



高等职业教育
道路桥梁工程专业教学资源库



高等职业教育专业教学资源库建设项目规划教材



桥梁结构设计

主编 朱芳芳



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS



高等职业教育专业教学资源库建设项目规划教材

桥梁结构设计

Qiaoliang Jiegou Sheji

主 编 朱芳芳

主 审 吴清伟



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容提要

本书是根据高等职业院校道路桥梁工程技术专业人才培养目标,以公路工程现行技术标准、规范为依据,紧紧围绕职业岗位的技能要求来编写教材的。桥梁结构设计是一门全新重组的道桥专业课程,是由结构设计原理课程和桥梁工程课程部分内容组合而成,一改以往桥梁结构设计计算内容的不完整和不连续,从而使其更全面、更连贯。在以往的课程内容中,结构设计原理只介绍根据内力给构件配筋并复核,不讲内力如何计算,而桥梁工程中只介绍桥上如何进行最不利的布载,根据荷载计算内力,但不讲配筋和承载力复核,桥梁结构设计将两者有机地结合在一起,即先介绍如何在桥上最不利布置荷载,然后根据荷载计算内力,最后根据内力进行配筋设计、尺寸设计并复核,这样可以使学生对桥梁构件中的板、梁、桩、柱及圬工结构的设计有全面的认识和掌握,使知识更系统。

本书既可作为高职院校道路桥梁工程技术相关专业教材,也可供相关专业技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

桥梁结构设计/朱芳芳主编. —北京:高等教育出版社,2011.8

ISBN 978-7-04-033055-7

I. ①桥… II. ①朱… III. ①桥梁结构-结构设计-高等职业教育-教材 IV. ①U443

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 156616 号

策划编辑	毛红斌	责任编辑	毛红斌	封面设计	于涛	版式设计	范晓红
责任校对	刘春萍	责任印制	田甜				

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
印 刷 北京铭传印刷有限公司
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 17.25
字 数 410 千字
购书热线 010-58581118

咨询电话 400-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
版 次 2011 年 8 月第 1 版
印 次 2011 年 8 月第 1 次印刷
定 价 27.20 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换

版权所有 侵权必究

物 料 号 33055-00

高等职业教育道路桥梁工程技术专业教学资源库建设项目 规划教材编写委员会

顾 问:王秉纲

主任委员:张亚军

委 员(按姓氏笔画排序):

万姜林	万 涛	于国锋	孔七一	王永福	王 彤	王家福
务新超	左宜军	田 文	田景贵	刘正发	刘 志	延西利
朱芳芳	阮志刚	张征文	李全文	李连红	杨转运	杨金华
陆 勇	陈小雄	陈方烨	陈宝军	陈湘青	单光炎	欧阳伟
罗建华	罗 筠	金仲秋	姚青梅	柳俊杰	段东旭	胡拔香
荀家正	费秉胜	赵树青	唐杰军	徐建虎	晏 杉	秦 臻
盛 湧	彭富强	满洪高	谭建岭			

联合建设院校:

辽宁省交通高等专科学校

云南交通职业技术学院

四川交通职业技术学院

贵州交通职业技术学院

湖南交通职业技术学院

湖北交通职业技术学院

浙江交通职业技术学院

青海交通职业技术学院

山东交通职业学院

四川建筑职业技术学院

石家庄铁路职业技术学院

陕西铁路工程职业技术学院

杨凌职业技术学院

黄河水利职业技术学院

广西建筑职业技术学院

**联合建设企业：**

中国交通建设集团有限公司

中铁隧道集团有限公司

中铁十三局集团有限公司

中铁十九局集团有限公司

辽宁省路桥建设集团有限公司

云南阳光道桥股份有限公司

湖南路桥建设集团

贵州省公路桥梁工程总公司

浙江省交通工程建设集团

大连公路工程集团

序

高等职业院校专业教学资源库建设项目是国家教育部重点项目,项目的建设目标是为了进一步促进专业教学改革、提高教学质量,是扩大国家示范高职院校建设成果辐射效应和服务全国高职战线的有效途径。

按照《教育部 财政部关于实施国家示范性高等职业院校建设计划加快高等职业教育改革与发展的意见》(教高[2006]14号)及《教育部关于确定高等职业教育专业教学资源库2010年度立项建设项目的通知》(教高函[2010]9号)精神,道路桥梁工程技术专业于2009年9月联合全国15家国家级及省级示范院校与10多家优秀企业,在交通运输部科教司、交通职业教育教学指导委员会和高等学校路桥交通工程教学指导委员会的指导下,集合大批骨干教师及企业一线技术骨干,经过三年大量的组织建设工作,建立了以学生、教师、企业、社会为服务对象的具有普适性、代表性、先进性和可持续发展性的资源共享平台。

