

# 海象資料庫查詢系統與應用

莊士賢 李德藩 林蓓  
副研究員 副研究員 研究助理  
成功大學水工試驗所

## 摘要

本研究在於整合中央氣象局海象測報中心建立之潮汐與波浪觀測網所測得之資料，集中作有系統的整理與品管，再經由資料庫管理系統進行整合與更新，以減少資料的謬誤或重覆。然後建立一使用方便、具親和力的查詢系統，提供快速的查詢與自動化的圖表展示與輸出。此外，本系統亦包括一些資料品管的功能，可進行資料長度與合理性的檢測。本案採用關聯式資料庫管理系統(RDBMS)作為資料庫管理之核心軟體，而此一管理系統之硬體，在氣象局是以HP工作站為工作平台，而本所則是以Intergraph工作站或是於PC之Window NT環境下建立。使用者查詢及展示輸出介面之建立，則改採在個人電腦(PC)上開發所需之應用軟體。由於MS-Excel具有資料搜尋、編輯與計算處理.....等多項功能，並且在目前廣為使用的情況下，便以其作為使用者端的核心軟體。再以巨集語言或Visual Basic程式語言透過ODBC，將查詢指令經由SQL\*NET與不同資料庫管理系統連結，執行編輯指令並將結果傳回使用者端之介面軟體所設計的表格或圖形上，作適當的輸出展示。

## 一. 前言

海象資料乃海洋科學研究及海洋工程規劃與設計時的基本要件，更是海洋環境背景之重要指標。歷年來，政府或學術單位雖曾進行相當數目的調查研究，但是資料不足的問題依然存在，並常導致工程設計不良或研究成果的偏差。近年來，由於國內經濟的快速發展，帶動了大量的海岸工程與海域開發，而其引發的海岸開發管理及海域環境保育等問題，都顯示出國內對海象資料需求的迫切性。是以唯有配合中央氣象局海象測報中心所規劃進行的全國海象觀測網之設置，同時建立一既實用且完善的海洋資料庫系統，才能進一步提供國防、經濟、交通與科研的相關規劃及研究，並作為海岸地區之環保、防災或是人民海上活動之參考。

長年以來，台灣四週海域的背景資料，除了國防上的需求外，相當被忽視，而因為近幾年國內經濟的急速發展，帶動了海域空間的開發利用、海洋資源的開發及海域活動的增加，因而對海域環境背景資料的需求也日益迫切。綜觀歐、美、日等國家早已重視海洋的開發利用，故除了已建立長期而完整的觀測網，以配合國家整體的政策需求，更不斷地整合、更新海象資料庫管理系統，以

減少資料的謬誤或重覆，並進一步提供資料的服務，以增加資料的使用率及使用價值。

中央氣象局海象測報中心因為體認到國內各單位對海象資料的迫切需求，為提供一較好品質的資料服務，乃委託本所進行海象資料庫系統的建立。此一計劃的主要目的在整合觀測網所測得的資料，集中作有系統的整理與品管，再由資料庫管理系統提供快速的查詢、方便的編輯與自動化的圖表展示及輸出，並提供各單位與一般民眾海象資料的諮詢服務。

海象資料包含了波浪、潮汐、海溫、海流、海上氣象(以氣壓、氣溫、風速、風向為主)等，為配合中央氣象局海象測報中心的作業，先針對其中的波浪與潮汐兩項資料進行收集、處理分析、品管、儲存、管理及顯示等項工作，而資料的來源先以海象中心現有的波浪觀測站及驗潮站為主。一旦系統架構及系統功能的發展原則訂定，便可逐步建立資料庫中波浪與潮汐兩項資料的相關工作，再逐年增加其他海象資料的項目與範圍，並對外提供資料的查詢與索取或交換等項服務。

此一整合性資料庫的建立，除了可有效地整合國內海象觀測資料，避免資料的重覆

浪費政府資源，更可配合國家整體經濟建設與國防安全，提供下述項目之資料需求：

- (1) 海象預報
- (2) 海洋資源之開發
- (3) 港灣工程的規劃、設計與施工
- (4) 海埔地開發利用
- (5) 海上航運，海上經濟活動與海上遊憩活動之安全
- (6) 海域污染之防治
- (7) 海岸之保護及海域生態之保育
- (8) 海岸防災對策的制訂與實施

## 二. 系統架構及規格

資料庫管理軟體(database management software)是整個電腦資料庫的關鍵核心，而其資料管理系統(DBMS)除了必須在多使用者處理大量資料時，仍能保持工作的同步性與有效性，同時亦須維護資料的完整性與一致性，而一套完善的資料庫管理系統更須具備系統的安全性以及在系統不正常當機後的回復能力。目前的資料庫管理系統有階層式、網路式、關聯式…等(鄒明城 1993、俞盤祥 1995)，而近幾年來，關聯式資料庫管理系統(RDBMS)已廣被採用，並成爲主流，究其原因則爲：

1. 減少資料儲存空間及重覆性
2. 物性(physical)空間與邏輯(logical)空間的獨立性
3. 較易存取不同硬體上的資料
4. 資料處理上更具彈性
5. 具有處理資料的高階語言(SQL)

，而其使用環境則由CPUs電腦擴展至個人電腦。本計劃採用之ORACLE RDBMS則是市場上所提出的第一套真正關聯式資料庫管理系統，並在此領域中維持領先的地位(Intergraph 1990)。

硬體架構在海象測報中心以現有的HP 800/G50工作站乙台作爲海象資料庫之主機，系統軟體採用Unix作業系統；本所則是以Intergraph工作站或是以Window NT爲環境之PC爲資料庫之主機。另有與IBM相容之386或以上之PC數台，作爲使用介面平台或資料接收站，並配有Modem以接收資料，另有網路介面，可與主機相連。

