



磁浮交通

CIFU 2005 1

年第1辑 总第3辑

JIAOTONG

定 主 顾 主

出 副 编 问 办

价 版 编 汪 吴

元 林 国 天 作

胡 明

刚 明

刚 明

刚 明

刚 明

刚 明

刚 明

刚 明

刚 明

刚 明

刚 明

刚 明

刚 明

刚 明

刚 明

刚 明

刚 明

刚 明

刚 明

刚 明

刚 明

刚 明

刚 明

刚 明

刚 明

刚 明

磁浮项目供电站——220kV唐镇变电站改扩建

制梁基地的排水设计

磁浮两跨连续梁制造技术

蒸汽养护在磁浮轨道梁中的应用

道岔系统支撑底板安装工艺的探讨

动力轨安装车研制开发

高速磁浮铁路车站分布问题探讨

高速磁浮列车电磁场及力的有限元计算

磁浮交通长大干线投融资机制的类型分析

不同地质条件下磁浮线路基础形式探讨

第18届国际磁浮系统与直线电机会议成功召开

中国磁浮交通的发展

上海磁浮示范运营线的成果与磁浮发展战略

中德两国政府在磁浮技术领域的合作和我们对未来发展的认识

德国联邦交通、建设与住房部继续开发高速磁浮技术的计划

德国高速磁浮Transrapid：面向国际市场的创新交通技术

磁浮技术应用的未来前景

高速Transrapid磁浮系统的状况——关于未来应用的技术发展

高速磁浮试验线(TVE)——为磁浮上海线调试和试运行提供借鉴经验

兴多法尼亚高速磁浮项目

加州—内华达州国际磁浮项目

Transrapid列车、BMTX01列车的阻力比较

未来中国磁浮列车前景展望



NMT

磁浮交通

总第3辑

主 办 上海磁浮交通工程技术研究中心
顾 问 吴祥明
主 编 汪天翔
副 主 编 林四斌 胡 刚
出 版 上海科学技术出版社

磁浮 交通

2005年第1辑, 总第3辑

2 0 0 5 . 1 2 . 1

目 录

工程设计

磁浮项目供电站——220kV唐镇变电站改扩建/孙 璇

(作者单位 上海电力设计院有限公司)

4

制梁基地的排水设计/童桂飞 陈 董 武魁元 易 夫

(作者单位 上海市建工设计研究院有限公司)

8

施工技术

磁浮两跨连续梁制造技术/徐 利 唐 鲁 张根田

(作者单位 中国第五冶金建设公司)

13

蒸汽养护在磁浮轨道梁中的应用/张 亿 徐约明 王红英

(作者单位 上海市建工设计研究院有限公司)

17

道岔系统支撑底板安装工艺的探讨/陈廷康 施志义

(作者单位 上海市安装工程局有限公司)

20

动力轨安装车研制开发/陈廷康

(作者单位 上海市安装工程局有限公司)

25

研究探讨

高速磁浮铁路车站分布问题探讨/齐 颖 王齐荣 黄庆伟

(作者单位 西南交通大学土木工程学院)

30

高速磁浮列车电磁场及力的有限元计算/田武刚 唐孟春 陈稼湘 罗飞路

(作者单位 国防科学技术大学机电工程与自动化学院)

34

磁浮交通长大干线投融资机制的类型分析/雷星晖 孙韵楠

(作者单位 同济大学经济与管理学院)

39

不同地质条件下磁浮线路基础形式探讨/周 健¹ 刘又白² 张 刚¹

(作者单位 1 同济大学地下建筑与工程系, 2 上海海事大学交通运输学院)

45

主 办: 上海磁浮交通工程技术研究中心

副 编: 吴祥明

主 编: 汪天翔

副 主 编: 林国斌 胡 刚

编 辑:

《磁浮交通》编辑部

地 址: 上海浦东龙阳路2520号

邮 编: 201204

电 话: (021)68562058, 28907182

传 真: (021)50331775

E-mail: maglevsh2@yahoo.com.cn

maglevsh3@yahoo.com.cn

maglevsh4@yahoo.com.cn

印 刷: 常熟市兴达印刷有限公司

发 行: 上海科学技术出版社

地 址: 上海市钦州南路71号

邮 编: 200235

电 话: (021)64089888

网 址: www.stsp.cn



第18届磁浮国际会议论文

第18届国际磁浮系统与直线电机会议成功召开/国家磁浮交通

工程技术研究中心 综合办公室 50

中国磁浮交通的发展/严陆光

(作者单位 中国科学院电工研究所) 51

上海磁浮示范运营线的成果与磁浮发展战略/吴祥明

(作者单位 上海磁浮交通工程技术研究中心) 57

中德两国政府在磁浮技术领域的合作和我们对未来发展的认识/蔡文心

(作者单位 中国科学技术部) 59

德国联邦交通、建设与住房部继续开发高速磁浮技术的计划/Wolfgang Doernies¹, Viola Bienert²

(作者单位 1 德国联邦交通、建设与住房部, 2 迪尼尔咨询有限公司) 62

德国高速磁浮 Transrapid: 面向国际市场的创新交通技术/Hans Juergen Petersen

(作者单位 德国高速磁浮国际有限公司) 67

磁浮技术应用的未来前景/Donald M. Rote¹, Eddie M. Leung²

(作者单位 1 美国 Argonne 国家实验室, 2 美国 Magtec 工程) 72

高速 Transrapid 磁浮系统的状况——关于未来应用的技术发展/Peter Strodt

(作者单位 德国蒂森克虏伯磁浮有限公司) 78

高速磁浮试验线 (TVE) ——为磁浮上海线调试和试运行提供借鉴经验/Metzner, Jorg

(作者单位 德国工业设备运营有限公司) 81

宾夕法尼亚高速磁浮项目/Daniel R. Disk, Frank M. Clark

(作者单位 美国磁浮技术中心) 86

加州-内华达州州际磁浮项目/M. Neil Cummings, Bob Bakli, Larry Blow, Jim Caviola, etc

(作者单位 美国磁浮线路工作组) 103

Transrapid 列车和 MLX01 列车的阻力比较/Arnd STEPHAN¹, Arkady LASCHER²

(作者单位 1 德国铁路技术协会 IFB 德累斯顿分会, 2 德国德累斯顿工业大学电气交通系统研究所) 110

未来中国磁浮列车前景展望/朱维衡 朱道一

(作者单位 美国) 117

责任编辑: 吴诗华 胡毅

特约编辑: 翁秀玲

装帧设计: 房惠平

装帧制作: 谢腊妹

订 阅 处:

