

“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定
全国铁道职业教育教学指导委员会规划教材
高等职业教育高速铁路工程技术专业“十三五”规划教材

高速铁路桥梁工程施工技术

(第二版)

马艳霞 马悦茵◎主 编

董建文 韩葛亮◎副主编

吴士民◎主 审

中国铁道出版社有限公司

2019年·北京

内 容 简 介

本书为国家骨干高等职业院校建设成果交通土建类专业系列教材。全书共 11 个单元,包括绪论、桥梁施工的准备工作和桥梁基础施工、桥梁墩台施工、支座施工、预应力混凝土简支梁桥施工、预应力混凝土连续梁、连续刚构桥施工、其他类型桥梁施工、桥梁附属设施施工、涵洞施工、桥梁养护与维修。本书结合现行《高速铁路桥涵工程施工技术规程》等相关内容,选用了成熟的施工技术,内容上力求与时俱进。

本书可供高等职业院校高速铁路工程技术、铁道工程技术、道路桥梁工程技术等专业学生学习使用,亦可作为施工现场工程管理人员、施工技术人员的工具书。

图书在版编目 (CIP) 数据

高速铁路桥梁工程施工技术/马艳霞,马悦茵主编.—2 版.—北京:
中国铁道出版社有限公司,2019.11

“十二五”职业教育国家规划教材 经全国职业教育教材审定委员会
审定 全国铁道职业教育教学指导委员会规划教材 高等职业教育高速
铁路工程专业“十三五”规划教材

ISBN 978-7-113-26458-1

I. ①高… II. ①马… ②马… III. ①高速铁路-桥路桥-桥梁施工-高等
职业教育-教材 IV. ①U448.13

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 257400 号

书 名: 高速铁路桥梁工程施工技术

作 者: 马艳霞 马悦茵

责任编辑: 李露露

编辑部电话: (010) 51873240

邮箱: 790970739@qq.com

封面设计: 崔丽芳

责任校对: 王 杰

责任印制: 樊启鹏

出版发行: 中国铁道出版社有限公司 (100054, 北京市西城区右安门西街 8 号)

网 址: <http://www.tdpress.com>

印 刷: 国铁印务有限公司

版 次: 2014 年 8 月第 1 版 2019 年 11 月第 2 版 2019 年 11 月第 1 次印刷

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16 印张: 19 字数: 518 千

书 号: ISBN 978-7-113-26458-1

定 价: 49.80 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

打击盗版举报电话:(010) 63549461

第二版前言

本书是“十二五”职业教育国家规划教材，全书以职业能力培养为核心，以桥梁结构施工“工作项目”为主线，适合高等职业教育铁道工程技术、高速铁路工程技术等专业教学使用。本书根据本行业的发展，依据相关桥梁施工的技术标准、规范、规程的更新及新材料、新技术、新工艺的发展进行了修订。

本书在修订过程中结合中国中铁股份有限公司等企业需要，以职业岗位目标为切入点，以培养面向高速铁路桥梁施工第一线的高素质技能型人才为目标，依照桥梁施工工作过程进行单元的编排，以职业能力为本位，从“任务与职业能力”分析出发，设定课程能力培养目标。以学生就业为导向，紧紧围绕完成工作任务的需要和职业资格证书中相关考核要求来组织教材内容。

本书在修订时，将原有单元内容重新进行了划分，并根据最新技术标准、规范、规程进行了内容的更新，同时增加了其他类型桥梁施工和桥梁养护与维修的知识。修订后本书共11个单元，主要内容包括：绪论、桥梁施工的准备工作、桥梁基础施工、桥梁墩台施工、支座施工、预应力混凝土简支梁桥施工、预应力混凝土连续梁、连续刚构桥施工、其他类型桥梁施工、桥梁附属设施施工、涵洞施工、桥梁养护与维修。

本书由哈尔滨铁道职业技术学院马艳霞、马悦茵任主编，中铁三局桥梁专家组组长吴士民任主审。其中单元一、单元七、单元九、单元十由哈尔滨铁道职业技术学院马艳霞编写；单元五、单元六由哈尔滨铁道职业技术学院马悦茵编写；单元二、单元八由哈尔滨铁道职业技术学院韩葛亮编写；单元三、单元四由哈尔滨铁道职业技术学院董建文编写；单元十一由哈尔滨铁道职业技术学院王淑媛编写。

本书在编写过程中，得到了哈尔滨铁道职业技术学院、中铁中铁股份有限公司同仁的大力支持和帮助，在此深表感谢；同时，本书在编写过程中参考和引用了大量有关文献资料，在此对原作者致以谢意。

由于编者水平有限，书中疏漏和不妥之处在所难免，敬请读者批评指正。

编者

2019年10月



第一版前言

哈尔滨铁道职业技术学院在高速铁路大发展的形势下，组织学校教师进行了大量的调研，广泛收集国内外有关高速铁路的施工技术资料，在消化吸收和系统归纳整理后，结合高职学院教学特点，组织编写了高速铁路技术及相关专业系列丛书。

“高速铁路桥梁工程施工”是高速铁道技术专业及其专业群的一门专业核心课程。在编写过程中以培养面向高速铁路桥梁施工第一线的高素质技能型人才为目标，注重职业教育的特点和内容，以实用、实际、实效为原则，同时又紧密追踪本行业的发展，采用了行业最新的规范和标准。

桥梁工程在高速铁路桥梁中所占比重较大，作为一名高速铁路建设人员，必须具备桥梁工程施工的能力。本书主要内容包括：铁路桥涵概述、桥涵工程施工准备、桥梁基础施工、桥梁墩台施工、桥位制梁、预应力混凝土梁体预制、预制梁架设、桥梁支座安装、桥面系及附属工程、涵洞施工。通过学习，使学生掌握高速铁路桥梁施工的最新方法和技术标准。

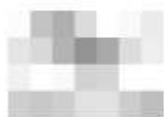
本书由哈尔滨铁道职业技术学院付慧任主编，哈尔滨铁道职业技术学院马艳霞、马悦茵任副主编，中铁三局桥梁专家组组长吴士民任主审。参加编写工作的有：哈尔滨铁道职业技术学院李楠楠（第一单元）、付慧（第二、三单元）、马艳霞（第四、五、十单元）、马悦茵（第六、七、八单元）、舒展（第九单元）。

本书在编写过程中，得到了哈尔滨铁道职业技术学院、中铁三局同仁的大力支持和帮助，在此深表感谢。

由于时间仓促，编者水平有限，本书一定还存在不足，敬请各位读者批评指正。

编者

2014年3月于哈尔滨



目录

单元一 绪 论	1
学习项目一 桥梁基本构造	1
学习项目二 高速铁路桥梁设计施工特点	5
巩固与提高	7
单元二 桥涵工程施工准备	8
学习项目一 施工调查	8
学习项目二 技术准备	11
学习项目三 施工机械及人员准备	15
学习项目四 施工场地布置、临时工程和辅助工程	33
巩固与提高	35
单元三 桥梁基础施工	36
学习项目一 明挖基础施工	36
学习项目二 桩基础施工	51
学习项目三 沉井基础施工	61
学习项目四 组合式基础施工	66
巩固与提高	68
单元四 桥梁墩台施工	69
学习项目一 普通墩台施工	69
学习项目二 高桥墩施工	74
学习项目三 锥体填筑	82
巩固与提高	85
单元五 桥梁支座安装	86
学习项目一 支座概述	86
学习项目二 高速铁路桥梁支座安装	89
巩固与提高	92
单元六 预应力混凝土简支梁桥施工	93
学习项目一 后张法预应力混凝土简支梁桥预制	93
学习项目二 先张法预应力混凝土简支梁桥预制	114
学习项目三 预应力混凝土简支梁桥整孔架设	127

学习项目四 支架浇筑	137
学习项目五 移动模架制梁	144
学习项目六 移动支架制架梁	156
巩固与提高	162
单元七 预应力混凝土连续梁、连续刚构桥施工	163
学习项目一 悬臂浇筑施工	163
学习项目二 悬臂拼装施工	180
学习项目三 转体法施工	187
学习项目四 连续梁顶推	194
学习项目五 先简支后连续箱梁	202
巩固与提高	204
单元八 其他类型桥梁施工	205
学习项目一 钢桥施工	205
学习项目二 拱桥施工	214
学习项目三 斜拉桥施工	226
巩固与提高	242
单元九 桥面系及附属工程	243
学习项目一 防护墙、竖墙和接触网支柱基础施工	243
学习项目二 桥梁伸缩缝装置和桥面防排水设施设置	246
学习项目三 其他附属工程施工	251
巩固与提高	252
单元十 涵洞施工	253
学习项目一 圆形涵洞施工	253
学习项目二 盖板涵施工	255
学习项目三 框架涵施工	259
学习项目四 倒虹吸管施工	263
学习项目五 涵洞附属工程施工	267
巩固与提高	271
单元十一 桥梁的养护维修	272
学习项目一 桥梁的养护维修概述	272
学习项目二 桥梁上部结构的养护维修	279
学习项目三 桥梁下部结构的养护维修	291
巩固与提高	297
参考文献	298

单元一 绪 论

学习导读

桥梁是高速铁路土建工程中的重要组成部分,占其线路里程比例大,主要以高架桥及长桥居多。高速铁路桥梁的主要功能是为高速列车提供稳定、平顺的桥上线路。

教学目标

1. 能力目标
具备桥梁结构分析的能力。
2. 知识目标
(1)了解桥梁基本构造;
(2)掌握高速铁路桥梁设计施工特点。
3. 素质目标
(1)培养学生职业道德;
(2)培养学生思考问题的习惯。

学习项目一 桥梁基本构造

一、引 文

桥梁是指公路、城市道路、铁路、渠道、管线等跨越水域、山谷或彼此间相互跨越的工程构筑物,是交通运输中重要组成部分。铁路桥梁建设与国家的经济发展息息相关。

二、相关理论知识

(一)桥梁的组成及相关术语

1. 桥梁的组成

桥梁由四个基本部分组成,即桥跨结构、下部结构、支座及附属设施,见图 1-1。

①桥跨结构(或称桥孔结构,上部结构),是在线路遇到障碍而中断时,跨越障碍的主要承重结构。

②下部结构,包括桥墩、桥台和墩台基础,是支承桥跨结构并将恒载和车辆等荷载传至地基的建筑物。

桥台设在桥的两端,桥墩则在两桥台之间。桥台除了支承桥跨结构的作用外,还要防止路堤滑坡,并与路堤衔接。为保护桥头路堤填土,每个桥台两侧常做成石砌的锥体护坡。

墩台基础,是埋入土层之中,并使桥上全部荷载传至地基的结构部分。

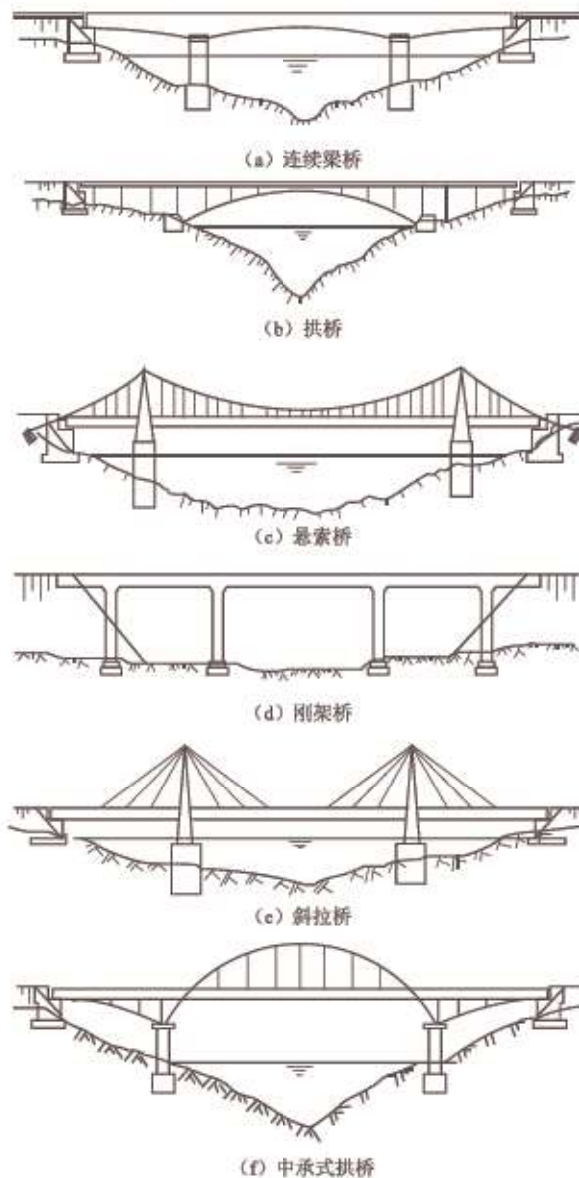


图 1-2 桥梁结构体系分类示意图

1. 梁式桥

梁式桥的特点是桥跨的承载结构由梁组成。在竖向荷载作用下梁的支承处仅产生竖向反力而无水平反力(推力)。梁的内力以弯矩和剪力为主。

梁式桥可分为简支梁桥,连续梁桥和悬臂梁桥。简支梁桥的跨越能力有限(一般在 50 m 以下),当计算跨径小于 25 m 时,通常采用混凝土材料,而计算跨径大于 25 m 时,更多采用预应力混凝土材料。

