

第一章

条码的起源

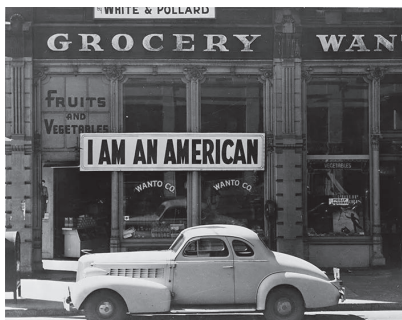


第一节 条码诞生前夜

1776年7月4日，大陆会议发表《独立宣言》，同时宣布13个殖民地脱离英国独立，美国诞生。此后，美国快速扩张领土、发展经济，到19世纪末20世纪初，已成为全球第一经济大国。

时针拨到20世纪初期，美国的家庭购买食品和日用品的主要场所是居民区附近的杂货铺和专营小店，比如买牛肉就去肉铺，买面包就去面包房。这些商铺大多归私人所有，如何经营全由店家自己说了算，也称之为夫妻店。当时的美国，这种类型店铺扮演着很重要的角色。它们的经营模式很简单：从中间商那儿购买商品，加上利润之后出售给附近居民。顾客往往都是住在附近的居民，商铺大多愿意送货上门并允许赊账。但这类夫妻店的辐射范围和销售额十分有限，个体经营的进货价格和经营成本也很高，使得本就不便宜的商品必须再加上一笔不菲的利润后才能到消费者手中。

1945年第二次世界大战结束，在经过1946—1947年短暂经济衰退之后，美国经历了长达20年的经济快速增长，成为世界上最富有的国家。短短几年内，2/3美国家庭达到中等收入水平，家庭可支配收入稳步上升。至1960年，大部分美国家庭至少拥有一辆小汽车。1945—1957年美



美国的杂货店



20 世纪 30 年代美国杂货店

国又迎来生育高峰，人口增长加上经济的腾飞，为零售业的发展创造极佳的条件。另一个显著的社会变化是 50—60 年代，数百万美国家庭离开东海岸向中西部迁移，使美国中西部地区人口快速增加，城市化进程加快。同时，非洲裔美国人大量涌入城市，而白色人种大量离开城市前往郊区居住，历史上称之为“白人大迁移”^①。美国郊区得到了迅速的发展，各种服务设施和购物中心拔地而起，选址在郊区的超级市场产生了真正优势。但为了满足上层消费者的购物需要，多数超市开始摒弃廉价、低端的形象，提升服务质量和店铺装潢，同时引入其他类型的销售形式和更多产品种类。到 50 年代末，超市已不只是单纯的食物杂货卖场，而类似于今天的购物中心。

零售商店规模的不断扩大给管理人员带来了新的麻烦：众多消费者集中采购时，依靠人工结算，想要准确录入芜杂的产品信息并快速完成结算计价，成为非常困难的事情，而因此导致差错率上升和人工成本大幅增加。

^① “白人大迁移” (White Flight)，是指美国社会金融地位较高的白人迁离黑人聚集的市中心，搬家到郊区环境优美的社区，以避免民族混居，避开市中心日益升高的犯罪率。



20 世纪 50 年代的美国零售商店

人们需要高效的结算模式，而采用一种新技术来解决快速结算已成为超市和消费者的共同诉求，这种需求催生了条码技术和条码收款机的出现。

第二节 科学家的执念

1948 年，美国费城，一名超市经理去了位于当地的德雷塞尔大学 (Drexel University)。这名没在史料中留下姓名的超市经理找到了一名系主任，恳求他帮忙开发一种能够高效率地对产品进行编码的方法，达到在结账时自动获取产品信息的目的。

系主任并没有把这名超市经理和他提出的技术需求当回事，但这段对话却在不经意间被德雷塞尔大学的研究员伯纳德·西尔弗 (Bernard Silver) 听到。西尔弗对这项技术需求产生了强烈的兴趣，并说服了他的

同学——诺曼·约瑟夫·伍德兰 (Norman Joseph Woodland, 1921—2012) 一起开展研究。他们最初曾试图用荧光墨水印制产品信息，并借助紫外光实现读取，但这一想法并没有成功。

1948—1949 年冬天，伍德兰从研究生院退学并辞去了他的教学工作，从美国东北部的费城搬到了位于迈阿密的祖父家居住，从而可以潜心研究。有一次，当伍德兰坐在沙滩上发呆时，突然意识到要以视觉形式呈现信息，就必须有一种编码。而少年时期学的“摩尔斯电码”是他唯一知道的编码形式。于是他开始用手指在沙土上画点和破折号，形状类似于摩尔斯电码。之后他不经意间将手指插入沙土中，向下拉，结果是在沙滩上形成了一排平行线条。用手指所形成的细线代表点，然后形成的粗线代表破折号。

MORSE CODE TABLE

A	• —	N	— •	1	• — — — —	Ñ	— — • — —
B	— • • •	O	— — —	2	• • — — —	Ö	— — — •
C	• • — •	P	• — — •	3	• • • — —	Ü	• • — —
D	— • • •	Q	— — • —	4	• • • • —	,	• • • • •
E	•	R	• — • •	5	• • • • •	.	• — — — —
F	• • — •	S	• • •	6	— • • • •	?	• • — — • •
G	— — •	T	—	7	— — • • •	;	— • — — —
H	• • • •	U	• • —	8	— — — • •	:	— — — • • •
I	• •	V	• • • —	9	— — — — •	/	• • • • •
J	• — — —	W	• — —	0	— — — — —	+	• • • • •
K	— • —	X	— • • —	Á	• — — — —	-	— • • • • —
L	• — • •	Y	— • — —	Ä	• • • —	=	• • • • •
M	— —	Z	— • • •	É	• • • • •	0	— • — — —

摩尔斯电码

“假如优雅简约、组合无限的摩尔斯电码被改编成图形，会怎么样呢？我把四根手指插入沙子，不知为何向着自己划出四条线。天哪！现在我有四条线，它们可宽可窄，可以代替点和线。”在几十年后的一次采访中，伍德兰说，仅仅几秒钟之后，他又用四根手指在沙子里划出一个圆。

现代条码的雏形，就诞生于这看似无意地用手指在沙地上划出的一组线条。



沙滩上的启发

伍德兰向西尔弗说了这个构想后，他们发明了一种可以替代摩尔斯电码的“公牛眼”码，并将其换成一个同心圆模式，从而实现面对来自任何方向的扫描。这种条码的图案很像微型射箭靶，靶的同心环由大小粗细不一的圆绘制而成。他们给这种由粗细不同的条纹组成的圆形线条带起了一个很朴素的名字：分类装置和方法 (Classifying Apparatus and Method)，并于 1949 年 10 月 20 日提起了专利申请。

1952 年 10 月 7 日，伍德兰和西尔弗的发明获得了美国 2612994 号专利，专利涵盖了线性和环形同心圆印刷技术。此时，伍德兰已经到 IBM 工作，他曾建议 IBM 收购此项专利，但在价格上没有达成协议，于是两人将这项专利以 1.5 万美元卖给了飞歌公司 (Philco)，而这也是他们从自己的专利中赚到的所有钱。后来，飞歌公司又将专利转售给 RCA 公司。

西尔弗有生之年一直在德雷塞尔大学担任物理教师。直到 1963 年，

Oct. 7, 1952

N. J. WOODLAND ET AL
CLASSIFYING APPARATUS AND METHOD

2,612,994

Filed Oct. 20, 1949

3 Sheets-Sheet 1

FIG. 1

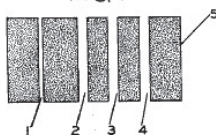


FIG. 2



FIG. 3



FIG. 4



FIG. 5



FIG. 6



FIG. 7



FIG. 8



FIG. 9

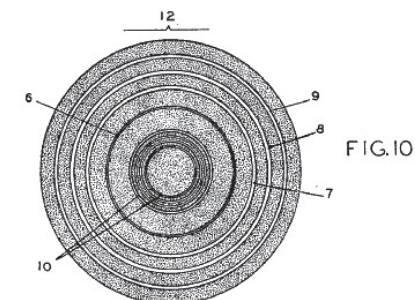


FIG. 10

NOTE: LINES 6, 7, 8, AND 9 ARE LESS
REFLECTIVE THAN LINES 10.

