

▶ 高等学校应用型本科“十三五”规划教材

机 电
MECHATRONICS

计 算 机
COMPUTER

电 子
ELECTRONICS

射频识别技术及应用



主 编 陈国荣
副主编 利 节 赖军辉



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

高等学校应用型本科“十三五”规划教材

射频识别技术及应用

主 编 陈国荣

副主编 利 节 赖军辉

西安电子科技大学出版社

内 容 简 介

射频识别技术及应用课程是物联网专业的一门专业平台课。射频识别(RFID)技术近年来取得了飞速的发展。本书介绍了RFID技术的基本概念,RFID的基础理论和标准,125 kHz、13.56 MHz微波阅读器、应答器和天线设计及软硬件实现方法,典型芯片,在EPC编码的基础上介绍物联网的基本概念与应用,可以为学生后续学习物联网新技术及毕业设计打下基础。本书实践性强、应用广泛,对毕业后从事RFID开发的学生有重要意义。

本书适合应用型本科院校物联网工程专业学生使用。

图书在版编目(CIP)数据

射频识别技术及应用/陈国荣主编. —西安:西安电子科技大学出版社,2016.1

高等学校应用型本科“十三五”规划教材

ISBN 978-7-5606-3954-3

I. ①射… II. ①陈… III. ①射频—无线电信号—信号识别—高等学校—教材 IV. ①TN911.23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 317233 号

策划编辑 戚文艳 李惠萍

责任编辑 阎彬 祝婷婷

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路2号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

网 址 www.xduph.com 电子邮箱 xdupfxb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西天意印务有限责任公司

版 次 2016年1月第1版 2016年1月第1次印刷

开 本 787毫米×960毫米 1/16 印张 8

字 数 156千字

印 数 1~3000册

定 价 15.00元

ISBN 978-7-5606-3954-3/TN

XDUP 4246001-1

*** 如有印装问题可调换 ***

西安电子科技大学出版社

高等学校应用型本科“十三五”规划教材

编审专家委员会名单

- 主任 鲍吉龙(宁波工程学院副院长、教授)
- 副主任 彭 军(重庆科技学院电气与信息工程学院院长、教授)
张国云(湖南理工学院信息与通信工程学院院长、教授)
刘黎明(南阳理工学院软件学院院长、教授)
庞兴华(南阳理工学院机械与汽车工程学院副院长、教授)

电子与通信组

- 组 长 彭 军(兼)
张国云(兼)
- 成 员 (成员按姓氏笔画排列)
- 王天宝(成都信息工程学院通信学院院长、教授)
- 安 鹏(宁波工程学院电子与信息工程学院副院长、副教授)
- 朱清慧(南阳理工学院电子与电气工程学院副院长、教授)
- 沈汉鑫(厦门理工学院光电与通信工程学院副院长、副教授)
- 苏世栋(运城学院物理与电子工程系副主任、副教授)
- 杨光松(集美大学信息工程学院副院长、教授)
- 钮王杰(运城学院机电工程系副主任、副教授)
- 唐德东(重庆科技学院电气与信息工程学院副院长、教授)
- 谢 东(重庆科技学院电气与信息工程学院自动化系主任、教授)
- 楼建明(宁波工程学院电子与信息工程学院副院长、副教授)
- 湛腾西(湖南理工学院信息与通信工程学院教授)

前 言

射频识别技术及应用是物联网工程专业的核心专业课程，本书是供该课程教学使用的教材。本书的编排适应应用型本科院校的培养方案，书中除简单讲解基础知识外，更注重学生动手能力的培养。本书的特点在于将知识描述和实际应用紧密结合，对应用知识点重点介绍，并配以实验验证；根据“互联网+”的特征，针对最新发展技术和应用需求，结合多门学科的知识内容进行讲解；全书设置了大量的实验，从实际应用的角度培养学生的动手能力；根据数据流的走向安排全书的章节，逻辑性较强。

