

洪流估算

黃 万 里 著

電力工業出版社

37.1

1

21

洪 流 估 算

黃 万 里 著

電力工業出版社

內 容 提 要

本書論述世界各國現有的各種估算洪流的主要方法；並介紹作者擬具的流域水動力學理論及現行的水文資料統計法和相關法，作為估算方法的理論基礎。對於每一方法，根據這些理論提出了作者的意見；另外並列述了作者建議的幾種估算的方法。

本書系為從事水文計算工作的水利、水力發電、給水、下水道、鐵路公路橋梁工程師而寫，也可用作水利學院的參考教材。

洪 流 估 算

黃 方 里 著

*

513\$73

電力工業出版社出版（北京前右街26號）

北京市書刊出版業營業許可證出字第082號

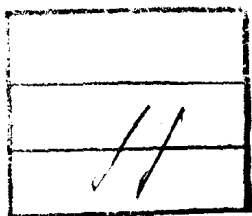
北京市印刷一廠排印 新華書店發行

*

787×1092毫米開本 * 16號印張 * 367千字 * 定價（第10類）2.50元

1957年3月北京第1版

1957年3月北京第1次印刷（0001—5,100冊）



序

我国偉大的發展国民經济的第一个五年計劃的实施对于工程水文学提出了艰巨的任务。黄河、淮河、永定河等除害兴利的工程建設、各地水力發電工程、农田水利工程的建設、鐵路公路桥梁涵洞的建設、城鎮給水及下水道工程的建設、以及偉大友邦苏联所帮助我国的 156 項工業的基本建設莫不需要分析水文資料，作为规划設計各种工程的依据。目前我国水文观测資料極度缺乏的具体情况下，复当水文科学本身尚处于幼年的阶段时，新的客观情势却不断地提出种种要求：在农业合作化运动的新气象里全国各地农田水利的發展計劃、長江流域水利的全面规划、鐵路新綫上桥梁涵洞的設計、再再迫切要求水文工作者拿出具体的办法来。如同地質工作是为了供給工業計劃所需的資源基本資料那样，水文工作乃是各种利用或接触到自然水流的工程建設的耳听目視。但是，要远比地質工作困难的地方是：水文工作的对象不是一些固定了的矿物資源，而是那循环运动着的、随时变化着的自然水流；了解它，不能完全依靠增多耳目、加紧探訪，而最好要依靠以往历史上的長期观测。因此，在目前观测年限短近的具体情况下，怎样对自然水流作科学化的水文分析計算，無可避免地形成了我国十二年科学研究远景計劃中一个重要的研究問題。

洪流的估算是水文計算中比較困难的一个問題。它要求推算到一瞬时的水流現象，而不像其他水文計算只要推求一長段時間內的流量。自然界的現象恩格斯認為是有其必然性及偶然性的。研究自然水流現象的必然性自应循着水动力学的研究途徑进行，这方面尚有待于水文工作者共同努力来建立一套完整的理論系統，用以分析流域上从降雨起始到河槽水流的整个过程的現象。本書第二篇流域水动力学的內容是作者在1934—1937年及1950—1955年內初步研究的嘗試。研究自然水流現象的偶然性通常循着概率論、統計法和相关法的研究途徑进行。这些方法在苏联很受重視，并已获得相当發展。对于水文工作者及水利工程师自不可能要求深入到这些数学的全部理論，而目前一般工程师在學習中所感到的困难是沒有适当的書籍。为此，在本書第三篇水文資料統計法及相关法中簡要地介紹了适合工程师要求的这些数学的基础知識，以供参考。在第四篇里，論述了世界各国現有的各种估算洪流的主要方法，按方法性質分成为四大类；对于每一方法分別依据第二篇或第三篇的理論提出了作者的意見，另外也敘述了作者建議的一些估算方法，以便讀者应用时参考。在第一篇总論里概括了各篇的要旨，建議在資料的各种不同的具体情况下宜采用哪些方法去进行估算。

为了慎重起見，本書內容曾分請各部門專家校审，承他們提出了有价值的意見，有些部分已經做了不少的修改。对于这几位專家(依所审章次为先后)，張任教授(第一、二

章)、范治綸教授(第三章)、叶永毅工程师(第四章)、刘光文教授(第五章)、黄寿恆教授(第六、七章)、林平一技术委員和水利部水文研究所諸同志(第八、九、十、十一、十二章)、張昌齡工程师、叶守澤教授(第十二章中关于作者的方法)、李丕济教授(第十三章)、华士乾工程师(第十四章)、唐振緒副院長(第十五章), 作者在这里表示衷心的感謝。

由于本書內容各部分都叙述了作者个人的意見, 这些意見在很多地方又和目前的理論和方法并不一致, 虽經多位專家帮助修正, 难免仍有舛誤(当然由作者自己負責), 因此更望讀者多予指正。書中有些建議的方法, 因限于个人的精力, 未及一一用实际資料繪算并說明, 使应用不很方便。本書內容虽已經过相当長期的研究, 以往終是顧慮到不够成熟, 未敢貿然發表; 但鑒于祖國建設在飞躍进展之际, 各方面迫切需要解决洪流估算的問題, 这些研究虽不够成熟, 多少也有可供工程师們参考的地方, 所以写了出来, 希望借此能多得到讀者的帮助, 在研究試用中提供意見, 再求逐漸改进。

黃万里

1956年3月1日

目 录

序

第一篇 总論 (清华大学水利系主任張任校)

第一章 緒論	6
第一节 洪流估算問題的内容与范围	6
第二节 洪流估算問題对于国民經济的重要性	8
第三节 洪流估算知識的發展簡史	10
第二章 洪流估算概論	12
第一节 洪流估算的对象	12
第二节 洪流估算的理論基础	14
第三节 估算洪流的方法(第四篇)	17

第二篇 流域水动力学

总 論	24
第三章 論河流的通性 (唐山铁道学院水力学教授范治綸校)	24
第一节 論河性的定义	25
第二节 河道一定横断面上的水流性質	27
第三节 兩控制断面間区段的河性	28
第四节 上下游长段內的河性	29
第三章 習題	31
第三章 参考文献	32
第四章 論降雨資料的分析 (北京水利科学研究院水文研究所副所長叶永毅校)	32
第一节 降水按冷却方式的分类	33
第二节 降水的性質及其分析	35
第三节 單独雨量站資料的整理与分析	37
第四节 广大面积上降水資料的整理与分析	43
第四章 参考文献	44
第五章 論地面点上降雨产生逕流的过程 (华东水利学院水文系主任刘光文校)	45
第一节 降雨集流过程的分析	46
第二节 分析地面点逕流产生过程的基本概念	48
第三节 論地面点上降雨产生逕流的过程	49
第四节 关于以往的地面逕流分析法	56
第五节 結論	66

第五章 参考文献	67
第六章 論地面流 (唐山鐵道學院數學教授黃壽恆校)	68
第一节 地面流基本动力学方程之建立	68
第二节 地面流联立方程之解算	74
第三节 以往各家地面流理論	77
第六章 参考文献	80
第七章 論降雨集流 (唐山鐵道學院數學教授黃壽恆校)	81
第一节 降水集流的一般概念	81
第二节 流域水动力学分析的基础	85
第三节 論流域上一定流率的波前傳播	87
第四节 論降雨和逕流关系分析方法的設計	95
第五节 結論	101

第三篇 水文資料統計法及相关法

(北京水利部技术委员会委員林平一及水文研究所各同志等校)

总 論	102
第八章 純經驗性統計法	105
第八章 習題	114
第九章 初等概率論要义	114
第一节 事件集合的方式	115
習題 9-1, 9-2	119
第二节 关于概率的一些基本概念	119
習題 9-3, 9-4	123
第三节 独立事件重复出現的概率	123
習題 9-5	128
第四节 頻率函数的变换及数学期望	129
第五节 独立事件重复出現的四种定律及超几何級数	135
第十章 資料数理統計法	138
第一节 皮尔遜頻率綫及其統計法	139
習題 10-1, 10-2, 10-3	158
第二节 葛蘭-沙炎級数及其統計法	158
第三节 轉換偶然值的統計法	166
第四节 根据極限項分佈律的統計法	167
第十一章 論相关法	171
第十一章 習題	182
第三篇 参考文献	182

第四篇 各种估算洪流的方法論述

总 述	183
-----	-----

第十二章 洪流的資料統計法及相关分析法論述 (水利部技術委員會委員林平一及水文研究所工程師等校)	193
第一节 現行洪流資料統計法	184
第二节 論各派概率分佈綫之性質	188
第三节 对于以往各家所指出的統計法的缺点及补救法之討論	192
第四节 应用概括性頻率綫的一种統計方法	196
第五节 論相关分析法之用于决定一定概率的洪水流率时程綫	205
第十二章 習題	208
第十二章 参考文献	208
第十三章 估算洪流的水文測驗法論述 (清华大学水力学教授李丕济校)	209
第一节 現行从洪水痕跡估算洪流的方法	209
第二节 論現行从洪水痕跡估算洪流方法的缺点	212
第三节 建議的从洪水痕跡估算洪流法	214
第四节 延長水位流率关系綫的洪流估算法	216
第十三章 参考文献	217
第十四章 洪流之水文推算法論述 (水利部水文局工程師華士乾校)	217
第一节 各种从雨率推算洪峯流率的方法論述	219
第二节 从雨率时程綫推算流率时程綫的各种方法論述	237
第三节 各种从雨量和总流量推算流率时程綫的方法論述	258
第十四章 参考文献	261
第十五章 估算洪流的比照法論述 (鐵道部鐵道科學研究院副院長唐振緒校)	262
第一节 估算洪流的公式和圖表	262
第二节 估算洪流的公式、表式和等值綫圖	266
第三节 估算洪流用的包圍綫	267
第十五章 参考文献	268

第一篇 总 論

“湯湯洪水方割，蕩蕩懷山襄陵，

浩浩滔天，下民其咨！”

——尚書堯典記載公元前 2297 年的洪水。

第一章 緒 論

第一节 洪流估算問題的內容与范圍

§ 1.11* 洪流估算問題在水文学中的部位

洪流是高水位时河道里的水流。估算洪流就是要估算通过河道各横断面的洪流随时变化着的流率。

估算洪流是工程水文学中水文計算的一个重要問題，但这一問題却应用到陆地水文学的全部原理。

所謂工程水文学或应用水文学(Инженерная гидрология, Applied Hydrology)是应用于工程方面的陆地水文学(Гидрология суши)，它研究陆地上从降水到逕流(Поверхностный сток, Run-off)及潛流(Подземный сток, Groundwater flow)而蒸發这些水文环节中的現象及其在工程上应用的知識。

奧基耶夫斯基(А. В. Огиевский, 陆地水文学)認為，苏联近代的陆地水文学按照研究的目的与方法应包括下列四部門，各部門之間是互相联系着的：

(1)普通水文学(Общая гидрология)——研究自然界中水的循环运动的物理原則、各种水文現象的特性、以及各种現象彼此依賴关系的一般原理。

(2)水文地理学(Гидрография)——一般地叙述关于水体的位置、度量、主要及局部的情况的定量和定性的特性。

(3)水文測驗学(Гидрометрия)——研究水流各种特性的測量方法及整編其成果。

(4)工程水文学——研究各种工程建設及流域规划对于改变自然河流情况的影响所需的水文計算、以及各种經濟建設在施工或运用中所需的水文預报。

洪流估算問題本身属于工程水文学中的一种水文計算，但同时它也需要普通水文学、水文地理学及水文測驗学各部門的知識。

工程水文学中的水文計算可以分为四类：年流量的計算、年内月流量(或旬流量)分

* § 1.11 是表示第一章第一节第一个問題，以下依此类推。——編者

佈的計算、枯流的計算及洪流的計算。本書不稱“洪流的計算”而稱“洪流的估算”是因為在各種推算的方法里有些是屬於估計的性質，估計的結果未必能代表肯定的必然出現的數值。

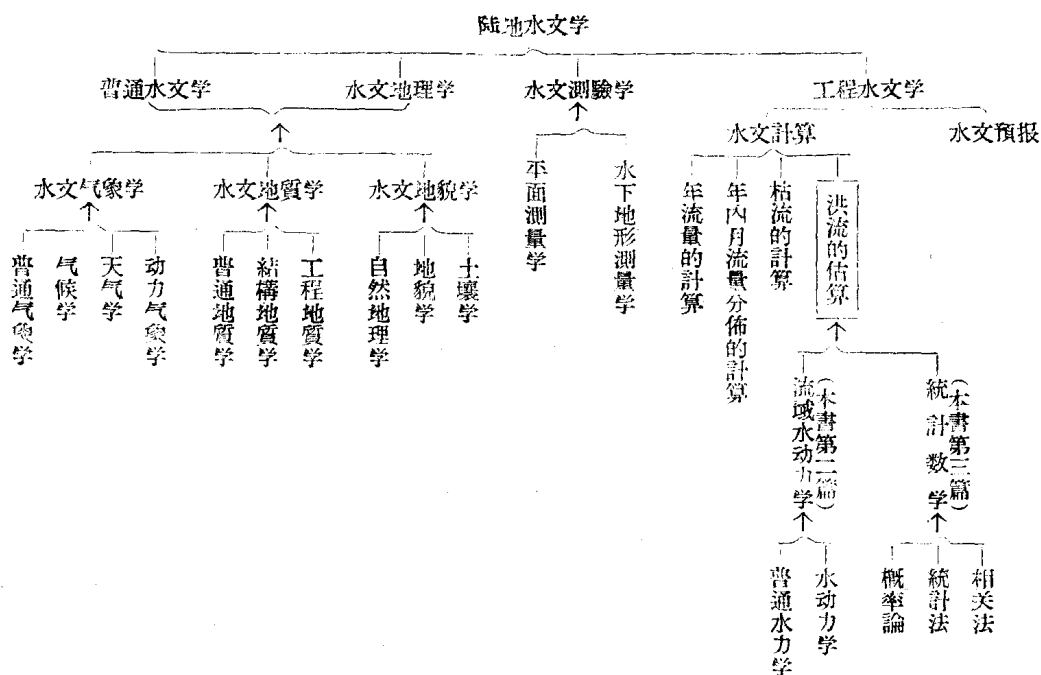
在四類水文計算中，年流量、月流量或旬流量的計算都是關於一定時段內總流量的計算；枯流由於其流率變化過於緩慢，通常也可按一長時段內的總流量那樣推算；惟有洪流，由於其流率變化的迅速，必須考查各時候的流率的數值（見§2.12 關於流率的含義）。如所周知，量性資料代表一定時段內的平均情況，測驗或推算的結果容易準確；率性資料代表變化中的某一時候的現象，要比較難於測驗或推算。所以，洪流估算是一種最艱難的水文計算；欲準確地推算洪水流率必須應用水動力學（Гидродинамика, hydrodynamics）的方法，而其他三類的水文計算並不需要。

作者認為，洪流的估算主要依據兩類基礎科學：流域水動力學（本書第二篇）和統計數學（本書第三篇），關於這些科學的內容和範圍詳見§2.21 的討論。

表 1-1 表示洪流估算問題在陸地水文學中的部位、和它有聯繫的各種科學、及支持它的基礎科學。必須說明，表中並立的各種科學是互相聯繫着的，有的是這一門支持另一門的；對於洪流估算問題以外和它有聯繫的各種科學或問題，表中未加分析。

洪流估算問題與有關的各種科學

表 1-1



註：符號——表示包括的內容，↑表示支持的基礎科學

§ 1.12 本書研討洪流估算問題的范围

“河流是气候的产物”，这是 1884 年俄国科学家瓦也伊可夫（А. И. Воейков）的名言。这句话有两种含义：第一，供给河中水流的来源是降水；第二，河床是变动着的，是地

面的水流自己冲成的。

洪流可以从不同形式的降水产生：雨、雪、或其前后的混合。在我们国家内，大部分地区的洪水主要是暴雨所产生的夏汛或秋汛，融雪所产生的春汛及冰解所产生的凌汛并不如前者那样严重。一般地区内河流的月流量时程綫大都有两个高峯：最高的峯是夏汛，在华南、华中大都出现于五月份，华东大致在六月份，华北在七、八月份；次高的峯为春汛，华北出现在四月份；而春汛的峯要低很多。但在新疆省、甘肃省的河西走廊和黑龙江省等地区内，则融雪所产生的春汛和同地区内綿延的秋雨所产生的秋汛佔据同样重要的地位。从流域水动力学的分析来说，暴雨所产生的洪流和由气温所控制的融雪现象下的洪流在地面流部分即具有不同的基本性质，所以两个问题是必须分开来讨论的。本书内容限于讨论暴雨所产生的洪流的理论和估算方法。

河中水流具有一定的挟沙能力，对于河床产生冲刷和淤积的作用。河沙（包括底沙与悬沙）的运动造成河床的变动，而河床的变动又反过来产生水流性质的改变，两者互为因果地影响着。同样，在地面上，地面流的性质和地形也互相影响着。河流动力学（Динамика русловых потоков）研究河槽水流及河沙运动与河床变迁的现象。流域水动力学则限于研究一定地貌的流域上的水流现象。本书内容也限于讨论一定地貌、一定河床下洪水流动的理论和估算洪水流率的方法。

第二节 洪流估算问题对于国民经济的重要性

§ 1.20 总 述

估算洪流的目的是为了对于规划防洪工程、排水工程及设计河道中各种工程建筑供给必要的洪水资料。所有河工建筑及排水系统必须要求能通过一定的洪流，并能抵御住它而不致遭到冲毁。假使估计的洪流小于实际发生的，则将招致祸患；假使过分大于实际，则将形成无谓的浪费。所以，恰当地估算洪流对于国民经济各部门是很重要的。

估算好了恰当的洪流资料，各种工程或建筑物才能进而进行规划或设计。显然，这些基本资料若不可靠，那么，所依据了规划或设计出来的工程建筑也就跟着不可靠，或者不够安全，或者过于浪费。普通在工程建筑的设计或施工的工作里，工程师们企图减省造价2—3%往往不是容易的；但是，由于洪流估算的误差或错误所造成的工程费损失达到总价的20—30%，却并不是一件不寻常的事。由此可见，水文计算与设计施工中的水力计算及结构计算的重要性对比，从它们所产生的作用来说，应该给予适当的衡量。必须指出，目前在国民经济的各部门里，水力计算和结构计算已经获得适当的重视：这是正确的；但对于水文计算，拿来和水力计算及结构计算对比，似乎还没有足够的重视。人们鉴于现有估算洪流的方法本身不尽合理可靠，资料数量常嫌缺乏，对于水文计算的结果往往根本没有充分的信心；因此不肯投入巨额的工作量作深入而详尽的水文分析；这是不正确的。

估算洪流的任务就是要在目前可能掌握到的资料的具体条件下，不管它们是多么零

散而缺乏，想尽各种合理的方法，采取步骤，不憚煩苦地定出所要求的洪流的設計資料来。

洪流的估算是水文計算中最艰难的一种，估算的理論和方法还正在幼年的阶段里。考虑到它对于国民經济各部門的重要性，提高估算洪流的理論和方法，实为当务之急。

下面各节分論洪流估算問題对于各种工程建設的重要性。

§ 1.21 洪流估算对于防洪规划的重要性

我国人民从史前起就不断和洪水斗争着。尚書堯典对于公元前 2297 年洪水的記載（見篇首語）是史籍上較早的一年記載（距今 4263 年）。在历史上人們通过实践，創造了四种防洪或治水的方略：“蓄、塞、疏、濬”，代表的是，蓄水工程法、堤防工程法、疏水工程法和濬河工程法；近世欧美的各种防洪方法終不能脫离上述范畴。解决任何一个具体的防洪問題不外采用这四种方略的一种或几种的配合。某一种或几种方略的取舍及其配合的程度則决定于工程經济，而經济核算的憑据主要是洪流的資料。

各級大小不同的洪水的出現机会或概率須从記載的資料里統計出来。为了防御一定概率的洪水需要一定的工程費，防御了这一概率的洪水就可減少一定的泛濫損失。通过工程經济的核算可以定出應該防御的那級洪水的大小及其对应的概率。这样大小的洪水就用作設計的憑据，即所謂“設計洪水”。由此可見，設計洪水是在工程經济核算的过程中和防洪工程的規模及防洪的效果同时定出的，它們所共同依据的基本水文資料是各級洪水和出現概率的关系。

这些說明了洪流估算問題的重要性，它对于防洪方略的选定、工程規模的大小、接着对于建筑物的設計，起着决定性的作用。

§ 1.22 洪流估算对于設計水工建筑和桥梁涵洞的重要性

各种水利工程，包括农田灌溉、水力發電、河道航运及城市給水等，都需要在河道里設立擋水、取水或治水的建筑物，如攔河坝、进水閘、丁坝、順坝等。这些建筑物都須設計得能安全地通过洪流，于是洪流的大小乃是設計前先決的必要資料。

铁路綫公路綫上跨过河道的桥梁涵洞須能安全排洩洪流，洪流的大小也是設計桥涵孔徑所必要的資料。以往有的工程师們單憑經驗估定桥涵的孔徑，有些固然也得出了合理的結果；有些則失之过大，形成浪費；或則失之过小，遭受冲毀，或釀成泛濫；都造成巨大的損失。严格地說，洪流的大小也是决定桥梁和涵洞經济跨度的一个重要因素。

洪水流率是随时变化着的，通过某一河道断面的洪峯流率不过是一瞬的时间。通常在桥涵上游洪水时許可有若干水位的壅高。因此，設計的洪水对象，如同設計一般水工建筑一样，不是洪峯流率一个数值，而是一条洪水流率时程綫（見 § 2.11）。这样进行設計，其結果要更为經济而合理，但所要求的洪流資料則須較為詳密。

洪流很难說是具有一个最大的極限的。如果按照那难得出現的極大洪水来設計建筑物，則結果未必合乎經济原理。所以对于洪流資料仍須研究其概率問題，从而选用一个經济的概率和相应的洪水大小。

这些说明了洪流估算问题对于水工建筑和桥梁涵洞设计的重要性。

§ 1.23 洪流估算对于农田排水及城市下水道设计的重要性

在地形平坦或土质紧密的农田里，天然的排水很是缓慢，每当霖雨之后，不能及时地排除地面积水或过高的地下水，因此酿成内涝的现象。通常在历史悠久的堤圩内易患内涝，这是由于圩外河床历久淤高，而圩内田地不受河流冲积，于是相形之下圩外水高、圩内地低，乃致霖雨积水无法宣洩。我国长江中下游湖泽洼地、辽河流域堤内洼地、内涝现象最为显著。设计排水系统，首先须推算在一定地区内暴雨可能集成的逕流，这是一个较小规模的洪流估算问题。

同样，在市镇里雨水连同污水须能通过下水道系统畅快地宣洩，以免淹没街道，妨碍交通，或招致其他损失。设计下水管道也是一个暴雨形成的小规模洪流问题。

设计农田排水，要考虑到所种作物能够容忍的积水深度和时间。设计城市下水道，也应考虑街面许可的临时积水深度。在这些许可条件下，水文计算的任务是从各种可能出现的暴雨类型推算出各处需要排洩的最大流率，从而设计渠道管道以容纳之。

但是，设计渠道管道，若按照很大而难得出现一次的暴雨，则未必符合工程经济的原则。因此，对于这类大水的资料也应研究它的概率问题，从而选用一个经济的概率及其相应的大水。

