

物联网通信与智能电网

张翔宇

(国电南自自动化有限公司, 南京市江宁区西门子路 8 号 邮编 211100)

摘 要: 物联网作为互联网的发展与延伸, 融合了射频识别, 无线传感等最新技术, 已经逐渐成为当代信息技术的发展热点。本文首先简述了物联网通信的含义以及当前物联网的发展状况, 并介绍了物联网实现的两种基本技术:RFID 及无线传感技术, 接着本文介绍了物联网的应用模式和一些关键应用领域, 随后本文讨论了物联网通信的安全问题并提出两种物联网安全机制: SMSC 及 SMC, 文章最后讨论了物联网技术在智能电网中的应用可能及实现方式。

关键词: 物联网; 物联网通信; 安全技术; 智能电网; 射频识别; 无线传感

0 引言

本文旨在讨论物联网通信在国内的发展现状以及与智能电网的融合, 并讨论物联网通信的安全问题及相关安全机制。

1 物联网简介及发展现状

1.1 物联网简介

1.1.1 物联网定义

物联网, 英文缩写为IoT, 即Internet of Things, 是互联网的一种延伸和发展, 顾名思义, 所有“事物”相连构成的网络即是物联网。现在普遍接受的物联网的定义是“物联网是指通过各种信息传感设备, 如传感器、射频识别(RFID)技术、全球定位系统(GPS)、红外感应器、激光扫描器、气体感应器等各种装置与技术, 实时采集任何需要监控、连接、互动的物体或过程, 采集其声、光、热、电、力学、化学、生物、位置等各种需要的信息, 与互联网结合形成的一个巨大网络”。换句话说, 物联网是一个基于现代宽带互联网这样的信息载体, 让所有能够被独立寻址的普通物理对象实现互联互通的网络。其目的是实现物与物、物与人, 所有的物品与网络的连接, 使之方便识别、管理和控制。其中, 物联网所包含的“事物”是有一定要求和标准的, 具体表现为: 1) 有合适的接收器; 2) 有数据传输通道; 3) 有存储缓存; 4) 有CPU处理器; 5) 有操作系统; 6) 包含专用软件; 7) 统一的协议; 8) 每个物体唯一的ID号码。只有满足以上条件的物体, 才能包含在物联网内, 进行识别和管控。

物联网追求的终极目标是以人为本的管理方式和最便捷的用户体验。换句话说, 物联网追求“任何人可以在任何时间, 任何地点, 对任意商务, 设备, 内容, 事物, 通过相应的汇聚, 连接, 计算, 从而进行有效的管理和控制”。如图 1 所示。



图 1 物联网目标结构

1.1.2 物联网的分类

物联网按照用途分类，可以大致分为四类：

- (1) 私有物联网 (Private IoT)：一般面向单一机构内部提供服务；
- (2) 公有物联网 (Public IoT)：基于互联网 (Internet) 向公众或大型用户群体提供服务；
- (3) 社区物联网 (Community IoT)：向一个关联的“社区”或机构群体（如一个城市政府下属的各委办局：如公安局、交通局、环保局等）提供服务；
- (4) 混合物联网 (Hybrid IoT)：是上述的两种或以上的物联网的组合，但后台有统一运维实体。

上述分类模式还存在一定的争议，因为有很多专家持有的观点是物联网必须基于互联网之上并与其构成统一网络，这样就不存在私有物联网应用模式及上述分类，但笔者同意上述分类并认为物联网不是需要无限延伸的网络，应包含局域网，专用网等网络，并且根据不同需求，分别组成很多规模可以伸缩的大小不一的物联网网络。

1.1.3 物联网技术架构

物联网的技术架构可以分为三层：感知层、网络层和应用层。

(1) 感知层由各种传感器以及传感器网关构成，包括二氧化碳浓度传感器、温度传感器、湿度传感器、二维码标签、RFID 标签和读写器、摄像头、GPS 等感知终端。感知层的作用相当于人的眼耳鼻喉和皮肤等神经末梢，它是物联网识别物体、采集信息的来源，其主要功能是识别物体，采集信息。

(2) 网络层由各种私有网络、互联网、有线和无线通信网、网络管理系统和云计算平台等组成，相当于人的神经中枢和大脑，负责传递和处理感知层获取的信息。

(3) 应用层是物联网和用户（包括人、组织和其他系统）的接口，它与行业需求结合，实现物联网的智能应用。

物联网的关键技术归根结底是射频识别 (RFID) 以及各类传感技术，在本文的第二章我将详细介绍这两项技术的发展。

1.2 物联网的发展现状

物联网的概念最早在 1999 年由英国科学家凯文·艾什顿提出，他当时提出了结合物品编码、RFID 和互联网技术的解决方案，具体来说是基于互联网、RFID 技术、EPC 标准，在计算机互联网的基础上，利用射频识别技术、无线数据通信技术等，构造了一个实现全球物品信息实时共享的实物互联网。而在同一年，我国就启动了物联网核心的传感网技术的研究，可以说，我国在物联网发展领域一直站

在世界的前沿并且有相当的话语权。现阶段我国物联网应用的开展步骤主要如下：

(1) 对物体属性进行标识，属性包括静态和动态的属性，静态属性可以直接存储在标签中，动态属性需要先由传感器实时探测；

(2) 需要识别设备完成对物体属性的读取，并将信息转换为适合网络传输的数据格式；

(3) 将物体的信息通过网络传输到信息处理中心（处理中心可能是分布式的，如家里的电脑或者手机，也可能是集中式的，如中国移动的 IDC），由处理中心完成物体通信的相关计算。

而当物联网真正得到大规模普及以后，用于动物、植物和机器、物品的传感器与电子标签及配套的接口装置的数量将大大超过手机的数量。物联网的推广将会成为推进经济发展的一个驱动器，为产业开拓了又一个潜力无穷的发展机会。按照目前对物联网的需求，在近年内就需要按亿计的传感器和电子标签，这将大大推进信息技术元件的生产，同时也会因为物联网增加大量的就业机会。

2 物联网关键技术

2.1 射频识别(RFID)技术

2.1.1 射频识别系统定义

“射频识别”是完全根据英文缩写RFID翻译而来的名词，代表Radio Frequency Identification,即无线频率识别，本文以下都以RFID缩写代表射频识别。RFID技术其实起源由来已久，例如平常超市里每个商品所带的扫描条形码就是最简单的RFID的应用。近年来，伴随着互联网的迅猛发展，RFID技术也得到了跨越式的进步，这也是信息科技发展到一定阶段的体现和要求。RFID是一种非接触式的自动识别技术，它通过射频信号自动识别目标对象并获取相关数据，可识别高速运动物体并可同时识别多个标签，操作快捷方便。识别工作无需人工干预，可工作于各种恶劣环境。RFID技术的基本工作原理并不复杂，由电子标签，阅读器和天线组成，标签进入磁场后，接收阅读器发出的射频信号，凭借感应电流所获得的能量发送出存储在芯片中的产品信息，或者由标签主动发送某一频率的信号，解读器读取信息并解码后，送至中央信息系统进行有关数据处理。通俗的理解，RFID就是一个电子标签识别系统，把特定的电子标签嵌入想要管理的物体，然后通过天线发送和接收无线射频信号，获取标签信息，最后通过阅读器加以定位，控制，管理。

2.1.2 RFID 系统基本组成

(1) 标签 (*Tag*)：由耦合元件及芯片组成，每个标签具有唯一的电子编码，附着在物体上标识目标对象，分为 *passive tag*（被动标签，没有内部供电电源，依靠接收到的电磁波进行驱动）及 *active tag*（主动标签，能自主发送信号）两种；

(2) 阅读器 (*Reader*)：用于读取（有时还可以写入）标签信息的设备，可设计为手持式或固定式，可以理解为 RFID 系统的操作终端，未来可能与移动电话集成。

(3) 天线 (*Antenna*)：在标签读取器间传递射频信号。

(4) 应用程序 (*Applications*)：一般在 *reader* 中，用于分析处理数据并根据要求进行相应操作。

虽然理论上，视频识别，全球卫星定位系统等技术都可以作为物联网的信息采集方式，但 RFID 是其中的基础和主流，现阶段绝大部分的物联网应用都以 RFID 技术作为核心。

2.2 传感技术

相比于 RFID 技术，传感技术的应用范围更为广泛，现代的传感技术以及可以触及任何的领域，而在 2010 年以后，尖端传感芯片的研发已经成为世界各地计算机科学界的热点，这都给未来的物联网的大融合和发展提供了极大的便利。

传感网的定义为随机分布的集成有传感器、数据处理单元和通信单元的微小节点，通过自组织的方式构成的无线网络，它借助于节点中内置的传感器测量周边环境中的热、红外、声纳、雷达和地震波信号，从而探测包括温度、湿度、噪声、光强度、压力、土壤成分、移动物体的大小、速度和方向等物质现象。它综合了传感器、低功耗、通讯以及微机电等等技术。

无线传感网络技术是典型的具有交叉学科性质的军民两用战略高技术，可以广泛应用于国防军事、国家安全、环境科学、交通管理、灾害预测、医疗卫生、制造业、城市信息化建设等领域。无线传感器网络(WSNs)是由许许多多功能相同或不同的无线传感器节点组成，每一个传感器节点由数据采集模块(传感器、A/D转换器)、数据处理和控制模块(微处理器、存储器)、通信模块(无线收发器)和供电模块(电池、DC/AC能量转换器)等组成。近期微电子机械加工技术的发展为传感器的微型化提供了可能，微处理技术的发展促进了传感器的智能化，通过MEMS技术和射频(RF)通信技术的融合促进了无线传感器及其网络的诞生。传统的传感器正逐步实现微型化、智能化、信息化、网络化，正经历着一个从传统传感器(Dumb Sensor)→智能传感器(Smart Sensor)→嵌入式Web传感器(Embedded Web Sensor)的内涵不断丰富的发展过程，而这恰恰也是物联网的发展轨迹。

3 物联网应用领域及应用模式

前文提到，物联网追求人们可以在“任何时间，任何地点”操作任何的“事物”。具体在各个领域的用途非常广泛，遍及智能交通、环境保护、政府工作、公共安全、平安家居、智能消防、工业监测、环境监测、老人护理、个人健康、花卉栽培、水系监测、食品溯源、敌情侦查和情报搜集等多个领域。见图2。

物联网根据用途划分也可以归结为三种基本应用模式：

(1) 对象的智能标签。通过二维码，RFID等技术标识特定的对象，用于区分对象个体，例如在生活中我们使用的各种智能卡，条码标签的基本用途就是用来获得对象的识别信息；此外通过智能标签还可以用于获得对象物品所包含的扩展信息，例如智能卡上的金额余额，二维码中所包含的网址和名称等。

(2) 环境监控和对象跟踪。利用多种类型的传感器和分布广泛的传感器网络，可以实现对某个对象的实时状态的获取和特定对象行为的监控，如使用分布在市区的各个噪音探头监测噪声污染，通过二氧化碳传感器监控大气中二氧化碳的浓度，通过GPS标签跟踪车辆位置，通过道路路口的摄像头捕捉实时交通流程等。

(3) 对象的智能控制。物联网基于云计算平台和智能网络，可以依据传感器网络用获取的数据进行决策，改变对象的行为进行控制和反馈。例如根据光线的强弱调整路灯的亮度，根据车辆的流量自动调整红绿灯间隔等。

