



全国交通土建高职高专规划教材

薛安顺 陈秋玲 等 编著
熊世龙 [贵州省交通勘察设计研究院] 主审

公路小桥涵 勘测设计与示例



人民交通出版社
China Communications Press

全国交通土建高职高专规划教材

Gonglu Xiaoqiaohan Kance Sheji yu Shili
公路小桥涵勘测设计与示例

薛安顺 陈秋玲 等 编著
熊世龙[贵州省交通勘察设计研究院] 主审

人民交通出版社

内 容 提 要

本书为 21 世纪交通版全国交通土建高职高专规划教材。全书分为十章,第一章为概述;第二、三、四章主要介绍了小桥涵外业勘测的方法步骤及应该收集的有关资料;第五、六、七章分别介绍了小桥涵标准图的类别、功能、套用方法,涵洞进出口处理的几种常用方案,工程数量计算的方法、有关公式和参数;第八章为设计示例;第九章和第十章分别介绍了目前常用的涵洞和桥梁设计软件的主要功能和使用方法。

本书可作为交通高等职业技术教育道路桥梁工程技术专业教材,亦可供从事公路桥涵设计及施工技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

公路小桥涵勘测设计与示例/薛安顺,陈秋玲等编著.
北京:人民交通出版社,2006.9
21 世纪交通版交通土建高职高专规划教材
ISBN 7-114-06160-9

I.公... II.①薛...②陈... III.①公路桥-桥涵
工程-勘测-高等学校:技术学校-教材②公路桥-桥
涵工程-设计-高等学校:技术学校-教材
IV.U448.142.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 107689 号

书 名: 全国交通土建高职高专规划教材
公路小桥涵勘测设计与示例

著 者: 薛安顺 陈秋玲 等

责任编辑: 师 云 邓 莉

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号

网 址: <http://www.ccpress.com.cn>

销售电话: (010)85285838,85285995

总 经 销: 北京中交盛世书刊有限公司

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京凯通印刷厂

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 20

字 数: 491 千

版 次: 2006 年 9 月 第 1 版

印 次: 2006 年 9 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-114-06160-9

印 数: 0001—3000 册

定 价: 36.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

21 世纪交通版

全国交通土建高职高专规划教材编审委员会

主任委员 张洪滨(吉林交通职业技术学院)

副主任委员(按姓氏笔画为序)

田 平(河北交通职业技术学院)

李全文(四川交通职业技术学院)

陈方晔(湖北交通职业技术学院)

俞高明(安徽交通职业技术学院)

彭富强(湖南交通职业技术学院)

程兴新(陕西交通职业技术学院)

刘建明(青海交通职业技术学院)

张润虎(贵州交通职业技术学院)

陆春其(南京交通职业技术学院)

钟建民(山西交通职业技术学院)

谢远光(重庆交通职业技术学院)

郭发忠(浙江交通职业技术学院)

委 员(按姓氏笔画为序)

王 彤(辽宁交通高等专科学校)

王连威(吉林交通职业技术学院)

王常才(安徽交通职业技术学院)

白淑毅(广东交通职业技术学院)

刘孟良(湖南城建职业技术学院)

刘福明(南昌工学院)

张世海(甘肃交通职业技术学院)

张美珍(山西交通职业技术学院)

李中秋(河北交通职业技术学院)

李加林(广东交通职业技术学院)

杨晓丰(黑龙江工程学院)

周传林(南京交通职业技术学院)

金仲秋(浙江交通职业技术学院)

赵树青(山东交通职业学院)

曹雪梅(四川交通职业技术学院)

黄万才(四川交通职业技术学院)

裴俊华(甘肃林业职业技术学院)

王 亮(云南交通职业技术学院)

王海春(青海交通职业技术学院)

王穗平(河南交通职业技术学院)

孙元桃(宁夏交通学校)

吴继锋(江西交通职业技术学院)

张保成(内蒙古大学职业技术学院)

李仕东(鲁东大学交通学院)

沈建康(徐州建筑职业技术学院)

李绪梅(新疆交通职业技术学院)

周志坚(福建交通职业技术学院)

郭秀芹(山东省公路高级技工学校)

金 桃(贵州交通职业技术学院)

姚 丽(辽宁交通高等专科学校)

夏连学(河南交通职业技术学院)

彭 芳(内蒙古河套大学)

梁金江(广西交通职业技术学院)

薛安顺(陕西交通职业技术学院)

秘 书 长 卢仲贤(人民交通出版社)

总 序

针对高职高专教材建设与发展问题,教育部在《关于加强高职高专教材建设的若干意见》中明确指出:先用2至3年时间,解决好高职高专教材的有无问题。再用2至3年时间,推出一批特色鲜明的高质量的高职高专教育教材,形成一纲多本、优化配套的高职高专教育教材体系。

2001年7月,由人民交通出版社发起组织,15所交通高职院校的路桥系主任和骨干教师相聚昆明,研讨交通土建高职高专教材的建设规划,提出了28种高职高专教材的编写与出版计划。后在交通部科教司路桥工程学科委员会的具体指导下,在人民交通出版社精心安排、精心组织下,于2002年7月前完成了28种路桥专业高职高专教材出版工作。

这套教材的出版发行首先解决了交通高职教育教材的有无问题,有力支持了路桥专业高职教育的顺利发展,也受到了全国各高职院校的普遍欢迎。

随着高职教育教学改革的深入发展、高职教学经验的丰富与积累,以及本行业有关技术标准规范的更新,本套教材在使用了2至3轮的基础上,对教材适时进行修订是十分必要的,时机也是成熟的。

