



高等学校自动识别技术系列教材

物联网与产品电子代码 (EPC)

张成海 张 铎 / 编著

AUTOMATIC
IDENTIFY
TECHNOLOGY



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社



北京华信恒远信息技术研究院 策划

高等学校自动识别技术系列教材

物联网与产品电子代码 (EPC)

张成海 张 铎 / 编著

AUTOMATIC
IDENTIFY
TECHNOLOGY



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

物联网与产品电子代码(EPC)/张成海,张铎编著. —武汉:武汉大学出版社,2010.1

高等学校自动识别技术系列教材

ISBN 978-7-307-07420-0

I. 物… II. ①张… ②张… III. 条形码—应用—商品—高等学校—教材 IV. F716

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 205074 号

责任编辑:黄汉平

责任校对:黄添生

版式设计:詹锦玲

出版发行:武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件: cbs22@whu.edu.cn 网址: www.wdp.com.cn)

印刷:湖北金海印务有限公司

开本: 720 × 1000 1/16 印张: 18.5 字数: 321 千字 插页: 1

版次: 2010 年 1 月第 1 版 2010 年 1 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-307-07420-0/F · 1328 定价: 30.00 元

版权所有,不得翻印;凡购我社的图书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请与当地图书销售部门联系调换。



丛书序言

今天，随着国民经济和科学技术的快速发展，条码已经成为全球通用的商务语言，无线射频技术正在应用于铁路、物流、邮政、公共安全、资产管理、物品追踪与定位等多个领域，以指纹识别技术为代表的生物识别技术开始在金融、公共安全等领域得到逐步推广，这一切都预示着自动识别技术的应用将大大促进我国各领域信息化水平的进一步提高。

20 世纪 80 年代末期，条码技术开始在我国得到普及和推广。作为一种数据采集的标准化手段，通过对供应链中的制造商、批发商、分销商、零售商的信息进行统一编码和标识，为实现全球贸易及电子商务、现代物流、产品质量追溯等起到了重要作用。随着 2003 年中国“条码推进工程计划纲要”的提出和实施，条码技术已经开始涉及国民经济的各个领域。

二十多年后的今天，以条码技术、射频识别技术、生物特征识别技术为主要代表的自动识别技术，在与计算机技术、通信技术、光电技术、互联网技术等高新技术集成的基础上，已经发展成为 21 世纪提高我国信息化建设水平，促进国际贸易流通，推进国民经济效益增长，改变人们生活品质，提高人们工作效率，获得舒适便利服务的有利工具和手段。

为推动中国自动识别技术产业的持续性发展，培养和造就服务于自动识别产业和相关产业的专业人才，中国自动识别技术协会作为国家级的行业组织，经过充分的市场调研和反复的需求论证，从 2006 年夏季开始，在国内部分高等院校推动自动识别技术专业方向的学历教育。这是国内首次将自动识别技术教育以专业

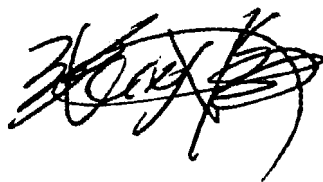
教育的形式引入高等学历教育领域的尝试和突破。

为配合自动识别专业人才的培养教育,中国自动识别技术协会组织有关专家、学者、高级工程师技术人员,共同设计了国内第一套自动识别技术教育大纲,并组织撰写了与之配套的自动识别技术高等学历教育教材,以满足教学需要。

全套教材将涉及自动识别技术导论、条码技术、射频识别技术、生物识别技术、电子数据交换技术与规范、图像处理与识别技术、密码原理、自动识别产品设计等内容,从2007年5月起陆续分册出版发行。

技术的发展没有止境,知识的进步没有边际。在我们试图总结自动识别产业专家学者和技术人员的知识和经验时,我们也意识到这套教材只是我们的初次探索,是推动中国自动识别产业人才战略的第一步。我们希望这套教材能够为广大学子奠定行业知识的基础,真心祝愿学子们成为自动识别产业坚实的后备力量。

