

高等学校教材

Gonglu Xiaoqiaohan Kance Sheji

公路小桥涵勘测设计

(公路与城市道路、桥梁与隧道工程专业用)

(第二版)

孙家驷 编
刘德进 审

人民交通出版社

内 容 提 要

本书根据全国高等学校路桥及交通工程专业教学指导委员会审定的教学大纲编写, 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, 以及外业勘测与内业设计的基本方法。本书系统性强、内容丰富、图文并茂, 并紧密结合生产实践。

本书经教学指导委员会审定, 可作为公路与城市道路工程和桥梁与隧道工程本科专业试用教材, 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。

原书于 1990 年 1 月出版(第一版), 1996 年获交通部优秀教材二等奖。

高等学校教材

公路小桥涵勘测设计

(公路与城市道路、桥梁与隧道工程专业用)

(第二版)

孙家驷 编

刘德进 审

插图设计: 高静芳 版式设计: 崔凤莲 责任校对: 尹 静

人民交通出版社出版

(100013 北京和平里东街 10 号)

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经销

人民交通出版社印刷厂印刷

开本: 印张: 插页: 字数: 千

1990 年 1 月 第 1 版

1998 年 7 月 第 2 版

1998 年 7 月 第 2 版 第 1 次印刷 累计第 5 次印刷

印数: 17001- 22000 册 定价: 10.00 元

ISBN 7-114-03034-7

U · 02179

目 录

| | |
|------------------------|----|
| 第一章 概述..... | 1 |
| 第一节 小桥涵的作用及划分..... | 1 |
| 第二节 小型排水构造物..... | 1 |
| 第三节 设计原则及基本要求..... | 3 |
| 第四节 测设任务、内容及步骤 | 6 |
| 复习思考题及习题..... | 6 |
| 第二章 小桥涵类型及选择..... | 7 |
| 第一节 小桥涵的分类..... | 7 |
| 第二节 小桥涵类型选择..... | 9 |
| 复习思考题及习题 | 12 |
| 第三章 小桥涵勘测 | 13 |
| 第一节 小桥涵勘测内容及准备工作 | 13 |
| 第二节 小桥涵的位置选择 | 14 |
| 第三节 小桥涵测量 | 19 |
| 第四节 小桥涵水文勘测 | 22 |
| 第五节 小桥涵工程地质调查 | 23 |
| 第六节 小桥涵综合调查 | 25 |
| 复习思考题及习题 | 28 |
| 第四章 小桥涵流量与孔径计算 | 29 |
| 第一节 流量计算 | 29 |
| 第二节 孔径计算 | 46 |
| 复习思考题及习题 | 59 |
| 第五章 涵洞构造 | 61 |
| 第一节 涵洞的组成 | 61 |
| 第二节 洞身构造及立面布置 | 61 |
| 第三节 洞口构造及类型 | 69 |
| 第四节 沟床加固及防护 | 73 |
| 复习思考题及习题 | 79 |
| 第六章 小桥涵设计 | 81 |
| 第一节 小桥涵基础设计 | 81 |
| 第二节 涵洞设计 | 84 |
| 第三节 小桥设计 | 86 |
| 第四节 小桥涵设计的有关规定 | 88 |
| 复习思考题及习题 | 90 |

| | |
|----------------------|-----|
| 第七章 小桥涵工程数量 | 92 |
| 第一节 涵洞长度计算 | 92 |
| 第二节 桥涵主体工程数量计算 | 95 |
| 第三节 涵洞洞口尺寸及工程数量..... | 100 |
| 第四节 算例..... | 107 |
| 复习思考题及习题..... | 112 |
| 主要参考书目..... | 113 |

第一章 概 述

第一节 小桥涵的作用及划分

一、小桥涵的作用

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。小桥涵是最常见的小型排水构造物。有时跨越其它路线或障碍,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倍左右。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质量都有很大的影响,起着十分重要的作用。同时,小桥涵的设计还与农田水利灌溉有着密切的关系。

二、小桥涵的划分

根据交通部发布的《公路工程技术标准》(JTJ 001-97)的规定,小桥和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。

