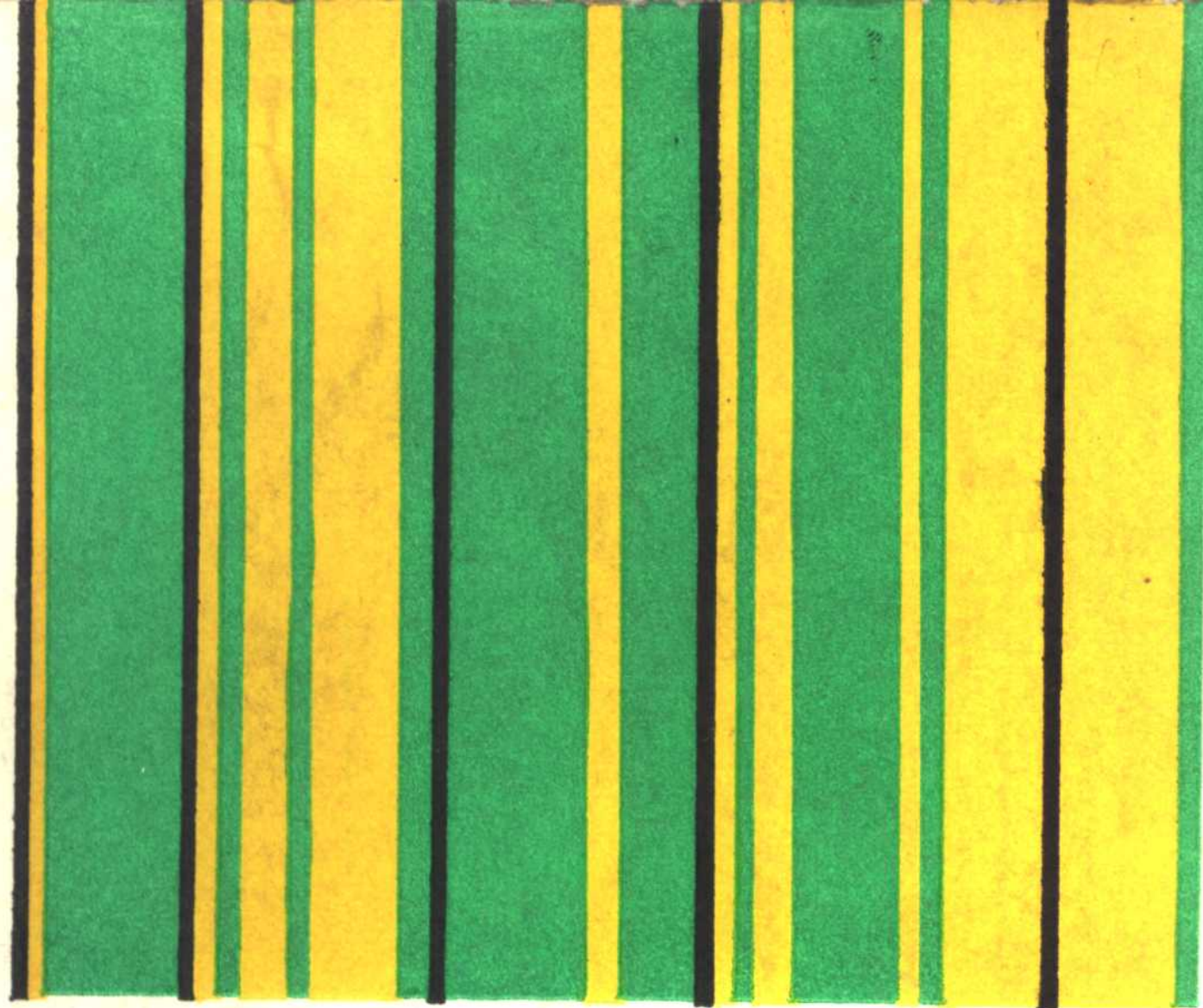
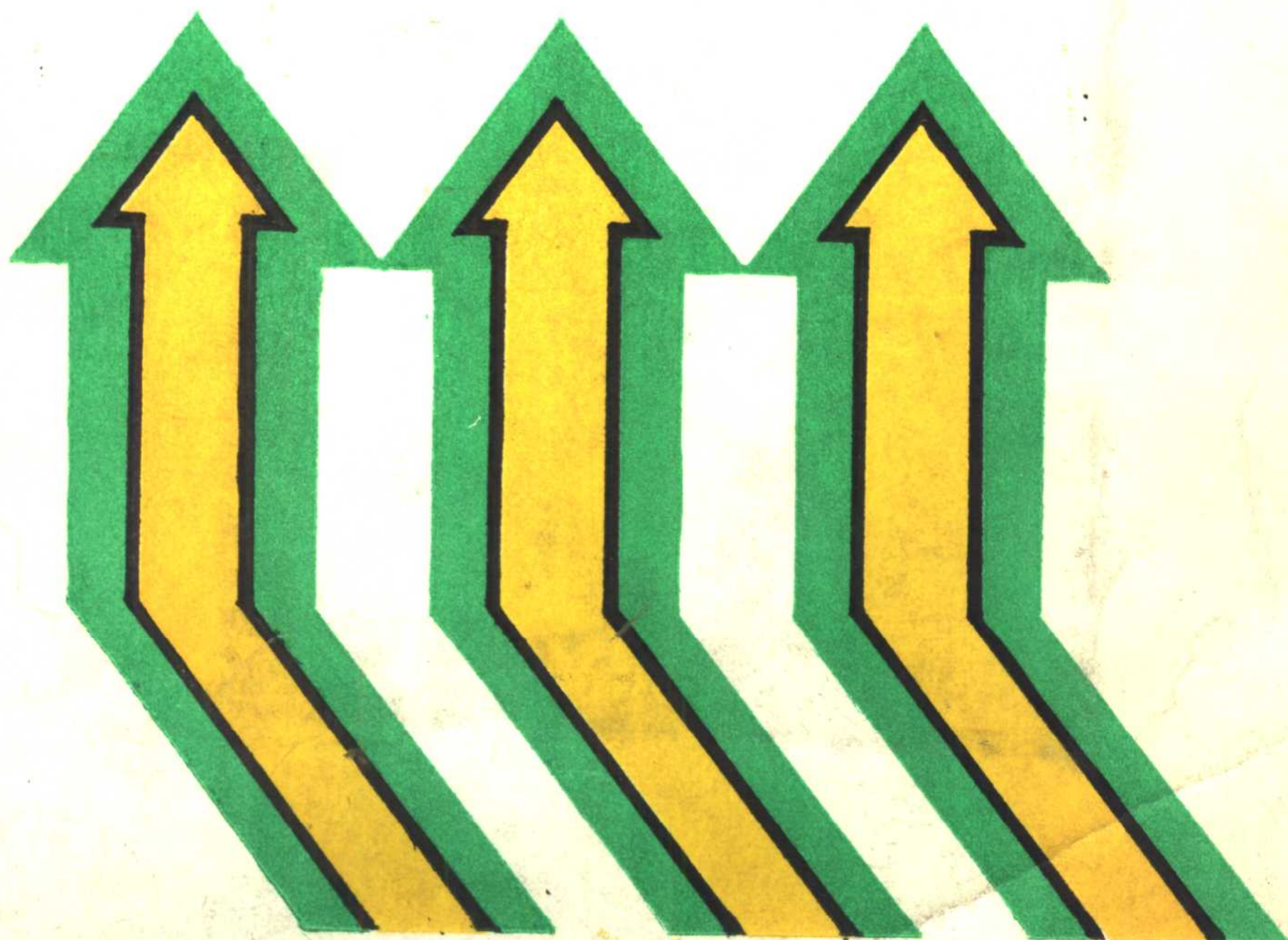




施善昌 编著

自动识别技术 原理与应用

人民邮电出版社



内 容 提 要

本书通俗地讲述了自动识别技术的原理与应用。内容包括符号识别、景物图象识别、有限制书写数字的识别、手写数字的自动识别、声音识别与压力检测等。内容简明实用，讲解具体生动，可供自动化工程技术人员、邮政机械专业技术人员及有关专业学校的师生学习参考。

自动识别技术原理与应用

施善昌 编著

*

人民邮电出版社出版

北京东长安街 27 号

振华印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

*

开本: 787×1092 1/16 1989 年 10 月 第一版

印张: 10 8/16 页数: 84 1989 年 10 月北京第 1 次印刷

字数: 256 千字 印数: 1-5 000 册

ISBN7-115-03922-4 / TP·33

定价: 4.40 元

目 录

第一章 概 述	(1)
第二章 符号识别	(4)
第一节 编码符号的特征及其识别	(4)
1 二进制数的特点	(4)
2 二进制符号的编码方法	(5)
3 编码符号的形式	(6)
4 编码符号的识别	(9)
第二节 排号机	(15)
1. 条形编码符号的印制	(17)
2. 供单据机构和单张分离装置	(18)
3. 光电识别	(20)
4. 同步人格	(24)
第三节 信函标码识码分拣机	(25)
1. “中华邮电编码”的产生过程	(26)
2. 喷墨标码技术	(27)
3 分光法光电阅读头	(28)
、 等频脉冲采样识别电路	(32)
第四节 理信盖销机	(35)
1. 磷光邮票	(35)
2. 邮票探测装置	(38)
3. 信函面向调整装置	(38)
4. 邮票盖销装置和信函分类装置	(39)
第五节 邮袋分拣机	(40)
1. 电磁转换电路	(42)
2. 磁电转换电路	(43)
3. 消磁电路	(45)
第六节 商品、货物的信息检测	(46)
1. 手持式编码符号扫描探测器	(46)
2. 激光条码商品检测器	(49)
第七节 光学符号阅读机	(50)
第三章 景物图象识别	(52)
第一节 图象数字化及其处理	(52)
1. 信号的分隔与点阵取样	(52)
2. 信号的量化与灰度级	(54)
3. 分辨力与技术经济效果	(55)

4. 图象的增强	(57)
5. 图象的恢复	(58)
6. 图象的景物分割	(59)
7. 图象的几何特性分析	(61)
第二节 蔬菜果品自动识别分拣装置	(64)
1. 景物图象识别技术在质量检测中的实用意义	(64)
2. 蔬菜果品自动识别分拣装置的主要工作环节	(64)
3. 摄像管的结构、原理和优缺点	(66)
4. 自动识别分拣装置的检测与判断	(68)
第三节 鱼类水产品的自动识别分拣装置	(69)
1. 图象检测与固体硅光电摄像管	(69)
2. 识别判决部分的基本工作原理	(73)
第四节 液面自动检测装置	(74)
1. 液面检测工作的基本原理	(74)
2. 固体光敏集成器件	(74)
3. 液面检测装置的结构和检测方法	(76)
第五节 指纹自动鉴别装置	(78)
第六节 粉末自动检测装置	(80)
第四章 有限制书写数字的识别	(83)
第一节 光电转换和模数转换	(83)
1. 飞点扫描管	(83)
2. 光电倍增管	(84)
3. 飞点扫描系统在文字识别中的应用	(86)
4. 反馈比较型电压——数字转换器	(87)
第二节 模板书写识别法	(89)
第三节 红线定位书写识别法	(91)
1. 红线定位书写识别法的基本原理	(91)
2. 红线定位书写识别法的技术实施	(92)
第四节 两级特征抽取识别法	(94)
1. 初级特征及其检测方法	(94)
2. 次级特征及数字的识别	(95)
第五节 水平特征识别法	(97)
1. 什么是水平特征	(97)
2. 识别顺序逻辑链码及其含义	(98)
3. 水平特征抽取的逻辑式与状态图	(100)
4. 抽取水平特征的电路原理	(103)
第六节 环块辅助判断法	(105)
第五章 手写数字的自动识别	(107)
第一节 手写数字的特征分析	(107)
1. 变化繁多的字形	(107)

2. 字形特征分析	(109)
3. 链码编制	(110)
4. 链码存储	(112)
5. 变压器式只读存储器	(114)
第二节 光电转换和正量存储	(115)
1. 电荷耦合器件的基本原理	(115)
2. 电荷耦合器件在光电转换中的应用	(117)
3. 阈值的意义及其在自动识别中的应用	(120)
4. 阈值自动调整技术	(122)
5. 随机存储器	(125)
6. 几种存储器的配合与应用	(129)
第三节 手写数字的识别	(132)
1. 字形信息的预处理	(132)
2. 字形分类	(134)
3. 跟踪抽特征	(136)
4. 顺序逻辑判断	(138)
第四节 手写数字识别技术的应用	(140)
1. 邮政编码与自动分拣	(140)
2. 信到信号检测	(141)
3. 文字区域检测	(141)
4. 字形信息存储和调换	(142)
5. 手写数字自动识别技术的其它应用	(143)
第六章 声音识别与压力检测[90]	(144)
第一节 传感器	(144)
1. 概述	(144)
2. 压电式传感器	(145)
3. 声电转换器和脉象传感器	(146)
第二节 声音识别	(147)
1. 人体声音的发生、接收和识别	(147)
2. 声音波形特征的分析与提取	(149)
3. 声音识别的两大内容	(151)
4. 声音自动识别的三个环节	(153)
5. 声音自动识别的用途和应用实例	(154)
第三节 压力检测及其它	(156)
1. 压力检测及电脑指脉仪	(156)
2. 光斑轨迹跟踪记录与激光射击训练仪	(158)
3. 生物传感器与生化检测仪	(159)

第一章 概 述

从人造地球卫星上拍摄的地球表面的照片，可以用来绘制地图、研究地质构造、了解矿产资源以及探测军事设施等等。例如：我国石油部勘探院利用卫星拍摄的照片资料研究黄河口的地形以及将来近海开采石油的条件；林业部利用卫星拍摄的图片对林区进行调查，为国家节省了大量资金；北京农业大学利用卫星拍摄的图片对北京顺义县和通县的小麦耕地面积进行调查，并估量小麦的产量，收到了良好的效果……。当然，在实际处理和应用这些从一千多公里以外、甚至更远的太空拍摄的地面照片时，人们将面对如何分辨与认识这些照片的内容，这就是一个自动识别技术问题。

其中，首先是照片的质量问题。人们会联想到，当你在风景名胜区摄影留念时，由于相机的焦距没有对准，或是按快门时相机抖动，则冲洗出的照片便会模糊不清，这会令人十分扫兴！假若能将这些模糊照片变成清晰的图片该有多好啊！

在太空摄影要对准焦距，控制曝光时间，并要使相机与被摄景物之间保持相对静止，那是很困难的。由于地球自转，卫星运行，速度快，变化大，加上地球表面有起有伏、光照不一，所以从卫星上拍摄下来的照片都是人的肉眼难以分辨的模糊图象，只有采用特殊的技术手段进行处理，才能使图象恢复其庐山真面目。

再说照片的数量问题吧，从卫星发回的地球资源照片都是数以万计的。例如1986年发射的京哈一号卫星，在对哈雷彗星进行探测时，三小时内就发回500幅照片。万里高空，要明察秋毫，实属不易。因为一张照片所覆盖的地面面积可达3.4万平方公里，相当于我国海南岛那样大。这样的一张张照片，再经过局部的逐级放大，转换为更多张照片。面对如此大量的照相资料，靠人工处理已远远不能满足需要，必须要有高速自动识别技术。“社会一旦有技术上的需要，则这种需要就比10所大学更能把科学推向前进。”自动识别技术就是在如何使卫星拍摄的地面照片从模糊变得清晰的研究过程中逐步发展起来的。它至今虽然只有20多年的历史，却已渗透到国民经济建设和科学研究等各个部门，成为现代化事业必不可少的一门应用科学。

一般地说，自动识别主要是对图象识别。而图象又可根据不同的表达形式分为符号、图形、字符三大类。

符号，是根据识别需要而制定的一种特殊形式的图象。它的表达形式往往只有两种基本的物理形态组成。例如由粗、细两种线条组成的条形码，或是由长、短两种线段组成的长短码等等。符号识别具有便于机器自动识别的特点，它的效率高、可靠性高、经济性好，应用也相当广泛。

图形，是指用线条等表示的某种物体的几何形象。如血细胞的图形，人的指纹图形，地形、地貌图形，大气环流图形等等。图形识别比符号识别要复杂一些，但图形识别技术的应用极为广泛，例如用于医学化验中的血细胞自动计数、用于工农业生产的产品自动分拣，用于公安保卫部门中的指纹鉴定、用于体育训练中的射击弹着记录等等。

字符，是指数字、拉丁文字母、日文假名以及汉字等等。由于数字和文字同人类的关系十分密切，所以对于字符自动识别技术的研究是自动识别技术的一个重要方面，成效也比较显著。通常，字符识别还可以分为**有限制书写字符**的自动识别和**自由手写字符**的自动识别两大类。

有限制书写字符的自动识别，对被识别的文字在书写方法或印刷形式上有一定的限制和要求。例如对于用指定型号打字机打印的英文字母的自动识别，就是属于这种类型。又例如手写数字有一种叫做“两点法”的限制方法，即在数字的书写区域内印有两个红点子，要求书写时数字的笔划不可与红点相交。如写“3”字时，写成后使两个红点位于上下两个半圆形内。写“8”字时，写成后使两个红点位于上下两个圆圈内。

自由手写字符自动识别，对所识别的对象有较大的自由度。例如对于10个手写阿拉伯数字的自动识别就是属于这一类型，只是识别起来比较复杂。比如“1”字，看似简单，但字体形状是多种多样的，有粗有细，有大有小，有正有歪，比有限制的情况要复杂得多。

文字自动识别技术比较复杂，尤其是方块汉字的字形相当繁复，自动识别的困难和问题也比较多。

语音是由各种不同频率、不同振幅组成的声波，我们可以用频谱曲线图把它们记录和表达出来，并以此进行种种分析处理，最后得出识别结果。语音识别也是自动识别技术的重要内容之一。

机器自动识别的过程，与人对图象的识别过程一样，可以分为**学习——感觉——判断**三个环节。

学习 学习是人们获得知识的手段，它包括识记和保持两个环节。具体地说，就是先把字形形象和它的含义联系起来，并用大脑记住它们。对于机器来说，“学习”是属于软件工程，它可以分为两个步骤：先是研究人员分析识别对象的各种特征，并根据需要，把有关的特征提取出来，编写成机器语言，这很象教师讲课前的编写教案工作；再是通过机器语言把识别特征输入机器的存储器中储存起来，这很象教师授课的工作，使机器的“大脑”里保持住识别特征信息。

感觉 感觉是指当前客观现实的反映，即接收信息。对人来说，就是指“看见”或“听见”这一行为，它是通过眼睛或耳朵完成的。对于机器来说，“感觉”是通过各种传感器实现的。例如先作光电转换或声电转换，把图象信号或声音信号转换成电信号。然后再对电信号进行处理，并输入识别机的存储器中。

判断 判断是一个复杂的过程：第一，它必须建立在“学习”的基础上。未经学习，即使是最简单的文字也是不能被判断、识别的。例如， Φ 、 Σ 、 Ψ 等希腊字母，字形十分简单，但没学过的人就不认识、不知读什么音。同样，对于没有“学习”过的图象，机器也是不能判断识别的；其次，是根据识别特征进行判断。由于提取的识别特征可以是多种多样的，所以自动识别的技术实施途径也是多种多样的，这就出现了各种不同的自动识别方法和根据不同方法而研制成功的各种自动识别机；再次，是判断工作必须经过回忆与比较这些环节，也就是平时所说的“要想一想”才能认出。这是一项具有思维活动性质的脑力劳动，对于机器来说它是通过“电脑”实现的。

可见，自动识别是模拟人的智能活动进行的。在科学技术领域，人们把自动识别技术列入人工智能的范畴。自动识别技术的发展是与电子计算机的发展与应用紧密联系在一起的。随着计算机科学的发展，自动识别技术展现了广阔的发展远景。例如，电子计算机作为图象

自动识别的主要技术工具，对识别技术的发展起了很好的促进作用；而图象识别技术的应用反过来又使得电子计算机的功能更完善，促进了计算机科学的发展。两者相辅相成，形成一个良性循环的过程。

大家知道，原先的电子计算机听不懂人的自然语言。它既不能直接“听”人讲话，也不能直接“阅读”文字资料。它只能接受键盘或光电输入机送来的“机器语言”。计算技术中提到的“人机对话”，还只是一种形象描绘的说法。现在，由于自动识别技术的发展和运用，使计算机技术有了新的突破。近年来国内外都已研制成功了一些能够直接接受人的口头指令的声控电子计算机，从而使“人机对话”成为真正的现实。例如1984年，美国曾在新奥尔良展出一台带有语言识别功能的、可供使用者以日常口语直接提问的电子计算机。又如法国有一种自动电话，只要主人口头讲出电话号码，机器就能识别语言，自动与对方接通。日本松下电器公司生产一种由电脑控制的微波炉，能识别使用者的语言指令，并依此改变工作状态，是一种很听话的机器。我国也曾研制根据工作人员的话语实行操作的邮政包裹自动分拣机等。

由于自动识别技术的特殊功效，它的应用也就十分广泛。无论是工农业生产，或是科研、国防等各个领域，都大有用武之地。

在军事方面，利用雷达或回声收集空中飞行物的信息，例如通过对飞机外形的特征分析，识别出是否是敌机。如果是敌机，则进一步识别出是什么类型的敌机，以便迅速制订对敌作战方案。还可以利用图象识别技术实现目标的自动追踪。例如利用人造地球卫星或是无人驾驶飞机在高空拍摄的照片，确定军事目标，并把分析结果输入导弹的自动制导系统（这就是完成“学习”的过程）。这枚导弹发射后，飞向敌方上空。自动制导系统利用遥感接收装置不断获得敌方地面的地形地貌信息（这就是“感觉”）。自动制导系统的自动识别部分把当时获得的地形地貌信息与原先输入的、作为特征依据的地形地貌信息进行比较判断（这就是“判断”）。根据比较结果，发出指令，控制导弹的飞行方向，使导弹自动飞向目标。由于导弹在飞行过程中逐渐接近目标时，对地面搜索的范围可以越来越小，它的精度也就越来越高，最后就可以十分精确地自动命中目标。

在公安侦破方面，图象自动识别是一个非常有用的技术手段。例如手指纹就是一种图象，而且每个人的指纹都有自己的特征，世界上没有任何两个人的指纹是完全相同的。有的国家收集了各位居民的指纹，利用自动识别技术，对指纹进行分类、编号，建立了一个庞大的指纹档案。一旦发生重大案件，如果受害者面容被毁，即可根据指纹进行分析识别，查找指纹档案，迅速确定受害者的真实姓名、住址。更有意义的是可以从现场留下的指纹中，迅速、准确地找到与案件有关的人员，从中确定谁是罪犯。

在邮政通信方面，利用自动识别技术可实现邮件分拣自动化。

大家知道，分拣工作是根据收件人的地址，先把同一经转路线或同一投递邮局的邮件集中在一起，以便集中运输，最后送达收件人手中。实现邮政自动分拣的技术关键是如何自动识别收件人的地址问题。世界上许多国家把全国每一个担负邮件投递任务的邮局各自编上一个号码（我国是用6位阿拉伯数字）。这种号码就叫做邮政编码。很显然，有了邮政编码，分拣邮件时只要自动识别邮件上书写的邮政编码，就能达到自动识别收件人地址，从而实现邮件分拣自动化的目的。

自动识别技术还可以用于其它方面。例如在商业上可以用于自动计费、结帐；在医学上可以用于血细胞自动计数、癌症普查；在体育上可以用于科学训练等等。

第二章 符号识别

第一节 编码符号的特征及其识别

符号识别是自动识别领域里最基本、最简单的一种技术方法。用于识别的符号是人们特意为机器编制的一种专用图象，它的最大特点就是便于机器自动识别。这种专用图象，最常见的就是二进制编码符号。

1. 二进制数的特点

在现代的自动化和电子计算机技术中，二进制数因为其独特的长处，而得到最广泛的应用。

首先，因为二进制数只取“0”与“1”两个数字，所以，它的每一位数都可以用任何具有两种不同状态的符号或物理量表示。一个著名的例子就是中国的八卦图。它用“——”代表阳，“--”代表阴。若阳为“0”，阴为“1”，即与二进制数的数符一样。八卦图的图形和数的含义见图 2-1 所示。每组有三个卦符表示，共用乾、兑、离、震、巽、坎、艮、坤八组，也就是八卦。各组卦符的排列组合很有特色，构成一幅艺术图案。



卦名	乾	兑	离	震	巽	坎	艮	坤
卦符	☰	☱	☲	☳	☴	☵	☶	☷
二进制	000	001	010	011	100	101	110	111
十进制	0	1	2	3	4	5	6	7

图 2-1

反过来，一些物理量也可以方便地转换成二进制数，如文字笔道的有与无，线条的长与短、宽与窄，景物画面的黑与白等等。在机械或电子技术中，二进制数可以用具有两种稳定状态的元器件表示。如两个构件的接触

与分开，杠杆的下沉与上抬，开关的闭合与断开，灯泡的亮与暗，晶体管的截止与导通，电压的高与低，电流的有与无，电磁场的两种磁化状态等等，只要规定其中的一种状态为“0”，另一种状态为“1”，就可以表达二进制数。

其次，二进制数的识读十分方便，运算非常简单。它只有两种符号图形，不仅肉眼容易辨认，而且对于机器来说也是比较容易检测出来的。比如晶体管的导通与截止，可从电流的有与无得到反映，而电流的有与无或是电压的高与低，用一般的电器仪表即可测得。又如灯泡的亮与暗，文字笔道的有与无，用感光元件即可测得。

我们知道，进行简单的算术运算时，必须记住两个整数的和及乘积的表。经计算可知， J 进制数就要记住 $\frac{J(J+1)}{2}$ 个和与积。十进制数是 55 个和与积，二进制数是 3 个和与积。

和数表：0+0=0 0+1=1+0=1 1+1=10

积数表：0×0=0 0×1=1×0=0 1×1=1

这样的运算是非常简单的。

再次，采用二进制数可以节省数据存储设备的数量。我们知道，用十进制数表示 0~9 这 10 个数，就需要 10 个数据存储用的设备状态。而 4 位二进制数的 8 个设备状态，就能存储 0~15 共 16 个数据。

最后，由于采用二进制数，就可以使用逻辑代数，为电子计算机和自动化设备的逻辑设计和判断提供了条件。

2. 二进制符号的编码方法

二进制符号编码的形式很多，其中有一种叫 8421 码的编码方法。它用 4 位二进制数表示 1 个十进制数。例如 3296，写成 8421 码后是：0011、0010、1001、0110。它的特点是 4 位数码中的每一位，对应于一个固定的常数，自左至右分别是 8、4、2、1。大家知道，每位对应的固定常数又可称为“权”，因此这种编码还被称为有权码。只要对所有是“1”符号的数位所对应的权求和，就可得出它所代表的二进制数。8421 码的优点是简单、直观，便于人工识读。缺点是：原来 4 位二进制数共可表达 16 个数，但它只占用 0~9 共 10 个数，另外的 6 个数是没有意义的。这样既造成了浪费，又带来不应有的麻烦，尤其是进行数的运算时更为不便。如： $1001+0110=1111$ ，即 $9+6=15$ ，照理是十分简明的事情，但因 8421 码不用 1111 这个数码，所以需作一次相应的转换。

另一种叫“余 3 代码”的编码方法避免了上述问题。这种编码在进行两数相加时可直接由最高位的二进制数码的进位得到十进制数的进位，而个位的和数又正好与 8421 码相一致。用余 3 代码作加法，可跳过上述 10~15 这 6 个不希望出现的数。例如余 3 代码的 5 应写作 1000，7 应写作 1010，两数相加为 10010，最高位（左边第一位）是“1”，表示进位，右边 4 位 0010 是 2，两者合起来为 12，完全对应。余 3 代码相加，如不产生进位（即和小于 10），其和数必定余 6（两个余 3 的数相加，和数余 6）。例如在余 3 代码中，十进制数 1 记为 0100，十进制数 2 记为 0101，相加后得 1001，是十进制数 9，比实际的和数余 6。

余 3 代码的缺点是无“权”，人工较难识别。

再有一种是“循环码”，它用 4 位二进制数代表 0~15 这 16 个十进制数。它的特点是任意两个相邻的数（0 与 15 也被认为是相邻的数），它们所对应的编码符号只有一位不同。例如十进制数 4 的编码符号为 0110，十进制数 5 的编码符号为 0111，只差末位的一个“1”。又例如十进制数 11 的编码符号为 1110，十进制数 12 的编码符号为 1010，只差左起第 2 位上的一个“1”。

循环码的优点是对于从 0~15 之间按自然大小顺序变化时，变化的部分为最少。若用条形码符号表示，那末相邻之间的数的递增或递减，只要改变一根条码就可以了。

还有一种叫“奇偶校验码”的编码方法，它也是自动识别中较为常见的。这种码具有自动检错的功能。

奇偶校验码是在表示数码的符号位之外，增加一位校验位。它又分为偶校法与奇校法两种。如果是偶校法，则检验位的作用是使编码中“1”的个数成为偶数（如果是奇校法，则使“1”的个数成为奇数）。检测时，如发现编码中“1”的个数不是偶数，则表示有了差错。例如十进制数 2 与 3 的偶校校验码符号分别为 00101 与 00110。其中最右边的一位是附加校验位。

表 2-1 列出了 8421 码、余 3 代码、循环码和奇偶校验码等编码符号的情况。

表 2-1 几种编码情况表

十进制数	二进制码	8421 码	余 3 代码	循环码	奇偶校验码(偶校)
0	0000	0000	0011	0000	00000
1	0001	0001	0100	0001	00011
2	0010	0010	0101	0011	00101
3	0011	0011	0110	0010	00110
4	0100	0100	0111	0110	01001
5	0101	0101	1000	0111	01010
6	0110	0110	1001	0101	01100
7	0111	0111	1010	0100	01111
8	1000	1000	1011	1100	10001
9	1001	1001	1100	1101	10010
10	1010	—	—	1111	10100
11	1011	—	—	1110	10111
12	1100	—	—	1010	11000
13	1101	—	—	1011	11011
14	1110	—	—	1001	11101
15	1111	—	—	1000	11110

二进制符号的编码方法还很多, 我们以后结合实际例子再作介绍。

3. 编码符号的形式

编码符号的符号表示形式可以是多种多样的。

(一) 根据符号的几何形状不同, 编码符号可以分为以下几种:

(1) 条形码。这是一种最常用的编码符号, 它又可以分为下列几种形式:

① 长短码。其中长条形符号代表“1”, 短条形符号代表“0”, 通常长与短的长度比例取 2:1。美国邮政部门现在应用的邮政编码符号就是用长短码表示的, 图 2-2 所示的就是美国信封上的长短码, 它标志在信封的右下角。

② 宽窄码。它是利用条码宽、窄的不同所组合成的编码。通常是宽的条形符号代表“1”, 窄的条形符号代表“0”, 宽与窄的比例为 2:1。

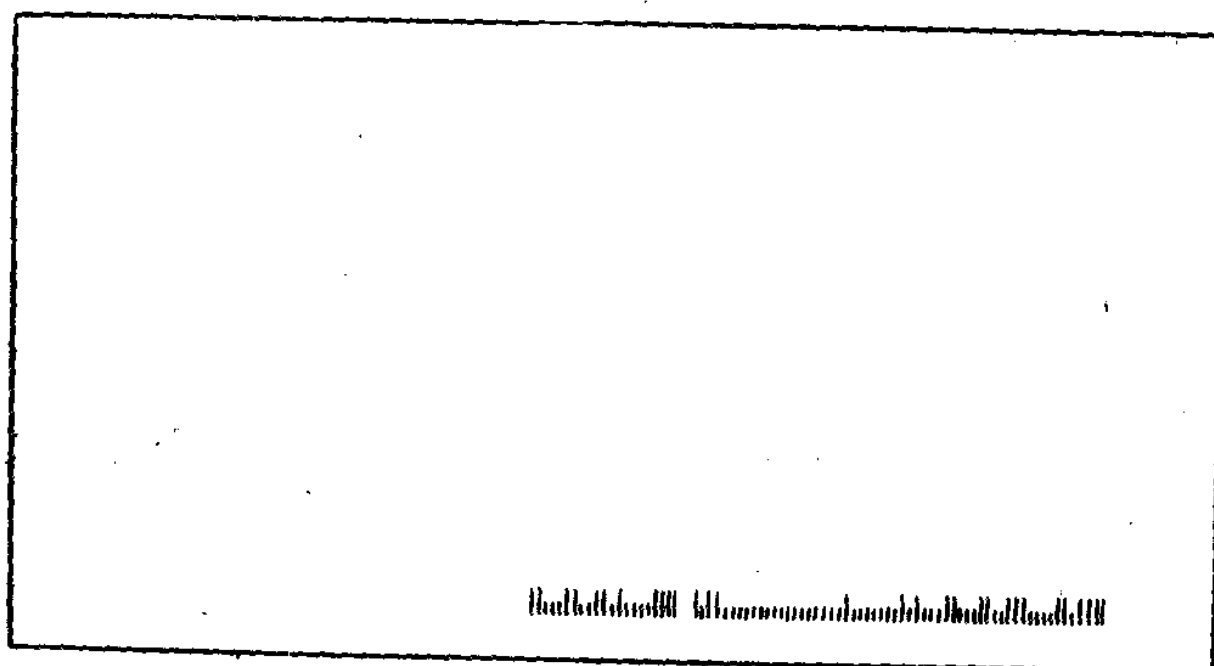


图 2-2

③ 有无码。其中每一个单位距离内, 有条形符号的为“1”, 无条形符号的为“0”。这种编码方式, 排列比较紧凑, 可节省标码所占的地位, 识别效果好, 工作效率高, 应用广泛。

图 2-3 是用于汇票自动排号机的一种有无码。

图中，条形码出现了 4 种情况：窄的条形符号，宽的条形符号，窄的空白符号，宽的空白符号。其中宽的条形符号和宽的空白符号是因为由连续的几个“1”和连续的几个“0”而形成的，并非宽窄码的形式。

④矩阵码。这是一种条形码符号作矩阵形式排列的编码，编码符号在不同的水平位置，表示具有不同的数。图 2-4 是一种五取二条形矩阵码。

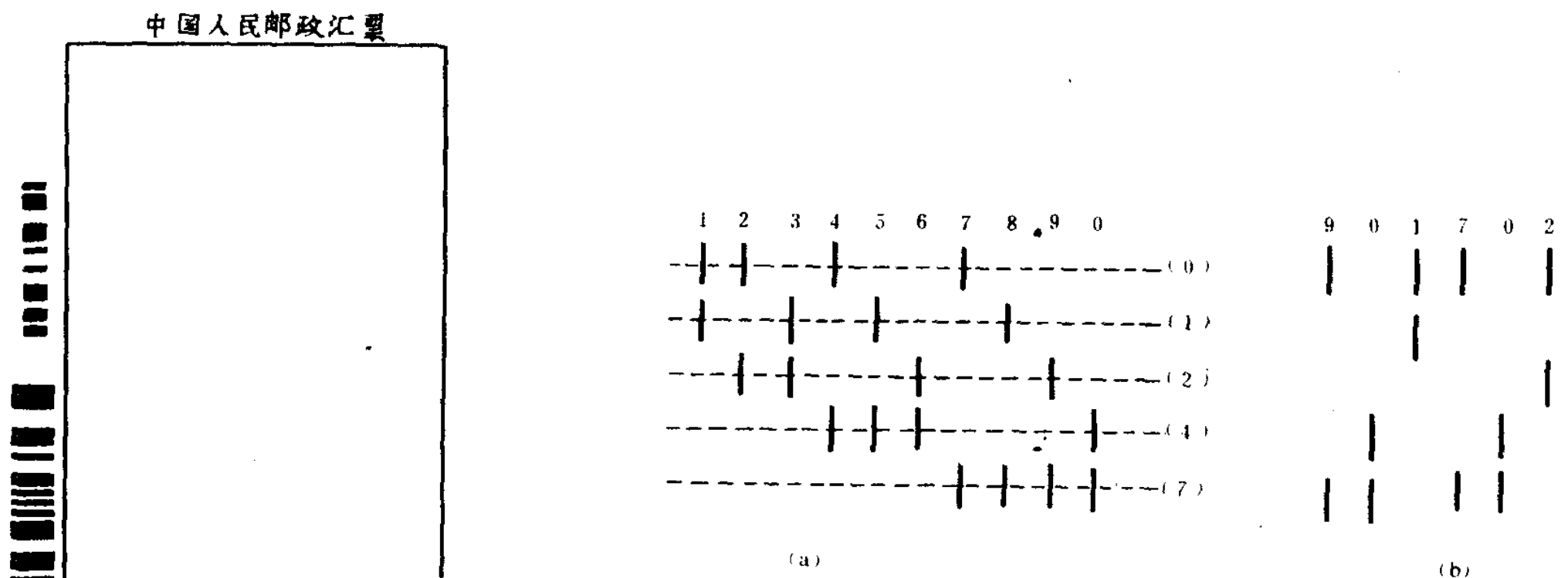


图 2-4

图 2-3

从图中我们可以看到，这种编码表示方法的每个十进制数字是由两条打印在垂直方向上的条形符号来表达的。这两条条形符号分布在 5 条水平线（图内以虚线所示）上。这 5 条水平线从上到下分别代表着 (0) (1) (2) (4) (7) 这 5 个数值。垂直方向上两条符号表示的数值总和就是这一列所代表的某一个十进制数字。例如：左起第二列，它在代表 (0) 数值的水平位置上有一条形符号，在代表 (2) 数值的水平位置上又有一条形符号，所以这一列符号表示了“2”这个十进制数字。其余各数也可依这种方法得出。只有“0”是例外，依据人为的规定：当 (4) 数水平位置和 (7) 数水平位置上同时有条形符号时，这一列符号即代表为“0”这个十进制数字。

如用五取二条形矩阵码表达 901702 这个编码数字，它的符号图形如图 2-4 (b) 所示。

此外，前面介绍的八卦图图形符号，也属于条形码的一种形式，它是上下排列的长短码。

(2) 点状码。它是以圆点符号代替条形符号的一种编码方法。点状码的排列方法一般是采取有无码的形式，有点的为“1”，无点的为“0”。也可以用小块符号代替圆点形符号。

(3) 环形码。它是类似于圆环状的枪靶形状，又称牛眼码。由于可编码的信息容量小，印制困难，现在应用较少。但是由于圆环形不受方向的限制，所以仍受到人们的重视。

(二) 根据印制编码符号所用的材料性质，编码符号又可分为以下几种：

(1) 有色墨水或油墨印制的编码。

(2) 磷光材料或荧光材料印制的编码。磷光材料平时不发光，在紫外线照射激发后，自身就会发出磷光，并且在紫外线消失后，还能保持一段时间延续发光，即所谓磷光材料的“余辉”现象。

荧光材料平时不发光，在紫外线照射激发后发光。它与磷光材料的主要区别在于无余辉

现象或余辉时间很短。

实际工作中磷光材料的应用比较广泛。

应用磷光或荧光材料制成编码符号的好处是可以最大限度地避免杂色光的干扰。因为编码符号通常是打印在票签单据上的。这些票签单据除了编码符号外，还写有各种文字记录或说明，它们很容易与用普通墨水打印的编码符号混淆，造成符号识别中的差错，或给识别工作带来很大的困难。而采用磷光或荧光材料后，可将票签单据输入暗箱内，然后用紫外线照射激发，光敏器件接收磷光或荧光材料打印的编码符号发出的光波，从而排除了用墨水书写的字符所引起的干扰。

(3) 磁性材料印制的编码。它在实际使用中有两种情况。

①用特制的磁性墨水打印成编码符号，识别时，用探测器接收磁性符号发出的磁信号。这同录音机磁头工作时的情况比较类似。普通墨水书写的字符不会发出磁信号，也即不会产生干扰。

②在被识物体的附属构件上安装有若干块排列成行的长条形软铁片，根据编码数字的需要，用充磁设备对其中的某几块铁片充磁（其余的不充磁）。经过这样处理后的一行铁片很象是条形码的有无码形式。这里的“有”“无”是指是否带有磁性。识别时，磁头对铁片进行探测，带磁性的为“1”，不带磁性的为“0”，以此识别磁性编码信号。识别后，再用退磁设备对铁片作退磁处理。这样，铁片可以反复使用。我们邮政部门用的邮袋分拣机就是采取这种编码方法。在下一节里我们对此将作进一步的介绍。

(三) 编码符号的典型实例

我们以长短码形式的条形码符号作为典型例子，详细剖析它的结构形式和所包含的内容。图 2-5 是打印在一封信上的条码符号（美国邮政部门使用的邮政编码）的放大图。

图中条码，长条形符号代表“1”，实际长度为 2.5mm；短条形符号代表“0”，实际长度为 1.25mm。由于短条形符号的存在，它可以作为计数的一个基准，所以对这种形式的条形码符号的宽度和间隔尺寸要求不高。

一封信上打印的条形码可分为 A、B 两大部分，它含有丰富的内容。

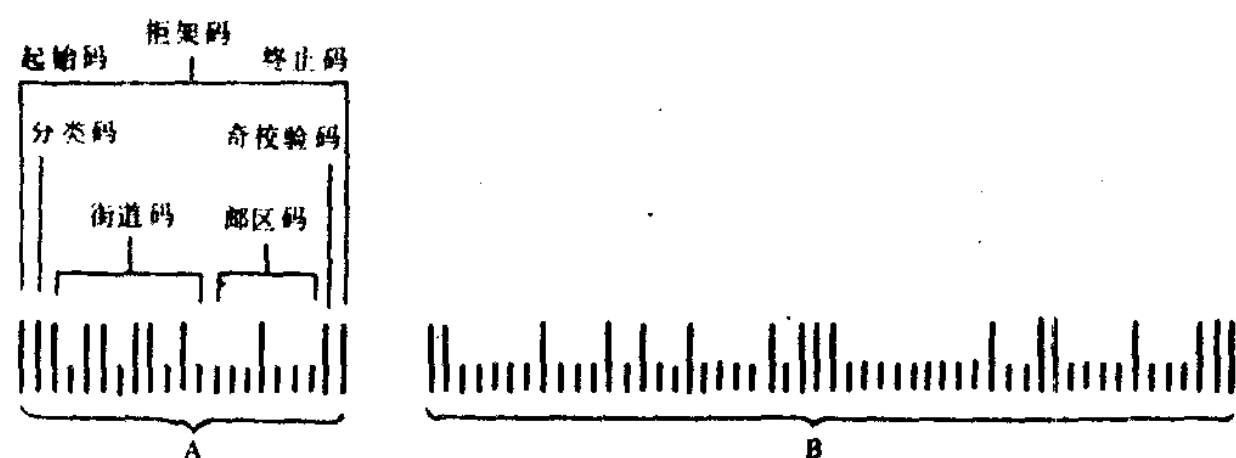


图 2-5

图中左边部分为 A，共有 21 个符号位，这个位数是固定不变的。右边部分为 B，它的符号位的位数是不固定的，取决于邮政编码的实际需要，最长可达 74 位。图中所示的是 51 位。

在 A 中的 21 个条码符号中，从左至右，第 1 位与第 21 位条码称为框架码。其中第 1 位可称为起始码，第 21 位可称为终止码，分别表示 A 部分符号的起始和终止。这两位符号一定是“1”状态。

第 2 位条码符号是分类码。如果其状态是“1”，则表示这封信的条码符号是由信函处理设备自动打印的。如果其状态是“0”，则表示由标码台人工阅读收件人的地址后，按键打印的。

在信函的自动分拣中，信函处理设备自动打印条码符号是一种基础性的工作。在某些情

况下，即使有高性能的字符识别机（信函处理设备）能自动识别打印的英文字母，做到使信函能自动分拣，人们也要求机器在自动识别英文字母后，再把这些英文字母代表的收件人地址转译成邮政编码，并用条形码符号打印到信封的右下角，以便以后再一次处理这封信件时作为自动识别分拣的基础。这就是所谓信函处理设备自动打印。

从第3位到第12位，共10位条码符号，代表街道编码号。这些符号是二进制的有权码，从左到右依次代表的“权”是：512、256、128、64、32、16、8、4、2、1。依据图2-5，街道码符号中有6位为“1”，它们分别代表512、128、64、16、8、2，总和为730，即街道的编码号为730。

从第13位到第19位，共7位条码符号，代表邮区编码号，根据上述原理，我们推知这封信收件人的邮区编码为8。

第20位条码符号是奇偶校验码。这里用的是奇校法，校验码的作用是使A部分中的长条形符号的总数保持为奇数。例如在图2-5中，“1”的总数是11，11是奇数。

图2-5中的右部是B，这部分的条形码符号包括有收信人住址的大楼编号、住房编号、邮政信箱编号，也有框架码（包括起始码与终止码）及奇偶校验码。编码符号的结构和方法与A部分相似，这里不再赘述。

4. 编码符号的识别

编码符号的识别过程如图2-6所示。我们将各个环节分述如下：

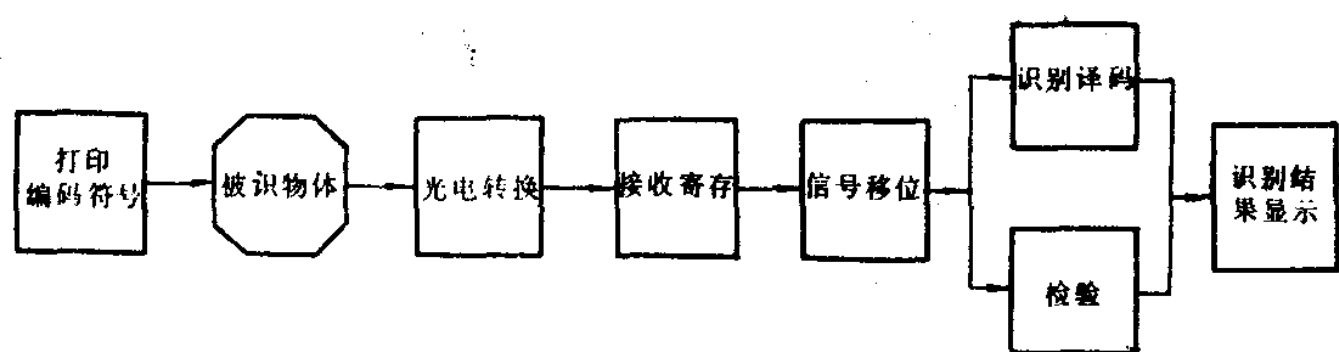


图2-6

（一）在被识别的物体表面上按一定的规格或形式打印上编码符号。

常见的打印方法有以下几种：

（1）机械打印法。

这种方法类似于用英文打字机在纸面上打印编码符号

（也可用印刷机事先在纸面上大批量地印制编码符号）。机械打印法的设备简单，使用方便，价格低廉。但是打印速度较慢，且对于不同形状的物体，适应性差。尤其是对于表面呈现凹凸不平的被识别物体（如不规则的包装物），这种方法就显得很不适应。

（2）压力脉冲式。

有一种压电材料，如加上一定的电压信号，就会产生相应的机械变形。图2-7是一个压力脉冲型喷嘴机构示意图。当电压信号加于压电元件后，可得到的机械脉冲，即产生了作用于墨水层的压力波。压力的急剧增加，迫使墨水从喷嘴喷出。这种方式不需要墨水泵和偏转机构，结构可做得小型轻巧，喷出的墨迹的深浅也可以调节。这种方式的墨水喷射又称为“按需供应式”。它的缺点在于喷嘴内部的气泡和端面的干燥度很容易影响喷嘴的喷射性能。比如墨液干涸速度太慢，则容易对纸面造成污染，而干涸速度太快，喷头又容易阻塞。

图2-8所示的是另一种结构形式的压力脉冲型喷嘴，其工作原理同图2-7是相似的。

（3）静电吸引式（静压型）

这种方式是利用高压静电感应原理印制字符。图2-9示出了静电吸引方式的喷墨动作原理。喷嘴结构是在外加静电高压后，使墨液处于强电场中，然后把具有静电荷的墨水吸引

出来而成为墨滴。墨水不从喷嘴流出，而是由静压力 P 推动供给，参见图 (a)。若在加速电极上加上高电压，墨水即被吸引，从喷嘴飞出的墨滴，参见图 (b)。这时，墨滴具有的电荷与面对喷嘴而加有直流高压的加速电极极性相反。即加速电极的电压为正时，墨滴为负；电极电压为负时，墨滴为正。高压消失后，由于墨水的表面张力而形成了图 (c) 的状态。由于墨水加有静压力 P ，所以很快又恢复到图 (a) 的状态。这样，在加速电极加有高电压的期间，带电墨滴能连续形成。