資料庫系統最主要之目的在提供使用者快速、可靠而完整的資料展示，故如何設計一完善且具親和力的使用者介面，以及如何

藉助相關軟體產生適當的圖表，乃成爲一實際重要的課題。針對使用者介面，Oracle公司有一系列的產品如PL/SQL、SQL \* Plus、SQL \* Forms、SQL \* Menu、SQL \* ReportWriter…等，可滿足不同需求的設計條件，但若要进一步將資料圖表化則仍另需一些軟體工具的配合。考慮目前個人電腦使用的普及率及Microsoft Windows相關產品的方便、多功能及容易操作，本計畫以PC作爲使用者輸出入及資料展示、處理、分析…等項工作之工作平台，並採用Microsoft Query或直接透過ODBC執行資料的查詢、編輯、維修、輸出入…等工作。在PC上更可利用Microsoft的應用程式軟體(如Excel)以巨集指令對資料進行運算，再以其強大的圖表功能作適當的展示。而使用者介面與資料庫系統之間則經由ODBC (Open DataBase Connectivity)、通訊協定(如TCPIP)及SQL \* NET連接PC與伺服器工作站，使得此一架構更具彈性與實用性。

Microsoft Query，以下簡稱Query，是一種簡單而功能強勁的圖形化工具，可以用來擷取並組織各種不同資料格式的資料，這些資料格式包括MS Access、dBASE、Oracle、Informix…等(Microsoft 1993)。使用者利用Query本身設計好的功能鍵或視窗選單執行查詢、編輯等工作，並依使用者的選擇決定顯示的方式及排列，甚至進行一些簡單的統計運算。而查詢結果可插入Excel工作表內，再納入報表中，可將其列印出或進一步作處理。由於Query具有一般Windows應用軟體的特色，故使用上相當容易，而其設計上的彈性，使得使用者可依資料的特性，簡便地變更成適當的使用者執行表單，以利常規性的工作。

Query不僅能擷取資料，還可執行下列各項作業(Microsoft 1993)：

- 新增及編輯資料
- 設定準則、限制查詢出的結果
- 執行計算 ●排序資料
- 查詢時改變資料的外觀，建立資料新的顯示格式
- 將資料轉換到其他應用程式中

在Query中，圖示化的工具列使得上述功能更易執行。此外藉著改變下列項目：

- 移動欄 ●變更欄寬 ●隱藏或顯示欄
- 變更列高 ●變更欄名 ●變更螢幕字型

可以改變使用者版面配置，亦可將其儲存，以供下次查詢使用。

在實際的資料庫作業中常會牽涉到多表查詢，Query除了可滿足此一要求，將不同表格的資料經由相同欄位值連結在同一查詢表單之中，更可擷取不同的資料來源，建立在同一查詢之中，而採用的方法卻是相當簡單而人性化。同時Query亦為熟悉SQL的人提供對話方塊，以便在其中編輯或檢視陳述式，並在同一視窗得到查詢結果。由於Query支援Windows的動態資料交換(DDE)，故可串連Query與其他應用軟體(如Excel)，來回傳送資料，使得其應用性與發展性大大地擴展。

Query之所以能在個人電腦上連接不同平台上資料來源，關鍵在於透過一開放式資料庫連結驅動程式(ODBC)與通信協定連接資料庫伺服器所在的SQL \* NET網路軟體。ODBC是一標準的界面軟體，允許Microsoft的視窗應用軟體與各種資料庫伺服器溝通，其架構如下圖所示：

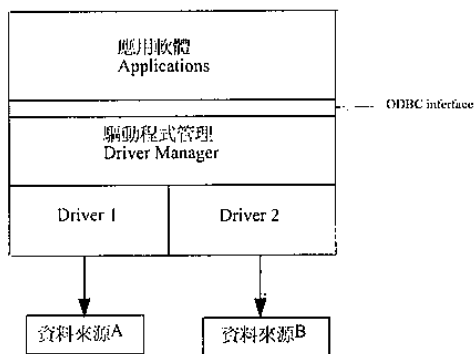


圖1 ODBC使用架構

其中 Driver Manager(ODBC DLL) 是由 Microsoft 或 ORACLE 提供，同時亦提供 ODBC Administration 程式，可讓使用者選擇資料來源。而幾乎所有 Microsoft 的產品都支援 ODBC，包括 VB、VC++、Access、Excel... 等。

ODBC 除了可連接關聯式資料庫(如 ORACLE，Informix 等)，亦可適用於非關聯式資料庫，並且支持 SQL 或非 SQL 的資料庫系統，而其資料來源亦不限於個人電腦，無論 Macintosh、Workstation、Mini-Computer 或 Mainframe 的資料庫都可適用。有關 ODBC 在軟硬設施上的詳細說明，請詳見(Microsoft 1994)。

### 三. 資料品管原則

一個完整的資料流程應由三部份組成：資料量測系統、資料接收處理系統及資料庫

系統。而資料在經由觀測、編碼、通訊傳遞、接收解碼、校正、品管、處理、分析及儲存等複雜的流程中，可能因為儀器設備的故障、人為疏忽或是一些不明原因的干擾，造成資料的錯誤或漏失。這些失真的資料若不經過適當的品質檢測，其謬誤極易誤導學術研究的結果、造成工程應用上的誤判或是對數值模式作成錯誤的修正。因此嚴重偏差的資料所造成的損害，很可能超過資料不足所造成的損害，故對資料進行檢測及品質管制是有其必要性(王維紀 1993、曾文雯 1992、鄧中柱 1993)。

資料品管的消極意義在找出並除去可疑的資料，而在積極面上則是進一步對資料作驗證(verify & correct)和提供未來改進及開發的參考。同時經過品管亦可發現某些異於常態的特殊資料，而提供對資料本身特性有一新的了解。由於資料品管與整個資料處理流程的每一步驟息息相關，故對測量儀器的特性、設計及校正、測量方法的理論及限制、通訊儀器的維修與核定、資料處理的方法、環境背景資料的相關性、及資料保管方法都必須深入研究，如此即能對資料在每一時空上的特性作長期而完整的分析。

