

高等学校教材

电子计算机 外部设备设计原理

(输入输出设备)

张江陵 季国钧 等

上册

华中理工大学出版社

内 容 简 介

《电子计算机外部设备设计原理》分上、下两册出版。本书系上册，主要介绍输入输出设备的设计原理。

本书内容包括输入技术及设备、印刷输出设备、显示设备等的设计原理，并重点讨论了击打式打印机、针式点阵打印机和激光印刷机的基本设计原理、结构和控制系统，以及喷墨印刷技术及设备、字符显示设备的工作原理、特点及设计的若干基本原则。本书内容丰富、系统全面，既侧重技术基础知识的介绍，又注意反映了科学技术的最新成就。

本书可作为高等院校计算机外部设备专业、电子精密机械等专业的教材，亦可供有工程技术人员自学和参考。

高等学校教材 电子计算机外部设备设计原理（上册）

张江陵 季国钧 等

责任编辑 唐元瑜

责任校对 卢金锋

华中理工大学出版社出版发行

（武昌喻家山）

新华书店湖北发行所经销

华中理工大学出版社沔阳印刷厂印刷

开本：787×1092 1/16 印张：17 字数：402 000

1989年6月第1版 1989年6月第1次印刷

印数：1-3 000

ISBN 7-5609-0226-X/TM·17

定价：3.40元

出版说明

根据国务院关于高等学校教材工作分工的规定，我部承担了全国高等学校、中等专业学校工科电子类专业教材的编审、出版的组织工作。由于各有关院校及参与编审工作的广大教师共同努力，有关出版社的紧密配合，从1978年至1985年，已编审、出版了两轮教材，正在陆续供给高等学校和中等专业学校教学使用。

为了使工科电子类专业教材能更好地适应“三个面向”的需要，贯彻“努力提高教材质量，逐步实现教材多样化，增加不同品种、不同层次、不同学术观点、不同风格、不同改革试验的教材”的精神，我部所属的7个高等学校教材编审委员会和两个中等专业学校教材编审委员会，在总结前两轮教材工作的基础上，结合教育形势的发展和教学改革的需要，制订了1986~1990年的“七五”（第三轮）教材编审出版规划。列入规划的教材、实验教材、教学参考书等近400种选题。这批教材的评选推荐和编写工作由各编委会直接组织进行。

这批教材的书稿，是从通过教学实践、师生反映较好的讲义中经院校推荐，由编审委员会（小组）评选择优产生出来的。广大编审者、各编审委员会和有关出版社为保证教材的出版和提高教材的质量，作出了不懈的努力。

限于水平和经验，这批教材的编审、出版工作还会有缺点和不足之处，希望使用教材的单位，广大教师和同学积极提出批评建议，共同为不断提高工科电子类专业教材的质量而努力。

电子工业部教材办公室

前 言

本教材系按电子工业部工科电子类专业教材1986~1990年编写出版规划,由《电子机械》教材编审委员会《无线电专用机械设备》编审小组评选并推荐出版,作为高等院校有关专业本科通用教材,也可供从事计算机外部设备设计制造的工程技术人员参考。

本教材由华中理工大学张江陵教授和季国钧副教授担任主编,成都电子科技大学王庭树教授担任主审。

华中理工大学是国内首先设置“计算机外部设备”专业(现名为“电子精密机械”专业)的高等学校,自1974年以来就开设了外部设备原理和设计方面的课程,经过多年的教学、科研和产品开发,积累了一些经验。本教材就是在集中这些经验以及从事理论研究和开发产品的基础上,参考大量的文献、资料,整理加工而成的。

鉴于电子计算机外部设备的发展日新月异,内容极为丰富,设计方法也各有特点,许多新课题尚处于研究和探索阶段,同时,也受到篇幅的限制,因此,本教材的基本内容是讲授一些常用典型的外部设备的设计原理和方法,侧重于基础技术的阐述,同时又力求反映一些最新的科学技术成就。

本教材分上、下册出版。上册介绍输入输出设备设计原理。重点阐述印刷输出设备的设计原理,主要包括击打式打印机、针式点阵打印机和激光印刷机的基本设计原理、结构和控制系统。简要阐述喷墨印刷设备、字符显示设备的工作原理、特点及设计的若干基本原则。输入设备则只侧重阐述了键与键盘和纸带输入机的设计原则,其他内容仅作了一般的概括。下册介绍外存贮设备设计原理。重点阐述数字磁记录设备的设计原理。主要包括磁记录原理、编码与电路、磁记录媒体和磁头以及读写电路、硬磁盘机等的基本设计原理。简要阐述了软磁盘机、磁带机和光记录设备的工作原理、特点及设计。对于讲授内容的取舍,视各专业教学要求而定,这里不作具体建议。

本教材上册由季国钧(第二、三、四、六章),刘本喜(第五、七章),谢其中(第一章),李国伟(第九章)和周功业(第八章)编写,由季国钧统稿。下册由张江陵(第一、二、四、五、九章),周敬利(第三、六、八章)和刘波(第七、十章)编写,由张江陵统稿。

本教材在编写过程中,得到了华中理工大学计算机系外部设备教研室裴先登、叶济中教授,彭纪纲、金先级副教授以及教研室全体同志和出版社的大力支持和帮助,这里表示诚挚的感谢。由于编者水平有限,书中难免还存在一些缺点和错误,殷切希望广大读者批评指正。

编 者

1987年11月于华中理工大学(武汉)

目 录

第一章 输入技术及其设备	(1)
1.1 输入技术综述	(1)
1.1.1 输入设备的作用与分类	(1)
1.1.2 信息处理用编码	(2)
1.2 键与键盘	(4)
1.2.1 键的种类及其特点	(4)
1.2.2 键盘编码设计	(6)
1.2.3 汉字键盘设计	(11)
1.3 光笔图形显示器	(16)
1.3.1 组成	(16)
1.3.2 工作原理	(17)
1.3.3 光笔	(17)
1.4 纸带输入设备	(19)
1.4.1 高速纸带输入机	(20)
1.4.2 摆杆式光电输入机运动动力设计	(23)
1.5 光学字符阅读设备	(24)
1.5.1 光学标记阅读机和光学字符阅读机	(25)
1.5.2 识别过程	(26)
1.5.3 手写文字识别机	(27)
1.6 语音输入的原理和方法	(31)
第二章 印刷输出设备综述	(34)
2.1 印刷输出设备的类型及工作特点	(34)
2.1.1 串行击打式打印机	(35)
2.1.2 并行击打式打印机	(36)
2.1.3 串行非击打式印刷机	(38)
2.1.4 并行非击打式印刷机	(40)
2.2 印刷输出技术及其设备的发展趋势	(42)
2.3 字鼓式宽行打印机的一般工作原理	(43)
2.3.1 击打式打印机的主要部件及技术指标	(43)
2.3.2 字鼓式宽行打印机的一般工作原理	(44)
第三章 击打式打印机的设计原理	(47)
3.1 冲击印字过程的基本性质	(47)
3.1.1 纸与色带的力学特性和冲击印字过程的力学模型	(47)
3.1.2 最大击打力 F_m 与印字能量 W_H	(49)
3.1.3 印字接触时间 t_c	(49)
3.1.4 印字力学条件与印字浓度	(51)
3.2 打印速度	(52)

3.2.1 打印速度及其影响因素	(52)
3.2.2 影响打印速度的主要参数分析	(52)
3.3 字锤的回跳振动	(56)
3.3.1 磁阻尼缓冲回跳	(56)
3.3.2 用塑料缓冲块缓冲回跳	(56)
3.3.3 用单方向冲量转移的方法缓冲回跳	(56)
3.4 成行性误差分析及其影响因素	(57)
3.4.1 机械方面的影响	(58)
3.4.2 电路方面的影响	(59)
3.5 打印机的噪音问题	(60)
3.6 电磁铁驱动机构的设计	(61)
3.6.1 电磁铁驱动机构的设计计算	(61)
3.6.2 电磁铁驱动机构的运动分析	(66)
3.6.3 拍合式电磁铁的动力学分析	(71)
第四章 针式点阵打印机打印头设计原理	(74)
4.1 针式打印机的特点及工作原理	(74)
4.2 针式打印头设计原理	(76)
4.2.1 针式打印头的主要类型及其比较	(76)
4.2.2 打印过程的基本特性分析	(79)
4.2.3 打印针击打过程的动力学分析	(84)
4.2.4 打印针的印字条件	(85)
4.2.5 打印针和电磁铁的动作条件	(87)
4.2.6 电磁铁驱动机构的设计步骤	(89)
4.2.7 针式打印头的设计	(89)
4.3 针式打印机的噪音及其降低措施	(92)
4.3.1 针式打印机噪音产生的机理	(92)
4.3.2 抑制与降低噪音的措施	(92)
4.4 提高针式打印机打印质量的途径	(93)
4.5 汉字针式打印机简介	(94)
4.5.1 汉字针式打印机的主要类型	(95)
4.5.2 汉字库	(95)
第五章 击打式打印机的结构设计	(98)
5.1 字鼓译码部件的设计	(98)
5.1.1 字鼓速度的确定	(98)
5.1.2 字鼓直径的确定	(99)
5.1.3 字符在字鼓上的排列方式	(100)
5.1.4 译码方式	(101)
5.1.5 字鼓译码部件的结构	(102)
5.1.6 字鼓译码部件的动平衡	(104)
5.2 字锤部件的结构设计	(105)
5.2.1 字锤部件的种类和结构	(105)
5.2.2 字锤驱动机构的种类和结构	(107)
5.2.3 字锤部件与驱动机构的结构设计	(108)

5.3 针式点阵打印头的结构设计	(109)
5.3.1 打印头的结构设计	(109)
5.3.2 打印头移动机构	(115)
5.4 走纸部件的设计	(117)
5.4.1 走纸机构的组成	(118)
5.4.2 走纸速度	(121)
5.4.3 运动计算	(121)
5.4.4 间歇运动机构	(122)
5.5 色带机构	(123)
5.5.1 色带机构的作用与要求	(123)
5.5.2 色带运动速度的确定	(124)
5.5.3 色带换向机构	(125)
第六章 喷墨印刷技术	(127)
6.1 喷墨印刷技术的分类	(127)
6.1.1 喷墨印刷技术的发展	(127)
6.1.2 喷墨印刷技术的分类	(128)
6.2 电荷控制型喷墨技术	(130)
6.2.1 基本原理与墨滴的形成	(130)
6.2.2 墨滴的充电与同步	(131)
6.2.3 墨水滴的垂直偏转	(133)
6.2.4 喷墨印刷的印字质量	(135)
6.2.5 关于喷墨印刷技术的几个问题	(135)
6.3 随机喷墨式印刷技术	(140)
6.3.1 基本原理与特点	(140)
6.3.2 喷墨头与墨滴发生器	(140)
6.4 电场控制型喷墨技术	(145)
6.4.1 基本原理与特点	(145)
6.4.2 印刷机的主要组成部分	(145)
6.5 喷墨技术的发展与研究动向	(147)
第七章 电摄影技术与激光印刷输出设备设计原理	(150)
7.1 概述	(150)
7.1.1 激光印刷机的发展过程	(150)
7.1.2 激光印刷机的组成及其工作原理	(151)
7.1.3 字符形成方法	(152)
7.1.4 激光印刷机的性能指标及参数计算	(153)
7.2 激光扫描系统的设计	(155)
7.2.1 激光源	(155)
7.2.2 偏转调制器	(156)
7.2.3 扫描器	(158)
7.3 电摄影技术	(164)
7.3.1 概述	(164)
7.3.2 光导材料及电晕装置	(166)
7.3.3 静电潜象的形成	(173)

7.3.4	显影系统	(178)
7.3.5	转印与分离	(184)
7.3.6	定影方法	(187)
7.3.7	消电与清洁	(190)
第八章	打印机控制器设计原理	(193)
8.1	活字型打印机控制原理	(193)
8.1.1	菊花瓣打印机打印控制原理	(193)
8.1.2	链式打印机控制原理	(195)
8.2	针式点阵打印机控制器	(199)
8.2.1	控制器的一般逻辑结构	(199)
8.2.2	打印针数据处理方法	(202)
8.2.3	小车运动方向的确定	(204)
8.2.4	输入输出口的设计	(205)
8.2.5	针式点阵打印机控制程序	(211)
8.3	激光印字机控制系统	(211)
8.3.1	控制器工作原理及扫描时序	(211)
8.3.2	半导体激光器调制电路	(213)
8.3.3	扫描稳速伺服系统的设计	(214)
8.3.4	稳速伺服系统的扰动分析	(218)
8.4	电感性负载的功率驱动	(219)
8.4.1	功率放大器的一般形式	(219)
8.4.2	功率放大器的改进方法	(220)
8.4.3	保护措施	(221)
8.5	汉字输出处理方法	(222)
8.5.1	汉字输出处理过程	(223)
8.5.2	汉字库的数据结构及访问步骤	(223)
8.5.3	汉字字形的放大与缩小	(225)
8.5.4	汉字字形旋转	(227)
第九章	字符显示器设计原理	(228)
9.1	概述	(228)
9.2	显示设备的基本概念	(228)
9.2.1	显示器件	(228)
9.2.2	CRT的显示扫描方式	(229)
9.2.3	光栅扫描的字符显示过程	(230)
9.2.4	CRT字符显示器的技术要求和主要功能	(230)
9.3	全硬件CRT字符显示器设计原理	(232)
9.3.1	显示计数器设计原理	(233)
9.3.2	显示存贮器及显示存贮器地址逻辑设计原理	(234)
9.3.3	光标产生及其控制逻辑的设计原理	(236)
9.3.4	键盘电路设计原理	(237)
9.3.5	数据接收和发送逻辑	(239)
9.4	用CPU控制的CRT字符显示器设计原理	(239)
9.4.1	不采用可编程 CRTC 的字符显示器	(240)

9.4.2 采用可编程CRTC的CRT字符显示器.....	253
9.5 图形显示器	254
9.5.1 随机扫描图形显示器.....	254
9.5.2 光栅扫描图形显示器.....	257
9.5.3 图形显示软件.....	259
参考文献.....	260

第一章 输入技术及其设备

1.1 输入技术综述

1.1.1 输入设备的作用与分类

计算机系统工作时要处理大量的信息。人们通常习惯用数字、字符、汉字、图形和图象等来表达信息,而计算机使用的却是以电信号表示的二进制代码。因此,在用计算机进行信息处理时都必须事先将程序、原始数据和各种信息变成计算机能识别的形式,然后才能进行处理。输入设备的作用就在于实现这种转换并将转换后能被计算机识别的信息送入计算机处理。

随着计算机的发展,输入技术及设备的种类也是多种多样的,但基本上可归纳为人工输入方式和识别输入方式两大类。

一、人工输入方式

早期的计算机主要用于数值计算,并借助于电传打字机的键盘输入信息和输出处理结果。这种键盘设备效率很低,使用也不方便。随着计算机技术的发展,后来出现了高速卡片输入机和纸带输入机。它们将数据用“有孔”或“无孔”的形式记录在纸带或卡片上,再通过输入设备转换成二进制电信号输入计算机。

60年代中期到70年代以后,输入设备广泛采用了CRT(Cathode-Ray tube)显示器,它不仅克服了纸带与卡片输入机速度慢、需穿孔纸带和卡片,以及输出结果不能修改等缺点,而且还可显示数字、字符、图形、图象等非文字信息。

随着软磁盘机的发展,后来又出现了键盘-软盘输入机。这种输入机工作时,若干个输入站可共用一台处理器和磁盘。这种输入设备可用于集中而高效率的大数据量的输入,并具有报表编制、格式控制、信息检索、硬拷贝控制及各种转换等功能。由于人们无法直接用视觉检查软盘上的数据,故必须与显示装置一起构成数据采集设备。这样,当用键盘打入数据时就可显示屏上检查数据的正确性。用软磁盘机输入数据的过程是先把数据记录在软盘上,然后再把软盘的数据直接输入计算机。此外,还有键盘-磁带输入机,键盘-盒式带输入机,键盘-磁盘输入机等。它们均可脱机使用。

各种图形输入方式一般都采用人工移动光标进行输入。图形输入板与数字化仪类似,能将绘图板与计算机连接,直接将绘图数据输入计算机。光笔也是图形显示设备的输入手段之一,它虽使用方便,但不能象图形输入板那样输入图形的位置坐标。

二、识别输入方式

识别输入方式可分为文字识别和声音识别两种。使用识别方式的输入设备可省去脱机设备,如纸带穿孔机、卡片穿孔机等。

50年代的文字识别输入装置仅限于识别印刷体的数字、标记。60年代就有了光学字符阅读机,70年代它又发展为能够阅读手写体的英文字符和数字了。光学标记阅读机和光学字符阅读机都是利用符号在纸面上各点的反光强度的不同,再转换成相应的电信号而输入计算机的。这样,标记或字符通过识别设备可直接输入计算机,从而节省了人工穿孔的繁琐劳动。

语音识别装置直到70年代才产生，它是直接向计算机输入语音信息的装置。语音识别系统有很多种，对于汉字语音系统来说，应能识别几千个以上的单字，并且要求组合字的长短为任意的。这种要求目前还难以实现，只能在词汇量、读音方式等作一定限制的条件下来进行语音的识别。如单字识别系统可不限制使用对象及使用环境，但能识别的字数仅为十多个。对于词汇量为100~500的单字，它对讲话者虽无性别、年龄的限制，但须有固定的专人发音。若要更换人发音时，还须经过培训。此外，它对工作环境虽无限制，但对连续字之间的发音应有停顿。目前我国对于由任意字组成的汉字短语语音识别系统的研究已取得了很大的进展。

输入设备	人工输入方式	穿孔输入设备——	卡片机、纸带机。
		字符图形输入装置——	显示器、图形输入板、数字化仪、光笔等。
		键盘输入装置——	键盘——软盘输入机、键盘——磁带输入机、 键盘——磁盘输入机等。
		汉字键盘输入装置——	汉字整字键盘、电磁感应式键盘、汉字字根键盘、 汉语拼音键盘等。
	识入方式	字符识别装置——	磁墨水字符阅读机 (MICR)、光学标记阅读 机 (OMR)、光学字符阅读机 (OCR) 等。
		语音输入装置	

本章主要讲述键与键盘和纸带输入机的设计原理。此外，还简要介绍了光笔、光学字符阅读设备和语音输入的基本原理。

由于一切数字、文字或信息符号等物理量必须转换成计算机能够接受的二进制的电信号后,才能输入计算机,因此,必须对字符进行二进制编码。通常,这些编码以物理信号的形式记录在某些物质上面,这种物质称为信息的媒体,如在纸带或卡片上用有孔和无孔表示“1”和“0”,而纸带和卡片就是信息的媒体。

信息是由数据来表示的。数据是数、字符及符号的集合,其基本单位为数据项。数据项的集合称为记录,记录的集合构成文件,它们之间的组合关系称为数据结构。常用的数据单位有:位(bit);二进制数的一个数位,它只能是“0”或“1”中的一个数。

字(word)，处理机一次处理的数据长度称为一个字。如运算器为16位。则计算机字长为16位。

信息块(block): 主存储器 and 外部设备交换信息时, 一批交换的信息称为信息块。信息块的大小可以是固定的(如卡片机中的卡片), 也可以是不固定的(如磁盘)。

卷(volume): 外部设备每装载一次能提供的信息的总和, 如一组磁盘。

二、标准编码

随着计算机的普及, 人们相互间的信息交流增加。因此, 许多国家都对文字符号规定了自己的标准编码。

我国于1980年正式颁布了国家标准GB1988-80 —— “信息处理交换用 七 位 编 码 字 符 集”, 如表1.1所示。该标准规定了信息处理交换用的图形、字符和控制字符共128个, 其中图形字符96个, 控制字符32个, 并采用 7 位二进制数进行编码。若128个字符不够用或应用

表1.1 标准编码表 (GB1988-80)

					b_7	0	0	0	0	1	1	1	1
					b_6	0	0	1	1	0	0	1	1
					b_5	0	1	0	1	0	1	0	1
					列 行	0	1	2	3	4	5	6	7
b_4	b_3	b_2	b_1	0		1	2	3	4	5	6	7	
0	0	0	0	0	NUL	TC ₇ (DLE)	SP	0	@	P	►	p	
0	0	0	1	1	TC ₁ (SOH)	DC ₁	!	1	A	Q	a	q	
0	0	1	0	2	TC ₂ (STX)	DC ₂	vv	2	B	R	b	r	
0	0	1	1	3	TC ₃ (ETX)	DC ₃	#	3	C	S	c	s	
0	1	0	0	4	TC ₄ (EOT)	DC ₄	¥	4	D	T	d	t	
0	1	0	1	5	TC ₅ (ENQ)	TC ₈ (NAK)	%	5	E	U	e	u	
0	1	1	0	6	TC ₆ (ACK)	TC ₉ (SYN)	&	6	F	V	f	v	
0	1	1	1	7	BEL	TC ₁₀ (ETB)	▼	7	G	W	g	w	
1	0	0	0	8	FF ₀ (BS)	CAN	(	8	H	X	h	x	
1	0	0	1	9	FE ₁ (HT)	EM	)	9	I	Y	i	y	
1	0	1	0	10	FE ₂ (LF)	SUB	★	!	J	Z	j	z	
1	0	1	1	11	FE ₃ (VT)	ESC	+	;	K	[	k	{	
1	1	0	0	12	FE ₄ (FF)	IS ₄ (FS)	,	<	L	^	L		
1	1	0	1	13	FE ₅ (CR)	IS ₃ (GS)	-	=	M	]	m	}	
1	1	1	0	14	SO	IS ₂ (RS)	■	>	N	^	n	~	
1	1	1	1	15	SI	IS ₁ (US)	/	?	O	-	o	DEL	

于其他特殊领域，字符集还可扩充。若用 8 单位设备，则设备中多余的一位可作为奇偶校验位或其他用途。

表1.1中每个字符的编码用 $b_7b_6\cdots b_1$ 表示，其中 b_7 为最高位， b_1 为最低位。还可利用“列号/行号”来表示，并且规定高位 $b_7b_6b_5$ 为列号，低位 $b_4b_3b_2b_1$ 为行号。如字符T，其编码为1010100，列号/行号为5/4。

1. 字符

控制字符分为传输控制、格式控制、设备控制、信息分隔和其他控制字符等 5 类，共有 32 个符号。这类符号不打印、不显示，但其编码可进行存贮，在信息交换中起控制作用。

2. 图形字符

标准编码中的图形字符有 96 个，在字符印刷或显示设备上可见到其记录。图形字符包括数字、字母和其他 3 类，各符号的意义见表1.2。

表1.2 图 形 字 符 含 义

符 号	名 称	在代码表中的位置	符 号	名 称	在代码表中的位置
(SP)	间 隔	2/0	,	分 号	3/11
!	惊 叹 号	2/1	<	小 于 符 号	3/12
"	双 引 号	2/2	=	等 于 符 号	3/13
#	数 码 记 号	2/3	>	大 于 符 号	3/14
¤	国际通用货币符号	2/4	?	问 号	3/15
¥	货 币 符 (元)	2/4	①	商业用符号(单价)	4/0
%	百 分 比	2/5	A...Z	大写拉丁字母	4/1...5/10
&	和	2/6	{	左 方 括 号	5/11
'	右 单 引 号	2/7	\	反 斜 线	5/12
(	左 圆 括 号	2/8	}	右 方 括 号	5/13
)	右 圆 括 号	2/9	^	向 上 箭 头	5/14
★	星 号	2/10	—	下 横 线	5/15
+	正 号	2/11	„	左 单 引 号	6/0
,	逗 号	2/12	a...z	小写拉丁字母	6/1...7/10
-	负 号	2/13	{	左 花 括 号	7/11
.	句 号	2/14		竖 线	7/12
/	斜 线	2/15	}	右 花 括 号	7/13
0...9	数字0到9	3/0...3/9	—	上 横 线	7/14
:	冒 号	3/10	(DEL)	抹 掉	7/15

1.2 键 与 键 盘

1.2.1 键的种类及其特点

在进行人机联系时，可以直接通过键盘（如控制台打字机或终端用打字机键盘）向计算机输入信息。这种输入方式必须先将外部信息或人的语言译成计算机能接收的语言后再输入计算机。同时，这种输入方式不需要通过中间介质，就可以同时把输入信息打印出来，以便保存。键盘是一个独立的部件，可将它从机器上取下。

键盘的基本原件是键开关。人们通过按键开关的接触来实现数据的输入。也就是通过将按键动作的机械信号转变为电信号来实现数据的输入。键盘上的字符则由键盘按键的位置确定，它们通过编码器变为二进制码，再通过键盘、接口电路被送入计算机。

键盘开关的基本型式：

1. 机械开关（机械式簧片触点）

这种开关的工作原理是用手按键导致触点接触而接通电信号，故这种开关一般又称为触点开关。它分为单触点与多触点开关。图1.1 (a) 所示的为单触点开关的符号图，图1.1 (b) 为交叉棒接触式触点开关的示意图。机械式开关的优点是成本低，但有机械磨损，影响了使用寿命，而且还有机械抖动。

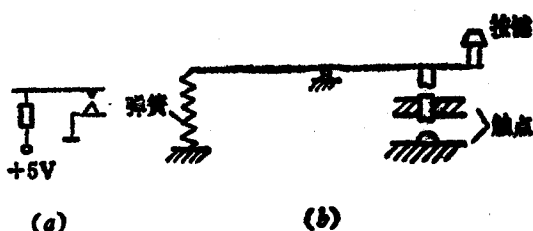


图1.1 机械开关

2. 磁性开关

常用的磁性开关为干簧管式开关，其工作原理图见图1.2(a)，结构示意图见图1.2(b)。这种开关由磁性簧片、磁环和密封玻璃管组成。当开关不工作时，磁环离玻璃管较远，两磁性导电簧片不受磁场作用则不接触；当按下按键时，磁环也向下运动，这时磁性导电簧片受磁环磁场的作用而吸合，故两磁性金属簧片导通。由于它们工作时没有直接接触，故没有机械磨损，也提高了可靠性。

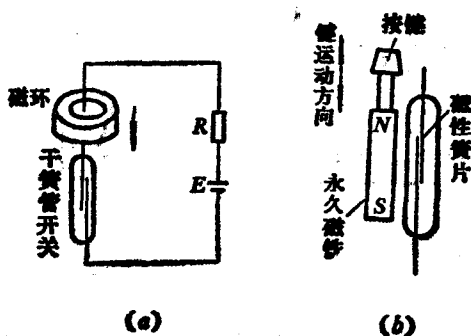


图1.2 干簧管式开关

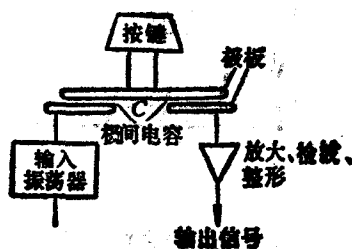


图1.3 容性开关

3. 容性开关

这种开关应用电容量的变化来产生输出。电容量由介质、两极板间的距离及两极板的面积来决定，

即
$$C = \epsilon \frac{S}{d}$$

式中， C 为极板间的电容， S 为极板面积， d 为极板间的距离， ϵ 为极板间电介质的介电系数。

按键时，两极板之间的距离发生变化，从而可引起电容量的变化，当电容参数适当时会有输出，然后将输出的信号经过放大整形为逻辑电平后再驱动编码器，其原理如图1.3所示。由于这种容性开关也是不直接接触的，故也无机械磨损，可靠性高。但是，由于直接得到的输出信号电平较低且波形不好，故需要放大、整形。

4. 霍尔键

它是利用霍尔效应制成的，也是一种非接触式开关。当改变键开关的位置时，元件的输出电势会发生很大的变化，从而得到电信号。

5. 光电开关

它是根据光电转换原理制成的，也是一种无触点式开关。这种开关体积小、工作可靠、使用寿命长、抗干扰性强，实际应用中可根据可靠性、成本、开关特性及国内生产情况来选用。

1.2.2 键盘编码设计

键盘是由表面有不同字符的许多单键按照一定的规定排列而成的。整个键盘是一个独立的部件，可从机器上取下。键盘排列方式已在国家标准GB2787-81“信息处理交换用七位编码字符集 键盘的字母数字区布局”中作了规定，图1.4为斜键盘的布局图。

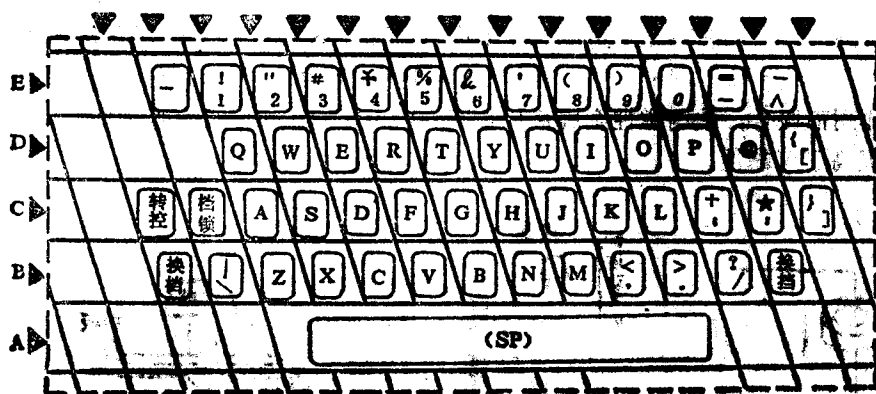


图1.4 斜键盘的布局

一、有关术语及键功能

字母数字：用它定义一个集合，其中主要包含有字母和数字字符，也可包含标点符号、特殊字符及间隔字符(SP)等。

控制字符：它们是一种功能字符而不是图形符号，由代码表中的0列和1列的字符组成。将控制字符插在别的字符之间，是为了启动、修改或停止某种控制功能的执行。

图形符号：它们用图形来表示。在代码表中，它们由2~7列的字符组成，但抹掉字符(DEL)除外。

转换：它可改变键盘工作方式，使同一组键能够产生不同的字符集合。

档锁：它可使键盘一直保持在换档方式的工作状态，直至恢复到不换档方式为止。

换档方式：表示字母键与大写字母对应，而其他键则与标示于键面上部的图形字符相对应。

不换档方式：表示字母键与小写字母相对应，数字键与数字对应，其余各键则与标示于键面下部的图形字符对应。

控制方式：当转控键按下时，键盘所处的状态。在此方式中，无论换档键和档锁键是什

么状态，具有控制字符的键都将产生各自相应的控制字符。

单转换键盘：它允许对两种工作方式（不换档方式和换档方式）进行选择，同一组键可产生两组字符集合。

双转换键盘：它允许对三种工作方式（不换档方式、换档方式和控制方式）进行选择，同一组键可产生三组字符集合。

SP键不受换档、档锁和转控键的控制。表1.3为键盘的不换档方式和换档方式所产生的位组相对应的字符。

表1.3 位组相对应的字符

行 \ 列	2	3	4	5	6	7
0	SP	0	@	P		p
1	!	1	A	Q	a	q
2	"	2	B	R	b	r
3	#	3	C	S	c	s
4	¥	4	D	T	d	t
5	%	5	E	U	e	u
6	&	6	F	V	f	v
7	'	7	G	W	g	w
8	(	8	H	X	h	x
9	)	9	I	Y	i	y
10	★	:	J	Z	j	z
11	+	;	K	[	k	{
12	·	<	L	\	l	
13	-	=	M	]	m	}
14	,	>	N	.	n	-
15	/	?	O	—	o	DEL



不换档方式



换档方式

对于7位编码有复合换档键盘。在同一个键上复合有几个代码，通过换档和转控来实现不同的字符，这样就可以大大地减少键盘上键的个数。键的分布可将整个键盘分为盘心和常用功能键两大区域。盘心为7位字符编码区，盘心的两侧为常用功能键区。直接按这些键时，就能产生相应的控制码。各键功能如下：

(1) 字符键：共有48个，由“换档”键控制，分别产生上档字符或下档字符，故总共有96种字符。

(2) 换档键：按下“换档”键即可改变键盘的工作状态，使每个键都产生相应的上档字符。在打印下档字符之间要打印少量换档（上档）字符时，需要一手先按住换档键（左右任一均可）不放，再按所需要的字符键，即可打出所需要的上档字符。松开换档键时键盘自动恢复到下档位置。

(3) 档锁键：按下档锁键即可使键盘连续保持在换档状态。档锁键复位，则按下面的换档键，键盘又处于非换档（下档）状态。

(4) 间隔键：按间隔键则使打印或显示字符位置在同一行上右移一个字符位置。

(5) 键盘封锁：按下“启动-停止”键的“停止”端，使所有的键杆都不能向下运动，达到封锁键盘的目的。按下“启动”端，则封锁解除。对于非键杆式键则用电路封锁键盘。

(6) 横表、设置-清除键：用来完成横向制表；先按“间隔”键，使字车或光标右移到所需位置，再按下“设置”端，即在此位置设置好一个横表位置（或多个位置）。以后每按一下“横表键”，字车或光标就可迅速右移至预先设置好的位置，便于制表。要清除已经设置好的横表位置，可将字车或光标放在已设置位的最右边任何位置，按住清除键不放，同时再按“新行”键，回车动作一次即可清除掉所有横表位置。

(7) 新行、换行键：新行键除了产生回车动作外，还产生换行；换行键只产生换行动作。

(8) 退格、抹掉键：按下退格键，字符位置左移一格。当字符错误时，在该位置可按抹掉键以清除该错误字符。

(9) 互锁键：按下互锁键，则其余各键由于互锁而按不下去，因而发不出代码。

(10) 转控键：在复合换档键盘中，有些图形键与控制键合在一起（复合）；即当键盘处于“转控”控制状态时，按下某些图形键可发出与它对应的控制键代码。控制字符与图形字符的对应关系如表1.4所示。

表1.4 控制字符与图形字符的对应关系

控制键 符 号	名 称	在代码表中的位置	对应图形字符	控制键 符 号	名 称	在代码表中的位置	对应图 形字符
NUL	空 白	0/0	@	DLE	数据链转义	1/0	P
SOH	标题开始	0/1	A	DC ₁	设备控制 1	1/1	Q
STX	正文开始	0/2	B	DC ₂	设备控制 2	1/2	R
ETX	正文结束	0/3	C	DC ₃	设备控制 3	1/3	S
EOT	传输结束	0/4	D	DC ₄	设备控制 4	1/4	T
ENQ	询 问	0/5	E	NAK	否 认	1/5	U
ACK	承 认	0/6	F	SYN	同步空转	1/6	V
BEL	告 警	0/7	G	ETB	组传输结束	1/7	W
BS	退 格	0/8	H	CAN	作 废	1/8	X
HT	横向制表	0/9	I	EM	媒体结束	1/9	Y
LF	换 行	0/10	J	SUB	取 代	1/10	Z
VT	纵向制表	0/11	K	ESC	转 义	1/11	(
FF	换 页	0/12	L	FS	文卷分隔	1/12	\
CR	回 车	0/13	M	GS	群 分 隔	1/13	)
SO	移 出	0/14	N	RS	记录分隔	1/14	^
SI	移 入	0/15	O	US	单元分隔	1/15	-

设计键盘应使操作尽可能简化、按键开关结构简单可靠，此外还应考虑键盘的工作特点、编码方式和相应地选用何种元器件。键盘编码的任务是把按键的开关动作转换成与开关对应的数字代码，它靠编码器线路来实现。

键盘编码从其方式上可分为静态编码和动态编码两种。

二、静态编码

其工作原理如图1.5所示。图中64个开关键排列成矩阵形式，通常三极管BG₀~BG₇处于截止状态。YF₀~YF₇为“与非”门，每个门的输出代表一位，故为6位码，每个按键