

# 输配分离后电网调度管理模式研究

李莹雯<sup>1</sup>, 周云峰<sup>2</sup>

(1. 绵阳电业局, 四川 绵阳 621000; 2. 四川省电力公司超(特)高压运检公司, 四川 成都 610041)

**摘要:** 输电与配电分离对于当前电力调度管理模式和电网调度安全影响巨大。在对国外的经验教训进行总结的基础上, 分析了输配电分离对电网运行稳定性的影响, 对新的市场环境下的电网调度管理模式进行了研究, 提出应坚持统一的调度管理, 加强电力调度的管理权力和管理力度, 按电网结构而不是以电网内的利益主体设立电力调度管理机构, 并给出相应的调度技术支持体系的总体结构。

**关键词:** 输配分离; 电力调度; 调度运行; 电力市场

**Abstract:** The impact of transmission and distribution separation on the current power dispatching management mode and the security of power grid dispatching is huge. Based on the summarization of the overseas experiences and lessons, the influence of transmission and distribution separation on the stability of power system operation is analyzed, and the management mode of power grid dispatching is studied in new market environment. Insisting on the centralized dispatching management, strengthening the management of power dispatching and establishing the power dispatching management agencies according to the structure of power grid instead of interest subject are proposed. Finally, the general structure of the corresponding dispatching technical support system is described.

**Key words:** transmission and distribution separation; power dispatching; dispatching operation; electricity market

中图分类号: TM734 文献标志码: A 文章编号: 1003-6954(2011)05-0046-04

## 0 引言

随着电力市场和电力工业改革的发展, 下一步电力体制改革的工作重点将是“稳妥实行输配分开”, 对电力行业, 特别是电网企业必然会带来新一轮冲击。对于电网输配分离的研究, 目前较多集中于分离策略、输配成本计算和激励机制的研究<sup>[1-6]</sup>, 而对于新模式下, 电网的安全运行模式研究则相对较少。

由于电网安全运行关系到社会稳定、国家安全和经济发展, 在当前电源与电网建设不协调、网架结构薄弱、各方利益主体之间的矛盾尚未得到有效协调和平衡的情况下, 进行输配分离改革, 对电网安全稳定运行可能会有一定负面影响, 大大增加了系统运行的不可预知性, 使电网运行特别是电网调度的安全压力增大。推进电力体制改革, 必须保证电网调度安全运行在改革过程中得到保证, 当电网实现“输配分离”后, 电网将处于一个完全不同的电力市场环境中, 目前市场中各个主体的角色和作用都将发生较大改变, 而电力系统的安全稳定运行问题不只是单单的技术问题, 其同时也是一个机制问题, 需要国家、电力市场

参与各方来共同维持。原来可通过行政命令来保证的电网安全管理制度和安全管理方式将发生根本性的改变, 如何在新的电力体制下确保电网安全的问题更为引人关注, 因此, 在推进输配分离的改革时更应该加强对电网调度运行和安全问题的研究。

## 1 国外经验教训

随着电力市场竞争机制的进一步发展, 要求输电网络必须向用户开放, 并有偿地提供输电服务。为实现电力市场的需要, 美国加州、纽约、新英格兰以及挪威的 StattNet 建立了以独立系统运营者(ISO)为中心的电力市场, 实现发电竞争、输电开放。ISO的主要作用是电网运行控制和实时电力市场管理。它的基本功能包括: 实时自动发电控制、网络安全运行、拥挤管理、机组组合、电能现货市场、输电和辅助服务市场。在这种机制下, 电力系统的管理运行模式转变为多家参与的市场模式。由于在电力市场中扮演的角色各不相同, 必定会出现追逐各自市场利益最大化的倾向, 因此调度机构对潮流的预测会变得困难, 同时对于各个参与者之间的信息交流沟通协调能力也提

出了更高的要求,直接后果是电力系统保持安全稳定运行的充足性和安全性指标下降,美加“8.14”大停电以及2003年意大利电网大停电就是由于电力系统调度人员不能充分调节穿过不同输电公司及地区的潮流所引发。因此,建立ISO的模式不能充分满足现代大电网下电力系统管理运行实时性、复杂性、随机性的特点,要加强对输电网、电厂、用户的安全管理,确保整个电网安全稳定运行,必须要有统一管理电网的机构,并由这个机构负责建立国家互联电网和区域间的电力调度。从根本上来说,就是必须以电网调度关系为纽带,坚持统一调度、分级管理、技术互助的原则。

