

92-80-759
MOTC-IOT-91-HA09-2

港灣海氣象觀測即時查詢系統 建構管理之研究(1/3)



交通部運輸研究所

中華民國九十二年六月

92-80-759
MOTC-IOT-91-HA09-2

港灣海氣象觀測即時查詢系統 建構管理之研究(1/3)

著 者：吳 基

交通部運輸研究所

中華民國九十二年六月

港灣海氣象觀測即時查詢系統建構管理之研究 (1/3)

著 者：吳 基

出版機關：交通部運輸研究所

地 址：台北市敦化北路 240 號

網 址：www.iot.gov.tw

電 話：(02)23496789

出版年月：中華民國九十二年六月

印 刷 者：全能辦公事務用品有限公司

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：100 元

展 售 處：

交通部運輸研究所運輸資訊組•電話：(02)23496880

三民書局重南店：台北市重慶南路一段 61 號 4 樓•電話：(02)23617511

三民書局復北店：台北市復興北路 386 號 4 樓•電話：(02)25006600

國家書坊台視總店：台北市八德路三段 10 號 B1•電話：(02)25787542

五南文化廣場：台中市中山路 6 號•電話：(04)22260330

新進圖書廣場：彰化市中正路二段 5 號•電話：(04)7252792

青年書局：高雄市青年一路 141 號 3 樓•電話：(07)3324910

交通部運輸研究所出版品摘要表

出版品名稱：港灣海氣象觀測即時查詢系統建構管理之研究(1/3)			
國際標準書號（或叢刊號）	政府出版品統一編號 1009202110	運輸研究所出版品編號 92-80-759	計畫編號 91-HA09-2
主辦單位： 港灣技術研究中心 主管： 邱永芳 計畫主持人： 吳基 研究人員： 林受勳、徐如娟 聯絡電話： 04-26587181 傳真號碼： 04-26571329			研究期間 自 91 年 01 月 至 91 年 12 月
關鍵詞：海氣象觀測、數據傳輸、即時展示			
摘要： <p>港研中心目前在台北港及安平港打設有海上觀測樁，蒐集當地之海氣象基本資料，並作統計分析。近年來有關數據傳輸、GIS 系統之應用日漸廣泛，本研究擬利用觀測樁所測得的數據，建立一套自動擷取傳輸系統，將即時的海象觀測值和長期變化統計數據分別儲存於資料庫內，並以網路 GIS 系統展示於本中心之網站上提供各界參考。第一年工作已完成評估現行各類型遠距觀測傳輸系統統之特色，並採購安裝完成一套遠距觀測儀器傳輸系統，開始運作，持續蒐集安平海域海氣象數據，加以統計分析，作第二年建構即時海象展示系統之基礎，期未來能供相關部門研究參考利用。</p>			
出版日期	頁數	定價	本出版品取得方式
92 年 06 月	114	100	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： 限閱 機密 極機密 絕對機密 （解密【限】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: Application of Internet GIS & Remote Telemetry Met-Ocean Data Collection System On Field Measurement			
ISBN(OR ISSN)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1009202110	IOT SERIAL NUMBER 92-80-759	PROJECT NUMBER 91-HA09-2
DIVISION: CENTER OF HARBOR & MARINE TECHNOLOGY DIVISION CHIEF: Yung-Fang Chiu PRINCIPAL INVESTIGATOR: Chi Wu PROJECT STAFF: Shou -shuin Lin, Ju-chuan shu PHONE: 886-4-26587181 FAX: 886-4-26571329			PROJECT PERIOD FROM Jan. 2002 TO Dec. 2002
KEY WORDS: field measurement, remote met-ocean data collection system, real time display			
ABSTRACT: <p>The application of Internet GIS & Remote Telemetry Met-Ocean Data Collection System has been developing rapidly in recent years. In this study we focused on the Met-Ocean Data Collection Pile System offshore An-ping & Taipei Harbor and proceed our field surveys in this area. We examined and estimated all possible techniques of data collection and transferring systems, and constructed a complete system which combines the field surveying, data collection, two way communication, and real-time display of oceanographic & meteorological data. By Using the Internet GIS concepts, we hope to present an advanced data display system on Internet safely and conveniently next year.</p>			
DATE OF PUBLICATION June 2003	NUMBER OF PAGES 114	PRICE 100	CLASSIFICATION SECRET CONFIDENTIAL UNCLASSIFIED
The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.			

目 錄

中英文摘要	
目錄	
圖目錄	
第一章 計畫概述	1-1
1.1 計畫目標	1-1
1.2 計畫執行方式	1-2
第二章 各類型海氣象即時觀測展示系統分析與評估	2-1
2.1 觀測傳輸展示系統概述	2-1
2.2 海洋觀測浮標平台	2-2
2.3 淺水觀測樁觀測系統	2-28
2.4 岸基電纜傳輸觀測系統	2-32
第三章 建構海氣象即時觀測系統	3-1
3.1 儀器採購經過	3-1
3.2 系統安裝過程	3-6
第四章 海氣象觀測資料解析	4-1
4.1 安平海氣象觀測作業	4-1
4.2 波浪觀測資料分析	4-1
4.3 海潮流觀測資料分析	4-13
4.4 風速及風向觀測資料分析	4-24
4.5 潮汐觀測資料分析	4-35

第五章 結論與計畫展望.....	5-1
參考文獻.....	6-1

圖 目 錄

圖 2.1	AXYS-3M BUOY 浮標平台外觀	2-15
圖 2.2	SEAWATCH BUOY 浮標平台外觀	2-16
圖 2.3	AXYS-1.8M BUOY 浮標平台外觀	2-17
圖 2.4	WAVESCAN BUOY 浮標平台外觀	2-18
圖 2.5	TRIAXYS DIRECTIONAL WAVE BUOY 浮標平台外觀	2-19
圖 2.6	SEAWATCH MINI BUOY 浮標平台外觀	2-20
圖 2.7	AXYS-6M BUOY 浮標平台外觀	2-21
圖 2.8	AXYS-3M BUOY 浮標平台錨碇示意圖	2-22
圖 2.9	SEAWATCH BUOY 浮標平台錨碇示意圖	2-23
圖 2.10	AXYS-3M BUOY 浮標平台成果輸出圖	2-24
圖 2.11	SEAWATCH BUOY 浮標平台成果輸出圖	2-25
圖 2.12	BUOY 浮標平台施工、作業之情形（一）	2-26
圖 2.13	BUOY 浮標平台施工、作業之情形（二）	2-27
圖 2.14	安平海域海上觀測樁	2-31
圖 2.15	InterOcean 公司海氣象儀器觀測系統	2-31
圖 2.16	InterOcean 公司觀測系統展示畫面	2-32
圖 2.17	上部儀器架	2-33
圖 2.18	下部基座	2-33
圖 2.19	剖面流速波浪儀	2-34
圖 2.20	單鎧海底電纜	2-35
圖 2.21	AWAC 與資料傳輸控介面	2-36
圖 2.22	即時資料及圖形顯示軟體	2-37

圖 2.23 系統流程圖	2-39
圖 2.24 AWAC 水下安裝佈放架及電池組	2-39
圖 3.1 安平港海上觀測樁之相關位置	3-11
圖 3.2 海氣象觀測之儀器系統安裝完成情形	3-12
圖 3.3 海氣象即時觀測系統資料之取樣及處理方式	3-13
圖 3.4 海氣象即時觀測系統之組成及傳輸	3-14
圖 4.1 安平 2002 年一月波浪紀錄統計逐時圖	4-6
圖 4.2 安平 2002 年七月波浪紀錄統計逐時圖	4-7
圖 4.3 安平 2002 年冬季波高波向玫瑰圖	4-8
圖 4.4 安平 2002 年春季波高波向玫瑰圖	4-9
圖 4.5 安平 2002 年夏季波高波向玫瑰圖	4-10
圖 4.6 安平 2002 年秋季波高波向玫瑰圖	4-11
圖 4.7 安平 2002 年全年波高波向玫瑰圖	4-12
圖 4.8 安平 2002 年一月海流紀錄統計逐時圖	4-17
圖 4.9 安平 2002 年七月海流紀錄統計逐時圖	4-18
圖 4.10 安平 2002 年冬季流速流向玫瑰圖	4-19
圖 4.11 安平 2002 年春季流速流向玫瑰圖	4-20
圖 4.12 安平 2002 年夏季流速流向玫瑰圖	4-21
圖 4.13 安平 2002 年秋季流速流向玫瑰圖	4-22
圖 4.14 安平 2002 年全年流速流向玫瑰圖	4-23
圖 4.15 安平 2002 年一月風速風向紀錄統計逐時圖	4-28
圖 4.16 安平 2002 年七月風速風向紀錄統計逐時圖	4-29
圖 4.17 安平 2002 年冬季風速風向玫瑰圖	4-30
圖 4.18 安平 2002 年春季風速風向玫瑰圖	4-31

圖 4.19 安平 2002 年夏季風速風向玫瑰圖	4-32
圖 4.20 安平 2002 年秋季風速風向玫瑰圖	4-33
圖 4.21 安平 2002 年全年風速風向玫瑰圖	4-34
圖 4.22 安平典型水位歷線圖〔 2002 年九月 〕	4-38
圖 4.23 安平主要分潮之振幅圖	4-39

第一章 計畫概述

1.1 計畫目標

台灣四周環海，開發海洋資源、發展航運、從事港灣建設及徹底瞭解港灣設施改善之依據等均需長期可靠之海象、氣象資料作為規劃設計之依據。由於海象觀測工作需龐大經費及人力，因此有效獲得海洋資料必需做整體規劃及建站的工作。依據行政院第十三、十四次科技顧問會議有關建議方案及執行規劃中建議由交通部召集相關單位進行「建立海象長期觀測網」之細部規劃，其規劃方針(一)長期觀測網依任務導向作為責任區分(二)港灣工程及海岸保育部份由港研中心負責。

依據 90 年~93 年國家科技發展計畫之強化知識創新體系、創造產業競爭優勢、增進全民生活品質、促進國家永續發展、提升全民科技水準等總目標及策略課題，並配合交通部中程施政計畫之有效運用科技，提升國民「行」的生活品質、促進海洋及海岸相關科技的研發、建立良好 e 世紀之海洋及海岸環境、減低海洋污染及海岸天然災害的損失、創造一個永續發展的海洋及海岸環境等目標，於衡酌國內外海洋及海岸工程研究發展現況後，針對台灣四面環海之地理特性。因此，具體擬擬本研究計畫之工作項目與完成目標。

港研中心歷年來對有關台灣四周各港海域海氣象現象之蒐集觀測、資料分析、研究一直是重點研究項目。早期由於遠距觀測傳輸之技術並不普遍，且儀器設計相關技術並不完備，因此涉及港灣建設、海洋工程設計必需之海氣象資料蒐集，如風、波、流、水位等觀測均有賴於安裝使用不同功能的儀器包括風速計、波高計、潮位計、海流儀等來進行長期觀測，而觀測作業本身也有賴技術人員定期前往現場收放相關儀器設備。在時效上無法掌握即時之海況資料提供利用，如逢天候惡劣，亦無法有效保障人員、儀器之安全，因此現場作業實屬一項相當危險且困難的工作。近年來電子工業快速發展，積體電路等

先進技術促進海氣象觀測儀器設計朝向多功能整合方向發展，儀器性能有突破性之表現，一部儀器可同時施測波、流、水位、溫度、鹽度等，資料儲存量更呈倍數增加，這些外在的需求及相關技術條件的成熟孕育了海氣象遠距觀測數據傳送系統之建構。從此我們可以在千百公里外直接讀取遠端的儀器測量數據，作即時的反應。

除了硬體方面的發展外，近年來有關資料庫管理方面，地理資訊系統 GIS 系統之應用日漸廣泛，除了在陸地上的各類應用外，已逐漸開始應用於海洋研究之資料管理上，另外因電腦普及、網路的發展一日千里，網路已經深入家庭，觸及尋常百姓之日常生活，由網路來接收即時的必要資訊必將成為未來世界最重要的管道。本研究擬針對目前海氣象觀測系統，期望以新建設的國內商港為例，以港外海象觀測樁所測得的資料，經評估各種傳輸方式之利弊後建立一套自動擷取、傳輸系統，將即時的海象觀測值和長期變化統計數據儲存於資料庫內並以網路 GIS 系統展示於本中心之網站上提供各界參考。考慮網站內展示內容的設計管理、安全性與便利性如何兼顧等問題均影響此系統之應用成敗。本研究期望能建構完成一個安全、完備、便利的即時展示系統，並以妥善的管理供大家持續利用參考。

1.2 計畫執行方式

1.2.1 概述

國內之各國際港建設大致已形完備，因此，目前正積極從事國內國際輔助港之開發，如台北港、安平港等，相關的港灣工程規畫建築者極冀望獲取現地長期可靠之海氣象資料，包括施工前、施工中、施工後之變化，作為港內設施配置、船隻碇泊及改善之依據，而當有颱風或異常海象發生時，更需要及時獲得當時的觀測數據，作有效的防護應變措施之依據。因此我們選定安平港作為研究計畫執行重點區域。

本所港研中心目前在台北港、安平港外海各打設有海上觀測樁一

支，於其樁頂及水下裝置海氣象觀測儀器，持續蒐集風、波、水位、流資料，每年以研究報告提供港務局參考，本計畫即利用此已有之儀器平台裝設必要之觀測儀器和遠距傳輸系統，所得數據在經過路上基地台之接收處理，得到所需統計結果，再經由數據專線傳回本所港研中心，完成建構一完備之網路即時查詢系統，將上述觀測項目之數據〔包括統計圖表及即時觀測數據等〕上網供相關單位查詢。如果初步成效良好，將可逐步整合其他港口海上測站之儀器系統，成為一標準之海象觀測查詢系統。

為了達到上述的目的，有幾項工作需要次第完成：

- 1.評估目前已成熟的及發展中的各種商用遠距海氣象觀測傳輸系統〔包括軟體及硬體〕設計架構，採用之各型儀器優缺點及適用性，作先期之評估，可提供未來相關單位不同條件下採行之參考。
- 2.建構一初期自動觀測傳輸系統，作為海氣象觀測即時查詢系統網頁設計之試驗平台。
- 3.海氣象觀測資料蒐集。此一工作項目再細分為三項內容
 - (1)現場海氣象調查：實施當年度於研究重點地區風、波、水位、流等項目現場觀測作業。
 - (2)海氣象觀測資料分析。將現場觀測作業所得之基本原始資料以統計程式計算出各觀測項目統計結果。
 - (3)以往長期觀測資料之分項整理：將歷年來的觀測資料統計檔製作標準化之圖表檔案以提供上網查詢。
- 4.利用網路 GIS 地理資訊系統擴充編修概念設計海氣象資料即時網頁展示，完成計畫目標海氣象即時資料查詢管理系統。

1.2.2 人力配置及需求

本研究共需總研究人力 6~8 人/年，人力配置及需求在 91 年為 6 人，包括研究員 2 人，副研究員 1 人，助理研究員 2 人，技術人員 1

人，由於在 91 年內即要完成一個初步觀測及傳輸系統，92 年將進行全面現場施測，故自 92 年起，技術人員將增加 2 人，因此全部工作人員達到 8 人。

1.2.3 經費需求

本子計畫本年度總研究經費共約新台幣肆佰柒拾玖萬元整(含資本門二百九十五萬)。

1.2.4 儀器設備需求

海氣象觀測儀器：

- 1.海流儀。
- 2.測波儀。
- 3.潮位計。
- 4.風向風速計。

數據記錄計及傳輸設備：

- 1.資料擷取儲存器。
- 2.無線電數據機。
- 3.無線電收發訊機。

相關之配備組件：

- 1.天線、水上訊號線、水下鎧裝電纜。
- 2.電源系統 太陽能板。
- 3.系統防雷擊配備。
- 4.資料儲存及處理電腦。
- 5.相關蒐集及處理軟體。
- 6.不斷電系統。

1.2.5 計畫工作時程

本研究計畫預計以三年來完成上述各項目標，因此各年度之工作執行重點及時程分別如下：

第一年 分析目前已成熟的及發展中的各種海氣象觀測傳輸處理系統之優缺點及適用性。採購並建構完成初期自動觀測傳輸系統，開始運作海氣象觀測及遠距傳輸作業。

第二年 氣象調查及分析，利用已有資料設計海氣象資料即時網頁初步展示內容。同時整理本所以往相關觀測數據，製作標準圖表作上網即時之展示。

第三年 氣象調查及分析，利用網路 GIS 地理資訊系統擴充編修資料庫內容，並與本所各國際港觀測系統整合，完成計畫目標海氣象即時資料查詢管理系統。

本計畫 91 年度工作時程甘梯圖如下所示：

91 年工作進度甘梯圖

工 作 項 目	年 進 度 目 標	91 年	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	權 重
1. 計畫相關資料蒐集															20
2. 儀器採購作業															16
3. 海氣象現場觀測															24
4. 期中報告撰寫															8
5. 建構即時傳輸系統															16
6. 資料處理及分析															8
7. 期末報告撰寫															8
工作進度估計百分比 (累積數)		4	12	20	28	40	48	56	64	72	84	96	100	100	

第二章 各類型海氣象即時觀測展示系統分析與評估

2.1 觀測傳輸展示系統概述

一個完整的海氣象即時觀測展示系統包括幾個部份組成，第一是感測部，負責感應所要觀測的現象變化狀態，量度其變化量。其二為紀錄裝置，依續紀錄儲存所有數據，供進行進一步之分析。其三為資料傳輸裝置，將所觀測的數據由海上傳回陸地上的基地站，設計或應用相關軟體以便作統計、分析，產生報表、圖示輸出，最終展示於使用者面前。而又因海洋環境的特性，使得上述的組件必需架設於適當的儀器平台上。下面將分別加以討論：

首先討論感測器部份。海氣象觀測主要的觀測項目包括海流觀測、波浪觀測、水位觀測、風觀測、其他物理化學特性(氣溫、氣壓、水溫、氣度或鹽度、溶氧量、濁度等)觀測，儀器的種類繁多：

海流觀測—觀測水流現象之儀器一般通稱為流速計，而在設計條件上特別考慮到海洋環境之物理化學特性，所設計而成的又特別稱之為海流儀。其設計原理有機械式(迴轉計數)、電磁式、超音波式、都普勒式等等。

波浪觀測—觀測波浪現象之儀器一般通稱為測波儀，其設計原理有壓力式、浮球式、電容式、超音波式(又可分為水上、水中兩類)等等。

潮位觀測—觀測潮位現象之儀器一般通稱為潮位計，依設計原理又可分為浮筒(機械式)、壓力式、超音波式。其中壓力式及超音波式都和波浪觀測相類似，僅取樣頻率與取樣時間有所不同。

如果將近海定點位置之觀測系統依據搭載儀器平台的形式來區分，大致可以區分成三種類型，分別是

- 1.海洋觀測浮標平台系統
- 2.淺水觀測樁觀測系統
- 3.岸基電纜傳輸觀測系統

海洋觀測浮標平台系統係利用一船型或圓形之海上浮體，在上面搭載各觀測儀器系統及電源系統，所蒐集之資料以無線電、衛星通訊等方式定時傳遞到岸上作進一步處理。

近岸觀測樁蒐集系統適用於近岸水深 20 米以內之水域，觀測樁是一種很穩定的觀測平台，通常使用一支或一支以上的接合鋼管以打樁的方式樹立於海中，利用觀測樁本身結構搭載儀器及傳輸、電源系統。

岸基電纜傳輸觀測系統則以岸上為資料接收基地，而把感測器單獨置於海中，兩者以海中電纜〔一般均使用鎧裝電纜〕相聯接。

目前由於科技知識之進步及未來市場相關需求之增加，使得各儀器生產公司愈來愈重視系統整合的工作，且因相關工程技術已相當成熟，甚至許多小型實驗室或研究單位都有能力從事此一領域的設計，但由於人力、經費無法與大規模公司相提並論，因此其周全性、穩定性恐仍無法達到商用之要求，故本研究現僅就目前較具規模及有實際銷售經驗的三種類型海氣象即時觀測展示系統作一個說明與初步評估。

以下將就三種系統之特性作較詳盡的介紹。

2.2 海洋觀測浮標平台

本所(港研中心)為能有效的觀測現場之即時海氣象現象和傳輸資料，所以特地搜尋有關此系統(bouy)之功能、規格與現場實際作業的範例，用來發展往後研究計畫之所需，且將來能應用於未來海氣象觀測技術的改良。

此一系統之構思及討論，乃於本計畫開始之年初即著手展開，進行各項資料的搜集和整理；依各種任務之需求不同，所須使用之儀器「海氣象即時觀測系統」亦有所不同，僅就幾種常見和多功能之儀器系統，介紹如下。

AXYS-3M BUOY：加拿大、AXYS 公司，如圖 2.1 所示。

SEAWATCH BUOY：挪威、Oceanor 公司，如圖 2.2 所示。

AXYS-1.8M BUOY：加拿大、AXYS 公司，如圖 2.3 所示。

WAVESCAN BUOY：挪威、Oceanor 公司，如圖 2.4 所示。

TRIAXYS BUOY：加拿大、AXYS 公司，如圖 2.5 所示。

SEAWATCH MINI BUOY：挪威、Oceanor 公司，如圖 2.6 所示。

AXYS-3M BUOY：加拿大、AXYS 公司，如圖 2.7 所示。

以上為海洋觀測浮標平台量測海氣象資料之儀器設備代表，除此之外，當然還有許多不同廠牌、形式、功能、國家，所製造生產的觀測系統，在此並不一一贅述。

2.2.1 使用之載台介紹

1.AXYS-3M BUOY 使用之載台介紹：

(1)載台組件：

- a.三公尺海氣象資料浮標採用無磁性鋁材及軟鋼焊接之殼體。
- b.主體由 6 個防水浮力槽環繞 1 個中央防水浮力槽(內含 AXYS Environmental System 研發製造的 TRIAXYS 測波儀，電子元件及電池)所組成。
- c.浮標上另裝有 IALA 標準導航燈。

(2)外觀及尺寸：

a.尺寸與重量：

- (a)直徑 340 cm。
- (b)全高 440 cm。
- (c)總重 1,200 kg (不包含裝備)。

b.浮力：

(a)總浮力 3,800 kg (不包含裝備及錨定約重 5,000 kg)。

(b)預浮力保持 1,600 kg (包含裝備)。

(3)錨碇方式：

a.海深 0 至 80 公尺採用全錨鏈錨碇，如圖 2.8 所示。

b.當海深介於 80 及 200 公尺見建議採用錨鏈繩索絞合或重輕錨鏈絞合方式錨碇。

c.當海深超過 200 公尺採用反向懸鏈方式錨碇。

2. SEAWATCH BUOY 使用之載台介紹：

(1)載台組件：

a.穩定，垂直的圓形浮球，浮球裏裝置各種儀器。

b.浮球周圍由三支長 6 米垂直的防海水鋁棒所固定。

c.載台的頂端裝設氣象觀測儀器。

d.載台的底部（沒入水中）裝設各種沉入水中的觀測儀器。

(2)外觀及尺寸：

a.重量：710 公斤。

b.高度：8.6 米。

c.直徑：1.76 米。

d.浮球的浮力：1400 公斤。

錨定方式：總共有五種錨定方式；主要考慮海上的狀況，如船的行進路徑，海床底部的狀況，甚至魚類是否會咬斷纜繩，如圖 2.9 所示。

2.2.2 使用儀器名稱(分水上、水下)

1.AXYS-3M BUOY 使用之儀器介紹：

(1)水上：

- a.風速、風向。
- b.海水表面溫度、空氣溫度。
- c.氣壓。
- d.相對濕度。
- e.波浪高度，周期及方向。
- f.全球衛星定位系統(GPS)。
- g.太陽幅射量(附加儀器)。

(2)水下：(以下均為附加儀器)

- a.潮流速度及方向。
- b.海水溫度及電解度(溫鹽深儀 CTD)。
- c.濁度計。
- d.水質監測。

2.SEAWATCH BUOY 使用之儀器介紹：

(1)水上：

- a.風速。
- b.風向。
- c.大氣壓力。
- d.空氣溫度。

(2)水下：

- a.海流速度（海洋表面）。

b.海流方向（海洋表面）。

c.溫度。

d.電導度

2.2.3 觀測能力

1.AXYS-3M BUOY 之觀測能力介紹：

(1)風速：

a.量測範圍：0-60 m/sec。

b.解析度：0.1 m/sec。

c.準確度：±0.3 m/sec。

(2)風向：

a.量測範圍：0-360 度。

b.解析度：0.5 度。

c.準確度：0.9 度。

(3)氣溫：

a.量測範圍：攝氏-40 至+60 度。

b.解析度：0.1 度。

c.準確度：±0.2 度(25 度)。

(4)相對濕度：

a.量測範圍：0 至 100% R.H.。

b.解析度：0.1 %。

c.準確度：1.5% R.H.。

(5)磁羅經：

- a.量測範圍：0-36 度。
- b.解析度：0.1 度。
- c.準確度： ± 0.3 度。

(6)水溫：

- a.量測範圍：攝氏-8 至+41 度。
- b.解析度：0.1 度。
- c.準確度： ± 0.1 度。

(7)大氣壓：

- a.量測範圍：500-1100 毫巴。
- b.解析度：0.01 毫巴。
- c.準確度： ± 0.15 毫巴。

(8)潮流速度及方向：

- a.量測範圍：
 - (a)速度：0 至 500 cm/sec。
 - (b)方向：0-360 度。
- b.準確度： ± 0.15 毫巴。
 - (a)速度： ± 2 cm/sec。
 - (b)方向： ± 5 度。

(9)示性波高：

- a.量測範圍：0-40 m

b.解析度：1 cm。

c.準確度：小於 2 %。

(10)示性週期量測範圍：1.6 至 33 秒。

(11)波向：

a.量測範圍：0-360 度

b.解析度：1 度。

c.準確度：3 度。

2.SEAWATCH BUOY 之觀測能力介紹：

(1)方向性潮波儀：

a.高低，大浪，搖晃：

(a)範圍：± 15M（可調整）。

(b)準度：<10cm。

b.方向：

(a)範圍：0~360°。

(b)準度：0.3°。

c.浪波頻率

(a)範圍：2-30。

(b)準度：<0.2% 實測值。

(2)海流速度（海洋表面）：

a.範圍：0~600cm/s。

b.準度：1 公分/秒或 2% 的讀值。

(3)海流方向：

a.範圍：0~360°。

b.準度：±2.5°。

(4)海洋溫度：

a.範圍：-5 到 32°C。

b.準度：±0.03°C。

(5)海洋導電度：

a.範圍：0~9.0s/m。

b.準度：±0.002s/m。

(6)風向：

a.範圍：0~360°。

b.準度：±3°。

(7)風速：

a.範圍：0~60m/s（或 0~70m/s）。

b.準度：±0.3m/s。

(8)大氣壓力：

a.範圍：800~1100hPa。

b.準度：±0.15hPa。

(9)大氣溫度：

a.範圍：-30~75°C。

b.準度：±0.1°C。

2.2.4 觀測原理

1.AXYS-3M BUOY 之觀測原理介紹：

(1)波浪：TRIAXYS 測波儀包括有三個平衡力加速儀，用來測量三個相互正交平面上的加速度。另加有三個角速度儀，測量相應的橫搖角、縱傾角和偏航角並包含一磁羅經測量水平面指向。

