



高职高专路桥类专业规划教材

GAOZHI GAOZHUAN LUQIAOLEI ZHUANYE GUIHUA JIAOCAI

桥涵工程

主 编 杨渡军 万 涛

副主编 孙 军 唐德兰 史洪江



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



高职高专路桥类专业规划教材

GAOZHI GAOZHUAN LUQIAOLEI ZHUANYE GUIHUA JIAOCAI

桥涵工程

主 编 杨渡军 万 涛

副主编 孙 军 唐德兰 史洪江



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书为高职高专路桥类专业规划教材之一。全书共分7章,包括桥梁构造及施工基础、桥梁下部结构、梁式桥、拱桥、其他桥型、桥面及附属工程施工和涵洞等内容。

本书可作为高职高专道路与桥梁工程技术专业、工程监理专业、工程造价专业等交通土建类专业教材,也可作为培训教材或自学用书,供工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

桥涵工程/杨渡军,万涛主编. —北京:中国电力出版社,2010.11

高职高专路桥类专业规划教材

ISBN 978-7-5123-0929-6

I. ①桥… II. ①杨… ②万… III. ①公路桥—桥涵工程—高等学校:专业学校—教材 IV. ①U448.14

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第192368号

中国电力出版社出版发行

北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>

责任编辑:王晓蕾 责任印制:郭华清 责任校对:朱丽芳

印刷厂印刷·各地新华书店经售

2011年2月第1版·第1次印刷

787mm×1092mm 1/16·20.75印张·502千字 1插页

定价:39.80元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

本社购书热线电话(010-88386685)

前 言

本书是根据“高职高专路桥类专业规划教材编写会”会议精神编写的。围绕教学的实际需要，本书在编写前进行了广泛的调查研究，进行了反复修改，最后成稿。

全书共分7章。第1章桥梁构造及施工基础，介绍桥梁构造与分类，模板、支架和拱架的设计及施工方法，钢筋工程，混凝土及钢筋混凝土施工，预应力混凝土施工和桥梁施工准备；第2章桥梁下部结构，介绍桥梁基础的构造及施工方法、桥梁墩台构造及施工方法；第3章梁式桥，介绍梁式桥的类型与特点、简支梁桥施工、连续梁桥施工和施工案例；第4章拱桥，介绍拱桥的构造、拱桥就地浇筑施工、缆索吊装施工、转体施工和施工案例；第5章其他桥型，介绍斜拉桥、悬索桥和刚构桥的构造及施工方法；第6章桥面及附属工程施工，介绍桥梁支座安装、桥面铺装施工和桥梁防护设施施工；第7章涵洞，介绍涵洞构造及施工方法。

桥涵工程是一门实践性很强的课程，实际教学中为弥补课堂教学的不足，除了安排必要的施工工地参观实习外，还可以大量利用多媒体手段放映一些桥涵工程的施工录像、图像等以提高学生的感性认识，最后通过综合实训提高学生的施工管理水平。

本书由重庆交通大学杨渡军、石家庄铁路职业技术学院万涛担任主编，重庆交通大学唐德兰、孙军和天津交通职业学院史洪江担任副主编，并负责全书统稿工作。具体分工情况如下：杨渡军负责本书的编写大纲和总体编写思路；第1章1.1、1.2节由四川交通职业技术学院赵凤杰编写，第1章1.3至1.6节由孙军编写；第2章2.1节由习淑娟编写，2.2节由王静编写；第3章由屈彦玲和史洪江编写；第4、5章由万涛编写；第6章由孙军编写；第7章由唐德兰编写。

限于编者学识水平，书中难免存在错误，敬请读者批评指正，以便修订。

编 者

目 录

前言

第 1 章 桥梁构造及施工基础	1
1.1 桥梁构造与分类	1
1.1.1 桥梁的基本组成部分	1
1.1.2 桥梁常用尺寸参数	3
1.1.3 桥梁的类型	4
1.2 模板、支架和拱架	7
1.2.1 支架、拱架和模板的种类、构造	8
1.2.2 模板、支架和拱架的设计	12
1.2.3 模板的制作与安装	16
1.2.4 支架和拱架的制作与安装	17
1.3 钢筋工程	19
1.3.1 钢筋的种类	19
1.3.2 钢筋的进场检验和存放	20
1.3.3 钢筋加工	21
1.3.4 钢筋的连接	22
1.3.5 钢筋骨架与钢筋网安装	23
1.4 混凝土及钢筋混凝土施工	24
1.4.1 混凝土浇筑前的准备工作	24
1.4.2 混凝土拌制、运输	25
1.4.3 混凝土浇筑工艺	26
1.4.4 混凝土的养护	28
1.4.5 混凝土质量控制	29
1.4.6 混凝土冬期施工	30
1.5 预应力混凝土施工	32
1.5.1 预应力钢筋的种类、加工	32
1.5.2 锚（夹）具、张拉机具的构造及使用方法	35
1.6 桥梁施工准备	38
1.6.1 技术准备	38
1.6.2 劳动组织准备和物资准备	40
1.6.3 施工现场准备	40
第 2 章 桥梁下部结构	42
2.1 桥梁基础	42
2.1.1 桥梁基础的类型及构造	42

