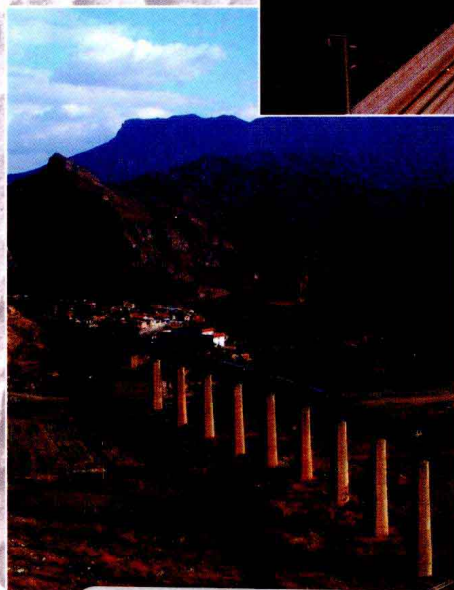
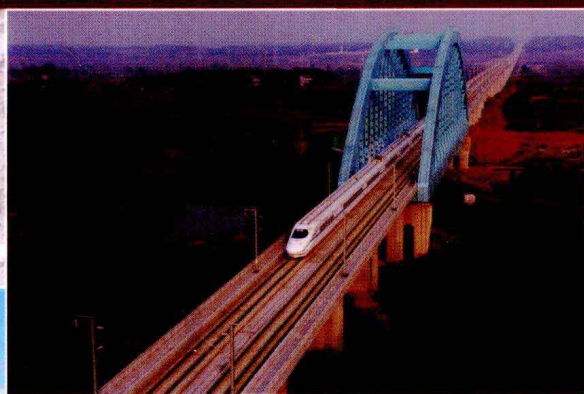




普通高等教育“十一五”国家级规划教材

桥梁施工

刘世忠 主编



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

QIAOLIANG SHIGONG

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
普通高等学校土木工程专业新编系列教材

桥 梁 施 工

刘世忠	主 编
夏文传 李晓珍	副主编
杨子江	主 审

中国铁道出版社

2010年·北 京

内 容 简 介

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材。主要内容包括:桥梁施工基本作业、基础工程、梁式混凝土桥梁施工、拱桥施工、斜拉桥与悬索桥施工、高速铁路桥梁施工实例以及桥梁施工组织与施工安全等。

本书为高等院校土木工程、交通工程等专业的教学用书,也可供施工技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

桥梁施工/刘世忠主编. —北京:中国铁道出版社,2010.6
普通高等教育“十一五”国家级规划教材
ISBN 978-7-113-11322-3

I. ①桥… II. ①刘… III. ①桥梁工程—工程施工—
高等学校—教材 IV. ①U445

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 066508 号

书 名:桥梁施工
作 者:刘世忠 主编

责任编辑:李丽娟 电话:(010)51873135 教材网址:<http://www.tdjiao.cai.com>
封面设计:郑春鹏
责任校对:张玉华
责任印制:陆 宁

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街8号)
网 址:<http://www.tdpress.com>
印 刷:河北省遵化市胶印厂
版 次:2010年7月第1版 2010年7月第1次印刷
开 本:787mm×1092mm 1/16 印张:18.75 字数:471千
书 号:ISBN 978-7-113-11322-3
定 价:35.00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,请与本社读者服务部调换。

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

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材。开设桥梁施工课程是为了满足普通高等学校桥梁工程专业和铁道工程专业的学生,毕业后能适应基层和施工现场工作的需要,使学生掌握较为系统的桥梁施工知识,加强学生的实践知识环节,避免理论脱离实际,防止知识的片面性,使普通高校毕业生能够尽快适应现代企业对新型人才的需求。

随着桥梁施工技术的不断发展,新的施工方法不断涌现,施工设备也不断更新。编写过程中,本着“少而精”的原则,选择最主要、最基本的内容进行编写,并力图介绍清楚,同时反映最新的桥梁施工技术以及现行有关施工技术规范,使学生在有限的学时内能够获得必要的桥梁施工基础知识的同时,力求紧密结合生产实际,以培养学生的创新思维、规范意识和实际工作能力。

本教材的特点是:突出重点,兼顾学科的延伸和发展;引导学生重点掌握基本概念、基本技能,注意整体知识框架的把握;注重理论联系实际,引导学生逐渐进入工程角色;注重学生实践能力和创新能力的培养,以现代典型桥梁的施工技术为范例进行启发式教学。

本书由兰州交通大学刘世忠任主编,兰州交通大学夏文传和西南交通大学李小珍任副主编;兰州交通大学杨子江主审。其中第一章、第二章和第三章由兰州交通大学夏文传编写;第四章、第七章由刘世忠编写;第五章第一~五节由厦门市市政建设开发总公司欧阳永金编写,第五章第六~八节由长安大学卢斌编写;第六章由李小珍编写;第八章由长安大学李加武编写。

本书的出版得到了兰州交通大学教务处和土木学院领导的大力支持。研究生杨超、李丽园和董桂萍进行了部分文整和部分 CAD 图形的绘制。另外,编写过程引用了大量参考文献,未能一一与原作者联系,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,教材中难免存在谬误之处,敬请读者批评指正,以便再版修订。来函请寄 Liusz 2000 @ 163. com。

