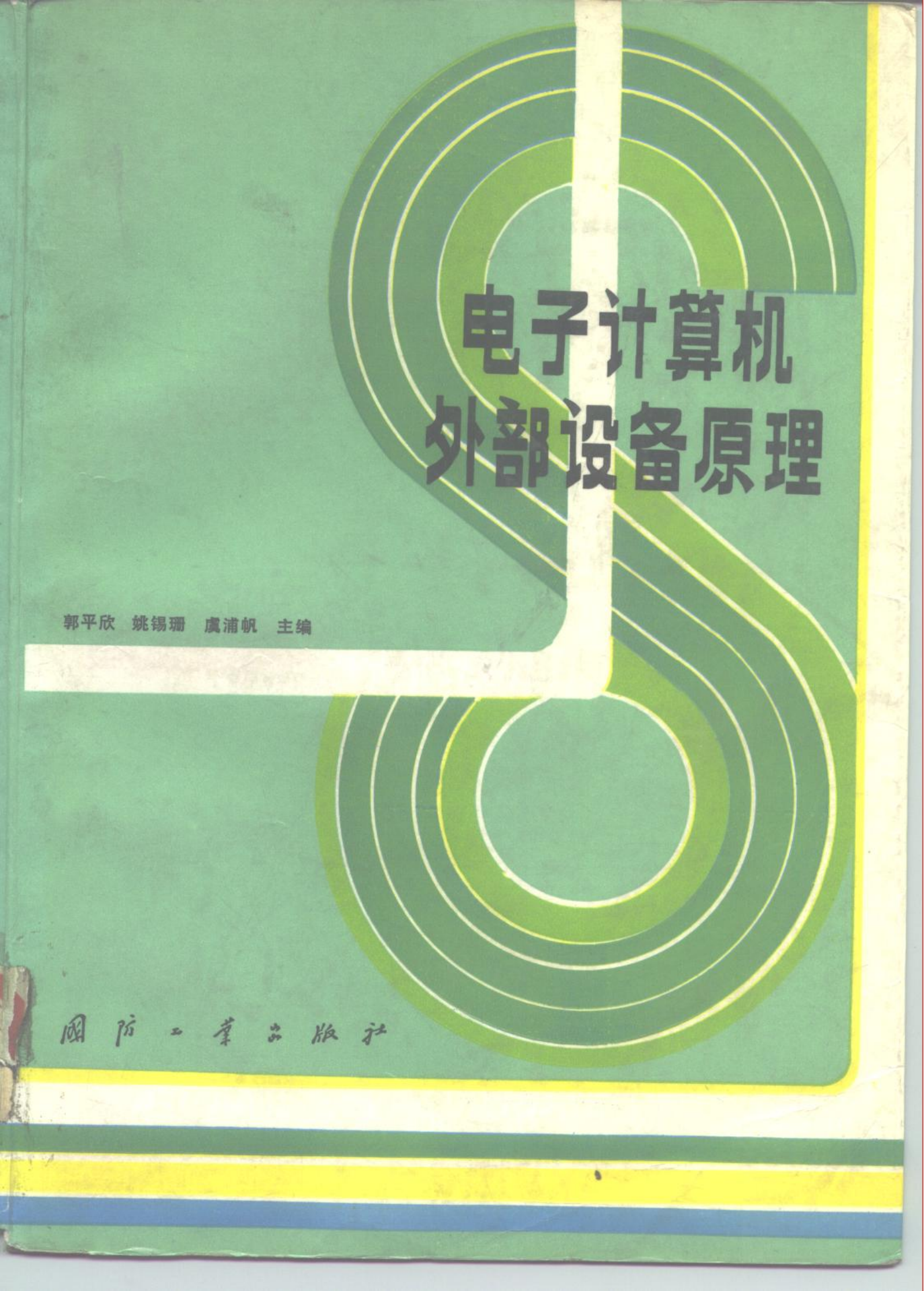




电子计算机 外部设备原理

郭平欣 姚锡珊 虞浦帆 主编

国防工业出版社

电子计算机外部设备原理

郭平欣 姚锡珊 虞浦帆 主编

国防工业出版社

内 容 简 介

本书主要介绍电子计算机外部设备的基础知识及工作原理,内容包括基本输入输出设备、显示设备、磁表面存储器及输入输出控制等四大部分。

本书是以从事计算机系统工程及外部设备工作的技术人员为对象而编写的,取材着重于广泛性和典型性,而不过于专门化和理论化。叙述力求深入浅出,通俗易懂,图文并茂。

本书既可供从事计算机及外部设备科研、设计、制造、使用、维修工作的技术人员和管理干部参考,又可作为大专院校计算机及外部设备专业的教学参考书籍或学生的选修课本。具有一定专业知识且对外部设备感兴趣的读者,也可以本书作为自学读物。

JS/23/30 15

电子计算机外部设备原理

郭平欣 姚锡珊 虞浦帆 主编

*

国防工业出版社 出版

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印装

*

787×1092¹/₁₆ 印张45 插页2 1046千字

1986年2月第一版 1986年2月第一次印刷 印数: 0,001—5,000册

统一书号: 15034·2992 定价: 9.60元

《电子计算机外部设备原理》编写组成员

编辑委员会

主任委员 郭平欣
 副主任委员 姚锡珊 虞浦帆
 委员 吕辉 (常务) 万永熙 杨俊 李叔梁
 叶济中 刘庭华 王敬治 于荡 王昌茂

编写专业组负责人

输入输出设备组	杨俊
显示设备组	李叔梁
磁存储设备组	叶济中
外围控制设备组	王敬治

执笔人

概 论: 吕辉 胡靖宇	第十章: 刘庭华
第一章: 万永熙 吕辉	第十一章: 巴林凤 陈永康 林福宗
第二章: 陈宝林	第十二章: 叶济中
第三章: 谢仕聘 陈其昌 刘树吉	第十三章: 吕辉
第四章: 刘本喜 季国钧 李振航	第十四章: 王敬治 林宝光
第五章: 郑大材 周利华	第十五章: 张云鹏 陆忠恒
第六章: 容观澳	第十六章: 曾世忠 黄勃田 丁荣兴
第七章: 李叔梁	第十七章: 李伯英 孙瑞祖
第八章: 吴国威	第十八章: 陈永健 洗示祖
第九章: 张江陵	

