



教育部职业教育与成人教育司推荐教材
中等职业学校建筑(市政)施工专业教学用书

建设行业技能型紧缺人才培养培训工程系列教材

桥梁工程施工

肖建平 主编

机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



教育部职业教育与成人教育司推荐教材
中等职业学校建筑（市政）施工专业教学用书
建设行业技能型紧缺人才培养培训工程系列教材

桥梁工程施工

主 编 肖建平
副主编 顾 琥
参 编 赵勤贤 马瑞强
主 审 贺志中 刘洪兴



机械工业出版社

本书为中等职业学校建筑（市政）施工专业教材，按《中等职业学校建设行业技能型紧缺人才培养培训指导方案》编写，其主要内容包括桥梁构造基础知识、桥梁施工图的识读、桥梁施工的常用设备、桥梁施工准备和施工测量、桥梁施工基础操作、桥梁下部结构施工、常用桥梁上部结构施工、桥面系及附属工程施工、桥梁施工组织与管理等。

全书以现行的最新规范 JTG F80/1—2004《公路工程质量检验评定标准》、JTJ 041—2000《公路桥涵施工技术规范》等作为编写依据，并结合项目教学法，突出了教材的实用性。

本书可作为中职建筑（市政）施工专业学生的教材使用，也可供相关工程专业技术人员参考。

图书在版编目（CIP）数据

桥梁工程施工/肖建平主编. —北京：机械工业出版社，2007.4

（建设行业技能型紧缺人才培养培训工程系列教材）

教育部职业教育与成人教育司推荐教材. 中等职业学校建筑（市政）施工专业教学用书

ISBN 978 - 7 - 111 - 21245 - 4

I. 桥… II. 肖… III. 桥梁工程 - 工程施工 - 专业学校 - 教材 IV. U445

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2007）第 043535 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

策划编辑：李俊玲

责任编辑：陈 俞 版式设计：霍永明 责任校对：程俊巧

封面设计：饶 薇 责任印制：洪汉军

北京京丰印刷厂印刷

2007 年 6 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·22.5 印张·7 插页·564 千字

0 001—3 000 册

标准书号：ISBN 978 - 7 - 111 - 21245 - 4

定价：33.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

销售服务热线电话：（010）68326294

购书热线电话：（010）88379639 88379641 88379643

编辑热线电话：（010）88379182

封面无防伪标均为盗版

教育部职业教育与成人教育司推荐教材

中等职业学校建筑（市政）施工专业教学用书

建设行业技能型紧缺人才培养培训工程系列教材

编委会名单

主任委员 沈祖尧 中国建设教育协会中等职业教育专业委员会主任

副主任委员 (按姓氏笔画排)

王大喆 北京城市建设学校
 邓小娟 北京水利水电学校
 方崇明 武汉市建设学校
 孙云祥 嘉兴市建筑工业学校
 白家琪 天津市建筑工程学校
 刘宝春 天津铁路工程学校
 吴承霞 河南省建筑工程学校
 陈晓军 辽宁省城市建设学校
 李涤新 合肥市城市建设学校
 苏铁岳 河北城乡建设学校
 武佩牛 上海市建筑工程学校
 贾小光 北京城建集团职工中等专业学校
 周铁军 成都市建设学校
 荆得力 山东省城市建设学校
 黄志良 常州建设高等职业技术学校
 蔡宗松 福州建筑工程职业中专学校
 潘东林 南京职业教育中心

委 员 (按姓氏笔画排)

王军霞 卢秀梅 厉建川 白 燕
 闫立红 刘克良 刘英明 张文华
 杨秀方 肖建平 李明庚 张 洁
 陈爱萍 张福成 金同华 周 旭
 周雪梅 耿文忠 常 莲 蔺伯华
 李俊玲 (常务)

出版说明

本系列教材是根据教育部、建设部发布的《中等职业学校建设行业技能型紧缺人才培养培训指导方案》(以下简称《指导方案》)的指导思想和最新教学计划编写的,是教育部职业教育与成人教育司推荐教材。

2004年10月,教育部、建设部发布了《关于实施职业院校建设行业技能型紧缺人才培养培训工程的通知》,并组织制订了《指导方案》,对建筑(市政)施工、建筑装饰、建筑设备和建筑智能化四个专业的培养目标与规格、教学与训练项目、实验实习设备条件等提出了具体要求。

为了配合《指导方案》的实施,受教育部委托,在中国建设教育协会中等职业教育专业委员会的大力支持和协助下,机械工业出版社于2005年3月专门组织召开了全国中等职业学校建设行业技能型紧缺人才培养教学研讨和教材建设工作会议,对指导方案进行了认真学习和研讨,在此基础上,组织编写了建筑(市政)施工、建筑装饰两个专业的系列教材。

