

杭州市区“三双”接线方案优化

在浙江省电力公司提出的“三双”接线模式基础上，提出了在杭州市区范围内实施“三双”接线的优化方案，包括主接线方案、设备布置方案和自动化配置方案，介绍了“三双”方案配置实例。

应雪正 沈杰辉 叶伟茅 静/杭州市电力设计院有限公司



应雪正/高级工程师

为进一步提升杭州市区供电质量，结合市区电网运行管理经验和用户需求，推广浙江省电力公司提出的“三双”接线模式（即“双电源、双线路和双接入”模式），提出了杭州市区范围内“三双”接线的优化方案。该优化方案主要是针对市区内新建小区新设公用配电变压器和老、旧小区公用配电变压器改造而提出的。对于新建小区，既要考虑提升其供电可靠性，又要考虑其系统接线的合理性；对于老、旧小区的改造，尽量保留原有设备及土建基础，降低投资，避免改造过程中的大拆大建，减少停电时间。经方案研讨及小区试点，现已将适合杭州模式的“三双”接线列入省电力公司即将出版的《浙江省电力公司标准化设计汇编——配网工程通用设计10 kV“三双”配电工程分册》中。

关键词/Keywords

“三双”·
主接线方案·
设备布置·
自动化设备配置·

杭州市区配电网现状及特点

杭州市区具有“负荷增速高、负荷密度高和供电可靠性需求高”的特点。经过近几年杭州市政府对城区道路的改造，以及浙江省电力公司对杭州市电网建设的投入，使得杭州市区内供电线路和设备基本形成了一个结构合理、供电可靠性强的配电网络。截止2013年12月，杭州市区配电网10 kV线路共计1 396条；

10 kV配电变压器共计26 887台（容量为1 636.78万kV·A）。2013年下半年，城网供电可靠性达到99.989%，较上年同比提高0.000 3%。

杭州市区配电网的特点如下。一是市区电缆化率高。根据城市建设目标，杭州市区按照建设现代化大都市的要求进行电网规划和改造，在主要街道和风景区实施了大规模的电力架空线“上改下”，新建小区实行全电缆建设，对800多条背街小巷实施了电缆化和电力设施美化、隐蔽化改造工程。目前，杭州主城区的电缆化率超过80%，成为全国电缆化率最高的城市，甚至超过了一些发达国家城市的水平。二是杭州市区电缆接线采用的结构主要有双环网、单环网和多联络等方式。三是配电自动化程度高。杭州供电公司以配电自动化试点建设为契机，连续开展了4年的配电自动化建设，目前已建设完毕自动化开闭所1 771座、线路876条，约占杭州供电公司主干网的70%。

杭州市区“三双”接线方案优化

杭州市区“三双”接线优化方案主要包括主接线优化方案及与其配套的“三双”设备布置方案、自动化配置方案和“三双”设备配置方案等。

1. 主接线优化方案

杭州市区内小区原有供电方式为若干台公用配电变压器采用“手拉手”接线方式形成小环网。主接线优化方案的核心内容是在合适的地方增设双电源投切柜接入“双线路”，实现主备电源之

间的切换。

(1) 新建工程主接线优化方案

对于新建项目，在原“手拉手”接线方式中开闭所和第一台公用变压器环网柜之间加装一套双电源投切柜—负荷开关柜—负荷开关柜或双电源投切柜—断路器柜—断路器柜，双电源投切柜分别从Ⅰ段母线和Ⅱ段母线取电，来满足系统“双接入”的要求。

