

WULIANWANG
TONGXIN JISHU

物联网通信技术

主编 李旭 刘颖



清华大学出版社
<http://www.tup.com.cn>



北京交通大学出版社
<http://www.bjtu.com.cn>

高等学校物联网专业规划教材

物联网通信技术

李旭 刘颖 主编

清华大学出版社
北京交通大学出版社
· 北京 ·



内 容 简 介

本书比较全面地介绍了物联网通信的概念、实现技术和典型应用,为想要快速了解、认识和研究物联网通信技术的读者提供方便、有效及比较详细的信息。首先讨论物联网通信的基本概念和体系结构,以及典型应用与展望;其次介绍物联网的关键通信技术,如近距离通信技术、互联和电信领域的通信技术,然后讲述与物联网相关的网络安全、定位技术、中间件技术及嵌入式系统;最后介绍一些物联网通信技术的典型应用及未来将在物联网领域大有可为的应用和技术,如泛在网、异构网和云计算等。

本书可作为高等院校物联网相关专业教材,也可作为物联网爱好者和构建者的参考读物,还可以作为物联网工程、通信技术及计算机技术等学科专业人员的选修教材。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

物联网通信技术/李旭,刘颖主编. —北京:北京交通大学出版社:清华大学出版社,2013.12

(高等学校物联网专业规划教材)

ISBN 978-7-5121-1721-1

I. ①物… II. ①李… ②刘… III. ①互连网络-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(2013)第290777号

责任编辑:郭东青 特邀编辑:张诗铭

出版发行:清华大学出版社 邮编:100084 电话:010-62776969

北京交通大学出版社 邮编:100044 电话:010-51686414

印刷者:北京瑞达方舟印务有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印张:19 字数:475千字

版 次:2014年1月第1版 2014年1月第1次印刷

书 号:ISBN 978-7-5121-1721-1/TP·769

印 数:1~3000册 定价:35.00元

本书如有质量问题,请向北京交通大学出版社质检组反映。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。

序

物联网是继计算机、互联网和移动通信之后的又一次信息产业的革命性发展。目前物联网被正式列为国家重点发展的战略性新兴产业之一。作为一项战略性新兴产业，物联网的繁荣发展需要大量精通物联网技术的专业人才，教育部针对国家战略性新兴产业发展的需要设置了物联网相关专业。

为配合高等学校物联网相关专业教学需要，填补物联网相关专业教材的空白，清华大学出版社和北京交通大学出版社以“厚基础，重理论，强实践，求创新，促应用”为出发点，根据物联网相关专业培养目标和课程设置，联合编辑出版了这套“高等学校物联网专业规划教材”。

本系列教材突出了以下特点：

1. 在编写思路上，强调理论知识，结合实际应用，培养学生工程实践能力。
2. 在内容阐述上，强调对基本概念、基本知识、基本理论、特别是基本方法和技能给予准确的表述；为培养学生分析问题的能力，教材提供配套习题。
3. 在编写风格上，力求文字精炼，图文并茂，版式明快。
4. 在教材体系上，建立了较为完整的课程体系，突出了各课程之间的内在联系。

本套教材不仅可以作为高等学校物联网相关专业的教学参考书，也适合作为物联网相关领域人员的重要参考资料。相信此套教材必将受到读者的欢迎！

中国科学院院士
北京交通大学教授
物联网专家

姚建铨

2013年12月

前 言

物联网是在计算机互联网的基础上，利用感知识别、通信、电子和计算机等技术，构造的一个覆盖世界上万事万物的网络。这个网络将为人们的生活带来巨大的变化，在它的构建过程中也将推动相关产业的发展和变革。

物联网被称之为继计算机、互联网之后世界信息产业的第三次浪潮。有人称“物联网”是下一个 IT 时代的产业革命。

物联网是一门应用性、综合性和交叉性极强的集成技术，目前我国一些高等院校、研究所等已经在物联网的一些关键技术研究方面有了重大发展，并且在一些应用领域形成了一定规模的产业，在国际标准化的制定中也占有一席之地。针对物联网高速发展的现状，一本比较全面详细的关于物联网通信方面的书籍对人们认识和利用物联网将起到很好的推动作用，为此编撰了此书。

