

[电力工程]

电力工程改造助力城市建设研究

文/叶强

南平闽延电力勘察设计有限公司

为配合道路及市政改造，对福建省某市一条南北向交通干道进行相关的电力改造。针对原道路及市政所涉及的电力改造过程中的问题及难点，采用高能级配电网理念，结合缆化技术，提出新的改造方案及设计方案，以确保满足改造后的道路及市政的用电要求。同时，优化相关电力系统，节约能耗，美化环境，提高供电的可靠性。

随着城市化进程的加快，城市基础设施建设和更新的需求日益增加，城市道路市政改造成为提升城市整体功能和居民生活质量的重要举措。而电力工程作为市政改造中的关键环节，其优化设计和实施对整个改造工程的成功与否具有至关重要的影响。2015年国家发改委提出关于加快配电网建设改造的指导意见，紧接着，国家能源局就印发了配电网建设改造行动计划（2015—2020年）。通过合理规划和技术创新，可以有效提高电力工程的可靠性和经济性，减少对城市日常生活的干扰，推动城市的可持续发展。电力工程属于城市道路市政改造的重要配套工程，其工程设计方案要有前瞻性、统一性，并与道路主体工程协调匹配。同时应遵循统一规划，同步实施，满足安全运行，经济合理等原则。在设计中努力做到方案的统一性与可靠性、先进性、经济性适应性和灵活性的协调统一。近年来，智能电网技术应用、电缆敷设技术的改进和空间规划等在城市市政改造电力工程中的助力，显著提升电力供应的稳定性和效率，有效缩短施工周期，降低工程成本。

基于此，为配合道路及市政改造，对福建省某市一条南北向交通干道进行了相关的电力改造。针对原道路及市政所涉及的电力改造过程中的问题及难点，采用高能级配电网理念，结合缆化技术，提出新的改造方案及设计方案，以确保满足改造后的

道路及市政的用电要求，同时优化相关电力系统，节约能耗，美化环境，提高供电的可靠性。

改造道路及市政情况介绍

该项目为福建省某市一条南北向交通干道改造项目，市政道路电力管沟位置横断面如图1所示。全长近2 km，道路将由原来的36 m，拓宽到60 m，从双向4车道水泥路面拓宽为双向6车道沥青路面。道路改造前有水泥电杆50基，高压绝缘导线6 km，杆上变压器3台，箱式变电站7座，环网柜3座，10 kV电源涉及小区配电房3座和小区开闭所1座，配电总容量达22 MV·A。需要进行电力改造的部分在道路的左侧。

电力改造过程的问题及难点

通过对现有供电线路的勘查，发现主要存在以下问题：

- 1) 原有电杆供电，弱电通信线路加挂在强电电杆上，造成线路混乱、通信信号干扰。
- 2) 市政路灯供电线路未采用专用变压器，与居民公用变压器混用，容易造成维修不便，影响供电。
- 3) 供电可靠性差，转供电能力不强。项目中10 kV供电线路中运行的变压器容量裕度和线路容量裕度小，中压主干线的分段数不合理，缺少线间

