

[低压配电]

南宁地铁4号线低压配电方案分析

文/北京城建设计发展集团股份有限公司 彭广文 叶仁欢

分析了地铁低压配电系统的组成，介绍了南宁地铁4号线的基本情况，通过广泛查阅国内轨道交通动力照明系统设计及运行现状，结合南宁地铁4号线特点，根据不同负荷的供电方式，提出该线动力、照明系统优化设计方案，对节约能源、降低投资和运营成本以及方便系统维护具有重要意义。

地铁低压配电是指地铁动力配电与照明系统，主要由低压配电柜、配电箱、控制箱、低压配电线路、动力负荷和照明负荷等组成。低压配电箱（柜）主要指车站和区间的动力配电箱（柜）、照明配电箱（柜），其作用是为低压电控设备、末端负荷提供低压供配电。控制箱（柜）主要指为车站照明、风机、水泵、通风空调系统、人防设备和自动扶梯等设备配套使用的控制箱，其作用是控制各类设备的工作状态。低压配电线路是指从400 V低压开关柜向下至动力照明设备的低压缆线。

南宁地铁4号线一期工程线路西起洪运路站，沿洪历路、那洪大道、五象大道和联合路向东延伸，止于龙岗站，与南宁地铁1号线平行，是南宁轨道交通线网两纵两横主干的重要组成部分。线路全长24.6 km，全部为地下线路。全线设19座车站，均为地下站且为兼顾人民防空设防车站。该线地理位置重要，车站动力、照明负荷容量大，供电时间长，因此优化车站动力、照明配电设计方案对节约能源、降低投资和运营成本以及方便系统维护有重要的意义。笔者参考上海、广州、深圳、杭州、苏州和武汉等地的轨道交通设计，并结合南宁地铁实际情况，对南宁地铁4号线动力照明设计方案进行了优化。

方案设计

1. 动力及照明负荷分级及配电要求

(1) 负荷分级

根据各类设备用途和重要性，车站用电设备负荷分为三级。

1) 一级负荷。包括火灾自动报警系统（FAS）设备、消防水系统设备及阀门、消防用风机及相关阀门、防火卷帘门、消防疏散用自动扶梯、应急照明、废水泵、雨水泵、防淹门、站台门设备、变电所操作电源、车站公共区（包括出入口通道）的正常照明、区间照明、通信系统（含专用通信、商用通信和警用通信）设备、信号系统设备、综合监控系统（ISCS）设备、门禁系统（ACS）设备、自动售检票系统（AFC）设备、环境与设备监控系统（BAS）设备、人防系统（不含人防风机）及安检设备等。

其中火灾自动报警系统设备、环境与设备监控系统设备、专用通信系统设备、信号系统设备、变电所操作电源及车站和区间的应急照明为一级负荷中特别重要负荷。

2) 二级负荷。包括设备管理用房照明、不用于疏散的自动扶梯、电梯、普通风机及相关阀门、重要设备机房的空调和检修电源等。

3) 三级负荷。包括公共区及非重要设备管理

用房空调系统（包括冷水机组、冷冻水泵、冷却水泵和冷却塔风机等）、广告照明、电热设备、清扫电源及其他不属于一、二级负荷的用电设备，且停电后不影响轨道交通正常运行的负荷。

(2) 配电要求

1) 一级负荷。①变电所所用电、商用通信、公安通信、站台门、火灾自动报警系统、消防水系统设备、消防用风机及相关阀门、用于疏散的自动扶梯等一级负荷由两路来自变电所不同低压负荷母线的电源供电，一用一备在末端配电箱处自动切换；②OA网络主机、BAS系统、综合监控系统、PIS系统、专用通信系统、AFC系统和门禁系统由UPS电源整合专业提供交流220/380 V电源；③应急照明采用由双电源切换加EPS集中供电应急电源屏的方式配电；④公共区正常照明由变电所两段低压母线分别供电，各带约一半的照明负荷；⑤消防风机及相关阀门由双电源环控电控柜集中配电。

2) 二级负荷。二级负荷由变电所低压负荷母线提供一路电源供电，当变电所只有一路电源时，由低压母线分段开关切换保证供电。

3) 三级负荷。三级负荷仅由变电所的低压负荷母排提供一路电源供电，当供电系统一路电源失电时，自动或手动切除该负荷。

2. 低压系统运行方式

本工程低压供电采用TN-S系统。

1) 变电所设置两台配电变压器为动力照明负荷供电，两台配电变压器高压侧分别接入35 kV两段母线，两台配电变压器同时供电，分列运行；当一台配电变压器退出运行时，由另一台配电变压器承担原两台变压器供电范围内一、二级负荷。