2.1.2 明挖基础施工	47
2.1.3 桩基础施工	59
2.1.4 沉井基础施工	79
2.2 桥梁墩台施工	88
2.2.1 桥梁墩台及支座的类型与构造	88
2.2.2 桥梁墩台的施工	100
2.2.3 支座的安装	115
2.2.4 案例	116
复习思考题	122
第3章 梁式桥	123
3.1 梁式桥的类型与特点	123
3.1.1 梁桥的主要类型及其适用条件	123
3.1.2 梁式桥的受力特点	126
3.2 板桥的设计与构造	127
3.2.1 板桥的类型及其特点	128
3.2.2 整体式简支板桥的构造	129
3.2.3 装配式简支板桥的构造	130
3.3 钢筋混凝土简支T梁桥的设计与构造	133
3.3.1 构造布置及尺寸	133
3.3.2 主梁和横隔梁的钢筋构造	136
3.3.3 装配式T形梁的横向连接	138
3.4 预应力混凝土简支T梁的设计与构造	140
3.4.1 构造布置及其尺寸	140
3.4.2 配筋特点	141
3.5 其他体系梁桥简介	145
3.5.1 悬臂梁桥	145
3.5.2 连续梁桥	146
3.6 简支梁桥施工	147
3.6.1 简支梁预制	147
3.6.2 简支梁的架设	159
3.7 连续梁桥施工	168
3.7.1 连续梁桥预制装配式施工	168
3.7.2 连续梁桥就地浇筑施工	169
3.7.3 连续梁桥悬臂法施工	176
3.8 案例 铁路预应力混凝土装配式简支梁桥	186
复习思考题	198
第4章 拱桥	199
4.1 拱桥概述	199
4.1.1 拱桥的基本特点及其适用范围	199

4.1.2	拱桥的组成	199
4.1.3	拱桥的分类	200
4.2	拱桥的构造	201
4.2.1	主拱圈的构造	201
4.2.2	其他类型拱桥的构造	207
4.2.3	拱上建筑的构造	211
4.3	拱桥设计初步	218
4.3.1	拱桥的总体设计	218
4.3.2	拱轴线的选择及拱上建筑的布置	219
4.3.3	拱桥主要尺寸的拟定	220
4.4	拱桥就地浇筑施工	221
4.4.1	有支架的拱就地浇筑施工	221
4.4.2	拱桥的悬臂浇筑法施工	228
4.5	缆索吊装施工	230
4.6	转体施工	231
4.6.1	平面转体施工法	231
4.6.2	竖向转体施工法	232
4.6.3	平竖结合转体施工法	232
4.7	案例	233
4.7.1	菜园坝长江大桥	233
4.7.2	某桥缆索吊装施工步骤	234
	复习思考题	235
第5章	其他桥型	236
5.1	斜拉桥	236
5.1.1	斜拉桥的特点与构造	236
5.1.2	主塔施工	245
5.1.3	斜拉桥斜拉索施工	246
5.1.4	斜拉桥主梁施工	250
5.2	悬索桥	252
5.2.1	悬索桥的特点与构造	252
5.2.2	悬索桥主缆施工	259
5.2.3	悬索桥锚碇施工	263
5.2.4	悬索桥加劲梁的架设	265
5.3	刚构桥	266
5.3.1	刚构桥的构造与类型	267
5.3.2	刚构桥施工简介	273
5.4	案例	277
5.4.1	杭州钱塘江三桥	277
5.4.2	安溪凤城悬索桥悬吊结构吊装施工	278

复习思考题	280
第6章 桥面及附属工程施工	282
6.1 伸缩缝装置及安装	282
6.1.1 伸缩缝的基本概念	282
6.1.2 伸缩缝的分类	282
6.1.3 伸缩缝装置的安装	283
6.2 桥面铺装层施工	290
6.2.1 桥面铺装层的基本概念	290
6.2.2 桥面铺装层的施工	290
6.3 桥梁防护设施施工	291
6.3.1 防撞护栏	291
6.3.2 人行道、栏杆施工	292
复习思考题	293
第7章 涵洞	294
7.1 概述	294
7.1.1 涵洞的概念	294
7.1.2 涵洞分类	294
7.2 涵洞的构造与设计	295
7.2.1 洞身构造	296
7.2.2 洞口建筑	301
7.2.3 进出水口河床加固处理方法	304
7.2.4 涵洞的基础	306
7.2.5 涵洞的设计	307
7.3 涵洞施工技术	311
7.3.1 施工前的准备	311
7.3.2 不同形式的涵洞施工技术	311
7.3.3 涵洞附属工程施工	317
复习思考题	320
参考文献	321

第 1 章 桥梁构造及施工基础

1.1 桥梁构造与分类

在公路建设中，为跨越各种障碍（如江河、山谷或其他线路等）、保证道路的连续，需要修建各种桥梁或涵洞。桥梁既要保证桥上的交通运行，也要保证通常状况下水流的宣泄、船只的通航和车辆的通行。

