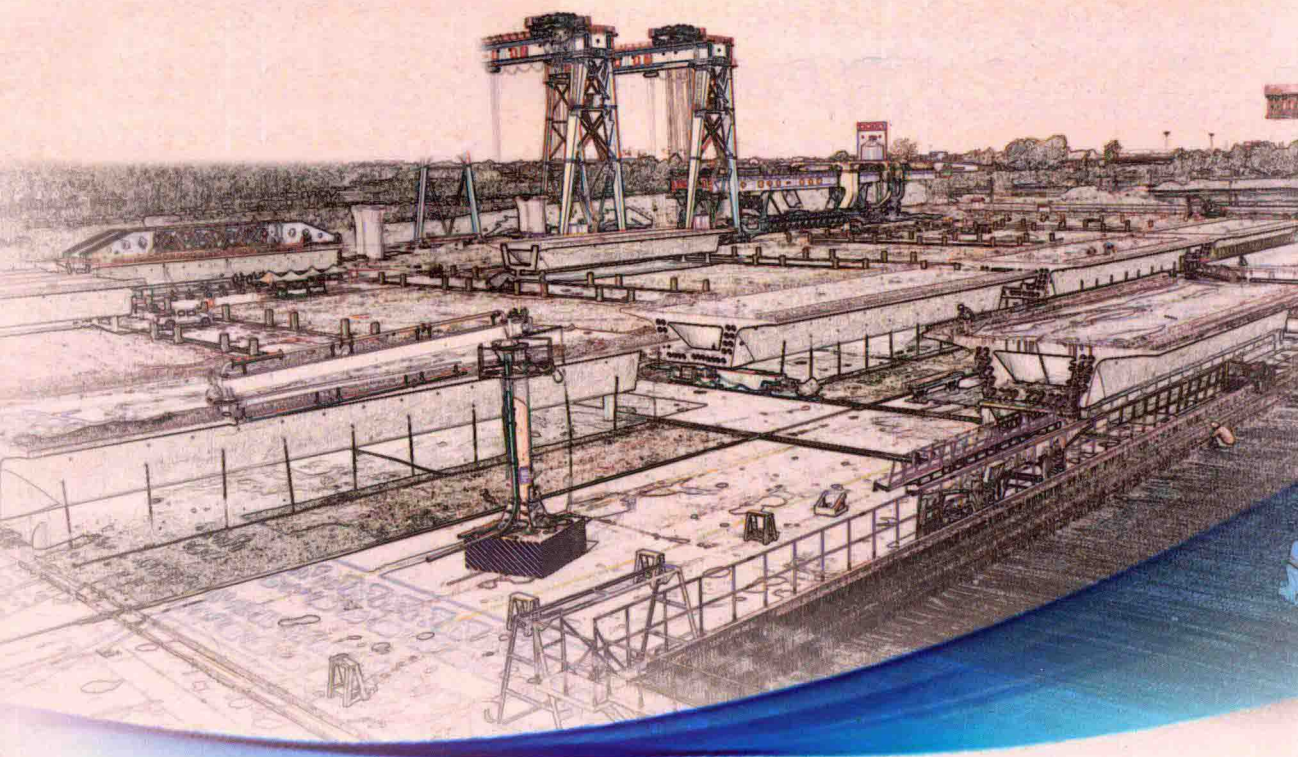




铁路预制简支梁场

规划与施工

TIELU YUZHJ JIANZHI LIANGCHANG
GUIHUA YU SHIGONG

曹新刚 徐 宏 主 编
秦定松 副主编

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

铁路预制简支梁场规划与施工

主 编 曹新刚 徐 宏

副主编 秦定松

中国铁道出版社

2018年·北京

图书在版编目(CIP)数据

铁路预制简支梁场规划与施工/曹新刚,徐宏主编. —北京:
中国铁道出版社,2018.8
ISBN 978-7-113-24708-9

I. ①铁… II. ①曹… ②徐… III. ①铁路施工-简支梁-预制
结构 IV. ①U215.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 153427 号

书 名: 铁路预制简支梁场规划与施工
作 者: 曹新刚 徐 宏

责任编辑: 张卫晓 编辑部电话: (010)51873193
封面设计: 王镜夷
责任校对: 焦桂荣
责任印制: 高春晓

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: 中煤(北京)印务有限公司
版 次: 2018年8月第1版 2018年8月第1次印刷
开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16 印张: 9.5 字数: 234 千
书 号: ISBN 978-7-113-24708-9
定 价: 30.00 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

