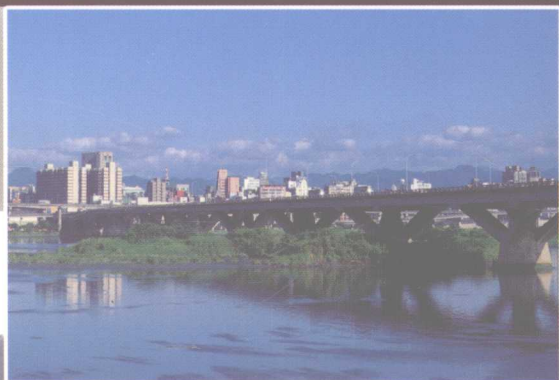




普通高等学校土木工程专业新编系列教材

桥渡设计

张玉娥 主编



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

普通高等学校土木工程专业新编系列教材

桥 渡 设 计

张玉娥 主编

白宝鸿 主审

中国铁道出版社

2008年·北京

内 容 简 介

本书共九章,其中第一~三章主要介绍河流及河床演变基础知识及水文统计基本原理,为后续桥渡水文设计作理论铺垫;第四~八章主要介绍桥涵水文勘测设计内容,包括:设计流量的计算、设计水位推求、孔径及桥面标高确定、冲刷及墩台基础埋深、特殊情况的桥渡设计简介、桥位选择等;第九章主要介绍小桥涵的勘测设计。各章内容具有一定独立性,不同教学要求可选读不同的章节内容。

本书为高等学校土木工程专业的桥渡设计课程教材,可供相关专业的技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

桥渡设计/张玉娥主编. —北京:中国铁道出版社,2008.7

(普通高等学校土木工程专业新编系列教材)

ISBN 978-7-113-08954-2

I. 桥… II. 张… III. 桥跨—勘测—高等学校—教材 IV. U442.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 083538 号

书 名:桥渡设计

作 者:张玉娥 主编

策划编辑:李丽娟

责任编辑:李丽娟

电话:010-51873135

封面设计:薛小卉

责任校对:孙 玫

责任印制:金洪泽 陆 宁

出版发行:中国铁道出版社(北京市宣武区右安门西街8号 邮政编码:100054)

印 刷:北京市彩桥印刷有限责任公司

版 次:2008年7月第1版 2008年7月第1次印刷

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16 印张:10.25 字数:251千

印 数:1~3 000册

书 号:ISBN 978-7-113-08954-2/TU·936

定 价:20.00元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社读者服务部调换。

电 话:市电(010)51873170 路电(021)73170(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)63549504 路电(021)73187

前言

本书根据《公路工程水文勘测设计规范》(JTG C30—2002)和《铁路工程水文勘测设计规范》(TB 10017—99)编写,是土木工程专业新编系列教材之一,内容与该课程模块设置相配套。

本书共九章,其中第一~三章主要介绍河流及河床演变基础知识及水文统计基本原理,为后续桥渡水文设计作理论铺垫;第四~八章主要介绍桥涵水文勘测设计内容,内容包括:设计流量的计算、设计水位推求、孔径及桥面标高确定、冲刷及墩台基础埋深、特殊情况的桥渡设计简介、桥位选择等;第九章主要介绍小桥涵的勘测设计。各章内容具有一定独立性,不同教学要求可选读不同的章节内容。

本书内容既着重基本理论知识的叙述,又重视实际应用,较多地选用了有关工程水文计算的范例。在充分阐述铁路与公路桥梁水文勘测设计共性的基础上,既保持了铁路桥梁水文勘测设计的特色,又兼顾了公路桥梁水文勘测设计的特点,力求体现专业面广,讲实用的风格。

本书由石家庄铁道学院张玉娥主编,白宝鸿主审,参加本书编写的人员有:张玉娥(编写第一~四章),王国安(编写第五~六章),王兴珍(编写第七~八章),牛润明(编写第九章)。

尽管编者努力工作,希望尽量减少错误,但限于编者水平有限,书中不当之处在所难免,恳请读者指正。

作者

2008年3月

目 录

83	第一章 绪 论	1
05	第一节 水文学的发展及其研究方法	1
69	第二节 桥渡设计主要研究内容	3
08	第三节 复习题	4
88	第二章 河川径流及河床演变	5
78	第一节 河流和流域	5
58	第二节 河川径流	10
30	第三节 河道泥沙	14
00	第四节 河道水流	19
20	第五节 河床演变和河相关系	22
	复习题	24
	第三章 水文统计原理	25
15	第一节 概率统计基本概念	25
85	第二节 随机变量及其概率分布	29
45	第三节 统计参数	31
45	第四节 抽样误差	35
45	第五节 频率曲线	37
75	第七节 相关分析	43
08	复习题	49
88	第四章 设计洪水流量的推求	50
68	第一节 概 述	50
78	第二节 洪水资料的处理	51
88	第三节 根据流量观测资料推算设计流量	54
78	第四节 缺乏流量观测资料时推算设计流量	57
	第五节 小流域暴雨洪峰流量推算方法	58
	复习题	64
	第五章 大中桥桥孔设计	65
	第一节 桥涵水文勘测设计的基本知识	65