由于“技能型紧缺人才培养培训工程”是一个新生事物,各学校在实施过程中也在不断探索、总结、调整,我们会密切关注各院校的 implementation 情况,及时收集反馈信息,并不断补充、修订、完善本系列教材,也恳请各用书院校及时将使用本系列教材的意见和建议反馈给我们,以使本系列教材日臻完善。

本系列教材编委会

陈永平 李
 岳增林
 牛福海
 米小贾
 军楚佩
 代群庆
 身法黄
 孙永林
 林永敬

(审稿人名单)

燕白 川冀司 谢表马 贾军王
 李文清 周英欣 身凉暖 王立同
 岳永 周阳李 平表肖 衣表群
 张 国 半同金 丸醉游 表爱莉
 半台简 甄 常 忠文辉 琳雪国

(总编) 孙永林

前言

本书按《建设行业技能型紧缺人才培养培训指导方案》编写，以现行的最新规范 JTG F80/1—2004《公路工程质量检验评定标准》、JTJ 041—2000《公路桥涵施工技术规范》为编写依据，并结合了项目教学法，旨在突出教材的实用性。

本书主要内容包括桥梁构造基础知识、桥梁施工图的识读、桥梁施工的常用设备、桥梁施工准备和施工测量、桥梁施工基础操作、桥梁下部结构施工、常用桥梁上部结构施工、桥面系及附属工程施工、桥梁施工组织与管理等。全书在编写中力求紧抓重点，突出各部分施工的基本方法，密切结合生产实际，展现最新的桥梁施工技术规范和方法。

本书由江苏省常州建设高等职业技术学校肖建平任主编，顾虬任副主编，由高级工程师贺志中、刘洪兴主审。

全书共分9个单元，其中单元5、单元7由肖建平编写；单元1、单元3、单元6、单元8由顾虬编写；单元2、单元4由常州建设高等职业技术学校马瑞强编写；单元9由常州工程职业技术学院赵勤贤编写。

全书在编写过程中参考了大量相关文献和资料，并得到了众多同仁的大力支持，在此表示衷心感谢。鉴于编者的水平和经验，书中难免有不妥之处，敬请读者批评指正，任何意见或建议，请发送邮件至 xjp518@sohu.com。

1 桥梁工程概论	1
2 桥梁工程材料	2
3 桥梁工程测量	3
4 桥梁工程基础	4
5 桥梁工程下部结构	5
6 桥梁工程上部结构	6
7 桥梁工程桥面系	7
8 桥梁工程附属工程	8
9 桥梁工程施工组织	9

目 录

出版说明

前言

单元 1 桥梁构造基础知识

课题 1 桥梁的组成、分类和常用尺寸参数	1
----------------------	---

课题 2 桥梁承重体系构造	7
---------------	---

课题 3 桥梁下部结构与支座构造	40
------------------	----

课题 4 桥面系构造	53
------------	----

单元小结	60
------	----

复习思考题	61
-------	----

实训练习	61
------	----

单元 2 桥梁施工图的识读

课题 1 桥梁施工图识读的基本知识	62
-------------------	----

课题 2 桥位平面图、桥梁总体布置图的识读	69
-----------------------	----

课题 3 桥梁构造图的识读	70
---------------	----

课题 4 桥梁钢筋图的识读	72
---------------	----

单元小结	76
------	----

实训练习	76
------	----

单元 3 桥梁施工的常用设备

课题 1 桥梁施工常备式结构	77
----------------	----

课题 2 混凝土施工设备	85
--------------	----

课题 3 预应力锚固体系和张拉设备	98
-------------------	----

课题 4 起重机具设备	106
-------------	-----

单元小结	114
------	-----

复习思考题	115
-------	-----

单元 4 桥梁施工准备和施工测量

课题 1 桥梁施工准备工作	116
---------------	-----

课题 2 桥梁平面定位测量	121
---------------	-----

课题 3 桥梁水准测量	124
-------------	-----

课题 4 桥梁细部施工放样	126
---------------	-----

单元小结	131
------	-----

复习思考题	131
-------	-----

实训练习	132
------	-----

单元 5 桥梁施工基础操作

课题 1 砌体施工	133
-----------	-----

课题 2 钢筋施工	136
-----------	-----

课题 3 模板、支架和拱架施工	151
-----------------	-----

课题 4 混凝土及钢筋混凝土施工	163
------------------	-----

课题 5 预应力混凝土施工	180
---------------	-----

课题 6 构件的起吊、运输和安装	189
------------------	-----

单元小结	197
------	-----

复习思考题	198
-------	-----

实训练习	199
------	-----

单元 6 桥梁下部结构施工

课题 1 明挖基础施工	200
-------------	-----

课题 2 桩基础施工	212
------------	-----

课题 3 沉井基础施工	227
-------------	-----

课题 4 桥梁墩台施工	236
-------------	-----

课题 5 支座安装	250
-----------	-----

单元小结	254
------	-----

复习思考题	254
-------	-----

**单元 7 常用桥梁上部结构施工 256**

- 课题 1 混凝土简支梁桥施工 256
- 课题 2 悬臂体系和连续体系
梁桥施工 261
- 课题 3 拱桥施工 273
- 课题 4 斜拉桥施工 283
- 课题 5 悬索桥施工 290
- 单元小结 296
- 复习思考题 297

