

[配电线路]

城市配电线路电缆化改造与施工

文/雒秦光
中机中联工程有限公司

为切实提升城市配电线路电缆化改造与施工质量，满足城市用电供给需求，促进城市化进程的高速发展，对城市配电线路电缆化改造与施工进行分析与研讨，阐述城市配电线路电缆化改造施工案例，分析城市配电线路电缆化改造与施工措施，供参考与借鉴。

我国城市电力线路的发展一直比较滞后，随着社会的进步，用电需求的增加，传统的配电线路已不能满足需求。因此，城市配电线路电缆化改造成为必然趋势。配电线路电缆化改造是在原有的电力架空线、电力电缆线路基础上，将电力电缆用于城市配电网中。因此，施工人员需要切实做好施工准备工作，并制定详实的施工方案，切实保证城市配电线路电缆化改造与施工的质量与效率，满足城市化发展需求，促进城市电力领域的健康可持续发展。

工程案例综述

随着城市化进程的不断加快，城市中的配电线路变得越来越多，当前城市中配电线路的高低压线路主要以架空形式为主。城市架空输电线路遇到雷电过电压作用后，出现跳闸及短路，甚至是供电中断等现象。由于架空输电线路长时间暴露，受到湿雾以及雨淋的影响，极易出现安全事故，导致城市用电供给出现问题。对城市配电线路进行电缆化改造与施工，是有效解决该问题的重要举措。

本文以当地城市配电线路电缆化改造与施工项目为例进行阐述。电缆化改造及施工项目于2020年立项，改造周期7个月。所有电力设备全部安装完成后借助电缆通电试运行12 h，一切正常，全线电缆投入运营，没有出现任何故障。

施工中，选择交联聚乙烯绝缘钢带铠装电力电

缆作为高压电缆，不仅耐高温而且耐压性强，制作简单，可以承受一定程度的敷设牵引力；选用聚氯乙烯绝缘钢带铠装电力电缆作为低压电缆，不仅防腐性相对较强，而且安装简单。

城市配电线路电缆化改造与施工

随着城市的发展，新建高层建筑越来越多，居民小区、写字楼及商业街等公共建筑的增多，导致现有配电网的结构和容量已无法满足日益增长的用电负荷需求。城市配电线路电缆化改造是解决这一问题的有效途径。

1. 切实做好改造与施工前准备工作

随着我国经济的发展，电力需求不断增加，传统的电缆线路已无法满足当前需求，因此城市配电线路电缆化改造成为必然趋势。在进行城市配电线路电缆化改造与施工过程中，由于施工技术相对复杂，对施工人员的技术水平要求较高，因此需要做好施工前的准备工作。

1) 进行现场实勘。对城市配电线路进行改造不能对原有配电线路的安全水平造成影响，也不能影响城市电网的配电安全。在对改造范围进行设计时，需要对改造影响范围以及电网结构的需求进行考量。因为城市配电线路改造工程较复杂，所以在进行改造施工之前，需要对现场进行实勘，一切工作从实际出发。要认真调查，对城市配电线路电缆化改造现场的周围环境进行分析，尤其是地质水文

以及气象等诸多内容。并对城市配电线路的耐雷击水平进行分析,根据施工现场的实际情况,对改造施工中可能发生的问题进行预估,并针对预估的问题制定应对措施。

2) 进行可行性分析。在对城市配电线路进行电缆化改造施工前,需要对施工设计方案的可行性进行分析,切实保证设计方案的经济适用性以及技术可行性,规避改造风险,降低改造成本,保证城市配电线路电缆化改造施工的顺利完成。

3) 切实遵守改造原则。在对城市配电线路进行电缆化改造与施工时,需要始终秉承着基本改造原则,倘若原始的配电线路为纯架空线路,对其进行电缆化改造,则需要注意以下事项:①对纯架空线路中长度较短的线路进行全电缆改造;②针对长度较长的线路,需要将电缆化改造至一侧变电站,或者至少改造成为一个完整的电缆交叉互联段。若原始配电线路为混合线路,则需要考虑两个方面:一方面需要对架空部分进行电缆化改造,将改造点至原始线路的电缆塔之间的线路改造成电缆线路;另一方面,针对原始电缆位置,使用电缆换电缆的形式进行改造。

4) 在进行配电线路电缆化改造前,应编制详细的施工组织设计。施工组织设计应根据所改造配电线路的实际情况进行详细的现场调查,收集有关资料,确定配电线路电缆化改造的范围和规模、电缆敷设方式及电缆路径、电气设备选型及布置方案等。施工组织设计应包括以下内容:

1) 施工范围。根据已有配电线路的情况、电缆化改造后对供电可靠性的影响以及对供电可靠性要求的高低,确定配电线路电缆化改造范围。

2) 敷设方式。根据现场情况确定配电线路敷设方式。

3) 电缆路径。根据现场实际情况确定电缆敷设路径,包括明挖、暗挖、顶管及非开挖等多种方式。

4) 电气设备选型及布置。根据配电线路改造后对供电可靠性要求的高低,选择所需的电气设备型号及布置方式。

5) 施工机械、车辆计划。根据施工需要制定施工机械、车辆计划,并安排好运输路线。

6) 人员计划。根据施工计划确定参与人员名

单,明确各岗位的工作任务及职责。

7) 安全措施。制定安全措施和应急预案。

2. 电缆敷设

电缆需要以蛇形敷设在电缆沟中,并放置上下两层的支撑架,上层支撑架放置高压电缆,下层支撑架放置低压电缆。高压电缆的分接箱需要安装在电缆沟上,并使用砖砌的形式对其底座进行修筑,接地与电缆沟接地相连接。需要对当地后期的经济发展水平进行预估,因为当地后期的经济发展会使配电线路的负荷增加。各分接箱需要预留出分支接头及主接头,变压器低压侧与低压主干电缆需要借助电缆分接箱进行连接。由分接箱将低压分支电缆引出。

在进行敷设时,必须对电缆沟进行详细的检查,保证电缆沟没有积水,同时使用混凝土填充电缆沟。在敷设电缆时,必须确保电缆的绝缘性良好,这样可以保证施工过程中不会出现任何安全问题。此外,在对电缆进行敷设时还必须确保整体结构的稳定性,避免出现结构松动等情况。在敷设电缆时,还需要注意其与地下电缆的间距,为了保证施工质量,必须确保与地下电缆的间距不小于40 cm。在对地下电缆进行敷设时,必须将地下电缆敷设完成之后才能进行下一步施工。同时还需要对地下电缆的管沟进行详细检查,保证其质量符合标准要求。

除此之外,在敷设电缆过程中,需要注意以下事项:

1) 为了确保电缆的安全,在敷设时要严格按照相关要求。在敷设前要对电缆进行检查,尤其是对接头部分进行检查,防止出现问题影响整个工程的进展。

2) 在电缆敷设过程中,要按照一定的顺序进行,以免出现混乱现象。需按照图样进行敷设,避免出现差错。

3) 由于电缆数量较多,在敷设时需要根据图样来进行。在敷设电缆过程中,要将电缆按顺序排列,避免出现交叉现象。当发现其中电缆的位置不合适时可进行调整。

4) 为了确保城市配电线路电缆化改造工作进行顺利,要注意以下几点:一是严格按照相关规定进行施工;二是保证施工安全;三是严格按照施工图

样要求来实施；四是提高施工人员专业素质和职业素养。

3. 电缆接头施工

根据设计图样制作电缆接头，要严格按照设计图样进行，保证接头位置和尺寸符合要求。在安装电缆接头时，要保证接头部位绝缘良好，防止在施工过程中出现安全问题。另外，在安装过程中要保证接头部位不受外力影响，导致接头损坏。在施工过程中，要根据实际情况调整电缆接头，当电缆头位置与设计位置有偏差时应及时进行调整。在实际操作中，要按照一定顺序进行安装，主要包括接线、穿管、连接等。首先连接电缆头处的接线端子，然后安装中间接头，最后再安装终端头。电缆头安装完成后要进行检查和调整，确保符合要求。如果发现有问題应及时处理和更换。另外要对电缆头的长度进行测量和计算，当出现偏差时应及时进行调整。

4. 电缆盘安装

电缆盘的制作应符合设计要求，并有相关的质量检测报告。应保证电缆与盘架接触良好，确保连接处无松动、无毛刺、无明显变形。电缆盘的安装应按照设计要求进行，并保证安装后能满足运行要求。电缆盘安装时应注意以下事项：

1) 电缆盘应固定在牢固的支架上，注意对绝缘电阻的检测，电缆盘的接地或接零保护装置必须完好。

2) 电缆固定。由于在施工过程中会存在一些不可预见因素，在实际施工中应尽量减少或避免对原有线路造成影响。如果无法避免必须对原有线路进行改动，须对原有线路进行封堵处理并采取必要的保护措施。在进行改造施工时应尽可能将改造区域内的电源断开。

3) 保护装置安装。对于城市配电线路中采用地下或架空方式敷设的配电线路，在进行改造施工时应尽量避免将原线路上的保护装置拆除。如果无法避免，则必须更换原保护装置，在新安装好的保护装置上进行封堵处理，并采取必要的保护措施。

5. 构建配电线路电缆化改造施工风险评价体系

根据风险识别以及施工风险因素清单构建指标体系，实际指标见表1。

由表1可知，人员因素中涉及自身条件、技术水

平以及工作经验。其中人员自身条件指施工人员的生理状态，技术水平指施工人员的实际作业水平，施工经验是考虑施工人员在面对一些突发情况时的应对与处理。设备因素中涉及设备的性能、保养以及负荷三个方面。其中设备性能指设备可以满足电缆化改造施工的基本要求，设备保养关乎机械设备的作业率以及故障率，设备负荷与设备的运行时间以及使用寿命息息相关。环境因素主要对施工作业环境中额定地质水文条件以及周围环境进行考量。配电线路电缆化改造的范围较大，涉及施工区域的地质水文条件各不相同，所面临的施工风险也需要全面考量。管理因素中主要涵盖安全管理、施工管理及人员管理。

表1 配电线路电缆化改造风险指标

项目	一级风险要素	二级风险要素
配电线路电缆化改造风险	人员因素	施工经验
		施工人员状态
		施工技术
	设备因素	施工设备
		设备保养
		设备负荷
	环境因素	水文条件
		地质条件
		作业环境
	管理因素	安全管理
		教育情况
		人员配备
		安全监管

配电线路电缆化改造工程的风险评价指标可以借助程度语言进行分级，指标为

$$V = \{v_1, v_2, \dots, v_m\}$$
 (1)

式中， $v_1 = \{\text{高, 较高, 一般, 较低, 低}\}$ ； $v_2 = \{\text{很高, 高, 稍高, 中等, 稍低, 低, 很低}\}$ ；一般情况下 m 取值为 5 ± 2 。

根据风险评价等级，明晰施工风险的标度值，根据标度值确定指标的等级。

在对某一个改造对象进行风险评估时，需要根据风险评估目的明晰评价对象的主要因素，倘若评价主体存在 m 个主要因素，并使用 $u_1, u_2, \dots, u_m$ 表示，则 $U = \{u_1, u_2, \dots, u_m\}$ 便是评价主体的因素集。

6. 验收

1) 电缆的测试应以不带电作业为原则，一般情

况下，应由电力部门或电缆专业人员完成，在满足安全要求的前提下，可由施工单位完成。

2) 电缆在敷设过程中及敷设后应进行外观检查，包括外观有无破损、弯曲和损伤等情况。检查电缆护层绝缘电阻值是否符合设计要求；电缆护层绝缘电阻值是否符合设计要求。

3) 电缆敷设后应进行电压试验，检查其是否符合设计要求。当电缆试验电压超过额定值时，应查明原因，及时处理。

4) 电缆敷设完毕后应进行验收，检查其长度、截面、连接方式等是否符合设计要求；绝缘电阻值是否符合设计要求；有无断路或短路现象等。

结束语

随着我国经济的发展，电力需求也在不断增加，传统的配电线路已经无法满足当前需求，城市配电线路电缆化改造成为必然趋势。因此，需要了解配电线路电缆化改造与施工中需要注意的问题，并在此基础上制定科学合理的施工方

案。EA

(收稿日期：2023-08-22)

参考文献

[1] 石隆吉, 闫康. 10 kV及以下供电线路线路损坏及应对措施研究[J]. 江西电力职业技术学院学报, 2022, 35(6): 10-11, 14.

[2] 吴文庆. 城市配电网配电线路设计优化对策[J]. 电子测试, 2021(4): 131-132.

[3] 杨鹏, 李锦, 余伟, 等. 城市架空配电线路与埋地电缆混合传输系统雷击可靠性分析[J]. 电瓷避雷器, 2020(4): 127-131.

[4] 李明, 姚美菱, 李英杰, 等. 城市道路照明路灯电缆截面的选择和保护[J]. 现代建筑电气, 2020, 11(3): 1-5.

[5] 马兴明, 赵立胜, 毛新宇, 等. 基于变分模态分解和多尺度排列熵的配电网电缆终端局部放电信号特征提取研究[J]. 电气应用, 2022, 41(1): 53-61.

(上接第112页)

采集，巡检人员经过多次读表后，依靠视觉识别技术完成所有指针仪表盘的数据读取，整个巡检过程从2 h缩减到1 h，且准确率提升到90%以上。人工模式下，巡检任务平均需要消耗2~2.5 h，正确率仅为70%，应用视觉识别技术的工业机器人的巡检效率很高，且正确率能够得到保证。人工每天需要对设施巡检两次，耗时较长，且准确率有待提升；工业机器人每天可以进行八次巡检，其效率显著提升。两种巡检工作方式的结果对比见表1。

表1 人工与机器人巡检结果对比

序号	巡检耗时/h			抄表误差/块		
	人工	机器人	差异	人工	机器人	差异
1	2.3	1.1	1.2	14	9	5
2	2.35	1.05	1.3	12	6	6
3	2.5	1.2	1.3	14	5	9
4	2.6	1.24	1.36	10	5	5
5	3.1	1.3	1.8	15	4	11
6	2.8	1.33	1.47	12	4	8
7	2.85	1.2	1.65	15	4	11
8	3	1.18	1.82	15	4	11

结束语

基于工业机器人的视觉识别技术，有效推动了智能化设施运维项目的发展，将视觉识别系统集成在机器人平台中，可高效完成设施的运维巡检，提高设施运维的智能化作业水平。经过验证分析后得知，基于机器人的视觉识别技术可读取准确的仪表数据，经过图像预处理与特征提取后，可提高设施运维管理效率，缓解人员巡检压力，避免仪表损坏。EA

(收稿日期：2023-08-14)

参考文献

[1] 侯毅, 柴艳丽, 王剑昆, 等. 基于视觉识别技术的手持式数字万用表自动校准装置[J]. 计测技术, 2023, 43(2): 118-127.

[2] 万乐. 视觉识别技术在钢铁企业自动化生产中的应用[J]. 农业工程与装备, 2023, 50(2): 40-41.