

微型计算机系统的 设计方法和接口技术

) 张善德 编著

人 民 邮 电 出 版 社

内 容 提 要

本书主要讨论如何根据应用的需要,利用微处理器及其它LSI器件设计和研制微型计算机系统的过程和方法,比较详细地介绍了系统的接口技术。

全书共七章。第一章概述微型计算机系统设计任务、步骤和设计准则;第二章简述微型计算机的基本结构,以及微处理器与存储器和输入/输出接口的基本连接方法;第三章和第四章着重介绍基本的输入输出技术和常用外部设备的接口技术;第五章介绍软件设计和系统调试;第六章详细介绍CRT终端的设计资料;第七章综述了微型计算机在通信中的应用。

本书可供已经具有微型计算机基本知识,需要从事研究和各种使用各种微型计算机系统的读者阅读,也可作为高等院校高年级学生的选修教材。

微型计算机系统的 设计方法和接口技术

张善德 编著

*

人民邮电出版社出版

北京东长安街27号

天津新华印刷一厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

*

开本: 850×1168 1/32

1985年8月第一版

印张: 18 8/32 页数: 292

1985年8月天津第一次印刷

字数: 482千字

印数: 1-33,000册

统一书号: 15045·总2996-有5402

定价: 3.60元

前 言

利用已有的各种微处理器和其它大规模集成电路器件,构成用户需要的各种专用微型计算机系统(或者称为以微处理器为基础的数字系统),用以代替复杂的逻辑电路,完成特定的操作功能,实现各种设备的智能化,是微型计算机的一种重要应用方式。这种专用系统不仅具有体积小、功耗低、价格便宜,使用方便等优点,还可以通过修改应用软件(更换固化程序的ROM芯片)改变其逻辑功能,而无须改动任何硬件。因此,它在各个领域中的应用将会是非常广泛的。

本书主要讨论如何根据不同的应用需要,利用微处理器及其它LSI器件设计和研制微型计算机系统的过程和方法。接口技术是系统设计和研制的重要内容,因此书中作了比较详细的介绍。

第一章概述了微型计算机系统设计任务、步骤和设计的准则。

第二章简述微型计算机的基本结构,比较了Intel8080、Intel8085和Z80微处理器的特点,以及它们与存储器和输入/输出接口的基本连接方法。

第三章着重介绍基本的输入/输出技术。第四章介绍常用外部设备的接口技术。这两章除了讲解接口技术的基础知识和一些常用外部设备的基本工作原理外,还结合应用实例详细介绍Intel公司的各种通用、专用器件及Zilog公司的部分通用器件。这些内容对于实际设计工作都是非常有用的。

第五章是讲软件设计和系统调试。介绍微型计算机系统应用软件的基本设计方法,软件调试方法,硬件调试方法和常见故障,以及系统研制过程所需的软件工具和硬件工具。

第六章详细介绍CRT终端的设计资料。目的是通过一个典型的实例，加深读者对微型计算机系统设计方法和接口技术的理解。

第七章综述了微计算机在通信中的应用，并详细介绍两种 HD-LC/SDLC通信规程控制器件的特性。

本书的主要对象是已经学习过微处理器和微计算机的基本原理，需要从事研制和使用各种微型机系统的读者。也可作为高等院校高年级学生的选修教材。本书从基本原理与实际应用结合的原则出发，以8位微处理器的应用为例，比较详细地介绍了各种常用外围器件的特性和应用，所用符号均按国外公司的标准。详细介绍各种微处理器的工作原理和它们的指令系统，并不是本书的任务。

本书编写过程中，北京邮电学院汪雍副教授、孟庆昌副教授等对初稿提出许多宝贵意见，谨表衷心感谢。

由于编者学识水平和实践经验有限，加之编写时间比较仓促，书中定有不少缺点和错误，恳请读者批评指正。

1983年12月

目 录

第一章 概述	1
§1-1 引言.....	1
§1-2 微计算机系统的研制过程.....	3
1.2.1 系统的研制步骤	4
1.2.2 采用配套元件的系统设计	7
§1-3 系统设计和评价.....	9
1.3.1 系统设计准则	9
1.3.2 系统设计的评价	11
第二章 微计算机系统部件的连接	14
§2-1 微计算机系统的基本结构.....	14
§2-2 存储器的连接方法.....	16
2.2.1 线选寻址法	17
2.2.2 全译码寻址方法	18
2.2.3 扩充寻址方法	19
§2-3 输入/输出 (I/O) 的选址方式.....	20
2.3.1 存储器地址方式	21
2.3.2 专用 I/O 指令方式.....	23
§2-4 用于系统连接的译码器和驱动器.....	24
2.4.1 8205译码器	24
2.4.2 8216/8226总线驱动器.....	26
§2-5 Intel 8080 系统.....	29
2.5.1 8080微处理器的结构	29
2.5.2 8080系统的CPU	31
2.5.3 8080系统的存储器	36

