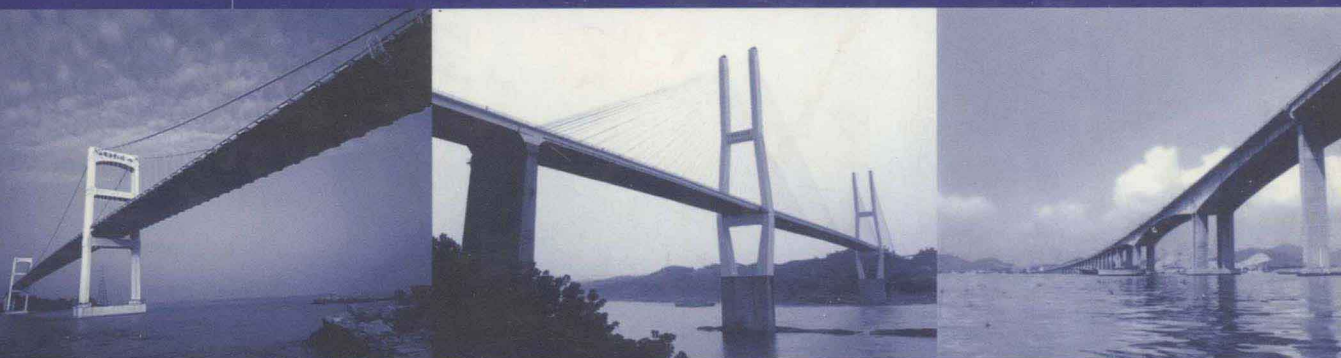




交通土建高职高专统编教材

桥梁工程

Qiaoliang
Gongcheng



李辅元	主 编
王常才 鲁自强 李 轮 马国峰	副主编
邵旭东 [湖南大学]	主 审



人民交通出版社
China Communications Press

交通土建高职高专统编教材

Qiaoliang Gongcheng

桥 梁 工 程

李辅元 主 编
王常才 鲁自强 李 轮 马国峰 副主编
邵旭东[湖南大学] 主 审

人 民 交 通 出 版 社

内 容 提 要

本书为 21 世纪交通土建高职高专统编教材之一。全书分六篇,第一篇总论;第二篇钢筋混凝土和预应力混凝土梁式桥;第三篇圬工和钢筋混凝土拱桥;第四篇桥梁墩台;第五篇涵洞;第六篇旧桥加固简介。

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,亦可供从事公路与桥梁工程专业设计与施工的有关技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

桥梁工程/李辅元主编. —北京:人民交通出版社,
2005.8
交通土建高职高专统编教材
ISBN 7-114-05688-5

I.桥... II.李... III.桥梁工程-高等学校:技
术学校—教材 IV.U44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 086652 号

书 名: 交通土建高职高专统编教材
桥梁工程
著 作 者: 李辅元 王常才 鲁自强 李 轮 马国峰
责任编辑: 卢仲贤 师 云
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.ccpres.com.cn>
销售电话: (010)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: 北京凯通印刷厂
开 本: 787 × 1092 1/16
印 张: 25.25
字 数: 635 千
插 页: 1
版 次: 2005 年 8 月 第 1 版
印 次: 2005 年 11 月 第 2 次印刷
书 号: ISBN 7-114-05688-5
印 数: 3001 ~ 8000 册
定 价: 39.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

21 世纪交通版
交通土建高职高专统编教材编审委员会

主任委员 张洪滨(吉林交通职业技术学院)

副主任委员 (按姓氏笔画为序)

田 平(河北交通职业技术学院)
张润虎(贵州交通职业技术学院)
陆春其(南京交通职业技术学院)
钟建民(山西交通职业技术学院)
彭富强(湖南交通职业技术学院)
谢远光(重庆交通职业技术学院)

刘建明(青海交通职业技术学院)
李全文(四川交通职业技术学院)
俞高明(安徽交通职业技术学院)
郭发忠(浙江交通职业技术学院)
程兴新(陕西交通职业技术学院)

委 员 (按姓氏笔画为序)