审稿人

唐守仁	王典金	刘树吉	李国伟	李友堂	向维良
陈炳孚	陈明廉	陈坤源	张席珍	张裕华	孟祥奎
杨展清	胡靖宇	董慧茹	徐光佑	龚滨良	

前 言

电子计算机是当代最重要的科学技术之一，世界各主要国家都把它与能源、材料及空间技术并列为发展重点。计算机自出现以来已换了四代，即电子管、半导体、集成电路、超大规模集成电路四代。其应用领域也从科学运算、数值运算扩展到数据处理、自动控制，直至信息处理和人工智能。在国民经济方面，计算机已开始工业、农业、商业、文教卫生、企业管理、科学研究等各个部门发挥作用。特别是数字控制和机器人的出现，为大大提高劳动生产率创造了条件。在国防上，各种智能电子武器及电子战的指挥、通信、控制、制导等系统都离不开计算机。近年来，随着个人计算机的发展，廉价计算机已开始进入家庭，并有可能普及到人类各个生活领域。

七十年代以来，由于有了电子计算机，科学技术取得的成果相当于人类有史以来的总和。八十年代开始，人们发现信息也是一种资源。信息资源的开发可以大大促进人类社会的发展。电子计算机是信息加工的工具，也是唯一可以辅助脑力劳动的工具。当代是“信息爆炸”的时代，没有电子计算机就不能处理如此巨大数量的信息。因此，国外把计算机技术当作第二次技术革命的先锋技术。在我国，要实现工业、农业、国防和科学技术的现代化也必须大量应用电子计算机。

电子计算机系统包括计算机、软件、外部设备和网络设备。由于计算机的基础——集成电路发展十分迅速，集成度每两年增加一倍，成本降低一半，因此，在计算机系统内，计算机的价格不断下降，而外部设备由于配置的品种和数量不断增加，目前已占硬件系统成本的70%以上。

计算机有大型、中型、小型、微型等系统。八十年代以来，各种计算机系统的发展比重发生了很大变化。大中型机向超大型方向发展，小型机向大中型机方向发展，而原来占计算机比重最大的中小型机已让位给微型机。微型计算机发展迅速，八位、十六位微型机已普及并大量生产，三十二位微型机也已出现。

各型计算机要求配置不同的外部设备。一般大型计算机配置多台大容量磁盘机、高速固定头磁盘机、高速磁带机，以及海量存储器、高速行式打印机、带有服务处理机的智能控制台、各种显示终端及打印终端、数据收集设备、光学文字阅读机、卡片机、绘图机等。大型机配置的外部设备品种多、数量大，在性能上要求高速、大容量，以便和多道程序、大吞吐量、高速信息处理相匹配。中小型计算机配备中容量磁盘机、中低速磁带机、中速行式打印机、软磁盘机、各种显示终端和打印终端等。微型计算机配置的外部设备有键盘显示终端、小型软磁盘机和200mm（8英寸）或130mm（5.25英寸）硬磁盘机、简易功能绘图机、一般打印机等。为了便于普及，微型机用的外部设备要求体积小、价格低廉，但在功能上不作过高要求。为了配置微型机的外部设备，还研制生产了一批专用大规模集成电路，以满足微型机廉价和微型化的要求。

近年来，计算机辅助设计已应用在大规模集成电路版图设计、印制电路板版图设计、电路逻辑设计、机械电器、飞机、舰船、汽车等领域，辅助设计已形成工业门类。

其配置的外部设备除小型机的基本配置外，还配置有高分辨率的图形显示器、数字化仪表、各种绘图机等。

军用计算机配置的外部设备，对环境条件及性能的要求较高，如耐高低温、防潮、防盐雾、耐震、耐冲击等。因此必需配备密封加固型的各种外部设备。

在计算机硬件系统中，外部设备的种类甚多，占的比重也越来越大，这就要求从事计算机事业的科研和技术人员必须具备外部设备的知识。从维护的角度来说，相比之下，外部设备的可靠性比主机差，大量硬件维修工作集中在外部设备，因此，掌握有关外部设备的知识就更加必要。另外，计算机科学技术发展十分迅速，因而这门学科的知识老化周期也很快。因此，在计算机这个学科内，新知识的传播比别的行业显得更为重要。

外部设备综合了电子、电机、机械以及磁学、光学等技术专业，知识面广，内容复杂。到目前为止，国内还没有一本全面叙述电子计算机外部设备原理的书籍，即使国外，此类书籍也很少，且内容较陈旧，不够全面。因此，从事计算机科学研究、教学、生产和应用的人员，以及对外部设备感兴趣的读者，非常需要一本比较全面概括计算机外部设备原理的书籍，供阅读和工作参考。

本书主要讲解外部设备原理。叙述时，先按类别将共性部分概括成基础原理，然后以典型或标准产品为例阐明其工作原理。本书是以从事计算机系统工程的研究、生产、教学等部门的技术人员为对象而编写的，可以作为大专院校计算机专业的教学参考书籍或学生的选修课本，也可作为专业进修或工作参考书籍，同时可供使用部门的技术人员工作参考。因此，取材着重于普遍性和典型性，而不过于专门化。为了照顾不同对象，全书内容具备了一定的广度，而不着重于深度；既有一定的理论水平，但又不过于理论化；阐述了有一定代表性产品的工作原理，但又区别于科普读物和产品说明书。本书重点放在原理上，至于外部设备应用问题，不包括在本书范围之内，以后由专著和丛书来提供这方面的知识。