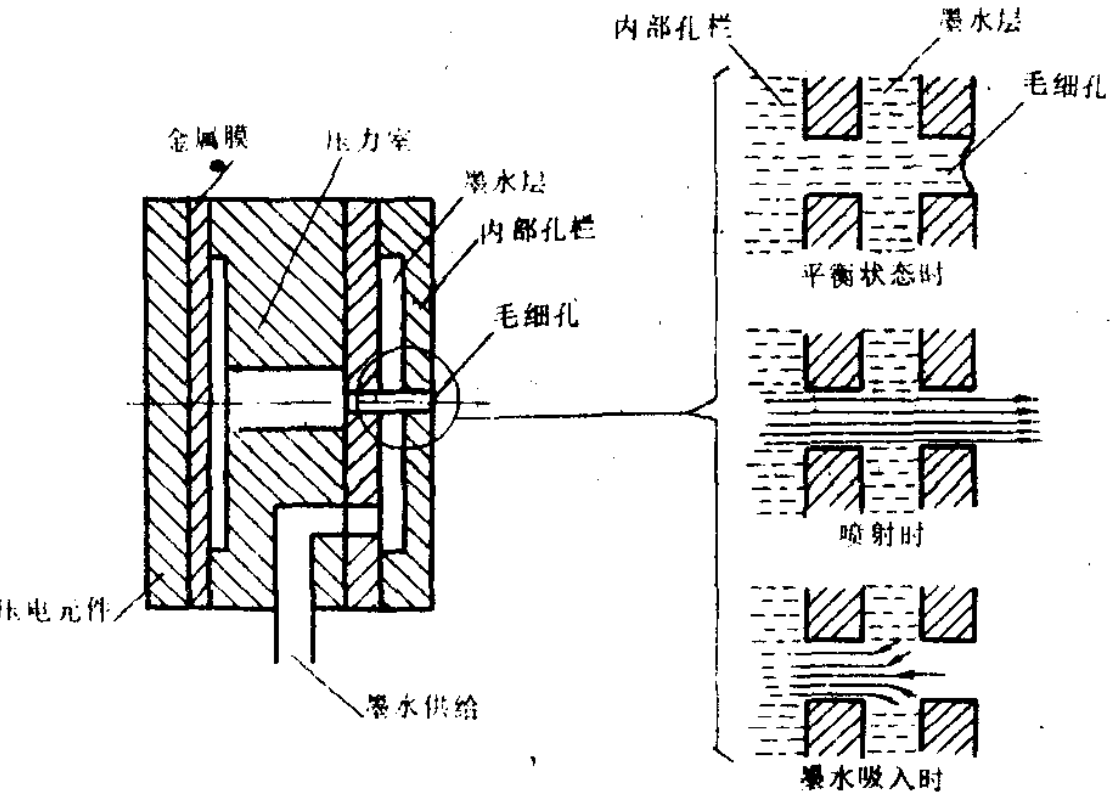


图 2-7

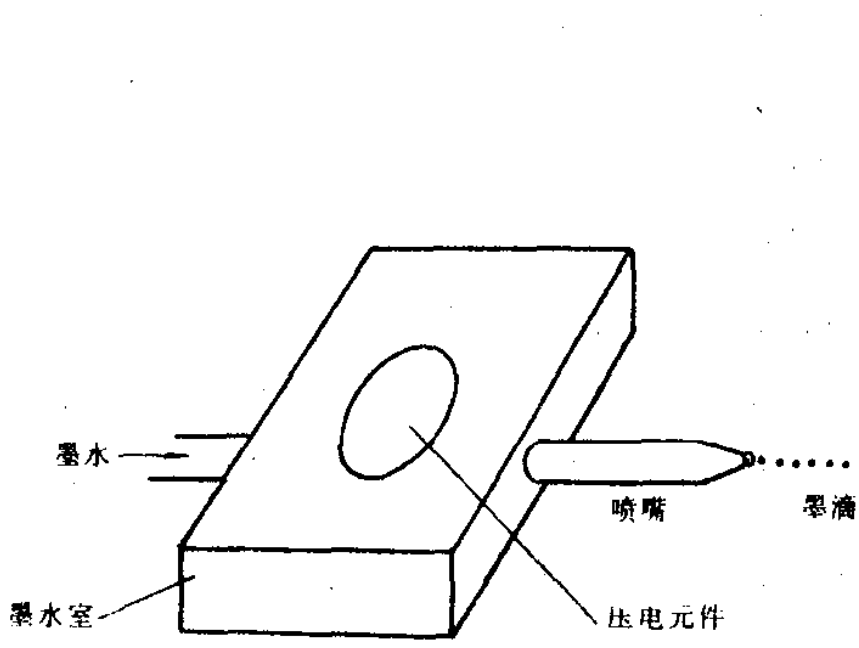


图 2-8

由于从喷嘴飞出的墨滴带有电荷，所以如在喷嘴的前端加上偏转电极，控制偏转电极（水平偏转电极与垂直偏转电极）的电压方向和大小，即可改变墨滴喷射的轨迹，印制出相应的符号图象或文字，参见图 2-10 所示。

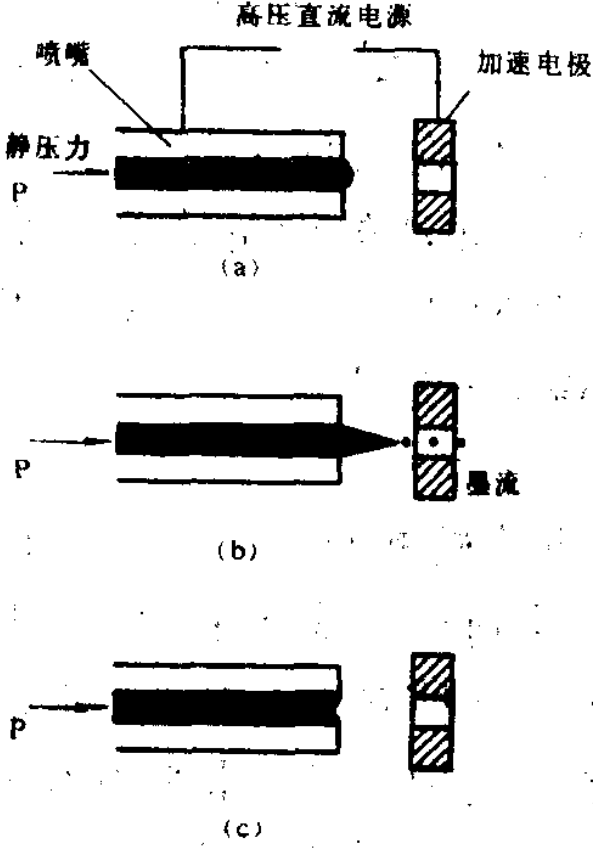


图 2-9

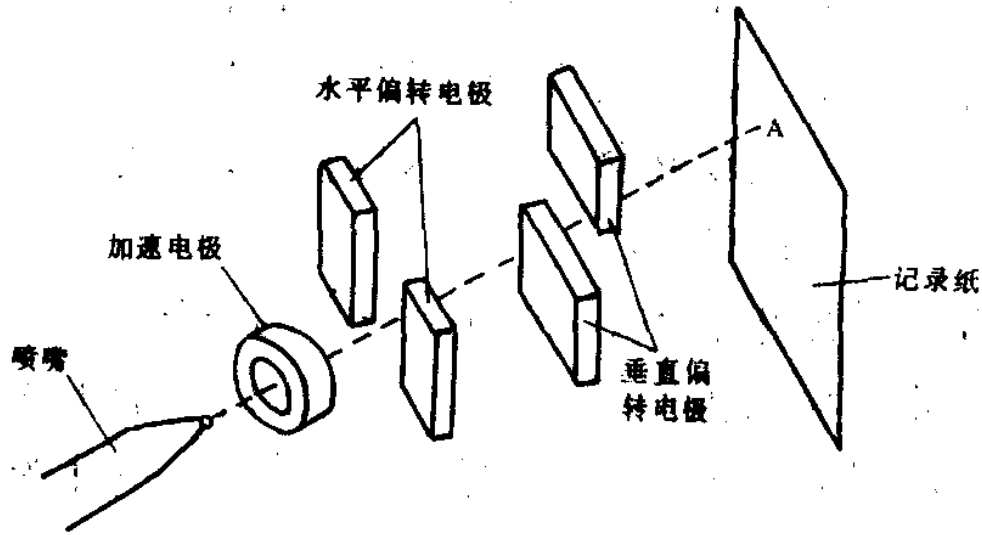


图 2-10

(4) 压力喷射式 (加压型)

在这种方式中，喷射机构把压送墨水的能量在喷嘴部分变换成具有一定速度的喷射能量。这种方式的墨滴是连续喷出的。

压力喷射方式的基本工作原理我们在下一节中还要详细介绍。

(二) 把编码符号的光学图象显现出来, 并传递到转换装置进行光电转换。即首先达到对符号图形的“视觉”目的。它包括光源 (照明), 光的反射或透射, 光的传递, 光电转换等几个部分。

(1) 照明用的光源可以利用太阳光、钨丝灯或发光二极管等。

太阳光的光谱范围较宽, 不仅有红、橙、黄、绿、青、蓝、紫七种可见光, 还包括不可见的红外线和紫外线。一般的光敏器件对太阳光都有一定响应。利用太阳光作光源, 无需任何耗费, 经济效果好。但是, 它受到自然条件的限制, 遇到阴天或晚上就无法工作。

钨丝灯, 即常见的白炽灯。它最大的特点是亮度高。此外, 它还具有光谱范围较广、制造容易、不受外界环境影响等优点, 在自动识别技术中得到广泛应用。其缺点是功耗大, 寿命不长, 尤其是在有强烈振动的环境中使用, 灯丝更易折断。

发光二极管, 这是一种利用半导体 P-N 结特性把电能转换成光能的半导体器件。发光二极管具有体积小、机械强度高、寿命长、耗电省、发热低及响应速度 (指光的亮、灭的速度) 快等优点, 只是价格较高。常用的发光二极管有磷砷化镓红色发光管、砷化镓红外发光管、磷化镓绿色发光管等几种。

(2) 光的反射或透射。采用反射方式时, 光源与光接收器件在被识物体的同一方向; 而用透射方式时, 光源与光接收器件则在被识物体的前后两个方向。透射式的结构和技术比较简单、效果也好。但它对打印编码符号的纸张质量要求较高: 既要有一定的透光性能, 又不能含有较多的杂质或疵点, 否则纸张本身的杂质或疵点经透射后会被误识为编码符号, 造成差错。实际中应用最广泛的还是反射式。