王 彤(辽宁交通高等专科学校)
王连威(吉林交通职业技术学院)
王常才(安徽交通职业技术学院)
白淑毅(广东交通职业技术学院)
张世海(甘肃交通职业技术学院)
张郃生(河北交通职业技术学院)
李仕东(鲁东大学交通学院)
李加林(广东交通职业技术学院)
沈建康(徐州建筑职业技术学院)
赵树青(山东交通职业技术学院)
黄万才(四川交通职业技术学院)
周志坚(福建交通职业技术学院)
姚 丽(辽宁交通高等专科学校)
赵永平(黑龙江工程学院)
曹雪梅(四川交通职业技术学院)
薛安顺(陕西交通职业技术学院)

王 亮(云南交通职业技术学院)
王海春(青海交通职业技术学院)
王穗平(河南交通职业技术学院)
刘 武(江西交通职业技术学院)
孙元桃(宁夏交通职业技术学院)
张保成(内蒙古大学职业技术学院)
张美珍(山西交通职业技术学院)
李中秋(河北交通职业技术学院)
李绪梅(新疆交通职业技术学院)
杨晓丰(黑龙江工程学院)
陈方晔(湖北交通职业技术学院)
周传林(南京交通职业技术学院)
金 桃(贵州交通职业技术学院)
金仲秋(浙江交通职业技术学院)
夏连学(河南交通职业技术学院)
梁金江(广西交通职业技术学院)

秘 书 长 卢仲贤(人民交通出版社)

总 序

针对高职高专教材建设与发展问题,教育部在《关于加强高职高专教材建设的若干意见》中明确指出:先用2至3年时间,解决好高职高专教材的有无问题。再用2至3年时间,推出一批特色鲜明的高质量的高职高专教育教材,形成一纲多本、优化配套的高职高专教育教材体系。

2001年7月,由人民交通出版社发起组织,15所交通高职院校的路桥系主任和骨干教师相聚昆明,研讨交通土建高职高专教材的建设规划,提出了28种高职高专教材的编写与出版计划。后在交通部科教司路桥工程学科委员会的具体指导下,在人民交通出版社精心安排、精心组织下,于2002年7月前完成了28种路桥专业高职高专教材出版工作。

这套教材的出版发行首先解决了交通高职教育教材的有无问题,有力支持了路桥专业高职教育的顺利发展,也受到了全国各高职院校的普遍欢迎。

随着高职教育教学改革的深入发展、高职教学经验的丰富与积累,以及本行业有关技术标准规范的更新,本套教材在使用了2至3轮的基础上,对教材适时进行修订是十分必要的,时机也是成熟的。

2004年8月,人民交通出版社在新疆乌鲁木齐召开了有19所交通高职院校领导、系主任、骨干教师共41人参加的教材修订研讨会。会议商定了本套教材修订的基本原则、方法和具体要求。会议决定本套教材更名为“交通土建高职高专统编教材”,并成立了以吉林交通职业技术学院张洪滨为主任委员的“交通土建高职高专统编教材编审委员会”,全面负责本套教材的修订与后续补充教材的建设工作。

经修订后,本套高职高专教材具有以下特色:

——顺应交通高职院校人才培养模式和教学内容体系改革的要求,按照专业培养目标,进一步加强教材内容的针对性和实用性,适应学制转变,合理精简和完善内容,调整教材体系,贴近模块式教学的要求;

——实施开放式的教材编审模式,聘请高等院校知名教授和生产一线专家直接介入教材的编审工作,更加有利于对教材基本理论的严格把关,有利于反映科研生产一线的最新技术,也使得技能培训与实际密切结合;

——全面反映2003年以来的公路工程行业已颁布实施的新标准规范;

——服务于师生、服务于教学,重点突出,逐章均配有思考题或习题,并给出本教材的参考教学大纲;

——注重学生基本素质、基本能力的培养,教材从内容上、形式上力求更加贴近实际。

本套教材的出版与修订再版始终得到了交通部科教司路桥工程学科委员会和全国交通职教路桥专业委员会的指导与支持,凝聚了交通行业专家、教师群体的智慧和辛勤劳动。

愿我们共同向精品教材的目标持续努力。

向所有关心、支持本套教材编写出版的各级领导、专家、教师、同学和朋友们致以敬意和谢意。

交通土建高职高专统编教材编审委员会

人民交通出版社

2005年5月

前 言

本教材是根据全国交通土建高职高专统编教材编审委员会 2004 年 8 月新疆会议精神编写的。考虑到目前交通路桥专业高职教育的实际情况,在教材编写过程中以交通部最新颁布的《公路工程技术标准》(JTG B01—2003)、《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60—2004)和《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTG D62—2004)(本书简称《桥规》)为依据,并以“理论上够用为度,注重实践”为原则,作者们在认真学习和领会新规范的基础之上编写了本教材。

