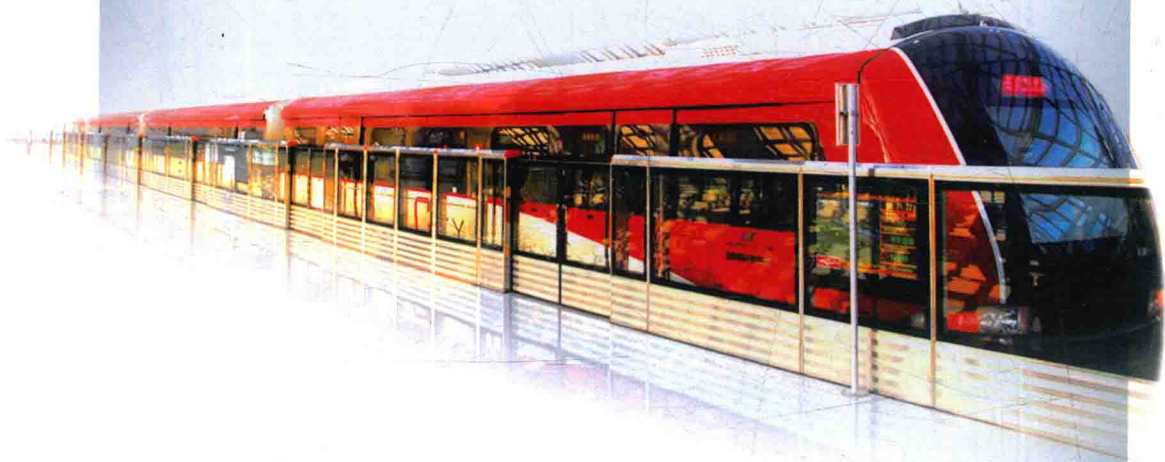


城市轨道交通 设备系统联调联试

Joint Commissioning On Equipment&System Of
Urban Rail Transit

中铁电气化局集团有限公司 编著



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

城市轨道交通设备系统联调联试

中铁电气化局集团有限公司 编著

中 国 铁 道 出 版 社

2015年·北 京

图书在版编目(CIP)数据

城市轨道交通设备系统联调联试/中铁电气化局集团有限公司编著. —北京:中国铁道出版社, 2015. 11

ISBN 978-7-113-20907-0

I. ①城… II. ①中… III. ①城市铁路—轨道交通—设备管理 IV. ①U239.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 205385 号

书 名: 城市轨道交通设备系统联调联试

作 者: 中铁电气化局集团有限公司

策 划: 罗桂英

责任编辑: 徐 艳

电话: 010-51873193

封面设计: 郑春鹏

责任校对: 胡明锋

责任印制: 郭向伟

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: 中煤涿州制图印刷厂北京分厂

版 次: 2015 年 11 月第 1 版 2015 年 11 月第 1 次印刷

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16 印张: 11.5 字数: 220 千

书 号: ISBN 978-7-113-20907-0

定 价: 100.00 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, 请与本社教材图书营销部联系调换。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

《城市轨道交通设备系统联调联试》

编委会

主编单位 中铁电气化局集团有限公司

参编单位 中铁电气化局集团有限公司城铁公司

主	任	张建喜	韦 国	李爱敏	
编	委	赵印军	沈九江	刘培栋	齐 波
		林云志			
编	者	林云志	罗 兵	张 金	李新潮
		封书贞	李 磊	田立新	宁笠棚
		戴彦华	朱俊鹏	范建伟	白雪莲
		夏建勇	师修广	苏庆佳	罗 金

Preface 序言

我国城市轨道交通的发展起步于几个主要的大城市：1906 年天津第一条有轨电车投入运营，成为我国第一个拥有有轨电车的城市；1908 年上海成为我国第二个拥有有轨电车线路的城市；1969 年中国第一条地铁线路在北京投入运行，且具备交通和人防双重功能。

