

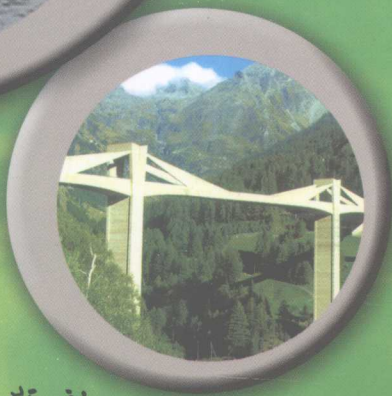
中等职业教育国家规划教材配套教材

公路小桥涵设计

(第二版)

【公路与桥梁专业】

● 周传林 主编



人民交通出版社
China Communications Press

中国公路学会 中国公路学会工程教育委员会

公路小桥涵设计

第二版

【中国公路学会工程教育委员会】

中国公路学会工程教育委员会



中国公路学会工程教育委员会

要 容 内

中等职业教育国家规划教材配套教材

Gonglu Xiaoqiaohan Sheji

公路小桥涵设计

(第二版)

周传林 主编

人民交通出版社

内 容 提 要

本书为中等职业教育国家规划教材的配套教材,由交通职业教育教学指导委员会路桥工程专业指导委员会组织编写。内容包括:概述,小桥涵勘测,小桥涵流量及孔径计算,涵洞造,小桥涵基础设计,小桥涵设计,小桥涵工程数量。书后附有本课程教学基本要求,供各校进行教学组织和安排时参考。

本书作为中等职业学校公路与桥梁专业教学用书,也可供继续教育及职业培训使用,或供从事公路设计、施工的工程技术人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

公路小桥涵设计 / 周传林主编. —2 版. —北京:人民交通出版社,2008. 12

ISBN 978 - 7 - 114 - 07439 - 4

I. 公… II. 周… III. 公路桥 - 桥涵工程 - 设计 - 专业学校 - 教材 IV. U448. 142. 5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 161271 号

中等职业教育国家规划教材配套教材

书 名:公路小桥涵设计(第二版)

著 作 者:周传林

责任编辑:张 斌

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.ccpres.com.cn>

销售电话:(010) 59757969, 59757973

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:廊坊市长虹印刷有限公司

开 本:787×1092 1/16

印 张:10.75

字 数:261 千

版 次:2003 年 7 月第 1 版

2009 年 2 月第 2 版

印 次:2009 年 2 月第 2 版第 1 次印刷总第 4 次印刷

书 号:ISBN 978 - 7 - 114 - 07439 - 4

印 数:11001~14000 册

定 价:22.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

交通职业教育教学指导委员会 路桥工程专业指导委员会

主 任:柴金义

副主任:金仲秋 夏连学

委 员:(按姓氏笔画排序)

王 彤 王进思 刘创明 刘孟林

孙元桃 孙新军 吴堂林 张洪滨

周志坚 俞高明 徐国平 梁金江

彭富强 谢远光 戴新忠

秘 书:伍必庆

第一版前言

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》,落实《面向 21 世纪教育振兴行动计划》中提出的“职业教育课程改革和教材建设规划”,教育部于 2001 年全面启动了中等职业教育国家规划教材建设工作。交通职业教育教学指导委员会路桥工程学科委员会于 2001 年 11 月组织全国交通职业学校(院)的教师,根据教育部最新颁布的公路与桥梁专业主干课程教学基本要求,编写了中等职业教育国家规划教材(工程测量、道路材料试验、公路工程施工技术、钢筋混凝土结构、路面结构、桥梁构造与施工、公路工程管理、公路养护与管理共 8 种),经全国中等职业教育教材审定委员会审定后,于 2002 年 7 月在人民交通出版社出版发行。

根据教育部《中等职业学校公路与桥梁专业教学指导方案》中专业课程设置的要求,路桥工程学科委员会在启动主干课程教材编写的同时,着手与之配套的教材的组织编写工作。经过广泛征求意见及建议,通过多次讨论,最后选定《工程制图》(附《工程制图习题集》)、《应用力学》、《土工技术》、《公路几何设计》、《公路小桥涵设计》、《施工监理基础》、《施工机电基础》、《高速公路简介》共 8 种教材作为中等职业教育国家规划教材的配套教材。

