

实用微型计算机 控制系统设计导论

仇仪杰 编著

机械工业出版社

7/12
200

实用微型计算机控制 系统设计导论

仇仪杰 编著



机械工业出版社

本书全面地介绍了在设计微型计算机控制系统时一些行之有效的原理和方法。内容包括概论、总体方案、接口技术、模拟量处理、控制规律和算法、软件设计、系统可用性和实用多机系统等八章。选材既考虑实用性，又注意它的普遍意义，力求做到理论密切联系实践。

本书可供自动化及微型计算机应用领域的科技人员阅读，也可作为大专院校有关专业师生的参考书。

B448/2415

实用微型计算机控制系统设计导论

仇仪杰 编著

责任编辑：刘成彦、孙流芳 版式设计：张世琴
责任印制：王国光 责任校对：熊天荣

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）

（北京市书刊出版业营业许可证出字第117号）

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{16}$ · 印张 $20 \frac{1}{2}$ · 字数 499 千字

1990年6月北京第一版·1990年6月北京第一次印刷

印数 0,001—2,050 · 定价 16.80 元

ISBN 7-111-01248-8/TP · 80

前 言

本书是作者根据多年来的工作实践撰写的，目的是想从实用角度出发，全面介绍设计微型计算机(以下简称微机)控制系统的原则和方法，可供从事这方面工作的大专院校师生和工程技术人员参考。

全书共分八章。前两章阐述微机控制系统的一般问题和总体方案。接着两章分别介绍系统的接口技术和模拟量处理方法。第五、六章对一些行之有效的控制规律和软件设计方法进行了讨论。第七章比较深入地探讨了系统的可使用性。最后一章对目前发展较快的多机系统设计方法作了说明。

清华大学刘植桢、王秀玲两位老师精心审阅了本书，并提出许多中肯和具体的意见。北京防化研究所邹士亚同志为编写本书做了许多工作。徐罗林同志在编写本书过程中不但做了大量具体工作，而且没有她的支持和帮助本书也不可能得以问世。作者在此一并表示衷心的感谢。

由于水平所限，偏见和错误在所难免，望读者批评指正。

仇仪杰

于南京工学院 1987年5月

目 录

第一章 概论	1	四、并行接口设计中的有关问题	57
一、微机应用系统的类别和特点	1	1. 并行接口的选用方法	57
二、微机管理系统与微机控制系统的关系	2	2. 使用 FIFO 器件作为并行接口	57
三、微机控制系统硬件配置概况	4	3. 使用 EPROM 作为并行接口	59
四、微机控制系统软件组织概况	7	五、串行接口设计中的有关问题	59
五、微机控制系统设计步骤和注意点	7	1. 串行通信的模式	59
六、设计和调试微机控制系统的一些条件	9	2. 串行通信接口的电气连接标准	62
第二章 总体方案	12	3. 采用串行通信时的注意点	64
一、确定总体方案的原则	12	六、中断控制和 DMA 控制接口中的 有关问题	66
二、系统外特性及对微机系统的要求	13	1. 中断控制的要求和处理策略	66
三、系统的通信问题	14	2. 8259 A 可编程中断控制器	67
1. 微机控制系统中的通信联系	14	3. DMA 方式的工作特点和应用要点	70
2. 通信信息型式	15	4. Z80 DMA(Z8410)控制器芯片 特性和使用方法	73
3. 微机和外部设备间通信方式	18	七、磁性外存储技术	82
四、系统体系结构	19	1. 一般说明	82
1. 体系模式的确定	19	2. 磁性存储技术中信息的 频率调制方法	82
2. 硬软件的分工方案	22	3. 盒式磁带机的控制方法	85
3. 硬件体系设计中的一些问题	22	4. 软磁盘和软磁盘驱动器	88
4. 软件体系设计中的一些问题	25	八、字符 CRT 显示控制接口和交互式 图形显示器	92
5. 选用控制方法的讨论	26	1. 字符 CRT 显示的工作原理	92
第三章 接口技术中的若干问题	32	2. CRT 显示接口的工作原理和 功能分析	95
一、概述	32	3. 单片 CRT 控制器芯片的选用	97
1. 接口技术的含义	32	4. 简易字符 CRT 显示控制电路的 实现原理	99
2. 负载问题	33	5. 交互式图形显示器工作原理	102
3. 常用基本电路	34	九、微机控制系统中轴角运动的参数检测和 执行控制	106
二、开关型接口设计中的有关问题	40	1. 角位移数字检测方法	106
1. 开关型信号输入的基本问题	40	2. 角速度数字检测方法	112
2. 键盘接口	40	3. 执行电机的控制方法	115
3. 简单开关量输出接口	42	第四章 模拟量处理技术	122
4. 七段显示管接口	43	一、概述	122
5. LED 显示矩阵接口	45	1. 研究模拟量处理的意义	122
6. 8279 键盘显示接口	47		
7. 固体继电器	49		
三、计数定时接口设计中的有关问题	51		
1. 简易定时电路	51		
2. 可再触发单稳电路	52		
3. 可预置可逆计数电路	53		
4. 可编程计数定时器接口的选用技巧	54		