国家磁浮交通工程技术研究中心

综合办公室

电话: (021)28907182

定 价: 30 元

图书在版编目(CIP)数据

磁浮交通 2005 年, 第1辑; 总第3辑 / 国家磁浮交通工程技术研究中心 编. —上海: 上海科学技术出版社, 2005.12
ISBN 7-5323-8233-8

I. 磁 II. 国... III. 磁浮铁路: 城市轨道交通—交通运输—丛刊 IV. U237-55

中国版本图书馆CIP数据核字 (2005) 第119853号



磁浮项目供电站 ——220kV唐镇变电站改扩建

孙 骏

(上海电力设计院有限公司, 上海 200025)

摘 要: 220kV唐镇变电站改扩建工程是为上海磁浮项目提供电力的配套工程。本文介绍了唐镇变电站改扩建工程的范围、内容和特点。该扩建工程利用为市政重点工程磁浮项目配套改造的契机, 完成了变电站的现代化改造, 增加了变电站的供电能力, 为今后上海地区陈旧220kV变电站的改造积累了丰富的经验。

关键词: 磁浮; 变电站; 改扩建; 电气设备

1 引言

磁浮全线设2座110kV总降站供电, 其中, 一座为110kV龙阳站, 2回110kV电源进线分别来自220kV银山站和220kV浦东站; 一座为110kV机场站, 2回110kV电源进线均来自220kV唐镇站。电源进线均采用630mm²截面交联电缆, 每回进线最高供电限额为35MW。

220kV唐镇变电站位于浦东新区中南部, 邻近川沙镇, 是目前该地区的主要电源点。近年来, 随着浦东新区经济的

进一步发展, 其用电负荷大幅度增加。唐镇站1999年夏季高峰负荷167MW, 2000年夏季高峰负荷为178MW, 当年增长6.59%。主变负载率已达78%, 超过《上海电网若干技术原则的规定》的要求(50%)。根据规划要求, 唐镇变电站在2002年6月前需向磁浮工程提供2回110kV电源。

为了保障磁浮工程的顺利实施, 适应该地区的负荷增长, 满足供电可靠性要求, 上海市电力公司2001年决定对唐镇站进行扩容改造, 并增加110kV电压等级出线。

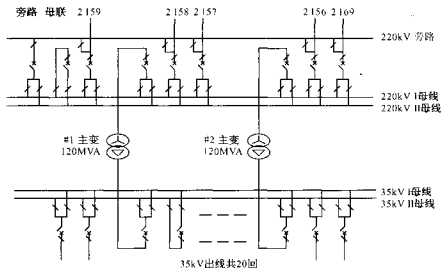


图1 改建前的电气主接线图

作者简介: 孙骏, 男, 工学学士, 工程师。



2 工程概述

2.1 220 kV 唐镇变电站原状

如图1所示, 220 kV 唐镇变电站原有主变两台, 容量为 $2 \times 120 \text{ MVA}$, 电压等级为 220/35 kV。站内原有 220 kV 配电装置为半高型户外配电装置, 接线方式为双母线带旁路, 最终规模出线六回, 现有出线五回。

站内原有综合楼一座, 内有 35 kV 户内配电装置、主控室、继保室、交直流电源室、电容器室、站用变室等。35 kV 配电装置为间隔式, 主接线为双母线, 出线 20 回; 保护为电磁式、就地立屏。无功补偿为户内电容器组, 容量 $2 \times 2000 \text{ kW}$, 全站二次控制监视为传统的控制屏光字牌型。直流为 DC220 V, 一组 200 Ah 蓄电池组。

可以看出, 220 kV 唐镇变电站原先并无 110 kV 电压等

级。同时, 由于该站建设年代和原有规模的限制, 现有的场地比较狭小; 需更新换代的设备较多; 电气控制系统比较落后, 可靠性较低, 很难满足对磁浮的可靠供电和地区电力负荷增长的需求。

2.2 本期改造规模

为增加磁浮工程上级电源的可靠性, 配合浦东地区的 220 kV 电网调整改造, 本次唐镇站 220 kV 增加一回至外高桥电厂的线路; 在原有两台主变的基础上, 增扩一台主变, 同时改造原 #2 主变。本期形成两台 180 MVA 三圈变, 电压等级 220/110/35 kV, 一台 220/35 kV、120 MVA 二圈变的规模。对磁浮项目的供电采用不同主变 110 kV 供电, 以保证供电的可靠性。改建后的电气主接线见图 2。

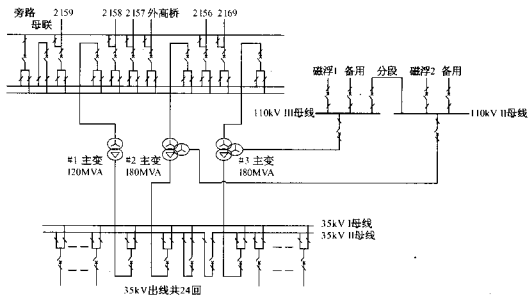


图 2 改建后的电气主接线图

改扩建工程包括: 新建开关控制综合楼一座, 除设 110 kV 配电装置以外, 还设置站用变室、继保室、监控室、交直流电源室等, 保留原来综合楼的 35 kV 配电装置部分, 其余部分拆除后扩建现有的 35 kV 配电装置。新建户外型无功补偿电容器组, 根据主变容量配置为 $2 \times 30 \text{ MW} + 1 \times 20 \text{ MW}$, 采用分组投切方式, 控制系统按最终无人或少人值班的受控站设计。