第二节 设计水位	68
第三节 桥位河段河道演变和桥孔布置原则	70
第四节 桥梁孔径计算	74
第五节 桥梁高程设计	80
复习题	86
第六章 冲刷计算及导治建筑物的布设	87
第一节 一般冲刷	87
第二节 局部冲刷	92
第三节 最低冲刷线及基础埋深	95
第四节 导治建筑物	100
复习题	105
第七章 特殊情况的桥渡设计简介	107
第一节 泥石流地区桥渡	107
第二节 水库地区桥渡	109
第三节 一河多桥	112
第四节 感潮河段桥渡	115
复习题	117
第八章 桥位选择	118
第一节 桥位选择	118
第二节 桥位选择实例	121
复习题	123
第九章 小桥涵勘测设计	124
第一节 小桥涵勘测设计内容	124
第二节 小桥孔径计算	127
第三节 涵洞孔径计算	130
第四节 小桥涵防护简介	134
第五节 计算实例	135
复习题	136
附录 1	137
附录 2	138
参考文献	157

第一章

绪论

第一节 水文学的发展及其研究方法

一、水文学的发展

水文学的发展与人类对水的认识和需求密切相关。人类对水的认识不断加深,以及对水的需求方式的不断拓展,使得水文学的研究领域不断延伸与丰富。

约公元前 22 世纪,中国传说中的大禹治水,已经有“随山刊木”(立木于河中),观测河水涨落。此后,战国时李冰设于都江堰的“石人”,隋代的石刻水则,宋代的水则碑等,表明水位观测不断进步。中国古籍《吕氏春秋》中写道:“云气西行云云然,冬夏不辍;水泉东流,日夜不休,上不竭,下不满,小为大,重为轻,国道也。”提出了朴素的水文循环概念。成书于公元约 6 世纪初的《水经注》中,记述了当时中国境内 1 252 条河流的概况,成为水文地理考察的先驱。

水文学最早是地球科学的一个重要分支,研究地球上水的起源、存在、分布、循环和运动等变化规律,建立科学的水循环和水平衡概念,形成了“地理水文学”。直至今日它仍然是水文学中的一个重要部分。

随着科学技术的进步,人类对自然界水的控制和管理能力的提高,水利工程的出现,人们已不再满足于仅仅对水文现象作描述,而是要根据工程设计需要,进行定量的水文分析计算。因而有关工程水文方面的内容应运而生,并于 20 世纪 30 年代至 70 年代得到快速发展,形成了分支学科——工程水文学,桥渡设计课程中涉及的水文学知识即属工程水文学范畴。

当人类社会进入 20 世纪 70 年代以后,由于经济迅猛发展和人口快速增长,各种自然资源出现了不同程度的紧张局面,水资源的供需矛盾显得更加突出,于是一个专事水资源供需预测、合理开发、优化配置和有效管理的水资源水文研究方向因此而迅速发展起来。与此同时,由于经济发展模式上的不合理,出现了严重的环境污染问题,水环境污染首当其冲。这不仅进一步加深了水资源的紧缺程度,而且危及经济社会的可持续发展。在此背景下,旨在为水环境保护和修复寻找良策的环境水文研究方向应运而生。水文学的分支学科“水资源水文学”和“环境水文学”几乎在 20 世纪 70 年代同时形成。

长期以来,水污染和水资源紧缺,已越来越明显地影响到一些地方的生态系统和安全,保护生态系统安全和生物多样性已成为人类面临的重要任务,与之相应,近 10 年来生态水文学得到较快发展,并成为水文学新的分支学科。

由于客观世界的复杂性、广泛存在的不确定性以及人类认识上的局限性,水文学中仍有许多难点问题(如不确定性问题、非线性问题、水文尺度问题等)在理论和实际应用上未能很好解决。水文学象其他发展中的学科一样,一直在不断发展之中。特别是,随着现代科学技术的发展,以前没有发现的问题,现在发现了,以前没有解决的问题,现在正在逐步解决,使得水文学不断发展、不断壮大。

二、水文现象的特征

河流和海洋水文现象受气候因素、地理条件、河流流域特征和人类活动等的综合影响,情况非常复杂,其变化规律具有一定的特殊性。根据多年水文观测资料的分析,发现水文现象具有下列特性:

1. 周期性

气候因素明显地以年为周期而变化,一年春、夏、秋、冬四季,气候条件各不相同,直接受气候因素影响的水文现象,也同样具有以年为周期随季节不同而循环变化的性质,这种性质就称为周期性。例如每条河流每年都与气候条件相对应,存在着洪水期、平水期和枯水期。在长期资料的观测中,发现水文现象不仅具有年周期性变化规律,还存在多年变化周期性,例如在长久年代中,河流存在着丰水年、平水年和枯水年的年际周期性变化规律。说明水文现象与其影响因素之间存在着确定性的物理关系。

2. 地区性

人们将地形、地貌及地理位置相近的地方化为同一个地区,其气候条件、流域特征有着相同的特性,因此反映在水文现象上必然有着明显的地区性,水文现象随地区不同而变化的性质,就是水文现象的地区性。例如我国南方河流比北方河流汛期早、水量大,山区河流的洪水暴涨暴落而平原河流涨落平缓,都是明显的地区性表现。

3. 不重复性(随机性)

影响水文现象的因素很多,而且各种因素相互之间的关系错综复杂。因此,水文现象在总体上虽然存在着周期性的变化规律,但是具体出现时间和数量大小每年都不完全相同,并带有一定的偶然性,称为水文现象的不重复性(随机性)。例如河流的流量(或水位)过程线,每年都不会相同。

三、工程水文的研究方法

水文现象的分析研究方法,目前有三类:

1. 成因分析法

既然水文现象具有周期性,说明水文现象与影响它的因素之间存在着某种确定性的关系,这样就可以用数学物理方程研究它们之间的相互关系,建立计算关系式。这种方法称为成因分析法。

2. 地区归纳法

根据水文现象的地区性特点,搜集水文资料,进行综合归纳分析,寻求水文现象、水文因素区域性分布规律,建立地区性经验公式、图表或等值线图,供生产使用,或用水文比拟法去推估该地区,或相似地区缺乏资料时的水文现象和规律(决不可不加分析地引用其他地区的经验公式或图表),这种方法在水文分析中称为地区归纳法。

