

高等學校教學用書

水文分析與計算

上 冊

Б. В. ПОЛЯКОВ 著
劉 光 文 譯

高等教育出版社

高等學校教學用書



水文分析與計算

上 冊

Б. В. 波萊柯夫 著
劉 光 文 譯

高等教育出版社



本書係根據蘇聯列寧格勒水文氣象出版社 (Гидрометеорологическое издательство, Ленинград) 出版的技術科學博士波萊柯夫 (Б. В. Поляков) 教授所著“水文分析與計算”(Гидрологический анализ и расчеты) 1946 年版譯出。原書經蘇聯高等教育部審定為水文氣象學院及大學地理系教科書。

原書共分十六章，敘述在複雜逕流過程中決定各種有關因素之數量特徵所需要的知識，密切聯繫於水文特徵的全部自然地理綜合體之分析，在本書中佔據中心的地位。

著者念及 1941—45 年衛國戰爭期間水文學知識服務於蘇聯紅軍的偉大意義與成績，在本書中特別敘述有關軍事水文學的許多問題，這是不可多得的材料。

本書係為將來從事於水利工程建設事業之設計與研究工作的學生，水文工作者與水利工程師們而作。

本書由南京華東水利學院水文學教研組主任劉光文翻譯，詹道江、呼延如琳、嚴義順、鄭宗箕、陳國海、黃少鷹等協助編訂及繪圖工作。譯本分兩冊出版：上册包括第一章至第六章；下册包括第七章至第十六章與附錄。

水文分析與計算

上册

書號 268 (圖 246)

波萊柯夫著

劉光文譯

高等教育出版社出版

北京琉璃廠一七〇號

(北京市書刊出版業營業許可證出字第〇五四號)

新華書店總經售

商務印書館印刷廠印刷

上海天通巷路一九〇號

湖本 850×1168 1/32 印張 10 2/16 字數 256,000

一九五五年三月上海第一版 印數 1—4,000

一九五五年三月上海第一次印刷 定價 一元五角

庫

序

“水文分析與計算”一書，係著者根據起初在莫斯科水文氣象學院並嗣後在高等軍事水文氣象學院（ВВГМИ）講稿編成。在1944—45教學年度中間，本書曾由著者同時在高等軍事水文氣象學院與榮膺列寧勳章、以羅蒙諾索夫命名的國立莫斯科大學兩校講授過。

本教科書乃著者以前所寫兩本著作的發展結果：即，“設計小流域河流上建築物之水文計算”（力能圖書編輯委員會，1937）——由水力發電工程總局出版的參考書，與高等建築工程學院水利工程系教科書，“工程水文學”（國立建築工程書籍出版社 Госстройиздат，1939）的第二，三，五及六章。

本教程的學習內容係由水量平衡開始，然後講授計算這些平衡因素所必需的知識並這些因素較詳細的數字說明。

現代物理性質的水文學建築在地形與水文綜合體的分析基礎上。因此在本書中當敘述水文特徵數字的計算方法時，對於內中能找到這種對象並出現某種水文過程的一些環境之研究曾予以莫大的注意，即指出如何進行對自然地理綜合體的分析工作。因此，計算工作表現出極端複雜。這種工作應當不是以如何應用計算公式，而是以對全部環境作深入的研究為主。

在蘇聯有些人過分崇拜機率理論，這對水文計算並對科學發展，均產生了不良的影響；因為有許多專家不大注意到自然地理因素的分析，而認為機率理論方法應當佔據中心的位置。

機率理論之使用不過是對分析工作的一種補充，但並非主要部分。在美國水文學者中間，數理統計方法亦是佔着次要的地位。

所謂水文分析者，著者心目中指的是某水道自然地理條件的

研究與後者對個別水文過程的影響，例如對形成年逕流量，洪水，枯水(平水)，冬季情勢與挾砂流量(輸砂量)的影響之類。

當討論影響逕流的自然地理因素時，主要注意到組成水量平衡的那些重要因素——降水量與它的補充項——即水量平衡的進水部分(凝結量，露等)。這些因素的探討係由降水開始；這種方式雖然在水文教程中並不太普通，但似乎更合乎邏輯。

當討論分配曲線與逕流變化的問題時，著者儘可能客觀地敘述現行方法，並注意到利用統計參數計算逕流量之極為有限的精度，要求採取較簡單的辦法來選配累積頻度曲線之類型並確定它們的參數，即根據簡化公式計算離勢係數，採用較簡單的答案，以規定偏態係數等等。

當敘述枯水(平水)逕流量以及挾砂流量的成因時，著者利用了由著者在蘇聯科學院生產力研究委員會中所完成而未經刊佈的關於蘇聯自然地理分區之專題研究著作。在水量平衡方面引用了B. A. 特羅伊茲基(В. А. Троицкий)的資料。

在此書中所引關於蘇聯地區水量平衡的簡略報導，乃現代新科學部門——蘇聯分區水文學之開端；後者隨時間過程，視其發展程度，將引起水文計算精度的大量提高與基本水文站網的正確佈置。著者儘量較詳細地說明蘇聯歐洲地區的情況，特別是它的南部與西部，認為這樣作不但對祖國國防，而且對曾被敵人破壞地區不久將來的復興工作，均有必需。在本書中充分利用了“蘇聯水文氣象局科學研究報告”，尤其是蘇聯國立水文研究院(ИГИ)關於逕流及水文計算等問題極有價值的著作。

在本書中首次涉及許多關於軍事水文學，機率理論方法之精度，土壤水文學，蓄水庫之水文情勢等方面。

著者在書中儘量少講陳舊的方法，並同時在必要處給出個別公式與方法的歷史發展簡述，但主要是說明原創始人思想的一般

趨向。

著者認爲須向 E. B. 柏里茲那克(Е. В. Близняк), Г. Р. 布列格曼(Г. Р. Брегман), С. Н. 柯里茲基(С. Н. Крицкий), В. А. 特羅伊茲基(В. А. Троицкий)與 Я. Е. 周幹(Я. Е. Джотан)等同志對本書的珍貴指示,並向 М. М. 雅斯諾格勒茲基(М. М. Ясногородский)在本書刊行方面極大的協助,表示衷心的感謝。

技術科學博士 Б. В. 波萊柯夫教授(Б. В. Поляков)

上册目錄

序	i
緒論	1
水文資料之來源	3
第一章 水量平衡	6
§ 1. 對個別年度與多年期間河川流域內的水量平衡	7
1. 對個別年度的水量平衡方程式	7
2. 多年期間的水量平衡方程式	9
3. 季水量平衡方程式	10
4. 非閉合流域多年期間水量平衡示例	11
§ 2. 排水湖泊與不排水湖泊之水量平衡	16
1. 不排水湖泊之水量平衡。示例	16
2. 排水湖泊	17
3. 利用水量平衡方法估算蓄水庫之滲漏量。示例	18
第二章 計算河川逕流與說明其特性所必需的基本知識	21
§ 3. 直線關係	22
1. 圖示關係	22
2. 相關方法對兩個，三個及四個變量問題之應用。示例	23
§ 4. 曲線選配	34
1. 圖解方法	34
2. 分析方法	37
§ 5. 折線之修勻。示例	44
§ 6. 流量曲線及其分析	46
1. 根據水文測量資料繪製流量曲線	46
2. 近似流量曲線之作圖法	57
§ 7. 標準流量過程曲線之作圖	70
1. 簡化曲線之作圖	72
2. 單位過程線圖形與流域特性間的關係	81
§ 8. 土壤等濕線之作圖	83

§ 9. 累積頻度曲線之應用.....	83
1. 使用分配曲線研究水文特徵的變化之規律性.....	83
2. 頻度分配曲線與累積頻度曲線.....	86
3. 高思氏常態頻度分配曲線.....	89
4. 皮爾森頻度分配曲線.....	92
5. 夏里埃頻度分配曲線.....	99
6. 顧德里奧頻度分配曲線.....	108
7. 其他種頻度分配曲線.....	109
8. 黑齊氏機率圖尺分格.....	112
結論.....	114
第三章 影響逕流的各種自然地理因素.....	115
§ 10. 降水.....	117
1. 各種因素對降水量之影響.....	117
2. 降水量之觀測.....	124
3. 對降水資料推求長期數字.....	127
4. 流域中長期平均年降水量之推算.....	132
5. 降水量正常值的概念.....	138
6. 地球表面上降水量之分佈.....	140
7. 一年中降水量之分配.....	142
8. 冬季降水量.....	142
9. 暴雨之降水量.....	154
10. 降水量估算之誤差.....	162
11. 土壤水分凝結量.....	166
結論.....	169
§ 11. 蒸發.....	170
1. 蒸發的種類及其物理特性.....	170
2. 總蒸發.....	172
結論.....	199
3. 水面蒸發.....	200
結論.....	217
第四章 影響逕流的補充因素.....	218
§ 12. 地形.....	219

§ 13. 河網密度	220
§ 14. 流域大小與形狀	222
§ 15. 土壤與植物	223
1. 土壤條件	223
2. 植物	224
§ 16. 地質及地形條件	226
§ 17. 湖泊	222
§ 18. 沼澤化影響	223
§ 19. 冰川	229
§ 20. 長久凍結	231
§ 21. 人爲作用對逕流的影響	232
結論	236
第五章 地面逕流之正常值	237
§ 22. 說明逕流的各種特徵數字	237
§ 23. 自充足資料推算正常逕流量。正常逕流量之精度。正常逕流量之不定性	239
§ 24. 自短期觀測數列推算正常逕流量	244
1. 根據隣近河川逕流資料增進由短期數列推算所得平均逕流量之精度	244
2. 利用氣象資料增進由短期數列推算所得平均逕流量之精度	249
§ 25. 缺乏資料時正常逕流量之近似估算	250
1. 多年平均逕流模數等值線圖及根據此圖決定正常逕流量。實例	251
2. 計算平原河流正常逕流量的公式	259
3. 準常數法	270
4. 計算山區河流正常逕流量的特點	273
5. 根據河流踏勘作正常逕流量的近似估計	277
結論	278
第六章 年逕流量之變化	279
§ 26. 根據連續多年資料估算年逕流量之變化	284
1. 確定累積頻度曲線參數值法	284
2. 理論累積頻度曲線之構成。示例	285

3. 近似計算.....	293
4. 蘇聯境內離勢係數的變化.....	296
§ 27. 自短期連續資料估計年逕流量之變化.....	298
§ 28. 缺乏觀測資料時年逕流量變化之估算.....	299
§ 29. 利用統計參數對一定的累積頻度計算年逕流量之精度.....	302
1. 畢爾森味契氏曲線.....	302
2. 柯里茲基-閔克洛公式	309
結論	310

水文分析與計算

緒 論

水利資源與其他資源不同之點，在於自然界本身能够使它無窮盡地復原，因此，水利資源有它的特殊價值。欲正確地利用這些水利資源，必須進行專門的計算工作，而這些計算在某些情況下是相當複雜的。

如果對於具有直接觀測資料與特性比較固定的大河流來說，計算工作並沒有特殊的困難，那末在小河流方面就完全是另一種情況了。在後者由於小流域逕流情勢的研究程度極為粗淺，工程常在缺乏可靠的根據下進行；橋樑與洩水建築物或是帶着過高的安全係數，亦即不合理地提高了建築物的工程費，或使用欠充足的斷面以排洩水流，而引起工程失事。特別是在烏克蘭的中小河流上，看到許多水利工程建築物失事成災，曾記錄了特別高的最大洪水量〔在考爾松（Корсунь）附近的羅茜河（р. Гось），南布格河（р. Ю. Буг），德聶斯德河（р. Днестр）的許多支流，伊爾品河（р. Ирпень）等處〕。在土庫曼-西伯利亞（Туркестан），費爾干那（Фергана），塔吉克斯坦（Таджикистан），裏海濱（Приморье），烏蘇里邊境（Уссурийский край），外高加索區阿爾馬威爾-塔波西（Армавир-Туапсе）等鐵路沿線看到許多損壞情況。

有時由於對正常逕流量、年逕流總量的變化、一年內逕流量的分配估計的不正確以致已成的蓄水庫無法灌滿，蓄水庫的作用不正常，水質逐漸的劣化，水庫迅速的淤積等等。曾看到在有些情況下，由於最小逕流量估算錯誤，大的工廠始終得不到水用，或不

