



国家骨干高等职业院校建设成果
中央财政支持重点建设专业教材

铁路桥涵 施工及维修

靳晓燕 隋永兴 主编

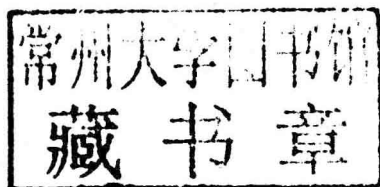
TIELU QIAOHAN
SHIGONG JI WEIXIU

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

国家骨干高等职业院校建设成果
中央财政支持重点建设专业教材

铁路桥涵施工及维修

靳晓燕 隋永兴 主 编
徐六六 方业博 副主编



中国铁道出版社

2014年·北京

内 容 简 介

本教材由铁路桥梁施工预备知识、基础及墩台施工、预应力混凝土梁桥施工、拱桥施工、钢桥施工、斜拉桥与悬索桥施工、涵洞施工、铁路桥涵养护维修八个项目组成。全书按照铁路桥涵施工、维修过程进行内容编排,全面介绍了我国铁路桥涵施工及维修状况。施工预备知识重点介绍铁路预应力混凝土 T 梁施工图、桥梁钢筋加工及安装、模板安装及检算等内容;基础及墩台施工重点讲述桩基础施工和墩台施工;上部结构施工则重点介绍了预应力混凝土简支梁桥、连续梁桥以及拱桥的施工工法;项目八对铁路桥涵的养护维修做了全面介绍;并在每个项目之后提供了可行的技能训练任务。

本教材可以供高职院校铁道工程技术专业学生作为教材,也可供铁路桥梁施工、维修技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

铁路桥涵施工及维修/靳晓燕,隋永兴主编. —北京:
中国铁道出版社,2014.3

国家骨干高等职业院校建设成果 中央财政支持重点建设专业教材
ISBN 978-7-113-18180-2

I. ①铁… II. ①靳… ②隋… III. ①铁路桥—桥涵
工程—工程施工—高等职业教育—教材②铁路桥—桥涵工
程—维修—高等职业教育—教材 IV. ①U448.13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 048252 号

书 名:铁路桥涵施工及维修
作 者:靳晓燕 隋永兴 主编

责任编辑:刘红梅 编辑部电话:010-51873133 电子信箱:mm2005td@126.com
封面设计:郑春鹏
责任校对:龚长江
责任印制:李 佳

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市西城区右安门西街8号)

网 址:<http://www.tdpress.com>
印 刷:北京市昌平百善印刷厂
版 次:2014年3月第1版 2014年3月第1次印刷
开 本:787mm×1092mm 1/16 印张:21 字数:526千
书 号:ISBN 978-7-113-18180-2
定 价:42.00元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社读者服务部联系调换。电话:(010)51873174(发行部)
打击盗版举报电话:市电(010)51873659,路电(021)73659,传真(010)63549480

前言

本书是“十二五”职业教育国家规划教材,为国家骨干高等职业院校建设成果、中央财政支持重点建设专业教材由山东职业学院土木系联合中铁十局上海公司、中铁济南工程技术有限公司、武汉铁路职业技术学院联合编写,并由学校骨干教师及现场资深桥梁施工技术人员组成编写团队,适用于高职高专铁路特色专业教学以及铁路专业施工及维护技术人员使用。

中国铁路正处于高速建设的时期,需要大批合格的铁路工程建设者和铁路养护维修人员。桥涵是铁路线路的重要组成部分,结构复杂,修建困难,造价较高。因此要求广大的桥涵施工技术人员了解铁路桥涵建设程序,掌握桥涵基础、墩台、桥跨等部位的施工工艺,熟练应用桥涵施工规范进行施工。桥涵在使用过程中,不可避免地会受到各种不利因素的影响,加上桥涵结构本身的自然老化,会出现各种病害。为保障桥涵的安全运营,延长其使用寿命,就需要加强养护维修。因此,桥涵建筑物的养护维修加固同样具有重要意义。

本教材适应职业教育改革要求,面向铁路桥涵施工员和中级桥梁工工作岗位,培养学生桥涵施工图识读、桥涵施工规范应用、桥涵维修加固等核心技能;在课程理论深度上以必须、够用为基准,同时兼顾学生职业发展空间。在内容编排上紧扣职业核心能力,重点讲述桥涵施工和养护维修的基本知识和技能,注意增加高速铁路桥涵施工知识,具有鲜明的铁路行业特色。

本书由山东职业学院靳晓燕、中铁十局上海公司总工隋永兴担任主编,中铁济南工程技术有限公司徐六六、山东职业学院方业博担任副主编。参加本书编写的还有:武汉铁路职业技术学院文妮、山东职业学院李云霞。全书共分为八个项目,项目一、项目八由靳晓燕(副教授)编写,项目二由徐六六(高级工程师)编写,项目三、项目六由方业博(工程师)编写,项目四由文妮(讲师)编写,项目五由李云霞(工程师)编写、项目七由隋永兴(高级工程师)编写。

本书在编写过程中,得到中铁十局青岛公司总工郑成文(高级工程师)、济南铁路局工务处李荣昌(教授级高工)的大力支持,在此表示感谢!