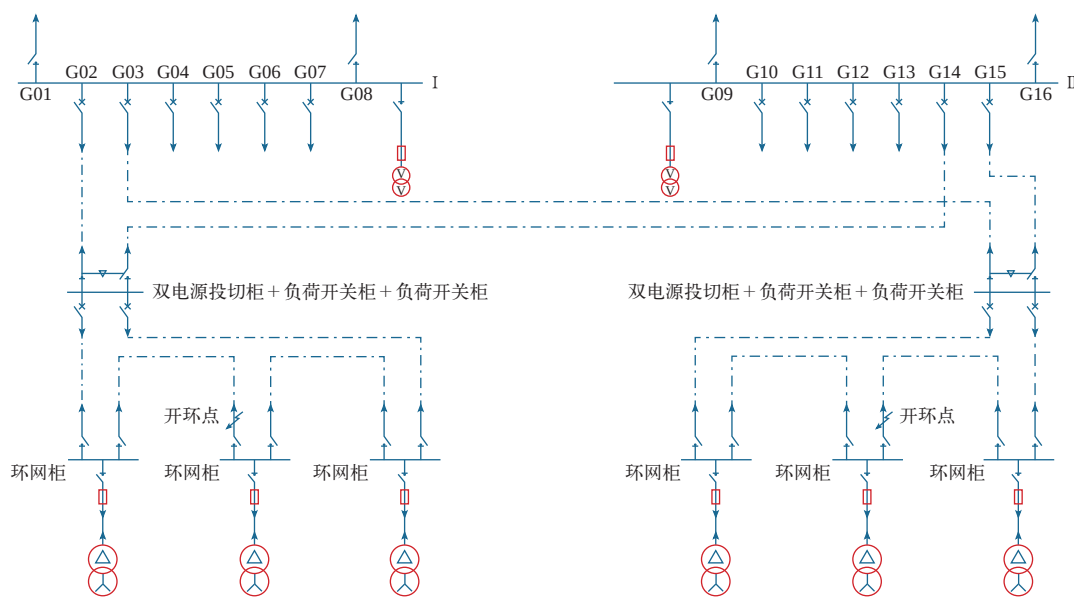


图1 新建工程主接线优化方案一

2) 优化方案二：双电源投切柜—断路器柜—断路器柜。该方案采用双电源投切柜加两回断路器柜出线，对开闭所两回负荷开关出线，可以实现自动的失电投切，增加了供电可靠性，并且通过断路器柜对配电的事故情况可以进行故障隔离，二级断路器的整定配合也较简单。双电源投切柜加两回断路器柜总宽度约为2 300 mm，对配电房空间要求较高。同时，相对于方案一，双电源投切柜—断路器柜—断路器柜方案的每个环网单元造价提高了，增加了相应配电网工程建设的投资，如图2所示。

(2) 改造工程主接线优化方案

对于改造项目，由于原有配电室一般情况下可用空间较小，同时避免改造过程中的大拆大建，可采用双电源投切柜—负荷开关熔断器组合

1) 优化方案一：双电源投切柜—负荷开关柜—负荷开关柜。该方案采用双电源投切柜加两回负荷开关柜出线，对开闭所两回负荷开关出线，可以实现自动的失电投切，增加了供电可靠性。双电源投切柜加两回负荷开关柜总宽度约为1 500 mm，对配电房空间要求不大。缺点是出线为负荷开关，不能投切故障电流，如有故障，仍会造成停电范围扩大化，如图1所示。

柜—负荷开关柜—负荷开关柜替换原“手拉手”接线方式中开闭所出线的的第一台环网柜，双电源投切柜分别从Ⅰ段母线和Ⅱ段母线取电，来满足系统“双接入”的要求，具体接线如图3所示。

改造方案不影响原接线方案结构，可以直接对现有的接线进行提升，而且对现场场地尺寸要求不高，在原有环网柜基础上新增800 mm左右的宽度，空间容易满足。

2. “三双”设备布置方案

“三双”设备布置主要是指双电源投切柜在配电室内的布置，应按照《10 kV及以下变电所设计规范》等设计规范中对高压设备的布置要求进行布置，同时应满足安全、管理和检修维护等方面的要求。针对主接线优化方案中提出的改造方案和新建方案的要求，对双电源投切柜提出两

