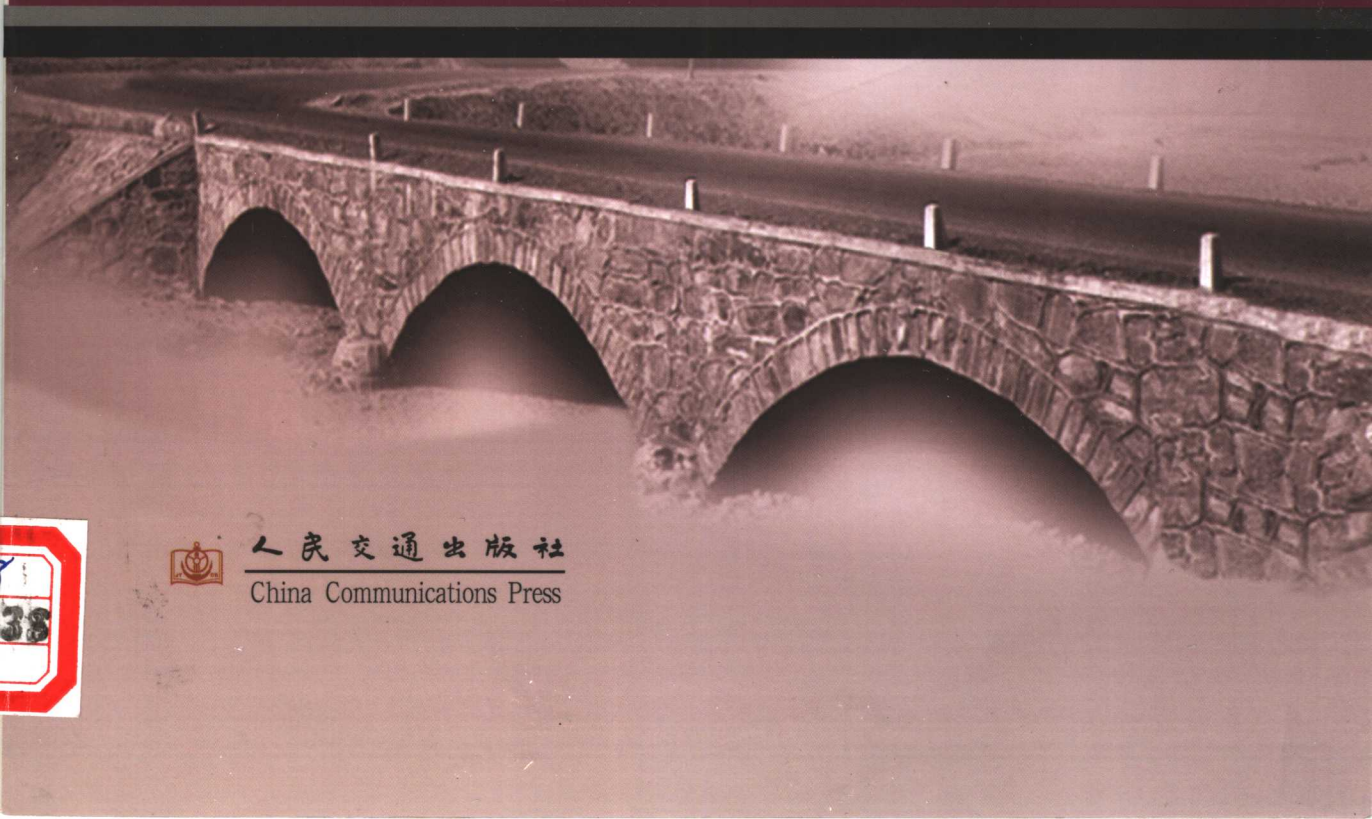


刘培文 周 卫  
张君纬 马 杰

编著

# 公路小桥涵 设计示例

GONGLU XIAOQIAOHAN SHEJI SHILI



人民交通出版社  
China Communications Press



Gonglu Xiaoqiaohan Sheji Shili

# 公路小桥涵设计示例

刘培文 周 卫 编著  
张君伟 马 立

人民交通出版社

## 内 容 提 要

本书主要介绍公路小桥和涵洞的实用设计原理及方法,内容包括构造形式、流量计算、孔径计算、布置设计、结构设计、材料设计、几何设计和工程量计算及设计算例并附有设计样例。

本书可作为高等院校公路与城市道路和桥梁与隧道工程专业学生在学完本专业的专业基础课和专业课后的选修课教材,亦可供广大一线施工技术人员和设计人员参考学习。

### 图书在版编目(CIP)数据

公路小桥涵设计示例/刘培文编著. —北京:人民交通出版社,2004.4

ISBN 7-114-05021-6

I.公... II.刘... III.公路桥·桥涵工程·设计  
IV.U448.142.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 025215 号

书 名:公路小桥涵设计示例

著 作 者:刘培文 周 卫 张君纬 马 杰

责任编辑:赵 蓬

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)85285656,85285838,85285995

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:23.5

字 数:582千

版 次:2005年1月第1版

印 次:2005年1月第1版第1次印刷

书 号:ISBN 7-114-05021-6

印 数:0001~4000册

定 价:44.00元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

# 前言

---

公路小桥涵设计是整条公路勘测设计的重要内容之一,是从事公路勘测设计与公路施工的工程技术人员必须要了解和掌握的一项技术,特别是随着我国公路建设的快速发展,尤其是高等级公路的大规模兴建,在一条公路上小桥和涵洞所占的比例急剧增加,因而科学合理地进行小桥和涵洞的设计无论是对设计工作者的室内外设计还是施工现场技术人员作施工验算都是必不可少且十分重要的环节之一。按照设计惯例,小桥涵的结构设计部分大部分采用标准套图法进行设计,因而如何结合实地地形条件进行结构形式的选择和几何尺寸的计算是关系到整个小桥或涵洞经济合理和经久耐用的关键所在。本书按照设计者实际工作中的方法和步骤将小桥和涵洞设计分为材料设计、结构设计、流量计算、孔径计算、布置设计、几何设计及工程量计算等八个项目,系统地分别加以阐述,力图较完整地体现设计的内容和方法。按此格局编排内容,便于初学者将大学所学的理论与实践进行有机结合,同时有助于完善其设计内容而且便于读者理解和掌握。

本书附录特意安排了在实际工作中所进行的常用不同型式小桥涵的设计样例供读者参考,本书在编写过程中还参考了大量的有关小桥涵设计方面的专著和工具书,并得到了有关专家的指导和协助,在此一并对原书作者和有关专家表示谢意!

