

水文資料處理電腦化作業基本概念及設計

Concept and Design of Hydrologic Data Processing

行政院農發會第二處工程師

黃 介 泉

Summary

Hydrologic data are essential information to the planners, engineers and other professionals engaging in water resources planning and hydraulic design. By using the computer to process hydrologic data, the problems of conventional data storage can be eliminated and the maximum information can be obtained from the data.

Magnetic tape was used as storage medium and the FORTRAN as the sole language in both data processing and application. The structure of the hydrologic data file was introduced, and a reasonable and effective routine to create the basic hydrologic data files and the summary data files was proposed. Besides, the validity and efficiency of the data files were verified by the various application programs.

一、前 言

水文資料為水土資源開發管理與營運之基本資料，得之甚為不易，為國家珍貴資產之一，應予妥善保存並予充分運用，使國家之水土資源能夠獲得最佳之利用。農發會（前農復會）為提高國內水文科的水準，並配合資訊時代的來臨，近年來除不斷的支助國內各學術研究機關、水利局與水利會從事水文分析研究，以及支助水利局進行水文觀測儀器的汰舊換新工作外，有感於水文資料電腦儲存與應用為一甚為重要的基本工作，特於六十七年成立計畫，從事水文資料電腦儲存與應用之先驅研究，並於研究結束後，積極的協助水利局進行臺灣地區水文資料全面建檔的工作，同時補助水利局購置水文資料處理設備一套（電腦），期使國內在水文資料之搜集、整理、儲存與應用成為一貫性的電腦作業，以提供最佳水文資訊服務。

水文資料之作業流程可簡略的分為 1.搜集、整

理，2.建檔儲存，3.分析與應用等三個階段，其流程如圖一所示。資料的搜集與整理，將因觀測的方式，採用儀器的類別，以及附屬設備的有否，而有所不同，唯資料的建檔儲存以及爾後之分析與應用則相同。

將水文資料經由電腦的系統整理建檔儲存與應用則能：(1)避免原有水文資料報表儲存方式所遭遇之問題，如體積過大清理不易、脫頁、蟲咬、水浸、火毀及資料尋找困難等。(2)避免於應用時抄錄所產生的人為錯誤。(3)減少資料處理之時間，並配合各種應用電腦程式，可迅速且直接的求出所需之規劃設計資料。如此非但可好好的保存寶貴之水文資料，且可善加利用這項資料使水文資料的功能得以發揮。水文資料電腦建檔儲存與應用系統的建立流程如圖二所示。此系統完成後預計將達成下列目的：