3. 数理统计法

由于水文现象具有随机性(偶然性、不重复性)的特点,因而可以以随机理论为基础,根据长期水文观测资料,运用数理统计方法,寻求水文现象、水文因素之间的统计规律,事先估计未来水文现象可能发生的结果。这种方法称为数理统计法。

以上分析方法相辅相成,对于某一水文现象的分析可以相互印证,决不可以相互排斥。

第二节 桥渡设计主要研究内容

一、桥渡设计主要研究内容

在我国,汇水面积 100 km^2 以上的河流就有五千多条,总长度约 $420\,000\text{ km}$,它们是修建公路、铁路必须克服的天然障碍,以桥梁跨越河流的方式即所谓“桥渡”。桥梁即可通行车辆,又是跨河的泄水建筑物,应根据河流的洪水情势及河床的冲淤变形等进行设计。

“桥渡设计”是一门综合性很强的课程,其主要研究内容有:根据一定的工程设计标准,进行线路跨越河流的位置(桥位)选择;计算桥位河段的设计流量;设计、布置跨越河流最合理的桥梁孔径和分跨布设;确定桥梁墩台最小埋置深度;确定桥下净空、桥面高度;以及在桥位上下游布设合理的导治建筑物等。

二、桥渡设计不当导致的故事

每年洪水和流冰季节,一些既有桥梁常发生水害。如由于洪水主流直冲桥墩(台)或基础埋深过浅,致使桥墩(台)基底冲空而倾斜;由于漂浮物或冰凌堵塞桥孔危及桥梁安全;因桥上、下游水位差过大而剪断桥墩,冲走桥梁;由于河滩路堤阻水过多,或者由于桥头路堤伸入主槽,导致路堤被冲断,或桥头锥体护坡被冲坍,有的甚至冲空台底,导致桥台倾倒,或由于桥孔宣泄能力不足,上游壅水过高,淹没农田、房舍、工厂,使人民生命财产蒙受巨大损失等等。还有一些特殊情况:由于河流发生天然改道或泥石流突然爆发,使既有桥梁报废或冲毁。下面以两个典型水害实例说明桥渡设计环节的重要性。

1. 正定滹沱河桥

该桥位于京广铁路下行线上,为单线铁路桥,跨越河北省正定站以南的滹沱河。1954年初的初步设计方案为:上部结构采用18孔 32 m 上承钢板梁,圆端形桥墩,基础用 $9\text{ m}\times 5.7\text{ m}$ 巨型沉井,埋深 25 m ,在桥头两岸做导流堤。1955年4月苏联专家认为:沉井基础入土 25 m 埋置太深,施工会有困难,上游修建水库后可减少洪峰流量,导流堤修建又能改善河流,采用苏联冲刷公式计算,沉井埋深 10.5 m 即可满足要求。最后根据苏联专家的建议,埋深一律为 13 m 。1955年4月该桥导流堤先期开工,11月桥墩基础开工,1956年6月导流堤和正桥桥墩全部完工,仅待架梁,8月4日滹沱河出现洪峰,桥址处流量 $12\,100\text{ m}^3/\text{s}$ (设计 $7\,240\text{ m}^3/\text{s}$),当日16时左右,水势奔腾,压顶而来,将该桥6、8、9号墩冲倒,5号墩向上游倾斜,事后发现被冲倒的三个桥墩被埋入河床深达 10 m ,上游南岸导流堤也多处被冲毁。该桥被冲垮的教训是:①前苏联的冲刷公式是否适合中国的河流特征,缺乏可靠论证,对历史水害资料掌握研究不足。②对水工试验及导流堤的作用认识不足。③只注意了浅沉井可以加快工程进度,降低造价,轻视了它的不利方面。

1956年10月,该桥重新进行设计,设计流量 $13\,700\text{ m}^3$,上部结构为14孔 32 m 钢板梁,下部结构为斜管柱基础。这是我国首次采用斜管柱基础的桥梁,1958年7月竣工。至今运行

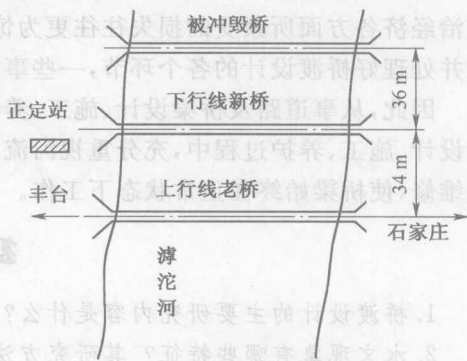


图 1-1 滹沱河桥桥位示意

情况良好。

2. 成昆线利子依达桥

该桥位于成昆线上,跨越利子依达沟,全桥共3孔,边孔为31.7 m 预应力混凝土梁,中孔为44 m 结合梁,沉井基础。1981年7月利子依达沟爆发泥石流,将2号墩拦腰截断,结合梁和混凝土梁掉入大渡河,毁桥不久,442次旅客列车出隧道后制动不及时,颠覆于桥下,酿成重大灾害事故。该桥被冲垮的教训是:①桥位处流向不正,主流顶冲成都端;②不宜在主流位置设墩,应采用长跨度梁部结构。

