

# 智能电网统一信息系统的 电网信息全域共享和综合应用

程时杰<sup>1</sup>, 李兴源<sup>2</sup>, 张之哲<sup>3</sup>

- (1. 华中科技大学电气与电子工程学院, 湖北省 武汉市 430074;  
2. 四川大学电气信息学院, 四川省 成都市 610065; 3. 美国 CACI 国际公司, 美国 阿林顿 22201)

## Entire-grid-area Information-sharing and Integrated Applications in United Information System for Smart Grid

CHENG Shijie<sup>1</sup>, LI Xingyuan<sup>2</sup>, ZHANG Zhizhe<sup>3</sup>

- (1. School of Electrical and Electronic Engineering, Huazhong University of Science & Technology, Wuhan 430074, Hubei Province, China; 2. School of Electrical and Information, Sichuan University, Chengdu 610065, Sichuan Province, China; 3. CACI International, Inc.USA, Arlington 22201, USA)

**ABSTRACT:** Based on the framework of constituting the united information system (UIS), how to better and sufficiently utilize various information data in the power grid is discussed in this paper. Information-sharing over the entire grid area and multilevel integrated control and management in the smart grid can be realized by applying innovative methods and techniques in five aspects: overall and united information data acquiring and storage management over the power grid, automatic and successive data replication and updating in hierarchical multilevel databases, comprehensive and automatic checking and monitoring of grid states at all hierarchical levels in the power grid, entire-grid-area accessible user-UIS interaction methods and techniques, and automatic control and management of power grid system-level subsystems. As innovative smart application examples based on the UIS and its methods and techniques, several solution strategies are described to deal with practical power system control and management issues.

**KEY WORDS:** smart grid; information system; power system control; adaptive control; adaptive management; integrated control

**摘要:** 基于智能电网的统一信息系统, 提出在电网控制和管

基金项目: 国家自然科学基金项目(50937002, 51037003); 国家 863 高技术基金项目(2008AA05Z214)。

Project Supported by National Natural Science Foundation of China (50937002, 51037003); The National High Technology Research and Development of China 863 Program (2008AA05Z214).

理中的电网信息共享和全面的综合利用。电网信息的全域共享和电网的多层综合自动化控制和管理, 可通过 5 方面的技术来实现, 即电网信息全面和统一的数据化管理、电网信息数据库的自动化更新、电网状态的全面自动化检查与监视、电网信息数据的全域可达(accessible)以及电网系统层的自动控制和管理。作为统一信息系统智能化应用的实例, 针对电网控制管理中的几个问题提出智能化的解决对策。

**关键词:** 智能电网; 信息系统; 电力系统控制; 自适应控制; 自适应管理; 综合控制

## 0 引言

对于如何更好地综合利用电网中分布于各处的电网元件与电网的各种信息, 一直是探求改进电网控制和管理新方法、新技术的关键。基于电网的分布和分层的控制和管理结构及计算机信息系统当前的发展水平, 文献[1]提出了在智能电网中构建统一的信息系统<sup>[1]</sup>。该统一信息系统, 将构建在遍布于全电网中由网络互联的服务器计算机上, 与电网现有的分布和分层的控制和管理结构结合, 包含 4 个基本的信息处理应用子系统(数据库群子系统、任务处理子系统、状态检查与监视子系统和人机信息交互子系统), 为全电网的控制和管理提供完全和充分的信息处理支持。

在这种统一信息系统的框架基础上, 本文进一步提出对电网全域中的电网元件、发电厂、变电站和电网调度与控制中心处的信息进行全面和系统

的综合利用，即电网信息在电网全域的共享和电网的综合自动化控制和管理。它们可以通过 5 方面的技术来实现，即电网信息全面和统一的数据化管理、电网信息数据库的自动更新、电网状态的全面自动检查与监视、电网信息数据的全域共达以及电网系统层的自动控制和管理。作为统一信息系统智能化应用的实例，本文还针对电网控制管理中的几个问题提出解决对策。

