



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材  
普通高等教育土建学科专业“十二五”规划教材  
教育部普通高等教育精品教材

高校土木工程专业指导委员会规划推荐教材  
(经典精品系列教材)

# 混凝土结构

下册

# 混凝土公路桥设计

(第六版)

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

“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材  
普通高等教育土建学科专业“十二五”规划教材

教育部普通高等教育精品教材  
高校土木工程专业指导委员会规划推荐教材  
(经典精品系列教材)

# 混凝土结构

下册 混凝土公路桥设计

(第六版)

东南大学	李爱群	叶见曙	程文灏	
同济大学	颜德姮			主编
天津大学	王铁成			
清华大学	叶列平			主审

中国建筑工业出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

混凝土结构 下册 混凝土公路桥设计/东南大学等合编. —6版. —北京: 中国建筑工业出版社, 2015. 12

“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材·普通高等教育土建学科专业“十二五”规划教材·教育部普通高等教育精品教材·高校土木工程专业指导委员会规划推荐教材(经典精品系列教材)

ISBN 978-7-112-18895-6

I. ①混… II. ①东… 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. ①TU37

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 306655 号

**“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材  
普通高等教育土建学科专业“十二五”规划教材  
教育部普通高等教育精品教材  
高校土木工程专业指导委员会规划推荐教材  
(经典精品系列教材)**

**混凝土结构**  
下册 混凝土公路桥设计  
(第六版)

东南大学	李爱群	叶见曙	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">程文灏</span>	
同济大学	颜德姮			主编
天津大学	王铁成			
清华大学	叶列平			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  
北京圣夫亚美印刷有限公司印刷

\*

开本: 787×960 毫米 1/16 印张: 25½ 字数: 526 千字  
2016 年 4 月第六版 2016 年 4 月第十九次印刷  
定价: 52.00 元

ISBN 978-7-112-18895-6  
(28157)

**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《公路工程技术标准》JTGB 01—2014、《公路桥涵设计通用规范》TJG D60—2015、《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》JTG D62—2004和《公路圬工桥涵设计规范》JTG 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

责任校对:李美娜 刘 钰

# 出版说明

1998年教育部颁布普通高等学校本科专业目录，将原建筑工程、交通土木工程等多个专业合并为土木工程专业。为适应大土木的教学需要，高等学校土木工程学科专业指导委员会编制出版了《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》，并组织我国土木工程专业教育领域的优秀专家编写了《高校土木工程专业指导委员会规划推荐教材》。该系列教材2002年起陆续出版，共40余册，十余年来多次修订，在土木工程专业教学中起到了积极的指导作用。

本系列教材从宽口径、大土木的概念出发，根据教育部有关高等教育土木工程专业课程设置的教學要求编写，经过多年的建设和发展，逐步形成了自己的特色。本系列教材投入使用之后，学生、教师以及教育和行业行政主管部门对教材给予了很高评价。本系列教材曾被教育部评为面向21世纪课程教材，其中大多数曾被评为普通高等教育“十一五”国家级规划教材和普通高等教育土建学科专业“十五”、“十一五”、“十二五”规划教材，并有11种入选教育部普通高等教育精品教材。2012年，本系列教材全部入选第一批“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材。

2011年，高等学校土木工程学科专业指导委员会根据国家教育行政主管部门的要求以及新时期我国土木工程专业教学现状，编制了《高等学校土木工程本科指导性专业规范》。在此基础上，高等学校土木工程学科专业指导委员会及时规划出版了高等学校土木工程本科指导性专业规范配套教材。为区分两套教材，特在原系列教材丛书名《高校土木工程专业指导委员会规划推荐教材》后加上经典精品系列教材。各位主编将根据教育部《关于印发第一批“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材书目的通知》要求，及时对教材进行修订完善，补充反映土木工程学科及行业发展的最新知识和技术内容，与时俱进。

高等学校土木工程学科专业指导委员会  
中国建筑工业出版社

# 第六版前言

本教材第五版于2012年出版发行。不幸的是，深受我们尊敬和爱戴的本教材主编程文灏老师于2013年2月17日永远离开了我们。为告慰程先生，并做好先生倾注毕生心血、特别钟爱的、深受同行师生关爱的本教材的修订工作，来自东南大学、天津大学、同济大学和中国建筑工业出版社的作者和代表共16人，于2015年7月11日在东南大学榴园宾馆举行了本教材修订工作研讨会。会议确定了三条修订原则：一是尊重第五版的教材内容设计和构成，对发现和收集到的问题和意见做局部完善和修订；二是按现行新规范进行修订，这些规范主要包括：《混凝土结构设计规范》GB 50010—2010、《建筑结构荷载规范》GB 50009—2012、《砌体结构设计规范》GB 50003—2011和《公路工程技术标准》JTGB 01—2014；三是精益求精。