灾害后该桥废止,改建1.5 km 隧道穿越泥石流沟底。

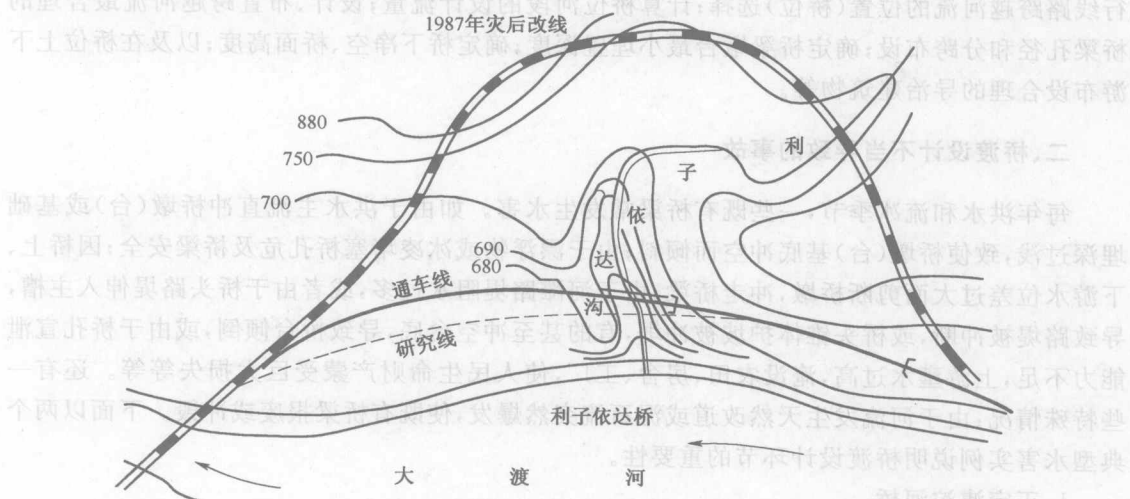


图 1-2 成昆线利子依达大桥

水害事故的发生,不仅使桥渡本身遭受到直接的损失,而且由于道路中断停运,使国家在政治经济各方面所蒙受的损失往往更为惊人。对这些水害事故的分析,不难看出,若能充分重视并处理好桥渡设计的各个环节,一些事故可以避免,或可以减轻灾情。

因此,从事道路及桥梁设计、施工、养护的技术人员,都应具备有关桥渡设计的基本知识,在设计、施工、养护过程中,充分重视河流及洪水的变化规律,做到精心设计、精心施工、精心养护维修,使桥梁始终在正常状态下工作。

复 习 题

1. 桥渡设计的主要研究内容是什么?
2. 水文现象有哪些特征? 其研究方法有哪些?

第二章

河川径流及河床演变

第一节 河流和流域

一、水循环

海洋里有占地球总水量 97% 左右的水。由于太阳的辐射作用,水被蒸发为水蒸气,并被气团的流动带向大陆。在适宜的条件下水蒸气凝结,成云或雨(雪、冰雹)降落到地面上。降落到地面上的水,有的经蒸发和植物散发返回大气中;有的渗入地下,在含水层中流动形成地下径流;有的沿地面流动形成地面径流。地下及地面径流最终又流入海洋,海洋中的水又被蒸发,这样周而复始,这就是水循环。

二、河流

1. 河流的形成

降落到地面的雨水,除部分被植物截留和蒸发以外,在重力作用下,一部分渗入地下,在含水层中流动形成地下径流,一部分沿地面流动形成地面径流,在地面径流长期侵蚀下,地表冲成沟壑,形成小溪,最后汇集而成河流。河流流经的谷地称为河谷,河谷底部(谷底)有水流的部分称为河床。

河流由干流及其支流组成,其中直接流入海洋及内陆湖泊的河流为干流,汇入干流的河流叫一级支流,汇入一级支流的叫二级支流,干流与支流构成了脉络相通的河流系统,称为“水系”,水系用干流的名称称呼,例如,长江水系、黄河水系。

一条发育完整的河流,按照河段不同特征,可以划分为河源、上游、中游、下游和河口。

河流开始具有表面水流的地方称为河源,它可能是冰川、溪涧、沼泽等。上游紧接河源,多处深山峡谷,坡陡流急,常有急滩和瀑布,两岸陡峻,多为 V 形峡谷地形。中游两岸多为丘陵区,比降逐渐缓和,岸边出现沙滩,冲淤变化不明显。下游多处于平原区,坡度缓、流速小,淤积作用明显,多浅滩和河湾,河床宽阔,水量较大,河床横断面多为由河槽和河滩形成的复式断面。河口是河流注入海洋、湖泊的地方,河口段的水流和河床受上游水流和下游海洋、湖泊两方面的影响。例如黄河,青铜峡以上为上游,郑州花园口以下为下游,利津以下为河口段。

2. 河流的基本特征

河流的基本特征,一般用河流断面、河流长度及河流比降来表示。

(1) 河流断面

河流断面有横断面和纵断面。垂直水流方向的断面称为河流的横断面,如图 2-1 所示。

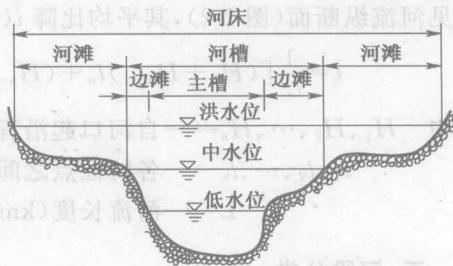


图 2-1 河流断面一般形状

洪水位以下的河床,一般由河槽和河滩两部分组成。河槽是河流宣泄洪水和输送泥沙的

主要通道,植被不易生长,洪水期有底沙运动;河槽两侧洪水漫溢的滩地称为河滩(河漫滩),河滩上通常长有草类、树木或农作物,被洪水淹没的次数较少,无底沙运动。河槽中较高的可移动的泥沙堆称为边滩,其余部分称为主槽。只有河槽而无河滩的断面称为单式断面,有河槽又有河滩的断面称为复式断面。

