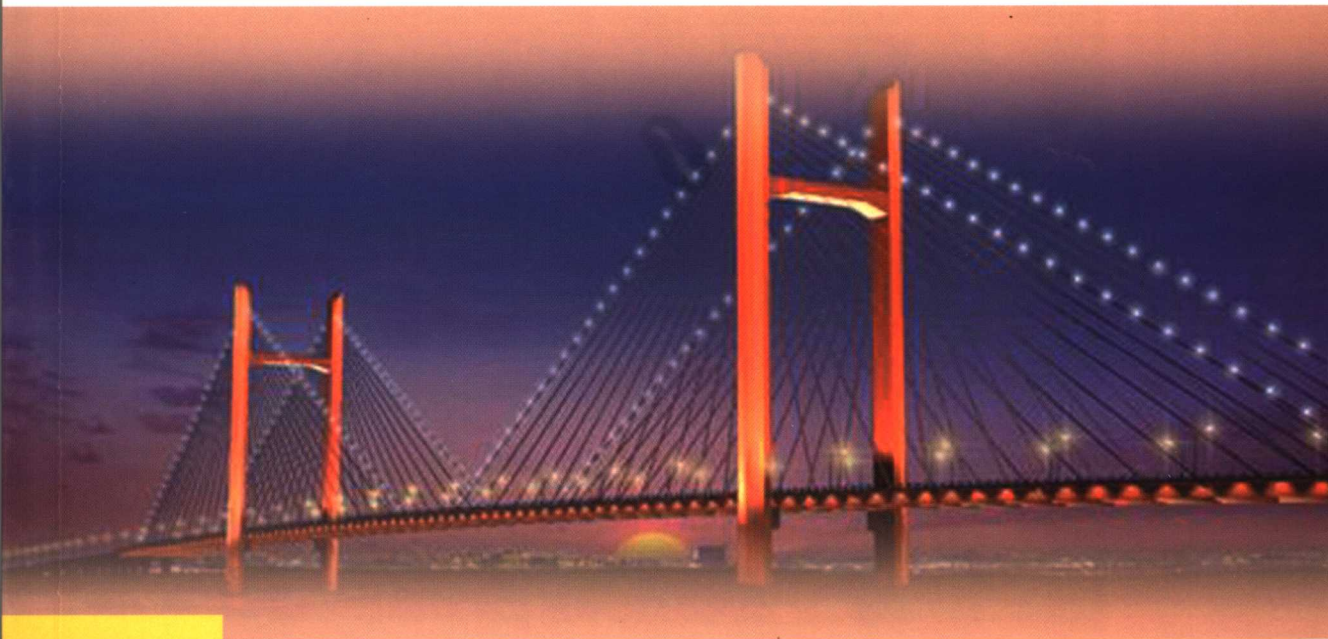


交通版

高等学校土木工程专业规划教材

JIAOTONGBAN GAODENG XUEXIAO TUMU GONGCHENG ZHUANYE GUIHUA JIAOCAI



桥梁工程

(下册)

彭大文 李国芬 黄小广 主编
郑振飞 主审



人民交通出版社

China Communications Press

交通版 高等学校土木工程专业规划教材
JIAOTONGBAN GAODENG XUEXIAO TUMU GONGCHENG ZHUANYE GUIHUA JIAOCAI

桥梁工程 (下册)

Qiaoliang Gongcheng

彭大文 李国芬 黄小广 主编
郑振飞 主审



人民交通出版社

China Communications Press

内 容 提 要

本书是为高等学校土木工程本科专业交通土建方向教学编写的教材, 全书分上、下册, 共 6 篇 35 章。

本书上册重点介绍了中小跨径混凝土桥梁(包括钢筋混凝土及预应力混凝土梁式桥、圬工拱桥等)的构造原理、设计计算方法和施工要点。下册重点介绍了混凝土斜拉桥、钢—混凝土组合结构桥梁(包括钢管混凝土拱桥)以及轻轨的构造、设计与施工。本书的主要篇后均有实例介绍。