单元 8 桥面系及附属工程施工 299

- 课题 1 桥面防水层和铺装层
施工 299

- 课题 2 桥梁伸缩装置施工 302
- 课题 3 其他附属工程施工 309
- 单元小结 312
- 复习思考题 312

单元 9 桥梁工程施工管理 313

- 课题 1 质量管理 313
- 课题 2 安全管理 318
- 课题 3 文明施工管理 330
- 课题 4 工程资料管理 336
- 课题 5 质量评定 341
- 单元小结 351
- 复习思考题 352

参考文献 353

单元 1 桥梁构造基础知识

单元概述

桥梁是跨越障碍物（如河流、沟谷、其他道路、铁路等）的结构物，是交通路线上的重要组成部分。桥梁的组成复杂，桥型多样，结构体系、施工方法各异，各种桥型间的构造差别也较大。本单元通过讲述桥梁的组成、构造及有关桥梁的其他基础知识，为后续介绍有关桥梁工程施工的单元服务。

学习目标

通过本单元的学习，学生应掌握桥梁的基本组成、分类及各桥型的特点，熟悉桥梁的常用尺寸参数；掌握简支板梁桥、简支 T 梁桥、连续梁桥的截面、配筋构造和拱桥的基本组成、类型和构造，熟悉斜拉桥、悬索桥的构造；掌握桥墩、桥台的类型、组成和构造，以及板式橡胶支座、盆式橡胶支座的类型、型号和构造；掌握桥梁伸缩装置的类型和构造，以及桥面系的基本组成和构造。

课题 1 桥梁的组成、分类和常用尺寸参数

1.1.1 桥梁的组成

桥梁由上部结构、下部结构和附属结构组成。

上部结构又称桥跨结构，是桥梁跨越障碍的主要承载结构。它包括承重体系和桥面体系两部分。承重体系是用来承受车辆作用和自身荷载的梁、板、拱圈等；桥面体系是供车辆行驶的桥面铺装及桥上的伸缩缝、栏杆（护栏）、灯柱、排水设施等。

下部结构由桥墩、桥台及墩台下部的基础组成，是上部结构的支承体系，其作用是把上部结构的自重、车辆荷载及其他作用通过基础传入地基土中。设置在中间桥跨的支承体系称为桥墩，设置在桥梁两端的支承体系称为桥台。

在桥梁上部结构与下部结构之间一般设有支座。上部结构的荷载通过支座传递给下部结构。

附属结构包括桥头锥坡、挡土墙、护岸等。桥头锥坡位于桥台侧墙，是保证桥头填土稳定性的构筑物。挡土墙是抵抗桥头引道填土土压力的构筑物。护岸是抵御水流冲刷河岸的构筑物。

桥梁的基本组成如图 1-1 所示。

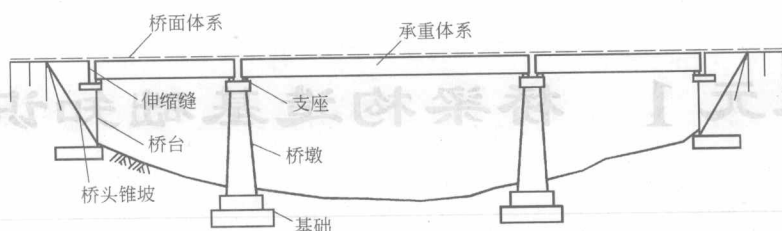


图 1-1 桥梁组成示意图

土质较软，桥梁结构（等）应满足（等）要求，（等）应满足（等）要求。

图 1-2 为一座桥梁的实物图，通过上面学习的理论知识，可识别出各组成部分的名称（由于基础埋设在水下土中，因此图 1-2 中无法表示）。



图 1-2 桥梁实物图

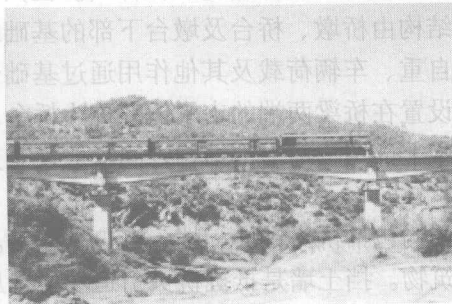
1.1.2 桥梁的分类

1. 梁桥 (彩图 1)