本教材是“十一五”、“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材、普通高等教育土建学科专业“十二五”规划教材和高校土木工程专业指导委员会规划推荐教材，是东南大学、天津大学、同济大学和清华大学四校三代教师精诚合作、精心创作、凝聚情感和学识并紧跟时代的教材作品。

本教材第六版的分工如下：王铁成（第1、2、3、10章）、顾蕙若（第4章）、李砚波（第5、6章）、康谷贻（第3、7章）、高莲娣（第9章）、颜德姮（第9章）、李爱群（第8、12、15章）、邱洪兴（第11章）、张建荣（第13、14章）、熊文（第16、18章）、叶见曙（第17章）、张娟秀（第19章）、吴文清（第20章）。上册教学PPT文件光盘修订、中册教学PPT光盘制作由祝磊完成。下册由叶见曙统稿。全书由李爱群统稿。担任本教材主审的是清华大学叶列平教授。

在修订工作过程中，程先生的夫人、师母张素德老师给予了真诚的关爱和信任，中国建筑工业出版社王跃主任、吉万旺编辑给予了工作指导和帮助，东南大学黄镇老师、张志强老师、陆飞老师，合肥工业大学陈丽华老师、陈道政老师，南京林业大学黄东升老师、苏毅老师和北京建筑大学祝磊老师、刘栋栋老师、邓思华老师、赵东拂老师、彭有开老师提出了宝贵的意见，东南大学傅乐萱老师给予了热情的帮助。2012年第五版发行后，我们收到了来自高校的老师 and 同学们

的修订意见。这些意见和帮助对于我们做好本次修订工作大有裨益，在此一并表示衷心感谢。

限于时间和水平，不妥和错误之处敬请批评指正。

编者  
2015年10月

# 第五版前言

在编写第五版时，感到压力特别大。一是因为这本教材的发行量一直很大。二是因为本教材的老前辈，清华大学滕智明教授、东南大学丁大钧教授、本教材的主审清华大学江见鲸教授以及主要编写成员东南大学蒋永生教授都相继离开了我们。这就鞭策我们必须把本教材修订好，以不辜负大家和前辈们的殷切期望。

本教材是教育部确定的普通高等教育“十一五”国家级规划教材；同时本教材已被住房和城乡建设部评为普通高等教育土建学科专业“十二五”规划教材；也被高校土木工程专业指导委员会评为规划推荐教材。

第五版是在第四版的基础上修订的，仍分为上、中、下三册；章、节都没有大的变动。这次修订，除了按新修订的《混凝土结构设计规范》GB 50010—2010和《砌体结构设计规范》GB 50003—2011进行修改外，还主要做了以下工作：

1. 对每一章都给出了教学要求，分为基本概念、计算能力和构造要求三方面，并都分为三个档次：对概念，分为“深刻理解”、“理解”和“了解”；对计算，分为“熟练掌握”、“掌握”和“会做”；对构造，分为“熟悉”、“领会”和“识记（知道）”。

2. 进一步突出重点内容，进一步讲清了难点内容。例如，增加了无腹筋梁斜截面受剪承载力的实验；给出了排架计算例题；用两个控制条件讲清了梁内负钢筋的截断；用控制截面的转移讲清了偏心受压构件的 $P-\delta$ 效应；把小偏心受压分成三种情况，并用两个计算步骤讲清了矩形截面非对称配筋小偏心受压构件截面承载力的设计等。并且对重要的内容，采用黑体字。

