

物联网通用射频测试技术

王攀藻

中国纺织出版社

物联网通用射频测试技术

王攀藻

“国家一级出版社”

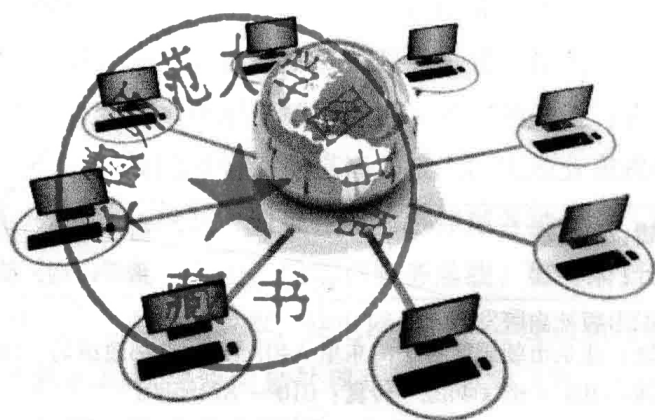


中国纺织出版社

“全国百佳图书出版单位”

物联网通用射频测试技术

王攀藻 著



 中国纺织出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

物联网通用射频测试技术 / 王攀藻著.
— 北京: 中国纺织出版社, 2017.3
ISBN 978-7-5180-3263-1

I. ①物… II. ①王… III. ①无线电信号-射频-信号检测 IV. ①TN911.23

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 021089 号

策划编辑: 汤 浩
责任设计: 林昕瑶

责任编辑: 汤 浩
责任印刷: 储志伟

中国纺织出版社出版发行

地 址: 北京市朝阳区百子湾东里 A407 号楼 邮政编码: 100124
销售电话: 010 - 67004422 传真: 010 - 87155801

<http://www.c-textilep.com>

E - mail: faxing@c-textilep.com

中国纺织出版社天猫旗舰店

官方微博 <http://weibo.com/2119887771>

虎彩印艺股份有限公司印刷 各地新华书店经销

2017 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 880 × 1230 1/32 印张: 6.75

字 数: 160 千字 定价: 48.00 元

凡购买本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社图书销售中心调换

前 言

随着物联网技术的兴起与普及,使得射频识别、红外传感、图像传感(二维码技术)、卫星定位等技术得到日益广泛的应用。本书重点研究将射频识别(RFID)和属于图像传感技术的二维码技术应用于智能电网,可实现先进可靠、灵活接入、统一标准的通信信息感知和接入,实现分布式智能信息传输、计算和控制。通过智能传感器把各种设备、设施连接在一起,形成一个统一的信息服务总线,可对信息进行整合分析,以此来降低成本,使电网运行和管理达到最优。

计算机的出现使信息处理获得了质的飞跃,形成了信息技术的第一次产业化浪潮,在我国催生了中关村科技园区。互联网和移动网的发展使信息传输获得了巨大提升,成为第二次产业化浪潮,诞生了深圳通信产业园区。以物联网为代表的信息获取技术的突破,将从虚拟信息空间、人人互联网发展到对显示物理世界的感知,为信息传输和信息处理提供更为丰富的需求源泉和强大的发展助力,从而掀起第三次产业化浪潮。物联网作为以强大需求为牵引的前沿技术,将继续推动计算机、手机、网络产业的发展,使信息获取出