全书分为 5 个部分。第一部分“物联网通信技术概述”主要介绍了物联网的框架、通信技术的涵盖、典型应用与展望。第二部分“物联网通信技术”详细介绍了物联网通信技术，如近距离通信技术，互联网领域的无线通信技术，电信领域的无线通信技术。第三部分“物联网相关技术”系统介绍了构建物联网时涉及的一些关键技术，如嵌入式系统、中间件技术、物联网安全技术及定位技术。第四部分“物联网通信技术典型应用”介绍了物联网的两种典型应用，即 M2M 和 WSN。第五部分“物联网通信技术展望”则介绍了未来物联网的应用和技术，如泛在网、异构网及云计算与大数据。

本书力求在系统性、创新性、应用性和前瞻性诸方面形成特色，并且内容丰富、语言简洁、图文并茂、适用范围广泛，既可以作为高等院校物联网相关专业的教材或者教学参考书，也可以作为具有一定网络技术基础知识并且希望进一步提高专业知识的人士的参考读本。

本书由李旭、刘颖任主编，北京交通大学宽带自组通信实验室成员，以及朱明强、梁彩凤（天津职业技术师范大学）、张金平等人员参与编写。编写分为：第 1 章由李旭、赵骁睿和于莉执笔，第 2 章由梁彩凤和汪瑜共同撰写，第 3 章由李旭、梁彩凤和屈海洋共同执笔，第 4 章由梁彩凤和张强撰写，第 5 章和第 12 章由刘颖、冯其晶、鲍京京和宋顾扬等共同执笔，第 6 章由董猛撰写，第 7 章由朱明强执笔，第 8 章由张金平执笔，第 9 章由付聪撰写，第 10 章和第 11 章由刘颖、王博婷执笔。全书由李旭、刘颖审定。在编写的过程中得到了很多老师的支持和帮助，在此，向所有为本书的出版做出贡献的人员表示衷心感谢！

本书受到教育部教学改革项目“通信工程专业综合改革试点建设项目”资助。

编者
2013 年 12 月

目 录

第一部分 物联网通信技术概述

第1章 物联网通信技术概论	2
1.1 物联网基本概念	2
1.2 物联网体系架构	2
1.2.1 物联网自主体系架构	3
1.2.2 物联网 EPC 体系架构	4
1.2.3 物联网 UID 技术体系架构	6
1.2.4 物联网系统基本组成	7
1.3 物联网通信技术	9
1.3.1 末梢网络通信技术	10
1.3.2 核心承载网络技术	11
1.4 物联网相关技术	12
1.4.1 嵌入式与中间件技术	12
1.4.2 物联网安全技术	13
1.4.3 物联网定位技术	13
1.5 物联网典型应用	13
1.5.1 无线传感器网络 WSN	13
1.5.2 M2M	14
1.6 物联网通信技术展望	14
1.6.1 泛在网	14
1.6.2 异构网	16
1.6.3 云计算	16
习题	17

第二部分 物联网通信技术

第2章 近距离无线通信技术	20
2.1 RFID 技术	20

2.1.1	RFID 简介	20
2.1.2	RFID 系统架构与工作原理	21
2.1.3	RFID 技术标准与关键技术	22
2.1.4	RFID 技术应用与发展	27
2.2	NFC 技术	28
2.2.1	NFC 简介	28
2.2.2	NFC 系统工作原理	28
2.2.3	NFC 技术标准及其关键技术	29
2.2.4	NFC 应用及发展	31
2.3	蓝牙技术	32
2.3.1	蓝牙技术简介	32
2.3.2	蓝牙网络基本结构	33
2.3.3	蓝牙协议栈及关键技术	33
2.3.4	蓝牙技术应用	36
2.4	ZigBee 技术	37
2.4.1	ZigBee 技术简介	37
2.4.2	ZigBee 网络拓扑结构	39
2.4.3	ZigBee 协议栈	40
	习题	51
第3章	互联领域的无线通信技术	53
3.1	WiFi 技术	53
3.1.1	WiFi 技术概述	53
3.1.2	WiFi 相关标准及拓扑结构	55
3.1.3	WiFi IEEE 802.11 标准的分层结构	58
3.2	WiMAX 技术	62
3.2.1	WiMAX 概述	62
3.2.2	WiMAX 标准体系结构	62
3.2.3	WiMAX 关键技术	64
	习题	73
第4章	电信领域的无线通信技术	74
4.1	3G 技术	74
4.1.1	3G 概述	74
4.1.2	TD-SCDMA 体系结构及接口	80
4.1.3	TD-SCDMA 空中接口	88
4.1.4	3G 在物联网中应用举例	98
4.2	B3G	100
4.2.1	LTE/LTE-A 概述	100

