

中等职业教育国家规划教材配套教材

员燥与怎丰透燥管燥燥社燥燥燥

# 公路小桥涵设计

(公路与桥梁专业)

周传林摇主编

杨甲奇摇主审

人民交通出版社

# 前 摇 摇 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 1998 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 1998 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 1999 年 12 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 and 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 8 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  
1999 年 1 月

# 目 录

第一章 概述	员
第一节 摇小桥涵的划分、分类及特点	员
第二节 摇小桥涵类型选择及设计的基本要求	苑
第二章 摇小桥涵勘测	圆
第一节 摇河流概论	圆
第二节 摇小桥涵勘测的内容及准备工作	愿
第三节 摇小桥涵位置的选择	愿
第四节 摇小桥涵测量	圆
第五节 摇小桥涵形态调查	圆
第六节 摇小桥涵工程地质调查	猿
第七节 摇小桥涵综合调查	猿
第三章 摇小桥涵流量与孔径计算	猿
第一节 摇流量计算	猿
第二节 摇孔径计算	缘
第四章 摇涵洞构造	苑
第一节 摇涵洞的组成	苑
第二节 摇洞身构造及立面布置	苑
第三节 摇洞口构造及类型	愿
第四节 摇沟床加固及防护	愿
第五章 摇小桥涵基础设计	愿
第一节 摇小桥涵基础设计的原则	愿
第二节 摇基础的类型及选择	愿
第三节 摇作用于基础上的荷载	员
第四节 摇基础埋置深度的确定及刚性扩大基础尺寸的拟定	员
第五节 摇刚性浅基础的验算	员
第六节 摇软土地基加固	员
第六章 摇小桥涵设计	员
第一节 摇小桥设计	员
第二节 摇涵洞设计	员
第三节 摇小桥涵设计的有关规定	员
第七章 摇小桥涵工程数量	员
第一节 摇涵洞长度计算	员
第二节 摇桥涵主体工程数量计算	员
第三节 摇涵洞洞口尺寸及工程数量	员
附件 摇《公路小桥涵设计》教学基本要求	员
参考文献	员

# 第一章 概 述

## 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。据已建成公路的统计资料,小桥涵的工程投资约占公路总投资的约 15%~20%,其投资总额为大、中桥的 1/3 左右。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》(JTJ 01-97)规定,小桥和涵洞按其多孔跨径总长  $L$  和单孔跨径  $D$  两项指标来划分,如表 1-1 所示。

小桥和涵洞按跨径分类

表 1-1

划分指标 桥涵分类	多孔跨径总长 $L$ (m)	单孔跨径 $D$ (m)	划分指标 桥涵分类	多孔跨径总长 $L$ (m)	单孔跨径 $D$ (m)
	$5 < L < 10$	$5 < D < 10$		$L < 5$	$D < 5$
小桥	$5 < L < 10$	$5 < D < 10$	涵洞	$L < 5$	$D < 5$

表中单孔跨径  $D$  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: 10m、15m、20m、25m、30m、35m、40m、45m、50m、55m、60m、65m、70m、75m、80m、85m、90m、95m、100m。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,对于其他形式桥涵则为桥面系行车道长度。

对于圆管涵及箱涵,不论管径或孔径大小、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。

#### 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 1-2 所示。

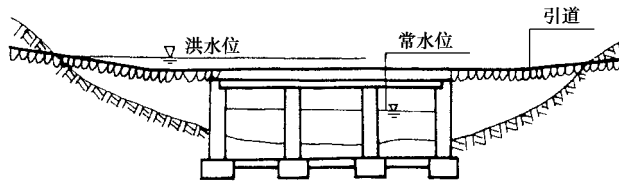


图 1-2 漫水桥

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,允许有限度的中断交通的三、四级公路。

### 圆形过水路面

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 5-15 所示。

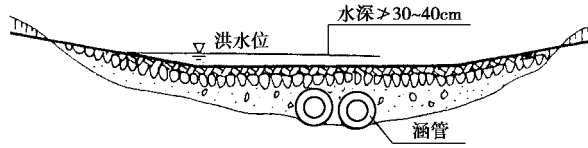


图 5-15 圆形过水路面

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,并且允许有限度的中断交通的三、四级公路,常用于跨越宽阔漫流地区的河流。