(2)風：螺旋迴轉式測風速，風標方式測風向。

2.SEAWATCH BUOY 之觀測原理介紹：

本浮球裏部裝置一具 MRU (Monitor Reference Unit) 儀器，主要是量測海流方向以及浪高的轉換為原理依據。這種儀器不受溫度高低、旋轉及上下高低的影響。本浮球又由三個非常精密的羅盤組裝，主要是量測浮球定位。這個在量測風及海流的方向是非常重要的，也可以控制量測值在高水準之上。

2.2.5 資料傳輸方式

1.AXYS-3M BUOY 之資料傳輸方式介紹：

(1)VHF。

(2)GOES (附加儀器)。

(3)ARGOS (附加儀器)。

(4)INMAESAT (附加儀器)。

2.SEAWATCH BUOY 之資料傳輸方式介紹：

(1)定位：

a.GPS—Inmarsat—C。

b.GPS—ORBCOMM。

c. ARGOS one-way position transfer—ARGOS。

d. Radio—GPS。

e. GSM—GPS。

(2) 傳輸系統：

a. 衛星：Inmarsat—C 及 ORBCOMM 雙向傳輸，ARGOS 單向傳輸。

b. 電話：GSM 雙向傳輸。

c. 無線電：UHF/VHF 雙向無線傳輸。

2.2.6 即時展示功能

1. AXYS-3M BUOY 之即時展示功能：

AXYS Environmental System 製造的 TRIAXYS 分析軟體簡介：

(1) 所有 TRIAXYS 測波儀之測量資料均經由加拿大水力工程中心 (CHC) 發展的專利軟體進行分析，如圖 2.2.10 所示。

(2) 經由快速傅利葉轉換非線性方程式反覆比對計算，所有波浪三維位移及速率均可精確地分析。

2. SEAWATCH BUOY (含 MINI BUOY) 之即時展示功能：

本資料即時展示系統為一個人電腦系統，即時展示海洋資料或其他資料，如圖 2.2.11 所示，內容包含：

(1) 時間域繪圖。

(2) 簡單變化曲線統計圖。

(3) 單軸及雙軸變化曲線表。

(4) 風的玫瑰曲線圖。

(5) 複製或專業圖形。

(6)地形圖及資料顯示。

(7)3D 參數分析 (Weibull)。

(8)伽瑪 (Gamma) 頻譜分析。

(9)TS 梯度圖形 (溫度或鹽度)。

2.2.7 電源系列

1.AXYS-3M BUOY 使用之電源系統：100 Amp hrs, 12V DC 封閉式太陽能充電鉛電池。

2.SEAWATCH BUOY (含 MINI BUOY) 之電源系統：

(1)電源：

- a.不須維修的太陽能板。
- b.備份酸性鉛電池 (便於長期使用)。
- c.如陽光太弱，鋰電池亦可提供使用。

(2)電源供應：

- a.太陽能板：48W。
- b.酸性鉛電池：216AmpHr。

2.2.8 儀器初購成本

1.AXYS-3M BUOY：約為新台幣陸佰肆拾肆萬元(NT\$6,440,000)【美金壹拾捌萬肆仟元(US\$184,000，換算匯率 1：35)】。

2.SEAWATCH BUOY：約為新台幣壹仟零玖拾貳萬元(NT\$10,920,000)【美金參拾壹萬貳仟元(US\$312,000，換算匯率 1：35)】。

此兩套系統之附加選擇儀器，會因使用者之需求選擇不同，而有

所不一樣；故當觀測計畫進行選購系統設備時，仍須參考各家儀器公司之最後出售得標報價，方能衡量最佳之量測儀器系統中，其所需的適當費用。

2.2.9 完成建購成本〔安置 20～50 米水深〕

1.AXYS-3M BUOY：約為新台幣捌佰伍拾肆萬元(NT\$8,540,000)【美金貳拾肆萬肆仟元(US\$244,000，換算匯率 1：35)】。

2.SEAWATCH BUOY：約為新台幣壹仟壹佰伍拾伍萬元(NT\$11,550,000)【美金參拾參萬元(US\$330,000，換算匯率 1：35)】。

計畫所需之儀器完成建購成本，將依施工方式及地點決定的不同，而有所影響和改變。其中包括：儀器設備系統的購置、運輸；動員安裝於海上現場與整體之測試，如圖 2.2.12、圖 2.2.13 所示；及最後的驗收程序和人員(資料)之操作及教育訓練。

2.2.10 操作成本〔傳輸費率〕

各種儀器系統的操作成本，完成依資料傳輸方式決定；而每家儀器公司所提供之系統設備，其資料傳輸如前述之各項方式，均大同小異，如此亦證明目前所謂的資料數據傳輸研究發展，以達成熟、穩定的狀態，所以吾人於使用與選擇方面，應從預算經費的考量著手。

2.2.11 後續定期維護頻率及成本

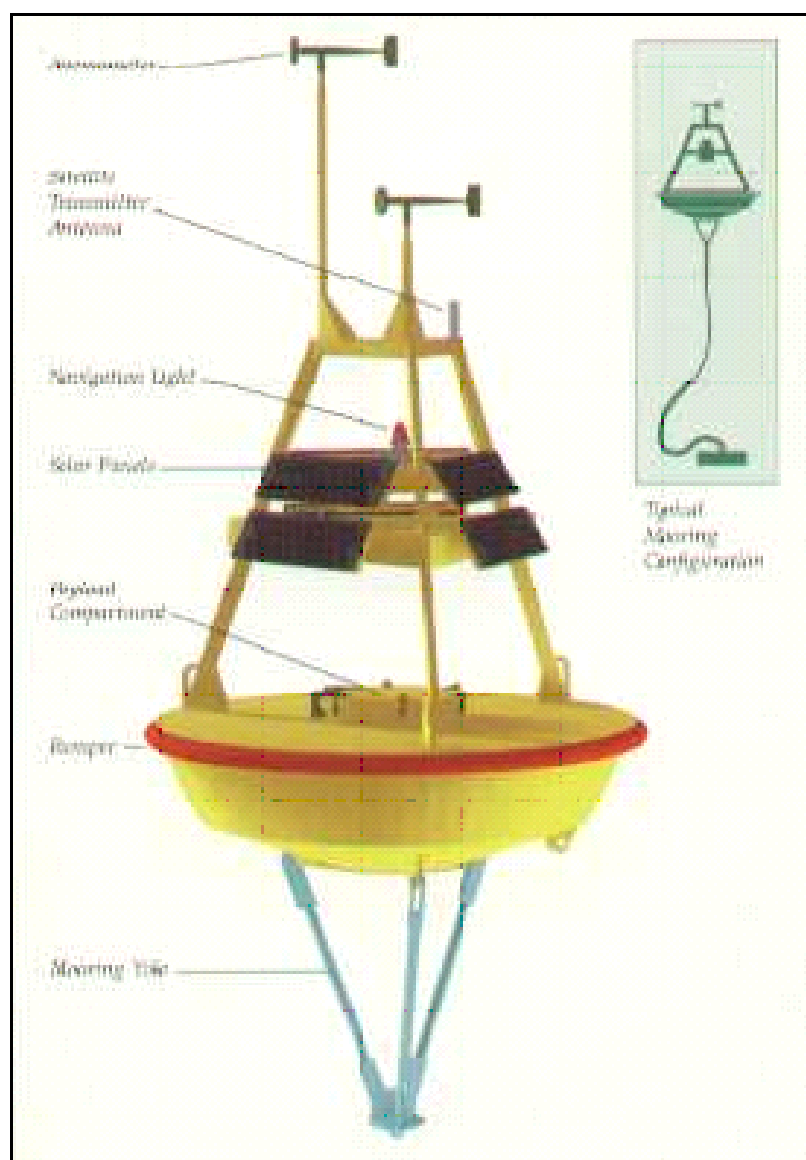
除儀器系統驗收後之財物設備保固期一年外，更應考慮儀器和系統的後續定期維護頻率及成本；而所需後續定期維護(維修、保養)成本，會因使用者之需求選擇而有所不同，須參考各家儀器公司之最後得標報價，可能有些許的不同。

1.AXYS-3M BUOY：約為新台幣壹佰肆拾柒萬元(NT\$1,470,000)【美金肆萬貳仟元(US\$42,000，換算匯率 1：35)】。

2. SEAWATCH BUOY：約為新台幣貳佰零參萬元(NT\$2,030,000)【美金伍萬捌仟元(US\$58,000，換算匯率 1：35)】。

2.2.12 預估使用年限

各家儀器廠商所提出之浮標平台說明，其預估使用年限也大多有 10 年的耐用時間；當然其中仍包含許多不確定因素，如現場海上海氣象的各種突發變數、是否按照所需的時間切實進行定期之保養、維修工作...等，皆影響著儀器所使用的年限與壽命。



Major Buoy Components

圖 2.1 AXYS-3M BUOY 浮標平台外觀

SEAWATCH BUOY

- A multi-sensor wave directional buoy
- A unique design optimizes wave direction measurements
- Modular shaped hull for easy transport and local assembly
- Data presentation in real-time
- Full onboard processing of all measured data
- Two-way communication link for data transfer and remote control of buoys
- Flexible configuration of sensors and data collection
- Designed for safe and easy handling
- Special mooring design minimizes mooring influence on buoy motions
- Easily deployed
- Environmentally friendly
- Not sensitive to extreme temperatures
- Proven track record since 1985



圖 2.2 SEAWATCH BUOY 浮標平台外觀

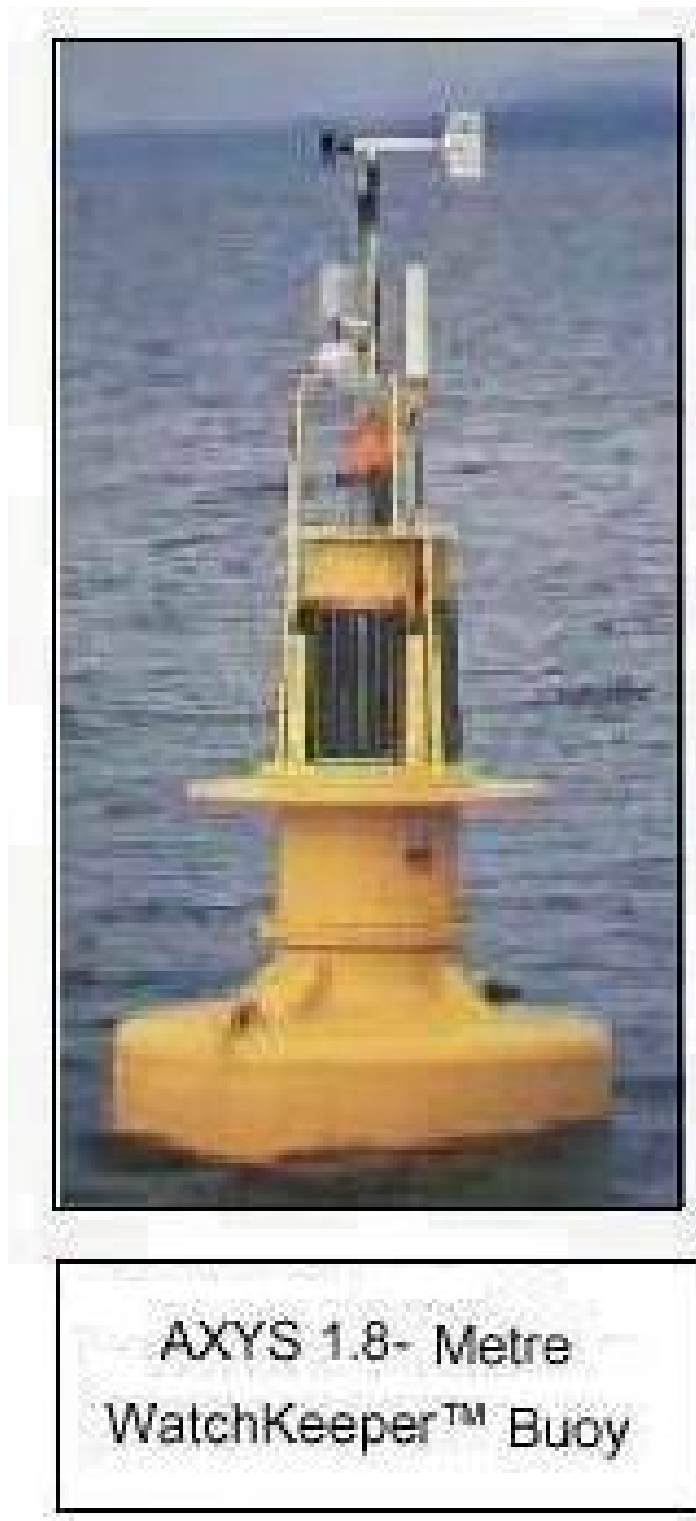


圖 2.3 AXYS-1.8M BUOY 浮標平台外觀

WAVESCAN BUOY



圖 2.4 WAVESCAN BUOY 浮標平台外觀

TRIAXYS™ Directional Wave Buoy *Comparative Test Results*

The Canadian Coast Guard TRIAXYS™ Directional Wave Buoy was deployed within 100 metres of a Waverider buoy off the West coast of Vancouver Island, Canada in 33 metres of water. The results from a limited time of comparisons clearly show an excellent agreement of the two sets of data with the TRIAXYS™ directional data exhibiting a markedly tighter resolution indicative of the directional precision of the TRIAXYS sensors.



圖 2.5 TRIAXYS DIRECTIONAL WAVE BUOY 浮標平台外觀

SEAWATCH MINI BUOY

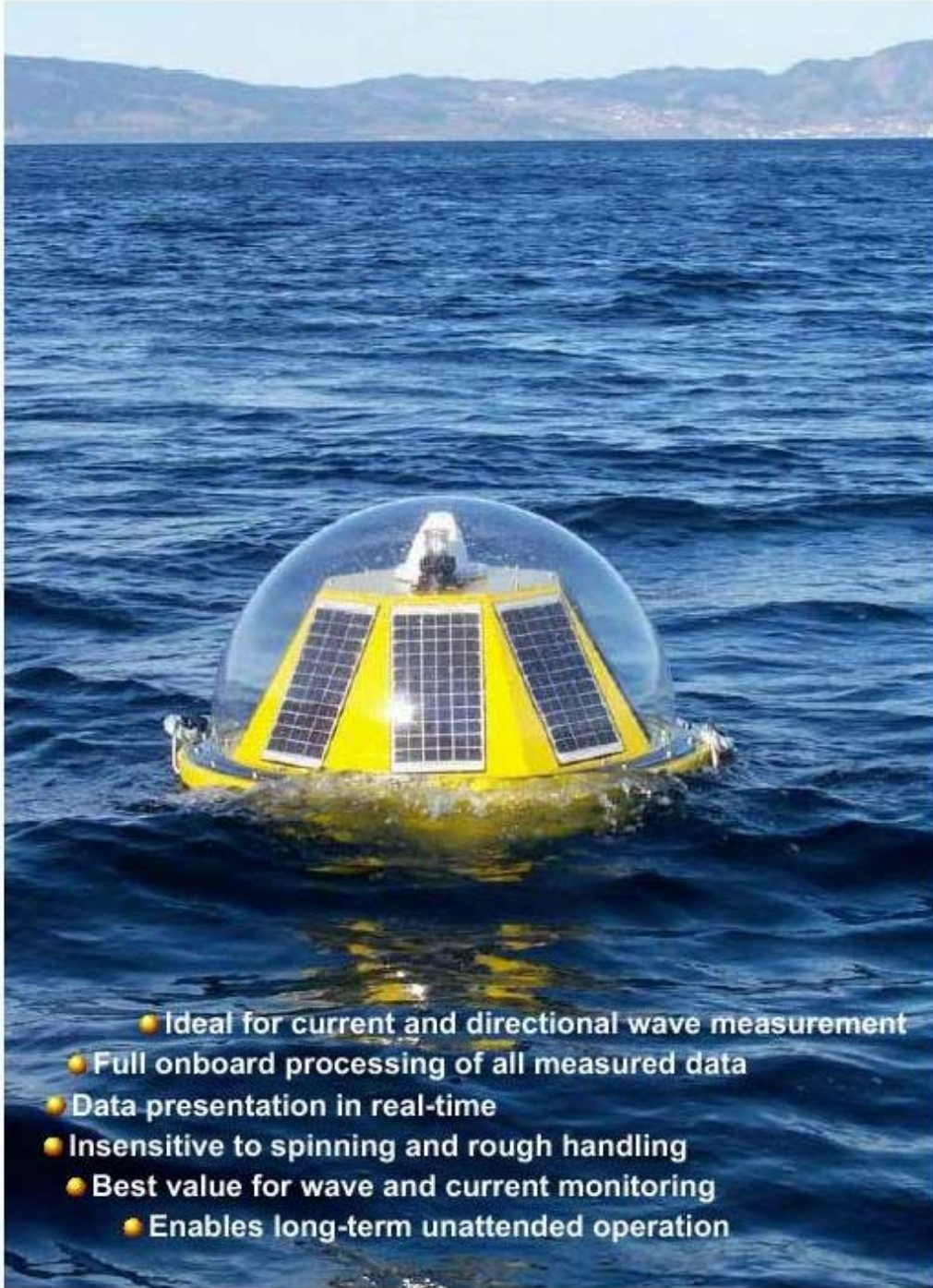


圖 2.6 SEAWATCH MINI BUOY 浮標平台外觀



AXYS 6-Metre NOMAD Buoy

圖 2.7 AXYS-6M BUOY 浮標平台外觀

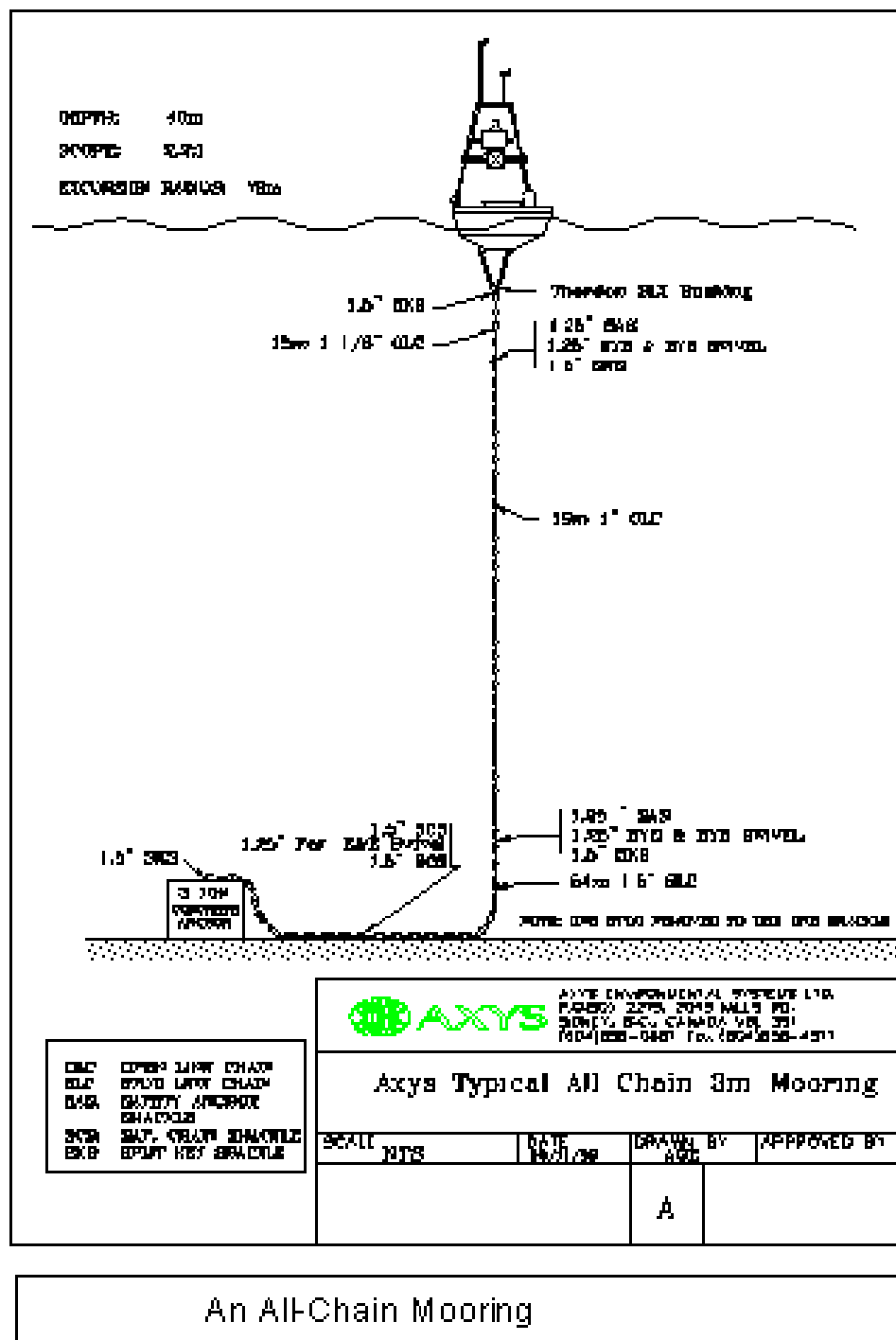


圖 2.8 AXYS-3M BUOY 浮標平台錨碇示意圖

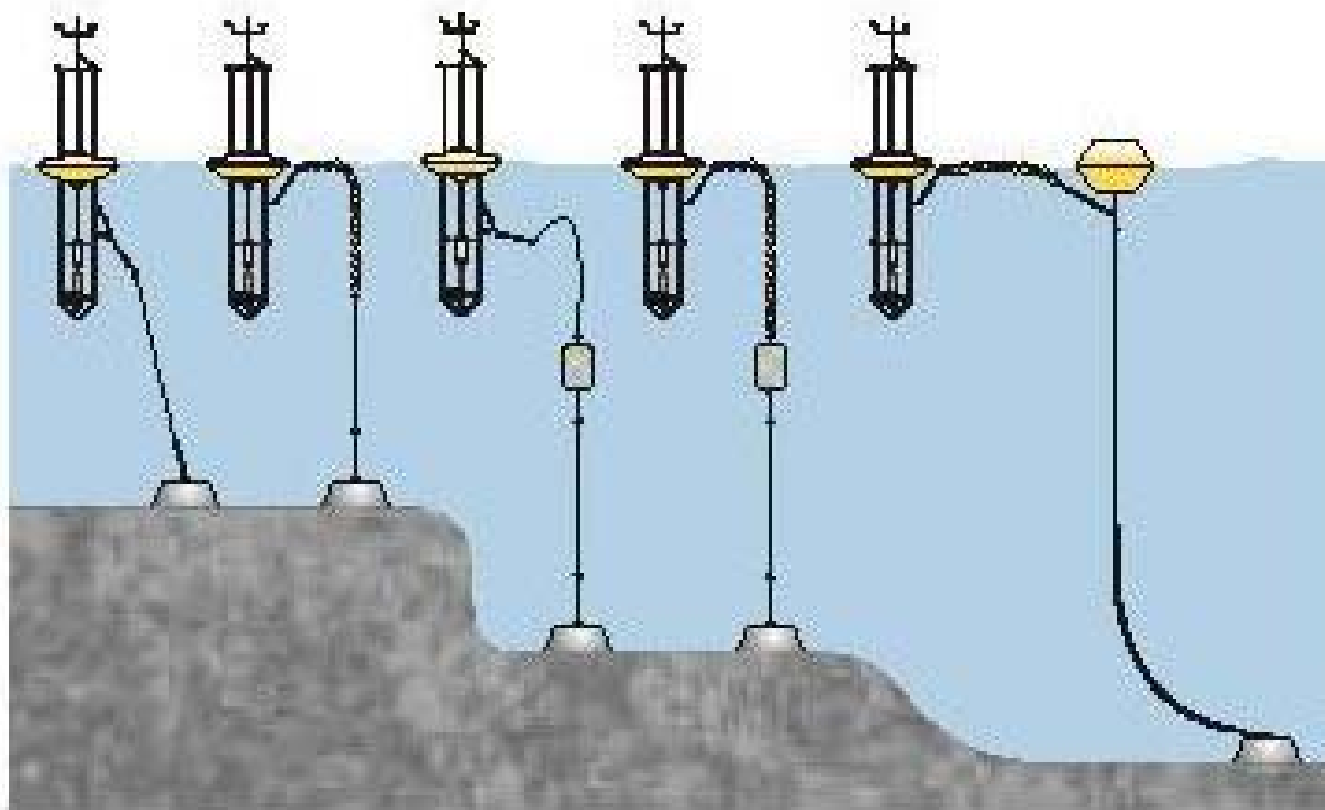
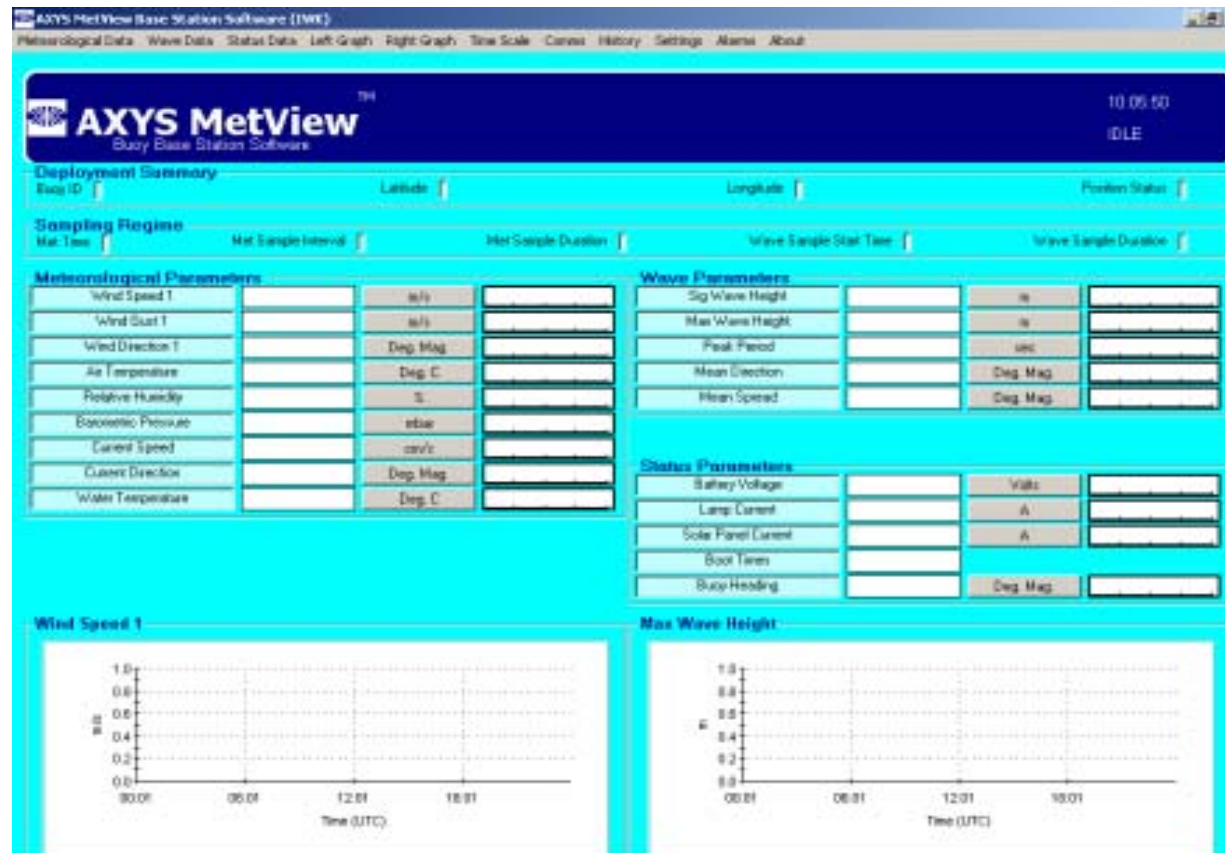


