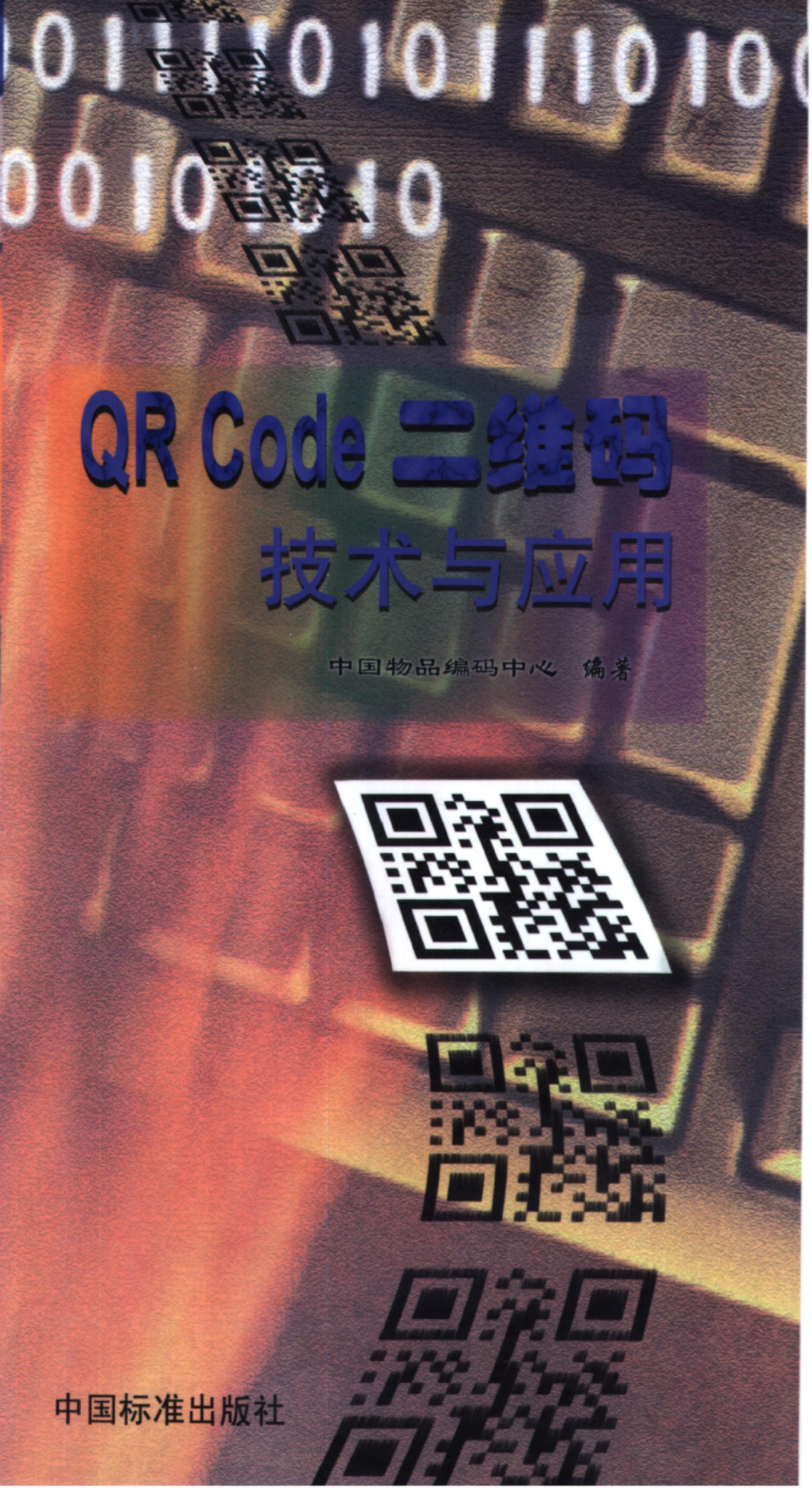
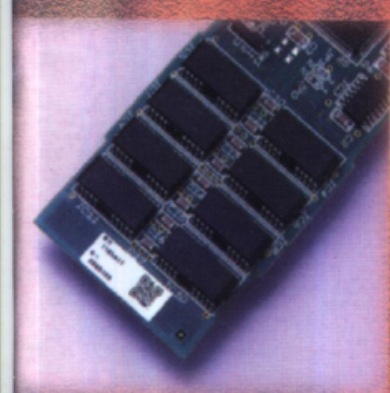




QR Code 二维码 技术与应用

中国物品编码中心 编著

中国标准出版社

TP3/1.44
Z66

QR Code 二维码 技术与应用

中国物品编码中心 编著

中国标准出版社
北京

内 容 提 要

本书阐述了二维条码的编码与符号表示技术,详细介绍了 QR Code 二维码(快速响应矩阵码)的主要特点、编码与符号表示、主要应用领域、应用需求、解决方案及应用案例,并对二维条码在我国的应用前景进行了较为全面的分析。全书共分七章。第 1 章简述了二维条码的起源、研究与应用现状及主要特性;第 2 章阐述了二维条码符号表示技术;第 3 章概述了 QR Code 二维码的主要特点、基本特性,并从应用特性方面与其他常见二维条码进行了对比;第 4 章详细介绍了 QR Code 二维码国家标准及 QR Code 二维码符号表示技术;第 5 章介绍了 QR Code 二维码在各主要领域的应用案例;第 6 章系统地分析了二维条码在我国推广应用的可行性、市场前景及急待解决的问题;第 7 章详细介绍了 QR Code 二维码的潜在应用需求及解决方案。