除彩图 1 外，图 1-2 和图 1-3 也均为典型的梁桥形式。



a)



b)

图 1-3 梁桥实例



梁桥构造简单、施工方便、施工工期短、造价低、维修容易,除特大跨度桥梁外,它是设计中优先考虑的结构体系,应用广泛,我国各地都有优秀的梁桥。梁桥的主要受力构件是梁(板),在竖向荷载作用下梁体以承受弯矩为主,墩台以承受竖向压力为主。

常见的梁桥形式包括简支梁桥、连续梁桥和悬臂梁桥。

2. 拱桥 (彩图 2)

拱桥也是我国较常见的一种桥梁形式,其式样非常多,数量也非常大(图 1-4)。拱桥的主要受力构件是拱圈或拱肋,在竖向荷载作用下拱圈以受压为主,弯矩相对小得多,墩台受水平推力较大。鉴于以上的受力特点,该桥型适宜采用砌体材料施工,现代钢筋混凝土材料也广泛应用于该桥型,我国建造的钢筋混凝土拱桥的形式更是多种多样。拱桥具有取材广泛、造价低廉、跨径较大、造型美观等特点。

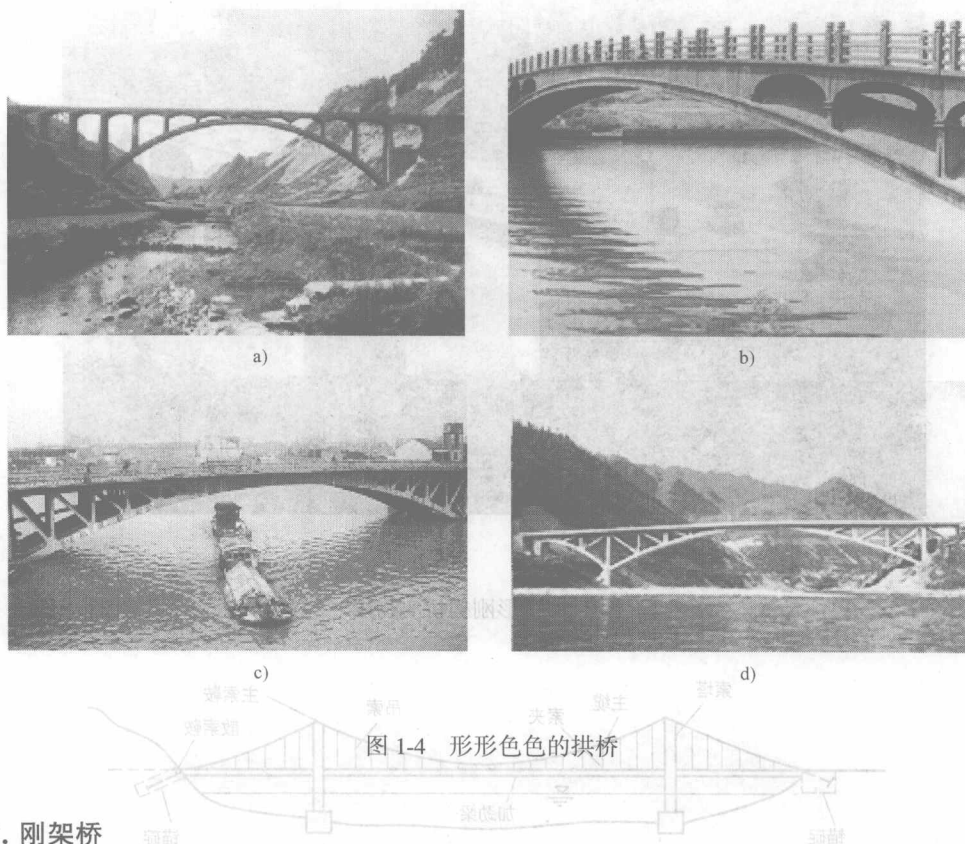


图 1-4 形形色色的拱桥

3. 刚架桥

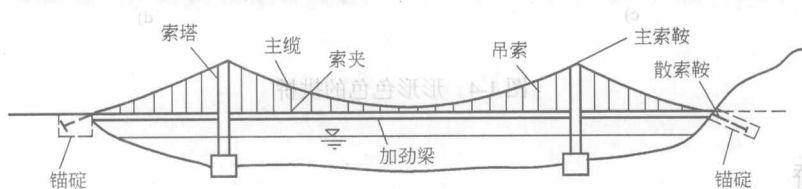
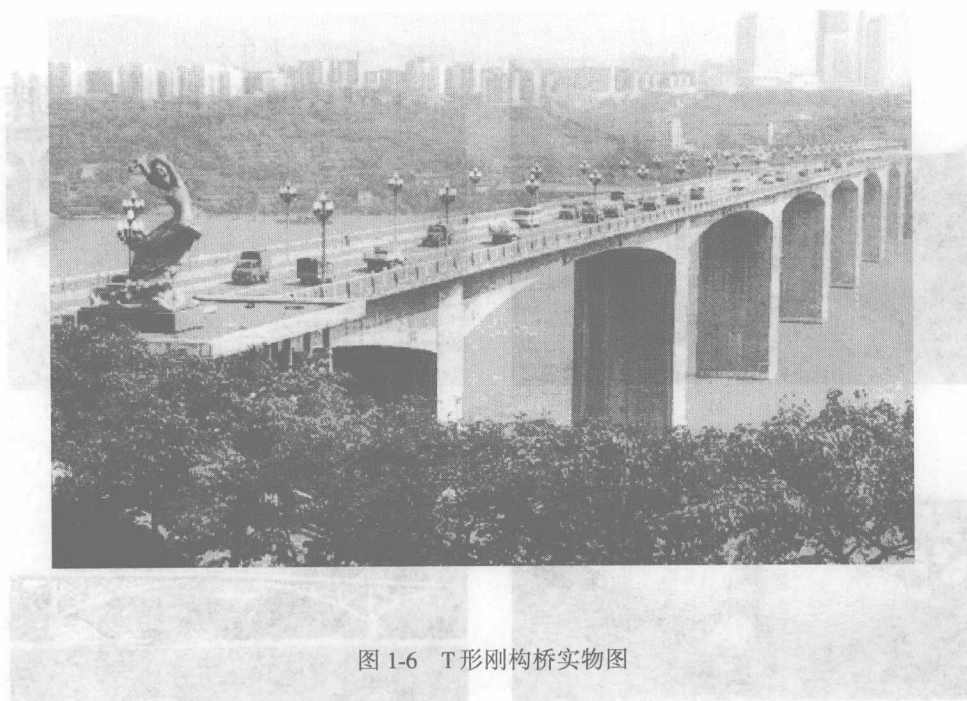