圖 2.9 SEAWATCH BUOY 浮標平台錨碇示意圖



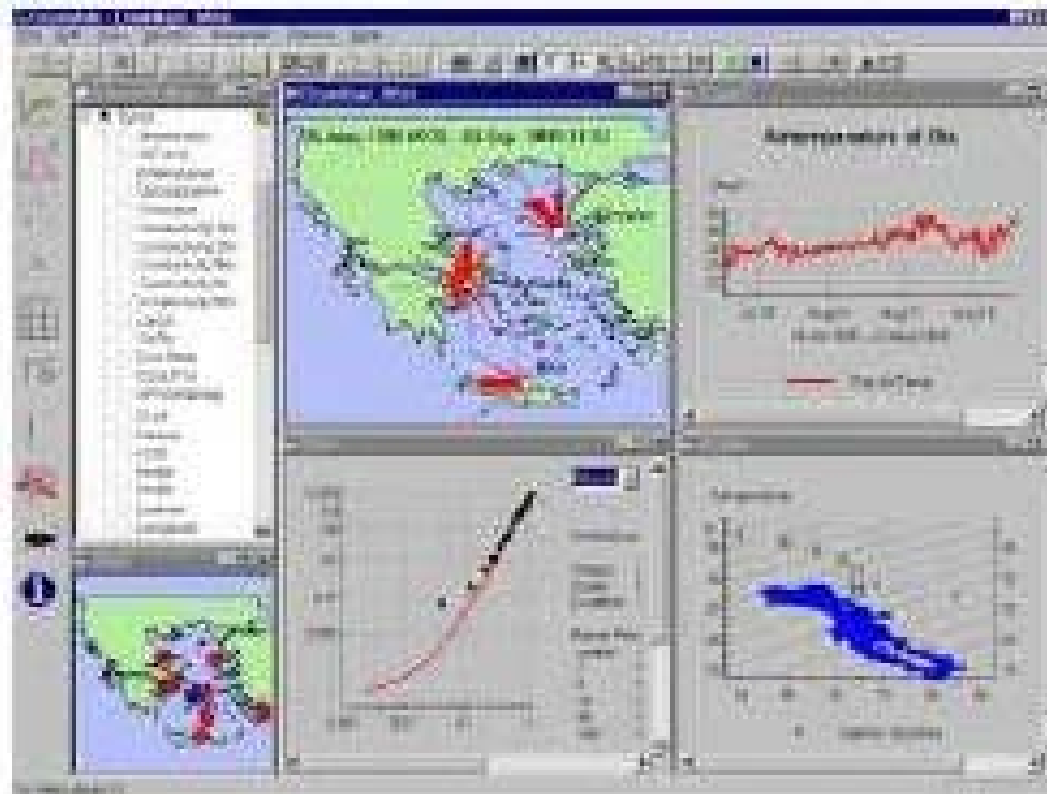


圖 2.11 SEAWATCH BUOY 浮標平台成果輸出圖



圖 2.12 BUOY 浮標平台施工、作業之情形（一）



The SEAWATCH buoy on
board ready for deployment in
Greek waters

圖 2.13 BUOY 浮標平台施工、作業之情形（二）

2.3 淺水觀測樁觀測系統

近岸觀測樁蒐集系統適用於近岸水深 20 米以內之水域，觀測樁是一種很穩定的觀測平台，通常使用一支或一支以上的接合鋼管以打樁的方式樹立於海中，如圖 2.14 所示，儀器系統以美國 INTEROCEAN 公司所設計生產之 REMOTE TELEMETRY METOCEAN DATA COLLECTION SYSTEM 為代表性產品。

2.3.1 儀器載台

此一系列適用於近岸之水域，標準載台為海上觀測樁，以本中心目前已打設之觀測樁為例，均位於水深 15 米之海中，為直徑 1 米之鋼管樁，下端打入底床約 35 至 40 米，露出所水面部份約 10 米，上再安裝直徑 2.8 米，高兩米艙房，以便安裝儀器組配件。感測器分別安裝於樁頂平台及水下儀器架。

一般而言，以海氣象觀測主要目的單腳型觀測樁較適用於淺海(20 米以內)，其底床以上水中及水上部份長達 30 米，持續受到季風、波浪、海流乃至颱風等惡劣天候的作用力。如打設海域水深超出 20 米，樁體結構安全性需特別加強，且製作、打設成本均增加甚多。

2.3.2 觀測儀器

本系統之觀測儀器(如圖 2.15)，水下部份主要為 INTEROCEAN 公司所生產之 S4-ADW 型潮波流儀，可以同步觀測波浪、海流、水位。水上部份為 YOUNG BRAND WIND MONITOR，觀測風向、風速。

2.3.3 操作原理

潮位 壓力式

海流 電磁式

波浪	壓力式
風	螺旋槳式

2.3.4 觀測能力

潮位	0-70 米
海流	0-350 CM/S
波浪	感測器同潮位觀測
風	10 分鐘平均風 0-60 M/S 最大陣風 0-80 M/S

2.3.5 資料傳輸方式

觀測樁至陸上基地台間資料傳輸，使用 MONICOR IC-100ME RADIO/MODEM 無線電收發訊機，以雙頻 UHF 傳遞，其中 454.3 M HZ 傳輸氣象資料，459.3M HZ 傳輸海象資料。由岸上基地台電腦接收，再經儀器原廠提供之軟體 MDCS 作統計處理，至於岸上基地台與本所港研中心則以電話撥接、數據專線等方式使用 LAPLINK 軟體互通。

2.3.6 有效傳輸距離

有效傳輸距離約 10 公里。

2.3.7 即時展示功能

即時展示功能見圖 2.16

- 1.數值：可輸出 HMAX、TMAX、H1/10、T1/10、H1/3、T1/3、HMEAN、TMEAN、TC、TP 以及 D(波向)、潮位、流速、流向、OBS、10 分鐘平均風速、風向、最大陣風速、風向、最大陣風發生時間。
- 2.繪圖：不能作線上即時資料繪圖處理。

2.3.8 儀器及相關載台初購成本

包括感測儀器(以兩組水上及水下儀器計)、傳輸設備、電源系統、其他相關組配件及費用約需新台幣 750 萬元。觀測樁如打設於 15 米水深處，需 新台幣 650 萬元。

2.3.9 傳輸費率

如以 14.4K 數據專線為傳輸方式，每年約需新台幣二萬元。

2.3.10 載台後續定期維護頻率

觀測樁每年兩次，儀器每年二次。

2.3.11 載臺後續維護成本

每年約需新台幣 90 萬元。

2.3.12 儀器危險性

因設於海中固定結構體上，故儀器的穩定性及安全性相對較佳。

2.3.13 載台預估使用年限

載台預估使用年限 5 年以上。

2.3.14 人員操作及維修危險性

如在天氣不良狀態下登樁執行維修，有相當危險性。

2.3.15 維修便利性評比

由於觀測樁至陸上基地台間資料傳輸，使用無線電收發訊機，以雙頻 UHF 傳遞，系統所用電纜僅限於儀器至樁頂艙房，故故障率相較

岸基電纜傳輸觀測系統應較低，即使發生故障，維修作業亦較簡便。



圖 2.14 安平海域海上觀測樁



圖 2.15 InterOcean 公司海氣象儀器觀測系統

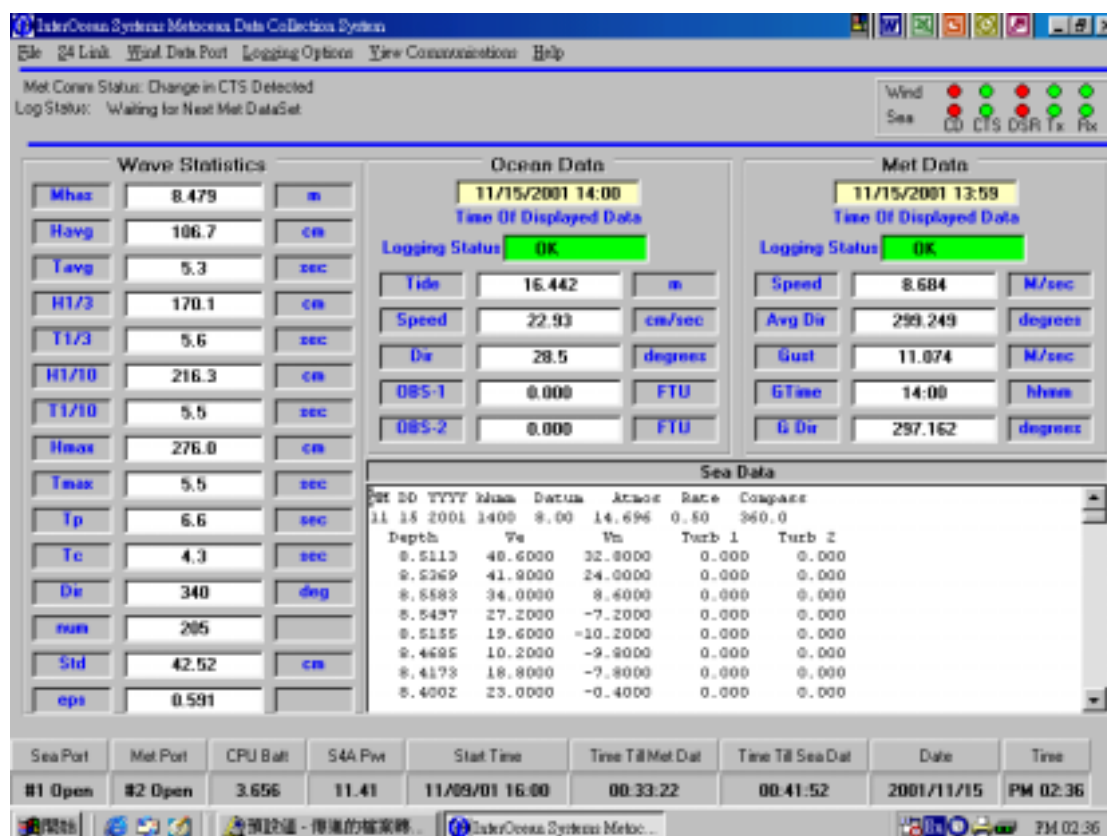


圖 2.16 InterOcean 公司觀測系統展示畫面

2.4 岸基電纜傳輸觀測系統

此種系統與前二者不同的地方在於其感測器與資料傳輸設備非楚於同一位置，感測器可置於海中，傳輸組件則置於岸上，兩者以電纜線相聯，其距離以 3000 米內較適宜。

岸基電纜觀測系統適用於近岸水深 50 米以內，觀測載台離岸距離 3,000 米內之水域；其量測模式為將水下儀器置於水中觀測載台，以載台本身重量壓重消除海中浪潮干擾並保護儀器，再透過水下長程電纜連線進行儀器設定、資料存取及海況即時監測作業。以挪威 NORTEK 公司所設計生產之 ACOUSTIC WAVE AND CURRENT SYSTEM 為代表性產品。

2.4.1 儀器載台

此一系列適用於近岸 50 米水深以內潛水人員仍能作業之淺水域，標準觀測載台為水下固定架，以本中心目前已製作之水下固定架為例，使用不銹鋼製鋼架上附鋅塊以防銹蝕，共分上下兩部分，上部為下寬上窄之梯形支架，儀器放置正中稍低處以防止拖網及其他外來物件撞擊，中央儀器置放架為上下可調以防海底不平導致聲波探頭無法直射水面。固定架下部為高度及壓重部分，一般以 2.5 噸以上之水泥灌漿於底部壓重，高度則視現場淤沙情況製作適當高度，一般製作上下部總高度 2 米。如下圖 2.17、圖 2.18。



圖 2.17 上部儀器架



圖 2.18 下部基座

2.4.2 觀測儀器

本系統之觀測儀器，水下部份主要為 NORTEK 公司所生產之 AWAC (圖 2.19) 型剖面流速波浪儀，可以同步觀測波浪、剖面海流、水位、水溫。

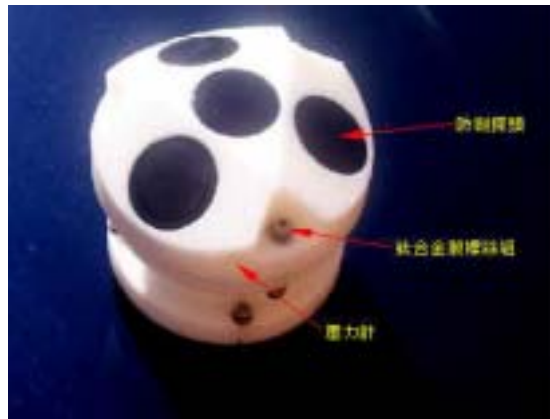


圖 2.19 剖面流速波浪儀

2.4.3 操作原理

潮位	壓力式
海流	1Mhz 高頻聲波都卜勒探頭
波浪	壓力式及高頻聲波都卜勒探頭同時量測

2.4.4 觀測能力

潮位	0-50 米
海流	0-10 M/S，三軸向剖面流速層數最大可達 128 層，最小流速層間隔為 40 cm
波浪	最大量測頻率 2HZ，單位時間內量測波浪數為 512、1024、2048 可自訂

2.4.5 資料傳輸方式

觀測載台至岸上接收站間資料傳輸，使用單鎧 8 芯海底電纜（圖 2.20），外覆強韌聚酯防腐蝕，由於內層單鎧電纜聚結成束於兩端螺絲三角接頭因此拉扯力量集中鎧裝鋼絲不會拉扯到內部電纜。每段纜線最長為 500 公尺，最短為 200 公尺；可依實際佈放距離訂作合宜長度，

其纜線間接頭為水下可拆接適合長程纜線佈放，最長接線距離為 4,000 米。



圖 2.20 單鎧海底電纜

纜線上岸後接上”資料傳輸介面箱”(Interface Box-圖 2.21)後可有三種方式選擇傳輸回港研中心：

- 1.經由連接介面箱之基地站內電腦，以 AWAC Wavepro 軟體定時下載水中儀器內紀錄之資料；再經由數據機及電話線路以港研中心內 pcAW 軟體定時呼叫基地站內電腦回傳資料。
- 2.直接以電話線接上介面箱由港研中心直接呼叫 AWAC 回傳資料回港研中心。
- 3.裝上 GSM 天線即時回傳（需選購內建 GSM 數據機之介面箱）。

回傳至港研中心電腦後經由原廠 AWAC WAVEPRO 軟體作資料儲存及即時數字、圖形顯示。AWAC 本身記憶體亦作資料儲存。



圖 2.21 AWAC 與資料傳輸控介面

2.4.6 有效傳輸距離

有效傳輸距離約 3,000 公尺。

2.4.7 即時展示功能

即時展示功能見圖 2.22 。

- 1.數值：可輸出 H_{max} 、 $H_{1/10}$ 、 $T_{1/10}$ 、 $H_{1/3}$ 、 $T_{1/3}$ 、 H_s 、 T_{mean} 、 T_{peak} 以及平均波向(D_{mean})、主波向(D_{main})、水位、剖面層流速、三維流向、上、中、下層平均流速流向、水溫、電池電量、儀器指向及傾側、各聲波探頭之回聲訊號品質
- 2.繪圖：可即時顯示上、中、下層平均流速流向、波高波向玫瑰圖、聲波及壓力波高波向頻譜、波浪頻譜等深圖、三軸向剖面流速及各聲波探頭之剖面回聲訊號品質、剖面流速流向、各聲波探頭時間序列波速資料、時間序列波壓資料、各時間序列之波高、波向、流速、流向、週期、水位圖形資料。

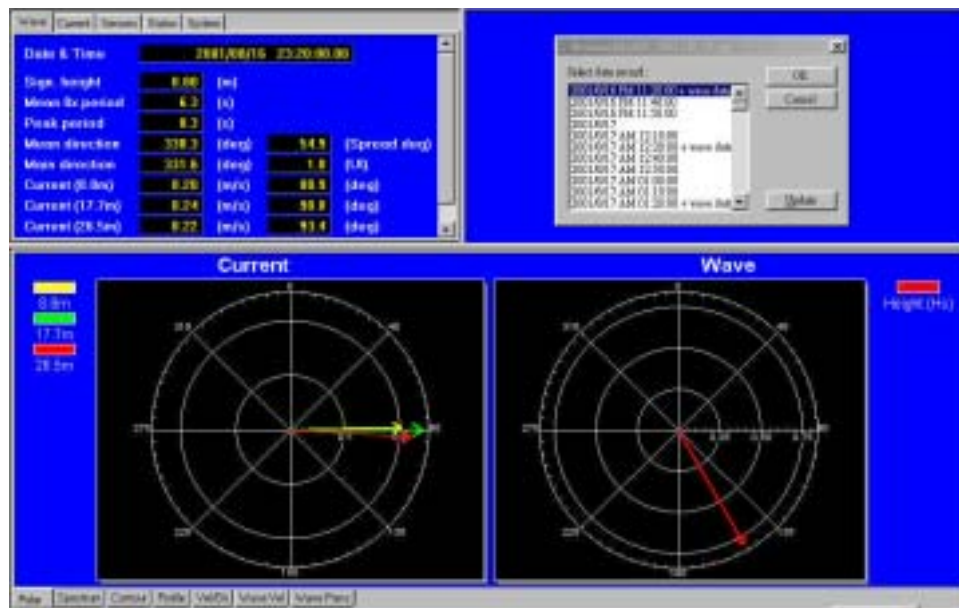


圖 2.22 即時資料及圖形顯示軟體

2.4.8 儀器及載台初購成本

包括感測儀器(以兩組水上及水下儀器計)、傳輸設備、電源系統、儀器載台及其他相關組配件及費用約需新台幣 945 萬元(含安裝施工)。

表面波高波向與剖面海流儀及風速儀：x2	NT\$3,800,000
單鎧海底電纜：4000 米	NT\$3,600,000
資料蒐集處理與紀錄系統：x2	NT\$950,000
現場安裝（含工料）：	NT\$1,000,000
其他配合工作：	NT\$100,000
總價新臺幣：	NT\$9,450,000

2.4.9 傳輸費率

如以 9600bps Baud Rate 數據專線為傳輸方式，每年約需新台幣 2 萬元。

2.4.10 載台及儀器後續定期維護頻率

載台及儀器後續定期維護頻率每年 4 次。

2.4.11 載臺後續維護成本

每年約需新台幣 80 萬元。

2.4.12 儀器危險性

與當地地形及漁船作業情形相關，較不適合當地有拖網漁船作業區域。

2.4.13 載台預估使用年限

5 年以上。

2.4.14 人員操作及維修危險性

如在天氣不良狀態下執行纜線維修，有相當危險性。

2.4.15 維修便利性評比

由於觀測載台與基地站間，使用長程纜線作為資料傳送，而纜線本身如斷裂將造成系統傳輸中斷，因此需沿線查察斷線處加以修復，對經常有拖網漁船作業區域會造成維修上的困擾。而儀器本身是利用高頻聲波量測，能夠穿透水中生物附著而不會對其量測產生影響，另我們也可根據回傳之訊號品質資料判斷系統是否需要保養。系統流程圖及水下佈放圖如圖 2.23、圖 2.24。

系統流程圖

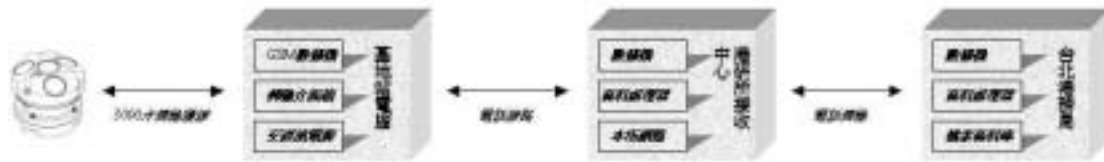


圖 2.23 系統流程圖



圖 2.24 AWAC 水下安裝佈放架及電池組

第三章 建構海氣象即時觀測系統

3.1 儀器採購經過

本所(港研中心)為能有效的觀測現場之即時海氣象現象和傳輸資料，所以特地規劃與購置此套系統，用來發展往後研究計畫之所需，且應用於未來海氣象觀測技術的改良。

此一系統之構思及討論，乃於 90 年 12 月初即著手展開，進行各項資料的搜集和整理，至 91 年 1 月底將所有須使用之設備，依預算的額度內擬定好儀器規範，並開始進入採購之行政程序，幾經多次的修正與重擬後，終於同年之 4 月份核定完畢，隨即進行公開招標此項工作，並預定在 6 月底辦理交貨、驗收；而本次所得標採用之儀器系統，為美國 InterOcean S4 ADW 方向性潮波流儀。

依任務之需求，購置之儀器「海氣象即時觀測系統」壹套如下。

3.1.1 潮波流儀

1.方向性潮波流儀 S-4ADW：

- (1)控制單元：32bit 微處理器。
- (2)記錄單元：FLASH MEMORY 容量 20MB。
- (3)流速計：
 - a.量測範圍：0~350cm/s。
 - b.解析度：0.25cm/s。
- (4)壓力計：
 - a.量測範圍：0~70m。

b.解析度： $<1\text{cm/m}$ 。

(5)方向感羅盤：

a.量測範圍： $0\sim 360^{\circ}$ 。

b.解析度： 1° 。

(6)計時器：準確度 $12\text{min} / \text{年}$ 。

(7)電力供應：使用壽命達連續量測模式 1300 小時以上鋰電池或其他電池組。

(8)操作深度： $0\sim 70\text{m}$ (同壓力計)。

(9)外接頻道：6 個以上類比資料頻道,可外接其他溫度、濁度、密度等感應器。

(10)具多工式操作功能，對各感測器可自行設不同之取樣方式，並選擇所需之量測參數。

(11)如果配備水面、水下頭及纜線，可連接於水面上傳輸設備進行即時資料傳輸。

2.方向性潮波流儀傾角補償裝置：

(1)角度補償範圍： $\pm 45^{\circ}$ 。

(2)解析度： 0.06° 。

(3)準確度：

a. $\pm 0.25^{\circ}$ (角度輸出)。

b. $\pm 1\%$ 測讀值(速度)。

3.1.2 風速風向計

1.風速風向計：

- (1)風速：0~60 m/s。
- (2)最大陣風：80 m/s。
- (3)方位角：
 - a.360° 機械性。
 - b.355° 電子性(開啟角 5°)。
- (4)閾值：
 - a.螺旋槳：0.6 m/s。
 - b.風向標：
 - (a)0.9 m/s、 10° 位移角。
 - (b)1.3 m/s、 5° 位移角。
- (5)動態回應：阻尼係數 0.25。
- (6)訊號輸出：
 - a.風速：電磁感應的脈沖式。
 - b.耐用度：耐用達五千萬次周期轉。
- (7)電源須求：供應電壓 5~15 VDC(規律)。
- (8)尺寸：螺旋槳約直徑 15~20cm。

2.風速風向計介面裝置：

- (1)風速風向處理器(Processor)。

(2)風速風向轉譯器(Translator)。

(3)耐候型可上鎖外箱。

3.1.3 傳輸系統

1.觀測樁上資料傳輸設備：

(1)太陽能電力供應系統：

a.太陽能板可連續電池充電。

b.電池充電控制器。

c.電力分電盤。

d.可充電式電池。

(2)太陽能電力系統避雷裝置。

(3)電力管理裝置(附電纜線) Power Management Unit。

(4)方向性潮波流儀介面裝置：

a.海洋觀測遙測介面裝置。

b.數位式微控制器。

c.儀器多工器(multiplexer)。

(5)方向性潮波流儀避雷裝置。

(6)風速風向計避雷裝置。

(7)雙向式無線電傳輸/接收天線與電纜線。

2.岸上基地站資料擷取系統：

- (1)可程式控制雙向式無線電傳輸/接收天線與電纜線組成(基地站控制型)。
- (2)可程式控制無線電傳輸/接收數據機含介面裝置(基地站控制型)：
 - a.發射功率：0.25 瓦特。
 - b.發射頻寬：15.6KHz。
 - c.發射頻率：454.3 兆赫及 459.3 兆赫(雙頻)。
- (3)數位影像處理軟體 ACDSee 4.0 PowerPack Suite。
- (4)資料不斷電系統 UPS(100 分鐘以上)_ON-LINE：
 - a.額定容量 1KVA 以上。
 - b.電池直流電壓 36V 以上。
 - c.電池型式 12V 7AH(密閉式免維護)以上。
 - d.停電或復電零中斷。

3.1.5 網站電腦設備

1. NOTE BOOK：

- (1)933-MHz 以上 Intel® Mobile Pentium® III 中央處理器。
- (2)512-KB 內接式 L2 快取記憶體 (Pentium® III)。
- (3)256 MB 的 133MHz SDRAM (PC-133 記憶體)。
- (4)標準的 30 GB 活動式強化型 IDE 硬碟機。
- (5)內建 3.5 英吋 (8.9 公分) 1.44MB 軟碟機(3 種模式支援)。
- (6)內建 8X 最高速 DVD-ROM 以上。

