



面向 21 世纪课程教材



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

高校土木工程
专业指导委员会规划推荐教材

混凝土结构

下册

混凝土公路桥设计

(第四版)

东南大学 同济大学 天津大学 合编

清华大学 主审

中国建筑工业出版社

面向 21 世纪 课 程 教 材

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

高校土木工程专业指导委员会规划推荐教材

混 凝 土 结 构

下册 混凝土公路桥设计

(第四版)

东南大学	程文灏	叶见曙	
同济大学	颜德姮		主编
天津大学	王铁成		
清华大学	江见鲸		主审

中国建筑工程工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

混凝土结构. 下册, 混凝土公路桥设计/东南大学, 同济大学, 天津大学合编. —4 版. —北京: 中国建筑工业出版社, 2008

面向 21 世纪课程教材. 普通高等教育“十一五”国家级规划教材. 高校土木工程专业指导委员会规划推荐教材
ISBN 978-7-112-10128-3

I. 混… II. ①东…②同…③天… III. ①混凝土结构-结构设计-高等学校-教材②钢筋混凝土桥-设计-高等学校-教材 IV. TU37

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 113260 号

面向 21 世纪课程教材 普通高等教育“十一五”国家级规划教材 高校土木工程专业指导委员会规划推荐教材

混凝土结构

下册 混凝土公路桥设计

(第四版)

东南大学	程文灏	叶见曙	
同济大学	颜德姮		主编
天津大学	王铁成		
清华大学	江见鲸		主审

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)
各地新华书店、建筑书店经销
北京红光制版公司制版
北京市彩桥印刷有限责任公司印刷

*

开本: 787×960 毫米 1/16 印张: 28½ 字数: 572 千字

2008 年 11 月第四版 2008 年 11 月第十一次印刷

定价: 45.00 元

ISBN 978-7-112-10128-3

(16931)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本教材分为上、中、下三册。此次修订全面参照最新的国家规范和标准对全书内容进行了梳理、充实和重新编排,使本教材能更好地适应当前混凝土结构课程教学发展的需要。上册混凝土结构设计原理,主要讲述基本理论和基本构件;中册混凝土结构与砌体结构设计,主要讲述楼盖、单层厂房、多层框架、高层建筑;下册为混凝土公路桥设计。

下册共分5章,主要结合《公路桥涵设计通用规范》(TJG D60—2004)、《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTJ D62—2004)和《公路圬工桥涵设计规范》(JTJ D61—2005)编写,内容包括:公路混凝土桥总体设计、公路混凝土桥结构的设计原理、混凝土梁式桥、混凝土拱式桥、桥墩与桥台等。

本教材可作为高校土木工程专业教材,也可供从事混凝土结构设计、制作、施工等工程技术人员参考。

* * *

责任编辑:朱首明 王跃 吉万旺

责任设计:赵明霞

责任校对:刘钰 陈晶晶

上一版前言

本教材是教育部、建设部共同确定的“十五”国家级重点教材，也是我国土木工程专业指导委员会推荐的面向 21 世纪的教材。

本教材是根据全国高校土木工程专业指导委员会审定通过的教学大纲编写的，分上、中、下册，上册为《混凝土结构设计原理》，属专业基础课教材，主要讲述基本理论和基本构件；中册为《混凝土建筑结构设计》，属专业课教材，主要讲述楼盖、单层厂房、多层框架、高层建筑；下册为《混凝土桥梁设计》，也属专业课教材，主要讲述公路桥梁的设计。

编写本教材时，注意了以教学为主，少而精；突出重点、讲清难点，在讲述基本原理和概念的基础上，结合规范和工程实际；注意与其他课程和教材的衔接与综合应用；体现国内外先进的科学技术成果；有一定数量的例题，每章都有思考题，除第 1 章外，每章都有习题。

