

高等学校試用教科書

水文分析与計算

刘光文等編



中国工业出版社

高等学校試用教科书



水文分析与計算

刘 光 文 等 編



中国工业出版社

本书經1961年3月在武汉召开的高等学校水利电力类教材工作会议选定作为高等学校陆地水文专业的試用教科书。

本书包括以下主要内容：有充分实测徑流資料时設計年徑流量的計算，資料不足或缺乏資料时設計年徑流量的計算，河川徑流的年內分配及枯水流量，具有实测流量資料情况下設計洪水的推求，設計暴雨，小汇水面积設計洪水，固体徑流，人类活动对徑流的影响。

本书除作为教学用书以外，也可供从事水文計算的工作者作为学习材料。

水文分析与計算

刘 光 文 等 編

水利电力部办公厅图书編輯部編輯(北京阜外月坛南营房)

中国工业出版社出版(北京佟麟閣路丙10号)

(北京市书刊出版事业許可証出字第110号)

中国工业出版社第二印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

开本 $787 \times 1092^{1/16}$ ·印張 $16^{1/8}$ ·字数383,000

1963年6月北京第一版·1963年6月北京第一次印刷

印数0001—2,200·定价(10-5)1.95元

统一书号：K15165·1303(水电-247)

序 言

近几年来，在党的教育为无产阶级政治服务、教育与生产劳动相结合的教育方针指导下，在参加生产和科研的基础上，根据几年来教学实践的体会，逐步明确了“水文分析与计算”这门学科的性质和特点以及与其他课程之间的关系。本书系在华东水利学院水文系工程水文教研组所编“径流与水文计算”讲义的基础上进行改写的，适用于陆地水文专业。

本书由本教研组刘光文、张海崙、朱元姓、刘权授、丛树録、吳正平，以及成都工学院丁晶等集体编写，最后由刘光文总校。由于时间和水平所限，在内容及文字等方面必然存在不少问题，希望使用本书的同志们随时提出意见和批评。

华东水利学院水文系工程水文教研组
一九六二年八月南京

目 录

序言

緒論	5
§0-1 水文分析計算工作的基本任务	5
§0-2 水文分析与計算的基本內容	6
§0-3 水文分析与計算的主要研究方法	7
第一章 有充分实测徑流資料时設計年徑流量的計算	10
§1-1 年徑流計算的总任务	10
§1-2 年徑流量时序变化研究的現狀	11
§1-3 应用机率理論分析年徑流多年变化的一些論据	15
§1-4 頻率曲綫	22
§1-5 統計参数及其誤差	30
§1-6 計算步驟与实例	37
参考文献	40
第二章 資料不足或缺乏資料时設計年徑流量的計算	43
§2-1 概述	43
§2-2 影响年徑流量的主要因素	43
I. 資料不足时設計年徑流量的計算	53
§2-3 相关法展延系列的基本概念	53
§2-4 展延年徑流系列的几种方法	56
II. 缺乏資料时設計年徑流量的估算	67
§2-5 正常徑流等值綫图	68
§2-6 根据徑流或蒸发与气象因素之間关系的經驗公式推求正常徑流量	72
§2-7 根据水文比拟法近似估算正常徑流量	76
§2-8 根据查勘資料約估小水道的正常徑流量	78
§2-9 缺乏实测資料时年徑流 C_r 、 C_s 的推求	78
結語	81
参考文献	82
第三章 河川徑流的年內分配及枯水流量	83
§3-1 問題的提出	83
§3-2 徑流年內分配形成条件的分析	85
§3-3 具有充分資料情况下年內分配計算	91
§3-4 年內分配方法的研究現狀	97

§3-5 資料不足及缺乏資料情況下設計年內分配的計算	99
§3-6 流量历时曲綫及徑流利用曲綫	101
§3-7 枯水徑流計算	104
結語	112
参考文献	113
第四章 具有实測流量資料情況下設計洪水的推求	114
§4-1 概述	114
§4-2 峰量的頻率計算	120
§4-3 設計洪水过程綫的拟定	133
§4-4 設計洪水的地区分布	142
§4-5 施工設計洪水簡述	145
参考文献	146
第五章 設計暴雨	148
§5-1 前言	148
§5-2 暴雨的一般特性	148
§5-3 在具有充分实測雨量資料情況下推求水工建築物防洪能力的設計暴雨	152
§5-4 在雨量資料短缺情況下推求水工建築物防洪能力的設計暴雨計算方法	156
§5-5 为确定地区防洪治澇效益的設計暴雨	162
§5-6 极限暴雨(可能最大暴雨)的估算	164
結語	166
参考文献	167
第六章 小汇水面积設計洪水	169
§6-1 概述	169
§6-2 小汇水面积的設計暴雨計算	171
§6-3 由設計暴雨推求設計洪水的主要方法——“推理公式法”的一般原理	182
§6-4 推理公式的实用方案之一——林平一方法	186
§6-5 推理公式的实用方案之二——水利水电科学研究所 1958年方案	190
§6-6 推理公式中几个参数的討論	195
§6-7 由暴雨推求設計洪水的其它方法簡介	202
§6-8 計算小汇水面积洪峰流量的直接途徑——經驗公式法	210
§6-9 小流域設計洪水过程綫的繪制	215
参考文献	220
第七章 固体徑流	222
§7-1 概述	222
§7-2 影响固体徑流的因素	223
§7-3 固体徑流原始資料的特点及其估算方法的說明	224
§7-4 多年平均固体徑流量的估算	225
§7-5 固体徑流的年际变化与年內分配	230

参考文献.....	231
第八章 人类活动对径流的影响.....	232
§8-1 前言.....	232
§8-2 影响径流形成过程的各种人类活动.....	233
§8-3 人类活动对径流影响的估算问题.....	239
§8-4 人类活动对固体径流的影响及其估算方法.....	253
結語.....	254
参考文献.....	256

緒 論

§0-1 水文分析計算工作的基本任务

我国的水利資源(包括江、河、湖泊、地下水等等)极其丰富。在我国优越的社会制度之下,它們正在被广泛加以利用,为社会主义建設服务。这种利用的規模和效果,无疑地将会随着建設事业的发展而得到更大的发展。

国民經济的許多部門,諸如工矿企业、城市建設、交通运输,尤其是农林水利建設,都需要了解有关的水情变化状况。譬如工矿企业必須解决工业用水的水源問題,城市建設必須解决供水問題;在交通运输方面,由于铁路、公路往往需要跨越江河,因而必須研究这些江河的水情变化規律,才能合理决定有关建筑物的尺寸,如桥梁的高度、涵洞的大小等等。在航运方面,如果不掌握水情变化規律就会影响航运計劃的完成。在农、林、水利建設方面,諸如灌溉、排水、防洪、发电等等,更需要了解和掌握水情变化規律,才能正确拟定經濟合理的技术措施。此外,不仅在进行基本建設时如此,对于已成的水利工程之調度运用,同样有必要了解水情的未来变化情况,才能使現有工程發揮較大的效用。总而言之,国民經济建設从多方面提出了必須研究天然水体水情变化規律的問題。

下面特別就水利建設方面具体加以說明:

各項水利建設的目的,不外乎除水害与兴水利,而除害兴利問題的提出,則是由于天然来水过程,往往与国民經济的需水过程不相适应;例如河流中汛期水量过多,甚至泛濫成灾,枯季水量过少,有些小河甚至干涸断流。因此在需水和天然来水之間就存在着不相适应的矛盾,必須加以調节和控制。水利工程就是解决这种矛盾的技术措施。

每一項水利建設在实施过程中,都可以划分为规划設計、施工及管理运用三个不同的阶段。水利建設既是为了解决来水和需水的矛盾,因此在实施过程中的每一阶段都需要水文工作提供关于未来水文情势的报告。不过由于各阶段的任务不同,因而对于水情报告的要求有着不同的内容和特点。

规划設計阶段水文計算的主要任务,是合理的确定工程措施的規模或“标准”。倘使規模定得过大,标准定得过高,将会造成投資上的浪費;如果定得过低,又会使水利資源不能得到充分的利用,也是一种浪費。对于防洪措施,如标准过低,还可能造成工程失事,甚至于对人民的生命財產造成巨大的損失。因此,工程規模或标准的确定具有重大的意义,必須認真加以研究,以求作到既經濟合理,又安全可靠。由于水利工程的使用期間一般为几十年甚至百年以上,因此在规划設計时,必須知道工程所控制的水体在未来整个使用期間的水文情势。水文分析与計算正是为了解决这一类問題而服务的学科。

施工阶段的任务是将规划設計好的建筑物建成。要达到这个目的,必須对施工期間的水文情势有所了解。由于水利工程施工的期限一般較长,往往需要一个季度以上,甚至长达几年之久,因此对于水文情势的了解應該包括两方面:一方面,为了确定一些临时性建筑物的尺寸,如圍堰、引水隧洞或渠道等等,必須預先估計整个施工期間的天然来水情势,而通常的水文和气象預报,往往不能提供这样长时期的預告,仍需通过水文分析計算

来解决这个问题。另一方面，为了安排施工的日常工作，必须了解近期内更为确切的来水情况，这就需要水文工作提供短时期内（例如几天之内）更为确切的水情预告。水文预报就是为解决这一类问题而服务的。

管理运用阶段的主要任务在于充分发挥已成水利措施的作用，为此就需要知道未来一定时期内的来水情况，以便确定最经济合理的调度运用方案，这一阶段对于水文工作的要求，就是根据水文分析计算获得未来长期内的一种平均情势，再考虑到水文预报所提供的较短时期内的具体情势，从而拟定出最佳的调度运用方案。