本套教材在编写中注意了与主干课程教材的合理衔接,融入了全国各交通职业学校(院)公路与桥梁专业的教学改革成果,结合最新的技术标准、规范以及公路科技进步等情况,具有较强的针对性;较好地贯彻了素质教育的思想,力求体现以人为本的现代理念,从交通行业岗位群的知识和技能要求出发,并结合对学生动手能力、创新能力、职业道德方面的要求,提出教学目标,组织教学内容,在教材的理论体系、组织结构、内容描述上与传统教材有了明显的区别。

《公路小桥涵设计》是中等职业教育国家规划教材配套教材之一,主要介绍公路小桥涵的构造形式,各类小桥涵的特点及选择原则,小桥涵勘测的内容及方法,小桥涵流量及孔径计算,涵洞的组成及构造,小桥涵的基础设计,小桥及涵洞内业设计的基本方法。全书共 7 章。书后附有本课程的“教学基本要求”,供各院校在进行教学组织和安排时参考。

参加本书编写工作的有:南京交通职业技术学院周传林(编写第一、二、三、四章)、张波(编写第五、六章),内蒙古交通学校段琼云(编写第七章)。全书由周传林主编,四川交通职业技术学院杨甲奇主审,烟台师范学院交通学院于敦荣担任责任编委。

限于编者经历及水平,教材内容很难覆盖全国各地的实际情况,希望各教学单位在积极选用和推广新教材的同时,注意总结经验,及时提出修改意见和建议,以便再版修订时改正。

交通职业教育教学指导委员会
路桥工程学科委员会
2003 年 4 月

第二版前言

随着公路特别是高速公路建设事业的快速发展,我国在公路与桥梁工程设计理论、公路建设新材料、公路施工新技术和新工艺等方面的研究取得了许多新的成果;近年来中华人民共和国交通运输部颁布了一些新的行业标准、规程和规范以及职业技能鉴定标准,为紧跟行业新技术的发展步伐,适应新标准和规范的要求,改正第一版教材中与新标准、规程和规范表述不相吻合的内容,也为了弥补第一版教材在使用过程中发现的不足,交通职业教育教学指导委员会路桥工程专业指导委员会研究决定,对2003年出版的中等职业教育国家规划教材的配套教材按以下原则重新编写。

1. 遵循“去旧补新”的原则。根据国家和行业颁布的最新标准、规程和规范以及职业技能鉴定标准和行业科技进步需要,对原教材中的部分内容进行适当的调整和更新,同时对原教材中的不足予以弥补。

2. 突出实践技能的原则。按照教育部对中等职业教育培养目标的定位,吸收近几年职业教育教学改革的经验和成果,力求使新修订的教材更符合中职学生的认知规律、实际应用和职业技能的训练需要,体现“所学即所用,所用即所教”。

本书由南京交通职业技术学院周传林担任主编。

书后附有《公路小桥涵设计》课程的“教学基本要求”,以便于各校在组织教学时参考。

交通职业教育教学指导委员会
路桥工程专业指导委员会
2008年12月

目 录

第一章 概述	1
第一节 小桥涵的划分、分类及特点	1
第二节 小桥涵的类型选择及设计的基本要求	7
第二章 小桥涵勘测	12
第一节 河流概论	12
第二节 小桥涵勘测的内容及准备工作	18
第三节 小桥涵位置的选择	19
第四节 小桥涵测量	24
第五节 小桥涵形态调查	28
第六节 小桥涵工程地质调查	32
第七节 小桥涵综合调查	34
第三章 小桥涵流量及孔径计算	37
第一节 流量计算	37
第二节 孔径计算	55
第四章 涵洞构造	77
第一节 涵洞的组成	77
第二节 洞身的构造及立面布置	77
第三节 洞口构造及类型	84
第四节 沟床加固及防护	89
第五章 小桥涵基础设计	97
第一节 小桥涵基础设计原则	97
第二节 基础的类型及选择	100
第三节 作用于基础上的荷载	101
第四节 基础埋置深度的确定及刚性扩大基础尺寸的拟定	104
第五节 刚性浅基础之地基与基础的验算	105
第六节 软土地基加固	115
第六章 小桥涵设计	119
第一节 小桥设计	119
第二节 涵洞设计	125
第三节 小桥涵设计的有关规定	130
第七章 小桥涵工程数量	134
第一节 涵洞长度计算	134
第二节 桥涵主体工程数量计算	139
第三节 涵洞洞口尺寸及工程数量	144
附录 《公路小桥涵设计》教学基本要求	156
参考文献	159