2. 拱式桥

拱式桥的主要承重结构是拱圈或拱肋。其特点是结构在竖向荷载作用下,两拱脚处不仅产生竖向反力,还产生水平力(推力),由于水平推力的作用使拱中的弯矩和剪力大大降低。设计合理的拱主要承受拱轴压力,拱截面内弯矩和剪力均较小,因此可充分利用石料或混凝土等

抗压能力强而抗拉能力差的圬工材料。

拱式桥是推力结构,其墩台,基础必须承受强大的拱脚推力。因此拱式桥对地基要求很高,适建于地质和地基条件良好的桥址。拱式桥构造简单,承载能力大,造型美观,是桥梁工程中广泛采用的桥型之一。

3. 悬索桥

悬索桥又称吊桥,其特点是桥梁的主要承重结构由桥塔和悬挂在塔上的高强度柔性缆索及吊索,加劲梁和锚碇结构组成。桥跨上的荷载由加劲梁承受,并通过吊索将其传至缆索。主缆索是主要承重结构,但其仅受拉力。缆索本身是几何可变体,但可通过桥塔,锚碇结构及作用的荷载相组合,在空间形成有一定几何形状的平衡受力结构体系。主缆索的拉力通过对桥塔的压力和锚碇结构的拉力传至基础和地基。这种桥型充分发挥了高强钢缆的抗拉性能,使其结构自重较轻,能以较小的建筑高度跨越其他任何桥型无法比拟的特大跨度。

4. 组合体系

组合体系桥是指承重结构采用两种基本结构体系,或一种基本体系与某些构件(塔、柱、索等)组合在一起的桥。代表性的组合体系有以下几种。

(1) 刚架桥

刚架桥是梁与立柱(墩柱、竖墙)刚性连接的结构体系。刚架桥的特点是在竖向荷载作用下,柱脚处不仅产生竖向反力,同时产生水平反力,使其基础承受较大推力。结构中梁和柱的截面均有弯矩、剪力和轴力作用。由于梁和柱结点为刚结,梁端部承受负弯矩,使梁跨中弯矩减小,跨中截面尺寸也可相应减小;与一般墩台不同,刚架桥的支柱(墩台)不仅承受压力,还承受较大弯矩,通常采用较小的钢筋混凝土或预应力混凝土构件。

T形刚构桥是目前修建较大跨径预应力混凝土桥梁的常用桥型之一,与其他刚架桥的受力特点不同,它属于无推力结构。它是由单独立柱与主梁连接成整体,形成T形,各T形刚架之间以剪力铰或挂梁相连,在竖向荷载作用下,无水平力产生。T形刚架桥的悬臂部分主要承受负弯矩,预应力筋通常布置在桥面,与悬臂施工方法实现高度协调一致。其悬臂部分一般为对称布置,使支柱仅在活载作用时才有弯矩作用。

(2) 梁、拱组合体系

梁、拱组合体系的梁和拱都是主要承重结构两者相互配合共同受力。由于吊杆将梁向上(与荷载作用方向相反)吊住,这就显著减小了梁中弯矩;同时由于拱和梁连接在一起,拱的水平推力传给梁,则梁除了受弯矩作用以外,还承受拉力作用。这种组合体系桥梁的跨越能力比一般简支梁桥更大,而其墩台没有推力,所以对地基的要求又与一般简支梁桥相同。拱置于梁的下方,通过立柱对梁起辅助支承作用。

(3) 斜拉桥

斜拉桥是典型的悬索结构和梁式结构组合的结构体系。这一结构体系由主梁,缆索和塔架组成,充分利用悬索结构和梁结构的特点,其组合相当合理。在结构体系中,梁结构直接承受桥面外荷载引起的弯矩和剪力,桥塔两侧的斜拉索张紧后为梁结构提供弹性支承,同时承受由荷载引起的拉力,其拉力的竖向分量通过桥塔传至基础和地基;斜拉索中荷载引起拉力的水平分量,使桥结构承受轴向压力,相当于对梁结构施加预应力。此外,通过调整斜拉索间距可改变弹性支承的间距,使梁内力分布更加均匀合理,因而减小了主梁的建筑高度,提高了跨越能力。与悬索桥相比,斜拉桥的斜拉索直接作用于主梁结构,使结构体系的抗弯、抗扭刚度大大增强,抗风稳定性也明显改善。由于斜拉索的拉力的水平分量由梁结构承担,因而也不再需

要巨大的锚锭结构。

学习项目二 高速铁路桥梁设计施工特点

一、引 文

高速铁路桥梁可分为高架桥、谷架桥和跨越河流的一般桥梁。其中,高架桥用以穿越既有交通路网、人口稠密地区及地质不良地段,通常墩身不高,跨度较小,桥梁往往长达十余千米;谷架桥用以跨越山谷,跨度较大,墩身较高。由于高速铁路的运营密度及对舒适性、安全性的要求均高于普通线路,因此高速列车对桥梁结构的动力作用也就更大。

二、相关理论知识

(一)高速铁路桥梁特点

(1)高架长桥多。高速铁路设计参数限制严格,曲线半径大、坡度小,并需要全封闭行车,因而桥梁建筑物大大多于普通铁路,高架长桥的数量也很多。例如京沪高铁丹阳至昆山段特大桥,全长 164.85 km,是当之无愧的世界第一长桥。

(2)以中小跨度为主。由于高速铁路对线路、桥梁、隧道等土建工程的刚度要求严格,因此,高速铁路桥梁跨度以中小跨度为主。以京沪高速铁路上的桥梁为例,绝大多数为中小跨度,常用桥式为等跨布置的双线整孔简支梁,跨度有 24 m、32 m、40 m 几种,以 32 m 梁居多,其中 20 m 以下跨度的桥梁由 4 至 5 片 T 梁组成。

(3)刚度较大,整体性好。高速铁路桥梁必须具有足够大的刚度和良好的整体性,以防桥梁出现较大挠度和振幅。同时,必须限制桥梁的预应力及徐变上拱和不均匀温差引起的结构变形,以保证轨道的高平顺行。一般来说,高速铁路桥梁设计主要由刚度控制,强度基本上不控制其设计。尽管高速铁路活载小于普通铁路,但实际应用的高速铁路桥梁在梁高、梁重上均超过普通铁路。

(4)纵向刚度大。高速铁路要求依次铺设跨区间无缝线路,而桥上无缝线路钢轨的受力状态不同于路基,结构的温度变化、列车制动、桥梁挠曲会使桥梁在纵向产生一定位移,引起桥上钢轨产生附加应力。过大的附加应力会造成桥上无缝线路失稳,影响行车安全。因此,墩台基础要有足够的纵向刚度,以尽量减少钢轨附加应力和梁轨间的相对位移。

(5)结构便于检查维修。高速铁路的中断行车会造成很大的经济损失和社会影响,因此高速铁路桥梁一方面要尽量减少维修,另一方面要便于日常检查和维修。一些国家在设计高速铁路桥梁时,将改善结构物的耐久性作为主要设计原则,统一考虑合理的结构布局和结构细节,规定高速铁路桥梁在结构耐久性方面以 50 年不需维修为设计基准期,在日常检查、养护前提下,期待能达到 100 年的耐用期。

(二)高速铁路桥梁细节设计

(1)建筑材料。世界范围内的高速铁路 90% 以上的桥梁都选用混凝土结构,桥梁主体结构和附属设施的材料除满足相关规范要求外,对组成混凝土原材料的选择、外加剂的成分、后张法预应力的管道压浆材料都有具体规定,旨在保证结构耐久。为减弱桥梁振动和减少噪声,以钢筋混凝土、预应力混凝土和部分预应力混凝土、型钢混凝土桥为宜。钢筋混凝土及部分预应力混凝土梁应比一般铁路桥梁更加严格控制裂缝宽度,若必须使用钢桥时,最好采用外包混凝土梁,桥面采用正交异性板桥面构造。在梁高、施工等受限的地方,可考虑组合梁方案。

(2)结构体系。根据高速铁路对桥梁动力性能的要求和我国铁路桥梁建设的经验,结合桥梁工程造价和施工运营条件,一般都选用简支梁、连续梁、组合梁、刚架及拱等刚度大的桥型,跨度一般不超过100 m。小跨度刚架桥的截面形式以现浇板梁为宜;简支梁与连续梁桥的截面以单箱单室箱梁为宜;钢桁架桥的桥面系以采用正交异性板为宜;组合梁桥也以箱形截面为宜。中小跨度桥梁中,在地形、地质及桥位适合的地方,可采用拱桥、连续钢构、斜拉桥等桥式,一般采用下承式结构为宜。40 m以上的中等跨度桥梁基本可采用箱形截面预应力混凝土连续梁形式,40 m以下的小跨度桥梁则主要采用预应力混凝土或部分预应力混凝土简支梁。

(3)结构形式。

①桥面,其布置是否合理将直接影响桥梁的耐久性和运营期间的维修作业。我国高速铁路桥梁采用双线整体桥面,设置了防排水体系、防护墙、电缆槽、接触网支柱、检查通道人行道板、栏杆或声屏障,可以有效防止列车颠覆、便于线路养护等。

②上部结构。在双线并列的情况下,梁部结构可采用两单线桥的分离结构,也可采用双线整体式结构。对于中等跨度混凝土连续梁结构,以采用双线整体结构较为合理;对于小跨度桥,则需要从制造、运输、假设、运营、养护及动力性能等方面进行考虑。

③下部结构,中小跨度桥梁宜采用轻型墩台,特别是对于多跨联孔的高架桥。除高地震区外,优先采用轻型的耳墙式桥台,轻型桥墩优先采用双柱式墩。基础形式的选择主要取决于桥址处的水文地质情况,除深水河流外,一般用明挖基础和桩基础。

此外,高速铁路桥梁对支座的要求也很严格,除了减振性能外,主要在于更严格的横向位移限制。

三、知识拓展

中国高铁“桥”为王

中国高铁快速延伸,高铁桥梁吸引着人们的目光:武广高铁,桥梁占比42%;京沪高铁,桥梁占比80%;沪杭高铁,桥梁占比92%……

京沪高铁全长1318 km,是全世界一次建成线路最长、标准最高的高速铁路,全线244座桥梁,长度之和达到线路总长的80%。其中,中铁大桥局承建的南京大胜关长江大桥,为世界上首座设计时速300 km的6线铁路大桥;丹阳至昆山段特大桥,全长164.85 km,是当之无愧的世界第一长桥。

高铁发展对桥梁提出了更高要求,高铁桥梁的突破则促进了高铁速度、质量、舒适度的提升,促进了高铁的发展。

京广高铁上的武汉天兴洲公铁两用长江大桥,让中国高铁首次跨越长江。它是世界上第一座四线铁路、六线公路的公铁两用斜拉桥。中铁大桥局承建的郑新黄河大桥,则是目前世界上最长的公铁两用桥,设计时速350 km。随后,中铁大桥局又陆续建成了黄冈长江大桥、铜陵公铁两用长江大桥、安庆长江大桥等一批更大跨度的高铁桥梁。

高铁桥梁跨度,从天兴洲长江大桥的504 m主跨,到铜陵长江大桥的630 m主跨,再到沪通长江大桥、五峰山长江大桥1092 m主跨,创造了高铁桥梁跨度的新纪录。

桥梁堪称高铁线上的“皇冠”。一座座大桥,挺起了高铁脊梁,提升着中国速度。为何我国高铁桥梁占比高?中国高铁为何“桥梁”为王?

(1)跨越江河湖海、高山峡谷等,自然要采用桥梁。

(2)为了高铁线路的平直、平顺。避免太多太急弯道,为了截弯取直而采用桥梁建设;避免

太多太大起伏,为了降低坡度而采用桥梁建设。例如合福高铁南平建溪特大桥,最高桥墩达到20层楼高。

(3)节约土地资源,力求少占田地。例如京沪高铁八成线路是桥梁,比传统路基少用土地至少3万亩。

(4)遇到不良地质地段,以及减少线路大的沉降。高铁桥梁的桩基一般较长,可有效控制沉降。

(5)提高线路的安全、封闭性,解决与等级公路、城市道路等现有道路交叉和行人过道问题,减少风险等。

高铁“以桥代路”可以提高行车安全、加快高速铁路建设速度。

截至目前,我国高速铁路桥梁数量已超过3万座,其建设里程超过1.8万km。中国桥梁在超大跨度公铁两用斜拉桥、悬索桥、深水基础、高性能桥梁结构钢组合体系桥梁等多项技术领域处于世界领先地位。

巩固与提高

1. 桥梁结构组成有哪几部分?
2. 简述高速铁路桥梁的特点。
3. 简述一般高速铁路桥梁的结构形式的选取。

单元二 桥涵工程施工准备

学习导读

桥涵工程的施工准备工作是为了保证桥涵工程顺利开工和在施工活动中能正常工作而事先需做好的各项准备的工作,它是桥涵施工程序中的一个重要环节。本单元主要介绍桥涵工程组织准备、施工调查、技术准备、施工机械的选择、辅助工程、劳动力和物资准备等工作的内容,是培养高速铁路桥涵工程施工现场管理能力的重点内容。

教学目标

1. 能力目标

- (1) 具备桥涵施工调查的能力;
- (2) 具备桥涵技术准备的能力;
- (3) 具备选择桥涵施工机械的能力;
- (4) 具备桥涵施工劳动组织和物资准备的能力。

2. 知识目标

- (1) 掌握桥涵施工调查的基本步骤和基本内容,能在工程师指导下进行一个工区的施工调查;
- (2) 掌握桥涵施工技术准备的基本步骤和基本内容,能为一个施工工区进行技术准备;
- (3) 掌握桥涵施工机械选择的原则及施工机械使用计划的内容;
- (4) 了解桥涵工程常用施工机械;
- (5) 掌握桥涵施工组织内容、施工场地和临时工程布置的原则与方法。