编 者

2009 年 12 月

目 录

第一章 绪 论	1
第一节 桥梁施工技术综述	1
第二节 桥梁施工常用设备	4
第三节 桥梁施工主要方法及特点	22
复习思考题	27
第二章 桥梁施工基本作业	28
第一节 施工测量	28
第二节 模板、拱架、支架和脚手架工程	33
第三节 钢筋工程	38
第四节 混凝土工程	46
复习思考题	60
第三章 基础施工	61
第一节 明挖基础	61
第二节 沉入桩基础	74
第三节 钻(挖)孔桩基础	94
复习思考题	107
第四章 梁式混凝土桥梁施工	108
第一节 预应力混凝土简支梁制作	108
第二节 混凝土简支梁整孔(片)架设安装	118
第三节 连续梁桥施工	127
复习思考题	161
第五章 拱桥施工	162
第一节 拱架构造及计算	162
第二节 拱架制造与安装	169
第三节 拱圈及拱上建筑物施工	170
第四节 拱架卸落	171
第五节 拱桥的无支架施工	174
第六节 钢管混凝土拱桥施工	181

第七节 转体法施工	185
第八节 整体架设	192
复习思考题	197
第六章 斜拉桥与悬索桥施工	198
第一节 斜拉桥概述	198
第二节 斜拉索的制造与安装	203
第三节 悬索桥锚碇和塔的施工	210
第四节 缆索施工要点	215
第五节 明石海峡大桥各部件施工实例	224
复习思考题	233
第七章 高速铁路桥梁及施工实例	234
第一节 高速铁路桥梁设计施工特点	234
第二节 高速铁路桥梁施工实例	242
复习思考题	262
第八章 桥梁施工组织与施工安全	263
第一节 桥梁施工组织设计的类型和基本内容	263
第二节 桥梁施工组织设计的编制	264
第三节 施工场地布置	269
第四节 桥梁施工安全的一般规定	277
第五节 桥梁基础施工安全	284
第六节 桥梁上部结构施工安全	287
复习思考题	292
参考文献	293

第一章

绪 论

第一节 桥梁施工技术综述

一、桥梁工程施工技术在我国的发展

桥梁施工技术随着科学技术的进步以及施工机具、设备和建筑材料的发展而不断改进、提高。了解桥梁施工技术的发展进程,对掌握桥梁施工规律,不断总结、改进和创造新的施工技术十分有益。

在桥梁建造技术方面,我国有着悠久的历史 and 光辉的成就。据史料记载,在三千年前的周文王时代,就有在渭河上架设浮桥和建造石桥的历史。隋唐时期,是我国古代桥梁的兴盛年代,这段时期在桥梁形式、结构构造方面出现了很多创新,可以说是“精心构思,丰富多姿”。宋代之后,随着建桥数量的逐渐增加,桥梁的跨越能力、造型和功能都有所提高,这充分表现了我国古代工匠在桥梁施工方面的智慧和艺术水平。其中最著名的就是一千多年前所建造的赵州桥(图 1.1)。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 64.40 m,跨径 36.02 m,是当今世界上跨径最大、建造最早的单孔敞肩型石拱桥(因桥两端肩部各有二个小孔,不是实的,故称敞肩型),这是世界造桥史的一个创造。该桥采用纵向并列砌筑,将大拱圈纵向分为 28 圈,每圈由 43 块拱石组成,每块拱石重 1 t 左右,用石灰浆砌筑。为了提高拱圈的强度和整体性,在拱石表面凿有斜纹,在拱石的纵向安放一对腰铁(铁箔),在主拱跨中拱背上设置 5 根铁拉杆,并在拱顶石砌筑时采用插尖方法使拱石挤压紧密。仅从赵州桥的施工技术来分析,不难看出古代工匠对于拱桥的受力特性已经十分熟悉,其施工技术完全符合现代科学的原理,赵州桥能完好保存至今的一个重要原因也在于此。

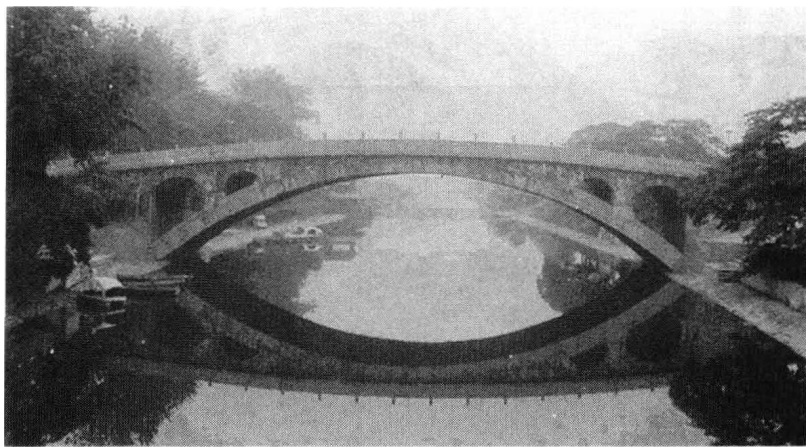


图 1.1 赵州桥

泉州洛阳桥又名万安桥(图 1.2),是濒临海湾的大石桥,始建于宋皇祐五年(1053 年)。该桥全长 834 m,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使筏形基础加固成整体。这一抛石技术在建造鹰厦铁路海堤工程中也得到了继承和发展。万安桥的石梁共 300 余根,每根重 20~30 t,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,使石梁浮运、起落,并以“悬机”牵引就位。现代浮运架桥的原始雏形就是古代工匠仅用人工、简单工具和借助自然力建造大桥的工程实践。