以上的改扩建项目需新征部分土地。同时要求改造期间 35 kV 保持继续供电。

完成扩建后, 唐镇站 #2、#3 主变 110 kV 侧容量达 180 MVA, 两台主变各带 1 段 110 kV 母线和 1 回磁浮线路。主变 110 kV 侧容量远大于磁浮线路的最大负荷。同时, 110 kV 分段开关设置设备自投装置, 可以实现一台主变故障时, 另一台主变同时向 2 回磁浮线路供电。在 110 kV 开关设备参数的选择上和设计中也考虑了相当的裕度: 110 kV 开关设备额定电流均为 2000 A, 大大超过主变满负荷运行时的电流 (955 A), 完全能满足磁浮线路各种工况运行的需要。



3 工程设计概况

3.1 220kV 配电装置

本期扩建一回220kV出线,接线形式同原有出线,间隔宽度13m。隔离开关基础利用前期预留基础,断路器前期采用LW6型,本期采用西门子3AQ1-EG瓷柱式单断口SF6断路器。由于本期需扩建的#3主变仓位将占有原副压变仓位,故原副压变北移一个仓位。

3.2 主变压器

本期在原有#2主变边增加一台#3主变,待#3主变接入系统后,随后改造#2主变。主变采用三圈强迫风冷无励磁调压。由于本站前期建设仅按两台主变的最终规模考虑,#2主变油坑基础边有一条1200mm×1200mm二次电缆沟。为保证改造期间其余设备的安全运行,#3主变基础必须避开此沟,故#3主变油坑基础整体相对于220kV#3主变仓位北偏了8m。

3.3 110kV 配电装置

本次增设的110kV配电装置采用户内型GIS设备,布置于新建的开关控制综合楼内。GIS设备具有布置紧凑、占地面积小、故障率低的优点,这样可以做到新征地面积少、供电可靠。110kV出线为全电缆、主变和GIS的连接也采用电缆连接。

3.4 35kV 配电装置

本站内原有35kV配电装置为户内装配式,双母线接线,出线20回。本期将原有的配电装置楼扩建,增加10个仓位。最终形成双母线单分段接线,24回出线、2个母联、一个分段的接线方式。

3.5 无功补偿装置

本站内原有户内型2×20MW电容器组,根据系统对无功补偿的配置要求,对#2、#3主变配置30MW电容器组,按10MW和20MW分组合投切,对#1主变配置30MW电容器组,按10MW和10MW分组合投切。电容器开关合和电容器组的连接采用电缆连接。

3.6 接地系统

站内原有的接地系统为220kV为中性点直接接地系统,35kV侧为经消弧线圈接地。鉴于本期扩建出线均采用电缆,为减少对电缆的绝缘要求,本期扩建110kV为中性点直接接地,35kV侧改造为小电阻接地,接地电阻为20Ω。

3.7 二次控制系统改造

废除原有的控制屏光字牌控制系统,新增的二次控制系统采用微机监控系统,保护集中立屏方案。该站新增的自动化系统为分布式结构,分间隔层和变电站层。变电站层主要包括操作和主处理机、打印机、前置系统,布置在监控室;间隔层为I/O单元,按各回路单元相对独立的原则集中组屏,布置在新控制楼继保室内。自动化系统实现对变电站全部设备的监视和控制,以及对运行状态进行数据采集、处理和信息的管理和传送。取消原有的常规控制屏,信号系统和测量表等。系统具备接受键盘及鼠标控制的功能。监控系统留有数据接口,以适应将来的发展趋势。

3.8 继电保护和直流系统

3.8.1 继电保护

为保证本站供电的可靠性,本期工程中,新增设备和线路保护均采用微机保护装置。

新上的220kV线路采用两套独立的光纤纵差保护作为线路的主保护,另配置一套微机距离保护作为后备保护。220kV母差保护原为电磁型保护,本次改造为ABB公司的REB-103微机保护装置。

改扩建的两台主变二次保护实现主保护双重化。两套纵差保护装置均为谐波制动原理,型号为SEL-387和RET-316。主变各侧的后备保护利用此两套装置自带的过流元件,也实现了各侧后备保护双重化。另配置一套电磁型非电量保护。

110kV为单母线分段接线。每段母线配置BP-2AE微机母差保护装置。110kV分段配置分段自切保护,自切保护由微机保护装置SEL-351和SEL-351A构成,具有采用双向自切功能。110kV线路保护采用南自院的LFP-941A微机距离保护。

35kV为双母线单分段接线。母差保护采用大差动保护,差动元件采用微机保护装置SEL-387。分段、母联均有双向自切功能,自切装置配置原则和原理同110kV自切。本期35kV改为小电阻接地,35kV线路原有的就地电磁型保护全部取消,改由在新建的开关控制综合楼内集中组屏。保护采用三段式过流和两段式零流保护,保护装置采用SEL-351A测控一体化单元。

3.8.2 直流系统

本次更新原有的直流系统。采用直流馈线方式一级供电,以适应220kV保护双重化的要求。直流系统采用单母线分段



接线,每段母线接一组蓄电池和一套充电装置。充电装置采用微机高频开关电源产品,以N+1冗余模块并联组合方式供电。

4 主要设计施工特点

唐镇变电站改扩建工程从2001年9月开始施工图的设计工作,要求在2002年3月实现#3主变首先送电,设计施工的工期都十分紧张;同时工程对唐镇站原有各系统的改造深度大、涉及的范围广,又由于该站在该地区为唯一的电源点,所以要求在施工过程中保证继续供电。所以本站设计工作具有以下一些特点:

(1) 设计应充分考虑该站边运行、边施工的特点。在设计时间紧张,不可能在全部图纸完成后再进行施工的情况下,明确各工序的时间节点,配合施工计划,分期分批地完成各图纸卷册。这样保证工程各个节点的按期完成。

(2) 采用新型的结构,尽量考虑缩短工期。如本次新建的开关控制综合楼,土建设计考虑到施工工期十分紧张,设计上采用片筏基础,半地下室为钢筋混凝土结构,而地上部分结构采用钢框架结构,这样就大大地缩短了地面建筑的土建施工周期,从设计方案上缩短了工期,满足了工程进度的需要。

(3) 变电站改扩建过程中必须保证供电,所以施工过程不连续,中间阶段多。设计中必须考虑这种要求,对中间阶

段做出施工图纸,施工中也必须时刻注意安全。在常规的施工图设计中,总是按最终完成的状态设计。在唐镇站改扩建工程中,由于许多设备不能长时间停电施工,在停电一段时间内,施工必须抓紧时间改造一部分,然后投入运行,待下次停电时再完成施工。如220 kV副母压变必须首先移位更换以满足#3主变间隔的施工,一次设备更新后,二次仍接入老的电压和控制系统,待新开关控制综合楼完成后,再对二次系统进行改造,但是副母压变的二次设计按最终接入新电压和控制系统考虑,所以在工程中,设计必须紧密配合施工,提供新设备接入老系统的临时施工运行图纸。

5 结 语

220kV唐镇变电站改扩建工程在完成110kV对磁浮送电后,继续对站内的其他电气设备进行改造和扩建。到2003年5月底,在上海电力系统“迎峰渡夏”前基本完成了对站内所有设备的改造。该站的改造工程是在不间断供电的情况下进行的大规模的现代化改造,既保证了对市重大工程磁浮项目的可靠供电,又利用为市政配套的机会,全面地提升了该站的装备水平,使该站的面貌得到了巨大的改观。该站的改造为今后上海电网内老变电站的现代化改造积累了经验,对将来的改造工程具有很好的借鉴作用。

Power Supply to Maglev Train——220kV Tangzhen Substation Revamping and Expansion

Sun Jun

(Shanghai Electric Power Designing Institute Co., Ltd., Shanghai 200025)

Abstract: 220kV Tangzhen Substation Expansion project is an the power supply system of the Shanghai Maglev Project. The article presents the content and feature of the expansion. The expansion has modernized the substation and increased its capacity, from which much experience has been accumulated for the future revamping and expansion of similar substations.

Key words: maglev; substation; expansion; electrical device



制梁基地的排水设计

童桂飞, 陈 莹, 武继光, 易 杰

(上海市建工设计研究院有限公司, 上海 200050)

摘 要: 介绍了上海市磁浮列车黄楼制梁基地的排水工程设计, 并就设计中采用的设计参数、机械提升、大型制梁基地的排水管道布置以及周边环境对基地排水的影响等问题进行了探讨。

关键词: 基地特征, 设计原则, 重现期, 提升泵井, 施工与使用

1 前言

制梁基地地处浦东新区黄楼镇西面, 位于磁浮列车运营线的中部, 它南临迎宾大道及大道绿化带, 北靠磁浮列车运营线, 基地西侧为虹桥港, 磁浮列车线路及生产梁基地影响虹桥港的部分作了改道处理, 而基地中间有一条横塘港穿过, 本工程将保留其通水条件, 但在生产期间不考虑通航。

整个基地呈狭长形, 南北宽最大约为 0.18 km, 最小约为 0.07 km, 东西长约为 1.76 km, 基地总占地面积为 $2.574 \times 10^6 \text{ m}^2$, 是一座生产大尺度、超重量、变形控制要求高, 具有特殊性能、特殊要求的钢筋混凝土梁加工厂。该基地承接上海市磁浮列车运营线 31.71 公里双线全部的钢筋混凝土梁的生产任务。

目前, 该制梁基地经过了近一年的生产运行, 完成了制梁任务。下面结合制梁基地的设计和使用, 着重介绍基地的雨水排水系统、管道布置和排水设施的一些情况。

2 制梁基地的排水设计

2.1 制梁基地的特点和排水系统设计原则

由于基地南侧的迎宾大道绿化带及北侧的磁浮列车运营线维修便道的标高均高于基地的室外设计地坪, 使该基地成为易积水的盆地, 而该工程又是一个时限很强的工程, 如场地积水, 而停止制梁生产, 这将影响到整个磁浮列车运营线工程的施工进度。

另外, 由于该基地是生产大型的钢筋混凝土梁的场所, 场地上的道路, 甚至车间内都有重载车辆频繁地行驶, 特别是半成品梁或成品梁的堆放场地, 由于运梁用的轮胎吊自重达到 500 t, 所载梁重 180 t, 运梁时, 地面所需承载力

为 18 t/cm^2 。对于如此巨大的承载力, 在加强地坪设计的同时, 必须加强和重视对地下管线的设置。

根据制梁基地的上述特点, 我们在设计中确定了如下的排水设计原则: 第一, 基地雨水的排放采用机械提升的形式来保证场地排水畅通, 以满足整个工程的进度要求。第二, 场地排水管道布置必须合理, 避免重载车辆通行时对管道的影响, 确保制梁基地排水畅通, 确保生产安全、正常地进行。

制梁基地的排水设计见图 1。

2.2 设计降雨重现期的选择与经济技术比较

基地雨水的暴雨强度按上海市暴雨强度计算公式计算:

$$I = \frac{33.2 \times (P^{0.3} - 0.42)}{(t + 10 + 7 \times 1gP)^{0.82 + 0.07 \times 1gP}}$$

式中 P ——重现期, 本设计排水量重现期采用 1 年;

t ——降雨历时, 其中地面集水时间生产厂区采用 6 min, 生活区采用 8 min。

厂区的雨水流量 $Q = 167 \phi FI$ 公式计算, 综合径流系数 ϕ 生产厂区采用 0.8, 生活区采用 0.70。

设计降雨重现期 P 是计算暴雨强度的主要设计参数, 而降雨重现期 P 选择的大小, 将直接影响着最终的使用效果和基建投资。如降雨重现期选择偏小, 则一旦降雨, 场地就积水, 严重的会影响生产; 如降雨重现期选择过大, 降暴雨时, 场地虽然不易积水, 但排水设施不能充分地发挥应有的作用, 而基建投资将会大量地增加。因此, 如何经济、合理地选用降雨重现期 P , 是场地排水设计的关键。按《室外排水设计规范》GBJ 14—87 要求, 重现期一般选用 0.5~3 年。因此,

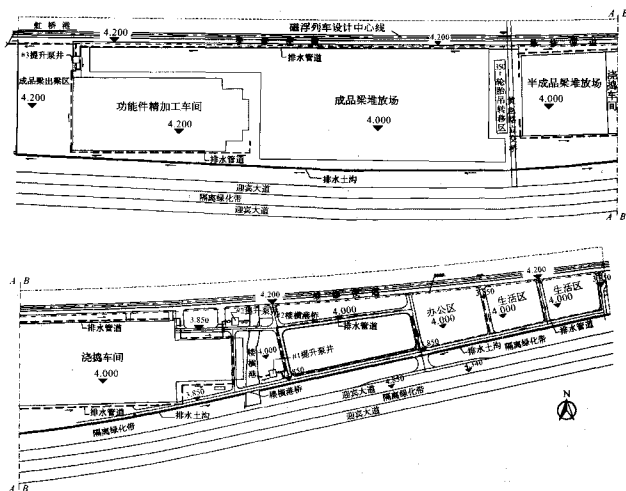


图1 制梁基地的排水系统设计图

我们在设计时选用了不同的降雨重现期进行了雨水管道的水力计算和经济技术比较。

经过雨水管道的水力计算和经济技术比较发现,整个基地如采用3年重现期,其排水工程的投资要比采用1年重现期的投资高出100多万元。根据制梁基地的工程性质、特点,及基建投资等因素综合考虑,确定了本设计的降雨重现期为1年。

2.3 雨水排水提升泵的设置

根据基地的工艺布置和地理位置,本设计将基地分成了3个排水区域,每个排水区域各自设置雨水提升泵井,提升后雨水就近排入横横港或虹桥港,雨水经提升泵井前,先经格栅除污机隔污除渣处理,以确保机械设备的正常运行。

横横港以东排水区域设置了#1提升泵井,其汇水面积为 5.51 hm^2 ,区域的排水流量为 $0.69 \text{ m}^3/\text{s}$ 。该区域设置的泵井尺寸为: $10.80 \text{ m} \times 9.80 \text{ m} \times 4.55 \text{ m}$,设置了3台WQ1000-9.5-45潜水排污泵和1台格栅除污机,其设计排水能力为 $0.85 \text{ m}^3/\text{s}$ 。

原黄赵路立交桥至横横港之间的排水区域,其汇水面积为 7.43 hm^2 ,排水流量为 $1.14 \text{ m}^3/\text{s}$ 。区域内设置了#2提升泵井,泵井的尺寸为: $10.80 \text{ m} \times 9.80 \text{ m} \times 4.80 \text{ m}$,设置了3台WQ1600-8-55潜水排污泵和1台格栅除污机,泵井的设计排水能力为 $1.34 \text{ m}^3/\text{s}$ 。

原黄赵路立交桥以西的排水区域,其汇水面积为

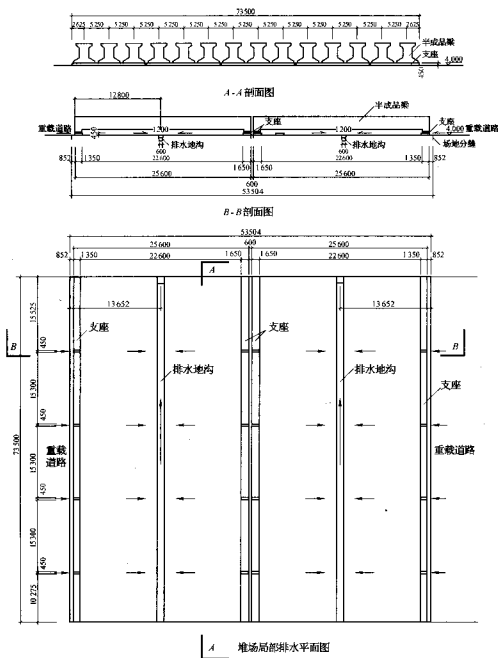


图 2 每片轨道梁中间道路的排水图 (1:100)



12.8 hm³, 排水流量为 1.68 m³/s。区域内设置了 #3 提升泵井, 泵井的尺寸为: 11.80 m × 9.80 m × 4.80 m, 设置有 2 台 WQ2500-7-90, 1 台 WQ2000-8-75 潜水排污泵和 1 台格栅除污机。泵井的设计排水能力为 1.95 m³/s。

在上述提升泵井的设计中, 考虑到基地南侧有一条 30 m 宽的绿化带, 虽然, 我们在设计时采取了明沟截流的措施, 但在特大暴雨时, 难免会有雨水流入基地, 因此, 我们在选择排水设备时, 适当地放了一些余量, 以提高排水系统的安全可靠性。