本教材的编写人员都具有丰富的教学经验，上册主编：程文灏、康谷贻、颜德姮；中、下册主编：程文灏、颜德姮、康谷贻。参加编写的有：王铁成（第 1、2、3 章）、陈云霞（第 1、2 章）、杨建江（第 4、8 章）、顾蕙若（第 5 章）、李砚波（第 6、7 章）、康谷贻（第 6、7、8 章）、蒋永生（第 9 章）、高莲娣（第 10 章）、颜德姮（第 10 章）、叶见曙（第 11、16 章）、程文灏（第 11、13 章）、邱洪兴（第 12 章）、曹双寅（第 13 章）、张建荣（第 14、15 章）、陆莲娣（第 16 章）、朱征平（第 16 章）。全书主审：江见鲸。

原三校合编，清华大学主审，中国建筑工业出版社出版的高等学校推荐教材《混凝土结构》（建筑工程专业用），1995 年荣获建设部教材一等奖。本教材是在此基础上全面改编而成的，其中，第 11 章是按东南大学叶见曙教授主编的高等学校教材《结构设计原理》中的部分内容改编的。

本教材已有近 30 年的历史，在历届专业指导委员会的指导下，四校的领导 and 教师紧密合作，投入很多精力进行了三次编写。在此，特向陈肇元、沈祖炎、江见鲸、蒋永生等教授及资深前辈：吉金标、蒋大骅、丁大钧、滕智明、车宏亚、屠成松、范家骥、袁必果、童啟明、黄兴棣、赖国麟、储彭年、曹祖同、于庆荣、姚崇德、张仁爱、戴自强等教授，向中国建筑科学研究院白生翔教授、清华大学叶列平教授，向给予帮助和支持的兄弟院校，向中国建筑工业出版社的

授因病逝世，在此对他以前为本书所做的工作表示感谢。

为满足广大读者的要求，我们按本教材上册和中册的内容，由程文灏担任主编，编写了《混凝土结构学习辅导与习题精解》，由中国建筑工业出版社出版，供大家学习时参考。

限于水平，不妥的地方一定很多，欢迎批评指正。

编者
2008年2月

高校土木工程专业 指导委员会规划推荐教材

征订号	书 名	作 者	定价 (元)	备 注
V11078	高等学校土木工程专业 本科教育培养目标和培养 方案及课程教学大纲	高等学校土木 工程专业指导委 员会	19.00	
V14055	建筑工程事故分析与处 理 (第三版)	江见鲸等	38.00	国家“十一五”规划教 材、北京市高等教育精品教 材立项项目
V12070	流体力学 (第二版)	刘鹤年	27.00	国家“十五”规划教材、 21世纪课程教材
V13142	钢结构基本原理 (第二 版)	沈祖炎等	33.00	国家“十五”规划教材、 21世纪课程教材
V16338	房屋钢结构设计	沈祖炎等	55.00	国家“十一五”规划教 材、土建学科“十一五”规 划教材
V16929	混凝土结构 (上册) — 混凝土结构设计原理 (第 四版)	东南大学 同 济大学 天津大 学	32.00	国家“十一五”规划教 材、土建学科“十一五”规 划教材、21世纪课程教材
V16930	混凝土结构 (中册) — 混凝土结构与砌体结构设 计 (第四版)	东南大学 同 济大学 天津大 学	45.00	国家“十一五”规划教 材、土建学科“十一五”规 划教材、21世纪课程教材
V116931	混凝土结构 (下册) — 混凝土公路桥设计 (第四 版)	东南大学 同 济大学 天津大 学	45.00	国家“十一五”规划教 材、土建学科“十一五”规 划教材、21世纪课程教材
V11404	混凝土结构及砌体结构 (上)	滕智明等	42.00	北京市高等教育精品教材 立项项目、土建学科“十 五”规划教材
V11439	混凝土结构及砌体结构 (下)	罗福午等	39.00	北京市高等教育精品教材 立项项目、土建学科“十 五”规划教材
V15949	钢结构 (上册) — 钢结 构基础 (第二版)	陈绍蕃等	31.00	土建学科“十一五”规划 教材