图 1.2 洛阳桥

玉带桥建于清乾隆年间(公元 1736~1795 年,图 1.3),位于北京颐和园昆明湖长堤上。该桥单孔净跨 11.38 m,矢高约 6.5 m,全部用玉石琢成,桥面是双反向曲线,组成波形线桥型,配有精制白石栏板,非常富丽堂皇。蛋尖形桥拱,特别高耸,好似玉带。玉带桥的造型纤秀挺拔、轻巧,具有我国长江三角洲地区石拱桥的风格。



图 1.3 玉带桥

然而,封建制度的长期统治,大大束缚了生产力的发展。表现在桥梁建设方面,就是大部分桥梁由外国投资,洋人设计,外商承包,技术落后,进展缓慢。我国自行设计施工的京张铁路桥梁(1905~1909年),钢梁的最大跨度仅达33.5m。全线最长的怀来桥,墩身采用的是木桩基础,施工时用农田灌溉水车抽水,人力拉拽落锤打桩。钢梁杆件用骡车运达工地组拼。至于浙赣线杭州钱塘江桥,虽为国人自行设计,但正桥墩台基础和钢梁工程,均由外国公司承包施工。

新中国成立后,我国桥梁施工技术水平随着交通运输业的发展迅速提高。特别是改革开放以来,我国桥梁建设进入了一个辉煌的时期,建设了一大批结构新颖、技术复杂、设计和施工难度大的桥梁,建设水平已跻身世界先进行列。桥梁施工技术的先进与否,在一定程度上反映了一个国家的技术水平和工业发展水平,同时也代表了桥梁工程技术人员水平。20世纪90年代,是世界桥梁发展的辉煌时代,各国均掀起了建桥热潮,中国也不例外。在这期间,我国国民经济持续快速发展,国家加大了对交通基础设施的投资,高速铁路、客运专线和高速公路的建设步伐加快,桥梁技术不断创新,各种桥型更加丰富,结构趋于轻型化。在此期间所建造的各类桥梁数量之多前所未有。在一些大跨深水桥梁的建设中,大量新技术、新结构、新工艺、新材料和新设备的应用,使桥梁的建造技术得到了空前的发展,我国的桥梁建造技术水平已跻身世界前列,甚至于有些桥型处在世界领先的地位。

桥梁跨度是衡量桥梁建造技术水平的一个重要指标。在悬索桥中,1999年9月建成通车的江阴长江大桥,主跨1385m,是我国第一座跨度超过千米的钢箱梁悬索桥。位于舟山连岛工程项目的西堠门大桥,主跨为1650m,为连续钢箱梁悬索桥,在全世界悬索桥中排名第二,仅次于日本明石海峡大桥,在钢箱梁悬索桥中世界排名第一。钢斜拉桥中世界排名前十名中中国占了七座,分别是苏通大桥(主跨1088m,世界排名第一)、昂船洲大桥(主跨1018m,世界排名第二)、南京长江三桥(主跨648m)、南京长江二桥(主跨628m)、金塘大桥主航道(主跨620m)、白沙洲桥(主跨618m)、青州闽江桥(主跨605m)、杨浦大桥(主跨602m)。钢拱桥中中国桥梁也占有一席之地,世界排名第一的重庆朝天门大桥,主跨为552m;卢浦大桥主跨550m,世界排名第二;此外还有巫峡长江大桥(主跨460m)、新光大桥(主跨428m)和菜园坝大桥(主跨420m)。预应力混凝土连续刚构桥中有重庆石板坡长江大桥复线桥(主跨330m,世界排名第一)、虎门大桥辅航道桥(主跨270m)、苏通大桥辅航道桥(主跨268m)、红河大桥(主跨265m)、下白石大桥(主跨260m)、江安长江大桥(主跨252m)等。我国公铁两用桥也取得较好成绩,武汉天兴洲大桥全长8043m,主桥为98m+196m+504m+196m+98m双塔三索面斜拉桥,下层为可并列行驶四列火车的铁路桥,也是中国第一座能满足高速铁路运营的大跨度斜拉桥。

二、施工技术在桥梁工程中的地位和作用

经过规划、工程可行性研究、勘察设计和施工等几个阶段,一座桥梁就建成了。其中施工是具体体现桥梁设计思想和设计意图的过程,其最终目的是要建造一个即满足营运要求又能作为一种空间艺术结构存在于社会之中的工程实体,而施工技术无论在设计还是在施工阶段都起着举足轻重的作用。在科学技术高速发展的今天,对于某些桥梁结构而言,虽然在结构理论分析和计算上都不存在什么障碍,但桥梁设计者的设计意图能否真正得以实现,很大程度上取决于施工技术,亦即桥梁高水平的设计需要更高水平的施工技术去实现。另一方面,桥梁施工技术的发展,为实现桥梁设计意图提供了灵活多样的手段,也为增大桥梁跨度、改善梁体线形以及应用新材料提供了充分的条件。建造桥梁所采用的不同施工方法,对不同施工阶段的桥梁结构内力有不同的影响,施工阶段结构的内力变化反过来又对整个桥梁设计提出新的

要求。设计与施工的完美结合必须要有与之适应的施工技术来保证,两者相互依赖、相互促进,从而推动桥梁建设事业不断向前发展。

施工技术包括了施工设计计算、施工方法、手段和工艺等方面的内容。在桥梁的施工阶段,施工技术占据了主导地位。技术的先进与否,直接影响到施工所能采用的施工方法和手段,甚至将左右工程的进展。任何一项简单或复杂的桥梁工程,都必须依据相应的施工技术,才能制定出切实可行的施工方案,用于指导施工。

