

DOI: 10.16516/j.gedi.issn2095-8676.2016.04.005

城市电网目标网架构网模式研究

王诗超¹, 曹静¹, 王若愚²

(1. 中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司, 广州 510663; 2. 深圳供电局有限公司, 深圳 518000)

摘要: 合理科学的城市电网远景目标电网结构, 可以确保电网的安全运行与长期稳定。根据电网供电、网络接线、电源分布等特点, 对国内外目标网架的构网模式进行梳理分析, 详细阐述了内外双环网构网模式和组团化构网模式, 提出各类型构网模式的优劣。同时分析了北京、上海等国内典型大型城市先进电网, 并对其电网的网架结构、运行经验和设计原则进行研究, 尤其是 500 kV 终端变电站的供电模式及运行方式, 为其他城市电网发展提供参考借鉴。

关键词: 大型城市电网; 构网模式; 内外双环网; 组团化电网

中图分类号: TM715

文献标志码: A

文章编号: 2095-8676(2016)04-0023-03

Study on Network Frame Models of Urban Target Power Grid

WANG Shichao¹, CAO Jing¹, WANG Ruoyu²

(1. China Energy Engineering Group Guangdong Electric Power Design Institute Co., Ltd., Guangzhou 510663, China;
2. Shenzhen Grid Co., Ltd., Shenzhen 518000, China)

Abstract: A reasonable and scientific vision of the urban power grid structure can ensure the safe operation of power grids and long-term stability. According to the characteristics of power supply, network connection and power distribution, this paper combs and analyzes the network frame models of domestic and foreign target power grid, and illustrates double-loop network frame model and Grouped subarea division model. The paper also puts forward the advantages and disadvantages of various types of network models. Then it focuses on the analysis of typical large city grid in China, such as Beijing and Shanghai, and analyzes the grid structure, operation experience and design principles of Beijing and Shanghai power grid, especially operation mode of 500 kV terminal substations, which provides references for the development of other cities.

Key words: large-scale urban power grids; network frame models; double-loop network; grouped subarea division

电网结构的形成主要取决于区域内电源、负荷分布及地理条件等因素, 并没有固定模式, 也很难以某种固定的电网接线方式来描述。根据电网供电、网络接线、电源分布等特点, 本文对国内外现存的目标网架的构网模式进行梳理分析, 大致归纳出国内一些比较具有典型意义的电网结构, 提出各类型构网模式的优劣。

国内比较典型且具有参考意义的大城市先进电网有北京和上海。其中, 北京是全国的政治中心、上海则作为全国的经济翘楚, 本文对北京、上海电网的网架结构、运行经验和设计原则进行阐述分析, 为其他城市电网目标网架研究工作提供参考和借鉴。

1 典型构网模式

1.1 内外双环网构网模式

有代表性的电网有广东电网珠三角地区、北京电网和上海电网。

广东电网目前已全面形成珠三角地区内的双回内环网, 并建成了部分双回路外环网, 向西辐射到湛江、向东延伸至潮州、向北辐射到韶关^[1]。但是

收稿日期: 2016-03-09

基金项目: 中国能建广东院科技项目: 广东电网中长期电源规划研究(EX03941W)

作者简介: 王诗超(1988), 女, 江西万年人, 工程师, 硕士, 主要从事大型电力系统规划、电力系统分析、投资规划等研究(e-mail) wangshichao@gedi.com.cn.

远景如果仍然维持广东电网这种内、外双环网的构网模式,继续发展下去,随着变电站数量的增加,变电站之间的联络越发紧密,尤其是珠三角地区变电站之间电气距离将进一步拉近,广东电网尤其是珠三角电网将逐渐形成“铁板一块”的状态,导致广东电网现存的三大问题,即大面积停电风险问题、交直流相互影响问题、以及短路电流水平超标问题。

北京区内以 500 kV 口字型外围环网为基础,深入城市负荷中心区布点终端负荷站。外部环网保证了负荷中心的多电源供电,应对主网运行风险与事故的能力较强。

上海电网区内构成 500 kV 内外双环结构,终端深入市区,电气联系更为紧密,供电可靠性高。

1.2 组团化构网模式

2005 年《广东电网“十一五”规划》首先提出了未来广东电网组团化的构网思路,即当电网的规模达到一定水平后,依据区域位置和负荷水平,将整个电网划成若干个相对独立的分区组团电网,分区组团电网之间进行简单联接,争取各组团内部能实现自身电力供需平衡,或者控制组团之间的单向功率交换。

从全世界范围来看,欧洲电网作为世界上规模最大的同步电网之一,欧洲电网是以国家为实体各自建设自己的电网,与周边国家联网定位清晰(就是相互支援,包括正常调节余缺和事故的支援),没有大功率的交换。欧洲电网其实就是一个组团化的电网,组团与组团之间采用较弱的联系,事故时可解列^[2]。

组团化的构网思路仍停留在概念阶段,虽然后续广东电网的研究工作中又陆续提出了广东电网 2020 年形成 2~3 个组团的具体网架方案,但组团化具体何时形成,如何实施过渡,均未有定论。组团化构网模式关注对大规模严重事故的控制,着重于电网规模的控制及电网的分割,但并未提及组团内部的网络结构及组团之间的联络要求。同样,目前组团化模式也未能针对地区的差别,体现不同地区对供电的差异性需求。

2 典型构网模式优劣分析

1) 内外双环网构网在电网规模不大时,具有供电灵活、适应性强、稳定性高等优点。但最大的缺

点在于潮流难于控制,当发生恶性事故时,容易产生功率的大转移,引起电网崩溃瓦解,造成巨大损失。尤其,当电网规模的增大到一定程度,电网结构相对复杂时,上述缺点的影响将渐渐被放大,增大电网运行风险。

2) 组团化构网模式中,各组团电网系统规模相对减少,结构简化。减少了电网紧密联系的负面影响,增强了潮流的可控性,各组团在正常运行时仍能调节余缺,事故情况下可相互支援,严重故障情况下能快速解列,降低了大面积停电及电网崩溃的风险。然而,此类构网模式的缺点在于抗干扰和抗事故能力降低。

3 大型城市电网结构分析

3.1 北京电网概况

北京电网 500 kV 电网基本形成“外围成环、深入市区”的电网结构。500 kV 有 10 个受电通道,外围形成环网,终端变电站(负荷变电站)深入到五环附近。

500 kV 电网为环网结构,500 kV 终端变电站深入市区。一个供电区域是以相邻的 2 座 500 kV 变电站的各一段 220 kV 母线构成的,实现了 220 kV 网络分区供电的模式。正常方式下,各分区间相对独立供电,事故情况下各区间具备一定的相互支援能力。

朝阳、城北、海淀 3 个 500 kV 变电站都是按终端站建设,而且都按独立双电源思想从两个 500 kV 变电站引接,实现分片供电。终端站本期规模 2 台 1 200 MVA 主变,强调了两回 500 kV 线路分别从两个不同的变电站接入,更好的实现“独立双电源”的结构以期达到更好的供电可靠性效果^[3-4]。

北京电网的网架结构清晰合理,其构网模式简述如下:

1) 区内 500 kV 主网成环,区外加强与区域主网联系。

北京区内以 500 kV 口字型外围环网为基础,深入市区布点终端负荷站。其中,外部环网保证了负荷中心的多电源供电,应对主网运行风险与事故的能力较强;负荷中心站点终端运行,以 2~3 台不同站点的主变为中心构建的“两站、三或四台、五枢纽”或者“三站、五台、六枢纽”的分区供电模式,220 kV 转供能力极强且供电分区内规划建设

前一年度权威数据, d , e 取为该项目的投产年数值。另需注意 n 值有可能为负, 判断时按照“ $n \leq 0.1$ ”, 判断为“影响较小”。

3 两个待探讨的问题

3.1 厂用电范围调整

厂用电率影响供电煤耗计算和项目能效水平评价, 由于项目评估范围与建设范围一致, 相应的厂用电率涵盖范围也与此一致, 这就导致不同评估范围工程厂用电率的“基准”不同, 如有的工程厂外输煤系统含在项目评估范围, 有的扩建项目根本不考虑输煤系统, 不同基准计算的供电煤耗并不能准确反映项目能效水平。建议相关部门对厂用电计算的范围统一界定, 以确保评估科学性, 计算项目能效时, 围墙外设施全不考虑, 扩建工程按对应机组容量分摊。

3.2 技术经济指标

2014 年本指南总纲“评估概要”的“指标优化对比表”, 有“主要经济技术指标”一项, 由于项目评估通常输入为可研报告, 可研阶段投资收益等指标均为概算值, 仅作为下一阶段控制指标。一般来说节能措施投资对项目影响局部的, 细化计算相关指标比较困难, 进行比较没有意义, 建议“指标优化对比表”取消“主要技术经济指标”, 仅保留与能效能耗密切相关的“主要能效指标”、“能源消费情况”两项。

(上接第 25 页 Continued from Page 25)

4 结论

国内先进电网的建设经验表明, 负荷中心城市的电力供应均主要依靠区外主干交直流通道送入电力, 特别需要指出的是北京和上海电网区内规划建设 500 kV 终端站, 通过加强 220 kV 层面的电网, 可以保障终端站的供电可靠性。

目标网架应该能够很好协调短路电流控制和负荷中心输电能力的要求。为控制 500 kV 主网短路电流, 要求电网结构不能太密集, 而为了增加负荷中心输电能力, 又必然需要新增输电通道, 从而加强电网结构。这两个相互矛盾的要求, 必须通过合理的原则进行协调。这就要求目标网架规划的研究中, 一方面需要简化网架, 断开过于密集的局部电网,

4 结论

火电项目节能评估是一项政策性、专业性、时效性都很强的工作, 电力设计院的强处在于项目建设方案和节能措施评估这两部分内容, 薄弱之处在于对国家、地方节能政策相关信息把握程度、地方能源利用现状和能源消费影响评估等时效性很强的内容, 此外对评审专家关注的重点也不够清楚, 以至于报告普遍质量不高。根据作者的经验, 只要能充分理解节能评估的内涵, 加强对节能政策的领会, 把握好能源消费现状时效性, 紧紧抓住评估的要点, 完全可以编写出高质量的评估报告。

参考文献:

- [1] 国家发展改革委资源节约和环境保护司, 国家节能中心. 固定资产投资节能评估工作指南(2014 年本) [M]. 北京: 中国市场出版社, 2014.
- [2] 蒋明昌. 火电厂能耗指标分析手册 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2011.
- [3] 李青, 潘焰, 宋淑娜. 火力发电厂节能减排手册 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2010.
- [4] 中国电力企业联合会环保与资源节约部. 电力行业节能减排法规政策选编 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2012.
- [5] 赵振宇, 张清峰, 赵振宇. 电站锅炉性能试验原理方法及计算 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2010.
- [6] 中国电力企业联合会. 大中型火力发电厂设计规范: GB 50660—2011 [S]. 北京: 中国计划出版社, 2011.

(责任编辑 高春萌)

另一方面需要通过增加输电通道加强电网, 有所为和有所不为相结合, 以保证电网安全可靠供电。

参考文献:

- [1] 饶建业, 杜忠明, 陈铮, 等. 广东电网网架形态及远景目标方案 [J]. 广东电力, 2016, 29(3): 38-45.
- [2] 靳晓凌, 张运洲, 尹明, 等. 欧洲电网发展趋势及联网技术路线分析 [J]. 能源技术经济, 2012, 24(4): 19-23.
- [3] 卞学海, 张炜, 徐奇. 我国电网目标网架初探 [J]. 电网技术, 2000, 24(2): 74-81.
- [4] 李晗, 罗建生. 北京电网分层分区与调度运行分析 [J]. 现代电力, 2005, 22(4): 29-33.
- [5] 孔涛, 程浩忠, 王建民, 等. 城市电网网架结构与分区方式的两层多目标联合规划 [J]. 中国电机工程学报, 2009, 29(10): 59-66.
- [6] 阮前途. 确保上海电网安全运行的若干思考 [J]. 电网技术, 2005, 29(22): 7-13.
- [7] 深圳供电局有限公司. 深圳远景目标网架研究 [R]. 深圳: 深圳供电局有限公司, 2014.

(责任编辑 郑文棠)