本书共包含 10 章，按知识体系进行编排，并根据各章节的内容配以实验环节。各章节内容分别为：第 1 章导论，第 2 章自动识别技术，第 3 章射频识别系统，第 4 章传输数据的编码和调制，第 5 章射频识别传输过程涉及的算法，第 6 章射频识别应用系统的中间件，第 7 章 RFID 的 ISO/IEC 标准，第 8 章常用频段的射频识别器件，第 9 章电子产品编码 EPC，第 10 章系统设计与系统测试。

本书由陈国荣任主编，利节、赖军辉任副主编。另外，周伟、易军、葛继科、冯骊骁等老师对本书的撰写提供了大力支持，在此表示由衷的感谢。

编者

2015 年 10 月

目 录

第 1 章 导论	1
1.1 什么是射频识别技术	1
1.2 为什么要学射频识别技术	1
1.3 射频识别技术的应用	2
1.4 怎样学习射频识别技术	2
第 2 章 自动识别技术	3
2.1 自动识别技术	3
2.1.1 自动识别技术的基本概念	3
2.1.2 自动识别系统模型	3
2.1.3 自动识别技术的种类	4
2.1.4 常见的自动识别技术	4
2.2 条形码	5
2.2.1 条形码的种类及其构成	5
2.2.2 条形码的工作原理	10
2.2.3 RFID 与条形码	11
2.3 接触式 IC 卡	11
2.3.1 接触式 IC 卡工作原理	12
2.3.2 RFID 与接触式 IC 卡	13
2.4 生物特征识别	14
2.4.1 生物特征识别的工作原理	14
2.4.2 RFID 与生物特征识别	16
第 3 章 射频识别系统	17
3.1 射频识别应用系统的构架	17
3.1.1 射频识别应用系统的组成	17
3.1.2 应答器	18
3.1.3 阅读器	19
3.1.4 天线	21
3.1.5 系统高层	21
3.2 射频基本原理	21
3.2.1 阅读器与应答器之间的电感耦合	21
3.2.2 阅读器与应答器之间的反向散射	23

3.3	组装 RC-522 和单片机实验	23
第 4 章	传输数据的编码和调制	26
4.1	RFID 系统的数字通信模型	26
4.1.1	基础知识(编码与解码、调制与解调)	27
4.1.2	RFID 系统通信结构	28
4.2	RFID 常用的编码方法	28
4.2.1	编码格式	29
4.2.2	编码方式的选择	32
4.3	RFID 常用编/解码器	33
4.3.1	曼彻斯特码	33
4.3.2	密勒码	35
4.4	脉冲调制	36
4.4.1	频移键控	36
4.4.2	相移键控	37
4.4.3	振幅键控	38
4.5	简单数据编码实验	38
第 5 章	射频识别传输过程涉及的算法	44
5.1	常用差错控制算法	44
5.1.1	奇偶校验法	44
5.1.2	循环冗余(CRC)编码	45
5.2	常用防碰撞算法	46
5.2.1	时隙 ALOHA 算法	47
5.2.2	二进制树型搜索算法	49
5.2.3	二进制搜索算法	51
5.3	数据传输安全性	52
5.3.1	对称密码体制	53
5.3.2	非对称密码体制	54
5.3.3	射频识别的三次认证过程	56
5.4	循环冗余(CRC)码实验	57
第 6 章	射频识别应用系统的中间件	60
6.1	RFID 中间件	60
6.1.1	RFID 中间件的定义	60
6.1.2	RFID 中间件的功能和特点	61
6.2	RFID 中间件架构	62
6.3	RFID 中间件系统设计要点	63
6.3.1	数据滤波	63
6.3.2	数据传输	64