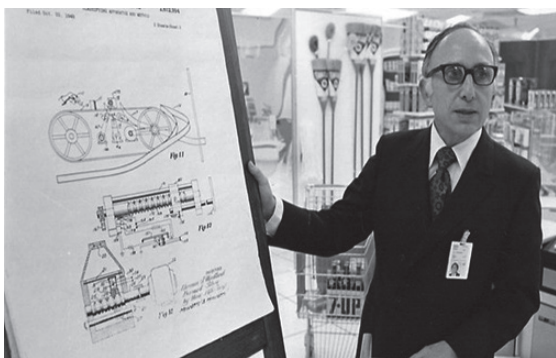
INVENTORS:
NORMAN J. WOODLAND
BERNARD SILVER
BY THEIR ATTORNEYS
Howson & Howson

“公牛眼”码

该图案很像微型射箭靶，称作“公牛眼”码。但遗憾的是，由于受当时的工艺和商品经济所限，还没有能力印制出这种码，因此这种“公牛眼”码未能成为此后世界上通用的商品条码。

年仅 38 岁的西尔弗去世。

伍德兰与条码的渊源并没有就此止步。20 世纪 60 年代末，这项专利过期时，伍德兰仍在 IBM 公司工作。随着时间的推移，激光扫描技术和微型处理器相继问世，使条码大有可为。20 世纪 70 年代早期，伍德兰在 IBM 的一名同事——乔治·J. 劳雷尔 (George J. Laurer)，在伍德兰－西尔弗模型的基础上，设计了如今无所不在的黑白矩形条码，在此过程中，他吸取了伍德兰的很多建议。在获得发明专利 20 年后，身为 IBM 工程师的伍德兰成为北美地区的统一代码——UPC 码的奠基人。



诺曼·约瑟夫·伍德兰

1992 年，美国总统布什授予伍德兰“国家技术奖章”，以奖励他在条码技术方面的发明；2011 年，伍德兰被列入美国发明家名人堂。

早期的条码广泛应用于医疗、铁路、物流等领域。美国国防部军营超市管理处 (DeCA) 选择采用统一产品代码 (Universal Product Code, UPC)，军营超市管理处甚至派代表协助美国统一代码委员会 (Uniform Code Council, UCC) 为海运集装箱编制代码和标识。在美国政府开办的向个人售卖商品的商店里，采用了商用的商品代码系统，但对于美国政府采购的物品，则独自开发了一套商品代码体系。美国政府开发的这

套代码体系称为国家储备原料号码 (National Stock Number, NSN)。它采用 39 码标识系统。20 世纪 80 年代, 在工业领域, 统一工业代码 (Uniform Industrial Code, UIC) 得到较为普遍的应用, 但经过一段时间的使用后, 在大约 150 00 个原用户中, 只有 200 个继续使用统一工业代码 (UIC), 其他用户则选用 UPC 码。随着时间的推移, UIC 逐渐退出, 只剩下统一产品代码 (UPC) 还在应用。这种码制日后发展成北美地区广泛应用的 UPC 条码。

有趣的是, 条码的应用还超越了地球的地理范围。1996 年 9 月 19 日的《纽约时代》中报道了宇航员使用条码库存管理系统来追踪从航天飞机转运到航空站里的多种货品。由此可见, 在命名 UPC 时, 使用 “Universal” (有 “宇宙” 之意), 是没有夸张的。

而看似小巧的条码, 其编码方式却是经历了无数次的推敲和实验才得来的。例如, 常见的 EAN/UPC 条码就采用了被称为 “模块组配法” 的编码方式。这种编码方式是指条码符号中, 条与空是由标准宽度的模块组合而成的。一个标准宽度的条模块表示二进制的 “1”, 而一个标准宽度的空模块表示二进制的 “0”, 并以它们的组合来表示某个数字字符, 反映某种信息。另一个编码方法叫 “宽度调节法”, 是以窄单元 (条纹或间隔) 表示逻辑值 “0”, 以宽单元 (条纹或间隔) 表示逻辑值 “1”。宽单元通常是窄单元的 2~3 倍。对于两个相邻的二进制数位, 由条纹到间隔或由间隔到条纹, 均存在着明显的印刷界限。39 码、库德巴码及常用的 25 码、交插 25 码均属宽度调节型条码。

以 EAN-13 为例:

EAN/UPC 字符集包括 A 子集、B 子集和 C 子集。每个条码字符由

2 个“条”和 2 个“空”构成。每个“条”或“空”由 1~4 个模块组成，每个条码字符的总模块数为 7。用二进制“1”表示“条”的模块，用二进制“0”表示“空”的模块。条码字符集可表示 0~9 共 10 个数字字符。

EAN/UPC 条码字符集的二进制表示

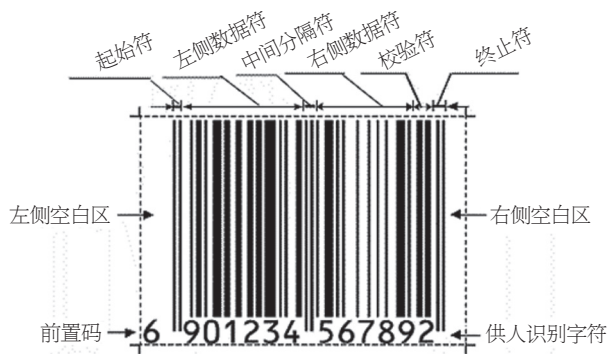
数字字符	A 子集	B 子集	C 子集
0	0001101	0100111	1110010
1	0011001	0110011	1100110
2	0010011	0011011	1101100
3	0111101	0100001	1000010
4	0100011	0011101	1011100
5	0110001	0111001	1001110
6	0101111	0000101	1010000
7	0111011	0010001	1000100
8	0110111	0001001	1001000
9	0001011	0010111	1110100

A 子集中条码字符所包含的“条”的模块的个数为奇数，称为奇排列；B、C 子集中条码字符所包含的“条”的模块的个数为偶数，称为偶排列。

数字字符	A 子集 (奇) ^a	B 子集 (偶) ^b	C 子集 (偶) ^b
0			
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			