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

2004 年 11 月于北京

# 目 录

|                  |     |
|------------------|-----|
| 第一章 小桥涵的构造       | 1   |
| 第一节 小桥涵的概念和设计内容  | 1   |
| 第二节 小桥的组成与构造     | 6   |
| 第三节 涵洞的组成与构造     | 8   |
| 第四节 涵洞附属工程构造     | 20  |
| 第二章 流量计算         | 25  |
| 第一节 水文调查与计算的基本方法 | 25  |
| 第二节 径流形成法        | 26  |
| 第三节 形态调查法        | 40  |
| 第四节 直接类比法        | 50  |
| 第五节 地区性径流公式的建立方法 | 55  |
| 第六节 适线方法确定设计流量   | 64  |
| 第三章 孔径计算         | 73  |
| 第一节 孔径设计的基本原则    | 73  |
| 第二节 孔径计算的基本原理    | 74  |
| 第三节 小桥孔径计算       | 82  |
| 第四节 涵洞孔径计算       | 95  |
| 第五节 倒虹吸涵洞的孔径计算   | 98  |
| 第四章 结构设计         | 101 |
| 第一节 结构设计基本原理     | 101 |
| 第二节 圆管涵结构设计      | 106 |
| 第三节 板涵结构设计       | 115 |
| 第四节 箱涵结构设计       | 144 |
| 第五节 拱涵结构设计       | 156 |
| 第五章 布置设计         | 166 |
| 第一节 布置设计资料收集     | 166 |
| 第二节 小桥涵平面布置设计    | 170 |
| 第三节 涵洞纵面布置设计     | 176 |
| 第四节 涵洞洞口布置设计     | 184 |
| 第六章 几何设计         | 187 |
| 第一节 涵洞长度计算       | 187 |

|             |               |            |
|-------------|---------------|------------|
| 第二节         | 涵台与墩台设计       | 194        |
| 第三节         | 小桥涵基础设计       | 198        |
| 第四节         | 小桥涵细部设计       | 205        |
| 第五节         | 涵洞基础地基加固设计    | 208        |
| 第六节         | 小桥涵各部分标高计算    | 216        |
| 第七节         | 涵洞洞口几何设计      | 220        |
| 第八节         | 洞口铺砌加固设计      | 227        |
| <b>第七章</b>  | <b>材料选择</b>   | <b>237</b> |
| 第一节         | 概述            | 237        |
| 第二节         | 板箱涵材料         | 237        |
| 第三节         | 石拱涵的材料        | 265        |
| 第四节         | 小桥涵防水材料       | 267        |
| <b>第八章</b>  | <b>工程数量计算</b> | <b>272</b> |
| 第一节         | 工程量计算的基础      | 272        |
| 第二节         | 拱桥涵工程量计算      | 276        |
| 第三节         | 八字翼墙工程量计算     | 281        |
| 第四节         | 锥形护坡工程量计算     | 285        |
| 第五节         | 扭坡洞口工程量计算     | 288        |
| <b>第九章</b>  | <b>设计算例</b>   | <b>290</b> |
| 第一节         | 涵洞设计的步骤       | 290        |
| 第二节         | 设计原理与方法       | 293        |
| 第三节         | 正交板涵设计算例      | 299        |
| 第四节         | 斜交板涵设计算例      | 313        |
| 第五节         | 正交拱涵设计算例      | 319        |
| 第六节         | 斜交拱涵设计算例      | 324        |
| 第七节         | 正交管涵设计算例      | 330        |
| 第八节         | 斜交管涵设计算例      | 336        |
| <b>附录</b>   | <b>设计样例</b>   | <b>340</b> |
| <b>参考文献</b> |               | <b>364</b> |

# 。第一章。

## 小桥涵的构造

现代道路设计中，在一般情况下山区道路的每条自然沟渠或者平原区道路的每条灌渠均应设置桥涵，对全封闭、全立交、固定进出口和分道分向行驶特点的高速公路所增加的通道和桥涵则更多，使得涵洞和小桥的数量在整个路线工程中占有很大的比例。因此科学合理地设计小桥涵是降低工程造价，保证整条道路安全、稳定和正常运营的关键环节之一。

