



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材
高等学校交通运输与工程类专业规划教材

Running Survey and Design Short Span Bridge and Culvert of Highway

公路小桥涵勘测设计

第五版

孙家驷 主 编

吴进良 张 铭 副主编

高冬光 刘新生 主 审



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材
高等学校交通运输与工程类专业规划教材

公路小桥涵勘测设计

(第五版)

	孙家驹	主 编
吴进良	张 铭	副主编
高冬光	刘新生	主 审



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

内 容 提 要

本书为《公路小桥涵勘测设计》第五版,在原四版的基础上重点吸收了《公路工程技术标准》(JTJ B01—2014)和《公路桥涵设计通用规范》(JTJ D60—2015)等标准规范的相关内容,补充加强了钢波纹管涵和涵洞CAD等方面的内容。本书主要介绍公路小桥涵勘测设计的基本概念、流量及孔径计算的基本原理,以及外业勘测、内业设计的基本方法。

本书可作为土木工程及其他相关专业本科教材,亦可供从事公路工程设计、施工、养护管理的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

公路小桥涵勘测设计 / 孙家驹主编. —5 版. —北京:人民交通出版社股份有限公司, 2017. 4

ISBN 978-7-114-13715-0

I. ①公… II. ①孙… III. ①公路桥—桥涵工程—设计 IV. ①U448.142.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 053415 号

“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材
高等学校交通运输与工程类专业规划教材

书 名:公路小桥涵勘测设计(第五版)

著 者:孙家驹

责任编辑:李 瑞

出版发行:人民交通出版社股份有限公司

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)59757969,59757973

总 经 销:人民交通出版社股份有限公司发行部

经 销:各地新华书店

印 刷:北京鑫正大印刷有限公司

开 本:787×1092 1/16

印 张:16.25

字 数:388 千

版 次:1990 年 1 月 第 1 版 1998 年 7 月 第 2 版

2004 年 9 月 第 3 版 2009 年 6 月 第 4 版

2017 年 4 月 第 5 版

印 次:2017 年 4 月 第 5 版 第 1 次印刷 总第 29 次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-13715-0

定 价:35.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本公司负责调换)

高等学校交通运输与工程(道路、桥梁、隧道 与交通工程)教材建设委员会

主任委员: 沙爱民 (长安大学)

副主任委员: 梁乃兴 (重庆交通大学)

陈艾荣 (同济大学)

徐 岳 (长安大学)

黄晓明 (东南大学)

韩 敏 (人民交通出版社股份有限公司)

委 员: (按姓氏笔画排序)

马松林 (哈尔滨工业大学)

王云鹏 (北京航空航天大学)

石 京 (清华大学)

申爱琴 (长安大学)

朱合华 (同济大学)

任伟新 (合肥工业大学)

向中富 (重庆交通大学)

刘 扬 (长沙理工大学)

刘朝晖 (长沙理工大学)

刘寒冰 (吉林大学)

关宏志 (北京工业大学)

李亚东 (西南交通大学)

杨晓光 (同济大学)

吴卫国 (武汉理工大学)

吴瑞麟 (华中科技大学)

何 民 (昆明理工大学)

何东坡 (东北林业大学)

张顶立 (北京交通大学)

张金喜 (北京工业大学)

陈 红 (长安大学)

陈 峻 (东南大学)

陈宝春 (福州大学)

陈静云 (大连理工大学)

邵旭东 (湖南大学)

项贻强 (浙江大学)

郭忠印 (同济大学)

黄 侨 (东南大学)

黄立葵 (湖南大学)

黄亚新 (解放军理工大学)

符锌砂 (华南理工大学)

葛耀君 (同济大学)

裴玉龙 (东北林业大学)

戴公连 (中南大学)

秘 书 长: 孙 奎 (人民交通出版社股份有限公司)