EAN/UPC 条码字符集示意图

EAN-13 条码由左侧空白区、起始符、左侧数据符、中间分隔符、右侧数据符、校验符、终止符、右侧空白区及供人识别字符组成。



EAN-13 条码的符号结构



条码符号构成示意图

起始符、终止符的二进制表示都为“101”。

中间分隔符的二进制表示为“01010”。



13 代码中左侧的第一位数字为前置码。左侧数据符根据前置码的数值选用 A、B 子集。

左侧数据符根据前置码的数值选用 A、B 子集

前置码数值	EAN-13 左侧数据符商品条码字符集					
	代码位置序号					
	12	11	10	9	8	7
0	A	A	A	A	A	A
1	A	A	B	A	B	B
2	A	A	B	B	A	B
3	A	A	B	B	B	A
4	A	B	A	A	B	B
5	A	B	B	A	A	B
6	A	B	B	B	A	A
7	A	B	A	B	A	B
8	A	B	A	B	B	A
9	A	B	B	A	B	A

在 EAN 条码符号二进制表示中，条码符号的左侧数据排列由前置码决定，右侧数据符的排列规律为 CCCCCC。

为了更清晰的了解 EAN/UPC 条码的符号字符集表示，我们以代码 6901234567892 进行示例。其条码符号中的左侧数据符（“901234”）的排列形式是由前置码“6”来决定的，由“左侧数据符 EAN/UPC 条码字符集的选用规则”可查出数据排列规律为“ABBBAA”，右侧数据符为“CCCCCC”因此，左、右数据符排列规律为“ABBBAACCCCCC”。进而对照“EAN/UPC 条码字符集的二进制表示”，我们就可以得出代码 6901234567892 的左、右侧数据符二进制标识。

代码 6901234567892

	左侧						右侧					
代码字符	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	2
条码字符的排列规则	A	B	B	B	A	A	C	C	C	C	C	C
条码字符的模块排列	0001011	0100111	0110011	0011011	0111101	0100011	1001110	1010000	1000100	1001000	1110100	1101100

如果加上起始符、终止符和分隔符，那么代码 6901234567892 的完整二进制表示就可以写成：“10100010110100111011001100110110111010100011010100111010100001000100100100011101001101100101”，通过二进制的转化，条码就可以通过计算机快速读取。

在当时的历史条件下，不同种类的条码码制先后出现，但最终 EAN/UPC 条码由于其方便识读的特点获得了多数厂商的青睐，从众多码制脱颖而出并经受住了历史的考验，在全球得到成功应用。

第三节 条码码制“大爆炸”

条码在早期，曾有过各式各样的形式，以满足不同的环境及用途。20 世纪 50—60 年代，一大批条码码制出现在人们的视野中。条码码制“大爆炸”就发生在这个时期，当时，对条码产生浓厚兴趣的发明家不止伍德兰和西尔弗。

1959 年，吉拉德·费伊赛尔（Girad Feissel）等人申请的一项专利

中，出现了“七段平行线”条码，即数字“0~9”中每个数字可由七段平行条组成的条码。但是依靠机器难以识读这种条码，也并不便于人工识读，所以没有得到广泛应用。不过，这一构想促进了条码码制的产生与发展。不久后，E.F. 布林克尔（E.F.Brinker）申请了将条码标识在有轨电车上的专利。20 世纪 60 年代后期，西尔韦尼亚（Sylvania）发明了一种被北美铁路系统所采纳的条码系统。



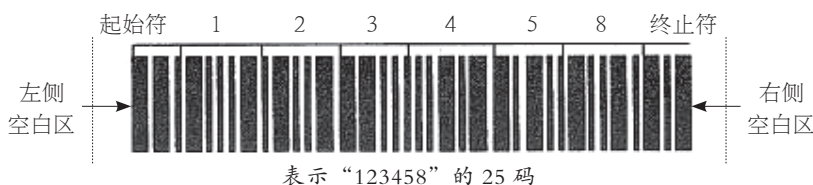
“七段平行线”条码

机器难以识读这种条码，人们读起来也不方便，不过这一构想的确促进了后来条码的发展。

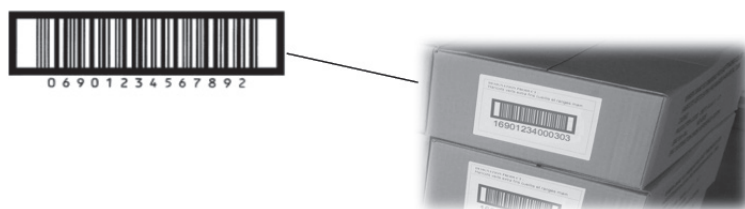
目前已知的世界上正在使用的条码有 260 多种。这些类型的条码依据编码结构和性质可分为定长和非定长条码、连续型和非连续型条码、自校验和非自校验型条码等。

所谓自校验，是指条码字符本身仅出现一个错误时具有校验错误的特性，比如在印刷缺陷时（如出现一个污点把窄条错认为宽条，相邻宽条错认为窄条等情况）不会导致替代错误。对于自校验功能的条码，一般不需要加入校验位，但为了满足特定场合数据安全性的要求，可在条码数据符的后面加一位校验符。对于一些非自校验的条码，可以通过增加校验位来实现条码校验的功能，比如 EAN/UPC 条码采用从代码位置序号第二位开始，所有的偶（奇）数的数字代码进行数学运算的方法来校验条码的正确性。

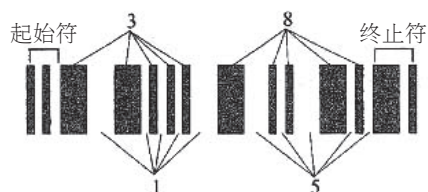
25 码（二五码）是最简单的条码，它研制于 20 世纪 60 年代后期，到 1990 年由美国正式提出。这种条码只含数字 0~9，应用比较方便。由于 25 码是一种只有条表示信息的非连续型条码，每一个条码字符由规则排列的 5 个条组成，其中有两个条为宽单元，其余的条和空，字符间隔是窄单元，故称之为“25 码”。当时 25 码主要用于各种类型文件处理、仓库的分类管理、标识胶卷包装及机票的连续号等。但 25 码不能有效地利用空间，人们在 25 码的启迪下，将条表示信息，扩展到用空也表示信息。因此在 25 码的基础上又研制出了条、空均表示信息的交插 25 码。



交插 25 码（交插二五码）是由美国 Intermec 公司于 1972 年发明的，初期广泛应用于仓储及中控领域，于 1981 年开始将其应用于运输包装领域。1987 年日本引入后，用于储运单元的识别与管理。交插 25 码是一种长度可变的连续型自校验数字式码制，其字符集为数字 0~9。采用两种单元宽度，每个条和空是宽或窄单元。编码字符个数为偶数，所有奇数位置上的数据以条编码，偶数位置上的数据以空编码。如果为奇数个数据编码，则在数据前补一位 0，以使数据为偶数个数位。目前在运输中应用比较广泛的 ITF-14 条码采用的就是交插 25 码码制，主要用于运输包装，是印刷条件较差、不允许印刷 EAN-13 和 UPC-A 条码时选用的一种条码，比如在瓦楞纸箱等商品运输包装上就可以印刷这种条码。

