

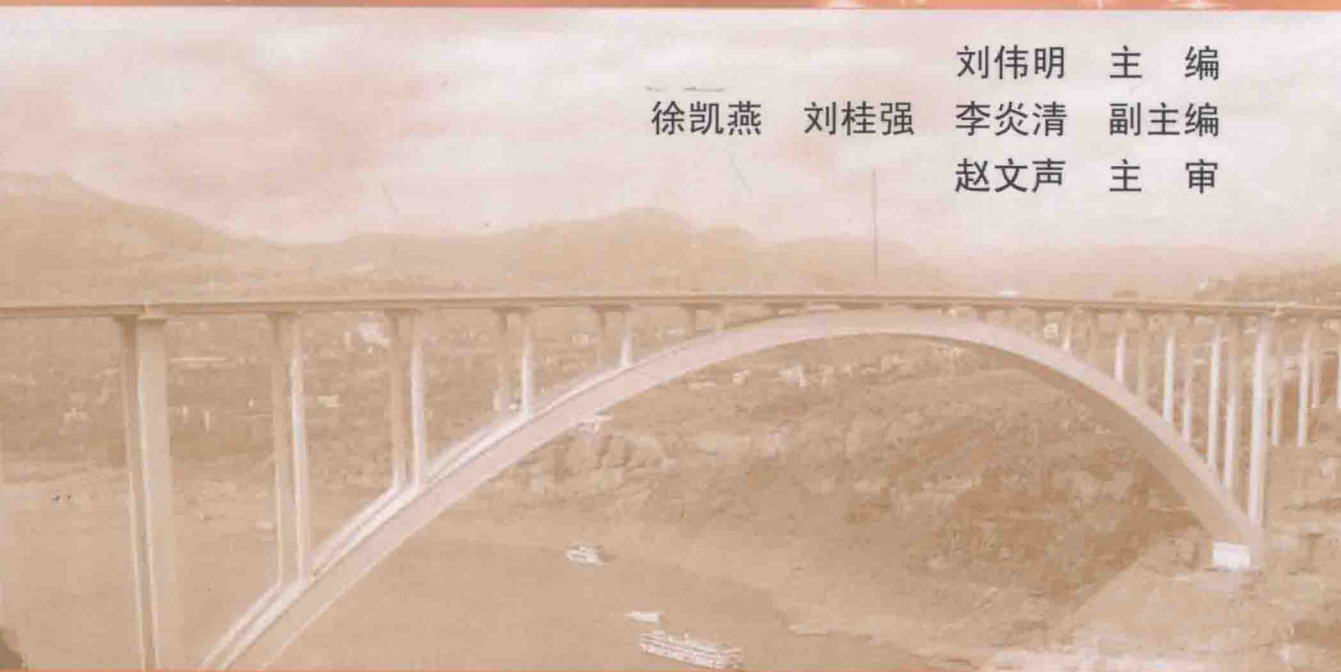


高等职业教育“十二五”规划教材

桥梁上部结构

施工与检测

刘伟明 主 编
徐凯燕 刘桂强 李炎清 副主编
赵文声 主 审



人民交通出版社
China Communications Press

高等职业教育“十二五”规划教材

Qiaoliang Shangbu Jiegou Shigong yu Jiance

桥梁上部结构施工与检测

	刘伟明	主 编
徐凯燕 刘桂强	李炎清	副主编
	赵文声	主 审

人民交通出版社

内 容 提 要

本书是高等职业教育“十二五”规划教材。全书共设置六个学习模块(篇),内容涉及桥梁总体规划设计、桥梁上的作用、梁式桥的构造、钢筋混凝土简支梁桥的计算、拱桥的构造、拱桥的设计、涵洞的构造、涵洞的设计和计算、桥梁施工的发展简史、桥梁施工测量、桥梁的常备式结构与常用主要施工设备、桥梁就地浇筑施工、梁桥装配式施工、悬臂施工法、预应力混凝土连续梁桥施工、拱桥施工、涵洞施工技术、桥面及附属工程施工、桥梁现浇混凝土结构检测、桥梁静载试验。