由於海象資料的繁多與其資料特性的複雜，不可能有一套完整的流程適用於每一海象資料，甚至同一海象資料有時會因時因地的不同而存在相當的分歧性。目前並不存在一放諸四海皆準的海象資料品質管制方法，其困難處除了上述原因以外，也因為不同儀器的選擇直接影響到資料的呈現，而海象觀測的困難與費用昂貴也限制了品管的進行。唯今之計，先依海象資料的需求性及重要性，選擇波浪及潮汐進行資料檢測，並訂定相關的品管程序，再按區域特性，設定資料錯誤指標，以提供資料品管之電腦自動化。

資料品管之方法雖繁多，但其品管流程應可歸納如下(曾文雯 1992)：

- (1)可信的資料來源。
- (2)正確完整的接收。
- (3)迅速即時的處理。
- (4)提供線上校正，並保留觀測原始值。
- (5)資料的統計分析。
- (6)易於存檔查詢。
- (7)自動示警系統，並應有備份系統。
- (8)資料品管電腦自動檢測。
- (9)資料品管人工檢測。
- (10)資料歸檔。

上述每一環節如果能確實進行，相信資料的可信度、正確性、完整性、時效性、穩定性和好用性必能大幅地提高。此外多提供資料給學界、工程界…等使用，並與國外相關單位進行交流，除可提高資料的使用率，改進資料品管之技術，更可減少資料的錯誤或是發現珍貴資料的存在。

資料的監測與品管可從下列三原則進行(王維紀 1993、鄧中柱 1993)：

(1)合理性—海象資料有其最大值與最小值的限制，導因於：

- 儀器測量的上下限
- 物理現象的限制

(2)連續性—即是資料在時間上及空間上是否保持應有的連續性。一般而言自然現象的變化都是漸進的，如果在時間上的改變量超過某一限度或是在空間上相鄰測點的資料無法以物理觀點解釋，都可視為可疑資料。

(3)相關性—則是檢驗所量測之資料與其他相關資料(或物理量)之間原有之關係是否有異常現象。例如波浪的高頻能量及方向與現場的風速風向有相當的關聯，此類型又稱外部相關(external correlation)。而某些資料本身則存在一些內部相關性(internal correlation)，例如波浪統計參數與其頻譜所得的參數存在一定的關係。

上述三大原則相當容易應用，但在實際使用時須經過經驗的累積與長期資料的分析研究，才能使用品管工作更有效率也更嚴密。

波浪與潮汐資料各有其特性，故使用的品質管制方法亦有所不同。因此本節劃分為兩部份，各自討論該資料項目一般常用的品管方法。但是不論何種資料，最重要的必須詳細記錄資料量測及分析的方法與狀況，例如電壓值、數化精度與容許範圍、取樣頻率、定義波高與週期的方法、富立葉轉換使用之視窗…等，資料愈詳細愈完整，愈有利於日後的重新檢驗(Tucker 1992)。然而就資料的流程，我們可將可能影響資料品質的原因歸納為三方向(Morang 1990)：

- 測量儀器在安裝之前或之間及量測期間可能的失誤。
- 資料在編碼、通訊傳送、或接收解碼時的錯誤。
- 不適當的資料處理、分析及儲存。

其中以第一項儀器造成的影響最大，因其結果往往是無法補救的(Morang 1989)。但在實際上，上述三種情況往往同時並存在同一資料中，故海象資料的品管是一項異常複雜的工作，而經驗往往扮演一個相當重要的角色。此外將資料圖形化，經人工檢視的半自動化過程，往往能彌補品管自動化的盲點。

## (一) 波浪

### (1) 量測儀器之錯誤—

由於此錯誤的影響嚴重，故只有定期或不定期的進行嚴密檢修工作，及完整詳實的記錄現場使用情況，並經由品管與除錯工作監控使用期間可能遭受的破壞，才能降低此類錯誤的影響。以下僅列出可能發生之儀器失誤(Morang 1989、1990)：

1. 資料不完整。檢查資料長度不對時，可能是電力不足、計時器壞掉、儀器受外力破壞、或是資料傳輸問題。
2. 頻譜能量被不當濾除。在港口內常因船的行經儀器附近，造成底床泥土被翻動而阻塞感應器；或是河口附近，因沉積物的堆積或有機體的生長而影響到感應器之靈敏度。此類問題可藉由比較歷史資料或是鄰近儀器之結果而發現。不幸地，此類資料往往是無法或相當困難予以修正。也常因壓力值太小，造成相位亦已平移，而無法被採用。
3. 感應器不正確的校正。許多感應器受環境因子的影響，須作適當的參數修正，若是使用錯誤的因子值，則所得之結果並不能反映環境之改變。此外儀器在使用前應正確地校正(calibrate)，而校正過程所得的mean errors或是標準差可作為儀器安裝後，使用期間的資料驗定之參考。在(Gilhousen 1987)中對測風儀的校正有詳細說明。
4. 隨機取樣誤差。以單一感應器量測波浪資料時會存在不小的隨機取樣誤差(random sampling errors)，唯有在鄰近處另外安裝感應器，檢視此誤差是否在容許範圍內。至於二儀器之間的距離何者為適當，在(Tucker 1992、1993)中有詳細討論。
5. 儀器本身造成的誤差。任何儀器皆有其量測範圍的限制，例如浮球(buoy)量測得的頻譜往往低估高頻能量。Tucker曾提一高低頻能量的檢測原則(Tucker 1992、1993)，但其適用性及容許度則有賴將來應用時，針對每一地區不同量測儀器進行率定。另外例如大型

