

## 10kV 电缆中间头故障成因及解决对策分析

郭亚洁 刘畅 封硕

国网石家庄供电公司, 河北 石家庄 050000

**[摘要]**随着我国经济的快速发展,对电力系统的要求越来越高,其中电缆作为能源输送的重要组成部分,在现代电力系统中发挥着不可或缺的作用。中间头连接电缆的两段,起到传导电力和保护电缆的作用。一个精确、稳固的中间头安装可以保证电缆系统的正常运行,并防止潜在的故障和安全事故。然而,电缆中间头故障是一种常见的问题,可能对电力系统的稳定运行造成重大影响。因此,有必要深入了解这一问题,并探讨解决对策。

**[关键词]**10kV 电缆; 中间头故障; 成因; 解决对策

DOI: 10.33142/aem.v5i9.9755

中图分类号: TM755

文献标识码: A

### Analysis of the Causes and Solutions of 10kV Cable Middle End Fault

GUO Yajie, LIU Chang, FENG Shuo

State Grid Shijiazhuang Power Supply Company, Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

**Abstract:** With the rapid development of Chinese economy, the requirements for the power system are becoming higher and higher. As an important component of energy transmission, cables play an indispensable role in modern power systems. The intermediate head connects the two sections of the cable, playing a role in transmitting power and protecting the cable. An accurate and stable installation of the intermediate head can ensure the normal operation of the cable system and prevent potential faults and safety accidents. However, cable intermediate head failure is a common problem that may have a significant impact on the stable operation of the power system. Therefore, it is necessary to have a deep understanding of this issue and explore solutions.

**Keywords:** 10kV cable; middle end fault; causes; solutions

10KV 电缆是所有供电系统中千米数较长,是与用户关联最紧密的电力等级线路。冷缩电缆头是目前多数 10KV 电缆使用的电缆头,由于电缆头是电缆绝缘最为薄弱的部分,因此,在实际运行过程中,10KV 电缆中间头故障问题比较严重,不仅影响到了电缆的安全运行,也给人们正常的用电带来了影响。通过对 10KV 电缆中间头故障事件进行分析,找出导致中间头故障的原因,并针对故障的原因制定有效的解决对策,有利于保障 10KV 电缆的安全运行。

#### 1 10KV 电缆中间故障的原因分析

虽然目前电力公司对于电力系统中 10KV 电缆中间头的故障问题有所重视,也采取了积极的改进措施来应用中中间头故障的问题。但是在 10KV 中间头的运行和制作过程中,仍旧存在一些有待改进的问题。10KV 电缆中间头故障的原因主要体现在以下几个方面。

##### 1.1 施工工艺方面

中间头安装不当是 10KV 电缆中间头故障的一个常见原因。很多电缆安装人员在作业施工的时候,由于自身疏忽或是施工操作不规范等问题,导致施工情况与施工要求无法达到一致,也就会出现施工图纸与施工现场无法保持一致的情况出现。电缆安装人员不正确的绝缘处理、连接不牢固或不当的力学应力等,都可能导致中间头失效。例

如接线错误、绝缘层未正确安装或紧固螺栓未适当拧紧,都可能导致电缆中间头故障。正确的安装程序和严格的质量控制是预防此类故障的关键。

##### 1.2 绝缘体老化方面

绝缘子老化及被腐蚀是导致电缆中间头故障的关键原因之一,电缆系统长时间运行后,中间头内部的绝缘材料可能会老化,导致电绝缘性能下降。如地震、施工操作或物体的碰撞,这些机械作用可能会导致电缆中间头的外壳损坏、绝缘层破损或导体断裂,进而导致故障的发生。同时,电缆系统在运行过程中会受到外部温度的变化,这会导致电缆和中间头的热膨胀系数不一致,从而引起应力集中,长期的温度变化会使电缆中间头的绝缘材料老化和劣化,最终导致绝缘失效和故障发生。就当前我国电力行业的发展现状来看,很多工作内容都是由 10KV 电缆承担的,长期处于工作状态下,连机器就会出现过热的情况,进而对中间头的工作性能产生影响。此外,潮湿的环境会导致绝缘性能下降,尘土和化学物质的侵入也可能导致故障<sup>[1]</sup>。

##### 1.3 电缆井设计方面

电缆井的设计不合理也可能导致故障。在电缆井的设计中,一旦井的位置没有达到设计要求,就会出现电缆井与排水管相互连接的情况,污水一旦进入电缆井,就会导

**表 1 直通型电缆井类型、规格**

| 电缆井类型          |   | 直通型            |                |                |                |       |
|----------------|---|----------------|----------------|----------------|----------------|-------|
|                |   | 小型             | 中型             | 大型（一）          | 大型（二）          | 大型（三） |
| 内部主要尺寸<br>(mm) | 长 | 2000           | 2400/2600      | 2800           | 3500           | 5600  |
|                | 宽 | 1200/1600      | 1200/1600      | 1200/1400      | 1400           | 2000  |
|                | 高 | 1900/2100/2400 | 1900/2100/2400 | 1900/2100/2400 | 1900/2100/2400 | 2000  |
|                | W | ≤800           | ≤800           | ≤800           | ≤1000          | ≤1200 |
| 砖砌型外部主要尺寸 (mm) | 长 | 2740           | 3140/3340      | 3540           | 4240           | -     |
|                | 宽 | 1940/2340      | 1940/2340      | 2140           | 2140           | -     |
|                | 高 | H+800          | H+800          | H+800          | H+800          | -     |
| 模块型外部主要尺寸 (mm) | 长 | 2600           | 3200           | 3600           | -              | -     |
|                | 宽 | 1800           | 2000           | 2000           | -              | -     |
|                | 高 | H+800          | H+800          | H+800          | -              | -     |
| 浇筑型外部主要尺寸 (mm) | 长 | 2400           | 2800/3000      | 3200           | 3900           | 6000  |
|                | 宽 | 1600/2000      | 1600/2000      | 1800           | 1800           | 2400  |
|                | 高 | H+800          | H+800          | H+800          | H+800          | 2800  |

致电缆工作环境变差,容易导致电缆故障。由于电缆中间头一直浸泡在污水中,电缆中间头连接器就会在热和电的作用下工作,当电缆中间头出现故障,其绝缘性就会逐渐下降,同时随着电缆使用年限的增加,电缆开始逐渐老化,进而容易出现短路等现象。因此,在电缆井设计工作当中,应当对各类型电缆井内部尺寸、外部尺寸等数据标准有所了解,并确保电缆井的设计能够达到相应的使用要求(下表为直通型电缆井的规格)。

#### 1.4 电缆附件产品方面

部分电力施工单位对于电缆附件产品材料的质量重视程度不足,而一旦材料质量不达标,就会给电缆中间头质量产生严重的影响。就目前而言,结合我国10KV电缆线路实际情况,在把控恒力卡簧以及冷缩套管质量工作中,仍旧存在较多的问题。一些动力构造单元为了达到节约成本的目的,通常会选用质量较差、价格相对低廉的套管,如此会导致中间头故障问题出现。

#### 1.5 维护管理方面

通常来说,电线设备是需要定期检查和维护的,一旦在检查过程中发现问题,可以在第一时间采取措施进行维修,同时还需要及时汇报给相关部门。不过从实际情况来看,电缆维护管理工作落实还不够到位,导致一些问题无法被及时地发现,进而导致电缆故障。同时,运行管理人员所制定的年度预防性计划科学化 and 时效性还有待提高,进而导致电缆中间头安全隐患得不到有效排除,设备在运行时就容易出现绝缘击穿的情况<sup>[2]</sup>。

### 2 10KV 电缆中间头故障解决对策

#### 2.1 严格遵循结构图

电缆附件安装图是一份详细的指导文件,它展示了安装步骤、尺寸要求、连接方式等重要信息。只有严格按照安装图进行施工,才能确保安装质量和安全性。在复杂的

施工过程中,施工人员可能会遇到各种挑战和困难。没有安装图的指导,很容易犯下错误,例如连接错误的线缆、安装错误的配件或忽视安全标准。这些错误不仅会影响电缆系统的正常运行,还可能引发事故和故障。通过遵循安装图,可以明确每个步骤的要求,避免疏漏和错误,提高工程质量。安装图提供了明确的指导,使施工人员能够更加高效地进行施工。安装图指示了正确的安装位置和连接方式,节省了寻找正确位置的时间,并确保了每个连接的正确性。安装图中包含了各种技术规范 and 标准,确保了电缆附件的正确安装。这些规范和标准是多年来经验的总结和积累,具有很高的权威性。通过遵循这些规范和标准,可以确保电缆附件的稳定性、可靠性和安全性。在未得到任何准许的情况下,施工人员不可对图纸内容进行随意的更改,如果对图纸有任何疑问,相关负责人要先与电缆附件制造企业取得联系,获得审批后方可对图纸进行更改作业。