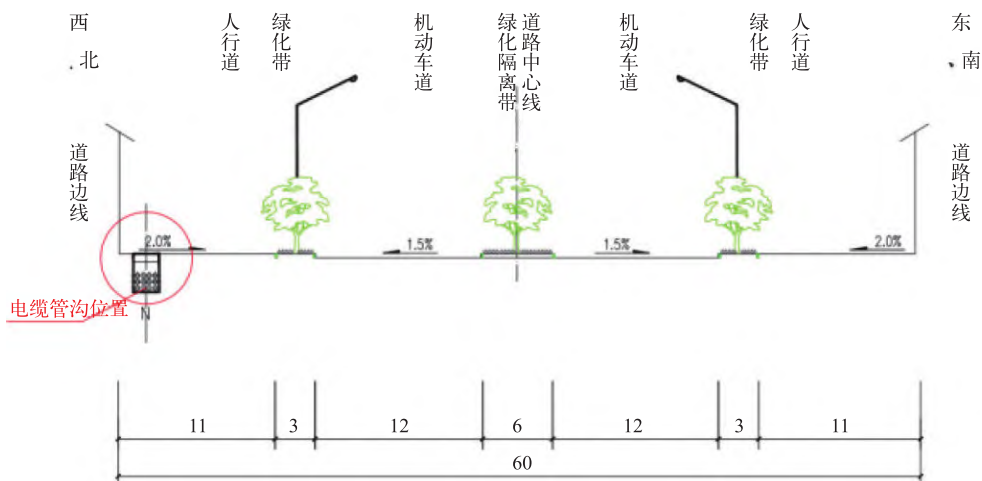


图1 市政道路电力管沟位置横断面图

联络和站间联络，不利于提高供电线路利用率，还有中压和低压配电线路存在较多的同杆架设情况，不利于配电网不停电作业的推广实施。

4) 设备老旧，供电安全水平不高，能效低下。项目中多台变压器为S7型或S9型高耗能变压器，属于淘汰型产品，不满足国家关于节能减排的政策。供电线路绝缘化水平低，导线截面标准化程度低，存在多段架空的裸铝导线，导线的线径大小不统一，导线型号多种并存，缺少防止雷击断线的措施。

5) 不能满足当地的城市规划和电网规划，市政道路沿线架设的电杆严重影响道路规划和改造。

6) 配电网自动化程度低，电力终端设备没有配备“四遥”功能。

7) 线路分段开关处、负荷集中位置的前后杆，线路分支线第一根杆等特殊位置缺少装设验电接地挂环。

具体改造方案

针对电线路勘查中的存在的问题，进行如下的改造及设计方案。

1. 现场勘查内容

勘查项目沿线两侧的电力设施的状况，勘察内容包括：①电源侧的变电站名称为35 kV某变电站；②供电线路为10 kV某线路；③导线的线径为JKLGJYJ-150和LGJ-120；④电源侧至负荷侧方向为北向南；⑤电力变压器容量、数量、位置；⑥每台电力变压器的供电台区范围；⑦按供电台区划分，

分别统计该台区的用户电表数量和电表类别（分为单相电表和三相电表）；⑧摸排敷设在地下电缆情况（如名称、路径方向、缆径、型号、接入负荷容量等）。

2. 制定临时性的过渡供电方案

配合道路主体工程做临时性的过渡供电方案，以保障电力持续供应需求。对影响到路面施工的电力设施进行迁移，涉及到供电部门管理的电力设施停电，需提前30日以上向电力部门申请报送停电计划。比如在建设红线外，新建好临时性的变压器和配电箱，架设好临时性的供电导线，按供电部门批准的停、送电计划，在批准的作业时间内和范围内，停电拆除项目红线内的电力设施，后端用户的电力表箱及时对接新建的临时性供电导线和电力设备。

3. 预埋电力管网、设备和电缆安装及供电运行

配合市政其他管网，预埋专用电力保护管，电缆敷设一般分直埋、排管、电缆沟和电缆隧道^[5]等，结合城市规划，采用排管形式，规格如图2所示。电力排管采用直径200 mm MPP管（改性聚丙烯管），具有抗高温、耐外压和优良的电气绝缘性能。敷设两排六管的沟槽开挖深度不小于1 150 mm，底部宽度不小于855 mm，放坡系数不小于0.33。底层敷设100 mm厚度C15混凝土垫层，排管四周采用中砂回填夯实，管顶部中砂厚度不小于100 mm，中砂层顶部采用回填土夯实，面层是路面结构层。保护管1、2、3、4、5设计为强电使用，保护管6设计为电力通信专用。