得不將它的需水量減到最低值。像這樣的現象曾在烏拉爾河發生過。

在蘇聯，到 1940 年為止水文測量基本站網主要僅把握到流域面積數值相當大的河流，而小河流的調查研究工作尙未得到充分的注意。

作為說明水文測量站網分佈不相配合程度的實例，可以指出姆斯塔河 (р. Мста) (流域面積 22,000 平方公里) 有 8 個水文測量斷面，其中每一處斷面的逕流量均已就約 50 年期間求出。在蘇聯歐洲區東南部，水比較北部珍貴；雖然南部河流的情勢較北部河流更複雜，並且欲保證必需的精度，要求更長期的觀測工作，但在類似的河流上並沒有像姆斯塔河那樣頻繁而且長久的觀測成果。

根據大河流所作出的一般結論其中某些部分對於小河流並無用處。這些部分即是關於正常逕流量，年逕流總量的變化，一年內逕流量的分配，地下水滋注等等。小流域河流的一般情勢對於設計工作常顯示出比大河流的情勢更為不利；當我們將根據大河流觀測結果所得的規律移用到小河流時，必須考慮加些修正，而由於當地自然地理因素之故，修正數字可能具有很大的變化。因為逕流量的離勢較高，小流域河流要求比大河流更長久的資料。水文分析與計算可以使我們相信在許多水文測量站(流量站)繼續下去的觀測工作對水文說明數字幾乎不再引起任何改變，所以在人力與金錢上是一種不合理的浪費。因此，像這樣的研究工作，可以根據精度均等的原則，將現有的水文氣象站網正確地重新佈置一次，以便保證有需要的水道處之觀測工作，並且在他們的研究工作上不再耗費徒勞無益的經費。

水文資料之來源

當解決國家經濟與國防的具體問題時，每一個水文學者的價值不但決定於他對水文學的一般知識，而且在很大的程度上決定於他對分區的情況是否熟悉。水文研究的程度是由如此多的數字來說明，以至於即使一位具有非常記憶力的專家亦不能夠將它們通盤記住。因此對於編製水文說明工作，水文學者必須有參考資料。

一位水文專家之可貴，在於他通曉由何處可能取得某種資料以及不但能根據現有材料，並且還能根據水文學者對該分區所具有的概念，善於作出一般結論。水文學者務必具有這種概念就是他一定要研究他必須供給資料的各分區。

關於分區水文學的報導，可以由各種來源取得。

首先需要查明本分區的資料是否已在“蘇聯水利資源彙刊”(Справочник по водным ресурсам СССР) 中刊出。

這種彙刊係由蘇聯國立水文研究院 [Государственный гидрологический институт (ГГИ)] 編成。

“蘇聯水利資源彙刊”按照許多合併的分區劃分，每一個合併的分區儘可能根據一致的水文與水文地理條件，以及水利經濟利益的共同性，聯成一體。

“蘇聯水利資源彙刊”包括下列各卷：北方邊區，伏爾加河上游與奧喀河流域，伏爾加河左岸中段，伏爾加河左岸下段，頓河值域，烏拉爾河與沿烏拉爾河以南地區，哈薩克斯坦北部等等。

對每一卷均附加了特殊的分冊，在分冊的第一部分內包括有屬於該分區的水文參考文獻表，在分冊的第二部分刊載有非水文性質的著作表與雖係水文性質但屬於其他分區的著作表，後者在

所有彙編各卷的五主篇內平行刊出。

這些著作表均附有詳細的索引，後者係遵照蘇聯國立水文研究所屬中央水文圖書目錄局的規定編成。雖然這些彙編的數字資料包括有一些誤差，但是它們能給出分區水文學的一些初步斷定。關於水位的觀測資料在“水位報告書”（“Сведения об уровне”）中刊佈；後者列出自 1881 年開始的日平均水位。

由 1938 年起蘇聯水文氣象局^①刊行“蘇聯河道水文誌”（Водный кадастр）。這些材料內包括已整編與系統化的報導，給出蘇聯國境以內各水道的基本水文說明數字，至 1935 年的研究資料為止。在現時該局刊佈了大多數測站的代表性水位與流量資料。此外刊佈了蘇聯歐洲區，高加索區與蘇聯亞洲區西半部到 1935 年為止各年的月降水量以及最大降水量。

自 1936 年起歷年的資料均分年以“水文年報”（Ежегодник）的名稱出版，內容也比較擴充了。後者的編輯工作係由各地區的水文氣象局担任。

“蘇聯水文地理資料彙編”（“Материалы по гидрографии СССР”）係蘇聯水文氣象局按照“蘇聯河道水文誌”廣續及增補之結果，並包括有對軍事，經濟與設計機構爲了初步解決水工結構與河流水利經濟使用問題所必需之系統化的河道敘述與河道情勢的主要報導。此項彙編係根據遵照“水文地理查勘規範”之規定而執行的專門野外查勘工作之成果，以及各測站文獻中與檔案中的觀測資料編成。