3. 为了贯彻规范提出的“宜采用箍筋作为承受剪力的钢筋”，并与我国常规设计接轨，在楼盖设计中，不再采用弯起钢筋，并介绍了钢筋的平面表示法。

4. 全面地修改和补充了计算例题。

5. 为了方便教学，对本教材的上册制作了教学光盘。

担任本教材主审的是清华大学博士生导师、教授叶列平博士。

制作本教材教学光盘的是清华大学硕士、东京大学博士，现在北京建筑工程学院任教的祝磊副教授。

编写本教材第五版的分工如下：上册主编程文灏、李爱群、王铁成、



颜德姮；中册主编程文灏、李爱群、颜德姮、王铁成；下册主编程文灏、李爱群、叶见曙、颜德姮、王铁成。参加编写的有：王铁成（第1、2、3、10章）、顾蕙若（第4章）、李砚波（第5、6章）、康谷贻（第3、7章）、高莲娣（第9章）、颜德姮（第9章）、程文灏（第3、8、12、14、15章）、邱洪兴（第11章）、张建荣（第13、14章）、戴国亮（第15章）、叶见曙（第16、17章）、安琳（第18章）、张娟秀（第19章）、吴文清（第20章）、熊文（第16、18章）。有些图是东南大学硕士研究生高海平画的。

在编写过程中，南昌大学熊进刚教授、常州工学院周军文、刘爱华教授、北京工业大学曹万林教授、北京建筑工程学院刘栋栋教授、南京林业大学黄东升教授、苏毅副教授、扬州大学曹大富教授、华中科技大学袁涌副教授、华北水利水电学院程远兵教授、太原理工大学张文芳教授、河海大学张富有副教授、贵州大学须亚平教授、深圳大学曹征良教授、西南交通大学林拥军教授、哈尔滨工业大学邹超英教授、山东科技大学韩金生博士、青岛理工大学隋杰英博士、上海师范大学建筑工程学院副教授赵世峰博士后、广东省惠州建筑设计院总工程师任振华博士、中国建筑科学研究院白生翔研究员等对本教材的内容提出了宝贵意见，在此表示衷心感谢。

由程文灏主编的《混凝土结构学习辅导与习题精解》也同时进行了修订，补充了很多疑难问题的解答，供大家学习时参考。这本《混凝土结构学习辅导与习题精解》（第二版）也是由中国建筑工业出版社出版的。

限于水平，不妥的地方一定很多，欢迎批评指正。

编者  
2011年9月

## 第四版前言

这本《混凝土结构》教材主要是供土木工程专业中主修建筑工程，选修桥梁工程的大学生用的。全书有上、中、下三册。上册为《混凝土结构设计原理》，包括绪论、材性、弯、剪、压、拉、扭、变形裂缝和预应力等9章；中册为《混凝土结构与砌体结构设计》，包括设计原则和方法、楼盖、单厂、多层框架、高层和砌体结构等6章；下册为《混凝土公路桥设计》，包括总体设计、设计原理、梁式桥、拱式桥和墩台设计等5章。

这本教材是教育部确定普通高等教育“十一五”国家级规划教材，同时也被住房和城乡建设部评为普通高等教育土建学科专业“十一五”规划教材。2007年底，高校土木工程指导委员会对“混凝土结构基本原理”和“土力学”两门课程的教材组织了推荐评审工作，本教材的上册被评为建设部高等学校土木工程专业指导委员会“十一五”推荐教材。

本教材是在原有的第三版基础上进行修订的。这次修订的主要内容是，把原来上册第3章计算方法的内容都移到现在的中册第10章设计原则和方法中去，并把原来分散在楼盖和单厂中的楼面竖向荷载、风、雪荷载等内容也归并到第10章中；在上册中删去双偏压，增加型钢混凝土柱和钢管混凝土柱简介；在中册高层中突出剪力墙，并把它单独列为一节；在例题和习题中的受力钢筋大多改为HRB400级钢筋。

本教材的重点内容是，受弯构件的正截面受弯承载力、矩形截面偏压构件的正截面承载力计算、单向板肋形楼盖、单跨排架计算、多层框架的近似计算、剪力墙和梁式桥。本教材的难点内容是，保证受弯构件斜截面受弯承载力的构造措施、矩形截面小偏心受压构件的正截面承载力计算、钢筋混凝土超静定结构的内力重分布、排架柱和框架梁、柱控制截面的内力组合。教学中应突出重点内容，讲清难点内容。

编写本教材第四版的分工如下：上册主编程文灏、王铁成、颜德姮；中册主编：程文灏、颜德姮、王铁成；下册主编：程文灏、叶见曙、颜德姮、王铁成。江见鲸担任全书的主审。参加编写的有：王铁成（第1、2、3、10章）、顾蕙若（第4章）、李砚波（第5、6章）、康谷贻（第3、5、6、7章）；高莲娣（第9章）、颜德姮（第9章）、程文灏（第3、8、12、14、15章）、邱洪兴（第11章）、张建荣（第13、14章）、戴国亮（第15章）、叶见曙（第16、17、18章）、安琳（第18章）、张娟秀（第19章）、吴文清（第20章）。东南大学蒋永生教