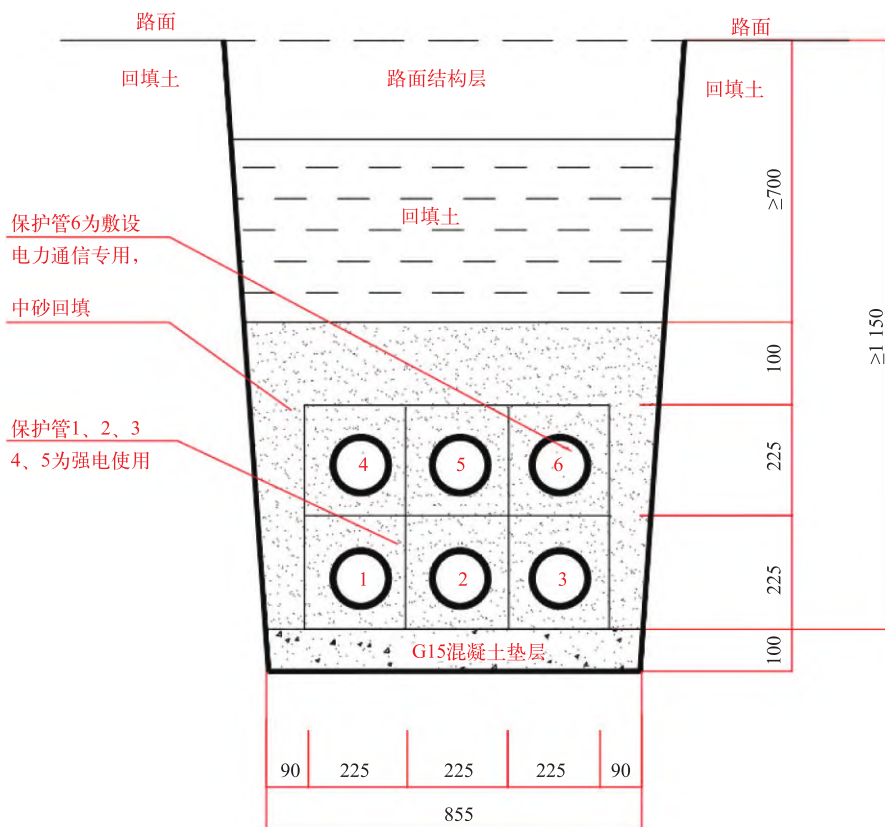


图2 电力排管断面图

4. 电力工井设计

电缆工井土建设计应满足电气尺寸要求，遵循结构安全可靠、经济合理、技术先进、坚固耐久和施工简便为原则。电缆工井可采用砖砌或者混凝土结构，根据工程情况设置不同的型式。电缆工井长度根据敷设在同一工井内最长的电缆接头以及能吸收来自排管内电缆的热伸缩量所需的伸缩弧尺寸决定，且伸缩弧的尺寸应满足电缆在寿命周期内电缆金属护套不出现疲劳现象。电缆工井需设置集水坑，泄水坡度不小于0.5%，电缆工井应设置人孔，直径不小于700 mm，用于采光、通风以及施工和运行人员上下，人孔内设置爬梯，人孔井盖采用双层结构，材质应满足载荷及环境要求，以及防盗、防水、防滑、防位移和防坠落等要求，同一地区的井盖尺寸、外观标识等应保持一致。电缆工井内的电缆支架等所有铁附件均需可靠接地处理，接地电阻值不大于10 Ω。电缆工井内外侧壁做聚合物防水砂浆防水层，与预埋电缆管结合处抹成45°喇叭口（井内侧），井底向排水孔方向应有0.5%的坡度。电力工井分二种类型，直线型、转角型^[6]，直

线工井规格如图3所示。电缆排管选择适用电缆工井时，排管断面高度与工井净深能完全满足，需校验电缆排管断面宽度与工井净宽，电缆排管断面高度与工井净深的对应关系：

(1) 直线工井

$$\text{工井净宽} = W + 240 + 240 \quad (1)$$

$$\text{工井净深} = H + h_1 + 200 + 180 \quad (2)$$

$$\text{工井垫层净宽} = L + 240 \times 2 + 100 \times 2 \quad (3)$$

式中，埋管排数为2层；单排根数为3至4根；工井内宽W取值为1 300 mm；工井内高H取值为1 400 mm；工井顶板厚度 h_1 取值为150 mm；工井内长L取值为1 300 mm。