2004年8月,人民交通出版社在新疆乌鲁木齐召开了有19所交通高职院校领导、系主任、骨干教师共41人参加的教材修订研讨会。会议商定了本套教材修订的基本原则、方法和具体要求。会议决定本套教材更名为“交通土建高职高专统编教材”,并成立了以吉林交通职业技术学院张洪滨为主任委员的“交通土建高职高专统编教材编审委员会”,全面负责本套教材的修订与后续补充教材的建设工作。

2005年6月,编委会在长春召开了同属交通土建大类、与路桥专业链接紧密的“工程监理专业、工程造价专业、高等级公路维护与管理专业”主干课程教材研讨会,正式规划和启动了这三个专业教材的编写出版工作。

2005年12月,教育部高等教育司发布了“关于申报普通高等教育‘十一五’国家级规划教材”选题的通知(教高司函[2005]195号),人民交通出版社积极推荐本套教材参加了“十一五”国家级规划教材选题的评选。

2006年6月,经教育部组织专家评选、网上公示,本套教材中有十五种入选为“十一五”国家级规划教材,标志着广大参与本套教材编写的教师的辛勤劳动得到了社会的认可、本套教材的编写质量得到了社会的认同。

在本套教材多数入选“十一五”国家级规划教材的结果的鼓舞和推动下,2006年7月,交通土建高职高专统编教材编审委员会及时在银川召开会议,有24所各省区交通高职院校或开办有交通土建类专业的高等学校系部主任、专业带头人、骨干教师以及人民交通出版社领导共39位代表出席了本次会议。会议就全面落实教育部“十一五”国家级规划教材的编写工作进行了研讨。与会代表一致认为必须以入选的十五种国家级规划教材为基本标准,进一步全面提升本套教材的编写质量,编审委员会将严格按照国家级规划教材的要求审稿把关,并决定本套教材更名为“全国交通土建高职高专规划教材”,原编委会相应更名为“全国交通土建高职高专规划教材编审委员会”。以期在全国绝大多数交通高职院校和开办有交通土建专业的高

等院校的参与、统筹、规划下,本套教材中有更多的进入“十一五”国家级规划教材行列。

本套高职高专规划教材具有以下特色:

——顺应交通高职院校人才培养模式和教学内容体系改革的要求,按照专业培养目标,进一步加强教材内容的针对性和实用性,适应学制转变,合理精简和完善内容,调整教材体系,贴近模块式教学的要求;

——实施开放式的教材编审模式,聘请高等院校知名教授和生产一线专家直接介入教材的编审工作,更加有利于对教材基本理论的严格把关,有利于反映科研生产一线的最新技术,也使得技能培训与实际密切结合;

——全面反映 2003 年以来的公路工程行业已颁布实施的新标准规范;

——服务于师生、服务于教学,重点突出,逐章均配有思考题或习题,并给出本教材的参考教学大纲;

——注重学生基本素质、基本能力的培养,教材从内容上、形式上力求更加贴近实际;

——为加强学生的实际动手能力,针对《工程测量》、《道路建筑材料》等课程,本套教材特别配套有实训类辅导教材。

本套教材的出版与修订再版始终得到了交通部科教司路桥工程学科委员会和全国交通职教路桥专业委员会的指导与支持,凝聚了交通行业专家、教师群体的智慧和辛勤劳动。愿我们共同向精品教材的目标持续努力。

向所有关心、支持本套教材编写出版的各级领导、专家、教师、同学和朋友们致以敬意和谢意。

全国交通土建高职高专规划教材编审委员会
人民交通出版社
2006 年 8 月

前 言

随着我国“十一五”规划的制定和落实,新一轮的公路建设高潮正在兴起,各级政府对公路建设的投入逐年增大,高速公路、一般公路、农村公路呈现出齐头并进的发展态势,因而公路行业对技术和人才的需要更加迫切。各交通类职业技术学院都把培养学生的职业技能做为首要目标。小桥涵勘测设计,是路桥专业学生的基本技能之一,也是公路建设技术人员必须掌握的基本知识和能力。几年来,我们多次对教材进行了改革和整合,但一直没有一本专门介绍小桥涵勘测设计方法步骤并列有实例的教科书。为此,在2004年交通高职教材新疆会议上,制定了本书的编写计划和大纲,安排由陕西、新疆、吉林、贵州等交通职业院校共同完成编写工作。

本书编写的目标是:既能给学生详细地介绍小桥涵勘测设计的方法步骤,又能给予他们充实的资料和丰富的示例,力图使他们在学过专业课程之后通过阅读此书、参考示例,就能独立地承担起小桥和涵洞设计的任务;同时又可供各级各类公路设计单位的桥涵设计人员参考使用。全书共分十章,第一章为概述,重点介绍了小桥涵的概念和类别,阐述了小桥涵设计的重要性;第二、三、四章主要介绍了小桥涵外业勘测的方法步骤及应该收集的有关资料,详细说明了设计流量的计算方法和孔径确定的实用经验,描述了桥涵位置选定的原则和外业工作的注意事项;第五、六、七章,分别介绍了小桥涵标准图的类别、功能、套用方法,涵洞进出口处理的几种常用方案,工程数量计算的方法、有关公式和参数;第八章为设计示例,示例(一)至示例(五)为小桥部分,示例(六)至示例(十)为涵洞部分,包含拱式小桥、梁式小桥、直线小桥、弯坡小桥以及石拱涵、盖板涵、圆管涵、箱涵、倒虹吸等各种结构形式,内容丰富、设计资料及计算过程详尽,图纸齐全;第九章和第十章分别介绍了目前常用的涵洞和桥梁设计软件的主要功能和使用方法,为读者掌握CAD技术高效率完成小桥涵设计打下基础。