续表

征订号	书 名	作 者	定价 (元)	备 注
V15950	钢结构(下册)——房屋 建筑钢结构设计(第二 版)	陈绍蕃等	22.00	土建学科“十一五”规划 教材
V16324	土木工程制图(第三 版)	卢传贤等	41.00	国家“十一五”规划教 材、21世纪课程教材
V16325	土木工程制图习题集 (第三版)	卢传贤等	16.00	国家“十一五”规划教 材、21世纪课程教材
V16359	建筑结构抗震设计(第 二版)	李国强等	30.00	国家“十一五”规划教 材、土建学科“十一五”规 划教材
V9749	混凝土结构基本原理	张誉等	32.00	21世纪课程教材
V10131	混凝土及砌体结构(上 册)	哈尔滨工业大 学 大连理工大 学 北京建筑工 程学院 华北水 利水电学院	33.80	
V10132	混凝土及砌体结构(下 册)	哈尔滨工业大 学 大连理工大 学 北京建筑工 程学院 华北水 利水电学院	19.00	
V16536	土木工程施工(上册) (第二版)	重庆大学 同 济大学 哈尔滨 工业大学	45.00	国家“十一五”规划教 材、21世纪课程教材
V16537	土木工程施工(下册) (第二版)	重庆大学 同 济大学 哈尔滨 工业大学	47.00	国家“十一五”规划教 材、21世纪课程教材
V10130	土木工程材料	湖南大学 天 津大学 同济大 学东南大学	33.40	21世纪课程教材
V10093	土木工程概论	丁大钧 蒋永 生	36.00	土建学科“十五”规划教 材、21世纪课程教材
V13494	房屋建筑学(第四版)	同济大学 西 安建筑科技大学 东南大学 重 庆大学	49.00	国家“十一五”规划教材

续表

征订号	书 名	作 者	定价 (元)	备 注
V10091	工程地质学	孔宪立、石振明	30.00	21 世纪课程教材
V13521	工程结构荷载与可靠度设计原理 (第三版)	李国强等	23.00	21 世纪课程教材、全国教材二等奖
V13795	土力学 (第二版)	东南大学 浙江大学 湖南大学 苏州科技大学	27.00	国家“十五”规划教材、21 世纪课程教材
V17025	基础工程 (第二版)	华南理工大学	39.00	土建学科“十一五”规划教材、21 世纪课程教材
V10092	水文学	雒文生	22.00	21 世纪课程教材
V11612	高层建筑结构设计	方鄂华等	28.00	北京市高等教育精品教材立项项目、土建学科“十五”规划教材
V12189	桥梁工程	房贞政	30.00	土建学科“十五”规划教材
V12188	砌体结构	丁大钧等	23.00	21 世纪课程教材、土建学科“十五”规划教材
V16570	岩石力学 (第二版)	张永兴	26.00	土建学科“十一五”规划教材
V12611	爆破工程	东兆星等	20.00	土建学科“十五”规划教材
V12612	岩土工程勘察	王奎华	27.00	土建学科“十五”规划教材
V16543	岩土工程测试与监测技术	宰金珉	29.00	
V12972	桥梁施工 (含光盘)	许克宾	37.00	土建学科“十五”规划教材
V12963	工程结构抗震设计	东南大学 李爱群 高振世	29.00	土建学科“十五”规划教材
V13523	建筑结构试验	易伟建 张望喜	23.00	土建学科“十五”规划教材

续表

征订号	书 名	作 者	定价 (元)	备 注
V13303	地基处理	龚晓南	18.00	土建学科“十五”规划教材
V12616	轨道工程	陈秀方	30.00	.
V13143	钢—混凝土组合结构	聂建国等	27.00	北京市高等教育精品教材 立项项目
V13522	特种基础工程	浙江大学 谢 新宇 俞建霖	19.00	
V14011	地下建筑结构	朱合华	39.00	土建学科“十五”规划教材
V15233	路基工程	北京交通大学 刘建坤等	27.00	土建学科“十五”规划教材