“蘇聯水文地理資料彙編”分爲若干卷與分冊，分卷方法係遵循蘇聯水文氣象局“水文年報”所採取的方式，在各卷之中，資料按照大河流域劃分成爲幾個分冊。

① Гидрометслужба СССР (= Управление Гидрометеорологической Службы СССР), УГМС. 總局加 Главное 字，縮寫爲 ГУГМС。——譯者註。

刊載在“蘇聯水文地理彙編”內的報導應當具有水位的現時性。爲此，地方水文氣象局利用它的測站網實現在各河上所進行的一切水文變化之經常觀測工作。

對於過去出現的變化之特性，水文氣象局以分冊的形式發表（設變化量並不大），或根據新的勘測工作對河流或河段的敘述加以改編之後，將分冊重版刊行。

水文學的其他報導。我們必須注意到大部分的水文資料應當從地方水文氣象局取得，因爲在彙刊與年報中公佈的觀測資料遠不及全部資料之多。最近期間的資料以及根據某些理由認爲不夠完善而未發表的資料可以在地方局的檔案中尋到，並可以用來作爲水文說明數字。

在有些情況下爲了補充資料可以利用蘇聯國立水文研究院調查處的材料。該處經由通訊調查方式，搜集了關於大小河流洪水與枯水情勢的研究資料。此項工作，開始於1908年科學院的水文觀測委員會，嗣後由蘇聯水文研究院廣續下去。此外有用的報導亦可自通曉某分區情況的水文學者方面得到。

若某流域的資料極少，並僅能在鐵路線附近得到，則欲說明流域的水道情勢可以對蘇聯人民鐵道委員部（HKJIC）就小跨度橋樑過水道所進行的水文觀測工作加以研究，取得極有用的資料。

有用的報導亦可以由與某分區的水文方面有一些關係的其他主管機關之檔案材料中取得。

最後，可以根據流域與河流的查勘工作，利用經由詢問而得到的有關洪水痕跡資料，研究枯水逕流量，地下滋注量，冬季情勢，河水深度，岸邊建築等等，取得極有價值的材料。

地圖。考慮到流域的水文學是要研討全部自然地理情勢的綜合體，水文學者需要具有全流域自然地理的概念，爲了此點他必須有許多地圖，首先需要各種比例尺的區域地形圖。

第一章 水量平衡

水量平衡方法總的看來，是以下面一個明顯的等式為基礎：即，對一個由任意閉合表面所包圍的空間中之任何體積而言，進入此體積內的水量，減去自該體積流出的水量，應當等於該體積內蓄水的變量（或為增量，或為減量）。這個等式對於水量變化過程中的任何一段時間都能適合。因此可以使用於地球表面的任何部分，以決定其水量平衡。

現在不僅在分析某水道的日常動態，而且在估計水量平衡方程式中各項因素間相互關係的變化時，都應當廣泛地使用這個方法。這樣可使我們對國防建設以及對水力發電，灌溉，航運，給水等項工程，最有效地利用天然的水利資源。水量平衡方法，在逕流估算方面有極普遍的應用；然而它的使用範圍，無疑地是更廣泛，可以包括許多其他水利經濟問題在內。

在一般情況下，組成水量平衡的因素，有下列幾種：降水量；凝結量，即由與土壤相接觸的空氣中析出之水分；蒸發量；進入土壤的滲漏量；及逕流量等。在大多數情況下，凝結於地面上的水分，為量不多，但在土壤以內的凝結量，則可能有相當大的數字，並可能在水量平衡估算時，顯示重要的作用。其次就蒸發而言，計有(1)水面，雪面與冰面蒸發，(2)土壤蒸發，並自土壤表面，與自土壤較深層內，同時均可能有蒸發，及(3)特殊形式的生物蒸發，即植物被覆的葉面散發。又次進入土壤中水的滲漏作用，在大多數情況下，是由上而下流動，（但有時亦可能沿相反的方向）；最後逕流量計有兩種：(1)地面逕流及(2)地下（或土壤中的）逕流。