### 第一节 小桥涵的概念和设计内容

#### 一、桥涵的分类及特点

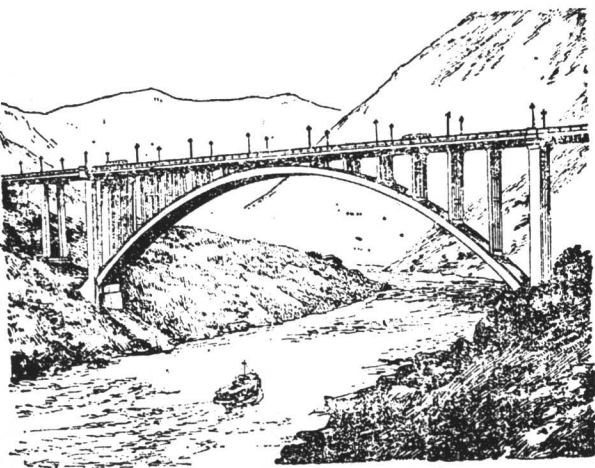
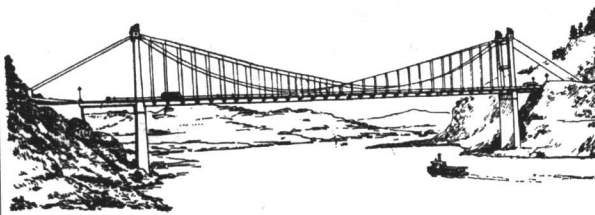
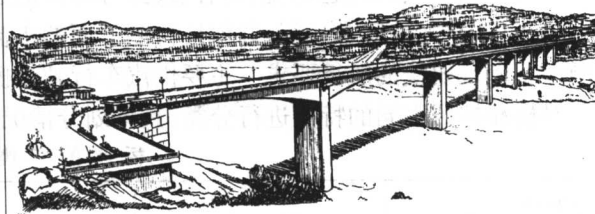
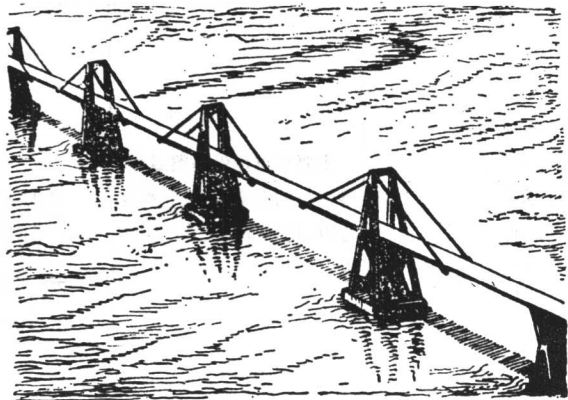
公(铁)路上用来跨越河流、山谷、线路等障碍的建筑物叫作桥梁或涵洞。其作用是保证上面车辆、行人交通的正常运行,并保证桥涵下面的水流或交通流宣泄,具有通航功能的小桥和涵洞还要满足船筏的航行要求。主要供汽车行驶的桥梁称为公路桥。

对桥涵按照不同的特点进行分类,具体划分情况见表 1-1。

桥 涵 的 分 类

表 1-1

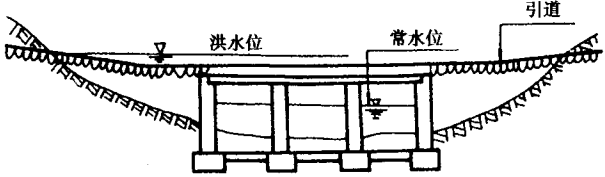
| 序号 | 划分依据            | 类 型 | 特 点                                  | 图 示 |
|----|-----------------|-----|--------------------------------------|-----|
| 1  | 按桥梁主要承重构件的受力情况分 | 梁式桥 | 主要承重构件是梁或板,梁在竖向荷载作用下承受弯矩,此时桥台只承受竖向压力 |     |

| 序号 | 划分依据            | 类 型   | 特 点                                                                               | 图 示                                                                                  |
|----|-----------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 按桥梁主要承重构件的受力情况分 | 拱桥    | 主要承重构件是拱圈或拱肋。在竖直荷载作用下,主要承受压力,但也承受弯矩,墩台承受压力、弯矩和水平推力                                |    |
|    |                 | 吊桥    | 用悬挂在两边塔架上的缆索作为主要承重构件,在竖向荷载作用下,通过吊杆使缆索承受很大拉力,缆索两端通常在两岸桥台修筑的锚定结构上固定。墩台除承受压力外还承受水平推力 |   |
|    |                 | 刚架桥   | 主要承重结构是梁、板或竖墙整体结合在一起的刚架结构,梁和柱的连结处具有很大的刚性。在竖直荷载作用下,柱脚产生竖直、水平反力和弯矩。这种受力情况介于梁与拱之间    |  |
|    |                 | 组合体系桥 | 根据结构受力特点,由几个不同体系的结构组合而成的桥梁。如斜拉桥、杆系拱桥等                                             |  |

续上表

| 序号 | 划分依据                                           | 类型     | 特点                                                  | 图 示 |
|----|------------------------------------------------|--------|-----------------------------------------------------|-----|
| 2  | 按<br>行<br>车<br>部<br>位<br>分                     | 上承式    | 将桥面布置在桥跨结构的上面。主要优点是构造简单、施工方便、视野开阔、节省材料              |     |
|    |                                                | 下承式    | 将桥面布置在桥跨结构的下面。当容许建筑高度受到限制而需提高路面时采用,这样会使桥头路堤填土增加而不经济 |     |
|    |                                                | 中承式    | 将桥面布置在桥跨结构的中间。构造和使用上兼有上承式和下承式桥的特点                   |     |
| 3  | 按<br>上<br>部<br>构<br>造<br>使<br>用<br>材<br>料<br>分 | 木桥     | 桥跨结构主要建桥用材为木材,一般多用于临时性桥梁和施工便桥                       |     |
|    |                                                | 钢桥     | 桥跨结构主要建桥用材为钢材,如钢梁桥等。一般多用于永久性桥梁和战用桥梁。钢桥易腐蚀,要经常进行防腐维护 |     |
|    |                                                | 钢筋混凝土桥 | 桥跨结构主要为钢筋混凝土结构或预应力混凝土,多用于永久性桥梁。它的特点是耐久性强,使用寿命长      |     |
|    |                                                | 圬工桥    | 桥跨结构主要用材为石块和砖等。如石拱桥、砖拱桥等。其特点是可以就地取材,工艺简单,经济         |     |

