

南京电网分区结构的形成及发展规划研究

汪惟源

(南京供电公司, 江苏 南京 210008)

[摘要] 在城市电网规划中, 为保证各级电网协调发展, 需要科学处理电网分区问题. 回顾了南京电网现有分区结构的形成, 将未来分区规划分为 3 个发展阶段. 同时对电网分区的时机、原则进行了探讨, 以期在南京电网规划提供参考.

[关键词] 城市电网, 电网分区, 电磁环网, 短路电流

[中图分类号] F 407. 61 [文献标识码] A [文章编号] 1672-1292(2009) 04-0021-04

Research on the Fomation and Planning of Nanjing Power
Grid Partitioning

Wang Weiyuan

(Nanjing Electric Power Supply Company, Nanjing 210008, China)

Abstract In the planning of urban power grid, the grid partitioning problem should be dealt with scientifically to ensure the coordinational development of all levels of the electrical network. In this paper, the formation of Nanjing power grid partitioning is traced and the development of the grid partitioning is divided into three stages. Meanwhile, this paper discusses the opportunity and principle of grid partitioning in order to be available for reference in the planning of Nanjing power grid.

Key words urban power grid, grid partitioning, electromagnetic coupled networks, short circuit current

在城市电网的形成与发展过程中, 随着城市负荷的逐年增加, 城市电网的传输功率也迅速增长. 当电网传输功率增长到一定规模时将不得不新建更高电压等级的送电线路, 由此形成不同电压等级的线路通过线路两端变压器的电磁回路连接而形成的电磁环网, 因此电磁环网是城市电网发展过渡阶段的产物^[1-3]. 在高级电压电网建成后, 为限制短路电流, 充分发挥高级电网输送容量大的优势, 应视实际情况逐步实现低一级电网的开环分片运行^[4, 5].

南京城市电网是典型的受端电网, 自 2000 年以来电网容量逐步扩大, 接线日趋紧密, 短路电流持续上升 (见表 1). 在满足负荷增长和沿江电源接入需求的同时, 如何合理分区分片、控制短路电流的上升并保证网架供电可靠性成为南京电网发展所面临的主要问题.

本文对南京 500/220 kV 电磁环网分层分区及限制短路电流措施进行了探讨, 回顾了南京电网分层分区的历史发展过程、研究现状及远景规划方案, 以期在南京电网未来分区供电方案提供参考.

1 南京电网现状

2008 年底南京全市最大负荷 532 万 kW, 全市总装机容量 473.6 万 kW, 其中统调电厂 444.1 万 kW, 非统调电厂 29.5 万 kW. 拥有 500 kV 变电站 3 座, 主变容量 325 万 kVA, 线路约 681 km; 220 kV 公用变电站 32 座, 容量 896.3 万 kVA, 线路 1 493 km. 南京电网因长江阻隔, 从地理上天然分成江南和江北部分. 南京目前已形成覆盖全市的 500 kV 双环网结构; 在江南形成以 500 kV 东善桥变、龙王山变为核心的覆盖主城区的 220 kV 双环网结构, 在江北地区形成以 500 kV 三汊湾变为核心的日字形环网结构.

表 1 东善桥变 220 kV 母线短路电流表

Table 1 Short-circuit currents of 220 kV bus at 500 kV substation of Dongshanqiao

年份	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
短路电流 /kA	27.4	32.7	35.3	38.9	42.9	42.2	46.43

收稿日期: 2009-09-16
通讯联系人: 汪惟源, 工程师, 研究方向: 电网规划. E-mail: wwyyg@163.com

2 “十五”期间分层分区格局的形成

南京电网“十五”期间的发展可分为两个阶段, 分别在“十五”初期和末期完成.

2.1 220 kV 双环网的形成

2000 年以 220 kV 晓庄变建成为标志, 南京江南地区建成了简明清晰的 220 kV 双环网. 此时南京电网仅 1 座 500 kV 变电站—东善桥变, 负荷主要集中于江南地区, 主力电厂则集中于江北, 江南电网和江北电网通过 4 回 220 kV 线路并列运行, 呈现明显的“北电南送”的格局. 500 kV 东善桥变和江北南热、华能等电厂成为江南环网的主要电源支撑, 如图 1 所示.