浮標可能因為使用鋼鐵作為骨架，而影響上面安裝之羅盤讀數，要修正其對方向判讀的影響，則須從技術面上著手。

## (2) 資料傳輸之錯誤一

1. 磁帶讀取之錯誤。傳統上，一般使用磁帶記錄資料，而由磁帶移轉資料至電腦的步驟雖然簡單，但下述問題卻可能發生而影響到資料的品質，詳細的範例說明則參考(Morang 1990)之報告：

- 磁帶皺折(wrinkled)或扭曲(bent)——此結果將造成磁帶與磁頭的接觸壓力不平均，故讀數將劇烈地變化。
- 細塵或殘留物污染磁頭——其結果會有許多長尖雜訊(noise spikes)，只須清潔磁頭，再重新讀取，即可消除此問題。
- 磁頭耗損——必須更新磁頭
- 環境的影響——水溫太冷或其他環境因素會影響到磁帶機的正常運作。
- 資料長度不足或過長、資料重覆或資料段平移。

2. 資料傳輸狀況不穩定引起的資料漏失。通訊品質不穩定，除了可能摻入雜訊而增加處理上的困擾，亦可能造成遺漏。故除了提高通訊品質外，原始資料應有備份系統，或使用兩個可以同時接收和寫入磁碟資料的系統互為備份，以減少資料遺漏的風險(曾文雯 1992)。

3. 解碼過程之錯誤。解碼程式除須能正確解譯正常的電碼，亦應能應付某些不符規格之電碼，並予以更正，並設資料錯誤指標(error flag)，清楚標示資料品質，作為使用者參考(曾文雯 1992)。

4. 同一筆資料可能發送後，為其他地區的單位接收，經轉化處理再發送，而其測站代號可能已改變或是資料已不完整；亦有可能是編碼規格沒統一，例如將測站站號與觀測時間互換，而增加解譯程式的複雜性(曾文雯 1992)。

## (3) 資料處理之錯誤一

1. 時序列上雜訊之影響。時序列資料常存在因不同原因造成的noise spikes，若不適當地濾除，在經富立葉轉換後，會影響每一頻率上的能量導致不正常的加大，此乃富立葉轉換本身之缺點。Tucker亦提出一檢測方法(Tucker 1993)，藉著時序列上的統計比值來分辨可能的spikes。但在某些地區或某些狀況下，spike卻是高能譜值所造成，例如在密西

根湖，波浪能量常在數小時內有相當大的變化(詳見Morang 1989之圖12)。而在某些狀況下則是儀器本身的問題，例如(Morang 1989)之圖13比較二個鄰件的資料序列，很容易發現其中一組資料的spikes特別明顯。

2. 頻譜分析之洩漏(leakage)。將時序列資料經富立葉轉換成頻譜值會有洩漏存在，一般說來，其影響可被忽略，但若對象是低頻低能量者，則其影響可能須要選擇適當的視窗(windowing function)予以補償(Tucker 1992)。

3. 頻率間隔之選擇。考慮頻譜之精度及隨機取樣誤差(random sampling error)；一般取0.01Hz作為頻率間隔，以平滑區間內的能譜。但有時此一選擇影響到譜尖參數(spectral peak parameters)或是低頻處的能譜形狀。故應考慮在不影響區域特性或實際需求下，仍能取一較低精度的頻率間隔以減少資料儲存空間(Tucker 1992)。

4. 資料遺漏造成時間平移。資料處理前須確定資料長度是否正確，以免因為資料遺漏或某段資料有問題，而影響到進一步分析的結果。例如潮汐或海潮流分析時，其中若存在不良或遺失的資料段，則應決定以方法補正該段資料，或是只分析前後良好資料段。

## (二) 潮汐

上述波浪之品質方法，許多都能適用於潮汐資料之品質管制，在此不再重覆。本小節僅針對可能影響潮汐特性的因素，提出相關之檢驗方法。

(1) 資料是否在合理範圍內。首先檢查是否有突尖(spikes)存在資料中，並判斷其值是否合理；或是與附近地區的潮位站比較其差值是否在某一容許範圍內。Pugh(1987)曾建議使用“7-point Lagrangian fit”判別某一時刻之 $X_t$ 與前後值之關係：

$$|-0.0049X_{t-7} + 0.0410X_{t-5} - 0.1709X_{t-3} + 0.6836X_{t-1} + 0.5127X_{t+1} - 0.0684X_{t+3} + 0.0068X_{t+5} - X_t| < \tau \quad (1)$$

而在潮汐為主的資料中，有一更簡易的判別式：

$$\left| \frac{1}{6} (-X_{t-50} + 4X_{t-25} + 4X_{t+25} - X_{t+50}) - X_t \right| < \tau \quad (2)$$

上式中， $\tau$ 為一容許範圍值。使用上式時，須注意避免引用先前有問題的值，以免影響到合理的資料段。

(2) Pugh 同時亦提出一更敏感的檢測方法 (Pugh 1987, 56 頁)，藉著實測值與預測值的差值來分辨出四種可能的錯誤：圖2乃摘錄自 (Pugh 1987) 之圖2：14，其中標註①部份可能是量測時間與預定時間有一時間平移；②應是基礎面平移 (datum shift)；③可能是使用傳統式的 chart recorder 時，發生了連續2天的潮汐曲線互換；④顯然地是儀器受到干擾，而產生一過大之突尖。

(3) 資料長度或資料點數不對。此類錯誤若無法明顯判別何處發生問題，可能必須與潮位預測值逐日作比較，詳細方法請參見 (Pugh 1987) 之第四章。

(4) 資料遺漏。儀器故障往往導致數小時或數天資料的遺漏 (gaps)，藉由肉眼判斷或以一函數去調合 (fit) 數小時的資料缺失是可行的，但更長時間的遺漏，則需更精密的方法補漏，甚至只能將其拆開分析之。