序

根据国家发布的《中长期铁路网规划》(以下简称《规划》),“十三五”铁路发展处于一个非常重要的关键时期,铁路也将注重围绕全面建成小康社会这个目标进行布局和建设,服务支撑三大战略、脱贫攻坚和区域的协调发展。结合中华人民共和国交通运输部“综合运输服务“十三五”发展规划”,全国铁路网覆盖城区常住人口 20 万以上城市、80%以上县级行政区,高速铁路网覆盖城区常住人口 100 万以上城市比例达到 80%。围绕国家“一带一路”发展战略,以促进基础设施互连互通、推进运输便利化为重点,综合运输服务将进入以结构调整、转型升级、提质增效为主要特征的发展阶段。

随着铁路建设速度的加快和社会经济的发展,结合我国土地问题日益紧张的现实,为尽可能少的占用土地,我国高速铁路提倡以桥代路,桥梁占线路总长度比例高达 80%以上,简支梁在铁路建设中得到了广泛的应用。目前,我国高速铁路桥梁主要为 250 km/h、350 km/h 两种速度等级,常用标准跨度简支梁主要为 24 m、32 m。施工模式主要采用现场预制、架桥机架设、现场铺设的方法,该方法生产效率高,质量容易控制,造价更为合理。由于桥梁比例的不断增大,考虑到高速铁路线路平顺性的要求,简支梁预制成为高速铁路建设的制高点,决定着全线建设的工期和质量。

如何确保大规模、高标准铁路简支梁施工有序推进,使工地制梁场达到“规范化、标准化、集约化、信息化”的要求,形成以技术标准、管理标准、作业标准为基本依据,以机械化、专业化为支撑手段,通过建立标准化的管理,并在施工中贯彻执行,有效提升工地制梁场建设水平,使得梁场规划、设计、施工、系统合理,经济节约、满足使用,进而达到成功复制,有效保证优质、高效地实现目标,提升高速铁路桥梁整体技术水平,对于高铁的长期发展和实现“走出去”战略具有积极推动作用。

本书作者来自施工生产一线单位,通过在施工中不断探索、攻关和创新,旨在推广和提高桥梁预制水平。虽经多方查证并倾力而为,乃至字斟句酌,难免有疏漏和错误之处,希望广大技术人员不吝赐教。

编者

2018 年 5 月

前 言

随着我国高速铁路建设的持续推进,西部山区和东部沿海地区的高速铁路建设逐年增多,而跨越河流、沟谷的高墩桥梁以及软基沉陷地区的深基础桥梁占比较大,为满足高铁对运行速度的要求,简支梁在国内客运专线(高速铁路)建设中得到了广泛的应用。由于工期和造价的要求,均采用现场预制、架桥机架设、现场铺设的方法,该方法生产效率高,质量容易控制,造价更为合理。

中国铁路建设的快速发展,技术标准的不断更新和提高,国家对施工现场环保要求的严格执行,建筑行业劳动力资源供求关系的现实问题,为了降低能源消耗,减少对环境的污染,降低工种对从业人员的素质要求,提高铁路预制简支梁质量,变工地化生产为工厂化生产,达到生产专业化、工厂化、模块化、信息化。目前国内、外尚无简支梁预制场建设的统一形式及标准,施工中各简支梁预制场,根据各自设备(工装)、工期自行设计规划,无法实现“规范化、标准化、模块化、信息化”。为使简支梁预制场建设形成专业化、标准化、集约化,有效降低施工成本,保证产品质量满足工期要求,预制梁场的规划就显得尤为重要。

本书主要共八章,包括制梁场规划、设备(工装)选型、主要临时设施设计及检算、制梁场建场实例、预制简支梁关键工艺、高性能混凝土配合比设计、产品质量检验、BIM技术在制梁场建设及施工中的应用等方面进行了详细的阐述,并给出了典型示例。BIM技术的应用,实现了可视化交底、信息化过程管理,提高了施工工艺控制水平,提升了桥梁的技术水平。

本书由曹新刚、徐宏任主编,秦定松任副主编,郭敏、李雁、杨倩、牛丽坤、刘超群、李小兔等参加编写。本书可作为施工单位工程技术人员及大专院校有关师生的参考书。

书中若有疏漏或错误之处,希望读者提出宝贵意见和建议,以便再版时修改、补充、完善。

编者

2018年5月

目 录

第一章 制梁场规划	1
第一节 概 述	1
第二节 规划原则	1
第三节 规划应考虑因素	1
第四节 规划步骤	3
第五节 预制梁场的构成	5
第六节 制梁场规模的确定	8
第七节 生产功能区规划	13
第八节 水电用量的计算	17
第二章 设备(工装)选型	20
第一节 混凝土设备选型	20
第二节 移运梁设备选型	23
第三节 钢筋(张拉)设备选型	27
第四节 制梁工装(设备)选用	29
第三章 主要临时设施设计及检算	48
第一节 制梁台座设计及检算	48
第二节 存梁台座设计及检算	55
第三节 拌和站粉罐基础设计及检算	57
第四节 生产功能区设计检算	60
第四章 制梁场建场实例	64
第一节 规划思路	64
第二节 项目建设实例	64
第五章 预制简支梁关键工艺	80
第一节 主要技术标准和关键工艺流程	80
第二节 预制简支梁关键工艺	80
第六章 高性能混凝土配合比设计	110
第一节 影响配合比主要因素	110

