

城市轨道交通 变电所设备安装

CHENGSHI GUIDAO JIAOTONG BIANDIANSUO
SHEBEI ANZHUANG

左传文 © 主编

中国铁道出版社有限公司
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE CO., LTD.

城市轨道交通变电所设备安装

左传文 主编

参编人员：陈 勇、张 斌、李 伟、刘 伟、
复审人员：李 伟、李 帆、刘 伟、
李 伟、李 帆、刘 伟、

中国铁道出版社有限公司

2019年·北 京

图书在版编目(CIP)数据

城市轨道交通变电所设备安装/左传文主编. —北京:
中国铁道出版社, 2019. 3
ISBN 978-7-113-25291-5

I. ①城… II. ①左… III. ①城市铁路-轨道交通-
变电所-电气设备-设备安装 IV. ①U239.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 295169 号

书 名: 城市轨道交通变电所设备安装
作 者: 左传文

责任编辑: 张卫晓 编辑部电话: (010)51873193
封面设计: 高博越
责任校对: 孙 玫
责任印制: 高春晓

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: 北京建宏印刷有限公司

版 次: 2019 年 3 月第 1 版 2019 年 3 月第 1 次印刷

开 本: 710 mm×1000 mm 1/16 印张: 9 字数: 162 千

书 号: ISBN 978-7-113-25291-5

定 价: 45.00 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

编 委 会

主 编：左传文

副 主 编：何贵龙 韩明学 郭新伟 管晋源

韩迎军 史韩斌

参编人员：陈 帅 李贵吉 坑富民 刘 伟

王 宝 张晓斌 胥李伟 周铁岩

复审人员：窦铁成 石 琼 李 帆 刘国彦

孟维博 李万山 田晓青 崔 凯

李召虎

前 言

《城市轨道交通变电所设备安装》是在《电气装置安装工程爆炸和火灾危险环境电气装置施工及验收规范》(GB 50257—2014)、《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》(GB 50168—2006)、《电气装置安装工程盘、柜及二次回路接线施工及验收规范》(GB 50171—2012)的等标准规范的基础上,结合近年来城市轨道交通工程变电所设备安装特点编写而成的。

本书凝结了中铁一局集团电务公司近年来承建的苏州地铁、广州地铁、北京地铁、成都地铁和深圳地铁等数十项城市轨道交通工程变电所设备安装施工经验,重点阐述了城市轨道交通供电系统变电所设备安装的施工工艺、方法、安全措施、环境要求和质量控制等环节的具体做法。书中引用了供电系统工程变电所设备安装所涉及的一些新技术、新材料、新工艺、新方法,突出了城市轨道交通变电所设备安装施工技术特点。

本书分14章,内容基本涵盖了城市轨道交通变电所设备安装至送电开通运行所涉及的子单位工程、分部工程。

本书编写过程中得到了苏州市轨道交通有限公司、成都市轨道交通有限公司、中铁第二勘测设计研究院有限公司有关专家的大力支持,在此表示衷心感谢。

城市轨道交通新技术层出不穷、快速发展的行业,由于时间仓促,作者水平有限,书中难免有欠妥之处,敬请广大读者提出宝贵意见和建议。

编 者

2019年1月

目 录

第 1 章 绪 论	1
1.1 概 述	1
1.2 地铁供电系统的工程特点	1
1.3 变、配电所基本组成	2
第 2 章 变配电所施工流程	4
2.1 概 述	4
2.2 施工总体流程图	4
第 3 章 施工准备	5
3.1 工艺概况	5
3.2 施工前提条件	5
3.3 备料计划及工机具准备	5
3.4 现场查勘、图纸确认及进度预估	5
3.5 设备运输路径确认	6
3.6 接地装置及孔洞移交	9
3.7 设备运输前准备	9
第 4 章 变电所定位与测量	11
4.1 工艺概况	11
4.2 施工配合	11
4.3 施工方法	11
第 5 章 变电所基础预埋件制作与安装	14
5.1 工艺概况	14
5.2 施工前提条件	14
5.3 施工配合	14

