

徐志新. 天津地铁 3 号线防雷检测简析 [J]. 陕西气象, 2016 (1): 34-37.

文章编号: 1006-4354 (2016) 02-0034-04

# 天津地铁 3 号线防雷检测简析

徐志新

(天津市防雷中心, 天津 300074)

**摘要:** 简要介绍了天津地铁 3 号线的概况和构成, 指出各功能区检测范围, 着重论述地铁车站弱电系统防雷装置的设置与防雷检测, 为地铁防雷检测提供参考。

**关键词:** 地铁; 弱电系统; 防雷装置; 检测

**中图分类号:** P429

**文献标识码:** B

地铁建筑属于人员密集的公共建筑物, 且包含电气、机电、通信、信号、FAS、BAS、AFC、屏蔽门等弱电系统, 一旦设备遭受雷击或因雷电波侵入而损坏, 将危及地铁的正常运行<sup>[1]</sup>, 甚至造成重大的人员伤亡及经济损失。目前, 国内外对于地铁防雷检测并没有规范可依。查阅轨道交通相关规范, 基于防雷相关规范等, 结合天津地铁 3 号线防雷检测总结了一套适用于地铁防雷检测的方法, 以供参考。

## 1 天津地铁 3 号线基本情况

天津地铁 3 号线是天津地铁线路之一, 是天津市快速轨道交通网中的南北骨干线, 南起西青区高新区, 北至北辰区小淀, 连通北辰区、河北区、河东区、和平区、河西区、南开区、西青区

七个行政区; 正线全长 29.655 km, 全线共设 23 座车站, 其中地下站 18 座、高架站 4 座、地面站 1 座, 区间存在 2 个过渡段、2 个高架区间, 其余均为地下区间。

## 2 天津地铁 3 号线构成及检测范围

依据 GB 50157—2013《地铁设计规范》<sup>[2]</sup>, 地铁系统按照功能区划分, 可分为 6 个功能区。

### 2.1 主变电所

地铁 3 号线在华苑、宜兴埠站分别设置一座 110 kV 变电站作为该线路主变电所, 由于防雷规范中防闪电电涌侵入措施只要求在电源线路低压侧装设浪涌保护器, 对高压侧防雷不作要求, 故主变电所只检测直击雷防护。

**收稿日期:** 2015-10-13

**作者简介:** 徐志新 (1981—), 女, 汉族, 天津市人, 学士, 工程师, 从事防雷检测。

**基金项目:** 天津市防雷中心自培育项目“地铁系统防雷装置检测技术研究”

灾害性天气有关, 灾害性天气既影响红枣的产量、品质, 又能改变物候期的三基点温度的变化。如干旱、连阴雨、大风、冰雹、暴雨洪涝等气象灾害。

(3) 枣树病虫害也是影响枣树发育和红枣生产的重要因素之一。物候期的三基点温度的变化对不同病虫害的发生、繁殖、生存、种群规模、每代持续时间、影响程度等, 带来正负两方面的影响。

## 参考文献:

- [1] 霍治国, 王石立, 郭建平, 等. 农业和生物气象灾害 [M]. 北京: 气象出版社, 2009: 16-25.
- [2] 王景红, 李艳丽, 刘璐, 等. 果树气象服务基础 [M]. 北京: 气象出版社, 2010: 15-221.
- [3] 甄文超, 王秀英. 气象学与农业气象学基础 [M]. 北京: 气象出版社, 2006: 53-55.
- [4] 郭晓成, 李倩娥. 枣树栽培新技术 [M]. 杨凌: 西北农林科技大学出版社, 2005: 42-91.

## 2.2 区间

地铁 3 号线区间包括 2 个过渡段(华苑—大学城、天士力—华北集团), 2 个高架区间(高新区—大学城、华北集团—小淀), 其余均为地下区间。

由于区间检测需要等地铁停止运行, 区间断电后实施检测作业, 检测需申请作业票, 由地铁公司统一安排时间, 为了避免二次申请作业票, 分布在区间的信号系统设备接地检测安排在区间检测时统一完成, 设备详细分布情况: 轨旁 LCD 信号机、ZDJ9 型三相交流转辙机发车表示器箱盒、计轴电子盒、WNRA 盒、耦合分配器采用铜线通过区间贯通的接地扁钢接地。检测其接地电阻值是否符合规范要求。

