

电力市场技术支持系统的新框架

于尔铿, 周京阳, 张学松
(中国电力科学研究院, 北京 100085)

摘要: EMS 是对 SCADA, AGC 和网络分析等自动化“岛”的集成, 电力市场技术支持系统又是对 EMS 和信息系统等自动化“岛”的集成。文中阐述了上述特点, 并将电力市场技术支持系统新框架分为两大部分: 由合同管理系统、报价系统、信息发布系统、结算系统、管理信息系统、电能计量系统统一设计为电力市场信息系统; 由竞价发电系统与 EMS 统一设计为电力市场应用软件系统。

关键词: 电力市场; 技术支持系统; 信息系统; 应用软件系统

中图分类号: TM 734; F 123.9

1 电力市场技术支持系统的发展^[1]

电力市场是把电作为商品进行交易的场所。电力市场技术支持系统是服务于电力市场运营的自动化系统, 并随着电力市场实际需求与现代信息技术水平的提高而不断得到发展。

电力市场技术支持系统的发展分为 2 个阶段: 初级试验阶段和系统总体设计阶段。

电力系统调度自动化由数据采集与监控(SCADA)、自动发电控制(AGC)、网络安全分析一直发展到能量管理系统(EMS)的服务对象都是垄断型的体制。电力市场技术支持系统的服务对象却是逐步开放型的体制, 自动化功能一方面是在竞争各方(发电公司、电网公司、供电公司)之间建立强大的信息系统, 另一方面是建立符合“竞价上网、统一调度”原则的应用软件系统。

初期试验阶段的电力市场技术支持系统与 EMS 分离是必然的, 因为初期电力市场对自动化功能需求尚不明确, 只能逐步试验探索, 而 EMS 供应商认为 EMS 已是定型产品, 不愿意与不成熟的软件混在一起而影响交货和付款日期。这一阶段开发的有关软件主要包括合同管理系统(CMS)、发电报价系统(GBS)、信息发布系统(SIS)、结算系统(SBS)和交易管理系统(TMS), 在模拟电力市场条件下分为计划电量分配和竞价发电计划两部分。这些新开发的软件与已有的 EMS、管理信息系统(MIS)及电能计量系统(TMR)通过专门的接口联系在一起。

经过几年的试验, 试点单位浙江、上海、山东、辽宁、吉林等省市的开放发电市场的技术支持系统已

通过部(省)级鉴定或验收; 此外, 湖南省模拟电力市场也通过了鉴定, 四川省更有长期的试验经历。

试验阶段电力市场技术支持系统暴露出的最重要的问题是网络安全校核速度跟不上实际需要。辽宁省针对 96 个时段竞价发电计划调用 EMS 数据进行潮流校核时间超过 1 h; 四川省仅完成地区发电功率校核, 虽然当前快速而实用, 但难以适应未来报价波动较大时运行方式的变化。

总结前一阶段的试验, 整个电力市场技术支持系统分为电力市场信息系统和电力市场应用软件系统两大部分, 前者应由电力市场专家和信息专家设计(包含 MIS 和 TMR), 后者则应由市场专家和电力调度专家设计(包含 EMS 和 DTS)。

2 新一代电力市场技术支持系统概貌

“自下而上”地总结已取得的经验, 由表面、分离、静止的认识水平提高到本质、相关、动态发展的辩证认识水平, 就可以“自上而下”实现新的系统设计^[2]。

我国电力市场的指导方针是“竞价上网、统一调度”。统一调度是电力市场安全的保证, 美国加州电力市场(ISO)多次事故的教训必须引以为戒。因此, 网络安全校核是电力市场技术支持系统设计成败的关键。

电力市场信息系统(IS)、应用软件系统(APP)、竞价发电计划(GEN)、网络安全校核(NET)与 EMS 的关系有图 1~图 3 所示的 3 种配置方式。

不同方式数据交换时间大不相同, 影响这一时间的决定因素有 2 个: ①总的交换次数(打开通道); ②每次交换数据量。由 IS 取得报价数据和由 GEN 取得发电计划数据量少, 而取网络数据包括结构描述、元件参数、负荷数据、机组运行与控制参数、母线

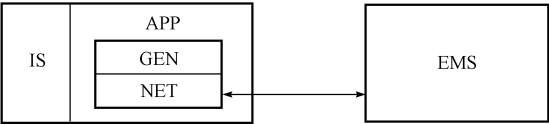


图 1 发电计划、安全校核与 EMS 分离方式
Fig. 1 Generation schedule and security analysis separated from EMS