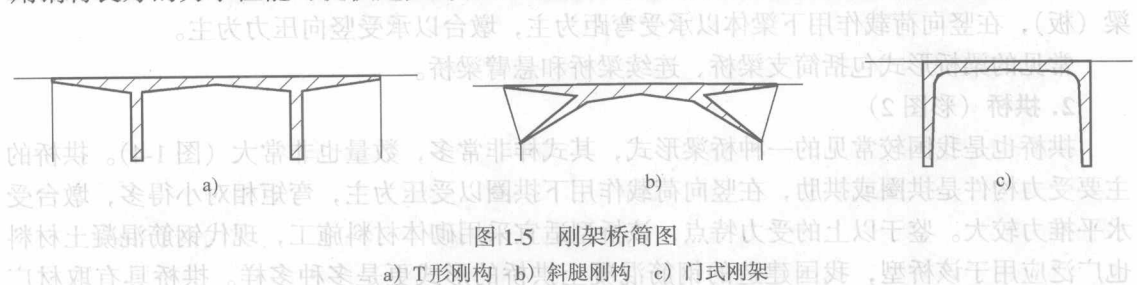
刚架桥的结构特点是上部结构和下部结构刚结成整体,受力状态介于梁桥和拱桥之间,其主要承重结构为梁、柱组成的刚架结构,桥梁的建筑高度较小、跨度较大。刚架桥主要有 T 形刚构、斜腿刚构、门式刚架三种形式(图 1-5)。其中 T 形刚构桥在我国是被广泛采用的一种桥型,其实物图见图 1-6。该桥型开创了我国桥梁悬臂施工法的先河。

4. 悬索桥 (彩图 4)

悬索桥又称吊桥,它的主要承重构件是锚固在锚碇中的主缆,并通过吊索支承建筑高度



很小的加劲梁(图 1-7、图 1-8)。现代悬索桥的主缆、吊索、梁体通常都采用钢材制成,利用钢材良好的力学性能可提供超大跨径。目前跨径最大的桥梁其桥型即为悬索桥。



5. 组合体系桥

组合体系桥是梁、拱、吊索三种体系相组合而成的桥梁,其中应用得最多的是斜拉桥(图 1-9 和彩图 5)和系杆拱桥(图 1-10)。斜拉桥由主梁、索塔和斜拉索组成,既发挥了高



图 1-8 悬索桥实例

强材料的作用，又减小了主梁高度，是跨径仅次于悬索桥的桥型。系杆拱桥由拱圈、主梁和吊杆组成，吊杆减少了梁中弯矩，拱、梁结合又减小了水平推力。这两种组合体系桥型造型优美，结构合理，跨径较大，目前使用非常广泛。