1.1.1 桥梁的基本组成部分

1. 梁桥的基本组成

一般来讲，桥梁由以下几个部分组成（图 1-1）。

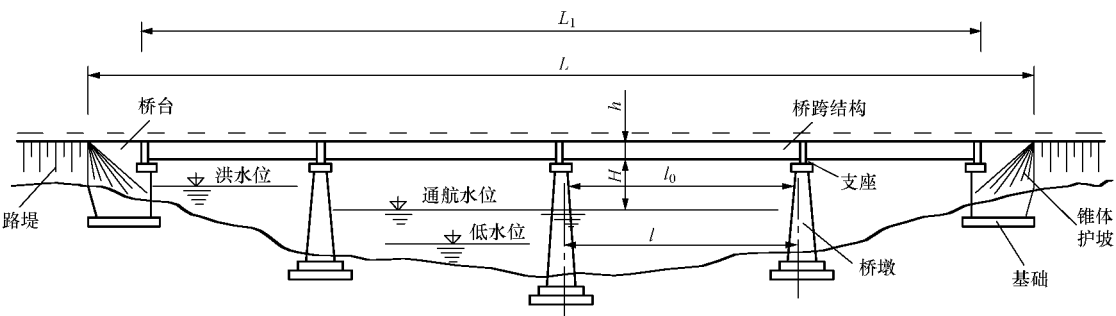


图 1-1 桥梁的基本组成

（1）桥跨结构（也称桥孔结构、上部结构）。桥跨结构是指桥梁结构中直接承受车辆和其他荷载，并跨越各种障碍物的主要承重结构。桥跨结构的主要作用是跨越山谷、河流及各种障碍物，并将其直接承受的各种荷载通过桥梁支座传递到下部结构上去，同时保证桥上交通能在一定条件下正常安全运行。

（2）下部结构。下部结构是由桥墩、桥台和基础组成的。桥墩和桥台是支承桥跨结构并将上部恒载和车辆等荷载传至地基的结构物。

桥台设在桥梁两端，桥墩设在两桥台之间。桥墩的作用是支承桥跨结构；而桥台除支承桥跨结构外，还要与路堤相接，并防止路堤滑塌。为了保护桥台和路堤填土，桥台两侧常做一些防护和导流工程。

桥梁墩台底部与地基相接触的结构部分称为墩台基础，是保证桥梁墩台基础安全并将荷载传递至地基的结构部分。基础工程在整个桥梁施工中是比较困难的部分，而且经常需要在水下施工，因而遇到的问题也很复杂。

（3）支座。桥梁支座设在墩（台）顶。桥梁支座的主要作用是将桥跨结构上部恒载与活载反力传递到桥梁的墩台上去。同时保证桥跨结构所要求的位移与转动，以便使结构的实际

受力情况与计算的理论公式相符合。

(4) 附属设施。桥梁的基本附属设施有桥面系、桥梁与路堤衔接处的桥头搭板、桥台的锥形护坡、护岸、挡土墙、导流结构物和检查设备等。

2. 拱桥的基本组成

公路拱桥主要由上部结构（拱圈）、桥墩、桥台和墩台基础等组成（图 1-2）。

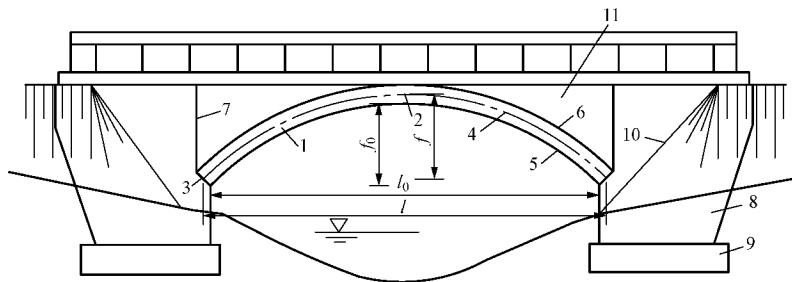


图 1-2 拱桥的基本组成

1—主拱圈；2—拱顶；3—拱脚；4—拱轴线；5—拱腹；6—拱背；
7—伸缩缝；8—桥台；9—基础；10—锥坡；11—拱上建筑

3. 公路桥梁桥面组成

桥面直接与车辆、行人接触，它对桥梁的主要结构起保护作用，使桥梁能够正常使用。

钢筋混凝土和预应力混凝土桥的桥面系通常包括桥面铺装、排水和防水系统、伸缩缝、人行道（或安全带）、缘石、栏杆和照明系统等构造（图 1-3）。

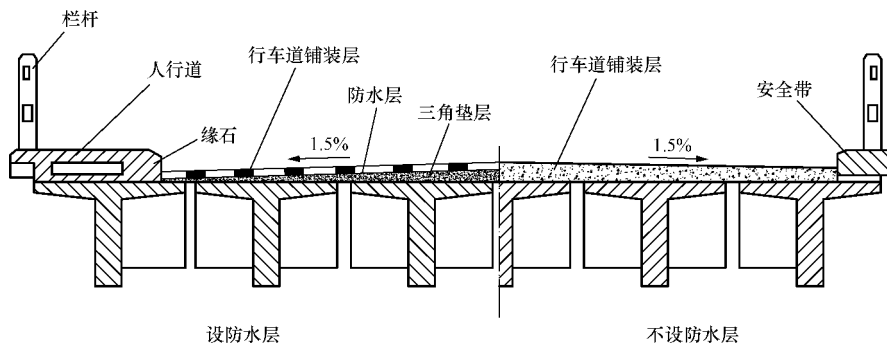


图 1-3 公路桥面一般构造

(1) 桥面铺装（也称行车道铺装）。是车轮直接作用的部分，其作用在于防止车辆轮胎直接磨损属于承重结构的行车道板（即主梁上翼缘），保护主梁免受雨水侵蚀，并对车辆轮重的集中荷载起到一定的扩散作用。因此，对桥面铺装材料，要求有一定的强度，不易开裂，并耐磨。

(2) 排水和防水系统。为防止桥面积水并渗入梁体而影响桥的耐久性，除在桥面铺装内设置防水层，桥面上设置纵横坡排水外，常常需要设置一定数量的泄水管，使桥上的雨水被迅速引导排出桥外，形成一个完整的排水系统。

