

高等学校教学用书

公路設計

下 册

亞·康·比魯利雅著

人民教育出版社

高等学校教学用书



公 路 設 計

下 册

亞·康·比魯利雅著
楊振清 王唐生譯

人 民 教 育 出 版 社



本书系根据苏联汽车运输与公路部汽车运输科技书籍出版社 (АВТОТРАНСИЗДАТ Министерства автомобильного транспорта и шоссейных дорог СССР) 1954 年出版的乌克兰苏维埃社会主义共和国功勋科学活动家、技术科学博士亚·康·比鲁利雅 (А. К. Вируля) 教授著“公路设计”下册 (Проектирование автомобильных дорог. часть II) 修订第三版译出。原书经苏联高等教育部审定为高等学校“公路与城市道路”专业的教科书。

著者在本版书中,除了将 1948 年版的内容作了删改外,并将公路设计的科学作了进一步的分析和综合,书中也增加了许多新的材料,特别注意到设计理论和设计方法的研究。

原书分上下两册,下册内容叙述桥位构造物设计,道路勘测、设计和改建,以及城市街道等的设计理论、原则和方法。

下册第一篇及第五篇由杨振清译,第二、三、四篇由王唐生译,在翻译过程中曾参考原书 1948 年版的译稿(由清华大学道路教研组译)。

公 路 設 計

下 册

亞·康·比魯利雅 著

楊振清 王唐生 譯

人民教育出版社出版 高等学校教材編輯部
北京宣武門內承恩寺 7 号
(北京市书刊出版业营业許可証出字第 2 号)

上海大众文化印刷厂印刷
新华书店上海发行所发行
各地新华书店經售

统一书号 15010·917 开本 787×1092 1/16 印张 19 5/8 插页 2
字数 414,000 印数 1—3,200 定价 (4) 1.90

1960 年 9 月第 1 版 1960 年 9 月上海第 1 次印刷

序

汽車公路学院所用的“公路設計”課本下册系闡述桥位設計問題、新建及改建公路的勘测、以及設計文件的編制。对城市道路的設計問題也作了簡短的論述。

和編写本书上册时一样,作者认为最主要的任务在于說明公路和公路构造物設計的理論、原則和方法。

在編写本书时采用了桥位設計的新的研究和实践的总结以及公路干綫的設計和施工的經驗。

近年苏联公路工作者們丰富的实践是极为广泛和多种多样的,要总结这些工作是有很大困难的。本书不可能反映各个公路机构現在已經发生和实际上解决了的在勘测和設計方面的全部各式各样值得注意的問題。

同时,現在所用的主要是根据公路干綫的經驗所拟定的勘测与設計文件編制的方法和原則,这还需要加以重大的改进以适用于广大的地方道路網的設計和施工。

各农业地区,特别是荒地和矿区开垦地的公路設計問題,具有特別重大意义。如有設備完善的汽車公路,将大为促进农业經濟的发展和社会主义生产的增长。

作者的意图在于从发展的角度来闡述这門学科,在叙述中不仅說明最新的研究和实践成就,而且在本教程的各篇中提出各种科学上的和工程上的問題,使能对教师 and 学生的科学工作有所帮助。

公路和公路构造物設計理論的繼續发展和繼續深入,促进了公路設計和施工質量的改善、造价的降低和工期的縮短。設計决定和方案比較的技术經濟論証問題具有重大的意义。

本书述及現有的关于公路設計方案的技术經濟比較工作,但为了拟定方案比較的最終方法,对这一問題仍須进一步进行詳細的研究。

由于本书下册的綜合性特点,在下册的編写大綱和内容編排方面引起了很严重的困难。

在下册中所提到的大多数問題,均有丰富的参考书,这些不可能全部反映到本书中来。因此,和本书的上册一样,作者編了足够完全的注釋以指明出处。

为了使學生解决作課程設計和毕业設計时遇到的实际問題,除了这本課本外,还指定學生利用現有的教学参考书、主管机关制定的指示和規範、各种手册和杂志。

由 O. B. 安德烈耶夫、B. Ф. 巴布科夫、M. C. 札馬哈耶夫和 E. B. 克魯捷茨基等作者合編的“汽車公路設計課程練習”可供學生作为本书的补充讀物。

