

高等学校教材

BRIDGE

# 桥梁工程

(第二版)

王解军 主 编  
周先雁 主 审



中南大学出版社

[www.csupress.com.cn](http://www.csupress.com.cn)

高等学校教材

# 桥梁工程

(第二版)

主 编 王解军  
副主编 文国华 毛大德  
主 审 周先雁



中南大学出版社  
[www.csupress.com.cn](http://www.csupress.com.cn)

---

图书在版编目(CIP)数据

桥梁工程/王解军主编. —二版. —长沙:中南大学出版社, 2013. 5  
ISBN 978 - 7 - 5487 - 0857 - 5

I. 桥... II. 王... III. 桥梁工程 IV. U44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 074029 号

---

桥梁工程  
(第二版)

主 编 王解军  
主 审 周先雁

---

☐责任编辑 谭 平

☐责任印制 易建国

☐出版发行 中南大学出版社

社址:长沙市麓山南路

邮编:410083

发行科电话:0731-88876770

传真:0731-88710482

☐印 装 长沙利君漾印刷厂

---

☐开 本 787 × 1092 1/16 ☐印张 16.75 ☐字数 411 千字

☐版 次 2014 年 10 月第 2 版 ☐2014 年 10 月第 1 次印刷

☐书 号 ISBN 978 - 7 - 5487 - 0857 - 5

☐定 价 36.00 元

---

图书出现印装问题,请与经销商调换

## 内 容 提 要

本教材共有 18 章。第 1 章至第 4 章,介绍了桥梁的基本组成和分类及国内外桥梁发展动态;桥梁总体规划设计的原则、方法和程序;桥梁设计荷载及桥面系的布置与构造。第 5 章至第 11 章,主要阐述混凝土板桥、简支梁桥及连续梁桥的构造原理、计算与施工方法及梁式桥的支座;并简要介绍了悬臂梁桥、刚构桥的构造与设计。第 12 章至第 15 章,着重介绍了拱桥的特点、组成和主要类型;上承式拱桥的构造原理、计算及施工方法,中、下承式拱桥仅作简要介绍。第 16 章至第 17 章,介绍了常用墩台的构造、设计与计算。第 18 章,介绍了涵洞的构造及设计计算。

本书为土木工程专业(包括桥梁工程方向)用教材,可用于普通高等院校全日制本(专)科生或自学考试、函授学生教材,也可供从事桥梁工程建设的设计、施工、监理及管理工程技术人员参考。

# 前 言

《桥梁工程》(第二版)是土木工程专业的一门专业课,本教材是根据国家教育部、建设部及交通部土木工程专业指导委员会审定的“桥梁工程”教学大纲编写的。可供土木工程专业(包括桥梁工程方向)的学生使用。

本教材的编写着重于学生能够掌握桥梁工程的基本设计理论及主要桥梁型式(包括涵洞)的设计与构造原理、计算及施工方法。随着科学技术的进步与桥梁建设的发展,一些现在较少使用的、老的桥型及相关的知识仅作简单的介绍或不作介绍,如双曲拱桥、悬臂梁桥、T形刚构桥等的构造设计及基于力法原理计算拱桥内力等。引入桥梁领域的新技术及新进展,考虑到预应力混凝土连续梁与刚构桥在我国公路建设中已是广泛使用的桥型,本教材对于此类桥梁的构造及内力计算作了一定的介绍。考虑到涵洞是公路与铁路工程中使用量较大的结构物,因此,《桥梁工程》(第二版)修订时对涵洞的一般构造与设计计算作了介绍。

本教材共18章。第1章至第4章,介绍了桥梁的基本组成和分类及国内外桥梁发展动态;桥梁总体规划设计的原则、方法和程序;桥梁设计荷载及桥面系的布置与构造。第5章至第11章,主要阐述混凝土板桥、简支梁桥及连续梁桥的构造原理、计算与施工方法及梁桥支座;并简要介绍了悬臂梁桥、刚构桥的构造与设计。第12章至第15章,着重介绍了拱桥的特点、组成和主要类型;上承式拱桥的构造原理、计算及施工方法,中、下承式拱桥仅作简要介绍。第16章至第17章,介绍了常用墩台的构造及设计计算。第18章介绍了涵洞的构造及设计计算。

本教材第1、第3、第5、第8、第11章及6.3、6.4、6.5节由王解军编写、修订;第2章由毛大德、湛发益编写、修订;第4、第9章由郑大伟编写、修订;第7章及6.1、6.2节由余玲玲编写、修订,第10章由张玥编写、修订,第12、第13章由杨仕若编写、修订,第14章由陈爱军编写、修订,第15章由陈强编写、修订,第16、第17章由文国华编写、修订,第18章由李珍玉编写。本教材由中南林业科技大学王解军担任主编,湖南城市学院文国华、长沙理工大学毛大德担任副主编,中南林业科技大学校长周先雁教授主审。