(2) 转角工井

$$\text{工井净宽} = W + 240 + 240 \quad (4)$$

$$\text{工井净深} = H + L_1 + 200 + 180 \quad (5)$$

$$\text{工井垫层净宽} = W + 240 \times 2 + 100 \times 2 \quad (6)$$

式中，埋管排数为2层；单排根数为3至4根；工井内宽W取值为1 700 mm；工井内高H取值为1 400 mm；顶板厚度 L_1 取值为150 mm。

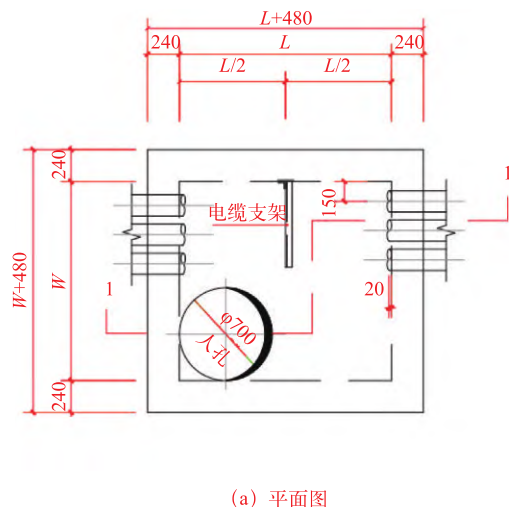
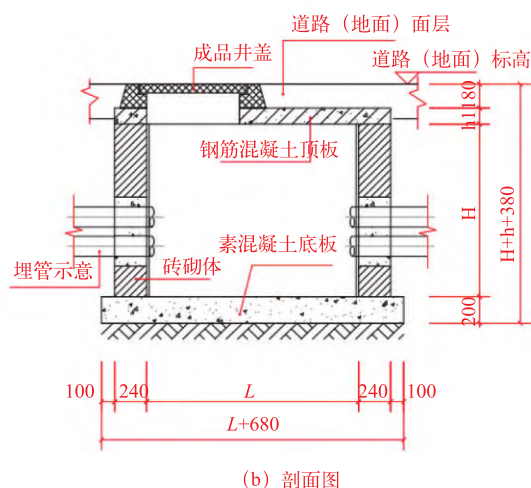


图3 直线工井

5. 环网柜的设计

环网柜安装于非机动车道与机动车道之间的绿化带中间,属于户外型环网柜,为满足环境要求,设计采用了小型化、单气箱型全绝缘和全封闭环网柜,开关绝缘介质为 SF_6 (六氟化硫),预留位置或者接口作为设备状态检测使用。环网单元一般采用负荷开关。若T接单台公用变压器容量 $\geq 1\,250\text{ kV}\cdot\text{A}$ 时,从环网单元出线的间隔可配置断路器及继电保护;若T接单台公用变压器容量小于 $1\,250\text{ kV}\cdot\text{A}$ 时,宜配置负荷开关-熔断器,专用变压器用户进线侧应配置保护装置。

改造成效

在新型电力系统建设中,国网福建电力打造“供电高可靠、源荷高聚合、信息高融合、服务高品质”的高能级配电网。围绕这一指导方针,改造后的成效如下:

1) 环网柜内部配备配电自动化终端设备(DTU),这些DTU利用自动化装置或系统监控配电网的运行状况,及时检测并精确定位配电线路故障,自动隔离故障点,并在几秒钟内恢复未受故障影响的区段的供电。这一技术显著提升配电网的智能化水平,实现全自动故障处理和“零感知”,从而使配电网能够自主恢复受到干扰的状态。

2) 城市规划和电网规划协调统一发展了,减少占用土地资源,电力设备融入景观设计,美化了道路景观。

3) 供电线路缆化提高供电可靠性和绝缘性以及

线路负荷容量。

4) 强弱电管道分开铺设,解决了强电对弱电信号的干扰,维修不便的难题。

5) 变压器采用了节能型和免维护型,降低损耗,提高能效。

结束语

针对福建省某市道路及市政改造所涉及的电力改造过程中的问题及难点,采用高能级配电网理念,结合缆化技术,提出新的改造方案及设计方案。电力改造后,新增箱式变电站6座,其中3座为市政路灯的用户专用变压器。新增环网柜20座,敷设高压电缆5 km,增加配电总容量达 $2\text{ MV}\cdot\text{A}$,道路红线外小区配电房和开闭所的高压电源由配备配电自动化终端设备的环网柜接入。实现了全自动故障处理和“零感知”,使配电网能够自主恢复受到干扰的状态。美化城市环境,提高供电可靠性,为未来新型智能化城市发展提供电力保障。EA

(收稿日期:2024-07-23)

参考文献

- [1] 曾国怀. 浅析城市电力设施布局规划思路及方法—以漳州市中心城区电力设施布局专项规划为例[J]. 新型工业化, 2021, 11(11): 134-136+139.
- [2] 郭景阔. 电力工程安装与土建配合施工的关键技术[J]. 科学技术创新, 2024(13): 105-108.