

冷缩电缆终端现场安装技术及其应用研究

盘 晶

(广东众诚电力建设工程有限公司)

摘要: 冷缩电缆终端安装是电力工程中重要施工环节,其安装质量直接关系到整个工程质量,为此提出冷缩电缆终端现场安装技术及其应用研究。剥切电缆并安装接地线,在防水处理基础上安装分支套管与绝缘套管,剥切金属屏蔽层、半导体、绝缘层后,进行接线端子安装、冷缩绝缘件安装及绕包绝缘带,从而实现冷缩电缆终端现场安装。实例应用测试结果表明,安装后的冷缩电缆终端不存在局部放电缺陷,安装质量良好,因此证明该方法能够为冷缩电缆终端现场安装提供重要的参考依据。

关键词: 冷缩电缆终端; 现场安装; 接地线; 防水; 接线端子; 冷缩绝缘件

0 引言

随着全球经济的快速发展和工业化进程的加速,电力需求急剧增长,对电力系统的安全性和可靠性提出了更高的要求。电力工程作为能源传输和分配的重要领域,其技术革新与升级显得尤为重要。其中,冷缩电缆终端作为一种先进的电缆连接技术,在电力工程中发挥着越来越重要的作用。其工作原理主要依赖于冷缩材料的记忆效应,即在一定温度下,材料能够恢复到其原始形状并产生强大的收缩力,从而紧密包裹电缆,形成可靠的绝缘层。这种特性使得冷缩电缆终端在恶劣环境条件下仍能保持稳定的电气性能和机械强度。目前冷缩电缆终端已经被广泛应用到电力系统中,并且成为电力系统中重要组成部分,其现场安

装质量直接关系到其性能的发挥,相关学者与专家关于电缆终端现场安装展开了一系列研究。文献[1]在10kV电缆终端快速连接保护装置应用研究中,阐述了电缆终端现场安装流程和关键技术;文献[2]提出了电缆终端安装制作工艺,论述了电缆终端现场安装质量控制策略,以及相关施工要点。尽管关于电缆终端现场安装研究取得了一定的研究成果,但冷缩电缆终端结构复杂,不同于普通电缆终端,其现场安装过程中仍面临一些挑战,为此提出冷缩电缆终端现场安装技术及其应用研究。

1 冷缩电缆终端现场安装技术

冷缩电缆终端现场安装流程如图1所示。

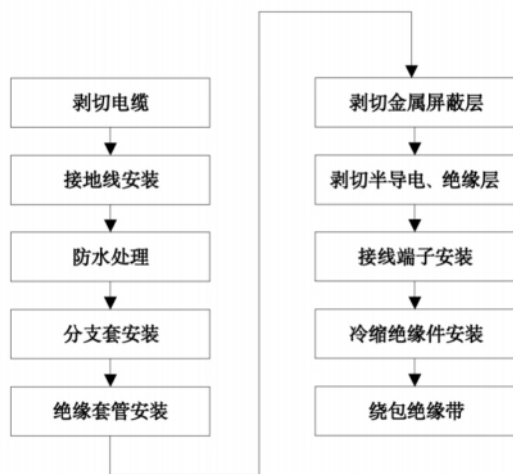


图 1 冷缩电缆终端现场安装流程图

以下将结合图 1 对具体安装技术进行详细说明。

1.1 剥切电缆及接地线安装

将电缆放置于预设位置，依据生产厂家随附的安装指南，量取所需长度，逐步剥离外部保护套、铠装层及内衬垫层。铠装层的剥除长度需综合考量电缆线芯的许可弯曲半径与既定的相间间隔要求，同时，确保这一长度与厂家为线芯配套提供的冷收缩保护套管的长度相匹配，此类具体尺寸信息，生产厂家通常会在安装手册中明确标注^[3]。接下来，于电缆顶端缠绕 PVC 绝缘胶带，旨在稳固地固定住铜屏蔽带，以确保后续安装步骤的顺利进行及电缆整体的可靠性。

然后，将用于接地的铜环逐个地装到铜屏蔽层上，再将三相电缆的铜屏蔽层一起叠合到铠装层上。为使该结构稳定，将其与已经重叠在铠装上的三相电缆铜屏蔽层牢固结合，利用恒力弹簧将其紧固，以保证连接的可靠和安全。

1.2 防水处理及分支套管与绝缘套管安装

在三个接地铜环上分别绕包 PVC 带，在铠装层的主恒力弹簧周围，缠绕 3~5 层 PVC 带，直至完全覆盖并包裹住衬垫层，确保其密封性。随后，在第一

层防水胶带的外部额外添加一层防水胶带，同时将接地线夹置于两层之间，防止水分或湿气通过接地线的微小缝隙渗透^[4]。首先，用逆时针的方式，将分支套管底部的内螺纹圈取出来，然后，将三根手指内侧的塑料螺纹圈一一取出来。做完这一步后，将三相电缆分叉处的支线套管准确地拧紧，以确保其紧密贴合电缆并发挥良好的防护作用。

用冷缩型绝缘套管逐个包好三相电缆芯，保证套管的下端超过分支套管的指管 10mm 左右。接着，将绝缘套筒内侧的塑胶线圈沿逆时针方向抽回，使绝缘套筒紧紧地合在一起，并将其缠绕在缆线核心上。如果需要延长绝缘保护时间，可以重复上述步骤，用同样的方法把另一个冷缩套装好，保证另一个套圈的下端与第一个套圈重叠 10mm 左右。同时，需确保绝缘套管顶部至电缆芯末端的长度严格遵循安装说明书中的指定规格，以确保安装质量。

1.3 剥切金属屏蔽层、半导体、绝缘层

遵循安装说明书的精确尺寸要求，剥离铜屏蔽层时，需小心谨慎，确保不损伤下方的半导体层及绝缘层。同样地，在剥离半导体层时，遵循规定的尺寸，并避免触及绝缘层。对于遗留在主绝缘层表面的半导体层残余，需使用细砂布仔细打磨干净，且打磨方向应单向从高压端至接地端，禁止反复擦拭^[5]。然后，在半导体和初级绝缘层的间隙中填充半导体带状物，以保证平稳的过渡没有阶差。在对半导体带材和自粘带材进行缠绕时，先从中间部分起，以半层叠形式将 1~2 层绕制起来。在缠绕之前，应该把带材拉长到原来的一半左右，这样就可以保证它们紧贴在一起，不会起皱。下一步，将缆线紧固到指定的位置，如支架角钢或机柜托盘。根据接线端子的要求，选择合适的线芯长度，并用专门的切割刀具，将终端孔深度加上 4.5mm 作为基准，将端头的绝缘层剥离下来。作业时要格外小心，以免刮伤导线。在剥离完

毕后，为了方便下一步的连接，把线芯的末端削成铅笔头（即倒角）。

1.4 接线端子安装

核对电缆导体与端子尺寸的匹配性，选用相应截面的连接器，确保两者兼容。在连接前，彻底清除线芯与连接器内壁的油污、氧化物等杂质。连接面保持平整，无应力集中，方可进行压接操作。压接时按自上而下的方式进行，保证每个压痕之间的间隔和压痕到末端的间隔要符合如表 1 所示的规范。

表 1 压痕的间距及与端部的距离

导体标称截面/mm	铜压接	
	离管端距离/mm	压痕间距离/mm
70	3	5
95	3	5
120	3	5
150	4	6
185	4	6
240	4	6
300	5	7
400	5	7

在压接过程中，要保证卷边是在一个平面上，点边是一个平面。为了获得最好的机械和电学性能，导线压接表面的总宽度应该控制在 1.55~3.55 倍范围内。压模闭合后，保持此状态 5~10s，可使金属充分塑化，保证压接区的稳定。然后，利用锉子、砂布等工具，对终端表面的尖角、毛刺等进行打磨。点压法产生的凹坑，其深度要与凸模的压入部位高度一致，凹坑底部必须平整，没有任何瑕疵，在凹坑内填入合适的材料，以提高接头的强度。

1.5 冷缩绝缘件安装及绕包绝缘带

对线芯绝缘层进行彻底清洁，随后在缠绕的半导电带及其邻近的绝缘表面上均匀涂抹硅脂。此过程中，务必佩戴专用的防护手套，并采用从高压端向接地端单向涂抹的方式，严禁往复操作，以防半导电带上的导电微粒被误带至高电位区域。接着，按照安

装说明书中的指示，将冷收缩绝缘组件准确地套入到指定位置。为了加强端子与线芯绝缘的密封及绝缘作用，首先用绝缘橡胶胶带将其缝隙紧紧包住，然后将耐高温、耐电弧性能优良的绝缘胶带包在最外面。最后，在三相线芯的分支套管外，将对应的相色标志条带按相位进行卷绕，以方便以后的鉴别和维修，以此完成冷缩电缆终端现场安装。

2 实例应用与分析

2.1 工程概况

以佛山市永力泰车轴有限公司增容工程为背景，工程范围及内容：110kV 桃布站 10kV 乐维线 10kV 乐维仓储公用开关站 G20 柜 611 开关，09534 电缆带电运行。110kV 桃布站 10kV 乐维线 10kV 乐维仓储公用开关站 G18 柜 609 开关，09535 电缆带电运行。作业内容为在 110kV 桃布站 10kV 乐维线 10kV 乐维仓储公用开关站 G19 柜制作并接入电缆头，以及更换冷缩电缆端头，型号为 $3 \times 300\text{mm}^2$ 。

2.2 安装质量与讨论

按照以上提出的技术开展冷缩电缆终端现场安装施工，《电力装置安装工程电缆线路施工及验收规范》要求安装后的冷缩电缆终端不存在局部放电，在局部放电测试中 5min 内不产生放电脉冲。将其作为该工程冷缩电缆终端现场安装质量检验标准，随机选取安装的 7 个冷缩电缆终端，对其进行局部放电测试，测试流程如下：

将冷缩电缆终端置于三角绝缘架上，终端地线穿过 HFCT 接地，令被测终端电压与输入电流相位相同。向冷缩电缆终端施加交流电压，以 1.5kV 为步长逐渐增加测试电压，当测点电压施加到 10kV 为止，记录冷缩终端电压重复性放电脉冲。每个电压下记录 5min 局部放电脉冲，如果产生重复性放电脉冲，则认为终端产生局部放电，测试结果如表 2 所示。

表 2 冷缩电缆终端局部放电测试结果

终端序号	测试结果	要求
1	不存在放电脉冲	5min 内不产生放电脉冲
2	不存在放电脉冲	5min 内不产生放电脉冲
3	不存在放电脉冲	5min 内不产生放电脉冲
4	不存在放电脉冲	5min 内不产生放电脉冲
5	不存在放电脉冲	5min 内不产生放电脉冲
6	不存在放电脉冲	5min 内不产生放电脉冲
7	不存在放电脉冲	5min 内不产生放电脉冲

从表 2 中数据可以看出，安装后的冷缩电缆终端局部放电测试中均未产生重复性脉冲，即不存在安装缺陷，安装质量良好，采取的安装技术能够有效保证质量。

3 结束语

在本文中，对冷缩电缆终端现场安装技术及其广泛应用进行全面而深入地探讨。冷缩电缆终端作为电力工程中不可或缺的关键部件，其安装技术的精湛与否直接关系到电力系统的安全、稳定运行。通过详细阐述冷缩电缆终端的现场安装流程、关键步骤以及注意事项，期望能够为电力工程技术人员提供有价值的

参考和指导。

参考文献

- [1] 郑雨翔, 杨劲业, 张润骏, 等. 10kV 电缆终端快速连接保护装置研究及应用 [J]. 电工技术, 2024 (7): 133-135.
- [2] 张智泉, 张朝亮, 孔雪同. 大型水电站 500kV 电缆终端安装制作工艺研究 [J]. 电气技术与经济, 2023 (3): 22-26.
- [3] 钟伟, 汤春俊, 朱凯, 等. 220 kV 复合外套金属氧化物避雷器在电缆终端台区运行的应用研究 [J]. 电瓷避雷器, 2024 (1): 51-58.
- [4] 马成凤. 冷缩中间连接技术在高压电力电缆安装工程中的应用 [J]. 安装, 2023 (5): 39-41.
- [5] 安征. 高速公路隧道机电系统安装工程施工技术 [J]. 绿色环保建材, 2021 (12): 173-174.

(收稿日期: 2024-07-10)