本书下册曾由專家們給予了詳細的審閱。作者採納了以技术科学博士 B. Ф. 巴布科

夫教授为首的莫斯科汽車公路学院的和全苏公路設計院工作人員 Н. М. 昂托諾夫、Л. Л. 克龙罗特、В. В. 札华特斯基的宝貴的审閱意見。技术科学博士 Е. В. 波尔达柯夫曾給作者以重要的帮助。

作者对上述的集体和个人所給予的帮助表示感谢。

下 册 目 录

序

第一篇 跨越水道的設計

第一章 跨越小水道的設計	437
第一节 水流障碍和跨越水流障碍的設計	437
第二节 小汇水区的徑流	439
第三节 小汇水区最大流量的決定	444
第四节 用极限强度法求算計算的暴雨流量	452
第五节 融化水的徑流	454
第六节 小型排水构造物水力計算的一般基础	455
第七节 小桥的孔徑計算	458
第八节 涵洞孔徑的确定	461
第九节 压力式涵洞的孔徑計算	467
第十节 考虑到桥涵前面积水的涵洞和桥梁的孔徑計算	470
第十一节 透水路堤和渗水层	473
第十二节 公路附近的水塘和桥式泄水道	476
第二章 跨越小水道的桥位勘测	480
第十三节 汇水区測量	480
第十四节 水道及干沟的实地調查	483
第十五节 小型排水构造物在路綫上的布置	484
第三章 跨越大河的設計和河流水文学	485
第十六节 桥位构造物及其設計的任务	485
第十七节 河谷的类型和河流的特性	487
第十八节 水道中的流速分布	489
第十九节 河流中的水位变化	494
第二十节 河川徑流及河水流量	496
第二十一节 流量或然率的求得	497
第四章 大桥孔徑的決定	502
第二十二节 決定大桥孔徑的原則	502
第二十三节 依靠冲刷和开挖河槽减小桥梁孔徑	508
第二十四节 通航和浮筏要求的保証	511
第二十五节 受壅水作用的桥孔計算	513
第二十六节 河滩上的桥孔(分組桥孔)	515
第五章 大河桥位的勘测	517
第二十七节 勘测的任务和内容	517
第二十八节 桥位选择	518
第二十九节 桥位平面图的測量	521
第三十节 橫断面測量	522
第三十一节 特征水位的确定	523
第三十二节 历史高水位	524

第三十三节 河流纵坡的测量	525
第三十四节 流速和流量的确定	526
第六章 行車堤和导治构造物	528
第三十五节 河滩上引道的設計	528
第三十六节 导治构造物	530
第三十七节 导流堤和格坝	531
第三十八节 河槽的导治构造物	536
第三十九节 沿河谷公路的修筑	541
第二篇 道路勘测及設計的編制	
第七章 道路設計的一般程序	544
第四十节 道路設計的任务和阶段	544
第四十一节 勘测工作的分类	546
第八章 經濟調查	547
第四十二节 綜合經濟調查的概念	547
第四十三节 个别經濟調查	548
第四十四节 調查区及吸引区	550
第四十五节 吸引区的經濟特点	551
第四十六节 貨物周轉量及其确定	553
第四十七节 客运	555
第四十八节 短途鐵路貨物	556
第四十九节 道路貨物强度及行車密度	557
第五十节 修建及改建道路的投资效果	561
第九章 踏勘測量及編制初步設計	566
第五十一节 踏勘測量的方法	566
第五十二节 根据地图研究沿綫的地区和室內定綫	567
第五十三节 实地勘察	571
第五十四节 使用仪器測繪的踏勘測量	573
第五十五节 自动水准仪及平面自动繪图仪	575
第五十六节 各种摄影測量方法的应用	576
第五十七节 編制初步設計	580
第五十八节 决定道路技术标准及路面类型	581
第五十九节 路綫各方案的設計及比較	583
第六十节 建筑材料的保証	585
第十章 詳細測量	586
第六十一节 詳細測量的任务及准备工作	586
第六十二节 布設路綫的方法	587
第六十三节 定綫及量角	591
第六十四节 路綫釘桩	593
第六十五节 路綫的水准測量	596
第六十六节 路綫的标定	599
第六十七节 路綫与全国性大地网的联測	601
第六十八节 測繪等高綫平面图	604
第六十九节 詳細測量时的内业工作	605
第七十节 冬季測量	607
第七十一节 路綫及主要决定的協議	607
第七十二节 測量的組織	608