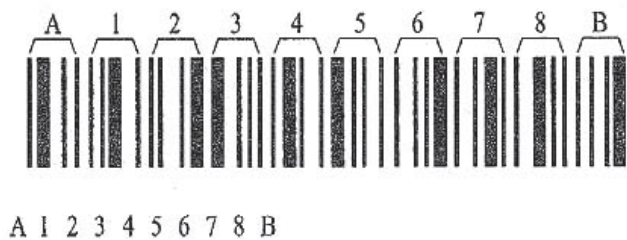


采用交插 25 码码制的 ITF-14 条码



表示“3185”的交插 25 条码

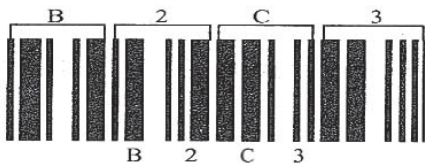
在其他领域，条码的研制也在积极探索。库德巴（Codabar）码是 1972 年由蒙那奇·马金等人研制，广泛应用于医疗卫生和图书馆行业，也用于邮政快件上。当时美国输血协会还将库德巴码规定为血袋标识的条码，以确保操作准确，保护人们的生命安全。库德巴码是一种长度可变的连续型自校验数字式码制。其字符集为数字 0~9 和 6 个特殊字符（-、:、/、。、+、 ），共 16 个字符。左侧空白区、起始符、数据符、终止符及右侧空白区构成。它的每一个字符由 7 个单元组成（4 个条单元和 3 个空单元），其中 2 个或 3 个是宽单元（用二进制“1”表示），其余是窄单元（用二进制“0”表示）。库德巴码字符集中的字母 A、B、C、D 只用于起始字符和终止字符，其选择可任意组合。当 A、B、C、D 用作终止字符时，亦可分别用 T、N、#、E 来代替。



标识 A12345678B 的库德巴码

随着条码技术的应用领域不断拓展，简单的数字式码制已经无法满足人们的需求。Code 39（39 码）是 1975 年由美国的 Intermec 公司研制的一种条码，能够对数字、英文字母及其他字符等 43 个字符进行编码，是第一个字母数字式码制。由于它具有自检验功能，使得 39 码具有误读率低等优点，首先为美国国防部所用。目前广泛应用于汽车制造、材料管理、经济管理、医疗卫生和邮政、储运单元等领域。我国于 1991 年研究制定了 39 条码标准（GB/T 12908—2002），推荐在运输、仓储、工业生产线、图书情报、医疗卫生等领域应用。

39 码是一种条、空均表示信息的非连续型、非定长、具有自校验功能的双向条码，其字符集为数字 0~9、26 个大写字母和 7 个特殊字符（-、.、Space、/、%、
），共 43 个字符。每个字符由 9 个单元组成，其中有 5 个条（2 个宽条、3 个窄条）和 4 个空（1 个宽空、3 个窄空）。

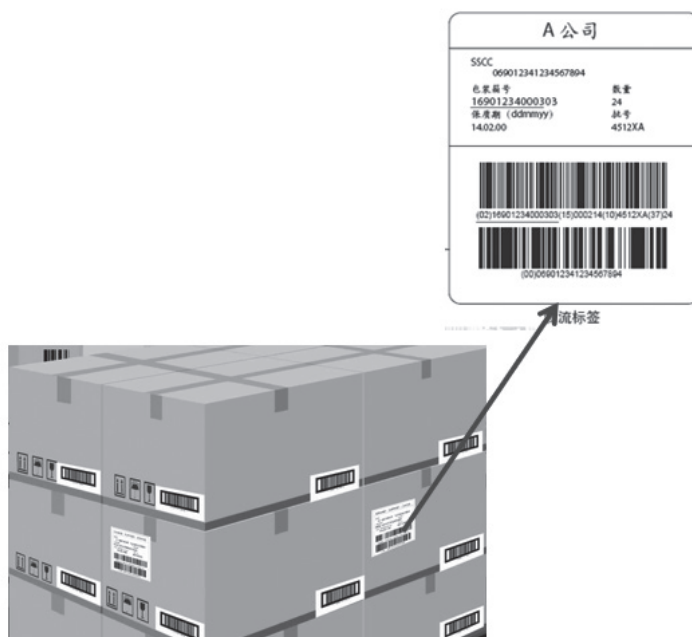


标识“B2C3”的 39 条码

从 80 年代初，人们围绕提高条码符号的信息密度，开展了许多研究。128 码（一二八码）和 93 码（九三码）就是其中的研究成果。相较于 39 码，1981 年推出的 128 码是一种长度可变、连续性的字母数字条码。128 码可表示从 ASCII 0（美国标准信息交换代码）到 ASCII 127 共 128 个字符（其中包含数字，字母，符号），故称 128 码。与其他一维条码比较起来，128 码是较为复杂的条码系统，而其所能支持的字符比其他一维条码多，又有不同的编码方式可供交互运用，因此其使用弹性也较大。GS1-128 码是普通 128 码的子集，由 GS1 和国际自动识别制造协会合作设计而成，并将 128 码符号起始符后面的第一个字符值的功能符 1（FNC1）专门留给 GS1 系统使用。

GS1-128 码字符集属于字母 / 数字字符集，由左侧空白区、双字符起始符、数据字符、校验符、右侧空白区组成，每个条码字符（终止符除外）由 6 个单元 11 个模块组成，包括 3 个条、3 个空，每个条或空的宽度为 1~4 个模块。终止符由 4 个条、3 个空共 7 个单元 13 个模块组成。在条码字符中条的模块数为偶数，空的模块数为奇数，这一奇偶特性使每个条码字符都具有自校验功能。

由于 GS1-128 码是连续非定长条码，字符的个数可以根据需要确定，但是符号的物理长度和数据字符的个数有一定限制，每个符号的最大物理长度为 165mm，字符个数最多为 48 个。



在货运包装箱上应用的 GS1-128 码



GS1-128 码符号基本格式

所有使用 GS1 应用标识符的 GS1 条码允许多个单元数据串编码在一个条码符号中，这种编码方式称为链接。链接的编码方式比分别对每个字符串进行编码节省空间，因为只使用一次符号控制字符。同时，一次扫描

也比多次扫描的准确性更高，不同的元素串可以以一个完整的字符串供条码扫描器传送。在供人识别字符中，应该用圆括号把应用标识符括起来，以便于识读，在把多个单元数据编码于一个 GS1-128 码中时，要遵循“先预定义长度单元数据串，后可变长度单元数据串”的原则。所谓预定义长度单元数据串，是指那些预先设定了数据串长度且长度不变的单元数据串，如贸易项目标识、生产日期等单元数据串。预定义长度单元数据串的后面不需要插入分隔符（FNC1 字符）；非预定义长度单元数据中（即可变长度单元数据中）的后面则必须插入分隔符，但 GS1-128 条码中最后一个单元数据中的后面不需要插入分隔符。“先预定义长度单元数据中”的目的就是为了要减少分隔符的用量。

预定义长度指示符表

应用标识符 的前两位	字符数 （应用标识符和数据域）	应用标识符 的前两位	字符数 （应用标识符和数据域）
00	20	17	8
01	16	(18)	8
02	16	(19)	8
(03)	16	20	4
(04)	18	31	10
11	8	32	10
12	8	33	10
13	8	34	10
(14)	8	35	10
15	8	36	10
(16)	8	41	16

预定义长度指示符表，所列的字符数是限定的字符长度，并且不变。括号中的数字是预留的尚未分配的应用标识符。

GS1-128 码除了可表示贸易项目的标识（如全球贸易项目代码 GTIN）外，还可用于表示批号，生产日期，贸易计量（重量、尺寸、体积等），保质期等各种附加信息，从而广泛用于非零售贸易项目、物流单元、资产、位置的标识，如贸易项目标识、批号、生产日期等单元数据串。每个单元数据串由一个标识部分（前缀码或应用标识符）和一个数据部分组成。例如，“（01）06901234567892”是表示定量贸易项目标识的单元数据串；“（11）060818”是表示生产日期的单元数据串。其中圆括号中的数字是应用标识符，圆括号后的数据是数据部分。

