

98-65-7419

MOTC-IOT-97-H2DB004

電子海圖服務與資料安全系統 建立研究（四）



交通部運輸研究所

中華民國 98 年 5 月

98-65-7419

MOTC-IOT-97-H2DB004

電子海圖服務與資料安全系統 建立研究（四）

著 者：邱永芳、張富東、張淑淨

交通部運輸研究所
中華民國 98 年 5 月

GPN : 1009801337

定價 200 元

國家圖書館出版品預行編目資料

電子海圖服務與資料安全系統建立研究. 四 /
邱永芳, 張富東, 張淑淨著. -- 初版. -- 臺北
市 : 交通部運研所, 民 98.05
面; 公分
參考書面:面
ISBN 978-986-01-8702-1(平裝)

1. 海洋 2. 地圖繪製 3. 自動化 4. 地理資
訊系統

351.9029

98009511

電子海圖服務與資料安全系統建立研究(四)

著 者：邱永芳、張富東、張淑淨
出版機關：交通部運輸研究所
地 址：10548 臺北市敦化北路 240 號
網 址：www.ihmt.gov.tw (中文版>中心出版品)
電 話：(04)26587176
出版年月：中華民國 98 年 5 月
印 刷 者：良機事務機器有限公司
版(刷)次冊數：初版一刷 110 冊
本書同時登載於交通部運輸研究所網站
定 價：200 元
展 售 處：
交通部運輸研究所運輸資訊組•電話：(02)23496880
國家書店松江門市：10485 臺北市中山區松江路 209 號 F1•電話：(02) 25180207
五南文化廣場：40042 臺中市中山路 6 號•電話：(04)22260330

GPN：1009801337

ISBN：978-986-01-8702-1 (平裝)

著作財產權人：中華民國（代表機關：交通部運輸研究所）

本著作保留所有權利，欲利用本著作全部或部分內容者，須徵求交通部
運輸研究所書面授權。

交通部運輸研究所合作研究計畫出版品摘要表

出版品名稱：電子海圖服務與資料安全系統建立研究(四)			
國際標準書號（或叢刊號） ISBN978-986-01-8702-1（平裝）	政府出版品統一編號 1009801337	運輸研究所出版品編號 98-65-7419	計畫編號 97-H2DB004
本所主辦單位：港研中心 主管：邱永芳 計畫主持人：邱永芳 研究人員：張富東 聯絡電話：04-26587115 傳真號碼：04-26564418	合作研究單位：國立台灣海洋大學 計畫主持人：張淑淨 研究人員：張淑淨、陳紹華、許功穎、胡順堯、蘇膺元、賴昱廷、徐浚邁、許志輝 地址：基隆市北寧路2號 聯絡電話：02-24629225		研究期間 自 97 年 3 月 至 97 年 11 月
關鍵詞：電子航海圖、衛星導航、船舶自動識別系統			
摘要：電子航海圖已成為整合海測、航安與氣象資訊的核心平台。為善盡海洋國家之國際社會責任，因應台灣國際化及促進台灣海域管理資訊化，本研究之目的在於整合電子海圖資料庫之建置和最新的資訊與通訊技術，儘速將台灣海域航海資訊建構成為一完整的電子海圖與航船佈告等航安資訊的資料庫系統；並對此資料庫之推廣應用、維護及發行等工作，同步規劃建置實際可行的運作服務模式，藉以達成台灣海域航安與管理全面電子化的目標。 本研究以中文化電子海圖安全導航系統與 AIS 船舶自動辨識系統為重點。電子海圖結合 AIS 可以在海圖上顯示周遭的動態目標符號與資訊，提供防止碰撞的預警功能，更可以接收 AIS 廣播或定址傳送的安全相關訊息，例如海氣象廣播。從探討分析 IMO 的 E-化航行策略以及 IHO 的下一世代電子海圖之中，歸納出對後續研究發展之建議。 本研究之效益及其應用如下： 1. 本研究中文化電子海圖安全導航系統可以提供國內各港務局、海巡署與漁業署等參據與應用，以提升運輸安全、效率與效益。 2. 本研究 AIS 船舶自動辨識系統提供國內船舶海氣象、航行等相關資訊，促進船舶航行安全與保安（safety and security）及提供船對船、船對岸、岸對船、岸對岸及其他使用者之間的通訊，促進船舶交通的追蹤與管理。			
出版日期	頁數	定價	本 出 版 品 取 得 方 式
98 年 5 月	156	200	凡屬機密性出版品均不對外公開。普通性出版品，公營、公益機關團體及學校可函洽本所免費贈閱；私人及私營機關團體可按定價價購。
機密等級： ☐ 密 ☐ 機密 ☐ 極機密 ☐ 絕對機密 （解密條件：☐ 年 月 日解密，☐ 公布後解密，☐ 附件抽存後解密， ☐ 工作完成或會議終了時解密，☐ 另行檢討後辦理解密） ☒ 普通			
備註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。			

**PUBLICATION ABSTRACTS OF RESEARCH PROJECTS
INSTITUTE OF TRANSPORTATION
MINISTRY OF TRANSPORTATION AND COMMUNICATIONS**

TITLE: Implementation of Electronic Navigational Chart Service and Data Protection Scheme (IV)			
ISBN(OR ISSN) ISBN978-986-01-8702-1 (pbk)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1009801337	IOT SERIAL NUMBER 98-65-7419	PROJECT NUMBER 97-H2DB004
DIVISION: Harbor & Marine Technology Center DIVISION DIRECTOR: Chiu Yung-fang PRINCIPAL INVESTIGATOR: Chiu Yung-fang PROJECT STAFF: Chang Fu-tong PHONE: (04) 26587115 FAX: (04) 26564418			PROJECT PERIOD FROM March/2008 TO November 2008
RESEARCH AGENCY: National Taiwan Ocean University PRINCIPAL INVESTIGATOR: Chang Shwu-jing PROJECT STAFF: Hsu Gong-ying, Chen Shao-hua, Hu Shun-yao ADDRESS: #2, PEI-NING RD., KEELUNG 202, TAIWAN, R.O.C. PHONE: (02) 24629225			
KEY WORDS: Electronic Chart System, E-Navigation, GPS, AIS			
ABSTRACT: Electronic Navigational Chart (ENC) has become the core platform for the integration of hydrographic, navigational, and meteorological information. To fulfill our obligations to the international society and to facilitate the management of our ocean, a four-year project was initiated to expedite the implementation of ENC database and related maritime information services for Taiwan waters. In the previous three years of the project, the ENC database and the whole infrastructure for ENC related services were all established. Therefore the focus of this final stage of the project was on the development of an electronic chart system (ECS). The ECS as developed is a low cost high performance one, which has all the important safety features the ENC database can provide. With GPS interface, it provides track recording, route planning, deviation warning and anti-grounding detection. With AIS interface, it provides anti-collision and safety related messaging. E-Navigation and next generation ENC were also investigated for international/national strategies and future research directions. Overall outcome and benefits from this four-year project were then summarized.			
DATE OF PUBLICATION May 2009	NUMBER OF PAGES 156	PRICE 200	CLASSIFICATION ☐ RESTRICTED ☐ CONFIDENTIAL ☐ SECRET ☐ TOP SECRET ☒ UNCLASSIFIED
The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.			

目 錄

中文摘要	I
英文摘要	II
目錄	III
圖目錄	VIII
表目錄	XII
第一章 緒 論	1
1.1 研究背景及目的	1
1.2 研究範圍與工作內容	3
1.3 執行情形、研究方法與報告內容	3
第二章 研究背景與國內外現況分析	5
2.1 中文化電子海圖系統	5
2.1.1 研究背景與定位	5
2.1.2 國內外相關研究	6
2.1.3 前期計畫之系統雛型研發成果	8
2.2 船舶導航、通訊、監控、航行安全與記錄功能之整合	10
2.2.1 國際相關政策法規與技術概況	10
2.2.2 國內相關政策法規與技術研發概況	14
2.3 國際組織與標準最新發展之關鍵技術評估與因應	16
2.3.1 e-化航海(E-Naviation)	16

2.3.2 下一世代電子海圖.....	18
第三章 中文化電子海圖導航系統研製.....	19
3.1 研究開發的方法與工具.....	19
3.2 電子海圖船舶安全導航與記錄功能整合設計.....	20
3.2.1 海圖檔案管理與自動更新.....	20
3.2.2 海圖顯示圖層管理與安全水深條件設定	21
3.2.3 海圖之縮放操作與狀態顯示.....	23
3.2.4 衛星定位導航與航跡記錄.....	25
3.2.5 航路設定與偏航警告.....	27
3.2.6 航行環境安全監測預警.....	29
3.2.7 海圖視窗之船位跟隨與自動載圖.....	31
3.2.8 新增點線面物件與海圖手動更新功能.....	33
3.2.9 中文化的海圖資訊內容查詢與顯示.....	34
3.2.10 中文化電子海圖系統的操作介面設計.....	36
第四章 通訊監控、航安資訊與避碰功能之整合.....	37
4.1 整體評估.....	37
4.2 差分式全球定位系統的海氣象或航安資訊廣播	38
4.2.1 訊息格式與介面標準之評估.....	38
4.2.2 DGPS 海氣象資訊廣播的接收與顯示	39
4.3 與船舶自動識別系統的整合.....	42
4.3.1 整合 AIS 之功能規劃評估	42

4.3.2 電子海圖導航系統與 AIS 的整合	48
第五章 e-化航行的國際策略與發展.....	53
5.1 IMO 的 e-化航行策略.....	53
5.1.1 定義與範疇.....	53
5.1.2 對 e-化航行的需求.....	53
5.1.3 e-化航行的遠景.....	54
5.1.4 e-化航行的核心目標.....	54
5.1.5 e-化航行的效益.....	55
5.1.6 e-化航行的使用者及其高層次需求	56
5.1.7 e-化航行的關鍵策略元素及其落實	58
5.2 IMO e-化航行策略的實現.....	59
第六章 下一世代的電子海圖	63
6.1 概述.....	63
6.2 下一世代海測資料的地理空間資訊標準 S-100.....	64
6.2.1 S-100 的發展概況.....	64
6.2.2 S-100 的資料模型	66
6.2.3 S-100 的產品規格	74
6.3 下一世代電子航海圖產品規格 S-101	80
6.3.1 S-101 的發展概況.....	80
6.3.2 S-101 的總體性提案	80
6.3.3 S-101 的空間幾何	81

6.3.4 S-101 的圖徵目錄	82
6.3.5 S-101 的圖幅設計	85
6.4 海洋資訊圖層	87
6.4.1 何謂海洋資訊圖層	87
6.4.2 海洋資訊圖層的內容規格	88
6.4.3 海洋資訊圖層和 S-100 的關係	90
第七章 結論與建議	95
7.1 結論	95
7.2 四年計畫成果回顧與總結	96
7.2.1 電子海圖服務與資料安全系統整體規劃與建置 ...	96
7.2.2 電子航海圖產品資料庫之建置	97
7.2.3 「電子海圖資訊通報管理系統」	99
7.2.4 「電子海圖資料安全系統」	100
7.2.5 「海圖目錄」與「航路規劃選圖服務」	100
7.2.6 航船佈告	102
7.2.7 多媒體航行指南	105
7.2.8 即時航安資訊	105
7.2.9 中文化電子海圖安全導航系統	106
7.2.10 航路標識與航標制度的確立	107
7.2.11 e-化航行的國際架構與下一世代的電子海圖	107
7.3 建議	108

參考文獻.....	111
附錄一 期中報告審查意見處理表.....	113
附錄二 期末報告審查意見處理表.....	117
附錄三 簡報資料.....	121

圖目錄

圖 1 電子海圖服務整體架構.....	2
圖 2 前期計畫完成之中文化電子海圖系統雛型.....	9
圖 3 DGPS 服務的組成與運作	11
圖 4 國際上設置 DGNSS 服務的情形.....	11
圖 5 漁業動力優惠用油核配操作機制圖.....	15
圖 6 以整合船橋系統為中心的 e-化航行系統架構	17
圖 7 系統載入電子海圖時自動更新的畫面.....	20
圖 8 系統列出海圖內所有圖層供使用者選取顯示.....	21
圖 9 依使用者選擇之圖層與順序載入顯示海圖的系統畫面	22
圖 10 安全水深改設為 20m 後的海圖顯示畫面	22
圖 11 海圖顯示比例尺之設定與坐標尺標狀態顯示.....	24
圖 12 距離範圍設為 0.8 浬的放大顯示畫面.....	24
圖 13 衛星定位導航與航跡記錄功能設定.....	26
圖 14 衛星定位訊息接收異常時將發出警告.....	26
圖 15 在電子海圖上量測兩點間橢球距離的工具.....	27
圖 16 直接在海圖上編輯預定航路.....	28
圖 17 偏離預定航路時之偏航警告.....	28
圖 18 系統偵測本船前方有障礙物或水深過淺的預警畫面	29
圖 19 航行環境安全監測與預警功能運作流程.....	30

圖 20 系統自動載入適當組合的電子海圖.....	31
圖 21 海圖視窗之船位跟隨與自動載圖流程.....	32
圖 22 新增錨泊區物件的執行畫面.....	33
圖 23 海圖資訊內容的中文化查詢與顯示流程.....	34
圖 24 海圖資訊內容的中文化查詢與顯示畫面.....	35
圖 25 中文化電子海圖系統的操作介面設計.....	35
圖 26 日本以 DGPS 廣播提供海氣象資訊的示意圖	39
圖 27 日本 DGPS 海氣象廣播在一般接收機上的顯示方式	40
圖 28 日本為整合顯示 DGPS 海氣象廣播設計的雛型系統	40
圖 29 (a)整合式 DGPS 接收機與天線(b)beacon 接收機.....	41
圖 30 美國以 AIS 廣播海氣象資訊的測試畫面	47
圖 31 整合 AIS 之電子海圖系統的符號設計	48
圖 32 查詢電子海圖系統上各 AIS 目標的動靜態資訊.....	49
圖 33 顯示接近本船的目標資料，有碰撞危險則發出警報	49
圖 34 AIS 雷達運作流程.....	50
圖 35 AIS 訊息解碼第一階段程序	51
圖 36 AIS 訊息解碼第二階段程序	52
圖 37 IMO 實現 e-化航行策略的程序示意圖.....	60
圖 38 e-化航行發展藍圖的範例(避碰支援技術發展藍圖).....	61
圖 39 S-100 多樣化資料來源、產品與服務示意圖	63
圖 40 S-57 的向量資料模型	67

圖 41 S-100 的空間幾何模型	68
圖 42 S-100 依 ISO 19135 建立的 IHO Registry 架構.....	69
圖 43 IHO 的 Hydrographic Registry 現況.....	70
圖 44 IHO S-57 的「海岸線」物件類別	71
圖 45 IHO S-100 HYDRO 資料典內的「海岸線」圖徵.....	72
圖 46 IHO S-100 HYDRO 資料典內的「海岸線種類」屬性.....	72
圖 47 S-100 的產品規格發展程序	76
圖 48 產品規格之 feature catalogue 取自 IHO registry.....	79
圖 49 S-100 TPI 產品規格（說明用）的應用綱要	79
圖 50 S-101 提案發展測試與實施的時間表	80
圖 51 S-101 混合曲線的範例	82
圖 52 S-101 Feature Catalogue 的 UML 模型	83
圖 53 S-101 的圖徵範例一方位標杆	84
圖 54 從 ECDIS 系統組成看海洋資訊圖層的定位	87
圖 55 德國冰圖以海洋資訊圖層顯示於 ECDIS	91
圖 56 套疊河流資訊圖層的內陸 ECDIS	92
圖 57 整合鋒面與颱風資訊於 ECDIS 的試驗	93
圖 58 在 ECDIS 上呈現颱風成形各階段與預報資訊的試驗	93
圖 59 電子海圖服務與安全系統的整體架構.....	97
圖 60 電子航海圖資料庫的圖幅規劃.....	98
圖 61 電子海圖資訊通報管理系統.....	99

圖 62 電子海圖資料安全系統.....	101
圖 63 海圖目錄與航路規劃選圖服務.....	102
圖 64 航船佈告資訊通報系統.....	104
圖 65 多媒體航行指南.....	104
圖 66 中文化電子海圖安全導航系統.....	106

表目錄

表 1 AIS 簡訊的訊息類別.....	42
表 2 IMO 海安會通告的試驗性 AIS binary 訊息	43
表 3 AIS 二進制海氣象水文資料廣播訊息的資料項	44
表 4 降水類型之 AIS 編碼與 WMO 編碼方式的對照表.....	46
表 5 S-100 的基本架構及其關聯的 ISO 標準.....	64
表 6 S-100 實數類型的屬性範例	73
表 7 S-100 的複合屬性範例	73
表 8 「潮汐預報資訊」產品規格的詮釋資料.....	77
表 9 「潮汐預報資訊」產品的產品識別.....	77
表 10 「潮汐預報資訊」產品的坐標參考系統.....	78
表 11 「潮汐預報資訊」產品的資料編碼.....	78

第一章 緒 論

1.1 研究背景及目的

電子資訊與通訊技術的發展，已使得電子海圖不再只是紙海圖的數位化產品。從電子海圖相關國際標準的修訂發展和各國積極推動的「海洋電子公路 (Marine Electronic Highway)」與「智慧型海洋運輸系統 (Maritime Intelligent Transportation System)」，可見電子海圖已成為整合海測、航安與氣象資訊的核心平台。

為善盡海洋國家之國際社會責任，因應台灣國際化及促進台灣海域管理資訊化，達成使台灣海域之航安與管理全面 e 化之目標，本研究之目的在於整合電子海圖資料庫之建置和最新的資訊與通訊技術，儘速將台灣海域航海資訊建構成為一完整的電子海圖與航船佈告等航安資訊的資料庫系統；並對此資料庫之推廣應用、維護及發行等工作，同步規劃建置實際可行的運作服務模式，藉以達成台灣海域航安與管理全面電子化的目標。

「電子海圖服務與資料安全系統之建立」四年期計畫，自 94 年開始執行，電子海圖服務的整體架構如圖 1。

第一期 (94 年度)計畫中完成「電子海圖資訊通報管理系統」以及符合 IHO S-63 規範的「電子海圖資料安全系統」。

在第二期 (95 年度)計畫中建立「航船佈告資料庫系統與服務」與「電子海圖資料庫系統與服務」、設計「電子海圖資訊通報管理系統」與電子海圖服務相關資料庫與系統之間的中介整合程序與軟體。

第三期(96 年度)計畫，在航安資訊電子化整合服務方面：設計航路規劃海圖建議系統，接收海事通訊衛星(Inmarsat-C)強化群呼(EGC)廣播自動解析轉載於網站提供航行警告與氣象預報分析等近即時海上安全資訊，重新設計航船布告新增通報網、新版航船布告資料庫與查

詢系統、航船布告管理系統，完成多媒體電子航行指南的範本。並開始研製中文化低價位電子海圖系統雛型。除了各資料庫應持續擴充，透過「區域電子海圖協調中心」發布與銷售的部份尚待協商之外，大致已建置完成。

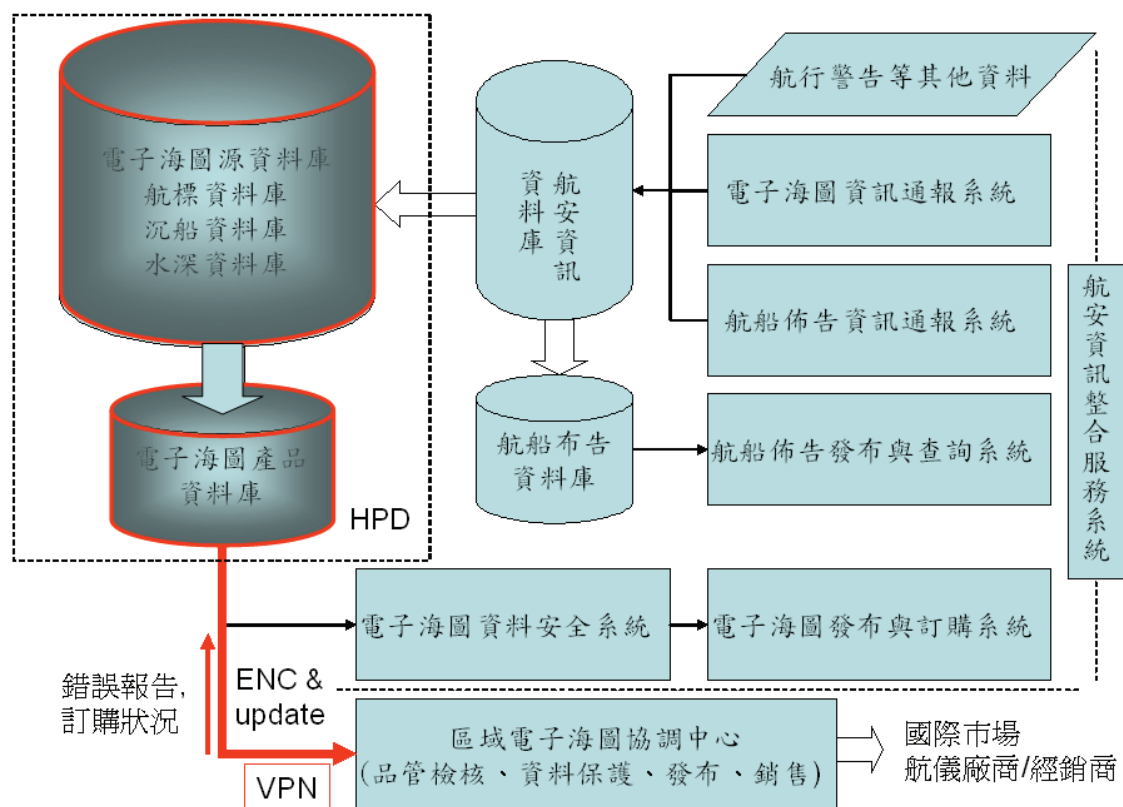


圖 1 電子海圖服務整體架構

因此，本年度將以推廣與加值應用為主軸，持續研發臺灣海域中文化電子海圖系統，規劃設計與船舶導航、通訊、監控、航行安全與記錄功能之整合，並進行應用試驗。此外也將探究國際最新發展重點：電子化航行(E-Navigation)與下一世代電子海圖國際標準(S-100/101)的關鍵技術，規劃研擬因應方案。

1.2 研究範圍與工作內容

本計畫的研究範圍係以我國海域國際標準電子航海圖為主體，工作內容包括：

1. 中文化電子海圖系統研製

研製適合推廣給國內漁船、觀光遊憩船舶、工作船等使用的中文化電子海圖系統。就應用所需的資料、軟體、與系統整合面進行研發，以促進臺灣海域管理資訊化的實現。

2. 船舶導航、通訊、監控、航行安全與記錄功能之整合

規劃設計電子海圖系統與船舶導航、通訊、監控、航行安全與記錄功能之整合,包括接收以 DGPS 或 AIS 廣播之海氣象資訊或航安資訊、結合航程紀錄與船舶報位監控功能等之可行性評估與試驗。

3. 國際組織與標準最新發展之關鍵技術評估與因應

探究國際最新發展重點：電子化航行(E-Navigation)與下一世代電子海圖國際標準(S-100)的關鍵技術，規劃研擬因應方案。

1.3 執行情形、研究方法與報告內容

本計畫於 2008 年 3 月正式開始執行，至 2008 年 10 月結束。

在「中文化電子海圖系統研製」方面，基於低價位(基本軟體免費)的目標，系統採用 Open Source 工具庫，例如：GDAL - Geospatial Data Abstraction Library, OGR Simple Features Library，以 Python 開發。

在「船舶導航、通訊、監控、航行安全與記錄功能之整合」方面，係開發即時空間資訊分析功能，結合航儀感測資訊與電子海圖資料庫提供防擱淺觸礁預警以及偏航警告等航行安全功能，接收並顯示海事通訊系統的安全訊息廣播，整合航跡記錄儀功能。

在「國際組織與標準最新發展之關鍵技術評估與因應」方面，則是針對電子化航行(E-Navigation)與下一世代電子海圖國際標準(S-100/S-101)，持續追蹤在 IHO,IMO,IALA,ISO TC/211 這些國際組織中各個委員會的相關研議情形，各國提出的研究試驗報告，並進行相關試驗研究。

本計畫已如期完成各項既定工作，計畫成果報告的架構如下：

第一章概述計畫目標與執行狀況；

第二章簡介研究背景並分析國內外相關研究現況；

第三章報告電子海圖系統的安全導航與記錄功能設計成果；

第四章報告電子海圖系統整合通訊監控與航安資訊的設計；

第五章探討 e-化航行的國際策略與發展；

第六章探討下一世代海測資料標準及廣義的電子海圖與航海圖；

第七章提出結論與建議。

第二章 研究背景與國內外現況分析

2.1 中文化電子海圖系統

2.1.1 研究背景與定位

電子海圖顯示與資訊系統 (Electronic Chart Display and Information System, ECDIS) 被稱為是繼雷達 (RADAR) 與自動雷達測繪裝置 (Automatic Radar Plotting Aid, ARPA) 之後，航海科技的二次革命，更是電子化或 e-化航海 (e-Navigation) 的基礎。ECDIS 可以整合海圖顯示系統、電子定位系統、電羅經、測速儀、雷達避碰系統及其他航儀、通訊系統，提供海圖自動更新、航路計畫監視與記錄，以及防擱淺防碰撞等航行安全功能。從 ECDIS 的智慧化海圖與時間空間分析功能來看，ECDIS 相當於是一套專為船舶航行安全與效率而設計的即時操作性地理資訊系統。

然而 ECDIS 是一個整合系統，必須在「資料」、「系統」、「導航感測器」三方面都達到一定的標準，才能經由整合而發揮上述功效。在 ECDIS 與官方 S57 電子航海圖 (Electronic Navigational Chart, ENC) 的發展史上，一再受到名詞混淆之苦，使得國際海測組織甚至想為 ENC 申請註冊商標，阻止其被濫用。因此為了確認本計畫擬研製之系統的定位，有必要先就電子海圖與電子海圖系統相關名詞做一說明。

在「資料」方面，基於航海者對於電子化航海圖資料的迫切需求，市面上陸續出現各式各樣功能不一的電子化航海圖產品，一般通稱為「電子海圖」。這些電子海圖的內容格式可能是網格掃描 (raster) 式或是向量 (vector) 式，可能是廠商自訂格式，也可能是官方標準甚至國際標準，製圖者也可能是官方或非官方機構。例如：ARCS 是英國海測局掃描英版紙海圖製作成的網格式 (HCRF 格式) 電子海圖產品，該產品符合 IHO S-61 標準的 RNC (Raster Navigational Chart) 產品規格。S57 ENC 屬於向量式。C-map 公司本身有自訂格式的向量式電子海圖

產品，可產製符合 IHO S57 格式的電子航海圖，目前也銷售各國官方 S57 電子航海圖。但唯有官方出版（或授權出版）且符合 IHO S57 ENC 產品規格的電子海圖資料才能稱之為 ENC。

在「系統」方面，IEC 61174 是 ECDIS 設備的檢驗標準，唯有通過 IEC 61174 型式認證的才能稱之為 ECDIS，未能取得此認證的只能稱之為 ECS (Electronic Chart System)。IEC 61174 的測試項目主要依據國際海事組織(IMO)的 ECDIS 性能標準以及 IHO 的 S57, S52 等一系列的標準。不但對軟體功能有嚴謹的要求，對於顯示器的螢幕大小、解析度、對比、色彩、亮度範圍等，以及硬體對於海上環境的耐溫耐鹽耐震度等都有嚴格的要求。對於 ECDIS 必須介接的導航感測器也有明確的要求。

唯有官方製作的 ENC 在通過 IEC 61174 型式認證的 ECDIS 設備上使用，才能被海上人命安全公約(SOLAS)視為符合攜帶正確最新紙海圖的要求。對於 SOLAS 船舶而言，ECDIS 除了以數位化的電子海圖替代傳統紙海圖以簡化海圖作業，提供船舶駕駛台更自動化的環境，減輕人員工作負荷之外，在系統功能上更著重於動態結合各航儀系統，顯示電子海圖、船位、航行資訊等，發揮最大助航功能，增進航行安全並提高經濟效益。

本計畫旨在擴大 ENC 的應用效益，目標使用者是非 SOLAS 船舶，軟硬體成本、硬體安裝空間、可介接的航儀都受到相當大的限制，就計畫規模與定位而言，不宜也不可能以 IEC 61174 為設計目標，因此研發的系統定位為使用 ENC 的 ECS。設計目標則是：在有限的硬體資源上，以軟體發揮 ENC 資料庫與航儀整合於航行安全與效率方面的最大效益。

2.1.2 國內外相關研究

國際間對於 ECDIS 設備的研發早在 1990 年間就已開始，例如：德國科技與研究部（Ministry of Research and Technology：BMFT）、操

船模擬機中心 (Shiphandling & Simulation Facility : SUSAN)、航儀製造廠商 (Atlas Elektronik)、與德國海洋測量局於 1991 年聯合進行了電子海圖顯示與資訊系統之海上實驗測試。

荷蘭自 1987 年開始，依國際海道測量組織與聯合國國際海事組織公布之規範發展電子海圖顯示與資訊系統，並於 1991 年間以該國海洋測量船 HMS Buyskes 從事海上電子海圖顯示與資訊系統之軟硬體測試。

加拿大海洋測量局 (Canadian Hydrographic Services) 與電腦系統公司 (Offshore Systems Ltd.) 及加拿大最大之散裝航運公司 (Canada Steamship Line)，於 1993 年間共同發展電子海圖顯示與資訊系統應用於狹窄水道之航行計畫。

中國於電子海圖顯示與資訊系統領域之發展係由直屬交通部的研究小組 (The Research Group on ECDIS, The Ministry of Communications) 與屬於國家教育委員會之研究成員 (Fund for Excellent Young University Teachers of the State Education Commission of China) 共同開發，研究成果已於 1991 年 9 月至 10 月間在航行於大連至香港間之訓練船育龍輪「M.V. Yu Long」上有所展現。

以上是屬於 IMO(International Maritime Organization) ECDIS 性能標準定案 (1995 年) 前各國的研發與試驗，主要適用對象是國際航線商船等 SOLAS 船舶。據悉中國對於 ECDIS 的持續研究，已獲致相當成果，已能提供中文化電子海圖系統給其國內船舶使用，也已充分製作官方 S57 ENC 以支援系統應用。

通過 IEC-61174 型式認證符合國際標準的 ECDIS，因各項嚴格的高標準要求而價格高昂(達數十萬)。因此除了國際航線的大型商船外，我國船舶所用的多半是各種非標準的電子海圖系統 (Electronic Chart System, ECS)。這些 ECS 不僅多是外國系統，其電子海圖也不是國際標準 S57 ENC，而是屬於廠商自行數化製作的海圖，常見因海圖、坐標系統、介面語系、缺乏更新等問題影響操作甚至危及航安。因此實

應研發適合國內漁船、觀光遊憩船舶、工作船等使用的低價位(甚至基本軟體免費)之「中文化電子海圖系統」,以推廣並落實 e-化航行提升航行安全與效率的具體效益。

我國在電子海圖系統方面的研究,始於中正理工學院張瑞剛教授和臺灣海洋大學陳彥宏副教授分別於 1989 年和 1993 年主持執行的國科會專題研究計畫:「台灣地區自動導航電子海圖之可行性研究」和「國際間電子海圖顯示與資訊系統建構標準之研究」。相關軟體研製主要開始於 1995-1996 年間臺灣海洋大學張淑淨副教授所主持的國科會「電腦輔助航路計畫與最適化航法之研究」,逐步建立了電子海圖與航儀整合之技術,並發展出航路計畫、航路監視、相對運動、航海計算與潮汐計算、搜救模式等模組,當時採用的電子海圖並非 S57 ENC(當時我國尚未開始製作 S57 ENC)而是自行數化製作的地理資訊系統(GIS)與 AutoCAD DXF 格式海圖檔案。海軍海洋測量局(今大氣海洋局)也發展出戰術電子海圖系統整合了電子海圖、GPS,並於 1999-2000 年間藉由與海洋大學張淑淨副教授合作執行之「戰術電子海圖與數值雷達之研究」進一步整合電羅經、雷達影像與目標。海軍所用的戰術電子海圖系統仍不支援 S57 ENC。海洋大學電子海圖研究中心團隊則開始研製 S57 ENC,並開始研發支援 S57 ENC 的電子海圖導航系統(Windows 平台,採用 C++),兼採部分第三方軟體,做為研究的工具之一,在國際標準 ECDIS 之研製方面已獲致相當好的成果。但是若要推廣給小型商漁船、娛樂遊憩船舶、工作船等,則必須就低價位、中文化、需求特性等三方面考量,相當於完全重新設計。

此「中文化電子海圖系統」的最基本設計要求是:必須能使用我國官方 S57 ENC 電子海圖;必須以 S57 ENC 的更新機制維護其系統電子海圖資料庫的更新;提供中文化顯示與介面。

2.1.3 前期計畫之系統雛型研發成果

在前期的計畫中已就「中文化電子海圖系統」進行基本雛型研製,初步成果如圖 2。

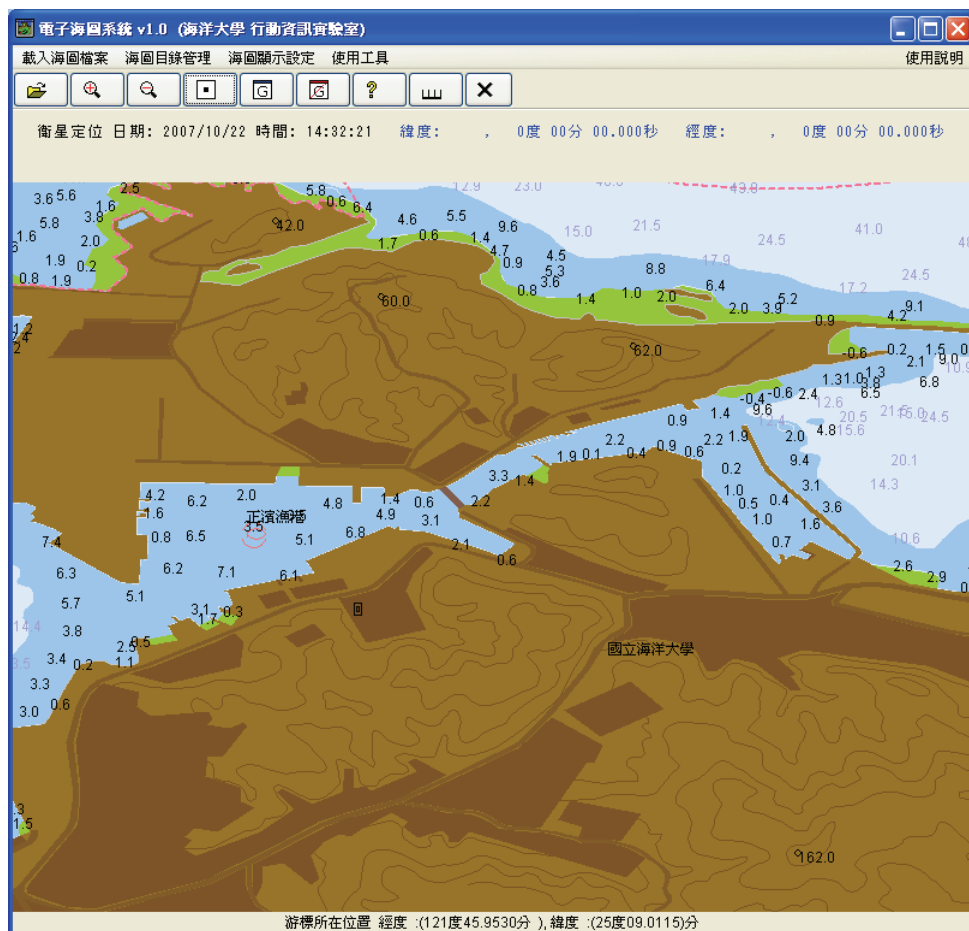


圖 1 前期計畫完成之中文化電子海圖系統雛型

為能以低價推廣應用，系統採用開放源碼的自由軟體工具庫開發。程式以 Python 語言設計，圖形使用者介面採用 PyGTK，並未直接使用 Windows 作業系統提供的視窗介面函式庫，使其較具跨平台能力。設計特點包括：

1. 使用我國官方製作之國際標準 S57 電子海圖；
2. 可以透過電子航海圖(S57 ENC)的國際標準更新機制，以更新檔維護電子海圖資料庫於正確與最新的狀態；
3. 具備中文化顯示與操作介面；
4. 除基本必要資訊外，可篩選顯示圖層資訊類別；
5. 以合乎航行安全原則設計海圖顯示；

6. 提供安裝簡便兼具適應性與安全性的 GPS 導航；

7. 提供距離量測工具。

該雛型系統雖然已具備海圖顯示與 GPS 定位的最基本功能，然而還有相當多的功能尚待設計提供並提升效能，以期讓使用此中文化電子海圖系統的小型船舶也盡量獲得 ECDIS 所能提供的強大效益。

2.2 船舶導航、通訊、監控、航行安全與記錄功能之整合

2.2.1 國際相關政策法規與技術概況

對於受 SOLAS 公約規範的船舶而言，導航、通訊、監控、航行安全與記錄等各項功能都各有其國際標準設備規範，目前 IMO 等國際組織也正以 e-Navigation 策略推動其整合。

目前船舶的自動定位主要依靠 GPS 與 GLONASS 兩衛星定位系統，通稱為 GNSS (Global Navigation Satellite System)，Galileo 系統也將成為其中之一。但是目前的 GNSS 在缺乏 DGNSS (Differential GNSS，包括 DGPS 與 DGLONASS) 服務等輔助系統的情形下，可能會持續很長一段時間有相當大的誤差，卻無法將這樣的狀況及時告知使用者。實際上已出現過不少危險案例。何況其正常運作下十幾公尺的定位誤差也無法滿足沿岸與進港航行的準確度要求。這些情況對於漁船或娛樂船舶而言或許還好，對於商船而言卻是無法接受。因此需要 DGPS 的輔助，提高定位的準確度與可靠性。

DGPS 服務的組成與運作如圖 3。從國際導航與燈塔協會(IALA)官方網站 (<http://www.iala-aism.org/>) 提供的 Table of DGNSS stations 可知目前至少 50 個沿海國共設有 400 多個 DGPS 站(經整理如圖 4)，依據 IALA 的標準以 283.5Hz~325kHz 波段提供 DGNSS 的廣播與監測服務。DGNSS 的單站服務範圍依發射功率而定，一般都設在 75-150 浬。使用者必須安裝內建 GPS/GLONASS 接收機的 DGNSS 接收機，或是在原有的 GPS/GLONASS 接收機之外加裝可接收 DGNSS 廣播的

