

# 高速公路机电设施雷电破坏的分析与治理

穆夏怡

陕西交建公路工程试验检测有限公司

**[摘要]** 高速公路建设是社会经济发展的需求, 机电工程建设是公路建设的主要环节。在进行机电工程质量控制建设时, 应从机电工程质量控制体系和机电工程设备基础设施入手, 可有效提高机电工程建设水平, 实现高速公路建设的可持续发展。

**[关键词]** 高速公路; 机电设施; 雷电; 破坏; 治理

**[DOI]** 10.12252/j.issn.2096-627X.2021.09.1873

## 1 高速公路机电设施雷电破坏的原因

### 1.1 环境方面的因素

一般情况下, 高速公路的大部分都处在相对空旷的区域, 并且收费站等建筑相对独立, 周边缺少相关联建筑, 在很大程度上增加了雷电破坏的可能性。另外, 高速公路的里程相对较长, 并且很多高速公路都处在地形复杂的区域, 这些都造成了高速公路的防雷工作难度较大。随着技术水平的提升, 高速公路中增设了越来越多的电子设备, 虽然大大提升了高速公路的智慧水平, 但是这些设备非常容易受到电磁干扰, 也为防雷增加了困难。

### 1.2 高速公路机电设施在雷电监测方面相对不足

为了最大程度避免机电设施受到雷电破坏, 避免防雷装置故障而造成设备和人员伤亡, 我国出台了有关防雷装置的监测和维护规定, 正常情况下要每年对其进行一次以上的检测。另外对于较为关键的部位和系统, 每次发生雷击之后要第一时间对其进行检查, 及时发现并处理问题。

## 2 防雷措施

### 2.1 外部防雷措施

外部防雷措施主要为雷电直击防护措施, 这是防雷击危害最直接、最有效的防护措施, 主要由接闪器、引下线、接地装置构成。外部防雷措施需要在建筑物上装设接闪装置, 通过引下线将雷电引入接地装置, 利用接地装置将雷电流顺利地泄放到大地中去。当雷电流击中接闪装置时, 接闪装置、引下线、接地装置的电位会升高, 如果被保护设备离接闪装置的距离太近, 会对设备造成雷电流反击, 从而击坏设备。为此, 外部防雷装置与被保护设备应该保持一定间距, 以防止雷电反击。此外, 引下线的数量会影响雷电流的分流效果, 雷电流击中接闪装置后, 雷电流流过引下线会产生强大的感应磁场。引下线越多, 流经每根引下线的电流越少, 产生的感应磁场就越小。雷击建筑还会引起接触电压和跨步电压, 伤害人身安全。当建筑物受雷击时, 人体接触了带电物体, 会在接触点和地面间形成电位差, 即为接触电压。雷电流流散到地面上, 会在地面上形成电位差, 人的双脚若是跨开的状态, 就会在两脚间形成电位差, 即为跨步电压。为了避免接触电压和跨步电压带来的伤害, 应采取必要的均压措施。高速公路机电设施雷电直击防护主要包括机电设施所在建筑物、收费亭、外场设备的雷电直击防护。雷电直击防护的具体措施参阅《GB50057—2010建筑物防雷设计规范》《GB/T21714.3—2015雷电防护第3部分: 建筑物的物理损坏和生命危险》等相关规范, 本文不展开具体的阐述。只有外部防雷措施是不足的, 在雷电流过程中雷击电磁脉冲、地电位反击、雷电感应等多种情况可能使机电设备损坏或者失效, 为了减少这些情况带来的损害, 还必须做好内部防雷措施。

### 2.2 内部防雷措施

内部防雷措施是防止雷击电磁脉冲、雷电感应、地电位反击等二次雷害的有效手段, 主要由等电位连接系统、屏蔽系统、浪涌保护器、合理布线、共用接地系统等几部分组成。

(1) 等电位连接系统: 等电位连接是将分开的各金属物体采用金属导线进行电气连接, 将电气和电子设备的金属外

壳、机架、金属管、电缆屏蔽层、电涌保护器接地端等以最短的距离与等电位连接带相连, 从而使他们成为一个等电位体, 减少电位差。要求最短距离连接, 是因为这样可以减少环路面积, 降低雷电流脉冲产生的电磁感应强度。

(2) 屏蔽系统: 雷击发生时, 机电设施会受到雷击电磁脉冲的干扰, 由于机电设施自身的过电压耐受水平较低, 容易被损坏。屏蔽则是减少电磁脉冲干扰的重要手段, 可以减弱雷击产生的电磁干扰, 降低机电设施遭受电磁脉冲伤害的概率。屏蔽系统应构建法拉第笼来实现电磁屏蔽功能, 应该尽可能利用建筑物本体的金属构件。法拉第笼是第一层屏蔽, 还不能很好满足机电设施的屏蔽要求, 需要在机房或者设备本身增加金属屏蔽网, 提高屏蔽性能。另外, 线路屏蔽也是减少磁场干扰的重要方法。机电设施线路应尽量采用屏蔽线缆或者穿金属管、金属线槽敷设, 并按相关要求做好等电位连接和接地。

(3) 浪涌保护器: 浪涌保护器是用于限制电涌电压和泄放电涌电流的装置, 当雷击发生时, 会产生瞬态过电压, 浪涌保护器内部的非线性电器元件(如压敏电阻等)的阻抗会迅速减小, 将雷电流泄放至大地, 以保护后端线路和设备。浪涌保护器的应用应注意上下级能量的配合, 才能有更好的效果。

(4) 合理布线: 机电设施是由电气、电子设备以及电源、信号等各种线路共同组成的, 为了保证在遭受雷电直击或雷击机电设施附近时不受影响, 要考虑线路布置、设备放置的合理性。①机电设备应尽量敷设在建筑物底层的中心位置, 并与引下线、建筑物结构钢筋保持一定距离。②线路应尽量采用屏蔽线路或者穿金属管道敷设。③机电线路与电力线路、金属管道之间保持一定的距离, 且敷设时应避免交叉、缠绕。

(5) 共用接地系统: 共用接地系统是将防雷接地、工作接地与安全保护接地等接地系统连接到一个公共的接地装置上, 或者将这些接地系统相互连接起来, 从而形成一个统一的接地系统。当雷电流泄放到接地装置中时, 共用接地装置可以保证各接地系统之间不存在电位差, 就不会发生因地电位反击损害设备的情况。

高速公路机电设施的内部防雷需要根据以上几个系统进行合理的防雷设计和施工, 具体的措施可参考《GB50057—2010建筑物防雷设计规范》《GB50174—2017数据中心设计规范》《GB/T21714.4—2015雷电防护第4部分: 建筑物内电气和电子系统》《GB/T37048—2018高速公路机电系统防雷技术规范》等相关规范。只有通过这几方面防雷措施的协调配合才能最大限度限制雷击造成的损失, 保证系统的稳定运行。

### 结束语

机电设备作为高速公路体系的关键部分, 能够有效提升高速公路运行效率和服务质量。为此, 要切实开展机电设备维护和维修管理工作, 降低机电设备故障、安全事故发生率, 促进整个高速公路体系实现信息化和智能化。

### 参考文献

- [1] 张帆. 试析高速公路机电工程质量控制要点[J]. 工程建设与设计, 2019, (6): 209-210.
- [2] 张栋, 贾晓虎. 高速公路机电系统维护维修与管理分析[J]. 工程建设与设计, 2020, (1): 277-279.