



交通职业教育教学指导委员会推荐教材

高职高专院校道路桥梁工程技术专业教学用书

高等职业教育规划教材

桥涵工程

主编 郭发忠 主审 姜云霞



人民交通出版社

China Communications Press

交通职业教育教学指导委员会推荐教材
高职高专院校道路桥梁工程技术专业教学用书

高等职业教育规划教材

桥 涵 工 程

Qiaohan Gongcheng

主编 郭发忠

主审 姜云霞

人民交通出版社

内 容 提 要

本书是交通职业教育教学指导委员会推荐教材,由路桥工程学科委员会组织编写。书中重点介绍了公路常用的中、小桥(涵)的组成,构造,设计计算方法,施工技术以及施工质量检验要求。内容包括总论、钢筋混凝土及预应力混凝土(板)梁桥、圬工和钢筋混凝土拱桥、桥梁墩台、涵洞和桥梁施工。简要介绍了T形刚构、悬索桥和斜拉桥的构造,分类,计算和施工要点。书中标有*的为选修内容。

本书是高职高专院校道路桥梁工程技术专业教学用书,也可供相关专业教学使用或作为有关专业的继续教育和职业培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

桥涵工程/郭发忠主编. —北京:人民交通出版社,
2005.8
ISBN 7-114-05704-0

I. 桥... II. 郭... III. 公路桥-桥涵工程-职业
教育-教材 IV. U448.14

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 088592 号

书 名: 桥涵工程
著 作 者: 郭发忠
责任编辑: 尤晓晔
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)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: 北京鑫正大印刷有限公司
开 本: 787×1092 1/16
印 张: 24.5
字 数: 611 千
版 次: 2005 年 9 月第 1 版
印 次: 2005 年 9 月第 1 次印刷
书 号: ISBN 7-114-05704-0
印 数: 0001—5000 册
定 价: 39.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)



交通职业教育教学指导委员会 路桥工程学科委员会

主 任: 柴金义

副主任: 金仲秋 李加林 夏连学

委 员: (按姓氏笔画为序)

于敦荣 王 亮 李全文 张贵元

张洪滨 陆春其 周志坚 俞高明

郭发忠 施 斌 梁金江 程兴新

谢远光 彭富强

秘 书: 伍必庆



出版说明

CHUBAN SHUOMING

为深入贯彻落实《高等教育面向21世纪教学内容和课程体系改革计划》及全国普通高等学校教学工作会议的有关精神,深化教育教学改革,提高道路桥梁工程技术专业的教学质量,按照教育部“以教育思想、观念改革为先导,以教学改革为核心,以教学基本建设为重点,注重提高质量,努力办出特色”的基本思路,交通职业教育教学指导委员会路桥工程学科委员会在总结教育部路桥专业教学改革试点的6所交通高职高专院校办学实践经验的基础上,经过反复调研和讨论,制定了三年制“高职高专院校道路桥梁工程技术专业教学指导方案”,随后又组织全国20多所交通高职高专院校道路桥梁工程技术专业的教师编写了18门课程的规划教材。

本套教材依据教育部对高职高专人才培养目标、培养规格、培养模式及与之相适应的知识、技能、能力和素质结构的要求进行编写。为使教材中所阐述的内容反映最新的技术标准和规范,路桥工程学科委员会还组织有关人员参加了新技术和新规范学习班。

按照2004年10月路桥工程学科委员会所确定的编写原则,本套教材力求体现如下特点:

1. 结构合理性。按照道路桥梁工程技术专业以培养技能型人才为主线的要求,对传统的专业技术基础课和专业课程进行了整合,教材的体系设计合理,循序渐进,符合学生心理特征和认知及技能养成规律。所编写的教材更适合高职教育的特点,强调现代教学技术应用的需要和教学课件的应用,以节省教学成本和提高教学效果。每章列有教学要求、本章小结和复习思考题,便于学生学习本章核心内容。

2. 知识实用性。体现以职业能力为本位,以应用为核心,以实用、实际、实效为原则,紧密联系生活、生产实际,及时反映现阶段公路交通行业发展和公路交通科技进步对道路桥梁工程技术专业人才的需要,采用最新的技术标准、规范和规程。加强教学针对性,与相应的职业资格标准相互衔接。在内容的取舍方面,在以适应当前工作岗位群实际需要为主基调的同时,为将来的发展趋势留有接口。

3. 职业教育性。渗透职业道德和职业意识教育,体现就业导向,有助于学生树立正确的择业观。教材中所选编的习题、例题均来自工程实际,不仅代表性强,而且对解决实际问题具有较强的针对性。在教材编写中注重培养学生爱岗敬业、团队精神和创业精神,树立安全意识和环保意识。