5.4	施工方法	14
5.5	质量控制	23
5.6	安全措施	23
5.7	环保措施	23
5.8	建设效果及施工图片	23
第6章	变电所支架、桥架安装工艺工法	25
6.1	工艺概况	25
6.2	施工前提条件	25
6.3	施工配合	25
6.4	施工方法	25
6.5	质量控制	30
6.6	安全措施	31
6.7	环保措施	31
6.8	建设效果及施工图片	31
第7章	接地支线、干线安装	33
7.1	工艺概况	33
7.2	施工前提条件	33
7.3	施工配合	33
7.4	施工方法	33
7.5	质量控制	40
7.6	安全措施	41
7.7	环保措施	41
7.8	建设效果及施工图片	41
第8章	设备进场及变压器安装	43
8.1	工艺概况	43
8.2	施工前提条件	43
8.3	施工配合	43
8.4	施工方法	44
8.5	质量控制	53
8.6	安全措施	54
8.7	环保措施	54

8.8 应用实例	55
第 9 章 盘柜安装	57
9.1 工艺概况	57
9.2 施工前提条件	57
9.3 施工配合	57
9.4 施工方法	58
9.5 质量控制	67
9.6 安全措施	68
9.7 环保措施	69
9.8 应用实例	69
第 10 章 电缆敷设及配线	71
10.1 工艺概况	71
10.2 施工前提条件	71
10.3 施工配合	71
10.4 施工方法	71
10.5 质量控制	81
10.6 安全措施	81
10.7 环保措施	81
10.8 建设效果及施工图片	81
第 11 章 电缆头制作、安装	83
11.1 工艺概况	83
11.2 施工前提条件	83
11.3 施工配合	83
11.4 施工方法	84
11.5 质量控制	98
11.6 安全措施	99
11.7 环保措施	99
11.8 建设效果及图片	99
第 12 章 变电所设备、系统调试	101
12.1 工艺概况	101

12.2	施工前提条件	101
12.3	施工配合	101
12.4	施工方法	102
12.5	质量控制	116
12.6	安全措施	116
12.7	环保措施	117
第 13 章	附属工程安装	118
13.1	工艺概况	118
13.2	施工前提条件	118
13.3	施工配合	118
13.4	施工方法	118
13.5	质量控制	120
13.6	安全措施	120
13.7	环保措施	121
13.8	建设效果及施工图片	121
第 14 章	送电开通	123
14.1	工艺概况	123
14.2	受电前置条件	123
14.3	施工配合	123
14.4	施工方法	124
14.5	安全措施	131

第 1 章 绪 论

1.1 概 述

由于城市轨道交通牵引变电所供电半径较小、输出功率不大,从安全考虑采用的电压又不高,所以牵引变电所几乎都采用直流供电制式。国际电工委员会(IEC)拟定的直流牵引电压标准为:750 V、1 500 V、3 000 V 电压。目前国内新建和在建的轨道交通大都采用 1 500 V 和 750 V 电压。

牵引变电所的功能是将引自城市电网或轨道交通供电系统内部的 35 kV 或 10 kV 电源电压降压、整流后变成 750 V 或 1 500 V 直流电源,再由牵引变电所内的直流配电装置将该直流电源送到区间接触网(接触轨),供机车用电。轨道交通线路沿线设置若干个牵引变电所,以满足各区间列车运行。

变电所安装工程具有设备多、种类多、数量多;安装调试技术要求高,设备安装受土建施工进度影响较大;且存在与土建、装修、低压配电等相关系统的交叉配合及设备接口施工、调试等特点。同时,变电所工程能否如期完工将影响其他系统的调试和整个系统的按期投入运营。

为提高变电所施工质量,推行标准化、专业化施工,特编制此书,以适用于城市轨道交通变电所安装施工及工艺的统一。

1.2 地铁供电系统的工程特点

- (1) 站型复杂,工期紧张;
- (2) 地点分散、点多面广;
- (3) 线缆数量多、敷设难度大;
- (4) 设备安装种类多、体积大;
- (5) 施工工艺要求高;
- (6) 设备单体试验、传动调试及与 AIS 综合监控系统总联调工作量大;
- (7) 交叉施工多、施工协调工作量大;
- (8) 隧道、地下工作作业面小,对运输、照明、安全防护要求高;
- (9) 地处闹市区,安全、文明施工、环保要求高,运输困难。

1.3 变、配电所基本组成

1.3.1 地铁供电系统构成

地铁供电系统构成如图 1-1 和图 1-2 所示,地铁供电系统分为集中式供电、分散式供电和混合式供电三种。

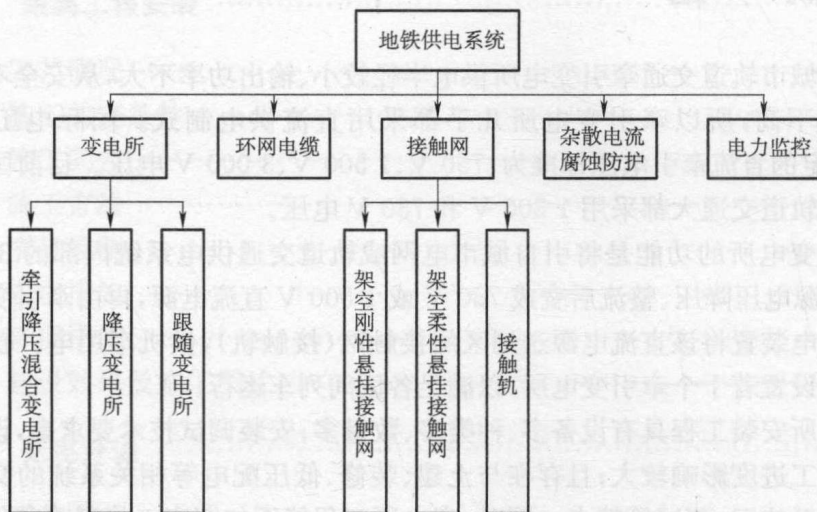


图 1-1 地铁供电系统构成图

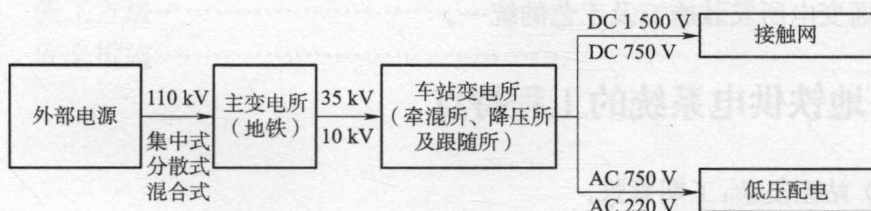


图 1-2 地铁供电系统电压等级

(1)集中式供电。如图 1-3 所示,在城市轨道交通沿线,根据用电负荷和线路长短,建设专用的主变电所。主变电所进线电压一般为 110 kV,经降压后变成 35 kV 或 10 kV,供牵引变电所与降压变电所。主变电所应有两路独立的进线电源。集中式供电,有利于城市轨道交通供电形成独立体系,便于管理和运营。上海、广州、南京、香港、德黑兰地铁等使用此种集中式供电方式。

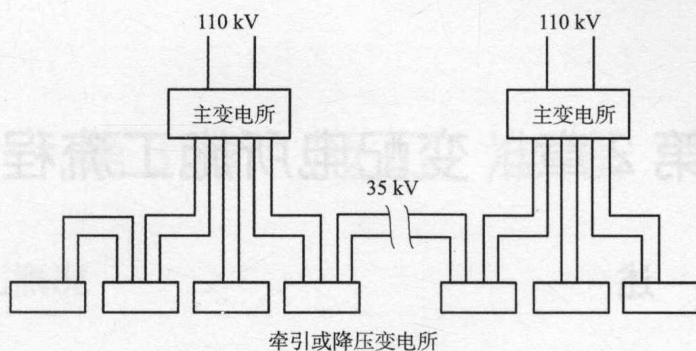


图 1-3 集中式供电图

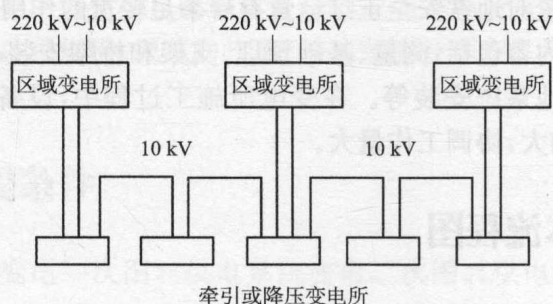


图 1-4 分散式供电图

(2)分散式供电。在地铁沿线直接由城市电网引入多路电源构成供电系统，一般为 10 kV 电压级。分散式供电要保证每座牵引变电所和降压变电所均获得双路电源，要求城市轨道交通沿线有足够的电源引入点及备用容量，优点是实现了单条轨道线路不同电源点之间的相互支援功能。沈阳地铁、长春轻轨、大连轻轨、北京城铁、北京八通线、北京地铁 5 号线等均采用分散式供电方式。

(3)混合式供电。将前两种供电方式结合起来，一般以集中式供电为主，个别地段引入城市电网电源作为集中式供电的补充，使供电系统更加完善和可靠。北京地铁一号线和环线，建设中的武汉轨道交通工程，青岛地铁南北线工程等为混合式供电方案。

第2章 变配电所施工流程

2.1 概 述

伴随着城市建设的不断扩张,地面交通压力的不断增加,地铁这种交通形式正在我国各个城市大规模展开。地铁供电系统作为地铁运行中的唯一能源,变电所电气设备的安装质量对地铁安全正点运营有着举足轻重的作用。

变电所的施工内容包括:测量、基础预埋、支架和桥架安装、盘柜拼装、变压器安装、电缆敷设、接地系统安装等。在变电所施工过程中,设备体积大,运输难度大,受空间限制影响大,协调工作量大。

2.2 施工总体流程图

变、配电所施工流程图如图 2-1 所示。



图 2-1 变、配电所施工流程图

第3章 施工准备

3.1 工艺概况

施工准备不仅仅指进场前必要的准备工作,它贯穿整个工程,每一阶段均有下一阶段必要的准备。

施工准备的主要内容是项目进场后进行的现场查勘及进度预估、设备运输路径确认、图纸复核、各种规程、规范的收集、接地装置及预留孔洞移交、设备开箱及验收等。

3.2 施工前提条件

(1)《供电系统变电一次图》《供电系统变电二次图》《供电系统电缆支架通用图》等;

(2)土建单位车站主体结构完成;

(3)工程部技术人员已进行技术交底及安全技术交底。

3.3 备料计划及工机具准备

根据施工图纸,完成备料计划及工机具准备。

3.4 现场查勘、图纸确认及进度预估

根据施工组织设计中工期节点,确定送电日期,倒推出最晚进场日期。一般送电前 60 天进场才能满足施工要求,且最晚进场车站不得超过 3 个站。然后组织进行现场查勘,了解各变电所土建单位施工进度及面临的困难,对变电所实际进场时间、施工顺序、运输路径孔洞完成、轨道专业施工进度情况进行整体预估。若发现个别站点提供进场时间不满足施工要求,及时上报监理、业主等单位。

在查勘过程中对变电所位置、接地完成情况、站台板完成情况、预留孔洞完成情况进行详细整理,并对照施工图纸确认位置。

需注意以下几点:

(1)离壁墙位置的确认,是否有新增离壁墙需与装修单位及时确认,有可能造成接地干线返工,此处在第七章中详细说明。

(2)站台板下是否有找平层,及时与装修单位确认,以免出现电缆支架底座被垫层覆盖的情况发生。

(3)及时与设计确认设备边缘距离变电所墙体的最低要求,并与装修单位确认。避免发生变电所验收时因消防、电气安全距离不够,造成返工。

(4)需确认变电所内检修用低压开关、插座盒的位置,避免与接地干线位置发生冲突。

3.5 设备运输路径确认

因变电所设备体积大,运输难度大,且站点多处于市区,受空间、时间限制影响大。在有条件的情况下尽量选择轨道运输,在现场查勘的基础上尽快完成运输路径的确认。若无轨道运输条件,优先选用设计路径,并复核吊钩承载力。若设计路径中风井、风亭完成情况不满足运输时间要求,选用已成形路径并通过设计院确认,需注意的是需重点复核更改后的路径吊钩荷载力。完成运输路径调查报告,并确认设备到场时间,将最终确定的运输路径以书面形式告知装修标段。以成都地铁3号线为例。

成都地铁3号线机电1标设备运输路径情况调查

一、车站运输路径情况

1. 太平园站(牵引降压混合变电所)

(1)运输路径

因1号活塞风亭无法按期完成,需更改运输路径。

设计路径:设备通过1号活塞风井到达站厅3~4轴间,通过站厅右侧通道到达10轴处吊装孔,吊入站台层10轴处再到达设备室8~15轴。

实际路径:设备使用1~4轴轨排井吊入站台层(吊入轨道位置)后平行运输至站台层10~15轴设备位置。

(2)查勘情况

土建完成设备夹层的时间:已完成,规格尺寸合格。

装饰装修提交一米线时间:2014年10月下旬。

土建提交运输路径的时间:2014年11月初(轨排井),现场存在使用吊车条件

(场地)。

计划设备到货时间:2014年11月15日。

注:吊入位置为站台层轨道面,考虑轨道车运输。

2. 红牌楼站(降压所)

(1) 运输路径

因红牌楼—衣冠庙站盾构影响,原大里程处盾构吊出孔计划2014年12月完成封堵,风亭可在2015年2月份完成,装修专业计划2014年12月份进场。计划2015年3月完成设备运输,可实现。无须更改运输路径,按原设计方案进行,视铺轨进度可考虑轨道运输。

实际路径(设计路径):设备通过22轴右侧的2号活塞风井,进入站厅层,再通过站厅21轴处的吊装孔吊入站台层21轴,再运送到17~20轴处的设备室。

若在2014年12月运输设备,可使用大里程处盾构吊出孔,无须在站厅层二次倒运。设备也可考虑采用轨道运输至站台17~20轴设备室

(2) 查勘情况

土建完成设备夹层的时间:2014年12月初。

装饰装修提交一米线时间:2015年2月下旬。

土建提交运输路径的时间:大里程处盾构吊出孔2014年12月完成封堵,风亭可在2015年2月份完成。

轨道专业短轨通时间:太平园铺轨基地——红牌楼站左线短轨通时间2015年1月8日。

计划设备到货时间:2015年3月5日。

注:制约因素主要为装修专业提交一米线时间,轨道运输和吊装均满足条件,使用轨道运输。

……(此处省略其余站点)

二、运输路径吊钩核查(表3-1)

表3-1 各车站吊钩信息确认表

序号	车站	变电所类型	吊钩位置	图纸吊钩承载力	土建单位签字 确认(盖章)	备注
1	高升桥	降压所	顶板2-3轴B-C之间	9 t		
2	磨子桥	降压所	顶板2-3轴B-C之间	9 t		
3	省体育馆站	降压所	顶板1-2轴B-C之间	2个吊钩,各5 t		
4	新南门站	牵混所	顶板1-2轴	土建图纸未标出		

续上表

序号	车站	变电所类型	吊钩位置	图纸吊钩承载力	土建单位签字 确认(盖章)	备注
5	红星桥	牵混所	顶板 21-22 轴 B-C 之间	土建图纸未标出		
6	李家沱	降压所	顶板 1-2 轴与 B-C 轴之间	10 t		
7	昭觉寺南路站	降压所	顶板 11-12 轴 D-E 之间	9 t		

三、设备尺寸及重量(表 3-2)

表 3-2 设备尺寸及重量

序号	设备名称	设备代码	单位	设备外形尺寸(宽×深×高)(mm)	单重(t)
1	整流变压器	Tr	台	2 940×1 455×2 470	11.5
2	配电变压器(带外壳)	TP	台	3 100×2 000×2 700	7.8
3	35 kV GIS 开关柜	H	面	600×1 900×2 600	1.8
4	DC 1 500 V 开关柜	D	面	600×1 500×2 140	0.8
5	整流器柜	RT	面	1 200×1 200×2 300	1.2
6	负极柜	N	面	1 200×1 200×2 300	1
7	控制屏	CP	面	800×600×2 260	0.4
8	交流屏	AC	面	800×600×2 260	0.3
9	直流充电屏	DC	面	800×600×2 260	0.3
10	直流充电屏	SP	面	800×600×2 260	0.3
11	蓄电池屏	BP	面	800×600×2 260	1
12	排流柜	DR	面	1 200×1 000×2 300	0.4
13	钢轨电位限制装置	OV	面	600×600×2 200	0.3
14	上网隔离开关柜	GK	面	1 500×950×2 200	1

四、设备到货进场顺序分析(表 3-3)

表 3-3 设备进场顺序表

序号	车站/区间	变电所类型	到货时间	运输方式	备 注
1	太平园站	牵降所	2014. 11. 15	轨道车	
2	红牌楼站	降压所	2015. 03. 05	轨道	
3	高升桥站	降压所	2015. 02. 10	吊装	
4	衣冠庙站	牵降所	2014. 12. 15	吊装	搭建至站台层的工作平台