



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

桥隧结构与施工

主 编 于忠涛

副主编 朱芳芳

主 审 王学颖

Higher Education



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

桥隧结构与施工

主 编 于忠涛

副主编 朱芳芳

主 审 王学颖



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书是针对高等职业院校道路桥梁工程技术专业的人才培养目标，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而编写的。本书是集桥梁隧道结构及施工于一体的综合性教材，按桥梁结构设计理论的程序，先介绍上部结构，后介绍下部结构。施工部分按照桥梁实际的施工顺序编排，即先介绍基础、墩台身等下部结构，后介绍上部结构，并简要介绍了隧道的构造与施工的内容。

本书既可作为高等职业院校道路桥梁工程技术相关专业的教材，也可供相关专业技术人员参考。

图书在版编目（C I P）数据

桥隧结构与施工 / 于忠涛主编. — 北京：中国水利水电出版社，2010.5
普通高等教育“十一五”国家级规划教材
ISBN 978-7-5084-7474-8

I. ①桥… II. ①于… III. ①桥梁结构—高等学校：技术学校—教材②隧道工程—工程结构—高等学校：技术学校—教材③桥梁工程—工程施工—高等学校：技术学校—教材④隧道工程—工程施工—高等学校：技术学校—教材 IV. ①U4

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第080392号

书 名	普通高等教育“十一五”国家级规划教材 桥隧结构与施工
作 者	主编 于忠涛 副主编 朱芳芳 主审 王学颖
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市兴怀印刷厂
规 格	184mm×260mm 16开本 21印张 498千字
版 次	2010年5月第1版 2010年5月第1次印刷
印 数	0001 3000册
定 价	37.00元

凡购买我社图书，如有缺页、倒页、脱页的，本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

“桥隧结构与施工”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。本书是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而编写的。按桥梁结构设计理论的程序，先介绍上部结构，后介绍下部结构。施工部分按照桥梁实际的施工顺序编排，即先介绍基础，墩台身等下部结构，后介绍上部结构，并简要介绍了隧道的构造与施工的内容。在编写过程中，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。

本书共分七篇，是集桥梁隧道结构及施工于一体的综合性教材。第一篇介绍了桥梁发展概况及整体设计内容，第二篇是简支梁桥结构的构造与设计，第三篇是拱桥结构的构造与设计，第四篇是桥梁墩台的构造，第五篇是桥梁基础的构造与设计，第六篇是桥梁施工，第七篇是隧道的构造与施工。

本书第一篇、第四篇、第五篇、第七篇由辽宁省交通高等专科学校于忠涛副教授编写，第二篇、第三篇、第六篇由辽宁省交通高等专科学校朱芳芳副教授编写。

全书由于忠涛副教授任主编，朱芳芳副教授任副主编，于忠涛担任全书统稿工作。全书由北京市道路工程质量监督站王学颖高级工程师任主审。

在编写过程中，参考和引用了大量有关文献资料，在此谨向原作者致以谢意。

由于时间仓促，水平有限，书中内容难免存在缺点和错误，敬请读者批评指正。

编 者

2009年12月

目 录

前言

第一篇 总 论

第一章 绪论	1
第一节 桥梁发展概况	1
第二节 桥梁组成和分类	9
第二章 桥梁总体规划设计	16
第一节 桥梁设计原则与资料收集	16
第二节 桥梁设计要点	18
第三节 公路桥梁上的作用	24
思考题	33

第二篇 简 支 梁 桥

第一章 简支梁桥构造与设计	35
第一节 概述	35
第二节 桥面系构造	38
第三节 板桥的构造与设计	47
第四节 装配式钢筋混凝土简支梁桥的构造与设计	57
第五节 预应力混凝土简支梁桥的构造与设计	66
第二章 简支梁桥计算	72
第一节 行车道板计算	72
第二节 荷载横向分布计算	79
第三节 主梁内力计算	88
第四节 挠度计算	89
第三章 梁式桥支座	92
第一节 概述	92
第二节 支座类型与构造	92
第四章 其他体系桥梁简介	99
思考题与习题	111

