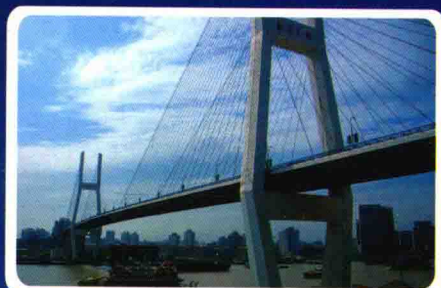




21世纪高职高专公路与建筑类基础课精品教材



QIAOLIANG
SHIGONG JISHU

桥梁施工技术

主 编 韩冰玉

副主编 尹锡军



东北大学出版社
Northeastern University Press



21 世纪高职高专公路与建筑类基础课精品教材

桥梁施工技术

主 编 韩冰玉

副主编 尹锡军

编 委 魏道凯 邓小军 李学斌 李若军

张晓燕 任俐璇 陈 争

东北大学出版社

· 沈 阳 ·

© 韩冰玉 2014

图书在版编目 (CIP) 数据

桥梁施工技术 / 韩冰玉主编. —沈阳: 东北大学出版社, 2014. 9

ISBN 978-7-5517-0711-4

I. ①桥… II. ①韩… III. ①桥梁施工 IV. ①U445

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 160445 号

出 版 者: 东北大学出版社

地址: 沈阳市和平区文化路 3 号巷 11 号

邮编: 110004

电话: 024—83687331 (市场部) 83680267 (社务室)

传真: 024—83680180 (市场部) 83680265 (社务室)

E-mail: neuph @ neupress. com

http: // www. neupress. com

印 刷 者: 廊坊市文峰档案印务有限公司

发 行 者: 东北大学出版社

幅面尺寸: 185mm × 260mm

印 张: 18

字 数: 438 千字

出版时间: 2014 年 9 月第 1 版

印刷时间: 2014 年 9 月第 1 次印刷

责任编辑: 石玉玲

封面设计: 唐敏智

责任校对: 刘 莹

责任出版: 唐敏智

ISBN 978-7-5517-0711-4

定 价: 55.00 元

前 言

本教材是根据教育部高职高专工学学科要求并结合人才培养模式的指导思想,引入行业标准,在广泛征求现场专家意见的基础上编写的。教材贯彻了部颁最新标准规范,保证了时效性,使教材能与实际紧密结合,并采纳了部分企业技术人员的意见,使教材更加贴近生产实际,突出职业教育的特点。教材在力求实用性、知识性和通俗性的基础上,总结了各校的教学经验,注重实践教学训练,便于教师教学和学生学习。

本教材在对“桥梁工程”“基础工程”“桥涵施工技术”三门课程的教学内容进行分析整合的基础上编写而成。全书分为桥梁认知及施工准备,桥梁基础及下部结构,桥梁上部结构及桥面系,涵洞施工技术四个单元;包括桥涵施工预备知识、桥梁基础施工、桥梁墩台施工、混凝土简支梁施工、混凝土连续梁施工、桥面系及其附属工程、涵洞等知识点。

本书第二版由山东交通职业学院教师韩冰玉统稿,由山东交通职业学院教师尹锡军、魏道凯、邓小军、李学斌、李若军、张晓燕、任俐璇、陈争参与编写,全书由魏道凯审稿。同时,在编写过程中引用了许多专家、学者在教学、科研、试验中积累的资料,在此一并表示感谢。

限于作者水平,书中难免存在不足之处,恳请读者批评指正。

编 者
2014 年 6 月

目 录

单元一 桥梁认知及施工准备	1
课题一 桥梁建筑概况	1
课题二 桥梁的组成和分类	5
课题三 桥梁施工准备	12
课题四 模板、钢筋及混凝土工程	16
单元二 桥梁基础及下部结构	29
课题一 扩大基础施工	29
课题二 桩基础施工	38
课题三 沉井的施工	52
课题四 桥梁墩台施工	54
单元三 桥梁上部结构及桥面系	76
课题一 梁式桥的类型与构造	76
课题二 梁桥装配式施工	98
课题三 现浇箱梁施工	130
课题四 移动模架法	136
课题五 顶推法	138
课题六 悬臂施工法	143
课题七 其他体系桥梁构造与施工	166
课题八 桥面系及其附属工程	222
单元四 涵洞施工技术	244
课题一 涵洞分类	244
课题二 涵洞施工技术	246
附 件 桥梁施工技术习题	262

单元一 桥梁认知及施工准备

教学要求

1. 了解国内外桥梁建筑的概况及桥梁建设发展动态。
2. 熟悉桥梁的组成部分、主要类型和结构体系；阐述桥梁的基本术语。
3. 掌握桥涵施工准备具体内容及桥涵施工基础知识。

课题一 桥梁建筑概况

一、我国桥梁建筑概况

桥梁不仅是一个国家文化的象征，更是生产发展和科学进步的写照。改革开放以来，我国公路建设进入了以高速公路为标志的快速发展阶段。随着国家实施积极的财政政策，公路投资力度不断加大，公路建设更是以前所未有的速度向前发展，这同时对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主要组成部分。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。就其数量来说，即使地形不复杂的地段，每公里路线上一般也有 2~3 座桥涵。就其造价来说，桥梁一般要占公路全部造价的 10%~20%，是保证全线通车的咽喉。同时，桥涵施工也比较复杂。因此，正确、合理地进行桥涵设计和施工，对于节约材料，加快施工进度，降低工程费用，保证工程质量和公路的正常营运，都有着极其重要的意义。

改革开放三十多年来，随着科学技术的快速进步、工业化水平的提高、社会生产力的高速发展，我国桥梁建筑无论是在规模上，还是在技术水平上，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。在我国公路 2020 年远景规划中，跨越渤海湾、杭州湾、琼州海峡及舟山群岛等大型工程已被列入规划建设阶段。如 2003 年 6 月开工建设的浙江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 余公里。

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主要形式。所用的材料多是一些天然材料，如土、石、木、砖等。

根据史料考证，在三千多年前的周文王朝代，就有在渭河上架设浮桥和建造石桥的文

字记载。隋唐时期是我国古代桥梁的兴盛年代,在桥梁形式、结构构造方面都有很多创新。宋代之后,建桥数量大增,桥梁的跨越能力、造型和功能也有所提高,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(又称安济桥),就是我国古代石拱桥的杰出代表。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37.02m,宽9m,拱矢高度7.23m。在拱圈两肩各设有2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,迄今有三千年左右的历史。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。至今保留的古代吊桥有四川泸定县的大渡河铁索桥(1706年)和灌县的安澜竹索桥(1803年)等。泸定铁索桥跨长约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,因此更加闻名。

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,水深不可知”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,并且独具匠心地用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雏形。

我国古代桥梁建筑的历史是辉煌的。可是自1840年鸦片战争以后,我国逐步沦为半殖民地半封建社会,由于腐朽的社会制度,桥梁的发展也停滞不前。新中国成立前,我国的交通落后,可供通车的公路里程很少,质量低劣,公路桥梁绝大多数为木桥,年久失修,到新中国成立时已经破烂不堪。

新中国成立后,我国的公路建设事业突飞猛进,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,桥梁建设也取得了很大的成就。

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,从此“一桥架梁南北,天堑变通途”。这标志着我国建造大跨度钢桥的现代化桥梁技术水平提高到新的起点。大桥的正桥为三联 $3 \times 128\text{m}$ 的连续钢桁梁,下层双线铁路,上层公路桥面宽18m,两侧各设2.25m人行道,包括引桥全桥总长1670.4m。1969年又胜利地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。上层为公路桥,下层为双线铁路,包括引桥在内,铁路桥梁全长为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,显示出我国的钢桥建设已接近了世界先进水平,也是我国桥梁史上又一个重要标志。

从拱桥的发展进程来看,在20世纪50年代左右,进入了全盛时期。1958—1960年,我国因地制宜,就地取材,修建了大量经济美观的石拱桥。目前已建成的世界跨度最大的

石拱桥是于1999年底建成的跨度为146m的山西丹河新桥。世界最大跨度的混凝土拱桥当属1997年建成的重庆万县长江大桥,全长420m,其主拱圈是采用劲性骨架法进行施工的。我国最大跨径的钢拱桥是四川攀枝花3002桥,主跨为180m;上海2003年建成通车的卢浦大桥主跨550m,为中承式钢箱拱桥,比世界第一的美国西弗吉尼亚桥还长31.8m,成为夺冠世界的钢拱桥。