#### 2.2 落实施工人员具体工作内容

电缆中间头施工人员在电力行业中发挥着重要的作用。他们的工作直接影响着电力系统的稳定性和安全性。首先,电缆中间头的正确施工和连接直接关系到电力线路的质量和稳定性。只有经过精心施工的电缆中间头,才能确保电力供应的可靠性,减少故障和停电的风险。其次,电缆中间头施工人员严格按照安全操作规程工作,确保施工过程中的安全。他们对电力系统的安全性进行监测和检测,及时发现和处理潜在的安全隐患,保障人员和设备的安全。施工人员的工作内容可以分为以下几个方面:(1) 施工准备。电缆中间头施工前,施工人员需要进行详细的准备工作。这包括检查施工材料的质量和数量,准备必要的工具和设备,确保施工现场的安全和顺利进行;(2) 电缆连接。电缆中间头施工人员负责将电缆进行连接。这涉及到清理电缆末端,剥除绝缘层,连接电缆中间头,并进

行绝缘处理,这一步骤的正确执行对于电力传输的稳定性至关重要;(3)测试和调试。电缆中间头施工完成后,施工人员需要进行必要的测试和调试工作,以确保连接的质量和稳定性。他们会使用专业的测试仪器和设备,检测电缆的电阻、绝缘电阻和电气连接等参数;(4)安全管理。电缆中间头施工人员在工作中必须始终遵循安全规范和操作程序。他们需要正确佩戴个人防护装备,确保施工现场的安全,并及时处理紧急情况和意外事件<sup>[3]</sup>。

### 2.3 提供工作人员的专业水平

由于中间头的特殊性和施工的复杂性,安装人员需要具备专业的技能和知识。为了提升电缆中间头安装施工人员的专业水平,可以采取以下几个方面的措施:

首先,加强培训和教育。通过定期的培训和教育活动,我们可以向安装人员传授最新的安装技术和操作规程。这可以包括理论知识的学习,如电缆的结构和特性,以及实际操作的训练,如正确使用工具和设备。此外,可以邀请专家和行业内的经验分享者举办讲座和研讨会,以提供更深入的专业知识。其次,建立标准化的施工流程。中间头的安装需要严格遵循特定的步骤和标准,通过制定标准化的施工流程,可以确保每个安装人员都能够按照同一标准进行工作,这可以减少人为差错和操作失误的风险,提高安装的一致性和可靠性。第三,加强团队合作和沟通。中间头的安装通常需要多个人员的协同作业。因此,良好的团队合作和沟通至关重要,可以组织团队建设活动,培养团队精神和合作意识。同时,建立畅通的沟通渠道,鼓励安装人员之间的交流和分享经验,以促进彼此的学习和成长。最后,建立监督和评估机制。为了确保安装人员的专业水平得到持续提升,需要建立有效的监督和评估机制,这可以包括定期的考核和评估,对安装人员的工作进行检查和反馈。通过及时发现问题和提供指导,可以帮助他们不断改进并提高自己的专业水平<sup>[4]</sup>。

### 2.4 强化对工程过程的验收及监控

在施工作业过程中,想要使电缆始终处于安全稳定的运行状态下,就必须要对施工过程进行实时监控。通过对施工过程进行实时的监控,可以在第一时间发现施工过程中存在的问题,工作人员还可以采取有效的措施来解决问题。相关单位需要利用有效的措施来强化工程主管以及相关工作人员的招聘及培训工作,由此来强化对工程过程的验收及监控。

### 2.5 强化电缆工作环境

10KV 电缆中间头故障与电缆工作环境有直接的关联,因此,有必要对电缆工作环境进行改善,降低电缆中间头故障的频率。在电缆运行过程中,不仅需要确保电缆槽中线路布置正确,还需要达到散热的效果,这样才能保障电缆安全运行。在敷设电缆的时候,由于内部给水多,导致电缆敷设及中间头处理作业难度较大。因此,在施工的时

候,首先需要对电缆槽进行处理,通过排水或膨胀等手段来为施工作业增加空间,也可以改善电缆工作环境,降低电缆中间头故障的概率。

### 2.6 定期检查和维修

定期检查电缆和电线设备有助于发现潜在的故障和问题。这些设备可能会受到外部环境的影响,例如湿气、高温、腐蚀物质等,导致电气绝缘性能下降或损坏。通过定期检查,可以及早发现并修复这些问题,避免潜在的故障和事故发生。定期检查电缆系统,特别是中间头的状态,是预防故障的有效手段。通过定期的维护和测试,可以及时发现并解决潜在的问题,保持中间头的正常运行。云溪管理人员需要制定科学合理的配电设备年度预防性测试计划,并要求工作人员严格按照该计划来实施测试作业,可有效提高设备运行的安全性和稳定性。

### 2.7 制作中间头需要注意的事项

在制作电缆中间头的过程中,需要特别注意以下几个方面,以确保其质量和可靠性。首先,选择合适的材料是制作电缆中间头的基础。在选材时,应该考虑到电缆的类型和使用环境。不同类型的电缆对材料的要求不同,比如在高温环境下,需要选择耐高温的材料。此外,材料的绝缘性能、耐磨性和耐腐蚀性也是需要考虑的因素。通过选择合适的材料,能够确保电缆中间头在长期使用中不易受损。其次,正确的制作工艺和技术也是保证电缆中间头质量的关键。在制作过程中,需要注意接头的连接稳固性和绝缘性能。还应当关注中间接头连接管外径、连接管最大长度等多个数据指标(详见表2),掌握不同型号中间接头的切割尺寸,才能够尽可能地确保中间接头连接牢固性,为电缆的传输性能和安全性提供足够保障。同时,绝缘层的制作也需要严格按照规范进行,以防止电缆中间头在潮湿或高温环境下发生漏电或短路等问题。此外,制作电缆中间头时需要特别注意工作环境的安全性。电缆中间头的制作通常需要进行焊接、绝缘和包覆等工艺步骤,这些步骤涉及到电流和热量的产生,因此需要在良好通风的环境下进行,避免因烟尘和有害气体对操作人员的伤害。不仅如此,质量控制是制作电缆中间头的重要环节。应该建立一套完善的质量控制体系,对每一个制作环节进行严格监控和检验。从原材料的采购到制作工艺的执行,每一步都需要经过严格的质量检查,这样才能确保中间头的质量达标<sup>[5]</sup>。

表2 10KV 单芯交联冷缩中间接头的切割尺寸

| 型号  | 导体截面 /mm <sup>2</sup> | 绝缘外径 /mm  | 连接管外径 /mm | 连接管最大长度/mm | 尺寸 A/mm |
|-----|-----------------------|-----------|-----------|------------|---------|
| I   | 50~150                | 17.7~26.0 | 14.2~25.0 | 135        | 120     |
| II  | 150~240               | 22.3~33.2 | 18.0~33.0 | 145        | 125     |
| III | 300~400               | 28.4~33.2 | 23.3~42.0 | 220        | 175     |

### 3 结语

电缆作为电能输送的重要组成部分,在现代社会中发挥着不可或缺的作用。然而,电缆中间头故障是一种常见的问题,可能对电力系统的稳定运行造成重大影响。通过分析发现,造成电缆中间头故障的原因有施工工艺、绝缘体老化等方面,基于此,需要从强化施工人员专业水平、强化电缆工作环境等方面着手,由此来减少电缆中间头故障的几率,提高电缆运行的稳定性。

#### [参考文献]

- [1]孙欣宇,王宜静,杨浩烁,等. 10 kV 电缆中间接头结构参数统计分析[J]. 南方电网技术,2023(7):1-10.
- [2]盛鸿翔,冯忠奎,刘广,等. 高压电缆中间头真空除湿及防潮套装的研究及应用[J]. 电子测

试,2022,36(6):126-128.

[3]赵国伟,赵锐,王磊,等. 基于有限元法的 10 kV 电缆中间接头典型施工缺陷电场研究[J]. 电工材料,2021(6):38-40.

[4]何春光,曹松钱,樊达,等. 电缆头编织带开口铜接头安装对策分析[J]. 电子技术,2021,50(3):128-129.

[5]陶玉宁,陈皇熹,赵国伟,等. 10 kV 电缆中间接头典型施工缺陷的电场及局放特性研究[J]. 电力工程技术,2021,40(5):114-120.

作者简介:郭亚洁(1993.2—),毕业院校:河北科技大学,所学专业:电气工程,当前就职单位:国网石家庄供电公司,职务:无,职称级别:工程师。