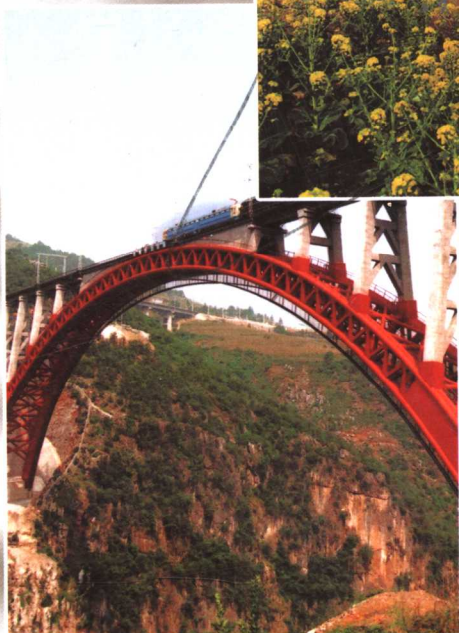




普通高等学校土木工程专业新编系列教材

桥梁工程 (下)

向 敏 主编



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

U44/32

:2

2007

普通高等学校土木工程专业新编系列教材

桥梁工程(下)

向 敏 主编

王慧东 主审

中 国 铁 道 出 版 社

2007年·北 京

内 容 简 介

本书较系统地介绍了简支板梁桥、简支桁架桥、连续桁架桥、结合梁桥等的结构构造、设计计算原理和设计方法,同时还介绍了悬索桥、斜拉桥的基本计算原理和加劲梁构造,以及常用钢梁的安装施工技术等内容。编写时依据目前高等学校桥梁工程教学实际情况,按最新修订的设计规范编写。

本书为高等学校土木工程专业的桥梁工程教材,也可供相关专业的技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

桥梁工程. 下/向敏主编. —北京:中国铁道出版社,2007.8

(普通高等学校土木工程专业新编系列教材)

ISBN 978-7-113-08201-7

I. 桥… II. 向… III. 桥梁工程—高等学校—教材 IV. U44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 118071 号

书 名: 桥梁工程(下)

作 者: 向 敏 主编

策划编辑: 李丽娟

责任编辑: 李丽娟 电话: (010) 51873135

封面设计: 薛小卉

责任校对: 张玉华

责任印制: 金洪泽

出版发行: 中国铁道出版社

地 址: 北京市宣武区右安门西街8号

邮政编码: 100054

网 址: www.tdpress.com

电子信箱: 发行部 ywk@tdpress.com

印 刷: 三河市国英印务有限公司

总编办 zbb@tdpress.com

版 次: 2007年8月第1版 2007年8月第1次印刷

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16 印张: 12.25 字数: 300 千

书 号: ISBN 978-7-113-08201-7/TU·899

定 价: 23.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社读者发行部调换。

电 话: 市电 (010) 51873170 路电 (021) 73170 (发行部)

打击盗版举报电话: 市电 (010) 63549504 路电 (021) 73187

前言

因为铁路和公路桥梁规范重新修订,改动较大,为了适应这种变化,我们根据高等学校土木工程专业教学指导委员会制订的土木专业培养方案,从“大土木”专业的教学要求出发,组织编写了《桥梁工程》(上、下)这本教材。

本教材分上、下两册,上册主要是讲述各种公路、铁路混凝土桥梁和桥梁墩台基础的主要内容,下册主要讲述钢板梁桥、钢桁梁桥、结合梁桥、大跨钢桥及常用钢桥施工技术。本书主要是以石家庄铁道学院桥梁工程方向的桥梁讲义为基础而编写的,总结了桥梁工程系多名教师多年来在本门课程的教学实践经验,加入了桥梁工程设计与施工的最新内容,在编写过程中参考和引用了大量其他同行和研究者的成果,并与本院的课程模块设置相配套。通过学习使学生能掌握铁路、公路钢桥桥梁设计和施工的基本知识,了解各种桥梁设计、施工规范的区别和联系。

本书主要是根据最新颁布的《铁路桥涵设计基本规范》(TB 10002.1—2005)、《铁路桥梁钢结构设计规范》(TB 10002.2—2005)、《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60—2004)、《铁路结合梁设计规定》(TBJ 28—29)及《铁路桥涵施工规范》(TB 10203—2002)编写。

本课程的先修基础课程包括“结构力学”、“材料力学”和“钢结构设计原理”。

本书由石家庄铁道学院向敏主编,王慧东主审。编写分工如下:向敏编写第一章、第三章,孟庆峰编写第二章、第五章,杨从娟编写第四章,张耀辉编写第六章,向敏、杨从娟编写第七章,全书由向敏整理统稿。

尽管编者勤奋工作,希望少有谬误,但由于时间仓促、水平有限,不当之处在所难免,恳请读者批评指正。

编者

2007年6月

目 录

第一章 绪 论	1
思考题	6
第二章 钢板梁桥	7
第一节 概 述	7
第二节 常用的几种板梁桥	7
第三节 全焊上承式板梁桥的构造	10
第四节 板梁桥的计算	12
思考题	19
第三章 下承式简支栓焊桁架桥	20
第一节 概 述	20
第二节 主桁杆件内力计算	25
第三节 主桁杆件截面选取和应力计算	35
第四节 主桁节点连接和拼接计算	42
第五节 桥 面 系	53
第六节 联 结 系	60
第七节 桁梁挠度、上拱度及横向刚度	64
第八节 支 座	66
第九节 利用有限元法进行桁架桥的优化设计	72
第十节 简支栓焊桁架桥的设计计算算例	73
思考题	91
第四章 连续桁架桥	92
第一节 概 述	92
第二节 连续桁架桥的内力分析	97
第三节 连续桁架桥杆件连接、拱度设置及内力调整	107
思考题	112
第五章 组合梁桥	113
第一节 概 述	113
第二节 结合梁截面设计的一般规定与构造	116