钢管混凝土拱桥是一种钢与混凝土复合材料的拱桥,该桥型在我国近年来发展很快。自20世纪90年代以来,我国建成跨径大于120m的钢管混凝土拱桥40多座。最大跨径为2000年建成的广州丫髻沙珠江大桥,为主跨360m的中承式钢管混凝土拱桥,即是当时世界第一钢管混凝土拱桥。2005年1月8日竣工通车的巫山长江大桥,主跨跨径492m,居同类型桥梁世界第一,在建设中创造了当时桥梁建设的5项世界第一,即组合跨径、每节段绳索吊装重量、吊塔距离、拱圈管道直径和吊装高度等世界第一。巫山大桥属于中承式钢管混凝土拱桥。

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,一般采用简支梁,30m以下宜用标准化跨径,已广泛采用配置低合金钢筋的装配式钢筋混凝土板式或T形梁式的定型设计,它不但经济适用,并且施工方便,能加快建桥速度。对于高等级公路桥上的多跨简支梁,随着车速和行车舒适性要求的提高,简支梁多采用桥面或结构连续,以减少伸缩缝的数量。我国跨径最大的简支梁桥是1997年建成的昆明南过境高架桥,跨径63m。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,跨度排名世界第三位。

预应力混凝土斜拉桥,由于结构合理,跨度能力大,用材指标低和外形美观而迅速发展。我国斜拉桥起步比较晚,1975年建成的跨径76m的四川云阳桥是国内第一座斜拉桥,20世纪90年代以后,因跨越大江大河的需要,斜拉桥得到了快速的发展,陆续修建了一系列特大跨度的斜拉桥。据不完全统计,我国建成的斜拉桥已超过100座,其中跨度超过400m的斜拉桥已达20座,居世界首位。目前我国主跨超过600m的钢梁斜拉桥有5座。

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的主跨为1385m,是中国第一座跨度超过千米的钢箱梁悬索桥,世界排名第四。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。中国香港的青马大桥,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”。2005建成通车的江苏润扬长江大桥南汊桥采用跨径为1490m的单孔双铰钢箱梁悬索桥,为目前“中国第一、世界第三”大跨径桥梁。

正在建设的舟山大陆连岛工程中的西堠门大桥,是一条全长为2586m,其中主跨为1650m的悬索桥。大桥设计速度为80km/h,桥面全宽35m;设计载荷:公路—Ⅰ级。大桥建成后,其主跨仅次于日本明石海峡大桥的1991m,位居世界第二。

我国的交通事业和桥梁建设出现了一个全新的时期。一个干支衔接、布局合理、四通八达的公路网已经形成,使公路交通对国民经济发展的“瓶颈”制约状况得到有效的缓解。所以,我们应不断努力,不断吸取国内外桥梁建筑的先进技术和有益经验,为我国的

桥梁建设作出更大的贡献。

二、国外桥梁建筑概况

纵观世界桥梁建筑发展的历史,桥梁建筑的发展与社会生产力的发展,工业水平的提高,施工技术的进步,数学、力学理论的进展,计算技术的改革等方面都有一定的关系。其中与建筑材料的改革最为密切。

17 世纪中期以前,建筑材料基本上只限于土、石、砖、木等材料,采用的结构也较简单。

17 世纪 70 年代开始使用生铁,19 世纪初开始使用熟铁建造桥梁与房屋,由于这些材料本身的缺陷,使土木工程的发展仍然受到限制。

19 世纪中期,钢材的出现使钢结构得到了蓬勃发展,开始了土木工程的第一次飞跃。

20 世纪初,钢筋混凝土的广泛应用,以及随后预应力混凝土的诞生,实现了土木工程的第二次飞跃。

从以上可以看出,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。

下面是世界各国的典型桥例,可从中看出其现状和发展概况。

悬索桥方面,1883 年建成纽约布鲁克林悬索桥,跨径达 483m,开创了现代悬索桥的先河。1937 年建成的旧金山金门大桥,主跨达 1280m,保持了 27 年的世界纪录,至今金门大桥仍是举世闻名的桥梁经典之作。

世界上第一座现代化斜拉桥是 1955 年瑞典建成的斯特多姆海峡桥,其主跨达 128.6m。1998 年四月建成通车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 1990m,居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约 300m。桥塔下基岩为花岗岩,但埋置很深,均在海平面 150m 以下。

加拿大的安纳西斯桥是世界上较大的斜拉桥,于 1986 年建成,主跨 465m,桥宽 32m。桥塔采用钢筋混凝土结构,塔高 154.3m,主梁采用混凝土桥面板与钢梁组合结构。日本多多罗大桥于 1998 年竣工,是目前跨径最大的斜拉桥,其主跨为 890m。

1977 年建成的奥地利的阿尔姆桥,主跨为 76m,是世界上最大的预应力混凝土简支梁桥。加拿大的魁北克桥属于世界著名的跨度最长的悬臂桁架梁桥,桥的主跨为 548.6m,桥全长为 853.6m。

世界上最长的拱、梁组合钢桥首推美国的弗莱蒙特(Fremont)桥。这是三跨连续加劲拱桥,主跨 382.6m,双层桥面。该桥主跨中央 275.2m 的结构部分重约 6000t,采用一次提升架设。

南斯拉夫克罗地亚地区的克拉克大桥的桥跨为 390m,是世界上跨度第二大的钢筋混凝土拱桥,拱肋为单箱三室断面,采用悬臂拼装法施工,中室先行拼装合龙,再拼装两侧边室,于 1980 年建成。

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新的要求。

(1)大跨度桥梁朝向更长、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性和稳定性,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,用以取代目前桥梁用的钢和混凝土。

(3)计算机的应用。

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无超过 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)对桥梁造型的艺术要求越来越高,重视桥梁美学和环境保护,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。

三、桥梁发展动态

桥梁发展大致经历了以下三次飞跃。

(1)19 世纪中叶钢材的出现,随后又出现了高强度钢材,使桥梁工程的发展获得了第一次飞跃,跨度不断加大。

(2)20 世纪初,钢筋混凝土的应用,以及 30 年代兴起的预应力混凝土技术,使桥梁建设获得了廉价、耐久,且刚度和承载力均很大的建筑材料,从而推动了桥梁的发展,产生第三次飞跃。

(3)20 世纪 50 年代以后,随着计算机技术和有限元技术的发展,使人们能够方便地完成过去不可能完成的大规模结构计算,这使桥梁工程的发展获得了第三次飞跃。

课题二 桥梁的组成和分类

一、桥梁的组成

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 1-2-1 和图 1-2-2 分别表示公路上所用的梁桥及拱桥的结构图式。

一般桥梁工程的主要名词解释如下。

上部结构,又称桥跨结构,是路线遇到障碍(如河流、山谷等)而中断时,跨越障碍的

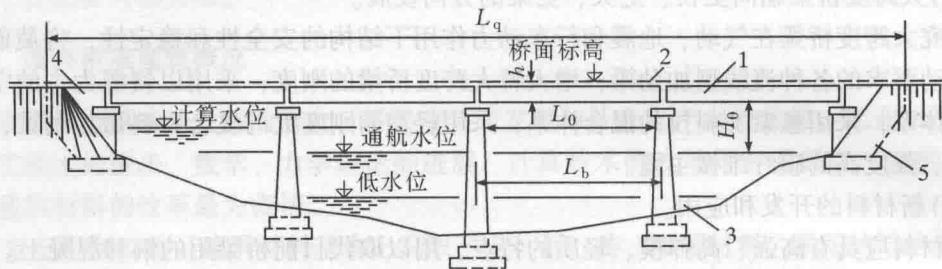


图 1-2-1 梁桥的基本组成部分

1—主梁；2—桥面；3—桥墩；4—桥台；5—锥形护坡

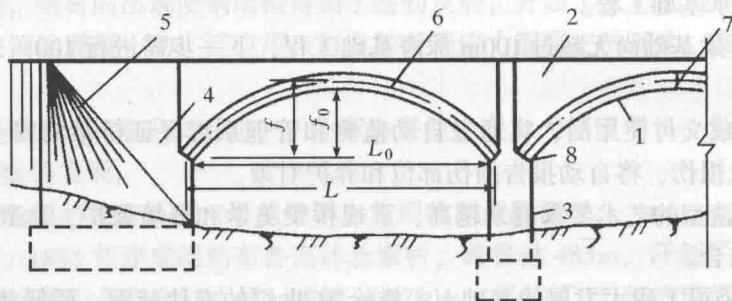


图 1-2-2 拱桥的基本组成部分

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

主要承重结构。它的作用是承受车辆荷载，并通过支座传给墩台。

下部结构(桥墩和桥台)，是支承桥跨结构，并将恒载和车辆等活载传至地基的建筑物。通常设置在桥梁两端的称为桥台；桥墩则在两桥台之间，桥墩的作用是支承桥跨结构；而桥台除了上述作用外，还与路堤相衔接，以抵御路堤土压力，防止路堤填土的滑坡和坍落。

桥墩和桥台中使全部荷载传至地基的底部奠基部分，通常称为基础，它是确保桥梁能安全使用的关键。由于基础往往深埋于土层之中，并且需在水下施工，故也是桥梁建筑中施工比较困难的一部分。

支座是一座桥梁在桥跨结构与桥墩或桥台的支承处所设置的传力装置，它不仅要传递很大的荷载，并且要保证桥跨结构按照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、桥台与路堤衔接处的桥头搭板和在桥台两侧设置石砌的锥形护坡，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。

二、桥梁的主要尺寸和术语名称

河流中的水位是变动的，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。桥梁设计中按照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。

(1)净跨径。对于梁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(图1-2-1所示);对于拱桥是每孔拱跨两个拱脚截面最低点之间的水平距离(图1-2-2)。

(2)计算跨径。对于具有支座的桥梁,是指桥跨结构相邻两个支座中心之间的距离,用 L 表示。对于图1-2-2所示的拱式桥,是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。

(3)标准跨径。 L_0 为梁桥桥墩中线间或桥墩中线与台背前缘间的距离;拱桥为净跨径。《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60—2004)(以下简称《桥规》)规定,当标准设计或新桥涵跨径在50m以下时,宜采用我国公路桥涵标准化跨径,规定为0.75, 1.0, 1.25, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 4.0, 5.0, 6.0, 8.0, 10, 13, 16, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50m。

(4)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。

(5)桥梁全长。简称桥长,是桥梁两端两个桥台的侧墙或耳墙后端点之间的距离,以 L_q 表示。对于无桥台的桥梁为桥面系行车道的全长(见图1-2-1)。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。

(6)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(见图1-2-1)。桥高在某种程度上反映了桥梁施工的难易性。

(7)桥下净空。是为满足通航(或被跨道路路面和铁轨轨面)的需要和保证桥梁安全而设置的通航水位至桥跨结构最下缘之间的距离,以 H_0 表示,它应保证能安全通航和泄洪,《桥规》(JTG D60—2004)规定,高速公路和一级、二级公路上的桥梁应为5.0m,三、四级公路上的桥梁应为4.5m。

(8)桥梁建筑高度。是上部结构底缘至桥面顶面的垂直距离。铁路跨线桥一般需9.5m,对通航河流还必须同时满足泄洪要求。

(9)净矢高、矢跨比。拱桥从拱顶截面下缘至起拱线的水平线间的垂直距离,称为净矢高(f_0);拱桥搭轴线(或拱肋)的矢高与计算跨径之比(f/L),称为拱圈的矢跨比(或称拱矢度)。

三、桥梁的分类

(一)桥梁按照受力体系分类

按照桥梁受力体系分类,桥梁有梁式桥、拱式桥、刚架桥、悬索桥四种基本体系,其中梁式桥以受弯为主,拱式桥以受压为主,悬索桥以受拉为主。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,称为组合体系。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1-2-3(a)、(b)所示,梁作

为承重结构是以它的抗弯能力来承受荷载的。梁分为简支梁、悬臂梁、固端梁和连续梁等,如图1-2-3(a)、(c)所示。对于大跨径的特大桥可采用预应力混凝土变截面梁桥钢桥和钢筋混凝土叠合梁桥,如图1-2-3(d)、(e)所示。由于外力(永久作用和可变作用)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,桥梁内产生的弯矩最大,通常需用抗弯、抗拉能力强的材料来建造。

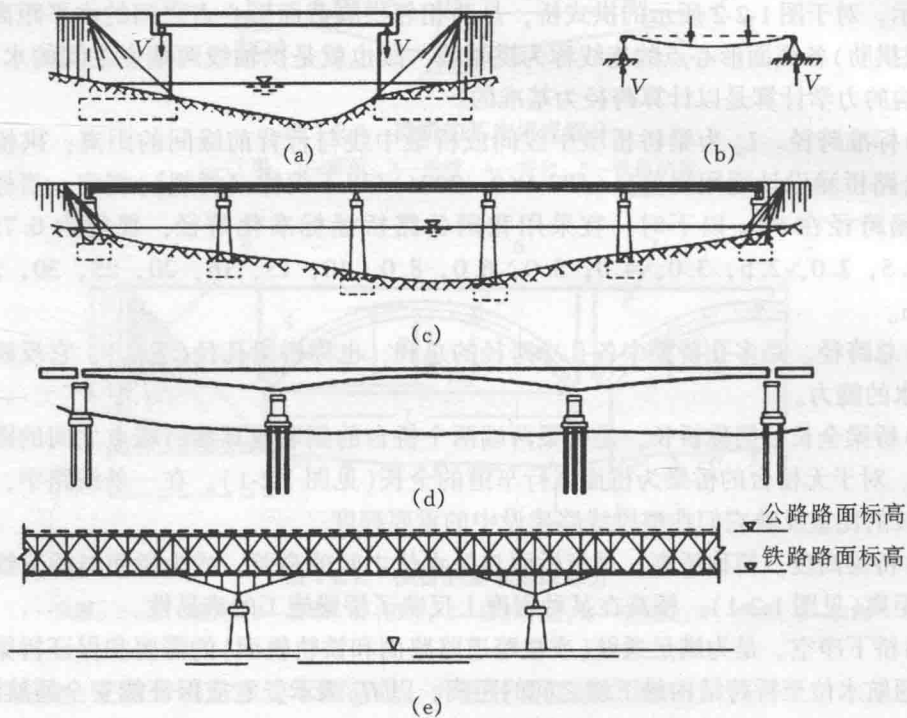


图 1-2-3 梁式桥

2. 拱式桥

拱式桥(图1-2-4(a))的主要承重结构是拱圈(或拱肋),拱式结构在竖向荷载作用下,拱圈既要承受压力,也要承受弯矩,桥墩和桥台将承受水平推力。同时,根据作用力和反作用力的原理,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(如图1-2-4(b))。

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,梁和柱的连接处具有很大的刚性,以承担负弯矩的作用。图1-2-5(a)所示的门式刚架桥,在竖向荷载作用下,受力状态介于桥梁与拱桥之间,如图1-2-5(b)所示。

图1-2-5(c)所示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,属于静定或低次超静定结构。

图1-2-5(d)所示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1-2-5(e)所

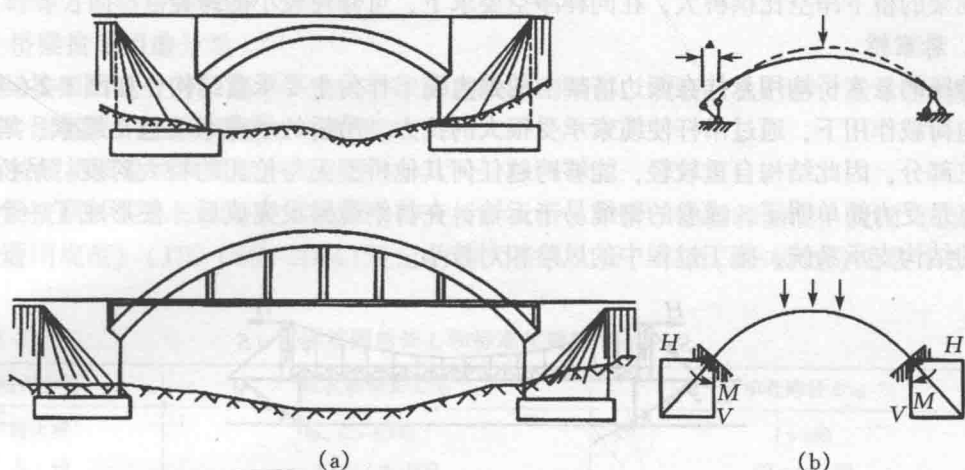


图 1-2-4 拱式桥

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 1-2-5(f) 所示。

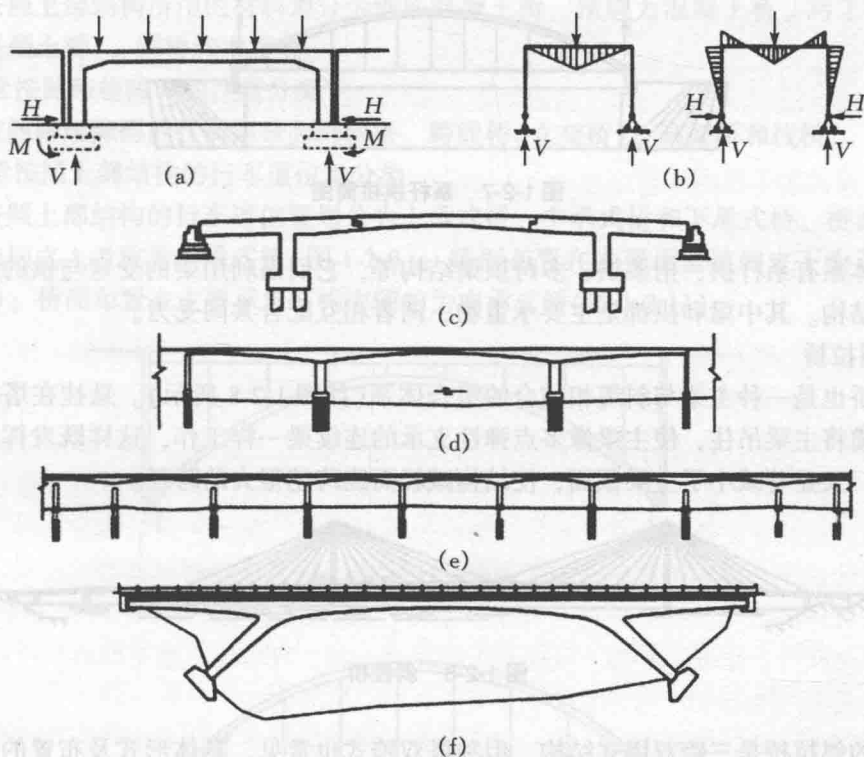


图 1-2-5 门式刚架桥

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)结构与承压的下部桩柱(或墩)整体结合在一起的结构。由于梁与柱的刚性连续，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。刚架分为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。

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，如图 1-2-6 所示。在竖向荷载作用下，通过吊杆使缆索承受很大的拉力，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，在将钢缆架设完成后，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。

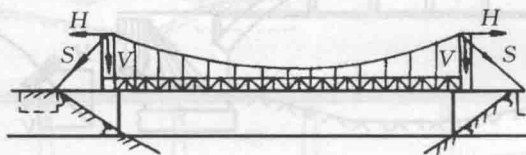


图 1-2-6 悬索桥

5. 组合体系桥梁

(1) 梁、拱组合体系(如图 1-2-7)

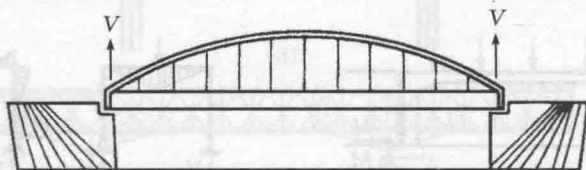


图 1-2-7 系杆拱桥简图

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物，两者相互配合共同受力。

(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 1-2-8 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，这样既发挥了高强材料的作用，又显著减小了主梁截面，使结构减轻而能跨越很大的跨径。

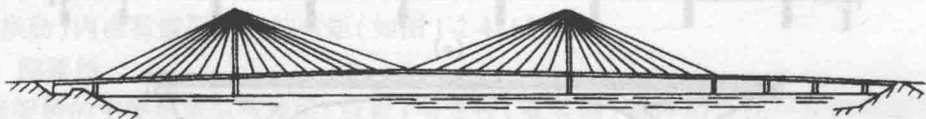


图 1-2-8 斜拉桥

常用的斜拉桥是三跨双塔式结构，但独塔双跨式也常见，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。

(二) 桥梁的其他分类简介

除上述按照变力特点分成不同的结构体系外，人们习惯按照桥梁的用途、规模大小和

建桥材料等方面将桥梁分类。

1. 桥梁按照用途分类

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

2. 按照桥梁总长和跨径不同分类

桥梁按照桥梁总长和跨径不同分为特大桥、大桥、中桥、小桥和涵洞。我国《公路桥梁设计通用规范》(JTG D60—2004)规定的特大桥、大桥、中桥、小桥划分见表 1-2-1 所示。

表 1-2-1 桥梁按照总长 L 和标准化跨径 l 分类

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

3. 桥梁按照上部结构建筑材料分类

桥梁按照上部结构所用的材料划分为钢筋混凝土桥、预应力混凝土桥、圬工桥(包括砖、石、混凝土桥)、钢桥和木桥等。

4. 桥梁按照跨越障碍的性质分类

桥梁按照跨越障碍的性质划分为跨河桥、跨线桥(立交桥)、高架桥和栈桥。

5. 桥梁按照上部结构的行车道位置分类

桥梁按照上部结构的行车道位置划分为上承式桥、中承式桥和下承式桥。桥面布置在主要承重结构之上者称为上承式桥(图 1-2-9);桥面布置在主要承重结构之下为下承式桥(图 1-2-10);桥面布置在主要承重结构中间的为中承式桥(图 1-2-11)。

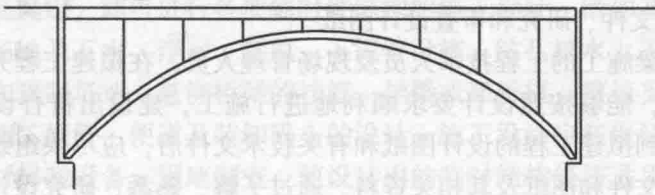


图 1-2-9 上承式桥

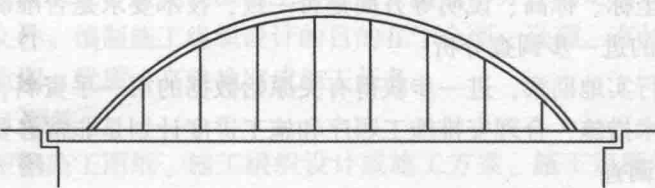


图 1-2-10 下承式桥

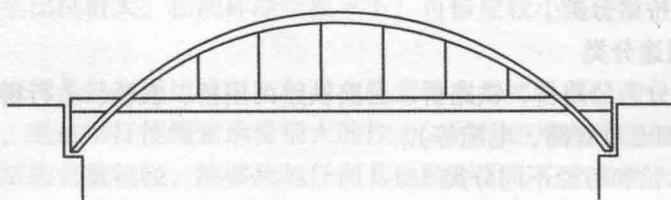


图 1-2-11 中承式桥

6. 桥梁按照特殊使用条件分类

桥梁按照特殊使用条件分为开启桥、浮桥、漫水桥等。

课题三 桥梁施工准备

施工准备工作的目的是为施工创造必要的技术和物质条件,统筹安排施工力量和施工现场,是施工企业搞好目标管理,推行技术经济承包的重要依据,也是施工得以顺利进行的基本保证。施工单位在承接了施工任务后,要尽快做好各项准备工作,创造有利的施工条件,使施工工作能够有计划地、连续地、均衡地进行,在确保质量和安全的前提下,降低施工成本,按期交工,尽早使工程投入使用,发挥效益。

施工准备通常包括技术准备、劳动组织准备、物资准备、施工现场准备和施工场外准备等工作。

一、桥梁施工技术准备

任何工程的技术准备都是施工准备的核心。由于任何技术上的差错及其造成的隐患,都可能造成质量与安全事故,带来生命、财产和经济的巨大损失,因此必须认真做好技术准备工作。

(一)熟悉设计文件、研究和审查设计图纸

为了让从事桥梁施工的工程技术人员及现场管理人员,在拟建工程开工之前充分地了解和熟悉设计意图,能够按照设计要求顺利地进行施工,建设出符合设计要求的桥梁工程,施工单位在收到拟建工程的设计图纸和有关技术文件后,应尽快组织工程技术人员熟悉、研究所有技术文件和图纸及其相关资料。通过了解、熟悉、研究设计文件,全面透彻地领会设计意图,明确工程建设期限和整个工程所用的主要材料与设备的数量、规格及来源。检查各种图纸与设计文件是否齐全、清晰、准确,各组成部分之间有无矛盾和错误,以及在几何尺寸、坐标、标高、说明等方面是否一致,技术要求是否准确。

(二)原始资料的进一步调查分析

对拟建工程进行实地勘察,进一步获得有关原始数据的第一手资料,这对于正确选择施工方案、制订技术措施、合理安排施工顺序和施工进度计划是非常必要的。

1. 自然条件的调查

(1)地质方面。

在地质方面,应了解的主要内容有地质构造、墩台位处的基岩埋深、岩层状态、岩石