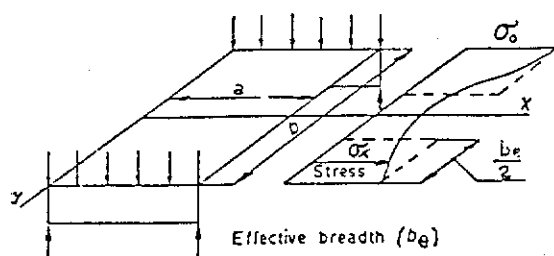


8.11 有效幅度與有效寬度

(Effective Breadth and Effective Width)

「有效幅度」及「有效寬度」二詞具有截然不同之物理意義。

「有效幅度」與板肋體受彎曲負荷有關，板肋體彎曲後，板內之彎應力受剪滯效應之影響，以致形成不均勻的分佈；而「有效寬度」則係與板肋體受面內壓縮負荷有關，當補強板挫曲後，板內形成不均勻之壓應力分佈。其區別如圖所示：



換言之，補強板在發生挫曲之前之彎曲應力解析，需利用「有效幅度」之觀念；考慮補強板在挫曲後之壓應力解析，則需利用「有效寬度」之觀念。

$$\text{有效幅度：} b_e = \frac{1}{\sigma_o} \int_{-b/2}^{b/2} \sigma_x dy$$

式中 σ_x ：板內 x 方向之彎應力

σ_o ：加強材處之 x 方向應力

有效寬度：

$$W_e = \frac{1}{\sigma_t} \int_{-b/2}^{b/2} \sigma_x dy$$

式中 σ_x ：板內 x 方向之彎應力

σ_t ：加強材處之破損應力

8.12 有關圍蔽、封閉(enclosed)之名詞

(一) 圍蔽空間(ENCLOSED SPACE)

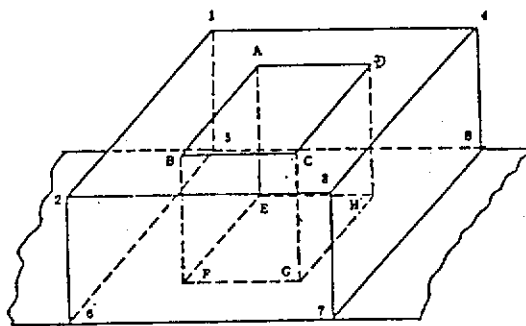
(二) 封閉船艙(ENCLOSED SUPERSTRUCTURE)

(三) 封閉甲板室(ENCLOSED DECKHOUSE)

這三個以“ENCLOSED”為起頭之名詞，在中文譯名當中卻未使用相同之字眼，第一個“ENCLOSED”我們譯為“圍蔽”含有某種程度開放之意味，其餘兩個“ENCLOSED”我們則直譯為“封閉”含有相當程度密閉之意味。

“ENCLOSED SPACE”出現於“國際船舶噸位丈量”將船舶所有“圍蔽空間”之總容積計算而得該船之總噸位，作為船籍國及港口等稅收之依據。為避免犧牲船舶安全而達到減噸

之企圖，新公約中將所有為船殼板，固定或活動之隔壁或艙壁、甲板或不屬永久或活動天遮之覆蓋裝置等所圍蔽之空間都包括於“圍蔽空間”之內，甚至於間斷之甲板，或在船殼上、一空間之甲板或覆蓋裝置上、任一空間之隔壁或艙壁上有任何之開口，或無隔壁或艙壁者均仍應視為“圍蔽空間”。“圍蔽空間”最好之說明可由下圖得知：



註：ABCD為非風雨密之開口。

空間 12345678 仍稱為“圍蔽空間”，僅 ABCDEFGH 視為“免除空間”其容積可由總“圍蔽空間”之容積免除。

。

“ENCLOSED SUPERSTRUCTURE” 以及 “ENCLOSED DECK HOUSE” 自出於 “船舶載重線公約”、“國際海上人命安全公約”及“漁船安全國際公約”。公約要求封閉艙及封閉甲板室之甲板及艙壁應具有足夠強度而且任何之開口都能達到風雨密，使船舶在任何海象情況下，不滲水入船內。

由於封閉艙及封閉甲板室於海上如能適當保持水密或風雨密時，該空間就載重線而言將具有較多的預留浮力，就穩度而言在大傾側時將具有較佳之穩定。特別是中小型船舶，艙及甲板室佔浮在水面上所有空間之比例相當大，如果能使該空間成為“封閉”則對中小型船之載重線、穩度以及船舶的安全都有相當大之益處。

8.13 海上整補時有關燈號之名詞及解說

海上整補時夜間燈號 (LIGHTING FOR NIGHT UNREP) (如圖 1 , 2)。

8.13.1 信號箱 (STATION MARKER LIGHT BOX)

海上夜間整補時，補給船與受補船之每一整補站需有一個信號箱，信號箱內有二盞25瓦電燈（其中一盞備用）及箱面板有九個孔，每孔有一紅色透鏡及一可用手操作之護蓋，可以不同形狀燈號表示輸送不同之飛彈、彈藥、水及各種油料等。

8.13.2 指示距離化學燈 (CHEMICAL LIGHT)

海上夜間整補時，補給船與受補船之間有一條電話／距離線

，每一號誌牌邊掛有不同個數化學燈，夜間用以標示“距離”用。另海上夜間整補時，在跨索滑動之鞍座上掛有化學燈，夜間用以“指示”用。如圖 1 所示。

8.13.3 整補輪廓燈 (CONTOUR LIGHTS)

海上夜間整補時，補給船前後端需有兩盞 25 瓦之輪廓燈，但當船長大於 600 呎時，需於船舶處增加一盞輪廓燈，燈之照射水平方向為縱向艏部起向前 135 度，垂直方向為從水平面上方 40 度至水平面下方 40 度。如圖 2 所示。

8.13.4 整補作業燈 (TASK LIGHTS)

海上夜間整補時，依路規 (RULES OF ROAD) 要求，為安全計補給船需有整補作業燈，告示其他船隻請勿接近。如圖 2 所示。

8.13.5 接近受補船艏燈 (TRUCK LIGHT) 和接近受補船艉燈 (WAKE LIGHT)

海上夜間整補時，補給船接近受補船時，補給船艏艉需各有一盞艏燈 (TRUCK LIGHT) 和艉燈 (WAKE LIGHT)，表示補給船之長度，告示其他船隻請勿接近。如圖 2 所示。

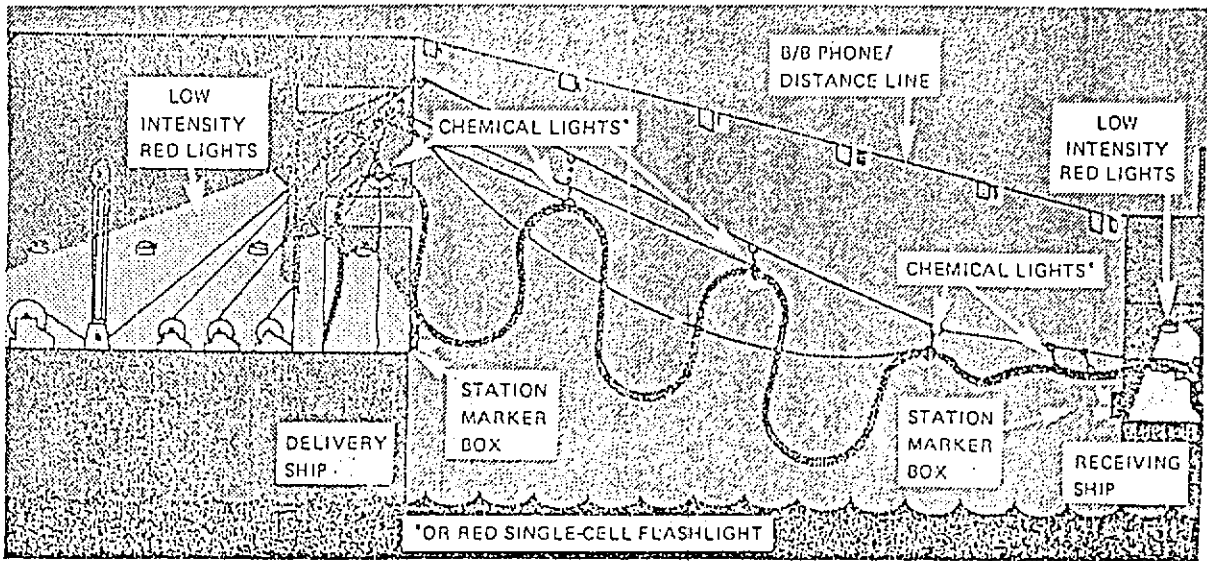


FIG. 1 Lighting for Night UNREP

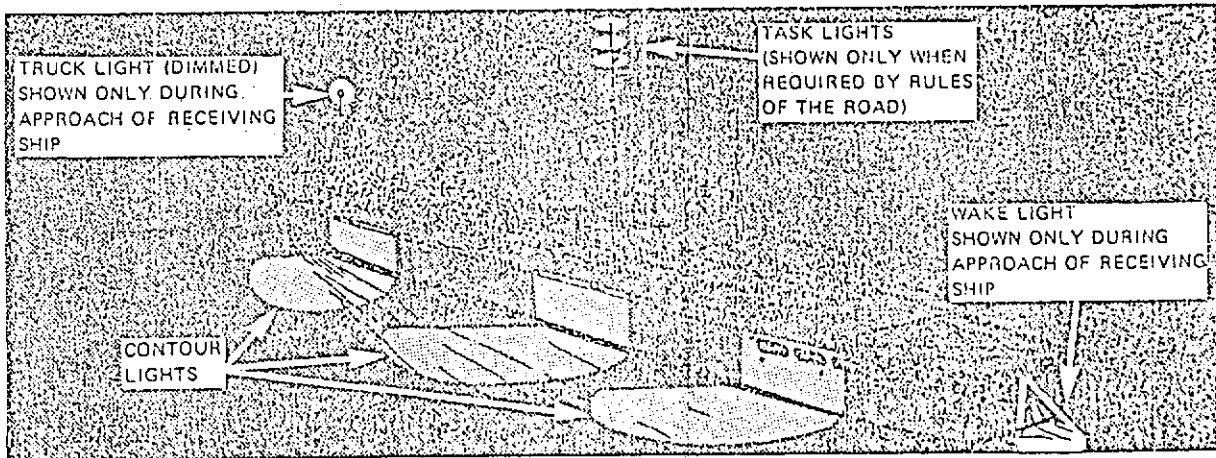


FIG. 2 Approach and Station Keeping Lights

英	文	中	文
REPLENISHMENT-AT-SEA (RAS)		海上整補	
VERTICAL REPLENISHMENT (VERTREP)		垂直整補	
CONNECTED REPLENISHMENT (ONREP)		連接整補	
REPLENISHMENT STATION		整補站	
SOLID CARGO STATION		乾貨整補站	
FIBER ROPE HIGHLINE RIG		纜索高線傳遞設備	
STREAM TRANSFER RIG			
STANDARD TENSIONED REPLENISHMENT ALONGSIDE		標準強力法輸送設備	
METHOD (STREAM)			
FUELING-AT-SEA STATION (FAS)		加油整補站	
CONVENTIONAL TRANSFER RIG		傳統式輸送設備	
OUTMOST LOAD BEARING PADEYE		外緣負荷支撐眼板	
KINGPOST		主柱	
KINGPOST OUTRIGGER		主柱突出架	
SLIDING BLOCK		滑車	
SLIDING BLOCK DRIVE		滑塊驅動裝置	
TRANSFER HEAD		高傳滑車	
RAM TENSIONER		撞鎚張力機	
AUTOMATIC RAM CONTROL		自動撞鎚控制	
CONTROL STATION		控制站	
HIGHLINE WINCH		高線絞機	
HAULING WINCH		牽索絞機	
ANTI-SLACK DEVICE (ASD)		抗鬆裝置	
MESSENGER LINE		補助索	
PHONE AND DISTANCE LINE		標(示)距(離)電話機	
MESSENGER RETURN LINE		回收索	
SYSTEM OPERABILITY TEST (SOT)		系統操作測試	
BULWARK GRIPPER		舷牆繫索器	

GYPSY WINCH	絞索絞機
CARGO WINCH	載貨絞機
MOTOR CONTROLLER	馬達控制器
AIR FLASK	儲氣瓶
STOWAGE REEL	儲放捲盤
VANG REEL	拉索捲盤
LOOSE HARDWARE	可銜鐵品
INHAUL LINE	內牽索
OUTHAUL LINE	外牽索
SPANWIRE WINCH	跨索絞機
SADDLE WINCH	鞍座絞機
FAS DELIVERY STATION	海上加油整補傳送站
SINGLE-HOSE RIGS	單管設備
DOUBLE-HOSE RIGS	雙管設備
AUXILIARY HOSE RIGS	輔助軟管設備
SINGLE PROBE	單油頭
DOUBLE PROBE	雙油頭
PIGTAIL	豬尾式接頭
ANTI-TOPPLING LEVICE	抗搖裝置
SADDLE PENDANT	鞍座垂索
SADDLE PREVENTER	鞍座輔索
SADDLE TROLLEY	鞍座滑車
HOSE TIE RACK	油管固定掛架
SPANWIRE STOWAGE PADEYE	跨索儲放眼板
INBOARD SADDLE PREVENTER PADEYE	內側鞍座輔索眼板
HORIZONTAL WORKING RANGE	水平工作範圍
HORIZONTAL HOLDING RANGE	水平抓緊範圍
VERTICAL WORKING RANGE	垂直工作範圍
VERTICAL HOLDING RANGE	垂直抓緊範圍
INHAUL WINCH	拉進絞機
OUTHAUL WINCH	拉出絞機
TRAVELLER	吊運車
DELIVERY SHIP	補給船

RELIEVING SHIP	受補船
TENSION TRANSDUCER	張力轉換器
CABLE POSITION SENSOR	繩索位置測定器
FLEET ANGLE COMPENSATOR	變換角度補償器
PROXIMITY LIMIT SWITCH	極限開關
AIR CLUTCH	氣力離合器
PUSH/PULL CABLE	推拉索
MASTER CONTROL UNIT	主控制系統
SERVO CONTROL UNIT	伺服控制系統
AUTOMATIC RAM CONTROL VALVE (ARCV)	自動撞錘控制閥
HORSEPOWER LIMITER	馬力限制器
SPEED CONTROL ASSEMBLY	速度控制器
TENSION CONTROL ASSEMBLY	張力控制器
HOISTING SLING	起吊索具
CARGO NET	載貨網具
CARGO PALLET	托貨板
FOLDING BOX PALLET	折疊式箱形托貨板
CANVAS CARGO BAG	載貨帆布袋
SHOT LINE RETURN BAG	射索回收袋
WIRE ROPE CUTTER	切繩器
CARGO SAFETY HOOK	安全吊貨鈎
LIZARD LINES	擔架穩定索
STEADYING LINES	穩定索
LITTER	擔架
RUBBER MAT	橡皮墊
STATION MARKER LIGHT BOX	信號箱
CONTOUR LIGHT	(整補站)輪廓燈
WAKE LIGHT	(接近受補船)艙燈
TASK LIGHT	(整補)作業燈
TRUCK LIGHT	(接近受補船)艙燈
CHEMICAL LIGHT	(指示距離)化學燈
CARGO DROP REEL	裝卸貨捲軸
TROLLEY	吊運車
EMERGENCY BREAKAWAY TOOLS	緊急斷纜工具

8.15 未淨鋼 (Rimmed steel)、全淨鋼 (Killed steel) 及半淨鋼 (Semi-Killed steel)

在煉鋼爐熔製之鋼由於含多量之氧，所以加入鐵錳 (Ferromangan)，矽鐵 (Ferrocilicon)，鋁 (Aluminum) 等之氧結合力較強之元素，以將所含之氧降低至所要限度。這種操作謂之脫氧，依其脫氧程度可分為以下 3 種：

8.15.1 未淨鋼 (又名部份去氧鋼或附緣鋼)

係指出鋼時祇以 Ferromangan 與少量 Aluminum 俾作少許之脫氧，並在鑄型內當熔鋼凝固之際施以充分之脫碳反應，然後一面作一氧化碳氣體之釋放一面使其凝固成鋼之謂。在凝固途中由於 CO 之發生，所以即在其四周形成 C，P，S 等成分較低之圈緣 (rim)。但在中央之核心部 (core) 則這種成分較多。其形成時之中間氣泡與內部氣泡由於壓延時被壓密密着，所以在壓延部邊緣部雖較多，但不超出 CO25 % 以上，不過由於不純物關係，其熔接性惡劣，幾乎不以其作為造船之用。

8.15.2 全淨鋼 (又名淨靜鋼或脫氧鋼)

與附緣鋼相對的，則為指其在出鋼時，充分加入 ferro silicon，Aluminum 等強力脫氧劑，將鋼中之氧化為氧化物而除去之，並由於一氧化碳氣體之釋放，以使其形成無氣泡之鋼謂之。在其表面或四周由於氧化物或沉澱析出等，其邊際部雖較不甚美觀，但可適用於所有種類之鋼。

8.15.3 半淨鋼 (Semi-Killed steel) (又名半脫氧鋼)

這是在附緣鋼與脫氧鋼中間程度施以脫氧之鋼。作為造船用時，則使用半脫氧以上之鋼。

8.16 軟鋼 (Mild steel) 及高張力鋼 (High tensile steel)

鋼亦可依其抗張強度之大小，分類為軟鋼與高張力鋼。後者一般為低合金鋼，係抗張強度約 50 Kg/mm^2 以上之鋼之總稱。這同時亦可分為非調質鋼與調質鋼兩種。非調質鋼由於化學成分之改良，則以壓延之原式，或依燒均（正常化）（Normalizing）程度之熱處理以提高其強度。至於調質高張力鋼則在化學成分改良之同時，並以淬火（Quenching）與回火（Tempering）之調質處理以提高其強度韌性，現在作為造船用之 60 Kg 級以上之高張力鋼，除 Niobium（鈮 41 Nb）析出硬化鋼等一部份之外，幾全為調質鋼。

8.17 防火材料 (Fire protection material)

船舶防火構造端視防火等級之不同而有所差異。為瞭解防火等級，對於不燃材與標準火力試驗之定義應有相當之認識。

8.17.1 不燃材 (Non-combustible material)

材料本身不燃燒，當受熱至經主管官署以既定之試驗程序而認可之溫度（約為攝氏七五〇度）時，亦不釋放出足供自然之易燃氣體者。

其他材料則均屬可燃料。

8.17.2 標準火力試驗 (Standard Fire Test)

將有關之艙壁或甲板取樣置於試驗爐內，依“標準之時間溫度曲線”加熱。

樣品應儘可能與本品結構相似，且至少應包含一個接頭。其表面積不少於四、六五平方公尺，其高為二、四四公尺。

所謂“標準之時間溫度曲線”係經過下列各點（量至最初爐溫以上之各溫度點）連接而成之順滑曲線。

在最初五分鐘之末	攝氏五五六度
在最初十分鐘之末	攝氏六五九度
在最初十五分鐘之末	攝氏七一一度
在最初三十分鐘之末	攝氏八二一度
在最初六十分鐘之末	攝氏九二五度

8.18 防火構造 (Structural Fire Protection)

防火構造區分下列三種防火等級：

8.18.1 甲級隔艙 (“A” class division)

凡符合下列規定之艙壁及甲板所構成之隔艙，屬之：

- (一) 為鋼材或其他同等材料所構造者；
- (二) 為經適當支撐加強者；
- (三) 其構造於標準火力試驗一小時後，能阻止煙及火燄通過者；
- (四) 以合格之可燃材絕熱之，其未暴露面在下列時間內之平均溫度不超過最初溫度攝氏一三九度，且在該面包括任一接頭上之任一點亦不超過最初溫度攝氏一八〇度。

甲——六〇級 六十分鐘

甲——三〇級	三十分鐘
甲——五級	十五分鐘
甲——〇級	零分鐘

(五)主管官署得要求作艙壁或甲板之模型試驗，以確定其完整性與其溫度升高，符合前述各項規定。

8.18.2 乙級隔艙 (" B " class division)

凡符合下列規定之艙壁、甲板、天花板及內襯板所構成之隔艙，屬之：

- (一)其構造於火力試驗最初半小時之末，能阻止火燄通過者；
- (二)應具有絕熱性，其未暴露面在下列時間內之平均溫度不超過最初溫度攝氏一三九度，且在該面包括任一接頭上之任一點亦不超過最初溫度攝氏二二五度：

乙——十五級	十五分鐘
乙——〇級	〇分鐘

- (三)所有乙級隔艙之構材，均為不燃材，但可燃之鑲板符合規定者，准許之。

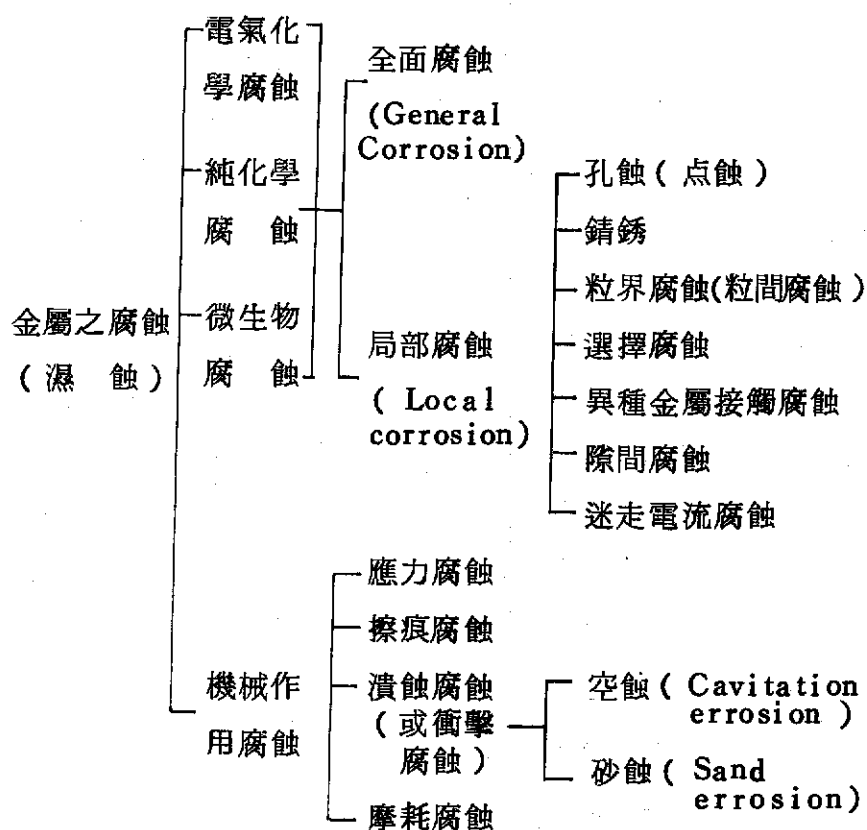
(四)主管官署得要求作隔艙之模型試驗，以確定其完整性與其溫度升高，符合前述各項規定。

8.18.3 丙級隔艙 (" C " class division)

以合格之不燃材構成之隔艙謂之丙級隔艙。它無需符合有關煙燄通過之規定及有關溫度升高限制之規定。

8.19 腐蝕(濕蝕)名詞

腐蝕(濕蝕)之分類表



8.19.1 濕蝕、乾蝕 (Wet corrosion, Dry corrosion)

濕蝕為金屬與水接觸所產生之腐蝕，相對於乾(鏽)蝕。

金屬在空氣中由於氧化作用，雖不接觸水，亦可能發生腐蝕是謂乾蝕。

8.19.2 孔蝕 (Pitting)，点蝕 (point corrosion)，溝蝕 (Grooving Corrosion)

金屬表面圓形凹陷之腐蝕。

孔蝕初期，在金屬表面產生之淺小斑點狀之腐蝕稱為麻点腐蝕，或簡稱点蝕。

孔蝕連續成溝槽狀，稱為溝蝕。

8.19.3 粒間腐蝕 (Intergranular corrosion)

或粒界腐蝕 (Intercrystalline corrosion)

金屬結晶界面之腐蝕稱之。

例如鉻—鎳系不銹鋼(或18-8鋼，即含18%Cr，8%Ni標準成份之不銹鋼)其缺點是在於晶粒晶界容易析出碳化物。尤其加熱至500～900℃時此種傾向特別顯著。在晶界析出碳化物時，該處附近之耐蝕性減低而使晶界受侵蝕，發生所謂粒間腐蝕。若粒間腐蝕進行到相當程度時，會發生粒間破壞。故使用這種鋼料時，應儘可能避免在500～900℃之溫度範圍，另外，或可添加其它元素以防止粒間腐蝕。18-8不銹鋼板熔接時，其熔接部份附近常會到達這種溫度，故熔接用的不銹鋼板，在成份上要特別注意。

又例如鍛造用鋁合金中含有Cu或Zn者(如杜拉鋁系合金，即Al-Cu-Mg系合金)，其耐蝕性不良，接觸海水或暴露在含有鹽份之空氣時，容易發生粒間腐蝕，為防止這種缺點，可把耐蝕性高之純鋁(鋁含量>99.5%)，Al-Mn系合金或Al-Mg系合金之薄板密貼在杜拉鋁系合金表面，作成夾板使用。這種板叫做鋁夾板。製造鋁夾板時，把芯板(

core) 和薄皮板 (clad) 密合後加熱到鍛接溫度，而在高溫軋延到適當厚度，最後才施行冷溫加工。表皮厚度大致為芯板之 5 ~ 10 %，美國叫做 Alclad，德國叫做 Dural-plat。

8.19.4 選擇腐蝕 (Selective corrosion)

合金中特定分子脫離之腐蝕，如黃銅脫鋅、青銅脫鋁。

8.19.5 異種金屬接觸腐蝕 (Different Metals contact corrosion)

二種以上之不同類金屬接觸時，由於電位差所生之腐蝕。

8.19.6 隙間腐蝕 (Interstitial corrosion)

金屬與金屬間或金屬與非金屬間有微細之間隙時，間隙內部溶液之氧含量與外部不同，而產生濃淡電池，導致腐蝕之發生。

8.19.7 迷走電流腐蝕 (Stray current corrosion)

或稱集散電流腐蝕、電蝕。當金屬體由外部通入電流時，電流會從某一部分流出至電解質，形成回路，電流流出之部分會產生腐蝕。

8.19.8 應力腐蝕 (Stress corrosion)

有殘留應力或受反復應力之處腐蝕較厲害。

8.19.9 潰蝕腐蝕或衝擊腐蝕 (Errosion)

包括空蝕 (cavitation errosion) 與砂蝕 (sand errosion) 。

8.19.10 空泡衝蝕或空蝕 (Cavitation errosion)

海水高速流過螺槳表面，會產生汽泡，此汽泡隨後被壓潰。由於流速差，氧濃度差而形成局部電池，產生腐蝕，此稱空泡衝蝕 (cavitation errosion)。此外汽泡破壞時對物體之衝擊，局部腐蝕將顯著發生。

8.19.11 摩耗腐蝕或磨蝕 (Fretting corrosion)

機械的磨損作用所造成之腐蝕。

8.19.12 防蝕 (Anti-corrosion)

(1) 陽極防蝕 (Anodic protection)：利用鋁、鋅等低電位序之金屬附於船體鋼構上，鋼鐵之電位序高於鋅、鋁、鎂等金屬，銅更遠高於鐵，因此以低電位序之金屬作為犧牲陽極以保護鋼構，稱為陽極防蝕。如圖 1。

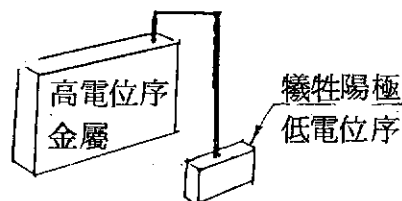


圖 1 陽極防蝕

(2)電氣防蝕 (Electric protection)：以外部電源接入被防蝕體為陰極，另端接陽極使被防蝕體電位序提高至適當程度，而達到抗蝕作用，如圖2。

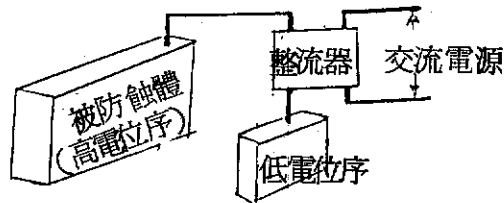


圖2 電氣防蝕

8.20 玻璃纖維強化塑膠 (FRP) 船相關名詞

FRP為Fiber Reinforced Plastics 之縮寫，本應為纖維強化塑膠之意，但由於以使用玻璃纖維為最多，故多作為玻璃纖維強化塑膠 (fiberglass reinforced plastics) 之縮寫。在英國則後者另以glassfibre reinforced plastics稱之，簡寫為GRP。較常用之纖維強化塑膠尚有碳纖維強化塑膠 (carbonfiber reinforced plastics; CFRP)，及克維拉纖維強化塑膠 (Kevlar fiber reinforced plastics ; KFRP)等。

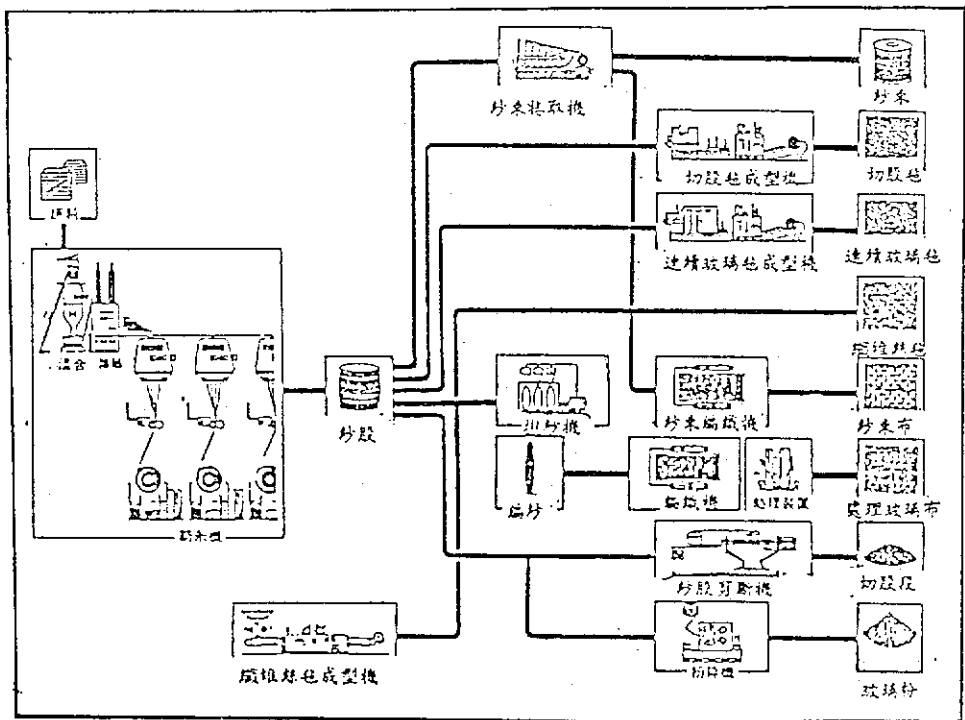
FRP 之原材料包括：

- a 基材 (matrix)—即塑膠
- b 補強材 (reinforcement)—玻璃等纖維補強物

c 副資材—以上 2 者以外之材料。

8.20.1 玻璃纖維 (Fibre glass)

玻璃纖維(以下簡稱玻璃)乃是將玻璃融化後抽成 $10\mu\sim 20\mu$ 左右之絲 (Filament)，除非直接作成纖維細胞，否則均以 $50\sim 4000$ 條絲結合成紗股 (Strand)，而後依其加工形態分成紗束系及編紗系兩類，而後再加工成各種形態之一次產品。玻璃纖維補強材之一次產品如圖 1 所示。



a 纖維絲毡 (Filament mat)

纖維細絲不集成股，而將其無定向均勻吹於輸送帶上，以特殊之粘結劑接着成不織布 (non-woven fabric)，以之作爲表面毡 (surfacing mat ; 代號爲 SM) 使用。

b 紗束 (Roving)

乃是將紗股 6 ~ 120 股均勻結合者。

c 切股毡 (Chopped strand mat ; 代號爲 M)

爲將紗股切成約 50 mm 之股段，無定向均勻分散，而以粘結劑結成毡狀之不織布。

d 編紗束 (Noven roving ; 或稱紗束布 (Roving cloth ; 代號爲 R) 以紗束依所需之織法織成布狀者，較常見之織法有平織 (plain weave)、斜紋織 (turll weave) 及緞織 (satin weave) 等，見圖 2。

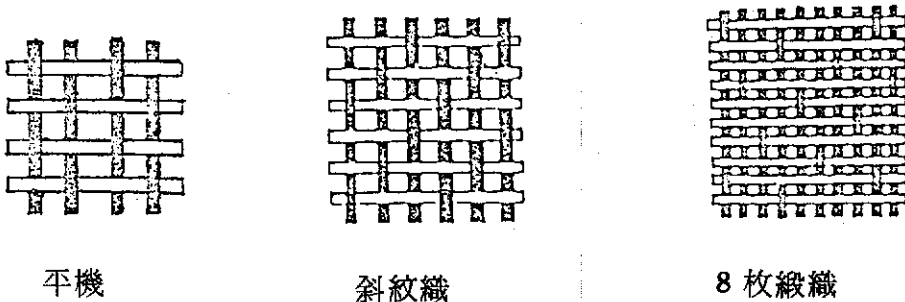


圖 2 各種織法

e 連續玻璃毡 (Continuous strand mat)

將紗股無定向均勻吹於輸送帶上,以粘結劑接着而成不織布。

f 編紗 (Yarn)

將數條紗股撚搓成像綫一樣之補強物。

g 處理玻璃布 (Finished glass cloth ; 代號為C)

將編紗織成布狀者,亦有平織、緞織等不同織法。

8.20.2 樹脂 (Resin)

FRP 所用之樹脂可分為:

a 熱塑性樹脂 (Thermoplastic resin)

加熱後即軟化或融化變形而成可流動之液狀,冷卻後固化即恢復原來性質;亦即具有可溶可融之特性。

b 熱固性樹脂 (Thermosetting resin)

一旦固化後即成不可溶不可融之塑膠者。一般FRP 船都使用這種樹脂。FRP 船大多使用不飽和聚酯樹脂 (Unsaturated polyested resin)。但碳纖維製品則使用環氧樹脂 (Epoxy resin) 使用熱塑性樹脂之纖維補強物稱為纖維強化熱塑性塑膠 (Fiberglass reinforced thermoplastic plactics ; FRTP)。使用熱固性樹脂者即為一般之FRP。

常用之FRP 船用樹脂可分成下列諸點:

a 非空氣硬化性樹脂 (Non-air cure type non wax-type 、 non paraffin type 、 wax free type resin)

樹脂與空氣接觸之表面受空氣中氧之影響，無法完全碳化，會一直粘粘的，此種樹脂較為非空氣硬化性樹脂。

b 空氣硬化性樹脂 (Air cure type 、 wax type 、 naraffin type resin)

為改變非空氣硬化性樹脂之缺點，於樹脂中添加蠟，反應時蠟會浮於表面形成一道薄膜，而隔斷空氣與樹脂之接觸，使之完全硬化。

c 三液型樹脂 (Three-component system resin , non-accelerates resin)

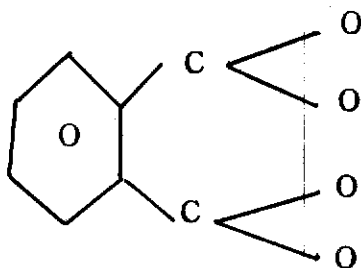
常溫硬化用樹脂需先添加促進劑攪拌均勻後，再加硬化劑，稱為三液型樹脂。

d 二液型樹脂 (Two-component resin)

使用前只要再加硬化劑即可之熱性樹脂，一般於三液型樹脂預先添加促進劑而為二液型樹脂。

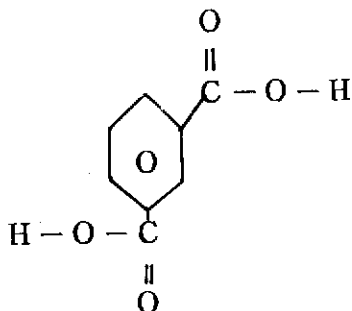
e 普通型樹脂 (Orthophthalic type resin ，簡稱為 Ortho type ；亦稱為 G 型或鄰苯二酸型)

構成樹脂成份之飽和二元酸，係使用鄰苯二酸酐者，作為一般船壳積層之用，化學式為：



f 間苯二酸型 (Isophthalic type resin , 簡稱為 Iso-type)

使用之飽和二元酸爲間苯二酸酐者，其化學式爲：



其耐藥品性、耐熱性較佳，強度亦稍微高些，一般用爲膠壳用樹脂。

8.20.3 副資材

副資材如表一所示，範圍極廣，僅摘其重要者說明如下：

a 硬化劑 (Hardener) ；亦稱觸媒 (catalysed)

原來保持少數添加即可顯著增進反應速度，而反應時本身完全沒有變化之物質，但近年來將聚合開始劑 (Initiator) 等本身亦發生變化以促進聚合速度之添加劑也包括在內。

b 促進劑 (Accelerator, promotor) ；或稱助觸媒

爲促進反應速度之物質。單獨時爲不活性，但與觸媒一齊使用有促進觸媒分解之作用。

c 抑制劑 (Inhibitor) ；或稱重合禁止劑、硬化延遲劑

爲延緩硬化時間增長粘合時限而添加之添加劑。

d 填充劑 (Filler) ; 亦稱填料

乃是添加於樹脂中以減少其硬化收縮、提高密着性、作業性或是改變其強度特性、耐久性、研磨性等機械特性，甚或作為增量劑使用者。

e 稀釋劑 (Diluent)

一般於樹脂中加入苯乙烯單體 (Styrene monomer ; SM) 作為稀釋劑，以降低樹脂粘性。

f 油灰 (Patty) ; 亦稱補土

乃是將顏料 (Pigments) 或填充劑或硬化劑 (有時甚至加上短的纖維) 等加於適當之展色劑中混練而成，作為填理孔穴，接着等之用。

g 結構用芯材 (Structural core)

三明治結構用芯材，或帽形防撓材之芯材具有有效結構強度者，前者使用合板、木板或軟質塑膠發泡材，後者使用合板或木材。作為結構用芯材之木材或合板需為經過防腐處理，並為有效接着者。

h 成型用芯材

帽形防撓材等成形時使用之芯材，並不期待其具有結構強度者。亦稱為非構造用芯材。(Non-structural core)

i 塑膠發泡材 (Plastics form ; 或稱為泡沫塑膠)

作為結構用或成型用芯材，或作為絕熱之用。

常用者有：

聚氨基甲酸乙酯發泡材 (Polyurethane foam ; PU foam)

聚苯乙烯發泡材 (Polystyrene foam ; PS foam)

氯乙烯泡材 (Vinyl chlside foam)

醋酸纖維素泡材 (cellulose acetate foam)

等。

j 巴沙木 (Balsa wood)

爲世界上最輕之木材，常作爲三明治結構時之芯材。使用時係以木口面（與纖維方向垂直之面）爲平板之面者，即所謂之橫切巴沙木 (End grain balsa)。

分類	品 名	內 容	備 註
添 加 劑	硬化劑 (觸媒)	過氧化丁 (ME - KPO) (Methyl Ethyl Ketone Peroxide)	一般市面上販賣者，係經調稀為55%溶液者，有各種商品名稱，為危險品，須注意保管。
	促進劑 (助觸媒)	環烷酸鈷 (Cobalt maph - thenate)	一般市面上販賣者係以含 6 %鈷金屬之溶液供用。亦有調薄稀釋使用者。
	抑制劑 (硬化延遲劑)	(Quinone) 類等多種	為一種遲滯化學反應之物質，對延長樹脂之作業壽命有效，但一般情況不使用，如使用時須與製造廠商研討決定。
	空氣硬化劑	石蠟苯乙烯溶液 (Paraffin - styren - monomer)	在非空氣硬化性樹脂內添加約 2 %即可成為空氣硬化性樹脂。
	着色劑	彩色顏料糊 (Colour peste)	聚酯樹脂用。添加于樹脂內之份量不能超過規定指示量。須為着色力，隱蔽力，及耐光性良好者。

分 類	品 名	內 容	備 註
添 加 劑	搖變性付與劑	超微粒矽土 (aeresil)	爲提高樹脂之搖變性，以利施工，一般樹脂添加有超微粒矽土。
	耐燃劑	氯化石蠟或二氧化二銻	添加於一般積層用樹脂，以提高積層品之耐燃性。
	填充劑 (填料)	碳酸鈣、滑石粉、矽藥土、玻璃粉、微中空球等	主要作爲填料，聚酯油灰用，爲一種滲入塑膠混合物以降低成本改變機械性能，作爲色調基礎等用途之副資材，但不得代替積層用樹脂而使用。
	稀釋劑	苯乙烯單體 (Styren-monomer)	添加於樹脂內以降低樹脂粘度，一般情況不應添加。
	成型用芯材	硬質胺基甲酸乙酯、硬質壓克力泡沫體等	泡沫體比重爲 0.03 ~ 0.05，且能耐苯乙烯及加工性良好者。

分類	品 名	內 容	備 註
芯 材	結構用芯材	硬質氯化泡沫塑膠等	泡沫體之比重 0.1 左右 如係類似氯化泡沫塑膠等無耐苯乙烯性者，積層前在芯材表面施以耐膨潤處理。（以無含蠟積層用樹脂內摻加硬化劑後敷塗芯材表面予以硬化者）。
		巴沙木（ Balsa ）	出產在南美洲之闊葉樹，比重輕（約為 0.12 ），質葉柔軟而抗 模數佳，但保存性劣。
	浮力材	泡沫塑膠 （各種獨立氣泡型）	現場發泡以板狀或塊狀體與充。苯乙烯泡沫體（俗稱保利龍）耐油性低劣且引燃性高，須注意防範。
木 板 合 板 等	合板	船用合板 防水合板	須為充分乾燥者且製造時粘接劑係採用耐水性良好者。
	木材	柳安、阿匹頓、拾、美、松、檉、櫟木等	予以充分乾燥，且表面經木器用底漆（ Wood Sealer ）處理者。

分類	品 名	內 容	備 註
木板 合板等	防舷材	硬質橡膠、木材、 塑膠高密度發泡體 、鋁	可依適當之方式安裝于 F R P 船體。
補 土 油 灰 及 塗 料	補土油灰	填充劑與著色劑等 混練而成	作為填埋孔穴，表面加工及 接 等之用，市面上有現成 品販賣
	光飾底漆	添加有填充劑之塗 料	做為塗料之底漆，為一種使 其表面易用砂紙光飾面所做 之塗料，研磨性良好，而以 毛刷或噴霧法塗飾。
	塗料(1)	無膠殼層之船體外 表面塗裝用、成型 模（主要為木模） 表面加工用	一般最常使用者為二液型聚 氨基甲酸乙酯系塗料，此塗 料為NY型。（耐變黃性）
	塗料(2)	內部塗裝用	與F R P之粘着性須良好且 具有耐水性者。
	船底塗料	船底防污漆 (N/F)	須與F R P之粘着性良好者。 亦有專為F R P船使用者。

分類	品 名	內 容	備 註
	止滑材	砂、硅砂、木粉， 合成纖維布（編織 目粗大者）	主要用于甲板表面，視船之 用途而有各種規範但應留意 其耐久性。
其 他	光滑劑	分爲粗、中、細、 極細等品級	在成形模子及成型品之表面 予以研磨加工用者。
			爲一種塗佈薄膜于模面使保 持樹脂與模子不粘結者，模 造法不同所用脫模劑亦異， 選用時宜檢討其適應性。
	脫模劑	聚乙烷醇（P V A ）溶液	一般市面上販賣者已着色。
		蠟質系	對苯乙烯（Styrene）爲不 活性，且對反應熱安定者， 對膠殼用樹脂及P V A脫模 劑間不易粘攏及妨碍脫模者。
		矽質系	適用於量產模子。
	洗滌溶劑	丙酮（Acetone） 調薄劑（Thinner） 等	清洗積層工具及容器用。

分類	品 名	內 容	備 註
	接着劑	木材用、FRP用 異種材料用	各類合成樹脂接着劑。
	縫材料		外板與甲板結合部等之水密 用。

8.20.4 FRP 船之施工：

FRP 船之施工係於模具 (Mold) 內，噴上一層膠壳用樹脂後，再於內部依所需要之積層構成逐層將補材鋪於其上，以毛刷將樹脂含浸於補強材內外，以滾筒等脫泡而成。如圖 3 及圖 4 所示。

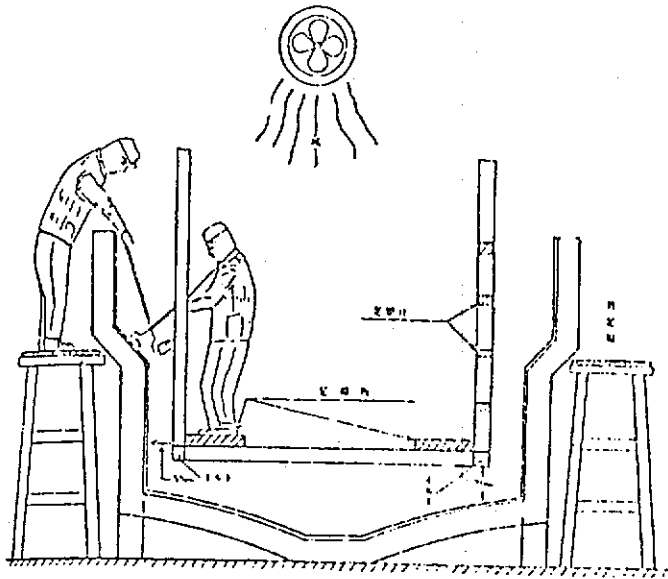


圖 3 FRP 船之建造

MR工法

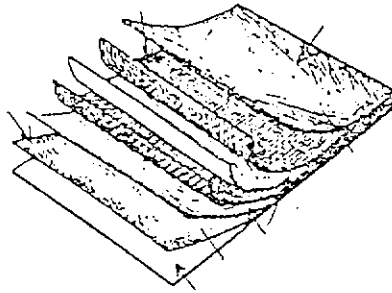


圖4 FRP船之積層構造例

8.20.5 重要FRP施工名詞：

a. 積層 (Lamination lay Up)：

將玻纖基材含浸脫泡，逐次重疊結合之作業稱為積層。其所成之成品稱為積層板 (Laminate Plate)。

b. 積層構造 (Laminate Construction)：

將積層板中所含玻纖基材之種類與單位面積重量，依積層順序表示者稱為積層構成，如M 300 + R 800 + M 450，或MMRMRM等。

c. 膠壳 (Gel Coat)：

為了產品之美觀及增進耐水、耐候、耐藥品等性能，在成品表面上 (模具內) 先加上一層不含玻纖之樹脂，此層硬化後稱為膠壳。一般使用間苯二酸型樹脂。

d. 濕式積層 (Wet on Wet) 與半濕式積層 (Wet on Green)：

積層作業時下層樹脂尚未膠化即進行次一積層作業稱為溫

式積層。積層作業時下層樹脂尚未完全硬化即進行次一積層作業稱為半溫式積層。

需注意者為尚有所謂乾式積層法 (Dry Layup)，與上二者並無關聯，乃是使用預浸補強物 (部分硬化樹脂+玻纖) 加熱加壓之成型方法。FRP 船並不使用此法。

e. 覆蓋積層 (Over-Lay Up) :

於已積層成型之 FRP 上再予積層之方法 (即 wet on dry)。又在 FRP 積層成型時，防撓材等之作業係將芯材 (Core Materials) 以玻纖積層包覆，此亦稱為覆蓋積層。

f. 手積法 (Hand Lay up Method) 與噴佈法 (Spray up Method) :

以手工將玻纖基材逐片積層成型之方法稱為手積法，用噴鎗將樹脂與玻纖同時噴佈於模具上積層成型之方法稱為噴佈法。噴佈裝置為由一噴嘴噴出樹脂，另一噴嘴噴出由玻纖維股切成之股段。

g. 含浸 (Vmpregnation) :

液狀樹脂經由塗佈而浸入玻纖之過程稱為含浸。其包括有兩個階段：

- 濡濕 (Wet Through) 一樹脂滲透至紗股之整個表面。
- 浸透 (Wet-Out) 一樹脂完全滲入紗股內部而達細絲之表面。

h. 搖變性 (Thixo Tropy) :

以毛刷等推動或攪拌樹脂時，其粘度降低，但將其靜止置放則粘度升高之特性。此特性對於施工作業，特別是垂直積層作業有大之影響。實用上搖變度 (Thixo Tropcc

Index, Degree of Thixotropy) 之測定係使用圓筒型迴轉粘度計，變更轉子之迴轉數，測定 60rpm 與 6rpm 下之粘度，二者所得之值其 a 即為搖變度。

i. 彈回 (Spring Back) :

積層作業時玻纖由於纖維本身之彈性而彈回，與模具難以親和之現象稱為彈回。

j. 後硬化 (After Cure) :

為加速樹脂之硬化，於積層後硬化至某一程度，予以加熱處理之謂。

k. 可使時間、作業壽命 (Pot Life)，與黏合時限 (Mat Life) :

樹脂添加硬化劑後，硬化反應即開始進行，至其變成膠狀之時間稱為膠化時間 (Gel Time)。由於成膠狀後即無法進行含浸之積層作業，故稱之為可使時間或作業壽命。但須注意此處之可使時間與適用期或保存期限英文同為 Pot Life 但意義並不相同。

樹脂添加硬化劑後，含浸於玻纖基材上，其膠化至無法作業為止之時間稱為黏合時限。由於受到玻纖上表面處理劑等之影響，一般較可使時間為短。

l. 黏合 (Mat in) :

將兩片積層板用含浸有樹脂之切股黏接着之作業。勞氏驗船協會之 FRP 漁船規則中則指 L 型接頭或 T 型接頭需以切股黏接着者。

m. 二次接着 (Secondary Bond) :

係指已硬化之二積層板之接合，乃相對於一次接着（即積

層)而言。二次接着包括於已硬化之積層板上以積層方式接合於其他部材 (Wet on Dry), 及使用接着劑之單純接合 (Dry on Dry) 兩種。

n. 疊接 (Lap) :

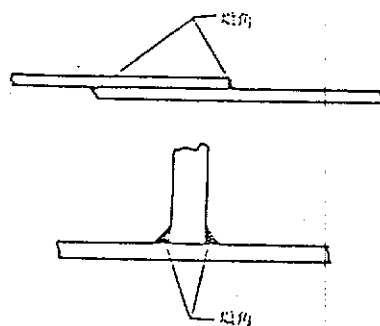
係指組件及玻纖基材等之重疊或疊合。FRP 積層板中則指二片玻纖基材端部互相重疊部份。

o. 修整 (Trimming) :

去除成型品不需要部份或溢料之作業謂之。樹脂硬化至某一程度, 即指乾狀態 (Tack Free) 時, 以刀子等修整較易, 此稱為濕修整 (Wet Trimming), 此處之指乾狀態係指樹脂或塗料等於其硬化過程中, 以手指觸摸而不沾黏於手之狀態。

p. 填角 (Fillet) :

在構造物接着部之角隅處, 以補土油灰填補之部份稱為填角。如圖五所示:



圖五 FRP 構造之填角

8.20.6 FRP 積層板與 FRP 船構造：

FRP 積層板由於是由玻纖基材多層結合而成，受基材形態不同及施工作業等之影響，無論於物理或強度特性都有許多異於金屬等均質材料之處。而 FRP 船之結構亦有異於一般金屬船。其特有之名詞說明如下：

a. 玻纖含量 (Glass Content)，與樹脂含量 (Resin Content) FRP 總重量內玻纖重量所佔之百分比稱為玻纖含量，相對的其樹脂重量所佔之百分比稱為樹脂含量。

b. 空孔率、空調率 (Void Content)：

FRP 積層中殘留有氣泡，稱為空孔或空調 (Voioi)，對於積層板之強度特性有不良之影響。積層板中空孔總體積佔積層板全部體積之百分數稱為空孔率。

c. 樹脂過量部 (Resin-Rich Area)，與樹脂不足部 (Resin-Starved Area)：

為 FRP 之缺陷，積層板中不含有補強材而樹脂過量聚集之處稱為樹脂過量部；補強材未完全含浸樹脂或樹脂不足之部份稱為樹脂不足部。

d. 直交異方性 (Orthotropic Materials)：

結構材料隨方向而改變其特性者稱為異方性材 (Anisotropic Materials)，其方向為直交者稱為直交異方性材。FRP 以巨觀視之編織布所成之積層板為直交異方性材，切股毡所成者為面內等方性材 (Isotropic Materials)，因此以 MR 交互積層所得之積層板多可視為直交異方性材。

e. 沿層方向 (Edge Wise) 與貫層方向 (Flatwise)：

積層板如圖 6 所示，平行於積層面 ($x-y$ 平面) 之方向稱為

沿層方向，垂直於積層面之方向（E 軸方向）稱為貫層方向。

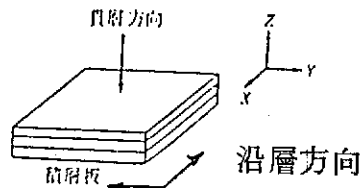


圖6 沿層方向與貫層方向

f. 面內負荷（In-Plane Loading）與面外負荷（Out-Plane Loading）：

對於積層板之負荷而言，沿層方向之負荷稱為面內負荷，貫層方向之負荷稱為面外負荷，故面內負荷亦稱為沿層負荷，面外負荷亦稱為貫層負荷。

g. 層間剪切強度（Interlaminar Shear Strength）：

材料承受剪應力（Shear Stress）之能力為剪切強度（Shear Strength）FRP 積層依剪切負荷之方向可分為直角剪切或稱橫剪切（貫層方向）、面內剪切或縱剪切（沿層方向），及層間剪切三種，如圖7所示。FRP 材由於層與層間之接合並非很好，故其層間剪切強度較差，為材料弱點之一。

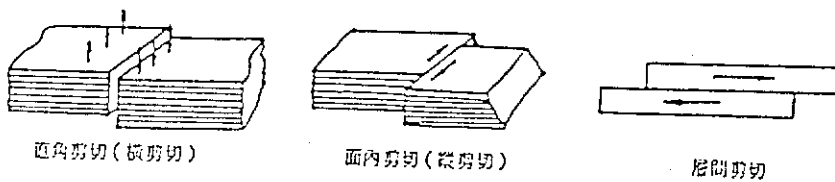


圖 7 剪切之種類

h. 脫層或剝離 (Delamination) :

FRP 積層板其層與層之間發生分離之現象稱為脫層，或稱為層間剝離。編織布之積層板較易發生脫層，故多於其間夾以切股毡，而為切股毡／編織布之結構；即所謂之 MR 工法。

發生層間剝離之原因有圖 8 所示之三種。積層材料耐剝離之能力稱為剝離強度 (Peel Strength)。

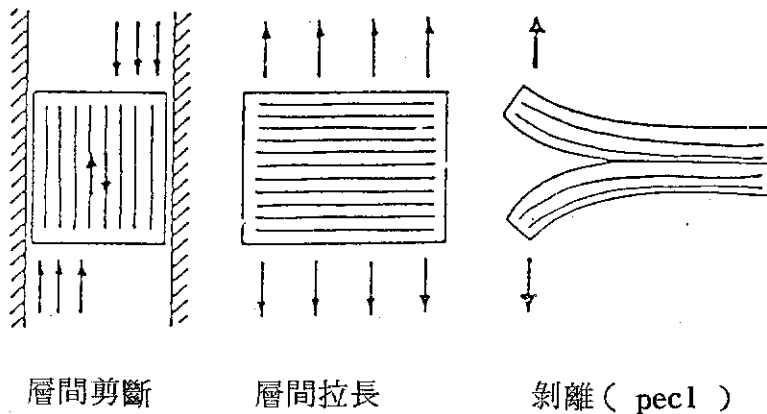


圖 8 層間剝離之原因

i. 視彎曲強度 (Apparent Bending Stress, Modulus of Rupaturs) :

FRP 積層板受彎曲負荷時, 以 $\alpha_b = \frac{M}{Z}$ 定義為彎曲應力, 其中 M 為所受彎曲負荷, Z 為材料之剖面模數。當材料破斷時其 α 值即為視彎曲強度。

j. 單板結構 (Single-Skin Construction) 與三明治結構 (Sandwich Construction) :

三明治結構亦稱為夾芯結構。為加強積層板之剛性, 使用木板、合板或發泡塑膠等為芯材, 而於兩面積層 FRP 之結構稱為三明治結構, 如圖 9 所示。

相對於三明治結構, 一般只有 FRP 之積層板稱為單板結構。

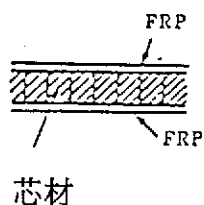


圖 9 三明治結構

k. 帽形防撓材 (Hat Type Stiffener, Hat Stiffener) :

FRP 結構上之防撓材, 以使用帽形防撓材者居多, 因為此種形式之防撓材最為有效, 且容易施工。如圖 10 所示, 係於基板上放置成型用或結構用芯材後, 於其上施以 FRP 之覆蓋積層而得帽形之 FRP 積層板。

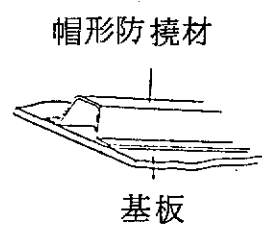


圖10 帽形防撓材

第九章 船舶設計與施工

9.1. 船舶設計 (SHIP DESIGN)

設計是科學 (SCIENCE) 與技術 (ART) 的綜合，并非單純的易於以精密的數學來處理的科學，而是一種以科學為基礎的技術，科學教我們“知” (KNOW)，技術教我們“行” (DO)，故設計便是一種知行合一，學以致用的工作，設計的哲理 (DESIGN PHILOSOPHY) 乃在於對種種考慮 (CONSIDERATIONS) 的綜合判斷，船舶設計的主要考慮為：

學理的 (TECHNICAL)

法規及有關規定的 (LEGAL AND QUASI-LEGAL)

使用特徵的 (OPERATION CHARACTERISTICS)

船舶設計的過程自構想開始以迄建造完成交船，如以合約設計 (CONTRACT DESIGN) 完成為界，概要的可分為基本設計 (BASIC DESIGN) 及詳細設計 (DETAIL DESIGN) 兩個階段。

9.1.1 基本設計，亦稱上游設計 (UPSTREAM DESIGN)，涉及決定船價及性能的主要特性，包括船的主要尺寸的選擇，船型、動力 (型式及馬力)，船體及機電的初步佈置及主要結構，其完成即足以準確的定義一艘船以迄發展成合約規範書 (CONTRACT SPECIFICATIONS) 及圖說，基本設計的特徵為一試差的過程 (TRIAL AND ERROR PROCESS)，亦即為一反覆的過程 (ITERATIVE PROCESS)，反覆的變更各別的因素以迄達到最終適當的平衡，如基本設計的螺旋圖 (

BASIC DESIGN SPIRAL) 所示，基本設計階段可含對船東要求的可行性研究 (FEASIBILITY STUDY)，構想設計 (CONCEPTUAL DESIGN)，初步設計 (PRELIMINARY DESIGN) 及合約設計 (CONTRACT DESIGN)，亦可含主要器材的採購規範 (PURCHASE ORDER SPECIFICATIONS，簡稱 POS) 等。

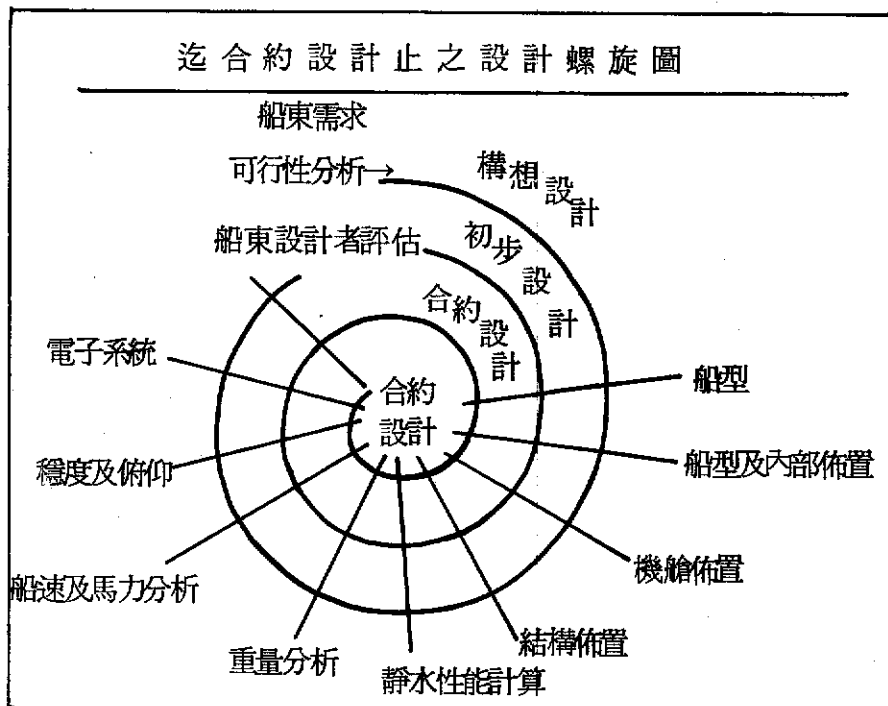
9.1.2 詳細設計，亦稱下游設計 (DOWNSTREAM DESIGN)，此階段不屬於試差過程，其範圍涉及機能設計 (FUNCTIONAL DESIGN)—含主鍵圖 (KEY PLANS) 及次要器材的採購規範等，及工作圖設計 (WORKING DESIGN)，并含各種試驗及試航指示圖說及記錄，及完成圖 (FINISHED PLANS) 等交船時之確認 (CONFIRMATION) 工作。設計的過程、方法及定義并無一定的模式，船東／設計人／船廠得視各別作業的需要，而加以界定及規劃。

9.2. 造船程序與施工法名詞

9.2.1 船舶建造程序 (Shipbuilding Procedure)

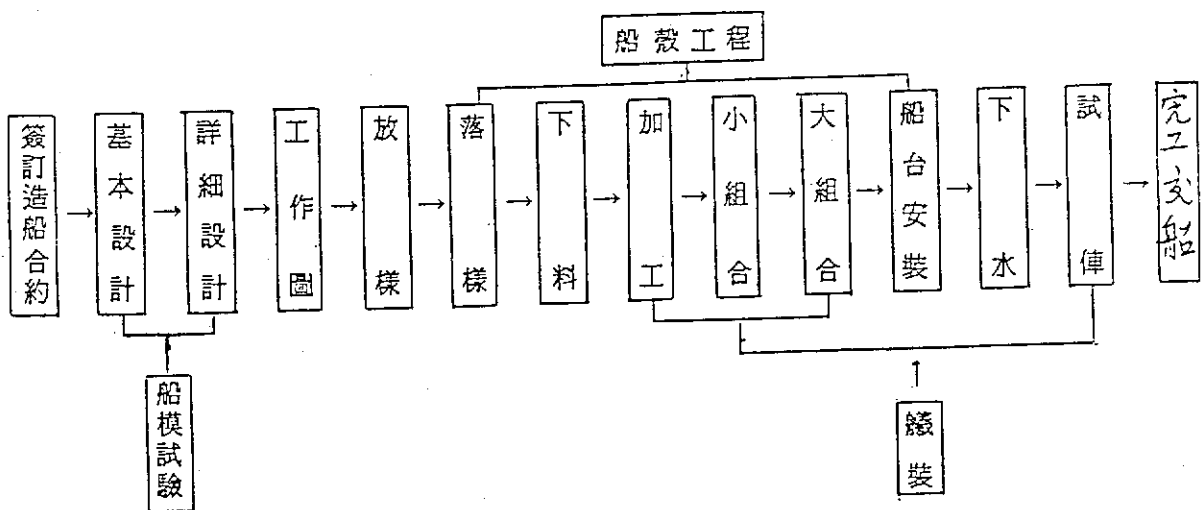
在第二次世界大戰前，船舶建造之大部分時間是在造船台或造船塢裏進行，就像建造房屋一樣，由下而上搭蓋，船殼則由安放龍骨起，逐漸整體向上建造，直至船殼完成，再正式大量進行舾裝工程，所以一艘船隻之建造，常需費時三年兩載，自二次大戰始，開始採用分段建造法，大部分船體係先在場內或空地上經過預製，使成為構片或預製片 (Panel)，和構體或預

迄合約設計止之設計螺旋圖



製體 (Block)，然後再到台上安裝，同時艙裝工程亦併同船殼工程進行，使建造時程大為縮短。茲將新方式造船由簽訂造船合約開始、經設計、備料、繪製工作圖、船殼與艙裝工程之施行、到下水、靠泊碼頭艙裝、試驗與試航，性能達到要求後交船為止之建造程序，以流程表錄示如下：

表1 造船工程流程表



9.2.2 訂約、設計、船模試驗與備料 (Sign Contract, Design, Model Test, Preparation)

船東向船廠訂造船舶，說明所需靠泊之港口、航線、裝貨種類、噸位大小、及特殊要求等條件，船廠應先根據此等條件製備規範書 (Specification) 及附圖，船東認可後訂立造船合約，然後根據合約所定之主要寸法，性能等，開始基本設計 (Basic Design)，根據基本設計進行詳細設計 (Detail Design)。在設計過程中線圖 (Lines) 及性能計算資料等完

成後適時進行船模試驗（Model Test），推算船舶之特性，確認設計是否良好。進行設計階段，船殼鋼料及艤裝品均即開列訂單籌購，以利開工。

9.2.3 繪製工作圖（Working Drawing）

設計圖只在表示最後完工之狀態，不能顯示如何去施工。因而必須有一套可供施工製造之圖面，此即所謂工作圖。工作圖係根據詳細設計並參酌造船廠之設備能力而繪製，所以詳細設計可由造船廠亦可由獨立之設計機構擔任，工作圖必須由造船廠自行繪製，方可作為施工之指針，使各項工程易於進行。

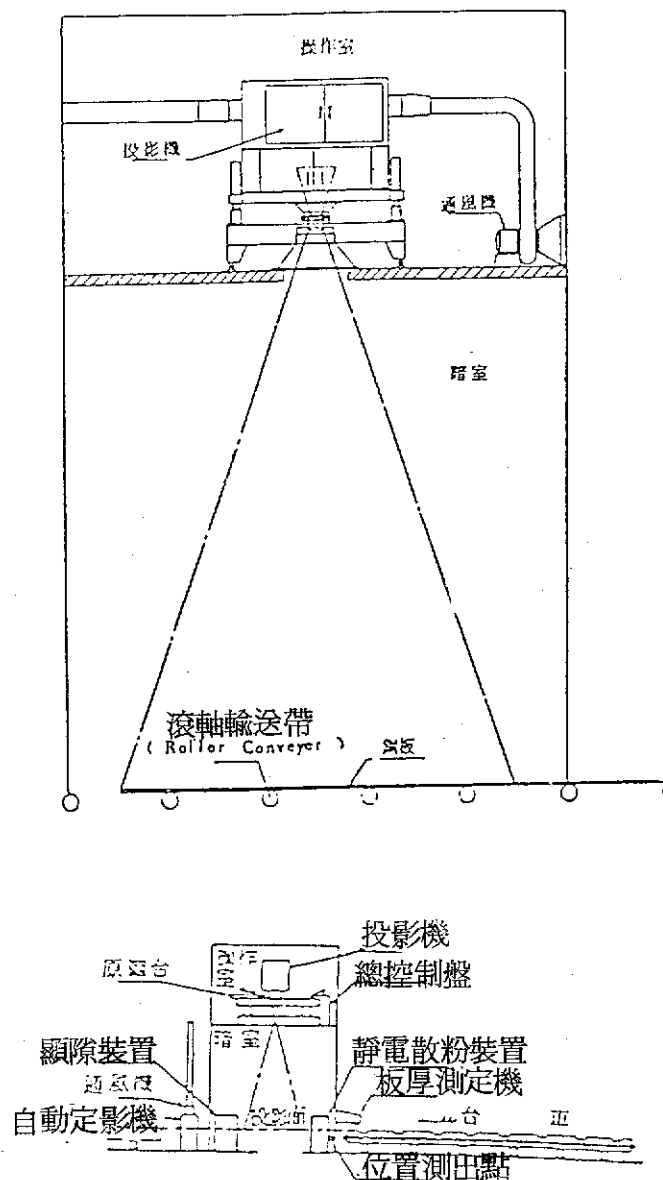
9.2.4 放樣（Layout 或 Loft）

有了工作圖，並不能將構件之形狀畫出來，如船之艏艉部殼板，為極複雜之曲面體，必須將曲面展開為平面，並製作各種樣板，方可以平直之鋼板製造船殼，此等展開與製樣板之工作，稱為放樣。往昔放樣作業係在放樣間地板上，按1比1之尺寸將設計圖放大使與實物相等，製成樣板，按照樣板在鋼板上落樣（Marking），作為下料（Cutting）之依據。晚近由於船舶大型化，已不便於按實尺放樣，乃改以1/10縮尺放樣，並由縮尺放樣在透明軟片（Film）上製成投影用的原圖，然後將之在鋼板上以投影機放大使與實物相等，以供落樣（Marking）。

9.2.5 落樣（畫綫）（Marking）

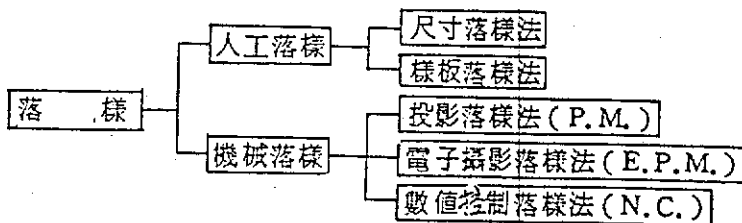
為切割出所需要之料件，必須先在鋼材上施以落樣作業。落樣

亦稱畫線，傳統之方法是用與實物等大之樣板或照圖表之尺寸由人工落樣，現在則可利用投影原圖藉投影機在鋼板上將實尺影像映出，再按影像順次描畫，此即所謂投影落樣（Photo Marking ; P.M.）（圖1）。更進步者為將投影之線條利用電子攝影落樣裝置自動落樣，省略人工畫線作業，是為電子攝影落樣



(Electro Print Marking ; E.P.M.) (圖 2) 。亦有利用電子計算機 (Computer) 解讀打孔紙帶 (Tape) 上之作業內容，並指示機械施以自動落樣與下料 (Cutting) ，將落樣與下料併作一次完成，此即數值控制落樣切割裝置，簡稱N.C.，不但省工省時，且精度亦高。不過使用E.P.M. 及N.C. 等裝置只可用於鋼板作業，對於型鋼仍需按圖表以人工落樣。下表乃示落樣法之分類：

表 2 落樣法之分類



9.2.6 下料 (切割) (Cutting)

已落樣之鋼材須經過切割手續始能成為所需之料件，此種手續稱為下料，亦稱切割。切割方法計有瓦斯切割、機械切割、電弧切割等數種。

(一) 瓦斯切割法 (Gas Cutting)

最早採用者為人工瓦斯切割，此後發展為利用輕便型半自動切割機實施瓦斯切割。施工時首先以預熱焰加熱，待鋼材達到燃燒溫度時，以高壓瓦斯噴射待切割部位之鋼材，使之成為熔融狀態，熔渣被吹飛因而開成槽口 (Gap) ，達到切斷之目的。此種方式可自由切割曲線與直線。

在瓦斯切割中對平行切斷最有效者有火焰切割機 (Flame

Planer)，與利用縮尺或實尺底片以光電管一面追蹤線條一面施以切斷之光電管追蹤切割機（Tracer），以及前面所說的NC落樣切斷裝置等，此三者均為自動切割。

需要多數同形料件時，則可使數張鋼板重疊切割，節省工力及時間。

(二)機械切割法（Machine Cutting）

在造船上常用之機械切割為以剪板機又切型機予以切斷，不需加熱，無熱撓曲，所以精度良好，但板材不能太厚，尺碼大小亦受限制，可按情況使用之。

(三)電弧切割法（Arc Cutting）

利用金屬電弧，CO₂電弧，或鈍氣電弧等所生之熱，熔融鋼材使切斷之方法，謂之電弧切割法。有一種電漿（Plasma）切斷，係在切割機與電極間產生電弧，並由氬與氫噴出混合氣體，以獲得超高溫高速之電漿（Plasma），以熔化鋼材，使之切斷。此為在熱氣流噴射中，產生熱撓曲最少之切割方法。

9.2.7 加工（Working）

船體是為三向尺度之曲面體，由下料後之平板料件構成曲面須由扳彎加工完成之。又按加工過程中有無加熱而分為冷作加工與熱作加工。冷作加工所用之機械主要為各種壓力機（Press）、捲板機（Bending Roller）、鑽孔機械（包括鑽床、電鑽、氣鑽等）。如以冷作難以扳彎之料件，則須利用氣體加熱器（Burner）予以局部加熱，然後利用格子式平台及有關小型冷作工具實施熱作扳彎加工。

9.2.8 小組合 (Subassembly)

料件一一加工完畢後，則將其拼組成較小單位之構件，稱為小組合構件，簡稱小組合。又因其多半呈片狀，故又稱為預製片 (Panel)，如圖 3 所示。

小組合工程為介於加工與大組合兩者間之中間工程，乃係以預製體 (Block) 為單位之小型料件組合作業，以往包括在加工階段內，現隨船之大型化而成為獨立工程。此種工程之特徵，為依小組合料件之種類、大小、形狀等予以分類，使同類者經由同一

路線施工，則收專門工場化、機械化、與自動化之便利。其作業包括決定小組合場所，然後配材、安裝、焊接。焊接完了後，並施以消除撓曲、剝平、磨光等善後整形作業。

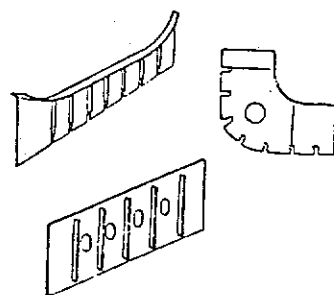


圖 3 小組合構件
(預製片)
範例

9.2.9 大組合 (Assembly)

將小組合構件(亦即預製片)再行組合合併，使成為船體一部分之大型構件，此種工程稱為大組合。大組合構件亦常簡稱大組合。另一常用之名稱是預製體 (Block)，其範例如圖 4 至 6 所示。預製體之大小隨造船廠之起吊能力而定，起吊能力大的且可將大組合構件再行結合而成總組合 (Grand Assembly)。

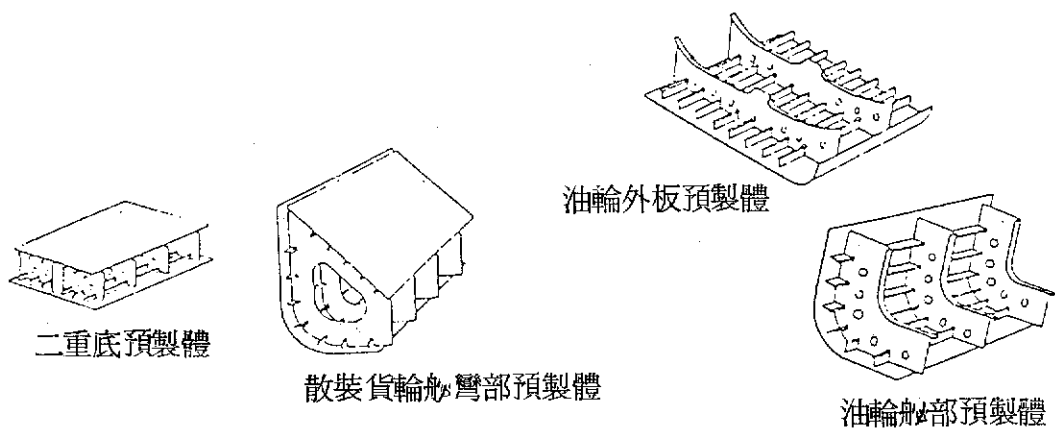


圖 4 大組合構件（預製體）
範例一

圖 5 大組合構件（預製體）
範例二

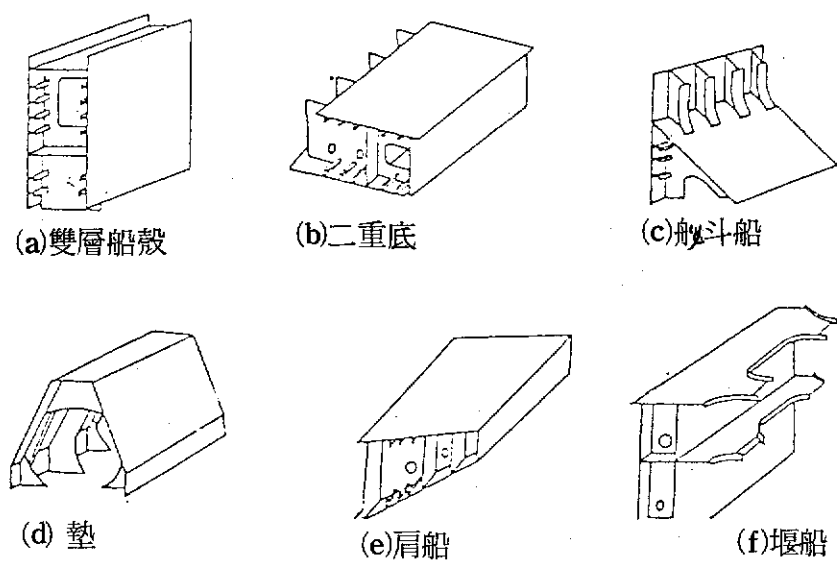


圖 6 大組合構件（預製體）範例三

9.2.10 船台安裝（船台組合）（ Building Berth Installation or Assembly ）

將大組合階段完成之預製體(Block)，吊至造船台或造船塢內安裝，最後完成船隻之造形，是為船台安裝，或稱船台組合。此階段之工程除了吊運、安裝、電焊等一系列船殼組合工程外，另有船台上之特有作業如墩木、搭架（搭跳板）等為之配合。

船台安裝之順序由船底向甲板，自下而上進行，如圖7所示，其在橫方向安裝順序不能變更，但在長度方向則可予以變化，有由一處作起點者，有由二處作起點者，亦有由二處以上作起點者，分別稱為一點建造，二點建造，及多點建造，其範例如圖8所示。

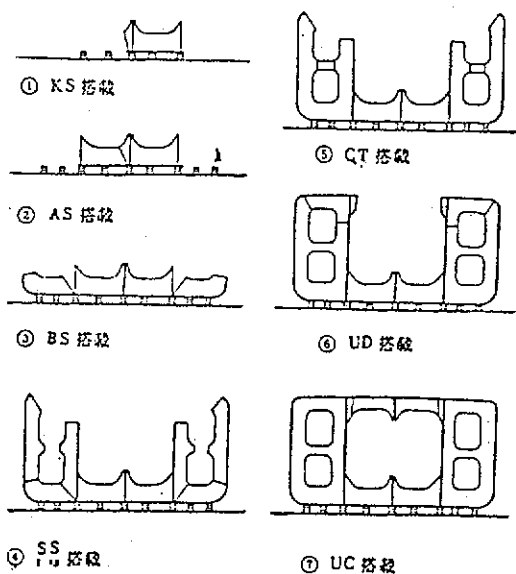


圖7 預製體船台安裝順序範例
（橫向）

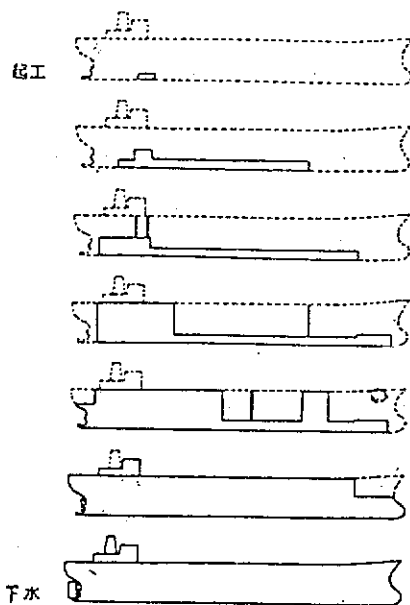


圖8 預製體船台安裝順序範例
（縱向）

9.2.11 下水 (Launching) 及碼頭繫裝 (Wharf Fitting)

船體完成並經試壓、油漆之後，適時下水或出塢。然後靠泊繫裝碼頭，繼續進行繫裝工程。

所謂繫裝，包羅萬象，除船殼工程之外，均屬繫裝工程，大別之為機器繫裝（機裝）、電繫裝（電裝）、船體繫裝（船裝）。後者又分為甲板繫裝、居住區繫裝（室裝）、及塗裝。此等繫裝工程大部分於下水前已在進行，而有所謂預製體繫裝（Block 繫裝）、單位繫裝（Unit 繫裝）、船台繫裝等，最後完成者為下水後繫裝或碼頭繫裝。在一九四五年以前，如非船殼工程接近完了，繫裝工程很難開始施工。

9.2.12 各種試驗與試俾 (Testing and Trial)

船隻完工交船以前，需施以種種試驗，以測定是否達到合約之性能要求。包括傾側試驗、碼頭繫泊試俾、海上會試等等。

9.2.13 完工交船 (Finishing and Delivery)

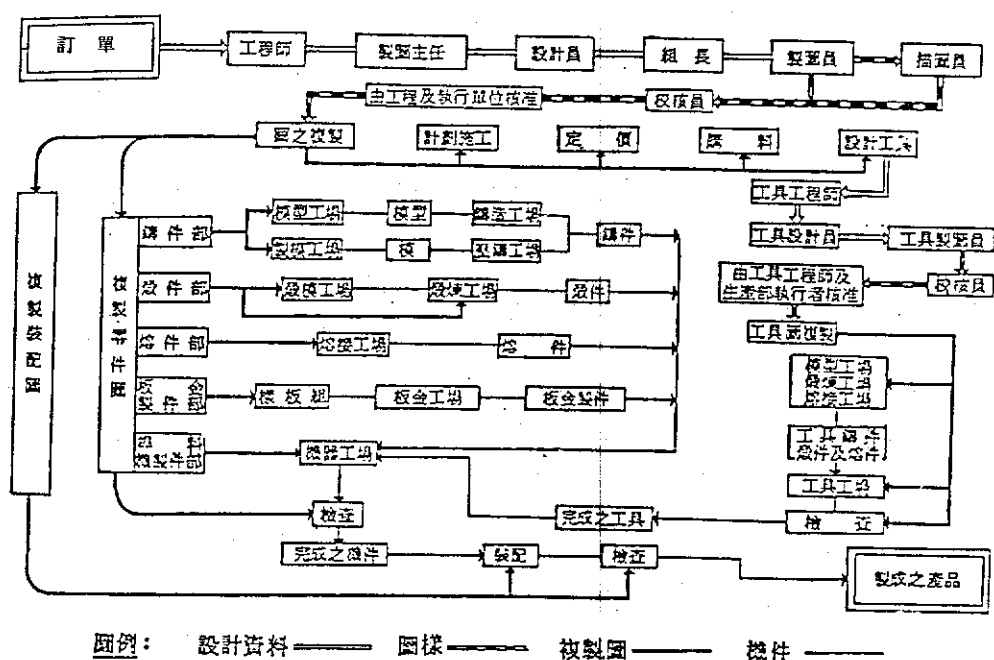
試俾試航一切合乎合約要求後，即行交船，如建造時係已申請入級檢驗而由船級協會派員監造者，並應取得船級證書（Classification Certificate），一併移交船東。

9.3. 製圖與製造 (Drawing and Manufacturing)

在機械製造工程中，工作圖之完備、精確及清晰與否，對製造程序之支配；產品之品質及成本等，均有極大之影響。故製圖人員必須具備機械製造之知識與經驗；最好常到工場見習，並與機器管理及工作人員相互研討，藉以瞭解製圖與製造間之各種問題，

從而研究改進，俾能密切配合，以增進工作效率，提高產量及品質。

工作圖與機械製造及其他有關業務之關係，如下圖所示。凡承製任何產品，自接受訂單開始，至產品完成送入發貨間止，其圖樣之進展步驟，複製圖之分配情形，以及機件與工具之製造程序，均在此圖解中詳細表明矣。



工場術語 (Yard Terminology)

機械工廠中所用之術語甚多，製圖者在圖內所標記之註解，必須採用標準術語，以利工作人員閱讀，俾免發生錯誤。

9.3.1 裝配 (Assembly) :

各種機件完工後，須送至裝配部，按裝配圖 (Assembly Dra-

wing) 配合裝置。裝配時，或仍須小量之機械加工，大致為鑽孔、絞孔或手工光製 (Hand Finishing) 等。在此種情形下，裝配圖上須有顯著之註解，說明所須之過程及用以對準或安裝機件之尺寸。若在裝配之前，須先將某幾個機件組合，可用部分裝配圖 (Subassembly Drawing) ；或用各機件之分圖 (Detail Drawing) ，以供給所需之資料。如 “ 鑽 $\frac{1}{8}$ ” 孔以與 x x 號零件相配合 ” 即為裝配所需機製過程者典型註解之一例。

9.3.2 檢驗 (Inspection) :

細心檢驗為現代生產上一大特色。欲製品精良，須於每一工作過程後，即施以檢驗。大量生產時，常用特製之量規 (Gage) ；小量產品則用普通之量度器具，諸如卡規 (Caliper gage) 與刻度尺 (Scale) 、分厘卡或測微器 (Micrometer) 、針盤量規 (Dial Gage) 等。若需極端準確之計量，則可用電動、空氣及光學儀表等計量之。

9.3.3 冷作 (Cold working) :

冷作係在平常空氣溫度下，將金屬材料施以鍛打、軋軋、抽拉及成形等工作，使成所需之坯料或成品。其優點為所得製品之表面光滑，尺寸準確且強度、彈性限度及硬度均較未施工前增高；其缺點則為延性損失及工作過度時即行變脆。

9.3.4 熱作 (Hot Working) :

熱作係當金屬材料熱至膠著狀態時，施以鍛打、軋軋等工作，使成坯料，以備再行加工。常用之熱作方法有軋軋 (Rolling

）及鍛打（Forging）兩種。前者適用於大量生產之簡單斷面機件；後者則用於鍛造複雜斷面或需用量少之機件。鍛件較軋件之品質為優，因鍛打溫度及壓力之控制均較軋軋易於準確故也。

9.3.5 型鍛（Swaging）：

型鍛亦為鍛造方法之一種，係使用打擊或壓力，以減小金屬材料之斷面或使成所需之形狀。

9.3.6 噴砂（Sandblast）：

噴砂係利用壓縮空氣將砂粒自一噴嘴吹出，以清潔鑄件或鍛件之表面。

9.3.7 浸漬（Pickle）：

將機件浸入弱酸溶液中清洗之法。

9.3.8 熱處理（Heat Treatment）：

熱處理為利用加熱及冷卻或化學物品，以改良金屬物理性質之方法。常用之熱處理，計有以下各種：

- (1)退火（Annealing）：將金屬加熱至其臨界溫度，然後使之慢冷，以軟化或消除其內應力之法，謂之退火；亦稱韌化或燭火。
- (2)淬火（Hardening）：如嫌鋼製機件的硬度不夠，可將其加熱至臨界溫度以上，然後急速浸入冷水或油中冷卻之，以增高其硬度，謂之淬火；亦稱硬化。

(3)回火 (Tempering or Drawing) : 已淬火的鋼製機件，雖硬而脆，不宜使用，熱再加熱至其臨界溫度以下之適當溫度，然後任意冷卻之，以恢復其部份韌性，謂之回火。

(4)表面硬化 (Case Hardening or Surface Hardening) : 凡欲使低碳鋼之機件表皮變硬，強度及抗磨性增大，而內部仍保持其原有之韌性時，須用滲碳 (Carburizing)、氮化 (Nitriding)、氧化 (Cyaniding) 等方法爲之，稱爲表面硬化。

9.3.9 配合 (Fit) :

兩相配機製面之接合緊度情況，謂之配合。配合之種類如下：

(1)壓緊配合 (Force Fit) : 當軸較孔稍大而必須用錘打入或動力壓入之情形，即屬壓緊配合。

(2)收縮配合 (Shrink Fit) : 當軸較孔稍大，而須將此有孔之機件先行加熱，使孔脹大至足以允軸滑入，然後冷卻之。若配合裕度之比例正確，則軸即可與孔固緊。

(3)滑動配合 (Sliding or Running Fit) : 軸與孔間有足夠之裕度，以容許其裝進孔內而滑動自如。

(4)緊貼配合 (Wringing) : 當軸與孔間之裕度較滑動配合小時，則須將軸用力壓推使之進入孔內。

9.3.10 工作圖中所用之一般註解術語：

中	文	英	文
全部光製		Finish all over.	
除……外全部光製		Finish all over	
		except ……	

未標明之半徑均爲X.

除有註解者外，各內圓角爲 X^R ，外
圓角爲 X^R

除有註解者外所有拔型角均爲 X°

熱處理至洛氏硬度數X X X .

用模型號碼……

機製前先浸漬

電鍍後合於所定尺寸

電鍍後拋光

噴漆前先噴砂

去毛口

Unspecified radii X
Fillet sX^R , Round X^R ,
unless otherwise
noted.

All draft angle X°
unless otherwise
noted.

Heat-treat to Rock-
well X X X

Use pattern No. ……

Pickle before mach-
ining

Dimension to be met
after plating.

Polish after plating

Sandblast before
painting.

Remove burs.