第二节	配合比设计选定计算.....	111
第三节	冬期施工混凝土热工计算.....	121
第七章	产品质量检验.....	124
第一节	静载试验.....	124
第二节	预制简支梁生产许可证认证.....	129
第八章	BIM 技术在制梁场建设及施工中的应用	131
第一节	概 述.....	131
第二节	BIM 技术在制梁场解决的问题	132
附件	简支梁预应力张拉计算.....	136
第一节	预应力损失值的计算.....	136
第二节	预应力值的计算.....	140
第三节	施工中需要注意的问题.....	141
第四节	后张简支箱梁计算实例.....	141
参考文献		146

第一章 制梁场规划

第一节 概 述

随着国家加快铁路建设政策措施的出台,铁路安排建设投资和投产新线比例进一步加大。总目标是到 2020 年铁路里程达到 15 万 km,高速铁路达到 3 万 km,铁路总规模增加 2.9 万 km,其中高速铁路增加 1.1 万 km。

为完善高速铁路网,高速铁路“四纵四横”正在加快建设,“十三五”期间“四纵四横”大部分将建成,同时新开一些“八纵八横”新的铁路通道项目,使高速铁路能够逐步联网,发挥综合效益。到 2020 年,高铁覆盖 80%以上的大城市,建成投产将达 3 万 km。

随着铁路建设速度的加快和社会经济的发展,结合我国土地问题日益紧张的现实,为尽可能少的占用土地,我国高速铁路提倡以桥代路,桥梁占线路总长度比例高达 80%以上,简支梁在铁路建设中得到了广泛的应用。由于桥梁比例的不断增大,考虑到高速铁路线路平顺性的要求,简支梁预制成为高速铁路建设的制高点,决定着全线建设的工期和质量。目前,铁路建设中简支梁多采用现场预制、架桥机架设、现场铺设的方法,该方法生产效率高,质量容易控制,造价更为合理。

为了使制梁场达到“规范化、标准化、集约化、信息化”的要求,使制梁场建设形成标准化、专业化、集约化,确保大规模、高标准铁路制梁场建设全面有序推进,形成以技术标准、管理标准、作业标准为基础依据,以机械化、专业化为支撑手段,通过建立标准化的管理,并在施工中贯彻执行,有效提升工地制梁场建设的标准化水平,使梁场规划、设计、施工系统合理,经济节约、满足使用。

第二节 规划原则

制梁场规划应本着安全适用、技术先进、经济合理,满足施工流程需要,兼顾运、架设备的安装和拆除的原则。

制梁场整体规划时应结合所在区域(铁路线路)的工程经济、技术、自然条件等进行设计,应满足生产、运输、防洪、安全、卫生、环境保护、节能和职工生活设施的需要,应结合铁路线路具体情况和承担施工任务企业实际大型施工装备拥有状况、工程经验、地质、地形、地貌等方面因素,进行多方案综合的技术经济比较后,选择经济可行,技术合理的最优方案。