河流中沿水流方向各断面最大水深点的连线,称为中泓线,也叫深泓线。沿河流中泓线的断面称为河流的纵断面,如图 2-2 所示,反映河流纵断面沿程的变化。

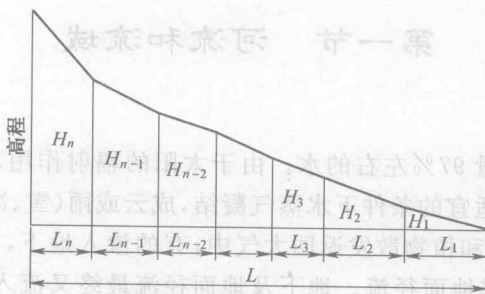


图 2-2 河流纵断面图

河流断面由于受水流与河床的相互作用,断面形状随时间总在不断地发生着变化。

(2) 河流长度

从河源到河口的距离称为河流长度。近似的河流长度,可在地形图上画出河道中泓线,用两脚规逐段量测。但往往比实际长度偏小,需要进行修正。

(3) 河流比降

中泓线上单位长度内的水面或河底的落差,称为河流水面比降或河底比降。某一河段的比降可按式(2-1)计算:

$$i = \frac{H_1 - H_2}{L} = \frac{\Delta H}{L} \quad (2-1)$$

式中 i ——水面或河底比降,可用小数、百分数(%)或千分数(‰)表示;

H_1 、 H_2 ——分别为河段始端和终端的水面或河底高程(m);

ΔH ——水面或河底的落差(m);

L ——河段长度(m)。

河流比降由于受各种因素的影响,变化很大。河底比降相对水面比降较稳定,水面比降随不同水位而有较大变化。河口受海洋潮汐倒灌的影响,水面比降变化更大。

河流比降一般自河源向河口逐渐减小,沿程各河段的比降都不相同。河底比降的沿程变化见河流纵断面(图 2-2),其平均比降 $\bar{i}$ (‰)可按式计算:

$$\bar{i} = \frac{1}{L} [(H_n + H_{n-1})l_n + (H_{n-1} + H_{n-2})l_{n-1} + \cdots + (H_2 + H_1)l_2 + H_1 l_1] \quad (2-2)$$

式中 H_1 、 H_2 、 $\cdots$ 、 H_n ——自河口起沿程各特征点的河底高程(m);

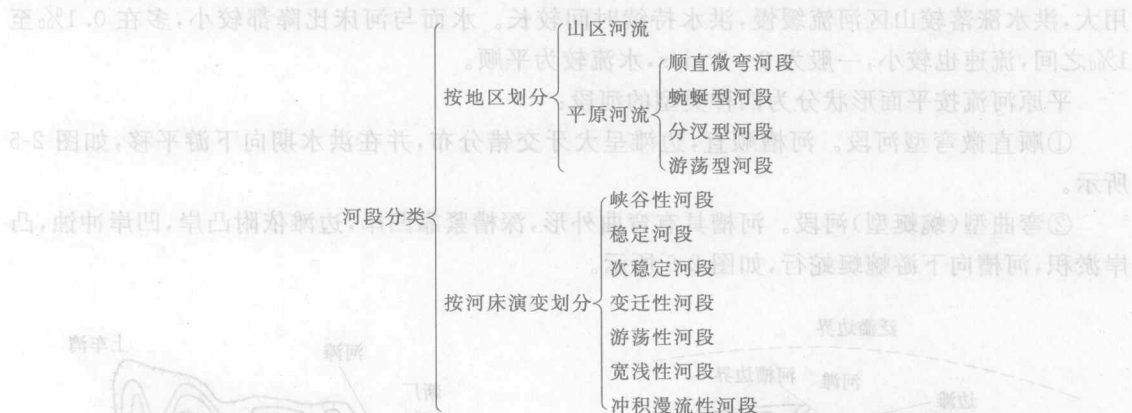
l_1 、 l_2 、 $\cdots$ 、 l_n ——各特征点之间沿深泓线的距离(km);

L ——河流长度(km), $L = l_1 + l_2 + \cdots + l_n$ 。

三、河段分类

在桥位设计时,选定桥位、确定桥长、布设桥梁孔径、确定墩台基础埋深、设置调治构造物

以及水文计算等,都应根据桥位河段的水力、水文和河床变形等因素来综合处理。



1. 按地区划分

河流按地区划分一般分为山区河流和平原区河流两大类。在山区和平原区之间的过渡段称为山前区或半山区河流。

(1) 山区河流

山区河流流经地势高峻、地形复杂的山区。河谷断面多呈“V”字形或“U”字形(如图2-3)。

山区河流的特点是,流域内坡面陡峻,岩石裸露,汇流时间短,而且降雨强度大,以致洪水暴涨暴落,水位和流量的变幅极大,往往一昼夜间水位可上涨 10 m 之巨,但洪水持续时间不长。

山区河流的比降大,多在 1‰ 以上,而且沿程变化较大,但落差多集中在局部河段。流速也很大,某些河段可高达 6~8 m/s。水流流态紊乱,存在回流、旋涡、跌水和水跃。

山区河流的河床多为基岩、乱石或卵石组成,冲刷变形缓慢,河床比较稳定,但易受地震、山崩、滑坡、泥石流等的影响,造成河道突然堵塞而剧烈变化。

(2) 平原河流

平原河流流经地势平坦的平原地区。其冲积层较深厚,深达数十米至数百米。冲积层最深多为卵石,其上为沙夹卵石,再上为粗沙、中沙以至细沙。枯水位以上的河滩表层,则为黏土、黏壤土。这些泥沙组成的分层现象,与河流形成的发育过程有关。

