

高速铁路车站电气设计

高铁车站具有配电距离远,出线回路多的特点,照明需要交叉供电,防雷接地也与常见的民用公建有些区别,通过某实例,着重介绍高铁车站供电干线、照明和防雷与接地等方面应注意的问题及解决方法。

林娟/上海联创建筑设计有限公司

0 引言

随着现代社会的高速发展,人们对出行时间、舒适度要求的提高,高速铁路得到了高速发展。截止2016年底,中国高铁运营里程超过了2.2万km,越来越多的偏远地区在大力发展高铁,大大满足人们对出行的需要。伴随着高铁的快速发展高铁车站也应运而生,本文就针对高铁车站的电气设计进行介绍。



林娟/工程师

1 建筑概况

本项目为某高铁车站,最高聚集人数为1 500人,为中型站,线侧下式站房,站房建筑面积12 000 m²,地上2层,局部3层,地下1层。站房主体结构为混凝土框架结构,屋面为钢网架结构,抗震设防烈度为6度。建筑结构设计使用年限为50年。

关键词/Keywords

高铁车站·
配电干线·
照明设计·
防雷接地·

站台雨棚投影面积为13 200 m²,站台长度为550 m,宽12 m,两个基本站台,雨棚柱顶高5.7 m,结构为混凝土结构形式,雨棚屋面采用混凝土雨棚屋面。地下通道面积1 224 m²,包括进站地道,出站地道。

2 配电干线设计

按照TB 10008—2016《铁路电力设

计规范》和JGJ 243—2011《交通建筑电气设计规范》规定划分负荷等级。一级负荷:消防泵、防火卷帘、电动排烟窗、应急照明、消防用电、售票系统、安检系统、信息屏、通信、信息系统用电和信号系统用电等。二级负荷:公共区域照明、管理用房照明和电梯等。三级负荷:广告牌用电、一般动力等。

搭建低压干线时,考虑到火车站的特殊性,为了确保安全性,火车站内通信、信息、信号和一般电力线路从变压器低压柜以放射式出线,互不影响。再加上火车站的特点,左右两边站房通过挑空候车大厅连通,左右两边站房的配电干线完全脱离。另外,一些商业进驻,以上种种因素直接导致火车站低压配电出线回路偏多。

3 照明设计

设计依据主要是GB 50034—2013《建筑照明设计标准》和TB 10089—2015《铁路照明设计规范》,铁路照明设计重点在公共区,包括候车大厅、出站通道、售票厅、进出站地道和雨棚等处。

按照不同场合对照明质量的要求,结合对色温、显色性、眩光、照度和功率密度等的要求,以及对美学的追求,利用照明软件模拟照度分布,选择不同场合下最适合的灯具分布。候车厅采用150 W的金属卤化物灯,结合轻钢龙骨条板铝合金的吊顶,以两灯一组按矩阵排布在整个候车大厅吊顶上,既简洁大方,又美观精致;进出口通道、售票大厅,采用2×26 W节能筒灯,结合吊灯

镶嵌在吊顶内；地道宽12 m，采用4条荧光灯带，其中2条设在两边侧墙上，2条分列设置在左右两边；站台雨棚采用70 W金属卤化物灯，在两柱跨距之间雨棚顶部设四行两列。如图1～图3所示。



图1 候车大厅



图2 售票厅



图3 站台雨棚

3.1 控制方式

公共区域采用集中控制方式，通过智能照明控制系统进行控制。根据使用习惯，灯具分区、分组控制，可做到根据客流状况及不同时间段等因素进行程序控制，也可通过设置在候车厅的智能照明控制面板控制，控制灵活，使用方便，节能省电。其他区域采用分散控制方式，灯具合理分组，利用就地开关实现分组控制。

3.2 照明配电方式

候车大厅、售票厅、出站通道、进站出站地

道和站台雨棚等公共区域，属于人员密集场所，为避免线路故障等外因引起的突然停电故障会造成的公众恐慌，这些区域照明一般采用相互独立两路电源供电（两路电源引自不同的变压器），分别交叉供电至均匀分组布置的灯具上。灯具分组布置，便于当一路电源失电时，公共场所仍能保证比较均匀的照度。同时，候车大厅、站台雨棚需要设值班照明，为了满足晚上没有车次时，此区域仍有值班照明需要。

3.3 站台雨棚照明配电

雨棚长550 m，雨棚照明配电箱放置在地道，任一条照明回路从配电箱到最后一盏灯具的供电距离差不多300 m，如此长的照明距离，需要验证这条回路的电压损失和断路器动作的灵敏度。

3.4 电压损失计算

照明负荷为1.5 kW，截面积为6 mm²的铜芯电线，根据《工业与民用配电设计手册》（第三版）第九章，电压损失计算公式为

$$\Delta u\% = pl / (cs)$$

式中， p 为有功负荷，kW； l 为线路长度，km； c 为功率因数为1时的计算系数； s 为线芯标称截面积，mm²。

经计算 $\Delta u\% = 1.5 \text{ kW} \times 0.3 \text{ km} / (1 \text{ kW} \times 6 \text{ mm}^2) = 7.5\%$ ，不满足要求；截面积为10 mm²的铜芯电线， $\Delta u\% = 1.5 \text{ kW} \times 0.3 \text{ km} / (1 \text{ kW} \times 10 \text{ mm}^2) = 4.5\%$ ，满足要求。

根据《工业与民用配电设计手册》（第三版）第四章第六节，断路器动作灵敏度计算公式为

$$I_{K1}'' = \frac{220}{Z_{php}} = \frac{220}{\sqrt{R_{php}^2 + X_{php}^2}}$$

$$R_{php} = R_{php.s} + R_{php.t} + R_{php.m} + R_{php.l}$$

$$X_{php} = X_{php.s} + X_{php.t} + X_{php.m} + X_{php.l}$$

式中， R_{php} 、 X_{php} 和 Z_{php} 为短路电路的相线—保护线回路。

经计算接地故障的回路阻抗为1.23 Ω，相线对地电压为220 V，那么该回路断路器保证在规定的时间内自动动作切断故障回路的电流应该小于220 V/

1.23 Ω=179 A才能实现保护。假设该回路的配电断路器是10 A，电流脱扣器的瞬时动作电流倍数是10倍，那么保证保护电器在规定的时间内自动切断故障回路的电流是10 A×10×1.3=130 A，可以满足要求；假设该回路的配电断路器是16 A，电流脱扣器的瞬时动作电流倍数是10倍，那么保证保护电器在规定的时间内自动切断故障回路的电流是16 A×10×1.3=208 A，不满足要求。综上所述雨棚照明回路导线选用截面积为10 mm²，配电断路器选用10 A。

4 防雷接地设计

依据TB 10180—2016《铁路防雷及接地工程技术规范》，本站房属于第三类防雷建筑物。站房两侧混凝土屋面沿女儿墙及屋面上安装接闪器，采用φ12热镀锌圆钢作为避雷带，在屋面上构成不大于20 m×20 m或者16 m×24 m网格，沿女儿墙上预埋避雷支架φ12热镀锌圆钢，高出女儿墙150 mm每米一个，拐弯处0.3 m一个，不同标高避雷带之间采用φ12热镀锌圆钢相连；候车大厅屋面采用铝镁锰合金板，其内衬及下方均无可燃物，金属板厚度为2 mm，可直接作为接闪器。引下线利用外围一圈柱内对角主筋（2根不小于φ16或4根不小于φ10），主筋相连处需要焊接，该2根主钢筋顶部与屋面避雷带可靠焊接，柱子底部该2根与基础底层主钢筋可靠焊接，间距不大于25 m。

接地一般分为保护性接地和功能性接地。保护性接地包括：防电击接地、防雷接地、防静电

接地和防电蚀接地。功能性接地包括：工作接地、逻辑接地、屏蔽接地和信号接地。

本项目采用共用接地系统，即将防雷接地、防静电接地、功能接地和保护接地等连接成一个共用接地系统，接地电阻应不大于1 Ω。

利用建筑桩、承台以及水平基础梁内主钢筋相互焊接组成自然接地体。利用50 mm×5 mm热镀锌扁钢和长度为2.5 m的50 mm×50 mm×5 mm热镀锌角钢，沿站房敷设一圈作为水平接地体（功能接地）。环形水平接地体距建筑物外墙间距不小于3 m，室外埋深1 m，进出站房通道周边3 m内水平接地体局部应包以绝缘物，或在地面到水平接地体间采用绝缘防护，垂直接地体间距不小于5 m。环形人工接地体必须与建筑物四角主筋焊接，并应在地下每隔5~10 m就近与建筑物基础地网钢筋焊接一次。

