

智能电网为低压电器发展带来新机遇

尹天文, 张 扬, 柴 熠

(上海电器科学研究所(集团)有限公司, 上海 200063)

摘 要: 在分析了美国、欧洲和我国智能电网发展动向和特点的基础上,阐述了低压电器与智能电网的关系。指出了智能低压电器是用户端智能配电网络核心的控制与保护电器设备,低压电器的智能化是构建坚强智能电网的重要基础。介绍了智能电网用户端的概念、架构、核心技术及用户端系统中适用于智能电网的新一代低压电器的主要特征,同时,论述了智能电网建设给低压电器发展带来的机遇与前景。

关键词: 智能电网; 低压电器; 新机遇

中图分类号: TM 52 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-5531(2010)02-0001-04



尹天文(1968—),男,教授级高级工程师,研究方向为智能电器、雷电防护和现场总线。

Smart Grid Brings New Opportunities for Development of Low Voltage Apparatus

YIN Tianwen, ZHANG Yang, CHAI Yi

(Shanghai Electrical Apparatus Research Institute (Group) Co., Ltd., Shanghai 200063, China)

Abstract: Based on the analysis of the smart grid's development trends and characteristics in USA, Europe and China, the relation between low voltage apparatus and smart grid was described. That the intelligent low voltage apparatus was the core appliance device of control and protection of the client intelligent distribution network, and that the intelligentization of low voltage apparatus was the significant basis of the construction of strong smart grid were pointed out. The smart grid client's concept, framework and core technology and main characteristics of the new generation low voltage apparatus which suits the smart grid among the client systems. In addition, the opportunities and prospects which the construction of smart grid brought to the industry of low voltage apparatus were suggested.

Key words: smart grid; low voltage apparatus; new opportunity

0 引 言

电网作为能源血液——电能输送的重要载体,对国民经济和社会发展起到极其重要的作用。智能电网是将先进信息技术与传统物理电网相结合的产物,其目标在于使电网更加安全、高效与环保,涵盖坚强、自愈、兼容、互动、优化、集成等功能,尤其是适应新能源的快速发展,可实现节能减排以缓解气候变暖、推动绿色高效经济模式和生活方式的目标。智能电网时代将极有可能如同互联网时代一样重演企业进化论,一方面推动技术进步,引领产业发展;另一方面可刺激经济复苏,

成为重塑世界经济与能源格局的重要动力。

1 智能电网概述

进入 21 世纪以来,欧美等技术先进国家采用计算机、微电子、通信和智能控制技术,对传统配电与控制电器进行技术提升,使传统产品具有智能控制和双向通信的功能,构成了具有网络通信功能的智能配电网,大大提高了配电网的安全性和可靠性。

美国智能电网的规划是前期突破智能电网用户端和低压配电网智能化,之后推行可再生能源利用和分布式电源系统集成与电力储能,最终发

张 扬(1963—),男,高级工程师,从事新能源技术项目的开发和系统集成应用。

柴 熠(1979—),男,工程师,从事新能源系统的开发。

展高温超导电网。这个战略发展规划一方面与美国擅长IT技术商业模式和用户服务模式创新的特点有关;另一方面能使其已有的复杂电网结构更加可靠,改善能源结构,解决电网设备老化与用电规模增加带来的电网稳定性与安全性的问题。

欧洲国家注重环境保护、环境友好以及用户的需求。欧洲智能电网建设的驱动因素可以归结为市场、安全与电能质量、环境这三方面。提高电网运营效率、降低电力价格、加强与客户互动就成为了欧洲智能电网建设的重点之一。欧洲智能电网的建设目标是实现电源“即插即用”,更友好、更灵活的接入方式以及用户的互动。通过电子表计和自动电表管理系统,实现当地需求调整和负荷控制。

中国国家电网结合我国的国情和特色,提出了建设以特高压电网为骨干网架、各级电网协调发展的坚强电网,利用先进的通信、信息和控制技术,构建以信息化、自动化、数字化、互动化为特征的国际领先、自主创新、中国特色的坚强智能电网的战略发展目标。智能技术的应用涉及到电力系统的发(主要是可再生能源发电)、输、变、配、用各个环节,其中智能电网的用户端建设今后在我国将具有很大的发展空间。

2 智能电网与低压电器

虽然不同地区、不同国家对智能电网的定义和侧重点各有不同,但智能电网的一个共同点就是为我们串起了一条从发电、输电、配电到用户端的电能生产与消费的产业链,该产业链的价值实现最终体现在用户端。据不完全统计,电力系统80%以上的电能是通过用户端配电网络传输到用户,并在终端用电设备上消耗的。用户端涵盖了从电力变压器到用电设备之间对电能进行传输、分配、控制、保护和能源管理的所有设备及系统,主要包括智能低压电器、智能电表和智能楼宇系统。作为用户端中起到控制与保护作用的核心电器设备——低压电器,其特点是量大面广,处于电网能量链的最底层,是构建坚强智能电网的重要组成部分。因此,要打造智能电网首先必须要实现作为电网基石的用户端低压电器的智能化,由此构建的用户端智能配电网是构成智能电网的重要基础。

3 智能电网用低压电器目前的现状与基础

我国低压电器行业经过50多年的发展,从无到有、从小到大,取得了骄人的成绩。目前已经形成比较完整的体系,就低压电器品种、规格、性能、生产能力来看,基本上满足了我国国民经济发展的需要。

从20世纪90年代初开始,我国就着手研制具有智能化、可通信功能的第3代低压电器,到上世纪末本世纪初基本实现了低压配电网的智能控制和网络控制,以此满足配网自动化的需求。但由于智能变电站、配电自动化、调度自动化等系统的研发与应用也在同期刚刚起步,因此,存在着需求分散、各成系统等问题,即系统平台不统一,各系统间很难实现互联和信息共享,造成不同地区、不同厂家生产的智能化低压电器等电器设备或高、低压电网间信息不通,数据上传不通,下达不畅,无法从根本上实现电力自动化目标。因此,我国具有智能化、可通信功能的第3代低压电器的推广应用并不十分理想,但从目前智能电网对电器设备的要求来看,已打下了一定的技术基础。

4 智能电网用户端概念、核心技术 与新一代低压电器主要特征

随着智能电网的发展,国际上不约而同地提出智能电网用户端的概念,并在建设中大力推进用户端的智能化,而且用户端的概念与实现功能上都有了较大的延伸与拓展,但用户端的许多共性技术与核心技术需要去研究与攻克。

4.1 用户端概念

(1) 智能用户端。是指从电力变压器到用电设备之间对电能进行传输、分配、控制、保护和能源管理的所有设备及系统,主要包括用户端智能电器与系统、用户端能源管理系统与智能电表和智能楼宇系统,是构建坚强智能电网的重要组成部分。

(2) 用户端智能电器与系统。是指具有双向通信、故障预判和预警、负载监控、全电流范围选择性保护、电能质量监控,能实现区域联锁并可快速安全恢复等功能的高度智能化的电器设备及系统,是构成用户端智能配电网乃至整个低压配

电网的基础性电器设备及系统。

(3) 用户端能源管理系统。是指具有双向通信、负荷调节、能源系统分析、分布式可再生能源接入、分布式用户端储能充电、双向电量计费、节能管理等功能,可根据用户的不同用电需求,采用制订个性化用电方案、经济运行等方式对用户端电能消纳进行管理的系统。

(4) 智能楼宇系统。是指具有楼宇自动化、

照明、智能小区、智能家居、远程监控、安全防范等功能,可实现楼宇或家居智能化和高效能源管理的系统。主要包括节能型照明和空调管理系统、火灾预警与报警系统、防入侵和防盗等系统。

4.2 用户端系统基本架构

用户端系统主要由智能电器及系统、能源管理系统与智能电表、智能楼宇系统构成,如图1所示。

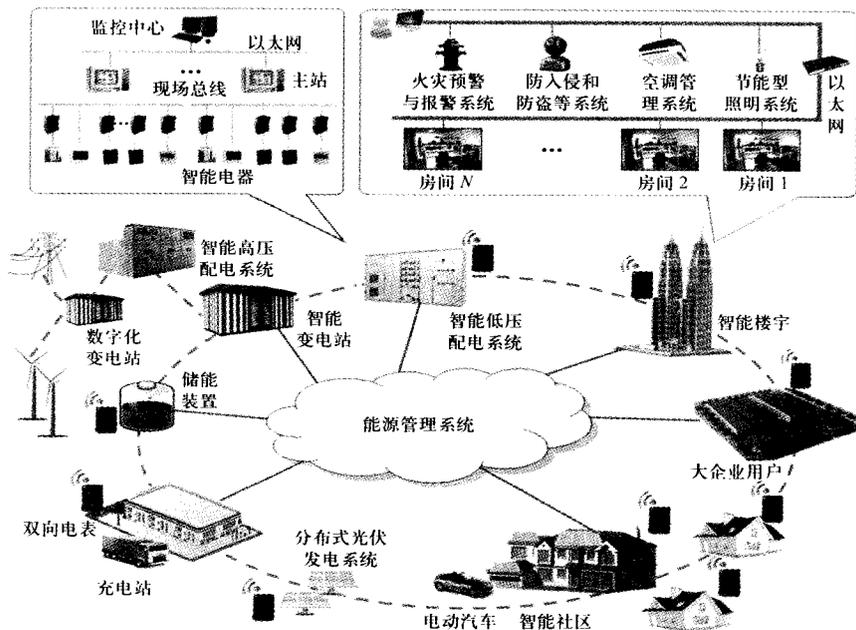


图1 用户端系统基本架构

4.3 用户端系统共性技术与核心技术

(1) 用户端系统共性技术。包括通信技术、广域测控技术、电力储能技术、可再生能源发电与预测技术、设备的状态检修与全寿命管理技术、电力电子技术、配网自动化技术、智能计量技术等。

(2) 智能配网核心技术。包括大规模复杂智能配电系统体系及建模技术、智能配电系统海量数据融合及并行计算处理技术、分布式接入系统技术、智能配电网的自愈功能实现技术(包括研究复杂配电网的快速故障定位技术等)、快速隔离技术以及自愈恢复技术、分布式电动汽车充电站技术等。

(3) 能源管理系统核心技术。包括系统节能技术、分布式可再生能源发电并网技术、分布式储能及充电技术、智能电表技术(双向计量、实时电

价、双向信息交互等)和自动负荷控制技术等。

(4) 智能电器及系统核心技术。包括过电流与过电压保护预警技术、寿命显示技术、故障快速定位技术、区域连锁与全电流范围选择性保护技术、双向通信技术、电能质量监控技术、快速安全恢复技术等。

(5) 智能楼宇系统核心技术。包括多系统兼容与集成技术、节能管理技术(照明、空调、负荷实时控制等)、楼宇或家电设备远程监控技术、安全防范技术(火灾预警与报警系统、防入侵和防盗等系统)、人性化舒适性技术(情景控制、智能自动控制、无线控制等)等。

4.4 新一代低压电器的主要特征

由于用户端系统及每个子系统都离不开保护与控制,故以上所有系统都涉及低压电器,因此其

对低压电器提出了许多新的要求。

针对这一发展需求,目前我国低压电器行业正在组织骨干企业联合开发我国第4代低压电器。其总体目标就是实现智能低压电器的网络化和高可靠性,主要特征是能提供系统整体解决方案、适用于智能电网与可再生能源发电系统等特殊需求、节能和环境友好等。新一代低压电器将具有双向通信、故障预警、全电流范围选择性保护、电能质量监控,能实现区域连锁并可快速安全恢复等功能的高度智能化的电器设备。因此新一代产品的开发将极大地满足智能电网对低压电器的要求,从而可以构成统一协调的智能用户端配电网乃至整个低压配电网,为智能电网的建设奠定了坚实的基础。

5 智能电网时代低压电器发展的机遇与前景

随着我国智能电网建设序幕的拉开以及用电总体水平的提高,为智能低压电器带来了千载难逢的发展机会,将有力推进智能低压电器的技术发展和应用,同时也带来了巨大的挑战,困难与机遇并存。

智能电网的实质就是信息化技术在传统物理电网中的应用,是信息化技术带动传统产业的技术升级,因此,智能电网的建设为智能低压电器的发展提供了广阔的空间。以网络化和高可靠性为主要目标的新一代低压电器产品将微处理器、电力电子、传感器、网络、通信等弱电技术与过电流过电压保护、高可靠动作等强电技术进行有机融合,使其具备适应智能电网要求的功能与性能,但目前还存在着网络化过程中核心技术攻关、统一标准制订等诸多问题,亟需去攻克。

为了满足智能电网建设的需要,新一代智能低压电器将突破单一产品智能化、高性能、高可靠的设计理念,突出网络化、可通信、自适应、可在线监测和自诊断等功能,实现智能用户端的兼容性、一致性、互操作性、互换性,成为构成坚强智能电网的重要组成部分。一旦实现以上功能,其优越性将不言而喻,发展前景诱人,具体表现在:

(1) 智能电网采用统一平台与标准,便于新一代智能低压电器的开发与应用。

智能电网要求用户端采用统一、标准化的产

品,使目前各种自动化系统、监控系统、管理系统和在线监测装置中的测量、保护、控制等功能在新的、统一的、标准的技术支持系统中逐步集成、整合,并最终实现各种技术的高度融合,从而为提高智能电网系统可靠性、缩短安装和维护时间等带来利益。这将为新一代智能低压电器的开发与应用带来极大的便利。

(2) 智能电网坚强、自愈、互动、优化等要求将极大地促进具有早期预警与快速安全恢复和自愈等功能的新一代智能低压电器的开发与应用。

根据智能电网坚强、自愈、互动、优化等要求,将智能电器构成系统采用网络信息技术、现代通信技术和测量技术实现系统的寿命管理、故障快速定位、双向通信、电能质量监控等功能。应用智能配电网中的低压电器信号采集系统实现数字化,既能确保足够的采样速率和良好的准确度,又便于对事件进行早期评估和通过对实时数据的分析进行故障早期预警;通过网络监测器快速定位故障点;通过网络重新架构、优化网络运行以及配网故障时的故障隔离和非故障区域的自动恢复供电,实现配电网的快速安全恢复和自愈,从而全面满足智能配电网的保护与控制要求。因此随着智能电网的建设,新一代智能低压电器的应用将越来越广泛。

(3) 智能电网在可再生能源发电、提高电能效率和质量等方面对低压电器提出新的要求,这又将是低压电器新的发展机遇。

一方面为了实现可再生能源发电的利用和电能的削峰平谷以提高电能效率而开发的可再生能源发电系统,以及电动汽车等用电设备的快速充电装置等,需要开发适用于这些系统的具有特定功能和性能要求的低压电器;另一方面,这些设备(如变流设备、并网设备、能源的间歇接入设备、充电装置等)的应用将严重影响电能的质量,因此随着谐波抑制、无功补偿、瞬变过电压抑制和可再生能源发电系统过电压抑制与保护、自适应的动态抑制设备、“即插即用”分布式电动汽车充电站设备等大量需求的诞生,对低压电器也提出了更多更高的要求,传统低压电器将面临延伸和拓展,这又将是低压电器新的发展机遇。

(4) 为了实现节约资源和保护环境的目标,

(下转第56页)

可考虑采用多股(根据每个检测台测试产品的数量而定)屏蔽电缆线来传输检测信号,并将屏蔽电缆外层屏蔽体和工作地良好连接。为防止屏蔽体两端形成环路,应避免屏蔽层两端同时接地,从而使屏蔽体上无噪声电流流过,使屏蔽层内信号线上无感应噪声电压产生,以保证信号传输无干扰信号叠加在测量信号之上,避免数据采集误差增加和干扰信号淹没测量信号的现象出现。

总之,通过对工作信号采集传输线的处理,使信号检测的质量得以保证,为下一步数据的存储及处理提供了相应的保证。

3.3 单片机的选用

在单片机选用上应考虑检测数据传输速度以及可靠性,采用抗干扰性能强的 AT90S4414 单片机,该单片机是 AVR 增强性能 RISC 结构的低功耗 COMS 技术 8 bit 控制器,该系列控制器是 Atmel 较新推出的全新配置的精简指令集(RISC) AVR 系列单片机。AVR 单片机采用了大型快速存取寄存文件的单周指令,快速存取 RISS 寄存器文件,由 32 个通用寄存器组成。传统累加器的结构需大量的程序代码,以实现在累加器和存储器

之间的数据传递交换而 AVR 单片机是用 32 个通道工作寄存器代替累加器,从而可避免传统的累加器和存储器之间的数据传递。此特点尤其适用于自动化检测中大量的数据传输。

4 结 语

单片机技术的应用,使检测时间继电器的延时参数值大大简化,减轻了检测人员的工作强度,提高了检测效率,并使检测的数据以及数据处理也更加科学合理。无论批量检测或抽检,通过微机可将被测产品在输出打印记录中反映出该检验产品型号、生产批次号、产品误差参数值以及检验日期,可将检测记录存储在微机中,也为企业以后信息管理系统(ERP)提供了相关的检测数据信息。

【参考文献】

- [1] 陆俭国. 机床电器检验测试手册[M]. 北京:机械工业出版社,1999.
- [2] 宋建国. AVR 单片机原理及应用[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,1998.

收稿日期:2009-09-19

(上接第4页)

智能电网建设将大力推动可再生能源的利用和电能供求的管理,这也将促进低压电器向网络化方向发展。

可再生能源发电系统的应用,打破了传统的生产、消费模式,形成了生产者与消费者的双向互动服务体系。多种输入数据,包括定价信号、分时计费、电网负荷情况,通过先进的管理软件,根据用户需求采用灵活配置的方式,促进用户参与电网运行和管理,平衡用户电力需求,满足其需求与供电能力之间的供求关系,起到减少或转移高峰电能需求、减少热备发电站、进一步提高电网节能效果并提高电网供电可靠性的作用,从而最大限度地节约资源和保护环境。这既需要开拓全新的运营管理

模式,又需要具有双向通信、双向计量、能源管理等网络化的低压电器产品及系统的支撑,因此这些需求也将促进低压电器向网络化方向快速发展。

6 结 语

纵观智能电网的发展,在今后一个时期,智能低压电器将依附其快速发展。展望未来,智能低压电器有着美好的发展前景,应紧紧抓住历史赋予我们的机遇,深化智能低压电器关键技术攻关,掌握核心专利技术,形成技术制高点,加速新一代智能低压电器的研制与产业化,构建完整、统一、坚强的智能配电网。智能低压电器及系统也必将成为我国建设智能电网的重要支柱。

收稿日期:2009-12-10

《低压电器》曾荣获第三届全国期刊奖——中国期刊最高政府奖

全国中文核心期刊

中国学术期刊光盘版

中国科技论文统计用刊

中国科学引文数据库来源期刊

中国学术期刊综合评价数据库来源期刊