由于编写时间仓促,加之水平有限,尽管编者努力工作,不足之处在所难免,恳请读者批评指正。

编者
2014年1月

目 录

项目一 铁路桥梁施工预备知识	1
任务1 铁路桥梁设计基础知识	1
任务2 铁路混凝土梁施工图识读	14
任务3 钢筋工程	30
任务4 模板工程	41
任务5 混凝土工程	49
任务6 桥梁施工准备与施工测量	63
复习思考题	74
项目二 桥梁基础与墩台施工	76
任务1 桩基础施工	76
任务2 预制桩施工	96
任务3 承台施工	106
任务4 桥墩施工	115
任务5 桥台及锥体护坡施工	136
任务6 支座施工	152
复习思考题	162
项目三 铁路预应力混凝土梁施工	164
任务1 预应力混凝土简支梁预制	164
任务2 预应力混凝土简支梁架设	172
任务3 预应力混凝土连续梁悬臂法施工	179
任务4 顶推法施工	195
任务5 其他预应力混凝土连续梁施工方法	201
复习思考题	209
项目四 拱桥施工	210
任务1 拱桥有支架施工	210
任务2 拱桥无支架施工	222
复习思考题	230
项目五 钢桥施工	231
任务1 铁路钢桥认知	231

任务2 钢梁安装(架设)	240
复习思考题	250
项目六 斜拉桥与悬索桥施工	251
任务1 斜拉桥构造与施工	251
任务2 悬索桥构造与施工	259
复习思考题	265
项目七 涵洞施工	266
任务1 涵洞构造认知	266
任务2 一般涵洞施工	275
任务3 涵洞顶进施工	281
复习思考题	291
项目八 铁路桥涵养护维修	292
任务1 钢桥养护维修	292
任务2 圬工桥跨养护维修	303
任务3 支座养护维修	312
任务4 圬工墩台及基础养护维修	316
任务5 涵洞养护维修	321
复习思考题	325
附录 关键词中英对照	326
参考文献	328

项目一

铁路桥梁施工预备知识

任务1 铁路桥梁设计基础知识

主要任务:

1. 识读铁路梁式桥全桥布置图,掌握铁路桥梁的组成;
2. 识读桥梁设计方案,掌握桥梁设计常用专业术语;
3. 总结铁路桥梁的分类和高速铁路桥梁特点。

任务要求:

1. 绘制桥梁布置图,要求绘图规范,比例合理;
2. 用 PPT 汇报桥梁设计方案,内容包括桥型介绍、尺寸拟定、施工方案设计、工程量估算等;要求图文并茂,文字少而精,图片能准确说明文字内容;并能对关键的专业词汇予以解释;
3. 用 PPT 汇报总结高速铁路桥梁特点,要求图文并茂,内容包括高速铁路桥梁截面形式、荷载图式和构造特点。

上交资料:

1. 桥梁总布置图(个人);
2. 桥梁设计方案汇报 PPT(小组);
3. 高速铁路桥梁特点汇报 PPT。

任务实施所需材料:

1. 梁式桥布置图纸;
2. 关于某桥的四种设计方案资料。

能力目标:

1. 能够熟练识读桥梁总布置图,掌握桥梁各部分的名称及功能;
2. 能够读懂铁路简支梁桥设计比选方案,能够说出常见桥型特点、熟悉桥梁尺寸拟定方法;
3. 能够熟练总结高铁桥梁特点。

知识目标:

1. 掌握铁路桥梁的基本组成;
2. 了解桥梁设计程序,掌握桥梁的设计要求;
3. 掌握桥梁的分类和高速铁路桥梁特点;
4. 了解普通铁路中—活载图式和高铁—ZK 荷载图式。

素质目标:

1. 通过绘制全桥总布置图,培养学生严谨、细致的工作作风;
2. 通过小组完成 PPT,培养学生独立进行专业资料收集、团队合作制作 PPT;通过 PPT

汇报,培养学生语言表达能力和专业术语应用能力。

1.1.1 桥梁的组成与分类

一、桥梁的作用及组成

桥梁是供铁路、公路、渠道、管线等跨越河流、山谷或其他障碍并具有承载能力的架空建筑物。

跨越河流或山谷的桥梁称为跨河桥或跨谷桥。跨越铁路或公路的桥梁称为跨线桥或立交桥。线路通过城市区、工业区或农作物区,为保留线路通过地段的空间或少占耕地,不修建路堤而以桥梁通过,这种桥称为旱桥或栈桥。

桥梁由上部结构和下部结构组成(图 1.1.1)。上部结构是跨越结构,是横越空间的部分(如梁桥指位于支座以上的部分),通常包括桥跨结构和桥面构造两大部分。上部结构的作用是跨越障碍并承受其上的桥面荷载和交通荷载。桥面构造对铁路桥而言,是指桥上的道砟、枕木、轨道以及伸缩缝、排水防水系统、人行道、栏杆等。

下部结构指桥梁支座以下的支撑结构,它包括桥墩、桥台和桥台以下的基础,是将上部结构及其承受的荷载传入地基的结构物。桥台设在桥跨结构的两端,它除了支撑上部结构以外,还起到衔接桥梁和路基并防止路堤下滑和坍塌的作用,其两侧做成填土或填石锥体并在表面加以铺砌,用来保证桥台和路堤的良好衔接,并保证桥头路堤的稳定。