第十一章 工程地質調查	610
第七十三節 調查的方法及任務	610
第七十四節 土壤調查	611
第七十五節 地質及水文地質調查	617
第七十六節 筑路材料產地的調查	621
第十二章 技術設計的編制	625
第七十七節 技術設計的組成及對技術設計的要求	625
第七十八節 路線平面圖	627
第七十九節 縱斷面圖	628
第八十節 路面類型及結構的論證	632
第八十一節 選擇路面類型的技術經濟論證	634
第八十二節 路線各方案按技術經濟指標的比較	638
第八十三節 編制施工組織設計的概念	640
第八十四節 單價及預算的編制	644
第八十五節 施工設計的目的及方法	644

第三篇 公路的改建

第十三章 道路的改建設計	647
第八十六節 道路的分期修建與改建	647
第八十七節 路線的平面與斷面的改建	649
第八十八節 路基的改建	652
第八十九節 道路路面的改建	654
第十四章 改建的勘測和編制設計文件	658
第九十節 原有道路的技术調查	658
第九十一節 改建道路時的詳細測量	659

第四篇 公路干綫和樞紐工程的設計

第十五章 公路干綫是遠程交通的道路	662
第九十二節 公路干綫上汽車行駛的性質及其要求	662
第九十三節 路線和構造物的設計特點	664
第十六章 公路干綫的設計	666
第九十四節 路基和路面結構	666
第九十五節 汽車站	668
第九十六節 養路機構的房屋	672
第九十七節 公路的建築藝術原則	676
第十七章 公路在居民點的布置	680
第九十八節 穿過和繞過居民點	680
第九十九節 樞紐和環行公路干綫	684
第十八章 交叉	686
第一百節 交叉與聯接	686
第一百零一節 與鐵路的交叉	688
第一百零二節 公路平面交叉	692
第一百零三節 公路環行交叉和立體交叉	694

第五篇 城市街道

第十九章 城市系統內的街道	702
---------------------	-----

第一百零四节 关于街道网规划的概念	702
第一百零五节 街道用途及其分等	703
第二十章 作为运输构造物的街道的设计	706
第一百零六节 街道的组成部分及横断面	706
第一百零七节 城市道路的行車部分及路面	710
第一百零八节 人行道和自行車道	712
第一百零九节 电车道	718
第一百十节 交叉路口	717
第一百十一节 广场	718
第一百十二节 斜坡和河岸上的街道	720
第一百十三节 街道及街道网的改建	723
第二十一章 城市的排水管及地下设施	723
第一百十四节 城市区域的排水	723
第一百十五节 排水管的水力计算	725
第一百十六节 排水管和雨水集水井的构造	728
第一百十七节 城市的地下设施及其与城市道路的配合	729
第二十二章 城市地区的竖向规划	730
第一百十八节 竖向规划的原则	730
第一百十九节 街道和广场的竖向规划	731
第一百二十节 关于竖向规划方法的概念	738
第二十三章 城市街道和公路	734
第一百二十一节 郊区道路	734
第一百二十二节 引入和联接	735
第二十四章 城市道路的勘测和设计的编制	736
第一百二十三节 对勘测和设计的一般要求	736
第一百二十四节 城市道路设计的编制	737
結束語	741

第一篇 跨越水道的設計

第一章 跨越小水道的設計

第一节 水流障碍和跨越水流障碍的設計

設定路線，通常会和許多河谷、渠道、大小水流、干谷以及有周期性水流的干沟相交遇。只有在特殊情况下，当路線的个别路段沿着高而且平的分水岭上設定，或沿着平原地区几乎水平的地段設定时，才能避免这种交遇。

应按照公路等級和水流障碍的性質設計各种跨越构造物，以保証公路經常通行无阻，或保証公路只在年中某些时期交通中断，或在跨越水流障碍时交通稍有延誤。跨越水流障碍应架設一些桥梁构造物。

根据公路与水流或湖泊相交的多少和相交的状况，水流障碍的分类列于表 1 中。

表 1.