本书是高职高专院校土木工程专业教学用书,也可供从事桥梁施工、监理、管理人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

桥梁上部结构施工与检测/刘伟明主编. —北京:
人民交通出版社, 2013. 6

高等职业教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-114-10522-7

I. ①桥… II. ①刘… III. ①桥梁结构—上部结构—
桥梁施工②桥梁结构—下部结构—检测 IV. ①
U445②U443. 3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 065977 号

高等职业教育“十二五”规划教材

书 名: 桥梁上部结构施工与检测

著 作 者: 刘伟明

责任编辑: 袁 方 贾秀珍

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)59757973

总 经 销: 人民交通出版社发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京市密东印刷有限公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 31.25

字 数: 800 千

版 次: 2013 年 6 月 第 1 版

印 次: 2014 年 1 月 第 2 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-10522-7

定 价: 60.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

道路桥梁工程技术专业(群)

教材编审委员会

主 任 李加林

副主任 吴堂林 赵文声(企业专家)

成 员 徐凯燕 余素萍 刘伟强(行业专家)

刘吉福(企业专家) 刘桂强(企业专家)

李炎清(企业专家) 刘文锁

陈 睿 王振忠 曾庆军

鄢宏庆 刘伟明 戴 洁

张兰峰

前 言

《桥梁上部结构施工与检测》是高等职业技术学院道路桥梁工程技术专业的核心课程之一。本教材以国家和交通运输部颁发的有关专业技术标准、规范等为依据,以职业岗位工作目标为切入点,突出高等职业教育的特色,面向交通建设市场,以培养能够满足桥涵施工、桥涵检测、桥涵监理、桥涵养护等专业核心工作岗位和相关工作岗位需求的高素质技能型公路建设专门人才为目标,紧紧围绕桥梁上部结构的构造、基本设计原理和方法、施工、检测过程来编写。在此思想指导下,在编写过程中,编者与广东省路桥施工一流企业共同设计教材内容,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,以桥涵工程项目施工、检测技术、施工管理技能的培养为主线,充分体现高等职业教育的特点,创新工学结合、校企合作的专业知识结构组织模式,全面提高学生的实践能力,培养本专业的高技能人才。

需要说明的是,教师在使用本教材具体授课时,应结合我国南北方地理位置、气候特点、授课对象的不同,依据大纲的要求选择相关内容进行讲授。

本教材共分六个模块(六篇),第一章~十九章由广东交通职业技术学院刘伟明和广州市高速公路有限公司刘桂强共同编写,第二十章~二十一章由广东交通职业技术学院徐凯燕和广州市公路管理局工程研究所李炎清共同编写。

全书由广东交通职业技术学院刘伟明担任主编并负责统稿,广东省长大公路工程有限公司赵文声担任主审。

在本教材编写过程中,参考和引用了大量有关文献资料,在此向原作者顺致谢意!

由于时间仓促,水平有限,教材内容难免存在缺点和错误,敬请读者批评指正。

编 者

2013年3月

目 录

第一篇 总 论

第一章 概论	1
第一节 桥梁建筑概况	1
第二节 桥梁的组成和分类	7
复习思考题	11
第二章 桥梁总体规划设计	13
第一节 桥梁总体规划及基本设计资料	13
第二节 桥梁设计程序及设计方案比选	14
第三节 桥梁纵、横断面设计和平面布置	17
复习思考题	21
第三章 桥梁上的作用	22
第一节 永久作用	23
第二节 可变作用	24
第三节 偶然作用	34
第四节 作用效应组合	34
复习思考题	38

第二篇 梁 桥

第四章 梁式桥的构造	39
第一节 梁桥的分类	39
第二节 梁桥的细部构造	42
第三节 简支板桥的构造	52
第四节 装配式钢筋混凝土简支梁桥的设计与构造	58
复习思考题	68
第五章 钢筋混凝土简支梁桥的计算	69
第一节 行车道板的计算	69
第二节 主梁内力计算	75
第三节 横隔梁内力计算	96
第四节 挠度、预拱度的计算	99
复习思考题	101