表中 L_0 单孔跨径指标准跨径。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、

小桥和涵洞按孔径分类表

表 1-1

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

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;对于其它型式桥梁则为桥面系车道长度。

对于圆管涵及箱涵不论管径或孔径大小、孔数多少,均称为涵洞。

第二节 小型排水构造物

小型排水构造物是指汇水面积小、排洪量较小的构造物。除上述的小桥和涵洞外还有下面所述的类型。

一、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。

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,公路容许有限度中断交通的三、四级公路。

二、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过水路面,如图 1-2 所示。

图 1-2 过水路面

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,无底砂运动或底砂运动轻微,并且公路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。

三、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,如图 1-3。透水路堤也可与涵洞配合使用。

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上采用。在寒冷地区,受冰冻的影响,不宜采用透水路堤。

四、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。

倒虹吸涵洞属压力式涵洞,由于其排水量少,易被泥沙及飘浮物淤塞,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。

五、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。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

第三节 设计原则及基本要求

一、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、性质和将来的发展需要相适应,应遵循适用、经济、安全和美观的原则进行设计。

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。

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、设计要求

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》(JTJ 001- 97)、《公路桥涵设计通用规范》(JTJ 021- 89)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:

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》(JTJ 001- 97)规定,永久性小桥涵设计洪水频率如表 1-2。

小桥涵设计洪水频率表

表 1-2

| 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 |

对于三、四级公路,在交通允许有限度中断时,允许修建漫水桥和过水路面,其设计洪水频率应根据允许阻断交通时间暂久和对上下游农田、村镇的影响以及泥沙淤塞桥孔、上游河床的淤高等因素确定。

2) 根据不同结构类型的要求,限制桥涵下洪水位的高度,使桥涵下有足够的净空高度,以保证结构物能安全、正常使用。《公路桥涵设计通用规范》(JTJ 021- 89)规定桥涵下净空高度如表 1-3、表 1-4。

非通航河流桥下净空表

表 1-3

| 桥梁的部位 | 高出计算水位(m) | 高出最高流冰面(m) |
|--------|-----------|------------|
| 梁底 | 0.50 | 0.75 |
| 支承垫石顶面 | 0.25 | 0.50 |
| 拱脚 | 0.25 | 0.25 |

注:(1) 无铰拱的拱脚可被设计洪水淹没,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;

(2) 计算水位即设计水位加壅水和浪高。

当河流中有形成流冰阻塞的危险或有飘浮物通过时,桥下净空应视具体情况确定,对于有淤积的河流,桥下净空应适当加高。

3. 其它要求

无压力式涵洞顶点至最高流水面的净高 表 1-4

| 涵洞类型 | 圆管涵 | 拱涵 | 箱涵 |
|---------------------|------|-------|------|
| 进口净高 (或内径) h (m) | | | |
| 3 | h/4 | h/4 | h/6 |
| > 3 | 0.5m | 0.75m | 0.5m |

1) 通航净空要求

跨越通航(或放筏)河流的小桥,除满足上述桥下净空高度外,还应满足桥下通航净空的要求。《内河通航标准》(GBJ 139- 90)规定的 VI、VII 级航道通航净空要求如图 1-6、表 1-5 所示。

VI、VII 级航道通航净空尺度表

表 1-5

| 航道等级 | 天然及渠化河流 (m) | | | | 限制性航道 (m) | | | |
|---------|----------------|---------|----------|---------|--------------|---------|----------|---------|
| | 净高 H | 净宽 B | 上顶宽 b | 侧高 h | 净高 H | 净宽 B | 上顶宽 b | 侧面 h |
| VI-(1) | | | | | 4.5 | 18~22 | 14~17 | 3.4 |
| VI-(2) | 4.5 | 22 | 17 | 3.4 | | | | |
| VI-(3) | 6 | 18 | 14 | 4.0 | 6 | 25~30 | 19 | 3.6 |
| VI-(4) | | | | | | 28~30 | 21 | 3.4 |
| VII-(1) | | | | | 3.5 | 18 | 14 | 2.8 |
| VII-(2) | 3.5 | 14 | 11 | 2.8 | 3.5 | 18 | 14 | 2.8 |
| VII-(3) | 4.5 | 18 | 14 | 2.8 | 4.5 | 25~30 | 19 | 2.8 |