第一章、第二章以及第八章的示例(一)至示例(五)由陕西交通职业技术学院薛安顺编写;第四、五、六、七章由新疆交通职业技术学院陈秋玲编写;第三章由陕西省交通职业技术学院张省侠编写;第八章的示例(六)、(七)由陕西省交通职业技术学院郝锋编写;示例(八)、(九)、(十)由吉林交通职业技术学院沈艳东编写;第九、十章由陕西省交通职业技术学院何宜典编写;贵州交通职业技术学院张润虎审定了编写大纲和初稿。全书由薛安顺、陈秋玲统稿,贵州省交通勘察设计研究院教授级高工熊世龙总工程师主审。本书审稿会于2006年4月在贵阳召开,参加审稿会议的除了主编外,还有人民交通出版社卢仲贤、贵州交通职业技术学院张润虎、四川交通职业技术学院黄万才、贵州省桥梁工程总公司教授级高工刘经建、贵州省交通科技研究所高级工程师胡绍刚等同志,他们为本书提出了许多修改意见。在本书编写过程中,陕西省林业勘察设计院余建平同志提供了很多资料,陕西交通职业技术学院卢颖同志做了大量工作,书后所列参考文献为本书的编写给予了巨大的技术支持,在此一并表示诚挚谢意!

由于作者水平有限,加之时间仓促,书中不足乃至错误之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

作 者

2006年7月于西安

目 录

第一章 概述	1
第一节 小桥涵界定	1
第二节 小桥类型	1
第三节 涵洞类型	3
第四节 小桥涵设计的重要性	5
复习思考题	5
第二章 小桥涵现场调查与资料收集	6
第一节 小桥勘测及资料收集	6
第二节 涵洞调查及资料收集	13
复习思考题	16
第三章 小桥涵设计流量计算及孔径确定	17
第一节 暴雨洪水法	17
第二节 形态调查法	28
第三节 直接类比法	37
第四节 孔径的确定	47
复习思考题	67
第四章 小桥涵位置确定及选型	68
第一节 小桥桥址确定及选型	68
第二节 涵洞位置确定及选型	70
复习思考题	75
第五章 公路小桥涵标准图释义与套用	77
第一节 桥涵标准图类目功能与内容简介	77
第二节 小桥标准图套用的一般方法	81
第三节 涵洞标准图套用的一般方法	84
第四节 小桥涵地基与基础的设计	86
复习思考题	90
第六章 涵洞进出口处理与引泄水	91
第一节 常用涵洞进出口类型及适用情况	91
第二节 涵洞进出口加固与泄水处理	97
第三节 调治构造物(集流引水沟槽的布设)	106
复习思考题	110
第七章 小桥涵工程数量计算	111
第一节 小桥工程数量计算	111
第二节 涵洞工程数量计算	113
第三节 拱式桥涵工程数量计算	121
复习思考题	126
第八章 设计示例	127

示例(一) 1×8m 石拱桥	127
示例(二) 1×10m 弯拱桥	137
示例(三) 3×10m 弯拱桥	156
示例(四) 1×13m 简支板桥	174
示例(五) 1×13m 弯板桥	198
示例(六) 1—1.5m 钢筋混凝土正交板涵	222
示例(七) 1—1.5m 正交石拱涵	232
示例(八) 1—1.0m 钢筋混凝土圆管涵	239
示例(九) 1—4.0m 钢筋混凝土箱涵	247
示例(十) 1—1.25m 倒虹吸	253
第九章 PowerCulvert 公路涵洞设计软件介绍	260
第一节 概述	260
第二节 PCV 的界面	261
第三节 PCV 基本操作方法	264
复习思考题	289
第十章 桥梁通 CAD 软件简介	290
第一节 概述	290
第二节 桥梁通 CAD 术语和按钮	294
第三节 运用桥梁通 CAD 绘制桥型布置图	298
复习思考题	306
参考文献	307

第一章 概 述

小桥涵勘测设计是公路设计中的一项重要工作,山区公路的每条自然沟和平原区公路的每道灌溉渠一般都要设置桥涵,高速公路需要的通道和桥涵数量更多,小桥涵的数量在整个公路工程中占有很大比例。因此,科学合理的进行小桥涵设计是降低工程造价、提高工程质量,保证公路安全、稳定和正常运营的重要环节之一。

第一节 小桥涵界定

小桥与涵洞统称为小桥涵,是用来跨越小溪流、干沟、已有路线、水渠、管道及方便人和动物穿越的小型构造物。按照中华人民共和国行业标准《公路工程技术标准》(JTG B01—2003)规定(表 1-1),多孔跨径总长 $8\text{m} \leq L \leq 30\text{m}$ 或单孔跨径 $5\text{m} \leq L_K < 20\text{m}$ 的桥梁称为小桥;单孔跨径 $L_K < 5\text{m}$ 的构造物称为涵洞;而对于管涵及箱涵不论管径或跨径大小、孔数多少,均称为涵洞。

桥梁涵洞分类

表 1-1

桥涵分类	多孔跨径总长 $L(\text{m})$	单孔跨径 $L_K(\text{m})$
特大桥	$L > 1000$	$L_K > 150$
大桥	$100 \leq L \leq 1000$	$40 \leq L_K \leq 150$
中桥	$30 < L < 100$	$20 \leq L_K < 40$
小桥	$8 \leq L \leq 30$	$5 \leq L_K < 20$
涵洞	—	$L_K < 5$