4.2.2	LTE 网络结构及协议栈	101
4.2.3	LTE/LTE-A 的关键技术	104
4.2.4	物联网中的 LTE	117
	习题	119

第三部分 物联网相关技术

第5章	嵌入式系统和中间件技术	122
5.1	嵌入式系统概述	122
5.1.1	嵌入式系统的定义	122
5.1.2	嵌入式系统的发展	122
5.1.3	嵌入式系统的特点	123
5.2	嵌入式系统的组成	124
5.2.1	硬件层	125
5.2.2	中间层	126
5.2.3	系统软件层	127
5.2.4	应用软件层	128
5.3	嵌入式系统开发过程	128
5.3.1	嵌入式系统开发特点	128
5.3.2	嵌入式系统开发流程	129
5.3.3	调试嵌入式系统	130
5.4	中间件技术	131
5.4.1	中间件定义	131
5.4.2	物联网中间件作用	131
5.4.3	物联网中间件特点	132
5.4.4	物联网中间件发展	132
	习题	134
第6章	物联网安全技术	135
6.1	物联网安全架构	135
6.1.1	感知层安全	137
6.1.2	传输层安全	139
6.1.3	处理层安全	140
6.1.4	应用层安全	142
6.2	无线传感器网络安全问题	143
6.2.1	挑战	144
6.2.2	需求	145
6.2.3	安全攻击	146

6.2.4	加密技术	150
6.2.5	密钥管理	151
6.2.6	安全路由	152
6.2.7	入侵检测	153
6.3	RFID 系统安全问题	154
6.3.1	安全风险	154
6.3.2	安全需求	155
6.3.3	安全机制	156
	习题	158
第7章	物联网定位技术	159
7.1	基于传感器网（物联网）的定位技术及解算方法	159
7.1.1	按传感器工作模式分类	159
7.1.2	按定位空间范围分类	165
7.1.3	按运行方式分类	174
	习题	180

第四部分 物联网通信技术典型应用

第8章	WSN	182
8.1	WSN 概述	182
8.1.1	无线传感器的特点	182
8.1.2	无线传感器网络面临的挑战	184
8.2	WSN 体系结构	185
8.2.1	传感器网络节点功能结构	186
8.2.2	传感器网络软件体系结构	187
8.2.3	传感器网络通信体系结构	189
8.3	WSN 通信协议	190
8.3.1	WSN 物理层协议	190
8.3.2	WSN MAC 层协议	192
8.3.3	WSN 网络路由协议	202
8.3.4	WSN 网络传输层协议	209
8.3.5	WSN 网络应用层协议	211
8.4	WSN 的关键技术	212
8.4.1	网络拓扑控制	212
8.4.2	网络安全技术	212
8.4.3	时间同步技术	215
8.4.4	数据融合	217

8.5 WSN 应用	219
8.5.1 军事应用	219
8.5.2 环境监测应用	220
8.5.3 医疗应用	220
8.5.4 其他方面的应用	220
习题	220
第9章 M2M	221
9.1 M2M 概述	221
9.1.1 M2M 技术的概念	221
9.1.2 M2M 系统在物联网中的作用	222
9.1.3 ETSI 系统结构图	223
9.1.4 M2M 业务运营碰到的主要问题	224
9.1.5 M2M 对蜂窝系统的优化需求	226
9.2 M2M 的模型及系统架构	228
9.2.1 中国移动 M2M 模型及系统架构	228
9.2.2 WMMP 通信协议概述	230
9.3 M2M 支撑技术与发展	232
9.3.1 M2M 支撑技术	232
9.3.2 M2M 技术标准进展	233
习题	234