水 流 障 碍 的 名 称	克 服 障 碍 的 构 造 物
大河、海灣和海峡.....	永久性桥梁 浮桥 渡船 隧道
中河和小河.....	永久性桥梁 临时性桥梁 浮桥 过水路面
灌溉渠道和工业渠道.....	永久性桥梁 渡槽
小型的固定水流.....	桥梁 桥式水槽 透水路堤 过水路面 渡槽
有短时水流的干谷.....	桥梁 涵洞 过水路面 透水路堤 栈桥
湖泊，水庫.....	堤坝 栈桥 浮桥 渡船

关于跨越水流障碍的方法,以及构造物的结构和尺寸,应視所設計公路的作用和技术等級,河流或湖泊的性質、大小和状况,地質情况以及現有的当地材料,从技术經濟方面考虑加以决定。

桥梁构造物的設計,結構及其施工組織在桥梁学課程中研究。有关桥位的选择,构造物图式和总的尺寸等問題在公路設計課程中研究。

跨越水流障碍的构造物的造价,約占公路建筑全部造价的 10—20%。

大多数的构造物都系建于小水流和干谷与公路交遇之处。构造物的尺寸視流至构造物的計算流量而定。而水流中的流量主要又和汇水区的汇水面积的大小有关。

凡有水流至河道或河谷与公路交遇处的地面称为汇水区(集水区)。汇水区本身系以分水綫为界。

排水构造物可分为小型、中型及大型三种。

汇水面积不大于 100 平方公里者(至水流与公路交遇处),一般认为系小水流。

涵洞和长度小于 30 米的桥梁,属于小型排水构造物。中型桥的长度为 30 至 100 米。凡桥长大于 100 米,或长度虽然較小但跨徑大于 30 米者均属于大型桥。

虽然小型排水构造物的尺寸較小,但其在每公里公路中的造价总值可能占每公里公路造价总值甚大的百分比,因此根据地形和水文状况的性質,小型排水构造物的数量可能是很多的(表 2)。

表 2.

天 然 状 况	每 公 里 桥 涵 数 量
沙漠和半沙漠.....	0.3
平原地形.....	0.5
中等丘陵地形.....	0.8
沼澤地区.....	1.0
山岭地区.....	2.0
灌溉地区.....	3.0

小型排水构造物約占公路全部排水构造物总长度的 75%。主要系用孔徑 1—3 米的涵洞。

排水构造物的尺寸和結構視下列各种因素而定:

- (a) 所交遇水流的計算流量;
- (b) 河谷交遇的情况和路基与水流的相互位置;
- (B) 計算荷重和淨空;
- (r) 現有的建筑桥涵用的当地建筑材料。

設計的任务就是在构造物及其引道造价最低条件下,决定可靠地宣泄流水和公路安全交通所必要的构造物的位置和尺寸。

为了决定构造物的尺寸,必須求得流向构造物的水量(計算流量)和进行构造物的水力計算。

大桥的計算流量应根据所交遇河流状况的研究而定。小型构造物的計算流量应根据从小汇水区中流出的雨雪徑流状况的研究而定。

第二节 小汇水区的徑流^①

在小汇水区(干旱谷地)中降雨或融雪时,在水道中流过或大或小的流量。所設計的构造物应在不損害构造物和公路的情况下排泄計算流量(洪水)。

至于最大流量是由急雨(暴雨)所引起抑或由融雪所引起的問題,須根据比較計算决定。

观测指出,一般來說在列宁格勒-嘉桑綫以南,小汇水区的最大流量是由暴雨性降雨所形成的,强度大于0.5毫米/分钟的降雨就属于这一种。

由小汇水区降雨流出的最大徑流和下列几个徑流的基本因素有关:

1. 汇水区的面积 F , 以平方公里計;
 2. 該地区的降雨强度 a , 以毫米/分钟計, 和降雨历时 t , 以分钟計;
 3. 由于徑流渗入土中(i 毫米/分钟), 汇水区表面的滯阻作用, 树林、河槽内部的儲水, 以及人类的經濟活动而产生的徑流的减少;
 4. 从汇水区流向构造物的水流情况——长度, 汇水区的形状, 表面特性, 沼澤情况。
- 融化水的徑流則視复雪层的厚度和融雪强度而定。