本书分为基本输入输出设备、显示设备、磁表面存储器及输入输出控制四个部分，和国外的分类有所不同。在基本输入输出设备中，不包括一些特殊输入设备及微缩胶片输出设备（COM）。至于计算机网络设备、一些专用的外部设备如商业专用终端设备、银行终端等，本书也未作介绍。因此，本书有取有舍，并非包罗万象。

外部设备经历了三代。第一代是机电结合的外部设备，第二代是电子机械结合的外部设备，第三代是微处理器件与机电结合的智能外部设备。本书以叙述第三代外部设备原理以及第二代某些目前尚在应用的外部设备原理为主，内容力求适应目前国内能提供的外部设备现状，同时又考虑到当前国际水平和今后的发展。因此，本书既有一定的现实性，又有一定的先进性。

外部设备智能化的结果，使软件技术成为外部设备技术的一个重要组成部分。本书简要地在第十六章内概括地介绍了微程序技术和微诊断技术；在第二章内简要地介绍了数据站系统程序及应用程序；在第五章内简要介绍了绘图软件。由于各种外部设备所涉及到的软件也是计算机软件的一部分，故本书将不再一一叙述。

本书涉及的专业较多，技术面广，不可能由少数人进行编写。为此，电子工业部计算机工业管理局组织有关研究所、工厂及大学的专业人员组成编辑委员会，负责全书的编审工作。编委会下设四个专业组，即输入输出设备专业组，显示设备专业组，磁存储

设备专业组及外围控制设备专业组。因执笔人较多，虽然作了一定努力，但在文体、内容深浅、叙述层次等方面，可能仍有差别，甚至出现错误，请读者指正。

本书的编写和出版得到了有关单位的热情赞助和支持，包括中国电子学会计算机学会、总参五十六所、中国科学院计算所、清华大学、华中工学院、西北电讯工程学院、空军地空导弹学院、航空工业部六三一所、电子工业部标准化所、华东计算技术研究所、华北计算技术研究所、外部设备研究所、南京有线电厂、杭州磁记录设备厂。我们谨对上述各单位表示衷心感谢。

郭平欣

一九八三年八月

目 录

概 论

0.1 什么是外部设备	1
0.2 外部设备的分类	2
0.3 外部设备在计算机系统中的作用	3
0.4 主要外部设备概述	6
0.4.1 输入设备	6
0.4.2 输出设备	6
0.4.3 外存储设备	8
0.4.4 终端设备	11
0.5 外部设备和计算机的联接	12
0.6 外部设备发展简史及趋势	15
0.6.1 外部设备的发展简史	15
0.6.2 外部设备的发展趋势	18

第一篇 基本输入输出设备

第一章 输入设备	20
1.1 信息和数据	20
1.1.1 信息	20
1.1.2 计算机中常用的数据单位	21
1.2 信息交换用的标准编码	21
1.2.1 七位编码字符集	22
1.2.2 五位字符编码	26
1.3 键盘输入	26
1.3.1 键盘	27
1.3.2 键盘编码器	28
1.3.3 键盘输入	29
1.3.4 扫描键盘	30
1.3.5 汉字键盘	31
1.4 纸带输入输出设备	35
1.4.1 纸带及其数据格式	35
1.4.2 纸带输入机	36
1.4.3 纸带穿孔输出机	40
1.4.4 脱机的纸带穿孔校机	43
1.5 卡片设备	44
1.5.1 卡片及其数据格式	44
1.5.2 卡片输入机	46
1.5.3 卡片穿孔机	49
1.6 磁卡片输入	50
1.6.1 磁卡片及其数据格式	50
1.6.2 磁卡片机的结构及工作原理	51

1.6.3 读卡写卡过程	52
1.7 光学字符识别设备	53
1.7.1 光学标记读出机	53
1.7.2 光学条状码阅读机	54
1.7.3 光学字符识别机	57
第二章 数据站和软 盘输入输出设备	61
2.1 概述	61
2.1.1 数据站的组成和分类	62
2.1.2 数据站的功能和应用	64
2.2 数据站的工作原理	65
2.2.1 双人数据站 的结构和工作过程	65
2.2.2 软磁盘的数据格式	67
2.2.3 键盘和开关的功能	72
2.2.4 显示屏幕上的数据格式	76
2.3 数据站的应用程序	78
2.3.1 应用程序的功能	78
2.3.2 应用程序的编制和生成	79
2.3.3 程序链的应用	82
2.4 软盘输入输出设备	82
2.4.1 软盘输入输出设备的组成和功能	83
2.4.2 软盘自动加载器	83
2.4.3 软盘输入输出设备控制器	90
2.4.4 控制接口	95
2.4.5 软盘输入、输出设备工作过程	102
2.5 数据输入系统	106
2.5.1 数据转换器	106
2.5.2 数据输入系统的分类	109
2.5.3 数据输入过程	113
第三章 击打式打印原理	115
3.1 概述	115
3.1.1 打印输出设备的分类	115
3.1.2 基本术语	116
3.2 打印基本原理	116
3.2.1 带式打印原理	116
3.2.2 鼓式打印原理	119
3.2.3 点阵针式打印原理	121
3.2.4 菊花瓣式打印原理	122
3.2.5 控制方式及其组成	125
3.3 印字机构及其控制	126