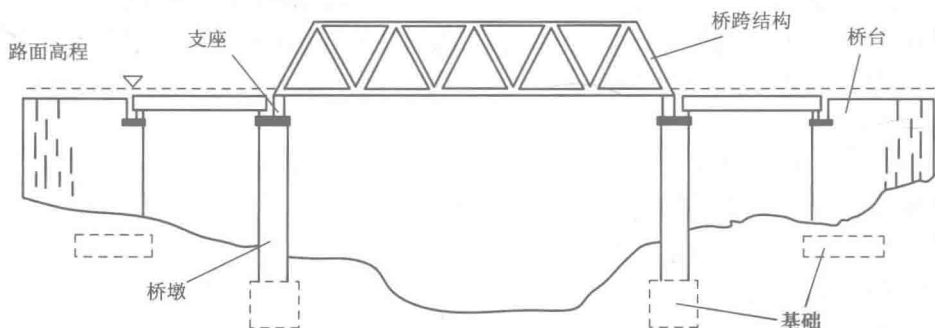


图 1.1.1 桥梁的基本组成

有些桥梁为免遭水害,还修建导流堤,引导水流顺畅从桥下宣泄,修建丁坝、护岸等防护工程,保护桥头路堤或附近河岸。

下面介绍一些桥梁工程中常用的专业术语。

(1)跨度。也叫跨径或计算跨径。对梁式桥它是桥梁两相邻墩台支座间的距离。对多跨桥梁,最大跨度称为主跨。一般来说,跨径越大修建难度越大。

对梁式桥来说(图 1.1.1),设计洪水水位线上相邻两桥墩(台)间的水平净距 L_0 称为桥梁的净跨径。各孔净跨径之和,称为总跨径,又称孔径。它与通航标准及泄洪能力有关,反映了桥下宣泄洪水的能力。

铁路的中小跨度桥梁常在工厂或现场按一系列技术标准制造,然后运到桥址,用架桥机架设。标准梁制作成本低,质量好,易于更换维修,也利于战备需要,其优点是显而易见的。铁路桥梁的标准跨径从 4 m 到 168 m,共 20 级,常用的有 16 m、20 m、24 m、32 m、48 m、64 m、96 m 等。铁路桥梁标准跨径是指计算跨径,梁的实际长度要比标准跨径稍大一些。

铁路桥长规定为:梁式桥指两桥台挡砟前墙之间的距离;拱桥系指拱上侧桥台与桥台侧墙

间两伸缩缝外端之间的长度；刚架桥系指刚架顺跨度方向外侧间的长度。

(2)正桥与引桥。对于规模较大的桥梁,通常把跨越主要障碍物(如大江、大河)的桥跨称为正桥。由于通航等原因,正桥常需有一定的桥下净空高度和跨径,一般要采用跨越能力较大的结构体系,是整个桥梁工程中的重点。把较高的正桥和较低的路堤以合理的坡度连接起来的这一部分桥梁叫做引桥。引桥建在河滩和岸上,其跨径一般较小。有时还常在正桥和引桥的分界处修建雄伟壮观的桥头建筑物(桥头堡)。

(3)桥下净空高度。设计通航水位(或桥下线路路面)与桥梁结构最下缘高程之间的垂直距离称为桥下净空高度,其值应根据通航、通车及排洪要求确定。

(4)桥梁建筑高度。桥面(铁路桥梁的轨底)到桥梁结构最下缘的距离称为桥梁建筑高度。铁路轨底高程减去设计洪水水位高程,再减去通航(或排洪)所要求的梁底净空高度即为桥梁的容许建筑高度。显然桥梁建筑高度不得大于容许建筑高度。

二、桥梁的分类

1. 按桥梁长度分类

根据桥梁长度 L 的大小,铁路桥梁分为:特大桥, $L > 500$ m; 大桥, $100 \text{ m} < L \leq 500$ m; 中桥, $20 \text{ m} < L \leq 100$ m; 小桥, $L \leq 20$ m。

2. 按桥梁主体结构材料分类

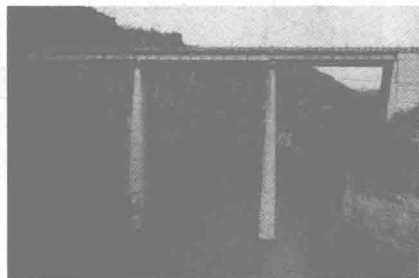
有钢桥、混凝土桥、钢筋混凝土结合梁桥、石桥、木桥等。混凝土桥又分为钢筋混凝土桥、预应力混凝土桥、部分预应力混凝土桥等。工程上常把混凝土桥和砖石桥通称为圬工桥。

3. 按用途分类

分为铁路桥、公路桥、公铁两用桥、人行桥、农桥、渡槽、管线桥等。

4. 按结构体系分

分为梁式桥(图 1.1.2)、拱桥(图 1.1.3)、悬索桥(图 1.1.4)、组合体系桥(图 1.1.5)、刚架(构)桥(图 1.1.6)。



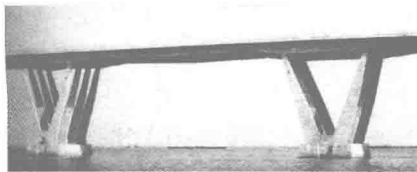
(a)简支梁桥



(b)上承式简支桁梁



(c)连续梁



(d)V形墩悬臂梁桥

图 1.1.2 梁式桥



图 1.1.3 拱桥



图 1.1.4 悬索桥



图 1.1.5 组合体系桥(斜拉桥)