4. 使用灵活性。本套教材体现了教学内容弹性化,教学要求层次化,教材结构模块化,

有利于按需施教,因材施教。

《桥涵工程》是高职高专院校道路桥梁工程技术专业规划教材之一,内容包括:总论,钢筋混凝土及预应力混凝土(板)梁桥,圬工和钢筋混凝土拱桥,桥梁墩台,涵洞和桥梁施工,T形刚构、悬索桥和斜拉桥的构造、分类、计算和施工要点。

参加本书编写工作的有:浙江交通职业技术学院张征文(编写第一、三章,第七章的第五、七节)、郭发忠(编写第二章)、潘黎明(编写第七章的第一、二、三、四、六节),云南交通职业技术学院刘丽珍(编写第四章),河南交通职业技术学院王穗平(编写第五、六章)。全书由郭发忠担任主编,内蒙古大学职业技术学院姜云霞担任主审。

本套教材是路桥工程学科委员会委员及长期从事道路桥梁工程技术专业教学与工程实践的教师们工作经验的总结。但是,随着各项改革的逐步深化,书中难免有错误之处,敬请广大读者批评指正。

本套教材在编写过程中,得到了交通职业教育教学指导委员会的关心与指导,全国各交通职业技术学院的领导也给予了大力支持,在此,向他们表示诚挚的谢意。

交通职业教育教学指导委员会

路桥工程学科委员会

2005年5月

第一章 总论	1
第一节 概述	1
第二节 桥梁的总体规划和设计程序	20
第三节 桥梁设计作用(荷载)	26
第四节 桥面系构造	41
复习思考题	51
第二章 梁式桥设计	52
第一节 概述	52
第二节 板桥的设计与构造	56
第三节 装配式简支梁桥的设计与构造	62
第四节 简支梁桥的计算	72
第五节 其他体系梁桥设计简介	106
第六节 梁式桥的支座	119
复习思考题	129
第三章 拱桥设计	132
第一节 概述	132
第二节 拱桥的构造	136
第三节 拱桥的设计	156
第四节 拱桥的计算	162
复习思考题	186
第四章 桥梁墩台	187
第一节 桥梁墩台	187
第二节 桥墩计算	205
第三节 桥台计算	215
复习思考题	233
第五章 涵洞	235
第一节 涵洞的类型及构造	235
第二节 涵洞的设计与计算	246
第三节 涵洞施工	261
复习思考题	264
第六章 悬索桥及斜拉桥	265

第一节 悬索桥及斜拉桥的分类及构造	265
第二节 悬索桥和斜拉桥的受力特点及设计要点	277
复习思考题	280
第七章 桥梁施工	281
第一节 施工方法的选择	282
第二节 桥梁施工测量	288
第三节 桥梁墩台的施工	300
第四节 梁式桥的施工	308
第五节 拱桥的施工	335
第六节 斜拉桥和悬索桥施工简介	359
第七节 桥梁施工质量检验	367
复习思考题	380
参考文献	382

第一章

总 论

教学要求

1. 论述桥梁在公路交通中的地位和国内外桥梁的发展概况;
2. 叙述桥梁的组成部分、主要类型和各种结构体系;
3. 叙述桥梁的设计程序、一般原则和主要内容;
4. 完成设计方案的编制、比较和选定;
5. 定义桥梁的设计荷载,计算永久作用、可变作用、偶然作用和作用组合;
6. 描述桥面系组成与布置。

大力发展交通运输事业,建立四通八达的现代化交通网,对于发展国民经济、增进民族团结、促进文化交流和巩固国防,具有非常重要的意义。

自改革开放以来,尤其是 20 世纪 90 年代以来,我国交通基础设施建设得到了飞速的发展,对于改善人民的生活环境、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、城市和农村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重要组成部分。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。经过几十年的努力,我国桥梁建筑无论在规模上还是在科技水平上,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,如雨后春笋般相继建成。随着我国公路 2020 年远景规划的实施,跨越渤海湾、杭州湾、琼州海峡及舟山连岛工程等大型工程已列入规划建设阶段。如 2003 年 6 月开工建设的杭州湾跨海大桥是国道主干线——同三线跨越杭州湾的便捷通道,大桥北起嘉兴市海盐郑家埭,跨越宽阔的杭州湾海域后止于宁波市慈溪水路湾,全长 36km,大桥建成后将缩短宁波至上海间的陆路距离 120 余 km。连接上海南汇芦潮港与洋山岛深水港的东海大桥长达 31km,建成后将使上海港的集装箱吞吐能力大大增加,并从根本上解决枯水期 5~10 万吨以上巨轮经长江进出上海港的困难。

• 第一节 概 述 •

一、桥梁的基本组成

桥梁由上部结构、下部结构、支座和附属设施四个基本部分组成。图 1-1 为一座公路桥梁

的概貌,涉及一般桥梁工程的几个主要名词解释如下:

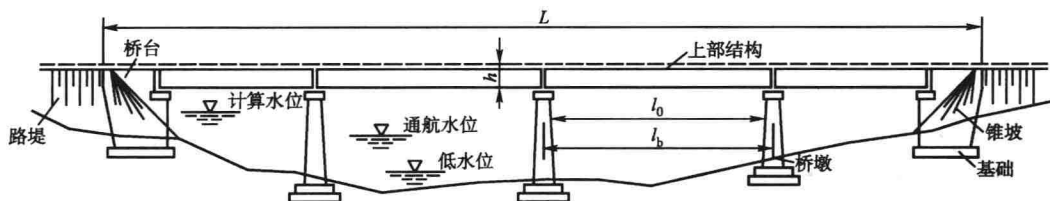


图 1-1 梁式桥概貌

上部结构(或称桥跨结构):是在线路中断时跨越障碍的主要承重结构,是桥梁支座以上(无铰拱起拱线或刚架主梁底线以上)跨越桥孔的总称,当跨越幅度越大时,上部结构的构造也就越复杂,施工难度也相应增加。

下部结构(桥墩、桥台和基础的统称):是支承桥跨结构并将永久荷载和车辆荷载传至地基的建筑物。

桥墩和桥台是支承上部结构并将其传来的永久荷载和车辆等荷载传至基础的结构物。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;而桥台除了起支承桥跨结构的作用外,还要与路堤衔接,以防止路堤滑塌。

桥墩和桥台底部的部分称为基础,基础承担了从桥墩和桥台传来的全部荷载,这些荷载包括竖向荷载以及地震、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地基中,在桥梁施工中是难度较大的一个部分,也是确保桥梁安全的关键之一。

支座:是设在墩(台)顶,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,桥梁与路堤衔接处的桥头搭板和锥形护坡等。

河流中的水位是变动的,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。设计洪水位加壅水和浪高,称为计算水位。在各级航道中,能保持船舶正常航行时的水位,称为通航水位。

下面介绍一些与桥梁布置有关的主要尺寸和名词术语。

净跨径:对于设支座的桥梁为相邻两墩、台身顶内缘之间的水平净距,不设支座的桥梁为上、下部结构相交处内缘间的水平净距,用 l_0 表示(图 1-1、图 1-2)。

总跨径:是多孔桥梁中各孔净跨径的总和($\sum l_0$),它反映了桥下宣泄洪水的能力。

计算跨径:对于设支座的桥梁,为相邻支座中心的水平距离,对于不设支座的桥梁(如拱桥、刚构桥等),为上、下部结构的相交面之中心间的水平距离,用 l 表示,桥梁结构的力学计算是以 l 为准的。

桥梁全长:简称桥长,对于有桥台的桥梁为两岸桥台翼墙尾端间的距离,对于无桥台的桥梁为桥面系行车道长度,用 L 表示。

桥下净空:是为满足通航(或行车、行人)的需要和保证桥梁安全而对上部结构底缘以下规定的空间界限。

桥梁建筑高度:是上部结构底缘至桥面顶面的垂直距离(图 1-1 中的 h),线路定线中所确

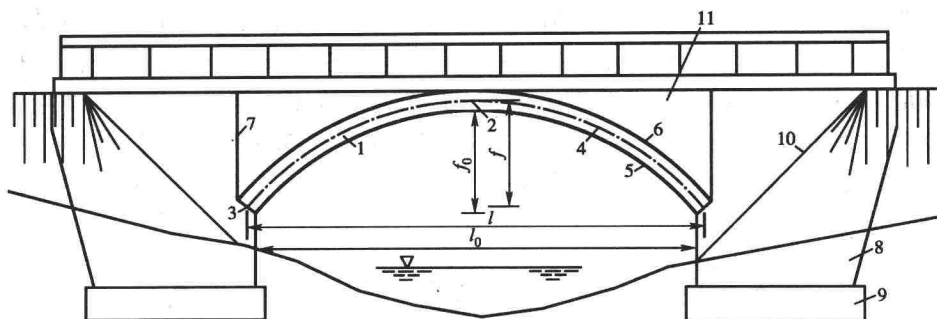


图 1-2 拱桥概貌

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 (f_0/l_0)-矢跨比

定的桥面标高,与通航(或桥下通车、人)净空界限顶部标高之差,称为容许建筑高度。显然,桥梁建筑高度不得大于容许建筑高度,为控制桥梁建筑高度,可以通过在桥面以上布置结构(如斜拉桥,悬索桥,中、下承式拱桥等)的方式加以解决。

桥面净空:桥梁行车道、人行道上应保持的空间界限,公路、铁路和城市桥梁对桥面净空都有相应的规定。

净矢高:拱桥从拱顶截面下缘至相邻两拱脚截面下缘最低点连线的垂直距离,以 f_0 表示。

计算矢高:是从拱顶截面形心至相邻两拱脚截面形心之连线的垂直距离,以 f 表示。

矢跨比:拱桥中拱圈(或拱肋)的计算矢高与计算跨径之比(f/l),也称拱矢。它是反映拱桥受力特性的一个重要指标。

此外,当标准设计或新建桥涵跨径在 50m 以下时,一般均应尽量采用标准跨径(l_b)。对于梁式桥,它是指相邻两桥墩中线之间的距离,或墩中线至桥台台背前缘之间的距离;对于拱桥,则是指净跨径。我国规定的公路桥涵标准跨径从 0.75m 起至 50m,共分 21 种。

涵洞是用来宣泄路堤下水流的构造物。通常在建造涵洞处路堤不中断。一般多孔跨径的全长不到 8m 和单孔跨径不到 5m 的泄水结构物,均称为涵洞(管涵、箱涵不论管径或跨径大小、孔数多少,均称为涵洞)。

二、桥梁的分类

1. 桥梁按受力体系分类

按照受力体系分类,桥梁有梁式桥、拱式桥、刚架桥、吊桥四种基本体系,其中梁式桥以受弯为主,拱式桥以受压为主,吊桥以受拉为主。另外,由上述三大基本体系的相互组合,派生出在受力上也具组合特征的多种桥型,如梁拱组合桥和斜拉桥等,下面分别阐述各种桥梁体系的主要特点。

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。由于外力(永久荷载和可变荷载)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,梁桥内产生的弯矩最大,通常需用抗弯、抗拉能力强的材料来建造。对于中、小跨径桥梁,目前在公路上应用最广的是标准跨径的钢筋混凝土或预应力混凝土简支梁桥,施工方法有

预制装配和现浇两种。这种梁桥的结构简单、施工方便,简支梁对地基承载力的要求也不高,钢筋混凝土及先张法预应力混凝土简支梁桥其常用跨径在 25m 以下;当跨径较大时,需采用后张法预应力混凝土简支梁桥,但跨度一般不超过 50m。为了改善受力条件和使用性能,地质条件较好时,中、小跨径梁桥可修建等截面连续梁桥,如图 1-3c) 所示。对于很大跨径的大桥和特大桥,可采用预应力混凝土变截面梁桥、钢桥和钢—混凝土叠合梁桥,如图 1-3d)、e) 所示。

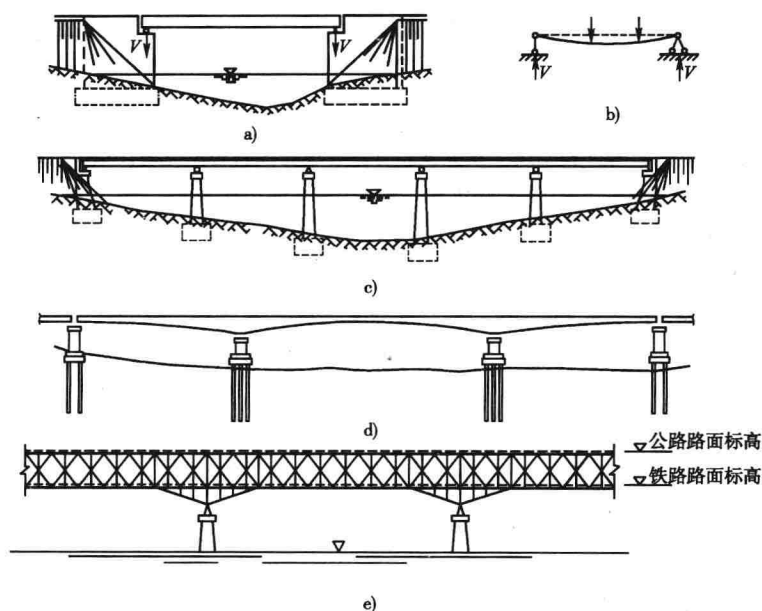


图 1-3 梁式桥

2) 拱式桥

拱式桥(图 1-4a 所示)的主要承重结构是拱圈或拱肋(拱圈横截面设计成分离形式时称

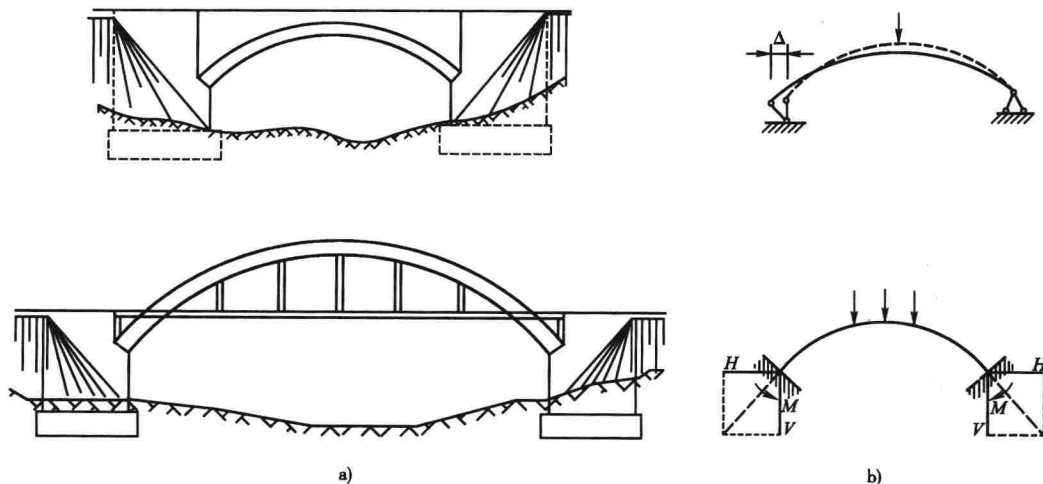


图 1-4 拱式桥

为拱肋)。拱式结构在竖向荷载作用下,桥墩和桥台将承受水平推力,如图 1-4b)所示。同时,根据作用力和反作用力原理,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)内由荷载所引起的弯矩。因此,与同跨径的梁相比,拱的弯矩、剪力和变形都要小得多。鉴于拱桥的承重结构以受压为主,通常可用抗压能力强的圬工材料(如砖、石、混凝土)和钢筋混凝土等来建造。

拱桥不仅跨越能力很大,而且外形酷似彩虹卧波,十分美观,在条件许可的情况下,修建拱桥往往是经济合理的,一般在跨径 500m 以内均可作为比选方案。

应当注意,为了确保拱桥的安全,下部结构和地基(特别是桥台)必须能经受住很大的水平推力作用,此外,与梁式桥不同,由于拱圈(或拱肋)在合龙前自身不能维持平衡,因而拱桥在施工过程中的难度和危险性要远大于梁式桥。

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,梁和柱的连结处具有很大的刚性,以承担负弯矩的作用。图 1-5a)所示的门式刚架桥,在竖向荷载作用下,柱脚处具有水平反力,梁部主要受弯,但弯矩值较同跨径的简支梁小,梁内还有轴压力 H ,因而其受力状态介于梁桥与拱桥之间,如图 1-5b)所示。刚架桥的跨中建筑高度就可做得较小,但普通钢筋混凝土修建的刚架桥在梁柱刚结处较易产生裂缝,需在该处多配钢筋。另外,门式刚架桥在温度变化时,内部易产生较大的附加内力,应引起重视。

图 1-5c)所示的 T 形刚构桥(带挂孔的或不带挂孔的)是修建较大跨径混凝土桥梁曾采用的桥型,属静定或低次超静定结构。对于这种桥型,由于 T 构长悬臂处于一种不受约束的自

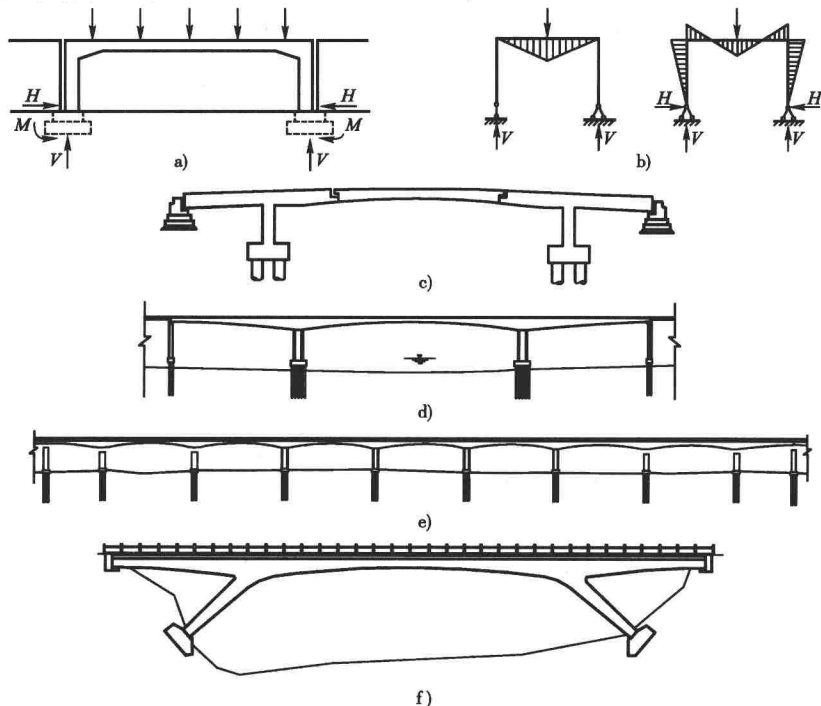


图 1-5 刚架桥

由变形状态,在车辆荷载作用下,悬臂内的弯、扭应力均较大,因而各个方向均易产生裂缝。另外,由于混凝土徐变,会使悬臂端产生一定的下挠,从而在悬臂端部和挂梁的结合处形成一个折角,不仅损坏了伸缩缝,而且车辆在此跳车,给悬臂以附加冲击力,使行车不适,对桥梁受力也不利,目前这种桥型已较少采用。

图 1-5d) 所示的连续刚构桥,属于多次超静定结构,在设计中一般应减小墩柱顶端的水平抗推刚度,使得温度变化下在结构内不致产生较大的附加内力。对于很长的桥,为了降低这种附加内力,往往在两侧的一个或数个边跨上设置滑动支座,从而形成图 1-5e) 所示的刚构——连续组合体系桥型。

当跨越陡峭河岸和深谷时,修建斜腿刚架桥往往既经济合理又造型轻巧美观,如图 1-5f) 所示。由于斜腿墩柱置于岸坡上,有较大斜角,中跨梁内的轴压力也很大,因而斜腿刚架桥的跨越能力比门式刚构桥要大得多,但斜腿的施工难度较直腿大些。

4) 吊桥(悬索桥)

吊桥是用悬挂在两边塔架上的强大缆索作为主要承重结构,如图 1-6 所示。在桥面系竖向荷载作用下,通过吊杆使缆索承受很大的拉力,缆索锚于吊桥两端的锚碇结构中,为了承受巨大的缆索拉力,锚碇结构需做得很大(重力式锚碇),或者依靠天然完整的岩体来承受水平拉力(隧道式锚碇),缆索传至锚碇的拉力可分解为垂直和水平两个分力,因而吊桥也是具有水平反力(拉力)的结构。钢丝成股编制形成钢缆,以充分发挥其优良的抗拉性能。吊桥的承载系统包括缆索、塔柱和锚碇三部分,因此结构自重较轻,能够跨越任何其他桥型无与伦比的特大跨度。吊桥的另一特点是受力简单明了,成卷的钢缆易于运输,在将缆索架设完成后,便形成了一个强大稳定的结构支承系统,施工过程中的风险相对较小。

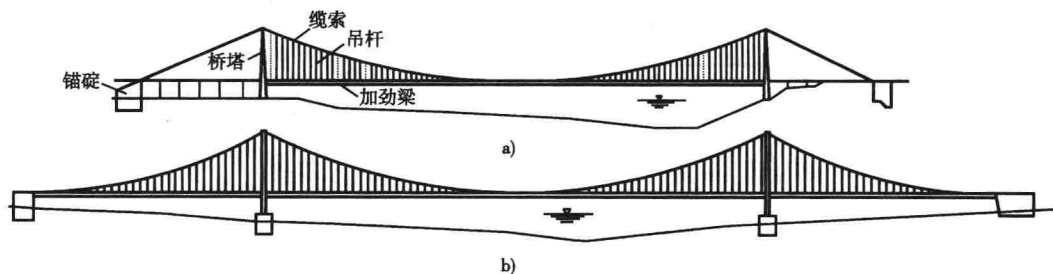


图 1-6 吊桥(悬索桥)

吊桥的刚度较小,属柔性结构,在车辆荷载作用下,吊桥将产生较大的变形,例如跨度 1000m 的吊桥,在车辆荷载作用下,1/4 区域的最大挠度可达 3m 左右。另外,吊桥风致振动及稳定性在设计和施工中也都需予以特别的重视。

5) 组合体系桥梁

由几个不同受力体系的结构组合而成的桥梁称为组合体系桥。

梁、拱组合体系(图 1-7),这类体系中有系杆拱、桁架拱等。它们利用梁的受弯与拱的承压特点组成联合结构。在预应力混凝土结构中,因梁体内可以储备巨大的压力来承受拱的水平推力,使这类结构既具有拱的特点,又没有水平推力,故对地基要求不高,但这种结构施工复杂。

斜拉桥(图 1-8),它是由承压的塔、受拉的索与承弯的梁体组合起来的一种结构体系。

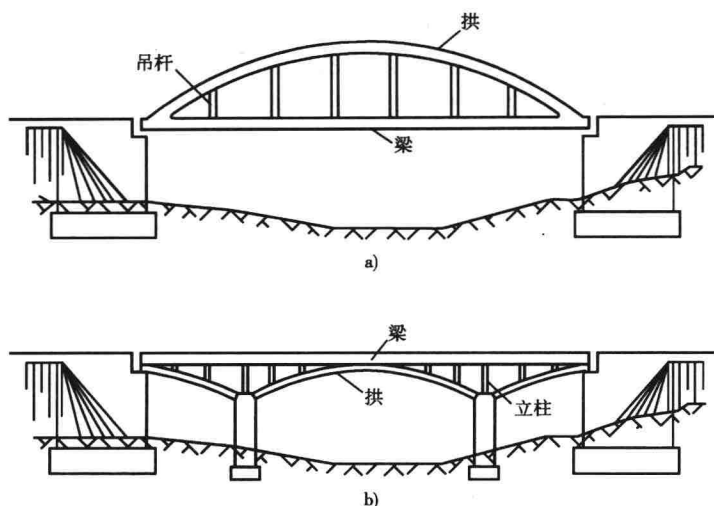


图 1-7 梁、拱组合体系

主要承重的主梁,由于斜拉索将主梁吊住,使主梁变成类似于多点弹性支承的连续梁,由此减少主梁截面,增加桥跨跨径。斜拉桥由塔柱、主梁和斜拉索组成,如图 1-8 所示。它的受力特点是:受拉的斜索将主梁多点吊起,并将主梁的永久荷载和车辆等其他荷载传至塔柱,再通过塔柱基础传至地基,塔柱基本上以受压为主。跨度较大的主梁就像一条多点弹性支承(吊起)的连续梁一样工作,从而使主梁内的弯矩大大减小。由于同时受到斜拉索水平分力的作用,主梁截面的基本受力特征是偏心受压构件。斜拉桥属于高次超静定结构,主梁所受弯矩大小与斜拉索的初张力密切相关,存在着最优索力分布,即使主梁在受力状态下的弯矩(或应力)最小。

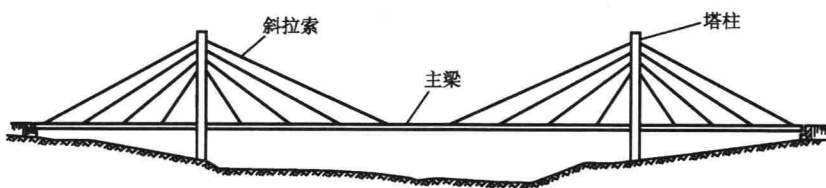


图 1-8 斜拉桥

由于受到斜拉索的弹性支承,弯矩较小,使得主梁尺寸大大减小,结构自重显著减轻,从而大幅度地提高了斜拉桥的跨越能力。此外,由于塔柱、拉索和主梁构成稳定的三角形,斜拉桥的结构刚度较大,斜拉桥的抗风能力较吊桥(悬索桥)要好得多。但是,当跨度很大时,悬臂施工的斜拉桥因主梁悬臂长度过长,承受压力过大,而风险较大,塔高也过高,外索过长,索垂度的影响使索的刚度大幅下降。

斜拉索的组成和布置、塔柱形式及主梁的截面形状是多种多样的,主梁的截面形状与拉索的布置情况要相互配合。我国常用高强平行钢丝或钢绞线等制成斜拉索,斜拉索按施工工艺有工厂预制(成品索)和现场防护两种,我国 20 世纪 80 年代末、90 年代初修建的斜拉桥中,斜拉索大多采用现场防护的方法。由于现场防护环境不利,不确定因素多,加上施工技术不够成熟,拉索在使用 7~8 年后,索内高强钢材均出现了不同程度的锈蚀现象,影响了大桥的安全,近年来已有几座斜拉桥对