本书除作为教材外, 还可作为土木工程专业的工程技术及科研人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

桥梁工程. 下册/ 彭大文主编. —北京: 人民交通出版社, 2007.1

ISBN 978-7-114-06349-7

I. 桥... II. 彭... III. 桥梁工程 IV. U44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 154728 号

书 名: 桥梁工程(下册)

著 译 者: 彭大文

责任编辑: 张征宇 赵瑞琴

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.ccpress.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: 北京宝莲鸿图科技有限公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 17.75

字 数: 444 千

版 次: 2007 年 1 月 第 1 版

印 次: 2007 年 1 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-06349-7

定 价: 32.00 元

(如有印刷、装订质量问题, 由本社负责调换)

交通版

高等学校土木工程专业规划教材

编委会

主任委员：阎兴华

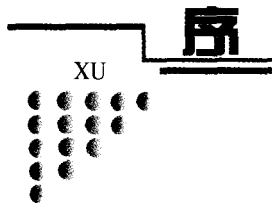
副主任委员：张向东 李帼昌 魏连雨 赵 尘

宗 兰 马芹永 段敬民 黄炳生

委 员：彭大文 林继德 张俊平 刘春原

党星海 刘正保 刘华新 丁海平

秘 书 长：张征宇



随着科学技术的迅猛发展、全球经济一体化趋势的进一步加强以及国力竞争的日趋激烈，作为实施“科教兴国”战略重要战线的高等学校，面临着新的机遇与挑战。高等教育战线按照“巩固、深化、提高、发展”的方针，着力提高高等教育的水平 and 质量，取得了举世瞩目的成就，实现了改革和发展的历史性跨越。

在这个前所未有的发展时期，高等学校的土木类教材建设也取得了很大成绩，出版了许多优秀教材，但在满足不同层次的院校和不同层次的学生需求方面，还存在较大的差距，部分教材尚未能反映最新颁布的规范内容。为了配合高等学校的教学改革和教材建设，体现高等学校在教材建设上的特色和优势，满足高校及社会对土木类专业教材的多层次要求，适应我国国民经济建设的最新形势，人民交通出版社组织了全国二十余所高等学校编写“交通版高等学校土木工程专业规划教材”，并于2004年9月在重庆召开了第一次编写工作会议，确定了教材编写的总体思路，于2004年11月在北京召开了第二次编写工作会议，全面审定了各门教材的编写大纲。在编者和出版社的共同努力下，目前这套规划教材已陆续出版。

这套教材包括“土木工程概论”、“建筑工程施工”等31门课程，涵盖了土木工程专业的专业基础课和专业课的主要系列课程。这套教材的编写原则是“厚基础、重能力、求创新，以培养应用型人才为主”，强调结合新规范、增大例题、图解等内容的比例并适当反映本学科领域的新发展，力求通俗易懂、图文并茂；其中对专业基础课要求理论体系完整、严密、适度，兼顾各专业方向，应达到教育部和专业教学指导委员会的规定要求；对专业课要体现出“重应用”及“加强创新能力和工程素质培养”的特色，保证知识体系的完整性、准确性、正确性和适用性，专业课教材原则上按课群组划分不同专业方向分别考虑，不在一本教材中体现多专业内容。

反映土木工程领域的最新技术发展、符合我国国情、与现有教材相比具有明显特色是这套教材所力求达到的，在各相关院校及所有编审人员的共同努力下，交通版高等学校土木工程专业规划教材必将对我国高等学校土木工程专业建设起到重要的促进作用。

交通版高等学校土木工程专业规划教材编审委员会
人民交通出版社

2006年8月



本教材是根据“交通版普通高等院校土木工程类系列教材编写工作会议纪要”制定的培养目标和课程大纲编写的。教材编写的总体思路是“厚基础，重能力，求创新，以培养应用型人才为主”，可作为土木工程专业交通土建方向学生的专业课教材。