第二节 桥梁施工常用设备

一、概述

施工设备和机具是桥梁施工技术中的重要组成部分,也是桥梁施工中的一个重要课题,施工设备和机具的优劣往往决定了桥梁施工技术的先进与否,同时影响施工进度和施工质量。反过来,桥梁施工技术的发展,也要求各种施工设备和机具不断进行更新和改造,以适应施工技术的发展。

现代大型桥梁施工设备和机具主要有:

- (1)各种常备式结构,包括万能杆件、贝雷梁、军用梁等;
- (2)各种起重机具设备,例如千斤顶、吊机等;
- (3)混凝土施工设备,例如搅拌机、输送泵、振动设备等;
- (4)预应力施工设备,例如锚具、各类张拉千斤顶等。

桥梁施工用到的机械设备和机具品种繁多,因此在进行施工组织设计和规划时,常常应该根据具体的施工对象、施工工期要求、劳动力分布以及施工现场现有的机械设备等情况,合理地选用、配备和安排机具设备,以使它们能够发挥最大的工作效率和经济效益,确保整个工程能够高质量、高效率和安全地如期完成。同时,桥梁施工实践证明:施工设备选用搭配的合理与否,直接影响桥梁施工的安全。许多重大事故的发生,常常同施工设备陈旧或使用配备不当有关。

二、桥梁施工中的各种常备式结构

(一)钢板桩

为了抵御开挖深基坑或在水中进行桥梁墩台基础施工时的土压力和水压力,必须采用钢板桩;如果钢板桩不能满足要求时,就需做成钢板桩围堰。

(二)钢管脚手架(支架)

常用的钢管脚手架有扣件式、碗扣式和门式等。

扣件式钢管脚手架采用 $\phi 48 \text{ mm} \times 3.5 \text{ mm}$ 钢管,利用直角扣件、旋转扣件和对接扣件连接而成,见图 1.4。

扣件式脚手架的优点是直接从工厂购买钢管,无需加工,因此可以任意搭设,通用性强。其缺点是:由于纵、横、斜杆之间有偏心,对结构受力非常不利;其次节点的连接力与螺丝拧紧程度有关,因此搭设质量与施工人员的经验有关。钢管脚手架可以搭设单排、双排、满堂等形式,顶部和底部可以通过底托和顶托等配件进行调整。图 1.5 所示的是脚手架的一些配件。

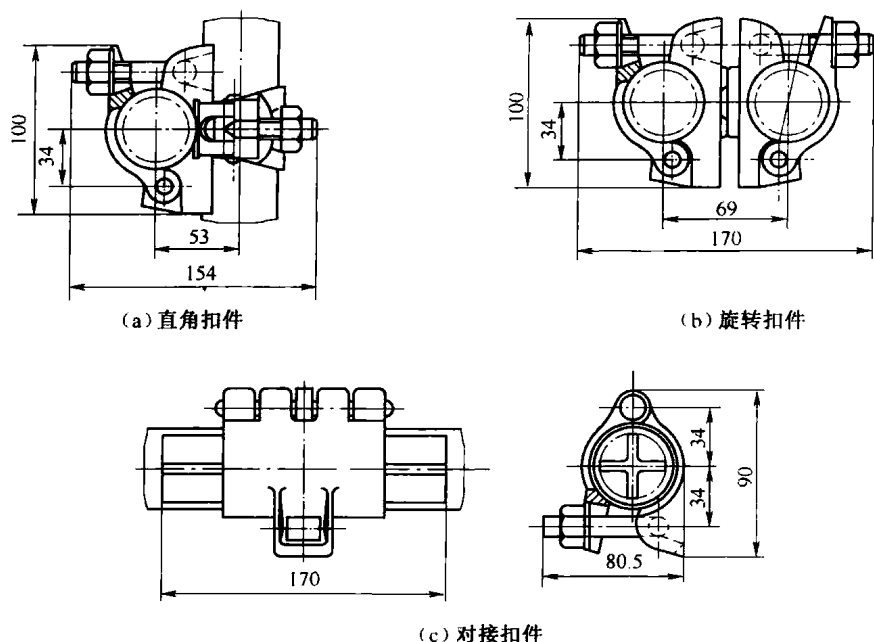


图 1.4 扣件式钢管架的扣件(单位:mm)

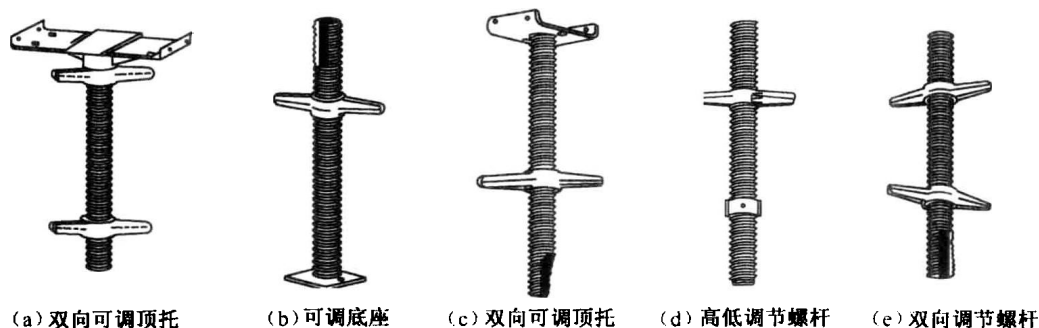


图 1.5 脚手架配件

碗扣式脚手架采用的还是 $\phi 48$ mm 的钢管,不过连接节点由原来的扣件改为“碗扣”。碗扣式脚手架的优点是:由于采用了中心连接,因此承载力得到了较大提高;另外,节点由原来的扣件连接改为焊接连接,因此节点的受力性能得到改善,安全度得到提高,人为影响因素减少。其缺点是:横杆和立杆需要重新加工,成本加大;同时由于碗扣是焊接在立杆上的,因此步距不能任意调整,失去灵活性。图 1.6 所示的是碗扣式脚手架的节点。