§2-6 Z80系统	38
2·6·1 Z80-CPU的结构	39
2·6·2 Z80-CPU的总线特性	42
2·6·3 Z80与Intel8080的比较	46
2·6·4 Z80-CPU与动态RAM的连接	48
§2-7 Intel8085系统	55
2·7·1 8085A微处理器的结构和总线特性	56
2·7·2 8085与8080的比较	60
2·7·3 8085最小系统的连接	65
第三章 基本输入输出技术	68
§3-1 简单的并行接口	68
3·1·1 简单I/O并行接口的组成	68
3·1·2 8位并行I/O接口器件—8212	70
§3-2 8255可编程并行I/O接口	74
3·2·1 8255的组成和工作方式	75
3·2·2 8255的操作过程	80
§3-3 Z80-PIO可编程并行接口	86
3·3·1 Z80-PIO的结构和引线特性	87
3·3·2 Z80-PIO的工作方式和编程步骤	95
3·3·3 Z80-PIO与Intel8255的比较	103
§3-4 串行输入输出接口	105
3·4·1 串行传送的特点	105
3·4·2 用软件控制的串行输入/输出	110
§3-5 8251可编程通信接口	112
3·5·1 8251的结构和引线特性	112
3·5·2 8251工作方式的建立	118
§3-6 输入输出设备的控制方式	122
3·6·1 程序查询方式	123
3·6·2 中断控制方式	125

3.6.3	直接存储器存取 (DMA) 方式	129
3.6.4	Intel8080、Intel8085、Z80微处理器I/O控制方式的比较	130
§3-7	8214优先中断控制器	133
3.7.1	8214的组成和引线	133
3.7.2	用8214和8212组成的中断系统	137
§3-8	8259可编程中断控制器	140
3.8.1	8259的组成和引线特性	140
3.8.2	8259的编程	145
3.8.3	8259的级联结构	155
§3-9	8257可编程DMA控制器	157
3.9.1	8257DMA控制器的几个特点	159
3.9.2	8257的组成和引线	160
3.9.3	8257与系统总线的连接及操作过程	166
§3-10	可编程Z80-DMA控制器	169
3.10.1	Z80-DMA 的结构和引线特性	169
3.10.2	Z80-DMA 的操作特点	176
3.10.3	Z80-DMA 的编程	183
§3-11	可编程接口定时器	193
3.11.1	接口定时概述	193
3.11.2	8253可编程接口定时器	194
3.11.3	Z80-CTC计数器/定时器	206
§3-12	标准总线	219
3.12.1	并行总线	219
3.12.2	串行总线	226
第四章	常用外部设备的接口	229
§4-1	键盘、发光管显示器接口	229
4.1.1	键盘工作原理	229
4.1.2	发光二极管显示器	235

4.1.3	8279可编程键盘/显示接口	237
4.1.4	8279的应用举例	248
§4-2	电传打字机接口	250
4.2.1	电传打字机的基本工作原理	251
4.2.2	采用8251的电传打字机接口	252
4.2.3	用软件方法实现的电传打字机接口	255
§4-3	盒式磁带机的接口	259
4.3.1	磁带信息的记录方式和文件格式	260
4.3.2	磁带机接口电路	262
4.3.3	磁带机的接口软件	264
§4-4	软磁盘的接口	274
4.4.1	软磁盘操作的基本原理	274
4.4.2	8271可编程软磁盘控制器	282
§4-5	CRT显示器接口	289
4.5.1	CRT显示器的基本原理	289
4.5.2	8275可编程CRT 控制器	295
§4-6	数/模转换及其接口	314
4.6.1	数字/模拟 (D/A) 转换	314
4.6.2	数字/角度转换器一步进电机	317
§4-7	模/数转换及其接口	323
4.7.1	逐次逼近法A/D 转换	324
4.7.2	积分法A/D 转换	326
4.7.3	多通道数据采集系统	328
4.7.4	ADC0809 8 通道A/D转换器	332
第五章	软件设计和系统调试	337
§5-1	微计算机应用软件的设计	337
5.1.1	应用软件的设计过程	338
5.1.2	程序设计方法	346
§5-2	软件调试和软件研制工具	352

