

重庆市电力公司江北供电局 吴睿
南京地铁运营分公司 钱彬

物联网是通过RFID技术、无线传感器技术以及定位技术等自动识别、采集和感知获取物品的标识信息、物品自身的属性信息和周边环境信息，借助各种电子信息传输技术将物品相关信息聚合到统一的信息网络中，并利用云计算、模糊识别、数据挖掘以及语义分析等各种智能计算技术对物品相关信息进行分析融合处理，最终实现对物理世界的高度认知和智能化的决策控制。智能电网的实现，首先依赖于电网各个环节重要运行参数的在线监测和实时信息掌控，基于此，物联网作为“智能信息感知末梢”，可成为推动智能电网发展的重要技术手段。未来智能电网的建设将融合物联网技术，物联网应用于智能电网最有可能实现原创性突破、占据世界制高点的领域。

一、物联网技术在智能电网领域应用大有可为

智能电网主要是通过终端传感器在客户之间、客户和电网公司之间形成即时连接的网络互动，实现数据读取的实时、高速、双向的效果，从而整体提高电网的综合效率。国家电网公司智能电网实现电力流、信息流、

业务流高度一体化的前提，在于信息的无损采集、流畅传输、有序应用。各个层级的通信支撑体系是坚强智能电网信息运转的有效载体。通过充分利用坚强智能电网多元、海量信息的潜在价值，可服务于坚强智能电网生产流程的精细化管理和标准化建设，提高电网调度的智能化和科学决策水平，提升电力系统运行的安全性和经济性。

智能电网的核心在于，构建具备智能判断与自适应调节能力的多种能源统一入网和分布式管理的智能化网络系统，可对电网与客户用电信息进行实时监控和采集，且采用最经济与最安全的输配电方式将电能输送给终端用户，实现对电能的最优配置与利用，提高电网运行的可靠性和能源利用效率。智能电网的本质是能源替代和兼容利用，它需要在开放的系统和共享信息模式的基础上，整合系统中的数据，优化电网的运行和管理。

面向智能电网的物联网从技术方案的角度来讲，网络功能仍集中于数据的采集、传输、处理三个方面：一是数据采集倾向于更多新型业务。由于宽带接入技术的支持，物联网应用不局限于数据量的限制，在未来的大规模应用中可以提供更多的数据类型业务，如重点输电

线路监测防护、大规模实时双向用电信息采集。二是网内协作模式的数据传输。以网内节点的协作互助为基本方式，解决数据传输问题。以各种成熟的接入技术为物理层基础，从MAC层以上通过多模式接入、自组织的路由寻址方式、传输控制、拥塞避免等技术实现节点协作数据传输模式。三是网内数据融合处理技术。物联网不仅仅是一个向用户提供物理世界信息的传输工具，同时还在网络内部对节点采集数据进行融合处理，是一个具有高度计算能力和处理能力的云计算信息加工厂，用户端得到的数据是经过大量融合处理的非原始数据。

物联网作为智能电网末梢信息感知不可或缺的基础环节，在电力系统中具有广阔的应用空间，物联网将渗透到电力输送的各个环节，从发电环节的接入到检测，变电的生产管理、安全评估与监督，以及配电的自动化、用电的采集、以及营销这方面都要采用物联网，在电网建设、生产管理、运行维护、信息采集、安全监控、计量应用和用户交互等方面将发挥巨大作用。可以说80%的业务跟物联网相关。传感器网络可以全方位提

高智能电网各个环节的信息感知深度和广度，为实现电力系统的智能化以及信息流、业务量、电力流提供高可用性支持。

面向智能电网应用的物联网应当主要包括感知层、网络层和应用服务层。感知层主要通过无线传感网络、RFID等技术手段实现对智能电网各应用环节相关信息的采集；网络层以电力光纤网为主，辅以电力线载波通信网、无线宽带网，实现感知层各类电力系统信息的广域或局部范围内的信息传输；应用服务层主要采用智能计算、模式识别等技术实现电网信息的综合分析和处理，实现智能化的决策、控制和服务，从而提升电网各个应用环节的智能化水平。

物联网技术在于智能电网的主要应用见图1。

物联网技术主要应用于智能家电传感网络系统、智能家居系统、无线传感安防系统、用户用电信息采集系统等，主要硬件设备包括智能交互终端、智能交互机顶盒、智能插座等。该系统与外部的通信主要通过电力线通信(PLC)、电力复合光纤到户(PFTTH)、无线宽带通信

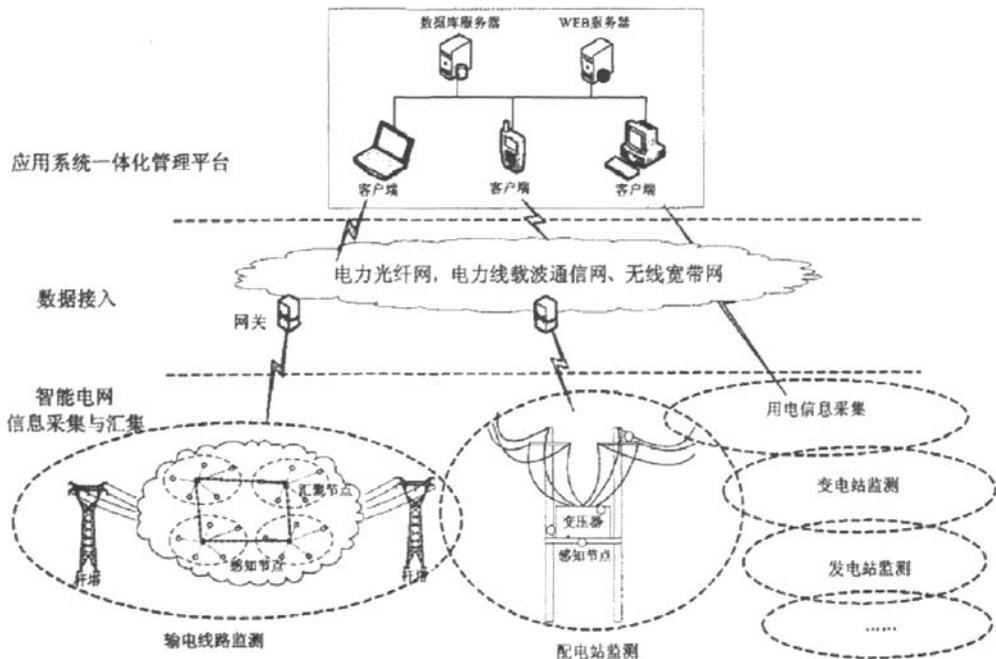


图1 物联网技术在于智能电网的主要应用

等通信方式相结合的宽带通信平台来实现。物联网应用于智能电网用户服务的网络架构见图2。

面向智能电网的物联网将具有多元化信息采集能力的底层终端部署于监测区域内，利用各类仪表、传感器、RFID射频芯片对监测对象和监测区域的关键信息和状态进行采集、感知、识别，并在本地汇集，进行高效的数据融合，将融合后的信息传输至中间一层的网络接入设备；中间层网络接入设备负责底层终端设备采集数据的转发，负责物联网与智能电网专用通信网络之间的接入，保证物联网与电网专用通信网络的互联互通。在物联网中，网络设备之间的数据链路可采用多种方式并存的链路连接，并依据智能电网的实际网络部署需求，调整不同功能网络设备的数量灵活控制目标区域/对象的监测密度和监测精度，以及网络覆盖范围和网络规模。

二、物联网技术应用在智能电网的作用

我们感觉智能电网是与物联网最为密切的一个行业，未来智能电网的建设必然产生世界上最大、最为智能、信息感知最为全面的物联网。物联网技术可以实现电力设备状态检测、电力生产管理、电力资产全寿命周期管理、智能用电。利用物联网技术将有助于实现智能用电双向交互服务、用电信息采集、智能家居、家庭能效管理、分布式电源接入以及电动汽车充放电，为实现用户与电网的双向互动、提高供电可靠性与用电效率以及节能减排提供技术保障。

1、实现按需发电，避免电力浪费

“物联网并不神秘，家家户户都有的电表就是一个传感器。”南瑞集团办公室的工学博士马元奎这样说过，目前的电网技术中，最薄弱的环节就是储电，也就是说发出来的电必须马上网用掉，否则将造成能源的巨大浪费。而通过物联网技术运用，这一困扰电企多年的问题将迎刃而解。2009年9月，南瑞集团联合3家科技企业组建的江苏瑞中数据股份有限公司，主导研发实时

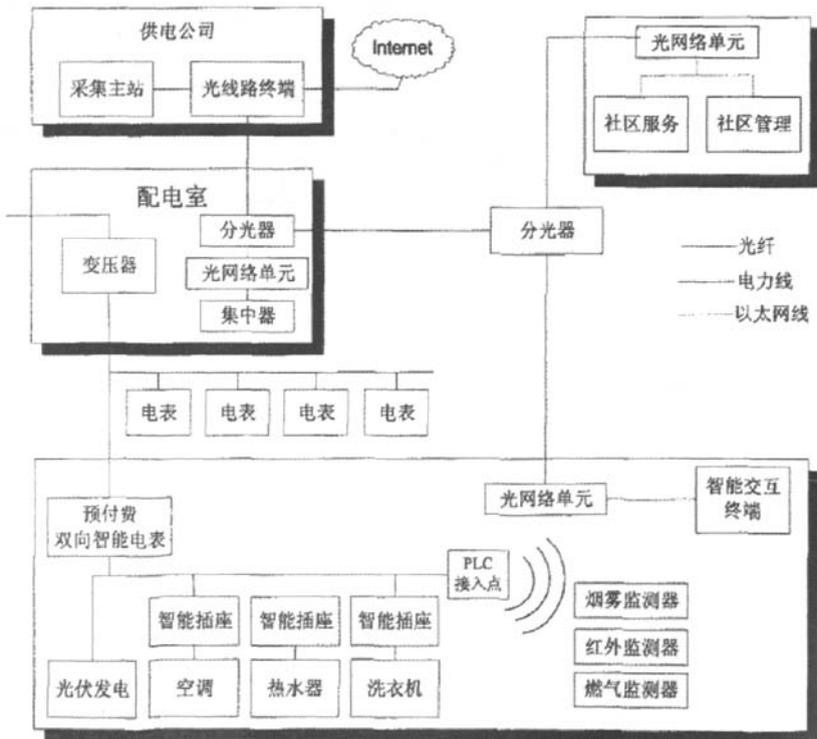


图2 物联网应用于智能电网用户服务的网络架构

电力需求“感知中心”。感知中心就是一个面向智能电网的传感器网络中枢，通过搜集家家户户的电表信息，可以计算出一定时间段的生活用电动态需求量，再将这一信息及时反馈到发电企业，按需发电。在提升电网智能程度的同时，避免无效发电的成本浪费。

2、促进分布式发电

在传统的输电线路和配用电设备加上传感器，再接入物联网，将给人们带来全新的用电体验。例如，未来家庭将普遍采用太阳能板自给供电，用不完的电，可以通过“智能电网”进入公共电网，每个月还能收到电力公司付的“电费”，到2015年，这种技术就可能走进寻常百姓家。

3、保证输电安全

电力行业是关系到国计民生的基础性行业。电力线传输系统包括变电站（高、低压变压器，控制箱）、高压传输线、中继器、塔架等，其中高压传输线及塔架位于野外，承担电能的运输，电压至少为35kV以上，是电力网的骨干部分。电力系统是一个复杂的网络系统，其安全可靠运行不仅可以保障电力系统的正常运营与供应，避免安全隐患所造成的重大损失，更是全社会稳定健康发展的基础。中国国家电网公司于2010年5月21日公布了智能电网计划，其主要内容包括：以坚强的智能电网为基础，以通信信息平台为支撑，以智能控制为手段，包含电力系统的发电、输电、变电、配电、用电和调度各个环节，覆盖所有电压等级，实现“电力流、信息流、业务流”的高度一体化融合，构建坚强可靠、经济高效、清洁环保、透明开放、友好互动的现代电网。采用物联网技术可以全面有效地对电力传输的整个系统，从电厂、大坝、变电站、高压输电线路直至用户终端进行智能化处理，包括对电力系统运行状态的实时监控和自动故障处理，确定电网整体的健康水平，触发可能导致电网故障的早期预警，确定是否需要立即进行检查或采取相应的措施，分析电网系统的故障、电压降低、电能质量差、过载和其他不希望的系统状态，基于这些分析，采取适当的控制行动。

国家电网应用传感器网络解决了很多问题，如奥运会和世博会就是通过它为保电做支撑。传统方式是可靠

的，但会造成极大浪费，因此就要通过在线路上配置一些传感设备检测线路的实时情况来保证电网的安全。还通过一些设备的使用和部署，来提高传感的效率，保证输电到位。

4、提升服务水平

作为国内最大的移动通信运营商，中国移动一直以来致力于推进各行各业的信息化进程，全力打造高效、开放的“物联网”，构建和谐的数字化生态系统。近年来，中国移动相继推出了电力抄表、交通物流、安防监控及电子支付等一系列基于物联网技术的信息化解决方案，通过基于移动通信网络的机器与机器，机器与人之间的信息采集、传输和应用处理，实现对机器的远程监控及指挥调度。

2009年11月18日，中国南方电网有限责任公司、中国移动通信有限公司在广州联合举行了战略合作签约仪式。南方电网与中国移动将在基础通信、管理信息化、市场营销信息化、信息化技术交流合作等方面开展合作，届时，物联网技术将广泛应用于南方电网信息化系统建设的各个领域，通过有效配置具有传感功能的自动化终端设备，将大大提高电力行业的工作效率，降低故障处理时间，提高服务质量。本次合作将涵盖三大领域，即电能计量自动化系统、电力行业终端通信保障平台和“95598”服务热线服务平台。其中，电能计量自动化系统已经应用在大客户负荷管理、配变监控和低压集抄领域，据统计，南方电网仅在广东区域的计量自动化终端数量就超过了25万；电力行业终端通信保障平台的推广应用，将使南方电网电力通信故障平均处理时间缩短一倍以上，大大提升服务水平和客户满意度。

手机购电是运营商和电力公司合作推出的一项基于物联网技术的大众服务业务。一般购电，是我们自己去看电表，然后在没电时去买电卡充值。与此同时，抄表员需要对每个终端电表进行人工计数，以便电力公司有效地了解各户的用电情况。手机购电服务开展以后，一方面，我们可以通过把自己的购电号码发短信给指定的号码，获得需要交费提示后，选择同意，电脑可以自动从账户中扣除需要交的费用。另一方面，每个电表，都会通过无线传感模块，与居民集抄管理终端联系，终端

再将这些信息发送给电力公司，从而不需要抄表员，实时实现对居民用电缴费情况的管理。

5、节约电能使用

大楼里面不同的房间在不同的时间要求的温度不一样，物联网传感器测量房间的温度，控制系统按照需要的温度对空调进行智能控制。通过实验，这项技术节约的电能可达29.4%。有的办公室所有的灯光都是智能控制的。员工进入办公室之后，头顶上的灯自动打开；离开这个位置后，头顶上的光源则自动关闭。如果外面的阳光太过强烈，窗帘则自动拉下。各个光源都是通过自动感应设备连接到网络中的控制计算机，由计算机进行智能控制，这样可以做到最大限度地节约电能。

智能交互终端是实现家庭智能用户服务的关键设备，其通过利用先进的信息通信技术，对家庭用电设备进行统一监控与管理，对电能质量、家庭用电信息等数据进行采集和分析，指导用户进行合理用电，调节电网峰谷负荷，实现电网与用户之间智能用电。通过在各种家用电器中嵌入智能采集模块和通信模块，可实现家电的智能化和网络化，完成对家电的运行状态的监测、分析及监控。

此外，通过智能交互终端，可为用户提供家庭安防、社区服务、互联网服务等增值服务。

三、物联网技术在智能电网领域应用研究紧锣密鼓

国家电网开展物联网在智能电网领域的应用已经很久了，2001年就有一个WSN（无线传感网络）在配电网的应用重大专项。目前在类似方面的项目大概有8~10项，如高压电力检测、智能用电、智能小区、智能家居、无线抄表等方面，无线传感网络的应用和成果进一步推动了智能电网的建设。

为尽快开展物联网技术在电力系统应用的研究，国网信息通信有限公司顺势而为从2009年9月起就全面部署物联网技术的研发，组建了专门从事物联网在电力系统应用的研发团队。刘建明总经理先后多次带队走访北京邮电大学、清华大学、中国移动研究院、无锡物联网产业研究院、普天信息产业研究院、江苏省电力公司、无

锡供电公司等单位，探讨物联网在智能电网中的应用技术。

为推动物联网以及新一代宽带通信技术在智能电网中的应用，打造物联网在智能电网应用的攻关团队，形成物联网研究的先发优势，国网信通公司联合中国电力科学研究院、物联网研究院等国内多家从事物联网及新一代宽带通信研发的优势单位，共同申报国家重大科技专项，成立了项目课题组，课题组先后在无锡和北京召开了多次项目联络会，该课题组主要技术人员历经了长达一个多月的封闭式研讨，分析和论证了物联网技术在智能电网输、变、配、用四个环节的攻关目标，制定了7大应用系统10余个产品、一个一体化平台、一个标准安全体系的开发研究框架。

关于智能电网在配用电侧的应用，2009年国家电网在北京和全国各地陆续开展了一些试点和推广，在2009年试点基础上2010年在全国11个省市进行智能用户的试点，包括智能家居、安防等领域，另外还有电表以及相应的增值服务。为了配合智能电网的发展，国家电网已开始光纤的电网试点，2010年将在全国14~18个省进行推广，要求各地的新建小区全部实现光纤到户。除了在全国开展大批关于物联网的试点，国家电网还要完成电力用户用电信息的采集，要求2010年底以前完成主干系统，全国各省要部署完毕省级的主干系统的用电信息采集，同时各省要完成整个用电采集工作。

国网信通公司从国网公司的发展大局出发，从服务于坚强统一智能电网的建设出发，紧跟国际最新的信息通信技术，开拓进取，在系统内率先开展了物联网技术的研究和部署，提出了“面向应用、立足创新、形成标准、建立示范”的研究指导思想，在物联网的专用芯片、应用系统开发、标准体系、信息安全、无线宽带通信、软件平台、测试技术、实验技术等方面进行了全面部署，力争在未来3年内实现物联网技术在电力系统应用多项核心技术的突破，形成若干项有重大影响的创新性科研成果，成为在国内外有重要影响的从事智能电网物联网技术研究和应用的研发中心和产业化基地。

物联网技术在智能电网的应用

作者: 吴睿, 钱彬
作者单位: 吴睿(重庆市电力公司江北供电局), 钱彬(南京地铁运营分公司)
刊名: 电器工业
英文刊名: CHINA ELECTRICAL EQUIPMENT INDUSTRY
年, 卷(期): 2010(9)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_dqgy201009010.aspx