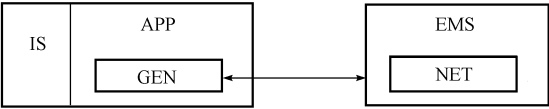


图 2 安全校核进入 EMS 环境
Fig. 2 Security checking enters EMS

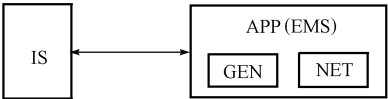


图 3 电力市场应用软件进入 EMS 环境
Fig. 3 Power market application software enters EMS

电压计划、电容器/电抗器开关计划、网络监视标准、假想故障等数量庞大。图 1 针对每一时段的计划取一次 EMS 网络数据，花费时间最多；图 2 可以一次送多时段的发电计划，时间短得多；图 3 可以一次送多时间报价信息，时间最短。

应该指出的是，网络安全校核不仅针对日计划的每一时段，而且针对 1 h~2 h 前的校正计划，还要针对实时调度和双边交易等。在电力市场中安全校核的条件(假想的运行方式、假象故障、安全标准)必须是公开的，取得电力市场各成员的确认。安全校核通不过时，调整发电计划会影响各成员的利益，所以校核的结果可能是经济纠纷案件中呈送法庭的证据。

新一代电力市场技术支持系统如图 4 所示。

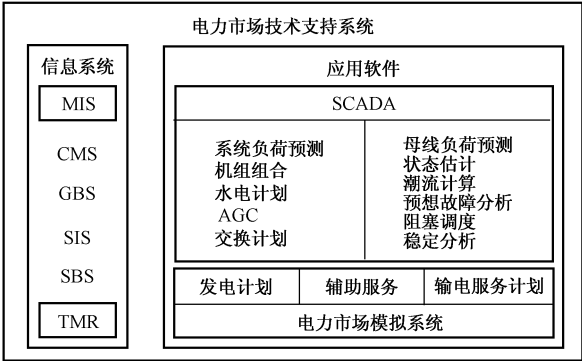


图 4 新一代电力市场技术支持系统
Fig. 4 New generation of power market technical support system

这一系统性设计的优点主要有：

a. 电力市场信息系统(包括已有的 MIS 和 TMR)统一设计,避免各部分在功能、信息和硬件方面的重复,克服各系统应用和维护上的不一致,提高效率。

b. 电力市场应用软件(包括已有的 EMS 和 DTS)统一设计,将发电计划、辅助服务计划和输电服务计划置于 EMS 数据环境之中,增强安全校核能力,成为“竞价上网、统一调度”的得力工具,在保证电网安全的条件下实现公平竞争,避免电力市场改革进程中的反复和挫折。

3 电力市场信息系统设计

当前,MIS 和 TMR 往往由不同的公司开发,而电力市场的 CMS,GBS,SIS,SBS 又由另外公司开发。实际上,这些功能均属于数据管理系统,这种多家设计的局面造成数据、功能、画面和设备重复,应用与维护困难,数据无法共享,信息混乱,效率低下,可靠性低且资金浪费。

长远设计这项同属数据管理功能的子系统应统一到电力市场信息系统之中,对各子系统的数、信息画面和功能模块尽量提取“公因子”,重新组成新系统,将使数据维护和应用效率大为提高。

a. MIS与电力市场电价和运营相关的数据有管理费用、检修费用、发展费用、燃料费用、地区负荷。

b. CMS主要内容有电能电力交换合同(区域间)、水电合同、燃料合同、检修合同、发电合同、供电合同、双边合同。

c. GBS主要内容有发电能力与报价、报价合理性校核、负荷申报。

d. SIS主要内容有负荷预测/实际负荷(省、地)、报价信息、发电计划、电价预测/实际发电(网/公司/厂)、结算信息、网络安全(阻塞)信息。

e. SBS主要数据有分时电量、AGC 记录、备用记录、无功功率/电压损失记录、发电/输电/供电费用。

f. TMR主要数据有分时分地电量(发电厂/供电公司)、电量校核与修正、发电/供电方确认。

电力市场信息系统设计应打破原有专业界限,统筹考虑。设计目标为可靠、方便和快捷,并体现公平性。由 EMS 走向电力市场技术支持系统最大的变化是信息的扩展,由安全调度的信息收集到电力交易各方信息交流,这是电力信息技术(IT)的一次飞跃,也是数字化电力系统(digital power system)的具体体现。