综上所述，水文分析与计算主要是为水利建设规划设计阶段提供水文情势而服务的。规划设计的中心思想，在于拟定一个既经济合理又安全可靠的工程标准。掌握建筑物所在水体于未来整个使用期间的水文情势是为达到上述要求的基本前提。因此水文分析与计算的根本任务就是为规划设计拟定合理的工程标准服务。拟定工程标准的基础之一在于研究自然界水文现象发展变化规律，从而预估未来长时期内的水文情势。

50-2 水文分析与计算的基本内容

前面说过，水利建设是解决来水和需水之间矛盾的一种技术措施，而工程的规模或标准又主要决定于这个矛盾的大小程度。在这个矛盾中，需水基本上是已知的，因此问题就在于研究天然来水。但由于每一具体工程的服务对象和目的不同，对于水文情势的具体要求也就不尽相同。但总的说来，其基本要求可以概括如下：

对于许多建设项目来说，需要知道工程所在的河流断面处多年平均流量的大小，因为它反映了这条河流多年期间可供利用的水量，是河流的一个最基本的水文特征值。因此在水文分析计算中必须研究河流的多年平均径流量——正常径流量。其次由于河流水量处于不断变化发展的进程中，通过任一断面各年的水量都不是固定不变的，因而每年的径流量与多年平均径流量之间有着或大或小的偏离。对于许多建设项目来说，就必须了解水量的这种年际变化规律。河川径流在一年之内也有着明显的变化过程，表现为河流洪枯水交替现象。因此就必须研究河流水量的年内变化规律——径流的年内分配。此外，从用水的观点来看，径流年内变化的一个重要时期是枯水时期，即年内径流量特小的时期。这一时期内的水量大小和时间长短，是许多用水部门，如航运、灌溉、发电等等所需要知道的。因此就有必要把枯水期径流和极小流量作为一项专门问题来进行研究。年内变化的另一重要时期是洪水期。这一时期的水量特大，往往会超出河道的安全泄量，甚至泛滥成灾。因此研究这一时期的水量大小、历时长短及其变化过程等便是一项极其重要的任务。这就是水文分析计算中所研究的设计洪水问题。

除了水量之外，水流挟沙是人所共知的现象。在河流上修筑工程（如水库、引水口等等）之后，泥沙的来量及其淤积情况，对于多沙河流来说，可能影响水利措施的运用及其作用的发挥。因此在水文分析计算中还要研究固体径流的问题。

河川径流的变化过程不是处于纯粹天然变化的状态之中。在修建水利工程以后，以及在流域上进行农林等改变流域下垫面情况的人类活动措施后，对于河川径流形成过程会发生一定的影响。所以在本门课程中，还要研究这种改造自然的农林水利措施对今后径流变化所可能造成的影响。

综上所述，由于工程规划设计的具体要求，水文分析与计算所包括的基本内容可以归

納如下：

- (1) 設計年徑流，包括正常徑流量、徑流量的年際變化和年內分配以及極小流量；
- (2) 設計洪水；
- (3) 固體徑流；
- (4) 人類活動對徑流的影響。

最後必須指出，水文分析與計算的上述基本內容只是反映了水利建設所提出的一些主要問題。隨着生產的發展，內容將日益豐富，即使在目前已有某些問題（如平原地區防洪治澇問題），超出了上述基本內容的範圍。因此和其他學科一樣，水文分析與計算的基本內容不是一成不變的，而是處在不斷發展豐富的过程之中。但由於時間和資料的限制，在本教材中，只限於研究上述基本內容。

§0-3 水文分析與計算的主要研究方法

在說明現行水文分析與計算的具體方法之前，為了更好的了解水文分析與計算這門學科的性質和特點及其與另一學科——水文預報之間的區別和聯繫，有必要闡明如下的問題，即為什麼水利建設對水文工作所提出的兩項基本要求不能以統一的方法，由一門學科來解決，而是如目前這樣，形成了性質不同、方法各異的兩門學科——水文分析與計算和水文預報。

這種情況是由所研究現象的客觀性質所決定的。大家知道，動態規律性與統計規律性是自然現象中客觀存在的兩種基本規律性，反映着必然性和偶然性兩類范疇的存在與作用。在每種現象中都有着這兩種規律的交互作用，水文現象也非例外。

水文分析與計算與水文預報都是解決“預報”性質的任務，有其統一的一面。但另一方面，由於提供的預見期極不相同（水文計算要求預估未來幾十年甚至幾百年內的情況，水文預報通常則只能預報幾天或幾個月內的未來情況），因而又使兩者有所區別。水文預報由於提供的預見期較短，往往是根據現象的前一過程（已發生）來預報後一過程（未來）的情況。這時，必然性聯繫對於現象的發展起主導作用。因此在水文預報中，主要採用探討動態規律性的方法。例如根據上游斷面的水文情況，通過水流在河道中的傳播規律來預報下游斷面未來的水文情勢。又如根據降雨過程通過研究由降雨產生徑流的規律，來預報洪水的過程。在這種過程中，偶然性雖然也是存在的，但并不決定着過程的本質方面。隨着預見期的逐漸加長，對於所研究的水文現象來說，參預控制或影響結果的因素和過程，也隨之更為複雜化。這時，現象之間的必然性聯繫退居次要地位，而偶然性因素顯示了重要的作用。因此在水文分析與計算中主要採用着探討統計規律性的統計方法。這樣就得到了兩門不同的學科。