目 录

第 16 章 公路混凝土桥总体设计	1
§ 16.1 桥梁的结构组成与分类	1
§ 16.2 总体设计简介	5
§ 16.3 桥梁上的作用	10
思考题	18
第 17 章 公路混凝土桥结构的设计原理	19
§ 17.1 我国公路桥涵设计规范的计算原则	19
§ 17.2 钢筋混凝土受弯构件的计算	26
§ 17.3 钢筋混凝土受扭构件承载力计算	76
§ 17.4 钢筋混凝土受压构件承载力计算	84
§ 17.5 预应力混凝土受弯构件的计算	104
思考题	154
习题	155
第 18 章 混凝土梁式桥	158
§ 18.1 梁式桥的主要类型及适用范围	158
§ 18.2 简支梁(板)桥构造	162
§ 18.3 简支梁桥的计算	183
§ 18.4 桥梁支座	235
思考题	243
第 19 章 混凝土拱式桥	244
§ 19.1 概述	244
§ 19.2 上承式拱桥的构造与设计	249
§ 19.3 拱桥上部结构计算	280
思考题	309
第 20 章 桥墩与桥台	311
§ 20.1 概述	311
§ 20.2 梁桥墩台	312
§ 20.3 拱桥墩台	324
§ 20.4 桥梁墩台的计算	331
附录 13 公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范	

(JTG D62—2004) 术语	341
附录14 公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范 (JTG D62—2004) 符号	343
附录15 设计计算用表	347
附录16 公路混凝土梁桥荷载横向分布影响线计算用表	355
附录17 等截面悬链线无铰拱计算用表	370
参考文献	441

第 16 章 公路混凝土桥总体设计

钢筋混凝土和预应力混凝土是桥梁中广泛采用的结构材料。中小跨径的永久性桥梁，无论是公路、铁路还是城市桥梁，绝大部分为钢筋混凝土或预应力混凝土桥。同时，在大跨径或特大跨径桥梁中，预应力混凝土桥梁也占有重要的地位。

本章将根据我国现行的公路桥梁标准和设计规范，介绍我国公路混凝土桥梁总体设计的概念。

§ 16.1 桥梁的结构组成与分类

16.1.1 公路混凝土桥的结构组成

公路混凝土桥由上部结构、下部结构、基础和附属结构等部分组成。

1. 上部结构

上部结构包括桥跨结构和桥面系，是桥梁承受行人、车辆等各种作用并跨越障碍（例如河流、山谷和道路等天然或人工障碍）空间的直接承重部分，例如图 16-1 所示梁式桥中的主梁和桥面系以及图 16-2 所示拱式桥中的主拱圈、拱上建筑和桥面系。

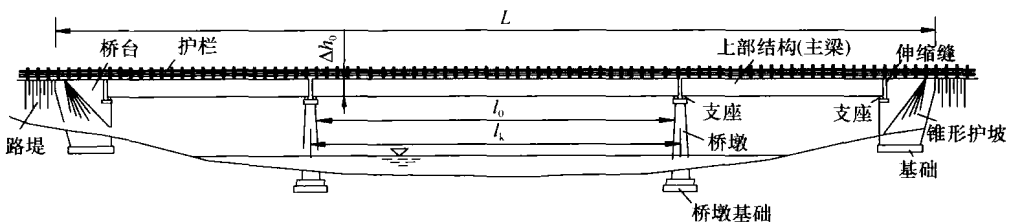


图 16-1 混凝土梁桥的结构组成

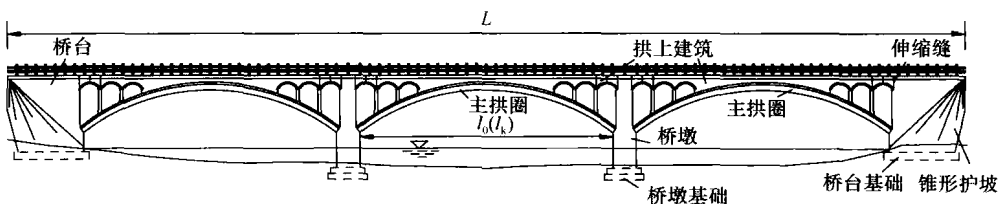


图 16-2 混凝土拱桥的结构组成

2. 下部结构与基础

桥台和桥墩是支承上部结构,把结构重力、车辆等各种荷载作用传递给基础的构筑物。桥台位于桥的两端与路基衔接,还起到承受台后路堤土压力的作用。桥墩位于两端桥台之间,单孔桥只有桥台没有桥墩。