系杆拱桥



图 1-9 斜拉桥实例

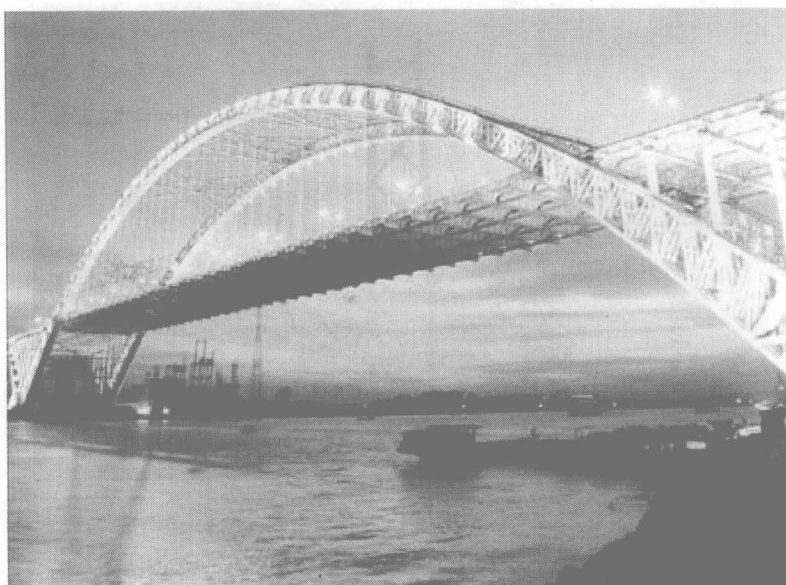


图 1-10 系杆拱桥实例

知识拓展

世界最大跨径的桥梁一览（表 1-1）。

表 1-1 世界最大跨径的桥梁（2005 年统计数据）

桥 名	国家	桥型	主跨跨径	桥梁特点
明石海峡大桥	日本	悬索桥	1 991m	跨径最大的悬索桥
苏通大桥	中国	斜拉桥	1 088m	跨径最大的斜拉桥
卢浦大桥（彩图 2）	中国	系杆拱桥	550m	跨径最大的钢拱桥
万县长江大桥	中国	拱桥	420m	跨径最大的钢筋混凝土拱桥
重庆石板坡长江大桥复线桥主跨（彩图 3）	中国	梁桥	330m	跨径最大的钢-混凝土叠合梁桥
斯道马（Stolma）桥	挪威	梁桥	301m	跨径最大的预应力混凝土连续刚构桥

1.1.3 桥梁的常用尺寸参数

计算跨径（ L ）：梁桥为桥跨结构两支承点（支座）之间的距离；拱桥为相邻两拱脚截面形心间的水平距离。计算跨径主要用于桥梁结构计算。

净跨径（ L_0 ）：设计洪水位上相邻两个桥墩（或桥台）之间的净距；拱桥为相邻拱脚截面最低点之间的水平距离。

标准跨径（ L_b ）：梁桥为相邻桥墩中线之间的距离，或桥墩中线至桥台台背前缘之间的距离；拱桥是指净跨径。标准跨径是表征桥梁跨度的主要指标，一般单孔跨径即指标准跨



径。根据 JTG D60—2004《公路桥涵设计通用规范》的规定,当标准设计或新建桥涵的跨径在 50m 及以下时,宜采用标准化跨径,以便于预制、装配。桥涵标准化跨径规定为: 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、40m、45m、50m。

桥梁全长 (L_q): 桥梁两端桥台侧墙或八字墙尾端间的距离; 对于无桥台的桥梁为桥面系长度。

桥梁的常用尺寸参数见图 1-11。

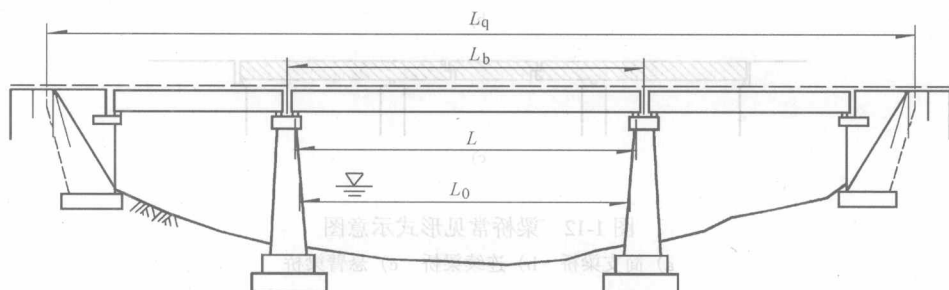


图 1-11 桥梁的常用尺寸参数

【案例分析 1-1】 开封黄河大桥构造组成分析

开封黄河大桥位于河南省开封市西北,为一跨越黄河的特大公路桥。桥全长 4 475.09m,共 108 孔,其中 77 孔为跨径 50m 的预应力混凝土简支 T 形梁,其余 31 孔跨径为 20m。桥宽 18.5m,机动车道 12.3m,非机动车道人行道两侧各 3.1m。下部结构为单排双柱式墩,采用 $\phi 2.2$ m 大直径钻孔灌注桩基础。

从上面的桥梁概况中,您能根据学到的理论知识,得出哪些结论?

