

# 铁路信号设备的雷害分析及防雷措施

毛红斌

国能朔黄铁路发展有限责任公司肃宁分公司 天津 300452

**摘要:** 本文分析了铁路信号设备普遍遭受的几种雷电危害, 为了能够避免铁路信号设备遭受雷害的破坏, 对一般的雷害防护措施进行了研究。首先阐述了铁路信号设备的防雷要求, 然后将铁路信号设备的防雷分类, 最后针对内部防雷措施归纳并提出了三种主要方法, 针对外部防雷措施进行归纳并提出了四种主要方法。

**关键词:** 铁路信号设备; 雷害分析; 防雷措施

## Lightning damage analysis and lightning protection measures of railway signal equipment

Mao Hongbin

Suning branch of Guoneng Shuohuang Railway Development Co., Ltd. Tianjin 300452

**Abstract:** This paper analyzes several lightning hazards commonly suffered by railway signal equipment. In order to avoid the damage of railway signal equipment, the general lightning protection measures are studied. This paper first expounds the lightning protection requirements of railway signal equipment, then classifies the lightning protection of railway signal equipment, and finally summarizes and puts forward three main methods for internal lightning protection measures and four main methods for external lightning protection measures.

**Key words:** railway signal equipment lightning damage analysis lightning protection measures

我国在铁路不断发展的历程里, 一直重视铁路信号设备的防雷问题, 在近些年越来越重视, 但是难免存在不足。究其原因, 一方面是技术上的不足, 现代化的科学手段还不足以绝对的杜绝铁路信号设备受到雷害的危险; 另一方面是在信息化技术发达的今天, 铁路微电子的大量应用提升了铁路的信号设备核心技术的同时, 带来了更大的雷害威胁。本文笔者主要分析当今铁路信号设备的雷害来源, 从而提出解决雷害的建议, 并介绍一些防雷措施, 希望能够对铁路信号设备的防雷维护起到一点益处。

### 1 影响铁路信号的一般雷害分析

#### 1.1 雷电电磁冲击

雷电产生电磁脉冲, 直接冲击地面或者冲击安装信号接收和发射的地面设施, 这样的雷电通常被称为感应雷, 是由于云层相互放电或者云地之间放电产生的, 电磁脉冲会使信号回路和信号装置发生过流或者过压的情况, 而产生的电磁感应会干扰地底深层的电力线路, 户外信号传输线和设备自身的电磁感应, 从而导致磁感应范围内的相关铁路信号设施连锁破坏。<sup>[1]</sup>

#### 1.2 雷电直接冲击

雷电发生之后由于大量电荷积聚, 产生雷暴现象, 在其波及的范围内直接入侵钢轨、地面构架、铁路信号线缆。强

大的电流会使击中地点与大地产生高压, 并瞬间释放巨大的热量。这种情况会给设备造成毁灭性的伤害, 但是出现的几率很小, 由于其波及的范围小、发生的概率低的原因, 目前对于雷暴防护的研究并没有实际意义。

#### 1.3 雷电感应

雷电感应是比较普遍的一个现象, 自古就有, 是由于雷电产生的电流遇到导体之后产生强大的电流或者电压, 铁路信号设备一般在1000米内就会接受到雷电感应的打击, 一般从电源端口、天线端口、信号设施钢铁构架以及铁路信号线口影响破坏, 最终从外而内的影响到铁路信号系统。雷电感应所波及的设备, 除了遭到破坏性的打击, 还会造成信号设备的放电, 产生更多的威胁。

#### 1.4 雷击浪涌

随着电子信号设备的发展和广泛运用, 雷击产生的电磁脉冲产生的暂态过电压, 以传导、感应和耦合等方式入侵到铁路建筑的信号系统中, 暂态过电压沿信号或者电源线路, 在设备之间进行传输, 产生感应电流并形成浪涌, 包括静电浪涌和磁感应浪涌。其中静电浪涌主要由于带有负电荷的雷云与带有正电荷的钢铁设备进行感应释放电流, 破坏设备, 磁感应浪涌则是由于闪电在空间内产生与时间具有相关性的磁场, 作用于通信线路并造成破坏。<sup>[2]</sup>