资源平台围绕公路桥梁建设需求,以课程为主线系统地开发了专业建设中心、课程中心、资源中心、案例中心、虚拟实训、培训中心、考评中心、就业平台、交流平台和专业展示平台。实现了“大容量、无限制、共享型”等特色,目前已在全国范围内推广使用,为推动专业教学改革,提高专业人才的培养质量,提升高等职业教育的社会服务能力,促进高等职业教育信息化,促进职业教育教学方法与手段的改革都起到了一定的积极作用。

道路桥梁工程技术专业规划教材是在高等职业教育道路桥梁工程技术专业教学资源库建设的基础上,以公路建设为主线,以专业人才培养所应具备的“工程勘察与路桥设计能力”、“工程概算与招投标能力”、“材料试验与检测能力”、“道桥工程施工与组织能力”、“质量验收与评定能力”五个能力为目标,按公路建设的过程对原有的课程体系进行重新构建,在充分调查研究的基础上,校企共同合作,共同开发了“路面工程施工”、“桥梁下部施工技术”等14门专业课程。课程的开发紧密结合道路桥梁工程建设所需,按工程建设阶段及岗位能力的需求进行内容的设计与整合,突出了职业能力与工作岗位相结合的知识要点,突出了学生主体、教师引导的教学理念,建立了与道路桥梁工程技术专业资源库相对应的课程内容,并在学生全面发展及可持续发展等方面增加了相应篇幅,教材编写的目标是为了实现学生主动学习、积极学习和兴趣学习。

本套教材是高等职业教育道路桥梁工程技术专业教学资源库建设项目的重要成果之一,是项目化课程得以实施的重要支撑,也是未来实现立体化资源教材的基础。多年来,项目组深入开展关于教学改革、课程开发、资源建设、资源应用的各类调查和研究,集合全国教学骨干力量和企业技术核心组成教材编写委员会,在整合各类优质核心资源的基础上,按照课程体系的开发思路,打破传统教材的束缚,将岗位核心能力培养、素质拓展作为教材编写的统一逻辑主线,实现“技能”和“知识”并轨,“运用”与“学习”结合,注重实用、易用易懂,配套资源平台,有效支撑专



业项目化课程教学、网络教学、岗位培训、技能鉴定辅导等资源的同步应用,主要表现为以下几点鲜明的特色。

(1) 突出岗位核心技术的实用性。整套教材是在对行业广泛调研、企业全程参与的课程开发与资源库建设的基础上孕育而生的新型教材,区别于传统教材。我们确立了岗位核心能力培养、素质拓展的教材编写主线,从岗位核心技能入手,突出专业化与岗位技术应用相适应,明确了人才培养的方向性,更加适应于高职技术教育改革的教學理念。

(2) 注重技能培养的学用性。技术教育不同于学术教育,关键在于技术能力的掌握和运用,脱离了生产和实践,技能变得抽象和不易掌握。就技能培养而言,基于工作过程开发的配套课程教材更注重学习者的认知逻辑和学习效能,用浅显生动的语言描述配以丰富的图片展示,加之教材内容的组织考虑了知识、技能的相关性和逻辑性,使学习者学习轻松、运用自如。

(3) 融合丰富资源打造立体化教材。资源库建立与教材编写同步,资源相互借鉴、互为补充,教材和资源配套使用,与资源库课程中心对接,对教与学双向辅助,从而有效地保证了学习者在学习过程中进行资源的检索和运用,将未来以学习者为主体的技术教育变为现实,打造立体化电子教材,将学习变得轻松、简单、有趣。

(4) 教材的实用性满足后续化运用。本套教材的编写紧跟生产技术一线,大量引入工程案例,符合行业标准和技术规范,融合新技术、新工艺,再现真实工作环境下的岗位核心技能,可作为企业岗位培训和职业技能鉴定的主要参考,其较强的实践指导性将成为学生工作阶段技能提升的首选参考用书。

