

计算机 维修技术 与实例



马祥杰 王艳 葛长涛 马莉◎编著

JISUANJI
WEIXIU JISHU YU SHILI



国防工业出版社
National Defense Industry Press

计算机维修技术与实例

马祥杰 王艳 葛长涛 马莉 编著

国防工业出版社

·北京·

前 言

随着计算机技术的普及和应用,计算机已逐渐成为人们日常学习、工作和生活的一个不可缺少的工具。在计算机广泛应用的同时,各种各样的计算机故障也随之出现。对于普通的计算机用户,掌握计算机基础知识及基本的计算机故障及处理方法是十分必要的。

计算机系统故障可分为软件故障和硬件故障,绝大多数的系统故障都为软件故障、接触故障及计算机设置错误,但是硬件故障一般都是致命的,经常导致计算机无法使用。本书叙述偏重硬件,并结合软件讲述各主板部件故障处理。

本书从计算系统的基础知识讲起,内容包括计算机电路基础,计算机维修工具和维修方法,计算机主板各部件等。其中第1章简单介绍了计算机系统的基础知识,包括计算机体系结构、计算机分类、计算机软件组成和硬件组成等;第2章介绍计算机维修电路基础,对电子元件和数字逻辑电路进行讲解;第3章、第4章叙述了计算机维修时使用的工具及维修操作方法;第5章~第12章讲解计算机主板各部件故障,内容包括主板、CPU、内存、显卡、显示器、硬盘、光驱、机箱和电源等的相关知识和实例精选。

本书由马祥杰、王艳、葛长涛、马莉编著。

在本书编写过程中,张景生对本书的编写提出了很多宝贵的意见,为本书的出版给予了全力支持和帮助。李晓中、范兴隆、麻信洛副教授对本书组织结构给出了很多的技术指导。牟书贞、乔晗、马鑫、顾树威、常涛、张志军、胡洁为本书提供了大量的技术资料 and 文字校对工作。在此,编者向所有为本书做出贡献的同志表示衷心感谢。

由于编者水平有限,虽在编写中尽了最大努力,书中仍存在一些不够详尽和准确的地方,恳请专家和读者批评、指正。

编 者
2011 年 3 月

目 录

第 1 章 计算机系统概述	1
1.1 计算机诞生与演进	1
1.1.1 计算机诞生	1
1.1.2 计算机演进	2
1.2 计算机的概念与特点	3
1.2.1 计算机的概念	3
1.2.2 计算机的特点	4
1.3 计算机体系结构	5
1.3.1 计算机分层结构	5
1.3.2 计算机指令系统	6
1.3.3 计算机存储结构	7
1.3.4 计算机数据处理结构	8
1.4 计算机分类	9
1.4.1 处理方式分类	9
1.4.2 应用方式分类	10
1.4.3 运算规模分类	10
1.4.4 技术趋势分类	11
1.5 计算机软件组成	13
1.5.1 编程语言	13
1.5.2 操作系统	15
1.5.3 应用软件	16
1.5.4 驱动程序	17
1.6 计算机硬件组成	17
1.6.1 主板	17
1.6.2 中央处理器	19
1.6.3 内部存储器	20
1.6.4 外部存储器	21
1.6.5 显示接口卡	24
1.6.6 音频接口卡	25
1.6.7 网络接口卡	26
1.6.8 机箱与电源	27

1.6.9	键盘与鼠标	29
第2章	计算机维修电路基础	31
2.1	电子元器件基础	31
2.1.1	电阻器	31
2.1.2	电容器	31
2.1.3	电感器	32
2.1.4	二极管	32
2.1.5	三极管	34
2.1.6	场效应管	35
2.1.7	晶闸管	36
2.1.8	晶体振荡器	37
2.2	数字逻辑电路	39
2.2.1	计算机中数的表示和编码	39
2.2.2	三种基本的逻辑运算	42
2.2.3	二极管逻辑电路	44
2.2.4	晶体三极管(BJT)逻辑电路	45
2.2.5	基本逻辑门电路	46
2.2.6	TTL 逻辑门电路	48
2.2.7	射极耦合逻辑门电路(ECL)	49
2.2.8	CMOS 逻辑门电路	52
2.2.9	NMOS 逻辑门电路	53
第3章	计算机维修工具	55
3.1	万用表	55
3.1.1	指针式万用表	56
3.1.2	数字式万用表	59
3.1.3	指针式与数字式万用表的优缺点	60
3.2	示波器	61
3.2.1	模拟示波器	61
3.2.2	数字示波器	65
3.2.3	模拟示波器与数字示波器的区别	67
3.2.4	使用注意事项	67
3.3	热风枪	68
3.4	CPU 假负载	69
3.5	BIOS 编程器	70
3.5.1	编程器的使用方法	71
3.5.2	用编程器修复 BIOS	73
3.6	逻辑笔	77