## 1.5 雷电的机械冲击

当雷击作用于两平行的导体时,会产生巨大的安培力,物体或者导线会在安培力的作用下被劈开、折断或者受到拉伸而变形。根据相关公式推导,对于具有折弯的金属构件,比如导线或者金属框架,在弯折处的夹角尽量保证大,最好是钝角,这样才能将雷击产生的电动力降低到最小,否则会导致构件的折断。雷电冲击铁路信号发射设施时,巨大的冲击力会产生强大的热能,水汽在预热之后膨胀,产生机械冲击的力量极大,会直接作用到周围的设备,造成部件的破裂,阻断铁路信号的发生。

## 2 提升铁路信号设备防雷水平的有效措施

### 2.1 铁路信号设备的防雷要求

铁路信号在列车的运行、铁路的实时状态、铁路信息的维护等环节起着至关重要的作用。铁路信号收发和处理设备的防雷工作十分严苛。对铁路信号的防雷设备要求在进入信号系统之后,不允许干扰到原设备的工作性能,在遇到雷电冲击之后保证信号出现的破坏程度不足以威胁到列车行驶安全,铁路的信号系统设备能够继续使用。防雷设备的放电特性应与被防护设备在绝缘耐压水平上一致,并且防雷设备的“V-S”曲线在一定的阈值范围内要低于被防护设备的“V-S”曲线。对于使用分层级防雷的设备时,要逐级验证其防护能力,对于第一级的防雷设备,一般采用大容量和快速的设备,同时保证在中级防雷设备的可靠性和连贯性,实现逐级防护的效果。

### 2.2 铁路信号设备遭遇雷害的一般原因和防雷分类

近年来由于雷害频发,针对具体铁路信号设备的雷害事故分析,雷害的原因一般包括:信号楼外的信号设备没有安装避雷针、信号设备未接地、接触网杆塔的引线与临近的信号电缆未隔离、信号楼的接触网位置较高忽略了接闪设备的安设、信号楼在遇到雷击闪击时室内屏蔽效果不达标。针对雷害分类和事故多发情况,将铁路信号的防雷分为外部防护和内部防护两个方面。外部防护主要是对信号收发设施的自身进行防雷保护,这一类防雷举措主要包括避雷针、屏蔽网、分流、接地等方法。内部防护则是保护铁路信号收发设施的内部构架,通常是采用合理布线、保护隔离、过电压保护器、屏蔽等电位连接来实现内部设备的雷电防护。

### 2.3 铁路信号设备的外部防雷对策

#### 2.3.1 科学埋设网状接地

为了保证铁路信号设备防雷性能得到更好提升,相关人员可以在信号楼的四周科学埋设网状接地,网状接地电阻不能够超过 $1.0\Omega$ ,将较多的电流直接输入到大地。要想避免雷电所产生的过电压危害设备,当雷电输入大地时,需要采取良好的分流措施,将雷电流进行分流处理。此外,电位差会对铁路信号设备产生较大危害,要想避免此种危害现象的出现,要求相关保持建筑物各点点位的均衡性。如果出现雷击建筑物现象,接地点电位会损害各项铁路信号设备,所以,相关人员要严格

检查建筑物接地状况,避免出现雷害现象。<sup>[3]</sup>

#### 2.3.2 设置屏蔽接地棚

屏蔽接地棚,又常被人们称作法拉第笼,通常设置在铁路信号设备的顶部与周围,利用导电性较好的镀锌铜条,将接地网进行有效的连接。信号楼的内部包含了大量的小功率电气设备,包括电压较低的电子逻辑系统与遥控系统,为了保证这些设备的安全运行,减小雷击对设备产生的损害,在条件允许的基础上,可以有效设置屏蔽网。结合有关规范标准能够知道,该网格的规格不能够超过 $3.0\text{m}\times 3.0\text{m}$ ,网格需要全部压环处理,并采用避雷带进行等电位的连接。通过采用上述防雷措施,可以保证雷电流能够有效的引入到大地,雷电流可以得到更好分流,减小局部电压对铁路信号设备产生的雷击危害。