近年来，我国城市轨道交通工程建设不断提速，目前，国务院已经批复了 39 个城市轨道交通的近期建设规划，总里程 6 300 多公里，总投资近 3.3 万亿元，其大部分项目将于 2020 年前建成。未来几年的年均建成里程将保持在 500 公里以上。良好的发展机遇，客观要求我们必须不断地对建设过程的各个环节进行分析、整理、反思和总结，使之更加安全、有序、高效，以促进行业健康、科学发展。

城市轨道交通设备系统联调的建设期间的管理模式是中铁电化局首先在北京 5 号线尝试实施，并在以后的多个城市、多条线路建设中延续，在收到了良好的经济效益和管理绩效的同时，也逐步提炼出一套具有专业化、精细化、综合化的管理理念和实施做法。符合轨道交通建设的发展规律；特别是其管理具有高度的专业性、服务性、综合性，该管理模式已被多个城市所接受。目前，项目遍及北京、南京、大连、重庆、南昌、长沙等地。

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

城市轨道交通一般由车辆及车辆段设备、接触网、供变电、通信、信号、综合接地、旅客信息、自动售检票、导向标识、站台门、给排水及消防、通风空调、气体灭火及火灾报警、环境设备与监控、门禁、综合监控、动力照明、电扶梯、疏散平台等设备和系统组成。

综合联调是城市轨道交通建设的关键阶段，是客观规律。合理组织综合联调，在有限时间内综合利用线路条件，加强协调管理，完成地铁全线（包括正线、控制中心、车辆段、停车场）各专业、各系统间的系统联调，并及时解决不满足运营安全要求的问题，安全有序的组织施工调试，满足地铁建设工期要求。本阶段一般包括动车调试与系统调试，两部分均调试完成确认无误后，方可进入空载试运行阶段。经过城市轨道交通试运营基本条件评审后，方可正式投入试运营。

本书一共分为五章，第一章对综合调试及所调试的设备系统进行介绍；第二章阐述动车调试的运作方式和流程；第三章讲解了系统调试管理与服务；第四章阐述了全线贯通列车的各设备之间的接口调试，确保全线贯通的前提条件；第五章介绍了综合调试结尾阶段的三权移交及与运营单位的配合；本书注重实操性，图表案例翔实，既阐述专业技术知识，又剖析常见问题和薄弱环节；力求学以致用，解决实际问题。

该书是从事城市轨道交通系统调试等有关领域的相关技术、管理人员的一本具有较高实用价值的参考书。

施仲衡

2015.9.12.

前言 Foreword

随着世界范围内的城市化进程加快，城市建设日新月异，经济日益繁荣，人员、物质流动加快，城市轨道交通已成为城市内部、城市与外界之间交通、物流运输的主要载体。

城市轨道交通诞生于 19 世纪中叶的英国伦敦，经历了 150 多年的发展历史。我国城市轨道交通始建于北京地铁第一期工程，于 1969 年 10 月建成通车。改革开放以来，随着经济的发展，我国城市化进程加快，国家确立了优先发展城市公共交通的城市发展战略。建立以大容量快速轨道交通为骨干、以公共交通为主体的综合交通体系，解决城市交通拥挤问题，从而实现可持续发展。截至目前，批准修建地铁的城市有 39 个，总的规划里程超过 7300 公里。已经有 22 个城市开通了轨道交通，运营里程 2764 公里，其中北京、上海都已经超过 500 公里，在全世界名列前茅。

城市轨道交通设备系统建设分为设备初步设计、设备采购制造、设备安装、单系统调试、联调联试、试运行及试运营等阶段。其中联调联试的作用是检验各主要系统间的接口关系是否正确，运作是否协调，能力是否满足各种可能出现的设计预定情况和运营要求，并从整体上检验城市轨道交通系统的可用性、稳定性和安全性，联调联试是城市轨道交通建设的关键阶段，其工作质量对保

证城市轨道交通安全、可靠的运营起着至关重要的作用。本阶段一般包括动车调试与系统调试，两部分均调试完成确认无误后，方可进入试运行阶段。一般来讲，试运行一段时间安全正常后，方可正式投入运行。

本书一共分为五章，第一章对综合调试及所调试的设备系统进行介绍；第二章阐述动车调试的运作方式和流程；第三章讲解了系统调试管理与服务；第四章阐述了全线贯通列车的各设备之间的接口调试，确保全线贯通的前提条件；第五章介绍了综合调试结尾阶段的三权移交及与运营单位的配合。

感谢北京城市快轨建设管理有限公司、重庆轨道交通集团有限公司在联调联试工作中给予的信任、支持与肯定。

因各城市轨道交通设计不同，具体情况可能与本书略有差异；由于笔者水平及时间所限，本书中不当之处，谨请读者指正。

作 者
2015 年 5 月

目 录

第一章 综合调试简介	1
第一节 综合调试概述	1
第二节 地铁设备系统简介	6
第二章 动车调试篇	29
第一节 动车调试管理与服务	29
第二节 车辆与相关系统的接口	64
第三节 调试计划网络管理	71
第四节 动态检测试验(冷滑试验和限界检测试验)	81
第五节 热滑试验	87
第六节 信号系统调试	90
第七节 车辆试验	98
第八节 隧道冲洗	109
第三章 系统调试篇	113
第一节 系统调试管理与服务	113
第二节 系统调试	116
第四章 贯通调试篇	153
第一节 各专业贯通调试简介	153
第二节 贯通调试管理	154
第三节 综合监控专业贯通调试	154
第四节 通信专业贯通调试	159
第五节 信号专业贯通调试	165
第五章 三权移交及试运行	168
第一节 三权移交	168
第二节 试 运 行	170
参考文献	172

第一章 综合调试简介

第一节 综合调试概述

一、术语

1. 单体调试/单机调试

设备在安装后而未与系统连接时,为确认其是否符合产品出厂标准和满足实际使用条件而进行的单机或单体加电、调试工作。

2. 点表

为了使相连各系统接口软件的通信正常和完整性,各设备厂家、集成商和设计院把设备的数量、参数及工作模式用相应的表格来表征,并定义唯一的机器代码,用于编制双方的软件程序。

3. 点对点测试

对于存在软件协议的互联接口,检查接口双方系统数据库对应关系正确性的测试。

4. 端对端测试

以综合监控系统为中心,检查其人机界面与其互连的各系统的现场终端数据传送正确性的测试。

5. 模式测试

在综合监控系统或上位机人机界面上触发预先定义的工作模式,检查其控制的关联系统终端设备的工作状态是否符合模式要求。

6. 综合调试

在有限时间内综合利用线路条件,加强协调管理,完成地铁全线(车辆段/停车场/正线/控制中心)各专业、各系统间的系统调试,并及时解决不满足运营安全要求的问题,安全有序地组织施工调试,满足地铁线路运营安全、可靠、可用性的要求,为全线列车试运行奠定基础。

7. 限界检测

为了确保轨行车辆的正常、安全运行,对于轨行区断面上涉及的建筑物及设备不允许超过轮廓尺寸线,该尺寸线称为限界。轨行车辆在上线前需按设计要求对相应的轨行区进行限界检查,以确保安全通行。

8. 冷滑

在架空接触网或接触轨无电条件下,受电弓或受电靴沿架空接触网或接触轨滑行的试验。

9. 热滑

在架空接触网或接触轨系统带电条件下,列车进行带电运行的试验。

10. 动车调试

对地铁线路、信号、车辆、通信、供电等专业通过行车调度系统统一指挥,并对列车牵引、运行、制动、开关安全门、车地传递视频信息等功能进行综合试验。动车调试的目的在于在地铁线路正式运营前发现问题并及早解决。

11. 系统调试

在各系统单体调试工作基本结束后各系统之间的联合调试,验证各系统能否达到设计及运行要求,包括以车辆、信号、综合监控系统为中心的所有接口功能试验和调试,并完成各项验收工作,为顺利试运行做好准备。

12. 试运行

城市轨道交通工程冷、热滑试验成功,动车、系统调试结束后,通过不载客列车运行,对运营组织管理和设施设备系统的可用性、安全性和可靠性进行检验。

13. 试运营

城市轨道交通工程所有设施设备验收合格,整体系统可用性、安全性和可靠性经过试运行检验合格后,在正式运营前所从事的载客运营活动。

二、工作内容

综合调试包括以车辆、信号为中心的动车调试和以综合监控为中心的系统调试。鉴于动车调试和系统调试的进度及前置条件不相同,综合调试的开始时间无严格的规定,通常情况可以以动车调试和系统调试两者的最先开始时间作为起始时间。

动车调试前应完成轨行区设备的安装、接触网已经送电完成并移交变电所送电的控制权、轨道已经初验合格并提供具备行车的证明文件、信号系统已具备动车条件并提供证明文件,轨行区三权已经进行移交。

系统调试前双方系统应完成设备安装验收、单体调试或本系统的调试,接口线缆已经按照相关文件的界面划分敷设、测试完毕。对于各系统未全部完成调试前,为了节约工期,可以提前开始综合调试工作,对具备调试的部分接口进行先行调试。

综合调试的结束时间一般以三权移交运营公司和模式调试完成为节点,合同有其他约定的按约定执行。

1. 隧道水冲洗

隧道水冲洗是在调试接管区间施工结束后、冷滑开始前,在区间具备水源及排水功能的条件下,联调方组织人力对区间地面、排水沟及人行平台上的垃圾、灰尘进行清扫,然后对隧道顶部、侧壁、道床、排水沟的浮尘、灰尘进行冲洗,确保后期动车调试时区间无影响行车视线的现象。根据区间接管的进度及水源和排水的情况,可以沿线路依次冲洗,也可分区段冲洗,对于区间移交条件较好,且工期

紧张,比较适合采用机械化装置冲洗。

2. 钢轨预打磨

钢轨预打磨指新建无缝线路开通运营前为避免钢轨表面微小缺陷的发展扩大,对全线钢轨工作面进行的打磨,部分地区该项工作由联调服务商完成。

3. 冷滑试验

冷滑试验为列车在不带电条件下,由内燃机车或专用冷滑试验车牵引在轨道上进行的试验。其主要目的在于:

- (1)检查各系统设备安装和性能是否符合设计要求;
- (2)检查系统设备、设施是否满足限界要求;
- (3)检验线路、接触网安装位置是否满足设计标准;
- (4)检查信号系统基础联锁关系是否达到设计要求;
- (5)为热滑试验提供条件。

4. 热滑试验

热滑试验是在地铁供电系统正常送电条件下列车自力运行进行的试验,其主要目的在于:

- (1)检验线路、接触网在动荷载作用下位置、结构牢固、可靠程度能否满足设计标准;
- (2)检验供电系统设备能否满足列车运行的需求,稳定性、可靠性能否达到设计要求;
- (3)检验地面信号设备的性能是否符合设计要求;
- (4)检验通信设备在使用中各项功能是否符合设计要求;
- (5)为动车调试提供条件。

5. 动车调试

主要是在冷、热滑试验完成的基础上,对车辆系统、信号系统进行系统功能调试,完成各项测试指标,满足系统设计要求。

(1) 车辆调试

主要完成车辆型式试验和例行试验。

(2) 信号系统调试

信号系统动车调试主要包括基本功能测试、ATP 控制功能测试、ATO 控车功能测试、冗余功能测试以及相关系统的接口测试。具体内容如下:

基本功能测试主要包括车地通信测试(主要检测车与地信息传输通道的通信质量等)、数据库验证(主要验证轨旁设备的位置坐标,如应答器、轨旁电台等)、列车位置检测(主要通过 TG 和轨旁无线设备获取列车位置的相关测试)及车载天线(VRS)的中继功能测试。

ATP 控制功能测试是指在完成基本功能测试的基础上,进行控制功能测试和

验证,主要包括单车控制测试、多车控制测试、超速防护功能测试、临时限速功能测试、冒进防护测试、运行模式转换测试、自动进路触发测试、退行防护测试、位置不明列车的防护测试、紧急制动测试以及连续式和点式列车混合运行测试等。

ATO 控车测试,主要有点式 ATO 和连续式 ATO 两种运行测试,两种模式均在 ATP 防护下,自动驾驶列车运行。测试内容主要包括定点停车测试(停车精度是否满足设计要求)、舒适度以及自动折返测试。

冗余功能测试,主要测试信号系统车载、轨旁设备是否满足冗余的设计要求,冗余功能是否正常实现,包括轨旁设备单系故障测试、车载设备单系故障、无线天线(SRS)单系故障测试、车载天线(VRS)单系故障测试等。

相关系统的接口测试,主要测试信号系统与外部系统的接口测试,主要包括车门联动测试等。

6. 系统调试

系统调试涉及所有设备系统间的联合调试,主要包括点对点测试、端对端测试、模式测试三部分。

(1)点对点测试是检验从 BAS、FAS 及通信等系统的主控制器到相关接口系统的控制器/终端的正确性。

(2)端对端测试是检验从 ISCS 的人机界面(HMI)到现场设备的正确性。

(3)模式测试根据设计的联动模式表对所有设备系统的联动状态进行验证,测试结果满足相关技术标准对 BAS 系统功能的要求。

(4)主要测试内容(主要包含但不限于):

1)完成 ISCS 与相关系统设备间的点对点、端对端及模式调试,检验各项功能是否符合设计要求;

2)完成通信系统与相关系统设备间的点对点、端对端调试,检验各项功能是否符合设计要求;

3)完成 BAS 系统与机电设备、环控系统(如环控柜、EPS、VRV、风阀、照明配电箱与 BAS 接口等)的点对点、端对端调试及模式调试,检验各项功能是否符合设计要求;

4)完成 FAS 系统与机电设备(如防火阀、消防泵、消防专用风机、消防电动蝶阀、应急照明等)的点对点、端对端调试及模式调试,检验各项功能是否符合设计要求;

5)完成 PSCADA 与变电所设备的点对点、端对端及模式调试,检验各项功能是否符合设计要求;

6)完成安全门、AFC、电扶梯等相关专业与各专业间的接口调试。

7. 与已开通段的贯通调试

完成与已开通段的贯通运营调试工作,衔接内容主要包括但不限于:

(1)综合监控系统

实现与已开通段综合监控系统的运营调度指挥管理统一、设备系统维护管理统一；实现与已开通段综合监控系统操作界面、系统功能及区间联动功能统一。

(2)FAS专业

实现与已开通段 FAS 的运营调度指挥管理统一、设备系统维护管理统一；实现与已开通段 FAS 的操作界面、系统功能及区间联动功能统一。

(3)供电系统

完成与已开通段供电系统的过渡衔接。

(4)信号系统

需实现与已开通信号的运营调度指挥管理统一、设备系统维护管理统一，即完成与已开通段信号系统的过渡衔接，完成全线调试。

(5)通信系统

完成与已开通段通信系统的过渡衔接，完成全线调试。

三、综合调试的优点

近年国内城市轨道交通正呈现快速发展的态势，合理组织安排地铁建设，加强各系统间综合调试，将安全有序地保证地铁建设工期，并及时解决不满足运营安全要求的问题。通过综合调试主要解决以下问题：