3.6.1	逻辑脉冲发生器	78
3.6.2	逻辑笔基本原理	79
3.6.3	逻辑笔电路图	81
3.6.4	软件控制流程	81
3.6.5	测试结果与分析	83
3.7	频率计	84
3.7.1	频率计数器的测量功能	84
3.7.2	频率计数器的数学功能	86
3.7.3	使用方法	86
3.7.4	故障与排除	87
3.7.5	注意事项	87
3.8	主板测试卡	88
3.8.1	单步测试	89
3.8.2	模块化测试	89
3.8.3	主板测试卡代码对照表	89
3.9	数据采集卡	97
3.10	BGA 测试座	99
3.11	超声波清洗机	100
3.11.1	超声波清洗机原理	100
3.11.2	超声波清洗机用途	101
3.11.3	超声波清洗的优点	102
第4章	计算机维修方法	103
4.1	观察维修法	103
4.2	清洁维修法	106
4.3	隔离维修法	107
4.4	替换维修法	107
4.5	插拔维修法	108
4.6	比较维修法	109
4.7	黑箱维修法	109
4.8	熔焊维修法	109
4.9	敲打维修法	110
4.10	挤压维修法	111
4.11	测量维修法	111
4.11.1	测量电阻法	112
4.11.2	测量电压法	112
4.11.3	测量电流法	113
4.11.4	波形测量法	113

4.12	升降温维修法	113
4.13	最小系统维修法	113
4.13.1	硬件最小系统法	114
4.13.2	软件最小系统法	114
4.14	逐步增加/减少维修法	114
第5章	主板维修实例精选	115
5.1	主板	115
5.1.1	主板的分类	115
5.1.2	主板的基本构成	116
5.1.3	主板故障	119
5.1.4	主板常见故障分析	120
5.2	主板不清洁引起的死机	123
5.3	主板 BIOS 故障一例	124
5.4	主板 CMOS 故障一例	128
5.5	主板内存供电电路故障	131
5.6	主板 CPU 供电电路故障	132
5.7	主板驱动程序导致无法关机	135
5.8	主板键盘故障一例	137
5.9	主板电容损坏导致系统启动异常	139
5.10	USB 接口电路故障检测	140
第6章	CPU 维修实例精选	143
6.1	CPU	143
6.1.1	CPU 概述	143
6.1.2	CPU 封装技术	143
6.1.3	CPU 的接口	146
6.1.4	CPU 的主要性能指标和术语	148
6.1.5	CPU 常见故障分析	151
6.2	CPU 散热器散热不良导致死机	152
6.3	CPU 散热片安装不当导致 CPU 温度过高	153
6.4	CPU 芯片损坏故障一例	153
6.5	CPU 散热硅脂过多造成计算机黑屏	155
6.6	CPU 上错贴标签引起的故障	155
6.7	风扇转速设置不当引发的故障	156
6.8	CPU 散热风扇轴承缺油引发的故障	157
6.9	CPU 超频引发的故障	158
第7章	内存维修实例精选	160
7.1	内存	160