2.4 半成品梁及成品梁堆放场地的排水设置

整个基地雨水的排水主要采用地面雨水口收集, 通过埋地雨水管道排入提升泵井, 经水泵提升后最终排入河道。但对黄越路跨线桥以西的半成品梁堆放场及成品梁堆放场的排水形式进行了优化。

因为该区域是运梁轮胎吊频繁运行的场所, 为了确保场地排水的畅通, 必须设置行之有效的排水设施。设计初期, 轨道梁要求按 50 m 长度制作, 半成品梁及成品梁堆放场地按 50 m 长度的轨道梁堆放要求布置。因此场地排水根据轨道梁堆放情况, 在场地设置雨水口收集雨水, 设置埋地管道排水, 大部分排水管道设置在运梁的道路下面。这样设置, 对排水管的管材选用及管道的设置要求都相当高。但随着梁制作工艺的不断改进, 原轨道梁制作长度 50 m 改成了 25 m, 因此对半成品梁和成品梁的堆放要求也发生了变化, 为了使排水更合理、更有效、更经济, 结合梁的堆放布置对堆场的排水形式进行了改进。根据原工艺 50 m 梁半成品及成品梁的支撑梁结构要求, 每一片轨道梁采用三根支撑梁结构支承, 布置在轨道梁三个支座中心位置, 并采用条形基础, 下部由桩基承载。因此我们在设计时, 在轨道梁的支撑梁之间设置排水明沟, 并利用支撑梁每隔 10.2 m 长度预留 0.3 m 的间隙, 作为每片轨道梁中间道路的排水, 具体见图 2。这样, 既不影响运梁轮胎吊的正常运行, 又节约了基建投资, 施工周期也大大缩短。在每条排水沟中部通过运梁道路时, 由中压铸铁管代替, 其排水沟端部, 采用局部落底, 以沉淀垃圾, 排水明沟最终由设在堆场北侧的排水管道接走。

3 排水系统的施工与使用情况

磁浮工程是由国务院决定修建的世界上第一条作为商业运行的磁浮列车工程, 是上海市的重点工程项目, 设计和施

工的质量和进度要求相当高。我们于 2001 年 2 月 7 日完成施工图, 2 月 28 日开工, 7 月 1 日要求制梁基地生产出第一根成品梁。如此紧迫的施工周期, 对于场地的给排水工程的施工进度要求是可想而知的。我们在设计时已预见到这一点, 并相应采用了一些便于施工的技术措施。如前面所说的大面积的堆场采用明沟排水, 既节约了基建投资, 又加快了施工的进度。另外, 在提升泵井的设计中, 水泵采用了 WQ 系列潜水排污泵, 并安装自动耦合系统, 水泵安装极其方便, 又无需修建泵房, 减少了大量的工程费用, 降低了运行成本, 特别是对时限性极强的磁浮工程来说, 大大缩短了施工的周期, 提升泵井我们采用矩形泵井的形式, 施工极其简单, 进度快, 极大地满足了施工的进度要求。

该工程已于 2001 年 11 月 9 日, 以备案制的形式, 进行了竣工验收。制梁基地也经过近一年的运行生产, 完成了磁浮列车运营线全部钢筋混凝土梁的制作任务。经过这一年的使用表明, 给排水设计达到了预期的效果。尤其是总体排水和排水泵井, 充分保证了基地的生产和使用要求。2001 年 8 月, 上海市遇到的 50 年未遇的特大暴雨, 当时由于工地停电, 特大暴雨造成整个基地积水达 0.3 m。但工地一旦恢复通电, 提升泵井马上显示了它的威力, 在较短的时间内, 不但排除了基地的积水, 而且在连续的特大暴雨中, 经受住了考验, 保证了基地的正常生产。

4 结 语

4.1 对于场地雨水排水系统的设计, 如何合理选择设计参数, 是设计的关键所在, 设计参数选择的大小, 直接影响着基地投资和最终的使用效果。基地经过一年的运行, 本设计设置的排水设施满足了使用要求, 证明雨水排水系统设计是安全可靠和经济合理的。

4.2 由于制梁基地是生产大型钢筋混凝土梁的场地, 排水管道中难免有建筑垃圾进入, 另外由于施工工期紧迫, 来不及清理残留在排水管道中的垃圾, 这些建筑垃圾会影响水泵的正常运行。因此, 在今后的设计中, 应引起足够的重视, 强调排水管道施工的注意事项, 以保证机械设备的安全、正常使用。

4.3 考虑周边雨水对基地的影响, 应根据实际情况酌情处理, 如影响较大的, 则首先需采取截流的方法排除, 以减少基建投资, 但在设备选型时, 应适当地考虑一点余量, 以



防特大暴雨时, 周边雨水对基地的影响, 保证基地排水的安全可靠性。

参考文献:

北京市市政设计院. 给水排水设计手册 第五册. 北京: 中国建筑工业出版社, 1985

Beam Fabricated Site Drainage Design

Tong Guifei, Chen Xuan, Wu Jiguang, Yi Jie

(Shanghai Construction Design & Research Institute Co., Ltd., Shanghai 200050)

Abstract: It has introduced Shanghai Magnetic-Floating Train Huang-lou beam fabricated site drainage work design and discussed on adopted design parameter, mechanical lift, huge beam fabricated site drainage pipe arrangement as well as perimeter ambient affects site drainage etc.