第五版前言

为适应土木工程对人才培养的需求,20世纪80年代末国内一些工科院校把小桥涵测设内容从《桥梁工程》《桥梁水文》《工程水力学》课程中分离出来,单独设置《公路小桥涵勘测设计》选修课程,1990年1月,由人民交通出版社正式出版《公路小桥涵勘测设计》(第一版)。1996年由于教材具有一定创新性和适应性,获交通部优秀教材二等奖。后根据“全国高等学校路桥及交通工程教学指导委员会”审定的教学大纲重新编写,于1998年7月出版第二版。2004年3月,为适应小桥涵测设技术的发展和标准、规范的变动,又重新编写了第三版,并列为人民交通出版社面向21世纪交通版高等学校系列教材之一,三版教材共印刷19次。经多次改版,教材日趋完善,2006年8月8日,教育部将《公路小桥涵勘测设计》列入普通高等教育“十一五”国家级规划教材,2012年又列入教育部普通高等教育“十二五”国家级规划教材。2013年又根据新颁布的《公路涵洞设计细则》(JTG/T D65-04—2007)对教材进行了较大补充和修改,出版了第四版,到2016年底总计印刷28次,累计发行10万册。

由于标准规范重编和小桥涵工程实践及学科发展,根据出版社的计划,进行第五版编写。本次改版修改要点是:

(1)按《公路工程技术标准》(JTG B01—2014)和《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60—2015)对全书内容进行通改。

(2)适当补充、更新波纹管涵(桥)的内容。

(3)删除原第七章涵洞结构计算的内容。

(4)结合生产需求,对原第十章内容予以重新编写。

教材是课堂教学的基础,教材建设是教学改革的重要环节,教材的编写和更新是一个不断充实完善的长期过程,需要不断修改和精练。由于编者水平有限,书中的不足乃至错误之处在所难免,恳请读者批评指正。

孙家驷

2016年10月

第四版前言

为适应道桥及土木工程对人才培养的需求,20世纪80年代末国内一些工科院校把小桥涵测设内容从《桥梁工程》《桥涵水文》《工程水力学》课程中分离出来,单独设置《公路小桥涵勘测设计》选修课程,1990年1月,由人民交通出版社正式出版《公路小桥涵勘测设计》(第一版)。1996年由于教材具有一定创新性和适应性,获交通部优秀教材二等奖。后根据“全国高等学校路桥及交通工程教学指导委员会”审定的教学大纲,重新编写,于1998年7月出版第二版。2004年3月,为适应小桥涵测设技术的发展和标准、规范的变动,又重新编写了第三版,并列为人民交通出版社面向21世纪交通版高等学校系列教材之一,三版教材共印刷19次,总计印数66500册。经多次改版,教材日趋完善,2006年8月8日,教育部将《公路小桥涵勘测设计》列入普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

教材主编在原教材的基础上,进一步加强调研,紧密结合小桥涵工程小、数量大、测设灵活等特点,结合该学科的发展、工程实践和适应课程教学需求,按照行业新标准、新规范内容进行了重新编写。本书在原三版的基础上重点吸收了新颁布的《公路涵洞设计细则》(JTG/T D65-04—2007)的相关内容,补充加强了钢波纹管涵、倒虹吸涵洞等方面的实例,对教材中过时、烦琐的内容进行了删减。总之,新编后的第四版教材,系统性更强、内容更新、图文并茂、文字精练。

教材是课堂教学的基础,教材建设是教学改革的重要环节,教材的编写和更新是一个不断充实完善的长期过程,需要不断修改和精练,加之编者的水平有限,书中的不足,乃至错误之处在所难免,恳请读者批评指正。

孙家驷

2008年8月于重庆

第三版前言

本书始编于1990年1月(第一版),并于1996年获交通部优秀教材二等奖。后根据全国高等学校路桥及交通工程教学指导委员会审定的教学大纲,重新编写,于1998年7月出版第二版。随着公路建设的迅猛发展,公路测设技术的不断进步,小桥涵勘测设计知识也在不断地更新,加之有关标准和规范的变动,原书已不能适应生产发展的需要,为此,进行了本书第三版的编写工作。本书按照近年来颁布的新标准、新规范,在原书主要介绍勘测设计的基本概念、流量及孔径计算的基本原理、外业勘测及内业设计的基本方法的基础上,增加了涵洞结构计算和涵洞CAD章节,并进一步充实了箱涵、波纹钢管涵的内容,适当补充了涵洞水文和水力计算。

本教材由重庆交通学院教授孙家驷主编,河北省交通规划设计院教授级高级工程师刘新生主审。本教材主审结合几十年小桥涵勘测设计的具体实践对教材内容进行了细致审查,提出了十分宝贵的意见,有效地提高了书稿质量,借此机会表示衷心感谢!