本文提出的思路和方法将为智能电网研究中探求电网信息的全域共享和开发新颖的电网控制和管理方法与技术，开辟一条新途径。

## 1 电网信息的全域共享

统一信息系统覆盖电网控制管理所及的所有分层和全部区域，通过 4 方面的技术统一地管理电网状态的各种信息数据，实现电网信息的全域共享。

### 1) 电网信息全面和统一的数据化管理。

为执行电网控制管理任务，将描述电网中所有电网元件和电网子系统的各种状态信息以数据的形式，存储在遍布全电网的分布和分层的数据库群中：

①将电网元件处的传感器测量采集的数据存入该元件处的数据库。

②将厂、站、所控制中心电网控制管理任务需要的数据，存储在该处的数据库。这些数据包括描述该控制中心辖区电网结构和电网状态的数据、由电网元件和电网物理分层中低层数据库向上传递变换来的数据以及由电网元件和电网逻辑分层中低层数据库向上传递变换来的数据。

③由电力用户和电网外部输入信息，按控制管理需要计算或变换得到的数据。

④由电网中的智能决策支持系统提供的电网状态控制和管理的支持数据。

需要指出，电网的状态数据来自两大途径：①各种物理量的采集装置和系统，因此开发先进的数据采集方式和模式十分重要；②由采集的数据经预定的计算和变换获得的新类型的信息数据，对于描述电网系统层的状态尤为重要，为潜力巨大、值得发掘的电网信息资源。

这样，在统一信息系统中的分布和分层式数据库群子系统存储了反映整个电网各种状态的、全域和全景的、历史的和实时的信息数据，足以支持对电网中任何电网元件或任何电网子系统，实行控制和管理所需的数学模型静态和动态描述。

### 2) 电网信息数据库的自动化更新。

应用当前的计算机软件技术，统一信息系统遍布全电网的数据库内容可通过以下方式自动地进行更新：

①分层数据库的自动化连续更新。在电网元件处的数据自动采集系统，不断地自动更新本地数据库的实时记录。这种数据更新，一般可同时在发电厂、变电站控制中心的数据库发生，并直接修改上层控制中心处数据库的有关数据。这样，低层数据的改变，可以“级联式”地自动修改更新高层多个数据库，如图 1 所示。

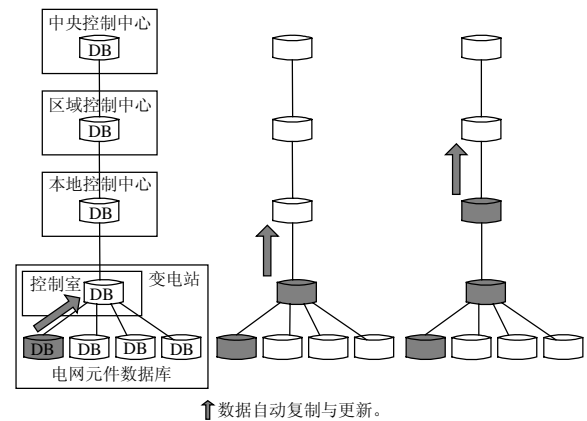


图 1 多层数据库的连续自动数据更新

Fig. 1 Automatic & successive data updating in multilevel databases in UIS

②状态检测引起的数据更新。网络状态检查与监视应用(state checking & monitoring application, SCMA)当发现监视的状态“越限”时，可在通告本地或远程的任务处理应用的同时，更新本地或远程的数据库。

③任务处理引起的数据更新。在任务处理应用(task processing application, TPA) 的执行过程中，能自动地更新本地或远程的数据库。

④电力用户馈入信息导致的数据更新。通过专门的电力用户信息处理应用，电力用户馈入信息可以自动地更新电网信息数据库，对电网的控制管理和电力生产施加及时和必要的影响。

### 3) 电网状态的全面自动化检测和监视。

电网状态在文献[1]中已作讨论，即电网中被控制和管理部分(电网元件或电网子系统)的电流、电压、负荷等物理状态或安全性、可靠性、经济性等系统状态。遍布电网各处的各种电网状态检查与监视应用构成智能电网统一信息系统从各个角度监视和察觉电网状态异常变化的功能部分。目前的计算机技术可提供多种技术途径和商业产品选择，来实

现这一类具有下述特点的在线实时运行的计算机应用：①可按预设的时间和程序启动和连续运行的自动化检测；②可对本地或远程的数据库作实时数据库存储和调用；③可和本地或远程的其他计算机应用互动；④可从远程的服务器计算机处调用和控制。

这样，通过统一信息系统的电网状态检查与监视应用子系统，就可做到：①检查和监视任何形态的电网“状态”，只要根据控制管理任务需要，能够明确地定义该“状态”，并能通过相应的传感器采集，或者从数据库中的其他“状态”变量数据经计算或变换取得其变量数值；②从电网分层管理体系中高层的控制中心，调用电网中任一处的状态检查与监视应用，搜集对任何电网子系统进行安全性、可靠性、经济性及对环境影响的动态分析结果；③搜集电网中各处的动态“状态”信息，并传送到电网的控制中心，实现对电网各种“状态”的全域和全景的实时显示。

#### 4) 电网信息数据的全域可达(accessible)。

通过智能电网的统一信息系统，电网中任何电网元件或任何厂、站、所控制中心处的信息数据，可由以下方式获得：①从电网中任何厂、站、所控制中心的服务器计算机处，通过本地的远程数据库访问，获得电网中任何数据库存储的信息数据；②从电网中任何厂、站、所控制中心的服务器计算机处，通过远程调用状态检查和监视应用，获得电网中任何被监视点处、被监视电网元件或电网子系统的被监视状态的实时信息数据；③从电网计算机网络中任何许可访问电网全域可达人机信息交互平

台处，按授权进入电网的分层式万维网应用，远程访问授权许可范围内的数据库，获得该部分电网的信息数据；或远程调用状态检查与监视应用，获得该部分电网的实时信息数据。

通过上述途径，信息数据在电网全域的共享就能得到实现。电力用户也可通过授权，由此信息交互平台获得与电网互动所需的信息。

应当指出，电网信息全域共享的实现，还将涉及信息标识的唯一性和信息系统的安全性等问题，因为属于所有电网信息系统的共同问题，故在本文中不作讨论。

## 2 电网的综合自动控制和管理

在智能电网中，对传统的电网控制和管理应用，将在数据共享、功能合并和技术标准化实施的基础上加以改造、融合和发展。统一信息系统充分地收集和综合地利用电网中的各种信息，为在电网中实现新型的高级综合式自动控制和管理的方法与技术展开一条新途径。

### 1) 电网子系统与信息系统。

与电网的分层式控制管理结构对应，作为被控制和管理的对象，在电网中可划分出3类电网子系统，如图2所示：

①电网元件层子系统。每一个电网元件的组成部分构成一个子系统。

②电网厂/站层子系统。每一个发电厂或变电站，其所有的电网元件构成一个子系统。例如变电站S1的系统，可用电网元件的节点集合表示为

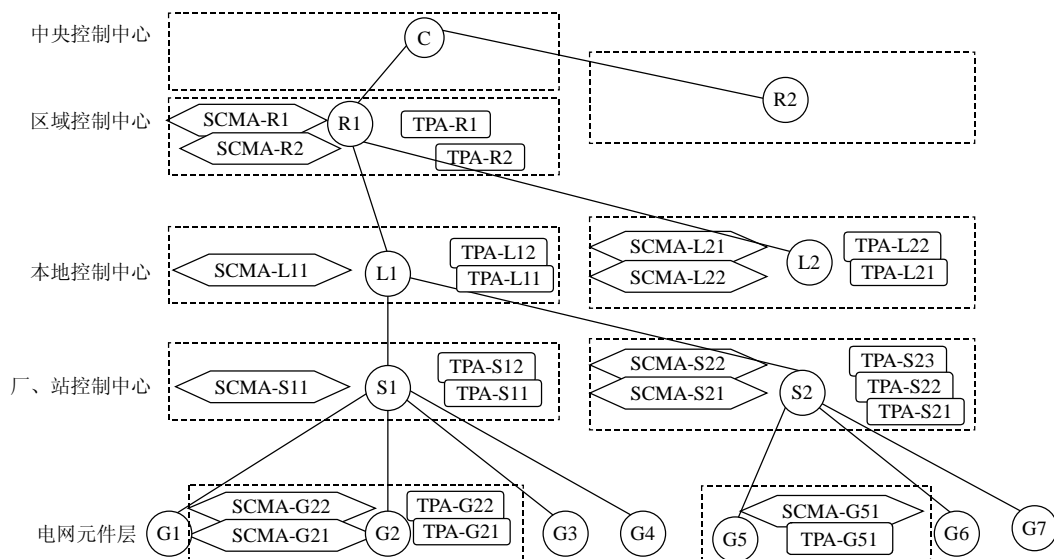


图2 电网中的系统分层与节点表示

Fig. 2 System levels & nodes in power grid

$S1\{G1, G2, G3, G4\}$ 。

③电网系统层子系统。每一个调度控制中心，其所有下属的低层控制中心、发电厂、变电站和所有电网元件构成一个系统层的子系统。例如，区域控制中心 R1 的系统可表示为  $R1\{L1\{S1\{G1, G2, G3, G4\}, S2\{G5, G6, G7\}\}, L2\{\dots\}$ 。

与每一个电网子系统相对应，统一信息系统的 3 个子系统(状态检查与监视、任务处理、数据库群)都配置有适当的应用元件，通过如下复杂而灵活的互动提供支持：①关于电网状态的信息数据可供状态检查与监视应用所使用，也可为任务处理应用所使用；②状态检查与监视应用可启动本地或远程的任务处理应用，也可从本地或远程的任务处理应用来调用；③任务处理应用可以同时从本地或远程的多个数据库取得数据，执行分布式数据库运算和动态数据库调用。

2) 电网的自动化控制和管理。

基于统一信息系统，电网中对电网子系统的自动控制和管理实现，可概括为 4 个步骤：

①自动检查。由状态检查与监视应用自动地检查电网子系统的状态变化对于目标状态的偏离，发现电网中的问题。

②自动寻的。通过访问数据库和调用相关的任务处理应用，确定问题的范围、对象与性质。

③自动求解。通过任务处理应用、数据库和状态检查与监视应用的互动与协同工作，确定解决方法(实施对象、实施范围与实施步骤)。

④自动执行。按照解决方法自动执行对电网子系统的控制和管理行为，并产生执行记录；报告工作人员关于问题的解决方法与步骤、控制行为与结果，并更新相关的数据库记录。

电网中的自动控制和管理，可用图 3 描述。其中，“被控制管理的电网子系统”可以是一个电网元件、一个厂/站层子系统或一个系统层子系统。对系统层子系统，在各级调度控制中心，通过应用该处的针对电网安全性、可靠性、经济性或其他目的的状态检查与监视应用，自动地监视与检查该电网子系统的状态。以图 2 中子系统 L1 为例，当被监测的状态变化超过目标限定值时，可自动启动有关的任务处理应用，产生控制或管理输出，作用于该子系统所包含的站层子系统 S1、S2 和电网元件 G1—G7，从而改变该子系统 L1 的状态输出，使其回归正常。

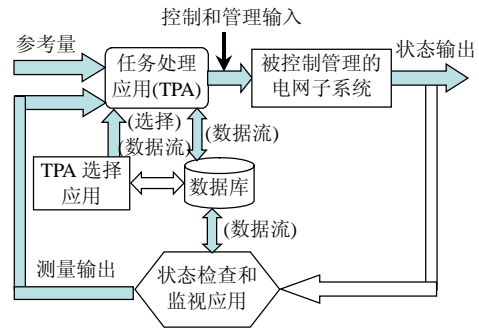


图 3 电网子系统的控制与管理  
Fig. 3 Control & management of power grid subsystem in UIS

3) 电网的自适应控制和管理。

对一个被控制和管理电网子系统，可通过多种状态检查与监视应用同时获得多种状态的数据。

①对象状态数据，即该电网子系统输出的作为被控制和管理对象的状态数据。

②适应性状态数据，可同时利用下述的其他状态数据支持适应性处理之用：在该处获得的被控制子系统输出的其他状态数据(本地状态数据)；在该处获得的关于系统中低层部分的状态数据(远程状态数据)。例如，图 2 中子系统 L1 处获得的关于下子子系统 S1、S2 以及电网元件 G1—G7 的状态数据。

在对电网子系统的自动控制和管理中，加入关于适应性状态对于任务处理应用的影响，即构成了电网子系统的自适应控制和管理，如图 4 所示。其中自适应回路部分的作用，是为了考虑电网子系统内的缓慢变化和其他不确定因素的影响，对任务处理应用中的控制和管理规则等作适应性的修改。这

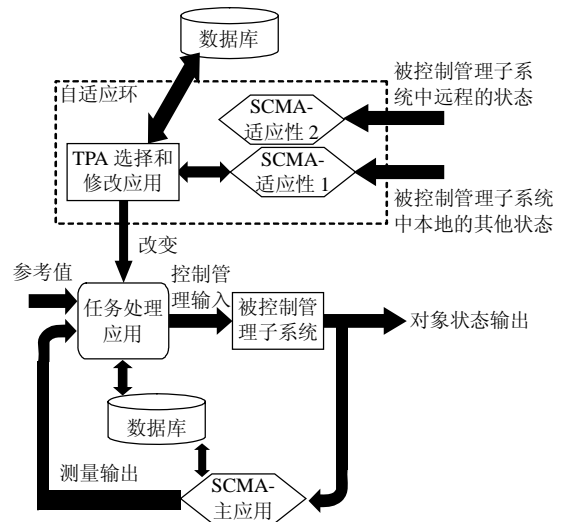


图 4 电网子系统的自适应控制和管理  
Fig. 4 Adaptive control & management of power grid subsystem in UIS

种自适应控制和管理表现出在统一信息系统中，将分散于电网中各处的不同信息数据综合地加以利用的能力。

4) 电网的综合自动控制和管理。

一个电网子系统的状态变化和所包含的电网元件或下层子系统中关联状态的变化，一般具有因果关系和时序关系。在统一信息系统中，将多个基本的任务处理应用和状态检查与监视应用，由数据库支持，按一定的逻辑关系与执行时序组合起来，可构成执行复杂控制和管理任务所需要的下述综合式自动控制和管理应用：

①简单的综合自动控制和管理应用。将一个电网元件的几个功能独立的 TPA 与 SCMA 组合构成功能综合的自动控制和管理应用。例如，图 2 中电网元件 G2 的 TPA-G21、TPA-G22、SCMA-G21 和 SCMA-G22 的组合。

②复合式综合自动控制和管理应用。对一个发电厂或变电站内的多个电网元件，将它们的若干 TPA 与 SCMA 组合构成的综合自动控制和管理应用。例如，图 2 中 G1、G2 和 G3 的 TPA 和 SCMA 的组合。

③单层式综合自动控制和管理应用。对一个厂/站层子系统，将它们的若干厂/站层和电网元件的 TPA 与 SCMA 组合构成的综合自动控制和管理应用。例如，图 2 中厂/站层子系统 S1 中的 TPA-S11、TPA-S12、TPA-G21、TPA-G22 和 SCMA-S11、SCMA-G21、SCMA-G22 的组合。

④多层式综合自动控制和管理应用。一个电网

系统层子系统下辖低层控制中心、发电厂、变电站和电网元件。将分布于这一电网子系统中不同分层的若干 TPA 和 SCMA 组合在一起，可完成一个复杂的控制和管理任务。图 2 中系统层子系统 L1 中，TPA-L11、L12、TPA-S11、S12、TPA-G21、G22、SCMA-L11、SCMA-S11、SCMA-G21、G22 的组合即为一例。图 5 表示这一多层式综合自动控制和管理应用。针对的主要对象状态是控制中心 L1 处由 SCMA-L11 检查和监视的电网状态。

为了对付各种不同的复杂电网控制和管理任务，一个 TPA 或 SCMA 可以参与不同的组合，构成不同的综合自动控制和管理对策与应用。多层式综合自动控制和管理应用的每一层都可添加前文所述的自适应控制和管理的部分。