(1)使全省水文站編號與編號方法統一：目前臺灣各種水文測站之編號次序零亂，經統一編號後可使

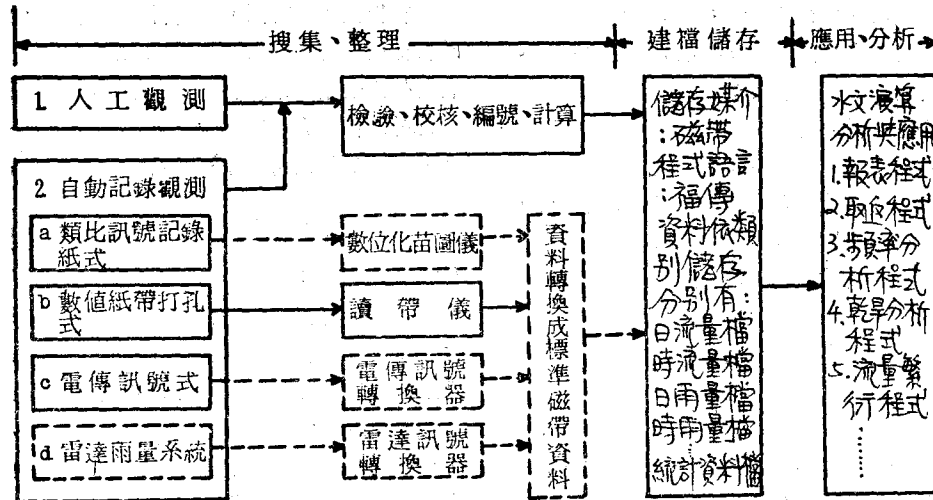


圖 1 水文資料搜集整理、建檔儲存與分析應用作業流程圖

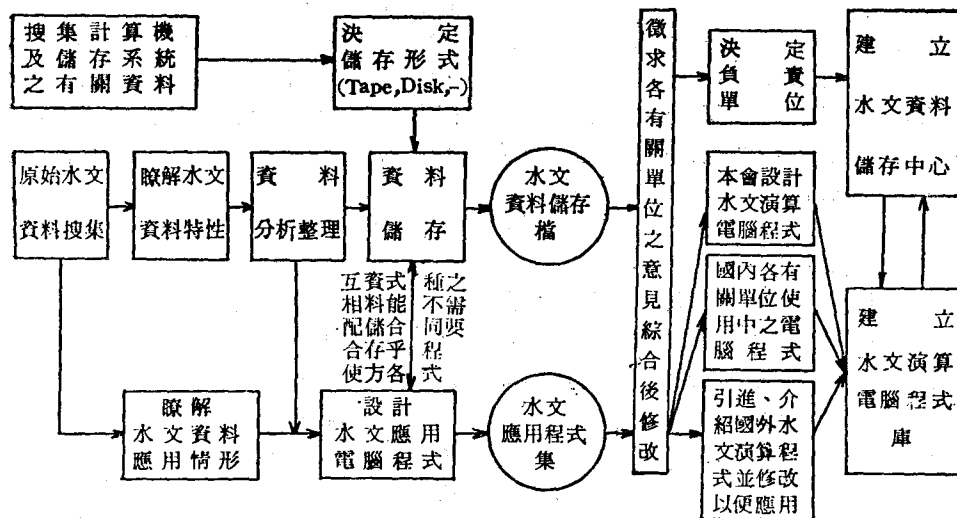


圖 2 水文資料電腦儲存與應用系統建立流程圖

用電腦搜尋、辨認與分類。

- (2) 建立水文資料磁帶檔以保存資料，並可以配合其他資料檔成立資料庫，同時設計取返程式，以便迅速的從資料檔中直接取返所須之資料。
- (3) 建立各種實用統計報表程式，基本統計程式及水文分析統式以便從資料檔中直接求出各種水文資料報表與規劃設計所需之數據資料。

二、水文資料建檔儲存基本概念

(一) 水文資料特性及其應用：

水文學為一門研究地球上水之產生、循環、分

佈及其各種物理、化學性質以及水對周圍環境與生物之影響的科學。水文資料則為經年累月長期觀測大自然中與水有關現象之記錄，如降水、蒸發量、河川流量等而得，為一不定之變量受機率或可能率之要素所支配，稱為序率變量 (Stochastic Variables)，在分析應用上多以統計理論與方法為基礎，須有長期且大量之資料才能獲致較為正確之結果，但由於水文資料數量的龐大以及傳統資料保存與取用的困難，致使水文資料無法獲得充分的應用。由於水文觀測及資料整理為一甚為繁雜之工作，長期投入之人力與物力亦甚可觀，故所得之資

料彌足珍貴，為國家資產之一，宜妥善保存並充分利用，使國家水土資源的開發能達更理想之境界。

(二)水文資料建檔之基本原則：

- 1.使水文資料之搜集與整理標準化。
- 2.使水文資料之處理時間減至最少。
- 3.使水文資料檔之更新容易及組成具有彈性。
- 4.使水文資料檔之取用迅速且方便。
- 5.使水文資料檔能供多目標應用並有足夠的精度。
- 6.水文資料儲存時對資料本身之說明儘量詳細。

(三)儲存方式：

如同一般工商資料，要使水文資料能為電腦所處理，必須將水文資料依一定之形式組織之，並將其記錄於一特定之外在媒體上，再經由特定的電腦程式語言，來把資料輸入電腦內，進行處理與分析，並將結果輸出。

