

操作系统_____

设计、结构和使用

荆乎宁 编

新时-代出版社

目 录

第一章 引 论

1.1 实时磁盘操作系统概述	1
1.2 实时磁盘操作系统的硬件基础	3
1.2.1 设备配置	3
1.2.2 多总线结构与数据传送	5
1.2.3 中断处理	8
1.3 实时磁盘操作系统的软件资源	10
1.3.1 系统软件	10
1.3.2 语言处理程序	10
1.3.3 服务程序	11
1.3.4 程序库和程序包	12
1.3.5 检查诊断程序	12
1.4 实时磁盘操作系统的特点	13
1.4.1 实时性	13
1.4.2 使用的方便性	15
1.4.3 资源利用的有效性	18

第二章 任务调度

2.1 任务系统	22
2.1.1 单任务系统和多任务系统	22
2.1.2 任务调度的职能	22
2.1.3 程序在任务系统管理下的运行	23
2.2 任务和任务控制块	23
2.2.1 任务的标识号、状态和优先级	23
2.2.2 任务控制块	24
2.2.3 任务控制块键	25
2.3 多任务系统	26
2.3.1 调度原则	26
2.3.2 多任务调度程序	27
2.4 定时任务和延迟任务	28
2.4.1 定时任务	28
2.4.2 延迟任务	29
2.4.3 有关的任务命令	30
2.5 任务控制和通讯	32
2.5.1 概述	32
2.5.2 任务控制命令	32
2.5.3 任务通讯	35
2.5.4 多任务程序实例	37
2.6 系统调用	39
2.6.1 系统调用命令	39

2.6.2 系统调用命令的处理	40
2.7 任务状态变化图	41
2.7.1 任务的状态及其转换	41
2.7.2 任务系统的控制流程	42

第三章 系统调度

3.1 概述	44
3.1.1 系统调度的职能	44
3.1.2 进入系统调度的条件	46
3.1.3 系统调度的原则	46
3.2 进程和进程控制块	47
3.2.1 排队表的类型	47
3.2.2 系统进程的状态和活动链	47
3.2.3 进程控制块的数据结构	47
3.3 系统调用命令及其加工流程	50
3.3.1 调用命令的分类和命令表	50
3.3.2 命令加工单的数据结构	52
3.3.3 系统命令的加工流程	52
3.4 系统调度程序	54
3.4.1 调度程序的结构	54
3.4.2 入口处理程序的执行流程	55
3.4.3 提交请求加工单和启动进程程序的执行流程	56
3.4.4 系统监督程序的执行流程	58
3.4.5 返回处理程序的执行流程	59

第四章 文件系统

4.1 文件的基本概念	62
4.1.1 什么是文件	62
4.1.2 文件的分类	62
4.1.3 磁盘文件的结构	67
4.1.4 文件属性	70
4.2 磁盘分区和文件的分级管理	71
4.2.1 一级分区、二级分区和分目录	71
4.2.2 文件的分级管理	72
4.2.3 目录文件和盘图文件	74
4.3 文件的共享	77
4.3.1 连访文件	77
4.3.2 连访文件的属性	79
4.3.3 连访文件的建立与删除	79
4.4 文件的访问	80
4.4.1 目录的初始准备与释放	81
4.4.2 文件的建立与删除	82
4.4.3 文件的打开与关闭	83
4.4.4 文件的输入输出访问	86
4.5 文件间的信息传输	89
4.5.1 文件间信息传送实例	90
4.5.2 文件传输的键盘命令	92

4.5.3 各种记录格式文件之间的转换	94
4.6 文件系统的工作原理	95
4.6.1 文件系统的基本功能	95
4.6.2 文件系统基本程序模块	97
4.6.3 典型的文件命令的实现示例	110

第五章 存储管理

5.1 概述	117
5.1.1 存储管理的功能	117
5.1.2 存储管理的基本方法	117
5.1.3 存储管理的发展趋势	120
5.2 存储分配	120
5.2.1 RDOS系统的存储分配	120
5.2.2 MRDOS系统的存储分配	121
5.3 覆盖和覆盖管理命令	122
5.3.1 覆盖	122
5.3.2 覆盖文件和覆盖区	122
5.3.3 覆盖目录	123
5.3.4 覆盖管理	124
5.3.5 覆盖管理命令的实现	126
5.4 交换和链接	129
5.4.1 概述	129
5.4.2 交换区和交换级	129
5.4.3 程序交换索引区	130
5.4.4 交换和链接的实现	130
5.5 存储管理和保护部件	133
5.5.1 存储分配和地址转换	133
5.5.2 内管部件的保护功能	134
5.5.3 内管部件基本指令	135

第六章 设备管理

6.1 设备的分类和使用	138
6.1.1 设备的分类	138
6.1.2 在 MRDOS 操作系统下访问设备	138
6.1.3 用户设备的使用	140
6.1.4 系统实时钟和用户实时钟	143
6.1.5 定时任务处理程序实例	145
6.2 通道和中断	147
6.2.1 通道和中断技术	147
6.2.2 中央处理机的中断处理	148
6.2.3 系统的中断处理	150
6.3 电源掉电和实时钟中断处理	153
6.3.1 电源掉电中断处理	153
6.3.2 实时钟中断处理程序	154
6.3.3 系统的用户设备中断处理程序	155
6.4 设备管理中的几种主要数据结构	157
6.4.1 设备进程和进程控制块	157

6.4.2 设备缓冲区	158
6.4.3 设备控制表	158
6.4.4 请求块	161
6.5 设备驱动程序	162
6.5.1 设备驱动程序模块	162
6.5.2 慢速字符设备驱动程序	163
6.5.3 TTI驱动程序	169
6.5.4 活动头磁盘驱动程序	171
6.6 慢速字符输出设备假脱机	173
6.6.1 假脱机设备的使用	173
6.6.2 假脱机处理	174

第七章 作业管理

7.1 基本概念	178
7.1.1 作业和作业步	178
7.1.2 多道作业	178
7.1.3 作业管理的职能	180
7.1.4 实时磁盘操作系统的作业管理	180
7.2 前后台作业程序	181
7.2.1 RDOS前后台程序	181
7.2.2 MRDOS前后台程序	184
7.2.3 用户状态表UST	186
7.2.4 前后台程序的通讯	188
7.2.5 前后台程序与操作员的通讯	190
7.3 成批作业处理系统	191
7.3.1 概述	191
7.3.2 作业流和作业流序列	191
7.3.3 BATCH作业命令	193
7.3.4 BATCH系统的运行	196
7.3.5 作业打断和终止BATCH系统运行	198
7.3.6 批作业处理实例	199
7.4 双机和多机系统	201
7.4.1 双机的运行方式	201
7.4.2 双机硬件	202
7.4.3 双机切换的程序组织	205
7.4.4 双机间通讯	206
7.4.5 双机的磁盘文件共享	208
7.4.6 多机系统	208

第八章 键盘命令解释程序

8.1 概述	214
8.1.1 键盘模式	214
8.1.2 键盘命令解释程序的构造	217
8.2 CLI命令行的文法	222
8.2.1 CLI命令行定义	222
8.2.2 CLI命令行的例子	222
8.3 CLI的语法分析	224

8.3.1 命令缓冲区	224
8.3.2 语法状态	228
8.3.3 字符分类	231
8.3.4 语法分析流程	231
8.4 命令的解释执行	235
8.4.1 命令执行子程序	235
8.4.2 命令执行的具体过程	236
8.4.3 特殊命令处理	237

第九章 实时磁盘操作系统的生成、自举与安装

9.1 操作系统的生成	239
9.1.1 操作系统管理的硬设备资源	239
9.1.2 系统的生成过程	240
9.1.3 系统保存文件与覆盖文件的转储	247
9.2 操作系统的自举	248
9.2.1 磁盘自举	248
9.2.2 磁带自举	253
9.3 操作系统的安装	254
9.3.1 磁盘自举程序的安装	254
9.3.2 纸带自举与安装	255
9.3.3 磁盘的系统安装	257
9.3.4 磁带的系统安装	257

第十章 操作系统的内部流程

10.1 系统进程的状态变化	259
10.1.1 进程状态及状态的控制	259
10.1.2 进程的状态变化图	260
10.2 系统命令加工实例	262
10.2.1 系统命令加工步骤	262
10.2.2 系统命令加工实例	264
10.3 RDOS/MRDOS内部流程小结	269
10.3.1 系统控制流程	269
10.3.2 信息控制流程	270

第十一章 RDOS支持下的实时数据获取与处理系统

11.1 实时数据的获取方式	274
11.1.1 列表式数据输入方式	274
11.1.2 指定存储单元加1方式	275
11.1.3 指定存储单元的数据与输入数码相加的方式	277
11.2 实时数据获取与处理系统结构	277
11.2.1 系统的硬件构成	277
11.2.2 系统软件的逻辑结构	278
11.2.3 系统管理软件的组织	283
11.3 实时数据获取与处理系统的管理	286
11.3.1 系统管理	286
11.3.2 通道管理	288

11.4 系统的显示程序	289
11.4.1 显示程序的构成	289
11.4.2 直接地址型获取数据显示程序	289
11.4.3 多维数据谱形显示程序	290
11.5 数据获取系统的实时任务处置	291
11.5.1 实时数据获取系统的中断源	291
11.5.2 中断服务程序与实时处理任务之间的通讯	292
11.5.3 “提出任务”子程序	293
11.5.4 实时处理任务程序	293
11.6 获取数据的处理	294
11.6.1 获取数据处理程序的构成	295
11.6.2 系统管理软件与用户处理程序的衔接	296
11.7 数据获取过程的稳谱处理	299
11.7.1 稳谱原理	299
11.7.2 软件支持下的稳谱处理	300
附录 1 操作系统键盘命令表	300
附录 2 批作业命令表	302
附录 3 系统调用命令表	302
附录 4 任务调用命令表	304
附录 5 RDOS/MRDOS的各系统模块清单	305

第一章 引 论

现代的计算机系统，都无例外地配置了操作系统。为了刻画操作系统的本质，人们从不同的角度出发，通过各个侧面给操作系统下过许多定义，但是要用几句话完整确切地回答什么是操作系统这样一个问题，并不是一件容易的事。然而有一点都是公认的，即操作系统能有效地管理计算机系统中的各种硬件、软件资源，合理地组织计算机的工作流程，从而为程序员、操作员和各种用户创造使用方便的良好工作环境。

