

建筑工程供配电施工技术研究

孔德娟¹ 高杨²

(1. 济宁市汇源建安有限公司 2. 山东省电建铁军建设工程有限公司)

摘要：近年来我国房地产行业高速发展，根据“七普”数据，在2020年，全国家庭住房建筑面积总量超过了500亿m²，随着以“节能、环保、绿色、低排放”为特点的低碳建筑住宅体系的推行，民用建筑电力工程损耗率高的问题急需研究新的技术体系，特别是针对高压电缆的敷设和高压电缆中间接头的制作不当造成电力使用过程中的电力损耗，正成为阻碍低碳建筑绿色住宅行业发展的重点难题。鉴于建筑电力工程行业发展的现状，研究如何进行高压电缆的敷设施工来降低电缆的磨损率和损耗率，提高施工质量以及如何保证高压电缆中间接头的制作质量，降低电力使用损耗率，对于推进低碳建筑绿色住宅体系的发展很有必要。

关键词：供配电线路；建筑电力工程；高压电缆中间接头

0 引言

建筑供配电电缆敷设施工过程中存在运输过程中的损耗、二次搬运损耗、存放不当造成的损耗和布线不合理造成的损耗等问题，需明确电力工程电缆敷设技术的相关要点，加强运输和现场监督，不断优化细节处理及质量问题预防措施，全面提升建筑电力工程建设质量^[1]。

建筑供配电电缆中间接头是高压电缆线路运行中故障多发的薄弱环节，建筑供配电电缆系统自身的载流量受制于中间接头的结构特点和制作质量。中间接头作为电缆系统自身载流量限制条件，环境温度和该点对应温度值决定了接头载流量不同的约束条件，共分为两种情况，一种是该点对应温度值高于环境温度时，绝缘层的内外表面最大允许温差成为接头载流量

自身的决定性约束条件；当该点对应温度值低于环境温度时，接头导体的最大允许温度成为接头载流量的决定性约束条件^[2]。

目前国内针对建筑供配电电缆运输敷设^[1]和建筑供配电高压电缆中间接头^[2]仅初步的研究，针对如何降低建筑供配电施工中电缆的磨损率和损耗率以及电力工程使用过程中因接头产生的电力损耗，提出的技术方案缺乏有效率，实用性较低。

通过研究建筑工程供配电施工技术，提出了电缆敷设施工技术要点、高压电缆中间接头控制要点，对于建筑供配电施工和低碳建筑绿色住宅体系的发展具有深远意义。

1 电缆敷设工序

1.1 施放建筑供配电电缆

1.1.1 建筑供配电电缆存放以及二次搬运

(1) 电缆搬运

为避免挤压或者造成电缆线圈无序，储存和运输过程中电缆盘应避免平放。出厂运输或者施工现场施放电缆前，电缆盘应固定牢固，将电缆两端固定，保证线圈不松弛。装卸电缆过程中应采取措施避免电缆盘受到损坏，建议采用汽车吊运装卸车，用钢管穿入电缆盘轴心，钢索卡卡牢钢管，在确保两端平衡的情况下进行吊装。