从汇水区流出的徑流的組合图可以 H. E. 多耳戈夫的簡图表示如图 1。

1. 开始阶段, 全部降下的水渗入土中并被不平的地面和植物所阻滯。在許多情况下降雨因而沒有徑流。根据多耳戈夫在其观测地区(草原)夏季的观测, 只有当降雨强度大于0.5毫米/分钟(暴雨)和降雨总量不少于15毫米时才有徑流。

2. 表面徑流的开始(上升阶段)——由表面出現第一次細流起至其流至河谷观测断面止的时间。

3. 全流阶段, 这时徑流扩展在全部面积上。

4. 雨停后徑流开始消灭(下降阶段)。

为了便于分析徑流現象, 暫且不考查徑流的損失, 而注意到当沒有損失时及沿汇水区水流速度相同时徑流的形成情况。

設在汇水区的面积 F 平方公里上, 各处降落同一强度 a 毫米/分钟的雨水(图 2)。由降雨开始的第一分钟以后, 在构造物附近汇集有从 $I-I$ 綫为界的面积中流出的水, 水从这条綫流出的时间是小于1分钟的。 $I-I$ 綫就是等时綫, 即水从汇水区流出时间相等的綫。当第2分钟終了时, 除前述面积中流出的水外, 流向构造物的尚有由等时綫 $I-I$ 及 $2-2$ 为界

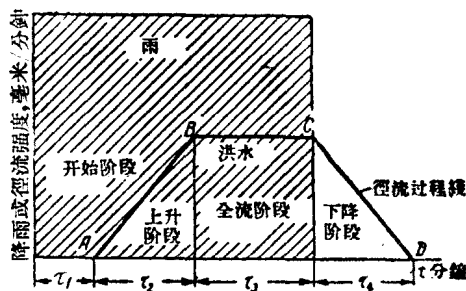


图 1. 多耳戈夫建議的暴雨徑流图式。

① 参看本篇末尾参考书目 [6, 8, 21, 22, 25, 26, 34, 36, 38, 42, 50]。

的面积中流出的水,同时水从等时綫 2—2 各点上流到构造物的时间为 2 分钟。降雨开始 τ 分钟以后,同时流至构造物的水将是以某一等时綫为界的面积中的水,而水从该等时綫流出(到达构造物)的时间为 τ 分钟。当求算从汇水区流出的最大流量时,可有两种情况。

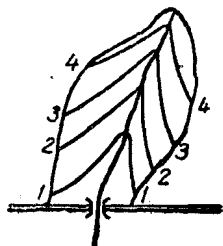


图 2. 从汇水区流出的
径流等时綫图式。

第一种情况。如降雨历时 t 大于水由汇水区最远各点流到构造物的汇流时间,则构造物中水量的变化可由图 1 (径流过程綫)表示。

从汇水区中,在某一瞬间内有水流向构造物的该部分面积,称为同时径流面积 (Площадь одновременного стока)。直到同时径流面积等于时间为 $\tau_1 + \tau_2 = t_1$ 的全部汇水区面积为止,流量 Q (参看图 1) 将逐渐增加至 B 点。

因 $t > \tau_1 + \tau_2$, 故直至过程綫中的 C 点,即直至降雨終了的时刻,流量将保持不变。从降雨終了时起,同时径流面积将减小,流量也将随着同时径流面积而减小,直至降雨終了后,经过时间 τ_1 从汇水区最远一点的水流至构造物为止。在图上 BC 一段,径流固定不变的时间内,流量将达到最大,如 a 以毫米/分钟及 F 以平方公里表示,则可用下式求得:

$$Q = \frac{a \times 1000 \times 1000}{1000 \times 60} \times F = 16.67aF = CF \text{ 立方米/秒,}$$

式中: C —表示从汇水区每 1 平方公里面积中,流向构造物的水量的气候系数,以立方米/秒計。

第一种情况一般发生在面积小于 3—5 平方公里,全部被雨云所复盖的汇水区。

第二种情况。如果降雨历时 t 小于水从汇水区最远各点流到构造物所需的时间 $\tau_1 + \tau_2 = t_1$ ①,则在时间 t ②以前,亦即至降雨終了以前,流量是逐渐增加的。此后同时径流面积将从汇水区的下方逐渐减少,而由汇水区的上方逐渐补充。因此,在同时径流面积的上綫到达汇水区边缘为止,流量是固定不变的。然后同时径流面积开始缩小,而流量亦逐渐减少。这种现象好象是降雨面积在降雨終了以后,沿汇水区向上移动至其边缘为止(图 2)。

