

全国水利水电高职教研会规划教材

道路桥梁工程技术专业适用

桥梁工程与施工技术

主 编 余丹丹

主 审 谭建领



中国水利水电出版社

www.waterpub.com.cn

全国水利水电高职教研会规划教材

桥梁工程与施工技术

主 编 余丹丹

主 审 谭建领



中国水利水电出版社

www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书以桥梁工程及施工过程为核心,依据桥梁结构设计、施工的新规范、新标准,全面阐述了桥梁的分类组成、结构构造及施工的工艺及要点。本书是高职高专系列教材之一,为道路与桥梁工程技术专业教材。全书分为8个学习项目,较系统地介绍了桥梁基本知识、钢筋混凝土和预应力混凝土梁式桥、圬工和钢筋混凝土拱桥、其他主要桥型、桥面系及附属工程、桥梁基础工程、桥梁墩台、涵洞。为了便于学习中更好地了解 and 掌握核心内容,每个学习项目正文前有学习目标,正文后有项目小结及项目测试题。

本书既可作为道路桥梁工程技术专业、工程监理专业、工程造价专业、工程检测等专业的教材,也可作为交通土建类相关专业及路桥工程技术人员参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

桥梁工程与施工技术 / 余丹丹主编. — 北京: 中国水利水电出版社, 2014. 3

全国水利水电高职教研会规划教材
ISBN 978-7-5170-1787-5

I. ①桥… II. ①余… III. ①桥梁施工—技术—高等职业教育—教材 IV. ①U445.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第045549号

书 名	全国水利水电高职教研会规划教材 桥梁工程与施工技术
作 者	主编 余丹丹 主审 谭建领
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 (发行部)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 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
刷 印	北京嘉恒彩色印刷有限责任公司
规 格	184mm×260mm 16开本 21.25印张 504千字
版 次	2014年3月第1版 2014年3月第1次印刷
印 数	0001—3000册
定 价	43.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

编 审 委 员 会

主 任 孙五继

副主任 孙敬华 黄伟军 王启亮 张 迪 王付全
满广生 蓝善勇

编 委 (按姓氏笔画排序)

王 安	王庆河	王蓉蓉	方怀霞	方 崇
邓启述	田国锋	包永刚	吕春雨	汤能见
李万渠	李学明	李春亭	吴伟民	佟 欣
邱 兰	余丹丹	谷云香	汪文萍	张思梅
张晓战	陈卫东	林 辉	赵富田	钟汉华
贺 威	郭玉起	高 健	黄文彬	常红星
董千里	曾 波	袁汉琦	蔡 敏	



前言 qianyan

本书为全国高职高专道路桥梁工程技术专业规划教材之一,是根据教育部制定的高职高专道路桥梁工程技术专业的基本要求,并结合目前教学改革发展的需要,以及在实际工程中专业的最新动态编写的。

《桥梁工程与施工技术》是道路桥梁工程技术专业高职教学的一门主干课程。尤其是针对道路桥梁工程技术专业高职教育,主要培养的是面向施工第一线的高素质技能型专门人才。本书注意到职业教育的特点和内容,以实用、实际、实效为原则,依据现行有关标准规范,并充分考虑到教学规律,与《道路勘测设计》、《道路工程》等课程教材有较好的衔接和分工,以便学生系统学习。全书共8个学习项目,包括:桥梁基本知识,钢筋混凝土和预应力混凝土梁式桥,圬工和钢筋混凝土拱桥,其他主要桥型,桥面系及附属工程,桥梁基础工程,桥梁墩台,涵洞。

本书由余丹丹(湖北水利水电职业技术学院)主编,谭建领(黄河水利职业技术学院)主审,胡晓敏(湖北水利水电职业技术学院)、唐鹏(安徽水利水电职业技术学院)、冯战(湖南水利水电职院)为副主编,方怀霞(湖北水利水电职业技术学院)、严筱(云南省交通规划设计研究院)、王小成(苏州市规划设计研究院有限责任公司)参编。全书共8个学习项目,学习项目1由余丹丹、王小成编写,学习项目2、学习项目7由胡晓敏编写,学习项目3由唐鹏编写,学习项目4、学习项目5由冯战编写,学习项目6由余丹丹、严筱编写,学习项目8由方怀霞编写。全书由余丹丹统稿。