2. 模拟量的数字编码	123	1. 软件设计的特点	226
3. 模拟子系统方案选择	125	2. 微机控制系统软件的特点	226
二、模拟量采集的信号调理(预处理)	128	二、组织软件的全过程	227
1. 信号调理中的直流运算放大器	128	1. 确定具体要求	227
2. 信息的隔离和滤波	131	2. 软件规划	227
3. 信息处理	135	3. 程序编制和分调	229
三、模拟多路转换器和采样保持电路	137	4. 软件装配和总调	229
1. 模拟多路转换器	137	5. 软件设计的善后工作	230
2. 采样保持电路	140	三、基本数据结构	230
四、数模转换处理技术	141	1. 字、字节和字段	230
1. 数模转换的性能分析	141	2. 指引元	230
2. 数模转换器结构分析	143	3. 流、栈和堆架	231
3. 数模转换器使用中的问题	146	4. 表	233
五、模数转换处理技术	147	5. 数组	237
1. 模数转换的实现方法	147	6. 数据压缩技术	239
2. 模数转换中的误差分析	152	四、语言翻译的基本知识	240
3. 设计数据采集系统的有关问题	154	1. 一般说明	240
六、模拟子系统模块板分析	160	2. 解释程序的设计方法	241
1. ADC328模块板	160	3. 表达式的波兰表示法	242
2. D + 7 A 模块板	165	五、程序设计的辅助方法	243
3. ADA1612模块板	168	1. 流程图	243
第五章 控制规律和算法	176	2. 决断表	244
一、位移控制	176	3. 状态描述法	248
1. 曲线逼近方法	176	六、管理程序的设计方法	253
2. 位移控制算法	181	1. 概述	253
3. 位移偏移控制算法	199	2. 监控程序的结构设计	253
二、PID 控制	204	3. 操作系统设计思想	255
1. 标准 PID 控制规律	204	七、微机控制系统软件设计的技巧	257
2. 快速 PID 实用算法	206	1. 充分利用系统硬件的优势	257
3. PID 规律使用方法	210	2. 编制地址分配表和工序表	258
三、补偿控制	212	3. 程序(工作)和时间协调技术	258
1. 前馈补偿	212	4. 合理使用子程序、再入子程序、宏和 协程序	259
2. 死区补偿	213	5. 减少执行时间的措施	260
3. 去耦补偿	214	6. 节省内存的方法	261
4. 采样时滞补偿	215	第七章 系统的使用性能	2
四、其他控制算法	217	一、基本概念	262
1. 最小二乘处理算法	217	二、提高系统有效性和可维修性的措施	263
2. 最小方差控制算法	219	1. 选用培训合格的操作人员	263
3. 自校正控制算法	221	2. 做好定期或不定期的系统维修工作	264
4. 最优控制算法	222	3. 在方案设计中用模块化原则来 组织软硬件	264
第六章 软件设计方法和技巧	26		
一、概述	22		

