



高等学校**应用型本科**规划教材

桥梁工程

主 编 刘龄嘉

副主编 张显军

主 审 叶见曙



人民交通出版社

China Communications Press

高等学校应用型本科规划教材

044

27

2007

BRIDGE ENGINEERING

桥梁工程

主 编 刘龄嘉

副主编 张显军

主 审 叶见曙

人民交通出版社

内 容 提 要

本书是根据应用型本科院校土木工程专业、道路桥梁与渡河工程专业及其相关专业的教学需要而编写的。主要内容包括:绪论、桥梁设计一般原则和程序、作用及作用效应组合、桥面布置与构造、混凝土简支梁桥、拱桥、混凝土连续梁桥、斜拉桥和悬索桥简介、桥梁支座和桥梁墩台等。

本书是高等学校应用型本科规划教材,适合于应用型本科院校学生、继续教育学院本专科学生和高职高专院校专升本学生使用。

图书在版编目(CIP)数据

桥梁工程/刘龄嘉主编.—北京:人民交通出版社,
2006.12

高等学校应用型本科规划教材

ISBN 978-7-114-06323-7

I. 桥… II. 刘… III. 桥梁工程—高等学校—教材 IV. U44

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第146125号

高等学校应用型本科规划教材

书 名:桥梁工程

著 作 者:刘龄嘉

责任编辑:毛 鹏

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)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:北京交通印务实业公司

开 本:787×1092 1/16

印 张:25.75

字 数:648千

版 次:2007年1月 第1版

印 次:2007年1月 第1次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-06323-7

印 数:0001—4000册

定 价:45.00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

高等学校应用型本科规划教材

编 委 会

主任委员：张起森

副主任委员：(按姓氏笔画序)

万德臣	马鹤龄	王 彤	刘培文
伍必庆	李香菊	张维全	杨少伟
杨渡军	赵丕友	赵永平	倪宏革
章剑青			

编写委员：(按姓氏笔画序)

于吉太	于少春	王丽荣	王保群
朱 霞	张永清	陈道军	赵志蒙
查旭东	高清莹	曹晓岩	葛建民
韩雪峰	蔡 璞		

主要参编院校：

长沙理工大学	长安大学
重庆交通大学	东南大学
华中科技大学	山东交通学院
黑龙江工程学院	内蒙古大学
北京交通管理干部学院	辽宁交通高等专科学校
鲁东大学	

秘 书 组：毛 鹏 岑 瑜 (人民交通出版社)

前 言

为适应于土木工程专业、道路桥梁与渡河工程专业及其相关专业应用型本科层次学生（应用型本科学生、继续教育学院本专科学生以及高职高专学院专升本学生等）教学的实际需要，更注重应用实践教学的特点，本着理论联系实际的原则编写了《桥梁工程》教材。本教材尽量以实际工程的图片结合理论内容进行讲解，增强学生对桥梁工程的感性认识，并由此加深对桥梁工程理论的理解，尤其是对各种类型桥梁结构的构造要求、受力特点、计算方法和桥规规定等有一定的认知，使学生学习之后能掌握常规桥梁的设计与施工的基本知识，了解常用的桥梁设计规范和设计手册的使用方法。

本课程的先修课程包括“桥涵水力与水文”、“结构力学”、“结构设计原理”及“基础工程”等，在学习过程中注意复习以上相关课程的知识，并应用于桥梁工程课程的学习之中。

《桥梁工程》共分为十章。第一章“绪论”，简述桥梁在公路交通中的重要作用及其在社会经济和文化发展中的重要地位，说明桥梁的组成、结构体系和分类，以及国内外桥梁的建设成就，使学生对桥梁工程有一个总体的概念，了解桥梁的发展建设成就。第二章“桥梁设计一般原则和程序”，介绍桥梁设计应遵循的基本原则，桥梁平面设计、纵断面设计和横断面设计的基本要求，并简要介绍桥梁设计与建设的程序和设计步骤，使学生对桥梁设计程序、建设过程等有一个概括的了解。第三章“作用及作用效应组合”，介绍了学生应掌握的作用的分类及各类作用的计算方法、作用效应的组合方法。第四章“桥面布置与构造”，学生通过本章学习，应掌握桥面的构造要求和设置原则。第五章“混凝土简支梁桥”，介绍了学生应掌握的简支梁桥的构造要求和受力特点、设计计算方法、横向分布系数的计算和常用施工方法等。第六章“拱桥”，学生应重点掌握拱桥结构特点和受力特点、拱桥的分类、中小跨径拱桥的结构设计计算方法和主要施工方法。第七章“混凝土连续梁桥”，学生应掌握混凝土连续梁桥的受力特点和一般构造，了解结构设计计算方法、产生次内力的因素及计算方法和主要的施工方法。第八章“斜拉桥和悬索桥简介”，介绍了斜拉桥和悬索桥的受力特点、孔跨布置、结构设计、各主要部件的作用和主要的施工方法。第九章“桥梁支座”，介绍了学生应重点掌握的公路常用的橡胶支座的构造、工作原理以及在桥梁中的应用。第十章“桥梁墩台”，学生应重点掌握常用桥墩、桥台的结构类型及设计计算方法。