第三节 规划应考虑因素

一、布置方案的选择

根据制梁数量和工期要求,结合修建线路情况,运、架梁设备,梁场所在地地形、地貌、地质

条件,箱梁制造程序和工艺要求等因素,综合考虑采用横列式(图 1-1)或纵列式(图 1-2)布置方案。



图 1-1 横列式布置

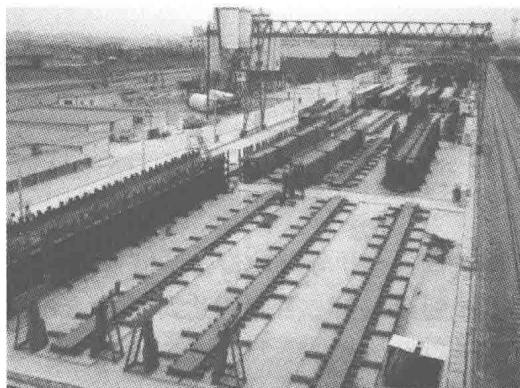


图 1-2 纵列式布置

二、场地的选择

制梁场地选择应遵循经济性、安全性、环保性、方便管理的原则。应选择在交通便利,地质条件好,施工用水、用电接通便利,基础处理费用低,场地布置满足工艺需求的场所。

(一)永临结合的原则。尽可能利用站场和其他铁路永久用地区域,或将预制场设在当地规划区永久建设用地上,以减少租地和临时工程费用。

(二)征地拆迁及复垦量少。制梁场宜选在占用耕地少,拆迁量少以及工程完工后复垦量少的地区,以减少复垦工程费用。

(三)宜在桥群集中地段设置制梁场。一般选择在桥群重心附近以减少运梁距离,以确保桥梁均衡生产。

(四)运梁距离较短。较短的运输距离可确保桥梁运输安全,提高架梁施工速度,降低运输费用,箱梁运梁距离宜控制在 20 km 以内;采用火车运梁方案时,应结合总体方案综合考虑。

(五)交通方便。制梁场位置应尽量与既有公路或施工便道相连,以利于大型设备和材料进场;道路上有咽喉控制设施时,其应满足大型施工车辆及大型制、提、运梁设备的运输车辆通行要求。

(六)地质状况好、地基处理工程量小。较好的地质可以减少地基处理工程量,降低工程费用,比较容易满足制梁过程中对制、存梁台座等结构物提出的沉降、变形等要求,尤其针对大吨位箱梁效果更为明显。

(七)制梁场选址中还应考虑现浇梁、连续梁及隧道工程等因素的影响。

(八)制梁场的选址应结合技术、经济、工期等各方面因素综合考虑,并进行多方案的经济技术比较后,择优确定。

三、工艺要求

按照选定制梁场的布置方案,结合提梁、运梁设备和制梁流程方案设计梁场布置,结合梁场拟采用工艺,进行整体规划。

四、运梁距离

较短的运输距离可以确保桥梁铺架指标的的实现,运距一般为 15 km 以内,较为经济。当 T 梁采用工程列车运输、铁路架桥机架设时,运输距离不受此影响。

第四节 规划步骤

一、制梁场规划

制梁场整体规划设计主要包含梁场选址、梁场关键参数的确定(制梁台座数量、存梁台座数量)、大型设备配置、平面规划、主要工艺方案等。

制、存梁台座的数量和布置方式取决于设备资源配备、工期要求、任务数量、工序安排、制梁效率及制梁周期等。

二、规划条件

根据承担的制梁任务及铺架工期要求,确定拟建梁场的建设时间及预制桥梁的开始时间和结束时间。在生产任务确定的基础上,根据拟投入设备工装、制梁周期、生产效率等因素即可进行梁场规划。

三、规划步骤

制梁场选址—大型设备选型—关键参数确定(制梁台座数量、存梁台位数量)—平面规划设计。在进行分步规划时,这些步骤相互交叉进行并及时进行内容调整,以达到整体规划经济、技术最优化。

四、梁场布置形式的选取

(一)根据搬移梁方式、预制工艺、提梁和运梁设备的配置,选择制梁场布置型式,梁场布置大体分为横列式和纵列式两种。

(二)横列式布置。适用于梁场位于桥位中间区段,占地面积大,可以采用直接提梁上桥方案。一般情况下横向移梁设备和大吨位提梁龙门吊配合使用,基础处理费用高,箱梁生产局限性较大。桥梁从制梁台座上移出方式,分为移梁小车方案(图 1-3)、搬运机方案(图 1-4)。