## 四. 資料品管方法

### (一) 檢定資料長度

原始資料取得之後，首先應檢查是否有資料長度不足或過長、資料重覆或資料段平移的現象，並追縱可能的原因，例如：電力不足、計時器壞掉、儀器受外力破壞，或是資料傳輸問題，再將查明之原因寫入資料庫中 "測站檢定" 表格，以提供檢修單位之參考。資料長度較易使用程式判定，但資料重覆或平移則可採半自動化方式，藉由人工判讀。至於資料因遺漏造成之平移，該決定是否補正該段資料或是只採用前後段正常之資料。

### (二) 檢定資料合理性

每一測量儀器都有其設定的測量範圍，根據此範圍值與一容許誤差值訂定該儀器容許之最大及最小值，並將該限制值載入資料庫中，以提供資料品管的判定。一般儀器的限制範圍往往遠超過欲量測的物理量之可能值，故可進一步利用海洋環境的限制，使得資料的合理範圍縮小，以檢測出可疑的資料。至於海洋環境或物理現象的限制可由理論及統計方法訂定一合理值，例如波浪受水深影響而碎波，故波高不可能超過該測站水深的某一比值，一般採用  $H \leq 0.78d$  (d: 水深, H: 波高)。

此外藉由波浪頻譜在高、低頻率處能量的合理性檢測，亦可發現儀器故障造成的錯

誤 (Tucker 1992、1993)。一般說來，低頻能量在頻率低於湧浪 (swell) 處急速減小，故可選擇該範圍內三個代表頻率之 "能量和" 與尖峰頻率能量  $S(f_{peak})$  之比值來作判別，

$$R_s(LF) = \frac{S(f_a) + S(f_b) + S(f_c)}{3S(f_{peak})} \quad (3)$$

Phillips 觀察成熟的波浪在高頻處一般滿足  $f^{-4}$  的條件，而提出高頻能量的條件式

$$S(f) = 0.0081g^2(2\pi)^{-4}f^{-5} \quad (4)$$

$$= 5.00 \times 10^{-4}f^{-5} \quad (\text{使用SI單位})$$

波浪在某些情況下並不滿足上述條件，例如揚波 (fetch) 長度不足，或是波浪本身存在的紛紜性造成頻譜能量的紛紜變化 (random variation)，故可採用 (2) 式的二倍值作為範圍限制。

此外有許多波浪參數值亦可被採用當作判別指標，例如銳度係數在某一海域的某一季節可設定其範圍值，

$$S_s = 2\pi H_s / g T_z^2 = 0.64 H_s / T_z^2 \quad (\text{SI單位}) \quad (5)$$

在一區域風場造成之波浪，其值約在 1/16 到 1/20 之間。此值可能受潮汐、潮流的影響，故應先作處理以濾除其影響性。

### (三) 檢定資料連續性

#### 1. 時間連續性

海象物理量在選擇適當的採樣頻率下，其上下變化範圍不應有急速的變化，而潮汐或波浪等物理量在一段時間內的變化量亦不可能小於某一容許值。如果在時序列前後的物理量差值超出所設定的上下範圍，可能資料存在有時段間隔 (gaps)，雜訊或儀器故障的影響。NDBC 對時間連續性的檢測採用下列公式，

$$M = 0.58 \delta \sqrt{\Delta T} \quad (6)$$

在採用上述公式時，須針對不同物理量在不同地區的特性，作一統計迴歸以設定參數值及最高與最低值的限制，並在海象狀況異常之時對條件作適當的放寬，以免捨去寶貴的特殊資料。例如在快速移動的暴風圈所產生反向移動的波浪，可能產生所謂的 "pyramidal waves"，而導至水牆現象 (vertical walls of water) 發生。

此外對於時序列的資料是否存在突尖 (spikes)，或其變化範圍是否合理，可採用 "7-point Lagrangian fit" 判別。而以潮汐為主的資料則可採用 Pugh 建議之簡易判別式。此外對

於波浪突尖的檢定，一般常藉下列比值作判別 (Tucker 1992、1993)，

$$\begin{aligned} R_C &= H_{cm}(\max, D)/H_{1/3} \\ R_T &= H_{tm}(\max, D)/H_{1/3} \end{aligned} \quad (7)$$

其中， $H_{1/3}$ ：示性波高(significant waveheight)

$h_{cm}$ ：零上切法之波峰高(elevation of the crest of a zero-upcross wave relative to mean water level)

$h_{tm}$ ：零上切法之波谷高(elevation of the trough of a zero-upcross wave relative to mean water level)

$H_{cm}(\max, D)$ ：時段  $D$  中， $h_{cm}$  之最大值

$H_{tm}(\max, D)$ ：時段  $D$  中， $h_{tm}$  之最大值

在假設線性波浪且  $h_{cm}$  與  $h_{tm}$  符合 Rayleigh 分佈的條件下，以 20 年為回歸期可得  $R_C = 4$ ，故在實際使用時可令  $R_C = 4.5$  或  $R_C = 5$  當作判定條件。此判斷法在實際應用上，顯示該條件限制相當寬鬆，往往只有相當大的突尖才可能超過設定之範圍，於是 Tucker (1992、1993) 建議將時序列轉換到頻率域，更能有效地檢測出突尖的存在。因為某一時域上的突尖，經富立葉轉換後會散佈到每一頻率的能量上，且由上一小節可知高頻能量的合理值範圍，而突尖造成的高頻能量很容易超出此合理值，故突尖的存在很容易被檢測出，並可由頻率域上作適當的濾除。

資料因儀器故障或測量物理量超出範圍都可能在時序列上出現平直段 (flat spots)，例如海流儀觸底或螺旋槳斷裂造成流速改變量小；電力不足造成儀器無法測值；潮位站位於低水位之上，測不到低潮水位...等。此類問題造成的影響很容易以人工判別出，若欲以電腦程式自動判別，只需選擇某固定數目資料點的改變量是否超出某一容許值，即可容易的檢測出。例如，NDBC 在檢查儀器是否故障時，由連續 8 小時的統計資料差值是否超過某一容許值作判定 (Gilhousen 1988)。

## 2. 空間連續性

海象條件影響的範圍往往很大，故在適當範圍內量測到的資料存在一定的相互關係，但此關係可能受到區域性的其他因素影響而有些改變，例如波向受地形水深影響而偏向；全日潮之海潮流進入海灣內變為半日潮...等。故以空間連續性作資料檢測時，應選擇空間條件與影響因子相近的臨近兩測站，而此方法亦可降低隨機取樣造成之隨機

誤差 (random sampling errors)，詳見 (Tucker 1993)-Sec8 (spatial diversity)。

## (四) 檢定資料相關性

### 1. 內部相關

海象觀測值經由物理特性或統計相關性可得不同參數值間之關係；此外，同一資料由時域所得之參數值與頻率域某些參數值亦存在一定的關係，利用上述之相關性可用以檢測資料是否受外在因素影響，或是方析方法本身的盲點造成所致。例如波浪資料之分析，基本上是以零上切 (或零下切) 法為出發點，但許多研究顯示該法在波浪小或是頻譜寬時，對波高與週期影響大。今假設

Tz(deterministic) — 零上切法所得週期之平均值  
Tz(spectral) — 由頻譜所得週期， $\sqrt{m_0/m_2}$

由分析知 Tz(deterministic)/Tz(spectral) 之值接近 1，故若該值 > 1.1，則可能零上切法忽略過多小波，造成週期之高估；而此法亦可容易檢測出資料段中 "平直段" (flat spots) 之存在。但若取得之資料只有時序列統計值，則可利用該值與水位變化之均方根 ( $\sigma_\eta$ ) 的關係作檢定，例如

$$\frac{H_{1/3}}{H_\sigma} \approx 1.416 \quad (\text{理論值}) \quad (8)$$

其中， $H_{1/3}$  — 示性波高 (significant waveheight)

$$H_\sigma = 4\sigma_\eta$$

Gilhousen 在 (Gilhousen 1988) 中針對陣風 (g) 與平均風速之比值 (G) 採用一判別式，

$$G = 1 + 1/[1.98 - (1.89e^{-0.18g})] \quad (9)$$

若是該比值超出某一範圍，可能該儀器須作檢查。

### 2. 外部相關

海象特性往往受到外在環境的影響而改變 (例如波浪與風之關係)，利用不同物理量間之關連性，可互相檢驗資料的品質。此外同一物理量使用不同測量儀器或是相同儀器同時量測，除了可明顯的比較資料正確性，對於儀器老化或毀損，更可顯示出其偏差量。由於風力計容易受損，一般在波浪資料浮標上安裝二套風力計，以降低儀器故障的影響，並可相互檢測。在確定風力計的正確性後，可利用風速與波浪高頻能量之關係，檢測波高計。例如 NDBC 採用風浪譜在 0.2~0.27Hz 的能量與前三小時的平均風速作迴歸分析，得一關係式以作為該測站之檢定 (Gilhousen 1988)。此外 NDBC 對風速與能

譜之關係有一更系統化的分析研究，Lang在(Lang 1987)中有相當詳細的說明，該方法並可作為海象測報中心未來發展資料品管程式之參考。

## 五. 應用軟體

### (一) 查詢介面

本節介紹利用MS-Excel環境所建立的工具軟體，並透過上述的介面與資料庫系統連結，以完成查詢、輸出入、資料展示...等項例行作業。而此應用軟體工作檔檔案可存放於某台Server上，使用者只要透過(區域)網路連接該伺服器，再由本身PC工作站上的MS-Excel執行伺服器上的主表單檔案，然後由對話方塊中輸入名字、密碼、與資料來源，檢查無誤後即可進入資料庫查詢系統主畫面，如圖3。

在主表單上選按「資料查詢」或「資料供應」，若再選按「潮汐」按鈕，則潮汐資料查詢選單如圖4。若欲查詢某一站在某段期間的詳細潮汐資料，只需在圖4之右邊視窗直接點選該站之代碼或站名，即會將資料庫內該站已儲存資料之年月依序排列，如圖5。此時，可移動捲軸至所要的年月，或由年月欄名內的按鈕開啓下拉選單並選取條件以縮小年月查詢範圍，亦可由「輸入日期」鈕啓動對話方塊直接輸入欲查詢的年月日範圍，如圖5，即可載入詳細的潮汐資料，並將結果以時序列圖表示，如圖6。若只欲查看其中某幾日之資料，可選按「放大」鈕，並在「輸入日期範圍」對話方塊中輸入終始日期，如圖6，則該日期範圍內的資料即會放大顯示在圖形視窗內。此外亦可選按「更改縱座標」鈕，以改變潮位值的顯示範圍。調整至所需的範圍後，即可選按「列印」鈕或「儲存檔案」鈕，作為輸出。

上述之查詢結果亦可選擇以表格形式呈現，只須在圖6中選按「逐時報表」鈕，潮位站之相關資料與該站所查詢得之逐時潮位會以月報表形式列出，如圖7。該表內會自動計算每日平均潮位；轉換農曆日期，而並列之；自動將查詢者之名稱填入製表者欄位。若查詢結果超出一頁，程式會自動分行分頁。同樣地，可選按「列印」鈕或「儲存檔案」鈕將該報表以ASCII檔案形式儲存，作為輸出。

上述之工作皆是以巨集指令或Visual Basic語法透過ODBC查詢資料並作演算，使

用者亦可利用指令進入MS-Query以進行更複雜的查詢作業，請參見(Microsoft 1993、莊士賢等 1996)。

### (二) 品管介面

使用者由主選單選擇品管資料之種類與測站後，圖8即為品管主畫面。由於同一種類資料之不同測站有不同之品管標準，故首先須由資料庫載入該測站之品管相關資料。在選按「從資料庫載入規範」按鈕後，即可將相關品管資料自動傳回圖8中適當的對應位置，以供進一步的品管檢查。

首先進行資料長度檢查，以得知資料段是否過長或不足，該項工作可由圖8之最左側列12左邊之「+」按鈕開啓資料長度檢查。由「資料檔名」按鈕可輸入資料檔的全路徑名稱，即會全自動載入全部未品管的資料，並存放在暫時儲存區。該資料段的長度則顯示在「資料長度」欄位，而該測站之合理資料長度則由上述「從資料庫載入規範」方法求得，使用者亦可線上修改其值。至於該資料段長度是否正常，於「品管結果」欄位區會自動判別，並顯示資料長度：不足、正常或過長。在資料長度不正常的狀況下，使用者可選擇圖8中之「前往資料圖表」按鈕，該資料段則以時序列的方式顯示如圖9，由圖中可經由目視分析判別資料段是否正常。

作完資料長度檢查，可由圖8左側列12左邊之「-」鈕，關閉該項檢查，然後點按列16左側之「+」鈕，打開「資料合理性檢查」工作區。該區內之上、下限值乃由前述「從資料庫載入規範」處，由資料庫內取得，利用此一範圍限制，可進一步檢查資料是否存在異常值或受到雜訊的干擾。決定是否改變欄內之上、下限值，然後點按「前往資料圖表」鈕，即得時序列圖表顯示如圖9，並將範圍限制自動載入該圖之上、下限欄位，同時該限制以水平紅線標示出其上下範圍限制。對一相當長之序列，可點按「啓始點」或「終點」以縮小檢視範圍。並可由「選擇修正點」之數字鈕啓動對話方塊，以輸入某一檢視點，在圖9中則以藍色垂直線標示出其位置，而水位值則顯示在「修正點水位值」。

若欲對修正點作微小量的左、右平移可直接點按「左移」或「右移」鈕。利用上述之功能可輕易地移動修正點到水位值超過範圍限制的點位，並可得知該點水位值，然後由「修正點水位值」輸入一新的合理值，其



結果則即時顯示在圖形視窗中。在圖9中並可進一步作平滑修正，首先選擇欲修正點，按下「平滑修正點」鈕，顯示對話方塊，輸入修正點與平滑之起點及終點，平滑結果則顯示在圖形視窗中。

上述水位值之修正或平滑乃針對資料暫存區內的數值作運算，在完成之後可選按「更新原始資料」鈕，以儲存上述之修改；或是直接選擇「回到主畫面」按鈕，取消上述之修改，回到圖8。

## 六. 結論與建議

本文主要目的在於介紹已開發完成之查詢與品管應用系統之內容與使用情形，整個系統仍在不斷地改善與發展中，並依上線使用之需求作修正。資料庫的查詢將進一步與Internet網路結合；而品管方法仍待針對資料的區域特性作分類與分析，以訂定適當的準則標準，並落實品管流程的執行。

## 參考文獻

- 王維紀, 1993: "浮標測波資料處理之評介", 海象分析與預報研討會論文彙編, 交通部中央氣象局
- 李德藩、莊士賢, 1995: 環境背景資料庫及地理資訊系統, 成功大學水工試驗所研究試驗報告第169號
- 俞盤祥, 1995: Oracle 7 資料庫系統基礎, 儒林圖書有限公司
- 莊士賢、李德藩等, 1996: 潮位資料與波浪資料品質管理及查詢系統, 成功大學水工試驗所研究試驗報告第183號
- 曾文雯, 1992: "中央氣象局自動氣象資料處理系統之現況研究", 氣象學報第三十八卷第二期
- 鄒明城、呂台生, 1993: 海象資料庫規劃與設計, 工業技術研究院能源與資源研究所
- 鄧中柱, 1993: "作業化資料浮標之評介", 海象分析與預報研討會論文彙編, 交通部中央氣象局
- Committee on Coastal Engineering Measurement Systems, 1989: Measuring and Understanding Coastal Processes for Engineering Purposes, Ch.5 Data, National Academy Press, Washington, D.C.
- Gilhousen, D. B.: Data Quality at the National Data Buoy Center, National Data Buoy Center
- Gilhousen, D. B., 1988: "Quality Control of Meteorological Data from Automated Marine Stations", Fourth International Conference on Interactive Information and Processing Systems for Meteorology、Oceanography and Hydrology, American Meteorological Society
- Gilhousen, D. B., 1987: "A Field Evaluation of NDBC Moored Buoy Winds", Journal of Atmospheric and Oceanic Technology, Vol.4, No.1
- Intergraph, 1990: ORACLE RDBMS Database Administrator's Guide
- Intergraph, 1992: ORACLE7 Server Administrator's Guide
- Intergraph, 1992: ORACLE Server Concepts Manual
- Intergraph, 1994: ORACLE Server Manager User's Guide
- Lang, N. C., 1987: "An Algorithm for the Quality Checking of Wind Speeds Measured at Sea Against Measured Wave Spectral Energy", IEEE J. of Oceanic Engineering, Vol. OE-12, No. 4
- Microsoft, 1993: Microsoft Query 中文版使用手冊
- Microsoft, 1994: Microsoft ODBC Driver Catalog
- Morang, A., 1989: "Quality Control and Management of Oceanographic Wave Gage Data", Proceedings of MDS '89, Conference and Exposition on Marine Data System
- Morang, A., 1990: Quality Control and Management of Oceanographic Wave Gage Data, Coastal Engineering Research Center Instruction Reports, CERC-IR-90-1
- Pugh, D. T., 1987: Tides、Surges and Mean Sea-level --- A Handbook for Engineers and Scientists, Ch2:4 Data Reduction, John Wiley & Sons Ltd.
- Tucker, M. J., 1992: Recommended Standard for Wave Data Sampling and Near-Real-Time Processing, E & P Forum Report No. 3.14/186
- Tucker, M. J., 1993: "Recommended Standard for Wave Data Sampling and Near-Real-Time Processing", Ocean Engng., Vol.20, No.5

