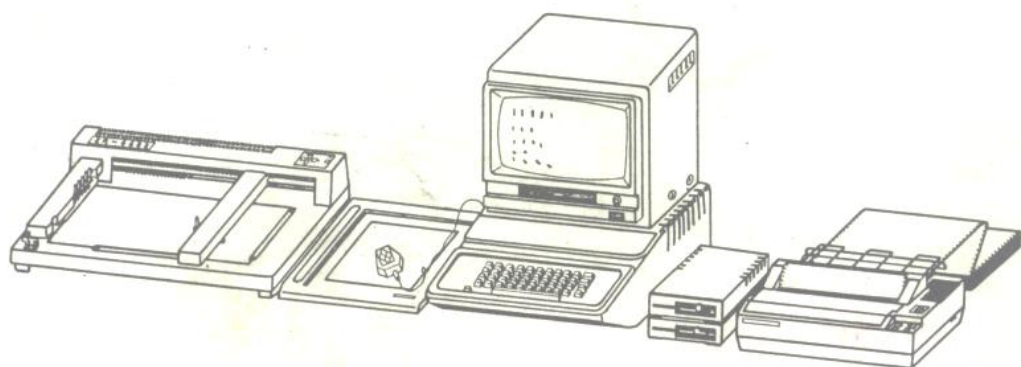


# 电子计算机外部设备

张 宁 主 编



北京航空學院出版社

03

1

## 内 容 简 介

本书主要介绍电子计算机常用外部设备的结构、工作原理、接口电路及使用维护等知识。内容包括：概论、输入设备、输出设备、显示设备、数字磁记录原理、外存储设备、数据通信设备、外部设备的维护与故障诊断等。

本书取材广泛，叙述简练，除基本原理外，对典型的外部设备及接口，进行了比较详细的介绍。

本书既可作为大专院校的教材，也可供从事计算机及其外部设备教学、科研、应用、维修等工作的广大师生和工程技术人员参考。

JS321/64

## 电子计算机外部设备

张 宁 主编

责任编辑 唐家振 肖之中

北京航空学院出版社出版

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京市昌平振兴胶印厂印装

开本 787×1092 1/16 印张：18 字数：450 千字  
1987 年 12 月第一版 1987 年 12 月第一次印刷 印数：5000 册  
ISBN 7-81012-021-2/TP·001 定价：3.00 元

## 前 言

外部设备是电子计算机系统的重要组成部分。随着计算机的日益普及，计算机外部设备的应用也越来越广泛。本书比较系统地介绍了电子计算机系统中常用外部设备的结构、工作原理、接口电路及使用维护等方面的知识，内容丰富，同时又尽量反映出当前国内外的新技术、新设备。为便于理解，文中配有大量插图，每章后均附有习题，供教学中选用。通过本书的出版、发行，力求使对计算机外部设备尚不太熟悉的读者，经过学习，能对它有一定的了解，并为促进外部设备的教学、科研、计算机应用及国产化进程起到微薄的作用。

本书系电子技术学院及北航等在计算机外部设备方面多年教学、科研工作的基础上，集思广益，编写而成。其中：概论，第二章第一至六节，第四章，第五章第一、二、四、五节，第六章由张宁执笔；第三章，第五章第三节由王建平执笔；第一章由周保民执笔；第七章，附录由张鲁国执笔；第二章第七节由罗运和执笔。全书由华中工学院计算机系金先级同志审阅。

全书插图近300幅，由熊选东、郭福同、刘学友、邵兵等同志绘制，其中有100余幅是在微型计算机上运行AUTOCAD软件，用DXY-880型绘图机绘制的。

为进一步推广、应用微型机及外部设备的新技术，本书文稿采用微机汉字输入、编辑、排版，激光印字机印字，最后胶印成书。其中，文稿的编辑和激光印字机印字，主要采用的是孔秋林、高扬等同志研制的教材文印系统。陈政德、李树桐、张德、陈含新等同志完成了编辑、调试、复印等技术工作。另外，本书还得到了许多单位和同志的支持、帮助。在此，向有关的单位和同志们表示衷心的感谢！