第三篇 拱 桥

第六章 拱桥的构造	103
第一节 拱桥的受力特点及适用范围	103
第二节 拱桥的组成及建筑类型	103
第三节 主拱圈的构造	105
第四节 拱上建筑的构造	115
复习思考题	122
第七章 拱桥的设计	123
第一节 拱桥的总体设计	123
第二节 拱轴线的选择及拱上建筑的布置	125
第三节 拱桥主要尺寸的拟定	126
第四节 拱桥上部构造体积计算	127
复习思考题	129

第四篇 涵 洞

第八章 涵洞的构造	130
第一节 概述	130
第二节 涵洞的构造	131
第三节 涵洞的野外勘测	143
复习思考题	145
第九章 涵洞的设计和计算	146
第一节 涵洞的设计	146
第二节 涵洞的计算	149
第三节 涵洞设计计算实例	155
复习思考题	156

第五篇 桥梁施工

第十章 桥梁施工的发展简史	157
第一节 我国桥梁施工的发展简史	157
第二节 桥梁施工与各有关因素的关系	162
第三节 桥梁施工方法概述及施工方法的选择	164
第四节 桥梁施工准备	169
复习思考题	169
第十一章 桥梁施工测量	170
第一节 概述	170
第二节 桥位中线测量	171
第三节 桥梁三角网的布设	173
第四节 桥梁施工的高程测量	175
第五节 墩台中心定位及其轴线测设	177

第六节	桥梁细部施工放样	183
第七节	涵洞基础定位与轴线测量	186
复习思考题		187
第十二章	桥梁的常备式结构与常用主要施工设备	188
第一节	概述	188
第二节	桥涵施工的常备式结构	188
第三节	桥梁施工主要起重机具设备	191
第四节	混凝土施工设备	199
第五节	预应力张拉技术与设备	201
第六节	其他常用机具及设备	210
复习思考题		213
第十三章	桥梁就地浇筑施工	214
第一节	概述	214
第二节	施工支架与模板	215
第三节	钢筋混凝土梁桥施工	221
第四节	预应力混凝土梁桥施工	234
复习思考题		242
第十四章	梁桥装配式施工	243
第一节	概述	243
第二节	装配式构件预制工艺	244
第三节	无黏结预应力混凝土施工工艺	282
第四节	构件起吊与运输	286
第五节	装配式梁桥的安装	288
复习思考题		298
第十五章	悬臂施工法	299
第一节	概述	299
第二节	悬臂浇筑法施工	301
第三节	悬臂拼装法施工	314
复习思考题		334
第十六章	预应力混凝土连续梁桥施工	335
第一节	概述	335
第二节	有支架就地浇筑施工	336
第三节	逐孔架设法	339
第四节	移动模架法	344
第五节	顶推法	347
复习思考题		357
第十七章	拱桥施工	358
第一节	概述	358
第二节	拱桥就地浇筑施工	360
第三节	装配式拱桥施工	375

第四节	钢管混凝土拱桥施工	395
第五节	转体施工法	402
	复习思考题	411
第十八章	涵洞施工技术	413
第一节	概述	413
第二节	各种类型涵洞施工技术	415
第三节	涵洞附属工程施工	428
	复习思考题	431
第十九章	桥面及附属工程施工	432
第一节	伸缩缝装置及其安装	432
第二节	梁间铰接缝施工	441
第三节	桥面铺装层施工	445
第四节	其他附属工程施工	446
	复习思考题	447

第六篇 桥梁检测

第二十章	桥梁现浇混凝土结构检测	448
第一节	概述	448
第二节	结构混凝土强度无损检测	449
第三节	结构混凝土强度半破损检测	457
	复习思考题	460
第二十一章	桥梁静载试验	461
第一节	概述	461
第二节	桥梁结构的考察、试验设计与准备	462
第三节	静载试验的仪器设备	468
第四节	静载试验方法与评价	481
	复习思考题	488
参考文献		489

第一篇 总论

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,我国公路建设进入了以高速公路为标志的快速发展阶段。随着国家实施积极的财政政策,公路投资力度不断加大,公路建设更是以前所未有的速度向前发展,这同时对改善人民的 living 环境,改善投资环境,促进经济发展,起到了关键性的作用。

在公路、铁路、城市道路以及水利建设中,为了跨越各种障碍(如河流、沟谷或其他道路等),必须修建各种类型的桥梁与涵洞,因此桥涵是交通线中的主要组成部分。随着科技的进步、工业水平的提高、社会生产力的高速发展,人们对桥梁建筑提出了更高的要求。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。就其造价来说,桥梁一般要占公路全部造价的 10%~20%,是保证全线通车的咽喉。同时,桥涵施工也比较复杂。因此,正确、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运营,都有着极其重要的意义。

第一章 概 论

第一节 桥梁建筑概况

一、我国桥梁建筑概况

改革开放几十年来,随着科学技术的快速进步、工业化水平的提高、社会生产力的高速发展,我国桥梁建筑无论在规模上还是在技术水平上,均已跻身世界先进行列。各种功能齐全、造型美观的城市立交桥、高架桥及跨越各种障碍物的大跨径公路、铁路桥相继建成。我国公路 2020 年远景规划中的跨越渤海湾、杭州湾、伶仃洋、琼州海峡及舟山群岛工程等大型工程已进入建设阶段。港珠澳大桥工程也于 2009 年 12 月 15 日正式开工建设。

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。

根据史料考证,在 3000 年前的周文王朝代,就有在渭河上架设浮桥和建造石桥的文字记载。隋唐时期,是我国古代桥梁的兴盛年代,在桥梁形式、结构构造方面都有很多创新。宋代之后,建桥数量大增,桥梁的跨越能力、造型和功能也有所提高,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,净跨37.02m,宽9m,拱矢高度7.23m。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。

我国是最早修建吊桥的国家,迄今有3000年左右的历史。据记载,在唐朝中期,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,因此更加闻名。

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。

我国古代桥梁建筑的历史是辉煌的。可是自1840年鸦片战争以后,我国逐步沦为半殖民地半封建社会,由于腐朽的社会制度,桥梁的发展也停滞不前。解放前,我国的交通落后,可供通车的公路里程很少,质量低劣,公路桥梁绝大多数为木桥,年久失修,到解放时已经破烂不堪。

新中国成立后,我国的公路建设事业突飞猛进,特别是改革开放以来随着我国国力迅速增强、交通事业的快速发展,桥梁建设也取得了很大的成就。

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,从此“一桥飞架南北,天堑变通途”。该桥的建成标志着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3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,显示出我国的钢桥建设已接近了世界先进水平,也是我国桥梁史上又一个重要标志。

从发展进程来看,在20世纪50年代左右,拱桥的修建进入了全盛时期。1958~1960年期间,我国因地制宜,就地取材,修建了大量经济美观的石拱桥。目前已建成的世界跨度最大的石拱桥是于1999年底建成的跨度为146m的山西丹河新桥。世界最大跨度的混凝土拱桥当属1997年建成的重庆万县长江大桥,为420m,其主拱圈是采用劲性骨架法进行施工的。我国最大跨径的钢拱桥是四川攀枝花3002桥,主跨为180m;上海2003年建成通车的卢浦大桥主跨550m,为中承式钢箱拱桥,比世界第一的美国西弗吉尼亚桥还长31.8m,成为世界第一钢拱桥;目前世界最大跨径的拱桥是2009年建成通车的我国重庆552m钢桁架拱桥——朝天门大桥。

钢管混凝土拱桥是一种钢筋、混凝土复合材料的拱桥,该桥型在我国近年来发展很快。自 20 世纪 90 年代以来,我国建成跨径大于 120m 的钢管混凝土拱桥 40 多座。其中,最大跨径为 2000 年建成的广州丫髻沙珠江大桥,为主跨 360m 的中承式钢管混凝土拱桥,即是当时世界第一钢管混凝土拱桥。2005 年 1 月 8 日竣工通车的巫山长江大桥,主跨跨径 492m,居同类型桥梁世界第一,在建设中创造了当时桥梁建设的 5 项世界第一,即组合跨径、每节段绳索吊装重量、吊塔距离、拱圈管道直径和吊装高度等。巫山长江大桥属中承式钢管混凝土拱桥。

钢筋混凝土与预应力混凝土梁式桥,在我国也获得了很大的发展。对于中小跨径,一般采用简支梁,30m 以下宜用标准化跨径,已广泛采用配置低合金钢筋的装配式钢筋混凝土板式或 T 形梁式的定型设计。它不但经济适用,并且施工方便,能加快建桥速度。对于高等级公路桥上的多跨简支梁,随着车速和行车舒适性要求的提高,简支梁多采用桥面或结构连续,以减少伸缩缝的数量。我国跨径最大的简支梁桥,是 1997 年建成的昆明南过境高架桥,跨径 63m。1997 年建成的主跨为 270m 的虎门大桥辅航道桥是我国跨度最大的预应力混凝土梁桥,跨度排名世界第三位。

预应力混凝土斜拉桥,由于结构合理,跨越能力大,用材指标低,外形美观而迅速发展。我国斜拉桥起步比较晚,1975 年建成的跨径 76m 的四川云阳桥是国内第一座斜拉桥。20 世纪 90 年代以后,因跨越大江大河的需要,斜拉桥得到了快速的发展,我国陆续修建了一系列特大跨度的斜拉桥。据不完全统计,我国建成的斜拉桥已超过 100 座,其中跨度超过 400m 的斜拉桥已达 20 座,居世界首位。目前,我国主跨超过 600m 的钢梁斜拉桥有 5 座。

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、地下连续墙、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 2.16km,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。2005 年建成通车的江苏润扬长江大桥南汊桥采用跨径为 1490m 的单孔双铰钢箱梁悬索桥,为目前“中国第一、世界第三”大跨径桥梁。

已建成通车的舟山大陆连岛工程中的西堠门大桥,是一条全长为 2.586km,其中主跨为 1650m 的悬索桥,其主跨仅次于日本明石海峡大桥的 1991m,目前位居世界第二。

我国的交通事业和桥梁建设进入了一个全新的时期,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。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。

二、国外桥梁建筑概况

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

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,由于这些材料本身的缺陷,使土木工程的发展受到限制。

19 世纪中期,钢材的出现,使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,可从中看出其现状和发展概况。

悬索桥方面,1883 年建成纽约布鲁克林悬索桥,跨径达 483m,开创了现代悬索桥的先河。1937 年建成的旧金山金门大桥,主跨达 1280 m,保持了 27 年的世界纪录,至今仍是举世闻名的桥梁经典之作。

世界上第一座现代化斜拉桥是 1955 年瑞典建成的斯特多姆海峡桥,其主跨达 128.6 m。1998 年 4 月建成通车的日本明石海峡大桥,是日本神户和濑户内海淡路岛之间的明石海峡上的一座大跨径悬索桥,主跨径为 1990m,居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,均在海平面 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。日本多多罗大桥于 1998 年竣工,是目前跨径最大的斜拉桥,其主跨为 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。加拿大的魁北克桥是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 3 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。

南斯拉夫克罗地亚地区的克拉克大桥,桥跨 390m,是世界上跨度第二大的钢筋混凝土拱桥;拱肋为单箱 3 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,于 1980 年建成。

随着世界各国经济的快速发展,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性和稳定性,将截面做成适应气动要求的各种流线型加劲梁,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,用以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无超过 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)对桥梁造型的艺术要求越来越高,重视桥梁美学和环境保护,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。

三、桥梁发展动态

桥梁发展大致经历了以下 3 次飞跃：

(1)19 世纪中叶,钢材的出现,随后又出现了高强度钢材,桥梁跨度不断加大,使桥梁工程的发展获得了第一次飞跃。

(2)20 世纪初,钢筋混凝土的应用,以及 30 年代兴起的预应力混凝土技术,使桥梁建设获得了廉价、耐久且刚度和承载力均很大的建筑材料,从而推动桥梁的发展产生第二次飞跃。

(3)20 世纪 50 年代以后,随着计算机技术和有限元理论的发展,使人们能够方便地完成过去不可能完成的大规模结构计算,这使桥梁工程的发展获得了第三次飞跃。

目前世界上已建和在建的大跨度桥梁统计情况如表 1-1 ~ 表 1-4 所示。

世界大跨径悬索桥排名 表 1-1

排名序号	桥 名	主跨(m)	主梁结构形式	所在国家	建成年代
1	明石海峡大桥	1991	简支钢桁梁	日本	1998
2	浙江舟山西堠门大桥	1650	钢箱梁	中国	2009
3	大带桥	1624	连续钢箱梁	丹麦	1998
4	润扬长江大桥	1490	钢箱梁	中国	2005
5	亨柏桥	1410	钢箱梁	英国	1981
6	江阴长江大桥	1385	简支钢箱梁	中国	1999
7	香港青马大桥	1377	连续钢箱梁	中国	1997
8	费雷泽诺桥	1298.5	简支钢桁梁	美国	1964
9	金门大桥	1280	简支钢桁梁	美国	1937
9	武汉阳逻长江大桥	1280	钢箱梁	中国	2007
10	海依靠斯特桥	1210	钢箱梁	瑞典	1998
11	梅克金海峡桥	1158	简支钢桁梁	美国	1957

世界大跨径斜拉桥排名 表 1-2

排名序号	桥 名	主跨(m)	结 构 形 式	所在国家	建成年代
1	苏通大桥	1088	钢箱梁,双塔双索面	中国	2008
2	香港昂船洲大桥	1018	钢箱梁,双塔双索面	中国	2009
3	湖北鄂东长江大桥	926	钢箱梁,双塔双索面	中国	2010
4	多多罗大桥	890	主钢边混凝土混合梁,双塔双索面	日本	1999
5	诺曼底大桥	856	主钢边混凝土混合梁,双塔双索面	法国	1995
6	南京长江三桥	648	钢箱梁,双塔双索面	中国	2005

续上表

排名序号	桥 名	主跨(m)	结 构 形 式	所在国家	建成年代
7	南京长江二桥	628	钢箱梁,双塔双索面	中国	2001
8	武汉白沙洲长江大桥	618	主钢边混凝土混合梁,双塔双索面	中国	2000
9	福州市青州闽江大桥	605	钢筋混凝土结合梁,双塔双索面	中国	2000
10	上海杨浦大桥	602	钢筋混凝土结合梁,双塔双索面	中国	1993
11	上海徐浦大桥	590	钢筋混凝土结合梁,双塔双索面	中国	1997
12	名港中央大桥	590	钢箱梁,双塔双索面	日本	1998
13	Rion- Antirion Bridge	3 × 560	钢主梁,四塔双索面	希腊	2004

注:以上表列排序为2012年之前统计资料,2012年3月建成的俄罗斯 РУССКИЙ 岛桥为目前世界第一跨径斜拉桥,主跨跨径为1104m。

世界大跨径拱桥排名

表 1-3

排名序号	桥 名	主跨(m)	结 构 形 式	所在国家	建成年代
1	重庆朝天门长江大桥	552	钢桁架拱	中国	2009
2	卢浦大桥	550	钢箱拱	中国	2003
3	西弗吉尼亚大桥	518	钢桁架拱	美国	1976
4	贝尔桥	504	钢桁架拱	美国	1931
5	悉尼港桥	503	钢桁架拱	澳大利亚	1932
6	巫山长江大桥	460	钢管混凝土拱	中国	2005
7	广州新光大桥	428	钢管混凝土拱	中国	2006
8	万州长江公路大桥	420	钢管混凝土劲性骨架拱	中国	1997
8	重庆菜园坝长江大桥	420	钢管混凝土拱	中国	2007
9	KRK 大桥	390	钢筋混凝土拱	克罗地亚	1979
10	Fermont 大桥	383	钢桁架拱	美国	1973
11	湖南沘澧洪道桥	368	钢管混凝土拱	中国	2001
12	益阳茅草街大桥	368	钢管混凝土拱	中国	2006