本教材的编写注重于培养学生掌握基本理论和实际操作的能力，书中对桥梁基本知识力求阐述清楚，简化若干复杂理论问题的中间推导过程，通过多给图表，多给实例，使学生能掌握要领，并能自如地解决各种工程计算问题。书中融入了桥梁领域当前的新技术和新进展，并全部按照2004年和2005年交通部新颁布的《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60—2004)、《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTG D62—2004)、《公路圬工桥涵设计规范》(JTG D61—2005)和《公路桥梁抗风设计规范》(JTG/T D60—01—2004)中的有关内容进行编写。

按照教学大纲的要求，学生在学习了《结构力学》、《结构设计原理(含钢结构)》、《土力学》等必修课程的基础上，通过对本门课程的学习，掌握我国常用的大、中型混凝土桥梁的设计和构造原理、计算理论和方法；熟悉有关桥梁施工方面的基本知识；初步具有解决大跨、较复杂桥梁问题的能力。

本教材共6篇35章。第一篇介绍了桥梁工程的基本知识和发展动态，以及规划设计的方法和程序；第二篇重点介绍了简支、悬臂和连续体系混凝土桥梁的设计计算方法和施工要点，而对刚架桥和斜弯桥仅作简介；第三篇介绍拱桥的设计计算和施工方法；第四篇介绍混凝土斜拉桥的设计计算和施工方法；第五篇介绍了组合结构桥梁的设计计算和施工；第六篇阐述了轨道桥梁工程的一般设计原理。各章内容相对独立，可根据需要灵活选学，全书可用80学时讲授。本教材中篇头带*符号的章节，是为了保持内容的完整性，以及适合部分学习比较突出的同学能够通过自学掌握更多的知识，教师可根据具体情况，有选择地进行教学。

本教材第一篇、第四篇和第五篇由上海应用技术学院彭大文编写，第二篇由南京林业大学李国芬编写，第三篇第一、第二和第五章由河南理工大学黄小广编写，第三章由戎涛编写，第四章由张川编写；第六篇以及第五篇的实例由福

州大学林国华编写。全书由彭大文教授统稿，并对各篇内容作了适当增、减和调整。

本书由福州大学郑振飞教授审阅，并提出了许多宝贵的修改意见，使本书增色不少，在此表示衷心的感谢。

由于作者水平有限，书中定有差错和不当之处，敬请读者批评指正。

编 者

2006年10月

目录 MULU

上册

第一篇 总 论

第一章 绪论	3
第一节 概述	3
第二节 桥梁的组成和分类	4
第三节 桥梁的发展和现状	10
第二章 桥梁的总体规划设计	34
第一节 桥梁设计的基本原则	34
第二节 桥梁平、纵、横断面设计	35
第三节 桥梁设计与建设程序	42
第三章 桥梁设计作用	45
第一节 作用的分类和代表值	45
第二节 永久作用	47
第三节 可变作用	48
第四节 偶然作用	60
第五节 极限状态设计法	63
第六节 作用效应组合	64
第四章 桥面布置与构造	68
第一节 桥面组成与布置	68
第二节 桥面铺装及排水防水系统	70
第三节 桥面伸缩装置	74
第四节 人行道、栏杆、护栏与灯柱	79
第五章 混凝土桥梁结构的耐久性设计	84
第一节 混凝土结构的损伤与耐久性	84
第二节 提高混凝土桥梁结构耐久性的技术措施	86
第三节 混凝土结构耐久性设计的内容	91