续上表

| 序号 | 划分依据        | 类 型  | 特 点                                                                          |                    | 图 示                                                                                      |
|----|-------------|------|------------------------------------------------------------------------------|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4  | 按使用年限分      | 永久式  | —                                                                            |                    |                                                                                          |
|    |             | 半永久式 | —                                                                            |                    |                                                                                          |
|    |             | 临时式  | —                                                                            |                    |                                                                                          |
| 5  | 按使用条件分      | 漫水桥  | 建于季节性河流上,当水大时可从桥面通过,水小时从桥孔通过。当建桥处路基设计标高严格受限而无法提高时可采用漫水桥                      |                    |        |
|    |             | 开启桥  | 用于通航河流上,当建筑高度因故受限,而无法提高桥下净空时可建开启桥。当船只通行时开启,船通过后再合拢并允许车辆行驶。开启桥常用于河流两端是隧道的战备用桥 |                    |                                                                                          |
|    |             | 浮桥   | 在水中不建墩台,是用锚固的船筏支撑桥面,常用于战时便桥等                                                 |                    |                                                                                          |
| 6  | 按桥梁长度和跨度大小分 |      | 多孔跨径总长<br>$L(m)$                                                             | 单孔跨径 $L_0$<br>(m)  | 单孔跨径系指标准跨径;多孔跨径总长仅作为划分特大桥、大、中、小桥及涵洞的一个指标。梁式和板式桥涵为多孔标准跨径的总长,拱式桥涵为两岸桥台内起拱线的距离;其它形式桥梁为桥面系总长 |
|    |             | 特大桥  | $L \geq 500$                                                                 | $L_0 \geq 100$     |                                                                                          |
|    |             | 大桥   | $L \geq 100$                                                                 | $L_0 \geq 40$      |                                                                                          |
|    |             | 中桥   | $30 < L < 100$                                                               | $20 \leq L_0 < 40$ |                                                                                          |
|    |             | 小桥   | $8 \leq L \leq 30$                                                           | $5 \leq L_0 < 20$  |                                                                                          |
|    |             | 涵洞   | $L < 8$                                                                      | $L_0 < 5$          |                                                                                          |

小桥的设计和大桥基本是大同小异。设计中一般应适当压缩河床,故小桥涵台基础埋深除满足受力需求外,还取决于冲刷深度的大小,因此很少做河床铺砌。表 1-1 中,以各种不同特点划分的桥梁,在特定的条件下亦可修建成相应形式的小桥。

由表 1-1 可知,小桥和涵洞以及大、中桥的主要区别之一是单孔跨径和多孔跨径总和,当单孔跨径  $< 5m$  和多孔跨径  $< 8m$  的称为涵洞。而管涵和箱涵不论其管径或跨径大小、孔数多少均称为涵洞,这是通常划分小桥和涵洞的依据之一。需要指出的是涵洞的区别不仅仅是跨径大小,还有一个显著的区别是,对于大、中桥桥下河床是允许冲刷的,因此,大、中桥常以水文计算来确定流量和孔径并以冲刷深度为主要参考依据之一来确定其基础的埋置深度;而涵洞则是不允许冲刷的,因此涵洞洞身内和洞口的原河底应有一定的铺砌,以防止冲刷,并在洞口铺砌的两端做截水墙,以保护洞底铺砌,如图 1-1 所示。

在涵洞的设计中依涵顶有无填土可分为暗涵和明涵。涵上有填土的称为暗涵,如图 1-2a)

所示,反之为明涵,如图 1-2b)所示。各种涵洞形式均可做成暗涵,而明涵只能采用板涵。涵洞与小桥的另一个区别是暗涵的涵洞长度还随涵上填土的高低、路基的加宽和超高值、路基设计标高、道路纵坡等的变化而变化。

涵洞在泄流过程中依照进水口和出水口水头高度的大小可分为压力式、半压力式和无压力式三种类型(见图 1-3),划分依据是水力图式。即先依据临界水深和天然水深的比较决定水力图式,再对照水力图式确定是上述哪一种涵洞形式。实际工作中下列几种情况可能分别形成相应的压力式、半压力式和无压力式涵洞。当进水口和出水口的积水高度均已超过涵洞洞顶的高度时,一般涵洞内积水为压力式,此时可形成压力式涵洞。这种情况往往是设计流量较大,而设计泄水能力较小或者路线通过水库区的涵洞。当涵洞的进水口稍作抬高时,常常形成压力式涵洞。当进水口水深淹没洞顶而出水口水深低于涵顶,这种情形可形成半压力式涵洞。当泄流时进水口和出水口水深均未淹没涵洞洞顶时,可形成无压力式涵洞。一般情况下尽量将涵洞设计成无压力式涵洞。涵洞在设计时还应考虑以上三种形式的不同。