水文分析與計算的根本任務已如上節所述。為要完成這項任務，就必須同時解決三方面的問題，即：

- (1) 決定各種水文特征值的數量大小；
- (2) 確定該特征值在時間上的分配過程；
- (3) 確定該特征值的空間分布方式。

在解決這些問題的實際工作中，經常遇到兩種不同的情況，即具有實測資料和缺乏實測資料的情況。

在具有实测資料的情况下，現行的水文計算方法主要是采用数理統計这个工具，来探討水文現象的統計規律性。即首先对水文特征值的数量大小进行頻率計算（暫不考虑与每一数量所相应的不同时空分布情况），以求得这一特征值的頻率曲綫^①。

对于時間和空間的分配問題，現行水文計算方法，是从考虑数量大小与时空分配的相互联系着手，利用組合頻率的概念，并适当地考虑到安全的因素，然后通过典型过程放大或縮小的具体方法来拟定一种時間和空間的分配方案。

在缺乏实测資料的情况下。現行方法主要是以水文現象之間的某些客觀联系作为依据，再按照不同的情况，采用不同的具体方法，例如相关分析，等值綫图，經驗公式以及水文比拟法等等，来解决上述三个問題。具体的說，就是利用：

(1) 同一流域內各种不同水文特征值与其主要影响因素之間的联系（例如一个流域的降雨徑流之間的联系）；

(2) 不同流域的同一水文特征值之間的联系（例如相邻两流域的年雨量或年徑流量之間的联系）。这种联系主要表现为水文特征值的地区分布規律。

上述的相关分析，主要是利用第一种联系（有时也同时利用第二种联系），来寻求所研究变量与其主要影响因素之間的相关关系，从而达到展延待研究变量系列的目的。等值綫图则是表示地区分布規律的一种方式，先根据部分有实测資料的測站作出等值綫图，再按照內插求出缺乏資料地点的近似数据。經驗公式則往往同时利用上述的两种联系，例如平均暴雨强度公式

$$a_t = \frac{A + B \lg N}{t^n},$$

式中 a_t ——暴雨历时 t 以內的平均强度；

N ——平均重現期（以年計）；

A 、 B 、 n ——地理参数。

表明經驗公式一般首先考虑第一种联系，即找出对于研究变量（例中的 a_t ）的主要影响因素（ t 和 N ），再把具有地区分布規律的其他因子（ A 、 B 和 n ）繪成等值綫图，这样就可以决定缺乏資料情况下有关特征值的数量。由于等值綫图和經驗公式通常只解决数量大小的問題，在解决空間和時間分配問題时往往利用所謂水文比拟法，綜合考虑以上两种联系。因为首先时空分配的方式不是一个孤立的現象，而是由許多其他因素影响所决定的；其次，由于有許多水文特征值具有一定的地区分布規律，因而有可能找到两个流域在影响时空分配的主要因素方面具有基本的相似性，从而可以直接把有实测資料的相似流域（參証流域）的时空分配模型（以相对指标表示）移用到缺乏資料的流域（或加上适当的修正）。

从以上所述可以看出，水文分析与計算的成果，主要就表现为求得某一水文特征值的頻率曲綫以及拟定相应的某种时空分配方案。根据这种形式的水文計算成果，来解决规划設計中拟定合理的措施标准問題，一般采用設計頻率（或平均重現期）的概念。要决定一个合理的工程标准，必須首先規定某种頻率作为标准，以用来确定各种水文特征值的数量，再配

① 关于这个曲綫的名称在水文方面习惯采用与数学方面不同的名称，水文計算方面一般称这个曲綫为頻率曲綫。有时称为累积頻率曲綫（对其微分曲綫則称为頻率分配曲綫）。在数学方面則称为概率分布曲綫（对其微分曲綫則称为概率密度曲綫）。此外，在水文方面，有时为了与經驗頻率曲綫区别，往往又称为理論頻率曲綫。

上相应的时空分配方式，就可以最终确定工程的标准。规定作为标准的这个频率值称为设计频率。应该指出的是，由于现行水文计算方法在解决数量大小，空间分布和时间分配这三个问题时，理论上还很不完善，因此，在实用上就往往不够可靠（特别是在缺乏实测资料时为然）。鉴于这种情况，目前在水文计算的实际工作中，当计算成果可能偏大偏小，而根据又不很充分时，往往适当地考虑到安全因素，来肯定最后选用的计算成果。