基础位于桥台或桥墩与地基之间,桩基础和扩大基础是桥梁用得比较多的基础形式。

3. 附属结构

附属结构包括桥头路堤锥形护坡、护岸等,其作用是防止桥头路基土向河中坍塌,并抵御水流的冲刷。

主梁和主拱圈又称桥跨结构,通常主梁与墩、台之间还设置专门的支座,是用以支承上部结构的传力装置并且可保证桥跨结构的变位符合设计要求。

参照图 16-1 和图 16-2 介绍一些与桥梁总体布置有关的主要尺寸术语:

(1) 净跨径 l_0 : 对设有支座的桥梁, l_0 为相邻墩、台身顶内缘之间的水平净距; 对不设支座的桥梁, l_0 为上、下部结构相交处内缘间的水平净距。

(2) 标准跨径 l_k : 对梁桥为桥墩中线间或桥墩中线与台背前缘间距离; 对拱桥为净跨径。

(3) 计算跨径 l : 对于梁桥为桥跨结构两支承点之间距离; 对于拱桥为两拱脚截面重心点之间的水平距离。

(4) 桥梁全长 L : 对有桥台的桥梁为两岸桥台侧墙或八字尾端间的距离; 对无桥台桥梁为桥面系行车道长度。

(5) 多孔跨径总长 L_1 : 对梁(板)桥为多孔标准跨径的总长; 对拱桥为两岸桥台内拱脚截面最低点(起拱线)间的距离; 对其他形式桥梁为桥面系行车道长度。

(6) 桥梁建筑高度 Δh_0 : 行车道顶面至上部结构最下边缘间的竖向距离。

16.1.2 混凝土公路桥的分类

1. 按受力体系的分类

按桥梁承重结构的受力体系,可分为:

(1) 梁式桥 主要承重构件是梁(板),桥墩、桥台承受支座传来的竖向力,见图 16-3。

(2) 拱式桥 主要承重构件是主拱圈,桥墩、桥台除承受竖向力和弯矩外,还承受水平推力,见图 16-4。

(3) 刚架桥 上部结构与墩、台(支柱)彼此刚性连接成一个整体刚架结构,见图 16-5。

(4) 悬索桥 以缆索为主要承重构件。在竖向荷载作用下,缆索只承受拉力,锚碇除受竖向力外,还承受水平力,见图 16-6。

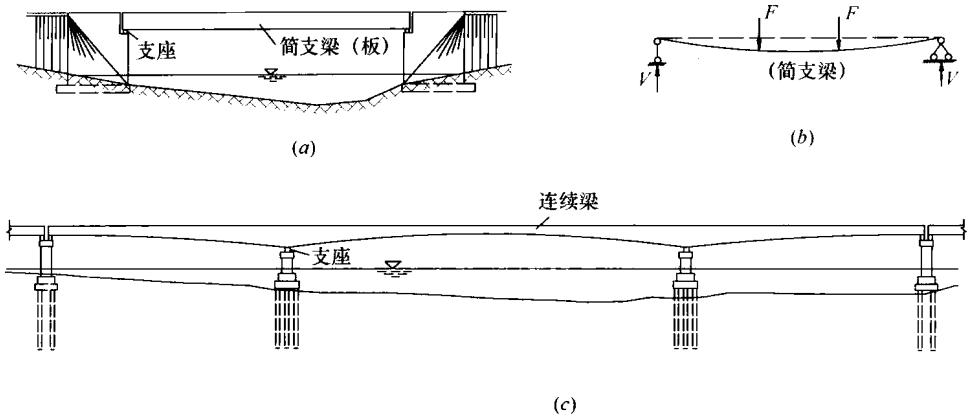


图 16-3 梁式桥

(a) 简支梁桥; (b) 简支梁受力学图示; (c) 连续梁桥

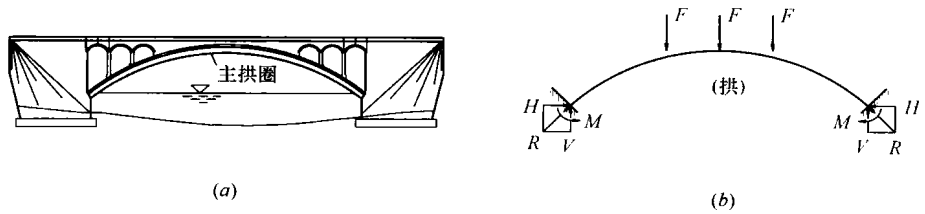


图 16-4 拱式桥

(a) 上承式无铰拱桥; (b) 无铰拱受力学图示

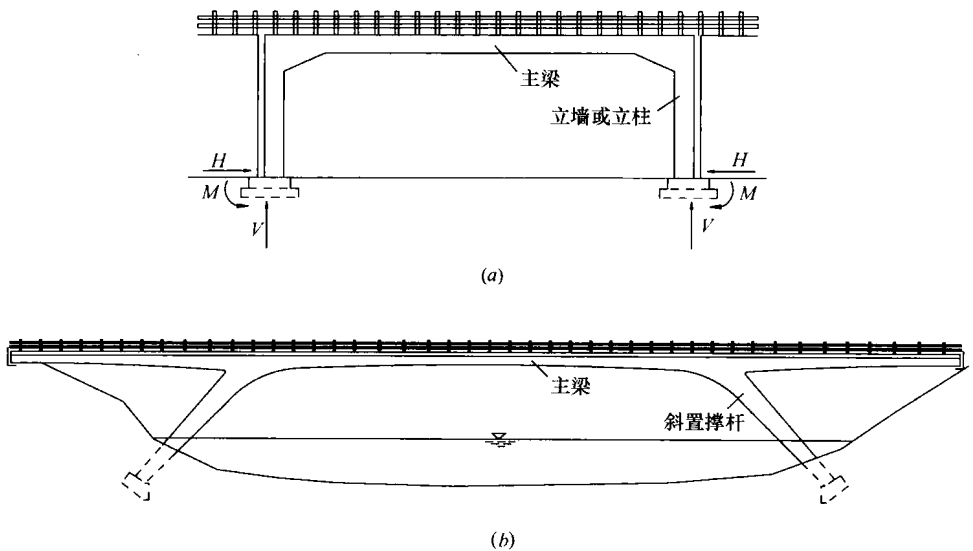


图 16-5 刚架桥

(a) 门式刚架桥; (b) 斜腿刚架桥



图 16-6 悬索桥

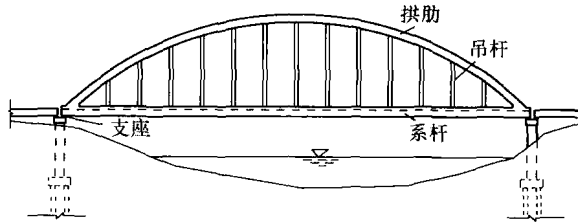


图 16-7 梁与拱组成的系杆拱桥

(5) 组合体系桥 由不同受力体系的结构组成, 互相联系, 共同受力。图 16-7 为由梁与拱组成的系杆拱桥; 图 16-8 为塔柱、拉索和梁组成的斜拉桥。

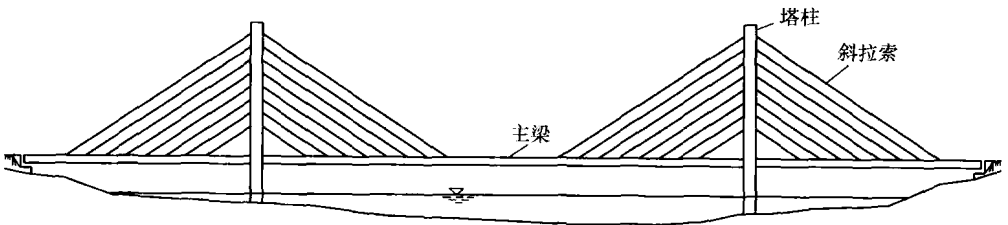


图 16-8 塔柱、拉索和梁组成的斜拉桥

2. 按桥梁的总长和跨径分类

按桥梁的总长度和跨径可分为特大桥、大桥、中桥和小桥。表 16-1 为我国《公路工程技术标准》(JTG B01—2003)* 对桥涵分类的规定。

桥涵按跨径分类表

表 16-1

桥涵分类	多孔跨径总长 L_1 (m)	单孔跨径 l_k (m)	桥涵分类	多孔跨径总长 L_1 (m)	单孔跨径 l_k (m)
特大桥	$L_1 > 1000$	$l_k > 150$	小桥	$8 \leq L_1 \leq 30$	$5 \leq l_k < 20$
大桥	$100 \leq L_1 \leq 1000$	$40 \leq l_k \leq 150$	涵洞		$l_k < 5$