本书所引用的实时磁盘操作系统是为 1000 系列计算机设计的。1000 系列机是一种通用计算机，它广泛应用在科技计算、数据处理、实时控制三个不同的领域中，其中实时控制与实时数据处理应用是它的主要设计目的。因此，实时磁盘操作系统在兼顾各方面用户要求的同时，首先为用户提供了较强的实时处理功能。另一方面，1000 系列机是一种资源有限的小型计算机，其内存资源尤为贫乏。为了适应这种情况，实时磁盘操作系统在结构上的设计目标是小型化，它所采取的一系列小型化措施，为在小型机、微型机上从事程序设计和解算较大规模题目的用户，开拓了道路。

本章从功能和使用的角度出发，着重阐述实时磁盘操作系统的特点，使读者对该系统有一个概要的了解。

1.1 实时磁盘操作系统概述

操作系统可分成三大类：批处理系统、分时系统和实时系统，它们是在计算机硬件不断发展，计算机的应用范围迅速扩大的条件下产生并渐趋完善和成熟的。六十年代初期，在第二代计算机上配置了操作系统，最早出现的是批处理系统，这种系统的基本思想，就是每次把一批作业提交给操作系统，由系统将它们储备起来，等待运行。系统按照一定的原则，从它们之中挑选若干个参加运行，当某个作业工作完毕或执行不下去时，系统就转去执行另一作业，如此重复，直至这一批作业全部执行完毕为止。在系统运行过程中不允许用户和计算机发生交互作用。由于系统工作时不允许用户干预他的作业，从而压缩了作业之间的交接时间，提高了资源的利用率。继批处理系统之后不久又产生了分时系统。这类系统为每个用户提供了一台可以交互会话的计算机，一台计算机上可以挂上多个控制台和终端，每个用户都可在一台终端或控制台上控制他的作业运行。这样，使得很多联机用户可以同时使用一台计算机，并与它对话，而每个用户感觉不到别人也在使用计算机。这种系统的优点是：用户使用交互会话的工作方式，便于编写、调试、修改运行程序，加快了解题周期；由于多个用户可同时使用一台计算机，故扩大了使用范围，也便于用户通过计算机的文件系统，彼此交流程序、信息和计算结果。六十年代中期，由于集成电路研制成功，组件逐渐取代分立元件，计算机进入第三代。与此同时，计算机的应用范围进一步扩大，从传统的科技计算领域扩展到非数值应用领域，深入到各行各业，如生产过程、计划管理、情报检索，数据获取、交通管制、自动转发报、通讯和武器控制系统等。于是，实时操作系统就应运而生了。

“实时”一词译自英文“real time”，所谓实时系统，就是指配上了这种软件的计算机系统，它能及时地对外来信息作出响应，且响应的时间足以满足发出信号的那个工作环境的需求。

实时系统按其使用方式可分为两类。一类是实时控制，如生产过程控制、武器控制系统等就属于这一类。在实时控制系统中，计算机通过指定的外围设备与被控制的对象发生联系，它加工外来信息后按照优选的方案，通过外围设备去控制有关过程。此外，过程控制中的状态信息可以通过显示屏等输出设备输出。例如工业生产过程控制使用实时系统后，可以进行巡回检测、自动记录、统计制表、监视报警和自动启停生产设备，还可以直接调节和控制生产过程，保持较理想的工作状态，以及进行生产的组织和管理等。

另一类是实时信息处理，如计划管理、情报检索就属于这一类。在实时信息处理系统中，用户通过终端设备向系统提出查询等服务请求后，系统应能及时提供不断被更新的信息。

总之，实时系统的突出特点是时间性强，对系统的可靠性和安全性要求高。

批处理、分时和实时操作系统各有所长，为了扩大应用范围和增强处理能力，目前运行的许多操作系统兼有批处理、分时和实时三种能力，从而成为既有特性又有通用性的操作系统。

实时磁盘操作系统 (Real-time Disc Operating System) 简称为RDOS。本书所述的RDOS是一个具有实时处理功能的，可对磁盘文件信息进行分级管理的操作系统，它允许前、后台两道作业程序并行运行，还可以进行批作业处理。MRDOS (Mapped Real-time Disc Operating System) 系统是在 1000 系列计算机的硬件系统中设置内存管理保护部件 (简称MMPU) 后而配备的操作系统，它具有RDOS系统所具备的一切功能。此外，MRDOS系统在MMPU部件的支持下，以软、硬件结合的手段，成功、有效地实现了内存地址变换和保护功能，为前台和后台两道作业程序的运行提供了方便而安全的工作环境。与RDOS相比，MRDOS是一个完整的可以管理两道作业的操作系统。为叙述方便，本书将RDOS、MRDOS统称为实时磁盘操作系统，当需要区分时才另加说明。

除前述的实时性特点以外，实时磁盘操作系统在以下方面与一般的通用操作系统类似。从资源管理的观点来看，它把处理机、内存和外部设备都当作硬件资源加以管理，同时又把各种系统软件、语言处理程序、服务程序等软件资源，当作信息统一调度使用，使整个计算机系统发挥最大的效益。

实时磁盘操作系统的前身是独立操作系统SOS (Standard Operating System) 和实时操作系统RTOS (Real Time Operating System)。SOS系统是一个较简单的管理程序，它主要用于管理一些基本的输入输出设备，控制它们和主存之间的信息传输，对磁带机只能做简单管理。RTOS系统在SOS的基础之上，增加了实时多任务的处理功能，即它可以控制多个用户任务并行执行，快速响应优先级较高的任务请求，以保证系统处理的实时性，它运行效率比SOS高，占用内存少。但RTOS系统的信息管理功能较差，对磁盘文件只能进行较低级的管理和控制。

实时磁盘操作系统是在SOS、RTOS系统的基础上发展起来的。它具备SOS、RTOS系统的功能，且增添了前后台处理，磁盘分区和共享处理、文件管理、作业处理以及程

序的覆盖, 交换、链接等新的功能。

1.2 实时磁盘操作系统的硬件基础

与一般计算机系统的结构相同, 1000 系列计算机系统由硬件系统和软件系统两大部分组成。硬件是实时磁盘操作系统赖以活动的物质基础, 了解 1000 系列计算机硬件系统的概貌, 从应用的角度搞清楚那些与操作系统关系密切的硬件部分的内部结构, 是深入学习和掌握实时磁盘操作系统原理所不可缺少的。

1.2.1 设备配置

1000 小型计算机系列包括 1101、1110、1112、1120、1130、1131、1132、1140、1153、1142 等机型, 它们的硬件系统在结构组成方面具有积木式的特点。内存的容量、外部设备配置的种类与数量、浮点运算部件、内存管理保护部件和自动程序引导部件等, 都可以根据需要选择, 以组成不同规模的机器。这里以 1140 计算机为代表加以介绍。

1. 主机

基本字长: 16 位。

基本指令: 22 条。采用微指令形式, 可变换到一千余种。

扩充指令: 定点乘除, 3 条; 控制指令, 11 条。

浮点指令, 34 条 (可选);

内存管理和保护部件指令, 11 条 (可选)。

(1) 中央处理机 (CPU)

中央处理机执行机器的基本指令, 完成定点运算。定点运算速度最高达 120 万次/秒。处理机内含四个累加器, 分别取名为 AC0、AC1、AC2 和 AC3, 其中累加器 AC2 和 AC3 兼作变址寄存器。

为方便纸带、磁盘和磁带等介质上程序的输入, 处理机部分可以增配自动程序引导部件 (APL)。该部件使用只读存储器 (ROM) 保存了 32 条指令组成的自动引导程序, 它对于操作系统的输入尤为方便。

(2) 浮点运算部件 (FPU)

浮点运算部件简称浮点部件。它既能完成单精度 (32 位) 浮点数的运算, 也能快速地进行双精度 (64 位) 浮点数的运算。各机型统一的浮点数的格式见图 1-1。单精度运算给出 6~7 位十进制有效数字的结果, 双精度运算结果可保证 14~15 位有效数字。浮点数的范围在 $5.4 \times 10^{-79} \sim 7.2 \times 10^{75}$ 之间。浮点四则运算速度平均为 3~5 万次/秒。

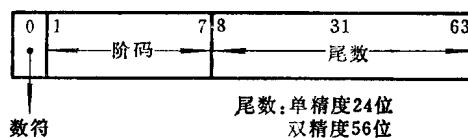


图1-1 浮点数格式

浮点部件设有浮点指令 34 条, 可供各种浮点运算、整数与浮点数之间转换用。各种运算可以在 64 位字长的浮点寄存器之间进行, 浮点数还能以数据通道的方式在浮点寄存器与内存之间传输。此外, 浮点部件既可与中央处理机串行工作, 也可以与中央处理机并行操作, 以提高运行效率。

(3) 内存管理和保护部件 (MMPU)

它简称内管部件。当硬件系统不具备这个部件时,最多只能提供 32K 字的内存空间。增配内管部件后,能将内存的空间加以扩充和变换,由 32K 扩大到 128K。内管部件以 1K 字为一页对内存地址进行页式变换和管理。利用内管部件的 MRDOS 系统,可以将多道程序的逻辑页分配在不同的物理空间上。每一道程序的地址可以是连续的,也可以是不连续的。

内管部件的另一个重要作用是监视用户程序的运行。它可以完成非法地址保护、按页封锁写保护、系统设备的使用保护以及奇偶校验错保护等任务,为用户提供了安全保护措施。

2. 主存储器

1140 机采用三度三线电流重合法磁心存储器,磁心规格为 0.56 毫米 $\times$ 0.33 毫米 $\times$ 0.15 毫米。一块存储板容纳 8K 字,每字 18 位,即两个字节和两位字节校验位。存储容量最多可扩充到 128K。1000 系列机也可采用 MOS 半导体存储器。

3. 外部设备

硬件系统可容纳多种外部设备,下面仅对常用外设予以介绍。

(1) 控制台和终端

作为控制台或多路终端设备,可以使用电传打字机 TTY 或键盘字符显示器 CRT,它们的接口控制器相同。电传打字机由键盘输入器、电传纸带输入器、打印输出器和纸带凿孔器四部分组成。其中键盘输入器和电传纸带输入器共用一个接口,打印输出器和纸带凿孔器共用一个接口。同一个接口上的两种设备的选用,由 TTY 的开关决定。

(2) 磁盘机

系统既可连接活动头磁盘 (DKP) 也可连接固定头磁盘 (DSK),磁盘机允许选择配置 1~2 个控制器。每个活动头盘控制器可接四台活动头磁盘,活动头盘分盒式磁盘和磁盘组两种。每个固定头盘控制器可连接八台固定头盘,其存储容量较活动头盘小,但存取速度较快。

(3) 磁带机 (MTA) 和袖珍磁带机 (CTA)

系统可配 1~2 个磁带控制器,每个控制器可接八台半英寸磁带机或袖珍磁带机,构成大容量的后援存储器。

(4) 输入输出设备

常用的输入设备有纸带输入机 (PTR) 和卡片输入机 (CDR)。常用的输出设备有纸带凿孔机 (PTP)、绘图仪 (PLT) 和 80 列或 132 列行式打印机 (LPT)。以上各种设备系统中可分别连接 1~2 台。

(5) 多路通讯转接器

它是多个远程或近程终端用户与计算机系统与信息交换的接口。多路通讯转接器分为异步、同步和通用接口三种。每个异步多路通讯转换器 (QTY) 可接 16 路终端。

(6) 实时钟 (RTC)

考虑到实时控制应用的需要,系统中配有实时钟,它可以选择 10 赫、100 赫、1000 赫、60 赫和 50 赫五种频率工作。

(7) 电源掉电保护和再启动部件

1140 机硬件系统最大设备组合见图 1-2。

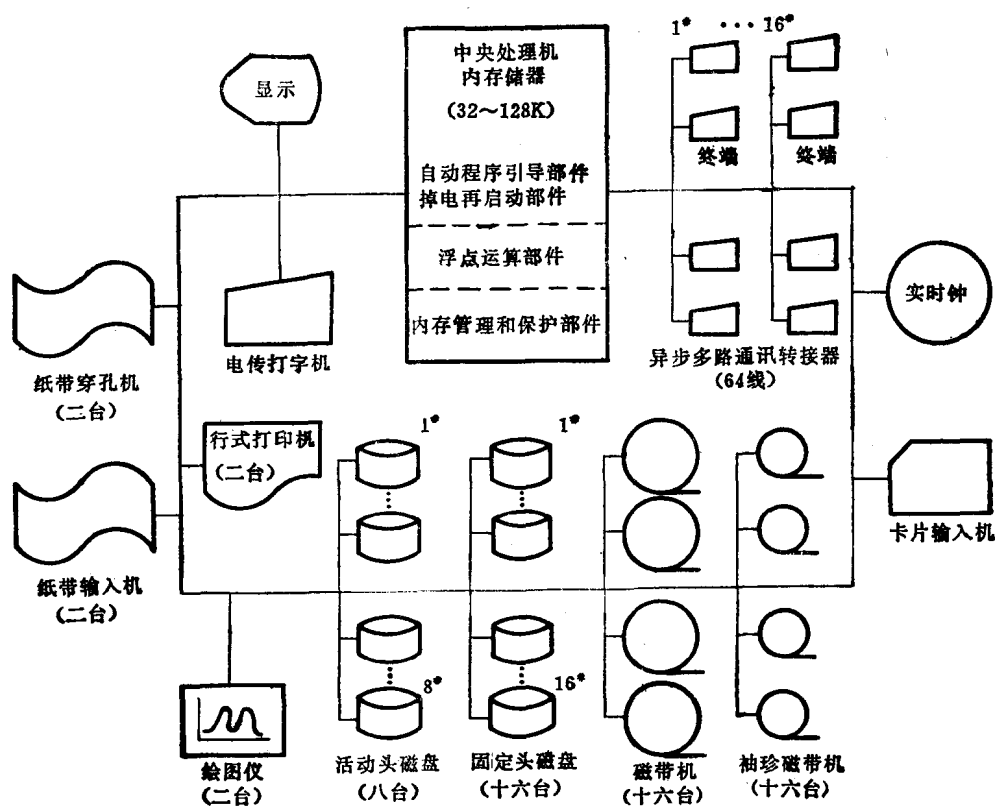


图1-2 1140机硬件系统最大设备组合

1.2.2 多总线结构与数据传送

1000系列机是多总线同步计算机。中央处理机、内存储器与外部设备之间分别通过存储总线和输入输出总线进行信息传输

（图1-3）。存储总线是中央处理机的内部总线，就使用计算机来说，首先关心的是输入输出总线和外部设备的输入输出接口件。

1. 输入输出接口件

各种外设的输入输出接口件的逻辑简图如图1-4所示。接口件中包括有设备码选择电路、BUS驱动与接受电路、输入输出状态与中断控制电路、数据通道控制电路和一组缓冲寄存器。这组缓冲寄存器用来暂存以下信息：（1）输入输出数据；（2）指定存储单元的地址；（3）传送数据的字数计数。

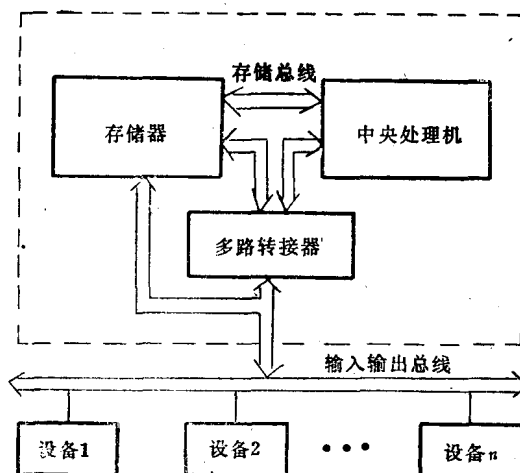


图1-3 1000系列计算机结构简图

输入输出接口件的启停由两个标志触发器来控制，一个叫“闲”(DONE)标志触发器，它为1时表示设备已经处于工作完毕的状态；另一个叫“忙”(BUSY)标志触发器，它为1时表示设备处于工作忙的状态。启动设备时，处理机发出指令把“忙”标志触发器置1，而将“闲”标志触发器置0。外部设备工作完毕后，“忙”标志自动置0，“闲”标志置1。如果处理机需要停止外设的工作，则向输入输出接口件发清除指令，将“忙”、“闲”标志触发器同时置0。

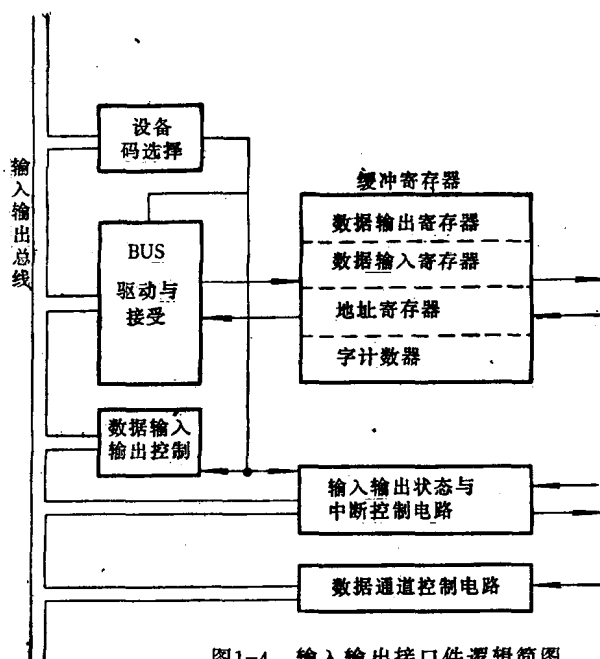


图1-4 输入输出接口件逻辑简图

2. 输入输出总线(I/O总线)

在1000系列机的输入输出总线上，有61种设备码可供用户配用各种外部设备和外围设备。输入输出总线共有50根，表1-1列出了它们的名称与主要功能。

表1-1 100系列机输入输出总线表

名 称	缩 写 符	线数	功 能
设备线	D _i	6	选择设备代码，共61种
数据线	DATA	16	传送数据
寄存器传 输数据控 制 线	输入 DATIA DATIB DATIC	3	数据从接口件的A、B、C寄存器传送到CPU累加器
	输出 DATOA DATOB DATOC	3	数据从CPU累加器传送到接口件的A、B、C寄存器
设备控制线	CLEAR	3	把接口件的“忙”与“闲”标志触发器置0
	START		把接口件“忙”标志置1，“闲”标志置0
	IOPLS		用户设计接口件选择使用，作为设备启动脉冲
清除设备线	IORST	1	由CPU执行IORST指令清除所有设备
接口件状态标志	SELB	2	探测接口件“忙”标志触发器的状态
	SELD		探测接口件“闲”标志触发器的状态

(续)

名 称	缩 写 符	线数	功 能
允许接口请求信号线	RQENB	1	CPU定时发出试探接口件是否有中断或通道请求的信号
中断控制信号线	INTR	4	由接口件向CPU发出中断请求
	INTA		由CPU发出INTA指令, 读入中断设备码
	INTPIN		中断优先链的输入端, INTP输入
	INTPOUT		中断优先链的输出端, INTP输出
数据通道控制信号线	DCHR	9	由接口件向CPU发出数据通道请求
	DCHA		由CPU发出的数据通道识别信号, 选择申请数据通道设备
	DCHI		由CPU发出。当要求数据输入时, 由它把设备寄存器的数据打入总线
	DCHO		当要求数据输出时, CPU发出把总线数据打入设备寄存器
	DCHM0		由接口件向CPU发出的要求数据通道的工作方式, 00 为输入, 01 为输出, 10 为加 1, 11 为相加
	DCHM1		
	DCHPIN		数据通道的中断优先链输入
	DCHPOUT		数据通道的中断优先链输出
	OVFLO		加“1”型或相加型数据通道传送时, 内存单元溢出, CPU发出信号
电源		1	+ 5 伏电源

3. 数据传送

1000系列计算机与外部设备之间传送数据有程序输入输出与存储器直接存取(DMA)两种方式。采用前种方式传送数据时, 利用输入输出指令把处理机累加器中的数据打入输入输出总线的数据线上, 传输给设备的数据寄存器, 或者按相反方向接受由设备数据寄存器来的数据。

DMA 数据传送方式如图 1-5 所示。在输入输出接口件中设置有三个触发器: 数据通道同步标志触发器 (DCH. SYNC), 它作为设备要求进行 DMA 数据传送的标志; 数据通道请求标志触发器 (DCH. REQ), 它作为向处理机发出数据通道请求的标志; 数据通道选择标志触发器 (DCH. SEL), 它负责执行传送数据的控制。1000系列计算机是同步操作, 为了完成 DMA 数据传送, 处理机发出允许数据通道请求 (RQENB) 以及通道识别 (DCHA) 等控制信号来实现同步。当设备要求 DMA 传送数据时, DCH. SYNC 置“1”。当处理机发出 RQENB 脉冲时, DCH. REQ 触发器翻转, 向处理机发出请求数据通道信号 (DCHR)。在处理机发出 DCHA 信号时, DCH. SEL 触发器翻转, 由 DMA 传送方式选择电路 M 指定的传送方式被送到处理机。同时, 设备中地址寄存器指定的地址被发送到存储器。于是处理机就按指定的传送方式与输入输出接口件交换数据。

DMA 方式传送数据又分数据输入、数据输出、存储单元加“1”和存储单元相加四种形式, 究竟使用哪种形式, 是由接口件数据传送选择电路在总线上 DCHM0 与 DCHM1 发出的控制信号来决定的。处理机数据通道判别与控制电路根据 DCHM0 与 DCHM1 信号来决定数据传送的形式, 执行有关操作。

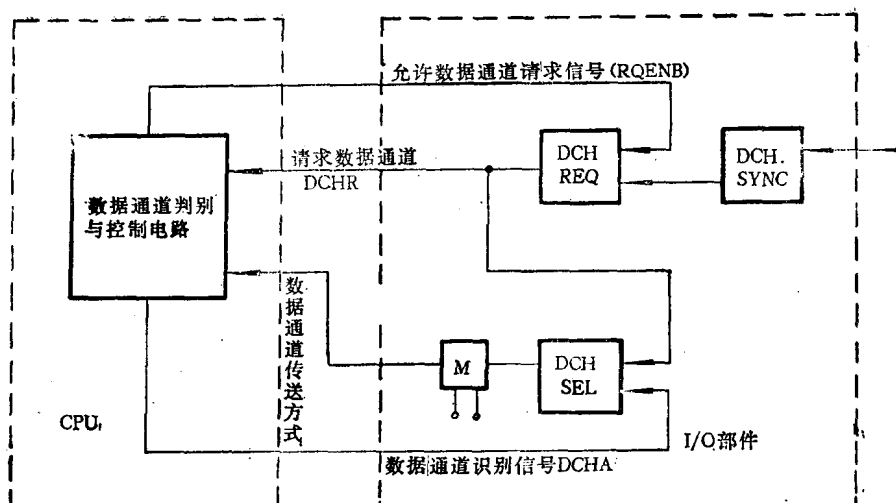


图1-5 DMA数据传送逻辑示意图

在进行数据输入操作时,处理机发出 DCHI 信号把设备缓冲寄存器的数据打入数据输入输出总线, DCHI 结束时,处理机把输入输出总线上的数据送入存储缓冲寄存器,存储器完成写周期后把数据写入所指定的存储单元。

在进行数据输出操作时,存储器根据接口件地址寄存器指定的地址进行“读”、“写”。处理机把存储缓冲寄存器的数据置入数据线上后,发出 DCHO 脉冲把数据打入设备缓冲寄存器。

采用存储单元加“1”方式,能使存储器根据接口件地址寄存器指定的地址执行“读”操作,把该单元的内容读出后通过 CPU 加法器加“1”,然后将结果写回该存储单元。如果加1的结果超出 2^{16} ,则处理机发出溢出信号 OVFL0,设备接收到溢出信号后就向处理机提出中断请求,处理机执行中断处理程序,使用输入输出指令读出发生溢出的存储地址。

存储单元相加方式使存储器能根据接口件地址寄存器指定的地址执行“读”操作,处理机发出 DCHI 脉冲读入设备缓冲寄存器中的数据,与该地址的内容相加,然后把结果写回该存储单元。如果存储单元溢出也发出 OVFL0 信号。

数据输入与输出的 DMA 传送形式也适用于成块地传送数据的情况。为此,接口件的寄存器设有一个字数计数器。接口件启动之前,将准备存储数据的内存数据区的起始地址送入接口件地址寄存器,把要传送的数据字数的补码置入字数计数器,每传送一个数据,地址寄存器与字数计数器加1,当字数计数器溢出时,向处理机申请中断,对设备进行中断处理。存储单元加“1”与存储单元相加方式不需要使用设备接口件中的字数计数器,它们是依靠存储单元溢出脉冲 OVFL0 来中断数据传送和转入处理机处理的。

1.2.3 中断处理

1000系列计算机的中断系统,是一个单线16级的选优系统。图 1-6 给出了中断结构

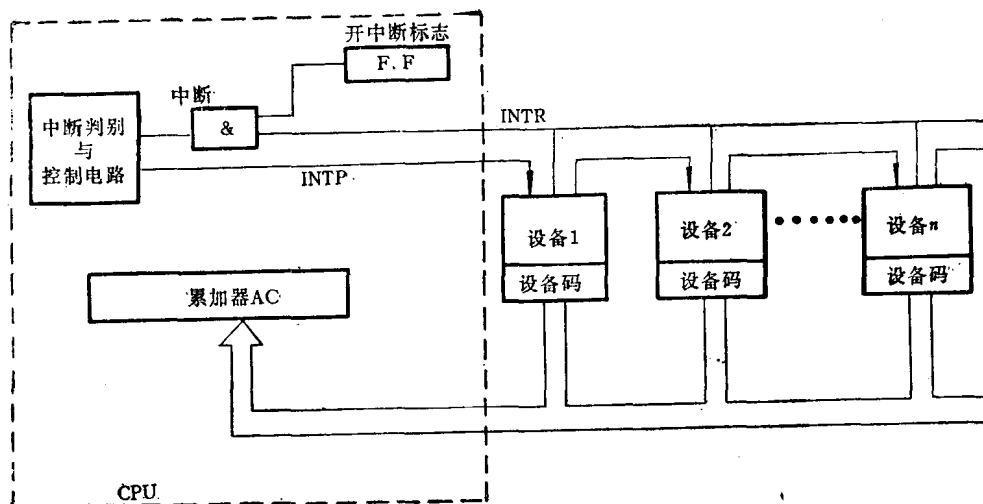


图1-6 1000系列机中断结构

简图。

1. 中断请求

输入输出接口件是否向处理机提出中断请求，是由设备的“闲”标志触发器与设备的禁止中断屏蔽触发器决定的。当接口件中的“闲”为1、设备禁止中断屏蔽为0时，输入输出接口件向中央处理机发出中断请求信号 INTR，申请中断处理。

2. 中断排队

处理机使用 INTP 选择脉冲，来选择优先级最高的中断请求设备。INTP 选择脉冲是沿着“菊花链”形式的线路，传向各个设备的(图 1-6)。在传输过程中，如果当前碰到的设备没有请求中断，那么 INTP 继续往下传，否则，INTP 选择脉冲信号被封锁，相应地便判定了该设备为中断请求设备。因此，当多个设备同时提出中断请求时，越接近于处理机的设备，其优先级越高。

3. 中断处理

处理机在响应了某一设备的中断请求后，由中断隐指令自动地完成以下三项操作：

- (1) 主机关中断，即将开中断标志触发器置0，以防止中断处理过程再次被打断；
- (2) 将被中断程序的断点保存在内存的0号单元；
- (3) 执行 JMP@1 指令

在软件处理方面，实时磁盘操作系统将系统中断处理程序的入口地址固定地放置在1号单元，因此，处理机不管响应什么设备的中断请求，在执行 JMP@1 指令后，都要先转入系统中断处理程序。

系统中断处理程序中使用 INTA 指令，可以把优先级最高的中断设备码读入指定的累加器中，然后根据此设备码转入相应设备的中断处理程序去执行。系统中断处理程序也可以按照一定的顺序，逐个去检测各个设备的“忙”标志或“闲”标志触发器的状态，依据检测结果决定是否要转入其中断处理程序。这时，设备中断的优先级取决于程序检测的顺序。在设备中断处理程序执行结束后，中断处理程序发出开中断指令，并执行

JMP@ 0 指令,这样就可以继续执行被中断的程序。

1.3 实时磁盘操作系统的软件资源

实时磁盘操作系统管理的软件资源丰富,使用方便,这是1000系列计算机系统的特色之一,也是它能得以广泛应用的重要原因。

1.3.1 系统软件

实时磁盘操作系统是1000系列计算机配制的最主要的系统软件之一。它在整个系统中充当总调度的角色。

对于因没有配置磁盘而不能运行实时磁盘操作系统的用户,系统软件中备有独立操作系统 SOS 和实时操作系统 RTOS。

1.3.2 语言处理程序

软件系统中备有种类较多的语言处理程序,在这些语言处理程序的支持下,各种不同的用户,可以选择自己所熟悉的程序设计语言,去编制各种应用软件。下面对这些语言的特点加以概要介绍。

1. FORTRAN IV 语言

FORTRAN IV 编译和运行系统是比较成熟、配套的软件。它提供的 FORTRAN IV 语言包括基本 FORTRAN 和实时 FORTRAN 两部分。基本 FORTRAN 原则上符合1966年 ANSI FORTRAN 标准文本的有关规定,它具有强有力的科学计算能力。实时 FORTRAN 是在运行系统中增配了 FORTRAN 系统库 FSYS.LB 和 FORTRAN 多任务程序库 FMT.LB 以及 FORTRAN 多任务调度程序。使用这种语言,可以在高级语言级上从事程序设计,编制具有实时处理功能的多任务应用程序。实时磁盘操作系统为进行目录管理、文件读写、存储管理、设备管理为用户提供的各类系统调用命令,大部分都可对应到一个实时 FORTRAN 的过程调用语句。这就使该语言不仅适用于科学计算,而且可方便地用来设计数据处理、实时控制等应用程序。

2. FORTRAN 5 语言

这种语言也包括基本 FORTRAN 和实时 FORTRAN 两部分。FORTRAN 5 编译和运行系统在 FORTRAN IV 的基础上,作了进一步的完善和提高。它的主要特点是有很强的编译优化能力,编译后的目标程序短,执行效率高,适合于编制规模较大、运行时间长的程序。它要求硬件系统配备浮点运算部件 FPU,它的编译时间较长。

3. 扩展 BASIC 语言

扩展 BASIC 系统是一种解释系统,它分为单用户和多用户 BASIC 系统两种。多用户系统允许多个用户各自在终端上使用 BASIC 语言,同时在一台计算机上编制、调试、运行自己的程序,它是一个较典型的分时系统。多用户系统采用循环分时法调度各终端作业,用户作业每一次运行的时间片为 128ms。

多用户 BASIC 系统又分为可交替使用内存的和不可交替使用内存的两种。所谓可交替使用内存,系指当某一个终端的用户程序要运行时,系统将当前运行的程序及其数据保存 to 磁盘上,把内存的全部用户区提供该用户使用,以使每一个终端用户获取较大的