最后应该指出：关于水文分析与计算的研究方法（包括方法的依据，存在的问题以及未来的发展方向），在目前还是一个正在讨论中的问题，这里就不进行论述了。

第一章 有充分实测径流资料时 设计年径流量的计算

§1-1 年径流计算的总任务

观察河川径流的自然变化情势，可以看出这样一些明显的特征：

1) 径流有以一年为周期的洪水期与枯水期的相互交替。在我国大体每年夏半年为洪水期，其余半年为枯水期。但是洪枯期的起迄日期各年并非不变。

2) 径流年际间的多水年与少水年的差别，因为各年份之间对比起来，洪水期的水量并不相等，枯水期的水量也不一致。

表 1-1 最多水年与最少水年实测年径流模比系数对照表

河 流	测 站	流域面积 (平方公里)	资料年数 (n)	Q_0 (秒·立方米)	K_{max}	K_{min}	变 幅 ($K_{max}-K_{min}$)	C_V
松花江	哈尔滨	304000	53	1130	2.37	0.34	2.03	0.42
浑 河	沈 阳	8100	20	67.0	1.72	0.34	1.38	0.39
永定河	三家店	48540	30	46.7	2.42	0.38	2.04	0.54
黄河	陕 县	688000	35	1320	1.58	0.48	1.10	0.25
渭 河	咸 阳	49800	20	173	1.65	0.57	1.08	0.29
泾 河	张 家 山	47540	24	53.3	2.18	0.39	1.79	0.46
淮 河	中 渡	158200	31	996	2.94	0.20	2.74	0.69
沂 河	临 沂	10090	22	33.9	2.24	0.39	1.85	
长 江	宜 昌	1005500	67	14300	1.27	0.72	0.55	0.12
长 江	汉 口	1488000	90	23300	1.35	0.61	0.74	0.15
嘉陵江	北 碚	157900	17	2050	1.50	0.56	0.94	0.23
新安江	罗 桐 埠	10500	26	370	1.90	0.49	1.41	
四 江	梧 州	330000	15	8000	1.38	0.68	0.70	0.18

由表 1-1 可看出我国一些重要河流实测记录中最多水年与最少水年水量的变幅。为了便于相互比较，表中采用极大年平均流量 Q_{max} 和极小年平均流量 Q_{min} 的相对值，即模比系数 $K_{max} = \frac{Q_{max}}{Q_0}$ 和 $K_{min} = \frac{Q_{min}}{Q_0}$ ，其中 Q_0 为多年平均流量。

河川径流的这种自然变化情势与人类经济活动对水量的需求之间是有矛盾的。这是因为：

1) 人类经济活动在一年内各时期的需水量是变动的，但是各时期的需水量很难与径流的自然变化情势吻合。如夏秋之际，我国大部分地区由于降水过剩，每使平原地区的农田发生内涝，而河流水位猛涨，出现洪水威胁，这就迫使人们必须妥善解决防洪排涝的问题。又如农作物在春季需要较多的水量，而每临冬季因照明取暖等需要，水电工业的电力负荷骤增，使需水量比其余时期加多，而自然径流在这些季节往往却是最枯，来水量供不应求。

2) 经济部门的年需水总量一般说来在各年间的变化是不大的，但是如上述自然的年径

流总量在年际間却有較大的变化。少水年份因年水量远远不能滿足需要，而发生严重的旱灾。多水年份过剩的水量，又难以充分利用，而任其流走。

修建水利工程以多济少，蓄洪补枯就是解决上述矛盾的有效措施，而清楚地了解河川徑流的自然变化規律，又是正确解决矛盾的先决条件。

水利工程的規模有大有小。較小規模的工程可以解决一年內水量不足的矛盾，即一年中需水季节的不足水量，可由同一年份內多水季节的多余水量儲蓄补足。这种水庫叫作年(季)調节水庫。显然对于年調节水庫需要了解逐年年內水量的分配規律，即上述徑流自然变化情势的第1)項特征——徑流以一年为周期的洪枯水交替的具体規律。

当用水程度相当高时，一年中需水不足的时期大大延长，不足的水量大大增加。在一些少水年份中，其洪水季节的多余水量已不能弥补該年需水季节的不足。有些少水年份中甚至于洪水季节本身連本季节的需水量也不能滿足，因而全年都成为需水不足的时期。这时就不能以一年为周期，在年內蓄洪补枯来解决問題，而需要进行年际間的調节，儲蓄多水年的水量来調济少水年的不足。这种水庫叫作多年調节水庫。在多年調节計算中，需要了解年际間总水量的变化規律，即上述徑流自然变化情势的第2)項特征——徑流年际間多水年与少水年交替的具体規律。

总起来說，年徑流計算的总任务就在于：揭露徑流年际水量变化与年內水量分配的規律，在各种資料情况下預估未来的变化情势，为水利工程的合理修建提供正确的水情依据，以最完善地滿足人类經濟活动对水的需要。

