

小型计算机

XIAOXING JISUANJI

下

李友堂 · 编著
人民邮电出版社出版

小型计算机

下册

李友堂 编著

人民邮电出版社

内 容 提 要

本书比较全面地介绍小型计算机的工作原理、系统结构、软件与应用等问题。主要是结合我国 100 系列和 180 系列小型机来讲述,也适当介绍了国内外其他一些小型机的主要特点。

全书共十五章分上下两册,上册九章:一、绪论;二、数与逻辑;三、数据通路;四、指令系统;五、寻址方式;六、组合逻辑控制器;七、微程序控制器;八、单总线控制原理;九、存贮器。下册五章:十、同步控制接口通道;十一、单总线接口通道;十二、软件简介;十三、实时操作系统;十四、小型机的应用。最后有几个附录。

本书可供研制、应用小型机的科技人员和大学有关师生阅读。

小 型 计 算 机

下 册

李友堂 编著

*

人 民 邮 电 出 版 社 出 版

北京东长安街 27 号

北 京 印 刷 一 厂 印 刷

新华书店北京发行所发行

各 地 新 华 书 店 经 售

*

开本: $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ 1979年12月第一版

印张: $13 \frac{20}{32}$ 页数: 218 1979年12月北京第一次印刷

字数: 311 千字 印数: 1—86,500册

统一书号: 15045·总2313-无674

定价: 1.25元

5133

目 录

第十章 同步控制接口通道	1
第一节 小型机接口通道概述	1
1.1 输入输出设备	2
1.2 输入输出方式	4
1.3 有关输入输出的几个术语	6
第二节 同步控制方式的输入、输出母线结构	8
2.1 母线结构	8
2.2 输入输出接口	12
第三节 程序通道	15
3.1 概述	15
3.2 程序传送接口	21
第四节 中断系统及程序中中断传送	22
4.1 中断处理过程	24
4.2 中断处理的标准接口	28
4.3 中断程序分枝过程	35
第五节 多重中断及扩展程序中中断	39
5.1 多重中断	39
5.2 扩展程序中中断	52
第六节 数据通道	59
6.1 直接内存通道传送的过程	60
6.2 数据通道控制原理	63
6.3 数据通道的操作过程	69
6.4 数据通道操作时序	75
第七节 同步控制标准接口应用举例	78
7.1 磁带机	78

7.2 磁带机的数据通道.....	85
第十一章 单总线接口通道	92
第一节 单总线结构	92
1.1 总线系统组织.....	92
1.2 总线结构.....	99
第二节 主设备及转移	103
2.1 主设备.....	103
2.2 主设备转移.....	104
2.3 转移的控制电路.....	105
2.4 主设备控制状态的转换.....	109
2.5 主设备转移波形图.....	111
第三节 单总线的数据传送	112
3.1 输入数据的传送.....	112
3.2 输出数据的传送.....	115
第四节 向量中断系统	116
4.1 向量中断.....	118
4.2 向量中断的处理过程.....	118
4.3 向量中断的处理时序.....	122
4.4 多重中断.....	123
第五节 标准接口的组成	125
5.1 程序传送和程序通道.....	126
5.2 程序中断传送.....	129
5.3 直接内存传送.....	132
5.4 单总线直接内存传送的特点.....	141
第十二章 软件简介	143
第一节 软件	143
1.1 系统程序.....	144
1.2 应用软件.....	145

第二节 语言概述.....	155
2.1 演变过程.....	155
2.2 语言级.....	157
2.3 语言的特点.....	157
2.4 翻译程序.....	158
第三节 汇编语言.....	160
3.1 汇编语言.....	160
3.2 汇编伪指令.....	164
3.3 汇编语言的字符.....	172
第四节 基本汇编.....	176
4.1 汇编程序.....	176
4.2 汇编过程.....	179
4.3 汇编程序操作过程.....	184
4.4 汇编程序的输出.....	185
4.5 扩充汇编.....	189
第五节 BASIC 语言简介	194
5.1 概述.....	194
5.2 语句.....	196
5.3 BASIC 语言的操作过程.....	205
5.4 台式机工作方式.....	208
第六节 诊断程序.....	209
6.1 逻辑诊断程序.....	209
6.2 内存诊断程序.....	210
第七节 引导程序.....	212
7.1 概述.....	212
7.2 初始引导程序.....	214
7.3 二进制引导程序.....	219
第十三章 实时操作系统(RTOS)	223
第一节 引言	223

1.1	操作系统的发展过程	223
1.2	操作系统的主要功能	224
1.3	操作系统的分类	226
1.4	RTOS系统概况	228
第二节	任务管理	229
2.1	任务的基本概念	230
2.2	任务控制块及管理	234
2.3	任务调用命令	236
2.4	任务队列	247
2.5	任务调度	251
第三节	任务通信与互锁	256
3.1	通信命令	256
3.2	任务间的同步	259
3.3	任务通信服务	260
3.4	任务之间的互锁	264
第四节	系统时钟的管理	265
4.1	引言	265
4.2	时钟控制表 RTCDG	267
4.3	时钟管理过程	267
4.4	时钟管理的系统调用命令	269
4.5	时钟服务程序	273
第五节	输入输出的管理	278
5.1	输入输出命令	278
5.2	设备控制与分配	283
5.3	设备管理举例	291
第六节	中断处理	301
6.1	中断过程	301
6.2	多重中断	306
第十四章	小型计算机的应用	308

第一节 概述	308
1.1 工业控制方面的应用	308
1.2 通信控制方面的应用	312
1.3 数据统计方面的应用	318
1.4 控制外围设备	320
1.5 数据收集方面的应用	321
第二节 工业控制方面的应用	323
2.1 直接控制	325
2.2 连续生产过程的控制	329
2.3 控制方程	333
2.4 控制主程序执行过程	335
第三节 数据通信和数据收集系统	340
3.1 通信终端系统的结构	341
3.2 通信终端系统的软件及控制方式	343
3.3 通信终端系统的应用	348
3.4 多路数据收集系统	351
附 录	354
I. 国外小型机性能表	354
I-1 一万美元以下的小型机性能表	354
I-2 1~2 万美元小型机性能表	364
I-3 日本小型机性能表	369
I-4 高性能小型机性能表	377
II. 符号对照表	379
II-1 指令汇编语言和机器语言对照表	379
II-2 中断优先级、屏蔽级及设备名对照表	385
II-3 汇编错误一览表	386
II-4 ASCⅡ码与国际电传码对照表	387
II-5 汉语拼音字母缩写对照表	389
II-6 183 机指令记忆符	395

II-7 183 机文字符号索引	397
III. 2 [#] 引导程序汇编程序	411
IV. RTOS 命令表	414
V. 100 系列机内存固定单元分配表	419
VI. 183 机微指令功能表	420
VI-1 全局性微指令功能表	420
VI-2 局部性微指令功能表	423

第十章 同步控制接口通道

第一节 小型机接口通道概述

小型计算机的突出优点是它容易和其它外围设备相连接。接口就是小型计算机与所连外围设备之间的交接部分。接口的主要控制功能是按照接口两边所接设备(或机器)的要求,正确地进行信息交换(通信)或数据传送。因此信息交换的方式、数据传送的形式以及数据传送的通路,就成了接口控制中要主要讨论的问题。

小型计算机接口中,通信的控制方式有两种,一种是同步控制方式,另一种是异步控制方式。同步控制方式中,接口的控制操作都是按处理机的节拍进行的。处理机和接口中的外围设备,或存贮器和外围设备进行通信时,都是与处理机的节拍同步,操作完成时没有回答信号,主机和外围设备都以处理机的节拍时间为标准。在这样的接口中,所连接设备的响应时间与处理机的距离有关,离处理机近的设备,响应处理机的控制信息的速度快,而远距离处理机的设备,响应处理机的控制信息的速度慢。但同步控制的接口逻辑比较简单,所以在小型计算机中仍得到广泛地应用,国产DJS-130、DJS-131、DJS-120和622小型计算机采用的是同步控制方式的接口。

计算机输入输出接口两边的设备,指的是处理机的外围设备,或者是存贮器和外围设备。因此,在讨论接口的控制作用前,先简单介绍一下和小型计算机相连接的外围设备。

1.1 输入输出设备

输入输出设备的含意相当广泛，一切受计算机控制，并能和计算机进行信息交换和具有传送功能的设备都可看成是计算机的输入输出设备。

1. 常用的输入输出设备

一般计算机都配接控制台打字机、纸带输入机、纸带作孔机、行式打印机、显示装置以及卡片输入输出设备。这些外部设备称为通用的输入输出设备。

① 控制台打字机

控制台打字机可以作输入设备使用，也可作输出设备使用。

控制台打字机是计算机和人进行通信的主要设备，人可以通过控制台打字机对计算机下达各种控制命令，控制机器执行各种程序。计算机也可以利用控制台打字机把要输出的代码，或机器的状态等信息输出打印出来，供人对机器的运行情况进行了解。

② 纸带输入机

计算机运行的程序，或程序运行过程中需要的数据，都事先按一定的格式在纸带上作成孔，然后通过纸带输入机把作孔的纸带信息送到计算机。在输入过程中，输入机把纸带上的信息变换成电信号，并把电信号编成计算机能接受的代码，送到计算机的有关寄存器和内存。

③ 纸带作孔机

能把计算机输出的代码信息按一定格式在纸带上作孔的设备称为纸带作孔机。

④ 行式打印机

行式打印机是打印计算机输出程序或运算结果的输出设备。

备。它按照打出字符的行数可分为窄行（一般为 15 行），宽行打印机两类。宽行打印机常用的有 80 行、120 行或 160 行打印机三种。

⑤ 卡片输入输出设备

利用在卡片上作孔的方法保存计算机代码信息的设备称为卡片设备。将计算机输出的代码，在卡片上按一定格式穿孔的设备，称为穿卡设备。把卡片已穿好的孔变换成计算机代码，并送到计算机的设备，称为读卡设备。

⑥ 显示设备

显示设备有数码管显示和字符显示两种。数码显示设备用数码管把计算机输出的内容显示出来。字符显示设备通常使用阴极射线管做为显示管。字符显示装置可以利用键盘或光笔作输入设备，也可以把计算机的内容在显示管上显示输出。

2. 外部存贮器

它是与主机分开但以计算机能接受的形式分贮信息的媒体。主要起扩充存贮容量的作用。常用的外部存贮器是磁盘、磁带和磁鼓。

目前还有专门为小型计算机研制的小型外部存贮器，例如卡盘磁带、活动装卸复式磁盘、盒式磁带等。

3. 系统组合件外围设备

它是在用计算机构成系统时，为了保证完成计算机的某些功能而配备的外围设备，通常有：

① 中断设备

暂存系统中的中断源，并且把暂存的中断源传送到计算机中，同时还能接受计算机的中断屏蔽和中断识别等指令。

② 时钟部件

给计算机提供定时时钟的部件

③ 通信控制部件

④ 并串行输入输出部件

实现并串行数字信息的输入输出控制和传送的部件。

4. 过程输入输出设备

过程控制中，计算机的控制功能很复杂，控制范围很广泛。为了使通用计算机也能完成各种不同的专用计算机功能，必须借助连接的各种专用或通用外围设备来实现各种特殊功能。因此，过程控制中的外围设备也非常复杂，几乎包括前述的全部外围设备，概括起来可分为下述几种：

① 模拟量输入设备

它是把过程控制中的各种形态的模拟量转换成计算机所需的数字量的设备，也叫模拟转换设备。

② 模拟量输出设备

把计算机输出的数字量转换成执行机构能接受的模拟量的设备，也叫数模转换设备。

③ 系统控制输入输出设备

它是系统操作人员和计算机，以及操作人员和过程控制系统的通信工具，一般由系统打字机、工业显示器、数字显示器等组成。

④ 数字量的输入设备

把系统中的各种脉冲及数字信号（包括中断源的输入和系统状态字的输入）按计算机要求的形式输入到计算机。

⑤ 数字量的输出设备

⑥ 数据通信设备

1.2 输入输出方式

小型计算机与输入输出设备交换信息的方式分为同步方式

和异步方式两种。这两种方式都具有下述四种信息传送方式。

① 程序传送方式：它是利用程序指令，在 CPU 和外部设备之间进行信息传送。

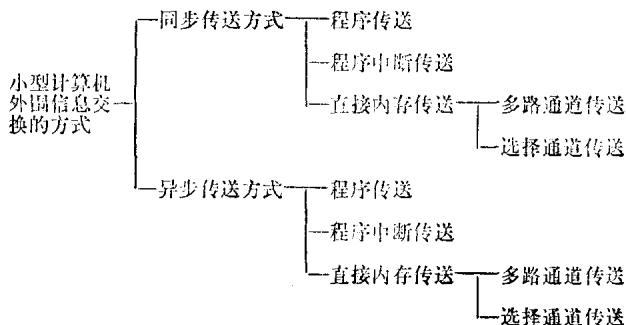
② 程序中断传送方式：由需要和 CPU 交换数据的设备发出中断请求。CPU 响应中断以后，在中断服务程序中进行信息交换。

③ 直接内存传送方式：高速的外部设备，请求交换数据的速度高，因此，前两种传送信息的方式都不能满足外部设备请求交换信息的速度要求。对于这种高速的外部设备，往往要求直接和内存进行信息交换。

④ 脱机传送方式：这种传送方式脱离处理机的控制，直接在交换数据的两外部设备之间进行数据交换。为了匹配两种交换数据的设备间信息速率的差异，用这种方式交换数据时需要备庞大的数据缓冲系统，因此设备量大，控制复杂，所以很少有小型计算机采用这种方式进行数据交换。

这四种传送方式，在计算机系统中完成：

- ① 处理机和主存贮器之间进行信息交换；
- ② 处理机和输入输出设备之间进行信息交换；
- ③ 输入输出设备和存贮器之间进行信息交换；



④ 输入输出设备和输入输出设备之间进行信息交换；

目前小型计算机和外围设备交换信息的控制方式，可归纳如下：（见第 5 页）

1.3 有关输入输出的几个术语

① 机器地址：（或称外围设备地址，外部设备的设备码等）

它是与主机连接的各种外围设备的编号。外围设备一般指的是和处理机进行信息交换的所有设备，这些设备可能是其他计算机或处理器（如乘法附加部件等），也可能是输入输出设备，或者是信息传送的中间设备，例如过程控制中的模数或数模转换设备等。

② 机器命令

处理机对外围设备进行某种操作的命令码。它控制外围设备的各种动作，或者控制外围设备和处理机进行信息交换的方式。

③ 机器状态

指的是外围设备所处的工作状态。例如，设备正在工作时的状态称为忙碌状态；设备准备好交换的数据时，称为完成状态；设备向处理机发出中断请求，但处理机还未响应它的中断请求时称为存中断状态。还有表示外围设备出错和设备故障的状态。

④ 输入输出

输入输出一般是按照信息传送的方向定义的，习惯上把数据送到处理机或存贮器称为输入，把数据从处理机或存贮器送到外部设备称为输出。

在外部设备控制器中，用于缓冲输入输出数据的寄存器称为数据缓冲寄存器。

⑤ 接口

完成两台机器或两种设备之间交界面的信息传送和控制的部件，称为接口。一般由信息交换的传输线、控制线、状态线、请求线以及这些传输线的信息接收和发送的控制逻辑电路组成。它与通信方式有关。目前，小型计算机的外部接口（即处理机和外部设备间的接口）多数已采用标准化接口。

⑥ 通道

接受中央处理机的委托，按通道程序的安排，控制设备及设备控制器独立于处理机进行操作，并对外部设备信息交换进行控制的装置称为通道。根据独立于主机的程度，通道又分为结合型通道和独立型通道。结合型通道是借用主机的某些控制和处理设备，实现外部设备信息交换时的控制功能，并且使外部设备能和主机进行并行操作。这种通道结构简单，为大多数小型计算机采用。独立通道是完全独立主机而对外部设备交换的信息进行控制。架接在独立通道上的全部外部设备，都能完全独立于主机，并和主机进行并行操作。

⑦ 输入输出母线

用于处理机和外围设备之间输入输出数据和传输信息的一组传输线，称为输入输出母线。在输入输出系统中，为了减少信息传输线的数目，简化控制设备，常把来源于不同外围设备的各种数据或信息，分时地在一组输入输出传输线上进行传送，这组传输线即可传送输入信息，也可以传送输出信息。

小型计算机的输入输出数据都通过输入输出母线进行传送。不同的计算机，由于输入输出信息传送的控制方式不同，对应这些控制方式的输入输出母线的结构也不一样。输入输出母线通常由下述信息线组成：

地址选择线：通过地址选择线向外围设备传送地址，可对

外围设备进行选择。

数据传输线：主机通过数据传输线和指定的外围设备交换数据，数据可以全字长传送，也可以按字节传送。数据传输线有单向、双向之分。单向数据传输线由输出数据传输线和输入数据传输线组成。

控制线：一般的控制线是为定义数据传输线而设置的，此外还包括电源异常、溢出和校验控制、中断、数据通道排队等控制线。

状态及请求线：状态线主要向主机传送被选中的外围设备的工作状态，而请求线传送包括中断和数据通道传送数的请求。

第二节 同步控制方式的输入、 输出母线结构

2.1 母线结构

输入输出传输母线线的总数，与接口控制方式有关。100系列输入输出母线由47根传输线组成。图10-1示出了这种母线结构。

1. 输入输出数据传输线

输入输出数据传输线多采用16根双向传输线，使处理机与各连接的外部设备的数据缓冲寄存器并行连接。数据以全字长反码形式并行传送。

2. 外围设备地址线(设备选择线)

外围设备地址线与外部指令中的10~15位相对应，它定