本教材第三版系统性强,内容更加丰富,更加结合生产实践,图文并茂,文字精练。可作为土木工程专业(道路工程、桥梁工程方向)本科教材,也可供公路设计、施工、养护管理单位的工程技术人员学习参考。

孙家驷

2004年8月

目录

CONTENTS

第一章 小桥涵概论	1
第一节 小桥涵.....	1
第二节 小型排水构造物	12
复习思考题及习题	15
第二章 小桥涵类型及选择	16
第一节 小桥涵的分类	16
第二节 小桥涵类型选择	21
复习思考题及习题	29
第三章 小桥涵勘测	30
第一节 小桥涵勘测概述	30
第二节 小桥涵位置选择	33
第三节 小桥涵测量	39
第四节 小桥涵水文勘测	45
第五节 小桥涵工程地质调查及勘探	52
第六节 小桥涵综合调查及记录	54
复习思考题及习题	56
第四章 小桥涵水文计算	57
第一节 小流域水文计算概要	57
第二节 暴雨推理法	60
第三节 径流形成法	67
第四节 形态调查法	72
第五节 直接类比法	76
第六节 特殊情况水文计算及各方法比较、核对.....	79
复习思考题及习题	84

第五章 小桥涵水力计算	86
第一节 小桥涵水力计算概要	86
第二节 小桥水力计算	92
第三节 涵洞水力计算	99
第四节 确定小桥涵孔径经验方法	104
复习思考题及习题	104
第六章 小桥涵构造	106
第一节 常见小桥的组成	106
第二节 涵洞的组成	110
第三节 涵洞洞身构造	111
第四节 涵洞洞口形式及构造	130
第五节 涵洞进出口沟床加固及防护	139
复习思考题及习题	151
第七章 小桥涵尺寸及工程量计算	152
第一节 涵洞长度计算	152
第二节 小桥涵主体工程数量计算	157
第三节 涵洞洞口尺寸及工程数量计算	164
第四节 算例	172
复习思考题及习题	177
第八章 小桥涵设计	179
第一节 小桥涵基础设计	179
第二节 涵洞设计	187
第三节 小桥设计	194
复习思考题及习题	198
第九章 涵洞 CAD 简介	200
第一节 概述与主要功能	200
第二节 涵洞 CAD 系统的模块简介及流程	202
附录	206
附录一 小桥涵水文计算用表	206
附录二 小桥涵水力计算用表	239
附录三 小桥涵勘测调查记录簿	241
参考文献	242

小桥涵概论

第一节 小 桥 涵

一、小桥涵作用与划分

1. 作用

小桥涵是公路排水构造物的重要组成部分之一。在公路跨越沟谷、河流、人工渠道以及排除路基内侧边沟水流时,常常需要修建各种横向排水构造物,以使沟谷、河流、人工渠道穿过路基,使路基连续,确保路基不受水流冲刷或侵袭,从而达到路基稳定的目的。小桥涵是公路上最常见的小型排水构造物。有时公路为了跨越相交道路、管线或其他障碍物,也常采用小桥涵。

小桥涵在公路工程中的作用和建设意义可归纳为以下几点。

1) 数量多、比重大,直接影响公路工程的进度、质量和造价

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%。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。

2)分布广,类型多,直接影响公路营运的安全

小桥涵是公路防御洪水的重要结构物,沿线分布广、类型多,其跨径拟定、结构类型选择、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。在使用中常常因为设计不当,造成较大水毁,不仅影响行车安全,而且给工程带来损失。

3)兴水利,利农业,直接影响农田水利灌溉

公路是带状的线形结构物,通过农业区的公路,农田灌溉涵的设置十分重要,因此设计中应解决好农路结合问题,确实保护好农民的利益,充分考虑农田灌溉和农业水利的需求。若处理不好,不仅影响农业生产,冲毁农田和庄舍,而且也影响公路的营运。

