

智能电网管理服务系统集成框架

吕超, 刘爽, 王世明

(上海海洋大学 工程学院, 上海 201306)

摘要:为解决目前缺乏厂站端智能电网管理服务系统平台问题,构建信息关联规约简单完整、利用率高以及体系结构集成统一的系统环境。提出了基于物联网服务系统的智能电网管理服务系统集成框架,给出了其体系结构与功能模块,对每个模块实现的关键技术、方法流程进行详细阐述。依据该设计思路,结合实际开发了集数据通讯采集、故障测试与监控、安全保护与调度、能量与配电综合管理、分析评价以及决策优化等为一体的集成软件系统。

关键词:计算机应用;智能电网;物联网;服务系统

中图分类号:TP391 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-5497(2012)Sup. 1-0246-05

Integration framework of smart grid management service system

LYU Chao, LIU Shuang, WANG Shi-ming

(College of Engineering Science and Technology, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

Abstract: In order to solve the absence of smart grid computer aided management service system and build the integrated unified system architecture with simple and complete information association code, high utilization. The integrated framework of smart grid management service system was presented based on internet of things service system. Based on the design framework, an integrated software system which includes data communication and acquisition, the fault testing and monitoring, safety protection and scheduling, energy efficiency management and power distribution comprehensive management, analysis and evaluation, decision-making and optimization was developed.

Key words: computer application; smart grid; internet of things; service system

0 引言

为提高并入可再生能源的利用效率和技术先进性,降低排放水平改善环境;为改造目前的电网设备,提高供电的可靠性和安全性;为提高电力企业管理水平及用户对电价的可承受力,缓解电力企业经营压力和提升其抗攻击能力,世界各国将智能电网作为未来电网的发展方向和国家能源战略^[1]。由于智能电网尚处于研究开发的初期阶段,目前世界上也没有统一明确的定义^[2]。结合

我国实际情况,可以将智能电网定义为:为满足用户对电力的需求并在环保约束下优化资源配置,确保电力供应的安全性、可靠性和经济性,以特高压电网为骨干网架、各电压等级电网协调发展的坚强电网为基础,将测量通讯、信息、计算机、控制调度以及决策优化等先进的多学科交叉技术与物理电网高度集成而获得的新型电网^[3-4]。

基于智能电网的概念,以信息化、数字化和自动化为主要特征的各类应用已包括了电网规划设计管理(特高压电网)、设备装置研发(智能电表)、

收稿日期:2012-04-12.

基金项目:上海高等学校青年教师培养计划项目(SSC11025).

作者简介:吕超(1977-),男,讲师. 研究方向:集成服务系统,海洋物联网. E-mail:dblvciao@163.com

能源配置优化(能量利用可视化与指导化)、交通制造(新型节能电动汽车、充电站)、数字信息化(能量管理系统、地理信息系统)以及物流供应链等多个方面,信息技术的应用深入到电网生产运行、经营和管理的各个环节,并取得了一定的成果。但是,现有电网各管理服务系统都是基于自身的需求,存在不同的平台系统以及数据格式,这导致电力企业内部不同的系统信息资源分散,横、纵向不能共享,形成了“信息孤岛”。以厂站端的应用系统为例,存在着规约繁杂、信息承载率低、信息不完整、信息杂乱、联调复杂以及数据采集资源重复浪费等问题^[5-7]。上述问题的存在使得电力企业不能实现管控一体化,数据信息不能集成共享,不利于综合管理,不能适应智能电网开发与

应用的需求,尚无面向厂站端智能电网集成管理服务软件系统。为此本文根据智能电网的特点,以物联网服务系统为基础,针对厂站端智能电网计算机辅助管理服务系统集成框架及其关键技术展开研究,添补国内类似集成服务软件系统的空白,为我国智能电网服务系统数字化、信息化管理提供启发和参考。

1 智能电网的特征

功能性智能电网应具备以下几个主要特征:坚强、自愈、清洁兼容、集成、经济、交互以及优化,其结构图如图 1 所示^[8]。由图 1 可知,智能电网的管理服务系统规划需要结合其特征来实现多种能力的集成设计。

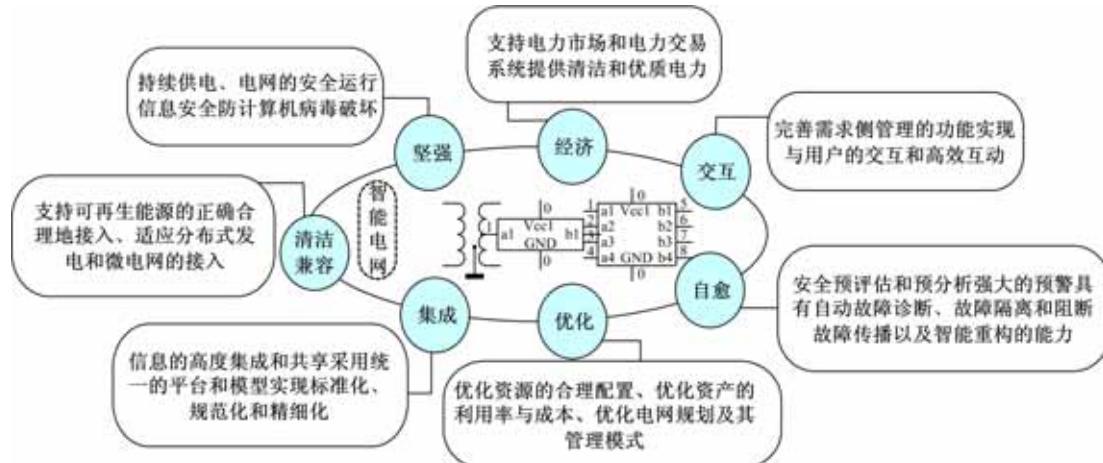


图 1 智能电网特征结构图

Fig. 1 Smart grid characteristics structure

2 系统集成设计框架及其关键技术

2.1 系统集成设计框架

系统初期基于物联网平台获得部分采集得到的数据以及故障检测获得的数据,输出的数据结果作为状态监控的数据源,经过分析评价与决策优化而得到的系统动态信息来提示触发安全保护模块的工作状态,进而完成故障的自愈保护并生成安全状态报告,动态调度模块需要上述几个模块的输出数据的集成,同时能够承受突发事件的扰动而自动完成调度重构,数据采集结果与调度方案结合可再生能源并网信息作为能量管理的输入而合成能量管理状态图和报告,做到能量可视化便于调整指导,并利用辅助管理完成查询、打印输出以及专家干预交互口等功能。通过上述功能模块的划分和简要分析,建立智能电网管理服务系统的集成设计框架如图 2 所示,该框架包括服

务对象目标,执行流程、输出结果以及实现的关键技术几个方面。

2.2 物联网服务与数据通讯

物联网服务与数据通讯平台的主要任务是利用物联网服务平台实现远程设备及状态数据的通讯与采集,基于 RFID、传感器网络以及分布式存储云体系的物联网技术是解决该平台的关键技术,能够有效解决具有有标识、虚拟个性的设备以及设备所组成的网络的远程连接和通信,并通过数据采集来分析设备及系统状态。该平台需要利用高科技先进硬件设备来配合实现,是集成系统其他平台设计数据源的基础和关键。

平台的技术体系以行为、策略为导引,由信息识别获取、信息通信传输、信息知识决策、信息动态效用组成,主要包括:感知与标识技术(RFID、二维码、传感器等),泛在网络与通信技术(接入组网的协议、通信与频段 ISM 等),计算与服务管理

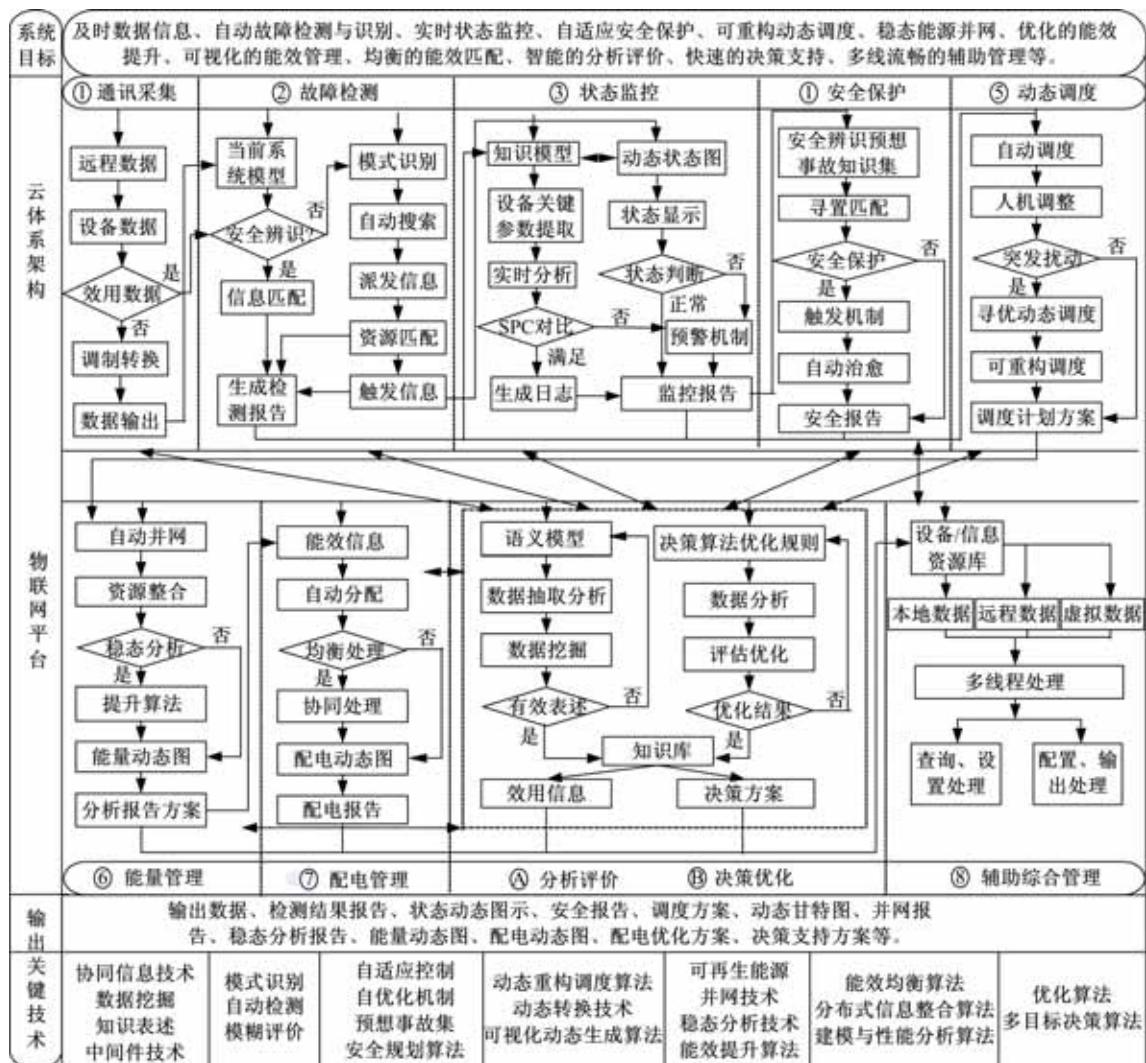


图 2 智能电网管理服务系统集成设计框架

Fig. 2 Integration framework of smart grid management service system

技术(分布式虚拟化存储、云计算云体系、信息安全等)。采用双频技术的 RFID、无线传感器网络以及同频传输技术的工业频段频管等相应硬件设备^[9]。为确保安全可利用电网内部或分站点内部空闲存储能力,本集成服务系统框架采用 RFID、传感器芯片相互结合的方法,实现关键设备的物联以及主要参数采集。

2.3 故障检测与状态监控

故障检测与状态监控平台的主要任务是实现自动故障检测识别以及状态的实时监控,根据采集的数据信息,通过语义提取建模完成数据对应设备及系统的信息结合,基于面向设备状态网图的方法原理实现故障检测与实时状态监控。该平台主要包括两个层面:系统状态层和个体设备层,其中包括语义融合、故障知识库、动态可视化以及分析诊断等主要模块,其组成原理结构如图 3 所示。

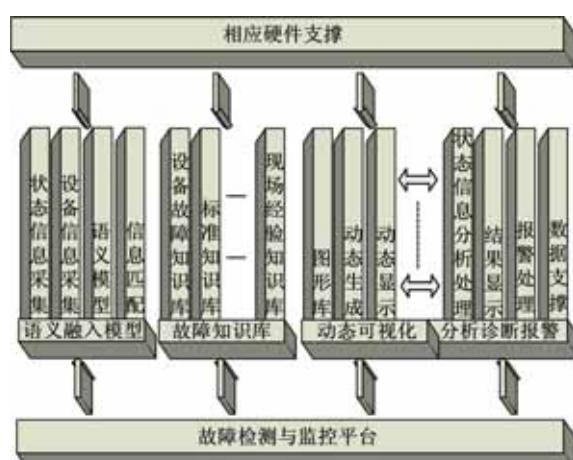


图 3 故障检测与监控平台结构图

Fig. 3 Fault detection and monitoring platform

示。语义融合和知识库模块是检测监控平台的数据支撑层,是对采集获得的数据的进一步处理,负

责完成对数据与系统、设备的对接融合,数据经过处理形成系统状态动态图以及设备状态动态图,形成的系统、设备新网图与标准图相比较,通过调用知识库的知识为系统故障分析诊断提供方案和技术支持。

2.4 安全保护与动态调度

安全保护与动态调度平台的主要任务是根据故障检测与监控平台的可视化图示及动态信息,完成故障的自适应调整保护,并应对随机扰动、突发事件完成运转调度计划的动态重构。系统的自我保护包括两个方面:首先是来自故障检测与监控平台的预警信息,安全保护平台收到预警信息结合关键参数确定的搜索限定,利用模糊识别技术分析处理与匹配后确定自我保护的区域及设备部件;其次在无故障预警信息的情况下,为确保电网系统的安全运行,要定期利用预想事故知识集检索系统及关键设备状态,并通过分析决策优化平台进行判断评价并派发触动信息以处理安全故障隐患,及早处理避免重大事故发生。针对上述两种情况平台系统派发信息(改变标志位)影响通讯协议,通过物联网服务平台传输信息触发硬件设备部件完成自动修复。由于硬件发射信号与反射信号存在较大的强弱差别即同频技术的问题,为此采用通过本平台的信息触发的方式取代直接硬件信号发射的方式能够提升自愈的快速响应能力,符合智能电网的特征要求。

应急故障、恶劣天气变化以及突发事件等随机因素会对电网系统的调度造成影响,传统的静态调度不能适应智能电网的新要求,要利用动态调度的方法来处理解决。利用面向已生成调度图的方法,对于突发事件运用部分或再生成调度,对新进入系统的信息将其归入已有支路,依据决策优化原理参考已有调度图进行部分调整,以原调度为参考针对局部采用上、下纵向调整的方法添加相应任务的调度分支以适应新需求,确保调度的可调整性。此外,调度在整个过程中要加入现场、专家经验的指导,提供相应交互界面和接口,以保证调度结果的正确性。

2.5 能量管理与配电管理

能量管理与配电管理平台的主要任务是实现能源的稳定并网分析、均衡的能效配电管理并实现可视化展示。智能电网的清洁性主要体现在于其他可再生能源的稳定融合,包括风能、太阳能、生物质能以及海洋能等,融合的能源信息会影响

到配电管理的均衡性,因此关键问题是力求能源的稳定平衡,在此基础上利用优化方法,实现能效的合理分配和提升。目前相应能源的离网发电技术已经具备较好的基础,能源并电网需要先进的硬件设施的辅助,风能并网技术达到较高水平,在一般使用场景下太阳能并网技术也有较好发展,而其他能源的并网问题尚处于研究阶段^[10-11]。

能源并网问题会对已有电网布局、状态造成影响,包括稳定性、潮流效果以流量峰值等参数,需要对综合指标进行分析评价,进而选择最佳的结构方式融入电网支路,属于多目标决策范畴,若采用数学建模法分析则当随机扰动因素与指标较多时存在模型难于调整修改的问题,为此根据调度计划获取相应参数值以及系统状态图,构建系统状态图论层次模型的方法可较好避免这个问题,采用图论算法计算每个分支的流量性能,进而选择出最佳的入网分支路径。对于多目标决策问题基于层次分析法,通过研究分支结构体的平衡局势引入调整因子,能较好解决决策结果稳定性与快速性问题,这部分将另文详述。

配电管理是在综合决策的基础上,合理规划能源进而提升能效,解决配电布局过程中的均衡问题。电网布局属于混流多分支结构,利用面向分支负荷量的平衡算法,将配电布局进行划分并计算分支的负荷量,计算约束条件下的最小工作地数进而确定合理的配电布局划分,基于“紧前紧后”原则构建关系矩阵,将分支负荷平衡进行重新组合以达到标准目标值,将分配比控制在现有电网比值比率范围内,按照成本与便捷性指标统一分配超准值电力,进而实现配电的优化管理与均衡处理。根据电网布局状态图基于多 Agent 技术在 Anylogic 软件环境下建立能效流量分配方案的动态仿真运行分析模拟图,实现能源可视化与指导化,并为管理优化与实施提供参考数据。

3 实 例

基于本文提出的智能电网管理服务系统的集成设计框架及其实现的关键技术方法,结合江苏某电力企业实际对系统进行开发。该系统采用 B/S 结构,系统的各个模块的应用数据构建于 Oracle 9.2 平台上,利用面向对象的编程语言 Visual C、JavaScript 以及仿真软件 Anylogic6.5 及其二次开发语言进行相应模块的开发实现。由于物联网、智能电网及其相关技术理论尚处于研

究阶段,缺乏一定的关键先进的硬件设备的支持,为此本文开发的几个模块还有待进一步研究完善,而其中的故障检测与监控、能量管理与配电管理等模块均已投入现场使用,运行效果良好。基于 RFID 与传感器芯片结合的关键设备主参数信息采集的物联方法如图 4 所示。

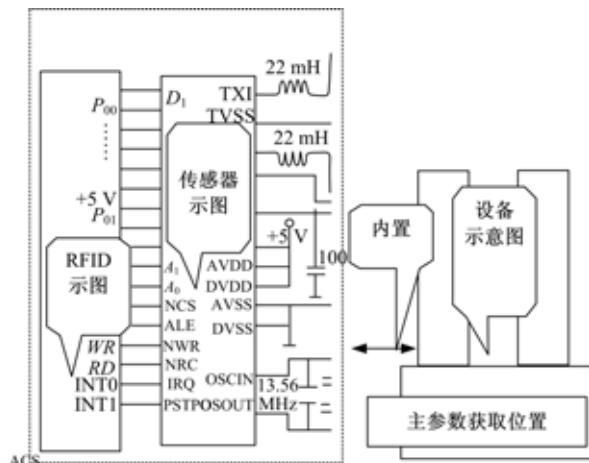


图 4 RFID 与传感器组合物联参数采集示意图
Fig.4 Parameter acquisition schemes by RFID and sensor

4 结 论

(1) 提出了一种新的智能电网管理服务系统,该系统的设计基本涵盖了智能电网实施过程中的主要分析流程,并提出了系统集成设计框架。

(2) 详细讨论系统主要模块实现所采用的方法理论,其中包括:RFID 与传感器芯片结合的设备物联方法;结合标志位编码的面向设备关键参数与系统网图的自动故障检测与状态监控方法;结合信息触发的方式,基于预想事故知识集与预警机制的快速自愈安全保护方法;面向已生成调度图的动态可变调度方法;基于仿真的面向分支负荷平衡的可视化能量、配电管理实现方法。

(3) 系统每个模块都能够单独作为子系统来解决现场的相应问题。该框架的提出为国内针对智能电网计算机辅助管理服务系统提供了帮助和参考。

(4) 需要指出的是,随着同频技术、分布式数据存储信息安全技术以及双频技术的完善提高,本文提出的集成设计框架的实用价值将进一步的提高,同时本文没有对智能电网客户服务、市场端方面内容的进行研究,有待下一步解决。

参 考 文 献:

[1] Akella Ravi, McMillin Bruce M. Design of a multi-agent

system for personalized service in the smart grid[J]. Security-Enriched Urban Computing and Smart Grid, 2010, 78: 267-273.

[2] Rui D, Deconinck G. Future electricity market interoperability of a multi-agent model of the Smart Grid[C]// International Conference on Networking, Sensing and Control (ICNSC), 2010: 625-630.

[3] Pipattanasompong M, Feroze H, Rahman S. Multi-agent systems in a distributed smart grid: design and implementation[C]// IEEE PES Power Systems Conference and Exposition, 2009: 1-8.

[4] Bhuvaneswari R, Srivastava S K, Edrington C S, et al. Intelligent agent based auction by economic generation scheduling for microgrid operation[J]. Innovative Smart Grid Technologies (ISGT), 2010: 1-6.

[5] 张文亮, 刘壮志, 王明俊, 等. 智能电网的研究进展及发展趋势[J]. 电网技术, 2009, 33(13): 1-10.
Zhang Wen-liang, Liu Zhuang-zhi, Wang Ming-jun, et al. Research status and development trend of smart grid [J]. Power System Technology, 2009, 33(13): 1-10.

[6] 冯永青, 李鹏, 陈刚, 等. 智能电网标准化核心内容及其对 EMS 发展的影响[J]. 南方电网技术, 2011, 5(1): 8-13.

Feng Yong-qing, Li Peng, Chen Gang, et al. The core content of smart grid standardization and its impact on EMS development[J]. Southern Power System Technology, 2011, 5(1): 8-13.

[7] United States Department of Energy Office of Electric Transmission and Distribution. Grid 2030:a national vision for electricity's second 100 years [EB/OL][2012-03-23]. http://www.oe.energy.gov/DocumentsandMedia/Elec_Vision_2-9-4.pdf.

[8] Vaccaro A, Zobaa A F. Cooperative fuzzy controllers for autonomous voltage regulation in Smart Grids[J]. J Ambient Intell Human Comput, 2011(2): 1-10.

[9] 孙其博, 刘杰, 黎彝, 等. 物联网:概念、架构与关键技术研究综述[J]. 北京邮电大学学报, 2010, 33(3): 1-9.
Sun Qi-bo, Liu Jie, Li Shan, et al. Internet of things: summarize on concepts, architecture and key technology problem[J]. Journal of Beijing University of Posts and Telecommunications, 2010, 33(3): 1-9.

[10] U. S. Department of Energy. [EB/OL]. [2010-03-26]. <http://www.oe.energy.gov/smartgrid.htm>.

[11] 李斌, 刘天琪, 李兴源. 分布式电源接入对系统电压稳定性的影响[J]. 电网技术, 2009, 33(3): 84-88.
Li Bin, Liu Tian-qi, Li Xing-yuan. Impact of distributed generation on power system voltage stability[J]. Power System Technology, 2009, 33(3): 84-88.