解答: 根据桥梁概况,可以得出以下结论:

- 桥型: 简支梁桥
- 梁型: T 形梁
- 跨径: 77 孔标准跨径 50m + 31 孔标准跨径 20m
- 桥梁全长: 4 475.09m
- 桥面体系: 桥宽 12.3m + 2 × 3.1m = 18.5m
- 桥墩: 单排双柱式桥墩
- 基础: 钻孔灌注桩 (桩径 $\phi 2.2$ m)

课题 2 桥梁承重体系构造

1.2.1 梁桥的构造

1. 梁桥的分类

常见的梁桥形式有简支梁桥、连续梁桥和悬臂梁桥 (图 1-12)。根据梁的常见截面形式



又可分为 T 形梁、板梁、箱梁等,其截面形状见图 1-13。

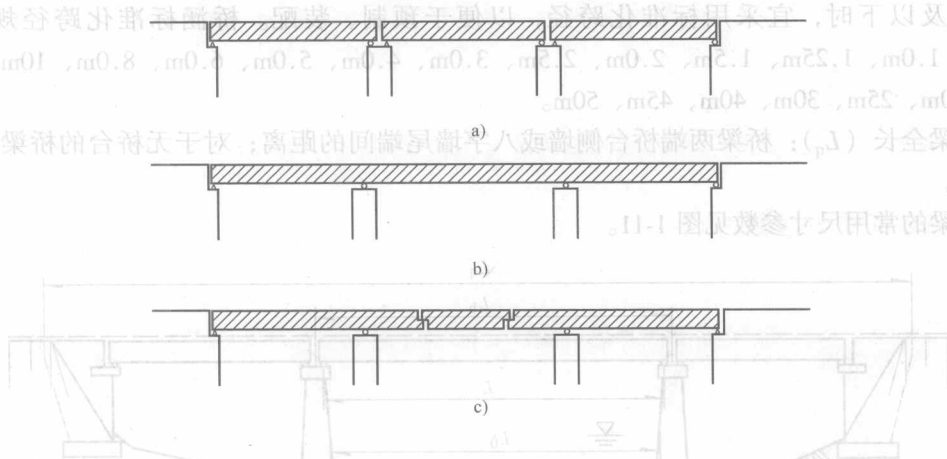


图 1-12 梁桥常见形式示意图

a) 简支梁桥 b) 连续梁桥 c) 悬臂梁桥

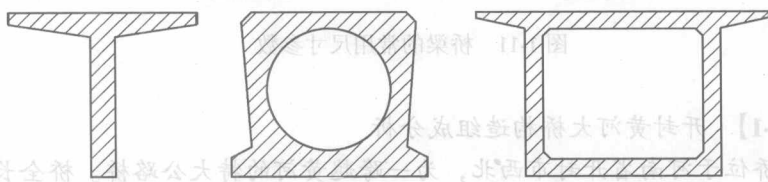


图 1-13 梁截面常见形式示意图

a) T 形梁 b) 空心板梁 c) 箱梁

简支梁桥(图 1-12a)是梁式桥中应用最早,并且使用非常广泛的一种桥型。它受力简单,梁中只有正弯矩,适用于 T 形截面梁这种构造简单的截面形式。简支梁桥设计计算方便,最易设计成各种标准跨径的装配式结构。由于简支梁是静定结构,结构内力不受地基变形的影响,对基础要求较低,适于在地基较差的桥址上建桥。在多孔简支梁桥中,相邻桥孔各自单独受力,便于预制、架设,简化施工管理,并可降低施工费用,因此,在城市高架、跨河大桥的引桥上被广泛采用。为减少伸缩缝装置,使行车平整舒适,国内目前常采用桥面连续的预应力混凝土简支梁桥。简支梁桥根据其受力特点常见的截面形式是板梁和 T 形梁,分别称为简支板梁桥和简支 T 形梁桥。

连续梁桥(图 1-12b)是一根梁不间断地跨越几个桥孔而形成的超静定结构。悬臂梁桥由于中间存在挂梁(图 1-12c),因此其力学模式是静定结构。连续梁桥和悬臂梁桥可以显著地增大桥梁的跨径、降低桥梁的梁体高度,适宜跨度大于简支梁桥。连续梁桥和悬臂梁桥常见的截面形式是箱梁,因为箱梁可以增加桥梁的抗扭刚度,并适应桥梁的力学、结构特点。