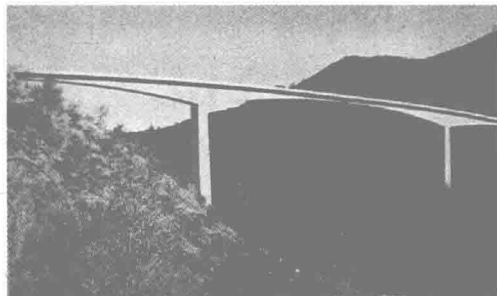
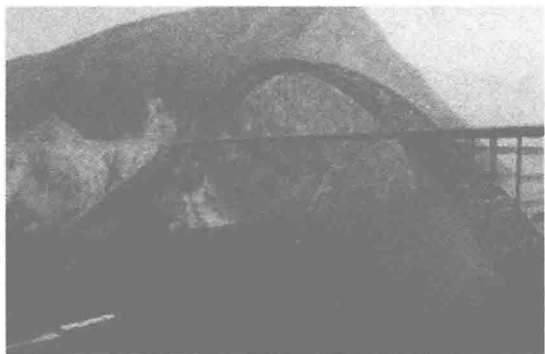


图 1.1.6 刚构桥

5. 按桥面位置分类

分为上承式桥(图 1.1.1、图 1.1.2)、中承式桥[图 1.1.7(a)]和下承式桥[图 1.1.7(b)]。



(a)中承式桥



(b)下承式桥

图 1.1.7 中承式桥与下承式桥

1.1.2 桥梁发展概述

一、桥梁发展概况

桥梁是线路的重要组成部分。在历史上,每当交通运输工具发生巨大变化,就对桥梁在载重、跨度等方面提出新的要求,由此推动了桥梁工程技术的发展。在 19 世纪 20 年代铁路出现以前,造桥所用的材料是以石材和木材为主,铸铁和锻铁只是偶尔使用。

19 世纪 20 年代至 19 世纪末,随着铁路的出现和发展,列车荷载大,动力效应明显,给桥梁建造提出了更新、更高的要求。为了适应铁路荷载的需要,在桥梁用材方面先是用锻铁,继而用钢材替代以前的木料和石料。就桥式而言,桁架桥、钢板梁桥开始被广泛应用。这一时期

的另一个重要进步是对桥梁基础的改进和提高。1845年,英国J·内史密斯发明了蒸汽打桩机,1851年英国在罗切斯特一座桥的施工中使用气压沉箱基础,下沉深度达18.5m,从此结束了深水江河不能修桥的历史。

20世纪初结构力学分析方法被广泛用于桥梁结构的设计计算中,结束了桥梁设计主要靠经验和试验的历史,使建筑长跨桥梁有了可靠的科学依据,加之钢产量的增加和钢材品质的提高,在这一时期许多长跨钢桥应运而生。第一座跨径超过1000m的桥梁是1931年美国在纽约建造的跨径为1067m的乔治·华盛顿悬索桥。

预应力混凝土早在20世纪30年代就被用于建造桥梁。在对预应力混凝土性能和张拉、锚固工艺深入研究的基础上,预应力混凝土简支梁、连续梁、连续刚构等被迅速推广应用于桥梁。如今不论是公路桥、铁路桥还是城市桥梁绝大多数都是预应力混凝土梁桥。随着预应力体系的不断改进和施工技术的进步,预应力混凝土梁桥也正在不断刷新跨径纪录。1998年,挪威建成了新斯特尔玛公路桥,它是一座预应力混凝土连续刚构桥,主跨达301m,为当今世界混凝土桥梁之最。

在桥梁建造技术方面,我国有着悠久的历史 and 光辉的成就。其中最著名的就是一千多年前所建造的赵州桥(图1.1.8)。赵州桥又名安济桥,建于隋代(公元605~618年间),由著名匠师李春建造。桥长64.40m,跨径36.02m,是当今世界上跨径最大、建造最早的单孔敞肩型石拱桥(因桥两端肩部各有两个小孔,不是实的,故称敞肩型),这是世界造桥史的一个奇迹。

泉州洛阳桥又名万安桥(图1.1.9),是濒临海湾的大石桥,始建于宋皇佑五年(公元1053年)。该桥全长834m,共46个桥墩,气势壮观。在当时尚无现代施工设备的情况下,在海湾上建造大桥最大的困难是桥梁基础,古代工匠在浪涛汹涌的海口,首创了现代称为筏形基础的桥基。这种基础是沿桥中线满抛大石块,在稳固的石基上建造桥墩。值得赞扬的不仅是其创造性地采用了抛石技术,还在于其巧妙地用牡蛎将筏形基础加固成整体。



图 1.1.8 赵州桥



图 1.1.9 泉州万安桥

浙江慈溪境内横河古镇上的七星桥(图1.1.10)长25m,宽3m,结构精巧,是一座三孔石拱桥。桥跨三孔,用料简省,可减轻对桥基的压力,且雨季利于泄洪。而其中孔跨径6.5m,便于行舟。七星桥桥面设计为南北各28级石阶,供行人上下,斜铺的长条石,方便车辆通行。桥墩横铺条石,中嵌直墩柱受力,上设龙首水漏,雨天排水,美观实用。七星桥承袭中国石拱桥古老的建筑工艺,轻柔如同凌波欲飞的彩虹跨卧在横河上。

从鸦片战争爆发到新中国的建立,这一时期中国的桥梁主要是由外国人建造。长江、黄河上的三座桥梁(津浦铁路济南泺口铁路桥、京汉铁路郑州铁路桥和兰州市黄河桥)以及上海、天

津、广州等大城市中的一些桥梁大部分是由洋商承建的。旧中国的承包商还没有建造大桥的能力，而政府交通部门也没有大桥施工队伍，只能做一些公路小桥涵的工程。直到茅以升先生主持兴建了杭州钱塘江大桥，才结束了中国不能自行修建大桥的历史。该桥由他带领一批留学生自行设计和监造，但实际施工中该桥梁的下部结构和沉箱基础工程仍由丹麦康益洋行承包修建，上部结构钢梁则由英商道门朗公司承包制造和安装。

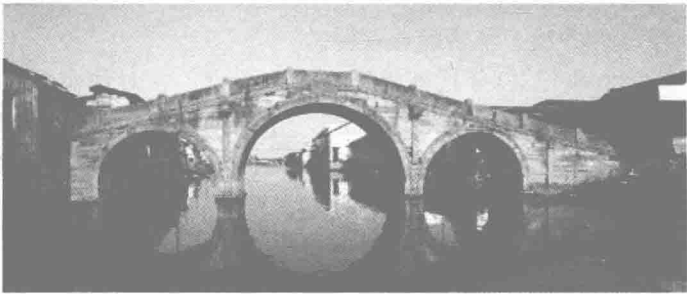


图 1.1.10 慈溪横河七星桥

中华人民共和国成立以后，在国民经济恢复时期和第一个五年计划期间，迅速修复并加固了许多旧桥，也新建成不少重要大桥，其中包括 1958 年修建的武汉长江大桥和 1960 年修建的南京长江大桥。

改革开放以来，中国桥梁建设迅猛发展，目前在铁路桥和公路桥建设方面都已达到世界先进水平。我国铁路简支梁跨径达 64 m，连续梁桥跨径达 104 m，连续刚构桥达 168 m。公路连续梁桥的跨径已达 165 m(南京长江二桥北汊桥)，虎门珠江大桥辅航道桥是跨径为 270 m 的连续刚构桥，建成时为全世界同类桥梁跨径最大者。重庆石板坡长江大桥复线桥主跨为 330 m 的混合梁刚构桥。用转体法施工的混凝土拱桥跨径达到 200 m，其施工设备十分轻便；用小型起吊设备建造的桁架桥，跨径达 330 m；万州横跨长江的劲性骨架拱桥跨径为 420 m；1999 年建成的山西丹河大桥为传统的石砌拱桥，以 146.0 m 的跨径刷新了同类桥的世界纪录；2002 年建成的上海卢浦钢箱拱桥跨径达 550 m，为世界第一；2004 年建成的重庆巫山长江大桥为中承式钢管拱桥，跨径达 460 m，为同类桥型世界之最。

斜拉桥的跨径一般在 300~700 m 左右。我国已成为拥有斜拉桥最多的国家，在世界 10 大著名斜拉桥排名榜上，中国有 8 座，尤其是苏通长江大桥主跨达 1 088 m。

表 1.1.1 2013 年世界前 12 名大跨度斜拉桥(截至 2012 年 8 月)

序号	桥名	国家	主跨(m)	建成年份(年)
1	俄罗斯岛大桥	俄罗斯	1 104	2012
2	苏通大桥	中国	1 088	2008
3	香港昂船洲大桥	中国	1 018	2008
4	鄂东长江大桥	中国	926	2010
5	多多罗大桥	日本	890	1999
6	诺曼底大桥	法国	856	1995
7	南京长江三桥南汊桥	中国	648	2005
8	南京长江二桥南汊桥	中国	628	2001

续上表

序号	桥名	国家	主跨(m)	建成年份(年)
9	武汉白沙洲长江大桥	中国	620	2008
10	福州青洲闽江大桥	中国	618	2000
11	上海杨浦大桥	中国	605	2001
12	上海徐浦大桥	中国	602	1993

悬索桥是以承受拉力的缆索或链索作为主要承重构件的桥梁,由大缆、桥塔、锚碇、吊杆、桥面系等部分组成。悬索桥的主要承重构件是大缆,它主要承受拉力,一般用抗拉强度高的钢材(钢丝、钢缆等)制作。由于悬索桥可以充分利用材料的强度,并具有用料省、自重轻的特点,因此悬索桥在各种体系桥梁中的跨越能力最大,跨径可以达到 1 000 m 以上。1990 年以前我国还没有一座现代化悬索桥。可是,在短短的 20 多年里就建造了 20 多座连接高等级公路的现代化悬索桥,其中跨径在 450 m 以上的就有 12 座,且桥宽多在 30~40 m 之间。表 1.1.2 所列为世界前十跨度大悬索桥。

表 1.1.2 世界前十大跨度悬索桥(统计截至 2012 年)

序号	桥名	国家及地区	主跨(m)	建成年份(年)
1	明石海峡大桥	日本	1 991	1998
2	舟山西堠门大桥	中国	1 650	2009
3	大带桥	丹麦	1 624	1998
4	润扬长江大桥	中国	1 490	2005
5	南京长江四桥	中国	1 418	2012
6	亨伯尔桥	英国	1 410	1981
7	江阴长江大桥	中国	1 385	1999
8	青马大桥	中国香港	1 377	1997
9	韦拉扎诺桥	美国	1 290	1964
10	金门大桥	美国	1 280	1937

二、高速铁路桥梁特点

为了保证高速列车的行车安全和乘坐舒适,高速铁路桥梁除了具备一般桥梁的功能外,还要为列车高速通过提供平顺、稳定的桥上线路。高速铁路列车运行速度较快,桥梁技术标准要求较高,站间距离长,且要与周围环境协调,尽量减少噪声污染,且高速铁路参数限制严格,曲线半径大,坡度小,并需要全封闭行车,桥梁建筑数量多于普通铁路。在平原及人口稠密地区,经常选用高架线路;而在山区及丘陵地带,谷架桥会明显增多,因此,高速铁路桥梁通常可分为高架桥、谷架桥和跨越河流的一般桥梁。

高速铁路桥梁一般具有以下特点:

1. 桥梁比例大,高架、长桥、大跨度桥梁多

平交道的存在将使列车速度、交通安全和正点运行等均不能得到保证,因此,新建高速铁路一般均不设平交道,而设立交桥,日本、法国、德国等国家的高速铁路均如此。如日本的高速铁路桥梁平均达到 48%,其中,高架桥要占线路总长的 37%。韩国在建的高速铁路,桥梁约占 1/3。我国的京津城际,桥梁占 87.7%,而广珠城际桥梁所占比例竟高达 94.2%。相比之下,我国普通铁路桥梁的比例仅占线路总长 2%左右。

桥梁数量增加,尤其是大量采用很长的高架桥,使桥梁成为高速铁路的主要组成部分。因此,桥梁的使用性能能否满足高速行车要求已成为修建高速铁路成败的关键因素。

2. 预应力混凝土箱梁桥多

高速铁路的桥梁需要有很高的抗扭刚度、足够的稳定性和耐久性,加之高速铁路要求维修量小,行车噪声小。预应力混凝土箱梁很好地满足了高速铁路行车对桥梁的要求,因此,我国高速铁路桥梁常用跨度以等跨布置的 32 m 双线整孔预应力混凝土简支箱梁为主型结构,少量配跨采用 24 m 简支箱梁。施工方法主要采用沿线设置预制桥梁厂进行箱梁预制,运梁车、架桥机运输架设。部分采用移动模架、膺架法桥位灌注。箱梁运输见图 1.1.11。

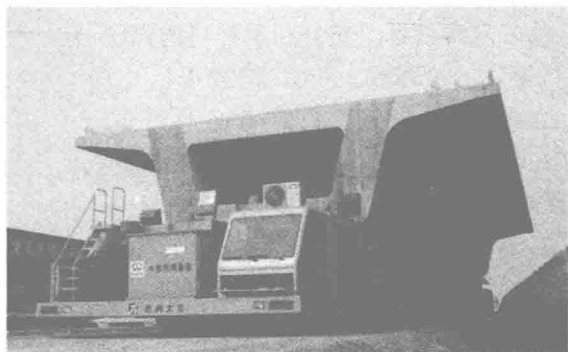


图 1.1.11 箱梁运输

3. 结构耐久性好

国内外大量桥梁的使用经验说明,结构的耐久性对桥梁的安全使用和经济性起着决定的作用。经济合理性应当使建造费用与使用期内的检查维修费用之和达到最少,片面地追求较低的建造费用而忽视耐久性,往往会造成很大的经济损失。因此,在高速铁路的桥梁结构设计中应十分重视结构物的耐久性设计,统一考虑合理的结构布局 and 结构细节,强调要使结构易于检查维修以保证桥梁的安全使用。

4. 经济与美观的统一

桥梁的设计要与周围的环境相协调,注重结构外观和色彩;在高速铁路穿越优美的自然景区、经过城市范围的桥梁,除发挥交通建筑的主要功能外,还要体现出与环境和谐统一的特征。图 1.1.12 和图 1.1.13 分别为京沪高速铁路南京大胜关长江大桥和武广高速铁路武汉天兴洲长江大桥的壮丽外观。