由于编写时间仓促,难免书中有不妥之处,请广大读者批评指正。

编者

2014年10月

# 目 录

|                           |      |
|---------------------------|------|
| 第 1 章 概述 .....            | (1)  |
| 1.1 桥梁的基本组成与分类 .....      | (1)  |
| 1.2 桥梁发展状况 .....          | (7)  |
| 本章思考题 .....               | (17) |
| 第 2 章 桥梁的总体规划设计 .....     | (18) |
| 2.1 桥梁设计的原则、步骤和基本资料 ..... | (18) |
| 2.2 桥梁平、纵、横断面设计 .....     | (21) |
| 2.3 桥梁设计方案的比选 .....       | (27) |
| 本章思考题 .....               | (29) |
| 第 3 章 桥梁设计作用 .....        | (33) |
| 3.1 作用分类、代表值和作用效应组合 ..... | (33) |
| 3.2 永久作用 .....            | (36) |
| 3.3 可变作用 .....            | (37) |
| 3.4 偶然作用 .....            | (45) |
| 本章思考题 .....               | (46) |
| 第 4 章 桥面布置与构造 .....       | (47) |
| 4.1 桥面布置 .....            | (47) |
| 4.2 桥面铺装 .....            | (47) |
| 4.3 桥面防水和排水 .....         | (50) |
| 4.4 桥面伸缩缝 .....           | (51) |
| 4.5 人行道、栏杆与灯柱、护栏 .....    | (53) |
| 本章思考题 .....               | (56) |
| 第 5 章 混凝土梁桥与刚构桥概述 .....   | (57) |
| 5.1 梁桥概述 .....            | (57) |
| 5.2 刚构桥概述 .....           | (59) |
| 本章思考题 .....               | (61) |
| 第 6 章 混凝土梁桥与刚构桥的构造 .....  | (62) |
| 6.1 板桥的构造 .....           | (62) |

|                            |              |
|----------------------------|--------------|
| 6.2 简支梁桥的构造 .....          | (66)         |
| 6.3 悬臂梁桥的构造 .....          | (71)         |
| 6.4 连续梁桥的构造与设计 .....       | (73)         |
| 6.5 连续刚构桥的构造与设计 .....      | (82)         |
| 本章思考题 .....                | (85)         |
| <b>第7章 简支梁桥的计算</b> .....   | <b>(86)</b>  |
| 7.1 桥面板计算 .....            | (86)         |
| 7.2 主梁内力计算 .....           | (94)         |
| 7.3 横隔梁内力计算 .....          | (102)        |
| 7.4 挠度和预拱度计算 .....         | (105)        |
| 本章思考题 .....                | (107)        |
| <b>第8章 连续梁桥的计算</b> .....   | <b>(108)</b> |
| 8.1 结构恒载内力计算 .....         | (108)        |
| 8.2 活载内力计算 .....           | (110)        |
| 8.3 预应力内力计算的等效荷载法 .....    | (113)        |
| 8.4 挠度、预拱度计算及施工控制 .....    | (119)        |
| 本章思考题 .....                | (120)        |
| <b>第9章 梁桥的支座</b> .....     | <b>(121)</b> |
| 9.1 常用支座的类型和构造 .....       | (121)        |
| 9.2 支座的布置 .....            | (125)        |
| 9.3 支座的计算 .....            | (126)        |
| 本章思考题 .....                | (131)        |
| <b>第10章 混凝土梁桥的施工</b> ..... | <b>(132)</b> |
| 10.1 现浇钢筋混凝土简支梁桥的施工 .....  | (132)        |
| 10.2 预制混凝土简支梁桥的施工 .....    | (140)        |
| 10.3 连续梁桥的施工 .....         | (150)        |
| 本章思考题 .....                | (158)        |
| <b>第11章 梁桥实例</b> .....     | <b>(159)</b> |
| 11.1 连续梁桥实例 .....          | (159)        |
| 11.2 连续刚构桥实例 .....         | (160)        |
| 本章思考题 .....                | (162)        |
| <b>第12章 拱桥概述</b> .....     | <b>(163)</b> |
| 12.1 拱桥的主要特点 .....         | (163)        |

