

物联网在智能电网中的应用

杜 威¹, 潘 苗²

(1.江苏省宏源电力建设监理有限公司,江苏 南京 210009;

2.南京工业大学电气工程与自动化学院,江苏 南京 210008)

摘 要:针对智能电网中出现的各种问题,提出了将物联网与智能电网相结合的方法。介绍了物联网的关键技术,总结了智能电网的概念、特点,构建了面向智能电网的物联网结构模型,分析了物联网在智能电网输电、变电、配电、用电各个环节对应的需求,指出物联网技术融入智能电网的关键技术,对未来智能电网的发展也起到积极的推动作用。

关键词:智能电网;物联网;关键技术

中图分类号:F426.61

文献标志码:B

文章编号:1009-0665(2013)04-081-04

目前电网存在着一些突出的问题。不能快速调节电源不足,不能满足大规模接入电网要求;线路巡视检测、评估诊断与辅助决策的技术手段和模型不够完善;网架结构相对薄弱;配、用电网缺乏可靠、经济、实用化的通信方式,对公众用户支持能力不足。解决这些问题,需要依靠智能电网的建设。它们将在智能设备和优选的运算法则的帮助下实现电力系统的功能。利用物联网产品电子代码(EPC)、射频识别技术(RFID)、微纳传感技术、全球定位技术等,实现对智能电网中电气设备、输电线路、辅助设施、工作人员的识别、监测与管理,其技术特点是能在多种场合下满足智能化电网各重要环节上信息获取的实时性、准确性、全面性的需求。依托于物联网透彻的信息感知、可靠的数据传输、健全的网络架构及海量信息的智能管理和多级数据的高效处理等技术,实现电网及电气设备运行参数的在线监测,对设备状态的预测、预防、调控,基于可靠监控信息建立输电线路的辅助决策和配电环节的智能决策,加强与用户间的双向互动,以及新的增值服务等。基于以上优点本文分析了物联网在智能电网中的应用。

1 物联网含义及关键技术

物联网是指在物理世界的实体中部署具有一定感知能力、计算能力或执行能力的各种信息传感设备,通过网络设施实现信息传输、协同和处理,从而实现广域或大范围的人与物、物与物之间信息交换需求的互联。其中末端网包括各种实现与物互联的技术,例如传感器网络、RFID、二维码、短距离无线通信技术、移动通信模块等。物联网是继电信网和互联网实现人与人通信之后,着重连接物理世界的应用及相关产业。物联网应用的关键环节有 4 个。(1) 标识:身份标识(RFID、二维条码等)、位置标识(GPS 等);(2)

感知:面向生产、生活等各种应用的传感器;(3) 互联:广泛的物物相连,低成本、低功耗、小型化;(4) 应用:由感知延伸出来的各种信息处理及应用^[1,2]。

2 智能电网的概念及特征

我国用电面临的形势是用户侧分布式电源发展态势迅猛、储能设备大范围应用、电力资源优化配置成为全社会共识、社会对供电服务的需求日趋多样化、分布式电源对计量提出新要求、电力销售市场迎来较大发展机遇。综上所述,在新形势下,必须采取新方法、新思路、新技术对出现的新问题、新情况加以解决。迎接挑战、满足用户需求、突破用电发展瓶颈、提升效率,大力建设我国坚强智能电网。通过利用数字技术提高电力系统的可靠性、安全性和效率,利用信息技术实现对电力系统运行、维护和规划方案的动态优化,对各类资源和服务进行整合重组。其范畴不仅涵盖配电和用电,还包括输电、运行、调度等方面^[3]。智能电网的特征主要有 8 个方面。

2.1 自愈电网

“自愈”指的是把电网中有问题的元件从系统中隔离出来,并且在很少或不用人为干预的情况下,可以使系统迅速恢复到正常运行状态,从而几乎不中断对用户的供电服务。从本质上讲,自愈就是智能电网的免疫系统。这是智能电网最重要的特征。当出现故障或发生其他问题时,在电网设备中先进的传感器确定故障并和附近的设备进行通信,以切除故障元件或将用户迅速地切换到另外可靠的电源上,同时传感器还有检测故障前兆的能力,在故障实际发生前,将设备状况告知系统,系统就会及时地提出预警信息。

2.2 激励和包容用户

从智能电网的角度来看,用户的需求完全是另一种可管理的资源,它将有助于平衡供求关系,确保系统的可靠性;从用户的角度来看,电力消费是一种经济的选择,通过参与电网的运行和管理,修正其使用和购买电

力的方式,从而获得实实在在的好处。在智能电网中,与用户建立双向实时的通信系统是实现鼓励和促进用户积极参与电力系统运行和管理的基础。实时通知用户其电力消费的成本、实时电价、电网目前的状况、计划停电信息,同时用户也可以根据这些信息制自己的电力使用的方案。

2.3 具有抵御攻击的能力

智能电网的安全策略包含威慑、预防、检测、反应,以尽量减少和减轻对电网的影响。面对重大威胁信息,不管是物理攻击还是网络攻击,智能电网都能通过加强电力企业与政府之间的沟通,在电网规划中强调安全风险,加强网络安全,提高智能电网抵御风险能力。

2.4 提供满足 21 世纪用户需求的电能质量

智能电网将减轻来自输电和配电系统中的电能质量事件。通过先进的监控电网基本元件,快速诊断并准确地提出解决任何电能质量事件的方案。此外,智能电网的设计还要考虑减少由于闪电、开关涌流、线路故障和谐波源引起的电能质量的扰动,同时应用超导材料、储能以及改善电能质量的电力电子技术的最新研究成果来解决电能质量的问题。另外,智能电网将采取技术和管理手段,使电网免受由用户的电子负载所造成的电能质量的影响,将通过监测和执行相关的标准,限制用户负荷产生的谐波电流注入电网。除此之外,智能电网将采用适当的滤波器,以防止谐波污染送入电网,恶化电网的电能质量。

2.5 容许各种不同类型发电和储能系统接入

智能电网将安全、无缝地容许各种不同类型的发电和储能系统接入系统,简化联网的过程,类似于“即插即用”,这一特征对电网提出了严峻的挑战。改进的互联标准将使各种各样的发电和储能系统容易接入。各种不同容量的发电和储能能在所有的电压等级上都可以互联,包括分布式电源如光伏发电、风电、先进的电池系统、即插式混合动力汽车和燃料电池。加强输电系统的建设,使这些大型电厂仍然能够远距离输送电力。同时各种各样的分布式电源的接入一方面减少对外来能源的依赖,另一方面提高供电可靠性和电能质量,特别是对应对战争和恐怖袭击具有重要的意义。

2.6 促使电力市场蓬勃发展

智能电网通过市场上供给和需求的互动,可以最有效地管理如能源、容量、容量变化率、潮流阻塞等参量,降低潮流阻塞,扩大市场,汇集更多的买家和卖家。用户通过实时报价感受到价格的增长从而将降低电力需求,推动成本更低的解决方案以及新技术的开发,新型洁净的能源产品也将给市场提供更多选择机会。

2.7 运行更加高效

智能电网优化调整其电网资产的管理和运行,以

实现用最低的成本提供所期望的功能。这并不意味着资产将被连续不断地用到极限,而是有效地管理需要什么资产以及何时需要,每个资产将和其他资产进行很好整合,以最大限度发挥其功能,同时降低成本。

2.8 高速通信在线监测

智能电网通过高速通信网络实现对运行设备的在线状态监测,以获取设备的运行状态,在最恰当的时间给出需要维修设备的信号,实现设备的状态检修,同时使设备运行在最佳状态。系统的控制装置可以被调整到降低损耗和消除阻塞的状态。通过对系统控制装置的调整,选择最小成本的能源输送系统,可以提高运行的效率。最佳的容量、最佳的状态和最佳的运行将大大降低电网运行的费用。

3 物联网技术在智能电网中的应用

智能电网利就是用信息技术和新能源技术对传统电网进行改造,物联网在智能电网中的结构构架如图 1 所示^[4,5]。

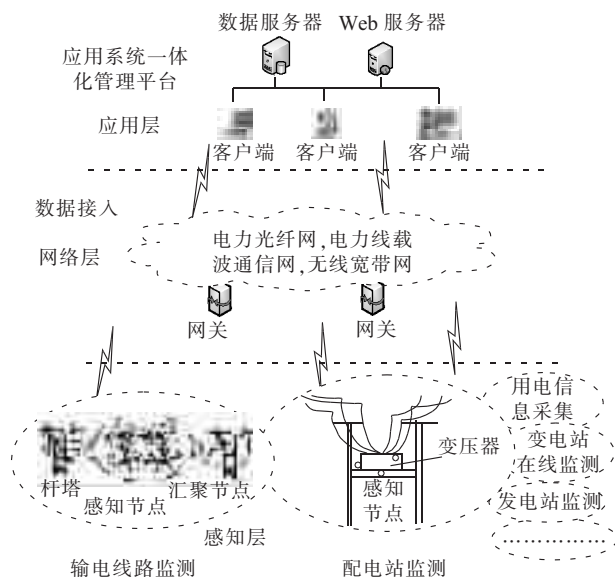


图 1 物联网在智能电网中的结构构架

面向智能电网的物联网的网络层次分别为：感知层、网络层、应用层。其中感知层通过部署在一定区域内的各种智能型的传感器检测各种环境参数信息,然后通过无线传感网络或者其他专用网络发送到网络层;网络层实现了物联网与智能网中专用网络的连接,其中网络层中的网关对所收到的信息进行数据处理和融合,可以向应用层传送感知层采集的信息,也同时向感知层发送应用层的客户端需要采集的任务,保证了数据传输的及时性和有效性;应用层主要包括应用基础设施和各种应用。其中应用基础设施为物联网应用提供信息处理、计算等通用基础服务设施、能力及资源调用接口,并在此基础上实现物联网的各种应用。物联网具体应用于智能电网的过程有 3 个方面。

3.1 智能输电

应用环境环境因素包括户外环境、战性问题、关键问题。

3.1.1 户外环境

户外环境:气象因素(温度、雨雪)变化会引起通信质量的变化、电磁干扰、研究表明高压输电线路对无线通信的干扰作用不明显。

3.1.2 战性问题

战性问题:链式拓扑结构。

3.1.3 关键问题

关键节点或链路失效影响网络通信;距网关近节点通信量大,容易发生碰撞和拥塞;太阳能电池供电,需要节能。

根据物联网关键技术确定研究方案:(1) 基于动态功率控制的多径路由方法:每个传感器节点到网关至少要有两条通信路径;(2) 使用动态功率控制,修复受损的链路或越失效的节点;(3) 基于事件驱动的多优先级拥塞控制机制,根据消息的紧急程度设定优先级,紧急事件发送优先于周期性数据。事件发生时,拥塞点发反向抑制报文抑制拥塞。(4) 基于细粒度补偿的多跳时间同步,细化误差补偿周期^[6]。

智能输电传感网系统结构如图2所示。

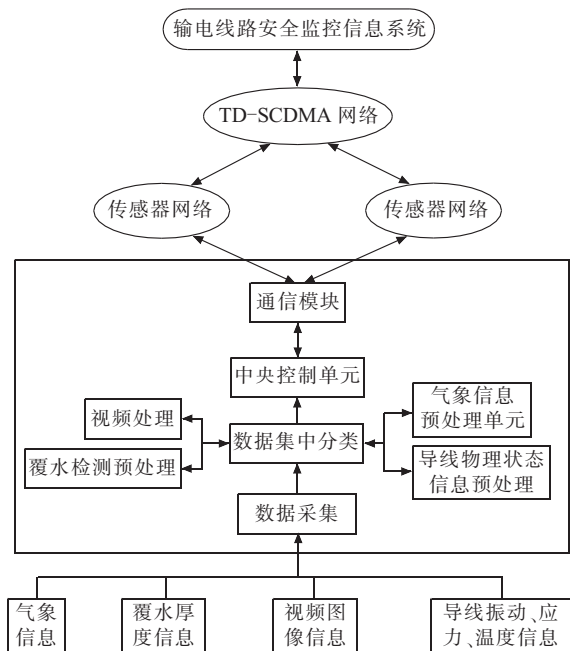


图2 智能输电传感网系统结构

3.2 智能变电站设备在线监测

智能变电站监测对象主要包括变压器、油色谱分析、油温、变压器铁心接地、局部放电、变压器套管介质损耗等;断路器、六氟化硫气体监测、绝缘、断路器触头动作速度和行程等;避雷器、漏电流检测。当出现以下恶劣的变电站环境时,如遮挡屏蔽环境、高振动、高湿度、极限温度在 $-40\sim+85\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、高电磁噪声、电动机、变

频器、对讲机、开关电火花,要面临的挑战性问题是保证网络传输的可靠性^[7]。物联网在这个监测过程中的过程体现如图3所示。

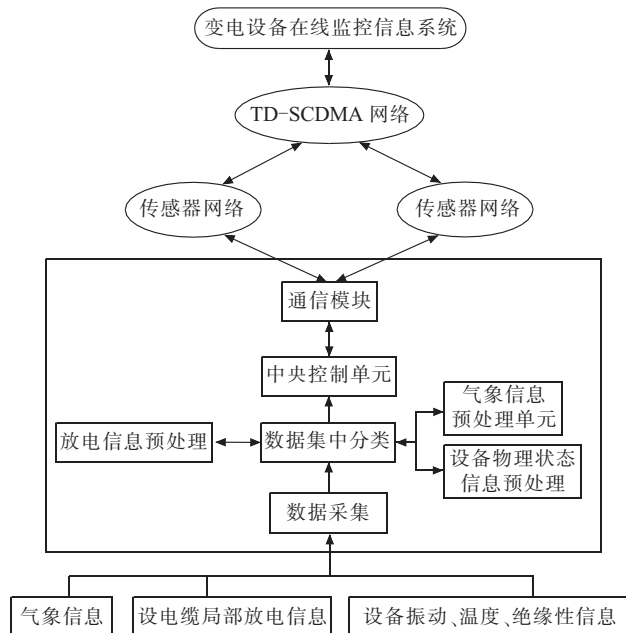


图3 智能变电站传感网系统结构

目前在江苏区域内实现智能化变电站在线监测,首推无锡 220 kV 西泾智能变电站。作为国家电网首座 220 kV 智能变电站,西泾变利用物联网技巧,由 385 个水浸、烟感、温湿感等传感器,55 个高清摄像头以及 2 台红外热成像仪及声光报警等措施树立的传感测控收集在线监测站内的一切。西泾变在国内综合利用智能传感、收集通信、实时监测、专家体系等技巧,将传统意义上的装备“活化”,使其具备智能,进而实现自我感知、判别和智能化决议计划,主动完成次序把持、一次装备在线监测、帮助体系智能联动及变电站主动化体系等功效,可大大提高供电可靠性和装备应用效力及寿命。

3.3 智能配电和用电一体化应用

智能配电和用电一体化监测对象为配电网电能质量的实时监测、台区变考核、防窃电大用户远程负荷控制、实时远程拉合闸控制和网络预付费、用电信息远程发布应用、居民用户用电实时、精确计量,用电事件上报、告警、居民家电设备用电的精细管理与计量^[8]。在这个环节中应对的挑战性问题是单节点的成本很低,在资源受限的传感网中实现 IPV6 (轻载 IPV6)8 位处理器、4~8 K RAM;内外网隔离条件下实现与社会用户的感知与互动。物联网应用在智能配、用电中的系统结构如图4所示。

4 物联网在智能电网中面临的关键技术

将物联网技术应用在智能电网中既是机遇又是挑

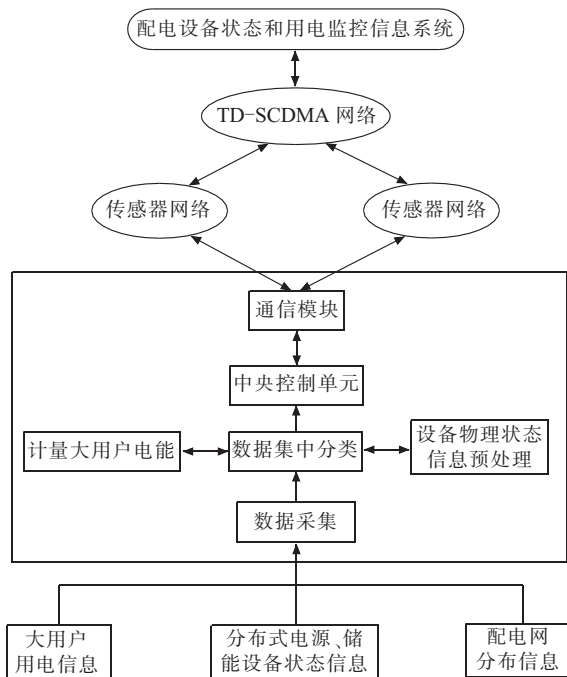


图4 智能配用电传感网系统结构

战。因我国对于物联网研究的应用还处于初级阶段,且面临很多关键技术的问题。

(1) 远程监测应用系统的开发。开发应用在智能输电、在线监测、配电及用电等方面的物联网客户端远程监测软件体系。智能电网的远程监测技术与系统集成相结合,智能的实现配网优化的运行,有助于提高供电的可靠性,提升电网系统的管理与服务水平。

(2) 物联网体系的标准性。共性基础标准规范、产业化标准规范和智能电网应用规范是物联网在智能电网中所要标定的内容。但目前无论是在国内还是在国际上,物联网标准都还处于研究制定阶段。因此,要推进物联网的快速发展与应用方面,必须加快相关标准的研究和制定。

(3) 建立安全的系统体系。物联网中的网关实现了各种通信协议的转换和信息转发的功能,但是在信

息传输的过程中可能随时面临黑客、病毒的袭击等外界因素的干扰。所以,信息的安全和传输稳定也是物联网应用于智能电网中要急于解决的问题。

5 结束语

要实现物联网技术在智能电网应用中的重大突破,必须要打造出电力物联网芯片设计、应用系统开发、标准规范体系、信息安全、软件及测试平台等完整的产业链,这些技术的实现是推动物联网在智能电网中发展的动力。物联网应用于智能电网将有效整合通信基础设施资源和电力系统基础设施资源,提高电力系统信息化水平,改善现有电力系统基础设施的利用效率,实现低碳经济和绿色增长。

参考文献:

- [1] 李祥珍. 借助物联网构建坚强智能电网[J]. 世界电信, 2010(6).
- [2] 孙利民, 李建中, 陈渝, 等. 无线传感器网络[M]. 北京: 清华大学出版社, 2005.
- [3] 李兴源, 魏巍, 王渝, 等. 坚强智能电网发展技术的研究[J]. 电力系统保护与控制, 2009, 37(17): 1-5.
- [4] 李祥珍. 物联网与智能电网的融合与发展[J]. 办公自动化, 2010(6): 7-10.
- [5] GRAHAM A W, DAVID M F, COLIN F E T, et al. Tackling Smart Grid Deployment Challenges [C]//IEEE 20th International Conference on Electricity Distribution, 2009: 111-113.
- [6] 刘青松, 钱苏翔, 严拱标. 基于多传感器的信息数据融合技术在电力系统中的应用[J]. 传感器与仪器仪表, 2006, 22(31): 191-193.
- [7] 王秋瑾. 架空输电线路在线监测技术的开发与应用[J]. 电力信息化, 2009, 07(11): 59-62.
- [8] 黄新波, 张国威. 输电线路在线监测技术现状分析[J]. 广东电力, 2009, 22(1): 13-19.

作者简介:

杜威(1985), 男, 江苏徐州人, 助理工程师, 从事电力监理工作;
潘苗(1987), 女, 江苏徐州人, 在读硕士研究生, 研究方向为传感器与智能检测方面。

Application of the Internet of Things in Smart Grid

DU Wei¹, PAN Miao²

(1. Jiangsu Hongyuan Electric Power Construction Supervision Co. Ltd., Nanjing 210009, China;

2. School of Automation and Electrical Engineering, Nanjing University of Technology, Nanjing 210008, China)

Abstract: Facing the existing problems in smart grid, this paper proposes a method to combine the internet of things with smart grid. After introducing the key technologies of the internet of things, the concept and characteristics of smart grid are summarized and the network structure model for smart grid is designed. Besides, in terms of transmission, transformation, distribution and electricity consumption, relative demand is explained in detail with focus on the application of the internet of things in smart grid. Finally it is predicted that the internet of things technology will penetrate into the key technologies of smart grid, playing an active role in promoting the development of smart grid in the future.

Key words: smart grid; the Internet of things; key technology