## 2 输配电分离对电网运行稳定性影响

从市场机制上看,由于电力系统从传统的垂直管理运行模式转变为多家参与的市场模式,市场参与各方可分为:输电公司、发电公司、多家配电公司、大用户和普通用户,在今后还可能出现多家普通用户联合在一起推举代表进入电力市场代表他们利益的情况,由于在电力市场中扮演的角色和出发点各不相同,必定会出现追逐各自市场利益最大化的倾向,因此可以预见在输配分离后的电力市场中,由于各个市场参与者各自追逐自身最大市场利益,潮流难以统一协调控制,市场投资减缓从而导致发电侧、输电侧备用水平逐步下降,这些都将使电力系统的安全稳定成为一个突出问题。基于共同受益的原则,对于保证电网的安全稳定的职责应由市场参与各方共同承担,国家电力监管部门需要制定清晰的规则,对各方在承担电力系统安全稳定方面的职责进行详细描述,并要求强制执行,同时对市场参与各方,特别是发电公司、输电公司、配电公司的利益进行一定保证,以从机制上增加各方主动保持电网安全运行的积极性,减少电力系统运行的风险,使电力市场能够有效运行,从而保证国家能源安全。

就电网运行角度看,输配分离后,满足对用户的可靠供电问题由过去的仅由电网公司一家承担演化为市场中多个因素的相互作用,这可以从长期和短期两个方面来阐述。就长期而言,对用户的可靠供电要求维持电力系统的充足性,进而又可细分为发电能力的充足性、输电网络的充足性和电力市场的充足性。从短期方面来说主要是通过电网的安全稳定运行来达到。它们之间的相互关系可用图1来描述。但在潮流控制方面,在一个给定的时间内,输电线路对于

其中流过的电流有一定限制,作为发电公司和用户间的电能输送通道,输配电网在电力系统中处于非常重要的地位。对电网而言,大多存在着由于经济、环境的制约以及历史因素造成的一些网络上的薄弱环节,主要体现在其输送潮流的能力受稳定校核计算结果的限制,不得超过某一数值,因此电网不但存在着交通网、通信网那样的静态阻塞,而且还存在严重的动态阻塞,在竞争的电力市场环境下可能会表现得尤为明显。厂网分开、输配分离后,各发电公司之间与售电公司之间的竞争将加剧,发电公司希望发更多的电量,售电公司希望卖出更多的电量,这样就更加使得输配电网成为资源竞争的瓶颈,电网安全性有所下降,同时由于竞价机制的引入,供电合同更具多样性和多变性,市场经济下的系统运行工况将由市场需求来决定,电网潮流的分布将与以往调度部门所能掌控的方式不同,表现为多变而难以预测,从而使电网面临预想不到的运行方式,导致电网运行部门在控制输电网络潮流方面存在严重困难,增大电网运行风险。在这样的情况下,各级电网调度的作用更加重要,为了保证输电网络的安全可靠运行,必须对相关环节的潮流加以约束和限制,以防止线路潮流超过稳定极限要求,危及系统安全。若潮流控制不力,就可能会出现电网崩溃事件,引发大面积停电,给电力市场各参与方都带来损失。因此在输配分离后的电力市场中,规划、交易部门以及各市场参与方都需要加强与运行部门的沟通,以解决电力系统运行中的充足性和安全性问题,使电力系统在运行中有足够的备用,来保证电力系统能保持长期的安全稳定可靠运行。

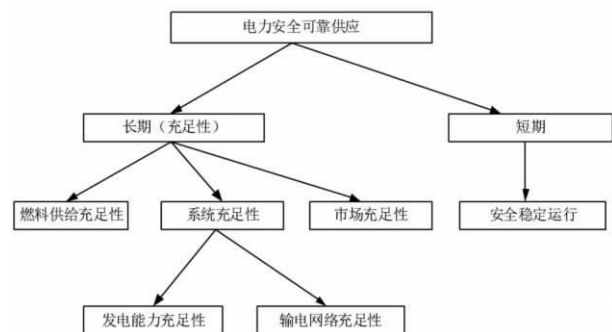


图1 电力安全可靠供应的相关因素

## 3 电网调度管理模式研究

电网调度机构是电网运行、指挥、指导和协调机构,依法在电网中行使调度权,这是电力生产的特点

决定的。电网企业必须加强电网调度系统管理,进一步加强调度的纽带作用,坚持统一调度,分级管理,全面提升电网调度运行管理水平,保障电网安全、稳定、优质、经济运行。在实现输配电分离后,鉴于国外在此方面的惨痛经验教训,在电网调度体制方面,必须有一个能够协调指挥整个电网的强有力电力调度机构,防止电网中的各个机构各自为政、自成体系、缺乏统一有效的管理,从而在管理方面造成电网安全运行管理的隐患。从另一方面来看,虽然纯粹以自由市场方式来运作有利于电力企业的发展,但是由于电能具有即发即用的特殊性,它不能储存,是发、输、变、配、用各环节同时进行的,因此,对电能的发、供、用一旦失去管制,失去统一的调度管理,就必然会存在较大的潜在不平衡风险,造成严重的后果。