电缆装卸前应由专人指挥，避免将电缆盘从车上推下造成损坏。

在电缆运输过程中，将电缆盘底部用垫木垫牢，绑扎牢固，防止电缆盘在运输过程中滚动造成损坏。行车时，人货分离，严禁人员在货车厢内，避免电缆盘滚动造成人员受伤。

施工现场应划定专用存放场地，场地尽量硬化，底部垫高 20cm 以上并采取防潮措施，同时应考虑施工需求，避免二次搬运，电缆盘应覆盖防雨措施，建议放置在电缆棚内。

(2) 存放电缆防护棚设置

电缆防护棚（高度宜 $\geq 2\text{m}$ ）具有防雨、防晒、防风、防撞击和整洁美观等优点，符合文明施工的要求，如图 1 所示。

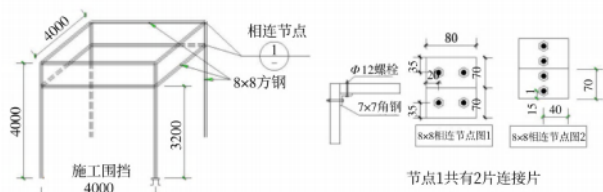


图 1 电缆防护棚构造示意图

防护棚地面应进行硬化，棚顶按照 3:2 的长宽比例制作，若防火棚处于建筑物的坠落半径范围内，

防护棚顶必须是双层硬质结构。具体棚顶构造为满铺 5cm 厚脚手板，两层脚手板之间留有 50cm 间距作为缓冲区。防护棚的立面设置安全宣传标语。

防护棚立柱材料为方钢或者圆钢，涂刷黄色油漆。

1.1.2 将电缆盘置入放线架

滚动前，应清理道路，清理完成应保证滚动所需道路平整，无石块、砖头等硬物存在，道路如松软可采取铺装木板、细沙和细石等措施，防止电缆盘陷落，造成电缆损伤；电缆盘上的护板应完整无损坏；当护板出现损坏时，为避免电缆磨损，应采取将措施将电缆外层与地面保持 10cm 以上距离。

电缆盘滚动时根据盘上箭头方向进行滚动，可以有效避免电缆松脱造成电缆混绞。

电缆盘滚动完成，将准备好的钢轴穿入线盘的轴中来固定电缆盘，应确保钢轴的强度以及长度符合电缆线盘自身宽度和重量要求，最终达到电缆盘活动自如的效果。再将电缆盘通过钢轴吊装到放线架，可采用吊车或者千斤顶设备。

电缆盘施放到支架，电缆盘底部距地应在 5~10cm 以上，首先是保证电缆盘能自由转，其次可有效防止电缆施放过程中的磨损，减少施放阻力。

1.2 电缆敷设

电缆的中间接头，布置原则应错开交叉处和门厅等部位，针对多条电缆的并列敷设情况，应错开电缆接头位置，错开距离 2m 以上，确保使用安全和检修方便。

针对类别不同的动力电缆、控制电缆以及信号电缆必须进行分层敷设，避免交叉。电缆敷设时应做排列整齐。

电缆挂牌采用烫印机印制，挂牌应齐全、整齐。

1.2.1 人力拉引方式敷设电缆

路径长短决定了人力资源的数量，采用人力和滚轮相结合的方式拉引，如图 2 所示，人力要根据牵

引的距离均布合理，负荷适当，由专人统一指挥，电缆施放过程中，由两人在电缆盘两侧负责转盘与刹盘。

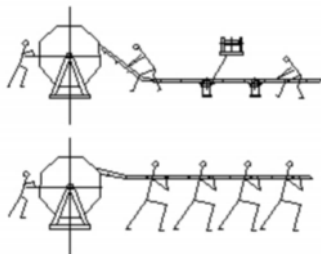


图2 人力和滚轮相结合拉引展示图

1.2.2 机械牵引敷设电缆

电缆机械牵引示意图如图3所示，电缆敷设用的各种滚轮如图4所示。



图3 电缆机械牵引示意图

- 1—制动 2—电缆盘 3—电缆 4—滚轮监视人
5—牵引头监视 6—防捻器 7—关轮监视人 8—张力计
9—卷扬机 10—锚碳装置

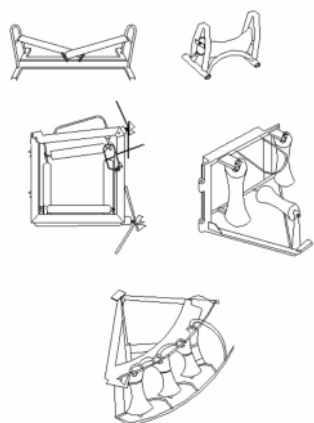


图4 电缆敷设用的各种滚轮

1.2.3 桥架内电缆敷设

(1) 桥架内电缆水平敷设

根据电缆排列图进行电缆的敷设。电缆应单层摆

放，无交叉情况，拐弯处的尺寸以电缆的最大截面弯曲半径设置。

电压等级不同、类别不同电缆分层敷设，自上向下分别从高压到低压排列。电缆水平间距尺寸不小于3.5cm。分别在首层两端、电缆转弯处两侧和每间隔5~10m处固定。

(2) 桥架内电缆垂直敷设

铺设按照自上而下顺序，使用吊车或者塔吊将电缆盘吊运至楼层的顶部位置；电缆的弯曲部位采用滑轮支撑保护电缆，制动和防滑措施分别设置在电缆轴和盘处和楼层处；敷设方式分为两种，针对低层小截面的电缆采用滑轮和人力牵引敷设方式，高层大截面电缆必须使用机械牵引，电缆敷设时间距应均匀。针对大于45°倾斜角度的电缆每隔2m设置一处固定点；电缆敷设遵循每敷设一根立即固定一根，特别是全塑电缆和控制电缆应每1m间隔固定一次，其他电缆每1.5m固定一处。

1.2.4 电缆穿过防火墙及防火楼板敷设

应采用水平或者直敷设方式，敷设顺序：垫一层防火等级为A级的6cm厚泡沫石棉毡或者矿棉→放置一层电缆→垫一层防火等级为A级的6cm厚泡沫石棉毡或者矿棉→放置一层电缆，根据此程序依次放置；敷设完成，洞口堵材料为防火等级为A级的泡沫石棉毡或者矿棉。对于封堵材料使用1.5mm厚的钢板保护。

1.2.5 电缆竖井内电缆敷设

竖井有砌筑式和组装结构竖井（钢筋混凝土结构或钢结构）。电缆敷设前应专项验收竖井施工质量是否达到设计要求。无设计文件时，一般按照竖井的垂直偏差小于高度的千分之二；竖井中电缆支架横撑的水平误差小于宽度的千分之二；竖井对角线的偏差小于对角线长度千分之五。

电缆在竖井内敷设时，除设计要求外，一般根

据电缆最上层与竖井顶部距离在 12~20cm 以上，同样与楼板距离不应小于 12~20cm；电缆支架最下端至地面的距离不小于 5~10cm。

电缆牵引前，检查电缆通道是否畅通，确认电缆能通过孔洞，电缆牵引方法如图 5 所示。

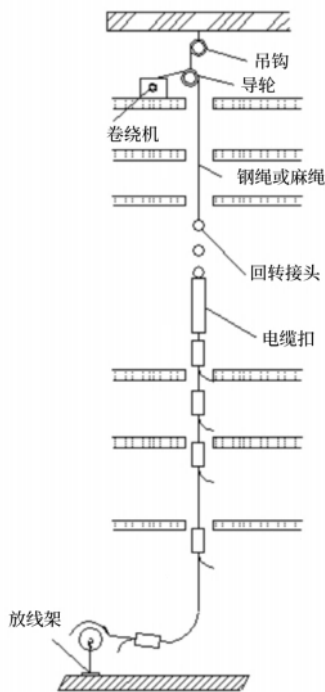


图 5 电缆牵引方法示意图

作牵引头时，先将钢铠锯掉，将铅包剥成条状翻向钢铠末端，然后把线芯绝缘纸剥除，将拉杆插到线芯间用铜线绑牢，再把铅包翻回拍平，最后用封铅将拉杆、线芯、铅包封焊在一起，形成牵引头。

机械牵引电缆时，应在电缆牵引头或钢丝网套与牵引钢丝网之间装设防捻器（防扫牵引头）防止电缆绞拧。机械牵引电缆要慢慢牵引，速度不宜超过 15m/min。

2 高压电缆中间接头的制作方法

引线方向：经过试验发现，针对屏蔽层接地线

与钢铠接地线的引线方向是否一致对高压电缆中间接头的质量没有明显影响，但电缆芯线的尺寸有明确要求，电缆中间接头的引线长度分为两种情况，分别是长的规格引线（86.5cm）和短的规格引线（53.5cm），此规格尺寸不包括一端 3cm 钢铠接地线长度。

2.1 钢铠接地线

按照规格引线尺寸（89.5cm 和 56.5cm，此规格尺寸包括一端 3cm 钢铠接地线长度）处将电缆的外护层进行割断，同时自电缆头 3cm 处再割断外护层，去掉这 3cm 外护层，砂皮纸打磨，采用放助焊剂的焊锡材料，将接地扁铜线用铜丝绑紧，针对扁铜线和铜丝必须同钢铠焊结实，擦掉助焊剂，因为助焊剂具有腐蚀性，为防止损坏电缆一定要擦除干净。

2.2 安装电缆应力管

引线应分开弯曲，用记号笔在引线距离端部（长 67.5cm，短 34.5cm）处划一圈，圈外再包 2 层胶带，擦除干净铜带表面，用焊锡来固定铜带，线上再绑两圈铜丝，用刀在铜丝与胶带之间把铜带划出痕迹（不能划太深，不能划破半导体层），去掉胶带，顺铜带绑紧方向撕下铜带，铜屏蔽层断口不留毛刺。

在距离铜带断口 5cm 处缠绕两圈胶带（胶带外沿在 5cm 处），在胶带外沿处位置用刀割一圈半导体层，使用同终端头相同方法，将引线头部的半导体层剥离，并将主绝缘层表面清理干净，在半导体层断口涂上应力疏散胶。

2.3 压铜接管

在距离引线头 6~8.5cm 将电缆处削成锥形，留出 5mm 内的半导体层，剥出芯线，涂抹导电膏，清理干净铜接管孔，将芯线穿入半个铜接管，压紧，然后将两支外护套管分别套到两电缆上（过分叉），再将两支半导体管和两支绝缘管穿在一起套进电缆长引线上，最后在六支应力控制管热缩到位和十四支套管套

好后，将芯线对好相位，穿入铜接管（到底），压紧铜接管即可。

2.4 缩护套管

清理干净铜接管上的毛刺，在锥形（铅笔头）用半导电带包平，外层包填充胶。

根据以下程序：缩内绝缘管→缩外绝缘管→缩外半导电管（2支，保证在铜屏蔽层上长度不小于2cm），中间进行交叉。

2.5 接好屏蔽层

套管缩好后，将三根引线并在一起，在半导电管外包紧钢丝网。把两根铜屏蔽层的接地扁铜线绑紧铜丝网后对接，用焊锡焊住接头。

2.6 钢铠接地和外护套

针对设计要求钢铠接地与屏蔽层接地分别设置时，首先要将钢铠接地的扁铜线进行绝缘处理，然后对接。

外护套对接长度在10cm以上，电缆外护层与外护套的连接处要打毛处理，涂抹密封胶，最终将外护套缩紧。

3 结束语

通过建筑工程供配电施工技术研究，系统性介绍了建筑供配电电缆运输、敷设和高压电缆中间接头的制作技术。可有效降低施工中电缆的磨损率和损耗率，通过提高高压电缆中间接头制作质量，降低了电力工程使用过程中因接头产生的电力损耗，符合绿色节能建筑的要求，为节能减排和降低碳排放作出积极贡献。

参考文献

- [1] 钟闯洋. 冶金电气工程电缆敷设研究[J]. 造纸装备及材料, 2022, 51(11): 132-135.
- [2] 阳林, 李昭红, 郝艳捧, 等. 工作温度和绝缘温差约束下的高压直流电缆接头载流量计算[J]. 电力系统自动化, 2016, 40(18): 129-134.
- [3] 陶玉宁, 陈皇熹, 赵国伟, 等. 10kV 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.
- [4] 方春华, 叶小源, 杨司齐, 等. 水分对XLPE 电缆中间接头电场和击穿电压的影响[J]. 华北电力大学学报(自然科学版), 2021, 48(2): 64-72.
- [5] 尹佳宁, 杨文峰, 张宇航, 等. 利用滚轮装置辅助桥架电缆敷设的施工技术[J]. 安装, 2023(4): 47-49.
- [6] 李超, 赵迪, 施志领, 等. 机械化电缆敷设技术的分析与应用[J]. 安装, 2023(1): 35-37.
- [7] 颜龙, 王文强, 赵雯筠, 等. 电缆敷设数量和间距对电缆燃烧特性的影响分析[J]. 消防科学与技术, 2023, 42(3): 293-297.
- [8] 普子恒, 权浪, 郭卫, 等. 基于实体试验的电缆隧道中间接头区域防火措施研究[J]. 消防科学与技术, 2023, 42(4): 508-513.
- [9] 陶玉宁, 陈皇熹, 赵国伟, 等. 10kV 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.

(收稿日期: 2023-05-31)