中桥	$30 < L_1 < 100$	$20 \leq l_k < 40$			

在表 16-1 中, 单孔跨径是指桥跨结构的标准跨径。同时, 在《技术标准》(JTG B01—2003) 中建议, 当跨径在 50m 以下时, 应尽量采用标准跨径。标准跨径为 3.0m、4.0m、5.0m、6.0m、8.0m、10m、13m、16m、20m、25m、

* 为简单, 以后简称《技术标准》(JTG B01—2003)。

30m、35m、40m、45m 和 50m。

3. 按桥面系位置的分类

按桥面系位置可分为上承式桥、下承式桥和中承式桥。桥面系布置在桥跨承重结构之上称为上承式桥，见图 16-3、图 16-4 和图 16-5。桥面系布置在桥跨承重结构之下称为下承式桥；而桥面系布置在桥跨结构高度中部的称为中承式桥，图 16-9 为中承式拱桥的简图。

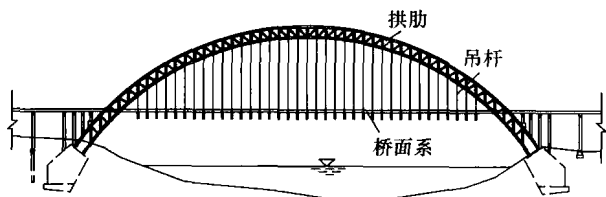


图 16-9 中承式拱桥的立面示意

除以上三种划分方法外，按跨越障碍的性质，可分为跨河桥、跨线桥（立体交叉）、高架桥等，在此不详述。

§ 16.2 总体设计简介

16.2.1 桥梁设计的基本原则

桥梁工程的设计应符合技术先进、安全可靠、适用耐久、经济合理的要求，同时应满足美观、环境保护和可持续发展的要求。桥梁设计应遵循以下各项基本原则。

1. 技术先进

在因地制宜的前提下，尽可能采用成熟的新结构、新设备、新材料和新工艺，必须认真学习国内外的先进技术，充分利用最新科学技术成就，把学习和创新结合起来。

2. 安全可靠

(1) 所设计的桥梁结构应有足够的安全储备；

(2) 防撞栏杆应具有足够的高度和安全性，人与车流之间应做好防护栏，防止车辆撞入人行道或撞坏栏杆而落至桥下；

(3) 对于交通繁忙的桥梁，应设计好照明设施，并有明确的交通标志，两端引桥坡度不宜太陡，以避免发生车辆碰撞等引起的车祸；

(4) 地震区的桥梁，应按抗震要求采取防震措施；对于河床易变迁的河道，应设计好导流设施，防止桥梁基础底部被过度冲刷；对于通行大吨位船舶的河道，除按规定加大桥孔跨径外，必要时设置防撞构筑物等。