(7)15 英吋、解析度 1024x768 XGA TFT 螢幕、256K 色以上。

(8)16MB 的內接式雙倍資料速率 video RAM 以上。

(9)內建 56-Kbps 數據機+乙太網路 10/100LAN。

(10)內建智慧型充電式 2 顆鋰離子(Li-Ion)電池以上。

(11)Microsoft® Windows®XP 專業版。

2.可重複讀寫光碟(CD-RW)燒錄器：

(1)12 倍速以上寫入。

(2)8 倍速以上重覆寫入。

(3)32 倍以上速讀取。

(4)暫存記憶體 4MB 以上。

(5)外接式。

3.2 系統安裝過程

此套儀器系統設備於 6 月底進口交貨,本所同時即按規定進行安裝、測試、驗收等項所需的作業；且在八月底完成所有安裝及測試，最後於 9 月初驗收完畢，使本系統能展現完整之功能。

本海氣象即時觀測系統購置後之安裝設立,以位於安平港防波堤外，水深-15 米左右的海上觀測樁為主要的測站，並於樁頂平台上安裝風速儀觀測風向風速，及在樁體水下 5 米處裝設潮波流儀觀測波浪、海流、潮位等資料，預計作連續之長期觀測，並將資料作相關之比對分析與研究，觀測樁測站其相關位置如圖 3.1 所示。

3.2.1 工作項目

1.潮波流儀：

- (1)方向性潮波流儀 S-4ADW 之安裝與測試。
- (2)方向性潮波流儀傾角補償裝置之測試。

2.風速風向計：

- (1)風速風向計之安裝與測試。
- (2)風速風向計介面裝置之安裝與測試。

3.傳輸系統：

- (1)觀測樁上資料傳輸設備之安裝與測試。
- (2)岸上基地站資料擷取系統之安裝與測試。

4.網站電腦設備：

- (1)NOTE BOOK 之測試。
- (2)可重複讀寫光碟(CD-RW)燒錄器之安裝與測試。

3.2.2 系統現場安裝工作

1.第一次作業記要：(出海作業日期：91/07/16，天氣晴天，約 5-6 級風，陣風約 8 級，浪高約 2.0-2.5 米轉 3.0 米)。

- (1)91/07/15 事前之準備與儀器整理工作，預計請儀器公司配合進行安平港海上觀測樁 S4 潮波流儀之儀器系統工作；但發現下午時西南氣流已漸起，故有海上風力增強的趨勢。
- (2)91/07/16 早上 9 點左右至漁港檢查哨集合展開現場作業，發現西南氣流非常強盛，故有海上風浪亦有增強的趨勢，但仍請潛水人員備妥出海工作的器具，準備先至海上觀測樁由潛水人員

下水，並請儀器公司配合進行安平港海上觀測樁之儀器系統工作；可是出港口後海上波高已由 2.0-2.5 米轉 3.0 米，且天氣轉變成陰有雨，突然間下起大陣雨，所以潛水人員無法順利潛水工作，考量安全因素，儀器公司技術人員亦無法上樁作業，此時海岸邊的浪高已呈現越堤現象，判斷為無法再作業情況，只得先行返回港內視天氣及海況再作進一步打算。

- (3)91/07/17 早上 9 點左右至漁港檢查哨集合，已看出今日因海上夏季西南氣流過於旺盛，致使風浪甚大恐怕無法順利出海工作，因此以電話回報中心長官，決定準備整理工作器材返回中心；預定於下週天氣良好情形，儘速前往作業。

2.第二次作業記要：

- (1)07 月 23 日：

預計將請儀器公司配合海氣象安平觀測樁 S4 潮波流儀之儀器系統工作，繼續上周末完成的作業，事前之準備與儀器整理工作。

- (2)07 月 24 日： 天氣：晴 風：3~4 級 浪：1.0~2.0 公尺

早上 9 點左右至漁港檢查哨集合展開現場作業，請潛水人員備妥出海工作的器具，準備至海上觀測樁由潛水人員下水，將於水下 5 米之 S-4 儀器安裝位置，配合潛水公司進行水下不銹鋼保護套管電焊工作，儀器公司亦進行安平港海上觀測樁之儀器系統作業，再把另一水下 10 米之 S-4 潮波流儀安裝位置，裝置一已準備好擷取資料的 S4【SERIAL NUMBER：06112519】，而儀器公司進行之安平港海上觀測樁之儀器系統工作，如圖 3.2 所示，直至下午六點告一段落；當確認無誤後，返回港內。

- (3)07 月 25 日： 天氣：晴 風：4~5 級 浪：1.5~2.0 公尺

早上 9 點左右至漁港檢查哨集合展開現場作業，請潛水人員備妥出海工作的器具，準備先至海上觀測樁由潛水人員下水，將另一 S-4 儀器【SERIAL NUMBER：05562425】裝置連接水中電纜線，安裝於水下 5 米之位置，配合已進行電焊完的水下不銹鋼保護套

管；儀器公司亦繼續進行安平港海上觀測樁之儀器系統安裝，直至下午一點海上部份作業確認結束返回港內。

(4)07 月 26 日： 天氣：晴 風：4~5 級 浪：1.0~2.0 公尺

至信號基地接受站展開作業，配合儀器公司繼續進行系統安裝工作。

3.第三次作業記要：

(1)08 月 14 日：

事前之準備與儀器整理工作，預計將安平觀測樁 S4 潮波流儀海氣象觀測資料下載及分析，請儀器公司繼續配合進行安平港海上觀測樁之儀器系統未完成的作業。

(2)08 月 15 日： 天氣：晴 風：2~3 級 浪：0.5~1.0 公尺

早上 9 點左右至漁港檢查哨集合展開現場作業，請潛水人員備妥出海工作的器具，至海上觀測樁由潛水人員下水，將安裝於水下 10 米位置之 S4 潮波流儀器【SERIAL NUMBER：06112519】，自水下取出下載資料（91 年度新購之儀器設備；進行測試、驗收），最後檢查另一水下 5 米之 S4 儀器【SERIAL NUMBER：05562425】系統和清除糾纏之漁網，緊接著潛水人員檢視系統是否妥當、正常，再至信號基地台巡視且正常，返回中心。

4.第四次作業記要：

(1)08 月 26 日：

請儀器公司進行安平港海上觀測樁之系統最後確認、檢查工作（資料下載及比對），預計將安平觀測樁 S4 潮波流儀海氣象觀測資料下載分析（無誤後準備進行驗收程序）。

(2)08 月 27 日： 天氣：晴多雲 風：2~3 級 浪：0.3~0.5 公尺

早上 9 點左右至漁港檢查哨集合展開現場作業，請潛水人員備妥出海工作的器具，至海上觀測樁由潛水人員下水，準備進行系統

最後確認 檢查工作(91 年度新購之儀器設備 ; 進行測試 驗收), 確認無誤後 , 再至信號基地台巡視一切事項正常。

3.2.3 系統測試及驗收

整套海氣象觀測系統經由儀器公司配合現場作業安裝完成之後 , 進入測試和驗收的程序 , 將資料之取樣及處理依本所(港研中心)所需方式(含格式) , 如圖 3.3 所示 , 透過安平港岸上基地站 , 直接與現場連線取得操控與處理的能力。

驗收作業記要 :

1.08 月 28 日至 09 月 03 日 :

進行系統最後測試確認工作完畢 (各項資料下載及比對) , 將安平觀測樁 S4 潮波流儀海氣象觀測資料下載分析 (無誤且準備進行驗收程序) , 此段時間內因多起颱風來襲的原因 , 致使驗收作業一再被迫延宕 , 但也印證本套儀器系統確實能實際應用於現場 ; 直到 9 月初仍利用颱風侵襲登陸前 , 儘快完成現場驗收工作。

2.09 月 04 日 : 天氣 : 晴 風 : 2~3 級 浪 : 0.5~1.0 公尺

驗收之事前準備工作 , 並請儀器公司配合進行海氣象即時觀測系統驗收作業 (含資料下載及比對) ; 早上 10:00 至漁港檢查哨集合 , 先至海上觀測樁由驗收及協驗人員上樁 , 預計將海氣象即時觀測系統資料下載分析 , 且展開各項測試驗收作業 , 一切工作完成無誤後 , 結束驗收作業。

3.2.4 觀測傳輸系統流程

資料操控及處理系統為港研中心透過安平港岸上基地站(另增設數據固接專線系統連接) , 可直接與現場連線取得操控與處理的能力 , 如圖 3.4 所示 , 依計畫所需裝置設備如下 :

- 1.電腦及數據機 (另增設數據固接專線系統連接) 。
- 2.分析軟體。

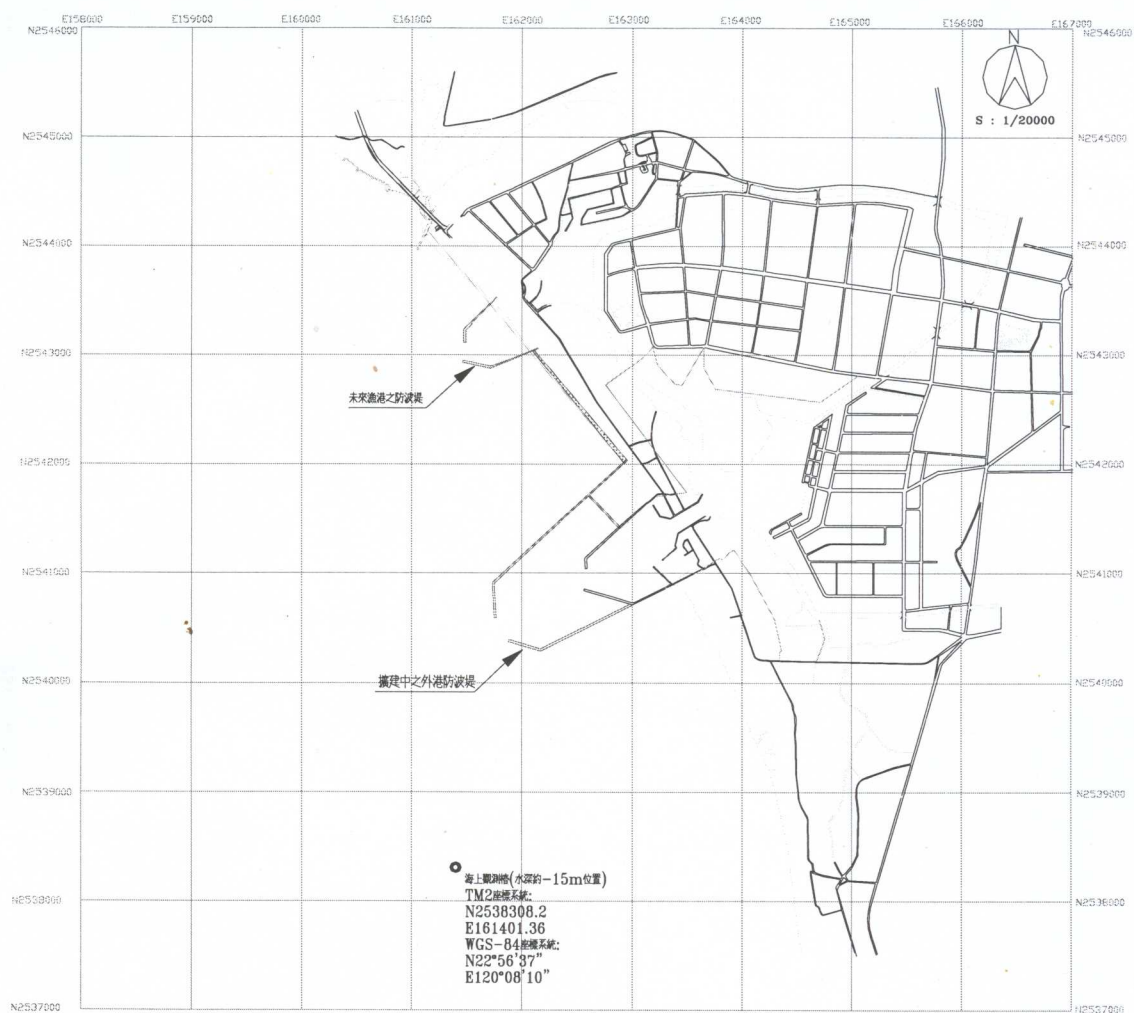


圖 3.1 安平港海上觀測樁之相關位置



圖 3.2 海氣象觀測之儀器系統安裝完成情形

List of Sensors and Parameters

Table 1 shows a list of the sensors being used in the system, their corresponding data parameters and Data Files.

SUBSYSTEM	Data PARAMETERS	Sensor	Sensor Range	ON BOARD Processing	MDCS DATA FILE
Meteorological Subsystem	AVG WIND SPEED	WIND MONITOR	0-60M/S	10 MIN AVG every hour at top of hour	WIND DATA FILE NO POST PROCESSING NECESSARY.
	AVG WIND DIR.		0-360 °	10 MIN AVG every hour at top of hour	
	PEAK GUST		0-80 M/S	10 MIN AVG every hour at top of hour	
	TIME OF PEAK GUST		Date/time	Time of Peak Gust during 10 MIN AVG period	
	DIR. OF PEAK GUST		0-360°	Direction of Peak Gust during 10 MIN AVG period	
Oceanographic Subsystem	PRESSURE	S4ADW Depth Sensor	0-70M	10, 18 or 35 min sample periods collected every hour	SEA DATA FILE COMPLETE FILE PROCESSING OF RAW DATA AND REDUCED TO ENGR UNITS.
	TURBIDITY 1	OBS1	0-200FTU		
	TURBIDITY 2	OBS2	0-200FTU		
	Ve	S4ADW Current Metering S4ADW	0-350CM/S	10, 18 or 35 min sample periods collected every hour	CURRENT DATA FILE AVERAGED OVER FIRST 10MIN OF SAMPLE PERIOD.
	Vn		0-350CM/S		
	AVG CURRENT SPEED		0-350CM/S		
	AVG CURRENT DIR.		0-360°		
	H MEAN	S4ADW Depth Sensor	CM	10, 18 or 35 min sample periods collected every hour	WAVE DATA FILE POST PROCESSING BASED ON SELECTED SAMPLE.
	T MEAN		SEC		
	H 1/3		CM		
	T 1/3		SEC		
	H 1/10		CM		
	T 1/10		SEC		
	H MAX		CM		
	T MAX		SEC		
	TP		SEC		
	WAVE DIRECTION		DEGREES		
	WAVE NUMBER		-		
	AVG WATER DEPTH		0-70M		
					TIDE DATA FILE AVERAGED OVER FIRST 10MIN OF SAMPLE PERIOD ONLY.

圖 3.3 海氣象即時觀測系統資料之取樣及處理方式

General Layout of Remote Telemetry MetOcean Data Collection System

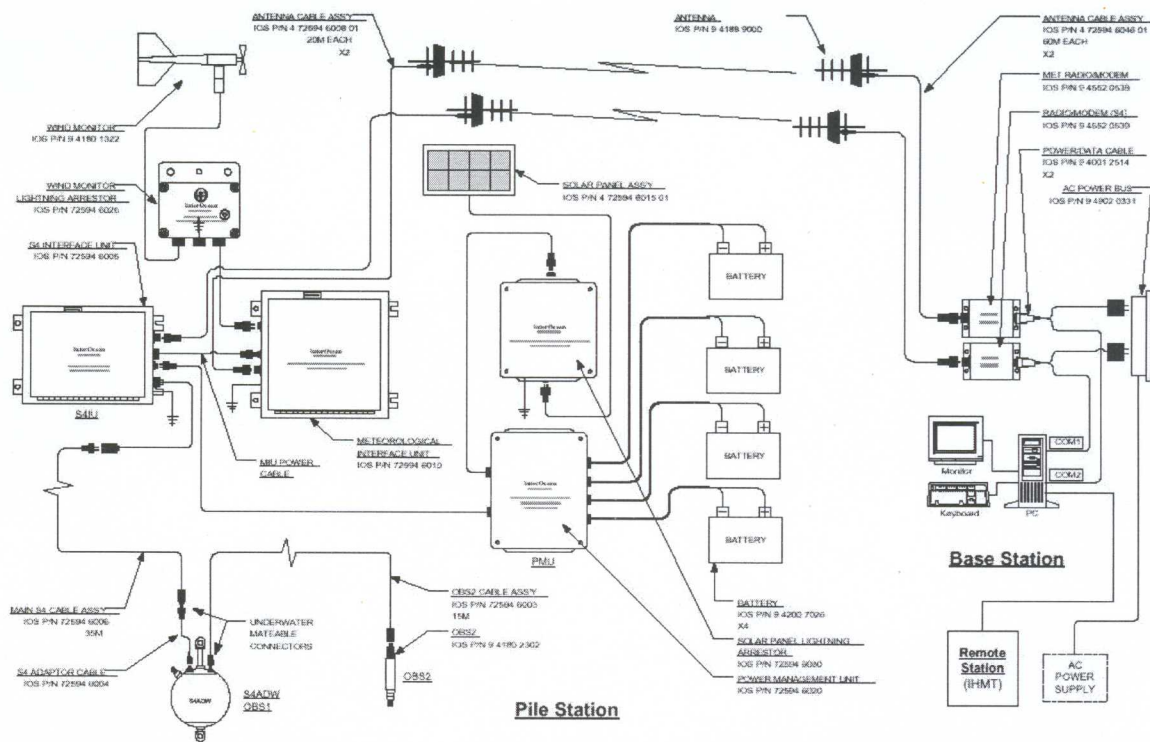


圖 3.4 海氣象即時觀測系統之組成及傳輸

第四章 海氣象觀測資料分析

4.1 安平海氣象觀測作業

本年度研究計畫採購之傳輸系統配備均安裝於安平港外本所打設之觀測樁上，而在安裝此項設備之前，先採用自記方式持續蒐集海氣象觀測數據，由人員定期前往現地出海收放相關儀器，故得以獲致連續數據加以分析。觀測樁位於安平港防波堤外水深-15 米處，於樁頂平台上安裝風速儀觀測風向風速。樁體水下裝設潮波流儀觀測波浪、海流、潮位等資料。

安平海上觀測樁負責各觀測項目之蒐集，然後將測得之數據以無線電 Modem 傳送至位於安平港信號台之岸上基地站，岸上基地站可與海上觀測樁作雙向交通，儲存樁上觀測數據，並依實際之需要更改觀測之參數。目前於基地台設置數據固接專線(速度 14.4k)，與港研中心做即時資料傳輸連線，港研中心可與基地台連線監控。

4.2 波浪觀測資料分析

4.2.1 波浪觀測方式說明

波浪觀測使用 Inter Ocean Systems.Inc 的 S-4ADW 潮波流儀，。取樣頻率為 2Hz，設定為每小時取樣 18 分鐘，所得之數據經由 14bit 之 A/D 可達到 1 公分以內之解析度。基地站在接收每次觀測數據後即利用波浪處理軟體將壓力訊號配合同步之水粒子運動記錄，得出波浪之波高及方向，可輸出 H_s 、 T_s 、 T_p 、 T_z 、水位、波向等統計結果。並可進一步作 FFT 分析。圖 4.1 及圖 4.2 分別為 1 月及七月之波浪統計時序圖。

取得波浪原始紀錄後，利用 S-4 原廠提供之軟體及本中心波浪分

析之相關軟體製作下列統計分析圖表。

- 1.由每小時之波浪記錄進行相關統計分析求出波高、週期、波向等統計結果，並列出時間及波數，繪製時間序列圖。
- 2.統計分析每日及每月各項之平均值及最大值。
- 3.調查記錄中選最大波浪及最常出現波浪之記錄、進行波譜分
- 4.製作波高、週期及波高、波向之聯合機率分佈表及波浪玫瑰圖(圖 4.3~圖 4.7)。

4.2.2 統計結果分析

將 1~11 月份之波浪紀錄作統計繪圖，分月波高--波向玫瑰圖見圖 4.3~4.7。各月份之有效觀測紀錄如下表。

月份	有效記錄天數	有效比例%
1	31	100
2	28	100
3	0	0
4	27	90
5	31	100
6	30	100
7	31	100
8	31	100
9	30	100
10	26	84
11	25	83
全年合計	290	79

今年 1 至 3 月期限因年度水下工作契約簽訂發生問題，港研中心工作同仁無法出海執行儀器收取作業，所幸在 90 年底分別在樁上及臨時四站分別放置有自記潮波流儀，這兩台儀器都持續記錄兩個多月，

因此波浪僅 3 月份缺少資料。總計有效波浪紀錄天數為 290 天，佔全部應記錄日數之 79 %。

1.波高

上半年之波浪狀態，以 $H_{1/3}$ 波高統計來看，1 月份 0~0.5 米之比率佔 55.2%，0.5~1 米之比例佔 44.8%，平均波高約 0.5 米。2 月份 0.5~1 米之比例維持在 47.4%，0.5~1 米之比例增至 52.5%，平均波高為 0.52 米，3 月份缺資料，4 月為季風轉換期，因風向不定，以往波高值較低，以去年為例 0~0.5 米之比例均佔到 90% 以上，且平均波高僅 0.3 米，今年四月平均波高則增大到 0.56 米。五月份平均波高維持約 0.51 米，到了 6 月份，因風向已漸驅穩定，南來之波浪風域較不受限制，因此波高值漸增大，6 月份 1 米以下之比例佔 90%，超過 1.0 米的比例也有 10%，平均波高為 0.65 米。去年六月份已有奇比颱風侵襲，造成本海域上半年 6.91 米之 $H_{1/3}$ 極值。今年 1 至 6 月份均無颱風侵襲本島海域，上半年觀測期間所測得之最大 $H_{1/3}$ 為 2.34 米，是五月份的紀錄。

下半年之狀況，7 月因已進入夏季西南季節風期間，波浪持續增大，平均波高增至 1.26 米， $H_{1/3}$ 極值達 3.96 米， $H_{1/3}$ 波高分佈 1 米以上之比例，佔到 57% 以上，且有 18.3% 超過 2 米。8 月份波高分佈分向較兩端移動，故平均波高類似，為 1.18 米，但 $H_{1/3}$ 極值達 6.99 米，係受颱風侵襲期間之影響。九月季節風逐漸轉換，平均波高降低至 0.74 米，2 米以上比率僅 1.1%，10 月開始，台灣進入東北季風期，10 月、11 月 $H_{1/3}$ 波高分別為 0.38 及 0.56 米，是全年中較低之月份。

2.週期

$T_{1/3}$ 週期分佈方面，紀錄顯示 1 月份主要以 4~5 秒間的比例最高，約佔全部之 74.2%，其次為 3~4 秒，佔 23.9%，2 月份情況類似，4~5 秒間的比例約佔全部之 77.2%，其次 3~4 秒佔 21.8 %，兩 月份 5~6 秒間之比例均在 2 % 以下。比較去年之 $T_{1/3}$ 週期紀錄，最大比例的

$T_{1/3}$ 週期分佈落在 5~6 秒間，顯得今年 1 至 2 月波浪週期較短。3 月份缺資料，4 月間為季風轉換期間，風向多變，4~5 秒間的比例維持在佔全部之 72.7 %，3~4 秒佔 25.1%。5 月份開始， $T_{1/3}$ 數值分佈往較長週期移動。4~5 秒間比例約 51.9%，5~6 秒間比例增至 29.7%，且有 9.2%之比例超過 6 秒。至 6 月份， $T_{1/3}$ 數值分佈往較長週期移動現象更加明顯，4~5 秒間比例已降至 27.1%，5~6 秒間比例約 40.1%，6~7 秒間比例增至 27.8%，且有 3.3%之比例超過 7 秒。

7 月份狀態大致與 6 月相當，8 月開始， $T_{1/3}$ 週期分佈又再往短週期移動，4~5 秒間比例已增至 41.1%，5~6 秒間比例約 28.6%，6~7 秒間比例 13.0%，9 月此一趨勢更為明顯，4~5 秒間比例已增至 63.5%，5~6 秒間比例約 25.6%。10 月、11 月因東北季風漸趨穩定， $T_{1/3}$ 週期分佈 4~5 秒間比率逐月下降，5~6 秒間比率漸升。

3.波向

在波向統計結果方面，1 月份分佈較以往為散漫，NNE、NE 方向之比例合計約佔 23.5%，相對的 SSW、SW 波向合計也有 23.9%，其他 SW 至 NNE 之間呈現散亂分佈，2 月份波向落在 N 及 NNE 的比率略降，均在 10%以下，SSW、SW、WSW 三方位之比率則都超過 10 %；波向之散漫多變現象或可與今年 1 至 2 月週期縮短作相關的解釋；3 月份缺少資料，4 月份開始主波向逐漸偏南，以 S 比率最高，佔 19.4%，SSE 至 WNW 之間的比率佔全部的 60%，北方來的波浪比例逐漸降低。5 月波向分佈偏南集中更形明顯，單單 SSW、SW 兩波向即佔近五成，至 6 月份已進入較穩定的西南季風期，此時九成之波浪波向落於 SSW~SW 之間。

7、8 月波向分佈完全類似，均以 SW 為最高，9 月分佈比率雖仍以 SW 為最高，但其他方向也開始顯現，10 月、11 月進入秋季，受東北季風影響，主要波向已轉移到 WNW。

4.全年 $H_{1/3}$ 波高月平均值及極值變化

綜合 2002 年 1 至 11 月之 $H_{1/3}$ 紀錄，我們將月平均 $H_{1/3}$ 及月最大 $H_{1/3}$ 之變化情形製成下表，提供參考。

月份	$H_{1/3}$ 月平均(米)	$H_{1/3}$ 月最大(米)	當時波向
1	0.39	1.07	SE
2	0.39	0.95	SE
3	-	-	
4	0.56	1.39	S
5	0.51	2.34	SW
6	0.65	1.41	SW
7	1.26	3.96	S
8	1.18	6.99	WSW
9	0.74	2.32.	N
10	0.38	0.90	WNW
11	0.56	1.00	WNW
全年	0.60	6.99	WSW

由表中可看出，以全年資料觀之，平均波高最小的月份是 10 月份， $H_{1/3}$ 平均僅 0.38 米，其時正值季風轉換期，風力較弱且風向多變，故冬季是安平海域平均波高較小的季節。平均波高最大的季節是夏季，7、8 三個月的 $H_{1/3}$ 平均值都在 1 米以上，7 月份最高，達到 1.26 米，夏季中出現全年最大的 $H_{1/3}$ 值機率最大，本年度紀錄之 $H_{1/3}$ 極值為 6.99 米，是颱風侵襲時所留下的紀錄，今年之四季變化現象，夏季最高，春季居中間，再次為秋季，而冬季波浪最小。

如不計颱風侵襲期間的資料，單純考慮季風吹襲的狀態，則東北季風期間，本海域之 $H_{1/3}$ 極值大約 1 米上下，而在夏季西南季風期間， $H_{1/3}$ 極值可達約 2.5 米上下。