其中单孔跨径是指桥涵的标准跨径,梁式桥及板式桥涵以两桥、涵墩中线间距离或桥、涵墩中线与台背前缘间距离为准;拱式桥和涵洞以净跨径为准;多孔跨径总长仅作为划分小桥及涵洞的一个指标,梁式桥、板式桥为多孔标准跨径的总长;拱式桥为两岸桥台内起拱线间的距离,其他形式桥梁为桥面系车道长度。

第二节 小桥类型

按结构形式来划分,小桥可以分为梁式小桥和拱式小桥。

(一)梁式小桥

1.按上部结构有无预应力可以分为普通钢筋混凝土小桥和预应力混凝土小桥。普通混凝土小桥在工程中运用最为广泛,常用的有:预制板、现浇板、预制梁(包括 T 形、I 形、II 形、箱形)、现浇梁、小型刚构等。其中板式小桥应用最为广泛,按施工方法可分为装配式和整体式。按横截面形式又可分为实心板和空心板。在高等级公路和桥涵工程比较集中的二、三级公路项目中,也采用预应力混凝土结构。小桥的上部预应力混凝土结构一般为空心板,采用先张法预制,然后装配安装。

2.按照桥梁与水流方向是否正交,梁式小桥可分为正交小桥和斜交小桥。斜交小桥又分为斜交斜做和斜交正做两种方式(图 1-1、图 1-2)。在高等级公路中,斜交小桥占的比例越来越大,多采用斜交斜做方式。

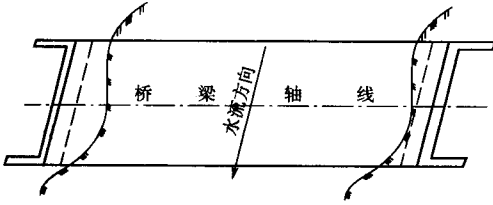


图 1-1 斜交斜做

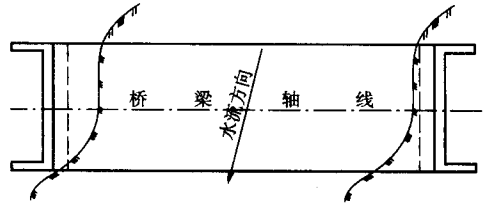


图 1-2 斜交正做

3.按上部结构的受力情况,梁式小桥可分为:简支梁(板)、连续梁和刚构,如图 1-3、图 1-4、图 1-5 所示,连续梁和刚构在跨线桥和人行天桥类小桥中运用较为普遍。

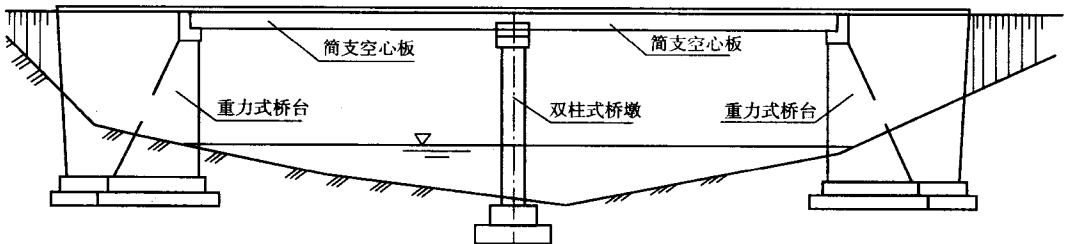


图 1-3 简支板小桥

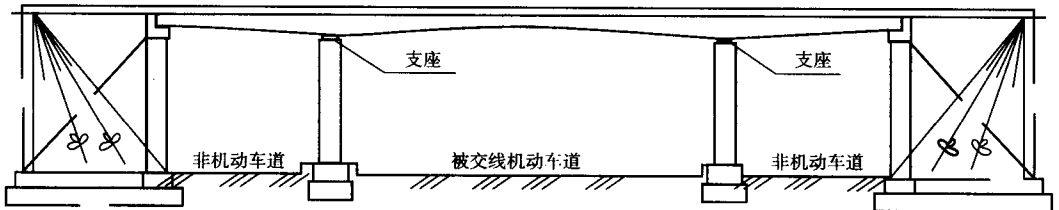


图 1-4 连续梁小桥

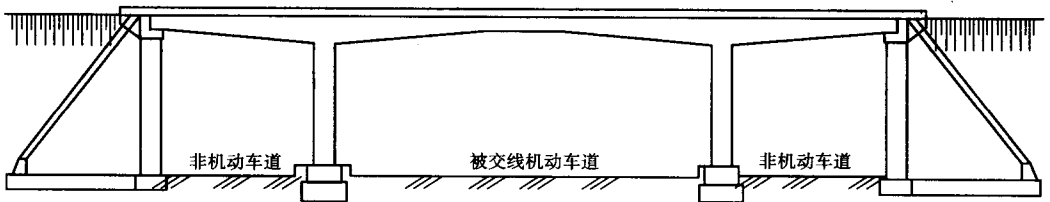


图 1-5 刚构小桥

4.按桥梁的受力体系和下部结构的形式,梁式小桥又可分为一般简支梁式小桥和四铰框架式轻型墩台小桥,如图 1-6 所示。轻型小桥单孔跨径不大于 13m,跨数不多于三跨,墩台与上部结构采用锚栓连接,墩台之间设支撑梁。在受力方面,上下部结构共同作用,形成四铰框架从而减少了墩台内力,使墩台尺寸减小,结构十分轻巧,节约材料,减小地基压力。该类小桥在平原区跨线桥中也得到广泛应用。