第三节 剪力连接件·····	119
第四节 板托的设计与构造·····	122
第五节 结合梁一般计算原理·····	124
第六节 混凝土徐变收缩和温差·····	126
第七节 组合截面连续梁·····	135
第八节 简支结合梁桥计算示例·····	139
第九节 结合梁施工·····	146
思考题·····	148
第六章 悬索桥和斜拉桥的计算理论以及钢加劲梁构造 ·····	149
第一节 计算理论·····	149
第二节 钢加劲梁结构形式·····	156
思考题·····	163
第七章 普通钢桥的制造与安装 ·····	164
第一节 钢构件制作工艺·····	164
第二节 钢梁安装的基本作业·····	167
第三节 钢梁安装常用方法·····	169
第四节 钢梁安装其他方法简介·····	175
思考题·····	176
附录 I 《铁路桥梁钢结构设计规范》(TB 10002.2—2005)的部分规定 ·····	177
附录 II 《铁路桥涵设计基本规范》(TB 10002.1—2005)的规定说明 ·····	185
参考文献 ·····	187

第一章

绪 论

一、钢桥的主要特点

桥跨结构由钢制成的桥梁称之为钢桥。在各种建筑材料中,钢材是一种抗拉、抗压和抗剪强度均较高的均质材料,因此钢桥具有很大的跨越能力。当今世界已建成的各种大跨度桥梁皆为钢桥,如跨度为 1 991 m 的日本明石大桥(悬索桥),跨度为 890 m 的多多罗大桥(斜拉桥),跨度为 550 m 的上海卢浦大桥(钢拱桥)。

我国迄今已建造各式钢桥 3 600 余座,使用广泛。

钢桥的主要特点:钢桥跨越能力强;钢桥构件适合于工业化制造,便于运输,工地安装速度快,钢桥施工工期短;钢桥易于修复和更换;但同时钢材易于锈蚀,需要经常检查和按期维护,故钢桥养护费用比石桥和钢筋混凝土桥高;铁路钢桥采用明桥面时噪声较大,不宜用于城市及周边地区;钢桥造价较高。

近年来,为了加快桥梁建设的施工进度,满足对建筑高度的要求,减少对交通的干扰,城市桥梁也采用钢板梁桥、钢箱梁桥或结合梁桥。

二、钢桥的材料

钢桥所用的钢种主要有碳素结构钢和低合金钢。钢桥的构件多用板材加工而成。用钢材制造的钢桥,要经过机械加工和连接,制成的钢桥要承受很大的静力荷载与冲击荷载。因此,所用钢材既要满足制造工艺,又要满足使用要求。为了满足上述要求,钢桥的基本钢材应根据当地的环境、气候等要求,选取满足桥梁设计要求的化学成分、力学性能、工艺性能和焊接性能。

钢材的化学成分是指钢中的合金元素的含量,合金元素有碳、锰、硅、硫、磷,还有铬、镍、钒、铌、氮等。钢材的主要力学性能指标有强度、伸长率、冷弯和冲击韧性。

《铁路桥梁钢结构设计规范》(TB 10002. 2—2005)规定了铁路钢桥的基本材料:

(1) 钢梁主体结构用钢:Q235qD、Q345qD、Q345qE、Q370qD、Q370qE、Q420qD、Q420qE;其中 Q 表示屈服强度,数字 345 表示屈服强度为 345MPa(其他依次类推),q 表示桥梁用钢,D、E 表示钢材的质量等级。

(2) 桥梁辅助结构用钢:Q235-B、Z。

(3) 连接型钢用钢:Q345c。

(4) 高强度螺栓用钢:螺纹直径为 M22、M24、M27、M30,螺栓用 20MnTiB、35VB,性能等级为 10. 9S,20MnTiB 适用于直径小于等于 M24,35VB 适用于直径小于等于 M30,螺母及垫圈用 35 号钢、45 号钢、15MnVB。

(5) 铸件用钢:ZG230-450 II、ZG270-500 II。

(6) 销、铰、辊轴用钢:35 号锻钢。

除碳素结构钢和低合金钢外,耐候钢(在钢材中添加铜等合金有效减缓钢材锈蚀速度的钢材)在我国也已研制成功,并在有些地区使用。

三、钢桥的连接

钢桥是由各种杆件或部件组合而成的,这些杆件和部件是由钢板及各种型钢组成的,因此,钢桥连接既包括将型钢、钢板组合成杆件与部件,也包括将部件及杆件连接成钢桥整体。

钢桥所用的连接有铆接、焊接、栓接三种。

铆接在钢桥连接中使用的历史最长。铆接是将半成品铆钉加热到 $1\ 050\sim 1\ 150\ ^\circ\text{C}$,塞入钉孔,利用铆钉枪将铆钉身敲粗填满钉孔,并将另一端打成钉头,或在工厂将铆钉加热至 $650\sim 750\ ^\circ\text{C}$,用铆钉机铆合。常用铆钉直径为 $22\ \text{mm}$ 及 $24\ \text{mm}$ 。这种连接方式传力可靠,但施工时既要钻孔又要铆合,费时间,费材料,对操作工人的技术要求高,操作中消耗体力大,工作环境不好,噪声大。