4)设通道,利行人,直接影响沿线群众生产生活

在高速公路设计中,认真调查布设好人行天桥和通道,不仅关系到工程项目的建设和安全运营,而且涉及沿线民众的生产和生活问题。如果天桥或通道布设不合理,可能给周围群众的生产和生活带来很大影响。

5)跨线桥,架于路线上空,直接影响道路的景观

跨线桥是高速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,给人造成视觉障碍和心理上的不适应。因此,在进行跨线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。

由此可见,小桥涵设计是否合理直接影响到工程的进度、质量和造价,关系到公路营运效率和安全,是涉及沿线农田水利、居民生产生活以及道路景观的重大问题。

2. 桥涵划分

根据《公路工程技术标准》(JTG B01—2014)的规定,小桥涵洞按其多孔跨径总长 L 和单孔跨径 L_0 两项指标来划分,如表 1-1 所示。

小桥和涵洞按孔径分类表

表 1-1

名称 \ 划分指标	多孔跨径总长 L (m)	单孔跨径 L_0 (m)
小桥	$8 \leq L \leq 30$	$5 \leq L_0 < 20$
涵洞	—	$L_0 < 5$

注:1. 单孔跨径系指标准跨径。

2. 梁式桥、板式桥的多孔跨径总长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。

3. 管涵及箱涵不论管径或跨径大小、孔数多少,均称为涵洞。

4. 对于标准跨径,梁式桥、板式桥以两桥墩中线间距离或桥墩中线与台背前缘间距为准,拱式桥和涵洞以净跨径为准。

小桥和涵洞从结构类型和水流图式来看是两种不同类型的排水结构物,但由于均属规模小、分布广的小型排水构造物,因而本教材将其划为一类进行介绍,按生产习惯统称小桥涵。

二、小桥涵设计原则及基本要求

1. 设计原则

小桥涵设计应与所在公路的等级、性质、使用任务和将来的发展需要相适应,应遵循安全、耐久、适用、环保、经济和美观的原则进行设计,并应做到因地制宜、就地取材、便于施工和养护等。

1) 安全

确保工程安全是土木工程设计的基本要求,“安全第一”的理念是“以人为本”方针的具体体现。设计的桥涵构造物,应具有足够的强度和稳定性,使其在车辆和自然力的作用下牢固、可靠,确保能正常使用。桥面系设计应保证车辆行驶畅通和安全。

2) 耐久

小桥涵是公路工程的重要组成部分之一,属永久性土木建筑工程,设计中应树立全寿命周期成本的理念。不能因为资金不足而削减小桥涵的耐久性及使用寿命。在可能条件下,在等级公路中的小桥涵,宜使用混凝土结构。小桥涵孔径确定,应加强水文调查和水力计算,确保桥涵泄洪能力和抵御洪水灾害的能力。

3) 适用

小桥涵设计必须满足交通运输、排水输沙的基本要求。在满足基本要求的同时,还应综合考虑农田水利、农田灌溉、桥下通航、通车、行人的要求。靠近城市、村镇的桥涵还应结合各有关方面的要求,考虑综合利用。

小桥涵要有足够的承载力,能保证行车的畅通、舒适和安全,既满足当前的需要,又照顾今后的发展。小桥涵要有足够的排洪能力,以使桥下水流畅通,不影响路基和周围的安全。

4) 环保

坚持可持续发展,重视和加强工程环境保护,是我国的一项基本国策。在进行公路桥涵总体布置和设计时,应结合工程条件、桥涵位置,进行深入调查,认真分析研究,进行环境保护方面的合理设计。特别是桥涵开挖的弃土处理,桥涵对农田水利排灌系统的影响,桥涵上游积水对环境的影响,桥涵径流对附近养殖业水体的影响,以及水土流失等,应在桥涵位设置时予以充分考虑,并采取必要的环保措施,以避免桥涵布设对周围环境产生不良的干扰和影响。作为地下人行通道兼用的小桥涵设置,应充分考虑便民、利民的要求,为地方的生产和生活创造更为便捷、适宜的交通条件。环境保护措施应以“保护优先,预防为主,防治结合,注重实效”为原则。