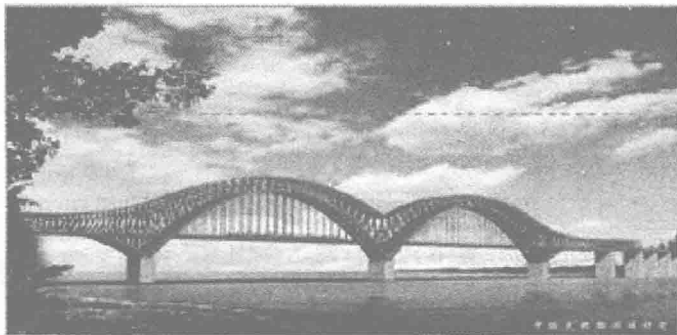


图 1.1.12 京沪高速铁路南京大胜关长江大桥

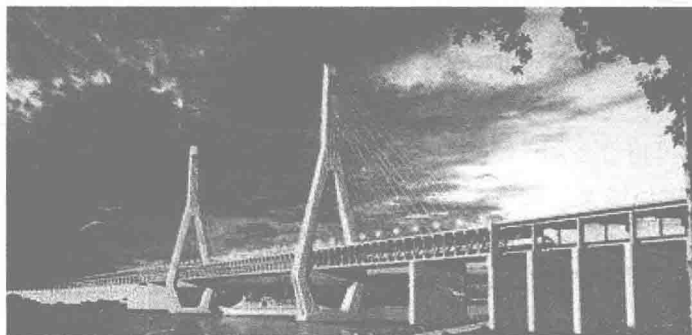


图 1.1.13 武广高速铁路武汉天兴洲长江大桥

1.1.3 桥涵设计与施工概述

一、桥梁设计原则

在桥梁设计中,必须遵从适用、经济、安全和美观的基本原则。具体应满足以下各项要求:

1. 适用性

桥上行车道与人行道宽度应保证列车(车辆)和人群的安全畅通,并能满足发展的需要;桥型、跨度和净空应满足泄洪、安全通航或通车等要求;建成的桥梁要保证使用年限,便于检查;桥梁两端方便车辆进入和疏散,而不致产生交通堵塞现象;考虑综合利用,方便各种管线(水、电气、通信等)的搭载等。

桥梁设计应遵循因地制宜、就地取材和方便施工的原则。

2. 经济性

经济的桥型应该是造价和养护费用综合最省的桥型。设计中应充分考虑维修的方便和维修费用少,维修时尽可能不中断交通,或中断交通的时间最短。

所选择的桥位应是地质、水文条件好,并使桥梁长度较短。

桥位应考虑建在能缩短河道两岸的运距,以促进该地区的经济发展,产生最大的效益。对于过桥收费的桥梁应能吸引更多的车辆通过,达到尽快回收投资成本的目的。

在施工中应尽量采用先进的施工技术和设备以满足快速施工的要求,以降低总造价,提高经济效益。

3. 安全性

整个桥梁结构及各部构件,在制造、运输、安装和使用过程中均应具有足够的强度、刚度、稳定性和耐久性。设计中应考虑各种可能的不利因素,特别要考虑施工条件与不利因素,一定要保证足够的安全系数,确保安全。

4. 外形美观,与周围环境协调

一座桥梁应具有优美的外形,而且这种外形从任何角度看都应该是优美的。结构布置必须精炼,并在空间上有和谐的比例。桥型应与周围环境相协调,城市桥梁和游览地区的桥梁,可较多地考虑建筑艺术的要求。合理的结构布局和轮廓是桥梁美观的主要因素,另外,施工质量对桥梁美观也有很大的影响。

5. 技术先进性

在因地制宜的前提下,桥梁设计应尽可能采用成熟的新结构、新设备、新材料和新工艺。

在注意认真学习国内外的先进技术,充分利用最新科学技术成就的同时,努力创新,淘汰和摒弃原来落后和不合理的设计思想。只有这样才能更好地贯彻适用、经济、安全、美观的原则,提高我国的桥梁建设水平,赶上并超过世界先进水平。

6. 环境保护和可持续发展

桥梁设计应考虑环境保护和可持续发展的要求。从桥位选择、桥跨布置、基础方案、墩身外形、上部结构施工方法、施工组织等全面考虑环境要求;采取必要的工程措施,并建立环境监测保护体系,将不利影响减至最小。

二、桥梁设计内容

桥梁设计内容包括:

(1)选择桥位。(2)确定桥梁长度和桥面高程。(3)选择桥式。选择合理的桥梁结构形式,确定墩位,并拟定桥跨及墩台基础的结构尺寸。(4)对桥跨、墩台、基础进行结构设计,确定桥梁各部分尺寸,保证桥梁在强度、刚度、稳定性和耐久性等方面的要求。

为获得桥址方位和桥梁设计资料所进行的勘测,可分为初测和定测两个阶段。初测阶段是对每个可能的桥位都进行调查和勘测,主要是搜集洪水资料和地形地质资料,实地调查历史洪水遗迹,测绘地形和地貌,进行钻探工作和绘制地质图等。初测阶段所获得的资料,为桥位方案的比选和桥梁布置提供了科学的依据。定测阶段是对选定的桥位进行详细勘测,主要是测绘大比例的地形图,实地进行水文观测和工程地质、水文地质调查,并进行地质钻探等。定测阶段所获得的资料,为进行桥梁的技术设计提供了科学的依据。

桥位选择一般遵循以下原则:(1)桥位尽可能选在河床顺直、河槽固定、水流平稳、冲淤变化呈规律性的河段。避免在冲刷严重、淤积、改道变迁和河岸坍塌的河段上设桥。(2)桥位尽可能选在河床狭窄或河滩宽度较小之处,线路和桥梁应尽可能同洪水水流方向正交。(3)桥位尽可能选在基岩埋藏不深、岩面平坦、构造完整,或河床冲刷线以下地基持力层有足够承载力,适宜设置墩、台基础的地方。避免在地质松软、岸坡滑坍、岩溶发育及其他地质不良河段设桥。(4)桥址尽可能选在引桥便于与线路连接,或有高地可减少引桥工程量和台后填土高度的地方。

在桥址勘测中,中、小桥梁平面位置一般依据线路条件确定。大桥和特大桥往往要选择几个桥位,结合选线走向做多方案比选。

三、桥梁的孔径与净空

1. 孔径

桥梁跨越河流时,必须根据排洪要求,使桥下具有足够的流水横断面积。在桥址纵断面(即河流的横断面)已定情况下,流水横断面积往往可用适当的水平长度——“孔径”来代表。孔径是指一座桥内所有各净跨的总和。当流水面积以桥台前缘为界时(即采用非埋入式桥台情况),如图 1.1.14(a)所示,孔径一般是沿着设计水位计量,从一桥台的前缘量到另一桥台的前缘,再扣除各桥墩所占宽度,即孔径等于 $L_1 + L_2 + L_3$;当流水面积以锥形填土为界时,如图 1.1.14(b)所示,桥规规定沿设计水位与低水位(即枯水季节经常保持的水位)间的平均水位计量,从一锥形填土的前缘量到另一锥形填土的前缘,再扣除各墩所占的宽度。

桥涵孔径必须保证设计频率洪水、流水、流木、泥石流、漂流物等安全通过,并应考虑壅水、冲刷对上下游的影响,确保桥涵附近路堤的稳定,便于养护与维修。

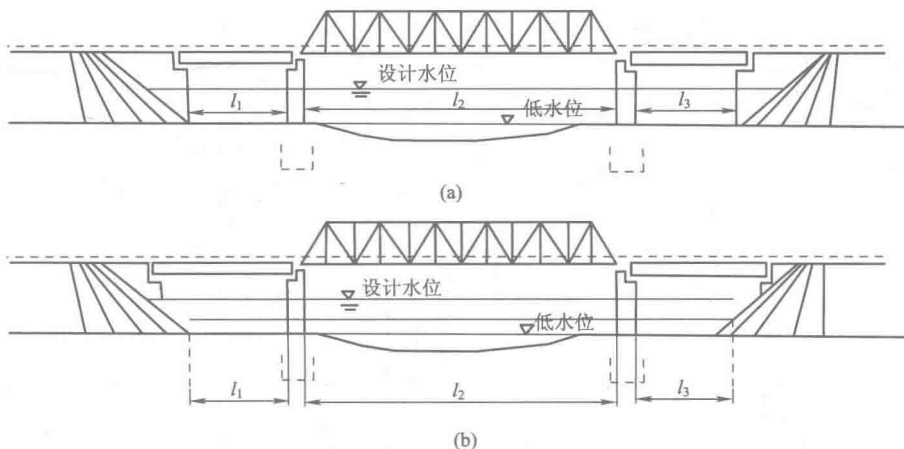


图 1.1.14 桥梁孔径和净空

2. 桥下净空

桥下净空是指为满足通航、通行排筏、流木、流冰等所必需的净跨和净空。桥下净空不足会直接阻碍水上交通；桥下净空过高，将会使引桥或桥头路堤工程数量大增。设计时，对通航、通行排筏的河流，应与航运部门协商研究确定。对有流冰、流木的河流应根据实际调查的流冰、流木情况和水位，预留一定安全储备作为决定桥下净空的依据。对于有泥石流的桥位，按调查结果，桥下净空应能满足泥石流通过的要求。对于不通航、不通行排筏、无流冰、流木的河流，铁路桥梁桥下净空高度按表 1.1.3 规定处理。

表 1.1.3 桥下净空高度

序号	桥梁的部位	高出设计洪水频率水位加 Δh 后的最小高度(m)	高出检算洪水频率水位加 Δh 后的最小高度(m)
1	梁底(洪水期无大漂流物时)	0.50	0.25
2	梁底(洪水期有大漂流物时)	1.50	1.00
3	梁底(有泥石流时)	1.00	—
4	支撑垫石顶	0.25	—
5	拱肋或拱圈的拱脚	0.25	—

3. 桥上净空

为了保证车辆和行人能安全无阻地从桥上通过，必须在桥上留出足够的净空。桥跨结构的任何构件或桥上任何其他建筑物均不能深入桥面净空的界限之内。

铁路桥梁桥上净空应符合《铁路技术管理规程》，如图 1.1.15 所示。图中虚线为建筑接近限界，在此限界内，除机车车辆及其有关的设备外如车辆缓行器、接触电线等，其他建筑物或设备均不得侵入限界。实线表示桥梁建筑限界，桥梁的任何构件不得入侵此限界。在建筑限界与桥梁限界之间可以装设照明、通信信号设备。

四、桥梁设计荷载

铁路桥梁承受的荷载，按其性质和发生的几率可分为：主力、附加力、特殊荷载。

主力包括恒载和活载，是经常作用的；附加力不是经常发生的，或者其最大值发生的几率较小；特殊荷载是暂时的或属于灾害性的，发生的几率很小。