

57974



實用水文學

水文計算習題

A·A·魯契謝娃著

50

財政經濟出版社

實用水文學

水文計算習題

A. A. 魯契謝娃著

王廷俊 譯
周恆子

財政經濟出版社

內 容 提 要

本書為水文計算的教科書，係根據蘇聯部長會議水文氣象管理總局水文氣象技術學校文水系所採用之陸地水文與逕流學教學大綱而編成，經批准為水文氣象技術學校教學參考用書。

本書內容包含水象特性、水情變化特性及逕流特性等計算的實例。

本書亦可作為水文工作者的實用參考書籍。

分類：水利氣象

編號：0235

實 用 水 文 學

水文計算習題

定價(7)一元四角三分

譯 者： 王 廷 俊 周 恆 子

原書名 Практическая гидрология упражнения по гидрологическим вычислениям и расчетам

原作者 А. А. Лучшева

原出版處 Гидрометеиздат

原出版年份 1950年

出版者： 財 政 經 濟 出 版 社

北京西總布胡同七號

印刷者： 中 華 書 局 上 海 印 刷 廠

上海澳門路四七七號

總經售： 新 華 書 店

55.6, 滬型, 155頁, 表6頁, 243千字; 787×1092, 1/25開, 12—2/5印張
1955年6月第一版上海第一次印刷 印數[滬]1—3,000

(上海市書刊出版業營業許可證出零零八號)

序 言

本教材係根據蘇聯水文氣象管理總局審定的水文氣象技術學校陸地水文與逕流學教學大綱所編成。

本教材的編寫目的是在於：利用許多詳加研討的習題作實例，以使技術學校的學生學會進行主要的水文測量與計算工作。書中包含有確定河流的氣象、水象與水情變化特性的，計算河川液體逕流與固體逕流的，以及確定湖泊的形貌與水情變化特性的許多習題。這些習題都按具有觀測資料、缺乏觀測資料或觀測資料不足的情況，分別列出計算方法；每一習題包括以下三部份：1)基本資料，2)問題內容及解題步驟的指示，3)解法。

編寫本書時，著者應用了自己多年的教學經驗，力求在所有研討的習題中，能為學生們指出求得最正確的解答的途徑以及進行驗算的方法。

有關計算水情變化特性及逕流特性的習題，多半都是舉出一兩個“水利對象”（指河流、湖泊、沼澤、水庫等——譯註）來說明的。這樣就使學生在完成自己的作業後可獲得一個完整的印象，並能分析所得的結果。這樣的工作步驟，在為解決各個單獨問題而整理其所必需的資料時，是可以大大地節省時間的。

為了避免補充解釋，本書中所舉習題都是以簡單實例來進行研究的，而且，也為了同樣的理由，在所舉的實例中沒有關於非正常情況的河流之計算問題。由於篇幅所限，習題中也未作流域自然地理特徵的敘述。

工學碩士 B. Д. 柯瑪洛夫與 A. И. 切波達廖夫給本書提供許多

寶貴意見，工學碩士 B. B. 列別捷夫在本書編寫過程中進行了評閱與校訂的重大工作，著者在此對他們致以衷心的謝意。

目 錄

序言	1
第一章 水文計算的內容、基本資料與其成果的整理	1
§1. 水文計算的內容	1
§2. 水文計算所用基本資料的選擇與分析	2
§3. 計算的精確度及其結果的整理	4
第二章 河流及其流域的水象特性	7
§4. 河流長度與流域面積求法的簡略規定	7
§5. 流域水象特性的決定	8
§6. 河流水象特性的決定	25
§7. 河槽橫斷面圖的繪製及其主要水力特性的計算	33
§8. 河槽縱斷面圖的繪製及其坡降的決定	39
複習問題	45
第三章 水位與流量的變化狀況 冰的現象	46
§9. 概述	46
§10. 各種特性水位的計算與各個河水變化時期的歷時計算	46
§11. 各種特性流量的計算	55
§12. 標準水位過程線的繪製	56
§13. 根據多年觀測資料求河上各種冰的現象的發生日期及其歷時	62
§14. 缺乏觀測資料時，河上各種冰的現象發生日期及其歷時的決定，冰層厚度的計算	64
§15. 流量過程線的分割(根據河流補給來源的特徵)及河川地下	