注:(1)表列“天然及渠化河流”的水深适用于泥沙质河床,如系石质河床另加 0.1m~0.20m;

(2)表中符号见图 1-6。

2) 跨线净空要求

当桥下需通行火车、汽车、自行车、行人、牲畜时,应满足必要的通行净空尺寸。

公路与铁路、公路立体交叉时,立交桥下应保证所跨越铁路、公路建筑限界规定的净空尺寸。当农村道路从公路下面穿越时,其净空尺寸可根据当地通行的车辆和交叉情况而定,净空一般不小于 2.5m,净宽一般不小于 3.5m。

图 1-6 桥下通航净空图

各类交通方式所需净空尺寸可参考表 1-6。

各类交通方式净空表

表 1-6

| 交通方式 | 净高度 (m) | 净宽度 (m) | 说明 |
|-----------------|------------|----------------------|----------------|
| 行人及人力车 | 2.2 | 2.5~3.0 | 可通行吉普车 |
| 牲畜 | 2.5 | 3.0 | 牧区牲畜成群通过处宜加宽 |
| 畜力车及拖拉机 | 2.7 | 4.0 | |
| 汽车 | 4.5~5.0 | 4.5 | |
| 无轨电车 | 4.2~5.5 | 8.5 | 宽度指有对开车辆的道路 |
| 大型机械(外形尺寸) | 3.5 | 8.07 | 联合收割机等 |
| 铁路(标准轨、电力牵引) | 6.55 | 4.88(单轨) 8.88(双轨) | 困难条件下高度可用 6.2m |
| 铁路(标准轨、蒸汽、内然牵引) | 6.00 | 4.88(单轨) 8.88(双轨) | 困难条件下高度可用 5.5m |

第四节 测设任务、内容及步骤

一、测设任务

小桥涵勘测设计包括小桥涵外业勘测和内业设计两大部分。通过对公路所跨越的沟谷、河流进行气象、水文、地形、地质及施工条件进行勘探和调查,并进行桥(涵)位测量,收集有关的外业资料,再结合公路的要求,通过内业设计,完成公路设计文件,编制规定的桥涵设计图表资料,为小桥涵概、预算编制和施工提供依据。

二、测设内容及步骤

小桥涵勘测设计是公路勘测设计的一个重要组成部分,不同的公路测设阶段在步骤和内容上有不同的要求。在施工图设计阶段,小桥涵勘测设计的步骤和内容如下:

1. 小桥涵外业勘测

- 1) 资料收集及勘测准备;
- 2) 小桥涵结构类型选择;
- 3) 小桥涵位置选择;
- 4) 拟建小桥涵址处测量;
- 5) 小桥涵址调查:包括水文、地貌、地质、气象、建筑材料供源以及原有桥涵和水利设施等的调查。

2. 小桥涵内业设计

- 1) 设计流量与孔径计算;
- 2) 小桥涵主要尺寸拟定;
- 3) 施工图绘制;
- 4) 工程数量计算及表格编制;
- 5) 施工图预算编制。

复习思考题及习题

1. 划分小桥与涵洞有哪两项指标?怎样划分?
2. 简述小桥涵在公路工程及农田灌溉中的作用?
3. 小型人工排水构造物有哪些类型?其技术特征和适用条件怎样?
4. 小桥涵设计应满足哪些要求?小桥涵测设的任务和内容是什么?
5. 名词解释:
 - 1) 单孔跨径
 - 2) 多孔跨径总长
 - 3) 漫水桥
 - 4) 过水路面
 - 5) 倒虹吸涵洞
 - 6) 渡槽

第二章 小桥涵类型及选择

第一节 小桥涵的分类

一、按建筑材料分

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,这是公路上常见的桥涵类型。

石桥涵按力学性能不同又有石盖板涵、石拱涵、石拱桥等类型;按构成桥涵的砌体有无砂浆、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,是高等级公路上常采用的结构类型。

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. 其它材料组成的涵洞

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

二、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、板桥(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 2-1。

三、按填土高度和孔数分

涵洞按洞顶填土高度不同可分为明涵和暗涵两类,如图 2-1。

不同构造形式涵洞及小桥适用跨径(cm)