第五部分 物联网通信技术展望

第10章 泛在网	236
10.1 泛在网概述	236
10.1.1 泛在网络的概念	236
10.1.2 泛在网的特点	236
10.1.3 无线传感器网络、物联网和泛在网的关系	237
10.1.4 泛在网的发展	238
10.2 泛在网体系架构及组网关键技术	240
10.2.1 泛在网体系架构	240
10.2.2 泛在网关键技术	241
10.3 物联网中的泛在网	244
习题	244
第11章 异构网	246
11.1 异构网概述	246

11.2 异构网体系架构及关键技术	247
11.2.1 异构网体系架构	247
11.2.2 异构网关键技术	248
11.3 物联网的异构网	258
习题	259
第12章 云计算与大数据	260
12.1 云计算概述	260
12.1.1 云计算概念	260
12.1.2 云计算特点	261
12.1.3 云计算种类	262
12.1.4 云计算服务形式	264
12.1.5 云计算平台	265
12.1.6 云计算发展趋势	266
12.2 云计算体系架构及关键技术	267
12.2.1 系统组成	267
12.2.2 服务层次	269
12.2.3 关键技术	273
12.3 物联网中的云计算	276
12.3.1 云计算与物联网	276
12.3.2 云计算在物联网中的应用	278
12.4 大数据的概述	280
12.4.1 大数据的定义	280
12.4.2 大数据的兴起	280
12.4.3 大数据的特点	281
12.4.4 大数据的应用	281
12.4.5 大数据的发展趋势	282
12.5 大数据的总体架构和关键技术	283
12.5.1 大数据的总体架构	283
12.5.2 大数据的关键技术	283
12.6 物联网中的大数据	285
12.6.1 大数据与物联网	285
12.6.2 大数据在物联网中的应用	285
习题	286
参考文献	287



物联网通信技术概述

随着“智慧地球”、“感知中国”等理念的提出，物联网已成为全球研究的热点问题，受到越来越多的重视，很多国家都把物联网的发展提到了国家战略的高度。物联网是在计算机互联网的基础上，利用多项技术，构造一个覆盖世界上各种事物的“Internet of Things”。在这个网络中，事物在没有人为干预的情况下，彼此之间能够进行“交流”，实现识别功能和信息的交流与共享。物联网被认为是继计算机、互联网之后的又一次科技革命，它的应用前景非常广阔，将极大地改变我们目前的生活方式。

为了使读者对物联网有更加详细深入的了解，我们在第一部分中，将重点介绍物联网的基本概念、体系结构及与之相关的各种技术，给出一个关于物联网的整体框架，使读者能够对物联网有一个整体的认识，同时为后面各部分的内容做铺垫。

第 1 章 物联网通信技术概论



1.1 物联网基本概念

物联网的概念早在 20 世纪就提出了，在这之后多年的发展过程中，不同的国家和不同的科研组织都对物联网进行了密切的关注和研究。物联网这一名词最早出现于比尔·盖茨在 1995 年出版的《未来之路》一书中，在书中比尔·盖茨已经提及了“物—物”相连的概念，只不过受到当时的无线网络、软硬件及传感设备的发展状况，并没有引起人们的重视。

目前，不同的机构对于物联网都有不同的理解和定义。从技术的角度来讲，物联网即“物与物相连的网络”，也就是把所有的物品通过射频识别、红外传感器、全球定位系统等各种传感设备和器件，按照预先约定好的协议标准与互联网连接起来，进行信息的交换和通信，实现物与物、物与人之间的信息交换，最终能够形成智能识别、定位、跟踪和管理；从应用的层面理解，物联网是将物体都连接到物联网中，物联网再与互联网相结合，实现人类社会与物理系统的整合，以更加精细和灵活的方式管理生产和生活活动。

欧盟对物联网的定义是：物联网是一个基于标准和互操作通信协议的、具有自组织能力的、全球的、动态的网络基础设施，在物联网中，物理和虚拟的物体都有虚拟特性、身份标签、物理属性及智能接口，并且与现有信息网络无缝整合。物联网将与企业互联网、媒体互联网和服务互联网一起，构成未来互联网。