將大量的資料依一特定的組織與次序，儲存於一媒介上稱之為檔 (File)。一個檔包含多個版段 (Block)，而版段則為電腦一次在磁帶 (或其他媒介) 上所能讀取或寫上的資料。一個版段可包含多個錄，而錄為檔中資料的最基本單位，亦即電腦能直接進行處理的資料。有關錄、版段與檔之詳細說明見參考資料 3。

於水文資料儲存時，將依資料之類別分別儲存，如將日流量儲存在一起稱之為日流量檔。相同的可分別有日雨量檔、時流量檔、時雨量檔……等，以日流量檔為例，每日之流量記錄為一個錄，每一個版段則由一個月的記錄及說明這月資料的識別標記所組成如此電腦輸出時每次是一個月之資料，而不必連續讀或寫三十一次，可節省輸出入的時間，日流量檔則由這些版段依特定之次序排列所組成。

外在的儲存媒介可為卡片、磁帶、磁盤等，其中卡片因有如同簿記儲存方式的缺陷而少被採用。磁帶雖因其所建立之檔為循序出入檔 (Sequential Access File)，當電腦欲由循序出入檔中取返資料時必須依照資料之先後次序處理，而不能直接取返檔中任意位置之資料，所以運算時間較磁盤長，但由於磁帶有成本較低、儲存容量大、搬移保管容易、資料交換方便為優點而廣被採用。又水文資料之數量甚為龐大且為連續性之歷史資料，儲存時需依順序排放，取返時也依序取出，儲存後使用之頻率並不高，故磁帶為最經濟且適合之儲存媒介。

在程式語言方面，在資料整理儲存與應用分析時皆採用福傳語言 (FORTRAN IV)，單一語言的使用使整個系統有一致性並且可避免混淆不清。此外福傳為大多數之工程設計與規劃人員所熟悉，此語言的採用可使水文資料檔的使用更為普及。

三、水文資料檔之設計

(一)版段之設計：

版段為電腦一次在磁帶上所讀取或寫上的資料，其長度依程式語言、儲存、媒介、電腦型式及其作業系統的不同而有不同之限制，因此當程式語言為福傳，儲存媒介為磁帶，並使用 IBM 3031 DOS 系統之電腦進行水文資料建檔作業時其每一版段之長度最長為 260 個字元。水文資料檔的版段設計，將依據此長度給予最佳之利用。以日流量為例，目前臺灣現有之水文觀測資料，最大日流量之數字單位為萬，取小數點兩位則流量位數共為七位 (整數五位，小數兩位)，再加上小數點也算一位，則共有八位，但於電腦處理時，將小數點省略，直接以七位數之型態存入 (含整數五位，小數兩位，錄之格式為 17)，於取返應用時再加入小數點，如此每月之日流量資料儲存於磁帶時將佔用 217 個字元，再加上三十個字元之識別標記 (說明及用途見下節) 共為 247 字元，此時尚有足夠的字元可容納最大瞬時流量資料 (7 字元) 及其發生之日期 (4 字元)，使日流量資料檔更為齊全並可充分應用 260 個字元。

按此構想，日流量檔以一個月之資料為一版段，每一版段包含一組織別標記及該月份之資料。此外在每年資料之最後一個版段，同時儲存該年所發生之最大瞬時流量記錄及其發生日期。不論每月日數的多少以及是否有瞬時最大流量記錄，版段之長度同為定長。缺失記錄 (Missing Record) 以 -1.00 補入，而虛無記錄 (Non-existing Record) 則以 -0.50 表示，如無最大瞬時記錄則以 0 填入。日流量版段構成圖如圖三，而時流量版段構成圖則如圖四。

