

物联网丛书

物联网的技术体系

INTERNET OF THINGS - TECHNOLOGIES

杨震 等编著



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

物联网丛书

物联网的技术体系

杨震 等编著



北京邮电大学出版社
[www. buptpress. com](http://www.buptpress.com)

内 容 简 介

本书为物联网丛书第二册,即物联网的技术体系,包括物联网的感知技术、网络技术、应用技术、架构技术、安全技术等。可供广大从事该领域的工程技术科研人员及高校通信专业师生参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

物联网的技术体系/杨震等编著.--北京:北京邮电大学出版社,2013.9

ISBN 978-7-5635-3680-1

I. ①物… II. ①杨… III. ①互联网络—应用②智能技术—应用 IV. ①TP393.4②TP18

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 210573 号

书 名: 物联网的技术体系

著作责任者: 杨 震等编著

责任编辑: 孔 玥

出版发行: 北京邮电大学出版社

社 址: 北京市海淀区西土城路 10 号(邮编:100876)

发行部: 电话: 010-62282185 传真: 010-62283578

E-mail: publish@bupt.edu.cn

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京源海印刷有限责任公司

开 本: 787 mm×960 mm 1/16

印 张: 16.75

字 数: 360 千字

印 数: 1—3 000 册

版 次: 2013 年 9 月第 1 版 2013 年 9 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5635-3680-1

定 价: 34.00 元

• 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系 •

《物联网丛书》编委会

主 编 杨 震 毕厚杰

编 委 沈苏彬 杨 庚 宗 平

吴 蒙 王 健 胡海峰

前 言

本书首先概括论述了物联网的技术体系,包括感知技术、网络技术、应用技术、共性技术等。在此基础上,着重讨论了物联网的传感技术,及其传感网络技术。

由于物联网的应用日趋普及,特别是应用较广的 M2M(机器对机器通信,即无线手持或车载装置通信),列了专章予以介绍,以便加深理解有关技术。

此外,本书较详尽地讨论了物联网的另一关键技术——云计算。

安全问题显然也是非常重要的,因为物联网涉及没有人参与的规模巨大的物与物的通信。

本书为物联网丛书的第二册,其中,第 1,3 章为杨震、胡海峰编写;第 2 章为杨庚、王健编写,其中 M2M 部分由王健编写;第 4 章由沈苏彬编写;第 5 章由毕厚杰、王健编写;第 6 章由吴蒙编写;最后,毕厚杰、王健对全书进行三校核。

由于参与编写人员较多,在杨震教授主持下,各人按讨论后的提纲分头编写,因而有的内容可能有适当的重复,但不影响各章的系统性,请读者予以理解。

随着物联网应用的日益普及,相应的技术发展很快,目前仍在不断发展中。对本书内容的不足、缺点和错误,望读者及时指正,以便不断改进和完善。

编著者

2013. 8

目 录

第 1 章 物联网的技术体系	1
1.1 感知技术	1
1.1.1 无线射频识别和读写器	1
1.1.2 EPC 标签和读写器	4
1.1.3 传感器	8
1.1.4 GPS	13
1.2 网络技术	15
1.2.1 ZigBee 技术	15
1.2.2 无线局域网及 Wi-Fi 技术	17
1.2.3 M2M	21
1.2.4 蓝牙	23
1.3 应用技术	25
1.3.1 云计算	25
1.3.2 数据管理与处理	29
1.3.3 软件及平台	33
1.3.4 物联网典型应用及相关标准	38
1.4 共性技术	44
1.4.1 物联网架构技术	45
1.4.2 标识资源	49
1.4.3 物联网安全相关技术	49
1.4.4 物联网网络管理相关技术	53
本章参考文献	58
第 2 章 物联网的传感技术与无线射频识别	60
2.1 物联网的传感技术	60
2.1.1 物联网中的传感技术	60
2.1.2 传感技术概述	61
2.1.3 常用传感技术介绍	66
2.1.4 传感技术在物联网中的应用	72
2.2 物联网与 RFID	73

2.2.1	物联网与 RFID 概述	73
2.2.2	RFID 技术	74
2.2.3	电子标签	77
2.2.4	RFID 技术的标准化建设	80
2.2.5	RFID 关键技术研究	83
2.2.6	应用于物联网中的无线射频识别未来发展趋势	87
2.3	物联网中物品的编码和标识技术	87
2.3.1	物联网与物品编码和标识技术概述	87
2.3.2	物品编码概述	89
2.3.3	物品标识系统	93
2.3.4	物联网编码和标识的相关组织与标准	99
2.4	感知技术:MEMS	100
2.4.1	微机电系统的概述	100
2.4.2	系统的技术原理	102
2.4.3	MEMS 传感器的分类及典型应用	103
2.4.4	微机电系统的标准化	105
	本章参考文献	106
第 3 章	物联网的传感网技术	109
3.1	节点技术	109
3.1.1	无线传感器网络节点	109
3.1.2	嵌入式平台	111
3.1.3	操作系统	114
3.2	网络通信和组网技术	118
3.2.1	传感网的底层标准 IEEE 802.15.4	118
3.2.2	基于非 IP 标准的 ZigBee 协议栈	125
3.2.3	基于 IP 标准的 6LoWPAN 协议栈	132
3.3	传感网体系架构	137
3.3.1	平面传感网络架构	138
3.3.2	双层传感网络架构	140
3.3.3	三层传感网络架构	142
3.4	信息智能处理技术	143
3.4.1	信息识别与提取技术	143
3.4.2	信息压缩与编码技术	157
3.4.3	数据融合处理技术	168
3.5	混合网、异构网与移动性	175

3.5.1 移动混合网络形式概述	175
3.5.2 异构融合的无线传感网络	184
3.5.3 异构无线网络的移动性管理	187
3.5.4 小结	188
本章参考文献	188
第4章 物联网的 M2M 技术	191
4.1 M2M 的基本需求	191
4.1.1 “安全通道和监控”用例	192
4.1.2 “跟踪与发现”用例	192
4.1.3 “电子健康医疗”应用实例	192
4.2 M2M 的技术特征	194
4.2.1 M2M 面临的技术挑战	194
4.2.2 系统标识特征	194
4.2.3 网络接入特征	195
4.2.4 数据传输特征	195
4.2.5 服务质量特征	195
4.2.6 应用场景特征	196
4.3 M2M 的组网技术	196
4.3.1 3GPP 有关 M2M 的组网技术	197
4.3.2 IEEE802.16 有关 M2M 组网技术	198
4.4 M2M 的服务层技术	199
4.4.1 ETSI 的 M2M 高层体系结构	200
4.4.2 ETSI 的 M2M 服务能力层	201
4.5 M2M 与物联网的关系	203
本章参考文献	204
第5章 物联网与云计算	205
5.1 概述	205
5.1.1 什么是云计算?	205
5.1.2 云计算的简史	206
5.1.3 云计算是如何工作	209
5.1.4 云计算的现状	211
5.1.5 云计算的重要性	212
5.1.6 云计算和 Web 2.0	212
5.2 如何开发云服务	213

5.2.1	为何开发基于 Web 的应用?	213
5.2.2	云开发的优缺点	213
5.2.3	云服务开发的类型	214
5.2.4	云开发服务的工具	214
5.3	云服务的使用	216
5.3.1	日历应用	218
5.3.2	会议日程应用	222
5.3.3	计划与任务管理应用	223
5.3.4	数字照片共享	224
5.3.5	在线图片编辑	226
5.3.6	基于 Web 的桌面系统	228
5.3.7	在线文字处理	230
5.3.8	云存储和网络存储	232
5.4	云计算的技术	233
5.4.1	云计算原理框架	233
5.4.2	智能基础设施	234
5.4.3	云计算的系统(管理和应用平台)	235
5.4.4	云计算的知识存储组织	236
5.4.5	典型云计算平台——Google	237
5.4.6	典型的云计算平台——Amazon	239
本章参考文献		240
第 6 章 物联网的安全体系		241
6.1	物联网安全体系架构	241
6.1.1	物联网安全特征	241
6.1.2	物联网安全架构	242
6.2	物联网隐私保护策略	246
6.3	无线通信技术的安全机制	249
6.3.1	广域网的安全机制	249
6.3.2	无线城域网的安全机制	251
6.3.3	无线局域网的安全机制	252
6.3.4	无线个域网的安全机制	253
6.3.5	无线异构网络的安全机制	254

