

省级智能调度支持系统的设计及实现方法初探

刘俊勇¹, 王民昆², 杨嘉湜²

(1. 四川大学电气信息学院, 四川 成都 610065; 2. 四川省电力公司, 四川 成都 610041)

摘要: 智能调度是实现强壮智能电网过程中的核心内容, 是整个电网的枢纽。提出了智能调度的内涵, 比较了智能调度和传统调度的不同点, 总结了智能调度要解决的问题和难点。结合智能调度的发展前景以及四川电力调度实时运行可视化系统和备用调度系统的建设情况, 对省级智能调度支持系统的设计及实现方法进行了初步探索。

关键词: 智能调度; 备用调度; 可视化

Abstract: Smart dispatch is the key of the process to realize the strong smart grid and it is the pivot of the whole grid. The connotation of smart dispatch is proposed, the different points between smart dispatch and traditional dispatch are compared and the problems and difficulties to be resolved in smart dispatch are summarized. Combined the development prospect of smart dispatch with the construction of real-time operation visualization system of Sichuan power dispatch and the reserve dispatch system, the pilot study about the design of provincial smart dispatch supporting system and its realization method is carried out.

Key words: smart dispatch; reserve dispatch; visualization

中图分类号: TM73 **文献标志码:** A **文章编号:** 1003-6954(2009)增-0001-04

0 引言

智能调度以电网调度系统为对象, 通过不断研发、应用新型的电网控制技术、信息技术和管理技术, 实现电网调度各环节信息的智能交流^[1], 以提高电网调度安全生产保障能力和决策能力, 提高调度资源共享和优化配置能力, 提高电网调度规范化、标准化、精益化和智能化运行和管理能力, 为电网安全、优质、经济运行提供支持和保障的技术体系。

传统调度只需要处理一次系统的信息, 是电网稳态水平上的监控分析, 各应用系统相对独立, 数据库结构、数据格式、图形格式各不相同, 系统间通过既定的访问接口进行数据交互和共享, 纵向数据转发环节较多、时延明显, 各系统的数据分析结果在系统间几乎没有交互。智能调度面向调度全专业, 需要实现一、二次系统的同步建模、采集与分析, 是扩展到静态、动态、暂态三位一体的信息处理与分析, 是分布式一体化的标准系统平台, 实现全网调度范围内的统一协调控制, 实现多级调度主、备系统间实时与非实时数据的横向集成与纵向共享。

现代智能电网^[2]在空间、时间和控制目标等多个维度表现出复杂性, 作为电网决策中心和控制中心

的调度系统也必须与之相适应。随着电网规模和调度业务的快速增长, 传统调度系统已无法满足需求, 从软硬件构架和功能内涵上都需要实质性变化。智能调度首先要解决传统调度内部各系统、各平台间信息透明度差、多数据接口、数据格式差异大以及重复建设等弊端, 实现调度系统支撑平台的一体化; 其次, 智能调度要解决传统调度功能分散、整体性和扩展性较差、纵向数据共享不够、辅助决策功能薄弱等问题, 提高调度支持系统的实用化水平。而智能调度如何实现不同数据结构、不同访问接口、不同图形格式间的统一, 如何实现调度各业务系统之间、调度各安全区横向与纵向间的信息集成与共享, 如何实现备用调度中心的标准化建设和精益化管理, 是智能调度建设与发展的难点和亟待解决的问题。

文中结合智能调度的发展前景以及四川电力调度实时运行可视化系统和备用调度系统的建设情况, 对省级智能调度支持系统的设计及实现方法进行了初步探索。

1 SCADA/EMS支持平台

智能调度支持系统采用新一代 SCADA/EMS支持平台^[3]的框架, 主要功能包括电网运行监视与预

警、电网实时调度与智能决策、电网运行分析与评估等。数据采集采用多应用、多网关、多任务的分布式模式,以提高采集应用的运行可靠性。数据源除了传统的 RTU 数据外,还包括来自 PMU 装置、TMR、安全自动控制系统、继电保护和故障信息管理系统、水调自动化系统等智能设备和系统的实时采集数据。

智能调度支持系统提供标准的接口技术,一方面,第三方应用软件可通过标准接口进行进程之间的网络通信;另一方面,图形显示界面具有开放的体系结构,可以提供 API 接口和图形结构标准,供第三方应用软件使用,同时支持基于第三方界面模块的显示(例如动态连接库、OCX 控件等)。基于此,可以将现有的很多应用及电网模型有机地迁移、集成到 SCADA/EMS 平台中^[4~5]。

智能调度支持系统利用可视化技术,以图形或图像方式展示系统运行状态,突出显示告警以及电压和功角、线路和设备负载、断面潮流、备用和检修、负荷预测、灵敏度、状态估计等信息,使运行人员更方便、直观地了解系统的当前运行状态和电网运行趋势,从而采取更有效、更有针对性的运行控制措施。