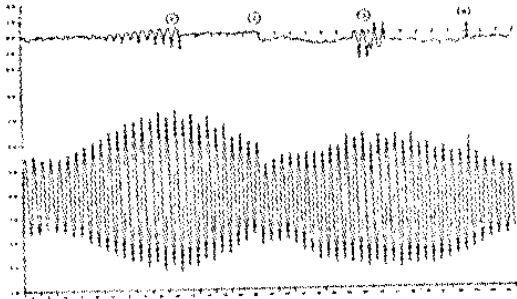


圖2 潮汐檢測圖例

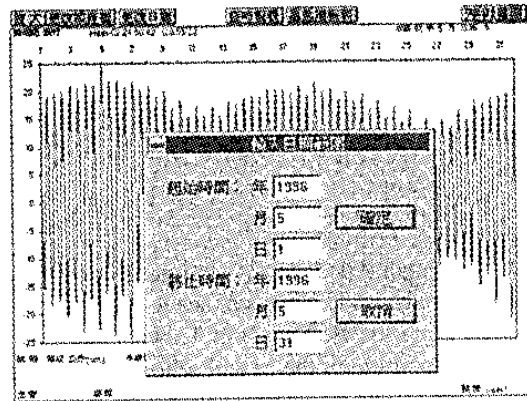


圖6 潮位時序圖

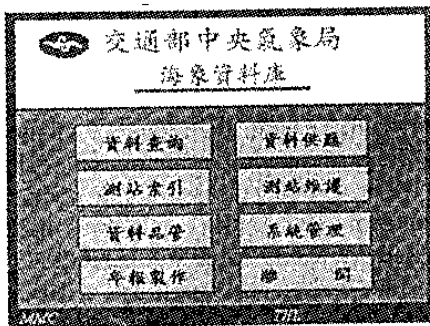


圖3 系統主畫面

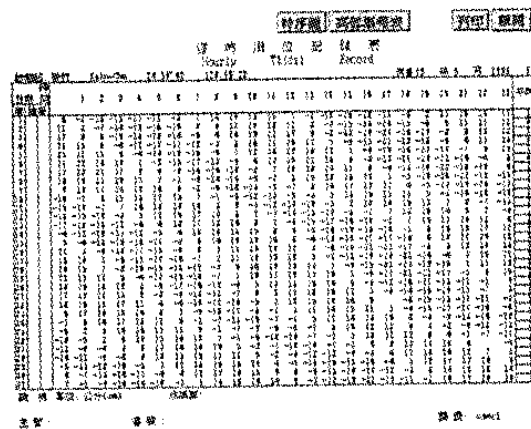


圖7 潮汐月報表

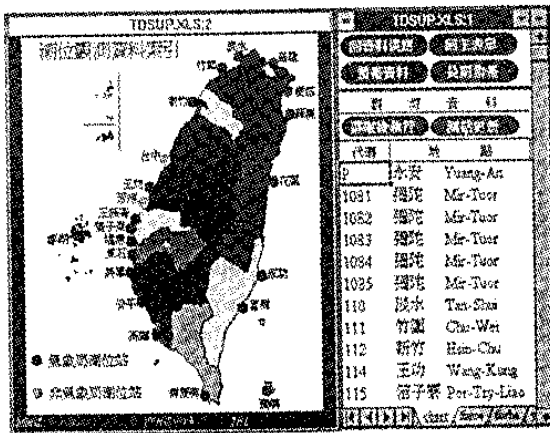


圖4 潮位測站畫面

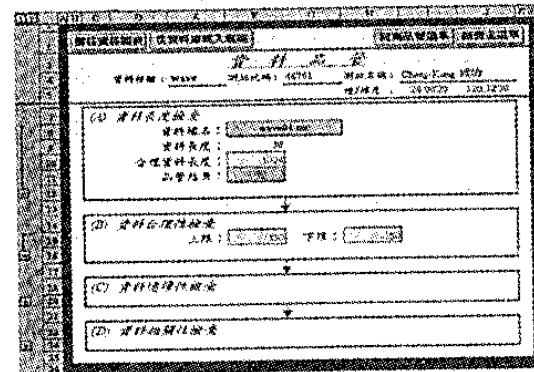


圖8 品質主畫面

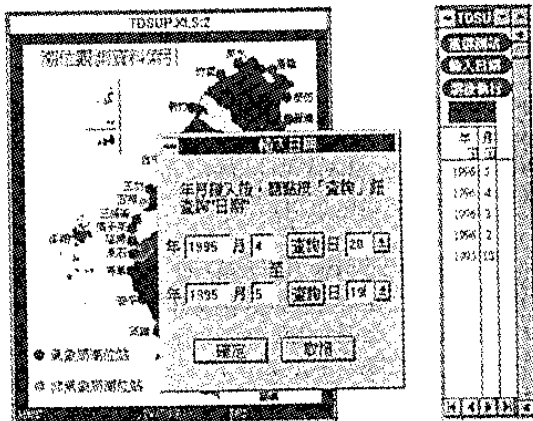


圖5 潮位年月畫面

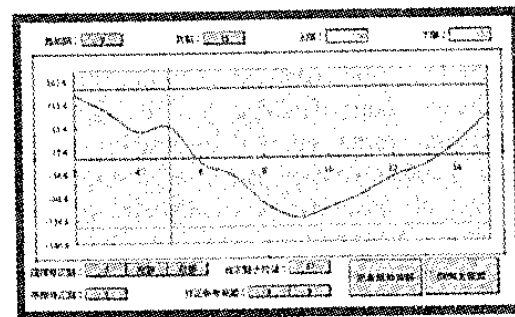


圖9 品質檢測畫面