6.3.3	应答器读写	65
6.4	常用 RFID 中间件产品	65
6.4.1	IBM 公司的 RFID 中间件	66
6.4.2	Microsoft 公司的 RFID 中间件	66
第 7 章	RFID 的 ISO/IEC 标准	69
7.1	RFID 标准概论	69
7.1.1	标准的作用和内容	69
7.1.2	RFID 标准的分类	69
7.1.3	ISO/IEC 制定的标准概况	70
7.1.4	与 RFID 技术相关的标准	70
7.2	ISO/IEC 14443 标准	71
7.2.1	ISO/IEC 14443-1 标准	71
7.2.2	ISO/IEC 14443-2 标准	71
7.2.3	ISO/IEC 14443-3 标准	72
7.2.4	ISO/IEC 14443-4 标准	78
7.3	ISO/IEC 15693 标准	82
7.3.1	阅读器到应答器的通信	82
7.3.2	VICC 到 VCD 的通信	84
7.3.3	防碰撞过程	86
7.4	ISO/IEC 18000-6 标准	87
7.4.1	TYPE A 模式	87
7.4.2	TYPE B 模式	90
第 8 章	常用频段的射频识别器件	91
8.1	125 kHz 的 RFID 技术	91
8.1.1	e5551 应答器芯片	91
8.1.2	U2270B 阅读器芯片	92
8.2	13.56 MHz RFID 技术	94
8.2.1	常用芯片	94
8.2.2	MIFARE 1 应答器芯片	95
8.2.3	MFRC522 芯片	96
8.3	微波 RFID 技术(XRA00 无源应答器芯片)	97
8.3.1	微波 RFID 技术与高低频 RFID 技术的差异	97
8.3.2	无源应答器芯片 XRA00	97
第 9 章	电子产品编码 EPC	100
9.1	EPC 系统	100
9.1.1	EPC 的产生与发展	100
9.1.2	EPC 的特点	100

9.2	EPC 系统结构	101
9.2.1	EPC 系统组成	101
9.2.2	EPC 系统结构	101
9.3	EPC 编码	102
9.3.1	EPC 编码规则	102
9.3.2	EPC 编码结构与类型	103
9.4	EPC 标签和阅读器	106
9.4.1	EPC 标签	106
9.4.2	EPC 阅读器	108
第 10 章	系统设计与系统测试	109
10.1	RFID 系统设计	109
10.1.1	选择标准	109
10.1.2	频率选择	110
10.1.3	运行环境与接口方式	111
10.1.4	RFID 器件选择	112
10.2	ETC(Electronic Toll Collection)系统	113
10.2.1	应用背景	113
10.2.2	系统基本部件	114
10.2.3	关键技术	115
10.2.4	系统工作流程	115
参考文献	117

第 1 章 导 论

1.1 什么是射频识别技术

射频识别技术英文全称为 Radio Frequency Identification, 简称 RFID。RFID 可通过无线电信号识别特定目标并读写相关数据, 而无需识别系统与特定目标之间建立机械或光学接触, 是一种非接触式的自动识别技术。此外, RFID 最大的特点是唯一标识性, 这也是优于条形码的最大特征。因此, RFID 可大量应用于物流跟踪、集装箱和零售商品管理、生产零部件追溯、生物识别等。

RFID 技术最早起源于第二次世界大战的英国, 应用于辨别敌我飞机身份, 到 20 世纪 60 年代开始商用。1991 年, 美国俄克拉荷马州建成了世界上第一个开放式公路自助收费系统, 随后发展为现如今国内外常见的 ETC 系统。

在美国, 美国国防部规定自 2005 年 1 月 1 日开始, 所有的军需物资都要使用 RFID 应答器; 同时, 美国食品与药品管理局(FDA)建议制药商从 2006 年起利用 RFID 跟踪造假的药品。对 RFID 应用的另一大推动力量来源于零售业巨头 Walmart 和 Metro, 这两家企业采用 RFID 技术进行零售商品跟踪。到 2010 年, 欧盟也有 3% 的公司应用了 RFID 技术。

至今为止, RFID 技术一直无法大量应用的一个重要原因是价格。在 2000 年, 每个 RFID 应答器的价格是 1 美元。到 2005 年, 每个 RFID 应答器的价格是 12 美分左右。现在超高频 RFID 的价格是 10 美分左右。因此, RFID 要想被大规模应用, 一方面是要降低 RFID 应答器的价格, 另一方面是要加强应用 RFID 之后所带来的增值服务。