## 2.3 车辆段

地铁 3 号线在高新区车站附近设置华苑车辆段, 由运用组合库、洗车库、联合检修库、综合楼、易燃品库、附属建筑(门卫室)、变电所等建筑物组成。其中运用组合库内设置通信机械室、信号机械室, 联合检修库内设置通信机械室。

## 2.4 停车场

地铁 3 号线在小淀车站附近设置小淀停车场, 由综合楼、停车列检库、门卫、变电所等建筑物组成。

## 2.5 运营控制中心

地铁 3 号线与地铁 1 号线合用地铁 1 号线运营控制中心, 地铁 1 号线运营控制中心设置在地铁 1 号线双林车站附近, 主要包括运营操作区、运营管理区、设备区、辅助设备区、维修区等区域。

## 2.6 车站

地铁 3 号线共设置 23 座车站, 其中 4 座高架车站(大学城、高新区、华北集团、丰产河), 1 座地面车站(小淀), 其余均为地下车站, 车站构成见图 1。

以上 6 个功能区所属建(构)筑物直击雷检测参考 GB/T 21431—2008《建筑物防雷装置检测技术规范》<sup>[3]</sup>, 直击雷检测方法很成熟, 本文不做重点论述。但需要提出注意的是, 地铁系统

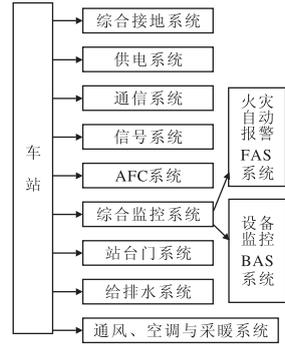


图 1 天津地铁 3 号线地铁车站构成图

与常规建筑物对接地电阻值的要求有所不同, 地铁系统要求接地电阻值不大于  $0.5 \Omega$ 。

车站除了直击雷防护, 内部还包含了大量弱电系统, 而且结构复杂。目前国标规范对地铁弱电系统防雷没有明确要求, 但可以通过理清各弱电系统结构, 掌握系统构成情况, 结合 GB 50343—2012《建筑物电子信息系统防雷技术规范》<sup>[4]</sup>通用性的条款, 分析出各子系统如何防雷, 防雷的重点在哪儿, 下面将详细介绍车站内部弱电系统的防雷检测。

## 3 天津地铁 3 号线车站内部系统防雷装置设置与检测

### 3.1 综合接地系统

(1) 地面(高架)车站综合接地系统由两部分构成, 第一部分利用站内基础的桩基、基础梁内的钢筋组成的自然接地体; 第二部分由变电所主体结构周围的水平接地体和垂直接地体组成的人工接地体。人工接地体与车站主体结构钢筋作电气连接。

(2) 地下车站接地与地面(高架)车站接地系统有所不同, 为防止杂散电流经人工接地网流入大地, 对人工接地网造成腐蚀, 地下车站采用在车站结构底板下设置人工接地网的形式作为车站综合接地系统。车站主体结构与人工接地网不连接, 实现绝缘隔离。如图 2 所示。

地铁车站综合接地网比常规建筑物接地网大得多, 施工一般都是分段进行, 按照整体工程进度, 敷设完一段接地网, 马上浇筑进行结构底板的施工, 而且都是在半夜浇筑。即使是阶段验收, 也很难看到敷设完整的接地网, 故综合接地只能通过查看监理资料, 确认接地装置材质规格、

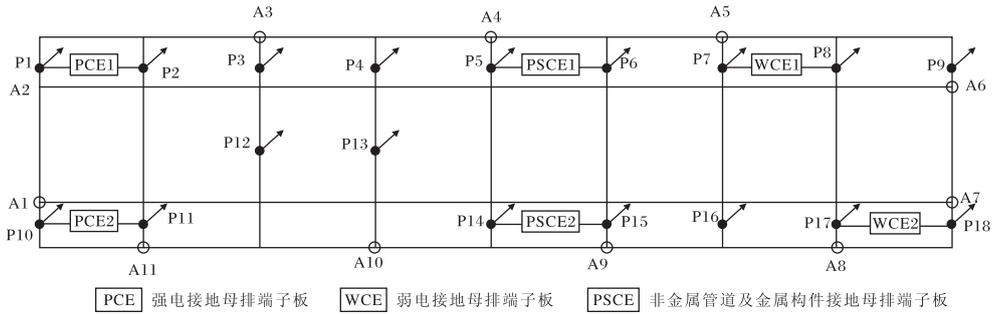


图2 天津地铁3号线车站接地平面图

长度、埋设深度、间距等符合 GB 50057—2010《建筑物防雷设计规范》<sup>[5]</sup>中对人工接地体的要求。通过测试 P1~P18 接地引出线接地电阻值确认接地网是否合格。

