

# 智能电网地区调度支持系统框架研究

郝文斌<sup>1</sup> 洪行旅<sup>1</sup> 陈立<sup>1</sup> 车嘉<sup>2</sup>

(1. 成都电业局 四川 成都 610021; 2. 沈阳供电公司 辽宁 沈阳 110001)

**摘要:** 提出了智能电网条件下地区级调度支持系统总体设计方案。该系统由网络基础平台及应用类组成,其中应用类包括实时监控与分析类、调度计划类和调度管理类,同时详述了实时监控与分析类、调度计划类的具体内容。该方案能够有效地满足智能电网地区调度支持系统的需求。

**关键词:** 智能电网; 调度支持系统; 电力系统

**Abstract:** The design scheme of local dispatch support system based on smart grid is put forward. The system is made up of the network basic platform and application class. The application class includes the on-line monitoring and analyzing class, dispatching scheme class and dispatching management class. Meanwhile, the on-line monitoring and analyzing class and dispatching scheme class are described in detail. The scheme can satisfy the technical demand of local dispatch support system for smart grid effectively.

**Key words:** smart grid; dispatch support system; power system

中图分类号: TM734 文献标志码: A 文章编号: 1003-6954(2011)04-0001-03

随着第一条特高压电网试运行成功,标志着中国电网建设已经跨入了特高压时代。各大区域电网通过特高压直流和交流输电方式沟通,从而实现了全国电网的互联,优化了国内的资源分配,对国家的经济发展起了重要作用。但从电网控制的角度看,难度越来越大,对电网的调度统一协调控制提出新的更高的挑战。全国联网在物理链接上实现了一体化运行,各大电网的电气耦合程度越来越高,对一体化运行提出了新的要求<sup>[1-11]</sup>。

从技术层面上,目前全国各地区级电网长期沿用的基于局部信息的电力系统分析和控制手段,将难以满足如此超大规模电网的安全稳定运行要求。作为地区级调度必须与上级及下级调度协调一致,统一考虑,因此必须加强系统平台及应用系统建设,使调度人员能够更加敏锐、综合、前瞻地了解电网的实际运行状况,并智能地实现电网的安全分析及评估,将电网的安全稳定掌握在自己的手中。必须积极建立坚强的地区级调度技术支持系统,实现信息的高度共享与集成,提高调度系统的自动化水平,加强电网与电源、用户友好互动和相互协调的要求。智能电网不仅要技术上实现统一协调,同时在管理上也要实现总体化管理模式,地区级调度管理系统的内部及与上下级调度之间在管理上还处于较为独立的状态,在前期

建设中所存在的一些缺陷逐渐显露出来。主要表现在系统缺少总体设计和统一的管理规范,系统的标准化水平较低,各单位的应用水平不平衡等,难以适应电网调度一体化运行的要求,迫切需要加强调度管理系统的标准化建设。

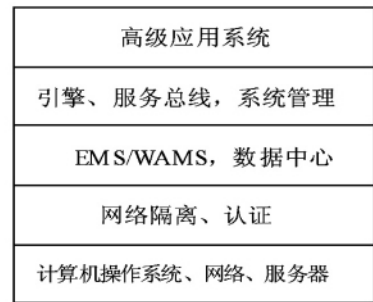


图1 调度支持系统结构图

## 1 智能电网地区级调度支持系统结构

网络平台包括调度中心和其他调度中心间及变电站设备(包括一次及二次设备等)通过网络平台实现调度中心之间及现场设备的高效通信,也同时实现EMS/WAMS数据采集。统一网络平台为实现设备的数据采集、检测、监视、控制、闭环计算管理成为可能。数据中心提供统一编码的数据资源,保证统一平台应用系统对数据资源的相互访问要求。数据中心的数据

包括实时采集数据、非实时采集数据及关系数据等。数据中心提供各种数据引擎,其中主要为基本数据引擎、智能决策引擎及数据可视化引擎等。应用系统是调度支持系统的高级软件,其主要包括三大类,分别是实时监控与分析类、调度计划类和调度管理类。