第一章 概 述

知识点

- 1. 描述小桥涵的划分标准、分类及特点；
- 2. 描述小桥涵设计的原则及选型应考虑的因素；
- 3. 描述小桥涵设计的基本要求。

第一节 小桥涵的划分、分类及特点

一、小桥涵的划分

公路跨越沟谷、溪沟、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。小桥涵是常见的小型排水构造物。有时跨越其他路线或障碍,也需修建小桥涵。就单个而言,小桥涵工程量较小,费用较低。但对一条公路来说,因小桥涵遍布全线,数量多,其工程量占很大的比重。一般平原区每公里有1~3道,山区有3~5道。据已建成公路统计,小桥涵的工程投资约占公路总投资的15%~20%,其投资总额为大、中桥的2~4倍。同时,小桥涵的设计还与农田水利灌溉有着密切的关系,由此可见,小桥涵的设计是否合理,对于整条公路的造价和使用都有很大的影响。

根据交通部颁布的《公路工程技术标准》(JTGB01—2003)的规定,小桥和涵洞按其多孔跨径总长 L 和单孔跨径 L_k 两项指标来划分,如表1-1。

小桥和涵洞按跨径分类表

表 1-1

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

表1-1中单孔跨径 L_k 指标准跨径。对于梁式桥、板式桥涵为两桥墩中心线或台背前缘间的距离;对于拱式桥涵、箱涵则以净跨径为准。小桥涵的标准跨径为:0.75m、1.0m、1.25m、1.5m、2.0m、2.5m、3.0m、4.0m、5.0m、6.0m、8.0m、10.0m、13.0m、16.0m。 L 为多孔跨径总长,仅是划分桥涵的指标,对于梁式桥、板式桥涵为多孔标准跨径的总长;对于拱式桥涵为两岸桥台内起拱线间的距离;对于其他型式桥涵则为桥面系行车道长度。

对于圆管涵及箱涵,不论管径或跨径大小、孔数多少,均称为涵洞。

小型排水构造物除上述的小桥和涵洞外还有下面几种类型。

1. 漫水桥

允许设计洪水短期淹没桥面的公路桥跨结构物称漫水桥,如图1-1所示。



图 1-1 漫水桥

在洪水期,由于桥上要漫水,允许临时中断交通。漫水桥通常适用于雨量集中,洪水历时短暂,河床宽浅,河滩宽阔,两岸地形平坦,容许有限度中断交通的三、四级公路。

2. 过水路面

用加固路面、路肩及路基边坡的方式,允许洪水期水流从路面上流过的排水构造物称为过水路面,如图 1-2 所示。

带有涵洞或漫水桥的过水路面称为混合式过水路面。

过水路面既起排水作用,又起路面作用。过水路面构造简单,建筑高度小,造价低,用料省,只适用于流速较小,无底沙运动或底沙运动轻微,并且容许有限度中断交通的三、四级公路,常用于宽阔漫流地区的河流。

3. 透水路堤

透水路堤是一种用块、片石干砌成路堤,利用石块间孔隙排水的构造物,透水路堤也可与涵洞配合使用,如图 1-3 所示。

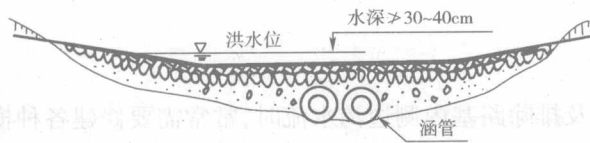


图 1-2 过水路面

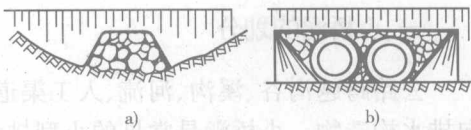


图 1-3 透水路堤

a) 石砌透水路堤; b) 带涵管的透水路堤

透水路堤排水量少,费用低,一般只在流量小、水流含沙量少的低等级公路采用。在寒冷地区,受冰冻的影响,不宜采用透水路堤。

4. 倒虹吸涵洞

当横跨公路的沟渠,水面与路面高差较小,不能满足设置涵洞的最小建筑高度要求时,为避免渠路干扰,利用倒虹吸原理修建的排水构造物称倒虹吸涵洞,如图 1-4 所示。

倒虹吸涵洞属压力式涵洞,由于其排水量少,易被泥沙及漂浮物淤塞,涵管接头又易漏水,养护困难,因而除特殊情况外,一般较少采用。

5. 渡槽

当横跨公路的沟渠被公路截断,又不能改移,且沟渠下足以保证行车净空高度时,在公路上空架设的横向排水构造物称渡槽,如图 1-5 所示。渡槽一般用于农田灌溉排水,很少用于排洪。