第三篇 拱 桥

第一章 概述	113
第一节 拱桥的基本特点与适用范围	113
第二节 拱桥的组成和类型	113
第二章 拱桥构造	117
第一节 主拱圈的构造	117
第二节 拱上建筑的构造	121
第三节 拱桥的其他细部构造	125
第三章 拱桥设计	128
第一节 拱桥的总体布置	128
第二节 拱轴线的选择	130
第三节 拱桥主要尺寸的拟定	131
思考题	132

第四篇 桥 梁 墩、台 构造

第一章 概述	133
第二章 桥墩构造	134
第一节 梁桥桥墩	134
第二节 拱桥桥墩	137
第三章 桥台构造	139
第一节 梁桥桥台	139
第二节 拱桥桥台构造	142
思考题	144

第五篇 桥 梁 基 础

第一章 概述	146
第一节 地基与基础	146
第二节 基础工程设计与施工时所需的资料	148
第二章 刚性扩大基础	151
第一节 刚性浅基础的构造	151
第二节 浅基础的设计计算	152
第三章 桩基础	167
第一节 桩基础的组成、作用及适用条件	167
第二节 桩和桩基础的类型与构造	168
第三节 单桩容许承载力的确定	171

第四节 负摩阻力的问题 180
 第五节 桩基础设计计算的步骤 182
 第四章 沉井基础..... 186
 第一节 概述 186
 第二节 沉井类型与构造 187
 思考题与习题..... 190

第六篇 桥 梁 施 工

第一章 概述..... 192
 第一节 桥梁施工与有关因素的关系 192
 第二节 桥梁施工方法的分类和选择 193
 第三节 桥梁施工的准备 197
 第二章 桥涵施工测量..... 200
 第一节 概述 200
 第二节 桥涵施工放样的目的和内容 200
 第三节 桥梁三角网的布设 201
 第四节 桥梁墩台的定位与轴线测量 201
 第五节 涵洞和锥坡的放样 204
 第六节 桥梁高程的测量 206
 第三章 桥梁基础施工..... 208
 第一节 刚性扩大浅基础施工 208
 第二节 桩基础施工 219
 第三节 沉井施工 236
 第四章 桥梁石砌墩台施工..... 245
 第五章 钢筋混凝土桥施工..... 249
 第一节 模板 249
 第二节 钢筋 255
 第三节 混凝土 260
 第六章 预应力混凝土桥施工..... 272
 第一节 预应力混凝土结构的材料..... 272
 第二节 预加应力的方法及基本工艺流程 273
 第七章 悬臂施工法..... 284
 第一节 悬臂浇筑法施工 284
 第二节 悬臂拼装法 294
 思考题..... 297

第七篇 隧道结构与施工

第一章 公路隧道结构构造..... 300

 第一节 洞身衬砌结构类型 300

 第二节 明洞构造及类型 303

 第三节 洞门构造及类型 305

 第四节 公路隧道附属设施 307

 第五节 隧道内路面工程 309

第二章 公路隧道施工..... 310

 第一节 概述 310

 第二节 新奥地利隧道施工法 311

 第三节 传统矿山法 314

 第四节 开挖和出渣运输 318

 第五节 隧道支撑及衬砌施工 319

思考题..... 326

参考文献 328

第一篇 总 论

第一章 绪 论

第一节 桥梁发展概况

桥梁是人类最杰出的建筑，它不仅是一种结构物，而且被人们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，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千万计的桥梁，几乎包含了近代桥梁中的最主要型式。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。

中国古代桥梁有梁桥、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1053~1059年在福建泉州建造的万安桥，也称洛阳桥（图1-1-1），它是宋代泉州太守蔡襄主持的建桥工程。该桥长达800多米，共47孔，每孔用7根跨度11.8m的石梁组成，宽约4.9m。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，使其胶结成整体，这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年建造的，是世界上最早、保存良好的石拱桥。该桥净跨37.02m，桥面净宽9m，拱矢高7.23m，像这样的敞肩石拱桥，欧洲到19世纪才出现，比我国晚1200多年。