|                              |              |
|------------------------------|--------------|
| 12.2 拱桥的组成及主要类型 .....        | (164)        |
| 本章思考题 .....                  | (169)        |
| <b>第13章 拱桥的设计与构造 .....</b>   | <b>(170)</b> |
| 13.1 上承式拱桥的设计与构造 .....       | (170)        |
| 13.2 中、下承式混凝土拱桥的总体布置 .....   | (187)        |
| 本章思考题 .....                  | (190)        |
| <b>第14章 拱桥的计算 .....</b>      | <b>(191)</b> |
| 14.1 悬链线拱的计算 .....           | (191)        |
| 14.2 主拱的验算 .....             | (197)        |
| 本章思考题 .....                  | (201)        |
| <b>第15章 拱桥的施工 .....</b>      | <b>(202)</b> |
| 15.1 混凝土拱桥施工方法概述 .....       | (202)        |
| 15.2 拱桥的有支架施工 .....          | (206)        |
| 15.3 上承式拱桥缆索吊装施工 .....       | (211)        |
| 15.4 拱桥实例 .....              | (216)        |
| 本章思考题 .....                  | (219)        |
| <b>第16章 桥梁墩台的构造与设计 .....</b> | <b>(220)</b> |
| 16.1 概述 .....                | (220)        |
| 16.2 梁桥墩台 .....              | (221)        |
| 16.3 拱桥墩台 .....              | (233)        |
| 本章思考题 .....                  | (237)        |
| <b>第17章 桥梁墩台的计算 .....</b>    | <b>(238)</b> |
| 17.1 作用及作用效应组合 .....         | (238)        |
| 17.2 重力式桥墩的计算 .....          | (241)        |
| 17.3 柔性排架桩墩计算 .....          | (244)        |
| 17.4 桥台计算 .....              | (246)        |
| 本章思考题 .....                  | (247)        |
| <b>第18章 涵洞 .....</b>         | <b>(248)</b> |
| 18.1 涵洞的构造及类型 .....          | (248)        |
| 18.2 涵洞设计与计算 .....           | (253)        |
| 本章思考题 .....                  | (256)        |
| <b>参考文献 .....</b>            | <b>(257)</b> |



# 第1章 概 述

桥梁是人类生活和生产活动中，为克服天然屏障而建造的建筑物，它既是一种功能性的建筑物，又是一座立体的造型艺术工程，是人类建造的最古老、最壮观和最美丽的一类建筑工程，它的发展，不断体现着时代的文明与进步。

桥梁工程在土木工程中属于结构工程的一个重要的分支学科，它与其他建筑工程一样，也是用砖石、混凝土、钢筋混凝土、金属材料等各种建筑材料建造的结构工程。在道路和铁路等交通建设工程中，桥梁是保证全线贯通的咽喉，是重要的工程组成部分，在工程投资中占有较大的比重，占工程总价的10%~20%。

改革开放以来，我国道路与桥梁建设得到了飞速的发展，交通运输能力得到了巨大提高，这对改善投资环境、促进经济的腾飞、改善人民的生活环境都起到了关键性的作用。尤其是近年来，我国的桥梁无论是在建设规模上，还是技术水平上，均已跻身于世界先进行列。各种功能齐全，造型美观的高架桥、立交桥以及横跨长江、黄河、湖泊、海湾等的特大跨径桥梁，在全国各地如雨后春笋般出现。

我国幅员辽阔，大小山脉和江河湖泽纵横全国，尽管我国的道路与桥梁已具相当规模，但要彻底改变交通运输的面貌，赶上西方发达国家的水平，我国的道路与桥梁的建设任务仍然十分繁重和艰巨，广大桥梁建设者将面临着新颖和复杂桥梁结构及新工艺、新材料的挑战，肩负着促进我国桥梁建设更快发展的光荣而艰巨的重任。