世界大跨径梁桥排名

表 1-4

排名序号	桥 名	主跨(m)	结 构 形 式	所在国家	建成年代
1	Stolma 桥	302	PC 连续刚构	挪威	1998
2	Raftsunder 桥	298	PC 连续刚构	挪威	1998
3	Asuncion 桥	270	PC T 构	巴拉圭	1979
3	虎门大桥辅航道桥	270	PC 连续刚构	中国	1997
4	Gateway 桥	260	PC 连续刚构	澳大利亚	1985
4	Varodd-2 桥	260	PC 连续梁	挪威	1994
5	Schottwien 桥	250	PC 连续刚构	奥地利	1989
5	Doutor 桥	250	PC 连续刚构	葡萄牙	1991
5	Skye 桥	250	PC 连续刚构	英国	1995
5	重庆黄花园嘉陵江大桥	250	PC 连续刚构	中国	1999

第二节 桥梁的组成和分类

一、桥梁的组成

桥梁由上部结构、下部结构、支座和附属设施等基本部分组成。图 1-1 和图 1-2 分别为公路上所用的梁桥及拱桥的结构图示。一般桥梁工程的主要名词解释如下。

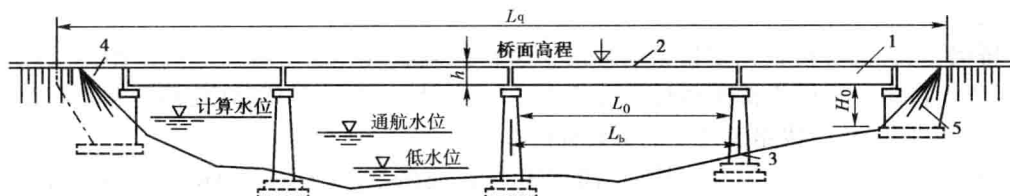


图 1-1 梁式桥的基本组成部分

1-主梁;2-桥面;3-桥墩;4-桥台;5-锥形护坡

上部结构,又称桥跨结构,是路线遇到障碍(如河流、山谷等)而中断时跨越障碍的主要承重结构。它的作用是承受车辆荷载,并通过支座传给墩台。

下部结构(桥墩和桥台),是支承桥跨结构并将恒载和车辆等活载传至地基的建筑物。通常设置在桥梁两端的称为桥台;桥墩则在两桥台之间,桥墩的作用是支承桥跨结构;而桥台除了上述作用外,还与路堤相衔接,以抵御路堤土压力,防止路堤填土的滑坡和坍落。

桥墩和桥台中使全部荷载传至地基的底部奠基部分,通常称为基础,它是确保桥梁能安全使用的关键。由于基础往往深埋于土层之中,并且需在水下施工,故也是桥梁建筑中施工比较困难的一部分。

支座是一座桥梁在桥跨结构与桥墩或桥台的支承处所设置的传力装置,它不仅要传递很大的荷载,并且要保证桥跨结构按设计要求能产生一定的变位。

桥梁的基本附属设施包括桥面系、伸缩缝、桥台与路堤衔接处的桥头搭板和在桥台两侧设置的石砌锥形护坡,以保证路堤迎水部分边坡的稳定。

在桥梁建筑工程中,除了上述基本结构外,根据需要还常常修筑护岸、导流结构物等附属工程。

河流中的水位是变动的,在枯水季节的最低水位称为低水位;洪峰季节河流中的最高水位称为高水位。桥梁设计中按规定的设计洪水频率计算所得的高水位(很多情况下是推算水位),称为设计洪水位。

二、桥梁的主要尺寸和术语名称

净跨径:对于梁式桥是设计洪水位上相邻两个桥墩(或桥台)之间的净距,用 L_0 表示(图 1-1);对于拱式桥是每孔拱跨两个拱脚截面最低点之间的水平距离(图 1-2)。