第 1 章 物联网的技术体系

1.1 感知技术

感知技术也可以称为信息采集技术,它是实现物联网的基础。目前,信息采集主要采用 RFID 标签和读写器、EPC 标签和读写器、各种传感器(如温度感应器、声音感应器、震动感应器、压力感应器)、GPS、摄像头等,完成物联网应用的数据感知与识别、采集与捕获信息以及设施控制^[1]。

1.1.1 无线射频识别和读写器

1. 无线射频识别的概念

无线射频识别(Radio Frequency Identification, RFID)也称为射频识别,它是一种新兴的自动识别技术。无线射频识别是指利用电磁波的反射能量进行通信的一种技术。无线射频识别可以归入短距离无线通信技术,与其他短距离无线通信技术如 WLAN、蓝牙、红外、ZigBee 及 UWB 相比最大的区别在于无线射频识别的被动工作模式,即利用反射能量进行通信。

射频识别(RFID)技术采用大规模集成电路计算、电子识别、计算机通信等技术,通过读写器和安装于载体上的 RFID 标签,能够实现对载体的非接触的识别和数据信息交换。再加上其具有方便快捷、识别速度快、数据容量大、使用寿命长、标签数据可动态更改等特点,较条码而言具有更好的安全性和动态实时通信能力,最近几年得到迅猛的发展。沃尔玛、IBM、惠普、微软、美国国防部、中国国家标准委员会,均开展了基于 RFID 技术的研究。RFID 系统逐渐应用于物流、航空、邮政、交通、金融、军事、医疗保险和资产管理等领域。

2. RFID 技术的特点^[2]

(1) 耐环境性

防水,防磁,耐高温,不受环境影响,无机械磨损,寿命长,不需要以目视可见为前提,可以在那些条码技术无法适应的恶劣环境下使用,如高粉尘污染、野外等。

(2) 可反复使用

RFID 标签上的数据可反复修改,既可以用来传递一些关键数据,也使得 RFID 标签能够在企业内部进行循环重复使用,将一次性成本转化为长期摊销的成本。

(3) 数据读写方便

RFID 标签无须像条码标签那样瞄准读取,只要被置于读取设备形成的电磁场内就可以准确读到,同时减少甚至排除因人工干预数据采集而带来的效率降低和纠错成本。无线射频识别每秒钟可进行上千次的读取,能同时处理许多标签,高效且准确,从而能使企业大幅度提高管理的精细度,让整个作业过程实时透明,创造巨大的经济效益。

(4) 安全性

RFID 芯片不易被伪造,在标签上可以对数据采取分级保密措施。读写器无直接对最终用户开放的物理接口,能更好地保证系统的安全。

3. 无线射频识别的工作原理

RFID 系统由 RFID 标签、读写器、天线、数据传输及处理系统组成。最常见的是被动射频系统,当附有 RFID 电子标签物体接近读写器时,读写器将发射微波查询信号,而电子标签收到读写器的查询信号后,会将此信号与标签中的数据信息合为一体反射回读写器,反射回的微波合成信号,已带有电子标签上的数据信息,读写器接收到标签返回的微波信号后,经读写器内部微处理器处理后可将标签内储存的信息读取出来。在主动射频系统中,标签中装有电池并可在有效范围内被识别。RFID 系统能识别高速运动物体还可同时识别多个电子标签,操作快捷方便。RFID 工作原理如图 1-1 所示。

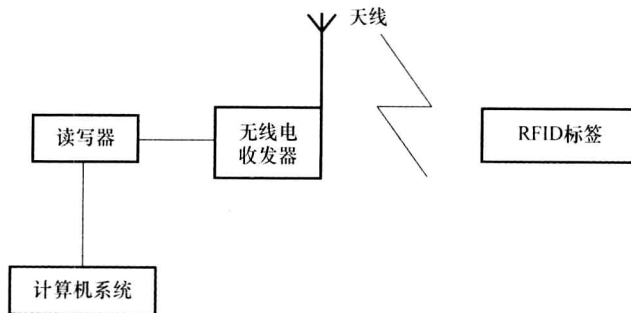


图 1-1 RFID 工作原理

4. 无线射频识别的系统组成

最基本的 RFID 系统由 RFID 标签、天线和读写器组成,如图 1-2 所示。大部分的 RFID 系统还要有数据传输和处理系统,用于对读写器发出命令以及对读写器读取的信息进行处理,以实现对整个系统的控制管理。

(1) RFID 标签^[3]

RFID 标签俗称电子标签,也称应答器(Transponder, Responder, Tag)。电子标签中存储有能够识别目标的信息,由耦合元件及芯片组成,有的标签内置有天线,用于和射频天线间进行通信。标签中的存储区域可以分为两个区:一个是 ID 区,每个标签都有一个全球唯一的 ID 号码,即泛在 ID(Ubiquitous ID, UID),UID 是在制作芯片时放在 ROM

中的,无法修改。这个 ID 通常为 64 bit,96 bit,甚至更高,其地址空间大大高于条码所能提供的空间,因此可以实现单品级的物品编码。另一个是用户数据区,是供用户存放数据的,可以进行读写、修改、增加的操作。

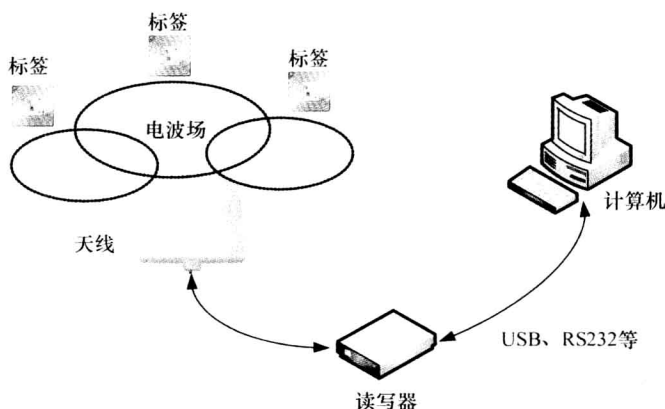


图 1-2 RFID 的系统组成

RFID 标签组成部分包括:天线、编/解码器、电源、调制解调器、存储器、控制器以及负载电路。

RFID 标签的基本工作原理是:从读写器传来的控制信息经过天线单元,编/解码单元进行解调和解码传输到控制器,由控制器来完成控制指令所规定的操作。从读写器传来的数据信息同样要经过解调和解码后,由控制器完成对数据信息的写入操作。相反,如果从 RFID 标签传送信息到读写器,状态数据由控制器从存储器中取出经过编码器、调制后通过卡内无线发送到阅读器。

(2) 天线

天线是一种以电磁波形式把前端射频信号功率接收或辐射出去的装置,是电路与空间的界面器件,用来实现导行波与自由空间波能的转化。在 RFID 系统中,天线分为电子标签天线和读写器天线两大类,分别承担接收能量和发射能量的作用。

目前的 RFID 系统主要集中在 LF(125~134.2 kHz)、HF(13.56 MHz)、UHF(860~960 MHz)和微波频段。不同工作频段的 RFID 系统天线的原理和设计有着根本上的不同。RFID 天线的增益和阻抗特性会对 RFID 系统的作用距离产生影响,RFID 系统的工作频段反过来对天线尺寸以及辐射损耗有一定要求。所以 RFID 天线设计的好坏对整个 RFID 系统的成功与否是至关重要的。

天线应有以下功能:

① 天线应能将导行波能量尽可能多地转变为电磁波能量。这首先要求天线是一个良好的电磁开放系统,其次要求天线与发射机或接收机匹配。

② 天线应使电磁波尽可能集中于确定的方向上,或对确定方向的来波最大限度地接收,即具有方向性。

③ 天线应能发射或接收规定极化的电磁波,即天线有适当的极化。

④ 天线应有足够的工作频带。

上述是天线最基本的功能,据此可定义若干参数作为设计和评价天线的依据。

(3) 读写器

读写器也称阅读器(Reader),是对 RFID 标签进行读/写操作的设备,可分为手持式和固定式两种,读写器对标签的操作有三类:识别读取 UID、读取用户数据、写入用户数据。

读写器主要包括射频模块和数字信号处理单元两部分。读写器是 RFID 系统中最重要的设备,一方面,RFID 标签返回的微弱电磁信号通过天线进入读写器的射频模块中转换为数字信号,再经过读写器的数字信号处理单元对其进行必要的加工整形,最后从中解调出返回的信息,完成对 RFID 标签的识别或读/写操作;另一方面,上层中间件及应用软件与读写器进行交互,实现操作指令的执行和数据汇总上传。在上传数据时,读写器会对 RFID 标签原始事件进行去重过滤或简单的条件过滤,将其加工成读写器事件后再上传,以减少与中间件及应用软件之间数据交换的流量,因此在很多读写器中还集成了微处理器和嵌入式系统,实现一部分中间件的功能,如信号状态控制、奇偶位错误校验与修正等。未来的读写器呈现出智能化、小型化和集成化趋势,还将具备更加强大的前端控制功能,例如,直接与工业现场的其他设备进行交互甚至是作为控制器进行在线调度。在物联网中,读写器将成为同时具有通信、控制和计算功能的核心设备。

RFID 读写器的原理组成如图 1-3 所示,主要包括基带模块和射频模块两大部分。其中,基带模块部分包括基带信号处理、应用程序接口、控制与协议处理、数据和命令收发接口及必要的缓冲存储区等;射频模块可以分为发射通道和接收通道两部分,主要包括射频信号的调制解调处理、数据和命令收发接口、发射通道和接收通道、收发分离(天线接口)等。

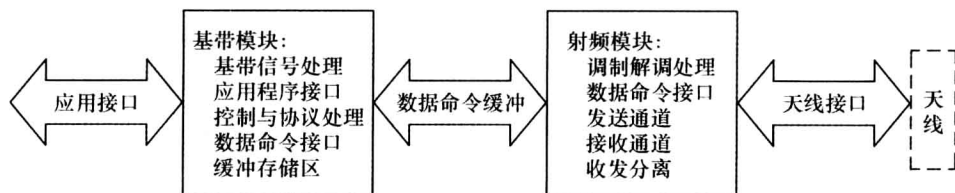


图 1-3 RFID 读写器原理组成

1.1.2 EPC 标签和读写器

EPC 与物联网是在物流领域兴起的概念,旨在解决利用信息技术进行物流数据交换时传递不及时、信息失真、交换错误等问题^[4]。物联网是在 Internet 的基础上,利用射频识别(RFID)、无线数据通信、计算机等技术,构造一个覆盖世界上万事万物的实物

Internet(Internet of Things)。物联网内每个产品都有一个唯一的产品电子码,称做 EPC (Electronic Product Code),通常 EPC 码被存入硅芯片做成的电子标签内,附在被标识产品上,被高层的信息处理软件识别、传递、查询,进而在 Internet 的基础上形成专为供应链企业服务的各种信息服务,就是物联网。

1. 物联网中的 EPC 系统结构

EPC 系统是一个非常先进的、综合性的和复杂的系统。其最终目标是为每一单品建立全球的、开放的标识标准。它由全球产品电子代码(EPC)体系、射频识别系统及信息网络系统三部分组成,主要包括六个方面,如表 1-1 所示,EPC 系统结构如图 1-4 所示。

表 1-1 EPC 系统的构成

系统组成	名称	注 释
EPC 编码体系	EPC 编码体系	识别目标的特定代码
射频识别系统	EPC 标签	贴在物品之上的或内嵌在物品之中
	读写器	识读 EPC 标签
信息网络系统	神经网络软件(中间件)	EPC 系统的软件支持
	对象名称解析服务(ONS)	
	实体标记语言(PML)	

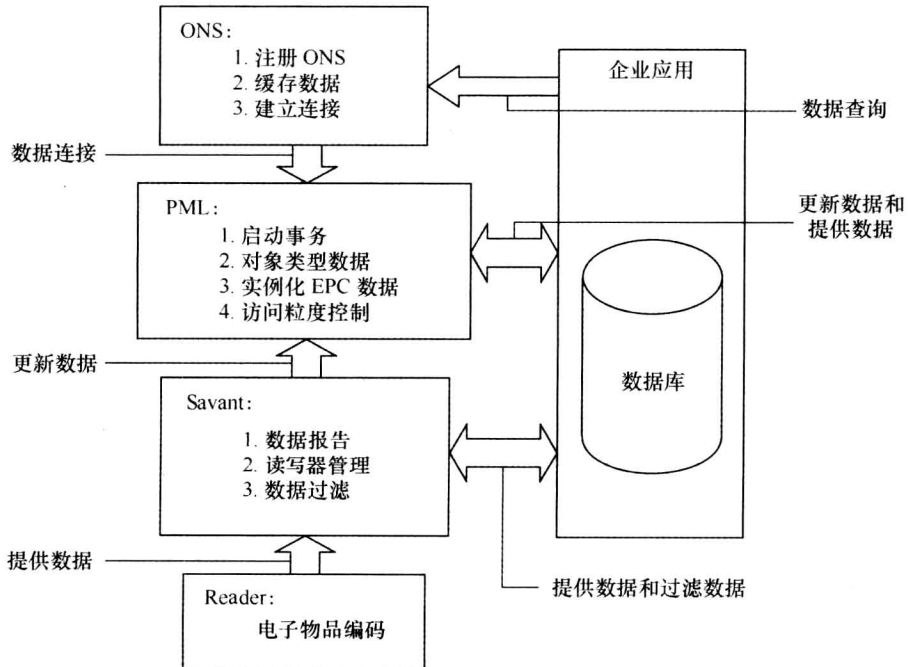


图 1-4 EPC 物联网系统结构^[5]

(1) EPC 编码体系

EPC 编码是 EPC 系统的重要组成部分,它是对实体及实体的相关信息进行代码化,通过统一并规范化的编码建立全球通用的信息交换语言。EPC 编码是 EAN. UCC 在原有全球统一编码体系基础上提出的新一代的全球统一标识的编码体系,是对现行编码体系的一个补充。EPC 编码有三类七种类型,分别为 EPC-64-I、EPC-64-II、EPC-64-III, EPC-96-I, EPC-256-I、EPC-256-II、EPC-256-III。以 EPC-64 为例,格式如下:

××	×××...×××	×××...×××	×××...×××
2 位版本号	21 位域名管理	17 位对象分类	24 位对象序号

(2) 射频读写器

在射频识别系统中,射频读写器是将标签中的信息读出,或将标签所需要存储的信息写入标签的装置。读写器读出的标签的信息通过计算机及网络系统进行管理和信息传输。

(3) 神经网络软件

每件产品都加上 RFID 标签之后,在产品的生产、运输和销售过程中,读写器将不断收到一连串的产品电子编码。整个过程中最为重要,同时也是最困难的环节就是传送和管理这些数据。Auto-ID 中心提出一种更新数据名为 Savant(神经网络软件)的软件中间件技术,相当于该新式网络的神经系统,负责处理各种不同应用的数据读取和传输。

(4) 对象名称解析服务

对象名称解析服务(Object Name)提供数据 Service 对象名服务,简称 ONS。EPC 标签对于一个开放式的、全球性的追踪物品的网络需要一些特殊的网络结构。因为标签中只存储了产品电子代码,计算机还需要一些将产品电子代码匹配到相应商品信息的方法。这个角色就由对象名称解析服务担当,它是一个自动的网络服务系统。

(5) 实体标记语言

实体标记语言(Physical Markup Language)也称物理标识语言,简称 PML。EPC 产品电子代码识别单品,但是所有关于产品有用的信息都用一种新型的标准计算机语言,实体标记语言(PML)所书写,实体标记语言是基于为人们广为接受的可扩展标识语言(XML)发展而来的。实体标记语言提供了一个描述自然物体、过程和环境的标准,并可供工业和商业中的软件开发、数据存储和分析工具之用。它将提供一种动态的环境,使与物体相关的、静态的、暂时的、动态的和统计加工过的数据可以互相交换。因为它将会成为描述所有自然物体、过程和环境的统一标准,实体标记语言的应用将会非常广泛,并且进入到所有行业。

2. 读写器

读写器和射频标签是典型射频识别系统的组成部分,读写器是可以读或读/写标签内存数据的电子装置,射频标签是射频识别系统的数据载体。根据标签的供电方式不同,射频标签可分为有源射频标签、半无源射频标签和无源射频标签。标签内的电池不仅是标

签的工作电源,而且还为标签和读写器的通信提供能量的射频标签是有源射频标签。半无源射频标签内的电池仅对标签内要求供电维持数据的电路或者标签芯片工作所需电压作辅助支持作用,标签与读写器通信所需能量主要来自读写器供应的射频能量,若标签所处位置的射频场强不足时,由标签内的电池补充。无源射频标签所需要的工作电能是由读写器发出的射频能量提供的。

读写器与标签之间的数据交换,是通过电子标签与读写器天线辐射远场区之间的电磁耦合(电磁波发射与反射)构成无接触的空间信息传输射频通道完成的。耦合的实质是读写器天线辐射出的电磁波照射到射频标签天线后形成反射回波,反射回波再被读写器天线接收。耦合过程中,利用的是读写器天线辐射出的交变电磁能,相当于天线的远场情况。读写器到标签的指令通过调制读写器辐射出的电磁波的幅度、频率、相位方式实现。射频标签的信息到读写器的回送是通过加载调制反射回波的幅度、频率、相位实现的。从雷达原理角度来讲,射频标签(天线)等效于一个雷达目标反射截面积(复变量)的变化随标签数据调制而变化的复数量。当标签向读写器方向传送的数据采用幅度调制式,等效的雷达目标发射截面积可等效为一个随标签数据调制而变化的实数量。读写器向标签传送指令和标签向读写器回送数据是分时实现的。

目前 EPC 标准的分类方法有两层,第一层 Class 用来区分标签技术和数据存入标签的方法,第二层 Generation 定义设备的物理层和可写的数据容量。

EPC global 组织制订的第一代 EPC class 0/1 标准的情况如下:

(1) EPC UHF Class 0:只读标签可存储 56 位数据,工作频率为 860~960 MHz。

(2) EPC UHF Class 1:支持一次写入多次读取。

支持 96 位数据存储,工作频率 860~960 MHz。

EPC UHF Generation 2(C1 G2):这个规范定义了读写器先讲(Reader Talk First, RTF)情况下被动反向散射的物理层和逻辑层要求,无线射频系统的工作频率在 860~960 MHz。读写器向标签发送在 860~960 MHz 频率范围内调制的 RF 信号,标签通过接收这些 RF 信号获得 EPC 第二代 UHF RFID 标准(Class1 Generation2, C1G2)信息和工作能量。标签是被动式标签,就是说它从读写器发送的 RF 波形中获得所需能量。读写器从标签接收信号,并发送 RF 信号的连续波,标签接收到信号后就会调整天线的反射系数(阻抗),然后向读写器反向散射信息。这种通信方式就称做 RTF(读写器先讲),就是说标签只有读写器命令它时才会根据接收的信息调整天线阻抗。读写器和天线不能同时发送信息,就是说, C1G2 的通信方式是半双工的,读写器发送信息时标签只能接收,反之亦然。

3. 无线射频识别(RFID)和产品电子码(EPC)的关系

RFID 与 EPC 之间有共同点,也有不同之处。从技术上来讲,EPC 系统包括物品编码技术、RFID 技术、无线通信技术、软件技术、互联网技术等多个学科技术,而 RFID 技术只是 EPC 系统的一部分,主要用于 EPC 系统数据存储与数据读写,是实现系统其他技术

的必要条件;而对 RFID 技术来说,EPC 系统应用只是 RFID 技术的应用领域之一,产品电子码的应用特点,决定了射频标签的价格必须降低到市场可以接受的程度,而且某些标签必须具备一些特殊的功能(如保密功能等)。换句话说,并不是所有的 RFID 射频标签都适合做 EPC 射频标签,只是符合特定频段的低成本射频标签才能应用到 EPC 系统。

1.1.3 传感器

理论上讲传感器是一种能把物理量或化学量转变成便于利用的电信号的器件。国际电工委员会(IEC)的定义为:“传感器是测量系统中的一种前置部件,它将输入变量转换成可供测量的信号”。按照 Gopel 等的说法是:“传感器是包括承载体和电路连接的敏感元件”,而“传感器系统则是组合有某种信息处理(模拟或数字)能力的传感器”。传感器是传感器系统的一个组成部分,它是被测量信号输入的第一道关口。

我国国家标准 GB 7665—87 对传感器下的定义是:“能感受(或响应)规定的被测量并按照一定的规律转换成可用信号的器件或装置。传感器通常由直接响应于被测量的敏感元件和产生可用信号输出的转换元件以及响应的电子线路所组成。”传感器是一种检测装置,能感受到被测量的信息,并能将检测感受到的信息,按一定规律变换成为电信号或其他所需形式的信息输出,以满足信息的传输、处理、存储、显示、记录和控制等要求。它是实现自动检测和自动控制的首要环节。

传感器的种类繁多,如温度、湿度、光电、位移、速度、重力、pH 值、热敏、气体、压力传感器,等等。如图 1-5 所示。

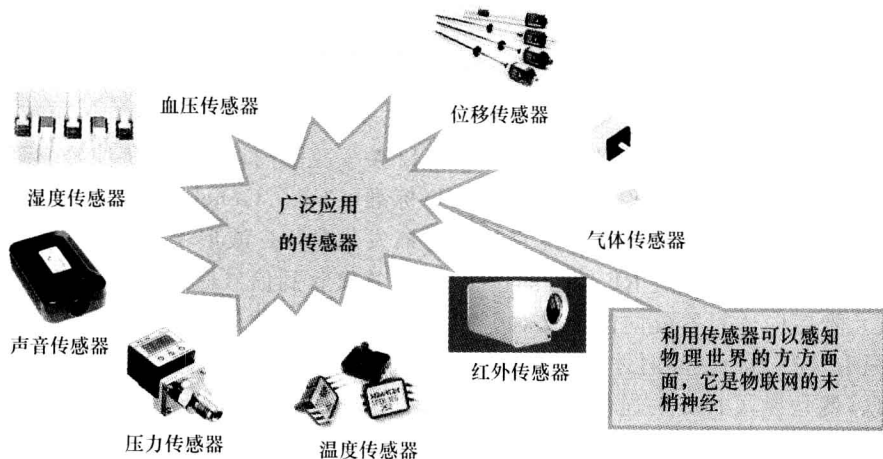


图 1-5 几类传感器

本章参考文献[6]分别介绍了几种常用传感器。