本书共六篇二十五章,第一篇为总论(第一章至第四章),介绍桥梁的发展概况、桥梁的分类、设计程序和设计原则、作用及其分类和确定方法、桥面及支座的构造;第二篇为钢筋混凝土和预应力混凝土梁式桥(第五章至第十一章),介绍梁桥的一般特点、板桥的构造、梁桥的构造、简支梁桥的计算和施工、超静定梁桥的构造和施工要点;第三篇为圬工和钢筋混凝土拱桥(第十二章至第十四章),介绍拱桥的构造、设计要点和施工;第四篇为桥梁墩台(第十五章至第十八章),介绍桥梁墩台的构造、墩台的计算和墩台的施工;第五篇为涵洞(第十九章至第二十一章),介绍涵洞的类型和构造、涵洞的有关计算和施工;第六篇为旧桥加固简介(第二十二章至第二十五章),介绍旧桥加固的意义、上部结构和下部结构的加固施工方法。

本书由李辅元任主编,王常才、鲁自强、李轮、马国峰任副主编。人民交通出版社交通土建高职高专统编教材编审委员会特邀湖南大学邵旭东教授担任本书主审。具体分工情况如下:第一章、第二章、第三章、第八章由吉林交通职业技术学院李辅元编写;第四章、第五章第三节由吉林交通职业技术学院郭梅编写;第五章由吉林交通职业技术学院申建编写;第六章由吉林交通职业技术学院于辉编写;第七章由吉林交通职业技术学院慕平编写;第十章、第十五章、第十六章、第十七章由山西交通职业技术学院马国峰编写;第十二章、第十三章、第十九章、第二十章、第二十一章由新疆交通职业技术学院李轮编写;第九章、第十八章由安徽交通职业技术学院王常才编写;第十四章由安徽交通职业技术学院章劲松编写;第十一章由四川交通职业技术学院姜海燕编写;第二十二章、第二十三章、第二十四章、第二十五章由四川交通职业技术学院鲁自强编写。

本教材审稿会于 2005 年 6 月 11 日在长春召开。参加审稿会的有浙江交通职业技术学院郭发忠、辽宁交通高等专科学校王彤、安徽交通职业技术学院王常才、新疆交通职业技术学院李轮、宁夏交通职业技术学院孙元桃、山西交通职业技术学院马国峰、吉林交通职业技术学院李辅元、人民交通出版社师云。

本教材在编写过程中,得到了人民交通出版社卢仲贤编审的指导和兄弟院校的帮助,附于书末的主要参考文献,作者们对本书完成给予了巨大支持,另外,参加审稿会的代表们对书稿提出了宝贵意见,在此一并致以诚挚的谢意!

由于编者水平有限,编写时间也较紧迫,书中的不妥和谬误之处,敬请读者批评指正,在此表示衷心感谢。

编 者

2005 年 8 月

目 录

CONTENTS

第一篇 总 论

第一章 概述	3
第一节 桥梁在交通建设中的地位和国内外桥梁的发展概况	3
第二节 桥梁的组成和分类	6
复习思考题	10
第二章 桥梁总体设计	11
第一节 桥梁总体规划原则及其基本设计资料	11
第二节 桥梁纵、横断面设计和平面布置	13
复习思考题	17
第三章 公路桥梁上的作用	18
第一节 永久作用	18
第二节 可变作用	20
第三节 偶然作用	24
第四节 作用效应组合	26
复习思考题	27
第四章 桥面布置与构造	28
第一节 桥面组成与布置	28
第二节 桥面铺装	29
第三节 桥面防水排水设施	31
第四节 桥面伸缩装置	33
第五节 人行道、栏杆与灯柱	36
复习思考题	37

