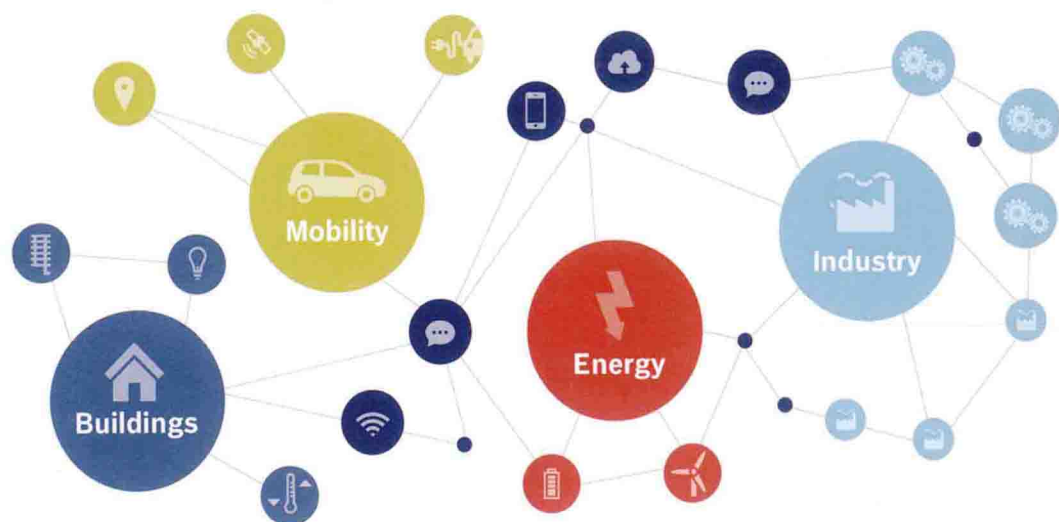


台湾地区引进



物联网概论

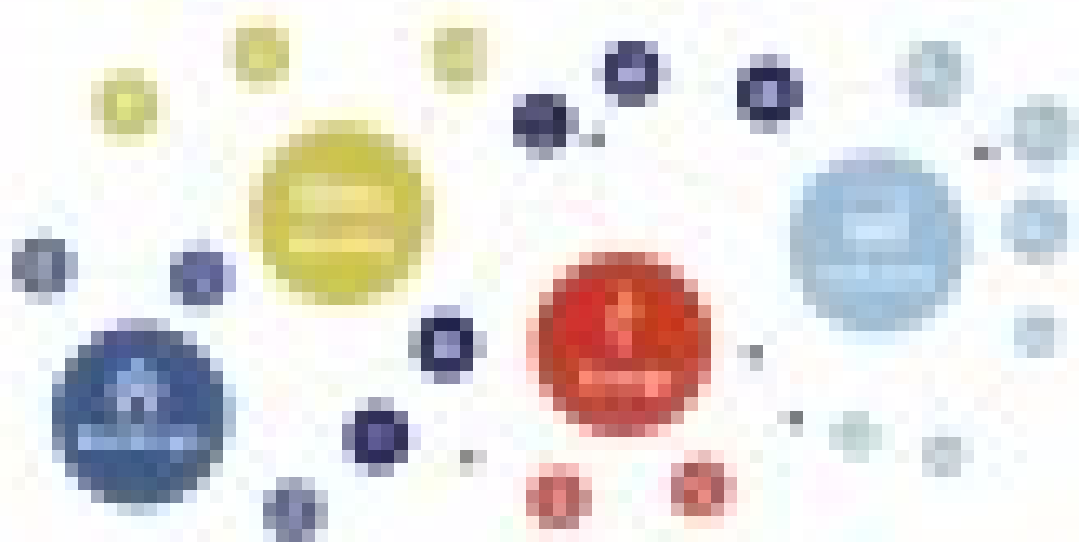
The Internet of Things

◆ 张志勇 钟章队 翁仲铭 石贵平 廖文华 编著

- 内容由浅入深
- 图文生动丰富
- 案例典型新颖
- 理实完美结合



北京交通大学出版社
<http://www.bjtup.com.cn>



物联网概论

The Internet of Things

物联网概论

物联网概论
物联网概论
物联网概论
物联网概论

物联网概论



物联网概论

The Internet of Things

◆ 张志勇 钟章队 翁仲铭 石贵平 廖文华 编著

北京交通大学出版社

• 北京 •

内 容 简 介

互联网技术使得网络成为人与人沟通的最重要渠道之一,然而随着信息技术的发展,未来网络将进一步成为人与物、物与物沟通的桥梁。物联网是一种实现物理世界和信息空间互连和整合的新型技术,代表着未来信息技术最重要的发展趋势。

本书深入浅出地阐述了物联网的感知层、网络层和应用层的相关技术,不但可以让读者了解物联网的整体架构,而且可以掌握物联网各个层次的关键技术。本书图文并茂,生动地阐述物联网相关技术的核心原理和典型应用。

本书适合高等院校物联网工程专业作为专业教材使用,也适合其他各专业作为选修课教材使用,还可供对物联网感兴趣的各类读者参考阅读。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

物联网概论 / 张志勇等编著. —北京:北京交通大学出版社, 2014.6
ISBN 978-7-5121-1971-0

I. ①物… II. ①张… III. ①互联网络-应用-高等学校-教材 ②智能技术-应用-高等学校-教材 IV. ①TP393.4 ②TP18

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 137593 号

责任编辑:解 坤

出版发行:北京交通大学出版社

电话:010-51686414

北京市海淀区高粱桥斜街 44 号

邮编:100044

印刷者:北京艺堂印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印张:15.25 字数:381 千字

版 次:2014 年 6 月第 1 版 2014 年 6 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 978-7-5121-1971-0/TP·788

印 数:1~2 000 册 定价:49.00 元

本书如有质量问题,请向北京交通大学出版社质监组反映。对您的意见和批评,我们表示欢迎和感谢。

投诉电话:010-51686043, 51686008; 传真:010-62225406; E-mail: press@bjtu.edu.cn。

物联网 (Internet of Things) 的概念最早于 1999 年由美国麻省理工学院提出, 现其概念和内涵仍在不断向前演进。通常而言, 物联网是指以感知互动为核心, 实现信息空间和物理空间交融的综合信息系统。物联网通过在物理世界中大量部署具有标识、感知和执行等能力的多种信息设备, 与多类异构网络设施融合, 动态地实现对物理世界信息采集、传输、处理、发布及决策反馈等, 实现人与物、物与物之间的互动和知识共享, 提升对物理世界的综合感知能力, 实现智能化的决策和反馈控制, 为人类社会提供智慧和集约的服务。

物联网被称为继计算机和互联网之后的世界信息产业第三次浪潮, 正日益得到各国政府、学术界和工业界的重视。物联网被美国列为振兴经济的两大武器之一, 被欧盟定位成欧洲领先全球的基础战略, 也是日本 u-Japan 计划的核心内容。在中国, 物联网被纳入战略性新兴产业规划, 写入了“政府工作报告”, 并且很多高校相继开设了物联网工程专业, 物联网在中国受到了全社会极大的关注。

物联网形式多样、技术复杂、牵涉面广泛。根据信息获取、传输和应用的原则, 物联网可以总体划分为感知层、网络层和应用层三个层次。本书按照物联网的三层架构进行组织编写: 第 1 章和第 2 章从全局的角度介绍了物联网的概况; 第 3~5 章介绍了物联网感知层的相关技术, 包括条形码、RFID、近场通信技术和传感器技术等; 第 6~10 章阐述了物联网网络层的相关技术, 包括 ZigBee、蓝牙等内网技术, 无线城/局域网和电信网络等外网技术, 另外还介绍了物联网信息管理和服务的相关技术, 比如物联信息网、EPCglobal 网络、语义网和云计算等; 第 11 章广泛讨论了物联网在智能交通、智能电网、智能医疗和智能生活等领域的应用案例; 第 12 章展望了物联网的未来。本书的特点在于讨论的物联网言之有“物”, 从基本概念入手, 强调应用, 力求将内容落实到具体技术和解决方案。本书语言通俗, 图文并茂, 案例丰富, 内容新颖, 适合不同层次的读者。

本书主要由中国台湾淡江大学张志勇教授、北京交通大学钟章队教授、圣约翰科技大学翁仲铭教授、淡江大学石贵平教授和大同大学廖文华教授编写和统稿。另外, 李清勇博士、王公仆博士、刘强博士、熊柯博士和胡森同学等为本书的编写做出了贡献, 在此表示衷心的感谢。本书的编写受到了北京交通大学出版基金、北京交通大学轨道交通控制与安全国家重点实验室自主研究课题 (编号: No. RCS2012ZT007) 等的资助。

值得一提的是, 物联网正在以超越“爆炸”的方式发展, 物联网相关技术和应用的发展日新月异, 当五年或者十年之后来回顾本书, 也许会发现不少漏洞和错误。另外, 因为作者水平有限, 书中选材和论述等错误在所难免, 还望广大读者多加指正及时联系作者并共同修订, 以期后期版本日臻完善。

编 者

2014 年 2 月

第 1 章 物联网简介与应用	1
1.1 物联网的定义	2
1.2 物联网的目标和重要性	3
1.2.1 物联网的目标	3
1.2.2 物联网的重要性	4
1.3 互联网与物联网	7
1.4 物联网的相关技术	9
1.5 结束语	11
名词解释	12
参考资料	12
习题 1	12
第 2 章 从互联网到物联网	13
2.1 互联网与物联网的起源	14
2.2 物联网的架构及其关键技术	15
2.2.1 感知层	16
2.2.2 网络层	19
2.2.3 应用层	22
2.3 基于互联网的物联网服务	23
2.3.1 汽车警报系统	23
2.3.2 智能停车系统	24
2.3.3 老人看护系统	25
2.4 EPC 的网络架构与物联网	26
2.4.1 EPC 网络的架构	27
2.4.2 EPC 与互联网的差异	29
2.5 结束语	30
名词解释	31
参考资料	32
习题 2	32
第 3 章 物联网感知层的识别技术	33
3.1 条形码感知技术	34
3.1.1 条形码简介	34

3.1.2	条形码种类	37
3.1.3	二维条形码	44
3.1.4	QR 码	48
3.2	RFID 感知技术简介	51
3.2.1	RFID 简介	51
3.2.2	RFID 特性	53
3.2.3	RFID 通信原理	54
3.2.4	RFID 应用领域	61
3.3	结束语	61
	名词解释	62
	参考资料	63
	习题 3	63
第 4 章	物联网感知层的近场通信技术	64
4.1	NFC 简介	65
4.1.1	起源	65
4.1.2	NFC 的应用	66
4.2	NFC 的特点与设计	68
4.2.1	NFC 角色与标准	68
4.2.2	NFC 通信原理	70
4.2.3	NFC 通信模式	71
4.2.4	NFC 新商业标准	72
4.3	NFC 标签与交换技术	73
4.4	NFC 技术上与其他通信技术的整合	75
4.5	结束语	76
	名词解释	76
	参考资料	76
	习题 4	77
第 5 章	物联网感知层的感知技术	78
5.1	传感器原理	79
5.1.1	传感器架构	79
5.1.2	传感器操作系统介绍——TinyOS	85
5.2	传感器应用	87
5.2.1	单一传感器应用	88
5.2.2	无线传感网应用	91
5.3	结束语	97
	名词解释	97
	参考资料	97

习题 5	98
第 6 章 物联网网络层——内网技术	99
6.1 物联网网络架构	100
6.2 无线个人网络——ZigBee	101
6.3 无线个人网络——Bluetooth	104
6.4 物联网中的 IPv6	106
6.4.1 IPv6 与物联网	107
6.4.2 6LoWPAN 架构	109
6.4.3 6LoWPAN 链路层技术	111
6.5 6LoWPAN 网络层技术	112
6.5.1 Upward 数据传输	113
6.5.2 Downward 数据传输	114
6.5.3 Downward 信息维护	117
6.6 结束语	118
名词解释	119
参考资料	119
习题 6	120
第 7 章 物联网网络层——外网技术	121
7.1 无线城域网	122
7.1.1 点对多点架构	122
7.1.2 多跳中继网络架构	123
7.2 电信网络	125
7.2.1 第一代移动通信系统	126
7.2.2 第二代移动通信系统	126
7.2.3 第二点五代移动通信系统	127
7.2.4 第三代移动通信系统	127
7.2.5 第四代移动通信系统	128
7.3 无线局域网	130
7.4 物联网网络层技术整合	134
7.4.1 物联网的多元性	136
7.4.2 物联网中异构性网络整合	137
7.4.3 异构网络的共存及挑战	140
7.5 结束语	140
名词解释	140
参考资料	141
习题 7	141

第 8 章 物联信息网	142
8.1 信息传递的方式	143
8.2 物联网架构	145
8.3 物联信息网	148
8.3.1 6LoWPAN 网关	149
8.3.2 域名系统服务器	150
8.3.3 动态域名系统服务器	151
8.3.4 表示服务器	151
8.4 结束语	154
名词解释	154
参考资料	154
习题 8	155
第 9 章 物联网与 EPCglobal 网络	156
9.1 EPCglobal 网络结构框架	157
9.2 识别层	158
9.2.1 EPC 标签资料	158
9.2.2 标签资料与传输协议	160
9.2.3 读取器协议与管理	162
9.3 获取层	163
9.3.1 应用层事件标准	163
9.3.2 EPC 信息服务	164
9.4 交换层	166
9.4.1 对象命名服务标准	166
9.4.2 搜寻服务	167
9.4.3 认证标准	167
9.4.4 药品电子履历	167
9.5 结束语	168
名词解释	168
参考资料	169
习题 9	169
第 10 章 物联网服务平台	171
10.1 网页服务	173
10.1.1 网页服务简介	173
10.1.2 网页服务的优点	176
10.1.3 寻找网页服务	177
10.2 服务导向架构	178

10.2.1 服务导向架构简介	179
10.2.2 中间件	179
10.2.3 物联网服务的查询	180
10.2.4 服务导向架构下的物联网	182
10.3 语义物联网	183
10.3.1 语义网	184
10.3.2 本体论	186
10.3.3 语义物联网架构	189
10.4 云端运算	190
10.4.1 虚拟化技术	192
10.4.2 云端运算的架构	193
10.5 结束语	195
名词解释	196
参考资料	197
习题 10	199
第 11 章 物联网应用层	200
11.1 智能交通	201
11.1.1 智能型感知行车记录仪	202
11.1.2 高速公路实时路况平台	202
11.1.3 红绿灯信号管制系统	203
11.1.4 紧急医疗通知系统	204
11.1.5 先进公共交通服务系统	205
11.2 智能电网	206
11.2.1 感知层	208
11.2.2 网络层	209
11.2.3 应用层	210
11.3 智能医疗	212
11.3.1 健康护理	213
11.3.2 医疗用品管理	214
11.3.3 医疗感测	215
11.4 智能生活	216
11.4.1 智能家居	216
11.4.2 智能客厅	217
11.4.3 防盗系统	217
11.4.4 物联网定位器	218
11.4.5 宝贝熊故事机	219
11.4.6 绿色农田的应用	219
11.4.7 智能门票	220

11.4.8 智能物流.....	221
11.4.9 互动艺术.....	222
11.5 结束语	226
名词解释	226
参考资料	227
习题 11	227
第 12 章 物联网发展趋势及挑战.....	228
12.1 物联网的发展.....	229
12.2 物联网的挑战.....	230
12.3 结束语	232
名词解释	232
参考资料	233
习题 12	233



第1章

物联网简介与应用

学习要点

- 物联网的定义
- 各个国家的物联网研究计划
- 无线传感器网络、物理信息系统等相关技术

随着科技的进步，网络早已成为人与人沟通的重要渠道之一。但这也仅止于人与人之间的连接，而在未来的世界，物联网技术将赋予对象智能并拥有与其他对象或人沟通的能力。换言之，未来网络不再只是人与人的沟通渠道，更是联系全球物与物、人与物的桥梁。本章将主要介绍物联网（Internet of Things）的起源与应用，使读者能够了解物联网的基础概念，便于后续章节的阅读及理解。

1.1 物联网的定义

随着科技的日益发展，衣、食、住、行、育、乐各方面都充满了大量植入的嵌入式芯片的电子产品，它们提升了人们生活的便利性与实时性，因此“物联网”的概念应运而生。物联网的概念起源于比尔·盖茨1995年出版的《未来之路》一书。在《未来之路》中，比尔·盖茨已经提及了物联网的概念，只是受限于当时无线网络、硬件及传感器的发展而未引起重视。但随着技术不断进步，国际电信联盟于2005年正式提出了物联网概念；2009年奥巴马就职演讲与IBM提出的“智慧地球”得到了热烈的响应，物联网再次引起各界广泛的关注。维基百科对物联网的定义如下：

“物联网就是把传感器装备到各种真实物体上，并通过互联网连接起来和特定程序的运行，实现远程控制或者物与物的直接通信。经过软硬件接口与无线网络，从而给物体赋予“智能”，既可实现人与物体的沟通和对话，也可实现物体与物体互相之间的沟通和对话，这种将物体联接起来的网络被称为“物联网”。

物联网通过在物体上植入各种微型感应芯片使其智能化，然后借助无线网络连接上网，使物体的信息得以共享，实现人和物体对话、人和人对话以及物体和物体之间的交流。物联网使人们生活中所接触的物体变得更有智慧，能够自动汇报状态、自动与物沟通、自动与人沟通、更易与人互动以及更聪明地被人类使用。如图1-1所示，手机内置RFID读写器、G-Sensor、电子罗盘、GPS、麦克风等传感硬件及各种软件，因此手机就可以认为是接近物联网要求的智能对象。通过网络数据传输，手机即可提供各项智能服务。例如，利用手机上的GPS系统与交通导航应用程序，手机使用者能实时获取某路线的堵塞状态或发生车祸等状况，进而选择能更快到达目的地的其他路线。又如利用手机上的RFID条形码辨识系统与商品应用程序，用户前往商场购物时只需利用条形码辨识系统，便能确认此商品在哪些店家或商场有销售，且在何处消费会比较划算。如上所述，使用者可利用手机上各种不同装置使用智能物流服务、人文艺术服务、智能学习服务、智能医疗服务、智能家居服务、智能交通服务以及智慧绿能服务等，让生活更加便利。



图 1-1 人们可以通过物联网中的智能对象（如智能手机）使用各式各样的服务

1.2 物联网的目标和重要性

本节将分别阐述物联网发展的目标、重要性与应用领域。物联网发展的主要目的是提高人类生活的便利性，而其背后所隐藏的庞大商机使各国政府与企业尽可能地将物联网技术应用于各式各样的产业中。下面将分别介绍物联网的目标、重要性与应用产业，使读者对于物联网的发展目标有一定的认识。

1.2.1 物联网的目标

在网络世界中，人与人之间可以通过有线或无线相互联系，人们也能通过网络获取各式各样的信息。物联网则发展了对象与对象之间互相沟通的能力，其目的是使人们对周围环境或物体的掌控性更高、更实时。通过打造“智慧地球”的网络环境，人与人、人与物以及物与物之间可以随时随地进行通信。为了实现 4A 联网“Anytime, Anywhere, Anything, Anyone”的目标，IBM 很早就提出了“智慧地球”的概念，这被视为物联网的雏形，IBM

对于“智慧地球”的叙述如下：

“智慧地球”就是让智能贯穿于系统与流程之中。所谓系统与流程是指那些提供与传递服务的系统与流程，是那些研发、制造和交易产品的系统与流程，是那些使人、资金、石油、水、甚至于电子能够运转的系统与流程：一言以蔽之，是亿万人口赖以生活和工作的系统与流程。

由上述定义可知，“智慧地球”涵盖范围可包括金融、通信、航天、能源、政府管理、医疗保健等诸多领域，它旨在将传感器嵌入到铁路、桥梁、隧道、公路、建筑、供水系统、油气管道等各种物体中，连接形成物联网，达到促进经济、就业，且能打造一个成熟的智能基础设施平台。如图 1-2 所示，基于物联网技术的发展，制造商可将嵌入式芯片植入产品中，让物联网技术应用在各式各样与人类息息相关的场景中。例如农业智能方面，人们将温湿度传感器安装在大片农田上，便能利用温湿度传感器搜集的环境信息，自动判定洒水装置是否需要启动，节省许多不必要的人力消耗。又如家庭护理方面，人们将传感器配置于小孩或老人身上，便能实时得知受看护者是否发生意外或身体不适等状况，以便将伤害降至最低。由此可知，物联网科技能降低系统运作的成本，对企业与国家短期和长期的发展非常重要。



图 1-2 物联网的目标

1.2.2 物联网的重要性

物联网的应用相当广泛，它融合了信息通信技术，将传感器、无线通信、互联网、工业控制与嵌入式系统进行整合，并搭配云计算提供应用服务。物联网所牵涉的产业范围相当

广,包括 RFID 标签制造商、传感器读取器供货商、系统集成商与云计算服务商等。由上述可知,物联网的应用范围与牵涉到的软件、硬件与它们之间的整合技术层面非常多元化,遍及智能交通、环境保护、城市安全等多个不同的领域,也可发展出大规模的高科技市场与庞大的商机。根据美国研究机构的预测,物联网所带动的产值将要比互联网大 30 倍,将形成下一个万亿美元级别的通信业务。各国纷纷将物联网技术发展列为国家级计划,这也充分体现了物联网的重要性。举例来说:

(1) 美国:美国将物联网列为国家创新战略的重点工作之一。2008 年美国总统奥巴马提倡物联网振兴经济战略,确立了物联网的国家战略高度,推动并强化感知技术和智能型基础设施的建设。

(2) 欧盟:欧盟制定了促进物联网发展的计划。在 2009 年,欧洲各政府积极推动物联网及其核心技术 RFID 的发展,广泛应用 RFID 构建信息网络,并同时强化信息安全技术能力,使得物联网将与媒体互联网、服务互联网和企业互联网一起构成未来的互联网。

(3) 日本:日本于 2003 年便着手进行无所不在网络 (Ubiquitous Network, UN) 的研究。另一方面,日本政府于 2003 年起推动一系列信息通信科技的基础建设,使其成为日本发展物联网的强力来源。为了成功发展物联网技术,日本政府将其物联网发展政策分成三个阶段: e-Japan、u-Japan 以及 i-Japan。

- **e-Japan** 建立日本完善的宽带基础及鼓励培养高级 IT 人才。
- **u-Japan** 描绘无所不在网络社会的蓝图,建设一个 “Anytime, Anywhere, Anything, Anyone” 都可以上网的环境,着力推进电子政府服务的普及和多元化。
- **i-Japan** 强调完全数字化社会的建立,并着眼于电子化政府、医疗保健、人才培育等领域。

此外,日本在物联网相关技术与应用方面,总务省自 2008 年起展开 UN 特区建设计划,在 UN 特区内进行 UN 服务的研发与实地测试。

(4) 中国:以“感知中国”为号召,详细地从规格制定、应用发展、打造产业链等方面进行全方位物联网布局。工信部也特别在“十二五”规划当中,将物联网列入战略性新兴产业之一。由于投入大量的人力与物力进行物联网的发展,研究机构贝叶思指出在 2010 年,我国传感器市场达到 440 亿元,2014 年我国传感器市场规模有望达到 1 200 亿元,而在 2015 年我国物联网整体市场规模有望达到 7 500 亿元。

近几年,我国台湾地区也陆续投入物联网的相关技术发展,侧重于推动下列几项物联网相关计划。

- **M-Taiwan** 构建质优高速率且廉价的宽带网络环境。
- **I-Taiwan** 让台湾地区皆能无线宽带上网,并激励数字内容产业蓬勃发展。
- **U-Taiwan** 以“全面解决社会问题”为策略,包括社会安全、医疗照顾、数字学习、产业应用等议题。

台湾发展物联网的优势在于境内已具备良好的通信基础与产业链,若成功整合上述几项计划,将会是台湾物联网产业发展的契机。

物联网是世界各国未来必定推广的一种网络应用,它越来越受到各方的重视。思科 (Cisco) 科技预期 2014 年是物联网发展中关键的一年,并且到 2017 年物联网市场的规模将

达到 19 万亿美元；美国权威咨询机构 Forrester 则预期到 2020 年，物联网商机将高达万亿美元；通信厂商 Sony-Ericsson 预估在 2020 年，全球能够上网的装置超过 500 亿套，因此，物联网的服务量将是互联网的 30 倍，产值也将高达 3 300 亿美元，这也表示世界各国以及知名企业对于发展物联网技术将不遗余力。在物联网技术中，RFID 电子标签技术应用最为广泛。RFID 电子标签运用在各种产品的生产、流通、消费等各个过程中，能有效达到物品的透明化管理。如图 1-3 所示，消费者通过 RFID 读取器便得知产品的制造及生产历程，以确保自身的消费权益，而制造商也能高效地判断该商品的原材料或生产过程等相关信息，以维持公司营运。



图 1-3 物品的透明化管理

物联网技术除了让人们保障自身消费权益之外，最直接与人类生活相关的方面便是将家中电子产品结合物联网技术所形成的智能家居服务，人类生活通过物联网技术（如智能家居系统）而更加的便利。如图 1-4 所示，在智能家居服务方面，许多电子产品均能植入嵌入式芯片（如 RFID 读取器或标签），例如冰箱、洗衣机、电视或电表等智能对象。智能冰箱可根据冰箱内的食物提供各种参考食谱，并且当食物用完时智能冰箱便会自动通知用户，用户可通过程序接口联机到超市订购食物，增加居家生活的便利性；在智能电表方面，使用者可获取每日省电时段的信息，并通过智能技术与洗衣机或其他电子产品进行结合，便可将洗衣时段自动调整至每日省电时段，达到节约能源的目的。最后如智能鱼缸，厂商可将 RFID 标签植入所养殖鱼的鱼缸内，用户通过 RFID 读取器可立即得知所养鱼类品种、信息以及饲养方式，此后再利用温湿度传感器监控鱼缸内的水温，提升所饲养鱼只的存活率。

由上述例子可以得知，物联网装置可通过无线网络进行部署。每个使用者周围的无线设备数量可以达到 1 000 至 5 000 个，因此，物联网可能会包含五百万亿至一千万亿个对象。在物联网中，每个使用者皆可利用 RFID 电子标签将真实的物体通过互联网进行连接，获得各项物品的具体位置或相关信息。