逕流與融雪逕流的確定	69
複習問題	77
第四章 平均流速、流量與河流能量的計算	78
§16. 概述	79
§17. 平均流速的計算(按考慮糙率與不計糙率的經驗公式計算)	
流量的推求	79
§18. 河流理想能率與單位能率的計算	82
自修習題	84
複習問題	84
第五章 確定逕流計算時所應用之圖解關係及分析關係的基本方法	85
§19. 確定圖解關係及分析關係之方法在水文計算中的應用概述	85
§20. 圖解關係的繪製及其方程式的推求 折線圖的夷平	86
§21. 分析關係 兩個變量及三個變量的相關	93
A. 兩個變量的相關	93
B. 三個變量的相關	98
自修習題	105
複習問題	106
第六章 流域的氣候特性	107
§22. 概述	107
§23. 流域降水特性的計算	107
自修習題	120
§24. 河川流域內雪水量的計算	121
§25. 空氣飽和差的計算	127
§26. 水面蒸發量的計算	130
自修習題	138
§27. 河川流域表面蒸發量的計算	138

自修習題	142
複習問題	144
第七章 正常逕流	146
§28. 概述	146
§29. 根據長期水文觀測資料的正常逕流計算	146
§30. 根據短期觀測資料的正常逕流計算	150
A. 延長觀測值數列以求正常逕流的圖解法	150
B. 延長觀測值數列以求正常逕流的分析法	154
§31. 缺乏觀測資料時計算正常逕流的近似法	155
A. 根據多年平均逕流率等值線圖求正常逕流	155
B. 由水量平衡方程式求正常逕流	161
B. 由經驗公式求正常逕流	161
自修習題	163
複習問題	163
第八章 年逕流量的變化	165
§32. 概述	165
§33. 具有水文觀測資料時, 年逕流變差係數與偏差係數的計算 及頻率曲線的繪製	166
§34. 缺乏觀測資料時, 各種不同頻率的流量、年逕流的變差係數 與偏差係數的近似計算	170
自修習題	174
複習問題	174
第九章 一年中的逕流分配	176
§35. 概述	176
§36. 具有觀測資料時, 一年中的逕流按季分配與按月分配的計 算	177
§37. 缺乏觀測資料時, 一年中的逕流按季分配與按月分配的計算	182

§38. 融雪洪水期及枯水期逕流分配的計算	183
§39. 日流量平均歷時曲線的繪製	196
複習問題	203
第十章 最大流量	204
§40. 概述	204
§41. 具有觀測資料時，各種不同頻率的 最大流量與最高水位的決定	205
§42. 缺乏觀測資料時，各種不同頻率的 融雪最大流量與暴雨最大流量的決定	217
自修習題	226
複習問題	240
第十一章 最小流量	241
§43. 概述	241
§44. 具有觀測資料時， 最小逕流的決定	242
§45. 缺乏觀測資料時， 最小逕流的決定	248
自修習題	252
複習問題	253
第十二章 固體逕流	254
§46. 概述	254
§47. 具有觀測資料時， 多年平均懸移輸沙率的計算	255
§48. 缺乏觀測資料時， 懸移輸沙量及水庫淤滿期限的決定	263
§49. 缺乏觀測資料時， 推移輸沙率的決定	267
複習問題	271
第十三章 湖泊主要形貌特性與水情特性的計算	272
§50. 概述	272
§51. 湖泊主要形貌特性的計算與容積-面積關係曲線的繪製	272
§52. 湖水平衡的計算	278