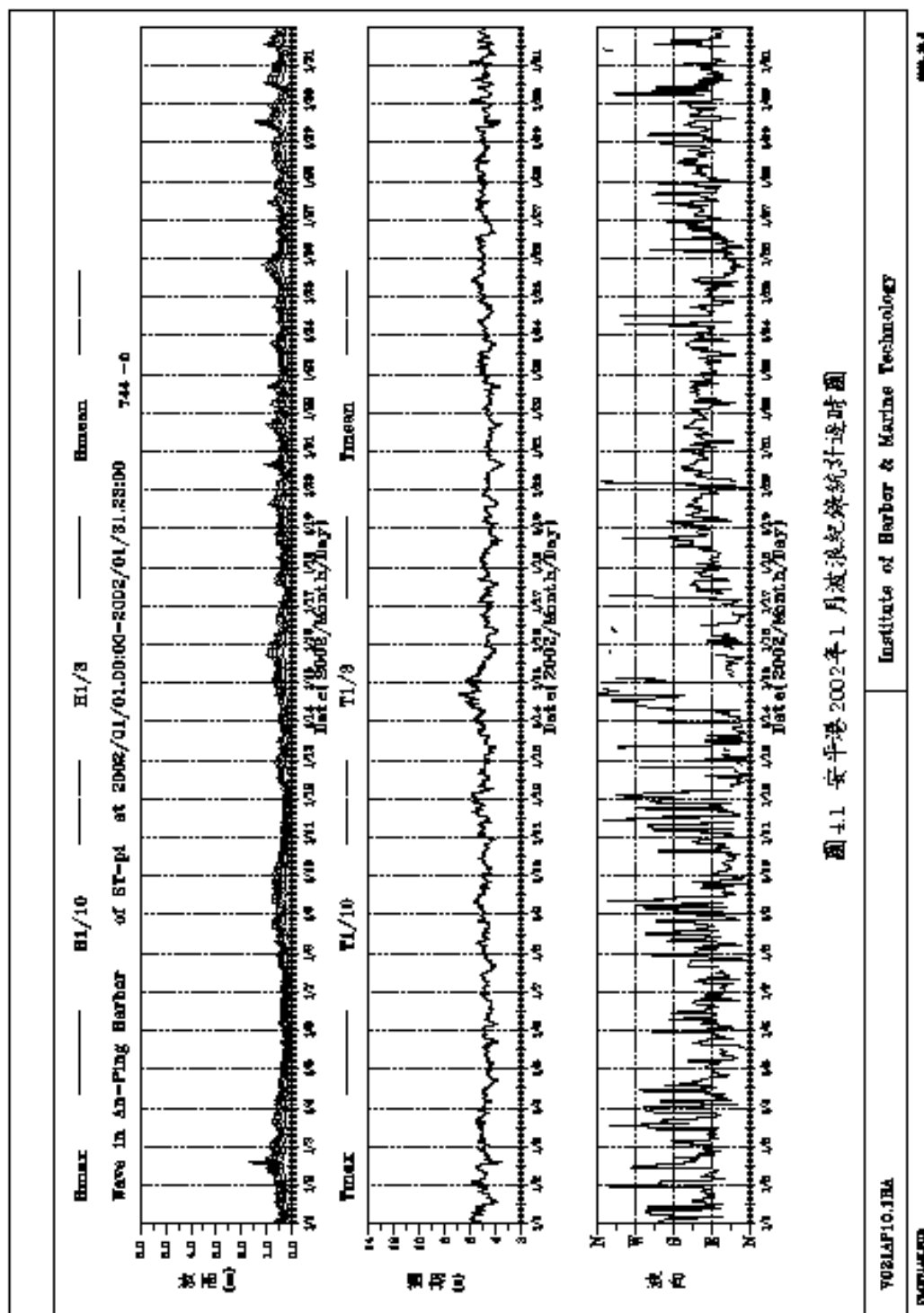


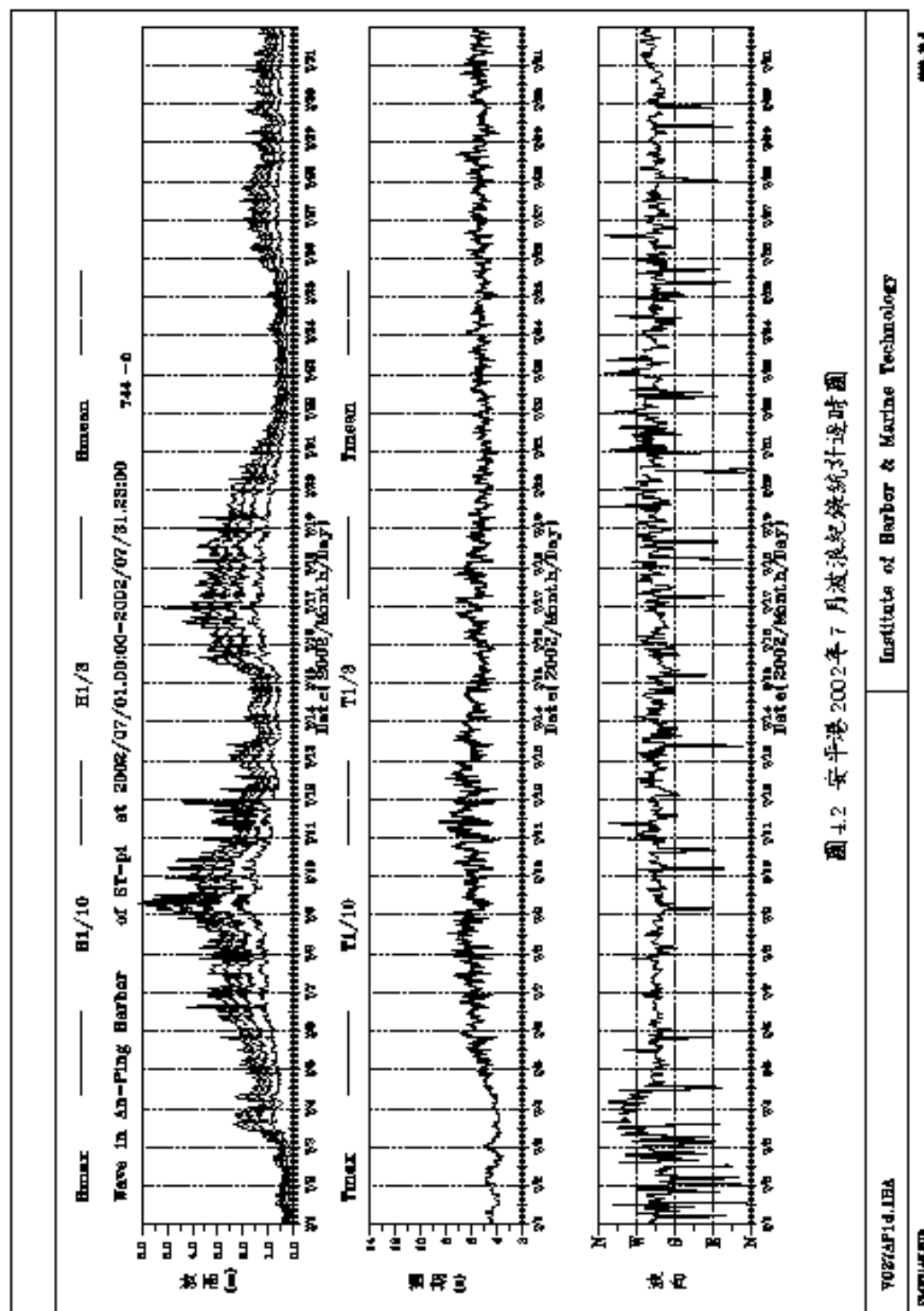
圖 4.1 安平港 2002 年 1 月波浪紀錄統計邊時圖

Y021AF10.1HA

Institute of Harbor & Marine Technology

DATE: 2002/01/31

Page 34.3



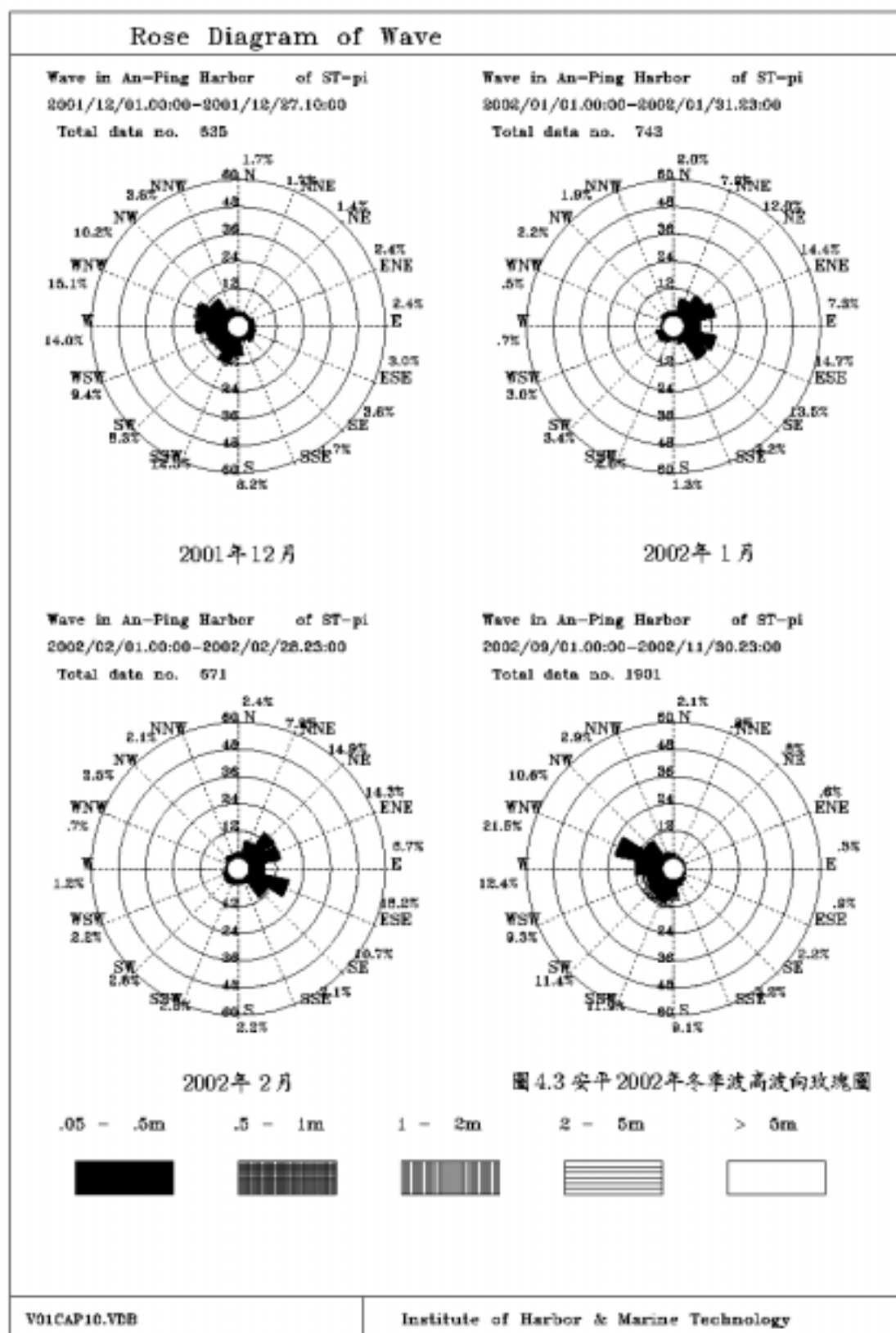


圖 4.3 安平 2002 年冬季波高波向玫瑰圖

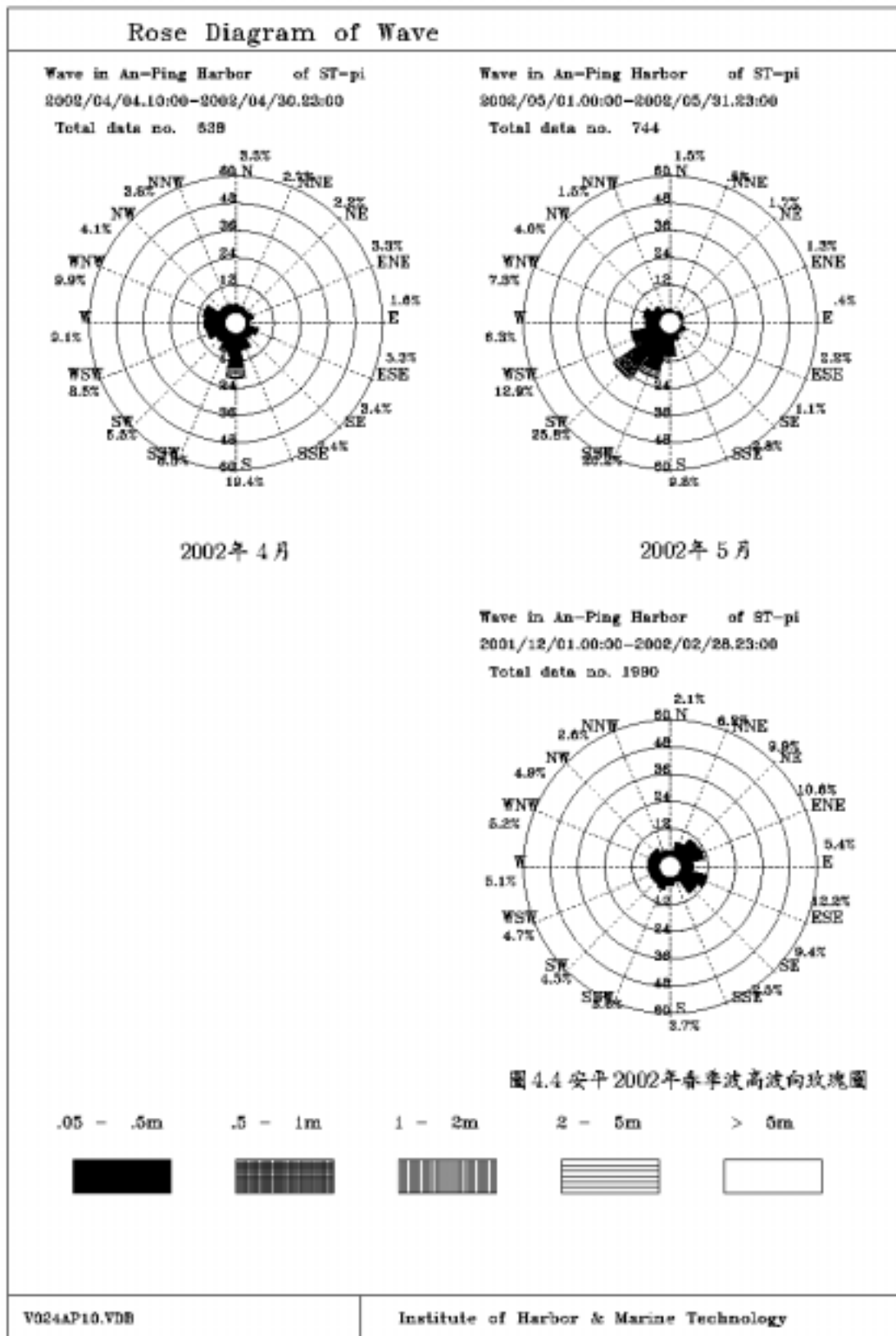


圖 4.4 安平 2002 年春季波高波向玫瑰圖

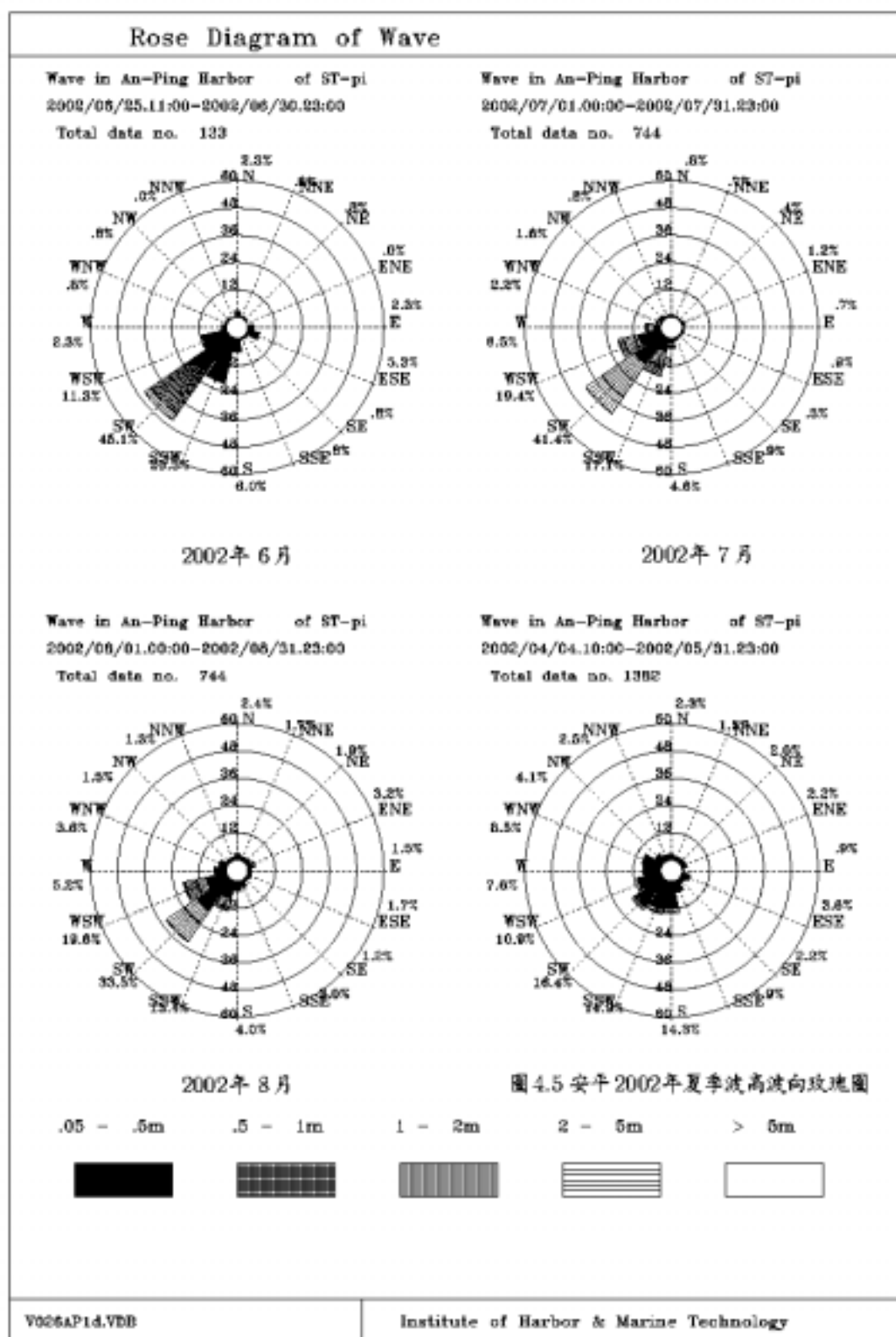


圖 4.5 安平 2002 年夏季波高波向玫瑰圖

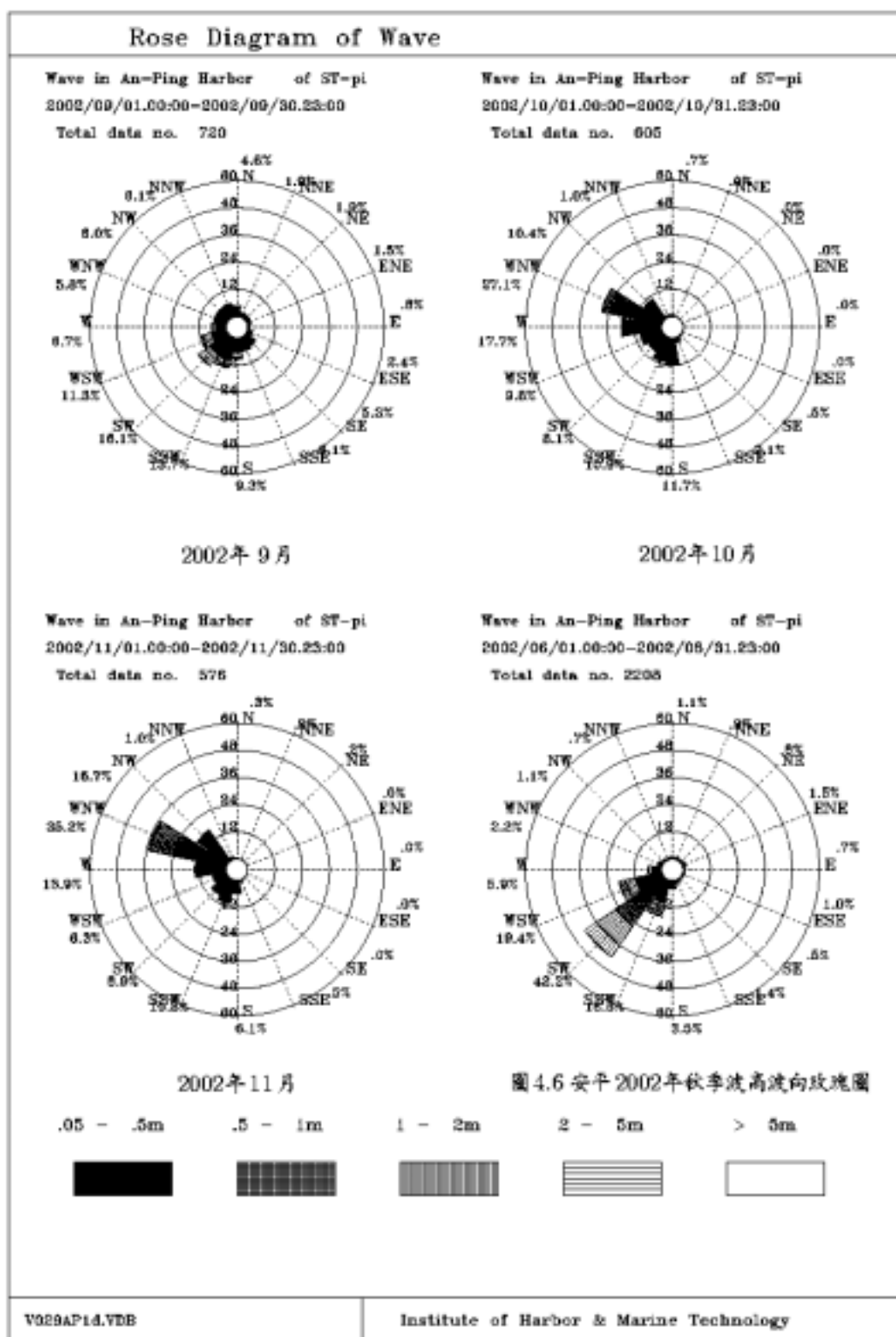


圖 4.6 安平 2002 年秋季波高波向玫瑰圖

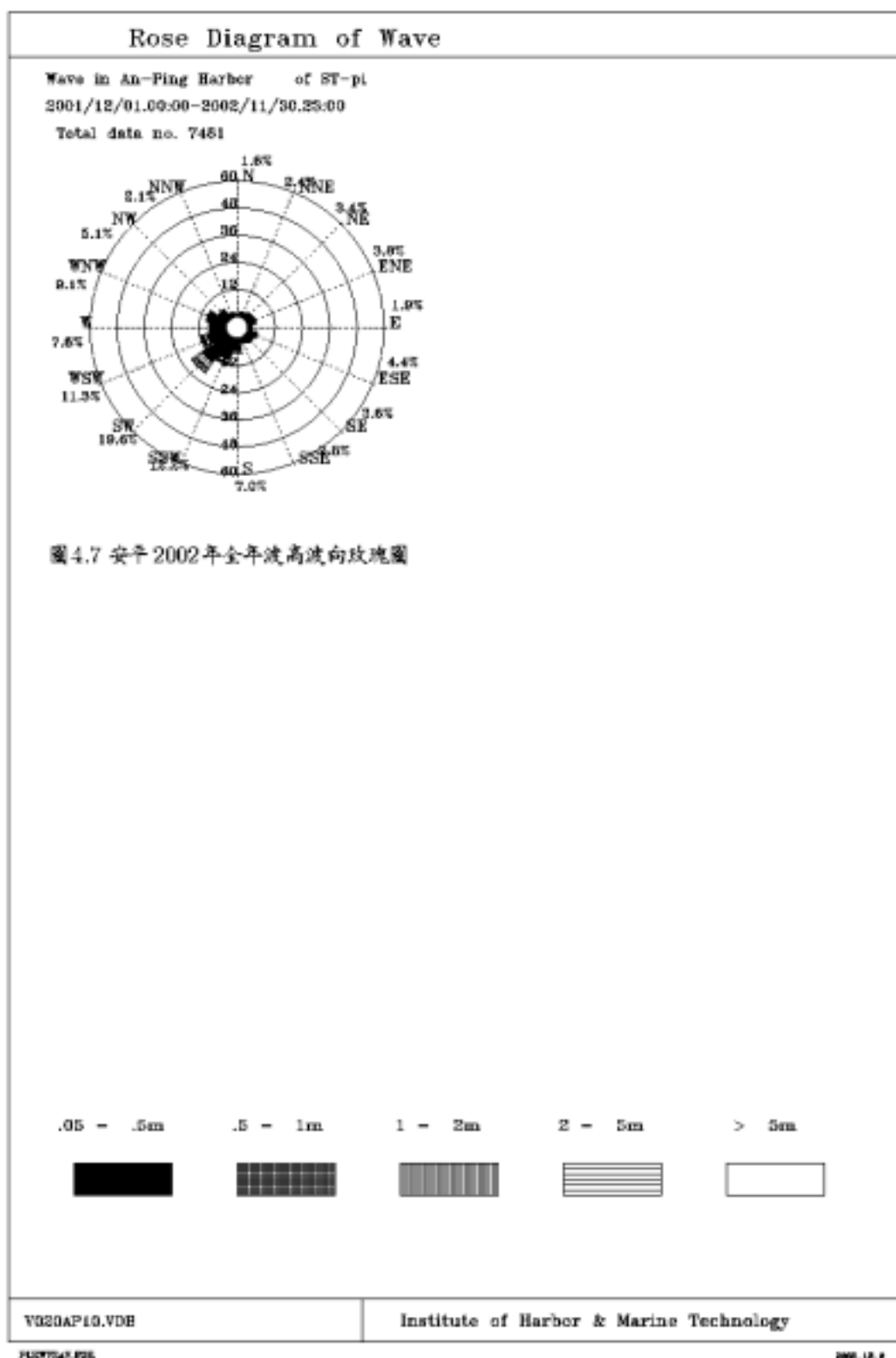


圖 4.7 安平 2002 年全年波高波向玫瑰圖

4.3 海潮流觀測資料分析

4.3.1 觀測方式說明

由於觀測樁安裝之 S-4ADW 具有觀測波浪、海流、潮位功能，因此在觀測波浪的同也同步測得海流流速、流向等資料，供分析用。由海流觀測之資料可了解安平港附近海域的流況特性，以及在築堤填海或海域工程設施與興建前後之變化情形，以提供各項工程規劃設計海岸保護、海岸地形變遷、海域水理水質變化及水工模型試驗所需之資料。

