

关于提高城区电力光缆运行质量的研究

卢兵*, 蔡蕊, 苗勇, 王子腾, 姚亚青, 刘宁, 史东方, 种诗禹, 罗翔

(国网河北衡水供电公司信息通信分公司, 河北衡水 053000)

摘要: 文章主要从城区光缆当前的运行现状、存在的共性问题和方案设计思路³ 方面进行研究, 确定了政企联动、企企合作和专业协同的工作模式, 并结合工程实例进行论证。对于以后的城区电力光缆的日常运维、施工、路由优化工作等方面具有一定的借鉴作用。

关键词: 城区; 电力光缆; 路由优化; 电力通信

中图分类号: TM75

DOI: 10.13882/j.cnki.ncdqh.2503A047

CSTR: 32400.14.ncdqh.2503A047

Study on Enhancing the Operational Quality of Urban Power Optical Cables

LU Bing*, CAI Rui, MIAO Yong, WANG Ziteng, YAO YAqing, LIU Ning, SHI Dongfang, CHONG Shiyu, LUO Xiang
(State Grid Hebei Hengshui Power Supply Company Information and Communication Branch, Hebei Hengshui 053000, China)

Abstract: This paper shares insights into the management of urban fiber optic cables. It focuses on three aspects: the current operational status of urban optical cables, common existing issues, and the conceptual design of improvement plans. A collaborative working model is proposed, involving government-enterprise coordination, enterprise cooperation, and professional collaboration, and is validated through an engineering case study. This study offers practical reference value for future operation, maintenance, construction, and route optimization of urban power optical cables.

Keywords: urban power networks; power optical cable; route optimization; electric power communication

0 引言

电力通信网因其承载着多样化的电力业务而变得越来越重要^[1-4]。电力通信光缆作为电力通信网的基础组成部分, 安全、稳定可靠的特性使其成为电力通信网的主要传输方式, 一旦中断, 会对电网的安稳运行造成重大影响^[5-8]。除此之外, 由于电力光缆处于电力通信网不易管控的亚终端位置, 尤其是城区光缆, 作为某地电力通信网的重要汇聚点, 承载的业务量大、业务种类繁多, 给日常运维工作人员带来较大的维护难度、维护成本和运管疲劳^[9-10]。

为了提高电力光缆运行质量, 文献[11]分析了电力通信光缆典型案例, 并提出了应对措施, 文献[12-13]对“三跨”拆除工作给出了具体方案并进行了验证, 文献[14]对光缆双路由改造进行了研究, 通过双沟道双路由提高电力通信网可靠性, 文献[15]对通信光缆故障时进行了演练分析, 文章[16]通过输电链路和光缆资源共享方式, 优化光缆路由, 提高光缆使用效率。综上, 研究者对于电力光缆相关研究不少, 但是针对城区光缆的具体实施方案却鲜有研究, 本文从电力光缆的实际运维经验中, 结合

收稿日期: 2025-03-19

当前城区的一些具体现状, 给出了一套实施方案, 希望为今后的工程提供一定的借鉴。

1 城区光缆运行现状

1.1 光缆线路组成情况

城区光缆由于其复杂的城市环境和城建要求, 光缆类型主要为 ADSS 光缆、管道光缆和普通光缆, 运行方式较为复杂, 分为架空、直埋、顶管、管廊等, 其中架空以一次线路杆塔为主体同步架设, 为当前城市尤其是老城区的主要建设方式, 在遇到重要路口、场所时须采用直埋、顶管等进行跨路口铺设。

1.2 光缆建设情况

城区一般为当地调度中心所在地, 光缆建设主要以调度机构为中心, 城区各变电站、开关站、配电室等之间进行光缆互联。受限于城区设计、审批、施工等环境限制, 因此出现一根光缆连接多个方向使用的情况, 除此之外, 其他产权单位光缆与电力光缆混杂建设和运维、城市“蜘蛛网”治理工程、园林树木修剪等工作, 导致电力光缆产生过多外破隐患。