3. 素质目标

- (1) 养成全面思考问题的习惯;
- (2) 养成分工协作的意识;
- (3) 具备一定协调组织的能力。

学习项目一 施工调查

一、引 文

施工准备工作的基本任务是为桥涵工程的施工建立必要的技术和物质条件,合理统筹安排施工力量和施工工地,是施工企业做好目标管理,推行技术经济承包的重要依据,也是为了保证桥涵工程顺利开工和桥涵施工活动正常进行而事先做好的各项准备工作,它是桥涵施工程序中的重要环节,不仅存在于开工之前,而且贯穿在整个桥涵施工过程之中。

二、相关理论知识

施工单位中标后,必须组织有关人员与设计文件进行全面核对和研究,并经设计单位进行设计交底,同时结合施工放样测量进行施工调查。当施工调查发现设计与实际不符时,施工单位应以书面形式及时联系设计单位和其他相关部门。

施工调查前应编制施工调查计划,明确施工调查的依据、调查的主要内容及方法、参加调查的人员及分工等。

(一)施工调查的意义

施工技术调查是施工技术准备工作的一项重要内容。在审查设计文件、部署施工队伍、编制施工组织设计之前,必须进行充分的现场调查研究工作,目的是实地核对设计文件,了解和核对线路的全面情况、重点工程情况和沿线的施工条件等,根据现场实际,提出改善设计的建议,确定符合实际情况的施工布置和施工方法,确定材料来源和运输方法,落实各项辅助工程的设置,规划临时工程,以达到满足审查设计文件、编制施工组织设计的需要。

(二)现场施工调查方法

现场施工调查,应采用现场勘察和沿线走访相结合的方法进行,在施工调查前,应与当地有关部门联系。施工调查时,应携带必要的文件和设计资料在现场进行核对。

(三)施工调查的依据

- (1)工程招、投标文件;
- (2)施工承发包合同文本;
- (3)施工设计文件;
- (4)企业技术管理文件。

(四)桥梁工程现场施工调查的主要内容

(1)跨越河流的最高洪水位、最低水位、常年水位及相应水位的流速,河道通航条件及标准,河流洪水期和枯水期,当地降雨(雪)量、冰冻期、风向、全年的天气温度及气候状况。

(2)沿线桥涵工点分布情况,工点附近地形地貌、河床地质构造、地下水位、当地最大的冻结深度及地震烈度等。

(3)可供利用的山坡荒地、需要占用的耕地和拆迁的建筑物、施工期内对当地水利排灌和交通设施的影响情况及解决方案。

(4)当地劳力和生产物资供应、工业加工、通信设施和水陆交通运输、水源和电源等供应能力、砂石料供应、可供利用的房屋数量、生活物资等供应情况,当地计量、检验机构情况。

(5)当地有无地区性疫病和卫生防疫状况、风俗习惯以及施工队伍应注意的事项等。

(6)修建各项临时工程场地、施工机械组装场地及设置施工防排水措施的资料。

(7)桥梁所在位置的地上地下管线分布、交通运输及跨线工程情况,并调查提出制、架梁施工方案。

(8)设计采用现场桥位制梁时,应调查桥位地形及地基情况、地面水文情况、桥下通行和通航条件等。

(9)当设计采用桥梁预制和运架施工方案时,还应调查以下内容:

①运梁便道、路基、桥梁墩台及涵洞等有关运架梁工程的承载力、施工情况及施工质量能否满足运架要求。

②对运梁车及组装后的架桥机运行地段的高压线、通信线、广播线、立交桥、隧道、渡槽及

其他影响运架梁设备走行净空和工作净空的障碍物进行调查测量,提出解决办法和时间要求,并要求在运架梁前完成整治工作。

③特殊困难架梁地段的桥址地形、电力供应情况及运输道路情况。

④施工材料及预制梁运输路径和架桥机架梁顺序。

⑤桥梁预制场的场址及地质地貌、水电供应、道路交通、施工排水等情况。

(10)当桥址位于文物古迹密集区、风景区时,应向当地有关部门了解文物古迹分布、保护要求情况及当地对环境保护的规定和要求等情况。

(五)编写施工调查报告

现场施工调查完毕,应编写施工调查报告。施工调查报告应包括:

(1)工程概况。如线路的经由;工程、水文及地质情况;工程分布;重点桥梁工程情况;施工的技术特点和难易程度;工程数量等。

(2)施工条件。工程场地情况;沿线交通和供水、供电、供油情况;主要材料和地方材料的供应条件和供应方式,砂石料场分布情况;生活物资供应情况,临时房屋和临时通信的解决条件等。

(3)提出以下施工建议方案:

①施工区段划分,施工队伍驻地、大型临时工程的设置方案。

②施工道路的布局及现有道路的改、扩建方案。

③施工供水、供电方案和工地发(变)电站的设置方案。

④砂石料场选定和场地布置、开采规模、运输方法及供应范围。

⑤主要材料供应基地、试验室、制梁场及混凝土拌和站设置和规模。

⑥重点桥梁工程施工方法及措施。

⑦施工机械设备配置方案和租赁机械设备的意见。

⑧影响桥涵工程施工的障碍物拆迁方案。

⑨预制梁的运输路径和架设顺序。

⑩施工调查过程中发现的主要设计问题和优化设计的意见。

三、相关案例——哈大客专第二松花江特大桥施工调查报告

(一)工程概述

第二松花江特大桥全长 56.46 km,位于吉林省德惠市与扶余市境内。线路跨越第二松花江特大桥主河槽,槽宽约 300 m,与线路正交,Ⅳ级通航河;该段主桥采用(48+5×80+48)m 连续梁结构,全长 496 m,采用双线圆端形桥墩,基础采用钻孔灌注桩基础,桩基直径 1.5 m,共 8 个桥墩,全桥位于直线、平坡上。其中 1079 号、1080 号、1081 号、1082 号、1085 号、1086 号墩位于河岸陆地上;1083 号、1084 号墩位于第二松花江河道中,常年水深分别约为 5~9 m。全桥按碳化环境 T2 级和冻融破坏环境 D2 级进行耐久性设计。

(二)施工调查报告

1. 河流的水位、河道通航标准

通航标准:黑龙江水系Ⅳ级,双孔单向通航。最高通航水位 152.803 m,最低通航水位 148.592 m。

2. 地形地貌及工程地质

墩位处从上到下地质情况依次为:细砂 0~4.0 m,中砂 3.5~12 m,粗砂 6~13 m 局部有

砾石,基岩为泥岩含砂岩。地震基本烈度Ⅶ度。

3. 水文地质

第二松花江常年流水,江面宽阔,水量大,雨季常出现洪水现象。

4. 气象特征

第二松花江所在地区属于中温带亚湿润气候,年平均气温 4.6°C ,极端最高气温 38.6°C ,极端最低气温 -37.6°C ,11月份至第二年3月份气温最低。年平均降水量 502.2mm ,主要集中在7、8月份。最大风速 24.0m/s 。最大积雪厚度 25cm ,土壤最大冻结 197cm 。

5. 交通状况

第二松花江特大桥所在地区交通较为发达,桥位附近主要有哈大高速铁路、102国道、沈哈铁路、陶赖镇火车站距桥位 8km ,大范围材料组织运输条件较好。但连接至桥位的既有乡村道路为土质路面,路况很差,宽度较窄。

学习项目二 技术准备

一、引 文

技术准备是施工准备的核心。由于任何技术上的差错和隐患都可能引起人身安全和质量事故,造成生命、财产和经济的巨大损失,因此必须认真做好技术准备工作。

二、相关理论知识

(一)熟悉设计文件、研究核对设计图纸

设计图纸是施工的依据,认真审核设计图纸,对减少施工图中的差错,提高工程质量,保证工程顺利开工及进行有重要作用。

为使参与施工的工程技术人员充分地了解和掌握设计意图、结构和构造特点以及技术质量要求,能够按照设计要求顺利地进行施工,在收到拟建桥梁工程的设计图纸和有关技术文件后,应尽快组织技术人员熟悉、研究、核对所有技术文件和图纸,全面领会设计意图。

1. 审核图纸的目的

- (1)通过审核设计图纸,了解设计意图,设计标准,熟悉设计内容,为施工组织设计做准备。
- (2)结合现场调查和本单位施工实际,对设计内容及概算提出意见,使其更加完善合理。
- (3)掌握标准图、通用图的使用情况,及时联系购买。
- (4)及时发现设计中存在的问题及不足,事先消除图纸的差错、遗漏,以便施工顺利进行。

2. 审核设计图纸的主要内容

- (1)桥梁孔径、式样、位置、基础、建筑材料、施工方法是否合乎设计规范及现场情况。
- (2)工程地质、水文地质资料与施工现场调查是否相符。
- (3)桥梁基础的类型、深度、围堰形式和使用材料是否经济合理。
- (4)设计中标准图和通用图的采用。
- (5)设计图纸及说明是否齐全、清楚、明确,有无遗漏,图纸尺寸有无矛盾。
- (6)设计中新技术的采用及施工技术要求。采用新技术、新结构、新工艺、新材料而需要特殊技术措施时,根据本单位情况并结合施工条件,研究技术上有无困难,能否保证质量和安全。
- (7)设计时假定的施工条件。若设计施工条件全部或部分很难设施,则需考虑有无变通的可能。

(二)确定施工方案

在全面熟悉掌握设计文件和设计图纸,正确理解了设计意图和技术要求以及进行了以施工为目的的各项调查之后,应根据进一步掌握的情况和资料,对投标时拟定的初步施工方法和技术措施等进行重新评价和深入研究,以制定出详尽的更符合现场实际情况的施工方案。施工方案制订的原则:

(1)制订方案首先必须从实际出发,切实可行,符合现场的实际情况,有实现的可能性。制订方案在资源、技术上提出的要求应该与当时已有的条件或在一定时间能争取到的条件相吻合,否则是不能实现的,因此只有在切实可行的范围内尽量求其先进和快速。

(2)满足合同要求的工期。在制订施工方案时,必须保证在竣工时间上符合合同的要求,并争取提前完成。为此,在施工组织上要统筹安排,均衡施工,在技术上尽可能地采用先进的施工技术、施工工艺、新材料,在管理上采用现代化的管理方法进行动态管理和控制。

(3)确保工程质量和施工安全。工程建设是百年大计,要求质量第一,保证施工安全是社会的要求。因此,在制订方案时应充分考虑工程质量和施工安全,并提出保证工程质量和施工安全的技术组织措施,使方案完全符合技术规范、操作规范和安全规程的要求。

(4)在合同价控制下,尽量降低施工成本,使方案更加经济合理,增加施工生产的盈利。从施工成本的直接费(人工、材料、机具、设备、周转性材料等)和间接费中找出节约的途径,采取措施控制直接消耗,减少非生产人员。

以上几点是一个统一体,是不可分割的。现代施工技术的进步、施工组织的科学化对每个工程都有许多不同的施工方法,那么就存在多种可能实施的方案。因此,用以上几点进行衡量,做多方面的分析比较,选出可能的最好方案。

施工方案包括的内容很多,主要有:施工方法的确定、施工机具和设备的选择、施工顺序的安排、科学的施工组织、合理的施工进度、现场的平面布置及各种技术措施。施工方案前两项属于施工技术问题,后四项属于科学施工组织和管理工作。施工技术是施工方案的基础,同时又要满足科学施工组织与管理方面的要求,科学施工组织与管理又必须保证施工技术的实现,两方面是相互联系、相互制约的关系。

(三)施工组织设计

施工组织设计是施工准备工作的重要组成部分,也是指导施工现场全部生产活动的基本技术经济文件。需要有大量的各种各样的建筑材料、施工机械和具有一定生产经验和劳动技能的劳动者,并且要把这些资源按照施工技术规律与组织规律,以及设计文件的要求,在空间上按照一定的位置,在时间上按照先后顺序,在数量上按照不同的比例,将它们合理地组织起来,让劳动者在统一的指挥下行动,由不同的劳动者运用不同的机具以不同的方式对不同的建筑材料进行加工。因此,在施工前,必须根据拟建桥梁工程的规模、结构特点和施工合同的要求,在对原始资料调查分析的基础上,编制出一份全面、合理、有计划地,能切实指导该工程全部施工活动的组织设计。

1. 编制原则

编制施工组织设计时,应坚持方案优化的原则、安全第一的原则、优质高效的原则、确保工期的原则、科学配置的原则、合理布局的原则。

2. 施工组织设计编制程序

(1)从研究施工方法着手,列出主要工程项目及更细的相应工序,并由工程总量划分每个分项工序的工程量。

- (2)研究各主要工程项目、工序之间的连续、平行或衔接关系。
- (3)根据工期要求,由工程量和劳动生产定额,得出单项工程进度。
- (4)根据施工方法、单项工程进度,选定主要机具、类型、规格、台班。
- (5)按整体进度、工程量和机具、材料及运输安排,计算需要的劳动力和工种及工班工作安排。

(6)结合控制日程,如季节性天气、水文条件、完成日期等要求及控制工序,编制工程项目的明细进度表。

(7)根据施工调查,做好完善的水、电、通信设施供应方案,对参加施工人员进行培训和考核,对于特殊工种做到持证上岗。

3. 编制桥梁工程施工组织设计应注意的事项

桥梁工程上部的工程量和施工方法,在结构设计方案确定后很少变化,而下部工程受地质、水文影响较多,在编制施工组织设计时应注意以下几个方面:

(1)施工水位。在设计给定的施工水位基础上,重大关键控制工程应对可能出现的水位上、下限作相应研究,并考虑相应措施,在进度安排上留有余地。

(2)在主墩台的开工日期安排上应考虑以下因素:施工期间水位涨落的幅度、航行条件的要求、冲淤情况可能出现的变化以及与上部结构进度配合的制约。

(3)水上设施的重复利用。根据各墩台水上施工方法和开工顺序,拟定水上设施应准备的套数,在工期许可不会造成施工困难的情况下,尽量倒用,减少器材与劳动力的需要量,提高经济效益。

(4)施工机具利用率。在选定专业机构设备、通用机械时,除考虑本桥工程实际外,还应结合单位的近期业务、远期发展综合考虑。

(四)施工作业指导书

高速铁路桥涵施工应针对桥涵工程中的分部、分项工程以及工艺复杂或技术难度大的工程,应结合工程特点和实际情况,编制施工作业指导书,使施工人员掌握特殊过程、关键工序的作业程序、施工方法、质量标准,了解安全、节能环保等有关注意事项,并按照施工作业指导书组织施工。

施工作业指导书编制时,应按照标准化管理要求,将先进成熟的工艺工法、科学合理的生产组织与建设标准、质量目标、安全环保要求以及现场施工条件结合的原则编制,做到图文并茂,简明易懂,可操作性强。

高速铁路桥涵工程施工作业指导书编制范围应包括:混凝土工程施工(包括模板、钢筋、混凝土、预应力工程)、钻孔桩施工、深基坑开挖支护及降排水、承台施工、防水层及保护层施工、桥面系及附属设施施工等,以及采用新技术、新工艺、新材料、新设备的施工作业。

施工作业指导书应包括下列主要内容:①适用范围;②作业准备;③技术要求;④施工程序与工艺流程;⑤施工要求;⑥劳动组织;⑦材料要求;⑧设备机具配置;⑨质量控制及检验;⑩安全及环保要求。

高速铁路桥涵工程施工应通过组织现场作业交底和人员培训等措施,确保施工人员全面掌握作业指导书的内容和要求。

(五)施工前的设计技术交底

施工前的设计技术交底工作,通常由建设单位主持,设计、监理和施工单位参加。首先由

设计单位的设计负责人说明工程的设计依据、意图和功能要求,并对特殊结构、新技术和新材料等提出设计要求,同时说明施工中应注意的关键技术问题等,进行设计技术交底。然后施工单位根据对设计意图的理解,提出设计图纸的疑问、建议或变更。最后在统一认识的基础上,对所探讨的问题逐一做好记录,形成设计技术交底纪要,由建设单位正式行文,参加单位共同会签盖章,作为施工合同的一个补充文本,与设计文件同时使用,是指导施工的依据,也是建设单位与施工单位进行工程结算的依据之一。

施工技术交底的编写必须遵循以下原则:

- (1)所写的内容必须针对工程实际,不可放弃工程实际而照抄规范、标准和规定。
- (2)所写内容必须实事求是,切实可行,对规范、标准和规定的应用,不能因施工素质不高而降低。
- (3)交底内容必须重点突出,全面具体,确保达到指导施工的目的。
- (4)交底工作必须在开始施工以前进行,不能后补。
- (5)编写的程序和内容应力求科学化、标准化,凡是能用图表表示的,一律不用文字和叙述。

施工技术交底项目的编制内容主要包括工程概况、质量要求、施工方法和施工注意事项、安全措施和安全注意事项四个方面。

三、相关案例——沪昆客专柏加浏阳河特大桥施工准备方案

(一)工程概述

柏加浏阳河特大桥全长 12 158.448 m,梁全部为预应力混凝土简支箱梁。其中 0 号台~11 号墩位于圆曲线上,12 号墩到 29 号墩位于缓和曲线上,其余墩位于直线。

柏加浏阳河特大桥位于浏阳市和长沙县之间,本管段经过浏阳市柏加镇区,桥址范围内地势平坦开阔,多辟为苗圃园、水塘及居民区,区内河流纵横交错。

(二)施工中临时工程及地材料的确定

(1)交通条件。管段内多为地方村民集资修建的水泥路,交通不便。需新建扩建便道较多。

(2)水源。水源多为地表水,地下水很少,施工生活用水不便。计划在施工生活区打井,取深层地下水,经检验合格后用于生产生活。

(3)电源。本工点沿线电力多为民用低压线路,难以满足施工所需,计划在桥位沿线设两处 400 kV·A 变压器,能够满足施工的需要。

(4)通信条件。当地移动信号网络覆盖较好,施工中配备一定数量的移动电话,便于与各方保持随时联络和紧急情况下信息的及时反馈,工点施工人员间的联系采用移动电话、辅对讲机,确保通信畅通。

(5)当地材料。砂石料较为紧缺,与当地供料商签订供货合同,要求其足额足量供应,保证施工生产的顺利进行。

(三)施工中技术准备

组织技术人员认真审核施工图纸,熟悉规范和操作规程,结合现场情况制定分部分项工程施工组织设计;组织测量人员对现场坐标点、水准点进行复核、测试,增设控制点,对施工段原地貌进行定位、放线、复测,对主要控制点做永久性桩,并加以保护。

学习项目三 施工机械及人员准备

一、引 文

正确拟订施工方案和选择施工机械是合理组织施工的关键,二者有相互紧密的联系。施工方法在技术上必须满足保证施工质量,提高劳动生产率,加快施工进度及充分利用机械的要求,做到技术上先进,经济上合理;而正确地选择施工机械能使施工方法更为先进、合理、经济。因此施工机械选择的好与坏,很大程度上决定了施工方案的优劣。

二、相关理论知识

(一)施工机械设备的准备

1. 施工机械选择的原则

(1)应根据桥涵工程设计文件、现场施工条件及施工方案进行选择。在编制实施性施工组织设计时,应根据机械施工工作量、工期要求、机械台班产量定额等,制定详细的机械设备使用计划,明确机械设备种类、性能、配置数量和进、出场时间等合理选择机械设备。一般地说,为了保证施工进度和提高经济效益,工程量时大应采用大型机械;工程量小则采用中、小型机械,但并不绝对。

(2)在选择主要机械设备时,应考虑一定的备用能力,以保证桥涵工程安全顺利施工。

(3)选用时只能在现有的或可能获得的机械中进行选择。尽管某种机械在各方面都是适合的,或对工期的缩短、人力的节省很有利,但若不能得到,则就不能作为一个供选择的方案。

(4)充分考虑固定资产损耗费与运行费是否经济。固定资产损耗费与施工机械的投资应成正比。

(5)充分考虑施工机械的合理组合性。选择施工机械时,要考虑到各种机械的合理组合,这是选择的施工机械能否发挥效率的重要问题。合理组合其一指主机与辅助机械在台数和生产能力的相互适应;二是指作业线上的各种机械互相配套的组合。

(6)要从全局出发统筹考虑选择施工机械。主要是指不仅要考虑本项工程,而且要考虑所承担的另一现场上的其他项工程的施工机械使用。

2. 施工机械使用计划的内容

(1)施工单位;

(2)工程地点及名称,即施工机械用于何工点;

(3)工作种类,指做何工作,如挖方、桩机等;

(4)工程数量,要写明总数量、机械施工数量;

(5)机械名称、规格、需用台数,并提出进场与退场时间;

(6)大型和特种超高、超限机械的运输方案;

(7)各种机械使用的油料种类及数量、备用配件及数量和其他保养材料;

(8)现场修理组织。

(二)施工机械设备的分类

桥梁施工设备和机具分类标准不一,按功能分类主要有:

(1)常备式构件,包括万能杆件、贝雷梁、军用梁、钢管支架等。

(2)混凝土及钢筋施工设备,包括混凝土搅拌设备、运输设备、振捣设备、钢筋加工机械等。

(3)预应力施工设备,包括千斤顶、锚夹具、油泵车等。

(三)桥梁施工常备式构件

1. 万能杆件

钢制万能杆件又称为拼装式钢脚手架,是用角钢制成的可拼成节间距为 $2\text{ m}\times 2\text{ m}$ 的桁架杆件。万能杆件可以拼装成桁架、墩架、塔架和龙门架等形式,以作为桥梁墩台、索塔施工的手脚架,或作为吊车主梁以安装各种预制构件,必要时还可作为临时桥梁的墩台等;万能杆件通用性强,弦杆、腹杆及连接板等均为标准件,具有拆装容易,运输方便,利用率高等特点,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。

万能杆件的构件一般分为三类:①杆件,拼装时组成桁架的弦杆、腹杆、斜撑;②连接板,连接各种杆件成需要的形状;③缀板,加强两肢、四肢角钢组合断面的整体性。

万能杆件的类型有铁道部门生产的甲型(又称M形),乙型(又称N形)和西安筑路机械厂生产的乙型(又称西乙型)。三者结构、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。

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9种,节点板9种、缀板2种,填塞板1种、支承靴1种及普通螺栓2种。各种构件的具体规格、尺寸详见表2-1。

表 2-1 西乙型万能杆件规格、尺寸及质量

标号	名称	规格(mm)	单件质量(kg)	说明
1	长弦杆	L 100×100×12×3 994	71.49	
2	短弦杆	L 100×100×12×1 994	35.69	
3	斜杆	L 100×100×12×2 350	42.07	
4	立杆	L 75×75×8×1 770	15.98	
5	斜撑	L 75×75×8×2 478	22.38	
6	联结角钢	L 90×90×10×580	8.2	用于1或2
7	支承角钢	L 100×100×12×494	8.84	用于1或2
7A	支承靴角钢	L 100×100×12×594	10.63	用于1或2
8	节点板	□250×280×10	9.42	1、2与4、5相连
11	节点板	□860×552×10 A=3 389 cm ²	35.88	1、2与3、4相连
13	节点板	□580×552×10 A=2 492 cm ²	19.56	1、2与4、16相连
15	弦杆填塞板	□8×480×10	3.01	用于1或2
16	长立杆	L 75×75×8×3 770	34.04	
17	节点板	□625×350×10 A=2 005 cm ²	15.74	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水平相连
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
21	支承靴		24.01	
22	节点板	□580×392×10	17.85	1、2与4、5相连
22A	节点板	□580×556×10	25.77	1、2与4、5相连
23	节点板	□540×262×10 A=1 334 cm ²	10.47	4、16与4、5相连
24	普通螺栓	φ22×(40,50,60)		

续上表

标号	名称	规格(mm)	单件质量(kg)	说明
25	普通螺栓	$\phi 27 \times (40, 50, 60, 70, 80)$		
28	大节点板	$\square 860 \times 886 \times 10 \quad A=7\,042 \text{ cm}^2$	73.84	1、4 与 3、4 相连

注:各种杆件除 19、20 用 A3 钢制作外,其余均用 16 锰钢制作;表中 A 为节点板面积。

用万能杆件组拼桁架时,其高度可为 2 m、4 m、6 m 及 6 m 以上。当高度为 2 m 时,腹杆为三角形;当高度为 4m 时,腹杆为菱形;当高度超过 6 m 时,则可做成多斜杆的形式。万能杆件组拼成的桁架结构,其承载能力应根据荷载标准和跨度验算。

2. 贝雷梁

贝雷梁是一种由桁架拼装而成的钢桁架结构,可用于搭设便桥、组拼支架、拱架、施工钢梁,组装置配式公路钢桥等。

贝雷梁有进口与国产两类。国产贝雷梁桁架使用 16 锰钢,销子用铬锰钛钢,插销用弹簧钢制造,焊条用 T505X 型。材料的许用应力按基本应力提高 30%,个别钢质杆件超过上述规定时,不得超过其屈服点的 85%。进口贝雷的材料屈服强度为 351 MPa,其允许应力可按 $0.7 \times 351 \text{ MPa} = 245 \text{ MPa}$ 考虑。贝雷梁桁架力学性能见表 2-2,贝雷梁主要由桁架、桁架销、加强弦杆、横梁支撑连接构件等组成。贝雷梁结构如图 2-1 所示。

表 2-2 贝雷梁桁架力学性能

类型	高×长(cm)	弦杆截面尺寸 $F(\text{cm}^2)$	弦杆惯性矩 $I_A(\text{cm}^4)$	弦杆截面模量 $W_1(\text{cm}^3)$	桁片惯性矩 $I_B(\text{cm}^4)$	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

3. 军用梁

桥梁施工常用的六四式军用梁,是全焊构架、销接组装、单层或双层多片式钢桁架。它既适用于跨长 4 m 倍数的标准跨度,也适用于按 0.5 m 变换跨长的非标准跨度。此种构件结构轻便,轮廓尺寸小,杆件种类少,便于运输、拆装、互换,目前除了用于军事用途外,还广泛用于桥梁现浇支架(图 2-2)、导梁组拼、临时便桥、无支架吊装的索塔结构等。



图 2-1 贝雷梁



图 2-2 军用梁现浇支架

六四式军用梁构件有 11 种分 3 大类,其中包括基本构件、辅助端构架构件、低支点端构架构件。军用梁的配件也有 11 种,按用途分为主桁构件连接配件、连接系配件、桥面系配件以及支座四大类。

4. 钢管支架

桥梁施工中,常用的钢管支架主要有扣件式支架、碗扣式支架和门式支架等。

扣件式钢管支架采用 48 mm×3.5 mm 钢管,利用直角扣件、旋转扣件和对接扣件连接而成。扣件式支架的优点是购买后可直接使用,无须加工,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,对结构受力不利;其次是节点的连接力与螺栓拧紧程度有关,因此与施工人员的施工经验等有关。扣件如图 2-3 和图 2-4 所示。