5.2.1	几种最常用的软件研制工具	352
5.2.2	软件调试的步骤	356
§5-3	软件固化	357
5.3.1	常用EPROM器件的特性	359
5.3.2	2708/2716EPROM 写入器	363
§5-4	系统调试	371
5.4.1	常见故障分析	372
5.4.2	系统调试方法	374
§5-5	微计算机开发系统 (MDS)和简易的开发方法	380
5.5.1	微计算机开发系统 (MDS)简介	380
5.5.2	微计算机系统的简易开发方法	384
第六章	CRT终端系统	388
§6-1	CRT终端系统的设计规格	388
§6-2	系统的硬件设计	391
6.2.1	CRT 终端的基本框图和操作过程	391
6.2.2	CRT 终端的系统定时	394
6.2.3	CRT 终端的电路分析	397
§6-3	系统的软件设计	413
6.3.1	CRT 系统软件的操作	413
6.3.2	有关软件设计的几点说明	415
6.3.3	系统子程序的流程图	421
第七章	微型计算机系统在通信中的应用	442
§7-1	概述	442
§7-2	通信控制和HDLC规程	446
7.2.1	通信控制器的功能	446
7.2.2	HDLC规程的概要	448
§7-3	8273可编程序HDLC/SDLC规程控制器	453
7.3.1	8273的硬件	454
7.3.2	8273的命令	464

7.3.3 8273的工作过程.....	477
§7-4 Z80-SIO器件	482
7.4.1 Z80-SIO的性能特点和结构.....	483
7.4.2 Z80-SIO的编程.....	492
7.4.3 Z80-SIO的操作过程.....	508
附录一 Intel8080/8085指令系统	513
附录二 Z80指令系统	517
附录三 2716EPROM写入器控制程序	526
附录四 CRT终端程序清单	535
附录五 部分器件的引脚图	565
主要参考资料	571

第一章 概 述

本 章 提 要

利用已有的微处理器和其他的 LSI 计算机部件，组成一个微型计算机系统，使其满足一定的应用需要，是微型计算机系统设计的根本任务。本章概述了微型计算机系统设计的特点和研制步骤，以及系统设计的准则和检验方法。有关系统设计的其他知识和工具，将在以后各章予以介绍。

§1-1 引 言

微处理器是一种在程序控制下，能以并行方式进行算术/逻辑运算，并提供各种指令控制信号的大规模集成电路器件。单独一个微处理器并不是一个能进行操作的计算机，必须配上存储器和输入输出设备，以及控制微处理器操作的软件，才能构成一个完整的微型计算机系统。

数字计算机的硬件，通常由四部分组成：输入/输出设备，存储器，算术/逻辑运算电路和控制器。其中，算术/逻辑运算电路和控制器是计算机的中央处理部件，简称CPU。所有通用计算机，从微型计算机到大型计算机，都包含上述四个基本部件。在微型计算机中(以下简称微计算机)，除输入/输出设备外，其他部件都是一些体积小、功耗低的大规模集成电路。微处理器就是微计算机的中央处理部件 (CPU)。

本书所要介绍的微计算机系统并非一个庞然大物，实际上，它

8610018

• 1 •

是一个以微处理器为基础的数字系统。设计这样的系统，就其硬件而言，就是选用已有的微处理器和其他的大规模集成电路部件，组成一个微处理器系统，以满足某些特殊的应用需要。至于微计算机的操作和性能，必须依赖软件的设计，则是任何计算机的特点。

自从一九七一年第一台微处理器Intel4004出现以来，微处理器的性能迅速地改善。4位、8位、16位、32位微处理器相继问世，已经使用或宣布制成的微处理器种类不断增加。不同类型的微处理器，具有不同的指令系统和不同的控制方式，因而构成了不同的微计算机系统，并形成各自的技术特点。可以说，微处理器的设计和制造技术已经相当成熟。以微处理器为基础的系统，不仅可以完成多种计算机功能，而且具有体积小、功耗低、使用方便灵活、造价低廉等许多优点，因此受到普遍的重视和欢迎，发展非常迅速，应用十分广泛。在工业控制、数据处理、计算机终端、通信、仪表、人们的日常生活等方面，都得到推广应用。成为目前计算机科学中，发展十分迅速，对科学技术和社会发生广泛影响的重要领域。