最后,真诚欢迎国内外各界人士和自动识别产业界的朋友对全套教材提出批评和指正。



2007年1月



前 言

20 世纪 70 年代开始在全球推广应用的以商品条码为核心的全球统一标识系统，现在已经深入到日常生活的每个角落，作为全球通用的商务语言（Business Language），全球已有 100 多个国家和地区加入了国际物品编码协会 GS1，120 多万家公司和企业加入了全球统一标识系统，上千万种商品利用条码作为标识参与商品流通。全球统一标识系统在全球的使用提升了流通领域的信息化水平，加快了现代物流及电子商务的发展进程，提升了整个供应链的效率，对全球经济及信息化的发展起到了举足轻重的推动作用。

随着全球经济一体化的发展，物品单品标识和信息精细管理需求日益增长，基于射频识别（RFID，全称 Radio Frequency Identification）与 Internet 的一项物流信息管理新技术产品电子代码（EPC，全称 Electronic Product Code）应运而生。为满足对单个产品的标识和高效识别，美国麻省理工学院 Auto ID 中心在美国统一代码委员会（UCC）的支持下，提出了产品电子代码（EPC）的概念，随后由国际物品编码协会 GS1 主导；实现了全球统一标识系统中的 GTIN 编码体系与 EPC 概念的完善结合，将 EPC 纳入了全球统一标识系统，从而确立了 EPC 在全球统一标识体系中的战略地位，使 EPC 成为一项真正具有革命性意义的新技术，受到了世界众多发达国家的高度重视，被誉为全球物品编码工作的未来，将给人类社会生活带来巨大的变革。

基于互联网和射频技术的 EPC 系统，即实物物联网（简称物联网）是在计算机互联网的基础上，利用 RFID、天线数据通信等

技术,构造了一个实现全球物品信息实时共享的“Internet of things”。它将成为继条码技术之后,再次变革商品零售结算、物流配送及产品跟踪管理模式的一项新技术,是条码技术应用的延伸和拓展。当你购物结账时,再也不必等待售货员将你所购商品一一取出、扫描条码结账,而是在短短几秒或瞬间内就可以实现商品的自助式智能销售结算。

物联网和 EPC 技术是科技及现代物流发展的产物,是高科技领域一项革命性的新技术,必将对现代物流和电子商务的发展带来深远的影响。

EPC 是为了提高物流供应链管理水平和降低成本而发展起来的一项现代物流信息管理新技术,可以实现对所有单个实体对象(包括零售商品、物流单元、集装箱、货运包装等)的唯一、有效标识,被誉为具有革命性意义的现代物流信息管理新技术。EPC 通过全球产品电子代码管理中心(EPCglobal)来推广。

EPCglobal 是国际物品编码协会(GS1)之下的一个中立的、非营利性标准化组织,其主要职责是制定全球统一的 EPC 相关标准,在全球范围内对各个行业建立和维护 EPC 网络,保证供应链各环节信息的自动、实时识别采用全球统一标准。EPCglobal 通过各国的编码组织开展当地的工作,目前拥有一千多家系统成员,汇集了全球知名的制造商、零售商、RFID 系统服务商等。2002 年起,中国物品编码中心负责中国范围内 EPC 的注册、管理和推广工作。2004 年 4 月,经中国国家标准化管理委员会批准,全球产品电子代码中国管理中心(EPCglobal China)正式成立,作为权威性机构,从组织机构上保障了我国 EPC 事业整体的有效推进。

本书主要涉及物联网基础、EPC 基础、EPC 编码体系、EPC 射频识别系统、EPC 系统网络技术、EPC 实施指南、EPC 的管理与应用展望及 EPC 应用案例等方面,内容力求丰富、全面。相信本书的出版,对我国有关现代物流、电子商务、信息化建设,以及供应链人才培养的工作将会起积极的推动作用。