门式脚手架由美国 Beatty 脚手架公司首创,于 20 世纪 80 年代引入我国。门式脚手架由门架、十字撑、平行架或专用钢脚手板组拼而成,见图 1.7。门式脚手架的优点是:质量轻;同时每组脚手架本身都可以形成稳定的结构体系。其缺点也是很明显的:体型和结构尺寸比较单一,且平面尺寸被固定;其次是薄壁构件坚固性较差,对拆装过程有较高的要求。

其他类型的脚手架还有套件式扣件脚手架、轮扣式扣件脚手架和圆盘式扣件脚手架等,见图 1.8。它们的特点是装拆方便,搭设灵活,能适应结构物平、立面的变化。螺栓连接的钢管脚手架的基本构造形式与扣件式钢管脚手架大致相同,所不同的是用螺栓连接代替扣件连接。

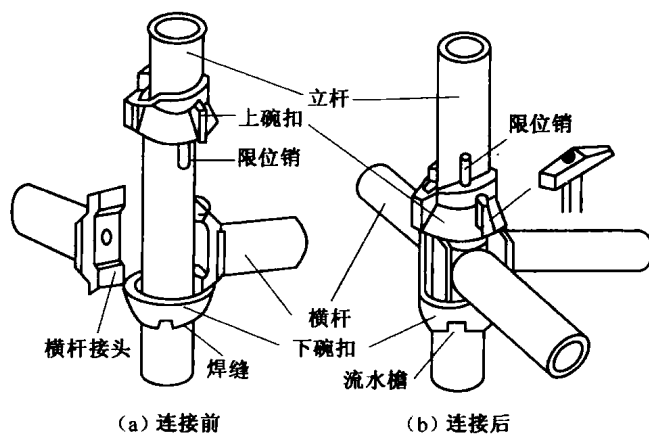


图 1.6 碗扣架节点

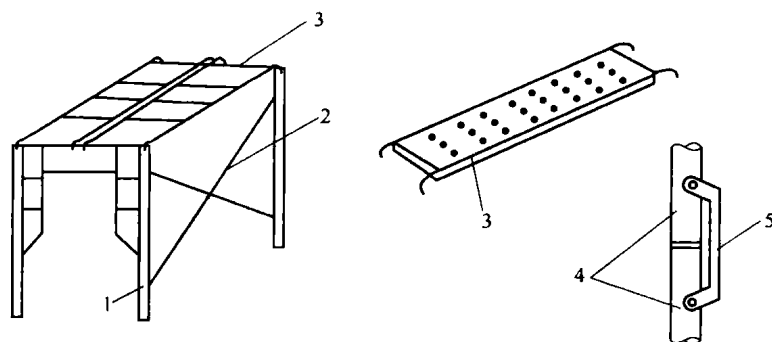


图 1.7 门式架主要结构构件

1—门形架;2—十字撑;3—脚手板(平行架);4—立柱;5—锁臂

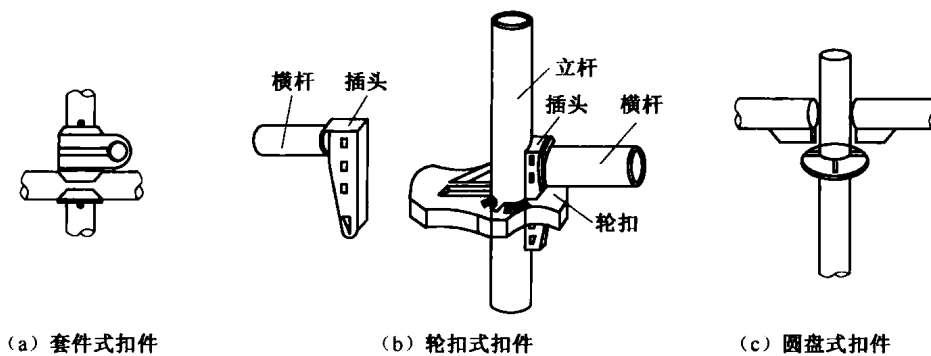


图 1.8 其他类型扣件式脚手架扣件

(三) 拼装式常备模板

拼装式钢模、木模和钢木结合模板的构造都基本相同,整套模板均由底模、侧模和端模三部分组成。

整体式模板是预制工厂的常备结构,常用于桥梁预制工厂的一些标准定型构件的生产中。

目前在我国的工业和民用建筑中广泛使用的组合式钢制定型模板,在桥梁的墩台施工中也有使用。组合式定型模板是用 2.3 mm 或 2.5 mm 厚的钢板冷轧冲压整体成型,肋高 55 mm,中间点焊纵肋和横肋。在边肋上设有 U 形卡连接孔,端肋上设有 L 形插销孔,孔径为 13.8 mm,孔距为 150 mm,使纵(竖)横向均能拼接。它可以根据需要拼装成宽度模数以 50 mm 进级、长度模数以 150 mm 进级的各种尺寸的模板。这种组合式定型钢模板的优点是通用性强,可灵活组装,装拆方便,强度高,刚度大,尺寸精度高,接缝严密,表面光洁,适于组合拼装成大块,可实现机械化施工,周转次数多(50 次以上),能节约木材及降低成本等。