4 电力市场应用软件设计

可以由 EMS 继承的应用软件有系统负荷预测、AGC、发电计划、机组组合、水电计划、交换计划、燃料计划、检修计划、水库调度计划、状态估计、母线负荷预测、调度员潮流、预想故障分析、安全约束调度、无功/电压优化、最优潮流、网络等值、暂态稳定分析、电压稳定分析和调度员培训仿真等。

针对电力市场新开发的应用软件主要有发电(竞价)计划、辅助服务计划和输电服务计划等。这些新的计划方面的软件往往由原 EMS 应用软件改造而来,涉及网络安全校核功能时则直接调用 EMS 的应用软件。

竞价贯彻在 1 d 前计划、1 h 前校正和实时调度之中。竞价软件的区别主要决定于报价单位和报价形式。若报价单位选取发电公司/发电厂时,机组启停已隐含在报价之中,机组组合属发电公司/发电厂内部解决的问题;而报价单位选取机组时,机组组合就成为电力市场发电计划中必须解决的困难问题。

发电报价曲线形式可以在以下几方面做出选择或规定:单段或多段;平线或斜线;只允许递增或允许升降。

当前竞价的发电计划面临的难题是:①旋转备用(发电机组升降速度)限制;②机组最短启停时间约束;③网络安全校核条件的正确设置和计算时间问题;④算法的收敛性和正确性(特别是报价曲线为平线或下降时)。

机组组合可以直接采用 EMS 中的机组组合应用软件,只是将机组的启动和运行的经济性改为报价曲线。简单的排队法仅能用于水平报价特性,对于斜线甚至下降报价曲线必须研究更复杂的竞价算法。

EMS 中的水电计划和交换计划在电力市场初期仍然适用,但它们都会逐步过渡到报价和竞价,这两套软件均涉及大范围资源优化,放松管制的时间可能会晚一些。经验表明,实际竞价的结果恰好符合资源优化的原则。

AGC 在电力市场中属于辅助服务,需要实时计算发电机组对 AGC 的响应和对备用的贡献,最终也可以走向报价和竞价;还需要实时记录无功功率调整和电压变化。此外,需通过状态估计实时计算网损,并将费用分配到交易各方。

系统负荷预测、状态估计、母线负荷预测、电容器/电抗器(开关)投切计划、无功功率/电压调整计划、潮流等主要为发电计划的网络安全校核提供假想方式。针对次日发电计划计算潮流并不困难,真正

的难点是提供校核网络安全的运行方式是否符合未来电网的实际情况,如各时段母线负荷的有功和无功功率、母线的电压和开关状态等,这是网络安全校核正确性的根本保证。这不仅需要配置以上应用软件,而且要精心维护其运行状态。

安全约束调度主要用来解除支路潮流越限,而电力市场所用的阻塞调度不仅要解除支路过负荷,而且使解除的代价——购电费用上升最少,并将其合理分配到交易各方。

最优潮流原理上可以解除支路过负荷和母线电压越限,但至今实用者不多。在电力市场中最优潮流最有价值的功能是计算电网各节点(或区域)的实时电价。

电力市场模拟系统用于培训与考核交易员和调度员、分析与研究市场规则和奖罚系数、测试应用软件性能等方面。

电力市场应用软件需要 EMS 的实时模式与研究模式的数据环境,竞价发电计划、辅助服务计划和输电服务计划等软件脱胎于 EMS 的能量管理软件,并与网络分析软件融为一体。这样,EMS 已演变为电力市场应用软件。

5 结论

电力市场技术支持系统是继电力系统 MIS 和 EMS 之后的又一次技术飞跃。一方面,将 MIS, CMS, GBS, SIS, SBS, TMR 统一设计为电力市场信息系统(IS),这是电力工业新的信息技术(IT)水平和数字化电力系统的体现;另一方面,改造、利用 EMS 实时与研究环境及能量管理和网络分析软件,使其衍变为新的电力市场应用软件。

参考文献

- 1 于尔铿,韩放,谢开,等(Yu Erkeng, Han Fang, Xie Kai, et al). 电力市场(Power Market). 北京:中国电力出版社(Beijing: China Electric Power Press), 1998
- 2 于尔铿,刘广一,周京阳,等(Yu Erkeng, Liu Guangyi, Zhou Jingyang, et al). 能量管理系统(Energy Management System). 北京:科学出版社(Beijing: Science Press), 1998

于尔铿,男,博士生导师,国家有突出贡献专家,研究方向为经济调度、状态估计、EMS、电力市场。

周京阳,女,硕士,高级工程师,研究方向为经济调度、EMS、电力市场。

张学松,男,博士,研究方向为状态估计、EMS、电力市场。