5) 经济

在满足安全适用的条件下,桥涵设计还要体现经济上的合理性。桥涵类型选择要尽量因地制宜、就地取材和便于施工、养护,要进行技术经济比较,力求做到优选、优化,以达到用料省、工期短、造价低,并且养护费用少的目的。桥涵结构设计应尽量标准化、定型化,积极采用新结构、新材料、新工艺,要有利于施工机械化、工厂化,以求得最大的经济和社会效益。

6) 美观

在安全、适用、经济的前提下,桥涵应尽可能具有优美的造型,并与周围的环境相协调。桥梁的轮廓形状、涵洞的孔径尺寸比例以及洞口结构形式的选择,都应在不过分增加工程费用的条件下,力求达到美观、协调的要求。高速公路及城市道路上的人行天桥,是道路景观的重要组成部分,在形式、造型及色彩上应加强设计,满足美观、协调的要求。

2. 设计要求

小桥涵作为一种常见多用的小型排水人工构造物,在使用上应满足行车、排水、通航、跨越等基本要求,现分述如下。

1) 行车要求

(1) 满足行车安全、快速、舒适和经济的要求

在设有小桥涵的路段,桥涵与路基共同承受车辆行驶的荷载,构成行车的基本部分。因

此,小桥涵的设计首先应满足行车安全、快速、舒适和经济的要求。设计必须满足《公路工程技术标准》(JTG B01—2014)、《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60—2015)规定的桥涵设计安全等级、桥涵净空、路基宽度、线形标准、设计荷载等的要求,并使桥涵构件和结构物在制造、运输、安装和使用过程中具有足够的强度、刚度、稳定性和耐久性,确保在桥涵结构设计基准期(100年)内,结构稳定,使用安全。

(2)符合桥面净空建筑限界规定

根据《公路工程技术标准》(JTG B01—2014)规定,公路桥涵净空应符合图 1-1 的规定。当桥上设置人行道时,桥涵净空应包括该部分的宽度。人行道、自行车道与行车道分开设置时,其净高不应小于 2.5m。

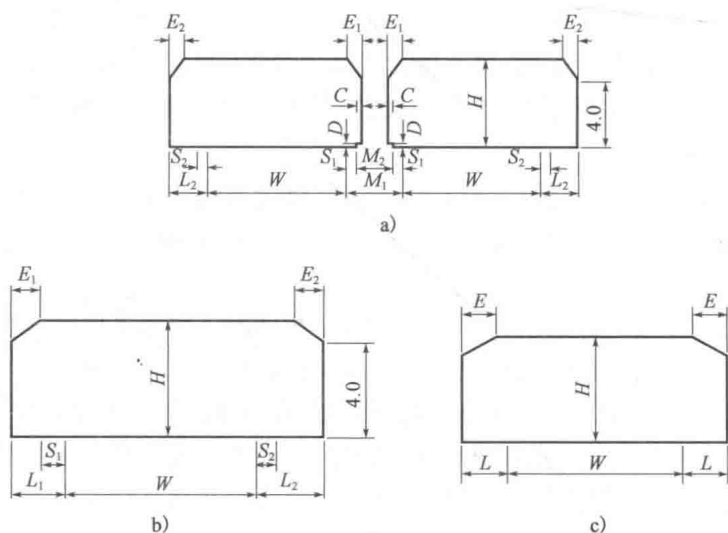


图 1-1 桥涵净空(尺寸单位:m)

a)高速公路、一级公路(整体式);b)高速公路、一级公路(分离式);c)二、三、四级公路

图中: W ——行车道宽度(m),为车道数乘以车道宽度,并计入所设置的加(减)速车道、紧急停车道、爬坡车道、慢车道或错车道的宽度,车道宽度规定见表 1-2;

C ——当设计速度大于 100km/h 时为 0.5m,当设计速度等于或小于 100km/h 时为 0.25m;

S_1 ——行车道左侧路缘带宽度(m),见表 1-3;