在第二次世界大战中,欧洲许多钢桥遭到破坏,为了战后恢复被破坏的钢桥,钢梁制造引进了焊接技术。焊接结构因截面无钉孔损失,比铆接结构省料,加工快,且可改善工人的工作环境;但在野外高空作业时受到一定的限制。20 世纪 50 年代又引进了高强度螺栓连接,高强度螺栓在世界上最早出现是在 1938 年。1951 年美国旧金山金门桥加固时,首次正式使用高强度螺栓代替铆钉,后来各国都在新建桥梁中采用了这项技术。

焊接是用一定的设备通过电能将被焊钢材和焊接材料熔化,形成一条焊缝把两个构件连接在一起。焊缝的力学性能要求不低于母材。焊接材料有焊丝、焊条、熔剂。不同的钢材要选用不同的焊接材料。焊接时所采用电流、电压的大小,焊接速度的快慢,也随焊接钢材的不同而不一样。钢桥上应用的焊缝主要有两种,即熔透的对接焊缝和不熔透的角焊缝。焊接方法有自动焊、半自动焊和手工焊。

我国钢桥螺栓连接是抗滑移型高强度螺栓连接,高强度螺栓拧紧后,对钢板束施加了强大夹紧力,而在钢板表面产生摩擦力。杆件或构件内力就是通过钢板表面的摩擦力传递的。规范规定钢板表面除锈后,采用热喷铝涂层,其抗滑移系数采用 0.45。

高强度螺栓安装的方法很多,常用的是扭矩法拧紧工艺,即利用安装时施加在螺母上的扭矩控制螺栓的预拉力。高强度螺栓的一项工艺技术指标是扭矩系数。根据扭矩系数、螺栓直径和设计预拉力可以计算出施拧时所需要施加的扭矩大小。

目前广泛使用的所谓栓焊钢桥是指工厂里板件的连接采用焊接,工地上杆件的连接采用高强度螺栓。

四、钢桥的发展情况

我国第一座铁路钢桥是英国人设计,比利时人施工的唐山至胥各庄的蓟运河桥。我国自行设计、施工的钢桥是从詹天佑修建京张铁路开始的,共建钢桥 121 座,计 $1\ 591\ \text{m}$,最大跨度为 $33.5\ \text{m}$ 的桁架梁,绝大部分是跨度 $6.1\ \text{m}$ 的工字形钢梁桥。具有代表性的现代大型钢桥则是浙赣线钱塘江公铁两用大桥。

我国现代钢桥技术主要是从 1949 年以后发展起来的。几十年来建造了大量的钢桥,而且在所用的材料、工艺、结构理论及结构形式方面都取得了很大的发展。通过建桥实践,在我国已形成了一支有几万人的建桥队伍和现代化装备的钢桥制造工厂,还建立了拥有一批较高水平专家、学者的桥梁科学研究机构。现在,我国不但有雄厚的建桥技术力量,而且具有先进的

科研试验手段。

(一) 钢桥材料的发展

20 世纪 50 年代初期,我国所建钢桥用的材料都是进口碳钢,后来发展了国产 3 号低碳钢(A3)和 16 桥钢(16q)。20 世纪 50 年代用低碳钢建造的具有代表性的桥梁是武汉长江大桥,系借用前苏联的进口材料和技术;1962 年,研究成功了 16 锰桥(16Mnq)低合金钢,用于南京长江大桥。这座桥是完全依靠自己的技术力量和国产材料建成的长江大桥。

为建造更大跨度的钢桥,从 1967 年起,我国开始研究开发 15 锰钒氮桥钢(15MnVNq),其屈服点比 16Mnq 钢高,板厚效应小,焊接性好,而且韧性也好。1993 年用这种钢建成了九江长江公路铁路两用大桥。

2000 年建成的芜湖长江大桥为低塔、斜拉索加劲的连续钢桁梁结构形式。为了解决该桥厚板焊接,整体节点对钢材的要求,研制了强度适中、板厚效益不明显、可焊性好、韧性及抗裂性好的新一代钢材 14MnNbq。

随着新型结构、大跨度钢桥的建设,对钢材各种性能要求越来越高,我国经过多年的研究和试验,已经形成力学性能、工艺性能和焊接性能都比较好的强度等级明显的钢材:Q235qD、Q345qD、Q345qE、Q370qD、Q370qE、Q420qD、Q420qE,并推荐为钢梁主体结构用钢,并且经过多年的研究,结构耐候 NH35q 钢已研制成功并开始使用。

(二) 制造安装工艺发展

20 世纪五六十年代之之前,我国建设钢桥所用结构是铆接,采用的工艺很简陋,大都采用手工操作,人工量测组装,划线钻眼,对号入座,组装后扩孔。在建造武汉长江大桥时,引进了当时前苏联的经验,采用覆盖式样板和立体式机器样板。这比采用人工量测、划线钻孔技术进步了很多,这样生产的杆件能保证工地的精确安装,而且不同位置的相同杆件可以互换。这一设备对我国钢梁制造的工厂化和标准化起了很大的作用,大大加快了我国建国初期的钢梁制造速度。近年来随着计算机的发展,已逐步采用先进的程序控制钻床取代覆盖式样板,大大加快了钢桥制造的现代化。

20 世纪 60 年代建造的南京长江大桥正桥钢梁全长 1 576 m,结构为 160 m 铆接连续钢桁梁。这座桥是完全依靠自己的技术力量和国产材料建成的,标志着我国的建桥技术进入到一个独立自主的新水平。