7.1.1	内存分类	160
7.1.2	内存芯片的封装	161
7.1.3	内存插槽	163
7.1.4	内存结构	164
7.1.5	内存常见故障分析	165
7.2	内存金手指氧化引起的故障	166
7.3	DDR 内存芯片引起的故障	167
7.4	内存过热导致计算机死机	169
7.5	系统提示内存不足	170
7.6	内存接触不良引起的故障	172
7.7	内存设置错误造成死机	173
7.8	内存金手指修复	173
7.9	双通道内存插槽安装故障	176
第 8 章	显卡维修实例精选	178
8.1	显卡“金手指”故障	179
8.2	主板显卡插槽故障	184
8.3	显卡安装不当故障	190
8.4	显卡与主板硬件不兼容故障	193
8.5	显卡驱动程序故障	198
8.6	显卡设置错误引起的故障	206
第 9 章	显示器维修实例精选	214
9.1	显示器概述	214
9.1.1	单色 CRT 显示器	214
9.1.2	彩色 CRT 显示器	215
9.1.3	液晶显示器	216
9.1.4	显示器常见故障分析	217
9.1.5	检修显示器的注意事项	219
9.2	彩显二次电源故障	221
9.3	CRT 显示器电子枪灯丝供电电路异常引发的故障	222
9.4	CRT 显示器显像管供电电路三极管击穿	223
9.5	CRT 显示器行振荡电路外围电阻故障	224
9.6	显示器开关电源故障导致屏幕出现“S”形失真	225
9.7	CRT 显示器视放管电源电路接触不良	226
9.8	枕形校正电路异常引发的故障	226
9.9	CRT 显示器电源带负载能力差导致图像抖动	226
9.10	液晶显示器供电电路故障导致花屏	228
9.11	行振荡回路虚焊造成显示器内部打火	229

9.12	液晶显示器导电橡胶接触不良导致黑屏	229
9.13	液晶显示器同步电路故障	230
9.14	液晶显示器与操作系统显示分辨率设置不匹配	230
第10章	硬盘维修实例精选	231
10.1	硬盘原理、结构与技术参数	231
10.1.1	硬盘工作原理与内部结构	231
10.1.2	硬盘常用技术参数	233
10.1.3	硬盘常见故障分析	236
10.2	硬盘盘面大面积物理损伤	240
10.3	早期主板无法支持大容量硬盘	242
10.4	硬盘出现大量坏道	243
10.5	硬盘不能启动	245
10.6	硬盘不能正常访问,提示未格式化	245
10.7	硬盘电路短路故障	246
10.8	硬盘数据接口针脚断开	247
10.9	硬盘异响排除	248
第11章	光驱维修实例精选	250
11.1	光驱基础知识	250
11.1.1	光驱的类型	250
11.1.2	光驱的工作原理	250
11.1.3	光驱的倍速	251
11.1.4	DVD 光驱的选购	252
11.2	光驱故障原因	253
11.3	系统无法识别光驱故障	254
11.4	光驱内部灰尘太多引起的故障	255
11.5	光驱托盘电机老化引起的故障	255
11.6	光驱老化引发的故障	256
11.7	刻录机常见故障	257
第12章	机箱和电源维修实例精选	260
12.1	机箱	260
12.1.1	机箱的分类	260
12.1.2	机箱的结构	261
12.1.3	机箱的选购	261
12.2	电源	263
12.2.1	电源的分类	263
12.2.2	电源的性能	264
12.2.3	电源的选购	266

12.3	常见的电源类故障处理方法	267
12.3.1	电源故障判断	267
12.3.2	电源的故障原因	268
12.4	电源损坏导致的故障	269
12.5	电源设置不当导致的故障	271
12.6	电源供电不足引发的故障	273
12.7	UPS 电源引发的故障	273
参考文献		277

第1章 计算机系统概述

1.1 计算机诞生与演进

1.1.1 计算机诞生

现代计算机作为人类智慧和文明进步的象征,其产生并非一蹴而就,而是贯穿于人类对于计算工具探索的整个历史。这一历史经历了“手工计算”、“机械计算”和“电子计算”等发展阶段。我国春秋时代的数学家就发明了“算筹”计数工具(图1-1),南北朝数学家祖冲之正式运用该工具计算圆周率到小数点后第七位。

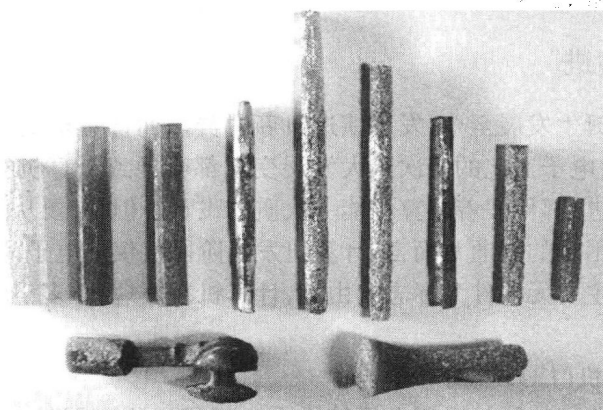


图1-1 中国古代数学家发明的计数工具——算筹

近代计算思想和计算工具在世界西方得到了迅速发展。1621年,英国数学家冈特发明了基于对数表的计算刻度尺(冈特尺)。1642年,法国人帕斯卡发明了加法器,称为帕斯卡机,这是世界上第一台机械式计算机。1673年,德国数学家莱布尼兹发明了乘法器,可以执行完整的加、减、乘、除四则运算。1822年,英国数学家巴贝奇提出了程序控制计算过程的思想,并成功制造出世界上第一台“差分计算机”,他首次提出计算机应该由齿轮寄存器、运算器和操作顺序控制器三类部件组成,这与后来计算机设计极为类似,巴贝奇也因此被公认为是计算机之父。1847年,英国数学家布尔创立了一门崭新的学科——逻辑代数(又称布尔代数),为电子计算机的设计提供了重要的数学理论基础。1884年,德国科学家康拉德发明了机电计算机。1944年,美国科学家霍华德发明了 MARK I 计算机,该计算机采用打孔纸带取代机电装置,是最早的计算机。

世界上首台电子数字计算机 ENIAC 诞生于 1946 年 2 月,由美国宾夕法尼亚大学莫尔学院的莫奇利设计,它的诞生具有深远的里程碑意义,标志着人类进入到现代电子数字计算机时代。ENIAC 计算机包括近 2 万个电子管,7 千多个二极管,7 万多个电阻,1 万多

个电容和6千多个继电器,安装在一排近3m高的柜子里,占地近200m²,重达30t,功耗近200kW。图1-2是世界首台电子数字计算机ENIAC。

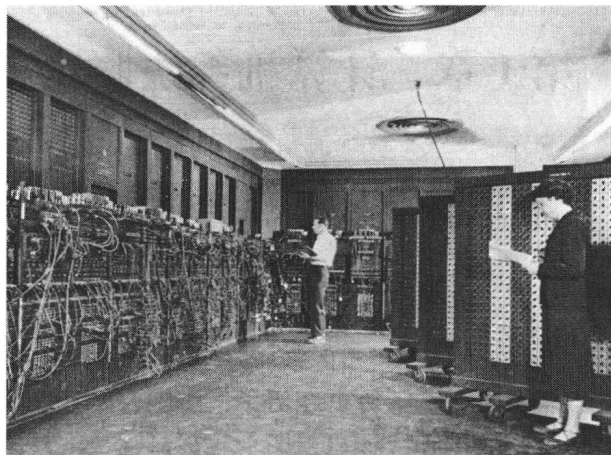


图1-2 世界首台电子数字计算机ENIAC

1.1.2 计算机演进

现代计算机自诞生发展至今,发展演进日新月异。而计算机更新换代与电子技术的发展是密不可分的,电子工艺的每次重大发展变革都会导致计算机技术的向前演进。而计算技术的每次演进,都代表着运算性能一次质的飞跃。但是,要从严格意义上划分计算机演进过程是极为困难的。通常而言,计算机发展阶段仅仅从电子计算机开始起算,并且按照构成计算机的主要元器件为标志。由此,计算机在短短60多年中已经经历了四个发展阶段。

1. 第一代计算机(1946年—1957年)

第一代计算机典型特征是采用电子管作为主要逻辑物理器件,计算机体积庞大。当时计算机的主存储器采用速度较低的汞介质电路和磁介质电路(如磁鼓和磁芯等),外部存储器则采用效率极低的打孔纸带、卡片和磁带。运算速度仅为几千次每秒。第一代计算机典型代表包括Mark I、ENIAC和IBM701等计算机。第一代计算机编程采用0和1数码的机器语言和汇编语言,主要用在科学研究和军事等高精尖科技领域。

2. 第二代计算机(1958年—1964年)

第二代计算机典型特征是采用晶体管取代电子管,极大地减小了计算机的体积。晶体管计算机比电子管计算机具备更快的速度、更大的容量、更低的功耗和更高的稳定性,运行速度为几十万次每秒。存储器开始采用磁盘和磁带等速度更快、容量更大的磁介质。第二代计算机软件开始采用FORTRAN、COBOL、ALGOL等高级语言和编译程序,应用范围开始扩展至工业制造领域。IBM7094和CDC1640是第二代计算机的典型代表。

3. 第三代计算机(1965年—1971年)

第三代计算机典型特征是开始采用中等以下规模的集成电路,计算速率高达几百万次每秒。计算机体积更小,成本更低,开始向标准化和通用化方向演进。存储介质开始引入半导体存储器。计算机硬件性能的提高可以运行操作系统软件,编程语言也开始引入

标准化程序设计语言,如 Basic 语言等。第三代计算机应用范围包括科学计算、工业控制、辅助设计与制造等领域。第三代计算机典型代表有 PDP - X、IBM - 360,以及我国自主研发的 DJS - 100 系列等。

4. 第四代计算机(1972 年至今)

第四代计算机典型特征是开始采用大规模和超大规模集成电路,电路集成度得到了极大提高,中央处理器可以在一块指甲盖大小的硅晶体上实现。集成度的提高带动了计算机结构的革新和发展,第四代计算机朝着微型化、个人化方向发展。计算机运行速度高达亿万次每秒以上。计算机软件发展迅速,操作系统更加完善,各类专业和通用软件日益繁多。应用范围开始向人类生活和各行各业浸透,人类进入计算机网络化时代。第四代计算机开始的典型代表有 IBP - PC、APPLE - I 和 APPLE - II 等。计算机发展阶段对照表如表 1 - 1 所列。

表 1 - 1 计算机发展阶段对照表

阶段	时间	特征	性能	代 表
第一代计算机	1946 年—1957 年	电子管	$\times 10^3/s$	Mark I/ENIAC/IBM701
第二代计算机	1958 年—1964 年	晶体管	$\times 10^5/s$	IBM7094/CDC1640
第三代计算机	1965 年—1971 年	中小规模 集成电路	$\times 10^6/s$	PDP - X/IBM - 360/DJS - 100
第四代计算机	1972 年至今	大规模、超大规模 集成电路	$\times 10^{12}/s$	IBP - PC/APPLE - I/APPLE - II

1.2 计算机的概念与特点

1.2.1 计算机的概念

计算机之所以取名为“计算机”(Computer),是由于其初始设计目的是用于执行运算处理功能的。但是,经过近 70 年的发展,计算机已经能够处理对符号、文字、数据、图像、声音和视频等多类信息,广泛应用于人们的工作和生活中。那么,从发展的角度出发,什么是计算机呢?

计算机是一种能够按照事先存储的程序,自动、高速地进行大量数值计算和各种信息处理的现代化智能电子设备。由硬件和软件所组成,两者是不可分割的。硬件是由电子的、磁性的、机械的器件组成的物理实体,包括运算器、存储器、控制器、输入设备和输出设备五类基本构件,如图 1 - 3 所示。硬件是计算机能够运行的物质基础,计算机的性能,如运算速度、存储容量、计算精度、可靠性等,很大程度上取决于硬件的配置。软件则是使计

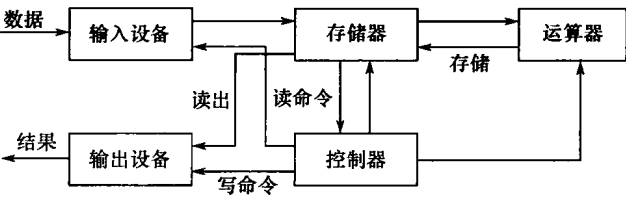


图 1 - 3 计算机的硬件组成结构

算机运行需要的程序、数据和有关的技术文档资料的总称,分为系统软件和应用软件。系统软件是计算机制造者提供的使用和管理计算机的软件,它包括操作系统、语言处理系统、常用服务程序等。应用软件是计算机用户用计算机及其提供的各种系统软件开发的解决各种实际问题的软件。我们把没有安装任何软件的计算机称为裸机,在裸机上只能运行机器语言程序,使用很不方便,效率也低。

由此可见,计算机是一个内涵广泛的概念,包括大、中、小型计算机。我们接触最多的是小型计算机,也称为微型计算机,简称为 PC 机。计算机最早就是用来进行大量而复杂的计算的,速度快而且精确性高。这是由于计算机的中央处理器(CPU)具有超强的运算能力。我们操作计算机实际上就是为 CPU 发送指令,CPU 接到指令后通过计算和处理数据来执行指令。

1.2.2 计算机的特点

计算机发展变化日新月异,应用领域正迅速渗透到人们日常生活和工作的方方面面,成为对人类影响最大的高科技产品。虽然不同规模、不同类型计算机在性能、结构和用途方面各不相同,但它们都具有如下主要特点:

1. 运算速度快

计算机运行速度极快。现在普通的微型计算机每秒可执行数亿条指令,而巨型机则达到千万亿次每秒。据报道,我国 2009 年研制成功的“天河一号”超级计算机就具备每秒钟 1206 万亿次每秒的运行速度。随着计算机技术的发展,计算机的运算速度还将不断提高。例如,天气预报、卫星发射和导弹制导等,由于需要分析大量的资料数据,单靠手工完成计算是不可能的,而用巨型计算机只需几分钟甚至几秒钟就可以完成。

2. 运算精度高

高科技领域的发展在很大程度上依赖于计算结果的精确性。随着技术水平的不断提高,计算机字长达到 32 位、64 位甚至更长,计算机目前已达到小数点后上亿位的运算精度。

3. 具有逻辑判断能力

逻辑判断能力本质上是一种智能思维能力。计算机借助于逻辑运算,可以进行逻辑判断,并根据判断结果自动地确定下一步该做什么。计算机的存储系统具有存储和“记忆”大量信息的能力,现代计算机的主存储器容量已经发展到几百吉(吉:G,1G=10¹²)字节甚至几千吉字节,而辅助存储器容量则更高。存储能力的提高促进了计算机的运算能力和逻辑判断能力,它可以用于诸如模式识别、无人值守、人工智能等具有逻辑加工性质的领域。

4. 可靠性高

随着微电子技术和计算机技术的发展,现代电子计算机连续无故障运行时间已经达到几十万小时以上,因而具有极高的可靠性。例如,人造卫星上安装的计算机可以连续工作几年甚至十几年。

5. 存储程序和自动运行

计算机能在程序控制下连续自动地工作。由于采用存储程序控制的方式,因此一旦输入编制好的程序,启动计算机后,就能自动地执行下去直至完成任务,因此计算机可以

在很多高危险、高强度等恶劣环境下为人类服务。

1.3 计算机体系结构

1.3.1 计算机分层结构

一般而言,计算机从功能角度可以包含 4 个层次,如图 1-4 所示。

1. 数据输入层

数据输入层是指计算机中执行信息输入的设备、接口和标准的总称。数据输入时要包含数据的内容、形式和时间。根据数据源和计算机之间的连接方式,数据输入可分为间接连接方式、半直接连接方式和直接连接方式。其中,间接连接方式把数据源的信息记录在数据载体上,再通过输入设备输入计算机系统。目前,常用的数据载体包括 U 盘、磁盘、闪存卡(如 SM 卡、CF 卡、MMC 卡、SD 卡、记忆棒和 XD 卡)和光盘(如 CD 光盘和 DVD 光盘)等。半直接连接方式则利用计算机能够处理的初始文件连接数据源和计算机。这些初始文件主要是一些标记文件和字符文件。直接连接方式采用键盘、光笔、记录设备、传感器等输入设备将信息直接输入计算机。同时,按照数据源和计算机之间不同控制方式,数据输入又可分为脱机输入方式和联机输入方式。在脱机输入方式下,数据源与计算机之间通过二次数据媒介相连接;而在联机输入方式下,数据源将数据直接输入计算机。此外,按输入设备的智能程度,数据输入还可分为非智能输入方式和智能输入方式。非智能输入的信息为数据,输入设备单纯地把数据转换成计算机能够识别的代码输入。智能输入不仅能进行数据转换,还能进行运算或直接输入声音、图像、文字标记等信息。