RFID 系统由应答器、阅读器、中间件、高层四部分组成。应答器又称为电子标签、非接触卡等。阅读器又称为读卡器、阅读机等。

1.2 为什么要学射频识别技术

作为物联网感知层重要的信息来源, 学习 RFID 技术具有重要的工程意义。RFID 应答器具有唯一标识功能, 可单独使用, 也可与感知层其他信息来源如传感器相结合使用。

1.3 射频识别技术的应用

1. 制造业的 RFID

为了实现从零部件到制成品的生产实时追踪，需要从零部件调集开始粘贴 RFID 应答器，直至出货为止。在产品装配过程的初期，在生产流水线上产品的底盘粘贴应答器；RFID 阅读器安装在装配线的关键位置上，部分位置需辅以门型天线。将每一个 RFID 阅读器得到的单件数据累积起来形成生产管理资料。

在制造业，RFID 技术有助于提高生产过程以及整个供应链的透明化，能有效地控制零部件和产品的生命周期。

2. 物流业的 RFID

将超高频应答器在货物装载之前粘贴于货箱和托盘上，同时，在物流仓库内将 RFID 应答器粘贴在货品上，集装装载后运输。到达目的地卸载时，可以通过门型阅读器自动读取应答器的信息，做到自动验货。

在物流业，RFID 技术有助于掌握每个时段每个物品的动向，使其控制在最佳货物流通状态，有效防止缺货和盗窃事件。

3. 医疗业的 RFID

将 RFID 应答器粘贴于医用纱布上，在手术室安装门型阅读器，实现免除人工清点纱布的操作。在装载医疗废弃物的密封容器上粘贴 RFID 应答器，医院将医疗废弃物装入容器运出时称重，在医疗垃圾焚烧之前用手持式阅读器读取应答器，判断是否与现有重量一致，从而判定医疗废弃物与运出时是否一致。

在医疗业，RFID 技术有助于医疗手术物品的跟踪，防止物品残留于患者体内；有助于跟踪医疗垃圾的去向。

4. 安防业的 RFID

定位系统用于自动化管理中，对车辆、人员、生产物品等进行的定位。阅读器放置在指定空间、移动的车辆、轮船上或者自动化流水线中，射频卡放在移动的人员、物品、物料、半成品、成品上，阅读器一般通过无线或者有线的方式连接到主信息管理系统上，系统对读取的射频卡的信息进行分析判断，确定人或物品的位置和其他信息。

在安防业，RFID 技术有助于实现自动化管理。常见的应用如博物馆物品定位、监狱人员定位、矿井人员定位、生产线自动化管理、码头物品管理等。

1.4 怎样学习射频识别技术

作为应用技术型课程，必须理论与实践并重。不能仅仅学习通信知识，也不能仅仅学会如何操作，而应该在理论知识讲解的同时，配以实验验证，进行实际的动手操作。因此，本书在对应的各章节会有相应的实验内容。

第 2 章 自动识别技术

2.1 自动识别技术

2.1.1 自动识别技术的基本概念

在早期的信息系统中,大部分的数据处理都是通过人手工录入的,不仅数据量十分庞大,劳动强度大,而且数据误码率也比较高,失去了实时的意义。自动识别技术的出现,有效地解决了上述问题,将人们从繁冗重复的手工劳动中解放出来,提高了系统的实时性和准确性,从而为生产的实时调整、财务的及时总结以及决策的制定提供了正确的参考依据。

自动识别技术是将信息数据自动识读、自动输入计算机的重要方法和手段,它是以计算机技术和通信技术为基础的综合性科学技术。近几十年内自动识别技术在全球范围内得到了迅猛发展,初步形成了包含条形码技术、磁条磁卡技术、射频技术、光学字符识别技术、IC卡技术、各种生物识别技术(如视觉识别、语音识别)、图像识别技术等,集计算机、光、机电、通信技术为一体的高新技术学科。