## 1.1 桥梁的基本组成与分类

### 1.1.1 桥梁的基本组成

桥梁一般由上部结构、下部结构、支座及附属工程等几部分组成。

图1-1和图1-2分别为公路桥的梁桥和拱桥的概貌。

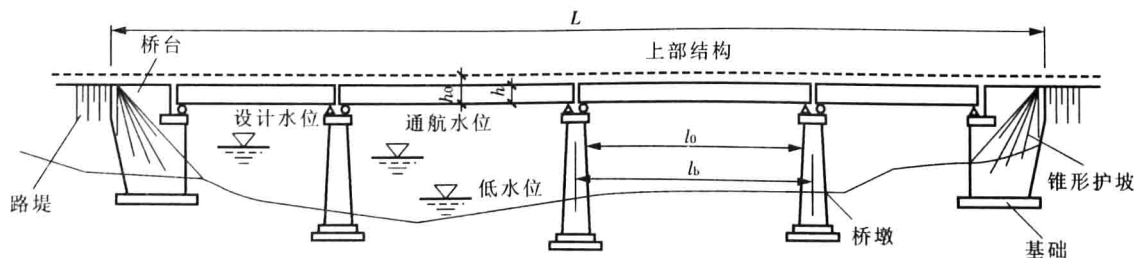


图 1-1 梁桥概貌

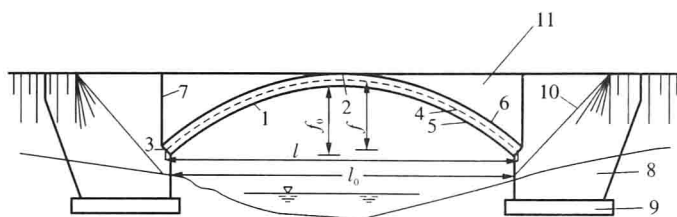


图 1-2 拱桥概貌

1—拱圈；2—拱顶；3—拱脚；4—拱轴线；5—拱腹；6—拱背；  
7—变形缝；8—桥墩；9—基础；10—锥坡；11—拱上结构

上部结构(或称桥跨结构)是桥梁支座以上(拱桥起拱线或刚架桥主梁底线以上)跨越桥孔的总称,是线路中断时跨越障碍的主要承重结构。

下部结构包括桥墩、桥台和基础。

桥墩和桥台支承上部结构并将其传来的恒载和车辆活载传至基础。设置在桥跨中间部分的称为桥墩,设置在桥跨两端与路堤相衔接的称为桥台,桥台除了上述作用外,还起到抵御路堤的土压力及防止路堤的滑塌等作用,单孔桥只有两端的桥台,没有中间的桥墩。

桥墩和桥台底部并与地基相接触的部分,称为基础。基础承受从桥墩或桥台传来的全部荷载,它包括竖向荷载以及地震力、船舶撞击墩身等引起的水平荷载,由于基础往往深埋于水下土层之中,是桥梁施工中难度较大且施工复杂的部分,也是确保桥梁安全的关键之一。

支座设置在墩台的顶部,用于支承上部结构的传力装置,它不仅要传递很大的荷载,并且要保证上部结构能按设计要求产生一定的变位。

在桥梁建筑工程中,除了上述基本组成部分外,在路堤与桥台衔接处,一般在桥台两侧设置石砌的锥形护坡(如图 1-1 所示),以保证迎水部分路堤边坡的稳定。另外,根据需要还常常修筑护岸、导流结构物等附属工程。

随着大型桥梁的增多,桥梁结构越来越复杂,对桥梁使用品质的要求越来越高,对桥梁组成部分的划分也越来越具体。现在有的将桥梁组成划分为“五大部件”和“五小部件”。所谓“五大部件”是指桥跨结构、支座系统、桥墩、桥台和基础;所谓“五小部件”是指桥面铺装(或称行车道铺装)、排水防水系统、栏杆(或防撞栏杆)、伸缩缝及灯光照明设施。

### 1.1.2 桥梁的分类

目前,所建造的桥梁种类繁多,按照桥梁的受力、用途、材料、规模等有不同的分类方法。

#### 1. 按桥梁受力体系分

按照桥梁受力体系分类,可分为梁桥、拱桥和悬索桥(或称为吊桥),简称“梁、拱、吊”三大基本体系。另外,由上述三大基本体系相互组合,在受力上形成组合特征的桥型,如斜拉桥等。

##### (1) 梁桥

梁桥是一种在竖向荷载作用下无水平反力的结构[如图 1-3(a)、(b)],由于外力(恒载和活载)的作用方向与桥梁结构和轴线接近垂直,因而与同样跨径的其他结构体系相比,梁桥内产生的弯矩最大,即梁桥以受弯为主,因此,通常需用抗弯、抗拉能力强的材料(如钢、

钢筋混凝土等)来建造。

梁桥按照承重结构的静力体系又可再分为简支梁桥、悬臂梁桥和连续梁桥。

对于中、小跨径的公路桥梁,目前应用最广泛的标准跨径钢筋混凝土或预应力混凝土简支梁(板)桥,其施工方法一般有预制装配式和现浇两种,这种梁桥结构简单、施工方便,且对地基承载力的要求也不高,对于钢筋混凝土简支梁桥跨径一般小于 25 m,当跨径较大时,采用预应力混凝土,但其跨径一般不宜超过 50 m。

悬臂梁桥是长度超出跨径的悬臂结构,仍属于静定结构,墩台的不均匀沉降不会在梁内引起附加内力。而且在力学性能上,悬臂根部产生的负弯矩,减小了跨中的正弯矩,可以节省材料用量。

为了改善受力条件和使用性能,地质条件较好时,中、小跨径梁桥均可修建连续梁桥,如图 1-3(c)所示。对于大跨径和特大跨径的梁桥,可采用预应力混凝土、钢和钢-混凝土组合梁桥,如图 1-3(d)、(e)所示。