目前在我国的物联网应用中，以智能交通和公共安全方面的尝试为主。

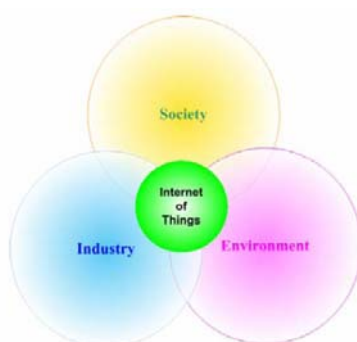


图2 物联网主要应用领域

4 物联网通信安全问题

物联网的快速膨胀也带来很多新的课题，其中安全问题是其中的关键，人们希望通过物联网来管理自己的所有事物，但是在基于互联网的物联网中，如何保护隐私和防止网络攻击是一个严峻的挑战，更何况在物联网存在无数的资源，相应的安全机制是近两年物联网研究的一个重要方向。在众多的安全机制中，我认为有两种机制可以由其加以关注：

（1）自适应管理单元（SMSC）

SMSC 的全称是 Self Managed Security Cell。是一种基于保护策略结构的安全机制，它包含整合传感器的管理设备，并在其中添加了安全管理模件，能在共用性，自动控制，分散管理以及推断预防护方面对物联网的安全进行保障。其中一种基于 SMSC 的应用 SOI-SSG（基于设备指向结构的网络安全网关）已经在物联网接入控制领域得到应用。

（2）多级安全计算（SMC）

SMC 的全称是 Secure Multi-party Computations.是一种分层化的安全管理策略，它通过环路评估协议首先对各类安全威胁进行等级评估，并根据不同等级进行相应的保护处理，从原理上来说，这是一种非常有效的物联网防护机制，但是，因为其中需要大量的计算，效率问题成为制约 SMC 大规模应用的瓶颈。

在物联网发展的初级阶段，各种安全防护机制还不成熟，对于物联网如此多元的大规模信息的保护和控制，仍然是当前研究的重要课题。

5 物联网与智能电网

物联网是互联网发展的趋势和延伸，是未来信息技术创新的热点，而同时，数字化变电站技术和智能电网也在飞速的发展和完善中。作为电力自动化企业的研究人员，如何把物联网技术的优势引用到智能电网中来，值得我们思考。

目前在我国建设的智能电网，主要在电力系统的发电、输电、变电、配电、用电和调度这六个环节，而在这些环节中，物联网技术都有广阔的应用，能够在电网建设、安全生产管理、运行维护、安全监控、计量及客户交互等方面发挥巨大作用。具体表现在：

（1）发电环节。在坚强智能电网发电及储能环节，物联网技术主要应用于抽水蓄能电站的机组运行状态检测、电气参数监测、坝体监测、站区污染物及气体监测、脱硫监测、储能监控等方面。在风电场及光伏电站等新能源接入方面，物联网应用体现在对分布式场站区域内风力、风能、风速、风向的监测，光照强度、光源可利用时间数的监测，微气象地理区域环境中温度、湿度、气压、降雨、辐射、覆冰等要素的实时采集，实现对新能源发电厂的自动监测、功率预测和智能控制，提升机网协调水平和资源优化配置，保障能源基地安全稳定经济运行。

（2）输电环节。如图 3 所示，在坚强智能电网输电环节，物联网应用于输电线路覆冰、微风振动、舞动、风偏、弧垂及杆塔应力监测；利用光纤传感技术实现对导线温度等参数的在线监测及载流量动态增容、预警；利用无源光波导传感器实现对绝缘子串风偏、污秽、盐密等的监测；利用图像/视频传感技术实现对线路防盗、杆塔倾斜、基础滑移、接地腐蚀的实时监控，为输电线路故障定位和自动诊断提供技术支撑，为线路生产管理及运行维护提供信息化、数字化的共享数据，最终实现输电线路的安全、高效、智能化巡视，提高输电可靠性和安全性。



图 3 物联网在智能电网中的典型应用

（3）变电环节。智能变电站是坚强智能电网的重要组成部分，自动协同控制是变电站智能化的关键，

设备信息数字化、检修状态化是发展方向，而运维高效化是最终目标。物联网技术可用于变电站设备的电气、机械、运行信息的实时监测、诊断和辅助决策，尤其可利用传感设备对变压器进行油气检测，判断其健康状态和运行情况；利用无线传感、遥测及三维虚拟技术实现对变电站的防护入侵检测；还可将电子标识技术与工作票制度相结合，实现变电站智能巡检、作业安全管理和调度指挥互动化，促进无人值守数字化变电站的发展。

（4）配电环节。配电网是电力系统中的重要组成部分，具有设备量多面广、分布广泛、系统复杂等特点，目前我国仍存在配电网网架薄弱、通信难于覆盖等问题。在坚强智能电网配电环节，物联网技术可应用于配电网自动化、配电网线路及设备状态监测、预警与检修、配电网现场作业管理、配电网智能巡检、应急通信、关口计量与负荷监控管理、分布式能源与充电站等设施监控等方面，以加强对配电网的集中监测，优化运行控制与管理，达到高可靠性、高质量供电，降低损耗的目的。

（5）用电环节。在坚强智能电网用电环节，物联网技术主要以智能用电与互动化技术为导向，以双向、高速、安全的数据通信网络为支撑，应用于智能用电服务、用电信息采集、智能大客户服务、电动汽车充换电、智能营业厅、需求侧管理与能效评估、绿色机房环境管理及动力环境监控等方面，以实现电网的灵活接入、即插即用及其与客户的双向互动，提高供电可靠性与用电效率，提升供电企业服务水平，为国家节能减排战略提供技术保障。

可见，智能电网中的各个环节，物联网技术随时随地处理多元大规模信息的优势都能得到体现和应用。

6 结论

本文介绍了物联网通信的基础，发展现状以及其中关键的一些技术和应用，随后本文讨论了物联网通信的安全问题，并且介绍了物联网在智能电网中得广阔应用。在物联网未来的研究中，更加先进的传感技术的应用，物联网通信的商业模式，全球统一的法律规约，国际安全及隐私保护机制等一系列问题仍然需要进一步探索；如何在电力系统的保护中，切实利用物联网技术的优势，推动我国智能电网更好的建设发展，还需要在实践中不断摸索。

参考文献：

- [1] 刘志峰, 张宏海. 基于RFID技术的EPC全球网络的构建[J]. 计算机应用, 2005(增刊1).
- [2] 李凤保, 李凌. 无线传感器网络技术综述[J]. 仪器仪表学报, 2005(增刊2).
- [3] Pierre de Leusse, Panos Periorellis, Theo Dimitrakos and Srijith K. Nair, Self Managed Security Cell, a security model for the Internet of Things and Services[R]. First International Conference on Advances in Future Internet, 2009.
- [4] Vladimir Oleshchuk, Internet of Things and Privacy Preserving Technologies[J]. Wireless VITAE'09.
- [5] Evi Zouganeli, Connected Objects and the Internet of Things - a Paradigm Shift[R]. IEEE, 3, 2009.
- [6] Ning Kong, Xiaodong Li, Baoping Yan, A Model Supporting Any Product Code Standard for the Resource Addressing in the Internet of Things[R]. First International Conference on Intelligent Networks and Intelligent Systems, 2010.
- [7] Bo Yan, Supply Chain Information Transmission based on RFID and Internet of Things[J]. 2009 ISECS International Colloquium on Computing, Communication, Control, and Management, 2009.
- [9] Bo Yan, Gurangwen Hua, Application of RFID and Internet of Things in Monitoring and Anti-counterfeiting for Products[J]. 2008 International Seminar on Business and Information Management, 2008.
- [10] Ines Frederix, Internet of Things and Radio Frequency Identification care taking, facts and privacy challenges[R]. Wireless VITAE'09.
- [11] Huansheng NING, Na NING, Shenfeng QU, Layered Structure and Management in Internet of Things[M]. 2007.
- [12] Robert A. Dolin, Deploying the "Internet of Things"[J]. IEEE Computer Society, 06, 2006.
- [13] Martin Peter Michael, Mohsen Darianian, Architectural Solutions for Mobile RFID Services for the Internet of

Things[J] .2008 IEEE Congress on Services 2008 - Part I, 2008.

作者简介:

张翔宇（1986—），男，江苏扬中人，助理工程师，从事二次保护设备研发、电力通信工作，E-mail：
xiangyuzhang1986@gmail.com。