第二篇 钢筋混凝土和预应力混凝土梁式桥

第五章 梁桥的一般特点及分类	41
第一节 钢筋混凝土和预应力混凝土梁式桥的一般特点	41

第二节 梁式桥的主要类型及其适用条件	42
第三节 支座的类型和构造	45
复习思考题	50
第六章 板桥的构造	51
第一节 板桥的类型及特点	51
第二节 简支板桥的构造	52
第三节 斜交板桥的受力特点与构造	57
复习思考题	60
第七章 装配式简支梁桥的构造	61
第一节 装配式简支梁桥的类型	61
第二节 装配式钢筋混凝土简支梁桥	64
第三节 装配式预应力混凝土简支梁桥	72
第四节 组合梁桥	76
复习思考题	77
第八章 简支梁桥的计算	78
第一节 行车道板的计算	78
第二节 荷载横向分布系数的计算	82
第三节 主梁内力计算	88
第四节 标准图的套用及图纸资料选编	90
复习思考题	98
第九章 混凝土简支梁桥的施工	99
第一节 施工准备工作	99
第二节 桥位施工测量	102
第三节 钢筋混凝土简支梁桥的施工工艺	108
第四节 预应力混凝土简支梁桥的施工工艺	133
复习思考题	150
第十章 超静定混凝土梁桥的构造设计要点	152
第一节 钢筋混凝土悬臂和连续体系梁桥的构造和设计要点	152
第二节 预应力混凝土连续梁桥	153
第三节 混凝土刚架桥构造特点	155
第四节 预应力混凝土斜拉桥	158
复习思考题	161
第十一章 超静定混凝土桥梁的施工	162
第一节 预应力混凝土连续梁桥的施工	162
第二节 预应力混凝土 T 形刚构桥和预应力混凝土斜拉桥的施工要点	165
复习思考题	170

第三篇 圬工和钢筋混凝土拱桥

第十二章 拱桥的构造	173
-------------------------	-----

第一节	拱桥的受力特点及适用范围	173
第二节	拱桥的组成和主要类型	173
第三节	主拱圈的构造	176
第四节	其他类型拱桥的构造要点	181
第五节	拱上建筑的构造	185
	复习思考题	192
第十三章	拱桥的设计要点	193
第一节	拱桥的总体设计	193
第二节	拱轴线形的选择和拱上建筑的布置	194
第三节	拱桥主要尺寸的拟定	195
第四节	拱桥上部构造体积计算	197
	复习思考题	199
第十四章	圬工和钢筋混凝土拱桥的施工	200
第一节	拱桥的有支架施工	200
第二节	拱桥的悬臂浇筑施工	209
第三节	拱桥的装配式施工	211
第四节	钢管混凝土拱桥的施工	222
第五节	拱桥的转体施工	227
	复习思考题	234

第四篇 桥梁墩台

第十五章	桥梁墩台的构造	237
第一节	概述	237
第二节	桥墩构造	237
第三节	桥台构造	244
	复习思考题	252
第十六章	桥墩计算	253
第一节	作用及其作用效应组合	253
第二节	重力式桥墩计算	257
第三节	桩柱式桥墩的计算	263
	复习思考题	265
第十七章	桥台计算	266
第一节	重力式桥台的计算	266
第二节	梁桥轻型桥台的计算特点	268
第三节	拱桥轻型桥台的计算特点	271
	复习思考题	275
第十八章	桥梁墩台施工	276
第一节	明挖扩大基础施工	276
第二节	桩基础施工	280

第三节	混凝土和石砌墩台的施工	288
第四节	滑动模板施工	295
第五节	桥台附属工程	302
复习思考题		304

第五篇 涵 洞

第十九章	涵洞的类型与构造	307
第一节	涵洞的分类	307
第二节	洞身和洞口构造	308
第三节	涵洞测设	314
复习思考题		317
第二十章	涵洞的设计计算	318
第一节	涵洞长度计算	318
第二节	洞口建筑工程数量计算	320
复习思考题		322
第二十一章	涵洞的施工	323
第一节	施工准备工作和施工放样	323
第二节	各种类型涵洞施工技术	324
第三节	涵洞附属工程的施工	337
复习思考题		341

第六篇 旧桥加固简介

第二十二章	旧桥加固的目的和常用方法	345
第一节	旧桥加固的目的	345
第二节	桥梁加固的常用方法	346
复习思考题		348
第二十三章	体外预应力加固梁式桥	349
第一节	体外预应力的加固机理	349
第二节	体外预应力加固法的设计和施工技术	351
复习思考题		354
第二十四章	桥梁下部结构的加固方法	355
第一节	桥梁墩台裂缝的维修与加固	355
第二节	桥梁墩台水下部分和基础的修理与加固	362
复习思考题		370
第二十五章	桥梁加固的其他方法简介	371
第一节	贴钢法	371
第二节	贴碳纤维布法	374