3.3.1 带式印字机构及其控制	126
3.3.2 鼓式印字机构	130
3.3.3 鼓式打印控制	131
3.3.4 点阵针式印字机构	132
3.3.5 点阵针式打印控制	136
3.3.6 菊花瓣式印字机构及其控制	137
3.3.7 打印驱动线路	138
3.3.8 串式打印的其它印字机构	139
3.4 横移机构及其控制	140
3.4.1 横移机构的类型	140
3.4.2 字车的控制	142
3.5 输纸机构及其控制	144
3.5.1 输纸机构	144
3.5.2 输纸控制	145
3.6 色带机构及其控制	146
3.6.1 色带机构	146
3.6.2 色带的控制	147
3.7 印字质量与打印速度	148
3.7.1 印字质量	148
3.7.2 回弹振动	152
3.7.3 打印速度	153
3.8 汉字型点阵打印机	156
3.8.1 机器的结构及组成	156
3.8.2 汉字发生器	158
3.8.3 汉字型与字符型的区别	160
第四章 非击打式印刷原理	161
4.1 概述	161
4.2 激光印刷原理	162
4.2.1 激光印刷机的组成及其工作过程	162
4.2.2 激光扫描系统	163
4.2.3 激光扫描形成字符的方法	169
4.2.4 电子照像技术	170
4.3 喷墨印刷原理	176
4.3.1 喷墨印刷的分类	176
4.3.2 电荷控制式喷墨印刷机的基本原理	176
4.3.3 电场控制式喷墨印刷机的基本原理	181
4.3.4 随机喷墨式印刷机的基本原理	183
4.4 其它非击打式印刷机原理	186
4.4.1 热敏印刷机	186
4.4.2 静电印刷机	189
第五章 数控绘图机	192
5.1 绘图机的工作方式和用途	192
5.1.1 绘图机工作方式	192
5.1.2 绘图机的用途	192
5.2 绘图机工作原理和性能指标	193
5.2.1 滚筒型绘图机工作原理	193
5.2.2 平台型绘图机工作原理	193
5.2.3 绘图机性能指标	194

5.3 插补工作原理和实现	195
5.3.1 逐点比较法插补原理	196
5.3.2 偏差运算公式	196
5.3.3 数字积分器插补原理	200
5.3.4 插补功能的实现	201
5.3.5 速度控制	207
5.4 绘图机驱动原理	208
5.4.1 平面电机驱动原理	208
5.4.2 步进电机(脉冲电机)驱动原理	210
5.4.3 伺服控制系统驱动原理	211
5.5 绘图机的软件	215
5.5.1 绘图系统的构成	216
5.5.2 图形处理软件	216
5.5.3 绘图控制程序	218

第二篇 显示设备

第六章 字符显示器	221
6.1 显示设备概述	221
6.1.1 显示技术	221
6.1.2 显示器件	224
6.1.3 扫描偏转技术	227
6.2 字符显示器概况	231
6.2.1 字符显示技术综述	231
6.2.2 形成字符的方法	231
6.3 CRT光栅式字符显示器	
的主要技术要求	232
6.3.1 显示内容	232
6.3.2 游标	232
6.3.3 编辑功能	233
6.3.4 接口	233
6.4 字符显示器的工作	
原理和设计考虑	233
6.4.1 字符显示器的构成	233
6.4.2 字符显示器的工作原理	234
6.4.3 字符显示器的设计考虑	239
6.5 简易图形显示器	248
6.6 汉字显示	249
6.7 微处理机在字符显示器中的应用	249
6.7.1 概述	249
6.7.2 微机化字符显示器的硬件	249
6.7.3 微机化字符显示器的设计	250
第七章 图形显示器	259
7.1 概述	259
7.1.1 图形显示器的分类	259
7.1.2 图形显示器的发展动向	261
7.1.3 图形显示器的软件	262
7.2 图形变换	265

7.2.1 二维图形变换	266	9.1.3 记录媒体上的磁化图形	327
7.2.2 三维图形变换	269	9.1.4 数字磁记录理论的现状与发展	328
7.2.3 观察点与透视	274	9.2 正弦磁记录的读出信号	329
7.2.4 隐线处理	280	9.2.1 读出信号波形	329
7.2.5 图形显示的基本技术	281	9.2.2 读出幅度损失	331
7.3 图形的输入和输出装置	284	9.3 磁头场函数	333
7.3.1 图形输出装置	285	9.4 脉冲磁记录的读出信号	336
7.3.2 图形输入装置	285	9.4.1 磁化翻转过渡区	336
7.4 随机扫描型图形显示器	289	9.4.2 读出信号表达式	337
7.4.1 随机扫描型图形显示器的硬件构成	289	9.4.3 信号波形的半幅宽度	340
7.4.2 会话式图形处理软件系统的一般结构	290	9.5 波形的不对称与拥挤	341
7.4.3 新型随机扫描图形显示器	292	9.5.1 波形的不对称性	341
7.4.4 高速随机扫描CRT图形显示系统的工作过程	294	9.5.2 脉冲的拥挤效应	342
7.5 光栅扫描型图形显示器	299	9.6 写入的基本原理	344
7.5.1 光栅扫描型图形显示器的基本构成	300	9.6.1 静态写入	344
7.5.2 光栅扫描时的画线质量	302	9.6.2 饱和写电流的估算	345
7.5.3 高速光栅图形显示器	302	9.6.3 动态写入	345
7.5.4 简易光栅图形显示器	304	9.6.4 过渡区长度的计算	346
第八章 图象显示器	305	9.7 磁头组件	347
8.1 概述	305	9.7.1 磁头的种类与特点	348
8.2 图象显示器的工作原理	305	9.7.2 感应式磁头的结构与效率	349
8.2.1 时间控制系统	306	9.7.3 磁致电阻磁头简介	352
8.2.2 图象存储器	307	9.7.4 磁头浮动的基本概念	353
8.2.3 图象的输入	308	9.8 磁记录媒体	357
8.2.4 图象的显示	310	9.8.1 材料	357
8.3 图象增强技术	311	9.8.2 磁带	358
8.3.1 灰度变换	311	9.8.3 软磁盘片	359
8.3.2 窗口技术	312	9.8.4 硬磁盘片	359
8.3.3 真彩色和伪彩色	313	第十章 数字磁记录编码	360
8.4 图象的几何处理	314	10.1 概述	360
8.4.1 图象的放大	314	10.2 信道编码(记录方式)	360
8.4.2 图象的分割	314	10.2.1 记录方式的类型及其基本原理	361
8.4.3 图象的漫游	315	10.2.2 评价记录方式的主要指标	363
8.5 图象显示系统	316	10.3 游程长度受限码(RLLC)	364
8.5.1 系统的组成	316	10.3.1 RLLC典型实例分析	364
8.5.2 图象的产生和显示	321	10.3.2 RLLC的数学描述	373
8.5.3 重叠显示	322	10.3.3 RLLC结构参数和主要性能指标间的关系	377
8.5.4 图象的硬拷贝	323	10.3.4 码型性能的测试	380
		10.3.5 RLLC一般设计原则	380
		10.4 检纠错编码	381
		10.4.1 差错的控制	382
		10.4.2 检纠错码的基本概念和参数	382
		10.4.3 检纠错码的数学概念	384
		10.5 循环码	386
		10.5.1 循环码的基本概念	386
		10.5.2 循环码的编译码电路	387
		10.5.3 缩短循环码	391
第三篇 磁表面存储器			
第九章 数字磁记录技术基础	324		
9.1 概述	324		
9.1.1 数字磁记录过程	324		
9.1.2 读出信号	325		