图书在版编目(CIP)数据

QR Code 二维码技术与应用/中国物品编码中心编.
北京:中国标准出版社,2001.12

ISBN 7-5066-2646-2

I. Q… I. 中… III. 二维—条形码—技术
IV. TP 391.44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 091038 号

中国标准出版社出版
北京复兴门外三里河北街 16 号

邮政编码:100045

电话:68523946 68517548

中国标准出版社彩印中心印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

开本 880×1230 1/16 印张 7¼ 字数 216 千字

2002 年 1 月第一版 2002 年 1 月第一次印刷

*

印数 1—2 000 定价 50.00 元

网址 www.bzcbbs.com

版权专有 侵权必究

举报电话:(010)68533533

在经济全球化、信息网络化、生产国际化的当今社会,随着经济全球化趋势和我国加入WTO,越来越多的人已经认识到,决定国际竞争成败的关键不再是传统意义上的土地、资本和劳动力等有形资本,而是取决于以高新技术为核心的综合国力。高新技术不仅是构成综合国力的关键要素,而且已渗透于国民经济发展的各个领域,其发展水平是衡量一个国家综合国力的重要标志。作为信息技术重要组成部分的二维条码这一高新技术,是在一维条码无法满足现代信息产业发展需求的前提下产生的。它解决了一直困扰人们的用条码对“物品”进行描述的问题,使条码真正地成为信息存储和识别的有效工具。二维条码除具备一维条码的优点外,同时还具有信息容量大,可靠性高,可表示图像、汉字等多种文字信息,保密防伪性强等优点。

二维条码的主要特征是二维条码符号在水平和垂直两个方向均表示数据信息。根据二维条码的生成原理和结构形状,可将其分为行排

式二维条码和矩阵式二维条码。行排式二维条码是在一维条码的基础上,通过两行或多行高度截短后的一维条码的堆积,在增加行识别、错误纠正等特性的基础上来实现信息表示。矩阵式二维条码在结构形状上具有矩阵的特征。它以计算机图像处理技术为基础,在矩阵相应元素位置上,用点(方点、圆点等)的出现表示二进制的“1”,点的不出现在表示二进制的“0”,通过点的不同排列组合表示数据信息。

二维条码作为一种全新的信息存储、传递和识别技术,自诞生之日起就得到了世界上许多国家的关注。美国、日本、德国、墨西哥、埃及、哥伦比亚、巴西、菲律宾、南非、加拿大等国家不仅已将二维条码应用于公安、外交、军事等部门对各类证件的管理,而且也将二维条码应用于海关、税务等部门对各类报表、票据的管理,商业、交通运输部门对商品及货物运输的管理,邮政部门对邮政包裹的管理,工业生产领域对工业生产线的自动化管理等。在我国,二维条码技术的推广应用工作得到了国家领导、国家有关部门的大力支持及社会各界的极大关注。目前,已在汽车自动化生产线、军队仓储、武警车辆管理、珠宝首饰饰品管理、银行

汇票及医疗急救服务卡上得到了应用；在1999年全国人大第九届三次全体会议和全国政协第九届三次全体会议期间，成功地将二维条码应用于对人员证件、记者证、旁听证的管理，引起了与会代表和新闻界的极大兴趣；我国香港特别行政区已将二维条码应用在特别行政区的护照上。二维条码技术在我国推广应用已展露出诱人的前景。

QR Code 二维码(快速响应矩阵码)作为目前最具代表性的矩阵二维码，它由按特定规则排列的正方形模块阵列组成，其符号形状为正方形。在符号的三个角上各有一个独特的位置探测图形，它的功能是协助确定符号的位置、尺寸及符号与识读参考坐标的倾斜角度。QR Code 二维码具有信息量大、可靠性高、超高速全方位识读、高效汉字表示等优点，特别适合我国工商管理、金融税务、物流、贵重物品防伪、海关管理、打击走私等众多领域信息化的需求。ISO/IEC 已制定了 QR Code 二维码国际标准。我国参照国际标准 ISO/IEC 18004:2000《自动识别与数据采集技术——条码符号技术规范——QR 码》，制定了 QR Code 二维码国家标准 GB/T 18284—2000《快

速响应矩阵码》，为 QR Code 二维码在我国的推广应用奠定了基础。QR Code 二维码在我国的推广应用必将为我国信息产业和现代化管理带来可观的经济和社会效益。

为了将 QR Code 二维码及 QR Code 二维码国家标准介绍给国内的广大用户，以加快 QR Code 二维码在我国国民经济各领域的应用，中国物品编码中心组织了一些专家，编写了《QR Code 二维码技术与应用》一书，供广大读者参考。参加本书编写工作的有张成海、罗秋科、黄燕滨、郭卫华、王艳春等同志，本书由张成海、罗秋科总审定稿。由于时间仓促及编者水平有限，书中难免有错误和缺点，敬请读者批评指正。

本书在编写过程中得到了日本 DENSO CORPORATION 公司、新加坡商品编号理事会、日本自动认识系统协会的支持与帮助，在此表示衷心的感谢！

编 者

2001 年 11 月于北京



第 1 章 概述	1
1.1 二维条码的起源	1
1.2 二维条码的研究应用现状	1
1.3 二维条码的特性	2
第 2 章 二维条码符号表示	5
2.1 概述	5
2.2 二维条码的编码	5
2.3 二维条码符号表示	8
第 3 章 QR Code 二维码介绍	15
3.1 QR Code 的主要特点	15
3.2 QR Code 的基本特性	16
3.3 QR Code 与其他常见二维码的特性对比	17
第 4 章 QR Code 二维码国家标准介绍	24
4.1 概述	24
4.2 QR Code 的编码	25
4.3 符号结构	32
4.4 码字的符号表示	38
4.5 QR Code 符号表示实例	46
4.6 QR Code 符号的尺寸	47
第 5 章 QR Code 二维码应用实例介绍	54
5.1 汽车生产指示系统	54
5.2 使用二维条码的计量标签系统	55
5.3 小型线路板信息的全数管理系统	56
5.4 使用 QR Code 统一账票的零部件采购系统	57
5.5 自动化生产线上电子线路板工序管理系统	58
5.6 液晶线路板检查系统	59
5.7 客户管理、促销管理系统	60
5.8 服装公司的商品出入库管理系统	61