(3) 伸缩缝。桥跨结构在气温变化、活载作用、混凝土收缩和徐变等影响下将会发生伸

缩变形,为满足结构变形、防止应力产生,就要在相邻两梁端之间,或梁端与桥台之间设置断缝,称为伸缩缝。同时桥面又能保证车辆平顺通过,在伸缩缝处需设置伸缩装置。

(4) 栏杆(或防撞护栏)。既是保证安全的构造措施,也是有利于观赏的最佳装饰件。

(5) 灯光照明。现代城市中,大型桥梁通常是一个城市的标志性建筑,大多装置了灯光照明系统,成为城市夜景的组成部分。

1.1.2 桥梁常用尺寸参数

河流中的水位是变化的,枯水季节的最低水位称为低水位;洪峰季节河流中的最高水位称为高水位;桥梁设计中按规定的设计洪水频率计算所得的高水位,称为设计洪水位;通航水位是指在各级航道中能保持船舶正常通航的水位。

下面介绍一些与桥梁布置和结构有关的主要尺寸和名词术语。

计算跨径:用 L_j 表示,如图1-1所示。对于有支座的桥梁,是指桥跨结构相邻两个支座中心之间的水平距离;对于不设支座的桥梁,是指支承中心之间的距离;如图1-2所示的拱式桥,是两相邻拱脚截面形心点之间的水平距离,也就是拱轴线两端点之间的水平距离。桥跨结构的力学计算是以计算跨径为基准的。

净跨径:用 l_0 表示。对于梁式桥,是指设计洪水位或通航水位线上两个相邻桥墩(或桥台)之间的水平净距;对于拱式桥,是指每孔拱跨两个拱脚截面最低点之间的水平距离(图1-2)。

标准跨径:对于梁式桥或板式桥,是指两相邻桥墩中线之间桥中心线长度,或桥墩中线至桥台台背前缘之间桥中心线长度;对于拱桥、涵洞,则是指净跨径。JTG D60—2004《公路桥涵设计通用规范》规定,当标准设计或新建桥涵的跨径在50m以下时,宜采用标准化跨径。桥涵标准化跨径有0.75m、1.0m、1.25m、1.5m、2.0m、2.5m、3.0m、4.0m、5.0m、6.0m、8.0m、10m、13m、16m、20m、25m、30m、35m、40m、45m、50m,共21级。

总跨径是指多孔桥梁中各孔净跨径的总和,也称桥梁孔径($\sum l_0$),它反映了桥下宣泄洪水的能力。

桥梁全长简称桥长。对于有桥台的桥梁,是指桥梁两端两个桥台侧墙或八字墙尾端间的距离,用 L 表示。对于无桥台的桥梁,为桥面系行车道长度。

桥梁总长是指两桥台台背前缘间距离,用 L_1 表示。

桥梁高度简称桥高,是指桥面与低水位之间的高差,或为桥面与桥下线路路面之间的距离。桥高在某种程度上反映了桥梁施工的难易程度。

桥下净空高度是指设计洪水位或设计通航水位与桥跨结构最下缘之间的高差,用 H 表示。它应保证能完全排洪,并不得小于对该河流通航所规定的净空高度。

建筑高度是指桥面(或轨顶)至桥跨结构最下缘之间的距离,用 h 表示。

容许建筑高度是指公路(或铁路)定线中所确定的桥面(或轨顶)标高,对通航净空顶部标高之差。

净矢高是从拱顶截面下缘至相邻两拱脚截面下缘最低点之连线的垂直距离,用 f_0 表示(图1-2)。

计算矢高是从拱顶截面形心至相邻两拱脚截面形心之连线的垂直距离,用 f 表示。

矢跨比是拱桥中拱圈（或拱肋）的计算矢高 f 与计算跨径 l 之比（ f/l ），也称拱矢度。它是反映拱桥受力特性的一个重要指标。

1.1.3 桥梁的类型

JTG D60—2004《公路桥涵设计通用规范》规定的桥涵设计洪水频率见表 1-1。

表 1-1

桥 涵 设 计 洪 水 频 率

公路等级	设 计 洪 水 频 率				
	特大桥	大桥	中桥	小桥	涵洞及小型排水构造物
高速公路	1/300	1/100	1/100	1/100	1/100
一级公路	1/300	1/100	1/100	1/100	1/100
二级公路	1/100	1/100	1/100	1/50	1/50
三级公路	1/100	1/50	1/50	1/25	1/25
四级公路	1/100	1/50	1/50	1/25	不作规定

桥梁有很多分类方式，人们通常根据桥梁的结构形式、所用材料、所跨越的障碍以及其用途、跨径大小等对桥梁进行不同的分类。

1. 桥梁的基本体系

结构工程上的受力构件，总离不开拉、压和弯三种基本受力方式。由基本构件所组成的各种结构物，在力学上也可归结为梁式、拱式、悬吊式三种基本体系以及它们之间的各种组合。现代的桥梁结构也一样，不过其内容更丰富，形式更多样。

（1）梁式桥（图 1-4）。梁式桥是一种竖向荷载的作用下无水平反力的结构。由于荷载的作用方向与承重结构的轴线接近垂直，故与同样跨径的其他结构体系相比，梁内产生的弯矩最大，通常需用抗弯能力强的材料（钢、木、钢筋混凝土等）来建造。为了节约钢材和木料，目前在公路上应用最广的是预制装配式的钢筋混凝土简支梁桥。对于很大的跨径以及承受很大作用的特大桥梁可建造钢桥以外，目前也往往修建使用高强度的预应力混凝土梁桥。