表 2-1

| 构造形式 | 适用的跨径(或直径) | 构造形式 | 适用的跨径(或直径) |
|-------|-----------------------------------|------|-------------------------|
| 圆管涵 | 50、75、100、125、150、200 | 拱涵 | 100、150、200、250、300、400 |
| 盖板涵 | 50、75、100、125、150、200、250、300、400 | 箱涵 | 200、250、300、400、500 |
| 板桥、拱桥 | 500、600、800、1000、1300、1600 | | |

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。

图 2-1 涵洞按填土高度分类

a)明涵; b)暗涵

1. 明涵

当涵洞洞顶填土高度小于 0.5m 时叫明涵。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 时叫暗涵。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 2-2。

图 2-2 桥涵按孔数分类

a)单孔; b)双孔; c)多孔

四、按水力性质分

水流通过涵洞的水流深度不同,直接影响涵洞过水的水力状态,从而产生不同涵洞水力计算的图式。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 2-3。

图 2-3 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,洞内具有自由水面叫无压力式涵洞。

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

具有自由水面叫半压力式涵洞。

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叫压力式涵洞。

五、按洞身形式分

1. 进口抬高及不抬高的形式,如图 2-4a)、b)。

图 2-4 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 2-4c),洞身呈台阶布置形式,基础平置,又叫阶梯涵。

3. 斜置式,如图 2-4d),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。

六、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)又有行人地道(通道)、人行天桥和立交桥之分。

七、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 2-5。

图 2-5 小桥涵按洞身平面布置分

a) 正交桥(涵); b) 斜交桥(涵); c) 曲线桥(涵)

桥上路线纵坡大于 3% 的桥梁叫坡桥。

第二节 小桥涵类型选择

一、选型原则

1. 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。

2. 小桥涵类型选择应符合因地制宜、就地取材和便于施工、养护的原则。一条公路上的桥

涵类型应尽量一致,尽可能采用统一的标准形式,以利于施工。

3. 桥涵类型选择应考虑农田排灌的需要。靠近村镇、城市、铁路及水利设施的桥涵,应结合有关方面的要求,适当考虑综合利用,相互配合。

4. 桥涵的类型应与公路的等级、性质以及使用年限相适应,以满足其功能要求。

二、选型因素

小桥涵类型选择在符合上述原则的基础上,结合桥涵各方面的条件,综合以下因素,经技术经济比较确定。

1. 道路的等级、任务和性质;
2. 桥涵处地形、地质、水文和水力条件;
3. 工程费用和造价;
4. 当地筑路材料情况;
5. 施工期限和施工条件;
6. 养护维修条件等。

三、各类小桥涵的特点及选用条件

1. 小桥和涵洞的选择

采用涵洞或小桥,主要根据设计流量、路堤的填土高度、沟谷的深浅及河床纵坡、地基情况以及建筑材料等条件确定。

一般跨越常年流量较小,路堤高度能满足壅水高度的要求,并能满足设计流量宣泄时,宜采用涵洞。当沟槽设计流量较大,桥位处于陡岩深谷或冲积堆上,河道飘浮物较多或有泥石流运动时,宜采用小桥。

2. 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: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;施工技术简单,专用设备少,适于群众建桥;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;施工时占用劳力较多,工期较长以及对地基要求较高等缺点,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 $2\text{m} \sim 2.5\text{m}$ 以上,跨径等于或大于 2m ,地基条件较好。

3. 石盖板涵

石盖板涵除了具有石拱涵能就地取材、结构坚固等特点外,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。

4. 钢筋混凝土板桥(涵)

这是无石料地区常采用的一种类型,其主要特点是:建筑高度较小,不受填土高度限制;能采用工厂预制,现场装配,施工简便迅速;为简支结构,对地基条件要求不高;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,应尽量采用其它类型。

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)能在工厂预制,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,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,施工不需运输及吊装设备、施工简便,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。

5. 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0.5m~2.0m,宣泄设计流量在 $10\text{m}^3/\text{s}$ 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。

6. 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。由于箱涵整体性好,结构坚固,跨度尺寸适中,常用于高速公路人行通道。