5.9	隐形镜片销售管理系统	63
5.10	工具、计量仪器管理系统	64
5.11	防止原材料误投入的控制系统	64
5.12	常用化学药品成分数据的输入/管理系统	66
5.13	市政数据的输入输出系统	67
5.14	服装公司进货检验系统	67
5.15	QR Code 用于饮料物流管理系统	69
5.16	人寿保险合同管理系统	70
5.17	线路板 ID、晶片 ID 读取系统	71
5.18	工作成绩收集系统	72
5.19	条码/二维码非接触印字系统	73
5.20	发货管理系统	74
5.21	印刷地图上同一位置的直接输入、检索系统	75
5.22	医药行业的处方签发系统	76
5.23	图书馆藏书、录像带管理系统	77
5.24	汽车修理厂的修理信息管理系统	78
5.25	眼镜销售管理系统	79
5.26	QR Code 出入库检查系统	80
第 6 章 二维条码应用前景分析		82
6.1	二维条码在我国推广应用的可行性	82
6.2	二维条码市场空间无限	82
6.3	二维条码推广应用存在的问题	83
6.4	结论	89
第 7 章 QR Code 二维码应用需求及解决方案		90
7.1	QR Code 在特殊物品标识上的应用	90
7.2	QR Code 在资产跟踪过程中的应用	93
7.3	QR Code 在生产过程控制领域的应用	95
7.4	QR Code 在物流应用领域	97
7.5	QR Code 在车辆管理中的应用	99
7.6	QR Code 在工商管理中的应用	100
7.7	QR Code 在教育证书中的应用	101
7.8	QR Code 在身份识别中的应用	102
7.9	QR Code 在特殊商品防伪上的应用	103
7.10	QR Code 在文物管理上的应用	104

概 述

1.1 二维条码的起源

条码技术是在计算机技术与信息技术基础上发展起来的一门容编码、印刷、识别、数据采集和处理于一体的新兴技术。人们通常所看到的印刷在商品包装上的条码是一维条码,它是由一组规则排列的条、空及其对应字符组成的,表示一定信息的标识。其中,条为深色,空为浅色,用于条码识读设备的扫描识读;对应字符(即供人识别的字符)由一组阿拉伯数字组成,供人直接识读。这组条、空和相应的字符所表示的信息是一致的。它自 20 世纪 70 年代初问世以来,由于其快速、准确、成本低、可靠性高等优点,很快受到了人们的青睐,发展十分迅速,仅仅二十多年的时间,它已广泛应用于商业流通、仓储、医疗卫生、图书情报、邮政、铁路、交通运输、生产自动化管理等领域。条码技术的广泛应用,极大地提高了数据采集和信息处理的速度,改善了人们的工作和生活环境,提高了工作效率,为管理的科学化和现代化做出了重要贡献。

二维条码技术是在一维条码无法满足以下实际应用需求的前提下产生的。一方面,由于受信息容量的限制,一维条码仅仅是对物品的标识,而不是对物品的描述。所谓对物品的标识,简单地讲,就是给某物品分配一个代码,代码以条码的形式标识在物品上,用来标识该物品以便自动扫描设备的识读。代码或一维条码本身不表示该产品的其他特定信息。因此,在一维条码的应用系统中,对商品信息如生产日期、价格等的描述只能依赖数据库的支持。在没有预先建立商品数据库或不便联网的地方,一维条码的使用受到了较大的限制,有时甚至变得毫无意义;另一方面,要用一维条码表示汉字和图像等信息几乎是不可能的,即使可以表示,也显得十分不便且效率很低。当今现代高新技术的发展,迫切需要用条码在有限的几何空间内表示更多的信息,以满足千变万化的信息表示的需要。

1.2 二维条码的研究应用现状

国外对二维条码技术的研究始于 20 世纪 80 年代末。在二维条码符号表示技术研究方面,已研制出多种码制,常见的有 PDF417、QR Code、Code49、Code 16K、Code One 等。这些二维条码的密度都比传统的一维条码有了较大的提高,如 PDF417 的信息密度是一维条码 Code39 的 20 多倍。在二维条码标准化研究方面,国际自动识别制造商协会(AIMI)、美国标准化协会(ANSI)已完成了 PDF417、QR Code、Code one、Code 16K、Code 49 等码制的符号标准。新成立的国际标准化组织/国际电工委员会第一联合委员会的第三十一分委员会,即条码自动识别技术委员会(ISO/IEC/JTC1/SC31),已制定了 QR Code 的国际标准(ISO/IEC 18004:2000《自动识别与数据采集技术——条码符号技术规范——QR 码》,起草了 PDF417、Code 16K、Data Matrix、Maxicode 等二维码的 ISO/IEC 标准草案。在二维条码设备开发研制、生产方面,美国、日本等国的设备制造商生产的识读设备、符号生成设备,已广泛应用于各类二维条码应用系统。二维条码作为一种全新的信息存储、传递和识别技术,自诞生之日起就得到了世界上许多国家的关注。美国、德国、日本、墨西哥、埃及、哥伦比亚、巴林、菲律宾、南非、加拿大等国,不仅已将二维条码技术应用于公安、外交、军事等部门对各类证件的管理,而且也将二维条码应用于海关、税务等部门对各类报表和票据的管理,商业、交通运输等部门对商品及货物运输的管理,邮政部门对邮政包裹的管理,工业生产领域对工业生产线的自动化管理等。