1991年赵州桥被美国土木工程学会（ASCE）选为世界第12个土木工程里程碑（图1-1-2）。

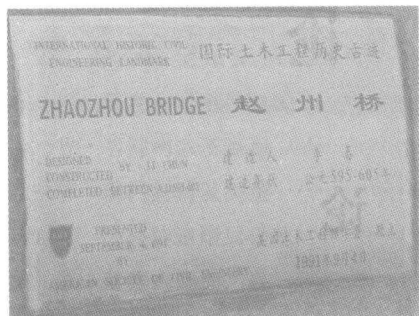


图 1-1-2 河北赵县赵州桥

3. 悬索桥

悬索桥也称吊桥。几乎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，我国就由藤索、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。1475 年建成的跨径 100m 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、最宽、铁索最多的铁索桥。(图 1-1-3)。

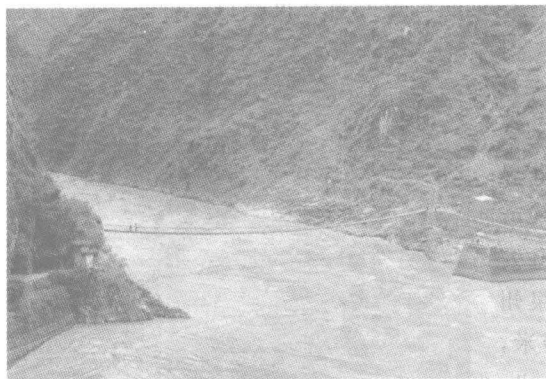


图 1-1-3 云南永平霁虹桥

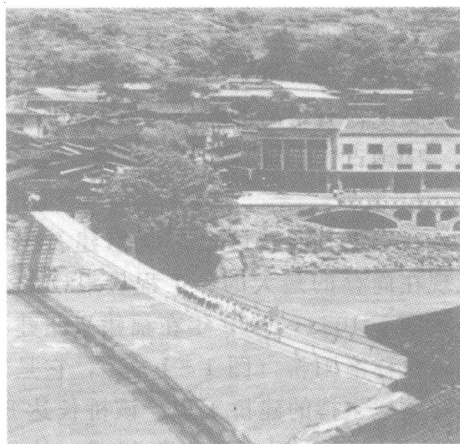


图 1-1-4 四川大渡河铁索桥

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。

4. 浮桥

古代在大江大河中不可能修建桥墩，为过河需要，用舟船组合建造浮桥。最早的浮桥记录是《诗经》中记周文王亲自迎娶，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。

1170~1192 年建成的广东潮州湘子桥(又称广济桥)，全长 517.95m，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。



我国古桥建设成就丰富,可供我们吸取营养、推陈出新。

(二) 国外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。钢筋混凝土的崛起,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 486m 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,悬索桥的跨径记录就突破千米以上,1931 年建成的美国乔治·华盛顿大桥,跨度为 1067m;1937 年美国建成主跨 1280m 的旧金山金门大桥(图 1-1-5),其世界记录保持 28 年之久,为近代大跨径桥梁的建设开创了道路。

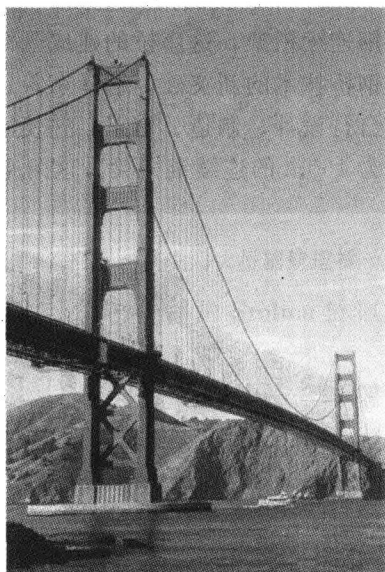


图 1-1-5 美国旧金山金门大桥

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可能而发展的。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表征。”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现状。