本书在编写过程中,参阅了许多相关教材和技术文献,在此一并对有关专家和作者致以诚挚的谢意。

由于编写人员水平有限,不妥之处在所难免,敬请使用本书的教师和读者给予批评指正。

编者

2013年11月

目 录

· 前言

学习项目 1 桥梁基本知识	1
学习单元 1.1 桥梁建设发展概况	1
学习单元 1.2 桥梁组成及分类	5
学习单元 1.3 桥梁设计建设程序	10
学习单元 1.4 公路桥梁上的作用	12
学习单元 1.5 桥梁施工方法特点及常备式结构机具	18
项目小结	29
项目测试	29
学习项目 2 钢筋混凝土和预应力混凝土梁式桥	30
学习单元 2.1 梁式桥特点及构造	30
学习单元 2.2 简支梁桥设计计算	47
学习单元 2.3 钢筋混凝土简支梁桥施工	69
学习单元 2.4 预应力混凝土桥梁施工	86
学习单元 2.5 悬臂体系与连续体系梁桥施工	95
项目小结	112
项目测试	113
学习项目 3 圬工和钢筋混凝土拱桥	115
学习单元 3.1 拱桥的组成及主要类型	115
学习单元 3.2 拱桥的设计与构造	121
学习单元 3.3 拱桥就地浇筑施工	151
学习单元 3.4 装配式拱桥施工	160
学习单元 3.5 其他类型拱桥施工要点	169
学习单元 3.6 拱桥实例	176
项目小结	181
项目测试	181
学习项目 4 其他主要桥型	183
学习单元 4.1 斜拉桥特点及构造	183
学习单元 4.2 斜拉桥施工技术	189
学习单元 4.3 悬索桥特点及构造	192

学习单元 4.4 悬索桥施工技术	196
项目小结	200
项目测试	200
学习项目 5 桥面系及附属工程	201
学习单元 5.1 桥面布置与构造	201
学习单元 5.2 伸缩装置及其安装	208
学习单元 5.3 桥面铺装施工	217
学习单元 5.4 其他附属工程施工	220
项目小结	224
项目测试	224
学习项目 6 桥梁基础工程	225
学习单元 6.1 桥梁基础特点及分类	225
学习单元 6.2 桥梁基础构造	226
学习单元 6.3 浅基础施工	238
学习单元 6.4 桩基础施工	244
学习单元 6.5 沉井基础施工	257
项目小结	262
项目测试	262
学习项目 7 桥梁墩台	263
学习单元 7.1 桥梁墩台构造	263
学习单元 7.2 桥梁墩台设计计算	281
学习单元 7.3 钢筋混凝土墩台施工	287
学习单元 7.4 砌筑墩台施工	292
学习单元 7.5 装配式墩台施工	296
学习单元 7.6 高墩滑模施工	297
项目小结	301
项目测试	301
学习项目 8 涵洞	303
学习单元 8.1 涵洞的类型与构造	303
学习单元 8.2 涵洞施工	312
学习单元 8.3 涵洞附属工程施工	328
项目小结	332
项目测试	332
参考文献	334

学习项目 1 桥梁基本知识

学习目标

本项目应掌握桥梁的组成与分类及建设程序等基本情况，并了解桥梁工程施工的基本方法与特点；熟悉桥梁施工常备式结构及主要机具设备。

学习单元 1.1 桥梁建设发展概况

1.1.1 桥梁建设概况

桥梁定义为跨越河流、山谷等障碍物并被用来作为行人、汽车或其他交通工具通行的结构物。桥涵一方面要保证桥上的交通运行、渠道和管路通过，而且也要保证桥下水流的宣泄、船只的通航或车辆的通行。

在现代高等级公路以及城市高架道路的修建中，桥梁往往是保证全线早日通车的关键。在经济上，一般来说桥梁和涵洞的造价平均占公路总造价的 10%~20%，而且随着公路等级的提高，其所占比例还会加大。就其数量上来说，即使在地形不复杂的地段，每千米路线上一般也有 2~3 座桥涵，据统计截至 2012 年年底，我国公路桥梁的数量已达 71.34 万座。同时桥涵施工也是保证全线通车的咽喉，因此正确地进行桥涵设计与施工，对于加快施工进度，降低工程费用，保证工程质量和促进科学技术发展，都有着极其重要的作用。

1. 我国桥梁建设概况

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。根据史料记载，在 3000 年前的周文王时期，我国就在渭河上架设过大型浮桥。据考证，在秦汉时期我国就开始大量建造石桥。隋唐时期，是我国古代桥梁的兴盛年代，其间在桥梁形式、结构构造方面有着很多创新。宋代之后，建桥数量大增，桥梁的跨越能力、造型和功能又有所提高，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，如图 1.1 所示，就是我国古代石拱桥的杰出代表。该桥在隋大业初年（605 年左右）为李春父子所创建，是一座空腹式的圆弧形石拱桥，全桥长 50.82m，净跨 37.02m，宽 9m，拱矢高度 7.23m。赵州桥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。

我国是最早有吊桥的国家，迄今至少已有 3000 年的历史。据记载，到唐朝中期，我国就用铁链建造吊桥，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)等,如图1.2所示。该铁索桥跨长约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,由此更加闻名。

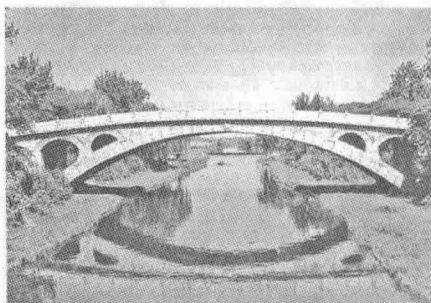


图 1.1 赵州桥

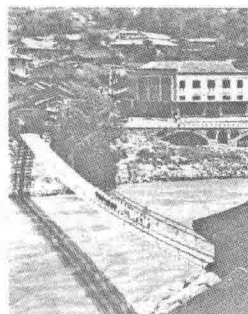


图 1.2 泸定大渡河铁索桥

新中国成立后,我国的公路建设事业突飞猛进,桥梁建设取得了很大的成就。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,标志着我国建造大跨度钢桥的现代化桥梁水平提高到新的起点,如图1.3所示。大桥的正桥为三联 $3 \times 128\text{m}$ 的连续钢桁梁,下层为双线铁路,上层公路桥面宽18m,两侧各设2.25m人行道,包括引桥在内全桥总长为1670.4m。

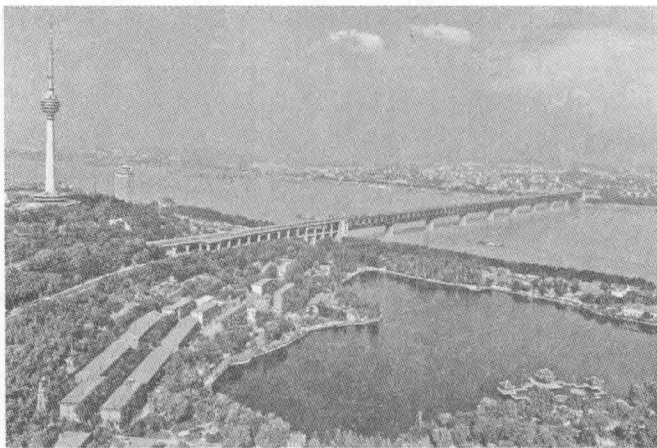


图 1.3 武汉长江大桥

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,显示出我国的建桥技术已达到世界先进水平,也是我国桥梁史上又一个重要标志。

钢筋混凝土与预应力混凝土的梁式桥,在我国也获得了很大的发展。对于中小跨径的梁桥(跨径为5~25m),已广泛采用配置低合金钢筋的装配式钢筋混凝土板式或肋板式梁式的标准化设计,它不但经济适用,并且施工方便,能加快建桥速度。我国装配式预应力



混凝土简支梁桥的标准化设计,跨径达 40m。1997 年建成的主跨为 270m 的虎门大桥辅航道桥是中国跨度最大的预应力混凝土梁桥,其跨度世界排名第三位。

斜拉桥,由于其结构合理,跨度能力大,用材指标低和外形美观等优点发展迅速,目前我国已建成斜拉桥如南京长江二桥,为主跨 628m 的钢箱梁;武汉白沙洲长江大桥,采用主跨为 618m 的混合梁;连接南通市和苏州市的苏通长江公路大桥,主跨为 1088m,其跨度世界排名第一,如图 1.4 所示;香港昂船洲大桥主跨为 1018m,其跨度世界排名第二。



图 1.4 苏通长江公路大桥



图 1.5 润扬长江大桥

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,其跨度世界排名第五,是中国第一座跨度超过千米的钢箱梁悬索桥。该桥在沉井、地下连接墙、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。2005 年建成的江苏润扬长江大桥,主跨 1490m,其跨度世界排名第三,其全部由中国人自己设计、施工、监理、管理,所用建筑材料和设备也绝大部分由我国自行制造或生产,被国际桥梁专家称为“中国奇迹”,如图 1.5 所示。我国香港的青马大桥,全长 2160m,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,在世界 171 项工程大赛中荣获“建筑业奥斯卡奖”。

此外,还有深港西部通道、珠港澳大桥等一批世界级桥梁正在建设中,它们的建成将会再次吸引世界的目光,并极大地丰富世界桥梁宝库。

2. 国外桥梁建设成就

纵观世界桥梁建筑发展的历史,国外资本主义时代,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,期间也不乏耀眼的明星桥梁。

1998 年 4 月竣工的日本明石海峡大桥是日本神户和濑户内海中大岛淡路岛之间的明石海峡上的一座大跨径悬索桥,主跨径为 1991m,为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 300m。桥塔下基岩为花岗岩,但埋置很深,在距海平面 150m 以下,如图 1.6 所示。

美国金门大桥主跨为 1280m 的悬索桥,其桥身的颜色为国际橘,此色既和周边环境协调,又可使大桥在金门海峡常见的大雾中显得更醒目。由于这座大桥新颖的结构和超凡



脱俗的外观,它被国际桥梁工程界广泛认为是美的典范,更被美国建筑工程师协会评为现代的世界奇迹之一。它也是世界上最上镜的大桥之一,如图1.7所示。



图 1.6 明石海峡大桥



图 1.7 金门大桥

前南斯拉夫克罗地亚地区的克尔克1号桥,桥跨390m,是世界上除中国四川万县长江大桥外跨度第二大的钢筋混凝土拱桥,该桥于1980年建成。

世界上最高最长的大桥——法国米约大桥于2004年12月正式投入使用。法国人希望这座像是用一连串惊叹号建成的恢弘建筑能够成为另一座“埃菲尔铁塔”,让全世界叹为观止。这座有史以来最高的桥梁也是法国一条连接巴黎、郎格多克以及西班牙巴塞罗那的高速公路的重要组成部分。米约大桥的设计者是大名鼎鼎的英国建筑师福斯特爵士,其最高点比埃菲尔铁塔还高18m。米约大桥就像三座斜拉桥,由七根巨型塔柱紧紧连接起来,在两个高原上绵延曲折2.4km。

纵观大跨度桥梁的发展趋势,可以看到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更新的要求。

1.1.2 桥梁建设发展趋势

1. 大跨度桥梁向更长、更大、更柔的方向发展

研究大跨度桥梁在气动、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形加劲梁,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

新材料应具有高强、高弹模、轻质的特点,研究超高强硅烷和聚合物混凝土、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. 采用现代化计算机辅助手段

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. 自动监测与管理系统的运用

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,举世闻名的美国旧金山金门大桥、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。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,桥梁建设技术将有更大、更新的发展。

【思考题】

- 总结国内外部分具有代表意义的明星桥梁,并叙述它们的特点。

学习单元 1.2 桥梁组成及分类

1.2.1 桥梁的组成

为了跨越各种障碍(如河流、沟谷或其他线路等),必须修建各种类型的桥梁与涵洞,一般桥梁通常是由上部结构、下部结构、支座和附属设施四个部分组成的,如图 1.8、图 1.9 所示。

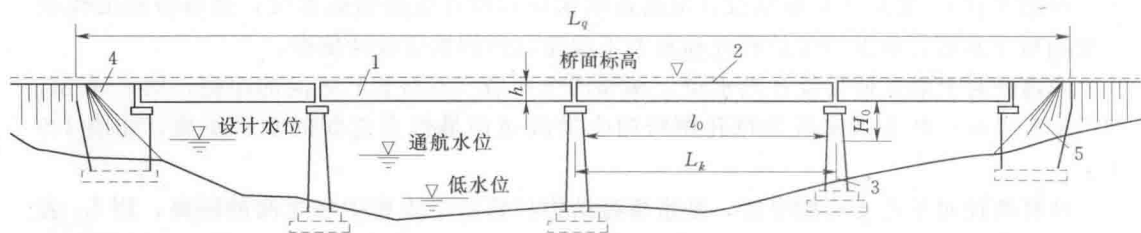


图 1.8 梁桥的基本组成

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,包括承重结构和桥面系,是路线跨越障碍(如河流、山谷等)的结构物,习惯上是指支座以上跨越桥孔的结构物总称。它的主要作用是承受车辆荷载,并将其通过支座传给墩台。

下部结构,包括桥墩和桥台,是支承桥跨结构并将结构重力和车辆荷载等作用传至地基土层的结构物。通常设置在桥梁两端的称为桥台,它除了上述作用外,还与路堤相衔接,以抵抗路堤土侧压力,防止路堤填土的滑坡和坍落。

桥墩和桥台使全部作用效应传至地基的底部奠基部分,通常称为基础。它是确保桥梁

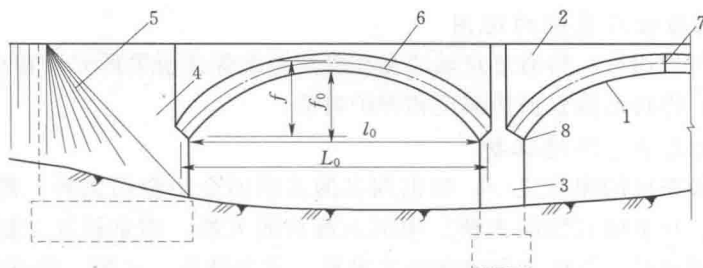


图 1.9 拱桥的基本组成

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

能安全使用的关键。由于基础往往深埋于土层之中，并且一般需在水下施工，故也是桥梁建筑施工中比较困难的部分。

梁桥中在桥跨结构与桥墩或桥台的支承处所设置的传力装置，称为支座，它不仅要传递很大的作用效应，并且要保证桥跨结构能产生一定的位移。

在路堤与桥台衔接处，一般还在桥台两侧设置砌筑的锥形护坡，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。

1.2.2 桥梁的主要尺寸和术语名称

河流中水位是变动的，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，称为设计洪水位。

对于通航河道，尚需确定通航水位（设计通航水位，即在各级航道中能保持船舶正常航行时的水位）。通航水位包括设计最高通航水位和设计最低通航水位，是各级航道代表性船舶对正常运行的航道维护管理和有关工程建筑物的水位设计依据。

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，如图 1.8 所示；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，如图 1.9 所示。

计算跨径对于有支座的梁桥，是指桥跨结构相邻两个支座中心之间的距离，用 L_0 表示。对于图 1.9 所示的拱式桥，是指两相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_k ，为梁式桥、板式桥以两桥墩中线间桥中心线长度或桥墩中线与桥台台背前缘间的距离；拱桥和涵洞为净跨径。根据《公路桥涵设计通用规范》（JTG D60—2004）规定，当标准设计或新建桥涵的跨径在 50m 及以下时，宜采用标准跨径。桥涵标准跨径有 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（ $\sum l_0$ ），它反映了桥下宣泄洪水的能力。



桥梁全长简称桥长，为桥梁两岸桥台侧墙或八字墙尾端间的距离，用 L_q 表示。对于无桥台的桥梁为桥面系行车道的全长。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，用 H 表示。桥高在某种程度上反映了桥梁施工的难易性。