S_2 ——行车道右侧路缘带宽度(m),应为 0.5m;

M_1 ——中间带宽度(m),由两条左侧路缘带和中央分隔带组成,见表 1-3;

M_2 ——中央分隔带宽度(m),见表 1-3;

E ——桥涵净空顶角宽度(m),当 $L \leq 1\text{m}$ 时, $E=L$;当 $L > 1\text{m}$ 时, $E=1\text{m}$;

E_1 ——建筑限界顶角宽度(m),当 $L_1 \leq 1\text{m}$, $E_1=L_1$,或 $S_1+C < 1\text{m}$ 时, $E_1=S_1+C$;
当 $L_1 \geq 1\text{m}$,或 $S_1+C \geq 1\text{m}$ 时, $E_1=1\text{m}$;

E_2 ——建筑界顶角宽度(m), $E_2=1\text{m}$;

H ——净空高度(m),高速公路和一级、二级公路上的桥梁应为 5.0m,三级、四级公路上的桥梁应为 4.5m;

L_2 ——桥涵右侧路肩宽度(m),见表 1-4,当受地形条件及其他特殊情况限制时,可采用最小值;高速公路和一级公路上桥梁应在右侧路肩内设右侧路缘带,其

宽度为 0.5m,设计速度为 120km/h 的四车道高速公路上桥梁,宜采用 3.50m 的右侧路肩;六车道、八车道高速公路上桥梁,宜采用 3.00m 的右侧路肩;高速公路、一级公路上桥梁的右侧路肩宽度小于 2.50m 且桥长超过 500m 时,宜设置紧急停车带,紧急停车带宽度包括路肩在内为 3.50m,有效长度不应小于 30m,间距不宜大于 500m;

L_1 ——桥梁左侧路肩宽度(m),见表 1-5,八车道及八车道以上高速公路上的桥梁宜设置左路肩,其宽度应为 2.50m,左侧路肩宽度内含左侧路缘带宽度;

L ——侧向宽度(m),高速公路、一级公路上桥梁的侧向宽度为路肩宽度(L_1 、 L_2),二级公路的侧向宽度为硬路肩宽度,三级、四级公路上桥梁的侧向宽度为其相应的路肩宽度减去 0.25m。

车 道 宽 度

表 1-2

设计速度(km/h)	120	100	80	60	40	30	20
车道宽度(m)	3.75	3.75	3.75	3.50	3.50	3.25	3.0(单车道为 3.50m)

注:高速公路上的八车道桥梁,当设置左侧路肩时,内侧车道宽度可采用 3.50m。

中 间 带 宽 度

表 1-3

设计速度(km/h)		120	100	80	60
中央分隔带宽度 M_2 (m)	一般值	3.00	2.00	2.00	2.00
	最小值	1.00	1.00	1.00	1.00
左侧路缘带宽度 S_2 (m)	一般值	0.75	0.75	0.50	0.50
	最小值	0.75	0.50	0.50	0.50
中间带宽度 M_1 (m)	一般值	4.50	3.50	3.00	3.00
	最小值	2.5	2.0	2.00	2.00

注:“一般值”为正常情况下的采用值;“最小值”为条件受限制时,可采用的值。

右 侧 路 肩 宽 度

表 1-4

公路等级(功能)		高 速 公 路			一 级 公 路(干 线 功 能)	
设计速度(km/h)		120	100	80	100	80
右侧硬路肩 宽度(m)	一般值	3.00 (2.50)	3.00 (2.50)	3.00 (2.50)	3.00 (2.50)	3.00 (2.50)
	最小值	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
土路肩宽度 (m)	一般值	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
	最小值	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
公路等级(功能)		一 级 公 路(集 散 功 能)和 二 级 公 路			三 级 公 路、四 级 公 路	
设计速度(km/h)		80	60	40	30	20
右侧硬路肩 宽度(m)	一般值	1.50	0.75	—	—	—
	最小值	0.75	0.25	—	—	—
土路肩宽度 (m)	一般值	0.75	0.75	0.75	0.50	0.25(双车道) 0.50(单车道)
	最小值	0.50	0.50			

注:1. 正常情况下,应采用“一般值”;在设爬坡车道、变速车道及超车道路段,受地形、地物等条件限制路段及多车道公路特大桥,可论证采用“最小值”。

2. 高速公路和作为干线的一级公路以通行小客车为主时,右侧硬路肩宽度可采用括号内数值。

分离式断面高速公路和一级公路左侧路肩宽度

表 1-5

设计速度(km/h)	120	100	80	60
左侧硬路肩宽度(m)	1.25	1.00	0.75	0.75
左侧土路肩宽度(m)	0.75	0.75	0.75	0.50

2) 排水要求

排除路基两侧水流,确保路基稳定是桥涵的基本功能。

小桥涵的布设必须保证桥涵下水流的畅通,使路线通过地区不因公路修建而造成水流宣泄不畅、水毁、积水淹没、严重冲刷等现象,也不应影响路基稳定或造成损害农业等水害。

排水要求主要通过保证桥涵下有足够的净空尺寸来实现。桥涵下的净空尺寸应满足以下两个要求。

(1) 保证桥涵下一定设计频率洪水流量的安全宣泄。《公路工程技术标准》(JTG B01—2014)规定,永久性小桥涵设计洪水频率见表 1-6。

小桥涵设计洪水频率表

表 1-6

构造物名称	公路等级			
	高速公路、一级公路	二级公路	三级公路	四级公路
小桥	1/100	1/50	1/25	1/25
涵洞及小型排水构造物	1/100	1/50	1/25	不作规定

(2) 根据不同结构类型的要求,选择合理跨径(或孔径)适当限制桥涵下洪水位的高度,使桥涵下有足够的富余净空高度,以保证结构物能安全、正常使用。

桥下净空应根据计算水位(设计水位计入壅水、浪高的水位)或最高流冰水位加安全高度来确定。

当河流有形成流冰阻塞的危险或有漂浮物通过时,应按实际调查的数据、结合当地具体情况并酌情留一定富余量,作为确定桥下净空的依据。对于有淤积的河流,桥下净空应适当增高。《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60—2015)有关桥涵下最小净空规定如下。

① 在不通航或无流放木筏河流上及通航河流的不通航桥孔内,桥下净空应不小于表 1-7 的规定。

非通航河流桥下最小净空

表 1-7

桥梁的部位		高出计算水位(m)	高出最高流冰面(m)
梁底	洪水期无大漂流物	0.50	0.75
	洪水期有大漂流物	1.50	—
	有泥石流	1.00	—
支承垫石顶面		0.25	0.50
有铰拱拱脚		0.25	0.25

② 无铰拱的拱脚允许被设计洪水淹没,但不宜超过拱圈高度的 2/3,且拱顶底面至计算水位的净高不得小于 1.0m。

③ 在不通航和无流筏的水库区域内,梁底面或拱顶底面离开水面的高度不应小于计算浪

高的 0.75 倍加上 0.25m。

④无压力式涵洞内顶点至洞内设计洪水频率标准水位的净高应符合表 1-8 的规定。

无压力式涵洞内顶点至最高流水面的净高

表 1-8

涵洞进口净高(或内径) h	管 涵	拱 涵	矩 形 涵
$h \leq 3\text{m}$	$\geq h/4$	$\geq h/4$	$\geq h/6$
$h > 3\text{m}$	$\geq 0.75\text{m}$	$\geq 0.75\text{m}$	$\geq 0.5\text{m}$

3)通航净空要求

一般来说大多数小桥涵不要求通航,但跨径较大的小桥下的河流可能会遇到通航问题。我国通行标准有关规定如下,供参考。

(1)在通航或流放木筏河流上,通航孔的桥下净空应符合《内河通航标准》(GB 50139—2014)的规定。水上跨河建筑物通航净空图如图 1-2 所示。

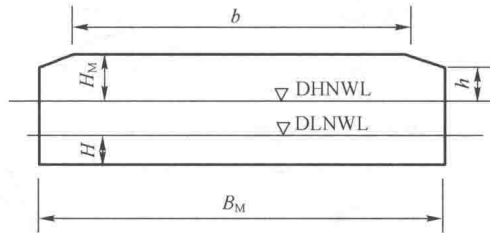


图 1-2 桥下通航净空图

B_M -水上过河建筑物通航净空宽度(m); H_M -水上过河建筑物通航净空高度(m); b -水上过河建筑物通航净空上底宽度(m); h -水上过河建筑物通航净空侧边高度(m); H -通航规划水深(m); DHNWL-设计最高通航水位(m); DLNWL-设计最低通航水位(m)

(2)我国规定通航 50 吨级和 50 吨级以上船舶内河航道的等级,按其通航船舶吨级分为 7 级。各等级航道的划分应符合表 1-9 的规定。

航道等级划分

表 1-9

航道等级	I	II	III	IV	V	VI	VII
船舶吨级	3 000	2 000	1 000	500	300	100	50

(3)我国天然河流及渠化河流过河建筑物通航净空尺度规定见表 1-10。

天然河流及渠化河段水上过河建筑物通航净空尺度(m)

表 1-10

航道等级	船队队形	航道属性	净高 H_M	净宽 B_M	上底宽 b	侧高 h
I	(1)T4×4	一般天然河流及渠化河段	24	200	150	7
	(2)T3×3		18	160	120	7
	(3)T3×2			110	82	7
II	(1)T3×3	一般天然河流及渠化河段	18	145	108	6
	(2)T2×2			105	78	8
	(3)T2×1			75	56	6
	(4)T2×2	宽浅河流	10	115	86	6
	(5)T2×1			75	56	6

续上表

航道等级	船队队形	航道属性	净高 H_M	净宽 B_M	上底宽 b	侧高 h
Ⅲ	(1)T4×4	一般天然河流及渠化河段	10	80	60	6
	(2)T3×3			—	—	—
	(3)T2×2			55	41	6
	(4)3 驳品顶	山区河流	18	100	75	6
	(5)2 驳梭顶			10	80	60
	(6)T2×2	宽浅河流	10	95	71	6
	(7)T2×1			65	48	6
Ⅳ	(1)T3×3	一般天然河流及渠化河段	8	75	61	4
	(2)T2×2			60	49	4
	(3)T2×1			45	36	5
	(4)3 驳品顶	山区河流	8	65	53	4
	(5)2 驳梭顶			80	65	4
	(6)T2×1	宽浅河流	8	50	41	4
Ⅴ	(1)T3×3	一般天然河流及渠化河段	8	60	49	4
	(2)T2×2			40	32	4.5
	(3)T2×2	山区河流	8	55	45	4
	(4)T2×1			25	20	4.5
	(5)T2×1	宽浅河流	8	50	41	4.5
Ⅵ	(1)T2×1	一般天然河流及渠化河段	4.5	35	26	3.4
	(2)1 拖 5		6	25	18	4
	(3)T2×2	山区河流	4.5	35	26	3.4
	(4)T2×1	宽浅河流	4.5	30	22	3.4
Ⅶ	(1)T2×1	一般天然河流及渠化河段	3.5	30	15	2.8
	(2)1 拖 5		4.5	30	22	2.8
	(3)T2×1	山区河流	4.5	30	22	2.8

注:本表所列水上过河建筑物的通航孔净宽均为单向净宽,双向通航净宽为单向净宽的两倍。

(4)我国限制性航道水上过河建筑物通航净空尺度规定如表 1-11 所示。

限制性航道水上过河建筑物通航净空尺度

表 1-11

航道等级	船队队形	净高 H_M	净宽 B_M	上底宽 b	侧高 h
Ⅰ	—	—	—	—	—
Ⅱ	①T2×1	10	65	50	6
Ⅲ	①T2×1	10	50	40	6
Ⅳ	①T2×1	8	45	37	4
Ⅴ	①T2×1	8.5	38	31	—5、3.5
Ⅵ	①T2×2	4.5	18~22	14~17	3.4
	②1 拖 11	6	25~30	19	3.6
Ⅶ	①T2×2	3.5	18	14	2.8
	②1 拖 11	4.5	25~30	19	2.8

注:在建桥遇特殊困难时,可按具体条件研究确定。