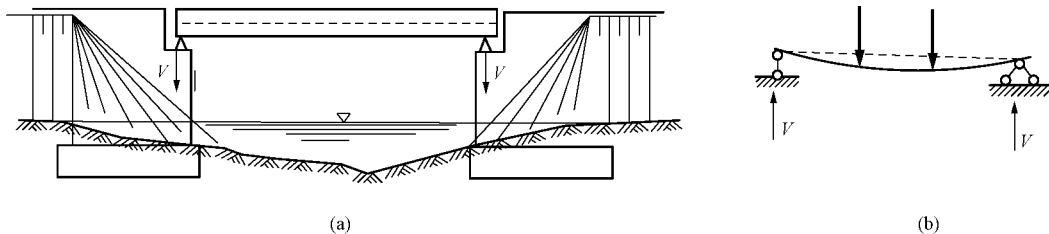


图 1-4 梁式桥

（2）拱式桥（图 1-5）。拱式桥的主要承载结构是拱圈或拱肋。这种结构在竖向荷载作用下，拱圈主要承受压力，但也承受弯矩；桥墩或桥台除了承受竖向力外，还将承受水平推力。同时，这种水平推力将显著抵消荷载引起的拱圈（或拱肋）内的弯矩作用。因此，与同跨径的梁相比，拱的弯矩和变形要小得多。鉴于拱桥的承重结构以受压为主，通常可用抗压能力强的砌体材料（如砖、石、混凝土）和钢筋混凝土等来建造。

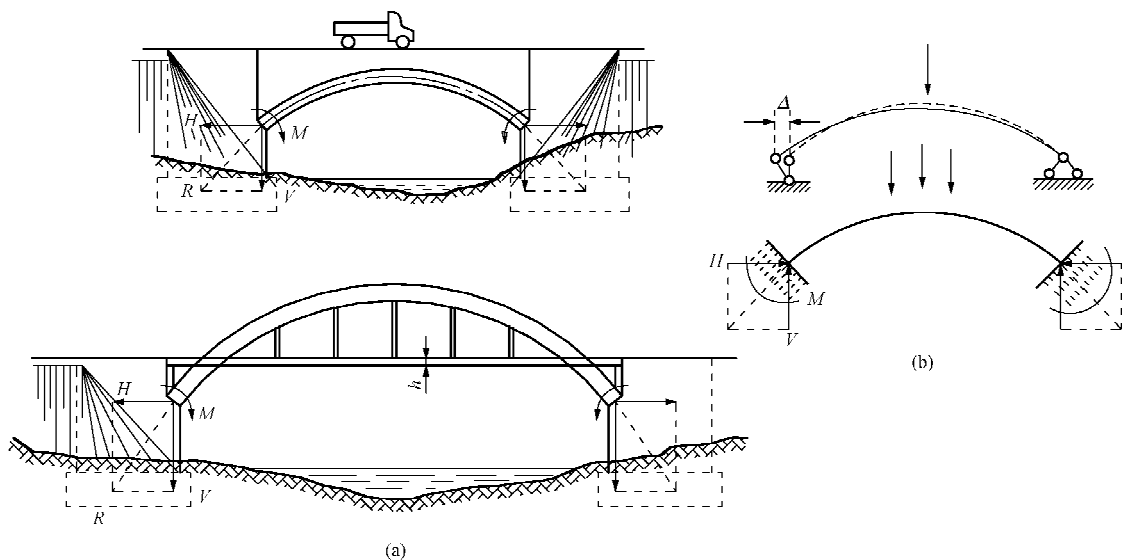


图 1-5 拱式桥

(3) 刚架桥 (图 1-6)。刚架桥的主要承重结构是梁 (或板) 和立柱 (或竖墙) 整体结合在一起的刚架结构, 梁和柱的连接处具有很大的刚性。这种结构在竖向荷载作用下, 梁部主要受弯, 而在柱脚处也具有水平反力, 其受力状态介于梁桥和拱桥之间。因此, 对于同样的跨径, 在相同作用的作用下, 刚架桥的跨中正弯矩要比一般梁桥的小。

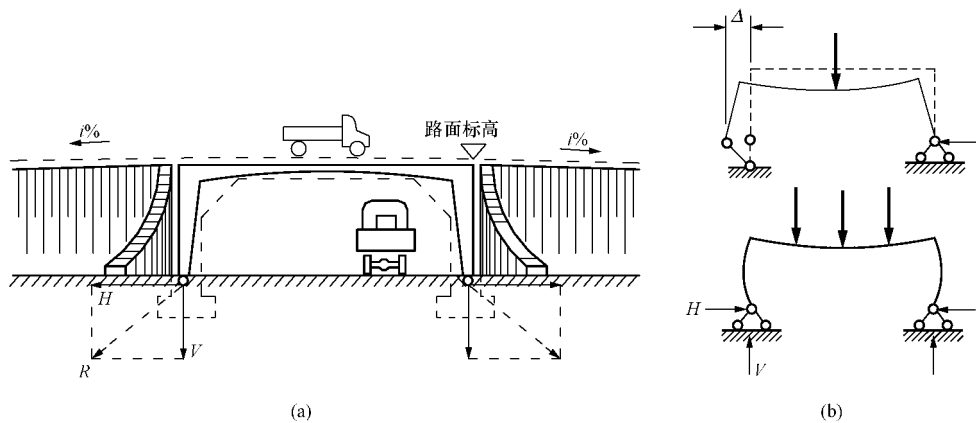


图 1-6 刚架桥

(a) 刚架桥结构形式; (b) 受力简图

刚架桥大多做成超静定的结构形式, 在混凝土收缩徐变、温度变化、墩台不均匀沉陷和预施应力等因素的作用下, 内部会产生较大的附加内力。在施工过程中, 当结构体系发生体系转换时, 徐变也会引起附加内力。刚架桥的缺点是施工比较困难, 如用普通钢筋混凝土修建, 梁柱刚结处较易产生裂缝。