通信专业、信息专业等部分弱电机房中的接地端子箱均通过低烟无卤2×25 mm²绝缘护套铜芯软电缆PC50直接引下与室外环形接地体焊接连通。其他设备机房接地端子箱通过50 mm×5 mm热镀锌扁钢就近与接地干线焊接连通。电子信息设备托电位连接导体的材质及最小面积应符合下表的规定。

通信机械室、信息机房应进行雷电综合防护，设置电磁屏蔽、防静电及雷电防护设施。机房的法拉第笼屏蔽（包括门窗电磁屏蔽）、接地汇集线等，要求接地电阻值不大于1 Ω。具体做法如下：

表 电子信息设备等电位连接导体的材质及最小面积

序号	连接导体名称	材质	最小截面积/mm ²
1	总等电位连接带（板）	铜带	150
2	楼层等电位连接带（板）	铜带	100
3	机房局部等电位连接带（排）	铜带	50
4	垂直接地干线（竖向等电位连接带）	多股铜芯导线或铜带	50
5	楼层等电位连接带与机房局部等电位连接带之间的连接导体	多股铜芯导线或铜带	25
6	机房局部等电位连接带之间的连接导体	多股铜芯导线	16
7	设备与机房局部等电位连接带之间的连接导体	多股铜芯导线	6
8	机房屏蔽网格之间的连接导体	多股铜芯导线或铜带	25

1) 在屋顶、地面及墙面内应设置直径12 mm的钢筋为主筋，主筋间用相同规格的钢筋相互焊接成不大于5 000 mm×5 000 mm的网格，并保证电气通路。

2) 机房房间的六面（屋顶、墙、地面或者楼面）应在混凝土墙内用 $\phi 8$ mm的钢筋焊接成不大于600 mm×600 mm的网格作为法拉第屏蔽笼，600 mm×600 mm的钢筋网格与5 000 mm×5 000 mm的钢筋网格结合处应焊接。

3) 窗、金属门应用截面积9 mm²铝合金网覆盖，铝合金网格80 mm×80 mm。

4) 门应采用带金属屏蔽的防盗门，窗、金属门与屏蔽笼采用栓接，栓接电线用截面积为10 mm²的股绝缘铜线。

5) 法拉第笼所含的门、窗应与屏蔽笼、墙内钢筋连接。图4为法拉第笼示意图。墙内部钢筋布置如图5所示。

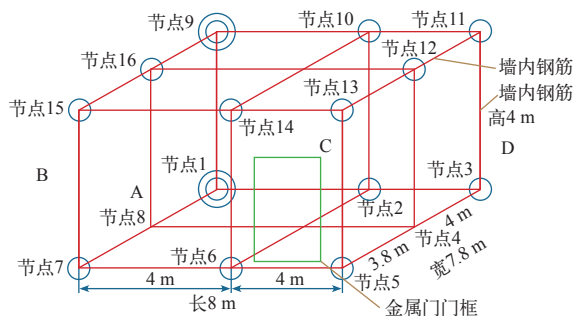


图4 法拉第笼示意图

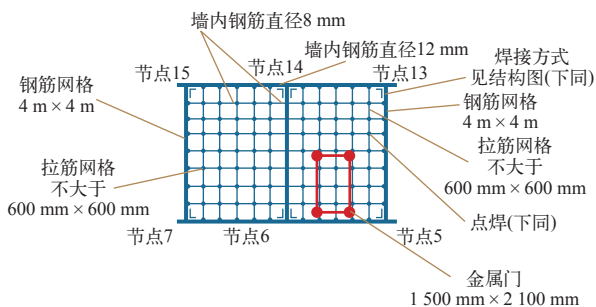


图5 墙内部钢筋布置

5 结束语

高铁车站功能的综合化程度的提高，对电气设计有了更高的要求，电气系统应具备安全性、可靠性、经济性和灵活性。笔者根据自己的工作经验总结了中型火车站的电气设计方案，特别是在低压配电干线、照明和防雷接地等方面阐述了自己的设计理念，希望对后续的高铁站房的电气设计者有所帮助。

参考文献

- [1] 任元会. 工业与民用配电设计手册 [M]. 3版. 北京: 中国电力出版社, 2005.
- [2] 姚家祯. 照明设计手册 [M]. 2版. 北京: 中国电力出版社, 2006.
- [3] 贺湘琨. 从两起事故看“电楼”现象 [J]. 建筑电气, 2011, 30 (2): 3-5.

(收稿日期: 2017-02-12) EA

欢迎订阅 欢迎投稿 欢迎刊登广告