我国对二维条码技术的研究开始于 1993 年。中国物品编码中心对几种常用的二维条码 PDF417、QR Code、Data Matrix、Code One、Code 16K、Code 49 的技术规范进行了翻译和跟踪研究。随着我国市场经济的不断完善和信息技术的迅速发展,国内对二维条码这一新技术的需求与日俱增,中国物品编码中心在原国家质量技术监督局和国家有关部门的大力支持下,对二维条码技术的研究不断深入。在消化国外相关技术资料的基础上,结合我国宣传推广二维条码技术的实际需要,编著出版了我国两部关于二维条码的专著《二维条码技术》和《QR Code 二维码——一种新型的矩阵符号》。在二维条码的标准化研究方面,制定了两个二维条码国家标准:GB/T 17172—1997《四一七条码》,GB/T 18284—2000《快速响应矩阵码》。为使二维条码技术能够在我国的证照管理领域得到应用,在国外应用软件平台的基础上,中心开发了人像照片和指纹数据压缩软件。二维条码技术已在我国的汽车行业自动化生产线、医疗急救服务卡、涉外专利案件收费、珠宝玉石饰品管理及银行汇票上得到了应用;1999 年 3 月在北京举行的全国人大第九届三次全体会议和全国政协第九届三次全体会议期间,在随行人员证件、记者证、旁听证上成功地应用了二维条码技术,引起了与会代表和新闻界的极大关注;我国香港特别行政区已将二维条码应用在特别行政区的护照上。我国现已着手开始二维条码在工商证照管理的应用试点工作。目前我国的部分大专院校、科研院所、设备制造商已开始对二维条码技术表示关注,二维条码技术在我国的应用已展露出诱人的前景。

1.3 二维条码的特性

二维条码(简称二维码)的主要特征是二维条码符号在水平和垂直方向均表示数据信息。具有代表性的二维条码有:四一七条码、QR Code、Data Matrix、Code one、Code 49、Code 16K 等,如图 1-1 所示。

二维条码除具备一维条码的优点外,同时还具有信息容量大、可靠性高、可表示汉字及图像等多种文字信息、保密防伪性强等优点。其主要特性如下。

1.3.1 高密度

目前,应用比较成熟的一维条码如 EAN/UPC 条码,因密度较低,故仅作为一种标识数据,不能对产品进行描述。我们要知道产品的有关信息,必须通过识读条码而进入数据库。这就要求我们必须事先建立以条码所表示的代码为索引字段的数据库。二维条码通过利用垂直方向的尺寸来提高条码的信息密度,见图 1-2。通常情况下,其密度是一维条码的几十到几百倍。这样,我们就可以把产品信息全部存储在一个二维条码中。要查看产品信息,只要用识读设备扫描二维条码即可,因此,不需要事先建立数据库,真正实现了用条码对“物品”的描述。