(一) 梁桥

1. 简支梁桥

跨径小于 60m 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 62m 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 76m。

2. 悬臂梁桥

国内最大跨度的预应力混凝土悬臂梁桥是 65m 的成昆铁路孙水河五号桥,世界上这类桥型的最大跨度达 150m。

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汉桥,主跨为 165m。国外,葡萄牙已建成跨度为 250m 的连续梁桥,1974 年建成的巴西



COSTAE SILVA (尼泰罗伊河桥) 主跨 300m, 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 212m。20 世纪 50 年代, 由于前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 128m 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, 并使用国产高强钢材建成了南京长江大桥 (图 1-1-7), 主跨为 160m 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。

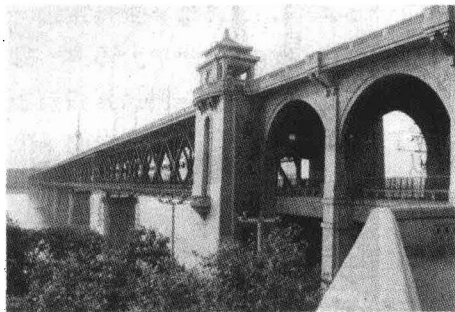


图 1-1-6 武汉长江大桥

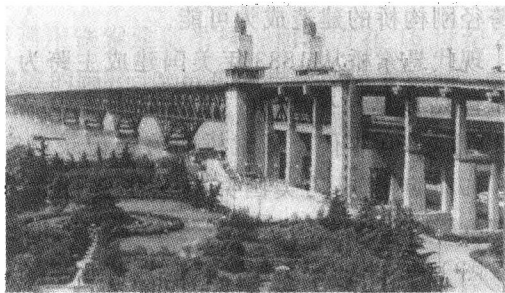


图 1-1-7 南京长江大桥

世界最大跨度的悬臂桁架桥是加拿大魁北克 (Quebec) 桥, 主跨 549m, 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 年建桥过程中发生两次垮桥事故, 由于钢的强度远小于高强钢丝, 受压杆件因屈曲稳定, 强度折减, 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, 在营运上对高速行驶不利, 且剪力铰和牛腿易损坏。这种桥从 20 世纪 60 年代到 80 年代初修建较多, 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 174m 的重庆长江大桥 (图 1-1-8)。该桥型世界跨度最大的为 270m 的巴拉圭 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 2 座跨径 200m 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 260m, 该记录保持世界第一达 12 年之久。我国 1997 年建成的广东珠江虎门大桥辅航道桥 (图 1-1-9), 跨径 270m, 当时是世界最大跨度的连续刚构桥。



图 1-1-8 重庆长江大桥

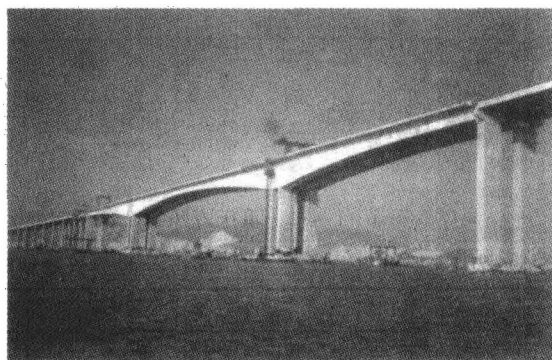


图 1-1-9 广东珠江虎门大桥辅航道桥

1998 年挪威相继建成两座大跨度连续刚构桥, 分别是主跨为 301m 的 Stolma 桥和主跨为 298m 的 Raft Sundet 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记录在我国 1961 年建成云南长虹桥之前一直为德国于 1903~1904 年建成的 Syrtal Plauen 桥所保持, 其跨度为 90m。1961 年在云南省南盘江上修建的长虹桥, 跨径 112m, 第一次突破了石拱桥跨径 100m 大关, 从此石拱桥跨径的世界纪录一直由中国所保持。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 120m 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