10.5.4	循环码的检错能力	391	12.6.4	小型密封组合磁盘的接口与控制	495
10.5.5	艾伯拉姆逊码及其应用	392	12.7	磁头与记录媒体的检验	495
10.5.6	修正的循环冗余校验码 (CRC) 及其应用	393	12.7.1	磁头组件的检验项目与测量	495
10.5.7	法尔码及其应用	398	12.7.2	媒体的检验项目	499
第十一章	软磁盘存储器	405	第十三章	磁带存储器	503
11.1	概述	405	13.1	概述	503
11.1.1	软磁盘驱动器的工作原理	405	13.1.1	磁带	503
11.1.2	软磁盘机的分类	407	13.1.2	磁带机的分类	503
11.2	基本结构	409	13.1.3	磁带机的主要性能指标	504
11.2.1	盘片驱动定位机构	409	13.2	磁带机的结构和基本工作原理	504
11.2.2	磁头定位机构	413	13.2.1	磁带机的结构	504
11.3	主要电路及其工作原理	420	13.2.2	自动装带技术	508
11.3.1	写电路	420	13.2.3	磁带机基本工作原理	511
11.3.2	读电路	423	13.3	读写电路	512
11.3.3	磁头定位控制电路	430	13.3.1	写电路及其工作原理	512
11.3.4	索引检出及准备就绪电路	432	13.3.2	读电路及其工作原理	517
11.3.5	软盘机和控制器之间的接口线	433	13.4	伺服系统	525
11.4	软盘控制器	436	13.4.1	概述	525
11.4.1	数据格式	436	13.4.2	主动轮伺服系统	526
11.4.2	软盘控制器的功能	440	13.4.3	带盘伺服系统	531
11.4.3	单密度软盘控制器	442	13.5	磁带机的控制逻辑	537
11.4.4	倍密度软盘控制器	449	13.5.1	控制逻辑工作过程	537
第十二章	硬磁盘存储器	454	13.5.2	文件保护逻辑	537
12.1	概述	454	13.6	磁带上数据的记录格式	538
12.1.1	基本特点	454	13.6.1	不归零制 (NRZI) 的记录格式	538
12.1.2	硬磁盘机的分类	454	13.6.2	调相制 (PE) 记录格式	539
12.1.3	主要技术指标	455	13.6.3	成组编码 (GCR) 制记录方式简介	540
12.2	基本结构及工作原理	456	第四篇 输入输出控制		
12.2.1	可换盘盒磁盘机的基本结构	456	第十四章 输入输出控制的		
12.2.2	可换盘组磁盘机的结构特点	458	作用及其实现	544	
12.3	读写电路及工作原理	460	14.1	输入输出控制概述	544
12.3.1	写电路	460	14.1.1	输入输出控制的主 要任务及基本功能	544
12.3.2	读电路	464	14.1.2	输入输出控制发展的几 个阶段及其特点	545
12.3.3	锁相环和数据分离	466	14.1.3	输入输出控制系统的组成	548
12.4	控制电路及其工作原理	469	14.1.4	输入输出控制系统的流量分析	549
12.4.1	起动、停止及返回“0” 道控制电路原理	469	14.2	输入输出控制的功能及连接	552
12.4.2	主轴电机控制原理	471	14.2.1	输入输出系统结构的一般概念	552
12.5	磁头定位系统	472	14.2.2	通道	554
12.5.1	基本原理	472	14.2.3	通道输入输出接口 (界面)	555
12.5.2	速度控制原理及其电路	473	14.2.4	单总线接口及接口操作	558
12.5.3	位置控制原理与电路	479	14.2.5	输入输出设备与 控制器之间的接口	561
12.5.4	伺服面定位系统	484	14.2.6	输入输出设备的加接	561
12.6	密封组合式磁盘	492			
12.6.1	温彻斯特技术	492			
12.6.2	HDA 组件	492			
12.6.3	小型密封组合磁盘的结构特点	493			