### 块石透水路堤

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 5-16 所示。

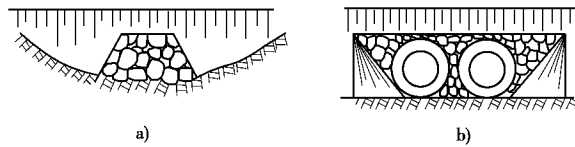


图 5-16 块石透水路堤

干砌石透水路堤 带涵管的透水路堤

透水路堤排水量小,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。

### 倒虹吸涵洞

横跨公路的沟渠,当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 5-17 所示。

倒虹吸涵洞属压力式涵洞,由于其排水量小,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。

### 缘渡槽

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 5-18 所示。渡槽一般用于农田灌溉排水,很少用于排洪。

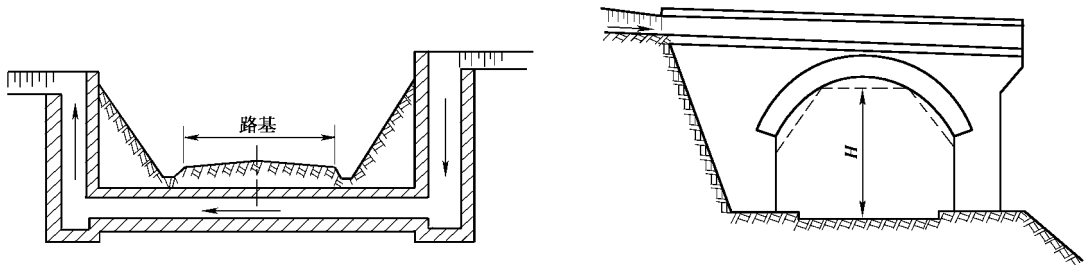


图 5-17 倒虹吸涵洞

图 5-18 缘渡槽  
净空高度

小型排水构造物还有截水沟、盲沟、急流槽、边沟等。

## 二、小桥涵的分类

### 按建筑材料分类

#### (一)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。

#### (二)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。

#### (三)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中承受压力为主,统称圬工材料,由这些材料组成的桥涵叫圬工桥涵。

#### (四)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。

#### (五)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。

### 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)、拱涵、箱涵、拱桥等类型。各类不同形式的桥涵又可由不同材料构成多种类型的涵洞或小桥。由于各类桥涵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跨径如表 1-1 所示。

不同构造形式涵洞及小桥适用跨径(米)

表 1-1

构造形式	适用跨径(或直径)	构造形式	适用跨径(或直径)
圆管涵	0.5~10.0	拱涵	1.0~10.0
盖板涵	0.5~10.0	箱涵	1.0~10.0
板桥、拱桥	1.0~10.0		

摇摇注:①跨径 0.5~1.0 米的涵洞仅用于农田灌溉区;