(4) 悬索桥 (图 1-7)。悬索桥是以悬挂在两边塔架上的强大缆索作为主要承重构件的桥梁结构。在竖向荷载的作用下, 通过吊杆使缆索承受很大的拉力, 通常就需要在两岸桥台

的后方修筑非常巨大的锚碇结构。吊桥也是具有水平反力（拉力）的结构。现代的悬索桥上，广泛采用高强度钢丝编制的钢缆，以充分发挥其优异的抗拉性能，因此结构自重较轻，能以较小的建筑高度跨越其他任何桥型不可比拟的特大跨度。其经济跨径在 500m 以上。

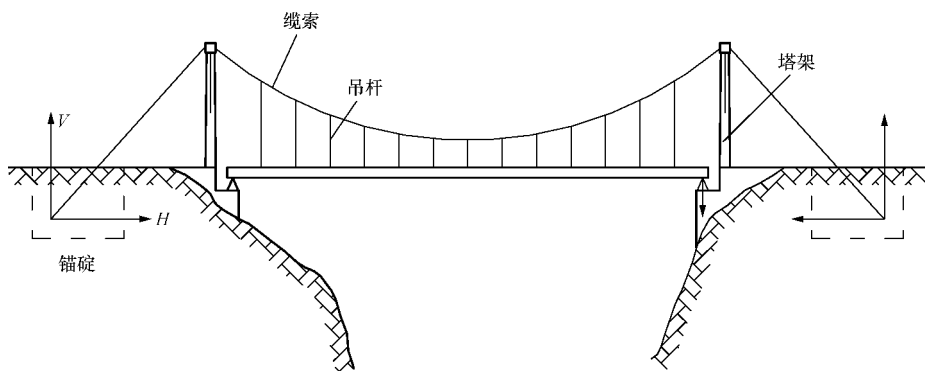


图 1-7 悬索桥

(5) 组合体系桥。根据结构的受力特点，由两种以上不同受力体系的结构组合而成的桥梁称为组合体系桥。

1) 梁、拱组合体系（图 1-8）。这类体系中有系杆拱、桁架拱、多跨拱梁结构等。它们是利用梁的受弯与拱的承压特点组成联合结构。在预应力混凝土结构中，因梁体内可储备巨大的压力来承受拱的水平推力，使这类结构既具有拱的特点，而又非推力结构，对地基要求不高。这种结构施工比较复杂，一般用于城市跨河桥上。

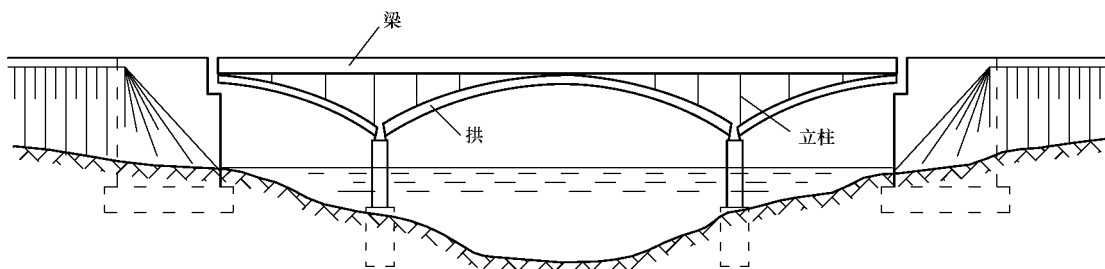


图 1-8 梁、拱组合体系

2) 斜拉桥（图 1-9）。它是由承压的塔、受拉的索与承弯的梁体组合起来的一种结构体系。由于斜拉索将主梁吊住，使主梁变成多点弹性支承连梁工作，由此减少主梁截面，增加桥跨跨径。斜拉桥刚度大，造价低，且跨度发展越来越大。与悬索桥比，它是一种自锚体系，不需昂贵的地锚基础；防腐技术要求比悬索桥低，从而降低索的防腐费用；刚度比悬索桥好，抗风能力也比悬索桥好；可用悬臂施工工艺，施工不妨碍通航；钢索用量比悬索桥少。从经济上看，斜拉桥比悬索桥经济。