此时的 500 kV 电网在南京仅单一落点, 南京城网区域内无电磁环网, 只有 220 kV 电网与城网区域外的 500 kV 电网形成电磁环网, 无论是从供电容量还是可靠性考虑, 完全不具备分区条件.

2.2 江南、江北电网分区运行

2005 年伴随江苏 500 kV 西通道建设, 南京 500 kV 电网迎来了空前的发展机遇, 江北三汊湾变、江南龙王山变相继建成投运, 形成了围绕市区的 U 形半环网. 在此背景下, 江南、江北分区运行, 原江南、江北 4 回联络线中, 盘城变至东善桥变线路过江通道升压 500 kV 运行, 江南、江北只保持 2 回联络线, 正常情况下停用. 具体如图 2 所示.

3 “十一五”以来南京电网结构的加强

“十一五”期间南京负荷保持稳健增长的势头, 电网结构继续加强, 主要情况如下:

- (1) 随着江苏 500 kV 第四过江通道—西二通道的建成, 南京在全国省会城市中率先建成 500 kV 双环网, 城市电网受电能力和供电可靠性大大加强.
- (2) 为满足江南、江北负荷增长需要, 分别在 500 kV 三汊湾变、龙王山变扩建第二台主变, 在东善桥变扩建第三台主变.
- (3) 为保证江南特别是主城地区的供电可靠性, 仍然维持江南东善桥—龙王山之间的电磁环网, 未作进一步分区.

具体如图 3 所示.

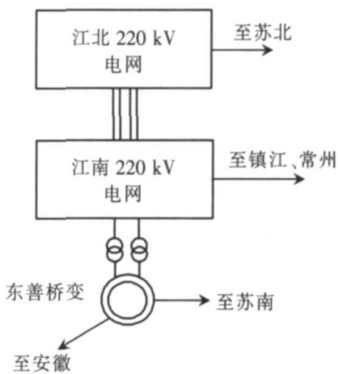


图 1 2000 年南京电网结构示意图
Fig.1 The topology sketch map of Nanjing power network in 2000

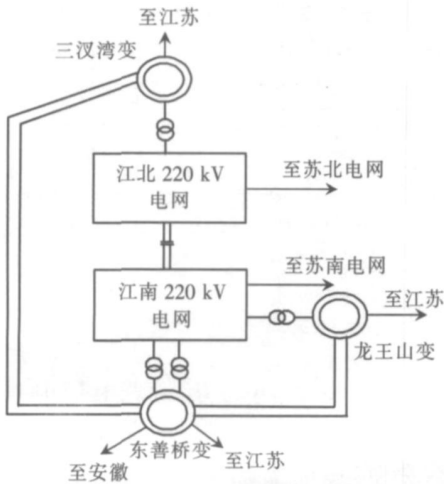


图 2 2005 年南京电网结构示意图
Fig.2 The topology sketch map of Nanjing power network in 2005

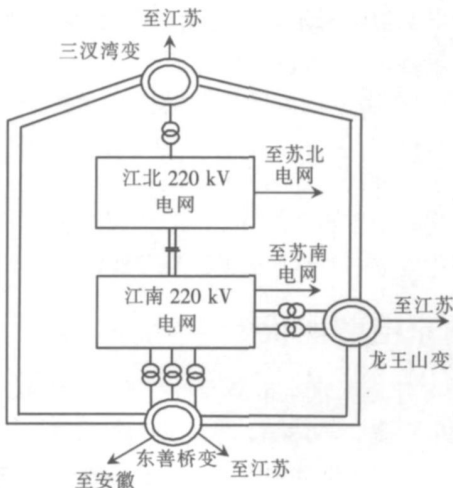


图 3 2009 年南京电网结构示意图
Fig.3 The topology sketch map of Nanjing power network in 2009

在龙王山、东善桥扩建主变以及沿江若干新建电源接入 220 kV 电网后, 江南片区的短路电流迅速上升, 龙王山、东善桥变的 220 kV 母线短路电流将超过 49 kA, 为解决短路电流问题, 采取了以下措施:

- (1) 东善桥、龙王山主变采用高阻抗变压器 (分别由 12%、15% 增加到 20%);
- (2) 东善桥主变中性点加装小电抗;
- (3) 南京城网与镇江城网解环运行;
- (4) 调整电网结构, 扩大 220 kV 双环网, 增加电气距离.