本书在编写过程中，参阅了大量国内外出版的书籍、资料。为避免冗繁，恕不一一列举，在此谨向有关作者致谢。

由于时间仓促及编者水平所限，书中错误和不妥之处在所难免，敬请读者批评、指正。

编 者

一九八七年十二月

# 目 录

|                           |    |                        |     |
|---------------------------|----|------------------------|-----|
| 概 论 .....                 | 1  | 第四节 行式打印机 .....        | 67  |
| 一、外部设备的分类 .....           | 1  | 一、鼓式打印原理 .....         | 67  |
| 二、主机与外部设备之间的数据传送 .....    | 2  | 二、梳形点阵打印机概况 .....      | 71  |
| 三、外部设备的应用与发展趋势 .....      | 4  | 第五节 激光印字机 .....        | 72  |
| <br>第一章 输入设备 .....        | 6  | 一、工作原理 .....           | 73  |
| 第一节 信息处理编码 .....          | 6  | 二、主要组成部分 .....         | 73  |
| 一、常用名词及数据单位 .....         | 6  | 三、激光印字机的应用与发展 .....    | 75  |
| 二、信息处理交换用的标准编码 .....      | 7  | 第六节 热敏印字机 .....        | 76  |
| 第二节 键盘输入设备 .....          | 10 | 一、印字原理 .....           | 76  |
| 一、键开关的结构及工作原理 .....       | 10 | 二、印字机构与印字方式 .....      | 76  |
| 二、键盘编码器及编码电路 .....        | 13 | 三、应用与发展概况 .....        | 77  |
| 三、有触点式键开关抖动影响的消除 .....    | 23 | 第七节 绘图机与计算机绘图 .....    | 78  |
| 第三节 汉字输入设备 .....          | 25 | 一、计算机绘图系统 .....        | 79  |
| 一、汉字编码 .....              | 25 | 二、绘图机的类型 .....         | 80  |
| 二、几种汉字输入编码方案简介 .....      | 26 | 三、绘图机的性能指标 .....       | 82  |
| 三、汉字输入设备 .....            | 28 | 四、平台式绘图机的结构及工作原理 ..... | 83  |
| 第四节 纸带与磁卡片输入设备 .....      | 35 | 五、插补原理 .....           | 90  |
| 一、纸带输入设备 .....            | 35 | 六、计算机绘图软件 .....        | 95  |
| 二、磁卡片输入设备 .....           | 39 | <br>第三章 显示设备 .....     | 100 |
| <br>第二章 输出设备 .....        | 42 | 第一节 概述 .....           | 100 |
| 第一节 概述 .....              | 42 | 一、CRT 器件 .....         | 100 |
| 一、输出设备的分类 .....           | 42 | 二、扫描偏转技术 .....         | 105 |
| 二、打印输出设备的主要技术指标 .....     | 44 | 第二节 字符显示器 .....        | 107 |
| 第二节 点阵针式打印机 .....         | 45 | 一、字符显示器的主要技术指标 .....   | 107 |
| 一、工作原理 .....              | 46 | 二、字符显示器的组成和工作原理 .....  | 107 |
| 二、控制原理 .....              | 52 | 三、微机控制的字符显示器 .....     | 116 |
| 三、接口电路与时序 .....           | 59 | 四、CRT 控制器 .....        | 120 |
| 第三节 汉字点阵针式打印机 .....       | 62 | 五、汉字显示 .....           | 125 |
| 一、性能要求与类型 .....           | 62 | 第三节 图形显示器 .....        | 127 |
| 二、汉字库 .....               | 63 | 一、概述 .....             | 127 |
| 三、汉字点阵针式打印机的发展方向 .....    | 64 | 二、随机扫描图形显示器 .....      | 128 |
| 四、TH 3070 点阵针式打印机简介 ..... | 64 | 三、光栅扫描图形显示器 .....      | 132 |
|                           |    | 四、图形变换 .....           | 134 |

|                              |            |
|------------------------------|------------|
| 五、图形显示程序 .....               | 138        |
| <b>第四章 数字磁记录原理 .....</b>     | <b>145</b> |
| 第一节 概述 .....                 | 145        |
| 一、磁表面存储的基本原理 .....           | 145        |
| 二、数字磁记录原理 .....              | 145        |
| 第二节 写入过程 .....               | 146        |
| 一、写磁头的边缘磁场 .....             | 147        |
| 二、静态写入过程 .....               | 153        |
| 三、动态写入过程 .....               | 154        |
| 第三节 读出过程 .....               | 155        |
| 一、磁头感应电动势 .....              | 155        |
| 二、读信号的脉冲拥挤效应 .....           | 157        |
| 第四节 数字磁记录方式 .....            | 159        |
| 一、几种主要的记录方式 .....            | 159        |
| 二、评价记录方式的主要指标 .....          | 164        |
| 三、游程长度受限码 (RLLC) .....       | 165        |
| <b>第五章 外存储设备 .....</b>       | <b>167</b> |
| 第一节 软磁盘存储器 .....             | 168        |
| 一、概述 .....                   | 168        |
| 二、软磁盘机的工作原理 .....            | 169        |
| 三、软磁盘 .....                  | 170        |
| 四、软磁盘驱动器的结构 .....            | 171        |
| 五、软磁盘驱动器的控制电路 .....          | 177        |
| 六、软磁盘机的数据格式 .....            | 186        |
| 第二节 软磁盘驱动器的接口与控制器 .....      | 190        |
| 一、接口的基本要求 .....              | 190        |
| 二、FDD 的接口与控制信号 .....         | 190        |
| 三、软磁盘控制器 .....               | 192        |
| 第三节 硬磁盘存储器 .....             | 196        |
| 一、硬磁盘驱动器的特点 .....            | 196        |
| 二、基本结构及工作原理 .....            | 196        |
| 三、主轴部件及其转速控制 .....           | 197        |
| 四、数据分离电路 .....               | 199        |
| 五、磁头驱动定位系统 .....             | 202        |
| 第四节 小型密封组合式磁盘 .....          | 210        |
| 一、温彻斯特 (Winchester) 技术 ..... | 210        |

|                               |            |
|-------------------------------|------------|
| 二、小型密封组合式磁盘的结构 .....          | 211        |
| 三、控制原理 .....                  | 215        |
| <b>第五节 光盘存储器 .....</b>        | <b>219</b> |
| 一、光盘存储器的类型 .....              | 219        |
| 二、光盘读/写原理 .....               | 220        |
| 三、盘片 .....                    | 221        |
| 四、跟踪伺服系统 .....                | 223        |
| 五、磁光盘记录原理 .....               | 225        |
| <b>第六章 数据通信设备 .....</b>       | <b>229</b> |
| 第一节 计算机数据通信的基本概念 .....        | 229        |
| 一、计算机数据通信中的数据传送方式 .....       | 229        |
| 二、串行传送的数据线形式与定时 .....         | 229        |
| 三、串行通信速度匹配 .....              | 231        |
| 第二节 数据通信设备 .....              | 232        |
| 一、异步通信适配器 .....               | 232        |
| 二、调制解调器 .....                 | 233        |
| 三、电缆 .....                    | 234        |
| 四、通信软件 .....                  | 234        |
| 第三节 计算机局部地区网络 .....           | 235        |
| 一、局部地区网络的特点 .....             | 236        |
| 二、局部地区网络的组成及原理 .....          | 237        |
| 三、典型的局部网络简介 .....             | 241        |
| <b>第七章 外部设备的维护与故障诊断 .....</b> | <b>248</b> |
| 第一节 微型计算机系统的维护与保养 .....       | 248        |
| 一、微型机机房 .....                 | 248        |
| 二、微型机的电源系统 .....              | 249        |
| 三、微型机系统的维护与保养 .....           | 250        |
| 第二节 外部设备故障的查找方法 .....         | 251        |
| 一、外部设备的一般性故障 .....            | 251        |
| 二、外部设备一般性故障的判断方法 .....        | 254        |
| <b>附录 外部设备常见故障的检修 .....</b>   | <b>258</b> |
| 一、软磁盘驱动器常见故障的检修 .....         | 258        |
| 二、温盘驱动器常见故障的检修 .....          | 275        |
| 三、点阵针式打印机常见故障的检修 .....        | 277        |
| 四、键盘和显示器常见故障的检修 .....         | 279        |