②石盖板涵的跨径仅为 0.5~1.0 米、1.0~2.0 米、2.0~3.0 米。

### 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 1-2 所示。

#### (一)明涵

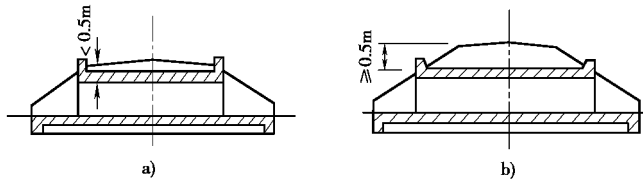


图 1 涵洞按填土高度分类

明涵 暗涵

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采用。

(圆)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又有单孔、双孔以及多孔之分,如图 2 所示。

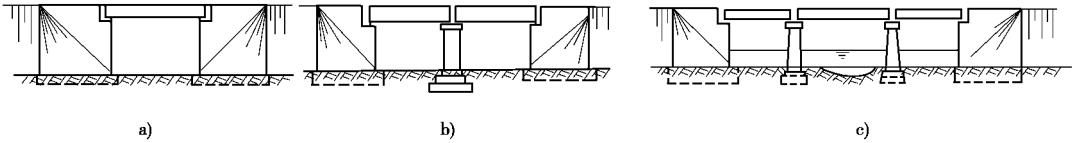


图 2 桥涵按孔数分类

单孔 双孔 多孔

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 3 所示。

(圆)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,此种形式的涵洞叫无压力式涵洞。

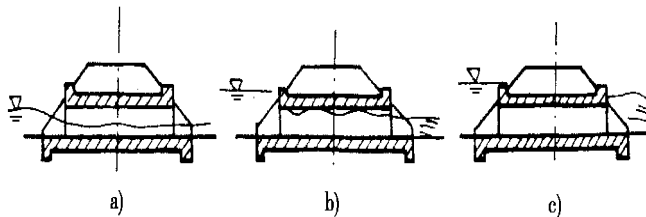


图 3 涵洞按水力性质分类

无压力式 半压力式 压力式

(圆)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,这种形式的涵洞叫半压力式涵洞。

(圆)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,这种形式的涵洞叫压力式涵洞。

按洞身形式分

(圆)进口抬高及不抬高的形式

源 此为试读,需要完整PDF请访问: [www.ertongbook.com](http://www.ertongbook.com)

如图 1-2-10 所示。

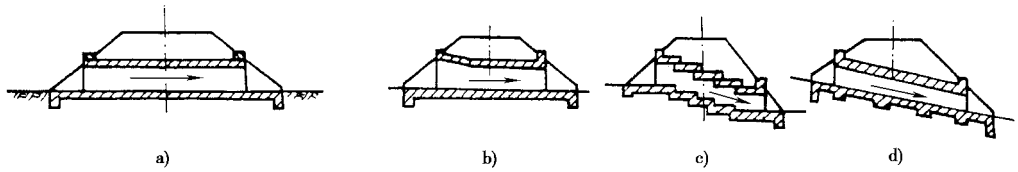


图 1-2-10 涵洞按洞身形式分类  
 a) 进口不抬高, 洞身平置式; b) 进口抬高, 洞身平置式; c) 进口抬高, 洞身斜置式; d) 进口抬高, 洞身斜置式

(a) 平置式

如图 1-2-10a 所示, 洞身呈台阶布置形式, 基础平置, 又叫阶梯涵。

(b) 斜置式

如图 1-2-10b 所示, 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。

按使用功能分

按使用功能, 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。

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 1-2-11 所示。

桥上路线纵坡大于 3% 的桥梁叫坡桥。

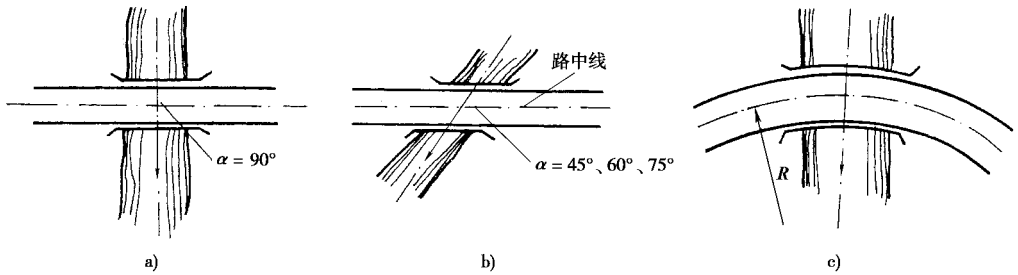


图 1-2-11 小桥涵按洞身平面布置分类  
 a) 正交桥(涵); b) 斜交桥(涵); c) 曲线桥(涵)

### 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, 工程费用小; 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 10m³/s, 路堤填土高度在 1.5~2.5m 以上, 跨径等于或大于 5m, 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 10m,设计流量通常在 10m<sup>3</sup>/s 以下的小型涵洞。

#### 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,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。

#### 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形式,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 1.0m~1.5m,宣泄设计流量在 10m<sup>3</sup>/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。

#### 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。通常适用于软地基情况。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。