14.3 输入输出操作的组织与执行	562	16.2.3 寻址方式和旋转位置检测在可 变长记录格式下的应用	627
14.3.1 输入输出控制中的两种并行性	562	16.3 磁盘控制器的命令	627
14.3.2 输入输出操作的启动	564	16.3.1 命令的分类和功能	628
14.3.3 输入输出操作的执行	567	16.3.2 命令的执行过程	630
14.3.4 多台输入输出设备 并行执行输入输出操作	570	16.3.3 用通道程序组织磁盘工作的实例	635
14.3.5 输入输出操作的结束	572	16.4 微程序控制的磁盘控制器	636
14.4 输入输出软件及输入输出中断	575	16.4.1 微程序的构成	636
14.4.1 输入输出管理	575	16.4.2 数据通路	636
14.4.2 输入输出中断	578	16.4.3 微指令的基本结构、 框图表示方法和指令周期	639
第十五章 基本输入输出控制器	582	16.4.4 微程序控制进行读写数据 传输的过程	644
15.1 基本输入输出控制概述	582	16.5 磁带控制器	647
15.1.1 基本输入输出控制的特点	582	16.5.1 磁带控制器的基 本性能及主要指标	647
15.1.2 基本输入输出控制 器的逻辑结构和分类	584	16.5.2 磁带控制器的命令	649
15.2 基本输入输出设备的操作控制	586	16.5.3 磁带控制器的微程序设计	651
15.2.1 链式打印机的操作原理概述	586	第十七章 过程控制及 输入输出转换	656
15.2.2 链式打印机的打印操作控制	589	17.1 过程输入输出装 置与计算机控制系统概述	656
15.2.3 输纸格式控制	595	17.2 过程输入输出装置的 功能划分与结构型式	656
15.3 输入输出操作的命令及状态信息	596	17.2.1 PIO接口	656
15.3.1 行式打印机的命令设置	596	17.2.2 过程输入输出通道	660
15.3.2 状态信息及断定信息	599	17.2.3 过程输入输出装置的 结构型式与组成环节	668
15.4 基本输入输出操作的系统软件	600	17.3 分布式计算机控制系统 (DCCS)	663
15.4.1 打印输出的系统软件操作流程	600	17.3.1 数字计算机控制系统的发展	663
15.4.2 含有打印纸间隔 控制符的打印数据	601	17.3.2 分布式微计算机控制 系统通信接口特点	664
15.4.3 关于打印纸页结束的控制	602	17.3.3 分布式计算机控制系统结构型式	665
15.4.4 关于错误中断处理的概述	603	17.4 输入转换设备工作原理	669
15.5 微处理器在基本输 入输出控制器中的应用	604	17.4.1 概述	669
15.5.1 概述	604	17.4.2 脉冲调宽轴角—数字转换原理	670
15.5.2 通用微处理器在低速输入 输出控制器中的应用举例	605	17.4.3 移相式转换原理	673
15.5.3 微处理器在行式打印机中的应用	608	17.4.4 接触式编码器	674
15.5.4 查表法高速行式打印机控制器	610	17.5 输出转换设备控制原理	675
15.5.5 控制程序及基本程序段	614	17.5.1 概述	675
第十六章 磁表面存储控制器	618	17.5.2 相位比较转换原理	676
16.1 磁盘存储子系统的基本概念	618	17.5.3 数字比较转换原理	677
16.1.1 磁盘子系统在计算机中的配置	618	17.6 数/模和模/数转换器	678
16.1.2 磁盘控制器的基本功能	619	17.6.1 数字/模拟转换 (DAC)	679
16.1.3 磁盘控制器的组成	619	17.6.2 模拟/数字转换 (ADC)	680
16.1.4 磁盘控制器与磁盘机的接口	621	第十八章 通信控制器和终端	681
16.1.5 容错技术的应用及磁 盘控制器功能的增强	622	18.1 计算机的联网应用	681
16.1.6 磁盘子系统的微诊断	623		
16.2 磁盘表面的信息格式	625		
16.2.1 记录长度不固定的磁道信息格式	625		
16.2.2 固定分区的磁道格式	626		

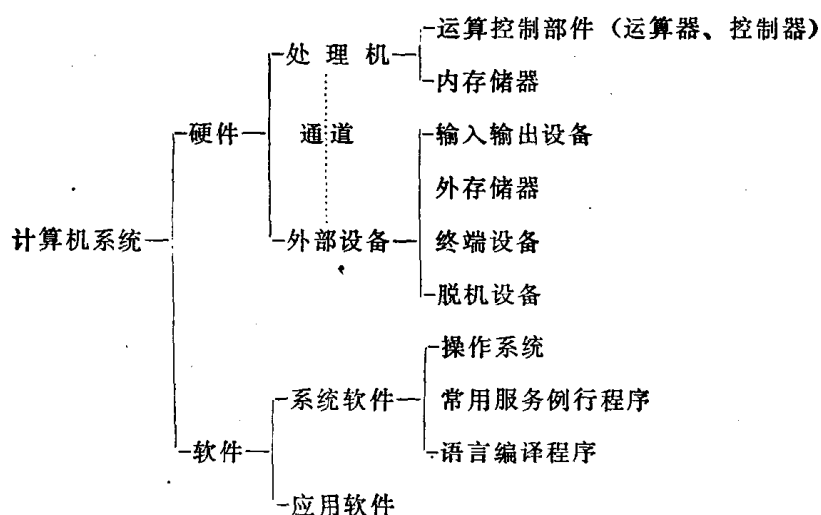
18.1.1 电子计算机和通信技术的结合	681	18.4 简易终端	694
18.1.2 数据通信规程	682	18.4.1 电传打字机终端和CRT显示终端	694
18.2 通信控制器的功能和特点	685	18.4.2 人机接口	694
18.2.1 通信控制器的演变	685	18.4.3 线路接口	695
18.2.2 通信控制器的功能	685	18.5 灵巧终端	698
18.2.3 通信控制器的性能指标	686	18.5.1 灵巧终端的输入方式	698
18.2.4 通信控制器的设计特点	687	18.5.2 终端控制器	700
18.3 通信控制器的逻辑构成	688	18.5.3 IBM3270显示系统简介	701
18.3.1 外线控制部分	688	18.6 智能终端	702
18.3.2 计算机接口控制部分	689	18.6.1 智能终端的作用	702
18.3.3 中央控制部分	689	18.6.2 硬件组成	703
18.3.4 通信控制器操作过程	691	18.6.3 软件设置	705
18.3.5 主机发给通信控制器的命令举例	692	主要参考文献	706

概 论

电子计算机的发明和发展是本世纪科学技术伟大成就之一。电子计算机拥有巨大的计算能力和逻辑功能，在国民经济，科学技术和军事上有着极其重要的地位和作用。它已成为科学研究、生产管理、过程控制、信息处理等方面强有力的工具。电子计算机的技术水平、生产规模以及应用普及程度，已经成为衡量一个国家经济发展水平的重要标志。

为了使计算机应用于各个领域，必须构成计算机系统。计算机系统包括硬件和软件两大部分。硬件是指计算机系统内的实体，如运算器、控制器、存储器、输入输出设备等。它们是由电子器件、电子线路和机电部件等组成的具体设备。为便于区分，通常按其功能把它们分为处理机和外部设备两大类。软件则是指为便于用户使用计算机和充分发挥计算机效能所需的各种程序。它通常包括系统软件和应用软件两大类。整个计算机系统的组成如表0.1所示。

表0.1 计算机系统组成



0.1 什么是外部设备

外部设备（也称外围设备）是相对计算机系统内的处理机而言的。处理机（如表0.1所示）包括运算器、控制器、内存储器等部分。外部设备一般是指上述设备之外的各种设备。它是输入输出设备、外存储器（辅助存储器）、终端设备以及脱机设备的统称。在计算机系统中，它们与完成数据处理和逻辑运算任务的处理机有着明显的区别。外部设备主要完成数据的输入、输出、准备和成批存储的任务。它和用户接触最多，对计算机系统使用方便与否影响最大。因此，它是计算机和外界（包括人）实现联系的设备。从系统配置上看，一类是设置在处理机的周围，由处理机直接控制的设备；另一类是经过通信线路和处理机连接的设备，亦称终端设备；再一类是不由计算机控制而完成

数据准备和媒体转换的设备，亦称脱机设备。技术上，三者实际差别不大，故统称外部设备。

0.2 外部设备的分类

外部设备一般由数据媒体、设备和设备控制器组成。

所谓数据媒体，是指记录数据的物理材料，如纸带、纸卡片、磁带、磁盘等。在媒体上的记录方法，可以是机械的、磁的、光的等等。其目的是使媒体的物理形态发生变化。至于设备本身则是在处理机和数据媒体之间完成媒体的转换和数据的传送。外部设备根据其在计算机系统中的作用，大致可分为以下四类：（1）输入输出设备；（2）外存储器（辅助存储器）；（3）终端设备；（4）脱机设备。设备控制器用来接收处理机和操作者发出的操作命令，它是对设备工作过程实施控制的部分。

输入输出设备，是计算机系统的重要组成部分。输入设备把程序、原始数据以及操作命令送入处理机自动处理。输出设备则将处理机处理的中间结果和最终结果以人们可以识别的数字、字符、图形等形式记录或显示出来，供用户判别、分析、处理和保存。没有输入输出设备，计算机系统的处理机就无法知道做什么，怎么做，计算的结果也无法以人们习惯的形式记录和显示出来。

输入设备包括纸带输入机、纸卡片输入机、软盘输入机、光学字符识别设备、图形数字化仪、键盘输入设备、声音识别设备等；输出设备包括各种击打和非击打式的串行、行式打印机、绘图机、纸带、纸卡片穿孔机以及字符、图形显示器等。

当计算机用作过程控制时，需要专用的模拟/数字转换装置。模/数转换装置将需要控制的物理量转换成为数字信号输入计算机，经过计算机的处理，又由数/模转换装置转换成相应的模拟量，以实现过程的实时控制。

外存储器，亦称辅助存储器，它是相对处理机内的存储器而言的。计算机系统之所以能获得高速运算和强有力的处理能力，除了与处理机内部的运算器、存储器有密切关系之外，还与配置在处理机之外的外存储器有关。为适应计算机系统处理能力的要求，无限制地扩大内存存储器（亦称主存储器）的容量不但在技术上有困难，而且在实际使用和经济上也不合理。因此，在现代计算机中，存储器都是采用分级结构。用存储量较小、随机存取速度快的半导体存储器或磁心存储器作为内存存储器，直接与处理机的运算器和控制器交换信息，以获得很高的运算速度；用存储容量大，适于成批随机或顺序存取，但存取速度较慢的磁鼓、磁盘、磁带作为外存储器，它不直接与运算器和控制器交换信息，而是在处理机控制下，通过外部控制部件把所需的数据和程序随时送到内存存储器，并把运算过程中的结果存储起来。采用存取速度快慢、容量大小不同的分级结构，既解决了处理机内存存储器速度高但容量小的矛盾，也降低了处理机的造价。

目前，外存储器主要是磁表面存储器，如磁鼓、磁带、磁盘等。磁表面存储器不仅记录密度高、容量大，成本低廉，而且信息不易丢失，可以重复使用。此外，还有正在发展中的磁泡、电荷耦合器件、光盘等外存储器。

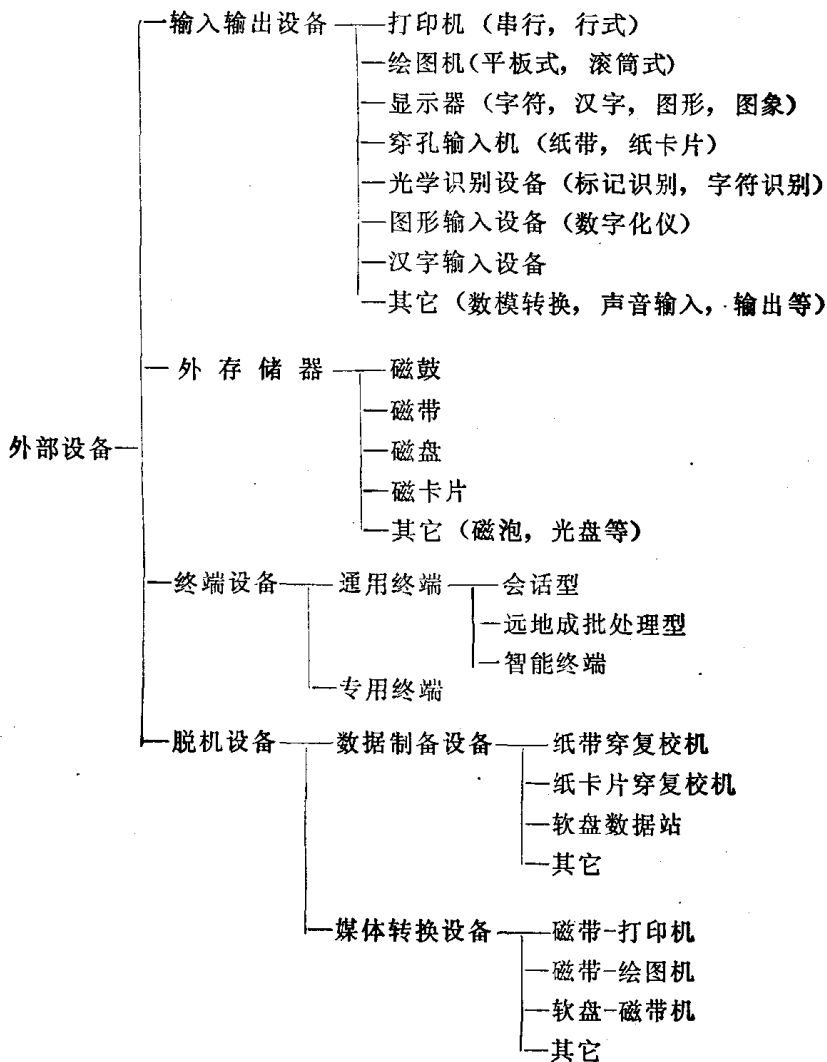
数据终端设备是六十年代中期随大型计算机分时处理系统的建立而发展起来的。为了使地域分散的工作现场或办公室等用户能使用计算机，就要在那里设置数据终端设备，通过通信线路和远地的处理机联通，并采用分时的方法，使处理机为多个终端用户服务。

这种终端设备也是外部设备的一种，其基本功能和输入输出设备相同，差别仅仅在于与处理机的连接方式上。数据终端设备是通过通信线路和处理机连接的，故任何终端设备都要包括一通信终端控制器，由它控制终端设备内的输入输出装置和远地处理机实现数据传输。终端设备按功能和用途来分，大致可分为会话型终端、远地成批处理终端和具有一定处理能力的智能终端。

脱机设备，系指不经处理机控制，能在脱机状态下完成数据制备、媒体转换的一类设备。诸如老式的卡片机、纸带穿孔机、校对机以及目前大量使用的软盘数据采集设备等。

随着计算机应用领域的不断扩大、计算机系统体系结构上的发展以及外部设备技术上的进步，外部设备不仅在系统中的数量和投资比例越来越大，而且它的种类也在不断增加。但目前还没有一个统一的、准确的分类方法，我们这里参照国外有关资料列出它的大致分类供读者参考（见表0.2）。

表0.2 外部设备分类



0.3 外部设备在计算机系统中的作用

外部设备在计算机系统中的作用，可以从外部设备本身的功能，对计算机系统的影响

响, 以及和计算机应用的关系等方面来了解。

一、外部设备是完成数据媒体变换的设备

通常, 人们习惯使用字符、汉字以及图形、图象等来表达信息的含义, 而计算机使用的却是以电信号表示的二进制代码。因此, 在用计算机进行数据处理时, 事先必须将处理程序、原始数据和各种信息都变成处理机能识别的二进制代码形式, 然后才能进行处理; 同样, 处理机计算的结果, 要告诉使用者, 也必须变换成人们所熟悉的表示方式。无论前者还是后者都只有通过外部设备才能完成上述识别形式的变换。

不同的识别形式, 是以不同的数据媒体为物质基础的。因此, 我们说外部设备是完成各种数据媒体变换的设备。比如, 一台纸带输入机, 就是通过机械或光电的方法将纸带上以有孔和无孔所表示的数据变成为由电脉冲表示的数据。其他的输入设备也是将另外一些数据媒体上的字符、汉字、图形、图象以及声音等变成电信号。同理, 输出设备完成的则是相反的变换。

手写体字符、图象及声音的变换比较复杂。为了实现这种变换, 外部设备本身还要对这些信息进行必要的处理, 比如模式识别、语音分析等。

二、外部设备是人和计算机系统联系的通路

目前, 无论是大量使用的微型计算机系统, 还是大型计算机中心, 程序、数据的输入, 命令的执行, 数据的运算以及结果的显示, 打印输出等, 仍然需要由人们事先予以安排, 并通过外部设备告诉处理机去执行。在这一过程中, 人和外部设备的交往最为频繁。因此, 外部设备成了人和计算机系统联系的通路。早期, 由于计算机主要用于数值计算, 人机联系是借助于电传打字机输入命令、输出结果和打印机器状态信息等。六十年代中期, CRT[●] 字符显示器的出现, 使人和计算机的联系更加方便和密切了。CRT 字符显示器不仅克服了以往电传打字机动作迟缓、输出结果不能修改等不适宜人机联系的缺点, 而且除了显示字符之外, 还可显示图形、图象等非文字信息。外部设备技术上的这一突破, 不仅为扩大计算机应用创造了条件, 而且为联机实时计算机系统的发展做出了贡献。今天, 连接在计算机网上的大量终端已成为用户使用计算机的必由之路。即使在计算机辅助设计、辅助制造和高级数据管理以及控制系统中也是如此。为了发挥人的智能 (诸如判别、决策、创造性) 作用, 以 CRT 显示器为代表的外部设备已成为人机联系的重要手段。以计算机辅助设计一个机械零件为例, 从设计者使用键盘以数字形式给出设计参数开始, 一直到 CRT 显示器把计算机设计的零件外形、尺寸在屏幕上显示出来, 供设计者选择、修正, 都是通过显示器进行人机联系的。由此不难看出, 通过键盘、显示器等外部设备进行人机联系, 不仅可以充分发挥人的智能作用, 而且也缩短了计算机辅助设计的处理时间。反之, 离开这种人机联系设备, 就会大大影响计算机的效能及其应用。

三、外部设备是整个计算机系统软件和信息资源的驻在地

在计算机系统中, 处理机虽然能够提供很强的处理功能, 但是对于用户来说, 却不见得总是适用和有效的。这是因为, 假如一个用户独占计算机, 仍保留着手工输入和人工控制作业, 由于计算机处理速度高, 计算机便会经常闲着。为了尽可能减少这种浪费,

● CRT 系 Cathode-Ray Tube (阴极射线管) 的缩写。