在这种情况下,最大流量也等于同时径流面积乘以气候系数 C 。

同时径流面积的长度与降雨历时成正比例,因此,当其宽度不变时,同时径流面积等于:

$$f = \frac{t}{t_1} F。$$

在这种情况下,流量将等于:

$$Q = 16.67aF \frac{t}{t_1} \text{ 立方米/秒。}$$

如果考虑到雨水中有一部分以 i 毫米/分钟的速度渗入土中,则公式由下式表示:

$$Q = 16.67(a-i)\varphi \cdot F,$$

① 原文为 t , 应更正为 t_1 ——譯者注。

② 原文为 t_1 , 应更正为 t ——譯者注。

式中: φ —由溪谷长度决定的系数。

这种形式的径流公式,首先是由里帕斯工程师(1909)所創造的。但是他的公式由于当时还没有关于公式中各项数值的足够数字资料,因而没有得到应用。

以上所研究的小汇水区径流图式,实际上由于汇水面积形状的不規則,流速的不一致,水在土壤中有渗入部分,汇水区上植物有滞阻部分,以及降雨强度在汇水面积中有变化和随着时间有变化而大为复杂化了。

H. E. 多耳柯夫工程师对于小汇水区径流与降雨的关系,在波洛蒂城(乌克兰苏维埃社会主义共和国)的地区由他組織的测水站网中进行了首先的广泛观测(1908—1912年)。

I. Д. 杜貝利尔教授于1917年发表了关于小汇水区径流的詳細研究和小型桥梁的孔径計算。

1922年 M. M. 普罗托紀亞閣諾夫教授提出了理論的径流图式,而在1937年公布了全面的径流理論。現在的径流研究系由 M. Ф. 斯里伯內教授(1937—1940)完成的。

最近(1948—1953年) E. B. 波尔达可夫和 H. H. 契戈达耶夫拟訂了計算暴雨径流的推算方法。

現在我們看到影响径流大小的因素。雨量愈强和历时愈久,則构造物中的水量愈大。

当降雨历时小于汇水区边缘各点的水流到的时间时,降雨的历时是有意义的。关于降雨的历时和降雨强度的观测系在气象站用自記仪器——自記雨量計(自动的雨量計)和在水文站中用自記水位計(自动記錄水流中的水位变化)进行記錄的。

急雨(即暴雨)降落的規律性还没有充分判明。

暴雨极少降及很大的面积上。暴雨强度向其所波及面积的边缘而逐渐减小。只有在面积为1—2平方公里(图3)的小汇水区上,才有按汇水区均匀分布的暴雨强度。

在苏联曾出現过的最大暴雨强度不超过5—5.5毫米/分钟(乌克兰社会主义共和国)。强烈的暴雨多半发生在苏联的欧洲部分的西南部和黑海—高加索沿岸。

当暴雨历时 t 增加时,暴雨强度 a 毫米/分钟的减弱是有一定規律的,这是在整理自記雨量計的資料时查明了的。这种規律一般为下列形式:

$$a = \frac{b}{(1+ct)^m}$$

式中: b, c, m 对某一地区为常数。

3. II. 波戈馬佐娃, 3. II. 彼特罗娃和 I. A. 阿列克謝耶夫(水文研究院1937—1940)整理了189个

自記水位站关于暴雨观测的資料(17200次暴雨),整理結果提出下列关系式:

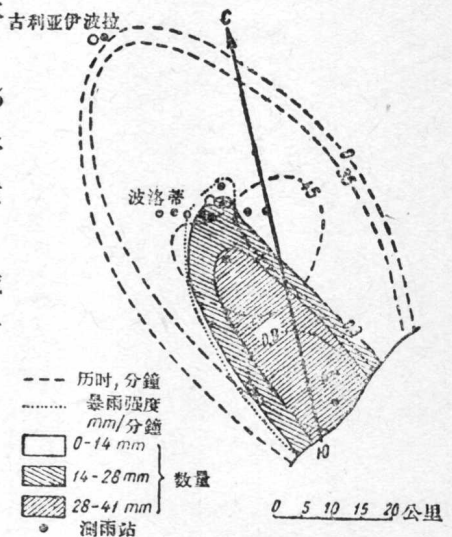


图3. 多耳柯夫观测的汇水区暴雨范围图式。

$$a = \frac{\Delta}{(1+t)^n},$$

式中幂方的指数在大多数情况下(山岭区除外)为

$$n = \frac{2}{3}.$$

参数 Δ 按下列 Г. А. 阿列克謝耶夫的公式求得:

$$\Delta = A + B \lg p,$$

式中: A, B —气候参数,由表中或地图中求得;

p —既定强度的暴雨或然率,以年計。

由于徑流現象的复杂和研究工作做得較少,研究人員提出的公式仅仅考虑了徑流的主要因素,并以一些經驗系数來說明徑流現象。

长期以来,当設計汽車公路时,系采用 1928 年人民交通委员会(НПС)科学技术委员会(НТК)制定的方法,这种方法是根据下列 Г. Д. 杜別利尔(Г. Д. Дубелир)教授的公式而制定的:

$$Q = CaF \text{ 立方米/秒,}$$

式中: C —按等值綫地图求得的气候系数(图 4);

α —由溪谷的长度和坡度决定的滯流系数,这系数考虑了雨水流至构造物的時間 t_1 大

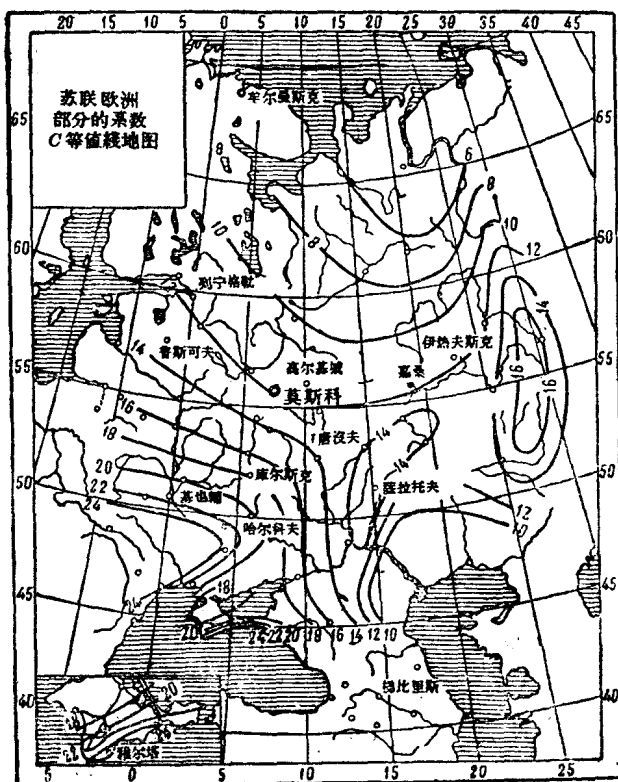


图 4. 1928 年科学技术委员会的公式所用的,苏联欧洲部分的系数 C 等值綫地图。

于暴雨历时 t ，并考虑了普通土壤的吸水率（參見表 3）。

表 3.

C 值	汇水区长度 公 里	汇 水 区， 河 沟 坡 度			
		0.002	0.005	0.010	0.050
<12	0	0.25	0.50	1.00	1.20
	2	0.19	0.38	0.75	0.90
	5	0.08	0.18	0.37	0.44
	10	0.04	0.09	0.19	0.24
>12	0	0.25	0.25	1.00	1.20
	2	0.19	0.38	0.75	0.90
	5	0.09	0.18	0.37	0.44
	10	0.05	0.10	0.21	0.25

