

城市核心区双环网建设提升策略研究

张 航

(国网青海省电力公司西宁供电公司, 青海 西宁 810003)

摘要: 随着城市开发建设进程的加快以及多元化负荷及电源接入, 对城网的建设要求也随之增加, 城市核心区双环网建设以来, 电网可靠性有了显著提升。文章通过对主干网架、分支网架、用户接入3种典型模式下双环网建设的探索, 明确城区未来配电网发展方向和布局, 为智慧配电网建设做好基础工作。

关键词: 双环网; 网架建设; 保护; 不停电

中图分类号: TM727

Research on the Enhancement Strategy of Double-loop Network Construction in Urban Core Areas

ZHANG Hang

(State Grid Qinghai Provincial Electric Power Company Xining Power Supply Company, Qinghai Xining 810003, China)

Abstract: With the acceleration of urban development and construction process, as well as the integration of diversified loads and power sources, the construction requirements of urban network have also increased. Since the construction of double-loop network in urban core area, the reliability of power grid has been significantly improved. This paper explores the construction of double-loop network under three typical modes: trunk network, branch network and user access. The development direction and layout of urban distribution network in the future are defined, so as to do a good job for the construction of smart distribution network.

Keywords: double-loop network; grid construction; protection; uninterrupted power supply

随着现代电力系统的不断发展, 供电可靠性越来越受到关注。双环网作为一种常见的网架结构, 具有较高的可靠性和稳定性, 被广泛应用于城市核心区的中压网架中。结合城区双环网电网现状, 以提升供电可靠率为目标, 采用“以网架优化为主导, 以配电自动化为支撑, 以不停电作业为辅助”的理念, 推动城区双环网建设提升, 为后续加快城市双环网规划和建设提供重要的参考依据^[1]。

1 建设原则

城市核心区电缆线路以“双环网+开闭所”模式为主, 单环网与单联络模式为辅。在标准模式下, 环网柜被视为核心节点, 其进出线配置断路器和级差保护。这种配置可以实现开环运行, 并配备自愈系统。一旦主干线路发生故障, 能够确保在秒级内恢复供电。结合不停电作业, 可以实现在停电“零感知”的情况下进行电力供应的持续保障。城市核心区双环网建设原则见表1。

收稿日期: 2024-04-25

表1 城市核心区双环网建设原则

	指标	参数
网络方面	网架结构	双环网
	运行方式	开环运行
保护方面	保护配置	级差保护
自动化方面	配电自动化覆盖率及功能	覆盖率100%, 包括监控、自动隔离、自动重构的系统
设备方面	标准化、免维护、封闭情况	完全应用
	对环境适应能力	较好
运维方面	状态监测	全面开展, 包含电缆局放
	在线监测	全覆盖, 重点区域开展智能巡检
	不停电作业化率	100%
管理方面	计划就行的综合统筹	年度无重复检修
	遥控成功率	100%
	FA动作成功率	100%
	带电检测覆盖率	100%
	设备智能监测覆盖率	100%

2 网架结构

2.1 核心区主干网

城市新开发区域，负荷趋于饱和，中压配网已具备一定规模，采用4回电缆线路通过环网单元形成双环网接线方式，环网单元可以是2座并排放置的环网箱，也可以是带母联或者不带母联的环网室。采用最小接线组原则，构建双环网的4回线路不再有其他联络。当其中一条线路故障时，整条线路可以划分为若干部分被其余线路转供，供电可靠性较高，运行较为灵活。主干网架双环网建设模式图见图1。

2.2 核心区分支

城市老城区，负荷趋于饱和，分支线路多，中压配网已具规模，改造难度较大，为降低投资，避免改造过程中的大拆大建，根据实际情况，提出3种建设形式。分支网架建设模式图见图2。

