

# 铁路信号设备的防雷与接地研究

文 / 王 凯 中铁建电气化局集团第三工程有限公司

**摘要:** 铁路系统中信号设备是必不可少的重要构成部分, 该方面出现问题则很容易影响到铁路通行有序性和安全性。雷害作为铁路信号设备运行中常见的危害因素, 技术人员应该注重积极防控, 确保防雷接地能够发挥出理想作用。文章重点围绕着铁路信号设备的防雷与接地工作, 首先从铁路信号设备面临的雷害入手, 明确了铁路信号设备防雷接地处理的必要性, 然后具体论述了铁路信号设备防雷接地的常用措施, 最后又探讨了铁路信号设备防雷接地的优化策略, 以供参考。

**关键词:** 铁路; 信号设备; 防雷; 接地

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.02.050

## 引言

铁路系统运行的信息化水平正在不断提升, 信号设备作为其中不容忽视的关键构成部分, 技术人员应该注重加大信号设备的管控力度, 确保信号设备能够安全有序运行, 避免出现较为严重的故障和异常问题。针对铁路信号设备面临的风险因素进行分析, 雷击是常见类型, 不仅仅会影响到铁路信号设备传输质量, 还可能出现安全影响, 导致信号设备直接受损, 难以维持稳定运行。基于此, 在铁路信号设备构建和运行过程中, 技术人员需要切实做好防雷与接地工作, 以便形成较为理想的铁路信号设备保护工作, 降低雷击危害。

### 一、铁路信号设备防雷接地概述

#### (一) 雷害分析

在汛期雷雨季节, 雷害的发生较为普遍, 成为危害铁路系统运行的重要因素。针对雷害的具体表现进行分析, 主要分为直接雷害以及感应雷害两种不同类型。直接雷主要是设备直接受到雷电的影响, 在雷电侵入设备时必然也就会形成较大危害, 可能直接造成设备受损严重, 难以继续运行。感应雷的危害性同样不容忽视, 其主要是受到电磁感应的影响, 在雷电作用下, 导致电气设备出现感应电流, 进而对于正常运行状态产生影响, 无法发挥出应有的功能价值。对于铁路信号设备而言, 感应雷的危害往往更为常见, 不仅仅会对于信号设备及其操作人员带来不利影响, 同时还会影响信号的准确度和稳定性。

铁路信号设备面临的雷害不容忽视, 为了形成理想防护效果, 技术人员应该注重首先分析明确雷害在铁路信号设备上的作用路径, 进而才能够促使防护工作更具针对性。在雷击作用下, 雷电冲击波可能会直接侵入高压电线路, 进而对于没有加装避雷器的信号设备形成破坏。其次, 在整个铁路轨道系统运行过程中, 因为钢轨和铁路信号系统存在密切关联, 如果钢轨受到雷击, 很容易出现较大电流, 随之影响铁路信号设备的有序运行, 成为不容忽视的雷害影响路径。再次, 铁路信号设备受到雷击影响还表现在电缆方面, 因为铁路信号系统

中存在大量电缆, 这些电缆在应用过程中同样面临着雷电侵入风险, 进而顺着电缆影响信号设备, 其攻击范围较大, 应该引起技术人员高度重视。另外, 在铁路信号设备中即使构建了相应的防雷接地设施, 但是如果雷电强度较大, 在引入地下时, 虽然不会直接损害信号设备, 但是伴随着地下暂态电磁场的形成, 也会导致上部信号设备出现暂态电压, 由此造成相应信号设备无法有序运行, 信号质量受到明显影响。

#### (二) 铁路信号设备防雷接地的必要性

铁路信号设备面临着较为严峻的雷击危害, 切实做好防雷接地工作也就显得极为必要, 管理人员应该重点围绕着上述雷害问题及其影响路径进行针对性防控。针对铁路信号设备进行防雷与接地防护后, 首先可以针对所有信号设备进行有效保护, 避免信号设备受损, 由此形成理想的持续运行效果, 同时也可以避免信号设备受损更换带来的经济损失。如果雷电侵入信号设备, 无论是直接雷击, 还是感应雷影响, 往往都会导致信号设备异常, 很难自行恢复正常状态, 需要进行检修或者直接更换, 做好防雷与接地工作也就显得极为必要。另外, 在铁路系统运行过程中, 信号设备的作用不容忽视, 不仅仅关系到铁路车辆的调度, 往往还和行驶安全直接挂钩, 如此也就需要确保信号设备始终保持最佳运行状态, 尤其是需要保障信号传输的准确度和可靠性, 对于雷击方面的危害, 技术人员必然也就需要加大防控力度, 有效实现铁路信号设备的全面防护, 保障信号设备可以发挥出应有的功能, 为铁路运行创造有力支持, 降低铁路运行中发生异常问题和事故的概率。基于此, 针对铁路信号设备进行全面防雷接地防护极为必要, 技术人员应该重点从各类雷害影响路径入手, 采取综合防护手段, 确保信号设备具备安全稳定运行环境。

#### 二、铁路信号设备的防雷与接地常用措施

铁路信号设备的防雷与接地难度较大, 为了形成理想的防护效果, 技术人员应该注重采取综合防治方案, 灵活选择适宜合理的措施, 并且进行有效组合, 避免出现任何防护漏洞。结合现阶段铁路信号设备防雷与接地

工作的开展状况，比较常见的措施如下：

**接闪。**针对铁路信号设备进行防雷保护时，接闪是比较基本的措施，也是最为常用的手段，主要借助于避雷针、避雷网以及避雷带等装置，促使可能威胁到铁路信号设备的雷电得到有效应对，避免因为雷电随意放电给信号设备带来不利影响。接闪作为铁路信号设备防雷接地中的首要环节，技术人员应该注重结合目标实际状况，选择最为适宜合理的接闪器，并且促使其能够得到合理布置，可以兼顾所有防雷目标，将雷电能量进行有效汇总，促使其按照规定好的通道向下传输，由此形成理想的信号设备保护作用。

**均压。**在铁路信号设备防雷接地处理时，均压同样也是比较关键的措施，要求确保整个防雷系统形成稳定运行状态，避免对于周围人员和信号设备带来不利影响。因为上述接闪器在受到雷电击中时，会对于引下线产生直接作用，导致其出现高电位，进而可能会影响到周围低电位的物体，出现严重安全隐患。为了较好实现该闪络危险的防控，技术人员需要借助于均压环等设施，促使目标区域可以形成理想的均压效果。为了达到较为理想的均压作用，技术人员应该在全面调查引下线周围存在的所有信号设备以及其他装置后，对于处于危险范围内的装置进行有效连接，促使其均可以和引下线进行等电位连接，杜绝旁侧闪络放电。这也就需要确保铁路信号设备防雷接地系统可以具备理想的全面性和综合性特点。

**屏蔽。**铁路信号设备防雷接地系统中，屏蔽处理同样也是关键手段，技术人员应该借助于适宜合理的屏蔽方式，促使铁路信号设备可以得到有效保护，解决雷电电磁脉冲波带来的危害问题。因为铁路信号设备的特殊性，雷电电磁脉冲波的影响较为突出，应该作为防雷接地的关键目标，保障信号设备可以安全有序运行。具体到屏蔽方式应用中，技术人员需要结合需要保护的具体装置，恰当选择金属网、箔、管或者壳等保护层，促使其得到全面防护，能够彻底切断雷电电磁脉冲波的入侵。为了达到理想屏蔽效果，针对项目中应用的所有屏蔽设施，均需要进行接地处理。

**接地。**铁路信号设备防雷接地系统构建中，为了使进入防雷系统的雷电得到有效处理，接地环节应该引起重视，技术人员需要借助于合理的设施，促使雷电电流进入大地，避免继续出现其他危害问题。在接地处理中，技术人员需要合理选择接地体，并且结合相关标准以及项目所处区域的实际状况，促使其埋深得到有效设定，由此发挥出理想的雷电接入大地作用。为了确保接地效果，技术人员在兼顾所有铁路信号设备的基础上，应该促使相应接地装置布置为网状，由此形成可以发挥较强接地作用的地网，并且严禁设置开关、断路器以及熔断器等装置，保障其始终有序运行。对于接地体进行

恰当选择同样极为必要，现阶段常用的材质主要为石墨电极、铜、热镀锌钢材以及铜包钢等，具体的型号大小则需要考虑铁路信号设备的具体防护需求，避免该方面埋下隐患。

**分流保护。**在铁路信号设备防雷接地处理时，为了达到理想的信号设备防护效果，分流保护同样也是重要方式，主要是将雷电流进行合理分流，促使其可以更好导入地下，避免对于铁路信号设备带来危害。在分流保护措施应用中，技术人员应该注重合理选择避雷器，并且促使其可以并联到防雷接地系统中，由此针对可能出现的雷电电流进行有效处理，促使其可以顺利入地。对于一些敏感度较高，且运行要求较高的铁路信号设备，为了更好发挥分流保护作用，技术人员应该采取多级分流方式，设置三级以上的分流防雷保护手段，最大程度弱化可能出现的雷击或者雷击效应。避雷器作为该处理措施中较为关键的要素，技术人员需要对其进行最优化选择，确保各项性能以及参数得到准确控制，避免该方面出现安全隐患。

### 三、铁路信号设备防雷与接地优化策略

#### （一）明确要求

铁路信号设备防雷与接地的要求较高，难度也比较大，为了形成较为理想的雷害防控效果，技术人员应该注重首先分析明确基本要求，保障各项防雷与接地工作可以具备较强针对性。铁路信号设备防雷与接地应该体现出较强的全面性，尤其是对于雷电活动较为频繁的区域，技术人员需要重点围绕着交流电源外线、轨道检查装置、电子设备以及其他辅助设备进行全方位防护，避免在防雷装置应用中出现较为严重的偏差问题。在此基础上，铁路信号设备防雷与接地的处理还应该注重体现针对性，即结合不同情况以及不同信号设备，采取相匹配的防雷与接地方式。既要确保信号设备得到有效防护，也要避免出现不必要的装置，以此逐步优化铁路信号设备防雷与接地方案。另外，在所有铁路信号设备防雷与接地处理时，技术人员还应该高度关注信号设备的运行状况，避免因为防雷接地装置的随意选用，导致原有信号设备受到影响。比如在信号设备应用防雷装置时，技术人员需要切实做好两者间的绝缘防护，避免信号设备受到雷电影响的同时，还需要避免对于信号设备的正常运行带来不利影响，尤其是信号传输的稳定性以及准确度，更是需要着重考虑，由此更好优化防雷与接地效果。当然，针对铁路信号设备防雷与接地装置的应用同样也需要严格控制，确保其安装位置较为准确合理，能够有效作用于铁路信号设备的同时，尽量集中安装布置，由此更加便于后续安装以及长期检修维护。

#### （二）综合防护

铁路信号设备防雷与接地的难度较大，因为信号设备分布范围较广，尤其是对于一些狂野以及山区中存在

的信号设备，不仅仅面临较为严峻的雷击危害，同时还表现出了较高的防雷与接地压力，技术人员应该注重进行综合防护。基于铁路信号设备防雷与接地处理中的综合防护方案进行分析，技术人员应该密切结合项目实际状况，灵活选择多种多样的防护手段，力求对于信号设备外部以及内部存在的所有雷击危害进行全面防护。一般而言，铁路信号设备外部防雷保护主要针对直击雷进行防护，以便实现铁路信号设备的直接保护，避免因为雷击出现受损以及火灾等问题，最为常见的就是避雷针安装应用；信号设备的内部防雷保护同样不容忽视，技术人员应该主要围绕着信号设备可能面临的雷电电磁脉冲进行有效防护，确保信号设备可以形成较为理想的运行状态。具体到铁路信号设备防雷与接地综合防护方案应用中，技术人员应该综合分析上述常用的防雷保护措施，同时密切结合各个不同区域的信号设备，促使其防护效果能够达到最佳，避免在任何方面遗留隐患。当然，针对铁路信号设备防雷与接地中应用的各类防护措施，技术人员还需要重点考虑到相互之间的协调性，确保各个防护措施能够有效配合，最终共同作用于铁路信号设备，避免出现功能重叠或者是相互冲突问题。

### （三）精细化控制

铁路信号设备防雷与接地处理时，技术人员应该具备精细化意识，确保整个防雷与接地系统能够形成理想运行条件，避免任何细微偏差问题，影响到最终防雷效果。因为铁路信号设备防雷接地的要求较高，技术人员需要着重分析所有常见的隐患，进而予以针对性防控，严禁因为技术人员的疏忽大意，造成雷害防护不到位。比如针对铁路信号设备防雷与接地中的隐蔽工程，技术人员除了要前期做好精细化设计，确保隐蔽工程中的各个构成要素以及节点得到精细化处理，还应该在具体施工安装环节进行精细化把控，同时在安装完成后进行及时验收，并且在验收完成后再进行隐蔽处理，避免遗留任何隐患点。对于铁路信号设备防雷与接地系统中的所有设施，技术人员也需要重点进行精细化控制，促使选型以及具体配置较为准确适宜，尤其是对于各级防雷器的设置，更是需要重点考虑所有参数信息，确保相应参数较为匹配适宜，严禁出现任何相互冲突或者是参数设置不合理的问题。对于铁路信号系统中的一些特殊构成部分，技术人员更是需要进行精细化把控，确保其可以在设备外部以及内侧，均可以形成理想的防雷条件。比如在信号设备内部加装防雷设施时，技术人员就需要综合考虑所有相关因素，促使相应设施的布置较为精准可靠。

### （四）关注机房防护

在铁路信号设备防雷与接地处理中，机房作为比较关键的构成部分，也是防雷接地处理的难点和重点，技

术人员应该注重采取针对性策略，促使铁路信号设备机房形成理想的雷击防护以及屏蔽效果。为了有效提升机房防御直击雷以及雷电电磁干扰的能力，技术人员应该注重优先运用法拉第笼，以此形成较为理想的电磁屏蔽效果，解决无法应用避雷针带来的隐患。在法拉第笼布置中，技术人员应该重点围绕着屋顶避雷网、避雷带、引下线、屏蔽系统以及接地系统，促使整个防雷与接地系统具备理想的运用效果。在避雷网和避雷带设置中，技术人员应该密切结合机房的实际状况，促使其各项参数设置合理，且能够进行稳定连接，保障形成一个整体，以此形成避雷效果。引下线作为其中比较关键的连接部分，技术人员除了要选择恰当材料，还需要注重确保引下线的连接较为牢固，无论是和避雷带的连接，还是和接地装置的连接，均需要选择恰当方式，避免在后续长期应用中出现较为严重的脱落以及松动问题。比如焊接作为主要处理方式，技术人员应该切实保障焊接质量，避免出现焊接不透或者存在较多残渣。法拉第笼屏蔽系统作为比较关键的构成部分，对于电子设备较多的信号设备机房具备重要作用，且涉及的内容较多，技术人员应该注重进行全面合理布置，确保所有信号设备都能够得到有效保护，且避免和既有的信号设备出现不协调问题。

### 结束语

综上所述，铁路信号设备防雷与接地是比较关键的保护策略，直接关系到铁路信号设备的运行状况，要求全面防控雷害问题。具体到铁路信号设备防雷与接地处理中，技术人员应该注重密切结合项目实际状况，灵活选择适宜合理的防雷与接地措施，确保各项工作体现精细化特点，并且予以整合优化，避免在任何方面出现安全隐患。

### 参考文献

- [1] 宋玉鼎. 铁路信号设备防雷技术应用[J]. 中国信息界, 2024, (01): 198-201.
- [2] 刘泽文. 铁路信号电缆防火防雷措施研究[J]. 水上安全, 2023, (04): 158-160.
- [3] 韩永君. 重载铁路信号设备机房防雷接地监测系统方案研究[J]. 铁道建筑技术, 2023, (04): 170-173.
- [4] 张恩荣. 铁路信号设备防雷技术应用探析[J]. 工程机械与维修, 2022, (02): 261-263.
- [5] 张彬. 浅谈铁路信号设备的防雷措施[J]. 农家参谋, 2020, (15): 285.
- [6] 刘昌录. 铁路信号智能电源屏防雷系统架构及设备日常检修分析[J]. 造纸装备及材料, 2020, 49(02): 22-23.
- [7] 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.