2) 低压0.4 kV母线为单母线分段，设置母联断路器。正常运行时，两台进线低压断路器均投入运行，母联断路器处于分闸位置，0.4 kV母线分段运行。当其中的一路电源失去电压时（带延时、时间可整定），该进线断路器延时跳闸，母联开关自动投入，且同时自动切除三级负荷，由另一路电源承担全部一、二级负荷。当该电源电压恢复，母联开关自动分闸，该电源进线开关自动投入，三级负荷自动恢复供电。备用电源失压自投、来电自复的过程由单独的PLC控制。进线手动分闸及进线故障跳闸时，母联不能自投。

3) 0.4 kV的进线断路器、母联断路器和PLC

等均具有数据传输功能，可以与上位机进行数据传输，并可通过PLC实现进线、母联和三级负荷开关的远方控制。

4) 每段0.4 kV低压母线设置三级负荷开关，并随母联断路器的投入和断开自动切除和自动恢复三级负荷的供电。

5) 0.4 kV进线断路器和母联断路器建议设置自动/手动/零位转换开关。

3. 动力配电方案分析

(1) 动力配电原则

按用电设备的重要程度分为一、二、三级负荷，并按负荷分级的原则进行配电。

消防负荷配电回路与非消防负荷配电回路，自成体系配电。

通风空调设备由环控电控柜集中配电并控制，其他设备根据负荷性质、设备位置分别采用放射配电或放射式与树干式相结合的配电方式。

火灾发生时工作人员和消防人员需要坚持工作的设备（消防泵、环控消防负荷电控柜和EPS等进线）采用矿物绝缘电缆；其他消防用电设备采用低烟无卤无毒阻燃耐火型铠装电缆。

(2) 环控电控柜配电方案

目前国内轨道交通工程环控一级负荷配电主要采用双电源自动切换和单母线分段两种主接线方式，其中南宁1、2、3号线的环控一级负荷配电主要采用了分段单母线的主接线方式，如图1所示。经研究、比选，南宁4号线工程，采用双电源自动切换的供电方式，如图2所示。

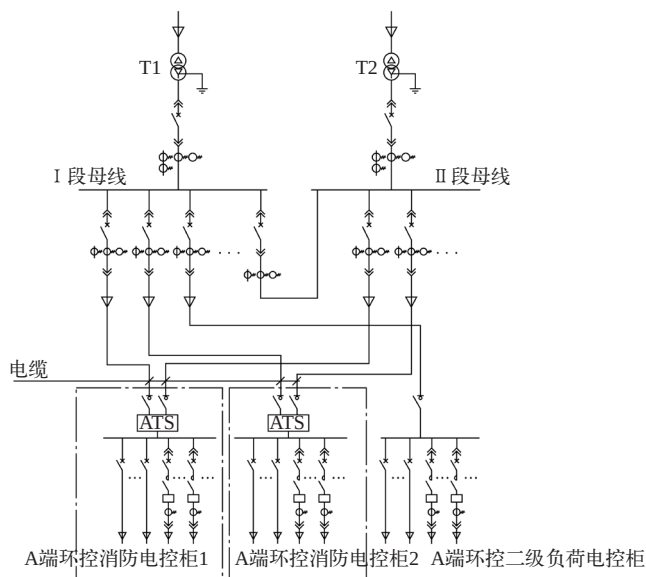


图1 环控电控柜配电方案1



图3 照明总配电系统图

4) 照明非消防电源切除：当车站发生火灾时，按照发生火灾的区域由FAS在变电所0.4 kV开

关柜处切除非消防的照明电源。

(3) 应急照明配电及控制

1) 备用照明。

在车站站厅、站台两端配电室内各设一组EPS，负责为车站内备用照明提供电源。备用照明系统图如图4所示。

备用照明采用蓄电池集中供电的应急电源系统，正常时由车站变电所低压柜提供2个交流电源给EPS电源柜，当本站变电所两个电源同时失电时，由EPS柜的蓄电池放电进行供电。EPS柜蓄电池持续供电时间不小于90 min。