桥下净空高度是设计洪水位或设计通航水位至桥跨结构最下缘之间垂直距离，用 H_0 表示，它应保证能安全排泄洪，并不得小于该河流通航所规定的最小净空高度。

建筑高度是指桥上行车路面（或轨顶）标高至桥跨结构最下缘之间的距离，用 h 表示。容许建筑高度指公路（或铁路）定线中所确定的桥面（或轨顶）标高，对通航净空顶部标高之差。

拱桥矢高和矢跨比——从拱顶截面下缘至过起拱线的水平线间的垂直距离，称为净矢高 (f_0)；从拱顶截面形心至过拱脚截面形心的水平线间的垂直距离，称为计算矢高 (f)，计算矢高与计算跨径之比 (f/L_0)，称为拱圈的矢跨比（或称拱矢度）。

1.2.3 桥梁的分类

1. 桥梁的基本体系

桥梁结构的基本体系包括梁式体系、拱式体系、刚架桥、悬索式与组合体系。

(1) 梁式体系。梁式体系是一种在竖向荷载作用下无水平反力的结构，梁作为承重结构以它的抗弯能力来承受荷载的。梁分简支梁、连续梁、悬臂梁和固端梁等，如图 1.10 所示。

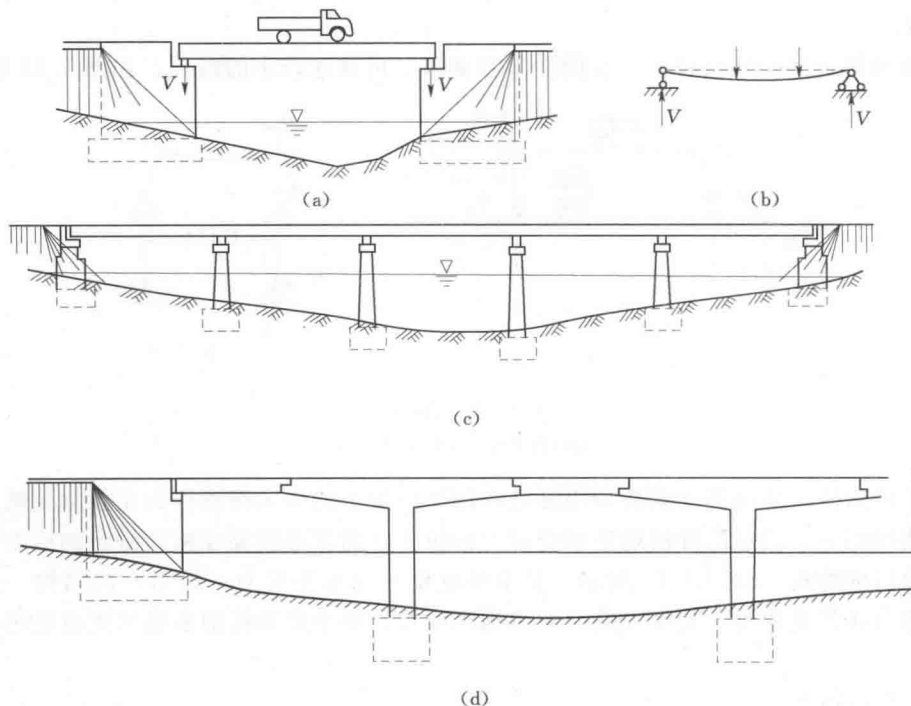


图 1.10 梁式桥

(a) 简支梁桥；(b) 受力简图；(c) 连续梁桥；(d) 悬臂梁桥



(2) 拱式体系。拱式体系的主要承重结构是拱肋（或拱圈），在竖向荷载作用下，拱圈主要承受压力，但也承受弯矩。可采用抗压能力强的圬土材料来修建。墩台除受竖向压力和弯矩外，还承受水平推力，如图 1.11 所示。

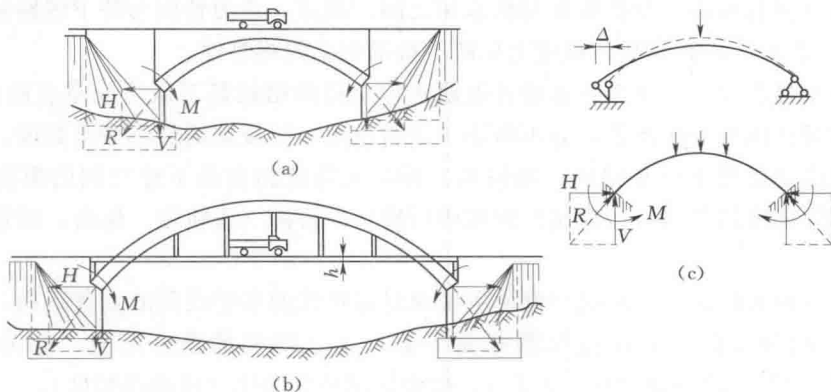


图 1.11 拱式桥

(a) 上承式；(b) 中承式；(c) 受力简图

(3) 刚架桥。刚架桥是介于梁与拱之间的一种结构体系，它是由受弯的上部梁（或板）结构与承压的下布墩（或桩柱）体结合在一起的结构。由于梁和柱的刚性连续，梁因柱的抗弯刚度而得到卸载作用，整个体系是压弯结构，也是推力结构。刚架分直腿刚架与斜腿刚架。

刚架的桥下净空比拱桥大，在同样净空要求下可修建较小的跨径，如图 1.12 所示。

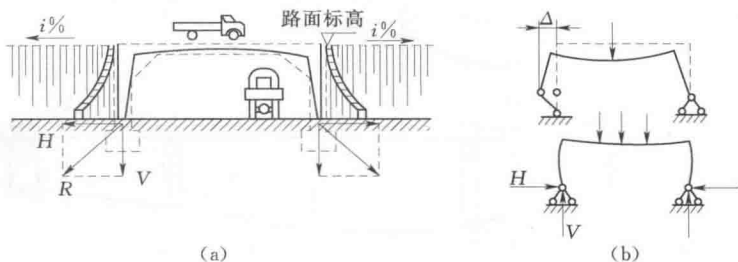


图 1.12 刚架桥

(a) 刚架桥；(b) 受力简图

(4) 悬索桥。传统的悬索桥均用悬挂在两边塔架上的强大缆索作为主要承重结构。在竖向荷载作用下，通过吊杆使缆索承受很大的拉力，通常都需要在两岸桥台的后方修筑非常巨大的锚碇结构，如图 1.13 所示。悬索桥也是具有水平反力（拉力）的结构。悬索桥的跨越能力在各类桥型中是最大的，但结构刚度差，整个悬索桥的发展历史也是争取刚度的历史。

(5) 组合体系。

1) 梁、拱组合体系。这类体系有系杆拱、桁架拱、多跨拱梁结构等，它们是利用梁的受弯与拱的承压特点组成联合结构。其中梁和拱都是主要承重构件，两者相互配合共同



受力,如图 1.14 所示。

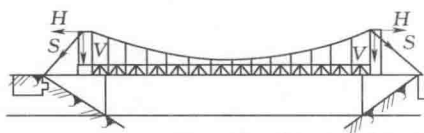


图 1.13 悬索桥

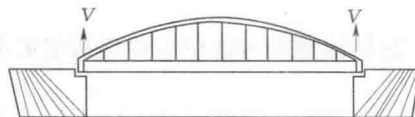


图 1.14 系杆拱桥

2) 斜拉桥。斜拉桥也是一种主梁与斜缆相结合的组合体系,如图 1.15 所示。悬挂在塔柱上的被张紧的斜缆将主梁吊住,使主梁像多点弹性支承的连续梁一样工作,这样既发挥厂高强材料的作用,又显著减小了主梁截面,使结构减轻而增大跨径。

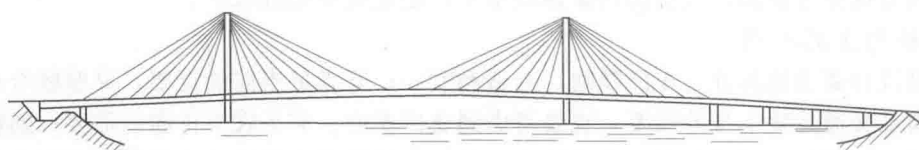


图 1.15 斜拉桥

2. 桥梁的其他分类方法简介

(1) 按用途分为公路桥、铁路桥、公路铁路两用桥、农用桥、人行桥、运水桥(渡槽)及其他专用桥梁(如通过管路、电缆等)。

(2) 按桥梁全长和跨径不同分为特大桥、大桥、中桥、小桥和涵洞。《公路工程技术标准》(JTG B01—2003)规定的划分标准见表 1.1。

表 1.1 桥 涵 分 类

桥涵分类	多孔跨径总长 L/m	单孔跨径 L_k/m	桥涵分类	多孔跨径总长 L/m	单孔跨径 L_k/m
特大桥	$L > 1000$	$L_k > 150$	小桥	$8 \leq L \leq 30$	$5 \leq L_k < 20$
大桥	$100 \leq L \leq 1000$	$40 \leq L_k \leq 150$	涵洞	—	$L_k < 5$
中桥	$30 < L < 100$	$20 \leq L_k < 40$			

(3) 按上部结构所用的材料可分为木桥、钢筋混凝土桥、预应力混凝土桥、圬工桥(包括砖、石、混凝土桥)和钢桥。

(4) 按跨越障碍的性质可分为跨河桥、跨线桥(立体交叉)、高架桥和栈桥。

(5) 按上部结构的行车道位置分为上承式桥、下承式桥和中承式桥。桥面布置在主要承重结构之上者称为上承式桥,桥面布置在主要承重结构之下为下承式桥,桥面布置在主要承重结构中间的为中承式桥。

(6) 按特殊使用条件分为开启桥、浮桥、漫水桥等。



【思考题】

- 总结前述思考题中的明星桥梁的类型。

学习单元1.3 桥梁设计建设程序

1.3.1 桥梁设计基本要求

桥梁设计必须在因地制宜的前提下,积极采用新结构、新设备、新材料、新工艺,认真学习国内外的先进技术,充分利用国际最新科学技术成就,把学习外国和自己独创结合起来。只有这样才能提高我国的桥梁建设水平,赶超世界先进水平。

1. 使用上的要求

桥梁设计要求能保证行车的畅通、舒适和安全;既满足当前的需要,又照顾今后的发展;既满足交通运输本身的需要,也要考虑到支援农业、满足农田排灌的需要;通航河流上的桥梁,应满足航运的要求;靠近城市、村镇、铁路及水利设施的桥梁还应结合各有关方面的要求,考虑综合利用。桥梁还应考虑战备,适应国防的要求。

2. 经济上的要求

桥梁设计方案必须进行技术经济比较,一般地说,应使桥梁的造价最低,材料消耗最少。然而,也不能只按建筑造价作为全面衡量桥梁经济性的指标,还要考虑到桥梁的使用年限、养护和维修费用等因素。

3. 设计上的要求

整个结构及各部分构件在制造、运输安装和使用过程中应具有足够强度、刚度、稳定性和耐久性,应积极采用新结构、新技术、新材料、新工艺。

4. 施工上的要求

桥梁结构应便于制造和架设。应尽量采用先进的工艺技术和施工机械,以利于加快施工进度,保证工程质量和施工安全。

5. 美观上的要求

一座桥梁应具有优美的外形,应与周围的景观相协调。城市桥梁和游览地区的桥梁,可较多地考虑建筑艺术上的要求。合理的结构布局和轮廓是美观的主要因素,绝不应把美观片面地理解为豪华的细部装饰。

6. 环境保护和可持续发展的要求

桥梁设计必须考虑环境保护和可持续发展的要求,包括生态、水、空气、噪声等方面,应从桥位选择、桥跨布置、基础方案、墩身形状、上部结构施工方法、施工组织设计等多方面考虑环保要求,采取必要的工程控制措施,建立环境检测系统,将不利影响减至最小。施工完成后,遭受施工破坏的植被应进行恢复或对桥梁周边景观进一步美化。

1.3.2 桥梁设计建设程序

桥梁的规划设计需考虑的因素很多,涉及工程地区的政治、经济、文化以及人文环