

矿物绝缘电缆施工技术

时胜鑫 亓 强 辛 丰 杜兴法

中建一局集团建设发展有限公司 北京市 100102

摘 要: 本文主要针对建筑电气矿物绝缘电缆的敷设进行阐述,在工厂内标准化生产好的电缆和配套的专用附件包括终端附件、中间连接附件、密封绝缘附件和固定配件,按照规定的工艺步骤、操作要求,连接成一种安全、可靠具备耐火、耐高温、耐机械损伤、耐腐蚀、防爆、防水等特点的电缆线路。

关键词: 矿物绝缘电缆; 电缆终端; 热缩套管

1. 前言

近年来,我国随着工业厂矿和民用高层建筑电气技术的发展,一种新型电缆—矿物绝缘电缆在逐渐推广应用,国内习惯称作氧化镁电缆或防火电缆,是以高导电铜线作为导体,无缝铜管作护套,氧化镁粉作绝缘的一种高温耐火电缆,其在国外发展较早,我国也于 20 世纪末在北京、上海、深圳等经济发达城市开始推广批量生产,在特级、一级场所消防线路及重要设备的供电线路推荐使用矿物绝缘电缆。

我公司在一些高层建筑电气施工中已应用矿物绝缘电缆,现总结出其施工经验形成本工法。

2. 技术特点

矿物绝缘电缆具有以下特性:1. 载流量大、耐过载;2. 防水、防爆特性;3. 耐腐蚀性、耐机械损伤;4. 无烟无卤无毒环保。由于这种电缆的全部材料都是采用无机材料,并且具有以上特性,所以它就具有一些其他电缆敷设所不可能具有的特点:

(1) 其电缆敷设适合于明敷、暗敷、桥架内敷设、钢索架空敷设等多种场合;

(2) 在明敷、桥架敷设时如有防火、耐火要求时,可不考虑电缆本身的防火、阻火措施;

(3) 电缆终端和中间连接器的选用,由设计人员根据矿物绝缘电缆的型号、规格、应用环境的诸因素考虑确定,可选用围压、点压、螺母压接、螺丝压接、压板压接等多种连接方式;

(4) 电缆敷设前,均应检查电缆是否完好、绝缘电阻是否达到标准要求。

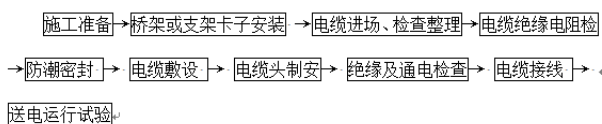
(5) 对关键环节(中间连接和终端制作)的搭接工艺方法做了详细描述,注意防潮和绝缘要求保证了矿物绝缘电缆安全稳定运行。

3. 技术原理

本工艺包含矿物绝缘电缆的敷设和电缆头的制安,其主要原理是将已在工厂内标准化生产好的电缆和配套的专用附件包括终端附件、中间连接附件、密封绝缘附件和固定配件,按照规定的工艺步骤、操作要求,连接成一种安全、可靠具备耐火、耐高温、耐机械损伤、耐腐蚀、防爆、防水等特点的电缆线路。

4. 工艺流程及操作要点

4.1 施工工艺流程图



4.2 操作要点

4.2.1 施工准备

熟悉施工图纸和设计说明,确定矿物绝缘电缆的型号、规格及排列方式和敷设方式。矿物绝缘电缆室内敷设方式主要有:沿电缆桥架敷设;在电缆沟内敷设;沿支架卡设;沿墙面及平顶直接敷设。

对班组进行技术培训或技术指导,使他们充分了解这类电缆的性能、敷设要求、技术标准,特别是电缆绝缘测试的方法、步骤,掌握关键节点的施工技能。

结合图纸熟悉施工现场的情况,包括电缆的走向以及沿线的实际情况、电缆起始终端的位置,根据实际情况确定施工方案。

根据矿物绝缘电缆的型号、规格及排列方式和敷设方式,确定其空间占有尺寸。

4.2.2 电缆桥架或支架安装

矿物绝缘电缆由于内外铜芯、铜套的原因,多为单芯,每回路一般须四根,比较坚硬,不易弯曲,故推荐分回路单层平铺敷设,否则一旦安装后将造成下层电缆检查、修理困难。

注意多根桥架的排列,应有利于电缆进出线,尽量靠近相关进出线箱。

电缆平铺敷设时,桥架选用 100mm~150mm 厚度为宜,建议将同走向矿物绝缘电缆布置于单独桥架,以避免与其它线路同时混杂敷设,从而减少对电缆的弯折、磕碰及受潮影响。

当电缆沿电缆沟、非梯式电缆桥架或直接沿墙边支架敷设时,均必须设置固定支架。当沿墙面或平顶直接敷设时也必须先设置电缆卡子。固定支架采用 40×40×4 角钢制作,或购买标准的模块化支架。

角钢支架的尺寸依电缆的规格、排列方式及回路数决定。非梯式电缆桥架的电缆固定支架根据电缆桥架型式结构制作并固定安装在桥架内。支架固定前还需根据电缆卡子的规格钻好孔。

固定支架的间距应符合下表 1 规定,允许偏差控制在 ±50mm 内。电缆弯曲时,在弯头两侧 100mm 处均应设支架并用电缆卡子固定。固定支架应固定在承重墙上。

固定支架安装后利用螺栓将电缆卡子含挂在固定支架上(当沿墙面或平顶直接敷设时电缆卡子含挂在膨胀螺栓上)。无需上紧,待电缆敷设就位后夹紧固定。电缆卡子安排此步骤安装,目的在于电缆垂直就位后用尽量短的时间,将电缆的重量均匀地分布在固定支架上,以分担电缆吊具的承重力。

矿物绝缘电缆金属固定支架、电缆桥架及其支架、电缆铜护套的接地保护:

沿固定支架、金属电缆桥架全长敷设一条接地干线。每个固定支架、每段电缆桥架及其每个支架均必须单独接至接地干线。此接地干线应不少于 2 处与总接地干线连接。

矿物绝缘电缆的铜护套必须作接地保护且为单端接地,通常安排在电源进线端接地。接地干线及其连接支线的规格选择应同时满足热稳定性、机械强度、化学稳定性(特殊环境)的要求,具体按设计要求。

所有接地机械连接均应设置防松装置。

4.2.3 电缆进场检查测试

电缆进场后按照订货与发货清单逐一清点,核对其型号、规格及数量是否与设计图纸中的电缆相一致。

检查矿物绝缘电缆的外包装是否完好,拆除外包装之后,再看电缆的外表是否有压扁、扭曲,或严重划伤、破损,两端的封端是否完好。并及时收取各种材料合格证及技术检测参数报告(其中合格证应有生产许可证编号)

测试电缆的绝缘电阻(采用 1000V 兆欧表)。单芯电缆测电缆的芯线“L”与铜护套“E”之间的绝缘电阻。若为多芯型矿物绝缘

电缆还需测试相间、相零及各芯对地(铜护套“E”)间的绝缘电阻,其值应大于等于 200M Ω ,并作测试记录,以供安装完毕时的校核比较之用。

应对电缆导体的连续性进行测试,发现是否存在断线现象,若有断线应及时通知供应商处理。

当电缆受损或有疑问时,可对电缆进行交流耐压测试,实验电压 2500V、时间 15 秒,不击穿即为合格产品。

4.2.4 矿物电缆敷设

因为矿物绝缘电缆的特性,现场宜采用人工搬运和人工拉引敷设,避免磕碰和撞击,绝对不允许从车上跨空滚下或扔下。

利用放线盘缓慢放线,一边转动一边板直,施工中必要处可使用弯曲扳手纠直或弯制成需要的弧度;施工人员的人力安排要均匀合理,负荷适当,并要统一指挥,在电缆展放中须有协助推盘及负责刹盘滚动的人员,为避免电缆受拖拉损伤,可把电缆放在滚轮上或人员肩抗前行。

及时固定,固定距离 600mm~2000mm 不等,成捆绑扎距离一向以 1~1.5m 为宜。

电缆可使用斜口钳、叉口棒及铜皮剥切器剥切,避免野蛮切割,去除铜皮后,应保证切口的圆整、平齐、光洁。

一般可采用热缩套管或自黏胶带作临时密封;电缆锯断后,应立即作临时密封。

始末端的预留长度同时应考虑到该电缆难以弯制的特性;电机进线口、穿越沉降缝和伸缩缝处应作长度预留,可做成“S”或“ Ω ”形。

每根电缆均应做回路识别标牌、相序色标。

对于整根长电缆,施放前应严格测量绝缘电阻值,使用 500V 绝缘摇表测量,绝缘电阻值应 $\geq 200M\Omega$,否则应截取两端一定长度(约 50cm 以内)绝缘层,同时用喷灯由距离 50cm 处向口部烘制,及时涂满密封胶,待冷却后测量,直至阻值达标;另外同时作通电测试,保证内芯连通良好。

对于楼层出线的分支矿物电缆,每段截取长度一般 3~10m 不等,逐段施工,务必当天截取的当天施工完,避免截取后隔夜施工,尤其不要将已截取的电缆未敷设而随意放于作业面较长时间,否则都将造成氧化镁部分吸水,绝缘下降。在施工工艺中控制,一定要每施工完毕一段,就要连同已施工段测试绝缘,不然的话,待全部连接完后,再发现绝缘问题的话,后果是可想而知的。

4.2.5 中间分支箱安装

分支箱作用相当于分支电缆的三通,起到主干——分支出线的作用,内部用铜排转接;

分支箱需占用强电井空间,外形尺寸不宜过大,根据电缆规格大小及进出线方式(左右、上下或背后等)不同,一般以 600mm(高度) $\times$ (300~600mm)(宽度) $\times$ (100~200mm)(厚度)不等,注意考虑接线端子的伸展、铜排间的走线以及口部进出线间的避让等;

分支箱安装底标高可根据强电间的明挂箱、母线插接箱等统一标高,以进出线方便为原则,尽量避免过多弯折电缆。

民用建筑施工中,一般推荐分支箱贴桥架面安装,进出电缆方便,同时可将分支电缆再返回沿桥架接至楼层配电箱,整齐美观,但分支线较长,不方便检查;在厂房、设备用房等不用或不宜做桥架的地方,分支箱也可贴墙傍干线电缆侧安装,其后利用配套支架及夹具配线至用电设备。

分支箱背部或侧面应设置接地排,满足接地端子的接线数量。如能找到将接地排与内部铜排并列安装,且接线方便的方式,那更是再好不过。

分支箱应参照配电箱标准牢靠安装,安装完毕后上部不得有敞口,门可关紧,一般不用上锁,门上可印上名称和编号。

4.2.6 电缆中间头

中间头主要由绝缘密封终端、中接端子、线芯绝缘和中间连接器四部分组成。

制作步骤为:制作绝缘密封终端 $\rightarrow$ 制作线芯绝缘 $\rightarrow$ 安装中接端子 $\rightarrow$ 制作中接端子绝缘 $\rightarrow$ 安装中间连接器;

绝缘密封终端单芯电缆采用热缩型中间接头,多芯电缆采用封罐型中间接头;

线芯一般采用压接连接,压接时控制好用力,多芯电缆应注意将接头错位排列;

最外部铜套管作为中间连接器要拧紧,密实;所有开口处严格密封胶的正确使用;也可使用接线箱连接。

4.2.7 终端头制作

终端头主要由终端封套(密封罐)一套、接地铜片、热缩套管及热熔胶及接线端子等制作而成;

制作步骤为:电缆敷设检查 $\rightarrow$ 定位 $\rightarrow$ 固定电缆 $\rightarrow$ 绝缘测试 $\rightarrow$ 剥除铜护层 $\rightarrow$ 绝缘测试 $\rightarrow$ 制作终端封套及密封 $\rightarrow$ 制作线芯绝缘 $\rightarrow$ 安装接线端子 $\rightarrow$ 接线;

检查已敷设好的电缆平、正、直,及在沉降缝、伸缩缝之间和设备有震动处是否留有伸缩弯等敷设要求。

定位:核对每根电缆的相位、走向、位置是否正确,确定电缆的安装顺序,然后挂牌作好指示,最好根据电缆的接线位置,用终端封套固定电缆并安装好接地铜片,量好电缆铜护层剥切的长度,锯断多余电缆。

绝缘测试:主要检查铜护套剥切口是否碰线,线芯对线芯、线芯对地绝缘测试,将 500V 兆欧表的“L”线接电缆芯线,“E”线接电缆的铜护套或者其它线芯进行绝缘测试。如果电缆绝缘电阻大于 200M Ω 既可使用,如达不到就要驱潮。驱潮方法:①首先点燃喷灯火焰,燃烧至火焰无烟雾并呈透明的微蓝色;②将电缆受潮段末向上倾斜,喷灯的火焰移至受潮电缆;③火焰往末端约 0.5 米处加热开始电缆护套,使电缆护套出现褪色时逐渐移向电缆末端,使电缆受热将潮气慢慢地赶出,如此反复进行直至将水份排除干净达到绝缘电阻要求为止。

制作终端封套及密封:先清除剥切端口毛刺,用干净棉布或干布擦净电缆铜护层及导线上的氧化镁粉末,在切口处涂上密封胶,在铜护套表面轻微抹点润滑油,用手将密封罐滚花段内螺纹旋入电缆端头的铜护套直至无法旋入,再用封罐旋合器旋入密封罐至电缆剥切口伸出密封罐内孔底边约 1mm。旋合时,封罐旋合器的牙口应夹紧密封罐的滚花,用力应均匀,然后将终端头竖起,头朝上密封胶沿漏斗从一边注入密封罐内,先加至半杯,待胶成膜后再加满。套入多芯罐盖,不能弯曲导线,套入罐口后,再测试一下导线的绝缘电阻,如果绝缘良好,则将罐盖盖紧,然后用罐盖压合器压合罐盖。

制作线芯绝缘:将热缩套管套入每根裸露的导线上按相序颜色套好,直套至罐盖处,然后用喷灯文火自罐盖向上逐渐加热,使热缩套管均匀收缩于导线上。加热时要掌握火焰温度,以避免烧伤收缩材料,火焰要在材料周围来回移动均匀加热,并保持火焰朝着收缩方向螺旋前进。

安装接线端子:将电缆导线弯曲至设备接线处,量出铜接线端子与导线联接的位置,锯断多余导线,安装接线端子。

接线:根据电缆的相位,接线处的相位,逐根弯曲成型,用螺栓、螺丝将电缆连接于设备上。

4.2.8 送电运行试验

电缆头制作完毕后,按要求重新测量绝缘电阻,满足要求后再送电空载运行试验,无异常现象。

试验合格后,做好产品合格证、试验报告和运行记录表等技术资料的收集整理工作。

5.效益分析

传输相同的电流,矿物绝缘电缆比低烟无卤阻燃电缆价格低 3%~5%;当铜护套作接地线时,将四芯矿物绝缘电缆用于三相五线制时,可以节约电缆投资的 10%;矿物绝缘电缆的外径比塑料电缆小三分之一,同样回路数的电缆,矿物绝缘电缆所需桥架仅为塑料电缆所需桥架的四分之三,可节约 20%的桥架投资;矿物绝缘电缆无需防火桥架,与塑料电缆比可节约 20%桥架投资,如果用支架、吊架等方式敷设矿物电缆,用与桥架的投资可节约 50%以上。由于它的材料全部是无机物组成,所以基本不老化,使用寿命长,可节省运行后的电缆维护费用。

参考文献:

[1]张林 郑东,浅谈矿物电缆施工工艺,科技资讯,2014 年,第 1 期,120~122。