2. 桥梁的其他分类简述

除了上述按受力特点将桥梁分成不同结构体系外，人们还习惯地按照桥梁的用途、规模和建桥材料等其他方面来进行分类。

(1) 按用途划分，可分为公路桥、铁路桥、公路铁路两用桥、农桥、人行桥、运水桥

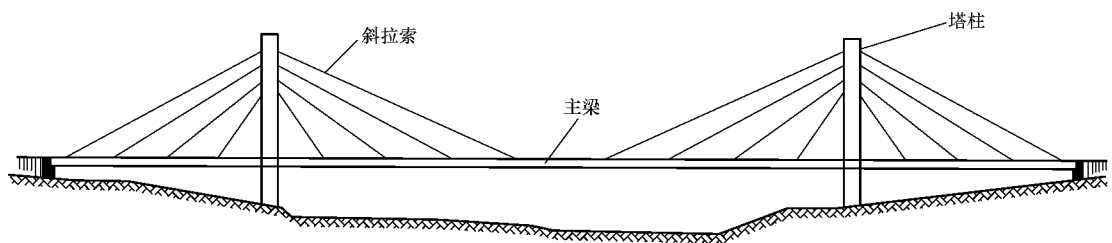


图 1-9 斜拉桥

(渡槽) 及其他专用桥梁 (如通过管路、电缆等)。

(2) 按主要承重结构所用材料划分, 可分为木桥、圬工桥 (包括砖、石、混凝土桥)、钢筋混凝土桥、预应力混凝土桥、钢桥、钢-混凝土组合桥等。由于木材易腐烂, 而且资源有限, 因此除了少数临时性桥和林区桥梁外, 木桥一般不用于建造永久件桥梁。

(3) 按桥梁全长和跨径的不同划分, 可分为特大桥、大桥、中桥和小桥。我国 JTG D60—2004 《公路桥涵设计通用规范》对特大、大、中、小桥及涵洞按单孔跨径或多孔跨径总长分类的规定见表 1-2。

表 1-2

桥 梁 涵 洞 分 类

桥涵分类	多孔跨径总长 L/m	单孔跨径 L_k/m	桥涵分类	多孔跨径总长 L/m	单孔跨径 L_k/m
特大桥	$L>1000$	$L_k>150$	小 桥	$8\leq L\leq 30$	$5\leq L_k<20$
大 桥	$100\leq L\leq 1000$	$40\leq L_k\leq 150$	涵 洞	—	$L_k<5$
中 桥	$30<L<100$	$20\leq L_k<40$			

(4) 按跨越障碍的性质划分, 可分为跨河桥、跨线桥 (立体交叉)、高架桥和栈桥。高架桥一般指跨越深沟峡谷以代替高路堤的桥梁。为将车道升高至周围地面以上并使下面的空间可以通行车辆或做其他用途 (如堆栈、码头等) 而修建的桥梁, 称为栈桥。

(5) 按行车道的位置划分, 可分为上承式桥、下承式桥和中承式桥。桥面布置在主要承重结构之上者称为上承式桥, 桥面布置在承重结构之下的称为下承式桥, 桥面布置在桥跨结构高度中间的称为中承式桥。

上承式桥结构简单, 施工方便, 主梁和拱肋的数量和间距可按需要调整, 承重结构宽度可做得小些, 因而可节省墩台圬工数量。同时, 在上承式桥上行车时, 视野开阔, 视觉舒适。所以公路桥梁一般采用上承式桥。上承式桥不足之处是桥梁的建筑高度较大。

在建筑高度受严格限制以及修建上承式桥必须提高路面标高而显著增大桥头路堤土方量时, 就应采用下承式桥或中承式桥。

(6) 按特殊使用条件划分, 可分为固定式桥梁、开启桥、浮桥、浸水桥等。

除上述桥梁分类方法外, 还有按桥梁使用时间长短划分的永久性桥梁和临时性桥梁, 按平面形状划分的直线桥、斜桥、弯桥等。

1.2 模板、支架和拱架

在桥梁的施工中, 常采用就地浇筑的施工方法, 常常需用大量的模板支架。在支架上砌

筑施工石拱桥、混凝土预制块等圬工拱桥时,砌筑施工需要在桥位搭设较强大的拱架,然后在拱架上进行砌筑。

1.2.1 支架、拱架和模板的种类、构造

1. 支架

支架按其构造分为立柱式、梁式支架和梁-柱式支架;按材料可分为木支架、钢支架、钢木混合支架和万能杆件拼装的支架等。通常支架按其构造划分。图 1-10 为各种支架的构造简图。

(1) 立柱式支架 [图 1-10 (a)、(b)]。立柱式支架构造简单,可用于陆地或不通航河道以及桥墩不高的小跨径桥梁施工。支架通常由排架和纵梁等构件组成。排架由枕木或桩、立柱和盖梁组成。一般排架间距 4m,桩的入土深度按施工设计要求设置,但不小于 3m。当水深大于 3m 时,桩要用拉杆加强。一般需在纵梁下布置卸落设备。

立柱式支架也可采用 $\phi 8$,壁厚 3.5mm 的钢管搭设。水中支架需先设置基础、排架桩,钢管支架在排架上设置。陆地现浇桥梁可在整平的地基上铺设碎石层或砂砾石层,在其上浇筑混凝土作为支架的基础,钢管排架纵、横向密排,下设槽钢支承钢管,钢管间距依桥高及现浇梁自重、施工荷载的大小而定,通常为 0.4~0.8m。钢管由扣件接长或搭接,上端用可调节的槽形顶托固定纵、横木龙骨,形成立柱式支架。搭设钢管支架要设置纵、横向水平杆加劲,桥较高时还需加剪刀撑,水平加劲杆与剪刀撑均需用扣件与立柱钢管连成整体。排架顶标高应考虑设置预拱度。

方塔式重力支撑脚手架是一种轻型支架,采用焊接钢管制成的方塔,上下均有可调底座和顶托,高度可由标准架组拼调整,方塔间用连接杆连成整体。通过测试,每个单元塔架安全承载力约 180kN。这种支架装拆方便,用钢量少,通常可在高度 5m 以下的支架上使用。塔架一般需加设水平加劲及剪刀加劲杆;高桥、重载不宜采用。