(二)識別標記設計：

識別標記為用來說明該版段所含資料之特徵，幫助使用者瞭解是項資料，並使電腦便於進行各項整理與取返作業，其所包含之項目如下：

(1)資料組指標 (1 個字元)：

在每個版段之第一個字元填上一位數字以供資

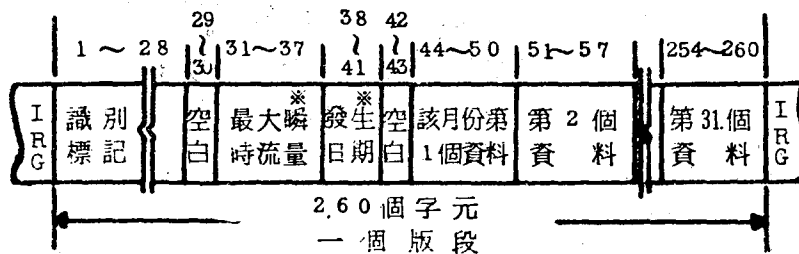


圖 3 日流量版段構成圖

※ 只在每年之最後一個版段存有此項資料，其餘為空白，如沒該項資料也為空白。



圖 4 時流量版段構成圖

料分組之用，因水文資料為一連續性之歷史資料，於應用分析時如以一特定期間之資料做為一個組，則方便不少，而每組資料之分隔即依據此指標。

(2)資料類別 (1 個字元)：

依水文資料之種類來分，每一種給予一個代號。

(3)時段別 (1 個字元)：

依資料量之延時長短來區分。

(4)主辦機關 (2 個字元)：

依各水文資料搜集整理之主管機構來分。

(5)水資源分區 (1 個字元)：

依經濟部水資會配合臺灣地區綜合開發計畫而劃分之水資源分區。

(6)行政地區 (4 個字元)：

依民國六十五年農業普查時所訂之臺灣地區各縣市暨所轄鄉鎮(市)區之代號。

(7)測站類別 (2 個字元)：

依測站觀測之性質及觀測年限來區分。

(8)流域電腦編號 (3 個字元)：

臺灣主要次要河川西部共有卅三條、東部共有廿八條，按臺灣現有的水文年報編號，西部河川流域為奇數由 1—65，東部為偶數由 2—56。為了便於電腦作業，同時保持原有之編號方式

，該項編號一律為三位數代表，即於原有流域編號後加一個“0”而成為現行使用編號，但如原有編號為一位數則前面補加一個“0”。

對於兩河系間之測站其河系之電腦編號，則取兩河流的編號來組成，其原則如下，例：員潭介於磺溪(010)與雙溪(020)之間，則員潭站歸屬流域之電腦編號為“012”(原有編號則為 1-2)。

(9)測站電腦編號 (4 個字元)：

臺灣現有流域內測站之編號，係以測站設立之先後及上、下游之次序給予 H1、H2……之編號，此方式不易為電腦所辨認，且由於測站不斷的增加而顯得零亂。測站電腦編號則改為 4 位數目字，從 0010 開始由主流之最上游往下游，每一測站(包含已廢棄之測站及仍在觀測之測站)增加 10 號，如主流分不清時，則以右側(面向下游)河系為主，往下游編列。如此從測站之編號可輕易的分出上、下游之關係，並使電腦處理時效率大為提高。如在兩已編測站之間欲增設新測站時，新測站之電腦編號則以兩測站間之中間號碼編之。

(10)現有測站編號 (3 個字元)：

依現有測站編號，但省略原來測站編號前之英

文字母，如 H13 改為“013”，P101 改為“101”。將現有編號列入識別標記之理由有二：
 ①在尚未習慣使用測站電腦編號之過渡時期，資料可依現有測站編號來歸類、儲存與取返，
 ②可做參考。

(11)年度（4 個字元）：

以公元表示年度，如 1981。

(12)月份（2 個字元）：

以兩位數表示月份，如 06 表示六月。

(13)日期（2 個字元）：

以 01—31 表示日期，在資料量之記錄延時小於日時使用。

(14)颱風（2 個字元）：

臺灣地區颱風所帶來之暴風雨常為造成洪水之主要因素，為便於參考，每個颱風給予一個代號。

將上述各項資料依其適當之代號（詳見參考資料 1 之附錄 II），填入其相關之位置則組成該版段之識別標記，圖五與圖六分別為日計資料版段與時計資料版段之識別標記構成圖。