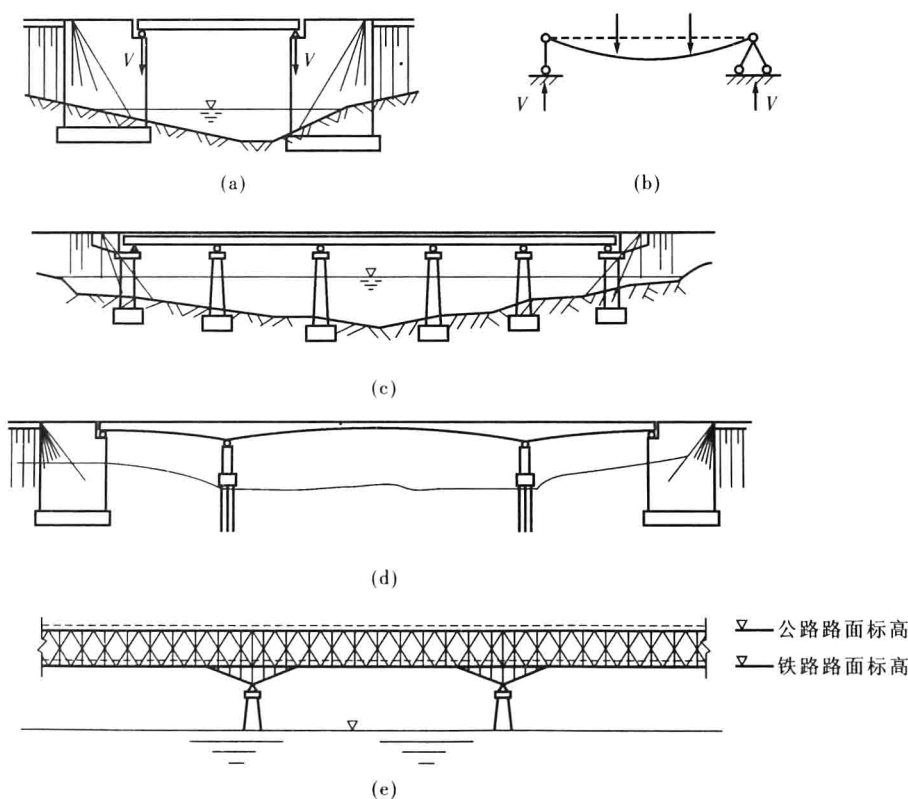


图 1-3 梁桥

刚构桥(或刚架桥)也属于梁桥的范畴。桥跨结构主梁或板与墩台(或立柱)整体相连的桥梁称为刚构桥。如图 1-4(a)所示的门式刚构桥,由于梁和墩(柱)两者之间是刚性连接,在竖向荷载作用下,将在主梁端部产生负弯矩,在柱脚处产生水平反力,梁部主要受弯,但其弯矩较同跨径的简支梁小,梁内还有轴力  $H$  作用,因此,刚构桥的受力状态介于梁桥与拱桥之间,如图 1-4(b)所示。刚构桥的跨中建筑高度可做得较小,因此,通常适用于需要较

大的桥下净空和建筑高度受到限制的情况,如跨线桥、立交桥和高架桥等。

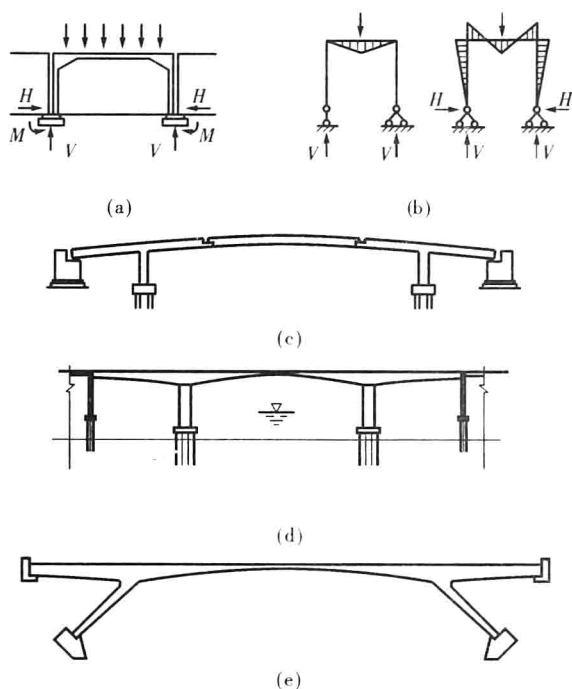


图 1-4 刚构桥

刚构桥在竖向荷载的作用下,墩底一般都会产生水平推力,为此,必须要有良好的地质条件或用较深的基础,也可用特殊的构造措施来抵抗水平推力的作用。另外,刚构桥大多数为超静定结构,故在混凝土收缩、徐变、温度变化及墩台不均匀沉陷和预应力等因素作用下,均会产生较大的附加内力,应在设计和施工中引起注意。

除了门式刚构桥外,另外还有 T 型刚构桥[图 1-4(c)],连续刚构桥[图 1-4(d)],斜腿刚构桥[图 1-4(e)]。

对于大跨径刚构桥的主梁一般均要承受正负弯矩的交替作用,主梁横截面宜采用箱形截面。

## (2) 拱桥

拱桥的主要承重结构是主拱圈或拱肋(如图 1-5),竖向荷载作用下,桥墩和桥台将承受水平推力,如图 1-5(b)所示,同时,墩台向拱圈或拱肋提供水平反力,这将大大抵消在拱圈或拱肋中由荷载引起的弯矩。因此,与同跨径的梁桥相比,拱桥的弯矩、剪力和变形却要小得多,拱圈或拱肋以受压为主。拱桥对墩台有水平推力及承受重结构以受压为主这是拱桥的主要受力特点。因此,通常可采用抗压能力强的圬工材料(如砖、石、混凝土等)和钢筋混凝土来建筑。但应当注意,由于拱桥往往有较大的水平推力,为了确保拱桥的安全,下部结构(特别是桥台)和地基必须具备承受很大水平推力的能力。一般选择地质条件较好的地域修建拱桥。