小型排水构造物还有截水沟、盲沟、急流槽、边沟等。

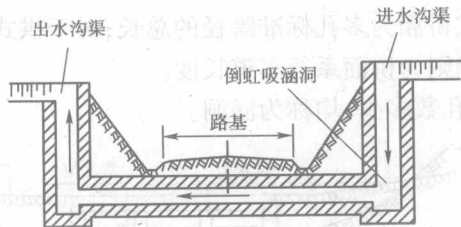


图 1-4 倒虹吸涵洞

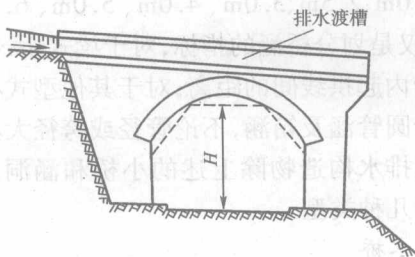


图 1-5 渡槽

H-行车净空高度

二、小桥涵的分类

1. 按建筑材料分类

(1) 木桥涵

木桥涵是以木材为主要承重结构建造的桥涵,一般为临时性结构物,较少采用。

(2) 石桥涵

石桥涵是以石料为主要承重结构建造的桥涵,这是公路常见的桥涵类型。

石桥涵按力学性能不同又分为盖板涵、石拱涵、石拱桥等类型;按构成桥涵的砌体有无砂浆有浆砌和干砌之分。

(3) 混凝土桥涵

混凝土桥涵是以混凝土为主要承重结构建造的桥涵。按力学性能不同,混凝土桥涵又有四铰管涵、混凝土圆管涵、混凝土盖板涵、混凝土拱桥、双曲拱桥之分。

砖、石料和混凝土材料在工程结构物中以承受压力为主,统称圬工材料,由这些材料组成的桥涵叫圬工桥涵。

(4) 钢筋混凝土桥涵

钢筋混凝土桥涵是以钢筋混凝土为主要承重结构建造的桥涵。由于钢筋混凝土材料坚固耐用、力学性能好,是高等级公路常采用的结构类型。

钢筋混凝土桥涵按力学性能不同又有钢筋混凝土管涵、钢筋混凝土板涵、钢筋混凝土板梁桥、钢筋混凝土箱涵、钢筋混凝土拱涵、钢筋混凝土拱桥、钢筋混凝土双曲拱桥等类型。

(5) 其他材料组成的涵洞

除以上四种桥涵外,涵洞由于孔径小,有时也可以采用其他材料如砖、陶瓷、铸铁、钢波纹管、石灰三合土等建造,这类涵洞有砖涵、陶瓷管涵、波纹管涵、石灰三合土涵。除特殊情况外,一般很少采用这类涵洞。

2. 按构造形式分

小桥涵按构造形式可分为管涵(通常用圆管涵)、盖板涵(又有空心板和实心板之分)、梁桥、拱涵、拱桥、箱涵等类型。各类不同形式的涵洞又可由不同材料构成多种类型的涵洞或小桥。由于各类涵洞的构造及力学性能不同,在跨径尺寸上有很大的差异,常见的涵洞及小桥适用的跨径如表 1-2。

不同构造形式涵洞及小桥适用跨径 (cm)

表 1-2

构造形式	适用的跨径 (或直径)	构造形式	适用的跨径 (或直径)
钢筋混凝土圆管涵	50、75、100、125、150、200	拱涵	150、200、250、300、400、500
钢筋混凝土盖板涵	150、200、250、300、400、500	箱涵	150、200、250、300、400、500
板桥、拱桥	500、600、800、1000、1300、1600	倒虹吸管涵	75、100、125、150

注:①跨径 50cm 的涵洞仅用于农田灌溉区;

②石盖板涵的跨径仅为 50cm、75cm、100cm、125cm。

3. 按填土高度和孔数分

按洞顶填土高度不同,涵洞可分为明涵和暗涵两类,如图 1-6。

(1) 明涵

当涵洞洞顶填土高度小于 0.5m 时称明涵。通常在低填方和挖方路段时采用。

(2) 暗涵

当涵洞洞顶填土高度大于或等于 0.5m 时称暗涵。通常在高填方路段采用。

桥涵按跨沟谷的孔数分又有单孔、双孔以及多孔之分,如图 1-7。

4. 按水力性质分

通过涵洞的水流深度不同,直接影响涵洞过水的水力状态,从而产生不同的涵洞水力计算图式。因此,按涵洞过水的水力性质不同,涵洞可分为无压力式、半压力式和压力式三种,如图 1-8。