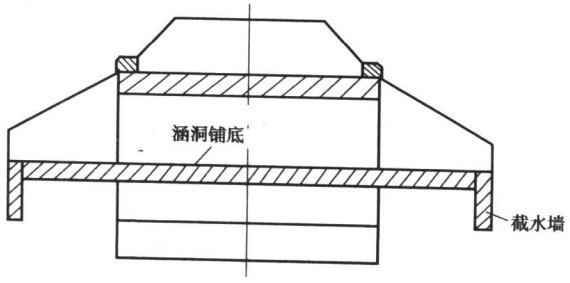


图 1-1 涵洞的铺底和截水墙

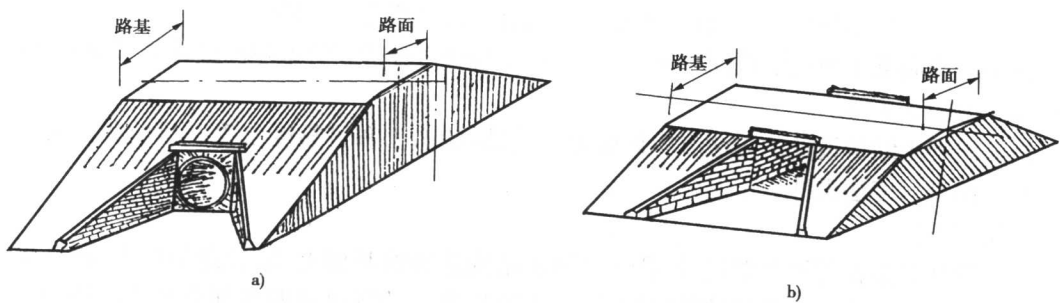


图 1-2  
a)暗涵;b)明涵

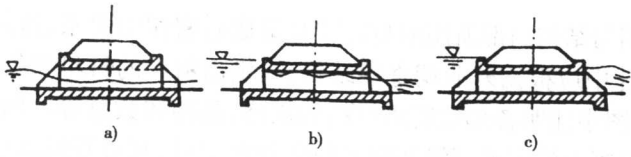


图 1-3 涵洞的水力图式  
a)无压力式;b)半压力式;c)压力式

涵洞可分为管涵、板涵、箱涵和拱涵四种类型。各种类型的特点和构造不同,因此设计中应分别考虑。

## 二、小桥涵设计的内容

小桥涵设计内容分为材料设计、流量计算、孔径计算、布置设计、结构设计、几何设计和工程量计算等内容。

### 1. 流量计算

小桥涵孔径一般由设计流量大小决定,因此应计算其设计流量。设计流量计算方法和选择

的公式与大、中桥有一些区别,一般采用径流形成法、形态调查法、直接类比法和推理公式法。

## 2. 孔径计算

小桥和涵洞孔径计算时应以不同的水力图式进行,有关水力图式判别的过程和具体计算方法将在以后的章节中叙述。

## 3. 布置设计

根据拟建涵洞原河沟及其两侧的地形、地质条件、路基高度和断面形式等来决定涵洞的平面和纵断面布置方式,称为布置设计,它是涵洞设计的核心内容。

平面布置设计是指涵洞布置成怎样的形式,使其既有利于其泄流,也能满足结构安全和行车需求。涵洞平面布置时,要充分考虑河沟地形条件,进而设计涵洞的正斜交角度以及进出水口的形式等。

纵断面布置设计是指将涵洞洞身和洞口基础布置成什么样的形式,比如是斜直式还是平直式,是台阶式还是其他形式等。

平面和纵断面布置设计包括洞身和洞口的选型和河床加固工程的作法。

## 4. 结构设计

系指小桥涵在结构内部受力分析计算的基础上,应用结构设计的理论和方法来确定结构的主要受力构件的截面尺寸、形式、联结方式并根据承受荷载情况验算构件强度、稳定性、刚度和裂缝等问题。如小桥涵结构设计的原理和方法和大、中桥完全一样。

例如钢筋混凝土板内的截面尺寸和配筋、管涵的受力和管壁厚度的计算、拱桥的受力和应力验算等等。

钢筋混凝土结构设计的方法有容许应力法、极限状态法和可靠度法等。目前我国公路交通过行业采用可靠度法设计。

## 5. 几何设计

几何设计是指在桥涵布置设计、孔径计算和结构选择的基础上,结合路基填土、路基设计标高、路基宽度、涵底标高和纵坡等已知条件,进而拟定和计算出涵洞各部分尺寸。如涵洞长度在各部投影图和剖面图上的坡度、标高和其他全部细部尺寸,为施工图设计提供计算数据。

## 6. 材料设计

结构的安全使用与结构内部所用的材料及其组成有密切的关系,这是任何结构物的共性要求。在小桥涵设计中应根据外业调查的结果,提供出料厂的材料和位置,以便进行经济比较,同时还要在设计图中注明各部位所用材料的规格、品种和数量等。例如,对钢筋混凝土板涵和箱涵应列出混凝土的强度等级和钢筋的品种和型号,而对石拱涵还应列出各部位所用的石料的标号等。因此材料设计已成为小桥涵设计的重要环节之一。材料设计一般分为原材料选择和配合比设计。

## 7. 工程量计算

分步计算涵洞各组成部分的施工数量,为施工时的工程量和概预算提供依据。

# 第二节 小桥的组成与构造

## 一、小桥的组成

小桥是桥梁的一种,因此同大、中桥一样,亦是由上部构造(包括主要承重结构和桥面系)、

下部构造(包括桥台、桥墩及其基础)和附属构造(包括桥头路堤锥形护坡、护岸、导流工程等)组成。但不同类型的桥梁其中某些具体形式也不尽相同。例如梁式桥的基本组成可划分为桥面、桥墩、桥台、主梁、路堤、锥形护坡等,如图 1-4。

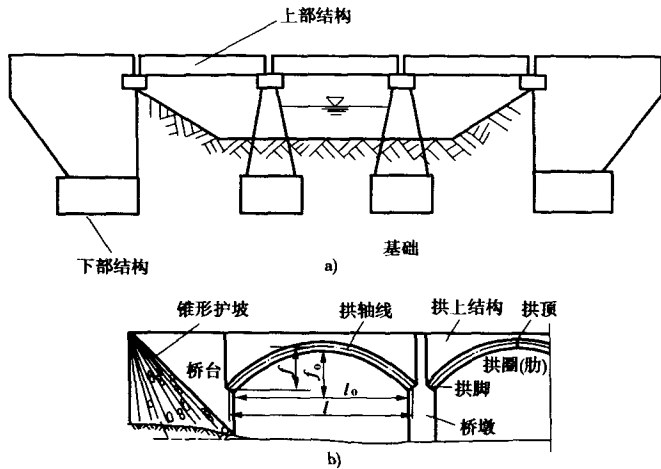


图 1-4 小桥的组成

a)梁桥的组成;b)拱桥的组成

1. 桥跨结构(或称上部结构):它是线路遇到障碍而中断时,跨越障碍的结构物,包括主要承重结构(如梁桥的主梁、主桁架及各种连结系,拱桥的主拱圈及拱上建筑)和桥面系(行车道部分)。

2. 下部结构:包括桥墩和桥台,桥台设在桥梁的两端,桥墩则在两桥台之间。桥墩的作用是支承桥跨结构,并将荷载传给基础的建筑物。桥台除了与桥墩一样支承桥跨结构和传递荷载外,还要抵御路堤土压力,防止路堤滑坡,并起连结桥与路的作用。