第二篇 混凝土梁桥和刚架桥

第一章 混凝土梁式桥的构造	97
第一节 板桥的构造	97
第二节 简支肋板式梁桥的构造	103
第三节 悬臂体系和连续体系梁桥的构造	110
第二章 混凝土简支梁式桥的计算	133
第一节 桥面板计算	133
第二节 荷载横向分布计算	142
第三节 主梁内力计算	167
第四节 横隔梁内力计算	170
第五节 挠度与预拱度的计算	174
第三章 混凝土连续体系梁桥的计算	177
第一节 结构的自重内力计算	177
第二节 活载内力计算要点	183
第三节 预应力次内力计算的等效荷载法	184
第四节 混凝土徐变次内力计算的换算弹性模量法	188
第五节 混凝土收缩次内力计算	191
第六节 基础沉降次内力计算要点	193
第七节 温度次内力和自应力计算	194
第八节 悬臂施工时挠度计算	199
第四章 箱梁简介	201
第一节 概述	201
第二节 箱梁的剪力滞效应	202
第三节 箱梁的扭转	209
* 第四节 箱梁的畸变简介	210
第五节 箱梁局部荷载的作用效应	217
第五章 刚架桥简介	220
第一节 概述	220
第二节 单跨刚架桥的构造特点	221
第六章 梁式桥的支座	226
第一节 常用支座的类型和构造	226
第二节 支座的布置	232
第三节 支座的计算	233
第七章 混凝土斜梁桥与弯梁桥简介	239
第一节 斜梁桥简介	239
第二节 弯梁桥简介	249
第八章 混凝土梁桥的施工	255

第一节	钢筋混凝土简支梁桥施工工艺·····	255
第二节	预应力混凝土简支梁桥施工工艺·····	264
第三节	装配式简支梁桥的运输和安装·····	273
第四节	悬臂体系和连续体系梁桥的施工特点·····	277
第五节	桥梁施工控制简介·····	283
第九章	梁桥实例·····	285
第一节	河南太澳枢纽立交主线桥·····	285
第二节	望亭大桥·····	289
第三节	夏仕港特大桥·····	292
第四节	新十圩港桥·····	294
第五节	南京长江第二大桥北汊大桥·····	296
第六节	临淮关淮河特大桥·····	297

第三篇 拱 桥

第一章	概述·····	305
第一节	拱桥的基本特点·····	305
第二节	拱桥的组成·····	306
第三节	拱桥的主要类型和选型·····	308
第四节	拱桥的总体布置·····	312
第二章	拱桥的构造与设计·····	317
第一节	上承式拱桥的构造与设计·····	317
第二节	中、下承式钢筋混凝土拱桥的设计与构造·····	347
第三节	拱式组合体系桥的构造·····	353
第三章	拱桥的计算·····	357
第一节	拱轴方程的建立·····	357
第二节	拱桥的内力计算·····	363
第三节	主拱强度与稳定性验算·····	374
第四节	主拱应力调整·····	378
第五节	施工阶段的主拱验算·····	382
第六节	其他类型拱桥的计算特点·····	392
* 第七节	连拱计算简介·····	398
第四章	拱桥施工·····	410
第一节	有支架施工·····	410
第二节	无支架施工·····	424
第五章	拱桥实例·····	431
第一节	丹河大桥·····	431
第二节	四川宜宾马鸣溪金沙江大桥·····	433
第三节	贵州江界河大桥·····	438
第四节	宜宾南门金沙江大桥·····	441

下 册

第四篇 混凝土斜拉桥

第一章 总体布置与结构体系·····	449
第一节 概述·····	449
第二节 总体布置·····	450
第三节 索塔布置·····	453
第四节 拉索布置·····	454
第五节 主要结构体系·····	456
第二章 斜拉桥的构造·····	460
第一节 主梁构造·····	460
第二节 索塔构造·····	464
第三节 拉索构造·····	466
第三章 斜拉桥的计算·····	474
第一节 概述·····	474
第二节 斜拉桥索力调整理论·····	475
第三节 斜拉桥的平面分析·····	479
第四节 斜拉桥的空间分析·····	482
* 第五节 斜拉桥的稳定性分析及局部应力计算·····	483
* 第六节 斜拉桥的抗震分析·····	486
* 第七节 斜拉桥的抗风计算·····	494
第四章 斜拉桥的施工·····	509
第一节 概述·····	509
第二节 索塔施工·····	509
第三节 主梁施工·····	515
第四节 斜拉索施工·····	519
* 第五节 斜拉桥的施工控制·····	523
第五章 斜拉桥实例·····	530
第一节 铜陵长江公路大桥·····	530
第二节 杭州钱塘江三桥·····	533
第三节 武汉白沙洲长江公路大桥·····	535
第四节 荆州长江公路大桥·····	537
第五节 夷陵长江大桥三塔斜拉桥·····	539
第六节 长沙市洪山大桥·····	542