(5) 关注使用者的学习心理,提升学习效能。在编写过程中我们更多的是关注使用者的学习心理,传统教材的编写模式使学习者在长篇阅读中较难抓住重点,容易产生逻辑模糊、技能模糊,学习失去兴趣,因此我们在教材的结构形式上做了大胆尝试和创新。本套教材不仅装帧精美、图文并茂,教材中还引入了大量的工程案例,并以引入思考和重点技能辅助等形式展现教材的阅读魅力和指导价值。

我们架桥修路之人讲求的是国际化的专业技术标准和铺路石的精神,研究的是如何开拓更为广阔的交通建设天地,完成的是国家宏伟蓝图的基础建设,承担的是祖国繁荣富强的使命!多年来我们孜孜以求,不断努力,不仅遵从实用、可靠,我们更希望将职教魅力和企业文化也融合到我们的教材建设中来,开辟一条高等职业教育改革的特色之路、成功之路!

高等职业教育道路桥梁工程技术专业教学资源库建设项目组

2011年6月

前言

桥梁结构设计是高等职业技术学院道路桥梁工程技术专业的重要专业技术课。本书以公路工程最新技术标准、设计及施工规范为依据,以职业岗位工作目标为切入点,紧紧围绕职业岗位的技能要求编写教材内容。本书按桥梁结构设计理论的程序,先介绍如何在桥上最不利布置荷载,然后根据荷载计算内力,最后根据内力进行配筋设计、尺寸设计并复核,这样可以使学生对桥梁构件中的板、梁、桩、柱及圬工结构的设计有全面的认识和掌握,使知识更系统。在编写的过程中,注重理论联系实际,强化实用性和可操作性,重点突出行业岗位对从业人员知识结构和职业能力的要求,充分体现高等职业教育的特点。

本书共分五个学习情境,学习情境一为桥梁结构认知,学习情境二为钢筋混凝土受弯构件的设计,学习情境三为钢筋混凝土受压构件的设计,学习情境四为预应力混凝土受弯构件的设计,学习情境五为圬工结构的材料要求及设计。使用本书时,可登录专业教学资源库平台检索相关的图片、动画及视频资源。

推荐参考学时分配见下表。

参考学时分配表(推荐)

序号	授课内容		学时分配	
	学习情境	教学内容	讲课	实践
1	桥梁结构认知	任务一 桥梁发展与现状 任务二 桥梁组成与分类和梁桥的构造 任务三 桥梁的总体规划和设计原则 任务四 公路桥梁上的作用	6	4
2	钢筋混凝土受弯构件的设计	任务一 了解钢筋混凝土 任务二 了解混凝土 任务三 了解钢筋 任务四 钢筋混凝土板的设计 (1) 钢筋混凝土板的构造; (2) 板桥的荷载横向分布系数计算; (3) 板的内力计算; (4) 单筋矩形板主筋设计; (5) 单筋矩形板承载力复核; (6) 梁桥行车道板的设计。	42	26



续表

序号	授课内容		学时分配	
	学习情境	教学内容	讲课	实践
2	钢筋混凝土受弯构件的设计	任务五 钢筋混凝土梁的设计 (1) 钢筋混凝土梁的构造; (2) 梁桥的荷载横向分布系数计算; (3) 主梁的内力计算; (4) 双筋矩形梁主筋设计及复核; (5) 单筋 T 形梁的钢筋设计; (6) T 梁全梁承载能力复核。 任务六 钢筋混凝土受弯构件变形和裂缝宽度验算	42	26
3	钢筋混凝土受压构件的设计	任务一 钢筋混凝土柱、桩的构造 任务二 桩的荷载计算原理及步骤 任务三 单桩承载力的计算 任务四 轴心受压构件的配筋计算及承载力复核 任务五 矩形截面偏心受压构件的配筋计算及承载力复核 任务六 圆形截面偏心受压构件设计及其承载力复核 任务七 桩基础设计计算步骤	14	6
4	预应力混凝土受弯构件的设计	任务一 预应力混凝土构件的概念和材料要求 任务二 预应力混凝土构件的施工工艺 任务三 预应力损失的计算 任务四 预应力混凝土受弯构件的构造要求 任务五 预应力混凝土受弯构件的设计原理及步骤	18	20
5	圬工结构的材料要求及设计	任务一 圬工结构的材料要求 任务二 刚性扩大基础的设计 任务三 刚性扩大基础的验算	6	2
合计课时		144		

本书学习情境一、学习情境二、学习情境五由辽宁省交通高等专科学校朱芳芳副教授编写,学习情境三由云南交通职业技术学院刘丽珍副教授编写,学习情境四由辽宁省交通高等专科学校于忠涛副教授编写。全书由朱芳芳主编,于忠涛统稿。全书由辽宁省交通高等专科学校吴清伟教授主审。