目前,在备用调度中心建成的 SGD-5000 系统作为新一代“广域全景分布式一体化”调度自动化系统,采用基于组件的面向服务体系架构(SOA)和简单灵活的消息机制^[6],构成覆盖国、网、省三级调度的广域分布、互通互联、协调运作的电网调度自动化系统,涵盖了电网运行各个侧面,包括了历史、实时、未来和静态、动态、暂态全景信息,能够满足电网监视、分析、控制、计划和管理不同应用层面的业务需求。

2 省级智能调度技术支持系统

省级智能调度技术支持系统的建设除了要适应大电网特性和形态的改变,丰富系统功能,提高应用水平,还应结合各省电网的实际情况,开发出具有省级特点的实用的功能和算法。

2.1 信息处理模式转变

以调度员思维模式为框架,实现调度员信息处理模式的转变。

随着电网规模的快速扩充和电网互联的增强,对电网大模型的统一分析越来越成为需要。而各种繁杂的数据,其表现形式不直观,必然导致调度人员面对全网实时数据而视觉上变得模糊,太专注局部的变

化,降低对抽象数据的敏感度,从而弱化对系统运行态势发展的全面掌握。因此,调度系统需要从全局的角度来考虑,需要处理海量的信息。

省级智能调度支持系统从调度员的思维模式出发,充分利用省级电网丰富的数据资源,如 EMS、PMU、节能调度、水调自动化、OMS 等系统的数据,实现电网运行信息从静态、二维平面、孤立数据的展示方式到动态、三维立体、连续图形的展示方式的转变。为调度员提供了一个准确及时掌握电网实时运行态势的分析决策平台。

2.2 算法和功能开发

结合省网特点,开发出实用的功能和算法。

四川水力资源丰富,目前开展前期项目的电站装机容量已经超过了 40 000 MW,到 2010 年底,四川省水电装机容量将达到 30 000 MW 左右。水力发电在四川省发电量中占很大比例,对于联络线功率交换、自动发电控制和电网稳定起着至关重要的作用。

因此,省级调度系统应与水调自动化数据接口,通过对实时和历史数据的对比分析,为水电调度决策提供可视化分析界面,即通过收集水电机组及相应水库的发电曲线、耗水曲线、最低水位限制等数据,例如可实时计算水电机组按自定义发电出力时的最大运行时间等,并用可视化形象表达水电机组出力的相应时间,其目的和意义是便于调度人员全面掌握电网水力发电能力。目前,四川电力调度实时运行可视化系统已实现这一功能。

2.3 可视化

利用可视化技术,实现分析调度模式向智能化调度方向的转变。

电网可视化技术将 SCADA/EMS 系统升级,为调度人员提供电网实时数据的分类管理,并且挖掘出那些对电网运行有重要影响的数据,并对这些数据进行形象表达。电网可视化系统是专门为电网调度自动化设计的监视程序,它采用可视化的手段显示电网调度运行的参数,为调度员进行调度提供直观的可视化图形,它将电网运行枯燥的数据用灵活的、实物化的、动态的方式,借助计算机图形显示技术进行显示,充分发挥了人脑的模糊识别功能,将为调度自动化系统提供前所未有的技术手段。

省级智能调度支持系统的可视化展示应合理设计,充分反映本地电网特色,充分利用先进电网理论和计算机技术的最新成果,实用化程度高,贴近调度

生产需求,为本网调度运行及与上级电网调度互
联提供崭新的技术支撑平台,提高调度人员对电网运
行的监控能力,提高电网安全生产水平。

3 四川电力调度实时运行可视化系统

四川电力调度实时运行可视化系统^[7]从建设以
来,致力于探索省级智能调度支持系统的设计及实现
方法。该系统根据“以调度员思维模式为框架,以可
视化界面为功能模块,以互动计算为系统核心”的思
路,从电网充裕度、安全性、脆弱性、可控性等方面进
行了理论研究、算法实现及可视化表达,系统主要功
能包括:机组备用和检修容量监视、低频振荡快速检
测、电网运行整体态势指标可视化、水库及发电能力
可视化计算、设备运行方式智能表达。开关 SOE 的
立体智能表达、实时开关短路容量监视与预想短路电
流计算匹配可视化、变电站电压(无功)的智能控制
及其全过程动态响应监视、节点控制范围计算、特高
压电网特性自动监视等。

3.1 机组备用和检修容量监视

可视化系统采集 EMS、OMS 系统的数据,采用三
维柱形图显示发电机机组容量、备用及检修情况。纵
向维度总长用来显示总的容量,其中一段表示现有功
率,一段表示备用,另一段表示备用情况。每段采用
不同的颜色表示,如图 1 所示。



图 1 机组备用和检修容量的可视化展示

3.2 低频振荡快速检测

随着电网规模的扩大,电力系统的动态行为更加
复杂,掌握系统各种运行动态,实施先进的保护和控
制,对确保电力系统的安全稳定运行越来越重要。在
电力系统受到扰动的动态过程中,特别是发生低频振
荡等长周期动态过程时,传统调度系统通常无法做出