§53. 湖泊及水庫中風浪大小的計算	280
§54. 水溫曲線的繪製	282
複習問題	283
水文概要的編擬	285
參考書目	288
附錄:	291
1. 地球面梯形面積表	291
2. 計算河流最大長度公式 $l_{np} = l_1 + (l_1 - l_2)k$ 中之修正係數 $k = \frac{\sqrt{d_1}}{\sqrt{d_2} - \sqrt{d_1}}$ 表	293
3. 計算河流實際長度公式 $l_{\text{pe}\pi} = l_1 + (l_1 - l_2)t$ 中之修正係數 $t = \frac{\sqrt{N_1}}{\sqrt{N_2} - \sqrt{N_1}}$ 表	294
4. 天然水流之河槽糙率分類表(按斯里勃來)	295
5. 經常性水流的河槽糙率表	296
6. 雨力公式 $S = A + B \lg N$ 中之參數 A 及 B 值表	297
7. 水汽壓力及其隨氣溫之變化率表	304
8. 不同 k_{100} 值時之係數 m 表	305
9. 當 $x=1$ 及 $C_v=1$ 時, 頻率曲線縱座標與均値之相對離差表(按 C. И. 雷勃金)	307
10. 當 $C_v=1$ 及 $C_s < 0$ 時, 頻率曲線縱座標與均値之相對離差表	309
11. 繪製機率格紙用表	311
12. 各地區月逕流分配之標準型式表	311
13. 根據不同湖泊率(%)之月逕流標準分配型式表	312
索引:	313

第一章 水文計算的內容、基本資料與其 成果的整理

§1. 水文計算的內容

水文計算不論是對於研究河流的全般情況方面，或是對於利用河水以供國民經濟需要方面，都是不可缺少的。它包括如下的內容：1) 決定河道幹支流的各種水象特性——河流長度、流域面積、河槽坡降及流域坡度等等；2) 確定流量、水位的多年最大值、最小值與平均值，河流解冰結冰日期與流冰開始日期及冰的現象的歷時，並按經驗公式計算平均流速與流量；3) 求出為進行下一步水文計算所需的流域氣候特性——氣溫、空氣飽和差、降水量、雪水量、暴雨特性、水面蒸發量及全流域的表面蒸發量；4) 計算河川逕流量——正常逕流量、年逕流量的變化，一年中的逕流分配以及各種不同頻率的最高流量與最低流量，計算河川固體逕流；5) 求出湖泊各主要形貌特性及水情變化特性。

欲求得河流的各種水文特性，必須進行許多專門性的計算工作。但是，當該河流未經充分觀測調查、或完全未曾觀測調查時，則這種計算是非常複雜的。在進行計算時，主要的注意力不應放在某種計算方法或計算公式的運用上，而應放在對該未經觀測調查的河流流域自然條件的詳盡分析。因為只有正確地瞭解了影響河流補給、水量及動態的自然地理條件，才能對所提出的問題選定解決的方法，以及批判地衡定所得的成果。在許多情況下，進行計算時還應考慮到現有的河川水工建築物（堤壩、水庫、引水建築、灌溉渠、排水渠等）的作用，以及流域內的人們經濟活動（如沼澤排水、伐林植林、建立防護林帶、農業土壤改良措施等）的作用；因為這些作用對於逕流及泥沙運行的情況都具有重大的影響。

同時，還應指出的是：必須慎重地應用數學統計法來決定水文特性；假使毫不考慮流域的自然條件，就利用這些方法作為解決水文問題的主要方法，必將引起嚴重的錯誤。

§2. 水文計算所用基本資料的選擇與分析

為進行水文計算所必需的基本資料可分為五個部份：1) 地圖，2) 自然地理，3) 氣候，4) 水文，5) 水利經濟技術方面的資料。

地圖資料可分為：1) 地形圖及2) 專門性地圖。

地形圖的一般用途是在於藉它研究流域內的河道分佈情況及測定河流長度與流域面積，因此最好利用包括了所欲研究的流域全部、而且比例尺又是最大的地形圖。假使流域中某些部份具有較大比例尺的地形圖，則應利用它們來印證與校核在工作中所使用的地形圖。

專門性用途的地圖有：1) 測高圖，2) 地質圖，3) 地貌圖，4) 水文地質圖，5) 土壤分佈圖，6) 植物分佈圖，7) 氣候圖。這些地圖可用以研究流域的自然地理條件，繪出地形情況及決定森林面積等。

選擇地圖資料時，必須力求採用最新的、完整無缺的、印製令人滿意的(尤其是地形)以及地物與地理座標描繪正確的地圖。

若目的在於求得對流域範圍以內及其隣接地區的初步了解，則以使用比例尺為 1:1000000 的地圖為宜；若目的在於由圖上測定某些數值，則宜使用 1:100000、1:50000、1:25000 及比例尺更大一些的地圖。