由定點海潮流調查所得結果可製作下列之圖表加以分析：

1. 流速、流向、潮汐等資料繪製逐時變化圖(圖 4.8~圖 4.9)。
2. 每日與每月流速資料之最大值、最小值及其相對應之流向、時間。
3. 繪製流速向量強度變化圖。
4. 流速、流向玫瑰圖(圖 4.10~圖 4.14)。
5. 流速與流向聯合分佈表。

4.3.2 統計結果分析

海流觀測紀錄，有效天數如下表所示，有效比例佔全部時間之 79%。

月份	有效記錄天數	有效比例%
1	31	100
2	25	89
3	0	0
4	27	90
5	30	100
6	30	100
7	31	100

8	31	100
9	30	100
10	30	100
11	25	83
全年	290	79

1.綜合說明

海流之組成主要是恒流、風吹流及潮流三者，恒流是大範圍之洋流活動，如黑潮等。有季節性規律的強弱變化，較可推估且其影響，且範圍在外海較為明顯，在海峽中部，夏季常呈現強烈的北向恆流，潮流的影響僅使北向海流流速有大小之變化，搬運之優勢方向則始終朝北。另風吹流係風經一段時間吹送所引起之近表面流，在季風盛行期此種水之搬運較為可觀，而搬運之方向會偏向風向之右側，如果風向風速時常在改變，則所引發之海流亦微弱多變，在安平沿岸海域真正明顯可觀察到的海流現象的仍是潮流，亦即是水位變化所導致之海流。安平因位於台灣海峽之南部，海峽寬度較寬，平均深度也較深，夏季北向之黑潮支流影響程度不如海峽中部明顯，所測得的資料顯示仍呈現往復潮流的特性。

由於本地區是半日潮及全日潮綜合影響地區，因此流向綜合而言，本地區之流況為每天作四次漲、退之變化。每隔 6 小時餘，方向作 180° 之改變，而流速則完成由低--高--低之循環，每一潮汐週期內最大流速隨朔、望，上下弦日期而有所變動，朔望較上下弦為大，流速最高點所造成之包絡線以 15 天為週期起伏變化，幅度約為 20cm/s。由於本海域係半日潮與全日潮綜合影響，表現在變化逐時圖中的現象為每日四次之起伏有時相當，有時則大小差異頗大，也有 15 天左右之週期變化。觀測樁站顯示逐時流速及向變化圖大致上是一天之中有二次漲潮流和二次退潮流，也就表示海流之主要成份是潮流，流向約每隔

6 個鐘頭流向作往復之變動，除颱風及大潮等特殊狀況外，通常每日最大流速多在 50cm/s 以下，今年觀測期間測得最大流速為 86.0cm/s。

2. 流速統計

流向流速觀測時序圖見圖 4.3，海流玫瑰圖見圖 4.4，海流流速流向聯合機率佈表 4.3。以流速而言，1、2、4、5 月之平均流速均在 20cm/s 以下，其中二月最小，僅 13.7cm/s，1 月份及 2 月份之流速小於 25cm/s 者比率分佔 76.5 及 89.1%，介於 25~50cm/s 分佔 23.5 及 10.9%，3 月份缺資料，這三月都沒有超過 50cm/s 之情形，4 月份季節轉換中，流速相對亦小，平均流速 17.8cm/s，其中 25cm/s 以下佔 73.2%，25~50cm/s 佔 26.8%，5 月份流速分佈大致相同。6 月開始可能受到夏季南來黑潮支流通過台灣海峽北上之季節影響，流速逐漸增大，平均流速 22.0cm/s，其中 25cm/s 以下佔 63.2%，25~50cm/s 佔 33.9%，超過 50cm/s 比率佔 2.9%，上半年以 6 月份流速最大，但各月幅度相差不多，測得最大流速為 69.2cm/s。

下半年平均流速均較高，7 至 11 月各月月平均流速均在 25cm/s 上下，其中以 7 月平均流速最高，為 27.4 cm/s，但全年觀測之流速最大值 86.0cm/s 發生在 8 月，當時流向 NW。如以全年資料統計，年平均流速為 21.5 cm/s。

3. 流向統計

至於流向方面，1 至 2 月之狀況有所不同，1 月份流向集中在 SSE 及 NW~NNW 方位上，2 月份流向主要集中在 SSE~S 及 WNW~NW 之間，三月缺資料，4 月期間流向集中在 SE~SSE 和 NW~NNW 兩方位區間，兩區間的比率相當，均近 40%，五月流向分佈大致相同，較集中在 SSE 和 NW，六月南向流方向分佈略散漫，SE 最高，佔 18.7%，SSE 佔 17.8% 左右，北向流以 NW、NNW 比率最高，各佔 15%。如不考慮風，依照本海域海岸之走向來看，合理之漲潮應流向 NW 與 NNW 之間，退潮流則流向 SSE 與 SE 之間，而 1~2 月之東北季風期

通常風向穩定，風速亦強，風驅流之影響會顯現在流向之分佈上。而 6~8 月之西南季節風期安平地區之風向較多變，且風速較低，風驅流作用不顯。

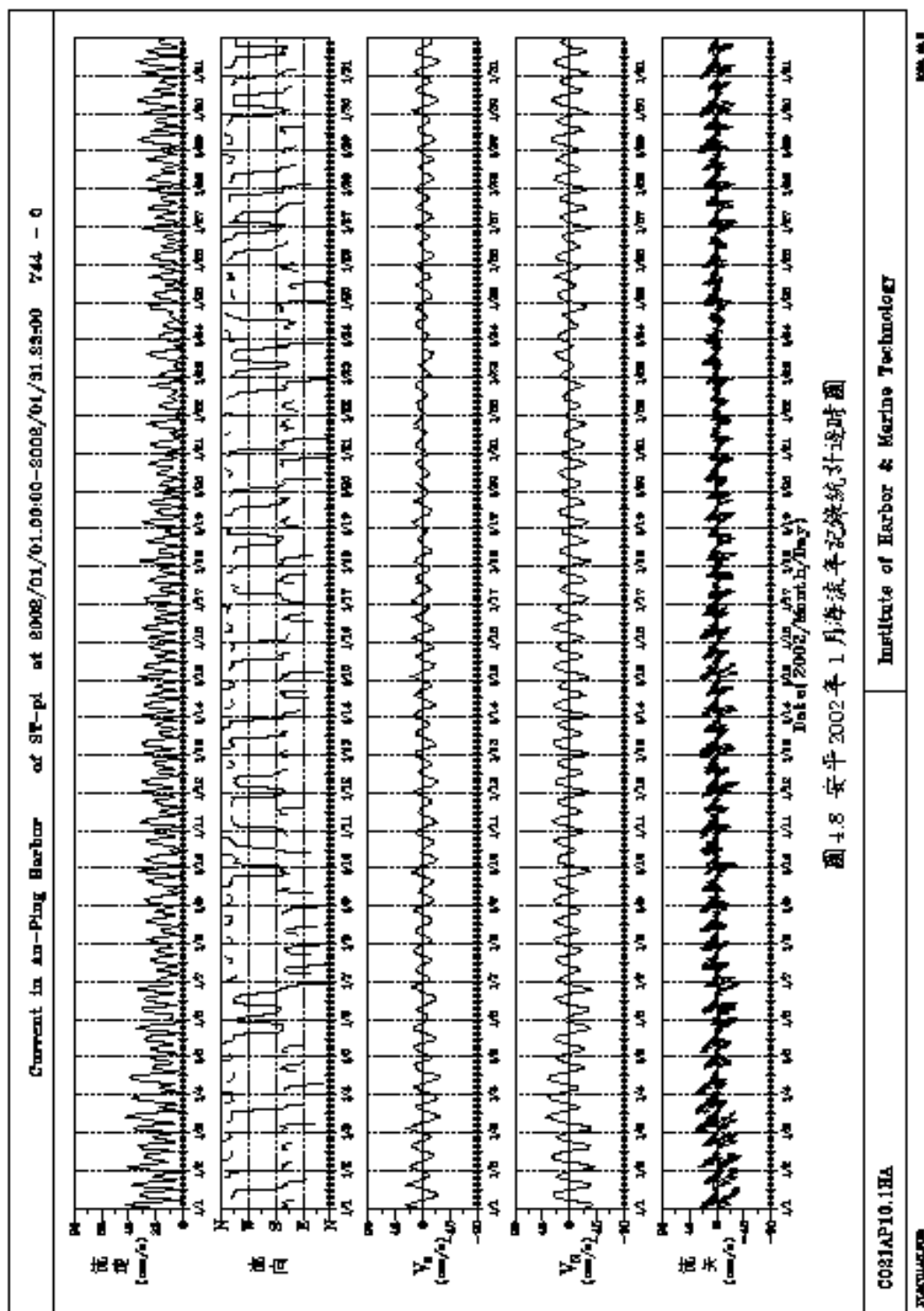
9 至 10 月流向分佈相當類似，漲潮流以 NW 為主，其次為 NNW，退潮流以 SSE 向為主。

4.全年月平均流速及月極值變化

由全年的流時序資料及下列統計表可看出月平均流速和極值在一年中的季節變化趨勢。

月份	平均流速 cm/s	流速極值 cm/s	當時流向
1	17.6	47.2	SE
2	13.7	35.3	SSE
3	-		
4	17.8	48.0	SSE
5	20.5	64.9	NNW
6	22.0	69.2	NNW
7	27.4	80.3	SSE
8	26.8	86.0	NW
9	24.3	61.1	NW
10	23.3	70.1	SSE
11	24.8	56.4	SSE
全年	21.5	86.0	NW

由上表顯示安平海域之海流以 7、8 二個月平均流最大，與年平均值比較，則 6、7、8、9、10、11 月均超過年平均值，差異不大，1、2、4、5 月份平均流速相對較小，而在夏季時因有颱風侵襲，在颱風環流影響期間，常有較異常的流速出現，本年度觀測到的最大流速為 86.0cm/s，是在颱風影響期間測得的。