在编写过程中,参考和引用了大量有关文献资料,在此对原作者顺致谢意。

由于时间仓促,水平有限,书中难免存在缺点和错误,敬请读者批评指正。

编者

2011年5月

目 录

学习情境一 桥梁结构认知	1	计算及承载力复核	178
任务一 桥梁发展与现状	1	任务六 圆形截面偏心受压构件设计及承载力复核	187
任务二 桥梁组成与分类和梁桥的构造	9	任务七 桩基础设计计算步骤	190
任务三 桥梁的总体规划和设计原则	18	学习情境四 预应力混凝土受弯构件的设计	194
任务四 公路桥梁上的作用	26	任务一 预应力混凝土构件的概念和材料要求	195
学习情境二 钢筋混凝土受弯构件的设计	37	任务二 预应力混凝土构件的施工工艺	198
任务一 了解钢筋混凝土	38	任务三 预应力损失的计算	204
任务二 了解混凝土	41	任务四 预应力混凝土受弯构件的构造要求	213
任务三 了解钢筋	51	任务五 预应力混凝土受弯构件的设计原理及步骤	219
任务四 钢筋混凝土板的设计	62	学习情境五 圬工结构的材料要求及设计	229
任务五 钢筋混凝土梁的设计	99	任务一 圬工结构的材料	229
任务六 钢筋混凝土受弯构件变形和裂缝宽度验算	137	任务二 刚性扩大基础的设计	234
学习情境三 钢筋混凝土受压构件的设计	146	任务三 刚性扩大基础的验算	238
任务一 钢筋混凝土柱、桩的构造	147	附录 铰接板荷载分布影响线竖标表	250
任务二 桩的荷载计算原理及步骤	154	参考文献	262
任务三 单桩承载力的计算	159		
任务四 轴心受压构件的配筋计算及承载力复核	172		
任务五 矩形截面偏心受压构件的配筋			

学习

情境一

桥梁结构认知



学习目标

了解桥梁的发展史;桥梁结构的设计原则与资料收集、设计要点;掌握公路桥梁上的作用及作用效应组合;能够识别桥梁的类型、主要尺寸和名称;梁式桥的构造。



引入思考

在人造桥梁之前,自然界由于地壳运动或其他自然现象的影响,形成了不少天然的桥梁形式。如浙江天台山横跨瀑布上的石梁桥,江西贵溪因自然侵蚀而成的石拱桥(仙人桥)以及小河边因自然倒下的树干而形成的“独木桥”,或两岸藤萝纠结在一起而构成的天生“悬索桥”等等。人类从这些天然桥中得到启示,便在生存过程中,不断仿效自然。开始时大概是利用一根木料在小河上,或氏族聚居群周围的壕沟上搭起一些独木桥,或在窄而浅的溪流中,用石块垫起一个接一个略高出水面的石蹬,构成一种简陋的“跳墩子”石梁桥(后园林中多仿此原始桥式,称“汀步桥”、“踏步桥”)。这些独木桥、跳墩子桥便是人类建筑的最原始的桥梁,以后随着生产力的发展,不断由低级演进为高级,才逐渐产生各种各样的跨空桥梁。



学习内容

- 任务一 桥梁发展与现状
- 任务二 桥梁组成与分类和梁桥的构造
- 任务三 桥梁的总体规划和设计原则
- 任务四 公路桥梁上的作用

任务一 桥梁发展与现状

桥梁是人类最杰出的建筑,它不仅是一种结构物,而且作为一种空间艺术品,横跨在江河、湖泊、海峡之上,存在于人类社会之中,成为一个国家、一个民族、一个城市的文明和骄傲。



一、桥梁建筑的历史成就

(一) 我国古代桥梁的辉煌成就

我国历史悠久,河流纵横交错,有著名的长江、黄河和珠江等河流,这里孕育了中华民族,创造了灿烂的华夏文化。在历史的长河中,中华民族曾建造了数以万计的桥梁,几乎包含了近代桥梁中的最主要形式。中国古代桥梁的辉煌成就举世瞩目,曾在东西方桥梁发展史上占有崇高的地位,为世人所公认。

我国古代桥梁有梁桥、拱桥、悬索桥、浮桥等类型。

1. 梁桥

在秦汉时期我国已广泛修建石梁桥。世界上现在尚存的最大的、工程最艰巨的石梁桥就是我国于公元 1053—1059 年在福建泉州建造的万安桥,也称洛阳桥(图 1-1-1),是宋代泉州太守蔡襄主持建造的。该桥长 800 多米,共 47 孔,每孔用 7 根跨度 11.8 m 的石梁组成,宽约 4.9 m。此桥基础采用蛎(蚝)种在潮水涨前的抛石基底和石砌墩身上,使胶结成整体,是近代筏形基础的开端。



图 1-1-1 福建泉州万安桥

2. 拱桥

举世闻名的河北省赵县的赵州桥(又称安济桥)是由隋朝石匠李春于公元 605 年建造,是世界上最早、保存良好的石拱桥。该桥净跨 37.02 m,桥面净宽 9 m,拱矢高 7.23 m,像这样的敞肩石拱桥,欧洲到 19 世纪才出现,比我国晚 1 200 多年。

1991 年赵州桥被美国土木工程学会(ASCE)选为世界第 12 个“国际历史土木工程里程碑”(见图 1-1-2)。

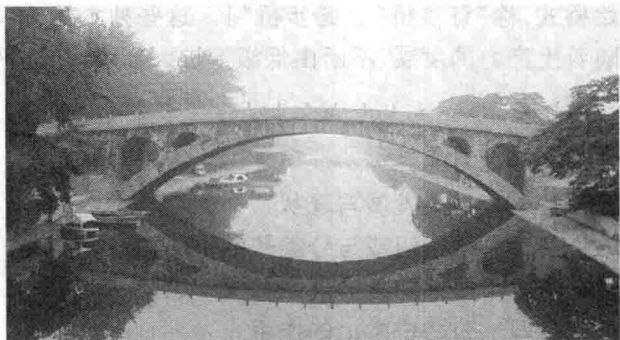
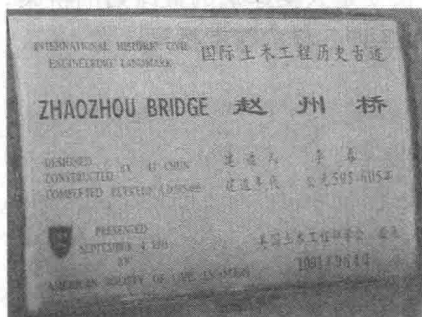


图 1-1-2 赵州桥

3. 悬索桥

悬索桥也称吊桥。大部分的桥梁历史书上,都承认我国是最早有吊桥的国家,据记载,在唐代中期,我国就从藤索、竹索发展利用铁索建造吊桥,而西方在 16 世纪才开始建造铁索吊桥,比我国晚近千年。公元 1475 年建成的跨径 100 m 的云南永平县霁虹桥,跨澜沧江,桥位于通往印

度和缅甸的千年古道上,是现存最古老、最宽、铁索最多的铁索桥(图 1-1-3)。

现存的古代吊桥还有 1706 年建造的四川泸定县的大渡河铁索桥(图 1-1-4),以及 1803 年建造的灌县的安澜竹索桥等。

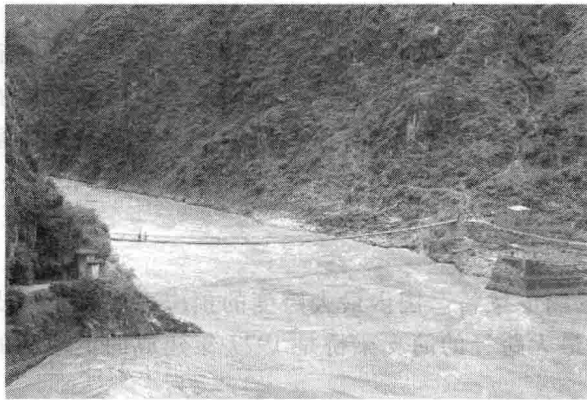


图 1-1-3 云南永平霁虹桥



图 1-1-4 四川大渡河铁索桥

4. 浮桥

古代在大江大河中由于条件限制往往不可能修建桥墩,为过河需要,用舟船组合建造浮桥。最早的浮桥记录是《诗经》中记周文王亲自主持,在渭上架过浮桥,时间是公元前 12 世纪。浮桥在军事作战中起主要作用。

公元 1170—1192 年建成的广东潮州湘子桥(又称广济桥),全长 517.95 m,东西浅滩部分各建一段石桥,中间浅水部分以浮桥衔接。浮桥可开可合,是世界上活动桥的先导。

(二) 新材料、新技术对桥梁发展的推动作用

钢材、钢筋混凝土、预应力钢筋混凝土的出现,在现代桥梁史上起到了巨大的推动作用。19 世纪中期,钢材的出现是土木工程的第一次飞跃。随后产生了高强钢材、钢丝、钢索。于是,钢结构得到了蓬勃发展。结构跨度从砖、石、木结构的几米、几十米发展到百米、直至千米以上,并开创了在大江、海峡上修建大桥的奇迹。

20 世纪初,钢筋混凝土以及预应力钢筋混凝土的诞生,实现了土木工程的第二次飞跃。钢筋混凝土的应用,要追溯到 1873 年法国的约瑟夫莫尼尔首创建成的一座拱式人行桥。而预应力钢筋混凝土是法国著名工程师弗莱西奈于 1928 年研究出来并付诸实践的。20 世纪 50 年代,联邦德国悬臂施工技术的发明使大跨径刚构桥的建造成为可能。

现代悬索桥从 1883 年美国建成主跨为 486 m 的纽约布鲁克林悬索桥开始,至今已有 120 多年的历史。到 20 世纪 30 年代,悬索桥的跨径纪录就突破千米以上,1931 年建成的美国乔治·华盛顿大桥,跨度为 1 067 m;1937 年美国建成主跨 1 280 m 的旧金山金门大桥(图 1-1-5),其世界纪录保持



图 1-1-5 美国金门大桥



28 年之久,为近代大跨径桥梁的建设开创了道路。

20 世纪 50 年代,瑞典和德国相继修建了斜拉桥,从此揭开了修建现代斜拉桥的序幕。

二、国内外桥梁发展现状

桥梁是随着经济发展带来的交通需要和经济与科学技术的进步而发展的。它从一个侧面反映一个国家生产、经济与科学技术的发展程度。茅以升曾这样讲过:“桥梁是一个国家发展的象征。”纵观世界各国的大城市,常以工程雄伟的大桥作为城市的标志与骄傲。下面按结构体系分别讲述国内外各类桥梁的发展史及其现状。

(一) 梁桥

1. 简支梁桥

跨径小于 60 m 的桥梁常套用标准跨径的简支梁桥。国内最大跨度的预应力混凝土简支梁桥是跨径 62 m 的浙江瑞安飞云江桥,世界上最大跨径的简支梁桥是 1977 年建成的奥地利的阿尔姆(ALM)桥,跨径 76 m。

2. 悬臂梁桥

国内最大跨度的预应力混凝土悬臂梁桥是 65 m 的成昆孙水河五号桥,世界上该桥型的最大跨度达 150 m。

3. 连续梁桥

预应力混凝土连续梁桥国内的最大跨度为 2001 年 3 月 26 日通车的南京长江二桥北汊桥,主跨为 165 m。在国外,葡萄牙已建成跨度为 250 m 的连续梁桥;1974 年建成的巴西 COSTAE SILVA(尼泰罗伊河桥)主跨 300 m,是目前世界上跨径最大的钢箱连续梁桥;1980 年建成的挪威萨本约恩桥,主跨 212 m。20 世纪 50 年代,由于联邦德国平衡悬臂法的出现,使这种桥型的建造迅速发展起来。

4. 钢桁架桥

钢桁架桥自重较轻,施工简便,杆件直接受拉与受压,能充分发挥材料性能,常用于大跨径桥梁。

1957 年,我国第一座长江大桥——武汉长江大桥(图 1-1-6)建成,主跨为 128 m 的钢连续桁架。这座桥的建成既结束了我国万里长江无桥的状况,又标志着我国修建大跨度钢桥技术的新突破。毛泽东曾这样赞道:“一桥飞架南北,天堑变通途”。1969 年,我国自行设计、制造、施工,并使用国产高强度钢材建成了南京长江大桥(图 1-1-7),主跨为 160 m 的连续钢桁梁。这两座桥的建成是我国桥梁史的两个重要标志。

