

高速公路机电系统防雷技术问题

苏世杰 赵元昌 孙文杰 张 磊 杨仕强

云南交通工程质量检测有限公司 云南昆明 650000

摘要: 自然界的变化无处不在,许多自然现象不是人类可以控制的,雷电就是其中一种,在经济发展、科技进步的今天,大量的建筑设备和设施如雨后春笋般冒出来,如果没有相应的雷电防护措施,必然会受到严重的损坏,从而导致经济上的巨大损失。本文围绕高速公路机电系统防雷技术进行了探讨,希望给相关从业人员提供参考。

关键词: 高速公路;机电系统;防雷技术

Lightning protection technology of electromechanical system of expressway

Shijie Su, Yuanchang Zhao, Wenjie Sun, Lei Zhang, Shiqiang Yang

Yunnan Traffic Engineering Quality Inspection Co., LTD., Kunming, Yunnan 650000

Abstract: The change of nature is everywhere, many natural phenomenon is not human can be controlled, lightning is one of the, in today's economic development, scientific and technological progress, a large number of construction equipment and facilities have sprung up across China, if there is no corresponding lightning protection measures, is bound to be severely damaged, resulting in huge economic losses. This paper discusses the lightning protection technology of highway electromechanical system, hoping to provide reference for the relevant practitioners.

Keywords: Expressway; Electromechanical system; Lightning protection technology

引言:

随着我国社会的迅速发展,科技水平的提高,高速公路的运营效率也随之提高,特别是在电力方面的广泛运用,为公路的安全、科学、高效的运营提供了有力的保证。但由于电子装置绝缘性能差,耐高压能力低,因而很容易遭受闪电或其他损坏;而且,由于高速公路地处广袤的地区,更易遭受到诸如闪电之类的天灾。在过去的公路工程中,很少对电气工程的电气设备进行避雷设计,这也是造成机电系统防雷措施不到位和经常发生故障的重要因素。为了保证高速公路机电系统安全可靠地工作,有必要对防雷技术在工程中的应用进行分析,并总结出一套科学、高效的技术控制策略。

一、雷电危害分析

在夏天,雨水多的季节,雷电是一种常见的现象,因为空气中的热空气和冷空气发生了摩擦,从而产生了一种带有电荷的水珠,当正电荷和负电荷到达一定的参量后,就会在云间产生一个很大的电场,并向地面放电。在这种情况下,高速公路上的机电系统极易受到破坏。

雷电对机电系统造成的破坏分为两类:第一种是直击雷,在这种情况下,电流最大,电位差异很容易导致人员伤亡,损坏电气设备;第二种是感应雷,就是利用电流,对通信线路造成直接的影响,甚至会引起火灾。

二、雷电对高速公路机电系统的影响

1. 高速公路机电系统的组成

从总体上看,高速公路的机电系统包括通信设施、监控设施、收费设施、供配电设施、照明设施和隧道机电设施。通讯设施的功能是维护高速公路的稳定运行,所以,对通讯设施中的传输设备进行防雷保护是保证其正常运行和设备安全的根本保证。监控设施由机电设备和电缆线路组成。收费设施包括:入口混合车道设备及软件、出口混合车道设备和软件、ETC专用车道设备及软件、ETC门架系统、收费站设备及软件、收费分中心设备及软件、内部有线对讲及紧急报警系统、超限检测系统、闭路电视监控系统和收费系统计算机网络等等。供配电设施主要有中压配电设备、中压设备电力电缆、中心(站)内低压配电设备、低压设备电力电缆、风/光

供电系统、电动汽车充电系统和电力监控系统等。而隧道的机电系统则包括通风、照明、供电、配电、消防警报等^[1]。

2. 雷电对高速公路机电系统的危害

高速公路的机电系统因雷击而受损, 主要由直接雷和感应雷造成的。直接雷电的电位差会造成电力和机械设备的故障。而感应雷对机电设备造成的破坏, 则是由电源、通信线路、卫星天线等侵入造成的。通过对已有实例的分析, 感应雷会给机电设备带来的危害有以下几点:

(1) 供电系统

一旦遭遇雷击, 高速公路上的高压和低压电线就会变成“传导线路”, 通过电线进入电网, 破坏电网, 设备因此出现故障, 与此同时也会因停电而造成损失。

(2) 通信系统

双绞线、同轴电缆、光纤电缆等是电力系统中的重要通信媒介。而双绞线、同轴电缆等介质, 则极易遭受雷击, 造成电子和机械设备无法正常发送信号, 甚至造成电力系统的损坏。比如: 通讯终端的信号被阻断, 电话、基站等设备被破坏。

(3) 监控系统

由于监控设备大多集中在监控中心、收费站和沿公路外围的场地, 且大多来源于信息电子器件, 因此极易被雷电干扰或损坏。较为普遍的损坏是: 监控室监控装置, 例如电路板被雷击, 部分接口和PLC被雷击损坏, 监控台失灵没有图片和路段信息等; 道路监控摄像机、可变信息标志等终端设备被破坏。

(4) 收费系统

一般收费设施主要是因遭受直击雷和瞬时过压电而被雷电入侵, 导致系统损坏, 如收费站机房、工控机、栏杆机等。比如: 在2015年8月, 云南昆楚高速公路楚雄收费站被一道闪电击中, 所有的收费设施都被破坏, 上下高速的车辆不能正常通过, 从而造成交通堵塞。

(5) 隧道机电设施

当隧道机电设施遭遇雷击时, 其通风设施、配电系统、照明设施、火灾报警系统等均会出现不同程度的故障。

三、高速公路机电系统防雷技术分析

要想提高防雷技术在高速公路机电系统中的运用水平, 必须从以下几个方面着手:

1. 感应雷保护

感应雷可以从各种不同的通道, 如电线、电缆等进入建筑物。由于电缆的能量损耗低, 传输距离远, 因此

很容易遭到雷击而导致破坏。通过调查、调研和资料统计, 可知由感应雷引起的雷电事故有70%以上, 所以必须加强对建筑物的感应雷保护^[2]。感应雷电还可以通过空间感知来干扰通信基站的信号, 虽然感应雷在设备的屏蔽下可以大大降低故障的发生, 降低能源消耗, 但很多防雷系统都不完善, 根本承受不住这种程度的电击, 如果不能及时发现, 很可能造成巨大的损失。其中最稳定、成本最低的防雷器, 又叫等电位连接器, 它可以在雷击发生的一刹那, 将两端的电势调整一致, 或把电流的影响和范围限制在一个合理的范围内。同时, 该防雷器还具备防火功能, 即使发生火灾, 也不会受到干扰, 不会被引燃。该防雷器还具备故障隔离功能, 在不能正常工作时, 能在不影响其它设备的情况下, 自动切断电源。

(1) 电源部分防护

在电力保护工作中, 弱电装置所使用的电力通常是由逆变器系统转换成DC供电。通常来说, 为了避免感应雷击等对电子装置的影响, 必须在逆变器的前端加装隔离变压器, 同时需要根据实际情况来确定接地位置。此外, 对于电力系统电源的保护要兼顾到电气设备的抗压等级, 使其不超过两倍的额定电压。当发生瞬间的电击时, 电流冲击保护装置可在某种程度上降低或限制电流, 从而实现对电器装置的保护。

(2) 设备接地

对于机电系统来说, 为了提高设备的安全性和稳定性, 可以采用适当的接地措施。比如, 采用联合接地系统的方法, 改善设备的抗干扰能力, 使其各方面的工作更加稳定、有效。

2. 直击雷防护

(1) 灵活应用接地体

接地体是一种具有分散作用的电线、扁钢和钢针, 接地体应根据地理条件结合在一起, 构成接地网络。同时, 在布设地网时, 应根据地理情况布置不同种类的地网。传统的环形接地方式连接周边, 既能分散雷电流, 又能防止机械设备超负荷。垂直地表高度2m左右, 埋深1m左右, 每一层之间的间隔应该超过4m。水平接地体长应超过1.2m, 外侧长45m, 并使用扁钢作构造。

(2) 使用引下线

引下线的主要功能是在雷击的时候将电流输送到地下, 工作时必须要有两条以上的引下线, 并且这两条引下线要均匀的分布在大楼的四周。两条引下线间隔一般不超过20米, 用焊接方法将它们相互连接, 并焊接在均

压环内。若房屋为框架结构,则应采用扁钢作引下线。

(3) 使用接闪器

避雷针及相关的避雷产品有很多种,其中最常用的就是接闪器。采用避雷针、避雷带、避雷网等措施,可有效地减少建筑物雷电的发生。如果房屋上有天线等,可以利用避雷针把闪电引入地下,这样就可以避免接闪器的工作超负荷。

四、高速公路机电系统的防雷问题

1. 防雷接地系统尚不完善

高速公路机电系统主要包括照明系统、隧道监控系统、收费站监控站、收费亭等一系列的接地系统,收费摄像机、外场监控等由各承包人负责^[3]。在设计时,有关部门没有充分考虑到高速公路机电系统防雷的衔接问题,在建设中,由于施工方对等电路的衔接或工期未按计划进行,造成了电力防护的显著不足。在施工中,将收费设施监控摄像机的防雷接地引入高杆灯的防雷接地,这不但会破坏监控图像质量,而且会降低防雷的效果。通过在装置的两端加装一个信号控制器,可以有效地增强图像质量,保持信号的稳定性,减轻防雷击的压力。

2. 防雷系统工程质量不高

公路机电系统的防雷工程多以招标的形式进行,而工程造价是承包商考虑的主要因素之一。目前,我国的防雷产品厂家、品牌众多,有些产品质量较差、价格较低,且由于在招标过程中,往往会发生一些不可控的因素,可能会有人低价中标,而工程方为了达到经济效益和降低成本,可能会在施工中偷工减料,导致最终建设好的防雷系统质量远远达不到预期水平,在使用过程中,常常会出现一些诸如保护措施不足、埋土距离不够、焊点脱落等突发状况。有些施工单位甚至采用了失效或损坏的设备,这对防雷工程的安全构成了极大的阻碍。

要解决这个问题,管理人员、监理人员、施工人员与检测人员必须坚持安全规范,以严谨的态度,严格控制施工质量,特别是接地系统。在施工过程中,管理人员及监理人员要对其进行监控,整理施工现场的相关资料,并严格按照工程规范进行机械设备的检测与验收。

3. 更新设备造成破坏防雷系统安全性

有些机电系统防雷装置自运行后并未出现雷电事故,但仍坚持要升级、引进新的防雷设施,这不仅浪费了大量的资源,最重要的是影响了防雷装置的整体安全性,增加系统负担^[4]。比如承唐高速的收费系统,在施工阶段就已经设计了防雷装置,多年来一直没有发生过雷击。在后期,通过对防雷器进行优化和加装新的避雷装置,

造成了电缆连接的增多,降低了信号的传递能力,其发生供电故障的频率也提高了。

4. 隧道接地系统存在缺陷

由于隧道接地系统存在缺陷,导致了隧道机电设施、防雷设备不能正常运行。目前隧道内的通风、监控、照明、消防、控制等一系列设备均采用了扁钢和点线作为防雷接地的接地体,若不能达到设计的长度、电阻等,将会留下巨大的安全隐患。

五、加强高速公路机电系统防雷的措施

1. 严格按照国家相关要求及标准进行施工

首先,为了保证防雷的科学性和先进性,设计上要坚持以防雷设计要求为准,同时还要遵循设计原则,即:先进的技术,多重保护,综合管理,优化设计,经济合理。在防雷设计中,要结合当地的地质、地理、土壤、环境、气候等因素,根据实际情况,制定相应的防雷设计和施工方案。还需要根据雷电活动的规律、受保护对象的特征,分别制定相应的防护措施。其次在具体的工程设计和施工中,注意机电系统施工需与土建相协调。最后,注重细节。例如,户外管线和电缆的金属外壳必须与地面导线紧密相连,以避免或减少雷击伤害;控制室内电缆的金属外壳必须与联合接地设备相结合,从而避免感应雷和雷电波的入侵。

2. 加强对高速公路雷电防护技术的研究

在雷电灾害频发的今天,探索防雷技术在高速公路机电系统中的应用是非常具有现实意义的。

(1) 防雷是公路机电系统管理与维修工作中的一个重要组成部分,应从多个角度对防雷工作进行思考,例如接地网、电源线、接地系统、电力系统、传输光缆、电缆、机房等,以防止雷击而受损。

(2) 加强对雷电监测技术的研究,建设雷电监控和预警体系。采用雷达、卫星、雷电定位仪、大气电场仪等设备,对雷电进行实时采集、处理,并将其与GIS的数据进行统一的组织、存储和管理。实现对雷击发生区域、频率和概率的临近预报。

(3) 虽然《高速公路防雷设计规范》对普通高速公路的雷电防护设计有一定的参考价值,但是,由于各区域的具体情况有一定的差别,故不能对不同区域的道路防雷设计进行统一,也不能完全照搬其它区域的做法,而要结合各地的实际情况进行具体的分析。

3. 改变常规抽检工作方式,加强运行与维护

(1) 坚持定期维护、预防为主方针,同时相关工作人员要加强对各类机电设备的维护保养,定期检查,

及时发现问题,消除隐患。定期对接地网线、避雷器进行测试,并将监测数据存档,每年对接地电阻进行一次测试;在雷雨季节之前,要对所有运行中的电涌保护器和机房的接地系统进行检修,其中包括用老化试验机对工作中的防雷器进行测验,以检查接地引下线是否锈蚀、接地体附近是否有异常、接头是否紧固、接触是否良好,同时也要检查接地电阻是否符合要求等^[5]。为了保证电网的安全和正常使用,有关部门要在每年的雷雨季节进行外部巡查,一旦发现电源避雷器有故障,应立即进行维修。

(2)为了将雷击隐患控制在萌芽状态,降低雷击事故的发生,可以搭建一个远程检测系统,以实时检测防雷器状态。

六、结论

高速公路使用频率很高,为了方便运营和管理,往往会在道路的两侧设置一系列的电气设备,也就是机电系统。但是,经过对这些电气设备的研究可以发现,大部分的电气设备都是很灵敏的,又极易被雷击中,一旦

被雷电击中,将会影响整个高速公路的运行。闪电的出现是随机的,人类也不可能阻止雷电的发生,所以要重视对机电系统的防雷工作,并针对设备的类型和特点,采取相应的防范措施,以提高系统的防雷能力,尽可能地减少闪电造成的伤害。

参考文献:

[1]丁立言.高速公路机电系统防雷的重要性与防护技术[J].交通世界,2021(33):141-142.DOI:10.16248/j.cnki.11-3723/u.2021.33.065.

[2]张丽,严舟.基于高速公路机电设备防雷技术分析[J].运输经理世界,2021(12):92-94.

[3]杨顺翔.高速公路机电设施雷电破坏及其处理措施[J].甘肃科技,2021,37(04):49-50+87.

[4]胡晓光.高速公路机电系统防雷装置检测方案探讨[J].中国交通信息化,2020(03):127-129.DOI:10.13439/j.cnki.itsc.2020.03.014.

[5]欧轶阳.论如何做好高速公路机电系统防雷措施[J].居舍,2019(16):181-182.