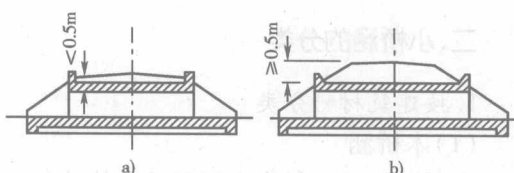


图 1-6 涵洞按填土高度分类

a) 明涵; b) 暗涵

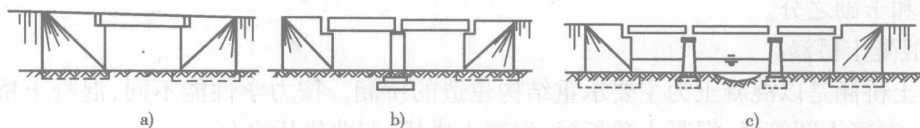


图 1-7 桥涵按孔数分类

a) 单孔; b) 双孔; c) 多孔

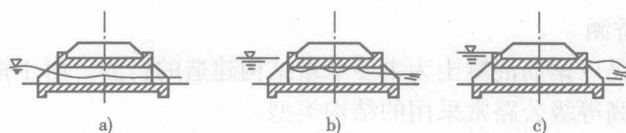


图 1-8 涵洞按水力性质分类

a) 无压力式; b) 半压力式; c) 压力式

(1) 无压力式涵洞

涵洞入口水流深度小于洞口高度,并在洞身全长范围内水面都不触及洞顶,洞内具有自由水面,称无压力式涵洞。

(2) 半压力式涵洞

涵洞入口水流深度大于洞口高度,水流充满洞口,但在洞身全长范围内(进水口处除外)都具有自由水面,称半压力式涵洞。

(3) 压力式涵洞

涵洞入口水深大于洞口高度,并在洞身全长范围内都充满水流且无自由水面,称压力式涵洞。

5. 按洞身形式分

(1) 进口抬高及不抬高的形式,如图 1-9a)、b)。

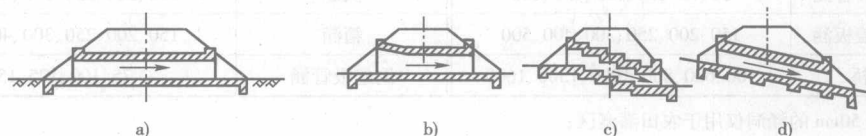


图 1-9 涵洞按洞身形式分类

a) 进口不抬高; b) 进口抬高; c) 平置式; d) 斜置式

(2) 平置式,如图 1-9c),洞身呈台阶式布置,基础平置,又称阶梯涵。

(3) 斜置式,如图 1-9d),洞身呈斜坡布置,基础斜置。

平置式和斜置式涵洞统称斜坡涵洞。

6. 按适用功能分

按适用功能,小桥涵可分为排洪涵(桥)、灌溉涵(桥)和交通涵(桥)三类。交通涵(桥)又有人行地道(通道)、人行天桥和立交桥之分。

7. 按洞身平面布置分

按洞身平面布置,小桥涵有正交桥(涵)、斜交桥(涵)、曲线桥(涵)等类型,如图 1-10。

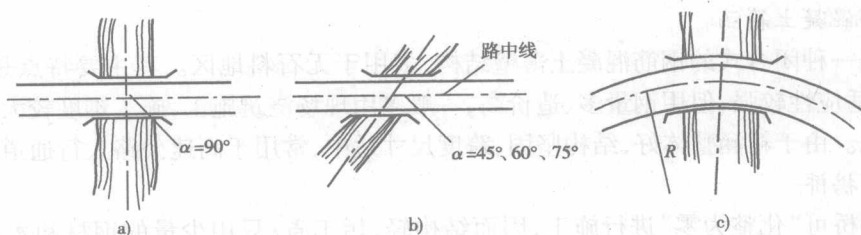


图 1-10 小桥涵按洞身平面布置分类

a) 正交桥(涵); b) 斜交桥(涵); c) 曲线桥(涵)

桥上路线纵坡大于 3% 的桥梁称坡桥。

三、各类小桥涵的特点及选用条件

1. 石拱桥(涵)

石拱桥(涵)是山区公路常采用的一种类型。其主要特点是:①能充分利用天然石料,不需钢材,只需少量水泥,因而造价低,工程费用少;②施工技术简单,专用设备少,适于群众建桥;③结构坚固,自重及超载潜力大,使用寿命长。与板式桥(涵)相比,由于拱式结构需要较大的建筑高度;不能进行工厂预制现场装配;遭受破坏后难于修复;施工时占用劳动力较多,工期较长以及对地基要求较高等特点,因而在使用范围上受到限制。