这些说明了小规模洪流的估算问题对于农田排水及城市下水道设计的重要性。

第三节 洪流估算知识的发展简史

§ 1.30 水文学一般的发展过程

劳动人民在创造世界的过程中，面对着自然界里的土地和水作经济生活上的各种斗争。一部水文学的发展史是和社会发展史分不开的。从四千三百年史前期起，我国人民为了和黄河洪水作斗争，就经常提防着水位的高涨，注视着天气的阴霾。意大利伟大的科学家兼艺术家达·芬奇(Leonardo da Vinci, 1452—1519年)当服务于米兰运河时，为了要了解摆在他面前的水流情况，不断地测验自然界各种现象，从而发现水象循环的真理。北美人民为了解除密西西比河流域的水灾，观测并预报河水位。苏联人民为了实现伟大的共产主义理想，大规模地设立水文气象观测网，进一步准备控制自然水的循环系统。每桩工程建设都鼓励了人们对于水文学的研究，每次研究的进步使人们更有效地掌握了自然水流，控制了洪流，并发挥了水的效用。

虽然河流对于人类生活有着莫大的关系，人类对于水流也素来感到莫大的兴趣，但是直到半世纪以前，当工业革命掀起了大规模工程建设的高潮之后，水文学才形成了一门独立的科学。在这以前，水文学循着地球物理学的理论路线进行，把水文现象看作为区域地理特性的一项要素。从工业革命的年代起，水文学同时又循着另一条对于水利工程应用方面的路线进行，把水文现象的分析作为水利技术中一种必要的辅助知识。前一

条路綫对于水文現象主要只作定性的分析；后一条路綫則除定性外，更进而作定量定率的分析。洪流的估算，作为各种水文計算問題之一，对于水文現象要求定率的分析，發展得比較迟緩。

§ 1.31 中国关于洪流估算知識的發展

我国除了在天文学方面具有世界最早的天象觀測記載外，在气象方面記載亦較悠久。至于和洪水斗争的事实，則史不絕書。在傳疑时代里，那些古籍里傳說的事未必尽屬無稽。例如“尸子”（著者尸佼，战国时商鞅之师，約在公元前 338 年以前）里称：“鼈人氏时，天下多水”；“淮南子”（著者汉代刘安，約在公元前 122 年前）里称：“往古之时，……水浩洋而不息”；而公元前 2286 至 2278 年大禹治水的成功史記河渠志等都有記載。自三代以下，我国水政設施均置專职掌理，水文測驗自屬其中必要工作之一。宋陆游詩“秋雨北榭作”里有“津吏报增三尺水”之句，足見河水位在我国古时是有人觀測的。

十九世紀下半世紀英、法、德、日、美等帝国主义者相繼侵入中国，借航船通商为名，在各大商埠設立气象台。上海徐家匯气象台是其中最著名的，气象記載自 1873 年起始。河流水文的觀測以上海黄浦江为最早，1912 年辛亥革命后滬浦局內就設立了水文測量科。1932 年內政部出版的全国雨量报告及水文报告是中国最早的水文公报。据 1934 年刊佈的全国雨量报告，全国其时設有雨量站 1470 站；据 1935 年全国水文报告，全国設有水位站 279 处，水文站 153 处。

解放后，人民政府重視水文測驗工作，中央水利部內設立水文局，各地增設水文測驗站。至 1953 年全国已設有 3995 站，觀測人員增至 7277 名。同时認真整頓測站工作，革除已往各种缺点。特別对于洪流的預报具有輝煌的成績。在資料方面，業已刊佈的有淮河流域及長江流域的水文整編資料若干輯。

在 1931 年江淮大水后曾普遍調查全国水利人才，統計結果未有一人專長于水文学或从事于水文研究者；其时一般水文分析工作都由水利工程师兼理。在这以后，虽有个别学者从事洪流問題的分析研究，但当时沒有适当的学术刊物，創造性的論文未得公开发表的机会。解放后，中央水利部水文局內設立水文研究所，开始对于各重要河流的洪流估算問題加以分析研究。水文局和治淮委员会工程师們在应用單位綫法中对于估算初期入滲量独多研究与創造。铁道部铁道研究所于 1953 年成立水文研究組，从事于决定小型桥涵孔徑的暴雨逕流問題的研究，整理并分析了国内某些地区的暴雨資料。在 1954 年特大洪水后，1955 年水利部水文局出版“洪水預报方法”一書，發表了在某些流域上試用各种估算洪流方法的研究。

§ 1.32 苏联关于洪流估算知識的發展*

在 1882 年以前，沙皇俄国里還没有任何关于推算暴雨洪水最大流率的标准公式和

* 本节参考 Д. Л. Ссколовский, Речной сток, 1952, 第七章等編写。

計算方法。1882年莫斯科-庫爾斯克鐵路上由于有些桥梁孔徑太小，暴雨后冲毀了路基，列車傾复；于是交通部推荐了1868年奥地利工程师克斯特林的公式作为規定的計算公式。1900年哈尔可夫-巴拉紹夫鐵路又被暴雨冲毀，造成第二次列車傾复的事故，于是交通部开始探討克斯特林公式的适用性。尼可拉义(Л. Ф. Николаи)教授对于原式在应用的系数方面作了修改。1901年茲勃罗席克(Ф. Г. Зброжек)教授在俄罗斯文献里最早地提出了暴雨后集流时间的概念。1904年陀尔郭夫(Н. Е. Долгов)作了暴雨逕流的測驗，証明克斯特林公式并不切合实际；至1916年他發表了“暴雨逕流理論的基本原則”。苏联偉大的水文学家柯切林(Д. И. Кочерин)也对这些公式只算洪峯一个数值不滿，認為还应研究洪量等問題。

偉大的十月社会主义革命后，于1919年經苏联科学院建議，成立了国立水文研究所(ГГИ)。所内包括水文研究的所有部門，苏联最卓越的科学家們都参加了所内的工作。此所形成了全国水文工作的中心，各地的問題均集中此所，以謀求解决。从这时起，水文研究論文和报告开始有系統地刊佈。为了适应国家經濟建設迅速發展中对于水文分析广大的要求，苏联水文科学在刚开始时期就不得不放棄單純从水文觀測結果进行研究的途徑，而必須遵循利用对水文区域和地理情况的自然地理分析的途徑。1929年苏联創辦中央水文气象局，国立水文研究所也就在此时併入了該局。

在1925年左右柯切林最早地在苏联繪制了日流量历时綫，提出了日流量概率的概念。索柯洛夫斯基(Д. Л. Соколовский)則运用数理統計法于水文計算中。

1928年苏联公路交通人民委员会拟訂了暴雨逕流的計算规范，至1931年采用了卜罗陀季雅可諾夫(М. М. Протодряконов)的方法改訂了这规范。这规范又于1938年由苏联运输联合会在卜氏领导下作了若干修正，而成为运输联合会1938年的规范。至1951年苏联交通部設計总局頒佈了新的試行草案，这草案系由捷哥达叶夫(Н. Н. Чегодаев)就原规范加以修正并簡化，并採納了他自己的和波达闊夫(Е. В. Болдаков)的推算方法。至1954年8月1日才正式頒佈了最近的暴雨逕流計算规范。

关于地面流的理論分析，最早而比較具体的有魏里卡諾夫(М. А. Великанов)和別方尼(А. Н. Бефань)的研究。

第二章 洪流估算概論

第一节 洪流估算的对象

§ 2.11 表示洪流的方式与建筑物設計所需的資料

洪流是当高水位时的河中水流，它發生在河槽里，淹沒了兩边灘地，甚至泛濫了兩岸的冲积平原。表示洪流的方式可用水位(y)或流率(Q)对河流的流程(x)-与时程(t)的函数：

$$v=y(x,t), \quad (2-1)$$

$$Q=Q(x,t); \quad (2-2)$$

也可用和上列兩式相应的曲綫(見 § 3.41)。在一定河道上,隨着一定河道断面 x 处、一定时候 t 的流率 Q 和水位 y 之确定,当时当地的其他水流性質的要素如过水断面 A 、水力半徑 R 、断面平均流速 V 、河槽糙度 n 及水面坡度 s 等也就确定了。这是因为洪流在不定流的状态下,表示現象变化的因变数有两个: Q 与 y , 或 V 与 A ; 自变数也有两个: x 和 t ; 至于其他水流性質的要素如 R 、 n 、 s 等,它們都和这些变数是另有一定的关系联系着的。

河道中的建筑如攔河坝、丁坝、碼頭、桥梁、涵洞等佔据着河中一定的位置,或位于河道一定的断面 x_1 处,它們的设计所要求的基本水文資料是那里的流率时程綫,

$$Q_{x_1}=Q_{x_1}(t); \quad (2-3)$$

特別注意曲綫上的洪峯流率 Q_m 。至于洪水总量 V ,有了 $Q_{x_1}-t$ 曲綫,就可以从 Q 对 t 的积分或綫下的面积求出来。

一年四季內在河道一定位置 x_1 处出現的流率 Q_{x_1} 是随時間(t)变化着的,其中有一段時間內的 $Q_{x_1}-t$ 綫,对于一定工程的设计表現得最大,称为最大的洪水流率时程綫。在另一年里,地球重复地繞着太陽公轉了一周,自然界的現象理应重复地出現一番;但是由于种种复杂因素的影响,河中流率只是类似地而不是等值地重现;因此出現了另一条这年內最大的洪水流率时程綫。这可以說是自然現象的偶然性。研究現象偶然的規律性可以知道,一定的 $Q_{x_1}-t$ 綫有着一定的出現机会或概率 P ,愈大的 $Q_{x_1}-t$ 綫 P 愈小。由于核算工程經濟时的要求,通常在设计中需要某一难得出現的或小 P (例如 $P=1\%$ 或 0.1%) 的 $Q_{x_1}-t$ 綫;因此需要河道一定位置 x_1 处反映流率的現象偶然性的函数

$$P=P(Q_{x_1},t). \quad (2-4)$$

这就是建筑物设计对于自然河流在一定断面所需要的基本水文資料。

像这样的要求的提出还不过是工程界近十年来的事。在历史上,要求的資料的詳細程度是通过下列过程發展起来的:(1)最大流率 Q_m ; (2)洪水流率时程綫即 $Q_{x_1}-t$ 綫,这是工程师們在河綫裁弯取直工程的水力計算里和水庫調洪的演算里所覺察到后而提出来的;(3)最大流率的概率綫,即 Q_m-P 綫,这綫的概念虽由美国工程师黑臣(A. Hazen)所提出,但在美国并未广泛采用,其后是由苏联在社会主义經濟建設中勵行了經濟核算制度而提出这要求的,苏联并且把它列入于工程设计的国家规范里;(4)最大的洪水流率时程綫的概率,即式(2-4),这一要求虽已提出,但迄今还没有規定出一个合理的推求方法(見第十一章)。

§ 2.12 論流率的物理性意义

流率(普通称为流量),按照普通書籍里的定义,是过水断面的面积 A 和垂直于这断面的平均流速 V 的乘积;在不定流的状态下,这是过水断面积 A 和垂直于該断面当某一时候的平均流速 V 的乘积。又按照一般書籍里的定义,流率是通过某一过水断面每秒立方公尺数的水量;一般地說,这一定义里含着不正确的概念,它只是在稳定流情况下才正确。

流率是流水通过一定断面的水量 V (立方公尺) 对时间 t (秒) 的导数或微分比率 (单位用秒公方):

$$Q = \frac{dV}{dt} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta V}{\Delta t} \quad (2-5)$$

流率反映当一定时候水量流动的急缓性质, 在一般情形下它是随着时候而变化的。例如“当 t_1 时候 $Q = 10$ 秒公方”这句话并不一定表示 t_1 时一秒之始或一秒之终的流率都等于 10 秒公方, 也不一定表示在那一秒鐘間的实际流量为 10 秒公方, 而只是說当 t_1 时候的流率为 10 秒公方。圖 2-1 可以帮助辨别时间和时候及流量和流率的不同概念。

必須指出, 当一定时候的流率和在一定時間內的流量在基本物理性概念上表示两种不同的意义。后面要常常应用到两类不同的资料, 率性资料 (如流率、雨率) 及量性资料 (如日流量、日雨量)。量性资料表示的是一定時間內的平均现象, 如日流量表示一日內的平均流率; 惟有率性资料才具体反映各时候出現的实际现象。四十年来我国襲用日本的譯名“流量”, 把它当作流率, 模糊了基本概念, 对于准确地分析水流现象引起了一些紊乱。

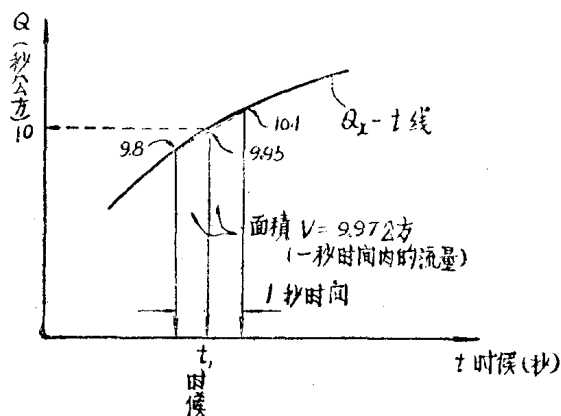


圖 2-1 時間时候, 流量流率的概念

用向量分析的術語來說, 流速向量 $\vec{V}$ 和向量 $\vec{A}$ 的点积是数值 Q , 它并没有方向的概念, 而可以沿着曲面的各微小面积累积起来:

$$Q = \int_A \vec{V} \cdot d\vec{A} \quad (2-6)$$

第二节 洪流估算的理論基础

§ 2.20 概 論

半世紀来, 水文学在發展的过程中已进入了定量分析的途径; 工程师們曾用各种經驗性或半經驗性的方法来推演河槽里的洪流现象, 以应各种工程建設对于水文分析与时俱增的要求。但是, 所有这些分析很少是建立在有系統的理論基础上的, 有些先进的工程学者早已覺察到理論基础的必要而呼吁大家进行研究, 也有些学者却始終認為自然界中水文现象之極度的錯綜复杂, 企圖作出理論分析勢將徒勞而無功。完整的理論系統既未出現, 有史以来, 經驗性分析法的学术思想始終統治着工程水文学的領域。

恩格斯認為, 自然界任何现象都存在着必然性和偶然性, 科学乃是偶然性的敌人。一般科学研究自然现象的必然性, 数学中的概率論和統計法則研究偶然的規律性。对于洪流估算的問題, 河流动力学研究河水流动现象的必然性, 而統計学研究通过河道断面的流率数值之偶然的規律性。这些基础科学, 如水动力学、概率論和統計学等, 都已成立了六十年以上, 并早已發展得相当地精湛; 但是在水文学和洪流的估算問題中, 工程师們却并未能充分利用这些基础科学的已有成就。所以, 开展洪流估算問題的研究, 必須