图 1-3 横列式移梁小车方案



图 1-4 横列式搬运机方案

(三)纵列式布置(图 1-5)。梁场布置较为灵活,可以设置运梁马道,也可以直接提梁上桥方式,但大型设备投入大。

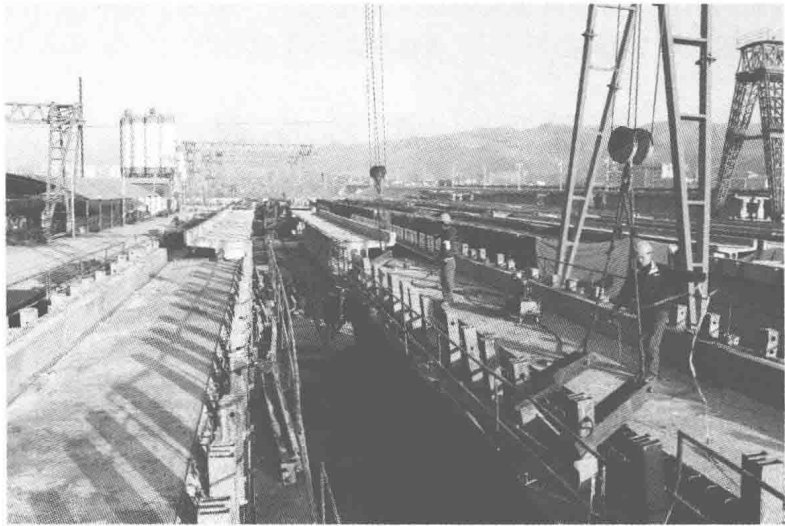


图 1-5 纵列式布置方案

(四)梁体在制梁台座上完成初张拉后,即可移运到存梁台座,在存梁区进行后期养护及终张拉、压浆和封锚等后续工作。移梁方式分为两种:采用移梁小车移梁(图 1-6)、搬运机移梁(图 1-7)。移梁小车、搬运机各有优缺点,各有其适用范围(表 1-1)。

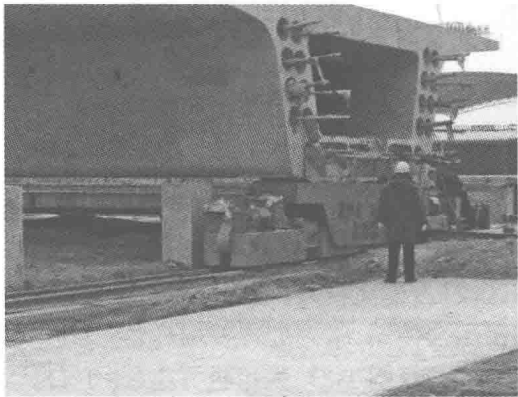


图 1-6 移梁小车移梁



图 1-7 搬运机移梁

表 1-1 移梁方式情况比选表

序号	移梁方式	优 点	缺 点	适用范围
1	移梁小车	体积小、重量轻、一次性投入的机械设备费用少、维修简便、正常生产中对设备依赖性低	轨道基础数量多,一个制梁台座必须设置两条移梁小车轨道基础,轨道基础处理费用高;不能实现双层存梁,梁场占地面积大;移梁工序繁琐,每移走、架设一跨箱梁,同列中其他箱梁均要挪动一次;存梁区梁体倒运不易;存在移梁技术风险,且不能省去装梁用提梁机	适用于地质较好、场地不受限制的情况;当梁场规模小,可考虑采用,一般用于横列式布置,目前已经较少采用

续上表

序号	移梁方式	优 点	缺 点	适用范围
2	轮胎式搬运机	使用方便快捷、通道数量少,台座排列方式灵活,可实现双层存梁,梁场占地面积小,可做提梁机使用。一般情况下一个梁场配一套搬运机即可	一次性投入的设备购置费高,设备使用、维修、保养技术要求高、日常使用费用高	适用场地狭小、地质条件差、梁场规模大、制梁速度高的情况;横列式、纵列式布置均可采用,目前应用广泛

第五节 预制梁场的构成

简支梁预制场主要由制梁区、存梁区、保障区、提梁上桥区(装车区)、办公生活区等组成(图 1-8)。

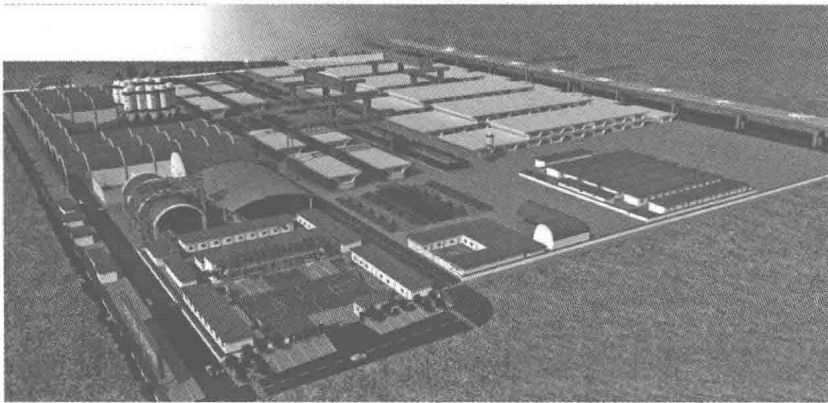


图 1-8 预制梁场全景图

一、制 梁 区

为实现预应力混凝土梁的预制和初张拉等功能,制梁区主要包括制梁台座、钢筋绑扎台座、模板整备台座和门吊轨道基础等(图 1-9 和图 1-10)。

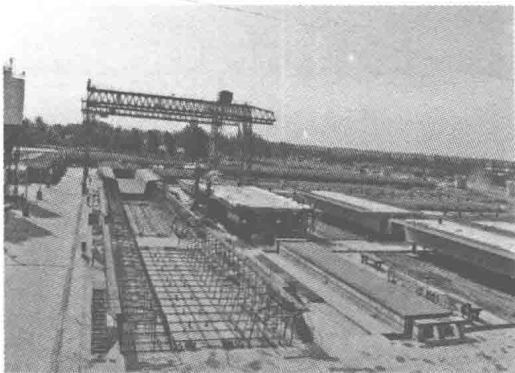


图 1-9 箱梁场制梁区

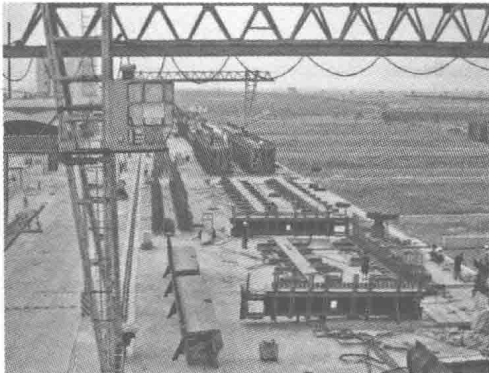


图 1-10 T 梁场制梁区

二、存 梁 区

存梁区是为实现预制预应力混凝土简支梁移出制梁台后存储、养生、终张拉、压浆、封锚、

检测等功能,必要时需实现支座安装和梁体防水层、保护层施工等功能,部分预制场存梁区在经过特殊规划和设计后可以实现架桥机调头功能。主要包括存梁台座、静载试验台座、横移滑道、轮胎式搬梁机通道(轮轨式搬梁机轨道基础)、轮胎式搬梁机变向区(轮轨式搬梁机变向区)等(图 1-11 和图 1-12)。



图 1-11 箱梁场存梁区

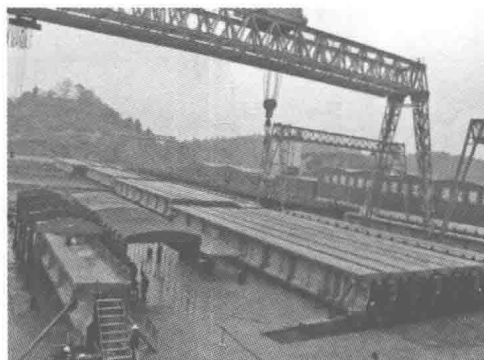


图 1-12 T 梁场存梁区

三、保障区

保障区是为实现梁体预制提供各种材料、物资、电力、水、蒸汽等的保障和供给功能的区域(图 1-13)。主要包括钢筋加工存放区(图 1-14)、混凝土搅拌站(图 1-15 和图 1-16)、砂石料场、锅炉房、变压站、工地仓库(图 1-17)、水站、工地试验室等(图 1-18)。



图 1-13 制梁场保障区全景



图 1-14 钢筋加工存放区

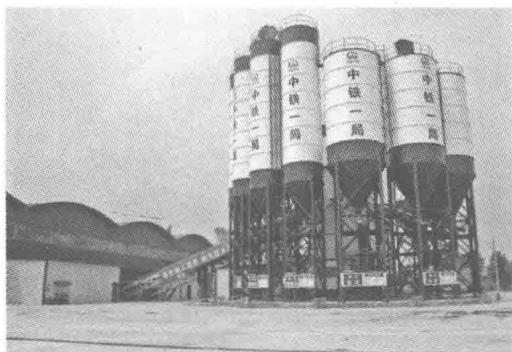


图 1-15 制梁场拌和站 1



图 1-16 制梁场拌和站 2

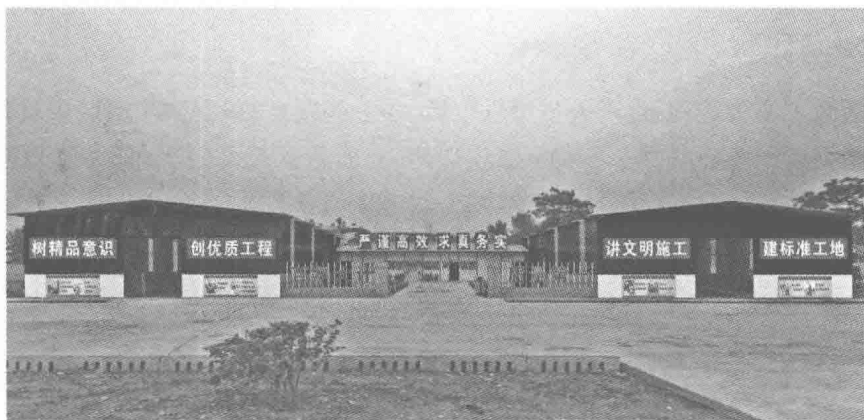


图 1-17 制梁场料库远景



图 1-18 制梁场试验室

四、提梁上桥区(装车区)

提梁上桥区(装车区)是为实现预应力混凝土箱梁上桥、装车功能,部分预制场在提梁上桥区(或装梁马道区)经过特殊规划与设计后可以实现架桥机安装、拆除、调头功能。主要包括提梁台座、提梁机轨道基础或运梁通道等构筑物(图 1-19 和图 1-20)。

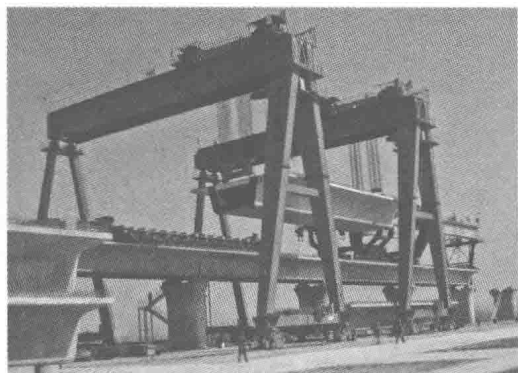


图 1-19 跨墩装梁方案



图 1-20 专用线装梁方案

五、办公生活区

办公生活区主要为管理、生产人员提供生活、办公场所,一般办公生活区应具独立的水、电保障体系。制梁场职能部门由工程技术管理部、安全质量环保部、物资设备管理部、工程经济管理部、财务部、工地试验室、办公室组成(图 1-21 和图 1-22)。



图 1-21 制梁场办公生活区 1



图 1-22 制梁场办公生活区 2

第六节 制梁场规模的确定

制梁场规模确定取决于梁场承担的制梁任务量、铺架计划、工期要求等因素,这些信息的收集是梁场规模确定的第一步。要做好梁场规模的策划工作,还要结合企业设备的配置和生产效率,在这些基础信息的基础上科学合理地确定梁场建设规模。

一、制梁台座布置方式

布置方式,主要取决于搬、移梁方法,梁体预制工艺也影响到台座布置,主要有“一”字形布置方式(图 1-23)、并置式布置(图 1-24)和错位式布置(图 1-25)。



图 1-23 “一”字形布置方式

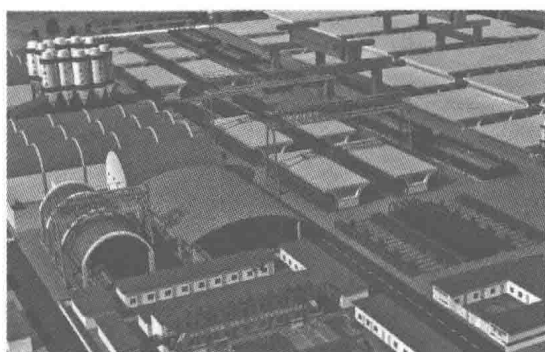


图 1-24 并置式布置方式

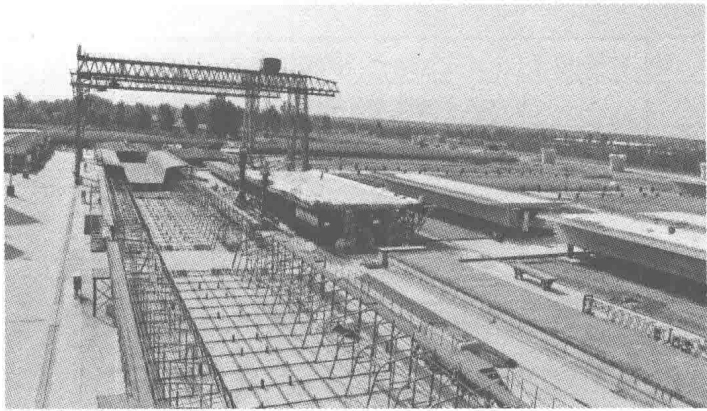


图 1-25 错位布置方式

二、制梁台座数量的确定

制梁台座数量取决于制梁设备配置状况、制梁工序、制梁周期及制梁效率等因素(制梁实际生产周期尚与搬移梁设备的工效、天气气候、混凝土原材料及配合比、养护方式、混凝土强度增长速度等密切相关,具体项目应根据工程实际情况合理确定制梁台座数量与布置)。

(一)台座数量计算

制梁场最少制梁台座数量(个):

$$N=\eta T$$

式中 η ——按计划确定的预制场一天预制箱梁的数量(跨/d);

T ——预制每跨箱梁占用单个制梁台座时间(d/跨)(可暂按 5.0 d/跨计算)。

例如:预制场计划一天预制箱梁 2 跨,则预制场的最少制梁台座数量 $N=2\times 5.0=10$ 个。

(二)单个台座生产工序用时分析表

单个台座生产工序用时分析表见表 1-2。

表 1-2 单孔梁预制占用台座生产周期功效分析表(箱梁)

序号	工序名称	时间(h)	工作内容简述	台座占用	外模占用
1	钢筋绑扎	40	在胎卡具上绑扎不占用周期时间	—	—
2	钢筋吊装	2	钢筋起吊和入模	占用	占用
3	外模板拼装	3.5	单侧侧模滑移、整修、拼装	占用	占用
4	预埋件安装(整修)	1.5	安装支座板、防落梁预埋件、侧底模进行打磨和涂刷脱模剂(含工序验收)	占用	—
5	钢筋入模验收	0.5	定位、摘钩、验收	占用	占用
6	内模安装	2.5	滑道安装、内模吊装、穿入内模	占用	占用
7	端模安装	2	端模安装、紧固、密封	占用	占用
8	预埋件安装	1.5	通风孔、泄水孔、吊装孔等	占用	占用
9	整体验收	0.5	钢筋、预埋件、模型、报验	占用	占用
10	混凝土浇筑	6	混凝土浇筑、抹面、养护准备	占用	占用
11	梁本养护	72	自然(蒸汽)养护、拔胶管	占用	占用

续上表

序号	工序名称	时间(h)	工作内容简述	台座占用	外模占用
12	模板拆除	6	松内模、拆端模、拆除梁体连接紧固件(预埋件连接件)	占用	占用
13	钢绞线穿束	3	穿钢绞线、预张拉、拆内模、侧模	占用	—
14	初张拉	3	初张拉	占用	—
15	出台位	2	搬运机	占用	—
16	时间总计	146	占用周期时间总计	106	—

注:受工艺、气象条件工人操作熟练程度的影响,单台座生产工序用时会略有不同;预张拉与否,由设计、现场实际确定。

三、存梁台座数量的确定

(一)存梁台座数量与桥梁架设整体供求关系、供梁工期密切相关,故具体项目应根据工程实际情况合理确定存梁台位数量和布置形式。

(二)存梁时间的确定

《高速铁路预制后张法预应力混凝土简支梁》(TB/T 3432—2016)第 3.3.8 条中:“e)终张拉应在梁体混凝土强度及弹性模量达到设计值后、龄期不少于 10 d 时进行。”第 5.3.1 条:“预制梁出场检验包括预制梁制造过程控制检验和成品出场检验。”第 7.2 条:“预制梁验收交库后方能装车发运。”

根据相关条款一般情况下,简支梁在存梁区需要存放约 45 d 左右。

(三)简支梁预制过程中,应结合总体施工组织设计对预制场生产任务的安排考虑,是否在场内进行梁体防水层、保护层等施工。若需要,则在存梁台座数量确定和布置时应予以考虑。

(四)存梁方式确定

存梁方式主要取决于移、运梁设备。存梁方式确定了存梁区面积的大小。

存梁方式主要有单层存梁、双层存梁、高低错位存梁三种方式。若采用轮胎式提梁机移梁,三种存梁形式均可采用。采用双层或者高低错位存梁可以有效减少存梁区占地面积;若采用移梁小车方式移梁只可选择单层存梁方案。

目前现场主要采用单层存梁和双层存梁两种方式。

1. 单层存梁方式。主要适用于移梁小车,梁体按照生产顺序依次存放,存梁区占地面积大,工序繁琐,每移走、架设一跨梁,同列中的其他梁均要移动一次(图 1-26 和图 1-27)。



图 1-26 箱梁单层存梁

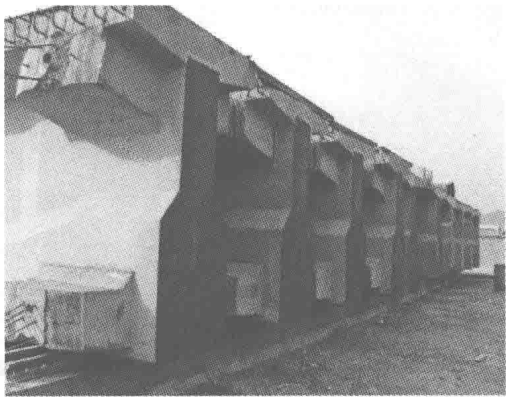


图 1-27 T 梁单层存放