计算跨径:对于具有支座的桥梁,是指桥跨结构相邻两个支座中心之间的距离,用 L 表示。对于图 1-2 所示的拱式桥, L 即为两相

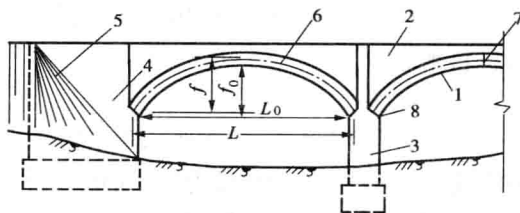


图 1-2 拱桥的基本组成部分

1-拱圈;2-拱上建筑;3-桥墩;4-桥台;5-锥形护坡;6-拱轴线;7-拱顶;8-拱脚

邻拱脚截面形心点之间的水平距离。因为拱圈(或拱肋)各截面形心点的连线称为拱轴线,故也就是拱轴线两端点之间的水平距离。桥跨结构的力学计算是以计算跨径为基准的。

标准跨径: L_0 为梁桥桥墩中线间或桥墩中线与台背前缘间的距离;拱桥为净跨径。根据《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60—2004)规定,当标准设计或新桥涵跨径在50m以下时,宜采用我国公路桥涵标准化跨径,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、35m、40m、45m、50m。

总跨径:是多孔桥梁中各孔净跨径的总和,也称桥梁孔径(ΣL_0),它反映了桥下宣泄洪水的能力。

桥梁全长(简称桥长):是桥梁两端两个桥台的侧墙或耳墙后端点之间的距离,以 L_q 表示,对于无桥台的桥梁为桥面系行车道的全长(图1-1)。在一条线路中,桥梁和涵洞总长的比重反映它们在整段线路建设中的重要程度。

桥梁高度(简称桥高):是指桥面与低水位之间的高差,或为桥面与桥下线路路面之间的距离。桥高在某种程度上反映了桥梁施工的难易性。

桥下净空:是为满足通航(或被跨道路路面和铁轨轨面)的需要和保证桥梁安全而设置的通航水位至桥跨结构最下缘之间的距离,以 H_0 表示。它应保证能安全通航和泄洪,按《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60—2004)的规定,高速公路和一级、二级公路上的桥梁应为5.0m,三、四级公路上的桥梁应为4.5m。

桥梁建筑高度:是上部结构底缘至桥面顶面的垂直距离。

净矢高、矢跨比:拱桥从拱顶截面下缘至起拱线的水平线间的垂直距离,称为净矢高(f_0)。

计算矢高(f)、计算矢跨比:拱桥拱轴线(或拱肋)的矢高与计算跨径之比(f/L),称为拱圈的矢跨比(或称拱矢度)。

三、桥梁的分类

(一)桥梁按受力体系分类

桥梁按受力体系分梁式桥、拱式桥、刚架桥、悬索桥与组合体系桥梁。

1. 梁式桥

梁式桥是一种在竖向荷载作用下无水平反力的结构,如图1-3a)、b)所示,梁作为承重结构是以它的抗弯能力来承受荷载的。梁分简支梁、悬臂梁、固端梁和连续梁等,如图1-3a)、c)所示。对于大跨径的特大桥可采用预应力混凝土变截面梁桥和钢桁架梁桥,如图1-3d)、e)所示。由于外力(永久作用和可变作用)的作用方向与承重结构的轴线接近垂直,因而与同样跨径的其他结构体系相比,桥梁内产生的弯矩最大,通常需用抗弯、抗拉能力强的材料来建造。

2. 拱式桥

拱式桥[图1-4a)]的主要承重结构是拱圈(或拱肋)。拱式结构在竖向荷载作用下,拱圈既要承受压力,但也承受弯矩,桥墩和桥台将承受水平推力。同时,根据作用力和反作用力的原理,墩台向拱圈(或拱肋)提供一对水平反力 H ,这种水平反力将大大抵消在拱圈(或拱肋)内由载荷所引起的弯矩[图1-4b)]。

3. 刚架桥

刚架桥的主要承重结构是梁(或板)与立柱(或竖墙)整体结合在一起的刚架结构,梁和