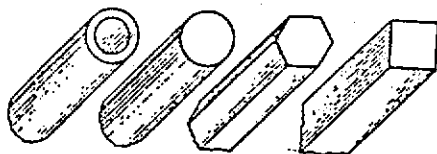
9.4. 製造方法與製圖(Production Method and Drawing)

在繪製任何機件圖樣之前，必須先考慮該機件應採用何種製造程序。蓋因在圖中對該機件細節形狀之表示，尺寸之選擇，以及機製之精確程度等，均係依之而決定故也。常用之基本製造方法，計有下列五種：

9.4.2 桿料機製 (Machining From Bar Stock) :

用不同剖面形狀之桿料，在車床、鉋床、鑽床、銑床及磨床等工作機械上加工，使之具有光滑而準確之表面；或製出一定之細節，如鑽孔、柱坑、錐坑、凹槽、螺紋等，以得到所欲製造之機件，亦為基本製造方法之一。

圖(B)所示者，即為一桿料機製件之工作圖。圖中之尺寸及註解均為專供機製使用者。常用之桿料如右圖。



9.4.3 熔接 (Welding) :

有許多機件，可用桿料及鋁材料，先分別切割成一定之形狀，再熔接一起，然後按需要加工。其工作圖中必須表示出所有接縫線，並註明熔接與機製所需之尺寸及註解。如圖(C)所示。熔接處之標記方法及符號，詳見次章。

9.4.4 鈹金工作 (Sheet Metal Working) :

凡將標準厚度之薄金屬片，先割截成一定之形狀，再使之彎曲或衝壓成所需之形狀。其工作圖中之式樣及尺寸，均為製成後之形狀，如圖(D)所示之例。

此種圖樣可供樣板工、製模工、機工等通用之。有時，尚須畫其未經加工彎摺前之坯料展視圖 (Developed View)，以作截取材料之參考。鈹金工作圖中，均不標註機件之厚度尺寸；但須在圖下註明金屬片材料之號規 (Gage) 及其相當之厚度 (以小數尺寸表之)；若其材料為鋁或鋁合金時，則僅註明小數

尺寸厚度即可。金屬片之規號及其相當厚度，可在「機械工程手冊」中查得。

9.4.5 鍛造 (Forging) :

鍛造係將金屬加熱至易於塑造之程度，繼以機力鎚 (Power Hammer) 打成一定形狀。視鍛件之形狀，可使用特製之鍛模助其成型，或毋需使用。較大之鍛件，常置於一般皆可鍛造之錘頭下鍛造之。大量而較小之鍛件，則不妨另製一專用鍛模。小鍛件亦有經冷鍛而成者。鍛件之表面粗糙，凡配合面或作用面均需機製之。

爲使鍛件易從鍛模中取出，各稜角處均作成外圓角或內圓角；同時，凡與出模方向平行之各面，均須具有適當之拔型角。故在其工作圖中，必須標註外圓角與內圓角之半徑，以及拔型角度等尺寸，如圖(E)所示。

9.5. 焊接或熔接 (Welding) :

鋼鐵等金屬材料，常因製造上之需要，必須彼此接合。接合之方法雖有鍛接、鉚接及焊接 (Welding，亦稱熔接) 等數種，然以後者工作較爲簡便，接合處之強度亦佳，費用尤爲低廉，故目前採用者極多。

熔接係同一金屬材料或性質相近之不同金屬材料，在熱力作用下互熔或用鐸條 (Filler Rod) 接合之。由於其生熱方法之不同，計分：

9.5.1 氣體焊接 (Gas Welding) :

氣體熔接係利用兩種氣體(氧與氫，或氧與乙炔氣)燃燒，而產生一高溫火焰，使被熔接件及銲條熔化而結合之。

9.5.2 電弧焊接 (Electric-arc Welding)

電弧熔接係在被熔接件與電極之間發生電弧，使被熔接件及銲條之溫度升高而熔解，藉電弧之攪拌作用而充分混合，於冷卻凝固時，而成堅實之接合部份。

9.5.3 電阻焊接 (Electric-resistance Welding)

電阻熔接係將被熔接件用機械壓力壓在一起時，藉電流與電阻所生之熱力，使接合處升高至熔解之溫度，而熔接之。

9.5.4 電子束焊接 (Electronic beam welding)

電子束焊接之原理乃利用電子產生光能，並將此光能匯聚成束，並調整此光束之焦點(熱能集中處)，當此電子束之焦點以高速撞擊欲銲之母材表面時，放出高熱，將母材在不需壓力下熔融在一起之焊接法。電子束焊接幾乎對電弧焊法所能焊接的金屬，皆能完成焊接。

9.5.5 原子氫焊接 (Atomic-hydrogen Welding)

原子氫焊接之原理，係在氫氣流中以兩根鎢棒電極產生氫弧熱使分子狀態之氫氣解離成原子狀態，原子狀態之氫氣在焊接面上則還原成分子狀態，同時放出大量熱能，以熔融被焊之金屬，同時氫原子離開電弧還原成氫氣將隔離空氣與焊材，防止氧

化，此種焊接之法稱為原子氫焊接。

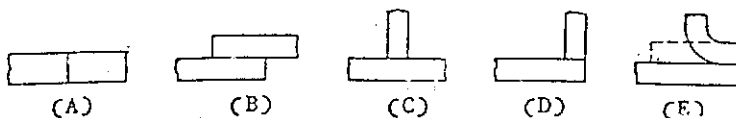
9.6. 超音波焊接 (Ulfrasonic Welding)

超音波焊接原理，係將普通的電源轉變為高頻電流，再傳遞至轉換器，由轉換器將電力轉變為相同高頻之聲響力，此聲響力再傳到音極梢，由音極梢接觸被焊接母材，產生來回連續不斷的震盪能、引發熱能，並在壓力的擠合下，使兩焊件接合在一起。

俗稱之高週波即指高頻率電波而言，此超音波焊接在施焊時，每秒高達 50,000 ~ 100,000 之週波數，亦即常人耳朵無法聽出之頻率。

9.7. 熔接之分類

9.7.1 依熔接件之接合方式分類：



- (1) 對接 (Butt Joint)：如圖(A)所示。
- (2) 搭接 (Lap Joint)：如圖(B)所示。
- (3) T形接合 (Tee Joint)：如圖(C)所示。
- (4) 隅角接合 (Corner Joint)：如圖(D)所示。
- (5) 邊緣接合 (Edge Joint)：如圖(E)所示。

9.7.2 依熔接處之形狀分類：



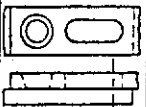













(1) 電弧及氣體熔接之基本形式：

- ① 聯珠熔接 (Bead Weld)。
- ② 填角熔接 (Fillet Weld)。
- ③ 塞孔熔接 (Plug or Slot Weld)。
- ④ 槽形熔接 (Groove Weld)。

槽形熔接又分爲：方形、V形、斜形、U形及J形熔接。

茲將此類熔接之形狀及其在畫圖時所用之代表符號，列表如下：

表 電弧及氣體熔接形狀及符號




種類	聯 珠	填 角	塞 孔	槽 形				
				方 形	V 形	斜 形	U 形	J 形
形 狀								
符 號								

(2) 電阻熔接之基本形式：

- ① 點熔接 (Spot Weld)。
- ② 浮凸熔接 (Projection Weld)。
- ③ 沿縫熔接 (Seam Weld)。
- ④ 閃電或端壓熔接 (Flash or Upset Weld)。

茲將此類熔接在畫圖時所用之代表符號；列表如下：

表 電阻熔接符號

種類	點	熔	浮	凸	沿	縫	閃電或端壓
符號							

無論氣體、電弧或電阻熔接，除上述基本形式之符號外，均有數種補充符號，如下表所列。其中全周熔接（All-around Weld）符號係表示須在接合處之周圍熔接之。現場熔接（Field Weld）符號係表示被熔接之物不能搬進工場內施工，須將熔接設備移往工作現場施工。全周現場熔接符號，即為前二者合併情況。焊道表面情況（Contour）符號係用以表示熔接處銲料之表面情況，計有平面、凸面及凹面三種，依次如下圖所示：

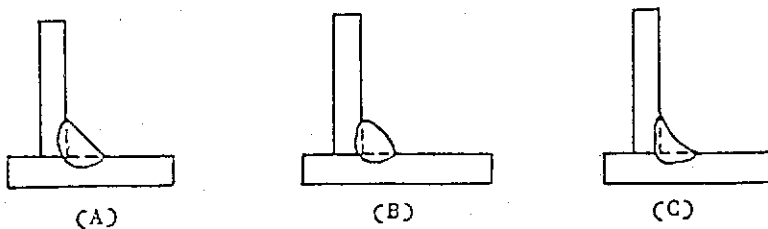





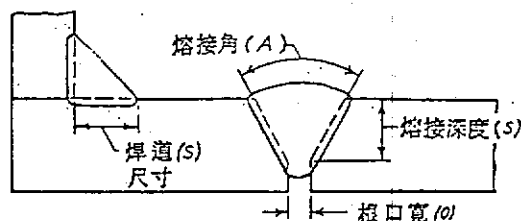


表 熔接補充符號

種類	全周熔接	現場熔接	全周現場熔接	焊道表面情況		
				平 面	凸 面	凹 面
符號				—		

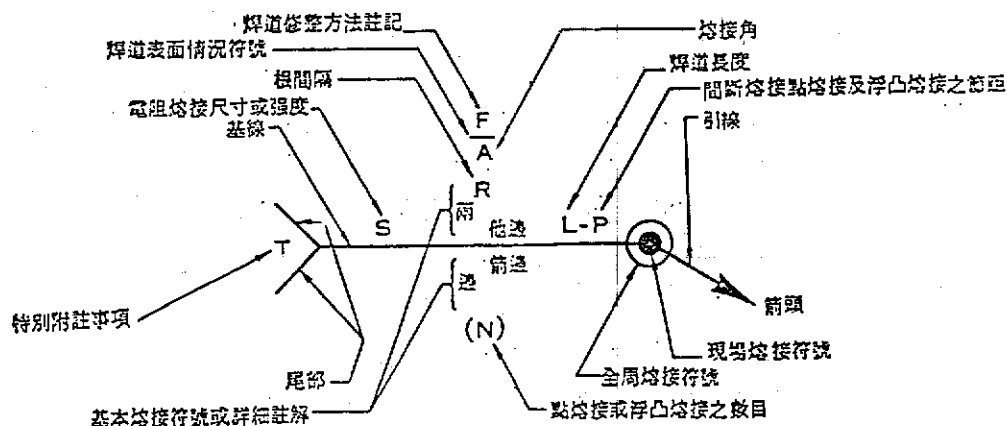
9.8. 焊接之尺寸 (Weld Dimension)

畫熔接圖時，被熔接件之接合處或焊道之尺寸大小，亦須標註之，如下圖所示。例如 45° 填角熔接之焊道尺寸 (Weld Size) S ，應規定之。若係不等邊填角熔接，其兩焊邊之尺寸，均應規定之。又如在槽形熔接處，其根間隔或根口寬 (Root-opening) 之大小，熔接處之深度及熔接角 (Included Angle，亦稱槽角) 之大小，均為必須規定之重要尺寸也。



9.9. 焊接符號 (Welding Symbol)

在焊接圖中，凡焊接之處均須加以標記，藉作施工之依據。通常均採用一種「完全焊接符號」 (Complete Welding Symbol) 如下圖所示。此符號中包括下列八項：

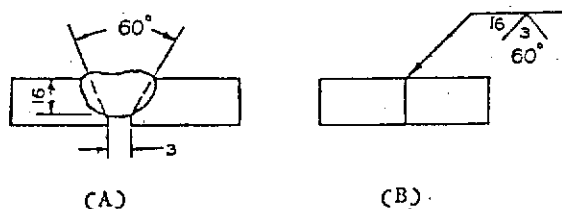


- (1) 基線 (Reference Line)。
- (2) 引線 (Arrow Connecting Reference Line)。
- (3) 熔接符號。
- (4) 尺寸及其他資料。
- (5) 熔接補充符號。
- (6) 焊道修整方法符號——“C”表示「鑿平」，“G”表示「磨削」，“M”表示「切削」；不區分修整方法時，用一般加工符號“F”。
- (7) 尾部 (Tail) ——開叉爲 90° 角，無參考資料註解時，可不畫。
- (8) 規範、工作方法或其他參考資料——當有此類資料時應註於尾部開叉內，如圖中“T”。

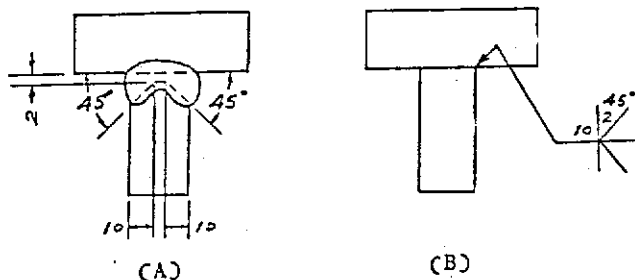
9.10 焊接符號例

(1) V形熔接：

焊道在箭邊，熔接角 60° ，根間隔 3 mm，槽深 16 mm。



(2) T形雙斜熔接，兩邊尺寸相同。槽深 10 mm，熔接角 45° ，根間隔 2 mm。



9.11 焊接符號之規定及注意事項

- (1) 熔接標記及各種熔接符號均可用手或儀器畫成之。
- (2) 熔接符號與尺寸須註於基線之同側（上或下）。
- (3) 引線與基線最好成 60° 角。引線可視所須指示之部位，畫成直線或折線。
- (4) 箭頭所指之一邊，謂之箭邊（Arrow Side）；相對之一邊，謂之他邊。
- (5) 焊道在箭邊時，熔接符號及尺寸，須標註於基線之下方；焊道在他邊時，則熔接符號及尺寸，須標註於基線之上方。
- (6) 若被熔接件之兩邊均須熔接時，則在基線之上、下方，均須標記符號及尺寸。符號之標記成對稱形。
- (7) 若僅須在兩被熔接件中之一件上作槽時，箭頭須垂直指於該槽面上。
- (8) 因點、沿縫及閃電或端壓等熔接符號，並無箭邊或他邊之含義，故其符號之中心，須置於基線上。但浮凸熔接符號，則有箭邊與他邊之別，切勿將其中心置於基線上。
- (9) 聯珠熔接符號旁所註之尺寸，為聯珠之最小高度。
- (10) 若係不等焊邊填角熔接（即鉚料表面與被熔接件之表面不成 45° 角時），須將其不等兩焊邊之尺寸，一併標記之；短焊邊在前，長焊邊在後，並括以括弧。
- (11) 填角熔接尺寸須註於熔接符號垂直邊之外側。焊道之全長或間斷熔接之每段長度，須註於熔接符號斜邊之外側。間斷熔接中相鄰兩段鉚斜之中心距離，應註於其長度之後，並以短劃相連之。
- (12) 槽形熔接若不貫穿，其深度須註於熔接符號一側。根間隔須註

於符號內；熔接角則註於符號上方（符號在基線上方時）或下方（符號在基線下方時）。

- (13) 點、沿縫、浮凸及閃電或端壓熔接，應在熔接符號旁註明其最低抗剪強度。

9.12 鉚釘鉚接時的捻縫工程名詞

捻縫(Caulking)亦稱填隙,俗稱打掙,在水密及油密接合中,爲達到止漏之目的,不僅鉚釘間距不能超過 $4\frac{1}{2}D$,且須以捻縫工作相配合,方能確保鋼板貼合面存有之隙縫及鉚接不勻或不緊密處,不受油、水、或空氣之浸入。

在水密和油密結構中,通常鋼板之一面爲光平面,另一面爲防撓材面(Stiffener side),在防撓材面上裝有防撓材,肋骨、橫樑、縱樑等,爲使捻縫工作能連續而不受防撓材等之阻擾,故應在防撓材面之反面亦即光平面上施行,此光平面因而亦稱捻縫面(Caulking side)。

捻縫所用之主要工具稱爲氣力捻縫機(Pneumatic Caulking Chisel)俗稱打掙槍(Pneumatic Chisel gun)。其構造和鉚釘槍完全相同,僅其內筒活塞之衝擊次數較鉚釘槍爲多,每分鐘約爲 2000 ~ 3000 次(鉚釘槍每分鐘 1000 ~ 2000 次)。捻縫時在捻縫機尖端裝上捻縫鑽頭(俗稱打掙鑽頭),沿著板縫施行。由於捻縫之部位不同,方法亦略異。茲按搭邊捻縫(Lap Caulking)、對接捻縫(Butt Caulking)及鉚釘捻縫(Rivet Caulking)分述如下:

9.12.1 搭邊捻縫 (Lap Caulking)

搭邊捻縫可分二段操作進行之。第一段操作如圖 1 所示，先用打掙槍抵緊上板，傾斜向內擠壓並衝擊之，使 B C 面變形成為 B¹D 面，C D 部兩板面則壓緊而密著。為使 C D 部密固起見，操作時捻縫頭之中心線應對準打擊作用點最適當之斜度 Q_1 ，通常為 $12.5 \sim 20^\circ$ ，圖中 Q 角通常應為 $110 \sim 115^\circ$ 。

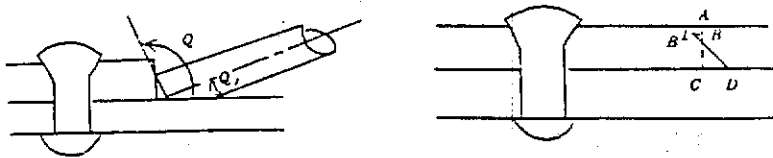


圖 1 搭邊捻縫第一段操作圖

搭邊捻縫之第二段操作如圖 2 所示。此時捻縫鑽頭之中心線應對準 D 點而打擊，擠壓 B¹D 面使 D 與 C 點趨於重合而 C E 部即可完全密接，上板之內部之受擠而彎曲，產生間隙 e ，此彎曲之彎曲力矩有壓緊下板確保水密或油密之作用。圖 2 中 Q_1 與圖 1 中 Q_1 角度大致相同，一般約為 15° ， Q 較前圖之 Q 為小，普通約為 $87 \sim 100^\circ$ 。

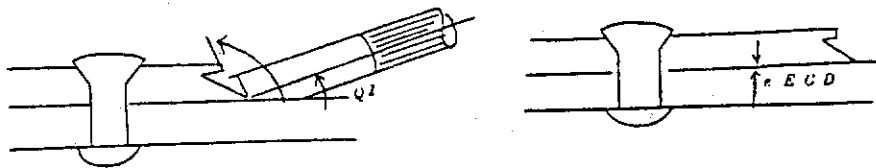


圖 2

搭邊捻縫完畢後其標準形狀及寸法如圖 3 所示。施工時忌將下板壓刻產生凹陷，或將上板擠入下板內等，均為有害之缺點如圖 4 所示。

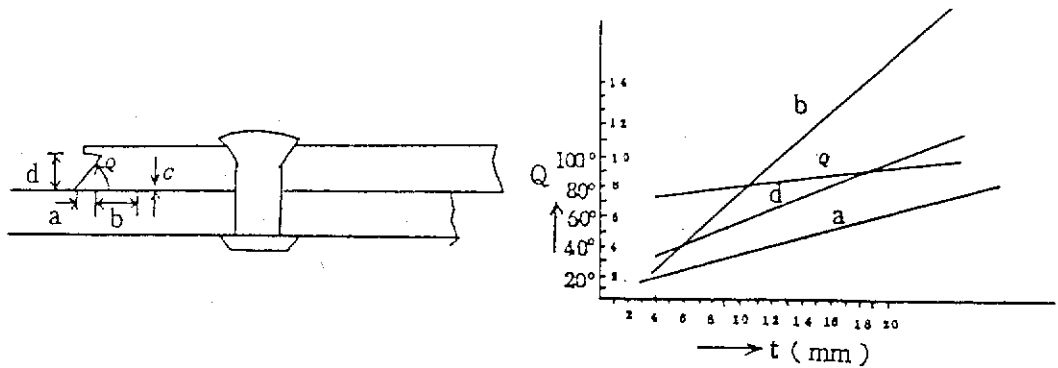


圖 3 搭邊捻縫後之缺陷

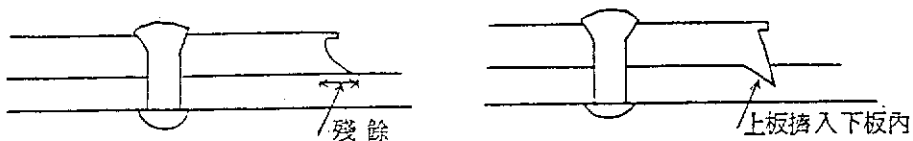


圖 4 搭邊捻縫後之缺點

9.12.2 對接捻縫 (Butt Caulking)

對接捻縫之施工，可分為三段操作。第一段先用端刻有溝形之捻縫鑽頭在接合部份中央輕敲使之產生一捻縫溝槽；第二段則由接合板之兩側用力向中央部壓緊，使接合部緊密著緊牢；第三段則再以溝形捻縫鑽頭垂直於板面擠壓，使兩板之對接面完全密合，最後捻縫面之溝槽略呈凸形，如圖 5 所示。圖中 C 之

接觸面應盡量大，方可確保水密或油密，且捻縫前接縫之最大間隙不能超過 3 mm，否則不易獲得良好效果。由於加搭板鉚接之方法現已淘汰，故對接捻縫工作在焊鉚併用結構中已不採用。

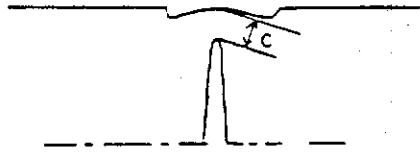


圖 5 對接捻縫之剖面

9.12.3 鉚釘捻縫 (Rivet Caulking)

鉚接處經過上述之捻縫後，應做水密試驗，如發現鉚釘尾端有漏水情形，則應用鉚釘捻縫鑽頭在鉚接周圍輕行敲打，使其緊固。施工時應盡量避免鉚釘受惡劣影響。如鉚釘為螺絲鉚釘捻縫時應順上緊螺紋之方向敲擊之，否則螺絲鉚釘易放鬆弛。

9.14.4 水密及油密用墊料 (Packing)

船體結構之水密或油密工事，經過鉚接及捻縫後所具之防漏作用，應甚良好。唯因結構上之限制，不能施行捻縫之處所，則需使用墊料防止洩漏。

墊料之使用，除上述不能施行捻縫處所外，尚有承受震動較大，僅靠捻縫不能永久防漏處，鋼材連接處彎曲度較大時，以及三層鋼板貼合連接處，均可適當應用。

墊料係用粗眼麻布或石棉線、麻線、纖維紙等塗上防水或防油

之塗料，涼乾製成，按照鋼板貼合連接邊緣之寬度，墊襯入內，然後鉚接。此時鉚接及捻縫工作仍需認真施行，不可馬虎從事，蓋因墊料僅為協助防漏之手段，基本上水密及油密結構應從鉚接與捻縫著手，達到防漏之目的。

9.13 造船台、下水台及船舶下水 (Building berth Launching Wags and Launching)

9.13.1 下水 (Launching)

將船體由船台移至水面上之過程。

9.13.2 造船台 (Building berth or building slip)

建造船體之工地。

9.13.3 固定台 (Ground way)

以截面 12 ~ 20 吋見方之洋松或櫟木等耐壓，耐磨而不易變形之木材縱向並列在造船台上所構成的下水台之最下層部份。

(見圖 1 及圖 2)

9.13.4 滑台 (Sliding way)

以截面 12 ~ 20 吋見方的木材縱向並排，平貼於固定台頂面油脂上所構成的下水台之上層部份。(見圖 1 及圖 2)

9.13.5 墊木 (Packing)

滑台與船底間之木材。(見圖 1 及圖 2)

9.13.6 艀托架 (Fore poppet)

下水台艀端之墊木架。(見圖1)。

9.13.7 艉托架 (Aft poppet)

下水台在艉端之墊木架。(見圖1)

9.13.8 下水托架 (Cradle)

下水台之滑台、墊木及艀艉托架之總稱。(見圖18)

9.13.9 艉驟降〔現象〕(Tripping)

下水時，船體在滑行過程中，當船體重心離開固定台後，在船體重量對固定台尾端之力矩大於船體浮力對該固定台尾端之力矩時所發生之船艉突然下降之現象。

9.13.10 艉浮升〔現象〕(Pivoting)

下水時，船體在滑行過程中，當船體浮力對艀托架之力矩大於船體重量對該艀托架之力矩時，則船艉抬起，使船體擱置於艀托架上一點之現象。

9.13.11 艀降〔現象〕(Bow drop)

下水時，若固定台之長度不過，則不論是否有艉降現象發生，在船體剛離開固定台末端時，所發生的船艀突然下降的現象。

9.13.12 軟質木板 (Crushing strips)

在下水台之艀托架及船底間所墊之預防艉浮升時，兩者間因所

受壓力太大而造成損傷之軟質木板。該木板強度較差，故於受力太大時則碎裂以吸收部份能量。

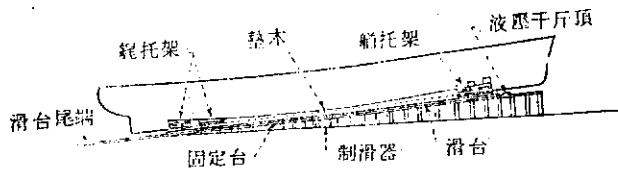
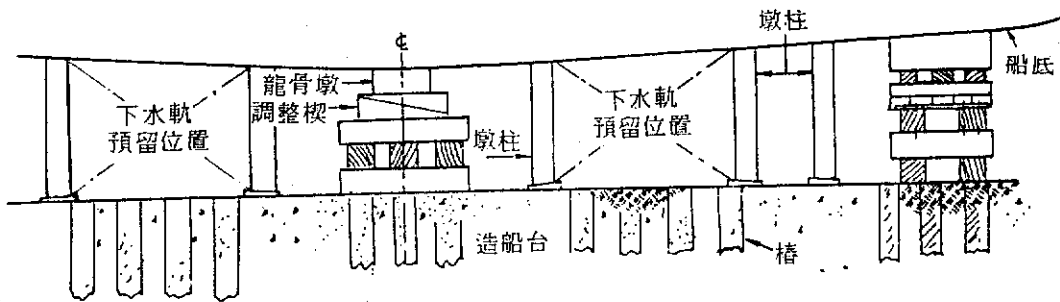
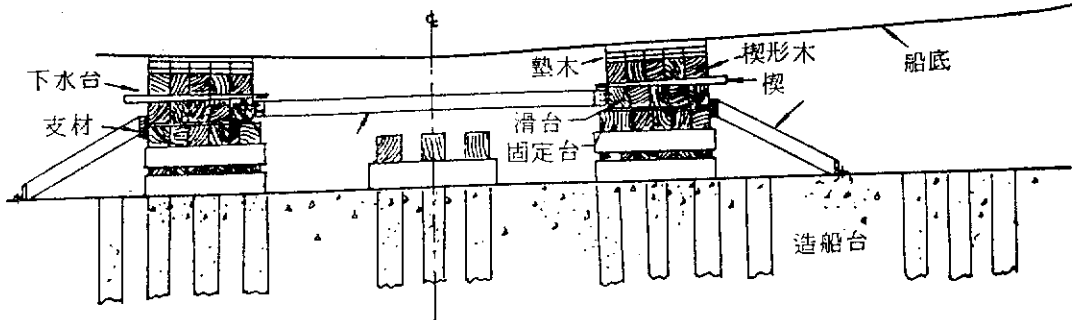


圖1 下水托架及其他下水台設備



(a)在造船台上建造船舶時之塢墩及支撐架



(b)在船舶將下水時須先搭起下水台，再移出(a)圖中之塢墩及支撐架使船體坐落在下水台上

圖2 (a)造船台及(b)下水台之構造

第十章 船之阻力與推進

船舶在汪洋大海中航，由於風浪之作用，水的黏滯性，船舶在自由液面引起的波能消耗，渦流產生及水線以上船橋構造物引起之空氣與風阻等，使船舶受到相當的阻力，必須仰賴主機發揮能量，經由螺旋槳產生推力，以克服該阻力，使船舶得以前進：由於阻力成因相當複雜，在研究上將它分為在平靜海況之靜水中阻力，不良海況或波浪引起之附加阻力及上甲板構造物引起的空氣阻力與風阻等三大部分。（如表－1所示）一般在設計或實際試航時均以平靜海況為基準，因此本節考慮重點為靜水中阻力。

研究阻力分類的目的有二：(1)將阻力儘可能細分，並從流體力學觀點，探討其成因，以作為船形研究與設計考慮的基礎。(2)在動力相似律或實際可以量測的範圍內加以考慮，將阻力適當的分類，以作為船模試驗推估實船阻力與推進性能的基礎。

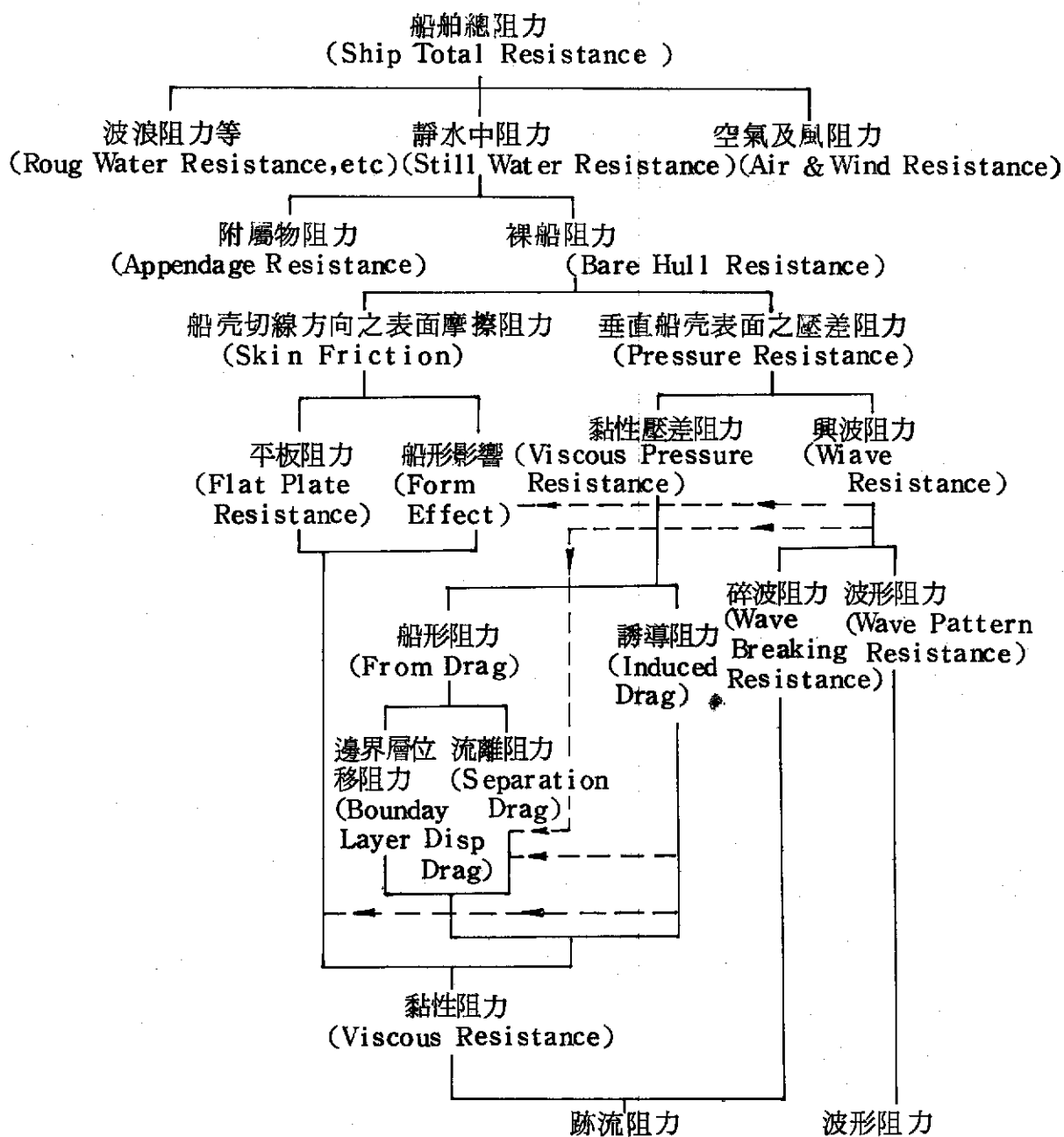
10.1. 阻力細分法

由於阻力成分及歸類相當複雜，今將靜水中阻力分為附屬物阻力及裸船阻力，附屬物阻力受船型與螺旋槳影響很大，容後再討論。而裸船阻力，以西元1972年第13屆國際船槽會議（ITTC）的決議＜1＞為準，將它可能的阻力成分加以整理歸類如表1所示。今稍加說明如下：

船舶在靜止水面運動時，其所受裸船總阻力可以區分為垂直於船壳表面的壓差阻力及船壳表面相切的摩擦阻力兩類。前者又包含有黏性壓差阻力與興波阻力兩部份。黏性壓差阻力大部分由

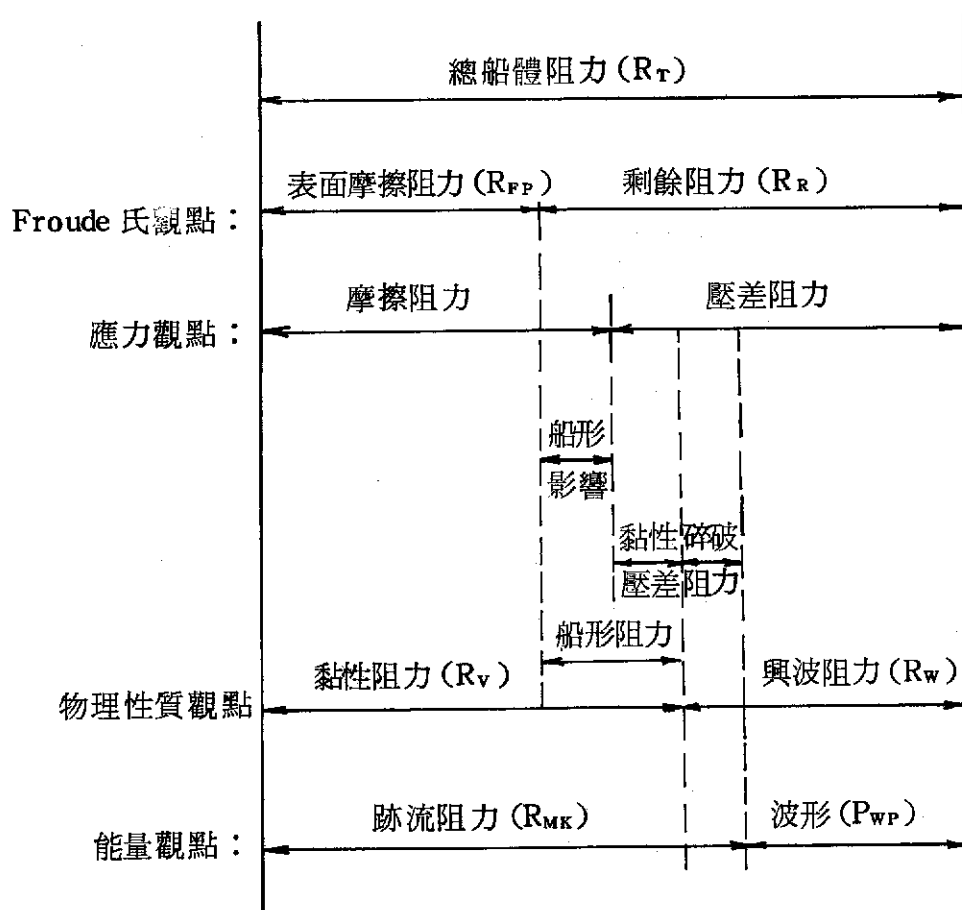
於艫部流體邊界層變厚或有流離現象所引起，有時亦可能由於艫龍骨或舵引起誘導阻力。一般而言，方塊係數越大的船或艫部線型較肥胖與不滑順者，其黏性壓差阻力成分越大。興波阻力可能以碎波阻力及波形阻力兩種型式存在。碎波一般存在於大方塊係數之慢速船的船艫附近，由於大方塊係數船舶，艫部線形入水角較大，使艫波在艫柱附近堆積，形成波度陡的艫前波，由於波面斜度太大，即產生碎波而在波面形成許多渦流。碎波阻力與波形阻力均可以適當的球形艫予以抵銷或減弱，球形艫的設計與應用為船形設計之重要課題。船殼表面摩擦阻力又可以分為等效應平板阻力與船形效應阻力。摩擦阻力、黏性壓差阻力及碎波阻力等又以渦流形態表現於艫跡流中，因此可以在艫垂柱後方半個船長的跡流區中量得能量損耗，稱之為跡流阻力。

表-1 船舶阻力分類表(細分法)



10.2. 阻力二分法

前面所述的方法相當仔細，但很難將每個分量加以量化，因此在此實用上有以下三種分類法，見表—2，今說明如下：



表—2 船舶阻力分類（二分法）

10.2.1 佛勞德氏 (William Froude)

佛勞德氏真不愧為船模試驗的始祖，他在西元1868年就進行船模阻力試驗，並將船模阻力分為等效平板阻力與剩餘阻力，一方面將該兩種阻力成分加以量化，同時又建立“比較律”，可以推估實船阻力。該比較律為：“幾何相似而大小不同的兩艘船，運動於水面時，在相同的速長比（ V/\sqrt{L} ）時，其每單位排水量的剩餘阻力值相等”。因此欲瞭解實船阻力，可以適當縮尺的船模進行試驗。今以式子表示：

$$R_T (F_n, R_e) = R_{FP} (R_e) + R_R (F_n) \dots\dots$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{在 } \frac{V_M}{\sqrt{L_M}} = \frac{V_S}{\sqrt{L_S}} \text{ 時} \\ \text{則 } \frac{R_{RM}}{\Delta_M} = \frac{R_{RS}}{\Delta_S} \end{array} \right\}$$

10.2.2 物理性質法

由於大方塊係數船或肥胖船，應用福勞德氏觀點作實船馬力推估時，誤差很大，時常高估實船阻力。因此促使造船界對船舶阻力及船體周圍流場特性更深入研究，發現剩餘阻力中，船形阻力佔了相當的分量，而且該阻力成分並非佛勞德數的函數。因此將阻力分為黏性阻力與興波阻力。即：

$$R_T (F_n, R_e) = R_v (R_e) + R_w (F_n)$$

黏性阻力即包含船壳表面摩擦阻力及黏性壓差阻力，或者等效平板阻力與船形阻力。

10.2.3 能量觀點

船體周圍流場最後分別以艫跡流中之渦流及自由液面之波形等兩種型式存在。因此將船舶阻力分為跡流阻力及波形阻力，分別以量測跡流中之能量（Wake Survey）及波形能量（Wave Survey）表示。跡流阻力之量測對球形艏在碎波阻力抵銷的研究上有相當的貢獻。從表－2 可知，跡流阻力可能包含有黏性阻力與碎波阻力。即：

$$R_T (F_n, R_e) = R_{WK} (R_e, F_n) + P_{WP} (F_n)$$

式中：

- R_T ：總阻力
- R_{FP} ：等效平板阻力
- R_w ：造波阻力
- R_v ：黏性阻力
- R_{WK} ：跡流阻力
- R_{WP} ：波形阻力
- F_n ：佛勞德數
- R_e ：雷諾數

10.3. 各類阻力

以上為由各種不同因素對船體產生各種阻力之說明，由於各現象間關係甚為複雜，一般為便於計算起見常將阻力綜合成以下幾種：

10.3.1 摩擦阻力 (Friction Resistance)

由於船殼在有黏性之流體中運動所造成。

10.3.2 興波阻力 (Wave Making Resistance)

由於船體供應其在水面運動時不斷製造波浪能量所造成。

10.3.3 黏性壓差阻力 (Viscous Pressure Drag)

當流體分子流經船殼，如船形變化甚大則流綫往往無法跟上而分離，加以邊界層存在而影響了壓力分佈，即減少了艏部向艉之分力，這種因壓力差造成之阻力，稱黏性壓差阻力或船形阻力 (Form Drag)。

10.3.4 空氣阻力 (Air Resistance)

由於船體水面以上部份經過空氣所造成摩擦及氣渦流阻力之和而成，在無風之情況下，對一般排水型船言，空氣阻力約為水之阻力之 2 - 4 %。

10.3.5 附屬物阻力 (Appendages Resistance)

船之附屬物主要有舵 (Rudder)、軸架 (Shaft Bracket)、軸套 (Bossing) 穩定鰭 (Stabilizer)、艙龍骨 (Bilge Keel) 及駐塢龍骨 (Docking Keel) 等，當其在流體中運動常會因其形狀與表面粗糙而產生摩擦、壓差及興波阻力，此等各別阻力之總和謂之附屬品阻力。

由於附屬品各有其較船長小得甚多之長度，也就是說當其運動時各有其與船舶不同之雷諾數 (Reynold's Number R_n)

爲了不使在船模阻力試驗上受到困擾，吾人經常以不帶附屬物之裸船殼模型作阻力試驗，然後再把由經驗公式求得之附屬物阻力加上。

10.4. 組複合式推進主機

爲配合艦艇在巡航及全速航行之馬力需求，近年建造之艦艇，從小型之巡邏艇到大型之巡防艦、驅逐艦，有採用組複合式主機者。組複合主機通常是由低馬力主機與高馬力主機組複合而成。在低速巡航時，僅用低馬力主機以節省耗油量。但在全速航行時，組合式主機，僅用高馬力主機推進，而複合式主機則以高馬力主機及低馬力主機同時帶動主軸推進艦艇。組複合式主機之種類很多，比較常見的有下列四種：

10.4.1 柴油燃氣渦輪組合機 (CODOG, Combined Diesel or Gas Turbine)

10.4.2 柴油燃氣渦輪複合機 (CODAG, Combined Diesel and/or Gas Turbine)

10.4.3 組合燃氣渦輪機 (COGOG, Combined Gas Turbine or Gas Turbine)

10.4.4 複合燃氣渦輪機 (COGAG, Combined Gas Turbine and/or Gas Turbine)

除了上述四種組複合式主機外，其他尚有 COGAS， COSAG COGAGE， CONAG 及 CONOG 等，其中 G， S， N 及 E 等字母分別代表燃氣渦輪機、蒸汽渦輪機、核子反應器、及電動機等。其中第四個字母 A 與 O 分別代表複合式與組合式。這些組複合式主機都是以列於前面之主機用於巡航狀態，而以列於後面之主機“取代”或“複合”列於前面之主機用於全速航行狀態。

10.5. 推進系統之各處所馬力名稱

指示馬力 (INDICATED HORSE POWER)

制動馬力 (BRAKE HORSE POWER)

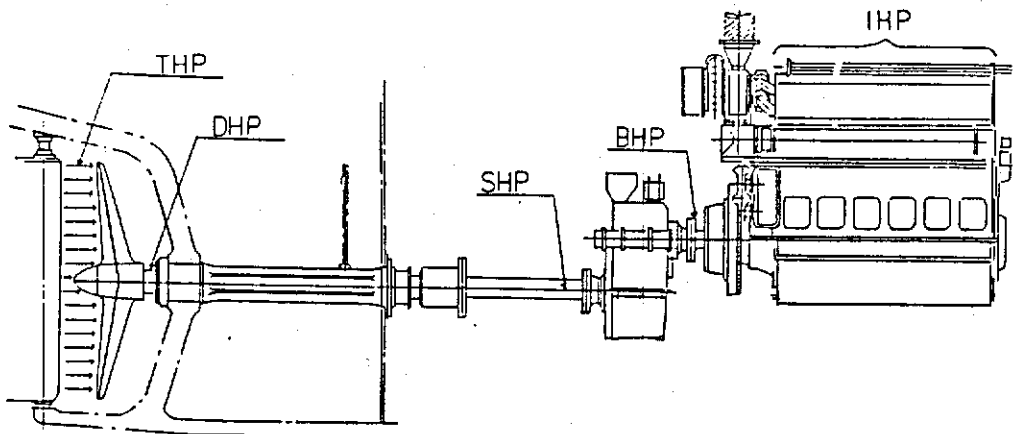
軸馬力 (SHAFT HORSE POWER)

傳達馬力 (DELIVERY HORSE POWER)

推力馬力 (THRUST HORSE POWER)

有效馬力 (EFFECTIVE HORSE POWER)

燃油在主機內燃燒產生馬力，經減速齒輪，軸系而傳達至推進器，再由推進器在水中作功產生推力使船舶得以航行，而在此一傳達過程中，各處之馬力大小及名稱均不同，一般而言，可分為下列幾個處所量測之馬力說明之，並請參閱〔圖-1〕。



10.5.1 指示馬力 (IHP) :

燃油在柴油主機汽缸內燃燒爆發，推動活塞所作之功率稱之為指示馬力，又名圖示馬力，可以由示功器計測汽缸內之平均有效壓力求得，即

$$\text{IHP} = \frac{P_1 L A n}{75}$$

式中：

P_1 = 汽缸內之平均有效壓力， Kg/cm^2

L = 活塞行程， m

A = 活塞面積， cm^2

n = 每分鐘動力衝程數，於二衝程之引擎則 n 為汽缸數
× 每分鐘迴轉數，而四衝程引擎則為汽缸數 × 每分鐘迴轉數 × $\frac{1}{2}$

10.5.2 制動馬力 (BHP) :

從指示馬力中扣除引擎內部運轉部份所消耗之功率即為制動馬力，換言之，最後在主機曲拐軸端測得之馬力，由於出廠前於廠試時以制動馬力器測量之，故定名為制動馬力。制動馬力與指示馬力之比稱之為機械效率，以 η_m 表示之。

$$\eta_m = \frac{\text{BHP}}{\text{IHP}}$$

一般而言 η_m 約在 0.75 ~ 0.90 之間，一般柴油主機製造廠均係以 BHP 標示。

10.5.3 軸馬力 (SHP) :

主機在曲拐軸所傳出之制動馬力，常有其他機械有時是由主機所驅動，消耗主機之制動馬力，如軸發電機、充電機、泵、舵機等，又中高速主機由於轉速太高，不宜直接驅動螺槳，均裝有減速齒輪，在此等機械後面之軸馬力。軸馬力通常可以扭力測功計 (TORSION METER) 在船上測得。

10.5.4 傳達馬力 (DHP)

軸馬力扣除各軸承，艀軸管等馬力損耗即為傳達馬力，亦即在螺槳前，軸承之後所測得之馬力。

傳達效率 $T\eta = \frac{DHP}{SHP}$ ，通常主機在船中央位置時約為 0.97，
在船艀位置時約為 0.98。

10.5.5 推力馬力 (THP) :

轉動螺槳所需之馬力為傳達馬力，而螺槳在水中轉動即產生推力，推力與水流速度之乘積即為推力馬力因此推力馬力，與傳達馬力之比值即為螺槳推進效率，螺槳在船後作動則稱之為螺槳船後效率 (η_B)，若螺槳不在船後而單獨運轉則稱為螺槳單獨效率 (η_o) 以資區別，其間之關係可以由下式示之。

$$\eta_R = \eta_B / \eta_o$$

其中 η_B 稱之為螺槳船後效率比 (RELATIVE ROTATIVE EFFICIENCY)。可由船模自推試驗求得，一般而言一軸船約在 0.98 ~ 1.05 之間，雙軸船在 0.95 ~ 1.02 之間。

推力馬力與傳達馬力之關係爲：

$$\text{THP} = \text{DHP} \cdot \eta_B = \text{DHP} \cdot \eta_r \cdot \eta_e = \frac{T \cdot V_a}{75}$$

式中：T = 螺槳推力，Kg

V_a：水流速度，M/S

10.5.6 有效馬力 (EHP)

螺槳在水中轉動產生推力，推着船舶航走，船舶航行之阻力與航行速度的乘積即爲有效馬力 (EHP) 推力馬力與有效馬力間之關係如下：

$$\text{EHP} = \frac{R_T \times V_s}{75}$$

但 $R_T = T(1-t)$

$$V_s = \frac{V_a}{1-w}$$

$$\text{因此：EHP} = \frac{T \times V_a}{75} \times \frac{1-t}{1-w} = \text{THP} \times \eta_H$$

其中： $\eta_H = \frac{1-t}{1-w}$ 稱之爲船壳效率。

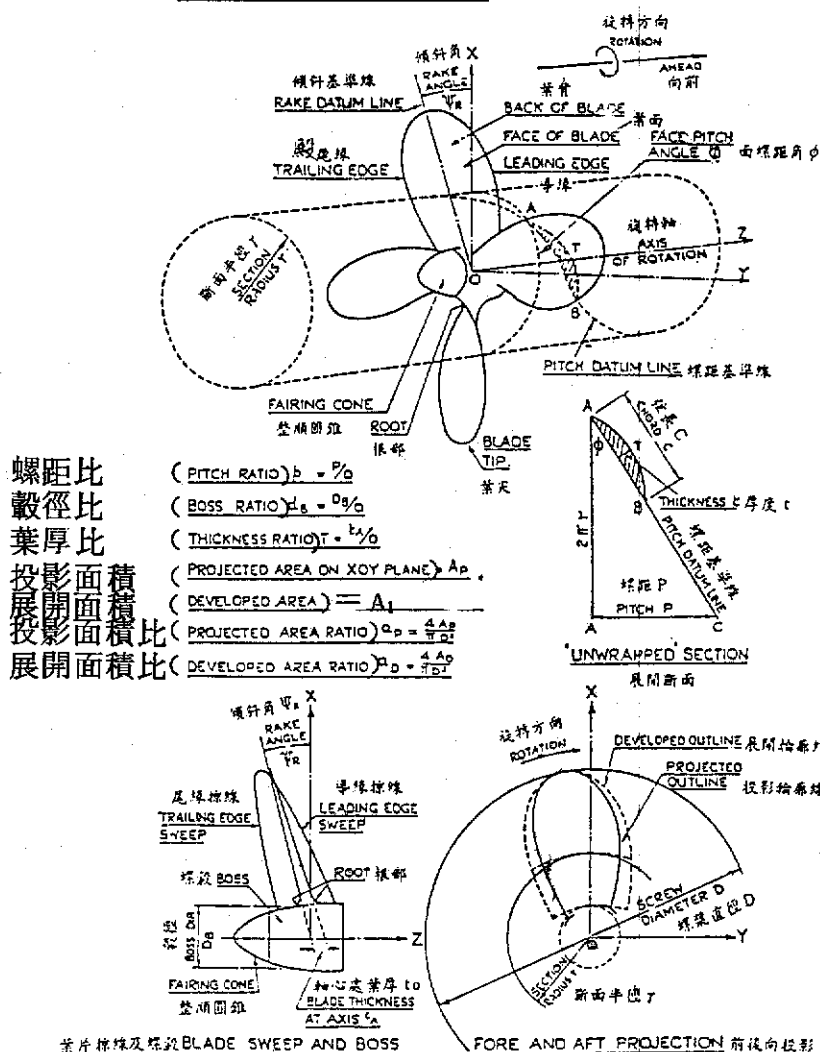
10.5.7 各種馬力之間的關係如下：

$$\begin{aligned} \text{EHP} &= \text{THP} \times \eta_H = \text{DHP} \times \eta_O \times \eta_R \times \eta_H \\ &= \text{BHP} \times \eta_T \times \eta_O \times \eta_R \times \eta_H \\ &= \text{IHP} \times \eta_M \times \eta_T \times \eta_O \times \eta_R \times \eta_H \end{aligned}$$

10.6. 螺槳幾何形狀及各部名稱

船用螺槳為船舶推進設施之一。典型的船用螺槳如圖 1 所示。

MARINE SCREW DETAILS



船用螺槳圖

船用螺槳之運動為沿旋轉軸方向旋轉與平移之複合運動。一般係由 3 至 6 葉扭曲狀相同葉片，圍繞著螺轂（Boss）等距分布而成。每一葉片之後表面稱為葉面（Face），即壓力面（Pressure Side）；前表面稱為葉背（Back），即吸力面（Suction Side）。葉片之前緣稱為導緣（Leading Edge），後緣稱為轂緣（Trailing Edge）。葉尖（Blade Tip）為葉片上距離旋轉軸垂距最大之點。螺槳旋轉時，葉尖掠過圓之直徑即為螺槳直徑。

每一葉片之葉面為螺旋面（Helicoidal Surface）之一部分。螺旋面之產生係將一徑向線沿旋轉 Z 旋轉，同時並沿該軸平移而得。當旋轉一圈時，此軸向平移之距離即稱為螺距 P（Pitch）。在此螺旋面上以定半徑所描出之軌跡即為螺旋線。若將螺旋線展開於平行於旋轉軸之切面，則該線為一直線，與垂直旋轉軸之基準面間成夾角 ϕ ，稱為螺距角，其與螺距 P 有如下之關係：

$$P = 2\pi r \tan\phi$$

由圍繞同一旋轉軸不同半徑之圓柱體與螺槳葉片相交所形成之一系列斷面，可定義出葉片之形狀，而為螺槳重要特性之一。如圖所示，葉片斷面在圓柱表面上包含兩條曲線：葉面為 AB，葉背為 ATB。此 AB 曲線稱為螺距基準線（Pitch Datm Line）。

葉片輪廓線（Blade Outline）依後傾基準線（Rake Datum Line）而定義之。後傾基準線與基準面（即葉尖圓之平面，平面 XOY）之夾角 Ψ_R ，稱為後傾角（Rake Angle）。

除了螺槳葉數、直徑等，其它螺槳主要尺寸通常以無因次量表示，茲分別定義如下：

10.6.1 螺距比 (Pitch Ratio) : p

$$p = \frac{P}{D} = \frac{\text{螺距}}{\text{螺槳直徑}}$$

10.6.2 轂徑比 (Boss Ratio) : b_o

$$b_o = \frac{D_b}{D} = \frac{\text{轂之直徑}}{\text{螺槳直徑}}$$

10.6.3 葉厚比 (Blade Thickness Fraction) :

$$\frac{t_o}{D} = \frac{\text{軸心線處螺葉假想厚度}}{\text{螺槳直徑}}$$

10.6.4 螺葉平均寬度比 (Mean Width Ratio) :

$$\frac{\ell_{\text{mean}}}{D} = \frac{\text{葉片之平均伸展或展開寬度}}{\text{螺槳直徑}}$$

$$= \frac{\text{葉片面積 (轂部分不計) } / \text{葉片長度 (轂部分不計)}}{\text{螺槳直徑}}$$

10.6.5 螺槳傾斜度 (Rake Ratio) :

$$\frac{X_r}{D} = \frac{\tan \Psi_r}{2} = \frac{\text{葉尖處傾斜量}}{\text{螺槳直徑}}$$

10.6.6 伸展螺葉面積比 (Expanded Blade Area Ratio) : a_E

$$a_E = \frac{A_E}{A_0} = \frac{A_E}{\pi D^2 / 4} = \frac{\text{螺葉伸展面積和 (穀部分不計)}}{\text{螺槳圓盤面積}}$$

10.6.7 展開螺槳葉面積比 (Developed Blade Area Ratio) : a_D

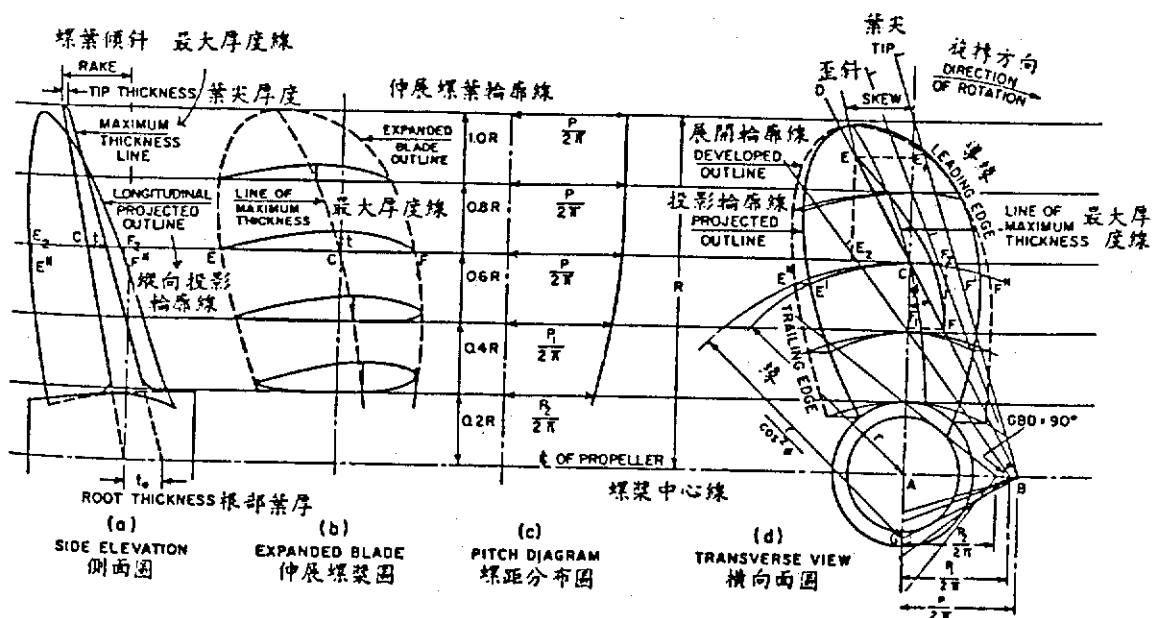
$$a_D = \frac{A_D}{A_0} = \frac{A_D}{\pi D^2 / 4} = \frac{\text{螺葉展開面積和 (穀部分不計)}}{\text{螺槳圓盤面積}}$$

10.6.8 投影螺葉面積比 (Projected Blade Area Ratio) : a_P

$$a_P = \frac{A_P}{A_0} = \frac{A_P}{\pi D^2 / 4} = \frac{\text{螺葉投影面積和 (穀部分不計)}}{\text{螺槳圓盤面積}}$$

10.7. 螺槳設計圖

一般而言，螺槳設計製圖常以四部分表示，如圖 2。



10.7.1 側面圖 (Side Elevation) :

表示螺槳傾斜度，自葉片根部至葉尖各斷面之最大厚度分佈線及縱向投影輪廓線 (Longitudinal Projected Outline) 。

10.7.2 伸展螺葉圖 (Expanded Blade) :

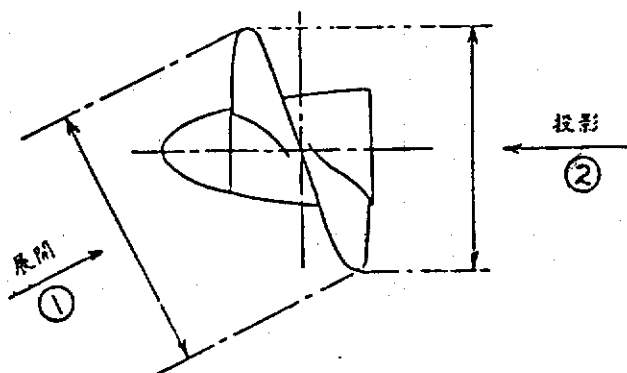
表示螺葉各半徑斷面形狀及其伸展輪廓線、最大厚度線等。

10.7.3 螺距分佈圖 (Pitch Distribution Diagram) :

表示各半徑之螺距分佈狀況。

10.7.4 橫向面圖 (Transverse View) :

表示螺葉橫向投影輪廓線 (Transverse Projected Outline) 、橫向展開面輪廓線 (Transverse Developed Outline) 、最大厚度線及葉尖歪斜 (SKew) 等。螺槳之展開圖與投影圖之關係。如圖 3 所示。



螺槳展開圖與投影圖之關係

10.8. 螺葉之角度

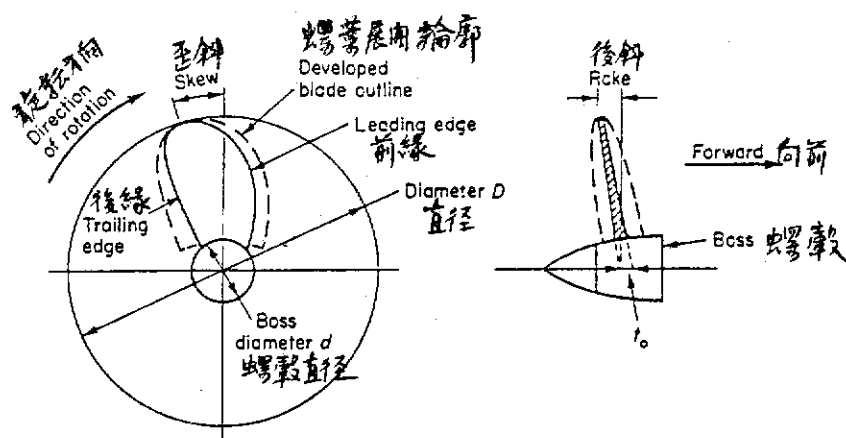
10.8.1. [螺葉] 歪斜角度 (Skew angle)

以旋轉方向為準，螺槳葉片比傳統螺葉向後歪斜的角度。〔見圖(a) 〕。

10.8.2. 螺葉基線 (Blade Reference Line)

在螺葉面上，不同半徑位置，螺距基準線中點（弦中點）之連線。

10.8.3. 螺槳葉片向後傾斜之角度。〔見圖(b) 〕。



(a) 正視圖

(b) 側視圖

圖 螺葉歪斜角度及後斜角度之定義

10.9. 螺槳定律 (Propeller Law)

一般低速船舶在設計航速附近，船之阻力與船速平方成正，螺槳之前進率 $J = Va/nD$ 變化極小，在應用上可視為常數；由螺槳單獨性能曲線可知：

$$J \text{ 爲常數時，扭矩常數 } K_Q = \frac{Q}{\rho n^2 D^5} \text{ 亦爲常數，則}$$

$$Va = J D n \quad (\text{即 } V \propto n)$$

$$Q \propto n^3$$

$$\text{因 DHP} = \frac{2\pi n Q}{75}, \text{ 故 DHP} \propto n^3$$

此螺槳特性，習稱螺槳定律 (Propeller Law)。在主機馬力轉速性能圖上通常稱為螺槳曲線 (Propeller Curve)。

10.10 過馬力船 (Overpowered Ship)

一般船舶，主機設計之螺槳特性曲線 (Propeller Law)，已如前所述，其關係為 $BHP \propto n^3$

船速與馬力間之關係不同船型之設計而有不同，一般正常情形商船 $V \propto n$ ，故 $BHP \propto V^3$

漁船與拖船等小型船舶，因馬力與船速間之關係超過 3 次方，甚至高達 6 至 7 次方，通常習稱為過馬力船 (Overpowered Ship)

10.11 海軍係數 (Admiralty Coefficient)

海軍係數是比較兩艘船推進性能之最佳參數，

$$C_{adm} = \frac{\Delta^2 / V^5}{DHP}$$

代表一船單位馬力所作之功。

10.12 螺槳 (Screw Propeller) 種類

〔徑向〕等〔螺〕距螺槳 (Constant pitch propeller)

〔徑向〕變〔螺〕距螺槳 (Variable pitch propeller)

〔固〕定〔螺〕距螺槳 (F.P.P, Fixed pitch propeller)

〔可〕控〔螺〕距螺槳 (C.P.P, Controllable-pitch
propeller)

〔可〕調〔螺〕距螺槳 (C.R.P, Adjustable-pitch
propeller)

可控可逆〔螺距〕螺槳 (Controllable-reversible-pitch
propeller)

二〔段螺〕距螺槳 (Two pitch propeller)

對轉螺槳 (Contrarotating propeller)

重疊螺槳 (Tandem propeller)

導筒螺槳 (Ducted propeller)

寇特〔噴嘴導罩〕螺槳 (Kort Nozzle propeller)

高歪斜螺槳 (Highly skewed propeller)

超空泡螺槳 (Supercavitating propeller)

次空泡螺槳 (Supercavitating propeller)

垂軸螺槳，擺線螺槳 (Vertical axis propeller, or
Cycloidal propeller)

適跡〔流〕螺槳 (Wake abapted propeller)

無葉尖渦線螺槳 (TVF propeller, Tip- Vortex-Free
propeller)

10.13 飛羽化螺槳 (Feathering propeller) 及水車化螺槳 (Windmilling propeller)

在三軸或四軸等多軸船艇上，爲了使其推進操作具有高度彈性以達成任務，有時並非全數傳軸同時運轉。此時，不作推進使用之螺槳因受水流驅動而自由轉動，此即稱爲螺槳「水車化」 (Windmilling)

螺槳「水車化」有下列特點：

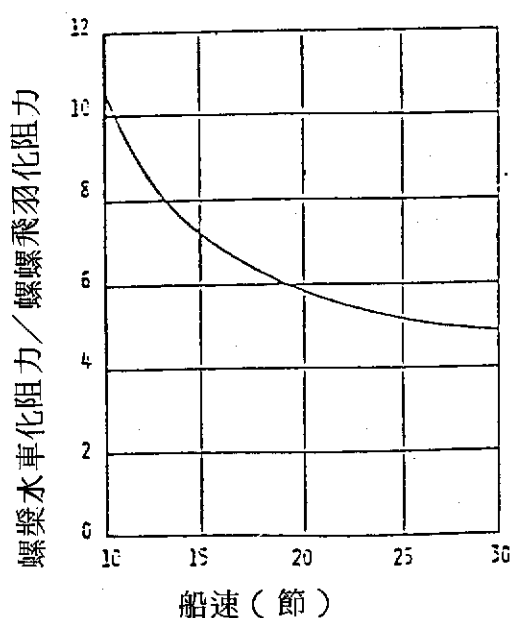
- (1) 對固定螺距螺槳 (EP Propeller) 或一般可變螺距螺槳 (CP Propeller) (其總螺距角約 $50^{\circ} \sim 60^{\circ}$) 設定於設計螺距情況下，在「水車化」時其阻力相同。
- (2) 軸系應裝一離合器，防止螺槳「水車化」時自由轉動而帶動柴油機或渦輪機。
- (3) Hafstrom 及 Pehrsson 研究一水雷艇在船速十六節各種不同螺距下，螺槳在「水車化」時之阻力，發現：在螺距比小於 1.0 時，「水車化」螺槳阻力增加甚速。
- (4) 螺槳「水車化」時將可能導致空蝕損傷 (Cavitation Damage)

爲避免上列螺槳「水車化」產生之問題，現已有針對可

變螺距螺槳設計所謂之「飛羽化」(Feathering) 型軸轂 (Hud)。該軸轂有一伺服馬達及連桿用以設定廣達 112° 之螺距角，而使螺槳得以運轉於全「飛羽化」(Full Feathering) 進俾至全速倒俾之間。

所謂全「飛羽化」，意即將螺葉設定於無限大螺距 (亦即螺槳葉面與水流方向平行)，此時螺槳在水流驅動下並不轉動，而使其所受阻力為最小。

附圖顯示在 KaMeWa 空蝕試驗槽中進行之某一設計螺距比為 1.20 螺槳在「水俾化」時與在「飛羽化」時之阻力比關係。



10.14 航海餘裕及螺槳轉數餘裕

10.14.1. 航海餘裕 (Sea Margin) 及運轉餘裕 (Operational Margin)

由船模試驗結果或系列圖表資料，預估實船海上試俾狀況之船速、主機馬力與轉速關係，係基於理想狀況：潔淨船體 (Clean Bottom) 與螺槳、浪靜 (Calm Sea) 及深水 (Deep Sea)，亦即一般所謂之“試航狀況 (Sea Trials)”。然而實船航行海中，由於船體與螺槳之積垢 (Fouling) 及一般海象下風浪之影響，船舶有效馬力增加，推進效率降低，因此在同一船速下所需之機馬力即增加。在相同航海速率 (Service Speed) 下，實際航海狀況較之上述預估海上試俾理想狀況，其所需馬力之增加率，即所謂航海餘裕 (Sea Margin, S.M.)，可由下式表示 (圖 1)：

$$\text{航海餘裕} = \frac{\text{實際航海狀況所需馬力} - \text{潔淨船體與螺槳、平水及深水狀況所需馬力}}{\text{潔淨船體與螺槳、浪靜及深水狀況所需馬力}} \times 100\%$$

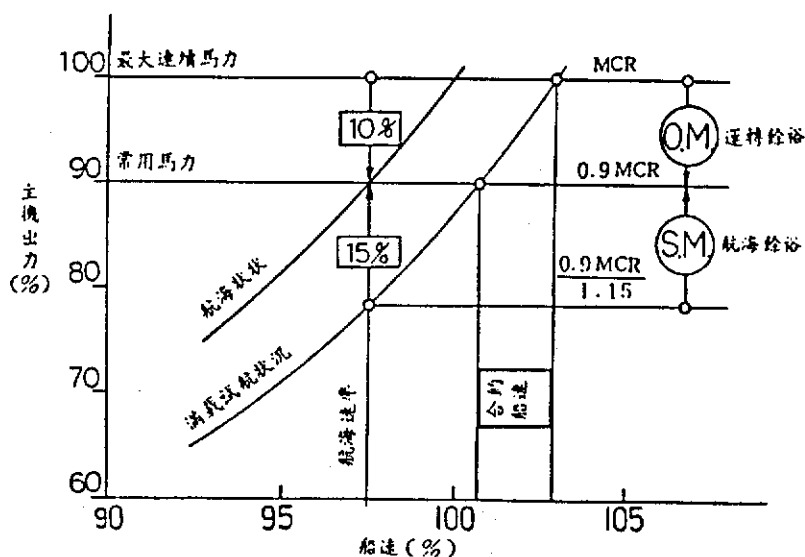


圖 1 航海餘裕與運轉餘裕

如圖所示，為使主機運轉之經濟性，以降低燃油消耗量及維護保養費用，在船舶之航海速率時，通常較之主機最大連續出力仍保留一定之馬力餘裕，即所謂之運轉餘裕（Operational Margin, O.M.），如下式所示：

$$\text{運轉餘裕} = \frac{\text{主機最大連續馬力} - \text{實際航海狀況所需馬力}}{\text{主機最大連續馬力}} \times 100\%$$

航海餘裕之裕留量，隨船舶航行季節、航線、船型、主機種類、船速及出塢或上架後日數而不同，通常在 0 % ~ 25 % 之間，而由船東或設計者決定。

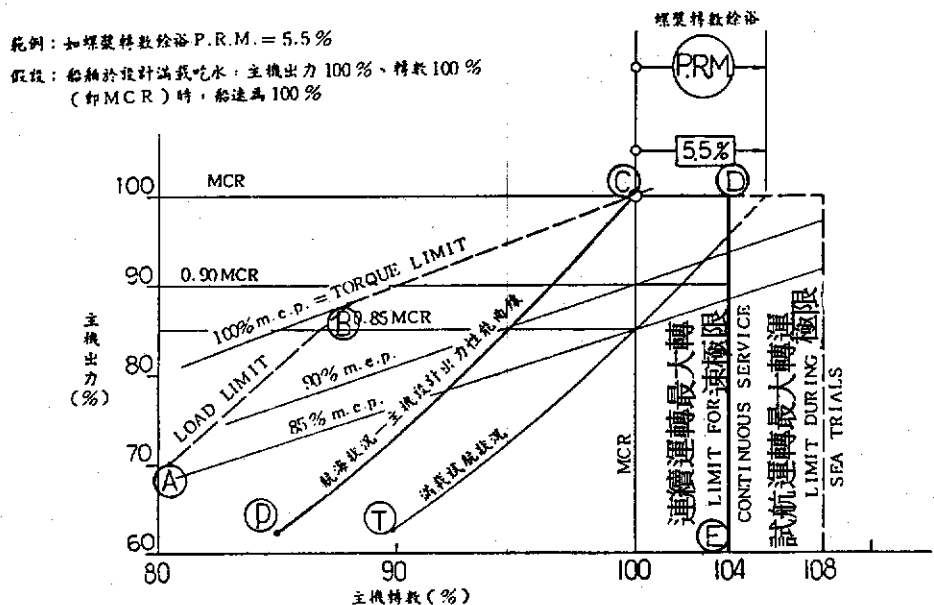
運轉餘裕之裕留量通常由船東決定，其大小介於 0 % ~ 15

%之間。一般商船之慣例，運轉餘裕多取為10%，航海餘裕則為15%，亦即在航海速率時，船舶於試航狀況（即潔淨船體與螺旋槳、浪靜及深水試俾理想狀況）下所需馬力僅為主機最大連續馬力（MCR）之78.26%（即 $0.90 / 1.15 = 0.7826$ ）。小型漁船大多均僅考慮運轉餘裕，而無航海餘裕，如運轉餘裕為15%，則於航海速率時，該船於滿載試航狀況下所需馬力為主機最大連續（或額定）馬力之85%（即 $1.0 - 0.15 = 0.85$ ）。

10.14.2. 過轉矩 (Torque Rich) 與螺旋槳轉數餘裕 (Propeller RPM Margin)

過轉矩為船用主機在過負荷 (Overload) 情況下，其轉矩超過額定轉矩之現象。此時，柴油主機汽缸內之平均有效壓力 (Mean Effective Pressure, M.E.P.) 增高，燃燒狀況不良，可能導致冒黑煙之現象。

典型之船用柴油主機性能圖，如下：



柴油主機本質上具等轉矩 (Constant Torque) 特性。除小型柴油主機外，在低轉數時則配合螺槳運轉性能曲線 (即 $BHP \propto n^3$ ，如圖中之 $\textcircled{P}\textcircled{C}$ 曲線)，其轉矩 (或馬力) 可適量降低而僅保留部分餘裕，如圖中 $\textcircled{A}\textcircled{B}$ 直線，因此過轉矩現象較易發生。

圖中 \textcircled{C} 點為額定最大連續出力 (Maximum Continuous Rating, MCR) 點。若汽缸內平均有效壓力一定，則其轉矩亦為定數。又轉矩一定時，因 $BHP \propto NQ$ ，因此主機出力與轉數成正比，如圖中 $\textcircled{B}\textcircled{C}$ 直線。 $\textcircled{D}\textcircled{E}$ 直線為連續運轉之最大轉數極限。圖中 $\textcircled{A}\textcircled{B}\textcircled{C}\textcircled{D}\textcircled{E}$ 所圍成之區域即其連續運轉之範圍。若主機運轉超出該範圍，即所謂之過轉矩。因螺槳係為一固定船速馬力與轉數而設計，由主機運轉而作動；而主機各有其一定性能與適應之限度，因此螺槳與主機必須能在預期使用年限內相互配合與適應。

新船航行海中，由於受一般海象風浪影響及船體下外板與螺槳因腐蝕 (Deterioration) 粗糙度逐年增加，船阻力增加、艤跡流變大、螺槳效率降低，故航速降低。相對的，在同一馬力時螺槳轉數亦隨之降低。船速與使用年限關係，如圖 2。一般而言，新船至第一次入塢或上架，船速約降低 1.0 ~ 1.5 節，轉數降低約 3 ~ 6 %。即使於入塢清潔後，船速亦無法完全恢復，此一老化現象 (Age Effect) 大約每年降低 0.1 節左右。

因此，為使船體、主機及螺槳在預期使用年限內可完全配合，在設計試航船速 (假設在潔淨船體與螺槳、浪靜及深水狀況) 及額定馬力下，螺槳設計轉數應較額定轉數為高，此裕留

量即螺槳轉數餘裕 (Propeller RPM Margin, P, R, M), 如圖 1 所示。一般而言, 螺槳轉速餘裕係由柴油主機製造廠家及船廠視實際需要決定之, 通常約取為 1.5 ~ 5.5 %, 一般中小漁船因柴油主機多具等轉矩性能, 故多取為 1.5 ~ 3.5 %。

蒸汽渦輪機 (Steam Turbine Engine) 在低轉數時之轉矩較高轉數時為大, 亦即起動轉矩較大, 故過轉矩現象在低轉數時不易發生。一般蒸汽渦輪機船舶, 其螺槳轉數餘裕建議取為 2 %。

第十一章 船體運動

一般而言船體運動可分為耐海性及操縱性兩大方向來研究。有關船體耐海性與操縱性方面之名詞，由於有許多共同之處，因此有些很難將其分類，以下先以耐海性之有關名詞為主，共用者亦列於其中，而後再以純為操縱性有關名詞釋義為主：

11.1. 耐海性 (Seakeeping) :

船舶忍耐風浪，安全航海之能力。

11.2. 適航性 (Seaworthiness) :

船舶適應風浪，安全航海之能力。

11.3. 凌波性 (Seakindliness) :

在風浪中航行船舶具有較小船體運動，甲板不易上浪，螺旋槳不易露出水面發生空轉，船底拍擊頻次少及容易操縱等特性之能力。

11.4. 航海性能 (Seagoing qualities) :

在風浪中航行船舶之船體運動，增加阻力，操縱性，船體強度結構之動力負荷等特性。

11.5. 附加質量 (Added mass) :

當物體在流體中，相對於流體有加速度存在時，則流體會產生一外力作用於物體，此外力效應如同多附加於物體之質量一樣

稱之爲附加質量，此量與物體之幾何形狀有關。

11.6. 振幅 (Amplitude) :

一具有正弦波特性和之量相對於其平均值之最高點或最低點之絕對值，而最高點與最低點之差值稱爲雙倍振幅。

11.7. 視波高 (Apparent wave height) :

不規則波中一個特定之波峰至波谷之距離以目視可觀察之。

11.8. 附加阻力 (Added resistance) :

船隻航行於波浪中，其所承受之總阻力比在靜水中同船速時之總阻力大，此多出之阻力，稱之爲附加阻力。

11.9. 突轉、橫轉 (Broaching) :

船隻在一嚴重之隨波海況下，使得船突變至一危險之方向，此時波浪之速度與船速大約相等，其遭遇頻率很低，波浪慢慢地將船淹覆。

11.10 耦合運動 (Coupling motion) :

由於一種模態之運動之產生而引起另一模態運動之產生，兩者形成耦合共生之情形。

11.11 阻尼 (Damping) :

一種動力學中之特徵性，可使能量消失，運動減低。

11.12 漂流力 (Drifting force) :

當一船體在波浪中，受浪之影響，除了作簡諧之擺動外，另受到一非線性之波浪力使其有向波行之方向漂移之現象，此非線性力稱為漂流力。

11.13 露出量 (Emergence) :

在波浪中運動之船隻其相對於水面上之垂直距離。

11.14 激振力 (Exciting force) :

隨時間變化之外力會使一物體引起運動，如船體在波浪中，受波浪力引起運動。

11.15 遭遇頻率 (Encounter frequency) :

一觀察者在船上，由於船速及波向之同而所觀察之波頻率不同於入射波之原來頻率： $w_e = w - \frac{w^2}{g} V \cos \mu$ w ：入射波頻率， V ：船速， μ ：波向。

11.16 覆浪 (Green Water) :

在惡劣海況下，覆上船隻甲板之海水。

11.17 羣速 (Group Velocity) :

一有限群之重力波三能量平均前進速率。

11.18 旋轉半徑 (Gyradius) :

物體慣性質量力矩對質量比值之平方根。

11.19 躍水現象 (Porpoising)

一高速船在靜水中高速航行時之擺動，其中包含了起伏與縱搖運動，此運動是由推力產生之能量來維持。

11.20 拍底 (Pounding) :

水面對船殼之底部或側面之衝擊，不管是由船速或水速度或兩者共同引起，皆稱為拍底。此現象與波擊 (Slamming) 不一樣，雖然嚴重但並不是在極短時間引起的。

11.21 反應振幅逆算子 (Response Amplitude Operator) :

一線性系統中，反應振幅與激盪振幅比值之平方，簡稱為RAO，為頻率之函數。

11.22 短峯波 (Short-crested seas) :

一組不規則波之系統，其分量往不同之方向前進。

11.23 有義波高 (Significant wave height) :

在一不規則波中，將其最大三分之一部份的波高加起來求其平均值之波高。

11.24 船體六自由度運動 (Six degree of freedom of ship motion) :

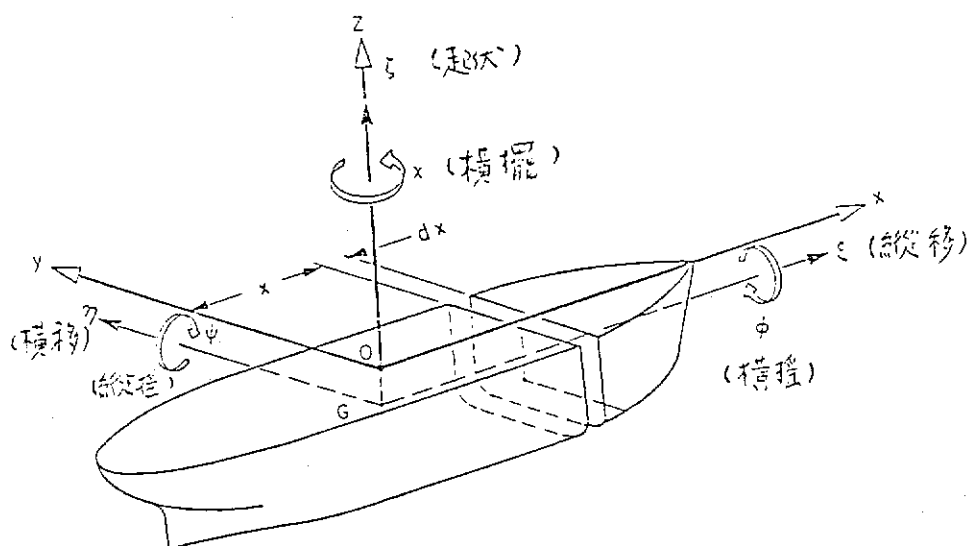
包括①起伏 (Heave) : 船體重心之垂直上下運動。

②橫移 (Sway) : 船體重心之水平左右運動。

③縱移 (Surge) : 船體重心之水平前後運動。

- ④橫搖 (Roll)：船體繞一縱軸作左右旋轉擺動。
- ⑤縱搖 (Pitch)：船體繞一橫軸作前後旋轉擺動。
- ⑥橫擺 (Yaw)：船體繞一垂直軸作左右旋轉擺動。

如下圖所示：



11.25 波擊 (Slamming)：

水面與船底或船邊之嚴重拍擊現象，與拍擊引起一種短暫而且大之衝擊。

11.26 史密斯效應 (Smith effect)：

在一波浪中其水中任何一點之實際壓力與由水表面下實際距離

算出之靜水壓力不一樣，此項效應稱為史密斯效應。

11.27 速降 (Speed loss) :

當船以一定之主機馬力在風浪中航行時，其速度比在靜水中慢，此速度損失稱為速降。

11.28 截片理論 (Strip theory) :

解船體運動時所用之二維理論，即將船體沿船長方向，橫向切為幾個代表段，每段之截面假設為一樣，以二維理論來計算此截面之流體性質，再沿整個船長來積分，以求出整船之流體性質。

11.29 動態湧起現象 (Dynamic swell-up) :

當船頭由於船體運動往下沉時，會將海水往兩邊推開，當由下往上抬起時，會將海水往內吸，此種現象稱為動態浮起現象。

11.30 下沈量 (Submergence) :

在波浪中運動之船隻，其水下某部份相對於水面之垂直距離。

11.31 潮濕度 (Wetness) :

由於船體運動與波浪之關係，使得露天甲板前端部份遭到海水覆濕之程度。

11.32 甲板覆浪 (Water shipping) :

當船隻航行於波浪中時，由於波浪相對於船體之運動量大於船

體之乾舷以致於波浪會湧上甲板。

11.33 波向 (Wave direction) :

一觀察者在船上，觀察波相對於船之方向。

一般分爲：

橫 浪 (Beam Sea)：波之方向與船身橫向成 90° 。

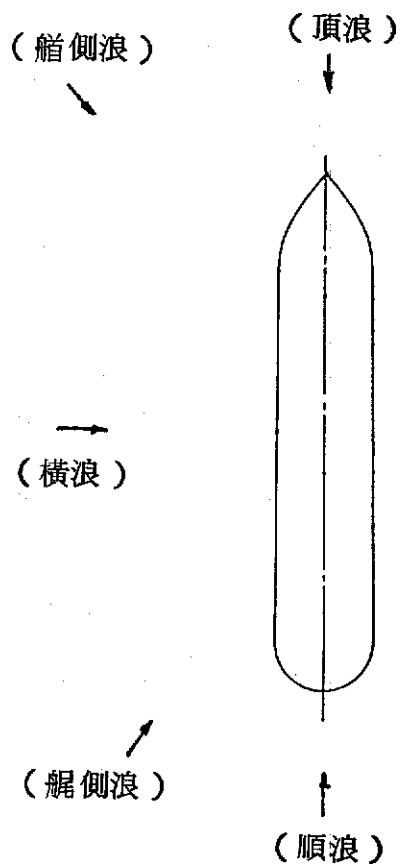
艏側浪 (Bow Sea)：波由艏前方以一斜向角向船身而來介於頂浪與橫浪之間。

順 浪 (Following Sea)：波由艏正向艏與船行駛方向相同即 0° 。

頂 浪 (Head Sea)：波由艏正前方迎來，與船航行成反方向即 180° 。

艉側浪 (Quartering Sea)：波由艉以一斜向角向船身而來，介於順浪與橫浪之間。

如下圖：

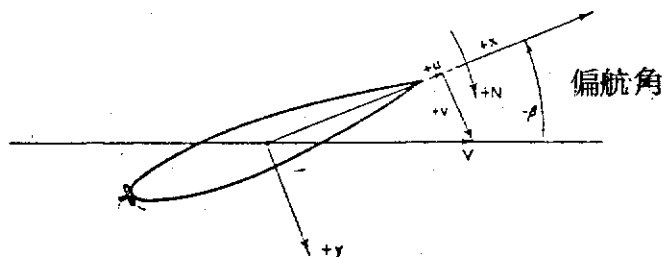


11.34 操縱性 (Maneuverability) :

指船隻在靜水或海浪中運動時，其操縱能力之評估。

11.35 偏航角 (Drift angle) :

船行速度方向與船之正方向（即船縱向中心線）之夾角。



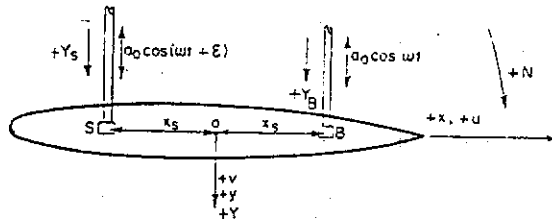
11.36 轉向軸心 (Pivoting point) :

當船隻作一穩定之迴旋時，由穩定迴旋圈中心畫一垂直於舢心綫之綫，其綫交於舢心綫之點稱為轉向軸心。

11.37 平面運動動力試驗 (Planar Motion Mechanism Test) :

此項試驗主要是爲了避免像使用強制迴旋試驗花費太大之設備費而發展出來的，主要用來量測船體一些流體動力係數，如單位速度所受之橫向力 (Y_v) 與轉矩 (N_v)，單位角速度所受之橫向力 (Y_r) 與轉矩 (N_r)，以及由加速度或角加速度所引起之橫向力或轉矩 ($Y_{\dot{v}}, N_{\dot{v}}, Y_{\dot{r}}, N_{\dot{r}}$)，此項設備專供給傳統狹長之拖航水槽使用。

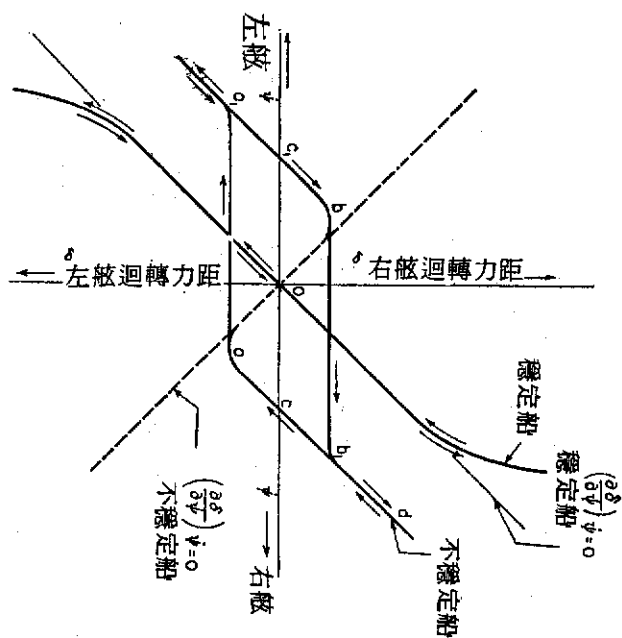
基本上包括兩個擺動裝置，當船在拖航水槽中以等速前進時，一在艏產生橫向擺動，一在艉產生橫向擺動，以量測各數據。



11.38 蝸旋試驗 (Spiral Test) :

此試驗是用來測試一艘船之穩定性能，通常可求得船之穩度指標。其試驗方法如下：

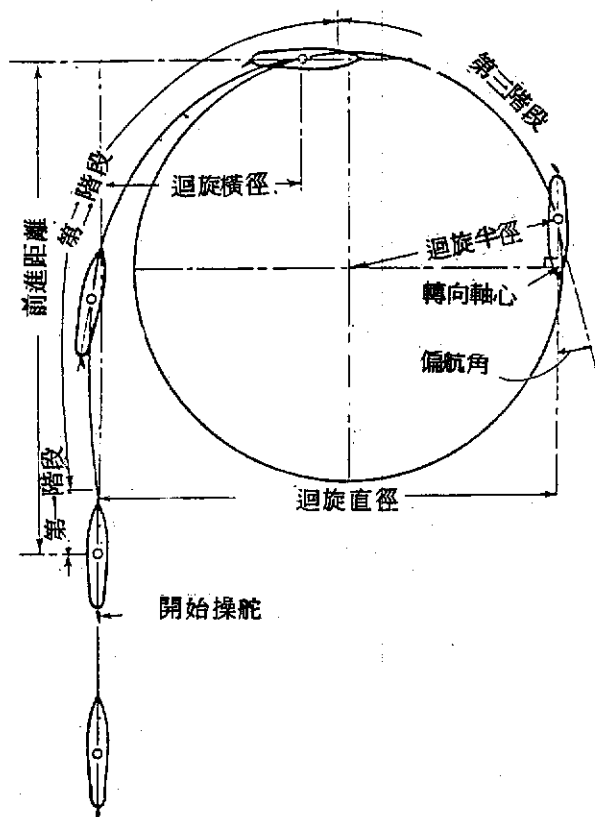
- ①將船以一預定之速度穩定地維持在一固定之直綫方向上約一分鐘，當一穩定速度達到時，船上的動力設備控制在操縱期間就不再運作。
- ②約一分鐘後，舵轉至一約 15° 之角度，且維持至橫擺角速度保持一定值約一分鐘。
- ③然後將舵角減少一小量約 5° 且維持固定，直到一新的橫擺角速度達成且維持定值達數分鐘。
- ④將以上之過程以不同之舵角來重覆操作，舵角由大右舷舵角以微量變化至大左舷舵角再回到此大右舷舵角。



11.39 迴旋試驗 (Turning Test) :

爲測試一船隻之操舵迴旋之能力,包括有下列之測試項目:

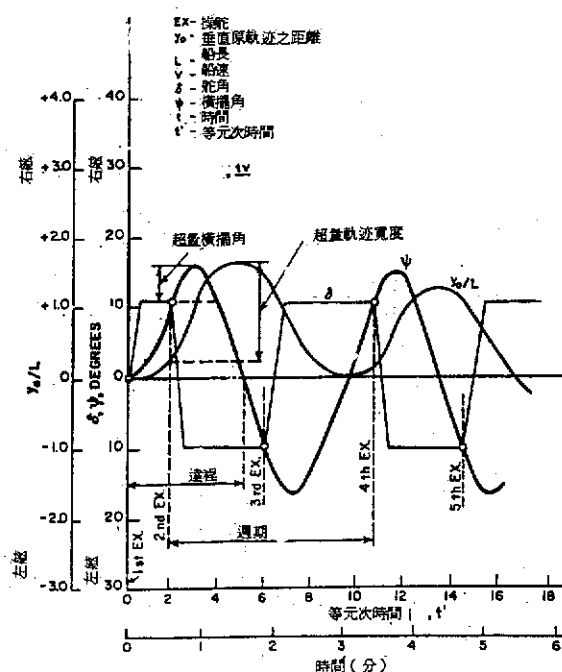
- ①前進距離 (Advance) : 由船隻開始操舵起, 至船隻轉了 90° 之方向時, 所前進之直綫距離。
- ②迴旋橫徑 (Transfer) : 船隻迴旋至 90° , 其中心至船未操舵時之正方向之垂直距離。
- ③迴旋半徑 (Turning radius) : 船隻作迴旋試驗至一穩定狀態時, 即以一圓周迴旋, 此穩定迴旋圓之半徑稱之。
- ④迴旋直徑 (Tactical diameter) : 船隻之正方向與船隻作穩定迴旋時之最大垂直距離。



11.40 曲折操縱、Z 形操縱 (Zig Zag maneuver) :

此操縱是用來測試船舵控制船之能力,其測試程序如下:

- ①將船以一預定之速度穩定維持在一固定直綫方向上約一分鐘，當一穩定速度達到時，船上之傳鐘控制在定位就不再變動。
- ②將舵以最大速率轉至預定之角度，如 10° ，並維持至一預定之方向角，如 10° ，達成。
- ③在此時，將舵以最大速率轉至另一相反之角度（ 10° ）並維持至方向角改變至另一反向邊 10° 為止。
- ④再將舵以最大速率轉至最初之方向 10° ，重覆上述動作，可作多次。



11.41 風級、(Wind Scale) 海象 (Sea State) 氣象類別 (Weather Group)

11.41.1 蒲福風級 (Beaufort Wind Scale)

風力之強度係由蒲福風級 (Beaufort wind scale) 作概略之分等，在下列蒲福風級表中分級數 0 至 12 係於 1806 年由蒲福 (Admiral Sir Francis Beaufort) 所引用。0 號風係指一無風 (Calm)，而風力 12 級係指在一颶風 (Hurricane) 中之風力，在原始引用時，其並不存在有與此等級數相結合之規定風速，但於 1939 年，在下列風級表中所示之風級數值係由國際會議協議後，予以採用。

蒲福風級表

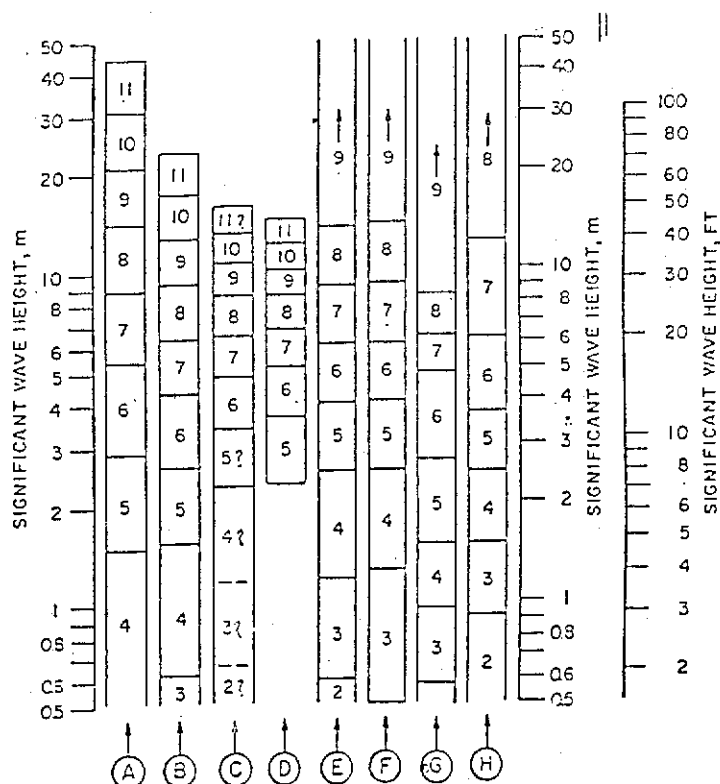
蒲福風級 讀 數	敘 述 名 詞	風 速 (Knot)
0	無風 (calm)	0 - 1
1	軟風 (light air)	2 - 3
2	輕風 (light breeze)	4 - 7
3	微風 (gentle breeze)	8 - 11
4	和風 (moderate breeze)	12 - 16
5	清風 (fresh breeze)	17 - 21
6	強風 (strong breeze)	22 - 27
7	疾風 (moderate gale)	28 - 33
8	大風 (fresh gale)	34 - 40
9	烈風 (strong gale)	41 - 48
10	狂風 (whole gale)	49 - 56
11	暴風 (storm)	57 - 65
12	颶風 (hurricane)	超過 65

11.41.2 海況 (Sea State)

波浪分級表

浪 級	狀 態
0	浪 靜 (calm)
1 - 2	無 浪 (smooth sea)
3	微 波 (slight sea)
4	和 浪 (moderate sea)
5	稍有波濤 (rather rough sea)
6	洶 濤 (rough sea)
7	高 浪 (high sea)
8	浪 甚 高 (very high sea)
9	怒 濤 (precipitous sea)

11.41.3. 各種海況分級對照表



LEGEND

Scale - Source

- A Sea State and Beaufort Numerals Same - Neumann Wind/Wave Relations
- B Sea State and Beaufort Numerals Same - Pierson-Moskowitz Wind/Wave Relations
- C Sea State and Beaufort Numerals Same - 12th ITTC Wind/Wave Relations
- D Sea State and Beaufort Numerals Same - BTTP
- E World Meteorological Organization
- F Japan Meteorological Agency
- G USSR Hydrometeorological Service (Note: Values shown are $\bar{H}_{1/3} = H_{3\%}/1.32$)
- H USA Hydrographic Office

FIGURE Sample of Sea State Scales

各種海況分級對照表

11.43.4 氣象類別 (Weather Group)

Bennet * 氏將蒲福風級組合成五個氣象類別如下：

氣象類別	蒲福風級	近似海況
I	0 - 3	(Calm or Slight) 浪靜或無浪
II	4 - 5	(Moderate) 和浪
III	6 - 7	(Rough) 洶濤
IV	8 - 9	(Very Rough) 浪甚高
V	10 - 12	(Extremely Rough) 浪極高

* R. Bennet, "A Comparison of Measured and Statistically Calculated Wave Stress Distribution", Webb Institute of Naval Architecture Progress Reports No. 4 & 6, for American Bureau of Shipping, 1963.

11.43.5 蒲福風級與風速海象之關係對照表

(Beaufort Scale)

Beaufort Scale of Wind Force 風力之蒲福風級	Wind Velocity 風速 (Knts)	Sea State 海況	Wind Vel- city(Knts) 風速	~ hω (ft)	H $\frac{1}{3}$ (ft)	~ Jω (sec)
0			0	0	0	—
1	1 ~ 3	0	2	0.05	0.08	0.5
2	4 ~ 6		5	0.18	0.29	1.4
3	7 ~ 10	1	8.5	0.6	1.0	2.4
			10	0.88	1.4	2.9
4	11 ~ 16	2	12	1.4	2.2	3.4
			13.5	1.8	2.9	3.9
		3	14	2.0	3.3	4.0
			16	2.9	4.6	4.6
5	17 ~ 21	4	18	3.8	6.1	5.1
			19	4.3	6.9	5.4
			20	5.0	8.0	5.7
6	22 ~ 27	5	22	6.6	10	6.3
			24	7.9	12	6.8
		6	24.5	8.2	13	7.0
			26	9.6	15	7.4
7	28 ~ 33		28	11	18	7.9
			30	14	22	8.6
			30.5	14	23	8.7
			32	16	26	9.1
8	34 ~ 40	7	34	18	30	9.7
			36	21	35	10.3
			37	23	37	10.5
			38	25	40	10.7
			40	26	45	11.4
9	41 ~ 47	8	42	31	50	12.0
			44	36	58	12.5
			46	40	64	13.1
10	48 ~ 55	9	48	44	71	13.8
			50	49	78	14.3
			51.5	52	83	14.7
			52	54	87	14.8
			54	59	95	15.4
11	56 ~ 63		56	64	103	16.3
			59.5	73	114	17.0
12	64 ~ 71		64	80	120	18.0

11.22 主機各種出力的定義

11.22.1.連續出力（或最大連續出力、定格出力）(Continuous output)

按 ISO3046 / 1 文獻的定義，主機在廠家所規定之轉速及周圍環境的條件下，能夠連續運轉於廠家所定義之正常維修之時間間隔內，符合此狀況下之主機最大出力即稱之為連續出力或最大連續出力。

在主機運轉的週圍環境有所不同時，其出力亦不相同，尤其是附有中間冷却器（INTERCOOLER）之過給機高速主機，其出力因氣溫及冷却海水溫度的差異而有很大的不同。若在 ISO 標準週圍環境下之最大連續馬力則稱為 ISO 標準馬力。

ISO 之標準週圍環境為 100 kpa 之氣壓，27℃ 之空氣溫度，60% 之相對濕度，27℃ 之空氣冷却劑溫度。

11.22.2.過負荷出力（Overload output）

除非有特別的聲明，否則在最大連續出力的轉速，可以允許之過負荷出力為 110% 之最大連續馬力，過負荷出力可在每 12 小時之期間內，連續運轉 1 小時。但除非有特別的申請，否則主機通常都被限制於最大連續馬力之範圍內，不能過負荷航行。

11.22.3.常用出力（Normal output）

在主機單位馬力之耗油量及維護保養的考慮，一般航海速率常用之出力約為最大連續出力的 70%~90%。

11.22.4. 高速柴油機之各種使用度出力：

一般高速柴油機依使用的頻率或以每年使用的小時數區分為三級，雖同一型主機，但各級之馬力與轉速均不相同，分述如下：

- (1)輕使用度(LIGHT DUTY)：通常使用於快艇，其巡航時之主機出力率低，開足馬力時之頻率小，且對於主機之壽命視為次要者，如巡邏艇，遊艇或軍用快艇等。
- (2)中使用度(MEDIUM DUTY)：通常使用於高速商用快艇（通常是滑航艇），如高速交通船，每年之使用時數在 3,500 ~ 4,000 小時之間或每天 8 小時之船舶。
- (3)重使用度(HEAVY DUTY)：通常使用於中、低速船舶，每天 24 小時，每年 365 天使用之工作船，如漁船、拖船、補給船等。

第十二章 熱學及效率

12.1. 熱物理性質及相關名詞

12.1.1. 內包性質 (Intensive property)

熱力系統之某一物理性質，其值與系統所含物質之量無關，稱為內包性質，例如溫度、壓力等。

12.1.2. 外延性質 (Extensive property)

熱力系統之某一物理性質，其值與系統所含物質之量有關（通常為正比），稱為外延性質，例如體積、內能等。

一外延性質之量除以系統所含之質量，成為此性質之比值，可以視為內包性質，例如比容、等容比熱等。

12.1.3. 熱力狀態 (Thermodynamic state)

觀察一熱力系統，可以測量此系統在某一瞬間各熱物理性質之值，即可完全瞭然系統在此瞬間之熱物理狀況，稱為熱力狀態。表示熱力狀態之熱物理性質為狀態變數，變數間互有關聯，其中可選來作為獨立變數有二。故系統之熱力狀態可以二個主變數之值定之。此二主變數可在各熱物理性質中任意選取。其他變數所代表之物理性質，皆可以主變數之函數表示。但由於測量不易，及逆向定義有困難，許多狀態變數不宜取為主

變數。例如在力學中，可由速度定義動能

$$E_k = \frac{1}{2} m (\bar{U}_x^2 + \bar{U}_y^2 + \bar{U}_z^2) ;$$

若由動能定義速度，則需有三個公式

$$\bar{U}_x = (2 m^{-1} E_{kx})^{\frac{1}{2}}, \bar{U}_y = (2 m^{-1} E_{ky})^{\frac{1}{2}},$$

$\bar{U}_z = (2 m^{-1} E_{kz})^{\frac{1}{2}}$ ，且 E_{kx} ， E_{ky} ， E_{kz} 如何量測？故在熱力狀態，皆以溫度壓力，或比容為主變數。唯在系統為飽和狀態時，溫度與壓力有“汽—壓曲綫”之相互關係。不得同為主變數。

12.1.4. 狀態變數 (State variable)

又稱狀態性質 (State property)，為系統之熱物理性質。熱力系統在某一熱力狀態中，狀態變數各有定值。系統由此狀態變至另一狀態，狀態變數之變化量為二狀態各該變數二定值之差，與系統變換狀態之過程無關。

12.1.5. 熱力平衡狀態 (Thermodynamic equilibrium state)

熱力系統內，所有狀態性質在系統之體積內皆分佈均勻，具維持其值不變，則系統在熱力平衡狀態中。一般所稱之熱力狀態，皆指平衡狀態而言。

在無外來影響之情形下，熱力系統必在平衡狀態中。設有一獨立之熱力系統，以短時間與一高溫熱源接融；在接融之瞬

間，有熱能傳入。在此瞬間之暫態中，接觸熱源之部份其附近之溫度高於原來溫度，系統乃失去平衡。但經過一段時間後，系統將恢復平衡，改變至新狀態，此時系統之溫度較原狀態之溫度稍高。

一獨立之熱力系統中，全部能量 E 為定值。此能量並非平均分配於系統中物質之每一分子，各分子具有之能量多少不一。就統計力學之觀點而言，能量 E 分配予 N 個分子，其方式甚多，而可能之情形隨分配方式而異。例如將能量 E 全部給予一個分子為一方式，可能情形有 N ；或將能量 E 平均分予兩個分子，可能情形為 $\frac{1}{2} N(N-1)$ 。在諸多方式中，有一種為可能情形最多者，其出現之機率最大。此一最大機率之能量分配方式即出現於平衡狀態，非平衡狀態則為其他較小機率之能量分配方式。平衡狀態之能量分配方式可用能量分配函數表示，此函數與 E 有關。以此觀點討論上述獨立熱力系統由熱源獲得能量 ΔE 之情形：原來系統在能量 E 之平衡狀態；自熱源傳熱之瞬間，部份分子獲得 ΔE 之能量整個系統變為總能量 $E + \Delta E$ 之能量分配為機率較小之不平衡狀態。於是經由分子碰撞重新分配，終必出現機率最大之分配方式，亦即總能量為 $E + \Delta E$ 之新平衡狀態。

綜合而言，熱力系統內每一部份之熱物理性質，如溫度、壓力、比容等皆為均一之值，亦即能量分配方式為機率最大者時，系統在熱力平衡狀態。

12.1.6. 狀態方程式 (Equation of state)

熱力系統所在之狀態，可由系統之狀態變數所代表之熱物理性質之值完全描述。狀態變數互有關聯。可選擇其中之二為獨立主變數，其餘變數則為主變數之函數。經由這些函數，可完全決定系統之熱物理性質，亦即決定系統之狀態，故可稱之為狀態方程式。廣義而言，任何狀態變數皆可選為主變數，任何其他變數與主變數之關係均可稱為狀態方程式。但由於量測及逆向定義之困難（見“熱力狀態”之說明），熱力學中取溫度 T 、壓力 P 或比容 V （或體積 V ）為主變數，而以此三者間之關係為狀態方程式。

狀態變數間之關係與物質分子間之作用力有關，因此狀態方程式亦隨物質之不同而有異。於理想氣體，分子之間無作用力，狀態方程式為

$$P \bar{V} = \bar{R} T$$

式中 \bar{V} 為模比容， $\bar{R} = 8.3144 \text{ KJ/K-kmole}$ 為萬有氣體常數。於真實氣體，常用者有

$$P \bar{V} = Z \bar{R} T$$

式中 Z 為可壓縮性因數，為 P 與 T 之函數。另有以各種分子力模型建立之半徑驗狀態方程式。如范德瓦 (Van der Waal) 方程式：

$$P = \frac{R T}{V - b} - \frac{a}{V^2}$$

式中 $a = \frac{27}{64} \frac{R^2 T_c^2}{P_c}$ ， $b = \frac{R T_c}{8 P_c}$ ， T_c 為臨界溫度， P_c 為臨

界壓力；又如雷德立奇—孔 (Redlich — Kwong) 狀態方程式：

$$P = \frac{\bar{R}T}{\bar{V} - b} - \frac{a}{\bar{V}(\bar{V} + b)J^{1/2}}$$

式中 $a = 0.42748 \frac{\bar{R}^2 T_c^{5/2}}{P_c}$, $b = 0.08664 \frac{\bar{R}T_c}{P_c}$ 。以及

著名之比奧—布里奇曼 (Beattie — Bridgeman) 經驗狀態方程式：

$$P = \frac{\bar{R}T}{\bar{V}^2} \left(1 - \frac{C}{\bar{V}T^3} \right) \left[\bar{V} + B_0 \left(1 - \frac{b}{\bar{V}} \right) \right] - \frac{A_0}{\bar{V}^2} \left(1 - \frac{a}{\bar{V}} \right)$$

式中 A_0, B_0, a, b 及 c 為常數，隨物質不同而異。另有由統計熱力學導得之狀態方程式：

$$Z = \frac{P\bar{V}}{\bar{R}T} = 1 + \frac{B(T)}{\bar{V}} + \frac{C(T)}{\bar{V}^2} + \frac{D(T)}{\bar{V}^3} + \dots$$

式中 $B(T), C(T), D(T)$ 為係數，與 T 有關。

12.1.7. 理想氣體 (Ideal gas)

分子間無作用力之氣體，稱為理想氣體。理想氣體具有下列情況：

- (1) 狀態方程式必為 $P\bar{V} = \bar{R}T$ 之形式。
- (2) 單一純物質之理想氣體，其溫度僅為分子能量之函數，反之

亦真。

(3) 混合物質之理想氣體，其赫姆荷茲函數 $a(T, V, n_1, n_2, \dots, n_r) = a_1(T, V, n_1) + a_2(T, V, n_2) + \dots + a_r(T, V, n_r)$

式中， n_1, n_2, \dots 為混合氣體中各組成物質之模數。

真實氣體在壓力甚小時，密度甚低而分子間之距離增大至其間之作用力可略而不計時，可視為理想氣體。

12.1.8. 真實氣體 (Real gas)

分子間有作用力，且不可忽略之氣體，稱為真實氣體。真實氣體之狀態方程式，一般寫為：

$$P \bar{V} = Z \bar{R} T$$

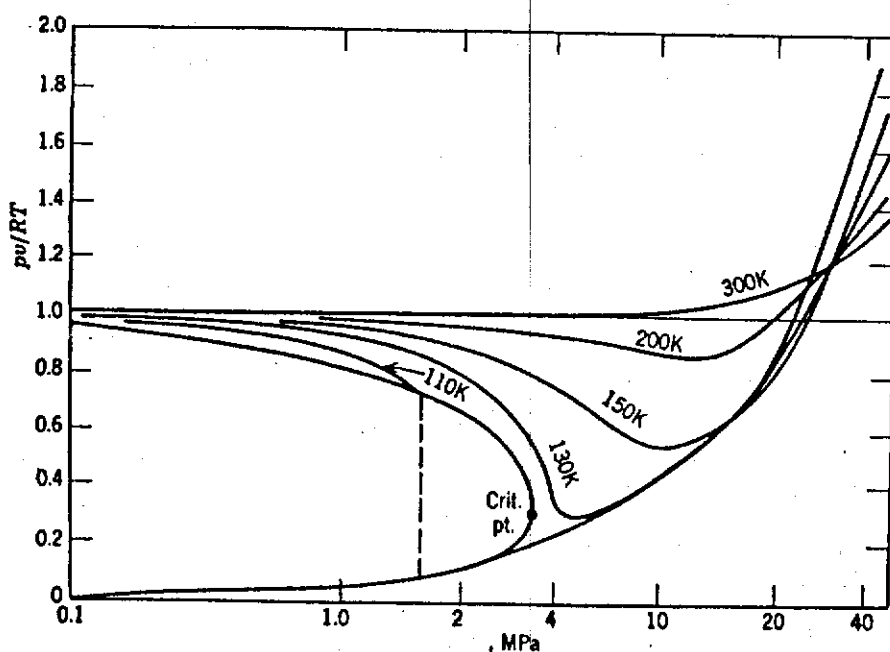
式中之 Z 為可壓縮性因數，為溫度與壓力之函數。

12.1.9. 可壓縮度因素 (Compressibility factor)

真實氣體之狀態受分子力之影響，狀態方程式為

$$P \bar{V} = Z \bar{R} T$$

式中之 Z 稱為可壓縮度因數。分子間之作用力與分子間之距離有關。當分子間之距離在某一直 r_0 時，作用力為排斥力；距離大於 r_0 時，作用力為吸引力。大於 r_0 太多時作用力極小。下圖為氮之可壓縮度圖，可就分子間之作用力討論之。若溫度為定值，試以 150 K 為例。於壓力甚小，為 0.1 MPa 或以下，分子間之距離甚大於 r_0 ，作用力為甚小之吸引力，可略



而不計；此時氣體近似理想氣體， Z 約等於 1。當壓力稍大，分子間之吸引力增加，使分子間之距離因之較理想氣體在同樣溫度與壓力時之距離為小，亦即模比容稍小，故 $P\bar{V} < \bar{R}T$ ，所以 $Z < 1$ 。壓力甚大時，分子間之距離小於 r_0 ，分子間之作用力為排斥力，使分子相距稍大，即模比容較大，故 $Z > 1$ 。當溫度增至 300 K 或以上，分子之動能加大，速度在 10^4 ms^{-1} 左右。此時分子接近時間甚短，分子力無發生作用之機會，有等於無。故可視為無作用力而 $Z = 1$ 。

在臨界點之可壓縮度因數

$$Z_c = \frac{P_c V_c}{RT_c}$$

有一通值 $\frac{3}{8}$ 。但由實驗知，各種氣體之 Z_c 值自 0.3 至 0.22 不等，隨分子之複雜程度而異。

12.1.10. 內能 (Internal energy)

一含有 N 個質點 (原子或分子) 之熱力學系統，其內能 U 為系統內各質點所具相對於系統之能量之和，

$$U = \sum_{i=1}^N \epsilon_i$$

ϵ_i 為第 i 個質點之能量，即對於某一固定於系統內之坐標系統，其所具有之移動能，轉動能，振動能，與其他質點間之位能，原子結構之能等。在一般熱力學系統，質點之能量大部份為各種功能及質點間之位能，其他能量較小，可略而不計。

內能 U 為熱力學系統之熱物理性質，為一狀態變數，通常表示為溫度 T 與壓力 P 之函數：

$$U = m \int_{T_0}^T C_v dT + m \int_{V_0}^V \left[T \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_v - P \right] dv_0$$

式中 C_v 為等容比熱， m 為系統內作工物質 (Working substance) 之質量， V 為比容，積分下限之 (T_0 , V_0) 為擇定之參考狀態 (Reference state)。已知物質之狀態方程式，則 $V = V(P, T)$ U 即可由上式求得。在理想氣體，狀態方程式為 $P V = R T$ 。則 $\left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_v = \frac{R}{V}$ ，故上式中第二項積分為零。而理想氣體之等容比熱僅為溫度之函數，故內能亦僅為溫度之函數。

形容一熱力學系統之狀態時，其內能常以單位質量之內能 $U = U / m$ 表示之，習慣上即稱內能。而 U 則稱為全部內能 (

Total internal energy) 。

12.1.11. 焓 (Enthalpy)

一作工物質 (Working substance) 之焓 H 定義為

$$H = U + P V$$

式中全部內能 U ，壓力 P 及全部體積 V 均為此作工物質之狀態熱物理性質，為狀態變數，故焓 H 亦為作工物質之狀態變數。

形容一系統之狀態時，其焓常以單位質量之焓 h 表示之，

$$H = U + P V$$

習慣上即稱焓，而 H 則稱為全部焓 (Total enthalpy) 。

焓 h 常表示為溫度 T 與壓力 P 之函數：

$$h(T, P) = \int_{T_0}^T C_p dT + \int_{P_0}^P \left[V - T \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P \right] dP$$

式中 C_p 為等壓比熱，積分下限之 (T_0, P_0) 為擇定之參考狀態 (reference state)。已知物質之狀態方程式，則有 $V = V(P, T)$ ， h 即可由上式求得。在理想氣體，狀態方程式為 $P V = R T$ 。則 $\left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P = \frac{R}{P}$ ，故上式中第二項積分為零。而理想氣體之等壓比熱僅為溫度之函數，故焓亦僅為溫度之函數，與壓力 (比容) 無關。

在一控制容積，若有作工物質流入，其焓為 h_i ，

$$h_i = \mu_i + P_i V_i$$

式中 μ_i 為流入物質單位質量之內能； $P_i V_i$ 為以壓力 P_i (略大於控制容積內入口處之壓力 P) 推送單位質量流入物質

V_i 進入控制容積之能量，亦即單位質量流入物質抵抗壓力 P 所需之功。故 h_i 為內能 u_i 與稱為流動能 (Flow energy) 之 $P_i V_i$ 之和，代表單位質量流入物質所具有全部之能量。控制容積如有作工物質流出，則 $h_e = u_e + P_e V_e$ 為單位質量流出物質所具之全部能量。若控制容積為穩態 (Steady state)，則由能量平衡 (熱力學第一定律)

$$h_i = h_e + w$$

單位質量作工物質流經控制容積使控制容積做功 W 為

$$W = h_i - h_e$$

在一系統 (System) 中，作工物質在靜態，雖仍定義焓為 $h = u + P v$ ，但 $P v$ 不再有能量之意義。設一汽缸上有光滑活塞，內貯理想氣體。今對之加熱 q ，使理想氣體等溫膨脹，壓力自 P_1 變為 P_2 ，比容自 V_1 變至 V_2 ，有 $P_1 V_1 = P_2 V_2$ 。因為等溫，故 $u_1 = u_2$ ，則 $h_1 = h_2$ 。但 $P V$ 之值雖不變，經由 P 與 V 各別之變化，理想氣體吸收熱能轉變為功 w ，由熱力學第一定律， $W = q$ ，而 $T_1 = T_2 = T$ ，故

$$W = \int_{V_1}^{V_2} P dv$$

$$= RT \ln (V_2 / V_1)。$$

又令此理想氣體之體積保持不變，而對汽缸加熱，使氣體之溫度由 T ，增至 T_2 ，壓力由 P_1 增至 P_2 ，而比容 $V_1 = V_2 = V_0$ 。則 $\Delta h = h_2 - h_1 = \Delta u + \Delta (P v) = u_2 - u_1 + (P_2 - P_1) V$ 。但由熱力學第一定律，氣體增加之能量 $q = \Delta u + w$ ，而體積不變， $w = 0$ ，故 $q = \Delta u$ ，則 $\Delta (P v)$ 之增量並不代表