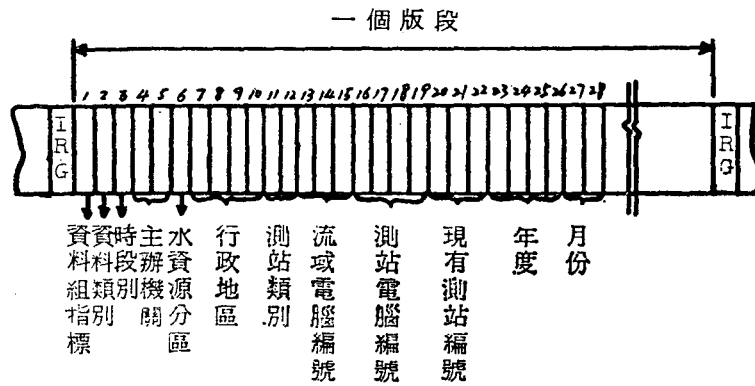


圖 5 日計資料版段識別標記構成圖

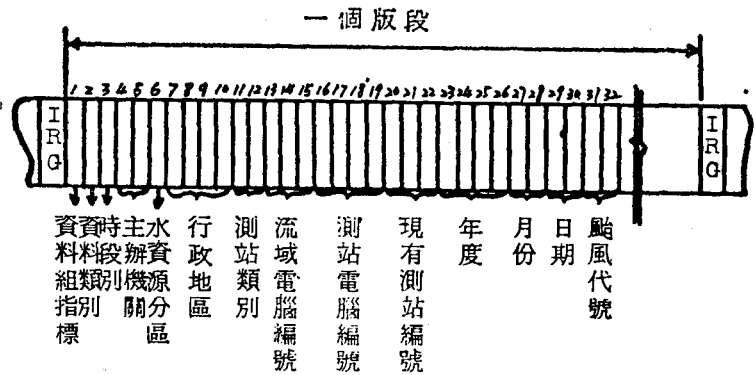


圖 6 時計資料版段識別標記構成圖

(三)水文資料檔之組成：

多個相同類別之水文資料版段，依特定需要之次序儲存於磁帶，稱之為水文資料檔。由於每個資料版段都有一組識別標記，利用此標記之內容，可正確的將資料版段依一定之次序來排列，並能因不同應用目的來變動其排列之次序而不更改版段之內容，使水文資料檔之應用效率提高。

依日流量資料檔為例其儲放之次序，可因使用

目的不同而有下列數個儲放次序：

- (1)依流域電腦編號、測站電腦編號、年度、月份之優先次序儲放，為最適合一般應用、分析作業之儲放次序。
- (2)依流域電腦編號、現有測站編號、年度、月份之優先次序儲放，為方便使用者未熟悉水文測站電腦編號之過渡時期使用。
- (3)依年度、流域電腦編號、測站電腦編號、月份之

優先次序儲放，為便於各種年報表印製之儲放次序。

依版段之設計，以 260 個字元為一版段。使用密度為 1600 字元/吋之磁帶，則一卷長 2400 英尺約可儲放 2630 站之日流量資料。二、三卷磁帶則足夠將本省所有之日流量基本資料全部儲存。

四、水文資料建檔作業

(一)建檔作業設計：

基本水文資料均來自儀器觀測（自記或非自記），可經人工整理後成為簿記檔，或配合電腦作業，資料直接從觀測記錄媒介，不經人工整理直接轉錄至磁帶，以供水文分析之用。應用電腦來處理水文資料，將之建檔儲存於磁帶其作業流程如圖七所示。