图 2-3 扣件示意图



图 2-4 扣件实际应用图

碗扣式支架同样采用 48 mm×3.5 mm 钢管,连接节点由扣件改为碗扣。碗扣由上下碗扣构成。下碗扣焊接在立管上,上碗扣套在立管上。水平杆两端焊有“插头”,该插头下插入下碗,上插入上碗。上碗扣利用上端螺旋与立柱上焊的“锁销”别住楔紧而连接。碗扣接头构造如图 2-5 所示,碗扣实际应用如图 2-6 所示。碗扣式支架的优点是:采用中心连接,承载力得到较大提高;节点由原来的扣件改为焊接连接,受力性能得到改善,人为影响因素减少。其缺点是横杆和立杆需重新加工,成本加大;同时由于碗扣焊接在立杆上,步距不能任意调整,失去了灵活性。

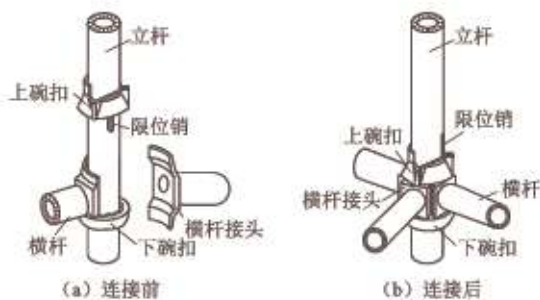


图 2-5 碗扣接头构造

门式支架由门架、十字撑、平行架或专用钢脚手板组拼而成(图 2-7)。门式支架的优点是质量轻,每组脚手架本身都可形成稳定的结构体系。其缺点是体型和结构尺寸较单一,平行尺寸被固定;同时薄壁构件坚固性较差,对拆装过程要求较高。



图 2-6 碗扣脚手架应用

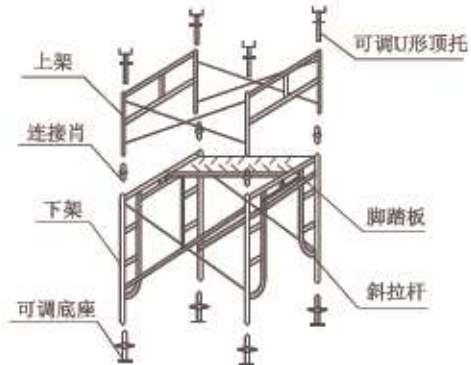


图 2-7 门式脚手架组成

(四) 钢筋及混凝土施工设备

1. 混凝土搅拌设备

(1) 混凝土搅拌机

混凝土搅拌机又称混凝土拌和机,是将一定配合比的水泥、砂石、水和外加剂等拌制成具有一定匀质性、和易性要求的混凝土拌合物的机械设备。混凝土搅拌机按搅拌原理可分为强制式和自落式两种。

①强制式混凝土搅拌机。强制式搅拌机主要用于搅拌干硬性混凝土和轻集料混凝土,也可搅拌低流动性混凝土,具有搅拌质量好、生产率高、操作简单、安全等优点,但机件磨损较大,适用于预制场使用(图 2-8)。其搅拌原理是:由于处于不同位置和角度的旋转叶片强制物料改变运动方向,产生交叉料流进行搅拌。常用的强制式搅拌机一般有立轴涡浆式搅拌机、卧轴搅拌机等。

②自落式混凝土搅拌机。自落式混凝土搅拌机主要用于搅拌塑性混凝土和低流动性混凝土,具有机件磨损小、易于清理、移动方便等优点,但其动力消耗大、效率低,适用于施工现场使用(图 2-9)。其搅拌原理是:固定在旋转搅拌筒内的叶片将物料带到高处,然后靠物料自重力下落进行搅拌。常用的自落式混凝土搅拌机一般有锥形反转出料搅拌机、锥形倾翻出料搅拌机等。

(2) 混凝土搅拌站(楼)

混凝土搅拌站(楼)是用来集中搅拌混凝土的联合装置(图 2-10)。由于其机械化、自动化程度高,因此生产效率也高,并能保证混凝土质量,因此特别适用于工程量大、工期长的桥梁工程。

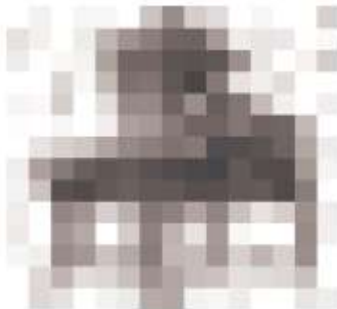


图 2-8 强制式混凝土搅拌机

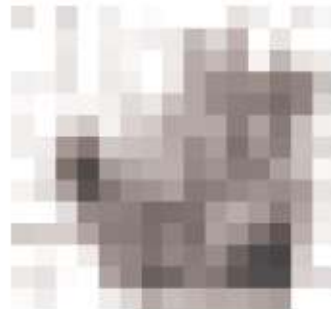


图 2-9 自落式混凝土搅拌机



图 2-10 混凝土搅拌站

混凝土搅拌站(楼)按集料在混凝土生产流程中需要提升的次数分为搅拌楼和搅拌站。集料经一次提升完成全部生产流程的称为混凝土搅拌楼,又称单阶式。集料需提升两次或两次以上的称为混凝土搅拌站,又称双阶式。混凝土搅拌站(楼)工艺流程如图 2-11 所示。

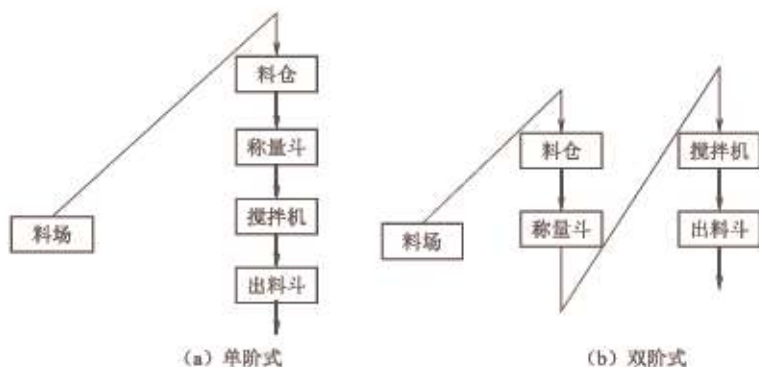


图 2-11 混凝土搅拌站(楼)工艺流程示意图

混凝土搅拌楼从储料开始全部靠材料自重下落经过各个工序,所以自动化程度高、效率也高,但结构高度较大,需配备大型运输设备,一次性投资大,建设时间较长,适用于产量大的固定式。混凝土搅拌站由于高度小,只需配备小型运输设备,投资小、建设快,但效率和自动化程度较低,主要适用于中小产量的拆装式和移动式。

混凝土搅拌站(楼)主要由供给系统、称量系统、搅拌系统、控制系统等四大部分组成。

①供给系统。供给系统由料仓和材料输送设备组成,其功能是材料存储和输送。料仓主要包括砂石料仓、水泥筒仓和水箱等,材料输送设备可采用带式输送机、螺旋输送机和水泵等。

②称量系统。称量系统包括砂石秤、水泥秤以及外加剂流量计等,主要作用是材料的称量,并能根据混凝土配合比的要求,定量地向搅拌筒内供给材料。

③搅拌系统。混凝土搅拌站(楼)的核心,一般由容量大、搅拌质量好、搅拌效率高、适于搅拌不同性质混凝土的搅拌机作为搅拌主机,常用的有锥式反转出料式、主轴涡桨式和双卧轴强制式搅拌机等。

④控制系统。将各组成系统联系在一起,并能实现全过程自动控制和实时动态数据的监测。

混凝土的搅拌工作由以上四个系统按“储料→给料→定量→送料→搅拌→出料”的工艺流程来实现。

2. 混凝土运输设备

混凝土运输设备主要分为混凝土搅拌运输车和混凝土泵两类。

(1) 混凝土搅拌运输车

混凝土搅拌运输车是专门用于输送混凝土拌合物的车辆,它具有运载和搅拌混凝土的双重功效,是发展商品混凝土必不可少的配套设备(图 2-12)。混凝土搅拌运输车由汽车底盘和搅拌装置构成,搅拌装置主要包括搅拌筒、加料和卸料装置、传动系统和供水系统等。

对于混凝土拌合物的输送,基本要求是不产生离析现象,并要求在混凝土初凝之前有充分的时间进行浇筑和振捣。对于工厂集中搅拌的混凝土,由于输送距离一般较远,边行驶边搅拌的混凝土搅拌运输车能在较长的运输过程中满足混凝土的使用要求。

目前混凝土搅拌运输车有两种不同的输送工艺:集中搅拌输送工艺和集中配料输送工艺。

集中搅拌输送工艺是搅拌运输车接收的是搅拌好的混凝土,在运输途中搅拌筒不断以 2~4 r/min 的低速旋转,以防混凝土拌合物发生离析或初凝。这种工艺由于混凝土配料和搅拌都是集中管理,一般更有利于混凝土质量的控制和提高,目前这种工艺用得较多。集中配料输送工艺是将混凝土原料装入搅拌运输车的搅拌筒内,在运输途中搅拌筒以 6~10 r/min 的转速进行搅拌。如果输送距离较远,可在驶近现场时再注水搅拌。这种工艺是配料集中管理,搅拌在途中分散管理,有利于增加混凝土输送距离,同时避免运输途中温度等不利因素对预拌混凝土质量的影响。所以有些国家侧重于第二种工艺。实际应用过程中采用哪一种输送工艺,应视混凝土输送距离而定。

(2) 混凝土泵(车)

混凝土泵是利用压力沿管道将混凝土拌合物连续输送到浇筑地点的设备(图 2-13),它能同时完成水平输送和垂直输送,它比起重机加吊罐等传统的浇筑设备效率高、劳动力省、费用低、质量好。混凝土泵对混凝土拌合物的质量还起到了检验作用,因为一般情况不可泵送的混凝土拌合物是不符合质量要求的。

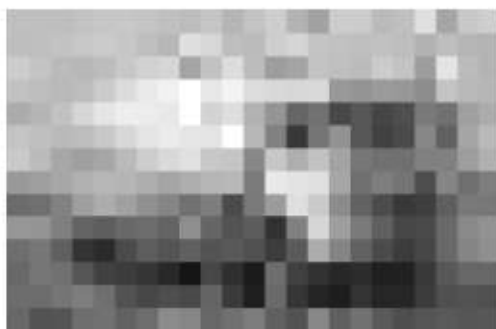


图 2-12 混凝土搅拌运输车



图 2-13 混凝土泵(车)

臂架式混凝土泵车是将混凝土泵和布料装置装在汽车底盘上,具有机动性强、布料灵活等优点。布料装置包括折叠式臂架、装在臂架上的输送管道和回转装置等。但泵车结构复杂、价格昂贵,臂架长度受汽车底盘的限制,泵送距离和高度较小。它比较适合于大体积基础、零星分散工程以及泵送距离和高度较小的场合。

3. 混凝土振捣设备

一般混凝土拌合物浇筑之后,须经密实成型,才能填满模板、排出气体、密实包裹钢筋,使混凝土制品或结构具有一定的外形和内部结构,从而提高其强度和耐久性。

混凝土振动器是使混凝土密实成型的设备,它可借助动力通过一定的装置产生频繁的振动,并将这种振动传给混凝土,以达到振动使混凝土密实的效果。振动密实法不仅质量好、效率高、设备简单,而且能适应不同性质的混凝土,因此比人工振动等其他密实方法应用更广泛。混凝土振动器按其作用方式可分为内部振动器和外部振动器两大类。内部振动器即插入式振动器,外部振动器包括平板式振动器、附着式振动器和振动台。

(1) 插入式振动器

插入式振动器主要包括振动棒、软轴和电动机三部分,施工时将振动棒插入混凝土拌合物中,直接对混凝土拌合物进行振动使其密实。插入式振动器主要用于振动各种垂直方向尺寸较大的混凝土体,如桥梁基础、墩台以及主梁等。插入式振动器按惯性力产生的原理可分为偏

心式和行星式两种,常见型号有 ZX50、ZX70 等。插入式振动器如图 2-14 所示。

(2) 平板式振动器

平板式振动器直接放在混凝土表面通过移动进行振动工作,一般适用于坍落度不太大的塑性、半塑性、干硬性、半干硬性混凝土,或者在水泥混凝土路面、平板等浇筑层不厚、表面较宽敞的部位进行混凝土振动。平板式振动器如图 2-15 所示。

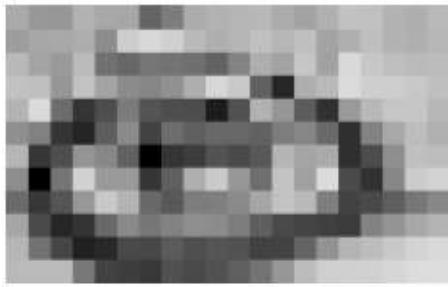


图 2-14 插入式振动器



图 2-15 平板式振动器

(3) 附着式振动器

附着式振动器的振动构造与平板式振动器的工作部分相同,但附着式振动器是靠底部的螺栓或其他装置固定安装在模板外部,振动能量通过模板传给混凝土,从而使混凝土振捣密实。附着式振动器作用半径较小,仅适用于振动钢筋较密、厚度较小等不宜使用插入式振动器的结构。附着式振动器如图 2-16 所示。