石拱桥(涵)通常适用于盛产石料的地区,设计流量一般大于 $10\text{m}^3/\text{s}$,路堤填土高度在 2~2.5m 以上,跨径等于或大于 2m,地基条件较好。

2. 石盖板涵

石盖板涵除了具有石拱涵能就地取材、结构坚固等特点,还具有建筑高度较小,对地基条件要求不高、施工简便、易于修复等特点。但由于其力学性能较差,因而一般仅适用于跨径小于 2m,设计流量通常在 $10\text{m}^3/\text{s}$ 以下的小型涵洞。

3. 钢筋混凝土板桥(涵)

这是无石料地区常采用的一种桥涵类型,其主要特点是:①建筑高度较小,不受填土高度限制;②能采用工厂预制,现场装配,施工简便迅速;③为简支结构,对地基条件要求不高;④遭受破坏后易于修复。但由于需用水泥、钢筋等材料,一般造价较高。通常适用于石料短缺、填土高度受限制以及公路等级较高的情况。由于这类桥涵用钢材较多,在缺乏钢材的情况下,应尽量采用其他类型。

钢筋混凝土桥(涵)按施工方法的不同还可有预制装配和就地浇筑之分。装配式桥(涵)不仅能在工厂分块预制,再运至现场安装,具有施工不受气候条件影响、工期短、节省模板等优点,而且还能与下部工程同时施工,加快施工进度,适用于桥涵分布集中并有运输及吊装条件的公路。就地浇筑的桥涵,整体性好,可以按需要做成各种外形,施工不需运输及吊装设备、施工简便,但施工进度慢,又要耗费较多的支架和模板材料,适用于分散或改建的单个桥涵,以及不具备运输及吊装条件的公路。

4. 钢筋混凝土圆管涵

这也是一种在缺石料地区常采用的涵洞,其主要特点是:力学性能好,对地基的适应性较强,构造简单,不需墩台,圬工数量少,施工方便,适于工厂预制,便于装配运输,工期较短。受预制吊装条件的限制,一般孔径较小,为0.5~2.0m,宣泄设计流量在10m³/s以下。圆管涵一般采用单孔比较经济,多孔时一般不宜超过3孔。

5. 钢筋混凝土箱涵

箱涵是一种闭合式的钢筋混凝土薄壁结构,多用于无石料地区。其主要特点是整体性能好、对地基适应性较强,但用钢量多、造价高,一般多用现场浇筑施工,施工难度较大,通常适于软地基情况。由于箱涵整体好,结构坚固,跨度尺寸适中,常用于高速公路人行通道。

6. 双曲拱桥

双曲拱桥可“化整为零”进行施工,因而结构轻,圬工省;只用少量的钢材和木材,造价较低;同时它还具有施工快、工期短、利于装配施工等特点。在无石料地区的地方性小桥可考虑采用这种类型。

各类涵洞按建筑材料、构造形式及水力性质不同,其适用性及优缺点汇总于表1-3、表1-4、表1-5,可供选型时参考。

不同材料涵洞的适应性和优缺点 表 1-3

种 类		适 用 性	优 缺 点
常用	石涵	产石地区,可做成盖板涵、石拱涵	节省钢筋、水泥,经久耐用、造价、养护费用低
	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	节省钢筋,便于预制,但损坏后修理和养护较困难
	钢筋混凝土涵	用于管涵、盖板涵、拱涵;软土地基上可用箱涵	涵身坚固,经久耐用,养护费用少。管涵、盖板涵安装运输便利,但耗钢量较多,预制工序多,造价较高
	砖涵	用于平原或缺少石料地区。可做成砖拱涵,有时做成砖管涵	便于就地取材,但强度较低;当水流含碱量大时或冰冻地区易损坏
其他	陶瓷管涵	陶、瓷产地,定型烧制	强度较高,运输、安装时易碎;造价高,跨径小
	铸铁管涵	工厂化生产的金属定型产品	强度很高,但长期受水影响易锈蚀;造价高,跨径小
	钢波纹管涵	小跨径暗涵	力学性能好,但施工管节接头不易处理,易锈蚀;造价高,跨径小
	石灰三合土涵	可做成石灰三合土篾管涵或拱涵	强度较低,造价低;但水流冲刷极易损坏