2. 简支梁桥构造

(1) 简支板梁桥构造 简支板梁桥适应于单跨跨径 20m 以下的桥梁,有实心板梁桥和空心板梁桥两种。实心板梁桥多采用现浇的施工方法,适用于跨径小、造型复杂的桥梁;空心板梁桥多采用预制拼装的施工方法。两者中尤以预制拼装的空心板梁桥使用更为广泛。根



据跨径,空心板梁又可分为普通钢筋混凝土空心板梁和先张法预应力空心板梁(“先张法预应力”知识详见单元5课题5)。标准跨径为16m以下的空心板梁常采用普通钢筋混凝土制成,标准跨径为16m、20m的空心板梁在预制时常采用先张法施加预应力。

空心板梁桥是由多块空心板梁横向拼装而成的,图1-14是某座空心板梁桥横断面的一部分,该部分由7块空心板梁横向拼装而成,其中5块中板,2块边板,板与板之间通过铰缝连接。在拼装好的空心板梁上常浇筑一层混凝土现浇层,从而增加板与板之间的横向刚度,使之共同受力。板梁和混凝土现浇层组成了空心板梁桥的上部结构承重体系。

目前全国各地使用的空心板梁在构造和配筋等方面基本相同。使用较多的空心板梁有标准跨径为13m的普通钢筋混凝土空心板梁,16m的普通钢筋混凝土空心板梁,16m的先张法预应力空心板梁,20m的先张法预应力空心板梁。

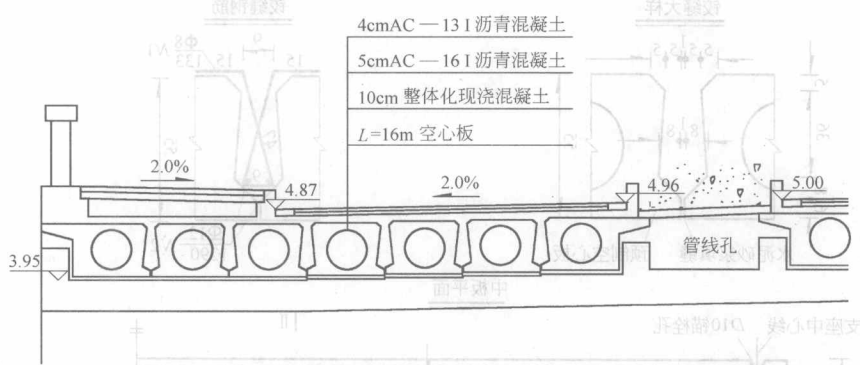


图 1-14 空心板梁桥横断面图

【案例分析 1-2】 钢筋混凝土空心板梁构造

图1-15、图1-16是标准跨径为13m的普通钢筋混凝土空心板梁的构造图和配筋图。该板梁长12.96m,板端留20mm便于安装和变形,其计算跨径为12.60m($12.96\text{m} - 2 \times 0.18\text{m}$)。中板宽为1.24m,安装后中板横向间隔为1.25m,留缝10mm,边板宽为1.50m,边板与中板截面形状略有不同,为了安置栏杆和人行道,边板多出一个悬臂。板高0.55m,在板中采用充气芯模产生两个直径为0.39m的空心孔洞。在板梁的板端各有两个锚栓孔,用于防震。13m钢筋混凝土空心板梁的其他细部尺寸及构造详见图1-15。

板梁横向拼装后,中间形成铰缝。图1-15中的铰缝大样和铰缝钢筋,首先采用水泥砂浆填底缝,然后将铰缝钢筋N1、N2绑扎好后放入铰缝,与预制板伸出的钢筋N10绑扎在一起(图1-16),待砂浆强度达50%后方可采用细石混凝土浇筑铰缝。

图1-16是该13m空心板梁的配筋图。板梁中钢筋编号从1号至13号,还有9'号、10'号,共有15种钢筋。其中1号钢筋位于板梁的下缘,是纵向受力钢筋,直径22mm、长度1293mm。2号钢筋是弯起钢筋,在梁端处向上弯起45°,由板下缘进入上缘,直径22mm、长度1247mm。7号钢筋位于板梁的上缘,是架立钢筋,向下弯折与1号钢筋焊接形成钢筋大片,直径18mm、长度1404mm。8号和12号钢筋是纵向构造钢筋,8号钢筋位于板梁上缘,12号钢筋位于板梁下缘,直径都是10mm、长度分别为1293mm和1296mm。3号、4号、5号、6号钢筋是附加斜筋,用于斜截面抗剪。10号、10'号钢筋是开口箍筋,与9号、