根据 ITU 的描述，在物联网时代，通过在各种生活用品、办公用品等日常用品中嵌入移动收发机，人类在信息与通信世界里将获得一个新的沟通渠道，从而可以在任何时间、任何地点实现人与人、物与物及人与物之间的沟通连接。

物联网概念的问世颠覆了传统的基础设施分割设计的观念，在物联网的时代，信息网络与基础设施网络如公路、铁路、机场等融合在了一起，从而能够产生不可思议的效果，人类社会就在这个新的“地球”上运转，进行经济管理、生产运行、社会管理乃至个人生活。



1.2 物联网体系架构

系统架构是指导具体系统设计的首要前提，物联网应用广泛，系统规划和设计极易因角度的不同而产生不同的结构，因此需建立一个具有框架支撑作用的系统架构。另外，随着应用需求的不断发展，各种新技术将逐渐纳入物联网体系中，系统架构的设计也将决定物联网的技术细节、应用模式和发展趋势。

然而，由于物联网尚处在起步阶段，目前物联网还没有一个广泛认同的体系架构。当前，较具代表性的物联网应用架构有欧美支持的 EPC Global 物联网体系结构和日本的 Ubiquitous ID (UID) 物联网系统等。我国也积极参与了物联网体系结构的研究，正在积极制订符合社会发展实际情况的物联网标准和架构。例如，我国“973”计划项目“物联网体系结构的基础研究”已经在 2011 年 1 月启动。

下面对现有的物联网体系架构进行一些探讨。

1.2.1 物联网自主体系架构

很多研究人员公开发表物联网的应用系统，与此同时，也有人发表了若干个物联网的体系结构，例如，物品万维网 (Web of Thing, WoT) 的体系结构，它是一种以用户为中心的物联网体系结构，它把万维网服务嵌入到应用系统中，形成了一种面向应用的物联网，在使用物联网时可以采用简单的万维网服务形式。这种体系结构试图把互联网中有效的、面向信息获取的万维网体系结构移植到物联网上，以此来简化物联网的信息发布和获取。

物联网的自主体系结构是一种采用自主通信技术的体系结构，它的设计是为了适应异构物联网无线通信环境的需要，如图 1-1 所示。自主通信的概念是指以自主件 (Self Ware) 为核心的通信，自主件主要存在于端到端层次及中间节点，它执行新出现的或者网络控制面已知的任务，通过自主件来确保通信系统的可进化特性。

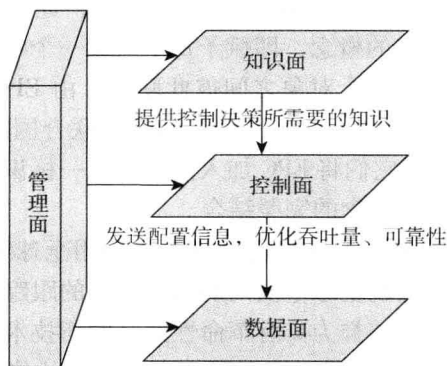


图 1-1 物联网的自主体系结构

由图 1-1 可以看出，数据面、控制面、知识面和管理面这 4 个面共同组成了物联网的这种自主体系结构。其中，数据面在数据分组的传送中发挥作用；控制面的作用为通过向数据面发送配置信息来实现数据面吞吐量的优化，提高可靠性；知识面提供整个网络信息的完整视图，并且提取为网络系统的知识，以此来指导控制面的适应性控制，它是四个面中最重要的一个面；管理面主要用来协调数据面、控制面 and 知识面的信息交换，提供物联网的自主能力。

在图 1-1 所示的体系结构中，传统的 TCP/IP 协议栈被 STP/SP 协议栈和智能层所取代，这也是该体系结构的主要自主特征，如图 1-2 所示。STP (Smart Transport Protocol) 和 SP (Smart Protocol) 分别表示智能传输协议和智能协议。智能层的作用是协调交换节点之间 STP/SP 的选择，对无线链路上的通信和数据传输进行优化，实现异构物联网设备之间的连网。