反应。因此,需要将功能从传统的监视、分析和控制
进一步延伸到广域保护和协调防御。

可视化系统根据主站 WAMS 系统提供的数据,
实时检测系统的低频振荡,计算出所检测线路的振荡
频率和幅值,在电网单线图 and 地理接线图上,动态地
进行展示,如图 2 所示。



图 2 低频振荡快速检测的可视化展示

3.3 水库及发电能力可视化计算

可视化系统根据调度人员给定的水电机组出力,
通过采集与存储的水库库容曲线、水库特征水位、机
组出力特性、机组耗量曲线、水库来水情况等数据,计
算机组按此出力运行时,水库的水位何时降低到最低
水位限制,并用可视化技术加以表达。反之,调度员
也可输入时间得到水库在这一时间内消落到目标水
位对应的机组出力。分析结果可视化的虚拟仪表给
予形象表达,给调度人员以直观的信息,如图 3 所示。



图 3 水库及发电能力计算的可视化展示

3.4 实时平衡节能调度

可视化系统结合四川电力市场需求和电网商业
化运营的要求,以计算机为工具,以数据库为核心,网
络为媒介,综合预测、优化等现代化科学技术,为调度

员提供实时平衡调度计算以及区内外联合实时经济调度和安全校核。其实质是根据超短期负荷预报结果和节能调度的需要,按公平、公正、公开的原则组织实时交易。分析结果如图 4 所示。



图 4 实时平衡节能调度的可视化展示

3.4 实时平衡节能调度

可视化系统适应了现代复杂电网规模飞速增长的要求,强化调度运行人员全局监控的能力,提高了决策的准确性和科学性,实现传统电网调度模式向智能电网调度模式转换,它的建设将为系统的预警机制、方式预想、调度后状态重演评估提供快速、准确的显示平台;同时也将在今后智能调度策略、数据挖掘和知识发现的直观表达方面显示出强大的生命。

4 结论

随着特高压互联大电网技术取得重大突破,省级电网规模迅速发展,对调度系统提出了更高的要求,省级智能调度支持系统的建设已提上日程。对于省级智能调度系统的建设,应着力解决好以下几个方面的问题。

(1)实现智能调度系统工作流程的整合。 workflow 应提供流程调用服务和人机交互界面。 workflow 服务包含在基础的公共服务中,公共通过服务总线将不同的 workflow 服务整合为跨系统、跨应用、跨部门的流程。流程控制数据和流程业务数据在不同安全级别的系统和应用间传递。

(2)环境数据的融合及对电网的影响评估。省级智能调度支持系统不仅要对省级电网一、二次设备

的运行工况进行在线监视和预警,同时对非电网但影响到电网运行的实时信息也要进行监视和预警,包括气象预报和实时气象卫星云图信息、雷电监测等功能,同时要对这些信息对电网的影响范围和程度进行评估。

(3)快速仿真模型(FSM, fast simulation model)问题。以特高压电网为代表的新一代智能电网,其实时运行需要新的理论支撑,需要突破传统的理论框架和运行工具。某些传统电力系统理论研究及实现工具涉及到复杂的模型和计算,在速度上已不能适应智能调度系统快速的数据传递要求。智能调度系统应有针对性地开发和应用快速仿真模型,以增强系统实时性。

(4)调度员直觉及思维问题的进一步拓展应用。新一代的智能调度系统要解决调度员与实时运行系统之间的互动关系,以及人如何介入调度自动化系统,要解决大量历史数据挖掘,采用不完全依赖于数学模型的知识模型和展示平台来拓展调度员的洞察力和思维模式。在以上问题得到解决后,省级智能调度系统能够以可视化技术为核心得到实现。

参考文献

- [1] 钟金, 郑睿敏, 杨卫红, 等. 建设信息时代的智能电网[J]. 电网技术, 2009, 33(13): 12-18.
- [2] European Commission. European Technology Platform Smart Grids. Vision and Strategy for Europe's Electricity Networks of the Future [EB/OL]. http://ec.europa.eu/research/energy/pdf/smartgrids_en.pdf 2006. [2008-10-10].
- [3] 王明俊. 我国电网调度自动化的发展——从 SCADA 到 EMS[J]. 电网技术, 2004, 28(4): 44-45.
- [4] 张慎民, 邵山. 国内第四次 EMS-API 互操作实验介绍[J]. 电力系统自动化, 2004, 28(16): 7-10.
- [5] 姜彬, 罗玉孙, 叶周. 面向对象技术在 EMS 图像系统中的应用 // 全国能量管理及其的地区电网中的应用会议论文集, [C]. 南昌, 1996.
- [6] 杨志宏, 赵京虎, 陈梅. 基于 SOA 的实时信息系统平台 // 2004 全国电力系统自动化年会论文集 [C]. 桂林, 2004, 10: 28-11. 1.
- [7] 刘俊勇, 陈金海, 沈晓东, 等. 电网在线可视化预警调度系统[J]. 电力自动化设备, 2008, (1): 1-5.

作者简介:

刘俊勇(1963-),男,四川成都人,教授,博士生导师。主要从事电力市场、分布式发电、灵活输电与电力系统可视化等方面的研究。

(收稿日期: 2009-11-04)