以上列舉的任取體積中水量變動之結果，僅限於在該體積中各種蓄水量的變化恰好能彼此補償之條件下，方可得到平衡。所

謂蓄水量的變化，可以有下例幾種形式：由於水位昇降而引起地面水庫（河流，湖泊等）以內蓄水容量的變化；地下水或土壤顆粒間組成土壤水分之毛管水，附着水及水汽等儲蓄量的變化；此外並有地面上積雪蓋覆的增多，或融雪期內積雪蓋覆的減少等。通過所有以上列舉各因素的總結算，即可得到水量平衡方程式的通用形式。

§ 1. 對個別年度與多年期間河川流域內的水量平衡

1. 對個別年度的水量平衡方程式

在個別年度中，對於閉合的河川流域（圖 1），水量平衡的通用方程式具有下列形狀：

$$(X + K + P) - (Y + Z + f) = \pm \Delta W \textcircled{1}$$

其中 X 代表降水量； K 代表空氣中水汽凝結量； P 代表由於地面與地下分水界不一致而引起進入流域中的地下水滋注量（見圖 1）； Y 代表地面逕流量； Z 代表集水區之蒸發量； f 代表由於地面與地下分水界不一致而引起自流域中流出的地下水洩注量，以及水文

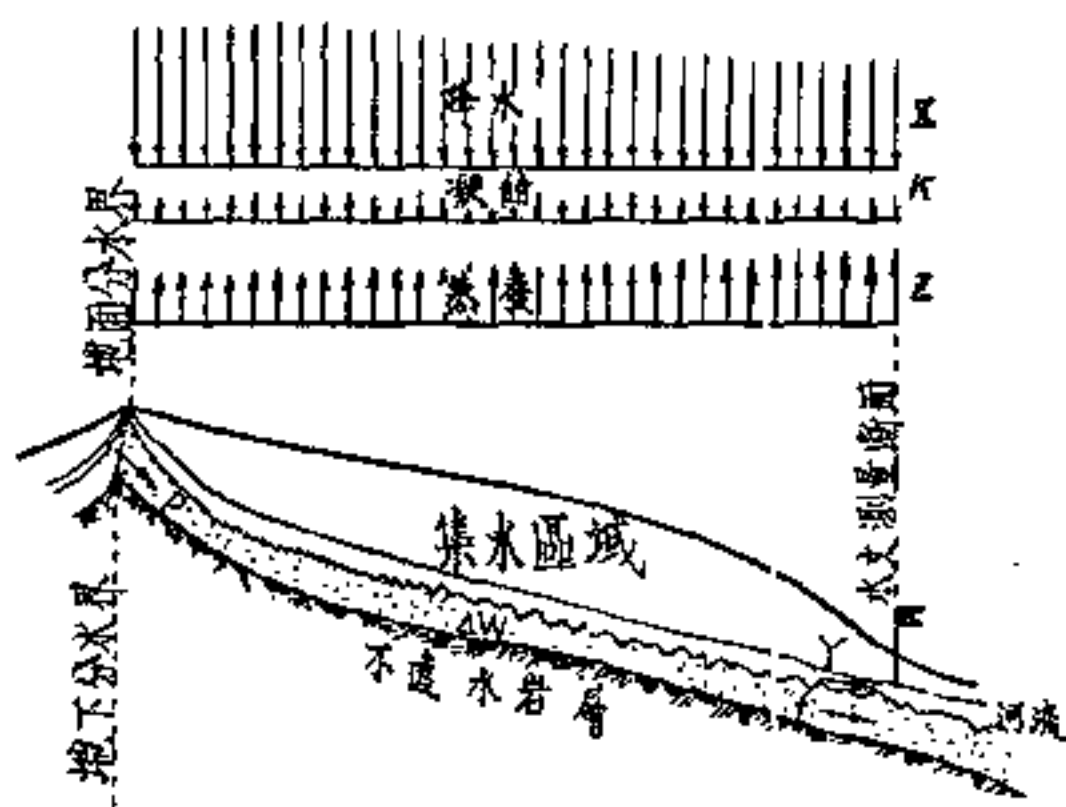


圖 1. 閉合流域水量平衡各因素示意圖。

① 由於我們取一個河川流域來計算水量平衡，故方程式內不再包括由地面上流入的逕流量，即後者的數值等於零。——譯者註。