拉索进行了更换。目前常用的平行钢丝斜拉索完全在工厂内制成,在钢丝束上包一层高密度(HD)的聚乙烯(PE)外套进行防护,还可用彩色高密度聚乙烯制成彩色索。

常用的斜拉桥是三跨双塔式结构,但独塔双跨形式也常见(图 1-9),具体形式及布置的选择应根据河流、地形、通航、美观等要求加以论证确定。

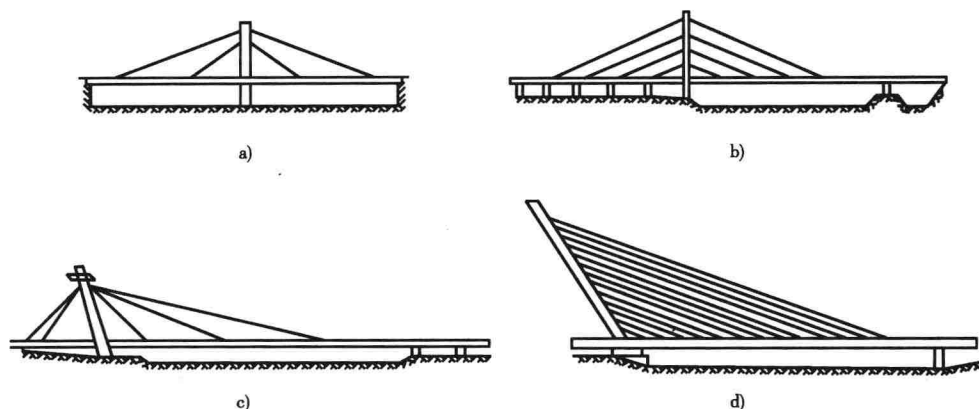


图 1-9 独塔斜拉桥

2. 桥梁的其他分类方法

除了上述按受力特点分成不同的结构体系外,人们还习惯地按桥梁的用途、规模大小和建桥材料等其他方面将桥梁进行分类。

(1)按用途来划分,有公路桥、铁路桥、公铁两用桥、农桥(或机耕道桥)、人行桥,水运桥(渡槽)、管线桥等。

(2)按桥梁总长和跨径的不同,分为特大桥、大桥、中桥、小桥和涵洞,见表 1-1 所列。

桥梁和涵洞分类

表 1-1

桥涵分类	多孔桥全长 L (m)	单孔跨径 l (m)	桥梁分类	多孔桥全长 L (m)	单孔跨径 l (m)
特大桥	$L > 1000$	$l > 150$	小桥	$8 \leq L \leq 30$	$5 \leq l < 20$
大桥	$100 \leq L \leq 1000$	$40 \leq l \leq 150$	涵洞	—	$l < 5$
中桥	$30 < L < 100$	$20 \leq l < 40$			

(3)按照主要承重结构所用的材料划分,有圬工桥(包括砖、石、混凝土桥)、钢筋混凝土桥、预应力混凝土桥、钢桥和木桥等。木材易腐,且资源有限,一般不用于永久性桥梁。

(4)按跨越障碍的性质,可分为跨河桥、立交桥、高架桥和栈桥。高架桥一般指跨越深沟峡谷以替代高路堤的桥梁,以及在城市桥梁中跨越道路的桥梁。

(5)按上部结构的行车道位置,分为上承式、中承式和下承式桥梁。

三、桥梁的发展动态

1. 我国桥梁建筑成就

根据史料记载,在距今约 3000 年的周文王时,我国就已在宽阔的渭河上架过大型浮桥。由于浮桥的架设具有简便快速的特点,所以它常被用于军事活动。汉唐以后,浮桥的运用日趋普遍。

现代桥梁中广为修建的多孔桩柱式桥梁,在我国春秋战国时期(公元前 332 年)就已普遍

在黄河流域和其他地区采用,不同的只是古桥多以木桩为墩桩,上置木梁、石梁。

近代的大跨径吊桥和斜拉桥也是由古代的藤、竹吊桥发展而来的,在各国有关桥梁的历史书上,大都承认我国是最早建造吊桥的国家。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。

在秦汉时期,我国已广泛修建石梁桥。世界上现在尚保存着的最长、工程最艰巨的石梁桥,就是我国于 1053 年~1059 年在福建泉州建造的万安桥,也称洛阳桥(图 1-10 所示)。此桥长达 800m,共 47 孔,位于“波涛汹涌,水深不可址”的海口江面上。此桥以磐石铺遍桥位江底,是近代筏形基础的开端,并且独具匠心用养殖海生牡蛎的方法胶固桥基,使之成为整体,此亦是世界上绝无仅有的造桥方法。近千年前就能在这种艰难复杂的水文条件下建成如此的长桥,实为中外桥梁史上一个奇迹。



图 1-10 万安桥

举世闻名的河北省赵县的赵州桥,是我国古代石拱桥的杰出代表(图 1-11)。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,净跨径 37.02m,宽 9m,净矢高 7.23m。在拱圈两肩各设有二个跨度不等的腹拱,这样既能减轻自重,节省材料,又便于排洪,增加美观。

北京宛平卢沟桥(图 1-12)始建于金大定二十八年(公元 1188 年),完工于金明昌三年(公元 1192 年)。桥全长 212.2m,共 11 孔,净跨不等,自 11.4m 至 13.45m,桥宽 9.3m。墩宽自 6.5m 至 7.9m。拱圈接近半圆形。桥墩迎水面有尖端镶有三角铁柱的分水尖,背水面为削角方形。桥面上石栏杆共 269 间,各望柱头上,雕刻有石狮。金代原物简单统一,自后历朝改换,制作精良,石狮形态各异,且有诸多小狮,怀抱背负,足抚口噙,趣味横生。

我国古代桥梁建筑有着辉煌的历史,但是由于封建社会的长期统治,严重束缚了生产力的发展,闭关锁国、社会制度腐朽。进入 19 世纪以后,中国在综合国力、科学技术等方面,已经远远落后于西方列强。至解放前,公路桥梁绝大多数为木桥、石桥,且年久失修,破烂不堪。解放以后,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。1957 年,第一座