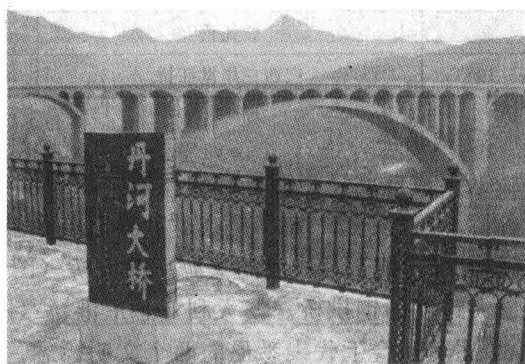


图 1-1-10 丹河大桥

我国已建成跨径 100m 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), 其跨径 146m, 是目前世界上最大跨径的石拱桥。

2. 钢筋混凝土拱桥

1997 年我国建成了世界上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 420m。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 460m, 再一次创造了世界纪录。

世界长跨钢筋混凝土拱桥见表 1-1-1。

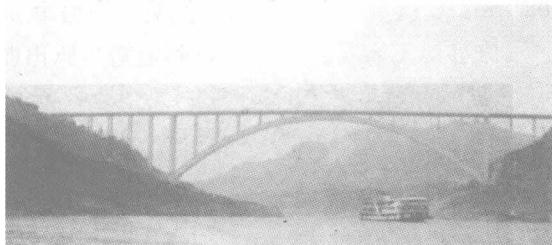


图 1-1-11 重庆万州长江大桥

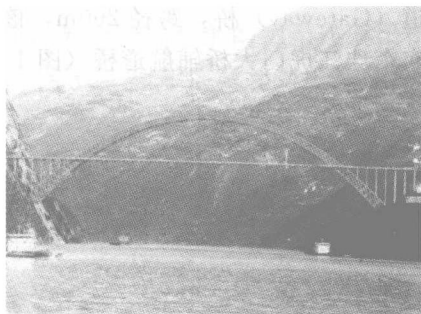


图 1-1-12 重庆巫山长江大桥

表 1-1-1 世界长跨钢筋混凝土拱桥表

序号	桥 名	主跨 (m)	国 名	竣工年份
1	重庆巫山长江大桥	460	中 国	2005
2	重庆万州长江大桥	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	波那桥	287	巴 西	1965
9	波托桥	270	葡萄牙	1963
10	广西三岸邕江桥	270	中 国	1998

3. 钢拱桥

钢拱桥自重轻，钢材有较高的抗压强度，适用大跨径桥梁。美国 1977 年建成的新河峡谷桥，跨径为 518m，是当时世界上跨径最大的钢拱桥。36 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 550m，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 503m，该桥和悉尼歌剧院是 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。

（四）悬索桥

悬索桥是特大跨径桥梁的主要型式之一，其造型优美，规模宏伟，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 1991m；我国 2005 年 4 月建成的江苏润扬长江大桥（图 1-1-16），主跨为 1490m，位居世界第三位。当跨径大于 800m 时，悬索桥方案具有很大的竞争力。

世界大跨度的悬索桥见表 1-1-2。

（五）斜拉桥

现代斜拉桥的复兴是第二次世界大战后桥梁发展史上最伟大的成就之一。斜拉桥是继悬索桥之后的第二大跨度桥型。我国 2008 年 5 月建成的江苏苏通长江公路大桥（图 1-1-17），主跨 1088m，是世界上最大跨度的斜拉桥。我国斜拉桥的数量居世界首位。

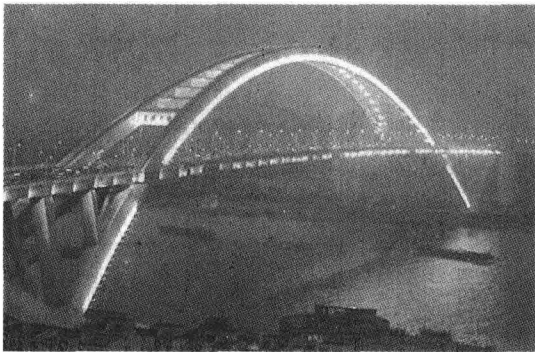


图 1-1-13 上海卢浦大桥



图 1-1-14 澳大利亚悉尼港桥

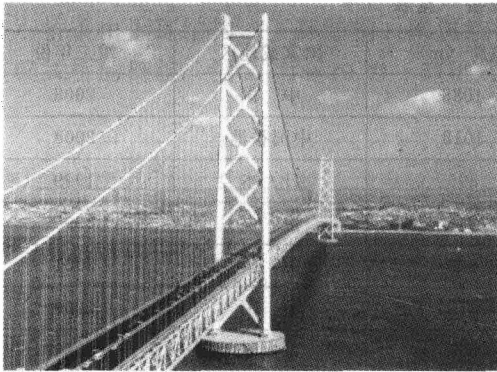


图 1-1-15 日本明石海峡大桥

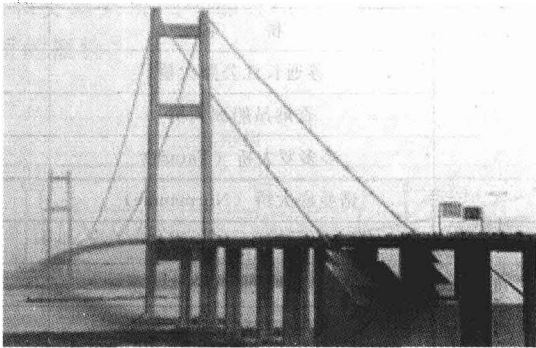


图 1-1-16 江苏润扬长江大桥

目前,我国正在修建的香港昂船洲大桥将于 2008 年底建成,其主跨 1018m。1999 年建成的日本多多罗大桥(图 1-1-18),主跨 890m,该桥保持世界纪录长达 9 年。该桥型的世界纪录于 2008 年被中国所打破。世界大跨度斜拉桥见表 1-1-3。

表 1-1-2 世界大跨度的悬索桥

序号	桥名	主跨 (m)	国家或地区	竣工年份
1	明石海峡大桥	1991	日 本	1998
2	大贝尔特 (Great Belt) 桥	1624	丹 麦	1998
3	润扬长江大桥	1490	中 国	2005
4	恒伯尔 (Humber) 桥	1410	英 国	1981
5	江阴长江公路大桥	1385	中 国	1999
6	青马大桥	1377	中国香港	1997
7	维拉扎诺 (Verrazano) 海峡桥	1298	美 国	1964
8	金门大桥 (Golden Gate)	1280	美 国	1937
9	海依靠斯特桥	1210	瑞 典	1997
10	麦基诺海峡桥	1158	美 国	1957



图 1-1-17 江苏苏通长江公路大桥



图 1-1-18 日本多多罗大桥

表 1-1-3

世界大跨度斜拉桥一览表

序号	桥 名	主跨 (m)	国家或地区	竣工年份
1	苏通长江公路大桥	1088	中 国	2008
2	香港昂船洲大桥	1018	中国香港	2008
3	多多罗大桥 (Tataru)	890	日 本	1999
4	诺曼底大桥 (Normandie)	856	法 国	1995
5	南京长江二桥南汊桥	628	中 国	2001
6	武汉白沙洲长江公路大桥	618	中 国	2000
7	福建青州闽江大桥	605	中 国	1999
8	上海杨浦大桥	602	中 国	1993
9	名港中央大桥	590	日 本	1998
10	上海徐浦大桥	590	中 国	1997

三、桥梁发展前景展望

当今桥梁建设突飞猛进，日新月异，特别是长大跨度桥梁建设数量之多，跨度之大是令人振奋的。它从一个侧面反映一个国家生产、经济和科学技术的发展程度。我国桥梁建设已接近世界先进水平，长大跨度的斜拉桥和悬索桥建设成就喜人，在某些方面已走在世界桥梁的前列（如石拱桥、钢筋混凝土拱桥、连续刚构桥和斜拉桥等）。清华大学张维院士曾这样评价：“我们正走向世界桥梁强国，可以排在世界十强里面。”我国已实践成功的斜拉—悬索协作体系桥，将为大跨径桥梁奠定基础。斜拉—悬索协作体系桥是斜拉和悬索两种结构相互协作，优势互补，可使锚碇变小，塔高变矮，梁的悬臂长度变短等，适合于大跨径和特大跨径桥的新桥型。历史上最早出现这种桥型是 1883 年建成的美国纽约跨越伊斯特河的布鲁克林 (Brooklyn) 桥，主跨 486m，是当时世界上最大跨径的桥梁，后来这种桥型发展缓慢。经过多年的论证和努力，我国于 1997 年建成了世界上第一座现代化的斜拉悬索协作桥——贵州乌江大桥。1991 年美国林同炎公司就提出用这种体系在西班牙与摩洛哥之间的直布罗陀海峡修建跨度为 5000m 大桥的构思方案，日本准备在 2010 年实施 2000m 跨度的这种体系，新的世纪，我们将共同迎来一个建桥更加辉煌的前景。



第二节 桥梁组成和分类

桥梁是道路路线遇到江河湖泊、山谷深沟以及其他障碍（如公路或铁路）时，为了保持道路的连续性，充分发挥其正常的运输能力，就需要建造专门的人工构造物——桥梁来跨越障碍。

桥梁一方面要保证桥上的交通运行，通常也要保证桥下水流的宣泄、船只的通航或车辆的通行。因此桥涵是路线的重要组成部分。一般地段每公里路线有 2~3 座桥涵，桥涵的造价一般平均占公路总造价的 10%~20% 甚至更多。

一、桥梁的组成

（一）桥梁的基本组成

桥梁由上部结构、下部结构、附属结构和支座系统四个部分组成。图 1-1-19 为一座梁式桥的概貌，图 1-1-20 为一座拱式桥的概貌。

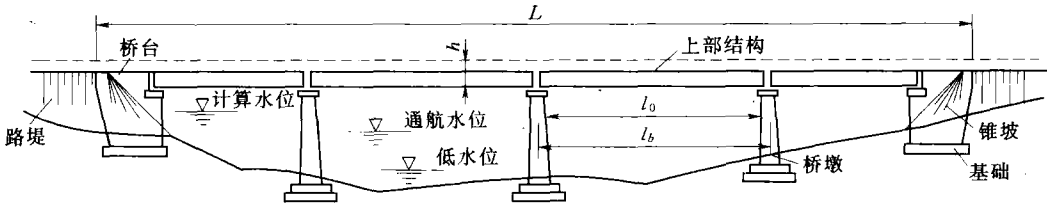


图 1-1-19 梁式桥概貌

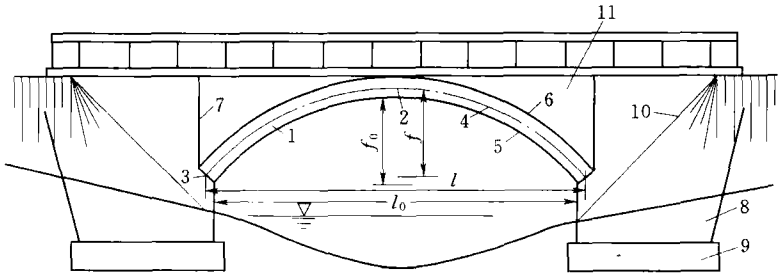


图 1-1-20 拱式桥概貌

1—主拱圈；2—拱顶；3—拱脚；4—拱轴线；5—拱腹；6—拱背；7—伸缩缝；8—桥台；9—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； f/l —矢跨比

1. 上部结构

上部结构也称桥跨结构，包括承重结构和桥面系，是在线路遇到障碍（如河流、山谷或其他线路等）而中断时，跨越这类障碍的主要承载结构。它的作用是承受车辆（行人）荷载，并通过支座传给墩台。

2. 下部结构

下部结构包括桥墩、桥台和基础，是支承桥跨结构并将恒载和车辆活载传至地基的建筑物。桥台设在桥梁两端，桥墩则在两桥台之间。桥墩的作用是支承桥跨结构；而