若欲了解流域內的地形、地質、土壤及植物被覆情況，則可藉助於專門性地圖。

屬於比例尺較大的專門性地圖有：

1. 蘇聯歐洲部份的測高圖，比例尺 1:1500000，1941 年。
2. 全蘇測高圖，比例尺 1:5000000，1940 年。
3. 蘇聯歐洲部份的第四紀地圖，比例尺 1:2500000，1932 年。
4. 蘇聯歐洲部份的地質圖，比例尺 1:2500000，地質調查研究所出版。

5. 蘇聯亞洲部份的地質圖，比例尺 1:5000000，地質調查研究所出版。

6. 蘇聯歐洲部份的土壤分佈圖，蘇聯科學院出版，1930 年。

7. 全蘇植物分佈圖，比例尺 1:5000000，蘇聯科學院植物研究所出版，1939 年。

欲需較爲詳盡的資料（特別是對於面積較小的流域），則可由如上各同名稱的較大比例尺地圖上取得，而這些地圖則最好向從事專門問題研究的機關去尋求。

自然地理資料對於研究河流流域的自然條件與特徵是不可缺少的，屬於此類資料的有地質、地貌、土壤及植物被覆情況方面的資料。

下列所指出的著作可作爲這些問題的一般參考書：

1. Л. С. 別爾格：“蘇聯的地理區劃”，列寧格勒，1947 年。

2. А. Д. 阿爾罕格里斯基：“蘇聯的地質構造及地質史”，莫斯科，1939 年。

3. А. Н. 馬扎洛維奇：“蘇聯的地質學原理”，莫斯科，1938 年。

4. И. П. 格拉西莫夫與 К. К. 馬爾柯夫：“第四紀地質學”，莫斯科，1939 年。

5. “蘇聯的土壤”，蘇聯科學院出版，Л. И. 普拉索洛夫院士校訂，列寧格勒，1939 年。

6. “蘇聯的植物”，莫斯科—列寧格勒，1939 年。

7. В. А. 特洛依茨基：“蘇聯的水文區劃”，莫斯科，1948 年。

欲對所研究的流域獲得較爲詳盡的資料，必須從專門性書籍中去尋求。

氣候資料可由已刊印的參考手冊以及中央地球物理天文台的彙報中取得。

河川與湖泊的水文資料可由已刊印的參考手冊、水文氣象管理總局與國立水文研究所的檔案中取得。

最主要的多年水文特性與氣象特性包含於下列諸刊物中：

1. Б. Д. 扎依柯夫：“蘇聯境內的年平均逕流及其分配情況”，列寧格勒—莫斯科，1946年。
2. Д. Л. 索柯洛夫斯基：“小型水電站設計之水文與水利計算”，列寧格勒，1946年。
3. В. К. 達維多夫：“蘇聯歐洲部份的水面蒸發量”，列寧格勒，1944年。
4. Л. К. 達維多夫：“蘇聯河流的水量，它的變化及自然地理因素對它的影響”，列寧格勒，1947年。
5. Б. Л. 扎依柯夫：“蘇聯境內小型水庫及池塘的水面蒸發量”，列寧格勒，1950年。

河流及其流域的水利經濟技術資料可由已刊印的參考手冊取得，而比較新近的資料則可由適當的設計機構取得。

水文與氣象的基本資料應事先加以審查，因為其中有時會發現一些能加校正的錯誤與刊誤。在某些情況下，爲了求得某種特性的真實數值，應藉助於原始觀測資料（水尺觀測紀錄簿、流量實測紀錄簿、水位流量關係曲線等）。同時，也必須牢記，如利用流域的自然地理特徵對基本資料進行初步的研究，以後就可以縮短工作中計算部份的時間，並保證成果所要求的質量。