(2) 梁式支架 [图 1-10 (c)、(d)]。根据跨径不同,梁可采用工字钢、钢板梁或钢桁梁。一般工字钢用于跨径小于 10m,钢板梁用于跨径小于 20m,钢桁梁用于跨径大于 20m 的情况。梁可以支承在墩旁支柱上,也可支承在桥墩上预留的托架或支承在桥墩处的横梁上。

(3) 梁-柱式支架 [图 1-10 (e)、(f)]。当桥梁较高、跨径较大或必须在支架下设孔通航或排洪时可用梁-柱式支架。梁支承在桥墩台以及临时支柱或临时墩上,形成多跨的梁-柱式支架。

2. 拱架

拱架按结构分有支柱式、撑架式、扇形、组合式拱架、桁式拱架等;按材料分有木拱架、钢拱架、竹拱架和土牛拱胎。所谓土牛拱胎是在缺乏钢木地区,先在桥下用土或砂、卵石填筑一个土胎(俗称土牛),然后在上面向筑拱圈,待拱圈完成后将填土清除。

木拱架的加工、制作简单,架设方便,但耗材较多,有时每立方拱圈要用 0.7m^3 木材,当前已不多用。目前多采取钢、木混合拱架,以减少木材用量。钢拱架多用常备构件拼装,虽一次投资大,但可多次周转使用,宜在多跨拱桥中选用。

(1) 支柱式木拱架 [图 1-11 (a)]。其支柱间距小,结构简单且稳定性好,适于干岸河滩和流速小、不受洪水威胁、不通航的河道上使用。拱架一般可分为上下两部分,上部为拱架、下部为支架。上下部之间设置卸落设备。

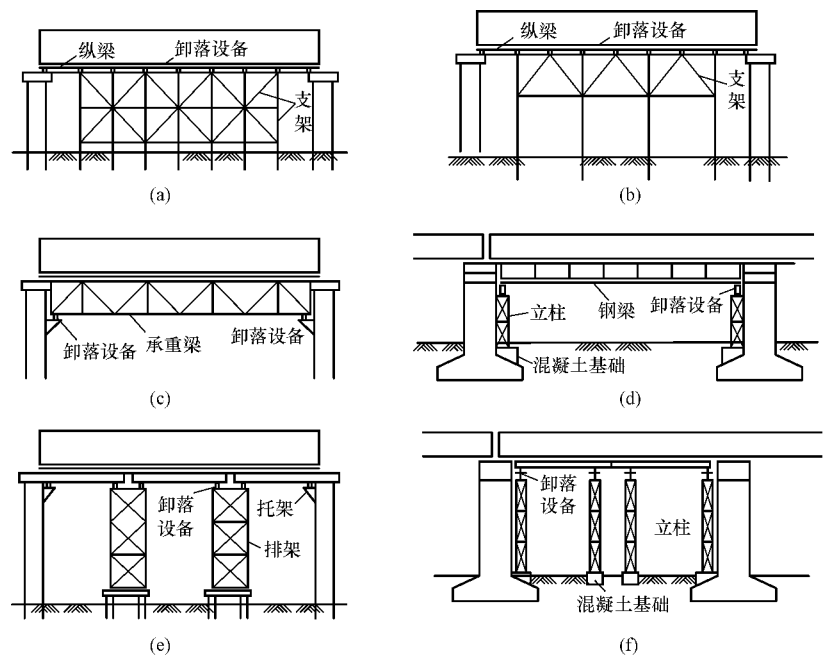


图 1-10 常用支架的主要构造
(a)、(b) 立柱式；(c)、(d) 梁式；(e)、(f) 梁-柱式

(2) 撑架式木拱架 [图 1-11 (b)]。其构造较为复杂，但支点间距可较大，对于较大跨径且桥墩较高时，可节省木材并可适应通航。

(3) 扇形拱架 [图 1-11 (c)]。它是从桥中的一个基础上设置斜杆，并用横木连成整体的扇形，用以支承砌筑的施工荷载。扇形拱架比撑架式拱架更加复杂，但支点间距可以比撑架式拱架更大些，尤宜在拱度很大时采用。

(4) 钢木组合拱架 [图 1-11 (d)]。它是在木支架上用钢梁代替木斜梁，可以加大支架的间距，减少材料用量。在钢梁上可设置变高的横木形成拱度，并用以支承模板。

也有用钢桁梁或贝雷梁与钢管脚手架组拼的拱架，它是在钢桁梁形成的平台上搭设立柱式钢管组成的。如贵州省建造的跨径 40m 双曲拱桥，广东省建造的清远北江大桥（为跨径 $3\times 45\text{m}+8\times 70\text{m}+4\times 45\text{m}$ ，全长 1058m 的刚木架拱桥）均采用这种类型的钢木组合拱架。

(5) 钢桁式拱架。通常用常备拼装式桁架拼成拱形拱架，即拱架由标准节段、拱顶段、拱脚段和连接杆等以钢销或螺栓连接而成。为使拱架能适应施工荷载产生的变形，一般拱架采用三铰拱。拱架在横向可由若干组拱片组成，每组的拱片数及组数依桥梁跨径、荷载大小和桥宽而定，各组间可用横向连接系连成整体。

桁式钢拱架也可用装配式公路钢桥桁架节段拼装组成或用万能杆件拼装组成。

3. 模板

模板的种类很多。若按施工方法分类可以分为固定式、整体式、拼装式等；按使用材料分可分为钢模板、木模板、钢木组合模板、覆膜竹胶模板、土模板、土木组合模板、充气橡