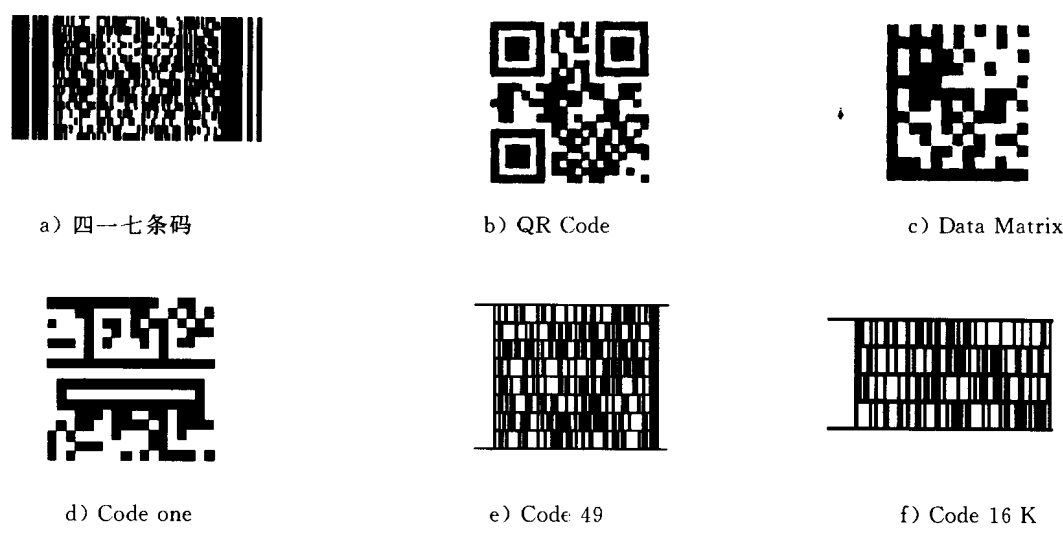


图 1-1 几种常见的二维条码

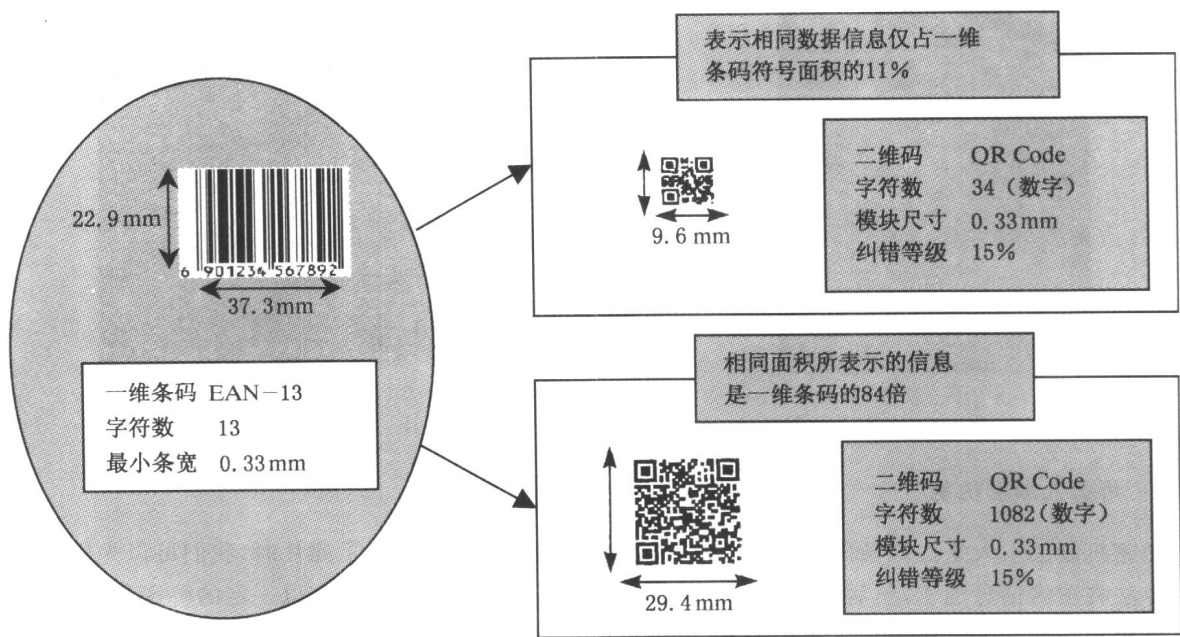


图 1-2 二维条码 QR Code 与一维条码 EAN-13 信息表示密度的比较

1.3.2 具有纠错功能

二维条码可以表示数以千计字节的数据。通常情况下，其所表示的信息不可能与条码符号一同印刷出来。如果没有纠错功能，当二维条码的某部分损坏时，该条码无法识读而变得毫无意义。二维条码引入的纠错机制，使得二维条码在因穿孔、污损等引起局部损坏时，照样可以得到正确识读，见图 1-3。

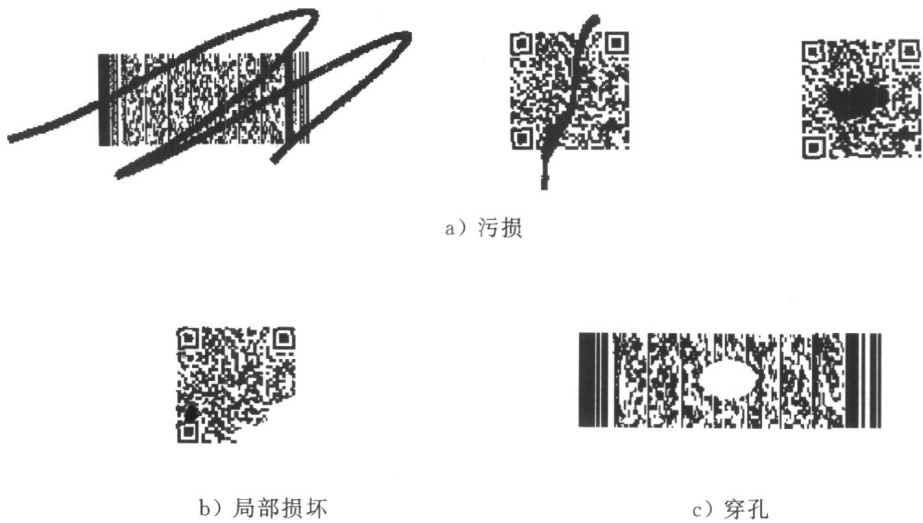


图 1-3 二维条码的纠错机制

1.3.3 可表示图像及多种文字信息

多数一维条码所能表示的字符集不过是 10 个数字，26 个英文字母及一些特殊字符。条码字符集最大的 Code 128 条码，所能表示的字符个数也不过是 128 个 ASC II 字符。因此，要用一维条码表示其他语言文字（如汉字、日文等）是不可能的。大多数二维条码都具有字节表示模式，可将语言文字或图像信息转换成字节流，然后再将字节流用二维条码表示，从而实现二维条码的图像及多种语言文字信息的表示，见图 1-4。

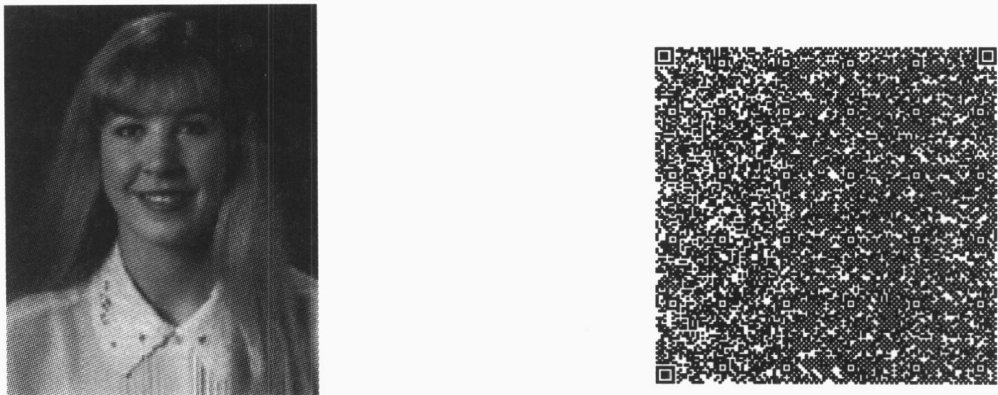


图 1-4 用二维条码表示人像照片

1.3.4 可引入加密机制

加密机制的引入是二维条码的又一优点。比如：我们用二维条码表示照片时，我们可以先用一定的加密算法将图像信息加密，然后再用二维条码表示。在识别二维条码时，再加以一定的解密算法，就可以恢复所表示的照片。这样便可以防止各种证件、卡片等的伪造，见图 1-5。