杜別利尔的公式規定用于面积不大于 $4C$ 平方公里的汇水区，如果 $C > 15$ ，則汇水区不得大于 60 平方公里。

科学技术委员会的公式，由于构成简单，所得结果往往与构造物的实际工作情况不相适应。

M. M. 普罗托紀亚闊諾夫教授曾首先(1931—1937)试图創立徑流理論，并拟定了考虑各种主要因素的徑流新标准。普罗托紀亚闊諾夫研究了理論上的汇水区，这个汇水区系由汇水区中間沿着溪谷綫切开的、坡度相同、寬度相等的两个坡面所組成的(图 5)。徑流的等时綫假定为直綫，而横断面形状及表面的粗糙程度假定相同。暴雨的計算强度采用下式：

$$a = \frac{5}{1 + 0.06t} \text{ 毫米/分钟。}$$

而对于不同气候地区，則乘以气候系数 K 而变更之。

同时假定在徑流过程中，在汇水区中发生以强度为 i 毫米/分钟（渗水性弱的土壤为 0.6，渗水性强的土壤为 2.0）的水渗入土中。

M. M. 普罗托紀亚闊諾夫的基本公式仿照里帕斯的公式可写为下列的形式：

$$Q = 16.67(aK - i)f \text{ 立方米/秒，}$$

式中： f —同时徑流面积；

a —某一暴雨历时的暴雨計算强度，这种計算强度在該气候地区产生最大流量。

气候系数按下式求得：

$$K = \frac{M}{33},$$

式中： M —該地区 30 年来的平均最大年降雨量。

气候系数 K 的数值，按照 M. M. 普罗托紀亚闊諾夫的意見，对于苏联的欧洲部分，北方地区为 0.59，西部地区为 1.11，中部地区为 1.00，东部地区为 0.93，东南部地区为 0.95，

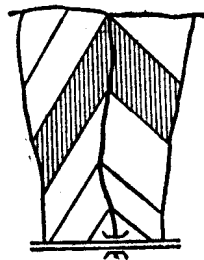


图 5. 按照 M. M. 普罗托紀亚闊諾夫提出的汇水区徑流計算图式。

西南部地区为 1.42。西伯利亚的西部和东部为 0.8, 远东的沿海地区为 1.4。

暴雨的计算历时 t , 同时也就是计算用的流到时间, 应选用能得到最大流量者。

M. M. 普罗托纪亚闊諾夫从上述假定出发得出用以决定 t 的公式如下:

$$t = 16.7 \sqrt{\frac{5K}{i}} - 1 \text{ 分钟。}$$

如果此项计算的暴雨历时大于从汇水区最远各点的雨水的流到时间, 那末同时径流面积就采用等于汇水区的全部面积 F 。

如果计算的暴雨历时小于从汇水区最远各点的雨水的流到时间, 那末可按沿河谷或侧坡的流动速度用图解法求出该汇水区的同时径流面积。

作为这种方法的基础的一系列假定, 限制了它的普遍性并减低了它的价值。然而重要的乃是普罗托纪亚闊諾夫方法的理论意义。

在上述决定计算流量的方法中是没有和所设计的构造物的性质联系起来的。急骤的暴雨对于使用年期不长的一些构造物可能很少重见, 甚至在构造物存在的全部时间内永远没有。因此当计算构造物的尺寸时, 要求选择与构造物本身以及公路使用年期, 性质及造价相适应的计算的降雨强度。

如果以仅仅在极长的时期才能重见一次的极大的降雨强度设计构造物的孔径, 这只有对于主要的、使用年期较长的、而且特别重要的构造物才是正确的。鉴于构造物被水毁坏的严重后果, 主要的构造物必须按特大的流量来设计。

因此, 选择暴雨的计算强度时, 应考虑用数学统计方法(或然率理论)根据气象观测资料整理的重现率。

桥梁构造物设计规范要求按计算的洪水或然率求出计算流量或径流体积, 计算的洪水或然率视构造物的性质而定, 列于表 4。

表 4.

构 造 物 名 称	公 路 等 级	
	I	II—V
路堤, 桥梁, 涵洞.....	1:100	1:50
重要的排水设备.....	1:50	1:25

表 4 列出以重现率的周期表示的计算洪水或然率的等级, 重现率的周期系以年数来表示的, 在这些年中, 该项强度的暴雨, 亦即系相应的洪水的或然率不多于一次。因此, 1:50 的或然率相当于 50 年重现一次。

第三节 小汇水区最大流量的决定

由于上述各种求算径流(径流标准)方法都有缺陷, 需要重新审查近年铁路及公路设计