自动识别技术不是稍纵即逝的时髦技术,它已经成为人们日常生活的一部分,它所带来的高效率和方便性影响深远。自动识别技术在国外发展较早也较快,尤其是发达国家具有较为先进成熟的自动识别系统,而我国在 2010 年也实现了自动识别技术的产业化。在日常生活中,自动识别技术也与我们息息相关。采用非接触 IC 卡等技术的公交 IC 卡、小区门禁、办公室门禁,使用条形码识别技术的超市商品,采用光学字符识别技术的传真和扫描、复印等这些应用,充分说明了自动识别技术已经与人们的工作和生活密不可分。

2.1.2 自动识别系统模型

完整的自动识别计算机管理系统包括自动识别系统(Auto Identification System, AIDS)、应用系统软件(Application Software)和应用程序接口(Application Programming Interface, API)或者中间件(Middle Ware)。自动识别系统通过中间件或者接口(包括软件和硬件)将数据传输给后台处理计算机,由计算机对所采集到的数据进行处理或者加

工。自动识别系统完成系统的采集和存储工作,应用系统软件对自动识别系统所采集的数据进行处理,应用程序接口软件提供自动识别系统和应用系统软件之间的通信接口,传递由自动识别系统采集的数据信息转化成的应用软件系统可以识别和利用的信息。

2.1.3 自动识别技术的种类

自动识别系统根据识别对象的特征可分为数据采集自动识别技术和特征提取识别技术。数据采集技术需要被识别物体具有特定的识别特征载体,如标签等;特征识别则是根据被识别物体本身的行为特征,如静态的、动态的和属性特征来进行数据采集的。这两类技术都能顺利实现物品的自动识别和数据的自动采集。

数据采集技术包含采用光存储的一维条形码、二维条形码以及光学字符识别,采用磁存储器的磁条、非接触磁卡、磁光存储,采用电存储器的触摸式存储、RFID、智能IC卡和声表面波技术。特征提取技术包含了静态特征识别、动态特征识别和属性特征识别,其中静态特征识别含有视觉识别、能量扰动识别、指纹识别、掌纹识别;动态特征包括声音和其他感觉特征;属性特征包括化学感觉特征、物理感觉特征、生物特征等。

2.1.4 常见的自动识别技术

1. 条形码技术

条形码技术包括一维条形码和二维条形码技术。自动识别技术的形成过程与条形码的发明、使用和发展是分不开的,条形码技术在当今自动识别技术中占有重要的地位。一维条形码技术相对成熟,是我国使用最多的一种条码。二维条形码技术是在传统条形码基础上发展起来的一种编码技术。它具有信息容量大、成本低、准确率高、编码方式灵活和保密性强等诸多优点。

2. RFID 技术

RFID 技术通常应用在库存管理、制造执行等系统上,具有操作快捷方便、可高速识别移动物体、可识别多目标等特点。这项技术无需直接接触、无需光学可视、无需人工干预即可完成信息的输入和处理。RFID 技术涉及信息、制造和材料等诸多高技术领域。世界各发达国家对 RFID 技术非常重视,都在快速推动 RFID 技术的发展。

3. 磁条技术

磁条技术广泛应用于银行系统、证券系统、门禁控制系统、身份识别系统和驾驶员驾驶执照管理系统等领域。磁条是由一层薄薄的排列定向的铁性氧化粒子组成的材料,用树脂黏合剂严密地黏合在一起,再黏合在诸如纸或塑料这样的非磁基片媒介上进行使用。磁条具有 2~3 个磁道来记录有关持卡人的账户、姓名等信息,当读卡设备的磁头掠过磁条时,就可以对磁条进行读写操作了。

4. IC 卡技术

IC 卡是集成电路卡(Integrated Circuit Card)的简称,它是一种将集成电路芯片嵌装于

塑料等基片上而制成的卡片。严格地讲,只有 CPU 卡才是真正的智能卡。根据卡片和读写设备通信方式的不同,IC 卡可分为接触式和非接触式。公共交通卡就是一种非接触式的 IC 卡。非接触式 IC 卡在当前应用中主要包括逻辑加密卡和 CPU 卡,CPU 卡与逻辑加密卡相比,具有更高的安全性;而接触式 IC 卡能够充分保证交易时的安全性,因此双界面(即接触式和非接触式在一张 IC 卡上)CPU 卡应用得越来越广泛。

5. 生物识别技术

生物识别技术是指以可以测量的人体生物学或行为学特征来识别、核实个人信息的一种技术,包括指纹识别、视网膜识别和虹膜识别、手掌几何学、语音识别、面部识别等。人体的生物学特征是独一无二的标志,通过用户界面可以自动地完成验证过程,利用生物特征来自动验证识别,无需被识别者携带相关身份证件便可进行识别了。

2.2 条形码

条形码简称条码,它是一种涉及光电技术、计算机技术、条形码印制技术、通信技术的自动识别技术。条形码的研究始于美国,最早被打上条形码的产品是箭牌口香糖。条形码技术最早出现在 20 世纪 40 年代。20 世纪 70 年代后,由于计算机技术、自动识别设备、印刷技术、电子商务和现代物流技术的发展,条形码技术在国际上得到了非常广泛的应用。我国从 20 世纪 70 年代开始研究条形码,在邮电、银行、连锁店、图书馆、交通运输和企事业单位中的条形码技术均得到完善。

在众多的电子标签技术中,条形码是迄今为止,最经济、最广泛、最实用的一种自动识别技术。条形码作为一种图形识别技术具有许多其他识别技术没有的特点,如设备简单、成本低、信息采集量大、信息采集速度快、可靠性高、不易损坏、灵活实用等。当然它也有缺点,就是保密功能差、只有读的功能、信息密度低、存储量小。

2.2.1 条形码的种类及其构成

1. 一维条形码

一维条形码中使用较多的码制是 UPC、EAN 和 EAN128 码。EAN 是欧洲商品编码的简称,它是一种定长、无含义的条形码,主要用于商品标识。EAN 码包含厂商识别代码、商品项目代码和校验码,标准版为 13 位,缩短版为 8 位。UPC 是统一产品代码,主要用于北美地区。该码的特点是只能表示数字,含有版本 A 和版本 E,版本 A 为 12 位数字,版本 E 为 8 位数字(第一位为固定码 0,编码位为 6 位,最后一位为检验位)。EAN128 码是由国际物品编码协会和 UCC 联合开发、共同采用的一种条形码,可以用来表示生产日期、产品批号、数量、规格、保质期、收货地址等商品信息。

通常一个完整的条形码是由两侧静空区、起始码、资料码、检查码、终止码组成的，其排列方式如下：

(1) 静空区：位于条码两侧无任何符号及信息的白色区域，主要用来提示扫描器准备扫描。

(2) 起始码：条形码符号的第一位字码，用来标识一个条形码符号的开始，扫描器确认此字码存在后开始处理扫描脉冲。

(3) 资料码：位于起始码后面的字码，用来标志一个条形码符号的具体数值，允许双向扫描。

(4) 检查码：用来判定此次阅读是否有效的字码，通常是一种算术运算的结果。扫描器读入条形码进行解码时，先对读入的各字码进行运算，如运算结果与检验码相同，则判定此次阅读有效。

一维条形码只在一个方向，一般是水平方向表达信息，而在垂直方向则不表达任何信息，其要求具有一定的高度以方便阅读器对准阅读。一维条形码可以调高信息录入的速度，减少差错率，但是其数据容量较小，只能包含数字和字母，条码尺寸相对较大，条码遭到损坏后便不能阅读。常见的 EAN 和 UPC 一维条形码如图 2-1 所示。



图 2-1 EAN 码和 UPC 码

一维条形码的编码方法主要有两种：宽度调节编码法和模块组配编码法。

宽度调节编码法是利用条码符号中“空”和“条”宽度不同的原理来设置的。用窄单元表示二进制的“0”，宽单元表示二进制的“1”，通常宽单元是窄单元的 2 或 3 倍，如图 2-2 所示。