本教材是根据现行标准规范和公路桥涵设计手册及施工手册，以及参考文献中所列出的几套《桥梁工程》教材及其他参考资料等的基础上编写而成的。本书由长安大学刘

龄嘉（第一章～第六章、第九章～第十章）、长安大学周勇军（第七章）、黑龙江工程学院张显军（第八章）共同编写完成。长安大学研究生黄江、郑斐、范骏参加了本书文稿整理及部分插图的绘制。全书由长安大学刘龄嘉任主编，黑龙江工程学院张显军任副主编，由东南大学叶见曙教授主审。

由于我们水平有限，编写时间也较紧迫，对新规范的理解可能还不很透彻，谬误之处一定不少，敬请读者批评指正。

编 者

2006 年 10 月

目 录

第一章 绪论	1
本章提要	1
第一节 概述	1
第二节 桥梁的组成和分类	7
本章小结	10
思考题	11
第二章 桥梁设计一般原则和程序	12
本章提要	12
第一节 桥梁设计的基本原则	12
第二节 桥梁的平面布置和纵断面、横断面设计	13
第三节 桥梁设计与建设程序	18
第四节 桥梁设计方案的比选	20
本章小结	24
思考题	24
第三章 作用及作用效应组合	25
本章提要	25
第一节 作用的分类	25
第二节 作用的选定和作用效应组合	26
第三节 作用的规定与计算	29
本章小结	41
思考题	42
第四章 桥面布置与构造	43
本章提要	43
第一节 概述	43
第二节 桥面铺装	43
第三节 桥面防水及排水设施	45
第四节 桥梁伸缩装置与桥面连续	47
第五节 人行道、栏杆、护栏与灯柱	52
本章小结	58
思考题	59
第五章 混凝土简支梁桥	60
本章提要	60

第一节 概述	60
第二节 混凝土简支梁桥的构造	61
第三节 混凝土简支梁的设计	74
第四节 桥面板(行车道板)的计算	76
第五节 荷载横向分布计算	84
第六节 主梁内力计算	117
第七节 横隔梁内力计算	122
第八节 挠度、预拱度的计算	127
第九节 混凝土简支梁桥的制造和架设	127
本章小结	140
思考题	141
第六章 拱桥	142
本章提要	142
第一节 概述	142
第二节 拱桥的受力特点	143
第三节 拱桥的组成及主要分类	144
第四节 拱桥的构造	151
第五节 拱桥的设计	175
第六节 拱桥的计算	190
第七节 拱桥的施工	210
本章小结	219
思考题	220
第七章 混凝土连续梁桥	221
本章提要	221
第一节 概述	221
第二节 混凝土连续梁桥的受力特点	222
第三节 混凝土连续梁桥的结构构造	224
第四节 混凝土连续梁桥的设计与计算	234
第五节 混凝土连续梁桥的施工	255
本章小结	268
思考题	268
第八章 斜拉桥和悬索桥简介	269
本章提要	269
第一节 概述	269
第二节 斜拉桥的分类与结构体系	272
第三节 斜拉桥的构造	273
第四节 悬索桥的构造	282
第五节 斜拉桥和悬索桥的施工	288

本章小结.....	298
思考题.....	299
第九章 桥梁支座	300
本章提要.....	300
第一节 概述.....	300
第二节 桥梁支座的设置原则.....	301
第三节 桥梁支座的类型和构造.....	303
第四节 桥梁支座的设计与计算.....	306
本章小结.....	312
思考题.....	312
第十章 桥梁墩台	313
本章提要.....	313
第一节 概述.....	313
第二节 桥墩的类型与构造.....	314
第三节 桥台的类型与构造.....	322
第四节 桥梁墩台的设计与计算.....	327
本章小结.....	342
思考题.....	343
附录 I 铰接板荷载横向分布影响线竖标表	344
附录 II G-M 法 K_0、K_1、μ_0、μ_1 值的计算用表	356
附录 III 刚接板、梁桥荷载横向分布影响线 (G_{η}) 表	359
附录 IV 等截面悬链线无铰拱计算用表 (部分)	388
参考文献	401

第一章 绪 论

本章提要

本章简述桥梁在公路交通中的重要作用及其在社会经济和文化发展中的重要地位,说明桥梁的组成、结构体系和分类,以及国内外桥梁的建设成就。

第一节 概 述

一、桥梁的形成与发展

桥是一种跨越工程,遇到自然的障碍,譬如河流、峡谷,得想办法越过它。水浅了,抛一行石头,踏步而过,称为杠(gāng);架一根木梁,那就叫做杠;并列几根木料架空而过,此称为梁。不但梁上要过人、马、车、轿,还可以在梁上造个凉亭,人可停下来休息,观赏风景,下面可过往船只,那就叫做桥。

桥梁分为四大类型:梁桥、拱桥、索桥(或称吊桥)和浮桥。直到今天,桥梁仍脱离不了这四大类型或其组合,只不过是内容更丰富,形式更多样,材料更坚固,技术更进步而已。在地心引力作用下,物体基本受到三种静力:拉力、压力、弯曲。索桥悬索受拉,拱桥受压,梁桥受弯曲,现代桥梁往往是几种形式的组合,受力系统更为复杂。

桥梁是道路的重要组成部分。桥梁的发展与运输业的发展密不可分,每当运输工具发生重大变化,就对桥梁在承载能力、结构布局和跨越能力等方面提出新的要求,于是推动了桥梁工程技术的发展。另一方面,整个社会的进步、结构力学和计算力学的发展乃至近年来电子技术的发展都有力地促进了建桥技术水平的不断发展与提高,使之更好的适应交通运输的发展要求。

随着经济的发展、文化的交流、科学技术的进步,人类的建桥水平也不断提高,桥梁的跨越能力越来越大,桥梁的结构形式更加丰富多彩,人们开始更加注重桥梁的功能和美观,使桥梁既能满足越来越高的交通需求,又成为点缀、美化桥址区域的人文景观。

二、人类造桥的成就

在19世纪20年代铁路出现以前,人们用来建桥的主要材料是木材和石料,后来也偶尔使用铸铁和锻钢。

木桥,早在公元前2000多年前,巴比伦曾在幼发拉底河上建石墩木梁桥,是一座军事用桥,为了防止敌人偷袭,可随时拆除。公元前55年,在罗马,G.J.恺撒因行军的需要,

在莱茵河上修建了一座长达 300 多米的木排架桥。到了中世纪,那时时兴在木桥上造屋,屋内有画,加之造型各异,因此具有一定的艺术价值。1815 年美国在宾夕法尼亚州所建麦考尔渡口桥,是一座跨径达 110m 的木桥,这在当时是空前的记录。

中国有世界上其他国家没有的木拱桥,又称虹桥、飞桥、贯木桥,其中最新颖别致、且在世界上绝无仅有的要数宋朝首都汴京(今河南开封)的虹桥。桥见于宋代名画家张择端所绘的清明上河图中,图上画的桥,经考证确有其事。虹桥的结构是用“大木相贯”(穿插)而成——称为“贯木拱”,一片为三根(两竖一横),第二片错转一个角度插在第一片横木上,以此类推形成拱形,端头用两根短木连接拱脚与横木,横木起分配拱架内力的作用。这种杆件系统的木拱,世界上唯独中国有,并且成为系统。北宋败亡,朝廷搬到南方,北宋这些木拱都毁坏不见了。由唐寰澄提议、美国出资,1999 年在上海市青浦区金泽镇建成了一座完全忠实于北宋《清明上河图》上虹桥式样的木拱桥。因为在世界上“唯我独有”,所以能引起诸多外国人的重视,美国已投资拍成科教电影,向全世界进行介绍。