7. 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料,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。

8. 各类桥涵单孔和多孔的选择

小桥涵的孔数主要根据设计流量大小、建筑高度、地基情况等条件综合考虑确定。一般情况下,宜采用单孔。因为在相同的宣泄条件下,单孔比多孔要经济得多,且挖基工作量及水下挖基工作量都较小。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。

9. 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2-2、表2-3、表2-4,可供选型时参考。

不同材料涵洞的适用性和优缺点

表 2-2

| 种 类 | | 适 用 性 | 优 缺 点 |
|--------|--------|----------------------------|--|
| 常 用 | 石涵 | 产石地区,可做成石盖板涵、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 它 | 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 2-3

| 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,涵前允许一定的壅高,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(流线型),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标高基本同于或略高于路基标高 |

各种构造形式涵洞的适用性和优缺点

表 2-4

| 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 |

复习思考题及习题

1. 小桥涵可按哪些条件分类?按建筑材料和构造形式分有哪些类型?
2. 小桥涵类型选择的原则是什么?
3. 小桥涵类型选择应综合考虑哪些因素?
4. 简述石拱桥(涵)、钢筋混凝土桥(涵)、钢筋混凝土圆管涵、钢筋混凝土箱涵的特点及适用条件?
5. 为什么说一般情况下采用单孔桥(涵)比多孔桥(涵)好?在哪些情况下宜采用多孔桥(涵)。
6. 名词解释:
 - 1) 明涵
 - 2) 暗涵
 - 3) 无压力式涵洞
 - 4) 半压力式涵洞
 - 5) 压力式涵洞
 - 6) 阶梯涵
 - 7) 斜坡涵
 - 8) 坡桥

第三章 小桥涵勘测

第一节 小桥涵勘测内容及准备工作

一、主要内容

小桥涵勘测是小桥涵测设的前阶段工作,通过外业测量、调查为桥涵设计以及水文、水力计算提供必要的资料和数据。

1. 初测阶段

根据我国《公路路线勘测规程》(JTJ 061- 85)规定,公路初步测量阶段小桥涵勘测的工作内容包括:搜集有关资料,拟定桥涵位置、结构类型、孔径、附属工程的基本尺寸,初步设计工程量等。一般的涵洞,可不作外业测量,但小桥以及复杂的涵洞,需进行必要的测量。

2. 定测阶段

定测阶段小桥涵勘测工作应在初测的基础上,进行详细调查、测量和分析计算,确定小桥涵位置、孔径、墩台高度、结构类型、基础埋置深度,以及必要的附属工程。定测阶段小桥涵测设的主要工作内容有:拟建小桥(涵洞)址处和形态断面处的测量和水文勘测;工作地质和地貌调查;气象尤其是洪水期暴雨资料搜集;建筑材料的供源调查;原有桥涵构造物和水利设施的情况;当地对拟建小桥涵的要求等。

二、准备工作

勘测前的准备工作包括:仪器准备和资料收集两项工作。

1. 仪器准备

小桥涵外业勘测主要使用地形测量、水文测验、地质调查等方面的有关仪器和工具,随收集资料的内容和桥涵大小以及复杂程度不同,仪器工具的种类和数量也有所不同,常用的仪具有:经纬仪、花杆、皮尺、手水准、罗盘仪、地质锤等。

2. 资料收集

进行外业勘测前首先应进行下列资料的收集工作。

1) 地形图。一般应收集比例尺为 1 : 10000 ~ 1 : 50000 的沿线地形图;若路线已初测,可收集 1 : 2000 ~ 1 : 5000 的路线地形图。地形图的范围和精度,以能获得汇水区流域面积、主河沟纵横坡等资料为原则。

2) 水文资料。应向当地水文站、水利和防汛部门收集水文资料,包括:各种频率的年洪峰流量及相应的洪水位标高;桥涵附近的坝、闸、渠等水利设施的修建情况和水文资料,以便考虑对桥(涵)位选择、孔径确定、类型选择、基础埋深、沟槽加固等的影响。

3) 气象资料。收集当地气象站、雨量站的气象资料,包括年、月平均降雨量;暴雨密度和持续时间;气温情况;主导风向和风力等。