

水文學講義

第一回

504800-1



社團
法人
考
試
法

考
友
社

出版
發行

第一講 水文學概論

命題重點

一、定義及歷史

(一) 定義：

水文學 (hydrology) 乃地球科學之一門。其研討地球內部水分的特性及其分佈、移動所發生的現象，及其相互間的關係，並與地質學、氣像學、氣候學以及海洋學等有極密切的關係。

(二) 歷史：

1. 早期哲學家皆隻中注意力於研究地表水流產生的過程及水文循環期間，水分所產生的現象、來源與其如何由海洋輸送到大氣而到陸地，再回到海洋的水循環系列的問題上。但早期的這些推測常發生錯誤。在紀元前一百年，Vitruvius 曾提出一項理論，而漸被認為是水文循環系統上新觀念的先驅者。他假設雨與雪降落在多山區後，入滲到地表內，然後在低窪地區消失而變成河流與泉水。雖然早期提出不甚精確的理論，它僅可適當的斜述各種不同水文理論的實際運用，但往往有相當的成效。例如希臘、羅馬水道的修築以及中國的灌溉工程與洪患控制工作，均是這些理論運用的顯著實例。
2. 到十五世紀末期，基於水文現象的觀測，對水文學的探討更趨科學化、具體化。該時期之理論是基於觀測而得的，要比從純理論得到為多，但到十七世紀為止，對直接努力於獲得水文變動的定量測法，似乎很少為人所悉。
3. 水文學的現代科學觀念的產生，一般均認為開始於十七世紀時，Mariotte, Perrault, Halley等所作的研究。Mariotte計量塞納河的流速，經由河川橫斷面量測與已知流速以求得流量。Perrault在塞納河灌溉區，經過觀測而得降雨量測法，運用此法與逕流量測法及已知排水區的大小，他證明運用降雨量足以適當地解釋河川流量，也研製蒸發與毛細管現象的量測法。英國天文學家Halley則測出地中海的蒸發率與討論水分蒸發量，以解釋河川支流流到海中的流出量。
4. 至十八世紀，在水文理論與水文儀器設備上有很大的進步，例如Bernoulli的水壓計Piezometer、Pitot管，Bernoulli理論，與Chezy公式等。
5. 到十九世紀，實驗水文學興起，在地下水文方面與地表水的量測法各有顯著進步，如Hagen-Poiseuille的毛細管流等公式，Darcy定律，Dupuit-Thiem的水井公式等。有系統的河川計量方法的開端，亦在此時期被探討成功。現代水文在十九世紀中，基礎理論雖被完全樹立，但這些理論與努力，均由自然界的經驗獲得，天然的水文基礎方面尚未完全建立。
6. 到二十世紀初期有很多早期自經驗公式不能適用，因此，各政府機構開始發展

水文研究計畫，而以合理化分析取代經驗主義。例如Sherman的單位歷線（unit hydrograph），Horton氏的滲流理論（infiltration theory），Theis的不平衡提議（nonequilibrium approach）在水井水力學上的運用等。

7. 自一九五〇年起，因科學知識的進展，對水文關係式的理論基礎，提供了更好的解釋，不論在實用與經濟觀點上，有高速度的數位電算機的出現與發展，而且數學的處理方式已完全控制過去的一切。

三 水文學於環境問題的應用

- (一) 水不但是日常生活所必需，且在工業上、商業上、農業上、娛樂及運動方面亦不可或缺，更是國家繁盛所必需。水在這些方面，已變成一種多目標的重要使用方式，故水資源的發展計畫及其轉變甚為重要。
- (二) 在已知狀況下，可靠的數學模式被應用在水文系統問題的推估與預測上，至於實際工作成果方面，如壩工、排水系統、渠道工程與其他工程構造物，在未施工前所必需知道的水文問題，亦可解決。此外，水文學者更為我們尋求較佳的管理技術，且在認識環境方面，更擔任重要的任務。故全部水資源經營管理的成效，不論大小，對其能力將成爲一項繁重的考驗。

三 水文資料

水文資料，可用來描述降水、河川流量、蒸發作用、土壤水分、雪地、沈澱作用，蒸散作用，入滲作用、水質、氣溫、土溫、水溫及其他水文系統中所包含的各項或變數等。對河川流量以及地下水而言，地質測量機構所提供的資料爲其主要來源，氣象局（或海洋大氣機構）則爲氣象資料的主要的收集者，至於其他機構與組織也在收集水文資料可供參考。

四 水文計量用普通單位

- (一) 溪流量與河川流量，通常均以 m^3/s 或 ft^3/s 或 $s \cdot ft$ 爲計量單位。
- (二) 地下水流量與水供應量，則以gpm，gph，gpd或Mgd表示。
- (三) 在農業上或有關水分滯蓄方面，流量則以畝一呎表示，每單位時間（畝一呎）內深多少以in或cm表示，或每小時多少以畝-in計量之。
- (四) 容積，常用gal， ft^3 ， m^3 ，畝一呎，s-ft-d，與in或cm爲單位。1畝一呎等於1 acre（畝）=43,560 ft^2 土地上有1 ft深的水量。1 cfs-day（=fd）則1 cfs在24小時內，水流所產生的累積容量。
- (五) 降雨深度，一般用in或cm表示。事實上，降雨率也是以每小時多少in或cm爲單位。蒸發率、蒸散率以及入滲率，大都以每小時多少in或cm表示。

五 水文循環

- (一) 定義：水文循環，是指水從海洋運送到大氣，降落至陸地，再流回到海洋的連續循環過程。其中又包含許多附屬循環，例如，水分在未回到海洋之前，內陸水分因受蒸發作用而昇至大氣，然後再由降水回到陸地。然促使整個地球水分運送系統的動力，全部均由太陽提供完成蒸發所需的能量。經過循環過程後，水質也會

有些改變，例如，海洋中的鹽水，經過蒸發作用而成爲淡水。

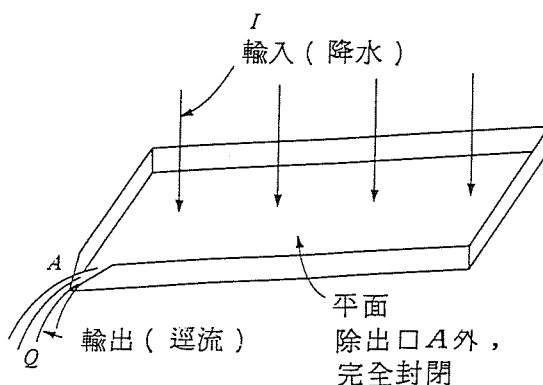
(二)全部的水循環，係由整個地球內部的天然水分所構成。故對世界水問題所針對的區域、國家、國際、大陸與整個地球的比例等各方面來探討。再者，整個地球內，可用淡水的總供給量，實際上受到相當的限制，且一個國家內部流動的水分亦不能同時被供給到世界其他區域。

(三)Raymond L. Nace認爲水資源是一個區域性的世界問題，故現代水文學者不得不克服這些各種大小差別且有顯著優先次序的水文問題。此外，更要注意技術上的研究發展，進而控制氣象狀況，因一個地區氣候的改變，將嚴重影響到水文狀況及其他區域的水資源特性。

六 水文預算

(一)整個地球的可用水量是固定的，故整個地球的水文系統可視爲一種封閉狀態。開放型水文附屬系統雖有很多，但對任何水文系統而言，水預算法尙爲一種能引用作爲解釋水文構成因子的方法。

(二)用圖(1)的簡單限制系統來解釋：圖(1)的平面爲一個完全不滲透的傾斜面，除角隅A的出口外，其餘四面均被圍起。因這個平面被假設爲一個理想的平面，沒有窪處可以滯蓄水分。若有暴雨進入，則流出的必定是表面逕流 (surface runoff)，而且將從A處流出。故這個水文系統的水預算，可用下列微分方程式 (式1) 表示之：



圖(1) 簡單水文系統模型

$$I - Q = \frac{dS}{dt}$$

式中：I = 每單位時間內的流入量

Q = 每單位時間內的流出量

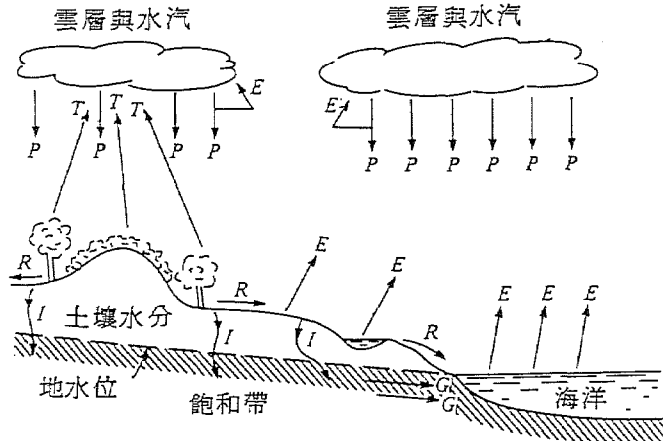
dS/dt = 滯蓄在水文系統內每單位時間的改變量。

要一直等到假設平面上積聚達最小深度時，才有流出量產生，但當暴雨增強時，平面上的水深亦隨之增加。在流入量停止時，平面上的水分就變成流出量，而由此水文系統中流出。在整個系統流入期間，均將蒸發量及四周圍牆上的少量水分忽略不計外，所有的流入量最後均變成流出量。提出這初步解釋，是認爲任何水

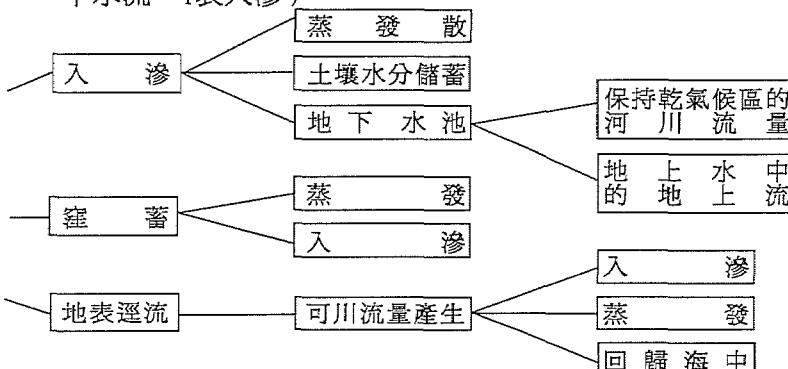
文系統，可用此水文預算式來描述，同時此水文預算式亦足以解釋系統內流入量的多少與淤蓄量的變化。但這簡單的水文預算式，經常被誤解，因在式中的每一項目，均無法很容易而適當的被定量化。

(三)一種較普遍的水文預算意見，可解釋各種水文循環因子，並對複雜的水文區域提供解決問題的技術，而這些區域可能有地形上的範圍、政治上的限制、或其他特殊條件的束縛等。一個集水區域排水流域，是指被一條河川形成好幾條川流系統所匯集的固定地形區。以往的水資源研究之所以被引導至集水區或排水流域方面，主要是因其能作水預算的簡單應用。雖然，可用資料與分析方法的精確程度，在實際狀況上將決定此水預算的可行性，但理論上對任何區域均可計算。

(四)為要定出一個普遍化的水文預算，可利用圖(2)，圖(3)與圖(4)作為解釋。圖(2)是一個水文循環的觀念模式，降水 (precipitation) 以雨、雪、雹等形狀出現，來自大氣中的水氣，並構成主要的流入量。其中一部分降雨可能被樹木、草類及其他植物與構造物所截留，最後又因蒸發作用回到大氣。再者，一次降水到達地面發，一部分可能填充窪地 (變成窪蓄)，一部分滲入地下 (滲透)，灌滿土中的含水量以及地下貯水池，另外一部分形成逕流 (run-off)，亦即地表水流入一固定的水道成溪流。圖(3)的流量圖，顯示入滲、窪蓄、表面逕流的位置。



圖(2) 水文循環之圖例 (T表蒸散, E表蒸發, P表降水, R表地表逕流, G表地下水水流, I表入滲)



圖(3) 入滲、窪蓄及地表逕流流程示意圖