### 3.2 供电系统

车站供电系统包括直流供电和交流供电,对于直流供电部分,电源 SPD 参数的选择目前无相应规范,其检测方法有待进一步研究,交流供电部分检测技术已成熟,故车站供电系统着重检测动力照明供电系统。

车站站台层设置 1 座降压变电所;地下站通风和空调设备容量大,故在两端各设一环控电控室;通信机房、信号机房等重要负荷设置双电源箱;车站两端站厅层、站台层各设一照明配电间。

检查 AC0.4 kV 进线柜、环控电控室进线柜、重要负荷双电源箱内设置电源 SPD 情况;AC0.4 kV 进线柜 SPD 按照 I 级试验  $I_{imp} \geq 12.5$  kA,环控电控室进线柜、重要负荷双电源箱内 SPD 按照 II 级  $I_n \geq 30$  kA 设防;测试配电柜(箱),变压器中性点,接地干线等接地电阻值。

### 3.3 通信、信号、AFC、综合监控、站台门系统

通信、信号、AFC、综合监控、站台门系统五大弱电系统是地铁正常运行的中枢神经,分别布置在站厅及站台层,控制着列车通信、运行、售检票、机电设备运行以及站台门开闭等。每一个系统单独设置一个机房,机房内系统设备的防雷设计属于地铁系统的二次设计(产品设计)范畴,检测时需要由设备厂商提供深化设计图纸。

其中,信号系统由通号公司总承包,采用庞

巴迪公司基于通信的列车控制系统(CBTC)。信号机械室设置在站厅层。信号系统设备均采用国外集成设备柜,若打开各子系统机柜后出问题,设备公司不予售后,故地铁公司不予打开各子系统机柜,信号机械室检测中只涉及机柜等电位连接、系统接地。

站台门系统除了与其它系统机房存在共性外,站台门等电位连接还具有一定的特殊性。以站台门系统为例,参考 GB 50343—2012,详细介绍地铁弱电系统防雷检测。站台门控制室设置在站台层,其系统构成如图 3 所示。

3.3.1 等电位连接和接地 站台门控制室内电子设备相对较少(面积 100 m<sup>2</sup>以下),等电位连接采用 S 型网络结构,电气和电子设备的金属外壳、机柜、金属线槽、浪涌保护器接地端子等均以最短距离与 S 型结构的接地基准点连接,接地基准点以 95 mm<sup>2</sup> 多股铜芯导线与综合接地网的弱电设备接地端子板 WCE 连接。各类等电位连接导体及接地端子板的材料规格应符合 GB 50343—2012 中表 5.2.2-1、5.2.2-2 的要求。

站台门系统的等电位连接有所不同。为了防止杂散电流通过站台门向车站主体结构扩散,必须将站台门进行绝缘安装;同时又要防止钢轨与站台门之间产生电位差危及乘客人身安全,还需将站台门各单元门体之间电气连接后再与钢轨等电位连接,钢轨通过轨电位限制器连接至变电所接地母排。测试各单元门体之间过渡电阻值。

3.3.2 电源浪涌保护器 通过查阅供配电系统图可知,车站已在低压进线柜、站台门控制室双电源箱内安装两级电源 SPD,按照 GB 50343—2012 第 5.4.3 条规定,特殊重要的电子信息设