Key words: site feature; design criteria; status repeat period; lift pump pit; construction & application



磁浮两跨连续梁制造技术

徐利, 唐 奇, 张根田

(中国第五冶金建设公司, 上海 201908)

摘 要: 本文着重描述磁浮两跨连续梁加工制造技术, 以及为满足连续梁机械加工在钢焊件制作过程中所制定的工艺措施和工装设施。

关键词: 连续梁, 组装, 焊接, 焊接变形, 矫正, 整体组装, 整体焊接

1 前言

1.1 工程概况

由我公司承制的上海市磁浮两跨连续钢梁总重约 110t, 总长 49.576m。该连续梁呈箱型结构, 共分三段出厂 (每段编号分别为 B1、B2、B3)。在现场通过组对焊接而成, 其外形如图 1 所示。每根箱型梁的四条主角焊缝及两侧的连接器与梁腹板的焊缝为全熔透焊缝, 而三根箱型梁现场组对焊接后需对两侧连接器连接面通长进行机械加工, 因此, 对分段出厂的连续梁的直线度、垂直度及整体制作质量要求极高。

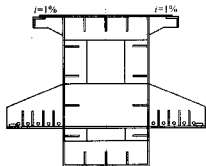


图 1

1.2 工程特点及难点

1.2.1 箱型梁在制作过程中, 其内部隔板、筋板焊接量大且四条主角焊缝为全熔透焊缝, 焊接后易产生旁弯、扭曲变形, 而一旦组装成整体后, 箱型梁刚度变大, 焊接变形很难矫正。

1.2.2 箱型梁内部通风不良, 焊接产生的有毒有害气体不宜

散发出去, 施焊、油漆等劳动条件差, 箱型梁体积大而重, 翻面、起吊难度大, 在施工中需加强安全意识, 促进安全生产。

1.2.3 在现场对三段箱形梁进行整体制作, 其外形尺寸、组对后箱形梁的直线度及焊接变形极难控制。

2 连续梁的制作

2.1 连续梁的组装

2.1.1 连续梁整体组装顺序

上翼缘→组装隔板→组装两腹板→组装下翼缘→组装加劲板→将箱形梁焊接、矫正→组装支座→人孔制作

2.2 连续梁的焊接

2.2.1 连续梁焊接顺序

1→2→3→4→5→6→7→8→9→10

2.2.2 连续梁焊缝的解释

如表 1 所示。

2.3 焊接质量

连续梁的焊接量大, 焊接质量要求高。盖板、腹板的对接焊缝、四条主角焊缝、支座处部分筋盘焊缝要求射线探伤或超声波探伤, 所有焊缝要求 100% 磁粉探伤。为了保证连续梁的焊接质量, 要求焊工在施工过程中严格按照焊接工艺进行施焊, 技术员、监理及探伤检测人员积极配合, 严把质量关, 严格按照工艺规范进行检查验收, 结果表明: 磁粉探伤 3173m, 一次合格率 100%; X 射线探伤 6 处, 一次合格率 100%; 超声波探伤 343m, 一次合格率 97.8%, 二次返修全部合格。



表 1

符号	焊缝位置
1	隔板与腹板的焊缝
2	腹板与上翼缘内侧的焊缝
3	加筋与上翼缘、隔板与上翼缘的焊缝
4	隔板与下翼缘的焊缝、加筋与上翼缘焊缝
5	腹板与下翼缘内侧的焊缝
6	腹板的纵向水平加筋板与腹板的焊缝
7	腹板与下翼缘外侧的焊缝
8	腹板的纵向水平加筋板与腹板的焊缝
9	腹板与上翼缘外侧的焊缝
10	支座与连续梁的焊缝

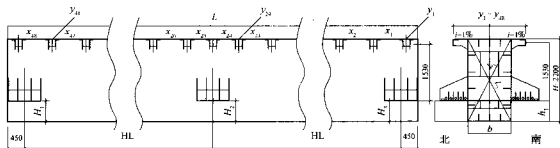


图 2

2.5.1 前期工作

(1) 为了减少温度对连续梁制作的影响,在连续梁上方搭设临时防晒、防雨篷。

(2) 组装用的50m卷尺重新进行计量标定。在进行划线时进行温度补偿、拉力补偿、卷尺矫正补偿。

2.5.2 连接件定位划线的要求

(1) 连接件定位划线使用划针,且在早晨或晚上尽量接近20℃时进行定位划线。

(2) 连接件定位划线时以梁安装状态划线。即可用读数的千斤顶在三支座处将梁顶起,千斤顶的力为支座反力,保证梁有三个支点,且将三支点调试在同一水平面。

2.4 检查

经过检查,连续梁B1、B2、B3的几何尺寸均符合设计要求,满足现场组对条件。

2.5 现场组对制作

连续梁的制作按合同要求遵守《上海市磁浮快速列车技术要求》及《钢结构工程施工验收规范》(GB 50205—1995)。在以上两个标准中只是对箱型的连续梁外形尺寸和连接件的机械加工提出了要求,对连接件的铆焊件制作均未提出具体的要求。但连续梁在现场组对过程中,设计单位则对连接件提出了新的制作标准。第一,连接件X方向、Y方向、Z方向的偏差要求高,远远超过钢结构加工的精度要求。如图2所示。第二,温度对连续梁的影响大。由于连续梁机加工的温度为20℃,但在现场制作时的温度:白天32~36℃,夜晚为18~25℃。因此必须采取措施减少温度对连续梁的影响。基于以上新的标准,按如下措施对连续梁进行现场制作。

(3) 连接件X、Y、Z方向的定位。

① X方向以梁中心线,然后以第一对连接件中心为基准定位。特别注意,整个连接件呈网状,故必须保证每对(左右各一个)连接件应与梁第一对连接件呈矩形,且每对连接件中心距第一对连接件中心偏差在±3mm范围内,每组对角线<1.5mm。

② Y方向以梁中心线为基准定位。为了消除梁旁弯的影响,保证连接件端面在一个水平面上,必须拉钢丝进行Y方向的定位,且保证偏差在±2mm范围内,Y方向必须使用测量仪器测出梁的中心线、钢丝(连接件两端面线),使三线平行。

③ Z方向以调平的连续梁两端支下表面连线为基准定位。



(4) 划线完毕后,对第一次的划线复核尺寸。 X 方向复测连接件定位线; Y 方向复测梁的中心线、连接件两端面线,三线是否平行且尺寸符合图纸要求; Z 方向复测定位线,准确无误后方可进行下道工序。

(5) 为了控制梁的下挠变形,采用反变形法。连续梁上的49组连接件都位于连续梁的上部,焊接连接件时将会使连续梁产生下挠。为了减少焊接连接件产生的下挠变形及其他波浪变形,考虑采用反变形法,具体作法如下:

① 在距梁端15 m处垫高20 mm,这样梁端悬高10 mm,梁中悬高22 mm,梁实际起拱12 mm。在两15 m处设大马镫支起连续梁,其余地方每间隔一个连接件则设一个小马镫,即在三角形的位置安置大、小马镫。

② 反变形后,连接件组装时按每4对一组进行组装,组装顺序以中为基准,左右对称。组装一对完毕后即进行焊接。焊接完毕,再进行下一组连接件的组装、焊接,依次类推。

③ 为了减少连接件的焊接变形,连接件从梁中间向两端进行焊接,焊接时采用对称跳焊法。焊接规范为小规范进行焊接。

④ 由于连接件焊接量大,因此在梁中连接件的位置利用丝杆,增加反力 F ,以此防止焊接变形。

⑤ 原方案提出在连续梁中部采用反变形法后,在实施过程中发现由于现场基础的局限性,只能在自由状态下对连接件进行焊接。因此,按原方案的组装、焊接措施进行制作后,对连续梁进行了测量, X 、 Y 方向满足设计要求,而 Z 方向不能满足设计要求。为满足连接件 Z 方向的机加工要求,则采取如下措施:

(A) 1, 2, 3, 47, 48, 49号连接件,连接板(36 mm)下缘堆焊10 mm,连接板与竖向劲板1:4坡度堆焊。连接件顶部需切割,切割高度10 mm,切割面需平滑过渡。为满足连接件与连续梁的焊接,先将以上六对连接件中的2号零件(图3中的②)切割下来,补焊打磨平整。再将2号(图3中的③)零件的位置增加垫板与钢梁顶板角焊,然后再将2号零件(图3中的②)放置于垫板上,照原尺寸与垫板三面焊,具体情况见图3。

(B) 4, 5, 6, 44, 45, 46号连接件连接板下缘堆焊7 mm,连接板与竖向劲板1:4坡度堆焊;

(C) 南侧连接件(8~42号)、北侧连接件(10~41号)连接件连接板上缘需堆焊。堆焊高度4~18 mm,3~4 mm为

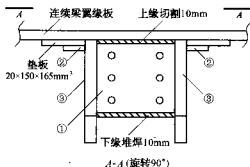


图 3

间隔,根据连接件位置堆焊高度平滑过渡。连接件连接板与竖向劲板1:4坡度堆焊。

(D) 堆焊需满足焊接质量,如与母材等强度等。

⑥ 由于两跨连续梁中#1连接件中1号与3号零件(图3中的①和③)的焊缝为非熔透焊缝,在机加后发现部分连接件的1号零件和3号零件的焊缝存在局部未熔合现象。根据这一情况决定对全部连接件中的1号、3号零件(图3中的①和③)的焊缝修改方法如下:利用6 mm的炭精棒将该焊缝从外部清理,清理深度大于12 mm,宽度10~12 mm(具体见图4)。清理后进行焊接作业,焊接时严格按照规定的焊接顺序进行,控制机加工面的变形。最后对该焊缝进行磁粉检测。

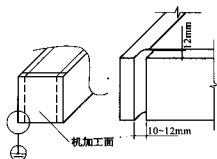


图 4

⑦ 两跨连续梁整体制作完毕后,设计要求对连接件与连续梁主体的焊缝进行消除焊接应力处理。由于施工现场的局限性和连续梁结构的特殊性,采取锤击法消除焊接应力,即采用一磅的榔头对焊缝来回多次进行均匀敲击。每条焊缝敲击时间约5 min。

3 连续梁制作合理化建议

连续梁制作中焊接变形、连接件安装误差、制作温度的变化方面对连续梁整体加工精度有影响。其中焊接和温度的影响在本文中已作了详细的技术措施描述。但通过成品检测后发现,如上所述本加工工艺能满足 X 、 Y 方向的要求, Z 方向制作后达不到设计要求,故针对本项目提出如下建议:

(1) 为了防止自重和焊接连接件产生的下挠变形,建议对连续梁制作有拱度的要求;

(2) 为了加强连续梁的整体刚性,减少焊接应力,建议将连续梁的横向加筋板改为和竖向加筋板一样为整板,即横向加筋板通长穿过竖向加筋板;

(3) 定位要求误差 $\pm 3\text{ mm}$,为了保证制作后连接件的机加要求,建议将连接件的规格改为 $40\text{ mm} \times 200\text{ mm} \times 210\text{ mm}$;

(4) 在连接件的工厂制作时,将其1号与3号零件(图3中的①和③)的焊缝改为熔透焊缝。

4 结 语

在上海市磁浮快速列车项目两跨连续钢梁的制作中,努力探索,积极采用新方法,新工艺,并在制作过程中进行了大胆的尝试。实践证明:两跨连续梁制作工艺是科学的、严谨的。这样的工艺在相类似的结构中都可广泛使用。

Fabrication Techniques of a 2-Span Continuous Maglev Guideway Girder

Xu Li, Tang Lu, Zhang Gentian

(The Fifth Metallurgical Construction Co., Shanghai 201908)

Abstract: The paper emphatically describes the processing and fabrication techniques of maglev guideway girder as well as the measures and the tooling facility prescribed in the making of riveted and welded pieces to satisfy the mechanical processing of guideway girder.

Key words: continuous girder; assembly; welding; welding deformation; rectify; integral assembly; integral welding