20 世纪 60 年代中期,为加快成昆铁路的修建,铁道部和国家科委组成铁路栓焊钢梁科研、设计、制造、安装新技术攻关组,系统地研究、发展了栓焊钢桥新技术。1965 年~1970 年建成了 13 种不同结构形式的栓焊钢桥 44 座,达到了当时的国际先进水平。

1993 年建成的九江长江大桥,开始用国产优质高强度、高韧性钢材建造特大跨度栓焊桥梁,彻底完成了铆接向栓焊钢桥的过渡。1996 年建成的西陵长江大桥,加劲梁为全焊的偏平流线形钢箱结构。之后建造的大跨度的斜拉桥和悬索桥,如南京长江二桥、南京长江三桥、江阴长江大桥、润扬长江大桥,以及正在修建的苏通长江大桥,其加劲梁皆为全焊的偏平流线形钢箱结构。2000 年建成的芜湖长江大桥为低塔斜拉连续钢桁梁,其主桁节点拼装为全焊节点节点外高强螺栓连接。2003 年建成的上海卢浦大桥为全焊钢拱桥。

(三) 大跨钢桥发展

1. 公铁两用钢桥

1957 年 10 月,万里长江上第一座公铁两用钢铁大桥——武汉长江大桥建成通车,“一桥飞架南北,天堑变通途”,拉开了长江建桥的序幕。该桥从设计、施工到材料,都是由前苏联提

供的。60年代我国依靠自己力量建设的第一座长江大桥是南京长江大桥(图1-1)。该桥也成为“自力更生”精神的代名词。



图1-1 南京长江大桥

1993年建成的九江长江大桥,跨度、材料、技术、工艺以及焊接、制造、架设等多项技术实现了历史性突破,达到当时国际先进水平。

20世纪末建成的芜湖长江大桥为世界上第一座结合型钢桁梁低塔斜拉桥,将我国公铁两用大桥的制造水平又推进了一步。该桥的设计、制造、架设技术,达到当今国内、国际的“顶级”水平。

上述4座长江大桥,桥长从不足1000m发展到2000m;材料从16Mnq发展到15MnVNq、14MnNbq;结构施工从铆接桁梁发展到拱桁梁、整体节点构造;主跨跨度从武汉长江大桥128m,到南京长江大桥的160m,再到九江长江大桥的216m,直至芜湖长江大桥的312m。

正在建设的天兴洲长江大桥是继武汉、南京、九江、芜湖长江大桥之后,我国建设的第五座公铁两用长江大桥。大桥建成后,要创造三项“之最”。正桥跨度世界第一,主跨504m,使我国公铁两用斜拉桥实现主跨从300m级到500m级的飞跃。结构荷载世界最大,该桥是世界上第一座按四线铁路修建的大跨度公铁两用斜拉桥,可以同时承载2万t的载荷。运营时速国内最高,列车速度目标值为200km/h,最高可达350km/h,是我国第一座能够跑高速列车的大跨度斜拉桥。

2. 悬索桥和斜拉桥

按悬索桥的跨径 $l \geq 600$ m,斜拉桥 $l \geq 400$ m进行不完全统计;20世纪90年代以来中国已建成大跨径悬索桥7座,大跨径斜拉桥10座;同时期国外建成的大跨径悬索桥有10座(其中日本6座),大跨径斜拉桥有15座(其中日本6座)。按跨径大小排序,在世界上建成的全部悬索桥中排名前十位的焊接钢桥中,中国有3座:润扬长江大桥南汊主桥($l=1490$ m)排名第三,如图1-2所示,江阴长江大桥($l=1385$ m)排名第五,香港青马大桥($l=1377$ m)排名第六。斜拉桥排名前十位的焊接钢桥中,日本的多多罗大桥($l=890$ m)居首位,中国有6座桥,排名第三、四、五、六、七和第九(南京长江三桥 $l=648$ m,排第三位见图1-3所示;南京长江二桥 $l=628$ m,排第四位;武汉长江三桥,排第五位)。

正在修建的青岛海湾大桥是主跨为 1 652 m 的三跨双塔钢箱梁悬索桥。即将修建的崇明越江通道工程是连接上海市与崇明岛的越江工程,桥梁方案中包括主跨为 2 300 m 的悬索桥和主跨为 600 m 的斜拉桥。

2003 年 5 月开工的苏通长江大桥全长 1 088 m,该工程建成后在斜拉桥中排名世界第一。

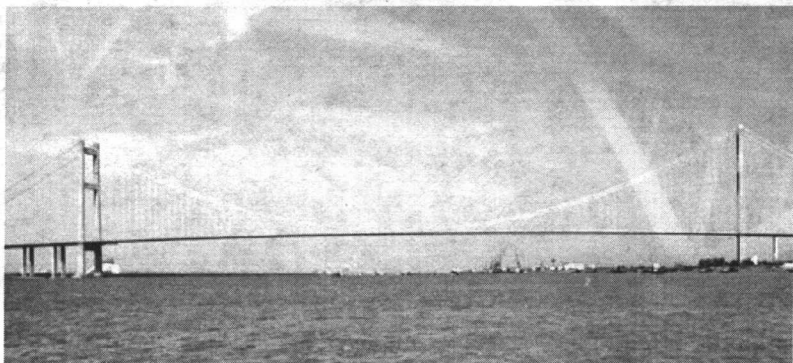


图 1-2 润扬长江大桥南汊主桥

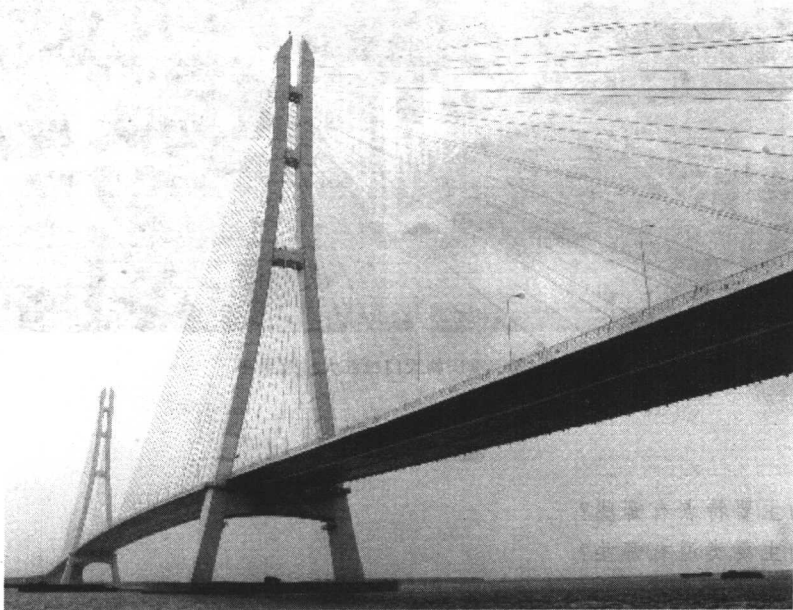


图 1-3 南京长江三桥

3. 钢拱桥

在已建成的各类拱桥中,无论是石拱桥、钢筋混凝土拱桥、钢管混凝土拱桥,还是钢拱桥,我国在世界上的排名都是第一,表明我国拱桥的建设无论在设计、科研、施工等方面都处于世界领先地位。图 1-4 为主跨 $l=550$ m 的上海卢浦大桥,为全焊钢拱桥。

正在修建的重庆朝天门长江大桥为主跨 552 m 钢桁拱桥,是桥梁美学与工程美学结合的精品工程。图 1-5 为朝天门长江大桥的效果图。

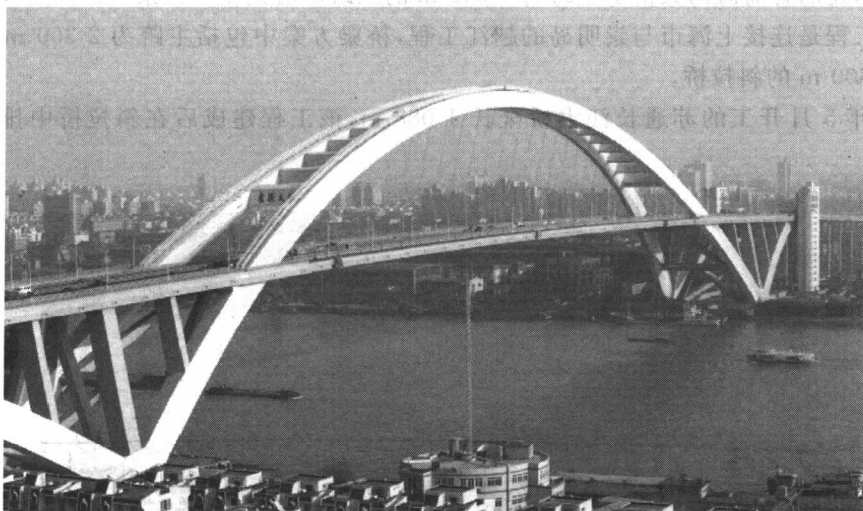


图 1-4 上海卢浦大桥



图 1-5 重庆朝天门长江大桥效果图

思考题

1. 钢桥的主要特点有哪些?
2. 钢桥的主要类型有哪些?
3. 简述我国建国后各种钢桥的发展情况。
4. 了解我国钢桥在设计和建造技术方面的进展情况。

第二章

钢板梁桥

第一节 概 述

钢板梁桥的使用有着悠久的历史,它与桁架桥等相比,具有外形简单、制造和架设费用较低的特点,所以在铁路上使用很广泛。

钢板梁是实腹的承重结构。过去钢梁制造采用铆接工艺时,结构形式和跨度都受到很多限制,近代由于焊接技术的提高使得钢板梁的制造工艺大大简化,结构形式也得到了发展,从单腹板为主梁的板梁,发展为箱形梁。箱形梁是实现长大、轻型以及经济化的最有前途的桥梁形式之一,例如斜拉桥、斜腿刚构这些大跨度钢桥的基本体系大多都是箱形结构。

在钢板梁桥的设计中为了减小用钢量,应尽量减小腹板的厚度并变换梁的截面,使梁在各个部位所具有的抵抗弯矩和抵抗剪力的能力与荷载产生的弯矩和剪力沿梁长的变化相适应。变截面梁可以采用翼缘板厚度的变化和腹板高度的变化来形成。

在我国铁路上,为了节省钢料和从维修费用上考虑,对钢桥的使用作过一些限制。铁道部曾规定凡能采用圬工梁的桥,尽量不使用钢板梁,所以在新线铁路设计中采用钢板梁已经很少,而在旧线换梁上使用比较多。但从技术发展角度来看,我国铁路钢板梁的发展还是紧跟了世界发展的趋势,钢板梁已经从铆接发展为全焊和栓焊板梁。

全焊接板梁是指板梁的全部结构制造均在工厂焊接完成,主梁在工厂用自动焊做成工字形梁,两片工字形梁之间的联结系则用手工焊于主梁上,然后整孔梁出厂,工地不需再进行连接工作即可进行架设。我国目前的全焊板梁,主要是上承式的板梁,跨度最大为 32 m。

栓焊板梁是指主梁桥面系和联结杆件分别在工厂焊成,然后运至工地,用高强度螺栓联结成整孔。它适用于不能用整孔运输的情况。

在现有的铁路钢板梁标准设计中,上承式钢板梁跨度为 24 m、32 m,是全焊梁设计;跨度为 40 m 的是栓焊梁设计。

下承式栓焊钢板梁的标准设计跨度为 20 m、24 m、32 m、40 m 四种。

第二节 常用的几种板梁桥

一、上承式板梁桥

上承式板梁桥(见图 2-1、图 2-2)的主要承重结构是两片工字形截面的板梁,该板梁称为主梁。在它的上面铺设桥面,活载及板梁桥的自重由这两片板梁承受,通过支座将力传至墩台。在两片主梁之间,有许多杆件联系着,使它成为一个稳定的空间结构。上面的杆件与主梁的上部翼缘组成一个水平桁架,称为上面水平纵向联结系,简称“上平纵联”,下面的就简称为“下平纵联”。在两主梁之间设有交叉杆,与上下横撑及主梁的加劲肋和一部分腹板组成一个横向平面结构,称为横向联结系,简称“横联”,位于中间者称为“中间横联”,位于主梁两端者称

为“端横联”。

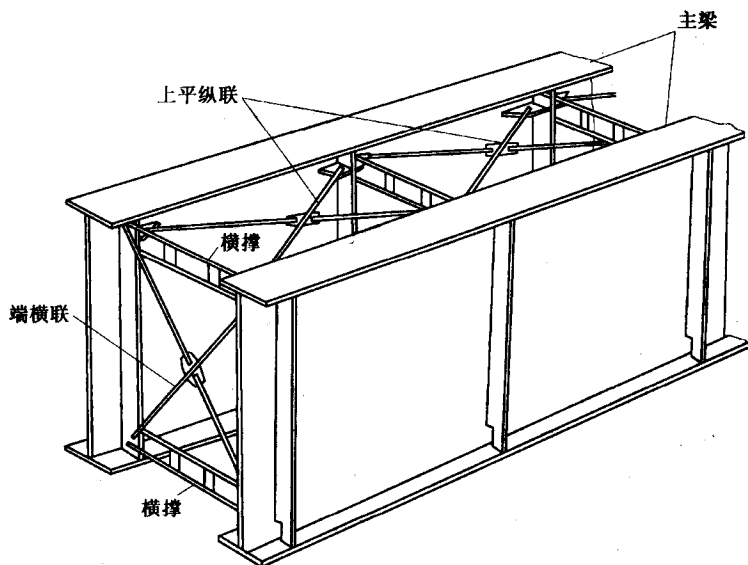


图 2-1 上承板梁部分透视图(下平纵联及中间横联未画出)

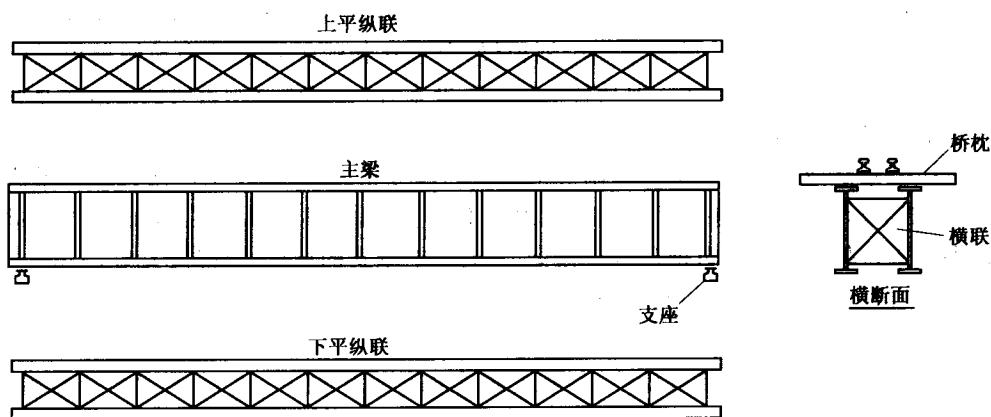


图 2-2 上承式板梁桥简图

桥面主要由桥枕、护木、正轨及护轨等组成(见图 2-3)。桥枕下面刻槽,搁置于主梁上,用钩螺栓与主梁上翼缘扣紧,以免行车时桥枕跳动。两桥枕间的净距为 10~18 cm,这是为了当列车在桥上脱轨时,车轮不致卡于两桥枕之间,列车还能在桥枕上继续滚动前进,以免发生重大事故。桥面上除正轨外,还设有护轨。护轨两端应延伸到桥台以外的一段距离,并弯向轨道中心。护轨的作用就是当列车脱轨后,用以控制车轮前进的方向,避免发生翻车事故。在桥枕两端设有护木,用螺栓与桥枕连牢,护木的作用是固定桥枕之间的相对位置。上述的这种桥面,叫做“明桥面”,明桥面设置在主梁顶上的这种板梁桥,就叫做“上承式板梁桥”。

当跨度小于 40 m 左右时,钢板梁桥比钢桁梁桥经济,因此,小跨度的钢桥常用板梁桥。上承式板梁桥的构造较简单,钢料也较省,可以整孔装运,整孔架设,因此,它是用得最多的一

种钢板梁桥。

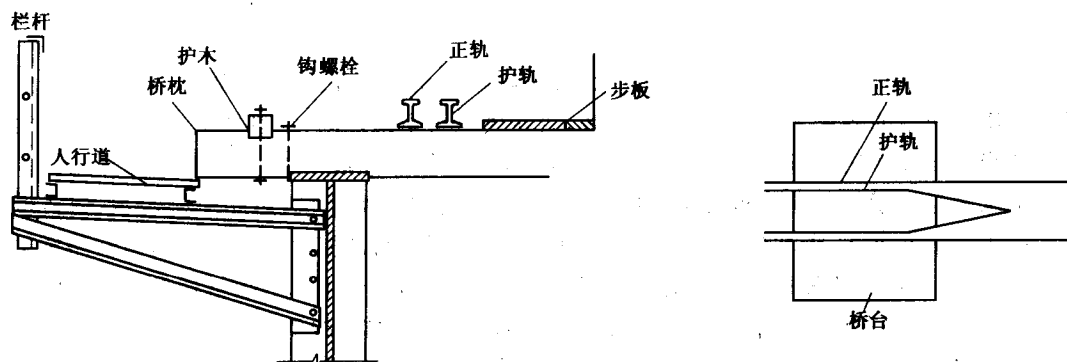


图 2-3 明桥面

二、下承式板梁桥

下承式板梁桥(见图 2-4、2-5)的主要承重结构,也是两片工字形截面的板梁,称为主梁。在两片主梁之间,设置有由纵梁和横梁组成的桥面系,桥面不是搁置在主梁上,而是搁置在纵梁上。由于纵梁高度较主梁高度小得多,这样就大大缩小了建筑高度 h (自轨底至梁底)。

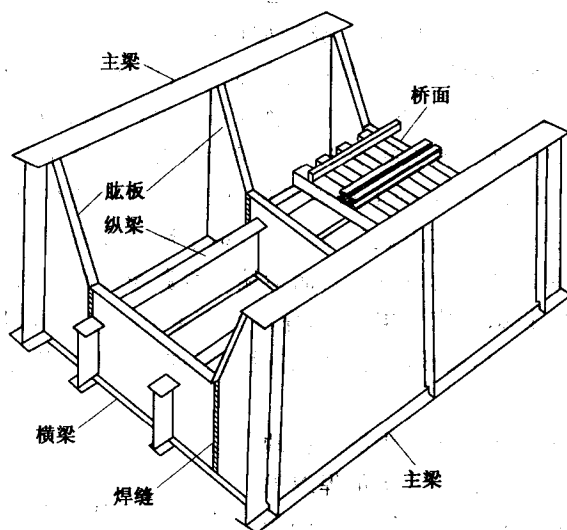


图 2-4 下承式板梁部分透视图

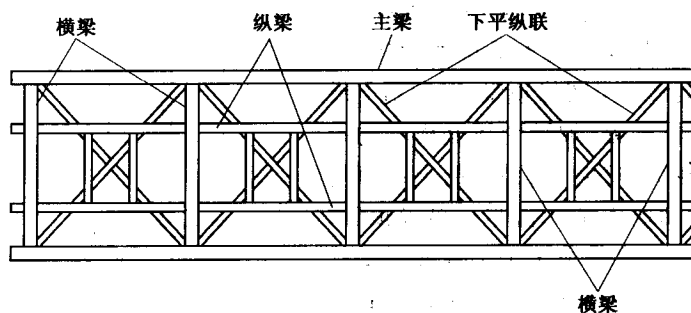


图 2-5 下承式板梁桥简图

由于桥面是布置在两片主梁之间,列车在两片主梁之间通过,这样就要求两片主梁之间的净空能满足桥梁净空的规定。桥梁净空的宽度为 4.88 m,因此下承式板梁桥标准设计中的两片主梁中心距为 5.4 m。

为了使下承式板梁桥成为一个空间稳定结构,在其主梁之下同样也设有下平纵联。由于要满足桥梁净空的要求,无法设置上平纵联,故在横梁与主梁之间,加设肱板,一方面肱板对主梁上翼缘起支撑作用,保证上翼缘的稳定;同时,肱板与横梁连成一块,可起横连的作用。

下承式板梁桥与上承式板梁桥相比,在结构方面增加了桥面系,因此用料较多,制造也费工。由于它的宽度大,无法整孔运送,因此,增添了装运与架设的工作量。所以,当铁路桥梁采用板梁桥时,应尽可能采用上承式而不采用下承式。但是,由于下承式板梁桥具有较小的建筑高度特点,在某些条件下仍有采用下承式板梁桥的必要,例如跨线铁路桥,当桥上线路标高不宜提高而又要求桥下有一定的净空时,则可考虑采用下承式板梁桥。

第三节 全焊上承式板梁桥的构造

一、主 梁

主梁是工字形截面,由翼缘及腹板组成。跨度较小的板梁桥,其主梁常用等截面的板梁,翼缘只用一块钢板;跨度较大的板梁桥,为了使主梁截面承受弯矩的能力能大致符合弯矩图,借以节省材料,主梁常做成变截面的,这时,翼缘如仍用一块钢板,则翼缘板可在宽度或厚度方面加以变化,靠梁端的翼缘板用较窄的或较厚的钢板。当翼缘需采用两块钢板时,跨中区段可用两块板,靠两端区段的翼缘则用一块板,外层钢板切断后,应将板端沿板宽度方向加工成不陡于 1:4 的斜边,厚度方向加工成不陡于 1:8 的斜坡,末端宽度不宜小于 20 mm,厚度定为焊脚高度加 2 mm。例如跨度 32 m 的上承板梁桥,由于跨中弯矩较大,主梁需要较厚的翼缘板,但目前常用的桥梁钢,一般厚度不超过 32 mm,难于满足要求。因此,在弯矩较大的跨中区段,需要用两块钢板(组成较厚的翼缘板),而梁端区段翼缘板则只用一块钢板。在截面变化处,为了使截面变化匀顺,以减少应力集中,沿厚度及宽度方向常做成斜坡。

为了保证主梁的腹板稳定,腹板的两侧常需设置竖向加劲肋,当腹板较高时,有时还需加水平加劲肋。

竖向加劲肋是采用一对板条用角焊缝对称地焊连于腹板的两侧,焊缝的两端至翼缘角焊缝的距离应不小于 80 mm;加劲肋与上翼缘相连的焊缝,其端头至翼缘角焊缝的距离应不小于 50 mm,以免焊缝相距太近而降低了该处的疲劳强度(见图 2-6)。由于主梁上翼缘直接承受桥枕的压力,因此,加劲肋的上端常与上翼缘顶紧,以达到支承翼缘板的作用。在横联处,加劲肋还是横联的一个组成部分,受力较大,这时,加劲肋的上端可与上翼缘焊牢。加劲肋的下端无需与下翼缘顶紧,更不应与下翼缘焊连,这是由于手工焊缝对受拉翼缘板的疲劳强度影响甚大。加劲肋应用半自动焊与腹板相连,不应采用手工焊,以免降低焊接质

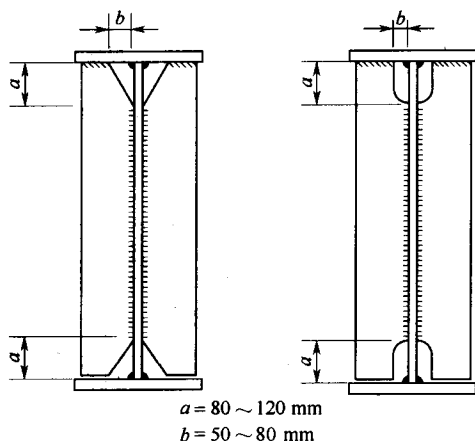


图 2-6 加劲肋布置

量。端加劲肋不仅是端部横联的一部分,还要传递板梁桥的支承反力。因此,端加劲肋上端应与上翼缘顶紧焊牢,下端应磨光顶紧并与下翼缘焊牢。

二、联 结 系

平纵联杆件端部的节点板,可与上翼缘焊连(见图 2-7),但不应与受拉翼缘焊连,这是由于受拉翼缘的疲劳强度受焊接影响较大。通常,平纵联斜杆端的节点板常与腹板焊连,而横撑则焊在加劲肋上(见图 2-7),以免降低翼缘的疲劳强度。

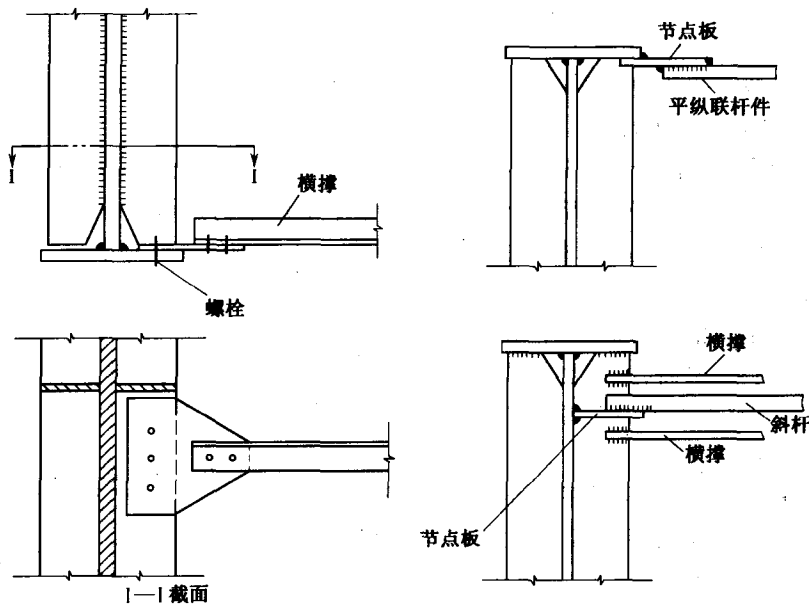


图 2-7 节点板上翼缘焊连

与腹板焊连的节点板,其另一边焊连于加劲肋上(见图 2-8),节点板切去一块,这样使节点板边缘焊缝至加劲肋与腹板相连焊缝,保持一定距离。斜杆端头连接焊缝至节点板边缘的焊缝,也应保持一定的距离。为了减少应力集中,节点板还应做成圆弧形,并在施焊完毕后用砂轮或风铲将焊缝表面进行加工,使表面平顺。

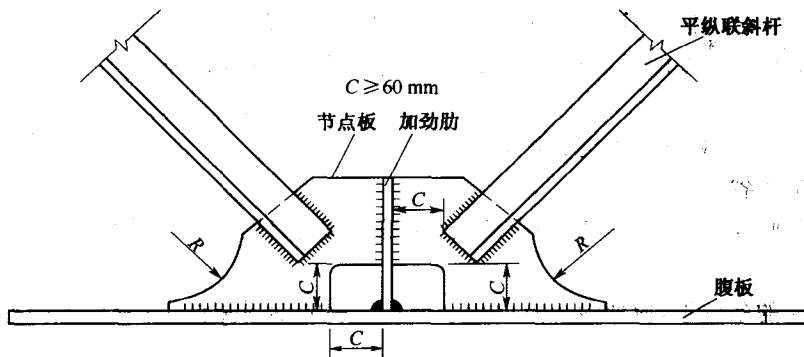


图 2-8 节点板连接