同时,输配电分离会使得原先处于同一组织内的各输电机构、配电机构的行政隶属关系和资产关系发生一定变化,在以市场经济为主导的前提下,实行厂网分开、输配分离、竞价上网、引入竞争,使得供电关系和供电秩序也在逐步发生变化,调度运行人员面临更大的压力和更少的选择性,各参与方提供辅助服务的积极性和主动意识下降,一些新的矛盾也将逐步显现。由于各机构的角色和立足点发生转变,现有的有效协调沟通机制也将不适应外部环境的变化,在某种程度上为电力调度的安全管理造成了困难,所以必须要有一个强有力的电力调度体系。以美国为例,北美(含加拿大部分)电网分为150个左右的控制区,40多个独立调度中心各自只关心自身的局部利益,没有一个全系统性的调度中心,这样的体制下局部问题就很容易演变成全局性故障,从而造成大电网事故。在电力系统的网架结构方面,目前北美电网的互联互通性比中国强大很多,一般市场经济条件和电力市场化的条件也比中国好得多,但最大的电力事故却偏偏发生在北美,如1996年美国西部加州两次大停电,2003年8.14大停电事故,这些大停电事故都暴露出北美电网调度系统在体制和运行管理方面都存在着很多问题,如电力公司的调度协调机构缺乏有效的电网事故处理预案,调度员未采取措施减负荷(也没有手段减负荷,如果调度员擅自拉负荷,用户有权通过法律手段维权,调度人员可能因此而入狱),未通告相邻电力公司和协调机构等等,从而坐失良机,造成大面积停电的后果。因此面对新的市场环境和更多电网运行管理中的不确定性,对电力调度的管理权力

和管理力度只能加强不能削弱,电力调度机构的设立应按电网结构来确定,而不应该以电网内的利益主体来设立。区域电网、省级电网地区配电网都应分别设立一级调度机构,配网调度以下根据配电网规模的需要情况设立集控中心和操作中心。所有调度机构在一个区域内都应在技术和调度业务上实现垂直管理。调度机构的主要任务如下。

(1) 对并网电气设备的运行依法实行调度运行权上的分级管理和运行控制;

(2) 电力市场交易过程中的安全校核、网络阻塞管理;

(3) 保证电能质量,进行无功电压调节和有功功率的实时平衡;

(4) 按分级管理的原则处理电网事故,必要时可采取切负荷等紧急控制手段。

此外,在电力市场环境下,电力电量交易特别是短期交易行为会造成电网潮流发生经常性的、大幅度的变化,对调度运行管理水平和实时处理能力提出了更高要求,同时,在市场环境下,电力生产的各环节分离,调度对全过程的控制能力弱化,调度命令的权威性受挑战,在这种情况下,更需要加强调度在电网运行中的管理作用,调度机构不再仅仅是电网运行的指挥协调中心,还将是电力市场的有机组成部分。

## 4 技术支持体系

在新的电力市场环境下,电网运行部门会面临大量的输电交易合同、不断增加的市场参与者、根据市场需要长距离输电、依赖电力市场来满足用户需要,并维持系统稳定、不断变化的市场运行准则和电力市场结构、不可预测的市场行为、系统备用的减少,使用原有的运行控制手段来控制新环境下的电力系统已变得不适合,因此,传统的离线分析、信息交换方式已不能够满足电网安全运行的要求,对电网运行部门而言,要采用新的技术手段使调度运行人员具备在线环境下进行电压分析和暂态稳定分析的能力,来保证电力系统安全稳定运行的目的,同时应满足如下要求:

(1) 使电网调度管理运行人员了解当前电力系统的状态和关键参数;(2) 智能化的在线动态安全分析;(3) 跟踪、辨识和记录不正常运行模式;(4) 不同层次、不同区域控制、信息系统之间的信息交换和决策的相互协调。

新的技术支持体系不仅能够为电网运行部门提供快速、直观的对电力系统健康状况的定量评价手段,系统在市场要求下趋近其极限时所冒的风险,还能够告知电网运行部门电网运行的薄弱环节和相应的校正手段,这些都可以通过如图 2 所示的基于广域测量系统的电力系统安全稳定决策系统来达到。



图 2 电力系统安全稳定决策系统总体结构

其中输电合同安排主要包括阻塞管理、合同安排、辅助服务管理、可用输电能力计算等功能。其中阻塞管理主要用于减轻输电网络的阻塞。合同安排主要是根据输电网络运行情况来决定配电公司或发电厂的输电合同申请是否可以得到满足。辅助服务用于决定系统对辅助服务的要求及分析对各类辅助服务的满足手段。可用输电能力计算根据合同安排情况来计算剩余的输电系统可用能力并提供给电力市场参与各方。

输电系统安全稳定评价包括实时网络分析、负荷预测、实时暂态稳定分析和实时电压稳定分析等功能。实时网络分析包括网络拓扑分析、状态估计、调度员潮流分析、静态安全分析、有功及无功最优潮流分析。实时暂态稳定分析和实时电压稳定分析计算实时暂态和电压稳定极限以及控制所需的校正手段。

实时不平衡交易是用于保证电力系统发供处于实时平衡状态。电网调度人员可以根据计算结果调度能提供实时不平衡服务的资源,达到电力系统供需实时平衡。

数据储存是用于收集、打时标和维护系统动态和静态数据以便于分析和评价系统运行情况。主要包括实时数据存储和历史数据存储。

输配分离后,配电公司在服务区提供电力网络域内属于自然垄断,其与输电公司(或发电公司)的关系类似于目前电网公司与发电公司的关系,因此在配电公司的市场技术支持手段上可以采纳目前发电厂竞价上网的技术支持手段。

## 5 结 语

中国的电力体制改革不能脱离实际,盲目照搬外国经验。在输配分离后,电网的安全性和稳定性必须得到保持和提高,新环境下对调度运行人员的素质要求也将更高,调度运行人员不仅要熟悉电网调度运行业务,还要熟悉电力市场交易规则,熟悉技术支持系统,要具有相当的经济调度头脑,调度运行人员的责任更大,压力也更大。电网调度在电力市场化改革的道路上的作用越来越大,同时挑战也越来越大。要适应新形势对电网调度工作的要求,还有许多问题有待作更深入、细致的研究。

### 参考文献

[1] 姚建刚,秦红三,王路,等. 电力市场中输电与配电分开的方略初探[J]. 电网技术, 2001, 25(3): 70-73.

[2] 吴国丙,任震,黄雯莹. 基于潮流分解的输电成本分摊的改进方法[J]. 继电器, 2004, 32(9): 7-11.

[3] 谢俊,陈星莺,廖迎晨,等. 激励性输配分开电力市场竞价机制的建模[J]. 中国电机工程学报, 2006, 26(23): 25-31.

[4] 张少华,方勇,李渝曾. 电力市场中激励性机制设计[J]. 电网技术, 2003, 27(1): 52-56.

[5] 陈星莺,谢俊. 计及风险的输配分离电力市场供电公司最优竞价策略[J]. 电力系统自动化, 2005, 29(1): 13-17.

[6] 刘继春,武云霞,刘俊勇. 市场环境下的输电安全定价方法[J]. 水电能源科学, 2007, 25(4): 152-154.

(收稿日期:2011-06-21)

(上接第 19 页)

[11] 李付亮. 电力二次系统存储备份方案分析[J]. 继电器, 2006, 34(19): 42-45.

[12] 万继光,詹玲. 一种集群 NAS 网络备份系统的研究与实现[J]. 小型微型计算机系统, 2005, 26(6): 905-908.

[13] 邱洪泽. 共享磁盘冗余阵列在 SCADA 双机系统中的应用[J]. 电力系统自动化, 2005, 29(16): 90-92.

[13] 余静,麦绍辉,刘立东,等. 电力系统 EMS 数据备份方案[J]. 电力系统自动化, 2009, 33(17): 101-104.

[14] 林其友,高振华,陈嘉庚. 调度自动化系统紧急容灾备份方案[J]. 电力自动化设备, 2009, 29(12): 98-100.

[15] 王益民,辛耀中,向力,等. 调度自动化系统及数据网络的安全防护[J]. 电力系统自动化, 2001, 21(1): 5-8.

[16] 王卓,殷国富. 基于多代理的智能 ERP 研究及其在电力营销系统的应用[J]. 电力自动化设备, 2008, 28(12): 88-92.

(收稿日期:2011-04-10)