設備。

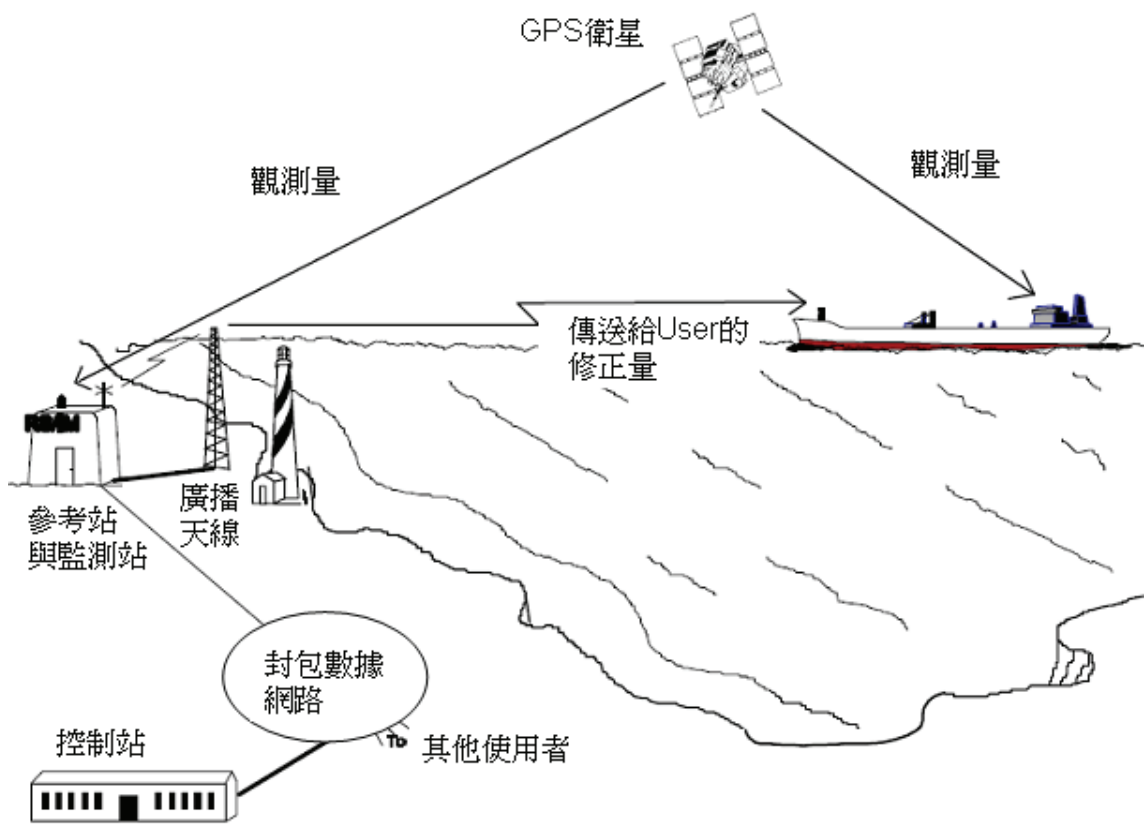


圖 2 DGPS 服務的組成與運作

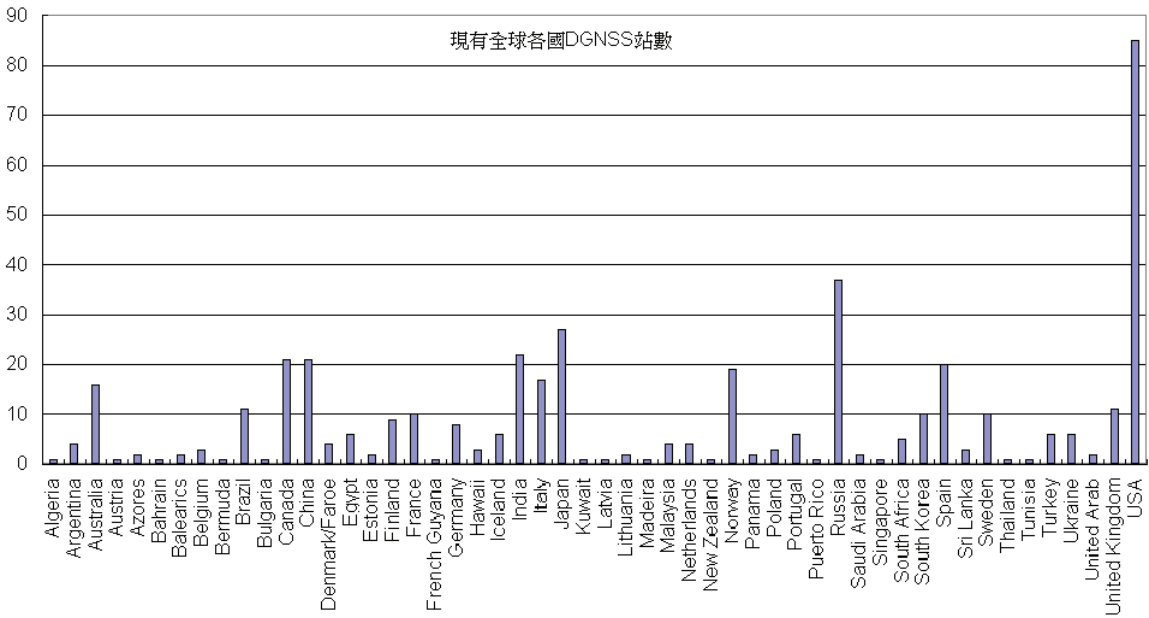


圖 3 國際上設置 DGNSS 服務的情形

在航行記錄方面，國際海上人命安全公約已自 2002 年起要求船舶安裝「航行資料紀錄器 (Voyage Data Recorder, VDR)」。其功能類似於飛機的「黑盒子」，記錄的資料除了時間、船位、速度、航向之外，還包括所有的警報訊息、雷達數據、無線電通話、駕駛台對話...等等。VDR 主要用於海事案件的調查。ECDIS 設備標準要求的航行記錄內容則是：

- 1.本船的歷史航跡：時間、位置、航向、速度

- 2.使用的官方資料：ENC 來源、版次、日期、圖幅與更新歷史

ECDIS 須提供前 12 小時內間隔小於 1 分鐘，以及整個航程內間隔小於 4 小時的記錄。目的在於重建航行過程並確認所用的 ENC 資料。

在通訊方面，就本計畫相關的範圍可分為監控與航行安全兩大主軸，航行安全這個主軸又有接收海事安全資訊(Maritime Safety Information, MSI)、傳送遇險求救訊號、以通訊輔助船舶避碰等不同特點。

為了增進航行安全，讓遇險船艇更容易獲得救援，IMO 透過修訂 SOLAS 公約，要求 300 總噸以上國際航線船舶必須遵循全球海上遇險與安全系統(Global Maritime Distress and Safety System,GMDSS)，依其航行作業區域配備必要的通訊設備。

GMDSS 是一套國際協議制訂的安全程序、設備組成與通訊協定，已從 1992 年 2 月 1 日起至 1999 年 2 月 1 日分階段達成全面實施。GMDSS 依據通訊特性的限制而定義了 A1 至 A4 四種海域(稱為 GMDSS Sea Areas)：

A1 海域是指 VHF 海岸電台無線電話涵蓋範圍，通常約為離岸台 20~30 浬以內，該海岸電台必須能隨時接收船舶以數位選擇呼叫(Digital Selective Calling, DSC) CH70 發送之遇險訊號。

A2 海域是指 A1 以外，在中頻(MF) DSC 海岸電台服務範圍內，通常距離岸台可達 100 浬，遇險頻道是 2187.5kHz。

A3 海域是指 A1A2 海域以外，INMARSAT 衛星的涵蓋範圍，可達南北緯 75 度之間，在此區域係以 INMARSAT-C 發送遇險訊息，由衛星地面台接收後轉給相關搜救單位，平時也是透過 INMARSAT-C 的強化群呼(Enhanced Group Call, EGC)接收 MSI（內含航行警告、氣象預報分析與警告等）。

A4 海域則是 A1-A3 區域之外的區域，主要是極區。

僅在 A1 與 A2 範圍的 SOLAS 船舶須對應裝設具有 DSC 功能的 VHF 與 MF 無線電通訊設備，到了 A3 海域則須裝設具有 INMARSAT-C SafetyNET 功能的收發機。

除了遇險求救與航安資訊用途之外，DSC 與 INMARSAT-C 也被用於監控。例如：美國在 Exxon Valdez 觸礁漏油事件後於阿拉斯加建置的船舶交通服務（VTS）用自動相依監管（Automatic Dependent Surveillance, ADS）系統就是採用 VHF DSC 技術取得船舶的船位動態報告。英國於 1996 年間宣布實施的船舶自動識別與報告系統(AIRS)以及當時南安普敦港 VTS 船舶自動識別定位用的監控技術也是採用 VHF DSC。只是這些系統已陸續被同樣使用 VHF 頻段的船舶自動識別系統 (Automatic Identification System, AIS)所取代。

AIS 兼具船舶自動識別、船位動態與貨載報告、接收安全訊息、以及船舶間避碰的功能，最大的限制在於 VHF 通訊距離。INMARSAT-C 則因為其通訊範圍上的優勢而被愈來愈多的法規政策所採納，成為與 AIS 互補的最佳監控技術選項，其中最重要的是「漁船監控系統(Vessel Monitoring System, VMS)」與「遠距識別與追蹤系統(Long Range Identification and Tracking, LRIT)」。

目前大部份的漁船和遊憩船舶並沒有被要求參與 GMDSS，僅為了安全考量而採用部分 GMDSS 的設備與服務。但是由於漁業資源管理的迫切需求，國際上區域漁業管理組織與各國紛紛就公海與本國海域實施 VMS，要求漁船隨時報告船位。目前 VMS 規定使用的技術以 INMARSAT-C 與 ARGOS 這兩種衛星通訊為主。ARGOS 不具備雙向通

訊以及即時抽取船位 (polling) 的功能，通訊延遲更可能達到數小時，因此有些組織或國家並不認可。

2.2.2 國內相關政策法規與技術研發概況

我國海域船舶管理與服務一直是相關部會署相當關切的問題，這一點雖與全球各國一致，然而在政策法規與技術應用方面卻與國際現況有不小的落差。舉例而言，區域內的日本、韓國、中國多年前就已提供完整的 DGPS (Differential GPS) 差分定位服務，且逐步建立沿岸的船舶自動識別系統 (Automatic Identification System, AIS) 網路。中國的沿岸船舶報告系統已運行多年，主要支援搜救服務。日本於 2005 於 DGPS 服務中新增海氣象觀測資訊的廣播，中國也於 AIS 服務中廣播航安資訊。我國對於這些系統與服務的建置尚待努力，對於船舶設備方面也相對較不積極。

漁業署為了漁船管理與服務，陸續要求漁船安裝漁船監控系統、漁船航程紀錄器等設備。其中遠洋漁船的 VMS 兼採 INMARSAT-C 與 ARGOS，沿近海 VMS 則以 INMARSAT-C 為主，另有自行研發採用高頻 HF-SSB 技術的船位回報系統，但因 HF 易受電離層變化影響使通訊遠不如衛星穩定可靠。行政院已核定自 2007 年 1 月 1 日起實施漁船筏裝設航程紀錄器 (Voyage Data Recorder, VDR)¹，在漁船加油站裝設航程讀取器 (Voyage Data Reading System, VDRS)，透過 VDRS 讀取 VDR 所紀錄的作業時數，作為漁船主申購漁業動力優惠用油之核配依據，整體機制如圖 5 (資料來源：農委會農政與農情第 183 期)。另 2004 年亦曾研發於 VDR 船台進入岸台界定範圍透過 GPRS/GSM 把漁船身分、時間與位置等資訊上傳至岸台，或再利用抽取式行動碟將加密且有 ID 識別機制的備份資料攜回岸上。目前無論在船台設備或岸上的管理應用系統方面都尚待與 VMS 整合。

¹ 此 VDR 與 SOLAS 要求安裝的 VDR 不同

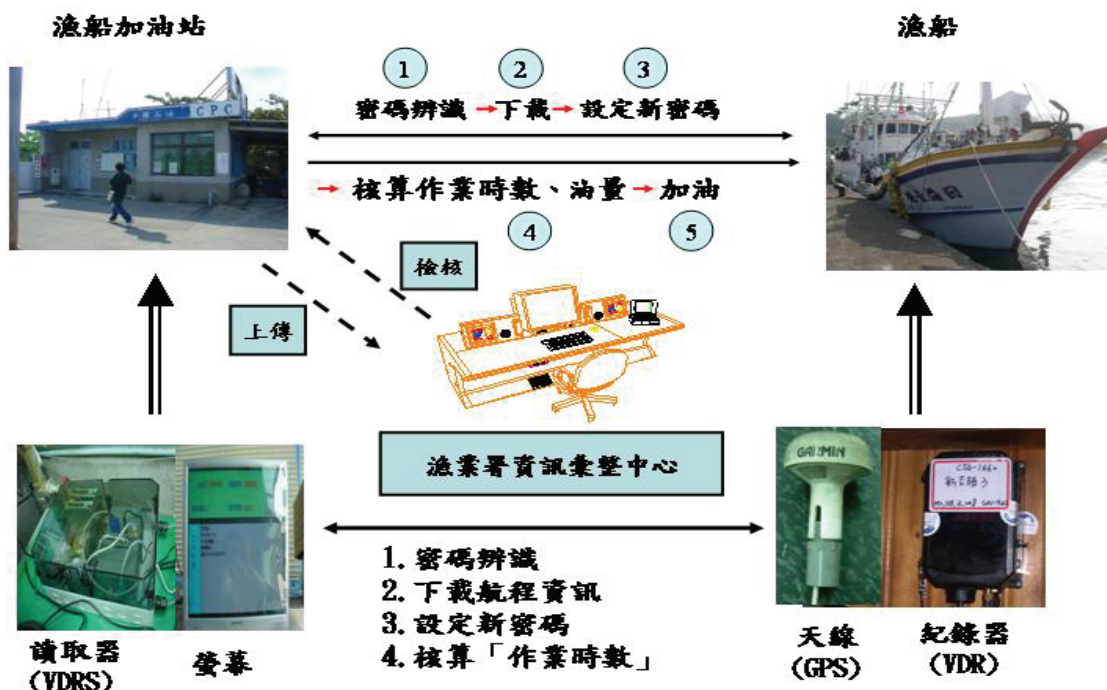


圖 4 漁業動力優惠用油核配操作機制圖

交通部各主要國際港的船舶交通服務已陸續建置 AIS 岸基系統，今年(2008)也已修訂船舶設備規則，依據 SOLAS 公約要求國內航線船舶安裝 AIS。然而與其他海運發達國家比較之下，我國在修訂船舶設備規則、設置基礎建設與資通訊應用架構時，相對保守消極。對於 AIS 的應用，如果能充分發揮其對於提昇整體航安與海運資訊 e-化效率的效益，則產業界將比較能因為獲得實質回饋而不致認為僅是單向新增一項船舶設備支出與負擔。在海域航安資訊服務的方面，我國近年在海氣象觀測方面多有發展，在及時傳達到海上船舶的有效鏈路與機制方面則尚待努力，這方面正是國際間積極試驗中的 AIS 應用之一。

海巡署曾於 2001 年委託海洋大學執行「海上船舶定位管理系統研究發展」計畫，藉此評估測試 VHF DSC, AIS, GSM 行動通訊、INMARSAT-C 等通訊技術的適用性，做為後續建構船舶定位管理系統之依據，以有效掌握沿岸船舶的活動。目前對於沿岸船舶動態的掌握除了取自岸際雷達之外，已開始接收來自 VMS 與 AIS 的資訊。

本計畫對於船舶通訊監控與記錄功能整合之研發不宜自外於國內

外現況與趨勢。除非經過協商確認適宜可行，不能變更或影響現有其他系統設備與機制的運作。

2.3 國際組織與標準最新發展之關鍵技術評估與因應

2.3.1 e-化航海(E-Navigation)

“E-Navigation”是被國際海事組織（IMO）、國際海測組織（IHO）與國際助導航與燈塔協會（IALA）這三個與本研究計畫極相關的國際組織列為高度優先的議題。其中的”E”具有雙重意義，除了”Electronic”(電子化)之外，更在於”Enhancement”（提升與強化）或”Evolved”（演進）。

E-navigation 名詞已出現多年，正式成為國際海事組織主要議題則是源自於日本、馬紹爾、荷蘭、挪威、新加坡、英國與美國在 2005 年 12 月 IMO 海安會（Maritime Safety Committee, MSC）第 81 次會議的聯合提案，案名是”Development of an E-navigation Strategy”。提案的目的是：由 IMO 發展擘劃出明確的策略性願景，以整合運用所有的航海用技術工具（尤其是電子式的工具），符合 IMO 提供”safe, secure, and efficient shipping on clean ocean”的宗旨。更明確的目的是：希望 IMO 儘快訂定一個系統性架構，在引進新的技術時確保能和現有的各種電子式導航通訊技術與服務相容。MSC 決議通過提案，把「發展 e-Navigation 策略」列為高度優先項目，目標完成日期訂為 2008 年。在執行面參與 e-navigation 工作小組的國際組織除了 IALA、IHO 與 IEC（國際電子技術委員會）之外，還有 ICS (International Chamber of Shipping)、國際海事無線電委員會（Committee International Radio Maritime, CIRM）等。

在 IMO MSC 的 E-navigation 原始提案中列出的現有或發展中的幾個主要技術或服務，包括：

船舶自動識別系統（Automatic Identification System, AIS）、電子海

圖顯示與資訊系統 (Electronic Chart Display and Information Systems, ECDIS)、整合船橋系統/整合導航系統 (Integrated Bridge Systems/Integrated Navigation Systems, IBS/INS)、自動雷達測繪裝置 (Automatic Radar Plotting Aids, ARPA)、無線電導航系統、遠距識別與追蹤系統 (Long Range Identification and Tracking systems, LRIT)、船舶交通服務 (Vessel Traffic Services, VTS)、全球遇險與安全系統 (Global Maritime Distress and Safety System, GMDSS)。以整合船橋系統為中心的 e-化航行系統架構如圖 6。

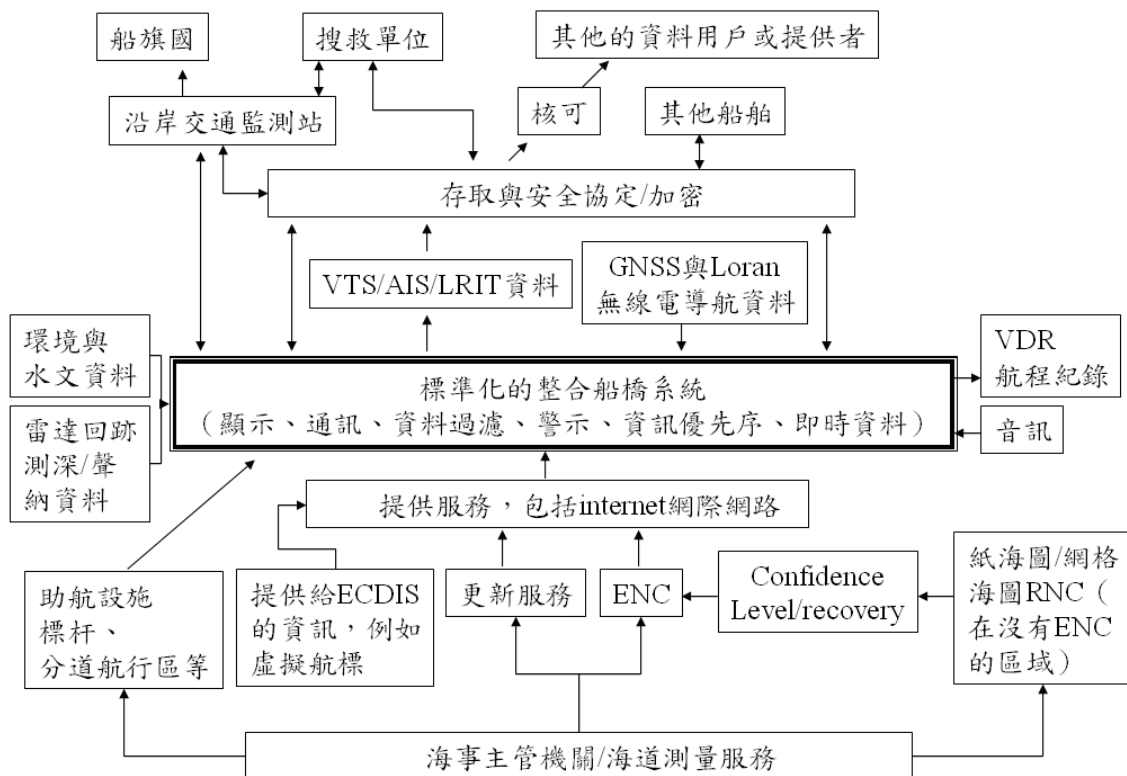


圖 5 以整合船橋系統為中心的 e-化航行系統架構

2.3.2 下一世代電子海圖

電子海圖的國際標準 IHO S-57 目前最新版本為第 3.1 版（另有新增少部分物件屬性的 3.1.1 版）。IHO 原研擬中的第 4 版有非常重大的變革，為避免影響各國依據 S-57 Ed3.1 製作電子航海圖(ENC) 的規劃，而決定改以 S-100 系列與 S-57 明確區別，以 S-100 引領下一世代電子海圖的發展。

S-100 的主要目的在於支援更多樣的海測相關數位資料來源、產品、以及使用客戶，例如：矩陣與網格資料、3D 與時變資料（x,y,z 和時間），以及超越傳統海測範疇的新應用（高密度海底地形圖、海床底質分類、海洋地理資訊系統）。S-100 也將更適用於以網路提供資料的搜尋、瀏覽、查詢、分析與傳輸交換。但 IHO 同時表明：即使在推出 S-100 之後，第 3.1 版的 S-57 電子海圖仍將持續使用，各國海測局應持續生產 3.1 版的電子海圖以改善電子海圖的全球涵蓋率。因此本計畫將就關鍵技術與因應措施進行研究。

第三章 中文化電子海圖導航系統研製

3.1 研究開發的方法與工具

研發此一中文化電子海圖導航系統的最基本要求是：必須能使用我國官方 S-57 ENC 電子海圖；必須以 S-57 ENC 的更新機制維護其系統電子海圖資料庫的更新；提供中文化顯示與介面。基於低價位(基本軟體免費)的目標，系統將採用開放源碼(open source)工具庫，例如：GDAL - Geospatial Data Abstraction Library, OGR Simple Features Library，以 Python 開發。

前期計畫中已開發之系統雛型基本系統功能包括：讀取 S57 ENC 轉換成系統電子海圖資料庫並予顯示，可篩選海岸線、等深線、重要地標及助導航設施等以避免畫面過於雜亂；可放大縮小及平移顯示；提供點坐標與海圖資訊查詢；提供方位距離量測等航海計算工具；提供 GPS 介面，顯示 GPS 定位資訊並以本船符號顯示。該雛型系統之海圖顯示採用 GTK 程式庫，在動態顯示 GPS 船位時效率不佳，因此在本期計畫中全面改寫海圖顯示程式以提高動態顯示效能。

雛型系統已可讀取多幅不同比例尺的海圖，系統可自動依比例尺等級調整顯示的先後順序。在本期計畫中則設計自動選擇並載入適當海圖的智慧化機制。這部份的最主要困難在於：ENC 有各種比例尺等級，且各圖幅實際的涵蓋範圍（有資料的區域）並不規則，如何載入適當的海圖組合以維持填滿整個海圖視窗畫面，容許縮放或平移顯示，使本船位置保持在海圖視窗內，又不造成硬體平台（須滿足低成本的要求）過大的負荷，維持軟體動態顯示船位的順暢運作。

系統軟體設計時設定的目標硬體平臺以 Windows XP 系統的華碩 ASUS Eee PC 900 低價電腦規格為主要依據：900MHz CPU、解析度 1024×600 的 8.9 吋液晶螢幕、12GB 固態硬碟(較能防震)、1024MB DDR2 記憶體、USB 介面、802.11b/g 無線網路。

3.2 電子海圖船舶安全導航與記錄功能整合設計

3.2.1 海圖檔案管理與自動更新

設計特點：

1. 系統的使用者介面文字完全採用中文；
2. 可正確讀取顯示符合 IHO S-57 標準的各國官方 ENC 電子海圖；
3. 可同時讀取並顯示多個 ENC 檔案，顯示時較小比例尺 ENC 不會覆蓋同區域內較大比例尺之 ENC；
4. 可同時讀取各 ENC（基本圖幅單元，base cell）及其符合 S-57 標準的所有更新檔案（cell updates），並以更新後的內容顯示該電子海圖。圖 7 是以 IHO 提供的測試資料檔測試的結果；
5. 可檢測更新檔是否有缺漏，系統會發出警告訊息。

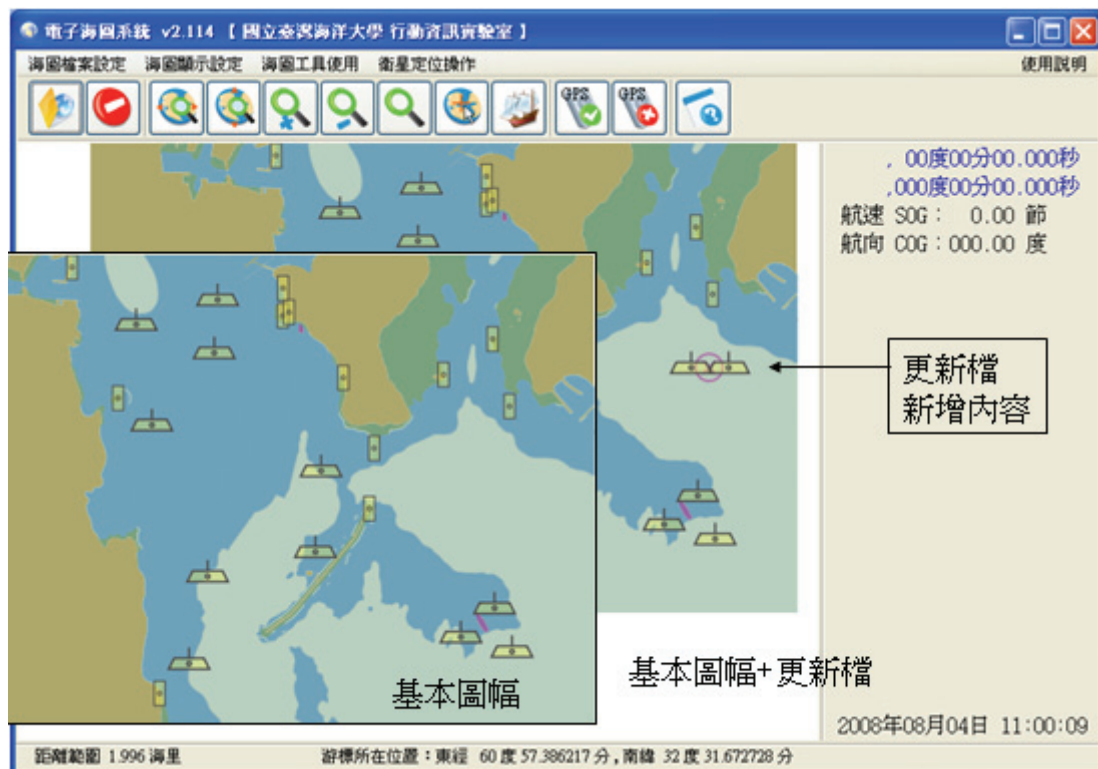


圖 7 系統載入電子海圖時自動更新的畫面

3.2.2 海圖顯示圖層管理與安全水深條件設定

設計特點：

1. 能以中文顯示 ENC 內的地名、航標名、燈名等中文物件名稱；
2. 能篩選要顯示的 S-57 海圖圖層物件類別；
3. 可以把篩選顯示圖層的相關設定存成檔案，以便直接選取套用；
3. 能自行調整各 S-57 海圖圖層的顯示順序；
4. 能依據使用者設定的航行本船安全水深與安全等深線，區分顯示安全水域與過淺水域，並突顯比本船安全水深還淺的水深點。

系統運作的畫面如圖 8-圖 10。

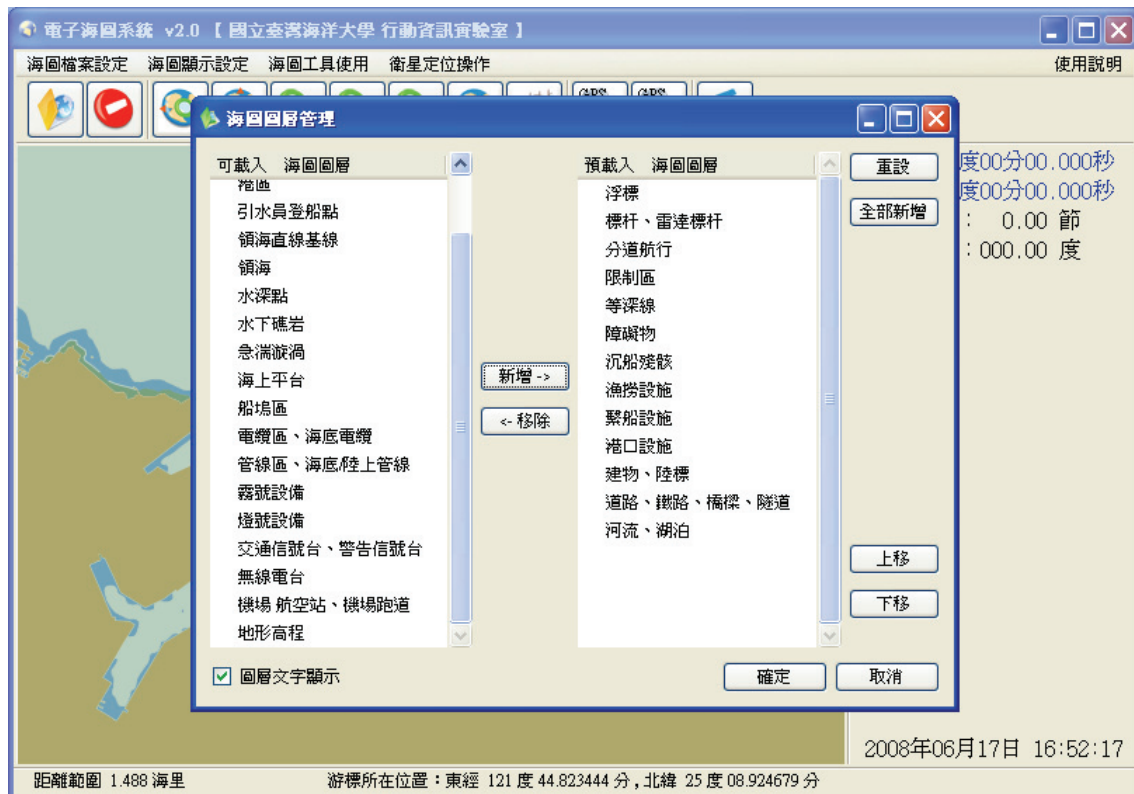


圖 8 系統列出海圖內所有圖層供使用者選取顯示



圖 9 依使用者選擇之圖層與順序載入顯示海圖的系統畫面

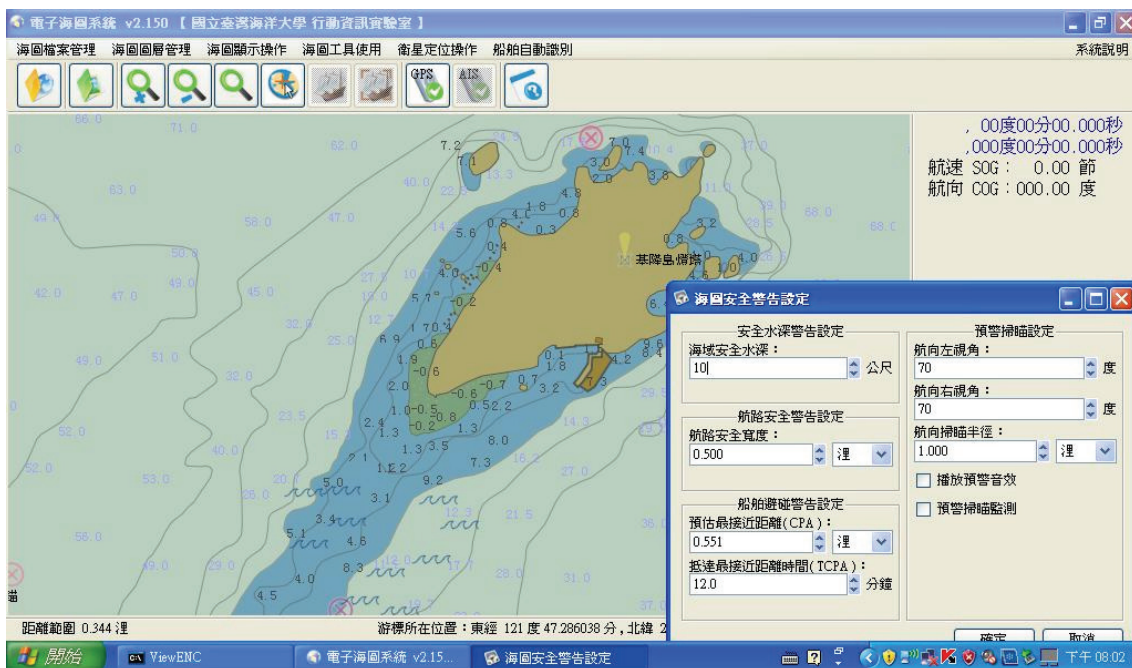


圖 10 安全水深設為 10m 後的海圖顯示畫面

3.2.3 海圖之縮放操作與狀態顯示

設計特點如下（系統執行畫面如圖 11-圖 12）：

1. 可使用放大縮小按鈕進行海圖的比例範圍微調；
2. 可使用平移按鈕與游標點選設定海圖平移顯示的中心位置；
3. 可微調設定海圖縮放倍率；
4. 可按選擇指定顯示比例尺（例如 1:10000）或指定顯示之距離尺度（例如 0.75 海浬）；
5. 可從預設比例尺選項或距離範圍選項中快速選擇，亦可自行輸入；
6. 隨時在狀態列顯示游標目前位置的經緯度；
7. 可在狀態列顯示目前的海圖顯示比例尺或距離範圍；
8. 可選擇是否在海圖上顯示相對的尺標(scale bar)，並選擇尺標單位是公里或浬。

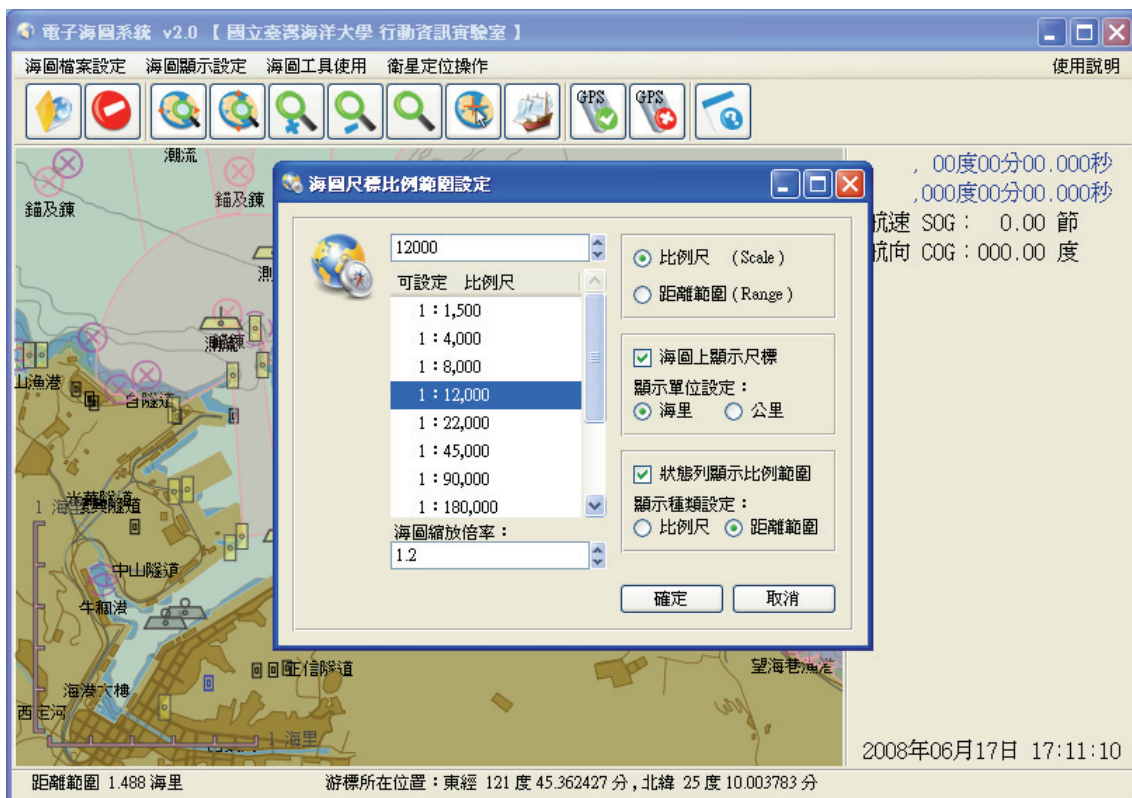


圖 11 海圖顯示比例尺之設定與坐標尺標狀態顯示

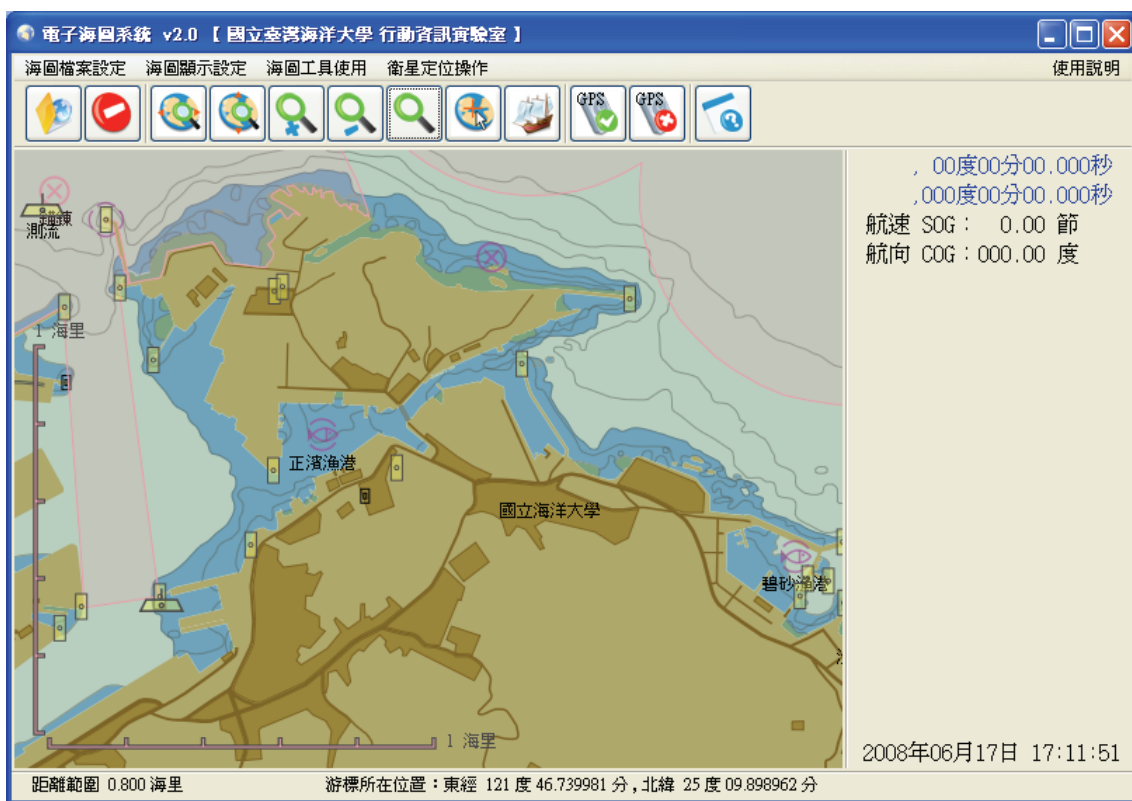


圖 12 距離範圍設為 0.8 哩的放大顯示畫面

3.2.4 衛星定位導航與航跡記錄

設計特點如下：

1. 可自動偵測可能介接 GPS 接收機的通訊埠，如圖 13。
2. 從 GPS 接收本船定位訊息，在資訊視窗狀態列提供航行本船經緯度與航向航速值，並以本船符號顯示在海圖顯示視窗上。
3. 提供度、度分、度分秒等多種經緯度顯示格式讓使用者選用。
4. 系統會偵測是否有 GPS 定位訊息不完整、接收不到或訊息內容顯示定位失效的狀況，如果有上述狀況將顯示「收訊異常」的訊息，提醒使用者注意此時的 GPS 船位並不可靠，如圖 14。
5. 可選擇資訊視窗內要顯示的是主機的作業系統時間還是 GPS 衛星的 UTC 時間，並可設定時區的調整。
6. 具備航行本船 GPS 航跡記錄功能，自動按時存成不同的記錄檔。
7. 設計有自動連線上傳 GPS 軌跡的軟體，當系統可透過無線網路上網時自動連結 Server 上傳 GPS 軌跡，且可自動確認是否已上傳成功。