4 南京电网未来分区方案规划

根据南京地区负荷发展及新增电源的接入, 未来分区大致可划分为 3 个阶段.

4.1 第一阶段分区方案

为优化苏南 500 kV 电网结构, 适应皖电东送的需要, 满足南京负荷发展需求, 预计“十一五”后期将建成 500 kV 宁东南变. 宁东南变建成后, 为限制东善桥变、宁东南变 220 kV 母线短路电流, 必须将南京江南电网进一步分区为主城和江宁南部-溧水-高淳 2 大片区. 主城片区仍然维持以东善桥变、龙王山变为核心的双环网结构, 南部片区以宁东南变为核心, 建成 2 个 220 kV 小环网. 具体如图 4 所示.

4.2 第二阶段分区方案

“十三五”期间, 为适应南京主城及江宁西部负荷发展, 需建设 500 kV 秦淮变. 为控制短路电流, 主城片区需进一步分为城西片区和城东片区, 城西片区由秦淮变、龙王山变合环供电, 城东片区由龙王山变、东善桥变合环供电, 龙王山变 220 kV 母线分段运行 (“十二五”期间江北地区建成 500 kV 秋藤变, 但江北电网仍然合环运行). 具体如图 5 所示.

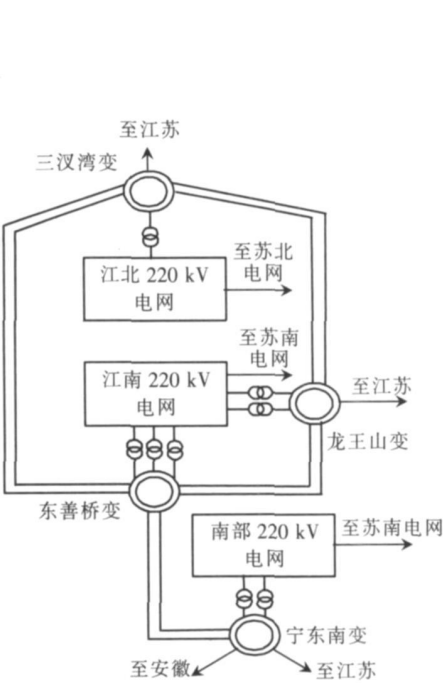


图 4 2010 年南京电网结构示意图

Fig.4 The topology sketch map of Nanjing power network in 2010

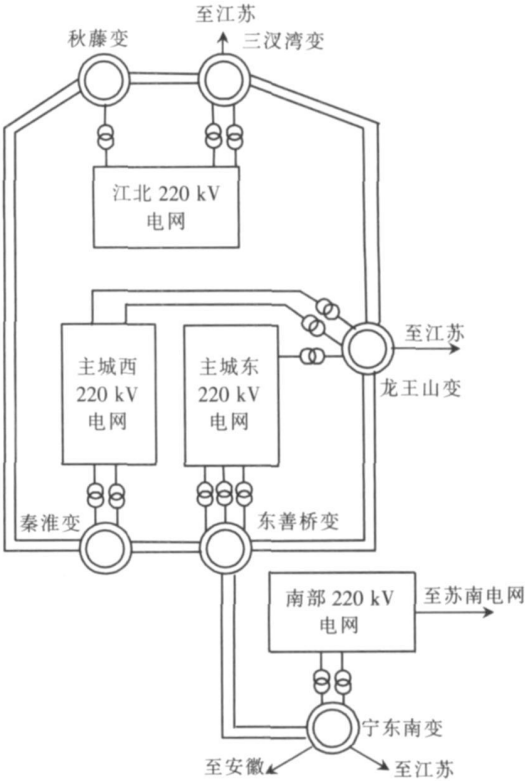


图 5 2020 年南京电网结构示意图

Fig.5 The topology sketch map of Nanjing power network in 2020

4.3 第三阶段分区方案

远景视南京负荷的进一步发展, 在南京江南城东地区新建 500 kV 青龙变, 城东片区划分为城东北和城东南片区, 城东北片区由龙王山变、青龙变供电, 城东南片区由青龙变、东善桥变供电. 在南京江北地区新建 500 kV 宁北变, 江北片区划分为浦口、六合两大片区, 浦口片区由秋藤、三汊湾合环供电, 六合片区由

三汊湾、宁北合环供电. 具体如图 6 所示.