当然,在地质条件不适合于修建具有很大水平推力拱桥的情况下,也可采用无水平推力

的系杆拱桥,如图1-5(c)所示,其水平推力由系杆承受,系杆可由预应力混凝土、钢等做成。另外,也可修建近年来发展起来的水平推力很小的“飞雁式”三跨自锚式系杆拱桥,如图1-5(d)所示,即在边跨的两端施加强大的水平预加力 $H$ ,通过边跨拱传至拱脚,以抵消主跨拱脚处的水平推力。

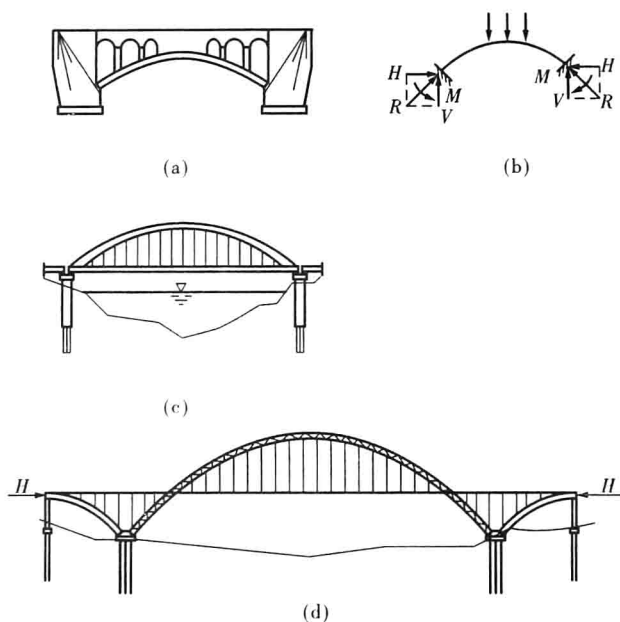


图1-5 拱桥

拱桥不仅跨越能力大,而且外形也较美观,在条件允许的情况下,修建拱桥往往是经济合理的。

按照行车道处于主拱圈的不同位置,拱桥可分为上承式[图1-5(a)]、中承式[图1-5(d)]、下承式拱[图1-5(c)]三种。

### (3) 悬索桥(也称吊桥)

悬索桥的承重结构包括主缆、塔柱、加劲梁和锚碇及吊杆,如图1-6所示。在桥面系竖向荷载作用下,通过吊杆使主缆承受巨大的拉力,主缆悬跨在两边塔柱上,锚固于两端的锚碇结构中;锚碇承受主缆传来的巨大拉力,该拉力可分解为垂直和水平分力,因此,悬索桥也是具有水平反力(拉力)的结构。现代悬索桥的主缆用高强度的钢丝成股编制而成,以充分发挥其优良的抗拉性能。悬索桥结构自重轻,是目前为止跨越能力最大的桥型。另外,悬索桥受力简单明确,在将主缆架设完成之后,便形成了强大稳定的结构支承系统,使得加劲梁的施工安全方便,施工过程中的风险相对较小。

相对于其他体系的桥梁而言,悬索桥的刚度最小,属于柔性结构,在车辆荷载作用下,悬索桥将产生较大的变形。由于悬索桥的刚度小,其静、动力(如抗风等)稳定性应在设计和施工过程中予以高度的重视。

### (4) 斜拉桥

斜拉桥的上部结构由塔柱、主梁和斜拉索组成,如图1-7所示,斜拉桥实际上是梁桥与

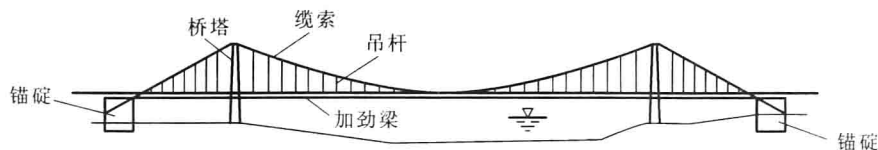


图 1-6 悬索桥

吊桥的组合形式。它的主要受力特点是：斜拉索受拉力，它将主梁多点吊起（类似吊桥），将主梁的恒载和车辆等其他荷载传至塔柱，再通过塔柱传至基础和地基。塔柱以受压为主。主梁由于被斜拉索吊起，它如同一多点弹性支承的连续梁，从而使主梁内的弯矩较一般梁桥大大减小，这也是斜拉桥具较大跨越能力的主要原因。主梁由于同时受斜拉索水平力的作用，其基本受力特点为偏心受压构件。