(4) 振动台

振动台为一个支承在弹性支座上的工作平台,平台下设有振动机构。振动台由电动机、同步器、振动平台、固定框架、支取弹簧及偏振子等组成。工作时振动机构做上下方向的定向振动。振动台具有效率高、振动效果好等优点,主要用于混凝土制品厂预制件的振捣。振动台如图 2-17 所示。



图 2-16 附着式振动器

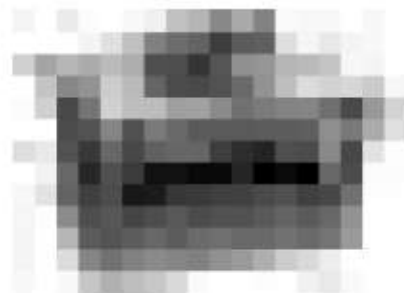


图 2-17 振动台

4. 钢筋加工机械

钢筋加工机械主要用来制作各种成型钢筋和钢筋骨架等,主要包括钢筋调直机、钢筋切断机、钢筋弯曲机和钢筋焊接机。

(1) 钢筋调直机

钢筋调直机也称为甩直机械,用于将成盘的细钢筋和经冷拔的低碳钢丝调直。目前,常用的定型调直机有 GT4-8 型和 GT4-14 型及数控钢筋调直机。这种机械能在一次操作中完成调

直、输送、切断,并兼有除锈作用。钢筋调直机如图 2-18 所示。

(2) 钢筋切断机

钢筋切断机是把钢筋原材料和已经矫直的钢筋切断成所需长度的专用机械,主要有机械式和液压式传动两种,多以电动机驱动。常用的钢筋切断机有 GQ40 型机械式钢筋切断机和 DYJ-32 型液压式钢筋切断机。钢筋切断机如图 2-19 所示。

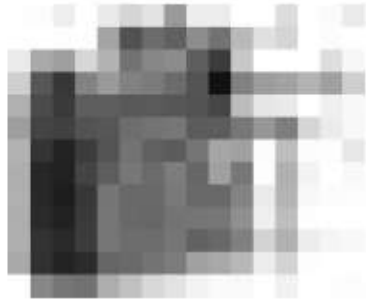


图 2-18 钢筋调直机



图 2-19 钢筋切断机

(3) 钢筋弯曲机

钢筋弯曲机又称为冷弯机,其作用是将经过调直、切断后的钢筋,按设计加工成构件或构件中所需要配置的形状,如端部弯钩、梁内弓箭、起弯钢筋等。常用的钢筋弯曲机型号有 GW40 型等。钢筋弯曲机如图 2-20 所示。

(4) 钢筋焊接机

①电弧焊机 电弧焊机可进行各种形状钢筋的焊接,是金属焊接中采用较广泛的焊接机械。电弧焊机分为交流弧焊机和直流弧焊机两类。常用的交流弧焊机有 BX1、BX3 等型号,常用的直流弧焊机有 AX、AX3 等型号。电弧焊机如图 2-21 所示。

②对焊机 对焊是将两根钢筋端部加热到近于融化的高温状态,利用其高塑性实行顶锻面达到连接的一种工艺操作。对焊机按焊接方法分为电阻对焊、预热闪光对焊等;按结构形式分为弹簧顶锻式、杠杆积压弹簧顶锻式、气压顶锻式等。常用对焊机有 UN、UN1 等型号。对焊机如图 2-22 所示。

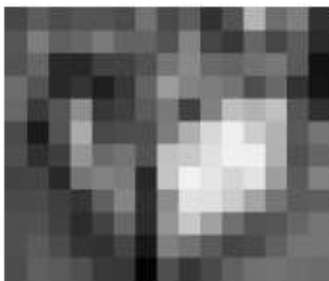


图 2-20 钢筋弯曲机

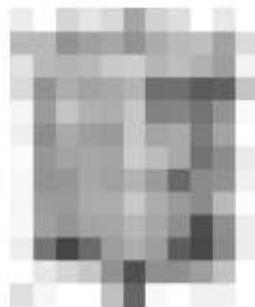


图 2-21 电弧焊



图 2-22 对焊机

(五) 预应力施工设备

预应力技术在桥梁工程中具有非常广泛的应用,常用的预应力设备有预应力张拉设备、预应力锚固体等。

1. 预应力张拉设备

在预应力混凝土结构施工中,主要用预应力千斤顶来对预应力钢筋施加张拉力。目前常用的千斤顶为液压式,它由千斤顶、高压油泵及输油管等部分组成,按结构特点又可分为拉杆式(YL型)、穿心式(YC型)、锥锚式(YZ型)和台座式(YT型)四种。

(1) 拉杆式千斤顶

拉杆式千斤顶以活塞杆作为拉力杆件,适用于张拉螺母锚具、锥形螺杆锚具、钢丝墩头锚具等。拉杆式千斤顶由液压缸、活塞、拉杆、接头及撑脚等组成。拉杆式千斤顶构造简单、操作方便、应用比较广泛。目前常用的一种千斤顶是YL-60型拉杆式千斤顶。拉杆式千斤顶如图2-23所示。

(2) 穿心式千斤顶

穿心式千斤顶是利用双液压缸张拉预应力筋和顶压锚具的双作用千斤顶,适用于张拉采用各种夹片式锚固体系的预应力钢丝束、钢绞线束。配上撑脚和拉杆后,也可作为拉杆式千斤顶使用。穿心式千斤顶构造特点是沿千斤顶轴线有一穿心孔道,供预应力筋或张拉杆穿过。它有两个液压缸,分别负责张拉和顶压锚固,其中张拉活塞采用液压回程,顶压活塞采用弹簧或液压回程。穿心式千斤顶是目前较为常用的预应力筋张拉设备。穿心式千斤顶如图2-24所示。

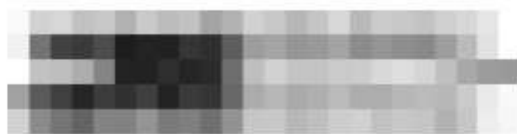


图 2-23 拉杆式千斤顶

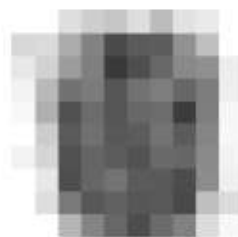


图2-24 穿心式千斤顶

(3) 锥锚式千斤顶

锥锚式千斤顶是具有张拉、顶锚和退楔功能三作用的千斤顶,用于张拉带锥形锚具的钢丝束。锥锚式千斤顶用于张拉4~24根直径为5mm或6mm的高强钢丝束。其优点是适用于中小长度的混凝土构件,成本较低,易于操作,施工质量较好;缺点是只能张拉24根钢丝,不能做群锚,对混凝土构件的截面尺寸有影响。锥锚式千斤顶如图2-25所示。

(4) 台座式千斤顶

台座式千斤顶即普通的液压千斤顶,主要用于先张法张拉预应力筋。张拉时要求钢丝的长度基本相等,以保证张拉后各钢筋的预应力相同,因此,事先应调整钢筋的初应力。台座式千斤顶如图2-26所示。

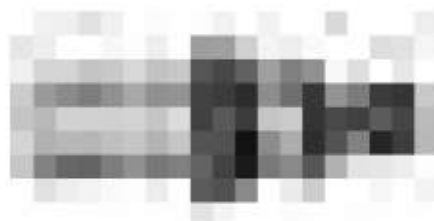


图 2-25 锥锚式千斤顶

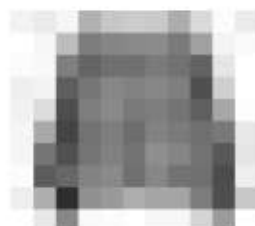


图 2-26 台座式千斤顶

2. 预应力锚固体系

预应力锚固体系是一种机械装置,有锚具和夹具之分,用以承受预应力的拉力并将它传递到混凝土中。

在后张法结构或构件中,锚固预应力钢筋用的工具称为锚具。在先张法结构或构件施工中,锚固预应力钢筋用的工具称为夹具。

1) 锚具

锚具按锚固方式可分为支承式、夹片式、锥塞式和握裹式,我国采用最多的是夹片式和支承式。

(1) 支承式锚具。支承式锚具主要包括螺栓端杆锚具和镦头锚具两种。

① 螺栓端杆锚具。螺栓端杆锚具由螺栓端杆、螺母、垫板组成,用于冷拉预应力钢筋的张拉锚固,依靠对焊与预应力钢筋连接。主要适用于直径 18~36 mm 的预应力钢筋,锚具长度一般为 320 mm。当采用一端张拉或预应力筋长度较长时,螺杆长度应增加 30~50 mm。螺杆端杆锚具如图 2-27 所示。

② 镦头锚具。镦头锚具是我国使用较早的锚具,既可作为锚具又可作为夹具。镦头锚具可用于单根粗钢筋也可用于多根钢丝束。用于多根钢丝束的锚具分为 A 型与 B 型,其中 A 型由锚环与螺母组成,可用于张拉端;B 型为锚板,用于固定端。镦头锚具的优点是操作简便迅速,不会出现“滑丝”现象;缺点是下料长度要求很精确,否则在张拉时会出现钢丝由于受力不均匀而发生断丝现象。镦头锚具如图 2-28 所示。



图 2-27 螺杆端杆锚具

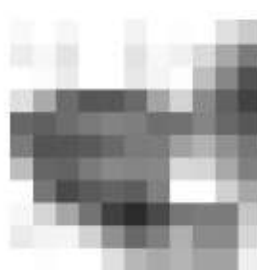


图 2-28 镦头锚具

(2) 夹片式锚具。夹片式锚具是目前使用最多的锚具,主要用于后张法预应力施工。可锚固多根高强钢绞线。夹片式锚具又分为张拉端锚具和固定端锚具,夹片式锚具的张拉端锚具常见型号有 XM 型、QM 型、OVM 型、BM 型等,固定端锚具常用 P 型或 H 型。

① 张拉端锚具。张拉端锚具虽然型号较多,但都由锚板和夹片组成,属于独立锚固单元的群锚锚具。

② XM 型锚具。XM 型锚具属多孔夹片锚具,是一种新型锚具。它是在一块多孔锚板上,利用每个锥形孔装一副夹片夹持一根钢绞线的一种楔紧式锚具(图 2-29)。锚具的优点是一根钢绞线锚固失效,不会引起整束钢绞线锚固失效,而且每束钢绞线的锚固根数不受限制。同时, XM 型锚具既适用于锚固钢绞线束,又适用于锚固钢丝束;既可锚固单根预应力筋,又可锚固多根预应力筋,具有通用性强、性能可靠、施工方便、便于高处作业等特点。

③ OVM 型锚具。OVM 型锚具是目前较成功的预应力群锚体系之一,广泛应用于国内外桥梁建设、预应力混凝土工程之中。OVM 型锚具由夹片、锚板、锚垫板及螺旋筋四部分组成,其夹片为两片式,并在夹片背部上有弹性槽,以提高锚固性能。OVM 型锚具锚固效率系数

高,锚固性能稳定、可靠,适应范围广,一般情况下一套锚具可锚固 1~55 根钢绞线。OVM 型锚具如图 2-30 所示。

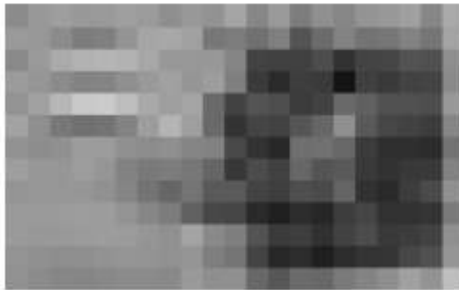


图 2-29 XM 型锚具

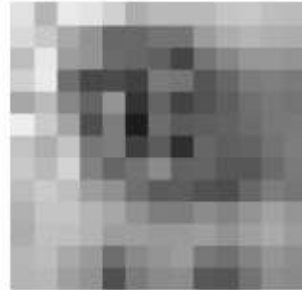


图 2-30 OVM 型锚具

◎BM 型锚具。BM 型锚具是一种新型的扁形夹片式群锚锚具,简称扁锚(图 2-31)。它由扁形工作锚板、工作夹片、扁形锚垫板、扁形螺旋筋及扁形波纹管等组成。扁锚的优点是:张拉槽口扁小,可减小混凝土板厚,便于梁的预应力筋按实际需要切断后锚固,有利于减少钢材用量;钢绞线单根张拉,施工方便。扁锚特别适用于空心板、低高度箱梁以及桥面横向预应力等的张拉。图 2-32 所示为扁锚在工程中的应用。

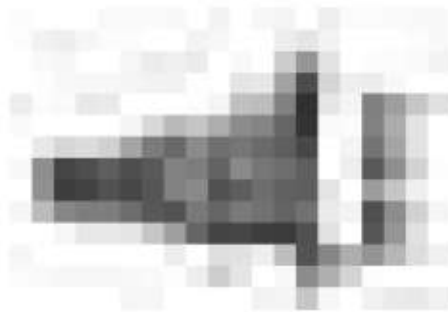


图 2-31 BM 型锚具



图 2-32 BM 型锚具在工程中的应用

②固定端锚具。固定端锚具包括 P 形和 H 形锚具两种形式。P 形锚具(图 2-33)适用于需要把后张力直接传至梁端时的情况。它利用锚固单元受挤压产生塑性变形来夹持钢绞线,其中挤压锚具由挤压套与钢绞线通过专用的挤压机挤压而形成锚固单元。H 形锚具(图 2-34)适用于把后张力传至混凝土时的情况。它的锚固单元是钢绞线经过专用压花机挤压后形成的,依靠混凝土对钢绞线的握裹力进行锚固。



图 2-33 P 形锚具



图 2-34 H 形锚具

2) 夹具

夹具应具有良好的自锚性能和松锚性能,同时还应具有安全的重复使用性能。主要锚固零件应采取防锈措施。夹具按施工功能可分为钢丝夹具和钢筋夹具两种类型。

(1) 钢丝夹具。钢丝夹具主要分两类:一类是将预应力筋锚固在台座或钢模上的锚固夹具(图 2-35),另一类是张拉时夹持预应力筋的夹具(图 2-36),这两类夹具都是重复使用的,夹具种类较多。

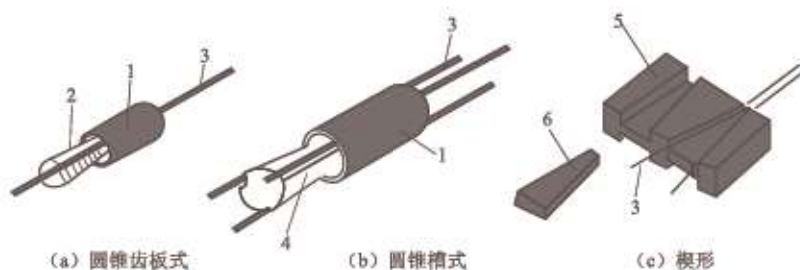


图 2-35 钢丝的锚固夹具

1—套筒;2—齿板;3—钢丝;4—锥塞;5—锚板;6—楔块



图 2-36 钢丝的张拉夹具

1—钢丝;2—钳齿;3—拉钩;4—偏心齿条;5—拉环;6—锚板;7—楔块

(2) 钢筋夹具。钢筋锚固时多用螺母锚具、墩头锚和销片夹具等。张拉时可用连接器与螺母锚具连接,或采用销片夹具(图 2-37)等。销片夹具由圆套筒和圆锥形销片组成,套筒内壁呈圆锥形,与销片锥度吻合。销片有两片式和三片式,钢筋就夹紧在销片的凹槽内。

3. 其他预应力设备

(1) 波纹管

在后张法施工工艺中,要在构件中预留孔道,以便预应力筋的穿入。预留孔道的方法有很多,目前应用最多的是预埋金属波纹管成孔。

金属波纹管是采用 0.25~0.30 mm 厚的镀锌或不镀锌的低碳钢带螺旋折叠咬口制成(图 2-38)。截面形状有圆形及扁形两种。圆形波纹管的内径尺寸从 40 mm 到 160 mm,相邻规格内径差为 5 mm。金属波纹管具有使用方便、质量轻、刚度好、连接简单等优点,但也有耐蚀性较差、易锈、使用寿命短等缺点。

塑料波纹管是在近期开始采用的一种波纹管形式(图 2-39),这种波纹管采用的塑料为聚乙烯或高密度聚乙烯。塑料波纹管是一种比金属波纹管性能更好的预应力管道,具有防水、耐

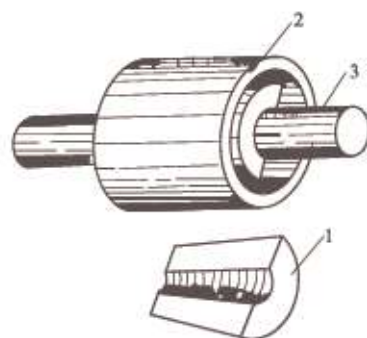


图 2-37 两片式销片夹具

1—销片;2—套筒;3—预应力筋

蚀、抗氧化等优点,而且受力后密封性好、摩阻更小、不导电、强度高,有利于预应力筋防腐,适用于小半径布置预应力筋,满足特殊结构对预应力筋的绝缘要求。



图 2-38 金属波纹管



图 2-39 塑料波纹管

(2) 高压油泵

预应力高压油泵是预应力液压机具的动力源。油泵的额定油压和流量,必须满足配套机具的要求。目前应用的大部分预应力液压千斤顶都需要油压在 50 MPa 以上,流量较小,并且能连续供油,供油稳定,操作方便。高压油泵按驱动方式可分为手动和电动两种。目前应用最广泛的是 ZB3/630 型和 2ZB-50 型电动油泵。

(六) 起重机具

1. 卷扬机

卷扬机又称绞车,分为手动式、内燃式和电动式三种,是最常用、最简单的起重设备之一,广泛应用于桥梁施工中,其中又以电动卷扬机应用最多。

电动卷扬机按操作方式分为电动可逆式卷扬机和电动摩擦式卷扬机。可逆式卷扬机的电动机与卷筒有固定联系,卷筒可强制正转和反转,通过更换电路就可以升降重物。摩擦式卷扬机是通过摩擦离合器带动卷筒旋转,只在起吊时才使用卷扬机,下降时靠重物自身重力,速度快慢用制动器来控制。

电动卷扬机有快速与慢速之分,其中快速为 JK 型,慢速为 JM 型。慢速卷扬机的牵引速度一般为 7~13 m/min,牵引力为 30~110 kN;快速卷扬机的牵引速度一般为 15~48 m/min,牵引力为 3~60 kN。选用卷扬机时应考虑牵引力、钢丝绳牵引速度和卷筒容绳量等是否满足施工要求。

卷扬机应安放在地势稍高、视线良好且地基坚实的地方,并且地基要经过必要的处理。卷扬机的基座必须与地基连接牢固,以防在使用中产生滑动、位移,甚至卷扬机被拉翻,导致重物坠落等事故发生。卷扬机安放位置距离起吊点应大于 15 m。在室外施工时,上方应有遮阳挡雨的工棚,但不能影响机手的视线或妨碍机手操作。

2. 链滑车

链滑车俗称倒链,是施工现场经常使用的轻小起重设备。常用的链滑车分涡轮式和齿轮式两种(图 2-40)。其中涡轮式链滑车效率较低,工作速度也不如齿轮式链滑车。

链滑车使用前要检查链条、轮盘等,如有裂纹、转动不灵等问题应严禁使用;如发现链条有打结等现象应调整理顺后才可使用。起重时不得超载使用,如手拉链拉不动时,应检查原因,千万不能盲目猛拉,以免发生事故。

3. 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需要自行设计和加工。扒杆可以

用来升降重物,移动和架设桥梁等。常用的扒杆类型有独脚扒杆、人字扒杆和摇臂扒杆等。它们与一些简易机械配套,可组成各种轻型起吊机。

独脚扒杆是用一根立柱作为主体结构,顶部系三四根缆风绳,将立柱固定成竖直位置或略微倾斜(一般倾角为 $5^{\circ}\sim 10^{\circ}$)的简易起重装置。独脚扒杆根据立柱材料的不同,有木扒杆、钢管扒杆及钢桁架扒杆等。

人字形扒杆是用两根立柱搭设成“人”字形,顶部交叉用螺栓连接,并采用千斤绳捆绑。扒杆前后缆风绳均设两根,互成 $45^{\circ}\sim 60^{\circ}$ 。当扒杆起重量较大时,可在后缆风绳中间加一副背索滑轮组,起吊时的向前倾斜度可用缆风绳及背索滑轮组控制调整。

摇臂扒杆是用一副人字形扒杆或一根独脚扒杆吊住一根吊杆组成。由于吊杆可以俯仰和左右摆动,所以摇臂扒杆不但能垂直起吊重物,而且还可以在一定范围内水平移动重物。摇臂扒杆的吊杆起落依靠背索滑轮组,左右转动则依靠吊杆缆风绳的收放。

4. 龙门架

龙门架又称龙门起重机,是一种最常用的垂直起吊设备。在龙门架顶横梁上设行车时,可以横向运输重物和构件;在龙门架两腿下设有平车和轨道,可以在轨道上纵向运输;在两腿下设有能转向的滑轮时,则可以进行任何方向的水平运输。龙门架一般设在构件预制场用来吊移构件,或设在桥墩顶或墩旁用来安装大梁构件。

龙门架一般有钢木混合构造龙门架、装配式钢桥桁架(贝雷)拼装的龙门架及万能杆件拼装的龙门架等形式,但采用钢木混合形式的龙门架较少。

一般的龙门架在构造上由金属结构、机构及电气与控制系统组成。根据龙门架主梁形式的不同,又可以分为单梁式和双梁式两种;根据整机钢结构分为桁架式和箱形结构两种;根据支腿形式,分为八字形、A字形(图 2-41)、C字形和L字形等。为了扩大龙门架作业范围,桥架主梁常伸于支腿之外,呈悬臂结构,悬臂可以是单悬臂或双悬臂,悬臂长度一般是桥架跨度的 $30\%\sim 40\%$ 。悬臂可以减小主梁的弯矩,减轻整机结构,对龙门架的装卸有利。

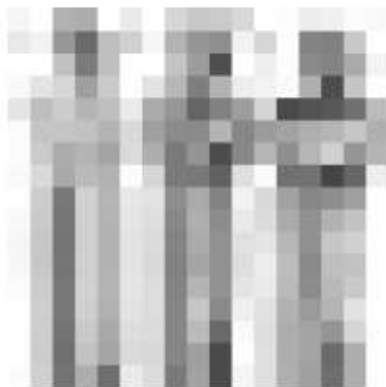


图 2-40 链滑车

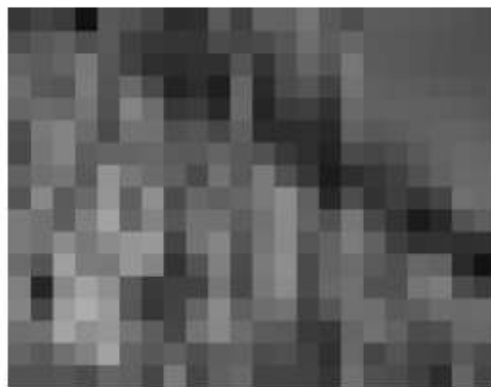


图 2-41 龙门架

5. 运行回转起重机

运行回转起重机是常用的起重机械,主要有汽车式、履带式 and 轮胎式三种,其中汽车式起重机又称汽车吊(图 2-42),应用最为广泛。

汽车起重机是安装在标准的或专用的载货汽车底盘上的全悬臂起重机。它行驶速度快、越野性能好、灵活性大,适用于远距离之间的调动。汽车起重机的工作区一般在其侧方和后

方,起重效率相对较低,在一些散货装卸作业场合往往受到限制。履带起重机自重大,履带着地面积大,稳定性较好,非常适合于在松散泥土地区行驶与作业。轮胎起重机不受汽车底盘的限制,轮距、轴距配合适当,稳定性好,转弯半径小。

6. 缆索起重机

缆索起重机适用于高差较大的垂直吊装和架空纵向运输,吊运量从几吨到几十吨,纵向运距从几十米至几百米。缆索起重机主要用在跨度大、地势复杂、起伏不平或其他起重机具不易达到的施工现场。

缆索起重机(图 2-43)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构成。在进行拱桥吊装时,吊装系统除了上述部件外,还有扣索、扣索排架、扣索地锚、扣索绞车等部件。

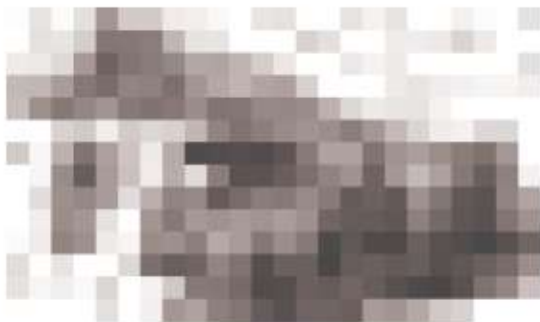


图 2-42 汽车起重机



图 2-43 缆索起重机

主索也称为承重索或运输天线,它支撑在两侧塔架的索鞍上,两端锚固于地锚。吊运构件的行车运行于主索上。主索的断面需根据起吊重量、设计垂度、主索跨度等因素进行计算。

起重索主要用于控制吊物的升降(垂直运输),它的套绕方式有两种,一种是它一端与卷扬机滚筒相连,另一端固定于对岸的地锚上。这样当行车在主索上沿桥跨反复运行时,可保持行车与吊钩间的起重索长度不随行车的移动而改变。另一种是它一端与卷扬机滚筒相连,另一端固定在滑车组上。这样在构件吊运过程中随着行车前后运动,起重绞车也要收紧或放松,以保持起重物处在一确定高度上。

牵引索用于拉动行车沿桥梁方向在主索上移动(水平运输),因此需要一对牵引索,牵引索可分别连接在两台卷扬机上,也可以合拴在一台双滚筒卷扬机上,以便于操作。

结索用于悬挂分索器,使主索、起重索、牵引索不相互干扰,仅承受分索器重量及自重。

扣索用于在拱箱(肋)分段吊装时,暂时固定分段拱箱(肋)。扣索一端系在拱箱(肋)接头附近的扣环上,另一端通过扣索排架固定于地锚上。

缆风索也称为浪风索,用于保证塔架的纵横向稳定及拱肋安装就位后的横向稳定。

横移索用于只设置一道主索时的预制构件的横向就位移动。

塔架是用来提高主索的临空高度及支承各种受力钢索的结构物(图 2-44)。它主要由塔身、塔顶、塔底和索鞍等几部分组成。塔架形式较多,按材料可分为木塔架和钢塔架两类。塔架的高度由主索的垂度、吊装物越过障碍物最高点之间的高差以及主索的临空高度来决定。索鞍设置在塔架顶部,以供放置主索、起重索、扣索等。索鞍的设置可减少钢丝绳与塔架的摩擦力,使塔架承受较小的水平力,并减小钢丝绳的磨损(图 2-45)。