现革命性的转机，并引领信息技术取得新进展、新成果，而物联网的本质就是深度信息化，根据《2006-2020 年国家信息化发展战略》的定义，信息化是充分利用信息技术，开发利用信息资源，促进信息交流和知识共享，提高经济增长质量，推动经济社会发展转型的历史进程。信息化是一个长期的、渐近的、复杂的过程，主要是对人类世界的信息化。因此，物联网可以充分利用不断创新发展的计算机技术、网络技术、软件技术、传感技术、通信技术等多种技术，广泛开发利用人类世界与物理世界的各种信息资源，促进人与人、人与物、物与物之间的信息交流，深化全社会的知识共享程度，以信息和知识含量更高的处理方式提高经济社会的发展质量，推动无所不包、无所不在、无所不能的信息社会的形成。因此，物联网仍然包含信息化的各要素，并没有脱离信息化的范畴。与当前人类世界的信息化相比，直观上，物联网是信息化向物理世界的进一步推进，此“进一步推进”，将使得当前主要由 PC、服务器、手机等需要由人操作的电子产品组成的互联网络，延伸和扩展到包括无须由人操作的更多的物品联通在内的网络，这一网络将成为未来信息化的承载网络。我们现在可能也很难描述出 10 年或者 20 年以后物联网产业会是什么样子。我们不妨回顾一下计算机、互联网和移动网等“前两次产业化浪潮”：计算机的出现让我们进入了信息生活，计算机成为我们办公的必备工具，而 MP3、数码相机等各种数字化设备让磁带和相册逐渐淡出了我们的视线，互联网和移动网则把我们带进了网络生活。既然被称

为“信息发展浪潮”，物联网所带来的绝不仅仅是万亿级的巨大市场，而是对于多个产业甚至整体国民经济广泛辐射，以及对人们生产生活各个角落的深远影响。

编者：四川旅游学院 王攀藻

2017年2月

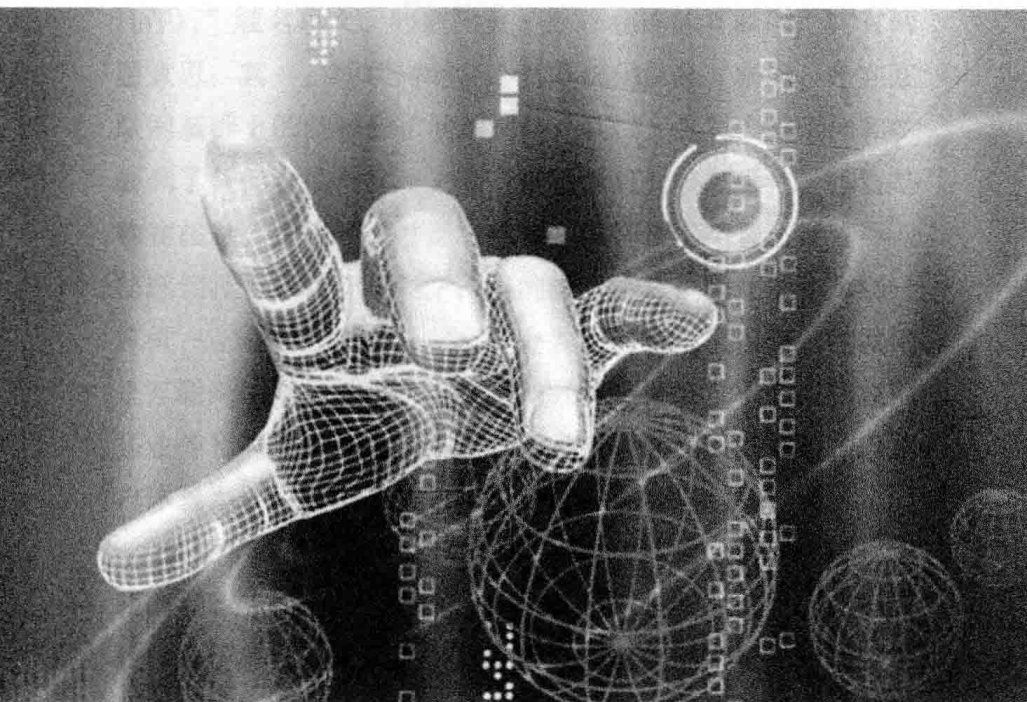
目 录

第一章 绪论.....	1
第一节 物联网技术发展史	3
第二节 通用射频测试技术发展史、特点及分类	8
第三节 通用射频测试的基本技术参数	14
第四节 通用射频测试技术的发展趋势	16
第二章 射频识别标准体系	27
第一节 ISO/IEC 的射频识别标准体系	32
第二节 EPCglobal 标准体系	41
第三节 UbiquitousID 标准体系	56
第四节 RFID 不同应用环节中的标准体系	56
第五节 我国 RFID 标准化工作	59
第三章 射频识别理论基础	65
第一节 相关电磁场知识	79
第二节 RFID 系统传播信道	86



第三节	编码与调制	89
第四节	数据完整性	96
第四章	射频识别系统设计	103
第一节	RFID 系统总体结构	108
第二节	RFID 读写器设计	112
第三节	RFID 电子标签设计	118
第四节	基于不同原理的 RFID 系统结构	127
第五节	运行环境与接口方式	134
第五章	射频识别防碰撞算法分析	141
第一节	射频识别防碰撞概述	143
第二节	防碰撞复用技术	150
第三节	标签防碰撞 ALOHA 算法	158
第四节	标签防碰撞二进制搜索算法	169
第五节	几种典型的改进防碰撞算法的基本思想	176
第六章	写在最后的话	189
	结束语	203
	参考文献	207

第一章 绪论



第一节 物联网技术发展史

物联网是新一代信息技术的重要组成部分，也是“信息化”时代的重要发展阶段。其英文名称是：“Internet of things (IoT)。”顾名思义，物联网就是物物相连的互联网。它有两层意思：其一，物联网的核心和基础仍然是互联网，是在互联网基础上的延伸和扩展的网络；其二，其用户端延伸和扩展到了任何物品与物品之间，进行信息交换和通信，也就是物物相息。物联网通过智能感知、识别技术与普适计算等通信感知技术，广泛应用于网络的融合中，也因此被称为继计算机、互联网之后世界信息产业发展的第三次浪潮。物联网是互联网的应用拓展，与其说物联网是网络，不如说物联网是业务和应用。因此，应用创新是物联网发展的核心，以用户体验为核心的创新 2.0 是物联网发展的灵魂。

1995 年，比尔·盖茨就在其著作《未来之路》中提出物联网 (The Internet of things) 的概念，但是由于那时无线网络、硬件及传感设备发展的限制，并未引起学界重视。后来随着技术的不断进步，互联网、通信网均发展到较高层次，2005 年 11 月 17 日，在突尼斯举行的信息社会世界峰会上，国际电信联盟发布了《互联网报告 2005：物联网》，正式提出物联网概念，并指出无所不在的物联网时代即将来临，世界上



所有的物体，从轮胎到牙刷，从房屋到纸巾都可以通过互联网主动进行信息交换。温家宝总理 2009 年 8 月在江苏无锡考察时提出了“感知中国”，推进物联网发展，11 月底，温总理在江苏南京考察时再次表示，当前，流通行业大力运用网络技术，特别是物联网技术，实现流通现代化。日本提出的“i-Japan”以及 IBM 所倡导的“智慧地球”，点燃这一概念的产业化热情。物联网技术最初在 1999 年提出是指通过射频识别 (RFID)、红外感应器、全球定位系统、激光扫描器等信息传感设备，按约定的协议，将任何物品与互联网相连接，进行信息交换和通信，以实现智能化识别、定位、追踪、监控和管理的一种网络技术叫作物联网技术。我国也把物联网称为“传感网”。简而言之，物联网就是“物物相连的互联网”。中国物联网校企联盟将物联网定义为当下几乎所有技术与计算机、互联网技术的结合，实现物体与物体之间：环境以及状态信息的实时共享以及智能化的收集、传递、处理、执行。从广义上说，当下涉及信息技术的应用，都可以纳入物联网的范畴。而在其著名的科技融合体模型中，提出了物联网是当下最接近该模型顶端的科技概念和应用。物联网是一个基于互联网、传统电信网等信息承载体，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。其具有智能、先进、互联的三个重要特征。国际电信联盟 (ITU) 发布的 ITU 互联网报告，对物联网作了如下定义：通过二维码识读设备、射频识别 (RFID) 装置、红外感应器、全球定位系统和激光扫描器等信息传感设备，按约定的协议，把任何物品与互联网相连接，进行信息交换和通信，以实现智能化