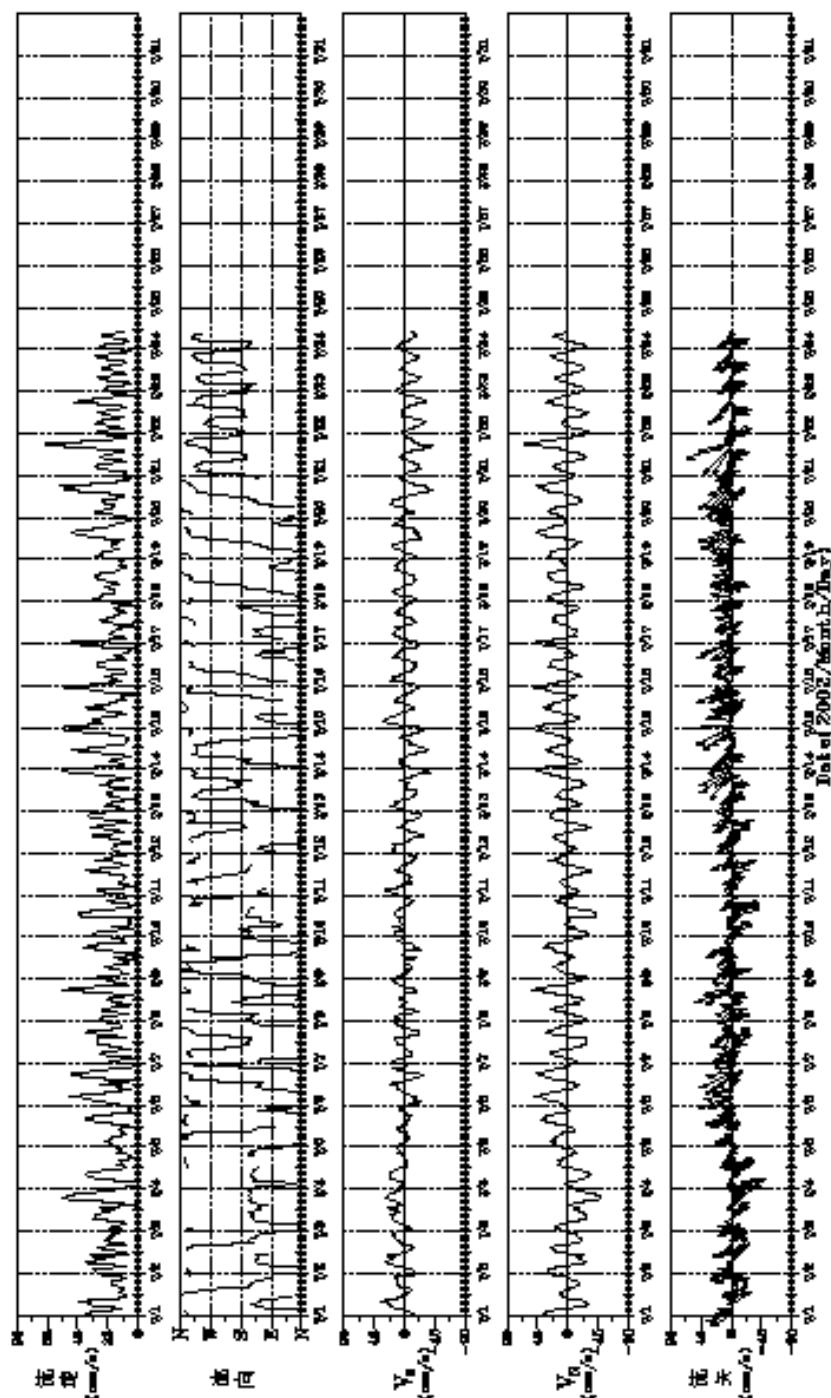


圖 4.9 安平 2002 年 7 月海流年記錄統計時圖

COSFAP1U.1HA

Institute of Harbor & Marine Technology

STATION: 100

DATE: 01/01

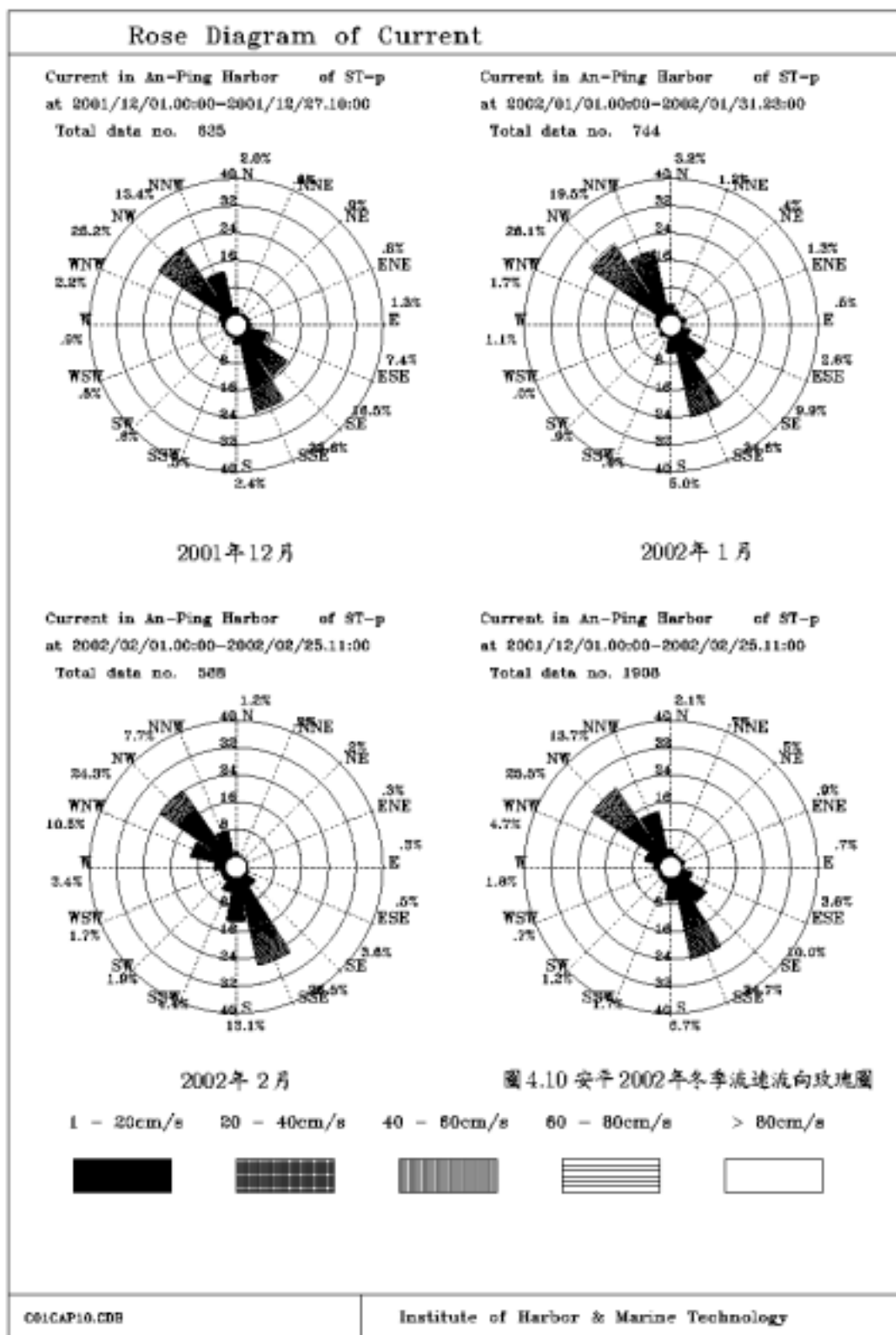


圖 4.10 安平 2002 年冬季流速流向玫瑰圖

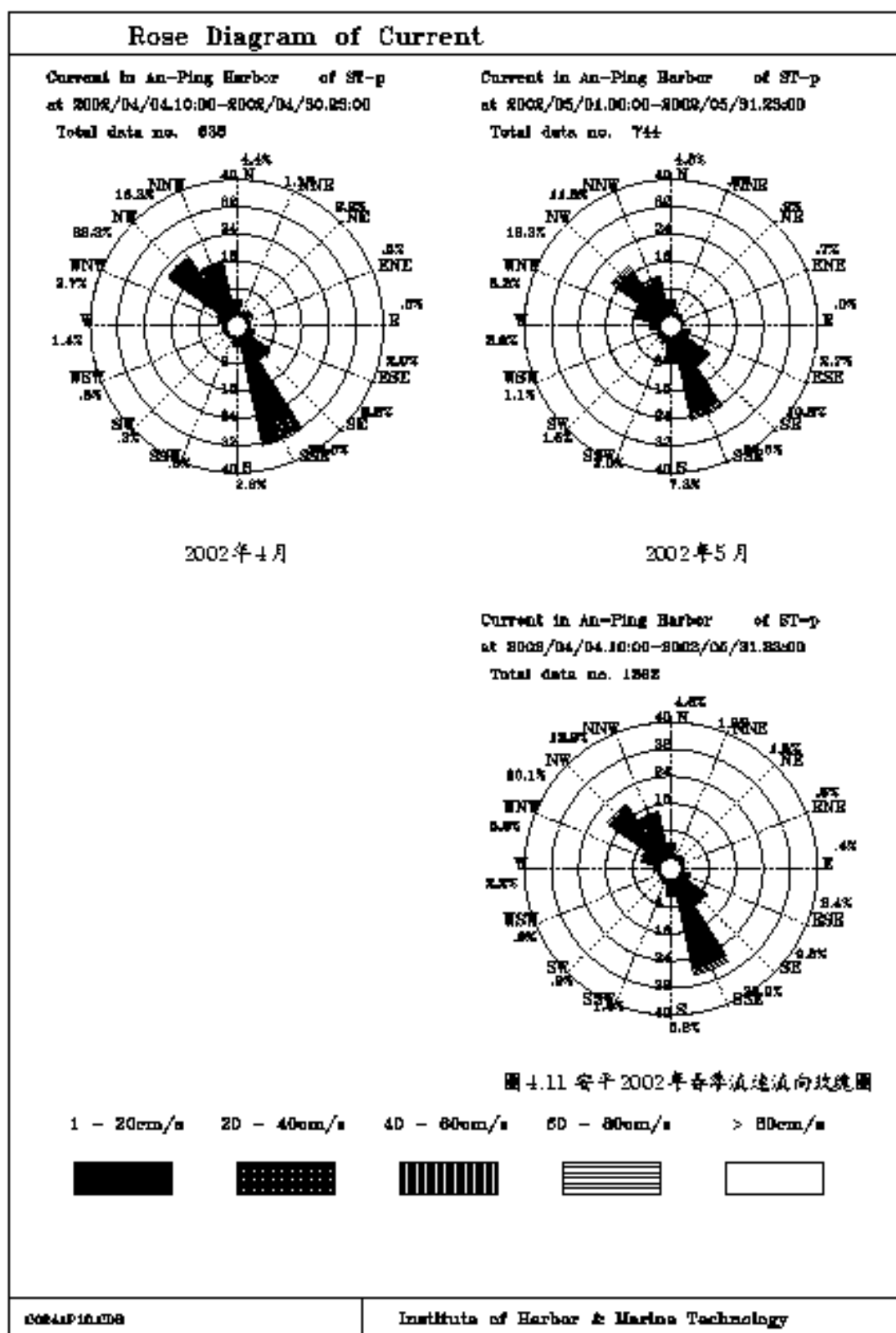


圖 4.11 安平 2002 年春季流速流向玫瑰圖

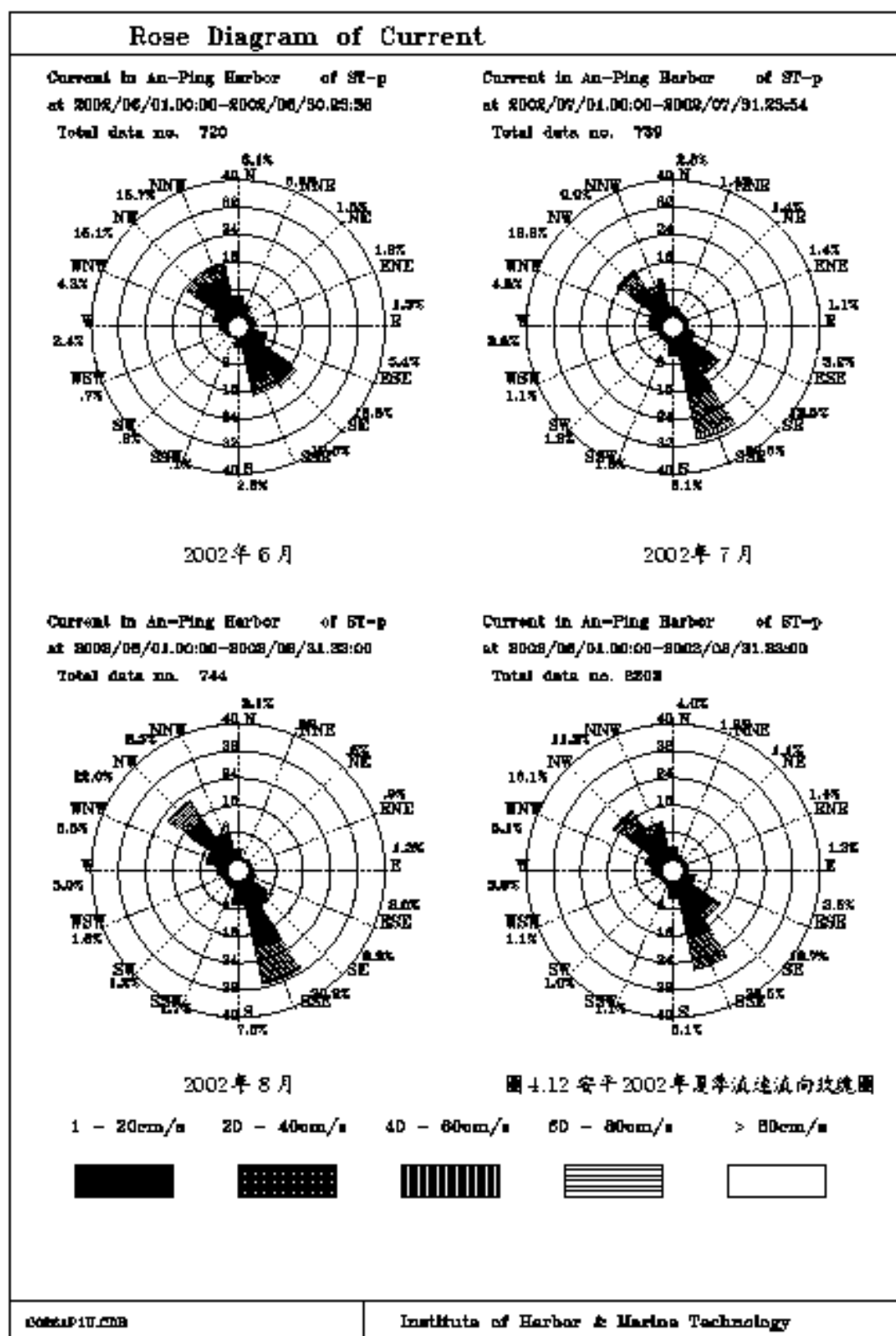


圖 4.12 安平 2002 年夏季流速流向玫瑰圖

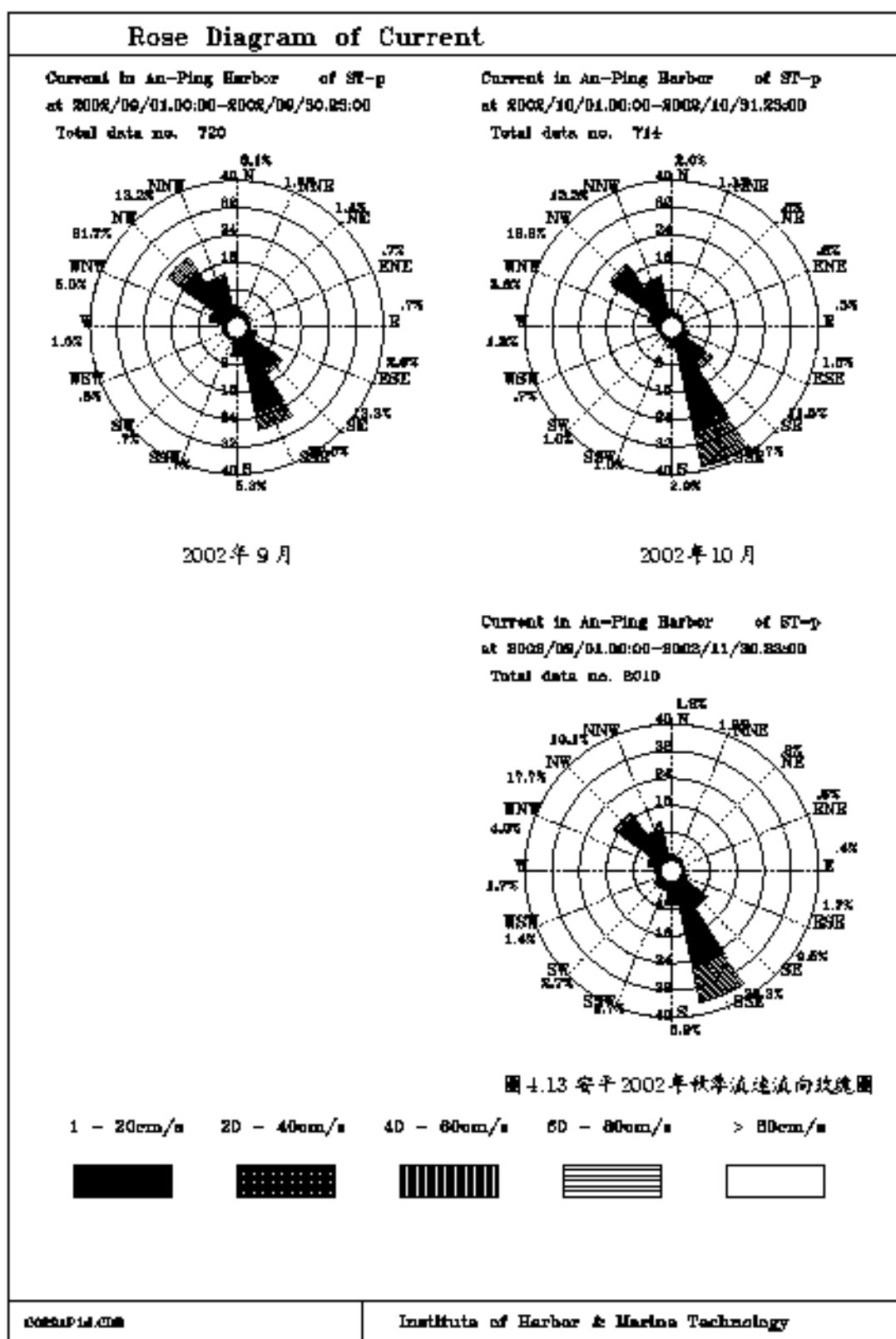


圖 4.13 安平 2002 年秋季流速流向玫瑰圖

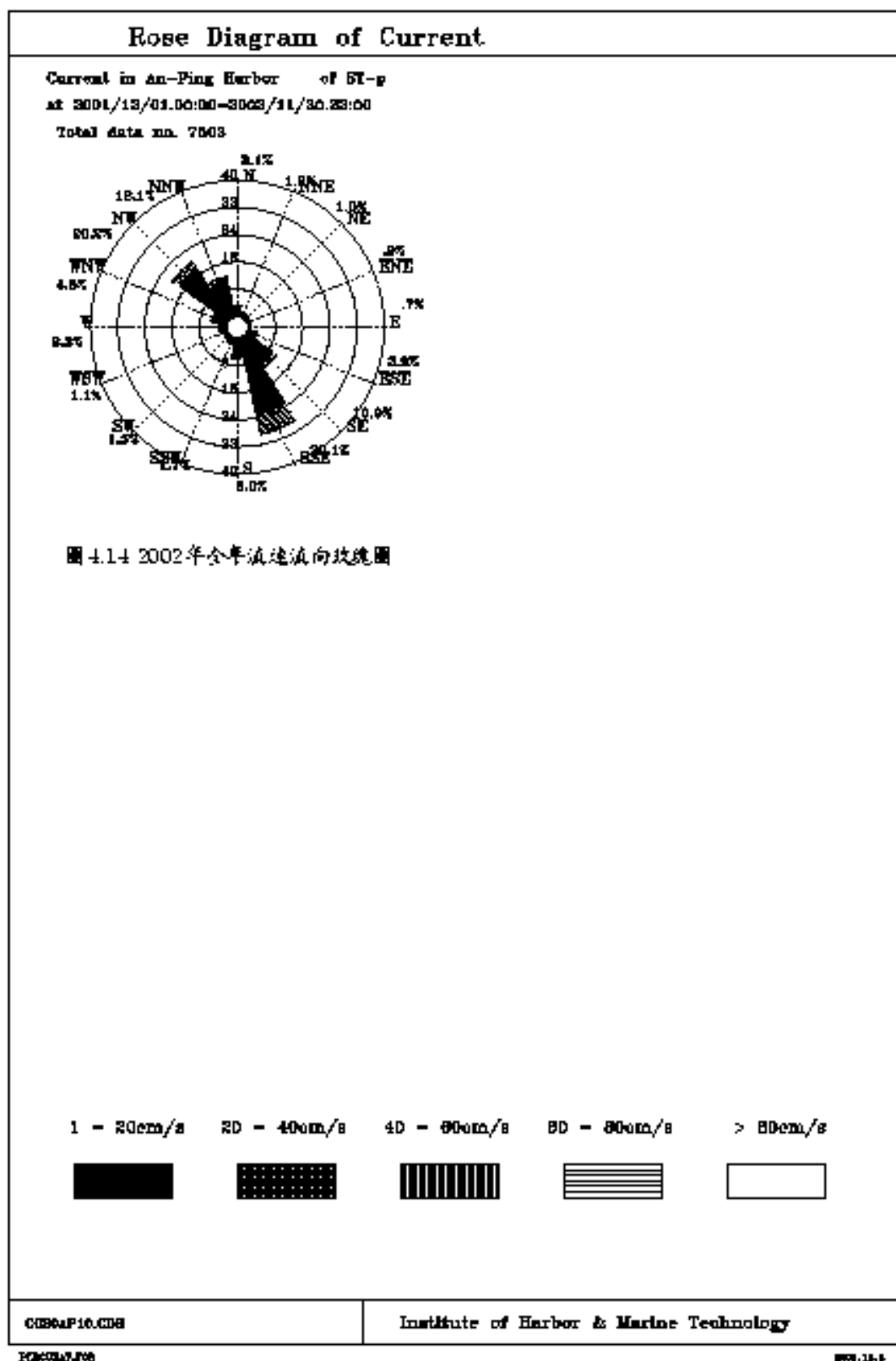


圖 4.14 安平 2002 年全年流速流向玫瑰圖

4.4 風速及風向觀測資料分析

4.4.1 觀測方式

風速計採用 Inter Ocean 系統 Young Brand 風速計裝設於樁頂平台上，此風速計之施測範圍為 0~60 米/秒，最大陣風可測至 80 米/秒。並同時紀錄風向所紀錄之結果傳回基地台儲存於電腦內。施測項目包括：平均風速、平均風向、最大陣風、對應方向。提供各種海象觀測分析之基本資料，如波浪、海流、漂砂及工程規畫所需之基本資料。

4.4.2 統計結果分析

風的觀測係利用海上觀測樁樁頂平台所裝設之螺槳式風速計為之，所得之每小時平均風速 平均風向 最大陣風時間序列圖見(圖 4.15~圖 4.16)。各月份觀測紀錄如下表，合計有效紀錄共 320 天，有效比例為 88 %。

月份	有效記錄天數	有效比例%
1	30	97
2	28	100
3	30	97
4	29	97
5	27	87
6	30	100
7	31	100
8	29	94
9	30	100
10	26	84
11	30	100
全年	320	88

1.風速統計

根據本海域今年風速統計結果，1 月為東北季風盛行期間，平均風速為 6.5 米，最大 10 分鐘平均風速達 13.6 米/秒，討論風速分佈，如以 1 米/秒為區間，則 2 米/秒~9 米/秒之間分佈相當均勻，各區間均佔 10% 上下，以 5 米/秒為區間，則 5~10 米/秒之區間比率最高，佔全部之 54.4%，大於 10m/s 者佔 12.8%。2 月之平均風速約為 6.1 米，最大 10 分鐘平均風速 14.2 米/秒，以 5 米/秒為區間，則 5~10 米/秒之區間佔全部之 60.0% 以上，大於 10m/s 者佔 6.1%。3 月份資料顯示東北季風逐漸減弱，平均風速降為 4.7 米/秒，最大 10 分鐘平均風速 14.9 米/秒，風速分佈 5 米以下佔 57.9%，5~10 米/秒之區間佔 39.1% 以上，大於 10m/s 者僅佔 3.0%。4 月份平均風速為 5.1 米，最大 10 分鐘平均風速 11.5 米/秒，5~10 米/秒間約佔 46.1%，10 米/秒以上者有 3.6%，5 月風速持續下降，5 月之平均風速為 4.2 米/秒、最大 10 分鐘平均風速為 12.3 米/秒。6 月已進入西南季風期，平均風速再降為 3.4 米/秒、最大 10 分鐘平均風速為 8.7 米/秒。風速分佈以小於 5 米/秒者最多，約佔全部之 86.8%。

下半年狀況，7 月份之風速平均值為 5.7m/s，5~10 米/秒之區間佔全部之 43.0% 以上，大於 10m/s 者佔 9.1%。。8 月風速降低，平均風速約 4.8m/s，5 m/s 以上比率為 33%。9 月平均風速稍增大至 5.1m/s，風速大於 5m/s 之比例也加到 44.0%。10、11 月之平均風速，分別為 4.3m/s、6.7m/s，大於 10m/s 之比率於 10 月為 2.4%，11 月為 14.1%，顯示 10 月以後東北季風逐漸增強。

2.風向統計

就風向變化而言，可參考風玫瑰圖(圖 4.17~圖 4.21)，一至三月風玫瑰圖之型態十分類似，由大陸高氣壓所生之大氣環流掌控，基本上本海域都是吹襲東北風，以 16 分位統計，1~2 月風向分佈最大比率在落在 NNE，單一方位比率在 40% 以上，其次為 N 及 NE，三方位合計佔全部之八成。其他方向極少。到了三月開始，季節轉換進入春季，

東北季風減弱，各方位中雖仍以 NNE 為最多，但比率已經降低，至四月份 NNE 降至 24.7%，其他方向機率增加，顯示風向多變。5 月之型態，表現在玫瑰圖上之結果也是各個方位分佈均有，其中第一象限佔 28.3%，第二象限佔 23.4%，第三象限佔 16.2%，第四象限佔 32.2%，不過此二個月之風向分佈雖已較平均，但仍以偏北風之比例較高，到了 6 月，太平洋高壓開始伸展，主要風向轉變，隨著夏天之來臨，西南風漸成為主要之成份，統計結果顯示第三象限比率佔五成以上，但整體分佈較為平均，不像東北季風期那麼集中在一兩個方位上。

7、8 月的風向分佈形態類似，各方向之風均有發生，並無顯著之集中，且風速均小。9 月開始，東北季風又逐漸取得主導權，在 NNE 方向比率最高，其次為 N，10、11 月份趨勢相似，風向仍維持向 N NNE 集中，但以 N 所佔之比率最高，其次為 NNE。

3.海陸風效應

檢視風逐時之紀錄還可以發現海陸風效應在夏季時較為明顯，每日之變化有規律性，均是當天清晨時風速為最小；隨著太陽升起後，風速逐漸增大，而風向也逐漸偏西，到了下午 4 點時，風力達到最大，然後再逐漸減弱。同樣的效應在冬季時也有，但不若夏季明顯。

4.大氣環流現象

由時序圖中來看，冬季期間，東北季風盛行，風向穩定，風速約每隔 6~10 天有一變化週期，在此期間內風速有 5~6 米/S 之變化量。春季風速值變小，風向多變，變化之週期變短至 5 日左右。此種現象均與天氣型態大氣環流之季節變化有關。

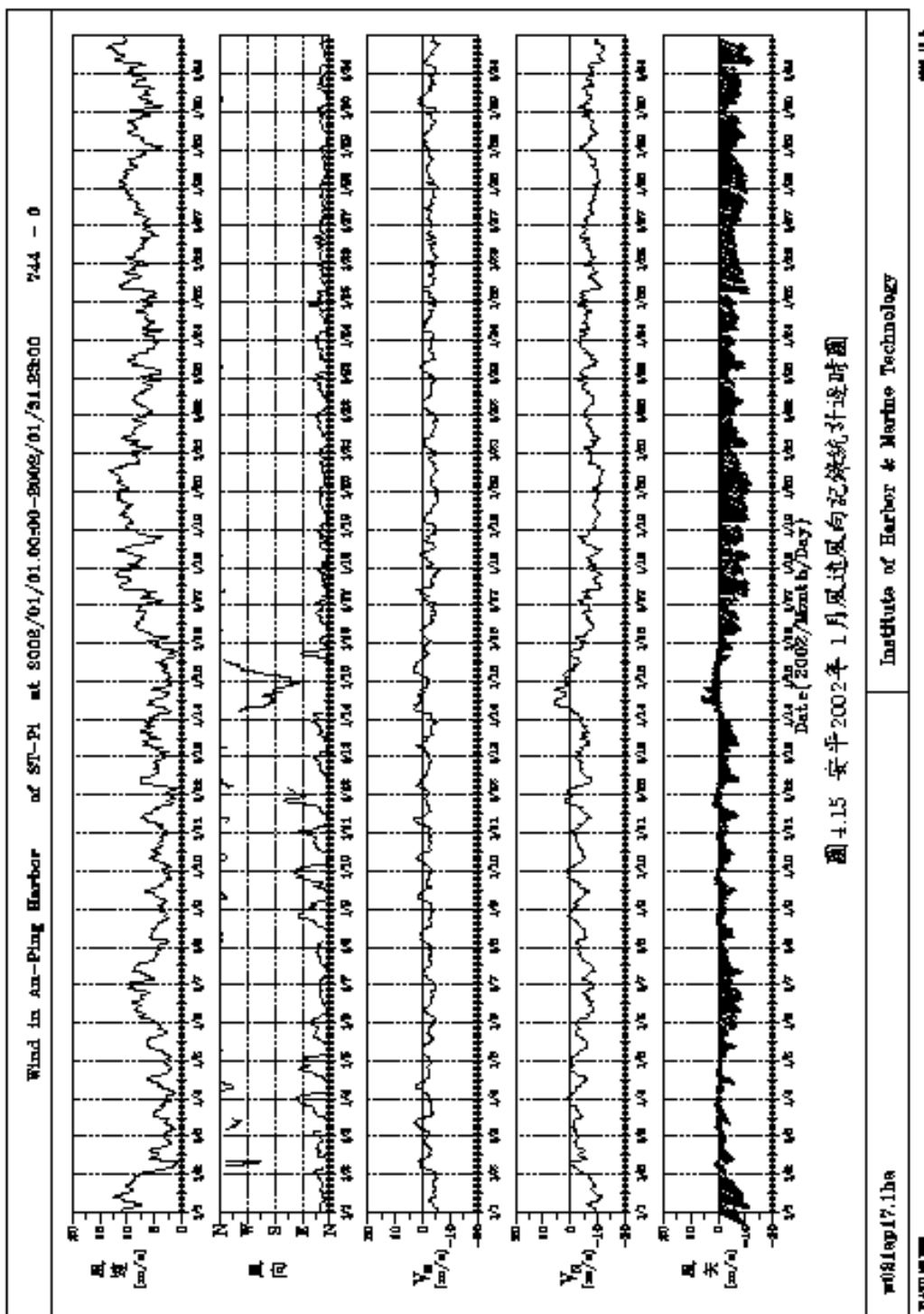
入夏之後，太平洋高壓盤踞北太平洋，天氣形態穩定，但因赤道附近水溫升高，經海 氣交互作用而生成颱風，往往造成天氣之劇烈改變。

5.分月平均風速及極值變化

依據本年度觀測的 10 分鐘平均風速數據加以統計比較，可瞭解全年之變化趨勢。

月份	10 分鐘平均 風速 (m/s)	10 分鐘平均 風極值 (m/s)	當時風向 (°)
1	6.5	13.6	NNE
2	6.1	14.2	NNE
3	4.7	14.9	NNE
4	5.1	11.5	NNE
5	4.2	12.3	SSE
6	3.4	8.7	S
7	5.7	16.7	N
8	4.8	16.8	S
9	5.1	14.0	N
10	4.3	18.6	WSW
11	6.7	14.8	N
全年	5.2	18.6	WSW

由上面之表列可看出安平海域之風力，在正常天氣型態下以冬天之平均風最強，且較為穩定，初夏之平均風最弱，但是有劇烈天氣之干擾，因此全年之極值出現在夏季之機率最大。



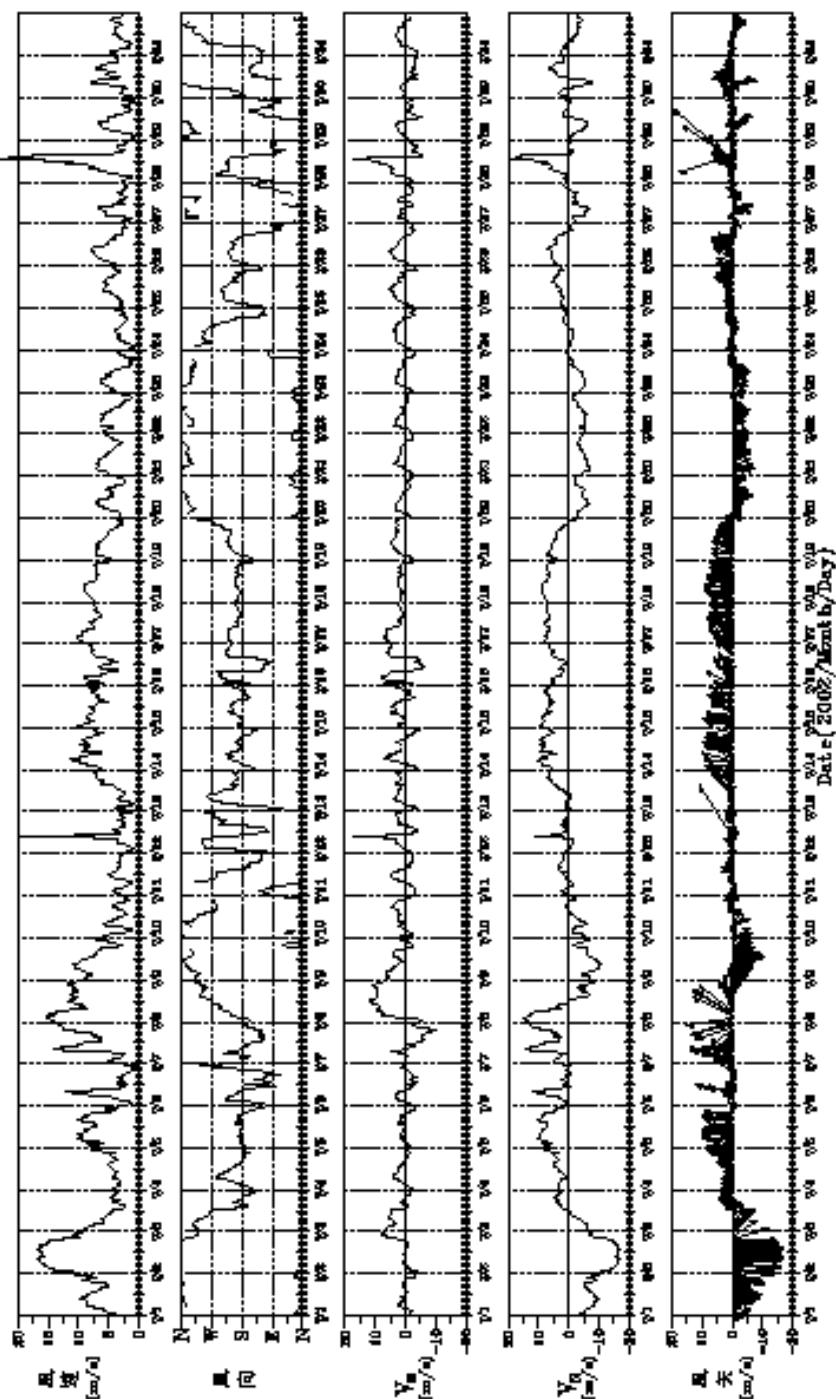


圖 4.16 安平 2002 年 1 月風速風向記錄統計逐時圖

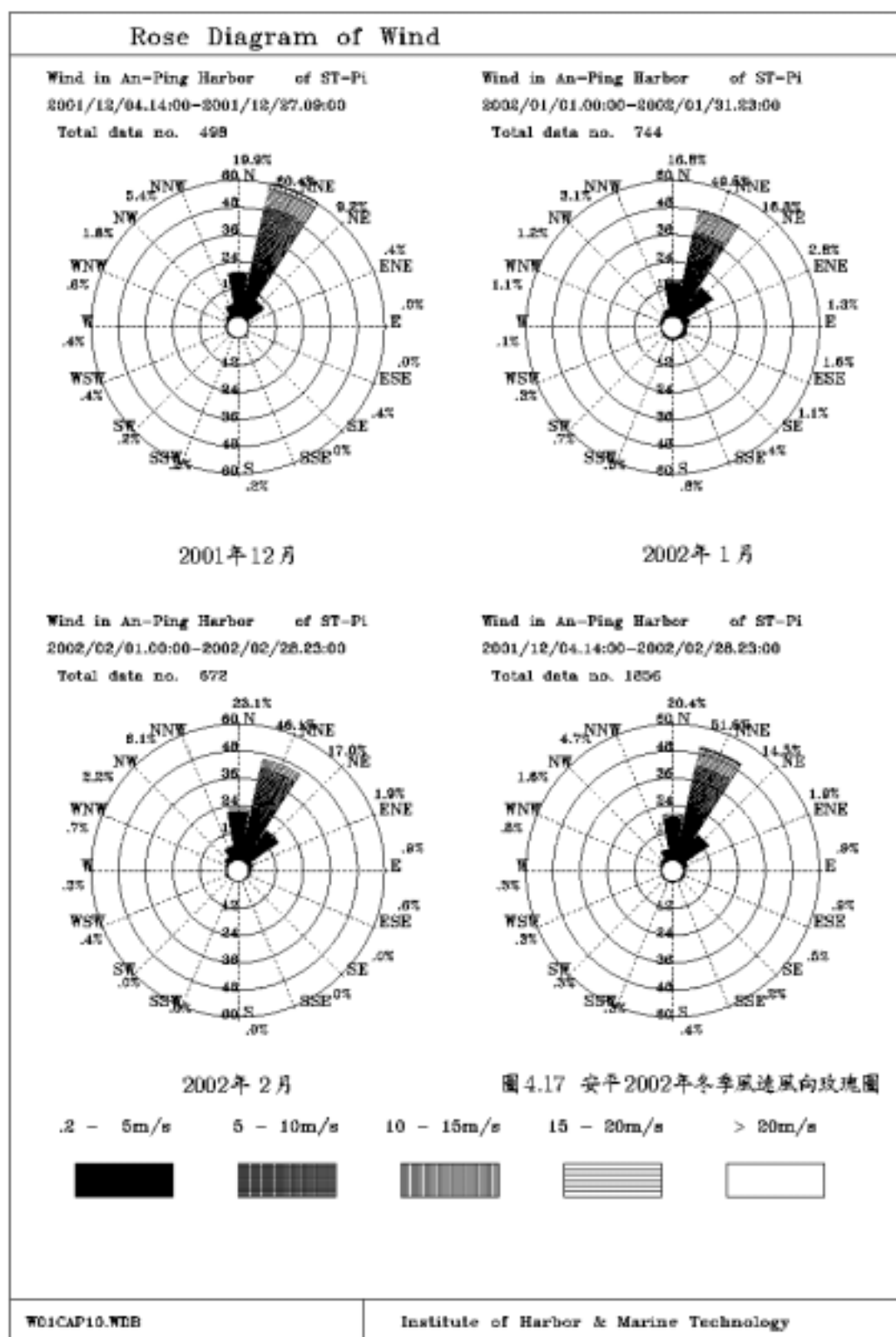


圖 4.17 安平 2002 年冬季風速風向玫瑰圖

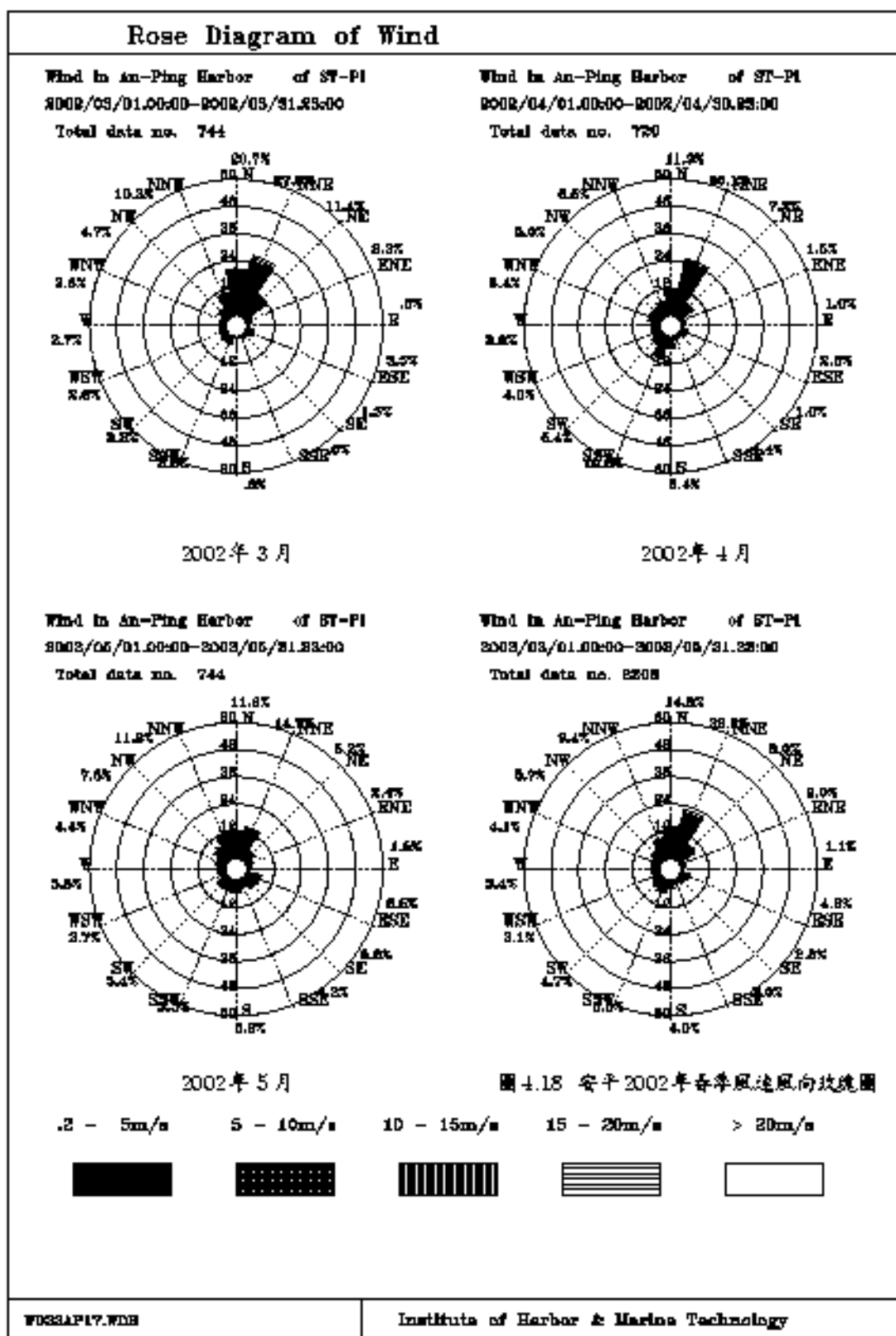


圖 4.18 安平 2002 年春季風速風向玫瑰圖

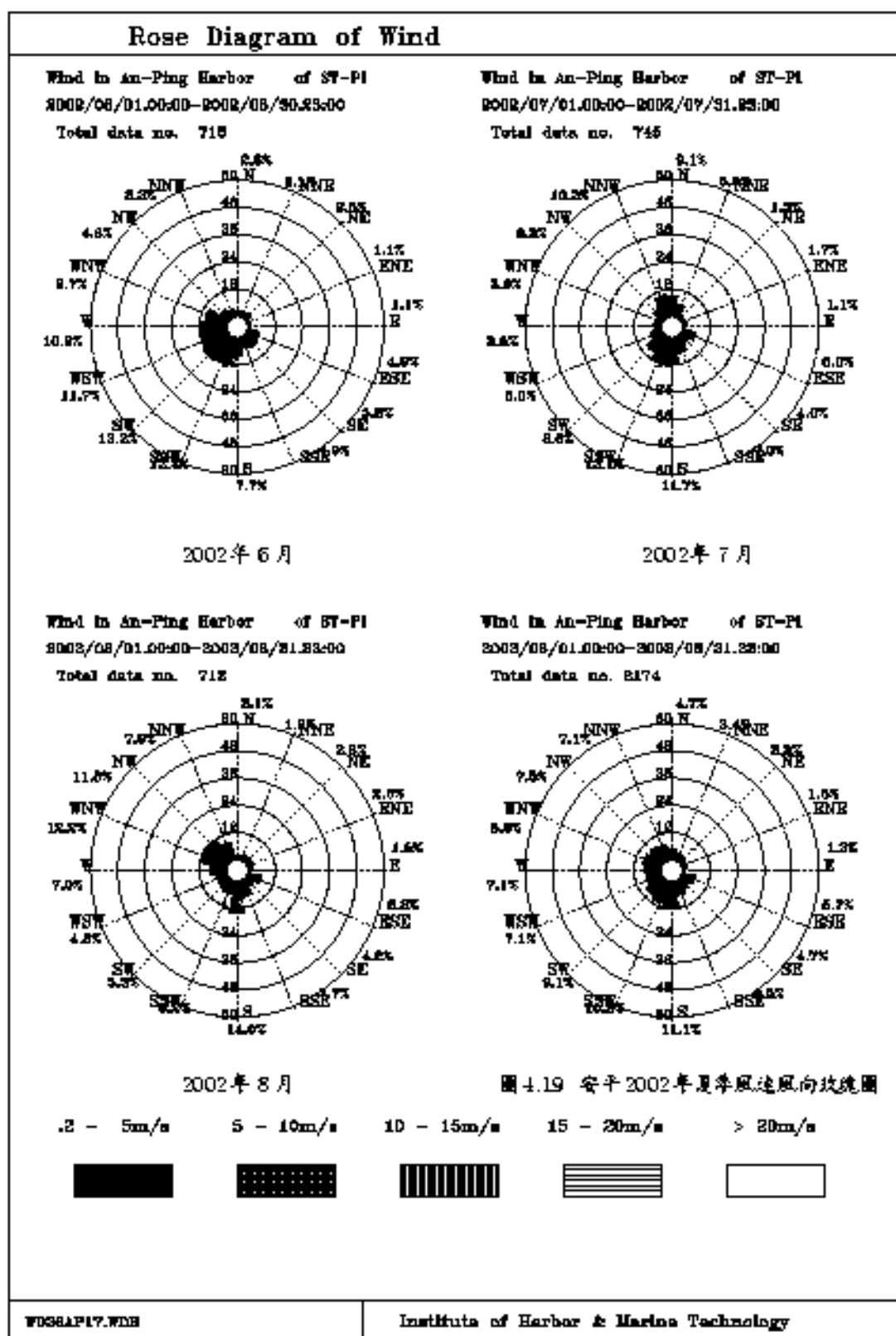


圖 4.19 安平 2002 年夏季風速風向玫瑰圖

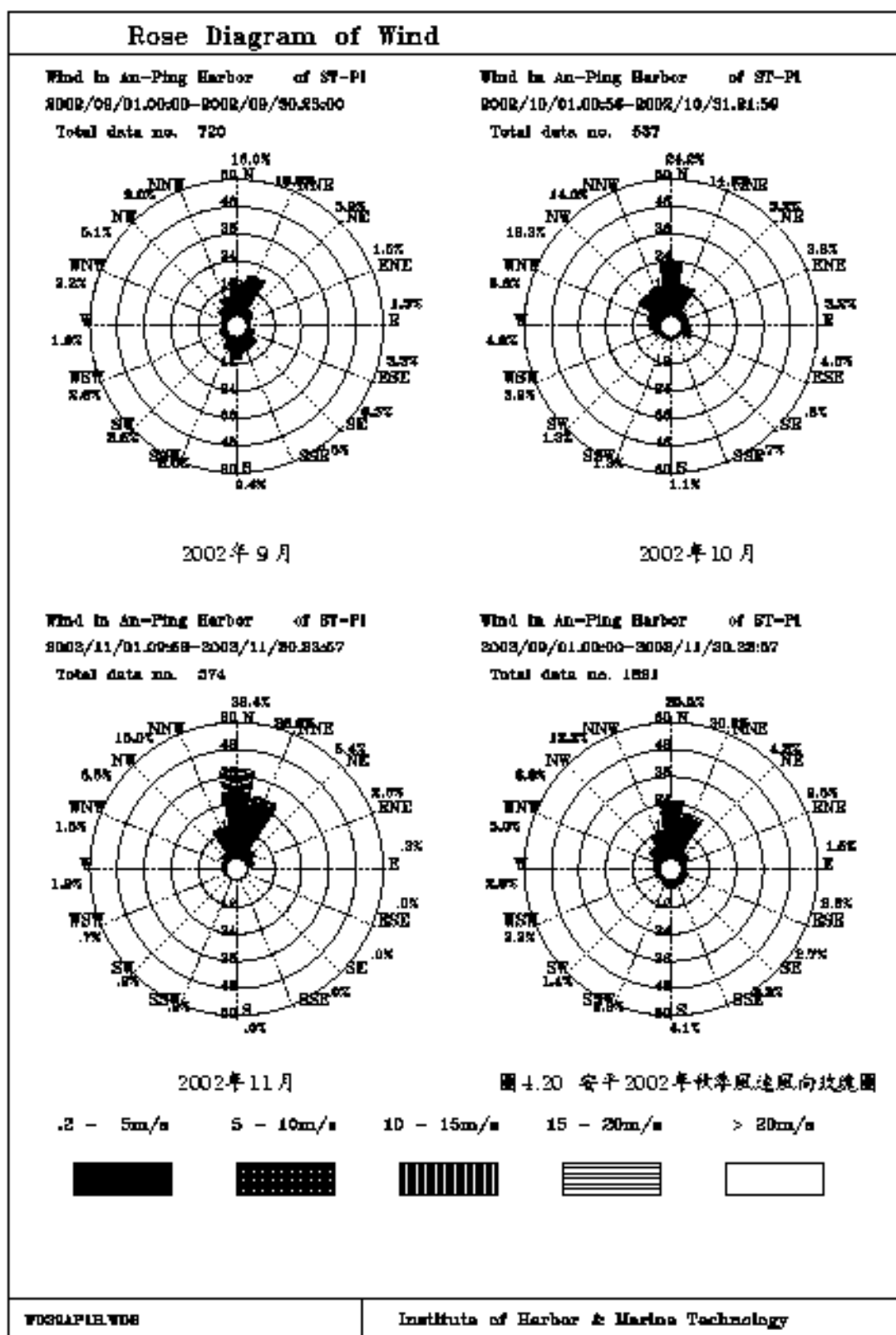


圖 4.20 安平 2002 年秋季風速風向玫瑰圖

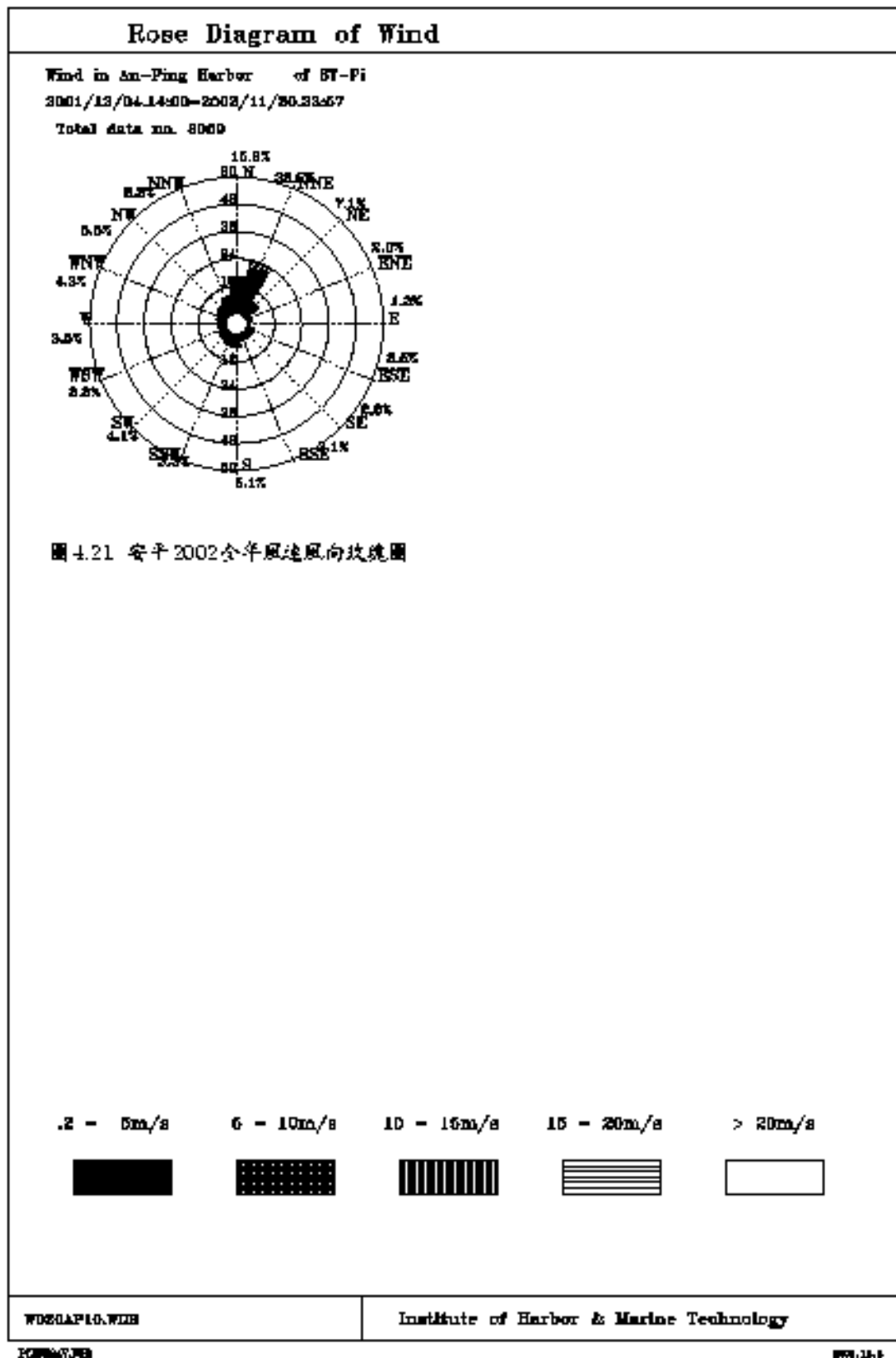


圖 4.21 安平 2002 年全年風速風向玫瑰圖

4.5 潮汐觀測資料分析

4.5.1 觀測方式

本報告之水位資料分析，以觀測樁水位觀測為主，係利用水下約 5 米 S-4ADW 之壓力感測器所測得之壓力訊號轉換為水位訊號而得，每一小時觀測十分鐘而紀錄其平均水位值，再減去年平均水位觀測值 5.27 米後繪製水位觀測時序圖。安平典型之(今年 9 月)水位觀測時序圖如圖 4.22 所示。

4.5.2 統計結果說明

本年度所紀錄到的有效水位資料共 290 天，佔上半年全部天數之 79%。各月資料量如下表

月份	有效記錄天數	有效比例%
1	31	100
2	25	89
3	0	0
4	27	90
5	31	100
6	30	100
7	31	100
8	31	100
9	30	100
10	30	97
11	24	80
合計	290	79

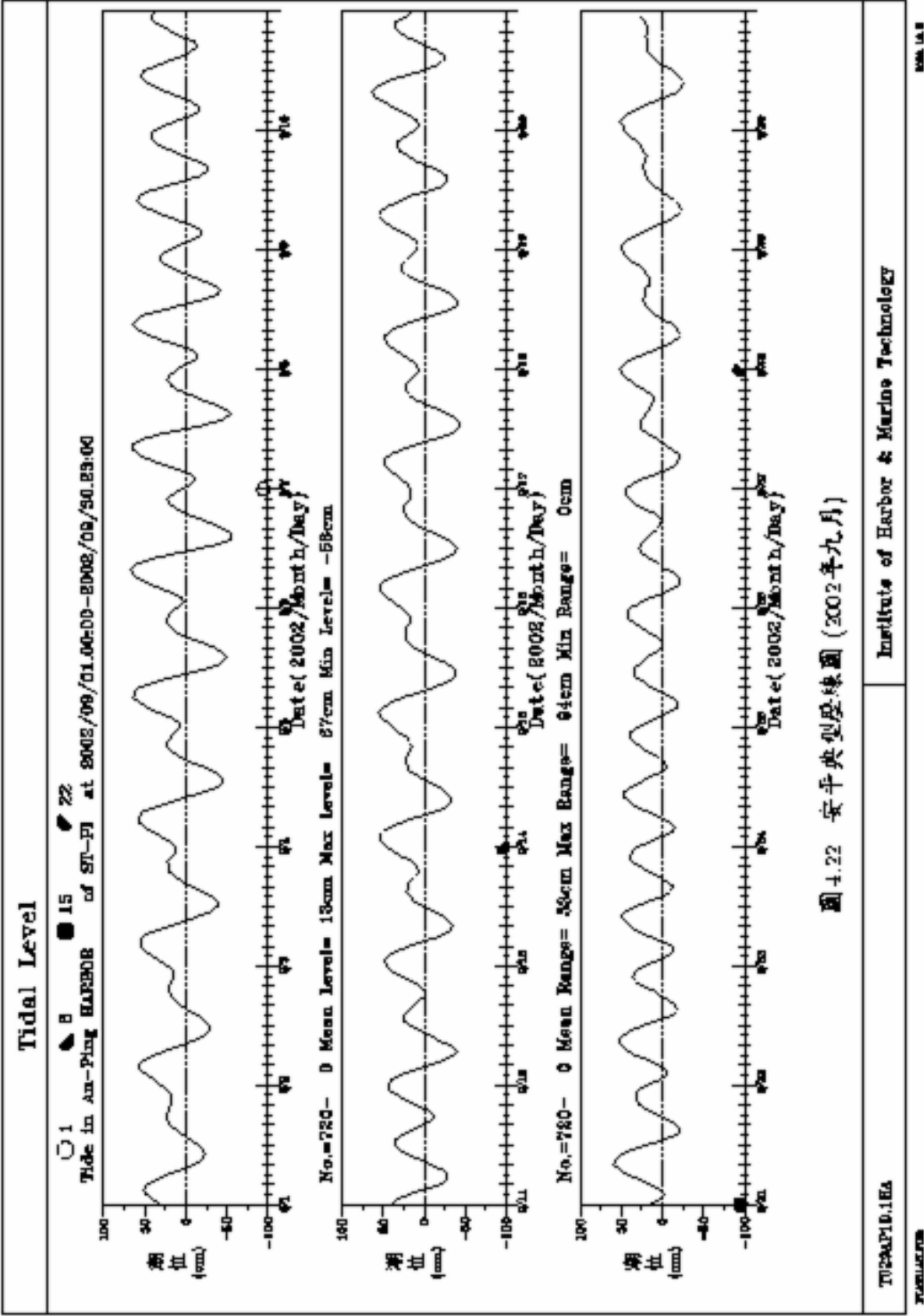
依據所蒐集之年度水位資料記錄統計表，可製作如下之圖表：

- 1.潮位逐時歷線圖：每月潮位逐時歷線圖。
- 2.潮位月報表：逐時潮位月報表，表中並列出每日之高潮及低潮發生時間及潮差大小，每月之最大潮差及平均潮差等統計量。
- 3.潮差分月統計表：潮汐之潮差分月統計表，表中有月平均潮差、最大潮差及月資料點數等統計量。
- 4.潮波振幅譜圖：潮位之典型潮波振幅譜圖(見圖 4.23)。
- 5.潮汐調和分析：連續之潮位資料，並選取分潮作調和分析,則可計算各分潮之振幅及遲角計算值，並繪製較大振幅分潮之振幅分佈圖。

由以往潮位月報表、潮位逐時歷線圖、潮波波高及週期統計表、潮波振幅譜圖等可得以下初步重要統計特性：

- 1.安平港地區之平均潮差約為 0.53 公尺，平均最大潮差約為 0.99 公尺，而最大潮差約為 1.33 公尺。由各月之時序曲線圖可看出潮差之變化以十五天為一週期，農曆朔、望時最大，每日最高潮位與最低潮位相差最大約 1.3 米，上弦及下弦時最高潮位與最低潮位相差最小，僅 0.6 米左右，而每日潮汐之現象則通常為一天之內有二次潮汐起伏。
- 2.由最低潮位上昇至相對高點後(相隔約 6 小時)，開始下降，然後再上升至高水位後降至低水位，全部過程約為 24 小時 50 分。但每次升降之幅度有所不同，這代表本海域之潮汐現象是全日潮與半日潮作用相加而成的混合潮型態，而潮差也較中、北部為小。臺灣北部台北港平均潮差約為 2 公尺左右，中部台中港附近平均潮差約 4 5 公尺，南部高雄港平均潮差小於 1 公尺。
- 3.而由上年度潮波振幅譜圖，顯示潮汐主要成份為半日潮及全日潮，且半日潮與全日潮振幅大小相近，此一地區之潮型與南部高雄港由全日潮與半日潮大小相近組成之潮型相似，但與北部台北港、中部台中港地區之潮汐則較不同，台北港潮汐主要為半日潮，全日潮差約為半日潮差之 $1/5$ ，台中港潮汐主要也為半日潮，全日潮差約為半日潮差之 $1/8 \sim 1/10$ 間。

4.根據以往資料所作的調和分析計算之各分潮之振幅、遲角、平衡引數及延時,其中振幅以 M2 最大約 0.24 公尺,其次為 K1 約 0.18 公尺, O1 約 0.15 公尺, S2 及 P1 各約 0.08 公尺,與能譜分析結果趨勢一致。



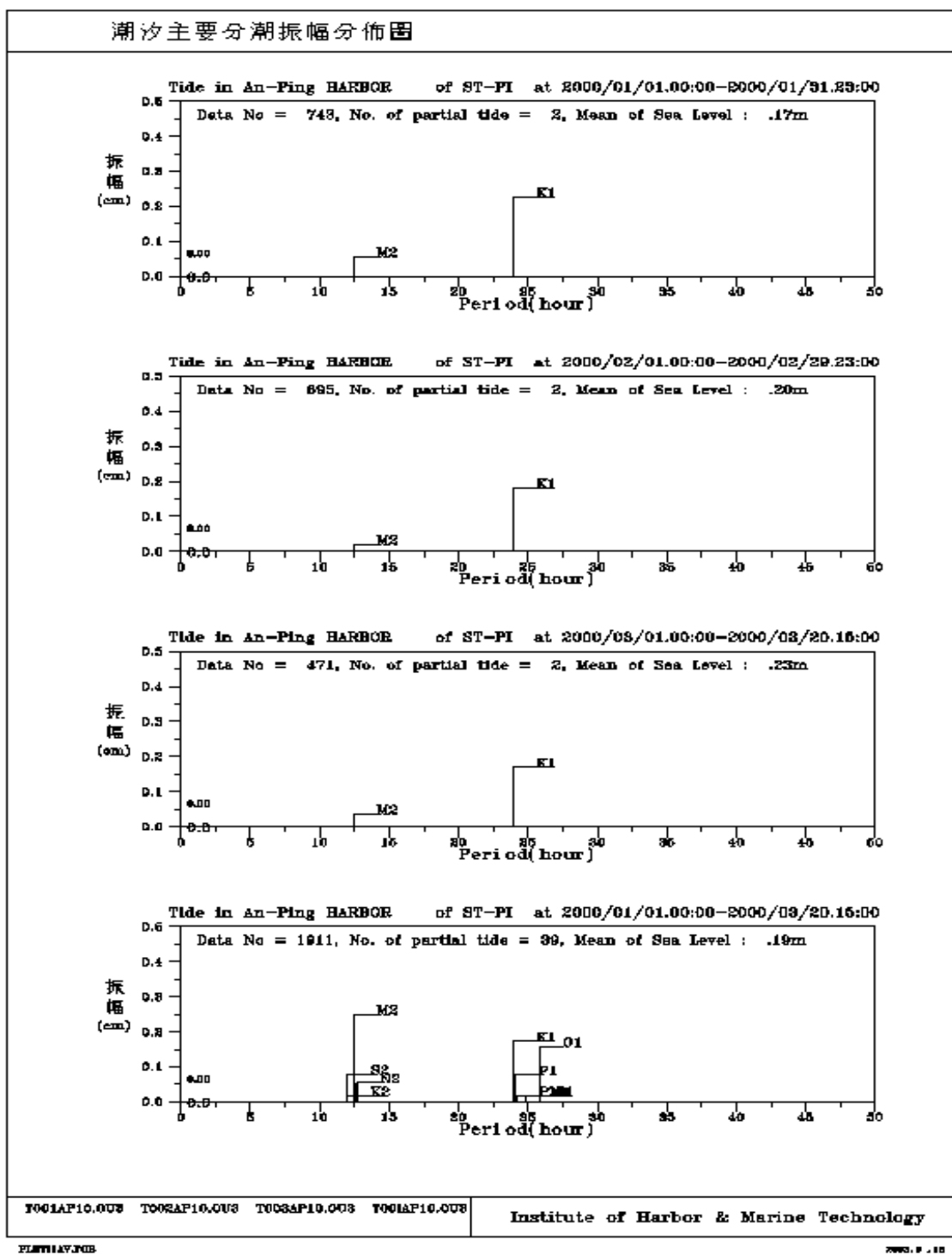


圖 4.23 安平主要分潮之振幅圖

第五章 結論與計畫展望

本計畫係三年研究計畫，目前第一年已依照預定目標完成相關之工作，建構起一套海氣象觀測及傳輸系統，正順利運作中，而安平港海域之現場觀測也利用本所各型儀器依序進行。以下總結本計畫年度工作成果及結論：

1. 評估各種遠距觀測傳輸系統，如果將近海定點位置之觀測系統依據搭載儀器平台的形式來區分，大致可以區分成海洋觀測浮標平台系統、淺水觀測樁觀測系統、岸基電纜傳輸觀測系統三種類型，這幾種系統各有其適用之特點，本計畫已作綜合整理與分析，可提供相關研究參考。如以儀器載台之穩定性及安全為最重要考量因素，則觀測樁應是較佳之選擇，至於儀器系統可依需求選用。
2. 安平港波浪現象，全年平均波高為 0.60 米。而月平均波高以七、八兩個月最大，均超過一米，這是因為兩個月西南季風盛行，南來吹風距離不受限制，且常有颱風侵襲所致。冬季東北季風期，風力雖強，但係由岸向海上吹，故波高不大。主要週期，在冬季集中於 4 至 6 秒間，夏季則主要週期變長為 5 至 7 秒。
3. 安平港海流現象，以潮流為主要成份。流速一般不強，年平均流僅 21.5cm/s，由月平均流來看，六至十一月流速較高，超過 20 cm/s，一至四月流速較低，流向平行於海岸，呈現近岸往復流之形態。颱風通過期間會有異常極值出現。
4. 安平港風現象，全年平均風速為 5.2m/s。而月平均風速以十一至次年二月東北季節風期為最大，均超過 6.0m/s。夏季六、七月西南季風期間雖然波浪較大，但風力反而是較弱的季節。
5. 安平港潮汐現象，主要成份為半日潮及全日潮，且半日潮與全日潮振幅大小相近，此一地區之潮型與南部高雄港由全日潮與半日潮大小相近組成之潮型相似，根據以往資料所作的調和分析計算之各分潮之振幅、遲角、平衡引數及延時，其中振幅以 M2 最大約 0.24 公

尺，其次為 K1 約 0.18 公尺，O1 約 0.15 公尺，S2 及 P1 各約 0.08 公尺。

6. 明年度工作重點，將利用今年已採購安裝完成的觀測傳輸系統，持續觀測安平海域風、波、流、水位等海氣象現象，作統計分析；同時開始觀測資料展示初步之網頁設計工作，並期待未來能將本中心其他港口觀測系統作一整合展示。

參考文獻

1. 吳基等(2001), "安平港海氣象觀測研究", "港灣技術研究中心專刊"。
2. 蘇青和、吳基等(2002)"安平港港口區域潮汐及海流特性研究", 第 24 屆海洋工程研討會論文集, P.525。
3. " Remote Telemetry Met-Ocean Data Collection System – Operation and Maintenance Manual ", *Inter-Ocean Systems, Inc.*

港灣海氣象觀測即時查詢系統建構管理之研究
(1/3)

交通部運輸研究所

GPN : 1009202110

定價 100 元