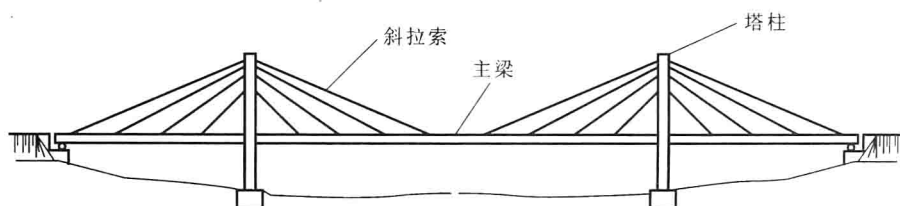


图 1-7 斜拉桥

斜拉桥的塔柱、拉索和主梁在纵向面内形成了稳定的三角形，因此，斜拉桥的结构刚度较悬索桥大，其抗风稳定性较悬索桥好。在目前所有的桥型中，斜拉桥的跨越能力仅次于悬索桥。但是，当斜拉桥的跨度很大时，悬臂施工的斜拉桥因主梁悬臂过长，承受斜拉索传来的水平压力过大，因而风险较大，塔也过高，外侧斜拉索过长，这也是斜拉桥跨越能力不能与悬索桥相比的主要原因。

## 2. 桥梁的其他分类

桥梁除了上述按受力特点分类外，另外还有按桥梁的用途、建桥的材料、大小规模等进行分类。

(1) 按用途来划，可分为公路桥、铁路桥、公铁两用桥、人行桥、水运桥（或渡桥）和管线桥等。

(2) 按主要承重结构用的材料来划分，有钢筋混凝土桥、预应力混凝土桥、圬工桥（包括砖、石、混凝土）、钢桥、钢-混凝土组合桥和木桥等。木材易腐，而且资源有限，因此，除了少数用于临时性桥梁外，一般不采用。

(3) 按桥梁总长跨径的不同来划分，有特大桥、大桥、中桥、小桥和涵洞。

我国《公路工程技术标准》（JTG B01—2003），规定了特大、大、中、小桥按总长和跨径的分类，见表 1-1 所示。

表 1-1 桥梁按总长和跨径分类

| 桥梁分类 | 多孔跨径总长 $L$ (m)         | 单孔跨径 $L_K$ (m)         | 桥梁分类 | 多孔跨径总长 $L$ (m)     | 单孔跨径 $L_K$ (m)     |
|------|------------------------|------------------------|------|--------------------|--------------------|
| 特大桥  | $L > 1000$             | $L_K > 150$            | 中桥   | $30 < L < 100$     | $20 \leq L_K < 40$ |
| 大桥   | $100 \leq L \leq 1000$ | $40 \leq L_K \leq 150$ | 小桥   | $8 \leq L \leq 30$ | $5 \leq L_K < 20$  |
| 涵洞   | $L < 8$                | $L_K < 5$              |      |                    |                    |

(4)按跨越障碍的性质,可分为跨河桥、跨线桥(或立交桥)、高架桥和栈桥,高架桥一般指跨越深沟峡谷以代替高路堤的桥梁,以及在城市中跨越道路的桥梁。

(5)按上部结构的行车道位置,分为上承式桥、中承式桥和下承式桥。桥面布置在主要承重结构上的称为上承式桥;桥面布置在承重结构之下的称为下承式桥;桥面布置在桥跨结构高度中间的称为中承式桥。

(6)按桥跨结构的平面布置,可分为正交桥、斜交桥和弯桥(或曲线桥)等。

## 1.2 桥梁发展状况

### 1.2.1 桥梁发展的基本历程

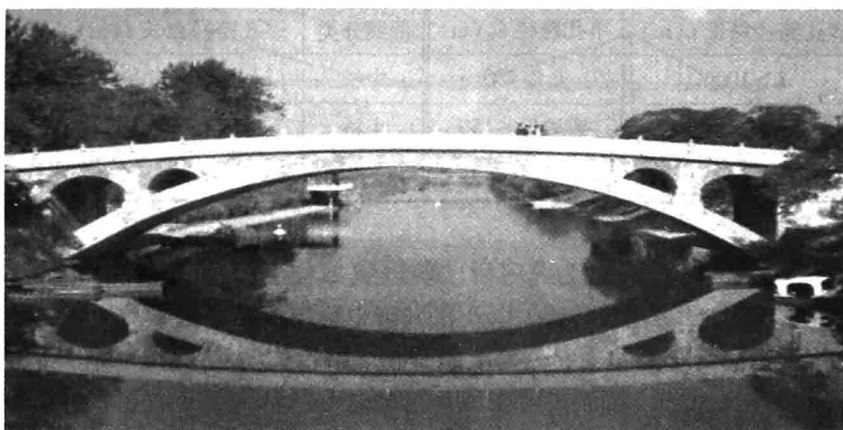
随着社会生产力的发展、工业水平的提高、施工技术的进步、力学理论的进展、计算能力的增强,尤其是建筑材料的不断革新,桥梁建筑的发展,从砖石、木材修建的小桥到当今上千米特大跨度的跨海大桥,可以说经历了三次大的飞跃。