数据输入层

数据存储层

数据处理层

数据输出层

图 1-4 计算机的功能分层结构

2. 数据存储层

计算机的数据存储层由计算机系统中各种类型的存储器的总称。数据存储层主要完成程序和数据物理存储,实现计算机的记忆功能,是保证计算机正常工作的必需功能层。根据用途不同,存储器可分为主存储器和辅助存储器。主存储器是安装在主板上的存储部件,用来存放当前正在执行的数据和程序,但仅用于暂时存放程序和数据,关闭电源或断电,数据就会丢失。辅助存储器通常采用磁性介质或光盘等,可以长期保存数据。构成存储器的存储介质,目前主要采用半导体器件和磁性材料。存储器中最小的存储单位就是一个双稳态半导体电路或一个 CMOS 晶体管或磁性材料的存储单元,它可存储一个二进制代码。由若干个存储元组成一个存储单元,然后再由许多存储单元组成一个存储器。一个存储器包含许多存储单元,每个存储单元可存放一个字节。每个存储单元的位置都有一个编号,即地址,一般用十六进制表示。一个存储器中所有存储单元可存放数据的总和称为它的存储容量。

3. 数据处理层

计算机数据处理层是指计算机中执行信息处理功能器件、单元和模块的总称。数据

处理层主要功能是解释计算机指令和处理数据存储层的数据。计算机的可编程(Programmability)主要是指对数据处理层的编程。因此,数据处理层是计算机的运算核心层和控制核心层。计算机中所有操作都由数据处理层读取指令、解释指令和执行指令。数据处理层执行数据处理功能主要包括4个阶段:“读取”、“翻译”、“执行”和“写入”。所谓“读取”,就是计算机从数据存储层中查找指令;所谓“翻译”,就是指令被转换为计算机可直接执行的机器码,进行“翻译”操作的依据是指令集架构表(ISA);在“读取”和“翻译”之后,计算机进入“执行”阶段,主要完成连接到各种能够进行所需运算的处理部件;最后的步骤是“写入”操作,按照约定的格式将运行阶段的结果写入到数据存储层指定位置。

4. 数据输出层

数据输出层是指计算机中执行信息输出的设备、接口和标准的总称。数据输出层是将用户要求数据处理层运行结果以指定形式返回给用户的功能层。运行结构返回形式可以是作为用户能够视觉感知的,也可以是作为用户能够听觉感知的,因此数据输出层设备相对比较丰富,如显示器、打印机、扩音器、耳机都可以是计算机常用的数据输出层设备。这些输出设备执行的功能是将计算机存储层中计算机处理后的数据以能为人或其他设备所接受的形式输出。

1.3.2 计算机指令系统

计算机指令是要执行某种操作的命令,它由一串二进制数码组成。一条指令通常由操作码和地址码两个部分组成,操作码是指令要完成的操作的类型,如取数、加法和乘法等,地址码则是指明操作对象的内容或所在的存储单元地址。计算机的指令系统是指计算机所能执行的全部指令的集合,它描述了计算机内全部的控制信息和“逻辑判断”能力。不同计算机的指令系统包含的指令种类和数目也不同。一般均包含算术运算型、逻辑运算型、数据传送型、判定和控制型、输入和输出型等指令。指令系统是表征一台计算机性能的重要因素,它的格式与功能不仅直接影响到机器的硬件结构,而且也直接影响到系统软件,影响到机器的适用范围。