4. 总体方案应充分留有余地	264	3. 接地问题的处理原则	292
5. 精心设计好控制面板	264	第八章 实用多机系统	294
6. 充分利用软件实现诊断	264	一、概念和特点	294
7. 配备专用的或通用的诊断、 开发设备	264	1. 并行处理	294
三、减少硬件故障的措施	265	2. 并行处理	294
1. 改善元器件和设备在系统运行时的 损坏	265	3. 有关多机系统的定义	294
2. 充分重视接插件和印制电路板对 可靠性的影响	265	4. 优点	295
3. 进行静态和动态检查	266	5. 多机系统的主要矛盾	295
4. 采用硬件冗余方法	267	二、系统分类	296
四、有关软件的可靠性问题	268	1. 单指令多数据流 (SIMD) 类	296
1. 软件可靠性	268	2. 多指令多数据流 (MIMD) 类	297
2. 利用软件提高系统可靠性	269	三、互连接口分析	299
五、提高通信可靠性的方法	273	1. 通用输入输出接口	299
1. 传输线	273	2. 多路开关	299
2. 提高信息传送可靠性的一般措施	274	3. 横杆开关	300
3. 长线反射问题	276	4. 公用存储器	300
4. 信号传送中的检错和纠错	278	5. 双口存储器	300
六、供电系统	284	6. FIFO 器件	301
1. 一般情况	284	四、设计中的主要问题	301
2. 方案和部件选择	284	1. 系统功能分解和结构确定	301
3. 失电保护	288	2. 多机系统的处理要求	302
七、干扰和接地	291	3. 设计实用多机管理程序的参考意见	307
1. 干扰源及其抑制	291	五、直接利用通用接口通信的多机系统	308
2. 干扰的作用形式	292	六、利用交互方式实现通信的多机系统	312
		七、利用 FIFO 实现通信的多机系统	314
		八、利用公用存储器实现通信的多机系统	317

第一章 概 论

一、微机应用系统的类别和特点

微机应用系统，是指那些以微处理器（CPU）或微机基本系统（CPU、总线、RAM、EPROM 和一些简单接口芯片组成能独立进行信息处理的组合体）为核心构成的有实用意义的系统。例如，一个带有键盘、显示器和打印机，能实现科学计算的微机系统可以称为微机科学计算应用系统（一般习称为微型计算机）；一个由被控对象、检测部件、执行装置和以微处理器为基础的控制构成了工业控制微机应用系统，而包含有微处理器控制的智能玩具也可以叫做微机玩具应用系统，等等。它们都能用图 1-1 所示的结构模式来描述。任何微机应用系统可以看成是一个信息加工系统，它通过界面（接口）和外部世界（环境）交换信息。具体地说，它自动或被动地从外部世界接受特征信息，按一定规律处理后再按具体要求向外部世界馈送。外部世界可以是人、仪器设备、一个过程或大系统。不同的信息特征、处理规律、馈送方式以及不同的外部世界形式就形成了种类繁多、性能殊异的各种应用系统。

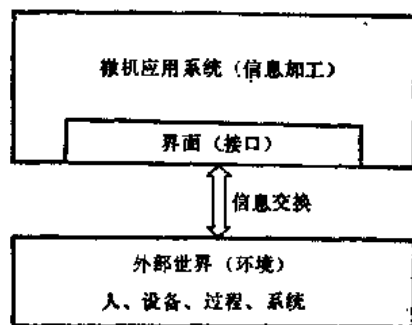


图1-1 微机应用系统结构模式

显然，不可能列举各行各业的不同类型应用系统的设计方法，这就有必要根据设计特点对不同类型应用系统进行分类。一般可分成检测控制类微机应用系统（简称检控类）和计算管理类微机应用系统（简称计管类）。由表 1-1 可知两类系统在用途、指标、设计特点和硬软件设计要求上有明显不同。

表1-1 检控和计管类微机应用系统比较

类别 项目	检测控制类微机应用系统	计算管理类微机应用系统
应用方面	信号采集和信号处理 工业自动化和过程控制 仪表设备智能	科学计算和辅助设计 软件开发 管理工作
主要要求	实时性好 可靠性高	信息吞吐能力大 存储容量大，一般要求配外存 人机对话和通信方便 支撑软件丰富，例如要求有汉字处理
设计特点	硬软件并重 重点设计接口和应用软件 一般用汇编语言编程	对系统的管理和软件处理要求较高 重点研究实现算法和数据结构 一般用高级语言编程

(续)