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》，已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

# 第一版前言

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，四校的领导和教师紧密合作，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、童启明、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

领导及有关编辑等表示深深的敬意和感谢。

限于水平，本教材中有不妥之处，请批评指正。

编者  
2000年10月

# 目 录

<b>第 16 章 公路混凝土桥总体设计</b> .....	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 .....	19
<b>第 17 章 公路混凝土桥结构的设计原理</b> .....	20
§ 17.1 我国公路桥涵设计规范的计算原则 .....	20
§ 17.2 钢筋混凝土受弯构件的计算 .....	28
§ 17.3 钢筋混凝土受扭构件承载力计算 .....	77
§ 17.4 钢筋混凝土受压构件承载力计算 .....	85
§ 17.5 预应力混凝土受弯构件的计算 .....	105
思考题 .....	155
习题 .....	156
<b>第 18 章 混凝土梁式桥</b> .....	159
§ 18.1 梁式桥的主要类型及适用范围 .....	159
§ 18.2 简支梁(板)桥构造 .....	163
§ 18.3 简支梁桥的计算 .....	184
§ 18.4 桥梁支座 .....	236
思考题 .....	244
<b>第 19 章 混凝土拱式桥</b> .....	245
§ 19.1 概述 .....	245
§ 19.2 上承式拱桥的构造与设计 .....	250
§ 19.3 拱桥上部结构计算 .....	281
思考题 .....	310
<b>第 20 章 桥墩与桥台</b> .....	312
§ 20.1 概述 .....	312
§ 20.2 梁桥墩台 .....	313
§ 20.3 拱桥墩台 .....	325
§ 20.4 桥梁墩台的计算 .....	332
思考题 .....	341

---

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 .....	343
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 .....	345
附录 15 设计计算用表 .....	349
附录 16 公路混凝土梁桥荷载横向分布影响线计算用表 .....	357
附录 17 等截面悬链线无铰拱计算用表 .....	372
参考文献 .....	390

# 第 16 章 公路混凝土桥总体设计

## 教学要求：

1. 了解桥梁的结构组成与分类，理解桥梁设计的基本原则；
2. 理解桥梁结构上的各种作用，掌握桥梁可变作用的计算方法。

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。

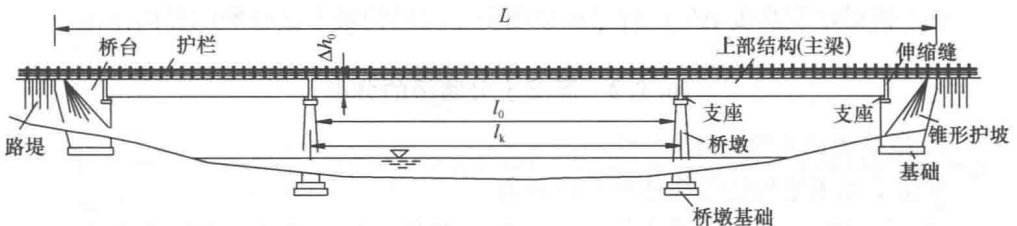


图 16-1 混凝土梁桥的结构组成

#### 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。



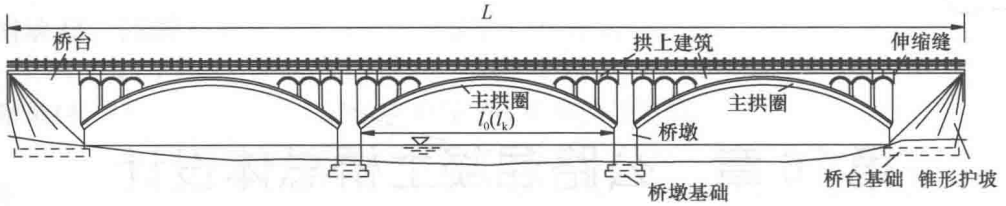


图 16-2 混凝土拱桥的结构组成

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  $l_n$ ：对设有支座的桥梁， $l_n$  为相邻墩、台身顶内缘之间的水平净距；对不设支座的桥梁， $l_n$  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  $\Delta h_0$ ：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。