3. 基础:它是把桥梁上的全部荷载传给地基的结构物,位于桥梁墩台的下部,并与墩台连成一体,是保证桥梁安全使用的关键。

4. 附属构造:包括桥头路堤锥形护坡、护岸、导流工程等。

## 二、小桥的主要尺寸

1. 计算跨径  $l$ ——对于梁式桥为上部构造两支座中心的距离[图 1-5a)]。对于拱桥为拱圈的拱轴线两端点间的距离[图 1-5b)]。桥跨结构的力学计算是以计算跨径为准的。

2. 净跨径  $l_0$ ——梁式桥为设计洪水位线上相邻两桥墩(台)间的净距离。拱桥为拱脚最低处之间的水平距离。桥梁各孔净跨径的总和称为桥梁的总跨径,它反映桥梁排泄洪水的能力。

3. 桥梁全长  $L$ ——有桥台的桥梁为两岸桥台侧墙或八字墙尾端间的距离;无桥台的桥梁(如悬臂梁桥)为桥面系行车道长度。

4. 标准跨径  $l_b$ ——梁式桥、板式桥涵以两桥(涵)墩

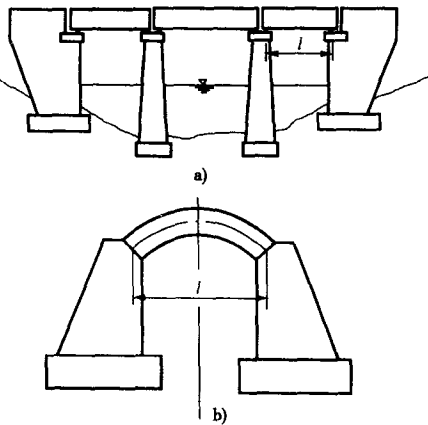


图 1-5

a)梁式桥的计算跨径;b)拱桥计算跨径

中线间距离或桥(涵)墩中线与台背前缘间距离为准;拱式桥涵、箱涵、圆管涵以净跨径为准。

标准设计或新建桥涵,当跨径在 60m 以下时,一般均应尽可能地采用标准跨径。

根据交通部《公路工程技术标准》(JTJ 001—97)规定,桥涵标准跨径规定为:0.75m、1.0m、1.25m、1.5m、2.0m、3.0m、4.0m、5.0m、6.0m、8.0m、10m、13m、16m、20m、25m、30m、35m、40m、45m、50m、60m。

在不致淤塞的情况下,灌溉涵洞的跨径可小于 0.75m,但以不小于 0.5m 为宜。

5. 桥梁建筑高度  $h$ ——桥面(或轨顶)对桥跨结构最低边缘的高差,叫桥梁建筑高度。公路(或铁路)定线中所确定的桥面(或轨顶)标高,对桥下通航必须的净空高度之差,称为容许的建筑高度。桥梁的建筑高度  $h$  不得大于它的容许建筑高度,否则不能保证桥下的通航要求。

6. 桥面净空——为了保证车辆及行人的安全通行,桥面以上应有一定的空间,叫桥面净空。桥面净空内不得有任何桥梁构件或其他任何装置。桥面净空主要指净宽和净高。

7. 桥下净空高度  $H_0$ ——跨越河流的桥梁是指上部构造最低边缘(拱桥为拱顶处底面)至设计洪水位或计算通航水位之间的距离。跨线桥是指上部构造最低边缘至桥下线路路面之间的距离。桥下净空高度不得小于船只或车辆通行所必须的净空要求。

8. 桥梁高度  $H$ ——对于跨越河流的桥梁是指行车道顶面至低水位(有时指河床最低点)之间的距离。对于跨线桥是指行车道顶面与桥下线路路面之间的距离。

### 第三节 涵洞的组成与构造

#### 一、涵洞的组成

涵洞是路基下的一个过水孔道,由洞身、洞口和基础等组成,如图 1-6 所示。洞身是形成过水孔道的主体。它一方面保证水流通过;另一方面也直接承受荷载压力和填土压力,并将其传给地基。洞身通常由承重结构物(如拱圈、盖板等)、涵台、基础以及防水层伸缩缝等部分构成。涵洞洞底还应铺砌并有适当的纵坡坡度,以利于排水,其最小坡度为 0.4%。

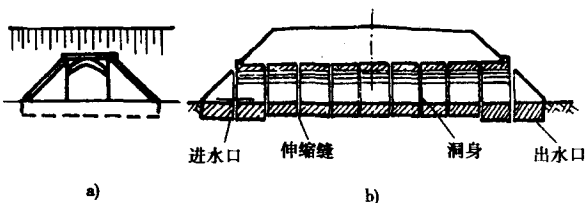


图 1-6 涵洞组成

a)洞口;b)纵断面

洞口是洞身、路基、河道三者的连接构造物。涵洞洞口形式较多,作用和特点各异。涵洞设计中洞口设计十分重要且洞口与洞身及基础需分别设计,施工时分别施工。修建洞口建筑首先是使涵洞与河道顺接,使水流进出顺畅;其次是确保路基边坡稳定,使之免受水流冲刷。位于涵洞上游侧的洞口称进水口;位于涵洞下游侧的洞口称为出水口。进水口设计中应能达到“束水导流”的作用,出水口应能起到“散水防冲”的作用。