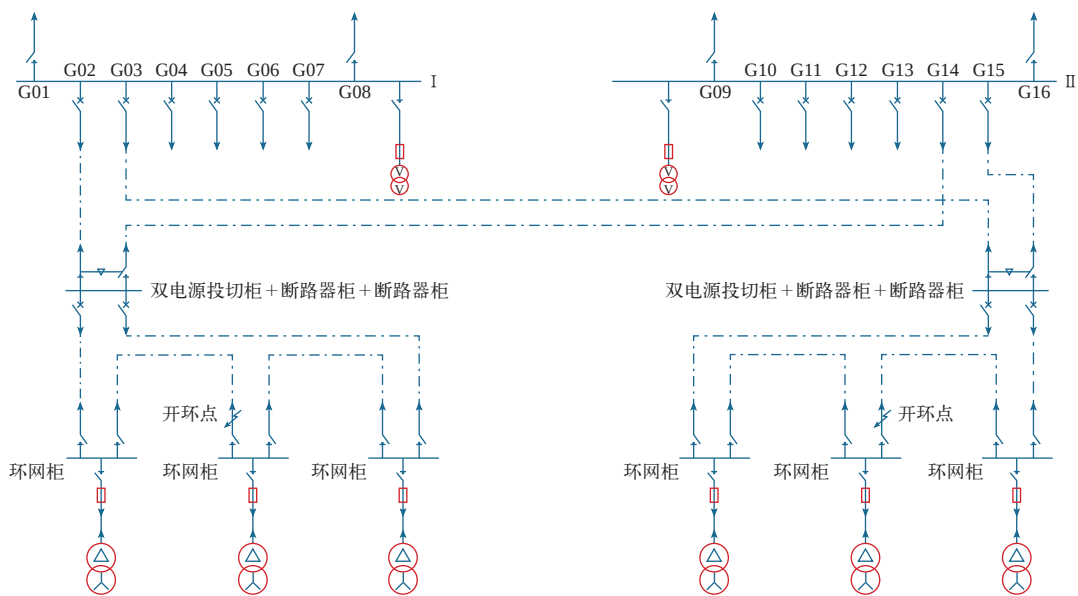


图2 新建工程主接线优化方案二

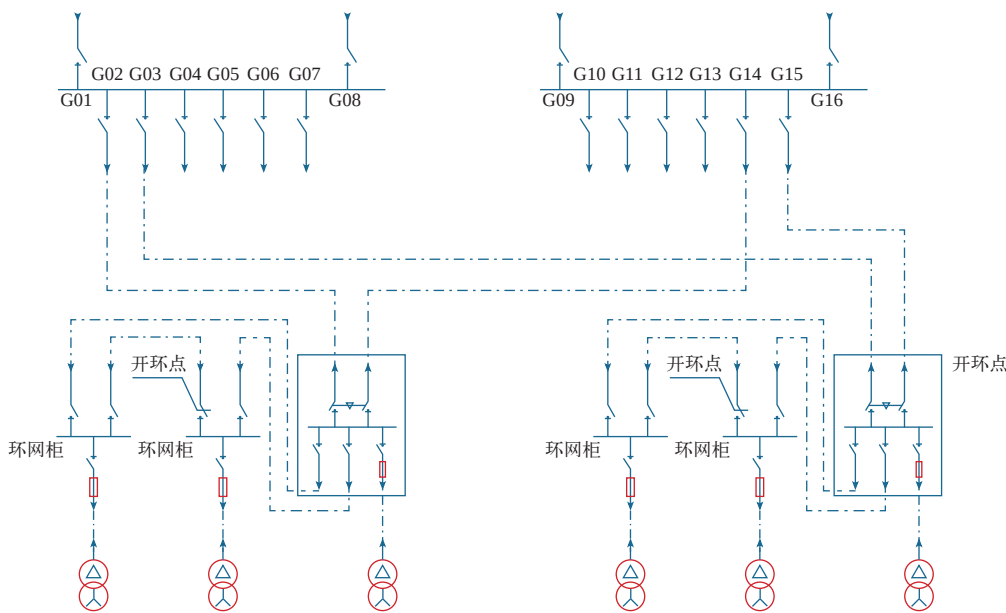


图3 改造工程主接线优化方案

种典型的布置方案。

1) 新建工程“三双”设备布置方案。根据新建工程主接线方案要求，新建工程“三双”设备布置只需在原杭州市区配电网双环网网架基础上每个环内增加双电源投切柜的位置，即在其中一个配电房内增加两台双电源投切柜的位置即可。