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,并且独具匠心地将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。到隋唐以后,用石材建造的梁桥、板梁桥和各式各样的石拱桥缤纷纷呈,成为桥梁的主体。我国在这一时期所取得的许多成就都为世界各国所称道,大体代表了这一时期的世界水平。如世界著名的赵州桥(图 1-1),位于河北省赵县以南,建成于隋大业元年(公元 594~605 年),比欧洲早建 1200 年。其净跨径 37.02m,宽 9.6m,拱矢高 7.23m,矢跨比 1/5.2。在拱圈两肩各设有两个跨度不等的腹拱,既减轻了拱的自重,节省材料,又利于排洪,增加美观。赵州桥的缺点是它的拱圈是并列砌筑的,因此其西面的外侧圈和东面外侧圈的一部分在明末清初倒入洹河,连隋代的栏板一起埋在河底。该桥无论是结构设计(轻巧、合理)、使用功能,还是雕刻艺术都堪称经典。所以它不但是中国的重点保护文物,同时是世界公认的“国际历史土木工程里程碑”。



图 1-1 赵州桥

在 18 世纪,欧洲石拱桥达到最高水平。这个时期的桥梁专家当以法国的 J. R. 佩罗内为代表,他是巴黎路桥学校创办时(1747 年)的校长和老师。他的代表作是跨越瓦兹河的圣马克桑斯桥,共 3 孔,跨径均为 21.8m,矢高 1.98m,桥墩各有两对石柱构成,该桥已于 1870 年毁于战火。

铸铁拱桥,当冶炼业使用焦炭能生产大型铸件时,英国人于 1779 年在科尔布鲁克代尔首次建成一座主跨 30.5m 的铸铁肋拱桥。该桥使用了 170 年后退役,现已作为文物保存。

索桥,我国西南和华北地区索桥相当普遍,较为世人瞩目的是四川灌县的安澜桥。该桥

建在战国秦李冰父子所创建的伟大水利工程都江堰口，横跨岷江内外二江上，桥长 340m，分为 8 孔，最大跨径 61m，是一座有中墩的连续吊桥，竹索现已换成钢丝索。英国人在 1820~1826 年在梅奈海峡建造的跨径达 177m 的锻铁链杆柔式悬索桥，使用百年后才将链杆换成低合金钢链杆。

19 世纪 20 年代至 19 世纪末，随着蒸汽机车的出现和发展，列车荷载大，动力效应明显，给桥梁建造提出了更新、更高的要求。虽然法国学者 H. 纳维于 1842 年已提出弹性梁理论，但还没有被工程界所广泛采用，故新的设计构思主要靠试验印证。到 19 世纪 50 年代，静定桁架梁的内力分析方法逐步被工程界所掌握。为了适应铁路荷载的需要，在桥梁用材方面，先是用锻铁，继而用钢材替代以前的木料和石料；就桥式而言，桁架桥、钢板梁桥开始被广泛应用。这一时期的另一个重要进步是对桥梁基础的改进和提高。1845 年，英国 J. 内史密斯发明的蒸汽打桩机，1851 年英国在罗彻斯特一座桥的施工中使用气压沉箱基础，下沉深度达 18.5m，从此结束了深水江河不能修桥的历史。

20 世纪初结构力学分析方法被广泛用于桥梁结构的设计计算，结束了桥梁设计主要靠经验和试验的历史，使建造长跨桥梁有了可靠的科学依据，加之钢产量的增加和钢材品质的提高，在这一时期许多长跨钢桥应运而生。1916 年美国建造了主跨 298m 的岳门桥，跨径为 305m；1932 年建成的澳大利亚悉尼港桥（图 1-2）是一跨径为 503m 的钢桁架拱桥。



图 1-2 澳大利亚悉尼港桥

1931 年，美国在纽约建造的跨径为 1067m 的乔治·华盛顿悬索桥（图 1-3）使桥梁跨越能力首次超过 1000m。此后，桥梁跨径记录就不断被悬索桥刷新：1937 年建成的旧金山金门大桥（图 1-4）跨径是 1280.2m；1964 年跨径为 1298m 的纽约韦拉扎诺悬索桥（图 1-5）建成；1981 年英国建成的亨伯桥跨径为 1410m；1998 年建成大贝耳特桥，日本建成明石海峡桥（图 1-6），跨径分别是 1624m 和 1991m。明石海峡桥的跨径为当今世界同类桥梁之首。从 1931 年至今跨径超过 1000m 的桥梁已逾 20 座，它们都是悬索桥。



图 1-3 美国纽约乔治·华盛顿悬索桥



图 1-4 美国旧金山金门大桥

1955 年，在瑞典修建了世界第一座斜拉桥，主跨 183m。由于斜拉索对梁的帮助，它比普通梁桥跨越能力大得多，发展十分迅速。1995 年，法国的诺曼底桥（图 1-7）建成，其斜