# 概 论

在电子计算机系统中,除中央处理机以外的设备统称为外部设备(或称外围设备),但这并不意味着外部设备是从属于主机的设备,因为现代的计算机系统是根据生产、科研等方面的需要而设计出来的,中央处理机在整个系统中只是起着加工和处理信息的作用。一般来说,中央处理机只能加工和处理电脉冲信息,而信息的种类很多,千变万化,这就必须借助于各种信息转换装置,外部设备就是这样一种装置。需要处理的信息(文字、图形、图象等)经过外部设备转换成电脉冲信息,送到中央处理机;中央处理机计算的结果,又经过外部设备还原成可以识别的文字、图形、图象等,供人们使用。从信息的转换和控制的角度来看,外部设备是关键的,它在很大程度上决定了信息处理的可靠性与准确性。

随着科学技术的发展,计算机系统所配置的外部设备越来越多,功能越来越强。例如在大的数据处理中心,外存储设备多达几百台,联机终端超过千台。这样多的外部设备,若零部件质量差、易损坏,维修、检测又不及时,那么计算机系统的正常工作将是不可能的。随着计算机技术的发展和计算机应用领域的不断扩大,外部设备的重要性已经越来越显著,外部设备的种类越来越多,它在计算机系统所占的比重也越来越大,其产值已占信息产业中硬件产值的70%左右。从一定的意义上讲,外部设备已成为决定计算机系统性能/价格比、系统可靠性及影响计算机推广应用的关键。

## 一、外部设备的分类

由于外部设备种类繁多,到目前为止,很难对外部设备作出准确的分类,按照外部设备的功能,可将其分为输入设备、输出设备、外存储设备、数据通信设备、终端设备等。

### 1. 输入设备

将程序、数据和命令,按一定的要求转换成计算机能够接收的代码信息,并送入计算机内进行处理的设备,称为输入设备。输入设备目前包括纸介质输入设备、磁介质输入设备、光学识别输入设备、语音识别输入设备和各种类型的键盘输入设备等。

键盘仍是当前应用最广泛的输入设备,磁卡、条形码阅读器等,在某些领域内也开始广泛地应用。光学文字识别输入设备近年来发展很快,现已进入实用化阶段,按预定位置、格式,在指定方框内书写字符或汉字而直接向计算机输入的设备,已开始在市场上出售,其识别文字的速度正在不断提高。

语音输入设备目前已有条件地在一些场合中应用,如电话询问、电话预约业务等。但目前计算机可识别的词汇有限,尤其是对任意人员语音识别的能力还较低,同其它各种输入方式相比,语音输入是最方便、最直观的一种输入方式,同时也是一个十分困难的课题。随着大规模集成电路技术的发展,大规模集成声音合成电路已经出现,人们面对计算机不受限制地用语音输入信息的时代即将到来。

### 2. 输出设备

将计算机处理信息的中间结果和最后结果,以人们通常能识别的字符、图形等形式表示

出来的设备，称为输出设备。常见的有显示、印刷、照相和语音响应输出设备以及纸介质输出、磁记录介质输出设备等。在输出设备中，印刷输出设备和显示设备是主要的两种输出设备。

印刷输出设备目前仍以击打式打印机为主，其中点阵针式打印机是应用最为广泛的印刷输出设备。近年来激光印字机发展很快，已开始在一定的范围内取代传统的击打式打印机。

显示设备中，尽管出现了发光管、液晶显示和等离子显示器件，但迄今仍以阴极射线管字符显示器和图形显示器应用最广泛。

### 3. 外存储设备

随着计算机处理信息的能力不断扩大，计算机系统所配置的软件和要处理的信息量也越来越。如果无限制地增大内存储器的容量，不仅在技术上有困难，而且在经济上也不合理。因此，在计算机系统中，除了内存储器外，还要增加外存储器。内存容量小，但可随机存取，存取速度快。外存虽然存取速度较慢，但存储容量大，可存放大量的系统软件、应用软件及字库等。当需要某一部分内容时，可在处理机的控制下，通过接口控制器把信息送到内存中去，并且可不断地写入新内容。暂时不用的内容，则可一直保留在外存中。因此，它是内存的后备，这样也就解决了内存存取速度虽快但容量有限的矛盾。

外存储设备目前仍以磁表面存储器为主，它包括磁鼓、磁带机、磁盘机等。其中磁盘机是发展最快、目前应用最广泛的外存储器。磁盘机又包括硬磁盘机、软磁盘机、温彻斯特（Winchester）磁盘机等。

光盘存储器即光盘，是近年来出现的新型外存储器，它利用高相干性的激光作为信息记录光源。由于激光可聚焦成直径非常小的光点，因此光盘的记录密度高，存储容量大。预计不久它将作为新型的外存储器而部分地取代传统的磁表面存储器。

### 4. 数据通信设备

为了高速、准确地进行信息传送，达到资源共享，提高计算机的利用率，往往把很多计算机系统通过专门的设备和通信线路联成计算机网络。随着计算机网络的出现，数据通信技术有了飞速的发展。计算机技术与通信技术相结合，开创了一个新的技术领域——计算机数据通信系统。数据通信设备主要是指在计算机网络通信中所用到的外部设备，如调制解调器、音响耦合设备、网络控制设备等。

### 5. 终端设备

终端设备的应用已有很久的历史，随着计算机远程联机分时系统的广泛应用而得到了很大发展。除通用终端外，还发展出许多专用终端，如文字处理、银行业务、医疗保健、商业、教育终端等。

从技术的角度看，终端设备的基本构成不外乎是一些通用的输入、输出设备，如各种键盘、不同类型的印字设备、显示设备、软磁盘机、数据通信设备；以及一些专用的终端设备，如银行业务专用的自动存款机、窗口用数字读出器等。由于终端设备数量多，而且多数是由未经专门训练的用户自己操作使用，因此需要有较高的可靠性。