而由 Intermec 公司于 1982 年开发的 93 码密度更高，安全性更强。93 码采用的是双校验符，也就是说，条码里有两个校验码，以降低条码扫描器读取条码的错误率。93 码的打印长度较 39 码短，相同的字符集下，比 39 码要窄。而且 93 码的字符表与 39 码相容，在印刷面积不足的情况下，可以适当地使用 93 码代替 39 码。

不同码制的技术参数

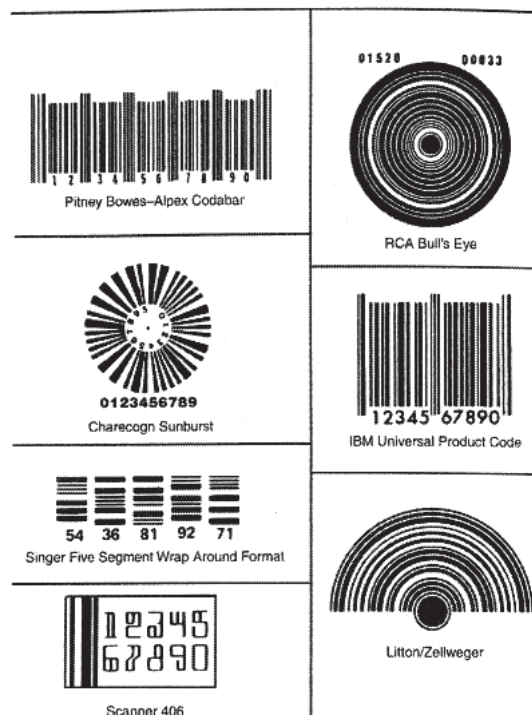
种类	长度	排列	校验	字符符号、码元结构	标准字符集	其他	码制图片
EAN-13、 EAN-8	13 位、 8 位	连续	校验码	7 个模块，2 条、2 空	0~9	EAN-13 为 标准版、 EAN-8 为缩 短版	
UPC-A、 UPC-E	12 位、 8 位	连续	校验码	7 个模块，2 条、2 空	0~9	UPC-A 为 标准版、 UPC-E 为消 零压缩版	
25 码	可变长	非连续	自校验	14 个模块，5 个条，其中 2 个宽单元 3 个窄单元	0~9	空不表示信息，密度，低	

续表

种类	长度	排列	校验	字符符号、码元结构	标准字符集	其他	码制图片
交插 25 码	定长或可变量	连续	自校验 + 校验码	18 个模块表示 2 个字符、5 个条表示奇数位 5 个空表示偶数位	0~9	表示偶数位个信息编码，密度高，EAN、UPC 的物流码采用该码制	
39 码	可变量	非连续	自校验 + 校验码	12 个模块，5 条、4 空、其中 3 个宽单元，6 个窄单元	0~9、A~Z、-、\$、/、+、%、*、.、空格	“*”用作起始符和终止符，密度可变，有串联性，亦可增设校验码	
93 码	可变量	连续	校验码	9 个模块，3 条、3 空	0~9、A~Z、-、\$、/、+、%、*、.、空格	有串联性，可设双校验码，加前置码后可表示 128 个全 ASCII 码	
库德巴码	可变量	非连续	自校验	7 个单元 4 条 3 空	0~9、A~D、\$、+、-、/	有 18 种密度	
128 码	可变量	连续	校验码	11 个模块，3 条、3 空	三个字符集覆盖了 128 个全 ASCII 码	有功能码、对数字码的密度最高	

此外，Charecogn 公司的旭日码、Scanner 公司的 406 码、美国邮政服务部门使用的 Postnet 的代码，以及 PDF417、Datamatrix、Code 6 等，在汽车、交通运输、化学和电子行业中都非常流行。

SAMPLE OF SYMBOLS PROPOSED



市面上曾出现过的各式各样条码，例如 Codabar、旭日码、406 码



美国邮政系统使用的条码

自条码诞生至今，经过一代代研究者的不断发明与探索，出现了不同码制的条码，有一些条码已经不再使用，但还有一些条码如 EAN/UPC

码、25 码、交插 25 码、GS1-128 码等时至今日仍在大规模应用。随着技术的不断进步，条码技术彻底改变了人们的工作和生活方式，并推动人们体验更加优质和便捷的生活。

第四节 “金色小鸡”带来的变革

20 世纪 70 年代的一天，美国的一位顾客走进商店选购了一件价格低廉的“金色小鸡”产品。但在扫描结算的时候，其价格信息显示却是 90 多美元。“这怎么可能？它不可能超过 1 美元。”消费者愤怒地与收银员发生争执。收银员也知道是出了差错，但这种商品因为条码的印刷质量问题，在扫描的时候总是出现类似的错误。虽然史料对“金色小鸡”具体是什么产品语焉不详，但这个事件促进了条码印制质量的提高。



美国“金色小鸡”品牌 Logo

这件令人担忧的“金色小鸡”事件，恰好是在关于是否强制要求商品标价的“争论”最激烈的时候出现的……为什么会有这种“争论”呢？

当时条码技术的应用已越来越广泛，给消费者带来的便利性也是显而易见的。但消费者也有一种担忧——包装上去掉商品价格的标识，是否会损害消费者利益？就拿“金色小鸡”为例，如果不是价格差错太过悬殊，消费者可能也就为它的差错买单了。为了避免这种差错给消费者带来损失，一些有组织的消费团体开始不断呼吁立法强制在商品上标示价格，从而在结算的时候轻松核对。但据估计，去掉商品标价能够增加销量，因此一些商业协会极力反对强制要求商品标价的立法。

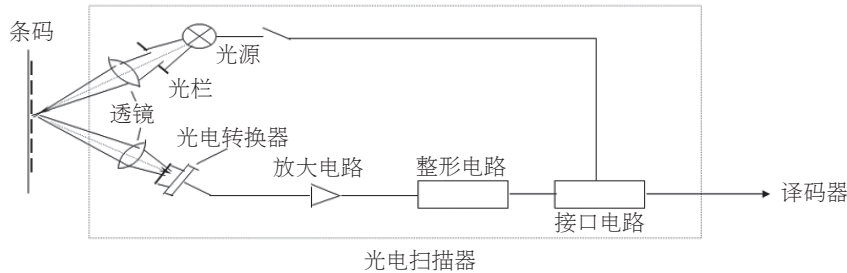
与消费者团体争论时，反对立法的一方（主要是商业协会）回应称：商品价格都会标注在货架上，而且通过扫描设备获取的信息更详细，现金收据也更容易快速比对价格。如果商品收费不合理，大多数商店甚至会将商品无偿赔付给消费者。况且，条码扫描设备识别出的商品价格一定比商店店员人工计算贴上的价格标签更准确。

如果寻求强制商品标价立法的消费者组织抓住“金色小鸡”这个典型事件，无疑会促进加速立法增加价格标识。当时，“金色小鸡”的差错只引起了条码运营管理机构的通知，而没被消费者组织重视。最终，它成了推进提高条码印制质量的“催化剂”。

那么，条码质量提升进程中，有哪几个关键点呢？“金色小鸡”总是扫描出错的原因又是什么呢？

回看条码自动识读技术本身，其主要是由条码扫描和译码两部分构成。扫描是利用光束扫读条码符号，并将光信号转换为电信号，这部分功能由扫描器完成；译码是将扫描器获得的电信号按一定的规则翻译成相应的数据代码，然后输入计算机（或存储器）。当扫描器识别条码符号时，光敏元件将扫描到的光信号转换为模拟电信号，模拟电信号经过放大、滤波、