19 世纪中期钢材的出现,使桥梁的跨越能力大大提高,跨径从几十米发展到了几百米,桥梁工程的发展出现了第一次飞跃。到了 20 世纪,钢筋混凝土的应用,以及 20 世纪 30 年代预应力混凝土技术及高强钢材的出现,使桥梁建筑获得了廉价、耐久,且刚度和承载力均较大的建筑材料,从而大大推动了桥梁的发展,实现了桥梁建设的第二次飞跃。20 世纪 50 年代之后,随着计算机和有限元计算方法的出现,大大提高了人们的计算能力,使得大规模的结构计算变为可能。从而推动了桥梁工程向更大跨径方向发展,实现了桥梁建设的第三次飞跃。

### 1.2.2 我国桥梁建设成就

我国有着悠久的历史文化,是世界文明发达最早的国家之一。在桥梁建设方面我们祖先在世界桥梁建筑史上写下了许多光辉灿烂的篇章。在我国古代,有举世闻名的河北赵州桥(图 1-8)、福建漳州虎渡桥、宝带桥等。

虽然在我国近代,桥梁建设方面基本处于停滞不前状态,与世界桥梁建筑技术差距较大,但新中国成立以后,尤其是 20 世纪 80 年代改革开放以来,我国社会生产力得到快速发展,科技水平迅速提高,交通事业也取得巨大进步。特别是 20 世纪 90 年代以来大力发展高等级公路建设,使得我国的桥梁工程得到了空前的发展,取得了巨大的成就,并跨入世界先进行列。如果说 20 世纪初大跨桥梁的建设重点是在美国,20 世纪中后期,桥梁建设的重点转向亚洲东方的日本,那么可以说,到 20 世纪末,桥梁建设的重点转向了亚洲的中国。



又称安济桥，位于河北赵县，为隋大业初年(公元 605 年左右)李春所创建。  
是一座空腹式圆弧形石拱桥，净跨 37.02 m，宽 9.0 m，拱矢高 7.23 m。

图 1-8 河北赵县赵州桥

这一时期，我国相继建成举世闻名的各种类型的大跨度桥梁，例如：  
混凝土梁桥有：南京长江第二大桥北汊桥(图 1-9)等。



2001 年 7 月建成，主跨为  $(90+3 \times 165+90)$  m，是我国目前跨径  
最大的预应力混凝土连续梁桥，在同类型桥中居亚洲第 1。

图 1-9 南京长江第二大桥北汊桥

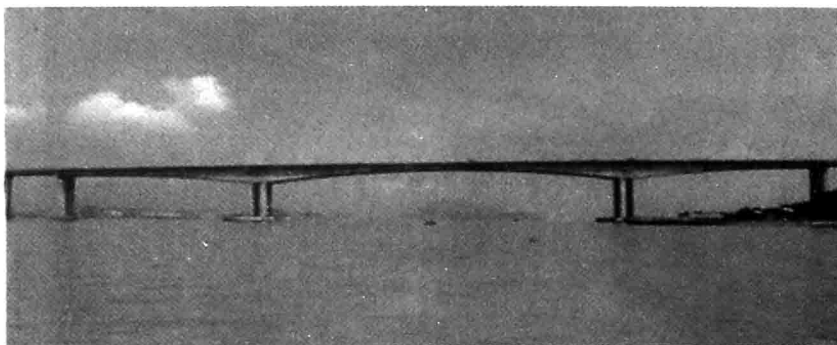
刚构桥有：广东虎门大桥辅航道桥(图 1-10)、湖北龙潭河大桥(图 1-11)等。

拱桥有：重庆朝天门大桥(图 1-12)、重庆巫山长江大桥(图 1-13)、重庆万县长江大桥(图 1-14)等。

斜拉桥有：苏通长江大桥(图 1-15)、香港昂船洲大桥(图 1-16)、南京长江三桥(图 1-17)等。

悬索桥有：江苏江阴长江公路大桥(图 1-18)、江苏润扬长江大桥(图 1-19)、浙江西堠门大桥(图 1-20)等。





1997 年建成, 连续刚构桥, 跨径为  $(150 + 270 + 150)$  m, 该桥建成时居同类桥世界第 1。

图 1-10 广东虎门大桥辅航道桥



2008 年建成, 连续刚构桥, 跨径为  $(110 + 3 \times 200 + 110)$  m, 主墩高 178 m, 为同类型桥世界第 1 高墩。

图 1-11 湖北龙潭河大桥



2008 年建成, 中承式钢桁系杆拱桥, 主跨 552 m, 为目前世界第 1 大跨径的拱桥。

图 1-12 重庆朝天门大桥