5 结论及建议

(1) 南京电网分层分区运行后, 能够有效控制短路电流, 同时继续维持电网 $N-1$ 结构, 避免分区后辐射运行, 保障了电网供电的安全性和可靠性.

(2) 由于城市电网发展的复杂性、多样性和不确定性, 电网分区应十分慎重, 远近结合, 选择好分区的时机, 做到上下级电网的协调发展. 在 500 kV 网架薄弱、主变容量不足的情况下, 冒然分区将阻断地区间功率交换, 严重影响供电可靠性.

(3) 在电力规划中, 电磁环网运行有其可取之处, 某些情况下对于提高供电可靠性、充分发挥已有输变电设备资产效率、降低网损较开环运行更为有利. 特别是在城市发展成熟地区, 一方面拟为控制短路电流而打开环网, 另一方面为保证供电可靠性须向城市中心地区新建输电通道又不能落实的情况下, 仍然尽力维持高低压电磁环网成为唯一的选择.

(4) 电网分区后仍应尽量保证各分区的环网结构, 保证双方向电源供电.

(5) 确定电网远景分区方案及目标网架后, 应及早将对城网长远发展具有战略意义的站址、走廊进行控制, 可灵活采用先行建设 220 kV 开关站、线路降压运行等方式.

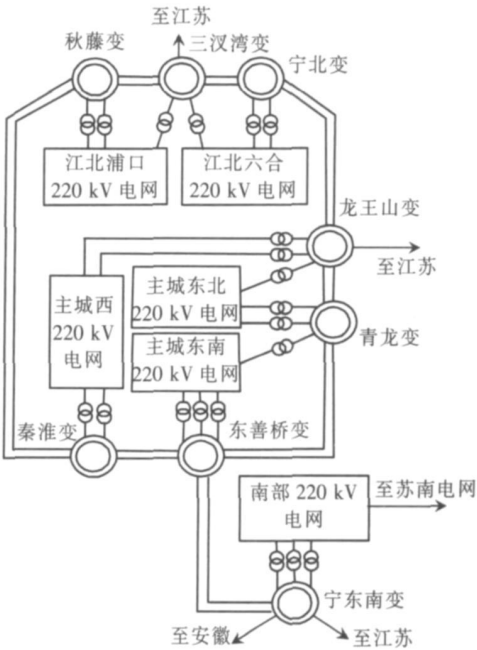


图 6 2020 年南京电网结构示意图
Fig.6 The topology sketch map of Nanjing power network in 2020

[参考文献] (References)

[1] 刘树勇, 顾强, 张丽娟, 等. “十一五”期间天津 500/220 kV 电网分区供电方案 [J]. 电网技术, 2008, 32(9): 51-55.
Liu Shuyong, Gu Qiang, Zhang Lijuan, et al. Research on power supply scheme based on partitioning of 500/220 kV Tianjian power grid during the 11th Five-Year plan [J]. Power System Technology, 2008, 32(9): 51-55 (in Chinese)

[2] 程海辉. 500/220 kV 电磁环网开环运行分析 [J]. 江苏电机工程, 2005, 24(5): 38-40.
Cheng Haihui. Analysis of breaking the 500/220 kV electromagnetic circuits [J]. Jiangsu Electrical Engineering, 2005, 24(5): 38-40 (in Chinese)

[3] 阮前途. 上海电网短路电流控制的现状与对策 [J]. 电网技术, 2005, 29(2): 78-83.
Ruan Qiantu. Present situation of short circuit current control in Shanghai power grid and countermeasures [J]. Power System Technology, 2005, 29(2): 78-83 (in Chinese)

[4] 张祖平, 范明天, 周莉梅. 城市电网电磁环网的解环问题研究 [J]. 电网技术, 2008, 32(19): 42-44.
Zhang Zuping, Fan Mingtian, Zhou Limei. The research of electromagnetic ring in urban electric network [J]. Power System Technology, 2008, 32(19): 42-44 (in Chinese)

[5] 张红光. 打开高低压电磁环网运行研究 [J]. 中国电力, 2006, 39(12): 24-27.
Zhang Hongguang. Research of opening up the electromagnetic ring to operation [J]. Electric Power, 2006, 39(12): 24-27 (in Chinese)

[责任编辑: 严海琳]