根据不同的用途，附属房间的备用照明占正常照明的10%~100%。

在车站控制室、配电室、弱电系统机房、消防泵房和变配电室等重要房间设置备用照明。

附属用房备用照明均采用就地控制，备用照明采用双控开关，在火灾时由FAS专业进行强启。

2) 疏散照明及疏散指示

车站设置集中控制型消防应急电源和疏散指示系统。系统的主机设置在车站控制室内；集中电源设置在照明配电室内。

在车站站厅、站台、出入口通道、楼梯和附

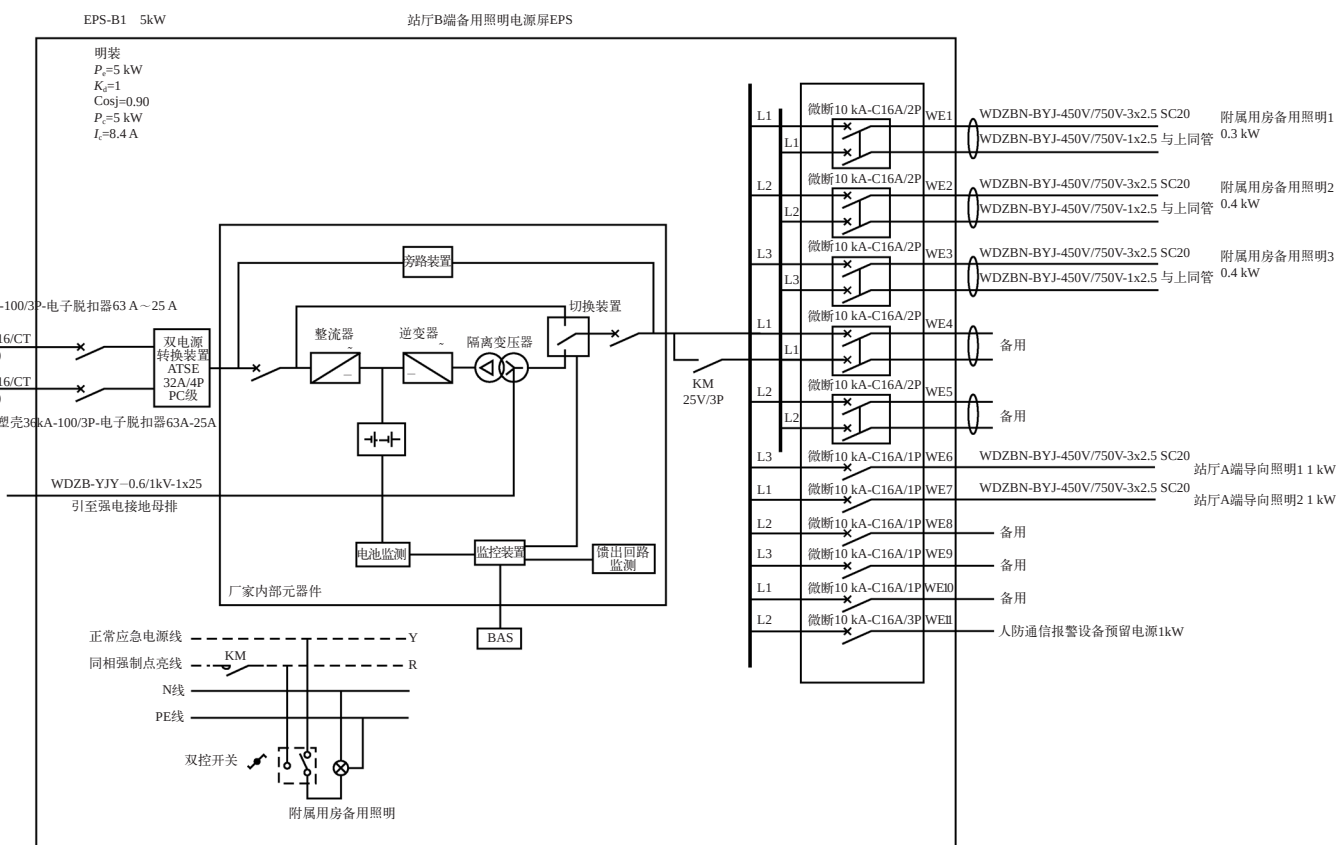


图4 备用照明系统图

属用房区的通道等处设置疏散照明和疏散指示标志灯。

配电室、车控室、变电所高和低压室等发生火灾时仍需工作、值守的区域应同时设置备用照明、疏散照明和疏散指示标志。

设置气体灭火的房间均在门口设置安全出口标志灯。

举足轻重的地位，它的可靠性、安全性决定了通信、信号、设备监控（BAS）、自动售检票（AFC）、防灾报警（FAS）以及消防等系统的运行质量，尤其体现在非正常工况状态下，它运行的可靠性直接影响到人的生命安全，它是地铁正常运营不可缺少的重要保障。基于以上，动力照明供电系统供电方案的可靠性、合理性日益凸显。EA

结束语

动力照明供电系统在城市轨道交通中占据

(收稿日期: 2020.03.27)

(编辑: 朱金凤)