(二)拱式小桥

1.按拱轴线形式,拱式小桥可分圆弧拱和悬链线拱。圆弧拱受力状况较差,但由于线形简单,施工方便,在跨越小型河沟桥梁和园林景观桥梁中运用较多,圆弧拱小桥如图 1-7 所示。

跨径 13m 以上的拱桥,多采用悬链线拱,以改善受力条件。

2.按建桥所用材料来分,有石拱桥、混凝土拱桥、钢筋混凝土拱桥。石拱桥能就地取材,用块、片石或料石砌筑,施工方便,造价低廉,在山区公路中广泛应用。在部分石料缺乏地区,若需要修建拱桥,可用混凝土浇筑,或用混凝土预制块砌筑。钢筋混凝土拱桥一般为肋拱或刚架拱。肋拱小桥、刚架拱小桥分别如图 1-8、图 1-9 所示。

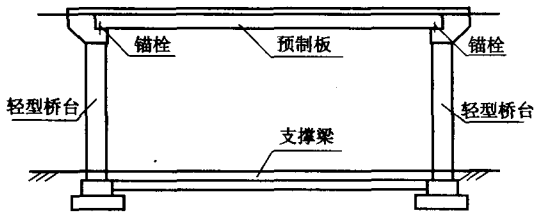


图 1-6 轻型墩台小桥



图 1-7 圆弧拱小桥

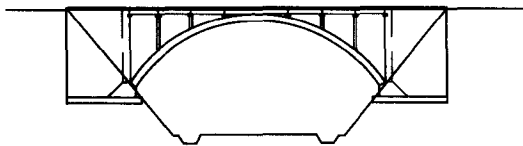


图 1-8 肋拱小桥

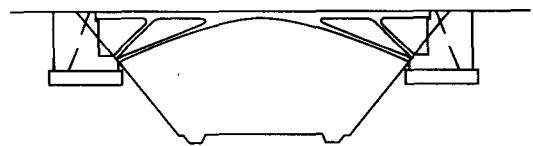


图 1-9 刚架拱小桥

3.按拱圈结构来分,拱式小桥分为板拱、双曲拱、肋拱、刚架拱、桁架拱等。板拱为矩形截面,一般采用石料或混凝土预制块砌筑或用混凝土现浇。双曲拱、肋拱、刚架拱、桁架拱均为钢筋混凝土构件预制安装。

4.按行车道与拱圈的相对位置,拱桥分上承式、中承式和下承式。一般拱式小桥均采用上承式,中承式和下承式较少采用。

5.按桥梁在公路轴线上的位置,可分为直线桥、曲线桥和直曲线桥。桥梁位于直线段的叫直线桥,桥梁位于曲线段的桥梁叫曲线桥。桥梁一部分在直线段,一部分进入曲线段则可称为直曲线桥。随着公路等级的提高,曲线桥梁越来越多,弯、坡、斜桥梁在高等级公路建筑物中占有很大比例。弯石拱桥由于施工简单方便,易于适应线形,造价低,在山区公路上经常使用。

第三节 涵洞类型

(一)按建筑材料分类

1.石涵:包括石盖板涵和石拱涵。石涵造价低、养护费用少,节省钢材和水泥,在产石地区应优先考虑采用石涵。石拱涵是公路上应用最广泛的涵洞形式。

2.混凝土涵:可现场浇筑或预制成拱涵、圆管涵和小跨径盖板涵,这种涵洞节省钢材,便于预制,但损坏后修理和养护较为困难。

3.钢筋混凝土涵:可用于管涵、盖板涵和箱涵。其优点是坚固,经久耐用,养护费用少。钢筋混凝土管涵、盖板涵安装运输便利,但耗费钢材较多,预制工序多,造价较高。

4.其他材料涵洞:有陶瓷管涵、铸铁管涵、波纹管涵、砖涵、石灰三合土拱涵等。

(二)按构造形式分类

1.管涵:受力性能和对地基的适应性能较好,管涵不需墩台,圬工数量少,造价低,适用于有足够填土高度的小跨径暗涵。

2. 盖板涵:构造简单,易于维修,有利于在低路堤上修建,一般按明涵设计,在高等级公路上还可以作为被交线通道使用。

3. 拱涵:适宜于路线跨越深沟或建高路堤时采用。一般设计为暗涵,在山区和石料丰富地区广泛采用。其承载能力大,砌筑技术容易掌握,造价低,缺点是自重引起的恒载大,对地基承载要求高,施工工序繁多,进度较慢。

4. 箱涵:整体性强,适宜于软土地基,但用钢量多,造价高,施工较为困难。

(三)按洞顶填土情况分类

1. 明涵:洞顶不填土,适用于低路堤、浅沟渠。盖板涵一般都采用明涵形式。

2. 暗涵:洞顶填土大于 50cm,适用于高路堤、深沟渠,一般拱涵、管涵都是采用暗涵形式布置。

(四)按水力性能分类

1. 无压力式涵洞:进口水流深度小于洞口高度,水流流经全涵保持自由水面,适用于涵前不允许壅水或壅水不高时。

2. 半压力式涵洞:进口水流深度大于洞口高度,但水流仅在进口处充满洞口,在涵洞其他部分都是自由水面。

3. 有压力式涵洞:涵前壅水较高,全涵充满水流,无自由水面,适用于深沟高路堤。

4. 倒虹吸管:路线两侧水深都大于涵洞进出水口高度,进出水口设置竖井,水流充满全涵身,适用于横穿路线的沟渠水面高程基本等于或略高于路基高程的情况。此类涵洞属有压力式,且涵洞中常年有水,易于堵塞和冒水浸泡路基,在选线时应尽可能避免,通常当灌溉渠横跨公路,比路面高,又达不到设渡槽的净空高度时,不得已才采用这类涵洞。

(五)按涵洞与路线的夹角分类

分正交与斜交两种,斜交涵洞又分斜交斜做和斜交正做两种形式。盖板涵、箱涵一般采用斜交斜做。拱涵和圆管涵若与路线斜交,为改善受力和施工方便一般采用斜交正做。斜交涵洞如图 1-10 所示。

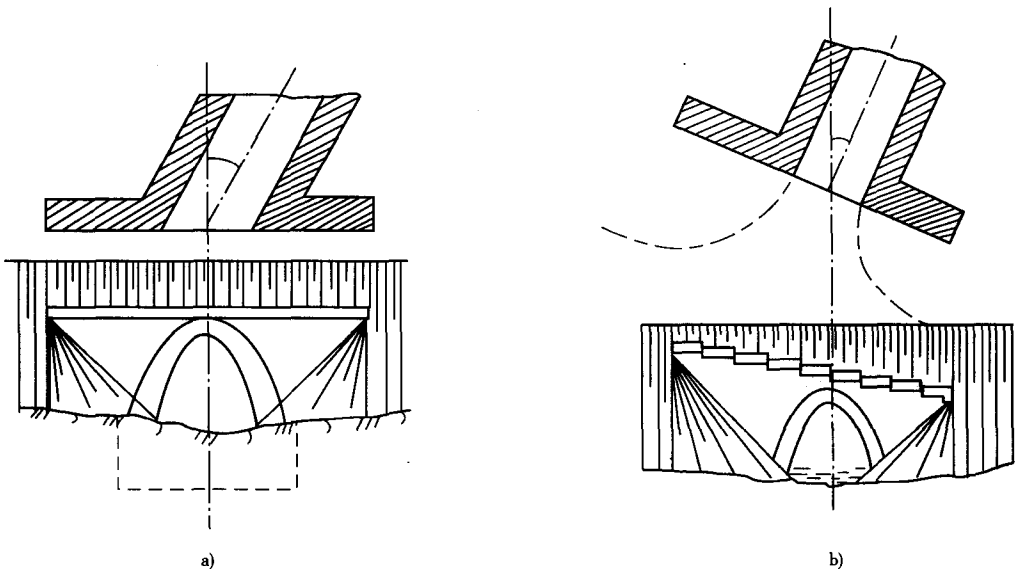


图 1-10 斜交涵洞

a)斜交斜做;b)斜交正做

第四节 小桥涵设计的重要性

就个体而言,小桥涵工程数量较小,但对整条公路来说,因其分布全线,工程量占有很大比重。一般平原区每公里有1~3道,山区3~5道,据全国195条三、四级公路资料统计,小桥涵投资占公路总投资的20.56%,其投资额为大、中桥的三倍左右。在高等级公路上,其所占比例更大。可见,小桥涵的设计与布置是否合理,对于整条公路的造价和使用质量都有很大影响。

1. 小桥涵是公路的重要组成部分,由于其数量多,形式各种各样,工程量大,在工程造价中占有很大比例,能否精心设计对工程总投资和工程施工进度有重大影响。

2. 小桥涵是公路防御洪水的重要结构物,其跨径拟定、结构选择、轴线与水流方向的夹角确定、进出口处理以及台背回填等都与公路整体工程质量及安全运营有着密切关系,不能轻视。

3. 公路是一个线形带状结构物,会对农田灌渠造成破坏。因此设计小桥涵合理解决农田灌溉问题,不仅是农业生产的需要,也是公路安全的需要。

4. 在高速公路设计中,认真调查布设好小桥涵和通道,不仅关系到工程项目的建设及安全运营,而且涉及保护农民利益问题。如果通道和小桥涵布设不合理,可能对周围群众的生产和生活带来很大影响,从而导致村民阻拦施工,影响到工程项目的顺利实施。

5. 跨线小桥是公路景观的重要组成部分,简洁大方、舒展优美的桥型结构将为公路增色为城市添彩,而笨拙、不协调、粗糙的跨线桥则破坏景观,给人造成视角障碍和心理上的不适应。因此在进行跨线小桥设计时一定要精心考虑美观效果,切不可简单套用标准图了事。

6. 设计施工好小桥涵是对工程技术人员业务能力、工作水平、敬业精神的一种考评。虽然小桥涵技术不甚复杂,但马虎粗心就会造成质量事故,给国家造成损失,也给自身声誉造成不良影响,因小失大。因此,从事这项工作的工程技术人员必须引起足够的重视。

复习思考题

1. 什么叫小桥涵? 现行《公路工程技术标准》中对小桥和涵洞是如何界定的?
2. 小桥和涵洞有哪些区别?
3. 小桥如何分类? 各种形式小桥的适用情况如何?
4. 涵洞如何分类? 什么是明涵? 什么是暗涵?
5. 箱涵和倒虹吸各适用于什么情况?
6. 什么叫斜交涵洞? 斜交斜做和斜交正做各有什么优缺点?
7. 拱式小桥的拱轴线有哪几种形式?
8. 拱式小桥的拱上建筑形式有哪几种? 各有什么优缺点?
9. 刚架拱小桥和肋拱小桥适用于什么地形地质情况?
10. 简述设计好小桥涵的重要意义。

第二章 小桥涵现场调查与资料收集

在公路勘察设计中,小桥和涵洞必须服从路线的走向和要求,为路线服务。外业勘测时,路线组在前,桥涵组在后,路线组在现场打出中桩后,桥涵组即可开展现场调查和资料收集工作。

第一节 小桥勘测及资料收集

小桥勘测的目的在于搜集和初步整理出小桥设计所需的资料,是整个勘测设计过程的前期准备阶段,是为小桥设计以及水力计算提供必须的资料和依据。其主要内容有:拟建桥址处和形态断面处的测量和水文勘测;工程地质和地貌调查;气象尤其是洪水期的暴雨资料收集;建筑材料的供源调查;原有桥涵构造物和水利设施的情况;当地对拟建桥梁的要求等。可归纳为:定桩号、测高程、量夹角、测断面、勾草图、探地质、算流量、找料源、拟结构、定跨径等 10 个步骤。

一、一般小桥的勘测步骤

(一)定桩号、测高程

即确定路线与河沟中心线相交点的桩号和高程,是确定桥梁位置的重要依据。对于直线路段,可由邻近河沟的中桩桩号,测量推算河沟中心桩号。用全站仪放线时,可直接立棱镜测出河中心的坐标,以计算桩号。当路线以曲线跨越河沟,拟设计曲线桥梁时,一般应对曲线跨河路段中桩进行加密,以反映河沟的地形变化。根据计算坐标放出这些加密点,再从离河中心最近处的中桩丈量确定河沟中心桩号。高等级公路通常先测量地形图,纸上定线,然后实地放线、移线。这时的河沟中心桩号在图上即可确定,在现场放线时予以确定和校对。需要说明的是这一桩号仅在勘测阶段使用,是为了调查方便确定的一个参考桩号,桥梁结构、桥长确定以后,施工图中桥梁的桩号是以桥梁中心(桥长一半处)的桩号为准的,二者不一定相等。河沟中心桩号确定后,钉设木桩,用水准仪或全站仪测定该处地面高程,即为测高程。对于农村公路上的独立小桥,首先要根据地形和路线走向确定桥梁轴线,在桥梁轴线两端各设两个控制桩,以固定桥位。测量这四个桩位的坐标和高程,作为桥梁设计和施工的依据。

(二)量夹角

即测定路线轴线前进方向与河沟水流方向之间的夹角,用以确定桥梁的斜度。有精确的大比例尺地形图,采用纸上定线的公路,可以直接在地形图上量出路线与水流方向的夹角。低等级公路现场测定夹角,一般用圆盘做概略测定。立圆盘于河沟中心桩位处,在路线方向前后两中桩立两根花杆。用圆盘的零度方向瞄准路线前进方向,用另外两根花杆立出水流方向,用盘指针指向该方向,读数即为路线前进方向与水流方向的夹角。注意对于河道有弯曲或水涯线不明确的河道,要观察河道走势,判断发洪水时的水流主方向,作为水流方向。高等级公路跨河或跨越被交道路时,夹角要精确测量,此时应采用经纬仪置于交点处,瞄路线前进方向和

水流方向(或被交线方向),用测回法测定夹角值。现场记录一定要绘出路线前进方向和水流方向,标上箭头,注明所测角度。并与现场认真核对,以防出现差错,导致设计斜度方向错误。

(三)测断面

对小桥而言是指测定桥位河床断面,通常与中桩组放线配合进行。在跨河沟处,沿公路轴线,测定每一个地形变化点的桩号和高程,有水流时还要测出水边、河中最大水深处的桩号和高程,以便准确绘制桥位断面,供桥跨布置时使用。用全站仪施测时,将全站仪置于河沟视线良好一岸的中桩上,瞄准路线前进方向,并做水平制动,然后沿此方向在各变化点立棱镜测出距离和高程,得到各地形变化点的桩号和高程。无全站仪时,可用经纬仪、花杆、皮尺、水准仪进行测量。将经纬仪置于一岸中桩上,瞄准另一岸中桩得到桥轴线方向,沿此方向立花杆,用钢尺或皮尺丈量距离,计算各变化点桩号,并打上临时桩。然后用水准仪与已知高程点或水准点连测,得到这些点的高程。在图纸上以水平方向为里程,以竖直方向为高程,绘出这些地形变化点,用折线连接起来(通常采用 1:200 比例尺)即得到桥位断面图。

如果是曲线桥,则要计算加密曲线中桩,然后现场采用目估内插,皮尺丈量的方法确定地形变化点与已知中桩线之间距离,从而推算其桩号,高程则可以用水准仪测得。

当桥轴线左右两侧地形变化较大时,除了测量桥轴线断面以外,还要测定桥梁上、下游边线跨河沟断面,以及各地形变化点处的路线横断面,为拟定桥梁结构,确定基础结构形式和埋深提供详细资料。

(四)勾草图

即勾绘桥位平面简图。野外调查时勾绘的平面图,主要反映河沟走向、路线走向、周围地形地貌,以便确定桥梁方案时参考。在桥涵记录本上绘制草图,主要是为了帮助设计者记住地形地貌,回顾有关细节。桥位平面图作为施工图纸中的重要一页必须在文件中反映。因此,在地形测量不够细致,或者图幅反映区域范围不够的情况下,应对桥位地形图进行补充测量,绘制准确的平面图。通常公路路线平面图采用 1:2000 比例尺。小桥平面图可以直接采用该地形图绘制,但如果地形复杂,或桥梁结构较小,在 1:2000 平面图上表达不清楚时,应选用大比例尺 1:1000 或 1:500 绘制桥位平面图,对桥梁布置和施工提供有效的帮助。