平原河流的河谷多为发育完全的形态,如图2-4所示。其特点是具有广阔的河滩,洪水时河滩被淹没,中、枯水时则露出水面以上。洪水漫滩后,在河滩与河槽联结的部分,因断面突然扩大,流速骤然降低,泥沙集中在河滩边缘落淤,往往在靠近河槽处形成地势较高的自然堤,在远离河槽的滩地上则形成洼地、湖泊,而且河滩具有明显的横比降。并在水流的作用下不断变化,因而整个河床也处于不断地发展变化之中。

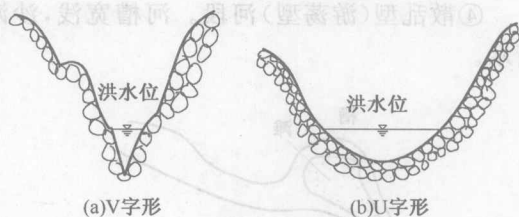


图 2-3 山区河流河谷示意图

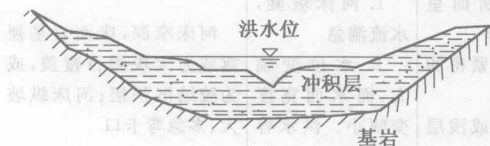


图 2-4 平原河流河谷示意图

平原河流的流域面积一般较大,而流域平均坡度较为平坦,汇流时间长,河床开阔,调蓄作用大,洪水涨落较山区河流缓慢,洪水持续时间较长。水面与河床比降都较小,多在 0.1% 至 1% 之间,流速也较小,一般为 $2\sim 3\text{ m/s}$,水流较为平顺。

平原河流按平面形状分为四种类型的河段:

①顺直微弯型河段。河槽顺直,边滩呈犬牙交错分布,并在洪水期向下游平移,如图 2-5 所示。

②弯曲型(蜿蜒型)河段。河槽具有弯曲外形,深槽紧靠凹岸,边滩依附凸岸,凹岸冲蚀,凸岸淤积,河槽向下游蜿蜒蛇行,如图 2-6 所示。

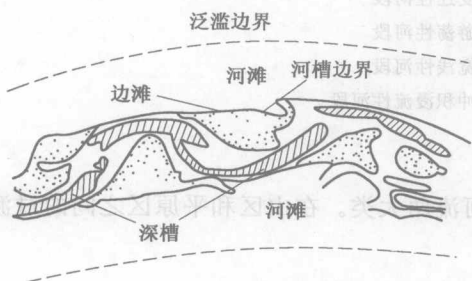


图 2-5 顺直微弯型河段

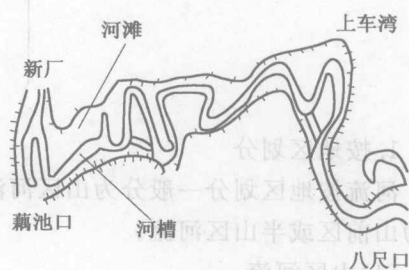


图 2-6 蜿蜒型河段

③分汊型(交替消长型)河段。河槽分汊,两股汊道周期性地交替消长,如图 2-7 所示。

④散乱型(游荡型)河段。河槽宽浅,沙滩密布,河床变化急剧,主流摆动频繁,如图 2-8 所示。



图 2-7 长江南京附近八卦洲分汊型河段

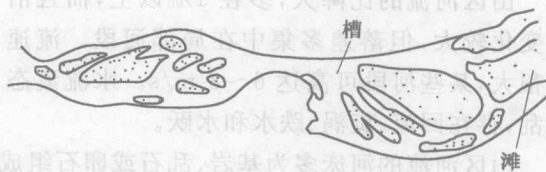


图 2-8 黄河花园口游荡型河段

2. 按河床演变分

按河床演变特征把河段分为七类,如表 2-1。

表 2-1 河段分类表

特性名称	稳定性及变形特点	河段平面外形	断面及地质特点	水文特点	河段区别要点
峡谷性河段	1. 岸线不变,河槽固定 2. 河槽天然冲淤微弱,多呈下切加深的趋势	1. 河段多数有急弯卡口 2. 水流单股无汊	1. 河槽窄深,断面呈“V”字形或“U”字形 2. 两岸为基岩或紧密的砂砾石 3. 河底岩石外露或浅层漂卵石覆盖	1. 河床坡陡,水流湍急 2. 水位变幅大,而水面宽度变幅小。洪水容纳于槽内	河床窄深,床面岩基裸露或为大块漂石覆盖,或为胶结沉积层;河床纵坡大、多急弯卡口

续上表

特性名称	稳定性及变形特点	河段平面外形	断面及地质特点	水文特点	河段区别要点
稳定性河段	1. 岸线基本稳定, 变形速度缓慢, 河槽固定 2. 河槽天然冲淤不大 3. 主流在河槽内很少摆动	1. 河段基本顺直, 河岸比较整齐 2. 一般无汉流, 如有分汉, 汉道及江心洲稳定 3. 滩槽分明, 有时有不发达的边滩	1. 河槽较深, 断面多呈“U”形 2. 河岸为抗冲能力较强的土壤组成。如硬黏土、紧密的砂加卵石及风化岩石等 3. 河床多为粒径较小的卵石及砂质组成, 在下游河段常以砂黏土组成	1. 中高水位流向基本一致 2. 洪水期两岸漫溢流量不大	岸线整齐, 河槽稳定, 断面多呈“U”形, 滩槽分明, 各级洪水流向基本一致
次稳定性河段	1. 岸线不太稳定, 洪水期有塌岸现象 2. 河槽天然冲淤比较明显, 主流在河槽内摆动 3. 边滩、沙洲不稳定, 洪水期变形或下移	1. 河段微弯或弯曲 2. 如河流分汉, 则沙洲不稳定, 汉道有变化 3. 滩槽分明, 一般边滩较发达	1. 河槽较宽浅, 断面以复式为多 2. 河岸抗冲能力较差, 多为砂质黏土或砂砾石 3. 河床多为中等的卵石或砂质组成	1. 高低水位流向差别很大 2. 洪水期漫滩流量较大	稳定性河段与次稳定性河段的区别: 前者岸线、河槽与洪水主流均基本稳定, 变形缓慢; 后者河湾发展、下移, 主流在河槽内摆动
变迁性河段	1. 岸线不稳多变, 洪水期塌岸严重 2. 冲淤变化大, 床面有淤高之势 3. 洪水股流摆动不定, 常产生严重的集中冲刷	1. 河段弯曲或微弯 2. 水流分汉, 沙洲较多 3. 有的不易划分河槽和河滩	1. 河床开阔, 河槽多呈锯齿形, 有的中间高两边低 2. 河床质常与河岸质相似, 抗冲能力差, 以砂加砂砾石为主	1. 大小洪水流向不一致 2. 水面宽度变幅大 3. 水面常呈横比降 4. 同一断面上水面很不平, 有自然壅高	变迁性河段与次稳定性河段的区别: 前者主流在整个河床内摆动, 变幅大, 变化快, 河床有可能拓宽; 后者主流在河槽内摆动, 变幅小
游荡性河段	1. 岸线很不稳定, 历年变化无常 2. 主流游荡不定, 沙洲、沙滩推移快, 变形大 3. 冲淤变化强烈, 集中冲刷严重, 床面淤积抬高, 河床容易改道	1. 河段大体顺直或微弯 2. 河身宽浅, 沙滩密布, 汉道交织 3. 通常不易划分河槽和河滩	1. 河床平坦开阔, 有时呈地上河 2. 河床与河岸组成接近, 粒径小, 多为细砂及粉砂	1. 洪水流向不定多变, 水流散乱 2. 洪水含沙量大	游荡性河段与变迁性河段的区别: 前者土质颗粒细、冲刷深、回淤快, 主流不仅在整个河床内摆动, 甚至造成整个河槽改道; 后者土质颗粒粗、冲刷浅, 由于河床淤高、扩宽和主流摆动, 造成主槽变迁, 河岸旁切扩宽变幅小
宽滩性河段	1. 岸线不稳, 洪水期易塌岸 2. 河槽平面常发生变形, 摆动幅度较大 3. 河槽经多年冲淤交替作用, 出现裁弯取直, 老河槽淤死, 成为月牙泡等	1. 河槽蜿蜒或微弯 2. 在不稳定的河段上, 有明显的曲率增大、河湾下移和产生汉流等情况 3. 滩槽易划分	1. 河槽较窄, 河滩宽阔, 地势平坦, 河床与河槽宽度比大于 5 2. 河床与河岸组成接近, 多为砂黏土或粉砂土	1. 高低水位流向不一致 2. 水面宽度变幅大 3. 河滩流量占总流量 40% 以上	宽滩性河段地势平坦, 洪水泛滥宽度可达几公里至几十公里, 滩槽宽度比可达 5 倍以上, 河滩流速小, 河槽流速大, 河滩流量占总流量 40% 以上

续上表

特性名称	稳定性及变形特点	河段平面外形	断面及地质特点	水文特点	河段区别要点
冲积漫流河段	1. 两岸不受约束, 岸线极不稳定 2. 河槽形态、位置极不稳定, 主流在洪水漫溢范围内摆动不定 3. 自然冲淤严重, 床面逐年淤高 4. 集中冲刷明显, 冲深值并不大	1. 河段呈冲积、扩散状, 大体顺直或微弯 2. 河床极宽浅, 汊道交织, 多呈网羽状 3. 通常分不出河滩和河槽	1. 断面呈锯齿形, 中间高两边低 2. 岸槽高差甚小 3. 河床与河岸组成接近, 多为卵砾石	1. 洪水流向常与河段总方向一致, 水流散乱漫流 2. 水面宽度变幅大 3. 同一断面上水面很不平, 自然壅高很大	冲积漫流河段地貌大致具有冲积扇体特征, 床面逐年淤高, 较游荡性河段明显。洪水股流按总趋势在较高的沟槽中通过

判断河段类属, 应在桥位上游不小于 3~4 倍河床宽度, 下游不小于 2 倍河床宽度的范围内进行观察分析, 可从河槽平面外形、断面及地质特点、水文特点、稳定性及变形特点等方面进行现场观察分析确定。对于变迁性及游荡性河段, 在桥位上游至少还要包括一个河湾, 判定河段的稳定性及变形大小, 通常以 50 年左右为衡量标准。

四、流域

每条河道都汇集着与其毗连区域的降水, 这个积水区域称为流域。流域四周地面最高点的连线称为分水线(或分水岭)。流域的分水线所包围的面积称为流域面积, 单位为 km^2 。流域面积与其出口断面一一对应, 如图 2-9(a)所示, 流域面积 A 对应着出口断面 1, 流域面积 B 对应着出口断面 2, 流域是河水补给的源地, 流域的特征直接影响河川径流的形成和变化过程。流域的特征一般可分为以下两类:

1. 几何特征

几何特征主要指流域面积的大小和形状。在相同的自然地理条件下, 流域面积越大, 径流量就越大, 对洪水涨落的调节作用也越大; 反之, 径流量的变化幅度较大, 洪水涨落就较急剧。

流域的形状和坡度决定着径流过程历时的长短。若流域形状宽阔, 如图 2-9(a)所示, 则径流过程历时较短, 出口断面流量较大; 若流域形状狭长, 如图 2-9(b)所示, 则径流过程历时较长, 出口断面流量较小。

2. 自然地理特征

主要是流域的地理位置和地形。地理位置以流域的中心或流域的边界所在的经纬度来表示。流域内的降雨、蒸发、土壤、植被等水文因素都与地理位置有密切的关系。流域的地形主要以平均高程和平均坡度表示。平均高程对降雨量、降雨分布、蒸发均有影响。平均坡度是决定汇流速度和汇流时间长短的主要因素。

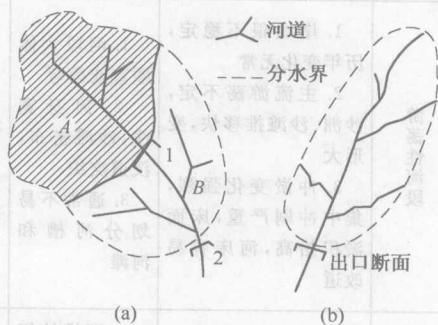


图 2-9 流域示意图

第二节 河川径流

径流是由降水产生的由流域内汇集到河网沿河槽下泄的水流的总称。流域内的降水经损

耗(植物截留、蒸发和填注)后,一部分沿地面流动形成地面径流,一部分渗入地表土壤,在含水层内形成地下径流,地面径流和地下径流汇集到河槽中而成河川径流。暴雨洪水主要来源于地面径流,而大河枯水期的水量补给多来自地下径流。

一、径流形成过程

自降水开始到水流流过出口断面为止的整个物理过程,称为径流形成过程,图 2-10 为径流形成过程的示意图。径流形成是大气降水和流域自然地理条件综合作用的过程,十分复杂。为了便于研究,可将径流形成的物理模型概括为四个阶段。

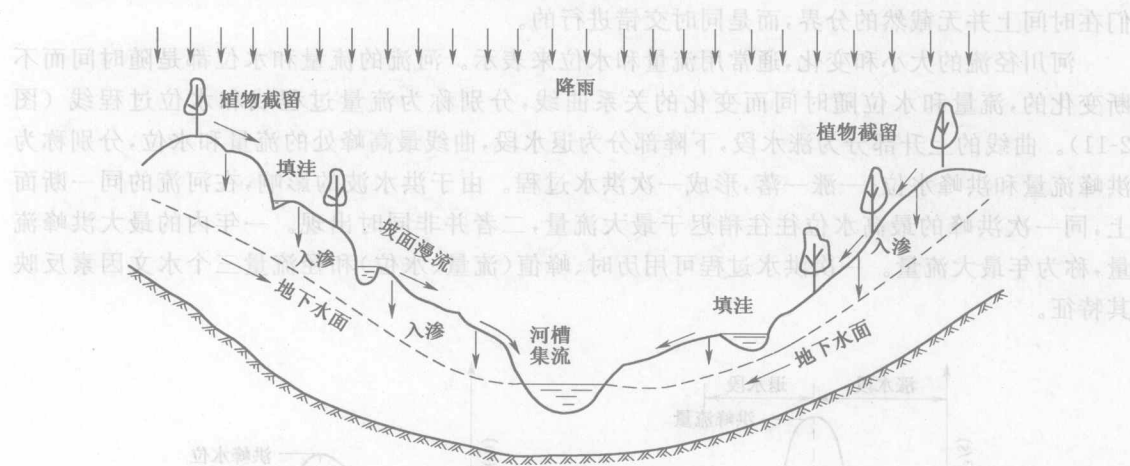


图 2-10 径流形成过程示意图

1. 降雨过程

降雨是形成地面径流的主要因素,降雨的多少决定径流量的大小。降雨量以降雨深度(mm)表示,单位时间内的降雨量称为降雨强度(mm/min 或 mm/h)。每次降雨,降雨量及其在空间和时间上的变化都各不相同。降雨可能笼罩全流域,也可能只降落在流域的局部地区;流域内的降雨强度也有时均匀,有时不均匀,还有时在局部地区形成暴雨中心,并向某一方向移动。降雨的变化过程直接决定径流过程的趋势,降雨过程是径流形成过程的重要环节。

2. 流域蓄渗过程

降雨开始时并不立即形成径流。首先,雨水被流域内的树木、杂草,以及农作物的茎叶截留一部分,不能落到地面上,称为植物截留。然后,落到地面上的雨水,部分渗入土壤,称为入渗;单位时间内的入渗量称为入渗强度(mm/min 或 mm/h)。降雨开始时入渗较快,随着降雨量的不断增加,土壤中水分逐渐趋于饱和,入渗强度减缓,达到一个稳定值,称为稳定入渗。另外,还有一部分雨水被蓄留在坡面的坑洼里,称为填注。植物截留、入渗和填注的整个过程,称为流域蓄渗过程;这部分雨水不产生地面径流,对降雨径流而言,称为损失,扣除损失后剩余的雨量,称为净雨。

3. 坡面漫流过程

流域蓄渗过程完成以后,剩余雨水沿着坡面流动,称为坡面漫流。流域内各处坡面漫流开始的时间是不一致的,某些区域可能最先完成蓄渗过程而出现坡面漫流(也只是局部区域的坡面漫流)然后,完成蓄渗过程的区域逐渐增多,出现坡面漫流的范围也随之扩大,最后才能形成