本书由北京华信恒远信息技术研究院策划,由张成海(中国

物品编码中心主任、全国物品编码标准化技术委员会秘书长、中国自动识别技术协会理事长) 和张铎(北京交通大学物流标准化研究所所长、北京华信恒远信息技术研究院院长、21 世纪中国电子商务网校校长) 联合主编。中国物品编码中心孔洪亮、杜寒、苏晓翠, 中国物品编码中心河北分中心张春媛, 北京交通大学王耀球、袁远、张倩、李锦川、汪凡、汤斌等, 北京华信恒远信息技术研究院邵慧欣、刘平以及 21 世纪中国电子商务网校刘娟、李维婷、孙蕾、寇贺双等人员参加了本书的编写工作。

由于物联网和 EPC 技术发展迅猛, 实践经验有限及编者时间仓促, 难免有错误和缺点, 敬请各位专家与读者批评指正。

编 者

2009 年 9 月 8 日



目 录

第一章 物联网基础	1
1.1 物联网简介	1
1.2 智慧地球	15
第二章 EPC 基础	21
2.1 EPC 的定义	21
2.2 EPC 的产生	22
2.3 EPC 系统的构成	24
2.4 EPC 系统的特点	29
2.5 EPC 系统的工作流程	30
2.6 EPC 在国内外发展状况	31
第三章 EPC 编码体系	35
3.1 EPC 标准	35
3.2 GS1 全球统一标识系统	40
3.3 EPC 编码体系	53
3.4 EPC 编码策略	55
3.5 EPC 编码实现	61
第四章 EPC 射频识别系统	86
4.1 EPC 与自动识别技术	86
4.2 EPC 与射频识别技术	88
4.3 EPC 标签	89
4.4 EPC 标签阅读器	107
4.5 EPC 射频识别系统的建设	130

第五章 EPC 系统网络技术	155
5.1 EPCglobal 网络与全球数据同步网络 (GDSN)	155
5.2 中间件	162
5.3 ONS 工作原理	170
5.4 EPC 信息服务 (EPCIS)	180
第六章 EPC 实施指南	184
6.1 实施工具	184
6.2 实施考评指标体系	196
6.3 EPC 实施指南	206
6.4 EPCglobal 认证认可项目	216
第七章 EPC 的管理与应用展望	237
7.1 EPCglobal	237
7.2 EPC 管理	245
7.3 EPC 的应用展望	248
第八章 EPC 应用案例	254
8.1 沃尔玛全面推进 RFID/EPC 在供应链中的应用	254
8.2 麦德龙集团大力推行 EPC Gen2 技术应用	258
8.3 意大利米图香港分店启用 RFID 智能试衣系统	265
8.4 班加罗尔心脏病诊疗中心应用 UHF RFID 标签	269
8.5 RFID 技术在航空货物管理的应用	271
8.6 RFID 技术在制造业仓库里的应用	275
8.7 葡萄牙家具制造商在生产线上应用无源 UHF RFID 系统	278
8.8 海尔美国应用 RFID 超高频标签标识冰箱冰柜产品	280
8.9 唯冠科技 (深圳) 在出口显示器上应用 EPC 标签	283
参考文献	287



【学习目标】

1. 了解物联网的最新发展。
2. 了解智慧地球的基本情况。

1.1 物联网简介

物联网和 EPC（全球产品电子代码编码体系），可能是目前全球最时髦的两个名词了，因为它们即将大大改变我们的生活——当有那么一天，你会发现超市里选定物品之后不用再排队等候结账，而只需推着满车商品走出大卖场就行了，因为商品上的电子标签会将商品信息自动登录到商场的计价系统，货款也就自动从消费者的信用卡上扣除了。

与此同时，每件商品的信息在这个过程中又被精确地记录下来，通过一个称为“物联网”的系统，在全球高速传输，于是，分布于世界各地的产品生产厂商，每时每刻都可以准确获得自己产品的销售和使用情况，从而及时调整生产和供应。