在微计算机的应用中，和外界交换信息是十分重要的一环。如果没有外围电路的支援，就不可能发挥CPU的作用。微计算机发展的经验表明，在提高微处理器功能的同时，必须大力发展外围配套电路。因此，近年来各生产厂商都把注意力放在各种外围电路上，除了通用的系统控制器、内存分配器、直接存取控制器、总线驱动器、优先中断控制器、输入输出接口连接器和通信连接器之外，还发展了一系列专用外部设备控制器，如软磁盘控制器、CRT显示控制器、键盘及打印控制器、小磁带机控制器和数/模，模/数转换器，以及为固化软件的超大规模只读存储器等。外围电路的发展已经进入了一个新时期，其特点是：

① 智能化：许多外围芯片具有重要“智能”，能独立完成许多操作功能，大大减少了CPU的负担。有利于更好地发挥CPU的功能。

② 专门化：生产了许多专门化的外围电路，如HDLC/SDLC通信规程控制器、磁盘控制器、CRT控制器、IEEE-488标准总线控制器等。

③ 复杂化：外围芯片的复杂程度大大提高，每片集成晶体管数往往超过20000个，其复杂程度不亚于CPU电路。

由上述情况可以看出，任何希望熟练应用和设计微计算机系统的读者，除必须掌握微计算机的基本系统外，还要进一步学习微计算机的接口技术，即微计算机与外界联系的技术。接口技术在微计算机的系统设计中占有很重要的地位。

微处理器是借助指令序列来工作的，这些指令序列就构成微处理器的软件。使用微处理器软件来取代硬件，是微计算机系统的主要优点。从理论上讲，任何硬件都可以用软件模拟。在实际应用中，就有许多场合采用廉价的可编程序的微计算机，代替价格比较高、体积比较大的随机逻辑硬件。在微计算机的系统设计中也常常利用软件来实现硬件电路的功能，以简化硬件设计。

实用中的许多微型计算机系统，常常是一种专用系统。设计这些系统往往需要综合考虑系统的性能和成本。合理的系统软件，有利提高系统的功能，而利用软件代替硬件，则是降低成本的有效方法。在微计算机的系统设计中，软件和硬件之间的界线并不十分明显，尤其在接口技术中，软件和硬件更是紧密结合，这是我们在学习微计算机系统时应该注意的。

§1-2 微计算机系统的研制过程

微计算机不象通用的大型计算机或小型计算机那样有着典型的设计，能够适用为数甚多的不同用途。绝大多数微计算机都是针对某些特殊的应用或操作环境而研制的。因而它们的系统结构、部件选择和软件设计，都是以此为出发点的。

组成一台微计算机的基本部件有：

微处理器

随机存取存储器 (RAM)

只读存储器 (ROM)

输入/输出设备 (I/O)

I/O接口和管理芯片

研制一个微计算机系统要涉及硬件和软件技术，在研制微计算机硬件的同时，系统设计人员还必须研制软件，包括用于管理微计算机系统的管理控制程序和用于完成所要求的任务的功能程序。和硬件研制相比，软件研制具有更多的灵活性。为了获得比较完满的性能，软件常常需要反复修改和调试，因此，也将花费更多的时间。

1.2.1 系统的研制步骤

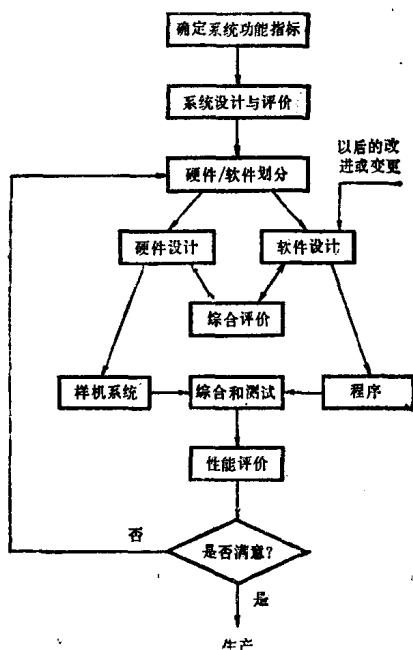


图 1-1 研制流程图

图1-1示出在研制过程中所涉及的各个步骤的基本流程。
现在按步骤的顺序分别说明如下。

(1) 确定系统的功能指标

设计一个系统，首先要明确系统的应用特点，根据所要完成的任务，进而确定系统的功能指标。

例如，当系统的主要任务是进行远距离数据传输控制时，系统的功能指标应着重考虑系统和哪些外围设备接口（如用户终端，收、发信设备等）；采用何种通信方式（同步通信或异步通信）；采用什么检错方式（奇偶码检错，CRC码检错等）；传输速率是多少；数据处理的时间限制等等。

系统功能的确定常常不是一成不变的。由于微处理器系统有可能增加许多附属功能，因此，当一个系统研制成功时，其功能比起原始阶段所确定的目标，就会显得更加丰富一些。

(2) 系统的设计和评价

系统设计的第一步是针对系统的功能指标，确定若干系统设计的准则（或称系统设计的指导思想），然后根据这些准则，提出解决问题的办法，其中主要包括选择一个完整的微计算机系统和设计出要在它上面完成的软件功能。

在这个阶段中，还要对初步设计进行评价，检验设计的可行性。

有关系统的设计和评价，将在下节继续讨论。

(3) 硬件和软件的划分

硬件、软件划分的主要根据是系统将来的生产数量。如果生产的数量很大，硬件元件的数量就必须设法减到最少，尽量采用软件来完成硬件功能，这对降低产品的生产成本是非常重要的。如果系统将来的生产数量很小，而采用较多的硬件又可以使程序设计的复

杂性大为降低的话，通常以使用较多的硬件为好，因为在这种情况下，软件研制费用将会大大下降，而使整个系统的研制周期大为缩短，从而赢得了时间。

硬件、软件划分是一项细致的任务，在整个设计过程中需要认真考虑和反复评价。这种划分对软件设计具有很大的影响。

(4) 硬件设计和软件设计

一旦硬件、软件已经划分好，硬件设计和软件设计就可以齐头并进。

硬件设计一般比较容易。当所选择的微处理器系统是一个制造厂商提供的标准配套系统时，它的设计通常是简单的。但当它的接口比较特殊时，硬件设计就变得复杂一些。在第二、三、四章中，我们将比较详细地介绍硬件设计的知识和器件。

软件研制是一件细致而复杂的工作。直接用机器码编制程序虽然灵活，但容易出错。程序开头部分微小的改变，就可能迫使以后各部分作广泛的修改，甚至要求重写整个程序。用汇编语言或高级语言编写程序可以大大改善这个问题。用这种方法编制程序，具有程序直观，便于修改等优点。程序编完之后，可以利用汇编程序或编译程序对其进行翻译，以获得“目的程序”，然后再对目的程序进行调试和修正。

程序的调试和修正虽然可以借助研制工具来进行，但据有关资料介绍，即使是有经验的程序员，也要花费几乎50%的研制时间，用于调试和修正的过程。有关软件研制的过程和所用的工具，第五章将进一步介绍。

硬件和软件设计虽然是分开进行的，但为了重新考虑过去所进行的硬件、软件划分，在设计过程中，还必须结合实际情况，对硬件设计和软件设计进行综合评价，并对原定的划分作出适当的修正。

硬件设计和软件设计完成之后，我们就可以分别得到硬件样机

系统和整套的程序，下一阶段的任务就是综合和测试。

（5）综合和测试

综合和测试阶段的工作，主要包括①将软件程序注入到样机系统上，②排除硬件、软件系统的故障。在任何系统研制中，它都是最复杂和最费时间的工作。由于前一阶段的设计工作是分头进行的，一旦进行综合调试，故障责任究竟在硬件方面还是软件方面，往往不易区分。这时，综合调试的工作人员如果对硬件和软件都比较熟悉，对于迅速判断故障责任，并找出解决问题的办法是非常有利的。

为了便于系统的最后综合和调试，已经设计出一种主要的工具——联机仿真器，这种工具将在第五章中予以介绍。

（6）性能评价

综合和调试一旦完成，一个完整的系统就装配起来了，这个系统具有无故障的硬件和软件。

系统完成后，必须对它的性能进行评价。如果性能指标符合设计要求，就可以投入生产。如果不符合，就必须回到硬件设计或软件设计阶段，甚至回到硬件、软件划分阶段。必须强调指出，一个好的设计，一般不再改动硬件，以后的任何改进或变更，将由新的软件功能来完成，图1-1中，右边的箭头就是这个含义。

1.2.2 采用配套元件的系统设计

从上述系统研制步骤的叙述可以看出，微型计算机系统的研制者，如果对于研制工作并不十分熟练，而且又缺少先进的研制工具的话，要从选择微处理器和一些有关的元器件开始，按上述步骤进行系统研制，组装起一个完整的微计算机系统，那是一项比较困难的工作。为了简化系统设计的任务，许多微处理器制造厂和微计算