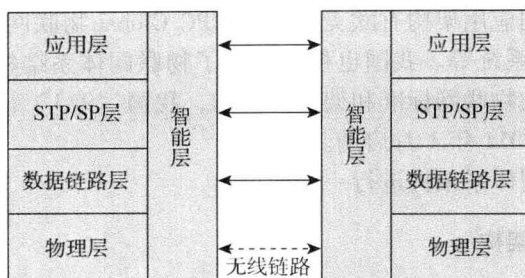


图 1-2 物联网自主体系结构协议栈

目前，因为上述物联网的自主体系结构涉及的协议栈比较烦琐，所以只在计算资源较为充裕的物联网节点处予以使用。

1.2.2 物联网 EPC 体系架构

目前，国际上对物联网的研究逐渐明朗起来，出现了多种物联网体系结构，不同的体系结构都有不同的应用领域，其中，EPC 系统应用最为广泛。为满足对单个物品的标识和高效识别，美国麻省理工学院的自动识别实验室（Auto-ID）在美国统一代码协会（UCC）的支持下，提出要构造一个系统，能够覆盖世界万事万物；此外，还提出了电子产品代码（Electronic Product Code, EPC）的概念，即赋予每个对象一个唯一的 EPC，通过采用射频识别技术的信息系统进行管理，让每个对象之间彼此联系，由 EPC 网络处理数据的传输和储存。之后，在 2003 年 9 月，美国统一代码协会（UCC）联合国际物品编码协会（EAN）成立了非营利性组织 EPC Global，它们将 EPC 加入到全球统一标识系统，实现了全球统一标识系统中的 GTIN 编码体系与 EPC 概念的完美结合。

基于 EPC 的物联网是在计算机互联网的基础上，利用全球统一的物品编码技术、RFID 技术、无线数据通信技术等，实现全球范围内的单件产品的跟踪与追溯，从而有效地提高供应链管理水平和降低物流成本，被誉为具有革命性意义的新技术，引起了世界各国企业的广泛关注。EPC 载体是 RFID 标签，并借助互联网来实现信息的传递。EPC 是一个完整的、复杂的、综合的系统。

EPC Global 对于物联网的描述是，一个物联网主要由 EPC 编码体系、射频识别系统及信息网络系统三部分组成，主要包括 EPC 编码、EPC 标签及读写器、EPC 中间件、ONS 服务器和 EPCIS 服务等 6 个方面，如表 1-1 所示。

表 1-1 EPC 物联网系统构成

系统构成	名称	说明
EPC 编码体系	EPC 代码	代表对象的特定代码
射频识别系统	EPC 标签	贴在物品之上或内嵌在物品之中
	读写器	读取、识别 EPC 标签

续表

系统构成	名称	说明
信息网络系统	EPC 中间件	EPC 系统的软件支持系统
	对象名称解析服务 (Object Naming Service, ONS)	
	EPC 信息服务	

1.2.1.1 EPC 编码体系

物联网的目的是实现全球物品的信息实时共享。要实现这个目标,首先要实现对全球物品的统一编码,对于地球上任何地方生产的所有物品,都打上一个电子标签。该电子标签中包含一个全球唯一的电子产品代码。每个物品的基本信息都包括在电子标签中,例如生产时间、地点、厂家、产品类型、数量等内容都可以从标签中读取。目前常见的两种电子产品编码体系分别是欧美支持的 EPC 编码和日本支持的 UID (Ubiquitous Identification) 编码。

EPC 编码体系是 EPC 系统中很重要的一部分,它是由 EAN/UCC 基于原有的全球统一编码体系提出的,对现行编码体系进行了拓展和延伸,它是新一代的全球统一编码体系。EPC 编码将物品及物品的相关信息进行代码化,通过规范、一致的编码建立一种全球通用的信息交换语言。EPC 的目标是为每一物理实体提供唯一标识,它是由一个头字段和 EPC 管理者号、对象分类号、序列号组成的一组数字。其中头字段标识 EPC 的版本号,它使得后面的 EPC 可有不同的长度或类型;EPC 管理者号是描述与此 EPC 相关的生产厂商的信息。EPC 的编码结构如图 1-3 所示。



图 1-3 EPC 编码结构

(1) EPC 头字段 (EPC Header)。头字段用来说明 EPC 的版本号。设计时利用版本号来说明 EPC 的结构,包括 EPC 中编码的总位数和其他三部分中每部分的位数。

(2) EPC 管理者号 (EPC Manager Number)。管理者号部分也可以称之为域名管理号,因为不同版本中的 EPC 管理者编码长度是可变的,所以越短的 EPC 管理者编号越珍贵。在各版本中,EPC 管理者部分最短的是 EPC-64 II 型版本,它的管理者号只有 15 位,该版本只能表示 EPC 管理者号小于 32768 的物品。

(3) 对象分类号 (Object Class)。对象分类号标识厂家的产品种类,主要用于产品电子码的分类编号。对于那些特殊对象分类编号的拥有者来说,对象分类号的分配不受限制。

(4) 序列号 (Serial Number)。序列号用于产品电子码序列号编码。此编码只是简单地填补序列号值的二进制 0。一个对象分类编号的拥有者对其序列号的分配没有限制。

1.2.1.2 射频识别系统

射频识别系统（RFID 系统）由 EPC 标签和读写器组成，主要完成产品的采集与处理。EPC 标签是编号（每件商品唯一的号码，即牌照）的载体，EPC 标签直接贴在物品上或者内嵌在物品中，每件物品和它的 EPC 标签中的产品电子代码是一一对应的关系。EPC 标签实际上就是一个携带信息的电子标签，携带的信息一般就是产品电子代码，人们利用 RFID 读/写器来对 EPC 标签中携带的信息进行读取。读写器将产品电子代码读取出来后传送给物联网中间件，经过处理后存储在分布式数据库中。用户如果想要查询某件物品的信息，只需在浏览器的地址栏中，输入物品的名称、生产地、生产时间等数据，即可获悉物品在供应链中的实时状态。到目前为止，电子标签的封装标准，电子标签和读写器之间信息交换的标准等相关的标准均已制定。

1.2.1.3 EPC 信息网络系统

EPC 信息网络系统包括 EPC 中间件、EPC 信息发现服务和 EPC 信息服务三部分。

(1) EPC 中间件。EPC 中间件是在后台应用程序和读/写器之间设置的一个通用平台和接口，它使用标准的协议和接口，是 RFID 读写器和信息系统之间进行联系的桥梁。EPC 中间件主要用于实现 RFID 读写器和后台应用系统之间信息交流、捕获实时信息和事件，可向上传送给 ERP 系统或后台应用数据库软件系统，或向下传送给 RFID 读写器。总之，它实现了对小的应用环境或系统的标准化及它们之间的通信。应用级别事件（Application Level Event, ALE）标准正在制定中。

(2) EPC 信息发现服务（Discovery Service）。EPC 信息发现服务主要内容是对象名解析服务（Object Name Service, ONS）和其配套服务，它基于电子产品代码，通过获取 EPC 数据访问通道信息。目前，ONS 系统及其配套的发现服务系统的接口标准正在制定中。

(3) EPC 信息服务（EPC Information Service, EPC IS）。信息服务也就是 EPC 系统的软件支持系统，它的作用是实现终端用户在物联网环境下交互 EPC 信息。EPC IS 的相关接口标准也在制定中。

1.2.3 物联网 UID 技术体系架构

日本在电子标签方面的发展，最早始于 20 世纪 80 年代中期的实时嵌入式系统 TRON。T-Engine 是其中核心的体系架构。2003 年 3 月，在 T-Engine 论坛领导下，在东京大学正式设立了泛在 ID 中心。成立该中心是为了建立和普及自动识别中所需的技术知识，从而实现“计算无处不在”的理想环境。该中心得到了日本政府经产省和总务省及很多大企业的支持，包括富士通、东芝、微软、索尼、夏普、理光、NTT、伊藤忠、大日本印刷等重量级企业。

UID 技术体系架构主要包括泛在识别码（uCode）、信息系统服务器、泛在通信器和 ucode 解析服务器等 4 部分。UID 体系作为一个开放性的技术体系，其规范是对大众公开的。泛在识别码标识世间所有的物品和地点，UC 是一种近似于 PDA 的终端，UC 通过从识别码的电子标签中读取信息来获取设施的状态，并对它们进行控制。UID 通过 uCode 标签的物品、场所的各种实体将现实世界与和虚拟世界中信息服务器中存储的各种相关信息联系起来，以此实现“物物互联”。