2.2.1 分支线环入主干层

改造方案：将分支线（或部分分支线）变成主干线。

适用条件：分支线线径能够匹配主干线，廊道资源满足改造条件。

注意事项：分支线路与主干线路导线型号的匹配问题；敷设路径最优问题。

2.2.2 大分支线拆分为小分支线

改造方案：将分支线上的用户就近切拆分接入同一路主干线，也可拆分至周边有裕度的线路，减小停电范围。

适用条件：具有分支线路接入线路，廊道资源满足改造条件。

注意事项：拆分后不产生新的大分支线。

2.2.3 构建分支环网

改造方案：通过分支线建立2个双环网之间联络，分支线发生故障时，可通过另外一组双环网转切大分支负荷。

适用条件：周边有满足要求的线路。

注意事项：与主干线联络与改造分支线截面为主干线截面，避免转供通道卡脖子问题。若分支线不更改导线截面，则仅作为分支线转供应用。避免形成复杂联络。

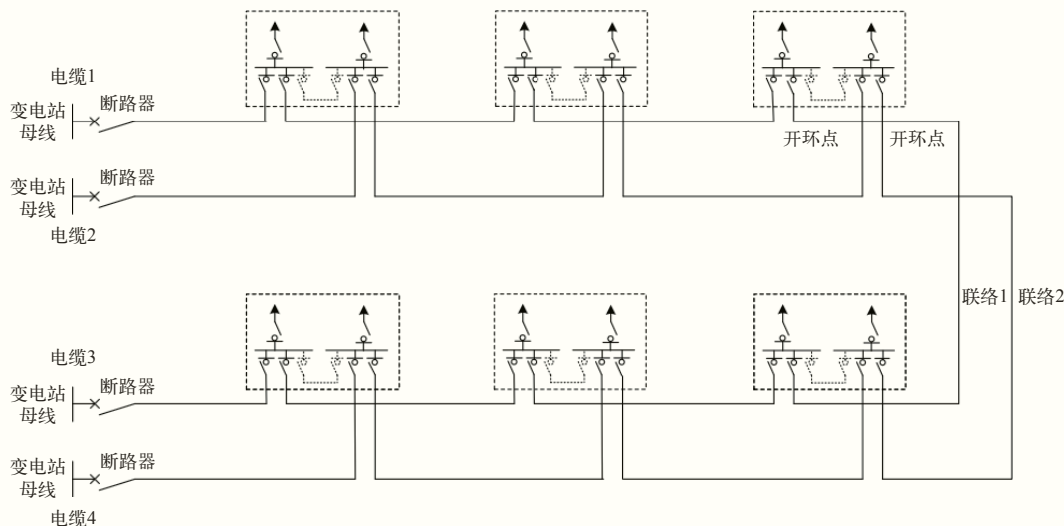


图1 主干网架双环网建设模式图

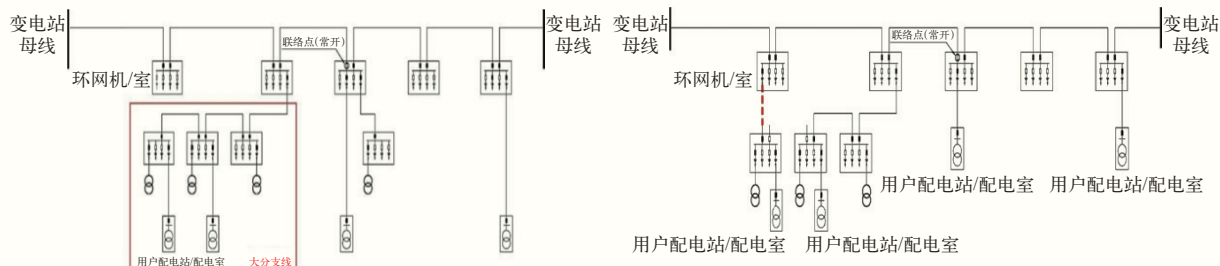


图2 改造前（左）改造后（右）分支网架建设模式图

2.3 核心区用户

针对城市新建住宅小区，原则上应该采用小区内部配置双环网室的结构，形成“双环网+配电室”的模式。在其他区域，可以采用开闭所加配电室内的模式进行供电。对于双电源或双回路供电的情况，应该采取相应的措施，确保供电的稳定性和可靠性。在户表配电室中，配变的低压部分应该实现两两联络。这种联络方式可以提高供电的灵活性和可靠性，确保用户的用电需求得到满足，见图3、图4。