拉桥的主跨达 856m；1999 年在日本建成的多多罗斜拉桥（图 1-8），主跨 890m，这是迄今为止世界上跨径最大的斜拉桥。



图 1-5 美国纽约韦拉扎诺悬索桥



图 1-6 日本明石海峡桥



图 1-7 法国诺曼底桥



图 1-8 日本多多罗桥

近百年以来，钢筋混凝土逐渐受到桥梁界的重视，被用于修建拱桥和梁桥。钢筋混凝土主要用于中、小跨径梁桥，最大跨径曾达 78m。钢筋混凝土拱桥不仅大量用于中、小跨径，而且大跨径钢筋混凝土拱桥的纪录不断被刷新，1943 年建成的瑞典桑得桥的跨径达 264m。前南斯拉夫的克尔克 I 号桥，桥跨 390m，是世界上除万县长江大桥之外跨度最大的钢筋混凝土拱桥，于 1980 年建成。

预应力混凝土梁早在 20 世纪 30 年代就被用于建桥。法国 E·弗莱西奈在对预应力混凝土性能和张拉、锚固工艺深入研究的基础上，将预应力混凝土简支梁、连续梁、连续刚架等被迅速推广应用于梁式桥。如今不论是公路桥、铁路桥还是城市桥梁绝大多数都是预应力混凝土梁式桥。随着预应力体系的不断改进和施工技术的进步，预应力混凝土梁类桥也正在不断刷新跨径纪录。1997 年建成的奥地利的阿尔姆桥，主跨 76m，是世界上最大的预应力混凝土简支梁桥。1998 年，挪威建成了新斯特尔玛公路桥，它是座预应力混凝土连续刚构桥，主跨达 301m，在重庆石板坡大桥建成之前，为当今世界混凝土梁式桥之最。

三、我国的现代桥梁建设成就

我国现代桥梁建设的奠基工作当属茅以升先生和他的同事在国难深重的 1937 年建成的钱塘江桥。其主桥为 $16 \times 65.8\text{m}$ 简支钢桁梁，为双层桥，上层为公路，下层为单线铁路。施工仅用两年半时间。

20 世纪 50 年代~70 年代,我国相继建成武汉长江大桥(图 1-9)、南京长江大桥(图 1-10)、枝城长江大桥,均为公路铁路两用桥。进入 80 年代以后,随着改革开放的不断深入,经济持续增长,交通基础设施建设规模越来越大,桥梁建设突飞猛进,取得了举世瞩目的成就。特别是近 10 多年来,在长江上修建的桥梁就有 40 多座,正在建设的有 10 多座,有时候一年就有几座长江大桥同时竣工;珠江三角洲水网密集,过去大部分公路都是用轮渡连通,运输速度十分缓慢,而现在这一区域大的河道上都以一座座气势恢弘、形态各异的桥梁取代了轮渡;上海南浦、杨浦、徐浦、卢浦等跨黄浦江的大桥(图 1-11~图 1-14)在不到 10 年时间相继建成,使浦东建设开发如虎添翼,对带动整个长江流域的经济发展起到了不可忽视的巨大作用。我国近 10 多年来的建桥规模和速度不仅在我国建桥史上是空前的,在世界各国中也是绝无仅有的。这 10 多年来,我国不仅建桥数量多,跨大江大河和海湾的大型桥梁多,在建桥技术上也取得了辉煌的成就,我国已处于世界建桥先进国家的行列。



图 1-9 武汉长江大桥



图 1-10 南京长江大桥



图 1-11 南浦大桥



图 1-12 杨浦大桥



图 1-13 徐浦大桥

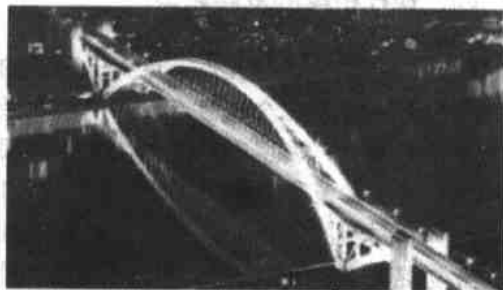


图 1-14 卢浦大桥

混凝土梁式桥,我国公路连续梁桥的跨径已达 165m (南京长江二桥北汊桥),虎门珠江大桥辅航道桥是跨径为 270m 的连续刚构桥,建成时为全世界同类桥梁跨径中的最大者。

