

高等学校教学用书

河川径流

上册

苏联 Д. Л. 索柯洛夫斯基著

电力工业出版社

47
10
1959

高等学校教学用书

河 川 迳 流

上 册

研究和计算方法

苏联技术科学博士Д.П.索柯洛夫斯基教授著

水力发电建设总局专家工作室译

华东水利学院水文系校订

苏联高等教育部审定作为水文气象学院和综合性大学教科书

电 力 工 業 出 版 社

本書是根据1952年苏联国立水文气象出版社出版的“河川逕流”譯出。譯本共分上下兩册出版。本書为譯本的上册，包括原書第一章至第六章。

本書詳細地敘述了逕流学的發展史，系統地敘述了河川逕流方面的問題及其計算的原理。包括年平均逕流量及其变化，逕流的年內分配和極小逕流等問題。

本書可作为高等学校水利系和水文系的教科書；同时也可供水文研究工作者参考。

本書第五章是由鉄道部鉄道科学研究院翻譯的；其余各章由水力發電建設总局專家工作室翻譯。参加本書校訂工作的有：华东水利学院水文系刘光文、詹道江、赵人俊和彭澤来等同志。

Д. Л. СОКОЛОВСКИЙ
РЕЧНОЙ СТОК

ГИМИЗ ЛЕНИНГРАД 1952

河 川 逕 流 上册

根据苏联国立水文气象出版社1952年列宁格勒版翻譯

水力發電建設总局專家工作室譯 华东水利学院水文系校訂

623S89

电力工業出版社出版(北京府右街26号)

北京市書刊出版業營業許可証出字第082号

北京市印刷一厂排印 新华書店發行

787×1092 $\frac{1}{16}$ 开本 * 10 $\frac{1}{2}$ 印張 * 232千字 * 定价(第10类)1.40元

1957年9月北京第1版

1957年9月北京第1次印刷(0001—1,500册)

序 言

本書的基础就是作者多年来在列宁格勒水文气象学院(以前在列宁格勒大学)教学用的講稿,以及作者在国立水文研究院、列宁格勒水电設計分院和其他許多水利部門中多年的科学研究及生产实践。

著者編写本書的目的,是想就河川逕流計算問題的大量研究成果(主要是俄国学者和苏联学者的研究成果),加以系統化和一般化,使逕流学成为一門独立的水文学科,既与国民經济的实际需求密切結合,并供給高等学校学生在將來担任水文工程师工作时所必要的基本理論知識与实用技能。

作者在研討各項逕流問題时注意及建立河川逕流計算的基本原理,并分析河川逕流在性質上和数量上的形成規律和变化过程,以及察明影响逕流的各种地理因素和地理分区的通用規律对各項逕流特征数字的分佈的影响。

由此,作者在解决水文学中理論与实际問題时,尽量使那些地理分析方法,物理-数学分析及工程分析方法三方面达到最妥善的綜合。事实上,水文学既可列入地理科学,也可列入工程科学,二者不相上下。

本書較現有的其他教程更詳述了雪洪特別是雨洪計算方法的制定和發展問題,并分析了估算暴雨逕流最大流量的主要計算公式。这样作,不仅是因为融雪水和雨水在年逕流总量中佔据較大的比重,而且还考虑了在水池和水庫改造水文情势和調节逕流的条件下,現代水利工程所提出的許多要求。欲合理地规划設計水庫和水池,仅收集了一些經驗公式来求出春汛或雨洪的最大流量,显然是不够的,应当规划出或預估到整个洪汛的發展过程。此处就洪汛逕流所作比現有其他教程更为詳尽的論述,符合于高等运输学院的教学大綱与有关生产部門的实际要求;因此,对上述各單位來說,这部分是主要的篇章。

在緒論中,对于到目前為止依然爭論不決的有关沼澤及森林影响逕流情势的某些重要問題,也較其他各教程闡述更詳。

目前正值实现宏偉的斯大林改造自然計劃的时代,由于展开了兴建巨型的水电站、广佈的灌渠網与数以万計的集体农庄水池和水庫,对水文学提出更为复杂的要求。为了滿足这些要求,必須詳細分析逕流的情势与变化过程。而分析工作的基础,就在于充分利用和綜合过去研究所得的成果与資料,以及从社会主义社会利益的角度正确地估計人类改造自然对水文情势的影响。

本書为紀念逕流学的首創人 Н.Е. 道尔高夫和 Д.И. 柯切林兩位学者而作。

目 录

序 言

第一章 緒論	4
1. 逕流学的内容	4
2. 逕流学發展簡史	5
3. 論逕流研究与計算中的一些方法	17
4. 影响河川逕流的因素(一般論述)	20
5. 森林对逕流情势的影响	21
6. 湖泊与沼澤对河川逕流情势的影响	29
第二章 河川流域及湖泊流域的水量平衡	38
1. 多年期間水量平衡方程式	38
2. 个别期間的水量平衡方程式	39
3. 水量平衡的通用方程式	39
4. 內陆湖泊和吞吐湖泊的水量平衡方程式	40
5. 苏联某些天然水庫的水量平衡	41
6. 实现斯大林改造自然計划后森林草原地带和草原地带的水量平衡	45
7. 苏联境內的水量平衡	47
8. 全球的水量平衡	48
第三章 年平均逕流	49
1. 一般定义	49
2. 影响年平均逕流量的因素	50
3. 逕流量和蒸發量与降水量的关系公式	54
4. 逕流系数与飽和差之間的关系	58
5. 根据水量平衡方程式推求逕流量的方法	61
6. 逕流量等值綫圖	67
第四章 年逕流量之变化	77
1. 年逕流量与年降水量之間的关系	78
2. 应用机率理論分析年逕流量变化的基本論据	83
3. 分配曲綫	90
4. 分配曲綫参数的稳定性	102
5. 实测資料不足或缺乏时分配曲綫参数之确定	105