备电源端口可安装 II 类或 III 类试验的浪涌保护器作为精细保护。使用直流电源的信息设备, 视其工作电压要求, 宜安装适配的直流电源线路浪

涌保护器。图 3 为站台门深化设计系统构成图, 已按照规范要求做好多级防护, 其参数应符合 GB 50343—2012 中表 5.4.3—3 的要求。

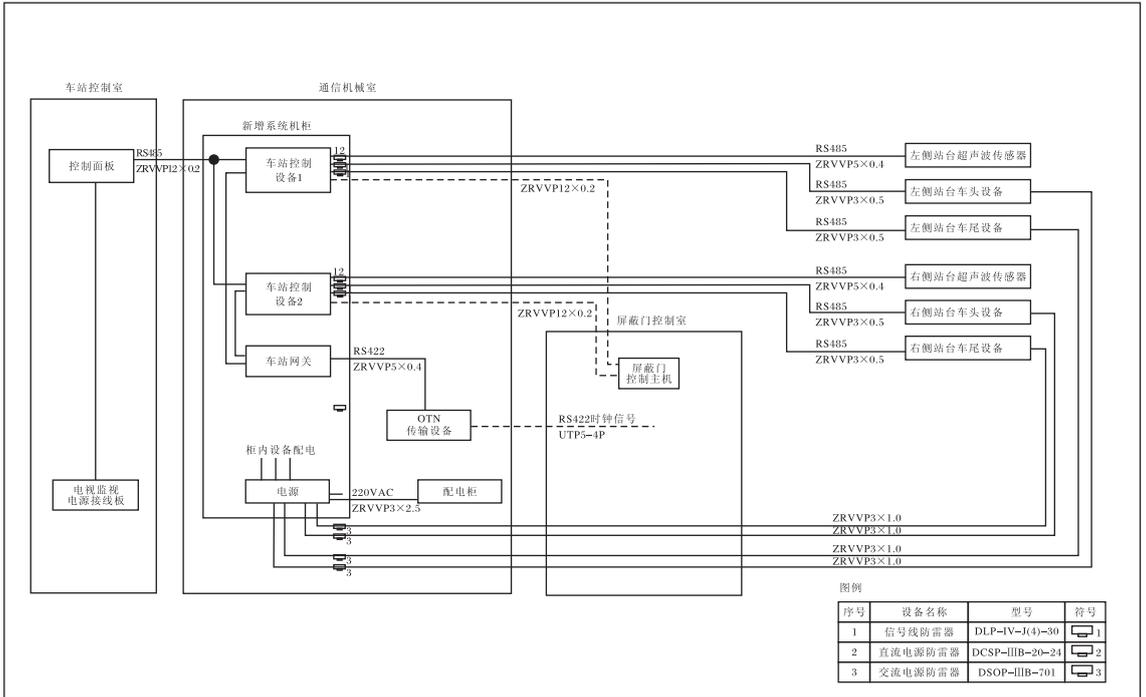


图 3 天津地铁 3 号线站台门系统构成图

3.3.3 信号浪涌保护器 电子信息系统信号浪涌保护器应根据线路的工作频率、传输速率、传输带宽、工作电压、接口形式的特性阻抗等参数, 选择插入损耗小、分布电容小、并与纵向平衡、近端串扰指标适配的浪涌保护器。由图 3 可知, 电子信息系统终端设备已按照规范要求安装信号浪涌保护器。根据资料显示, 信号浪涌保护器参数应符合 GB 50343—2012 表 5.4.4 相关要求。

### 3.4 通风、空调与采暖系统

地铁 3 号线设置空调机房、冷冻机房构成该系统, 空调机组、冷冻机、风机等正常不带电金属设备外壳均通过电源 PE 线可靠接地, 测试设备接地电阻值。

### 3.5 给排水系统

地铁 3 号线设置废水泵房、消防水泵房构成该系统, 电机、消防泵、喷淋泵等正常不带电金属设备外壳均通过电源 PE 线可靠接地, 测试设备接地电阻值。

## 4 结语

可以看出, 地铁系统是个综合、复杂的系统, 全面掌握地铁系统构成才能分析出地铁防雷的重点、弱点在哪儿, 才能结合 GB 50343—2012 总结出一套适合地铁系统防雷检测的方案, 这样在检测过程中有的放矢, 有针对性的进行检测。只有通过了详细、全面的防雷检测, 才能保证地铁安全运行, 保障乘客及财产安全。

### 参考文献:

- [1] 李征, 肖稳安, 姜翠宏, 等. 南京地铁柔性接触网的雷电综合防护对策 [J]. 陕西气象, 2012 (3): 43—45.
- [2] GB 50157—2013 地铁设计规范 [S].
- [3] GB/T 21431—2008 建筑物防雷装置检测技术规范 [S].
- [4] GB 50343—2012 建筑物电子信息系统防雷技术规范 [S].
- [5] GB 50057—2010 建筑物防雷设计规范 [S].