

电气化铁路接触网过电压保护措施

全珂

通号(郑州)电气化局集团有限公司 河南 郑州 450000

摘要: 电气化铁路接触网作为牵引供电系统的重要组成部分,其稳定性和安全性直接关系到铁路运营的顺畅与否。但是,由于接触网裸露于自然环境中,容易受到各种恶劣天气现象的影响,特别是雷电天气,可能导致接触网发生过电压现象,进而引发绝缘子损坏、线路跳闸等故障,严重影响铁路的正常运输。基于此,论文旨在探讨电气化铁路接触网过电压的保护措施,结合当前的技术和实际情况,提出一系列有效的解决方案,以期降低接触网过电压的风险,提高电气化铁路的运行稳定性和安全性。

关键词: 电气化;铁路接触网;过电压保护

引言:电气化铁路接触网作为为电力机车提供电能的关键设施,其稳定性和安全性直接关系到铁路运行的安全和效率。过电压保护能够有效应对各种过电压情况,如雷电过电压、操作过电压等,确保接触网在极端天气或操作条件下依然能够稳定运行。通过限制过电压的幅值和持续时间,过电压保护器能够显著降低接触网因过电压而受损的风险,保障电气化铁路的正常供电。

1 电气化铁路接触网过电压保护的作用

1.1 保护接触网免受过电压损害

电气化铁路接触网作为为电力机车提供电能的关键设施,其稳定性和安全性直接关乎铁路运行的安全和效率。过电压保护能够有效应对各种过电压情况,如雷电过电压、操作过电压等,确保接触网在极端天气或操作条件下依然能够稳定运行^[1]。通过限制过电压的幅值和持续时间,过电压保护器能够显著降低接触网因过电压而受损的风险,保障电气化铁路的正常供电。

1.2 减少电气化铁路接触网故障率

电气化铁路接触网一旦发生故障,不仅会导致电力机车无法正常行驶,还会对铁路的正常运输造成严重影响。过电压保护器则能够及时切断过电压电流,避免其对接触网造成进一步损害,从而显著降低接触网的故障率。如此,不仅能够减少因故障导致的停运时间,还可以减少维护投入,增加线路运行的经济性。

1.3 提高电气化铁路的供电可靠性

供电可靠性是电气化铁路运行的重要指标之一。过电压保护器通过确保接触网在过电压条件下的稳定运行,提高电气化铁路的供电可靠性。在雷电等恶劣天气条件下,过电压保护器能够迅速响应并切断过电压电流,保障接触网不受损害。与此同时,当电力机车通过关节式电分相装置时,过电压保护器也能够有效抑制过

电压的产生,从而确保电力机车安全通过电分相装置,保障电气化铁路的连续供电。

1.4 提升电气化铁路的防雷能力

雷电是电气化铁路接触网面临的主要威胁之一。当雷电击中接触网或其附近区域时,会在接触网上产生感应过电压或直击过电压。那么这些过电压就会对接触网造成严重的损害,甚至直接导致接触网瘫痪^[2]。过电压保护器通过其特殊的结构和工作原理,能够迅速响应并切断雷电产生的过电压电流,有效保护接触网免受雷电的损害。除此之外,过电压保护器还能够与避雷器等设备配合使用,形成完善的防雷系统,进一步提升电气化铁路的防雷能力。

1.5 促进电气化铁路技术的发展

随着电气化铁路技术的不断发展,对接触网的保护要求也越来越高。过电压保护器作为保护接触网的关键设备之一,其技术水平的提升对于促进电气化铁路技术的发展具有重要意义。通过不断研发和创新,过电压保护器的性能得到了显著提升,其响应时间更短、保护范围更广、保护效果更可靠。以上技术的进步不仅提高了接触网的保护水平,也为电气化铁路技术的发展提供了有力支持。

1.6 保障旅客和货物的安全

电气化铁路作为现代交通的重要组成部分,其安全性和可靠性直接影响着到旅客和货物的安全。过电压保护器通过保护接触网免受过电压损害,确保电气化铁路的稳定运行,从而保障了旅客和货物的安全。在雷电等恶劣天气条件下,过电压保护器能够迅速响应并切断过电压电流,避免其对接触网造成损害,确保电力机车能够正常行驶。并且,在电力机车通过关节式电分相装置时,过电压保护器也能够有效抑制过电压的产生,确保

电力机车安全通过电分相装置,保障旅客和货物的安全运输。

2 电压产生机理及影响分析

2.1 过电压产生机理

过电压在电气化铁路接触网中是一个不可忽视的现象,其产生原因多样且复杂。其中,雷电是最常见的外部因素。当雷电击中接触网或其附近区域时,会瞬间产生极高的电压和电流,这些能量通过接触网传播,形成雷电过电压^[3]。另一方面,操作过电压也是一大来源。在接触网的日常维护和操作中,如开关操作、线路故障等,都可能引起电压的瞬间升高,形成操作过电压。这些过电压不仅强度大,而且作用时间短,对接触网设备构成严重威胁。

2.2 过电压对接触网设备的影响

过电压对接触网设备的影响主要体现在绝缘子和避雷器等关键部件上。绝缘子是接触网的重要支撑和绝缘部件,当受到过电压冲击时,其绝缘性能可能降低甚至失效,导致接触网短路或接地故障。避雷器则是专门用于保护接触网免受雷电过电压侵害的设备,但在极端情况下,避雷器也可能因承受过大的电压而损坏,失去保护作用。另外,过电压还可能引起接触网其他设备如馈线、电缆等的损坏,进而影响整个电气化铁路的运行安全。

2.3 评估过电压对电气化铁路运行安全的潜在威胁

过电压对电气化铁路运行安全的潜在威胁不容忽视。首先,过电压可能导致接触网设备损坏,引发线路故障,从而影响列车的正常运行。其次,过电压还可能对列车上的电气设备造成损害,威胁乘客和工作人员的安全。最后,频繁发生的过电压故障还会增加铁路维护成本,降低铁路运营效率。因而,对电气化铁路接触网进行有效的过电压保护至关重要。因其能够减少设备损坏和故障发生的概率的同时,也能够提高铁路运行的可靠性和安全性,为乘客提供更加舒适和安全的出行环境。

3 电气化铁路接触网过电压保护措施

3.1 制定完善维修计划

根据电气化铁路刚性接触网的维护情况可知,针对接触网电气设备,必须建立完备的维护方案,从而通过采用科学的维护方法减少电气设备事故风险,使问题得以有效解决,降低系统的维护费用,为铁路的顺利运营提供保证。为了实现这一任务,必须根据接触网的工作性质、结构组成等各种因素完成科学维护方案的制订。鉴于此,针对主要电源回路,需要增加对电器节点的定期检查。考虑到线夹的连接存在隐蔽性,那么必须采取解体检测方法,以确保检测结果的准确性,才能保证单

回路电气接头状态正常,继而有效防止电气烧伤的产生。根据接触网系统的结构组成与性能,制订科学合理的保养规划,即可提高对保养技术与经验的运用,有效减少设备故障率。完成方案编制后,必须严格对照方案进行维护操作,并根据有关要求开展维护工作,避免接地、线夹安装等方面存在不准确的现象。而在计划执行的过程中,维修人员应当结合实际情况判断维修计划和手段的科学性,通过定期反馈完成对规划的调整。经过进一步的完善,才能建立完整、科学合理的维护规划制度,进而为接触网设施维护作业的实施进行合理引导。

3.2 接触网质量控制

当前在部分电气化铁路设计中,因为接触网供电结构设计不当,又或者设计质量不佳,在长期工作时,受外部环境、牵引系统波动和设备自身老化损耗等各种因素制约,易发生部件松动、弓网充放电、绝缘断裂等情况。所以,为了防止和减小接触网故障问题的发生,在电气化铁路建设开始投运之前,技术人员必须对接触网的产品进行全方位的检测,及时发现和处理可能出现的 product 问题^[4]。一是,对零件尺寸和使用情况进行检查,纠正部分结构偏移情况,换上正确尺寸和外表结构良好的新型配件。二是,对接触网供电构造合理性加以论证,并根据论证成果调整接触网的供电构造,若在接触网配电网曲线内的切圆半径过小,并设有四跨式绝缘锚段关节时,仍可留出适当余量,以保证接触网的供电系统安全在受电弓冰鞋工作范围之内。三是,对接触网供电系统进行调试操作实验,检测接触网供电系统在各种温度下的操作工况。

3.3 加装防止过电压保护装置

当出现单相接地、间断性连接故障或产生过电压后,通过过电压保护装置识别连接线路并与其相对别,再通过设置参数即可实现防止跳闸,从而减少过电压危害,保障设备安全。保护装置用在测量变电站中的变压器上的零序电压、三相电压等,并通过三相电压与零序电压频率间的相位关系确定铁磁谐振,并产生铁磁谐振报警,同时通报给各运维管理单位,及时处置。采用消弧线圈、消谐装置和过电压安全保护器对线路过电压的处理方法经过比较研究后,在发生单相接地过电压、间歇性接地过电压以及谐振过电压时,过电压安全保护器都有比较好的解决方案,所以需要增加防止短路的保护器以缓解线路过电压的现象。

3.4 雷电侵入波保护措施

在实施的防雷过电压保护中,主要以侵入波防护为关键,其对变电站的变电器以及电工设备所产生的危害

尤其严重,甚至危及系统的正常工作。当制定防雷过电压保护标准时,必须在先进线段保护的基础上,通过阀式避雷器可以增加保护的力度。第一,要针对电力设备在实际使用过程中,出现的避雷器接地导线及其接触电阻性能显著降低的状况,而且由于使用时间的增长,在设置的时候避雷器也会逐渐老化,从而导致残压逐渐高于额定值。所以,应该建立专门的设备进行对电缆避雷装置的质量进行检测,对存在老化以及损坏等现象的装置、接地引下,以及连接电阻等的更换。第二,变压器可以通过与被保护的电气设备进行串联产生电感,同时也与被保护电气设备的绝缘等值电容产生振荡电路,然后,感应电势也会随残压在振动过程中发生叠加。这样在进行防护处理后,才能使被保护装置承受电流和避雷器配置残压间留下合理间隙,其距离长度的设定也可根据过电压防护标准的要求进行确定。

3.5 提高现场测量精度

因为受行车影响,测量工作尤为重要,而一旦测量误差太大,将有很容易导致现场装配或安装设备不可以达到现场施工规范要求的状况发生。所以,想要减少这种情况的发生,必须从施工方案中就制订好处理对策,提出一些优化方法,增加现场检测精度,搞好把关工作。在改造工程施工的过程中,若接触网悬吊系统没能达到相关技术的规定时,从行车条件和绝缘要求等角度进行确定。在大天窗的安装工程中,必须确定的主要指标有:有无打弓和刮弓情况、过渡线岔安装是否合格、悬挂的过渡关节是否满足正常工作要求等^[5]。天窗工程实施阶段的现场检测与把关控制也十分关键,是确保高速公路运营质量安全达标的关键手段。

3.6 使用合成绝缘子,加强绝缘子的清扫

在雷击现象高发时期,出现了破坏绝缘子的现象。针对这一现象,首先对工频拱圈进行有效的疏导,降低其在绝缘子表面爆炸的可能性。其次,为了要减少高工频的电流电弧在导线间出现闪络的情况下,不但必须使用避雷线和避雷器,同时还必须提高对复合悬式绝缘子的耐灼烧感性要求,使之能够同时承受五级以上高工频大电流电弧的强烈灼烧。可选择耐灼烧特性很好的合成

或橡胶材质的绝缘子,当用工频的焊电弧灼烧感绝缘子的时候,由其所形成的热空气就可以将工频焊电弧从绝缘子表面上吹离。此外,硅胶与橡胶产品不会因局部受热而迅速断裂,也有助于绝缘导线的修复。悬式绝缘子在燃烧时不会掉落,从而丧失了绝缘性能,可以保证电源线路处于正常电源位置。陶瓷材料的绝缘子在燃烧时丧失原有的绝缘效果,以致于电力母线无法马上重新合闸。合成材料的绝缘子尽管具备较好的耐烧灼特性,但仍然容易被工频的拱圈所破坏,其有机硅橡胶部分在烧灼时容易溶解出某些化学物质,导致其耐污特性和憎水性减弱。灼烧线有可能由于再次操作而形成老化脱离的情况,对电力线路的安全性带来不良影响。再者,由于各种类型的牵引机车所排放的尾气、以及机车行驶中的空气悬吊术的粉尘也会覆盖到接触网的复合悬式绝缘子上面,以致于绝缘子的绝缘性能因为污染而降低,出现了闪络现象。所以,应根据线路交通系统的实际状况,对接触网的悬式绝缘子进行有效的处理,以减少闪络产生的几率。

结语:综上所述,电气化铁路接触网过电压保护在铁路运营中发挥着重要作用。它不仅能够保护接触网免受过电压损害、减少故障率、提高供电可靠性、提升防雷能力,还能够促进电气化铁路技术的发展并保障旅客和货物的安全。所以,在电气化铁路建设中应充分重视过电压保护器的应用和研究工作,以确保电气化铁路的安全、高效运行。

参考文献

- [1]张世虎.电气化铁路接触网故障原因及其防护措施分析[J].工程技术研究,2019,4(18):184-185.
- [2]吴延清.电气化铁路接触网故障原因及其防护措施分析[J].自动化应用,2019(3):120-121.
- [3]姚华.一起高铁牵引变电所保护越级动作的原因研究[J].电工技术,2023(22):179-181.
- [4]刘翔瑞.接触网雷电安全评估及防护措施研究[J].越野世界,2022,17(3):176-178.
- [5]钟锦军.基于电气化铁路改造中接触网施工技术[J].建材发展导向(下),2019,16(01):348-349.