第五章 逕流的年內分配	111
1. 苏联河川的滋注类型及逕流的年內变化	114
2. 当地自然地理因素对逕流月分配的影响	127
3. 苏联境內的季逕流量	131
4. 夏秋季逕流量和冬季逕流量	138
5. 日流量累积頻度曲綫	145
第六章 極小逕流	154
1. 影响極小逕流的因素	154
2. 極小逕流量的地区分佈	157
3. 河流的干涸与冻结	159
4. 極小逕流量的估算方法	161
参考文献	163

第一章 緒 論

1. 逕流學的內容

河川水文學研究發生在河川流域內并決定着河川洩水量或逕流量的各種變化過程。逕流學是河川水文學的一部分。河川水文學的另一部分，或河流本身的水文學（河流學），則研究發生在河槽內的各種變化過程（河床形成規律，洪水運動，泥沙運動等）。

由此可見，逕流學就是河川水文學的一個組成部分。

同時，因為逕流是組成水量平衡的一項要素，不僅是對河川，而且對湖泊與沼澤都有意義。所以，逕流學也可看作是整個陸地水文學的一個組成部分，研究河川、湖泊及沼澤中含水量的形成規律。

逕流學之所以是陸地水文學中最主要的部分，還因為在該學科中所研究的水量平衡要素之一——逕流，乃是與大氣與其下墊面之間相互影響的產物。與降水相同，逕流實際上是水量平衡中一個最重要的因素。

事實上，國民經濟對陸地水文學所提出的要求之大部分，不論是來自水力發電、供水、灌溉、排水、鐵路及公路運輸等方面的要求，首先總是歸結到求出可以利用或排洩的水量大小這個問題上。

因此，逕流學在陸地水文學中是最能聯繫國民經濟實際需求的一個分科，也就是使水文學的理論知識與實際運用相結合的一個橋梁。從這個觀點來看，逕流學又可与工程水文學等量齊觀。

在蘇聯廣大領土上，河川眾多，如果直接用水文測驗方法進行研究極為困難。因而，在此種條件下，逕流學的意義顯得特別重大。

所以，根據較少數基本水文站上的實測資料，加以歸納綜合，來研究逕流在時間上和空間上的形成規律與分佈規律一節，確具有特殊的意義。

蘇聯在偉大的十月社會主義革命之後所發展起來的這種逕流研究方向，從前幾個斯大林五年計劃起，就使我們圓滿地解決了關於水文資料保證水利工程設計與施工的任務。

在斯大林改造自然和共產主義的偉大建設時代里，由於要保證設計和興建巨型水力發電站、灌溉渠道及數以萬計的集體農莊水池和水庫，對逕流資料的需求更將大為增長，本學科的意義，也絕對不會減小。

逕流學不僅在實踐上，也在理論上具有重大的意義。

從事於逕流形成這一複雜課題的研究人員，將遇到不僅水文學中的基本問題，而且還有與水文學相近的各學科中的問題，包括地表漫流和地下漫流，下滲與地下水滋注，降水形成規律，洪水進行速度以及其他方面的許多問題。

因此，逕流學可以正確地稱為水文學中最有實踐與理論意義的一個中心問題。

2. 逕流學發展簡史

逕流學的發展史是科學部門密切結合國民經濟的實際要求而進展的一個重要實例。

實際上，逕流學在蘇聯幾乎完全是在偉大的十月社會主義革命之後才獲得發展。特別在國家工業化的初期和前幾個斯大林五年計劃的年代里，逕流學發展得極其迅速，因為五年計劃是激發整個水文學及其重要組成部分——逕流學，向前發展的一種強有力的興奮劑和推動力。

在蘇維埃時代以前，逕流學發展得非常慢，大大落後於水文學的其他分科。早在1884年，А. И. 沃葉意柯夫教授在馳名的著作“地球氣候，特別是俄國氣候”一書中曾遺憾地指出缺少河川逕流資料的情況，他說：“精確地定出流動的水量，不是一件容易的事。目前世界上的河川，已作出此類估算，並且在質量上多少還算精確；在數量上還足以判斷河流中所產生的一切變化的則為數不多，特別是大型河川更甚”。

在逕流估算方面，不僅在帝俄時代有如上述情況，即使在當時經濟上比較發達的資本主義國家也是如此。

正是由於上述原因，在十九世紀末葉，一方面水文學還沒有脫離水文地理學而獨立分出（後者早在彼得一世以前，因為河道具有主要交通路線的作用，即已得到了發展）；另一方面，水文學還沒有從氣候學與氣象學獨立分出。氣候學和氣象學的創始人 А. И. 沃葉意柯夫同時也是第一位水文學家；他不僅把河川含水量與當地氣候緊密地聯繫起來，而且还指出了水文學和水的利用在今後許多年內發展的途徑。

А. И. 沃葉意柯夫在舉世聞名的著作“地球氣候，特別是俄國氣候”一書的第八章“河流與湖泊對氣候的關係”中寫出：“湧泉與河川就是降水的結果，前者輸送豐富的水量返回海洋或內陸盆地，自此處水量重新蒸發，周而復始，循環不已。當其他當地條件相同時，降水量越多，地面蒸發、水面蒸發及葉面散發損失越少，則該地區的水量就越豐富。因此，河川可以認為是氣候的產物”。