#### 双曲拱桥

双曲拱桥可“化整为零”进行施工,结构轻巧,圬工数量少;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 1-10 表 1-11 表 1-12,可供选型时参考。

不同材料涵洞的适用性和优缺点

表 1-10

种 类	适 用 性	优 缺 点
-----	-------	-------

常 用 涵 管 类 型	石涵	适用于产石地区,可做成盖板涵、石拱涵	节省钢筋、水泥,经久耐用,造价低,养护费用低
	混凝土涵	可现场浇筑或预制拱涵、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

续上表

种摇摇类		适摇摇性	优摇摇点
其摇摇他	陶瓷管涵	摇陶、瓷产地,定型烧制	摇强度较高,运输、安装时易碎;造价高,跨径小
	铸铁管涵	摇工厂化生产的金属定型产品	摇强度很高,但长期受水影响易锈蚀;造价高,跨径小
	钢波纹管涵	摇小跨径暗涵	摇力学性能好,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	摇可做成石灰三合土篾管涵或拱涵	摇强度较低,造价低,但水流冲刷极易损坏

不同水力性质涵洞的适用性

表 员源

水力性质	外摇摇描述	适摇摇性
无压力式	摇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	摇要求涵顶高出水面,涵前不允许壅水或壅水不高
半压力式	摇水流充满进口,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	摇全涵净高相等,涵前允许一定的壅水,且略高于涵洞进口净高
有压力式	摇涵前壅水较高,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	摇深沟高路堤,不危害上游农田、房屋的前提下,涵前允许较高的壅水
倒虹吸管	摇进出水口设置竖井,水流充满全部涵身	摇横穿路线的沟渠水面标高基本等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 员缘

构造形式	适摇摇性	优摇摇点
管摇涵	摇有足够填土高度的小跨径暗涵	摇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
盖板摇涵	摇要求过水面积较大时,低路堤上的明涵或一般路堤的暗涵	摇构造较简单,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
拱摇涵	摇跨越深沟或高路堤时设置。山区石料资源丰富,可用石拱涵	摇跨径较大,承载潜力较大。但自重引起的恒载也较大,施工工序较繁多
箱摇涵	摇软土地基时设置,人行道通常采用	摇整体性强,但用钢量多,造价高,施工较困难

## 第二节 摇小桥涵类型选择及设计的基本要求

### 一、小桥涵设计的原则

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,应遵循实用、经济、安全和美观的原则进行设计。

#### 员援实用

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

愿 此为试读,需要完整PDF请访问: [www.ertongbook.com](http://www.ertongbook.com)

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,不影响路基和周围建筑物的安全。

#### ④经济

在满足实用的条件下,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。

#### ⑤安全

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

#### ⑥美观

在实用、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,按照实用、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

#### (员)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。

#### (圆)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。

#### (猿)选择构造类型

当设计流量在  $10 \sim 15 \text{ m}^3/\text{s}$  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  $15 \sim 20 \text{ m}^3/\text{s}$  以上时,宜采用盖板涵。但设计流量更大时,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。

#### (源)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,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。

#### 圆管经济造价

因地区不同,涵洞的造价往往差异很大。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。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,一般不宜超过猿孔。

路堤越高,涵洞越长。当路堤高度超过缘-远时,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。

#### 猿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,优先考虑砖石圪工结构,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。一段路线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。

#### 源养护维修

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。

在不致于造成淤塞的情况下,农田灌溉用涵洞的跨径可采用园缘皂。一般涵洞跨径应不小于园猿皂。

#### 缘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。

#### 园

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 应满足铁路净空限界规定。

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 还需适当考虑今后发展的需要。

### 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》(JTGB01—2003)、《公路桥涵设计通用规范》(JTGD60—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：

(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》(JTGB01—2003)规定 永久性小桥涵设计洪水频率如表 3-1-1。

表 3-1-1 小桥涵设计洪水频率

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
小桥涵	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%
涵洞及小型排水构造物	0.5%	0.5%	0.5%	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阻断交通时间长短和对上下游农田、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》(JTGD60—2004)规定桥涵下净空高度如表 3-1-2。