不同水力性质涵洞分类 表 1-4

水力性质	外 观 描 述	适 用 性
无压力式	进口水流深度小于洞口高度,水流受侧向束挟,进口后不远处形成收缩断面。下游水面不影响水流出口。水流流经全涵保持自由水面	要求涵顶高出水面,涵前不允许壅水或壅水不高
半压力式	水流充满进口,呈有压状态,但进口不远的收缩断面及以后的其余部分均为自由水面,呈无压状态	全涵净高相等,涵前允许一定的壅水,且略高于涵进口净高
有压力式	涵前壅水较高,全涵内充满水流,无自由水面。一般出口被下游水面淹没,但升高式进水口(流线形),且涵底纵坡小于摩阻坡度时,出口不被下游水面淹没	深沟高路堤,不危害上游农田、房屋的前提下,涵前允许较高壅水
倒虹吸管	进出水口设置竖井,水流充满全部涵身	横穿路线的沟渠水面高程基本同于或略高于路基高程

各种构造形式涵洞的适用性和优缺点

表 1-5

构造形式	适用性	优缺点
管涵	有足够填土高度的小跨径暗涵	对基础的适应性及受力性能较好,不需墩台,圬工数量少,造价低
盖板涵	要求过水面积较大时,低路堤上的明涵或一般路堤的暗涵	构造较简单,维修容易。跨径较小时用石盖板;跨径较大时用钢筋混凝土盖板
拱涵	跨越深沟或高路堤时设置。山区石料资源丰富,可用石拱涵	跨径较大,承载潜力较大。但自重引起的恒载也较大,施工工序较繁多
箱涵	软土地基时设置,人行道通常采用	整体性强,但用钢量多,造价高,施工较困难

第二节 小桥涵的类型选择及设计的基本要求

一、小桥涵的设计原则

小桥涵是公路构造物的重要组成部分之一。小桥涵设计应与所在公路的等级、使用任务、性质和将来的发展相适应,应遵循适用、经济、安全、美观和有利环保的原则进行设计。

1. 适用

小桥涵设计必须满足交通运输、排水的基本功能。在满足基本功能的同时,还应综合考虑农田水利、农田灌溉,桥涵下通航、通车、行人的要求,靠近城市、村镇的桥涵还应结合有关方面的要求,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。

2. 经济

在满足适用的条件下,桥涵设计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、工日少、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,多采用装配式,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,以求得最大的经济效益。

3. 安全

确保工程安全是土木工程设计的基本要求。设计的桥涵构造物,应具有足够的强度、刚度和稳定性,以使在车辆和自然力的作用下,牢固、可靠,确保正常使用。桥面系设计应保证车辆行驶畅通和安全。

4. 美观

在适用、经济、安全的前提下,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、洞口的结构形式的选择,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。

二、小桥涵类型选择应考虑的主要因素

小桥涵类型决定了小桥涵的功能、造价和使用年限,选型时应根据所在公路的使用任务、性质和将来发展的需要,按照适用、经济、安全和美观的总原则合理确定桥涵类型。

1. 地形、地质、水文和水力条件

(1) 小桥和涵洞的选择

当跨越常年有水但流量较小,或仅在暴雨时产生水流的河沟,并且水流中漂流物少,上游泥沙运动较小,路堤高度满足壅水高度的要求,能够满足需宣泄的设计流量时,宜采用涵洞(包括明涵和暗涵)。而当河沟地处陡峭深谷或冲积堆上,漂流物多或有泥石流运动,需宣泄的设计流量较大时,宜采用小桥。

(2) 按水力性质选择涵洞计算图式

一般新建涵洞以采用无压力式涵洞为主。为了提高宣泄设计流量,在不造成淹没上游农田、村庄的前提下,允许涵前较大壅水高度时,可采用压力式或半压力式涵洞。压力式涵洞在设计施工中,必须保证涵身不漏水,即不能让水渗入路基,影响路基强度和稳定性;压力式涵洞进水口采用升高式(或流线形),可提高宣泄设计流量,但水流速度加大,必须加固涵洞基础或增设涵底铺砌,保证进出口、基底及附近路基不被冲毁。半压力式涵洞因水位起落变化引起水流不稳定(水力图式相应变化),因此不常用。

(3) 选择构造类型

当设计流量在 $10\text{m}^3/\text{s}$ 左右时,一般宜采用圆管涵。但路堤高度过低,圆管涵顶填土高度不足时,宜采用盖板涵(先考虑采用暗涵,当盖板涵顶填土高度不足时,再考虑采用明涵)。