计算机的指令系统结构图如图1-5所示。按照功能不同,计算机指令系统主要包括数据处理指令、数据传送指令、程序控制指令、输入输出指令和状态管理指令等五种类型。指令系统的性能决定了计算机的基本功能,它的设计直接关系到计算机的硬件结构和用户的需要。一个完善的指令系统应满足完备性、有效性、规整性和兼容性四方面的要求。计算机指令系统的发展经历了从简单到复杂的演变过程。第一代和第二代计算机大多数采用分立元件的晶体管或电子管组成,体积庞大且价格昂贵,计算机的硬件结构比较简单,其指令系统也仅包括十几条、几十条基本指令,寻址方式简单。第三代计算机开始采用集成电路,计算机的硬件功能不断增强,指令系统也越来越丰富。第四代计算机中高级语言已成为大、中、小型机的主要程序设计语言,计算机应用日益普及。人们开始探索缩小机器指令系统与高级语言语义差距的理论和方法,通过采用日渐成熟的微程序技术和VLSI技术,添加各种复杂的、面向高级语言的指令,从而产生了计算机的复杂指令系统,简称CISC。但是,CISC指令集不能很好地解决微处理器始终映射问题,一条指令很难在一个时钟周期内完成。于是,人们提出了能很好解决以上问题的精简指令集——RISC。

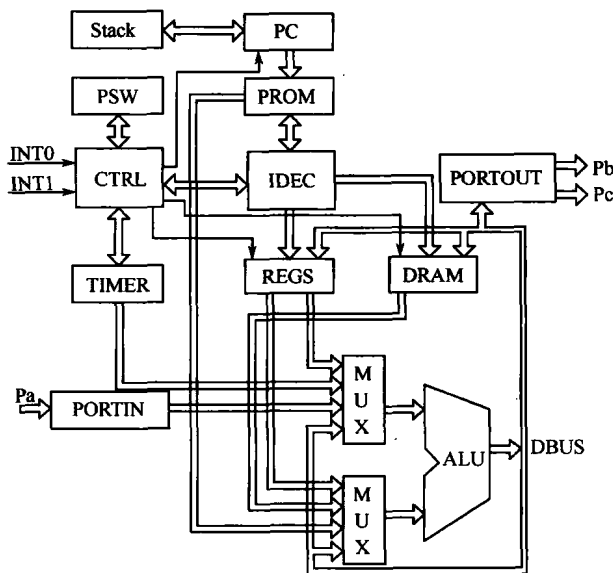


图 1-5 计算机的指令系统结构图

RISC 指令系统具有如下特点:一是流水线和常用指令均可用硬件执行;二是采用大量的寄存器,使大部分指令操作都在寄存器之间进行,提高了处理速度;三是采用缓存—主机—外存三级存储结构,使取数与存数指令分开执行,使处理器可以完成尽可能多的工作,且不因从存储器存取信息而放慢处理速度。

目前,支持 RISC 指令系统的处理器包括 DEC 的 Alpha21364、IBM 的 Power PC G4、HP 的 PA-8900、SGI 的 R12000A 和 SUN 公司的 Ultra SPARC。

1.3.3 计算机存储结构

现代的计算机系统中,CPU 的速度发展非常迅速,而与 CPU 速度相匹配的存储器件成本则非常高,因此人们提出采用层次化存储器结构解决这一矛盾。

计算机的存储器层次化结构如图 1-6 所示。从图中可以看出,多层次存储结构实际上是把多种不同特性的存储器件放置在处理器不同距离和位置上。存储器件速度越快,其位置到处理器的距离也就越小,反之则越大。比如,寄存器和缓存 Cache 速度最快,它们直接与处理器打交道,其他存储器必须经过寄存器和高速 Cache 与处理器进行数据交互。

实际上,现代计算机对存储器件的速度和容量有着共同的需求,也就是说,计算机不仅需要高速 Cache 存储器提高处理器的运行效率,也需要内存和硬盘等低速率、大容量的存储器件存放更多的数据。因此,计算机中实际上存在三级存储器系统结构:第一级存储器系统包括寄存器和高速 Cache;第二级存储器系

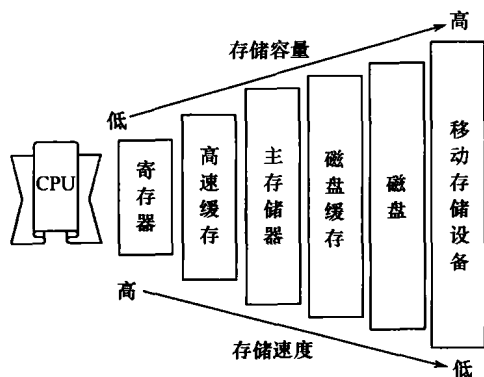


图 1-6 计算机的存储器层次结构