## 2 应用分类

### 2.1 实时监控与分析类

实时监控与分类结构图如图2。

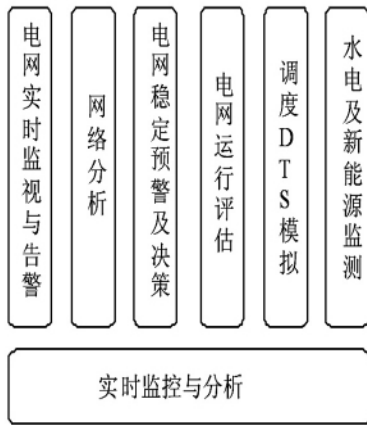


图2 实时监控与分类结构图

#### 2.1.1 电网实时监视与告警

随着全球卫星定位系统(GPS)和相量测量单元(PMU)的发展,广域测量系统(WAMS)的建立为电力系统动态安全分析提供了新的契机。WAMS基于GPS高精度时钟同步采集广域电网的实时运行信息,并通过高速通信网络将分散信息汇集到调度中心,从而实现了对电网动态过程的实时监控。基于广域测量技术的电力系统稳态和动态运行状况的监视系统,使电网调度人员能更及时、准确和全面地掌握电网的实际运行状况,提供全面和完善的监视控制手段和工具,保证电网的安全稳定经济运行。根据各专业人员不同的需要对各种暂稳态信息进行分析处理,从而实现在线智能报警和故障诊断。实时监控与智能告警功能主要包括:稳态、动态和暂态实时数据采集;电网运行稳态监控;电网运行动态监视;保护和自动装置在线监视;一次调频在线监视以及综合智能告警等。

#### 2.1.2 网络分析

智能电网下,网络拓扑是各计算用高级应用模块的基础。传感技术及通信技术的发展,各计算模块的网络拓扑形成将实现网络拓扑的在线获取成为可能,在线获取的网络拓扑可实现共享。数据状态评估是

计算用数据基础,状态评估可实现在线对数据的前期处理,保证各种计算的准确性。网络分析功能主要包括:网络拓扑在线获取;状态评估;短路电流计算;在线外部等值接入。

#### 2.1.3 电网稳定预警及决策

电网稳定预警及决策应用,具备在线的稳定计算及监控能力,给出电网在各种扰动下是否稳定的分析结果和量化的稳定裕度,对于会造成系统失去稳定性的扰动,给出能够使系统维持稳定运行的控制策略;智能电网稳定预警及决策应用能够在感知电力系统状态的基础上,实现自主运行,并且可以通过各级电网协作共同制定调度决策方案,主动为调度人员提供决策支持。提出包括调整电厂发电机出力、调整联络线功率、控制负荷等预防性控制措施或优化策略,及事故后需要采取的调整措施等,形成保障电网安全运行有效的稳定预警及决策支持。电网稳定预警及决策的主要功能包括:调度员潮流;灵敏度分析;稳定分析与预警;调度辅助决策与稳定裕度评估。其中稳定分析的内容可包括暂态稳定分析、静态电压稳定分析、小干扰稳定分析和静态安全分析。

#### 2.1.4 电网运行评估

运行评估是对电网运行情况的分析和总结,对指导稳定经济运行起了至关重要的作用。实现对频率、电压、潮流、故障记录的监控要求,并对各种频率、电压等指标进行统计和分析考核。同时实现网损计算和统计实现网损计算、分析、统计与管理的功能,充分利用EMS和WAMS等资源,基于实时数据、状态估计、潮流计算结果和理论线损进行网损统计和计算,对系统网损进行综合分析和评估。

#### 2.1.5 调度DTS模拟

调度专业人员的业务培训是调度工作的关键环节。因此需要一定的手段来对各类调度业务进行模拟,对不同专业人员进行培训,提高电网运行人员的技术水平。通过DTS系统模拟电力系统的运行环境,训练调度人员的正常工况操作和事故处理操作,检验调度员的电网正常操作水平和事故处理能力,也同时能够分时段进行反事故演习。

#### 2.1.6 水电及新能源监测

智能电网下,小水电及新形式能源将以分布式上网,其中主要的新能源包括太阳能发电、生物能发电、风能发电、潮汐发电及地热发电等新能源技术。各种新形式能源的共性特点是发电一般为间歇性,不连续

的发电将对电网的潮流产生很大影响,甚至影响系统的稳定及继电保护的正常工作。一般情况下,小水电和新能源上网都在较低的电压等级上网发电,一般为110 kV、35 kV和10 kV等,这些电压等级一般为地级调度管辖范围。因此,智能电网地区级调度支持系统必须对小水电及新能源加以监测。