圖 13 衛星定位導航與航跡記錄功能設定



圖 14 衛星定位訊息接收異常時將發出警告

3.2.5 航路設定與偏航警告

設計特點如下（系統執行畫面如圖 15-17）：

1. 提供距離測量功能，可以直接在電子海圖上測量兩點之間的橢球距離，如圖 15；
2. 可在電子海圖上任意點選兩點以上之多點連線做為預定航路；
3. 在編輯航路時可以隨時放大縮小海圖以輔助航路之編輯；
4. 航路編輯完畢後可計算出航路的總長度，並告知使用者；
5. 可清除預定航路，重新編輯；
3. 可設定航路寬度（0.1~10 浬或）做為偏離航路的容許值；
4. 可自動計算 GPS 船位與預定航路之間的橫向距離，超出容許值則發出偏航警告。

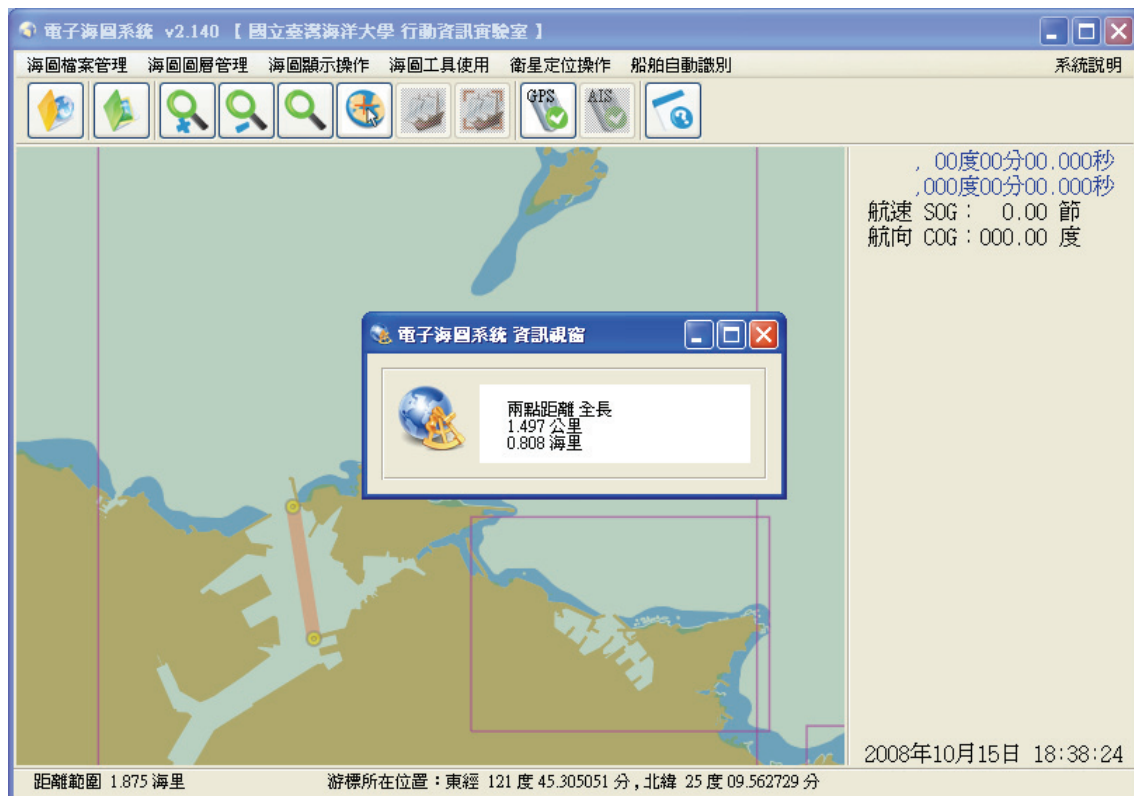


圖 15 在電子海圖上量測兩點間橢球距離的工具



圖 16 直接在海圖上編輯預定航路



圖 17 偏離預定航路時之偏航警告

3.2.6 航行環境安全監測預警

設計特點如下（系統執行畫面如圖 18）：

1. 針對會影響航行安全的物件，隨時偵測本船與這些物件之間的空間關係，在航行本船即將（時間隨使用者設定扇形角度和掃描距離而定）相遇、碰到、穿越或進入該物件時發出警告；
2. 即使這些礙航危險不在使用者選擇顯示的圖層範圍內，也能自動偵測出來，並以紅紫色標示；
3. 可以自行設定除了顯示警告訊息以外是否同時播放警示音效；
4. 所有偵測到的物件以及警告訊息都以中文提供。
5. 即使是使用者依據接收到的無線電航行警告、紙質航船布告、或其他資訊來源，自行在此系統上新增的危險物件，也能納入預警偵測範圍。



圖 18 系統偵測本船前方有障礙物或水深過淺的預警畫面

執行流程則如圖 19。

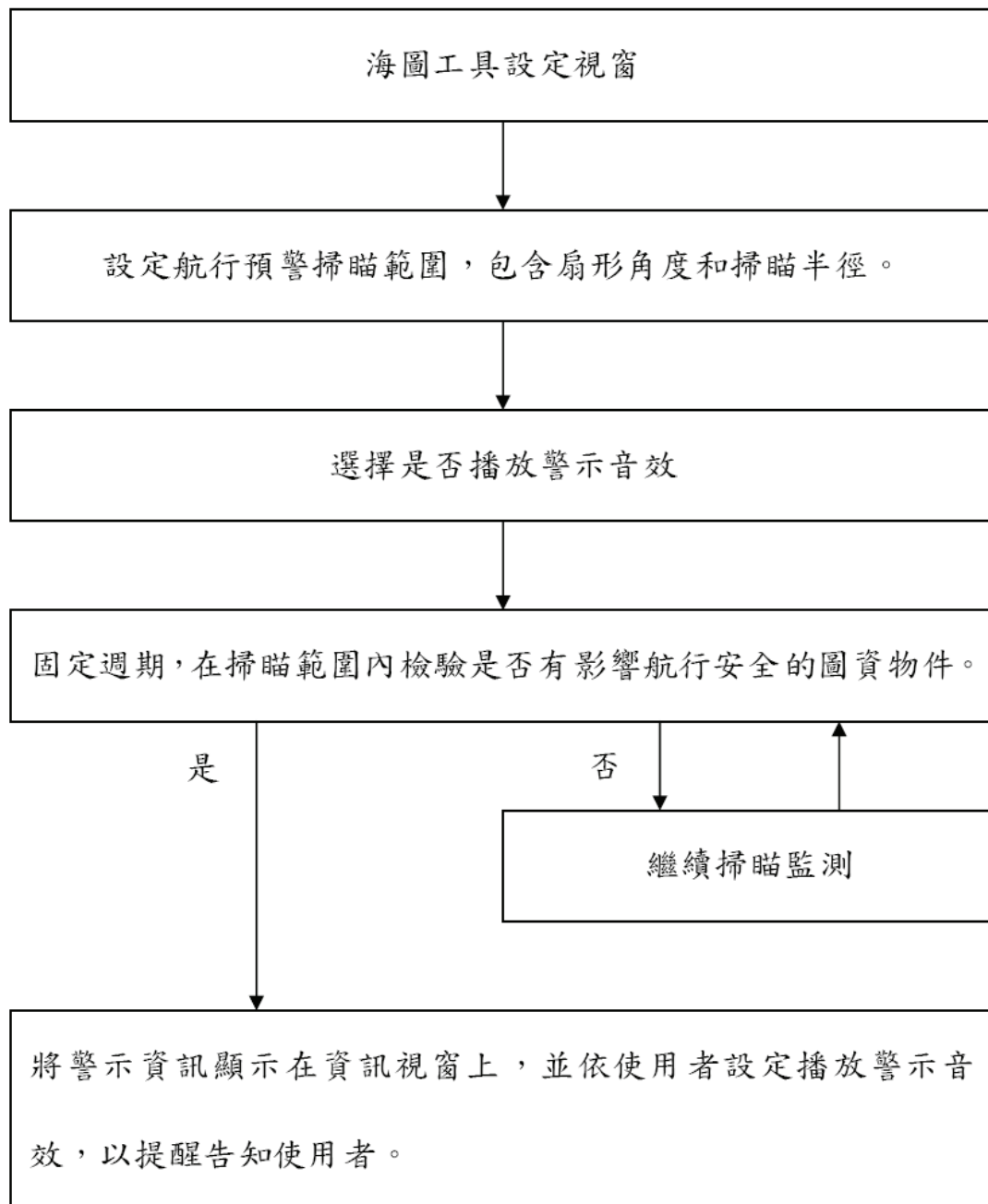


圖 19 航行環境安全監測與預警功能運作流程

3.2.7 海圖視窗之船位跟隨與自動載圖

設計特點如下：

1. 可隨著航行本船船位以及縮放顯示的情形，自動從系統海圖資料庫中載入適當的電子海圖以填滿整個海圖顯示視窗；
2. 依據顯示比例尺選擇適用於該比例尺等級的海圖，依據海圖視窗範圍與各圖幅範圍決定需載入哪些圖以填滿海圖視窗，並以空間資訊篩選的方法，避免因載入過多圖資而拖累系統的運作效能。
3. 如果海圖顯示範圍內還有更大比例尺的海圖可用，將以紫紅色框線標示出該等海圖的範圍，提醒使用者必要時可以再選擇放大，系統將自動載入對應的海圖提供更詳細的資訊，如圖 20。
4. 本船即將航行至海圖視窗範圍外的時候，自動跟隨船位調整海圖視窗範圍，流程如圖 21；



圖 20 系統自動載入適當組合的電子海圖

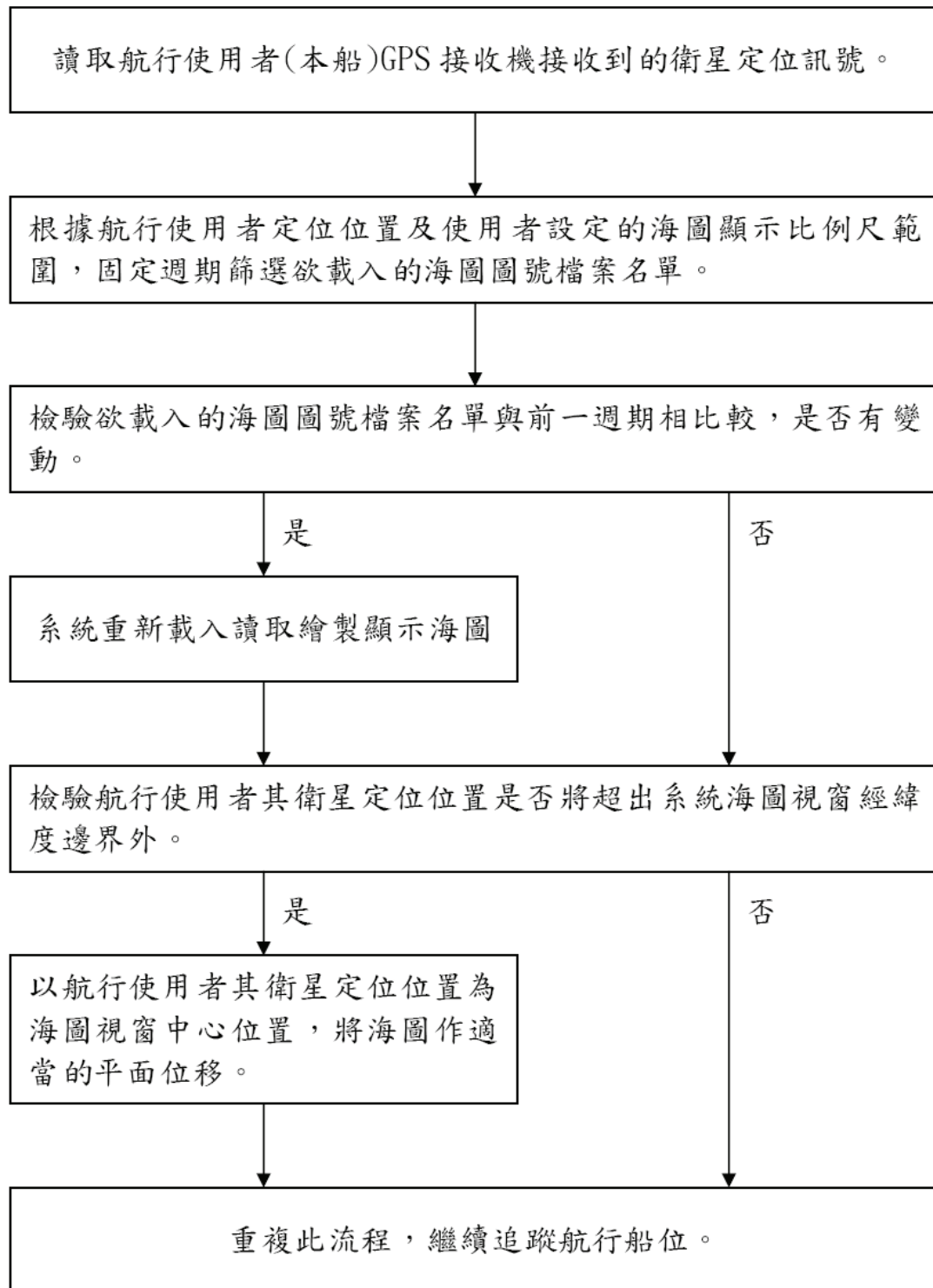


圖 21 海圖視窗之船位跟隨與自動載圖流程

3.2.8 新增點線面物件與海圖手動更新功能

此功能可讓使用者在未收到自動更新檔案前依據海事安全資訊 (MSI)或航船佈告手動更新海圖，也可以讓使用者把自有資訊編輯整合到海圖系統內，如圖 22。設計要點如下：

1. 可在海圖顯示視窗上以游標點選編輯新增點狀、線性或區域等空間物件，設定為現有圖層物件類別或自訂物件類別；還可以附加註記資訊，例如：人員落水
2. 新增的物件若屬於礙航危險物，也可以在航行環境安全監測預警功能中偵測出來，並提供警告訊息。

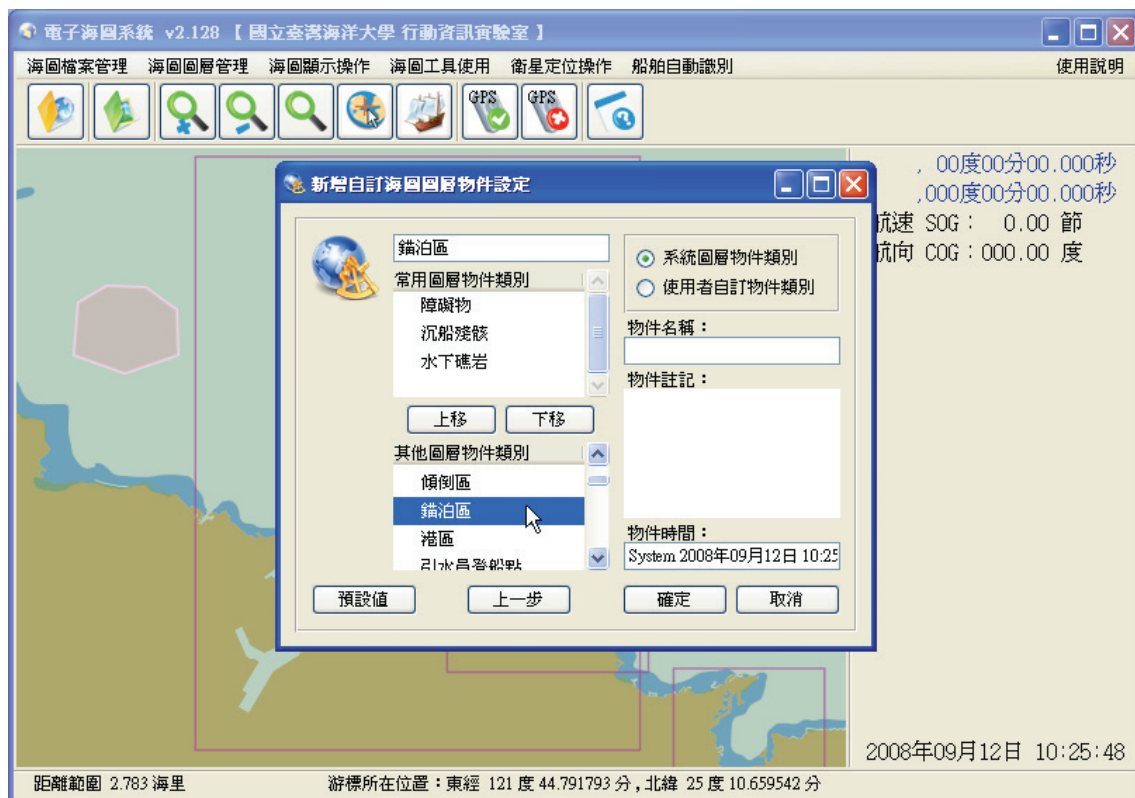


圖 22 新增錨泊區物件的執行畫面

3.2.9 中文化的海圖資訊內容查詢與顯示

設計特點如下（系統運作流程與執行畫面如圖 23-24）：

1. 可提供海圖物件屬性內容的點選查詢功能；
2. 利用編解碼與中英名詞對照表，使查詢所得的所有圖層物件屬性代碼都能改以容易了解的中文顯示，達成物件屬性資訊中文化之目的。

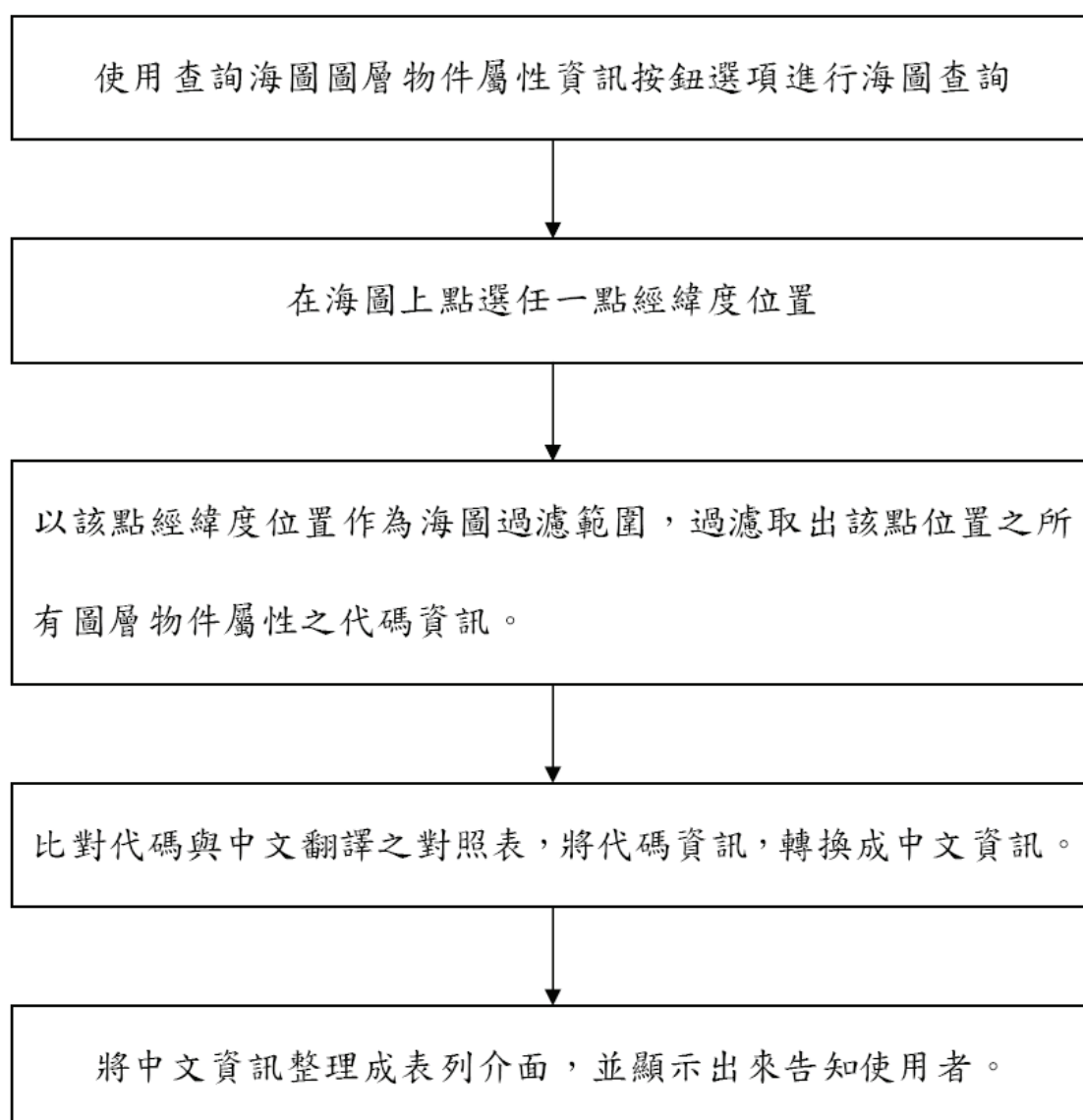


圖 23 海圖資訊內容的中文化查詢與顯示流程



圖 24 海圖資訊內容的中文化查詢與顯示畫面

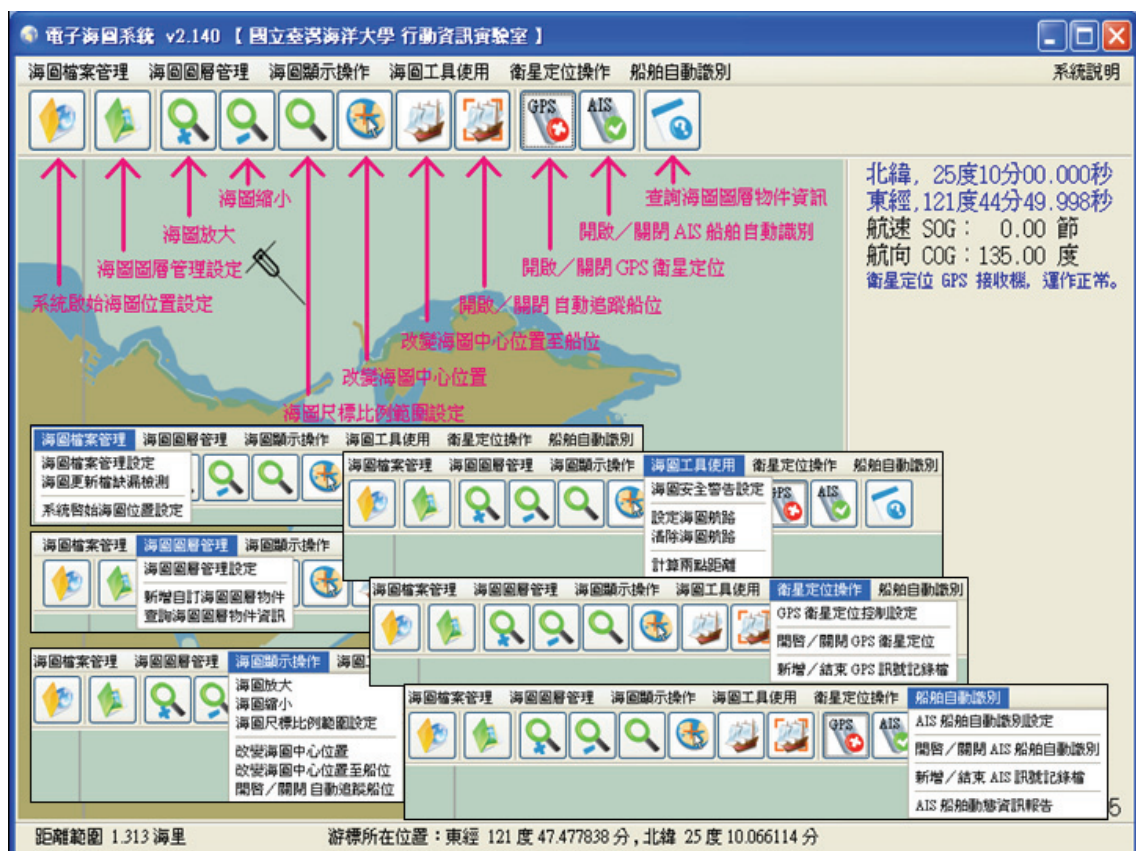


圖 25 中文化電子海圖系統的操作介面設計

3.2.10 中文化電子海圖系統的操作介面設計

電子海圖系統的操作介面分為上方的系統版本標題列、選單與工具列，中間的海圖視窗與資料視窗，以及下方的狀態列。常用的功能項目會在工具列中設置對應的按鈕，以方便使用者操作。工具列中的功能也可以從選單→子選單中選用。選單/子選單的功能項目以及工具列中各按鈕對應的功能說明如圖 25 所示。狀態列顯示當時海圖視窗顯示的距離範圍或比例尺，以及游標所在位置的經緯度。

第四章 通訊監控、航安資訊與避碰功能之整合

4.1 整體評估

電子海圖導航系統在船舶導航與航行安全方面，已可從 GPS 接收機取得的本船的航向航速，並以此提供航行安全與預警功能。例如：偵測是否會有進入水深過淺（安全深度由使用者自訂）區域的擱淺危險；前方是否有礙航危險物等觸礁危險。對於本船預定航路也已設計提供偏航警報功能。對於船位、航向、航速、時間等資料都提供了記錄與回播功能。

在透過 DGPS 或 AIS 廣播的海氣象資訊或航安資訊方面，已試驗介接這兩種設備，可接收並解碼取出屬於海氣象與航安相關的訊息。

在記錄功能方面，目前於漁業署推動使用的漁船航跡記錄器（詳見第二章的說明），其記錄的 GPS 航跡是取自於 GPRMC 訊息格式。依據漁業署 95 年的「漁船航跡記錄器系統與應用軟體開發研究報告」，實際記錄的是漁船編號、時間、日期、緯度、經度，例如：

CT3-0031,092657,160306,2508.9596,N,12146.6449,E

電子海圖導航系統本身已具備航跡記錄功能，後續必須決定電子海圖導航系統與已推行安裝的漁船航跡記錄儀之間的關係：如果是「介接」整合，其效益至多是共用 GPS 天線，如果是「取代」，其可行性則主要受限於相關部會的政策態度。

在通訊與監控方面，目前漁業署推動的沿近海漁船監控系統（詳見第二章的說明）主要採用 Inmarsat-C 衛星通訊自動報告船位，這部份的功能包括 Inmarsat-C 提供的雙向通訊以及航安資訊廣播功能都可以在電子海圖導航系統的平台執行，只是硬體平台必須另外提供一個 RS-232 通訊埠給 Inmarsat-C 接收機。

在硬體平台計算資源和通訊埠都相當有限的情況下，同時具備導

航、航行安全、通訊與監控功能的船舶自動識別系統(AIS)，應是除了 GPS 以外，電子海圖導航系統應該優先介接整合的設備。就漁船遊艇等而言，至少應具備 AIS 接收機。

4.2 差分式全球定位系統的海氣象或航安資訊廣播

4.2.1 訊息格式與介面標準之評估

MSK beacon 接收機收到的廣播資料是以 RTCM-SC-104 標準 Type 3,5,7,9,16 等格式輪流廣播的 DGPS 訊息，資料速率通常是 100 或 200bps。Type 3 主要傳送 DGPS 參考站的坐標，Type 5 用來告知哪些原本有問題的 GPS 衛星可以因 DGPS 的修正而被用於定位。Type 7 可提供本身與鄰近 DGPS 網絡的系統參數資訊，以利接收機切換持續運作。最密集傳送的是用於修正定位的 Type 9 衛星虛擬距離修正量。Type 16 則是屬於自由格式的 ASCII 碼文字訊息，最初設計的用途是傳送與 DGPS 服務本身狀況有關的航船佈告，例如：預告系統維修。

船舶導航與通訊設備介面的國際標準主要是 IEC61162-1: Maritime Navigation and Radio Communication Equipment and Systems- Digital Interface-Part 1: Single Talker and Multiple Listeners。此標準的內容可說是與 NMEA0183 一致。在海事無線電標杆（beacon）頻段廣播的 DGNSS(DGPS)採用 MSK 調變，因此接收此等廣播訊號的設備在 IEC61162 標準中稱為「MSK 接收機」或「beacon 接收機」。

MSK beacon 接收機以 RTCM-SC-104 標準協定和 NMEA(或 IEC61162-1)標準協定介接 GPS 接收機或其他設備，以 RTCM-SC-104 輸出接收到的 DGPS 廣播訊息，以 NMEA(或 IEC61162-1)輸入設定值或輸出目前的設定值。

IEC61162-1 標準中適用於 MSK 接收機的只有 MSK 與 MSS 兩種訊息。MSK 訊息的內容包括：接收頻率、自動或手動切換頻率、資料速率、自動或手動調整資料速率、傳送狀態訊息（MSS 訊息）的間隔、

通道號碼，用於設定 MSK 接收機，也用於 MSK 接收機收到詢問指令時回覆目前的設定值。MSS 訊息則用於傳送 MSK beacon 接收機的訊號強度、訊雜比(SNR)、接收頻率、資料速率、通道號碼。也就是說 IEC61162-1 對於 beacon 接收機的規範僅限於控制設定用的介面訊息。

4.2.2 DGPS 海氣象資訊廣播的接收與顯示

RTCM SC-104 DGPS 標準所訂定的各種廣播資料訊息格式中，以 Message Type 16 (特殊 ASCII 訊息)最適合用於提供航安相關訊息，其訊息最長可達 90 個字元，採用 8-bit ASCII 編碼。雖然國際燈塔與導航協會 (IALA) 鼓勵利用 DGPS 提供航安訊息，但是目前國際上已知正式採用 RTCM SC-104 訊息 16 定期廣播海氣象資訊的似乎仍僅限於日本。圖 26-28 摘錄自日本海上保安廳的簡報資料 (<http://www.loran.org/Meetings/Meeting2004/Forum/Shinozaki-RadionavInJapan.pdf>)

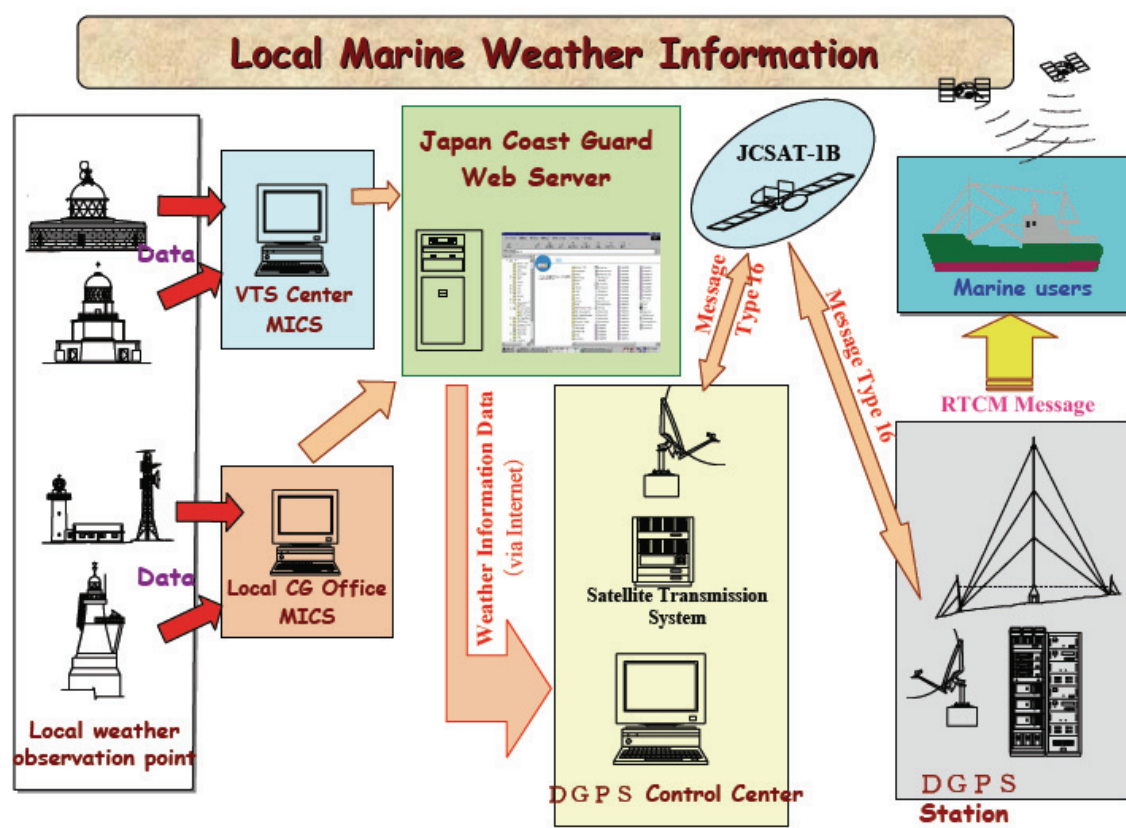


圖 26 日本以 DGPS 廣播提供海氣象資訊的示意圖

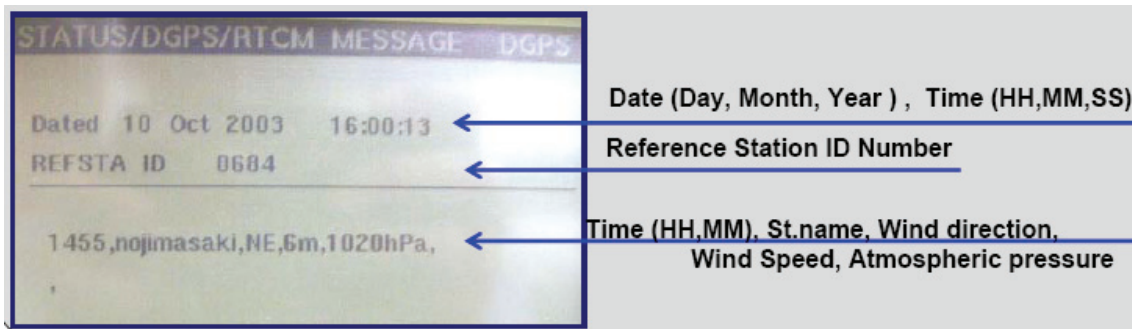


圖 27 日本 DGPS 海氣象廣播在一般接收機上的顯示方式

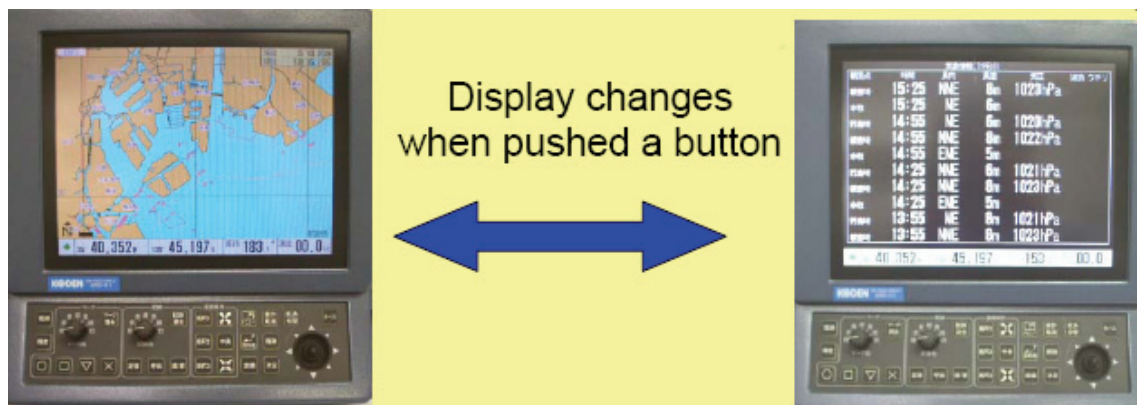


圖 28 日本為整合顯示 DGPS 海氣象廣播設計的雛型系統

日本的 DGPS 網路是由日本海上保安廳 (Japan Coast Guard) 所建置，除了以 MF(中波)提供 GPS 的修正訊號以提升 GPS 定位準確度與可靠度之外，也藉此一廣播媒介將海氣象資訊傳遞給海上船舶。目前提供海氣象資訊廣播的 DGPS 廣播站有 27 個，每一個 DGPS 廣播站都輪流廣播其鄰近的 6 個海氣象觀測站的觀測資料，廣播訊息的內容包括：觀測站名稱、觀測時間、風向、風速、大氣壓力、浪高。

在海洋大學 (基隆) 實測的結果詳見前一期計劃「電子海圖服務與資料安全系統建立研究(三)」研究報告。

市面上 MSK beacon 接收機接收到訊息 16 的氣象資訊時的反應方式，視該接收機的設計而定：有的會有嗶聲警示並顯示，有的僅顯示訊息內容，有的 beacon 接收機則不具備解讀顯示該訊息的功能。

大部分已整合 beacon 與 GPS 接收機為一體的 DGPS 接收機 (如圖 29a) 都只在內部直接處理 RTCM 訊息，並未再提供輸出 RTCM 訊息

的通訊埠或透過 NMEA 輸出其接收到的 RTCM 特殊訊息。所以如果要開發 DGPS 接收機的 RTCM 特殊訊息介面軟體，必須從 DGPS 機器內部的 beacon 接收機和 GPS 接收機之間的 RTCM 介面著手。如果船舶選擇的是在現有 GPS 接收機之外加裝 beacon 接收機（如圖 29b），則必須從兩機之間的介面取出 RTCM 訊號。

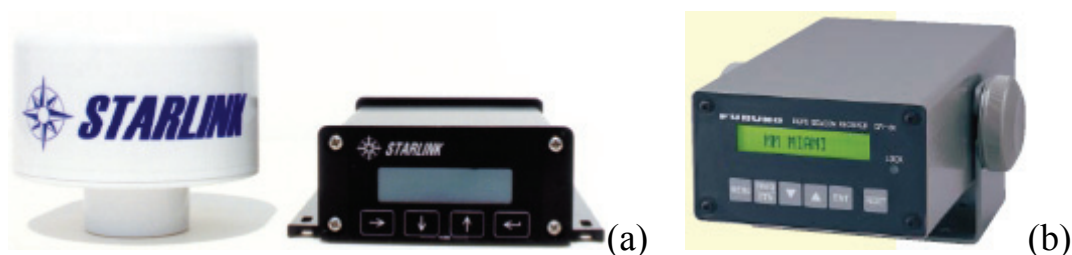


圖 29 (a)整合式 DGPS 接收機與天線(b)beacon 接收機

有些 beacon 接收機的輸出介面可以把 RTCM-SC-104 DGPS 訊息轉換成 NMEA 訊息輸出。但是該 NMEA 訊息係採用廠商自訂格式（在 IEC61162 國際標準中並沒有格式）。例如：Trimble 的 beacon 接收機對於 DGPS 的特殊訊息 16，是以 Trimble（代碼 TN）自訂（\$符號後以 P 開頭）的 LSM 格式輸出的。格式如下：

PTNLSM Proprietary (RTCM Special)

The PTNLSM message is a Trimble proprietary message for identifying the Reference Station ID and the ASCII Text message that is included in an RTCM Type 16 Special Message. The PTNLSM message is generated any time an RTCM stream receives a valid Type 16 Special Message.

The PTNLSM message structure is:

\$PTNLSM,0022,This is a message,*.XX

Table 19 describes these fields.

Table 19 PTNLSM message fields

Field	Description
1	Reference station ID number, ranging from 0 to 1023. Leading zeros must be added to fill four-digit field.
2	ASCII text message contained within the Type 16 RTCM message.

基於上述現況，如果要把 DGPS 廣播的海氣象資訊整合顯示在電子海圖系統上，只能針對少數有提供 RTCM 輸出的機型設計，同時接收 beacon 的 RTCM 輸出與 GPS 的 NMEA 輸出。但這類 DGPS 接收機通常價位較高，一般船舶較少選用。

我國尚未建置 beacon-DGPS 服務，更無 DGPS Type 16 訊息的海氣象廣播，將來若要提供此等廣播，其 Type 16 訊息的內容與格式也有待規劃定義（目前無國際標準），才能以數值、符號或向量的方式真正與電子航海圖整合顯示，否則只能如同一般 beacon 接收機一樣至多以文字訊息顯示在資料視窗中。電子海圖系統硬體平台的通訊埠有限，低價電腦的運算資源更是有限，因此本計畫選擇介接功能效益較多的 AIS。

4.3 與船舶自動識別系統的整合

4.3.1 整合 AIS 之功能規劃評估

整合船舶自動識別系統(AIS)可以讓電子海圖系統收到來自週遭（AIS 的 VHF 通訊範圍內）船舶以 AIS 廣播的船舶識別與船位動態報告、以及靜態與航程相關資料。也可以收到從他船或 AIS 岸台傳送的簡訊。AIS 簡訊可分為 ASCII 文數字訊息與 binary 二進制編碼訊息兩種。這兩種訊息又可以再分成指定接收者（定址）和廣播這兩種，詳如表 2。其中 ASCII 編碼簡訊的訊息長度不得超過 5 個時槽，而且使用的是 6-bit 的 ASCII 而不是常見的 7-bit 或 8-bit ASCII。Binary 簡訊的訊息長度也以 5 個時槽為限，訊息內容格式則是以 16-bit 的應用識別碼（前 10 個 bit 是區域碼，後 6 個 bit 是功能碼）來進一步區分，可以允許不同的國際性與區域性應用訊息設計。

表 1 AIS 簡訊的訊息類別

編碼	傳送方式	識別碼	附註
ASCII	定址	12	安全相關定址訊息，字數 156 以下
ASCII	廣播	14	安全相關廣播訊息，字數 161 以下
Binary	定址	6	至多可送 115 Byte 的二進制資料

Binary	廣播	8	至多可送 121 Byte 的二進制資料
--------	----	---	----------------------

IMO 海事安全委員會 (Maritime Safety Committee, MSC) 於 2004 年 5 月發出 AIS binary 訊息應用指南的通告 (SN/Circ.236)，通告中設計了 7 種 binary 訊息提供試驗 (詳見表 3)，訊息長度限制在 3 個時槽內，試驗期 4 年，屆時(2008 年)必須安裝 AIS 的 SOLAS 船舶都已開始使用 AIS。如果試驗結果是正面的，將延伸其應用。

表 2 IMO 海安會通告的試驗性 AIS binary 訊息

訊息 型式	國際應用識別碼 區碼+功能碼	訊息內容主旨
8(廣播)	001+11	海氣象與水文資料
6(定址)	001+12	危險貨載指標(含航程前後港與主要危險貨物的種類與數量)
8(廣播)	001+13	航道或局部港口暫時關閉
6(定址)	001+14	允許船舶安全通過航道的潮汐窗口
8(廣播)	001+15	延伸的船舶靜態與航程相關資料
6(定址)	001+16	船上人數
8(廣播)	001+17	VTS 的虛擬 AIS 目標

「海氣象與水文資訊 (Meteorological and Hydrological Data)」訊息的設計用了 352 個位元，佔用兩個 AIS 通訊時槽，由 AIS 岸台廣播傳送，廣播間隔不得超過 12 分鐘，接收訊息的 AIS 船台不必回覆。沒有測站位置或觀測時間的訊息不予傳送，對於沒有資料的欄位則是預設為該欄位最大的二進制數值傳送，接收到這樣的資料應顯示成”not

available”。訊息的主要資料項目內容如表 4。

表 3 AIS 二進制海氣象水文資料廣播訊息的資料項

項次	資料項目名稱	說明
1	廣播站識別碼	廣播此訊息的 AIS 站的 MMSI
2	觀測站經緯度坐標	單位：0.001 分
3	傳送的日期與時間	以 UTC 的 ddhhmm 格式表示日時分
4	平均風速	最近 10 分鐘內風速的平均值（0~120, 單位：節）
5	強陣風	最近 10 分鐘內最大風速讀數（0~120, 單位：節）
6	風向	0~359, 單位：度
7	強陣風風向	0~359, 單位：度
8	氣溫	攝氏-60.0 ~ +60.0 度，單位：0.1 度
9	相對濕度	0-100% ，單位：1%
10	露點（dew point）	攝氏-20.0 ~ +50.0 度，單位：0.1 度
11	大氣壓力	800~1200 hPa，單位：1 hPa
12	氣壓趨勢	0=穩定，1=降低中，2=增加中
13	水平能見度	0.0-25.0 海浬
14	水位（含潮汐）	偏離當地海圖基準的值，-10.0 ~ +30.0m

15	水位趨勢	0=穩定，1=降低中，2=增加中
16	表面流速（含潮流）	0.0~25.0 節
17	表面流流向	0~359 度
18	流速#2	在水面下某一位準量得的流速，0.0~25.0 節
19	流向#2	0~359 度
20	海流測量位準#2	測量位準在水面下多少公尺，0~30 m
21	流速#3	在水面下某一位準量得的流速，0.0~25.0 節
22	流向#3	0~359 度
23	海流測量位準#3	測量位準在水面下多少公尺，0~30 m
24	有義波波高	0.0~25.0 m
25	波浪週期	0~60 秒
26	波向	0~359 度
27	湧浪高	0.0~25.0 m
28	湧浪週期	0~60 秒
29	湧浪方向	0~359 度
30	海況	依據蒲福風級（人工輸入?），0~12

31	水溫	-10.0 ~+50.0 度
32	降水類型	依據 WMO
33	鹽度	0.0%~50.0%
34	冰	Yes/No

經查 WMO 的相關國際編碼表，降水類型的編碼列在 WMO 文數字編碼表 4678 的氣候現象欄位，表中列有 8 種降水類型的編碼，恰好可以在 AIS 二進制訊息中以 3 個位元傳送，詳見表 5。

表 4 降水類型之 AIS 編碼與 WMO 編碼方式的對照表

AIS 欄位值	WMO 編碼	代表意義
000	DZ	毛雨 Drizzle
001	RA	雨 Rain
010	SN	雪 Snow
011	SG	雪粒 Snow grains
100	PL	冰珠 Ice pellets
101	IC	冰晶（鑽塵）Ice crystals (diamond dust)
110	GR	雹 Hail
111	GS	小雹及/或霰 Small hail and/or snow pellets

今年(2008)七月 IMO 海安會航行安全次委員會的會議(NAV54)還沒能就 AIS binary 訊息應用產生明確的決議。在 NAV54 中各國試驗報

告如下：

瑞典指出：在測試期內已展現出 AIS binary message 的優點，卻也同時顯露出要在船上為這些非標準訊息提供適當人機介面的困難度。這些訊息對於 AIS 通訊容量的影響也必須審慎評估，因此瑞典提議要設立一個工作小組研議修訂 AIS binary 訊息應用指南（SN/Circ.236）。

芬蘭等國在波羅的海的測試(AIS BALTIC)證明 AIS binary 訊息相當有用且具其他相關應用潛力，但卻也觀察到：舊有 AIS 系統因不接受這些訊息而以產生警告訊息處理，不同使用者對於資料數值的意義有不同的解讀。

日本以其「航行意向交換支援系統(Navigational Intention Exchange Support System, NEISS)」的研發測試成果，提議新增輔助船舶避碰的應用訊息，下一階段將研發圖形使用者介面，在雷達螢幕上操作 NEISS。

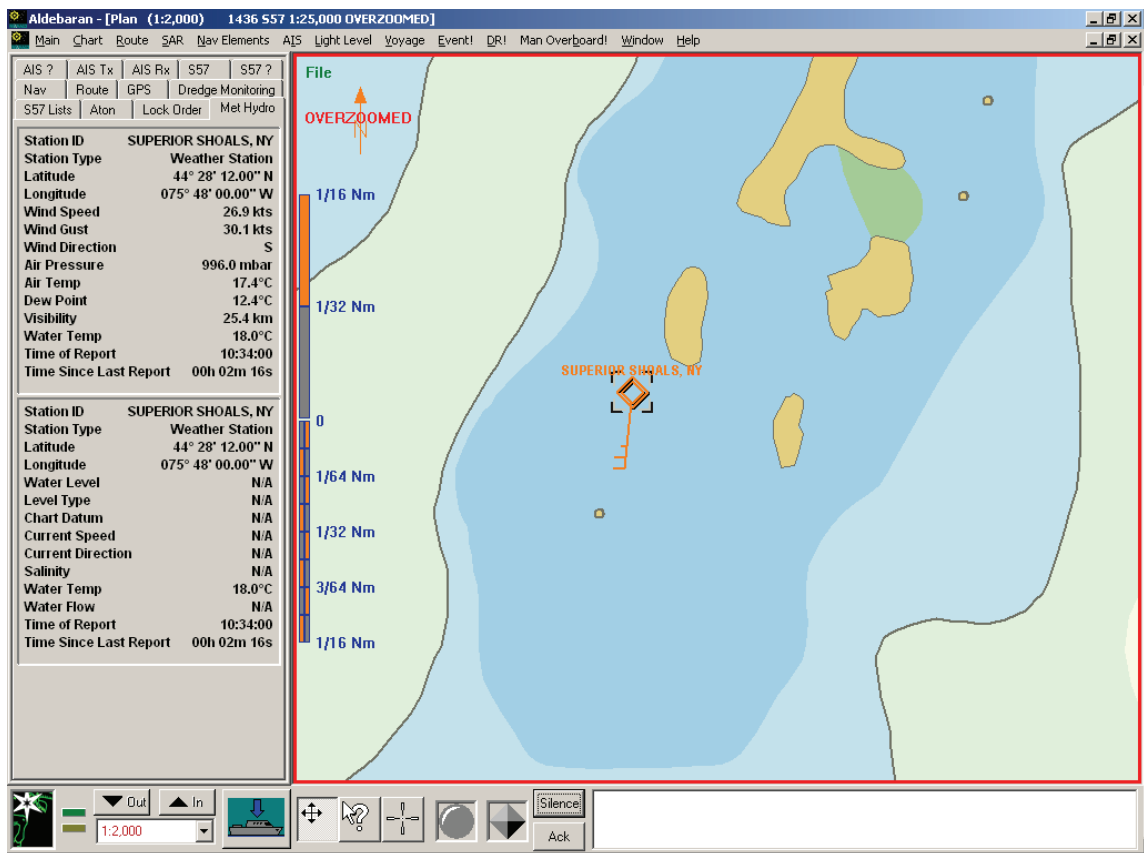


圖 30 美國以 AIS 廣播海氣象資訊的測試畫面

美國 Coast Guard 將自 2008 年 9 月 11 日起試行以 AIS 廣播直接取自已經通過海洋大氣總署（NOAA）品質檢測的 PORTS(Physical Oceanographic Real Time System)資料。圖 30 是測試顯示的畫面。

依據以上評估，我們於設計 AIS 與電子海圖系統整合時，除了取得 AIS 船舶的動靜態報告，已發展出防碰撞的航行安全模組，並解碼顯示 ASCII 安全相關廣播訊息。

4.3.2 電子海圖導航系統與 AIS 的整合

電子海圖導航系統整合 AIS 後可發揮識別船舶以及類似於雷達/ARPA 的避碰功能，更可以接收到透過 AIS 傳送的安全相關簡訊。執行畫面如圖 31-33，圖 31(a)是本船符號。功能說明如下：

1. 即時接收 AIS 接收機輸出的各類 AIS 訊息，將訊息中的各種代碼解譯後以中文意義呈現，並顯示 AIS 接收機收訊狀況。
2. 即時匯整來自同一船舶的各種訊息，組合管理並隨時更新該船的動靜態資訊記錄，提供顯示與查詢。他船目標將依據其位置經緯度與航向，以綠色銳角等腰三角形符號表示，如圖 31(b)。
3. 可以用 MMSI、船名、或呼號（call sign）查詢 AIS 目標的動靜態資訊，被查詢的目標在電子海圖上的對應符號也會加上黃色實心圓突顯標示其位置，如圖 31(c)。
4. 隨時解算各 AIS 目標相對於本船的方位距離，並將最接近本船的三艘船舶改以橘色符號標示，如圖 31(d)，並在資料視窗上顯示其 MMSI 與距離。
5. 解算各目標與本船間的碰撞危機參數(CPA 與 TCPA)，違反使用者自訂警戒值者以紫色閃動圓圈標示並發出警報，如圖 31(e)。

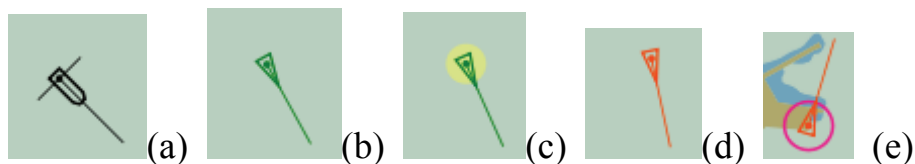


圖 31 整合 AIS 之電子海圖系統的符號設計



圖 32 查詢電子海圖系統上各 AIS 目標的動靜態資訊



圖 33 顯示接近本船的目標資料，有碰撞危險則發出警報

圖 34-36 則是 AIS 功能模組的運作與解碼程序。

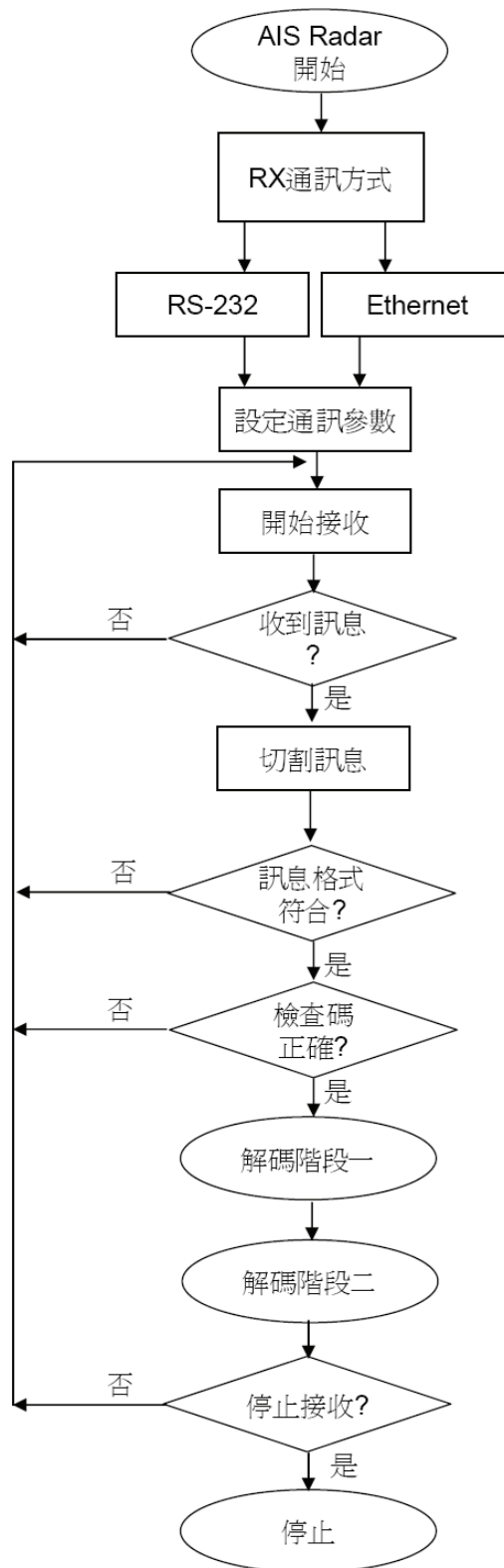


圖 34 AIS 雷達運作流程

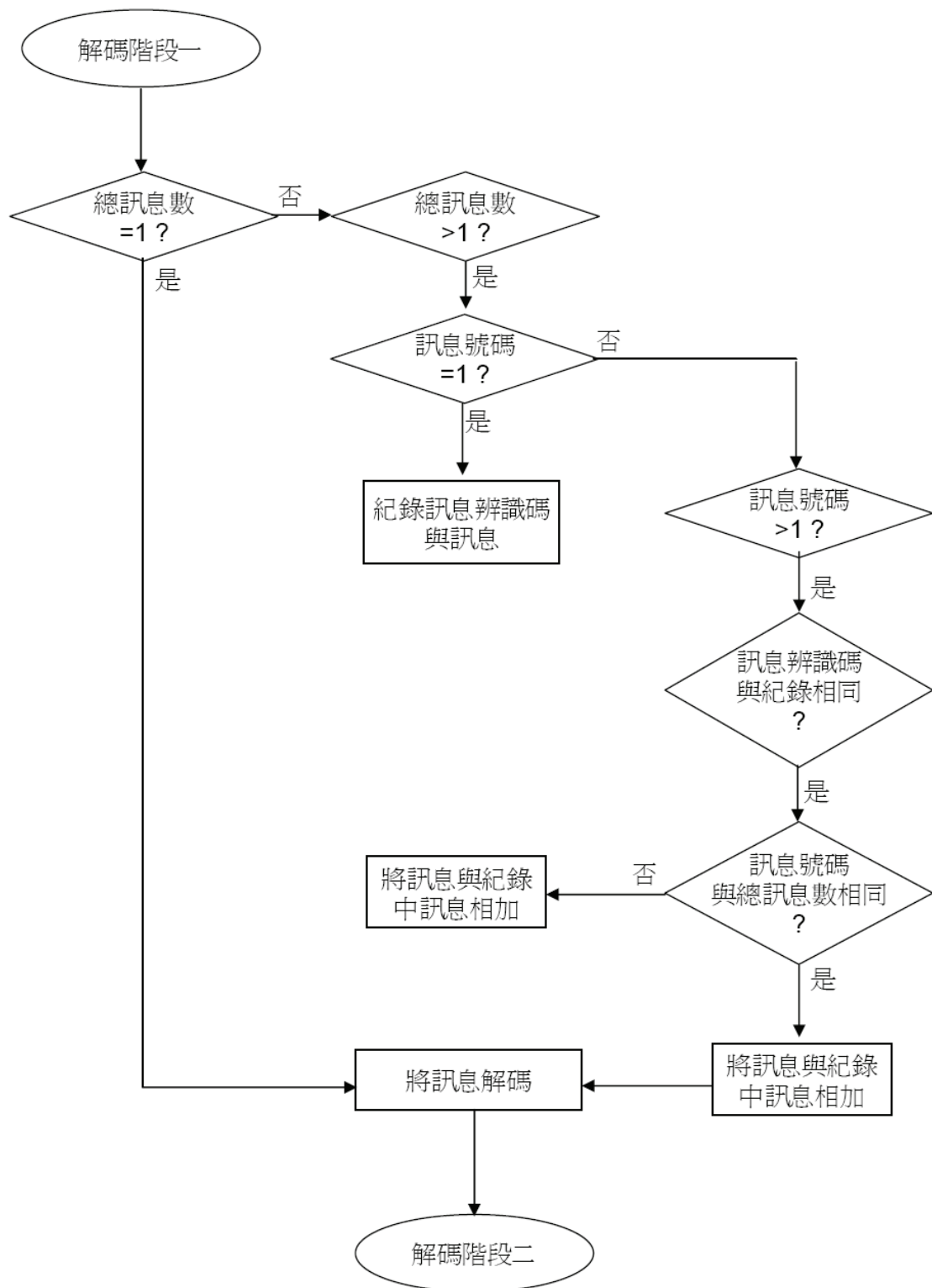


圖 35 AIS 訊息解碼第一階段程序

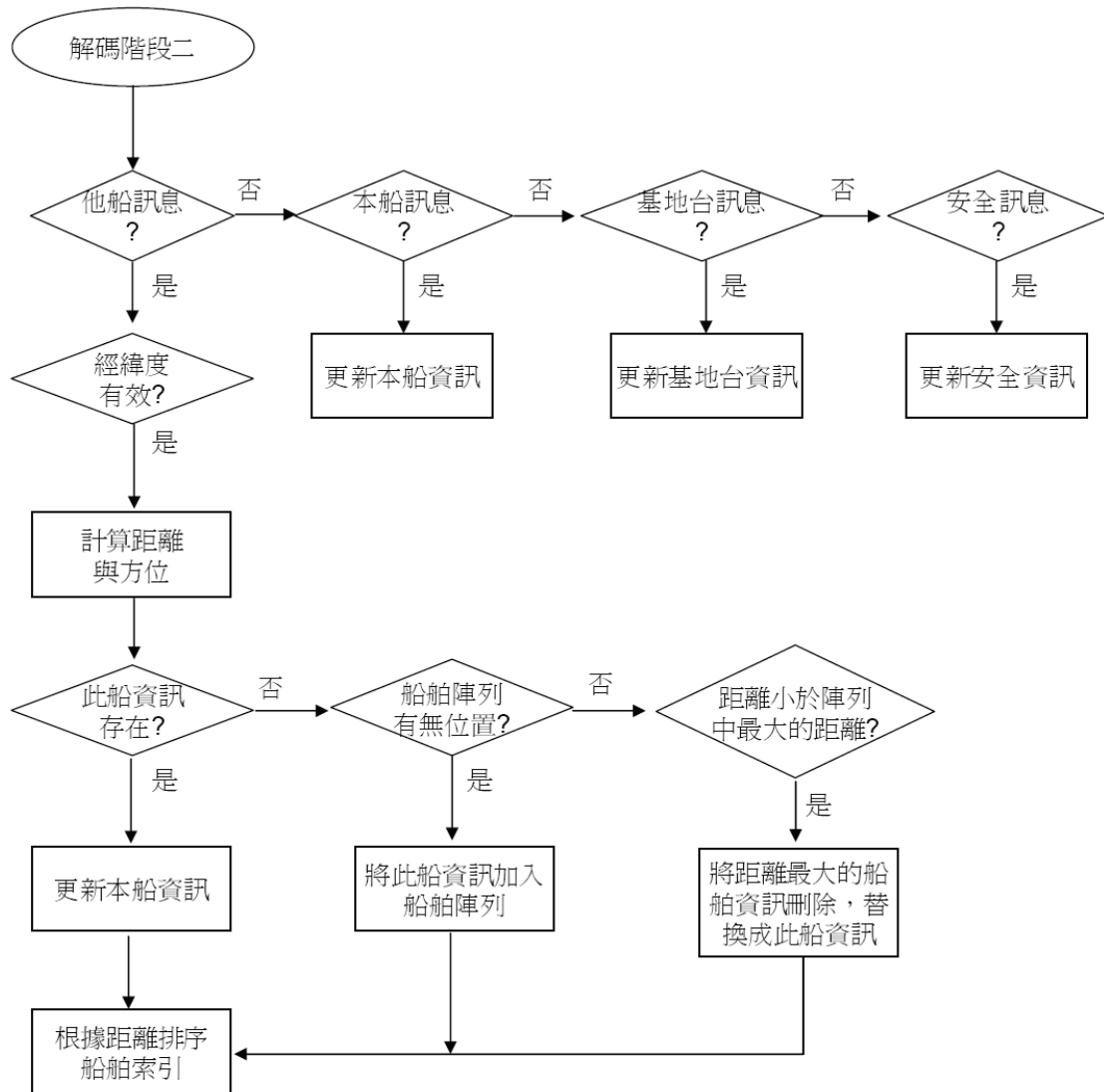


圖 36 AIS 訊息解碼第二階段程序

第五章 e-化航行的國際策略與發展

5.1 IMO 的 e-化航行策略

5.1.1 定義與範疇

IMO「e-Navigation 發展與落實策略草案」中對「e-化航海」的定義是：“E-navigation is the harmonized collection, integration, exchange, presentation and analysis of marine information on board and ashore by electronic means to enhance berth to berth navigation and related services for safety and security at sea and protection of the marine environment.”。也就是以電子的方法，調和船岸兩邊海事資訊的蒐集、整合、交換、呈現與分析，以增強航行與相關服務，提昇海上安全、保安、以及對海洋環境的保護。

5.1.2 對 e-化航行的需求

國際海事組織 2008-2013 的六年策略規劃¹已體認到：近年來科技的發展產生了新的機會，卻也可能有負面的後果。

無論是船舶或岸上負責航行安全的人員都需要更現代化的裝備提供最佳決策支援，使海上的導航與通訊更可靠更好用。目標是增進航行安全並減少錯誤，然而如果當前科技在缺乏協調的情況下持續進展，則未來航海系統的發展很可能會因為船上與岸上缺乏標準化，船舶之間不一致，而增加不必要的複雜度，反而帶來風險。

海上事故數量或損失的升高趨勢，主要都與碰撞和擱淺有關。研究顯示：大約 60%的碰撞擱淺是直接由人為錯誤造成。在船舶精簡人力的情況下，航行與避碰的關鍵決策大部分是由當值的船副獨立為

¹ IMO A.989(25)決議案

之。依據人員可靠性分析，在決策過程中若有另一人協助檢查，可以讓可靠度提高 10 倍。因此，e-化航行擬以船岸兩端系統的良好設計與船岸之間更密切的合作協助改善這個面向。

5.1.3 e-化航行的遠景

根據目前各國際組織對於 E-navigation 的共識，可從船上、岸上、通訊這三個觀點來看 e-化航行的願景：

就海上船舶而言，e-navigation 是個可以把本船的各種感測器、輔助資訊、標準化使用介面、和充份管理警戒區與警報的系統整合起來產生具體效益的導航系統。這樣一個系統的核心元素將包括：主動使航海人員參與導航過程，使其以最有效的方式行使其職責，同時避免其分心或負擔過重。

就岸上而言，e-navigation 是藉由改善資料的提供、協調、與交換，以更充分而且能讓岸上操作人員了解並運用的資料來強化岸基的船舶交通管理與相關服務，支援船舶的安全與效率。

就通訊而言，e-navigation 是個基礎架構，提供本船、船與船之間、船與岸之間、以及岸上的主管單位或其他相關單位之間經過授權的無縫式資訊傳輸，具有許多相關效益。

5.1.4 e-化航行的核心目標

IMO e-化航行概念設定的核心目標如下：

1. 促進船舶的航行安全與保安—考量海道測量、氣象與導航資訊以及風險；
2. 促進船舶交通觀測與管理—利用岸際或沿海的適當設施；
3. 促進通訊—包括船對船、船對岸、岸對船、岸對岸以及其他使用者之間的資料交換；
4. 提供機會改進運輸與物流的效率；

5. 支援緊急應變與搜救服務的有效運作；
6. 展現適用於安全關鍵(safety-critical)系統的準確度、完整性與連續性等級；
7. 透過一個可以使航安效益最大化，使用者混淆誤解之風險最小化的人機介面，整合並呈現船上與岸上的資訊；
8. 整合並呈現船上與岸上的資訊以管理使用者的工作負荷，同時促使使用者參與決策並支援決策。
9. 在發展與實現的過程中納入對於使用者訓練與熟悉的要求；
- 10.就設備、系統、符號與操作程序等方面，促進全球化的覆蓋率，一致的標準與安排，以及彼此的相容性與互操作性。
- 11.支援規模的可伸縮性，以促進所有潛在海事使用者的使用。

5.1.5 e-化航行的效益

e-化航行預期可產生的顯著效益如下：

1. 航行安全的增進

方法包括：以明確且貼切於當下情境的資訊來改善決策支援；以自動化的指標、警告、以及防止故障的方法減低人員疏失；改善電子航海圖(ENC)的涵蓋率與可得性，並提高其一致化與品質；以”S-Mode”選項引進設備的標準化（尤其是操作介面），而不至於限制了廠商的創新能力；提升導航系統的順應恢復力，增進其可靠性與完整性；改善船上與岸基系統的整合，善用所有的人力資源。

2. 環境保護的改善

方法包括：以上述增進航行安全的措施，降低船舶碰撞與擱淺導致溢漏油污染的風險；使用最佳航路與航速以減低污染的排放；提升應變處理溢漏油等緊急事件的能力與能量。

3. 海上保安的強化

讓岸基的利益攸關者（stakeholders）得以靜默運作的模式實施海域範圍的監測與掌控。

4. 效率的提高與成本的降低

以可以快速變更因應的管理程序來強化設備的全球標準化與型式認證；以通報程序的自動化且標準化減低行政管理方面的成本開支；改善船橋效率，讓航行當值人員能有更多的時間維持適當瞭望與良好的執業習慣，例如至少用兩種方法確定船位。整合現有系統，落實有效率且連貫密合地使用新設備以符合所有使用者需求。

5. 人力資源管理的改善

強化船橋團隊的經驗與狀態。

5.1.6 e-化航行的使用者及其高層次需求

目前 IMO 以典型 SOLAS 船舶和一般岸上主管機關的需求為基礎，草擬的高層次使用者需求如下：

1. 共通的海事資訊/資料結構

航海人員需要關於航程規劃與執行、航行風險與法規符合度評估的資訊。這些資訊應該要能從單一的整合系統取得。

岸上的使用者需要關於其海事領域的資訊，包括船舶及其航程的靜態與動態資訊。這些資訊應該以國際協議的共通資料結構提供。這樣的資料結構對於區域或國際資訊共享而言是必要的。

2. 自動化且標準化的通報功能

e-化航行應該提供自動化且標準化的報告功能使船舶與航程資訊的傳達最佳化。這包括傳到岸上或岸上傳送給船上使用

者的安全相關資訊，以及在所有使用者之間傳遞的保安及環保相關資訊。

通報規定應該就內容與通訊技術這兩方面自動化或是盡可能預先準備。資訊的交換應該協調一致並予簡化，以減少通報的要求。而且應該考量通訊需求的保安、法律與商業問題。

3. 有效且強健的通訊

4. 以人為中心的顯示需求

導航顯示的設計應該能清楚地指出風險，並提供決策的最佳支援，因此需要一個整合的「警報管理系統」，而且應該考慮以決策支援系統對於如何因應這些警報提出建議方案。

在船上引進「標準模式(S-Mode)」的概念，在岸上則以分層或表列的顯示設計彈性化地同時支援「共通操作畫面(Common Operating Picture, COP)」與「使用者自訂操作畫面(User Defined Operating Picture, UDOP)」。所有顯示的設計都應能於交換安全相關資訊時限縮混淆或誤判的可能性。

5. 人機介面

電子系統應該發展一些輔助工具，讓目視觀測所得的資訊和使用者的知識經驗都能納入並呈現於系統中。資訊的呈現應設計成可以減低「單一人員的錯誤」，提昇團隊作業的方式。無論在設備的實體配置或是燈光、色彩、符號和語言的使用上，都應該善用人體工學原則。

6. 資料與系統的完整性 (integrity)

7. 分析

船上的系統應該具備分析功能，以支援使用者遵守法規、規劃航程、評估風險、避免碰撞擱淺等。

岸上的系統應能支援環境影響評估、船舶移動的前向規劃、危險/風險評估、事件預防或通報指示等。

同時也應該考慮運用分析於事件的因應與復原、風險評估與因應措施的規劃、環境保護措施、事件的偵測與預防、降低風險、預作準備、資源管理與通訊。

8. 關於實行的議題

在 e-化航行技術實行前，應該確立各個面向的最佳使用範例，並有效實施使用者的訓練與熟悉化。IMO 贊成以模擬的方式確立訓練需求且評估其有效性。

e-化航行應該盡可能和國際與國家已強制船舶安裝的系統設備及其性能標準相容並支援其整合。

5.1.7 e-化航行的關鍵策略元素及其落實

基於使用者需求，e-化航行的關鍵策略元素包括：架構、人的元素、公約與標準、定位、通訊技術與資訊系統、電子航海圖（ENC）、設備的標準化、規模可伸縮性。茲摘要說明如下：

1. 架構

應該發展並維護整體的概念性、功能性與技術性架構，尤其是程序的描述、資料結構、資訊系統、通訊技術、以及法規方面。

2. 人的元素

重點包括：訓練、適任能力、語言技能、工作負荷與動機。警報的管理、資訊的過載、以及人體工學則是明顯的顧慮。

3. 公約與標準

e-化航行的發展與實行應該建構在國際海事組織的各項工作上，例如：海上人命安全公約(SOLAS)，防止船舶污染國際公

約(MARPOL), 航海人員訓練發證及當值標準國際公約(STCW)等。

4. 定位

必須提供可以符合使用者需求的定位系統，此需求是指依據交通量與風險等級而訂定的準確度、完整性、可靠性、以及系統備援等要求。

5. 通訊技術與資訊系統

必須確認出符合使用者需求的通訊技術與資訊系統。這項工作可能牽涉現有系統的提昇或是新系統的發展。

6. 電子航海圖(ENCs)

IMO 認為全球 ENC 的覆蓋率/可得性是最重要的，因而要求國際海測組織 IHO 以及各成員國政府持續努力增加 ENC 的覆蓋率。E-化航行預期將獲益於未來 IHO S-100 標準所增加的功能性。

7. 設備的標準化

此工作將依設備性能標準的發展程序進行，涉及使用者與設備製造商。

8. 規模可伸縮性

IMO 的成員國對於所有各類船舶的安全都負有責任。因此 e-化航行的規模可能擴及所有潛在的使用者。將 e-化航行概念擴展到非 SOLAS 船舶已被視為一項重要工作。

5.2 IMO e-化航行策略的實現

根據 IMO 的 e-化航行策略草案，e-化航行的實現計畫應採取階段式遞迴的程序持續發展，如圖 37。

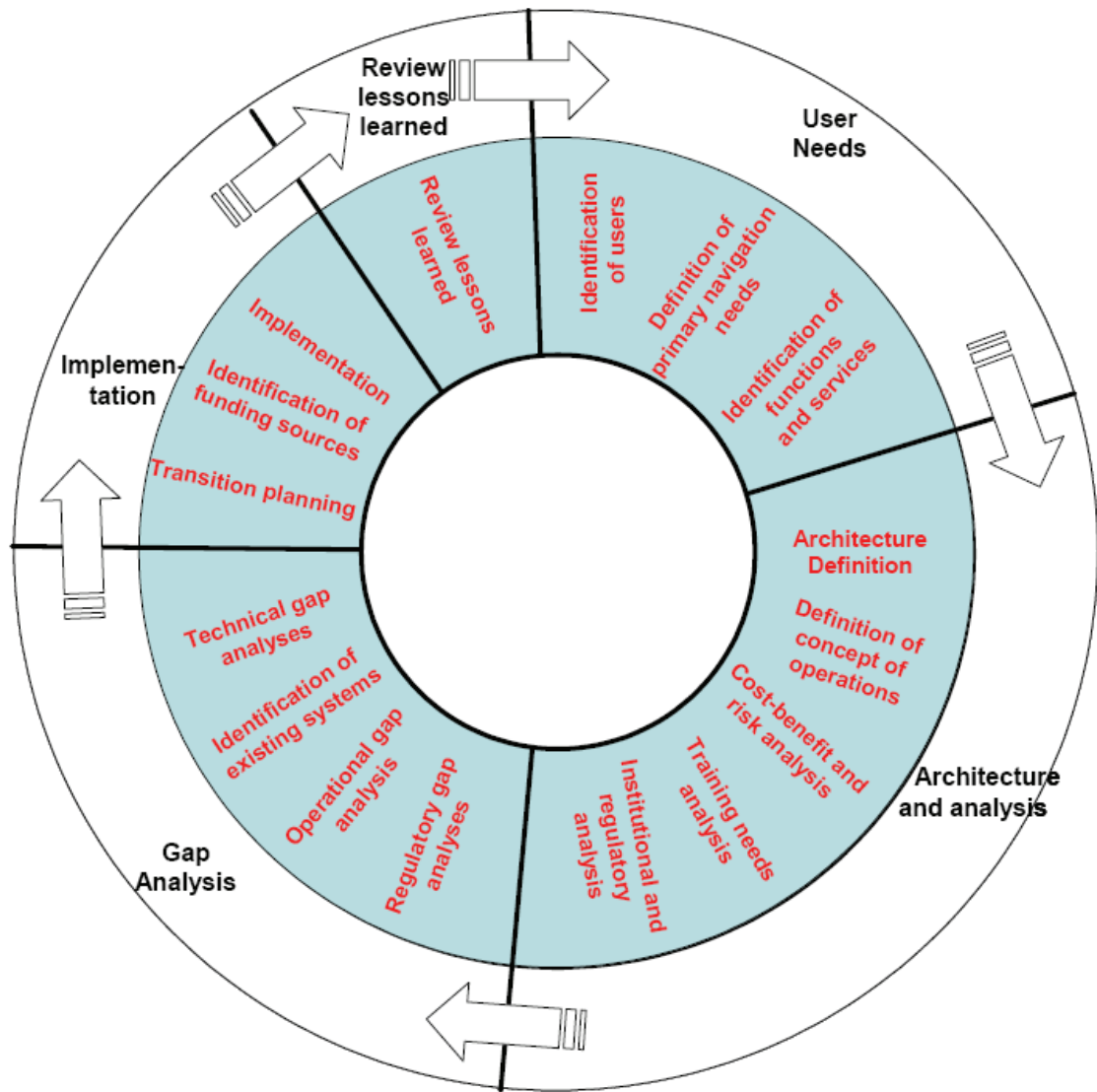


圖 37 IMO 實現 e-化航行策略的程序示意圖

e-化航行的實現計畫第一步是確認使用者及其需求。這部份已初步完成，將優先於 2009 年以前再作檢視。第二步的架構包括可滿足使用者需求的硬體、資料、資訊、通訊技術以及軟體，預計在 2010 年以前完成。第三步的缺口分析已啟動，後續將聚焦於技術、法規、操作與訓練等面向，初步的缺口分析將於 2010 年以前完成。實行計畫中將包含成本效益與風險分析。在完成上述這些步驟之後，e-化航行的實現計畫（Implementation Plan）可能從 2012 年開始執行，計畫內容將包括：各組織/各方應負責任的確認、轉移至 e-化航行的規劃、階段性實作時程，並將以可能的發展藍圖闡明必要的共識。日本於 NAV54 提出的避

碰支援技術的發展藍圖（roadmap）可做為範本。茲依據該 roadmap 重繪如圖 38。

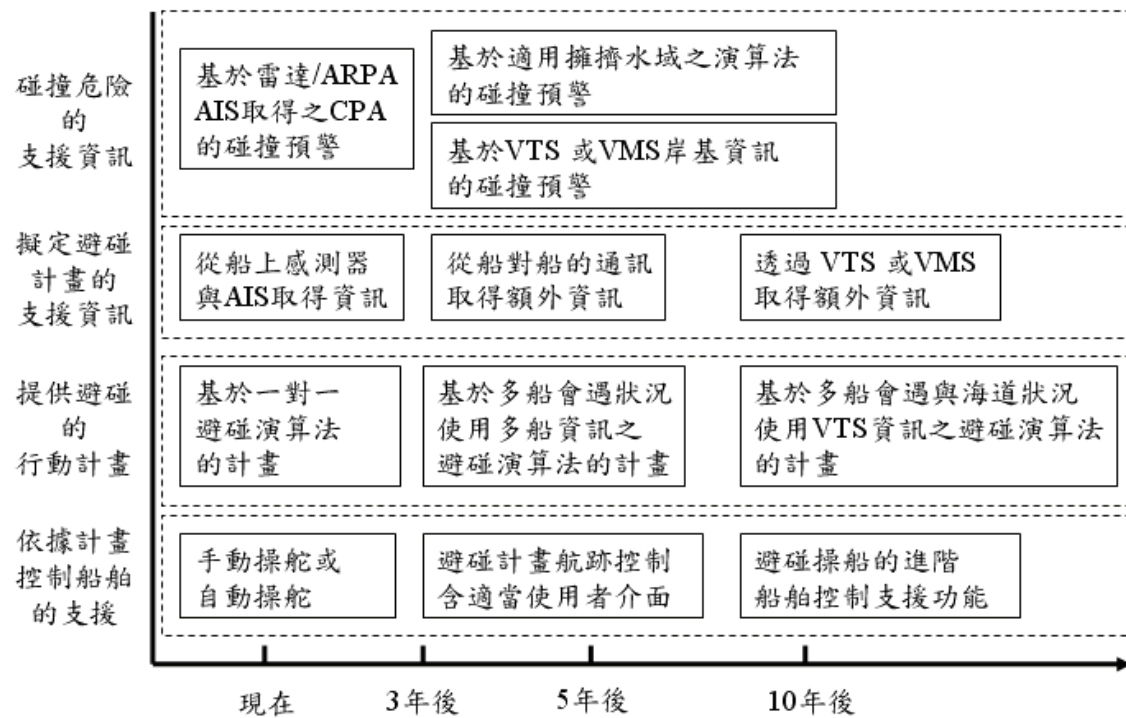


圖 38 e-化航行發展藍圖的範例(避碰支援技術發展藍圖)

第六章 下一世代的電子海圖

6.1 概述

IHO 目前的海測資料交換標準是 S57，以 S57 為基礎訂定的產品規格只有 ENC 一種，此 ENC 產品規格即各國海測專責機構製作官方電子航海圖的規範。為了盡快達成電子航海圖的全球覆蓋率，S57 的最新版本 3.1 自 2000 年凍結（不再改）至今。另一方面，為了運用新技術以更多樣化的資料來源提供更多元的產品與服務，IHO 已積極研究下一世代的海測資料標準與產品規格。下一世代的海測資料標準稱為 S-100，IHO 預計以 S-100 為基礎發展出多種產品規格。

現有 S57 ENC 將演進為 S-100 中的下一世代電子航海圖 S-101，而 S-100 其他各資料來源、產品、服務都是 E-Navigation 架構不可缺少或忽視的一環。圖 39 摘錄自 IHO 官方網站 <http://www.iho.shom.fr/> 的 S-100 資訊文件 (S-100_info_paper_Mar08_EN.pdf)，最新版本的示意圖以 WebServices（網路服務）取代 ICE，實際上仍包含 ICE。

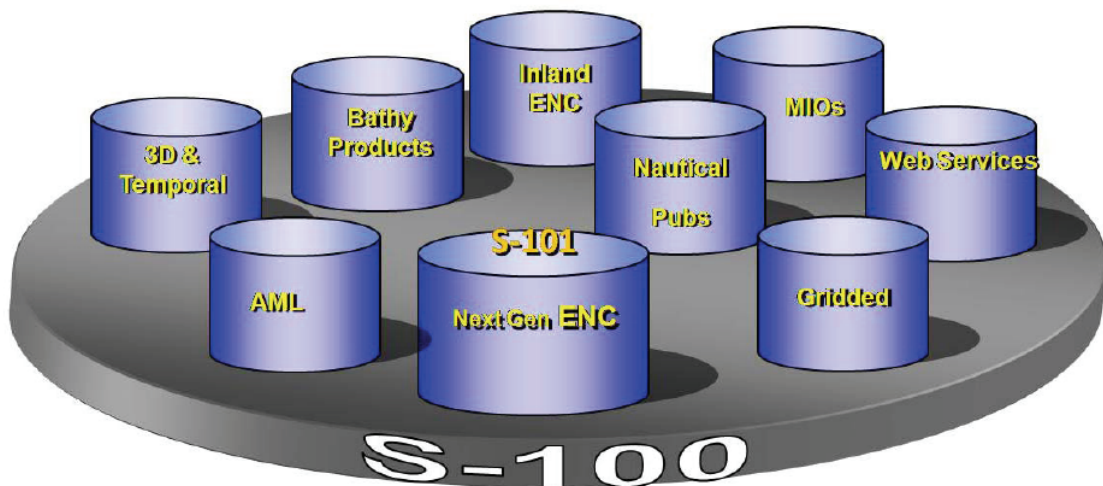


圖 39 S-100 多樣化資料來源、產品與服務示意圖

6.2 下一世代海測資料的地理空間資訊標準 S-100

6.2.1 S-100 的發展概況

IHO S-100 的正式名稱是”IHO Geospatial Standard for Hydrographic Data”，主要是由 IHO 的 CHRIS（Committee on Hydrographic Requirements for Information Systems）委員會中的 TSMAD(Transfer Standard Maintenance and Application Development)工作小組負責研議。

S-100 的主要目標之一是與國際標準組織(ISO) 技術委員會 TC/211 關於地理資訊的 ISO 191xx 系列標準相符。S-100 草案的基本架構與各部份對應的 ISO 標準如表 5。

表 5 S-100 的基本架構及其關聯的 ISO 標準

S-100 基本架構	關聯的 ISO 標準	ISO 標準主題說明
Conceptual Schema Language	ISO /TC211::ISO 19103	概念綱要語言，以 UML 為概念化的工具
Feature Data Dictionary	ISO /TC211::ISO 19126 ISO /TC211::ISO 19135	資料典 地理資訊項的註冊程序
General Feature Model	ISO /TC211::ISO 19109 ISO /TC211::ISO 19131	應用綱要的規則 資料產品規格
Hydrographic Metadata	ISO /TC211::ISO 19113 ISO /TC211::ISO 19114 ISO /TC211::ISO 19115 & ISO 19115-2	品質原則 品質評估程序 詮釋資料及其於影像與格點資料的延伸
Feature Catalogue	ISO /TC211::ISO 19110	圖徵目錄的方法論
Coordinate Reference System	ISO /TC211::ISO 19111	坐標的空間參照系統

Spatial Schema	ISO /TC211::ISO 19107	空間綱要，提供幾何與位相特性的描述法
Imagery and Gridded Data	ISO /TC211::ISO 19129	影像與格點資料架構
Portrayal	ISO /TC211::ISO 19117	展示資料的方法、規則與符號
Encoding Components	ISO 8211 ISO /TC211::ISO 19136 ISO /TC211::ISO 19139	地理標記語言 (GML) 詮釋資料實作規格
Building an S-100 Product Specification		
Maintenance Component		

在坐標的空間參照系統 (CRS) 方面，IHO 並不打算自行實作一套 CRS register。現有可用的 CRS 包括最通用的 EPSG 大地參數資料組，用 EPSG 命名空間加上代碼就足以傳遞完整的 CRS 定義，例如 EPSG:4326 即 WGS84 坐標基準。只可惜 EPSG 資料庫的管理並不符合 ISO 19135。

S-100 標準的草案於 2008 年 2 月起公告於 IHO 的網站 (<http://www.iho.shom.fr/>) 徵求評論，評論期至 2008 年 8 月 30 日止。修正建議經 9 月 TSMAD 會議討論後，最終版本預期於 2008 年 11 月的 CHRIS 會議採行。

根據 TSMAD 提送 CHRIS 討論的會議文件 (CHRIS20-06.1E)，評論期間內收到的約 400 個評論意見經過 TSMAD 的處理後已完成新版的 S-100 草案，除了下列問題以外已完成 CHRIS 交付給 TSMAD 的 S-100 研擬工作：

1. 描繪展示

S-100 中「描繪展示(Portrayal)」的部份將參照 ISO 19117。但因 ISO 19117 正在修訂中，所以必須等待 ISO 19117 版本穩定後再議。也就是說 S-100 資料的顯示方法、規則與符號等仍然未定。

2. 3D 三度空間

雖已開始進行初步研議，但因實際上尚未看到任何明確的使用案例需要盡快納入 3D 空間資訊，因此這部份將等到未來有需要時再擴充 S-100。

3. 除了 ISO/IEC8211 以外的編碼格式

ISO/IEC8211 是目前 S57 ENC 採用的編碼格式。雖然 TSMAD 在研擬 S-100 的過程中曾分別就 ISO 8211 與 GML(即 ISO 19136) 兩種編碼封裝方式研擬應用綱要與編碼格式。但目前的提案仍維持以 ISO 8211 為主，其他格式將於產品規格有需要時再發展成 S-100 的延伸擴充。

雖然如此，TSMAD 認為 S-100 的公佈時程沒有必要再拖延，因為依據 S-100 發展各種產品規格的過程將是 S-100 的最佳測試環境。所以 TSMAD 建議 11 月初舉行的 CHRIS20 會議能批准 S-100，並送交 2009 年 6 月的 IHO 4th Extraordinary Hydrographic Conference 正式通過，使 S-100 能於 2009 年 7 月 1 日公告出版。

6.2.2 S-100 的資料模型

S-57 與 S-100 的空間資料模型分別如圖 40 與 41（分別摘錄自 IHO S57 標準檔案與 S-100 草案）。S-57 的向量資料模型可用以描述 cartographic spaghetti, chain node, planar graph, full topology 四種等級的位相關係(topology)，S57 ENC 產品規格要求使用 chain node topology。目前 S-100 草案中的 topology 等級則有 geometryOnly, topology1D, planarGraph, fullPlanarGraph, surfaceGraph, fullSurfaceGraph, topology3D, fullTopology3D, abstract 等。

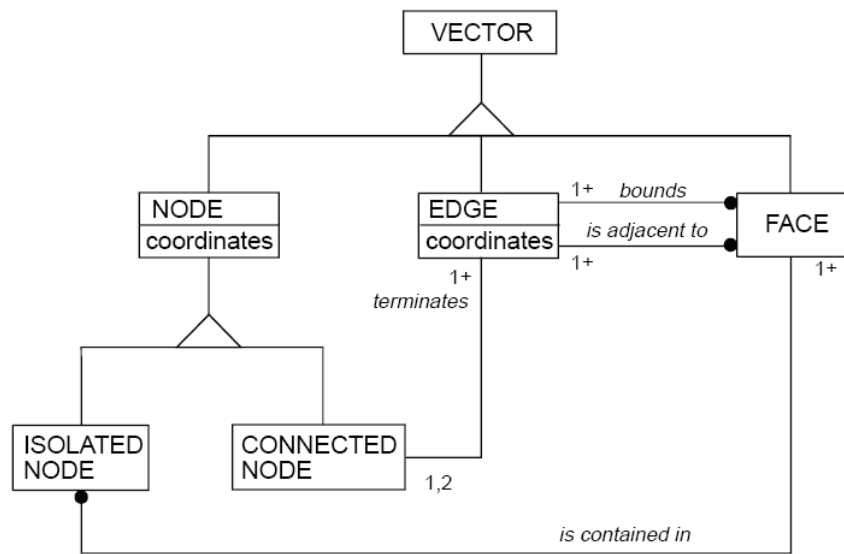


圖 40 S-57 的向量資料模型

S-57 以 Object Catalogue 為資料綱要，內含 object classes（物件類別）、attributes（屬性）、以及物件類別和屬性之間的相互參照關係。物件類別和屬性的定義、各類物件可用的屬性、各屬性可用的屬性值都合併在 object catalogue 中。S-57 ENC（Electronic Navigational Chart）產品規格的資料綱要則是 S-57 Object Catalogue 的子集。Object Catalogue 是 S-57 標準的附錄 A，這使得在 S-57 標準必要的凍結期內，缺乏新增修改物件或屬性的彈性，不利於海測資料整合與應用的發展。

S-100 採用 ISO TC/211 的 registry 機制，建立符合 ISO 19135（地理資訊項的註冊程序）的 IHO registry（http://195.217.61.120/iho_registry/），內含數個 registers，例如：Metadata Register, Data Type Register, Symbols Register, 以及 Feature Data Dictionary（FDD）Registers。

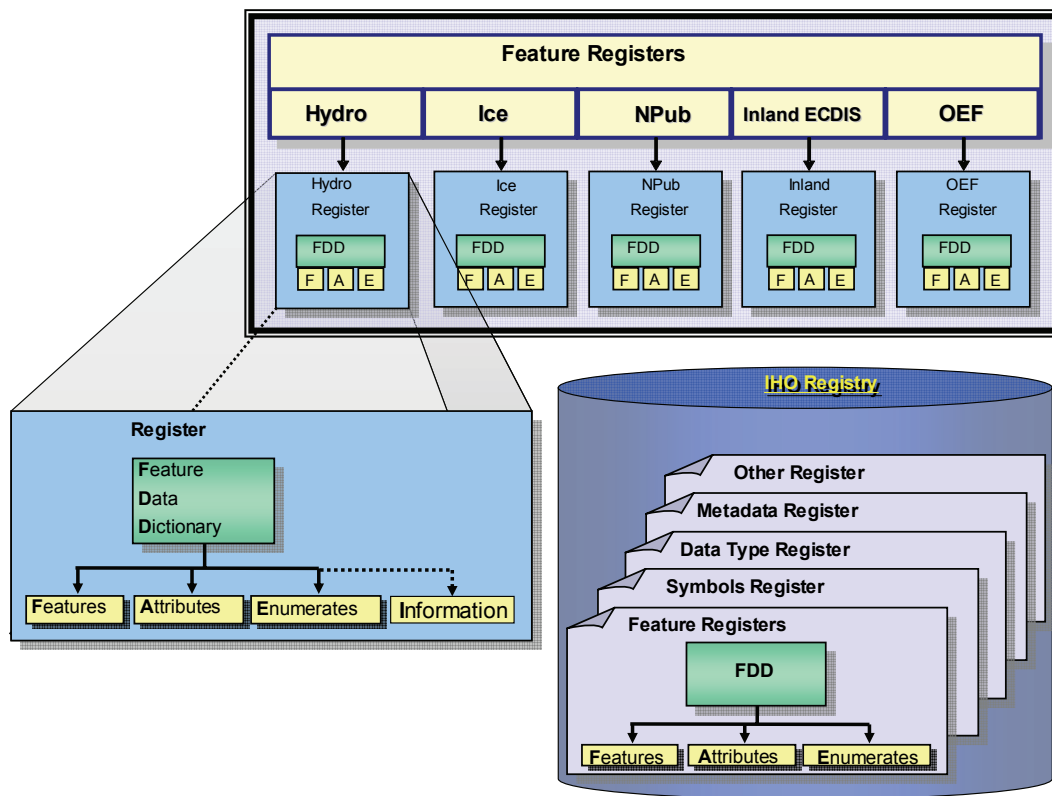


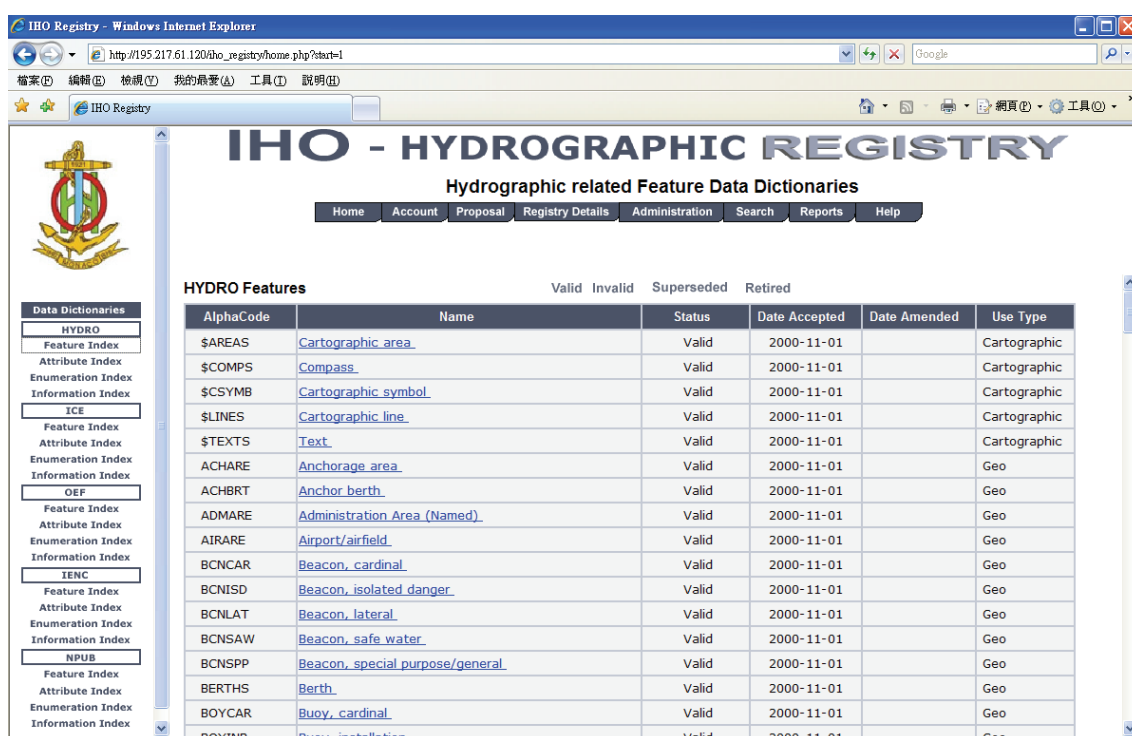
圖 42 S-100 依 ISO 19135 建立的 IHO Registry 架構

目前 IHO Registry 的 Feature Data Dictionary 有 Dynamic Ice Coverage (ICE), Nautical Publications (NPUB), Inland ENC (IENC), Open ECDIS Forum (OEF), Hydrographic (HYDRO) 等 registers (即 FDD 資料典), 如圖 42。每個 register 有一個組織負責其內容與管理。各 register 內有 Feature, Attribute, Enumeration, Information object 等四種項目。S-100 的 feature, attribute, 與 enumeration 約分別對應於 S-57 的 object, attribute, 與 attribute value。

Feature 又分為地理 (geographic)、集結 (aggregation)、製圖 (cartographic)、詮釋 (meta) 等四種圖徵。屬性則有 simple attribute 與 complex attribute 之分。屬性資料型態有 Boolean (True/False), Date, Date Time, Enumeration, Integer, Real, Structured Text, Text, Time 等, 其中 Date, Date Time, 與 Time 的格式都應依據 ISO 8601。屬於 Enumeration 型態的屬性, 其可用的屬性值定義於 Register 內的 Enumeration 資料項。

”Information Object”這一項是 S-100 新引進的設計。此類物件本身沒有空間特性，而是以關聯的方式提供關於其他圖徵物件的資訊。如此一來，原本必須以點狀或多邊形 CTNARE（Caution Area）物件提供或是在每一個相關 S-57 物件內以 Information 屬性提供的注意事項或附註資訊，都可以用單一的 Information 物件來提供，不僅可以避免不必要的 CTNARE 空間資訊，在資訊內容變更時也不必再逐一更新各個相關物件中的 Information 屬性。

Register 內的資料項依其狀態分成 valid, invalid, superseded, retired 四組，以利管理及查詢。簡單地說，S-57 是用標準文件的方式管理物件與屬性，S-100 則是用網路資料庫的技術來維護管理。在網路上可看到的 IHO Hydrographic Registry 現況如圖 43



The screenshot shows the IHO Hydrographic Registry website. The main heading is "IHO - HYDROGRAPHIC REGISTRY" with a subtitle "Hydrographic related Feature Data Dictionaries". Below this is a navigation bar with links: Home, Account, Proposal, Registry Details, Administration, Search, Reports, and Help. The main content area is titled "HYDRO Features" and displays a table of features. The table has columns for AlphaCode, Name, Status, Date Accepted, Date Amended, and Use Type. The features are categorized by status: Valid, Invalid, Superseded, and Retired. The left sidebar contains a "Data Dictionaries" menu with options for HYDRO, ICE, OEF, IENC, and NPUB, each with sub-links for Feature Index, Attribute Index, Enumeration Index, and Information Index.

AlphaCode	Name	Status	Date Accepted	Date Amended	Use Type
\$AREAS	Cartographic area	Valid	2000-11-01		Cartographic
\$COMPS	Compass	Valid	2000-11-01		Cartographic
\$CSYMB	Cartographic symbol	Valid	2000-11-01		Cartographic
\$LINES	Cartographic line	Valid	2000-11-01		Cartographic
\$TEXTS	Text	Valid	2000-11-01		Cartographic
ACHARE	Anchorage area	Valid	2000-11-01		Geo
ACHBRT	Anchor berth	Valid	2000-11-01		Geo
ADMARE	Administration Area (Named)	Valid	2000-11-01		Geo
AIRARE	Airport/airfield	Valid	2000-11-01		Geo
BCNCAR	Beacon, cardinal	Valid	2000-11-01		Geo
BCNISD	Beacon, isolated danger	Valid	2000-11-01		Geo
BCNLAT	Beacon, lateral	Valid	2000-11-01		Geo
BCNSAW	Beacon, safe water	Valid	2000-11-01		Geo
BCNSPP	Beacon, special purpose/general	Valid	2000-11-01		Geo
BERTHS	Berth	Valid	2000-11-01		Geo
BOYCAR	Buoy, cardinal	Valid	2000-11-01		Geo

圖 43 IHO 的 Hydrographic Registry 現況

以海岸線為例（圖 44-46），在 IHO S-100 HYDRO 資料典中的資料項目分為圖徵細節、管理細節與建議屬性。S-100 HYDRO Feature 中的建議屬性只列了 S-57 COALNE 物件的 A-組屬性。用來控制該圖徵物件的顯示和連結外部圖文檔案的 B-組屬性，以及屬於個別物件的詮釋

資料性質的 C-組屬性都沒有列入。「海岸線種類 (CATCOA)」是建議的屬性之一，該屬性的屬性細節與管理細節可以直接連結至 HYDRO 資料典的 Attribute 查得。因為 CATCOA 屬性屬於多選一的列舉 (Enumeration) 型態，所以還會再連結 HYDRO 資料典的 Enumeration 取得可選擇的屬性值。除了列舉以外，還有實數、整數、文字、結構化文字等型態的屬性。表 6 是 S-100 實數類型屬性的範例，除了屬性代碼以外，還有屬性代表的物理量、數值的最大最小值與區間定義等欄位內容。

Object Class: **Coastline**

Acronym: **COALNE**

Code: **30**

Set Attribute_A: CATCOA; COLOUR; CONRAD; CONVIS; ELEVAT; NOBJNM; OBJNAM; VERACC; VERDAT;

Set Attribute_B: INFORM; NINFOM; NTXTDS; PICREP; SCAMAX; SCAMIN; TXTDSC;

Set Attribute_C: RECDAT; RECIND; SORDAT; SORIND;

Definition:

The line where shore and water meet. Although the terminology of coasts and shores is rather confused, shoreline and coastline are generally used as synonyms. (IHO Dictionary, S-32, 5th Edition, 858,4695)

References:

INT 1: IC 1-8, 32-33;

M-4: 310; 312.1-4;

Remarks:

Distinction: canal bank; lake shore; river bank; shoreline construction;

圖 44 IHO S-57 的「海岸線」物件類別

Feature Details	
AlphaCode:	COALNE
Name:	Coastline
Alias:	Unspecified
camelCase:	Unspecified
Use Type:	Geo
Definition:	The line where shore and water meet. Although the terminology of coasts and shores is rather confused, shoreline and coastline are generally used as synonyms.
Source Reference:	858 and 4695
Source:	S-32 Ed. 5
Similarity:	Identical
Int1:	C 1
M4:	310
Remarks:	Unspecified
Status:	Valid
Accepted:	2000-11-01
Amended:	Unspecified
Distinction:	CANBNK LAKSHR RIVBNK SLCONS

Management Details	
AlphaCode:	COALNE
Status:	Final
Proposal:	Addition
Submitting Organization:	IHO (TSMAD)
Proposed Change:	Unspecified
Justification:	NULL
Proposed:	0000-00-00
Disposed:	0000-00-00
Disposition:	Accepted
Successor:	Unspecified
Predecessor:	Unspecified
Decision:	Edition 3.1
Reg Manager:	Unspecified
Control Body Notes:	Unspecified

Recommended Attributes	
CATCOA COLOUR CONRAD CONVIS ELEVAT NOBJNM OBJNAM VERACC VERDAT	
This Feature Data Dictionary does not mandate the use of any attributes. The attributes listed here are recommended as being relevant to this particular feature. However, for some applications, certain attributes may be designated as mandatory for specific feature classes. These attributes must be listed in the appropriate product specification.	

圖 45 IHO S-100 HYDRO 資料典內的「海岸線」圖徵

Attribute Details	
AlphaCode:	CATCOA
Name:	Category of coastline
Alias:	Unspecified
camelCase:	Unspecified
Data Type:	Enumeration
Definition:	Unspecified
Source Reference:	Unspecified
Source:	Unspecified
Similarity:	Unspecified
INT 1:	Unspecified
M4:	Unspecified
Remarks:	Unspecified
Status:	Valid
Date Accepted:	2000-11-01
Date Amended:	Unspecified

Management Details	
AlphaCode:	CATCOA
Decision Status:	Final
Proposal:	Addition
Submitting Organization:	IHO (TSMAD)
Proposed Change:	Unspecified
Justification:	Unspecified
Date Proposed:	0000-00-00
Date Disposed:	0000-00-00
Disposition:	Accepted
Successor:	Unspecified
Predecessor:	Unspecified
Decision:	Edition 3.1
Reg Manager:	Unspecified
Notes:	Unspecified

Enumerations	
1	steep coast
2	flat coast
3	sandy shore
4	stony shore
5	shingly shore
6	glacier, seaward end
7	mangrove
8	marshy shore
9	coral reef
10	ice coast
11	shelly shore

圖 46 IHO S-100 HYDRO 資料典內的「海岸線種類」屬性

表 6 S-100 實數類型的屬性範例

屬性的 資料型態	文字代碼	屬性代表的 物理量	最小值 a	最大值 b	區間
實數	ORIENT	平面角	0	360	$a \leq x < b$
	VALNMR	長度	0		$a < x$

除了簡單的屬性之外，S-100 也引進了以 simple attributes 組合成”complex attribute”的設計。舉例而言，依據 S-57，分弧燈或有部分角度被遮蔽的燈光，每一個可見的扇形都必須以一個燈光（LIGHTS）物件表示，以 SECTR1 與 SECTR2 這兩個扇形角度屬性定義其可見角度範圍，以 COLOUR 與 VALNMR 定義其光色與公稱光程，再用「集合物件(Collection Object)」定義各個扇形燈物件和他們共同的結構物件（例如：燈塔或標杆）之間的主從關係。LIGHTS 物件的 A-組(物件特性)屬性有：CATLIT; COLOUR; DATEND; DATSTA; EXCLIT; HEIGHT; LITCHR; LITVIS; MARSYS; MLTYLT; NOBJNM; OBJNAM; ORIENT; PEREND; PERSTA; SECTR1; SECTR2; SIGGRP; SIGPER; SIGSEQ; STATUS; VERACC; VALNMR; VERDAT 這麼多。最低限度，依據 S57 ENC 產品規格的必要屬性規範，所有的燈都必須紀錄光色(COLOUR)與燈質(LITCHR)這兩個屬性值，扇形燈必須有 SECTR1 與 SECTR2 這兩個扇形角度屬性，如果不是定光燈，必須再加上信號週期(SIGPER)與信號群組（SIGGRP）屬性。如果採用 S-100 的設計，則可以用燈弧（Light sector）、燈光規律（Rhythm of light）、信號序列間隔（Signal Sequence Interval）這三種 complex attribute，如表 7。

表 7 S-100 的複合屬性範例

複合屬性	單屬性	
燈弧（lightSector）	SECTR1,SECTR2, COLOUR,	

	VALNMR	
燈光規律 (rhythmOfLight)	LITCHR, SIGPER, SIGGRP	
信號序列間隔 (signalSequenceInterval)	signalStatus duration	狀態：L(明)或 E(滅) S57 格式：LL.L + (EE.E) 例：00.8+(02.2)+00.8+(05.2)

以此設計，則「燈光(light)」這類圖徵的屬性可包括：

- 燈光規律 rhythmOfLight[1...*]
- 燈弧 lightSector[1..*]
- 信號序列間隔 signalSequenceInterval[0..*][ordered]
- 物件名稱 objectName[0..1]
- 高度 height[0..1]

6.2.3 S-100 的產品規格

S-100 的第一個資料產品規格是被指定為 S-101 的電子航海圖產品規格 (Electronic Navigational Chart Product Specification)。其他的資料產品規格將依序成為 S-102, S-103,...。就海道測量產品而言，預期會有：已處理過的海道測量資訊、未處理的海道測量資訊這兩種版本的產品規格。

S-100 發展資料產品規格的程序如圖 47。在 S-100 標準規範下的各種資料產品規格，將採用類似的架構，每個資料產品規格都將包括下列基本組成內容：

1. 產品識別

產品名稱、產品簡稱、資料產品內容摘要、主題類別、資料涵蓋的地理範圍描述、空間解析度、目的、語言、資料安全分類代碼、空間表示的形式種類、聯絡人、使用限制。

2. 資料內容與結構

以「圖徵 (feature)」為基礎的資料產品應該有「圖徵目錄」和「應用綱要」；基於「網格式 (coverage)」和影像資料的資料產品應該有唯一的識別碼、技術描述、網格或影像型式、額外的規範。

3. 坐標參考系統

大地坐標參考系統、大地基準、橢球坐標系統

4. 資料品質

5. 資料的擷取

資料來源與製作過程

6. 資料的維護

維護更新頻率、資料來源、製作過程

7. 資料的展現

圖形化輸出顯示用 portrayal library 的書目

8. 資料的編碼

格式名稱、版本、使用的字集、格式的規範、檔案結構

9. 產品的交付

產品交付的計算單位、單位產品的概估傳輸量（以 MBytes 表示）、資料媒體名稱、其他關於交付產品的資訊。

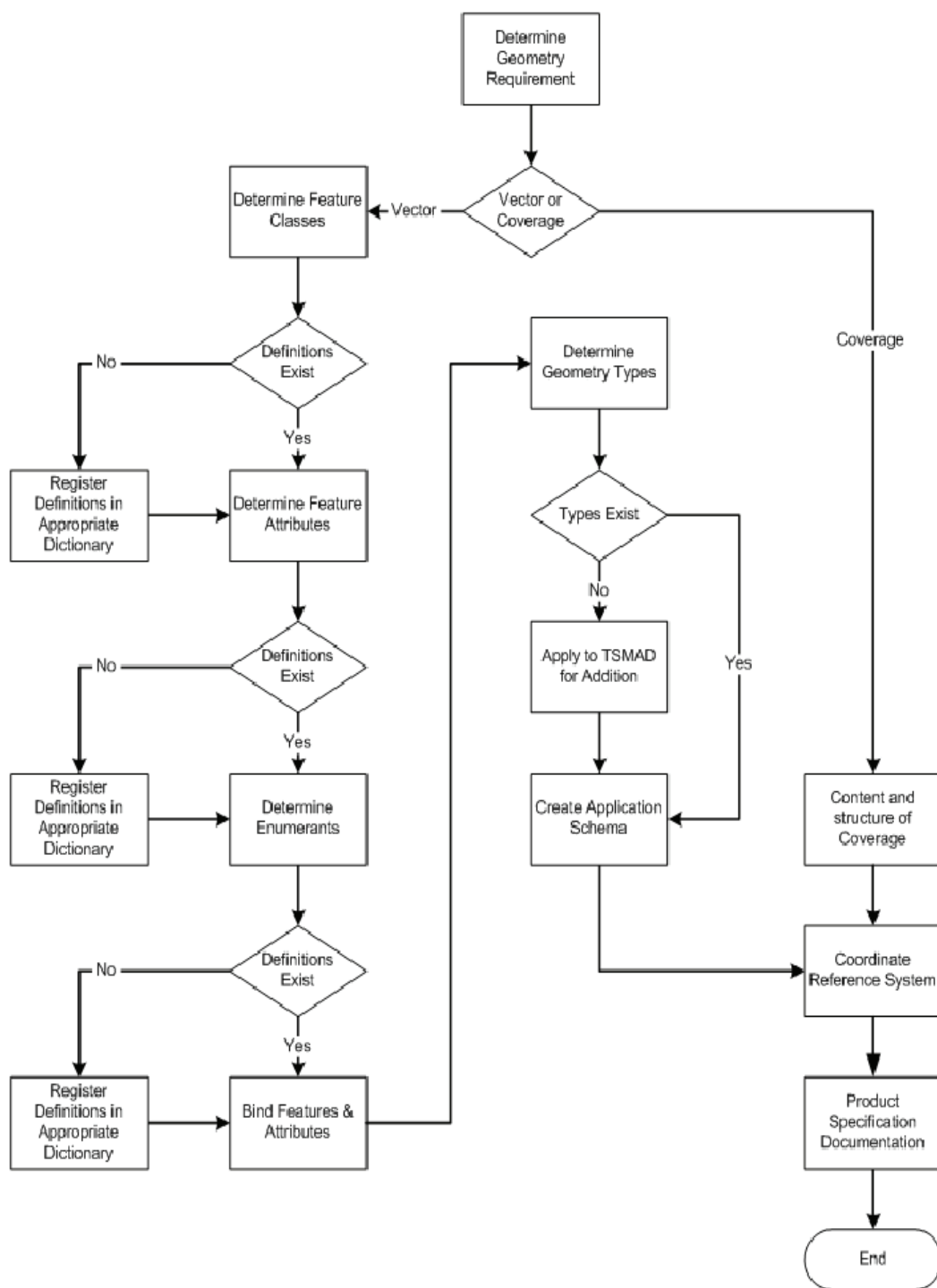


圖 47 S-100 的產品規格發展程序

為了更清楚呈現 S-100 產品規格的樣貌，茲將 S-100 草案中的「潮汐預報資訊 (Tidal Prediction Information, TPI)」產品規格範例，摘錄

於后。TPI 產品規格的詮釋資料如表 8，產品識別如表 9。

表 8 「潮汐預報資訊」產品規格的詮釋資料

Title		Tide Prediction Information Product Specification
Version		1.0
Date		Created: 2008-01-18
Language		English
Classification		Unclassified
Contact	Organisation Name	Data Product Owner
	Role	Owner
Identifier		Iho:S100:PSExample1
Maintenance		Every five years

表 9 「潮汐預報資訊」產品的產品識別

Title		Tide Prediction Information
Abstract		Encodes information and parameters for use in making tide predictions
Geographic Description	Description	Global, marine areas only
	East Bounding Longitude	180
	West Bounding Longitude	-180
	North Bounding Latitude	90
	South Bounding Latitude	-90
Spatial Resolution	Equivalent Scale	10000
Purpose		The data shall be collected for the purpose of tide prediction.
Language		Not applicable

TPI 產品規格的坐標參考系統如表 10。TPI 的資料編碼或產品交付格式如表 11，交付產品採用的媒介是 CD 光碟。

表 10 「潮汐預報資訊」產品的坐標參考系統

Geodetic Coordinate Reference System		
name	code	WGS 84
scope		Horizontal component of the 3D geodetic CRS used by the GPS satellite system.
Geodetic Datum		
scope		Satellite navigation.
Ellipsoid	semiMajorAxis	6378137m
	inverseFlattening	298.257223563
primeMeridian	greenwichLongitude	0°
Ellipsoidal Coordinate System		
Axis 1		
name	code	Geodetic latitude
axisSymbol		Lat
axisDirection		north
unitOfMeasure		angle
Axis 2		
name	code	Geodetic longitude
axisSymbol		Long
axisDirection		east
unitOfMeasure		angle

表 11 「潮汐預報資訊」產品的資料編碼

Format name	Geography Mark-up Language
Version	3.1.1
Specification	Geography Mark-up Language – GML – 3.0, OpenGIS® Implementation Specification, 7 February 2004, OGC Document Number 03-105r1
Language	English
Character Set	utf8

TPI 是以圖徵為基礎的產品，所以在「資料內容與結構」這部份的產品規格將包括「圖徵目錄(feature catalogue)」如圖 48，以及用「統一建模語言(Unified Modeling Language, UML)」表示的「應用綱要(application schema)」,如圖 49。

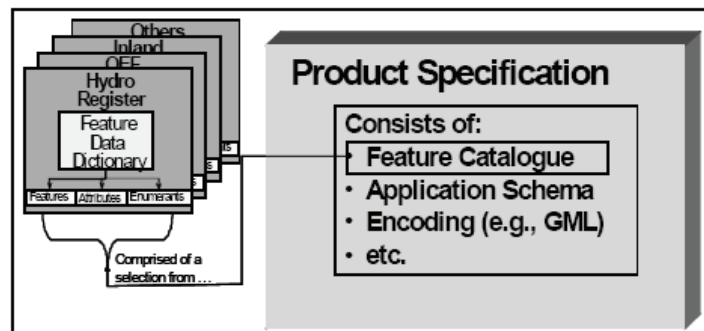


圖 48 產品規格之 feature catalogue 取自 IHO registry

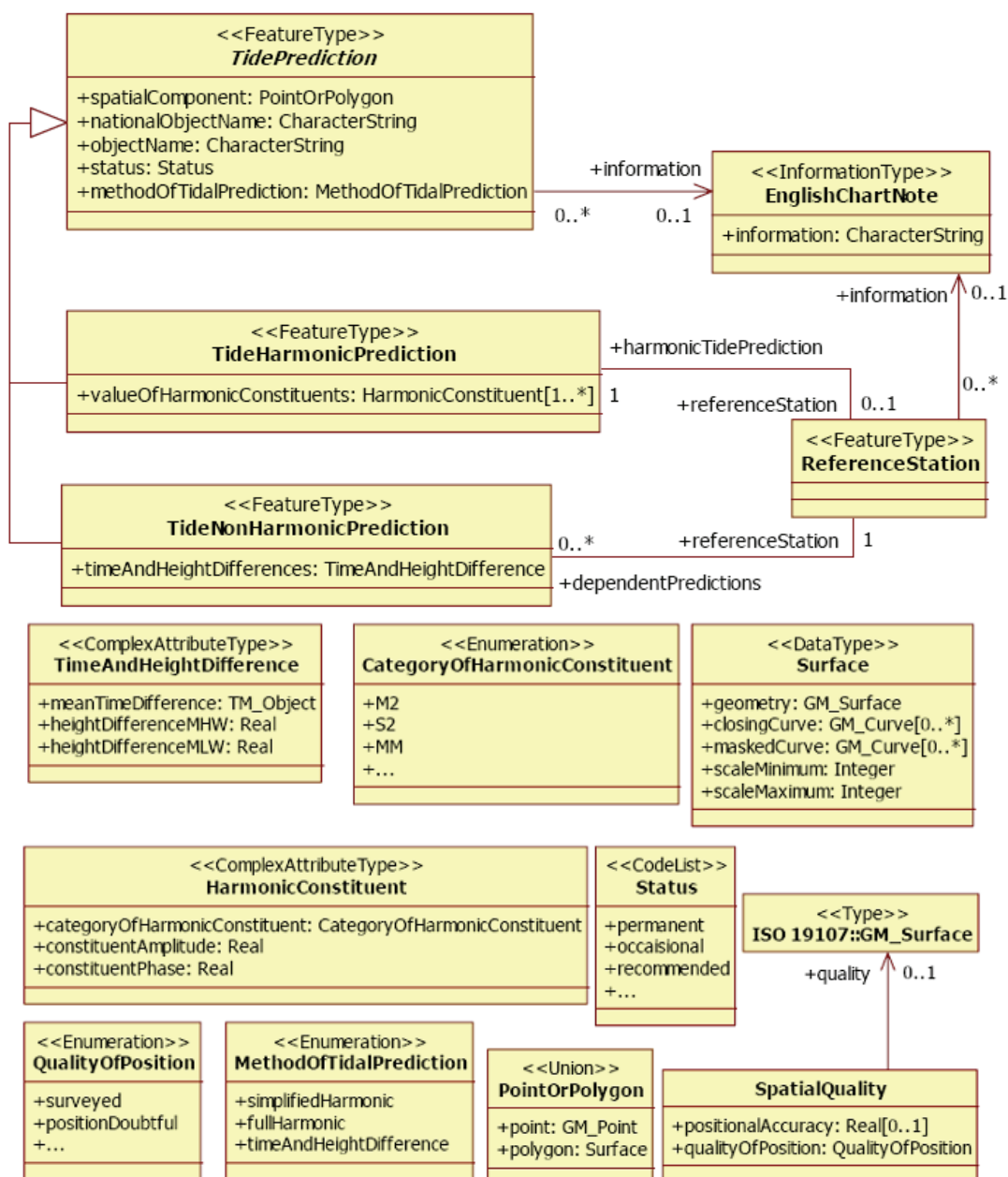


圖 49 S-100 TPI 產品規格（說明用）的應用綱要

6.3 下一世代電子航海圖產品規格 S-101

6.3.1 S-101 的發展概況

雖然 S-101 是 S-100 的產品規格，但是為了保持和 S57 Ed.3.1 的高度相容性，實際上引進的特點將僅限於能改善資料的內容與效率的部份。例如：ISO/IEC 8211 仍將存在，甚至可能是 S-101 偏好的編碼封裝方式。預計在 2009 年 5 月提出的 S-101 工作版草案，主要仍沿襲 S-57 ENC 產品規格。依據 TSMAD 的規劃，IHO 通過 S-101 的時間約在 2012 年，如圖 50。

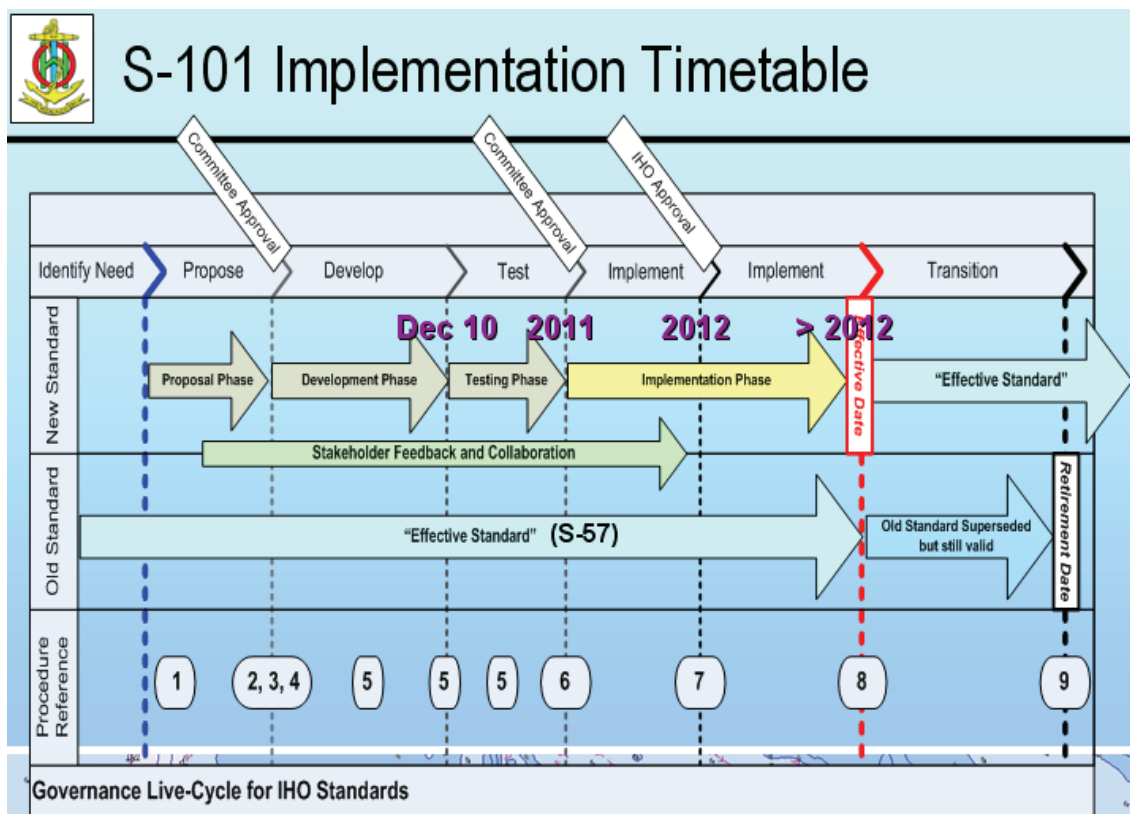


圖 50 S-101 提案發展測試與實施的時間表

6.3.2 S-101 的總體性提案

S-101 草案討論中比較總體性的提案大致如下：

1. S-101 將會把所有取自 S-100 的內容納入產品規格本文中，使 S-101 成為獨立的標準，不受 S-100 持續擴充的影響。
2. S-101 將內含一個獨立於 S-101 主文之外的 ENC 產品專用圖徵目錄(feature catalogue)，獨立管理此專用圖徵目錄的版本以利其更新。
3. S-101 將重新檢視 S-57 裡面關於潮汐的內容。因為關於潮汐的現有 S57 圖徵物件有許多從未被實作過。
4. S-101 應該有一個 portrayal catalogue，內含 ECDIS 顯示所需的符號庫與條件式顯示規則。S-101 將以 portrayal catalogue 取代現有的 S-52。
5. S-101 應該合併管理其 feature catalogue 與 portrayal catalogue 的版本，並且發展這兩個目錄的 XML 交換格式，以利傳遞給系統。S-101 擬以 XML 格式的 feature 與 portrayal 等 catalogue 自動更新 ECDIS
6. 從資料內容與結構兩方面著手，考慮 ENC 與套疊或附加於基本航海資料上的其他產品規格之間如何互動。

6.3.3 S-101 的空間幾何

除了下列幾點以外，S-101 的空間資料模型和 S57 基本上一樣：

1. 新的命名法，例如 S-57 的 Node 與 Edge 改為 S-100 的 Point 與 Curve
2. 單純化的幾何模型，可由接收的系統自行建立位相關係
3. 新增「曲面(surface)」幾何
4. 新增混合曲線 (compound curve)

例如：圖 51 是混合大地測量內插、線性內插、圓弧內插三種不同內插方式的混合曲線示意圖，摘錄自 S-100 標準草案。

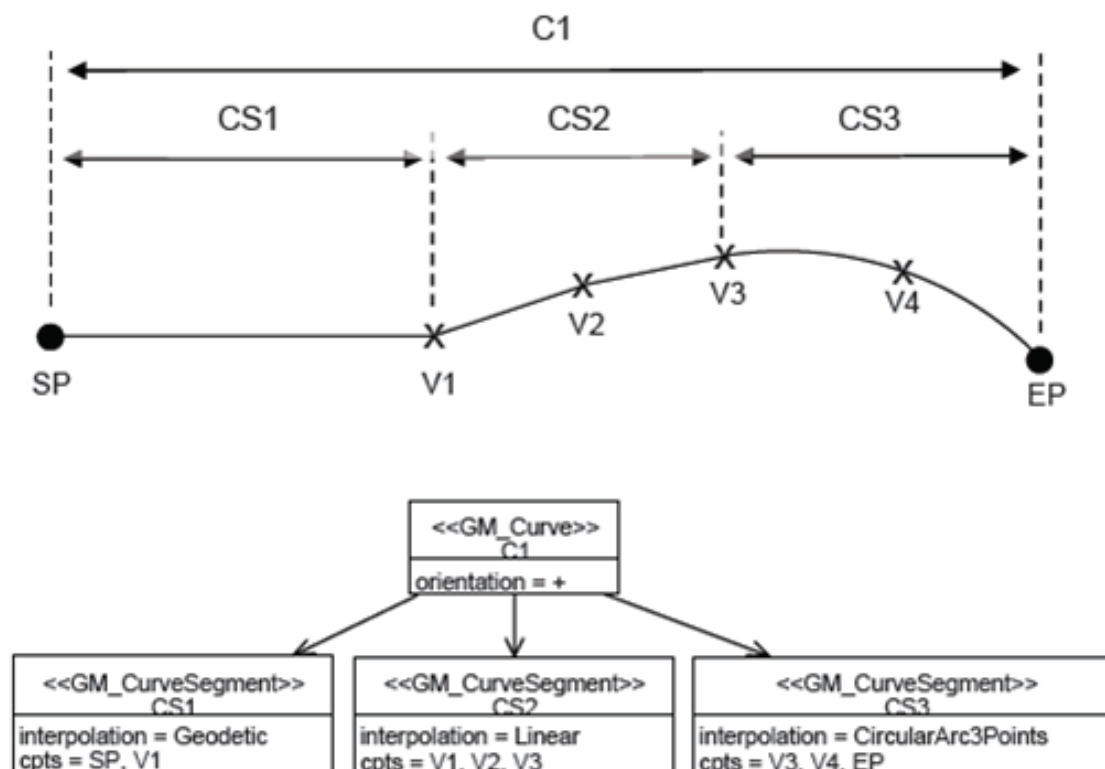


圖 51 S-101 混合曲線的範例

5. 新增大地測量內插 (geodesic interpolation)

兩個坐標點之間的線幾何被定義為 WGS84 的恆向線。所以對於較長的線必須再內插一些坐標點才能符合投影改變時的效果。

6.3.4 S-101 的圖徵目錄

在 S-101 Feature Catalogue 方面的討論，則可看到 S-57 Ed.3.1 ENC 至今累積待解決的問題或從經驗中得到的改進方案，重點如下：

1. 把這些年來陸續提議卻因為 S57 凍結而推遲的圖徵納入
2. 新的「資訊 (information) 物件」類型
3. 新的「結合 (association) 角色」關係
4. 新的「複合 (complex) 屬性」

5. 新的「文字定位 (text positioning)」屬性，包括文字的錨點與旋轉角度

6. 重新檢討 CATZOC (信心區類別) 屬性

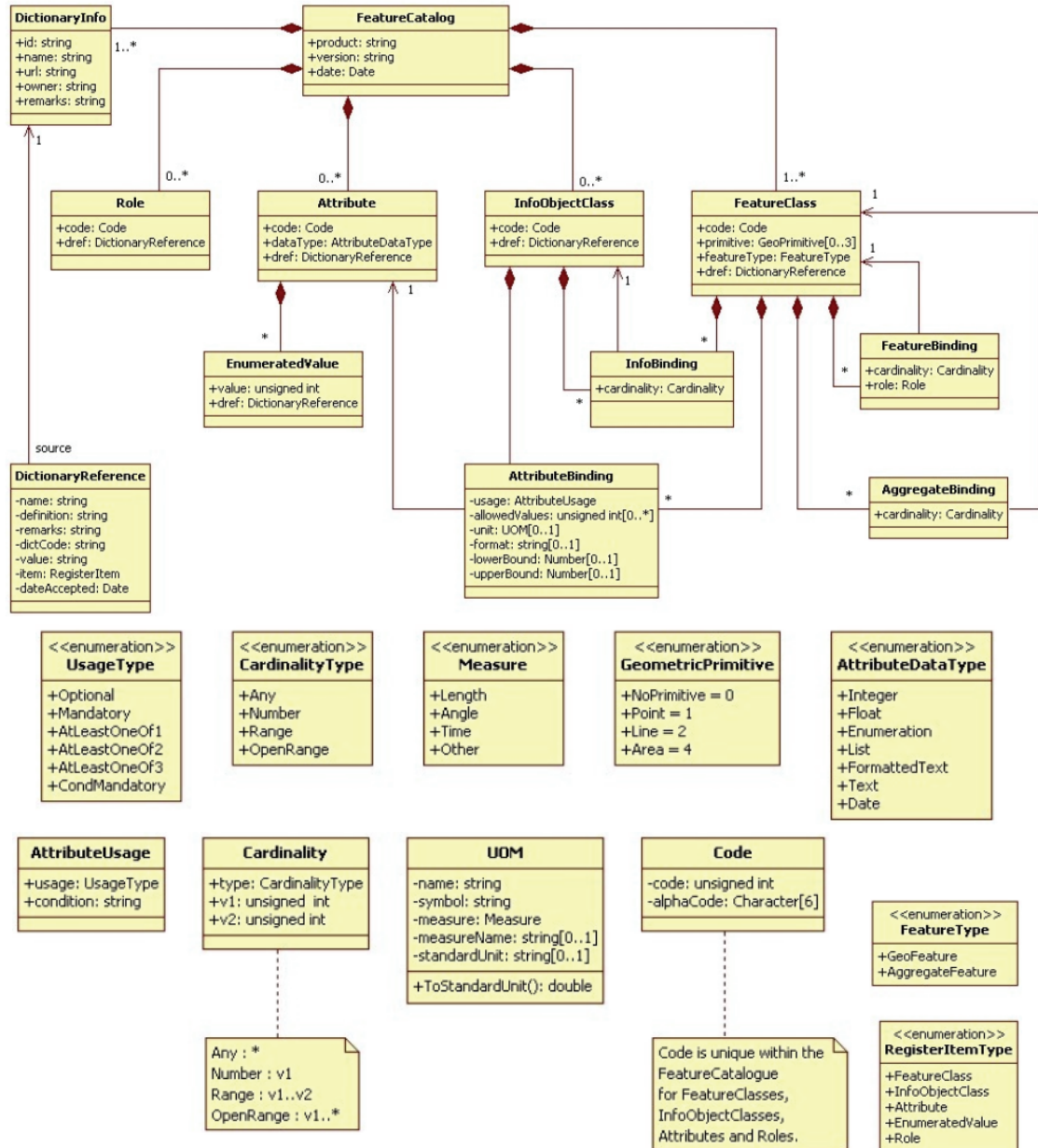


圖 52 S-101 Feature Catalogue 的 UML 模型

圖 52 是 S-101 Feature Catalogue 的 UML 模型，摘錄自 2007 年 11 月 IHO CHRIS 委員會的會議文件。此 feature catalogue 是由 S-100 的 Feature Data Dictionary 以及圖徵類別、屬性、資訊物件類別與角色(role)

組合而成。EnumeratedValue 則是屬性的部份組成要素。

圖徵、屬性、以及資訊物件之間的 binding 連結關係是在 S-101 的 feature catalogue 中決定，而不是決定於 S-100 的 FDD。

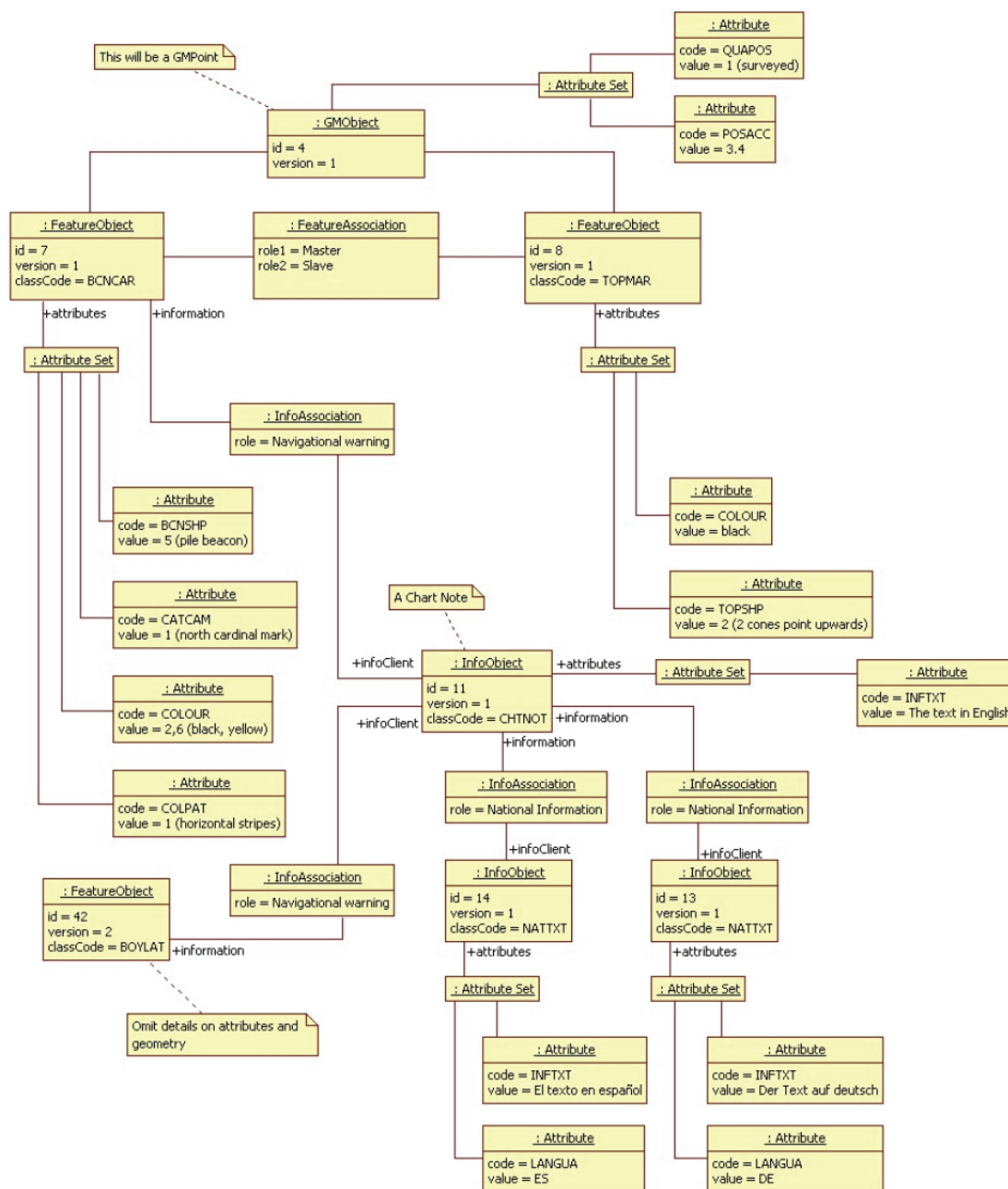


圖 53 S-101 的圖徵範例－方位標杆

以「方位標杆(BCNCAR)」圖徵為例（圖 53），該 BCNCAR 圖徵物件的空間幾何是個「點物件」，該點物件有 QUAPOS（位置品質）與 POSACC（位置準確度）這一組屬性。BCNCAR 圖徵物件本身有

BCNSHP（標杆形狀），CATCAM（方位標類別），COLOUR（顏色），COLPAT（圖案）這一組屬性。該物件和一個「頂標 TOPMAR」圖徵物件之間有主從（master/slave）角色的關係。還有一個屬於「海圖註記(CHTNOT)」的資訊物件以「航行警告」的角色同時連結該方位標杆與另一個「側面浮標(BOYLAT)」圖徵物件，表示該航行警告的內容與這兩個圖徵物件有關。該「海圖註記(CHTNOT)」資訊物件本身的屬性是英文本文（INFTXT），如果該航行警告有其他語言版本，可以用「國家語言本文（NATTXT）」以「本國資訊」的角色連結，如範例圖中的德語和西班牙語版的 NATTXT 資訊物件。

目前 S57 ENC 不允許使用製圖物件。ECDIS 顯示的海圖文字必須取自於各物件的屬性內容，這使得原本紙海圖上經過製圖者調整擺置於適當位置的製圖文字，因為在 ENC 中必須歸屬於各個具有明確空間幾何定義的物件，往往造成 ECDIS 螢幕上無可避免的重複顯示。因此在 S-101 中特別針對文字顯示的問題提供新的設計。

下一代電子航海圖不是要複製重現紙海圖，而是要在設計上以更有效且符合直覺的方式傳達資訊內容給更廣域的使用者。

6.3.5 S-101 的圖幅設計

S-101 的「圖幅單元（cell）」將採用新概念，仿效製圖資料庫架構。目前考慮兩種新的圖幅單元類型：

1. 不分比例尺的 scalable 圖幅單元

適用於燈標、浮標、航路等不分比例尺的 scalable 圖徵；

2. 必須區分比例尺的 non-scalable 圖幅單元

適用於 non-scalable 的岸線、等深線以及 Group 1 地表圖徵；

這樣的區分可以有效提高海圖資料更新的效率。因為經驗顯示：燈標、浮標等 Scalable 圖徵的更新佔相當高的比例。目前 S57 ENC 必須就涵蓋同區域的各個不同比例尺的圖幅中出現的圖徵逐一更新，如

果把這些圖徵獨立於另一不分比例尺的圖幅，則更新動作將大幅簡化。但是為了使現有 S57 ENC 圖幅格式仍能在 S-101 ECDIS 中使用，所以確實的方法仍待研究。

除了區分 scalable 與 non-scalable 的圖幅單元，S-101 擬將目前 S57 ENC 所用的 overview, general, coastal, approach, harbor, berthing 六種航行目的，兩兩合併簡化成下列三種：

1. 總覽（overview）、航路規劃與大洋航行
2. 沿岸航行與接近引水/領港地點
3. 港口，從引水/領港地點到停泊的船席

前兩種（overview 與 coastal）的圖幅將採用等分割方式，而且將採用全球一致的圖幅劃分與比例尺。期待以此改善目前各國 S-57 ENC 圖幅設計不一致的問題，使 ECDIS 得以設計較好的軟體演算策略，提高動態載圖的效率。因為目前各家 ECDIS 載圖策略不一致，已使得資料產品的改善難以獲得一致的效果，也對標準的演進形成了障礙。為了提高一致性，甚至有提案考慮要求所有 ECDIS 以相同的方法讀取資料，包括採用共同的載圖策略。

在文字與圖形檔方面，S-101 將採用新的檔案格式，例如以 JPEG2000 取代 TIFF 格式，也將新增其他檔案格式例如 HTML。甚至考慮加入 video 影音檔案。

在交換資料組的目錄檔（exchange catalogue）方面，S-101 也將引進下列新設計：

1. 擴充目錄檔的內容，使「詮釋（meta）」資訊不必再從已被 S-63 加密保護的資料中取得；
2. 新增「圖幅標題」欄位，以更直覺易懂的圖幅名稱（例如：Approach to XX Harbor 或 XX 港附近）輔助資料的使用

3. 以描述圖幅單元內資料覆蓋範圍的 cell coverage polygon 輔助建構目錄。目錄檔內的 cell coverage polygon 可能可以取代 cell 本身的 coverage 圖徵。
4. 更多從 cell 取得的詮釋資料，例如：版次、刊行日期等，都可能被放到交換資料組的目錄檔裡面。

6.4 海洋資訊圖層

6.4.1 何謂海洋資訊圖層

「海洋資訊圖層 (Marine Information Overlays, MIOs)」是指用於電子海圖顯示與資訊系統(ECDIS)或 ECS，但既不是電子航海圖(ENC)物件也不是 ECDIS 規範內所謂的航海元素或參數的補充資訊。

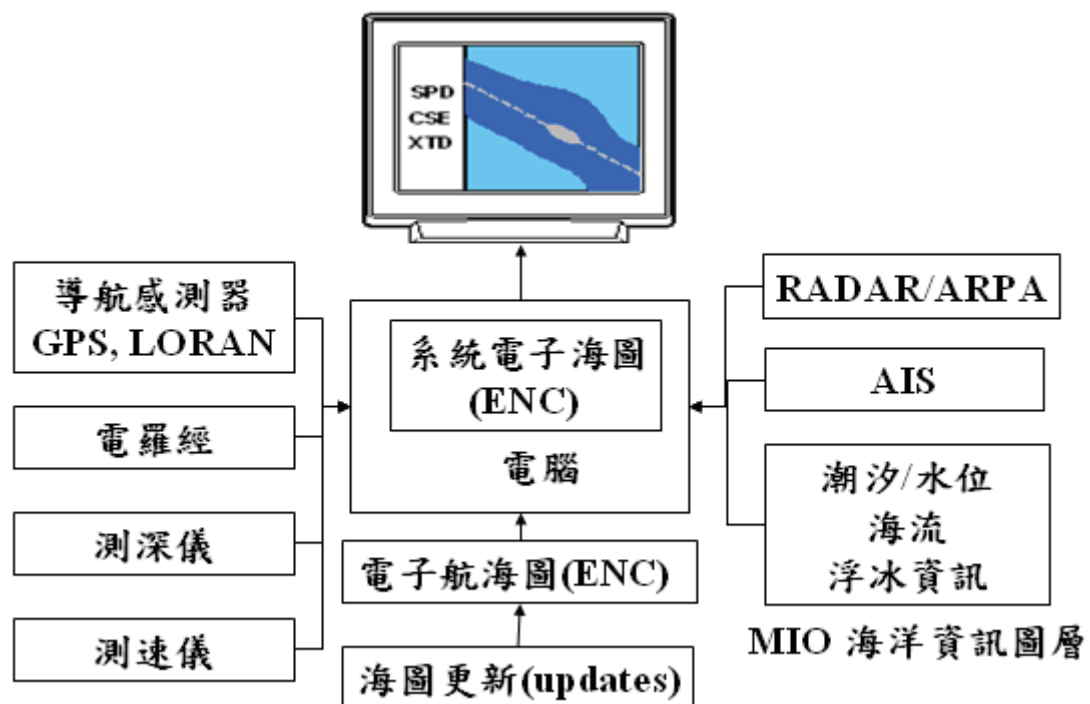


圖 54 從 ECDIS 系統組成看海洋資訊圖層的定位

所謂「補充資訊」是指這些資訊是額外的、非強制性的、不在 IMO, IHO, IEC 的標準或規範內。冰的覆蓋狀況、潮汐/水位、海流、氣象、水文、海洋生物棲息地、VTS 船舶交通服務等都可算是 MIO。這些資

訊並不是 ENC 的必要內容，而是 IMO ECDIS 設備標準中所謂的補充資訊，但是在某些狀況下卻可能對航行安全與效率甚至環境保護具有決定性的影響。

國際上對於 MIO 已研議多年，MIO 中的 O 原本是指「物件 (Objects)」，直到 2007 年 5 月的 IHO-IEC Harmonization Group on MIOs 會議中才決議改為「套疊圖層(Overlays)」。這些 MIOs 將與 ENC 套疊顯示在 ECDIS 的螢幕上，就像在 ECDIS 的電子海圖上顯示雷達與 AIS 目標資訊（如圖 54）。

6.4.2 海洋資訊圖層的內容規格

MIO 有些是關於海圖的補充資訊，有些則是關於航海操作的補充資訊。與海圖有關的 MIO 將和 ENC 一起用於 ECDIS 或 ECS，因此最好能盡量與 S57 ENC 產品規格一致。此外北大西洋公約組織(NATO)研製給軍艦 ECDIS 用的「外加軍事圖層 (Additional Military Layers, AMLs)」也和 MIOs 一樣是和 ENC 套疊顯示的資訊圖層，所以 MIOs 也將盡量遵循 NATO 產製 AML 時採用的策略。如此一來 ECDIS 設備廠商將不必再另外開發新的軟體工具來處理 MIO。

在上述原則下，IHO 與 IEC 的 MIO 協調會(簡稱 HGMIO)於 2007 年 5 月通過了「MIO 的一般性內容規格(General Content Specification for MIOs, Ed.1.0)」。此一 MIO 規格的重點如下：

1. 航行目的

因為 MIO 通常是由無關比例尺的向量(點線面)資料所組成，所以 MIO 的航行目的代碼將設為 0。（註：S57 ENC 的航行目的代碼為 1~6 的整數）

2. 物件類別與屬性

ENC 嚴格限制了 ENC 產品中允許使用、禁止使用、必須使用的物件屬性，MIO 則是可以使用登錄在 IHO Feature Data Dictionary Registry 內的任何 S57 物件與屬性。

3. 製圖架構

MIO 的製圖架構與 ENC 相同：水平坐標基準採用 WGS84，而且不使用投影。

4. 檔案命名

MIO 資料組檔案的命名方式遵循 ENC 與 AML 的基本原則，採用 8 個字元，前兩個字元是製圖機構代碼，接下來以兩個字元是 MIO 類別，第 5 個字元是比例尺等級（通常會是 0），最後 3 個字元由製圖機構自行設計具有編碼方式做為該 MIO 資料組的識別碼。其中 MIO 類別的兩個字元中，第 1 個字元固定為 M，第 2 個字元是 MIO 的子類別，意義如下：

A Aids-to-navigation (AtoN) 助航

C Current flow 海流

D sailing Direction 航行指南

I Ice coverage 冰的覆蓋圖

M Marine Environmental Protection 海洋環境保護

— coral reef 珊瑚礁

— Marine Protected Area (MPA) 海洋保護區

O Oceanographic 海洋水文

P Pipelines/cables 管線/電纜

S Security 保安

T Tide/water level 潮汐/水位

V Viewpoint (如 AML 中的 Viewpoint) 視點

W Weather/meteorological 氣象

以美國 Florida Keys National Marine Sanctuary 的 MIO 資料組為例，其 MIO 資料組檔案名稱可能是 USMM0FL4 。

6.4.3 海洋資訊圖層和 S-100 的關係

MIO 原是在 S57 標準凍結的時期，為了擴充可整合於 ECDIS 的資訊內容（尤其是一些會隨著時間而變化的資訊），以 S57 為基礎而發展的資訊規格。S-57 將演進為 S-100，而支援各類 MIO 的應用正是 S-100 的基本目標，因此 MIO 所定義的圖徵物件、屬性、屬性值等，都將成為 S-100 中 IHO Hydrographic Registry 的一部份。目前 S-100 並沒有獨立設置 MIO 的 register，而是歸屬在 OEF (Open ECDIS Forum) register 項下。各類 MIO 預計會有對應的 S-100 產品規格，進而與 S-101 互動整合。

雖然在國際標準方面還不成熟，但基於使用者需求與科技研發已經有些試驗計畫產出的成果。例如：德國的 ice service 原本以紙質冰圖提供冰的覆蓋資訊，以海洋資訊圖層的方式整合顯示在 ECDIS 上的結果，以及內陸 ECDIS 套疊河流資訊圖層顯示的結果如圖 55 與 56（資料來源：Lee Alexander and Michel Huet 於 IHO 會議的簡報）。

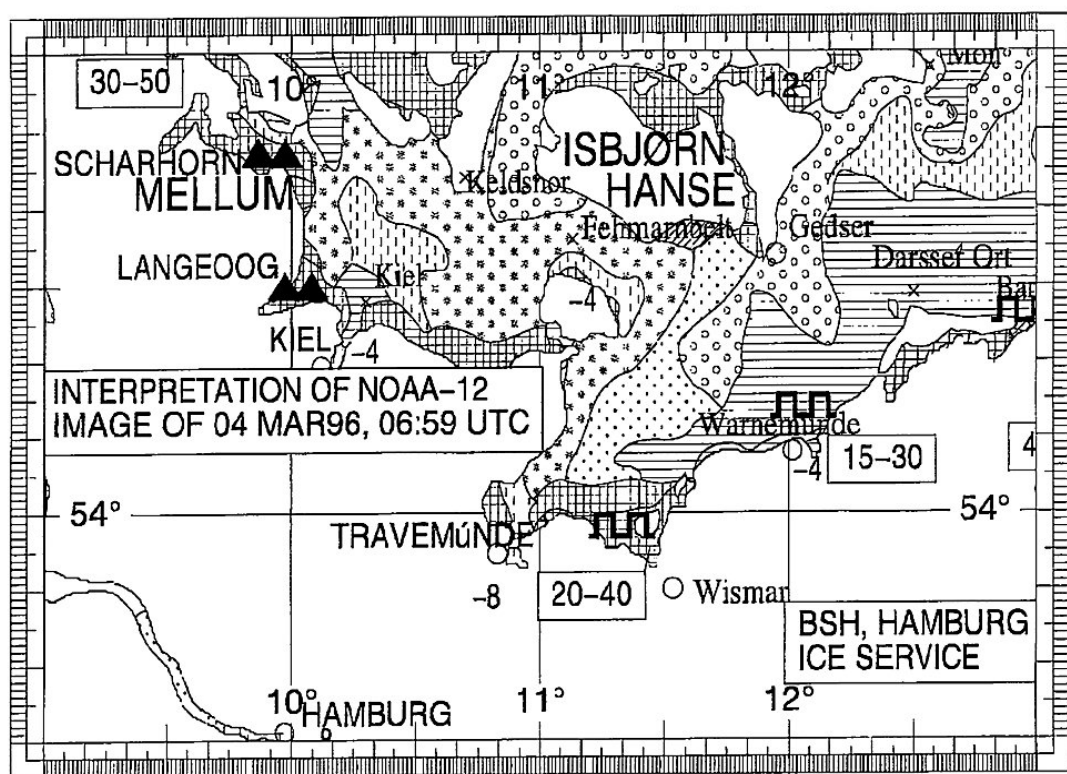


圖 55 德國冰圖（上）以海洋資訊圖層顯示於 ECDIS（下）

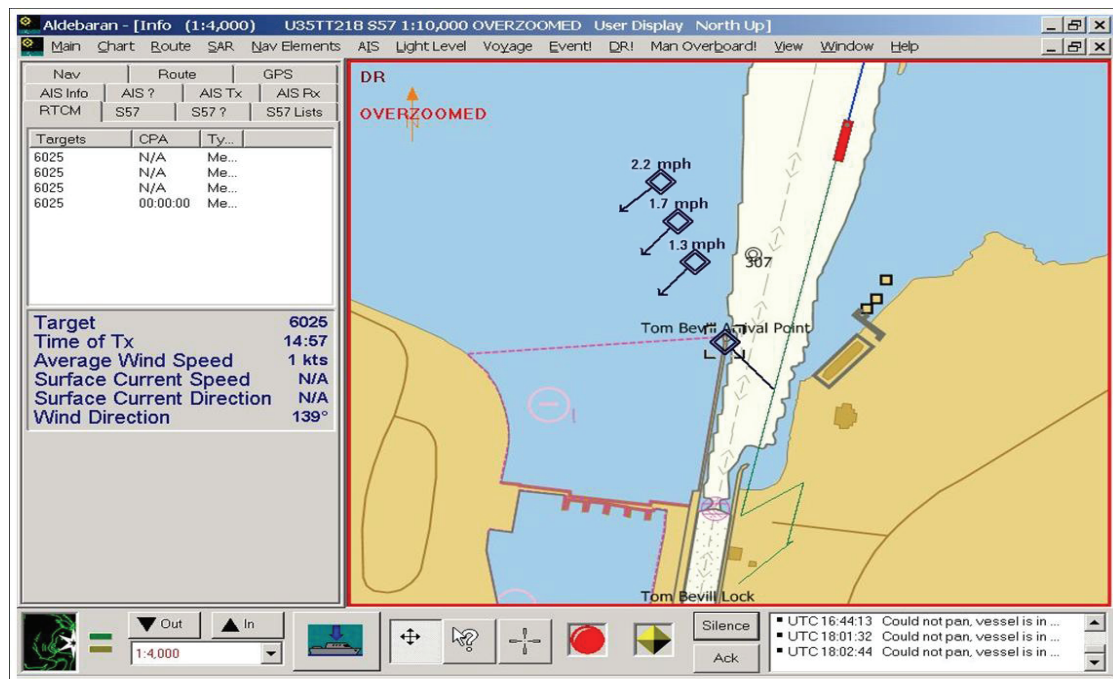


圖 56 套疊河流資訊圖層的內陸 ECDIS

事實上，海洋大學早在 2001 年即曾試驗將氣象資訊以 MIO 概念整合呈現於 ECDIS 上，內容涵蓋 S-57 物件屬性、S52 符號顯示規則、以及資訊如何更新等¹。圖 57 與 58 是其中關於鋒面與颱風的試驗成果。

所有這些 MIO 的試驗成果正是目前窺探下世代電子海圖樣貌的最佳窗口，更是發展下世代電子海圖不可或缺的基礎。

¹ Shwu-Jing Chang, 2001, “Design and Preliminary Test on the Integration of Weather Data in ECDIS for Marine Navigation”, Journal of Marine Science and Technology vol. 9, No. 1, pp. 21-24

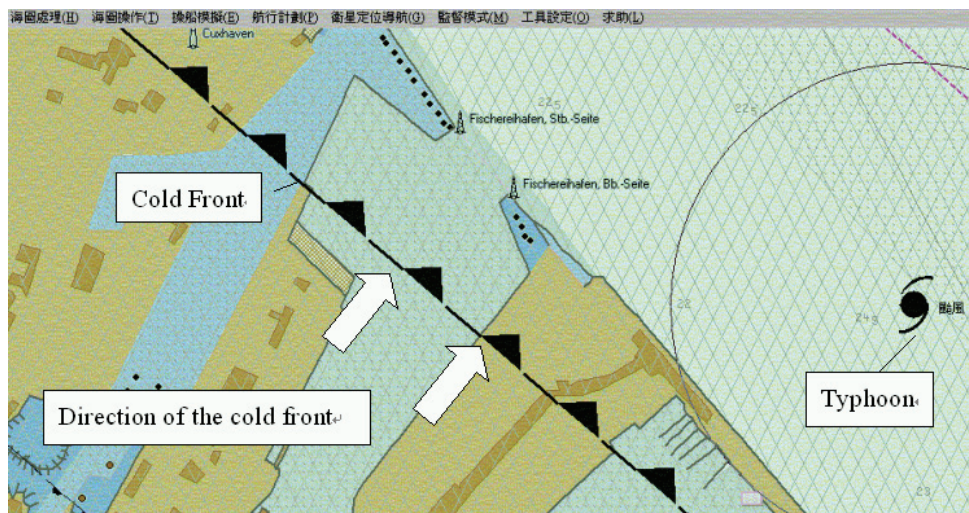


圖 57 整合鋒面與颱風資訊於 ECDIS 的試驗

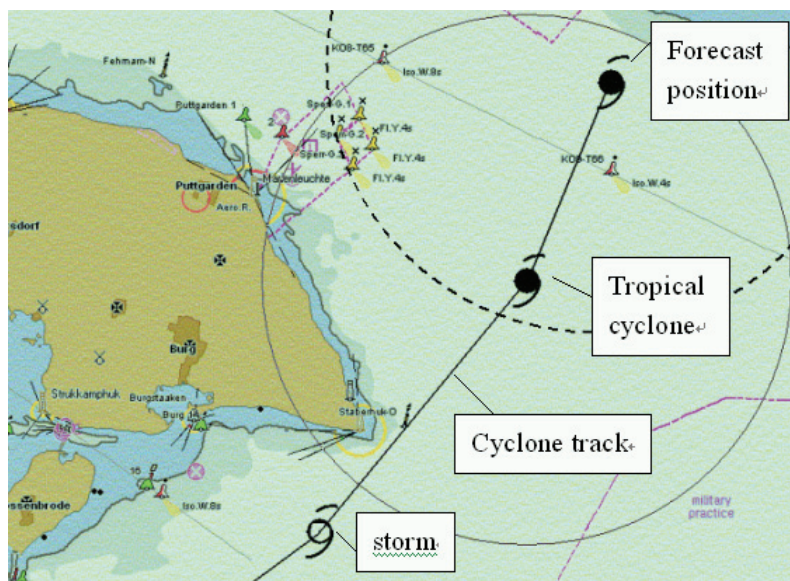


圖 58 在 ECDIS 上呈現颱風成形各階段與預報資訊的試驗

第七章 結論與建議

7.1 結論

本研究之目的在於整合電子海圖資料庫之建置和最新的資訊與通訊技術，儘速將台灣海域航海資訊建構成為一完整的電子海圖與航船佈告等航安資訊的資料庫系統；並對此資料庫之推廣應用、維護及發行等工作，同步規劃建置實際可行的運作服務模式，藉以達成台灣海域航安與管理全面電子化的目標。

中文化電子海圖導航系統已如規畫完成系統研製與海上測試（碧砂漁港至基隆嶼），在低價位電腦有限的硬體資源上，以全中文化的人機介面設計提供了原本高價位 ECDIS 上才能享用的功能。

在下一世代電子海圖方面，海測資料的地理空間標準 IHO S-100 草案已完成。其電子航海圖產品規格 S-101 仍在草案研擬階段。為了保持和 S57 Ed.3.1 的高度相容性，S-101 實際上引進的 S-100 特點主要在於能改善資料內容與效率的部份。例如：把圖徵物件目錄（資料典）改以登錄資料庫的方式管理，不在明列於標準文件中，以利更新與維護。ISO/IEC 8211 仍將存在，甚至是目前 S-101 草案偏好的編碼封裝方式，但資料典與符號庫將改以 XML 封裝，傳送給 ECDIS 更新應用。

S-100/S-101 新的設計包括資訊物件、複合屬性、不分比例尺的圖幅、以及更多的主題群組等，在航行目的、比例尺、圖幅單元設計以及海圖資訊的符號庫與顯示規則方面將有較大的變革：航行目的將由原本的 6 個等級簡化為 3 個等級，比例尺最小的 overview 等級很可能會由 IHO 主導完成一套涵蓋全球的電子海圖資料組。沿岸航行用的電子航海圖也將在圖幅劃分和比例尺的設定方面做出全球一致的規範。

海底地形、海氣象、水文、冰況、船舶交通服務資訊、海洋生態資源這些不在 S-57 或電子航海圖規範內的「海洋資訊圖層（MIO）」是

S-57 標準凍結的這些年陸續被試驗發展出來的。為了能和 ENC 整合顯示在 ECDIS，MIO 的設計原以 S-57 的資料模型與結構格式為基礎。S-100 自始即以支援多樣化資料來源、產品與服務為目標，其功能應比 S-57 更為強大，因此各類的海洋資訊圖層將轉而採用 S-100，發展出 S-100 的一系列產品規格。

在 e-化航行方面，IMO 的 e-Navigation 策略已完成，目前正研擬實施計畫。IMO 對 e-化航行的定義是：「以電子的方法，調和船岸兩邊海事資訊的蒐集、整合、交換、呈現與分析，以強化航行與相關服務，進而提昇海上安全、保安、以及對海洋環境的保護」。簡言之，e-化航行的最主要核心目標在於「減少因單一人員疏失造成的災難」，「支援緊急應變與搜救服務的有效運作」並「提供機會改進運輸與物流的效率」。

從技術面來看，IMO 的策略是以電子航海圖、船岸兩端使用者的標準化人機介面、強健可快速復原的導航定位計時(PNT)系統、以及強固高效率且負擔得起的通訊架構做為 e-化航行的五大支柱，將先建立這五大支柱，再予以整合建構成 e-Navigation。

從政策法規面來看，IMO 的策略是以現有的海上人命安全公約(SOLAS)，防止船舶污染國際公約(MARPOL)，航海人員訓練發證及當值標準國際公約(STCW) 等為基礎，透過確認各組織/各方應負的責任、設備的標準化、人員的訓練與適任性要求等，發展並實施 e-化航行。而且認為應該將 e-化航行概念擴展目前不受 SOLAS 規範的船舶。

7.2 四年計畫成果回顧與總結

7.2.1 「電子海圖服務與資料安全系統」整體規劃與建置

本計畫規劃並建置完成的「電子海圖服務與資料安全系統」整體架構如圖 59。

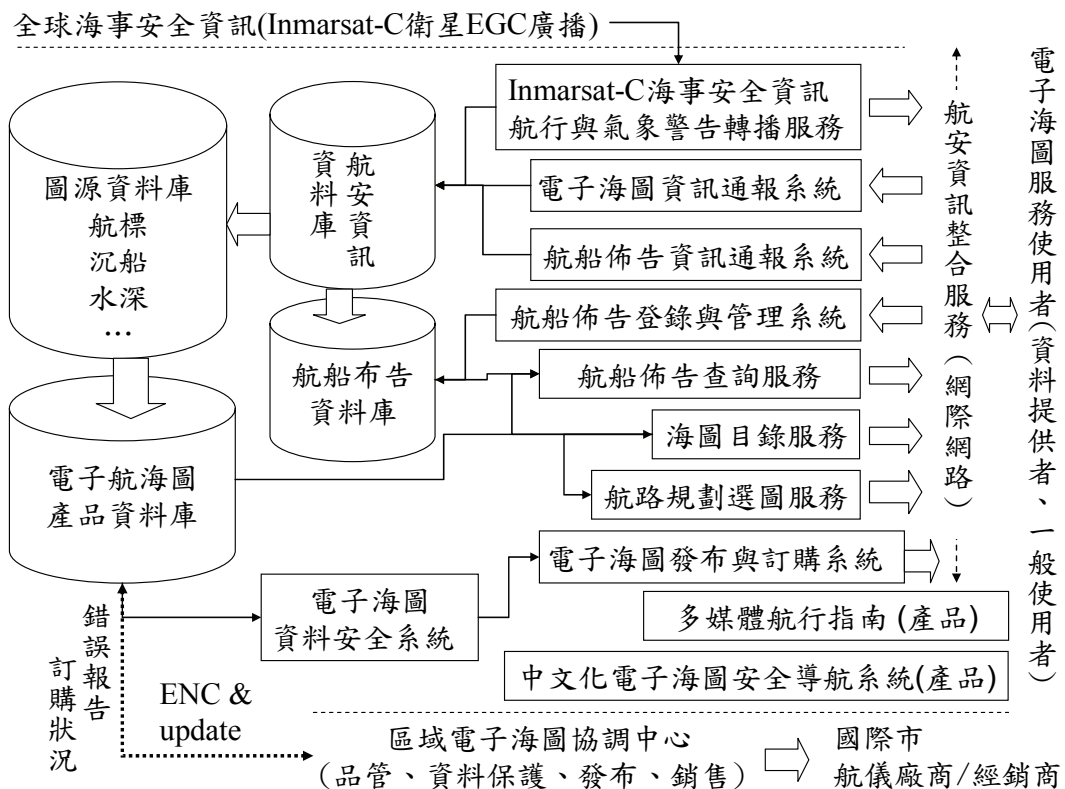


圖 59 電子海圖服務與安全系統的整體架構

7.2.2 電子航海圖產品資料庫之建置

此資料庫內的電子航海圖是以海軍大氣海洋局出版的紙質航海圖、海圖圖例、水道燈表、航船佈告，以及關 總局的中華 國海岸燈塔及助航設備一覽表為基礎，製作而成的國際標準 S-57 ENC。每一幅 ENC 都以兩種獨立的檢核工具軟體確認已符合 IHO S-58 電子航海圖檢核標準。

在 ENC 資料庫的建置過程中，先依據航運需求以及紙圖圖資的測量與刊行日期，擬定製圖計畫，基本上採用紙海圖的圖幅範圍與比例尺逐幅製作對應的 ENC。但紙海圖與 ENC 的使用方式不同。以沿岸與近岸航行用圖為例：我國紙海圖分別有 1:150000 與 1:50000 的系列，相鄰圖幅之間必須重疊，而且因為海圖投影的關係，其圖幅邊界和經緯線通常並不平行。這兩系列的紙海圖分別對應於等級 3(Coastal)

與 4(Approach)航行目的的 ENC 圖幅單元(cell)，但 ENC cell 必須以經緯線為界，同一航行目的等級的涵蓋範圍更是不得重疊的。對應製作的結果除了各 ENC cell 內實際的資料範圍極不規則，不利於 ECDIS 的應用效率，也在原紙圖的重疊區域內發現有資料差異過大的問題。所以必須就沿岸與近岸航行用圖規劃新的圖幅劃分與編號的規則，而且在規劃時必須在 IHO 的「全球 ENC 資料庫(WEND)」原則下，考量與鄰國 ENC 之間的一致性，詳見圖 60。

目前 ENC 資料庫已建置完成，共計 88 個 cell。本計畫研製電子航海圖資料庫過程中發現的問題與對應解決的規劃設計，實與國際同步並已反應於 IHO 的下一世代電子航海圖 S-101 草案中。

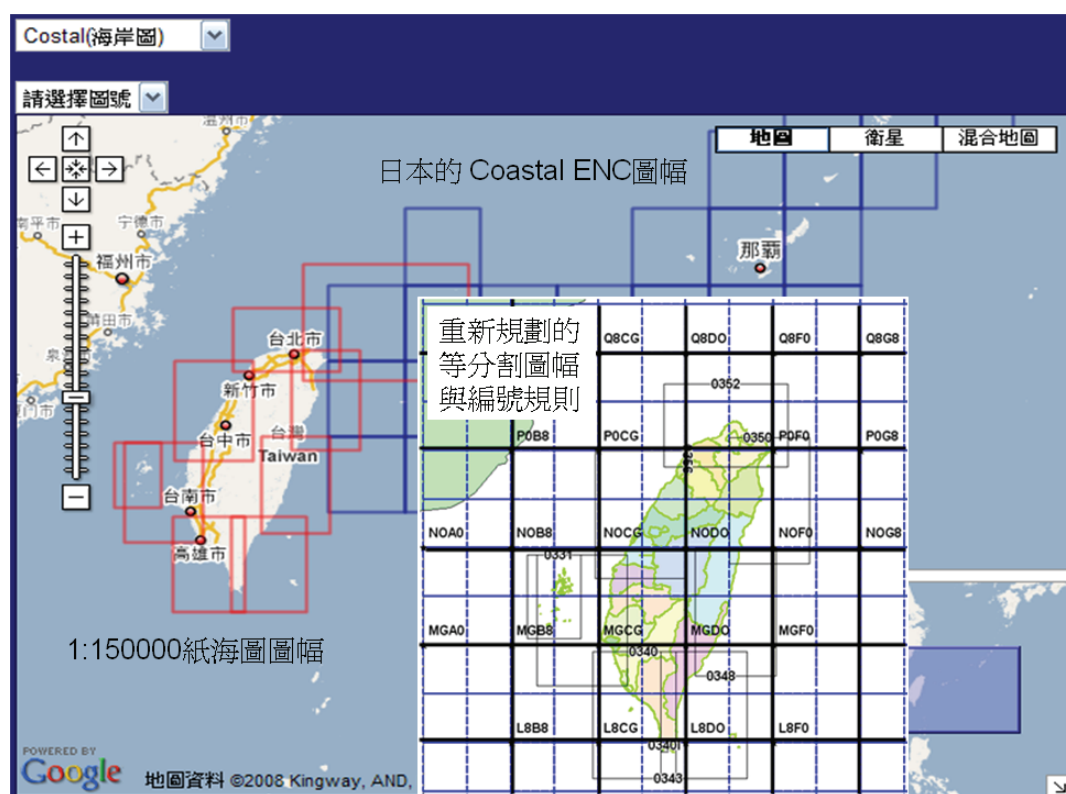


圖 60 電子航海圖資料庫的圖幅規劃



圖 61 電子海圖資訊通報管理系統

7.2.3 「電子海圖資訊通報管理系統」

電子航海圖資料庫中的 ENC 雖然都已經通過 IHO S-58 的檢核，但是 ENC 的來源資料以及將來源資料編製成 ENC 物件時 予的歸類與屬性描述不一定能和實地現況或使用者的認知相符。因此本計畫設計了「電子海圖資訊通報系統」，其構想是透過網路分散式地由兼具主要使用者與來源提供者角色的港務局人員或領港等協助，就各港所範圍內的海域與港埠設施等實際狀況，提供電子海圖製圖與更新所必需的空間與屬性資訊，輔助高品質電子海圖資料庫的建置以及資訊內容正確性與完整性等品質檢核。

但是具有 ENC 顯示、內容查詢、以及編輯能力的應用軟體價格高昂，現有軟體都是國外設計的，不僅操作介面與查詢顯示全用英文，ENC 製圖的大量專業術語與國際標準更是障礙。因此本計畫以「網路地圖服務 (Web Map Service)」與「網路圖徵服務 (Web Feature Service)」技術概念，創新設計出物件式資料模型的網路地理資訊系統平台。可

透過網際網路提供具有中文化使用者介面的國際標準 S57 ENC 的顯示、圖徵屬性查詢、增 修改，文字、影像等檔案上傳，以及通報資訊來源、歷程、時效等資訊管理。在降低專業障礙方面，則是以階層式主題圖層的設計和中文化圖文超連結的方式提供導引與線上輔助說明，做為使用者和 S57 標準中數 種物件類別屬性與編碼規範之間的中介橋 ，如圖 61。

7.2.4 「電子海圖資料安全系統」

電子航海圖是否需要加密保護是由個別國家自行考量的，因加密保護難免造成使用上的困 與不便。但是如果加密保護則應加入國際一致的機制，遵循 IHO S-63 的資料加密、使用許可、來源驗證等機制建立「電子海圖資料安全系統」，並以此向 IHO 取得發行電子航海圖所需的相關資格與 證。

在 S-63 的資料保護系統中，分別有「系統管理者(SA，由 IHO 的書處 IHB 擔任)」、「資料 服中心(DS，資料發行者)」、「廠商(OEM，產製 ENC 應用軟體者)」以及「資料用戶（使用 ENC 的系統軟體）」四個角色。本計畫已依據 S-63 標準文件，建構具備各角色功能的軟體模組，以 S-63 標準測試資料測試確認符合 S-63 標準之要求，並就資料 服中心運作所需的 證管理、圖幅金 管理、各資料用戶的訂購資料與圖幅許可管理等作業流程，設計了便利的整合操作系統，如圖 62。

至此，已具備向 IHO 申請加入 S-63，取得數位 證以發行電子海圖之技術條件。但是與 IHB 聯 所得的回覆是：我國並非 IHO 會員，IHB 依規定無法直接面對處理，建議我加入區域 ENC 協調中心。

7.2.5 「海圖目錄」與「航路規劃選圖服務」

以往我國究 有哪些航海圖、各圖的涵蓋範圍、比例尺、版次與刊行日期等，僅見於在少數幾個地點 售的「海圖目錄」紙本刊物，

資訊流通性極低，目錄內容的更新則主要依 代售單位或購 者依據航船佈告自行在紙本上增 修改。船舶於航程中究 需要購置哪些海圖，也需要從紙本目錄中自行對照彙整。

在本計畫中 先建立海圖目錄資料庫，並結合 Google 網路地圖平台與網路互動技術設計出「海圖目錄服務」，方便使用者查詢並藉由背景的衛星影像與地圖確認各海圖的涵蓋區域。第二階段則設計出「航路規劃選圖服務」，方便使用者直接以點選劃定的航路取出沿途的各比例尺等級海圖，選出所需海圖納入個人圖集清單做為採購或管理之用，詳如圖 63。

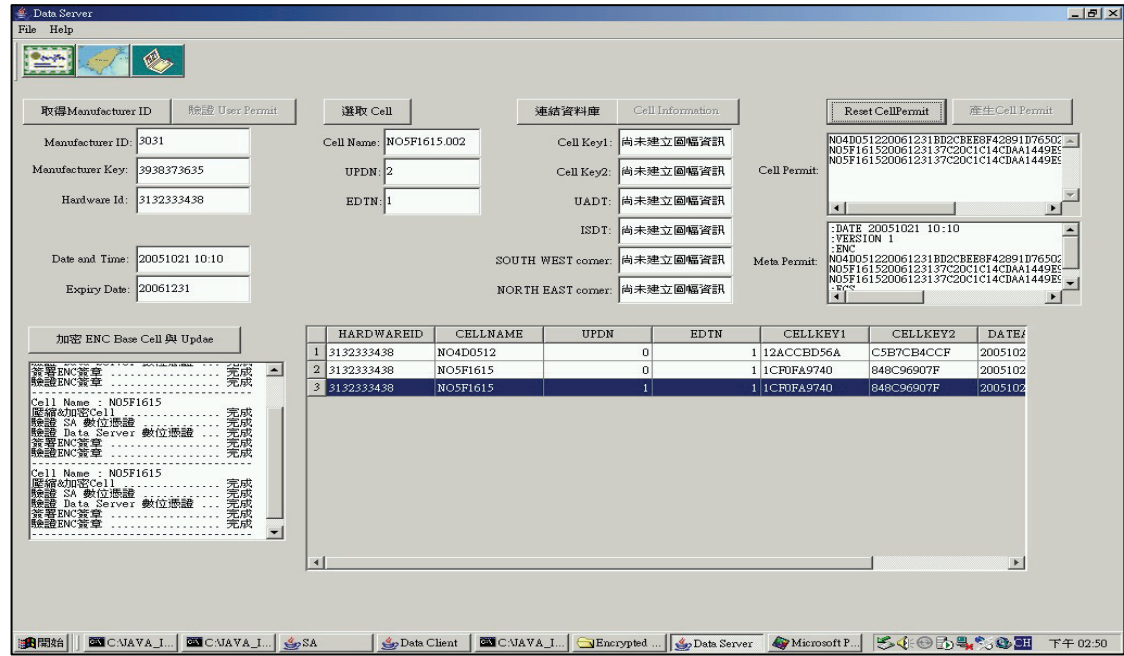


圖 62 電子海圖資料安全系統

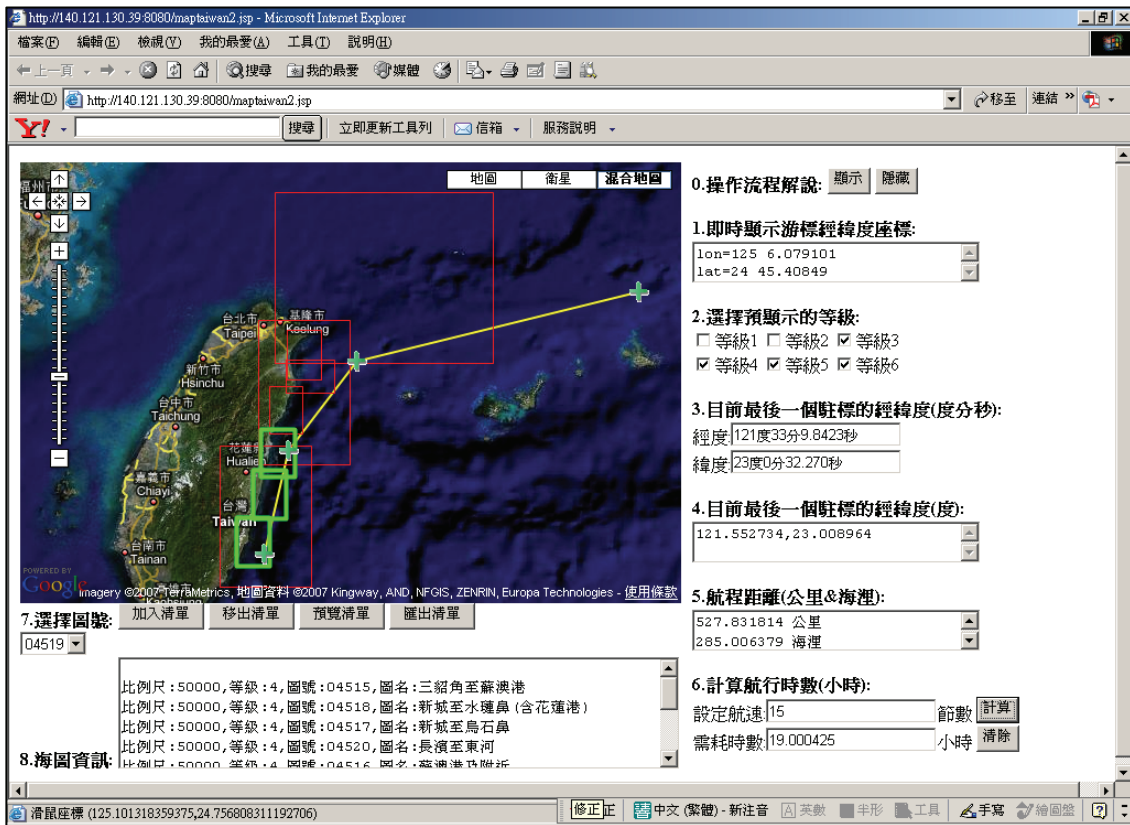


圖 63 海圖目錄與航路規劃選圖服務

7.2.6 航船佈告

航船佈告（Notice to Mariners）是維護航海圖、水道燈表（含燈塔與其他助航設備）、航行指南等航海書刊表於最新正確狀態的主要依據。我國的航船佈告則兼具航行警告的性質，主要由海軍大氣海洋局依據各方以傳真或公文通報的資料，編製成中文與英文兩種佈告。

在本計畫執行期間大氣海洋局開始改以電子文件送，並將佈告的電子文件檔案公告在海軍的網站上提供瀏覽與下載，但至今仍未提供資料庫查詢或是依據時間先後排序的基本功能。對於電子海圖資料庫與電子海圖服務的建置與維護運作將是一大阻礙。因此本計畫先規劃設計一個可支援多元條件式檢查詢與時效管理的「航船佈告資料庫」，把 2001 年起發布的航船佈告納入資料庫，再設計網路介面提供「航船佈告查詢服務」。該服務可以從海圖目錄、海圖圖號或是經緯

度範圍，設定日期範圍，查詢目前仍有效的、暫時性的、必須訂正海圖的、及/或與燈標有關的航船佈告，該服務會依發佈的先後列出符合查詢條件的航船佈告內容，提供瀏覽與下載。此外為管理航船佈告的時效，便於透過網路維護「航船佈告資料庫」，因此設計了「航船佈告登錄與管理系統」。

研究過程中發現我國的航船佈告與國際現況已有相當的差距，而且已造成航海刊物資訊失控。例如：英美兩國依據我海軍航船佈告再編製佈告以修正英版與美版紙海圖時，出現全然不同的海圖改正，但從我國航船佈告也看不出來究該如何改正。原因主要在於缺乏明確的通報規範，以致通報者提供資訊時容易有疏漏或錯誤（尤其是空間坐標的錯誤），編製發佈前未能發覺並補充確認。為改善此狀況，本計畫參照 IHO 的技術規範與國際上較通用的格式，設計各類通報表格與「航船佈告資訊通報系統」，如圖 64。該系統的特點是：利用電子化表格技術可以自動檢查的特性，避免疏漏模稜；利用互動式網路地圖與海圖讓通報者填報並確認通報的坐標是否正確；連結航標資料庫，自動取得訂正前後的差異。

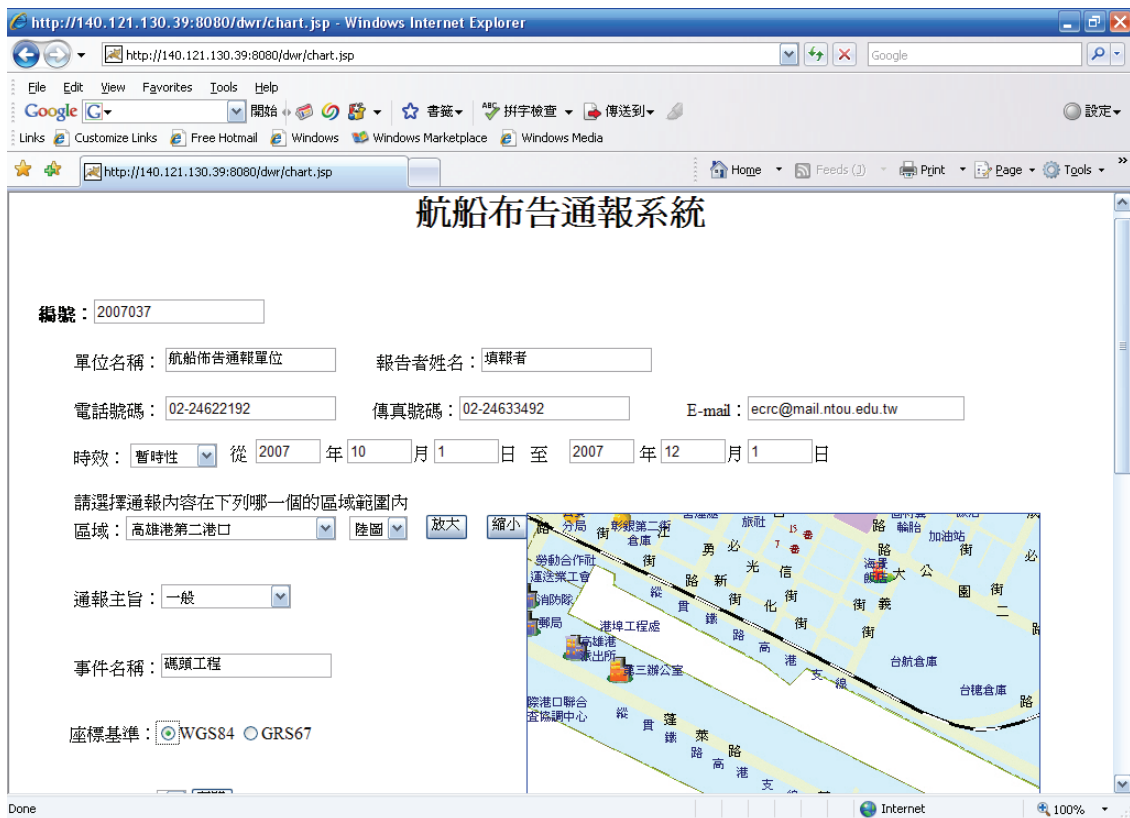


圖 64 航船佈告資訊通報系統

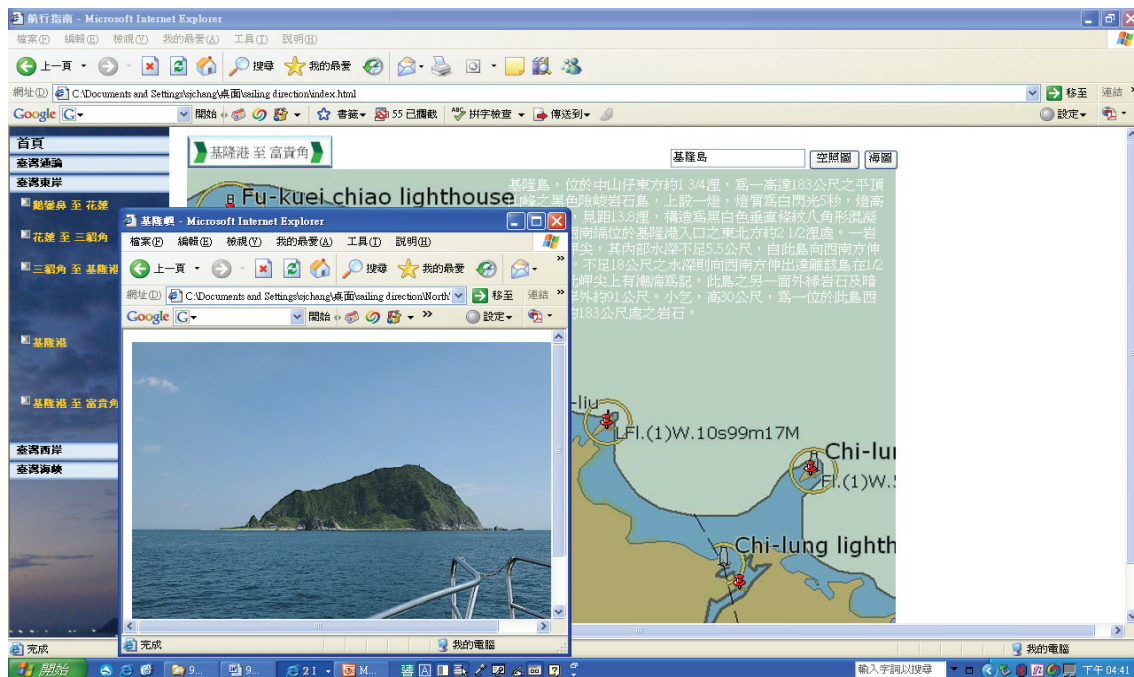


圖 65 多媒體航行指南

7.2.7 多媒體航行指南

航行指南 航海者必備之圖書，與航海圖互為印證相輔為用，以海上航行與港灣錨泊之安全為目的。航海刊物的電子化已成趨勢，各國正在逐步實現中，IHO 也正在研議數位化航海刊物（包括航行指南）的標準。

我國航行指南仍然是黑白印 的紙本，最新版已是 10 年前的內容，實已非航船佈告所能維護。本計畫參考 IHO 的規範建議，試驗以刊物內容與呈現方式分離的概念，擬定 XML 電子文件綱要，製作完成「多媒體電子航行指南」的範本。電子航行指南預期可以用光碟的方式在船舶電腦上使用，也可以透過網際網路瀏覽，因此以可離線運作的網頁技術設計版面與操作。以圖與文之間的超連結，讓使用者更能掌握航行指南內容所指的是哪一位置，也能透過選單導引或點選地圖上的區域 引/註標查看更詳細的圖文資訊。

7.2.8 即時航安資訊

航行於海上的船舶，尤其是國際航線的商船，主要是透過海事通訊衛星(Inmarsat-C)的強化群呼(EGC) SafetyNet 接收即時或近即時海上安全資訊（包括氣象警告與航行警告），這些資訊是由航區（NavArea）內各國通報給區域協調國後，編輯信文透過衛星地面台廣播給海上船舶的。

為了提高海上航安資訊的可得性，本計畫設計軟體從 Inmarsat-C 設備接收 EGC 訊息，自動解析 存於資料庫並於網站轉播。EGC 信文內容是英文，由於目前 EGC 信文的編輯缺乏固定格式，尤其時間、地理 標、用詞等並未遵循標準或一定的格式，因此僅檢查關鍵字，將信文中的英文關鍵字譯為中文後發布到網站上。

研究中也發現：臺灣所在的航區是由日本擔任協調國。日本已設

計了通報的表格與管道給航區內各國連線使用，我國負責通報的專責單位、人員與程序則尚待建立。

計畫中也就利用 DGPS 或 AIS 廣播海氣象資訊的發展現況與技術進行評估研究，也實測日本以 DGPS 提供服務的現況。建議我國應在岸基設施與資訊整合兩方面強化：完成涵蓋沿岸的 DGPS 與 AIS 網路，以及即時海氣象水文觀測資料的整合。即使在現實環境的限制下缺乏足夠資源與整合，也應該有計畫地持續觀察國際發展並進行國內相關整合與服務的試驗。

7.2.9 中文化電子海圖安全導航系統



圖 66 中文化電子海圖安全導航系統

為了推廣電子航海圖的應用，讓高價位與外文介面的軟體系統不再成為障礙，使我國各類非 SOLAS 船舶也能同享電子海圖提升航行安全的效益，本計畫設計了一套可在有限的船舶配備下，充分發揮電子航海圖功能的「中文化電子海圖安全導航系統」，如圖 66 所示。系統的特點是：

- 1.使用國際標準 S57 ENC，支援 ENC 自動更新與手動新增圖資
- 2.以航行安全的概念設計海圖的顯示
- 3.顯示資訊與操作介面全中文化
- 4.在如易 PC 般的低價電腦上即可執行
- 5.具有航跡紀錄功能
- 6.選配 GPS 接收機即可提供偏航警告與防止觸礁擱淺的偵測預警；
- 7.選配 AIS 接收機即可提供與週遭他船碰撞危機的偵測預警；
- 8.可接收 AIS 傳送的海氣象資訊與安全訊息。

7.2.10 航路標識與航標制度的確立

研究中發現我國航路標識缺乏明確的制度，大致混合了早期我國曾用的航標制度和國際海事浮標制度 IALA A 與 B 區制，有些則是不符合任何制度，造成 ENC 製作上的困難，是航船佈告混亂的原因之一，更造成航海人員的混淆。因此於行政院海洋事務推動委員會中提案，終使我國航標制度確立為 IALA B，與國際接軌。目前各國港口與航道的標杆與燈標皆已調整為 IALA B 制，但仍有部分漁港尚待調整。海域中散見的所謂「警示浮標」則仍然缺乏管理。

7.2.11 e-化航行的國際架構與下一世代的電子海圖

IMO 已擬定 e-化航行策略，將逐步實現建立 e-化航行的國際架構。其原因不僅是電子資通技術的進步帶來提昇航行安全效率與環境保護的機會，更在於新式船舶上的新一代航海人員很難再兼具傳統航海技術與這些新技術的能力與經驗，其間的落差極可能危及航安。IMO 把電子海圖列為 e-化航行的必要條件，要求盡快達成全球 ENC 資料庫的建置。e-化航行的趨勢發展至此，實不容再忽視。我國在電子航行圖方面投入充分資源，維持穩定運作持續發展的電子海圖服務是對必要的。

7.3 建議

臺灣經濟發展主要依靠國際貿易，而海運承擔 98%以上的對外運輸。海洋運輸系統主要由水道、港埠、複合運送之連結、船舶與海運使用者所組成，更需要整合與協調才能讓海運系統有效運作。智慧型運輸系統（Intelligent Transportation System, ITS）與管理系統已被國際主要海運國家視為海運系統持續發展必要的兩大支持系統。

ITS 是指結合電子通訊與資訊技術、系統與網路，支援運輸系統所有使用者需求資訊的蒐集、儲存、檢索、分析與發佈，以提升運輸安全、效率與效益。除了與陸運的連結整合之外，「智慧型海洋運輸系統（Maritime ITS）」的最基本要素在於船舶、港埠、以及船岸間的資通訊技術應用，又因為海運的高度國際化特性，因此必須在 e-化航行的國際架構下才能真正實現。

近年來為了反保安與海洋環境保護，要求船舶、港埠甚至海岸配備建置的資通訊系統，例如：電子海圖顯示與資訊系統（ECDIS）、船舶自動識別系統（AIS）以及即將開始實施的船舶遠距識別追蹤系統（LRIT），被視為海運的重要資產，成為推動智慧型海運系統的重要環節。為期有效應用電子資通訊技術於海運，國際海事組織也已訂定「e-化航行策略」，將依此逐步實行。

我國擁有大的商漁船隊實力，電子資訊產業是我國產業的重要優勢，近年造船產業也有很好的發展，若能結合這些產業優勢，發展海事電子產業，在電子化航行的時代，無論船舶的電子化航行或海域運輸管理的資訊化與智慧化都應能有相當強的國際競爭力。

我國未能參加相關國際組織，難以直接參與議題討論與標準之制定，又遲遲未能設置專責單位與人力，以致在船舶交通與海事安全方面的政策措施、基礎建設、服務系統等與國際現況有落差。即使因應國際公約強制要求而投入經費建置系統，若不能有相關的研究試驗結果做為依據，在缺乏國內相關領域技術與經驗的情形下，不僅在

標時難以擬定適當的技術規範，建置時也往往只能接受國外系統受制於人，常見水手不服難以發揮功效的情形。

在 e-navigation 的趨勢下，我國電子資訊產業已有數家因陸續接獲電子航儀、船舶電腦等海事電子資通訊相關的訂單，而開始投入海事電子產品的研發生產（包括 AIS、ECDIS 等）。海事先進國家在領先研發新系統、服務與技術的過程中，體認到國際標準架構的關鍵性，因而要求國際海事組織訂定「e-navigation」發展策略。我國於 IMO 剛完成 e-化航行策略的此時投入，將可依循此架構，參考各國累積的經驗，更能針對核心重點來發展。

IMO 已於 2008 年起強制高速船艇安裝 ECDIS, NAV 次委員會也已初步通過擴大實施至其他 SOLAS 船舶。E-navigation 將在近年內快速推展。我國若無所作為，將使我國海域成為 e-navigation 時代的不適航海域，我國也將錯失此一產業機會。

IMO SOLAS 國際公約要求的船舶遠距識別與追蹤系統（Long-Range Identification and Tracking, LRIT）的修正案已於 2008 年 1 月 1 日起生效，將於 2009 年 1 月 1 日開始運作。基本上，無論船舶在何處，應向船旗國報告船位。一經港口國或沿岸國發出要求，船旗國 LRIT 資料中心必須在規定的期限內透過國際 LRIT 資料中心分送交換資料。沿岸國有權要求接收距離其海岸 1000 浬範圍內的船舶識別與船位資訊，除非該船在其船旗國的領海內。LRIT 即將實施，我國如不儘早因應，不僅國輪將無所適從也影響海域主權，更不利於國際海運系統之外。

因此對於後續研究發展主軸的建議是：「在 e-化航行的國際架構下實現智慧型海運系統」，重點包括：

1. M-化行動寬頻航行與航運資訊服務
2. 適用於智慧型海運系統的海陸電子地圖服務

3. 基於 AIS 與 LRIT 之船舶交通流分析、到達時間預測、即時危機偵測技術
4. 結合 e-GPS 與 AIS 提供沿岸之差分式 GPS(DGPS)定位導航服務
5. 基於 AIS 與電子海圖系統之數位虛擬航標 (Digital/Virtual Aids to Navigation)
6. SOLAS 船舶遠距識別與追蹤系統 (LRIT) 之因應與應用
7. 「整合船橋系統(IBS)」智慧型資通訊平台研發

本研究之效益及其應用如下：

本計畫研發船舶遠距識別與追蹤系統，提供國內各港務局、海巡署與漁業署等參據與應用，以提升運輸安全、效率與效益。

本系統提供國內船舶海氣象、航行等相關資訊，促進船舶航行安全與保安 (safety and security) 及提供船對船、船對岸、岸對船、岸對岸及其他使用者之間的通訊，促進船舶交通的追蹤與管理。

參考文獻

1. International Hydrpgraphic Organization, 2001, IHO S-52 Specifications for Chart Content and Display Aspects of ECDIS, 5th edition, Main Document, December 1996 (updated to December 2001)
2. International Hydrpgraphic Organization, 2004, IHO COLOUR & SYMBOL SPECIFICATIONS FOR ECDIS S-52 Appendix 2 – Edition 4.2, March 2004 and its Annex A: IHO PRESENTATION LIBRARY - Edition 3.3, March 2004
3. International Hydrpgraphic Organization, 2000, IHO S-57 Edition.3.1: IHO Transfer Standard for Digital Hydrographic Data, International Hydrographic Bureau, Nov. 2000
4. International Hydrpgraphic Organization, 2000, IHO S-57 Appendix B.1 - ENC Product Specification, Edition 2.0
5. International Maritime Organization, 2003, International SafetyNet manual. 2003 Edition. (IMO-IA908E)
6. Open Geospatial Consortium, OpenGIS Specifications, <http://www.opengeospatial.org/standards>
7. Lee Alexander, Barrie Greenslade, Anthony Pharaoh and Robert Ward, 2008, “S-100: The New IHO Geospatial Standard for Hydrographic Data”, http://www.iho.shom.fr/COMMITTEES/CHRIS/TSMAD/S-100_Info_Paper_Mar08_EN.pdf
8. “S-100 - IHO Geospatial Standard for Hydrographic Data”, 2007, <http://www.iho.shom.fr/ECDIS/ImpactofS-100July07.ppt>
9. “S-101 ENC Product Specification (Next Generation ENCs)”, 2008, ECDIS Stakeholders’ Workshop Information Paper, <http://www.iho.shom.fr/>

10. Paul Williams, Sally Basker and Nick Ward, 2008, "e-Navigation and the Case for eLoarn", J. of Navigation, vol.61, pp.473-484.
11. 張淑淨、郭長齡等，1999，台灣海域管理助導航定位系統規劃及研發（二），交通部科技顧問室委託研究報告。
12. 張淑淨，1997，台灣海域 DGPS 服務之規劃設計，工程科技通訊，第二十七期，第 8-11 頁。
13. 張淑淨、謝宗翰，1996，電腦輔助航路計畫及最適化航法之研究，國科會專題研究計畫報告，NSC-85-2611-E-019-021
14. 張淑淨，施奇龍，2000，戰術電子海圖與數值雷達之研究(II)，國科會國防科技學術合作研究計畫報告
15. 張淑淨等，2007，電子海圖服務與資料安全系統建立研究(三)，交通部運輸研究所委託研究報告
16. 張淑淨，2003，船舶自動識別與報告系統整合規劃之研究，交通部科技顧問室委託研究報告，MOTC-SATO-91-020。
17. 張淑淨等，2001，海上船舶定位管理系統研究發展，行政院海岸巡防署委託研究報告，CGA-DCEI-090-001。
18. 張淑淨、宋燕輝，2002，漁船監控政策法規與技術之研究，行政院農委會漁業署委託研究報告，91 漁管-3.2-遠-15。
19. 安仲芳等，2004，漁船用航程資料管理系統，行政院農委會委託研究報告，93 農科-9.3.2-漁-F4。
20. 邱宜賢，2007，調整漁船用油優惠政策之執行成效，農政與農情第 183 期，行政院農委會出版品。
21. 邱永芳、張富東、張淑淨，2006，電子海圖服務與資料安全系統建立研究(二)，ISBN：986-00-4943-2。

附錄一 期中報告審查意見處理表

計畫名稱：電子海圖服務與資料安全系統建立研究（四）

執行單位：國立臺灣海洋大學通訊與導航工程系

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫 承辦單位 審查意見
國立成大研究發展基金會 黃正清 教授： 一、本年度為四年計畫之最後一年，請研究團隊做整合列出每年的成果與最後完成之成果效益。 二、本計畫係實用性者，對航運發展與安全有關，請研究團隊把做出之電子海圖提供給業者實際操作使用以便驗收成果。 三、船舶種類大小很多，船上應用電子海圖所應配備之電子航儀設施請列出，以供業者參考。	一、遵照辦理，如第七章。 二、配合辦理。 三、基本上只需要電腦與GPS 接收機即可，如果要使用 AIS 功能則應配備 AIS 接收機。	已修正 已修正 期末審查追蹤
國立高雄海洋科技大學 陳希敬 教授： 一、研究方向與目的清楚可行，研究進度亦依預期進行，以期中報告的意義而言，本案可肯定。 二、本案特點在於系統建立，如可行的話，可開放評審於研	一、感謝委員的肯定。 二、配合辦理。 三、遵照辦理，詳見第二章對於我國現行船位回報實施現況的說明。	已修正 期末審查追蹤

究期間得進入研究團隊的系統操作與設計核心，避免審查不夠深入瞭解。 三、船舶回報機制可考慮納入。除回應 E-Navigation 之趨勢外，亦符合船舶資料庫建立，並加強船舶管理與服務，建立船岸雙向通訊。		
國立中山大學 薛憲文 副教授： 一、P. 7 之圖中”紅色部分”為黑白列印無法清楚辨識，請調整。 二、請說明中文化電子導航系統之使用者為何？是否需先進行 User Requirement 之調查，以決定系統之基本功能？未來將如何移轉此成果至港研中心？如何推廣之策略？軟硬體系統為何？與現有漁船、休閒船舶之導航設備之匹配性說明？ 三、P. 19 之圖 4 之資訊視窗中之說明 User 是否易懂？可否加入解決方法？ 四、P. 27 圖 16 中”請確認 GPS 接收機是否有開機”是否恰當？ 五、未來請提供對於我國之 DGPS 或 AIS 廣播之海氣象資訊或航安資訊之建議。 六、ECS 與 ENC 之差異？	一、遵照辦理。 二、系統研製時設定的使用者是作業於我國海域的船舶，也就是我國電子航海圖的使用者。S-57 ENC 與 ECDIS 標準本身已是各國研究使用者需求後的成果，本計畫研製的電子海圖導航系統以發揮 ENC 的最大效益為設計目標，設計時則已考量船舶的基本配備。成果將依合約移轉至港研中心，並提供必要的協助。後續將搭配電子航海圖推廣應用。 三、所謂缺漏更新檔案是指電腦系統裡面缺了這些檔案，原因可能是 User 沒收到這些檔案。因為依標準規定更新檔案必須依照順序才能正確更新，解決方法唯有取得缺漏的檔案，放入電腦中。 四、針對 GPS 定位失效或訊號異常原因有很多種，系統僅就 GPS 接收機輸出訊號的部份偵測，已改用「正常運	已修正 期末審查追蹤 期末審查追蹤 期末審查追蹤

	作」或「異常」顯示目前狀況，提醒使用者資訊視窗中顯示的經緯度是否可用。 五、遵照辦理。 六、詳見第二章 2.1.1 節。	已修正 已修正
港研中心 邱永芳主任： 一、四年計畫之總報告整合彙編。 二、中文化系統與各使用系統之溝通協調展示。 三、中文化 ENC 與其他單位製作之差異性。 四、內容詳實，符合工作需求。	一、遵照辦理，如第七章。 二、遵照辦理。 三、本計畫製作的中文化 ENC 是依據 S-57 ENC 產品規格在加入本國文字的物件名稱或說明資訊，採用 UNICODE 編碼。 四、感謝肯定。	已修正 已修正 期末審查追蹤

附錄二 期末報告審查意見處理表

計畫名稱：電子海圖服務與資料安全系統建立研究（四）

執行單位：國立臺灣海洋大學通訊與導航工程系

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫 承辦單位 審查意見
國立成大研究發展基金會 黃正清 教授： 一、研究團隊執行工作努力、有成果，值得肯定。請將這四年每年的進展等列出給港灣中心。 二、我國漁船（動力船）數量有 1 萬 2 仟餘艘，而商船數量則僅仟餘艘航行我國海域，故電子海圖可分為商船用或漁船用及其他船等。 三、擷取訊號應以 DGPS 為準，GPS 僅能參考用。 四、AIS 與現在有長距離 AIS 者，應一併考慮使用性。 五、請供應測試用電子海圖供測試其實用性。	一、感謝委員的肯定。將另編製四年總報告。 二、配合辦理。 三、船舶如果以 DGPS 接收機取代 GPS 接收機，本計畫所設計之電子海圖系統已能自動接收更準確可靠之 DGPS 定位，惟該 DGPS 接收機內建之 Beacon 接收機對於定位修正以外的訊息，通常沒有再從 DGPS 輸出（沒有標準規範其輸出），所以目前電子海圖系統只處理 GPS/DGPS 定位訊息。 四、遠距識別追蹤(LRIT)才剛要開始運作，將納入後續研究。 五、配合辦理。	符合規範要求 已修正 符合規範要求 符合規範要求 符合規範要求
國立中山大學 薛憲文 教授： 一、中文化電子海圖導航系統已規畫、設計及完成初步測試，對電腦硬體之需求規格並	一、感謝委員的肯定。	符合規範要求

不高，主意極佳。 二、其使用對象將來為漁船、觀光船及工作船隻，因此建議應進行使用者需求調查。 三、未來操作容易度及訓練所需時間將為本系統成功與否之關鍵因子。	二、列入未來研究方向。 三、列入未來研究方向。	未來研究 未來研究
國立高雄海洋科技大學 陳希敬 教授： 一、本計畫共四年，完成各項研究與建置對我國未來 e navigation 奠定了一定程度的基礎，港研中心與研究團隊在這四年中的努力與效益值得肯定。目前所有硬、軟體都在研究與實驗方面，尚未進入實務應用與驗證反映，應再予以各方試用與改進，以達到真正實用性，才可做到 E 化的目的。 二、報告書之錯字、編排失誤、字體不一的缺失，請一一修訂之。 (P18, 20, 44, 47, 50, 52, 54, 71~73, 81)。 三、各圖表與數據之資料來源應註明清楚。 四、增加水深潮高，自訂船舶領域，隱藏式條圖等達到航行安全與漁作效益。	一、感謝委員的肯定。 二、謝謝指正，已逐一修訂。 三、各圖表與數據之資料來源皆已於報告內文中說明。 四、感謝委員的肯定與建議，將於後續研發中持續擴增功能。	符合規範要求 已修正 已修正 符合規範要求
港研中心 邱永芳主任：		

一、內容之實具實用性。 二、四年總結報告應提出。	一、感謝委員的肯定。 二、在本期報告第七章先納入四年總結摘要報告。另提出完整的四年總結報告。	已修正 符合規範
港研中心 洪憲忠 研究員： 一、針對 7.3 節後續研究建，值得繼續進行研究。 二、報告請依本所出版品格式處理。 三、請於附錄一之期中審查意見處理表，補入本所審查意見。	一、配合辦理。 二、遵照辦理。 三、遵照辦理。	已修正 已修正 已修正

附錄三 簡報資料

National Taiwan Ocean University Communications and Guidance Engineering



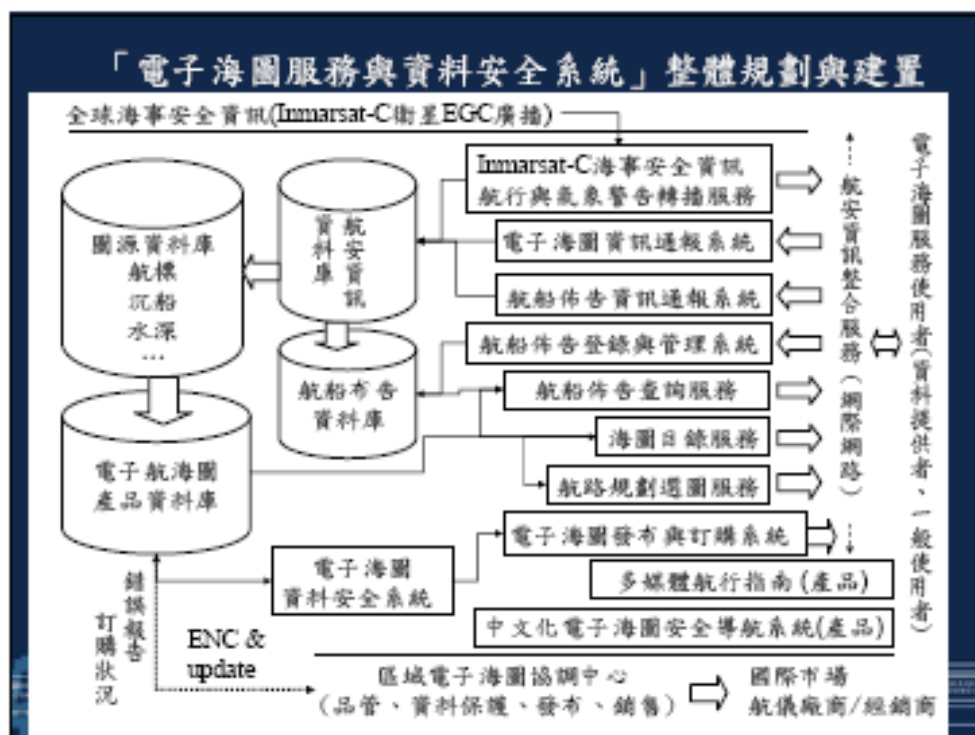
電子海圖服務與資料安全系統建立研究(四) 期末簡報

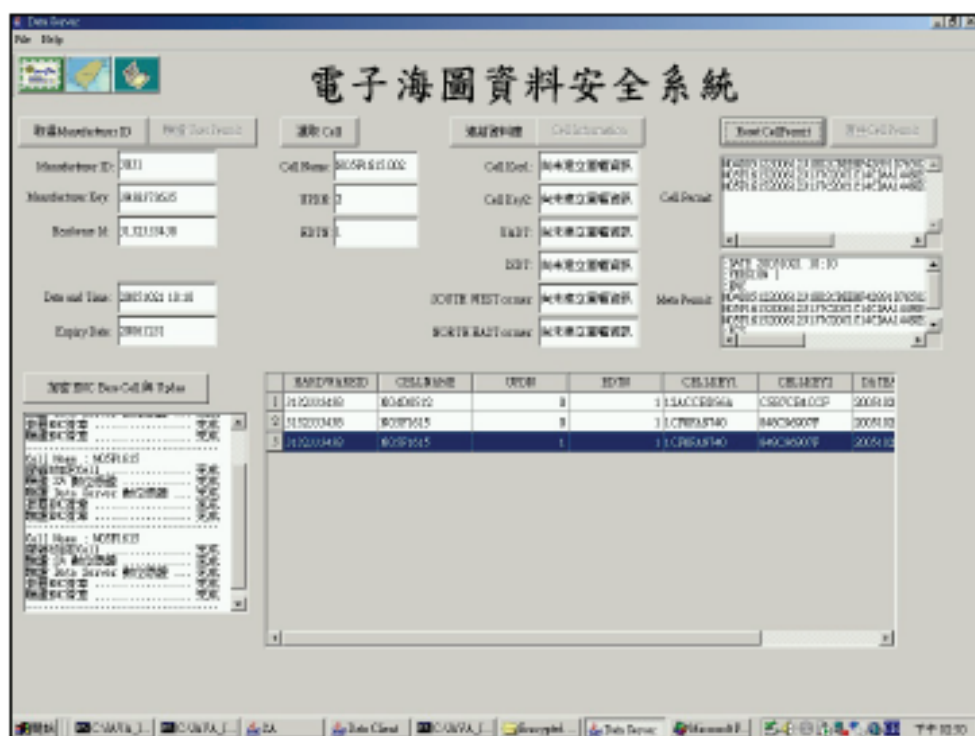
 國立台灣海洋大學通訊與導航工程學系研究所
電子海圖研究中心 97/11/19 

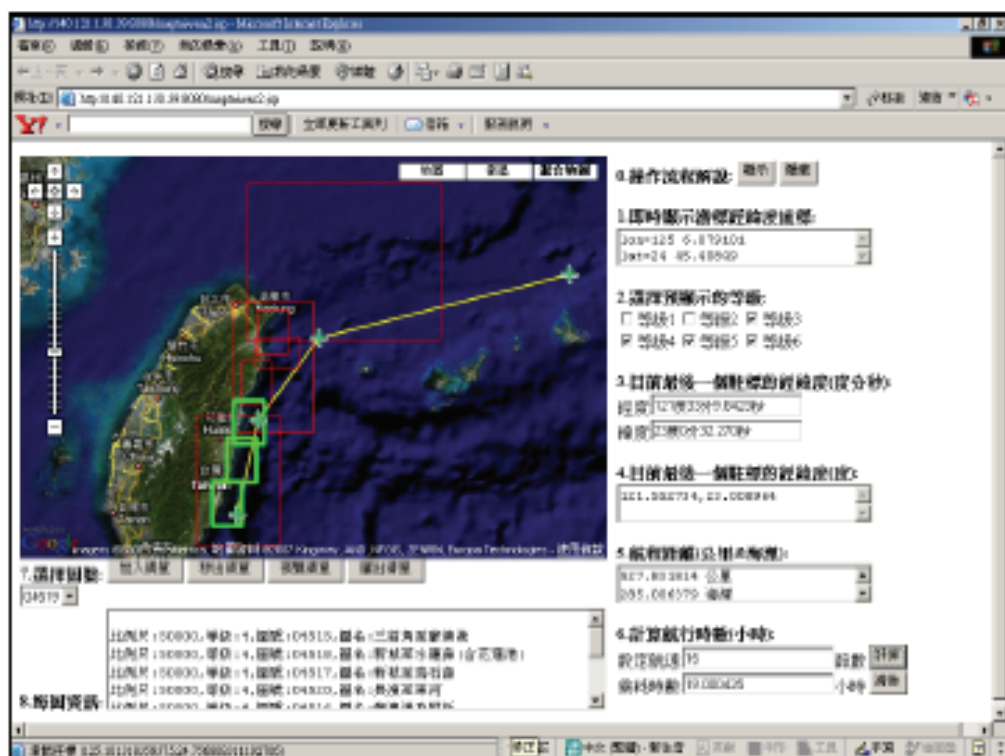
簡報大綱

- 計畫目標
 - 四年計畫回顧
 - 電子海圖服務之推廣與加值應用
- 中文化電子海圖安全導航系統研製
- 船舶導航通訊監控、航行安全與記錄功能整合
- 國際組織與標準最新發展關鍵技術評估與因應
 - 電子化航海、下一世代電子海圖
- 結論與建議
- 系統展示









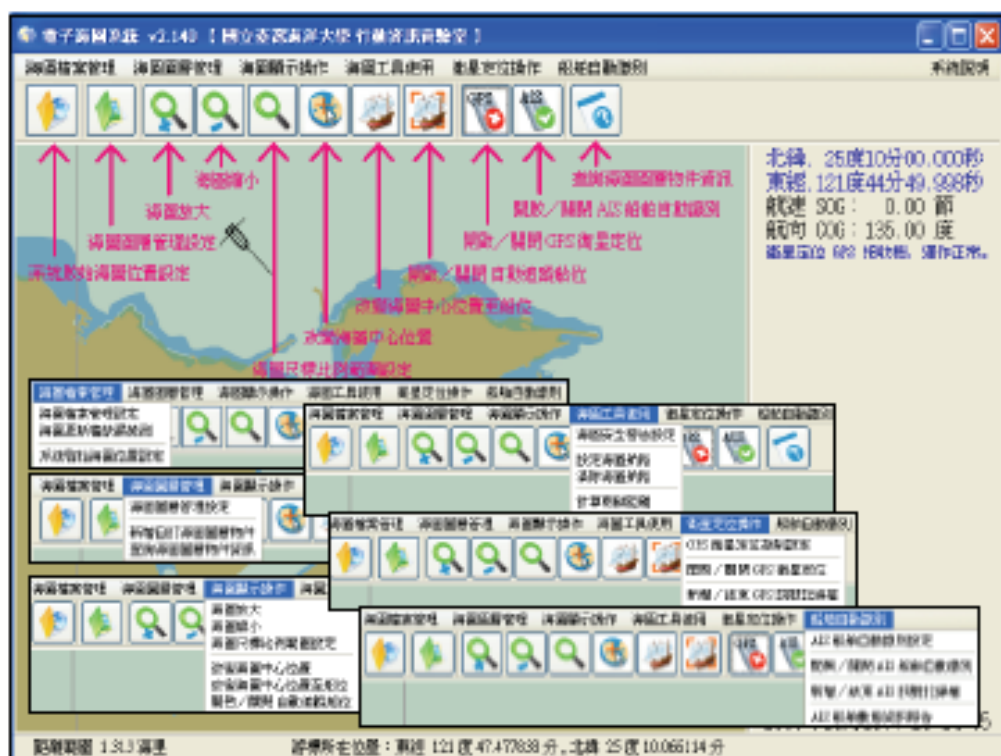




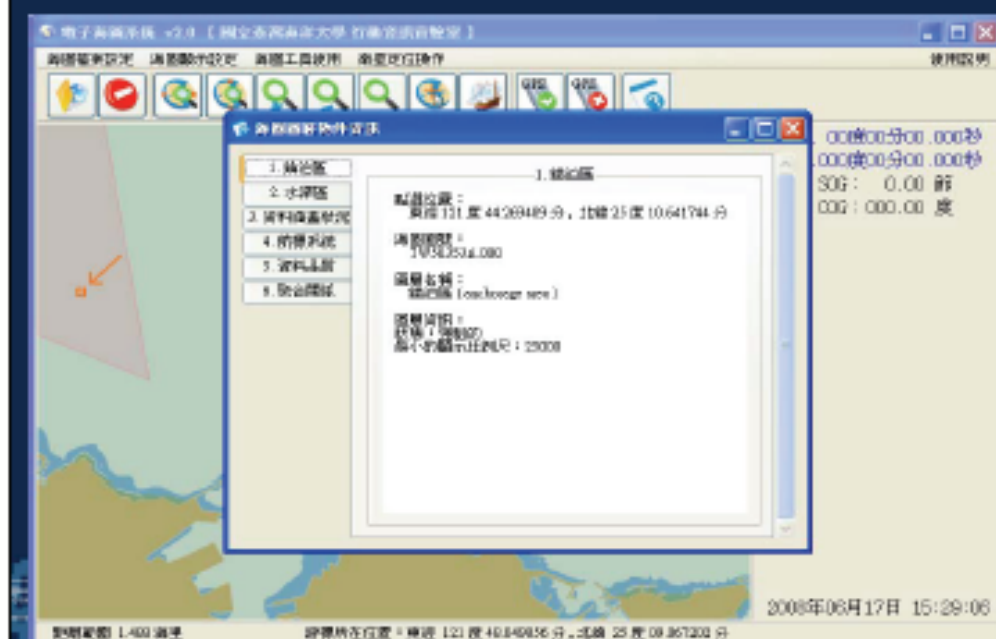
研究開發的方法與工具

- GDAL/OGR：讀取過濾S-57海圖物件資料
- Python：主程式副程式集結整合
- PyGTK、PyCairo：系統介面與海圖展現
- NMEA解析：讀取分析GPS定位訊號
- 點與線段最短距離公式：偏航距離計算
- Vincenty橢球距離公式：海圖距離計算
- 恆向線到達點公式：海圖到達點計算
- 自行研發之各種演算法

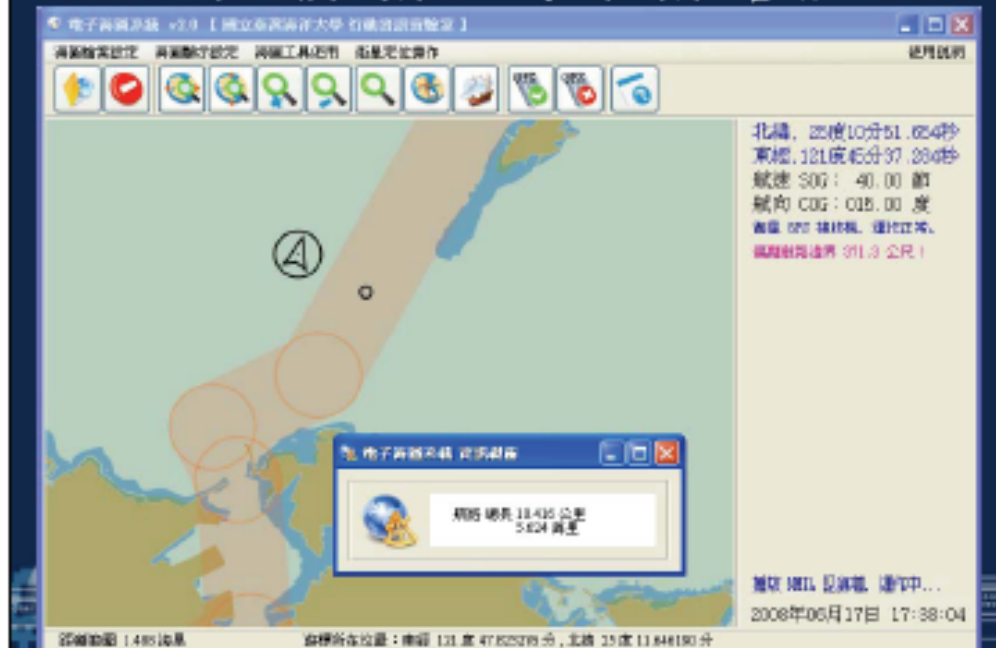




海圖資訊內容查詢



偏離預定航路時的偏航警報







通訊導航監控、航行安全與紀錄 整體規劃評估

- 電子海圖系統以GIS技術整合GPS與電子海圖提供船舶導航、航行安全(防偏航擱淺)與航跡記錄功能
- 船舶通訊與監控方面，可在同一平台上執行現有Inmarsat-C收發訊與漁獲報告軟體，強化現有VMS船台功能
- 整合AIS提供船舶避碰、接收海氣象與航安訊息功能
- DGPS Beacon接收機標準化不足，難以提供適用於大部分船舶的介面，且欠缺發訊端服務。



GPS/Beacon
Integrated Rx



Beacon
Receiver

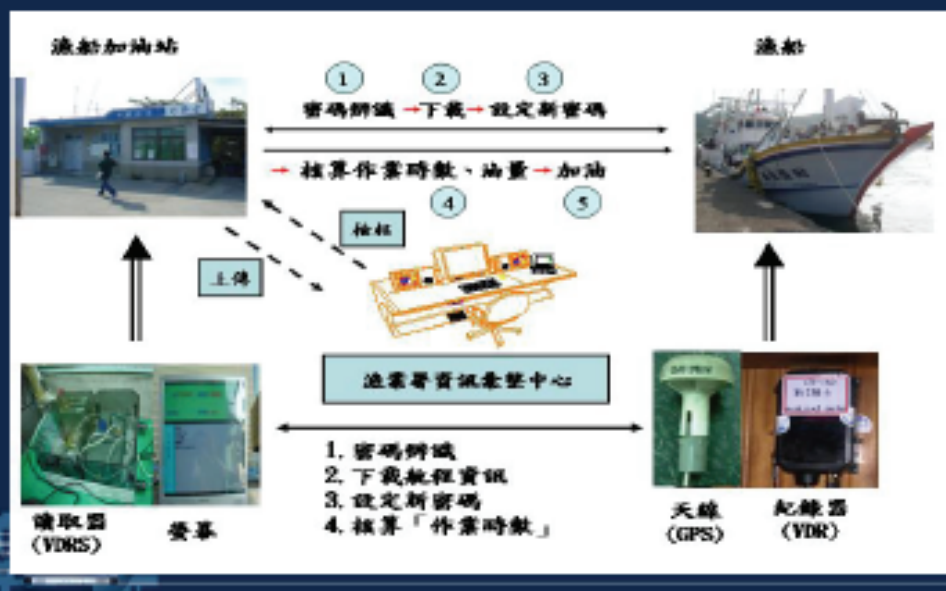
日本的DGPS海氣象資訊廣播



漁船現有監控系統與航程紀錄器

- 遠洋漁船的VMS兼採INMARSAT-C與ARGOS，沿近海VMS則以INMARSAT-C為主，另有自行研發採用高頻HF-SSB技術的船位回報系統，但因HF易受電離層變化影響使通訊遠不如衛星穩定可靠。
- 行政院已核定自2007年1月1日起實施漁船筏裝設航程紀錄器（Voyage Data Recorder, VDR），在漁船加油站裝設航程讀取器（Voyage Data Reading System, VDRS），透過VDRS讀取VDR所紀錄的作業時數，作為漁船主申購漁業動力優惠用油之核配依據。此VDR與SOLAS要求安裝的VDR不同。

漁業動力優惠用油核配操作機制



e-化航行

E-Navigation的定義

- IMO「e-Navigation發展與落實策略草案」
對「e-化航海」的定義是：以電子的方法，調和船岸兩邊海事資訊的蒐集、整合、交換、呈現與分析，以增強航行與相關服務，提昇海上安全、保安、以及對海洋環境的保護
- 最主要核心目標在於：
 - 「減少因單一人員疏失造成的災難」
 - 「支援緊急應變與搜救服務的有效運作」
 - 「提供機會改進運輸與物流的效率」



E-Navigation的定義

- 就海上船舶而言，e-navigation是個可以把本船各種航儀感測器、輔助資訊、標準化使用介面、和充份管理監測與警報的系統整合起來產生具體效益的導航系統。
- 就岸上而言，e-navigation是藉由改善資料的提供、協調、與交換，以更充分而能讓岸上操作人員了解並運用的資料來強化岸基的船舶交通管理與相關服務，支援船舶的安全與效率。
- 就通訊而言，e-navigation是個基礎架構，提供本船、船與船之間、船與岸之間、以及岸上的主管單位或其他相關單位之間經過授權的無縫式資訊傳輸。效益之一是減低單一個人的錯誤。



E-化航行提升航行安全的方法

- 以明確且貼切於當下情境的資訊來改善決策支援；
- 以自動化的指標、警告、以及防止故障的方法減低人員疏失；
- 改善電子航海圖(ENC)的涵蓋率與可得性，並提高其一致化與品質；
- 以“S-Mode”選項引進設備的標準化（尤其是操作介面），而不至於限制了廠商的創新能力；
- 提升導航系統的順應恢復力，增進其可靠性與完整性；
- 改善船上與岸基系統的整合，善用所有的人力資源



e-化航行的實行計畫(Implementation Plan)

- 第一步是確認使用者及其需求
- 第二步的架構包括可滿足使用者需求的硬體、資料、資訊、通訊技術以及軟體
- 第三步的缺口分析已啟動，後續將聚焦於技術、法規、操作與訓練等面向
- 完成上述這些步驟之後，e-化航行的實現計畫（Implementation Plan）可能從2012年開始執行

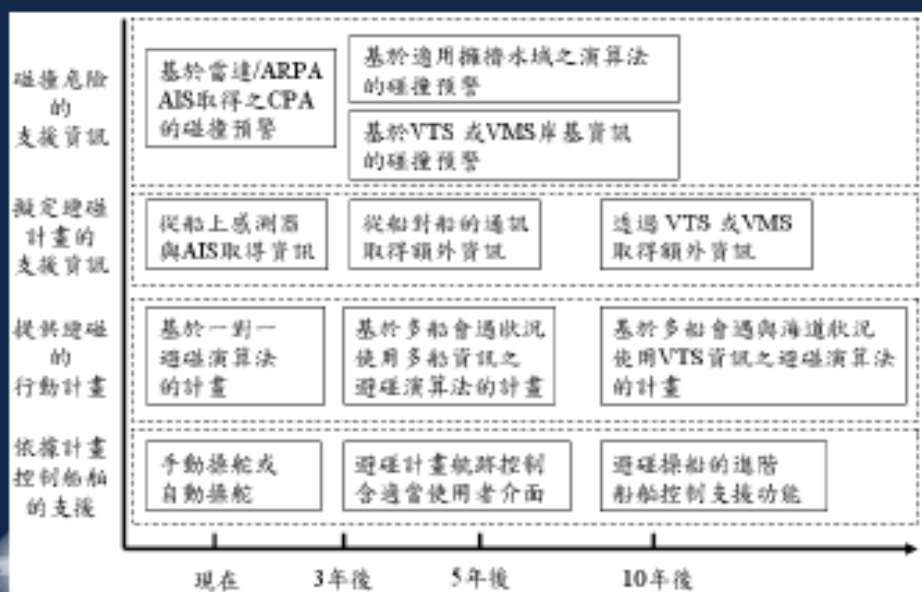


e-化航行實行計畫的內容架構

- 各組織/各方應負責任的確認
- 轉移至e-化航行的規劃
 - 例如：從「紙海圖」轉移至「電子航海圖」
- 階段性實作時程
- 以可能的發展藍圖闡明必要的共識
 - 日本於NAV54提出的避碰支援技術的發展藍圖（roadmap）可做為範本



避碰支援技術發展藍圖

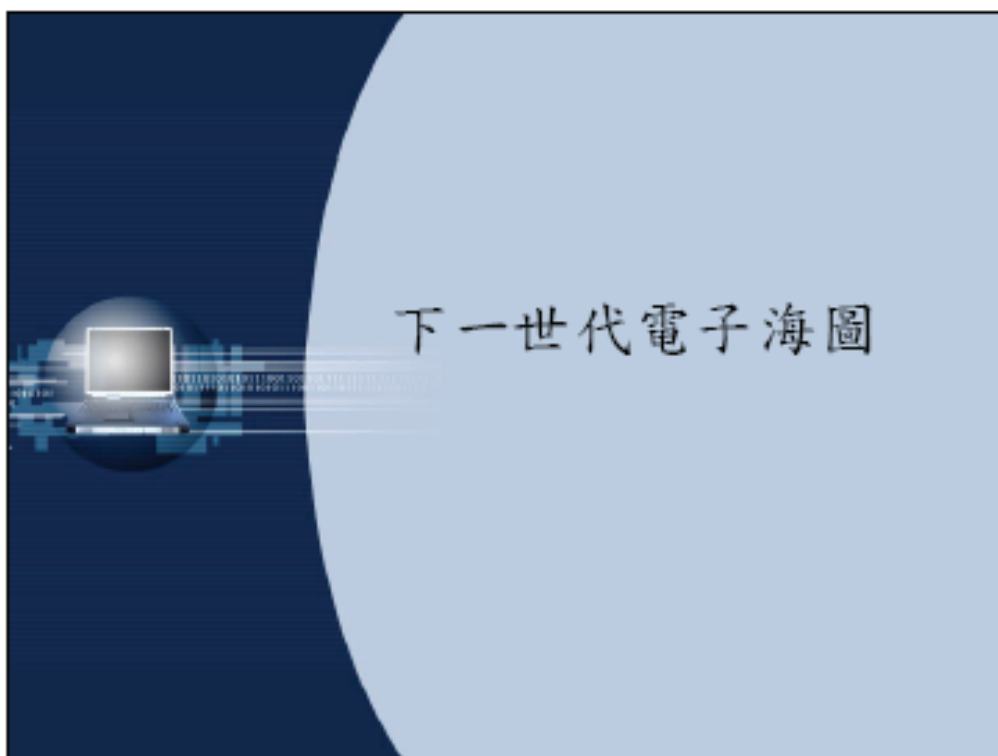


E-Navigation因應要點

- 2008年 6月30至7月4日舉行的NAV (IMO海安會的航行安全次委員會)第54次會議已通過ECDIS Carriage Requirement
- 臺灣海域無線電導航計畫: DGPS, e-LORAN
- 資通訊領域的發展
 - 在衛星上裝置AIS接收機以擴展船舶識別監測範圍；
 - 把mesh網路技術應用至海上船舶之間甚至船岸之間；
 - 岸際的寬頻網路通訊。

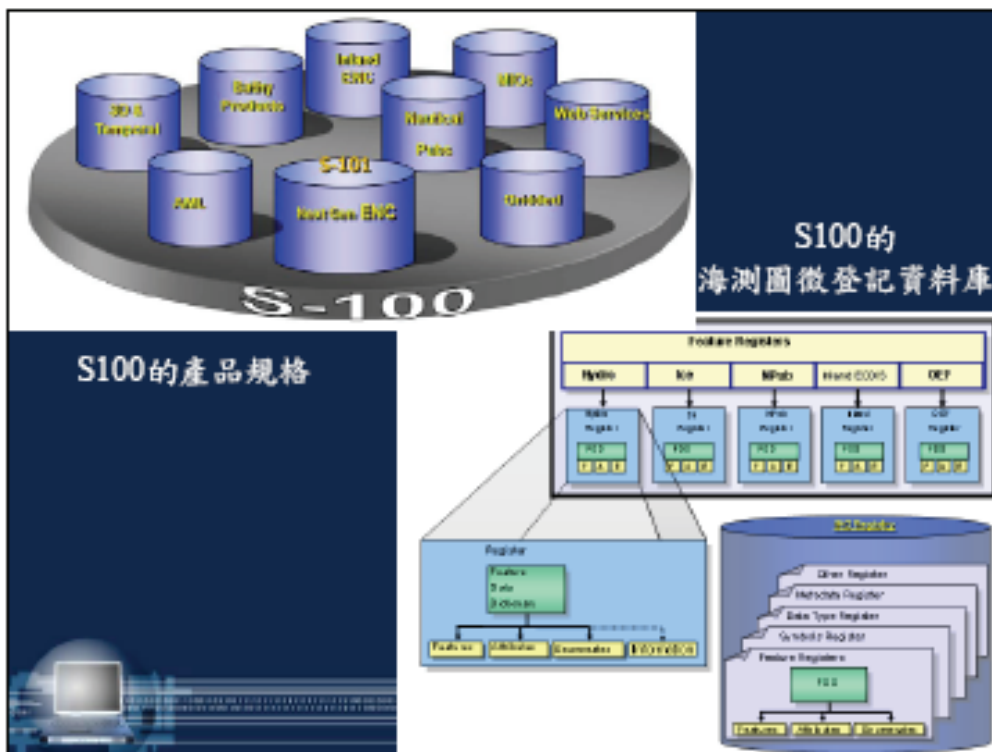


下一世代電子海圖



S-100/S-101

- 海測資料的地理空間標準IHO S-100草案已完成。
- S-100的電子航海圖產品規格S-101仍在草案研擬階段。
- 為了保持和S57 Ed. 3.1的高度相容性，S-101實際上引進的S-100特點主要在於能改善資料內容與效率的部份：
 - 把圖徵物件目錄（資料典）改以登錄資料庫的方式管理，不在明列於標準文件中，以利更新與維護。
 - ISO/IEC 8211仍將存在，甚至是目前S-101草案偏好的編碼封裝方式，但資料典與符號庫將改以XML封裝，傳送給ECDIS更新應用。



下一世代電子航海圖產品規格 S-101

- 新的設計：
 - 資訊物件
 - 複合屬性
 - 不分比例尺的圖幅...
- 在航行目的、比例尺和圖幅單元設計，以及呈現海圖資訊的符號庫與規則方面預期會有較大的變革。



S-101的圖幅設計

- 新的圖幅單元類型→提高海圖更新效率
 - Scalable（燈標、浮標、航路…等）
 - Non-scalable（岸線、等深線、地表圖徵等）
- 航行目的兩兩合併簡化成三種：
 - 總覽（overview）、航路規劃與大洋航行
 - 沿岸航行與接近引水/領港地點
 - 港口，從引水/領港地點到停泊的船席

前兩種將採用等分割方式，採用全球一致的劃分與比例尺



結論與建議

- IMO已擬定e-化航行策略，將逐步實現建立e-化航行的國際架構。其原因不僅是電子資通技術的進步帶來提昇航行安全效率與環境保護的機會，更在於新式船舶上的新一代航海人員很難再兼具傳統航海技術與這些新技術的能力與經驗，其間的落差極可能危及航安。
- IMO把電子海圖列為e-化航行的首要條件，要求盡快達成全球 ENC資料庫的建置。e-化航行的趨勢發展至此，實不容再忽視。我國在電子航行圖方面投入充分資源，維持穩定運作持續發展的電子海圖服務是絕對必要的。



後續研究建議

- 在定位導航方面宜考慮設置DGPS與e-LORAN，及早擬定國家無線電導航計畫並予以落實。
- 在海事資通訊方面更是我國應及早投入資源的部份，以期在e-Navigation世代的航運環境與設備技術方面都能取得競爭優勢。
- 在e-化航行的國際架構下實現智慧型海運系統