§3. 計算的精確度及其結果的整理

水文計算的精確度應與觀測的精確度相一致；因此進行各種計算時，若用比較簡單的方法便可獲得滿足於實用目的的結果，則不宜使其複雜。

今舉一例說明，在平原地形條件下，正常降水量（ X_0 ）的求法就可用求流域內所有各站年平均降水量的算術均值法來代替複雜而繁難的等雨深線法。

計算各種水文特性時，應根據表 1 的資料將數值去零化整。

表 1

因素名稱	適用精度	因素名稱	適用精度
時間	1 秒	逕流率	兩個或三個有效數字
水位	1 公分	氣溫, 水溫	0.1°
水深	1, 10, 20 公分	逕流深	1 公厘
河寬	0.1, 0.5, 1 公尺	降水深	1 公厘
雪、冰及屑冰厚度	1 公分	逕流係數	兩個有效數字
坡降	‰(兩個有效數字)	濕度、飽和差及蒸	
河長	1 公里	發量	1 公厘
流速	0.01 秒公尺	風速	0.1 秒公尺

註：河寬及水深值的去零化整依河流的大小而定。

流域面積、流量及逕流總量等數值的去零化整應遵循下列的規定：

當數值 <1	去零化整至 0.001
當數值 1—10	去零化整至 0.01
當數值 10—100	去零化整至 0.1
當數值 100—1000	去零化整至 1
當數值 >1000	去零化整至 10

算出的諸數值可按下列規則進行去零化整：若捨去的數字小於“5”，則被化整數的所餘最後數字不變；若捨去的數字等於“5”，則最後數字可化為偶數，但最後數字已為偶數時，則不予改變；若捨去的數字等於或大於“6”時，則所餘的最後數字加 1。

進行主要圖表的整理時，其比例尺應遵循下列標準來選定：

a) 河槽縱橫斷面圖

橫向比例尺

1:50	1: 500	1: 5000
1:100	1:1000	1:10000
1:200	1:2000	1:20000

縱向比例尺一般規定為橫向比例尺的 10 倍，但有時對於窄而深的

河槽，可規定它為橫向比例尺的 5 倍，而對於寬而淺的河槽，可規定它為橫向比例尺的 20 倍。

6) 流量與水位過程線

橫向比例尺

1 公分 = 10 或 20 日

縱向比例尺

水位 1 公分 = 10、20、50、100、200 公厘

流量 1 公分 = 10、20、50、100、200 秒立方公尺

水文計算工作的整理歸結於技術報告書的編製，而此種報告書的提出，必須使其內容能根據已有的紀錄與繪出的圖表來予以校核。因此，對已編擬的圖表與計算公式，必須扼要地說明在解決各種問題時所用方法的根據。

• 應該注意到的是：在以下習題中測定河流長度、流域面積等所用的地圖，其比例尺是較目前出版的地圖比例尺為大的。

第二章 河流及其流域的水象特性

§4. 河流長度與流域面積求法的簡略規定

河流長度及流域面積是用以確定河流的落差、坡降、流量與能量等的兩個主要水象特性。河流長度及流域面積可按以下簡述的固定方法量得。

量河流長度時，應考慮到繪於平面圖上的河流，其彎曲程度已經略為減小，因此，圖上量得的河流長度恆較其實際長度為短；並且在各種不同比例尺的圖上量得的結果也各不相同：圖的比例尺愈小，量得的河流長度也愈短。

同樣不可忽略的一種情況是日後河流形態在平面上所起的變化，即由於河床的變動，必將促使河流的彎曲程度增大，並從而使河流長度隨之增加。因此，只有根據最近所測的比較完善的地圖，才能對河流的現有長度有最正確的概念。

河流的真正長度只有當圖上繪出了河流的一切彎曲部份時才能量得，此時，就可按河槽線來量河流長度。若無此項資料，則可按河槽中線來量河流長度。

在圖上量河流長度時，建議採用 1:100000、1:50000 及比例尺更大一些的地圖。在地圖上測定河長，通常使用兩腳規，其固定張度為 1 公厘。量得的長度應乘以河道彎曲係數 k ，此係數值大於 1，且隨地圖比例尺的大小與河道的彎曲程度而變化。

河流的彎曲性隨各河段而異，因此，量河流長度以前，應將其分割為許多彎曲類型相同的單獨河段，然後對每一河段選定適當的彎曲係數 k 。