任何能量之增加。

總結而言，動態中之作工物質，其焓有完整之物理意義，即其單位物質所具有可以做功之能量，在靜態之作工物質，不論為系統或控制容積，其焓則無此意義，僅為一狀態變數。

12.1.12. 熵 (Entropy)

熵乃一基本熱物理性質，為狀態變數，可經由一可逆過程定義為

$$dS = \left(\frac{\delta Q}{T} \right)_{\text{rev}}$$

式中 δQ 為過程中之熱傳量， T 為過程進行中之溫度。

因熵為狀態變數，二狀態間之熵差 $S_2 - S_1$ 與轉換狀態無關，故可經由任意之可逆過程求得：

$$S_2 - S_1 = \int_1^2 \left(\frac{\delta Q}{T} \right)_{\text{rev}}$$

即使實際上由狀態 1 至狀態 2 乃經由一不可逆過程，上式仍然正確。

根據熱力學第三定律，一般以絕對零度之熵值為基準；對此基準計得之熵值稱為絕對熵值 (Absolute entropy)。

通常對系統之全部熵 S 及系統內物質單位質量之熵 s ，均泛稱為熵。

若已知某物質在標準狀態壓力 $P^0 = 0.1 \text{ MPa}$ 及任一溫度

T 之熵 S_T^0 之值，則其在任一溫度 T 及壓力 P 之熵可依下式計得：

$$S_{T,P} = S_T^0 - R \ln \left(\frac{P}{P^0} \right) + (S_{T,P} - S_{T,P}^*)$$

式中右側第一項已知，第二項為理想氣體在 P 與 P^0 間之差值；而第三項為在 (T, P) 狀態之真實物質對理想氣體之熵值之修正值，可由通用熵圖 (Generalized entropy chart) 查得。

熵乃一基本物理性質，有如長度、質量、動能、位能等，並無更基本之概念可資說明。雖因熵之無法直接觀察，而致未能如長度等量可由經驗會悟於心，但仍可經由數學以了解其意義。今設一獨立之熱力系統，含有 N 個質點，全部能量為 E。能量 E 分配於 N 個質點，有甚多不同之方式。每一方式，在熱力學為狀態，在統計力學稱之為微狀態 (microstate)。每一方式有許多可能情形，即該微狀態之數目，以 W 表示之。例如將能量 E 給予一個質點為微狀態 A，則 $W_A = N$ ，又如將能量 E 平均分予任兩個質點為微狀態 B，則 $W_B = \frac{1}{2}N(N-1)$ 。熱力系統之能量分配方式，由於質點之互相碰撞而不斷改變，即微狀態作不斷轉換。此等轉換為純粹之隨機過程 (purely random process)，導致統計力學之基本假設：各微狀態出現之機率相同。顯然，在微狀態之隨機轉換中，必然超向其數目最多 (W 最大) 者。此點與熱力學中熵之假設相似：熱力系統狀態之變化超向熵值最大者。因此，熵應與微狀態之數 W 有關。但二系統之總熵為系統分別之熵之和，而二系

統之總微狀態數則為系統分別微狀態數之乘積（例如二骰子「微狀態」數為 $6 \times 6 = 36$ ）。唯一之解為令熵與微狀態數之對數成正比，即

$$S = k_B \ln W。$$

式中之常數 k_B 係為決定 S 之單位之用。若採用溫度 T 之單位為凱爾文單位（Kelvin scale），定義 $T = \partial S / \partial U$ ，則此常數應為波茲曼常數（Boltzmann's constant） $k_B = 1.3806 \times 10^{-23} \text{ J/K}$ 。以上熵之定義乃統計力學之基礎。

若某物質之等容比熱已知，其在二狀態 1 與 2 間熵變化值可由下式計算：

$$S_2 - S_1 = \int_1^2 C_v \frac{dT}{T} + \int_1^2 \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_v dv。$$

在理想氣體， $P_v = RT$ ，則有

$$S_2 - S_1 = \int_1^2 C_v \frac{dT}{T} + R \ln \frac{V_2}{V_1}。$$

若某物質之等壓比熱已知，其在二狀態 1 與 2 間熵變化值可由下式計算：

$$S_2 - S_1 = \int_1^2 C_p \frac{dT}{T} - \int_1^2 \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_p dP。$$

在理想氣體，則有

$$S_2 - S_1 = \int_1^2 C_p \frac{dT}{T} - R \ln \frac{P_2}{P_1}。$$

12.1.13. 比熱 (Specific heat)

某物質單位質量升高單位溫度所需之熱，稱為該物質之比熱 C ，

$$C = \frac{1}{m} \left(\frac{\delta Q}{\delta T} \right)。$$

物質吸收熱以升高溫度（增加能量），主要方式有二。其一為增加原子或分子之功能，在氣體或液體即為內能；在固體則為原子或分子在固定位置之振動能，特稱格子比熱 (Latlce specific heat) C_l 。若物質為電導體，則吸熱之另一方式為增加導電電子之動能，稱為電子比熱 (Electronic specific heat) C_e 。另有增加磁化之磁比熱 (Magnetic specific heat) 等通常均可略而不計。

在熱力學中，比熱之二特殊情形有廣泛之應用，即在等容過程中加熱之等容比熱 (Constant volume specific heat) C_v 及在等壓過程中加熱之等壓比熱 (Constant pressure specific heat) C_p ，各為

$$C_v = \frac{1}{m} \left(\frac{\delta Q}{\delta T} \right)_v = \frac{1}{m} \left(\frac{\partial U}{\partial T} \right)_v = \left(\frac{\partial u}{\partial T} \right)_v，$$
$$C_p = \frac{1}{m} \left(\frac{\delta Q}{\delta T} \right)_p = \frac{1}{m} \left(\frac{\partial H}{\partial T} \right)_p = \left(\frac{\partial h}{\partial T} \right)_p。$$

由於 δQ 並非熱狀態變數，故 C 亦非是；但 C_v 與 C_p 在上式中均僅含熱狀態變數，故亦均為狀態變數，亦為物質之熱物理

性質。

等容比熱 C_v 通常為溫度 T 與比容 V 之函數。在定溫時，其與 V 之關係為

$$\left(\frac{\partial C_v}{\partial V} \right)_T = T \left(\frac{\partial^2 P}{\partial T^2} \right)_v。$$

若知物質之狀態方程式，則上列關係可定。在理想氣體，狀態方程式為 $PV = RT$ ，上式右端之二次偏微分為零，故 C_v 僅為溫度 T 之函數，與 V 無關。

等壓比熱 C_p 通常為溫度 T 與壓力 P 之函數。在定溫 P 之關係為

$$\left(\frac{\partial C_p}{\partial P} \right)_T = -T \left(\frac{\partial^2 V}{\partial T^2} \right)_P。$$

若知物質之狀態方程式，則上列關係可定。在理想氣體，上式右端之二次偏微分為零，故 C_p 僅為溫度 T 之函數，與 P 無關。

當溫度 T 超近於絕對零度時，有

$$C_v \rightarrow 0, C_p \rightarrow 0。$$

等壓比熱與等容比熱之差可表示為

$$C_p - C_v = VT \frac{\alpha^2}{K},$$

式中 α 乃物質在定壓下之體膨脹係數， $\alpha = \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P$ ；

K 爲物質在定溫下之可壓縮性， $K = -\frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_T$ 。在理想

氣體， $\alpha = \frac{1}{T}$ ， $K = \frac{1}{P}$ ，則

$$C_p - C_v = R。$$

當 $T \rightarrow 0$ 時， $C_p - C_v \rightarrow 0$ 。因在 $T \rightarrow 0$ 時，物質之能態趨向於最低狀態，必須以量子力學處理；即使爲理想氣體，狀態方程式 $P_v = R T$ 亦不再成立， $C_p - C_v$ 亦不再爲 R 。

12.1.14. 功 (Work)

當一熱力系統改變狀態，有能量流過邊界，而對外界唯一之效應爲使一重物在重力場中升高，則此系統以此能量做功。

若熱力系統改變狀態乃經由一近似平衡過程 (quasiequilibrium process)，所做之功可以下式計算：

$$W_{12} = \int_1^2 P dV，$$

式中之 1，2 乃表示熱力系統由狀態 1 到狀態 2。若狀態之改變非由近似平衡過程，而爲不平衡過程，則上式不可使用。此時必須確知做功所相抗之外力 F_{ext} 與重物之位移 L 間之關係，方能求得系統所作之功

$$W = \int_1^2 F_{ext} dL = \int_1^2 P_{ext} dV，$$

式中 P_{ext} 爲 F_{ext} 相當之壓力。

功並非熱物理性質，亦非狀態變數，而是能量流過系統邊界之暫態現象。

12. 1.15. 熱 (Heat)

經由純熱交互作用 (Purely thermal interaction) 由一系統流至另一系統之平均能量稱爲熱。換言之，沒有 A，B 二獨立系統，A 系統內物質分子之平均動能 (溫度 T_A) 大於 B 系統內物質分子之平均動能 (溫度 T_B) ；令二系統相接融，經由接融之邊界，二系統之物質分子間接碰撞，使 A 系統物質分子之平均動能 (T_A) 降低，B 系統物質分子之平均動能 (T_B) 增加，乃有能量流過邊界，是爲熱。

熱非物理性質，亦非狀態變數，而是能量流過系統邊界之暫態現象。

12. 1.16. 吉伯氏函數 (Gibbs function)

吉伯氏函數 G 又稱吉伯氏自由能 (Gibbs free energy)，或稱吉伯氏位能 (Gibbs potential)，定義爲

$$G = H - TS = U + PV - TS,$$

或

$$g = h - Ts = u + Pv - Ts.$$

吉伯氏函數乃一熱力學性質，爲一狀態變數，通常表示爲溫度 T 壓力 P ，及組成系統物質之成份分子數 $N_1, N_2 \dots$ 等

之函數，

$$G = G(T, P, N_1, N_2 \dots)。$$

其微分則爲

$$dG = -S dT + V dP + \mu_1 dN_1 + \mu_2 dN_2 + \dots$$

式中 μ_1, μ_2, \dots 爲各成份之化學熱能 (chemical potential)。

12.1.17. 赫姆荷茲函數 (Helmholtz function)

赫姆荷茲函數 A (或以 F 表之) 又稱赫姆荷茲自由能 (Helmholtz free energy)，或稱赫姆荷茲位能 (Helmholtz potential)，定義爲

$$A = U - TS，$$

或

$$a = u - Ts。$$

赫姆荷茲函數乃一熱力學性質，爲一狀態函數，通常表示爲溫度 T ，體積 V ，及組成系統物質之成份分子數 $N_1, N_2 \dots$ 等之函數，

$$A = A(T, V, N_1, N_2, \dots)。$$

其微分分別爲

$$dA = -\delta dT - P dV + \mu_1 dN_1 + \mu_2 dN_2 + \dots$$

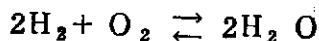
式中 μ_1, μ_2, \dots 爲各成份之化學勢 (chemical potential)。

12.1.18. 吉伯氏原理 (Gibbs theorem)

多種理想氣體之混合物，其在溫度 T 與體積 V 之熵，為各成份理想氣體在 (T, V) 狀態之熵之和，是為吉伯氏原理。

12.1.19. 相 (Phase)

物質分子 (原子) 間不同之結構，使同樣物質具有不同之物理性質，乃為該物質不同之相。單一物質在固態、液態，與氣態為不同之相；單一物質之固態亦可有多種相，如碳有鑽石、石墨 (含有多種相)，六角形柱體鑽石，非晶性碳等，又如鐵在 910°C 以下為 bcc (body centered cubic) 結晶構造， 910°C 至 1400°C 為 fcc (face centered cubic) 結晶構造， 1400°C 以上又為 bcc 結晶構造；以及若有以下化學反應

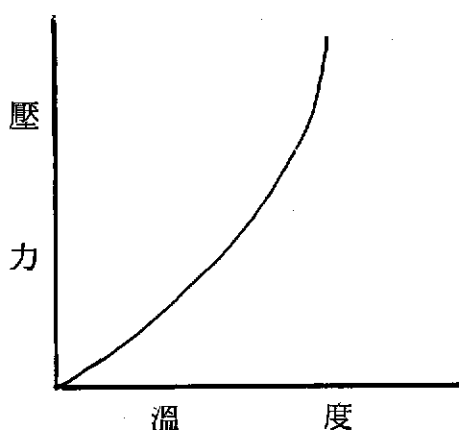


在容器中進行，容器中氫，氧與水之混合物亦在不斷作相之轉換。

12.1.20. 汽—壓曲綫 (Vapor — pressure curve)

單一物質之液態，在一定壓力下，逐漸加熱至某一溫度，此時液態之物質開始蒸發，此一溫度為此物質在該壓力之飽和溫度 (Saturation temperature)。反之，若此液態物質原在高壓下，令保持在某一溫度，而逐漸降低壓力至某一值時

，液態之物質開始蒸發，此一壓力爲此物質在該溫度之飽和壓力（saturation pressure）。飽和溫度與飽和壓力爲1對1相應之關係，例如：在0.1 MPa 之壓力下之水，飽和溫度爲99.6°C；而保持定溫在99.6°C之水，飽和壓力爲0.1 MPa。此1對1相應之關係可以一曲線表示之，稱爲汽—壓曲線。



圖一純物質之汽—壓曲線

汽—壓曲線之斜度 $\frac{dP_{sat}}{dT_{sat}}$ 大於零。當壓力增加時，液體

上方之氣體分子動能增加，自液體蒸發釋出之分子若能量不足，將被氣體分子撞擊而迫回液體；故液體分子之動能必須隨之增加，亦即飽和溫度增加，使釋出之分子具有足夠之動能以滲入氣體分子，完成蒸發。

12.1.21. 飽和液體 (Saturated liquid)

在飽和溫度與飽和壓力下，液態物質開始蒸發，此時之物質狀態稱為飽和液體。

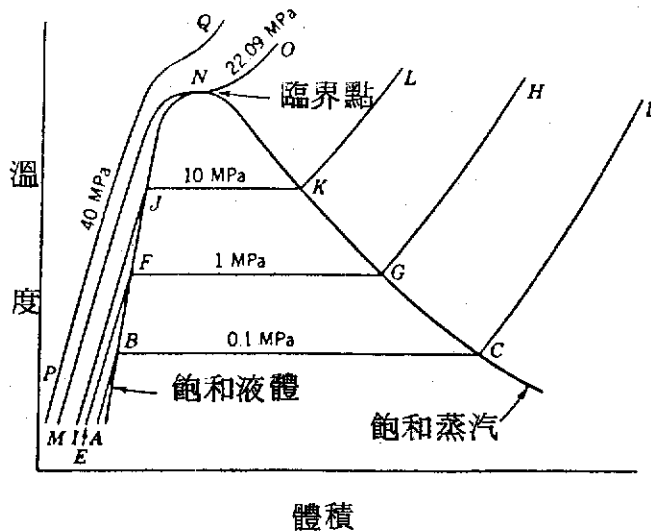
12.1.22. 飽和蒸汽 (Saturated vapor)

在飽和溫度與飽和壓力下，液態物質在繼續加熱時不斷蒸發，直至液態物質恰完全蒸發為氣體，此時之物質狀態稱為飽和蒸汽。

12.1.23. 臨界點 (Critical point)

物質在飽和狀態 (saturated state) 時，液態與氣態共存；若壓力不太大，氣態之比容遠大於液態之比容。當壓力增加，相應之飽和狀態中，因氣態之可壓縮度 (Compressibility) 較液態之可壓縮度甚大，二者比容間之差距隨之縮小。終於氣態之比容與液態之比容相同，二種狀態乃無區別。此二而一之狀態稱臨界點，此時之溫度稱臨界溫度 (Critical temperature)，壓力稱臨界壓力 (Critical pressure)，比容稱臨界比容 (Critical specific volume)。以水為例：在壓力較低時，加熱至飽和溫度，有明顯之飽和狀態，液氣共存，氣態之比容甚大於液態之比容。壓力漸增，則飽和液體之比容漸增 (因飽和溫度增加導致之熱膨脹)，飽和蒸汽之比容急速降低。至壓力為 22.09 MPa 時，飽和溫度為

374.14 C，飽和液體之比容增至 $0.003155 \text{ m}^3/\text{kg}$ ，飽和蒸汽之比容則降至 $0.003155 \text{ m}^3/\text{kg}$ ，此時水之狀態乃達臨界點。故水之臨界壓力 $P_c = 22.09 \text{ MPa}$ ，臨界溫度 $T_c = 374.14 \text{ C}$ ，臨界比容 $V_c = 0.003155 \text{ m}^3/\text{kg}$ 。



圖一水之液相與氣相（未照比例）

12.1.24. 乾度 (Quality)

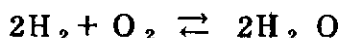
物質在液氣共存之飽和狀態中，其飽和蒸汽之質量與全部質量與全部質量之比稱為乾度 x ，

$$X = M_{\text{vapor}} / M_{\text{total}}。$$

x 之值在零（飽和液體）與 1（飽和蒸汽）之間。

12.1.25. 化學勢 (Chemical potential)

有下列化學反應



在一容器內進行。爲簡單起見，設此容器爲剛體且絕熱，則容器內之全部內能 U 及體積 V 保持不變。

進行反應之各種分子，除內能 U 外，各有不同之結合能 (binding energy)。在進行反應時，以氧分子而言，先離解 (dissociate) 爲二個氧原子，然後各與二個由氫分子離解之氫原子結合而成一水分子；於是在反應進行中，各種分子之數目不斷變化，結合能以至全部能量隨之變化。全部熱能之變化 dQ 包含一般熱力系統之 TdS 項及結合能之變化。以 N_1 ， N_2 及 N_3 分別表示氫，氧及水之分子數，有

$$dQ = dU + PdV = TdS + \sum_{j=1}^3 \mu_j dN_j ;$$

式中 μ_j 爲 j 分子之數目每變一分子之相應能量變化，稱爲化學勢。此處所稱勢，乃勢之廣義化 (generalized potential)。在重力場中，勢之不同促使水自高流低以變更位置，比照言之：在溫度分配不均之系統中，使熱流動而變化熵值，則溫度可視爲熵異動之勢；在壓力不均之系統中，造成比容之變動，故壓力可視爲比容變換之勢；而一系統中 μ 之不平衡導致分子數目改變形成化學反應， μ 乃可稱爲化學勢。

由上式可得熵之變化爲

$$dS = \frac{1}{T} dU + \frac{P}{T} dV - \sum_{j=1}^3 \frac{\mu_j}{T} dN_j \quad \circ$$

但 $dU = dV = 0$

$$\therefore dS = -\frac{\mu}{T} dN_1 - \frac{\mu_2}{T} dN_2 - \frac{\mu_3}{T} dN_3 \quad \circ$$

在上述化學反應中，若自左向右進行，則各種分子數變化之比爲

$$dN_1 : dN_2 : dN_3 = -2 : -1 : 2 \quad \circ$$

分子數之變化以 dN_1 表示之，有

$$dN_2 = \frac{1}{2} dN_1, \quad dN_3 = -dN_1 \quad \circ$$

故熵之變化爲

$$dS = -\frac{1}{T} \left(\mu_1 + \frac{1}{2} \mu_2 - \mu_3 \right) dN_1 \quad \circ$$

由熱力學第二定律， dS 必大於零，而 dN_1 爲負，

$$\therefore \mu_1 + \frac{1}{2} \mu_2 > \mu_3 \quad \circ$$

表示化學反應進行之方向乃由化學勢較大之一端至化學勢較小之一端。

由上述 dS 之關係，有

$$\mu_j = -T \left(\frac{\partial S}{\partial N_j} \right)_{U, V, N_{i \neq j}}。$$

μ 爲內涵性質，亦爲一狀態變數，可寫作上式以外之其他形式

。例如由焓 H 有 $\mu_j = \left(\frac{\partial H}{\partial N_j} \right)_{S, P, N_{i \neq j}}$ ，由赫姆荷茲

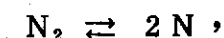
函數 A 有 $\mu_j = \left(\frac{\partial A}{\partial N_j} \right)_{T, V, N_{i \neq j}}$ ，由內能有 U 有

$\mu_j = \left(\frac{\partial U}{\partial N_j} \right)_{S, V, N_{i \neq j}}$ 等。特具意義而常用者則爲

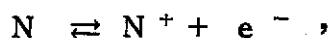
由吉伯氏函數 G 所得之

$$\mu_j = \left(\frac{\partial G}{\partial N_j} \right)_{T, P, N_{i \neq j}}。$$

除一般化學應外，甚多其他過程，涉及不同質點數目之變化者，化學勢均爲過程進行之主導力量。例如：液態蒸發成氣態或氣態凝結成液態，二態中之分子（原子）數有變化；在高溫下分子離解，



分子與原子數有變化；更高溫下原子游離化（ionized），



原子數與離子及電子數有變化等。

12.1.26. 逸態性 (fugacity)

在一異質多相混合物 (Heterogeneous mixture) 中，爲達成化學平衡，或其他狀態之平衡，一物質逸離其所在之某一相 (phase) 之傾向，爲此物質之逸態性，以 f 表示之。

考慮系統吉伯氏函數之變化 dg

$$dg = -sdT + vdP。$$

定溫時，

$$dg_T = vdP_T。$$

在理想氣體，上式爲

$$dg_T = \frac{RT}{P} dP_T = RT d(\ln P)。$$

在真實氣體，狀態方程式爲 $Pv = ZRT$ ，乃有

$$dg_T = \frac{ZRT}{P} dP_T = ZRT d(\ln P)_T。$$

逸態性 f 乃定義爲

$$dg = RT d(\ln f)_T，$$

邊界條件爲 $f \rightarrow P$ 當 $P \rightarrow 0$ 。單一物質之逸態性可由下式求得

$$\ln\left(\frac{f}{P}\right) = \int_0^{P_r} (Z-1) d(\ln P_r)_T$$

式中 $P_r = \frac{P}{P_c}$ 爲約化壓力 (Reduced pressure)。上式

右端之積分可先自通用可壓縮性圖 (generalized compressibility chart) 尋得每一 P_r 之相應 Z 值，再以圖解法積之。 $\frac{f}{P}$ 稱為逸態性係數 (fugacity coefficient)，其值見於通用逸態性係數圖 (generalized fugacity coefficient chart)。任何單一物質之逸態性乃可自此圖求逸態性係數而後計算。

由以上定臨， f 之因次與壓力相同，故可視為擬似壓力 (pseudopressure)。當 $P \rightarrow 0$ 時， $f \rightarrow 0$ ，即理想氣體之 f 為零，顯示 f 與分子間之作用力有關。將定義式積分，在定溫下，壓力自參考狀態之 P^* 變至 P ， g_T 則由參考狀態之 g^* 變至 g ，積得

$$g - g^* = RT \ln \left(\frac{f}{P} \right)。$$

若 P 之變化甚小，則

$$g - g^* \rightarrow \mu - \mu^*$$

而有

$$\frac{f}{P} \rightarrow e^{\mu / K_B T}$$

故化學勢高則逸態性強。

逸態性為內涵性質 (Intensive property) 為狀態變數。

12.1.27. 部份模性質 (Partial molar property)

一混合物含有 r 種分子，其某一外延性質 X 爲溫度 T ，壓力 P ，及各分子模數 n_j 之函數，即

$$X = X (T, P, n_1, n_2, \dots, n_r)。$$

在定溫與定壓下，有

$$dX_{T,P} = \sum_{j=1}^r \left(\frac{\partial X}{\partial n_j} \right)_{T,P} dn_j。$$

外延性質與模數 n_j 之關係爲綫性函數，故上式可積分得

$$X_{T,P} = \sum_{j=1}^r \bar{X}_j n_j。$$

式中

$$\bar{X}_j = \left(\frac{\partial X}{\partial n_j} \right)_{T,P}$$

爲內涵性質，稱爲部份模性質；乃在定溫定壓下， j 種分子之量變換單位模數之相應 X 之變化量。在此混合物中， j 種分子之模化學勢 μ_j 可書爲

$$\bar{\mu}_j = \left(\frac{\partial G}{\partial n_j} \right)_{T,P,n_i \neq j}，$$

故爲部分模吉伯氏自由能 (Partial molar Gibbs free energy)。但 $\bar{\mu}_j$ 雖可寫成其他形式，例如

$\bar{\mu}_j = \left(\frac{\partial A}{\partial n_j} \right)_{T, V, n_i \neq j}$ ，但非在定壓下之變化，故

不得稱為部份模赫姆荷茲自由能 (Partial molar Helmholtz free energy)。

12.2. 熱力學定律與原理

12.2.1. 質量守恆定律 (Law of conservation of mass)

一系統之狀態變換過程中，全部質量保持不變，是為質量守恆定律。

根據愛因斯坦之相對論，質量即能量，

$$E = m_0 C^2,$$

任何能量均由質量變換而來。式中之 m_0 為物質靜止時之質量， C 為光速。物質之質量亦非定值，當其以 v 之速度運動時，質量變為

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - v^2 / C^2}}.$$

而在系統中由於化學反應或其他狀態變換，使系統中之能量改變時，系統中之質量必有變化以為能量之來源。例如：設一剛性容器內含有一公斤汽油與空氣。今使汽油燃燒，測得燃燒釋出之能量為 2900 kJ。若有極精密之重量儀器，當可測得燃燒前汽油與空氣之全部質量與燃燒廢氣之全部質量之差為

$$3.23 \times 10^{-11} \text{ kg}。$$

但在除核子反應外之一般化學反應及狀態變換中，質量之改變極微，可以略而不計，質量守恆接近事實。

12.2.2. 雷夏特利原理 (Le Chatelier principle)

一系統保持穩定之準則，乃是當系統中發生任何不均衡，應即引發一過程以消除此一不均衡，是為雷夏特利原理。

12.2.3. 熱力學第零定律 (Zeroth law of thermodynamics)

若二系統分別與第三系統在熱平衡中，則該二系統必互相為熱平衡，是為熱力學第零定律。

12.2.4. 熱力學第一定律 (First law of thermodynamics)

一熱力系統之平衡狀態可以狀態變數內能 U 表示 (characterize)。在一獨立系統， U 為常數。若系統與外界接融而改變狀態，內能 U 之改變為

$$\Delta U = +W + Q$$

式中 W 為系統因表面變數 (External parameter) 如體積變化所做之功， Q 為系統所吸取之熱。

以上之敘述為熱力學第一定律，實為能量守恆之意。在一控制容積 (Control volume)，若由外界吸取之熱為 $Q_{c.v}$ ，所做之功為 $W_{c.v}$ ，有質量 m_i 流入，同一期間有 m_e 之質量

流出，控制容積內能量之變化為 $\Delta E_{c.v}$ ，則由熱力學第一定律，能量守衡書為

$$Q_{c.v} + m_i \left(h_i + \frac{V_i^2}{2} + gZ_i \right) = \Delta E_{c.v} + m_e \left(h_e + \frac{V_e^2}{2} + gZ_e \right) + W_{c.v},$$

式中 h ， V ，及 Z 各為出入物質之焓，速度，及高度。注意：流出流入之物質為動能，其熱能以焓表示；但控制容積內之物質在靜態，其熱能應以內能表示。故如控制容積之整體並未移動或改變高度，亦無其他能量如電磁場能量涉及，則

$$\Delta E_{c.v} = \Delta U_{c.v}.$$

12.2.5. 熱力學第二定律 (Second law of thermodynamics)

一系統之平衡狀態可以一熱物理量熵 S 表示之 (Characterize)。

熵之性質有：

1 一獨立系統由一狀態變換至另一狀態，其熵值將增加，

$$\Delta S \geq 0.$$

2 一非獨立系統，經由一近似平衡 (quasicquilibrium) 之微小過程吸取熱 δQ ，則其熵之變化為

$$\Delta S > \frac{\delta Q}{T}.$$

以上之敘述爲熱力學第二定律。

12.2.6. 熱力學第三定律 (Third law of thermodynamics)

一系統之熵有以下之極限性質 (limiting property) :

$$\text{當 } T \rightarrow 0^+, S \rightarrow S_0,$$

S_0 爲一常數，與該系統任何其他狀態變數無關。

以上之敘述爲熱力學第三定律。通常，完全晶體 (perfect crystal) 之 S_0 值選擇爲零。

12.2.7. 物質作用定律 (Law of mass action)

設有一化學反應，以下式表示之，

$$\sum_i b_i B_i = 0$$

式中 B_i 爲各種分子， b_i 爲 B_i 分子之化學計量係數 (stoichiometric coefficient)。反應達到平衡時，平衡常數 K_N 爲溫度 T 之函數，可書爲

$$K_N(T) = P^{\sum b_i} \prod_i N_i^{b_i}$$

式中 N_i 爲 B_i 分子之數目，是爲物質作用定律。此式亦可寫爲

$$K_n(T) = P^{\sum b_i} \prod_i n_i^{b_i}$$

12.3. 過程

式中 n_i 爲 B_i 分子之模數。

12.3.1. 控制容積 (Control volume) 與系統 (System)

在一多單位之熱力學系統中，常可以一設想之容積包圍任一單位，就此容積應用各定律如熱力學第一定律，質量守恒定律等，求得足夠之方程式以解得所需之未知數。此一設想之體積稱爲控制容積，包圍此容積之面積控制面 (Control surface)。

選擇控制容積有如力學之取自由體 (Take free body)，來自於整個系統遵循熱力學諸定律，其組成之每一部份亦均遵循熱力學諸定律之概念。

習慣上，設想容積之面上有質量流過，此容積稱控制容積；若設想容積之面上無質量流過，亦即容積內之物質無變動，則此容積稱系統。

12.3.2. 過程 (Process)

一熱力系統在原始平衡狀態之中。今使其某一狀態變數，例如壓力，自 P_i 之值發生變化，直至最後之預定平衡狀態值 P_f ，其他之狀態變數亦將發生相應之變化，當另一變數例如體積 V 自 V_i 值變至預定之 V_f 值，所有狀態變數均同時變至最後值，系統之狀態乃達最後平衡狀態。狀態之變換需要時間，各狀態變數不可能在一瞬間自 i 值變至 f 值。於是各狀態變數以少量連續變動，相應之接續狀態變化形成一路途，是爲過

程。

12.3.3. 近似平衡過程 (Quasiequilibrium process)

一系統自平衡狀態 i 變換至平衡狀態 f 之過程，乃以一狀態變數不斷失去平衡，根據雷夏特利 (Le chatelier) 原理，其他變數不斷調適至新平衡狀態之值，過程遂得以進行，設在系統接續於 $S t$ 之少量時間內變動壓力 $S P$ 之量。若 $S P$ 為一有限值 (Finite value)，則其他狀態變數 X 之變量 $S X$ 亦為有限值，無法在 t 之時間內完成調適；甚至壓力本身亦無法在 $S t$ 之時間內於系統之體積內全部完成變動，因壓力傳送之速度為音速 $V s$ 。由於過程必需有不平衡始能進行，欲求過程中之每一瞬間均在平衡狀態乃不可能。但仍可求得過程中近似平衡，即令 $S P \rightarrow d P$ 之微量變化，則其他變數之變化 $S X \rightarrow d X$ 皆為微量變化，使得系統在每一 $S t$ 中稍失平衡 (近似平衡)，而在每一 $d t$ 之末得以達到平衡，如此之過程稱近似平衡過程。

近似平衡過程必需在極緩慢之情況下進行。

12.3.4. 可逆過程 (Reversible process)

在近似平衡過程中，除已知每一 $S t$ 時間內之主動狀態變數 (例如壓力 P) 之變量 $d P$ 外，並知另一狀態變數 (例如體積 V) 之變量 $d X$ ，則確知每一 $S t$ 時間末之平衡狀態，此過程稱可逆過程。因此，可逆過程之要件有二：1. 必需為近似平

衡過程；2 必需確知進行路途中之平衡狀態，即使無法全部知曉，也需知道足夠之多數。如是則可自最後狀態 f 出發，沿原來路徑逆向返回至最初狀態之，故稱可逆。

在可逆過程，熵之變化為

$$dS = \frac{\delta Q}{T} ;$$

所做之功可以下式求之

$$\delta W = P dV$$

在可逆過程中，亦無能量之損耗如摩擦等，否則即為不可逆過程 (Irreversible process)。故可逆過程實為一理想之過程。

12.3.5 不可逆過程 (irreversible process)

一熱力系統人在改變狀態之過程中，若有下列狀況：

- (1) 有摩擦，或有熱傳損失。
- (2) 狀態變數之變化 δX 為有限值 (Finite value)，例如有較大之壓力差，或在稍大之溫度差下進行熱傳等。
- (3) 有不同物質進行混合，或有燃燒等之化學反應進行。
- (4) 有磁滯或電熱等損耗。

則過程為不可逆。

在不可逆過程，熵之變化為

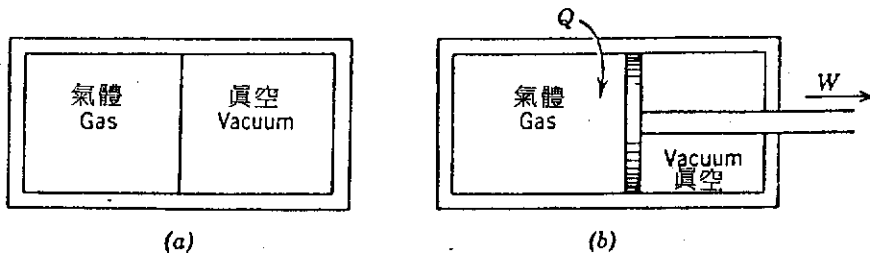
$$dS > \frac{\delta Q}{T} ;$$

功之計算則不適用 $P dV$ ，事實上

$$\delta W < P dV。$$

12.3.6 損失功 (Lost work)

考慮自由膨脹 (Free expansion) 之過程，即將一剛性容器以隔板分為二部份，隔板以插銷固定，右邊抽成真空，左邊裝有氣體；今將插銷拔去，氣體乃膨脹，將隔板推向右端，使氣體擴佔整個容器 (見下圖 a)。氣體膨脹使隔板向右推進時，因板右面為真空，故無抵抗膨脹之力，氣體膨脹並未做功。



但膨脹時應有 $P dV$ 之功，此功何去？若以一活塞取代隔板 (見圖 b)，而在活塞加一略小於氣體壓力 P 之外力，使氣體得以緩慢膨脹而為可逆過程，其對抗外力所做功 δW 為此二情況

$$\delta W = P dV$$

，前者為完全不可逆，後者為可逆。可逆過程之氣體膨脹所消耗能量 $P dV$ 全部用以做功。自由膨脹之不可逆過程，其 $P dV$ 之量則並未做功，全然虛耗；若隔板之質量為 m ，則 $P dV$ 使之得到動能，最後撞擊容器右端變為熱能而散失。在自由膨脹過程，乃稱此散失之量為損失功 $\delta L W$ ，

$$P dV = \delta L W$$

上述對活塞膨脹之過程，實際上常無法做到可逆， $P dV$ 之量乃損失部份，而仍有部份做功。

$$P dV = \delta W + \delta L W$$

與可逆膨脹過程相比較，初狀態與末狀態相同，故熵之變化相同。在可逆過程，

$$T dS = dU + \delta W$$

在實際之不可逆過程，

$$T dS = dU + \delta W + \delta L W$$

但由熱力學第一定律，

$$dU = \delta Q - \delta W$$

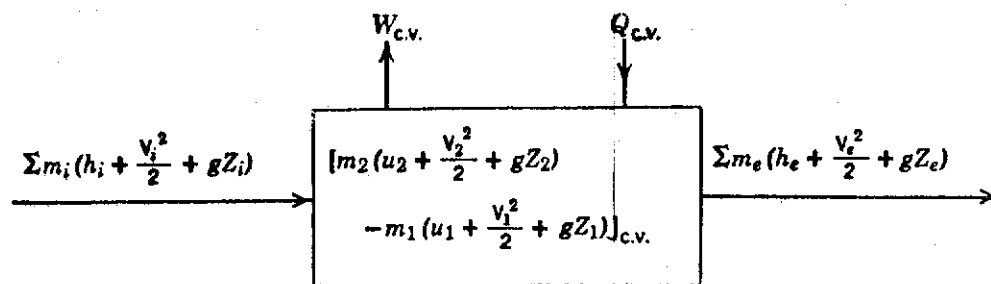
故在不可逆過程，

$$T dS = \delta Q + \delta L W$$

$$\therefore dS > \frac{\delta Q}{T}$$

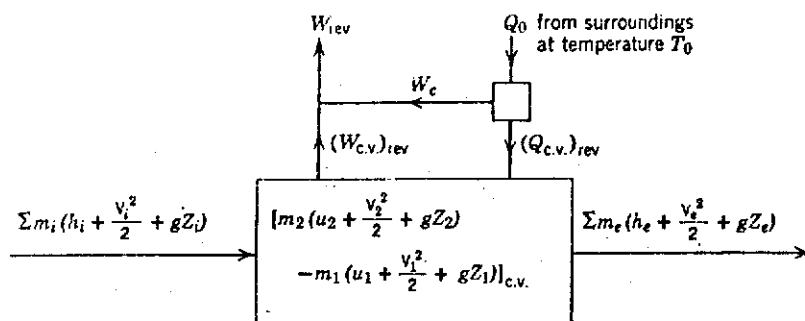
12.3.7 可逆功 (reversible work)

有一熱機，以下圖中之控制容積代表。作工物質流過控制容積，在容積中經由不可逆過程從外界吸收 $Q_{c.v.}$ 之熱，對外做



功 W_{cv} ，然後流出。此過程可轉變成可逆，即以一可逆熱引擎自外界吸收熱 Q_0 ，對外做功 W_c ，將餘熱以可逆過程送入控制容積，如下圖所示；作工物質在控制容積中吸取此熱 $(Q_{c.v})_{rev}$ ，對外做功 $(W_{c.v})_{rev}$ 。對外界所做之總功稱可逆功 W_{rev} 。

$$W_{rev} = (W_{c.v})_{rev} + W_c$$



此可逆功可由熱力學第一定律及第二定律計得為

$$W_{rev} = \sum m_i \left(h_i - T_0 S_i + \frac{V_i^2}{2} + gZ_i \right) - \sum m_e \left(h_e - T_0 S_e + \frac{V_e^2}{2} + gZ_e \right) - \left[m_2 \left(U_2 - T_0 S_2 + \frac{V_2^2}{2} + gZ_2 \right) - m_1 \left(U_1 - T_0 S_1 + \frac{V_1^2}{2} + gZ_1 \right) \right]$$

式中 T_0 為外界溫度。

可逆功之意義為，一熱機在理想狀況下，無任何損失功時，其可能做之功；亦即熱機在同樣狀態之流入物質，同樣狀態之流出物質，同樣之控制容積內之狀態變化，所可能做之最大

之功。

12.3.8 可逆度 (Irreversibility)

一熱機之可逆功 W_{rev} 與實際做功 W_{cv} 之差爲此熱機之不可逆度 I ，

$$I = W_{rev} - W_{cv}$$

由熱力學第一定律及第二定律，可導得

$$I = \sum m_e T_o S_e - \sum m_i T_o S_i + m_2 T_o S_2 - m_1 T_o S_1 - Q_{cv},$$

或書爲

$$I = T_o (\Delta S_{cv} + \Delta S_{surr})$$

$$= T_o \Delta S_{total}$$

上式爲一通式，可用於任何熱機。

可用度 (Availability)

系統在一狀態中能做之可逆功，顯然與其最後狀態有關。

考慮一穩態穩流過程，其單位質量之可逆功爲

$$W_{rev} = (h_i - T_o s_i + \frac{V_i^2}{2} + gZ_i) - (h_e - T_o s_e + \frac{V_e^2}{2} + gZ_e)$$

在已知之流入狀態之，流出狀態 e 之能量愈低，則可逆功愈大。而流出之流體排出外界，其狀態最低乃與外界平衡。若下標 o 表示此狀態；當 $h_e = h_o$ ， $s_e = s_o$ ， $V_e = 0$ 及 $Z_e = Z_o$ ，流入狀態 i 之流體可做之可逆功爲最大。任一流體單位質量之最大可逆功稱爲該流體單位質量之，可用度 ϕ ，有

$$\phi = (h - T_0 s + \frac{V^2}{2} + gZ) - (h_0 - T_0 s_0 + gZ_0)$$

顯然，在一控制容積，在穩態穩流之過程中，已知流入狀態 i 及流出狀態 e ，則單位質量流體之可逆功爲

$$W_{rev} = 4i - 4e$$

在一系統，全系統之動能與位能之變化甚微，系統物質單位質量之可逆功應爲

$$(W_{rev})_2 = (u_1 - T_0 s_1) - (u_2 - T_0 s_2)$$

當最後狀態與外界平衡，可逆功爲最大。在任一最初狀態，

$$(W_{rev})_{max} = (u - T_0 s) - (u_0 - T_0 s_0)$$

系統之狀態變化時，體積若有變化，則對外界做功，因之消耗之能量無法利用。故系統物質單位質量之可用計算，必須將此無法利用之能量自最大可逆功中減去。若全系統之動能與位能之變化甚微，系統物質單位質量之可用度中爲

$$\phi = (u - u_0) + p_0(v - v_0) - T_0(s - s_0)$$

12.4. 效率

一熱力系統可依設計之過程，藉其作工物質將熱能轉變為功，或由其作工物質被做功而改變某空間內熱能之狀態。熱力系統工作之能力，可以熱效率 (Thermal efficiency) 形容之。熱效率大致分為二類，視熱力系統作工物質所經狀態變化分為循環效率 (Cycle efficiency) 與過程效率 (Process efficiency)。後者又有第一定律效率 (First law efficiency) 與第二定律效率 (Second law efficiency) 之不同定義。

12.4.1 循環效率 (Cycle efficiency)

熱力系統之作工物質經過數個過程形成一循環，其所做之功與循環中吸取之熱之比為其熱效率，

$$\begin{aligned}\eta_{\text{therml}} &= \frac{W}{Q_H} \\ &= 1 - \frac{Q_L}{Q_H}\end{aligned}$$

式中 Q_L 為循環排至低溫熱源之熱， Q_H 為自高溫熱源吸取之熱。

12.4.2 工作係數 (Coefficient of performance)

熱力系統之作工物質經過數個過程形成一循環，在循環被做功而使某空間之熱能發生變化，此熱能之變化量與被做之功之比為工作係數 β 。

冷凍機被做功，自冷凍空間吸收 Q_L 之熱以改變冷空間之熱能狀況，故冷凍機之工作係數為

$$\begin{aligned}\eta &= \frac{Q_L}{W} \\ &= \frac{1}{\frac{Q_H}{Q_L} - 1}\end{aligned}$$

熱泵 (Heat pump) 被做功，自然溫熱源吸收 Q_L 之熱，在加熱空間排入 Q_H 之熱以改變加熱空間之熱能狀況，故熱泵之工作係數為

$$\begin{aligned}\eta &= \frac{Q_H}{W} \\ &= \frac{1}{1 - \frac{Q_L}{Q_H}}\end{aligned}$$

12.4.5 第一定律效率 (First law efficiency)

在以過程為工作途徑之熱機，其熱效率係以實際情形相比較而定義之。所謂理想情形，乃指無熱傳損失及無損失功之情形，亦即過程為等熵。故第一定律效率又稱等熵效率 (Isentropic efficiency)。

熱機之工作為吸取能量做功，其等熵效率為實際所做之功與等熵過程可做之功之比。例如蒸汽渦輪機，進入之蒸汽狀態已知，並測得離去蒸汽之壓力與實際之單位質量所做之功 W_a 。設離去狀態之熵與進入狀態相同，則等熵過程之單位質量之理想功 W_{s1} ，由熱力學第一定律可計得

$$W_s = h_i - h_{es}$$

故等熵效率為

$$\eta_{\text{turbine}} = \frac{W_a}{h_i - h_{es}}$$

式中 h_{es} 為等熵過程時離去蒸汽單位質量之焓。又如一噴嘴，進入氣體之狀態及速度已知，並測得出口氣體之壓力與速度 V_e 。設出口氣體之熵與進入氣體之熵相同，則出口氣體之理想焓 h_{es} 可求得。由熱力學第一定律，理想狀態下之出口動能為

$$\frac{V_{es}^2}{2} = h_i - h_{es}$$

故等熵效率為

$$\eta_{\text{nozzle}} = \frac{V_e^2 / 2}{h_i - h_{es}}$$

熱機之工作若為被外力作功以改變工作物質之狀態，其熱效率為等熵過程所消耗之功與實際所消耗功之比。例如壓縮機將水之壓力升高，進入水之狀態已知，出口水之壓力及單位質量所需之功 W_a 也已測得。設出口水之熵與進入水之熵相同，則出口水之理想焓 h_{es} 可求得。由熱力學第一定律，可計得理想之等熵過程中單位質量所消耗之功應為 $W_s = h_{es} - h_i$ 。故等熵效率為

$$\eta_{\text{compressor}} = \frac{h_{es} - h_i}{W_a}$$

12.4.6 第二定律效率 (Second law efficiency)

考慮一熱機，工作物質流經熱機改變狀態而做功 W_a ，流入物質及流出物質之狀態均已知。流入物質及流出物質之可用度也可計得。在理想之狀況下，工作物質流經熱機所減少之能量，即全部質量乘以流入物質與流出物質之可用度之差，應該全用於做功。則單位流動物質之理想功 W_{rev} 為

$$W_{rev} = X_i - X_e$$

第二定律效率乃定義為

$$\eta_{\text{2nd law}} = \frac{W_a}{X_i - X_e}$$

第二定律效率與第一定律效率之不同處，在第一定律效率之理想功乃取一偽想之出口狀態（取已知之 T_e 或 P_e ，令 $h_{es} = h_i$ ）計算之，而第二定律效率之理想功乃計自真正之出口狀態。二者之數值相差甚少，但顯然第二定律效率較合理。

12.5. 平衡與燃燒

12.5.1 活動性 (Activity)

在一溫度 T 及壓力 P 之混合物中，成分 A 之活動性 a_A 定義為 A 在此混合物中之部份模逸態性 (Partial molar fugacity) 與 A 單獨存在時在同一溫度 T 但在標準壓力 P^0 時之模逸態性之比，即

$$a_A = \frac{f_A}{f_A^0}$$

若此混合物在 P 與 P^0 下均為理想溶液 (Ideal solution)，則

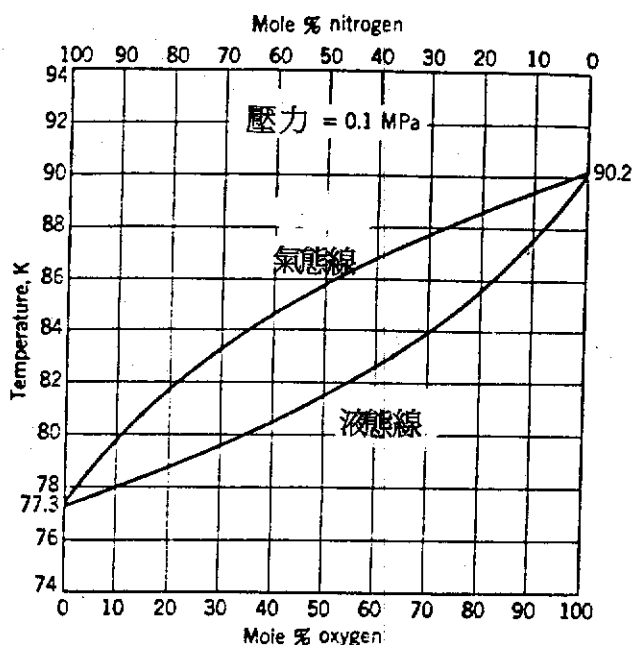
$$a_A = \frac{y_A f_A}{f_A^0}$$

式中 y_A 為 A 在混合物中之模分數 (Mole fraction)， f_A 為 A 單獨存在於 T 及 P 下之逸態性。若混合物在 P 與 P^0 下均為理想氣體，則

$$a_A = \frac{y_A P}{P^0}$$

由定義可知，在混合物中某成分之活動性，可顯示該成分物質在混合物中改變其狀態之相對能加。以理想氣體而言，若為二種氣體之混合物，當溫度下降時，因分子間無作用力，不同成

分比例之混合物應有相同之凝結點，部分凝結之液體亦應有與原來氣體相同之成分比例，尚未凝結之氣體亦維持原成分比例不變。在一真實氣體之混合物，因不同氣體之分子間之作用力不同，活動性將不只與物質在混合物中之模分數有關。例如氧與氮之混合物，其液——氣相平衡圖如下。



在氣態中，氧之活動性較氮之活動性為大，故當溫度下降時，氧較易凝結，而使凝成之液體中氧之成分偏高。例如—80%氧與20%氮之混合氣體，在88.7K開始凝結，初形成之液體中氧佔95%，大於氣態中之80%；各佔50%模分數之混合氣體在85.7 K 開始凝結，初形成之液體中氧佔約82%。在液態混合物則相反，氮之氣化點（77.3 K）低於氧之氣化點（90.2 K），顯示液態氮之活動性較氧之活動性大，故當溫度上升時，氣

化之混合氣體中氮之成分偏高。例如一80%氮與20%氧之混合液體，在78.9 K 開始氣化，初形成之氣體中氮佔約96%，大於液態中之80%。

12.5.2 相平衡 (Phase equilibrium)

在一多元相之熱力系統中，各種物質分子不斷在共存之各相中變換。在一定之熱力狀態下，終於達到每種分子在各相變換之速率相同，此時每種分子在各相中之數目維持不變，此一最後狀態稱為相平衡。

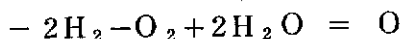
平衡狀態除以熱力狀態所在之狀態變數 T 、 P 、 V 、 S 等表示外，並與各物質之分子數目 N_1 、 N_2 ，... 有關。

12.5.3 化學平衡 (Chemical equilibrium)

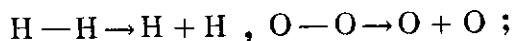
在一封閉容器中，設有 B_1 、 B_2 ，... B_m 等分子進行化學反應：

$$\pm \sum_{i=1}^m b_i B_i = 0, (\text{負號表逆反應})$$

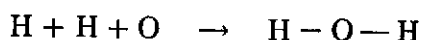
b_i 為每一化學反應中 B_i 分子涉及之分子數目，為一小整數。在反應中，每一種分子 B_i 不斷離解 (dissociate) 為原子，再各與其他原子重組成其他分子 B_j 。例如下列反應：



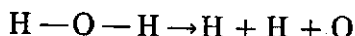
有 $H_2 \rightarrow 2H$, $O_2 \rightarrow 2O$ ，以化學鍵 (bond) 表示，為



氫與氧原子再組成水分子， $2\text{H} + \text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ ，即



同時，水分子亦離解成氫與氧原子，再組合成氫分子與氧分子，



在一定之熱力狀態下，不斷之離解與組合終於達至每種分子進行之速率相同，此時每種分子之數目維持不變，此最後狀態稱為化學平衡。

化學平衡狀態除以熱力狀態所在之狀態變數， T 、 P 、 V 、 S 等表示外，並與各種分子數目 N_1 、 N_2 ， \dots ， N_m 有關。

12.5.4 平衡條件 (Equilibrium condition)

在相變換成化學反應，達到最後平衡狀態時，熱力狀態變數與各分子數目維持不變，亦即為穩定狀態；由熱力學第二定律，此時之熵達至一最大值。故相平衡或化學平衡之平衡條件為

$$dS = 0$$

熱力系統之熵常表為 T 、 V 、及各種分子之數目 N_1 、 N_2 ， \dots 之函數，即 $S = S(T, V, N_1, N_2, \dots)$ ，則

$$dS = \left(\frac{\partial S}{\partial T} \right)_{V, N_1, N_2, \dots} dT + \left(\frac{\partial S}{\partial V} \right)_{T, N_1, \dots} dV + \sum_j \left(\frac{\partial S}{\partial N_j} \right)_{T, V, N_i \neq j} dN_j$$

在一定之熱力狀態下， $dT = dV = 0$ ，故平衡條件為

$$\sum_j u_j dN_j = 0$$

式中 $u_j = \left(\frac{\partial S}{\partial N_j} \right)_{T, V, N_{i \neq j}}$ 為 j 種分子之化學勢 (chemical potential)。由部分模性質 (partial molar property) 之定義，化學勢乃部分模吉伯氏函數 (partial molar Gibbs function)；而 $G = H - TS$ ，在一定熱力狀態下， $dH = dT = 0$ ，若 $dS = 0$ ，則 dG 亦為零。故常以 $dG = 0$ 為平衡條件，同樣有 $\sum_j u_j dN_j = 0$ 平衡條件公式。

在相平衡，各種分子並不互相變易，僅每種分子在各種相中變換。以上標 1 2 ... 表各種相，有

$$N_j = N_j^{(1)} + N_j^{(2)} + \dots = \text{常數},$$

$$\sum_i dN_j^{(i)} = 0$$

其平衡條件，在 j 分子為

$$\sum_i u_j^{(i)} dN_j^{(i)} = 0$$

乃為

$$u_j^{(1)} = u_j^{(2)} = \dots$$

在化學平衡，化學反應式為

$$\sum_i b_i B_i = 0$$

式中 B_i 代表 i 分子， b_i 為 i 分子在每一反應中涉及之分子

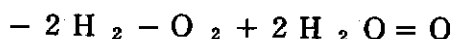
數目。若 N_i 為 i 分子之總數，則其變化數 dN_i 與反應進行之數 dN 成正比，即 $dN_i = d_i dN$ 。化學平衡條件

$$\sum_i u_i dN_i = 0$$

乃為

$$\sum_i u_i b_i = 0$$

例如下列反應



平衡條件為

$$- 2 u_{H_2} - u_{O_2} + 2 u_{H_2 O} = 0$$

12.5.5 化學平衡常數 (Chemical equilibrium constant)

下列化學反應

$$\sum_i b_i B_i = 0$$

在一定熱力狀態 (T, P) 下之平衡條件

$$dG_{TP} = 0$$

可畫為

$$\Delta G^\circ + RT \sum_i \ln a_i^{b_i} = 0$$

式中 $\Delta G^\circ = \sum_i b_i \bar{u}_i^\circ$ ， \bar{u}_i° 為 i 分子單獨存在時於標準壓

力 P° (通常取為 0.1 MPa) 下單位質量之化學勢， a_i 為 i 分

子之活動性 (activity)。定義平衡常數 K 爲

$$K = \prod_i a_i^{d_i}$$

則

$$\ln K = - \frac{\Delta G^\circ}{RT}$$

若反應中各種分子之混合物爲理想溶液 (ideal solution)，則

$$a_i = \frac{y_i f_i^\circ}{f_i}$$

式中 y_i 爲 i 分子之模分數 (mole fraction)， f_i 爲 (T , P°) 下 i 分子之逸態性；更設 P° 下各種分子爲氣態，則

$$K = \left(\prod_i y_i^{d_i} \right) \left(\frac{P}{P^\circ} \right)^{\sum_i b_i} \prod_i \left(\frac{f_i}{P} \right)^{b_i}$$

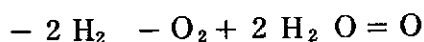
若反應中各種分子之混合物爲理想氣體，則

$$K = \left(\prod_i y_i^{b_i} \right) \left(\frac{P}{P^\circ} \right)^{\sum_i b_i}$$

若 $P = P^\circ$

$$K = \prod_i y_i^{b_i} ;$$

在此情形下，下列反應



之平衡常數爲

$$K = \frac{y_{\text{H}_2\text{O}}^2}{y_{\text{H}_2}^2 y_{\text{O}_2}} = \frac{N_{\text{H}_2\text{O}}^2}{N_{\text{H}_2}^2 N_{\text{O}_2}}$$

12.5.6 理想溶液 (Ideal solution)

在溫度 T 與壓力 P 下之混合物，若任一成分 A 之部分模容積 (partial molar volume) V_A

$$\bar{V}_A = \left(\frac{\partial V}{\partial n_A} \right)_{T, P, n_B \neq A}$$

與其在同樣狀態 (T, P) 下單獨存在之模容積 \bar{V}_A 相等，則此混合物為理想溶液， n_A 為混合物中成分 A 之模數。

理想溶液中，成分 A 之部分模焓 (partial molar enthalpy) $\bar{H}_A = \left(\frac{\partial H}{\partial n_A} \right)_{T, P, n_B \neq A}$ 與其單獨存在時在同樣

狀態每一模之焓 \bar{h}_A 相等；成分 A 之逸態性 \bar{f}_A 等於其模分數 y_A 乘以其單獨存在時在同樣狀態之逸態性 f_A ，

$$\bar{f}_A = y_A f_A;$$

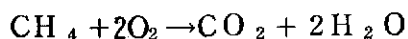
成分 A 之部分模熵 (partial molar entropy) \bar{S}_A 為

$$\bar{S}_A = \bar{S}_A - \bar{R} \ln y_A$$

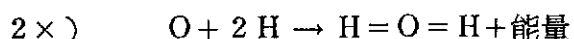
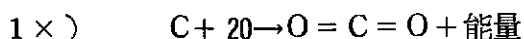
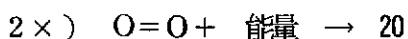
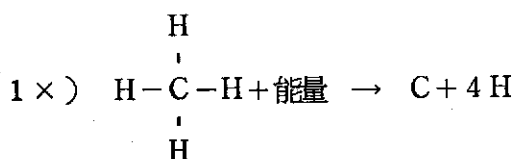
式中 \bar{S}_A 為其單獨存在時在同樣狀態每一模之熵， \bar{R} 為模有常數 8.3144 kJ/kmol K

12.5.7 燃燒 (Combustion)

燃燒為燃料氧化之化學反應。進行燃燒時，須先點火，使火頭附近之燃料及氧離解 (dissociate) 成原子，各種原子再結合成生成物，同時釋出能量。例如甲烷 (methane) 之燃燒。



以化學鍵式分析如下：



如欲使燃燒在點火後能繼續進行，上式右端之能量必須大於或等於左端之能量。若上式兩端之能量相等，則此燃燒未產生可供應用之能量。上式右端之能量大於左端之能量愈多，則此化學反應之燃燒焓（enthalpy of combustion）愈高。

12.5.8 結合能（Binding energy）

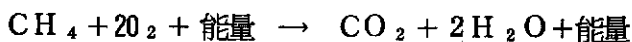
原子結合成為分子時，原為自由原子皆陷入其他原子之力場中而損失位能。全部損失之位能稱為此分子之結合能。每一分子形成時必有結合能之能量釋出。因結合能為損失之能量，故其值為負。

12.5.9 生成焓 (Enthalpy of formation)

由原子組成分子時，各原子損失位能而有結合能 (binding energy) 釋出。單位質量之物質由原子形成時所釋出可供利用之能量，稱為該物質之生成焓。生成焓之計算。以標準狀態 (25℃ , 0.1 MPa) 為準。在其他溫度與壓力下，因此時分子之焓值與標準狀態之焓值有差，應將此差額計入。例如：二氧化碳之形成，每一氧分子與一碳原子結合，約損失 4.1 電子伏特 (electron volt, eV) 之能量，則二氧化碳在標準狀態之生成焓為 -393522 kJ/kmole 但若生成之二氧化碳之狀態為 300℃ , 0.1 MPa 生成時放出之能量需消耗 8797 kJ/kmole 使生成之二氧化碳之溫度達 300℃。故 (300℃ , 0.1 MPa) 之二氧化碳，其生成焓為 -384725 kJ/kmole 。由上述可知，欲使單位質量之物質離解成為組成分子之原子，應加入其生成焓之能量。二氧化碳還原成一氧分子與一碳原子，在標準狀態下，需給予 393522 kJ/kmole 之能量。

12.5.10 燃燒焓 (Enthalpy of combustion)

在燃料氧化之燃燒過程中，如下列之化學反應：



左端之能量為甲烷與氧分子之生成焓，使此二反應物離解為碳、氫及氧之原子；右端為碳、氫與氧之原子結合成二氧化碳與水時釋放之能量，即此二者之生成焓。故每一模之甲烷燃燒之化學反應所釋放之淨能量，乃生成物之總生成焓與反應物總生成焓之差，稱為此燃燒反應之燃燒焓。

燃燒焓之計算，以標準狀態（25℃，0.1 MPa）為準，且通常以元素分子之生成焓為零。如此，則甲烷之燃燒，在標準狀態之燃燒焓 \bar{h}_{R8} 為

$$\bar{h}^{\circ}_{RP} = (\bar{h}^{\circ}_f)_{CO_2} + 2(\bar{h}^{\circ}_f)_{H_2O} - (\bar{h}^{\circ}_f)_{CH_4}$$

若生成物之水為液態，其值為 890325 kJ/kmole，稱為高熱值（Higher heating value）；若生成物之水為氣態，其值為 802303 kJ/kmole，稱為低熱值（lower heating value）。低熱值之較小，乃在於燃燒所生熱量尚需消耗部份使二模之水變成蒸汽之故。上式中之 \bar{h}°_f 為每模物質在標準狀態之生成焓。若燃燒非在標準狀態進行，則應計入物質之焓在（T, P）狀態與標準之差值 $\Delta \bar{h}$

$$\bar{h}_{RP} = \sum_P n_P (\bar{h}^{\circ}_f + \Delta \bar{h})_P - \sum_R n_R (\bar{h}^{\circ}_f + \Delta \bar{h})_R$$

式中之 n 為模數，P 指生成物（product），R 指反應物（Reactant）

12.5.11 燃燒內能（Internal energy of combustion）

燃燒過程前後，生成物與反應物內能之差，以每模燃料為準，定義為燃燒內能 \bar{u}_{RP}

$$\bar{u}_{RP} = \sum_P n_P (\bar{h}^{\circ}_f + \Delta \bar{h} - P\bar{V})_P - \sum_R n_R (\bar{h}^{\circ}_f + \Delta \bar{h} - P\bar{V})_R$$

12.5.12 絕熱火焰溫度（Adiabatic flame temperature）

在絕熱狀況下進行燃燒過程，若不做功且燃燒未使燃燒容器有動能與位能之變化，則燃燒完成後生成物之溫度為此燃燒過程之絕熱火焰溫度。

當反應物之量爲化學反應式之比例時，絕熱火焰溫度可達最大值。若反應物中之空氣之量低於比例值，燃燒將會不完全。反應物中空氣過量之程度，則可控制絕熱火焰溫度之高低；空氣過量愈大，生成物中多餘之空氣愈多，亦即有更多之物質吸收燃燒所釋出之熱量，故絕熱火焰溫度愈低。實際運用中如燃氣渦輪機，常以此方式控制進入渦輪空氣體之溫度，不使過高。

第十三章 內燃機

13.1. 船舶推進可利用之動力

13.1.1 冷機：1 風力：駛帆

2 潮流：選擇順流海域航行

13.1.2 熱機：1 外燃機：需借重工作流體（一般指蒸汽）將燃料燃燒所產生之熱能傳送給引擎之部位轉換成機械能，依構造之不同，可區分為

(1) 往復式 (Reciprocating type) 。

(2) 渦輪式 (Turbine type) 利用核能推進者亦屬此式。

2 內燃機：不需工作流體，燃料和空氣在引擎內部或附近燃燒，將熱能直接轉換成機械能，可省去笨重之熱交換器（鍋爐），故熱效率高，廣為船舶所利用。

13.2. 內燃機內部有關名詞

13.2.1 缸徑 (Bore)：氣缸之內徑

13.2.2 衝程 (Stroke)：活塞在氣缸內作往復直線運動自基最上端點到最下端點之直線距離。

13.2.3 上死點 (Top Dead Center, TDC) : 活塞在氣缸內作直線運動，其運行到距氣缸蓋最接近之位置。

13.2.4 下死點 (Bottom Dead Center, BDC) : 活塞在氣缸內作直線運動，其運行到距氣缸蓋最遠之位置。

13.2.5 餘隙容積 (Clearance Volume) : 當活塞運行到上死點，在活塞上方被氣缸所包圍之容積稱之。

13.2.6 活塞排氣量 (Piston displacement) : 活塞自下死點運行到上死點間所排除 (Swept) 之容積。

13.2.7 壓縮比 (Compression ratio) : 當活塞在下死點及上死點時，其活塞上方被氣缸所包圍容積之比。

13.2.8 閥線圖 (Valve diagram) : 表示引擎進排氣閥及噴油嘴開閉定時與曲柄角度之關係圖。

13.3. 高速、中速、低速柴油引擎 (High Speed Medium Speed LOW Speed engine)

自從能源危機以來，油價高漲，爲了節省能源，SULZER、B&W 及 UE 等大廠紛紛發展長衝程之柴油機，藉以降低轉速提高螺旋推進效率，而其平均活塞速度亦較傳統低速主機爲高。

迄至目前，並沒有一致公認之分類方法及明確之界限把主機分類為低速，中速、高速柴油機，但一般而言大致可按平均活塞速率（Mean piston speed, MPS）或轉數（RPM）來加以約略區分，列如下表：

引 擎	平均活塞率 (M/S)	每分鐘轉數 (R P M)
低 速	8.0 以上	500 以下
中 速	6.0 ~ 9.0	700 ~ 1200
高 速	9.0 以上	1800 以上

$$\text{平均活塞速率} = \frac{2 \times \text{衝程} \times \text{每分鐘轉速}}{60}$$

13.4. 二衝程柴油引擎之作動

二衝程柴油機在曲柄軸轉動一轉之內完成，掃氣、壓縮、爆炸、排氣動作之燃燒循環，圖 3 為其動作說明圖，圖 4 為其閥線圖，本方式廣為中、大型馬力之柴油引擎所採用。

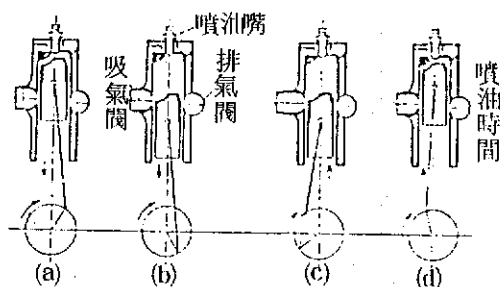


圖 3 二衝程引擎動作說明圖

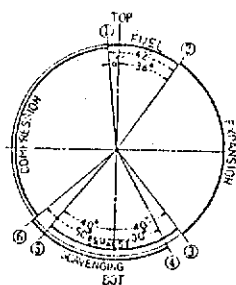


圖 4 二衝程引擎閥線圖

- ①噴油嘴開（上死點前 6 度）
 - ②噴油嘴關（上死點後 36 度）
 - ③排氣孔開（下死點前 40 度）
 - ④掃氣孔開（下死點前 30 度）
 - ⑤排氣孔關（下死點後 40 度）
 - ⑥掃氣孔關（下死點後 50 度）
- 下死點前 30 度到下死點後 40 度，掃排氣孔同時間。

13.5. 四衝程柴油引擎之作動

四衝程柴油機在曲柄軸轉動二轉之內完成吸氣、壓縮、爆炸、排氣四個動作之燃燒循環，圖 1 為其動作說明圖，廣被中、小型原動機所採用。

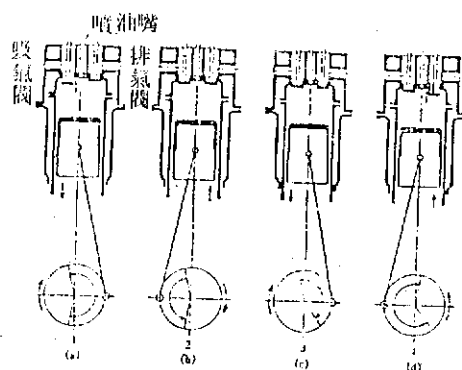


圖 1 四衝程引擎動作說明圖

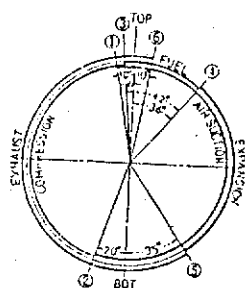
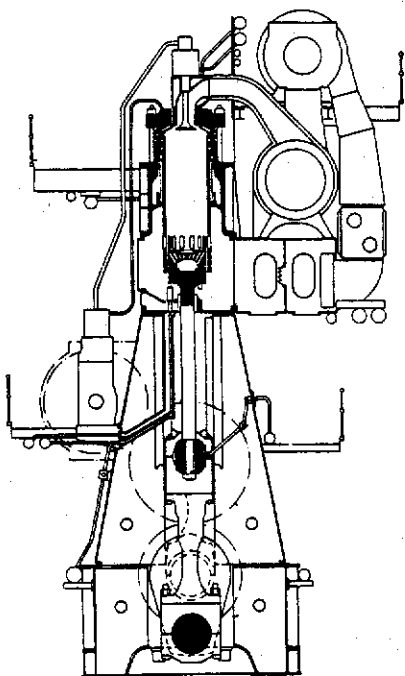


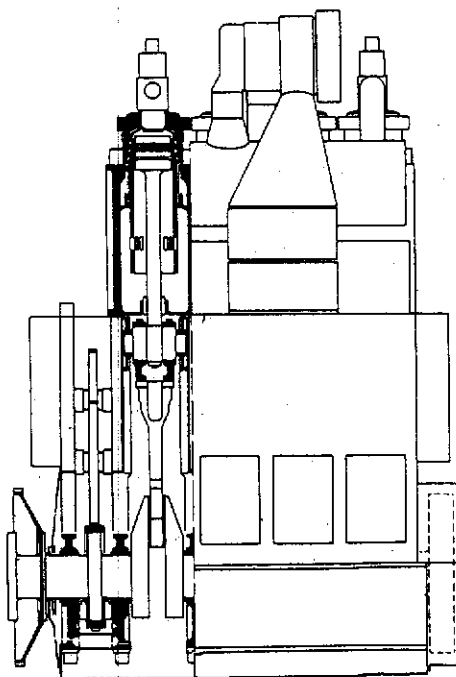
圖 2 四衝程引擎機調圖

- ①吸氣閥開（下死點前 10 度）
- ②吸氣閥關（下死點後 20 度）
- ③噴油嘴開（上死點前 6 度）
- ④噴油嘴關（上死點後 36 度）
- ⑤排氣閥開（下死點前 35 度）
- ⑥排氣閥關（上死點後 10 度）



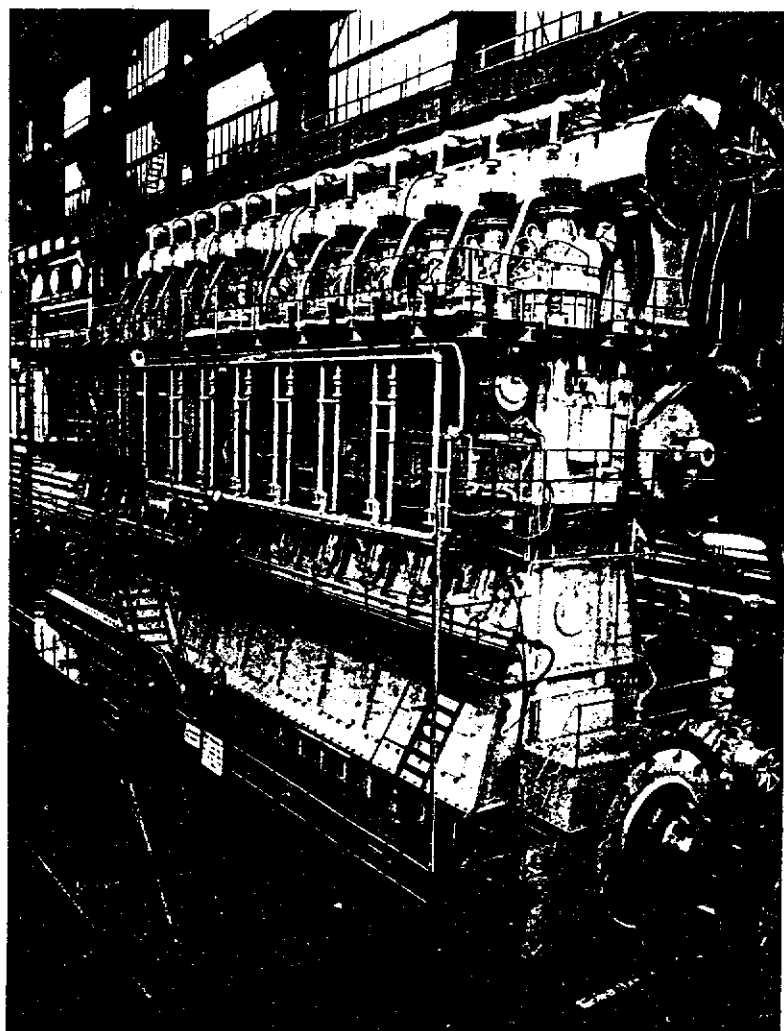
(A) Cross section of uniflow scavenged RTA84 engine

Sulzer RTA 型引擎
(A) 橫剖面圖

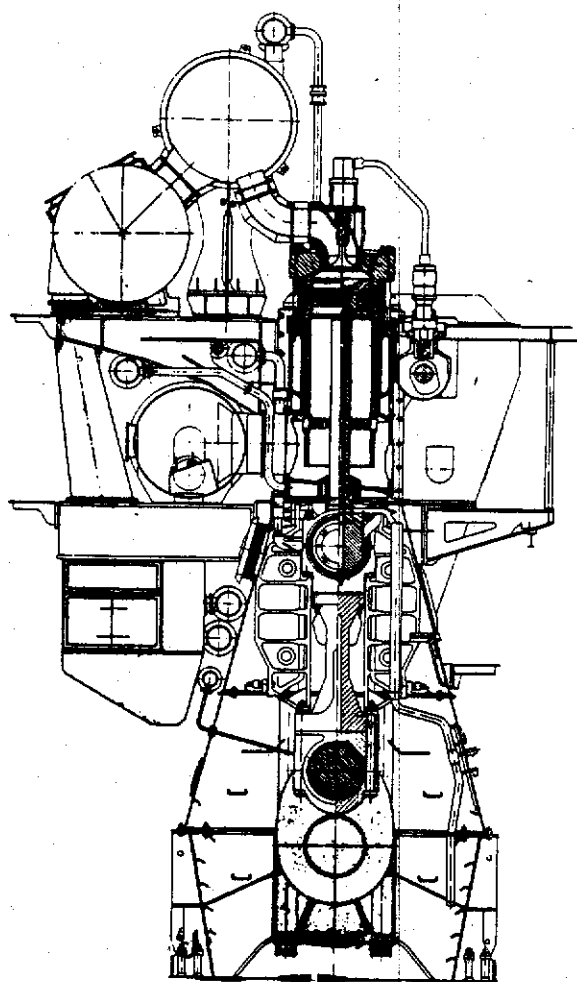


(B) Longitudinal section of RTA84 engine

(B) 縱剖面圖

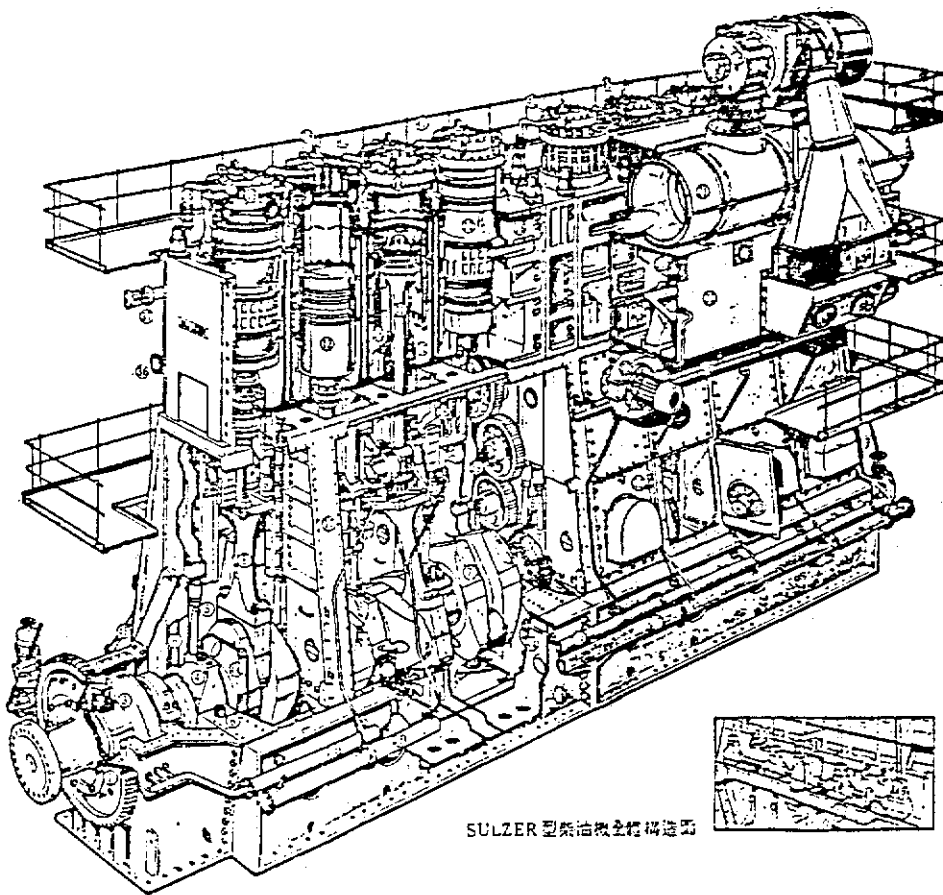


47 300 bhp at 97 rev/min B&W引擎外觀圖



B&W引擎橫剖面圖

L-GB/GBE engine cross section



SULZER 型柴油機主體構造圖

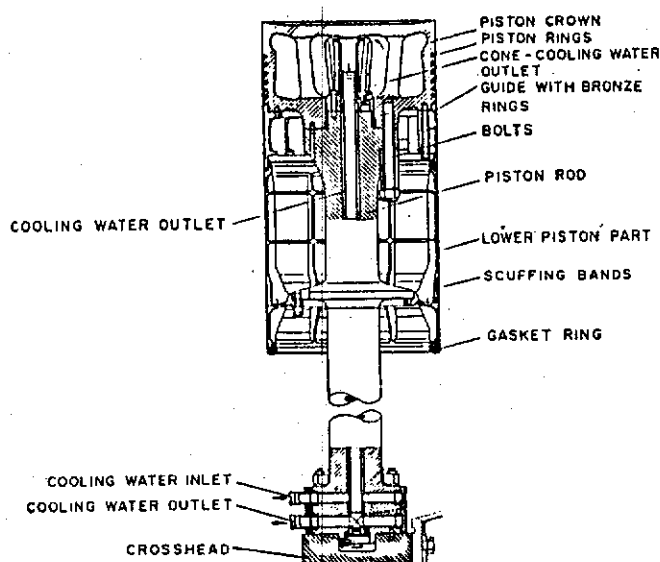
- | | | |
|------------|-----------------|------------------|
| 1. 轉伸機 | 18. 底座 | 35. 潤滑油供給連接桿軸 |
| 2. 轉伸機馬達 | 19. 過給機 (2 號) | 36. 氣缸套冷却水總管 |
| 3. 推力軸承 | 20. 中間冷却器 (2 號) | 37. 啓動空氣總管 |
| 4. 主軸承蓋 | 21. 排氣總管 | 38. 啓動空氣管 |
| 5. 主軸承頂重器 | 22. 掃氣箱 | 39. 啓動空氣閥 |
| 6. 牽拉螺栓 | 23. 掃氣箱安全閥 | 40. 燃油噴射器 |
| 7. 曲柄臂 | 24. 活塞下側止回閥 | 41. 氣缸安全閥 |
| 8. 連接桿 | 25. 輔助鼓風機 | 42. 引風空氣管 |
| 9. 十字頭 | 26. 活塞冷却伸縮管 | 43. 燃油噴射管 |
| 10. 活塞桿填料函 | 27. 潤滑油給油管 | 44. 軸承潤滑油歧管 |
| 11. 活塞桿 | 28. 凸輪軸驅動齒輪 | 45. 活塞冷却回水管 |
| 12. 活塞 | 29. 中間齒輪 | 46. 掃氣疏水管 |
| 13. 氣缸 | 30. 凸輪軸驅動 | 47. 凸輪軸 |
| 14. 氣缸蓋主件 | 31. 十字形中間塊鑄件 | 48. 凸輪箱 |
| 15. 氣缸蓋中間部 | 32. 檢視門 | 49. 燃油噴射泵 |
| 16. 氣缸體 | 33. 曲柄箱釋壓閥 | 50. 氣缸油 油器 |
| 17. 筋柱 | 34. 潤滑油供給主動承 | 51. Woodward 調速器 |

13.6. 活塞冷卻 (Piston Cooling) :

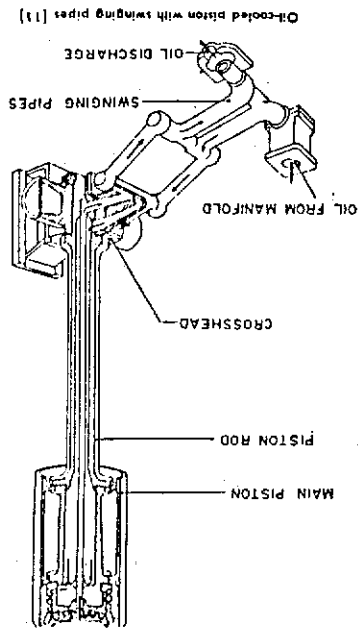
大型柴油引擎活塞需承受高溫高壓，並依上下運動，其所受熱應力及機械壓力甚大，故在運轉中必須設法加小冷卻，其冷卻劑有送水及潤滑油。

如使用潤滑油當作冷卻劑，萬一接頭漏油亦無妨，但因其比熱僅水之一半，吸收相同熱量，要比水多一倍之油量流通，故其管路、油泵及油冷卻器，體積龐大且油用久會受熱污損而變質。

如用淡水當作冷卻劑，其特性和潤滑油相反，但需小心注意其管路不漏水。

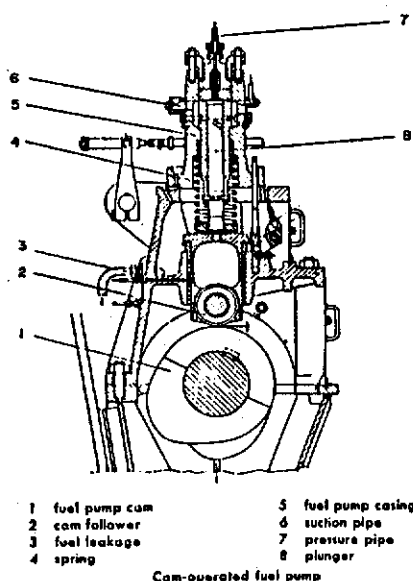


Piston and piston rod of a loop-scavenging engine [8].

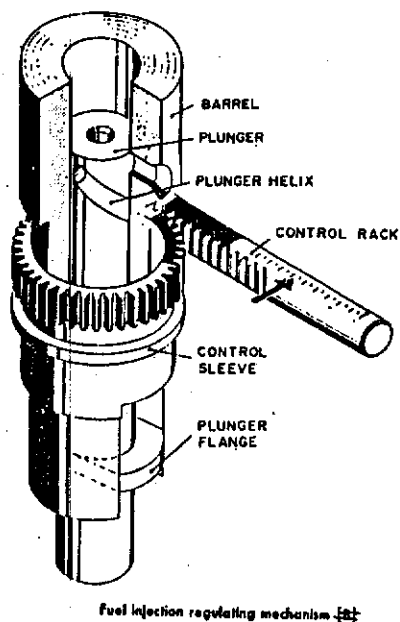


13.7. 燃料噴射(Fuel injection)

柴油機在壓縮衝程之末期，必須將燃料微粒化噴射入氣缸內，才能和空氣充分混合，迅速燃燒，因此在空氣和燃料之間必須要有相對速度，如在空氣方面洽與速度方稱空氣噴射(Air injection)；如在燃料方面洽與速度者稱無氣噴射(Airless or Solid injection)



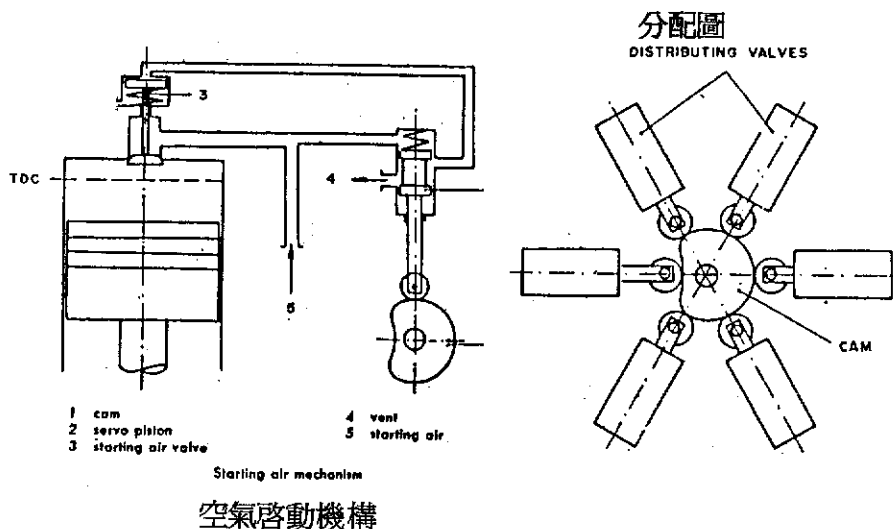
凸輪操作燃油泵



燃油噴射控制機構

13.8. 空氣啓動 (Air starting)

一般陸上小型引擎可用手、腳、蓄電池—電動機或液壓啓動，船用引擎因爲馬力大，啓動所需之扭力大，因此要用 $15 \sim 30 \text{ kg/cm}^2$ 之壓縮空氣引入氣缸內適當位置之活塞上而啓動，因此需要空氣壓縮機及空氣櫃，同時還需具備空氣啓動閥和控制之操縱裝置，且空氣櫃之容量需足夠連續使用 12 次。

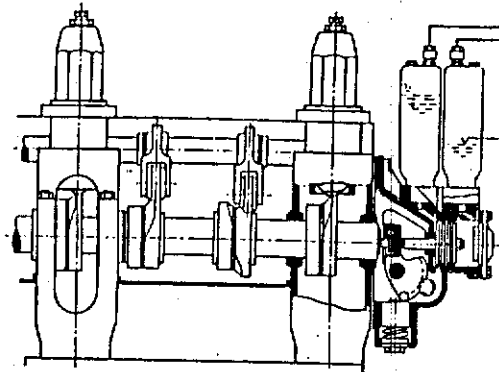


13.9. 直接及間接倒俾

船用引擎，不限於柴油機，於進出港及停泊之際，其推進軸必要有能夠隨時反轉之倒俾裝置，本裝置可區分為間接式及直接式：

柴油機所用之間接裝置為曲柄軸常依一定方向迴轉，需要倒俾時，利用裝於引擎和推進軸間之倒俾機，間接使推進軸倒轉，小型柴油機常應用此方式倒俾。

直接倒俾裝置者，其螺旋槳之正倒轉乃直接改變主機之迴轉方向，因此吸、排氣閥、燃油閥等之開閉時期亦需改變，故裝備閥類較少之二衝程機比四衝程機之倒轉裝置簡單，一船二百匹馬力以上之中大型柴油機均採用本方式。



Axial-movement camshaft with cams for ahead and astern operation [8]

倒俾裝置

13.10 船用柴油引擎之起動裝置 (Starting arrangement)

13.10.1 起動空氣 (starting air)

起動空氣供主推進引擎使用者，至少分配由二個空氣櫃供氣，以策安全。較小之空氣櫃容量不得少於總容量之三分之一。如有多部引擎，則空氣櫃應分佈於各引擎。

輔機應另置空氣櫃，提供氣壓控制，氣笛和其它使用空氣器具之用。

13.10.2 空氣櫃容量 (Air tank capacity)

(a) 可側轉主機之空氣櫃總容量不可少於下列計算式：

$$V = \frac{CKD^2 St \sqrt[3]{N}}{W - 9}$$

式中 V : 空氣櫃總容積 (m^3)

D : 引擎缸徑 (m)

St : 活塞衝程 (m)

N : 引擎最大連續轉數 (rpm)

W : 啓動空氣最高壓力, 一般爲 $25 \sim 30 kg/cm^2$

K : 常數如附表一

C : 空氣櫃不再充氣可連續啓動引擎次數如附表二

附表一 內燃機空氣起動常數 K

氣缸數	單 動	複 動	氣缸數	單 動	複 動
3	1.20	1.56	8	2.93	3.80
4	1.53	1.99	9	3.28	4.26
5	1.87	2.43	10	3.64	4.73
6	2.22	2.89	11	3.99	5.19
7	2.57	3.34	12	4.35	5.65

附件二 內燃機可連續啓動次數 C

C	裝 置
12	單機、單螺槳、直結或有齒輪
18	單螺槳、雙部類似引擎帶動經齒輪及離合器、或雙螺槳、單機、直結或齒輪
24	單螺槳、雙部類似引擎帶動經齒輪但無離合器、或三螺槳、單機、直結或齒輪
28	單螺槳、四部類似引擎帶動各有離合器
36	雙螺槳、雙機帶動各經齒輪, 但無離合器或四螺槳、單機、直結或經齒輪傳動各軸。

附表三 柴油機作電動推進可連續啓動次數

柴油機帶動 發電機部數	2	3	4	5	6	7	8
C	24	33	44	50	55	58	60

- (b)如引擎裝置有倒俾機或可控螺距螺旋槳，引擎本身無需倒轉者，前述C值次數可減半。
- (c)類似引擎帶動發電機當作主推進引擎，其空氣櫃總容量至少可連續啓動次數C如附表(C)，並依前述(a)項計算公式。
- (d)多部類似引擎帶動輔機，其空氣櫃總容量至少可連續啓動次數，如下列，並依前述(a)項計算公式：
- $$C = 18 \quad \text{二部 輔引擎}$$
- $$= 24 \quad \text{三部 輔引擎}$$
- $$= 30 \quad \text{四部 輔引擎 及四部以上}$$
- (e)多引擎具有不同缸徑及主要尺寸，前述(c)(d)項數值需另外簽認，供主推進引擎亦同。

13.10.3 空氣壓縮機 (Air compressor)

- (a)推進引擎利用空氣啓動者，至少要具備二部以上壓縮機，其中至少要有一部是獨立，非被主機帶動，小型船具有充氣閥者，可取代一部壓縮機，此充氣閥必能抗熱及使用抗生鏽材料，且需適當冷卻。
- (b)起動空氣壓縮機之總能力，依前述(a)(b)(c)項所述之空氣櫃，能將空氣自大氣壓狀態壓縮至最大工作壓力於一小時內完成，此能力盡可能以相同容量之壓縮機完成，不包括緊急壓縮

機，其中爲可由引擎帶動壓縮機完成，剩下由獨立壓縮機完成。

- (c)啓動空氣壓縮機之原動機如屬獨立引擎帶動或被電動機帶動，可省去緊急空氣壓縮機，其容量如前述(b)項，只供引擎冷態啓動，手動壓縮機亦可，但其容量可在一小時內充滿空氣櫃供連續啓動主機三次，或足可啓動壓縮機之原動機。
- (d)有關壓縮機之構造和船裝另有詳細規定。

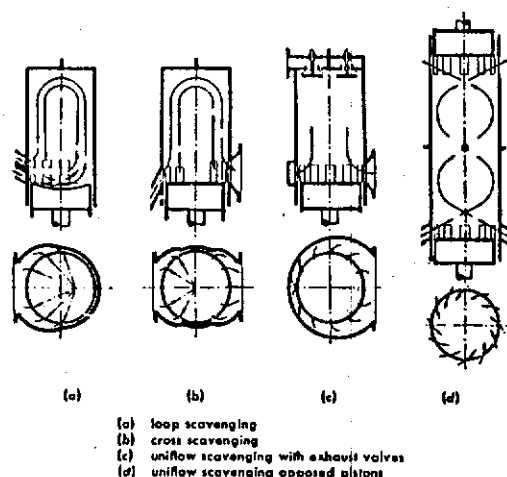
13.10.4 電氣起動 (Electric starting)

- (a)供主機和輔機使用者，應裝置電氣起動器，至少有二組起動蓄電池，其容量在不充電情況下可連續起動次數如同空氣起動於30分鐘內。
- (b)起動蓄電池之連接應可互換，應備二組充電裝置，其中一組可自動充電，另一組可由手動利用船電系統充電，任何一組充電裝置可在6小時內有能力充滿一個蓄電池。
- (c)起動用蓄電池係供引擎啓動和運轉外，不可當作其他用途，如欲供其他用途，則此蓄電池之容量應增加，且其線路應與起動系統完全分離。

13.11 驅氣 (Scavenge)

將氣缸內廢氣排出，供給新鮮空氣爲內燃機所必要完成燃燒循環一部份，四衝程機由於衝程時間較長，活塞具有泵之作用，可由進排氣閥之開閉配合活塞之上下運動來完成吸排氣動作，而二衝程機由於進排氣之衝程較短，具活塞無泵之作用，必須事先設法將空氣加壓送入氣缸內驅走排氣，此稱驅氣。

一般二衝程內燃機有下列三種驅氣方法：



Scavenging methods of low-speed engines
低速柴油引擎驅氣方式

13.11.1 側口驅氣法 (Side port scavenging) 圖(b)排氣孔及掃氣孔設於氣缸兩側，空氣由活塞上部橫斷流向排氣孔，早期 Sulzer 引擎使用之。

13.11.2 環流驅氣法 (Loop scavenging) 圖 a 在氣缸同一側並排設有掃排氣孔，掃氣經環狀方向吹入氣缸內，Sulzer MAN 引擎使用之。

13.11.3 單流驅氣法 (Uni-flow scavenging) 圖(c)、(d)以排氣閥代替排氣孔，利用液壓控制其開閉掃氣孔設於氣缸下側全圓周，掃氣自下側送入氣缸，掃氣效率最佳，B & W型及 U E 型，及 Sulzer RTA 型引擎均使用之。

13.12 燃燒室 (Combustion chamber)

活塞接近上死點時，在活塞上被氣缸所包圍之空間稱燃燒室，低速之中大型柴油機，由於混合氣形成之時間較長，自燃料噴射進入氣缸，就有足夠之時間和空氣接觸；而小型高速柴油機如無空氣渦流協助，無法在短時間內完成燃燒，因此柴油機可區分有下列四種燃燒室：

13.18.1 直接噴射式 (Direct injection) 用在低速機。

13.18.2 預燃座式 (Precombustion chamber) 用在中高速機。

13.18.3 攪拌式 (Turbulent) 用在中高速機。

13.18.4 空氣座式 (Ellergy cell) 用在中高速機。

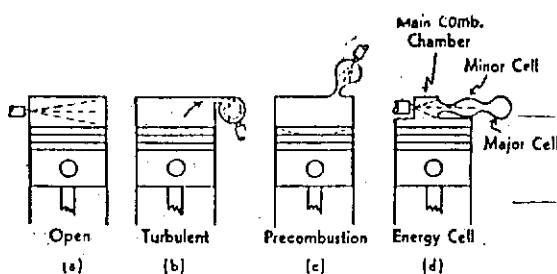


FIG. 12-8. Diagrammatic illustration of some commonly used CI engine combustion chambers.

壓燃機燃燒室常用形狀圖

- | | |
|--------|--------|
| (a)開放式 | (b)旋渦式 |
| (c)預燃式 | (d)能量式 |

13.13 增壓或過給 (Supercharge or Boost)

內燃機裝備有排氣渦輪鼓風機者，將吸入之空氣或混合氣加壓超過大氣壓以上，提高給氣之密度，供給較多量之氣體進入氣缸內，可提高平均有效壓力，增加出力 50% 左右，此稱增壓或過給。

13.14 內部連鎖 (Inter Lock)

當相關機件中之一部份動作不正常時，整個系統就喪失功能之裝置稱內部連鎖，例如柴油機當轉俾機嵌合時，引擎就不能啟動。

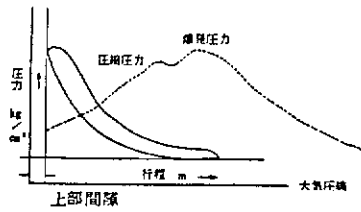
13.15 危險轉數 (Critical speed)

當引擎在某轉數運轉時，其振動週期和船體振動週期一致時會產生激烈之振動，會損傷船體及引擎，宜避開之，一般常發生在低轉數範圍。

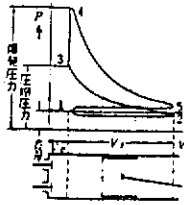
13.16 引擎馬力及效率

13.16.1 示動圖及手拉線圖 (Indicator Diagram and P - T Diagram)

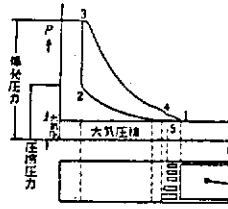
氣缸內之燃燒氣短時間作用於活塞之狀態，用指示器給出之線圖稱示功圖 (圖 a、b、c) 由此圖可測出引擎氣缸內之爆發壓力，平均有效壓力並計算指示馬力，如僅用手拉出壓力和時間變化之曲線稱手拉線圖 (P - T 圖)，可測出氣缸內之壓縮力及燃燒情況 (圖 a 虛線部份)



(a) 示功圖



(b) 四衝程示功圖



(c) 二衝程示功圖

圖(b)表示四衝程引擎之示動圖，圖(c)表示二衝程引擎之示動圖。其馬力之計算方法如下：

(1)四衝程引擎指示馬力

公制：

$$\text{IHP} = \frac{\text{Pmi} \times \text{L} \times \text{A} \times \text{N} \times \text{C}}{2 \times 4500} \quad \text{匹}$$

式中 Pmi ... 平均有效壓力 kg/cm^2

A ... 活塞面積 cm^2

L ... 活塞衝程 m

N ... 引擎轉數 rpm

C ... 氣缸數

或

英制：

$$IHP = \frac{P_{mi} \times L \times A \times N \times C}{2 \times 33,000} \quad \text{匹}$$

式中 $P_{mi} \dots \text{lb/in}^2$

$A \dots \text{in}^2$

$L \dots \text{ft}$

$N \dots \text{rpm}$

$C \dots \text{氣缸數}$

(2) 二衝程引擎指示馬力

$$IHP = \frac{P_{mi} \times L \times A \times N \times C}{4500} \quad \text{PS} \quad \text{或}$$

$$= \frac{P_{mi} \times L \times A \times N \times C}{33000} \quad \text{HP}$$

13.16.2. 燃料馬力、指示馬力、制動馬力、摩擦馬力

(1) 燃料馬力 (Potential horsepower, HPS)

測量引擎單位時間之燃料消耗乘以燃料之熱值，除以馬力係數得之

$$HPS = \frac{wf \times HV}{632.5} \quad \text{公制馬力，或}$$

$$= \frac{wf \times HV}{2545} \quad \text{英制馬力}$$

式中 $wf \dots$ 單位時間之燃料消耗 kg/hr (公制) lb/hr

(英制)

HV ... 燃料熱值 Kcal/kg (公制) btu / lb (英制)

(2)指示馬力 (Indicated horsepower IHP)

以指示器測量氣缸內之平均有效壓力乘以氣缸係數和轉數，除以馬力常數得之。

(3)制動馬力 (Brake horsepower BEP)

以動力計測量引擎輸出軸之扭力，乘以轉數，除以馬力係數得之

$$\begin{aligned} \text{BHP} &= \frac{22 \text{ TN}}{4500} \text{ PS (公制) 或} \\ &= \frac{22 \text{ TN}}{33000} (\text{hp}) (\text{英制}) \end{aligned}$$

式中 T ... 動力計測得之扭力 kg - m (公制) 或 lb-ft (英制)
同 rpm

(4)摩擦馬力 (Friction horsepower , FHP)

指示馬力和制動馬力之差值，FHP=IHP-BHP

13.16. 3. 指示熱效率、機械效率、制動熱效率

(1)指示熱效率 (Indicated Thermal Efficiency)

$$\text{指示馬力和燃料馬力之比稱指示熱效率 } \eta_i = \frac{i \text{ hp}}{hps}$$

(2)機械效率 (Mechanical Efficiency)

$$\text{制動馬力和指示馬力之比值稱機械效率 } \eta_m = \frac{bhp}{i \text{ hp}}$$

(3)制動熱效率 (Brake Thermal Efficiency)

$$\text{制動馬力和燃料馬力之比值稱制動熱效率 } \eta_{b+b} = \eta_i \times \eta_m = \frac{bhp}{hps}$$

PERFORMANCE CURVES

6LA-DTE

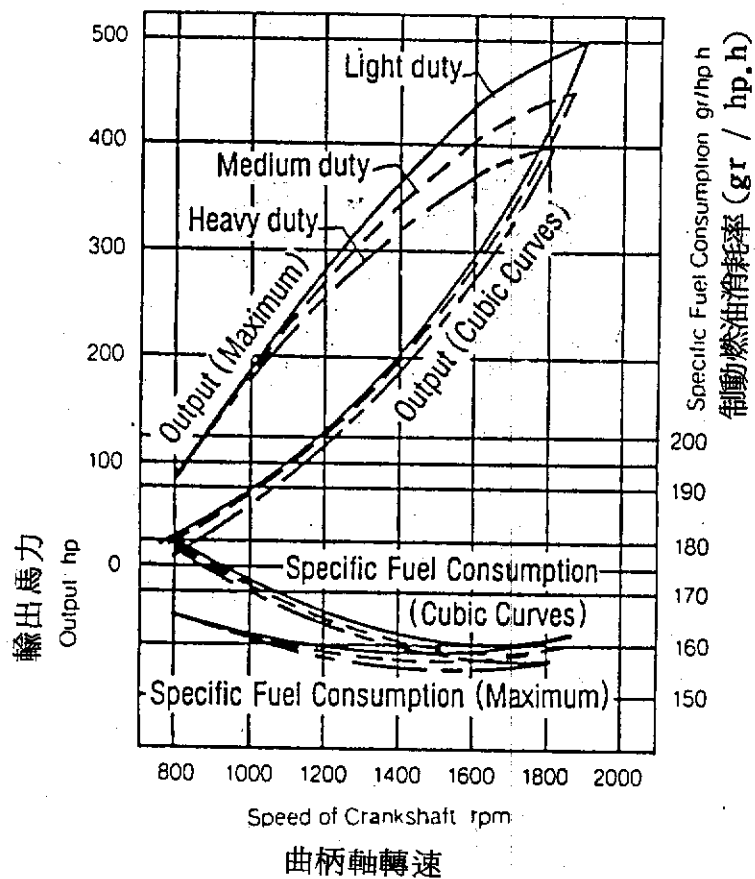


圖 1 船用中速柴油主機性能曲線

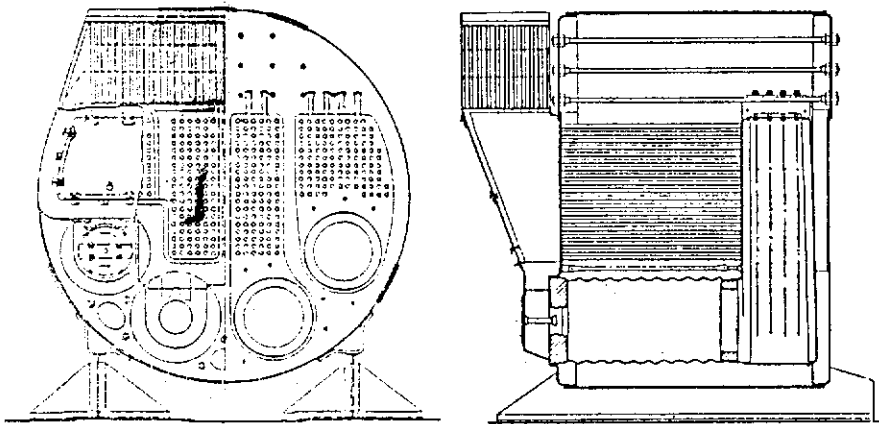
第十四章 鍋爐

14.1. 火管鍋爐、烟管鍋爐 (Fire tube boiler, or Flue boiler)

自 1800 年代早期發展之鍋爐，燃燒氣在管內流過，鍋爐水在管外，汽壓及效率較低。

14.2. 蘇格蘭鍋爐 (Scotch boilers)

自 1800 年到 1900 年流行之燃煤火管鍋爐，後改爲燃油，汽壓及汽溫較高，可達 250 psi 及 650 °F，如裝有過熱器及空氣加熱器者，效率可達 80%，具有芎形爐膛



蘇格蘭鍋爐剖四圖

14.3. 端箱式鍋爐 (Seational Header Boilars)：爲供給蒸汽渦

輪機所需之較高蒸汽壓力和蒸汽溫度，自蘇格蘭式鍋爐發展出來之早期水管鍋爐，水管屬直管式，可迅速升汽，在水管兩端有兩端箱一是降水管，一是升汽管，1889 年開始生產。

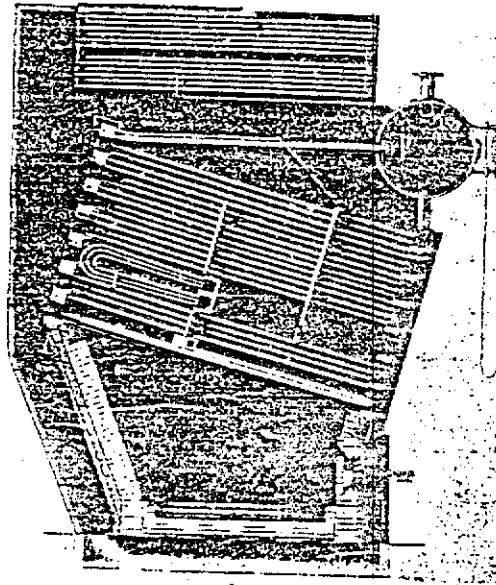


Fig. 2 Three-pass sectional header boiler with an air heater

端箱式鍋爐

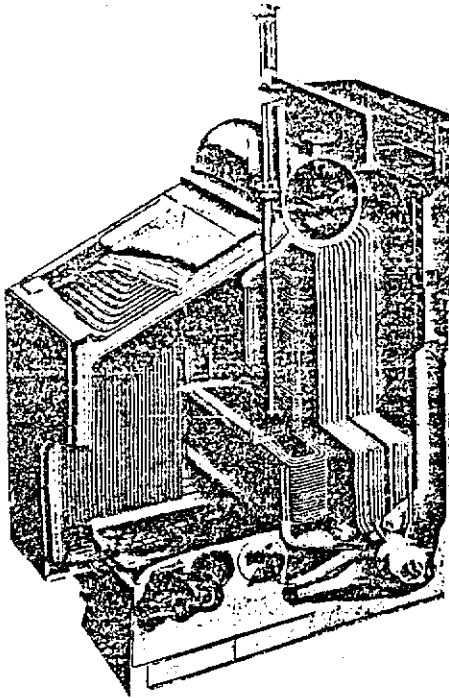
- 14.4. 彎管鍋爐 (Bout-tube boilers) : 屬於鼓式水管鍋爐之一種
生產自 1890 年代、汽壓可達 250psig 水管呈彎狀，一邊連結
水鼓，一邊連結汽鼓。

- 14.5. 兩鼓鍋爐 (Two- Drum boiler)

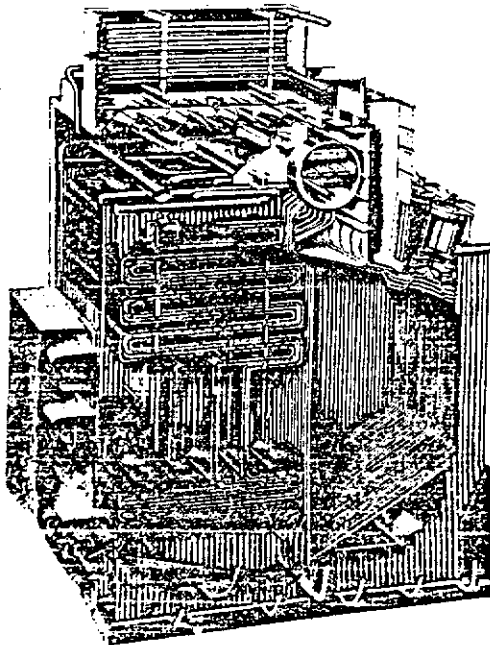
兩鼓整合爐膛鍋爐又稱口型鍋爐，屬水管式，管群連接水
鼓及汽鼓，過熱器裝在水簾管與產汽管之間，又稱不可控制鍋
爐，汽溫控制可利用降熱器，常與空氣加熱器及節熱器共用，
以提高效率。

- 14.6. 再熱鍋爐 (Reheat boilers) : 將自高壓渦輪機膨脹後之蒸

汽引入本器入口加熱後，稍微降低蒸汽壓力，再引入低壓渦輪機入口式膨脹可增加裝置馬力，並節省燃料消耗。



Two-drum, single-furnace boiler with horizontal superheaters
兩鼓鍋爐



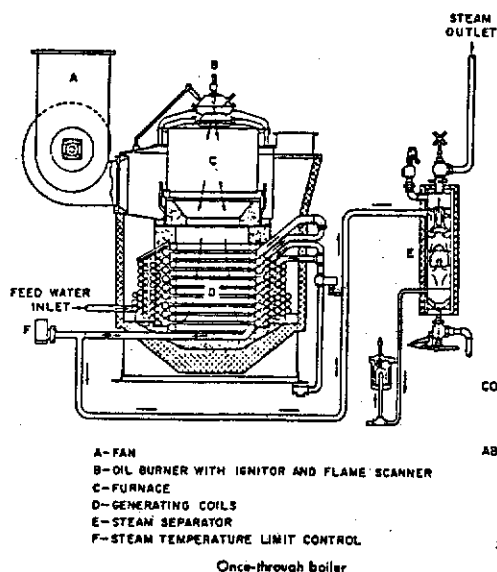
Single-furnace, gas-bypass reheater boiler

再熱鍋爐

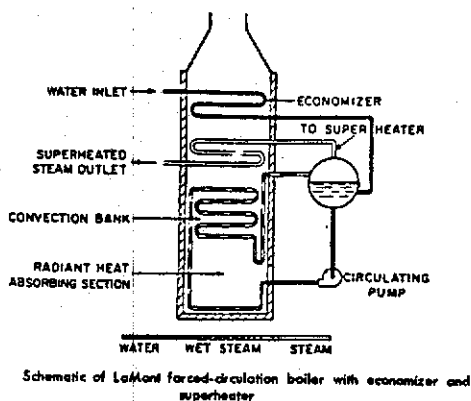
14.7. 單通管鍋爐(One-Through boiler)

如圖所示，水被給水泵加壓後經受熱面連續加熱到最後蒸發給水泵出口壓力決定蒸汽出口壓力，可達1200 ~ 1800 psig。船用者一般為150 ~ 300 psig，供給飽和蒸汽7500 磅/時。

La Mont 強壓循環鍋爐常被應用於柴油引擎船，以便排氣廢熱回收。



單管鍋爐



La Mont 強壓循環鍋爐

14.8. 排氣鍋爐 (waste-Heat boilers) : 船舶被柴油機或燃氣輪機所推進者，其排氣中含有甚多之熱能，鍋爐裝在烟囪吸收此熱能管稱排氣鍋爐如圖(a)(b)

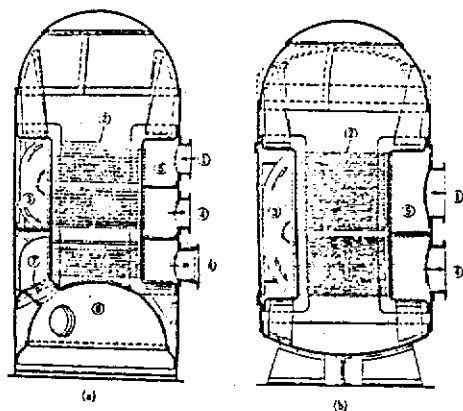


圖 1 排氣鍋爐

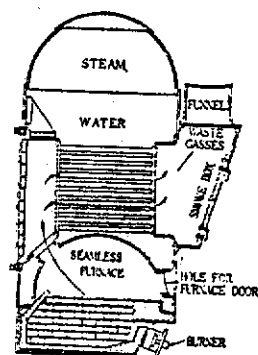


圖 2 Cochran Boiler
可克蘭鍋爐

14.9. 複式鍋爐 (Composit ed boiler) : 排氣鍋爐也可點火當作
輔鍋爐者稱之，船舶在航行中可用排氣鍋爐，進出港及停泊之
際可點火升汽如圖 1 (a)

14.10 可克蘭鍋爐 (Cochran boiler)

一種標準型火管鍋爐，其構造如圖 2 及圖 1 (a)，常應用在
柴油引擎船當作輔助鍋爐。

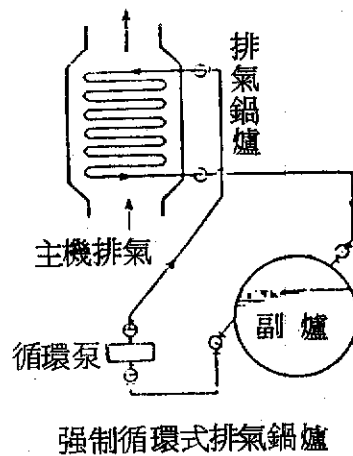
14.11 給水管 (Feed pipe) : 在鍋爐汽鼓用之水管用來分析給水。

14.12 給水 (Feed water) : 自給水泵送出經給水加熱器進入鍋爐
汽鼓之水。

14.13 鍋爐水 (Boiler water) : 在鍋爐內部循環加熱蒸發之水。

14.14 層管 (Floor tube) : 被夾在鍋爐地板層內之水管，如暴露
於燃燒室者稱產汽管 (Zeneraling tube)，如被安裝夾在火
磚內者，用來供水給水鼓或端箱。

14.15 強制循環 (Forced circulation) : 利用鍋爐外面之動力 (
一般稱循環水泵) 強制將鍋爐水循環，如圖



14.16 皺形爐膛(Corrugated furnace) 一種外觀為波浪形之圓筒爐膛，常被應用在火管鍋爐。

14.17 爐膛容積(Furnance volume) ：爐膛或燃燒室包圍之空間

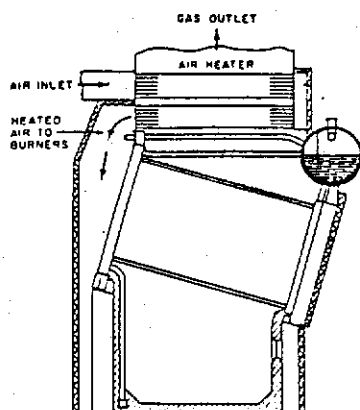
14.18 產汽管(Generating tube)：爐內用來產生蒸汽之水管。

14.19 端箱(Header) ：一個小鼓但不能容許人孔穿過，常被應用在端箱式鍋爐。

14.20 熱釋放(Header release)

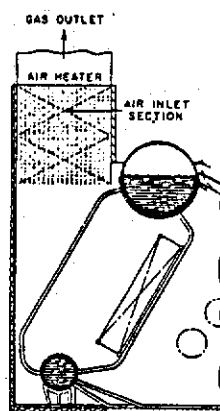
- 14.21 節熱器 (Economizer) :** 又稱省煤器或省油器，節熱器是一種簡單的熱交換器，其管群連接進出口端箱，位於產汽管之後方溫度較低部位，當給水離開給水加熱器後進入本器吸收烟導氣熱量後再進入鍋爐，因為裝有本器可以節省燃料，故又被稱為省煤器，它可能是烟道排氣之最後一個熱交換器；也有可能在本器後側再裝空氣加熱器，更能提高鍋爐效率。
- 14.22 降熱器 (Attemperator or desuperheater) :** 一種裝設於汽鼓內之裝置，用作降低及控制過熱蒸汽溫度，供一般機械使用
- 14.23 鍋爐方向 (Boiler hand) :** 鍋爐配置可參考其烟鹵出口位置，如自鍋爐前方看烟鹵在鍋爐左側者稱左側裝置，在右側者稱右側裝置。
- 14.24 火磚盤 (Brickpan) :** 一種板狀鋼構物，用以支持爐膛底盤
- 14.25 砌磚工程 (Brickwork) :** 爐膛火磚之砌築工程。
- 14.26 爐殼 (Briler Casing) :** 金屬板及構造物之外殼，用作包圍所有或部份蒸汽發生器裝置。
- 14.27 化學藥品補給管 (chemical feed pipe) :** 位在爐鼓內之管子，一些化學處理藥劑可經過它引入處理鍋爐水。

14.28 空氣加熱器 (Air heater)：又稱空氣促熱器，利用烟道加熱進入鍋爐中燃燒用之空氣，不僅可改善鍋爐效率，同時可使進入爐膛內之燃油迅速並完全燃燒。其型式有下圖所示三種



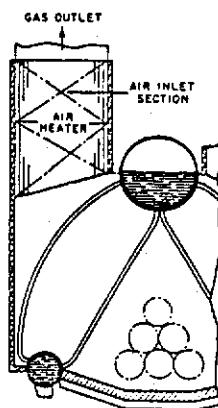
HORIZONTAL-TYPE AIR HEATER
ON HEADER BOILER

端箱式鍋爐具有橫式空氣加熱器



HORIZONTAL-TYPE AIR HEATER
ON TWO-DRUM BOILER

三鼓式鍋爐具有橫式空氣加熱器



VERTICAL-TYPE AIR HEATER
ON THREE-DRUM BOILER

三鼓式鍋爐具有
立式空氣加熱器

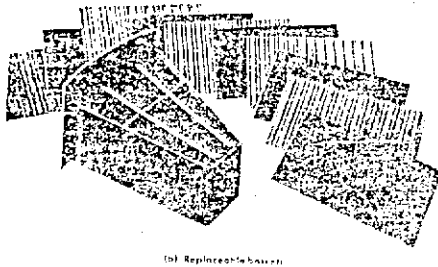
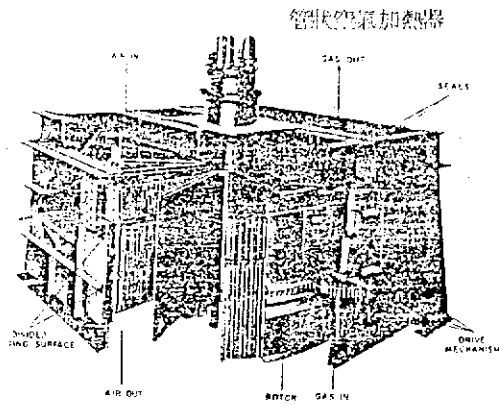
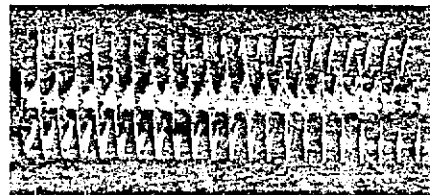
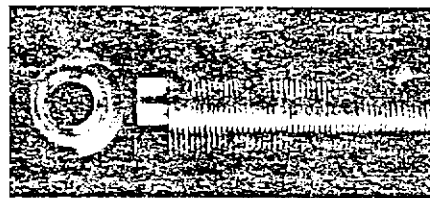
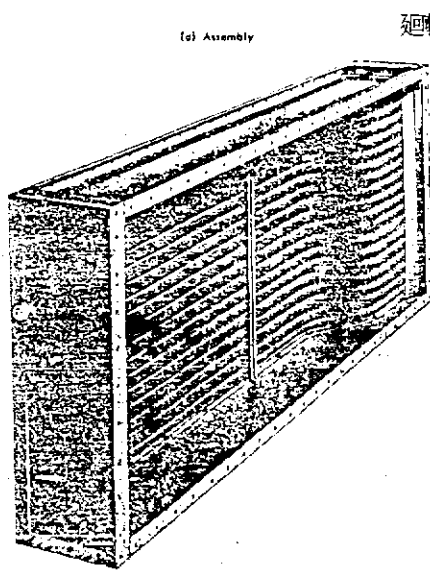


Fig. 14 Rotary regenerative air heater with replaceable solid and liquid



(a) Assembly of typical section

Fig. 15 Steam air heater

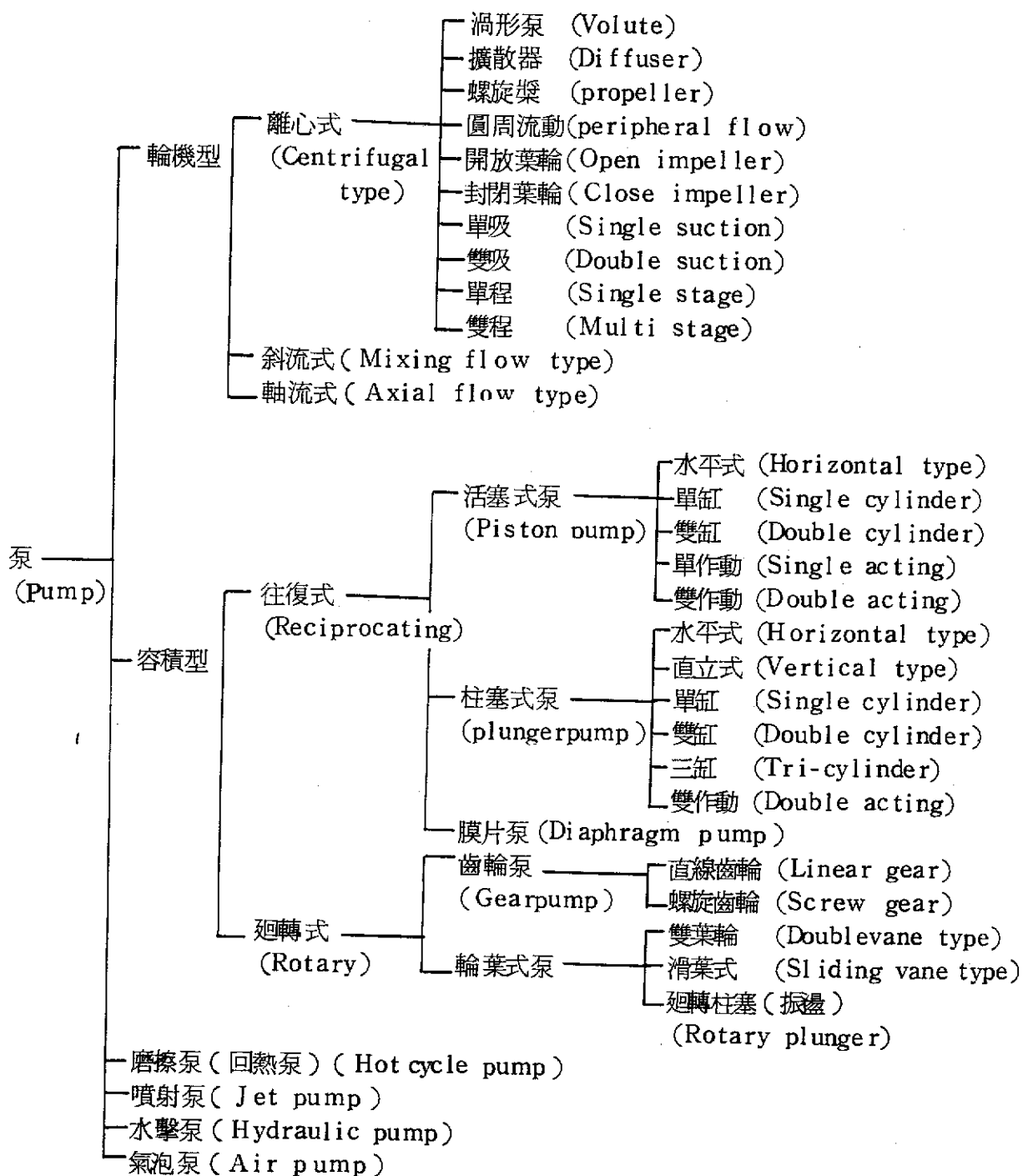
蒸汽式空氣加熱器

- 14.29** 循環比 (Circulation ratio) : 進入一循環之水量與在該循環內產汽量之比值。
- 14.30** 降水管 (Downcomer) : 在鍋爐內或水牆系統內之多根管子，流體經過它向下流動，常用作補給產汽管內之水量。
- 14.31** 乾燥管 (Dry pipe) : 裝置在汽鼓內之一根穿孔或槽型管，連接蒸汽出口，用作除去蒸汽中含有之水份。
- 14.32** 加熱降水管 (Heated downcomer) : 在任何蒸汽產生管群中，水之流動走自汽鼓往水鼓或端箱流動之管路稱之。
- 14.33** 受熱面積 (Heating surface) : 任何暴露於加熱流體之面積，包括任何附在管路上之鰭板、螺桿等用作吸收及傳送熱量，可用作計算鍋爐容量之大小。
- 14.34** 管韌帶 (Ligament) : 兩相鄰管間之最近距離。
- 14.35** 蒸汽溫度 (Moisture-in-steam) : 蒸汽中之含水量，常以重量之百分比表示。
- 14.36** 水鼓、泥鼓或下側鼓 (Mud lower or water drum) : 屬一個鼓狀或端箱狀之壓力容器，位於水管鍋爐管群之最下例，常備有吹放閥以定期排除堆積在屋部之沈澱物。

- 14.37** 自然循環(Natural Circulation)：利用降水管內和產汽管內水密度之差異，使鍋爐內之水循環。
- 14.38** 輻射吸熱面積(Rodiant heat absorbing surface RHAS)：
：自爐膛正面角爐管及其附加物之投影面積，包括牆、底板、頂板、及爐膛出口水簾之隔板等。
- 14.39** 上升管 (Riser)：爐膛內之水和蒸汽自下側上升經上側水牆端箱進入汽鼓之管路。
- 14.40** 蒸汽檔板(Steam ballfing)：利用離心分離或阻擋裝置以使出口蒸汽不含有水份之板。
- 14.41** 汽鼓或汽水鼓(Steam or steam-and-Water drum)：一個壓力容器位於鍋爐循環系統之頂端，鍋爐所產生之蒸汽自此引出，其位置高於正常水位。
- 14.42** 過熱管(superheater)：一群管組，內有飽和蒸汽流過吸收燃氣熱量提高其溫度後再引出給蒸汽機使用。
- 14.43** 水管鍋爐(Water tube boiler)：鍋爐水和蒸汽是在管內，而燃燒火焰則在管外之鍋爐稱水管鍋爐，一般因含水之比例較少，暖爐時間較短，升汽迅速。

第十五章 泵 (PUMPS)

在液體輸送過程中，泵係將機械能轉變為液體能，而使液體的壓力升高或移動之機械。依泵作動構件之不同可區為離心式、往復式和迴轉式三種，其他尚有一些特殊的泵，無法清楚地歸類，它們可能具有兩種以上之特性，茲將各種泵之分類如下圖：



15.1. 離心式泵

該式泵之主要構件為動葉輪 (Impeller) 與外殼 (Casing)。施動力於動葉輪，使在外殼內迴轉，流體自軸向流入 (圖 1) 經動葉輪轉成徑向。流體受到離心力，在動葉輪上壓力與流速都增加，流體流出動葉輪後在渦形室中減速，將動能轉變成壓力。此形式的泵，稱為渦形泵。

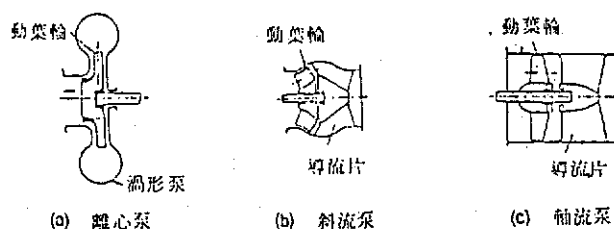


圖 1 各種泵內流動的方式

15.2. 斜流式泵

該式泵係由葉輪出水之流向與軸成傾斜，一般係在旋渦泵與軸流泵之中間。其性能亦介於兩者之間，而速度在 $N_s = 600 \sim 1300$ 之範圍。

15.3. 軸流式泵

該式泵係由葉輪、導葉 (靜葉) 及導管組合而成。當動葉輪迴轉，液體係由葉輪之軸向吸進而產生動能及壓能。由葉輪所吐出的流中，其迴轉方向之液流係依固定於導管之靜葉收回壓能僅向於軸向流出。

15.4. 往復式泵

試式泵兩大主要分類為水平式和直立式，每一類又分活塞式和柱塞式兩種。活塞泵係為雙向作動，活塞的兩邊交替著進料和排料，通常設置 4 個以上的閥，如圖 2 所示，泵可用蒸氣直接帶動，它須有可雙向作動的蒸汽唧筒，一支實軸或分節軸，連結蒸汽活塞和水活塞，同時作動。用蒸汽直接帶動之活塞式泵有水平和直立兩種，而柱塞式者只有水平一種。而其他動力帶動之活塞泵為水平式，但柱塞式泵則可以直立式或水平式。中壓三缸式者多為直立式。閥多為盤形且附有導件，盤之頂部置有彈簧施加壓力使其固定。

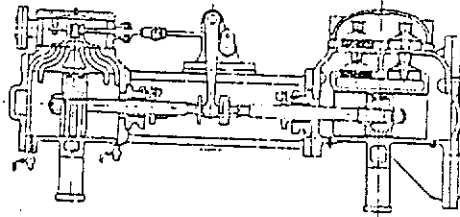


圖 2 水平式雙缸，蒸氣直接作動活塞泵的垂直剖面。有盤形閥，液體唧筒內有可換新的襯圈。蒸氣和液體唧筒皆可雙向作動。只有左方的蒸氣唧筒及右方的學生式液體唧筒可看到。Worthmington DC 型，液壓可達 350 psi。

15.5. 柱塞式泵

該式泵之唧筒以中央牆分為兩部分，每一部分有一個柱塞作動。較簡單者係用兩個柱塞之雙作動型式，兩個柱塞由兩支連桿連結。當其中一支自唧筒室拉出而充滿液體時，另一支則進入，把液體壓出。每一個唧筒和柱塞皆有完備之閥系統，柱塞一般係外部

襯墊式。柱塞泵適用於高壓和中級容量之情況，最佳之使用情況為在高壓狀況。

15.6. 膜片式泵

該式泵屬往復式泵之一種，其活塞可垂直或水平移動。該式泵可將吸進之液體或懸浮液與泵機件分開，以防止腐蝕或磨損現象之發生。半世紀前，因抗腐蝕之合金較少，膜片式泵在化學品輸送方面大行其道。

15.7. 齒輪式泵

該式泵須藉動力加以驅動，在泵殼內有兩個或兩個以上相互嚙合之齒輪，如圖 3 所示，兩個齒輪緊密的裝置在泵殼內，沿兩齒輪之周邊帶滿液體的油，並因兩齒輪是嚙合在它們的切點上，迫使油通過出口流出。齒輪式泵的額定壓力範圍頗廣，依照所用齒輪之型式，該型泵可分為①直線齒輪②螺旋齒輪等二種泵。



圖 3 通過齒輪泵液體的運動：(A)液體進入泵中，(B)液體帶在齒輪之間，及(C)液體被抽出進入排液管線中

15.8. 輪葉式泵

如圖 4 所示的輪葉式旋轉泵，其操作原理，也是根據增加凹口的大小而造成真空，迫使液體填滿在這真空的空間中，然後在壓力之下，減少體積，把液體擠出。該型泵可分為雙葉式、滑葉式及迴轉柱塞式等泵。

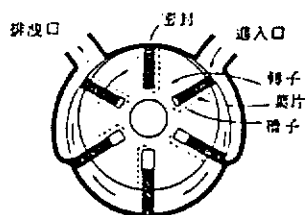


圖 4 輪葉式泵的各個零件。

15.9. 回熱泵

又稱摩擦泵，如圖 5 所示，此種泵為渦旋泵與迴轉泵的中間結構。其性能亦介於兩者之間，小型一段之此形泵能產生相當渦旋泵數段的升程。以其容量小而能達高升程的目的，故多用於石油以及其他化學藥液的輸送。

15.10 噴射式泵

如圖 6 所示，將高壓傳動流體（第一流體）用噴嘴壓送，由是向組長的孔道以高速噴出，則噴流的壓力成為低壓（伯努利定理），噴流周圍的被動流體（第二流體）被噴流吸進。此等第一、第二流體發生混合衝突，同時增高吸進作用且通過組長的孔道。此外進入於擴張管而剩餘動能回收為壓能，且由吐出口噴出，至於所使用第一或第二流體，各依燃氣、蒸汽、液體等目的而有多種

多樣。

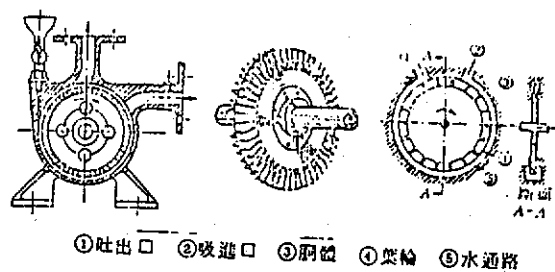
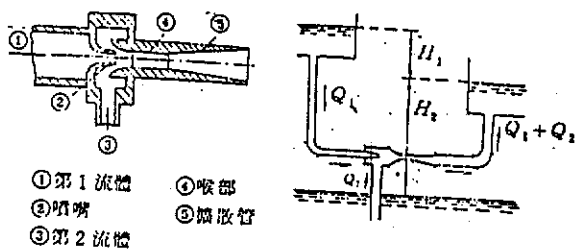


圖 5



第十六章 閥

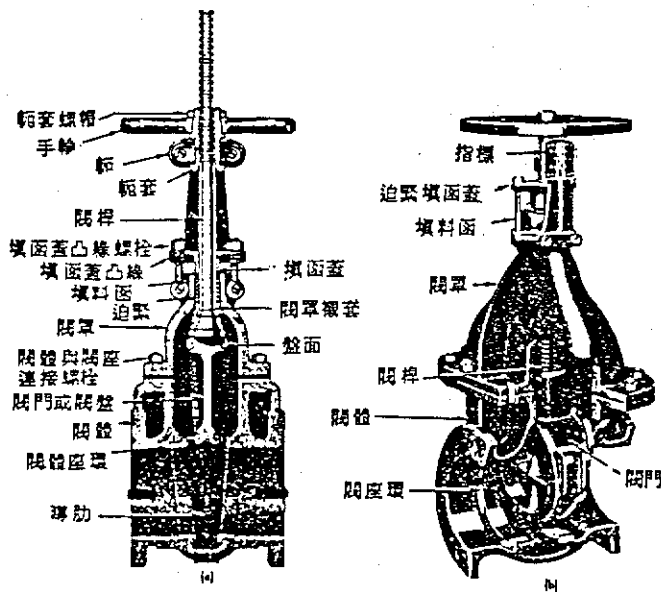
在管路中用以調節液體或氣體流量之機件，稱為閥。常用之閥可分為下列數種：

16.1. 停心閥(Stop valve)

又分為閘閥(Gate valve)、球形閥(Globe valve)、活塞閥(Piston valve)及旋塞(Plug cock)等四種。

16.1.1 閘閥(Gate Valve)

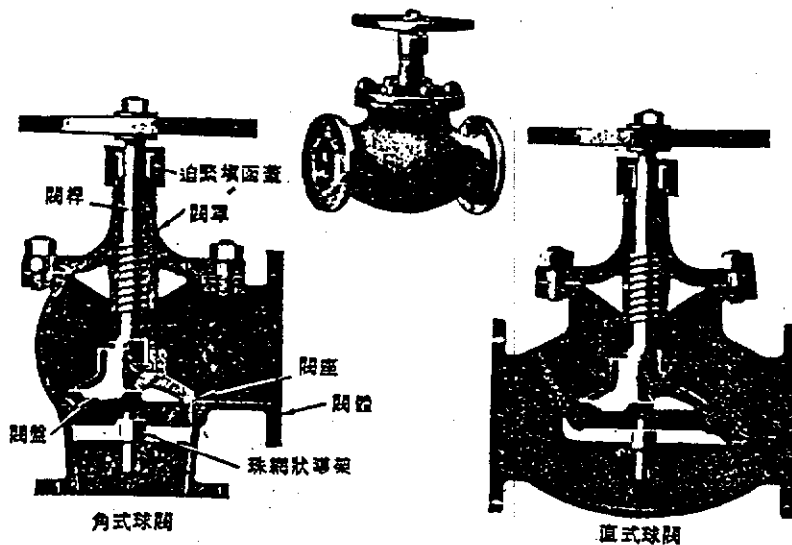
如第一圖所示，此型閥多用於流體作直線流動，而無需作節流之控制，因管內流體之速度，往往衝擊於半開之閥盤上，故易造成震動而損及閥座，因之該型閥不適於作節流操作。



第一圖。(a)升桿外螺旋式閘閥。(b)非升桿內螺旋式閘閥。

16. 1. 2 球形閥 (Globe)

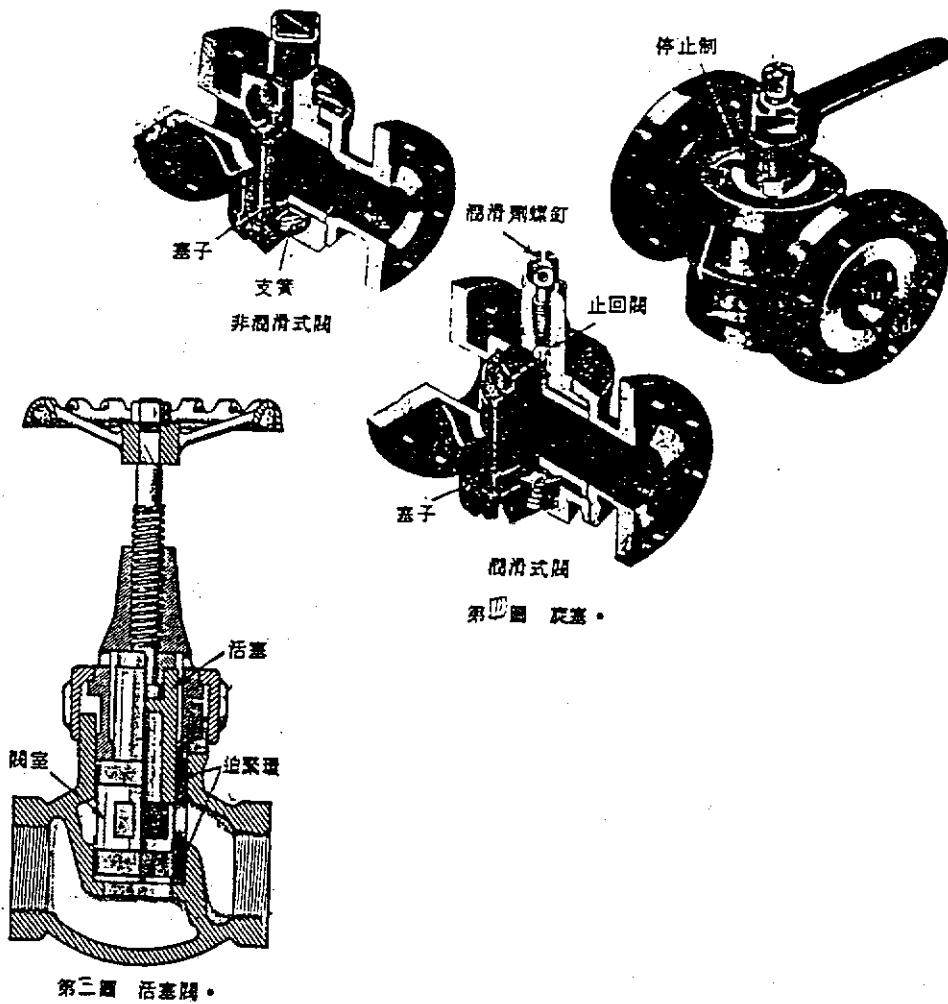
此閥之名稱，係因閥體外形呈球狀而得。當流體流經此型閥時，其流向即發生改變，但因其本身具有卓越之節流控制之特性，故其適於一般操作需要。第二圖所示，為兩種球形停止閥，其一為直式，另一則為角式，兩型閥之閥盤均係利用螺紋桿，使之升降，同時其閥盤與閥座均可迅速重磨或更換。



第二圖 球式停止閥。

16. 1. 3 活塞閥 (Piston Valve)

此型閥每當盤形閥不適用時，常被用以代替關閉閥孔之用，一般而言，停止閥應具有充分適應全開全閉之功用，然而由於此型閥常被用於高壓管路以調節流量，因此閥盤與閥座須用特殊合金製成。對於一般不易施行定期大修之船舶而言，欲克服此項管路所發生之困難，以及確保閥之開關不致失效計，此種活塞閥乃為最適用者，如第三圖所示。



16. 1. 4 旋塞 (Plug cock)

第四圖所示，為旋塞式停止閥之兩種變化情形，通常一個旋塞之主要部分，為一實心筒形或截錐形之塞，此塞能於一密合之筒內環繞其本軸而旋轉，另在塞上依垂直塞軸方向鑽一孔道，因此當塞旋至其孔道與筒壁上之出口對正時，即構成由進口至出口之通路，由此位置，如再將塞依塞軸旋轉 90° 時，即關閉通道。

16.2. 止回閥(Check Valve)

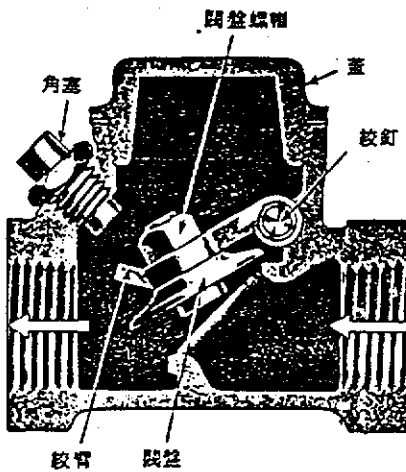
管路上常需一種使流體僅能單向流動之閥，此類閥即所謂止回閥。以下所述即為一般常用之閥。

16.2. 1 懸擺式止回閥 (Swing check valve)

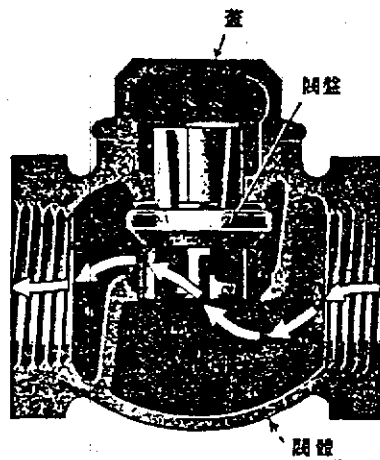
如第五圖所示為一種最基本設計之止回閥，因閥盤僅可單方向擺開，是以閥之開啓，必須俟施於閥盤底面之壓力，大過閥盤上部壓力以及其本身重量時始可。

16.2. 2 昇降式止回閥 (Lift check valve)

如第六圖所示為一種僅容許流體由下而上流動之止回閥。其閥盤上下兩端均有導翼，為用以保持閥盤於其適當位置者，同時可防止其傾斜。



第五圖 懸擺式止回閥。



第六圖 昇降式止回閥。

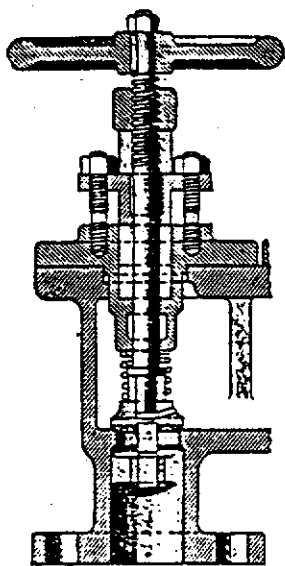
16.2. 3 停止止回閥 (Stop check valve)

如第七圖所示，當閥桿升高時，則進口端之壓力遂使閥盤開啓，由於其開啓量係受閥桿位置所限制，因此調整閥桿即可控制

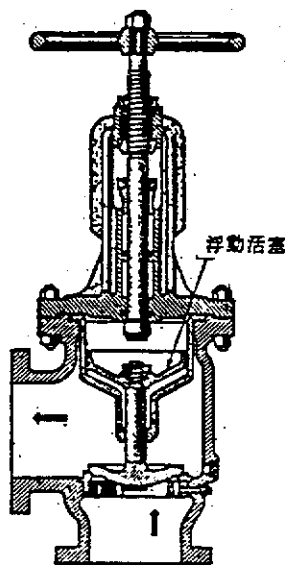
經過閥門流體之流量。惟當進口端之壓力低於出口端之壓力加上彈簧所產生之壓力時，此時彈簧將使閥盤壓於閥座上，並阻止反方向流動。

16.2.4 單向閥 (Non-return valve)

如第八圖所示，為一種適合高溫高壓，且具有停止止回閥許多結構特性之止回閥，當閥桿上升，且出口端壓力低於進口端壓力時，則閥體內之活塞即上升，此際閥盤及活塞兩邊之壓力遂平衡。此時只要閥盤下方之壓力一直均超過排出壓力及浮動活塞重量時，則閥均將保持開啓，否則此閥即關閉一如止回閥之使用方式。



第七圖 停止止回閥。



第八圖 單向閥。

16.3. 節流閥 (Throttle valve)

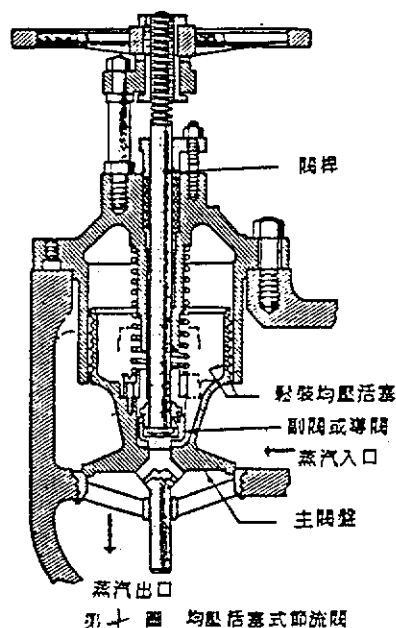
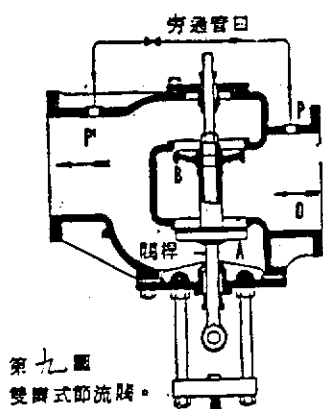
該型閥用於蒸汽渦輪機或蒸汽機時，必須具有迅速控制機器起動與停止，以及調節進入機器蒸汽量之方法始可。因此此閥需要若干平衡閥之方法，尤其當此閥係用手操縱時為然。此型閥又可分下列兩種型式：

16. 3. 1 雙瓣式節流閥 (Double-poppet throttle valve)

如第九圖所示，此型閥係由兩個固定連接於一起之閥盤A與B所組成，兩者復以軸環 (Collar) 及螺帽裝於閥桿上。此外，此閥閥桿之下端係與一槓桿系相接，經此槓桿系則該閥可在機艙內甲板上開啓與關閉。

16. 3. 2 均壓活塞式節流閥 (Ballance piston type throttle valve)

此型閥之結構係以一鬆裝活塞與閥盤結成整體之原理為依據，因此，此類閥可避免一般雙瓣式兩平行閥座結構所發生難以保持緊密之弊。第十圖所示，係屬鬆裝者，閥桿上則另附裝有一小型副閥或導閥，此閥係於主閥開啓之前開啓，因此活塞上方之壓力與閥盤下方之壓力平衡，僅需極小力量即可使主閥開啓，與此同時導閥尚兼有旁通作用。



16.4. 自動壓力控制閥

壓力控制閥具有許多型式，由簡單之泄壓閥以至較複雜之減壓閥調節閥及泵調節器，均屬此型閥之範圍。自動壓力控制閥可區分下列若干類型閥。

16.4.1 泄壓閥 (Relief valve)

此閥係屬自動閥之一種，通常用於蒸汽、水、油之管路以及各型機器之上，旨在防止萬一出口閥突然關閉，調節閥或減壓閥失效，抑或其他原因而構成之過高壓力。

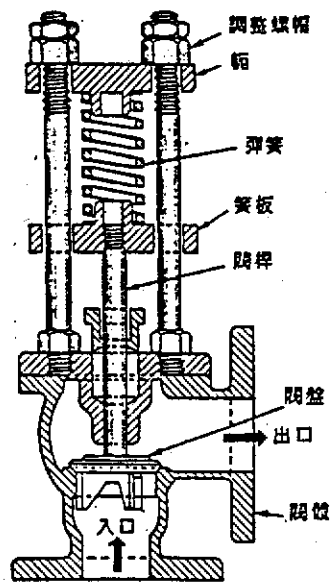
如第十一圖所示，為此型閥之工作原理。此閥之閥體係由一個閥盤，以及一根頂端旋入簧板之閥桿所組成。另在閥軛與簧板

之間裝有一強力彈簧，此簧之壓縮力可使閥盤下壓而抵於閥座之上，至於閥簧壓縮力之調整，則可藉軛柱 (Yoke column) 上之調整與鎖緊螺帽之調整，即可獲致所需之壓力。

16.4.2 減壓閥 (Reducing valve)

此類閥可按閥之限度，調定任何所需之輸出壓力，此後不論供給壓力變化如何，該閥均自動保持此一壓力，直至供給壓力至少等於輸出壓力時為止。

減壓閥(或稱壓力調節閥)依其操作方法又可分為①彈簧控制式 (Spring-controlled) 或簧壓式 (Spring loaded)，及②氣力控制式 (Pneumatic-pressure controlled)。



第十一圖 減壓閥。

16.5. 特種閥 (Special valves)

特種閥之種類及用途極廣，下列所述者為船舶常用者：

16.5.1 自動停止閥 (Automatic valves)

此型閥之設計，係當管路萬一破裂而空氣流量又超過閥正常工作情況時，此閥即自動關閉，不再供給。

16.5.2 快關閥 (Quick-closing valve)

該型閥通常係由一閘式閘所組成，此閥有一用槓桿式把手操縱之滑桿 (Sliding stem)，但在某些情況，例如鍋爐燃燒器歧管 (Boiler burner manifold) 上所用之燃油快關閥，其閥之關閉即利用制動機構 (Trigger mechanism) 所釋放之彈簧爲之。上述閥之關閉，其動作可由遙控之拉索操縱之。

16.5.3 燃油壓力調節閥 (Fuel oil pressure regulating valve)

最適用之常用燃油泵當屬裝有空壓泵調節器之螺旋式泵。此型泵當鍋爐負荷遇大變動時，可從燃油處將燃燒器開大或關小以調節之，如負荷係屬小變動時，則可變動燃燒器之油壓以管制之。

16.5.4 自動卸壓閥 (Automatic unloading valve)

一般輔機排氣系統 (Auxiliary exhaust system) 均裝有各型自動閥，其目的爲卸除過度之壓力，使洩入一個或一個以上之主／副冷凝器內，因此此項過度壓力之卸除，不致使蒸汽漏入大氣。

第十七章 機件

17.1. 管系圖(Piping Diagram)

在各種工業場所中，無論液體或氣體之輸送，均需安裝管路。在安裝之前，必須先設計管路系統，繪製管系圖樣。為便於繪圖起見，管系圖均用線及常用符號以表明管路及其配件如閥(Valve)、管接頭(Pipe Fitting)等之關係位置，並用尺寸及註解以表明其大小及安裝方法。

管路及其配件均用鑄鐵或可鍛鑄鐵或鋼製成。若為某種特殊需要，亦可用銅或其他合金製成之。近年來由於塑膠工業之迅速發展，管路已多採用塑膠製品，即輕便又經濟，且易於施工。鐵管與其配件之連接均用螺紋；鋼、銅及其他合金管件，則用熔接法連接之。

17.2. 管接頭(Pipe Fittings)或管路裝具(Pipe Fitting)

管接頭為連接管路構成管系所必需之配件。其種類如下：

17.2.1 螺旋接頭(Screw Fitting)

用於連接有螺紋之鑄鐵管路，其各式形狀如下圖所示。



螺旋紋接頭或短管頭(Nipple)

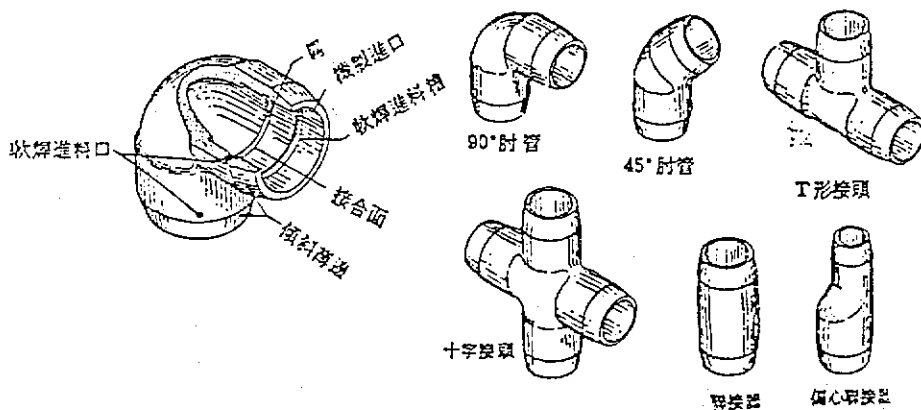
17.2.2 對端焊接接頭 (Steel Butt-Welding Fitting) :

用於鋼管上，其各式形狀如下圖所示。



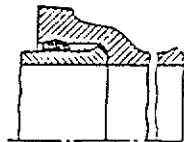
17.2.3 軟焊接接頭 (Soldered Joint Fitting) :

用以連接鋼管，其各形狀如下圖。



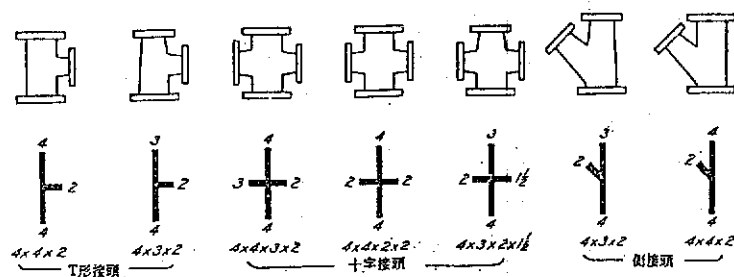
17.2.4 鑄鐵插承頭 (Bell-and Spigot Fitting)

用於鑄鐵管上，如下圖所示。



上述各種管接頭中，肘管(Elbow)係用以改變管路之方向為 90° 或 45° 。街式肘管 (Street Elbow) 之一端為內螺紋。若用於接頭，可省去一管接合。T形 (Tee) 接頭用以連接三管。十字 (Cross) 接頭則用以連接四管。側接頭 (Lateral) 有三口其二口與直管相連，第三口則與直管成 45° 角或 60° 。

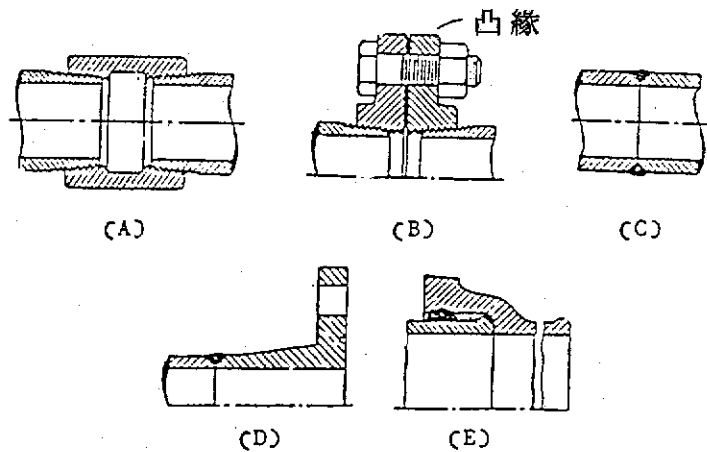
角之通路。閉合之管路，宜採用管套節（Union）；有時亦採用左右聯接器（Right-and-left Coupling）。異徑接頭（Reducer）與聯接器相似，惟兩端口徑不同，以配合不同尺寸之管。壓力較高及直徑大於4吋之管，則宜用凸緣接頭，管可放入鑄鐵製成之凸緣內，再用螺栓連接之。螺紋接管（Nipple）為兩端有外螺紋之短管；若兩端之螺紋相接，則為封合接管（Close Nipple）；若其間有一小段無螺紋，則稱之為短接管（Short Nipple）。帽（Cap）用以封閉管之末端。塞（Plug）用以封閉接頭之開口（Opening）。襯套（Bushing）用以減小開口之尺寸。管套節亦可用以封閉管系及連接不常拆開之管。螺旋接頭開口尺寸之標記方式，如下圖所示。



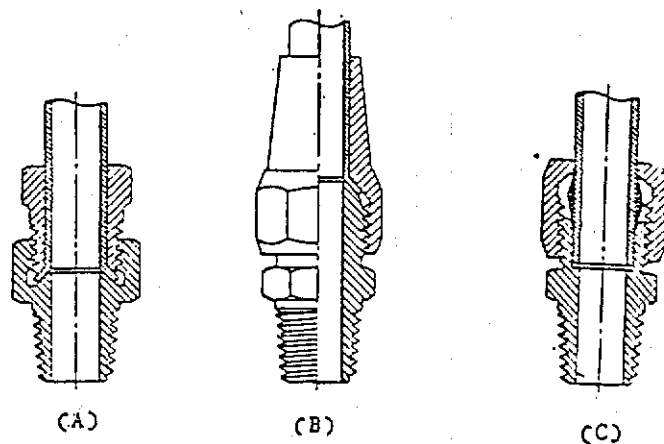
17.3. 管接合 (Pipe Joint)

管路之連接方法，須視管材料及其工作要求而定。鋼管、可鍛鐵管、黃銅管及青銅管，通常均以螺紋與聯接器及各種管接頭相連結，如下圖(A)所示。圖(B)所示者，為螺旋凸緣（Screwed Flange），此種接頭於清洗或修理時，容易拆卸。圖(C)所示為一永久之

熔接合 (Welded Joint)。熔接管 (Welded pipe) 在管系中須作週期拆卸時，則可採用環接合 (Ring Joint)，如圖(D)所示。此種接合可用螺栓連接之。鑄鐵管不能熔接或用螺紋連接時，則用插承接合 (Bell-and-Spigot Joint) 並以麻絲及鉛擠填之，如圖(E)所示。

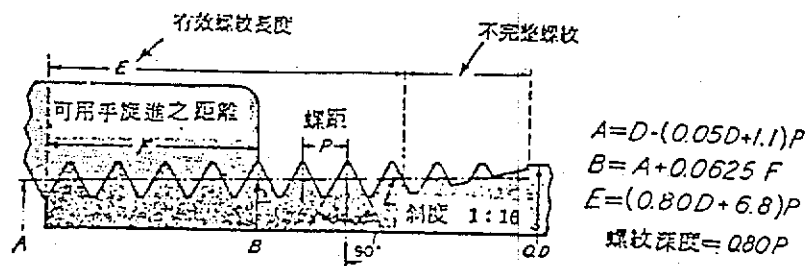


小管 (Tube) 之結合方法，通常有三種，如下圖所示。圖(A)為倒置喇叭口接合 (Inverted Flare Joint)；圖(B)為喇叭口接合 (Flare Joint)。此二種接合，於拆卸時，均不致嚴重損傷接頭，並能承受高壓。圖(C)為壓縮接合 (Compression Joint)，適用於低壓，且不能拆開與重裝。



17.4. 管螺紋 (Pipe Thread)

當使用螺紋接頭時，管之兩端須有螺紋，以便旋入接頭內。以美國標準學會 (A S A) 之規定，管端之螺紋有斜式及直式兩種。通常所用者為斜陰螺紋及斜外螺紋，如下圖所示。螺紋刻於每吋斜 1 / 16 吋之管面上，如此，可限制管旋入接頭之距離，並可得緊密之接合。但不適用於下列五種接合：



- (一) 管聯接器 (Pipe Coupling) 之不漏氣接合；
- (二) 油膏杯 (Grease Cup) 接頭、燃料接頭及油料接頭之不漏氣接合；

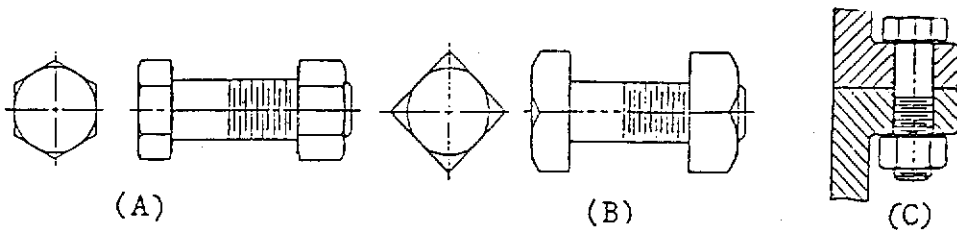
- (三)夾具 (Fixture) 之自由配合 (Free-fitting) 機械接合；
 - (四)鎖緊螺母之鬆配合 (Loose-fitting) 機械接合；
 - (五)軟管接頭 (Hose Coupling) 之鬆配機械接合。
- 以上五種接合宜用直式管螺紋。

17.5. 螺紋件之種類 (Types of Bolt)

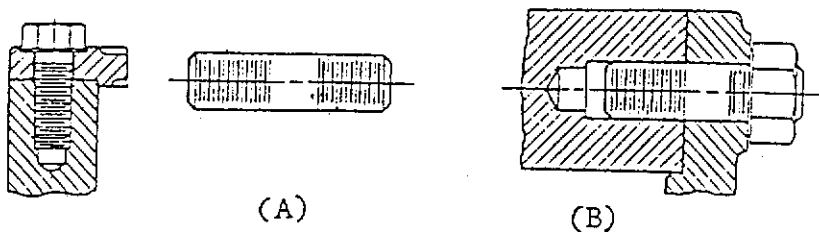
通常所用之螺紋件計有下列各種：

17.5.1 螺栓 (Bolt)：

- ①貫穿螺栓 (Through Bolt)：圓桿之一端為六角頭或方頭，另一端有螺紋與螺帽相配合，螺帽亦製成六角形或方形。如圖(A)及(B)所示；其用途係聯接有穿孔之機件，如圖(C)所示。



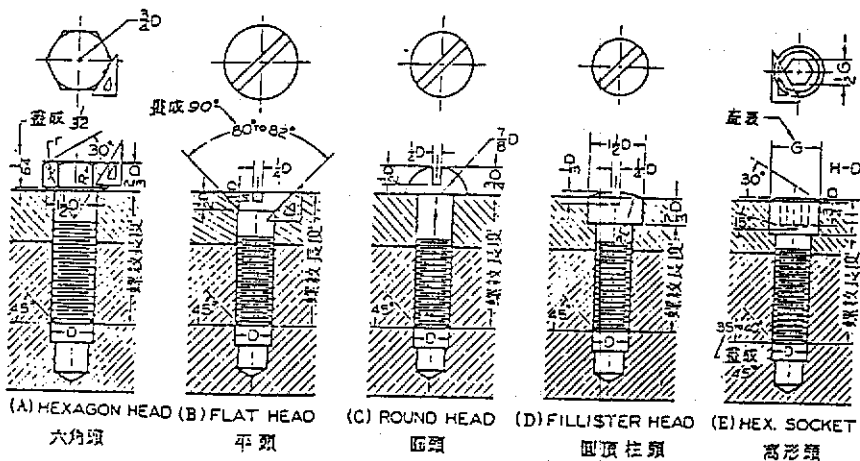
- ②自攻螺栓 (Tap Bolt)：亦稱帶頭螺栓，乃不用螺帽之螺栓，安裝時，通過一機件之孔而旋進他一機件之螺孔，將兩機件合緊，如下圖所示。



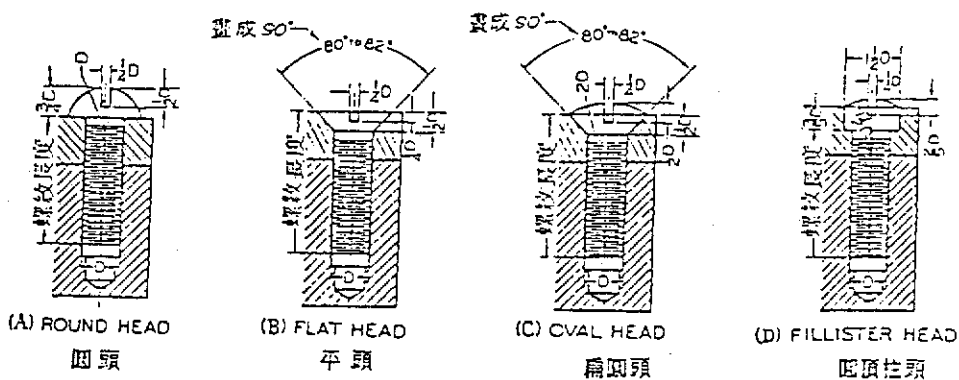
③螺樁 (Stud Bolt or Stud) : 亦稱螺栓，為一兩端均有螺紋之圓桿，如圖(A)所示。使用時，先將其一端旋入一機件之螺孔內，再將另一機件裝上，然後在他端裝一螺帽合緊兩件，如圖(B)所示。

17.5.2 螺釘 (Screw) :

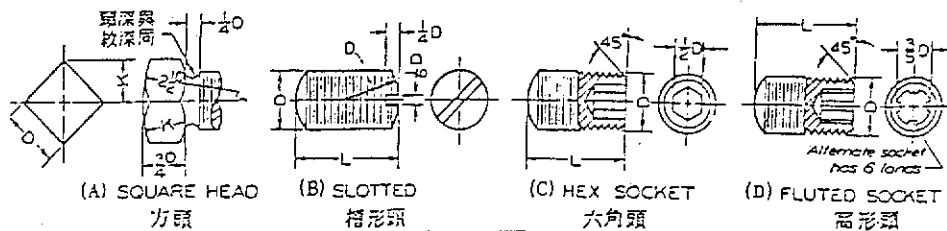
①帽螺釘 (Cap Screw) : 亦稱有頭螺釘，被其連接之兩機件，一為光孔，一為螺孔，故可不用螺帽。此種螺釘全部均為精製，故外表光滑，加以頭部較小，常用於工作機械及精製之產品。螺紋為第3級配合。其頭部之形狀有下圖所示五種。



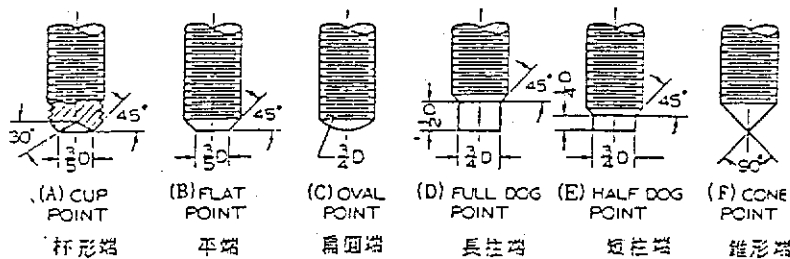
②機器螺釘 (Machine Screw) : 直徑在 $3/10''$ 以下之有頭螺釘即稱為機器螺釘，亦稱小螺釘。其功用與有頭螺釘同，但只限於用力小之場合，作安裝機件之用。其頭部形狀有下圖所示四種。



③固定螺釘 (Set Screw)：以阻止二機件之相對運動，或調整二機件間之相關位置之螺釘，稱為固定螺釘。其頭部形狀如第 1 圖所示；頂端之形狀如第 2 圖所示。



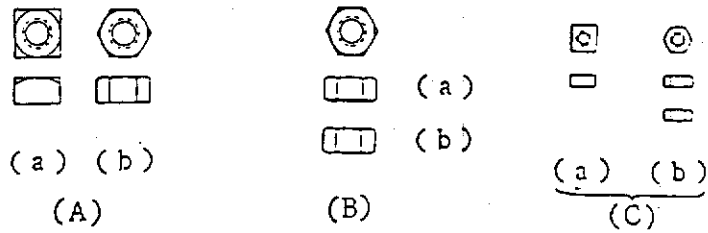
第一圖



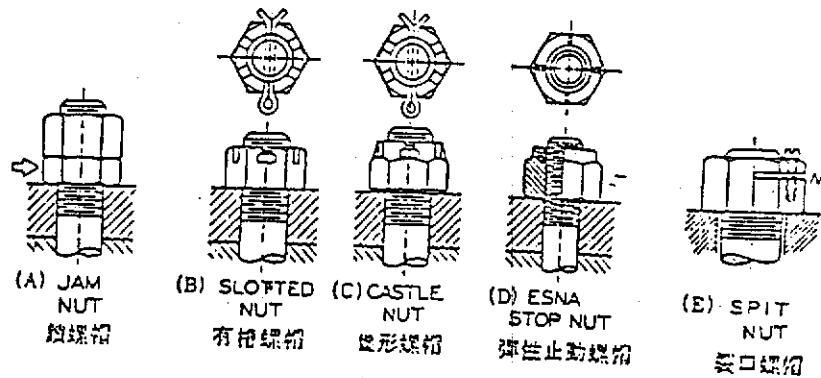
第二圖

17.6. 螺帽之種類 (Types of Nut)

17.6.1 普通螺帽 (Ordinary Nut)：圖(A)所示為粗製螺帽；圖(B)為精製螺帽；圖(C)則為用於電器上之小型螺帽。

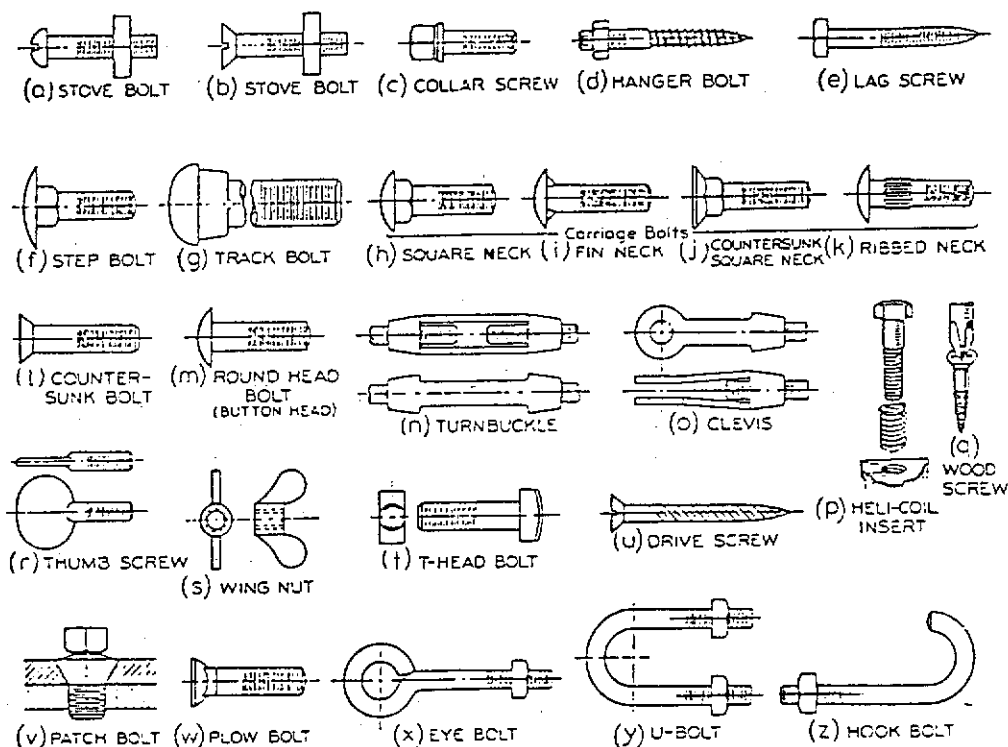


17.6.2 鎖緊螺帽 (Lock Nut) : 當螺帽旋緊之後，爲防止其鬆脫，需用之特型螺帽，稱爲鎖緊螺帽，如第 (10-24) 圖所示各種。



17.7. 特種螺紋件 (Special Bolts)

爲適應各種不同特殊用途而製成多種特別形狀之螺紋狀，如下圖所示。



17.8. 銷 (Pin) :

常用的銷可分為下列四種：

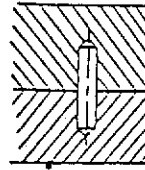
17.8.1 圓柱銷 (Pin) : 用直徑×長度來註記其尺寸，如 $10\phi \times 50$

圓柱銷，即銷之直徑為 10mm，長度為 50mm。

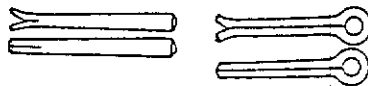
17.8.2 推拔銷 (Taper Pin) : 亦稱錐銷，常用以代替鍵。公制與英制之減縮度 (Taper) 不同。英制為每呎 $\frac{1}{4}''$ ，公制與英制圓錐銷尺寸註記亦各異，如最大直徑×長： $\frac{1}{2}''^D \times l''$ 圓錐銷 (英制) 最小直徑×長： $5\phi \times 40$ 圓錐銷 (公制)

17.8.3 定位銷 (Dowel Pin) 定位銷需要精密加工，以保持組合部分間關係位置。以直徑×長度註記尺寸，如下例及圖(A)所示：

$\frac{1}{8}''^D \times \frac{1}{2}''$ 定位銷

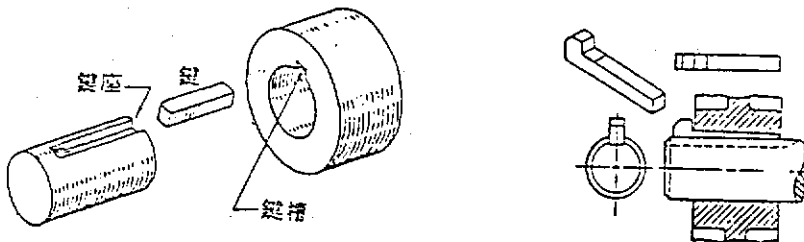


17.8. 4 開口銷 (Split Pin) 如圖 B 所示，插入孔中後，把尾部分開，以防止脫落。尺寸註記之方式用：直徑×頭下之長度



17.9. 鍵 (Key)

欲將圓盤、齒輪或曲柄等固定於其軸上，以防止其發生相對轉動時，須用鍵以達成此目的。在軸上須製成鍵座 (Keyseat)，在輪轂 (Hub) 內須製成鍵槽 (Keyway)，如圖所示。鍵之一部份裝於鍵座內，另一部份露出軸外而與鍵槽相嵌合，於是三者成爲一體，其間無相對轉動之發生。



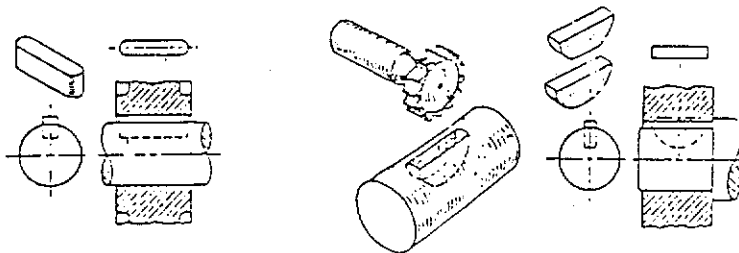
17.9.1 方鍵及平鍵 (Square Key and Flat Key) : 斷面呈正方形者為方鍵 (參閱圖 A) , 斷面呈長方形者為平鍵。使用時, 一半裝入轂內, 尺寸以“ 寬×高×長” 註解, 如:

$\frac{1}{2}'' \times 2\frac{1}{2}''$ 方鍵, 即寬與高相等皆為 $\frac{1}{2}''$, 長為 $2\frac{1}{2}''$

$\frac{1}{2}'' \times \frac{3}{8}'' \times 2\frac{1}{2}''$ 平鍵, 即鍵寬 $\frac{1}{2}''$, 高 $\frac{1}{2}'' \times \frac{3}{8}$, 長 $2\frac{1}{2}''$

17.9.2 帶頭斜鍵或劈頭鍵 (Gib Head Taper Pin) : 此鍵之上表面製成斜面, 故統入後成極牢固之連接, 如圖 B 所示。

17.9.3 Pratt and Whitney 鍵: 此式鍵係由方鍵變化而來, 蓋鍵座為方形; 因鍵之 $\frac{2}{3}$ 裝於鍵座內, 故鍵槽之深僅及鍵寬之半。鍵之兩端則為圓形, 如圖 C 所示。



17.9.4 半圓鍵 (Woodruff Key) : 為一具有平底或圓底之平弓形鍵, 如圖 D 所示。其尺寸之表示法應為: 寬×半圓半徑×長, 但半圓鍵之尺寸均列表編號, 故僅註記鍵之號碼即可。

17.9.5 輕負荷時所常用之鍵計有鞍鍵、平鍵及銷鍵 (或稱 Nordberg 鍵) , 如圖 E 所示。



17.9.6 重負荷時所常用之鍵計有 Barth 鍵、Kennedy 鍵及 Lewis 鍵，如圖 F 所示。

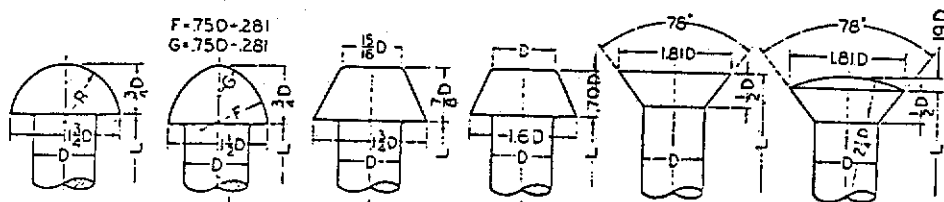


17.9.7 極重負荷時，所常用之鍵均無足夠之強度以符合需求，因之在軸上及輪轂內均割切許多花槽，而使其相互嵌合，稱為裂式鍵 (Spline Key)，如圖 G 所示。

17.10 鉚釘 (Rivet)

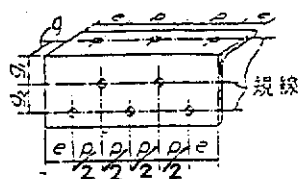
鉚釘係用於永久接合之地方，金屬薄片、鐵板或各種形鋼之接合常採用之，如鍋爐、船壳、鐵骨構架、箱式容器 (Tank) 等。鉚釘為軟鋼或熟鐵製成一端有頭之圓棒，燒紅後插入所要接合之孔中，然後用鎚或壓擠方法，將他一端擠成頭形。

用在構造鋼之建築物、鍋爐、水箱等處之鉚釘稱為大鉚釘，如下圖所示。其頭部之形式計有圓頭、高鈕頭、錐形頭、埋頭、圓頂埋頭及鍋形頭等數種。



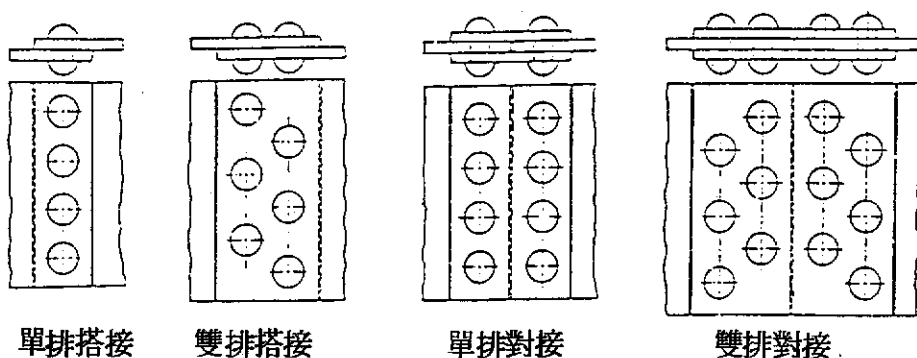
鉚釘接合之形式：

用鉚釘連接機件，最普通之形式為搭接與對接二種，如圖 B 所示。在同一規線（Gage Line）上，兩鉚釘間之距離，稱為釘距（Pitch），即圖 A



圖(A)

中之 p ；兩規線之距離，稱為規距，即圖中之 g_2 。



圖(B)

17.11 凸輪 (Cam)

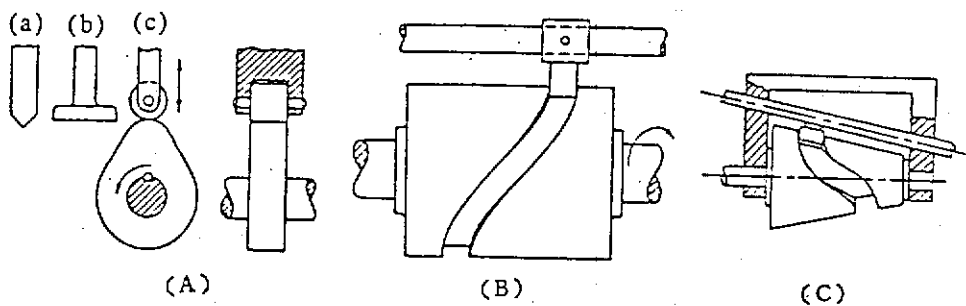
凸輪為一種機件，藉其表面或槽之作用，使稱為“從動件”（Follower）之他一機件，發生特別的等速或不等速之擺動或滑動。因之凸輪之形狀是由從動件之式樣及運動特性而決定，故凸輪之形狀奇特而繁多。今依從動件運動之方向與凸輪軸之關係將凸輪分為以下三種：

17.11.1 板形凸輪（Plate Cam）：凸輪係由均勻厚度之平板製成，具有不規則之周緣。從動件運動之方向係與凸輪軸垂直，如圖

(A)所示。

17.11.2 圓柱凸輪 (Cylindrical Cam) : 係在圓柱體上刻槽或嵌曲線形之板凸起而成。從動件運動之方向係與凸輪軸平行，如圖(B)所示。

17.11.3 錐形凸輪 (Conical Cam) : 係在圓錐體上刻槽而成。從動件運動之方向係與凸輪軸相交，如圖(C)所示。



17.12 齒輪 (Gear)

齒輪為各式機械上傳遞動力最常見之機件，大別可分為以下四類：

17.12.1 正齒輪 (Spur Gear)

用以從一軸傳達動力至他一平行軸，如圖(A)所示。

17.12.2 斜齒輪 (Bevel Gear)

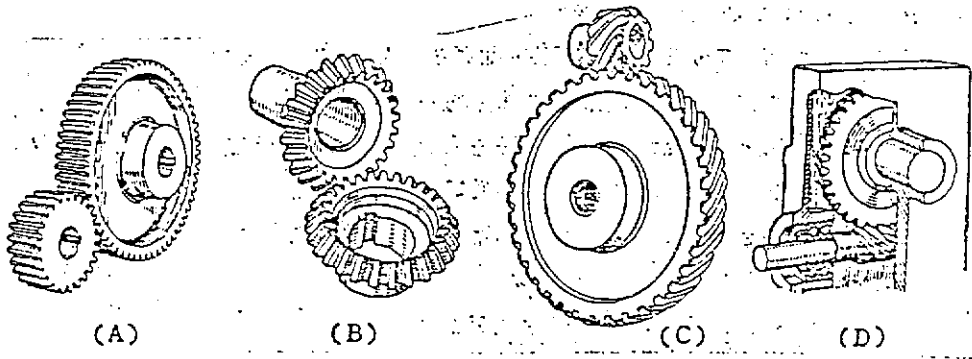
用以從軸傳達動力至相交之他一軸，如圖(B)所示。

17.12.3 螺旋齒輪 (Helical Gear)

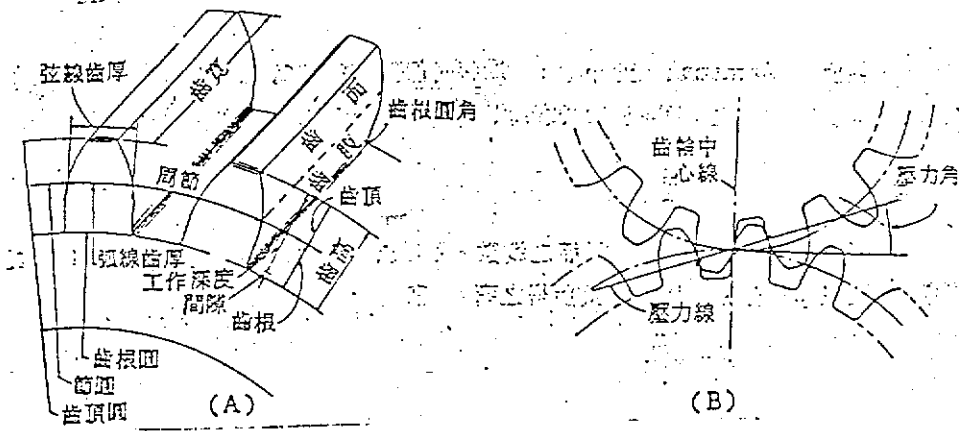
用以從一軸傳達動力至平行或在空間相交之他一軸，如圖(C)所示。

17.12. 4 蝸桿與蝸輪 (Worm and Worm Wheel)

用以從一軸傳達動力至另一與其在空間成正交之軸，如圖(D)所示。

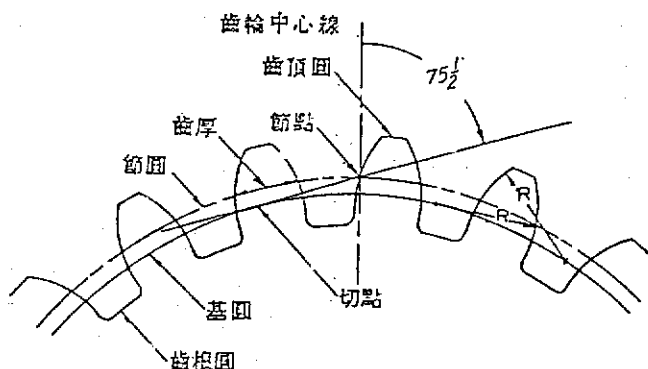


17.13 齒輪之各部名稱



17.13.1 節面 (Pitch Surface) : 爲輪齒之理論面。正齒輪之節面爲圓柱面。

- 17.13.2 節圓 (Pitch Circle) : 爲節面與垂直於輪軸之截面之交線。
- 17.13.3 齒頂圓 (Addendum Circle) : 爲所有輪齒外端之界限圓。
- 17.13.4 齒頂 (Addendum) : 爲節圓與齒頂圓之徑向距離。
- 17.13.5 齒根圓 (Dedendum or Root Circle) : 爲所有齒根之界限圓。
- 17.13.6 齒根 (Dedendum) : 爲節圓與齒根圓間之徑向距離。
- 17.13.7 齒高 (Height of Tooth) : 等於齒頂與齒根之和。
- 17.13.8 工作深度 (Working Depth) : 一齒輪之齒所能伸進其配合齒輪齒間之最大深度。
- 17.13.9 間隙 (Clearance) : 對於兩齒頂相等之齒輪而言，應爲齒根與齒頂之差。
- 17.13.10 弧線齒厚 (Circular Thickness) : 爲在節圓上量得之齒厚。
- 17.13.11 弦線齒厚 (Chordal Thickness) : 爲弧線齒厚所對之弦長。
- 17.13.12 齒間 (Tooth Space) : 爲節圓上相鄰兩齒間空隙之寬度。
- 17.13.13 齒隙 (Back Lash) : 等於齒間與齒厚之差。
- 17.13.14 齒面 (Face of Tooth) : 爲節圓柱面與齒頂圓面間齒之表面。
- 17.13.15 齒腹 (Flank) : 爲節圓柱面與齒根圓柱面間齒之表面。
- 17.13.16 輪面寬度 (Face Width) : 爲齒輪在平行於其軸線方向之寬度；亦稱齒寬。
- 17.13.17 節點 (Pitch Point) : 爲兩相嚙合齒輪之節圓之切點。
- 17.13.18 壓力角 (Pressure Angle) : 爲一對嚙合之齒間之壓力作用線與節圓在節點之切線所成之角度。



17.13.19.基圓 (Base Circle) : 爲產生漸伸齒形所需之圓。

17.13.20.周節 (Circular Pitch) : 爲相鄰二齒上沿節圓之對應點間之弧長。以 P_c 表之。其值爲：
節圓直徑 D (Pitch Diameter)
乘 π ，除以齒數 T 所得之商。即

$$P_c = \frac{\pi D}{T}$$

17.13.21.徑節 (Diametral Pitch) : 爲每吋節圓直徑相當之齒數，用以表示英美制輪齒之大小。以 P_d 表之。其值爲齒數除以節圓直徑 (吋) 所得之商。即

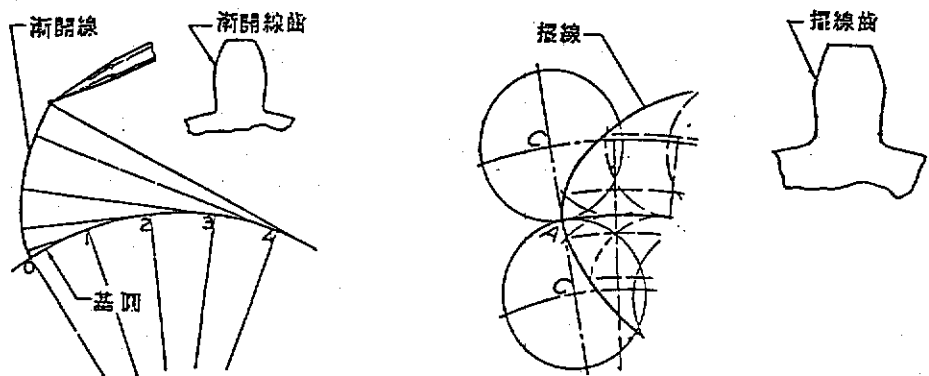
$$P_d = \frac{T}{D}$$

17.13.22 模數 (Module) : 爲徑節之倒數，用以表示公制輪齒之大小。以M表之。其值爲：節圓直徑 (公釐) 除以齒數所得之商。即

$$M = \frac{D}{T}$$

17.14 齒輪之齒形曲線

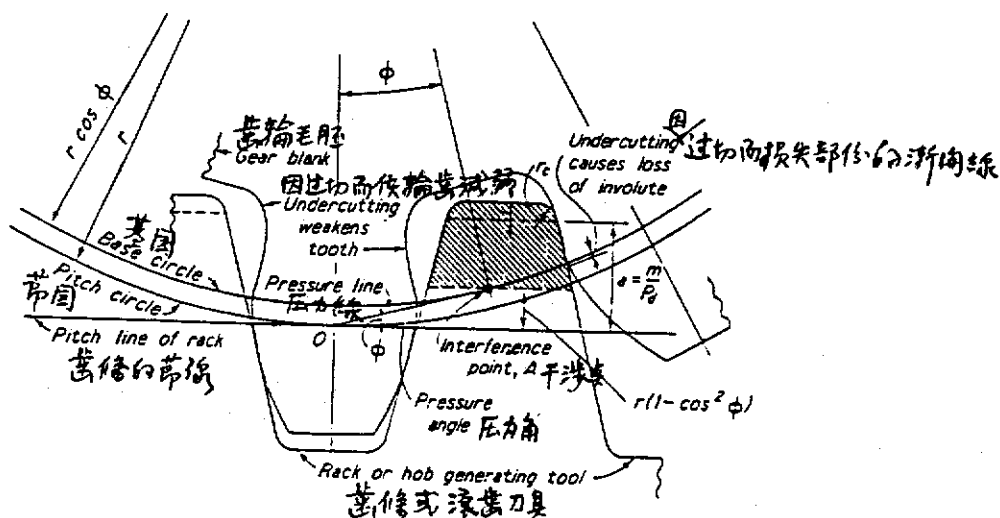
漸開線與擺線 (Involute and Cycloid)



現時適用於齒輪上之齒形爲漸開線與擺線兩種，如上圖所示；此二種形式雖各有其優點，惟因漸開線齒較擺線齒之優點爲多，諸如漸開線齒之曲線形狀簡單，其齒條之齒形爲直線，所用銑刀號碼較少，易於銑製；以及兩齒輪中心之距離，與理論上略有差異時，而不至影響其速比等。故除傳遞極大動力之齒輪採用擺線齒外，目前所用之齒輪，幾乎全部爲漸開線齒。

17.15 輪齒切削及輪齒過切 (Undercutting)

一個齒數太少之齒輪，若以齒條（ Rack ）或滾齒（ Hob ）刀具切削而成，則其齒腹（ Flank ）所呈現之過度切削現象。見圖。輪齒過切將使各輪齒損失部份之漸開線齒形，減少各輪齒相互嚙合之有效面積，並降低輪齒之強度。



因齒數太少而形成之輪齒過切

第十八章 燃料

18.1. 指示燃油消耗率與制動燃油消耗率

18.1.1. 指示燃油消耗率 (Indicated specific Fuel Consumption, ISFC)

單位時間之燃料消耗量除以指示馬力，即等於指示燃油消耗率。

$$\text{ISFC} = \frac{w_f}{i \text{ hp}}$$

式中 w_f 指每小時之燃料消耗量，單位為 kg / hr 或 g / hr 或 lb / hr 。

18.1.2. 制動燃油消耗率 (Brake Specific Fuel Consumption, BSFC)

單位時間之燃料消耗量除以制動馬力，即等於制動燃油消耗率。

$$\text{BSFC} = \frac{w_f}{b \text{ hp}},$$

BSFC 可用以比較不同引擎之燃料消耗性能。

18.2. 閃點 (Flash point)

將液體燃料加熱至某一溫度時，其產生之蒸氣足以當空氣混合，引以火苗，會發生閃火燃燒，但瞬即熄滅，此一溫度便

稱閃點。低閃點表示有較大之火災危險性。

燃燒時須先點火，乃提供能量給火頭附近之燃料分子及氧分子，以克服組成分子之原子間之吸引力，使分子離解為原子，原子再彼此組合成新分子，新分子之原子間吸引力更大，而損失位能釋出，使更多分子離散重組合，當溫度低於閃點時，分子之原子間位能甚低，火頭之能量只能供少數燃料分子及氧分子離解，再組合釋出之能量不足以使周遭之燃料分子離解，乃無法繼續燃燒。

18.3. 燃點 (Burning point, or Fire point)

燃料可持續燃燒之最低溫度，稱為燃點。溫度達到燃點時，組成分子之原子間之平均距離增大，位能較高，不需太多能量即能使分子離解。故火頭使附近燃料分子及氧分子燃燒所釋出之能量，足以使週遭甚多燃料分子及氧分子離解，燃燒乃得以繼續。

18.4. 船用燃料油之分類

船用燃料油，大都依粘度及蒸餾所得的產品分類；譬如高品質蒸餾油 (Distillates)，動粘度 (V.K. cst @ 38.8℃) 不超過 6 時，稱為燈油 (Gas oil)，供小馬力柴油機之用；低品質蒸餾油或燈油混以少量殘剩油 (Residue fuel)，動粘度不超過 14 時，稱為柴油 (Diesel oil)，劣質燈油或中間蒸餾油和殘剩油之混合，稱為中間燃油 (Intermediate fuel-IF)，依混合比例不同，動粘度亦從 30 至 600 不等；煉

油之殘剩油或再精煉之殘剩油，通常稱為C重油（Bunker C），動粘度約從350至850或以上。不過，各國對船用燃料油之習慣稱呼以及粘度之規定，則稍有不同。

船用燃料油之訂購與價格，大都以粘度為等級依據，因粘度與燃料油其他之品質特性，有相當穩定的相互關係，而煉油廠亦生產相當之品質標準。但自能源危機發生後，油價飛漲，煉油科技進步以及非傳統之船用燃料油供應商加入後，僅靠粘度本身，已不足以代表希望購到之燃油品質，何況越來越多不同之故障報告，起因於同一粘度標準之劣質燃料油。故1978年以來，國際標準化組織（ICS）、英國標準協會（BSI）、國際燃機委員會（CIMAC）、國際船運局（ICS）以及各國船東，燃油供應商、輪機製造商等代表，共同協商，制定船用燃油的等級和標準，目前建議中之等級及標準如下表一，使燃料油之分類標準化。

直到國際組織草擬之船用燃料油等級和標準被通過實施之前，船用燃料油大致分為四大類——

表一 國際組織章製的船用燃油等級和標準

Suggested grades and specifications of fuels to be used by the marine trade when ordering fuels														
	MGO		MDO		MHO (MARINE HEAVY FUEL OIL)									
					IF 40	IF 60	IF 180	IF 380	IF 500	IF 700	IF 700			
(New) CIMAC			CIMAC 1		CIMAC 2	CIMAC 3	CIMAC 7	CIMAC 8	CIMAC 10	CIMAC 12				
ISO			DN 10C		RM 10C	RM 110	RM 21F	RM 31H	RM 41M	RM 51H				
ICS														
BSI (M/A100)	MA (M1)		MB (M2)		MC (M3)		MD (M4)		ME (M5)		MF (M6)		MG (M7)	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Density at 15°C	-	-	-	0.90	-	0.920	-	0.990	-	0.990	-	0.990	-	0.990
Vacuum Reduced by 1000°C	-	-	-	-	-	300	-	600	-	1300	-	3300	-	6000
Viscosity Kinematic	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
cSt at 40°C	1.5	5.5	-	11.0	-	14.0	-	40	-	80	-	180	-	300
cSt at 50°C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Viscosity Saybolt	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
cSt at 100°C	-	-	-	-	-	15	-	25	-	45	-	75	-	100
cSt at 110°C	-	-	-	-	-	10	-	15	-	25	-	35	-	45
Flash Point (°C)	43	-	60	-	60	-	60	-	60	-	60	-	60	-
Flash Point (Upper)	-	-	-	6	-	8	-	34	-	30	-	30	-	30
Flash Point (Lower)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Flash Point (Upper)	-	-	-	6	-	6	-	34	-	30	-	30	-	30
Flash Point (Lower)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cloud Point (°C)	-	-14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cloud Point (Upper)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cloud Point (Lower)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carbon wt%	-	0.20	-	0.25	-	2.5	-	-	-	-	-	-	-	-
Carbon wt%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sulfur wt%	-	1.0	-	3.0	-	2.0	-	3.5	-	4.0	-	5.0	-	5.0
Ash wt%	-	0.01	-	0.01	-	0.01	-	0.10	-	0.10	-	0.10	-	0.10
Sediment by	-	0.01	-	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sediment (Total)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Water Volume %	-	0.05	-	0.25	-	0.30	-	0.30	-	1.0	-	1.0	-	1.0
Water Volume %	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ignition Quality	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Moisture Content	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ppm Vanadium	-	-	-	-	-	100	-	250	-	350	-	600	-	600
Aluminum (l)	-	-	-	-	-	-	-	30	-	30	-	30	-	30

18.4. 1. 中間蒸餾油 (Middle distillates) ，俗稱「白油」。如燈油 (Gas oil) 或輕柴油 (Light diesel oil) 等。十二烷值高於45以上，不含殘剩油或灰份。通常被用於緊急柴油機或救生艇。

18.4. 2. 船用柴油 (Marine diesel oil) ，俗稱「柴油」。大部分地區所稱之船用柴油，係指沸點比燈油高之蒸餾油，十二烷值高於40以上，殘碳、灰份或其他雜質含量很少。但在中東或遠東，常被混以5至10%之殘剩油，離質含量較多。通常廣泛被用於船上副機或主機之備便操俾運轉上。

18.4.3. 斧底燃料油 (Bunker fuel oil)，俗稱「鍋爐油」。為煉油過程中最後剩下之殘剩油 (Residuals)。通常被用於鍋爐。為配合船上駁送，常混以少量廉價低級之中間蒸餾油，以達到所要求之粘度。比重接近1之粘稠黑色液體，含有很高百分比的殘碳、硫、灰和水等雜質。

18.4.4. 混合燃料油 (Blended fuel)，俗稱「重油」。

依不同比例混合白油和鍋爐油之一連串中間燃料油 (Intermediate Fuel, IF)，價格低，大多數港口都能供應，故為目前大多數船用能源之主要來源。低速柴油機一般用 Redwood No. 1 100 °F 1000 ~ 3500 秒之中間油，鍋爐則用 1500 ~ 3500 秒或以上之中間油。

表二顯示船用燃料油之通常稱呼以及相似之其他名稱，和它們最大粘度之關係。

表二 船用燃油之名稱分類

Kinematic Viscosity			Common Name 通用名稱	Approximate Other Names 相似之其他名稱
Centistokes @ 100 °F	Centistokes @ 50 °C	Redwood No. 1/100 °F		
max. 6 cSt			汽油 Gas oil	輕柴油 輕質船用柴油 船用輕柴油 船用輕柴油 船用輕柴油
14 cSt max.			船用柴油 Marine Diesel Oil	重柴油 船用柴油 船用重柴油 船用重柴油
	350 up to 850 cSt	3200 up to 8000 sec.	斧底油 Residual Fuel Oil	斧底燃料油，C重油 斧底燃料油，C重油 鍋爐油、鍋爐燃料油 重質燃料油 船用燃料油 五號燃料油、六號燃料油
	30 up to 460	200 up to 4600	Blended Fuel or IF- 重油	重質燃料油 輕質燃料油 中間斧底燃料油 輕質燃料油 中間燃料油

第十九章 電子航儀

電子航海係因二次世界大戰軍事作戰強烈需要而推動發展，所應用之電子航儀，經軍中操作運用良好，方進一步公開推廣供商用船舶共同參與使用，如此使其在和平用途上，促使商船安全、經濟、便捷航行，進一步導向更佳途徑發展。在軍中艦艇講求行動上保密，但商船上多無此顧慮，因之各類型電子航儀能在軍艦上使用良好，亦同樣適合商船上應用，兩者在安全與便捷航行上要求並無二致。理想之軍用電子航儀，以採無發射機（或無源式）航儀為主，即航儀本身能獨立自行操作，不仰賴外來訊號輔助，即能達成定位導航之操作，由此亦不易受到外界之干擾與限制，此種本身獨立自備，不需外來訊號輔助之航行系統（Navigation system），可簡稱之為船舶自備式航行系統（Ship's self-Contained Navigation system，縮簡稱 SSNS），屬於此類之電子航行系統（Electronic Navigation System），有船舶慣性導航系統（Ship's Inertial Navigation System）；杜卜勒航行系統（the Doppler Navigation system），無線電六分儀航行系統（Radio Sextant Navigation system），以及低光度電視攝像六分儀航行系統（Low Light Level TV Camera Sextant Navigation system）等多種。天文航海所使用之光學六分儀，其量測天體高度經計算而定位之導航方式，正是最早有，且裝備亦最簡單之自備式航海儀器。無線電六分儀與低光度電視攝像六分儀兩航行系統，乃針對天文航海定位導航方式之缺失所研究改善之現代電子航行系統，可惜無線電六分儀之天線佔空間大，雖曾安裝於軍艦作南極航行試用，效果甚佳，但却難適合商用船舶安裝使用，加之天線所接收之無線電波，目前僅限於日與月之公分波長波，仍需進一步研究發展改

善。而低光度電視攝像六分儀，雖已完成測試，但由於係在低光度情況下藉雷射穿透雲霧能力攝像，所需費用較高，仍需先在軍中應用後方能確定其未來發展動向，目前在商船上應用之自備式航行系統，僅有杜卜勒航行系統與船舶慣性航行系統，前者安裝於大型油輪作為杜卜勒繫泊系統（Doppler Docking system），後者則多用於測量與海洋研究船上，而運用慣性與杜卜勒兩航行系統定位導航原理所設計製造之航儀，分別為慣性航儀（Inertial Navigator）與杜卜勒航儀（Doppler Navigator）。

另一大類航儀，則為需藉外來訊號輔助，方能作定位導航操作之航行系統，亦即非自備式航行系統均屬之，像衛星航行系統（The Satellite Navigation System），羅遠 - C 航行系統（The LORAN-C Navigation system），亞米茄航行系統（The OMEGA Navigation system），達卡航行系統（the DECCA Navigation system），以及康梭蘭系統（CONSOL or CONSOLAN system）等均是，所屬之衛星航儀（Satellite Navigator），亞米茄航儀（OMEGA Navigator），達卡航儀（DECCA Navigator），以及羅遠 - C 航儀（LORAN-C Navigator）等，亦正是目前商用船普遍常用之航儀。

由此可知所謂船舶電子航儀，乃參與使用自備式與非自備式航行系統之電子定位裝置，及為船舶航行安全所需之電子量測裝置，簡言之，船舶為達成安全、經濟、與便捷航行所需之電子裝置與系統均屬船舶電子航儀範圍，其操作功能包括含有定位導航、指示船舶艏向與航速、測探、電子通訊部份，係指特高頻無線電話（VHF Radiotelephony）與救難緊急用無線電裝置，需航海人員操作使用，因之亦列入電子航儀範圍，其餘收發報機及衛星通訊裝備操作維護，係由船舶電子官員經營，則列入船舶電子通信（Marine Electronic Communication）範圍內。

電子航行系統可分為基本電子航行系統與高級電子航行系統兩大類。

19.1. 基本電子航行系統 (Basic Electronic Navigation System):

- (1)無線電 (Radio) : 接收對時訊號, 氣象報告, 及航船通告等航行資料。
- (2)無線電測向儀 (Radio direction finder)
- (3)雷達 (Radar)
- (4)聲納 (Sonar)
- (5)羅遠 - A (LORAN-A)
- (6)達卡 (DECCA)
- (7)雷達電標 (Radar Beacons) : 有雷達訊標 (RACON) 與雷達標識 (RAMARK) 兩種。
- (8)嘯遠 (SHORAN, 乃 Short range Navigation 之縮寫字) :
由船舶發射訊號, 觸發兩固定發射台同時發射訊號, 經船舶接收此兩固定發射台所發射訊號獲得兩圓形距離圈相交, 即可得該船舶之定位位置, 定位準確度可高達 25 呎以內, 惜使用距離受地球曲面之限制, 且在某一時間僅能供某一船舶作定位操作使用。

19.2. 高級電子航行系統 (Advanced Electronic Navigation system)

所有今日使用之較新與較複雜之電子航儀裝置與系統均屬之; 包括:

- (1)衛星航行系統 (NNSS or NAVSAT)
- (2)艦船慣性航行系統 (SINS)
- (3)杜卜勒航行系統 (Acoustic Doppler Navigation system)

- (4)射線距 (RAYDIST) : 屬量測圓形距離圈定位之系統，需兩發射連續波 (CW) 之發射機，設置位置之間隔可達 100 浬，由精確追蹤發射機訊號而獲得圓形距離圈相交定位，定位準確度可達 1 ~ 3 米，操作距離視所用電力，亦可達 200 浬。操作頻率為 1.6 ~ 5 MHz，實乃一中短程機動性無線電雙曲線航行系統。
- (5)雷探 (RATAN, 乃 Radar Television Aid to Navigation 之縮寫字) : 乃一雷達電視助航之裝置，係將雷達改良以擴展其使用範圍，利用岸上高清晰度雷達，由超高頻 (UHF) 電視裝備，發射雷達圖像，以供船上電晶體化之電視接收機接收，俾便能詳明顯示港區內海岸線、浮標、燈塔、來往船隻、以及其他標識等，使雷探能作為港區全天候導航應用，並有高清晰度顯示能力，且裝備費用並不昂貴，惜操作全受岸上發射台所支配，若接收頻道受到干擾，效果將差。
- (6)羅遠 - C & D (LORAN-C&D)
- (7)亞米茄航行系統 (OMEGA Navigation System)
- (8)康梭或康梭蘭系統 (CONSOL or CONSOLAN system)
- (9)自動測繪 (裝置) 雷達 (Automatic Radar plotting Aids, 縮簡稱 ARPA)
- (10)鮑笛士航行系統 (the Bowditch Navigation system)