设计流量在 $20\text{m}^3/\text{s}$ 以上时,宜采用盖板涵。但当设计流量更大时,特别是当路堤较高时,宜采用拱涵。

涵洞基础对涵洞质量影响很大。砖涵、拱涵都要求有较坚实的地基基础,其他类型的涵洞也要求基础不能有过大沉陷,而且沉陷必须均匀。

涵洞位置应尽量避免在地基松软、坚硬不均匀或地质条件不良地段设置。当地基过分松软无法避让时,应采取对地基的加固或对基础的加强处理措施,也可以采用钢筋混凝土箱涵,选择时应对各种可行的处理方案进行技术和经济比较后确定。

(4) 过水路面和混合式过水路面选用比较

三、四级公路跨越季节性小河,在交通允许有限度的中断时,可考虑修建过水路面或带有涵洞的混合式过水路面。

平时干涸无水,暴雨后洪峰涨落迅速,主槽不明显,洪水时漫滩较宽,河床地质情况较好,路线纵坡较平缓,可选用过水路面。若平时水流流量较小,主槽较明显,水流集中,可选用混合式过水路面。

过水路面受水流冲刷不易养护,洪水时阻车不安全,所以宜尽量少用。当考虑采用过水路面方案时,应与改为路线升高建涵方案作经济比较后确定。

2. 经济造价

因地区不同,涵洞的造价差异往往很大。涵洞造价主要取决于材料的料场价格,其次是材料的运输费用和当地的人工、机具费用。

在盛产石料的山区,一般选用石涵比较经济;在缺乏石料的地区,当设计流量较小时,选用圆管涵或钢筋混凝土盖板涵比较经济;当设计流量较大时,选用钢筋混凝土盖板涵或拱涵比较经济。

宣泄同样设计流量的小桥涵,单孔比多孔经济得多,且挖基工作量及水下挖基工作量都较少。多孔小桥涵通常是在建筑高度受限制无法采用单孔,或因修建单孔跨径过大而不经济且

河床中有良好的修建桥(涵)墩的地基条件时才采用。单孔钢筋混凝土盖板涵比多孔钢筋混凝土圆管涵经济。采用无压力式圆管涵时,一般不宜超过三孔。

路堤越高,涵洞越长。当路堤高度超过5~6m,若设计流量较小时,采用圆管涵比较经济;若设计流量较大时,选择涵洞还是选择小桥,应作方案的技术经济比较后确定。

3. 材料选择和施工条件

选用涵洞材料时要因地制宜,尽可能就地取材,优先考虑砖石圬工结构,少用或不用钢材。在石料丰富地区,应充分利用石料修建石涵。在产陶、瓷器的地区,可选用符合载重要求的陶、瓷管涵。对于一些不常用的材料,应经过材料鉴定后方可使用。在考虑就地取材的同时,应综合考虑运输条件。

涵洞设计要方便施工。一段线路上不宜采用过多的涵洞类型,应尽可能定型化,便于集中预制,以节省模板和保证质量。设计预制件时,要考虑运输条件和方便安装,尽可能采用机械化预制和安装,加快施工进度。

4. 养护维修

选择涵洞类型时,为了便于养护,孔径不宜过小,洞身不宜过长。

冰冻地区不宜采用小孔径管涵和倒虹吸涵洞。为了农田灌溉必须采用时,须在冻期前将管内积水排除,并将两端进出口封闭。

在不至于造成淤塞的情况下,农田灌溉用涵洞的跨径可采用0.5m。一般涵洞跨径应不小于0.75m。

5. 公路立体交叉小桥涵

公路立体交叉小桥涵需满足横向交通的要求。乡村道路也可利用平时无水或流量很小的季节性排洪桥涵或兼作立交通道。

公路立体交叉小桥涵的净空,按公路建筑限界的规定确定。立体交叉在无法采用排水沟、排水涵或地下管道进行自然排水时,应视具体情况设置排水泵站。

公路与铁路立体交叉,当公路从铁路桥涵下穿行时,其净空按公路建筑限界规定确定;当铁路从公路桥涵下穿行时,应按照铁路净空限界规定。

当乡村道路从公路下面穿过,小桥涵兼作通道时,净空可根据当地通行的车辆组成,与有关部门协商而定。小桥涵净空不仅要满足目前需要,还需适当考虑今后的发展需要。

三、小桥涵设计的基本要求

1. 行车要求

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—2003)、《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60—2004)规定的桥涵净空、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。

2. 排水要求

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流水宣泄不畅、水毁、积水淹没、严重冲刷等现象,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: