

水 文 學

胡繼勤編著

商 務 印 書 館

水 文 學

胡繼勤編著

商 務 印 書 館

水文學內容提要

本書是一本適合用以培養中級水利技術幹部的教材。在相當簡短的篇幅內，根據理論與實測方法兼顧的原則，結合本國水利事業的具體情況，介紹了水文學的基本知識，包括全部應用技術。近代水文科學已趨向於着重預報，所以在本書中也講述了氣象科學方面的知識，後面附有詞彙及表格，有助於工作與學習的參考及實用。

水 文 學

胡繼勤編著

★版權所有★

商務印書館出版

上海河南中路二一四號

中國圖書發行公司總經理

商務印書館上海廠印刷

*(51074)

1953年10月初版 版面字數 147,000

印數 1—3,000 定價 ¥ 15,000

庫

上海市書刊出版業營業許可證出〇二五號

目 次

第一章 概說..... 1	第六章 降水.....44
1.1 引言..... 1	6.1 降水的種類.....44
1.2 水的物理性質..... 2	6.2 降水的凝結過程.....45
1.3 水的循環..... 4	6.3 降水的來源.....46
1.4 水文站的工作..... 5	6.4 降水量的觀測.....49
第二章 氣溫..... 8	6.5 降水量的主要統計項目.....54
2.1 氣溫的變化..... 8	6.6 流域平均雨量的推求.....56
2.2 溫度表和百葉箱.....10	第七章 天氣通論.....61
2.3 溫度表的使用.....11	7.1 氣團和天氣.....61
2.4 氣溫的觀測.....14	7.2 氣旋.....64
第三章 氣壓和風.....16	7.3 反氣旋.....66
3.1 氣壓的變化.....16	7.4 颱風.....67
3.2 氣壓的觀測.....17	7.5 雷雨.....71
3.3 氣壓梯度和風.....21	7.6 天氣圖.....73
3.4 季風、海陸風、山谷風.....22	第八章 水位觀測.....75
3.5 風的觀測.....23	8.1 水文站設立的條件.....75
第四章 蒸發及濕度.....26	8.2 水尺的設立.....76
4.1 蒸發.....26	8.3 水位的觀讀和記錄.....78
4.2 蒸發量的觀測.....28	8.4 測潮儀.....79
4.3 濕度.....30	第九章 大断面測量.....82
4.4 濕度的觀測.....32	9.1 河道断面位置及基線的 選定.....82
第五章 雲及日照.....35	9.2 射線測距法.....83
5.1 成雲的條件..... 35	9.3 視距法.....86
5.2 雲的型類.....37	9.4 測深法.....89
5.3 雲量.....39	9.5 断面圖的繪製.....90
5.4 日照.....40	第十章 流量測量.....93
5.5 能見度.....41	

10.1 浮標法.....	93	15.2 我國的河患.....	165
10.2 流速儀法.....	97	15.3 汛期測流.....	167
10.3 水面比降法.....	100	15.4 洪水量的估計.....	168
10.4 流量圖解法.....	105	15.5 洪水的傳播及預報.....	172
10.5 流量曲線.....	109	15.6 洪水的頻率計算.....	175
10.6 封凍期流量測量.....	116		
第十一章 含沙量.....	119	第十六章 水文測驗常用	
11.1 含沙量測驗的用具.....	119	詞彙.....	178
11.2 水樣的汲取.....	120		
11.3 含沙量計算.....	122	附錄:	
11.4 輸沙率及輸沙量.....	123	I. 量積儀使用法.....	187
第十二章 潮水河.....	129	II. 視距表.....	191
12.1 潮沙概說.....	129	III. 百度表與華氏表的換算.....	195
12.2 潮水位.....	132	IV. 雲圖 (12 幀).....	196
12.3 潮水河流速計算.....	137	附表 1 至 31.....	202
12.4 潮水河流流量計算.....	139		
第十三章 滲透及地下			
水.....	142		
13.1 滲透.....	142		
13.2 地下水的運行.....	143		
13.3 泉水和井水.....	145		
13.4 地下水位.....	147		
13.5 湖沼.....	148		
第十四章 逕流.....	151		
14.1 逕流.....	151		
14.2 受水面積.....	153		
14.3 逕流的估計.....	156		
14.4 推算逕流的圖解法.....	158		
14.5 推算逕流的經驗式.....	160		
第十五章 洪水.....	163		
15.1 洪水與汛期.....	163		

水 文 學

第一章 概說

§ 1.1 引言

水與人類的關係非常密切，可以說和陽光、空氣一樣重要，但是水性的變化卻不像陽光和空氣那般安定，假如任由它自然發展，便容易發生災患；反之，若能將它治理得好，就可以對人民有利。可是治水並不是一件簡單的任務，必須分工和統一領導，才能做得好。治水是具有羣衆性和科學性的工作。在建設任何水利工程以前，必須先行掌握當地的情況，了解該河流的特性和遷變規律，然後進行工程的實施，才能免於錯誤。這種調查準備工作，包括該流域多年的雨量、水位、流量、流速、蒸發量、含沙量等等的觀測記錄，以此等資料進一步來尋求此流域的水文變化現象。研究和分析這種工作的科學，便是水文學。

實際上，水文學雖是一門獨立的科學，但仍須以其他的科學知識作為它的基礎。其中最重要的便是氣象學，更具有因果的關係，在實用方面，又常須對一個流域的雨量或流量，作進一步的預告工作，這樣又可以成立一分科，稱為水文氣象學。

茲將水文學和其他主要科學的關係列舉如下圖：

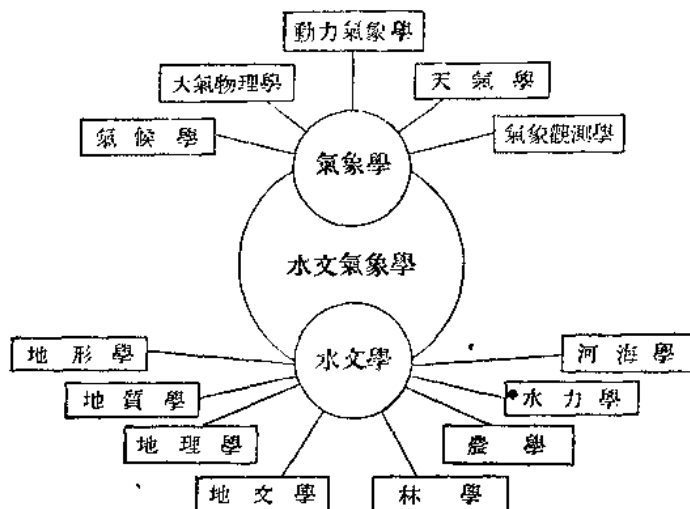


圖 1 水文學與其他科學的關係。

§ 1.2 水的物理性質

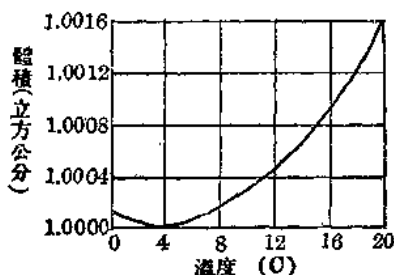
純粹的水，在化學分析上，它的成分是氫二氧一 [H_2O]；但是這種純粹的水在自然界中，卻不易找到，因為自然界中的水，常常含有不少有機的或無機物質。

水最顯著的物理性質，便是在其結冰的時候體積膨脹。水的溫度漸減時，其密度漸增，至 $4^{\circ}C$ 時為止，再冷密度反而減小；自 $4^{\circ}C$ 降至 $0^{\circ}C$ 時，體積約膨大十分之一。於是冰較水更不密實，而能浮於水面。

水若保持完全靜止的狀態，可一直冷卻至零下七度 [$-7^{\circ}C$]，

不至成冰的狀態，稱為過冷卻。但一經擾動，即行凍結，放出潛熱，令溫度突升至 0°C 。通常一立方公尺的淨水，重一千公斤。（若以英制表示，淨水在 4°C 時，每立方呎重 62.4 磅；海水則重 64 磅。在沸點時，淨水重量略減，為每立方呎 59.7 磅。）

在溫度 100°C 及標準氣壓 760 公厘之下，水吸收充分的熱量，即成為蒸氣，由液態變成汽態，其體積增大 1658 倍。



在常溫時，不論汽態、液態或固態的水分子，本質上

圖 2 水的熱膨脹曲線。

完全一樣，其間區別在於所含潛熱的多少。由水變汽時的汽化潛熱，在 100°C 時，是每克 539.1 卡；在 0°C 時，是每克 594.9 卡。由冰化為水時，所吸收的熱量是每克 79.7 卡。此各熱量的數值，在可逆的變化過程中是一定的（常數）。即水汽凝結成水時所放出的熱量，等於水化為汽時所吸取的熱量。冰雪表面，通常

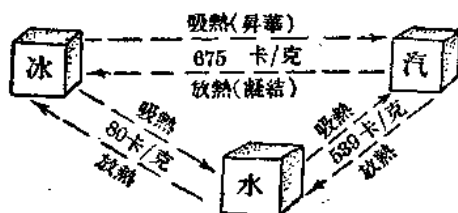


圖 3 水的三態。

可直接蒸發而成汽；在冰點以下，水汽也可直接凝結為固態（例如霜）。如此情況，稱為昇華作用；此時所吸取的熱量為 $80 + 595$ 卡（ 0°C 時）。水的三態變化如上圖。

§ 1.3 水的循環

水是地球表面一切生物所經常需要而不可一刻或缺的物質。地球表面的水面，約為全球面積四分之三；精密點來說，是 71%。但人類的生息活動主要在陸上，故直接與人發生密切關係的水，均為陸上的水，即我們所稱的江河、湖泊、沼澤等。

地面的水，川流不息，無時不在運動之中。因地球與日月的相對運動的結果，因引力的作用，而引起水面的潮汐及波浪等現象。又由於溫度的差異變化，常引起近地面大氣層的擾動。水面受日熱之後，水分大量蒸發於空中，因冷卻而凝成雲霧，再

降而為雨為雪，流經各河道，最後匯注於海，成為一有趣的大循環。地球表面水的循環發生的原因，有下列幾點：

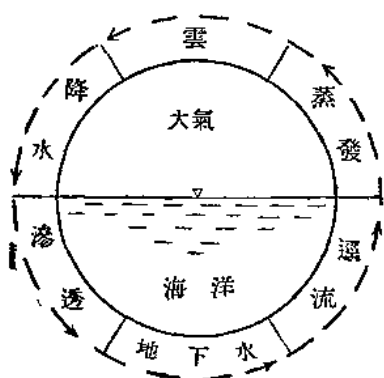


圖 4 水文循環。

1. 海洋的水，在熱帶受熱，而在兩極冷卻；近海面的水流向兩極；而兩極海水自較深處向外流出。

2. 赤道區與極區的自

轉速度不同，影響水流，令海面緩流有一向東的趨勢。

3. 日月的吸引，令海水起潮汐現象。
4. 一切水面，均有一恆定的蒸發作用。
5. 雨及溶雪的回復。

上述各情況，幾全為物理的，或氣象的條件；令水的變化成為一完整的過程，稱為水文循環。

§ 1.4 水文站的工作

水文站經常所作的主要觀測項目如下：

1. 降水量——注重最大降水量及頻率，以便估計最大洪水量及逕流量，了解水流運動，使有助於水土保持、水庫設計等工作。

2. 雪量——在降雪地區，宜特別注重雪量，此對於枯水流量有最大的關係。

3. 蒸發量——蒸發量為雨量損失的主要因素，與推算逕流有關。

4. 溫度(包括水溫)——在冰凍流域，注重結冰和解凍的期間。以推知冰擠壩堤的力量。

5. 濕度	} 這些氣象要素的記錄，有助於氣團分析和推知晴雨的季節以及降水的程度。
6. 氣壓	
7. 風向風速	

8. 流量測量——包括水位、水深、流速等的探測，以計算

河水在單位時間內通過於一斷面上的流量，使明瞭一河道的變異情況。

9. 含沙量——汲取水樣，根據水深和流速，以計算全部懸浮的沙量，並推知其輸沙率。

上列各項工作，均須長期測驗，準確記錄，然後對於研究分析，始能得良好的效果。我國在中央水利部之下，設水文局專管其事。在地方水利局內，則歸水文總站領導及管理。

在蘇聯，設有中央水文氣象局負其全責，另成立一國家水文研究所。研究部門包括：江河水文、湖泊水文、海洋水文、地下水文、沼澤水文、水文測驗、水文物理、水流理論、河床冲刷等科目。

各地則設分局，下置水文氣象站，並建立完善的通訊系統（電報、電話、無線電），每天傳達八小時的實測記錄。各等站的工作範圍如下：

一等站：作個別問題的研究；如河床的冲刷、地方性的泥沙問題，或河道懸移質和推移質的研究等等。

二等站：除水文氣象基本觀測外，並擔任流量、含沙量的推算。

三等站：觀測水位、水溫、冰厚、結冰情況等工作。

四等站：即水位站，不舉行流量、含沙量等測驗。

各水文氣象站的測驗，完全按照「河道水文站手冊」的規定舉行。各分局每年負責刊印「水文年報」；彙合往總局，再編印「水冊」。

此外，對於水文預報也非常注重，其預報項目有：

1. 河道與湖泊解凍時期。
2. 河道與湖泊結冰時期（流冰及封凍時間）。
3. 春季融雪洪水（開始時間、最大流量、穩定流量）。
4. 各河道通航時期，月平均水位及流量。
5. 流凌時期的水位。
6. 各河道五天及十天的平均水位及流量。
7. 夏汛。
8. 各特殊河道在暢流期的每天水位。
9. 河道及湖泊的結冰厚度。

此等預報，經常由中央總局及各分局分別發佈，並用圖幅說明各區域的一般情況，供工程管理上的參考及各分局的水文預測基礎之用。蘇聯的水文氣象科學，已不只單純從觀測記錄的統計分析去研究，並且還利用水文區域和地理概況而作物理上的分析，來開展它的新途徑。

第二章 氣溫

§ 2.1 氣溫的變化

地球熱量的主要來源，便是太陽，它傳熱的方式，全賴輻射作用。地面吸收日射，變為熱能，而重返空間，稱為地射。地射為長波輻射，不似短波的日射那樣能透過大氣，所以大部為低空的水汽、二氧化碳氣、塵埃等所吸收。

地面受日射而增熱，但因地射而散失，故二者間熱量的差異，即足使地面空氣的溫度升降，並可由於擾動或對流作用而傳達上空。所以地面輻射是支配氣溫的重要因子。通常所指的氣溫，是以距地面約一公尺半高的自由大氣溫度。

影響氣溫變化的主要因素，約有下列各點：

1. 氣溫和高度：離地愈高，大氣對於地面輻射的吸收愈少，由是溫度的變差，與地面的關係愈微，故氣溫自地面向上遞減，平均每百公尺降低 0.6°C ，稱為平均氣溫直減率。

2. 海洋和陸地的分佈：海水因含鹽分，其比熱較大。所謂比熱大，即加以極多熱量，難使它的溫度即時上升；反之，減去極多熱量，難使其溫度即時下降。標準鹽分(35%)的海水一克，低降 1°C 的熱量，等於空氣 320 克上升 1°C 之熱。故陽光雖直射於海上，海水的溫度不如陸地上的高；又不因日落而驟減其溫度。同時，海面上的水蒸汽還有保熱作用，而陸地則比海洋易於

吸收和發散熱量，故陸上溫度的變差也大於海洋。

3. 地形和氣溫：同在陸地之上，氣溫變化又因地形的起伏而不同。例如山谷或盆地，冷時，冷空氣易於凝集；而熱時，則暖空氣難於發散，所以溫度較差大。至於山上或高地，冷時，冷空氣四瀉下沉；暖時，熱空氣發散極易，故溫度較差小。

4. 緯度和季候：由於太陽光向地面的入射角不同，通常是熱帶溫度高，極地溫度低。在同一緯度的地方，氣溫的變化又常依季節而異。照我國的緯度而論（北緯 20° — 50° ），夏季晝夜俱熱，冬季日夜都冷，只春秋二季，晝夜等長，所以溫度的日較差大。

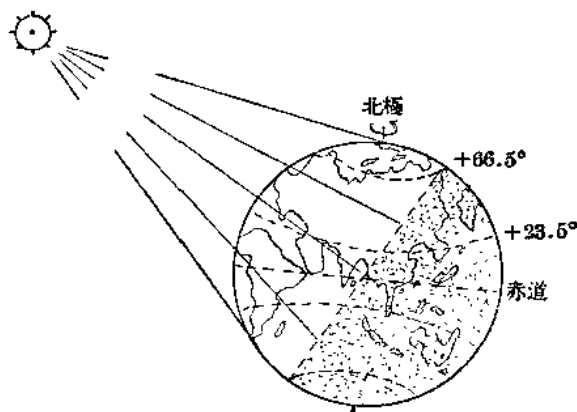


圖 5 夏季太陽直射北半球。

5. 天氣和氣溫：空間水汽和雲層能吸收和反射太陽的熱量；又能遮蓋地面放散到空中的熱量，使地面空氣不易急速變

冷。盛行風對於一地的溫度影響也大，因它能把暖或冷的空氣從別地帶來。

6. 地面情況：地面有無草木，土色的深淺，土質的構造，都足以影響氣溫變化。例如地面積雪，即能反射許多熱量；又如地面傾斜，也足以影響陽光的入射角，其溫度即與平地不同。

§ 2.2 溫度表和百葉箱

用以測量地面附近自由大氣溫度的溫度表，其構造，即利用液體（水銀或酒精）的漲縮來顯示大氣溫度的升降。因水銀的膨脹率約為玻璃的十倍，且其沸點極高，故凡冰點以上的溫度表多用之。水銀至 -39°C 時，即行凝結，故在冰點以下的低溫溫度表便改用冰點較低的酒精。

常用溫度表標度的劃分，多採用百度表（攝氏表）和華氏表兩種：百度表（C）以淨水的冰點為零點， 0°C ；沸點為 100°C 。華氏表（F）則以淨水的冰點為 32° ；沸點為 212°F 。在科學工作上，以百度表應用最廣。此兩種標度的換算關係如下：

$$\frac{C}{5} = \frac{F - 32}{9} \quad (2.1)$$

百葉箱 水文站的氣溫記錄，既然代表真正的大氣溫度，所以溫度表水銀柱的升降，就純粹要自由的空氣分子和水銀球部接觸傳導，為達此目的，則溫度表不能隨便安置。如曝於陽光之下，所示溫度即高於真正的氣溫；在夜間及雨天，所示又低於真正的氣溫。若掛於室中，它所示的溫度，隨室內人為的環境而差