1.3 光缆运行情况

近年来, 随着城市建设的加快, 受城市创城、

美化需求，弱电线路均须按照城市统一规划弱电井、入地顶管进行敷设，因此各产权单位的运维矛盾日益激增。另外，电网业务量、种类的不断增长，部分区域光缆资源紧张，瓶颈问题显著，早期城区光缆建设集中于城市主干街道，重新架设新光路极其困难，无法满足骨干网业务需求和配电网光纤专网建设。在电力通信网规划发展上，一是满足电力需求，二是满足城市规划，导致光缆在审批、施工过程中混乱，缺乏完善、统一的规划，电力通信网运行形势非常严峻。

2 城区光缆存在的问题

综合上述光缆运行情况、建设情况和组成情况，结合电力光缆实际运维特点，归纳出城区电力光缆存在以下几点问题。

光缆瓶颈问题。早期建设光缆以 16 芯、24 芯、48 芯为主，随着电网快速发展，重要电力业务实施双重化通信通道保障，占用大量可用纤芯，光缆运行年限增加，部分断芯、纤芯劣化情况时有发生，可用纤芯减少，导致光缆资源紧张，瓶颈问题显著。

光缆运行混乱问题。城区电力光缆架设多为 ADSS 光缆，少数为普通光缆随一次线路同步架设。由于 ADSS 光缆特有的机械特性，可以不借助外力自承式架设，在电力系统广泛应用^[13]，但其他通信厂商使用光缆多数须借助钢丝等物体承重，因此施工过程中为减少投资，未经电力部门许可，其他通信厂商单位借助现有电力杆塔和 ADSS 自承式特性进行捆绑架设，不满足电力相关标准、规程规定，造成光缆混杂架设，不易区分维护。

施工问题。在城区进行单独审批、施工不易实现，且地下管线复杂，顶管作业风险极大。

业务数量、种类繁多问题。城区作为调度机构所在地，业务类型多为汇聚性业务，总体呈现为业务等级高、种类多、数量大，扩容切改时，影响范围广，安全风险较大。

3 城区光缆优化设计思路

优化城区光缆路由、提高光缆运行质量首先要详细梳理城区光缆台账，重点对所属光缆段、光缆类型、入地点、接续点、路径走向等信息进行地毯式核实；然后根据排查结果进行隐患分类；最后联

合多个专业 and 部门进行协同处理。

3.1 全面梳理城区电力光缆台账

电力光缆服务对象单一，主要连接城区不同电压等级变电站和配网专网建设，各供电公司根据资源台账和早期运维人员数据确定光缆所属街道、路径，然后通过光缆普查仪对相关线缆进行测试，在进行多轮测试后确定电力光缆所属区段并对在运光缆做好标识。

3.2 做好光缆隐患台账

根据光缆台账判断所属光缆段是否存在运行隐患。

光缆纤芯充足，但存在多芯中断情形，考虑单芯消缺或者单级杆（塔）段更换光缆。

光缆纤芯出现瓶颈，须重新部署新的光缆满足今后通信网运行。

多家产权单位弱电线缆缠绕一起，影响电力光缆运行，须协商剪除处理。

普通光缆、塑料接头盒等须及时更换并按照城市规划须做入地处理。

3.3 方案确定

根据电力光缆不同的隐患类型，确定具体实施方案，提报检修计划进行隐患治理。

核实电力业务。根据光缆承载影响等级和范围，按照国家电网公司检修管理规定^[17]在相应时间节点提报检修计划，并完成业务影响范围内的会签单填写。

方案实施。在方案实施前，将所承载的通信业务进行迂回或调整，为了避免在实施过程产生纠纷或新的隐患，本文确定 2 种方案。

方案 1：对于普通光缆、接头盒及单芯消缺等隐患，本地光缆专业联合设备专业确定隐患点进行消缺，充分利用各专业在各自领域的优势，实现一二次系统协同工作，减少新的隐患发生。