2) 改造工程“三双”设备布置方案，根据改

造工程主接线方案要求，改造时需将其中一段的环网柜替换为双电源投切柜，在原配电房内需增加设备位置。

3. 自动化配置方案

在“三双”接线的项目中，实现配电自动化的功能，可以提高配电系统运行的可靠性，为配电网安全经济指标的综合分析以及辅助决策提

供服务^[1-2]。

(1) 自动装置配置

双电源进线柜配合备自投装置，在主电源失电的情况下，自动完成主电源的切除和备用电源合闸。双电源开关动作模式如图4所示。

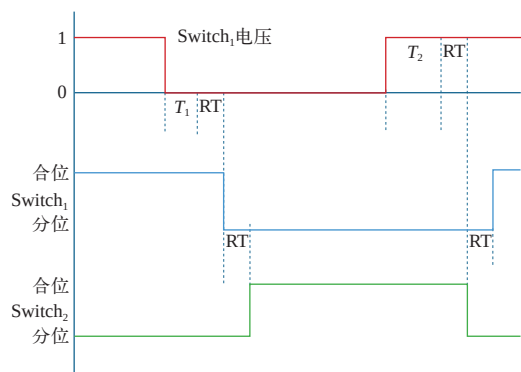


图4 双电源开关动作模式图

图4中， T_1 为由主到备延时， T_2 为由备到主延时，RT为开关响应时间。 T_1 整定时间需大于上级变电所10 kV出线断路器重合闸动作整定时间+开关动作时间；用户侧双路供电负荷侧双电源切换整定时间需大于 $T_1 + RT$ 。

备自投装置需具备与配调主站通信的接口装置。

(2) 远动及自动化

杭州供电公司配电主站从配电网地理信息系统（GIS）及调度自动化系统（EMS）定时更新配电网线路及高压配电网图模信息，通过配电网监控终端（DTU）获得10 kV环网柜开关的实时信息，实现配电网调度、运行监视、检修操作和故障抢修等业务信息的一体化管理，解决了原有配电网调度“盲调”问题。采用就地方式将故障进行隔离，配电变压器在主供电源故障时可自动切换至备用电源，并恢复供电，故障停电时间短（仅为备自投动作的时间），实现“三双”接线中关键设备的实时信息上传至配电网调度监控，便于调度掌握实时的三遥信息，并制定合理的运行、检修方式，双电源柜的以下信号需上传至配调主站。

根据杭州供电公司配电网“三双”接线的网架结构和运行管理模式，并结合以往配电自动化

改造试点工程的成功经验，在“三双”接线试点工程中配置一控二型DTU，其功能配置结合于备自投装置，该装置采用104规约与主站通信。

4. 三双设备配置方案要求

根据主接线优化方案、“三双”设备布置方案和自动化配置方案，对“三双”核心设备“双电源投切柜”提出如下要求。

1) 双向负荷开关柜需采用空气绝缘环网设备，柜内装有两个SF₆负荷开关，两个负荷开关采用一个操作机构或者两个有可靠互锁操作机构，以满足二合一闭锁要求。确保不存在两路电源同时合闸的可能，优先采用机械闭锁形式实现闭锁。

2) 取样电压信号可采用母线PT、进线侧PT、电容分压装置或小信号电压量；故障信号通过进线侧测量CT或故障指示器判断。

3) 双向负荷开关柜配有“双电源自动投切控制装置”，该装置能对主供电源进行选择，该装置设有退出闭锁压板。

4) PT断线要求闭锁投切功能（指有流无压情况），如无压无流（一相）则需切换到另一侧；如无PT装置可用相应功能模块取代。

5) 自动投切柜负荷开关满足快速合分要求，切换时间可根据要求整定（5~10 s）。

6) 双向负荷开关柜具备“故障检测功能”，当用电侧（负荷侧）发生短路故障时，投切装置立即闭锁自动投切功能，防止将故障点投切到备用电源回路而扩大故障范围。

7) 双电源自动投切控制装置带通信功能（RS 485、以太网），能将电流量、电压量、开关量和故障信号上传，具备12路遥测、12路遥信和2路遥控（可选）功能。

8) 带电源自动恢复功能，设置主供电源后，若主供电源恢复，则开关能自动切换到主供电源。

9) 双向负荷开关柜设有手动、电动操作闭锁功能，手动操作时切断电动回路。电动操作在任何状态时能进行手动双向操作，确保不存在两路电源同时合闸的可能；采用纯机械闭锁形式实现

闭锁。考虑到在实际使用中受场地大小的限制，要求柜体尽量紧凑，最好无外挂设施。电池使用寿命要长，避免经常更换。

“三双”设备配置实例

目前，随着“三双”接线模式在浙江省配电网建设中的不断推进，许多设备厂商（包括施耐德、欧玛嘉宝和湖州泰仑等）都投入了大量精力在其原有设备基础上开发新的产品。特别是针对双电源投切柜，许多设备厂家都能根据用户的特殊要求进行研发和生产。下面以杭州电力设备制造公司和施耐德电气联合开发的双电源投切柜NSM柜为实例进行描述。

(1) NSM柜型结构

NSM柜型结构图如图5所示。NSM柜通过设置智能控制模块和检测模块，保证智能自动切换。双路进线开关之间采用机械方式联锁，保证两路开关不同时闭合，满足“三双”接线模式的要求，大大提高了配电系统的供电连续性，可广泛适用于10 kV配电工程。

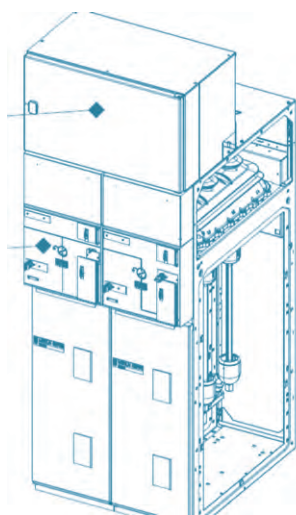


图5 NSM柜型结构图

(2) NSM柜投切方案

专用T200S自动投切设备，AC 220 V供电，设备容量约为250 V·A；开关电动操作机构从T200S取电，T200S自带蓄电装置，可保证16 h内10次

开关操作，后备电池可做活化以保证电池寿命；T200S依靠专用电压检测装置（柜内标配）检测进线电缆失电状态，同时依靠电缆侧CT（柜内标配）检测后续线路故障，如检测到单路进线失电、备用线路有电，同时没有检测到后续线路故障，即可进行线路投切，投切延迟时间为0.1~2 s，由用户自己设定，每100 ms为间隔递增（由于开关具备快速合闸功能，投切响应时间在70 ms以内）；如果检测到失电是由于后续线路故障引起，则不予投切；双路开关之间采用机械方式联锁，保证两路开关不同时闭合。

在“三双”接线中采用NSM双电源投切柜无需从进线或母线专用PT取电压信号，而从电容分压装置取电压信号的原理，即减少了由于增加PT而增加的空间尺寸，又降低了投资成本。NSM柜的母线及电缆连接处的绝缘罩，绝缘性能强，防凝露，具备良好的恶劣环境耐受能力。

结束语

杭州“三双”优化方案具有可靠性高、投资少和易于施工等诸多优点，基于杭州电网的高环网化，该优化方案具有很大的推广价值。同时，“三双”优化改造未涉及网架改造，因此开展施工后对社会影响小。

截止目前，在杭州供电公司相关主管部门的组织协调下，杭州市区正在按照“三双”接线的优化方案全面开展2014年配电网“三双”工程的设计工作。

参考文献

- [1] 王建中，吴健生．基于“三双”接线模式的中压配电网智能化接入系统研究[J]．浙江电力，2012(9)：59-62．
- [2] 陈涛，孙辉，王琰，等．中压配电网的可靠性评估及新型接线模式研究[J]．浙江电力，2013(4)：13-17．

(收稿日期：2014-08-26) EA