整形等信号处理，转换为数字信号。译码器按照一定译码逻辑对数字脉冲进行译码处理后，便可得到与条码符号相应的数字代码。



条码扫描识读原理图

具体来看，在今天所使用的条码中，人们通常把深色条纹叫作“条”，浅色条纹叫作“空”。条码信息靠条和空的不同宽度和位置来传递。



“条”反射光线能力弱，“空”反射光线能力强；而扫描器便是通过利用“条”和“空”对光线反射率的不同来计算“条”与“空”的宽度并进行译码，从而获取商品信息，并将信息输入处理系统，显示在屏幕上。这样，人们就可以轻松地获取商品的各種信息。

也正是因为“条”和“空”的光线反射率的精准度极其重要，因而条码印刷的质量是确保条码正确识读、使条码技术产生社会效益和经济效益

的关键因素之一。条码印刷品质不符合技术要求，轻者会因识读器的拒读而影响扫描速度，降低工作效率，重者则会因误读而造成整个信息系统的混乱。显然，“金色小鸡”事件属于后者。

值得注意的是，一些企业为了让条码显眼或者配合外包装颜色，而采用红色条码（即将红色作为条色），但在条码印制之后却扫描不出信息。这是由于条码的识读设备通常采用红光作为扫描光源，而红色对红光反射率高，因此扫描红色条码时识读器无法区分条与空，造成条码识读失败。所以在条码的设计过程中，要选择对红光反射率低的颜色作为条色，对红光反射率高的颜色作为空色。通常情况下，条色为深色，空色为浅色；黑色作条，白色作空，是最为安全的条码。

国际物品编码协会（GS1，原名 EAN International）曾经在 1987 年对各国的条码印刷品进行了调查，结果表明条码印刷质量问题是一个国际性的普遍问题。为了提高条码印刷质量，就必须进行检测，必须引起人们的高度重视。从理论上讲，条码一次扫描识别成功的概率应在 98% 以上。据统计资料表明，在系统拒读、误读事故中，条码标签质量原因占事故总数的 50% 左右，因此，在印刷条码前，要做好印制设备和印制介质的选择，以获取合格的条码符号。在日常生活中，万一遇到了扫描器读取不了条码的情况，条码下方的一串数字字符就派上了用场，这些数字可供人们肉眼识别，超市里的收银员可以通过输入数字达到读取数据的目的，这些数字与通过扫描器读取的数据是一致的。

条码自动识别技术的发展，支撑了各行业领域的条码应用不断向纵深发展。20 世纪 70 年代，在各个工业国的积极推动下，国际自动识别制造商协会（Automatic Identification Manufacturer Association，

简称 AIM，后更名为国际自动识别与移动技术协会，英文为 Association for Automatic Identification and Mobility，简称 AIM Global）于 1974 年成立。其目标是建立一个有制造商和供应商参加的协作团体，以形成尽可能广阔的自动识别设备生产、供应和服务的有效市场。与此同时，一些制造业与工业较发达的国家也相继成立了本国的自动识别制造商协会，有利地推动了条码自动识别技术产业的迅速发展。2001 年，我国成立了 AIM Global 在中国的会员组织——中国自动识别技术协会（AIM China）。

如今在世界各国从事条码技术及其系列产品的开发研究、生产经营的厂商达上万家，开发经营的产品有数万种，成为具有相当规模的高新技术产业。目前，他们的产品正在向着多功能、远距离、小型化软件硬件并举，信息传递快速，安全可靠，经济适用等方向发展，出现许多新型技术装备。

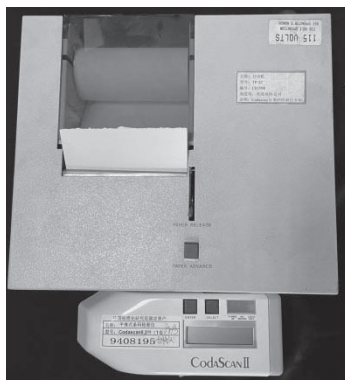
此外，商品条码的质量检测技术和设备也至关重要，它可以在出厂前检验印刷质量是否合格，从而避免因条码印制质量不合格而导致条码扫描结果不准确所造成的商业损失。1990 年，由美国国家标准局制定了 ANSIx3.182 方法，用于将印刷质量综合分级；2000 年，ISO/IEC15416 颁布，在技术上兼容 ANSIx3.182。有鉴于此，我国在 2001 年制定了国家标准 GB/T 18348《商品条码符号印制质量的检验》，内容上也采用了美标方法。GB/T 18348—2001 规定的检测项目共 12 项，包括译码正确性、最低反射率、符号反差、最小边缘反差、调制比、缺陷度、可译码度、符号一致性、空白区宽度、放大系数、条高和印刷位置。

在条码体系不断发展的过程中，到 20 世纪 80 年代初，相应的自动识

别、检测设备和印制技术取得了长足的发展，实现了一次精准化跃升。如下表所示。

检测设备和印刷技术发展

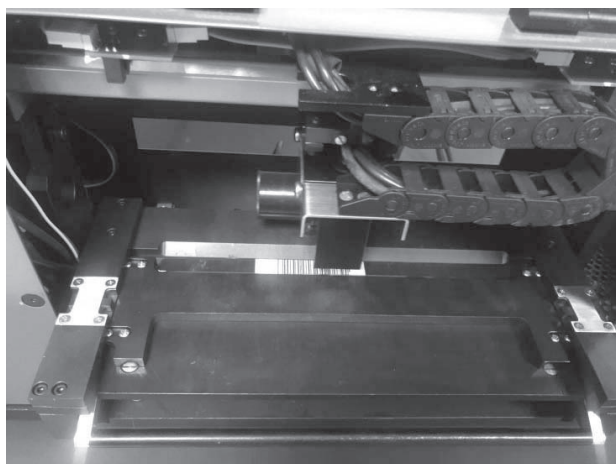
时间	设备	研发者	意义
1951 年	第一台使用光学字符（OCR）的阅读器	David Sheppard	此后 20 年，50 多家公司和 100 多种 OCR 阅读器进入市场
1964 年	第一台带字库的 OCR 阅读器	识读设备公司	实现了用设备识别普通打印字符的首次应用
1969 年	第一台固定式氦氛激光扫描器	Computer-Identities 公司	该公司是第一家生产条码相关设备的公司
1971 年	PCP 便携式条码阅读器	Control Module 公司	这是首次在便携机上使用微处理器和数字盒式处理器
1971 年	第一台便携笔式扫描装置 Norand 101	Norand 公司	预示着便携式零售扫描应用的大发展和自动识别技术进入崭新的领域
1974 年	Plessey 条码打印机	Intermec 公司	这是行业中第一台 demand 接触式打印机
1978 年	条码检测仪 Lasercheck2701	Symbol 公司	它是第一台注册专利的条码检测仪
1980 年	第一台热转印打印机 5323 型	Sato 公司	它的设计是为零售业打印 UPC 码而诞生的
1981 年	第一台线性 CCD 扫描器——20/20	Norand 公司	实现了条码扫描与 RF/DC 第一次共同使用
1982 年	商用手持式、激光光束扫描器 LS7000	Symbol 公司	作为首部成功应用的商用手持式设备，它标志着便携式激光扫描应用的开始



CODASCAN II 平推式条码检测仪



JY-3C 系列便携式条码检测仪



C50 条码检测仪

与此同时，与条码相关的学术组织、管理机构组织的学术活动也在蓬勃发展。如 1971 年 AIM（自动识别技术制造商协会）成立，当时有 4 家成员公司（Computer-Identities、Identicon、3M 和 Mekoontrol）。1986 年成员数量发展到 85 家，到了 1991 年年初，发展到 159 家。1982 年，第一本《条码制造商及服务手册》由《条码讯息》（*Bar Code News*）出

版。1984年，条码行业第一部介绍性著作《字里行间》(*Reading Between the Lines*)出版，作者是Craig K. Harmon和Russ Adams。1985年，自动编码技术协会(FACT)作为AIM的一个分支机构成立，成立初期，该协会包括10个行业。到了1991年，FACT已经有22个行业参加。1987年，在James Fales教授的努力下，俄亥俄大学建立了“自动识别中心”，该中心在AIM的协助下，为讲授自动识别技术课程培养教师。1989年，在旧金山举行的自动识别技术展览Scan-Tech89成为历史上的“扫描大震动”。

伴随着高新技术的飞速发展，国际经济迅速向全球化迈进，促进了信息开发和信息服务业的诞生和发展。计算机在性能上日臻完善，超大规模集成电路和超高速计算机技术的突飞猛进，人们更加关注如何使得数据输入的质量和速度相匹配。世界各国已把条码技术的发展向着生产自动化、交通运输现代化、金融贸易国际化、票证单据数字化、安全防盗防伪保密化等方向推进，除了大力推行EAN/UPC条码外，同时重点推广应用GS1-128条码(最初命名为UCC/EAN-128条码)、GS1系统应用标识符、二维码等；在条码种类上，除了大多数在纸质介质外，还研究开发了金属条码、纤维织物条码、隐形条码等，扩大应用领域并保证条码标识在各个领域、各种工作环境的应用。

如今，条码技术与其他技术的相互渗透、相互促进，将改变传统产品的结构和性能。条码识读器的可识别和可编程功能，可以用在许多场合。通过扫描条码从而传达相应的指令，使自身可设置成许多特定的工作状态，因而可广泛用于电子仪器、机电设备以及家用电器中。

第五节 全球统一产品编码的出现

1974年6月26日，美国一位名叫道森的购物者走进美国俄亥俄州特洛伊市的马什超市（Marsh's Supermarket），购买了一包箭牌口香糖，扫描条码然后付钱。这在今天是司空见惯的事，当时却成了标志性事件。这包价格为67美分的箭牌口香糖是世界上第一件通过扫描自动结算的商品。如今，这包口香糖被陈列在位于史密森学会的国立美国历史博物馆里。



箭牌口香糖是世界上第一件通过扫描自动结算的商品

而这家超市也因是第一家使用条码扫描设备的商店而被历史铭记。当时，该超市所采用的是NCR公司生产的条码扫描仪器。整个扫描系统由4台扫描仪器组成，4个收银台上各安装一个，然后连接到商店办公室的一台简易计数计算机上。而就在此之前，美国的UPC码标准刚刚公布。它的发布促进了条码在美国的应用，也为后来条码技术在商业流通销售领域里的广泛应用，起到了积极的推动作用。

从历史角度看，马什超市的首次尝试具有非常重要的意义，但它并没有标志着条码推广的成功。在此后的许多年中，条码经历了极其艰难的发展，才得以普及。

以最早使用 UPC 码为例，其在美国刚开始推广的时候，零售商们并不愿意购买 UPC 码的扫描仪器，而食品杂货生产商也不愿意为了印 UPC 码而更换包装。UPC 码的推广从其一诞生就陷入僵局，但很快，这种局面被一个契机打破。1973 年，美国食品与药品监督管理局颁布法规，要求在商品包装上打上食品营养成分的标签，这就意味着大部分食品包装需要更换且重新设计。此时，生产商的包装上再添加 UPC 码，新增的成本就微乎其微了。

UPC 码和条码扫描仪器首先被用于超市，随后又扩展到批发商和销售商那里。从 1974 年起，UPC 码向非零售行业拓展，如医药、折扣店等拥有高销售额的行业。而汽车生产商也紧随其后，把条码打在了流水生产线上一个个汽车零部件上。从 1975 年国际零售店协会估计的数字来看，当时 UPC 码的应用取得了巨大成功：仅华盛顿特区的超市，在使用了 POS 系统（Point of Sale，销售终端）后，就减少了 25%~30% 的工作量，每年节省约 1 亿美元。

其中，常用的 UPC 条码有两种形式，即 UPC-A 码和 UPC-E 码。



UPC-A 码



UPC-E 码

UPC-A 码所表示的代码结构如下表所示。

UPC-A 码的代码构成（GTIN-12 代码）

厂商识别代码和商品项目代码	校验码
$N_1 N_2 N_3 N_4 N_5 N_6 N_7 N_8 N_9 N_{10} N_{11}$	N_{12}

厂商识别代码是统一代码委员会（GS1 US）分配给厂商的代码，由左起 6~10 位数字组成。其中， N_1 为系统字符。

商品项目代码由厂商编码，由 1~5 位数字组成。

校验码为 1 位数字，用于检验编码的正误。

UPC-E 码应用较少，只有当商品或其包装较小、无法印刷 UPC-A 条码时候，才使用 UPC-E 码。其代码结构称为消零压缩代码结构，是将系统字符为 0 的 12 位代码进行消零压缩所得的 8 位数字代码。

随着条码使用企业的增多，管理上也遇到了一些急需解决的问题。在林林总总的代码中，怎样才能确保商品的条码信息是“独一无二”的唯一标识呢？

其实，早在 1971 年，为了选择合适的代码作为日后的统一代码使用，美国食品杂货工业委员会就曾创立了商品标识符号选择分委员会。两年后，其履行完职责后解体，后续工作主要交由另一个管理代码的委员会完成。它就是美国统一代码委员会（UCC）。

对于条码的管理来说，其核心是对条码所表示的物品编码的管理。根据应用范围的不同，可以采用不同的管理方法。如果条码应用是为了满足一个企业内部管理系统的需要，只需将产品赋予适合企业需要的内部编码就行了，但这种内部编码及对应的条码仅限于企业内部使用，不能进入开放的流通领域；如果条码应用比较大的范围，如一个地区或国家，就需

要统一的管理，统一规范条码的编码和应用；如果条码的应用扩大到全球，物品在全球化的开放领域流通，就必须有严密的全球编码分配管理体系，保证每一种产品拥有一个全球范围内唯一的、公认的、通用的编码，这就是产品的“国际身份证”号，即商品条码号。这个全球唯一的编码在商品流通、产品追溯与召回、物联网等应用中起到至关重要的作用。

回到 20 世纪 70 年代初，UCC 为此做出了一系列探索和努力，制定了管理 UPC 编码的规则。尤其是在 UPC 码运作管理的第一年，委员会不得不处理大量执行中出现的问题。其中一些问题非常棘手，可以说是开了历史的先河。

早期扫描技术的推广速度很慢，但是在其实际应用一年多以后，这项技术的准确性得到了使用者的普遍认可，一些早前处于观望状态的商店也开始购入新的扫描设备，使用范围逐渐扩大。资料显示，1975 年，在超市销售的产品中，50% 都贴上了印有 UPC 码的标签。

1976 年，Gallo 葡萄酒酿造公司加入 UCC。其作为龙头企业率先采用 UPC 码，起到了重要的引领作用，很快美国葡萄酒制造业采用 UPC 码的进程加速。与此同时，蒸馏烈性酒行业推进 UPC 码的进程却并不顺利，但北美生产商们逐渐意识到不同的编码系统并存的局面将结束，统一的编码标识将会形成，并开始努力推广 UPC 码。

UPC 码刚开始在各领域推广的过程极其艰难，但其优势明显呈现之后，采用 UPC 码就成了生产商和商店自主选择的结果。仅从 1988 年的一份统计资料来看，美国当时已经有 8 万多家制造商申请使用了 UPC 码，95% 以上的食品杂货应用 UPC 条码来标识商品，使用扫描技术的企业也已经达到 2 万余家。到 2020 年，条码技术已在工业生产线、仓储管理、

邮电、货运站、码头、海关、医院、图书文献等领域广泛应用。美国还发展了船用集装箱——生产、数据和通信三位一体的条码系统。通过与批发商和零售商相联系的信息系统，生产厂家可以即刻了解某产品在某地区、某家商店销售了多少的情况，经过分析可以在生产和销售方面做出快速反应。

美国和加拿大采用 UPC 码带来的成功和持续红利给了人们很大的鼓舞，欧洲对此也产生了极大兴趣。在美国统一代码委员会的影响下，1974 年，欧洲的 12 个国家（英国、联邦德国、法国、丹麦、挪威、比利时、芬兰、意大利、奥地利、瑞士、荷兰、瑞典）的制造商和销售商代表决定成立欧洲代码统筹委员会（Ad-Hoc Council），专门研究在欧洲建立统一商品编码体系的可能。经过 4 年的摸索，在 12 位的 UPC-A 商品条码的基础上，他们开发出与 UPC-A 商品条码兼容的 13 位的欧洲物品编码系统（European Article Numbering System，简称 EAN 系统），并签署了欧洲物品编码协议备忘录，正式成立欧洲物品编码协会。

欧洲物品编码协会的建立，加速了条码在欧洲乃至全世界的应用进程。随着其会员数量迅速增加，会员范围很快超出了欧洲区域。到了 1981 年，由于 EAN 已经发展成为一个国际性的组织，为了体现该组织已经形成的国际地位，发挥其在全球物品标识系统中的作用，故改名为国际物品编码协会（International Article Numbering Association，简称 EAN International），但是由于历史原因和习惯，一直被称为 EAN。

下面这组图形和文字为我们在国内外常见的 EAN-13 码与 EAN-8 码及它们相应的代码结构。



EAN-13 码的代码结构 (GTIN-13)

结构	厂商识别代码 (含前缀码)	商品项目代码	校验码
结构一	$N_1 N_2 N_3 N_4 N_5 N_6 N_7$	$N_8 N_9 N_{10} N_{11} N_{12}$	N_{13}
结构二	$N_1 N_2 N_3 N_4 N_5 N_6 N_7 N_8$	$N_9 N_{10} N_{11} N_{12}$	N_{13}
结构三	$N_1 N_2 N_3 N_4 N_5 N_6 N_7 N_8 N_9$	$N_{10} N_{11} N_{12}$	N_{13}
结构四	$N_1 N_2 N_3 N_4 N_5 N_6 N_7 N_8 N_9 N_{10}$	$N_{11} N_{12}$	N_{13}

前缀码：厂商识别代码前 2~3 位数字 (N_1N_2 或 $N_1N_2N_3$) 为前缀码，是国际物品编码协会 (GS1) 分配给国家 (或地区) 编码组织的代码。目前，GS1 分配给中国大陆的前缀码为 690~699。需要说明的是，前缀码不代表产品的原产地，而只能说明分配和管理该厂商识别代码的国家 (或地区) 编码组织。

厂商识别代码：由 7~10 位数字组成 (含前缀码)。

商品项目代码：由 2~5 位数字组成，由厂商自行分配，也可由编码组织负责编制。厂商分配商品项目代码应遵循无含义的编码原则，即商品项目代码中的每一位数字既不表示分类，也不表示任何特定信息，最好以流水号形式为每个商品项目编码。

校验码：用来校验编码的正误。



EAN-8 码的代码结构 (GTIN-8)

商品项目识别代码	校验码
$N_1 N_2 N_3 N_4 N_5 N_6 N_7$	N_8

商品项目识别代码：由编码组织为厂商的特定商品项目分配，以保证代码的全球唯一性。

校验码：用来检验整个编码的正误。



除了欧美之外，还有一些国家在物品编码发展进程中起步较早，也做出了一定贡献。

1978年，日本物品编码机构DCC（原英文缩写名称）加入EAN，确定推广应用EAN系统，并建立了JAN（EAN条码在日本的称谓），作为日本的工业标准（JIS）。其EAN系统发展迅猛，原来大量孤立的代码被转换成统一代码，且范围不断扩大，这一举措获得了显著的经济效益。也正是这些广泛使用的统一代码与条码标识，支持日本商品畅通无阻地进入世界各地的超市和可扫描结算的百货商店、专业商店，进而促使日本成了一个外贸出口大国。

1991年，日本游戏公司Epoch做了一款使用商品条码玩的游戏：Barcode Battler，这款游戏随机附赠了带有商品条码的游戏卡。这些游戏卡代表了玩家的生命值、防御、武力等数值，玩家需要使用这些卡片在游戏机卡槽上划一下，游戏卡上的数值即可在游戏机上显示。除了附带的

游戏卡外，任何商品条码都能够通过同样的办法参与到游戏中，随着这款游戏的热销，在当时的日本掀起了一股收集商品条码的热潮。

新西兰也是一个推广应用条码技术较早的国家。其在 1981 年就成立了新西兰物品编码协会，在完成了 EAN 条码系统建设之后，又转向了条码技术的开发层面，建立了扫描销售数据委员会。越来越多的企业参加了数据交换，获取各个生产厂商的销售信息等数据。可以说，新西兰在建立扫描销售数据服务方面，为条码在各个行业的应用开拓了一个新的领域。

而随着全球化发展的需要，UCC 与 EAN 两大条码标准与应用推广机构在 1978 年达成一份联盟计划，拉开了二者协作的帷幕。从此，一个全球条码标准化统一组织逐渐形成……

进入 21 世纪，国际物品编码协会协同正在将 GS1 系统的应用，从单纯的物品身份标识管理向贯穿于供应链全过程推进，并服务于全球主要经济领域。

本章科普窗口

► 人们为什么需要条码？

编码是将物体数字化的过程，主要供人识读；条码则是编码的一种符号展现形式，替代人肉眼识读而供机器自动识别，这样可以从根本上避免因人工介入产生的差错，提高物品识别效率，降低运作成本。

20 世纪中期，随着“超市”概念在美国兴起，人们开始习惯于在一个场所采购所有的生活必需品，这对于消费者来说是非常便利的。不过，众多消费者的集中采购对超市管理者造成了很大压力。仅靠人工录入大量的

042 条 码

产品信息，同时还要保证快速完成众多商品的结结算计价，是件非常困难的事情。为解决这一问题，条码应运而生。

条码诞生后，人们只需扫描条码即可完成结算，无须手工录入。如今，条码技术不仅从商品零售向物流供应链全过程发展，而且应用领域还扩展到工业、交通运输业、邮电通信业、医疗卫生、军事装备等国民经济各行业。