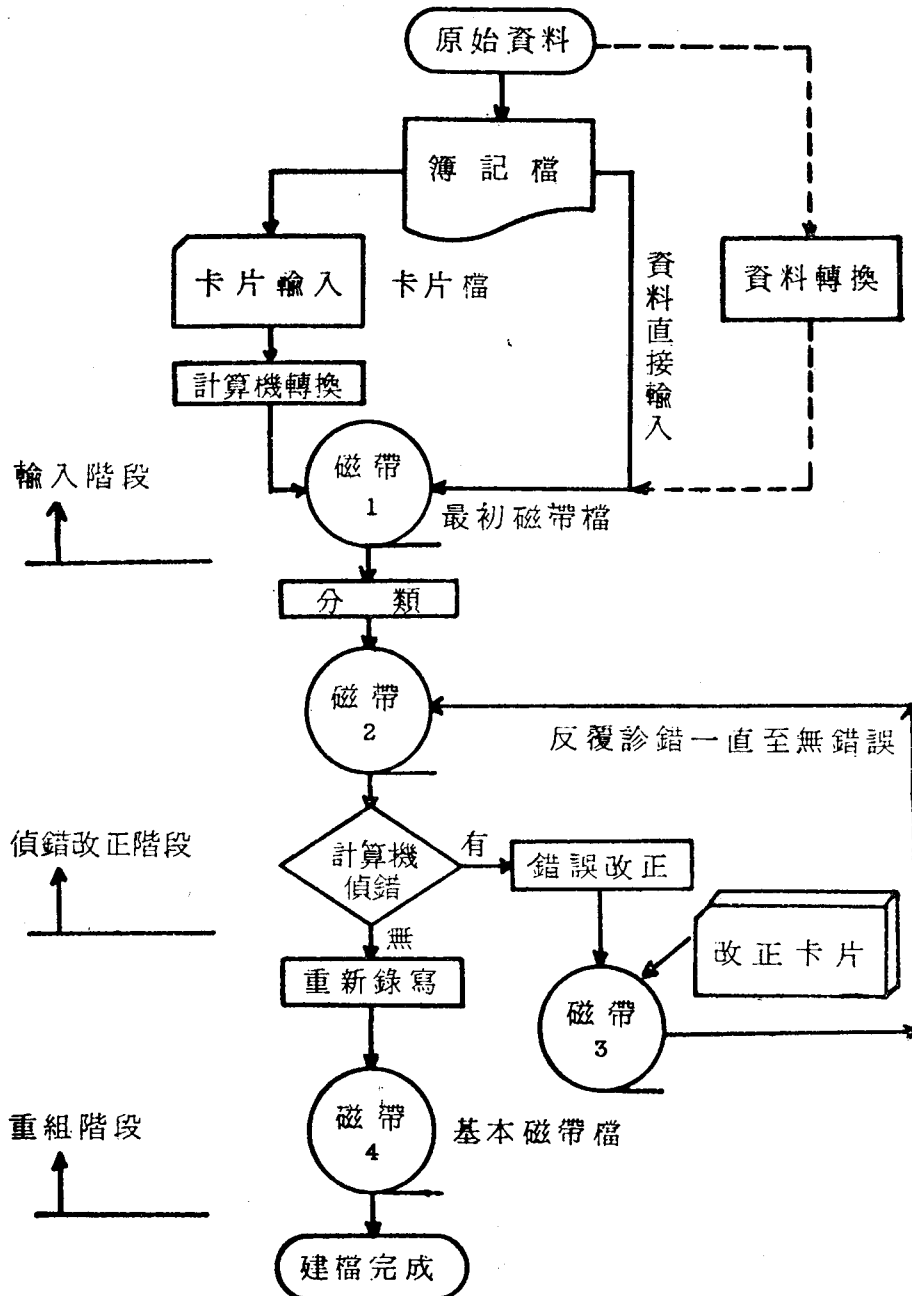


圖 7 水文資料建檔作業流程圖

ㄟ資料輸入設計：

資料除可直接從觀測記錄媒介（如紙帶）經儀器與電腦轉換後輸入磁帶外，將簿記資料輸入磁帶最普遍的方式有二：(1)先打卡再轉入磁帶，(2)直接打入磁帶，其輸入設計以能同時便於輸入與爾後之處理作業為原則。

ㄟ資料處理程式設計：

資料處理過程可略分為：(1)輸入，(2)偵錯與改錯，(3)重組等三個階段。整個過程因輸入資料的類別及輸入方式之不同而稍有差異，但以最有效率之方法使資料完全正確無誤並能依預定的格式重組之原則則完全一樣。

ㄟ資料輸出設計：

1.輸出方式：

資料輸出可依使用者之需要而分為卡片、報表、磁帶、磁盤等方式，其中以磁帶輸出由於攜帶方便且價廉為最有效率之輸出方式。

2.取返程式：

本程式之目的為從資料檔中，搜尋出使用者所需之資料，以供應用。取返程式在空間上能分別取返：

- (1)某流域內全部測站之資料。
- (2)某流域內甲站至乙站間的所有測站之資料。
- (3)某流域內甲站至其上游所有測站之資料。
- (4)某流域內甲站至其下游所有測站之資料。

在時間上能分別取返：

- (1)從最早年度至最近年度間之資料。
- (2)從最早年度至Y年間之資料。
- (3)從Y年至最近年度間之資料。
- (4)從X年至Y年間之資料。
- (5)所有年度內M月至N月間之資料。
- (6)從X年至Y年內之M月至N月間之資料。

利用時間與空間之組合，取返程式能自資料檔中取返任何所需之資料，迅速而正確的達成取返任務。

ㄟ資料檔之更新：

水文資料之觀測與搜集為一長期性工作，時時都有新資料產生，因此必須定期處理主檔之內容。對於每年新增資料之建檔，可依前述之方法與步驟，建立更新磁帶檔，然後利用分類程式將

其與已建立之基本檔合併完成更新基本檔。

ㄟ統計資料檔之建立：

水文資料檔如只含有最基本之原始資料，並無其他由此基本資料所推演出之合計或統計資料稱之為水文基本資料檔。在水文分析與應用上，經常須以統計或合計值如旬合計、旬平均、月平均、歷年最大……等資料做為輸入資料，而這些資料皆可以每次需要時，直接從基本檔中求得，但如該項資料之使用頻率甚高，則每次應用時都須從基本檔中取出計算，如此將使資料檔之應用效率降低。不如從基本資料檔中依各特定的目的，再經一次處理，另行建立一含有各項統計資料之統計資料檔，如此於須要時可直接從此檔將資料取出，可提高資料檔之運用效率。統計資料檔因應目的之不同，可分為月平均資料檔、歷年統計資料檔、年平均資料檔……等，其是否需要建立，端視使用頻率之高低來決定。

以日流量歷年統計資料檔之建立為例，其建立之流程圖如圖八。此外本檔配合水文年報報表程式來印製水文年報，將使水文年報的印製工作簡便甚多，也可將本檔同時更新為水文資料處理電腦化之主要成效之一。其應用流程圖如圖九與圖十所示。