方案 2：对于须剪除其他产权弱电缆、敷设新的光缆、利用运营商管廊的加强与城市执法人员和运营商单位的沟通，建立联动机制，实现光缆路由优化，提高光缆运行质量。

4 工程实例

4.1 光缆网现状

某地供电公司城区光缆网运行现状，如图 1 所

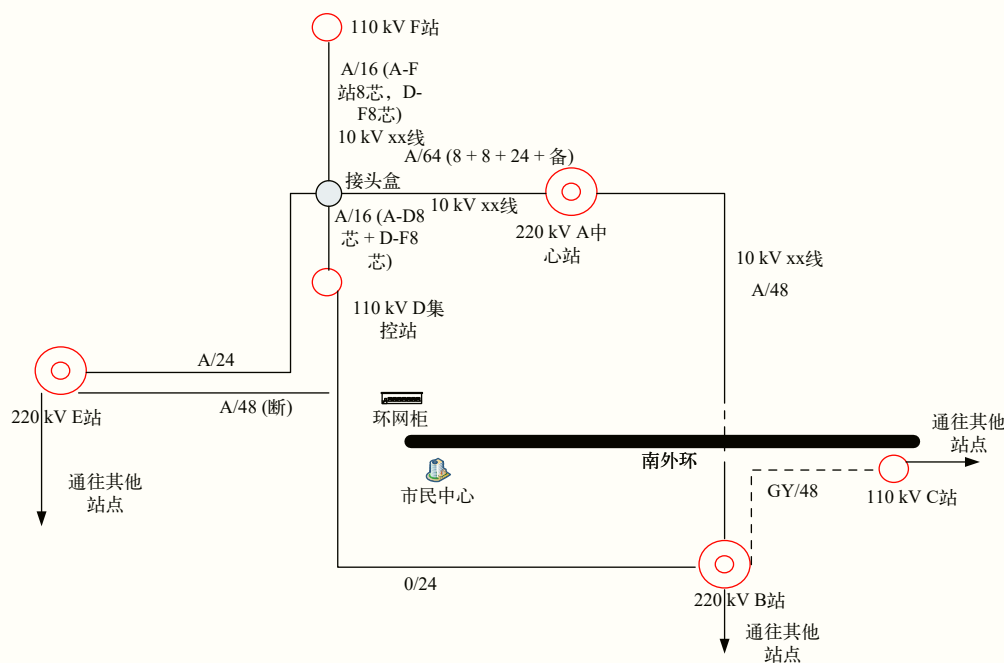


图1 某地城区部分光缆路由情况

示, A 点为地调中心站(省备调), B 站、E 站为城区 220 kV 变电站, D 站为集控站, C 站、F 站为城区 110 kV 变电站, 采用架空方式随一次线路同步架设, 光缆类型为 ADSS 光缆。

图 1 中可见, A 站出 64 芯 ADSS 光缆, 在接头盒处进行分芯使用, 其中 8 芯至 F 站、8 芯至 D 站, 24 芯至 E 站, 剩余 24 芯备用未接。D 站、F 站分别出 16 芯 ADSS 光缆, 其中 8 芯分别与 A 站进行互联, 剩余 8 芯实现 D 站、F 站互联。A 站—B 站 48 芯 ADSS 光缆, 其中在南环路进行顶管入地。B 站—C 站管廊敷设 48 芯阻燃光缆, D 站与 B 站架空敷设 24 芯 OPGW 光缆, E 站 48 芯光缆未成端。图 2 中, 架空敷设光缆比较混杂, 其他通信厂商单位未经电力部门许可, 借助现有电力杆塔和 ADSS 自承式特性进行捆绑架设。

4.2 业务承载情况

根据光缆网运行现状,结合 TMS 系统确定光缆承载光连接情况,现对部分光连接情况进行统计,具体见表 1。

根据表 1 部分光连接内容、TMS 台账以及网管侧业务查询，此区域内光缆承载业务等级包含国网、华北及省市及以下各类业务，业务类型为调度数据网汇聚、综合数据网、自动化等业务，影响程度为瞬断、中断，影响范围较广，应做好防范措施。

表1 某地供电公司城区光缆部分业务承载情况

光缆所属区段	光连接/电路
A站—E站24芯ADSS光缆	× × 国网OTN光连接、× × 华北华为光连接
A站—D站8芯ADSS光缆	× × 站调度数据网汇聚—D站集控站D5000延伸
A站—F站8芯ADSS光缆	F站信息内网、F站调度数据网
A站—B站48芯ADSS光缆	× × 国网OTN光连接、× × 华北华为光连接
D站—F站8芯ADSS光缆	× × 站信息网、F站调度数据网
D站—E站48芯ADSS光缆	施工审批问题未成端、未承载相关业务
B站—D站24芯OPGW光缆	× × 站调度数据网汇聚—D站集控站D5000延伸
B站—C站48芯GY光缆	× × 信息网MIS汇聚点互联业务

4.3 改造需求和方案

通过光缆现状和未来通信网需求，做出如下改造需求和方案：

优化 A 站至 D 站、F 站, D 站和 F 站光缆路由, 消除“一缆多用”的路由隐患, 增加光缆芯数, 提高网络健壮性。

做好政府“房税水电气”同步过户服务，完成 C 站至市民中心电力营销业务搭建（不允许架空），同时 A 站-B 站光缆跨越重大路口南环路（正在拓宽），现有 A 站-B 站 A/48 芯光缆硅管地埋且与一

次线路不同步，拓宽过程易发生挖断隐患。

清除其他通信厂商单位未经电力部门许可，借助现有电力杆塔和 ADSS 自承式特性进行捆绑架设的弱电线缆。

打通 D 站-E 站 48 芯光缆，优化 D 站集控站和 E 站汇聚站的网络架构。

4.4 方案实施

4.4.1 混杂线缆清理

供电公司光缆运维人员联合当地城市执法人员会同广电、公安、运营商等单位对架空线缆产权进行梳理，尽量减少误断造成电力业务非计划中断，同时降低对周边居民用电网、交通灯、摄像头的影响。

尽管已经对相关线缆进行核查，但仍旧存在如下隐患：

线缆运行时间过长，不易区分，导致核查错误，贸然剪断导致周边网络异常；

线缆下方停放上班人员车辆和来往行人，遇到路口跨越时下方人车流量大，直接剪除散落的线缆会砸伤下方车辆、行人并可能造成交通拥堵。

供电公司没有执法权，贸然剪除会产生其他纠纷。供电公司光缆运维人员为确保清理工作高质量完成，确定如下方案：首先，白天与城市管理人员联合工作，协调各单位人员进行线缆核查并做好标示启动备用路由；然后联系配网专业人员凌晨阶段

进行登高（斗臂车）方式剪除，通过在跨路口处进行打耐张处理，防止线缆由于瞬间的张力造成停电或其他影响，同时减少对当地交通的影响，加强夜间施工安全监护；最后核实施工结果，是否出现电力业务、运营商网络等异常，异常发生及时做好抢修恢复，同时清理现场废弃线缆。

4.4.2 光缆路由优化

由于光缆项目的审批单位、产权管理单位、施工单位不同，为避免方案不全造成资源浪费，增加现场风险，某地在进行光缆路由改造提升项目时从 3 个方面进行探索。

企企合作方式。建立与三大通信运营商合作机制，借用运营商地下通信管道完成了 A 站-D 站集控站 96 芯光缆敷设，对城区 220 kV 变电站、集控站、地调中心站等重要站点网络进行了优化，解决了部分假双路由和光缆瓶颈问题。

主配网协调。在进行骨干通信网规划建设时，同时关注终端接入网、10 kV 配电网建设，在本次改造方案中，借助 D 站扩建工程的 10 kV 改造工程和南环路改造涉及的 10 kV 入地工程，通过“搭便车”的方式完成了 C 站-市民中心光缆专网建设和 D 站-F 站光缆改造工程等。

方式优化。及时优化通信运行方式，例如：将原落地 A 站的业务部分挪移到 D 站进行落地，发挥

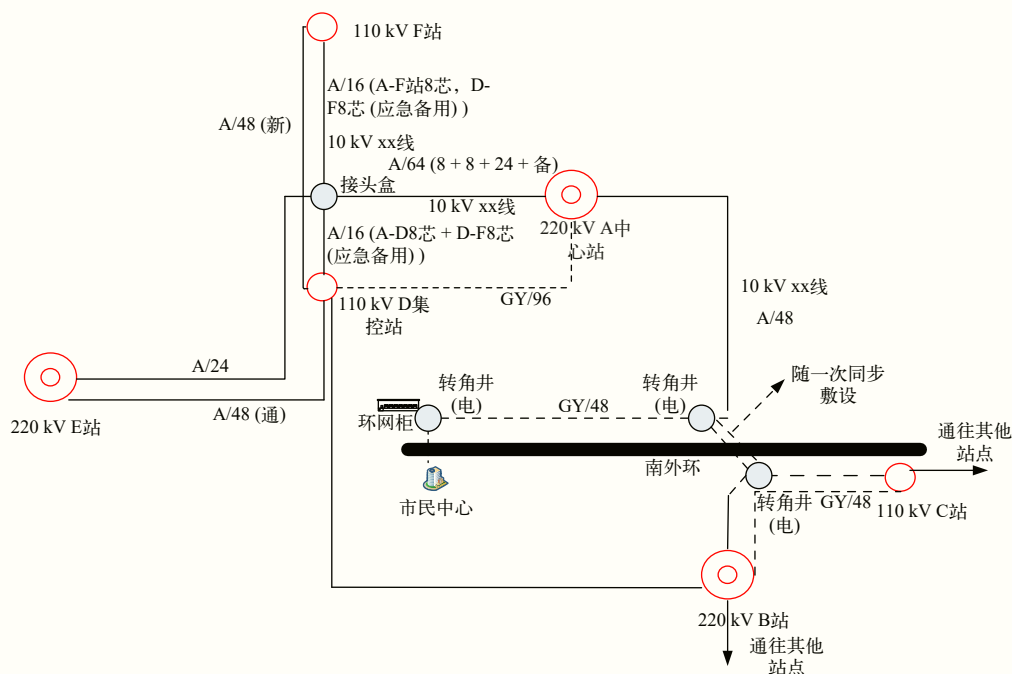


图2 某地城区改造后部分光缆运行情况

集控站作用,分摊业务运行量,其他业务根据实际情况进行方式优化。

改造后城区部分光缆路由,见图2。

改造后,打通D站-E站光缆,A站-E站光缆独立使用,且实现部分业务路由变更为A站-D站-E站,增加A站-E站可用芯数;同时A站-B站光缆在跨南环路时由独立硅管敷设变为与一次同步敷设,并完成C站-市民中心的网络搭建;实现F站-D站新光缆架设,原光缆段作为备用应急路由,使网络健壮性提高。

在进行光缆改造时,还应注意以下几点:

根据台账进行现场勘查和业务核实,并按节点提报检修计划。

涉及到上级业务时,要做好检修计划提报、开工申请等,如本文中A站-B站、A站-E站均承载国网一级干线2个方向的业务,因此切改不可同时进行。

在进行与运营商共用沟道时,做好光缆单管单线敷设,并做好标示标签,同时,与电力电缆同步敷设时,做好线缆分离和防火措施,确保电力通信光缆运行安全。

方式优化过程中,杜绝出现业务假双路由情况,除此之外,工作过程中,按需求下发临时方式,完成后,执行正式方式,删除相关临时电路。

5 结束语

电力光缆作为最基础、最可靠的通信载体,在智能电网建设、发展中变得越来越重要。城区作为城市发展的核心及电网调度、重要业务汇聚点,在电力通信光缆的建设、运维管控工作需要综合考虑各种影响因素,本文针对城区电力光缆的运行现状和共性问题,给出了政企联动、专业协同、企企合作等方式来优化城区光缆路由,增强通信网健壮性,而在实际工作中,往往须几种方式联合进行。

参考文献

- [1] 耿子惠,崔力民,舒勤,等.基于TOPSIS算法的电力通信网关键节点识别[J].电力系统保护与控制,2018,46(1):78-86.
- [2] 王志强,吴庆,张拯,等.基于异常分析的电力信息通信系统运维策略[J].陕西电力,2016,44(4):84-87.
- [3] ANCILLOTTIE, BRUNOR, CONTIM. Theroleofcommunicationsystemsinsmart grids, architectures, technical solutions and research challenges[J]. Com

puterCommunications, 2013, 36(17-18):1665-1697.