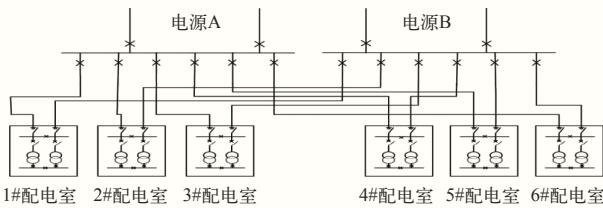


图3 模式一：双环网 + 配电室

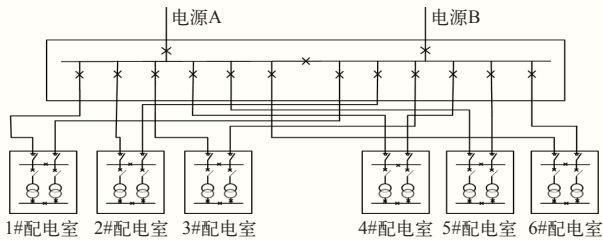


图4 模式二：开闭所 + 配电室

3 设备选型

3.1 电缆线路

变电站出线电缆及公用电缆网络的主干电缆，选用 400、300 mm² 铜芯电缆。支线电缆截面一般选用 240、185、150 mm²，同时应满足载流量及热稳定的要求，并考虑远期发展。

3.2 开关设施

市政配套齐备、大型点负荷集中开发区域，选择开关站；可靠性高、负荷呈带状、条状分布地区，选择环网室；进出线少、地势狭小、选址困难区域，选择环网箱。开关建设方案见表2。

4 保护与自动化

4.1 馈线自动化配置

双环网线路应采用集中型 FA 为主，线路第一级开关为断路器时应采用全自动集中型 FA，其余采用半自动集中型 FA。

表2 开关设施建设方案

设备类型	方案	电气主接线	10 kV进出线回路数	开关选型
开关站	KB-1	单母分段	4进，6—16回出线	进、出线选用断路器
开关站	KB-2	单母线三分段	4进，6—16回出线	进、出线选用断路器
环网室	HB-1	单母线分段	2进（4进），2—16回出线	进、出线选用断路器
环网室	HB-2	单母线分段	2进（4进），2—16回出线	进、出线选用断路器
环网箱	HA-2	单母线	2进，2—4出线	进、出线选用断路器

4.2 终端配置

为实现全面的可观可测，所有电网节点应能实现遥信、遥测。同时，为保证灵活控制和快速响应，重要电网节点应能实现遥控、遥调功能。环网单元配置 DTU 终端，配置原则如下：主干线路环网单元应配置三遥终端，重要分支的环网单元应配置三遥终端，终端环网单元应配置二遥终端。

4.3 通信配置

建议采用光纤通信，优先选择 EPON 方式进行组网，并以无线组网技术作为补充。对于光纤覆盖条件好的区域采用 EPON 进行组网；对于光纤覆盖困难的区域，宜采用无线公网技术进行组网。

4.4 继电保护配置

电缆线路主线开关为断路器时应按“出口+首断路器+分支线”三级级差配置，电缆线路主线开关为负荷开关时应按“出口+分支线”的级差配置，见表3。

表3 配电开关终端通信方式一览表

终端类型	终端位置	终端类别	光缆覆盖	通信方式
配电开关终端 (DTU)	开关站	三遥	宜覆盖	EPON
	主干线环网单元	三遥	宜覆盖	EPON
	重要分支环网单元	三遥	宜覆盖	EPON
			不宜覆盖	无线公网
	一般分支/终端型环网单元	二遥	宜覆盖	EPON
			不宜覆盖	无线公网
	用户分界及小分支开关	二遥	宜覆盖	EPON
			不宜覆盖	无线公网

5 不停电作业

通过优化设备供电负荷、网架结构、节点容量

控制等手段，提高双环网线路和用户 2 个层次的可转供率。优化设备标准，支撑不停电作业开展。主要分为 3 个方面。

不停电检修计划：年度不停电检修计划应以不停电作业评估意见为依据，包括编制、审核、审定和批准等工作。

不停电检修方案：不停电检修方案以最大化减小用户停电时间和范围为原则，制定检修方案。检修方案应依据线路不停电作业评估意见明确检修内容。检修策略应结合目标网架、配网发展、技术更新等要求，综合考虑检修资金、检修力量、电网运行方式、供电可靠性、基本建设等情况，对设备检修的必要性和紧迫性进行排序，科学制定。

不停电检修实施：配网线路不停电检修应按批准的不停电检修方案及不停电检修计划实施，执行不停电作业相关技术标准。在不停电检修计划实施的过程中，应健全各级检修管理体系，严格执行现场标准化作业。