#### 二、涵洞洞身的构造

##### (一)圆管涵

圆管涵的各部构造如图 1-7 所示。主要由管身、基础、接缝及防水层组成。

##### 1. 管身

管身是管涵的主体部分,通常由钢筋混凝土制成,管径有 0.50m、0.75m、1.00m、1.25m、

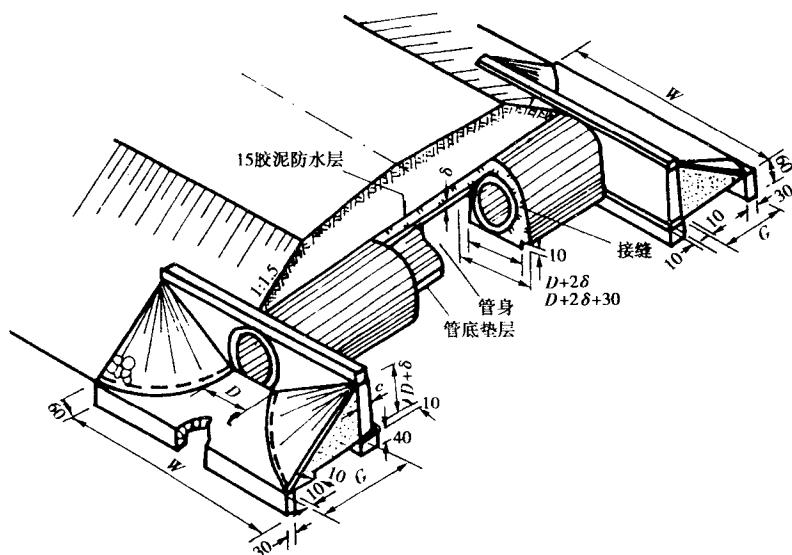


图 1-7 圆管涵各部分组成(尺寸单位:cm)

1.50m 五种。管身多采用预制安装,其预制长度通常有 0.5m、1.00m 和 2.00m 等几种。当管身直径  $D_0 < 0.5\text{m}$  时,可不加钢筋而用素混凝土;当直径  $D_0 = 0.5\text{m}$  时则采用单层钢筋;当直径在 0.75 ~ 1.50m 范围内时则应用双层钢筋。管身壁厚随管径大小和填土高度而异,见表 1-2。单孔及双孔圆管涵管身断面如图 1-8 所示。

管涵管壁厚度参考表

表 1-2

| $D_0$ (cm)    | 50 | 75 | 100 | 125 | 150 |
|---------------|----|----|-----|-----|-----|
| $\delta$ (cm) | 6  | 8  | 10  | 12  | 12  |

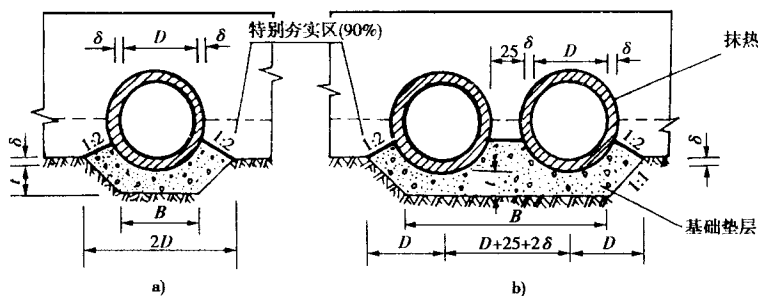


图 1-8 圆管涵构造图(尺寸单位:cm)

a)单孔;b)双孔

## 2. 基础

圆管涵视地基强度不同可有以下几种类型:

### (1)混凝土或浆砌片石基础

如图 1-8a),一般用于土质较软弱的地基上。基础厚度 20cm,基础顶面用素混凝土做成八字斜面,使管身和基础连接成一体。

### (2)垫层基础

在砂砾、卵石、碎石及密实均匀的粘土或砂土地基上,可采用砂砾石做垫层基础,如图 1-8。

垫层厚度  $t$  视土质情况决定。对于卵石、砾石、粗中砂及整体岩层地基取  $t = 0$ ; 对于亚砂土、粘土及破碎岩层地基取  $t = 15\text{cm}$ ; 在干燥地区的粘土、亚粘土、亚砂土及细砂地基取  $t = 30\text{cm}$ 。

### (3) 混凝土平整层

在岩石地基上, 可不做基础, 仅在圆管下铺一层垫层混凝土, 其厚度一般为大于等于  $5\text{cm}$ , 如图 1-9b)。

### 3. 接缝及防水层

圆管涵多采用预制拼装施工, 为防止圆管接头漏水, 应做接缝防水处理, 其形式有如下几种:

#### (1) 平口接头填缝

平口接头填缝有三种:

① 如图 1-10a), 接缝用热沥青浸炼过的麻絮填塞, 再用厚  $1 \sim 2\text{mm}$ 、宽  $15 \sim 20\text{cm}$  的铁片缠扎, 铁皮缠扎可做成两个半箍的形式, 然后夹起来。

② 如图 1-10b), 接缝用热沥青浸炼过的麻絮填塞, 然后用热沥青填充, 最后用涂满热沥青的油毛毡裹两层或用热沥青浸炼过的防水纸八层粘合在外表。

③ 图 1-10c) 为钢筋混凝土箍接头。涵管缝用沥青浸炼过的麻絮填塞后, 再套上钢筋混凝土箍。这种接头防水性好, 但由于加钢筋混凝土接头后, 纵向刚度增大, 使适应纵向变形能力变差, 在管身有较大不均匀沉陷时, 易导致管身开裂。

#### (2) 企口接头填缝

企口接头填缝亦有三种形式, 如图 1-11。圆管涵防水层一般用塑性粘土, 厚  $15 \sim 20\text{cm}$ 。

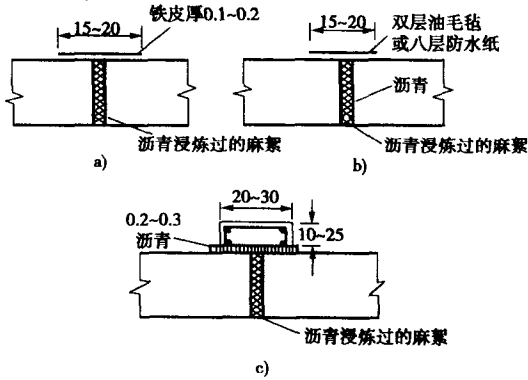


图 1-10 平口接头缝 (尺寸单位: cm)