1. 目前新修地铁线采用了列车无人驾驶、移动闭塞等诸多新技术，这些新技术正式运用前需要对地铁线内车辆、线路轨道、供电、信号、通信、安全门等各系统进行现场线路联合调试试验，并验证与运行有关的线路、轨道、供电、信号、通信及限界能否满足车辆运行和设计要求，使其达到应有的功能，满足运营安全、可靠、可用的要求。

2. 通过首列列车样车型式试验和地铁线路各系统的调试试验，为整条地铁线投入试运行做好准备，并及时发现不满足运营安全要求的问题，提出建议解决方案。

3. 通过系统调试，主要验证工作包括但不限于：

(1)检验系统间的接口和通信规约的一致性。

(2)检验系统间的联动关系是否满足设计要求。

(3)检验系统功能是否满足初步设计要求。

(4)检验系统结构、功能、操作方法等是否满足初步设计规定的运营管理模式要求。

(5)检验系统的可靠性、实时性、可维护性等性能指标是否满足设计要求。

(6)验证系统的完整性。

(7)解决检验中出现的相关问题。

(8)完成各项必要的验收:

- 1)质量验收;
- 2)消防验收;
- 3)特种设备验收;
- 4)安全生产验收;
- 5)人防验收;
- 6)卫生验收;
- 7)环保验收;
- 8)防雷验收;
- 9)档案验收。

第二节 地铁设备系统简介

城市轨道交通一般由车辆、供电、通信、信号、综合监控、通风空调与供暖、给水与排水、火灾自动报警、环境与设备监控、乘客信息、门禁、电扶梯、安全门、自动售检票等设备、系统组成。本章将会对地铁设备系统作简要介绍。

一、供电系统

地铁供电系统包含变电所系统、环网系统、接触轨(接触网)系统、杂散电流防护系统、接地和电力监控系统。从技术构成上来看这些系统存在密不可分的联系,无论是基础设备的组合还是电气连接,它们都是一个有机的整体。变电所和环网系统为地铁电力牵引及动力照明提供了最基本的动力能源;接触网通过地铁车辆及装置为电力牵引提供电能,与接触网相关工程的开关柜以及直流电缆线路为地铁车辆提供并控制和保护牵引动力电源;杂散电流防护工程有效防止了直流系统对建筑结构的电力腐蚀;接地系统为地铁工程的各系统提供工作接地和保护接地。

1. 环网系统

地铁供电系统一般采用双环网供电方式,开闭所与各车站或附近的牵引降压混合变电所合建,共用母线。

开闭所采用单母线分段接线,其两路进线电源分别引自与本线相近供电局变电站,两路进线电源分列运行;其他变电所从开闭所或相邻变电所两段母线以“环串接线”方式引入两路电源,其两路电源分列运行,负担各自供电分区的牵引网负荷和动力照明负荷。

2. 高压开关柜

高压开关柜包括外电源进线隔离小车柜、外电源进线断路器柜、变电所进出线断路器柜、馈线断路器柜、母线联接断路器柜、母线及外电源进线隔离提升柜、

PT 柜、负荷开关柜、接地小车、服务小车。开闭所是指具有外电源进线的变电所,只有在开闭所才会有外电源进线隔离小车柜、外电源进线断路器柜和外电源进线隔离提升柜。

高压开关柜通常有 3 种运行方式:

(1) 正常运行方式

变电所 10 kV/35 kV 母联开关和开闭所间联络开关均处于打开状态,每座变电所由两路电源供电,两段 10 kV/35 kV 母线分列运行。全线的变电所由开闭所按不同的供电分区供电。