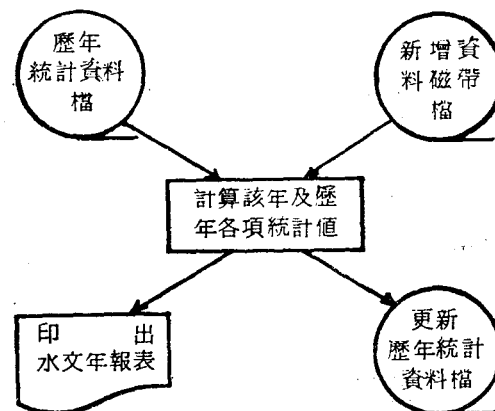


圖 8 日流量歷年統計資料檔更新與新年度水文年報表印出流程圖

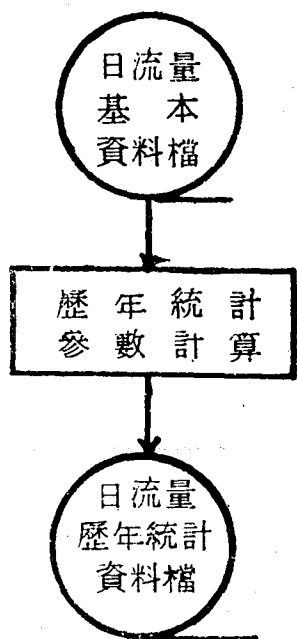


圖 9 日流量歷年統計資料檔建立流程圖

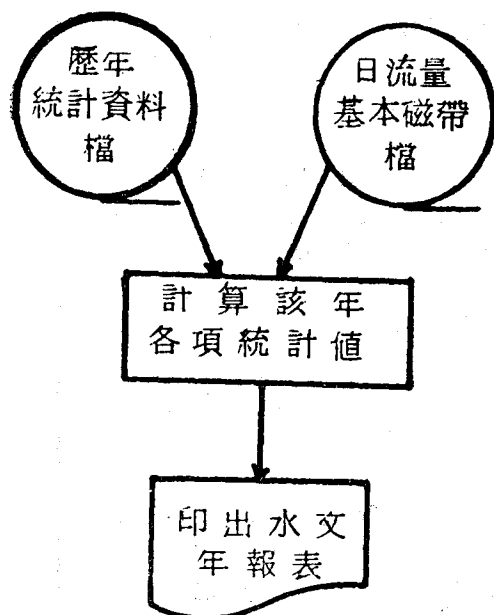


圖 10 任意年度水文年報表印出流程圖

五、水文應用電腦程式

水文應用電腦程式之項目甚多，為配合水文資料處理電腦化所包含之程式，將以供工程規劃設計人員使用之程式為主，其建立之次序將與各類水文資料建檔工作之進度配合，並由工程人員與有關學

術單位之研究人員來共同合作，以建立一套適用於臺灣地區之水文演算電腦程式庫。目前已建立之程式包括：1. 水文年報表，2. 日雨量年報表，3. 時流量報表，4. 時雨量報表，5. 含砂量年報表，6. 月平均流量報表，7. 月平均流量報表，8. 年平均流量統計報表，9. 月合計雨量統計報表，10. 年合計雨量統計報表，11. 降雨日數統計報表，12. 旬流量報表，13. 流量延時報表，14. 日洪流量報表，15. 日枯流量報表，16. 對數皮爾遜第三型分佈頻率分析，17. 三參數對數常態分佈頻率分析，18. 第一型極端值分佈頻率分析，19. 第三型極端值分佈頻率分析，20. Thomas & Fiering 月流量繁衍程式，21. 利用記錄延伸推算洪峯，22. 相關數圖，23. 機率分佈曲線，24. 累積分佈曲線，25. 組體圖，26. 多項式曲線圖，27. 卡方檢定，28. Kolmogorov-Smirnov 樣定，等多種應用程式。

六、結 論

水文資料為水資源開發與營運之基本資料，應予妥善保存並善加利用。將水文資料處理電腦化，可使資料之搜集與整理標準化，並使資料之保管，取用與更新均甚方便，非但能節省資料處理的時間並可提高資料應用效率，使國家水土資源的開發能達更理想之境界。

參 考 資 料

1. 「水文資料電腦儲存與應用之先驅研究」，農發會水利特刊第 1 號，68年10月
2. 吳建平，「電子資料處理」，田豐出版社，67年 8 月。
3. "Data Management Guide GC 35-5372-2", IBM 1973.
4. Beard, Les P., "Hydrologic Engineering Methods for Water Resources Development Volume 2: Hydrologic Data Management", Hydrologic Engineering Center, Davis, April 1972.
5. Showen, Charles R., "Data Formats for U. S. Geologic Survey Computer. Files Containing Daily Values For Water Parameters", U. S. Geologic Survey Open-File Report 76-563. August 1976.
6. Clart, R. T., "Mathematical Models in Hydrology, FAO Irrigation and Drainage Paper No. 19, UN 1973.
7. Kite G. W., "Frequency and Risk Analysis in Hydrology", Water Resources Publications, Fort Collins, Colorado, U S A, 1977.