拱桥,我国拱桥建设所取得的成就更是异彩纷呈。混凝土拱桥用转体法施工者,跨径达到 200m,其施工设备十分轻便;用小型起吊设备建造的桁架拱,跨径达 330m;钢管混凝土拱的跨径达 360m。重庆万县长江大桥横跨长江的劲性骨架拱跨径为 420m,2004 年建成的重庆巫山长江大桥跨径达 460m,为同类桥梁当今世界之最。2002 年建成的上海卢浦钢箱拱桥跨径达 550m,为同类桥梁世界第一。1999 年建成的山西丹河大桥,为传统的石砌拱桥,以 146m 的跨径刷新了同类桥的世界纪录。

斜拉桥,是一种跨越能力大的桥型,其跨径在 300~700m 左右。我国已是世界上斜拉桥最多的国家,跨径在 400m 以上的斜拉桥已有 20 多座。2000 年建成的南京长江二桥南汊桥是一座钢箱梁斜拉桥,跨径为 628m,名列世界同类桥梁第四;2005 年建成的南京长江三桥,跨径 648m,位居世界同类桥梁第三。2000 年在芜湖建成的公铁两用重载斜拉桥,跨径是 312m。在建的香港昂船洲斜拉桥和江苏苏通(苏州—南通)斜拉桥,跨径均超过 1000m。

悬索桥,是一种跨越能力最大的桥型。1990 年以前我国还没有一座现代化悬索桥。可是,在短短的 10 多年里就建造了 20 多座连接高等级公路的现代悬索桥,其中跨径在 450m 以上的就有 12 座,且桥宽多在 30~40m 之间。1999 年建成的江阴长江大桥(图 1-15)跨径达 1385m,名列世界第四;2005 年建成的润扬(镇江—扬州)长江大桥跨径为 1490m,位居中国第一,世界第三。



图 1-15 江阴长江大桥

如今我国的建桥技术已赶上世界先进水平。但是,从总体上讲,我国现代桥梁的建桥技术还有待提高。我国幅员辽阔,人口众多,虽然改革开放以来交通基础设施建设取得了前所未有的巨大成就,但是和发达国家相比,不管是人均还是国土平均交通里程仍处于很低水平,还有很多道路和桥梁等待着将来的建设者发挥其聪明才智。

四、现代桥梁的发展趋势

(1) 大跨度桥梁向更长、更大、更柔的方向发展。研究大跨径桥梁在气动、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、强度高的碳纤维材料做主缆。

(2) 新材料的开发和应用。新材料应且具有高强、高弹模、轻质的特点,研究超高强硅类和聚合物混凝土、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) 大型深水型基础工程。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, 桥梁设计技术将有更大、更新的发展。

第二节 桥梁的组成和分类

一、桥梁的基本组成部分

桥梁是由上部结构(包括桥跨结构、桥面构造)、下部结构(包括桥墩、桥台、基础)、支座、防护设施及调节河流构筑物等组成。梁桥的基本组成如图 1-16 所示, 拱桥的基本组成如图 1-17 所示。

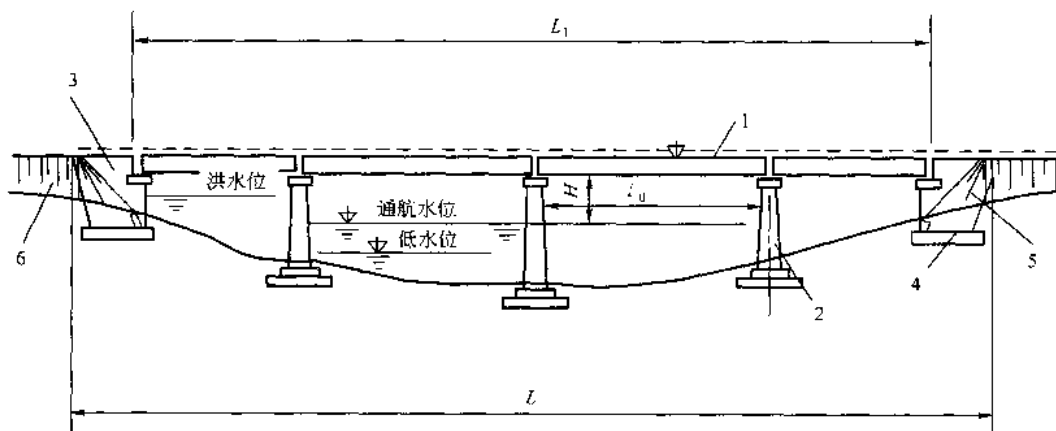


图 1-16 梁桥的基本组成

1-桥跨结构；2-桥墩；3-桥台；4-基础；5-锥体护坡；6-路堤； L -桥梁全长； L_1 -桥梁总长； L_0 -净跨径

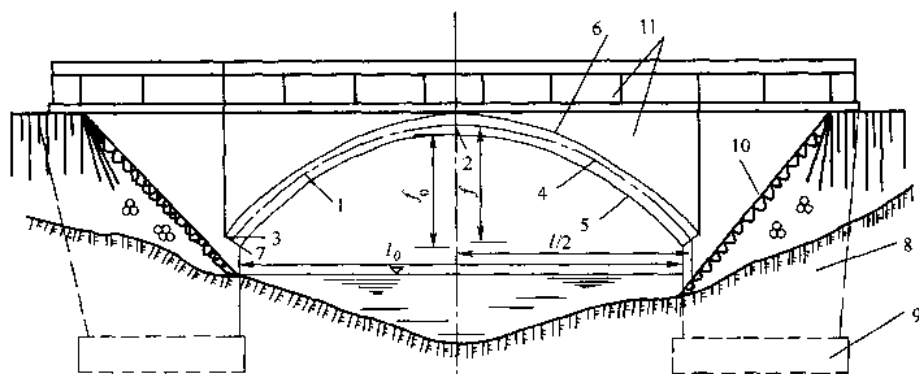


图 1-17 拱桥的基本组成

1-主拱圈；2-拱顶；3-拱脚；4-拱轴线；5-拱腹；6-拱背；7-起拱线；8-桥台；9-桥台基础；10-锥坡；11-拱上建筑；
 l_0 -净跨径； l -计算跨径； f_0 -净矢高； f -计算矢高

桥跨结构是在线路中断时跨越障碍的主要承载结构。

桥面构造是指公路桥的桥面铺装、伸缩缝、人行道、栏杆、安全带、路缘石、防排水设施及照明系统等。

桥墩是多孔桥梁中，处于相邻桥孔之间支承上部结构并将荷载传递到地基上的构造物。

桥台是在岸边或桥孔尽端与路堤连接处、支承桥梁上部结构并将荷载传于地基上的构筑物。它一般具有支承和挡土的功能，使桥梁和路堤连接平顺，行车平稳。

基础是桥墩和桥台中使全部荷载传至地基的底部奠基部分。它是确保桥梁能安全使用的关键。由于基础深埋于土层中，且大部分需在水下施工，所以也是桥梁建设中比较困难的一个部分。

支座是设置在桥梁上、下部结构之间的传力和连接装置。它不仅把上部结构的各种荷载传递到墩台上，并且要保证桥跨结构能产生一定的变位，使桥梁的实际受力情况符合结构计算图式。

锥体护坡是设置在桥台两侧（形似锥形）保护桥面端路堤土边坡稳定、防止冲刷的构造物。在路堤与桥台衔接处，当桥台布置不能完全挡土或采用埋置式、桩式、柱式桥台时采用。

桥梁工程常用名词和术语：

主桥：对于规模较大的桥梁，通常把跨越主要障碍物（如大江、大河）的桥跨称为主桥。由于通航等原因，主桥常需有一定的高度与跨径，一般采用跨越能力较大的结构体系，是整个桥梁工程的重点，如图 1-18 所示。

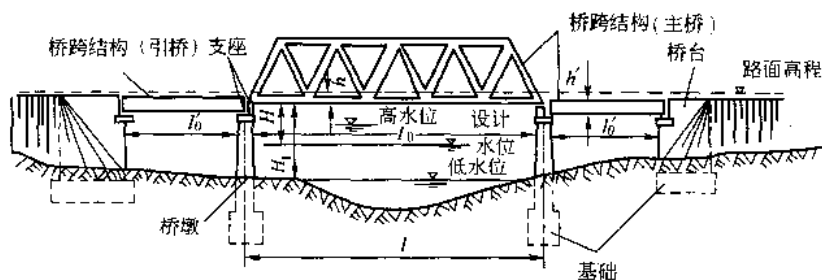


图 1-18 梁式桥概貌