А. И. 沃葉意柯夫在這段簡短扼要的論述中，初次說明了氣候因素影響河流洩水量的一般規律。

А. И. 沃葉意柯夫在同一章中提出了許多重要見解，包括雨水與融雪水在地面和地下集流的時間因土壤種類而異，湖泊對河流情勢的影響（初次提出了目前在水文學中廣泛使用的名詞“湖泊型河流”^①，地面蒸發，水面蒸發及葉面散發等方面；接着敘述了河川按照氣候條件而劃分的著名分類法，研究了吞吐湖泊及內陸湖泊的（特別是里海的）水量平衡。

在另一章中（第35章“俄國的河流與湖泊”），А. И. 沃葉意柯夫根據自己使用的分類法，研究了俄國河流與湖泊的年內情勢，並首次試圖確定莫斯科河流域及喀馬河口下游伏爾加河流域的逕流系數。

А. И. 沃葉意柯夫更早在1882年所著作“俄國河流”報告中，由於伏爾加河的淤淺注

① 原文為“озерная река”目前尚缺乏適當的通用中譯名詞。——校者

意到：善于及时預报河川情势的重要性，森林的价值及其保水作用，农业措施对河川洩水量的影响，以及只有在实现斯大林改造自然计划的時代，才有可能解决許多其他問題。

我們完全有权利称 A. И. 沃叶意柯夫为俄国第一位水文学家。他首先肯定了河川洩水量与气候之間的关系，也指出了陆地水文学在今后若干年內的基本發展途徑。

十九世紀後半叶，由于資本主义強烈的發展，航运也随之有所增長，因而就需要研究河道的通航情况。

在 1870 年間，俄国交通部成立了航运研究委员会，并在通航河流上进行有系統的水位情势觀測工作，对重要的通航河道开始了大規模的測量与測深工作。

这些研究資料，在“俄国河川記述彙編”中正式刊佈。該委员会所組織的 132 个測站的水位站網，从 1878—1881 年間开始了有系統の觀測工作。这些就成为广泛研究苏联河川水文情势的开端。

就在同一时期內，在研究河床情势，以及因航运需要而进行河道治理工程所引起的河床变化过程方面，曾出版了許多著作。

例如，И. С. 列萊夫斯基工程师有名的著作“論河川水流与河床形成”（在 1893 年水利工程师第二屆代表大会上报告）与 B. M. 罗赫庭工程师的著作“論河床構造”（1895 年）。在这些著作中，初次綜合了河床情势的觀測資料并提出了河床形成的理論。

二十世紀初期，不論从航运方面或从發展中的水土改良方面，对水文学及逕流研究的要求都大为增長。同时，水位站与流量站網虽然在数量上远不敷用，但也相应地有所增加。

在此时期內，基于上述要求，出版了許多綜合逕流及河川洩水量方面的書籍，其中有 Э. М. 奥尔地柯普所写“河川流域表面蒸發”一書，这本巨作直到目前为止还保存着它的价值[2]。

奥氏書中綜合了俄国与西欧許多流域內雨量、逕流量及蒸發量的資料，細致地分析了气候因素及其他自然地理因素对蒸發与逕流的影响，并提出了表示蒸發（及逕流）与雨量之間的关系并考虑到空气湿度的公式。

就綜合內容的深度來說，这一著作在当时是極先进的，远非国外水文学家的作品所能比拟。除上述蒸發公式以外，这部著作的最重要成果之一，就是进一步發展并改进了 A. И. 沃叶意柯夫关于河川含水量与气候之間关系的原理。

Э. М. 奥尔地柯普研究了西欧地区 50 处河川流域的年平均雨量与年平均蒸發量的資料，并分析了个别座标点对表示蒸發和降水关系的平均直綫之离差而得出結論，認為这些离差不超过 70 公厘，計为中欧地区平均蒸發量的 15.7%。

Э. М. 奥尔地柯普認為，除气候因素外，影响座标点偏离平均直綫的，还有与蒸發有关的其他自然地理因素，以及确定各种数值时的誤差及觀測时期的不一致，因而他的結論是：仅自然地理因素（除气候因素以外）对平均蒸發量的影响，應該还要大大的低于 70 公厘，或 15.7%。

奥氏取 70 公厘作为自然地理因素对逕流量影响之上限，由此就确定了此类因素对平均逕流量（在中欧为 268 公厘）的影响，在 $\pm 26\% \left(\frac{70}{268} \right)$ 的范圍以內。

根据此項分析，Э. М. 奥尔地柯普得出以下結論：不使用直接測流資料，而只根据降水量及其他气象因素的資料，以定出計算各种不同流域的蒸發量及逕流量的通用公式是有可能的。如果計算結果并不要求特別精確，則此类公式中可以只列入气候因素。何况，除气候外的自然地理因素之影响，实际上很难用数学公式表示。

后面可以看到 Э. М. 奥尔地柯普表示自然地理因素对逕流影响的公式，用現代的眼光看来，虽然應該加以补充与發展，但在俄国及苏联水文学的發展中起了巨大作用，是 Д. И. 柯切林第一幅逕流等值綫圖的理論基础。

除上述 А. И. 沃叶意柯夫与 Э. М. 奥尔地柯普的著作外，如果再加上 Е. А. 葛因茨的著作(1903年)“奥喀河上游含水量与降水量的关系”，与 Н. Н. 索柯洛夫的著作(1913年)“就雅罗斯拉夫尔水文站資料推求雅罗斯拉夫尔城附近伏尔加河的水量”，以及 Н. Е. 道尔高夫对暴雨逕流卓越的研究(1905—1912年)[5](將在第七章詳述)，总起来，实际上就包括了革命前在逕流研究方面的全部成果。