如是对磁性的编码符号进行识别, 则可将符号携带的磁性信息与光信息同样看待。

(3) 光的传递, 通常是以直线方式进行的。但是利用光导纤维可以使光“弯曲”着前进, 这样, 光源与编码符号之间, 或是编码符号与光接收器件之间, 不一定都需要呈直线状态, 从而增加了工作的自由度。

(4) 光电转换, 就是把编码符号的光学信息转换成对应的电信息。通常用光敏器件作为光学信息的接收器, 然后由电路完成转换过程。

常见的光电转换器件有半导体结型光电器件、金属光电发射器件和电荷耦合器件 (又称 CCD) 等。它们的光电转换效应在性质上有所区别, 性能也不一样, 用途也各不相同。

半导体光电器件是现代光电转换电路中应用最广泛的一类器件。结型光电器件是利用半导体 P-N 整流结的光电效应制成的一种光电器件, 主要有光敏二极管与光敏三极管、固体光敏集成器件等产品。

金属光电发射器件是人们最早发现, 并最早用于生产和科研实践中的光电转换器件。它是根据电路中, 在钠、钾等金属制成的阴极受到光线的照射时, 有带电微粒激发溢射出来的现象而研制的一种光电器件。常用的有光电倍增管等。

电荷耦合器件是本世纪 70 年代开始发展起来的一种新型的半导体器件。它是一种经过特殊加工的、电荷能在表面或内部信道中传递的固态电子功能器件。其基本原理是信息以电荷的形式存放在被连接在一起的电容器上, 并且从一个电容的电极传递到另一个电容的电极, 即做串行流动。所以电荷耦合器件具有光电转换、信号处理、数据存储等多种性能。它是一种应用十分广泛的新颖电子器件。

符号识别中常用的光敏器件是半导体结型光电器件。

图 2-11 所示的是一种读取编码符号的光电转换装置。光源和光敏管 (光电探测头) 固

定不动，印有编码符号的卡片装贴在一只开有窗口的圆筒上。圆筒转动，光电探测头对条形编码符号作切割状扫描，同时接收从卡片上反射回来的光信号，转换成电信号输出。

(三) 信号的接收寄存。因为编码符号与光电探测头之间是相对运动的（参见图 2-11），编码符号反映出来的信息瞬息即逝，所以必须把它们接收并寄存起来，以供逻辑电路进行判断识别。

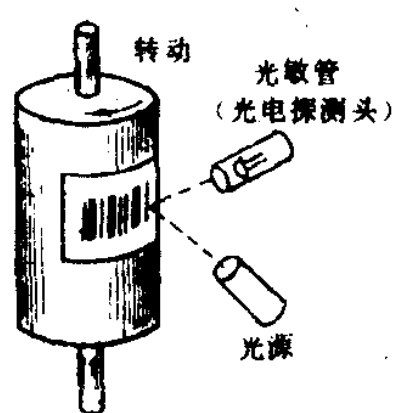


图 2-11

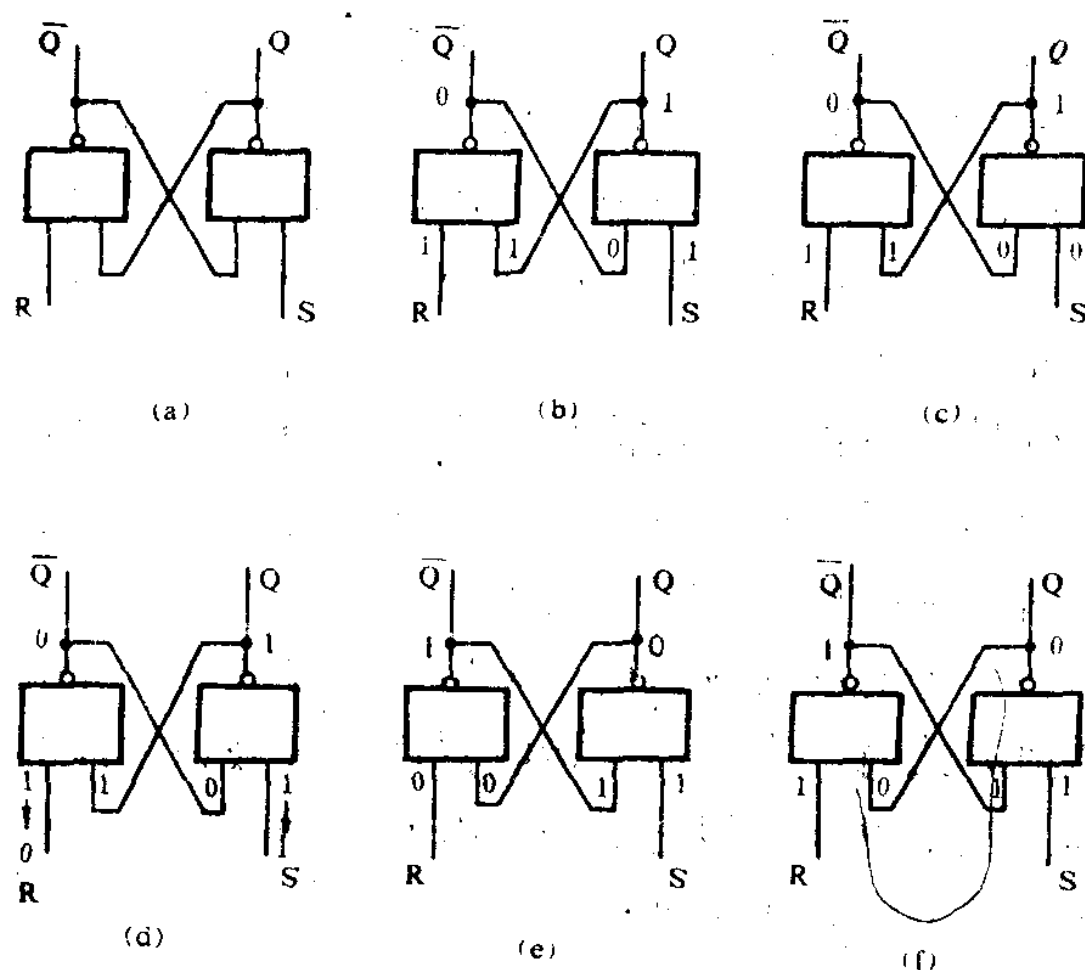


图 2-12

图 2-12 是一种可以寄存一位信息的 R-S 触发器及其工作状态。它有两个“与非”门电路组成。它的两个输入端分别称为 R 端和 S 端，两个输出端分别用 Q 和 $\bar{Q}$ 表示。当没有代码信号输入时，R、S 两个输入端均处于高电平“1”状态，触发器维持原来信号状态不变。当有代码信号输入时，触发器即作出相应的动作，图中显示出了输入“0”信息时触发器内部逻辑状态的变换过程。从图中可知，R-S 触发器可存放通过两输入端输入的代码信息。这里必须指出，代码输入时，R 端和 S 端的信号符号必然是相反的，即 $R = \bar{S}$ 。信号撤消后，即代码保持时期，R 端、S 端必须同时呈“1”状态。

从 R-S 触发器的逻辑关系可知，在有代码输入时，输出端 Q 的信号状态总是跟随输入端 R 的信号状态变换，而 $\bar{Q}$ 端状态则跟随 S 端状态变换。因为 Q 与 $\bar{Q}$ 信号状态总是相反的，所以触发器所存的代码值，可以简单地用 Q 值来表示。

为了画图方便，通常将 R-S 触发器简化成为图 2-13 所示。

(四) 信号移位。当被识别信号连续不断地出现在光电探测头前面时（参看图 2-11），已接收信号必须相应地进行移位，即依次存入寄存器中，并在接收电路内部以一定的方式进行分配组合，以便于下一步的译码工作。

图 2-14 是一只三位左移寄存器的逻辑电路图。

图中 C_1 、 C_2 、 C_3 是 3 个 R-S 触发器，在这里起信息代码的接收寄存作用。 F_1 、 F_2 、 F_3 是 3 个非门，它们保证使每只触发器的 R 与 S 两个输入端的输入代码符号相反。

$E_1 \sim E_6$ 是 6 个与非门，起信号选通作用。选通端 S 为“0”时， C_1 、 C_2 、 C_3 触发器的所有输入端均呈“1”状态，触发器处于维持原信号不变的稳定态。S 为“1”时，才有信号输入触发器。