#### 2.3.3 安装避雷针

主要是在室外铁路信号设备较密集的地方安放,避免雷电直接冲击线缆、信号设备和钢轨。避雷针的位置选择需要满足能够使密集区内铁路信号设备全部避免遭受雷击,同时确保避雷针不会因为雷电的冲击产生雷电感应。为了避免电磁感应,避雷针的地线和密集区内的电路布线要有大于20米的安全距离。

#### 2.3.4 增加防雷塔

在铁路信号楼外的设备密集场地、信号楼的周围增加防雷塔。防雷塔的安设应该避免线缆的交叉,防雷塔与线缆间距的要求要满足国标规定的地上和地下距离标准,一般不大于3m。

### 2.4 铁路信号设备的内部防雷对策

(1)采取等电位连接模式。为了更好的提升铁路信号设备等电位连接水平,室内设备的金属管线与窗栅,包括地线均需要与地栅保持紧密联系,采用不规则法拉第笼操作方法,可以起到良好的屏蔽作用。当出现雷击现象时,引下线与接地体能够将雷电流有序、安全的引入到大地,接地体四周也会出现放射性点位,当其他的电子设备靠近,会产生上万伏入侵电压。

(2)将过电流保护器件有效串接。铁路信号设备内部系统产生浪涌电压,会引发过电流现象,为了防止过电流危害微电子设备,相关人员务必在信号入口位置,安装过电流保护设备。无线电高压与电磁干扰是影响铁路信号正常运行的核心因素,再加上铁路信号设备自身因素,大部分线缆铺设于户外,受到的雷电干扰特别大,所以,做好相应的设备防护工作特别重要。通过采取等电位连接模式,并将过电流保护器件进行有效串接,可以延长铁路信号设备的运行时间,提高铁路信号设备的安全性。

### 2.5 防雷注意事项

(1)重点检查隐蔽工程的质量。施工单位要重视隐蔽工程施工质量,监理单位需要加强监管力度,如果发现某部位的地网断开,容易出现等电位失效现象,因此,地网之中

的各个连接部位需要采取焊接方式,并做好一系列的防腐工作。在我国北方地区,施工单位需要安装地线测试极,保证在温度较低条件下,地网接地电阻可以稳定运行。

(2) 各级防雷器参数要满足规定要求。防雷器通流量在分区分级配置环节,如果发生不匹配现象,当雷电流侵入期间,后一级的短路器会将前一级短路基扣掉,系统容易出现大面积停电现象,相关人员需要进行科学的配置。

(3) 组合架的稳定连接。机械室内部的同一排组合架等电位连接采取多股铜导线连接,此种连接方式存在缺陷,当某个组合架连接点出现接触不良现象,组合架会出现等电位连接不当现象。所以,相关人员可以采取和同一排组合架长度相等的紫铜排与组合架进行并联,可以保证此问题得到有效解决。

(4) 既有机房防雷贴面柜施工要点。在原有机房防雷贴面柜施工环节,要提升配电施工的安全性,引线需要安装在分线盘前部端子之上,既有的螺丝背帽保持不动,然后再安装螺丝帽,减少端子拆卸所带来的安全隐患。

### 3 结语

铁路信号设备是铁路运营系统不可缺少、至关重要的设备。对于铁路信号设备的防雷一直是相关机构研究的重点,虽然在近几年防雷措施取得了进步得到了发展,但是面对雷击事故,面对未来的高铁快速发展,对于防雷措施的研究和铁路信号的保护工作仍然还有很长的路要走。本文阐述的内部防雷措施和外部防雷措施,需要彼此相互配合才能将危险降到最低,铁路信号设备防雷与保护是一个较为综合性的问题,需要在保障基础防雷的前提下进行更加深层次的研究。

#### 参考文献:

- [1]涂序跃,刘敏军.铁路信号设备的雷害分析及防雷措施[J].电气化铁道,2006(01):40-42.
- [2]李双河.关于铁路信号设备的雷害及防雷措施[J].建材与装饰,2020(03):268-269.
- [3]郑伟.铁路信号设备的雷害分析及防雷措施[J].民营科技,2016(08):18.