(2) 故障或检修运行方式

开闭所一回 10 kV/35 kV 外电源退出时的运行方式时,合上开闭所母联开关,由另一回 10 kV/35 kV 外电源向该开闭所供电范围内所有变电所供电。

非开闭所一回 10 kV/35 kV 进线电源退出运行时,合上该变电所母联开关,由另一回 10 kV/35 kV 进线电源向该变电所供电。

(3) 应急运行方式

当一座开闭所的 2 回外电源均退出运行时,合上开闭所间联络开关,由相邻开闭所支援供电。支援供电时保证不使两个开闭所电源连通,并且支援范围不超过退出运行的开闭所。

3. 接触网

接触网系统是从变电所向电力牵引单元提供电能的支撑网络。包含架空接触网系统和接触轨系统。

架空接触网系统:在城市轨道交通中,沿钢轨上空“之”字形架设的,供受电弓取流的直流输电线。接触网主要包含:基础构件,如支柱及支撑这些结构物的基础;支撑结构,主要是连接接触网导线和基础构件;接触网导线,作用就是传输电流给电力机车;其他辅助构件,包括回流线、附加悬挂等。电压等级一般为直流 1 500 V。

接触轨系统:利用一个导体轨集电的接触网系统,采用刚性材料制造,通过绝缘子对地绝缘,沿钢轨平行布置,高度不在一个水平面,通过集电靴取电,电压等级一般为直流 750 V。供电方式可分为三种:

(1) 上接触式:轨条与集电靴的接触面朝上。此构造最为简单,但易有漏电情况,影响供电稳定性。

(2) 侧接触式:接触面位于侧面,并加上保护罩,较上触式减少与异物接触的机会。

(3) 下接触式:利用位于轨条下方的接触面将电力传输至集电靴。由于绝大部分都披覆保护罩最为安全,故目前国内绝大部分接触轨系统皆采用此方式供电。

4. 直流开关柜

直流开关柜主要有 2 个等级:750 V 和 1 500 V,技术条件包括进线柜、馈线柜(含备用柜、制动电阻馈线柜)、负极柜,且均为户内安装,通常有以下几种运行方式:

(1) 正常运行方式

正极进线开关及其电动隔离开关、馈线开关、上网电动隔离开关、负极电动隔离开关合闸,使正极接触网和负极走行轨带电。备用馈线柜开关及馈线开关旁路电动隔离开关、越区电动隔离开关分闸。相邻两变电所构成双边供电。

(2) 其他运行方式

1) 方式一:同一牵引变电所内的两套牵引整流机组,一套退出运行,另一套继续运行;

2) 方式二:某一馈线开关退出运行,由备用馈线开关代替其向接触网供电;

3) 方式三:当一个牵引变电所退出运行,其供电区段由相邻牵引变电所单边或大双边供电。

5. 整流器

整流器是一个整流装置,简单的说就是将交流电(AC)转化为直流电(DC)的装置。它有两个主要功能:第一,将交流电(AC)变成直流电(DC),经滤波后供给负载,或者供给逆变器;第二,给蓄电池提供充电电压。因此,它同时又起到一个充电器的作用。整流器在地铁供电系统中的作用是将交流电(AC)变成直流电(DC),经滤波后供给负载。整流器通常来讲有以下几种运行方式:

(1) 正常运行方式

牵引变电所中的两套整流机组并联工作并组成等效 24 脉波整流方式,与相邻牵引变电所共同对正线接触网实行双边供电。车辆段范围内的接触网由其牵引变电所供电。

(2) 其他运行方式

当正线各牵引变电所中的一套整流机组故障解除时,另一套整流机组继续运行;牵引变电所两套整流机组均退出运行时,由相邻牵引变电所越区大双边或单边供电。

6. 低压开关柜

低压开关柜包括低压进线断路器柜、馈线断路器柜、母线联接断路器柜、电容补偿装置柜、母线桥。低压开关柜通常有以下几种运行方式:

(1) 正常运行模式

正常工作时,两路 10 kV/35 kV 电源经配电变压器降压后,分别向两段 400 V 母线供电,400 V 母线为单母线分段运行,并承担车站及区间动力照明的全部用电负荷。