- [4] 狄立,郑征,夏旻,等.基于快速密度聚类的电力通信网节点重要性评估[J].电力系统保护与控制,2016,44(13):90-95.
- [5] 刘华芬,林正华,侯颖.电力输电线路改造工程通信过渡方案研究[J].电力信息与通信技术,2019,17(2):61-66.
- [6] 高会生.电力通信接入网可靠性影响因素分析[J].电力信息与通信技术,2014,12(11):1-6.
- [7] 王先培,田猛,董政呈,等.通信光缆故障对电力网连锁故障的影响[J].电力系统自动化,2015,39(13):58-61.
- [8] 林金强,李珍珍,吴强,等.基于FAHP的物元可拓电力通信网光缆段风险评估模型[J].电力信息与通信技术,2023,21(2):91-97.
- [9] 赵学风,蒲路,琚泽立,等.陕西城市电网光缆与电缆混沟问题探讨[J].陕西电力,2015,43(6):75-78.
- [10] 梁芝贤,惠福莉.电缆沟道综合监控系统及其应用[J].陕西电力,2014,42(8):99-102.
- [11] 赵子岩,李文.电力通信光缆典型故障分析及应对措施研究[J].电力信息与通信技术,2016,14(4):107-111.
- [12] 王佳,龚晟,郑伦军,等.ADSS光缆“三跨”解决方案探讨[J].电力信息与通信技术,2018,16(9):61-65.
- [13] 张先涛,王佳,程洪超,等.ADSS光缆跨越高铁线路拆除方式研究[J].电力信息与通信技术,2019,17(10):54-59.
- [14] 郭挺,郭子轩,董红,等.大型城市电网主配协同规划方法研究[J].电力学报,2020,35(1):61-68.
- [15] 祝视,谭彪,龙伟,等.电力通信光缆故障现场处置方案探讨[J].电力信息与通信技术,2019,17(10):60-64.
- [16] 周静,刘贵荣,赵子岩,等.基于电力光缆线路资源共享度的网络优化方法[J].电网技术,2011,35(5):199-203.
- [17] 国家电网公司.国家电网公司一二级骨干通信网检修工作细则[R].2016.

作者简介

卢兵(1993—),男,硕士,工程师,从事电力通信光缆、设备规划建设及运维检修工作,E-mail: 1623080501@qq.com。

蔡蕊(1989—),女,硕士,副高级工程师,从事电力通信光缆、设备规划建设及运维检修工作,E-mail: 876001750@qq.com。

苗勇(1992—),男,本科,工程师,从事电力通信技术研究及光缆检修运维工作,E-mail: 819955408@qq.com。

王子腾(1995—),男,硕士,助理工程师,从事电力通信技术研究及光缆检修运维工作,E-mail: 153367106@qq.com。

姚亚青(1992—),女,硕士,工程师,从事电力通信技术研究及光缆检修运维工作,E-mail: 1970391671@qq.com。

刘宁(1989—),女,硕士,副高级工程师,从事电力通信网运维技术研究与管理工作,E-mail: nliu2014@163.com。

史东方(1995—),女,硕士,工程师,从事电力通信技术及通信方式研究工作,E-mail: 1716966843@qq.com。

种诗禹(2000—),女,本科,助理工程师,从事电力通信技术研究及光缆检修运维工作,E-mail: 1292745654@qq.com。

罗翔(1998—),男,硕士,助理工程师,从事电力通信技术研究及光缆检修运维工作,E-mail: luoxiangdl@outlook.com。

(责任编辑:张峰亮)