## 二、主机与外部设备之间的数据传送

各种外部设备的工作原理不同，它们和主机间的物理距离不相等，数据传送的过程和需要的时间也不一样。因此，如何控制主机与外部设备之间的数据传送，是一个很重要的问

题。

为了实现信息的传送, 控制外部设备的工作, 在主机的主机接口与外部设备之间, 通常要有各种设备控制器。它们接收主机发出的命令代码, 根据所控制的外部设备的操作状态, 向外设发出各种操作命令, 外设操作的情况也随时通过设备控制器设置状态, 供主机查询, 以便主机进行控制。因为外部设备的操作速度较慢, 而主机的运算速度很快, 所以交换的数据信息是不同步的。为此, 在设备控制器中设有相应的寄存器, 缓冲存储需要交换的数据, 以使其同步传送。主机与外部设备之间的连接见图 0-1。

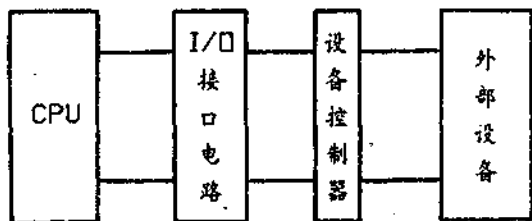


图 0-1 主机与外部设备的连接

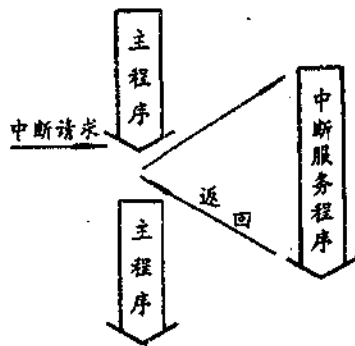


图 0-2 程序中中断传送原理

由于外部设备的运行速度和主机不匹配, 为了提高主机的效率, 增强对外部设备的实时控制能力, 最大限度地提高主机与外设间信息交换的流量, 信息传送的方式也在不断发展。早期的计算机曾使用和外设设备一一对应的专用指令, 来控制外部设备的操作和数据传送。这种传送方式使主机的效率降低, 限制了外部设备的连接和操作, 影响了计算机的发展和应。现在都已不采用这种传送方式。目前主机与外设间主要采用以下三种方式传送信息:

### 1. 程序查询 (Polling) 传送

程序查询传送是根据外部设备的操作状态, 利用编程进行数据传送。一般是当主机转入执行传送数据的程序时, 首先查询外部设备是否为“准备好”状态。只有在“准备好”状态时, 才执行数据传送指令, 否则主机就等待。显然, 这种方式由于查询设备的程序不易和外部设备的操作取得同步, 因此主机和外部设备有互相等待的现象, 影响主机的工作效率。尤其是在多台外部设备进行操作时, 效率较低。

### 2. 程序中断 (Interrupt) 传送

程序中断传送的基本原理, 是当外部设备完成数据准备时, 向主机发出请求数据交换的信号, 该信号称为中断请求。主机接到中断请求后, 停止当前的操作, 转人为请求中断的设备传送数据的中断服务程序。主机执行完中断服务程序后, 又返回执行原来的操作, 其过程如图 0-2 所示。

程序中断传送能及时处理外部设备的请求, 使设备分时地和主机交换信息, 提高了主机的工作效率。但是向外部设备每传送一次数据, 主机都需要执行一次服务程序, 所以传送数据的速度受到限制。一些操作速度较高的外部设备, 一般不采用此种方式。

### 3. 直接内存传送 (DMA)

直接内存传送是将外部设备的数据直接送到内存, 或者把内存读出的数据直接送到外部

设备。这样每传送一次数据只需占用存储器几个周期的时间，因而传送数据的速率很高。采用 DMA 方式传送，主机只在外设启动和结束时，才利用程序对外设进行控制操作。在数据传送过程中，主机不需停止执行正在运行的程序，即主机与外部设备能并行工作，提高了主机的工作效率。高速外部设备和主机之间的信息交换，一般都采用直接内存传送。

### 三、外部设备的应用与发展趋势

如上所述，外部设备在计算机系统中是大量的、不可缺少的设备。随着计算机应用范围的扩大，外部设备作为计算机系统的重要组成部分，已经以多种多样的形式进入到各个领域。

在科学技术领域，常需要大量复杂的计算。随着具有高速运算能力的电子计算机的采用，成功地完成了许多科学家所不能完成的计算任务，从而推动了科学技术的飞速发展。计算机进行计算时，数据和程序的输入，计算结果的显示和硬拷贝输出，数据的存储等，均离不开高速工作的外部设备。尤其是随着计算机数据通信技术的发展，计算机通过网络（包括数据通信设备）连结在一起，实现了远程操作、资源共享。

在工业生产中，采用计算机进行过程控制，可使传统的工业部门能高效率、高质量地进行生产，使生产过程实现自动化、无人化。在控制过程中，生产过程和计算机之间需用外部设备将电压、电流（模拟量）转换为数字量，或进行相反的变换。这就需要采用所谓的“模/数”或“数/模”转换装置。

计算机辅助设计（CAD）是计算机在工业产品（如汽车、桥梁、集成电路等）设计中的应用。要实现计算机辅助设计，需要解决图形输入和输出的问题。随着图形—数字、数字—图形转换技术的发展，图形数字化仪、传真机、智能式绘图机以及带有光笔的交互式字符、图形显示器，都已成为计算机辅助设计的工具。

为使信息处理更加准确、及时，提高办公效率和质量，近年来办公自动化发展十分迅速。在许多机关、单位的事务处理和日常办公中，已开始采用计算机及汉字终端、汉字点阵打印机、激光印字机等许多汉字输入输出设备，解决了复杂的汉字输入、编辑及高速、高质量的汉字印刷输出问题。

此外，随着计算机在商业、银行、民航、铁路、图书馆等处的应用，已开始出现磁卡或条形码阅读器输入设备；在医疗单位，已开始采用计算机断层扫描（CT）设备，来获得人体内部清晰的图象等等。

总之，计算机应用领域的扩大，促进了外部设备的应用，而外部设备在各个领域的应用又促进了计算机技术的发展。

外部设备不但种类越来越多，功能也越来越强。早期采用分立元件的外部设备已逐渐被淘汰，新一代外部设备正向微机化、智能化的方向发展。外部设备控制器普遍采用单片微型机或专用的大规模集成电路器件，其结构逐渐趋向模块化。同时，采用了各种诊断、纠错、容错技术。这样，不仅使外部设备的功能更强，而且提高了可靠性，缩小了体积。

此外，突破冯·诺依曼原理的第五代计算机正在研制，它要求外部设备有更强的智能化功能，要有海量存储能力，要求人一机自由地交换信息等。这必将促使智能化外部设备的关键技术早日突破。高性能的文字、图象、语音输入输出设备，大容量、高性能/价格比的外存储设备即将出现。尤其是一些涉及到微电子、激光等高科技领域的外部设备，如语音输入

设备、激光印字设备、激光存储设备等，将会随着相关技术的突破而向实用化、商品化的方向发展。

我国是一个发展中国家，计算机工业起步较晚。外部设备又是一门多学科的综合技术，它涉及到微电子学、精密工程、技术物理、材料学、电子学、计算机科学等学科，是知识密集、技术密集、资金密集的产品。设计、制造、应用、开发以及人才的培养等，难度都较大。我国计算机工业开创以来的30多年间，外部设备的发展也几经挫折。至今我国外部设备的生产、科研力量还很薄弱，产品品种少，数量少，质量不高，满足不了国内计算机发展的需要。正因为如此，我国已将外部设备列为信息产业的三大薄弱环节之一（其它两项为集成电路和软件）。外部设备的重要性已引起各方面的关注，更多的人认识到计算机及其外部设备的发展，必须坚持国产化的方向。据有关资料分析，到本世纪末，我国生产的计算机产品中约有130亿元产值为外部设备。为达到这一目标，需要形成具有20万人的外部设备产业部门。在技术上，力求经“八·五”、“九·五”计划的努力，缩小与国外同行业的差距，在某些方面赶上或超过国外的先进水平。为此，需要各有关部门协同作战，刻苦攻关。经过几代人的艰苦努力，相信我国的计算机及其外部设备一定能赶上或超过国外的先进水平。

# 第一章 输入设备

在计算机系统中，将各种数据、程序指令送入计算机的设备，称为输入设备。输入设备包括键盘、穿孔纸带阅读机、穿孔卡片阅读机、磁卡片阅读机、扫描仪、光电阅读机、磁带机、磁盘机等，而通常把磁带机、磁盘机归于外存储设备中。

除键盘以外，其它各种输入设备的最基本的原理都是一样的，即事先以特定的物理形式把要送入计算机的程序、原始数据记录在信息载体上。载体可以是纸带、卡片，也可以是磁卡、磁带、磁盘。载体不同，记录的物理形式也不一样：对于纸带和卡片，先用穿孔设备对其穿孔，有孔表示“1”，无孔表示“0”；对于磁卡、磁带、磁盘，是利用其磁介质表面上的两种剩磁状态或剩磁方向的变化规律来表示“1”和“0”；对于条形码光电输入机，则是用宽窄不同、黑白相间的条纹表示“1”和“0”。输入设备就通过各自的转换手段，把载体上的不同状态变换成计算机可以识别的代表二进制信息的电信号，送入计算机里去。

在各种输入设备中，键盘是使用得最广泛、操作最简便直观的一种。它无需中间媒体，由操作员手动按键，直接产生代码，经处理后，变成计算机可识别的二进制信息。

本章介绍键盘、汉字输入设备、纸带阅读机和磁卡片阅读机，重点介绍键盘输入设备。

## 第一节 信息处理编码

### 一、常用名词及数据单位

#### (一) 常用名词

1. 字符 (character)：任何一个英文字母、数字或特殊符号称为字符。
  2. 数据项 (item)：由一个或一个以上的字符组成的信息单位称为数据项。
  3. 记录 (record)：若干个数据项组成一个人或一件事的整体信息称为记录。能标识该记录属性的数据项叫做关键字 (keyword)。
  4. 文件 (file)：一个或一个以上之相关记录集中在一起就构成了文件。
- 如某厂职工的工资表中，工人林中汉的工资单有如下格式：

| 姓 名   | 性 别 | 工 种 | 工 龄 | 文化程度 | 家 庭 住 址 | 工资数  |
|-------|-----|-----|-----|------|---------|------|
| 林 中 汉 | 男   | 钳   | 12  | 高中   | 工人新村21号 | 8.5元 |

这里，每一栏都是一个数据项，它是由若干个字符组成的；这一位工人的工资单就是一个记录，“林中汉”这一数据项标识着本工资单的属性，故称为关键字。而全厂职工的工资总表便是一个文件。

## 二、数据单位

计算机系统的结构不同，它所采用的数据单位也不一样，常用的有以下几种：

1. 位 (bit)：bit 是 *binary digit* 的缩写，即二进制数字，或为 1，或为 0，它是计算机储存的最小单位。
2. 字节 (byte)：由八位二进制位组成一个字节，一个字节可以代表一个数字、一个字母或一个特殊符号。字节是计算机储存的基本单位。
3. 字长 (word)：字长随处理机而异，通常是把处理机一次处理的二进制数位的个数叫字长。如  $z-80$  一次能处理八位，那么它的字长是八位； $MC-80386$  一次能处理 32 位，则它的字长就是 32 位。
4. 块 (block)：外部设备与计算机内存之间交换信息时，同一批交换的内容称为信息块。

## 二、信息处理交换用的标准编码

在计算机系统中，所谓信息，就是一些含有一定意义的字符的组合。要将这些字符输入到计算机并由计算机进行处理，就必须将它们变换成计算机能接收的二进制形式，这个变换的规则就是编码。编码方式多种多样，有五位的、七位的、八位的，有 BCD 码 (*Binary-Coded Decimal*)、EBCDIC 码 (*Extended Binary Coded Decimal Interchange Code*) 等。

在不同的设备中，对文字、符号可以采用不同的编码。随着计算机的普及应用，要求对各种文字、符号的编码能有一个统一的标准。事实说明，采用统一的标准编码，对计算机的进一步普及和计算机数据通信技术的发展，都起到了很大的推动作用。

美国国家标准局制定的 ASCII 码 (*American Standard Code for Information Interchange*)，被各国公认为一种国际通用的标准编码。我国参照 ASCII 码，于 1980 年颁发了国家标准《信息处理交换用的七位编码字符集》(GB 1988-80)。该字符集中，用七位二进制数组成 128 个编码，分别表示 32 个控制符和 96 个图形字符。见表 1-1。

表中  $b_7$  为最高位， $b_1$  为最低位，每个字符都对应一个七位二进制编码。为了简便，编码也可以用列/行号表示，如字母 R，编码是 1010010，列/行号则是 5/2。

另外，列号为 0 和 1 的前两列是 32 个控制符，它们包括传输控制、格式控制、分类控制等，控制符只起控制作用，不能显示、打印，但其编码可以存储。后六列为图形字符，共 96 个，其中只有间隔符 SP (2/0) 和抹掉符 DEL (7/15) 是不能显示打印的。96 个图形字符包括字母、数字和符号三类：3/0~3/9 为数字 0~9，4/1~5/10 为大写字母 A~Z，6/1~7/10 为小写字母 a~z，其余是符号。各图形字符名称见表 1-2。

有些设备采用八单位的编码（如穿孔纸带）。在这些设备里，有一位用作奇偶校验，其余七位表示字符编码，也可根据第八位为 0 或为 1 而对字符集进行扩充：为 0 时，为标准字符集，共 128 个编码；为 1 时，便可得到 128 个扩充的编码，这些编码可定义一些特殊的字母和符号。

表 1-1 信息处理交换用的七位编码字符集 (摘自 GB1988-80)

|    |    |    |    |        |        |         |      |   |   |   |   |       |   |
|----|----|----|----|--------|--------|---------|------|---|---|---|---|-------|---|
|    |    |    |    |        | b7     | 0       | 0    | 0 | 0 | 1 | 1 | 1     | 1 |
|    |    |    |    |        | b6     | 0       | 0    | 1 | 1 | 0 | 0 | 1     | 1 |
|    |    |    |    |        | b5     | 0       | 1    | 0 | 1 | 0 | 1 | 0     | 1 |
| b4 | b3 | b2 | b1 | 列<br>行 | 0      | 1       | 2    | 3 | 4 | 5 | 6 | 7     |   |
| 0  | 0  | 0  | 0  | 0      | NUL 空白 | DLE 转义  | (SP) | 0 | @ | P | ' | p     |   |
| 0  | 0  | 0  | 1  | 1      | SOH 序始 | DC1 机控1 | !    | 1 | A | Q | a | q     |   |
| 0  | 0  | 1  | 0  | 2      | WS 文始  | DC2 机控2 | '    | 2 | B | R | b | r     |   |
| 0  | 0  | 1  | 1  | 3      | ETX 文终 | DC3 机控3 | #    | 3 | C | S | c | s     |   |
| 0  | 1  | 0  | 0  | 4      | EDT 送毕 | DC4 机控4 | ¥    | 4 | D | T | d | t     |   |
| 0  | 1  | 0  | 1  | 5      | ENQ 询问 | NAK 否认  | %    | 5 | E | U | e | u     |   |
| 0  | 1  | 1  | 0  | 6      | ACK 承认 | SYN 同步  | &    | 6 | F | V | f | v     |   |
| 0  | 1  | 1  | 1  | 7      | BEL 告警 | ETB 组终  | '    | 7 | G | W | g | w     |   |
| 1  | 0  | 0  | 0  | 8      | BS 退格  | CAN 作废  | <    | 8 | H | X | h | x     |   |
| 1  | 0  | 0  | 1  | 9      | HT 横表  | EM 载终   | >    | 9 | I | Y | i | y     |   |
| 1  | 0  | 1  | 0  | 10     | LF 换行  | SUB 取代  | ™    | : | J | Z | j | z     |   |
| 1  | 0  | 1  | 1  | 11     | VT 纵表  | ESC 扩展  | +    | ; | K | [ | k | (     |   |
| 1  | 1  | 0  | 0  | 12     | FF 换页  | FS 卷隙   | ,    | < | L | \ | l |       |   |
| 1  | 1  | 0  | 1  | 13     | CR 回车  | GS 群隙   | -    | = | M | ] | m | )     |   |
| 1  | 1  | 1  | 0  | 14     | SD 移出  | RS 录隙   | .    | > | N | ^ | n | _     |   |
| 1  | 1  | 1  | 1  | 15     | SI 移入  | US 元隙   | /    | ? | O | - | o | (DEL) |   |

表 1-2 图形字符表

| 字 符       | 字 符 名 称     | 列 / 行号           |
|-----------|-------------|------------------|
| ( S P )   | 间隔 (不印刷的字符) | 2 / 0            |
| !         | 惊叹号         | 2 / 1            |
| "         | 双引号         | 2 / 2            |
| £         | 数码记号        | 2 / 3            |
| ¥         | 货币符号        | 2 / 4            |
| %         | 百分比号        | 2 / 5            |
| &         | 和           | 2 / 6            |
| '         | 右单引号        | 2 / 7            |
| (         | 左圆括号        | 2 / 8            |
| )         | 右圆括号        | 2 / 9            |
| *         | 星号、乘号       | 2 / 10           |
| +         | 正号、加号       | 2 / 11           |
| ,         | 逗号          | 2 / 12           |
| -         | 负号、减号       | 2 / 13           |
| .         | 句号、小数点      | 2 / 14           |
| /         | 斜线          | 2 / 15           |
| 0 ... 9   | 数字          | 3 / 0 ... 3 / 9  |
| ,         | 冒号          | 3 / 10           |
| :         | 分号          | 3 / 11           |
| <         | 小于号         | 3 / 12           |
| =         | 等号          | 3 / 13           |
| >         | 大于号         | 3 / 14           |
| ?         | 问号          | 3 / 15           |
| ®         | 商用记号 (单价)   | 4 / 0            |
| A ... Z   | 字母 (大写)     | 4 / 1 ... 5 / 10 |
| [         | 左方括号        | 5 / 11           |
| \         | 反斜线         | 5 / 12           |
| ]         | 右方括号        | 5 / 13           |
| ^         | 向上箭头        | 5 / 14           |
| _         | 下横线         | 5 / 15           |
| ‘         | 左单引号        | 6 / 0            |
| a ... z   | 字母 (小写)     | 6 / 1 ... 7 / 10 |
| {         | 左花括号        | 7 / 11           |
|           | 竖线          | 7 / 12           |
| }         | 右花括号        | 7 / 13           |
| —         | 上横线         | 7 / 14           |
| ( D E L ) | 抹掉 (不印刷的字符) | 7 / 15           |

## 第二节 键盘输入设备

键盘是最常见的输入设备；是计算机系统中必不可少的人—机对话的工具。

键盘外观是个扁平板，它独立于机器之外，通过一根电缆连到主机上。随着机型的不同，键盘上键的个数、排列的方式各有差异。最常见的是一种所谓标准键盘，也称为QWERTY键盘（因其头一行字母键是按此顺序排列的）。在这种键盘上，可显示打印的字符安排在盘心，这部分的格式与英文打字机一样；两侧为换档、控制、档锁及其它一些可由用户定义的功能键；为了便于操作，间隔键做成长条形，安放在盘心的下方。

对于同一个键盘，它的每个键都是一个结构完全相同的开关，人的按键动作引起了开关由断开到接通的变化。所以从本质上讲，键盘的输出，就是键开关把机械信号变成电信号。

### 一、键开关的结构及工作原理

键开关的结构型式多种多样，但大体上可分为有触点式和无触点式两大类。

#### （一）有触点式开关

这一类开关主要包括机械簧片式、干簧管式、薄膜式、导电橡胶式等。

##### 1. 机械簧片式

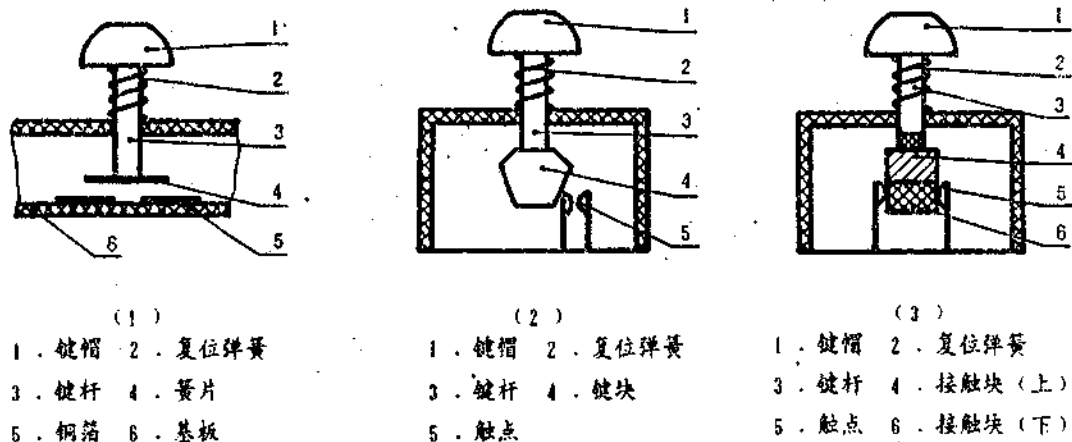


图1-1 机械簧片式键开关

机械簧片式键开关的结构见图1-1。其中（1）的结构最简单：绝缘材料制成的键杆下面，连接着一个簧片。由于复位弹簧向上的弹力，平时簧片与印制板不接触；当操作员按下键帽时，便通过键杆推动簧片与印制板上的铜箔接触，于是相应的电路被接通。

如果将簧片改换成导电橡胶，则成为导电橡胶式的。因这种橡胶有着比簧片更好的弹性，所以工作时与电路的接触更可靠。

图（2）、（3）的工作原理与图（1）类似。需要补充说明的是，图（2）中的键块是由整块的绝缘材料（如耐磨的硬塑料）制成，图（3）中的接触块分成上、下两部分——上面是导体，下面是绝缘体。

为了保证良好的导电性，在这类开关的触点上常被镀上一层金或银。但由于尘埃和潮气的侵入（不可能做得绝对密封），再加上机械磨损和弹跳（即抖动），都会使其可靠性有所下降。然而它们结构简单、价格低廉，且理论上有着最理想的开关特性（即开、关之间有 0 欧姆和  $\infty$  欧姆的电阻差值），故在相当多的一部分键盘中，仍有着广泛的应用。

## 2. 干簧管式

干簧管是一个被抽成真空的玻璃管，其内部装有两根磁性簧片，当外加磁场达到一定强度时，簧片就相互吸引并接触，即由断开变为接通。

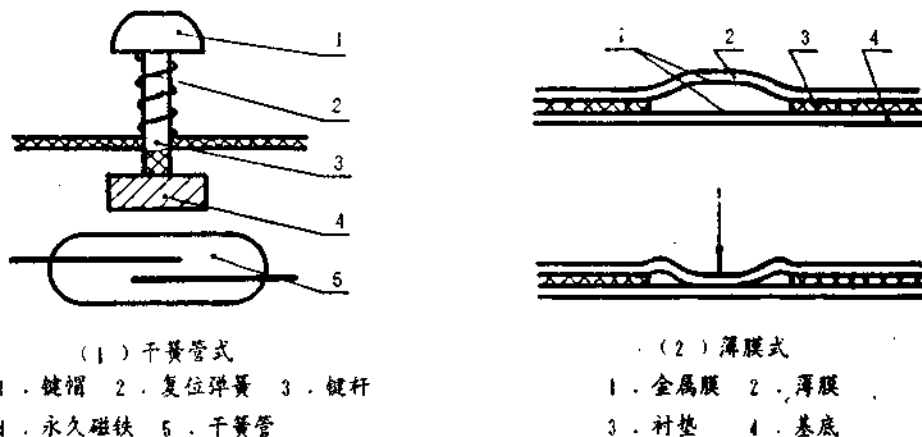


图 1-2 干簧管式和薄膜式键开关

图 1-2 (1) 是干簧管式键开关的结构图。在复位弹簧的作用下，磁铁平时处于远离干簧管的位置。当键被按下时，磁铁靠近干簧管，于是两根簧片就吸合在一起，键被释放时，簧片又自动弹开。

这种键开关的机械触点完全被密封在玻璃管中，所以比起其它机械触点式开关，它对外界环境的防护能力强，因而可靠性高、寿命长，操作也轻便得多，应用较广泛。

## 3. 薄膜式

这种开关由基底、衬垫和薄膜等组成，见图 1-2 (2)，它们都用绝缘材料制成，在薄膜和基底相对的面上，涂有金属膜。衬垫厚度为 0.05 ~ 0.1 毫米，不按薄膜时，上、下金属膜由衬垫隔开；按下时，金属膜相接触，开关就接通。

薄膜式开关较好地解决了密封问题，对外界环境有较强的防护能力；成本低，适于批量生产。但由于薄膜的弹性易消失，故寿命不太长。

## (二) 无触点式开关

无触点式开关型式也很多，它们的共同之处是：在工作过程中，开关内部没有机械接触，而是利用按键动作改变某些参数或利用某种效应，来实现电路的通、断切换。这里只介绍电容式和霍尔效应式两种开关。

### 1. 电容式

由物理学可知，在极间电介质一定的情况下，平行板电容器的电容量  $C$  与两极板的相对面积  $S$  成正比，与极板间的距离  $d$  成反比，即  $C = \epsilon \cdot S / d$ ，式中  $\epsilon$  是电介质的介电常数（这里介质是空气）。电容式开关正是根据这一原理而设计的。其结构与原理见图 1-3。

在键的内部，底板上有两片固定电极，一片是驱动极，一片是检测极，与键杆相连的是活动极（即金属化薄膜）。活动极和驱动极、检测极分别组成两个平行板电容器。若将电路接在驱动极和检测极上，它们就相当于两个电容器串联。显然，当键被按下时，极间距离缩短，电容量变大；释放时，距离增大，电容量变小。

在实际电路中，振荡器接到驱动极，放大器接到检测极。这样，振荡器产生的振荡信号通过上述的电容器耦合到放大器；随着按键动作而引起的电容量的变化，耦合到放大器的信号强度也发生变化。这一变化的信号经过放大器的放大、整形，就可得到完整的输出波形。

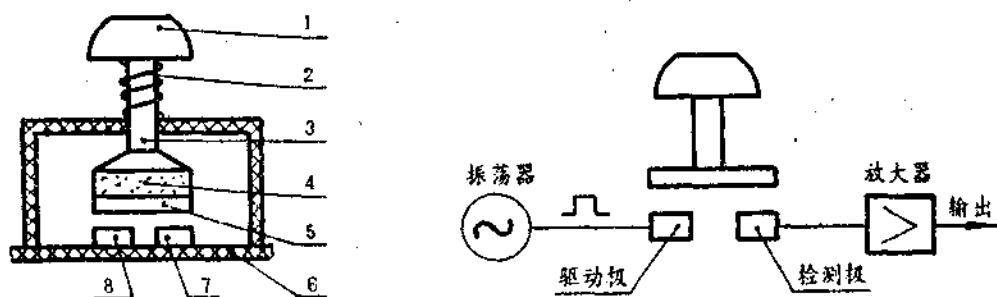


图1-3 电容式键开关的结构与原理

1. 键帽 2. 复位弹簧 3. 键杆 4. 泡沫减震块  
5. 活动极 6. 基板 7. 检测极 8. 驱动极

这种键在工作中，只是活动极与固定极板间的距离发生变化，并没有实际的接触，故不存在磨损。为了避免尘埃进入极间产生不利影响，组装时要加以密封。

电容式开关的特点是灵敏、稳定、耐用，结构简单，功耗小，成本低，易于小型化和批量生产，但相应的电路较复杂。

## 2. 霍尔效应式

所谓霍尔效应，就是当有电流流过非本征半导体，并且存在着一个外加磁场，而这磁场的磁力线又与该电流的方向垂直时，半导体的横向上就会产生电压，该电压与电流的方向、磁场的方向都垂直。这里，非本征半导体叫霍尔器件，电压输出端叫霍尔输出端，产生的电压叫霍尔电压。这种现象就叫做霍尔效应。

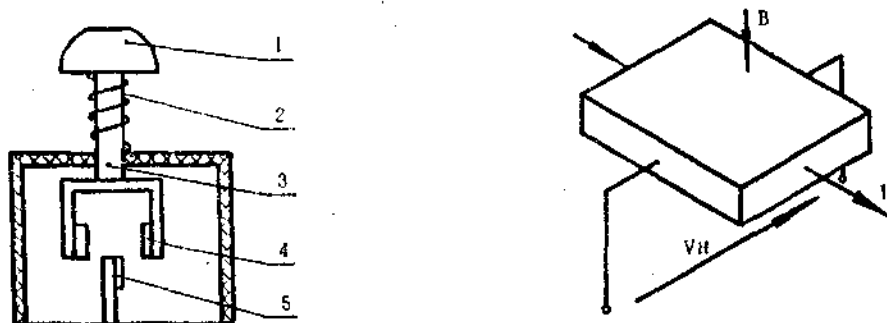


图1-4 霍尔效应开关的结构与原理

1. 键帽 2. 复位弹簧 3. 键杆 4. 磁钢 5. 霍尔器件