

35kV单芯电力电缆金属护层接地方式的探讨分析

孙振梁 吕国良

中广核晋中市太阳能有限公司 山西 晋中 030600

摘要: 本研究围绕35kV单芯电力电缆金属护层接地方式展开探讨分析。阐述了研究该接地方式对于保障电缆安全稳定运行、提高电力系统可靠性的重要意义。通过理论分析,深入剖析不同接地方式的工作原理及适用场景。结合山地光伏电站箱变单芯交流电缆实际工程情况,介绍现场接地实践并分析其合理性。最后,针对山地光伏电站电缆接地工程提出具体建议与展望,为相关工程实践提供参考依据。

关键词: 35kV单芯电力电缆;金属护层接地方式;山地光伏电站;接地实践

引言

随着电力系统的不断发展,35kV单芯电力电缆在各类电力工程中得到广泛应用。其金属护层接地方式的选择直接关系到电缆的运行安全、绝缘性能以及整个电力系统的可靠性。在山地光伏电站中,由于特殊的地理环境和电缆敷设条件,35kV单芯电力电缆金属护层接地方式的选择更具挑战性。深入研究该接地方式,对于优化山地光伏电站电缆设计、保障电站稳定运行具有重要的现实意义。

1 35kV单芯电力电缆金属护层接地方式研究意义

1.1 保障电缆安全运行

35kV单芯电力电缆在正常运行时,由于电流在导体中流动,会在周围空间产生交变磁场。根据电磁感应原理,金属护层中会因此产生感应电动势,进而形成感应电压。当接地方式不合理时,感应电压可能急剧升高。一旦超过金属护层的绝缘耐受水平,就会引发护层击穿。护层击穿不仅会直接损坏电缆,还可能导致电缆内部绝缘受损,引发更严重的相间短路和开关柜跳闸等故障,甚至可能引发火灾、爆炸等安全事故,对人员生命和财产安全构成严重威胁。而合理的接地方式,如单点接地、交叉互联接地等,能够通过合理的电气连接,将感应电压限制在安全范围内,避免护层击穿,从而确保电缆在安全的电压环境下稳定运行,有效延长电缆的使用寿命,减少因电缆故障导致的停电检修时间,降低维护成本。

1.2 降低系统损耗

金属护层中的环流是影响系统损耗的重要因素之一。不同的接地方式对环流的影响差异显著。例如,两端直接接地方式在电缆长度较长时,会在金属护层中形成较大的环流。环流会在护层电阻上产生功率损耗,这部分损耗不仅浪费了电能,还会使电缆发热,进一步增加电缆的

电阻,形成恶性循环,导致系统损耗不断增加^[1]。而选择合适的接地方式,如单点接地对于短电缆、交叉互联接地对于长电缆等,可以有效减小环流。通过优化接地方式,降低环流大小,能够显著减少电缆的功率损耗,提高电力传输效率,使电力系统在更经济的状态下运行,符合节能减排的发展理念。

1.3 电缆作为电力系统传输电能的关键环节,其运行的可靠性直接关系到整个电力系统的供电质量。良好的金属护层接地方式能够减少电缆故障的发生概率,避免因电缆故障引发个别箱变或集电线路跳闸事故事件。同时,合理的接地方式还能提高电力系统的抗干扰能力,减少外界电磁干扰对电缆信号传输的影响,保障电力系统的稳定运行,为用户提供更加可靠的电力供应。

2 35kV单芯电力电缆金属护层接地方式理论分析

2.1 单点接地

(1) 原理与适用场景:单点接地是35kV单芯电力电缆金属护层接地方式中较为简单的一种。其具体做法是电缆金属护层仅在一端实现接地连接,而另一端则不接地,或者通过安装保护器后再接地。这种接地方式主要适用于电缆长度较短的情况。当电缆长度较短时,电磁感应金属护层中产生的感应电压相对较低,单点接地方式能够满足安全运行的基本要求。(2) 感应电压与环流特性:在单点接地情况下,金属护层中的感应电压会随着电缆长度的增加而逐渐增大。这是因为电缆越长,导体中电流产生的交变磁场在金属护层上感应出的电动势就越大,进而导致感应电压升高。然而,由于只有一端接地,金属护层中无法形成完整的电流回路,所以环流较小。环流小意味着在金属护层电阻上产生的功率损耗也较小,对电缆的发热影响不大。(3) 优缺点分析:单点接地方式的优点十分明显。首先,其结构简单,不需要复杂的电气连接和设备,施工难度低,成本也相对

较低。在电缆敷设和接地系统安装过程中,能够节省人力、物力和时间成本。其次,由于环流小,对电缆的载流量影响较小,不会因为环流过大而限制电缆的传输能力。但该方式也存在不可忽视的缺点。当电缆长度较长时,感应电压可能会超过安全限值。一旦感应电压过高,就会对金属护层的绝缘造成威胁,甚至引发护层击穿事故,导致电缆故障。因此,在电缆长度较长的情况下,单点接地方式无法满足安全运行的要求。

2.2 两端直接接地

(1) 两端直接接地原理与适用场景:两端直接接地是将电缆金属护层的两端直接连接到接地系统。这种接地方式适用于电缆长度较短且对环流限制要求不高的场合。在电缆长度较短时,虽然两端直接接地会在金属护层中形成环流,但由于电缆长度有限,环流的大小相对可控,不会对电缆的运行造成严重影响。(2) 两端直接接地感应电压与环流特性:在两端直接接地方式下,金属护层中的感应电压较低。这是因为两端接地使得金属护层与大地形成了良好的电气连接,感应电压能够通过接地系统有效释放。然而,这种接地方式会在金属护层中形成较大的环流^[2]。环流的大小与电缆的阻抗、接地电阻以及导体中的电流等因素有关。环流会在金属护层电阻上产生功率损耗,导致电缆发热,增加电缆的损耗,甚至可能影响电缆的载流量。(3) 两端直接接地优缺点分析:两端直接接地方式的优点在于能够有效地降低金属护层中的感应电压,减少因感应电压过高而引发的安全风险。同时,该方式结构相对简单,施工方便,成本较低。但缺点也较为突出。较大的环流会使电缆发热,加速电缆绝缘材料的老化,降低电缆的使用寿命。而且,环流产生的损耗会增加电力系统的运行成本,降低电力传输效率。在对环流限制要求较高的场合,这种接地方式显然不合适。

2.3 交叉互联接地

(1) 交叉互联接地原理与适用场景:交叉互联接地是将电缆线路分成若干段,每段电缆的金属护层在两端交叉换位后接地。通过这种方式,可以使各段电缆金属护层中的感应电压相互抵消,从而降低整体感应电压和环流。这种接地方式适用于长距离电缆线路,能够有效解决长距离电缆因电磁感应而产生的感应电压和环流问题。(2) 交叉互联接地感应电压与环流特性:在交叉互联接地系统中,由于电缆被分成多段,并且每段电缆的金属护层进行了交叉换位,各段电缆产生的感应电压在相位和大小上能够相互补偿。这样,整个电缆线路的金属护层中的感应电压就得到了有效降低。同时,环流

也因为感应电压的降低而减小,减少了电缆的损耗和发热。(3) 交叉互联接地优缺点分析:交叉互联接地方式的优点显著。它能够有效地降低长距离电缆金属护层中的感应电压和环流,提高电缆的运行安全性和可靠性。延长电缆的使用寿命,减少因电缆故障而导致的停电事故。然而该方式也存在一些缺点。交叉互联接地系统较为复杂,涉及到电缆的分段、交叉换位以及多个接地点的设置,施工难度较大,对施工人员的技术水平要求较高。而且,在运行维护过程中,需要定期对各个接地点进行检查和测试,维护成本也相对较高。

2.4 屏蔽层与钢铠接地关系

(1) 功能与接地需求:屏蔽层接地主要用于抑制电磁干扰,保障信号传输质量和人身安全。在电力系统中,电缆周围的电磁环境复杂,屏蔽层能够有效地阻挡外界电磁场的干扰,减少电磁干扰对电缆内部信号传输的影响,同时也能防止电缆产生的电磁辐射对周围环境和设备造成干扰。钢铠接地则侧重于提高电缆的机械强度和作为接地回路的一部分。钢铠能够保护电缆免受外力的机械损伤,在电缆发生故障时,还可以作为接地回路,将故障电流引入大地。(2) 接地方式协调:在实际应用中,屏蔽层和钢铠通常需要分别接地,且接地方式应相互协调。屏蔽层接地应保证其具有良好的电磁屏蔽效果,接地电阻应满足相关标准要求。钢铠接地则要确保接地可靠,能够在需要时快速将故障电流导入大地。通过合理协调两者的接地方式,可以实现最佳的电磁兼容性和接地效果,保障35kV单芯电力电缆的安全稳定运行。

3 山地光伏电站箱变单芯交流电缆接地方式实践

3.1 现场经验反馈

在山地光伏电站的实际作业场景里,经验丰富的老师傅们依据多年施工与故障处理实践,总结出一套电缆接地方式经验。他们认为,对于长度超200米的箱变单芯交流电缆,采用单点接地方式;而长度在200米以下甚至几十米的电缆,则采用两点接地方式。这一经验并非毫无根据,老师傅们通过日常观察,发现较短的电缆两点接地时运行较稳定,较长的电缆单点接地时故障相对较少,从而得出此结论。不过,这种经验更多是基于对感应电压和环流的直观、简单判断。它未全面考量不同电缆规格、复杂敷设环境及多样运行工况等综合因素对感应电压和环流的影响,在理论依据和适用范围上存在一定局限,不能简单照搬。

3.2 实践合理性分析

从理论层面剖析,不同长度电缆采用不同接地方式有其合理性。对于200米以下及几十米的较短电缆,两端

直接接地是合适之选。在此方式下,电缆中产生的环流相对微弱,不会对电缆造成显著损害,同时还能有效降低感应电压,使电缆金属护层电压处于安全区间,满足电缆安全运行的基本需求^[3]。而对于200米以上的较长电缆,单点接地方式更具优势。它能够限制环流大小,避免环流过大引发电缆发热、损耗增加等问题。并且,通过合理选取接地点以及安装保护器,能把感应电压控制在安全范围。不过,山地光伏电站存在特殊地形与复杂敷设条件。电缆敷设时可能出现弯曲、高低落差大等情况,这会改变电缆周围的磁场分布,进而影响感应电压和环流。所以,不能完全依赖现场经验,需结合实际情况精确计算和测量感应电压、环流,对经验进行验证与优化,确保电缆安全稳定运行。

3.3 屏蔽层与钢铠接地实践

在山地光伏电站箱变单芯交流电缆中,屏蔽层通常在电缆终端处通过接地线连接到接地系统,以实现电磁屏蔽功能。钢铠则在电缆沿线适当位置进行接地,一般每隔一定距离设置一个接地点,确保钢铠的接地可靠性。在接地施工过程中,需要注意接地线的连接牢固性、防腐蚀处理以及接地电阻的测试,以保证接地系统的良好性能。

4 山地光伏电站电缆接地工程的建议展望

4.1 山地光伏电站电缆接地工程建议

(1) 科学设计接地方式:在山地光伏电站电缆工程设计阶段,应根据电缆长度、敷设路径、地形地貌等因素,结合理论计算和现场经验,科学选择金属护层接地方式。对于不同长度的电缆,制定详细的接地方案,并进行技术经济比较,确保接地方式的合理性和经济性。

(2) 加强施工质量控制:在电缆接地施工过程中,严格按照设计要求和施工规范进行操作。加强对接地线连接、接地体埋设、接地电阻测试等关键环节的质量控制,确保接地系统的可靠性和稳定性。同时,做好施工记录和验收工作,为后续的运行维护提供依据。(3) 完善运行维护管理:建立完善的电缆接地系统运行维护管理制度,定期对接地电阻进行测试和检查,及时发现和处理接地故障。加强对电缆运行环境的监测,如土壤湿

度、温度等,分析其对接地性能的影响,并采取相应的措施进行维护和改进。

4.2 山地光伏电站电缆接地工程展望

(1) 新型接地材料和技术应用:随着材料科学和电力技术的发展,未来有望出现更多新型的接地材料和技术,如高性能导电材料、智能接地装置等。这些新材料和新技术的应用将进一步提高山地光伏电站电缆接地系统的性能和可靠性。(2) 智能化监测与管理:借助物联网、大数据、人工智能等技术,实现对电缆接地系统的智能化监测和管理。通过实时监测接地电阻、感应电压、环流等参数,及时发现潜在的安全隐患,并进行预警和自动处理,提高电力系统的智能化水平和运行效率^[4]。(3) 多因素耦合研究:进一步开展山地光伏电站电缆接地方式在多因素耦合作用下的研究,如考虑地震、泥石流、滑坡等地质灾害以及雷电、强风等气象因素对接地性能的影响,为电缆接地工程的设计和施工提供更全面的理论依据。

结语

35kV单芯电力电缆金属护层接地方式的选择对于山地光伏电站的安全稳定运行至关重要。通过理论分析和实践探索,我们认识到不同接地方式各有优缺点,应根据实际情况进行科学选择和合理应用。在山地光伏电站电缆接地工程中,应加强设计、施工和运行维护各环节的管理,不断提高接地系统的性能和可靠性。同时,随着技术的不断进步,未来应积极探索新型接地材料、技术和智能化管理方法,为山地光伏电站的发展提供有力支持。

参考文献

- [1]刘华军,陈东.35 kV及以下水上光伏及浅滩用电力电缆的研制[J].光纤与电缆及其应用技术,2022,(02):4-7.
- [2]李小明.城市轨道交通35kV电力电缆载流量研究[J].电气开关,2022,60(01):51-53+56.
- [3]熊伟.高速铁路10~35 kV电力电缆与信号电缆平行间距研究[J].铁道标准设计,2021,65(08):139-143+165.
- [4]熊伟.高速铁路10~35 kV电力电缆与信号电缆平行间距研究[J].铁道标准设计,2021,65(08):139-143+165.