所有上述著作具有一个共同特点，即在編写时所根据的本国逕流資料極為貧乏，例如，在 Э. М. 奥尔地柯普的著作中，仅利用了德聶伯河上游及奥喀河上游的逕流資料(直至1913年 Н. Н. 索柯洛夫才發表了雅罗斯拉夫里附近伏尔加河的資料)，而全部結論主要以国外的資料为根据。在偉大的十月社会主义革命以前，像这样的河川逕流資料的局限性之所以产生，并不是由于水文站網的發展不足(当时業已建立了約800个測站)，而是因为对水文学的要求極為有限；当时主要不过是为了航运目的而使用水位資料。

对于上述情况，中亞細亞是一个例外。当地由于灌溉需要，估算河川洩水量的工作便提到首位。由此，土地改良局土尔其斯坦水文測驗处开始有系統的整編并刊佈了中亞細亞地区各河川的逕流資料。

革命前，由于广泛地使用了奥地利工程师伊势考夫斯基(1886年)的公式，因而使河川逕流情势的直接觀測工作發展得極為緩慢。伊氏公式所表示的逕流与降水量之間的关系对于实际运用甚为便利，并附有因地形特性而变的逕流系数表。此項移用的公式，对于喀尔巴阡山脉地区的条件來說，大体正确。但对于俄国欧洲部分及西西伯利亞兩处的平原地区則全不适合，原則上不能加以使用。尽管如此，但在編制任何地区未經研究河川的规划任务書时，人們仍然机械地使用伊氏公式来确定各該河川的平均流量，并而造成了一种不真实的有害錯覺，使人們誤以为此公式能提供良好的結果，可以不必再去积累逕流資料。

在帝俄时代，实际需求的局限性，以及缺乏科学發展的条件，就是革命前水文科学所以落后的原因。

偉大的十月社会主义革命成功以后，情况就完全改变了。特别是从社会主义工業化及前几个斯大林五年計劃的时期开始，国民經济对水文学，首先是对逕流資料的需求，極其紧迫。

从这时起，苏联学者的面前展开了广闊的可能性，来进行各种勘查，發展觀測站網，建立專門性實驗室及試驗場等，因而水文研究的方向和速度，起了根本的变化。

为了在各个斯大林五年计划时期，以空前速度而发展的电力工程，工业与民用给水，铁路与公路工程、排水、灌溉以及国民经济中其他方面的要求，保证获得满足，不仅需要了解水位情势，同时也需要（而且在许多情况下几乎是绝对必需的）掌握流量情势，也即是河川洩水量或逕流情势。

这种情况之外，再加上特别有利的条件，总起来，就成为促使苏联逕流学向前发展的强大动力。

为了更详细地加以叙述，可以根据苏联整个国民经济的进程，将逕流学的发展过程，划分为三个阶段。

第一阶段是1917—1925年时期。此时，由于遭受第一次世界大战，国内战争及外国武装干涉的严重破坏，苏联国民经济刚刚恢复。

虽然如此，但由于苏联政府对科学发展的关怀，就在这个时期，苏联水文学的领域中出现了一个重大事件，即在1919年成立了国立水文研究院（ГГИ）（当时称为俄罗斯水文研究院）。国立水文研究院集中了苏联全部水文力量，对以后水文学的发展起了极为巨大的作用。

在这个时期内，对苏联整个国民经济和社会主义建设事业来说，最重要事件就是列宁和斯大林在1920年制定了俄国电气化计划。

遵照这个计划所开始的建设，首先就是伏尔霍夫水电站——电气化的首创物。该工程计划要求在伏尔霍夫河流域进行大规模的水文研究工作（“伏尔霍夫河流域研究资料汇编”）。后者在水文学的发展上起了重大作用。

在此时期内，水文学方面出版了第一批带指导性的文献：A. A. 特鲁法诺夫著的“河川水文学或地面逕流学”（1923年出版）及M. A. 魏里卡诺夫教授著的“陆地水文学”（1925年出版）。

A. A. 特鲁法诺夫的著作，在目前仅具有历史意义。它反映了水文学及逕流学的早期发展。该书的大部分是阐述蒸发问题。在说明逕流情势及其月变化方面，仅引用了苏联三个河川流域的资料：奥果尔城附近的奥喀河，雅罗斯拉夫里附近的伏尔加河及基辅附近的第聶伯河。

M. A. 魏里卡诺夫教授著的“陆地水文学”教程则有着不可估量的价值，书中初次有系统地论述了水文学这一学科的主要部分。

但在该书第一版的内容中，逕流部分所佔的篇幅不大。

在同一时期，由国立水文研究院在1925年召开了第一届全俄水文工作者代表大会。它标志着苏维埃政权初期在苏联水文学方面的重大发展。

在这次大会上听到的报告及发言中，对逕流学发展史来说，要以П. H. 列别杰夫关于“正常逕流量”的报告最有价值。П. H. 列别杰夫在报告中初次提出了逕流等值线图的问题。他认为，如地形土壤条件，植物被复条件及决定地下逕流的条件在空间上连续变化，则用地理座标（经纬度）与流域面积来代替影响逕流的全部变动因素是可能的，即：

$$M = f(x, y, F),$$

（式中 x, y ——地理座标， F ——流域面积）。因此，对于面积相等的流域，逕流

模數可以用等綫值表示出來。

因此，報告人指出：對各種大小不同的流域繪制單位面積逕流量的等值綫圖之目的，就是想定出各地区的正常逕流量。

此報告之所以重要，是由于以下幾點：第一，就氣候條件及其他自然地理條件對逕流的影響來說，在當時對多年平均逕流量與說明逕流的其他特征數字並未分別考慮；第二，截至當時為止，А. И. 沃葉意柯夫關於氣候因素影響逕流的原理，以及經Э. М. 奧爾地柯普修正過的關於自然地理因素（包括流域大小，但不包括氣候因素）不甚影響平均蒸發量及平均逕流量的結論，尚無人加以考慮；而大小不同流域面積的逕流等值綫圖既已繪制，也就肯定了平均逕流量與集水面積之間確存在有一定關係。