徑流年际水量变化規律是本章及下章的研究主题。本章研究設計断面处有充分实测資料时徑流年际变化的計算方法，下章則研究資料不足或缺乏資料时的計算方法。第三章則主要研究徑流年內分配的計算問題。

§1-2 年徑流量时序变化研究的現狀

年徑流量的多年变化規律可以沿着两种途徑来进行研究。一种是主要从成因分析出发，研究年徑流量多年变化的时序規律，另一种是主要按照統計方法，研究这种变化的統計規律性。前者主要考虑徑流現象的必然性規律，后者則主要考虑其偶然性規律。

先說明一下年徑流量多年期間时序变化的研究情况。

研究自然現象的动态規律时，最理想的似乎是从物理成因进行全面的成因分析，把影响該現象的全部因素就物理关系上进行具体的分析，得出各因素的变化規律，进一步綜合起来寻求形成該現象的全部变化規律。这样作完全是从必然性作用来考虑。实际上許多自然現象脫離不了偶然性的作用。对于徑流的多年变化，偶然性作用往往占居主要地位，不能加以忽視，因此这样的理想分析方式至少在目前还难以作到。人們对主要影响徑流現象的气象因素，目前在全面物理成因分析上，还非常不成熟，可想而知对于比气象更加复杂(另加下垫面因素的影响)的徑流現象，在現阶段更是远远談不到全面物理成因分析了。

人們在尚不能根据成因分析，得出徑流多年时序变化規律时，很自然的就想到先放弃对变化成因的追溯，而去設法探索該現象的多年时序变化中間，是否存在肯定的周期，反映着必然性規律。或者能把周期性規律由总的变化中分解出来，把剩余部分作为偶然性規律进行分析。这就需要先研究历年实测資料所反映出的年徑流量多年变化过程中間多水与少水的交替情况。

在不少的地区曾发现年径流量的多年变化中，有多水年和少水年連續成組交替出現的情况，引起了人們的注意。

苏联 A. B. 施尼特尼科夫对于这个問題作过长时间的研究^①。施氏分析了西西伯利亚和北哈薩克斯坦地区各湖泊水位的多年变化之后，发现它們时而急速下降至于完全枯竭，时而水量又形恢复。施氏还根据自十八世紀开始以来的大量文献档案图籍，查明了在湖泊水位变化方面及整个地区內的一般水量方面六个完整的循环，并且这些循环历时(由极大到极大，或由极小到极小)平均由19年到47年不等，如图1-1所示。

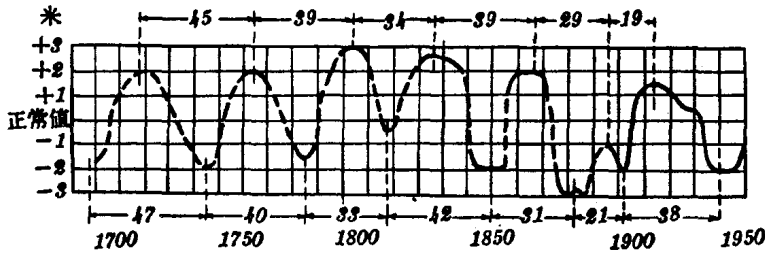


图 1-1 苏联西西伯利亚及北哈薩克斯坦湖泊水位的綜合概略多年变化过程

最后一个少水循环由1930年开始，在1935~1937年間达到极小值，并在1942~1943年間湖泊水位重新上升；但是按照少水程度來說，还不及1880年間的干旱情况之严重。

此种循环的存在是和气象要素的变化相联系的，特别是夏冬两季的降水量和气温变化，而这些变化又由大气环流型的变化所造成，最后归结为受到太阳辐射能量变化所制约。

施尼特尼科夫在后来的著作中推断欧洲和亚洲地区水量变化具有长达1800年的多世紀循环(图1-2)，而最近由1953年延續至今的少水期就是这些少水循环之一的反映，造成某些地区水量减少，特别是使中亚細亚地区逐渐干涸。

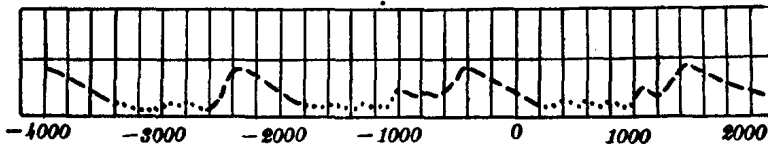


图 1-2 欧亚大陆及北美洲水量变化的多世紀长期近似循环

关于河流輸水量的多年过程，施氏指出也如两地区的湖泊情况，具有多水期与少水期不規則的循环。二者的差别只在于湖泊水位变动过程的慣性較高，因而其变化較之年径流量为和緩。

研究苏联欧洲和亚洲許多河历年径流量的多年过程^②，就可以看出这种情况(图1-3, 1-4, 1-5)。年径流量的不規則的锯齿形过程，通过五年进展平均(图1-4)或三年进展平均(图1-5)进行修匀^③，因而得到較平緩的年径流量循环过程，与西西伯利亚和北哈薩克

① 参阅文献(1-5)，123~125頁；原文为 A. B. Шнитников, "Внутривековые колебания уровня степных озер Западной Сибири и Северного Казахстана и их зависимость от колебания климата.", Докл. АН СССР, № 4, 1951.