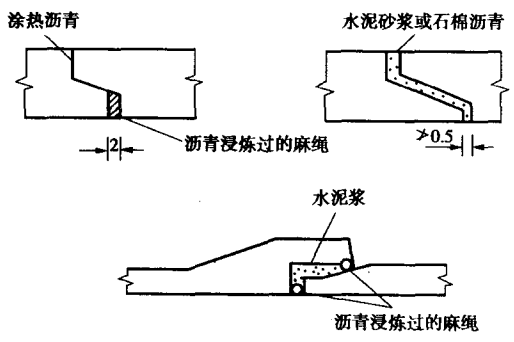


图 1-11 企口接头缝 (尺寸单位: cm)

## (二) 拱涵

拱涵一般分石拱涵、砖拱涵和钢筋混凝土拱涵, 这里主要介绍石拱涵的构造。拱涵各部构造如图 1-12, 主要由拱圈、护拱、拱上侧墙、涵台、基础、铺底、沉降缝及排水设施等部分组成。

### 1. 拱圈

如图 1-13, 拱圈是拱涵的承重结构部分, 可由石料、混凝土、砖等材料构成。其形状通常由圆弧和悬链线两种, 常采用等厚的圆弧拱。矢跨比常用:  $1/2$ 、 $1/3$ 、 $1/4$ 。一般不小于  $1/4$ 。矢跨比小于  $1/6$  的叫坦拱, 坦拱仅在建筑高度受限时采用。

石拱圈可有干砌和浆砌两种, 浆砌拱圈多用砂浆砌块片石。位于拱圈进出口处的拱石叫做拱口石, 拱涵的拱口石需用料石砌筑, 每一块拱口石的形状和大小应经过计算或放样确定。

尤其对于斜交涵洞或具有斜面坡挡墙时应经过严密的计算或图解来确定。

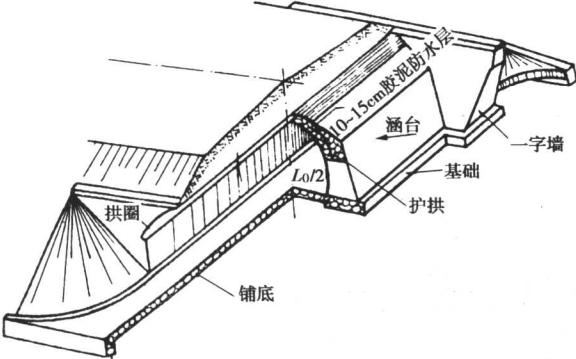


图 1-12 石拱涵构造

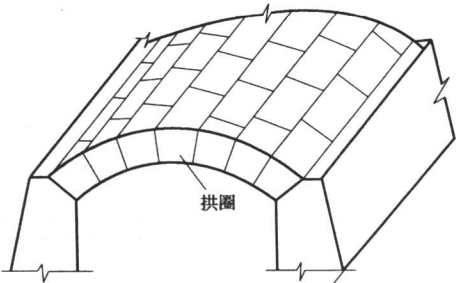


图 1-13 拱圈示意图

拱圈厚度可从有关标准图查得。

2. 护拱

如图 1-14,其作用主要是保护拱圈,防止活载冲击。通常用 M5 或 M7.5 号水泥砂浆砌片石构成。护拱高度一般为矢高之半。

3. 涵台、拱上侧墙

拱涵涵台和拱上侧墙的构造见图 1-15,拱涵涵台一般做成背坡为 4:1 的重力石涵台,其顶宽和高度在设计中应分别进行拟定和计算,拱涵涵台起拱面根据矢跨比和跨径来决定。拱上侧墙一般亦做成重力式挡墙形式,背坡和涵台相同,侧墙的高度一般为 0.5 ~ 2.0m,侧墙的顶宽一般为 40 ~ 50cm。拱涵涵台和拱上侧墙多用砂浆砌块片石构成。

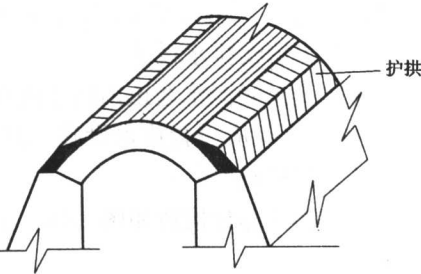


图 1-14 护拱示意图

4. 基础、铺底

拱涵涵台底面应设基础,以扩散地基应力,基础形式有整体式和分离式两种。整体式基础是指两涵台基础连为体的情形,多用于地基比较软弱的地段;分离式基础是指每个涵台底面各有自己的基础,一般适用于地基强度比较高的场合。

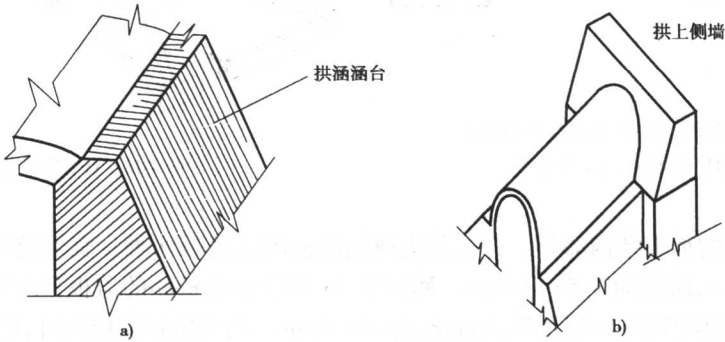


图 1-15 涵台和拱上侧墙的构造

a) 拱涵涵台构造; b) 拱涵拱上侧墙的构造

涵洞和小桥的根本区别不但是涵洞的跨径大小,而且涵洞一般不允许冲刷,因此,应有铺