由本节的讨论可知，对于涉及电网内任何地点的任何电网控制和管理问题，都可以针对电网中特定的电网子系统来分析，通过基于统一信息系统中高度信息共享的自动控制和管理途径寻求解决对策，为在统一信息系统中设计和开发高级电网控制和管理应用奠定了基础。智能电网文献对电网元件层和厂站层子系统自动控制和管理作了大量讨论，如高级计量体系(advanced metering infrastructure, AMI)<sup>[2-3]</sup>、配电自动化<sup>[4]</sup>和系统故障保护<sup>[5]</sup>等。一些重要课题，如分布式发电和资源控制<sup>[4,6-7]</sup>、自愈电网<sup>[8]</sup>和灾变防御<sup>[9]</sup>等，需要从电网系统层子系统实行多层式控制的角度，探索自动化控制、自动化(资源)管理及自适应控制和管理综合实施的方法。

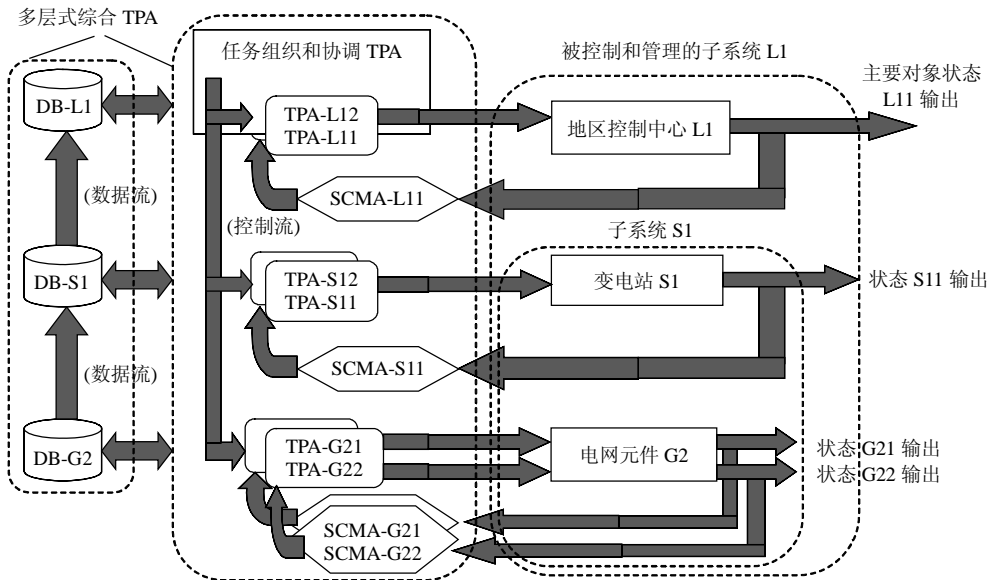


图 5 多层式综合控制和管理  
Fig. 5 Integrated multilevel control & management application in UIS

### 3 电网中几个问题的智能化解决对策

基于文献[1]提出的统一信息系统架构和本文前述的技术途径，对于电网控制和管理中的几个问题提出智能化的解决对策如下：

1) 输电线差动电流保护整定值和算法的自适应改变。

自适应继电保护是前述自适应控制和管理的一类应用，自 20 世纪 80 年代提出以来<sup>[10]</sup>，已成为继电保护一个重要的发展方向。基于统一信息系统的信息综合利用将为自适应继电保护的实现拓宽道路。输电线差动电流保护是多检测点分别在 2 个以上厂/站内的电网元件继电保护的例子。如图 6 所示，输电线路是被保护元件，应用 SCMA-main 和 TPA-main 构成保护主体。①由分处 2 个变电站的应用 SCMA-1 和 SCMA-2 检测适应性状态；②启动本地控制中心自适应任务处理的应用 TPA-0 作适应性计算分析；③调用 2 个变电站自适应修改的应用 TPA-1 和 TPA-2；④改变保护两端作为保护主体的 TPA-main 的整定值和/或算法。

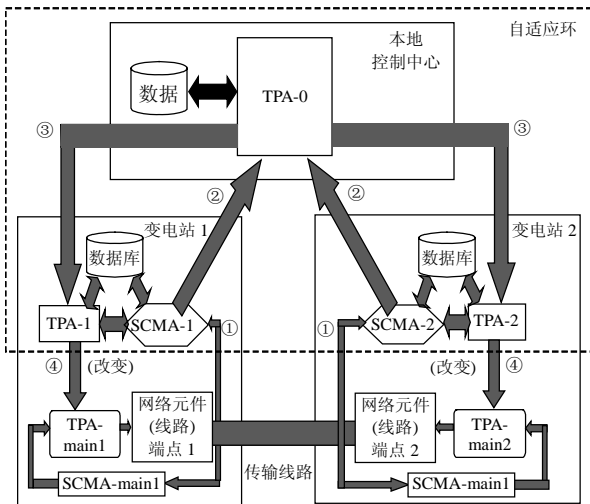


图 6 两站测量式保护的自适应改变  
Fig. 6 Adaptive change in two-station measuring protection in UIS

2) 电网状态的全域信息图形显示。

在调度控制中心的服务器计算机处，通过人机信息交互图形接口，调用该处的电网状态信息显示的任务处理应用，由下述途径获取关于该辖区电网子系统的数据库，可将电网中该区域的状态用图形方式作全景的清楚显示。①调用本地数据库存储的或辖区内低层数据库的电网有关状态的数据，获取该部分电网的全域信息；②调用电网中各种不同种类状态的数据，可显示电网关于不同性质状态的全域

情景；③通过分布和分层数据库的自动更新，进行电网状态的全域和全景显示，可以是历史的信息，也可以是实时的信息。

3) 分布式发电资源的自动化管理。

在图 2 中，电网元件 G2、G5 为发电机组，由状态检查和监视应用 SCMA-G21、SCMA-G51 检测其发电量输出。电网元件 G3、G6 为负荷联接，厂、站层状态检查与监视应用 SCMA-S11、SCMA-S21 检测站 S1 和 S2 的发电净输出。地区控制中心 L1 和 L2 处的应用 SCMA-L11、SCMA-L21 分别检测两地区的发电量输出(或输入)。区域控制中心 R1 的应用 SCMA-R1 检测本区域的发电/负荷平衡，当超过限值时，启动发电/负荷规划的任务处理应用 TPA-R1，进行发电/负荷的再规划和协调处理，上述 TPA 和 SCMA 应用构成了一个对于发电资源的多层综合自动化管理应用。

4) 变电站的综合自动化。

一个变电站内，来自所有数据源的数据存入本地的一个数据库中，其后备(standby)数据库置于上层的本地调度控制中心。所有的监视、控制、管理功能均用模块化的任务处理应用和状态检查与监视应用实现，置于其服务器计算机处，并设置后备服务器计算机于上层同一调度控制中心。这样，通过一定的途径可实现变电站的完全综合自动化。①所有站内电网元件控制和管理的完全自动化；②当站内的控制和管理系统在发生故障后丧失功能时，在上层调度控制中心处该变电站的后备数据库和后备服务器计算机将保障变电站控制和管理的继续正常运行；③在上层调度控制中心执行变电站控制和管理的的所有功能，即无人值班变电站。

5) 基于广域测量系统的电力系统安全稳定控制的实现。

广域测量系统在电网中逐渐广泛应用，引起智能电网研究者的关注<sup>[11]</sup>。广域测量系统通过相量测量单元搜集分布在电网中广域范围的信息，这在统一信息系统中实施时更为灵活和容易。例如，文献[12]介绍了基于广域测量系统的电力系统安全稳定控制的实现。在作为被控对象的电网子系统中，将分布于各变电站的有关状态检查与监视应用和附属的监测任务处理应用组合起来，就构成了实时相量测量单元与广域测量系统。在电网中相关的控制点配备相应的各种稳定控制的任务处理应用。在该电网系统层的控制中心配置稳定状态的检查与监视应用、系统层控制管理和实时仿真的任务处理

应用。由这些应用构成的软件模块可灵活组合,算法、判据与定值可动态地适应性修改,可实现多层次综合自动化控制和管理应用,解决电力系统安全稳定控制问题。

## 4 结论

智能电网的实现以电网信息的高度共享与综合利用为前提,用新一代崭新的电网控制和管理的方法与技术,将电网的生产和管理全过程整合和提高到一个全新的“智能化”高水平。电网信息的全域共享和电网的多层式综合自动化控制和管理,表现出对电网信息高度综合利用的能力,可以通过基于统一信息系统的5方面的技术实现,即电网信息全面和统一的数据化管理、电网信息数据库的自动化更新、电网状态的全面自动化检查与监视、电网信息数据的全域可达以及电网系统层的自动控制和管理。

## 参考文献

- [1] 张之哲, 李兴源, 程时杰. 智能电网统一信息系统的框架、功能和实现[J]. 中国电机工程学报, 2010, 30(34): 1-7.  
Zhang Zhizhe, Li Xingyuan, Cheng Shijie. Structures, functions and implementation of united information system for smart grid [J]. Proceedings of the CSEE, 2010, 30(34): 1-7(in Chinese).
- [2] Mesut B, McDermott T E. Distribution system state estimation using AMI data[C]//Proceedings of IEEE Power Systems Conference and Exposition. Seattle, PA, USA: IEEE, 2009: 1-3.
- [3] Sui Hui bin, Wang Honghong, Lu Mingshun, et al. An AMI system for the deregulated electricity markets[J]. IEEE Transactions on Industry Applications, 2009, 45(6): 2104-2108.
- [4] Mamo X. A roadmap for developing real time distribution system simulation tools for the smart grid[C]//Proceedings of CIRED Seminar 2008: Smart Grids for Distribution. Frankfurt, Germany: CIRED, 2008: 1-7.
- [5] Higgins N. Concept for intelligent distributed power system automation with IEC 41850 and IEC 61499[C]//Proceedings of 2008 IEEE International Conference on SMC. Singapore: IEEE, 2008: 36-41.
- [6] Sebastian M. Evolution of DSO control center tool in order to maximize the value of aggregated distributed generation in smart grid[C]//Proceedings of CIRED Seminar 2008: Smart Grid for Distribution. Frankfurt, Germany: CIRED, 2008: 1-4.
- [7] Chung A, McGranaghan M. Functions of a local controller to coordinate distributed resources in a smart grid[C]//Proceedings of Power and Energy Society General Meeting. Pittsburgh, PA, USA: IEEE, 2008: 1-6.
- [8] 王明俊. 自愈电网与分布能源[J]. 电网技术, 2007, 31(6): 1-7.  
Wang Mingjun. Self-healing grid and distributed energy resource [J]. Power System Technology, 2007, 31(6): 1-7(in Chinese).
- [9] Liu C. Strategic power infrastructure defense[J]. Proceedings of the IEEE, 2005, 93(5): 918-933.
- [10] 张之哲, 陈德树. 自适应式微型机距离保护理论基础的研究(I)(II) [J]. 中国电机工程学报, 1986, 6(2): 48-63.  
Zhang Zhizhe, Chen Deshu. Study on theoretical basis in adaptive microcomputer-based distance protection (I)(II)[J]. Proceedings of the CSEE, 1986, 6(2): 48-63(in Chinese).
- [11] Chakrabarti S, Kyriakides E. Measurements get together[J]. IEEE Power & Energy Magazine, 2009, 7(1): 41-49.
- [12] Taylor C W. WACS wide-area stability and voltage control system: R&D and online demonstrationp[J]. Proceedings of the IEEE, 2005, 93(5): 892-906.



程时杰

收稿日期: 2010-09-16。

作者简介:

程时杰(1945), 男, 教授, 博士生导师, 中国科学院院士, 从事电力系统分析与电力系统稳定控制方面的研究工作, sjcheng@hust.edu.cn;

李兴源(1945), 男, 教授, 博士生导师, 从事电力系统稳定和控制等方面的研究工作;

张之哲(1945), 男, 博士, 美国 CACI 国际公司高级主任工程师, 美国 AIS 公司 CEO, 目前从事大规模计算机信息系统的开发和管理工作的。

(责任编辑 谷子)