

# 中等城市 10 kV 电缆入地的探索与实践

雷继革, 刘江波

(运城供电分公司, 山西 运城 044000)

**摘要:** 结合工程实例, 围绕电缆敷设方式选择、穿管敷设、隧道敷设、工作井、与街道交叉、电缆选择、电气接线及电气设备、阻燃与防火等方面, 介绍了中等城市 10 kV 电缆入地工程设计的几个方面。

**关键词:** 中等城市; 10 kV 电缆入地; 探索; 实践

**中图分类号:** TM 726.4

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1671-0320(2003)增刊 2-0048-04

电缆敷设于地下, 不占地面空间, 有利于市容美观; 而且同一地下电缆通道, 可以容纳多回线路, 输送容量的适应性强; 受自然条件(如雷电、风雨、盐雾、污秽等)和周围环境对电缆的影响较小, 配合环网柜、分接箱等设备, 可进行多线路联络, 形成 10 kV 配电环网, 运行方式较为灵活, 可大大减少停电次数和停电范围, 使得配网供电可靠性得以提高。

## 1 电缆敷设方式的选择

电缆敷设方式应视工程条件、环境特点和电缆类型、数量等因素, 且按满足运行可靠、便于维护的要求和技术经济合理的原则来选择。电缆的敷设方式一般主要有直埋敷设、穿管敷设、电缆沟敷设、隧道敷设等。

直埋敷设方式, 一般较易实施, 具有投资省的显著优点, 但因易受外力破坏、老化和事故后不易更换、敷设后无法检修的局限, 不宜在城市主干线中进行采用, 可用于电缆支线或用户线。电缆沟敷设较为普遍, 但运行时间长后, 沟盖板易发生断裂和破损不全, 地面水易溢入沟内, 对地面美观影响较大。

经过对各种敷设方式的分析, 结合运城城市地下水位高、城市排水系统不畅, 经常出现地面积水的现状, 运城城区的敷设方式侧重于穿管敷设和隧道敷设 2 种方式(我们以下也主要对这 2 种方式进行

探讨), 其各具特点, 综合比较情况见表 1。

我们采用海泡石纤维水泥电缆管又做了经济核算, 敷设 10 根电缆管每延米的综合造价与 1.0 m 宽  $\times$  1.8 m 高隧道每延米的综合造价比较接近, 所以我们认为如下。

a) 在电缆回路数较少(规划 10 回路及以下), 电力负荷增长较慢区域; 或地下障碍物较多, 负荷增长空间较小区域, 如老城区, 应优先考虑采用穿管敷设方式。

b) 在电缆回路数较多(规划 10 回路及以上), 电力负荷增长较快, 负荷比较重要区域; 或地下障碍物较少, 负荷增长空间较大, 如新城区, 变电站出线应优先考虑采用隧道敷设方式。

## 2 穿管敷设方式

若确定采用穿管敷设方式, 则管材的选用又是一项重要工作。电缆保护管必须是内壁光滑无毛刺, 应满足使用条件所需的机械强度和耐久性, 目前国内外电缆保护管材质种类不少, 有钢制保护管、陶瓷制管、聚乙烯波纹管、水泥管、氯化聚氯乙烯管等。钢制保护管、陶瓷制管价格高, 接头均不好处理; 聚乙烯波纹管挠度大, 不宜采用在多根并列敷设的地段; 普通水泥管内壁粗糙, 电缆敷设难度大, 容易损坏电缆。根据工程实际使用情况, 考虑造价和施工诸多方面因素, 推荐使用价格相对比较低廉、强度较大挠性小的纤维水泥电缆管或埋地式电力电缆用氯化聚氯乙烯(CPVC)保护套管。

纤维水泥电缆保护管主要有河北省吴桥天马纤维水泥制品有限公司和青岛第二石棉制品厂生产, 系用水泥和维纶纤维为主要原料经制管机卷制成的轻质非金属管材, 价格低, 每米仅 20 元~ 40 元; 该

收稿日期: 2003-08-25, 修回日期: 2003-10-09

作者简介: 雷继革(1971-), 男, 山西运城人, 1990 年毕业于山西省建筑工程学校工民建专业, 工程师;  
刘江波(1965-), 男, 山西运城人, 1988 年毕业于太原工业大学电力分院电力系统及其自动化专业, 高级工程师, 生技科副科长。

表 1 工种主要敷设方式对照表

项目	优点	缺点
隧 道 敷 设	1. 通风散热情况好, 电缆载流量大, 输送容量多, 利于长期安全运行。	1. 排水问题较难解决。
	2. 运行维护与检修非常方便, 特别是容易发现事故隐患和事故故障点, 容易抢修, 缩短事故原因停电时间。	2. 投资比管道大。
	3. 可以容纳多回线路, 适用性强	3. 路径适应性较差, 不适用于道路跨越或廊道困难地区。
	4. 不易遭受外力破坏。	4. 电缆防火较难解决, 防火措施投资大。
	5. 一般为砖混结构, 本地有材料, 施工工艺简单, 施工质量可靠。	
	6. 电缆施工周期短, 比较容易施工。	
	7. 电力系统内部运行经验多, 易于管理。	
	8. 适用于街道通直, 特别是新城区, 回路数较多, 负荷重要地区。	
穿 管 敷 设	1. 土建费用一般比隧道投资较省。	1. 通风散热情况差, 电缆载流量小, 输送容量少, 不利于长期安全运行。
	2. 路径适应性较好, 特别适用于跨越道路和廊道困难地区, 如老城区。	2. 运行维护与检修不方便, 特别是不容易发现事故隐患和事故故障点, 抢修困难, 延长事故停电时间。
	3. 电缆防火较好解决, 防火措施投资小。	3. 排管敷设后, 不能再增加电缆根数, 适应性差。
		4. 在全国范围, 遭受外力破坏逐年呈上升趋势。
		5. 管道非本地生产, 价格昂贵 (50 元/m), 供货周期长、运输量大。
		6. 电缆施工难度较大。
		7. 每隔 50 m 需要一个直线工作井。
		8. 工作井也存在排水问题。

保护管内壁光滑、磨阻小、耐热防火性能好, 并具有非磁性、抗腐蚀、强度高、不老化等优点, 该保护管我们在中银大道电缆工程中进行了试用, 效果良好。

氯化聚氯乙烯 (CPVC) 保护套管属于科技含量较高的新产品, 价格与前者基本接近, 但具有质量轻、施工安装方便、接头采用管胶粘合不漏水、管质抗水性能优越、管材耐腐蚀、绝缘好、内壁极为光滑、无污染等优点, 根据国家塑料制品质量监督检验中心出具的检验报告, 强度与水泥电缆管也基本接近, 可以满足地理要求。实际施工中可以根据不同情况和当地价格, 选用以上 2 种管材。另外, 设计与施工还需注意以下几点。

- a) 每根保护管宜只穿一根电缆。
- b) 管的内径, 不宜小于电缆外径的 1.5 倍。
- c) 在人行道或其它不过载重车辆的场所, 采用

直埋, 管路顶部土壤覆盖厚度不宜小于 0.7 m; 在通过公路、铁路和穿过有重型车辆的场地时, 采用混凝土包封。

d) 沟底应做 100 mm 厚的混凝土基础, 管外径距基础边不小于 100 mm; 若同其它管道交叉或遇砂石土层, 应采用钢筋砼基础。

e) 管壁之间的距离应不少于 40 mm, 最上层管顶部 400 mm 和最外层管两侧 200 mm 范围, 应采用过筛细土或砂土回填。

3 隧道敷设方式

考虑检修及施工人员在隧道中的通行, 隧道净高选取为 1 900 mm; 与其他沟道交叉的局部段净高, 可降低为 1 400 mm。隧道中通道的净宽, 当采用两侧支架时, 选取为 1 000 mm 当采用单侧支架时, 选取为 900 mm。

电缆支架最上层支架至顶板净距选取为 300 mm, 最下层支架距底板选取为 200 mm, 支架层间垂直距离一般为 250 mm。电缆支架沿隧道每 800 mm 设置 1 套, 在侧壁砖墙砌筑时, 预埋 2 根燕尾螺丝。电缆主架采用 L 50 × 5 镀锌角钢, 当每层支架考虑敷设一根电缆时, 层架采用 L 40 × 4 × 200 镀锌角钢; 当每层支架考虑敷设二根电缆时, 层架采用 L 40 × 4 × 350 镀锌角钢。电缆层架与主架采用焊接。

沿隧道通长设置一 40 × 4 镀锌扁铁作接地, 接地扁铁与每根主架焊接; 在有电缆分接箱和环网柜的工作井采用 4 根 L 40 × 4 的角钢埋地 1.5 m 作接地极, 接地极引上镀锌扁铁与沿隧道通长设置镀锌扁铁焊接。

隧道内应能排水畅通, 隧道应比工作井底部高出 500 mm 以上, 并应向一侧工作井有不小于 0.5 % 的坡度。

隧道每隔 50 mm 宜设置一个安全孔 (人孔), 安全孔直径不小于 700 mm, 一般安全孔可不设置爬梯, 检修人员可利用电缆支架上下隧道。

隧道一般采用砖砼结构, 侧壁一般采用 370 mm 厚砖墙, 隧道底部和顶板一般采用现浇钢筋混凝土。

4 工作井

工作井是人可以经常顺利出入, 以安置电缆接头、电气设备等附属部件或供牵拉电缆作业所需的小室式电缆构筑物。无论选择穿管敷设还是隧道敷设, 工作井的设置和大小, 对电缆施工运行和工程造价, 都有很大的影响。

穿管敷设施工检修和分支都不方便,可考虑每 50 米设置一个小工作井,每 200 m~300 m 设置一个大工作井。小工作井主要是巡视,电缆施工时中间加力使用,考虑常用最粗电缆(240 电缆)裕度绕圈,净尺寸为 2.8 m×2.8 m;大工作井主要是电缆施工敷设、牵引时使用,净尺寸为 2.8 m×4.4 m(顺敷设方向为 4.4 m)。工作井底部应比最下层保护管低 500 mm 以上。

隧道敷设施工检修和分支都较方便,可只在隧道的终端、过街顶管以及需设置分接箱、环网柜的部位设置工作井,工作井尺寸也只考虑最粗电缆裕度绕圈,净尺寸为 2.8 m×2.8 m。

所有工作井应在人孔下方设置不小于 500 mm 长、500 mm 宽、500 mm 高的集水坑,工作井底板应向集水坑有不小于 0.5 % 的排水坡度。

## 5 与街道交叉

电缆路径一般位于人行道上,但与街道交叉是非常普遍的现象。在老城区、交通重要的街道施工时,政府一般要求尽量减少破路、杜绝严重影响交通,所以穿越街道应采用地下顶管工艺。当一处横穿街道电缆数量较少时,可考虑一根电缆顶管一根,顶管管材选用加厚的 200 mm 钢管,完全使用机械顶进的施工方法;当一处横穿街道电缆数量较多时,考虑多根电缆使用一根顶管,一般采用直径不小于 800 mm 的砼管,采用机械顶进和人工掏挖相配合的施工方法。

顶管的设置应与工作井的设置综合考虑,可调整工作井的深度,保证顶管一侧必须进入工作井;在顶管施工前,必须仔细查看地下管线测量资料,熟悉掌握地下情况,尽量避免破坏地下已有管线。

## 6 电缆的选择

电力电缆的品种和规格有上千种之多,分类方法多种多样。通常按电缆的绝缘和结构不同,分为纸绝缘电缆、挤包绝缘电缆和压力电缆 3 大类。纸绝缘电缆是绕包绝缘纸带后浸渍绝缘剂(油类)作为绝缘的电缆,是一种古老的电缆品种;压力电缆是在电缆中充以能够流动、并具有一定压力的绝缘油或气的电缆,一般可用于 63 kV 及以上电压等级的电缆线路;目前 10 kV 及以下电缆线路中常用的电缆挤包电缆又称固体挤压聚合电缆,是以热塑性或热固性材料挤包形成绝缘的电缆,主要有聚氯乙烯(PVC)电缆、聚乙烯(PE)电缆、交联聚乙烯(XLPE)电缆和乙丙橡胶(EPR)电缆等。

交联聚乙烯电缆是 20 世纪 60 年代以后技术

发展最快的电缆品种,其制造周期较短、效率较高、安装工艺较为简便、导体工作温度可达到 90℃。由于制造工艺的不断改进,使得交联聚乙烯电缆产品具有优良的电气性能,完全能满足城市电网建设和改造的需要,产品价格呈逐年下降趋势(在我们最近的工程中,240 铝芯和 240 铜芯电缆每米价格已分别低于 100 元和 200 元),价格也有很大优势,我们在城区的电缆工程中全部选用了三芯交联聚乙烯电缆 YJLV 22 和 YJV 22 系列产品。

电缆截面和导体,按持续工作电流确定。考虑施工和综合造价,选用电缆截面不应超过 240,如果根据计算超过 240 截面,应考虑调整接线方式,改由两根以上电缆并列供电。电缆导体优先采用铝芯,但在变电站出线、廊道紧张、负荷较大区域可酌情使用铜芯电缆。

## 7 电气接线方式及设备

一般街道最少采用两根主干电缆供电,一根电缆沿线串接大量分接箱,然后由分接箱向各用户供电,带沿线主要负荷;一根电缆根据电缆制造长度沿线串接少量分接箱,只带沿线一些重要负荷,与环网柜联络,在事故情况下转供其它线路负荷。

环网柜一般设置在十字街口,作为主干线路联络之用,一般不带用户,普通选用四路进出线带负荷开关形式,负荷开关为三位置,可分运行、拉开、接地 3 种方式,进出线额定电流为 600 A。

分接箱根据电气接线、沿线用户及所处位置,分为一路进线带负荷开关和不带负荷开关 2 种,可以满足不同环网供电方式,均为二路进线,额定电流为 600 A;多路出线,额定电流为 200 A。

电缆分接箱、环网柜体积较小,取得市城建局同意安装于沿线工作井之上;箱式变压器体积较大,安装于规划红线以外。

## 8 电缆的阻燃和防火

电缆是一种可燃物,构成电缆的材料中有一大半为高分子聚合材料,在一定温度下会熔融,当局部电缆着火燃烧而产生高温,达到或超过邻近电缆引燃的温度时,就会导致电缆群体延燃,严重的还会将相连的电器设备全部烧毁。电缆火灾事故无论是受外界火源引起还是由电缆自身故障造成,都具有火势猛、蔓延快、抢救难、损失严重等特点,因此可以说,电缆运行中的防火问题是影响电缆安全运行的一个十分重要的问题,设计必须充分重视。电缆着火的原因多种多样,目前还难以从根本上加以杜绝,只能从采取阻燃和防止着火的措施出发,予

以防范。

直埋敷设方式的阻燃和防火措施较为简单, 投资较少。首先在所有工作井的进出线管口均需采用 FZD-II 型非硬化阻燃堵料封死, 堵料在管口填充长度不得小于 200 mm, 并在工作井段所有电缆上施加 3 遍 A 60-Q 改性氨基电缆防火涂料; 然后有分接箱、环网柜的工作井(隧道与此相同), 在井内顶板分接箱开口处及箱式变压器工作井在井内顶部不锈钢通风窗下, 采用 YJ 型阻燃隔热板设置一道水平防火墙, 并在紧贴防火墙下部的每根电缆上设置 1 m 长纵向 YJ 型阻燃槽盒一个, 盒内空隙用 FZD-II 型非硬化阻燃堵料填充密实, 阻燃槽盒采用 L 40×4 镀锌角钢根据井内情况固定于距离最近的井壁上。

隧道敷设方式由于隧道内有大量的可燃物, 所以阻燃和防火较为复杂, 投资也较多。所有进出隧道或工作井、管径在 300 mm 及以下的管口, 均需采用 FZD-II 型非硬化阻燃堵料封死, 堵料在管口填充长度不得小于 200 mm; 在电缆分支处、长距离隧道中相隔约 200 m 或通风区段处、至控制室或配电装置的沟道入口等部位, 各采用 YJ 型阻燃隔热

板设置一道纵向防火墙加防窜燃挡板, 并在防火墙紧靠两侧各 5 m 每根电缆上施加 3 遍 A 60-Q 改性氨基电缆防火涂料; 长距离隧道中相隔 1 000 m, 采用 YJ 型阻燃隔热板设置一道带门(遇烟火可自行关闭)纵向防火墙, 并在防火墙紧靠两侧各 5 m 的每根电缆上施加 3 遍 A 60-Q 改性氨基电缆防火涂料; 工作井段的所有电缆上施加 3 遍 A 60-Q 改性氨基电缆防火涂料。

## 9 结束语

随着社会的发展, 科学技术的不断前进, 中等城市 10 kV 电缆入地的经验会更多、技术会更加成熟。因此, 只有不断加强学习, 充分掌握国内外动态, 才能搞好城市 10 kV 电缆入地的各项工作。

### 参考文献:

- [1] 曹欣春. 电力线路工程技术标准规程应用手册 [M]. 北京: 光明日报出版社, 2003.
- [2] 史传卿. 电力电缆安装运行技术问答 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2002.
- [3] 国家电力公司电力机械局, 等. 电线、电缆及其附件实用手册 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2002.

(责任编辑 高清平)

## Probe and Practice of 10 kV Cable Laying in Middle-sized City

LEN Ji-ge, LIU Jìng-bo

(Yuncheng Power Supply Company, Yuncheng, Shanxi 044000, China)

**Abstract** Combined with engineering design, It introduced through laying mode selection of 10 kV cable, its drilling laying, tube laying, working well selection, electric connecting and device, burning proof, fire proof etc

**Key words:** middle-sized city; 10 kV cable laying underground; probe; practice

(上接第 44 页)

置控制电缆夹层, 并于隔墙上安装防火门与电力电缆夹层相通, 从而达到与电力电缆既分隔又联系的目的。

## 6 结论

110 kV 城中全屋内变电站设计中整体布置、

设备选型、通风系统及消防系统等问题的研究, 与常规变电站的设计相比, 以上阐述只是对全屋内变电站设计进行了初步探讨。全屋内变电站的设计我国起步较晚, 我室更是刚刚开始尝试, 整体布置、设备选型、通风系统及消防系统等设计还是新课题, 有待进一步总结及完善, 我们将继续努力, 把设计工作更深入地进行下去。

(责任编辑 高清平)

## Probe into Matters Concerning the Design of 110 kV Indoor Transformer Station

HAO Zhi-fang

(Yangquan Power Supply Company, Yangquan, Shanxi 045000, China)

**Abstract** By reviewing the designing work on a specific 110 kV Kilovolt metal-shaped transformer substation, the article makes a detailed description of overall layout of this type of transformer substation, its equipment shape, and some of the problems concerning the ventilating systems of the indoor transformer substation equipments, its fire-fighting systems and grounding lightning protection and finally remark on the above matters

**Key words:** 110 kV Kilovolt metal-shaped transformer substation; overall layout; equipment selection; special matters