(五)探地质

即勘探、调查、记录桥位的工程地质情况。小桥的工程地质初勘一般与路线初勘合并进行。地质地貌情况调查对象是对小桥及其附属工程有影响的地质现象。调查范围:在沿路线方向为桥址处的河沟床和两岸谷地或阶地,沿河沟方向为桥址上、下游各 50~100m。小桥工程地质的勘测,以调查为主,挖钻探为辅。充分利用各种有关地质资料,如附近原有结构物的基础情况、水井井壁的土质情况等。当有岩石外露或有明确参考资料时,通过观察、总结即可进行描述。当地质情况不易判定时,才进行针对性挖(钻)探。

地形和地质条件简单的小桥涵,原则上每一座桥梁设置一个勘探点,用以探明基底一定深度的地层及其岩性特征。根据勘探资料,应逐个提供地层的土石分类及基底承载力情况,但在地层结构基本一致的地区的多座小桥,可以仅以一座桥梁地层作代表性勘探。对于地质条件复杂,跨径较小的小桥,勘探点不应少于两个,深度视地层松软程度而定。挖(钻)探应有现场原始记录,必要时可抽取典型土样、水样进行试验或化验。地质条件复杂的一般桥梁,勘测时需有地质说明记录,必要时绘制桥址的工程地质纵断面图,并另附地质勘探与试验资料,其中包括土石分类情况及承载力数据等。如图 2-1 所示。在勘测过程中,一般简单地形地质情况下的小桥,直接由桥涵组记录、描述地质情况。而复杂的地质条件,均由设计院的地质钻探队

或委托有资质的地质勘探部门完成,由他们钻探、试验、分析、出具地质报告和工程地质适用性评价。

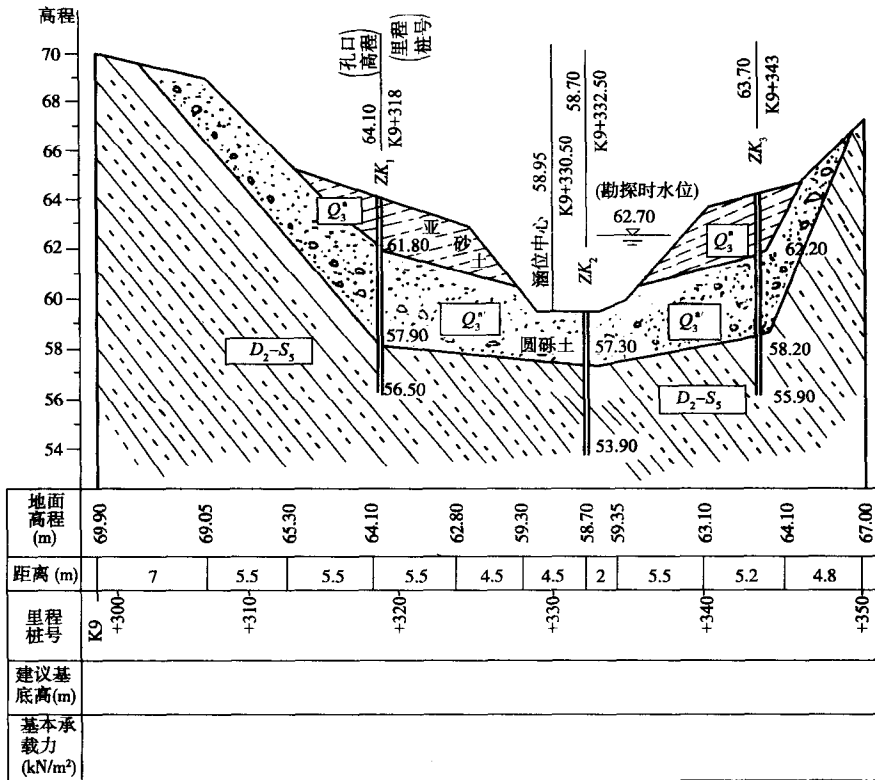


图 2-1 桥址地质断面图

(六)算流量

即计算分析确定桥位断面的洪水流量。确定流量的方法有暴雨洪水法、形态调查法和直接类比法,详细计算方法将在第三章专题介绍。外业阶段重在完成好水文资料的收集工作。应向桥位所在地就近水文站、水利和防洪等部门收集有关水文资料。包括各种频率的年洪峰流量、相应的洪水位高程(包括所依据的水准点位置和高程);桥位附近的坝、闸等水利工程的坐落位置,修建年月及控制的流域面积和蓄水能力;沿河沟上、下游的河床冲刷或淤积、变迁情况等。如果没有水文资料,则要向当地气象台、气象站、雨量站收集气象资料,包括年、月平均流量、暴雨密度和持续的时间、气温情况、主导风向和风力等。向测绘部门购买 1:10000 ~ 1:50000地形图,用以勾绘汇水面积,同时还要详细观察流域的树木,农作物生长情况,正确描述流域的植被情况,为采用径流形成法时的计算参数确定提供依据。

当上、下游有已建桥涵时,可用直接类比法确定桥位流量。对原有小桥的调查内容主要有以下 4 点。

1. 原有桥梁的结构形式,主要尺寸,基础的埋置深度,并绘制结构草图。

2. 调查修建年月及使用情况,包括损毁和修复情况,原建桥梁使用以来的洪水发生情况,桥涵下的泄洪流量 Q ,桥涵前水深 H 和下游河沟水深 h_0 ,判别与洪水痕迹相应的洪水频率 p ,分析桥下水流的流态,了解原桥址河段河床的冲淤变化,桥涵墩台和铺砌等构造物的基础被冲