而这些单个商品的信息同时还将被更大的物联网络覆盖，以至当您从冰箱中取出一罐可乐饮用时，冰箱会自动读取这罐可乐的物品信息，即刻通过物联网传输到配送中心和生产厂商。于是第二天你就会从配送员的手中得到补充的商品。

可见，到那时，我们和我们的商品都将真正生活在全球的网络中。

这是因为 EPC 电子代码革命性地解决了单个商品的识别与跟踪问题，也就是说，它为每一个单个商品建立了全球性的、开放性的标识标准，因此，以 EPC 软硬件技术构成的物联网，就能够使所有商品的生产、仓储、采购、运输、销售及消费的全过程，发生根本性的变化，实现全都可以跟踪查询，从而大大提高全球供应链的性能。

1.1.1 物联网定义

EPC 最初提出的时候就引发人们联想到了物联网 (Internet of Things)。EPC 主要是在物流供应链环节开放领域应用, 随着 EPC 的提出并成功实施, 其他行业如航空、邮政、交通等领域纷纷借鉴了 EPC 的思想, 对各自原有的技术管理体系重新进行规划升级, 也在部分领域试点开展基于 RFID 或其他自动识别技术、信息网络技术的物联网的研究, 不断拓展和完善自己的信息管理技术, 于是一个更大范围的物联网逐渐形成。

2005 年 11 月 17 日, 在突尼斯举行的信息社会世界峰会 (WSIS) 上, 国际电信联盟 (ITU) 发布了《ITU 互联网报告 2005: 物联网》, 提出了“物联网”的概念。报告指出: 无所不在的“物联网”通信时代即将来临, 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因特网主动进行信息交换。射频识别技术 (RFID)、传感器技术、纳米技术、智能嵌入技术将得到更加广泛的应用。

现在的物联网, 指的是将各种信息传感设备, 如射频识别 (RFID) 装置、红外感应器、全球定位系统、激光扫描器等种种装置与互联网结合起来而形成的一个巨大网络。在这个网络中, 所有的物品都与网络连接在一起, 系统可以自动、实时对物体进行识别、定位、追踪、监控并触发相应事件。“物联网”是继计算机、互联网与移动通信网之后的世界信息产业第三次浪潮。

打个比方: 人的眼睛、耳朵、鼻子好比单个的“传感器”。一杯牛奶摆在面前, 眼睛看到的是杯子, 杯子里有白色的液体, 鼻子闻闻有股奶香味, 嘴巴尝一下有一丝淡淡的甜味, 用手再摸一下, 感觉有温度……这些感官的感知综合在一起, 人便得出关于这一杯牛奶的判断。假如把牛奶的感知信息传上互联网, 坐在办公室的人通过网络能随时了解家中牛奶的情况, 这就是“传感网”, 假如给你授权, 你也可以看到这杯牛奶的情况。如果家中设置的传感器节点与互联网连接, 经过授权的人通过网络了解家里是否平安、老人是否健康等信息, 并利用传感器技术及时处理解决, 这就是“物联网”。

1.1.2 物联网在中国

中国在物联网与 EPC 的发展上, 起步并不比任何国家落后。早在 2003 年 12 月, 国家标准化管理委员会会同科技部就在北京召开了“物流信息新技术——物联网及产品电子代码 (EPC) 研讨会暨第一次物流信息新技术联

席会议”。

在会议纪要中指出：“物联网和产品电子代码是近年来出现的物流信息及其管理的最新技术，产品电子代码也被称为 EPC，它是射频技术基于网络环境下，在自动识别技术领域的新应用，发达国家在 20 世纪 90 年代才开始研究，近期刚刚走出研究室。与条形码相比，它有十分显著的优点。一是它的信息量大，可以满足更广泛的要求；二是它可读可写，应用更加灵活；三是它的读取方式是利用感应、无线电波或微波能量进行，不需直接接触；四是可以识别高速运动物体和同时识别多个物体；五是具有抗环境污染、抗干扰的能力，保密性能好。这些方面都是条形码所不能比的。但是由于它的开发和应用成本很高，加之对信息收集、整理和应用的网络环境没有形成，使得应用受到限制。但是，随着现代信息技术发展的加快，EPC 推动物流业发展的时机终于成熟。”

与会代表就物联网和 EPC 这一物流信息新技术的研究和应用进行了深入讨论，取得一致意见：

一、物联网和 EPC 新技术的产生是人类及经济贸易发展的智慧结晶，是高科技领域一项革命性的新技术，必将对现代物流的发展带来一场革命。这次会议是我国启动 EPC 标准化工作的一次非常重要的会议。会议正式确认了“物联网”、“产品电子代码（EPC）”等新概念。

二、要从五个方面来充分认识 EPC 新技术的研究与应用并做好相关工作。首先，EPC 的产生和发展有它的必然性。EPC 是信息技术伴随网络社会发展的必然结果。第二，充分认识研究和应用 EPC 新技术的必要性。这是我国主动参与国际竞争、融入经济全球化的迫切需要。第三，充分认识研究和应用 EPC 的战略意义。它不是一个企业、一个行业、一所院校或少数人所能包揽的，而是一个事关国内各行业大局的问题，必须站在国家的高度来组织和研发，否则不可能开展好 EPC 的研究和应用工作。第四，要系统地考虑 EPC 的研究和应用。EPC 不是一项孤立的工作，而是一项庞大的系统性工作，涉及许多方面，包括技术、管理、硬件、软件、网络、系统安全、无线电频率等，而这些都是有标准化的问题，EPC 没有标准化就不可能实行。第五，充分认识研究和应用 EPC 的紧迫性。目前，发达国家都在积极推动 EPC 技术在本国的应用，预示着发达国家据此对发展中国家形成了新的技术贸易壁垒。如美国商业零售巨头沃尔玛要求排名前 100 位的供应商，从 2005 年 1 月 1 日起在物流单元上使用 EPC；日本在 2004 年 5 月向国际标准化组织（ISO）提供日本起草的 EPC 国际标准草案；欧洲于 2006 年 9 月

使用 EPC 标准。面对国际竞争的严峻形势,在我国开展 EPC 研究和应用十分迫切。

三、定期召开 EPC 联席会议,初步确定 2004 年上半年和下半年各召开一次。联席会议逐步吸收国内有关部门及国内有条件的相关企业参加。

根据 EPC 新技术的发展,适时举办 EPC 新技术研讨会,并可以邀请中国香港货品编码协会、新加坡物品编码协会等地区的编码机构参加,形成 EPC 大中华区;也可以邀请我国周边其他国家的相关机构参加。

四、组建物流信息新技术指导组和专家组。物流信息新技术指导组由国家标准化管理委员会、发展改革委员会、科技部、中国标准化研究院、中国标准化协会等机构的代表组成。物流信息新技术专家组由国内外从事 EPC 硬件、软件、科研工作的知名学者组成。物流信息新技术指导组和专家组的秘书处工作,由全国物流信息管理标准化技术委员会、中国标准化协会和中国自动识别技术协会共同承担。

五、各方协力,分工合作,加强对 EPC 技术的跟踪和应用研究,其中包括 EPC 技术研究和软件开发、天线技术及封装技术等研究。EPC 标准研究要组织专家统一进行,由全国物流信息管理标准化技术委员会统筹组织和协调,密切跟踪国际发展动态,积极参与国际标准的制定,并结合中国的实际情况研究制定本土化 EPC 应用标准。EPC 标准的制定由全国物流信息管理标准化技术委员会统一归口,避免多个单位交叉重复,各自为政,防止接口不统一,彼此冲突,影响标准的实际应用。

六、加强对 EPC 的宣传和培训。相关培训由国家标准委组织复旦大学、北京大学、中国物品编码中心和中国标准化协会统一进行。

2004 年 4 月 22 日,EPCglobal China——全球产品电子代码(EPC)在中国宣布正式成立,并在北京国际会议中心举行了隆重的揭牌仪式。由国家标准化管理委员会主办,中国标准化研究院与中国物品编码中心承办的 2004 年首届中国国际 EPC 与物联网高层论坛及 EPC 与物联网第二届联席会也在同期举行。

为了顺利实施 EPC(产品电子代码),2003 年 11 月 1 日 EAN 和 UCC 决定成立 EPCglobal(全球产品电子代码中心)来管理和实施 EPC 的工作。EPCglobal 旨在改变整个世界,搭建一个可以自动识别任何地方、任何事物的开放性的全球网络。EPCglobal 通过各国的编码组织管理和推动当地的 EPC 工作,EPCglobal(全球产品电子代码中心)于 2004 年 1 月 12 日授权中国物品编码中心(ANCC)为其在中国范围内的注册、管理和业务推广机

构，中国物品编码中心根据 EPCglobal 授权，以 EPCglobal China 的名义来统一组织、协调和管理全国的产品电子代码工作。EPCglobal China 的工作将包括以下几个部分：

1. 负责 EPC 产品电子代码的注册管理。
2. 代表我国参与国际 EPC 相关标准的制订，建立我国 EPC 标准体系，制订、修订 EPC 相关国家标准及技术规范。
3. 组织、建立并维护我国 EPC 信息管理系统。
4. 建立 EPC 技术应用示范系统，加强培训，提供教育支持，推动 EPC 技术在我国国民经济各领域的应用。
5. 制订我国 EPC 产业发展规划，引导我国 EPC 产业化发展。

首届中国国际 EPC 与物联网高层论坛特邀了 EPCglobal 主席及专家、新加坡商品编号理事会、香港货品编码协会、日本自动认识系统协会、美国约翰·霍普金斯大学、Auto-ID 中国实验室等组织和单位的高层官员与专家针对 EPC 和物联网技术及其应用和标准化等相关问题进行了演讲和交流，EPCglobal 主席菲茨杰拉亲自出席了论坛，论坛还组织了 PHILIPS、SUN、SAP、ALIEN 等国际性 IT 企业的高级专家来京研讨。国务院相关部委官员、行业协会、研发机构以及物流、运输等应用企业代表参加了本次高层论坛。

首届中国国际 EPC 与物联网高层论坛以及 EPCglobal China 授牌仪式见图 1-1。



图 1-1 EPCglobal China 授牌仪式

与会代表认为：基于互联网和射频技术的 EPC 系统，即实物物联网（简称物联网）是在计算机互联网的基础上，利用 RFID、天线数据通信等技术，构造了一个实现全球物品信息实时共享的“Internet of things”。它将成为继条码技术之后，再次变革商品零售结算、物流配送及产品跟踪管理模式的一项新技术，是条码技术应用的延伸和拓展。当你购物结账时，再也不必等待售货员将你所购商品一一取出、扫描条码，而是在短短几秒钟内就可以实现商品的自助式智能销售结算。

2004 年 10 月 11 日第二届国际 EPC 与物联网高层论坛在上海展览中心友谊会堂召开。见图 1-2。



图 1-2 第二届国际 EPC 与物联网高层论坛

2005 年 6 月 22 日，第三届国际 EPC/RFID 高层论坛在北京举行。见图 1-3。



图 1-3 第三届国际 EPC/RFID 高层论坛

2005 年 11 月 3 日，第四届国际 EPC/RFID 高层论坛在上海举行。见图 1-4。



图 1-4 第四届国际 EPC/RFID 高层论坛

2005 年 11 月 17 日，首批 EPCglobal China 系统成员颁牌仪式及技术研讨会。见图 1-5。



图 1-5 首批 EPCglobal China 系统成员颁牌仪式

2006 年 7 月 25 日—8 月 3 日，为了促进我国物品编码工作的顺利开展，推动我国电子标签产业的发展，由国家标准委、科技部、信息产业部、商务部、国信办、清华大学、复旦大学、中国物品编码中心等组成的中国标准化