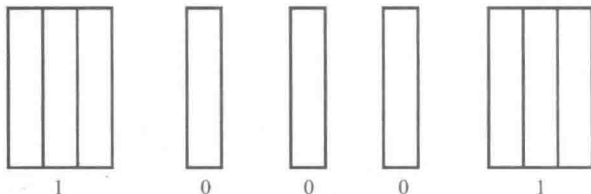


图 2-2 宽度调节编码

模块组配编码是标准宽度的“条”和“空”组合而成的。“条”表示二进制的“1”，“空”表示二进制的“0”，如图 2-3 所示。其中 EAN 条形码的编码方法就是模块组配编码。

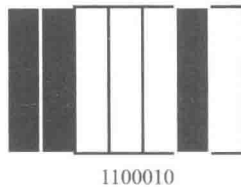


图 2-3 模块组配编码

下面以商品标识代码 EAN-13 为例来分析一维码的相关特点。EAN-13 由 13 位数字组成，前缀码由二至三位数字组成，是 EAN 分配给国家或地区编码组织的代码。EAN 分配给中国物品编码中心使用的是 690~695。EAN-13 码制结构如表 2-1 所示。

表 2-1 EAN-13 码制结构

结构种类	厂商识别代码	商品项目代码	校验码
结构一	N13 N12 N11 N10 N9 N8 N7	N6N5N4N3N2	N1
结构二	N13 N12 N11 N10 N9 N8 N7 N6	N5N4N3N2	N1

厂商识别代码由中国物品编码中心管理和分配，商品项目代码由厂商负责编制。校验码为一位数字，用来校验 N13~N2 的正确性。具体编码划分如图 2-4 所示。



图 2-4 EAN-13 商品条形码符号结构

如图 2-4 所示，左、右侧空白区没有任何印刷符号，通常是空白的，位于条形码符号的两侧，用于提示阅读；条形码符号的第一位是起始符，它特殊的条空结构用于识别条形码符号的开始；左侧数据符位于中间分隔符左侧，表示一定信息的条形码字符；位于条形码中间位置的若干条与空的中间分隔符用来区分左、右侧数据符，从左至右依次是白线、黑线、白线、黑线、白线；右侧数据符位于中间分隔符右侧，表示一定信息的条形码字符；条形码校验符用来校验条形码符号的正确与否；条形码符号的最后一位是终止符，它的特殊结构用于识别条形码符号的结束。

EAN-13 的编码是由二进制表示的, 它的数据符、起始符、终止符、中间分隔符编码如表 2-2 所示。

表 2-2 EAN-13 编码符号的二进制

字符	左侧数据符		右侧数据符
	奇性字符	偶性字符	偶性字符
0	000101	0100111	1110010
1	0011001	0110011	1100110
2	0010011	0011011	1101100
3	0111101	0100001	1000010
4	0100011	0011101	1011100
5	0110001	0111001	1001110
6	0101111	0000101	1010000
7	0111011	0001001	1000100
8	0110111	0001001	1001000
9	0001011	0010111	1110100
起始符	101		
中间分隔符	01010		
终止符	101		

左侧数据符有奇偶性, 它的奇偶排列取决于前置符, 例如中国的国别识别码为 690, 它的前置符是 6, 左侧数据符的奇偶排列为 ABBBAA, B 表示偶字符, A 表示奇字符。具体如表 2-3 所示。

表 2-3 左侧数据符奇偶排列组合方式

前置符	左侧数据符奇偶排列	前置符	左侧数据符奇偶排列
0	AAAAAA	5	ABBAAB
1	AABABB	6	ABBBAA
2	AABBAB	7	ABABAB
3	AABBBA	8	ABABBA
4	ABAABB	9	ABBABA

检验码的主要作用是防止条形码标志因印刷质量低劣或包装运输中引起标志破损, 而造成的扫描设备误读信息。校验码的计算是标志商品质量检验的重要内容之一, 需确定代码无误后才可用于产品包装上。EAN-13 条形码的校验码验算方法如下: