

智能电网互动化应用实时决策分析系统^①

葛晓滨^{1,2}, 许 剑³

¹(安徽大学 计算机科学与技术学院, 合肥 230039)

²(安徽财贸职业学院 雪岩贸易学院, 合肥 230601)

³(合肥恒卓科技有限公司, 合肥 230022)

摘 要: 在对配电和用电环节的信息化需求进行系统分析和研究基础上, 实现了对终端智能电表和配网设备的实时监控和决策分析, 通过智能电表等电子终端将用户和电网公司之间形成网络互动和即时连接, 用信息流来反映能量流, 实现电力数据读取的实时、高速、双向的应用, 实现电力能量流和用户用电信息的实时可视化及决策分析。

关键词: 智能电网; 用户端; 互动化; 实时决策; 分析

Smart Grid Interactive Applications Real-time Decision Analysis System

GE Xiao-Bin^{1,2}, XU Jian³

¹(School of Computer Science and Technology, Anhui University, Hefei 230039, China)

²(Xueyan Trade College, Anhui Finance and Trade Vocational College, Hefei 230601, China)

³(Hefei Heng Zhuo Technology Co. Ltd, Hefei 230601, China)

Abstract: Based on the analysis and research of information needs about the distribution and electricity sectors, we achieve the real-time monitoring and decision analysis of smart meters and distribution network terminal equipment. By means of smart meters and other electronic terminal, the user and the network companies forming interactive network and real-time connection, it can reflect the energy flow with the flow of information to read power data in real-time, high-speed and two-way, and realize the power flow and energy consumption information in real time visualization.

Key words: smart grid; client; interactive technology; real-time decision-making; analysis

1 引言

智能电网作为 21 世纪能源利用方式的革命正引起全世界的广泛关注。国家电网公司于 2009 年 5 月 21 日公布了中国智能电网的发展计划, 根据这项计划, 智能电网在中国的发展将分三个阶段逐步推进, 到 2020 年, 可全面建成统一的“坚强智能电网”, 实现全采集、全覆盖、全预付费、信息化、数字化、自动化、互动化的智能电网要求。

在这个应用需求下, 我们对配电和用电环节的信息化需求进行系统分析和研究基础上, 实现了对终端智能电表和配网设备的实时监控和决策分析, 所实现的智能电网用户端互动化应用实时决策分析系统融合了数据采集、数据通信、数据集成、数据分析过程, 其目标是通过智能电表等电子终端将用户和电网公司之

间形成网络互动和即时连接, 实现电力数据读取的实时、高速、双向的应用, 以及电力能量流和用户用电信息的实时可视化, 用信息流来反映能量流。

2 研究现状分析

清华大学电机系吴文传等人^[1]提出安全预警和决策支持(EWSC)系统作为未来控制中心自动化系统的重要功能, 一方面对能量管理系统(EMS)成熟功能进行封装, 另一方面适应自动化系统功能演变的需要, 提出了一种基于多代理系统(MAS)的软件开发范式, 用于开发 EWSC 系统的软件构架。

华北电力大学吴琮等人^[2]开发尝试了兰州地区智能型电网调度决策支持系统。系统采集电网监控与数据采集(SCADA)系统和保护故障信息系统的信息, 采

^① 收稿时间:2011-12-04;收到修改稿时间:2012-01-04

用人工智能技术,在电网正常运行时给出安全性和经济性的评估报告;当电网发生故障时,可根据故障涉及的开关和保护的动作情况进行故障诊断,并给出故障恢复策略;当有电网操作任务时,可自动开具调度操作票。

湖南大学周媛等^[3]针对当前供配电网计算机辅助设计 CAD 存在的主要问题,提出了图示化供配电网智能设计方法,并构筑出该应用系统的结构模型。

西安交通大学机电工程系、中国电力科学研究院杨旭升等^[4]提出基于多 Agent 的电网运行决策支持系统体系结构。

综上所述,国内已有单位和学者进行了智能电网实时决策分析系统相关课题的研发。本项目研究是智能电网用户端互动化应用实时决策分析系统,主要涉及企业级智能电网用户端信息模型的建立和实施技术;基于移动技术实现的设备和用户主数据的现场数据采集与维护技术应用,采用无线网络和载波通信方式实现的智能电表和配网设备的实时数据采集与监控技术;基于分布式实时数据库技术和数据仓库技术实现电网用户数据的集成与实时决策分析技术。与国内已有的研究相比在行业中具有一定的独特性。

3 技术研究方向

本项目采用数据仓库技术整合用户用电和电网运行的相关数据,根据用电状况来优化电网的管理,将电网提升为互动运转的全新模式,形成电网全新的服务功能,以提高电网的经济性、可靠性和安全性;同时针对电力客户提供优质、实时和互动的用电服务,将电力客户关心的电费电价信息、电量信息和电能质量信息及时推送给客户。

要实现电网和电力用户之间的实时互动应用目标,有许多关键技术需要进行研究和解决,本项目研究的技术主要包括以下几点:

3.1 基础装备

在智能电表上,目前虽然国网提出了智能电表规范,但尚缺乏统一、成熟和稳定的商业化智能电表,这样就需要针对智能电表的技术特点、采集参数范围和通信方式等进行研究和开发。

系统将构建基于通信标准的电网互动通信架构,研究和解决电力无线网络系统、电力线载波通讯等通信方式,实现高效可靠的数据传输通道。对于载波通

信而言,由于配变变压器对电力载波信号有阻隔作用,所以电力载波信号只能在一个配电变压器区域范围内传送。可以在每个配变区域建立分布式的实时数据库系统来存储智能电表的实时参数数据。

3.2 基础技术

在基础技术上,我们主要研究以下的几个方面:

(1) 建立有效的实时监控和数据采集系统,实现对基础资料信息和实时运行信息的完整采集和动态维护更新;

(2) 建立有效的信息集成和数据交换体系,对用户数据、电网运行数据进行集成利用;

(3) 建立有效的分布式高密度海量实时数据的存储与交换技术;

(4) 采用实时决策分析技术,实现对海量数据的高效分析。

3.3 互动应用

在互动应用上,主要实现以下的功能需求:

(1) 从电网和用户两个视角对应用目标进行分析;

(2) 从电网经济性、可靠性、提供优质客户服务方面进行业务模型的分析 and 应用系统的建立;

(3) 配网实时运行监测与分析;

(4) 实时台区线损、配网线损;

(5) 实时负荷分析与预测;

(6) 电力公司根据实时电价策略(用电高峰与低谷进行定价)将当前实时电价实时反馈到用户智能电表,实现互动;

(7) 智能化客户服务;

(8) 客户信用度分析;

(9) 用户电量消费分析与预测;

(10) 配网资产利用率分析;

(11) 配电设备故障监测和自修复(配电网自愈);

(12) 用户端电能质量监测与分析(自修复);

(13) 配电网重构与潮流优化分析。

4 系统架构与基本组织

4.1 系统应用架构的不同视角分析

智能电网用户端互动化应用实时决策分析系统从两个角度来反映系统的应用目标:

(1) 从电网角度来看,主要是关注电网运营的可靠性、经济性及提供优质的客户服务。主要体现在:

- 实现对客户用电信息的实时可视化(自动抄表、

防窃电)

- 保障电网的可靠运行(配电设备实时监测、配电设备故障监测)
- 障电网的经济运行(线损分析、负荷分析、降损,提高能源利用效率)
- 据用户用电状况进行分析和预测实现电网的经济调度
- 供优质服务(用电信用,停电通知)

(2) 从用户角度看,主要是关注电费支出和用电可靠性。主要体现在:

- 现将电价电费信息和用电量情况的及时反馈到智能电表,并显示给用户,用户也可以操作智能电表来了解更多的用电情况以指导经济用电
- 确及时了解用户端电能质量状况
- 户可以及时了解电力设备的运行状况

根据以上分析,我们设计的系统架构如图 1 所示。

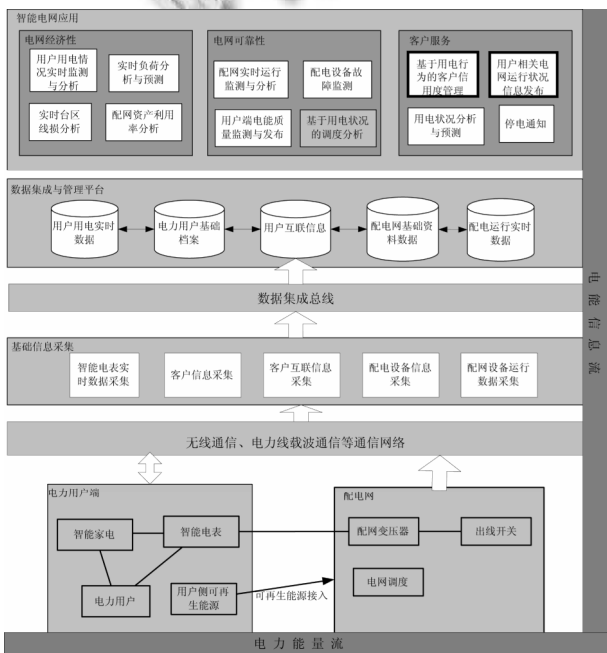


图 1 系统应用架构

4.2 用户端互动信息基础的构建

系统建立全面的用户端互动信息基础是实现能量流与信息流双流合一。智能电网用户端互动化应用实时决策分析关注的对象主要是用户端与用电相关节点的能量流和信息流,同时延伸到部分为用户供电的电网节点的能量流和信息流,并在此基础上实现系统的构建。如图 2 所示:

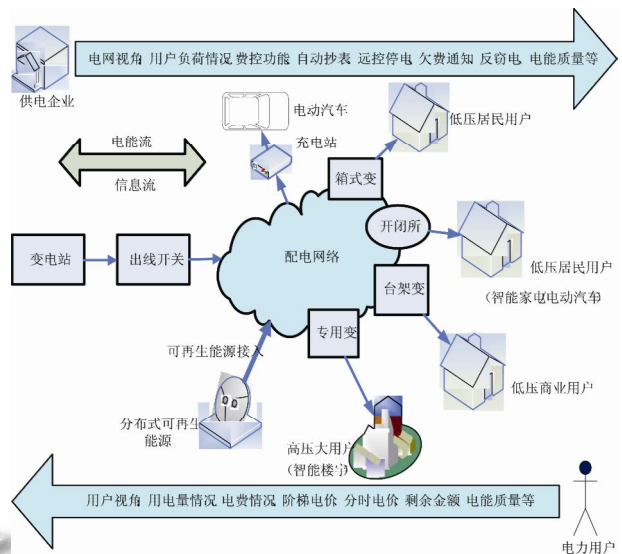


图 2 系统的能量流与信息流基础

4.3 信息基础模型的构建

从用户和电网两个角度建立用户端互动化应用的信息基础模型:

表 1 用户端互动化应用的信息基础模型

互动角度	关注点	互动信息要求
用户角度	电价电费情况	通过电表显示阶梯电价、尖(峰、平、谷)电价、剩余金额、报警金额、囤积金额、透支金额、结算日等信息给用户
	用电量情况	显示正反向有功(无功)总电量、尖电量、峰电量、平电量、谷电量、阶梯电量等电量信息
	用电可靠性	失压、断相、失流、全失压、掉电等事件,电能质量监测(扩展功能)
电网角度	电能流信息全采集	分相电压、分相电流、分相功率、功率因素、零线电流、四象限无功电量、正反向有功最大需量、各费率正反向有功最大需量、电能质量信息等
	经济用电管理	自动抄表、停电抄表、费控功能、预付费模式、费用报警、欠费远控断电、缴费后自动允许合闸等
	互动通信	RS485 接口、红外接口、载波接口、公网模块(GSM/GPRS/CDMA/3G)等,实现对电表进行编程采集与控制
	安全性	对电表进行参数设置、预存电费、信息返写和下发远程控制命令操作时,需通过严格的密码验证及 ESAM 模块等安全认证,以确保数据传输安全可靠

系统需要建立企业级信息架构视图, 通过移动端数据采集子系统对配电、用电基础资料信息的采集与更新管理, 形成企业级主数据:

- (1) 节点标识属性(类别、ID、名称等)
- (2) 节点电气参数信息(电压等级、额定功率、电阻率、导线长度等)
- (3) 节点地理空间信息(行政地址名称、GPS 坐标)
- (4) 节点层次结构信息(父子节点的树形结构)
- (5) 节点拓扑互联信息(配变与线路、配变与用户等)

5 系统的关键技术及创新点

5.1 系统关键技术

系统的关键技术主要在以下几点:

- (1) 企业级智能电网用户端信息模型的建立和实施技术。
- (2) 基于移动技术实现的设备和用户主数据的现场数据采集与维护技术应用, 采用无线网络和载波通信方式实现的智能电表和配网设备的实时数据采集与监控技术。
- (3) 基于分布式实时数据库技术和数据仓库技术实现电网用户数据的集成与实时决策分析技术。
- (4) 电网企业与电力用户的互动化应用技术。

通过以上的技术应用实现电网经济调度、安全稳定运行、节能减排、经济用电、提供优质实时客户服务等目标。

5.2 系统创新点

本系统在智能电网的应用上对于供电企业的管理模式也进行了新的创新和改变:

- (1) 针对电网运行状况和用户用电状况的配网调度优化。
- (2) 收费模式的创新。可以更大范围地应用预付费用电模式。
- (3) 反窃电模式的创新。由于可实时地知道用户的用电信息, 对于用户窃电能够更及时和更准确地获知。
- (4) 电费商业模式创新。可以根据客户用电行为(峰谷用电状况)建立客户信用等级, 进行电费折扣。
- (5) 抄表模式的创新。由于智能电网可实现远程

实时电量信息的采集, 可以全面取代手工抄表方式。

6 系统实现

系统采用 SOA 架构^[5]实现了软件形态的组织, 并采用可视化界面表征系统的主要功能, 如图 3 所示。



图 3 系统主功能界面

系统的主要性能指标如下。

6.1 主要技术指标

- (1) 监测数据点规模: 100 万点以上。单服务器节点存储 20,000 点以上, 支持 100 个节点以上的分布式存储。
- (2) 海量采集数据存储量: 500GB/年, 并满足 5 年以上数据存储时间。
- (3) 数据压缩比: 15: 1 以上。
- (4) 数据写入性能: 30,000 点/秒以上。
- (5) 数据查询性能: 50,000 点/秒以上。
- (6) 互动响应性能: 3 秒以内。

6.2 硬件环境

- (1) 适用机型: PC 服务器
- (2) 硬盘要求: 3TB 以上硬盘空间 RAID5
- (3) 内存要求: 8GB 以上

6.3 软件环境

- (1) 操作系统: Windows Server 2003 企业版
- (2) 编程语言: C#
- (3) 数据库: Oracle 10g

系统的应用界面如图 4 所示。

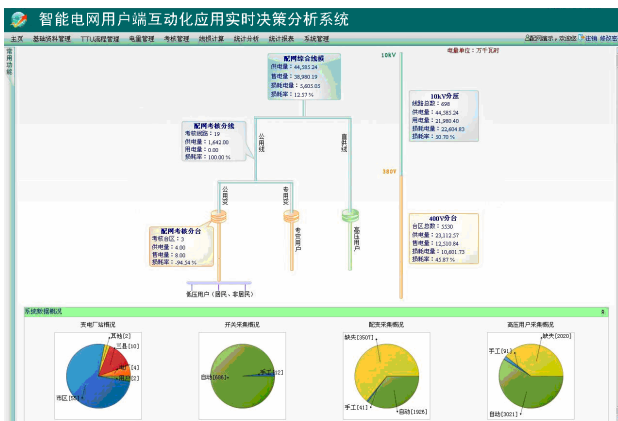


图4 系统应用界面

7 系统价值解析

智能电网是一个复合型的设施体系,要实现对于电力客户、电力资产、电力运营的持续监视,利用“随需应变”的信息提高电网公司的管理水平、工作效率、电网可靠性和服务水平。随着电网规模不断扩大,影响电力系统安全运行的不确定因素和潜在风险随之增加,而用户对电力供应的安全可靠性和质量要求越来越高,电力发展所面临的资源和环境压力越来越大,市场竞争迫使电力经营者不断提高企业运营效率。因此,本系统的所具有的技术应用价值,主要体现在以下几个方面:

(1) 减少电网固定资产投资支出

通过智能电表与分时电价手段的结合,可抑制电力高峰负荷需求增长,减少和延缓电网投资;通过设备状态监测,可实现对设备更好的管理和维护,延长设备寿命,延迟设备投资;通过对设备状态和用户负荷情况的详细掌握,可提高电网投资和改造的针对性、合理性。

(2) 减少电网运行费用。

自动计量管理能帮助电网企业缩短电费回收时间,减少窃电损失,减少客服成本;远程资产监控能够避免设备出现事故维修和更换;移动作业能有效地提高现场作业效率,减少作业人员和费用。

(3) 提高供电可靠性。

通过网络实时重构,保证电力设施运行在额定范围内,减少停电发生;故障发生时,快速检测、定位

和隔离故障,并指导作业人员快速确定停电原因,恢复供电,缩短停电时间。

(4) 提高运营管理水平。

通过实施智能电网,梳理和完善业务流程;提高资产运维和管理水平,逐步从传统检修模式向状态检修过渡;加强需求侧管理,提高客户服务水平。

大力配合智能电网,进行智能电网用户端互动化应用的研究,不仅可以使电用户对于自身用电情况进行了解,实现同步可见的用电监控,而且可以有效节约国家的能源,促进地区的节能减排。

8 结语

建设统一坚强智能电网,发展智能电网用户端互动化应用,是对电网和客户服务发展方式的变革和创新,它对电网公司的发展战略、组织机构、管理模式、运行机制、支撑体系等都将产生比较深远的影响^[6]。

通过智能电网用户端互动化应用实时决策分析系统项目的开展,能提升电网公司的信息化水平和提高客户的经济用电水平,具有较好的经济效益和社会效益,必将推动智能电表、智能配电设备等重大技术装备的发展,促进与此相关的现场载波/无线通信技术和海量数据实时存储与分析技术的发展。

参考文献

- 1 吴文传,张伯明,孙宏斌,吴素农,蔡斌.在线安全预警和决策支持系统的软件构架与实现.电力系统自动化,2007,(12):23-29.
- 2 吴琼,刘文颖,杨以涵.智能型电网调度决策支持系统的开发与实现.电力系统自动化,2006,(12):79-83.
- 3 周媛,冯林桥,张午阳,陈湘波.图式化智能供配电网设计系统.电力自动化设备,2005,(7):53-56.
- 4 杨旭升,盛万兴,等多 Agent 电网运行决策支持系统体系结构研究.电力系统自动化,2002,(18):45-49.
- 5 张道海.基于 SOA 的企业系统架构研究.中国管理信息化,2008,(24):57-60.
- 6 李兴源,魏巍,王渝红,穆子龙,顾威.坚强智能电网发展技术的研究.电力系统保护与控制,2009,(17):15-17.