(四) 万能杆件

钢制万能杆件可以组拼成桁架、墩架、塔架和龙门架等形式,以作为桥梁墩台、索塔的施工脚手架,或作为吊车主梁以安装备用预制构件。必要时还可以作为临时的桥梁墩台和桁架。

万能杆件的优点有很多,例如拆装容易,运输方便,利用率高,可以大量节省辅助结构所需的木料、劳动力和工期,因此适用范围较广。

万能杆件的类型有铁道部门生产的甲型(又称 M 型),乙型(又称 N 型)和西安筑路机械厂生产的乙型(称为西乙型)。三者在结构、拼装形式上基本相同,仅弦杆角铁尺寸、部分缀板的大小和螺栓直径稍有差异。下面介绍西乙型的构造和有关技术资料。

西乙型万能杆件共有大小构件 24 种。其中杆件及拼接用的角钢零件 9 种,编号为 1、2、3、4、5、6、7、7A、16;节点板 9 种,编号为 8、11、13、17、18、22、22A、23、28;缀片 2 种,编号为 19、20;填板 1 种,编号为 15;支承靴 1 种,编号为 21A;普通螺栓 2 种,编号为 24、25。

西乙型构件规格尺寸及质量见表 1.1 和图 1.9 所示。

表 1.1 西乙型构件规格尺寸及质量

编号	名 称	规 格	单位重(kg)	附 注
1	长弦杆	L100×100×12×3994	71.49	
2	短弦杆	L100×100×12×1994	34.69	
3	斜杆	L100×100×12×2350	42.07	
4	立杆	L75×75×8×1770	14.98	
5	斜撑	L75×75×8×2478	22.38	
6	联结角钢	L90×90×10×580	8.2	用于 1 或 2
7	支承角钢	L100×100×12×494	8.84	用于 1 或 2
7A	支承靴角钢	L100×100×12×594	10.63	用于 1 或 2
8	节点板	□250×280×10	7.42	1、2 与 4、5 相连
11	节点板	860×552×10 A=3389 cm ²	34.88	1、2 与 3、4 相连
13	节点板	580×552×10 A=2492 cm ²	17.56	1、2 与 4、16 相连
15	弦杆塞填板	□8×480×10	3.01	用于 1 或 2
16	长立杆	L75×75×8×3770	34.04	
17	节点板	626×350×10 A=2005 cm ²	14.74	4、16 与 4、5 相连
18	节点板	305×314×10 A=606 cm ²	4.76	4、16 与 4、5 相连

续上表

编号	名称	规格	单位重(kg)	附注
19	缀板	□210×180×10	2.97	用于1或2
20	缀板	□170×160×10	2.14	用于3、4、5、16
21A	支承靴		24.01	
22	节点板	□580×392×10	16.85	1、2与4、5相连
22A	节点板	□580×566×10	24.77	1、2与4、5相连
23	节点板	540×262×10 A=1334 cm ²	10.47	1、2与4、5相连
24	普通螺栓	φ22×(40、50、60)		
25	普通螺栓	φ27×(40、50、60、70、80)		
28	大节点板	□860×886×10 A=7042 cm ²	73.84	1、2与3、4相连

注:各构件除19、20用Q235钢制作外,其余均用16锰钢制作。

用万能杆件组拼成桁架时,其高度可为2m、4m、6m及以上。当高度为2m时,腹杆为三角形;当高度为4m时,腹杆为菱形;高度超过6m时,则可做成多斜杆的形式,如图1.9所示。

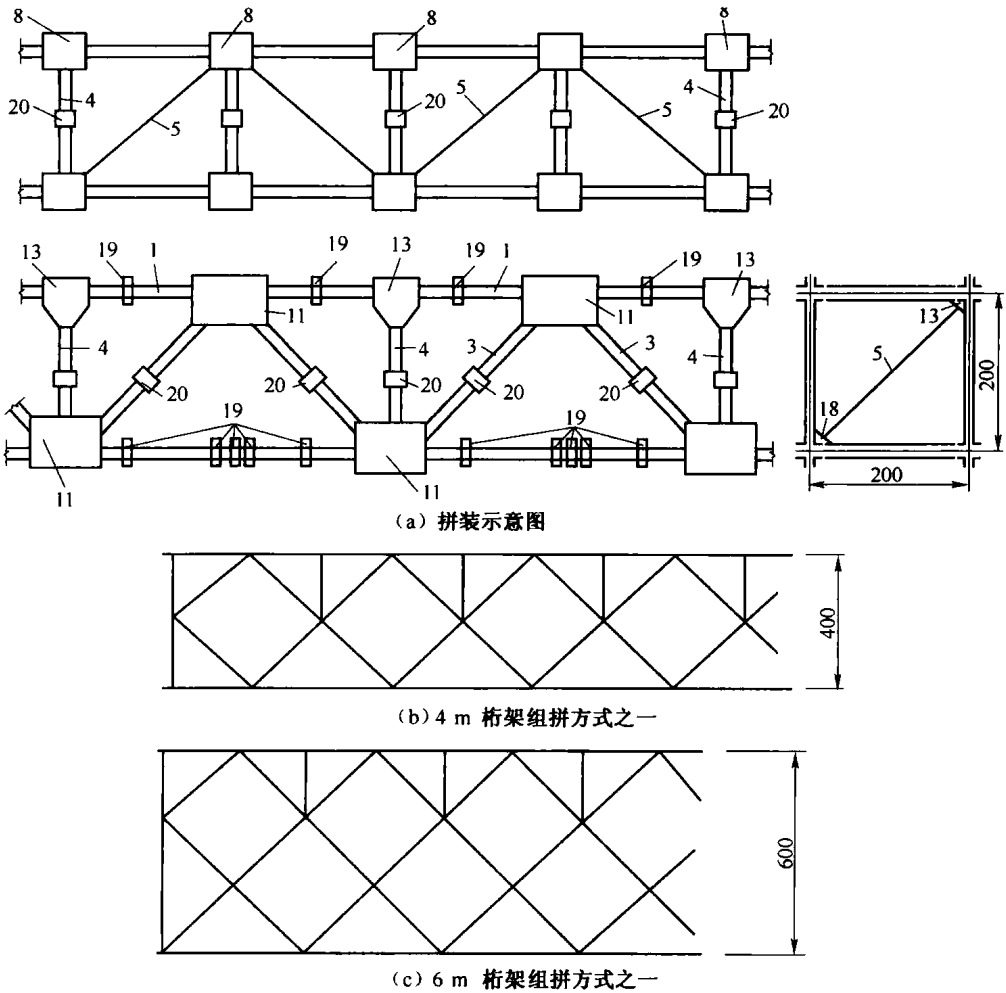


图 1.9 万能杆件组拼桁架示意图(单位 cm)

(五) 贝雷梁

贝雷梁现有进口与国产两种规格。国产贝雷梁桁节皆用 16 锰钢,销子用铬锰钛钢,插销用弹簧钢制造,焊条用 T505x 型,桥面板和护轮木用松木或杉木。材料的容许应力按基本应力提高 30%取值,个别钢质杆件不得超过其屈服点的 85%。设计时采用的容许应力如下:

16 锰钢拉应力、压应力及弯应力为 $1.3 \times 210 = 273 \text{ MPa}$,剪应力为 $1.3 \times 160 = 208 \text{ MPa}$ 。

30 铬锰钛钢拉应力、压应力及弯应力为 $0.85 \times 130 = 110.5 \text{ MPa}$;剪应力为 $0.45 \times 1300 = 585 \text{ MPa}$ 。

贝雷梁桁架力学性能见表 1.2 所示。

表 1.2 贝雷梁桁架力学性能

类 型	高×长 (cm)	弦杆截面积 $F(\text{cm}^2)$	弦杆惯性矩 $I_x(\text{cm}^4)$	弦杆截面模量 $W_1(\text{cm}^3)$	桁片惯性矩 $I_g(\text{cm}^4)$	桁片截面模量 $W_0(\text{cm}^3)$
国产贝雷	150×300	24.48	395.6	77.4	250 500	3 570
进口贝雷	154.94×3 048	26.48	382.9	74.2	283 000	3 910

三、桥梁施工中常用的起重设备

(一) 扒 杆

扒杆是一种简单的起重吊装工具。一般由施工单位根据工程施工实际需要自行设计和加工制作而成。扒杆可以用来升降重物、移动和架设桥梁等。常用的扒杆种类有独脚扒杆、人字扒杆、摇臂扒杆和悬臂扒杆。图 1.10 为人字扒杆示意图。

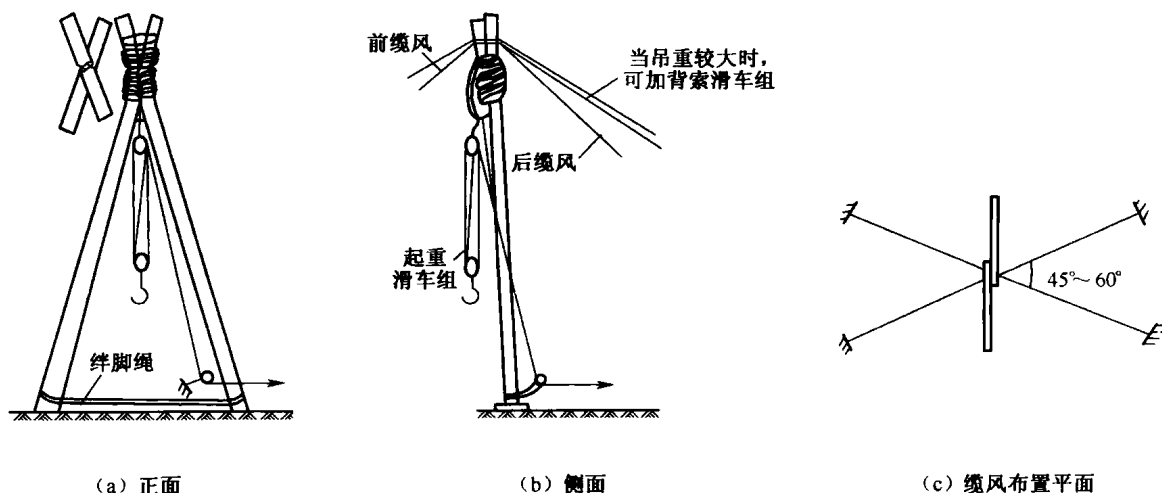


图 1.10 人字扒杆

(二) 龙门架(龙门扒杆、龙门吊机)