19.3. 依所獲得位置線形式或所得定位方式分類

可將電子航行系統分類為：

19.3.1 由雙曲線形 (Hyperbolic) 位置相交而獲得定位，有：

(1)羅遠 - A (LORAN-A)

(2)羅遠 - C (LORAN-C)

(3)羅遠 - D (LORAN-D)

(4)達卡 (DECCA)

(5)亞米茄 (OMEGA)

(6)射線距 (Raydist) : 雙曲線位置線圖式之射線距。

19.3.2 圓形 (Circular) 距離圈相交獲得定位，有：

(1)嘯遠 (SHORAN)

(2)射線距 (Raydist)

19.3.3 方位線 (Azimuthal) : 僅供以方位線，有：

(1)無線電測向儀

(2)康梭或康梭蘭 (CONSOL or CONSOLAN)

19.3.4 由方位——距離 (Range-Bearing) 決定位置點，有：

(1)雷達 (Radar)

(2)雷探 (RATAN)

19.3.5 由運動探測 (Motion Sensing) 而獲得定位，有：

(1)衛星航行系統 (NNSS)

(2)慣性航行系統 (SINS)

(3)杜卜勒航行系統 (Acoustic Doppler Navigation system)

19.4. 依操作距離範圍分類

可將電子航行系統分類為：

19.4.1 短程 (Short-range) : 有雷達、雷探、嘯遠…………等。

19.4.2 中程 (Mid-range) : 有射線距、羅遠 - D、達卡 (DECCA)
…………等。

19.4.3 長程 (Long-range) : 有羅遠 - C、亞米茄、慣性、衛星、康梭或康梭蘭、杜卜

19.5. 無線電雙曲線航行系統 (Radio Hyperbolic Navigation system)

目前商用船舶常用之電子航行系統，主要為無線電電子航行系統，乃因所使用之電子航儀，需接收羅遠 - C、亞米茄、達卡、以及衛星等航行系統所發射之無線電波訊號或訊文作定位導航操作而有此稱謂，但若從各常用電子航行系統所獲得之定位位置線圖式上看，羅遠 - C、亞米茄、以及達卡等系統所得之定位位置點，係由雙曲線形式之位置線相交而得，因之均屬無線電雙曲航行系統。羅遠 - C、亞米茄、以及達卡等之位置線圖式雖均為雙曲線形態，但不同之航行系統，均有其各別不同之位置線識別表示方式，現用之天經衛星航行系統 (Transit Satellite Navigation system)，雖不能稱其為無線電雙曲線航行系統，但其定位操作原理，亦與雙曲面 (the Surface of Hyperboloid) 密切有關，可知目前商用船舶常用之電子航行系統，實際上係以無線電雙曲線航行系統為主，軍中艦船，除與商用船舶共用此等無線電雙曲線航行系統外，多有天經衛星航儀及本身能獨立操作之自備式慣性航儀。

19.6. 羅遠—A 航行系統 (LORAN-A Navigation System)

由於涵蓋面積小，性能差，已萎縮由羅遠 - C 航行系統所取代，目前僅部份地區仍使用羅遠 - A 航儀外，美國所設置之羅遠

- A發射台組 (LORAN-A Chains)，均已在 1980 年七月底
前關閉或轉移他國操作使用。

19.7. 羅遠—C 航行系統 (LORAN-C Navigation system)

由美國海岸防衛隊經營管理，現已有羅遠 - C發射台組 (LORAN-C Chain) 十四組，每一羅遠 - C發射台組由一主台與二至四副台組成，地波涵蓋範圍約 1200 哩，若羅遠 - C航儀安裝正確，無外來 70 至 130 仟赫之電波干擾，且操作又正確，則羅遠 - C航儀定位之絕對準確度，將可達 $\frac{1}{4}$ 哩。

19.8. 達卡航行系統 (DECCA Navigation system)

乃一中短程無線電雙曲線航行系統，通常一達卡發射台組 (DECCA Chain) 由一主台與紅、綠、紫三副台組成，現有達卡發射台組 51 組，計歐洲 25 組，中東 3 組，加拿大 2 組，印度 3 組，孟加拉 1 組，日本 6 組，南非 5 組，澳洲 2 組，奈及利亞 4 組。每一達卡發射台組之有效涵蓋範圍約為 240 哩，定位準確度可達 ± 50 米 (100 哩以內，95 時間)，為目前世界現有之電子航行系統中，唯一由英國民間達卡航儀公司經營管理之電子航行系統。

19.9. 亞未茄航行系統 (OMEGA Navigation system)

為唯一國際間共同合作之電子航行系統，全球共設發射台八

座，按原設計，由正方體之 8 角投影至內接地球球體上，全球設發射台 8 座，實際涵蓋全球六球發射台已足，多設二台，以便發射台輪流定期保養維護。由於亞米茄使用之特低頻（VLF）電波，在空中傳播受到多種影響因素，使亞米茄航儀不能獲得原設計日間±1 哩，夜間±2 哩之定位準確度，設於澳洲之發射台，遲至 1982 年 4 月方正式發射訊號操作，但澳洲附近海域定位情況仍差，我國台灣地區亞米茄航儀之使用情況亦極差，因之亞米茄目前僅能用作大洋航行之航儀，定位準確度已更改為 2 至 4 哩。

10.10 天經衛星航行系統（Transit Satellite Navigation system）

即現用之衛星航行系統，係由美海軍研究發展室所研究發展而成，1967 年 7 月，由美國開放供全球各國自由使用，該系統由於受所發射繞地球兩極運行之人造衛星數量所限，僅能作間歇性定位。由數年來使用船舶衛星航儀之經驗，我國台灣北部地區使用衛星航儀定位準確度，靜態約為 0.45 哩，與航儀廠商所提之 0.05 哩定位準確度，相差甚多。

19.11 航行星／環球定位系統（NAVSTAR/Global positioning system）

美國為其軍事上用途需要，自開放天經衛星航行系統供世界各國自由使用後，又積極展開航行星／環球定位新衛星航行系統之發展，新系統能同時供無限制數量船舶與飛機在世界任何地區連續定位使用，且定位準確度極高／軍用之定位準確度可高達十米以內，民用則在 100 米至 200 米間，且定位準確度由美國國防

部所控制)，預定自 1988 年起，可望全面供艦船作平面定位導航使用，1989 年起，則可供三度空間之飛機飛行導航應用。主持該系統發展政策之美國國防部，鑒於該系統已投下巨額資金發金發展，並為維護該新衛星系統之長期運用，已透過美國國會同意，將採收取年費方式方可參與使用，同時為減輕美政府之後勤軍費負擔，決定自 1988 年起，亦將船舶、飛機常用之天經衛星、羅遠 - C 亞米茄等電子航行系統萎縮，以便全面共用新衛星航行系統。

19.12 杜卜勒航行系統 (Doppler Navigation system)

屬自備式電子航儀，無需外來訊號或訊文輔助，即可獨立作定位導航操作。由於聲波在深海中遭海水反射，使定位準確度差，因之多用作為繫泊系統，商用船舶中，油輪使用較多。

19.13 康梭或康梭蘭航行系統 (CONSOL or CONSOLAN system)

乃長程方向性無線電電標系統，目前，全球共有發射台 13 座，操作頻率在 190 至 370 仟赫間，可供船舶與飛機使用。使用時，僅需一般能接收中頻 (M F) 訊號之無線電接收機，即可操作應用，為航行系統中唯一無需特定航儀裝置之系統。

19.14 慣性航行系統 (Inertial Navigation system)

目前多在軍中艦船飛機使用，商用船舶則限於在海洋研究船

、測量船、探勘船等特殊作業船中應用。由於慣性航儀乃一自動化操作推算系統，在水下、水面、空中，以及太空運用效果均極佳，已成為真正世界性電子定位航儀。為使能推廣於一般商用船舶使用，生產慣性航儀之美 LITTON 公司，亦曾將慣性航儀在油輪上試用一年，惜累積誤差與裝備費用高，目前仍難在一般商船普遍採用。

第二十章 自動控制名詞

20.1. 自動控制(Automatic control)：

一系統依照其輸入之命令信號，調整其輸出量，例如位置、速度、溫度、壓力、電流，及電壓等，使其達到所希望之情況。

20.2. 控制系統(Control system)：

由各種不同之機件組合在一起，以執行預定之任務或調整被控制變數（輸出量）。

20.3. 順序控制(Sequence Control)：

信號之傳達為單方向，亦即依既定之程式（Program）自動執行控制動作，此種控制系統稱為開環控制系統（Open loop control system）

20.4. 回授控制或反饋控制(Feedback Control)：

於開環控制系統中，將輸出信號經由回授途徑送回至輸入端，形成閉迴路，因此輸出和輸入有比較，如二者不一致時就產生誤差信號，促使系統自動調整其輸出，直到無誤差時為止。

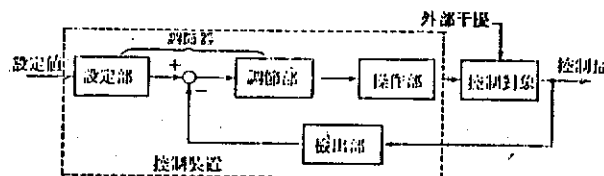
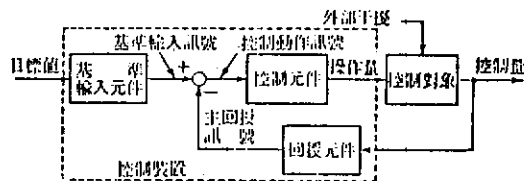
20.5. 自動化(Autom ation)：

爲 Automatization 或 Automatic operation 之簡稱，指順序控制或回授控制或由二者所組合而成之系統。

20.6. 控制系統(Control system)：

20.6.1 控制量 (Controlled Variable)：屬於控制對象之量。

20.6.2 目標值 (Reference set-point)：爲使控制量達到某一目標之值而從外部所加入之值，當它爲一定時又稱設定值。



20.6.3 基準輸入信號 (Reference Signal)：目標值經基準輸入元件後之信號。

20.6.4 主回授信號 (Feed-back Signal)：與控制量保持一定關係之回授信號，用作比較基準輸入信號和控制量。

20.6.5 控制動作信號 (Error Signal or Control action Signal)：爲基準輸入信號和主回授信號之差，亦即使系統發生控制動作之信號。

- 20.6.6 操作量 (Manipulating signal) : 爲調整控制量而加於控制對象之量。
- 20.6.7 外部干擾 (External disturbance) : 除基準輸入信號外 能使控制量發生變化之信號。
- 20.6.8 控制偏差 (deviation) : 目標值和控制量的差值。
- 20.6.9 控制對象 (Controlled plant) : 產生控制量之部份。
- 20.6.10 控制裝置 (Control device) : 附加於控制對象以遂行控制任務的裝置。
- 20.6.11 基準輸入元件 (Reference element or Input element) : 把目標值轉換爲基準輸入信號之元件，又稱設定部。
- 20.6.12 控制元件 (Control element) : 把動作信號轉變爲操作量之元件。
- 20.6.13 回授元件 (Feed element) : 把控制量轉變爲主回授量之元件。
- 20.6.14 檢測部 (Sensor or Transducer) : 把控制量檢出，使它能和基準輸入信號相比較之部份，相當於人類的感覺器官。
- 20.6.15 控制部 (Controller) : 接受基準輸入和檢測部輸出之差之信號，產生使控制系統作預定之動作所需之信號，而送至操作部之部份，此部相當於人類的腦部。
- 20.6.16 操作部 (Actuator) or 終控元件 (Final control element) : 把來自控制部之信號轉變爲操作量，使控制對象動作之部份，此部相當於人類之手足。

20.7. 自動控制系統分類

- 20.7.1 定值控制 (Regulating control) : 目標值一定之自動控制，例如發電機引擎調速器之保持恒速。
- 20.7.2 追值控制 (Follow-up control) : 目標值變化之自動控制，又可區分為追蹤控制，比率控制和程式控制。
- 20.7.3 追蹤控制 (Tracking control) : 目標值隨時間任意變化之追值控制，例如船舶之操舵裝置。
- 20.7.4 比率控制 (Proportional control) : 目標值和其他量保持一定比率關係而變化之追值控制，例如鍋爐燃燒用之燃料和空氣經常保持 1 : 15 左右之比率。
- 20.7.5 程式控制 (Programmed control) : 依照預定之程式 (program) 且隨時間而變化之追值控制，例如出港後之加速程式及到港前之減速程式。
- 20.7.6 自動調整 (Automatic regulation) : 主要用於動力方面，例如引擎之調速，發電機之自動電壓調整、自動增益控制 (AGC)、自動頻率控制 (AFC) 等目標值為一定之定值控制。
- 20.7.7 伺服機構 (Servomechanism) : 以機械位置作為控制量之閉迴路控制系統之總稱，通常均以位置或角度作為控制量之追值控制系統，例如伺服閥。
- 20.7.8 程序控制 (Process Control) : 製造工業大致可分為加工工業 (例如汽車、機械等) 及程序工業 (如化工、石油工業等) 兩大類，前者主要有順序控制，後者主要為定值控制，本質上包含入出量控制、環境條件控制和終點控制。
- 20.7.9 單變數控制 (Single-variable Control) : 控制量和操作量各僅有一個之控制。
- 20.7.10 多變數控制 (Multi-variable control) : 控制量和操作量

各有二個以上之控制。

20.7.11.自力控制 (Self-control) : 使操作部動作所必需之能量直接得自控制對象且通過檢測部之控制。

20.7.12.他力控制 (Separate control) : 使操作部動作所需之能量係由其他之補助能源所供給者。

20.8. 動作特性 (Action Characteristics)

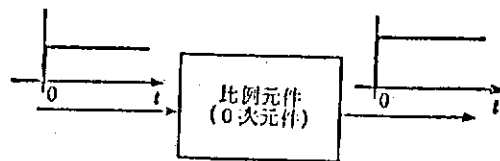
20.8.1 級響應 (Step response 或 inilicial response) : 將一定元輸入信號 (單位級狀函數) 加於元件或系統，觀察其輸出信號，稱級響應。

20.8.2 暫態響應 (Transient response) : 當控制系之平衡狀態被破壞，經由過渡狀態達到新的平衡 (即穩定狀態)，在此過渡時間內之變化情形稱之。

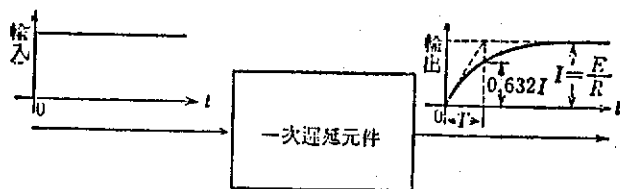
20.8.3 時間遲滯元件 (Time delay element) : 元件被施加輸入信號，於經過一段時間後才有輸出信號變化之元件稱之。



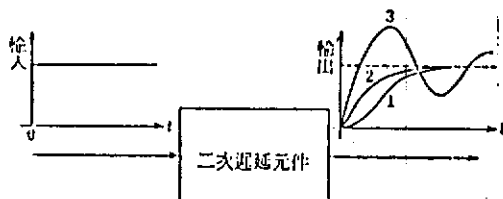
20.8.4 比例元件 (Proportion element) : 輸出之變化和輸入成比例，且無時間上之遲滯元件稱之。



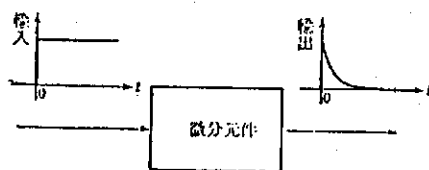
20.8.5 一次遲延元件 (First-order delay) : 如下圖, 當輸入變化時, 輸出須經一段時間才能達到新的平衡之元件稱之。



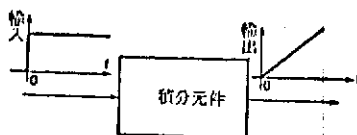
20.8.6 二次遲延元件 (Second-order element) : 級響應如下圖所示之元件稱之。



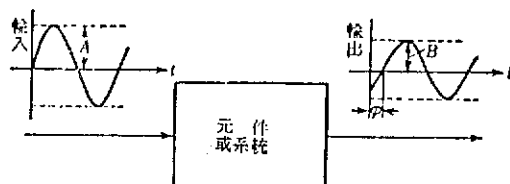
20.8.7 微分元件 (Differentiator) : 如下圖, 輸出信號和輸入信號之微分成比例之元件稱之。



20.8.8 積分元件 (Integrator) : 如圖, 輸出信號和輸入信號之時間積分成比例之元件稱之。



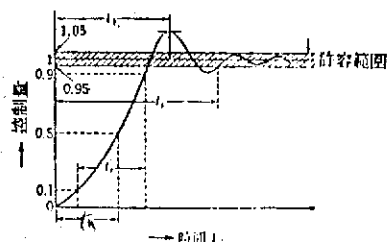
20.8.9 頻率響應 (Frequency response)：如圖，將正弦波形之輸入加於某元件或系統，改變其頻率，現察其響應（輸出），其關係稱之。



20.9. 控制性能 (Control Performance)

20.9.1 穩定度 (Stability)：表示控制系穩定之程度，可用迺奎氏線圖或包德圖表示。

20.9.2 速應度 (Response Speed)：表示對於輸入之變動，能儘速追隨之能力，系統響應之速度可由延遲時間、上升時間、超射時間、安定時間及超射量來表示。



20.9.3 延遲時間 (Delay time) (t_d)：到達最終值之 50% 所需之時間。

20.9.4 上升時間 (Rise time) (t_r)：自最終值之 10% 至 90% 之時間。

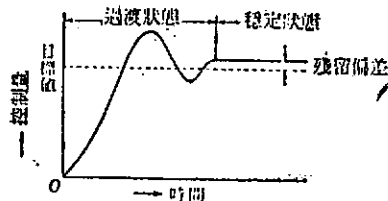
20.9.5 超出時間 (Overshoot time) (t_o)：自開始到超射出現之時間。

20.9.6 安頓時間 (Settling time) (t_s)：控制量到達最終值之誤差範圍（通常為 $\pm 2 \sim 5$ ）之時間，而且以後不會超越本範圍。

20.9.7 時間常數 (Time Constant) : 到達最終值之 63.3 % 之時間。

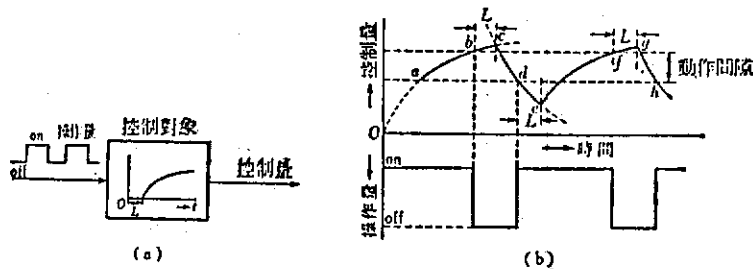
20.9.8 時間延遲 (Time Lag) : 自輸入加上後到開始有輸出之時間。

20.9.9 精確度 (Accuracy) : 表示控制系統達平衡狀態後，偏離目標值之強度，即目標值和控制量間有殘留偏差存在之大小稱之。

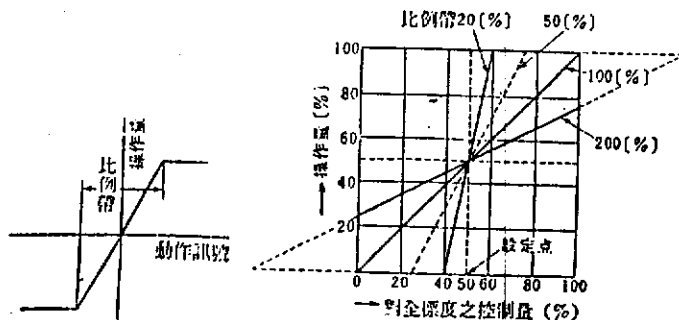


20.10 控制動作 (Control action)

20.10.1 二位置動作 (ON-OFF action) : 控制裝置之響應依動作信號之正負所作開 (ON) 或關 (OFF) 之狀態者稱之。

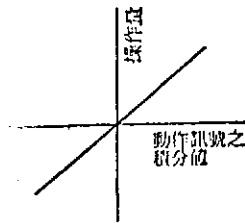


20.10.2 比例動作 (P 操作) (Proportion action) : 操作量和動作信號之現在值成比例者稱之，如下圖

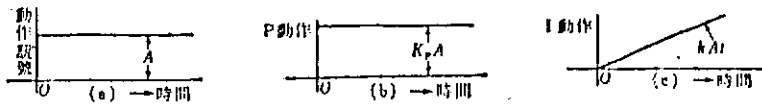


20.10.3 比例帶 (Proportion band)：將控制量之範圍 (對操作部之全操作範圍而言) 表示為調節計上標度範圍之百分比，表示比例動作之強度。

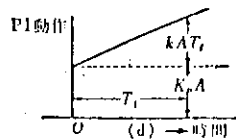
20.10.4 積分動作 (Intragting action)：操作量和動作信號之積分值成比例者稱之。



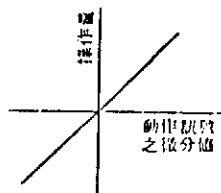
20.10.5 比例 + 積分動作 (Piaction)：在比例控制動作中加入積分動作，可用以消除比例控制動作產生之殘留偏差。



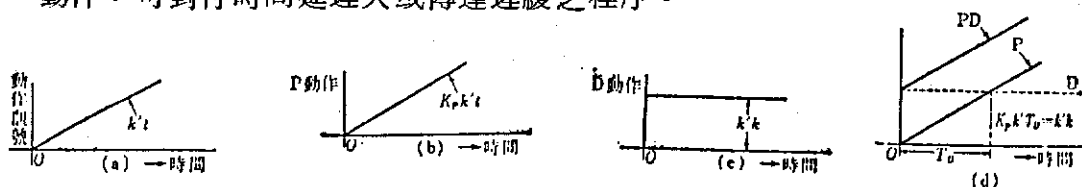
20.10.6 積分時間 (Integration time)：在 P I 動作中，如調節計之輸入信號是級狀變化，I 動作之操作量達到 P 動作操作量所需之時間稱之。



20.10.7 微分動作 (D action)：操作量和動作信號之微分值成比例者稱之。



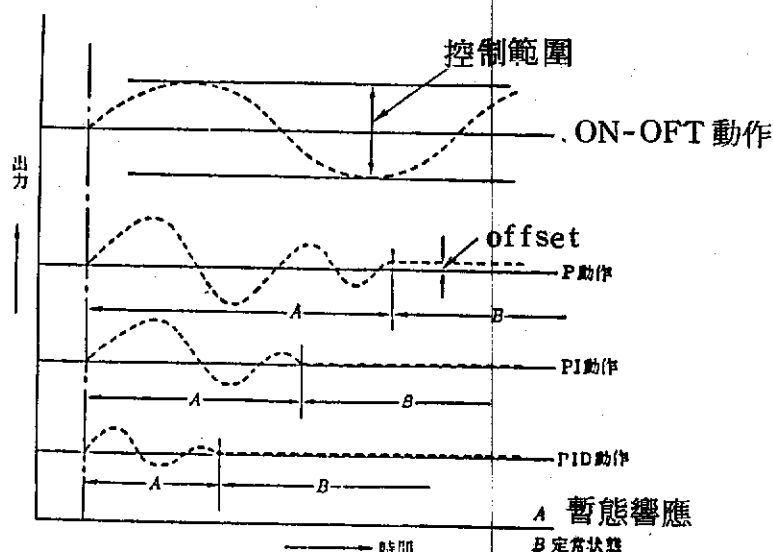
20.10.8 比例+微分動作 (Pdaction)：在比例控制動作中加入微分動作，可對付時間延遲大或傳達遲緩之程序。



20.10.9 微分時間 (Differentiation time)：以一定速度變化之動作信號加於調節計，僅由P動作之操作量之變化到達D動作操作量所需之時間稱之。

20.10.10 比例+積分+微分動作 (PID 動作)

在比例控制動作中加入積分和微分控制動作，如下圖，能消除PI動作和PD動作之缺點，響應快，穩定性佳，且沒有殘留偏差，其控制特性如下圖，可見其暫態響應依ON-OFF P. PI PID 控制動作之順序，愈早回復到穩定狀態。



四種控制動作之比較

20.11 電纜之彎曲電介質試驗及燃燒試驗

20.11.1 彎曲電介質試驗 (Bend dielectric test)

(a) 配電盤絕緣線

取一適當長度可作彎曲試驗之電線成品為試樣，分別在相距 50 mm 之兩點上繞著與其直徑相同之軸棒，徐徐沿同一方向彎曲 90° ，試樣外皮應不破裂，並在彎曲部份應能承受徐徐加壓至 5000 伏特。本項試驗對截面積不超過 8 mm^2 之電纜實施。

(b) 無機物絕緣電纜

取適當長度可作彎曲試驗之電纜成品為試樣，在室溫下，繞著為其直徑十二倍之軸棒作 180° 彎曲，弄直後再繞著反方向彎曲 180° ，以上之過程重複三次，共彎曲六次彎，（每個方向彎曲三次）。再浸入水中二小時後應能承受交流電壓 1500 伏特，維持五分鐘。

20.11.2 無機物絕緣電纜之壓扁試驗

取兩段適當長度之成品電纜在距其端點 30 cm 處，壓扁至厚度為公稱直徑之三分之二，其被覆應無裂痕。再將壓扁樣本放入水中一小時後應能承受交流電壓 1500 伏特加於導體間及各導體與被覆間維持二分鐘。

20.11.3 燃燒試驗 (Flammability test)

以 1.2 公尺長之電纜試樣，垂直懸掛於三面有圍隔 (three-sided enclosure) 正面及頂部開敞而內部足可容納電纜之罩箱 (enclosure) 內。用口徑 10 mm 內充燃性氣體之噴燈 (gas burner)，點燃並調整其壓力使外部火焰錐 (inner bl-

ue cone) 長約 40 mm , 在難電纜下端約 30 cm 處以內焰頂部 (tip of the cone) 燃燒之 , 爲了解火焰熱度是否正確 , 用直徑 0.7 mm 之裸銅線橫置於噴燈口上約 50 mm 之火焰內 , 一端固定另一端垂直於噴燈邊邊緣 , 若該裸線於 6 秒鐘後才溶化則火焰熱度不合試驗要求 , 噴燈應與電纜成 45 度角燃燒之 , 所燃時間依下式計算之。

$$t = 10 + \frac{w}{50}$$

t = 秒

w = 電纜樣品重 (公克)

此試驗不需連續燃燒而以燃燒 10 秒中斷 10 秒交互進行 , 試畢移去噴燈 , 電纜之等級按下列區分 :

- (1) 延燃性 (flame extending) : 火焰燒完試樣之全長。
- (2) 難燃性 (flame retardant) : 火焰在到達試樣上端前熄滅。
- (3) 抗燃性 (fire resisting) : 火焰在到達試樣上端前熄滅 , 且經冷卻後能耐電纜額定之兩倍爲時一分鐘。

20.11.4 難燃試驗 : (Flame retardant test)

取 600 mm 長之電纜成品試樣垂直夾著 , 將口徑 10 mm 之本生燈調整火焰長約爲 125 mm , 內部藍色火焰錐長約 40 mm , 在難電纜下端約 30 mm 處以火焰頂端燃燒之。本生燈應保持與電纜之垂直線 45° 角 , 電纜外徑不小於 50 mm 時使用一盞本生燈 , 外徑大於火焰持續時間由下列公式導出 :

$$t = 60 + \frac{w}{25}$$

t：燃燒時間（秒）

w：樣品重量（公克）

當火焰終止燃燒時樣品應能自動熄火，其燒焦或受影響之部份不應遠到頂點。本試驗適用於無機物以外之絕緣電纜。

20.11.5 抗燃試驗（Flame resisting test）

取 1200 mm 電纜成品試樣，夾住使保持於水平，中間部份以兩個相隔 300 mm 之金屬環支持之，連同金屬及任何其他支持裝置都應接他。將一星形連接變壓器經三安培熔絲接至電纜各相，其中性點經五安培熔絲接地。樣品之心線應分別接至不同之相位，若三心以上時則分成三組接至三相上，其相鄰間之導體應接至不同之相位，單心電纜壓應加於導體及接地之間。加熱源為 610 mm 長之管形瓦斯汀，距其瓦斯汀 65 mm 上方的溫度應為 750°C。供電後調整電壓至電纜額定電壓，並降低樣品位置與瓦斯燈平行，使電纜低側面在瓦斯燈上面 65 mm。火焰及試驗電壓應繼續維持三小時，停止十二小時後，再如上述繼續加電壓及燃燒三小時，試驗中所加之電壓應不低於電纜額定電壓，三安培熔絲應不致熔斷。本試驗僅適用於抗燃電纜。

第二十一章 甲板機械

21.1. 甲板起重機

一、定義：

以往船舶所用傳統式貨物裝卸裝置 (Cargo gear system) 裝置雖然有造價低之優點，但是因其有一大堆的索具 (Rope) 及滑車 (Block) 等裝備，故操作前的準備工作操作後的善後工作很是耗費船員的心力，且其操作時所需的技巧更是非一般不熟練的工人所能勝任的，尤其是在操作間須常變換仰角的工作，則更為不便，並且操作時均於暴露甲板上之惡劣環境之下，比較危險，故現代船舶均採用甲板起重機 (Deck crane) 來做吊貨的工作。

二、優點：

人員操作時均於操作室內為之較安全。

機械本身即可做俯仰 (Luffing)，旋迴 (Slewing)，捲上 (Hoisting up)，捲下 (Hoist down) 之動作，故操作較容易。

操作前的準備及操作後的善後工作較容易，平時保養亦容易，可減輕船員的工作負荷。

造船廠之艙裝工作較單純容易。

三、缺點：

價格較高。

本身之自重較大。

四動力：

甲板起重機之動力有電動式 (Electro mechanical) 及
電動油壓 (Electro hydraulic) 兩種。以電動油壓方式較常
採用。

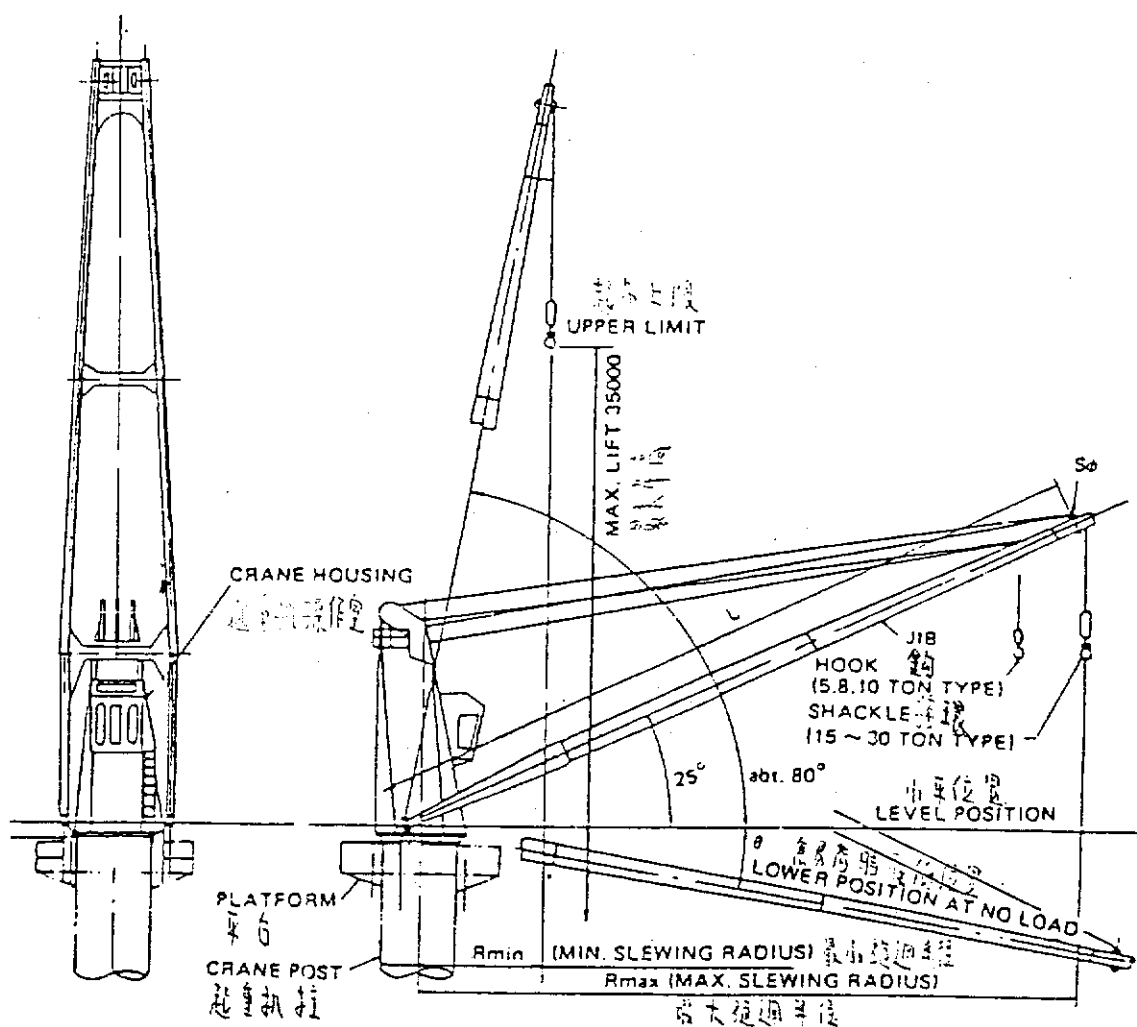
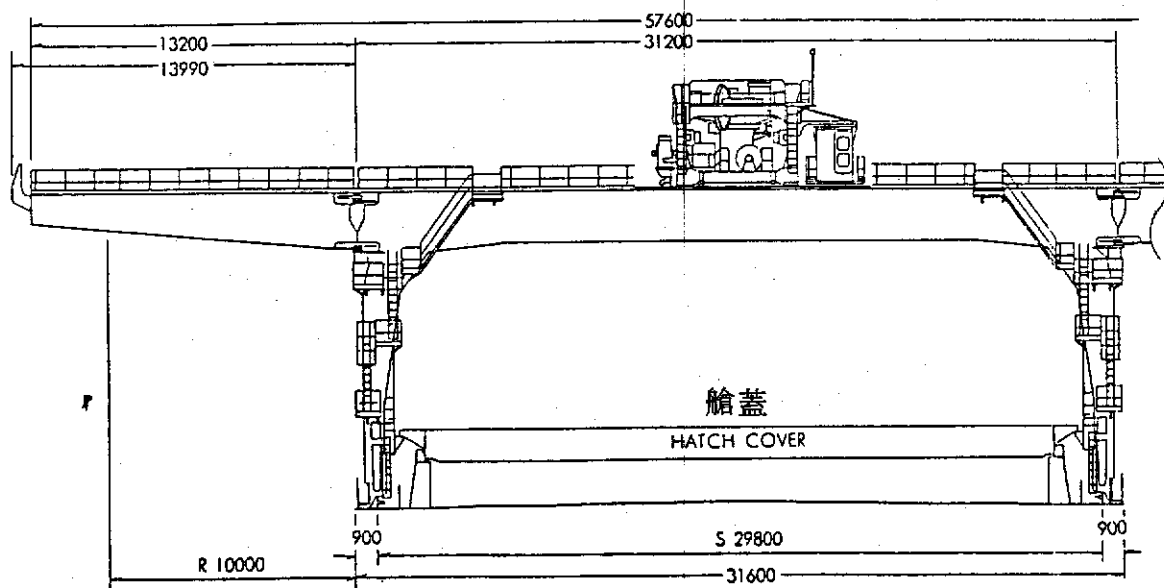


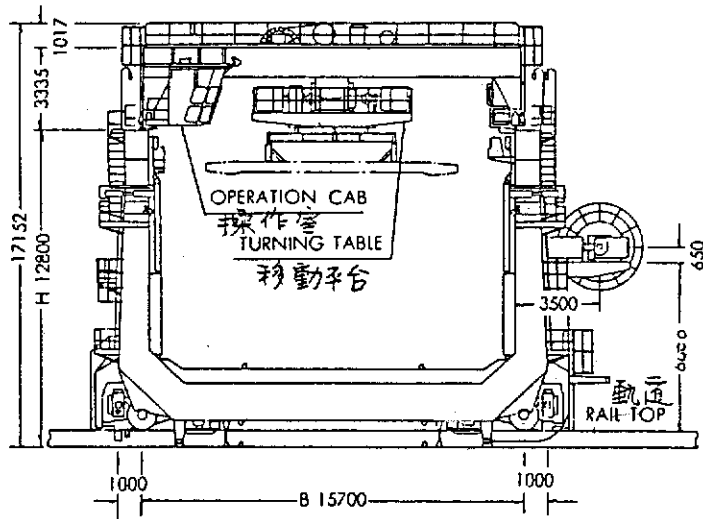
圖 1 甲板起重機一般佈置圖

21.1.2 高架起重機 (Gantry crane) :

本型起重機為特種船舶使用，如貨櫃船及子母船等，其形狀如一門狀，兩腳跨在船舶之兩舷，兩腳之底端裝有可提供起重機本身前後移動之輪子，而起重設備裝設在門型之樑上，其本身亦有輪子之裝設可供起重設備從門樑之一端移至另一端。
(請參閱下圖說明)



(A)正視圖



(B)側視圖

圖 2 門埋移動起重機

21.1.3 伸縮型起重機 (Telescope crane) :

有些船舶起重機放置之位置較窄小，但起重機又要外伸有離船邊一段距離起吊貨物，故為適應此要求，起重臂便形成可伸縮之型態，於收存時起重臂縮進起重臂本身中，形成短短的段，如此較不佔甲板上之有限空間。（請參閱下圖說明）

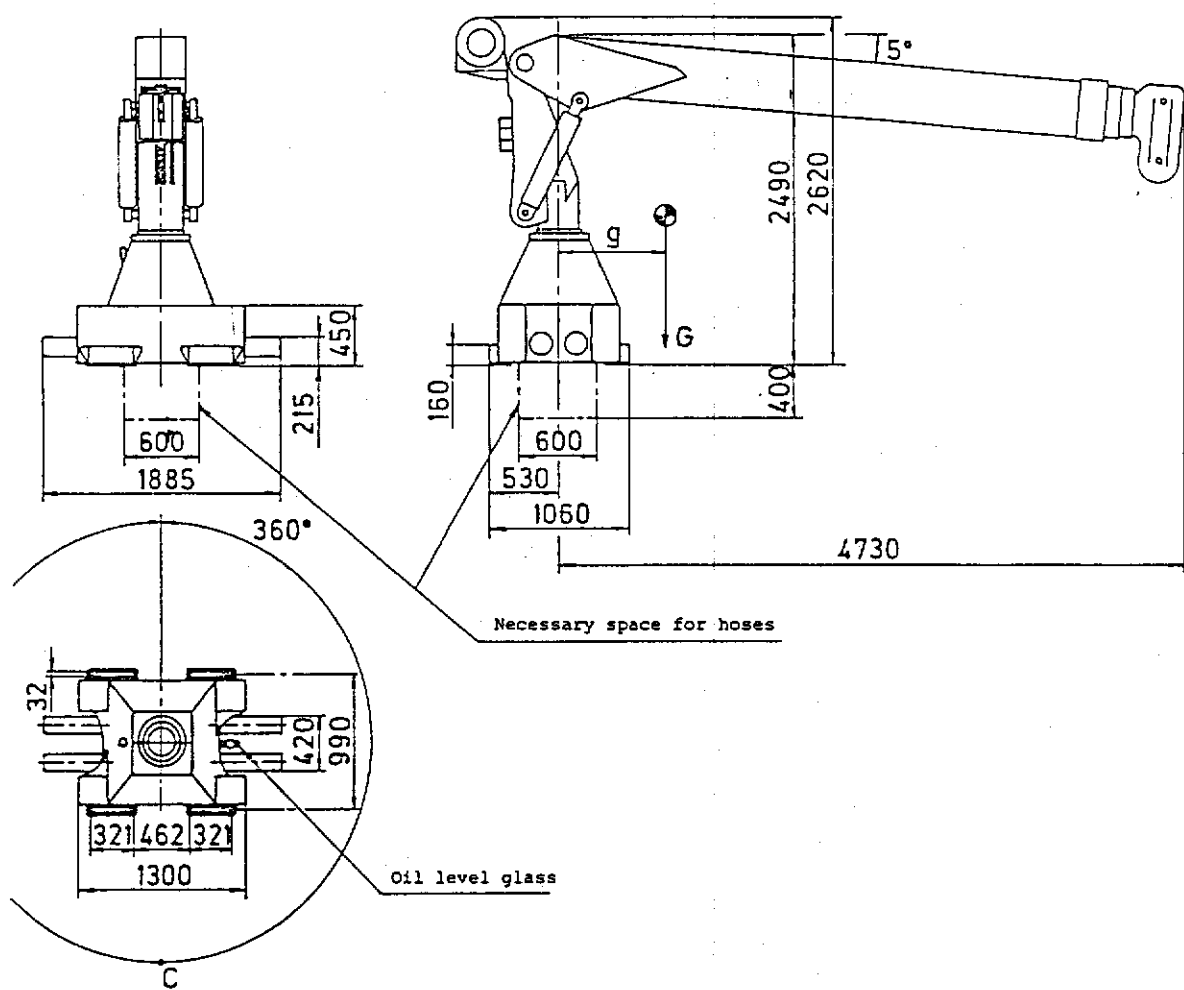


圖 3 收存時之伸縮型起重機

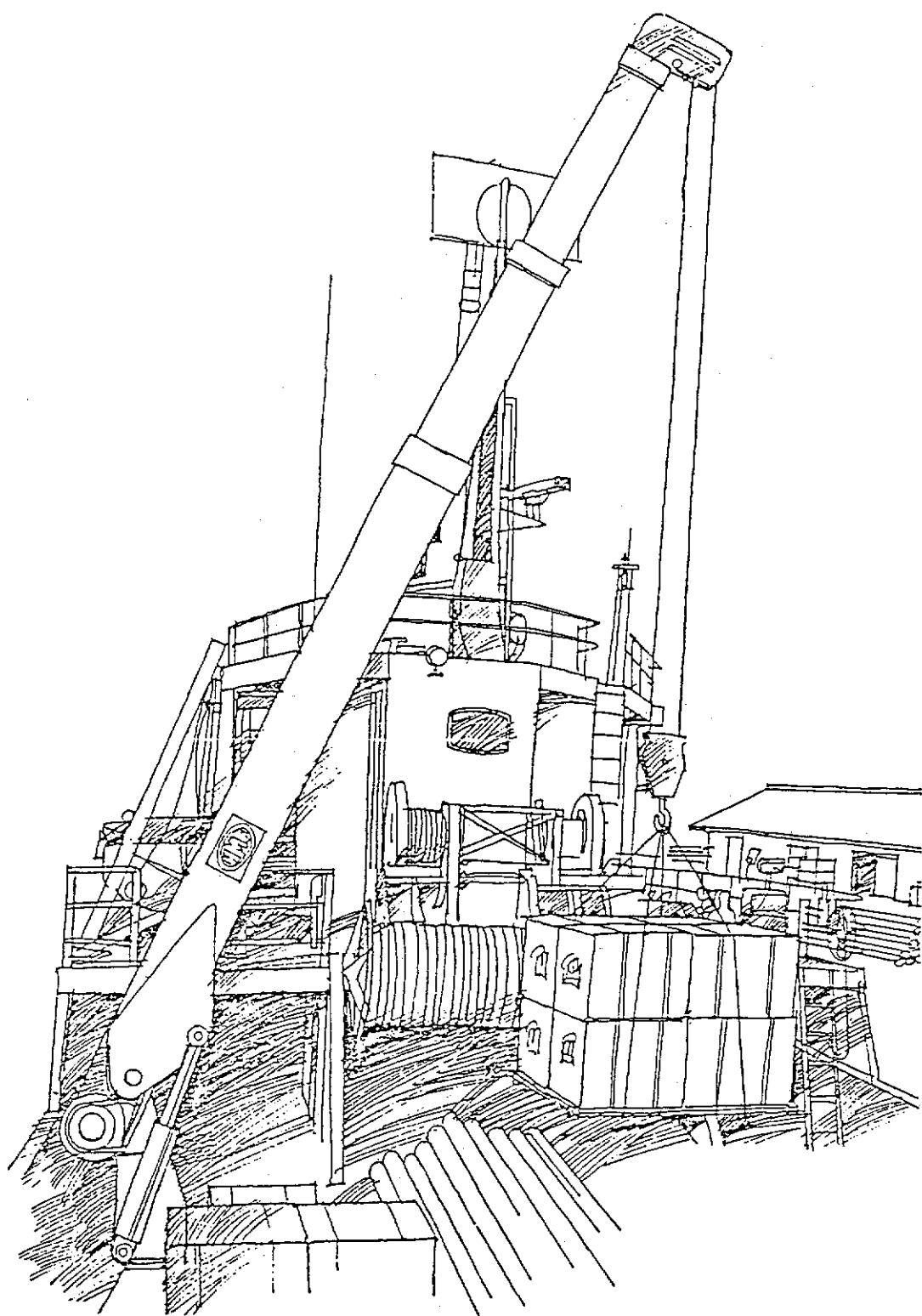


圖 4 使用中之伸縮型起重機

21.1.4 折疊式起重機 (Folding crane) :

由於伸縮型起重機其在起重臂外伸最大狀況時，其負荷力較小，如採用本型起重機，在收存時起重臂折疊，於使用時再以油壓伸直起重臂，亦可達到節省甲板空間之目的。

(請參閱下圖說明)

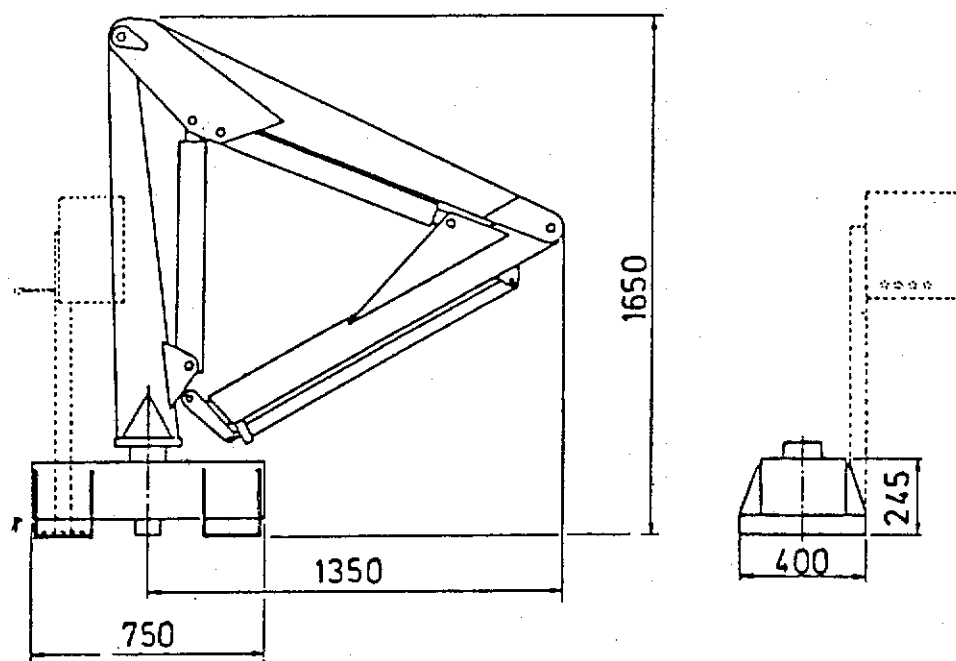
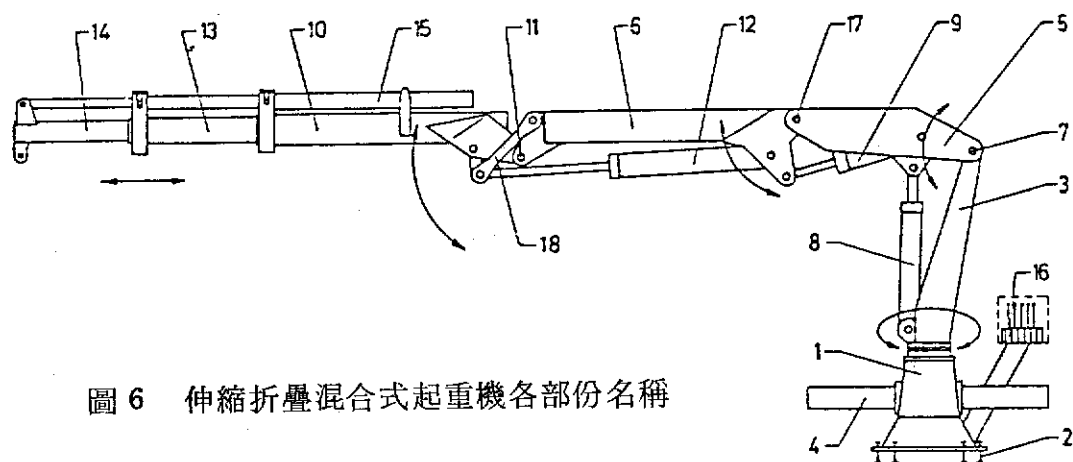


圖 5 折疊型起重機



1. Base 基座
2. Mounting bolt 基座固定螺栓
3. Crane pillar 起重機柱
4. Slewing ram 迴轉撞槌
5. Main boom I 主吊桿 I
6. Main boom II 主吊桿 II
7. Hinge pin for main boom 主吊桿鉸鏈插梢
8. Tilting ram I 折疊撞槌 I
9. Tilting ram II 折疊撞槌 II
10. Bending arm 折疊臂
11. Hinge pin for bending arm 鉸鏈插梢
12. Bending ram 折疊撞槌
13. Inner jib extension 延伸內吊臂
14. Outer jib extension 延伸外吊臂
15. Extension ram 伸縮撞槌
16. Control valves 控制閥
17. Pin for main boom II 主吊桿 II 之插梢
18. Link arm system 連結臂系統

21.2. 錨機

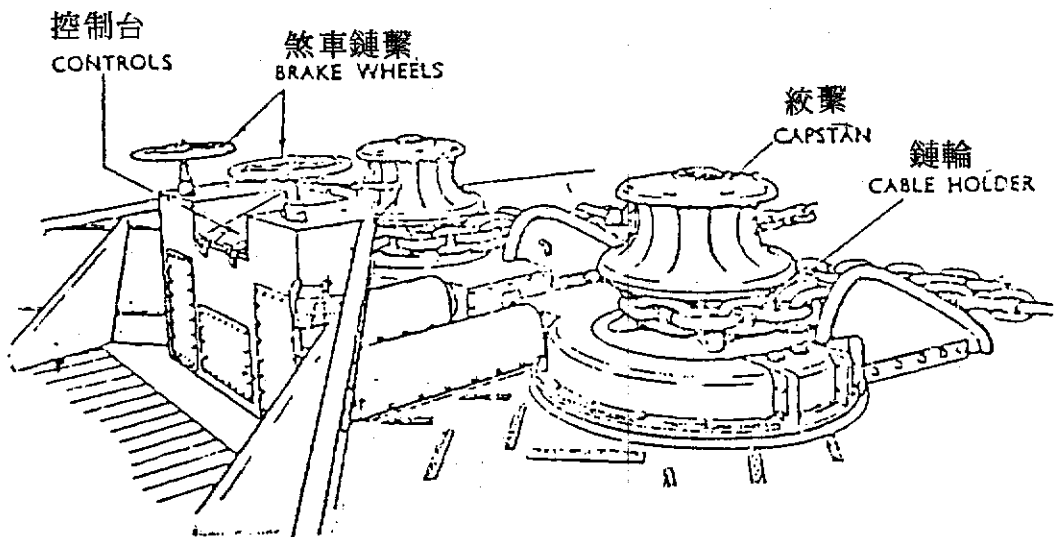
一定義：

錨機 (Windlass) 係作船舶起落錨之用，因其所用原動力及型別之不同，概略可分為人力錨機 (Handle driven windlass)，汽動錨機 (Air or steam driven windlass)，電動錨機 (Electro mechanical driven windlass)，及電動油壓錨機 (Electro hydraulic windlass) 等四種。

21.2.1 垂直軸式錨機 (Vertical shaft type)

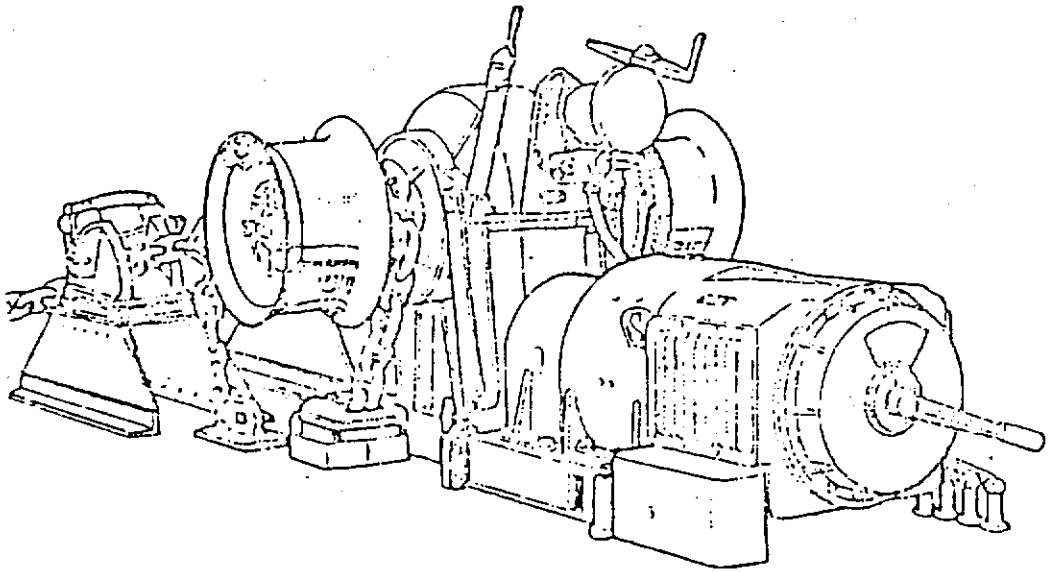
上面為一絞盤 (Capstan) 下面為一鏈輪 (Wildcat)，通常小型船舶均採用此種錨機，因其較不佔甲板之空間。

(請參閱下圖)



21.2.2 水平軸式 (Horizontal shaft type)

傳動軸為水平佈置，一般多帶有繫船索筒 (Hawser drum) 及捲索頭 (Warping head) 兼作繫船絞俾 (Mooring winch) 使用。(請參閱下圖)

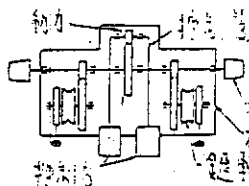
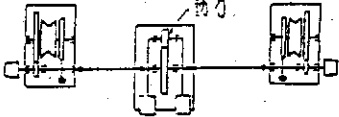
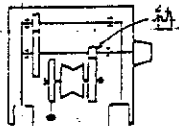
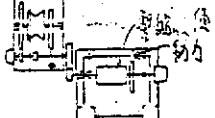
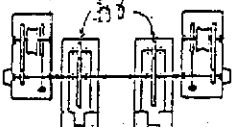
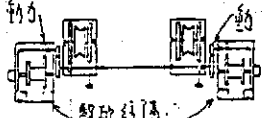
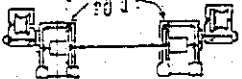


水平軸式錨機由其佈置又可分爲：

- a. 普通型 (Ordinary type)
- b. 獨立型 (Independent type)
- c. 連結型 (Couple type)

(各型的簡說請參閱下面附表說明)

(JIS F 6710 - 1975 附註)

<p>普通形 (F) Ordinary Type Anchor Windlass</p>	<p>(普通形) 同軸式 (Ordinary Type) Common-Bed Type</p>	
	<p>(普通形) 非共軸式 (Ordinary Type) Separate-Bed Type</p>	
<p>(K) Independent Type Anchor Windlass</p>	<p>獨立形 Independent Type</p>	
	<p>附繫船錨機 Combined Mooring Winch, Independent Type</p>	
<p>連結形 (R) Couple Type Anchor Windlass</p>	<p>連結形 Couple Type</p>	
	<p>附繫船錨機 Combined Mooring Winch, Couple Type</p>	
		

21.2.3 人力錨機 (Hand driven windlass)

小型船舶，因錨及錨鍊之重量較輕，無須借用其它動力，僅利用人力即可實施起錨及拋錨。

21.2.4 汽動式錨機 (Air or steam driven windlass)

一般說汽動係指蒸氣帶動者，因以壓縮空氣帶動者效率太低，故偶見於小型船舶，一般如油輪或其上有易燃氣體之船舶大都以蒸氣帶動錨機，以免產生火花。

21.2.5 電動式錨機 (Electro Mechanical windlass)

由一相當馬力之電動馬達，經齒輪而帶動鏈輪而以記錨或下錨，所採用之馬達有交流及直流者，其因構造簡單，故價格較低，但因錨機本身所需之扭力變化很大，故以電動馬達帶動之錨機控制性並不很好。

21.2.6 電動油壓錨機 (Electro-hydraulic windlass)

電動油壓錨機雖然因其有複雜的油壓管路裝置，故相對於電動錨機，其價格較高，但因船在起錨過程中，錨機所受之力量是變化無窮的，因此為適應此種負荷變化所需要之機械性能，惟有電動油壓錨機才能勝任，故現代船舶一般均採用電動油壓錨機。

21.3. 絞盤 (Copstan)

一定義：

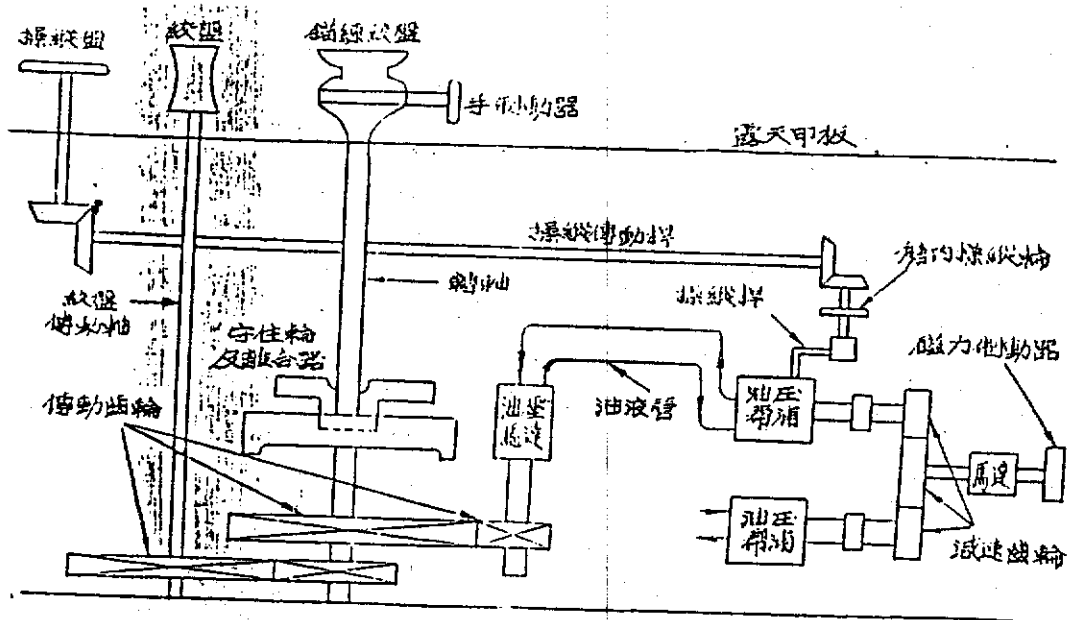
絞盤之功能與絞車 (Winch) 相同，僅外型差異而已，絞盤之捲筒 (Warping head)，係裝置於垂直軸上，該軸大多伸入於甲板下面，連同帶動馬達以及控制裝置均置於甲板下，故可節省甲板上之空間，此點特別適合小型船舶與特種船舶。

二、動力 (Power) :

絞盤之動力一般均採用電動及電動油壓方式，因電動方式較不適合扭力變化太大之絞盤，故以採用電動油壓方式較多。

三、佈置

絞盤之佈置請參閱下圖之說明。



21.4. 繫船絞俥(Mooring winch)

一、定義：

專供船舶靠泊繫留及拖帶各種纜索(Mooring rope) 之用，通常繫船絞俥可以與別種用途之施力機械合用，如錨機帶有繫船絞俥。

二、構造：

繫船機通常由一個或數個繫船索筒(Wire drum or Hawser drum) 及一個捲索頭(Warping head) 所組成，有些船舶因吃水變化較大故可裝有自動伸縮繫船絞俥(Auto tension mooring winch)，如此可於纜繩較鬆時，自動絞緊，而於纜繩過緊時自動放鬆。

三、動力：

繫船絞俥機之動力來源與錨機相同，請參考錨機部份說明

21.5. 舵機 (Steering gear)

21.5.1 操舵裝置 (Steering gear) 之主要功能，在利用最簡單之機械裝置及最少之動力，將舵轉至某需要之角度，以達到船舶轉向之目的，簡單的說，舵機就是將動力經過機械之傳導，而達於舵桿 (Rudder stock) 以轉動舵之裝置，實際上舵機包括傳導與帶動機械之全部裝置。

操舵裝置分爲人工操舵 (Handle steering gear) 與動力操舵 (Power driven steering gear) ，大抵在長度50M以下，舵轉矩 (Rudder torque) 不超過1 T - M之小型船舶可採用人工操舵，其餘的採用動力操舵，各船級協會 (Class society) 及海上人命安全公約 (S.O.L.A.S) 對舵機均有嚴格之要求。

21.5.2 主操舵系統 (Main steering gear) :

主操舵系統主要用於平常操舵之用，其運轉能力應能使船在最大營運速率及最深航海吃水向前航行時，能將舵自一舷之35度角轉向另一舷之30度角，需時不超過28秒。

21.5.3 輔助操舵系統 (Auxiliary steering gear) :

用於當主操舵系統故障時使用，其應能於船舶在最深吃水及最大營運速率的一半或每小時七哩二者之較大者向前航行時，將舵自一舷之15度轉至另一舷之15度角，需時不超過60秒，但是如果主操舵系統包括兩組以上同樣之動力組 (Power unit) ，且每組均能獨力達成主操舵系統之作用 (客輪) 或全部動

力操作可達成主操舵系統之作用（貨輪）時，輔助操舵裝置可以不需設置。

21.5.4 動力操舵（Power driven steering gear）：

舵機藉用非人力操舵者，其原動力有三種：(1)汽動式、(2)電動式、(3)電動油壓式目前汽動式及電動式已鮮少採用，一般均採用電動油壓式。

21.5.5 電動油壓式舵機（Electro hydraulic steering gear）：

為現代船舶採用舵機中之最普遍者，其結構組織型式雖殊，但大同小異，而原理則一，其較常用者有三種：

(1)萊布森滑動式（Rapson slide type）：

適用於極高舵轉矩，一般有雙撞槌（Rams）四缸式及單撞槌二缸式，後者用於較小轉矩之設計，並可節省空間。

（請參閱下圖一說明）

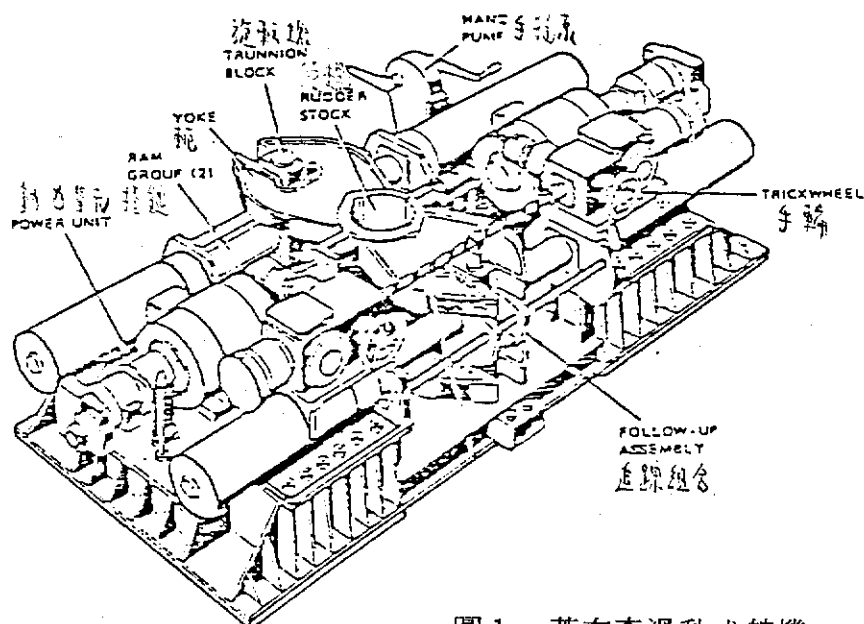


圖 1 萊布森滑動式舵機

(2)連結式 (Link type) :

連結式操舵裝置也使用液壓撞槌原理，然而異於萊布森滑動式者為，此型舵機效能隨著舵角增大而下降。

(請參閱下圖二說明)

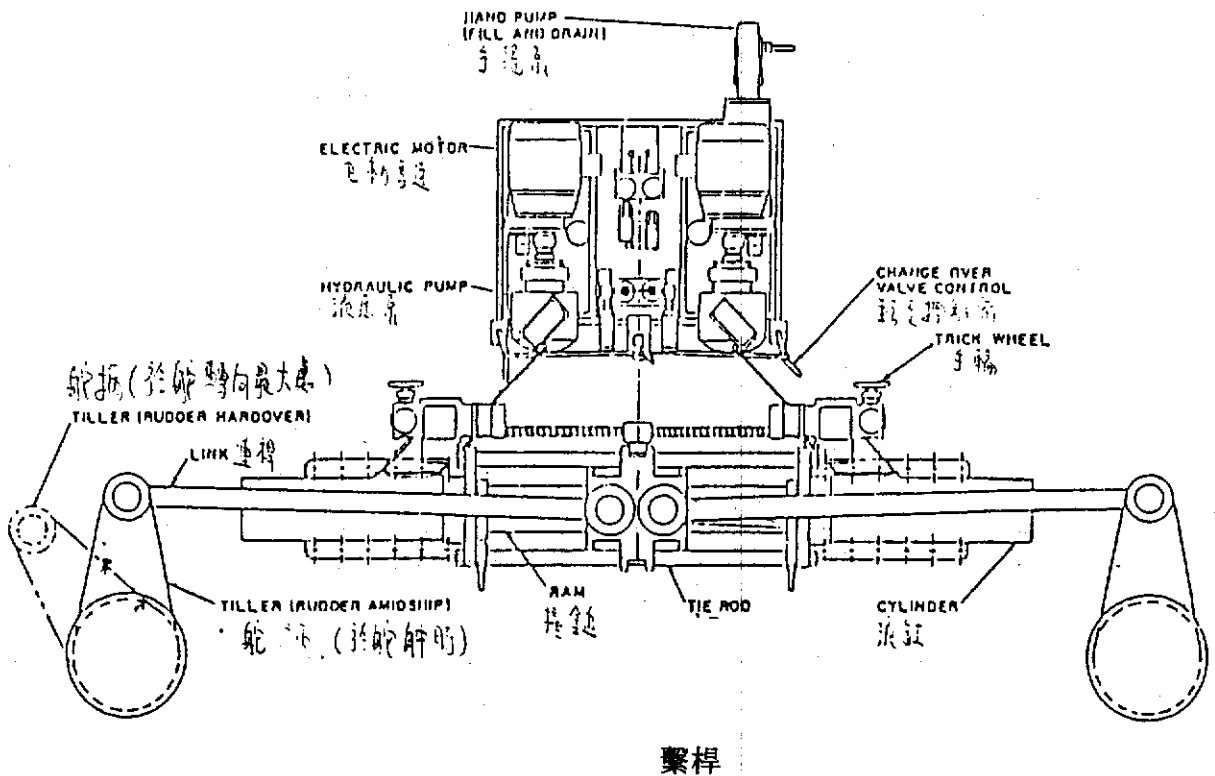


圖 2 連結式舵機

(3)迴轉翼型 (Rotary vane type) :

迴轉翼型不使用撞槌驅動，而是利用液壓作用在轉翼上的壓力差轉能動舵，迴轉翼型與撞槌型系統之差別在於驅動機構的不同，迴轉翼型之組件包括轉子 (Rotor) 、轉翼 (Rotor vane) 及定子 (Stator) 轉翼間的液壓室以環狀歧管與液壓泵相通，利用抽送液壓油造成壓力差推轉舵桿。

。（請參閱下圖三說明）

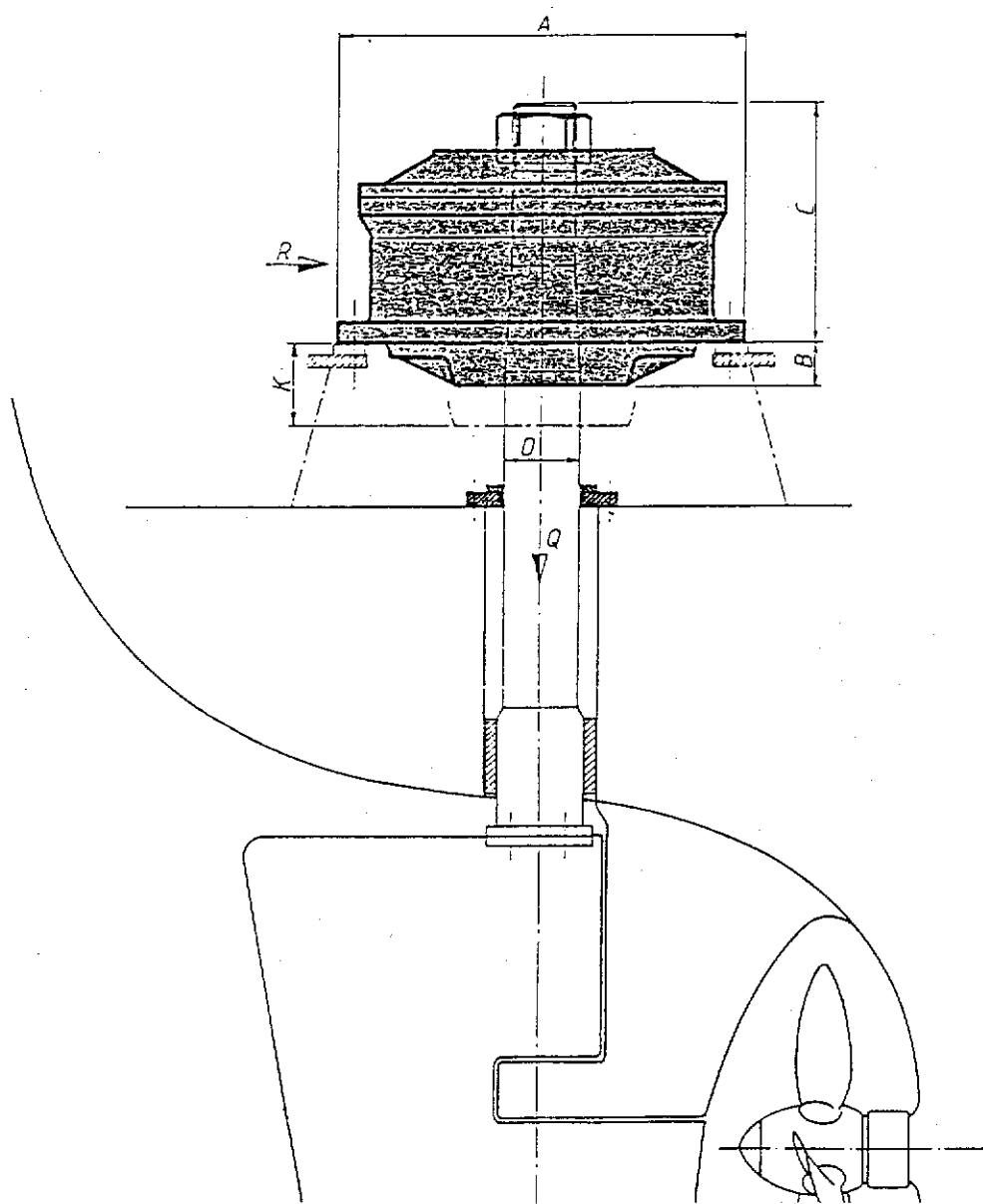
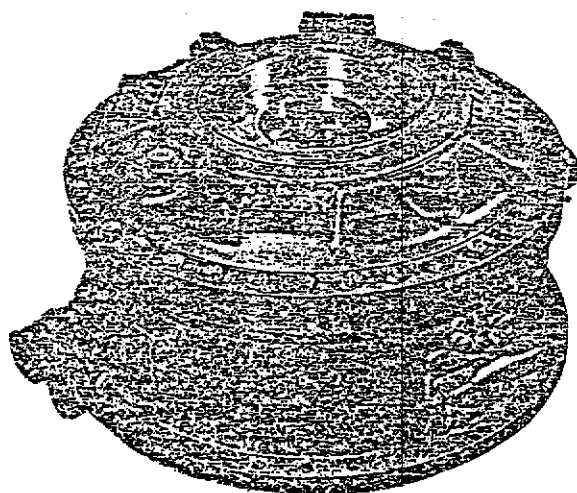


圖 3 迴轉翼型舵機

ROTARY VANE STEERING MOTOR



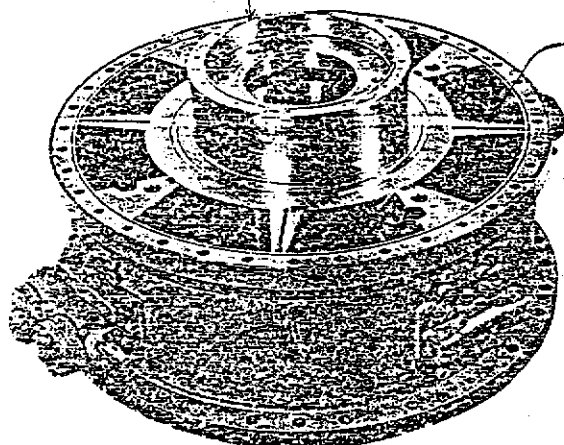
轉子

(Rotor)

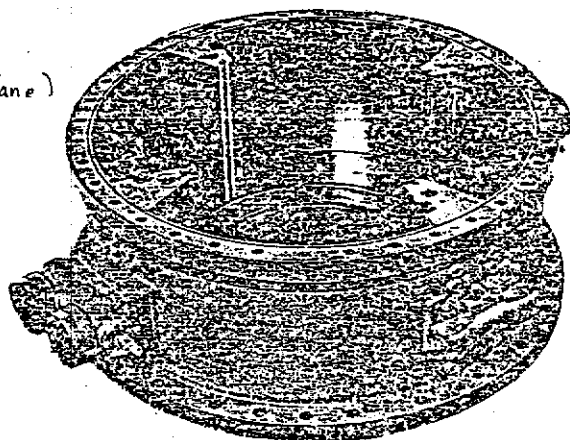
Rotary Vane type steering motor
迴轉翼型舵機

轉翼

(Rotor Vane)



上蓋移去後可見到四片轉翼



定子 (Stator)

圖 4 迴轉翼型舵機剖面圖

21.5.6 舵機之操作：

本部份與機械構造無關，而是些大同小異的操作原理，茲以電動油壓舵機來說明：

液壓油輸出方向及輸出量由變容油壓泵控制（Variable displacement pump），也可由固定容量油壓泵（Fixed displacement pump）供油而以控制閥來控制，任何來自控制台的信號，將使油壓泵（或控制閥）發生動作，並把油打入液壓缸或轉翼室內，造成舵的轉動。

舵轉動之控制可由艦橋遙控，亦可由舵機本身直接操作，舵之控制有兩種方式：

(1)非追蹤式（Non-follow up system）：

當舵手轉動舵輪，以啓油壓閥，藉著油壓之力轉動舵，需待舵角指示器顯示已到達欲轉動之角度，才能將舵輪回復中立位置。

(2)追蹤式（Full Follow-up system）：

舵輪上可直接下達欲轉動之舵角值，轉動舵輪到所需之角值，舵即藉動力系統自動轉到所設定之角度值，此方法使命令和反應間的連繫更為緊密。

第二十二章 艤裝 (OUTFITTING)

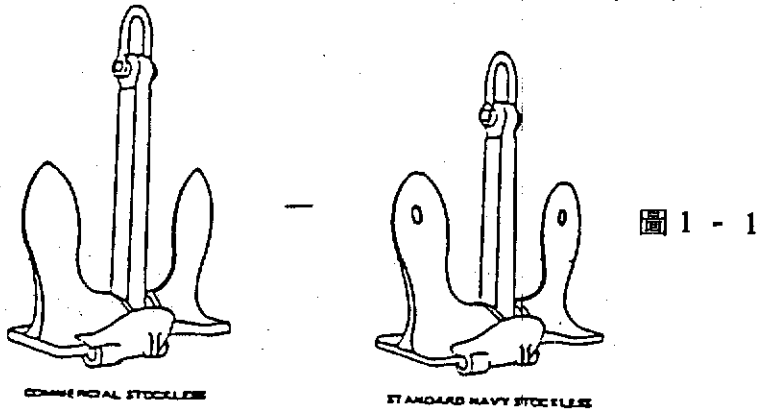
22.1. 繫泊裝置 (Mooring Arrangement)

22.1.1 錨 (Anchor) : 抓住海底藉以繫留船舶之裝備。

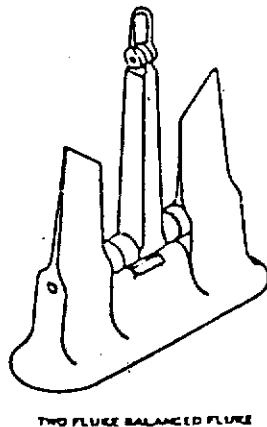
一、有桿錨 (Stock anchor) : 構造簡單，多用於工作船。

二、無桿錨 (Stockless anchor) : 分下列數型：

(1) 標準型無桿錨有商用型與海軍型兩種，如圖 1-1。



(2) AC-11 又稱 Balanced Fluke，防止觸及球形艏或部份潛艇，以及水面艦艇之船首下面有較大之聲納音鼓罩者用之。如圖 1-2。



(3)丹佛氏錨 (Danforth)

重量輕，抓力大，多用於
小艇，如圖 1-3 。

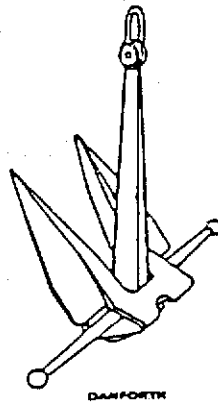


圖 1 - 3

三、蕈形錨 (Mushroom anchor

) 多用於浮筒等固定浮體。

如圖 1-4 。

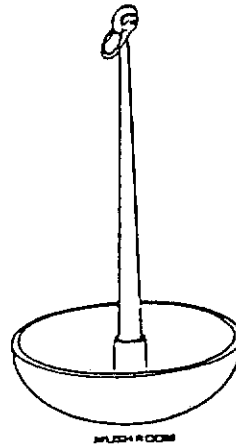


圖 1 - 4

22.1.2 錨鏈 (Anchor chain)：一般多用“日”字形鏈環 (Stud link) 錨鏈之接合有下列各種單元，如圖 2-1 所示，又各單元之使用法舉例如圖 2-2 。

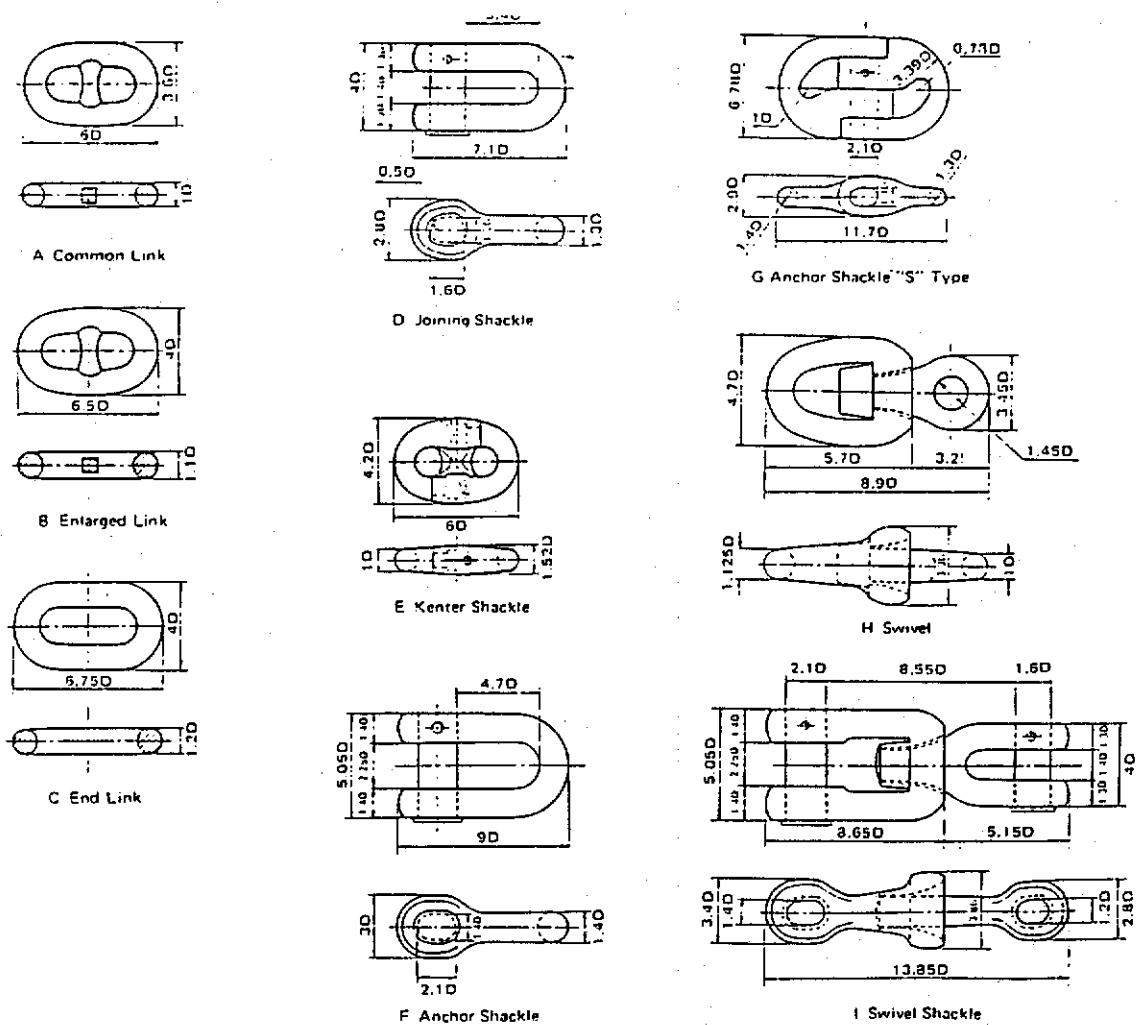
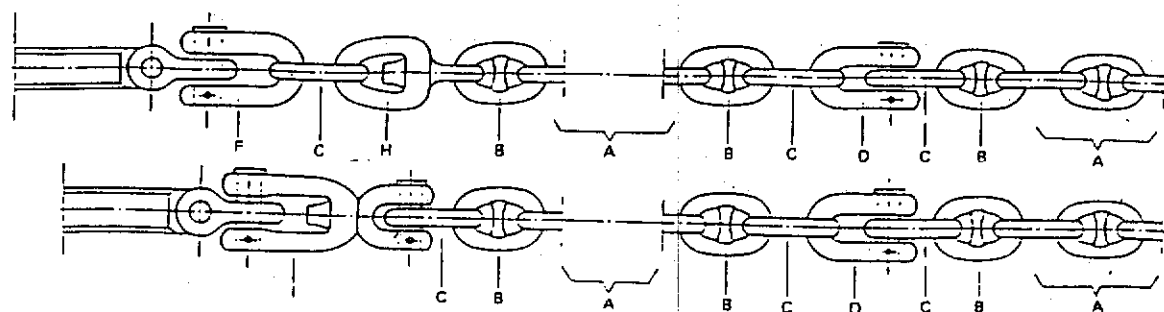


圖 2 - 1 錨鏈各元 3 件



22.1.3 繫纜樁 (Bollard) 及繫纜柱 (Bitt) :

有單、雙及十字形三種，一般船上多用雙繫柱，以利纜繩固定，小船則常採用十字形，作為繫纜及拖帶用。

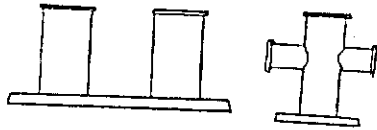


圖 3 - 1 雙繫柱與十字形柱

22.1.4 導索器與導索管 (Fairleader & Mooring pipe) : 兩者皆為穿過纜繩之用，前者裝於船邊甲板上，後者裝於舷牆上。導索器裝有滾軸者稱為滾子導索器 (Roller Fair leader) 有單滾軸、雙滾軸及三滾軸等，如圖 4-1 ， 4-2 ， 4-2為單滾軸之例。

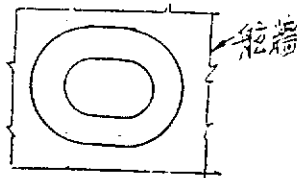


圖 4 - 1 導索管

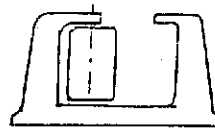


圖 4 - 2 導索器

22.1.5 纜繩導向軸 (Stand Roller) : 裝於甲板上，將穿過導索管或導索器引進之纜繩對正絞機之適當位置，以便於絞機收 (放) 工作。

22.1.6 錨鏈扣 (Chain stopper) : 裝在錨機前，用以固定錨鏈不使躍出船外之裝置。

22.2. 交通裝置 (Access Equipment)

- 22.2.1 直梯 (Vertical ladder) 用於不常通過或限於空間之場所。
- 22.2.2 斜梯 (Incline ladder) 較直梯安全，上下容易，在貨艙及油水艙內者較窄而陡，甲板上常往來者傾斜度較小 ($50^{\circ} \sim 60^{\circ}$) 且寬度較大。
- 22.2.3 舷梯 (Accommodation ladder) 在舷邊作上下船之用，以機動裝置收放。
- 22.2.4 站台 (Flat 又稱 Platform) 上下梯中途暫時停留之平台。
- 22.2.5 扶手欄桿 (Handrail stanchion) ，在船上各甲板，腳踏平台等外緣裝設扶手欄桿，以防墜落。
- 22.2.6 人孔 (Manhole) 油水艙等需進入清理之場所之進出孔道。

22.3. 救生及信號 (Life Saving and Signal)

- 22.3.1 救生艇 (Life Boat) 棄船後，裝載人員逃生之艇。有機動、划槳兩種，又有封閉式以應油輪特別規定需求。艇內按規定配備求生用品。
- 22.3.2 救生筏 (Life Raft) ：為吹氣膨脹式，功能同救生艇。
- 22.3.3 救生圈 (Life Ring) ：拯救落水人員用。
- 22.3.4 救生衣 (Life Jacket) ：棄船時或乘小船時穿用。
- 22.3.5 信號彈 (Signal Rocket) ：海難時發射，指示遇難所在地點。
- 22.3.6 手提式無線電發報 (Portable Radio Telegraph) ：發射求救信號。

22.4. 艙口及艙口蓋 (Hatch Opening and Hatch Cover)

- 22.4.1 艙口 (Hatch)：艙口係供人或貨物在上下方向通過之出入口
，供人通過者為交通艙口 (Accesshatch)
，供貨物通過者為貨艙口 (Cargohatch)

22.4.2 艙口蓋 (Hatchcover)：供人通過之艙口蓋為鉸鏈式，四周裝有栓扣 (Cleat 或稱 Dog)，以保持水密，貨艙口之艙口蓋則有多種形式，分述如下：

- (1)箱形 (Pontoon type)：為最簡單之型式，每個艙口以一個以上艙蓋排列封閉。艙蓋之間以及艙蓋與艙口之間皆裝有防水襯墊 (Packing)。艙蓋用扣栓固定於艙口上，艙蓋之啓閉係利用船上或碼頭上所設置之吊車吊運，因此在設計時，應配合吊車容量及吊環位置。此種形式之艙蓋多用於貨櫃船。至於木材船更簡單，艙蓋上無水密裝置。

- (2)摺疊式 (Folding type)：如圖 1-1 所示。

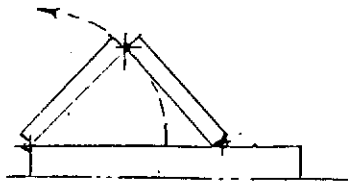


圖 1 - 1 摺疊式艙口蓋

- (3)單拉式 (Single pull)：如圖 1-2。

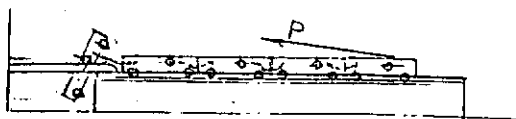


圖 1 - 2 單拉式艙口蓋

(4)旁移式 (Siderolling) 如圖 1-3

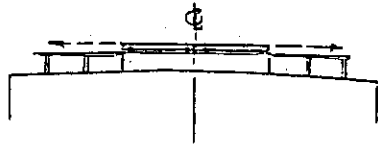


圖 1 - 3 旁移式艙口蓋

以上(2)、(3)、(4)三種用於散裝船、礦砂船。

22.5. 吊桿(含吊車) (Derrick Boom)

- 22.5.1 吊桿 (Derrick Boom) : 船上裝卸貨物之起重設施。
- 22.5.2 外伸 (Outreach) : 吊鉤伸出船外之距離。
- 22.5.3 俯仰裝置 (Topping) : 操縱吊桿俯仰之裝置。
- 22.5.4 控索 (Guyrope) : 操縱吊桿使之作水平迴旋之裝置。
- 22.5.5 吊貨索 (Cargofall) : 吊貨上下之鋼索。
- 22.5.6 吊桿柱 (Kingpost) : 用以安置吊桿臂 (Boom) 之俯仰裝置之直立柱，有單柱形及門形。
- 22.5.7 吊桿臂 (Boom) : 踵部坐於吊桿柱上以吊桿轉軸 (Goose) 聯結，端部裝置各種眼環 (俯仰索、控索、吊貨索之安裝)
- 22.5.8 控索柱 (Guypost) : 裝於吊桿柱兩側靠近船舷，用以牽引控索。

22.6. 貨油管路系統 (Cargo oil pumping system)

利用泵浦、閥件及管件組合成為可輸送液態貨物功能之系統，稱為液貨管路系統，專為輸送油品之管路系統稱之。

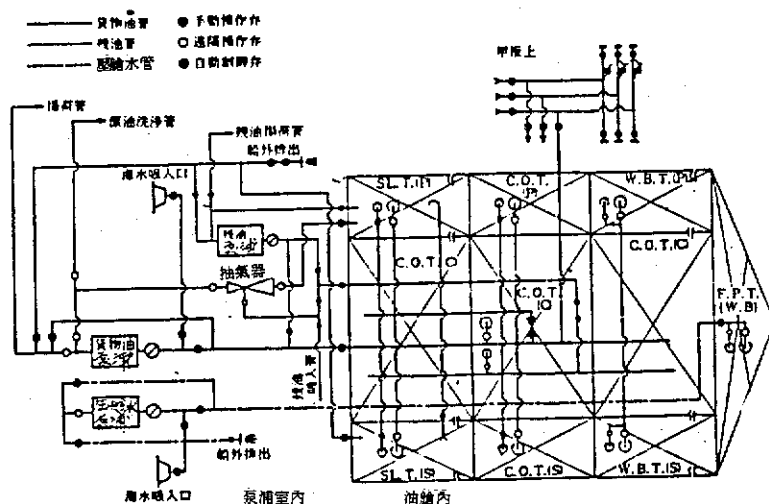


圖 1

22.6.1 鐘形吸入口 (Bell Mouth) —在貨油管路系統中，油管接近艙底之管末端作為導流用艱品稱之。

22.6.2 管口蓋板凸緣 (Blind Flange) —裝設於管路之出口，俾在非作業期中封閉管，以免流體流失。

22.6.3 空氣管路 (Air piping) —船上各類艙、櫃之透氣用之管路稱之。

22.6.4 空氣管頭 (Air pipe Head) —甲板上各類透氣管出端裝設之防止海水倒灌及防止火焰燒至油艙內之艱品。稱之如圖 2 所示。

22.6.5 測深管 (Sounding pipe) — 為各類艙、櫃等測量其水位，油位之量具導管稱之。

22.6.6 測深管頭 (Sounding pipe) — 裝設在測深管頂端出口之蓋子稱之。

22.6.7 測深管之甲板型蓋 (Deck Diece for sunding pipe) — 裝設甲板上測深管出口頂部之艸品，如圖 3、4。

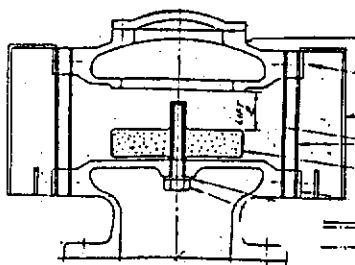


圖 2

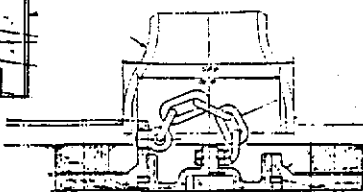


圖 3

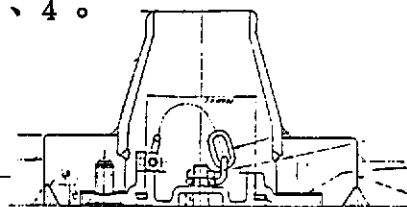


圖 4

22.7. 壓艙水管系統 (Water Ballast System)

通常貨輪除貨艙外，尚有壓水艙之設置，以求適應空載航行。如圖 1 為一典型之油輪清潔壓艙管路系統。如圖所示，包括前頭艙，四個邊艙以反配置在泵浦，噴射器與其連通管路，儼如一套不受污染的管路系統。

22.7.1 油污壓艙 (Dirty Ballast) — 油艙裡亦用於壓入海水者稱之。

22.7.2 歧管系統 (Manifold System) — 各壓水艙分別設置壓艙水管並通至機艙之歧管或閘箱稱之。如圖 2 所示。

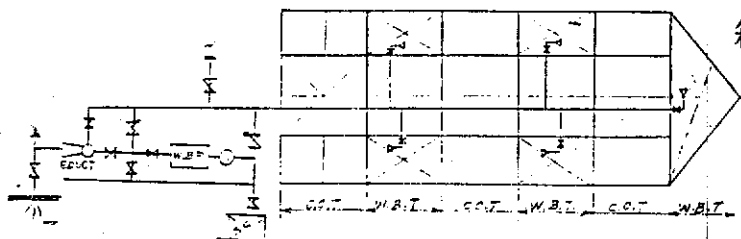


圖 1

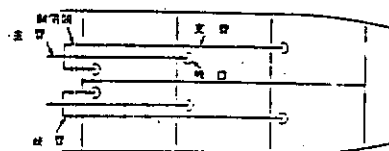


圖 2

22.7.3 主管系統 (Main Line System) — 壓艙水管係沿船長方向設

一主管，再自主管上分出支管通至兩邊壓水艙稱之。
。如圖 3 所示。

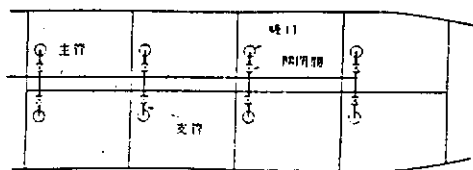


圖 3

22.7.4 環形主管系統 (Ring Main System) — 環形主管系統在基本

上，類似二主管系統。
。如圖 4 所示。

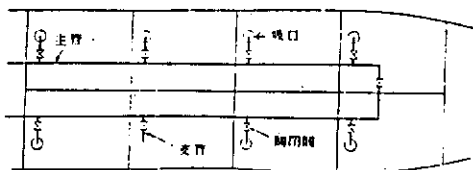
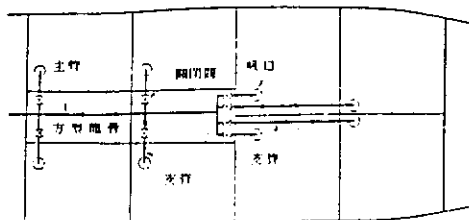


圖 4

22.7.5 方形龍骨及半方形龍骨系統 (Duct Keel and Semi-Duct Ke-

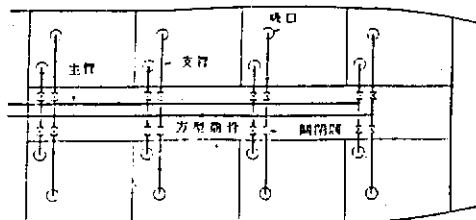
el System) — 現代之礦砂船散裝貨輪

多採用二重底構造三方形龍骨或半方形龍骨。
壓艙水主管即設在方形龍骨之中。



半方形龍骨之壓艙水管路

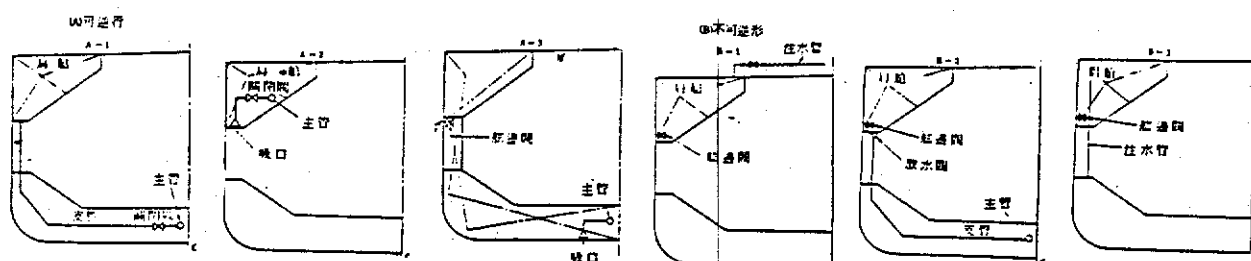
圖 5



方形龍骨之壓艙水管路

圖 6

22.7.6 肩艙 (Top Shoulder Tank) — 木材、穀類等專用船，多在船舶上甲板下方之左右兩舷設置壓水櫃，謂肩艙。由於其位置特殊，其排方式亦因三較為特別，如圖A—1～3所示者為可逆式，B—1～3所示者為不可逆式。



22.7.7 舷邊閥 (Overboard Discharge Valve) — 肩艙內無配管，僅在其下部配有閥件，用以放除壓艙水，此閥件稱謂舷邊閥。

22.7.8 貫穿件 (Penetration piece) — 當管路要穿過水密隔壁時，所需要之管件稱之。

22.8. 艙水管路系統 (Bilge piping System)

船上收集貨艙、堰艙、機艙軸道、舵機艙等以及其他各水密區域

之排水，而設置之管路系統稱之。

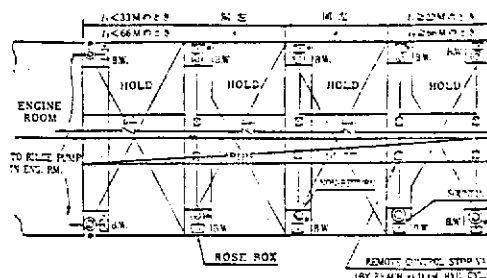
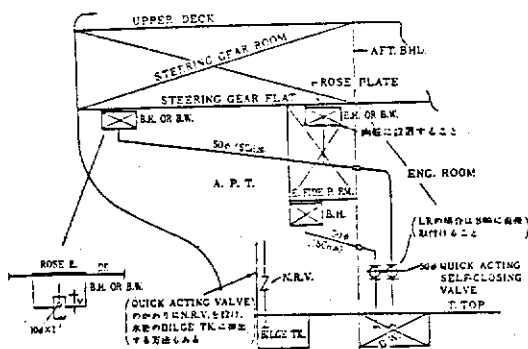
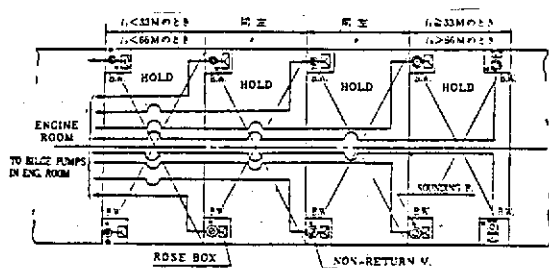


圖 1 貨艙主管式排水系統

圖 2 貨艙歧管式污水系統

圖 3 舵機艙污水管路系統



22.8.1 艙底水坑（Bilge Hat）—在船上各庫房、走道、舵機艙等區域設置為收集污水的特設空間稱之。

22.8.2 艙底水井（Bilge Well）—在船上各乾貨艙部份，為收集該區域污水而特別設置之空間。

22.8.3 艙底水艙（Bilge Tank）—在機艙內為收集被油污染之油水，而設置之櫃子。

22.8.4 自動排除艙底水裝置（Auto Bilge System）—為裝設艙底水水位

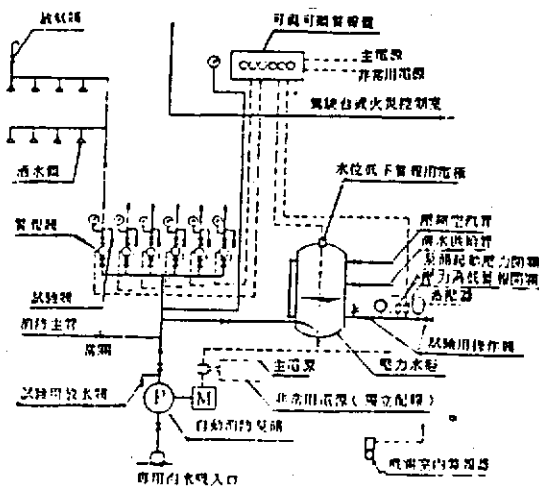
22 8.5 液面控制 (Level Control) — 利用水位之高低，直接控制污水泵浦之起動或停止，而自動排出污水裝置稱之。

22.9. 消防管路系統(Fir piping System)

22.9.1 泡沫滅火系統 (Air Foam Fighting System) 一用以保護機艙及貨油艙，貨油泵浦室等場所，使其在發生火災時，能即時予以撲滅。此種用泡沫來滅火系統稱之。

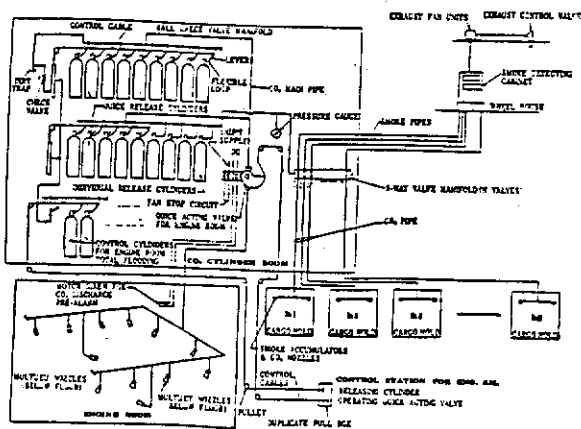


— 458 —



、餐廳以及廚房等場所，使其在發生火災時，能即時予以撲滅，此種水來噴洒系統稱之。

22.9.3 二氧化碳滅火系統 (CO₂ Fire Fighting System) —

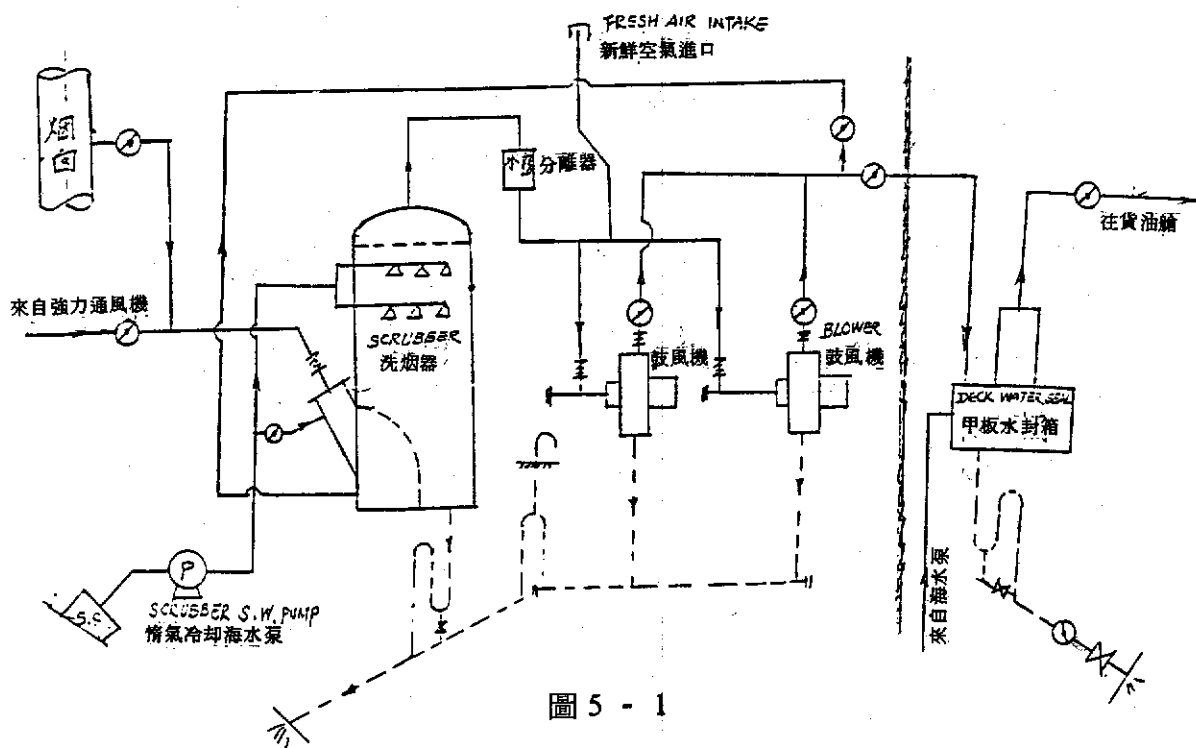


利用二氧化碳氣體來撲滅密閉艙間，如機艙、貨艙等空間等之火災，此種用氣體窒息系統稱之。

22.10 惰氣系統(Inert Gas System)

係利用鍋爐排煙或獨立瓦斯發生器所產生之瓦斯，加以清潔處理後灌入油艙，用隔離油面使其不與大氣接觸，以防止貨油引發火災，此組合系統稱之。

22.10.1 清除器或洗烟器 (Scrubber) — 利用鍋炉或瓦斯發生器產生



之瓦斯，經過水來清除排烟中之二氧化硫及其他雜質，用產生高純度氮之器具稱之。

22.10.2 甲板水封箱 (Deck Water Seal)

利用放置在甲板上之水箱來防止貨油艙內之油氣回流到洗煙器內之設備稱之。

22.11 油氣消除管路系統 (Gas Free System)

利用自然換氣或強制換氣之方法而達到清除油艙內油氣配管組合系統稱。圖 1 所示為固定式射氣器清除油氣原理。

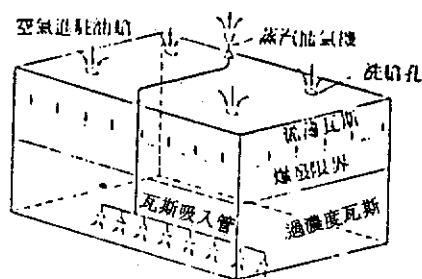


圖 1 固定式射氣器清除油氣原理

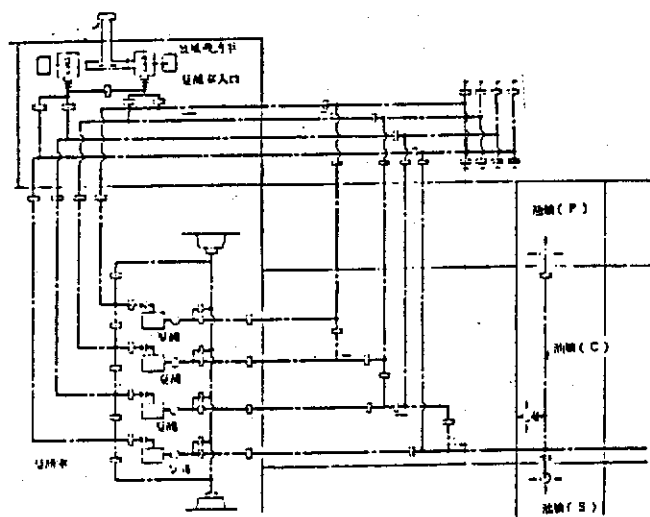


圖 2 貨油管兼用油氣清管路

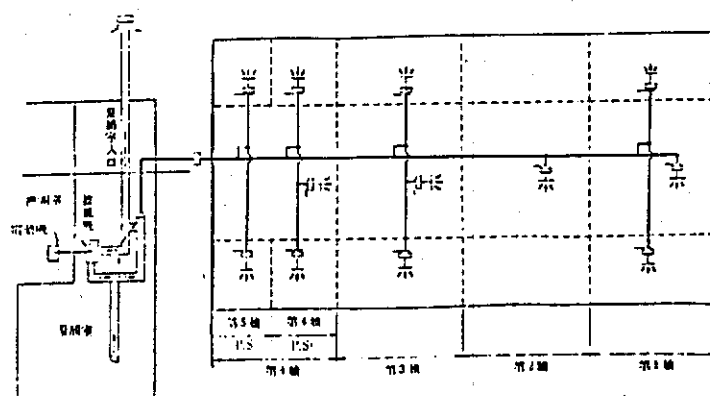


圖 3 獨立配管式清除油氣系統

22.12 洗艙管路系統 (Tank Cleaning System)

爲維護油艙之清潔，洗清艙內殘渣之管路系統。計分油洗與水洗左圖所示爲洗艙海水，加熱裝置，洗艙泵浦供應海水，流經其疏水冷却器 (Butter Worth Drain Cooler) 及海水加熱器 (Butter Worth Heater) 加熱後，再輸至各油艙洗艙機，清洗油艙。

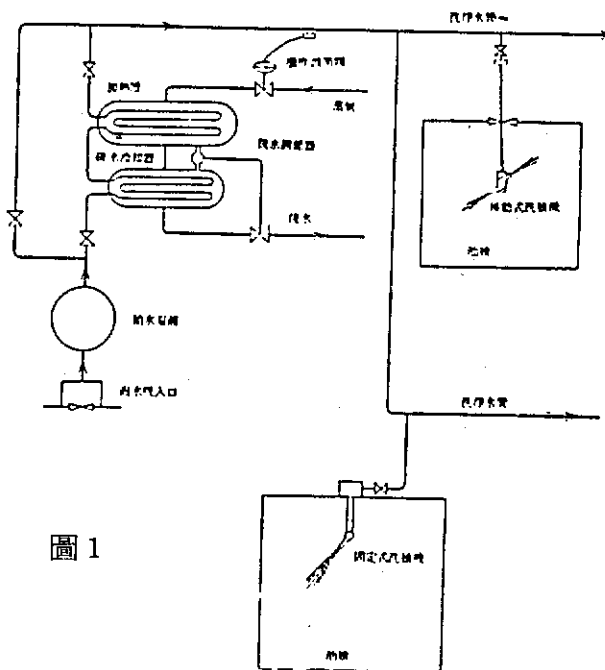


圖 1

22.12.1 開放式循環洗艙系統 (Open Cycle System)

由洗艙泵浦吸取海水，經加熱器及甲板上管路，輸至洗艙機並射入油艙，以清洗艙內油污，再由清艙泵浦吸取油艙內之油濁洗艙水，送入油污水分離艙 (Slop Tank) 經油水分離澄清後，再由清艙泵浦將清潔之洗艙水排出船外。此系統因海洋污染

問題，今已不用。

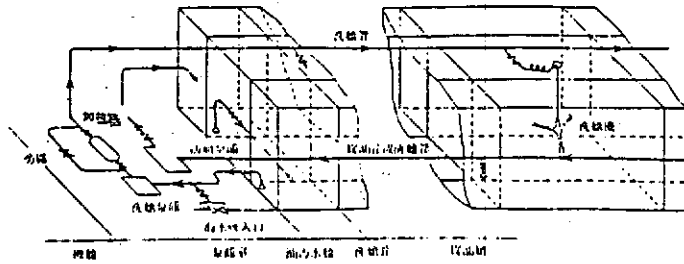


圖 2 開放式循環汽艙系統

22.12.2 封閉式循環系統 (Close Cycle System)

在洗艙之初，油污水分離艙內需先行保持一部份海水，或由洗艙泵浦直接吸取船外海水，再由洗艙泵浦吸取油污水分離艙底部之清潔海水，經加熱器及甲板管路輸至洗艙機並射水進入油艙，以清洗艙內油垢。

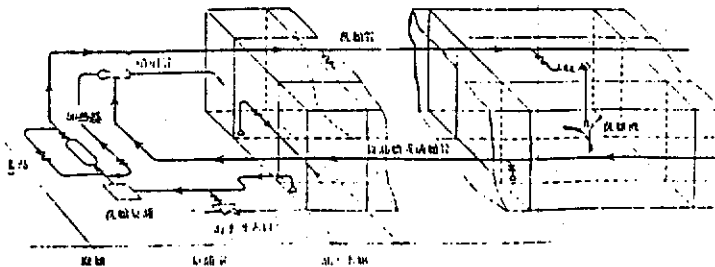


圖 3 封閉式循環汽艙系統 (泵浦式)

貨油艙內之油濁洗艙水，可經殘油泵浦，如圖 2 所示，或噴射器 (Ecluctor)，如圖 7-4 所示送入油污水分離艙，如是者，可保持洗艙水得以循環作業洗艙，稱之封閉式洗艙循環。由於國際海洋防止污染公約之施行，現今改用原油洗艙，除非船要進塢修理前，才用海水清洗油艙。

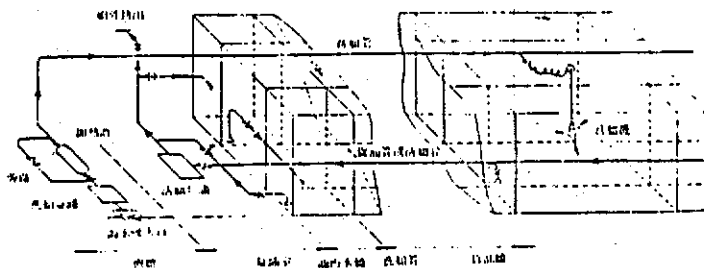


圖 4 關閉式循環汽艙系統 (噴射器式)

22.12.3 油洗艙系統 (Oil Cleaning System)

在各油艙，貨油撥送過程中，於適當時間利用艙內貨油，經貨油泵浦遂動噴射器吸取，再經甲板管路輸至洗艙機，並射油進入油艙，清洗艙內油垢，艙內之污油與貨油混和後直接由貨油泵浦撥送到岸上。

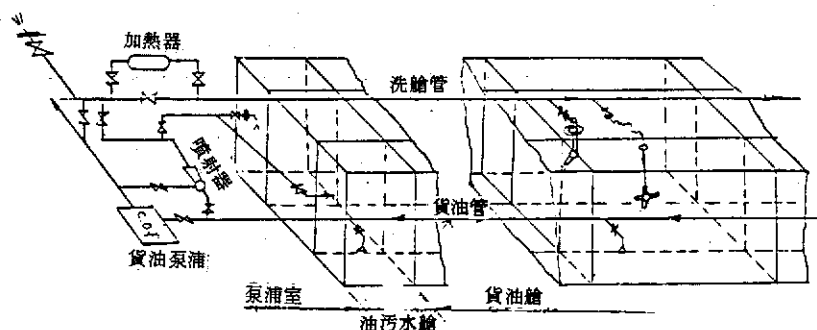


圖 5

22.12.4 噴射器 (Eductor)

如圖 6 所示，其動力液體者稱之，用途為抽送液體與氣體混和液為目的。

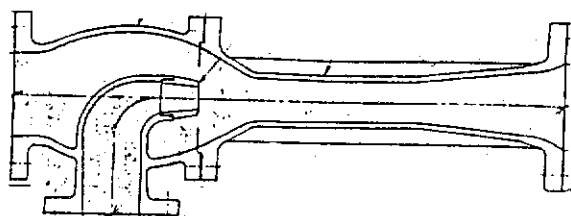


圖 6

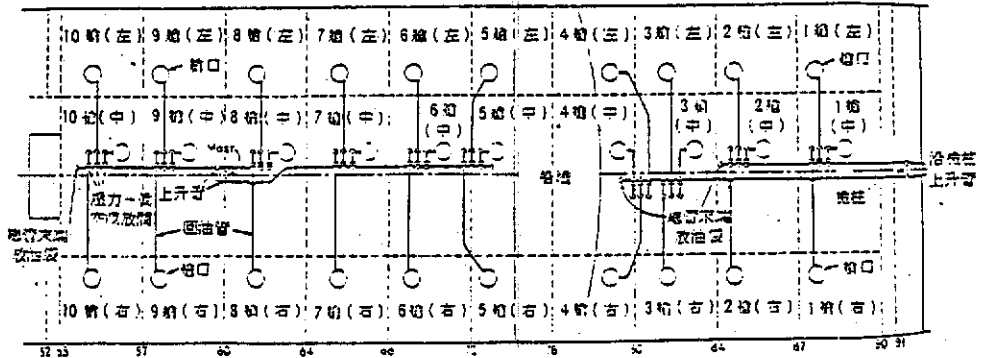
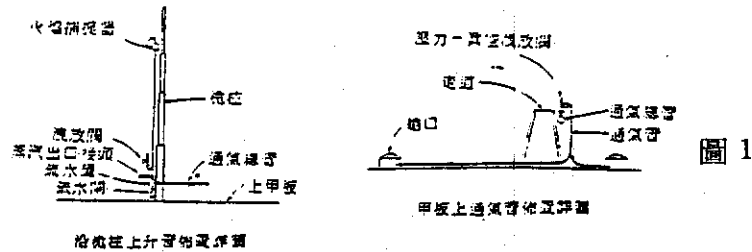
22.12.5 抽射器或抽氣器 (Ejector)

如圖 6 所示，其動力用氣體者稱之，用途為抽除氣體為目的。

22.13 油艙通氣管路系統 (Oil Tank Venting System)

由於油艙在裝油或卸油時，艙內常產生正壓或負壓。當天氣溫度劇變時，艙內亦會產生正壓或負壓，為解除艙內不應有之額外壓

力，而設置管路系統稱之。如圖 1 所示。



22.13.1. 壓力真空洩壓閥 (Pressure- Vacuum Relief Valve)

一為呼吸閥之別名。

22.13.2 呼吸閥 (Breather Valve) 一是為一體之兩閥，一閥是在正壓過高，自動打開，吐出艙內的壓力；一閥是在負壓過高時，自動打開，吸進空氣，解除艙內之真空程度。氣體一進一出，以解除不適當之壓力與真空，正如呼吸一樣，故稱之，如圖 2 所示。

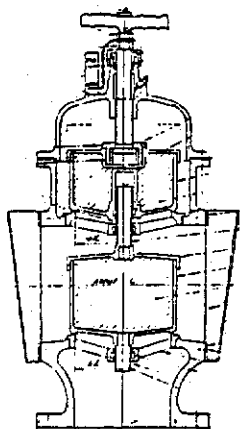


圖 2

滅焰器 (Flame Arrester)

如圖 3 所示，其為管端之排放裝置，主要構造是在管內通氣口處均裝設金屬細目網作為快速散熱，所火焰無到管內燃燒。

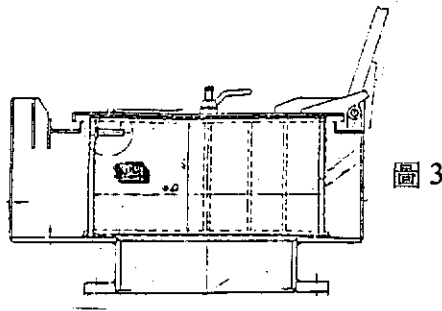


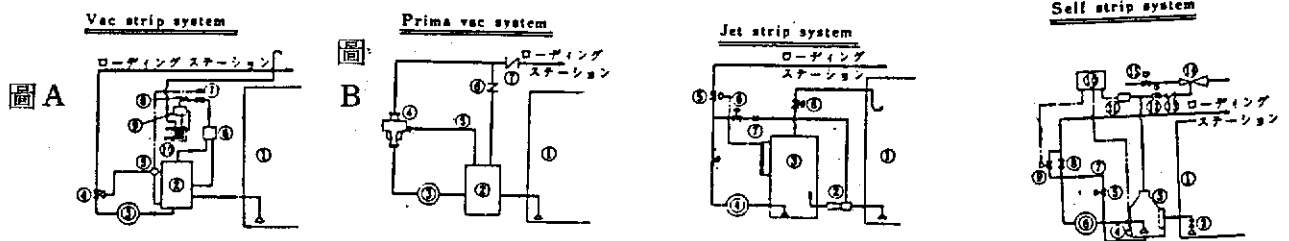
圖 3

22.14 殘油清除管路系統 (Oil Stripping System)

利用各類裝備組成可以完全卸除貨油艙內殘油之系統稱之。

22.14.1 真空泵浦式殘油系統 (Vac Strip System)

如圖 - A，其特點真空泵浦抽除氣液分離櫃內之油氣，使分離櫃內充滿液態油，再利用貨油泵浦將油抽除之管路系統。



22.14.2 自動抽真空式殘油系統 (Prima Vac System)

如圖 - B，其特點是不需要借外來動力就能抽除氣液分離櫃內油氣，使分離櫃內充滿液態油，再利用貨油泵浦本身，將油抽除之管路系統。

22.14.3 噴射泵浦式殘油系統 (Jet Strip System)

如圖 - C，其特點是噴射泵，抽除油艙內殘油之管路系統。

22.14.4 抽氣器式殘油系統 (Self Strip System)

如圖 - D，其特點是利用蒸氣為動力之抽氣器來抽除氣液分離櫃內油氣，使分離櫃內充滿液態油，再用貨油泵浦本身將油抽除之管路系統。

22.14.5 氣液分離櫃 (Gas Extractor)

裝設油輪貨油泵浦室內之貨油管路系統上，利用抽氣器抽除油氣使其櫃內油氣分離目的之設備。

第二十三章 漆

23.1. 漆之定義

漆，係由可塑劑(BINDER)、顏料(PIGMENT)、安定劑(EXTENDER)、溶劑(SOLVENT)或調薄劑(THINNER)，及填加劑(ADDITIVES)等組成。

漆可為液狀，亦可為粉狀。漆於乾固後，即形成薄膜，附蓋在被施塗物上，具有保護或兩者兼具之功能。

若僅含可塑劑及調薄劑之混合液，通常不以“漆”稱之，而稱為展色劑(VEHICLE)。

23.2. 漆之成分

23.2.1 可塑劑(BINDER)

可塑劑，係決定漆對被施塗面或接繼面之附著力的主要成份，當可塑劑乾固後，不但可形成連貫之膜層，而且能夠均勻含佈顏料粒子，並可以顯現該漆之各種不同程度的特性，如光澤度(Gloss)、抗磨性(Wearing Resistance)、不滲性(IMPermeabilityY)、彈性(Elasticity)、附著性(AAdhesionN)、抗藥性(Chemical Rresistance)、耐候性(Weather Proofness)及固色性(Color Retention)等，而以上之特性，亦與漆所配附之顏料性能有關。

漆所採用之可塑劑約有如下數種：桐油(Tung oil)、柏

油 (Bitumen)、酞酐 (或稱醇酸) (Alkyd)、酚樹脂 (Phenolic Resin) 乳膠 (Latex)、氯化橡膠 (Chlorinated Rubber)、乙烯 (Vinyl)、環氧樹脂 (Epoxy Resin)、矽酸鹽 (Silicate)、聚胺脂 (或稱聚氨基甲酸乙酯) (Polyurethane) ……等。漆之通俗分類，大都根據其成份中之可塑劑而定。

23.2.2 顏料 (PIGMENT)

顏料，通常呈粉狀，對漆具有著色及隱掩之能力。

滲含在防銹底漆 (RUST-INHIBITING PRIMER) 之顏料，可提供抵抗腐蝕 (CORROSION) 之功能。

滲含在面漆 (FINISHING PAINT) 之顏料，可裝飾被施塗物，亦可提供保護功能，如耐熱、抗蝕、耐候、防污或美觀等之能力。

顏料約有如下種類：

白 色：二氧化鈦、氧化鋅、鋅鋁白 (LITHOPONE)、氧化鋁、鉛白 (供底漆用)、磷酸鋅 (供底漆用)

黑 色：碳黑、黑色氧化鐵

灰 色：雲母狀氧化鐵、鋅粉 (供底漆用)、鉛粉

金屬色：鋁粉、銅粉

紅 色：鉬紅 (MOLYBDATED REDS)、氧化銅 (供防污用)

紅棕色：紅色氧化鐵

橘 色：鉬橘紅、紅丹 (供底漆用)、氧化汞 (供防污用)

黃 色：鉛鉻、黃色氧化鐵、鉍鉻黃 (供底漆用)

綠 色：鉻綠，綠色氧化鉻、PHTHALOCYANINE GREEN

藍色：鐵藍，PHTHALOCYANINE BLUE

23.2.3 安定劑 (EXTENDER)

安定劑，係一種白色或淺色之粉狀物，通常與顏料滲混使用，早期係用來取代部份昂貴顏料成份，以降低造漆成本，如今，卻成了穩定漆性，提高膜厚，防止垂流，避免顏料沉澱，增加防水性及抗藥性等重要功能之成份。

23.2.4 溶劑 (SOLVENT)

溶劑，呈液狀，含有一種或多種成份，可溶解漆內之可塑劑，但於漆施塗後，會自動蒸發而離去漆膜。

23.2.5 稀釋劑 (DILUENT)

稀釋劑，係一種揮發性液體，本身無法溶解可塑劑，但可滲混在展色液內調整其黏度，而不致產生沉澱。

23.2.6 調薄劑 (THINNER)

調薄劑，係一種揮發性液體或混合液體，滲混在漆內可降低漆之黏度，調薄劑可為溶劑或稀釋劑或兩者混合液。通常加入漆內之調薄劑有一定限量，不宜過量。

23.2.7 填加劑 (ADDITIVES)

填加劑，係加入漆內之少量物質，供改善漆性或促進漆之調配性使用，往往係屬各廠家之獨特處方。

23.3. 漆、凡立水及透明漆之區分

23.3.1 漆 (PAINT)

漆，呈液狀或粉狀，含有顏料，俟施塗乾固後，可形成薄膜，提供保護及美觀之功能。

23.3.2 凡立水 (VARNISH)

凡立水,呈透明液狀,其物性與油漆類似,但未含顏料,故於施塗乾固後,會形成透明薄膜。

23.3.3 透明漆 (LACQUER)

透有漆,係一種僅藉溶劑或調薄劑蒸發而乾固之漆,如纖維素 (CELLULOSE)、酒精透明漆 (SPIRIT LACQUER) , 內含硝纖維成份。

23.4. 漆之典型分類

簡明而分,漆可分成兩大類,分別為傳統型及高效型:

23.4.1 傳統型漆 (CONVENTIONAL PAINTS)

傳統型漆,係指歷史悠久之柏油 (BITUMEN)、桐油 (TUNG OIL)、酚樹脂 (PHENOLIC RESIN) 及酞酐樹脂 (ALKYD RESIN) 等之漆,因其內含之可塑劑都為可鹼化物質,故抗藥性不佳,耐久性亦差,使用範圍受限,但其施塗前之表面處理要求並不苛嚴,所以仍廣被樂用,通常供室內區施塗。

23.4.2 高效型 (HIGH-PERFORMANCE)

高效型漆,係具堅固及優良抗藥性之功能者,如環氧樹脂 (EPOXY RESIN)、聚胺酯 (POLYURETHANE RESIN)、氯化橡膠 (CHLORINATED RUBBER)、聚乙烯 (VINYL COPOLYMER) …等之漆,高效型漆都取不可鹼化性物質性物為可塑劑,故適用於水下區,甚至於可承受陰極防蝕之局部電流。高效型漆之成本高,而且表面處理要求

嚴苛，故通常使用在嚴重受蝕之外板或水艙等區域。

23.5. 漆之物性分類

站在技術立場，漆可依其乾固之方式歸類，分別有物理乾固漆及化學乾固漆兩大類：

23.5.1 物理乾固漆 (Physically Drying Paints)

物理乾固漆，係指其乾固過程僅以其內含之溶劑或稀釋劑蒸發離去而完成者。

物理乾固漆即使經過長期乾固後，仍可用原來之溶劑來洗解。當採取複道漆層施工時，這種漆在垂直面，容易產生垂流現象，通常這種漆須略加化學乾固成份或留意施工方法以得初期穩固，否則不易順利續漆或獲得平整之漆面。

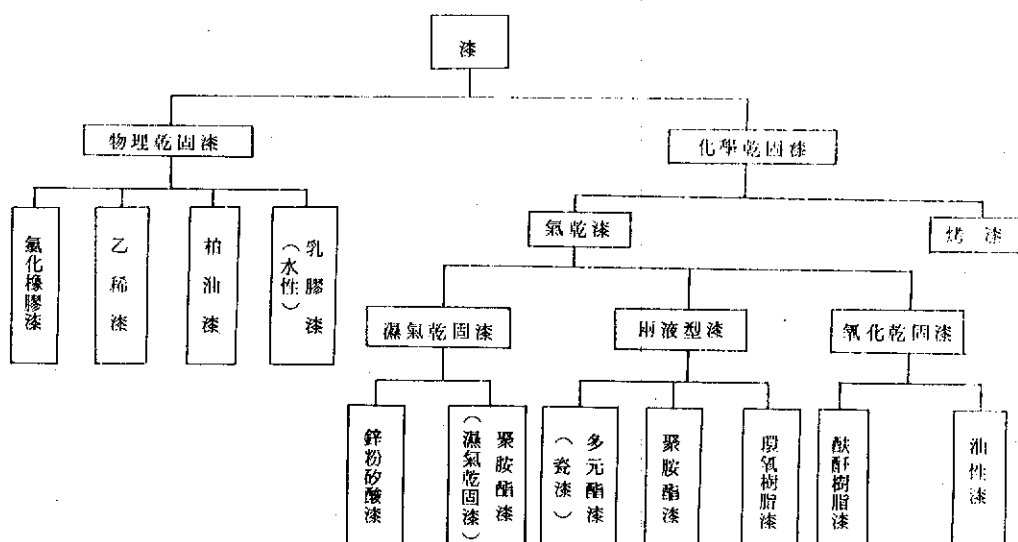
物理乾固漆只要在可充份揮發之環境下施工，既使在低溫狀況，亦會很快乾固。

23.5.2 化學乾固漆 (Chemically Drying Paints)

化學乾固漆，係指其乾固過程須透過可塑劑之化學反應而完成者，如與大氣中之氧，其他可塑劑或硬化劑等產生作用，通常這種乾固之方式稱之硬化 (CURING OR HARDENING)。化學乾固漆之乾固時間一向較物理乾固漆來得長，而且受溫度影響甚深，在低溫狀況不易乾固，可是，一旦充份乾固後，其將不溶於原來所用之溶劑，尤其是採用硬化劑之兩液型漆，更是難以化解。乾固後，化學乾固漆硬度甚高，若欲補漆，須先輕微噴砂舊漆層以得粗面，或用特強溶劑略予軟化之，而後再上漆，否則新漆恐因不易附著而脫落，兩液型化學乾固漆之塗

裝間隔，不宜過長，否則也會有漆不上之困擾，複層新漆施工，塗裝間隔超限時，可考慮先暫塗持時底漆（HOLDING P-PRIMER）以得緩時。由上可知，化學乾固漆雖優異但不利漆，近來，技術有長足改良，部份化學乾固漆可達免限塗裝間（INTERVAL FREE）

23.6. 漆之物性分類表

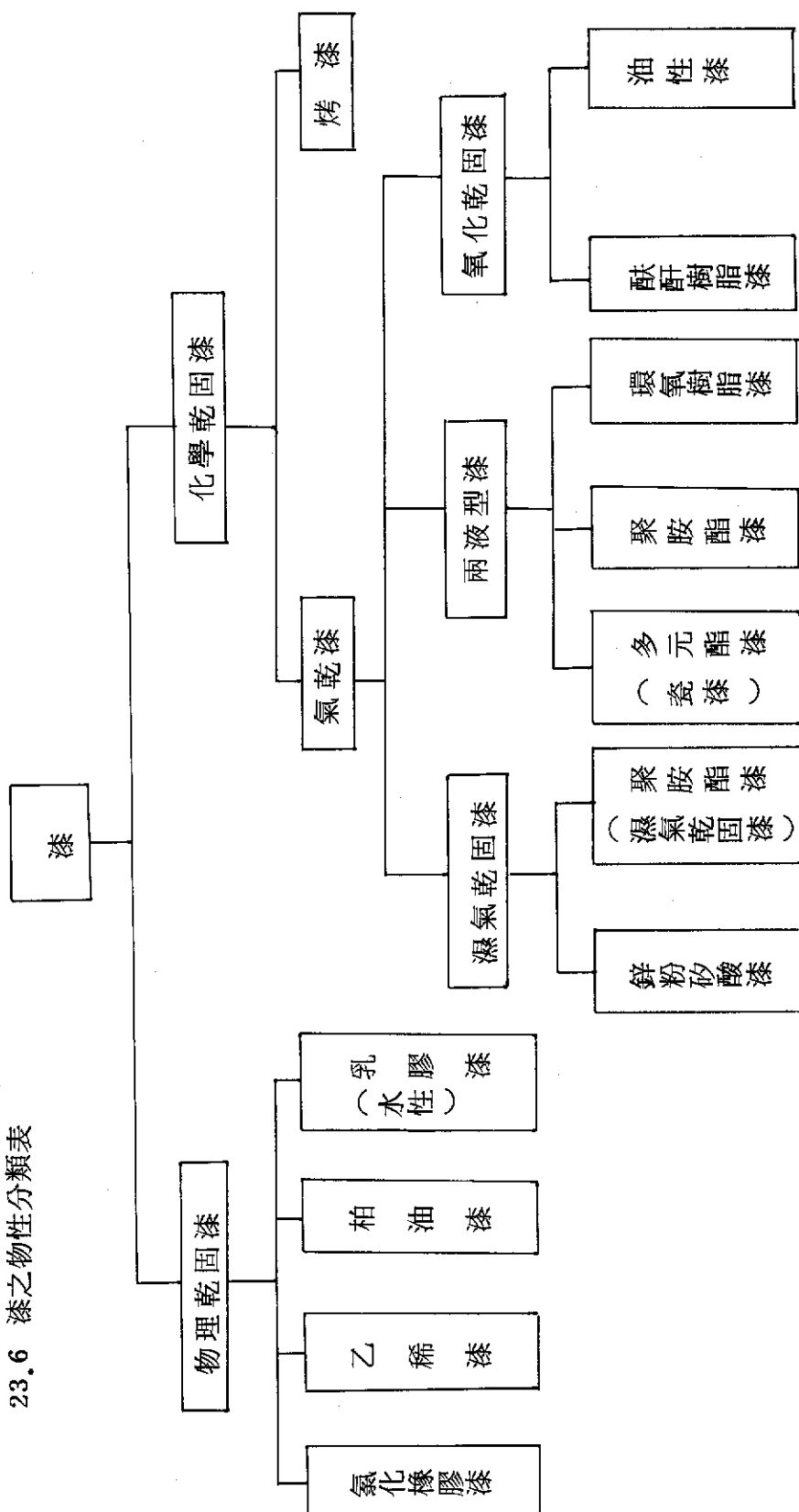


23.7. 漆之功能分類

依功能分，漆有預塗底漆、防銹漆、防銹底漆及面漆等三種。

23.7.1 預塗底漆（SHOP PRIMER）

23.6 漆之物性分類表



預塗底漆，係指專供工廠保護加工期間之原金屬材所用之臨時性底漆。

預塗底漆，其膜厚一向要求不高，約在 20u 左右，其目的係不欲影響切割及電焊等熱加工之作業效率過鉅。

預塗底漆之基本性能要求如下：

- (1)快乾性，常溫下，五分鐘內能乾固者為佳，以利塗後鋼料堆積。
- (2)對加工金屬材，有良好附著性。
- (3)良好耐候性，以減輕二度表面處理之負擔。
- (4)良好作業性，具有良好流展性，不易沉澱，更不會堵塞噴嘴。
- (5)不妨礙焊接及切割作業。
- (6)受熱損後之漆膜，應易於清除。
- (7)與上層之正式漆有良好附著性。
- (8)無毒。

預塗底漆之種類有如下：

(1)伐銹底漆 (WASH PRIMER)

伐銹底漆分兩種為長曝型 (LONG EXPOSURE) 及輕金屬用型 (LING METAL)，兩者皆以聚乙烯鉻酸鹽 (POL-YVINYL BUTYRAL) 樹脂為成份，長曝型呈暗綠色，輕金屬用型因採鉍鉻黃為顏料，故呈淡黃色。

伐銹底漆另有一液型及二液型之分，一般船廠以採用二液長曝型伐銹底漆為多。

伐銹底漆可兼作鍍鋅面之媒介底漆。

伐銹底漆之防銹能力不甚強，在天候潮濕之地區效果不彰，故有所限制。

(2)鋅粉底漆 (ZINC-RICH PRIMER)

鋅粉底漆有兩大類，分別為有機鋅粉底漆(ORGANIC Z-INC-RICH PRIMER)及無機鋅粉底漆(INORGANIC ZINC-RICH PRIMER)，前者以環氧樹脂為主，後者以無機矽酸化合物為主，兩者皆為二液型，且含有大量鋅粉，防銹性甚佳。

有機型快乾、耐油、耐水性佳，但熱加工性差。

無機型，質不燃，熱加工性佳，天候越潮越易乾固，但表面處理要求嚴苛，且對上層漆有種類限制，較為不便。

兩者於熱加工時都會產生有毒之鋅煙，故工作場所應設良好通風，以免作業人員受害。

(3)無鋅粉底漆(NON-ZINC PRIMER)

無鋅粉底漆係針對鋅粉底漆會產生有毒鋅煙而生，其主要成份為環氧樹脂或聚乙烯醇縮丁醛樹脂，另配合氧化鐵、鋁粉及鉻酸鹽為防銹顏料而成，不含鋅粉。

無鋅粉底漆亦有一液型及二液型兩種之分，但船廠以採二液型為多。

為確保油品船(PRODUCT CARRIER)之貨艙塗裝品質，無鋅害污染，且具優良耐藥性，預塗底漆應採鋅粉底漆，其防銹性介於鋅粉底漆與伐銹底漆之間。

(4)鋁粉底漆(ALUMINUM-RICH PRIMER)

鋁粉底漆亦屬無鋅粉底漆之一種，但其係取鋁粉替代鋅粉為防銹顏料，並以環氧樹脂為主要成份。

鋁粉底漆無鋅害，防銹性及加工性佳，但乾固慢，有銀光，會刺眼，且對上層有種類限制。

(5)電子顯影落樣底漆(EPM, ELECTRO-PRINT MARKING

SHOP PRIMER) 電子顯影落樣底漆係配合船廠下料及切割鋼板作業而生，乃將切割圖樣按比例直接投影在鋼板，使塗於鋼板上之該底漆感光並定影，替代低效率且易出錯之手工徒繪而直接依循進行切割作業。

電子顯影落樣底漆，滲有光電導性之顏料，如 ZnO ， CdS ， Zns ， Se 等。

23.7.2 防銹底漆 (RUST-INHIBITING PRIMER)

防銹底漆，係一種供被施塗物表面打底之漆，具有防銹、固底之功能，另應具適當之附著性及被附著性，以利複層續漆施工，故底漆一向不呈光滑表面。

一般防銹底漆之漆性及材質應與相鄰之面漆配合，以免產生排斥或溶解而造成脫落。

為減少針孔產生以得完整之防銹效果，通常防銹底漆大都採複層施工。另亦有為省工，而減少施塗道數，代之以單層厚塗型 (HIGH-BUILT TYPE) 底漆，但此漆施工道數少，不易控制總膜厚，而且容易產生針孔及垂流，應特加留意，通常以採無氣噴漆槍 (AIRLESS SPRAY GUN) 施工為宜。

使用在水下區域之底漆，防水性應特佳才行，而且應採複層施工，以杜絕針孔出現，在陰極防蝕電極之四周，應採超厚膜厚，並以柏油環氧樹脂之材質為佳。

防銹底漆一向不重外觀之色澤及質感，故其所滲之顏料以達防銹為主要目的，如紅丹、鋅鉻黃、紅氧化鐵、鋅粉……等。使用在船殼外板之底漆，通常稱之防蝕底漆 (ANTI-CORRUSIVE PRIMER)，簡稱 AC。

防銹底漆之材質成份，依所採之可塑劑而定，種類繁多。

23.7.3 面漆 (FINISH COATS)

面漆，係指最後一道之外觀漆，其應具有耐磨、耐熱、耐候、防污或美觀等之功能，是一種可適應環境的漆。

面漆按使用區域可分有防污漆 (ANTI-FOULING PAINT)、水線漆 (BOOT-TOP PAINT) 乾舷漆 (TOP-SIDE PAINT)、甲板漆 (DOCK PAINT)、船艙漆 (HOLD PAINT)、防熱漆 (HEAT-RESISTANT PAINT)、壓載艙漆 (BALLAST-TANK PAINT)、色漆 (COLOR PAINT)等。

(1) 防污漆 (ANTI-FOULING PAINT)

防污漆，又稱船底漆 (BOTTOM PAINT)，係供長年浸泡在水中之船底區使用之面漆。

防污漆應具有防水、光滑、毒性等之功能，可使海生物無法附著船底而不致增加船體粗度、降低船速或浪費油料，防污漆通常呈紅色，因其含有氧化亞銅 (Cu_2O)、氧化汞 (HgO) 等毒素，專殺海生物。

防污漆有三大類：傳統型 (CONVENTIONAL)、長效型 (LONG-LIP) 及自滑型 (SELF-POLISHING)。

(a) 傳統型防污漆

傳統型防污漆，係採用松香 (ROSIN) 為主要之可塑劑，其泡在海水中，會慢慢溶解，但因松香之本質易碎，即使參加他物以改進其可塑性也無太大效用，故其總乾膜厚 (DRY FILM THICKNESS, DFT) 仍無法提得太高。傳統型防污漆泡浸海水，初期，其毒素釋放率甚高，但是

隨著時間迅速遞減，有效期限約 6 到 12 個月。

傳統型防污漆即所謂之可溶性母體 (SOLUBLE MATRIX) 防污漆，其所含都為無機毒。

(b) 長效型防污漆

長效型防污漆，即所謂之不可溶性母體 (INSOLUBLE MATRIX) 防污漆，因其所採之可塑劑為乙烯、壓克力或氯化橡膠，故只釋放毒素而母體不溶，時間一久，漆膜則呈多孔狀，孔處常被海生物或鹽類阻塞，以致膜內深處之毒素越來越不易釋出，防污之效果亦隨時間而遞減，有效期限約為 12 個月至 24 個月。

(c) 自滑型防污漆

自滑型防污漆，係因應傳統型防污漆及長效型防污漆之缺點改進而得。

因傳統型防污漆及長效型防污漆於每次進塢保養時，在清除船殼海生物後，表面穴隙甚多，須先加塗一道填平底漆 (SEALER COST)，才能使新的防污漆獲得良好附著性，這就代表未及釋出毒素之殘餘防污漆將被埋在填平底漆之下而浪費掉，而且，年年累積之多層漆膜及各漆膜不規則之剝落，將使船體平均粗度 (AVERAGE HULL ROUGHNESS, AHR) 逐年提高，根據統計知，平均每年約提高 10 ~ 30u，而船體平均粗度每提高 10u，船之耗油量將提高約 1%，確實驚人！如今，這些缺點將藉新近發展之自滑型防污漆來彌補。

自滑型防污漆係以化學方式含佈毒素，此點與傳統型或長效型不同，該毒素係隨著水解而釋放出來，而聚合體亦為

水溶性，會漸漸被洗掉，船殼完漆時，漆表也許起伏較大，但經航行後，漆表會逐漸拉平，而呈光滑表面，有利節約油料，其有效期限依塗膜厚度及磨耗率，一般約 2 ~ 5 年。

(2) 水線漆 (BOOT-TOP PAINT)

水線漆，係塗在滿載吃水線以下至船底區以上區域之漆種，該區稱之水線區，因其長年乾濕交替，而且經常受到海浪拍擊及岸邊摩擦，極易受損，故其應具備良好之耐水、耐候及耐衝擊等性能，通常採用略暗之顏色，材質以取高效型漆為宜，如環氧樹脂、聚乙烯、氯化橡膠等。

(3) 舷乾漆 (TOP-SIDE PAINT)

舷邊漆，係塗在滿載吃水線以上至甲板線以下區域的漆，該區稱之舷邊區，因其長年曝露在天候中，日曬、雨淋並受海浪拍擊及岸邊摩擦，且為整船最大面積之外觀，故其須具備良好之耐水、耐候、耐紫外線、耐衝擊、耐磨及光澤、色彩等性能，材質亦以取高效型漆為宜，但為提高光澤度此漆有時須填加酞酐樹脂以達目的。

有些廠家會將水線漆及舷邊漆合併成一種產品使用，以簡化調料作業。

(4) 甲板漆 (DECK PAINT)

甲板漆，係塗在人員會踐踏到之水面區的漆，基本上，其須具備耐磨之性能，至於室外甲板區，因經常受強烈紫外線照射、海水刷洗、人員步行、貨物搬動等之磨損，故另須具備良好之耐候、耐水及附著性，而且甲板之施塗會妨礙其他工程進行，快乾性是其另一特色。

甲板容易弄髒，一般以採深紅及深綠為主。

(5) 船艙漆 (HOLD PAINT)

船艙漆係專供施塗在封閉，但有艙蓋進出之空間使用，如貨艙等。

艙內之濕度一向甚高，且所載貨物可能散會起化學作用之氣體或液體，此處所用之漆，不但須具有穩定性，而且不得污染貨物，其他如耐水、耐磨亦是考慮之要素，一般貨艙採滲有鋁粉之油性漆為主，亦有採用氯化橡膠素，至於有些貨艙兼作壓載艙者，則採柏油環氧樹脂漆為宜。

(6) 油品艙漆 (TANK LINING)

油品艙漆應屬貨艙漆之一種，但因其施工條件特殊，而且表面處理要求嚴苛，施工時間、溫度及濕度須嚴加控管，故非一般塗裝工作所能比擬。油品艙漆除了化學性穩定外，另須具備堅固、平滑、耐衝洗、耐油、耐水等之功能，通常取高效型漆為原料，以純環氧樹脂為多，其他根據不同油品（或化學品）之貨物，也有配合採酚樹脂、聚胺脂、矽酸鹽等為油品艙漆之原料者。

(7) 壓載艙漆 (BALLAST TANK PAINT)

通常壓載艙都採海水壓載，故壓載艙漆須具備防水、耐水衝擊、耐鹽、耐久等性能。

根據歷年實績，柏油環氧樹脂漆是最佳也最常被使用之產品，但有些船東為便於檢視艙內結構狀況，不喜使用深褐色之柏油環氧樹脂漆，而改用淺色之漂白柏油環氧樹脂漆，但此漆之防水性及附著力略遜。

(8) 耐熱漆 (HEAT-RESISTANT PAINT)

防熱漆通常使用在煙鹵、蒸汽管等區域，這種漆以矽酸鹽樹脂為主要成份，配合抗熱程度，另加鋁粉或鋁漿溶液而得。

(9)色漆 (COLOR PAINT)

色漆是以美觀裝飾為主要目的之漆，故其材質應取不粉化 (NON-CHALKING) 之原料為宜，應具有耐污染、不褪色、質地細緻、良好附著性能性能。應付各方需求，另有平光、半光澤及全光澤之不同表面呈現。

(10)耐酸漆 (ANTI ACID PRINT)

耐酸漆一般供電池間之壁面或天花板面使用。

23.8. 表面處理

表面處理係塗裝工程最重要之一環，表面處理是否得當，對日後塗漆之壽命有絕對之影響力，故不可等閒視之。

表面處理之目的在去除破壞漆膜及腐蝕被塗物等之物質，其中包括灰塵、動植物油、礦油、水、鹽類、銹塊、黑皮等，另外，表面處理還可提供被塗物粗度之功能，粗度大之表面有助漆之附著性，但過大之粗度會降低被塗物表面凸點之漆膜厚度，以致易於造成針孔而降低防銹能力，故應適宜之。

表面處理之方法有化學處理法及機械處理法兩種：

23.8.1 化學處理法

化學處理法無法提供粗度效果，但却是很好之清潔方式，有如下方法：

(1)溶劑洗淨法 (SOLVENT LEANING)

對於油脂或礦油等之油質異物，可使用甲苯、二甲苯、漆類溶劑、汽油、煤油或三氯乙烯、三氯乙烷等溶劑去除。

(2)界面活性劑洗淨法 (DETERGENT CLEANING)

將煤油用非離子界面活性劑與水乳化，加熱至 $40 \sim 70^{\circ}\text{C}$ ，可取之洗除油脂、礦油、灰塵及其他附著物。

(3)碱洗法 (ALKALI CLEANING)

用燒碱或純碱、或磷酸鈉、矽酸鈉等之水溶液，加入少量非離子界面活性劑，可皂化油脂並洗除之。

(4)酸洗法 (ACID PICKLING)

對造型不規則或複雜之構造物作表面處理，以採酸洗法最簡便，此法係以 $10 \sim 15\%$ 硫酸液或 $15 \sim 20\%$ 鹽酸配 $0.1 \sim 0.5\%$ 陰離子或非離子界面活性劑泡浸 $20 \sim 30$ 分鐘，為抑制酸成份侵蝕金屬母材，該溶液大都填加 1% 吡啶 (PYRIDINE) 或有機硫化物等。酸洗後之鋼材須用 $60 \sim 65^{\circ}\text{C}$ 清水洗淨，再浸入 $80 \sim 90^{\circ}\text{C}$ 之 2% 磷酸液，以形成一層磷酸鐵保護膜，或直接取之鍍鋅。

(5)磷酸法 (PHOSPHORIC-ACID CLEANING)

鋼材表面之銹塊可以 $15 \sim 20\%$ 磷酸酒精溶液擦拭除去，而且形成一層磷酸鐵薄膜保護。

對大型鋼件，可用 $45 \sim 55^{\circ}\text{C}$ 之 $10 \sim 15\%$ 磷酸泡浸 20 分鐘後，再用 $40 \sim 60^{\circ}\text{C}$ 之 0.3% NaH_2PO_4 或 N_2HPO_4 溶液泡浸 10 分鐘，以中和之。

(6)燃燒法 (FLAME CLEANING)

燃燒法只適於 6 mm 厚以上之鋼材，有兩種方式，一是放入爐內用煤氣燒去油脂等異物，另一是用瓦斯火焰取 45° 斜角噴燒鋼材表面，利用鐵材之熱冷脹縮，藉機刷除黑皮銹塊。

23.8.2 機械處理法

機械處理法應用最廣，約有如下數法：

(1) 噴砂 (NOZZLE SAND BLASTING)

噴砂法一向係供室外使用，亦供油品艙之施工所採行，其係利用壓縮空氣將乾砂或銅礦砂噴射在鋼材上以去除黑皮、銹塊及其他異物，可分乾砂及濕砂兩種方式。

(2) 離心投砂 (IMPELLER SHOT OR GRIT BLASTING)

此法係利用離心式投射機將鋼砂或鋼珠投射在鋼材上以去除黑皮、銹塊或其他異物，而鋼砂或鋼珠仍可回收再作循環投射。

離心投砂法一般供船廠新料作第一度表面處理用，處理後，就直接施塗預塗底漆以保護之。

(3) 高壓水槍噴洗 (WATER-JET BLASTING)

利用高壓之水柱噴洗鋼材表面，水壓高約 $150 \sim 170 \text{ kg/cm}^2$ ，通常供修船使用為多。

(4) 電動機具處理 (TOOL CLEANING)

如使用電動鋼刷、鏟機、砂輪……等清除異物。

(5) 鐵鎚敲打

用鐵鎚將黑皮或銹塊敲離。

23.9. 鋼鐵銹蝕度及表面處理標準

國際上所採用之鋼板銹蝕度及表面處理標準，通常根據瑞典標準局 (SWEDISH STANDARDS INSTITUTION) 頒佈之 SIS 15 5900，分別介紹如下：

23.9.1 鋼鐵銹蝕度 (RUST GRADE)

未經表面處理之鋼材可分四等級為A,B,C,D.，請參閱附圖:

- A：鋼鐵表面覆蓋著完整之黑皮 (MILL SCALE)，無鐵銹或僅極少量紅銹。
- B：鋼鐵表面開始銹蝕，部份黑皮剝落，已出現鐵銹。
- C：鋼鐵表面之黑皮已大部份剝離，全面銹蝕。
- D：鋼鐵表面之黑皮已完全剝離，全面銹蝕外並有孔蝕 (PITCHING) 產生。

23.9.2 鋼鐵表面處理度 (PREPARATION GRADE)

鋼鐵表面處理方法可分兩類，一為噴砂處理，以Sa表示，另一為手工或電工具處理，以St表示。處理後之等級再分0，

1，2， $2\frac{1}{2}$ 及3等五級：

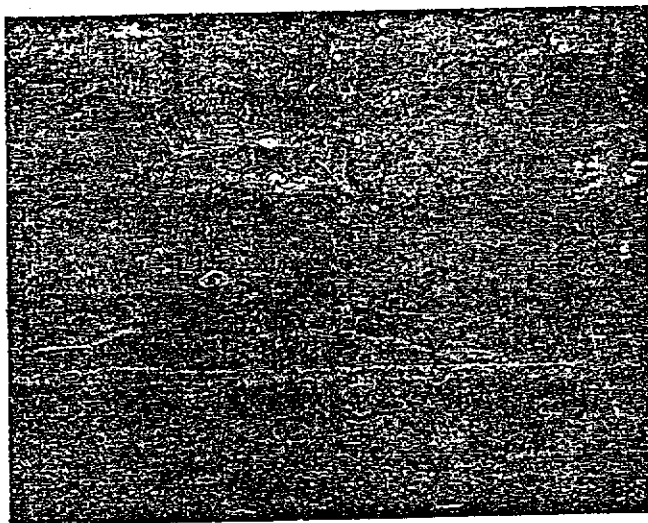
0：未經處理。

1：輕度處理，將鬆懈黑皮、浮銹及其他異物去除。

2：中度處理，將大部份黑皮、鐵銹及其他異物去除，並將灰塵、銹垢清除，鋼鐵表面呈灰色金屬色。

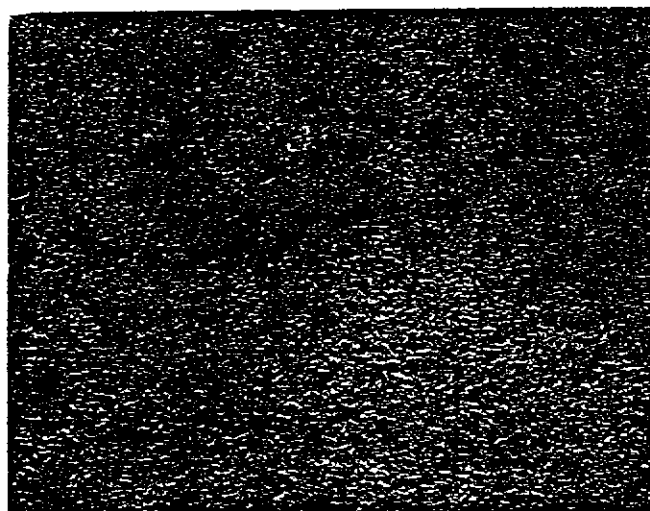
$2\frac{1}{2}$ ：近完整之處理，完全去除黑皮、鐵銹及其他異物，並將灰塵、銹垢清除，僅允許極少量點銹或絲銹存在，鋼鐵表面呈近似灰白金屬色。

3：完整處理，完全去除黑皮、鐵銹及其他異物，並將灰塵、銹垢徹底清除，不留任何異物，鋼鐵表面呈均勻之白金屬色 (WHITE METAL)。



A

圖一 A級鋼板

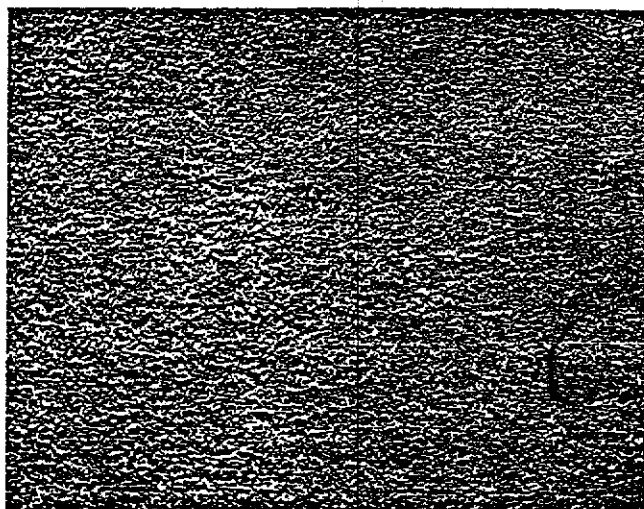


B

圖二 B級鋼板

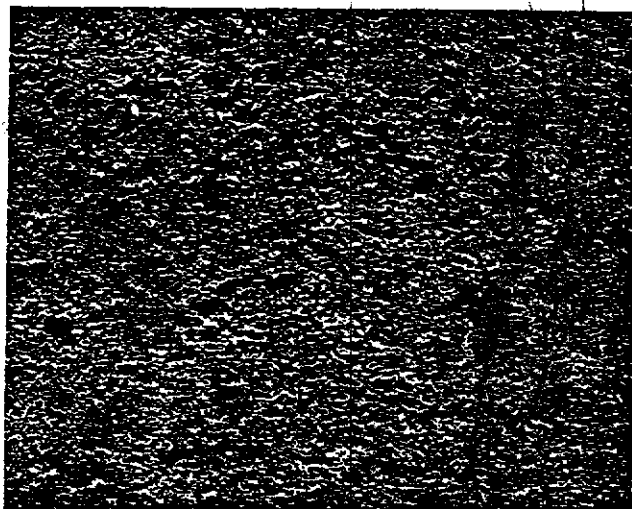
77.3.3.000

C



圖三 C級鋼板

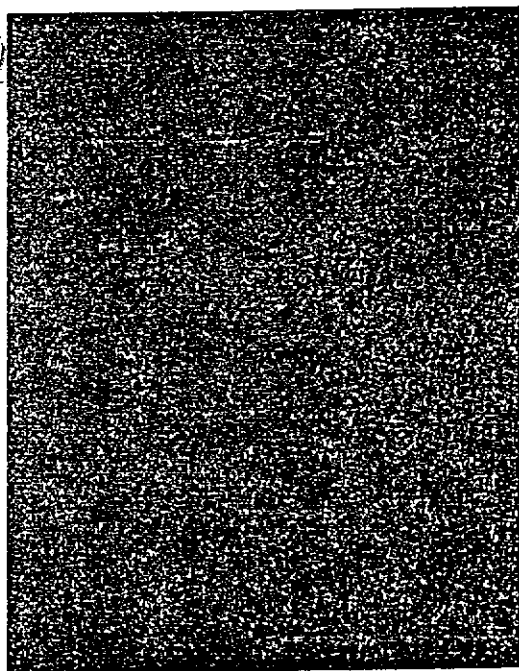
D



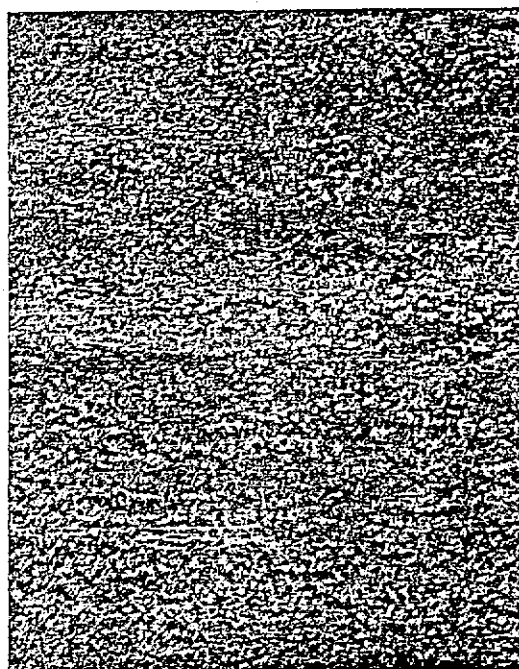
圖四 D級鋼板

77.3.3.000

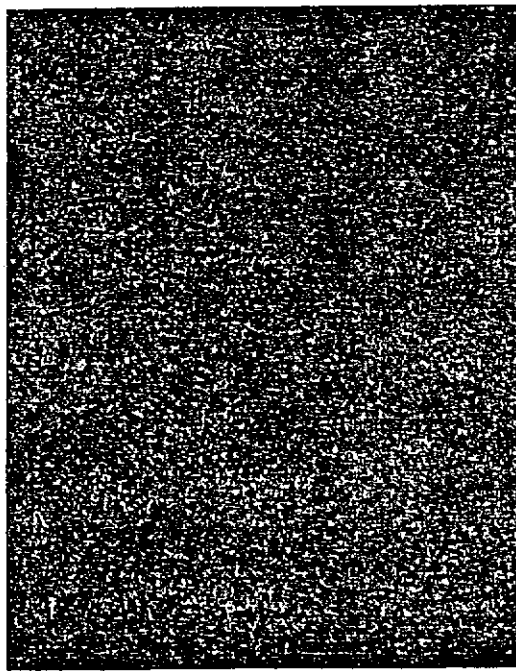
RUST GRADE B — Blast cleaning



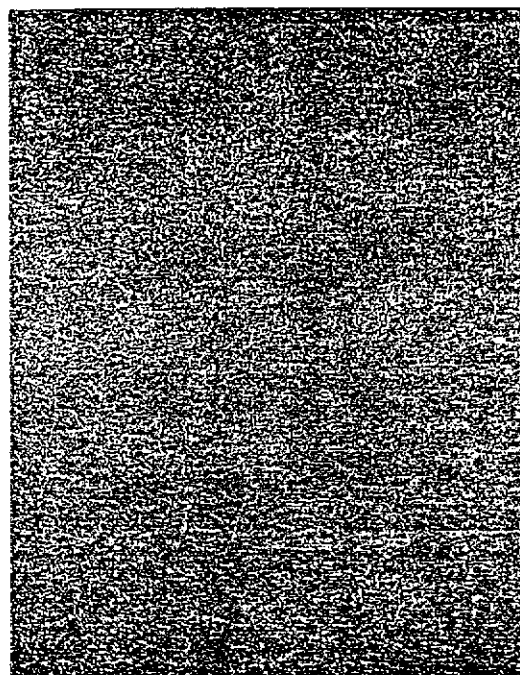
B Sa 0



B Sa 2



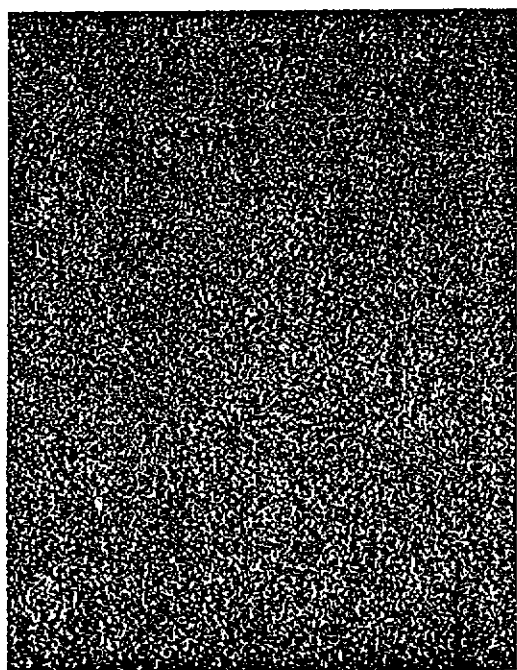
B Sa 1



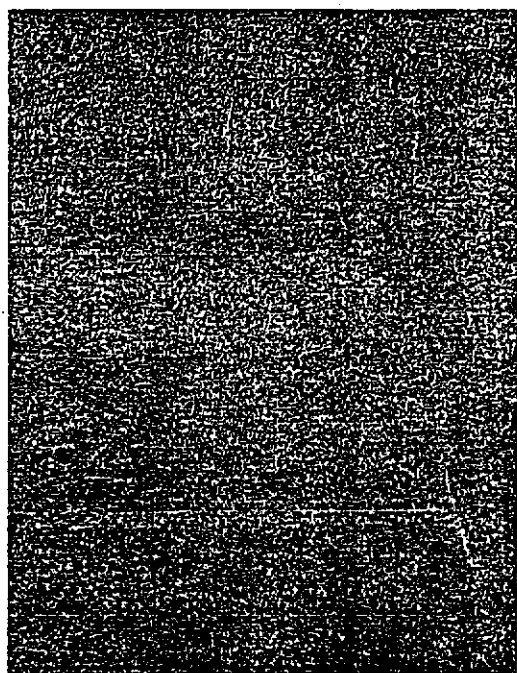
B Sa 3

圖五 B 級鋼板之不同噴砂處理表面

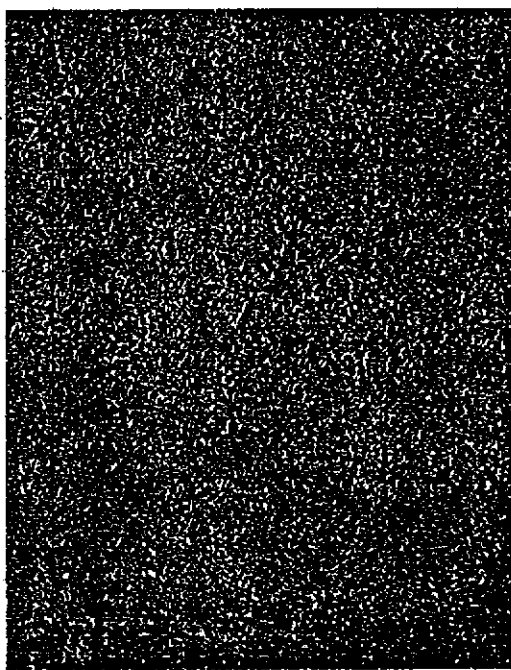
RUST GRADE C Scraping and wirebrushing by hand



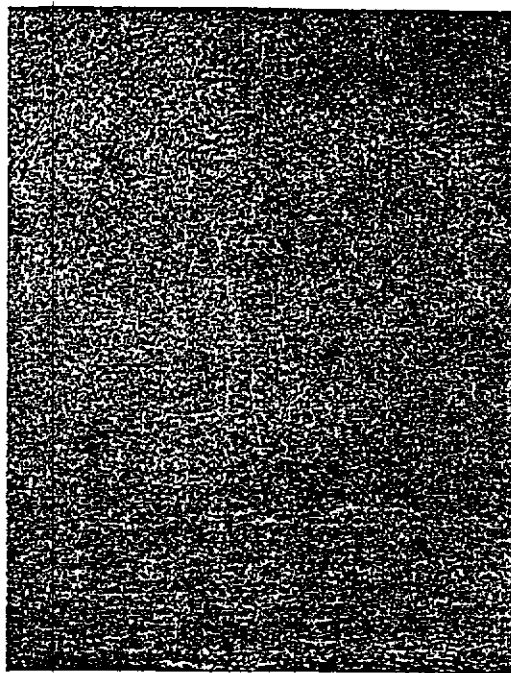
C St 0



C St 2



C St 1



C St 3

圖六 C級鋼板之不同手工處理表面

23.10 漆變質有關名詞

缺 陷	現 象	原 因	防 範 與 處 理 法
膠 化 Gelation	漆變成膠狀， 失去流動性	貯藏時間太久，或貯藏條件不良，引起反應。（容易發生於含金屬顏料油漆）	從舊品先出倉使用，不要貯藏太久，避免太陽之直晒，或貯存於氣溫太高或極端低溫場所
		調薄劑之使用錯誤。	使用規定調薄劑。
		異種系統漆之混合。	避免不同系統或不同廠牌漆之混合。
		低溫時之氯乙稀樹脂系漆之特有現象。	貯存於氣溫較高場所或加溫使用。
		漆罐密封不良，溶劑揮發。	加調薄劑調薄，換包裝罐。
		二液性塗料經混合後，超過可用時間。	一次調配以半天夠用量為原則
		厚塗型漆之正常搖變 (Thixotropic) 現象。	了解塗料特性，如係搖變性膠狀，由攪拌即可變回為液狀。
			其他不明原因之膠化品，應予廢棄不用。
沈澱結塊 Settling	顏料份沈於罐底結成塊狀。	貯藏時間太久。	從舊品先出倉使用，不要貯存太久
		過度調薄。	不要加過量調薄劑。

缺 陷	現 象	原 因	防 範 與 處 理 法
		紅丹、氧化亞銅等重質顏料之沈澱。	做充分攪拌。
			如結塊太嚴重，無法調開時，應予廢棄。
結 皮 Skinning	漆之表層乾燥 結皮現象。	防皮劑配量太少或乾燥劑使用過多。	不要加過量乾燥劑、漆加防皮劑。
		罐蓋漏氣或未蓋緊。	貯裝於密封罐：
		小量漆使用大罐貯裝。	移入小型罐裝滿。
			除去結皮，充分攪拌後，過濾使用。結皮太嚴重時應廢棄不用。

23.11 塗裝作業中或乾燥過程中發生之缺陷

缺 陷	現 象	原 因	防 範 與 處 理 法
桔子皮 Orange peeling	噴塗作業產生之塗面桔子皮狀凹凸。	油漆粘度太高，使用溶解力不良之調薄劑，或溶劑揮發太快。	使用規定調薄劑，做適當調薄。
		噴鎗運行太快、噴鎗與塗面距離太遠。	調整噴鎗運行速度與塗面之距離。
		被塗物溫度太高，或氣溫特別高，或者風太大。	在適當氣溫條件與環境施工。
		漆品質不良。	選用優良品質漆。
			用砂紙磨平重塗。
場凹 Cissing	因漆散播產生凹凸或孔穴	塗面有油水份、附着、或漆刷塗裝機帶進油漆之水份或礦油。尤其是矽利康油會產生嚴重場凹。	塗面與塗裝器具，徹底掃除清理。
		被塗物過份平滑與堅硬。	用砂紙研磨，或除去漆膜重塗。
氣泡 Bubling	混入塗料中之空氣留在漆膜變成小泡。	油漆經強勁攪拌後，未待混入空氣消除即予塗裝。	不做激烈攪拌。漆經攪拌後待氣泡消去再塗裝。
		溶劑揮發太快，或被塗物溫度太高。	使用揮發性較慢溶劑。

缺 陷	現 象	原 因	防 範 與 處 理 法
		油漆粘度太高。	做適當調薄、調整、粘度。
			除去漆膜重塗。
拉絲 Cobwebbing	噴塗塗裝時成絲狀情形（特別容易發生於氯化橡膠漆）	油漆粘度太高。	做適當調薄、調整、粘度。
		溶劑揮發太快。	使用揮發性較慢溶劑。
		噴鎗口徑太小，壓力太高	使用較大口徑噴鎗、降低壓力
流痕 Sagging	垂直面之部份漆流下聚結成爲厚膜	一次噴塗量太多。	調整噴塗量
		噴塗距離太近，與噴鎗運行太慢。	調整噴鎗距離與運行速度。
		漆粘度太低。	避免過度調薄。
		光滑塗面之上層塗裝。	用砂紙磨粗。
			瀉流部份除去重塗。
刷紋 Brush Mark	隨着漆刷運行方向留下凹凸刷紋。	使用粗糙短毛漆刷施工。	使用良質漆刷。
		漆本身之流展性不良，（油性漆較易發生）	配合少量樹脂凡立水或調薄劑

缺 陷	現 象	原 因	防 範 與 處 理 法
		被塗物底面粗糙，吸漆性較大。	預先用同一漆調薄，做一層薄層塗裝。
			用砂紙磨平重塗。
白化 Blushing	塗膜發白混濁 (W/P，或硝化纖維噴漆較易發生)	空氣濕度太高時，空氣中之水份凝結於塗面產生發白混濁現象。	避免在下雨天或高濕度時施工，或調配慢揮發性溶劑(防白水)。
		塗裝後在夜間因氣溫下降，水份凝結於塗面。	油性或環氧系漆因乾燥較慢，最好避免在傍晚施工。
		被塗物之溫度較氣溫低。	待被塗物溫度升高時再施工。
			噴漆類之白化現象，可待濕度降低時噴塗防白水即可消除。
吐色 Bleeding	底層漆顏色為上層漆溶化滲透出面漆	有機系紅色顏料或染料以及瀝青塗膜上施塗面漆。	運行快速噴鎗噴一層薄膜，使溶劑很快揮發，不給太多之溶化下層顏色之機會。
		未乾底層漆上做上層塗裝	待底層漆乾燥後再做上層塗裝
剝離 Lifting	上層漆溶劑浸透底漆，產生剝離現象	上層漆之溶劑太強，或底層與上層漆配合不當，(例如油性漆+氯乙炔漆)	避免異種漆之疊層塗裝。不做過分調薄。

缺 陷	現 象	原 因	防 範 與 處 理 法
		底層漆與上層漆之塗裝間隔太短。	要待底層漆充份乾燥後再施塗上層漆或做一層w / p中層塗裝。
顏色分離 Flocculation	塗面之顏色濃淡不均	調薄劑用量過多。	不做過分調薄。
		漆膜厚度不均。	不用劣質硬漆刷，或做過份厚塗塗裝。
		漆攪拌不均。	做充份攪拌。
		調色不均。	二色以上之漆調合時，未做充份攪拌或未做適應性檢討。
			用砂紙研磨後重塗。
砂皮 Sandy	噴塗漆粒太大，產生不平粗面	使用不適當調薄劑	選用規定調薄劑。
		粘度太高。	用規定調薄劑調成適當粘度。
		噴漆機以後噴塗壓力不當	調整空氣壓力與噴槍嘴。
			用砂紙磨平後重塗。
乾燥不良 Delaying of drying Time	漆在規定時間內不乾。	氣溫太低，濕度太高或不通風場所之施工。	改善塗裝環境。

缺 陷	現 象	原 因	防 範 與 處 理 法
		塗面有水份或油漆。	做完整表面處理。
		二液型漆之硬化劑配量不足	按規定量加硬化劑，並做充份混合
		過份厚塗塗裝。	按規定漆膜厚度施工。
			經過長時間暴露還不乾時，除去漆膜重塗。
回粘 Aftertack	已乾漆膜再呈漆粘現象	被塗面有酸鹼之附着。	新水混面，或焊錫之塩酸附着部位之塗裝應先做適當處理後再施工。
		使用不揮發性溶劑，不良品質之漆，或凡立水等。	不用成份或性能不明之漆。
		未乾透塗裝品之包裝堆積	待完全乾燥後再包裝。
			經長時間放置後還不乾時，除去漆膜重塗。
針孔 Pinholing	塗面有針狀小孔	被塗面有灰塵、油、水份之附着。	做完整之表面處理。
		油漆中有油、水份之存在	注意漆中之油，水份混入。

缺 陷	現 象	原 因	防 範 與 處 理 法
		溶劑揮發太快。	使用慢揮發性溶劑。
		底層漆未乾透。	待底層漆完全乾透後再做上層塗裝。
			用砂紙研磨後重塗。

23.12 塗膜形成後產生之缺陷

缺 陷	現 象	原 因	防 範 與 處 理 法
變黃 Yellowing	白色或淡色漆膜變黃現象	使用桐油、亞麻仁油，以及酚醛樹脂製成之漆或調配過量乾燥劑。	白色或淡色漆避免使用這一類易變黃樹脂油製造並控制乾燥劑用量。
		有氨氣環境之塗裝。	使用於氨氣環境漆應做適當選擇。
變色 Discoloration	塗膜變色	使用有機性顏料者較易變色	淺色塗裝應選用不變色塗料
		含鉛或銅系顏料漆之硫化氫接觸變黑。	有硫化氫產生環境應避免使用鉛或銅系顏料。
		水泥、白灰、或化學品之接觸變色。	使用耐碱性或各適當之耐藥品塗料。
			使用適當耐藥品性漆做重塗
龜裂 Cracking	塗面產生裂紋、輕者稱為checking 嚴重者稱為cracking	塗膜太厚。	避免過份厚塗。
		下層漆未乾。	待下層漆乾透後再做上層漆塗裝。
		上、下層塗裝之配合不當，性質不合。	慎重考慮塗裝系統，避免異種漆之疊層塗裝。

缺 陷	現 象	原 因	防 範 與 處 理 法
		溫度急激下降。	可能會發生氣溫之突然下降時停止施工。
			除去龜裂漆膜重做塗裝。
發霧 Blooming	塗面產生如鏡面霧狀之現象	在高濕度或有化學品瓦斯存在之環境施工。	做充份通風。
			用砂紙研磨後重塗。
粉化 Chalking	塗膜表面變成粉狀漆面	使用易粉化顏料或填充顏料使用過多。	使用不粉化型顏料製成之油漆
		使用過份稀薄漆塗裝。	不要過份調薄。
			用砂紙研磨後重塗。
綹紋 Wrinkling	塗膜有起綹現象	過份厚塗，以致表乾裏不乾	避免過份厚塗塗裝。
		下層漆未乾	待下層漆乾透後（規定塗裝間隔經過後）再做上層漆塗裝。
		乾燥劑用量太多。	控制乾燥劑用量。
		爲了促進乾燥，將塗面加熱或直晒太陽。	避免急激加熱。

缺 陷	現 象	原 因	防 範 與 處 理 法
			用砂紙磨平後重塗。
失光 Clouding	塗膜無光	多孔質底面或底面狀況不均	做加層塗裝。
		漆膜厚度不均。	做均勻塗裝。
光澤不均 Gloss Shitting	塗膜上出現部份有光，部份無光現象	底面狀況不勻，產生部份吸收漆與部份不吸收漆現象。	做加層塗裝。
		漆膜厚度不均。	做均勻塗裝。
			做加層塗裝，至出現均勻光澤為止。
起泡 Blistering	塗膜發生起泡浮腫現象	因生銹扛起漆膜	做完整表面處理與防銹塗裝
		被塗面有水份，或吸潮性物質之附着，以及塗裝器具內有水份之存在。	做完整表面處理與塗裝器具之清理。
		船底之鋅陽極附近因氫氣瓦斯物質引起之起泡。	施塗適合陰陽極防蝕之塗料，並控制防蝕電流，不要變為過電氣防蝕。

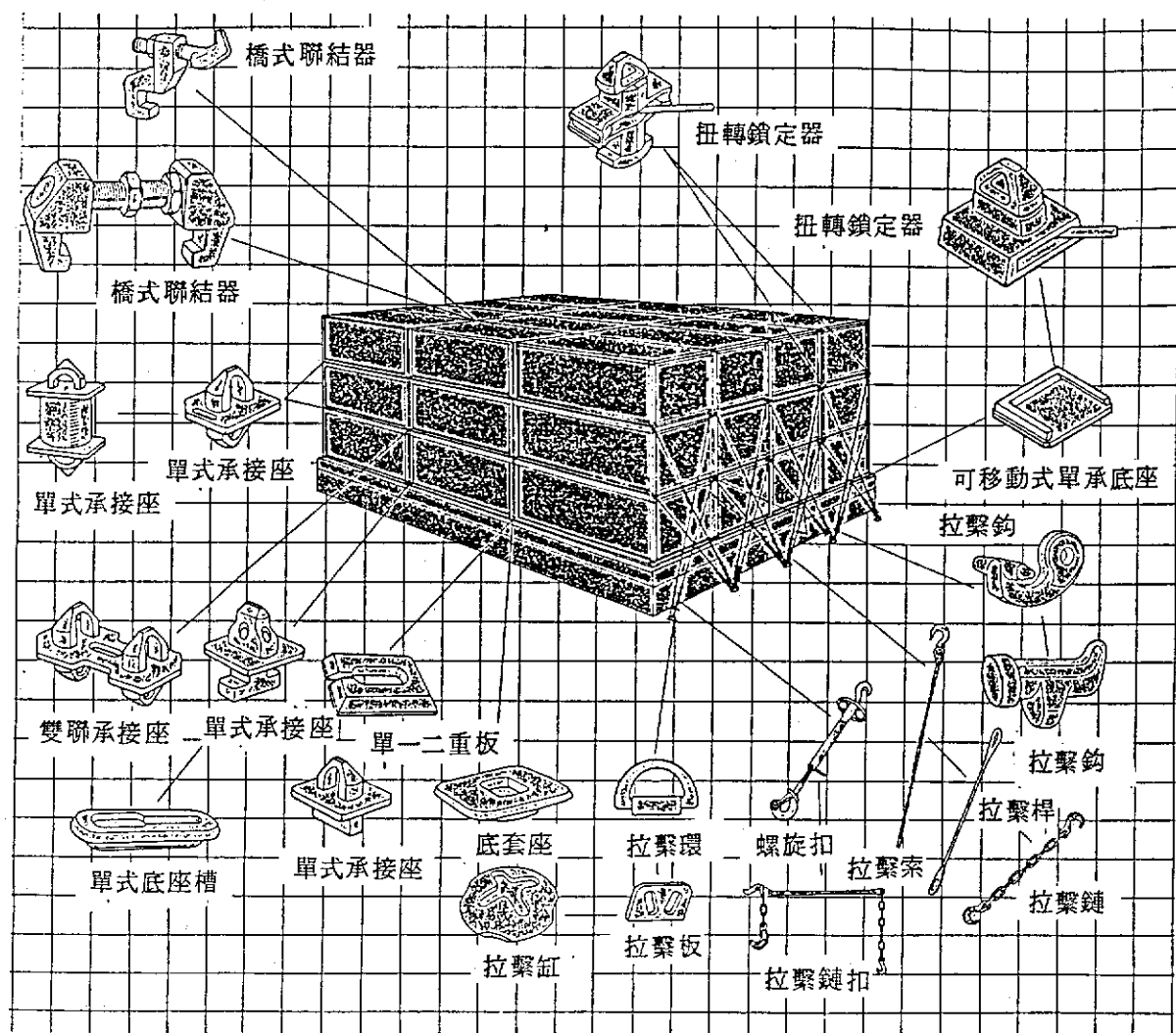
缺 陷	現 象	原 因	防 範 與 處 理 法
生銹 Rusting	產生鐵銹	厚塗型漆之連續使用。	按規定塗裝間隔施工。
			除去有起泡漆膜重做塗裝。
		表面處理不當	做完整表面處理，除去黑皮，鐵、銹、水份以及其他異物。
		塗料性能不良。	選用品質優良產品。
		漆膜厚度不足或施工不良	按規定漆膜厚度施工，不要有漏塗情事發生。
			除去漆膜重做表面處理與塗裝
剝離 Lifting (scaling)	底面與漆膜或漆膜與漆膜間之剝離現象	被塗面有油、水份或鐵銹之存在。	做完整表面處理。
		底層漆之過份暴露與硬化	在規定塗裝間隔時間內做塗裝。
		下層漆與上層漆之配合不良	考慮塗料系統，盡量避免做異種或不同廠牌漆之疊層塗裝。

缺 陷	現 象	原 因	防 範 與 處 理 法
		工程錯誤，例如無W / P之氯乙烯系，漆塗裝。	按規定塗裝工程施工。
		異種塗料之混合	避免不同系統或廠牌漆之混合。
		潮濕木材，或從背面吸收了水份之木材正面塗裝。	選用乾燥木材。不做單面塗裝。
		過份平滑之金屬面塗裝。	用噴砂或砂紙磨粗後施工。
			除去剝離漆膜重做塗裝。
黑變 Blackening	二度船底防污漆中之銅毒成份因硫化氫之作用變黑	二度船底防污漆中之氧化低銅，因硫化氫之作用產生黑色硫化銅。	在污染海域或河川航行或做長期停泊之船隻用。船底防污漆應使用有毒物型防污漆（OP A/F）
海生物附着 Fouling	船底浸水部之海生動、植物附着。	二度船底防污漆（A / F）之防污性能不良。	考慮航行區域，時間做適當品質之選擇。
		A / F漆經塗裝後，至浸水時間太長，漆膜過度硬化。	在規定時間內浸水。
		高溫海域中之長期停航。	使用高效能A / F漆，或多做一層塗裝。

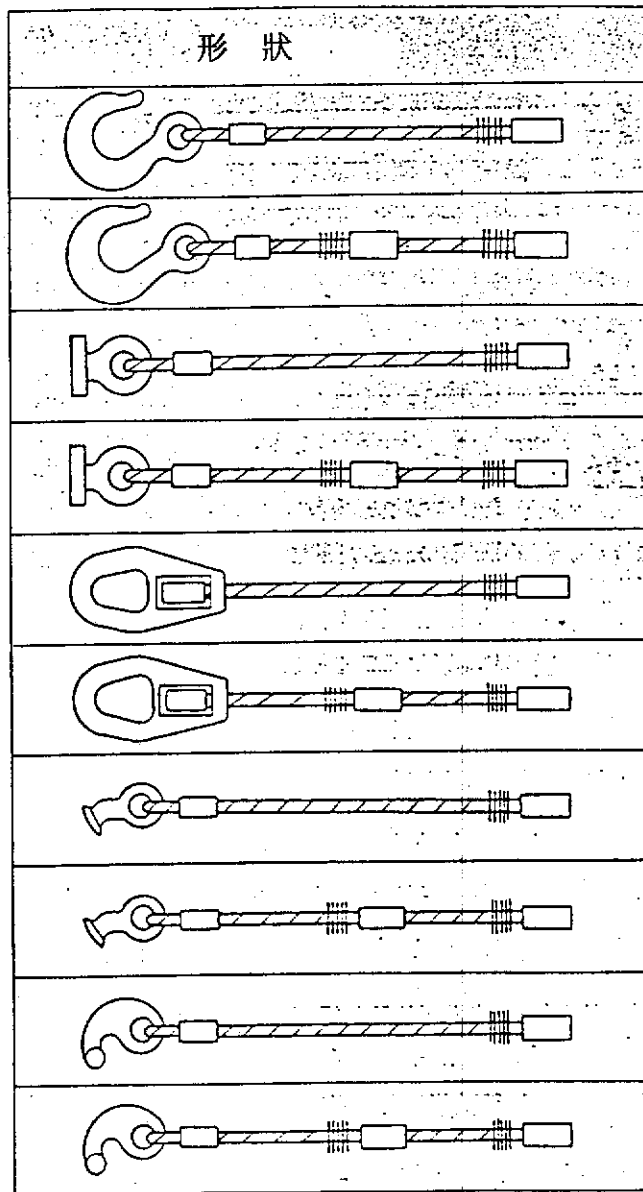
缺 陷	現 象	原 因	防 範 與 處 理 法
		A / F 漆膜太薄。	做規定厚塗塗裝。
		A / F 漆發生黑變。	使用有機毒物型 A / F 漆。
		A / F 漆使用時攪拌不勻	做充分攪拌。
			除去附着生物，重做 A / F 漆塗裝。

第二十四章 櫃及拉繫屬具名詞

甲板貨櫃之佈置與拉繫、固定所需之屬具，如圖所示。

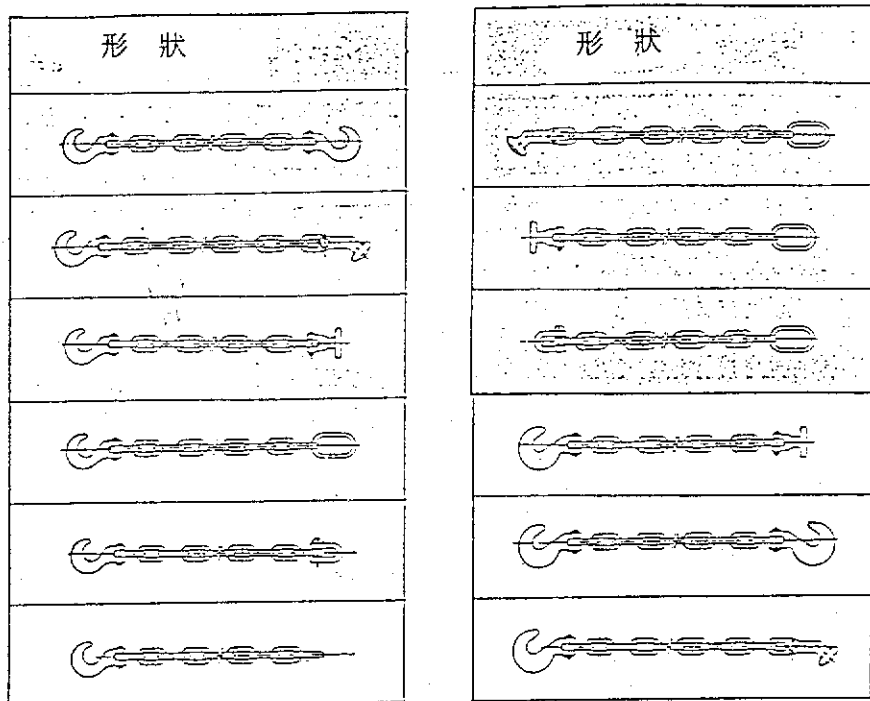


24.1. 拉繫索 (Lashing cable)



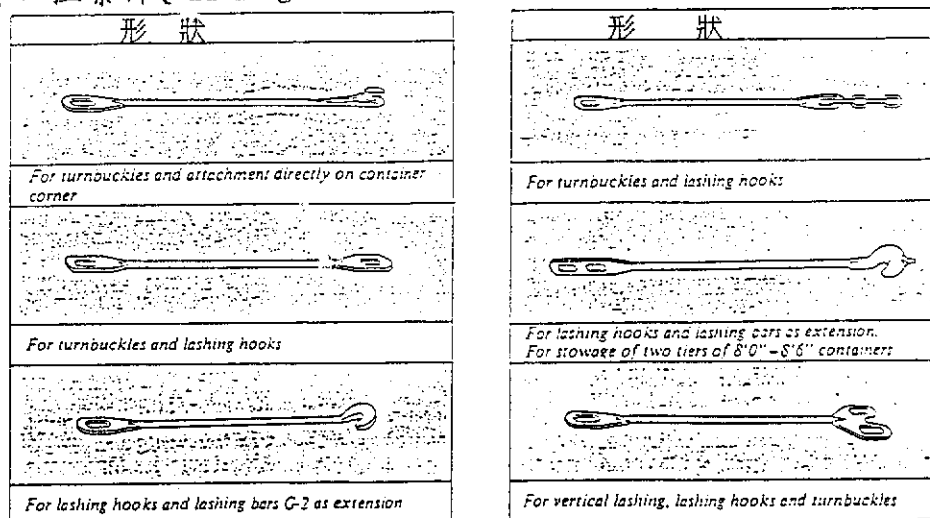
拉繫索由高張力鋼索、各式索端屬具，快速鬆脫裝置（ Quick Release Lashing Device ）及螺旋扣（ Turnbuckle ）所組成。
 。用以繫縛甲板貨櫃，其斷裂負荷可達20噸。

24.2. 拉繫鏈 (Lashing Chain)

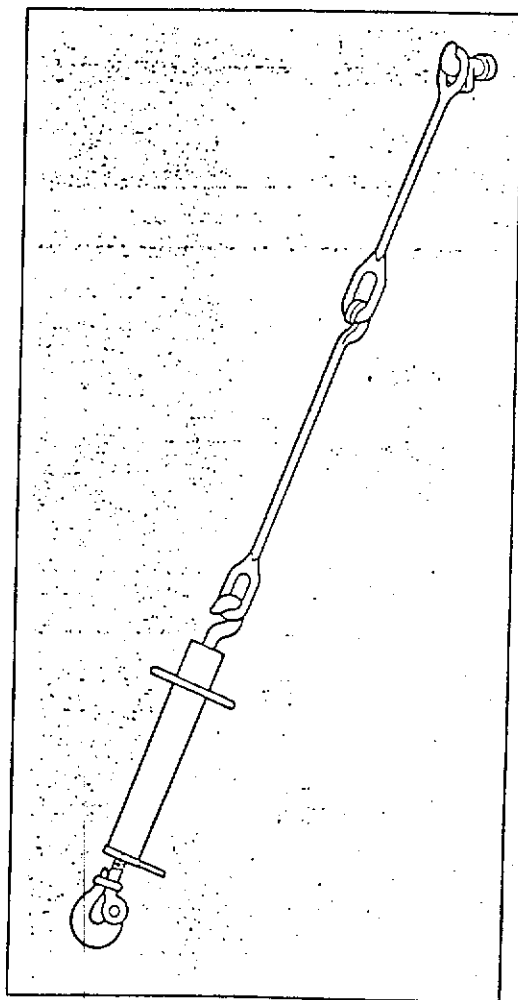


拉繫鏈由高張力鋼製造，配以各式端具 (Terminal fittings)
，用以固定貨櫃、拖車或汽車等。

24.3. 拉繫桿 (Lashing bar or Lashing rod)

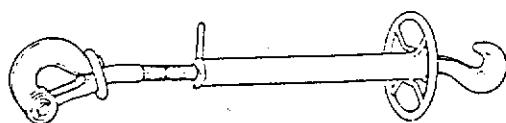


拉繫桿係由鍍鋅高張力鋼製成，與拉繫鏈相較，其最大優點在於延伸量小，故繫縛時間可節省。亦可取代拉繫索作垂向及對角線拉緊用。拉繫桿可配以各式端具如圖所示，且必需與螺旋扣聯用。

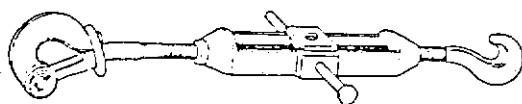


24.4. 螺旋扣(Turnbuckle)

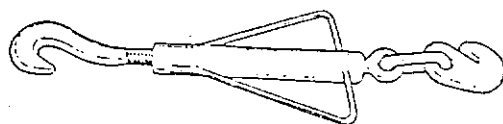
螺旋扣係設計用以配合拉繫索，拉繫鏈與拉繫桿作拉緊之用，其可配以各式端具，以利各種銜接方式，其可提供之斷裂負荷分 20 噸及 36 噸兩種。



PIPE TYPE WITH THREADED SHANK AND SWIVEL

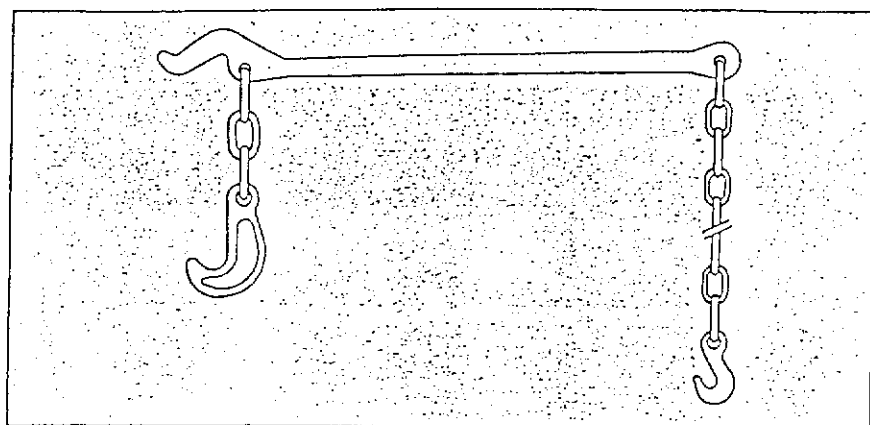


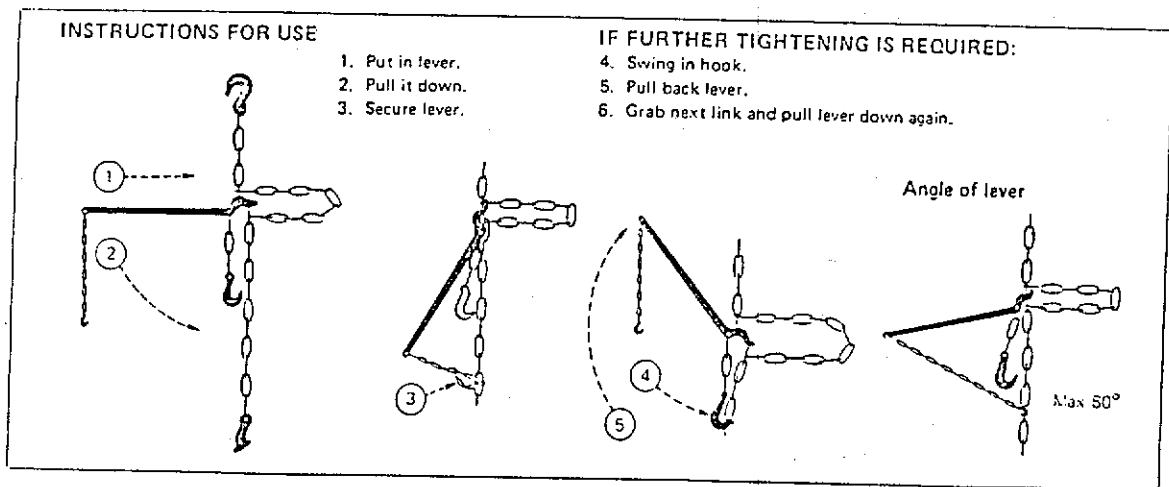
FRAME TYPE WITH THREADED SHANKS



PIPE TYPE WITH THREADED SHANK AND SWIVEL

24.5. 拉繫鏈扣(Chain lashing device)



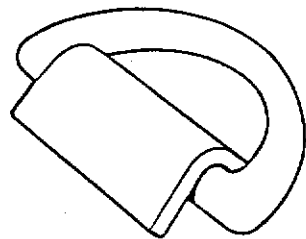


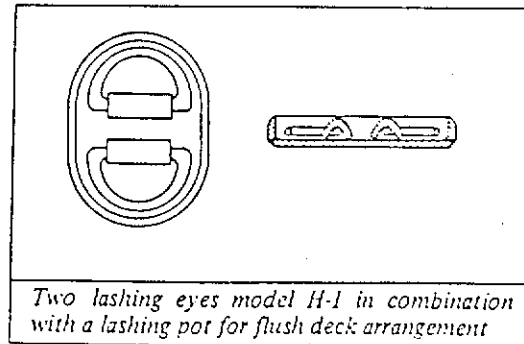
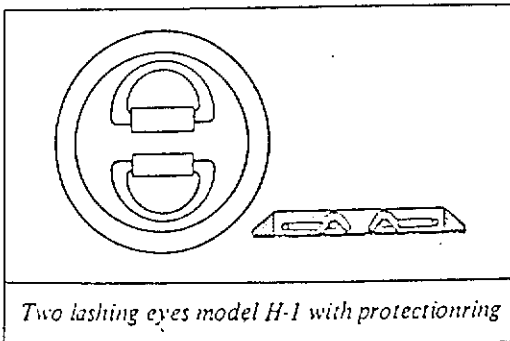
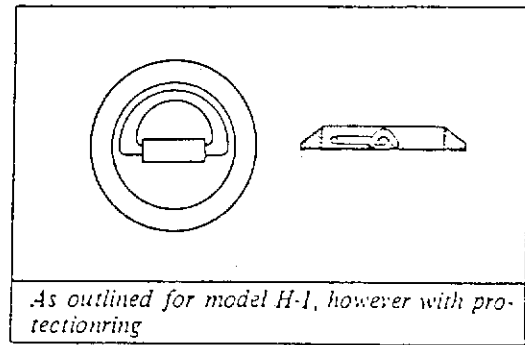
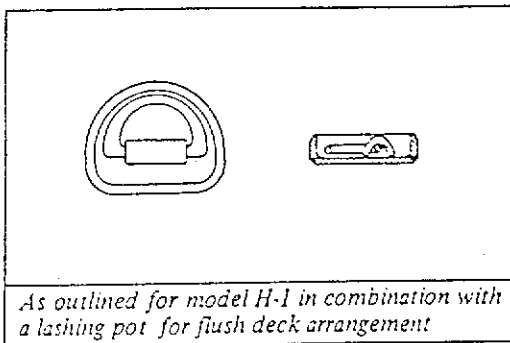
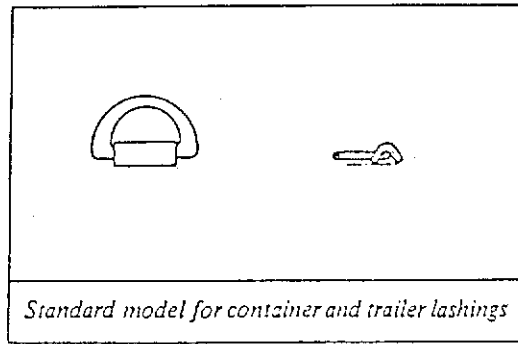
拉繫鏈扣係與拉繫鏈聯用，以使拉繫鏈可逐步被拉緊而不致鬆脫。

24.6. 拉繫環 (Lashing eye) 或 D 型環 (D-Ring)

拉繫環是由高張力鋼用落鏈鍛造或焊接而成，並將環弓與船體焊接。其優點有二：

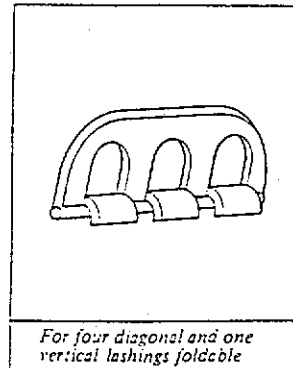
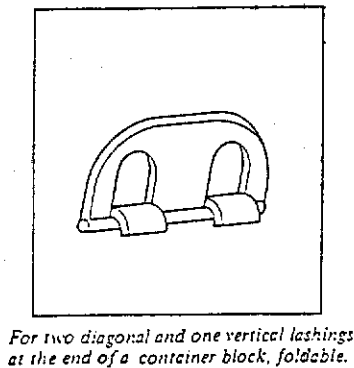
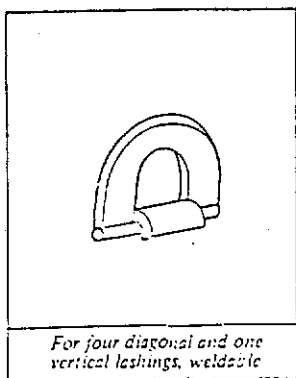
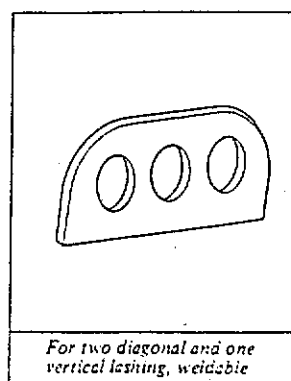
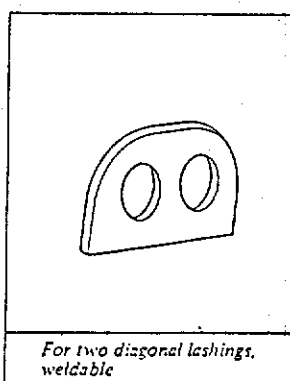
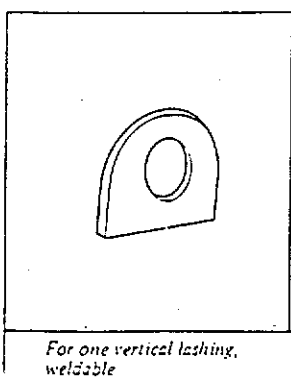
- (1) 拉繫環可適用於任何角度，而使索、鏈不感受彎應力。
- (2) 當拉繫環不使用時，可倒平而無絆倒人員之危險。





24.7. 拉繫板(Lashing Plate)

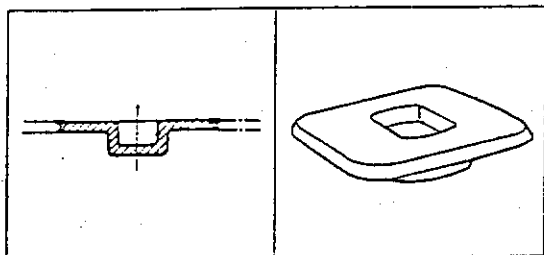
拉繫板係於數根不同方向角之拉緊具會合於一處使用，其材料為有良好焊接性之特殊高張力鋼。一般有焊接式與摺疊式兩種，如圖所示。



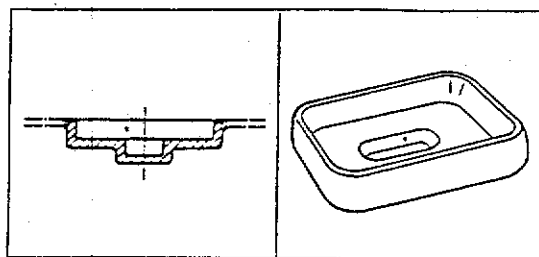
24.8. 底套座(Bottom Pocket)

底套座即一板附以一個，二個或四個套座，以安放貨櫃角柱，由焊接連接至艙蓋、甲板及內底板上，並可與承接錐 (Stacking Cone) 連用。其設計有二種：

- (1)適用於作用於船體一維之點負荷；
- (2)適用於二維線負荷，即令貨櫃角柱保持自由時，經貨櫃底加強材作用之力與力矩。

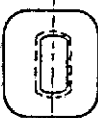
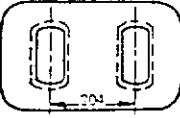
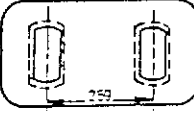
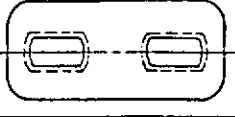
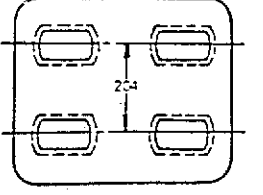
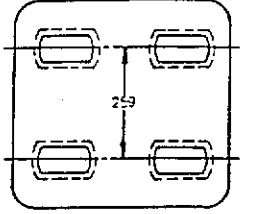


POINT LOAD



LINE LOAD

Unit: mm

SHAPE	Description
	<i>Single pocket</i>
	<i>Double pockets</i>
	<i>Double pockets</i>
	<i>Double pockets for longitudinal stowage</i>
	<i>Four holes bottom pockets</i>
	<i>Four holes bottom pockets</i>

24.9. 平式套座(Flush Socket)及凸式套座(Padestal Socket)

底套座又分爲平式套座與凸式套座二種，如下圖所示。



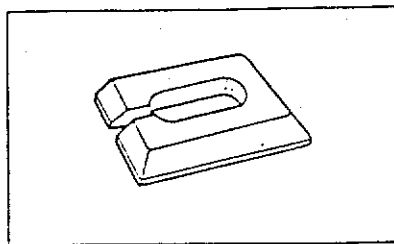
平式套座



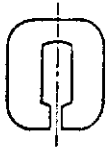
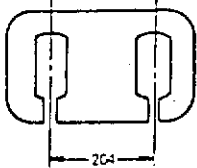
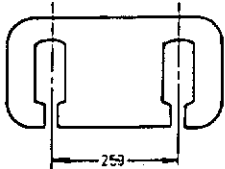
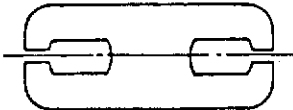
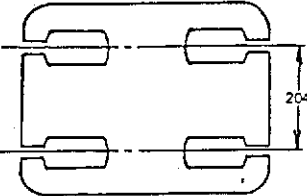
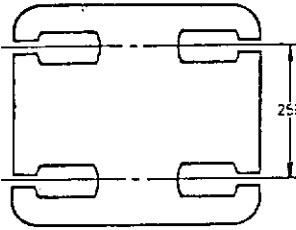
凸式套座

24.10 二重板(Doubling Plate)

二重板可焊接用於錐形導槽(Guide cone) 無法適用之處。其最大厚度有 30mm，且附設有洩水道(Drainage Channel)。

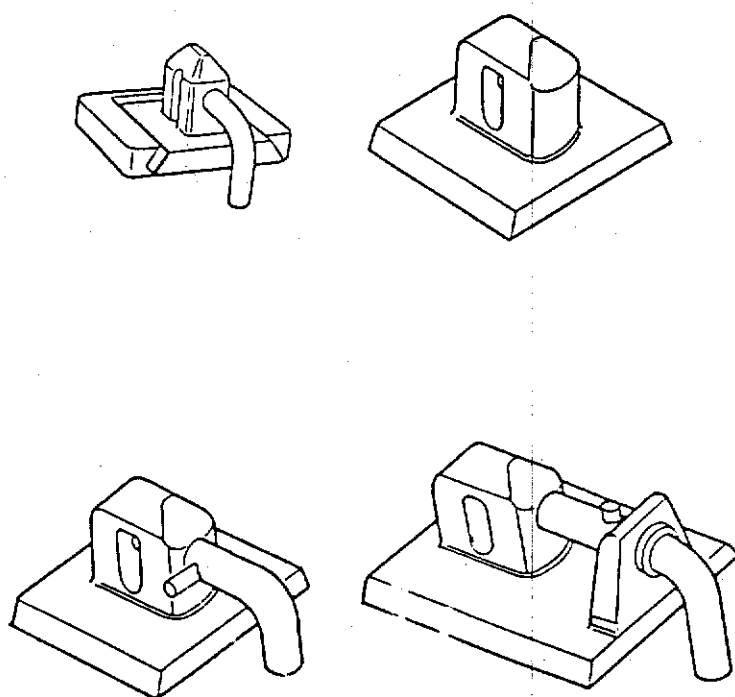


Unit: mm

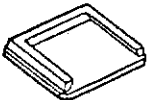
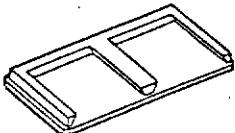
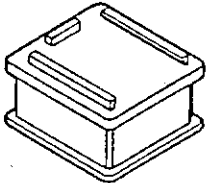
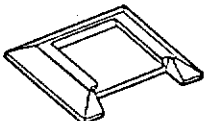
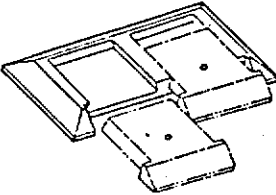
SHAPE	Description
	<i>Single doubling plates</i>
	<i>Transversal doubling plates</i>
	<i>Transversal doubling plates</i>
	<i>Longitudinal doubling plates</i>
	<i>Quadruple doubling plates</i>
	<i>Quadruple doubling plates</i>

24.11 錐形導槽 (Conic Guide)

與二重板相較，錐形導槽可提供各種導錐插入使用，並避免向上脫離，故當貨櫃角柱套入導錐並以螺拴插入，即可固定貨櫃防止上揚力矩之翹動，於裝載一屬貨櫃之情況，便不需再使用其它之拉繫具。

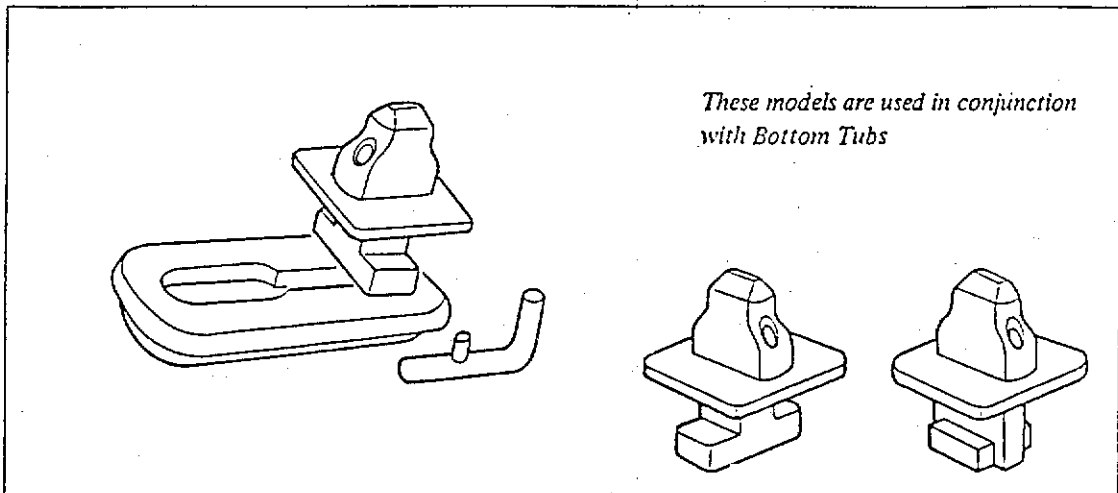


These stacking cones can be used in conjunction with conic guides

SHAPE	Description
	<i>Removable, single base</i> 可移動式單承底座
	<i>Removable, double base</i>
	<i>Removable, single base</i>
	<i>Removable, single base</i> <i>For tapered tank top</i>
	<i>Transversal double base plate for 25 or 80mm distance between containers.</i>

24.12 底座槽(Bottom tub)

底座槽可焊接安置於艙蓋及內底板上，以與各式有 T 形腳之 (Stacking cone) 及導具 (Guide fitting) 聯用，如圖所示。



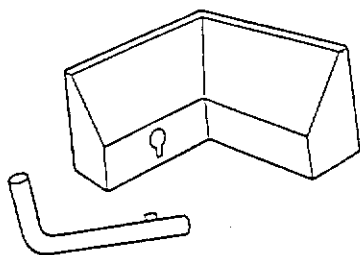
Unit: mm

SHAPE	Description
	<i>Single base tub</i>
	<i>Longitudinal double base tubs</i>
	<i>Transversal double base tubs for 25mm or 80mm distance between containers</i>
	<i>Quadruple base tubs for 25mm or 80mm transversal distance between containers</i>

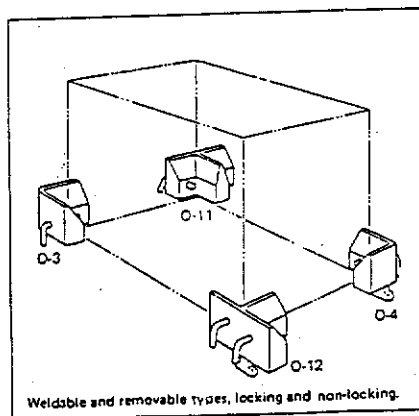
24.13 貨櫃導具(Container guide fitting)

此為各式橋式承接錐 (Interbridge stacking cone) 與導錐 (Guide cone) 之替代品，其優點乃易於插放貨櫃。貨櫃導具有以下二種：

- (1)可焊型。
- (2)可移動型，並附型腳以便與底座槽聯用。



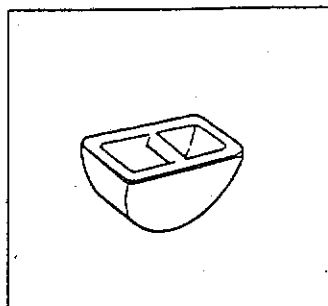
基本貨櫃導引系統



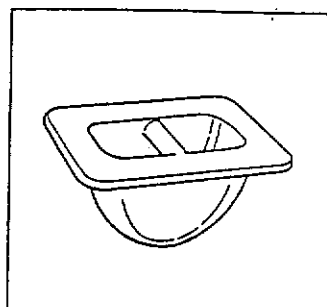
SHAPE	Description
	Without platform
	Left hand arrangement, bolted to front side.
	Left hand arrangement, bolted to side.
	Right hand arrangement, bolted to front side.
	Right hand arrangement, bolted to side.
	Container distance 80 mm
	Container distance 120 mm

24.14 拉繫缸 (Lashing pot)

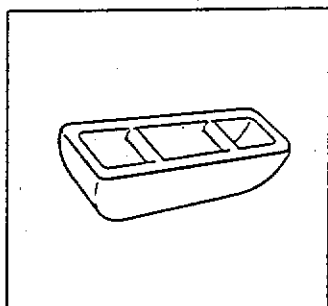
拉繫缸可取代拉繫環使用，其優點為安置後完全維持平甲板，故
RO臨RO船上拉繫貨櫃，拖車時均用及。



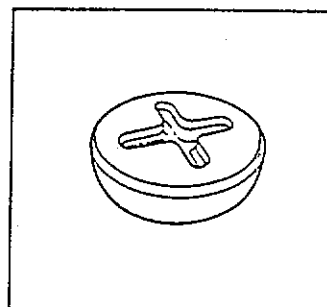
*For quick release lashings and
turnbuckles
Single lashing pot*



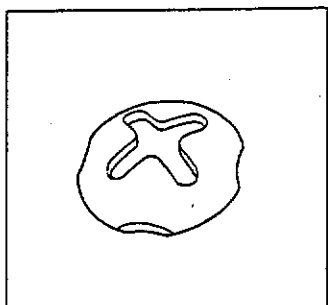
*For quick release lashings and
turnbuckles
Single lashing pot*



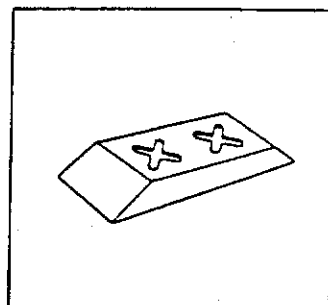
*For quick release lashings and
turnbuckles
Double lashing pots*



*For trailer or container lashing,
suitable to be used with lashing
hooks. Recessed star fitting*



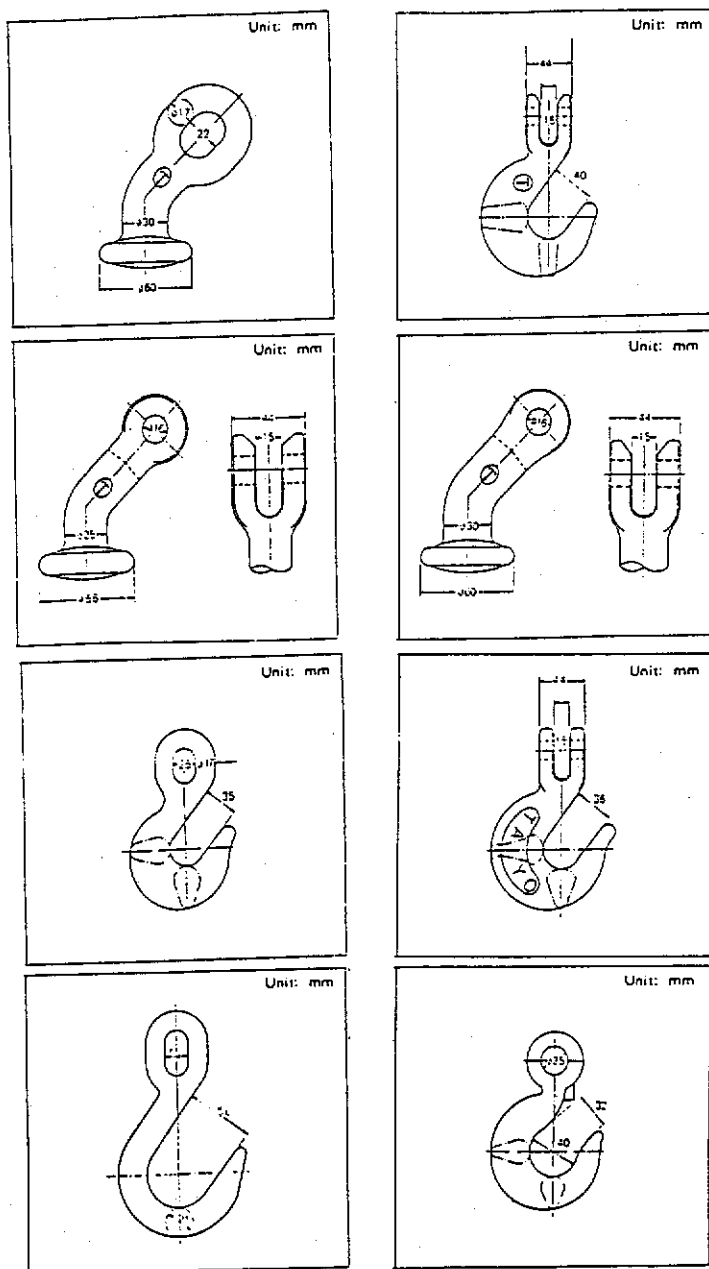
*Application as for model J-4,
however for on-deck application.
Raised star dome*



*Double star fitting
Ramp ends for trailer decks*

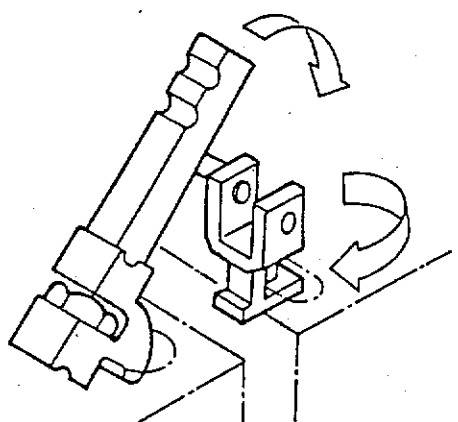
24.15 拉繫鈎 (Lashing hook)

拉繫鈎可與所有拉繫系統聯用，其設計需符合 ISO 之貨櫃標準。
其型式如圖。



24.16 橋式聯結器 (Bridge fitting)

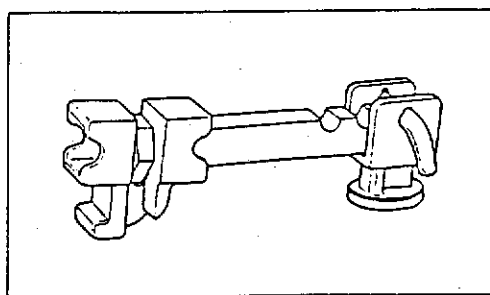
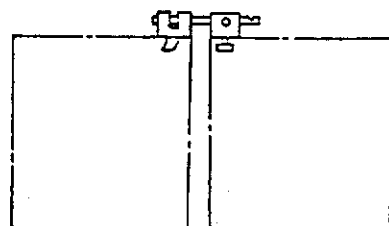
橋式聯結器，主要用以將船縱向與橫向佈置之貨櫃加以連接，並傳遞貨櫃間之受力。



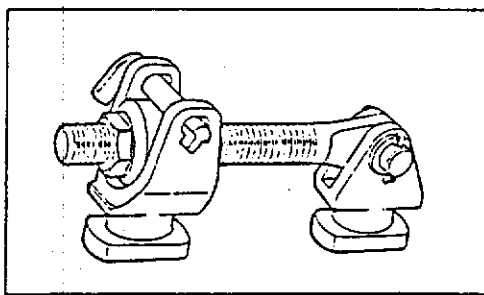
INSTRUCTION FOR USE

1. Place bulb clevis in corner casting and rotate 90°.
2. Insert bulb adjuster in opposite corner and drop shaft into bulb clevis. Insert locking pin in nearest groove.
3. Make fine adjustment with nut.

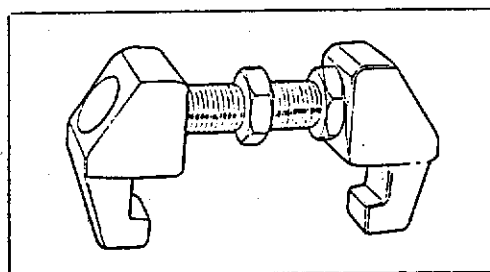
Bridge connects top corners of containers for block stows



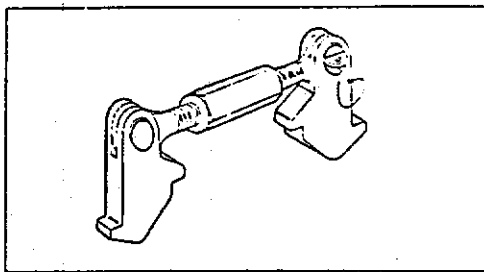
Applicable for transversal direction



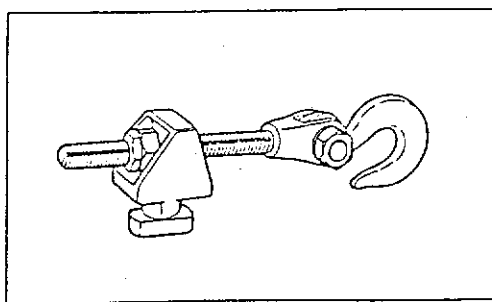
Used for transversal direction



*Used for longitudinal and transversal direction
Special separation to be requested.*

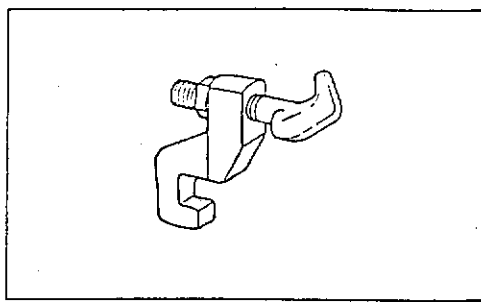
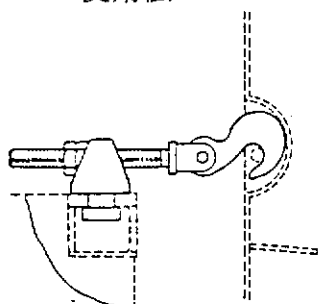


Available upon request with spindles in special length for greater tolerances



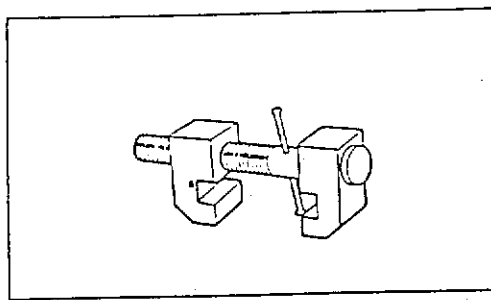
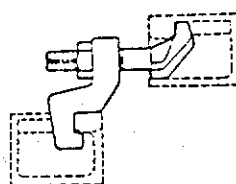
Used for transversal direction to attach to fitting at ship side or in coaming

使用法

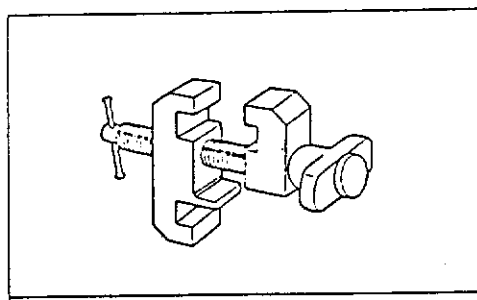


Used for transversal direction for lashing 8'6" containers

使用法



*Standard tension
For athwartship or fore & aft direction*

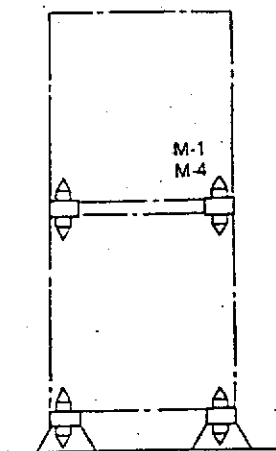


*Used on stowages with 8' and 8'6" containers
Standard variable height*

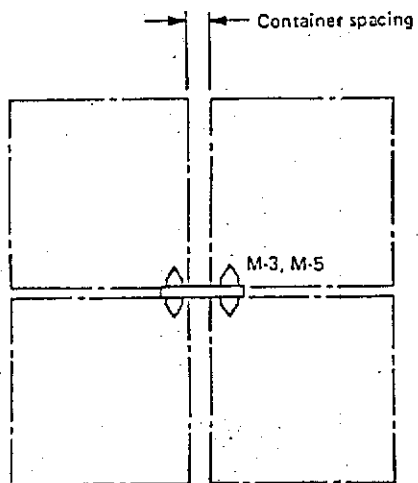
24.17 承接錐 (Stacking cone) 或承座接 (Stacker)

承接錐係連接上下屬貨櫃並予以對中之用，其可吸收過量之水平力，須與拉繫系統聯用。其種類有：

- (1) 底承接錐 (Bottom stacking cone)
- (2) 特殊承接錐 (Special stacking cone)
- (3) 向隔具 (Spacer fitting)
- (4) 導錐 (Guide cone)



Stacking cone has cones top & bottom, for container alignment and horizontal restraint.

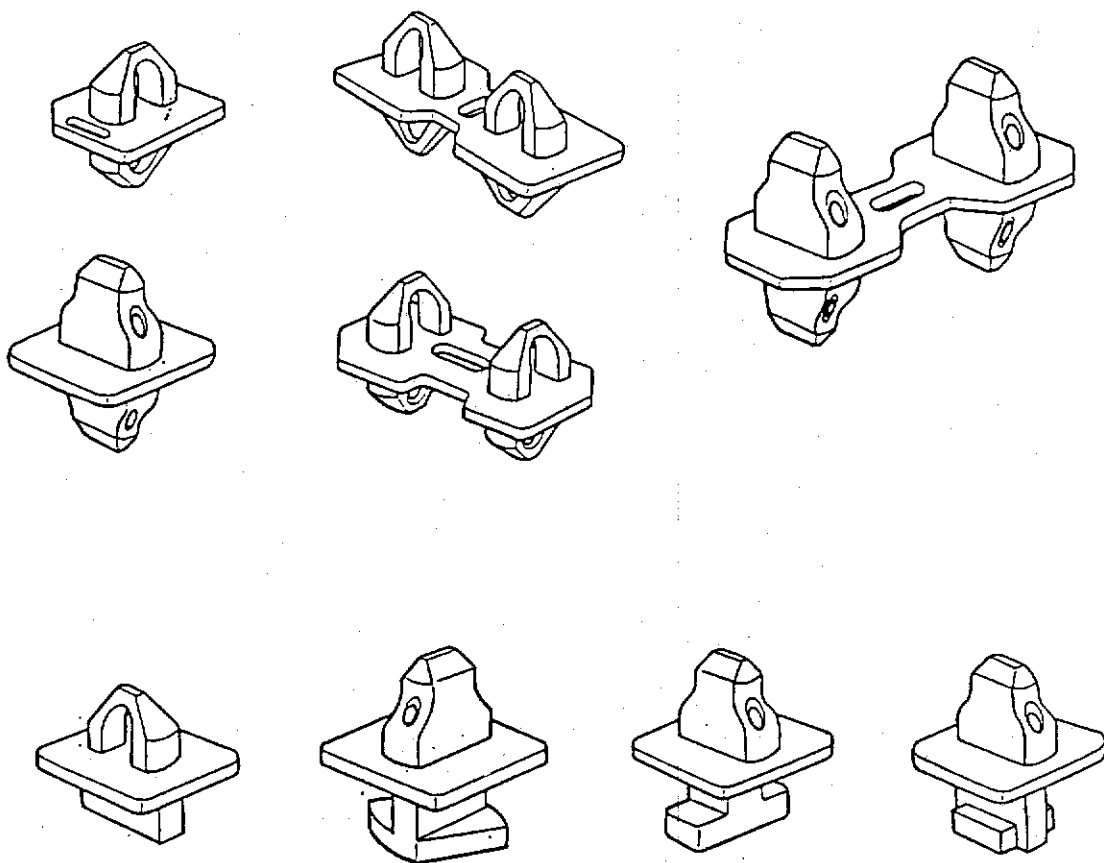


Double stacking cone is used for intermediate bridging of containers above or below deck.

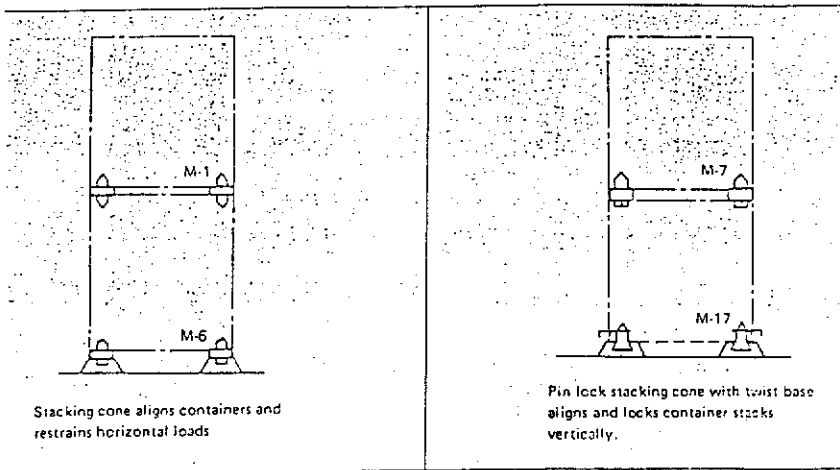
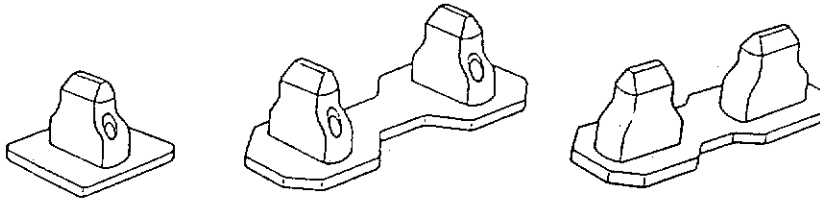
Locking Pin



Pin locking stacking cones



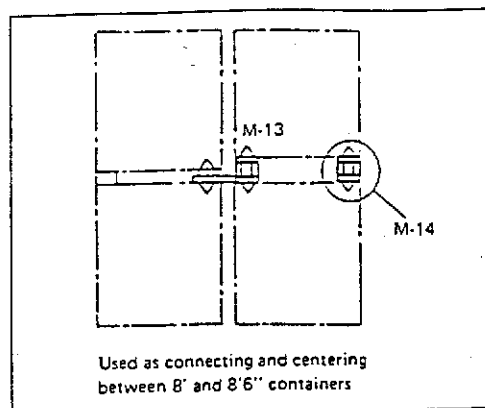
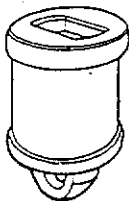
24.17.1 底部接錐 (BOTTOM STACKING CONES)



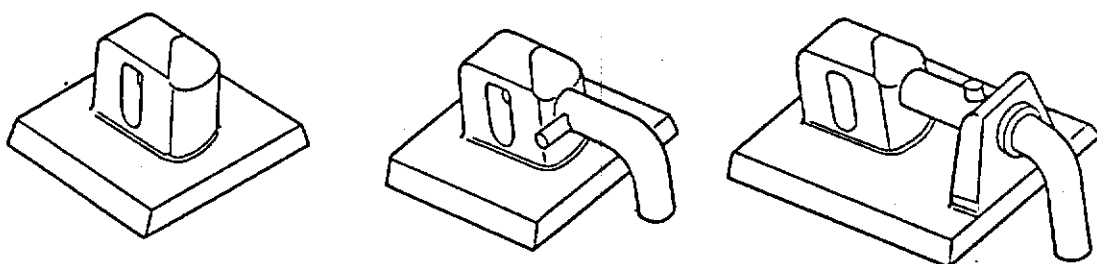
24.17.2 特殊承接錐 (SPECIAL STACKING CONES)



24.17.3 間隔具 (SPACER FITTING)

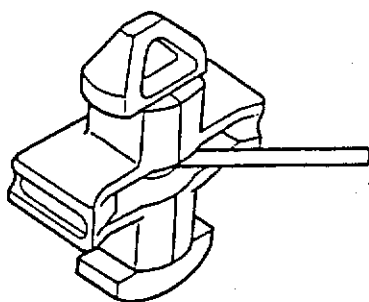
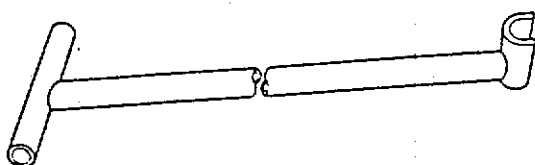


24.17.4 導錐 (GUIDE CONES)

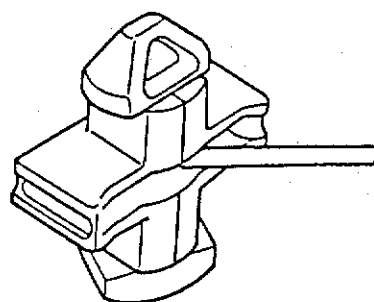


24.18 扭轉鎖定器 (TWIST LOCK)

此元件係手動阻障裝置，以使兩層貨櫃能垂向鎖牢，手桿並裝設彈簧用以防止鬆脫。



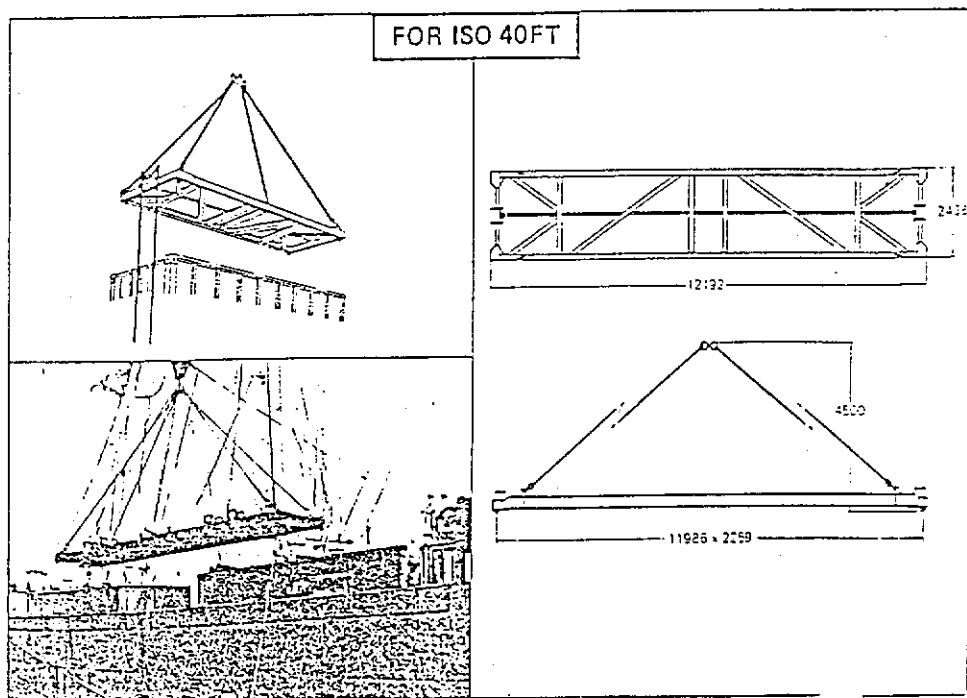
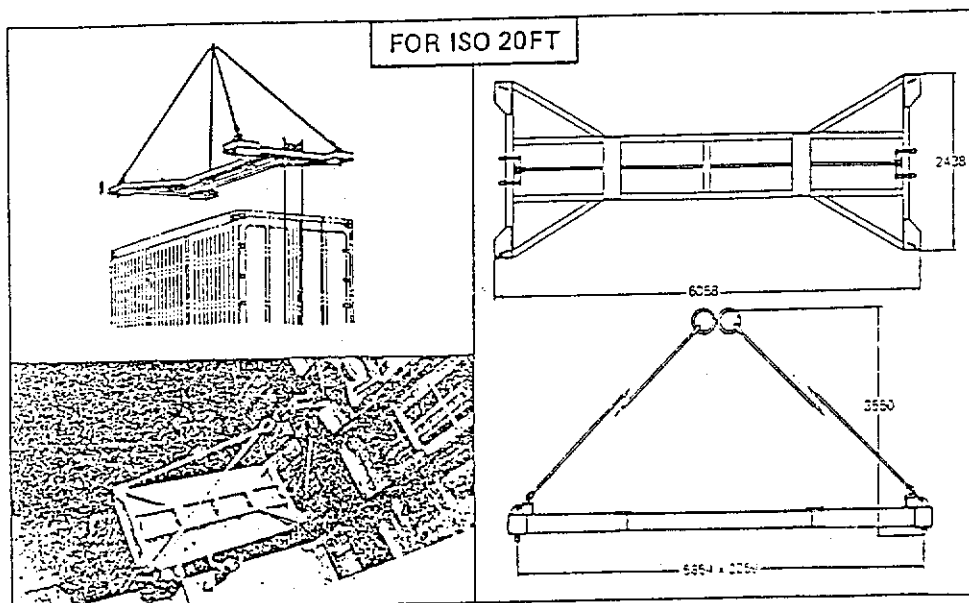
By actuation of the lever this model permits the force-imparting connection of two containers in vertical direction.



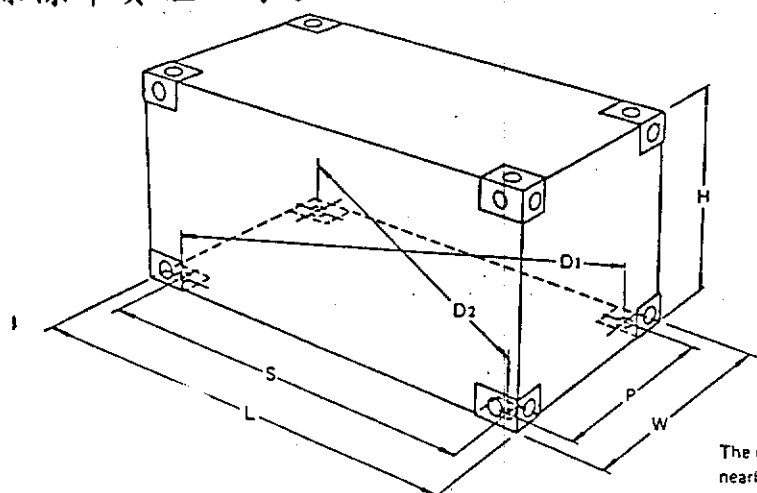
This model is supplied with its foot offset about 25°, and permits a preblocking with the container.

24.19 貨櫃吊架 (CONTAINER LIFTING SPREADER)

此吊架為起吊貨櫃之用，扭轉鎖定器必須恰當配合貨櫃共用，其優點是起卸迅速。



24.20 國際標準貨櫃尺寸 (ISO CONTAINER DIMENSIONS)



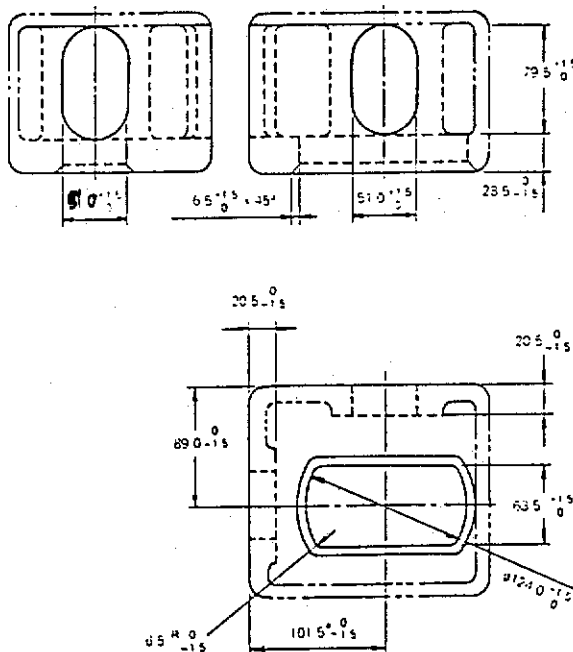
(Unit: mm)

The container which are applied nearly exclusively nowadays are produced to the ISO standard.

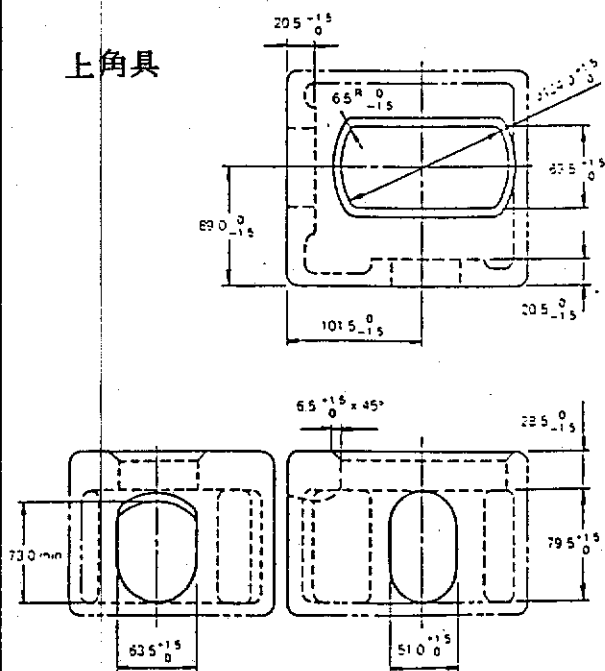
貨櫃主要尺寸表

KIND	HIGHT (H)		WIDTH (W)		LENGTH (L)		S	P	D ₁ - D ₂ MAX.
	DIMENSIONS	ALLOW-ANCE	DIMENSIONS	ALLOW-ANCE	DIMENSIONS	ALLOW-ANCE			
1AA	2591 (8'6")	0 -5	2438 (8')	0 -5	12192 (40')	0 -10	11985	2259	19
1A	2438 (8')				6058 (20')	0 -6	5353		
1CC	2591 (8'6")								
1C	2438 (8')								
	2908 (9'6 1/2")		2438 (8')		13717 (45')				
	2908 (9'6 1/2")		2591 (8'6 1/2")		14631 (48')				

下角具



上角具



24.21 貨物之繫固

- (1)拉繫索 (Lashing wire) 爲鏈條或鋼索製成裝有扣環,如梨形環 (Crabring)、接環 (Shackle) 等,用以繫固裝載物。
- (2)螺旋扣 (Turnbuckle) :用以收集拉繫索(微調用)
- (3)滾軸接環 (Rooller shackle), U形接環之 上穿有滾軸。以使索具穿過迴繞收緊時順滑。
- (4)快釋鉤 (Pelican hook) ,接合兩繫固索之用,可以快速解開。
- (5)支柱 (Stanchion) ,原木裝運船之甲板邊緣裝有一排柵柱用以圍住原木以防散落,有起倒式、套筒式,以及永久固定式。
- (6)拉繫索具 (Lashgear), 整套繫固裝具之總稱。

第二十五章 船體振動

25.1. 船體振動之種類 (Types of Hull Vibration)

船體振動一詞本應涵蓋船舶之所有振動，唯在此只指船整體之振動，亦即將船體視為兩端自由的彈性樑之振動，以與局部振動相區別。

船體振動依其形態與方向，可分類如下：

- (1) 船體撓曲振動；垂向振動、水平振動
- (2) 船體扭轉振動
- (3) 船體縱向振動

25.1.1. 垂向振動 (Vertical Vibration)

如第 1 圖所示，以船體中性軸為基準之上下方向撓曲振動。船體振動中以此類振動為最重要。

船體可視為一根彈性樑，故有無數組垂向振動之自然頻率 (natural frequency) 與對應之振動模態 (mode) 存在。

船體振動中，振動形態之階數，以節 (node) 表示，如 1 節振動形態乃相當於縱搖 (pitching) 之剛體運動，故不宜以振動形態處理之；2 節以上之振動才有意義。



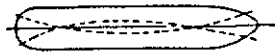
第 1 圖 船體垂向振動

船體垂向振動爲船體振動中最重要者，其理由如下：

- (1)垂向振動之自然頻率比其他種振動之自生頻率小，且易與柴油主機轉數的一倍或二倍之激振力產生共振。
- (2)小激振力亦易產生振動。
- (3)船體垂向振動時，上層結構隨之產生前後向振動，尤其是上層結構設於船艙之船舶，垂向振動與前後向振動同時產生。

因此，防止船體垂向振動之對策，首先是避免固有頻率與主機之主要轉數產生共振，如果不能避免時，則要減少激振力才可。

25.1.2.船體水平振動 (Horizontal vibration)



第 2 圖 船體水平振動

如第 2 圖所示，以船體中心線爲基準之水平方向撓曲振動，此種振動與垂向振動一樣，有 2 節以上之無數個自然頻率。水平振動與垂向振動相比，其自然頻率較大，故除了柴油主機之 1 階激振力易與 2 節振動共振外，甚少與主機之其他激振力共振。

25.1.3. 船體扭轉振動 (Torsional vibration)

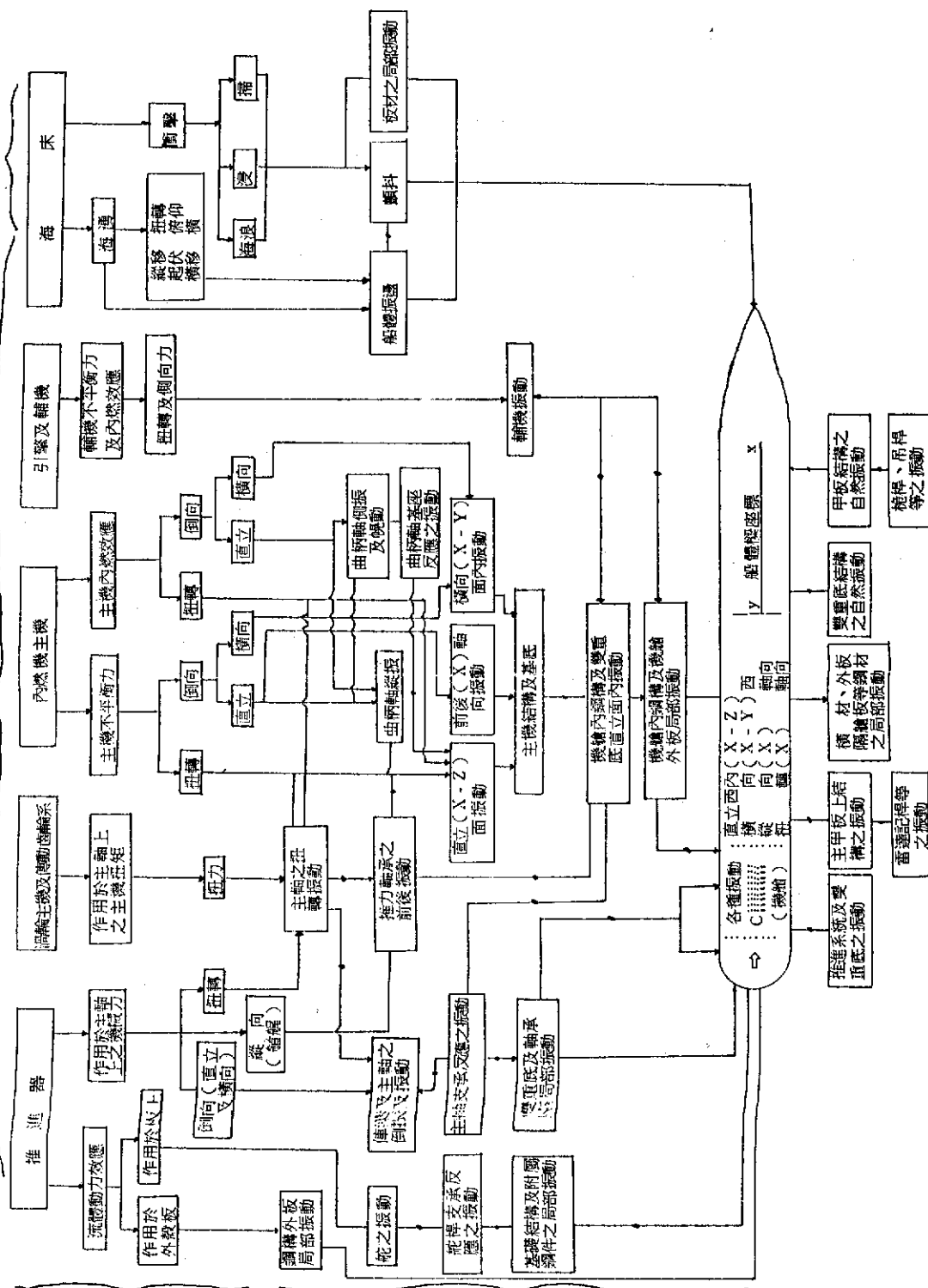
如貨櫃輪等大艙口船，其船體橫剖面之扭轉中心遠在形心之下；水平方向之激振力作用時，將產生使船體剖面呈扭轉變形之振動。此時扭轉振動與水平振動相耦合 (Coupling)，因而其振動模態不明確。

25.1.4. 縱向振動 (Axial vibration 或 longitudinal vibration)

此乃被視為彈性樑之船體，於船長方向加以壓縮、拉伸而產生之振動。其激振力主要是由螺旋槳推力變動所引起。一般而言，十萬噸級油輪之縱向自然頻率約為 500 ~ 600 cpm (1 節振動)，且其單位激振力之反應 (response) 遠小於垂向振動

25.1.5. 波浪引起之船體振動 (wave induced ship vibration)

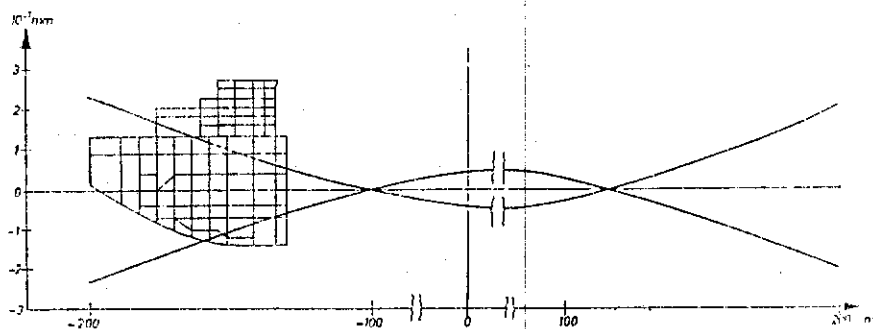
船舶於波濤洶湧之大海中航行時，船艏底部常受波浪之衝擊作用而產生船體垂向 2 節振動，此現象稱為顫抖振動 (whipping)。又在較平靜之大海中亦會產生垂向 2 節振動，此種現象稱為船體縱向二節波振 (Springing)。以上兩種現象之特徵均為振動非由主機或螺旋槳所引起。當產生此種船體振動時，船員能清楚地看到船艏之上下振幅，故有相當不安之感；其變動應力約為 $4 \sim 6 \text{ kg / mm}^2$ 。防止此種振動之方法是：增加壓艙量使吃水增加，降低船速以改變船與波之相對週期或改變航道，此外別無他策。



25.2. 船體縱向(二階)波振 (SPRINGING)

船體於相當大波浪的海面上，由於波浪作用所引起的船體振動，特別是“二節”(Two-node)振動，通常稱為船體縱向二階波振，將顯著增大，由於波浪引起之彎曲力矩，且可能影響箱型船體的疲勞特性 (Fatigue characteristics) 而增加疲勞破損 (Failure) 的可能。其振態如圖所示。

A B S 對此二種基本形式之可能破損，另訂大湖船 (Great Lakes vessels) 之縱向強度標準。



於正弦波中箱型船體之縱向二階波振

25.3. 螺槳激振力(Propeller induced Vibrating force)

25.3.1. 螺槳激振力之種類(Types of propeller vibrating force)

螺槳激振力分成(1)螺槳軸之材料或形狀的不均勻所引起之力，與(2)船體後方處，因螺槳轉動所引起的流體動力。前者之力為螺槳每轉動一周則有一次變動，而後者之力為螺槳每轉動一周則有螺槳葉數之變動次數。故前者之振動頻率稱為軸頻率(Shaft frequency)，而後者為螺槳葉數 \times 轉數，稱為螺葉頻率(Blade frequency)。

流體動力所引起的激振力(如圖 1、2)又可分成表面力(surface force)及軸承力(bearing force)兩種。表面力如第 3 圖所示，當螺槳於船體後方轉動時，螺槳葉片周圍之壓力場隨時變動，因而作用於船體後方之力 F 之方向亦隨其變化((b)圖—(c)圖)，此作用力之變動所引起之激振力即為表面力。

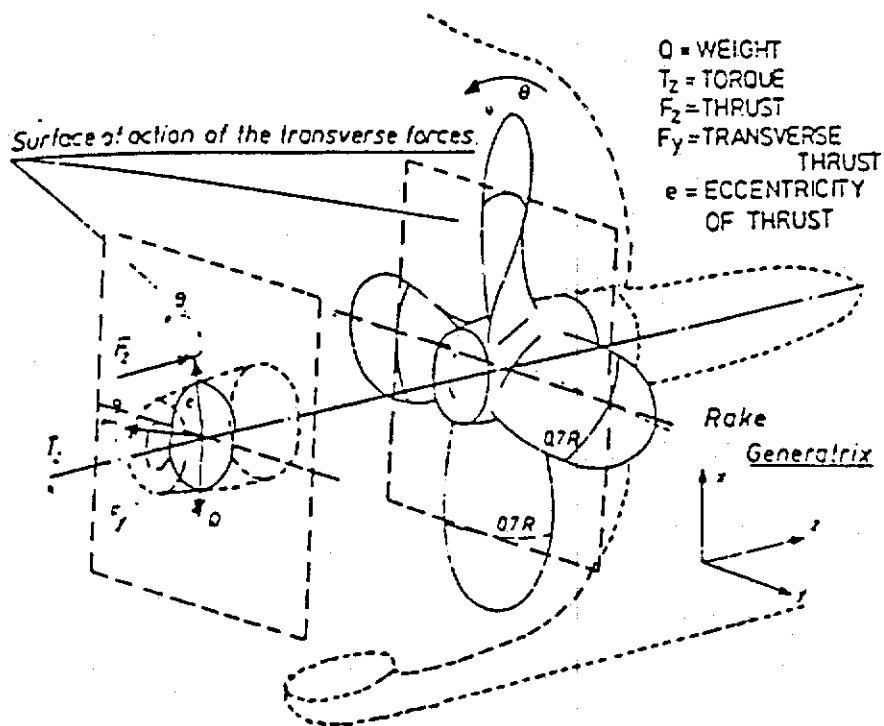
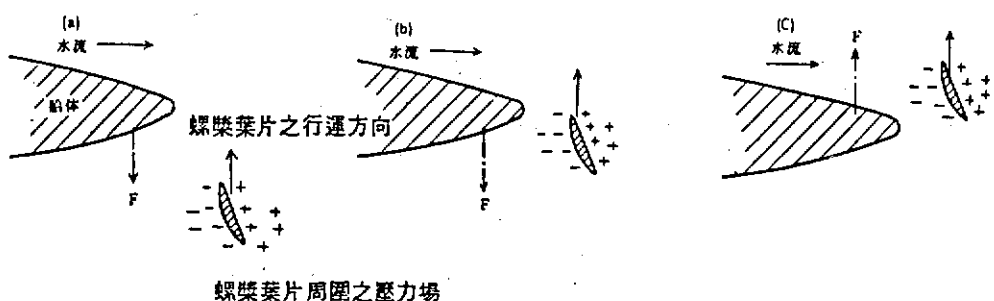


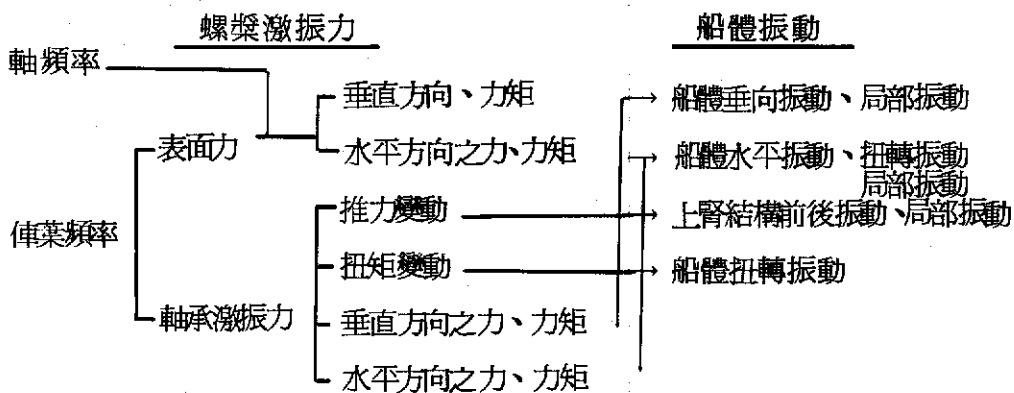
圖 1 作用於螺旋及艀軸動



第 3 圖 由船體與螺槳葉片之關係所生之變動力

另一方面，螺槳轉動時，螺葉周圍水之前進速度有所變化，故螺槳之推力亦隨之變動，此時，螺槳軸上有力及力矩產生，而此變動力經由螺槳軸及軸承傳至船體，其所引起之激振力稱為軸承力。

以上之激振力及其所引起之船體振動例如第 4 圖。



第 4 圖 螺槳起振力與船體振動之關係

25.3.2. 表面力 (Surface force)

表面力之值可由實船或模型船測得，即於螺槳上方近船體處配置壓力計，由實驗測得其水壓變動量，一般實驗均不可忽視船體後部之跡流 (wake) 分佈。實驗結果概述如下：

(i) 承受壓力變動之主要範圍：前後方向約為螺槳半徑，橫方向約為螺槳直徑之區域。

(ii) 螺槳正上方之變動壓力與扭矩 (torque) 係數 ($Q/Sn^2 D_p^5$) 成正比。在此

Q = 扭矩

O_p = 螺槳直徑

n = 每秒的轉數

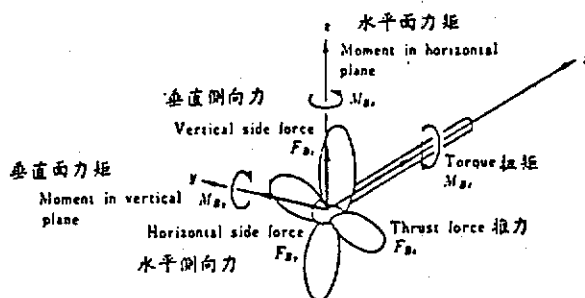
(iii) 此處之表面力幾乎與軸向間隙 (axial clearance) 無關。

(iv) 垂向之表面力，隨螺槳葉數之增加而減小。

(v) 螺槳正上方之變動壓力，隨葉端間隙比 (tip clearance ratio, C/D_p) 之增大而減小。

25.3.3. 軸承激振力 (Bearing force)

軸承激振力通常係由於螺槳作動時產生六項作用力與扭矩，如圖 5，自螺槳軸經由軸承傳達至船體。



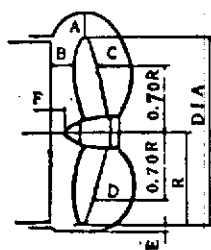
Directions of propeller exciting forces

第 5 圖 螺槳激振力說明

螺槳對船體及軸系所產生之振動，除由於螺槳重量所引起交替變化之彎曲應力外，螺槳在同一圓周上，因跡流不均勻引起水流對螺葉流速變化而產生軸系交替變化負荷之重要因素，且自軸系經由軸承傳達至船體。上述振動之重要影響參數為螺槳葉數。

25.4. 螺槳拱 (Aperture)

螺槳與船殼及舵間之區域。



第 6 圖 螺槳拱

由經驗可知，將螺槳與船體之間隙加大時，可使船體周圍之水流更平滑地流進螺槳。一般而言，間隙值乃以第 6 圖所示之 A～F 距離與直徑之比表示，以此值之大小來判定螺槳力所引起之振動程度將很方便，唯在理論上，不易求得此間隙值與起振力之關係，故一般均以經驗來定間隙之標準值，下表乃為 LR 法規及 NV 法規中，螺槳拱之標準值。

於決定線圖及螺槳形狀時，螺槳拱之值要高於表中之標準值才可。

螺槳拱之標準值

			A/DIA	B/DIA	C/DIA	D/DIA	E/DIA	F/DIA
1 軸	L, R (1978)	3 葉	1.2 K ₁	0.12	1.8 K ₁	—	0.03	—
		4	1.0 K ₁	0.12	1.5 K ₁	—	0.03	—
		5	0.85 K ₁	0.12	1.275 K ₁	—	0.03	—
		6	0.75 K ₁	0.12	1.125 K ₁	—	0.03	—
	NV (1977)		(0.24-0.01Z)	0.10	(0.35-0.02Z)		0.035	
2 軸	葉 端 間 隙					艮軸架或艮膨出部間隙		
	L, R (1978)	3 葉	1.2 K ₂	唯 0.2 D ₁ 以上		1.2 K ₂	唯 0.15 D ₁ 以上	
		4	1.0 K ₂	" 0.2 "		1.0 K ₂	" 0.15 "	
		5	0.85 K ₂	" 0.16 "		0.85 K ₂	" 0.15 "	
		6	0.75 K ₂	" 0.16 "		0.75 K ₂	" 0.15 "	
	NV (1977)		(0.30-0.01Z)			—		

(註 1) LR 法規

1. 軸之場合 $A/DIA \geq 0.10$, $C/DIA \geq 0.15$, $B \geq$ 舵之厚度

$$K_1 = \left(0.1 + \frac{L}{3050} \right) \left(\frac{3.8 C_b P}{L^2} + 0.3 \right)$$

$$K_2 = \left(0.1 + \frac{L}{3050} \right) \left(\frac{2.56 C_b P}{L^2} + 0.3 \right)$$

L = 船長 (m)

C_b = 滿載吃水時之方塊係數

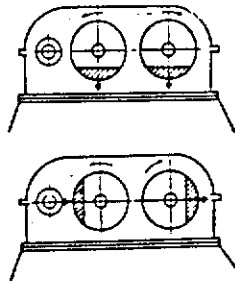
P = 最大設計馬力 (P S)

雖無 D / DIA 之值，但可取 C / DIA 值

(註 2) NV 法規

Z = 螺槳葉數

25.5. 均衡器 (Balancer)



第七圖 平衡器之構造

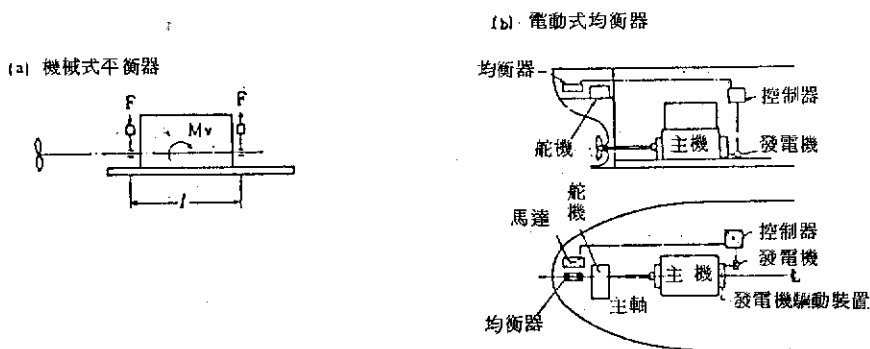
均衡器實為起振機之一種，其構造如第 7 圖所示，以齒輪帶動兩個配重 (balance weight)，以主軸之 1 倍或 2 倍轉動而產生離心力。兩個配重所產生之離心於水平方向互相抵消，只剩垂直方向之力，為了消除振動力，故以主軸轉數之 1 倍或 2 倍轉動；依其轉動之傳達方式可分成：

{	機械式均衡器	{	齒輪式
			鏈式
電動式均衡器			

機械式均衡器乃於主機之前後端設立起振機，以齒輪或鏈與主機軸相連結而帶動均衡器轉動。此機構乃如第 8 圖所示，為消除垂向之不平衡力偶 M_v ，於主機之前後端令其產生 F 之力，此時剩餘之不平衡力偶為

$$M_v' = M_v - F \cdot \ell \dots\dots\dots (3.3.20.)$$

當 $F \cdot \ell = M_v$ 時，不平衡力偶完全消失。



第八圖 均衡器之種類

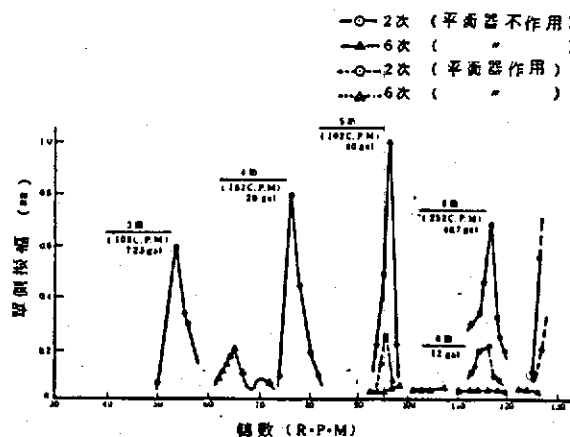
電動式均衡器乃是於不平衡力偶所引起之船體垂向振動中，加與振動方向相反之力，使振幅減少之物。此種情形，因船艏端之振幅最大，故作用力加於船艏最有效。如第 8 圖所示，電動式均衡器設置於舵機室之後端。

電動式均衡器之傳動機構如第 8 圖所示，為了使主軸與均衡器之轉數相同，於主機之前端或後端設置一專用發電機，然後將其傳動至舵機室之馬達而帶動均衡器。使用此種機構時，要事先調整均衡器之振動模態方向，使其與船體垂向振動互相抵消才可。

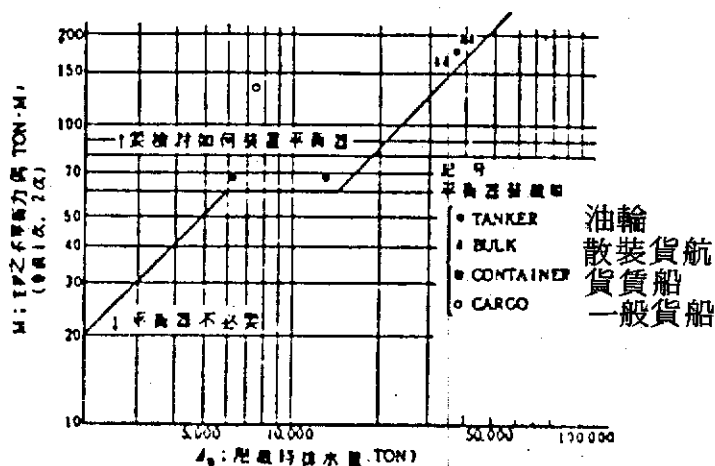
第 9 圖為設置電動式均衡器後振幅降低之例，此乃於六萬

噸 (DWT) 散裝貨輪上，加五噸之制振力時，加速度由 40 gal 降至 12 gal。

依上面之說明加以演算時，雖亦可判斷出是否有裝置均衡器之必要。但在初步設計階段，以第10圖之資料來判斷較方便



第九圖 平均器之效果



第十圖 是否要均衡器之判斷圖

25.6. 柴油主機之激振力

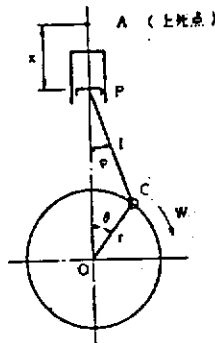
一般而言，渦輪（turbine）主機之激振力很小而可以忽視之，故在此討論之對象為柴油主機。柴油主機之激振力及對應之各種船體振動如下表所示。

柴油主機起振力與船體振動之關係

	激振方向	次數	船體之振動
(a)引擎運動部分之不平衡慣性力、力矩所引起者	上下，左右	主機轉數之1次、2次	船體撓曲振動
(b)汽缸內週期燃燒壓力所引起者	左右、前後	主機轉數 ×	上層結構前後振動，船體縱振動，引擎橫振動，軸系縱振動，扭轉振動
(c)曲柄軸之旋轉所引起者	前 後 軸之扭轉	汽缸數	船體縱振動，撓曲振動，上層結構之前後振動

25.6. 1. 柴油引擎之不平衡慣性力

第11圖為柴油引擎之運轉，包含活塞之上下運動及曲柄軸之旋轉運動。前者因有活塞質量而引起上下方向之慣性力，後者因有曲柄臂、連結桿質量而引起上下、左右方向之慣性力，因而，此等慣性力總和之不平衡力及不平衡力偶將成為軸轉數之1倍、2倍（普通稱為1次、2次）之激振力。



第十一圖 柴油引擎之慣性力

(i) 活塞之運動

曲柄臂 (Crank arm) \overline{OC} 以等角速度對曲柄軸 (crank shaft) O 轉動時，被結合於曲柄臂、連結桿 (crank rod) \overline{CP} 之活塞 (piston) P ，將做上下運動。

又活塞之加速度 a 為

$$a = \frac{d^2 X}{dt^2} = r\omega^2 \left[\cos\theta + \frac{\cos 2\theta}{\lambda} \right]$$

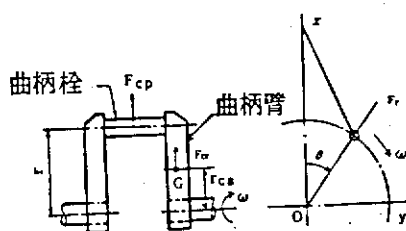
假設活塞、活塞栓 (pin)、活塞環 (piston ring) 之質量 m_p 與連結桿小端部之質量 m_1 之和 $m_1 (=m_p+m_1)$ 集中於 P 點，則當活塞以加速度 a 運動時，其慣性力 X_1 可由下式求得。

$$X_1 = -m_1 a = -m_1 r\omega^2 \left(\cos\theta + \frac{\cos 2\theta}{\lambda} \right)$$

由上式可知，此慣性力乃由與主機轉動同一週期變化之一次調和成份及 $\frac{1}{2}$ 週期變化之二次調和成分所組成。

(ii) 曲柄軸之運動

當曲柄軸以等角速率 ω 轉動時，與曲柄軸一起轉動之質點所引起之離心力為（參照第12圖）



第十二圖 曲柄軸之運動

$$F_r = F_{cp} + F_{12} + 2F_{cr}$$

$$= m_{cp} r \omega^2 + m_{12} r \omega^2 + 2m_{cr} r_{ca} \omega^2$$

式中， m_{cp} = 曲柄栓之質量

m_{cr} = 一根曲柄臂之質量

m_{12} = 連結桿大端部之質量

r_{ca} = 曲柄軸心至曲柄臂重心 G 之距離

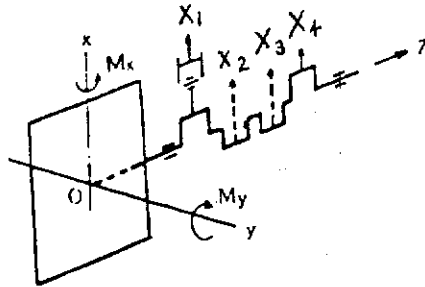
F_r 在 x 、 y 方向之分力為

$$F_x = F_r \cos \theta$$

$$F_y = F_r \sin \theta$$

F_x 將與(i)之活塞往復運動所引起之慣性力合成為上下方向之力，而 F_y 單獨為水平方向之力，由此可知，上下方向之力含軸轉動之1次及2次成分，而水平方向之力只含1次之成分。

(iii) 多汽缸主機之慣性力、慣性力偶



第十三圖 多汽缸引擎之慣性力

如第 13 圖所示，主機有 n 個汽缸，由往復質量所引起之慣性力為 X_1, X_2, \dots, X_n ，旋轉質量所引起之慣性力為 $F_{x1}, F_{x2}, \dots, F_{xn}$ ，此類慣性力隨著曲柄軸之轉動，時時刻刻均在變化，其在上下方向之總和為

$$F_x = \sum_{i=1}^n (X_i + F_{xi})$$

又，以某一平面為基準面，各慣性力與此基準面之距離為 Z_i ，則對基準面之力矩之總和可由下式表示之。

$$M_y = \sum_{i=1}^n (X_i + F_{xi}) Z_i$$

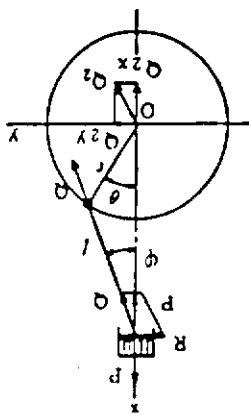
當 F_x, M_y 為零時，力及力矩均完全平衡，如果不為零時，則有不平衡力 (unbalance force)、不平衡力偶 (unbalance moment) 存在。同樣地，水平方向亦會產生不平衡力、不平衡力偶，唯其均由旋轉質量所引起。上述之不平衡力及不平衡力偶之值均很大，故在實際之主機上，要加設逆向錘

(counter weight) 或配重 (balancing weight) ，以降低此不平衡力及不平衡力偶之值。

25.6.2. 柴油引擎之橫向振動 (Lateral vibration of diesel engine)

(1) 橫向振動之發生機構及固有頻率

汽缸內點火爆發時，如第14圖所示，其內部有總壓 P 作用於活塞上，而此 P 給予連結桿之力為 Q ，汽缸壁之側壓力為 R 。其中， Q 部分傳經連結桿，以同樣大小之值作用於曲柄臂，而將此 Q 於曲柄軸之中心 O 處分解成 x 、 y 方向之分力，各為 Q_{2x} 、 Q_{2y} ，前者 Q_{2x} 與 P 值相等，此乃使引擎本體產生伸長之力，而 Q_{2y} 將與 R 促使引擎對基礎台（機座）產生旋轉（生力矩），故其乃為引擎橫向振動之起振力，每點火爆發 1 次即有一次變動。每一汽缸之起振力可由下式求得。



第十四圖 柴油引擎之橫向振動激振力

$$R = P \tan \varphi = P \frac{\sin \theta}{\lambda \sqrt{1 - \frac{\sin^2 \theta}{\lambda^2}}}$$

$$\lambda = \frac{l}{r}$$

$$P = P_Y + P_i + P_w$$

而 P_Y = 氣壓 (gas) (由指壓線圖求得)

P_i = 活塞慣性力

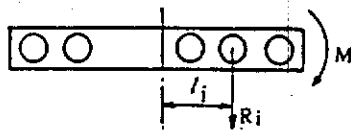
P_w = 活塞之自重

(2) H 型振動 (H form Vibration)、X 型振動 (X form Vibration) χ 型振動 (χ form Vibration)

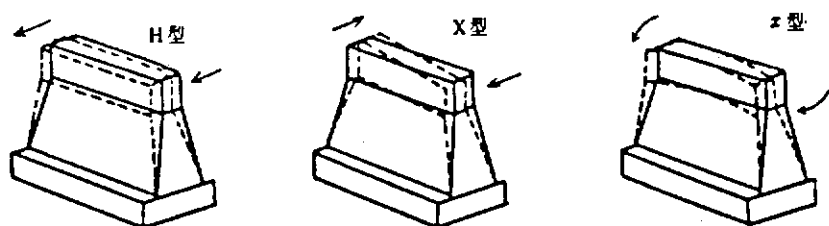
多汽缸引擎時，依點火順序，各汽缸之 R 值有所不同，故求其橫向起振力時，需將 R 加以調和解析，即對各次數分解後，考慮其相位差而求其總和。

此時，在引擎之長方向上，如第15圖所示，有

$$M = \sum_{i=1}^n l_i R_i$$



第十五圖 橫向振動之發生



第十六圖 引擎橫向振動之種類

之力矩產生，但對實際之引擎而言，由於汽缸裝置於機座上，故汽缸間為彈性結合，因此，引擎整體呈H型、X型、 λ 型振動模態之振動。

引擎整體之橫向振動之自然頻率，在二衝程引擎中，如為H型振動時，其頻率只出現為汽缸數之倍數（9個汽缸時，9次、18次……）；而X型、 λ 型振動時，依點火順序之不同而產生各種次數的頻率。

第二十六章 噪音基本名詞

26.1. 噪音 (Noise)

何謂噪音？這是一個似乎人盡皆知但卻又難以下定義的名詞，具體而言，凡是不想要的聲音 (Unwanted-or Undesired-Sound)，均可稱之為噪音 (Noise)。由上之定義，可知噪音也是一種聲音，只不過它是一種不悅耳且令人討厭的聲音罷了。

26.2. 音速 (Sound Speed)

介質必需具備慣性與彈性才會產生波動。假定聲音是在空氣中傳播，則其傳播介質即為空氣，根據試驗的結果顯示，空氣的彈性與大氣壓力成正比，而空氣的慣性的質量密度成正比。一般而言，聲音在空氣中的傳播速度，亦即在空氣中的音速，可由下式表示之

$$C = \frac{1.4 P_a}{\beta}$$

上式中，

C = 聲音在空氣中之速度

P_a = 大氣壓力

β = 空氣密度

如果再假設空氣為理想氣體，則音速可進一步表示為

$$C = 331.5 \sqrt{T/273} = 20.05 \sqrt{\theta + 273} \div 331.5 + 0.61\theta$$

上式中，

$C = \text{音速 (m/sec)}$

$T = \text{絕對溫度 (°K)}$

$\theta = \text{攝氏溫度 (°C)}$

當 $\theta = 25^\circ\text{C}$ 時，音速大約等於 346.7m/sec 。

26.3. 音頻 (Sound Frequency)

音波是一種疏密波。每單位時間內音波疏質（或密質）的變化次數稱為該聲音之音頻， f 。通常 f 所慣用的單位為 Hz（1 Hertz = 1 cycle/second）。人耳可聽的音頻範圍約在 20Hz 至 20,000 Hz 左右。

26.4. 波長 (Wave Length)

聲波之波長係指聲波中兩個相鄰波峰或波谷間之距離。波長 λ (m)，頻率 f (cyc/sec)，與聲速 C (m/sec) 間之關係為

$$C = \lambda \cdot f$$

26.5: 波數 (Wave Number)

2π 除以波長所得之值稱為波數。(rad/length)

26.6. 駐波 (Standing Wave)

一般振動波，其振幅為零各點，永遠保持靜止不動者，稱為駐波，故駐波波形不作前進（或後退）運動，該振幅為零之點，

一般稱為節點 (Node) 。

26.7. 前進波 (Progressive Wave)

任一振動波係以某速度向一個或一個以上方向運動者，稱為前進波。

26.8. 純色音 (Pure Tone)

純色音是以一固定頻率作正弦之壓力變化所造成之聲音。

26.9. 複雜音 (Complex Sound)

各種不同頻率及各種不同相位之正弦聲波所組成之聲波而造成之聲音稱為複雜音。

26.10 全頻雜波 (White Noise)

一個複雜音，如包括有各種不同之頻率 ($0 \sim \infty$) 之聲波，而且各種不同頻率之聲波能量均為相同者，該複雜音稱為一全頻雜波之能譜 (Power Spectrum)，其能譜密度函數 (Spectral Density Function) 為一常數。全頻雜波乃為一想像之名詞，而事實上並不存在的一個物理想像。

26.11 音譜 (Sound Spectrum)

一複雜音其各種頻率之能量分佈稱為聲音能譜 (Sound Power Spectrum) , 簡稱為音譜。

26.12 幅度 (Amplitude)

位移波或其他作週期變化之物理量距參考位置 (一般取其平均值) 之最大值稱為幅度。

26.13 分貝 (Decibel or dB)

表示任何兩個同性質物理量 P_1 與 P_2 之比值等於其能量比值的一種不具有尺寸之單位 (Dimensionless Unit) 。該比值之對數值 (以10為底) 即為貝值，再乘以10即為分貝值，一般簡寫為dB值。

26.14 巴 (Bar)

為壓力之一種單位，其值為 $1 \text{ Bar} = 10^6 \text{ dyne/cm}^2$ ，所以 $1 \mu \text{ Bar (毫巴)} = 1 \text{ dyne/cm}^2$ 。

26.15 八音帶 (Octave Band)

八音帶這個名詞是由樂理而來。一個樂音 (Tone) 的頻率決定了該樂音的音高 (Pitch)，而兩樂音在音高上的距離，稱為該兩樂音的音程 (Interval)。由樂理學及心理學上的分析

，一個樂音的頻率變成原來的 ($2^{1/12} = 1.059$) 倍時，人在情緒上的感受才會產生顯著的差異；因此在樂理上定義這 $2^{1/12}$ 倍的頻率變化為一個半音 (Semitone)。換句話說，半音是音程中最小的距離。在五線譜上包含二個音符 (Note) 的音程稱為兩音度，三個音符的稱為三音度，…。但是在兩個音度的音程當中常可分為包括一個半音的小二度 (Minor Second)，譬如 Mi-Fa，Si-Do；以及包含兩個半音的大二度 (Major Second)，譬如：Do-Re，So-La …等。如此一個兩音度包含多種音程常使人不易區別。三音度，四音度，…均有此種麻煩。然而到了含有八個音符的八音度時，其音高變化恰好只剩一種含有12個半音的音程，這種名稱與定義有一對一的現象，使人不易產生混淆；更巧的是 12 個半音的音程正好是指頻率增高了一倍 ($2^{12/12} = 2.0$)。因此，八音度 (Octave) 這個名稱也就是指頻率變為原來兩倍的意思。工程上把頻率由一倍變於兩倍的區域劃成帶狀，每一個帶狀的頻率範圍均稱為八音度頻率 (Octave Frequency Band)，簡稱為八音帶 (Octave Band)。人耳所能查覺的聲音頻率範圍大約在 20 Hz 至 20 KHz，古老的有許多種八音帶的劃分方法；但為求統一起見，經國際間的協議將這些可聽音頻劃分成表 1 左側所列的幾個八音帶。由表 1 可看出這種劃分法有幾種簡明的關係。

(1) 各個八音帶中， $f_2 = 2f_1$ ， $f_0 = \sqrt{f_1 f_2}$

換言之， $f_0 = \sqrt{2} f_1$ ， $f_2 = \sqrt{2} f_0$

(2) 各個八音帶中， n 為頻帶號碼，則 $f_0 = 10^{(n/10)}$

(3) $(f_0)_n = 2(f_0)_{n-1}$

(註：此種頻帶號碼的編法，使 $f_0 = 10^{(n/10)}$ 之關係亦能適用於 $\frac{1}{3}$ —八音帶)

頻 率 , Hz						
八 音 帶			三 分 之 一 八 音 帶			
頻帶 號碼, n	下頻帶 限度, f_1	中央頻率, f_0	上頻帶 限度, f_2	下頻帶 限度, f_1	中央頻率, f_0	上頻帶 限度, f_2
12	11	16	22	14.1	16	17.8
13				17.8	20	22.4
14				22.4	25	28.2
15	22	31.5	44	28.2	31.5	35.5
16				35.5	40	44.7
17				44.7	50	56.2
18	44	63	88	56.2	63	70.8
19				70.8	80	89.1
20				89.1	100	112
21	88	125	177	112	125	141
22				141	160	178
23				178	200	224
24	177	250	355	224	250	282
25				282	315	355
26				355	400	447
27	355	500	710	447	500	562
28				562	630	708
29				708	800	891
30	710	1,000	1,420	891	1,000	1,122
31				1,122	1,250	1,413
32				1,413	1,600	1,778
33	1,420	2,000	2,840	1,778	2,000	2,239
34				2,239	2,500	2,818
35				2,818	3,150	3,548
36	2,840	4,000	5,680	3,548	4,000	4,467
37				4,467	5,000	5,623
38				5,623	6,300	7,079
39	5,680	8,000	11,360	7,079	8,000	8,913
40				8,913	10,000	11,220
41				11,220	12,500	14,130
42	11,360	16,000	22,720	14,130	16,000	17,780
43				17,780	20,000	22,390

26.16 1/3八音帶 (One-third Octave Band)

若將上述的每個八音帶再細分成三個更小的頻帶，則每個小頻帶即稱為 $\frac{1}{3}$ 八音帶。由表—1右側的數值可知 $\frac{1}{3}$ 八音帶有下列之關係：

(1) 各個 $\frac{1}{3}$ 八音帶中， $f_2 = 2^{\frac{1}{3}} f_1$ ， $f_0 = \sqrt{f_1 f_2}$

換言之， $f_0 = 2^{\frac{1}{6}} f_1$ ， $f_2 = 2^{\frac{1}{6}} f_0$

(2) 各個八音帶中， n 為頻帶號碼，則 $f_0 = 10^{(n/10)}$

(3) $(f_0)_n = 2^{\frac{1}{3}} (f_0)_{n-1}$

26.17 聲音之強度 (Sound Intensity)

影響聲音（或噪音）特性之因素有二：一為頻率，在前面業已提到；另一即為強度（Intensity）。所謂聲音的強度，係指聲波在單位時間內通過一與聲波傳播方向垂直的單位面積的平均能量。

26.18 聲音強度位準 (Sound Intensity Level)

人耳對於聲音強度可感覺的範圍大致在 $10^{-12} \sim 10$ watts/m²之間。如果聲音強度低於 10^{-12} watts/m²，則人耳可能無法查覺，但如果高於 10 watts/m²，則可能無法忍受，而有痛苦難耐的感覺。由於上述的強度範圍之尺度為 10^{12} ，如何以適當的方法來表示出此一巨大的尺度，殊費思量。幸好，經實驗

證明，人耳對於聲音的反應呈現對數型 (Logarithmic Type)
，因此乃定義

$$\log_{10} I$$

為聲音之強度。但進一步為求便於比較起見乃又定義

$$\log_{10} \frac{I}{I_0}$$

為聲音強度位準，式中 I_0 為一標準參考強度，定為 10^{-12} watts/ m^2 (或為其他數值)。此時所得的聲音強度位準，單位為貝 (Bel)，後來為求劃分更細起見，乃將 Bel 再細分為10等分，而成所謂的分貝 (Decibel)，簡記為dB。而一般所謂的聲音強度位準也就定義為：

$$SID = 10 \log_{10} \frac{I}{I_0} \text{ dB} = 10 \log_{10} I + 120$$

根據聲音強度位準的定義，可以發現，當聲音強度變為原來的 2 倍時，其聲音強度位準會增加 $10 \log_{10} 2$ (dB)，即會增加3dB 左右。

26.19 聲音功率位準 (Sound Power Level)

聲音功率位準的定義係由聲音強度位準引伸而來，其定義為

$$PWL = 10 \log_{10} \frac{W}{W_0} \text{ dB}$$

式中，PWL 即為聲音功率位準，單位亦為dB；W為聲音功率，單位為watts； W_0 為標準參考功率，取 10^{-12} watts為基準。所以上式可改寫為

$$PWL = 10 \log_{10} W + 120 \text{ dB}$$

26.20 聲音壓力位準 (Sound Pressure Level)

聲音壓力位準通常簡記為SPL，其定義為

$$SPL = 10 \log_{10} \left(\frac{P}{P_0} \right)^2 = 20 \log_{10} \left(\frac{P}{P_0} \right) \text{ dB}$$

上式中，P為聲音之壓力（ N/m^2 ）， P_0 為一標準參考壓力。通常取 P_0 為 20μ Bar，即 $2 \times 10^{-5} N/m^2$ 。所以

$$SPL = 20 \log_{10} P + 94 \text{ dB}$$

無論是根據聲音壓力位準，或聲音功率位準，或聲音強度位準的定義均可發現，當聲音壓力，或聲音功率，或聲音強度分別等於其參考壓力，參考功率，或參考強度時，其對應位準值即為零分貝。因此，零分貝並不意味著沒有聲音，而只不過是其壓力，功率，或強度正好等於其基準值而已。

26.21 加速度位準 (Acceleration Level)

物體振動時加速度 a （ cm/sec^2 ）與標準參考加速度 a_0 （為 $10^{-5} cm/sec^2$ ）之比值，取其對數值後乘20之值，稱為加速位準

，如下式表示之

$$LA = 10 \log_{10} \left(\frac{a}{a_0} \right)^2 = 20 \log_{10} \left(\frac{a}{a_0} \right)^2 \text{ dB}$$

故加速度位準之單位爲 dB，且

$$LA = 20 \log_{10} a + 60 \text{ dB}$$

26.22 聲音之響度 (Sound Loudness)

聲音之響度包含兩方面：一爲聲音響度位準 (Sound Loudness Level)，單位是方 (Phon)；另一爲聲音響度，單位是嗓 (Sone)。聲音響度位準 (方) 定義爲頻率等於 1000 Hz 時之聲音壓力位準；而聲音響度 (嗓) 則相當於頻率爲 1000 Hz 之聲音，且壓力位準爲 40 dB 之單音響度。嗓與方間之關係可表爲

$$S = 2^{\left(\frac{P-40}{10} \right)}$$

上式中

S = 聲音之響度 (嗓)

P = 聲音之響度位準 (方)

根據上式可發現：當 P = 40 phons 時，S = 1 sone；當 P = 30 phons 時，S = 0.5 sones；當 P = 50 phons 時，S = 2 sones；當 P = 60 phons 時，S = 4 sones；餘此類推。

圖 1 中示出等響度曲線 (Equal Loudness Contours)，由圖中可發現：對於 1000 Hz，20 dB 之音源，其交點正好位於 phon-20 曲線上，人耳可以很清晰地聽到此一聲音；但是對於同樣是 20 dB 之音源，如果其頻率爲 100 Hz，則由圖 - 1 可發現該

交點位於人耳可查覺的最低响曲線（又稱為MAF曲線，Minimum Audible Field）的下方，換句話說，人耳無法聽到此20 dB, 100 Hz 之聲音。據此，可以獲得一個重要的結論：聲音之響度為其頻率及強度之函數。

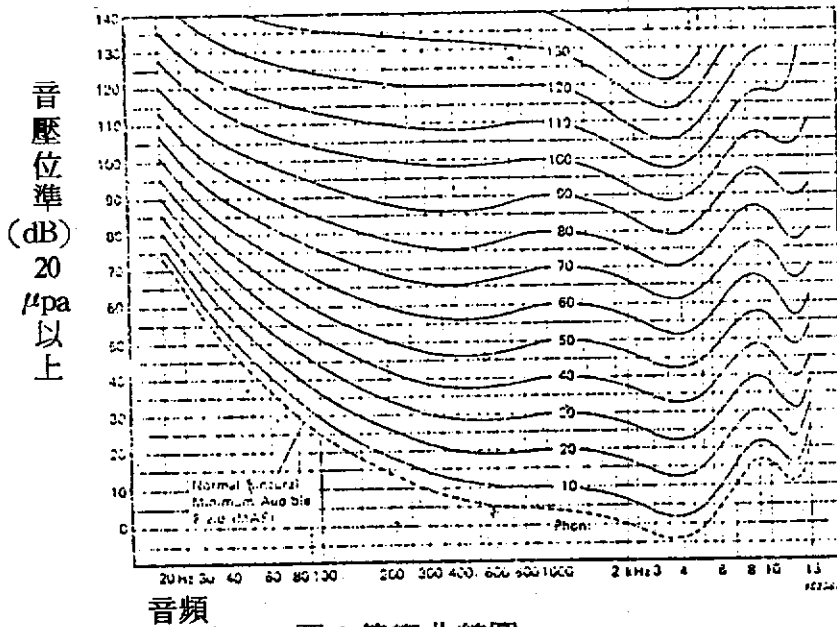


圖 1 等響曲線圖

26.23 A 型加權之聲音位準 (A-Weighted Sound Level)

利用音壓計 (Sound Level Meter) 可以來測量聲音的壓力。如果該音壓計上再加裝一波頻過濾器，則可逐段測出在不同頻率範圍內的音壓大小，進而可計算出不同頻率範圍內之聲音壓力位準之 dB 值。但是，由於人耳對聲音的反應隨頻率的不同而有所差異。為求使人耳對於不同頻率範圍內的聲音有等效之反應，因而有需要對於不同頻率範圍內之音壓予以不同之加權 (Weighting)，而 A 型加權即為各種不同加權函數中之一種，參圖 2

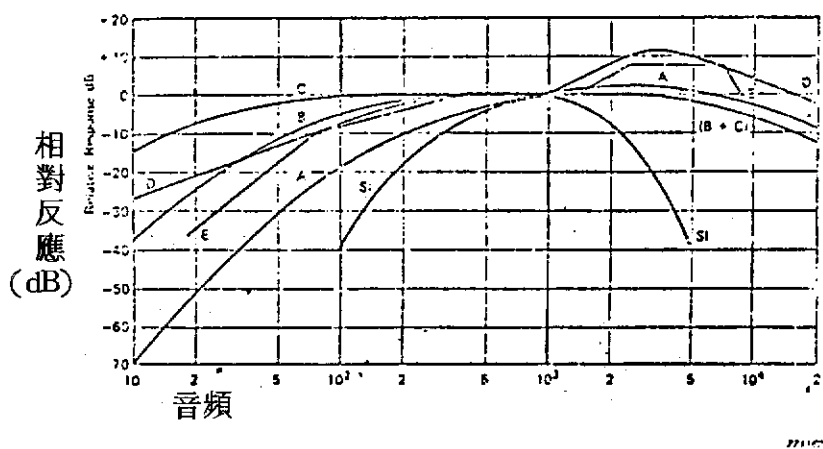


圖 2 音壓計各型加權曲線表

在圖 2 中之縱座標為相對反應 (Relative Responses)，其定義為

$$\text{相對反應} = 10 \log_{10} \frac{Z_1}{Z_2}$$

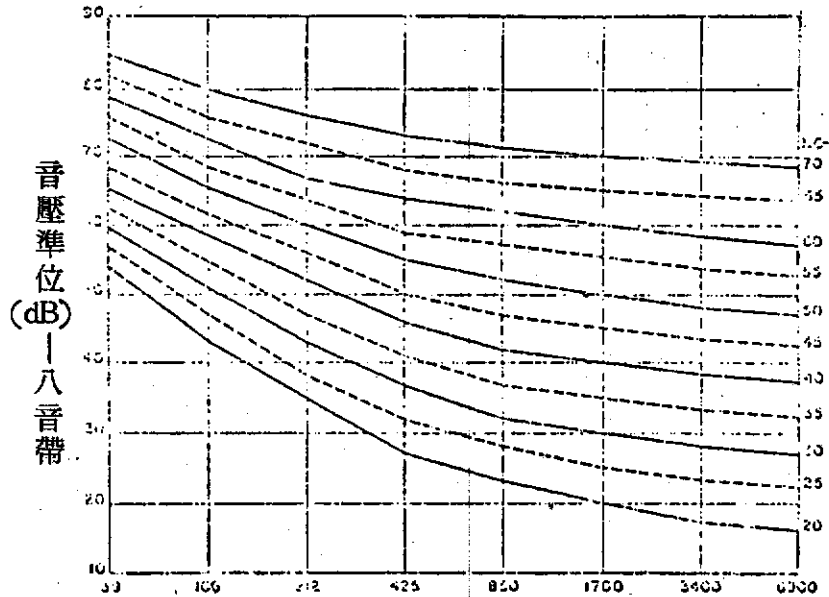
上式中， Z_2 為輸出訊號 (相當於加權後人耳所感受到之訊號)

Z_1 為輸入訊號 (相當於未經加權之原始訊號)

經圖-2 中 A 型加權後之噪音位準單位為 dB(A)，B 型加權後之噪音位準單位為 dB(B)，C 型加權後之噪音位準單位為 dB(C)，另外，E 型加權係 Stevens 所建議之人耳 (Ear) 加權曲線，而 S I 加權則係 Webster 所建議之說話干擾 (Speech Interference) 加權曲線。

26.24 噪音基準曲線 (Noise Criterion Curve or NC Curve)

NC 曲線是噪音設計目標曲線，與 A 型加權一樣，為等響度曲線的另一種表示方法。美國的船舶噪音規範即係以 NC 曲線為基準。關於 NC 曲線所代表之含義，可參閱圖 3 或圖 4



八音帶中央曲線圖

圖 3 NC 曲線

由圖 3 可以得知：假如規定臥室中之噪音上限值不得高於 NC -50 曲線，其相當於規定在 39 Hz 頻率時，噪音不得高於 72.5dB；在 106 dB；在 106 Hz 時，不得高於 66 dB；依此類推，不過，值得注意的是：在 1700 Hz 時，NC 曲線值正好與 dB 值相同。

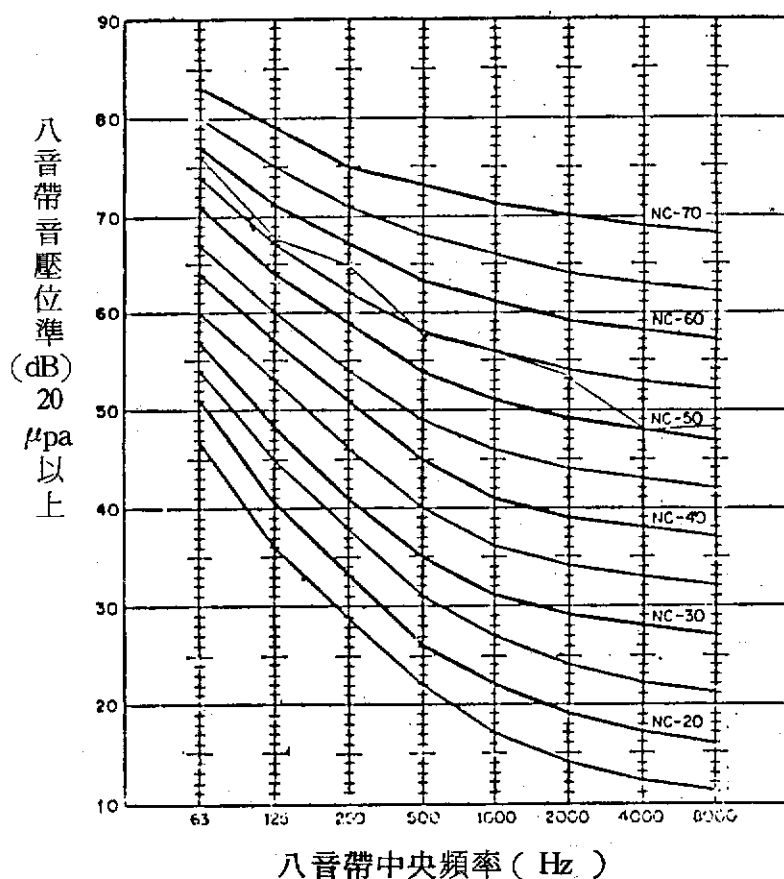


圖 4 NC 曲線

圖 3 與圖 4 事實上是同一組曲線，只是圖 3 的八音帶劃分法是在未經國際協議以前定義的，因此頻率的參考值是取在較特殊的 1700Hz。後來經國際間協議後定訂出一組新的八音帶劃分法，爲了使用上的方便，乃將圖 3 的橫座標變換成現行的八音帶劃分法而成爲圖 4。實際上圖 4 仍以 1700 Hz 爲其頻率的參考值。

將前例的各個八音帶 dB 值標點於 NC 曲線上（如圖 4），則可得 $NC = 58^\circ$ （在 250 Hz 處）

26.25 噪音定格曲線 (Noise Rating Curve or NR Curve)

NR曲線與NC曲線類似；亦為等響度曲線的另一種表示方法。英國的船舶噪音規範即以NR曲線為基準，關於NR曲線所代表之含義，可參閱圖5

假若規定噪音上限不得超過某一NR曲線，則可根據圖—4查出在各種不同頻率時之噪音上限值。通常，噪音上限值僅以一個dB(A)數值來表示，此時，NR曲線值與dB(A)值的近似關係可表為：

$$NR = dB(A) - 5$$

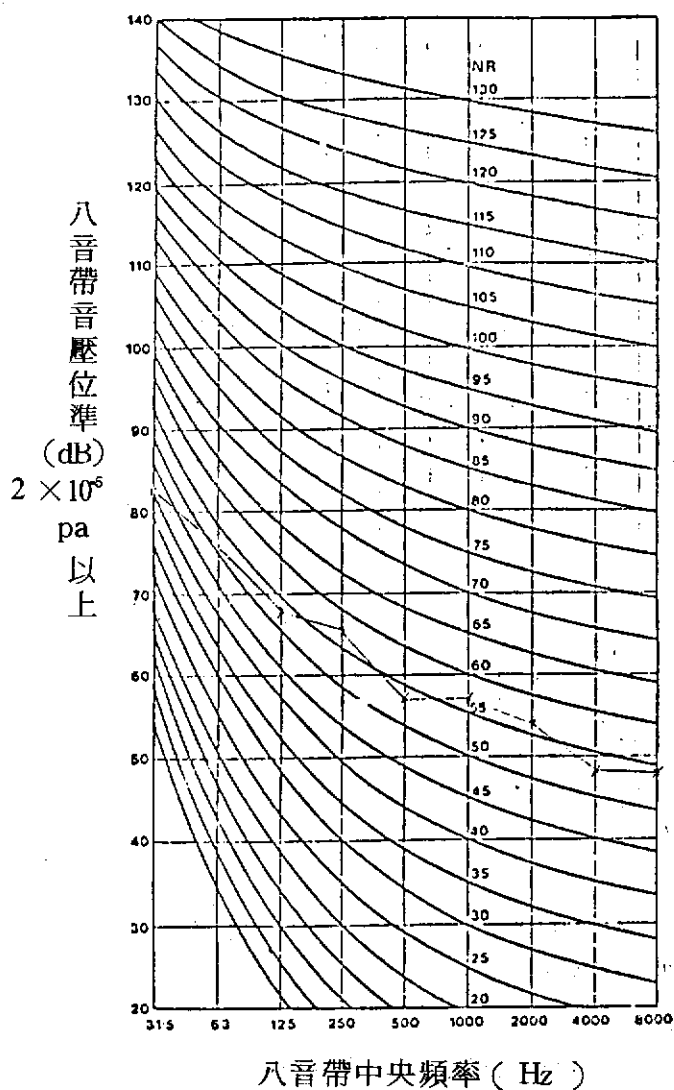


圖 5 NR 曲線

26.26 談話干擾位準 (Speech Interference Level)

在一噪音之環境中，用以量度談話之難易程度，稱為談話干擾位準。八音帶之中間頻率為 500，1000，及 2000 Hz 時之聲音壓力位準的平均值，因一般正常說話之聲音頻率範圍大約在中央

說話者與聽者間之距離	正 常	提高聲音	大 聲	叫
(m)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)
0.15	74	80	86	92
0.30	68	74	80	86
0.60	62	68	74	80
0.90	58	64	70	76
1.20	56	62	68	74
1.50	54	60	66	72
1.80	52	58	64	70
3.60	46	52	58	64

表一 3 談話干擾位準

如兩人相距 1.50 m，附近噪音為 54 dB 以下時，兩人可以正常談話，不受噪音之影響，如附近噪音為 66dB 時，兩人必須大聲說話，方可聽得清楚，故較為吃力。

26.27 每日許可最大噪音量(Acceptable Maximum Daily Noise)

吾人不用耳罩保護，每日連續幾個小時所能忍受某種噪音之最大值，而不損害耳朵聽覺或生理狀態者，稱為每日許可最大噪音量。英國貿易部在 1978 年公佈之船舶噪音位準之實用規範(Code of Practice for Noise Level in Ship)中規定如下

85	dB(A)	無限制
87	dB(A)	16 小時
90	dB(A)	8 小時
95	dB(A)	$2\frac{1}{2}$ 小時
100	dB(A)	50 分
110	dB(A)	5 分
120	dB(A)	30 秒

或者用如下之算法，即每日許可最大噪音量每日增加 3dB(A)，則時數需減半，如：

90	dB(A)	8 小時
93	dB(A)	4 小時
96	dB(A)	2 小時
⋮		
⋮		
⋮		

如每日許可最大噪音量超過以上規定者，則需要耳罩保護，以免損害耳朵聽覺或影響生理狀態。

26.28 相當連續聲音位準 (Equivalent Continuous Sound Level)

如果人每日承受噪音量 L_1 ，有 t_1 小時，噪音量 L_2 ，有 t_2 小時，…，其效果相當於每日連續承受 t 小時之噪音量 L ，該噪音量 L 稱為相當連續聲音位準，簡稱為 Leq ，如 $t = 8$ 小時，則 Leq 可由下式求得

$$Leq = 90 + 10 \log(\Sigma f)$$

$$f = \frac{t}{8} 10^{0.1(L - 90)}$$

26 均方根值 (Root-Mean-Square Value or R.M.S. Value)

均方根值係統計學之一個名詞，所以解釋時會牽涉到有關統計學之一些現象。譬如說我們對某一物理現象，有很多組實測或實驗之資料，每組資料都是各不相同，而且是隨機 (Random)，該很多組資料稱為集體 (Ensemble) 或稱隨機過程 (Random Process)。在某一瞬間，所有很多組物理量之平均值稱為集體平均值 (Ensemble Average)，各瞬間每一組資料物理量之平均值稱為該組物理量之時間平均值 (Time Average)。理論上很多組資料是愈多愈好，最好是無窮多組，及每組測量時間也是愈長愈好，最好是無窮長，如果樣品之各種平均值，如平均值 (Mean)、均方值 (Mean Square Value)、變異值 (Variance) 及標準偏差值 (Standard Deviation) ……等，與時間之瞬時無關 (Time Independent)，則該過程稱為穩定過程 (Stationary Process)。如果各種時間平均值等於樣品各種平均值，又稱為標信程序 (Ergodic Process)，也就是說以無窮長時間內所得之一組資料，可以代表無窮多組之資料，我們可以應證標信程序一定是一個穩定過程。

均方根值即為均方值之開方值、均方值為在某一瞬間各組資料平方值之平均值，如為標信程序，則均方值等於某一組資料各瞬間之平方值之平均值。如一正弦函數為 $\chi(t) = A \sin(\omega t + \theta)$ ，如幅度 A 及頻率 ω 均為定值，而相位角 θ 為一隨機變數 (random variable)，而且其機率密度函數 (Probability Function)，在 $0 \sim 2\pi$ 之間為一定值 ($1/2\pi$)，即表示

各組資料在某一瞬間之相位角都不相同，而且是呈漫散變化，但在 $0 \sim 2\pi$ 之間，各角度出現之概率均為相同（即 $1/2\pi$ ），我們可以證明該正弦函數為一個標信程序，而且其均方根值為 $A/\sqrt{2}$ ，即其均方值（或變異值）為 $A^2/2$ 。

26.30 近聲場 (Near Field)

在一音源附近，其質點速度未必在音波行進之方向，而且在任何點尚可存在一些切線加速度，此即所謂之近聲場。在近聲場，其音響強度不是僅與聲壓之均方值有關，故一噪音音源近聲場之範圍，需以頻率，音源之特性，及表面幅射作用之相位而定，所以任一音源之近聲場範圍很難決定，故有待試驗求之。

26.31 遠聲場 (Far Field)

近聲場以外之區域統稱為遠聲場。如一音源在自由空間或在一密閉室之吸音甚大而足以使反射聲場尚未到達者，則距離加倍，其聲音壓力位準降低 6 dB，而在此自由聲場區域，其質點之速度主要在音波傳播方向，聲音強度直接與聲音壓力之均方值有關，超過此區域，其聲音之壓力位準因受反射聲波之影響，有增加的趨勢。

26.32 自由聲場 (Free Field)

一音源之幅射波尚未受到反射波之干擾，該區域稱為自由聲

場。

26.33 反射聲場(Reverberant Field)

當聲源幅射波與反射波互相混合之區域，稱為反射聲場。

26.34 擴散聲場(Diffuse Field)

在反射聲場內，如有很多反射波自所有可能方向橫過者，則聲音能量密度在該場內已近乎均勻時，稱為擴散聲場。

近聲場，遠聲場，自由聲場，及反射聲場之範圍如圖 6 所示

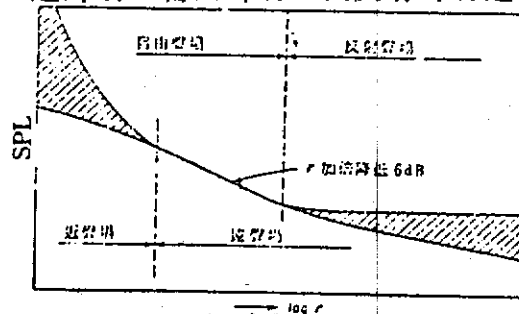


圖 6 在一封閉室沿一自由型噪音音源之半徑 r 之聲音壓力位準變化圖。此圖所示為自由聲場、反射聲場、近聲場，及遠聲場。陰影面積表示聲音壓力位準 SPL 對距離之起伏最大區域。在近聲場與反射聲場之間，若自音源之音響中心之距離加倍，SPL 以 6 dB 之降低率降低之。

26.35 無回音室(Anechoic Room or Dead Room)

房間之邊界有非常優良之吸音特性，則聲源所發出之聲音碰

到房間邊界，幾乎完全被吸收者，稱為無回音室，故在無回音室內其聲音之傳播幾乎可達自由聲場之邊界。

26.36 反射室 (Reverberation Room)

房間之邊界均係極硬之材料，聲音碰到邊界後幾乎全部被反射者，稱為反射室。故在反射室內，除了在音源周圍極小之區域外，其餘幾乎全是反射聲場，設計時應儘量接近擴散聲場。

26.37 音響阻抗 (Accoustic Impedance)

在一定表面之音響阻抗，其定義為表面之平均聲音壓力對通過其表面之體積速度之複數比值，此表面可為一音響媒介之假想表面，或一機械設施之一移動表面，其單位為 $\text{N} \cdot \text{sec}/\text{m}^2$ ，又稱為公制音響歐姆，所以音響阻折 Z 可由下式表示之：

$$Z = \frac{P}{U} (\text{N} \cdot \text{sec}/\text{m}^2)$$

上式中 P 為聲音壓力 (N/m^2)， U 為質點速度 (m/sec)
如音響阻抗改變，表示聲音能量一部份反射，一部份輸入，故音響阻抗大，即表示其反射能量大。

26.38 機械阻抗 (Mechanical Impedance)

係作用於一音響媒介或機械設施一定面積上之動量對通過該

面積之綜合線速度 (Resulting Linear Velocity) 之複數比值，其單位為 $N \cdot \text{sec}/m$ ，亦稱為公制機械歐姆，所以機械阻抗 Z_m 可由下式表示之

$$Z_m = \frac{f}{u} \quad N \cdot \text{sec}/m$$

上式中 f 為作用力。

26.39 指向因子 (Directivity Factor)

指向因子係為(1)在角度 θ 及距離幅射 W 瓦特之實際音源 r 處所測量之聲壓均方值與(2)距離一具有相同幅射 W 瓦特非指向音源 r 處所測量聲壓均方值之比值。

26.40 指向指數 (Directivity Index)

指向指數值 DI_θ 如下式表示之

$$DI_\theta = 10 \log Q_\theta$$

上式 Q_θ 表示指向因子，所以一個非指向音源 $Q_\theta = 1$ 則 $DI_\theta = 0$

26.41 非指向音源 (Nondirective Source)

距離音源相同距離處，各個角度之聲音壓力位準均相同，則該音源稱為非指向音源，否則稱為指向音源。

26.43 比流阻力 (Specific Flow Resistance)

多孔材料任一層之比流阻力係為該層兩邊所加之空氣壓力差與垂直通過該兩層面之質點速度之比值。

26.44 流動阻力係數 (Flow Resistivity)

為比流阻力與材料厚度之比值。

26.45 塞賓聲音吸收係數 (Sabine Sound Absorption Coefficient)

實驗室所測量之聲音吸收係數稱塞賓吸收係數，係得自在具有吸音材料及無吸音材料鋪設於地面之反射室內所測量聲音能量密度衰減之時間率。

26.46 房間常數 (Room Constant)

房間平均吸收係數與房間內部總面積之乘積，除以 1 減去平均吸收係數，所得之值稱為房間常數，或約等於房間之平均塞賓吸收係數（以八音帶表示之）與房間內部總面積之乘積。房間常數有時亦稱為室內常數。

26.47 房間之平均吸收係數 (Average of Absorption Coefficients in Room)

應用最廣泛之房間平均吸收係數，如下式所示

$$\bar{\alpha}_{sab} = \frac{\sum_i S_i (\alpha_{sab})_i}{\sum_i S_i}$$

上式中 S_i 表示第 i 個聲音吸收材料之表面積， $(\alpha_{sab})_i$ 表示該面積之塞賓吸收係數。

26.48 統計(能量)聲音吸收係數(Statistical or Energy-Absorption Coefficient)

當入射場完全擴散者，材料表面所吸收之聲音能量對入射表面之聲音能量之比。統計聲音吸收係數，有時又稱為漫散聲音吸收係數，而統計聲音吸收係數之最大值，可以理論證明者，約為0.96。

26.49 噪音衰減(Noise Attenuation)

於傳播路徑上噪音衰減之預估時，常須減去某一衰減值 A ，其數值上之意義如下：

$$-A = -10 \log C = 10 \log (1/C)$$

衰減不論是對功率準，聲壓位準，或是加速度位準，只是意味著前述這些物理量在比例上做 $1/C$ 之變化而已，但一般以 A 值之大小來表示， A 與 C 之間的數值關係如下：

A	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0
C	1.259	1.585	1.995	2.512	3.162	3.981	5.012	6.310	7.943	10.000
1/C	0.794	0.631	0.501	0.398	0.316	0.251	0.200	0.158	0.126	0.100

由上表可知，若要使衰減量達到 3 dB（即 $A = 3.0$ ），勢必要設法使該物理量變為原來的 50.1%，當知不易。

26.50 輻射率 (Radiation Efficiency)

一個表面在振動時將會擾動附近空氣而輻射出聲音的能量，茲將其輻射率 σ_{rad} 定義為

$$\sigma_{\text{rad}} = \frac{W}{\beta C S_R v^2}$$

上式中； W = 從該表面輻射出的功率 (kw)

β = 空氣密度 (kg/m^3)

C = 聲音在空氣中的速率 (m/sec)

v^2 = 該表面對時間及空間的均方速度 (mean square velocity) (m^2/sec^2)

S_R = 輻射的表面積 (m^2)

26.51 介入損失 (Insertion Loss)

消音器介入於測量點與噪音音源之間，前後所測量聲音壓力位準之差，稱為介入損失，單位為 dB。

26.52 穿透係數 (Transmission Coefficient)

穿透的音響功率與入射的音響功率之比值，一般記為 γ 。

26.53 穿透損失(Transmission Loss)

爲入射的強度位準與穿透的強度位準之差值，故單位亦爲dB，所以穿透損失 TL 與穿透係數 τ 之關係如下

$$TL = 10 \log \frac{1}{\tau} \text{ dB}$$

26.54 噪音消滅(Noise Reduction)

在某一特定點或特定空間內，未經特殊防音處理前與經特殊防音處理後，二者的聲音壓力位準之差值，稱爲噪音消滅。單位爲 dB。

第二十七章 公約規則用詞

國際間爲某一共同之目標而需要制訂「國際公約」(International Convention)時，應先召開一次「國際會議」(International Conference)。會議結束後之有關紀錄文件，也就是所謂的「蕝事文件」(final act)。該蕝事文件通常又可分爲下列四大部分：

1 對會議之各項記錄，包括會議召開之目的、日期、地點、出席之國家(States)、出席之觀察員(observers)、聯合國之組織(organizations in the United Nations system)、政府間組織(inter-governmental organizations)、非政府間組織(nongovernmental organizations)、及會議之主席(presidents)與副主席(vice-presidents)、會議秘書長(secretary-general)與秘書處有關人員、會議所設置之委員會，包括資格審查委員會(credentials committee) (註一)與起草委員會(drafting Committee)等。然後記錄會議討論之基礎及審議結果所採納(adopted)之文件、決議案(resolutions)與建議案(recommendation)等，最後由出席代表在蕝事文件後簽署(signatures)以昭信守。

2 在該次會議中所採納之公約或(及)議定書(protocol)反而是蕝事文件之附件(attachment)。公約中如訂有規則(regulations)時，該規則應屬附件之附錄(annex)。會議所通過之公約及(或)議定書，應由大會秘書長分送各國政府供其簽署(signature)、批准(ratification)、接受(acceptance)、認可(approval)及加入(accession)。在各國政府依規定簽署、批准、接受、認可或加入並將文件存放(deposit)後即成爲

該公約或議定書之締約國 (parties to the convention) 俟締約國之數量 9 或 (及) 船舶噸位達到該公約生效之條件後，再依公約規定之日期開始生效 (entry into force)。同時公約中大多皆另訂有修訂 (amendments) 之程序及退出 (denunciation) 之規定。

3. 大會之決議案。

4. 大會之建議案。

除上述之國際會議外，聯合國所屬之「國際海事組織」 (International Maritime Organization 簡稱 IMO) (註二) 自 1959 年成立後，每兩年要召開一次大會 (Assembly)，討論有關海事問題，在該大會中往往又以大會決議案採納了許多的「章程」 (Code)、「標準」 (Standard)、「程序」 (procedure)、「準則」 (guideline)、「一般規定」 (general provisions)……等，不過其執行時較公約與議定書缺乏之強制性。

註一：目前很多公約將之譯為「證書委員會」似以「資格審查委員會」為宜。

註二：國際海事組織在 1988 年 5 月 22 日以前係稱為「政府間海事諮詢組織」 (Intergovernmental Maritime Consultative Organization)。

27.1. 非政府間國際組織 (Non- Governmental International Organization)

非由政府間所組成之組織爲數非常之多，實難逐一一列舉，茲謹就目前經國際海事組織於一九八七年第十五屆大會所通過，在國際海事組織中享有諮詢地位之非政府間國際組織之名單，列述如次：

27.1. 1. 國際航運公會

(INTERNATIONAL CHAMBER OF SHIPPING)

27.1. 2. 國際標準組織

(INTERNATIONAL ORGANISATION FOR STANDARDIZATION)

27.1. 3. 國際航運聯合會

(INTERNATIONAL SHIPPING FEDERATION LTD)

27.1. 4. 國際電工委員會

(INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION)

27.1. 5. 國際海上保險聯盟

(INTERNATIONAL UNION OF MARINE INSURANCE)

27.1. 6. 國際商會

(INTERNATIONAL CHAMBER OF COMMERCE)

27. 1. 7. 國際自由工會聯合會

(INTERNATIONAL CONFEDERATION OF FREE
TRADE UNIONS)

27. 1. 8. 國際燈塔主管當局協會

(INTERNATIONAL ASSOCIATION OF LIGHTHOUSE
AUTHORITIES)

27. 1. 9. 國際海上無線電委員會

(INTERNATIONAL RADIO-MARITIME COMMITTEE)

27. 1. 10. 航運會議國際常設協會

(PERMANENT INTERNATIONAL ASSOCIATION OF
NAVIGATION CONGRESSES)

27. 1. 11. 國際肥料工業協會與歐洲氮氣製造商協會 (共享)

(INTERNATIONAL FERTILIZER INDUSTRY
ASSOCIATION jointly with
EUROPEAN NITROGEN PRODUCERS' ASSOCIATION)

27. 1. 12. 國際海事委員會

(INTERNATIONAL MARITIME COMMITTEE)

27. 1. 13. 國際船級協會聯合會

(INTERNATIONAL ASSOCIATION OF CLASSIFICATION

SOCIETIES)

27. 1. 14. 國際港口協會

(INTERNATIONAL ASSOCIATION OF PORTS AND
HARBORS)

27. 1. 15. 波羅的海與國際海運理事會

BALTIC AND INTERNATIONAL MARITIME COUNCIL)

27. 1. 16. 國際法律協會

(INTERNATIONAL LAW ASSOCIATION)

27. 1. 17. 國際貨物裝卸協會

(INTERNATIONAL CARGO HANDLING CO-ORDINA-
TION ASSOCIATION)

27. 1. 18. 化學品製造業聯合會歐洲理事會

(EUREAN COUNCIL OF CHEMICAL MANUFACTURE-
RS' FEDERATIONS)

27. 1. 19. 拉丁美洲船東協會

(LATIN AMERICAN SHIPOWNERS' ASSOCIATION)

27. 1. 20. 石油公司國際航運會議

(OIL COMPANIES INTERNATIONAL MARINE FORUM)

27.1.21歐洲拖船船東協會

(EUROPEAN TUGOWNERS' ASSOCIATION)

27.1.22國際海上引水人協會

(INTERNATIONAL MARITIME PILOTS' ASSOCIATION)

27.1.23國際船東協會

(INTERNATIONAL SHIPOWNERS' ASSOCIATION)

27.1.24海洋資源工程委員會

(ENGINEERING COMMITTEE ON OCEANIC RESOURCES)

27.1.25國際地球之友社

FRIENDS OF EARTH INTERNATIONAL)

27.1.26國際貨櫃出租業協會

(INSTITUTE OF INTERNATIONAL CONTAINER)

27.1.27國際鑽探承包業協會)

(INTERNATIONAL ASSOCIATION OF DRILLING CONTRACTORS)

27.1.28國際航海學會協會

(INTERNATIONAL ASSOCIATION OF INSTITUTES

OF NAVIGATION)

27. 1. 29. 國際保險與再保險經紀人協會

(INTERNATIONAL ASSOCIATION OF PRODUCERS
OF INSURANCE AND REINSURANCE)

27. 1. 30. 國際海事工業協會理事會

(INTERNATIONAL COUNCIL OF MARINE INDUSTRY
ASSOCIATION)

27. 1. 31. 國際船長協會聯合會

(INTERNATIONAL FEDERATION OF SHIPMASTERS
ASSOCIATION)

27. 1. 32. 國際救生設備製造業協會

(INTERNATIONAL LIFE-SAVING APPLIANCES
MANUFACTURERS' ASSOCIATION)

27. 1. 33. 國際海難救助聯合會

(INTERNATIONAL SALVAGE UNION)

27. 1. 34. 石油工業國際探勘與生產會議

(OIL INDUSTRY INTERNATIONAL EXPLORATION
AND PRODUCTION FORUM)

27. 1. 35. 西歐造船協會（臨時）

(ASSOCIATION OF WEST EUROPEAN SHIPBUILD-
ERS) (on a provisiona' basis)

27. 1. 36. 國際獨立油輪船東協會

(INTERNATIONAL ASSOCIATION OF INDEPENDE-
NT TANKER OWNERS)

27. 1. 37. 國際保賠協會集團

(INTERNATIONAL GROUP OF P AND I ASSOCIA-
TIONS)

27. 1. 38. 國際油輪船長防止污染聯合會上

(INTERNATIONAL TANKER OWNERS POLLUTION
FEDERATION LTD)

27. 1. 39. 國際保護自然與自然資源聯盟

(INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF
NATURE AND NATURAL RESOURCES)

27. 1. 40. 海水污染顧問委員會

(ADVISORY COMMITTEE ON POLLUTION OF THE
SEA)

27.1.41.國際氣體載運船與終端站營運人協會

(SOCIETY OF INTERNATIONAL GAS TANKER AND
TERMINAL OPERATORS LIMITED)

27.1.42.國際救生艇聯合會（原名「國際救生艇會議」）

(INTERNATIONAL LIFEBOAT FEDERATION) (previ-
ously known as the International Lifeboat Conference)

27.2. 國際海事組織所制訂之章程及準則

茲分類將國際海事組織所制訂之各項章程及準則列述如次：

27.2. 1. 構造、設計與設備 (Construction, Design and Equipment)

(1) 漁船及其船員安全章程 (Code of Safety for Fishermen and Fishing Vessels)

該章程計分兩篇：

第一篇：船長及船員安全及保健措施 (Safety and Health Practices for Skippers and Crews)

第二篇：漁船構造設備之安全及保健規定 (Safety and Health Requirement for the Construction and Equipment of Fishing Vessels)

(2) 載運散裝危險化學品船舶之構造與設備章程 (Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Dangerous Chemicals in Bulk 簡稱 BCH CODE)

(3) 載運散裝危險化學品船舶之構造與設備國際章程 (International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Dangerous Chemicals in Bulk 簡稱 IBC CODE)

(4) 載運散裝液化氣體船舶之構造與設備章程 (Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk)

(5) 載運散裝液化氣體船舶之構造與設備國際章程 (International Code for Construction and Equipment of

Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk 簡稱 IGC CODE)

- (6)載運散裝液化氣體現成船舶章程 (Code for Existing Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk)
- (7)近岸補船設計與構造準則 (Guidelines for the Design and Construction of Offshore Supply Vessels)
- (8)移動或近岸鑽探設施構造與設備章程 (Code for the Construction and Equipment of Mobile Offshore Drilling Units 簡稱 MODU CODE)
- (9)船上噪音程度章程 (Code on Noise Levels on Board Ships)
- (10)特殊用途船舶安全章程 (Code of Safety for Special Purpose Ships)
- (11)核子動力商船安全章程 (Code of Safety Nuclear Merchant Ships)
- (12)動力支撐船艇之安全章程 (Code of Safety for Dynamically Supported Craft)
- (13)潛水系統安全章程 (Code of Safety for Diving Systems)

27.2. 2.海洋環境保護 (Marine Environment Protection)

- (1)港口適當收受設備規定之準則 (Guidelines on the Provision of Adequate Reception Facilities in Ports)

本準則復分爲下列四篇：

第一篇：倉油廢物 (Oily wastes)

第二篇：倉有毒液體物質之殘留物與混合物 (Residues
and Mixtures containing Noxious Liquid
Substances)

第三篇：污水 (Sewage)

第四篇：垃圾 (Garbage)

27.2. 3.貨物 (Cargoes)

- (1)國際海運危險貨物章程 (International Maritime
Dangerous Goods Code 簡稱 IMDG CODE)
- (2)散裝固態貨物安全措施章程 (Code of Safe Practice
for Solid Bulk Cargoes)
- (3)甲板上載運木材貨物船舶安全措施章程 (Code of Safe
Practice for Ship Carging Timber Deck Cargoes)
- (4)國際海事組織及國際勞工組織對運輸貨櫃或車輛貨物之包
裝準則 (IMO/ILO Guidelines for Packing Cargo
in Freight Containers or Vehicles)

27.2. 4.航海 (Navigation)

- (1)國際信號代碼 (International Code of Signals)

27.3 國際公約證書(International Convention Certificate)

依各國際公約及章程施行初次檢驗及特別檢驗後所簽發之國際證書，目前計有下列十三種，其有效期限及延期之規定如下：

27.3.1.客船安全證書(Passenger Ship Safety Certificate) 核發之期限不應超過十二個月，延期不得超過五個月，未延期者得准有不超過一個月之寬限。

27.3.2.貨船安全構造證書(Cargo Ship Safety Construction Certificate) 核發期限不得超過五年，有效期五年者並不准延期。在證書有效期間內應安排實施不定期檢查，否則應實施強制性歲驗。船齡滿十年之液體船至少應施行一次中期檢驗。

27.3.3.貨船安全設備證書(Cargo Ship Safety Equipment Certificate) 核發期限不得超過二十四個月，延期期限不得超過五個月，未延期者自有效期屆滿之日起得准有不超過一個月之寬限。在證書有效期內亦應安排不定期檢查。否則應實施強制性歲驗。船齡滿十年之液體船並應在證書滿一年之前後三個月內施行中期檢驗。

27.3.4.貨船安全無線電報證書(Cargo Ship Safety Radiotelegraphy Certificate) 及貨船安全無線電話證書(Cargo Ship Safety Radiotelephony Certificate) 核發期限不得超

過十二個月，但在原有證書有效期限屆滿前二個月內另作檢驗者，新證書之核發期限得止於原證書有效期屆滿後之十二個月以內。延期期限不得超過五個月，未延期者得准自有效期屆滿之日起不超過一個月之寬限。

27.3.5.核子客船安全證書 (Nuclear Passenger Ship Safety Certificate) 及核子貨船安全證書 (Nuclear Cargo Ship Safety Certificate) 核發之期限不得超過十二個月，並無延期之規定。

27.3.6.國際載重線證書 (International Load Line Certificate) 核發期限不得超過五年，延期期限不得超過五個月。在證書有效期限內，應作證書所載日期每屆滿一年之前後三個月內實施定期檢查。

27.3.7.國際防止油污證書 (International Oil Pollution Prevention Certificate) 核發期限不得超過五年，並不准延期。在證書有效期間內應安排實施不定期檢查，否則應實施強制性歲驗。且在證書有效期間內至少應施行一次中期檢驗。

27.3.8.國際載運散裝有毒液體物質防止污染證書 (International Pollution Prevention Certificate for the Carriage of Noxious Liquid Substances in Bulk) 核發期限不得超過五年，延期期限不得超過五個月，未延期者得自有效期限屆滿之日起予以不超過一個月之寬限。在證書之有效期限內，應實施

中期檢驗。(註：尚未生效簽發)。

27.3.9.國際防止污水污染證書(International Sewage Pollution Prevention Certificate) 核發期限不得超過五年，延期期限不得超過五個月，未延期者得自有效期限屆滿之日起予以不超過一個月之寬限(選擇性之附錄)。

27.3.10.船舶適於載運危險散裝化學品證書(Certificate of Fitness for the Carriage of Dangerous Chemicals in Bulk) 有關安全設備之規定不應超過二年，有關構造部分之規定不應超過五年施行一次檢驗。

27.3.11.船舶適於載運散裝液化氣體證書(Certificate of Fitness for the Carriage of Liquefied Gases in Bulk) 核發期限不得超過五年，延期不得超過一個月，在證書有效期限內應不超過三十個月實施中期檢驗。

27.5. 國際海事組織(International Maritime Organization 簡稱 IMO)

一成立經過：

第二次大戰之後，聯合國經濟社會理事會依據其一九四七年三月二十八日之決議，於一九四八年二月十九日至三月六日，於日內瓦召開聯合國海事會議(United Nations Maritime Conference)，派遣代表出席會議之國家包括我國在內計三十六國，會中研商通過採納「政府間海事諮詢組織

公約」(Convention on The Inter- Governmental Maritime Consulative Organization)，依該公約之規定，於獲得二十一個國家政府批准之後，自一九五八年三月十七日起生效。旋於一九五九年一月正式於英 京倫敦設立「政府間海事諮詢組織(Inter- Governmental Maritime Consulative Organization 簡稱 IMCO)。我國係於民國四十七年(一九五八年)七月一日批准該公約，成為該組織之會員國。民國六十一年(一九七二年)我國退出聯合國之翌年亦退出該組織。嗣後，政府間海事諮詢組織公約並經歷屆大會作多次修正，一九七五年該組織第九屆大會中並決議將該組織之名稱修正為「國際海事組織(International Maritime Organization 簡稱 IMO)」，自該公約修治案於一九八二年五月二十二日生效日起正式更名。迄一九八七年十一月二十日該組織計有會員國一百三十一國，初會員國一國。

二、成立宗旨

該組織成立之宗旨有下列五項：

- (一)對各國政府在國際貿易航運有關專門技術事項之管理與實施方面，提供政府間之合作機構，並鼓勵普遍採納有關海事安全及航海效能方面最高可行標準。
- (二)鼓勵各國政府消除對於國際貿易航運所加之歧視行為與不必要之限制，以求公平促進航運對國際貿易之供應，一國政府為發展其本國航業及為安全目的所予之輔導與鼓勵，倘非用以懸掛所有他國國旗之航業從事國際貿易之自由，自不構成差別待遇。
- (三)依該公約第二章之規定，對於航業界不公正之限制措施，提

出研討。

(四)對聯合國所屬任一機構或專門機構所提有關之航運事項，予以研討。

(五)對該組織所研討之事項，提供政府間資料之交換。

三、組織

國際海事組織之組織系統，除以下列之簡圖表示外，茲概述如次：

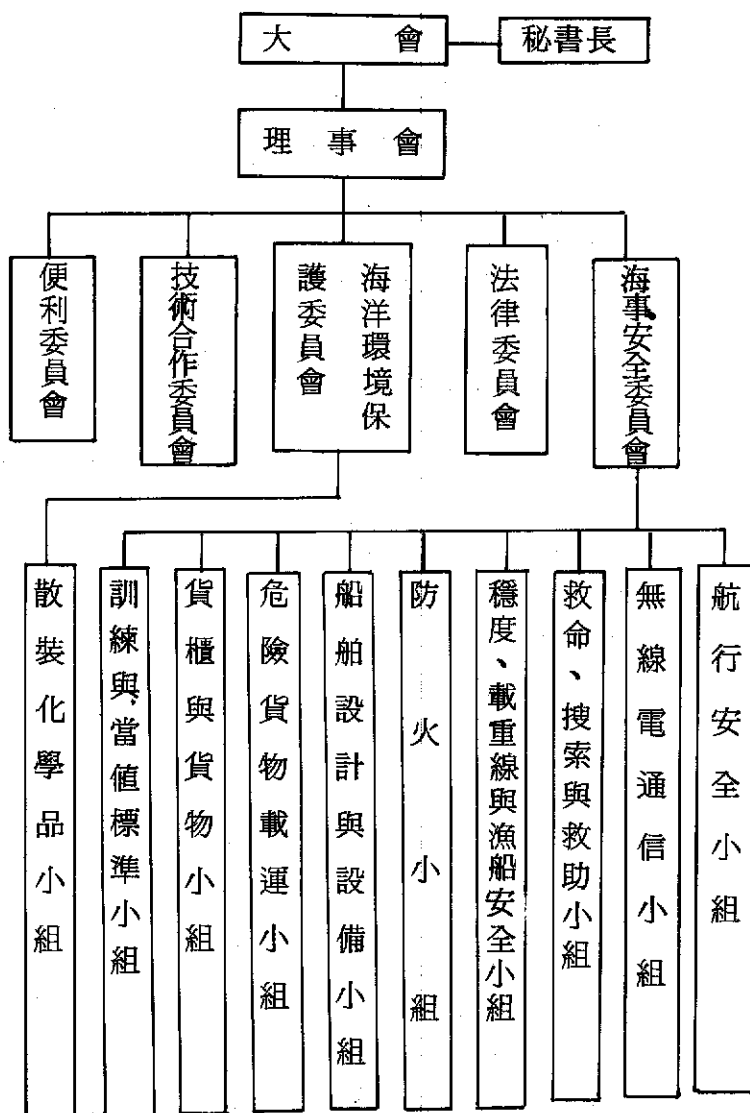
(一)大會 (Assembly 簡稱 A)：由所有會員國組成，會員大會每兩年召開一次，必要時並得召開特別大會，迄一九八八年為止，該組織計召開大會十五次，特別大會四次，自第一屆至第十五屆大會止，所通過之決議案已達六百三十五案。

(二)理事會 (Council 簡稱 C)：大會選出主要海運國八國，主要貿易國八國及地域選出之十六國，共三十二個國家組成，每年召開會議兩次，以處理大會休會期間之各項任務。

(三)海事安全委員會 (Maritime Safety Committee 簡稱 MSC)：每年召開會議兩次，其下目前並設有十個小組：

1. 航行安全小組 (Sub-Committee on Safety of Navigation 簡稱 NAV)
2. 無線電通信小組 (Sub-Committee on Radiocommunications 簡稱 COM)
3. 救命、搜索與救助小組 (Sub-Committee on Life-Saving, Search and Rescue 簡稱 LSR)

國際海事組織之組織



- 4.穩度、載重線與漁船安全小組 (Sub- Committee on Stability and Load Lines and on Fish Vessels Safety 簡稱 SLF)
- 5.防火小組 (Sub- Committee on Fire Protection 簡稱 FP)
- 6.船舶設計與設備小組 (Sub- Committee on Ship Design and Equipment 簡稱 DE)
- 7.危險貨物載運小組 (Sub- Committee on the Carriage of Dangerous Goods 簡稱 COD)
- 8.貨櫃與貨物小組 (Sub- Committee on Containers and Cargoes 簡稱 BC)
- 9.訓練與當值標準小組 (Sub- Committee on Standards of Training and Watchkeeping 簡稱 STW)
- 10.散裝化學品小組 (Sub-Committee on Bulk Chemicals 簡稱 BCH)

(四)法律委員會 (Legal Committee 簡稱 LEG) :

係於一九六七年六月依據一九七五年十一月十四日大會 A 358(HX) 號決議案設置，由所有會員國組成，規定每年至少要召開一次會議以考慮該組織範圍內之法律事宜。

(五)海洋環境保護委員會 (Marine Environment Protection Committee 簡稱 MEPC)

亦係依據一九七五年十一月十四日大會 A .538 (IX) 號決議案於一九七三年十一月所設置，該委員會由所有會員國組成，規定每年至少要召開一次會議，但目前多每隔一年增開一次會議，以研討如何防止與控制因船舶所造成之

海水污染問題。

(六)技術合作委員會 (Technical Co-operation Committee
簡稱 TC)

該委員會係依一九七七年十一月十七日大會 A .400 (X) 號修正案而成立，由所有會員國組成，規定每年至少召開會議一次，但目前亦係每隔一年增開會議一次，以推展技術合作方案。

(七)便利委員會 (Facilitation Committee簡稱 EAL) 係於一九六八年九月依理事會之建議而設置，每年集會一次以研討便利國際海上運輸之問題。

四會址

該組織總部位於英國倫敦之 4 Albert Embarkment 。

27.6. 檢驗與檢查 (Survey and Inspection)

依國際公約及章程所應施行之檢驗與檢查，其名稱相當複雜，茲依其定義予以歸納為下列六種：

27.6.1. 初次檢驗 (Initial Survey)

指船舶及其設備依其所適用公約或章程之規定，實施全部徹底之檢查及規定之試驗，以確保得據此初次簽發有關之證書。是項檢驗在一九七四年海上人命安全國際公約及其一九七八年議定書之第一章第七條，與一九六六年國際載重線公約之第十四條中，稱之為「船舶服務前之檢驗」 (Survey before ship is put in service)，而在一九七四年海上人命安全

國際公約及其一九七八年議定書之第一章第十條中稱之爲「竣工時檢驗」(Survey on completion)，但在載運散裝危險化學液體船舶構造與設備章程之第 1.6 一節則稱之爲「認可檢查」(Satisfactorily inspected)

27.6. 2. 定期檢查 (Periodical Survey)

指船舶及其設備依所適用公約或章程之規定，在指定之週期實施全部徹底之檢查及所規定之試驗。確保得據以換發有關之證書。是項檢驗在一九七四年海上人命安全國際公約及其一九七八年議定書之第一章第八條及第九條稱之爲「以後之檢驗」(Sub-sequent survey)，而在一九七四年海上人命安全國際公約之第一章第十條稱之爲「嗣後主管官署認爲必要時每隔若干時日重予檢驗 (Thereafter in such manner and at such intervals at the Administration may consider necessary)。但在載運散裝危險化學液體船舶構造與設備章程之第 1.6.1 節則稱之爲「間隔檢驗」(Survey at interval)

27.6. 3. 中期檢驗 (Intermediate Survey)

指船舶及其設備在兩定期檢驗之期間內，依指定之時期實施檢驗（通常如僅施行一次中期檢驗者，應於兩定期檢驗之中途日前後六個月內爲之）。是項檢驗在一九六六年國際載重線公約之第十四條稱之爲「定期檢查」(Periodical inspection)。

27.6.4. 強制性檢驗 (Mandatory Annual Survey)

指船舶及其設備每年實施之一般性檢查。該檢查得包括船舶各系統及設備之操作試驗至必要之程度，以證實船舶及其設備仍能適於該船預定之航務。

27.6.5. 額外檢驗 (Additional Survey)

指不屬初次檢驗、定期檢驗、中期檢驗或強制性檢驗之檢驗。是項檢驗在一九七四年海上人命安全國際公約之一九七八年議定書之第一章第十條中稱之為「依情況而施行之全部或部分檢驗」(Survey either general or partial according to the Circumstances)。

27.6.6. 不定期檢查 (Unscheduled inspection)

指對船舶及其設備所施行之一般性檢查，但此檢查在事先並不通知船舶所有人或船長，該檢查得包括船舶各系統及設備之操作試驗至必要之程度，以確實船舶及其設備仍能適於該船預定之航務。

27.7. 國際勞工組織 (International Labour Organization 簡稱 ILO)

一九一九年世界各國因鑒於世界永久和平之建立必須以社會正義為基礎，復鑒於當時之勞工狀況，大多數人民感受不公，困苦及窮乏，以致產生極度不滿，因而危及世界之和平與協調，此種情形亟宜改善，例如規定工作時間，包括確立工作日與工作週之最高時間，規定勞工之給與，防止失業，維持相

當之生活工資，防護工人之感染普通或職業疾病及因工作而得之傷害，保護兒童、青年及婦女，設置養老金及殘廢撫卹金，保障工人受僱於外國時之利益，承認同工同酬之原則，承認自由，結社之原則，舉辦職業及技術教育，以及其他類似之辦法。又鑒於任何國家之未能採用合乎人道之勞工制度，必將妨礙其他國家改良其本國勞工狀況之進行，各締約國乃基於正義感與人道感，及保證世界永久和平之熱忱，並為達成上述各項目標起見，乃核定通過「國際勞工組織憲章」，成立一永久性之國際勞工組織（International Labour Organisation簡稱ILO）；包括會員國大會，理事會及國際勞工局。會員國代表大會每年至少召開一次，必要時並得臨時召開，其主要任務在制定有關勞工之公約及建議書。

大會制定之公約及建議書應於大會閉幕後分送各會員國，各會員國接到後須於大會閉幕後一年內（如因特殊情形可延至十八個月）提交該國主管機關（通常指國會而言）俾便據以制訂法律或採取其他辦法。各會員國政府對於公約之批准與否有最後決定之完全自由。惟既經批准之後即須受該公約之約束，亦即有義務使本國法律與實際均與該公約之規定相符。但不得因批准公約而影響保證工人所享條件較公約更優之法律、風俗或團體協約。至於建議書則無需批准，僅係送交各會員國參考。俾由國內立法或其他方法實行之。

對於同一問題，大會通常均同時制訂公約及建議書各一種。公約所定標準較低，俾多數國家得以批准實施，可視為國際公認之最低勞動標準；至於理想的合理勞動標準則訂於建議書，目的在指導各國之勞工政策及立法。

各會員國於批准公約後，每年應將其實施情形向國際勞工局提出報告書以備大會審查，並將報告書副本分送國內最足以代表僱主及工人之團體。

如僱主或工人團體向國際勞工局提出控訴書，訴稱某一會員國對其所批准之任何公約未曾切實履行時，理事會得將此控訴書送達被控之政府請其作適當之說明，如理事會在相當期間內未接到說明或對說明內容認為不滿意時，得將控訴書及說明公布，訴諸世界輿論。

任何會員國倘認為其他會員國對於彼此批准之公約未曾切實履行時，亦有向國際勞工局控訴之權利。理事會得組織調查委員會調查或提交國際法院。如任何會員國不於指定之時間內執行調查委員會報告書或國際法院判決書中所載之建議時，理事會得提請大會採取適當行動以保證其施行。

該組織歷屆大會所通過之公約迄一九八六年止即已達一百六十二種，其中與造船有關者：

第二十九號公約 船舶起卸工人災害防護公約 (Convention
第三十二號公約 Concerning the Protection against
Accidents of Workers Employed in
Loading or unloading ships) 該公約係一九二九年第十二屆大會所採納，並自一九三二年四月一日起生效實施，我國政府並未批准該公約。

該公約，旋於一九三二年經第十六屆大會修正為第三十二號公約，該修正公約自一九三四年十月三十日起生效實施，而我國政府係

於民國二十四年四月十五日批准。

第七十五號公約 船上應有船員起居設備公約 (Convention Concerning Crew Accommodation on Board Ship)，最初係於一九四六年第二十八屆會議訂定，旋經一九四四年第三十二屆會修正為第九十二號公約，並自一九五三年一月二十九日起生效實施，我國政府則係於民國五十九年十二月二十三日批准該修正公約。一九七〇年第五十五屆大會中該公約獲經第二次修正為第一百三十三號公約，但我國政府因退出該組織故迄未批准該修正公約。

第一百二十六號公約 漁船上起居設備公約 (Convention Concerning Accommodation on Board Fishing Vessels)，該公約係一九六六年第五十屆大會所通過。

第一百四十七號公約 商船最低標準公約 (Convention Concerning Minimum Standard in Merchant Ships)，該公約係一九七六年第六十二屆大會所通過者。

27.8. 國際驗船協會聯合會 (International Association of Classification Societies 簡稱 IACS)

一成立經過：一九三〇年國際載重線會議中，各國代表決議敦

促各國政府依據一九三〇年國際載重線公約規定，賦予各認可之驗船協會隨時會商，俾在決定乾舷之船體強度時，在可能範圍內其標準可取得一致。一九三九年首由意大利驗船協會邀集美國、法國、英國、挪威、德國及日本等驗船協會於羅馬舉行會議，並同意各驗船協會間應作更進一步之合作，必要時應即召開會議，但當時並未設立正式組織。嗣後，法國、英國、美國及挪威驗船協會亦曾分別於一九五五年、一九五九年、一九六五年及一九六八年先後召集會議，並於一九六八年會議中一致協議於當年九月正式成立聯合會。

二、成立目的：依聯合會章程規定，在增進海上安全之標準，為國際與各國之有關海事組織提供諮詢及合作，並與全球海運業者密切合作。

三、組織：

(一)理事會 (Council): 為該聯合會之管理機構，由各會員機構之資深主管一人組成之。理事會每年開會一次小執行其日常性業務，並得隨時召開非常會議以處理臨時緊急性之事務。其主席各各理事輪流擔任，任期為兩年。

(二)會員 (Members)：目前有美國、法國、挪威、德國、英國 (勞氏)、日本、波蘭、義大利、蘇俄等九個國家驗船協會，此外另有東德、南斯拉夫、韓國等三個預備會員 (Associates)

(三)工作小組 (Working parties) 為執行聯合會之技術性工作，並草擬決議草案以便陳送理事會核准，理事會得於必要時設立工作小組。各小組通常由每一會員機構派遣一位委員組成之。目前常設立工作小組計有：散裝化學品、貨

櫃、採油設備、電力、機器（附自動化小組）、防火、氣體載運船、內河水道船舶、海洋污染、材料與焊接、繫纜及錨泊、營路及壓力容器、船舶強度、艙區劃分穩度及載重線等工作小組，遇有特殊需要時，並得成立短期性之特別工作小組以處理特定之項目。

(四)一般政策組 (General policy Group)其任務在協助理事會擬定長期性目標、注意科技方面之進展，並協調各工作小組間之活動。

(五)派駐國際海事組織之常任代表：鑒於國際海事組織與該聯合會間關係之發展，及該會對國際海事組織間日增之貢獻，理事會於一九七六年起派任一位常任代表常駐國際海事組織以維連繫。該代表在海事組織開會時擔任觀察員，既可單獨出席亦可率聯合會內之專家一同出席。

四會員資格：入會資格逐年修正提高，目前之新規定為：

(一)預備會員之最低條件

- 1.具有十五年之經驗
- 2.一百總噸以上之入級船舶達七五〇艘，總噸位二百萬總噸以上。
- 3.專屬技術人員七十五人。
- 4.具有英文之檢查規則與船舶登記簿。

(二)預備會員申請正會員應具備之最低條件：

- 1.積極參加聯合會工作小組之工作超過三年。
- 2.具有三十年之經驗。
- 3.一百總噸以上之入級遠洋船舶達一千五百艘，共八百萬總噸。

4. 專屬技術人員二百人。

(三) 對所有入會申請之評估，理事會應基於申請者之聲譽、經驗、技術上之能力組織，及利行之檢查規則與船舶登記簿而定。申請者須陳送理事會所要求之完整資料及證明文件。如理事會認為申請者在技術能力方面具有同等程度之表現時，並得自行裁決對上述第(一)項及第(二)項中之條件予以變更。

(四) 入會申請由理事會於常會中考慮。

(五) 入會申請得由理事會全體一致投票通過。

27.9. 國際制單位 (International System of Units)

有關度量衡之單位，以往吾人所熟知者有我國之市制，英美等國所採用之英制及全球各國所通用之公制（亦有稱之為萬國制或米制者）。一九四八年國際度量衡總會舉行第九屆會議時，復決定確立一種單一之實用單位，認定以公制之絕對單位為新制單位，並取名「國際制單位 (International System of Units)」以法文 *System International d'Unités* 之第一位字母簡稱為 *SI* 單位。該項新制單位制訂之初，並未能獲得世界各國之重視，迄一九五七年蘇俄第一枚人造衛星發射成功之後，由於原有之重量等單位在太空中應全部改以質量計算。為配合太空之發展，該項新制單位乃普遍為世界各國所重視。一九六〇年國際度量衡總會召開第十一屆會議時，乃正式採納該國際制單位，嗣後歷屆大會中復曾予增修訂。一九六九年國際標準組織 (International Organization for Standardi-

zation 簡稱 ISO) 之技術委員會亦將該國際制單位納入 ISO 1000 標準建議該組織採納，並經詳組織於一九七三年公佈，獲得很多國家政府之批准實施。國際海事組織 (IMO) 於一九七四年召開海上人命安全國際會議時，亦曾以第五號決議案；於一九七五年召開第九屆大會時復曾以 A. 351 (IX) 號決議案，決以該國際制單位代替原有之公制與英制單位。因此，目前不僅各國際海事公約中之度量衡單位業已改採 SI 單位，縱屬各國驗船協會之船舶入級規範，亦逐漸由 SI 單位取代原有之英制或公制單位。

該 SI 單位係由下列三種單位組成：

- (一) 基本單位 (base units)
- (二) 補助單位 (supplementary units)
- (三) 導出單位 (derived units)

27. 9. 1. 基本單位

由表 1 之七種基本單位構成：

量 Quantity	名 稱 Name of base SI Units	符 號 Symbol	定 義 Definitions
長度 Length	公尺 metre	m	相當於氪 86 (Krypton-86) 原子在準位 (Level) $2p_{1/2}$ 與 $5d_{5/2}$ 間轉移之光在真空中波長之 $1\,650\,763.73$ 倍
質量 Mass	公斤 kilogram	kg	國際公斤原型 (Prototype) 之質量。(1889 年國際度量衡總會第一屆會議暨 1901 年第三屆會之決定)。

時間 Time Ⓢ	秒 second	s	相當於鉯 133 (Caesium-133) 原子之基態 (ground state) 在兩超微細準位 (hyperfine levels) 間轉移之輻射周期 9 192 631 770 倍。
電流 Electric Current	安培 ampere	A	在真空中使兩圓形斷面積無限小其長度為無限長之直線導體保持平行並相距一公尺，則在該等導體間產生每公尺 2×10^{-7} 牛頓之力的一定電流。
熱力溫度 Thermodynamic Temperature	克耳文 kelvin	K	指水之三相點 (triple point of water) 熱力溫度的 $1/273.16$
物質 Amount of Substance	莫耳 mole	mol	指一系統物質 (the amount of substance of a system) 含有等於 0.012 公斤碳-12 中原子數之構成要素。使用莫耳時應指明該構成要素為原子、分子、離子、電子其他粒子或該等粒子之特定組合。
光度 Luminous Intensity	燭光 candela	cd	指於每平方公尺 101 325 牛頓之壓力下，在鉑之凝固點溫度，一黑體 $1/600\,000$ 平方公尺表面上垂直方向之光度。

27.9.2. 補助單位

由表 2 之二種單位構成：

量 Quantity	名稱 Name of Supplementary SI Unit	符號 Symbol	定義 Definitions
平面角 Plan angle	弧度 radian	rad	在圓周上截取弧長等於半徑之弧，該弧兩端半徑間所夾之平面角度即為一弧度。
立體角 Solid angle	立體弧度 steradian	sr	指以球體中心為頂點，並在球面上截取每邊長等於球半徑之正方形面積，該面積與頂點間所成之立體角。

27.9.3. 導出單位

導出單位係以基本單位及（或）補助單位之代數式表示之，其符號係以數學之乘除號獲致。例如 S I 單位之速度為每秒公尺（ m/s ），而角速度為每秒弧度（ rad/s ）。

部分 S I 之導出單位，具有特定之名稱與符號，經國際度量衡總會認可者如表 3。有時為方便起見導出單位亦得以其他具有特定名稱之導出單位表示，例如，S I 單位對於電偶極力矩（electric dipole moment）通常即係以 C.m 代替 A.S.m。

量 Quantity	SI 導出單位名稱 Name of derived SI Unit	符 號 Symbol	以 SI 基本或補助單位或其他 SI 導出單位表示之方法 Expressed in terms of bases or supplementary SI units or in terms of other derived SI Units
頻率 (frequency)	赫 (hertz)	Hz	$1 \text{ Hz} = 1 \text{ s}^{-1}$
力 (force)	牛頓 (newton)	N	$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m} / \text{s}^2$
壓力，應力 (pressure, stress)	巴斯噶 (pascal)	Pa	$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N} / \text{m}^2$
能、功、熱量 (energy, work, quantity of heat)	焦耳 (joule)	J	$1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot \text{m}$
功率 (power)	瓦特 (watt)	W	$1 \text{ W} = 1 \text{ J} / \text{s}$
電荷、電量 (electric charge, quantity of electricity)	庫倫 (coulomb)	C	$1 \text{ C} = 1 \text{ A} \cdot \text{s}$
電位、電位差、電壓、電動勢 (electric potential, potential difference, tension, electromotive force)	伏特 (volt)	V	$1 \text{ V} = 1 \text{ J} / \text{C}$
電容 (electric capacitance)	法拉 (farad)	F	$1 \text{ F} = 1 \text{ C} / \text{V}$
電阻 (electric resistance)	歐姆 (ohm)	Ω	$1 \Omega = 1 \text{ V} / \text{A}$
電導 (electric conductance)	西門斯 (siemens)	S	$1 \text{ S} = 1 \Omega^{-1}$
磁感應通量，磁通量 (flux of magnetic induction, magnetic flux)	韋伯 (weber)	Wb	$1 \text{ Wb} = 1 \text{ V} \cdot \text{s}$
磁通密度，磁感 (magnetic flux density, magnetic induction)	忒斯拉 (tesla)	T	$1 \text{ T} = 1 \text{ Wb} / \text{m}^2$
電感 (inductance)	亨利 (henry)	H	$1 \text{ H} = 1 \text{ Wb} / \text{A}$
光通量 (luminous flux)	流明 (lumen)	lm	$1 \text{ lm} = 1 \text{ cd} \cdot \text{sr}$
照度 (illuminance)	勒克司 (lux)	lx	$1 \text{ lx} = 1 \text{ lm} / \text{m}^2$

27.9.4. S I 單位之前置乘數

S I 單位十進前置乘數之名稱與符號如表 4 所示：

表四：

所乘之因素 Factor by Which the unit is multiplied	前置數 Prefix	
	名稱 Name	符號 Symbol
10^{12}	濶 (tera)	T
10^9	秭 (giga)	G
10^6	兆 (mega)	M
10^3	千 (kilo)	k
10^2	百 (hecto)	h
10	十 (deca)	da
10^{-1}	分 (deci)	d
10^{-2}	厘 (centi)	c
10^{-3}	毫 (milli)	m
10^{-6}	微 (micro)	μ
10^{-9}	(nano)	n
10^{-12}	微微 (pico)	p
10^{-15}	(femto)	f
10^{-18}	(atto)	a

上述之前置符號應與單位符號直接相連合併為一新單位符號，該新單位符號後能加正或負指數，並能與其他單位符號合併為複合單位符號。例如：

$$1 \text{ cm}^2 = (10^{-2} \text{ m})^2 = 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$1 \mu \text{ s}^{-1} = (10^{-6} \text{ s})^{-1} = 10^6 \text{ s}^{-1}$$

$$1 \text{ mm}^2/\text{s} = (10^{-3} \text{ m})^2/\text{s} = 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

但複合之前置數不應採用，例如：應以 n m (nanometre) 代替 $\text{m} \mu \text{m}$ 。此外，因表示質量之基本單位公斤 (kilogram) 本身含有 S I 單位之前置數 “kilo”，基於同一原則，該質量單位前置數之名稱亦應以「克 (gram)」前加前置數，例如以 milligram (mg) 代替 microkilogram (μkg)。

27.9.5. S I 單位及其乘數之使用法

依方便選擇 S I 單位之適當十進前置乘數，通常該乘數之選擇應能使其前之數值在 0.1 與 1000 之間，例如：

$1.2 \times 10^4 \text{ N}$	寫成	12 kN
0.00394 M	寫成	3.94 mm
1401 Pa	寫成	5.401 kPa
$3.1 \times 10^{-6} \text{ s}$	寫成	31 ns

但此原則亦有例外，如在一表中表示同量之值時或在前後文中討論該值時，通常在所有各項中仍以採用同一前置乘數較為適宜，縱使某些數值業已超出 0.1 至 1000 之範圍亦無所謂。在特定之使用情況下，有些量習慣上使用同一前置乘數，例如：機械製圖之尺度多以 mm 表示之。

27.9.6. 得與 S I 單位及其乘數併用之非 S I 單位

有些單位雖不屬 S I 單位，但經國際度量衡委員會之認定，一部分由於其本身之實際重要（如表 5）另一部分由於在特殊場合之使用（如表 6）得與 S I 單位使用。

表五：

量 Quantity	單位名稱 Name of unit	單位符號 unit Symbol	定 義 Definition
時間 (time)	分 (minute)	min	1 min = 60 s
	小時 (hour)	h	1 h = 60 min
	日 (day)	d	1 d = 24 h
平面角 (plan angle)	度 (degree)	°	1° = $(\pi/180)$ rad
	分 (minute)	'	1' = $(1/60)^\circ$
	秒 (second)	"	1" = $(1/60)'$
體積 (volume)	公升 (litre)	ℓ	1 ℓ = dm^3
質量 (mass)	噸 (tonne)	t	1 t = 10^3 kg

表六

量 Quantity	單位名稱 Name of unit	單位符號 unit Symbol	定 義 Definition
能量 (energy)	電子伏特 (electronvolt)	eV	在真空中一電子經過一伏特之電位差所得之動能為一電子伏特。其近似值為： $1 \text{ eV} = 1.60219 \times 10^{-19} \text{ J}$
原子質量 (mass of an atom)	原子質量單位 (atomic mass unit)	u	—(統一)原子質量單位等於 nuclide ^{12}C —原子質量之 $1/12$ 。其近似值為： $1 \text{ u} = 1.66053 \times 10^{-27} \text{ kg}$
長度 (length)	天文單位 (astronomic unit)	AU (註一)	$1 \text{ AU} = 149600 \times 10^6 \text{ m}$
	視差距 (parsec)	pc	一視差距為一天文單位對向一秒弧 (1 second of arc) 角度之距離。其近似值為： $1 \text{ pc} = 206265 \text{ AU}$ $= 30857 \times 10^{12} \text{ m}$
液壓 (pressure of fluid)	巴 (bar) (註二)	bar	$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$

註一：此一單位迄無國際統一符號，AU為英文名稱，法文名稱為UA。註二：巴並非國際度量衡委員會之單位，但在許多國家該單位具有特別之需要。

27.9.7. 由公制或英制單位換算為 S I 單位所用之因數

將常用之非 S I 單位換算為 S I 單位所應採用之因數如表

7 所示：

常用之量 Commonly Used Quantity	其他單位符號 Symbol of Other Unit	乘以換算因數 Conversion Factor (Multiply by)	變為 S I 單位 To obtain SI unit
平面角 (plane angle)	° " "	$\pi / 180$ $\pi / 10800$ $\pi / 648000$	rad
質量 (mass)	kg t (公噸) t (長噸) lb	1 10^3 1.016047×10^3 4.535924×10^{-1}	kg
密度 (density)	g/cm ³ kg/m ³ lb/ft ³ lb/in ³	1×10^{-3} 1 1.601846×10^1 2.757990×10^4	kg/m ³
速度 (velocity)	m/s kn (浬/小時)	1 0.514444	m/s
頻率 (frequency)	s ⁻¹	1	Hz
迴轉頻率 (rotational frequency)	rpm	1/60	s ⁻¹
角速度 (angular velocity)	rad/s	1	rad/s
加速度 (acceleration)	m/s ² g (註)	1 9.806650	m/s ²
力 (force)	kg t (公噸) t (長噸) lb	9.806650 9.806650×10^3 9.964017×10^3 4.448222	N
力矩 (moment of force, torque)	kg·m lb·ft lb·in	9.806650 1.355818 1.129848×10^{-1}	N·m
壓力，應力 (Pressure, stress)	kg/mm ² kg/cm ² ksi psi t (長噸)/in ²	9.806650×10^6 9.806650×10^4 6.894757×10^6 6.894757×10^5 1.544426×10^7	Pa 或 N/m ²
	kg/mm ² psi t (長噸)/in ²	9.806650 6.894757×10^{-1} 1.544426×10^1	MPa 或 N/mm ²

壓力 (pressure)	psi	6.894757×10^{-2}	bar 或 10^5 N/m^2
	atm	1.01325×10^5	Pa
	mH ₂ O	9.806650×10^4	
	mm Hg	1.33322×10^2	
	in Hg	3.3864×10^3	
能量, 功 (energy, work)	kg·m	9.806650	J
	kcal	4.186800×10^3	
	kW·h	3.6×10^6	
	PS·h	2.65×10^6	
	BTU	1.055056×10^3	
	ft·lb	1.355818	
	in·lb	1.129848×10^{-1}	

註：g為重力加速度之標準值，如換算為英制單位等於32.17404855ft/s²

衝擊值 (impact value)	kg·m/cm ²	9.806650	J/cm ²
功率 (power)	kg·m/s	9.806650	W
	PS	7.35499×10^2	
	hp	7.456999×10^2	
溫度 (temperature)	°C	$+ 2.7315 \times 10^2$	K
	°F	$(^\circ\text{F} - 32) / 1.8$	°C
熱流率 (heat flow rate)	kcal/h	1.163	W
導熱度 (thermal conductivity)	kcal/m·h·°C	1.163	W/(m·K)
熱傳導係數 (coefficient of heat transfer)	kcal/m ² ·h·°C	1.163	W/(m ² ·K)
比熱容量 (Specific heat capacity)	kcal/kg·°C	4.186×10^3	J/(kg·K)
長度 (length)	fathom	1.828800	m
	ft	3.048×10^{-1}	
	in	2.540×10^{-2}	
面積 (area)	ft ²	9.290304×10^{-2}	m ²
	in ²	6.451600×10^{-2}	mm ²
體積 (volume)	ft ³	2.831685×10^{-2}	m ³
	gallon (liquid)	3.785412×10^{-3}	
	gallon (liquid)	3.785412	ℓ
	in ³	1.638706×10^{-4}	mm ³

27.10 國際公約(International Convention)

國際公約之範圍太廣，茲僅就國際海事組織(IMO) 歷年所締訂之國際公約，及其生效情況等列表說明如次：

IMO 歷年締訂之國際公約：(資料統計至 1988 年 12 月 31 日)

項次	公 約 名 稱			生效日期	增修訂情況及案號 (註二)	我國簽署批准情況
	中 譯 名	英 文 原 名	簡 稱			

27.10.1. 海上人命安全方面：

1	一九六〇年 海上人命安 全國際公約	International Convention for the safety of Life at Sea 1960	SOLAS. 1960	1965 年 5 月 26 日	A.108(ESIII)-1966 A.122(V)-----1967 A.146(ESIV)--1968 A.174(VI)----1969 A.205(VII)---1971 A.263(VIII)--1973 A.264(VIII)--1973 1974 重新訂定公 約	簽署，並於 民國 54 年 2 月 23 日批准
2	一九七四年 海上人命安 全國際公約	International Convention for the safety of Life at Sea, 1974	SOLAS 1974	1980 年 5 月 25 日	SOLAS PROT 1973 MSC.1 (45)-1981 (已 於 1984 年 9 月 1 日生效) MSC.6 (48)- 1983 (已定 1986 年 7 月 1 日生效)	尚未批准加 入
3	關於一九七 四年海上人 命安全國際 公約之一九 七八年議定 書	Protocol of 1978 Relating to the International Convention for the Safety of Life at Sea, 1974	SOLAS PROT 1978	1981 年 5 月 1 日		尚未批准加 入

27.10.2.貨物運送方面：

4	一九七二年 安全貨櫃國 際公約	International Convention for safe containers, 1972	CSC 1972	1977 年 9 月 6 日	1981 修正案 (於 1981 年 12 月 1 日生效) 1983 修正案 (於 1984 年 1 月 1 日生效)	尚未批准加 入
---	-----------------------	---	----------	-------------------	---	------------

27.10.3.便利旅行及運輸方面

5	一九六五年 便利國際海 上運輸公約	Convention on Facilitation of international Maritime Traffic, 1965	FAL 1965	1967 年 3 月 5 日	1973 修正案(於 1984 年 6 月 2 日 生效) 1969 修正案(於 1971 年 8 月 12 日 生效) 1977 修正案於 1978 年 7 月 31 日 生效) 1986 修正案於 1986 年 10 月 1 日 生效) 1987 修正案於 1989 年 1 月 1 日 生效)	簽署，並於 民國 57 年 7 月 19 日批准
---	-------------------------	--	----------	-------------------	---	--------------------------------

27.10.4.海事法律方面：

6	一九六九年 關於油污損 害案件在公 海上行使干 涉之國際公 約	International Convention Relating to interveption on the High Seas in Cases of Oil Pollu- tion Casualties, 1969	INTER- VENTION 1969	1975 年 5 月 6 日		簽署，但未 批准
7	一九六九年 油污損害民 事責任國際 公約	International Convention on Civil Liability for Oil Pollution Damage, 1969	CLC1969	1975 年 6 月 19 日	CLC PROT 1976	簽署，但未 批准

8	一九七六年 修正「一九 六九年油污 損害民事責 任國際公約 」之計算單 位議定書	1976 Protocol to Revise the Unit of Account Pro-visions of the "CLC1969" Convention	CLC PROT 1976	1981 年 4 月 8 日		未批准加入
9	一九八四年 修正「一九 六九年油污 損害民事責 任國際公約 」議定書	Protocol of 1984 To amend the International Convention on Civil Liability for Oil pollution Damage, 1969	CLC PROT 1984	尚未生效		未批准加入
10	一九七三年 關於油以外 物質污損案 件在公海上 行使干涉之 議定書	Protocol Relating to Intervention on the High Seas in Cases of Marine Pollution by Substances Other than Oil, 1973	INTER- vention PROT 1973	1983 年 3 月 30 日		未批准加入
11	一九七一年 設立油污損 害國際賠償 基金國際公 約	International Convention on the Establishment of an International Fund for Componsation for Oil Pollution Damage 1971	FUND 1971	1978 年 10 月 16 日		未批准加入
12	一九七八年 修正一九七 一年設立油 污損害國際 賠償基金國 際公約」議 定書	1976 Protocol to the International Convention on the Establishment of an International Fund for Compensation for Oil pollution Damage, 1971	FUND PROT 1976	尚未生效		未批准加入

13	一九八四年 修正「一九 七一年設立 油污損害國 際賠償基金 國際公約」 議定書	Protocol of 1984 to amend the Interna tional Convention on the Estobilishment of an International Fund for Compensation for Oil pollution Damage, 1971	FUND PROT 1984	尚未生效		未批准加入
14	一九七六年 修正「一九 七一年設立 油污損害國 際賠償基金 國際公約」 之計算單位 議定書	1976 Protocol to Revise the Unit of Account Provisions of the "FUND 1971" Convention	FUND PROT 1976	未 定		未批准加入
15	一九七一年 關於在海上 運載核子物 質民事責任 國際公約	Convention Relating to Civil Liability in the Field of Maritime Carriage of Nuclear Material 1971	NUCLEAR 1971	1975 年 7 月 15 日		未批准加入
16	一九七四年 關於海上載 運旅客及其 行李雅典公 約	Athens Convention Relating to the Carriage of Passenger and their Luggage by Sea, 1974	PAL 1974	1987 年 4 月 28 日	PAL PORT 1976	未批准加入
17	一九七六年 修正「一九 七四年關於 海上載運旅 客及其行李 雅典公約」議 定書	Protcol to the Athene Convention relating to the Carriage of Passengers and Their Luggageby Sea , 1974	PAL PROT 1976	尚未生效		未批准加入

18	一九七六年 修正「一九 七四年關於 海上載運旅 客及其行李 雅典公約」 之計算單位 議定書	1976 Protocol to Revise the Unit of Account Provisions of the "PAL 1974" Convention	PAL PROT 1976	未 定		未批准加入
19	一九七六年 海事求償責 任限制公約	Convention on Limitation of Liability for Maritime Claims, 1976	LLMC 1976	1986 年 12 月 1 日		未批准加入

27.10. 5.海水污染方面：

20	一九六二年 修正一九五 四年防止海 上油污國際 公約	International Convention for the Prevention to Pollution of Sea by Oil, 1954, as Amended in 1962	OIL POL 1954 (as amended)	1967 年 7 月 28 日 (1954 年公約係 於 1958 年 7 月 26 日 生效)	A.175(VI)--- A.232(VII)-- A.246(VIII)- (1973 重訂)	未簽署及批 准
21	一九七二年 防止海上傾 倒垃圾及其 他物質污染 公約	Convention on the Prevention of Marine Pollution by Dumping of Wastes and Other Matter 1972	LDC 1972	1975 年 8 月 30 日	1978 年修正案(未生 效) 1978 年附錄修正案 (於 1979 年 3 月 11 日 生效) 1980 年附錄修正案 (於 1981 年 3 月 11 日 生效)	未批准加入
22	一九七三年 防止船舶污 染國際公約	International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973	MARPOL 1973	未 定	重新修訂為 MARPOL PROT 1978	未批准加入
23	關於一九七 三年防止船 舶污染國際 公約之一九 七八年議定 書	Protocol of 1978 Relating to the International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973	MARPOL PROT 1978	1983 年 10 月 2 日	1984 年修正案(於 1986 年 1 月 7 日 生效) 1985 年修正案(於 1987 年 4 月 6 日生 效) 1987 年修正案(預 定 1989 年 4 月 1 日 生效)	未批准加入

27.10. 6.航行方面：

24	一九六〇年 海上避碰國 際規則	International Regulations for Preventing Collisions at Sea, 1960	COLREG 1960	1965 年 9 月 1 日	1972 年重訂公 約	簽署，並於 民國 65 年 11 月 21 日接受
25	一九七二年 海上避碰國 際規則之公 約	Convention on the Internatio- nal Regulations for Preventing Collisions at Sea, 1972	COLREG 1972	1977 年 7 月 15 日	A. 464 (XII) -- 1981 (於 1983 年 6 月 1 日生 效) A. 625(15) 1987 (預定於 1989 年 11 月 19 日生 效)	未簽署加入 ，但經行政 院核定由交 通部以 65. 2. 18 交航(89)字 01404 號函 令發布，65. 8.11. 交航(89) 字 07201 號 函規定與國 際生效之日 同日於我國 生效。
26	一九七六年 國際海事衛 星組織公約 及管理協約	Convention and Operating Agreement on the Internatio tional Maritime Satellite Organization, 1976	INMAR- SATC 1976 及 INMAR- SAT OA 1976	1979 年 7 月 16 日	1985 修正案 (尚未生效)	尚未批准加 入
27	一九七九年 海上搜索與 救助國際公 約	International Convention on Maritime Search and Rescue, 1979	SAR 1979	1985 年 6 月 22 日		尚未批准加 入

27.10.7.航海人員訓練方面：

28	一九七八年 航海人員訓 練、給證、 當值標準國 際公約	International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers, 1978	STCW 1978	1984 年 4 月 28 日		尚未批准加 入
----	---	--	------------------	------------------------	--	------------

27.10.8.船舶構造、設計與設備方面

29	一九六六年 載重線國際 公約	International Convention on Load Lines, 1966	LL1966	1968 年 7 月 21 日	A. 231(VII) -- 1971 A. 319(IX) --- 1975 A. 411(XI) --- 1979 A. 514 (13) ---- 1983 (均未生效)	簽署，並於 民國 57 年 7 月 24 日接受 公約
30	一九六九年 船舶噸位丈 量國際公約	International Convention on Tonnage Measurement of Ships, 1969	TM 1969	1982 年 7 月 18 日		簽署，並經 總統 61.2.22 以台統(一)義 字第 095 號 令核准，由 駐歐辦事處 於 61.3.9.備 文向 IMCO 存放
31	一九七一年 特種貿易客 船協約及規 則	1971 Sepcial Trade Passenger Ships Agreement and Rules	STP 1971			未批准加入

32	一九七三年 特種貿易客 船空間規定 議定書	1973 Protocol and Rules on Space Requi- rements for Special Trade Passenger Ships	SPACE STP 1973	1977 年 6 月 2 日		未批准加入
33	一九七七年 漁船安全國 際公約	Torromolinos International Convention for the Safety of Fishing Vessels, 1977	SFV 1977	未 定		未批准加入

附錄1 中英文索引

英 文	中 文	頁碼
A		
Accelerator, promotor	促進劑	169
Acoustic Impedance	音響阻抗	573
Acoustic Torpedo	音響魚雷	38
Active Sonar	主動式聲納	38
Adaptive control	適應性控制	124
Advance	前進距離	30
Aft poppet	艉托架	220
After perpendicular	艉垂線	79
Aftpeak	艉尖艙	126
Aftpeak bulkhead	艉尖艙壁	126
Air port	舷窗	30
Air resistance	空氣阻力	228
Air Scoop	風斗	30
Air Stabilizer	空中穩定器	31
Aircraft carriers	航空母艦	11
Alkali cleaning	鹼洗法	484
Ammonia	氨	5
Amphibious lift	兩棲載運量	18
Amplitude	幅度	555
Angle of the bow	瞄準角	13
Arc of Visibility	能見弧	13
Annunciator	陣鐘	31
Anti-corrosion	防蝕	160
Anti-fouling paint	防污漆	479
Anti-rolling device	減搖裝置	47
Array	陣列	13
Array Processor	陣列處理機	105
Assault ship	突擊艦	12
Auxiliary tanks	輔壓水艙	29
Auxiliary machinery	輔機	38
Awning Deck	天遮甲板	137
Awning Deck Vessel	天遮甲板船	137
Axial vibration	縱向振動	532
B		
Ballast Tanks	壓載艙	31
Ballistic protection	防彈設施	13
Banana carrier	香蕉船	8
Bank Effect	堤岸效應	32
Base line	基線	78
Base speed	基本速率	39
Bathymetry	測海學	39
Battle ship	戰鬥艦	11
Beam bracket	梁肋板	130
Beam width	波束寬度	39
Body plan	橫剖面線圖	78
Bilge bracket	艍板板	130
Bilge keel	艍龍骨	128
Bilge strake	艍板	128
Black Oil	黑油	3
Blade frequency	螺旋頻率	538
Block coefficient	方塊係數	85

Boiler
Bonjean curves
Bottom Bounce
Bottom girder
Bottom Longitudinal
Bottom pocket
Bov
Bow drop
Bow thruster
Bracket End
Bridge
Bubble Pulse
Bulk carrier
Bulkhead Deck
Bull Trwler
Bulwark
Butadiene
Butane
Butt
Butt Caulking
B-curve

C

Cables
Capacity Vessel
Carrier Wave
Case Depth
Casualty Board
Caulking
Celestial guidance
Cellular double bottom
Cement carrier
Centralized network system
Center strake
Center girder
Center Keelson
Center of Buoyancy
Center of Flotation
Centre board
Chaff
Channel
Chart Sonar
Chemical gas
Chemical tanker
Chine
Chinese Landing
Circular Error Probable
Clean Oil
Clear
Clear Ship
Clearance
Clip End
Clutter
Coast fishing boat

鍋爐 351
龐琴曲線 87
海底反彈 32
底縱梁 130
船底縱材 132
底套座 512
脂 125
脂降 220
脂側推器 51
防肘板端 140
膜或腫膜 135
氣泡脈波 32
散裝貨船 4
艙壁甲板 95
雙拖網漁船 44
舷樁 128
丁二烯 5
丁烷 5
橫縫 128
對接捻縫 217
浮力中心曲線 91

纜索 76
容積船 139
載波 37
雷殼 37
損害狀況圖板 23
捻縫 215
天文導向 22
格子二重底 130
水泥運輸船 10
集中式網路系統 108
中心板列 128
中心縱梁 130
中心線龍骨 130
浮力中心 89
浮面中心 89
垂板龍骨 52
欺伏 37
波道, 航道 36
聲納海圖 36
化學氣 5
化學液體船 6
稜線 47
逆靠 29
公算圓差率 36
白油 3
排除、解開、清除 29
備便作戰 30
安全等級、清掃 30
緊貼端 140
固波干擾 34
沿岸漁船 46

Cold working	冷作	201
Collision bulkhead	防撞艙壁	126
Combat loading	戰鬥裝載	14
Combatant ships	作戰艦艇	11
Combined Acceptance Trials	合併驗收試陣	37
Combined Frame System	混構系統	134
Combined System Ship	混構式船	134
Combustion Chamber	燃燒室	23
Command Active Sonobuoy System	主動聲納浮標系統	35
Commercial loading	商運裝載	14
Communication Countermeasures	通信反制措施	35
Complete Superstructure Vessel	全通樓船	137
Compliant structure	順應式鑽油台	75
Composited boiler	複式鍋爐	355
Computer Aided Engineering (CAE)	電腦輔助工程	102
Computer Aided Manufacturing (CAM)	電腦輔助生產	101
Computer Aided Design (CAD)	電腦輔助設計	101
Computer Aided Testing (CAT)	電腦輔助試驗	102
Computer graphics	電腦繪圖	101
Computert network	電腦網路	105
Computer Integrated Manufacturing System	電腦輔助整合製造系統	101
Concreter gravity platform	鋼筋混凝土重力式鑽油台	74
Constant Helm Plan	固定舵角計畫	35
Container ship	貨櫃船	8
Contour lights	整補輪廓燈	151
Corner reflector	角形反射器	35
Correttes	護衛艦	13
Corrosion	腐蝕	160
Confusion reflectors	擾亂反射器	23
Counter flood	平衡充水	36
Countermining Distance	誘爆距離	37
Cradle	下水托架	220
Crank arm	曲柄臂	546
Cross curve	交叉曲線	93
Cross curve of stability	穩定交叉曲線	93
Cruiser	巡洋艦	11
Cutter rig	單桅三帆艇	55

D

Damaged stability	受損穩度	89
Dan Buoy	雷標	37
Dead space	死角區	37
Decibel (dB)	分貝	555
Deck Longitudinal ; Longitudinal Beam	甲板縱材	132
Deck Transverse	甲板橫材	132
Deck fitting	甲板裝具	8
Deck girder	甲板縱梁	130
Deck House	甲板室	135
Deck log	艙面日記	15
Deck stringer	甲板緣板	128
Deep sea fishing vessel	遠洋漁船	45
Deepest subdivizion load line	最深艙區劃分載重	96

Degaussing
Deperming
Design load water line
Destroyer
Deviascope
Diagonal
Diffuse field
Dinghie
Directivity Factor
Dirty Oil
Distributed network system
Divergent Spread
Docking plan
Dome
Doppler effect
Draft
Dragger board
Drilling load
Driving-in netter
Dynamic Positioning
Dynamical stability

E

Effective Breadth
Effective Width
Electronic counter Measure
Enclosed space
Engine And Boiler Casing
Estimated Position
Ethane
Ethylene
Ethylene oxide
Expanded Blade
Explosive Echo Ranging
Extender

F

FRP
Factor of subdivision
Fast Cruise
Fibre glass
Fin keel
Fire Detection
Fire Extinction
Fire Protection
Fire control
Fire control tower
Fishing boat
Fishing raft
Flat plate keel
Flexible Manufacturing System (FMS)

消磁 34
消磁 34
設計載重水線 79
驅逐艇 12
自差顯示儀 32
斜剖線 79
擴散聲場 572
小划艇 53
指向因子 574
黑油 3
分散式網路系統 108
分離敷佈 27
駐場圖 33
音鼓罩 33
都卜勒效應 34
吃水 83
阻搖板 52
鑽探負荷 78
追逐網漁船 45
動態定位 10
動穩度 89

有效幅度 147
有效寬度 147
電子反制措施 29
圍蔽空間 148
機艙天罩 136
估計船位 28
乙烷 5
乙烯 5
氧化乙烯 5
伸展螺旋 238
爆炸音響回音測距 22
安定劑 471

玻璃纖維 164
艙區劃分因素 97
繫泊試陣 31
玻璃纖維 165
鱧龍骨 52
探火 2
滅火 2
防火 2
射控 32
射控塔 33
漁船 42
漁筏 46
平板龍骨 128
彈性製造系統 102

Floating Dump
Floodable length curve
Flooding stability
Flush Deck Vessel
Flying bridge
Fore draft
Fore mast
Forepeak
Forging
Forward perpendicular
Frame
Frame line
Frame ring
Framing
Frigate
Full kell
Full Scantling Vessel

浮游堆積站 24
浸水長度曲線 95
浸水穩度 89
平甲板船 136
望台 49
艏吃水 83
前桅 60
艏尖艙 126
鍛造 207
艏垂線 79
肋骨 83
肋骨線 79
肋骨圈 130
肋骨結構 128
巡防艦 12
全龍骨 52
重構船 138

G

Gaff
Garboard strake
Gas carrier
General cargo ship
Gill Netter
Grass
Gravity platform
Guided missile cruiser
Guy rope
Guyed tower
Gyro Angle
Gyro Compass
Gyro Repeater

斜桅 62
龍骨肋板 128
液化氣體載運船 4
雜貨船 2
刺網漁船 44
干擾波 40
重力式鑽油台 74
導向飛彈巡洋艦 11
張索 76
張索塔 76
羅經角 28
電羅經 33
電羅經複示器 33

H

Half breadth plan
Header Box
Heave to
Hedgehog
Heeling moment
Hemp Core
High Water
High Water Stand
High Water line
Higher Hight Water (HHW)
Higher Low Water (HLW)
Highline
Highlining
Hold
Hovering
Hull
Hull proection

半寬線圖 78
油壓平衡聯管 33
停進 40
刺猴炮 40
傾斜力矩 91
麻蕊 141
高潮 15
高止潮 16
高潮線 16
高高潮 15
高低潮 15
高線 15
高線傳遞 15
船艙 126
懸浮 17
船體 125
船體防護 26

I

IACS
IOL
INCO
IMO
Independent leg jack-ups
Inertial guidance
Infrared signature
Inland fishing boat
Inner Bottom
Insertion Loss
Intact Buoyancy
Intact stability
International convention

國際驗船協會 603
國際勞工組織 600
政府間海事諮詢組 594
國際海事組織 5
各腳支撐式鑽油台 76
慣性導引 18
紅外線訊跡 25
內陸水域漁船 46
內底板 130
介入損失 577
完整浮力 96
完整穩度 89
國際公約 579

J

Jamming
Jib

干擾 18
艏帆 65

K

Keel draft
Keelson
Ketch rig
Killed steel

龍骨吃水 83
內龍骨 130
雙桅三帆船 53
全淨鋼 156

L

Laminater
Lap caulking
Large type purse seiner
Lashing
Lashing cable
Lashing chain
Lashing hook
Launching
Layout
Length over all
Life-Saving Appliances
Light Scantling Vessel
Liquefied Natural Gas (LNG)
Liquefied Petroleum Gas (LPG)
Load line marking
Load water line
Local corrosion
Local Area Network (LAN)
Logbook
Long poop
Longitudinal bulkhead
Longitudinal coefficient
Longitudinal metacenter
Longitudinal metacentric height

積層 179
搭邊捻縫 216
大型圍網船 44
拉擊 8
拉索索 505
拉繫鏈 507
拉繫鉤 521
下水 199
放樣 192
全長 82
救生設備 2
輕構船 138
液化天然氣 5
液化石油氣 5
載重線標誌 14
載重水線 80
局部腐蝕 160
區域網路 106
航海日誌 14
長艙壁 136
縱向艙壁 128
稜塊係數 86
縱向定傾中心 94
縱向定傾高度 94

Longitudinal metacentric radius	縱向定傾半徑	94
Low order detonation	低度引爆	35
Lugsail rig	單桅四角帆艇	55

M

MARPOL	防止船舶污染國際公約	3
Magnetic Airborne Detector (MAD)	磁性空測儀	15
Magnetic signature	磁感訊跡	26
Main deck	主甲板	126
Main sail	主帆	58
Maneuvering board	艦隊運動圖紙	16
Marker Ship	標示艦	16
Marking	落標	192
Mast	桅	62
Meaconing	航標干擾法	41
Metacentric curve	定傾中心曲線	92
Metacentric height	定傾高度	91
Metacentric radius	穩定半徑	91
Methane	甲烷	5
Mid-ship section	舢橫剖面	78
Mild steel	軟鋼	157
Mine disposal	水雷處理	39
Mine hunting	獵雷	18
Minesweeper	掃雷艦	13
Mixed fish long liner	雜魚延繩釣漁船	45
Mizzen mast	後桅	58
Modem	訊號傳輸器	106
Modemport	訊號傳輸埠	106
Molded breadth	模寬	83
Molded depth	模深	83
Motor boat	汽艇	47
Motor sailer	機帆艇	51
Multi-purpose cargo ship	多用途輪貨船	9

N

Naval Control of Shipping Organization	海軍船運管制機構	16
NAVSAT	衛星導航系統	16
Nets and booms	防禦網柵	16
Nitrogen	氮	5
Noise	噪音	552
Noise reduction	噪音消滅	578
Non-Side-Protection System Ship	無護舷分艙系統船	26
Normal speed	常用船速	18
Numerical control (NC)	數值控制	101

O

Offshore Fishing vessel	近海漁船	48
Offshore supply vessel	海域補給船	10
Oil Tanker	油船	3
Oily wastes	含油廢物	589

Ore carrier
Otter Trawler
Overpowered ship

礦砂輪 4
單拖網漁船 44
過馬力船 240

P

Pad supported jack-ups
Passenger Ship
Patrol boat
Payload
Permeability
Pickle
Pigment
Pillar
Pitting
Pivoting
Plan Position Indicator, PPI
Planning hall
Platform
Pontoon Causeway or Pier
Poop
Power spectrum
Pressure hull
Prismatic coefficient
Product carrier
Propane
Propeller Law
Propylene
Protective Deck
Protocol
Pump
Purse Seiner

墊支撐式鑽油台 76
客船 2
巡邏艇 12
酬載 25
浸水率 96
浸漬 202
顏料 470
支柱 131
孔蝕 158
龐浮升 220
平面位置指示器 17
滑航艇 47
載台 25
浮箱棧橋 26
龐腰 135
能譜 554
壓力殼 41
稜塊係數 86
油品船 3
丙烷 5
螺旋定律 240
丙烷 5
防護甲板 22
議定書 3
泵 362
巾著網漁船 44

Q

Quenching

淬火 157

R

Racer
Racon
Radome
Ramp
Reaching
Recoil system
Reheat boiler
Relative Plot
Relative Response
Replenishment at sea
Rescue chamber
Reserve Buoyancy
Reserve Buoyancy
Righting moment

賽艇 51
雷達示標 22
天線罩 21
登陸跳板 41
側風 66
緩衝系統 24
再熱鍋爐 352
相對描繪圖 24
相對反應 563
海上整補 24
潛艇救生艙 24
船舶預備浮力 136
預留浮力 25
扶正力矩 91

Rigid-body motion
Rimmed steel
Risers
Rivet Caulking
Rough sea-going
Rudder stock
Running rigging
Rust-inhibiting Primer

剛體運動	76
未淨鋼	156
升管	78
鑄釘捻縫	218
狂浪航行	58
舵桿	79
動索	64
防銹底漆	478

S

Sail boat
Sail rig
Sampan
Sandblast
Schooner rig
Screw Propeller
Seafarer
Seam
Seaworthiness
Second deck
Sedan
Segregation
Selective corrosion
Semi-refrigerated
Sewage
Shade Deck
Shade Deck Vessel
Shaft frequency
Sheer plan
Sheer strake
Shell
Shelter Decker
Shifting moment
Ship resistance
Ship stability
Shipboard fire control
Ship With all Superstructure Aft
Shoe Piece
Side Frame
Side girder
Side keelson
Side longitudinal
Side stringer
Side-protective system ship
Sliding way
Sloop rig
Snip End
Snorkel
Solid Floor
Sound Level Meter
Sound Loudness

帆船	47
帆裝	55
舢舨	46
噴砂	202
雙桅五帆艇	55
螺旋	241
潛艇通信系統	25
縱縫	128
船之適航性	136
第二甲板	128
座艙艇	47
隔離	3
選擇腐蝕	162
半冷藏	5
污水	590
遮陽甲板	137
遮陽甲板船	137
軸頻率	535
側面線圖	78
舷緣原板	128
船殼	126
遮蔽甲板船	3
積載因素移動力矩	4
船舶阻力	224
船舶穩度	89
艦上射控	33
後部船腰船	136
舵跟材	142
側肋骨	130
側縱梁	130
側內龍骨	130
側縱材	132
側加強肋	130
有護舷分艙系統船	26
滑台	219
單桅雙縱帆艇	55
切角端	140
潛艇呼吸管	27
實體肋板	132
音壓計	562
聲音響度	561

Sound frequency
 Sound speed
 Spar
 Spear fishing boat
 Spinnaker
 Splinter screen or Splinter Shield
 Sport fishing boat
 Squid Jigging vessel
 Standard Fire test
 Standing rigging
 Statical stability
 Statical stability curve
 Stay sail
 Steel gravity platform
 Stem
 Stem post
 Stern
 Stern frame
 Stern post
 Stern post
 Stiff ship
 Stiff ship
 Storage factor
 Strake
 Strees corrosion
 Stringer angle
 Strong Beam; Web Beam
 Subdivision
 Subdivision and Stability
 Subdivision load line
 Subdivision length
 Submarine
 Submarine Sanatuaries
 Sundeck
 Sunken poop
 Sunken poop Vessel
 Super Computer
 Superstructure
 Superstructure
 Surface force

T

Tank Top
 Tanker
 Task fleet
 Tender
 Tender ship
 Tender ship
 Third deck
 Three Islands Vessel
 Timber carrier
 Tonnage opening

音頻 553
 音速 552
 桅桅 62
 鏢旗魚船 45
 大三角帆 65
 彈片護板 41
 遊釣艇 47
 魷魚釣船 44
 標準火力試驗 158
 靜索 63
 靜穩度 89
 靜穩定曲線 92
 支索帆 65
 鋼架重力式鑽油台 74
 船材 128
 船柱 79
 艙 125
 艙架 128
 艙柱 79
 艙柱 128
 高穩度船 91
 高穩度船 139
 積載因素 4
 板列 128
 應力腐蝕 162
 絃線角鋼 128
 強力梁 132
 艙區劃分 95
 艙區劃分及穩度 2
 艙區劃分載重線 96
 艙區長度 96
 潛水艦 12
 潛艇態護區 16
 日光甲板艇 47
 低艙艙 136
 低艙艙船 136
 超級電腦 104
 船艙 135
 船艙建築 135
 表面力 539

櫃頂板 130
 小油輪 6
 特遣艦隊 17
 勤務艦 17
 低穩度船 91
 低穩度船 139
 第三甲板 126
 三島型船 136
 運木船 8
 開滅頓開口 3

Torch light netter
Torch pot
Torpedo
Transmission coefficient
Transverse bulkhead
Transverse stability
Transversely framed ship
Trawler
Trim tab
Troll liner
Truck Light
Tween deck
Tween deck space

焚寄網漁船 45
發火器 17
魚雷 17
穿透係數 577
橫向艙壁 126
橫向穩度 89
橫肋式結構船 131
拖曳艇 47
壓浪板 47
曳繩釣漁船 45
艙燈 151
中甲板 126
甲板間 126

U

Ultra Large Crude Oil Carrier (ULCC)
Upper deck
U-shaped stern

超級油輪 4
上甲板 126
U型艙 97

V

Vertical Prismatic coefficient
Vertical keelson
Vertical vibration
Very Large Crude Oil Carrier (VLCC)
Vessel With Superstructure
Vinyl chloride monomer
Vital Spaces protection
V-shaped stern

垂直稜塊係數 86
龍骨 130
垂向振動 530
巨型油輪 4
船艙船 136
氯化乙烯 5
生擊艙間防護 14
V型艙 97

W

Wake Light
Wash primer
Water line
Waterplane coefficient
Web Frame
Well Deck
Well Deck Vessel
Wet corrosion
Wharf fitting
White Oil
White noise
Wing keel
Workstation
W-plane curve

艙燈 151
伐誘底漆 476
水線 78
水線面係數 86
大肋骨 132
井圍甲板 137
井圍甲皮船 137
濕蝕 160
碼頭艙裝 199
白油 3
全頻雜波 554
翼龍骨 52
工作站 104
水線平面曲線 92

Y

Yard terminology
Yawl rig

工場術語 200
雙桅三帆小艇 56

U 型艙	U-shaaped stern	97
V 型艙	V-shaped stern	97
一支釣漁船	pole and lines beater	45
乙烯	Ethylene	5
乙烷	Ethane	5
丁二烯	Butadiene	5
丁烷	Butane	5
三島型船	Three Islands Vessel	136
下水	Launching	199
下水托架	Cradle	220
上甲板	Upper deck	126
工場術語	Yard terminology	200
大三角帆	Spinnaker	65
大肋骨	Web Frame	132
大型圍網船	Large type purse seiner	44
小划艇	Dinghie	53
小油輪	Tanker	6
小型拖網漁船	drag Netter	44
工作站	Workstation	104
巾著網漁船	Purse Seiner	44
干擾	Jamming	18
干擾波	Grass	40
中心板列	Central strake	128
中心線龍骨	Center keelson	130
中心縱梁	Center girder	130
中甲板	Tween deck	128
井圍甲板	Well Deck	137
井圍高麗甲板	Well Deck	137
井圍甲板船	Well Deck Vessel	137
介入損失	Insertion Loss	577
內底板	Inner Bottom	130
內陸水域漁船	Inland fishing boat	46
內龍骨	Keelson	130
公算圓差率	Circular Error Probable	36
分貝	Decibel (dB)	555
分散式網路系統	Distributed network system	108
分離散佈	Divergent Spread	27
切角端	Snip End	140
化學氣	Chemical gas	5
化學液體船	Chemical tanker	6
升管	Risers	76
天文導向	Celestial guidance	22
天線罩	Radome	21
天遮甲板	Awning Deck	137
天遮甲板船	Awning Deck Vessel	137
孔蝕	Pitting	158
支柱	Pillar	131
支索帆	Stay sail	85
方塊係數	Block coefficient	85
日光甲板艇	Sundeck	47
水泥運輸船	Cement carrier	10
水雷處理	Mine disposal	39
水線	Water line	78
水線平面曲線	W-plane curve	92
水線面係數	Waterplane coefficient	86
丙烯	Propylene	5
丙烷	Propane	5

主甲板	Main deck	126
主帆	Main sail	65
主動式聲納	Active Sonar	38
主動聲納浮標系統	Command Active Sonobuoy system	35
半冷藏	Semi-refrigerated	5
半寬線圖	Half breadth plan	78
巨型油輪	Very Large Crude Oil Carrier (VLCC)	4
平甲板船	Flush Deck Vessel	136
平板龍骨	Flat plate keel	128
平衡充水	Counter flood	36
未淨鋼	Rimmed steel	156
生擊艙間防護	Vital Spaces protection	14
甲板室	Deck House	135
甲板間	Tween deck space	126
甲板裝具	Deck fitting	8
甲板緣板	Deck stringer	128
甲板縱材	Deck Longitudinal; Longitudinal Beam	132
甲板橫材	Deck Transverse	132
甲板縱梁	Deck girder	130
甲烷	Methane	3
白油	White Oil	3
白油	Clean Oil	3
交叉曲線	Cross curve	93
伐誘底漆	Wash primer	476
全長	Length over all	82
全淨鋼	Killed steel	156
全通樓船	Complete Superstructure Vessel	137
全頻雜波	White noise	554
全龍骨	Full keel	52
再熱鍋爐	Reheat boiler	352
各腳支撐式鑽油台	Independent leg jack-ups	76
合併驗收試陣	Combined Acceptance Trials	37
吃水	Draft	83
回波干擾	Clutter	34
多用途輪貨船	Multi-purpose cargo ship	9
安全等級、清掃	Clearance	30
安定劑	Extender	471
帆船	Sail Boat	47
帆裝	Sail rig	55
曲柄臂	Crank arm	546
曳繩釣漁船	Troll liner	45
有效幅度	Effective Breadth	147
有效寬度	Effective Width	147
有護舷分艙系統船	Side-protective system ship	26
死角區	Dead space	37
污水	Sewage	590
肋骨	Frame	83
肋骨圈	Frame ring	130
肋骨結構	Framing	125
肋骨線	Frame line	79
自差顯示儀	Deviascope	32

氨	Ammonia	5
估計船位	Estimated Position	28
伸展螺葉	Expanded Blade	238
伸縮式	Retractable	52
作戰艦艇	Combatant ships	11
低度引爆	Low order detonation	35
低穩度船	Tender ship	91
低穩度船	Tender ship	139
低麗艖	Sunken poop	136
低麗艖船	Sunken poop Vessel	136
冷作	Cold working	201
完整浮力	Intact Buoyancy	96
局部腐蝕	Local corrosion	160
扶正力矩	Righting moment	91
汽艇	Motor boat	47
狂浪航行	Rough sea-going	58
角形反射器	Corner reflector	35
巡防艦	Frigate	12
巡洋艦	Cruiser	11
防止船污染國際公約	MARPOL	3
防火	Fire Protection	2
防污漆	Anti-fouling paint	479
防肘板端	Bracket End	140
防碰艙壁	Collision bulkhead	126
防蝕	Anti-corrosion	160
防護設施	Ballistic protection	13
防禦網棚	Nets and booms	16
防護甲板	Protective Deck	22
防銹底漆	Rust-inhibiting Primer	478
兩棲載運量	Amphibious lift	18
刺網炮	Hedgehog	40
刺網漁船	Gill Netter	44
受損穩度	Damaged stability	89
固定舵角計畫	Constant Helm Plan	35
定傾中心曲線	Metacentric curve	92
定傾高度	Metacentric height	91
定整穩度	Intact stability	89
底套座	Bottom pocket	512
底縱梁	Bottom girder	130
拉繫	Lashing	8
拉繫索	Lashing cable	505
拉繫鉤	Lashing hook	521
拉繫鏈	Lashing chain	507
拖曳艇	Trawler	47
放樣	Layout	192
板列	Strake	128
波束寬度	Beam width	39
波道, 航道	Channel	36
油品船	Product carrier	3
油船	Oil Tanker	3
油壓平衡聯管	Header Box	33
沿岸漁船	Coast fishing boat	46
空中穩定器	Air Stabilizer	31

空氣阻力	Air resistance	228
表面力	Surface force	538
近海漁船	Offshore Fishing vessel	46
長艀艗	Long poop	136
阻搖板	Dragger board	52
促進劑	Accelerator, promotor	169
前桅	Fore mast	60
前進距離	Advance	30
垂向振動	Vertical vibration	530
垂板龍骨	Centre board	52
垂直稜塊係數	Vertical Prismatic coefficient	86
客船	Passenger Ship	2
後部船艗船	Ship With all Superstructure Aft	136
後桅	Mizzen mast	58
指向因子	Directivity Factor	574
政府間海事諮詢組	IMCO	594
泵	Pump	362
玻璃纖維	FRP	164
玻璃纖維	Fibre glass	165
相對反應	Relative Response	563
相對描繪圖	Relative Plot	24
穿透係數	Transmission coefficient	577
突擊艦	Assault ship	12
紅外線訊跡	Infrared signature	25
舢舨	Sampan	46
重力式鑽油台	Gravity platform	74
重構船	Full Scantling Vessel	138
音速	Sound speed	552
音鼓罩	Dome	33
音頻	Sound frequency	553
音壓計	Sound Level Meter	562
音響阻抗	Acoustic Impedance	573
音響魚雷	Acoustic Torpedo	38
風斗	Air Scoop	30
香蕉船	Banana carrier	8
倉油廢物	Oily wastes	589
剛體運動	Rigid-body motion	76
容積船	Capacity Vessel	139
射控	Fire control	32
射控塔	Fire control tower	33
座艙艇	Sedan	47
格子二重底	Cellular double bottom	130
桅	Mast	62
氣泡脈波	Bubble Pulse	32
氯化乙烯	Ethylene oxide	5
消磁	Degaussing	34
消磁	Deperming	34
浸水長度曲線	Floodable length curve	95
浸水率	Permeability	96
浸水穩度	Flooding stability	89
浸漬	Pickle	202
海上整補	Replenishment at sea	24
巡邏艇	Patrol boat	12
陣列	Array	13

海軍船運管制機構	Naval Control of Shipping Organization	16
海底反彈	Bottom Bounce	32
海域補給船	Offshore supply vessel	10
浮力中心	Center of Buoyancy	89
浮力中心曲線	B-curve	91
浮面中心	Center of Flotation	89
浮遊堆積站	Floating Dump	24
浮箱棧橋	Pontoon Causeway or Pier	26
特遣艦隊	Task fleet	17
能見弧	Arc of Visibility	13
能譜	Power spectrum	554
航空母艦	Aircraft carriers	11
航海日誌	Logbook	14
航標干擾法	Meaconing	41
訊號傳輸埠	Modemport	108
訊號傳輸器	Modem	106
逆靠	Chinese Landing	29
追逐網漁船	Driving-in netter	45
陣列處理機	Array Processor	105
陣鐘	Annunciator	31
高止潮	High Water Stand	16
高低潮	Higher Low Water (HLW)	15
高高潮	Higher Hight Water (HHW)	15
高潮	High Water	15
高潮線	High Water line	16
高線	Highline	15
高線傳遞	Highlining	15
高穩度船	Stiff ship	91
高穩度船	Stiff ship	139
停進	Heave to	40
舷板	Bilge strake	128
舷腋板	Bilge bracket	130
舷龍骨	Bilge keel	128
側內龍骨	Side keelson	130
側加強肋	Side stringer	130
側肋骨	Side Frame	130
側面線圖	Sheer plan	78
側風	Reaching	66
側縱材	Side longitudinal	132
側縱梁	Side girder	130
動索	Running rigging	64
動態定位	Dynamic Positioning	10
動穩度	Dynamical stability	89
區域網訊	Local Area Network (LAN)	106
商運裝載	Commercial loading	14
國際公約	International convention	579
國際海事組織	IMO	5
國際勞工組織	ILO	600
國際驗船協會	IACS	603
基本速率	Base speed	39
基線	Base line	78
常用船速	Normal speed	18
張索	Guy rope	76
張索塔	Guyed tower	76
梁肋板	Beam Bracket	130
強力梁	Strong Beam; Web Beam	132
探火	Fire Detection	2

氮	Nitrogen	5
掃雷艦	Minesweeper	13
排水量	Displacement	90
排除、解開、清腔	Clear	29
捻縫	Caulking	215
救生設備	Life-Saving Appliances	2
斜桅	Gaff	62
斜剖線	Diagonal	79
望台	Flying bridge	49
液化天然氣	Liquefied Natural Gas (LNG)	5
液化石油氣	Liquefied Petroleum Gas (LPG)	5
液化氣體載運船	Gas Carrier	5
混構式船	Combined System Ship	134
混構系統	Combined Frame System	134
淬火	Quenching	157
移動力距	Shifting moment	4
第二甲板	Seconded deck	126
第三甲板	Third deck	126
舵桿	Rudder stock	79
舵跟材	Shoe Piece	142
舷窗	Air port	30
舷緣角鋼	Stringer angle	128
舷緣原板	Sheer strake	128
舷牆	Bulwark	128
船之適航性	Seaworthiness	136
船底縱材	Bottom Longitudinal	132
船舶阻力	Ship resistance	224
船舶預備浮力	Reserve Buoyancy	136
船舶穩度	Ship stability	89
船殼	Shell	126
船艙	Hold	126
船體	Hull	125
船體防護	Hull proection	26
船樓	Superstructure	135
船樓建築	Superstructure	135
船艙船	Vessel With Superstructure	136
設計載重水線	Design load water line	79
貨櫃船	Container ship	8
軟鋼	Mild steel	157
通信反制措施	Communication Countermeasures	35
都卜勒效應	Doppler effect	34
魚雷	Torpedo	17
麻蕊	Hemp Core	141
備便作戰	Clear ship	30
最深艙區劃分載重	Deepest subdivision load line	96
單拖網漁船	Otter Trawler	44
單桅三帆艇	Cutter rig	55
單桅四角帆艇	Lugsail rig	55
單桅雙縱帆艇	Sloop rig	55
堤岸效應	Bank Effect	32
幅度	Amplitude	555
圍蔽空間	Enclosed space	148
欺伏	Chaff	37

散裝貨船	Bluk carrier	4
氯化乙烯	Vinyl chloride monomer	5
減搖裝置	Anti-rolling device	47
測海學	Bathymetry	39
焚毒網漁船	Torch light netter	45
無護舷分艙系統船	Non-Side-Protection System ship	28
登陸跳板	Ramp	41
發火器	Torch Pot	17
超級油輪	Ultra Large Crude Oil Carrier (ULCC)	4
超級電腦	Super Computer	104
軸頻率	Shaft frequency	535
開減頓開口	Tonnage opening	3
集中式網路系統	Centralied network system	108
順應式鑽油台	Compliant structure	75
黑油	Black Oil	3
黑油	Dirty Oil	3
勤務艦	Tender	17
傾斜力矩	Heeling moment	91
搭邊捻縫	Lap caulking	218
損害狀況圖板	Casualty Board	23
滅火	Fire Extinction	2
滑台	Sliding way	219
滑航艇	Planning hall	47
稜塊係數	Longitudinal coefficient	86
稜塊係數	Prismatic coefficient	86
稜線	Chine	47
落標	Marking	192
載台	Platform	25
載波	Carrier Wave	37
載重水線	Load water line	80
載重線標誌	Load line marking	14
運木船	Timber carrier	8
遊釣艇	Sport fishing boat	47
過馬力船	Overpowered ship	240
酬載	Payload	25
鑄釘捻縫	Rivet Caulking	218
隔離	Segregation	3
雷殼	Case Depth	37
雷達示標	Racon	22
雷標	Dan Buoy	37
電子反制措施	Electronic counter Measure	29
電腦網路	Computer network	105
電腦輔助工程	Computer Aided Engineering (CAE)	102
電腦輔助生產	Computer Aided Manufacturing (CAM)	101
電腦輔助設計	Computer Aided Design (CAD)	101
電腦輔助試驗	Computer Aided Tecing (CAT)	102
電腦輔助整合型造	Computer Integrated Manufacturing System	101
電腦繪圖	Computer graphics	101
電羅經	Gyro Compass	33
電羅經複示器	Gyro Repeater	33
預留浮力	Reserve buoyancy	25

墊支撐式鑽油台	Pad supported jack-ups	76
實體肋板	Solid Floor	132
對接捻縫	Butt Caulking	217
慣性導引	Inertial Guidance	18
漁船	Fishing boat	42
漁筏	Fishing raft	46
瞄準角	Angle of the bow	13
磁感訊跡	Magnetic signature	26
緊貼端	Clip End	140
腐蝕	Corrosion	160
誘爆距離	Countermining Distance	37
輔機	Auxiliary machinery	36
輔壓水艙	Auxiliary tanks	29
輕構船	Light Scantling Vessel	138
遠洋漁船	Deep sea fishing vessel	45
噴砂	Sandblast	202
彈片護板	Splinter screen or Splinter Shield	41
彈性製造系統	Flexible Manufacturing System (FMS)	102
數值控制	Numerical Control (NC)	101
標示艦	Marker ship	16
標準火力試驗	Standard Fire test	158
模吃水	Molded draft	83
模深	Molded depth	83
模寬	Molded breadth	83
潛水艦	Submarine	12
潛艇態護區	Submarine Sanatuaries	16
潛艦呼吸管	Snorkel	27
潛艦救生艙	Rescue Chamber	24
潛艦通信系統	Seafarer	25
碼頭舢舨	Wharf fitting	199
緩衝系統	Recoil system	24
衛星導航系統	NAVSAT	16
複式鍋爐	Composited boiler	355
適應性控制	Adaptive contral	124
遮陽甲板	Shade Deck	137
遮陽甲板船	Shade Deck Vessel	137
遮蔽甲板船	Shelter Decker	3
駐塢圖	Docking Plan	33
魷魚釣船	Squid Jigging vessel	44
噪音	Noise	552
噪音消滅	Noise reduction	578
導向飛彈巡洋艦	Guided missile cruiser	11
戰鬥裝載	Combat loading	14
戰鬥艦	Battle ship	11
整補輪廓燈	Contour lights	151
橫向艙壁	Transverse bulkhead	126
橫向穩度	Transverse stability	89
橫肋式結構船	Transversely framed ship	131
橫剖面線圖	Body plan	78
橫縫	Butt	128
機帆艇	Motor sailer	51
機艙天罩	Engine And Boiler Casing	136

燃燒室	Combustion Chamber	23
積載因素	Storage Factor	4
積層	Laminate	179
艙面日記	Deck log	15
艙區劃分載重線	Subdivision load line	96
艙區長度	Subdivision length	96
艙區劃分及穩度別	Subdivision and Stability	2
艙區劃分	Subdivision	95
艙區劃分因素	Factor of subdivision	97
艙壁甲板	Bulkhead Deck	95
選擇腐蝕	Selective corrosion	162
鋼架重力式鑽油台	Steel gravity platform	74
鋼筋混凝土重力式鑽油台	Concrete gravity platform	74
靜索	Standing rigging	63
靜穩定曲線	Static stability curve	92
靜穩度	Static stability	89
龍骨	Vertical keelson	130
龍骨舷板	Garboard strake	128
龍骨吃水	Keel draft	83
壓力殼	Pressure hull	41
壓浪板	Trim tab	47
壓載艙	Ballast Tanks	31
應力腐蝕	Stress corrosion	162
橋桅	Spar	62
濕蝕	Wet corrosion	160
縱向定傾中心	Longitudinal metacenter	94
縱向定傾半徑	Longitudinal metacentric radius	94
縱向定傾高度	Longitudinal metacentric height	94
縱向振動	Axial vibration	532
縱向艙壁	Longitudinal bulkhead	128
縱縫	Seam	128
翼龍骨	Wing keel	52
聲音響度	Sound Loudness	561
聲納海圖	Chart Sonar	36
螺旋頻率	Blade frequency	535
螺旋	Screw Propeller	241
螺旋定律	Propeller Law	240
螺旋拱	Aperture	540
賽艇	Racer	51
鍋爐	Boiler	351
鍛造	Forging	207
鯖延繩釣漁船	Tuna long liner; tuna clipper	44
擴散聲場	Diffuse field	572
擾亂反射器	Confusion reflectors	23
櫃頂板	Tank Top	130
雜貨船	General cargo ship	2
雜魚延繩釣漁船	Misc fish long liner	45
雙拖網漁船	Bull Trawler	44
雙桅三帆小艇	Yawl rig	55
雙桅三帆艇	Ketch rig	55
雙桅五帆艇	Schooner rig	55

顏料	Pigment	470
麗琴曲線	Bonjean curves	87
爆炸音響回音測距	Explosive Echo Ranging	22
穩定半徑	Metacentric radius	91
穩定交叉曲線	Cross curve of stability	93
繫泊試陣	Fast Cruise	31
羅經角	Gyro Angle	28
鏢旗魚船	Spear fishing boat	45
礦砂輪	Ore carrier	4
艦上射控	Shipboard fire control	33
艦隊運動圖紙	Maneuvering board	16
議定書	Protocol	3
鹹洗法	Alkali cleaning	484
護衛艦	Corvettes	13
驅逐艇	Destroyer	12
鰭龍骨	Fin keel	52
鑄造	Casting	205
纜索	Cables	76
鑽探負荷	Drilling load	76
舢舨剖面	Mid-ship section	78
艙	Stern	125
艙尖艙	Aftpeak	126
艙尖艙壁	Aftpeak bulkhead	126
艙托架	Aft poppet	220
艙垂線	After perpendicular	79
艙柱	Stern post	79
艙柱	Stern post	128
艙架	Stern frame	128
艙浮升	Pivoting	200
艙燈	Wake Light	151
艙腰	Poop	135
艙	Bow	125
艙吃水	Fore draft	83
艙尖艙	Forepeak	126
艙帆	Jib	65
艙材	Stem	128
艙垂線	Forward perpendicular	79
艙柱	Stem post	79
艙降	Bow drop	220
艙側推器	Bow thruster	51
艙燈	Truck Light	151
艙或舢舨	Bridge	135