### 2.2 调度计划类

调度计划类结构图见图3。

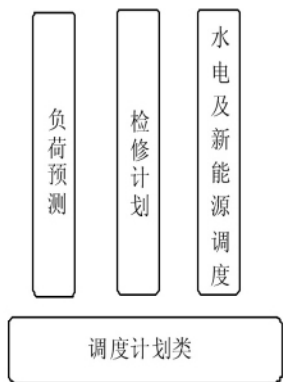


图3 调度计划类结构图

#### 2.2.1 负荷预测

负荷预测是水库调度和发电计划的重要依据,地调级的负荷预测是省调的负荷预测及发电计划基础。目前地调级调度负荷预测主要包括短期系统负荷预测(日负荷预测)。随着电网运行要求的不断提高,及分布式发电及微网发电的配电发电网络的形成,基本的短期负荷预测已经不能满足要求,必须加强超短期负荷预测。因此应该在调度计划环节不断提高短期负荷预测水平,以满足未来电网发展的形式需要。

#### 2.2.2 检修计划

检修计划是根据检修申请,考核需求预测和电网安全,以指定的目标安排计划周期内各设备检修计划,对检修计划进行裕度评估和安全评估,并对检修计划的执行进行跟踪分析。在地区级调度系统一般可不进行安全校核。

#### 2.2.3 水电及新能源调度

在智能电网情况下,小水电及新能源对能源的合理利用起到积极的作用,有效安排的小水电和新能源的上网能够优化电能配置,避免远距离大范围能源的输送,减少能量的线路损耗;同时,合理的调度安排对系统的稳定运行起到积极意义。

### 2.3 调度管理类

调度管理类是智能电网地区级调度技术支持系

统的重要组成部分,主要为调度机构日常调度生产管理作支撑,主要包括:方式管理、调度运行管理、继电保护定值管理、自动化管理、通信管理和综合管理。其中综合管理贯穿前面的专业管理及生产运行管理,对各种信息进行分析加工综合评估。具体见图4。

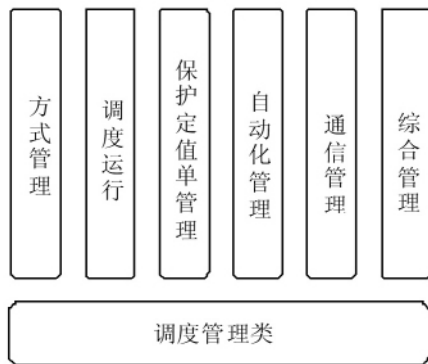


图4 调度管理类结构图

## 3 系统数据逻辑关系

### 3.1 应用类间数据交换

各高级应用类间在数据方面是相互耦合,不可分割的。监控分析类模块所需数据:负荷预测和检修计划(调度计划类数据)、设备参数(调度管理类数据)。调度计划类模块所需数据:系统实时和历史数据(监控分析数据)、设备参数和检修申请及限额信息(调度管理类数据)。调度管理类模块所需数据:系统实时和历史数据(监控分析数据)、负荷预测和检修计划(调度计划类数据)。具体数据逻辑关系见图5。

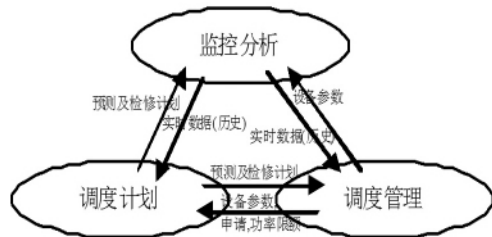


图5 类间数据流结构图

### 3.2 与上级应用类间数据流

地区级调度支持系统应用类与上级调度间在数据方面也存在耦合关系。监控分析类模块之间:外部模型等值及控制指令(下行);模型、图形、参数及相关信息(上行)。调度计划类模块之间:负荷预测及相关检修计划(上行)。调度管理类模块之间:检修计划、分析、评估和统计(下行);相关设备参数、检修

(下转第8页)

电力技术 2008 ( 1 ) : 24 - 29.

[6] 刘琨,刘念,冉立,等. 发电厂电力拖动系统的节能研究 [J]. 四川电力技术 2009, 32(2) : 88 - 91.

[7] 胡炫,朱虎,杨志. 高压变频器在发电厂引风机上的应用与节能分析 [J]. 电机与控制应用 2010, 37(2) : 37 - 39.

[8] Natchpong Hatti, Kazunori Hasegawa, Hirofumi Akagi. A 6.6 kV Transformerless Motor Drive Using a Five - Level Diode - Clamped PWM Inverter for Energy Savings of Pumps and Blowers [J]. IEEE Transactions on Power Electronics, 2009, 24(3) : 796 - 803.

[9] Kalyana S. Bandara, W. G. L. Karunarathne, Arulampalam. Energy Saving by Controlling the Inlet Air Flow of a Oil Fired Boiler Using a VSD Driven Blower Fan - Case Study [C]. TENCON 2008 - 2008 IEEE Region 10 Conference, 2008: 1 - 5.

[10] Kao Chen, Melvin C. Unglert, Richard L. Malafa. Energy

- Saving Lighting for Industrial Applications [J]. IEEE Transactions on Industry Applications, 1978, IA - 14 (3) : 242 - 246.

[11] Jun Zhao. Greenhouse Gas Abatement Analysis of the Energy Saving Retrofit in Pulverized Coal Power Plants [C]. Power and Energy Engineering Conference ( APPEEC ), 2010: 1 - 4.

[12] Triet Hung Ho, Kyoung Kwan Ahn. Saving Energy Control of Cylinder Drive Using Hydraulic Transformer Combined with An Assisted Hydraulic Circuit [C]. ICROS - SICE International Joint Conference 2009, Japan. 2009: 2115 - 2120.

[13] 国网公司“坚强智能电网体系研究”技术综合组. 坚强智能电网综合研究报告 [Z]. 2009.

( 收稿日期: 2011 - 02 - 10 )

( 上接第 3 页 )

申请、分析、评估、统计(上行)。具体数据逻辑关系见图 6。

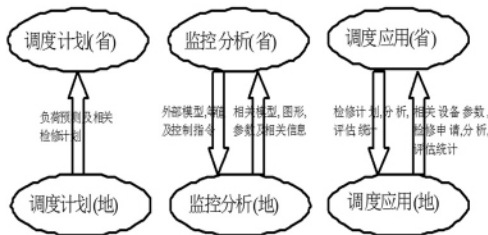


图 6 与上级类间数据流结构图

## 4 结 语

基于智能电网条件下,从未来电力调度支持系统的发展趋势出发,提出了智能电网地区调度支持系统框架结构,并阐述了总体结构、应用分类及系统数据逻辑关系等关键技术环节,指出了智能电网下调度支持系统的系统构成要求,形成具有主动思考能力的智能电网地区调度支持系统。

### 参考文献

[1] 康重庆,陈启鑫,夏清. 低碳电力技术的研究展望 [J]. 电网技术, 2009, 33(2) : 1 - 7.

[2] 王明君. 自愈电网与分布式电源 [J]. 2007, 31(6) : 1 - 7.

[3] 余贻鑫,栾文鹏. 智能电网 [J]. 电网与水力发电进展. 2009, 25(1) : 7 - 11.

[4] 辛耀中. 新世纪电网调度自动化技术发展趋势 [J]. 电网技术, 2001, 25(12) : 1 - 10.

[5] 谢开,刘永奇,朱治中,等. 面向未来的智能电网 [J]. 中国电力 2008, 41(6) : 19 - 22.

[6] 薛禹胜. 时空协调的大停电防御框架(二) 广域信息、在线量化分析和自适应优化控制 [J]. 电力系统自动化, 2006, 30(2) : 1 - 10.

[7] 张伯明,孙宏斌,吴文传. 3 维协调的新一代电网能量管理系统 [J]. 电力系统自动化 2007, 31(13) : 1 - 6.

[8] EPRI. IntelliGrid: Smart Power for the 21st Century. Palo Alto, CA, USA: EPRI, 2006.

[9] JIANG Zhenhua, LI Fangxing, QIAO Wei, et al. A Vision of Smart Transmission Grids // Proceedings of IEEE PowerEngineering Society General Meeting, July, 2009, Calgary, Alberta, Canada.

[10] U. S. Department of Energy, National Energy Technology Laboratory. Modern Grid Initiative A Vision for Modern Grid [EB/OL] ( 2007 - 03 - 01) [2008 - 10 - 10] http://www.netl.doe.gov/modern\_grid/.

[11] European Commission. European Technology Platform Smart Grids: Vision and Strategy for Europe's Electricity Networks of Future [ EB/OL ].

作者简介:

郝文斌(1976) 男,博士,高级工程师,主要研究方向为电力系统继电保护、变电所综合自动化及调度管理系统等;

洪行旅(1956) 男,研究生,高级工程师,主要研究方向为电力系统继电保护及调度管理系统等;

陈立(1967) 男,博士,高级工程师,主要研究方向为变电所综合自动化、电力系统继电保护及调度管理系统等;

车嘉(1979) 女,硕士研究生,助理工程师,主要研究方向为电力系统继电保护。

( 收稿日期: 2011 - 03 - 01 )