识别、定位、跟踪、监控和管理的一种网络。

和传统的互联网相比，物联网有其鲜明的特征。首先，它是各种感知技术的广泛应用。物联网上部署了海量的多种类型传感器，每个传感器都是一个信息源，不同类别的传感器所捕获的信息内容和信息格式不同。传感器获得的数据具有实时性，按一定的频率周期性的采集环境信息，不断更新数据。其次，它是一种建立在互联网上的泛在网络。物联网技术的重要基础和核心仍旧是互联网，通过各种有线和无线网络与互联网融合，将物体的信息实时准确地传递出去。在物联网上的传感器定时采集的信息需要通过网络传输，由于其数量极其庞大，形成了海量信息，在传输过程中，为了保证数据的正确性和及时性，必须适应各种异构网络和协议。

除此之外，物联网不仅仅提供了传感器的连接，其本身也具有智能处理的能力，能够对物体实施智能控制。物联网将传感器和智能处理相结合，利用云计算、模式识别等各种智能技术，扩充其应用领域。从传感器获得的海量信息中分析、加工和处理出有意义的信息，以适应不同用户的需求，发现新的应用领域和应用模式。

物联网的整个结构可分为射频识别系统和信息网络系统两部分。射频识别系统主要由标签和读写器组成，两者通过RFID空中接口。读写器获取产品标识后，通过internet或其他通信方式将产品标识上传至信息网络系统的中间件，然后通过ONS解析获取产品的对象名称，继而通过EPC信息服务的各种接口获得产品信息的各种相关服务。整个信息系统的运行都会借助internet的网络系统，利用在internet基础上



发展出的通信协议和描述。因此，我们可以说物联网是架构在 internet 基础上的关于各种产品信息服务的总和。

此外，物联网的精神实质是提供不拘泥于任何场合，任何时间的应用场景与用户的自由互动，它依托云服务平台和互通互联的嵌入式处理软件，弱化技术色彩，强化与用户之间的良性互动，更佳的用户体验，更及时的数据采集和分析建议，更自如的工作和生活，是通往智能生活的物理支撑。

根据国际电信联盟 (ITU) 的定义，物联网主要解决物品与物品 (Thing to Thing, T2T)，人与物品 (Human to Thing, H2T)。人与人 (Human to Human, H2H) 之间的互联。但是与传统互联网不同的是 H2T 是指人利用通用装置与物品之间的连接从而使得物品连接更加简化，而 H2H 是指人不依赖于 PC 而进行的互联。因为互联网并没有考虑到对于任何物品连接的问题，故我们使用物联网来解决这个传统意义上的问题。物联网，顾名思义就是连接物品的网络。许多学者讨论物联网时，经常会引入一个 M2M 的概念，可以解释成为人到人 (Man to Man)、人到机器 (Man to Machine)、机器到机器 (Machine to Machine)。从本质上而言，人与机器、机器与机器的交互，大部分是为了实现人与人之间的信息交互。物联网是指通过各种信息传感设备，实时采集任何需要监控、连接、互动的物体或过程等各种需要的信息，与互联网结合形成的一个巨大网络。其目的是实现物与物、物与人，所有的物品与网络的连接，方便识别、管理和控制。其在 2011 年的产业规模超过 2600 亿元人民币。构成物联网产业五个层级的支撑层、感知层、传输层、平台层以及应用层，

分别占物联网产业规模的2.7%、22.0%、33.1%、37.5%和4.7%。而物联网感知层、传输层参与厂商众多,成为产业中竞争最为激烈的领域。产业分布上,国内物联网产业已初步形成环渤海、长三角、珠三角,以及中西部地区等四大区域集聚发展的总体产业空间格局。其中,长三角地区产业规模位列四大区域之首。与此同时,物联网的提出为国家智慧城市建设奠定了基础,实现智慧城市的互联互通协同共享。为了完善隐私和个人数据保护,欧盟提出持续监测隐私和个人数据保护问题,修订相关立法,加强相关方对话等;执委会将针对个人可以随时断开联网环境开展技术、法律层面的辩论。此外,为了提高物联网的可信度、接受度、安全性,欧盟积极推广标准化,执委会将评估现有物联网相关标准并推动制定新的标准,确保物联网标准的制定是在各相关方的积极参与下,以一种开放、透明、协商一致的方式达成。

物联网技术已经深刻影响了我们的日常生活。首先,物联网对于传媒来讲在信息社会的信息基础之下为我们国家的信息传播拓展了新的疆界,物联网代表着人们生活方式的转变。

其次,在传媒领域可以为我们国家物联网的发展提供一个很好的支持,这个过程离不开传媒领域的梳理和引导。然后,物联网和传媒在未来人才需求上可以形成对接的接口,我们必须使信息技术的从业人员同时具有人际传播的素养。

最后一点也是比较重要的一点,随着计算机技术、传感器技术、通信技术及物联网技术的快速发展,物联网技术必定成为未来生活的发展趋势,它将家庭生活中的所有物品通



过网络连接起来，实现对家居环境的远程监控和智能管理，从而为人们营造安全、舒适、便捷的生活环境。我们要看到物联网和传媒在深远方向上的一个融合，传媒代表了大众化和信息化的一种载体，而物联网又使得万事万物进入信息互联当中。

第二节 通用射频测试技术发展史、特点及分类

一、RFID 发展史

射频识别即 RFID (Radio Frequency Identification) 技术，又称电子标签、无线射频识别，是一种通信技术，可通过无线电信号识别特定目标并读写相关数据，而无须识别系统与特定目标之间建立机械或光学接触。想到 RFID，有人可能会联系到超市所使用的条形码，如果把目光仅仅投放在连锁超市，可能会妨碍人们全面理解 RFID 技术的应用范围。但是，最早使用 RFID 技术的并不是沃尔玛或麦德龙这些大型跨国超市集团，而是美国国防部军需供应局 (DLA, Defense Logistic Agency)。美国国防部军需供应局目前负责处理的物品种类大约有 4600 万，这些物品从水果、可口可乐到防弹背心、汽油和 X 射线机，应有尽有。不管是否发生战事，美国国防部军需供应局每年都要承担总价值达 832 亿美元的 8700 万次货物运输任务。而在运输中管理这些货物，

RFID 起到了举足轻重的作用。为了使美国国防部军需供应局的物资供应更加有效率，他们进行了大规模的机构精简，1991 年“沙漠风暴”时，美国国防部军需供应局的工作人员将近 6.5 万人，而目前精简之后的美国国防部军需供应局工作人员已经降到了 1963 年以来的历史最低——2.15 万人。他们将 23 个仓库纳入一套 RFID 系统进行管理，并对原来的 42 套业务和支持流程进行合并和重组，简化至目前的六个主要业务流程，并且全部采用了 RFID 技术，包括物流、财务和人力资源等。到目前为止，美国国防部军需供应局已经投入了 10 亿美元进行业务流程整合，但是效益是显著的——他们为整个军队节省了大约 18 亿美元的费用。

RFID 直接继承了雷达的概念，并由此发展出一种生机勃勃的 AIDC 新技术——RFID 技术。在 20 世纪中，无线电技术的理论与应用研究是科学技术发展最重要的成就之一，其应用领域将无可限量。以下是 RFID 技术发展的历程表，RFID 技术的发展可按 10 年期划分如下：

1948 年：美国科学家哈里·斯托克曼发表的《利用反射功率的通信》一文奠定了射频识别技术的理论基础。1940 - 1950 年：雷达的改进和应用催生了射频识别技术，1948 年奠定了射频识别技术的理论基础。1950 - 1960 年：早期射频识别技术的探索，主要处于实验室实验研究阶段；1960 - 1970 年：射频识别技术理论得到了发展，开始了一些应用尝试；1970 - 1980 年：射频识别技术与产品研发进入大发展时期，各种射频识别技术测试得到加速发展，出现了一些最早的射频识别应用；1980—1990 年：射频识别技术及产品进入