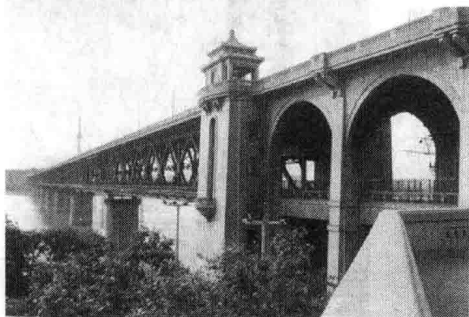


图 1-1-6 武汉长江大桥

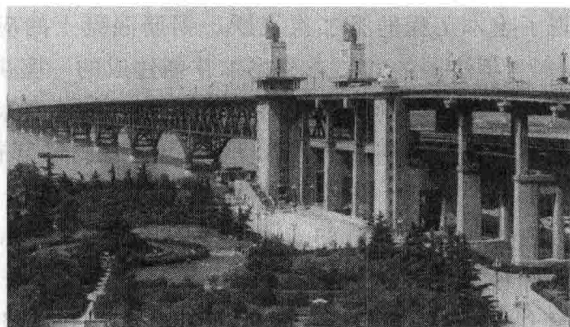


图 1-1-7 南京长江大桥

世界最大跨度悬臂桁架桥是加拿大魁北克(Quebec)桥,主跨 549 m,早在 1917 年就建成,竣工时是当时世界上(包括所有类型桥梁)最大跨度的桥梁。该桥曾在 1907 年和 1916 年建桥过程中由于受压杆件失稳,强度折减而发生两次垮桥事故,故钢桁架桥不能用于超大跨径桥梁。

(二) 刚构桥

刚构桥分为 T 形刚构桥和连续刚构桥。

1. T 形刚构桥

T 形刚构桥又分为跨中带剪力铰的 T 形刚构桥和跨中带挂梁的 T 形刚构桥。跨中铰和挂梁的存在对高速行车不利,且剪力铰和牛腿易损坏。因此这种桥从 20 世纪 60 年代到 80 年代初,修建较多,但是从 20 世纪 80 年代以后基本不再修建了。

我国跨度最大的 T 形刚构桥是 1980 年建成的主跨 174 m 的重庆长江大桥(图 1-1-8)。国外的该桥型是世界跨度为 270 m 的巴拉圭的 Paragual 桥。

2. 连续刚构桥

连续刚构桥消除了 T 形刚构桥的缺点,行车平顺,又保持了 T 形刚构桥不设支座,不需转换体系的优点,方便施工。且有很大的纵桥向抗弯刚度和横向抗扭刚度,满足大跨径桥的受力要求,连续刚构桥的建造从 20 世纪 80 年代至今方兴未艾。

澳大利亚修建了两座跨径 200 m 以上的连续刚构桥,其中最著名的是 1985 年建成的门道(Gateway)桥,跨径 260 米,该纪录保持世界第一长达 12 年之久。我国 1997 年建成的广东虎门大桥辅航道桥(图 1-1-9)跨径 270 m,当时是世界最大跨度的连续刚构桥。

1998 年挪威相继建成两座大跨度连续刚构桥,分别是主跨为 301 m 的 Stolma 桥和主跨为 298 m 的 Raft Sundet 桥。



图 1-1-8 重庆长江大桥

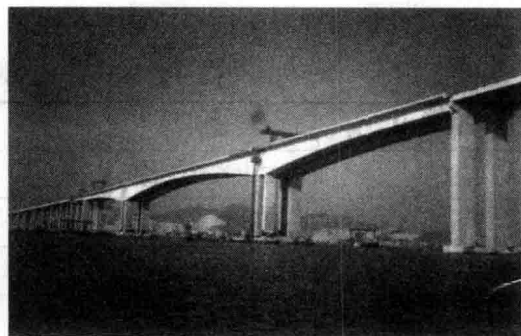


图 1-1-9 虎门大桥辅航道桥

(三) 拱桥

我国是拱桥的发源地,既有悠久的历史,又有辉煌的现代。

1. 石拱桥

国际上石拱桥的跨度纪录为德国于 1903—1904 年建成的 Syrtal Plauen 桥所保持,其跨度为 90 m。1961 年在云南省南盘江上修建的长虹桥,跨径 112 m,第一次突破了石拱桥跨径 100 m 大关,从此石拱桥跨径的世界纪录一直由中国保持。近些年来,我国在石拱桥和钢筋混凝土拱桥方



面创造了一个又一个的世界纪录。1990 年又建成了跨径 120 m 的湖南鸟巢河桥,该桥已载入 1996 年《世界吉尼斯纪录大全》。目前我国已建成跨径 100 m 以上的石拱桥共有十几座。2001 年建成的晋焦高速公路丹河大桥(图 1-1-10),跨径 146 m,是目前世界上最大跨径的石拱桥。

2. 钢筋混凝土拱桥

1997 年我国建成了世界最大跨度的钢筋混凝土拱桥——重庆万州长江大桥(图 1-1-11)跨度为 420 m。2005 年 1 月建成的重庆巫山长江大桥(图 1-1-12)为中承式钢管混凝土拱桥,主跨 460 m,再一次创造了世界纪录。



图 1-1-10 丹河大桥

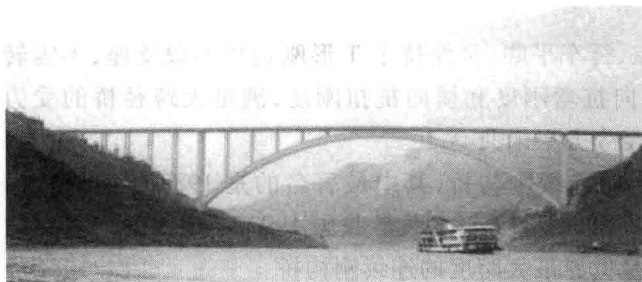


图 1-1-11 万州长江大桥

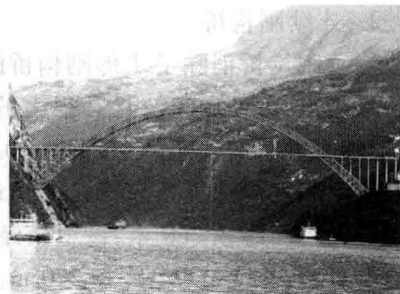


图 1-1-12 巫山长江大桥

世界长跨钢筋混凝土拱桥见表 1-1-1。

表 1-1-1 世界长跨钢筋混凝土拱桥表

序号	桥名	主跨/m	国家	竣工年份
1	重庆巫山长江大桥	460	中国	2005
2	四川万县长江大桥	420	中国	1997
3	克尔克(KRK)桥	390	南斯拉夫	1980
4	广州丫髻沙大桥	360	中国	2001
5	贵州江界河桥	330	中国	1995
6	广西邕宁邕江桥	312	中国	1996
7	格莱兹维尔桥	305	澳大利亚	1964
8	广西三岸邕江桥	270	中国	1998

3. 钢拱桥

钢拱桥自重轻,同时由于钢材有较高的抗压强度,因此适用于大跨径桥梁。1977 年美国建成的新河峡谷桥,跨径为 518 m,是当时世界上跨径最大的钢拱桥。26 年后,这一世界纪录被我

国打破,2003年6月建成的上海卢浦大桥(图1-1-13)跨度为550 m,是世界上已建成的最大跨度的钢拱桥。澳大利亚悉尼港桥(图1-1-14)主跨503 m,该桥和悉尼歌剧院是第27届奥运会上代表悉尼的两个文明标志,成为澳大利亚人民的骄傲。

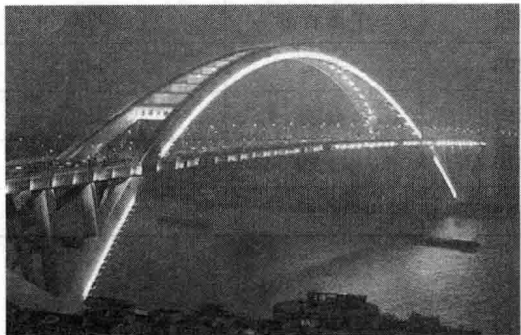


图 1-1-13 卢浦大桥

图 1-1-14 悉尼港桥

(四) 悬索桥

悬索桥是特大跨径桥梁的主要形式之一,其造型优美,规模宏大,常被人们称为“桥梁皇后”。目前,已建成的世界最大跨度的桥梁是日本明石海峡大桥(图1-1-15),主跨为1 991 m;我国2005年4月建成的润扬长江大桥(图1-1-16)主跨为1 490 m。当跨径大于800 m时,悬索桥方案具有很大的竞争力。



图 1-1-15 日本明石海峡大桥

图 1-1-16 润扬长江大桥

世界长大跨度的悬索桥见表1-1-2。

表 1-1-2 世界长大跨度的悬索桥

序号	桥名	主跨/m	国家和地区	竣工年份
1	明石海峡大桥	1 991	日本	1998
2	大贝尔特(Great Belt)桥	1 624	丹麦	1998
3	润扬长江大桥	1 490	中国	2005
4	恒伯尔(Humber)桥	1 410	英国	1981