同時，也該指出，П. Н. 列別傑夫的著作，比伊勢考夫斯基公式，業已跨進了一大步。在該著作中初次使用了逕流特征說明數字的圖示方法。

逕流學發展的第二个階段應該是自1926年，即國家社會主義工業化的第一年起，至1941年，即偉大的衛國戰爭爆發時為止。在這十五年間，逕流學向前躍進了極大一步，由水文學的一個小章節發展成為水文學的一門獨立分科。

1925年12月蘇共第十四次代表大會，通過了實現國家社會主義工業化的方針；要求進行大規模工業建設和水利建設。因而，對水文學來說，首先是对逕流學，提出了一系列為當時水文學知識所無法滿足的實際需求。

此時，在水利工程的要求與水文學滿足它們的可能性之間，大大地脫了節。但是，這些水利工程上的要求也鍛鍊了蘇聯學者。他們為滿足這些要求，孜孜不倦地獻身於水文學問題的研究，因而，有力的推動了逕流學的發展。

Д. И. 柯切林正是這樣的一位水文學者。

Д. И. 柯切林當時在蘇聯最高國民經濟會議所屬電力總局內負責水利工程設計的審查與鑑定工作。他敏銳地感覺到水文資料首先是逕流資料的不足，因而得出結論說，為了彌補水利工程與逕流水文學之間的嚴重脫節現象，必須將現有的逕流資料，加以歸納與綜合。

Д. И. 柯切林隨即着手綜合了多年平均逕流資料。他費了很大的精力，从零散的文獻及設計資料中蒐集了30處具有較長期逕流計算的水文站的資料後，制成第一幅逕流等值綫圖，在水文學與逕流學的發展上起了巨大的作用（圖1）。

柯氏等值綫圖的實用價值極為巨大；可以說，由1927年到1937年期間在В. Д. 柴柯夫與С. Ю. 貝林柯夫繪制的國立水文研究院逕流等值綫圖問世以前，也就是第一個和第二个斯大林五年計劃實現時期，柯氏的等值綫圖正是千百項水利工程設計書中水文論據唯一的來源。

Д. И. 柯切林曾寫過：“我們了解的只是極少數河川的逕流情勢。但是，目前各種水工建築却已普及到為數眾多的大小河流。由於水利工程發展的速度遠遠超過了必要的基本水文資料之累積工作，在我們面前就呈現了水利工程與逕流學水文學之間嚴重脫節的事實”[8]。

其次，Д. И. 柯切林談到在很多測站上臨時測流資料不足的情況時曾寫出：“我想，

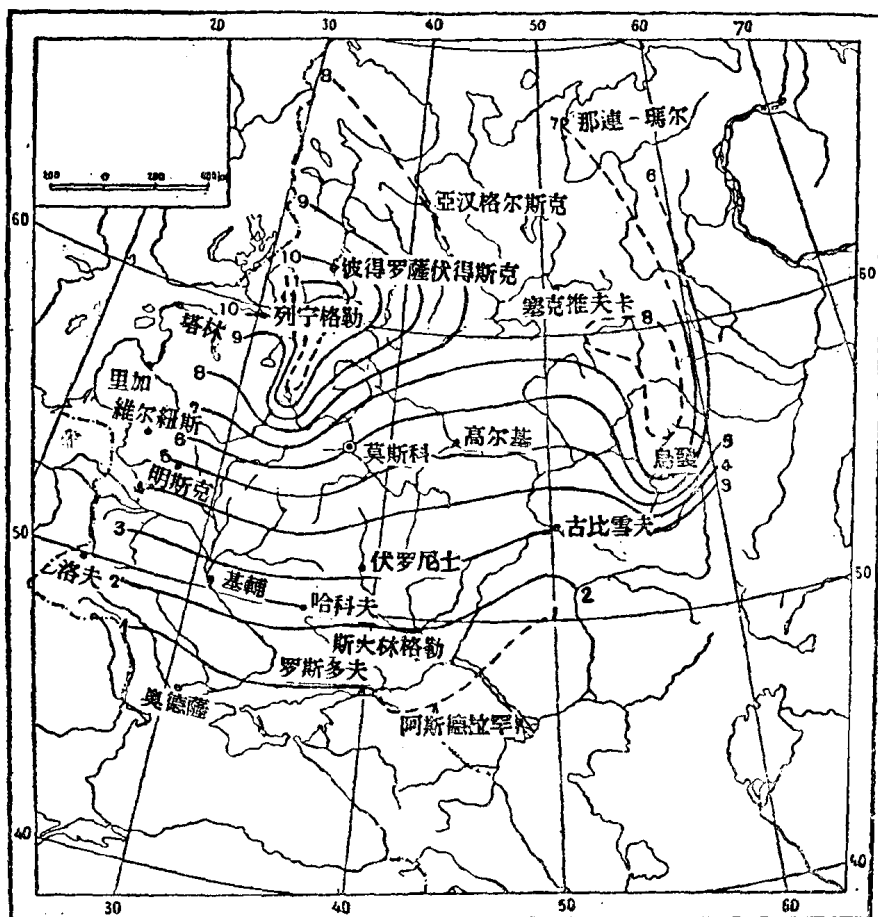


圖 1 Д. И. 柯切林制苏联欧洲部分多年平均逕流量等值綫圖

在此种情况下,即使为数極少的測站来研究有系統的和長期的測流資料,必然大有帮助。

此类長期測流資料可以用来得出稳定的正常水文数字和特征說明数字,对当地給出本身所应有的尺度。根据少量的基本資料,看出这种規律性,較累积大量相互間难以进行比较的片断而帶偶然性的資料,更是重要得多。因此,目前了解現有逕流資料,并加以合併、平差,分析与綜合,以获得逕流在地区与時間分布上有連貫性的概念,确是非常适时的”。

Д. И. 柯切林在 1927 年出版的著作“苏联 欧洲部分多年平均逕流量、年逕流量及月逕流量”一書中,初次研究了年逕流的可能变化問題。

Д. И. 柯切林指出,“具体研究逕流問題的下一个阶段,就是研究年平均逕流量的变化”。接着又說:“掌握某一河流或某一測站按遞減次序排列的年逕流模数之后,就可得出足以說明年逕流模数之多样性的数列(在統計学上称为逕流的分配)。

Д. И. 柯切林將具有較長期实测数列的 8 条河流与 11 个測站之年平均逕流模数与模比系数^①(本名詞即系由柯氏首創)加以比較,并將模数按遞減次序排列之后,制出“累

① 模比系数原文为“модульный коэффициент”,有人譯作“变率”,似甚易引起誤会。从字面来看,变率之意為 $\frac{dy}{dx}$ 。——校者

积分曲线”(圖2), 目前通称为經驗的累积频率曲线; 并确定了按遞減次序排列的数列中年分位置(中位数, 上四分位数与下四分位数等)以及流域地理位置二者与年逕流变化之間关系的規律性。

在同一著作中, Д. И. 柯切林并确定了苏联欧洲部分各河川月逕流分配的基本特征数字。由此, 柯氏在“苏联欧洲部分多年平均逕流量, 年逕流量及月逕流量”一書中, 打下了研究这三种重要逕流特征数字的基础。

柯氏在逕流学的其他章节中, 考虑到水利工程的实际要求, 特別注意到極大逕流量的形成及其估算問題。

Д. И. 柯切林的另一部著作“苏联欧洲部分融雪洪水極大流量正常值”, 和“苏联欧洲部分多年平均逕流量, 年逕流量与月逕流量”一書, 同在1927年出版。

在上述著作中, Д. И. 柯切林从設計資料, 档案資料及文献資料中彙集了178个融雪水与雨水的極大流量之后, 加以分析, 并根据各地区的地理特征与極大流量的成因, 按極大逕流量的数值提出了苏联欧洲部分地理景观分区方案。最后, 并將这些資料加以綜合, 求得了若干經驗公式。这项公式与平均逕流量等值綫圖, 一併是当时設計水工建筑物出水口主要而又唯一的水文根据。

應該指出, Д. И. 柯切林并不以仅仅制定出洪水極大流量的估算方法为滿足; 他認為还應該研究洪水的其他要素。

柯氏写出: “由于忽視了洪水成因的分析, 大多数估算極大逕流量的公式与極大流量的正常值只能据以求出洪水極大流量值。因为水利工程在规划設計中(主要是設計出水口尺寸), 只要求定出一个瞬时極大流量值, 并不注意于洪水的其他要素, 这种状况还算是情有可原。

但是, 現代水利工程方面的許多問題, 要求更全面的掌握洪水現象。这些問題包括防洪、河川逕流調节, 及一般的考虑水庫充水时, 洩水建筑物出水口尺寸的計算等等。要解决上述問題, 就必須更全面地确定洪水的各項要素, 特別是洪水量, 洪水历时等。

在确定上述各要素时, 一定不能撇开洪水成因不顧; 因为造成洪水的原因不同, 形

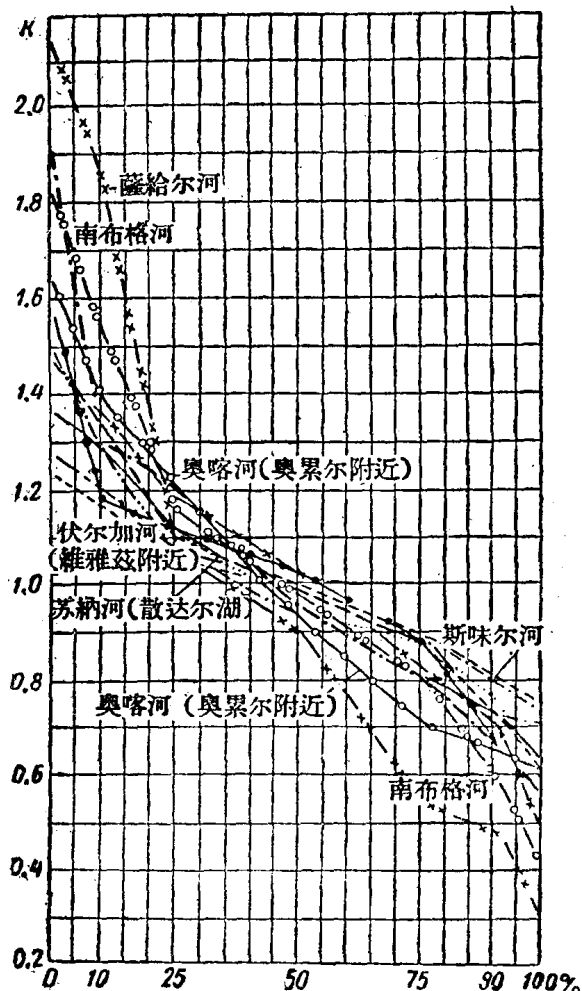


圖2 苏联欧洲部分各河川年逕流量累积频率曲线 (Д. И. 柯切林制)

成洪汛現象亦必迥然各異”。

以上引用的文字可以說明，在理解洪汛問題上，Д. И. 柯切林的認識相當於共產主義偉大建設時代和斯大林改造自然計劃時代現代要求的水平。

Д. И. 柯切林在另一本直到現在還保存其價值的名著，“考慮洪水逕流過程及水庫充水情況以確定水工建築物出水口尺寸”一書中，分析了洪汛的各項要素，即洪水逕流過程綫或天然進水曲綫。在這一著作中，柯氏分析了大小型水庫對極大流量的調節作用，並在確定了進水和出水流量大致呈直綫變化之後，求得估算大小型水庫極大流量調節作用的簡易公式，直到目前仍在使用的。

Д. И. 柯切林也對日流量累積頻度曲綫進行了詳細的分析，並根據 31 處測站的資料，規定了蘇聯境內流量年內分配的三種類型如下：

第一類是一年內以中等逕流情勢為主的河川（湖泊型河川）；

第二類是一年內以枯水流量情勢為主的河川（蘇聯歐洲中部地區大部分平原河川，烏拉爾山及阿爾泰山山麓地區的河流）；

第三類是一年內流量大致均勻分配的河川（山區河流）。

對 Д. И. 柯切林著作的簡短介紹就此結束。必須再一次強調指出這些著作在逕流學發展上的意義。實際上，也正是柯氏創造了這門學科，並制定了逕流分析和計算的新方法。這點之所以成為可能，不僅是因為有勇於打破舊傳統的真正科學革新者 Д. И. 柯切林之苦心鑽研，更主要的是由於他根據國民經濟的實際需求，進行了有目標的研究。

Д. И. 柯切林在 1928 年正值創造力量蓬勃發展的時期而逝世。在逝世前夕，他參加了國立水文研究院於 1928 年 5 月召開的全蘇第二屆水文工作者代表大會。

這次代表大會在第一個斯大林五年計劃前夕召開，它表明由於為科學進展創造了極有利的條件，蘇聯水文學的發展，達到在國外從來所未有的速度。

在這次大會上，聽取了几十個報告，包括蘇聯河川水文學、湖泊水文學、沼澤水文學、地下水水文學及海洋水文學各方面的問題及其研究方法等。這次代表大會從逕流學的發展觀點來看，同樣是有很大的意義。因為在會上聽取了五個關於在資料不足或缺乏的情況下估算逕流方法的報告，其中包括有 Д. И. 柯切林的報告。

但是必須指出，雖然逕流等值綫圖具有很大的科學上與實際上的意義，然而在第二屆全蘇水文工作者代表大會上並沒有這方面的專題報告，而且在當時它的意義也沒有得到水文學家應有的評價。

這種現象可由下面兩點原因得到解釋。

第一，一種業已根深蒂固，認為多年平均逕流模數與流域面積及坡度無關的概念很難拋棄（下面將要談到的那些條件屬於例外）。

其次，柯切林的研究特點使許多水文學家大為震驚；在他們的觀念里，柯氏研究的實質，只是把逕流的多年數列用統計方法加以整理後，對逕流與降水量及其他因素之間的關係絲毫不加分析，便在圖上繪出等值綫。

這種看法在全蘇第二屆水文工作者代表大會上的一個報告中充分反映出來。該報告中指出：“Д. И. 柯切林為了水電站而進行的綜合性逕流研究工作帶有統計性質，並未考

考虑逕流量与降水量及其他因素之間的关系”。

在其他的报告中，都是提出了当水文实测資料缺乏或不足时确定逕流量的他种帶成因分析性質的方法，如詢問居民，繪制水位及流量的典型过程綫或根据滋注的來源（融雪水、雨水、淺層水及深層水）將各种来源的逕流量加以累积，并在缺少实测資料时，各种逕流的范疇，应根据現有观测資料，洪水痕迹和詢問材料以及气象資料等加以确定。

这个建議在原則上是正确的。但是沒有考虑到对逕流作数量上与性質上的估算时采用該項建議的实际可能性，又不适宜于同时根据逕流总量进行檢驗。可以想像到，如果使用了此种較逕流等值綫圖的精度低得很多的方法，則將是怎样一种所謂“精确”的平均逕流資料，用作为规划設計的基础。

在全苏第二屆水文工作者代表大会上，唯有在 M. A. 魏里卡諾夫的报告中，正确地理解了逕流等值綫圖，并在原則上和理論上提出將多年平均逕流量与他种逕流特征数字加以区分的論据。在标题为“缺少水文实测資料时逕流量的近似估算法”的报告中，M. A. 魏里卡諾夫写出：“为了明确整个問題的提法，我們把河川逕流的全部問題分为四部分，他們在水文上的特点各不相同，因而就需要不同的計算方法。

一、多年平均逕流量，是一种極簡單的現象，遵循下列的通用水量平衡方程式：

$$x = y + z,$$

式中 x ——降水量； y ——逕流量； z ——蒸發量。三項均折合成为每單位流域面积的数值，各以公厘計算。流域中水量之蓄积与消耗，是一种週期性的現象；对此將不加研究，因为我們对全部的数值，均就充分長的时间，取得平均；

二、年逕流量，是一个較為复杂的現象。因为此处又增加了一項取决于变动的自然地理条件的因素值，即是流域中水分的蓄积量与消耗量。

为了計算年逕流量，我們必須先求出与不变的和变动的自然地理因素成函数关系的 z 和 u ；

三、季逕流量；

四、暴雨極大逕流量。

魏氏接着写出：“多年平均逕流量与河床形式完全無关。前者与流域地形及土壤構造之間，如果說有些关系，也只是在于此兩種因素对总蒸發量的影响上面。流域內純粹地方性的与临时性的条件，对多年平均逕流几乎不甚影响。平均逕流完全取决于在空間上連續变化的永久性自然地理条件。因此，插值法是完全适用的”。

虽然，在这段論述中，关于地方性自然地理因素对平均逕流的影响問題还没有完整地提出，但已着重指出了多年平均逕流量与其他种逕流特征数字之間在原則上的差別，并且对此点在理論上取得了論証。

除此之外，在这个报告中又初次強調指出了水文比拟法的意义。这种方法在現代水文計算中确具有極重大的价值。

Д. И. 柯切林去世之后，水文資料和逕流資料的归納綜合工作，以及在此基础上制定当水文实测資料不足或完全缺乏时估算逕流方法的工作，由国立水文研究院繼續并發展下去。首先曾注意于彙集平均逕流量資料与訂正柯氏的逕流量等值綫圖兩項工作。

1937年，在各省的区域性逕流量等值綫圖(Д.Л. 索柯洛夫斯基所制頓內次河流域逕流量等值綫圖[9]；Б.Д. 柴柯夫所制伏尔加河左岸逕流量等值綫圖[10]；Б.Б. 波萊柯夫所制頓河流域逕流量等值綫圖[11]等等)問世以后，又刊佈了由Б.Д. 柴柯夫与С.Ю. 貝林柯夫兩氏在国立水文研究院制成的綜合性等值綫圖[12]。該圖所根据的是已达1280处測站的逕流資料，而Д.И. 柯切林的等值綫圖所根据的則不过32处測站的資料。并且，此时苏联欧洲部分的逕流量等值綫已繪制在比例尺为1:5 000 000的地圖上；柯氏当时使用的却是1:20 000 000的地圖。除此以外，还粗略地制成了苏联亞洲部分的逕流量等值綫簡圖(不包括中亞細亞和阿尔泰山的山区)。Б.Д. 柴柯夫也初次繪制了西欧各河川的逕流量等值綫圖[54]。可見苏联学者不仅研究了本国境內的，也研究了西欧部分的年正常逕流量。

1946年，Б.Д. 柴柯夫在国立水文研究院修訂了逕流量等值綫圖[13]。繪制新的逕流量等值綫圖时，根据了2360处水文站的逕流資料。对苏联亞洲部分內許多分区的逕流分配进行了訂正，而对中亞細亞和阿尔泰山山区的逕流分配也取得了概型。

1928—1941年間，即前三个斯大林五年計劃时期，由Д.И. 柯切林奠基的逕流学之其他部分也粗具規模。

首先是逕流的年变化問題。前已指出，Д.И. 柯切林初次注意到這個問題，曾指出了“逕流量的变幅与流域面积大小及其地理位置之間的关系”。

1930年間，Д.Л. 索柯洛夫斯基在“使用分配曲綫以确定苏联欧洲部分河川年逕流量的可能变化”一文中，进一步研究了逕流的年变化問題。該書的任务，正如書內序言所說，就是对Д.И. 柯切林所提出的經驗关系，也即是年逕流量的变幅与自然地理条件之間的关系，加以綜合归納并求出数学公式。

在苏联使用分配曲綫以估算逕流量一节，系由上述著作初次提出。此法后来在水文計算，水务計算，以及水利工程設計中，应用極為普遍。在这本書中也初次分析了年逕流离势系数与流域大小及流域地理位置之間的关系，并作出了离势系数公式中所含有的地理参数 α 之等值綫簡圖。

后来，在水文計算和水务計算中，使用数理統計与分配曲綫的理論，是由領導流量調節理論与实践的苏联学派之学者С.Н. 柯里茲基和М.Ф. 閔克洛二人所提出的。而在其他苏联学者中，必須提到Г.Н. 栢罗夫考維契，П.А. 叶菲莫維奇，Н.Д. 安徒諾夫，М.Э. 謝維列夫，М.В. 梅尔考夫斯基，Г.А. 阿列克謝夫，Е.Д. 薩法罗夫及其他許多学者。

在同一时期內，逕流学的其他部分也得到發展。

当此时期內，在雨洪計算方法上从事暴雨逕流理論和实践研究的学者計有：М.А. 魏里卡諾夫，А.Н. 柯斯台可夫，М.М. 蒲罗托达考諾夫，Г.Д. 杜別利尔，М.Ф. 斯立伯納等人。

上述研究成果將在有关章节中詳細說明。

这一时期內，在計算春汛極大逕流量及逕流年内分配方面，計有：Д.Л. 索柯洛夫斯基的綜合性研究，它是对Д.И. 柯切林著作中有关本問題的进一步發展与訂正；А.В. 奥根叶夫斯基对烏克蘭苏維埃社会主义共和国境內逕流問題研究的著作；Н.Д. 安徒諾夫