图 2-44 塔架



图 2-45 索鞍

地锚也称地垄或锚碇,用于锚固主索、扣索、起重索及绞车等。地锚的可靠性对缆索吊装安全非常重要,在设计和施工时都必须高度重视。根据不同的条件,地锚的形式和构造可布置成多种多样,如桩立垄、挡卧垄、混泥土地垄等,有时还可利用桥梁墩、台作锚碇。

除以上设备外,缆索起重机还有其他配套设备,如在主索上行驶的行车、起重滑轮组、电动卷扬机、手摇绞车、倒链、法兰螺栓、钢丝卡子及千斤绳等。

7. 浮式起重机

浮式起重机又称为起重船或浮吊(图 2-46),在通航河流或港口进行桥梁建设时,浮吊是重要的工作船。浮吊按船体的机动性能又分为自航式和非自航式两类。非自航式浮吊不需装设推进系统,主要在内河港口使用,通常在方形船甲板上设置起重机,再配置船舶系缆设备及生活设施等。自航式浮吊则需装设推进系统。

浮吊按起重性能又分为回转式和非回转式。回转式浮吊比较灵活,起重机部分可以作 360° 回转的,称全回转浮吊。非回转式浮吊则包括臂架固定式和臂架变幅式两种。非回转式浮吊虽然机动性不强,必须用弯曲航线来运送吊件,但造价相对较低,同时对于起吊重件非常适用。

8. 塔式起重机

塔式起重机又称塔吊(图 2-47),主要应用在建筑工程中,目前在桥梁中也逐渐推广应用。



图 2-46 浮式起重机

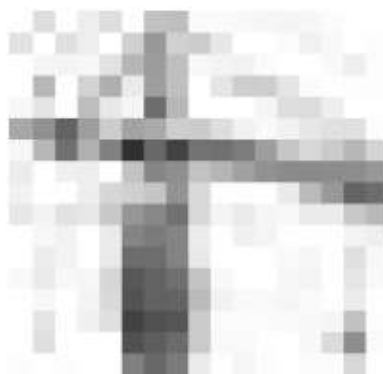


图 2-47 塔式起重机

桥梁工程中主要使用小车变幅水平臂架式塔吊,该塔吊臂架可以水平旋转,臂架上安装有起重小车,可沿臂架移动,同时进行起吊、旋转、变幅三个动作的作业。

塔式起重机的作业参数包括幅度、起重量、起重力矩和起重高度。其主要施工操作要点如下:①塔式起重机司机必须经过专业培训并有一定驾驶经验,必须持证上岗;②应按照操作规程进行操作;③风速超过六级时应停止使用塔式起重机;④当多台塔式起重机围绕一个项目施工时,相邻两台塔式起重机相近部位间最小安全操作距离一般为5 m。

(七)劳动组织准备

施工企业承接施工任务后,组织各级施工管理机构、施工队伍进行劳动力训练,与其他单位签订各种协议、合同等。

项目的劳动组织主要是组织施工队伍、施工队班(组)的劳动组合,其中包括各种工人和管理人员的组合,人员总数、体制、工种结构、工人技术等级、各种工种人员比例的组合,施工高峰期的人数等;还包括研究施工项目总的劳动力投入的比例,以及项目施工全过程人力动态的变化(即进出现场的人员计划)。主要包括以下几点内容:

(1)建立施工组织机构。施工组织机构的建立应根据桥梁工程项目的规模、结构特点和工程的复杂程度来决定。为了有效地进行各项管理工作,在项目经理之下应设置一定职能部门,分别处理有关的职能事务,人员的配备应适应任务的需求,要力求精干、高效。并应做到分工明确、责权具体、便于指挥和管理。

(2)合理设置施工班组。施工班组的建立应认真考虑专业和工种之间的合理配置,其比例要满足合理的劳动组织、并符合流水作业方式的要求。

(3)施工力量的集结进场和培训。在建立工地组织领导机构后,根据各分部分项工程的开工日期和劳动力需求计划,分批分阶段地组织劳动力进场,并及时组织进行上岗前的培训教育工作。

(4)建立健全各项管理制度。施工现场必须建立健全各项管理制度,以使各项施工活动能顺利进行,在施工过程中,有章不循其后果是严重的,无章可依则更为危险。

三、相关案例——沪昆客专柏加浏阳河特大桥的施工机械与人员配置

(一)管理组织机构的建立

柏加浏阳河特大桥由中铁三局沪昆客专×项目部负责施工。

项目部下设工程管理部、安全质量部、物资设备部、计划财务部、综合管理部、工程实验室、精测队五部一室一队。

各部室的主要职责如下:

工程管理部——负责工程技术、技术开发、施工测量、征地拆迁、施工调度等工作;

安全质量部——负责质量管理、安全管理、环境保护等工作;

计划财务部——负责计划统计、合同管理、财务等工作;

物资设备部——负责物资计划、筹备、采购、机械设备管理;

综合管理部——负责企业宣传、接待、协调等后勤工作;

工程实验室——负责工程实验工作;

精测队——负责沉降观测、工后变形等精确测量工作。

(二)主要进场人员配置

本着满足施工需要均衡生产、动态管理、组织专业化施工队伍的原则,进行劳动力管理,确保人力资源满足本工点的工程施工需要,并根据各分项工程的施工计划、工程量大小,结合各

分项工程专业特点和现代科学管理理论,制定劳动力需用量计划。施工队伍具体部署为:成立一个桥梁架子队,负责管段内桥梁桩基的施工。架子队管理按标准化要求配置人员,即“1152”:一个队长,一个技术负责人,配置技术员、试验员、材料员、安全员、质量员及工班长和领工员。

(三)施工机械配备

因工程地质复杂、工期紧等特点,故结合工程内容,配备旋挖钻机、吊车、装载机、挖掘机、混凝土泵车、混凝土罐车、滚笼机、钢筋切割机、电焊机、钢筋调直机、钢筋弯曲机等机械设备,最大限度地提高工效,加快进度并确保施工质量。

学习项目四 施工场地布置、临时工程和辅助工程

一、引 文

施工场地布置是施工组织的重要组成部分,对知道现场文明施工有着重要的意义,若布置不合理会造成施工秩序的混乱。一个项目的施工场地要容纳上百人以上的队伍进行施工,各自承担不同的任务难免会互相干扰,若场地布置不明确或考虑不周到,施工过程中就有可能影响其他队伍施工,产生纠纷。许多材料、机械需要存放,进行施工场地布置时,如欠全面考虑,就可能出现存放位置占用了建筑物的设计位置等等,这样,都会影响施工进度而增加施工成本。由于施工场地布置粗糙直接影响施工安全,并容易发生触电、失火等危险,造成经济损失和人身安全事故。因此,必须要充分重视施工场地的布置。

二、相关理论知识

(一)施工场地布置的主要原则

- (1)充分利用原有地形、地物,少占农田,因地制宜,以降低工程成本。
- (2)充分考虑水文、地质、气象等自然条件的影响。
- (3)场区规划必须科学合理。
- (4)场内运输形式的选择及线路的布设,应尽量减少二次倒运和缩短运距。
- (5)一切设施和布局,必须满足施工进度、方法、工艺流程及科学组织生产的需要。
- (6)必须符合安全生产、保安防火和文明施工的规定和要求。

(二)施工平面布置的内容

- (1)原有地形地物。
- (2)沿线的生产、行政、生活等区域的规划及其设施。如各种仓库、搅拌站、预制构件厂(站、场)、各种生产作业棚、办公用房、宿舍、食堂、文化设施等均应按施工组织设计规定的数量、标准、面积位置等要求规划修建。
- (3)沿线的便道、便桥及其他临时设施。
- (4)基本生产、辅助生产、服务生产设施的平面布置。如在建设工程的用地范围内平整施工现场、接通施工用水、用电和道路,简称“三通一平”;组织施工机具进场,并根据施工布置将施工机具安置在规定的地点等。
- (5)安全消防设施。建立消防和保安等组织机构,制定有关的规章制度,布置安排好消防和保安等措施。

- (6)施工防排水临时设施。
- (7)主要结构物平面位置等。

图 2-48 为某桥梁施工场地布置图。

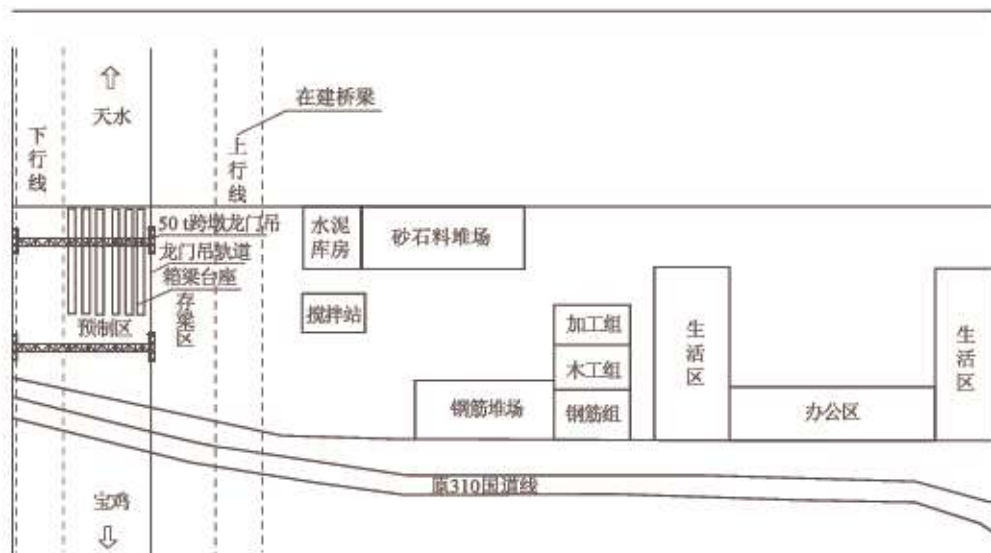


图 2-48 桥梁施工场地布置图

(三)临时工程的布置

- (1)各种运输道路及临时便桥、过渡工程设施的位置。
- (2)临时生活房屋的位置,如管理人员、施工人员的宿舍,管理办公用房,食堂、浴室、文化服务用房。
- (3)各种加工房屋位置,如钢筋加工棚、混凝土成品预制厂、混凝土拌和站。
- (4)各种材料、半成品、成品等仓库货堆栈位置。
- (5)大堆料的堆放地点及机械设备的设置地点位置,如砂、石料堆放处等。
- (6)临时供电线(变电站)、供水、蒸汽、压缩空气站及其管线和临时通信线路等。
- (7)其他生产房屋、木工棚、铁工棚、机具修理棚、车库、油库等。
- (8)现场安全级防火设施等。
- (9)施工场地排水系统位置。

(四)辅助工程

(1)桥梁施工辅助工程主要包括:存梁场、场内运梁线、大型龙门吊机走行线、供应制梁砂石料的砂石场、修建临时承托结构、钢构件、架桥机的运梁道路。开工前,应考虑辅助工程特点及施工工期,做到统筹规划、合理布局,提出设计文件,经上级批准后,修建辅助工程。辅助工程竣工后,施工单位要编制竣工报告。其内容为:开、竣工日期,施工依据,施工单位,竣工数量,主要材料消耗,工程成本及必要图纸等。

(2)当桥梁工程施工采用预制和架设施工方案时,运梁便线及桥上临时轨道应按不同运梁车的要求具有足够的承载能力并要平整、顺直,以便箱梁的顺利移运。

(3)施工便道应直通工地,并与国家公路网连接,并应满足各种设备运输进场的需要。

三、相关案例——沪昆客专柏加浏阳河特大桥临时工程和施工总平面的布置

(一)临时设施

1. 施工运输便道

沿线在本工点红线外左侧设主便道贯通本工点。

施工便道采用泥结碎石路面结构,路基面宽 4.5 m,厚 20 cm,横向单侧排水,横坡 4%。便道沿线路外侧设排水沟。

2. 混凝土拌和站

本工点混凝土采用集中搅拌,采用与一分部合建的混凝土搅拌站进行生产,由混凝土罐车运输到施工现场。

3. 驻地、生产、生活房屋

生产区和驻地办公生活区设在 DK884+050 线路左侧 50 m 处。驻地办公生活区设标准架子队,配置办公室、职工宿舍、职工食堂、厕所等办公生活设施;生产区设配电房、发电房、钢筋材料库房、钢筋加工场、滚笼机生产区、成品区、半成品区及废料堆放区等。生活办公区房屋采用彩钢板房搭设,生活办公区分开设置。生活区统一规划、集中布置,营区周围设围护,围护采用维护栅栏,涂以明显颜色。生产区钢筋料场搭设活动顶棚,钢筋加分部搭设彩钢瓦顶棚。其余配电房、发电房等房屋采用砖混、砖瓦结构。

4. 弃土场

本工点弃渣运往指定弃土场,弃土场容量 15 万 m^3 。

(二)施工总平面布置

在驻地位于 DK884+050 线路左侧 50 m 处,设一个钢筋加工场,位于 DK884+050 线路左侧 50 m 处,设一处 200 kV·A 变压器。沿线设两处 400 kV·A 变压器,分别位于 DK885+200、DK886+450 处。

巩固与提高

试结合其所在地区情况分组调查共同编写一份模拟的施工调查报告,并用 PPT 汇报。