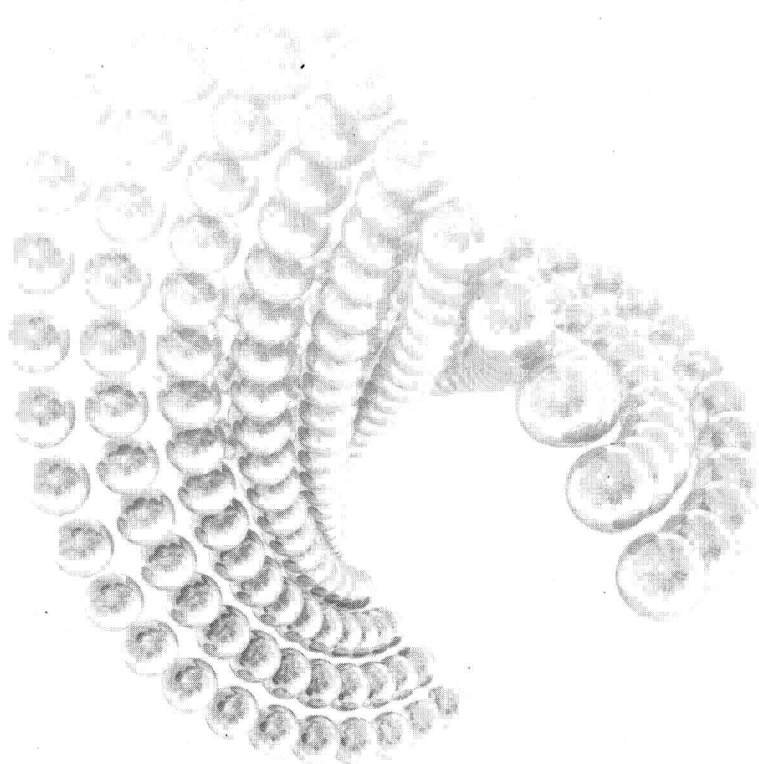
第三节 锚喷混凝土加固拱桥	378
复习思考题	380
《桥梁工程》课程参考教学大纲	381
主要参考文献	388

第一篇

..... PART

1

总 论



第一章 概 述

本章学习要点:了解桥梁在交通中的地位和发展概况、桥梁的基本组成部分、主要尺寸和术语名称、桥梁的类型和结构体系。

第一节 桥梁在交通建设中的地位和国内外桥梁的发展概况

一、桥梁在交通建设中的地位

桥梁不仅是一个国家文化的象征,更是生产发展和科学进步的写照。改革开放以来,我国社会主义现代化建设和各项事业取得了世人瞩目的成就,公路交通的大发展和西部地区的大开发为公路桥梁建设带来了良好的机遇。十年来,我国大跨径桥梁的建设进入了一个最辉煌的时期,在中华大地上建设了一大批结构新颖、技术复杂、设计和施工难度大、科技含量高的大跨径斜拉桥、悬索桥、拱桥、PC 连续刚构桥,积累了丰富的桥梁设计和施工经验,我国公路桥梁建设水平已跻身于国际先进行列。

在公路建筑中,桥涵是路线的重要组成部分。就其数量来说,即使地形不复杂的地段,每公里路线上一般也有 2~3 座桥涵。到 2002 年年底,全国公路桥梁的数量已达 29.9 万座,总长度 1161.2 万延米。就其造价来说,桥梁一般要占公路全部造价的 10%~20%。同时,桥涵施工也比较复杂。因此,正确地、合理地进行桥涵设计和施工,对于节约材料,加快施工进度,降低工程费用,保证工程质量和公路的正常营运,都有着极其重要的意义。