第五篇 钢—混凝土组合结构桥梁

第一章 概述·····	547
-------------	-----

第二章 钢—混凝土组合梁	550
第一节 钢—混凝土组合梁的发展概况.....	550
第二节 钢—混凝土组合梁的特点与构造.....	551
第三节 组合梁截面的弹性计算.....	555
* 第四节 组合梁截面的塑性计算.....	563
第五节 抗剪连接件的设计.....	565
第六节 组合梁的截面设计.....	571
第七节 组合梁的施工.....	574
第三章 钢管混凝土拱桥构造	578
第一节 概述.....	578
第二节 钢管混凝土拱桥的形式.....	580
第三节 主拱圈构造.....	581
第四节 肋拱的横向结构与构造.....	585
第五节 桥面系.....	588
第六节 立柱与吊杆.....	591
第四章 钢管混凝土拱桥的计算	594
第一节 钢管混凝土的材料性能.....	594
第二节 钢管混凝土的刚度计算.....	599
第三节 钢管混凝土拱桥的计算.....	605
第五章 钢管混凝土拱桥施工技术简介	618
第一节 钢管拱肋的制作.....	618
第二节 钢管拱的架设.....	620
第三节 钢管内混凝土的灌注.....	631
第六章 钢管混凝土拱桥实例	633
第一节 浙江新安江大桥.....	633
第二节 深圳彩虹（北站）大桥.....	638
第三节 重庆奉节梅溪河大桥.....	640
第四节 郑州黄河二桥.....	644

第六篇 轻 轨

第一章 概述	653
第一节 轨道交通的发展.....	653
第二节 轻轨的特点.....	654
第二章 轻轨的规划与设计	657
第一节 规划设计原则.....	657
第二节 线路设计.....	659
第三节 轨道结构工程设计.....	664
第三章 轻轨的结构设计	674
第一节 轻轨车站的结构形式.....	674

第二节 断面设计与构造..... 680

第三节 高架桥上部结构设计..... 683

第四节 高架桥下部结构设计..... 687

第四章 轻轨高架桥结构的施工..... 689

第五章 轻轨实例..... 697

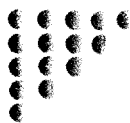
附录 铰接板荷载横向分布影响线竖标表..... 702

参考文献..... 713

第四篇 混凝土斜拉桥

第一章 总体布置与结构体系

DIYIZHANG



第一节 概 述

斜拉桥主要由主梁、索塔和斜拉索 3 大部分组成。它是一种主梁受轴向力（密索体系）或受弯（稀索体系）为主、支承体系（斜拉索）受拉和索塔受压为主的桥梁。混凝土斜拉桥的主梁采用钢筋混凝土或预应力混凝土，索塔采用混凝土结构，而斜拉索则采用高强钢丝或钢绞线制成。

斜拉桥中荷载作用的传递路径是：斜拉索的两端分别锚固在主梁和索塔上，将主梁的自重作用和车辆作用传递至索塔，再通过索塔传至地基。因而主梁在斜拉索的支承下，如多跨弹性支承的连续梁一样，使弯矩值得以大大地降低，这不但可以使主梁尺寸大大地减小（梁高一般为跨度的 $1/50 \sim 1/200$ ，甚至更小），而且由于结构自重显著减轻，既节省了结构材料，又能大幅度地增大桥梁的跨越能力。

斜拉桥属高次超静定结构，与其它体系桥梁相比，包含更多的设计变量，全桥总的技术经济合理性不能单从结构体积小、用料省、或者满足应力强度等概念来衡量，这给选定合理的桥型方案和经济合理的设计带来一定困难，同时，拉索与主梁和索塔的连接构造较复杂，施工技术要求高。拉索索力的调整工序也较复杂。

20 世纪 30 年代，第一座现代斜拉桥为主跨 182m 的斯特雷姆伍特桥（Stromsund）于 1955 年在瑞典建成，如图 4-1-1 所示。接着在德国建成了主跨 260m 的杜塞尔道夫北莱茵河桥（Theoder Heuss），它们都采用稀索和钢主梁结构，这是早期现代斜拉桥的共同特点。此后，斜拉桥得到迅速发展至今，全球已建成各类斜拉桥 300 余座，遍布 30 多个国家和地区。

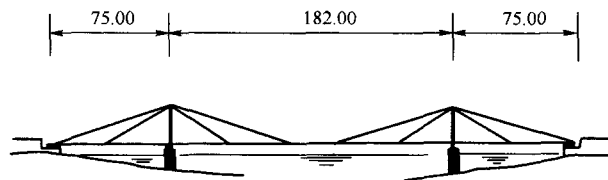


图 4-1-1 Stromsund 桥

1992年挪威建成的斯卡恩圣特桥,其主跨为530m的混凝土斜拉桥,梁高仅2.15m,至今仍保持混凝土斜拉桥最大跨径的纪录。1995年法国建成的诺曼底大桥,其主跨为856m钢箱梁,边跨为混凝土梁,是目前世界上最大跨径的主钢边混凝土混合型斜拉桥。1999年日本建成的多多罗大桥,其主跨为890m钢箱梁,是目前世界上最大跨径的钢斜拉桥。正在建设中的我国苏通大桥,其主跨为1088m钢箱梁,2007年建成后将成为世界上最大跨径的斜拉桥。

斜拉桥之所以成为大跨径桥梁的最主要桥型之一,主要是由于斜拉桥结构的自身优点:由双索面或中央单索面配以各种不同造型的索塔,形成刚性塔和轻型飘浮桥面的风格,赢得了设计工程师们的青睐;斜拉索的水平分力可对混凝土主梁产生轴向预压作用,因此增强了主梁的抗裂性能,节约主梁中预应力钢材的用量;斜拉桥又可以利用主梁、拉索、索塔三者的不同组合形成不同的结构体系来适应不同的地形和地质条件;拉索的自锚特性,即使在江口海岸的软土地基上也有建造大跨度斜拉桥的竞争优势;斜拉桥预制节段的悬拼或挂篮悬浇,使施工对航行的干扰最小,且安全可靠;斜拉桥本身良好的力学性能和经济指标,使斜拉桥在世界各国得以迅速发展。

现代斜拉桥的发展大致经历了以下3个阶段:

第一阶段:稀索布置,主梁较高,钢或混凝土梁体基本上为弹性支承连续梁,以受弯为主,拉索更换不容易;

第二阶段:中密索布置,主梁较矮,钢或混凝土梁体既是弹性支承连续梁,又承受较大的轴向力,可以更换拉索;

第三阶段:密索布置,梁体结构出现组合式、混合式等新的形式,主梁向轻型化发展,梁高减小,并广泛采用梁板式开口截面。

根据国内外桥梁专家的研究分析,混凝土斜拉桥最大跨径可达700m,钢斜拉桥最大跨径可达1300m,结合梁斜拉桥(主梁为钢—混凝土结合梁)最大跨径可达1000m。混凝土斜拉桥经济合理的跨径在200~500m之间。

第二节 总体布置

斜拉桥的总体布置主要解决索塔布置、跨径布置、拉索及主梁的布置、塔高与跨径的关系等问题。

一、索塔布置

斜拉桥的结构特点决定了它跨越能力大,可以减少水中墩及深水基础,故总体布置时一般从经济角度考虑,宜采用独塔布置方案;根据桥位地形及跨径需要等各种因素也可选用双塔布置或多塔布置方案。

二、跨径布置

与索塔布置相配合,现代斜拉桥最典型的跨径布置为双塔三跨式和独塔双跨式。特殊情况下也可布置成独塔单跨式、双塔单跨式及多塔多跨式等,如图4-1-2所示。