6 结束语

随着科技的不断进步和电力系统的不断发展，双环网建设提升策略也将不断发展和完善。未来主要提升配电网精准感知和互动能力，推进中压配电网转型。

打造不停电示范区是配电网规划建设与运行维护协同融合的美好愿景。需要通过坚强中压配电网网架、不停电作业、合环转供电等措施手段的综合作用来实现配电网停电事件不对客户的持续用电产生影响。

全力推进配电线路“全自愈”功能用，结合 0.3 s 速断延时，推广线路级差保护 + 全自动化集中型 FA + 智能分布型 FA。

实现配电自动化终端遥调功能全面应用，以公司实现遥调建设经验为基础，推广实现全量馈线终端“四遥”功能。

建设坚强高效配电通信网，依托骨干通信站点 OTN 设备及 SDH 设备实现业务数据的高效汇聚，满足新型电力系统下大带宽、低时延的通信需求。

在标准双环网网架建设基础上，配备实用的配电自动化，试点建设不停电计划示范区，提高公司员工的停电“零感知”理念。

参考文献

[1] 国家电网有限公司. 配电网规划设计技术导则: Q/GDW10738—2020[S].

作者简介

张航 (1992—)，工程师，硕士，从事电力规划专业，E-mail: 2902280979@qq.com。

(责任编辑: 张峰亮)

(上接第 24 页)

- [6] 何俊. 新型电力系统背景下的 10 kV 及以下配电网投资分配策略研究[J]. 电工技术, 2023(15): 134-139.
- [7] 孙通, 张沈习, 曹毅, 等. 计及 5G 基站可调特性的配电网分布式光伏准入容量鲁棒优化 [J/OL]. 中国电力, 1-8 [2024-10-13]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3265.tm.20240826.1047.003.html>.
- [8] 陈鹏, 刘友波, 袁川, 等. 考虑电动汽车充电模式的配电网可开放容量提升改造策略[J/OL]. 电网技术, 1-18 [2024-10-13]. <https://doi.org/10.13335/j.1000-3673.pst.2023.2236>.
- [9] 王庆, 周名煜, 王承民, 等. 考虑用户行为及户均容量优化的配变容量规划[J]. 电气自动化, 2016, 38(6): 44-46, 57.
- [10] 全少理, 李应闯, 张永斌, 等. 基于负荷特性的户均配变容量分析[J]. 电力需求侧管理, 2016, 18(3): 11-16.
- [11] 王小虎. 配电网分布式光伏接入台区及容量的测算方法[J]. 农村电气化, 2023(6): 55-59.
- [12] 冀传留. 基于典型应用场景下的配变效率、效益提升策略[J]. 电工技术, 2022(9): 66-69.
- [13] 李阳彤, 王主丁, 陈琳, 等. 基于变电站容量概率规划的分分布式电源可信度和有源配电网容载比计算分析[J/OL]. 电网技术, 1-19 [2024-10-10]. <https://doi.org/10.13335/j.1000-3673.pst.2024.1440>.

- [14] 王凯亮, 何卓怡, 叶健鹏, 等. 多电压等级电网协同规划的容载比优化配置方法 [J/OL]. 南方电网技术, 1-10 [2024-10-10]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/44.1643.tk.20240702.1642.006.html>.
- [15] 刘文霞, 刘其达, 邓诗语, 等. 基于容载比色带的区域配电网充裕性分析[J]. 华北电力大学学报(自然科学版), 2022, 49(2): 1-12.
- [16] 刘炜彬, 梁咏秋, 李锡刚, 等. 面向精细化规划的容载比参数优化方法研究 [J/OL]. 电气工程学报, 1-10 [2024-10-12]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/10.1289.TM.20230712.1859.002.html>.
- [17] 孙钦斐, 王瀚秋, 李干, 等. 农村地区“煤改电”增量负荷计算及户均配变容量配置方法研究[J]. 农村电气化, 2023(11): 77-82.

作者简介

叶学顺 (1985—)，男，博士，高级工程师，研究方向为配电网优化规划、运行控制技术研究，E-mail: yxs1799@163.com。

孙勇 (1984—)，男，博士，讲师，研究方向为可再生能源并网规划与可持续发展，E-mail: yong.sun@tju.edu.cn。

(责任编辑: 袁航)