表 3-1-2 非通航河流桥下净空

桥梁的部位	高出计算水位(皂)	高出最高流冰面(皂)
梁底	0.5m	0.5m
支承垫石顶面	0.5m	0.5m
拱脚	0.5m	0.5m

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 0.5m 且拱顶底面至计算水位的净高不得小于 0.5m；

②计算水位即设计水位加壅水和浪高。

无压力式涵洞顶点至最高流水面的净高

表 5.1.1

涵洞类型 进口净高 (或内径)(皂)	圆管涵	拱涵	箱涵
≤ 净高	≥ 净高	≥ 净高	≥ 净高
净宽	≥ 净宽	≥ 净宽	≥ 净宽

当河流中有形成流冰阻塞的危险或有漂浮物通过时,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。

#### 其他要求

##### (一)通航净空要求

跨越通航(或放筏)河流的小桥,除满足上述桥下净高度外,还应满足桥下通航净空的要求。

##### (二)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,净空一般不小于净宽,净宽一般不小于净高。

各类交通方式所需净空尺寸可参考表 5.1.2

各类交通方式净空尺寸

表 5.1.2

交通方式	净高度 (皂)	净宽度 (皂)	说明
行人及人力车	净高	净宽-净高	可通行吉普车
牲畜	净高	净宽	游牧区牲畜成群通过处宜加宽
畜力车及拖拉机	净高	净宽	
汽车	净高-净宽	净高	
无轨电车	净高-净宽	净高	净宽度指有对开车辆的道路
大型机械(外形尺寸)	净高	净宽	联合收割机等
铁路(标准轨、电力牵引)	净高	净高(单轨) 净高(双轨)	困难条件下高度可用净高
铁路(标准轨,蒸汽、内燃牵引)	净高	净高(单轨) 净高(双轨)	困难条件下高度可用净高

## 第二章 摇小桥涵勘测

### 第一节 摇河流概论

#### 一、河流及河床断面

修建公路就需要架设桥梁和涵洞,以便跨越河流和沟渠,而桥梁和涵洞应根据河流的洪水情势及河床的冲淤变形等进行设计。为此,必须研究自然界中水的运行变化规律,及其在桥涵工程中的应用。

#### 圆爱河流

河流按照流量的归属可分为支流和干流。直接流入海洋、湖泊或其他大江、大河的河流称为干流,流入干流的河流称为支流。包括小沟、小溪、支流、干流等脉络相通的水流系统,称为河系(水系)。

沿着河流的干流,开始有地面水流的地方称为河源,它可能是溪涧、冰川、沼泽。干流流入海洋、湖泊或其他大江、大河的地方称为河口。从河源到河口,按其形态和水文特征可分为上游、中游和下游三段。

上游段多处于深山峡谷中,特点是陡坡落差大,水流急,洪水涨落比较急剧。中游段地处丘陵区,河床坡度逐渐变缓,水流较慢,两岸有滩地出现,河床比较稳定,有不明显的冲刷和淤积。下游段多处于平原区,河床坡度平缓,流速小,河槽宽阔,流量大,多浅滩和河弯,明显淤积。

我国西北和北部地区降水量少,有些因河床强烈渗漏造成水流终止的河流,称为内流河(或内陆河)。对于中小型河流和内流河的上、中、下游往往不易区分。

#### 圆爱河床断面

河床断面可用横断面和纵断面表示。垂直于水流方向的断面称为横断面,如图 圆爱所示。沿水流方向各横断面上最大水深点的连线,称为中泓线或溪线,沿中泓线的断面称为河床纵断面。河床纵断面能表明河床的沿程变化。

河床由河槽与河滩两部分组成。洪水期河床中有推移质运动的部分称为河槽。河槽又分主槽和边滩。边滩系由可移动的泥沙填积而成。河滩则只在汛期才有水流,无明显的推移质运动,通常长有杂草、灌木丛或农作物等。

河床横断面可分为单式和复式断面两种,如图 圆爱所示。单式断面一般只有河槽,没有河滩(多为山区深谷河沟),或只是宽滩,没有河槽(如戈壁滩上的河沟)。复式断面可为一槽一

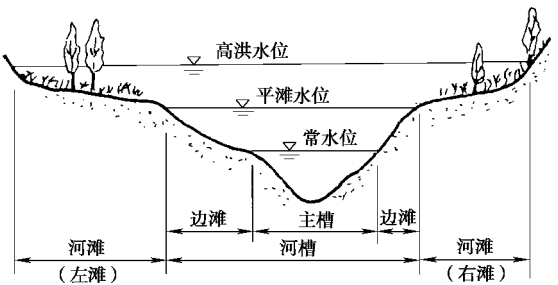


图 圆爱 摇河床横断面图

滩(多为河湾处)或一槽两滩(多为平原和微丘区纵向顺直的河段)。

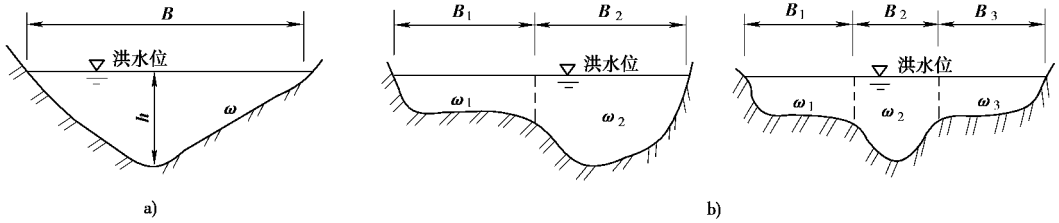


图 1-10 单式和复式横断面  
单式断面 复式断面

## 二、径流形成过程

河川径流来源于流域内地面径流和地下径流,其中以地面径流为主。自降水开始到水流过出口断面整个物理过程,称为径流形成过程。

整个过程可概括为四个阶段,见径流形成示意图(图 1-11)。

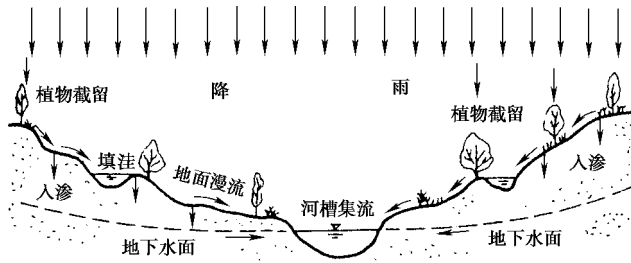


图 1-11 径流形成示意图

### 1. 降雨阶段

降雨是形成径流的主要因素,降雨量的多少决定径流量的大小。降雨量以降雨厚度(毫米)表示,单位时间内的降雨量则以降雨强度(毫米/小时或毫米/分钟)表示。

每次降雨,降雨量及其在空间和时间上的变化都各不相同。降雨可能覆盖某一区域的全部地区,也可能只降落在该区域的局部地区。降雨强度也有时均匀,有时不均匀。降雨的变化过程直接决定径流过程的趋势。

### 2. 蓄渗阶段

降雨开始时,并不立即形成径流。部分雨水消耗于浸润植物(树木、草、农作物等),称为植物截流。部分雨水落到地面,被土壤吸收,称为入渗。随着降雨量的增加,土壤吸收渐趋饱和,入渗减缓,局部地面上的水被蓄流在坑洼里,称为填洼。把植物截流、入渗、填洼合称为蓄渗阶段。

### 3. 坡面漫流阶段

蓄渗阶段完成以后,剩余的雨水逐渐成片的沿着坡面流动,称为坡面漫流。

### 4. 河槽集流阶段

漫流很快汇集于小沟、小溪中。许多条小沟、小溪将接纳来自坡面漫流之水送入河槽,从支流到干流,最后到达出口断面,这个阶段叫做河槽集流。汇集于河槽的水流,一部分沿河槽向下游流动,另一部分暂蓄槽内和渗入两岸土壤中,待降雨及坡面漫流停止后,容蓄的部分又慢慢向下游流去,河槽的这种作用称为调蓄作用。