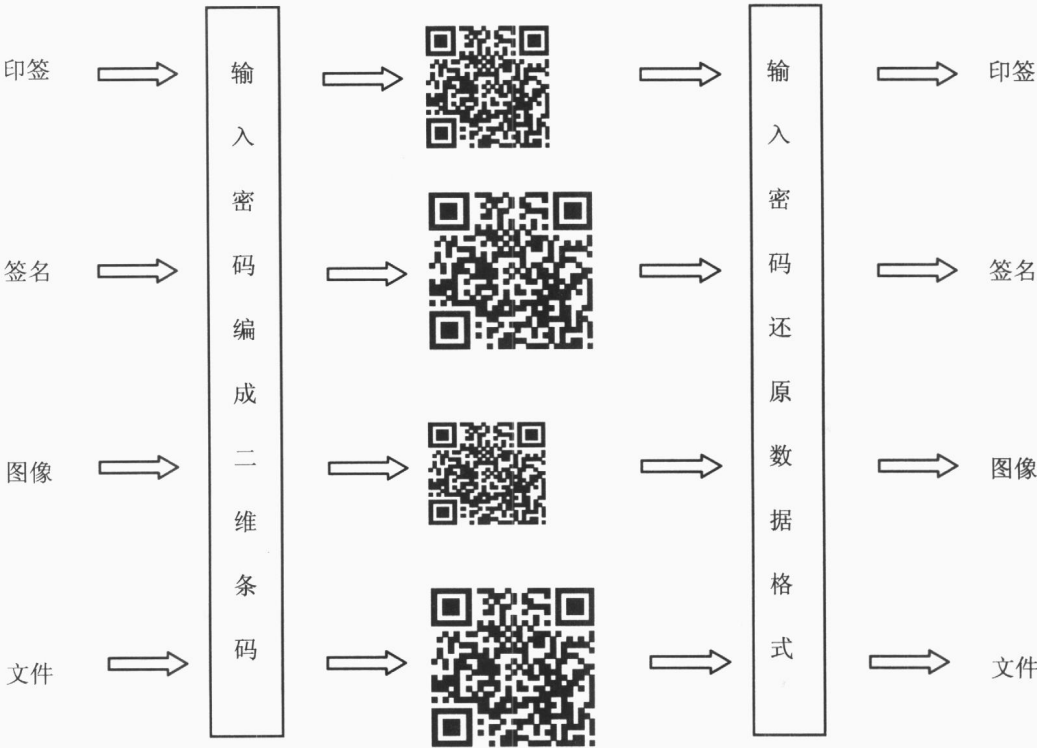


图 1-5 在二维条码符号表示中引入数学加密技术

二维条码这一高新技术的上述优势特别适合我国工商管理、金融税务、物流、贵重物品防伪、海关管理、打击走私等众多领域信息化的需求。在货物运输方面，由于二维条码可以对物品进行描述，解决了货物保险索赔、海关虚假报关的难题；在银行金融系统，在支票、汇票上使用二维条码，银行可以设置自己的密码，防止假支票、汇票的出现；在工商管理系统，在营业执照上使用二维条码，可有效地防止假执照，大大简化年审验照手续，有利于公共数据的传输和采集；在名贵字画、珠宝上使用二维条码，可直接存储图像，起到有效的防伪作用。因此，二维条码技术的成功应用，将会极大地推动我国上述领域的信息化水平，提高管理效率，社会经济效益显著。

二维条码符号表示

2.1 概述

二维条码符号表示包括二维条码的编码与码字流的符号表示两部分内容,参见图 2-1。二维条码的编码是指将源数据信息流转化为数据码字及根据数据码字流生成纠错码字的过程;码字流的二维条码符号表示是指在完成二维条码的编码之后,按照特定的规则将码字流用相应的二维条码符号表示的过程。

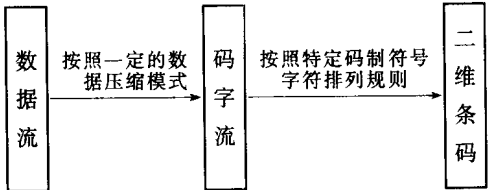


图 2-1 二维条码符号的表示

二维条码信息表示应用实例:

数据信息 97-A25-02-01
二维条码技术研究与应用试点
QR Code 符号,如图 2-2 所示:



图 2-2 QR Code 符号

2.2 二维条码的编码

二维条码的编码包括两部分内容:一是将数据信息流通过一定的数据压缩模式转换成数据码字;二是根据 Reed-Solomon 错误控制码算法及数据纠错要求,在数据码字的基础上生成相应纠错码字。

2.2.1 数据信息的编码

二维条码对物品的描述,是通过一定的数据信息转化方法,将描述物品的数字、字母、符号、文字、图像等信息转化为数据码字流,然后用二维条码表示来实现,对不同的数据信息,每一码制提供了相应的数据压缩模式来实现数据信息的转换,其主要的压缩模式包括:数字压缩模式、文本压缩模式(字母压缩模式)、字节压缩模式。数字压缩模式主要用于对数字信息的表示;文本压缩模式(字母压缩模式)主要用于对 ASC II 字符集及 ASC II 扩展字符集中字符信息的表示,也可用于对数字信息 0~9 的表示,但会降低表示效率;字节压缩模式主要用于对文字信息,如汉字、图像信息的表示,也能用于表示数字、字母信息,但会大大降低表示效率。不同码制表示信息的范围及方法各有特色。

对四一七条码,主要采用了三种数据信息压缩模式:数字压缩模式、文本压缩模式、字节压缩模式,各模式之间通过模式锁定与模式转换(Latch/Shift)码字来实现相互切换,以提高对数据信息的表示效率。