二、我国桥梁建设概况

我国的桥梁建筑在历史上是辉煌的,古代的桥梁不但数量惊人,类型也丰富多彩,几乎包括了所有近代桥梁中的最主要形式。所用的材料多是一些天然材料,例如土、石、木、砖等。

根据史料记载,在三千年前的周文王时期,我国就在渭河上架设过大型浮桥。据考证,在秦汉时期我国就开始大量建造石桥。隋唐时期,是我国古代桥梁的兴盛年代,其间在桥梁形式、结构构造方面有着很多创新。宋代之后,建桥数量大增,桥梁的跨越能力、造型和功能又有所提高,充分表现了我国古代工匠的智慧和艺术水平。举世闻名的河北省赵县的赵州桥(又称安济桥),就是我国古代石拱桥的杰出代表。该桥在隋大业初年(公元 605 年左右)为李春所创建,是一座空腹式的圆弧形石拱桥,全桥长 50.82m,净跨 37.02m,宽 9m,拱矢高度 7.23m。赵州桥在拱圈两肩各设有两个跨度不等的腹拱,这样既能减轻桥身自重、节省材料,又便于排洪、增加美观。赵州桥采用纵向并列砌筑,将主拱圈分为 28 圈,每圈由 43 块拱石组成,每块拱石重 1t 左右,用石灰浆砌筑。赵州桥至今仍保存完好。

我国是最早有吊桥的国家,迄今至少已有三千年的历史。据记载,到唐朝中期,我国就从

藤索、竹索发展到用铁链建造吊桥,而西方在 16 世纪才开始建造铁链吊桥,比我国晚了近千年。至今尚保留下来的古代吊桥有四川泸定县的大渡河铁索桥(1706 年)以及灌县的安澜竹索桥(1803 年)等。泸定铁索桥跨长约 100m,宽约 2.8m,由 13 条锚固于两岸的铁链组成,1935 年中国工农红军长征途中曾强渡此桥,由此更加闻名。

在秦汉时期我国已广泛修建石梁桥。世界上现在尚存最长、工程最艰巨的石梁桥,就是我国于 1053~1059 年在福建泉州建造的万安桥,也称洛阳桥。此桥长达 800 多米,共 47 孔,位于“波涛汹涌,水深不可址”的海口江面上。此桥以磐石遍铺桥位江底,是近代筏形基础的开端,并且独具匠心地用养殖海生牡蛎的方法胶固桥基使成整体。万安桥的石梁共 300 余根,每根重 20~30t,这样重的梁在当时采用“激浪以涨舟,悬机以弦牵”的方法架设。据分析就是利用潮汐的涨落控制船只的高低位置,这也是现代浮运架桥的原始雏形。

新中国成立后,我国的公路建设事业突飞猛进,桥梁建设取得了很大的成就。1957 年,第一座长江大桥——武汉长江大桥的胜利建成,结束了我国万里长江无桥的状况,标志我国建造大跨度钢桥的现代化桥梁技术水平提高到新的起点。大桥的正桥为三联 $3 \times 128\text{m}$ 的连续钢桁梁,下层双线铁路,上层公路桥面宽 18m,两侧各设 2.25m 人行道,包括引桥在内全桥总长 1670.4m。1969 年我国又胜利建成了举世瞩目的南京长江大桥,这是我国自行设计、制造、施工,并使用国产高强钢材的现代化大型桥梁。该桥上层为公路桥,下层为双线铁路,包括引桥在内,铁路桥梁全长 6772m,公路桥梁全长为 4589m。桥址处水深流急,河床地质极为复杂,大桥桥墩基础的施工非常困难。南京长江大桥的建成,显示出我国的建桥技术已达到了世界先进水平,也是我国桥梁史上又一个重要标志。

钢筋混凝土与预应力混凝土的梁式桥,在我国也获得了很大的发展。对于中小跨径的梁桥(跨径为 5~25m),已广泛采用配置低合金钢筋的装配式钢筋混凝土板式或肋板式梁式的标准化设计,它不但经济适用,并且施工方便,能加快建桥速度。我国装配式预应力混凝土简支梁桥的标准化设计,跨径达 40m。1976 年建成了洛阳黄河公路大桥,跨径为 50m,全长达 3.4km。1997 年建成的主跨为 270m 的虎门大桥辅航道桥是中国跨度最大的预应力混凝土梁桥,其跨度世界排名第三位。

斜拉桥,由于其结构合理,跨度能力大,用材指标低和外形美观等优点发展迅速,目前我国主跨超过 600m 的斜拉桥有 4 座。已建成的南京长江二桥,为主跨 628m 的钢箱梁;武汉白沙洲长江大桥,为主跨 618m 的混合梁;福建青州闽江大桥,其主跨为 605m;1993 年建成的上海杨浦大桥,主跨为 602m,闽江大桥和杨浦大桥均为钢—混凝土组合梁。这四座斜拉桥的跨度目前在世界上分别列在第四、五、六和第七位。以上排位暂未计入在建的苏通大桥和昂船洲大桥。

悬索桥的跨越能力在各类桥型中是最大的。我国于 1999 年 9 月建成通车的江阴长江大桥,主跨 1385m,是中国第一座跨度超过千米的钢箱梁悬索桥,世界排名第四。该桥在沉井、地下连结墙、锚碇、挂索等工程施工中创造的经验,将会推动我国悬索桥施工技术的进一步发展。我国香港的青马大桥,全长 2160m,主跨 1377m,为公铁两用双层悬索桥,是香港 21 世纪标志性建筑。它把传统的造桥技术升华至极高的水平,宏伟的结构令世人赞叹,在世界 171 项工程大赛中荣获“建筑业奥斯卡奖”。

本世纪初,我国的交通事业和桥梁建设出现了一个全新的时期,突出体现在高速公路建设和国道系统的畅通以及桥梁技术、桥型、跨越能力和施工管理水平的升华。截止到 2004 年底,高速公路里程达 3.42 万公里,每百平方公里密度达到 21.67km。到如今,一个干支衔接、布局

合理、四通八达的公路网已经形成,公路交通对国民经济发展的“瓶颈”制约状况得到有效缓解。所以,我们应不断努力,不断吸取国内外桥梁建筑的先进技术和有益经验,为我国的桥梁建设做出更大的贡献。

三、国外桥梁建设概况

纵观世界桥梁建筑发展的历史,桥梁建设与社会生产力的发展,工业水平的提高,施工技术的进步,数学、力学理论的进展,计算技术的改革等方面都有关系。其中与建筑材料的改革关系最为密切。

17 世纪中期以前,建筑材料基本上只限于土、石、砖、木等材料,采用的结构也较简单。17 世纪 70 年代开始使用生铁,19 世纪初开始使用熟铁建造桥梁与房屋,由于这些材料的本身缺陷,使土木工程的发展仍然受到限制。19 世纪中期,钢材的出现使得钢结构得到了蓬勃发展,开始了土木工程的第一次飞跃。20 世纪初,钢筋混凝土的广泛应用,以及随后预应力混凝土的诞生,实现了土木工程的第二次飞跃。

从以上可看出,资本主义时代,工业革命促使生产力大幅度增长,从而促进了桥梁建筑技术方面空前的发展。

下面是世界各国的典型桥例,从中可看出其现状和发展概况。

1998 年 4 月竣工的日本明石海峡大桥是日本神户和濑户内海中大岛淡路岛之间的明石海峡上的一座大跨径悬索桥,主跨径为 1991m,为当前世界同类桥梁之首,其桥塔高度也为世界之冠。两桥塔矗立于海面以上约 300m。桥塔下基岩为花岗岩,但埋置很深,均距海平面 150m 以下。

加拿大的安纳西斯桥,是世界上较大的斜拉桥,于 1986 年建成,主跨 465m,桥宽 32m。桥塔采用钢筋混凝土结构,塔高 154.3m,主梁采用混凝土桥面板与钢梁组合结构。日本多多罗桥于 1998 年竣工,是目前跨径最大的斜拉桥,为 890m。

1977 年建成的奥地利的阿尔姆桥,主跨为 76m,是世界上最大的预应力混凝土简支梁桥。加拿大的魁北克桥属于世界著名的跨度最长的悬臂桁架梁桥,桥的主跨为 548.6m,桥全长为 853.6m。

世界上最长的拱、梁组合钢桥首推美国的弗莱蒙特(Fremont)桥。这是三跨连续加劲拱桥,主跨 382.6m,双层桥面。该桥主跨中央 275.2m 的结构部分重约 6000t,采用一次提升架设。

前南斯拉夫克罗地亚地区的克尔克 I 号桥,桥跨 390m,是世界上除万县长江大桥外的跨度第二大的钢筋混凝土拱桥,拱肋为单箱三室断面,采用悬臂拼装法施工,中室先行拼装合龙,再拼装两侧边室。该桥于 1980 年建成。

世界最高、最长的大桥——法国米约大桥于 2004 年 12 月正式投入使用。法国人希望这座像是一连串惊叹号建成的恢弘建筑能够成为另一座“埃菲尔铁塔”,让全世界叹为观止。这座有史以来最高的桥梁也是法国一条连接巴黎、郎格多克以及西班牙巴塞罗那的高速公路的重要组成部分。米约大桥的设计者是大名鼎鼎的英国建筑师福斯特爵士,其最高点比埃菲尔铁塔还高 18m。米约桥就像三座斜拉桥,由 7 根巨型塔柱紧紧连接起来,在两个高原上绵延曲折 2.4km。

纵观大跨度桥梁的发展趋势,可以看到世界桥梁建设必将迎来更大规模的建设高潮,同时对桥梁技术的发展方向提出了更新的要求。

1. 大跨度桥梁向更长、更大、更柔的方向发展

研究大跨度桥梁在气动、地震和行车动力作用下结构的安全和稳定性,将截面做成适应气动要求的各种流线形加劲梁,增大特大跨度桥梁的刚度;采用以斜缆为主的空间网状承重体系;采用悬索加斜拉的混合体系;采用轻型而刚度大的复合材料做加劲梁,采用自重轻、强度高的碳纤维材料做主缆。

2. 新材料的开发和应用

新材料应具有高强、高弹模、轻质的特点,研究超高强硅烟和聚合物混凝土、高强双相钢丝钢纤维增强混凝土、纤维塑料等一系列材料取代目前桥梁用的钢和混凝土。

3. 在设计阶段采用高度发展的计算机辅助手段,进行有效的快速优化和仿真分析,运用智能化制造系统在工厂生产部件,利用 GPS 和遥控技术控制桥梁施工。

4. 大型深水基础工程

目前世界桥梁基础尚未超过 100m 深海基础工程,下一步需进行 100 ~ 300m 深海基础的实践。

5. 桥梁建成交付使用后,将通过自动监测和管理系统保证桥梁的安全和正常运行,一旦发生故障或损伤,将自动报告损伤部位和养护对策。

6. 重视桥梁美学及环境保护

桥梁是人类最杰出的建筑之一,闻名遐迩的美国旧金山金门大桥、澳大利亚悉尼港桥、英国伦敦桥、日本明石海峡大桥、中国上海杨浦大桥、南京长江二桥、香港青马大桥,这些著名大桥都是一件件宝贵的空间艺术品,成为陆地、江河、海洋和天空的景观,成为城市标志性建筑。宏伟壮观的澳大利亚悉尼港桥与现代化别具一格的悉尼歌剧院融为一体,成为今日悉尼的象征。因此,21 世纪的桥梁结构必将更加重视建筑艺术造型,重视桥梁美学和景观设计,重视环境保护,达到人文景观同环境景观的完美结合。

在 20 世纪桥梁工程大发展的基础上,描绘 21 世纪的宏伟蓝图,桥梁建设技术将有更大、更新的发展。

第二节 桥梁的组成和分类

一、桥梁的组成

图 1-1 和图 1-2 分别表示公路上所用的梁桥及拱桥的结构图式。从图中可见,一般桥梁通常是由下述各部分组成的。

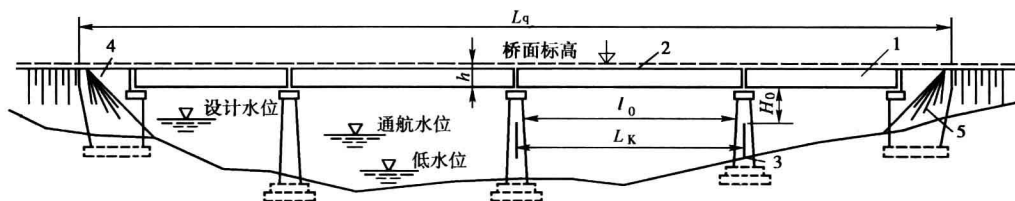


图 1-1 梁桥的基本组成

1-主梁;2-桥面;3-桥墩;4-桥台;5-锥形护坡

上部结构,又称为桥跨结构,包括承重结构和桥面系,是路线遇到障碍(如河流、山谷等)