② 参阅文献(1-5)，125~129頁。

③ k 年进展平均是就着 k 个相邻年份特征值求平均，作为该 k 年里中間年份的修匀值。照此每錯开一年取 k 年特征值求进展平均就得出修匀后的过程。

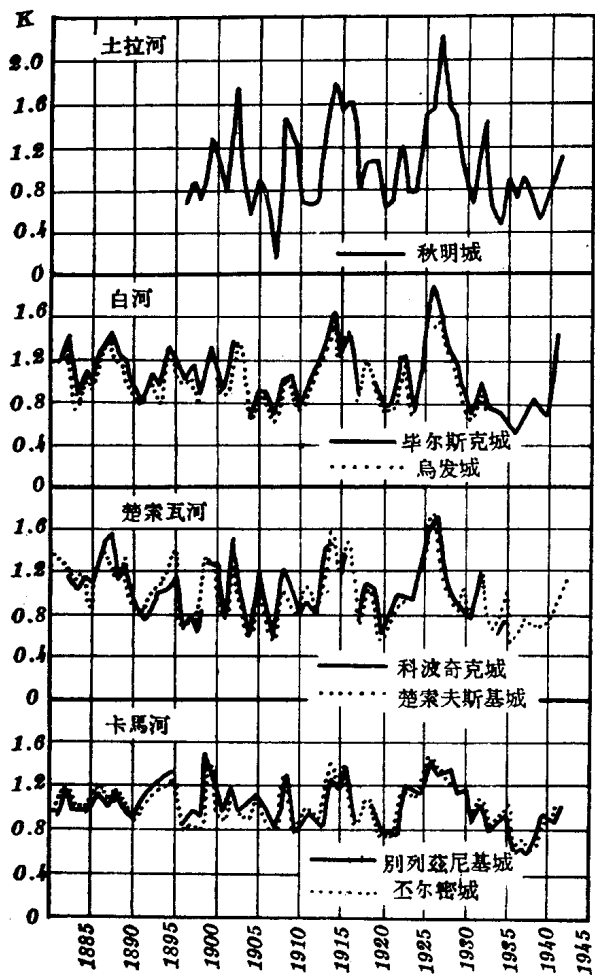


图 1-3 年径流量的多年过程曲线

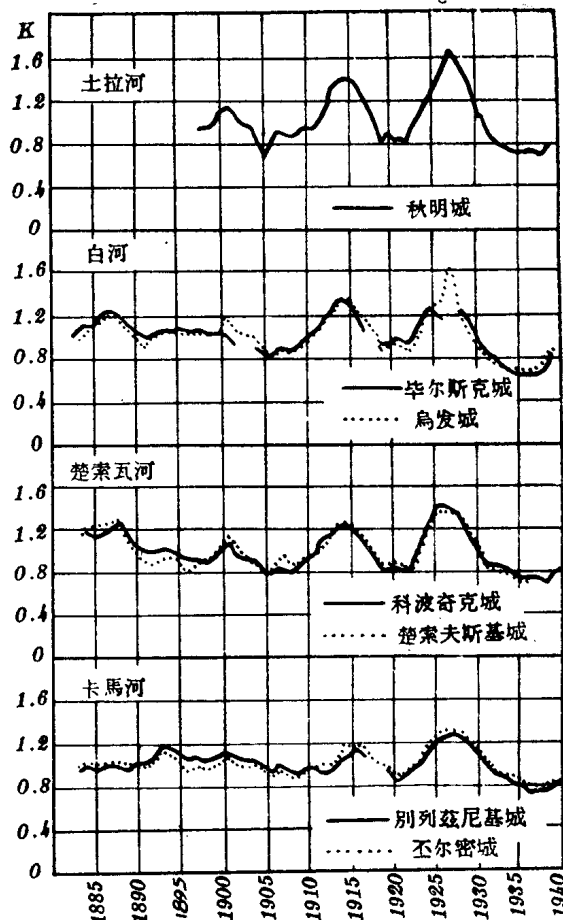


图 1-4 通过五年进展平均而修匀的年径流量多年过程曲线

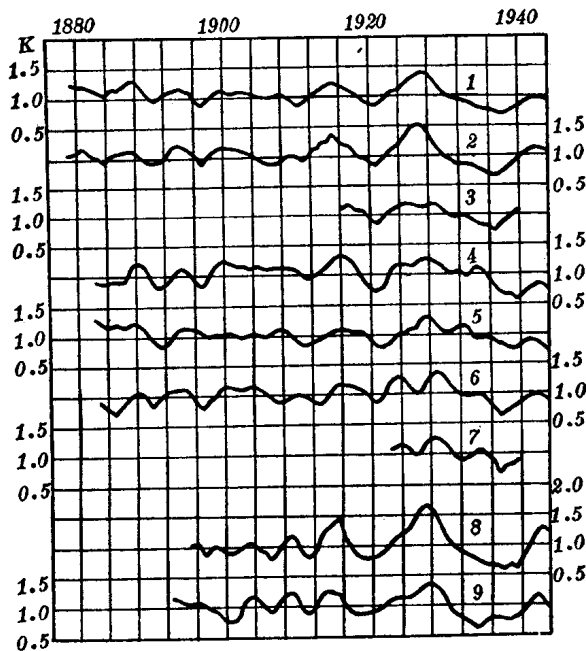


图 1-5 伏尔加-额尔齐斯区伏尔加河及其他河流多年期间连续三年进展平均年径流过程线
 1—伏尔加河；2—卡馬河；3—伯紹拉河；4—伏尔加河上段；5—奥喀河；6—北得維納河；7—米森河；8—托波尔河；9—额尔齐斯河。

斯坦两地区湖泊历年水位的多年过程相似，也是由于降水和气温的循环性变化所造成，并最后归结为受到太阳辐射能量变化所制约。对每年年径流量过程的研究，同样指出一连几年的多水期和少水期交替过程。最近的一个少水期历时最久(从1931~1940年)，完全和施氏所研究的湖泊水位多年过程中的少水期循环相应。

II.C.庫金的研究結果^①指明多水年組与少水年組大多是每两三年交替，而两者之間的急速轉換則很少出現。多水年組和少水年組的最长历时不超过七、八年。

类似的多水少水年成組出現的情况，在我国各河流上同样存在，而且連續多年少水年組的反常情况似乎更較强烈，其中突出的实例如图1-6(a)及(b)所示的年徑流过程。

观察图1-6(a)可見在我国某河某站的多年徑流过程綫上由1899~1955年共57年系列中，前30年(1899~1928年)基本上是少水期，而后27年(1929~1955年)基本上是多水期^②。其中1899~1908年和1916~1927年两个少水年組分別延續了9年和12年。此外还有1951~1958年則是延續8年的多水年期。

图1-6(b)年徑流过程的整个系列，从1920~1959年共40年中間，1921~1934年基本上是少水年組，1935~1949年基本上是多水年組。著名的1922~1932年連續11年少水年組，曾成为某水庫調节計算中最引人注意的問題。

似乎象年水量多水少水延續多年成組交替出現这种反常現象还不是十分个别的。目前关于形成这种現象的原因和具体的演变規律还没有找到普遍的严格的解釋。有些苏联学者

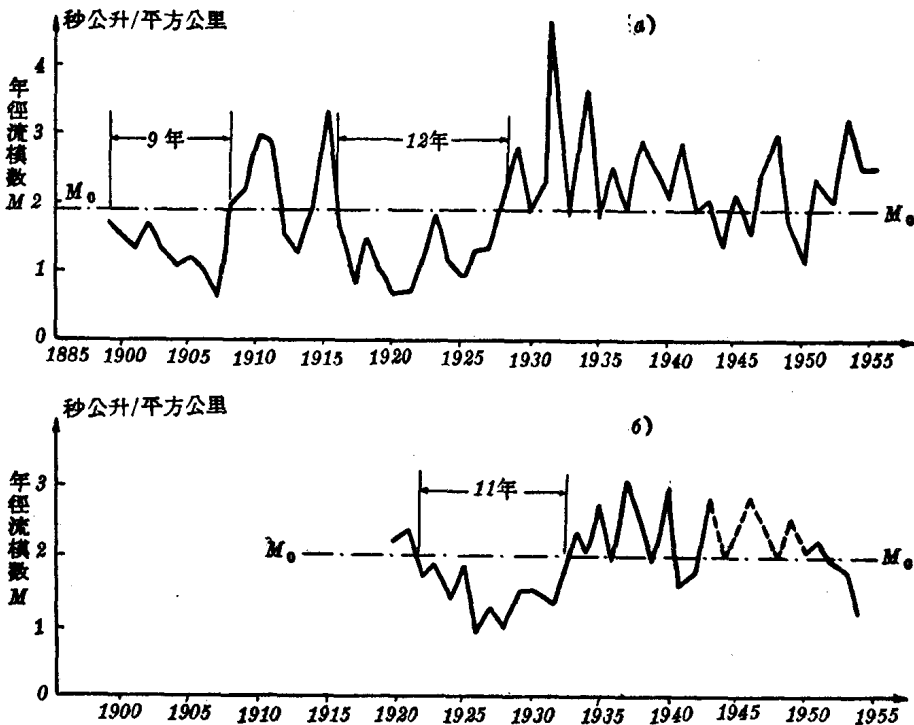


图 1-6 我国河流多年长期年徑流过程綫

① 参考文献[1-5], [1-10]。

② 見参考文献[1-9]。