QR Code 采用了数字模式、字母数字模式、8 位字节模式、汉字模式、混合模式、FNC1 模式等。其中,基本模式包括数字模式、字母数字模式和 8 位字节模式,而其他模式都是为了提高数据信息表示效率,在上述基本模式的基础上产生的。汉字模式(包括中国汉字模式和日语汉字模式)是为提高 QR

Code 表示汉字的效率,在 8 位字节模式的基础上产生的一种模式。混合模式是为了提高信息编码的密度,在数字、字母数字、8 位字节、汉字模式的基础上形成的一种模式。

对行排式二维条码,目前只有四一七条码、Super code 码有字节表示模式,可表示汉字、图像信息,而 Code 49、Code 16K、Codeblock 都没有字节表示机制,因此,无法表示汉字、图像信息。对矩阵二维码 Data Matrix、QR Code、Code One 等都具有字节表示机制,可表示汉字、图像信息。

常见几种二维码信息表示特性见表 2-1。

表 2-1 几种常见的二维条码的信息表示特性

码制	码制种类	符号尺寸	最大码字数	符号字符结构	每一符号的最大数据容量	纠错能力(最大)
Code 49	行排式	符号高度:可变(2~8 行) 符号宽度:81X(包括空白区)	32 个(包括 3 个校验码字)	(n,k,m)字符 n=16, k=4, m=6	数字:81 个 数字字母:49 个 全 ASCⅡ:24~49 个	无
Code 16K	行排式	符号高度:可变(2~16 行) 符号宽度:81X(包括空白区)	80 个(包括一个起始符号字符和 2 个校验字符)	(n,k,m)字符 n=11, k=3, m=4	数字:154 个 数字字母型:77 个 全 ASCⅡ:77 个	无
四一七条码	行排式	符号高度:可变(3~90 行) 符号宽度:90X~538X(包括空白区)	928 个(包括 1 个符号长度指示符与 2~512 个纠错码字)	(n,k,m)字符 n=17, k=4, m=6	纠正等级为 0 时, 数字:2710 个 字母:1850 个 字节:1108 个	E 错误:509 个, T 错误:254 个
Coda block	行排式	符号高度:可变(2~44 行) 符号宽度:可变(121X~757X)	2 726 个	(n,k,m)字符 n=11, k=3, m=4	数字:5452 个 字母:2726 个 全 ASCⅡ:2726 个	无
Code one	矩阵式	版本 A~H:18W×16H~134W×148H 版本 S:13W×9H~33W×9H 版本 T:19W×16H~51W×16H	2 040(包括 560 个纠错码字)	8 个正方形模块以 4×2 阵列排列	数字:3 550 个 字母:2 218 个 全 ASCⅡ:1 480 个 字节:1 478 个	版本 H: E 错误:557 个, T 错误:280 个
Data Matrix	矩阵式	ECC000-140:9×9~49×49 ECC 200:10×10~144×144	ECC200:2 178 个(包括 620 个纠错码字)	8 个正方形模块以 3×3 排列(除右上角之外)	ECC 200: 数字:3 116 个 字母:2 335 个 字节:1 556 个	ECC 200: E 错误:590 个, T 错误:310 个
QR Code	矩阵式	Model 1:21×21~73×73 Model 2:21×21~177×177	3 706(包括纠错码字)	8 个正方形模块以 2×4 排列	版本 40-L: 数字:7 089 个 字母:4 296 个 字节:2 953 个 汉字:1 817 个	版本 40-H: E 错误:2 430 个 T 错误:1 215 个
Maxi Code	矩阵式	名义尺寸: 28.14mm(W) 26.91mm(H)	144 个(包括纠错码字)	6 个正六边形模块以 3×2 排列	数字:138 个 字母:93 个	E 错误:2 430 个 T 错误:1 215 个

2.2.2 二维条码的纠错

一维条码的应用建立在这样一个基础上,那就是识读时拒读(即读不出)要比误读(读错)好。因此,一维条码通常同其表示的信息一同印刷出来。当条码受到损坏(如污染、脱墨等)时,可以通过键盘录入代替扫描条码。鉴于以上原则,一维条码没有考虑到条码本身的纠错功能,尽管引入了校验字符的概念,但仅限于防止读错。

早期出现的 Code 49、Code 16K 等几种二维条码,在其信息表示密度方面与一维条码相比有了很大提高,但由于是在一维条码的基础上生成的,没有纠错功能。人们在使用中发现,尽管早期开发的二维条码能表示大量的数据信息,但由于条高的截短,使二维条码因质量问题出现不可识读的概率大大增加,一旦不能识读,则变得毫无意义。因此,在某种程度上限制了二维条码的应用。

为了解决早期几种二维条码在使用中出现的问题,拓宽二维条码的应用,后期研制的二维条码 PDF417、Data Matrix、QR Code 等都采用了 Reed-Solomon 纠错技术,从而为二维条码在各领域的广泛使用奠定了基础。

在二维条码的识读过程中,通常出现两种识读错误:一种是拒读错误,即在确定位置上的符号字符的丢失或不可译码;另一种是替代错误,即在随机位置上的符号字符的错误译码。

用一个纠错码字可恢复一个拒读错误,用两个纠错码字可纠正一个替代错误。例如 QR Code 符号,如果由于一个缺陷导致某一深色模块变成浅色模块或相反某一浅色模块变成深色模块,从而导致受影响的符号错误地译解为另一个符号字符,这种数据替代错误,由于既要确定错误码字的位置,又要对错误码字进行纠正,因此,需要两个纠错码字来纠正它。

可纠正的替代和拒读错误数量由下式给出:

$$e + 2t \leq d - p$$

- 其中: e = 拒读错误数;
- t = 替代错误数;
- d = 纠错码字数;
- p = 错误译码保护码字数。

2.2.3 纠错码字的生成

1) 纠错等级的选择

在计算纠错码字前,首先应根据使用环境及不同纠错等级所对应的纠错能力,合理地选择满足使用要求的纠错等级。

2) 纠错码字的计算

然后根据所选定的纠错等级和数据码字,用 Reed-Solomon 错误控制码算法计算相对应的纠错码字,计算步骤如下:

第一步 建立数据码字多项式 $C(X)$

$$C(X) = C_{n-1}X^{n-1} + C_{n-2}X^{n-2} + \dots + C_1X + C_0$$

式中:多项式的系数由对应数据码字组成,最高次项的系数为第一个数据码字,最低次项的系数为最后一个码字。

第二步 建立纠错码字的生成多项式 $g(x)$

$$g(x) = x^k + g_{k-1}x^{k-1} + \dots + g_1x + g_0$$

式中: k 为纠错码字的个数

第三步 根据建立的数据码字多项式 $C(X)$ 与纠错码字多项式 $g(x)$,按一定的数学运算规则求得纠错码字。

2.3 二维条码符号表示

二维条码的符号表示是指在完成二维条码的编码,即数据信息流转换为码字流之后,将码字流用相应的二维条码符号进行表示的过程。根据二维条码符号的结构特点及生成原理,通常将二维条码分为行排式二维条码和矩阵式二维条码两类。具有代表性的行排式二维条码有四一七条码、Code 49、Code 16K 等。具有代表性的矩阵式二维条码有 QR Code、Data Matrix、Code one、Maxi code 等。

2.3.1 行排式二维条码

2.3.1.1 符号结构

行排式二维条码符号结构的共同特征是一个多行结构,符号的顶部和底部为空白区。上下空白区之间为多行结构。每行数据符号字符数相同,行与行左右对齐直接衔接(Super Code 码除外)。每行均由左空白区、起始符、符号字符、终止符、右空白区等组成。如图 2-3、图 2-4、图 1-1 a)所示。

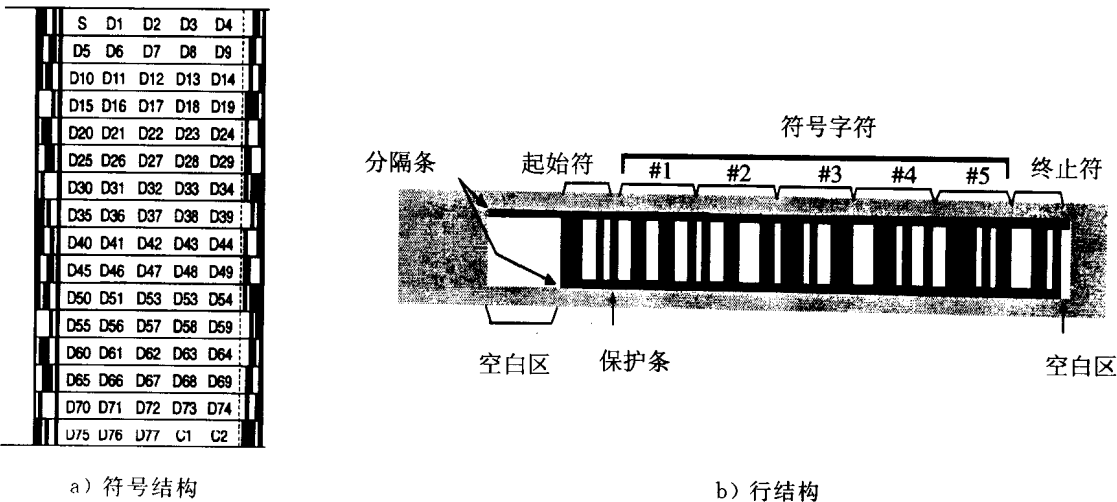


图 2-3 Code 16K 码符号结构

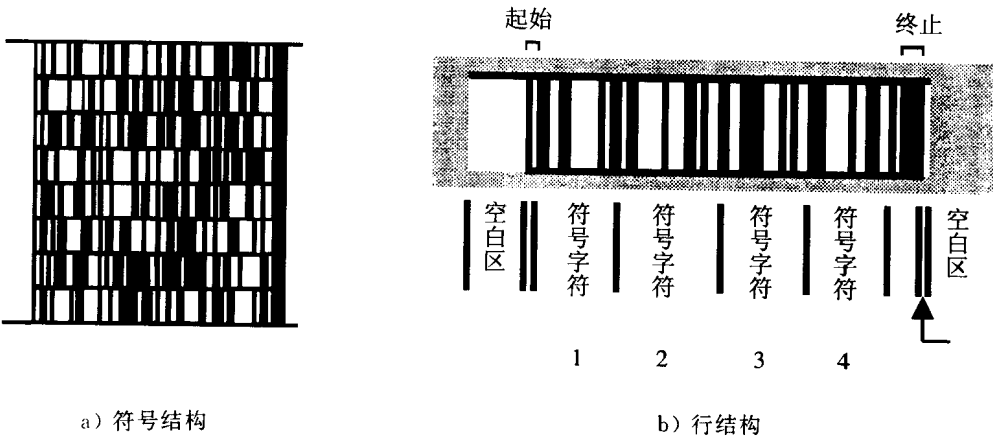


图 2-4 Code 49 码符号结构

2.3.1.2 符号字符结构

对行排式二维条码,由于它是在一维条码的基础上产生的,它的符号字符的结构与一维条码符号字符的结构相同,由不同宽窄的条空组成,属模块组合型。例如,最早的行排式二维条码 Code 49,其符号字符由 4 条 4 空,共 16 个模块组成,每一条空由 1~6 个模块组成,见图 2-5;Code 16K 码的符号字符由 3 条 3 空,共 11 个模块组成,每一条空由 1~4 个模块组成,见图 2-6;四一七条码,每一符号字符由 4 条 4 空,共 17 个模块组成,每一条空由 1~6 个模块组成,见图 2-7。