龙门架是在桥梁施工中用的较多的一种垂直起吊设备。如果在龙门架顶横梁上设行车时,可以用来横向运输重物、构件;在龙门架两腿下设有滚轮并置于铁轨上时,可在轨道上纵向运输;如在两腿下设有能转向的滚轮时,可进行任何方向的水平运输。龙门架通常设于构件预制场内吊移构件,或设在桥墩顶、桥墩旁安装大型构件。常用的龙门架种类有钢木混合构造龙门架、拐脚龙门架和装配式钢桥桁节(贝雷)拼制的龙门架,图 1.11 为装配式龙门架示意图。

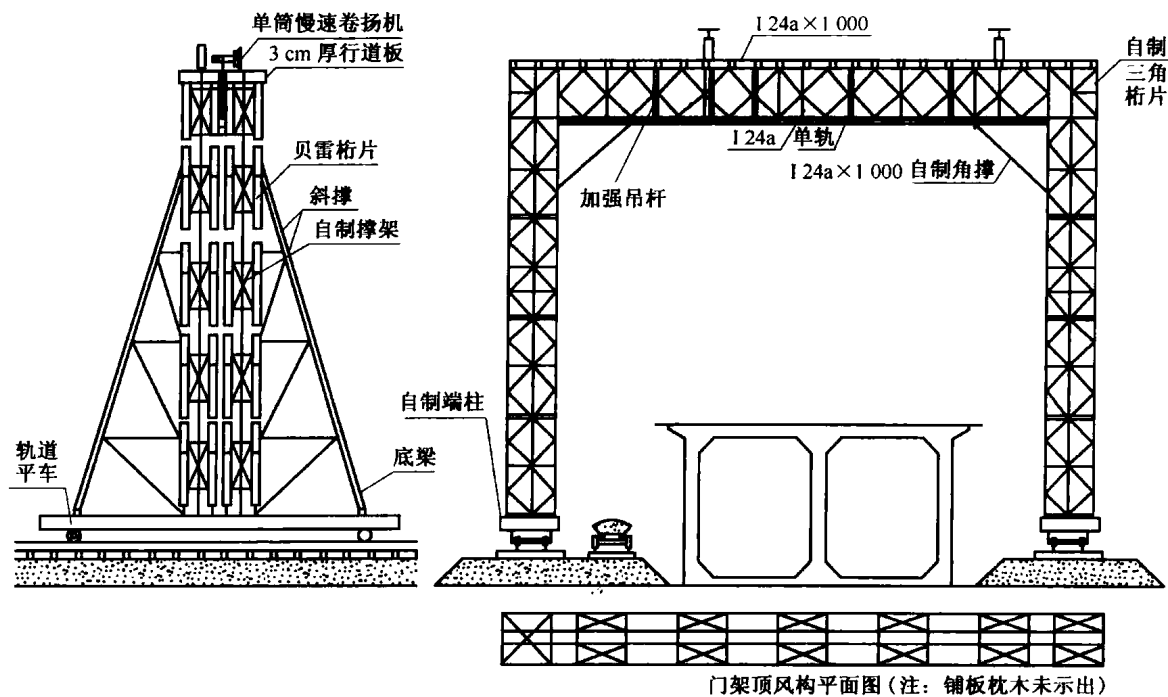


图 1.11 用装配式钢桥桁节(贝雷)拼装的龙门架

(三) 浮吊

在通航河流上建桥时经常会用浮吊船作为工作船。常用的浮吊有铁驳轮船浮吊和用木船、型钢及人字扒杆等拼成的简易浮吊。船上通过配备扒杆、卷扬机等机械设备配合作业。

(四) 缆索吊机

缆索起重机一般适用于高差较大的垂直吊装和架空纵向运输,吊运能力从几吨至几十吨,纵向运距从几十米至几百米。缆索吊机由主索、天线滑车、起重索、牵引索、起重及牵引绞车、主索地锚、塔架、风缆、主索平衡滑轮、电动卷扬机、手摇绞车、链滑车及各种滑轮等部件组成。在吊装拱桥时,缆索吊装系统除了上述各部件外,还有扣索、扣索排架、扣索地锚、扣索绞车等部件。其布置方式可参见图 1.12 所示。

四、混凝土设备

(一) 混凝土搅拌设备

混凝土搅拌设备是一种按设计配合比将水泥、砂子、石子、水、外加剂等拌制成具有一定匀质性及和易性的混凝土拌和物的机械设备。它由进料、搅拌、出料、供水、控制、底盘等部分组成。

混凝土的强度与组成材料的配合比以及搅拌的均匀性有关。因此我国现行国家标准《混凝土搅拌机技术条件》(GB 9142—2000)和《混凝土搅拌机性能试验方法》(GB 4477—95)规定,用混凝土拌和物的匀质性来评定搅拌机的搅拌性能,即经过规定的搅拌时间搅拌后,同一罐不同部位的混凝土拌和物中砂浆容重的相对误差应小于 0.8%,单位体积混凝土中粗骨料质量的相对误差应小于 5%。同时,搅拌机搅拌的混凝土稠度也应均匀一致,每罐次混凝土的坍落度差值也应符合规定的要求。

由于分散搅拌不利于质量的控制,世界各国都推行了工厂集中搅拌的预拌混凝土制度,所