类别 项目	检测控制类微机应用系统	计算管理类微机应用系统
硬件要求	选择合适的芯片、单板或系统为核心, 配置存储器、接口构成基本系统 设计非标准接口	选用带外存能满足容量和速度指标的微机系统 选配合适的外部设备和终端
软件要求	设计管理程序、中断服务程序、输入输出服务程序和其它服务程序 确定处理算法并按算法编制功能处理程序 选编子程序和各種固定表格	修改扩充操作系统以满足要求 研究处理算法, 编制处理程序 用设计或移植的方法建立相应的数据库 有时需自行设计专用语言及编译程序

如再进一步按处理性质区分, 计管类还应分为数值处理和非数值处理两类, 它们的情况比较见表 1-2。由此可见不同类别的应用系统都有自己的一套设计要求和方方法。

表1-2 数值与非数值处理的特点

类别 项目	数 值 处 理	非 数 值 处 理
应用范畴	科学计算、辅助设计	管理工作、软件开发
信息形式	数值型数字为主	文字符号型数字为主
处理算法	数学公式	逻辑分析和决策
处理内容	数学运算为主	检索、判断、排序、归并和编辑
处理结果	有精度和误差问题	无误差
实时要求	不高	有一定要求

二、微机管理系统与微机控制系统的关系

从事自动化工作的同志对检测控制和科学计算系统一般都容易领会, 甚至有一定的感性认识, 而对计算机管理系统往往比较陌生。为此, 我们通过描述一个英文资料检索系统来了解一下它的结构和特点。

(1) 确定管理内容和要求是设计管理系统的基础。管理工作的一大特点是多内容多要求, 表 1-3 列出了这个英文资料检索系统的各种处理要求。它用 ASCII 键盘和 CRT, 以提示对话方式输入, 再转换成一定形式的编码, 供系统进一步处理。检索点数按方便用户和反应速度两个因素折衷考虑, 本系统有四个检索点可供英文资料和索引检索。主控点一般用来了解订购和流通情况, 实现定期修正资料目录, 即编入新资料把过期资料归并到备用存储区去。

(2) 选配系统硬件。按上述要求系统硬件可配置成图 1-2。它采用 512K 内存的 IBM-PC-XT 微机系统, 配有 1.2M 双面双密度 13.335cm (5.25in) 软盘驱动器和 10M12.7cm (5in) 硬盘各一个, 它们分别用来存放近期资料和过期资料。输入输出都用键盘 CRT 来实现, 硬拷贝用 9 针的 EPSON 打印机 (如为汉字资料最好用 24 针的打印机)。各检索点的键盘 CRT 终端都通过多路通信装置以串行方式和主机通信。

表1-3 典型英文资料检索管理系统处理要求

处 理 项	处 理 方 法
输入	ASCII键盘输入, 四点检索一点主控
输出	英文字母, 数字, 符号显示或打印
订购管理	日期, 数量, 单价, 借阅人次
流通管理	借出数, 日期, 借阅者证号
修正管理	编入新资料, 过期资料作备用
资料检索	有否, 本数, 存放架号, 显示书卡
索引检索	显示有关资料索引

(3) 确定输入特征信息。在本系统中, 作为检索特征的信息有编号、资料名、关键字和作者名四项。每份资料前二项一一对应。资料关键字和作者名则用作索引检索, 例如, 输入某个关键字可显示打印某类资料索引, 输入作者名可得到该作者编著的全部资料索引。选择输入特征要少而精, 既要便于用户检索, 又不致使计算机在处理查找时过于复杂。

(4) 设计数据库, 是管理系统软件设计中最繁重的工作。它的大小反映系统功能的强弱, 编排结构则影响系统的检索速度。本系统是要编排资料库, 库内容包括每一份资料的特征、内容

提要、订购、流通和存库情况。编排方法则很需要研究, 因为按作者名排序便于检索作者资料索引, 按资料名排序则易于资料和索引检索, 按编号排序却便于系统修正。一般可考虑后两种方法, 由于修正工作是经常性的而且工作量相当大, 所以本系统决定采用编号排序。

(5) 研究决策方法, 则是设计管理系统的关键。具体对本系统来说, 是如何根据输入的特征信息和处理要求来检索出需要的信息。一般的方法是寻找输入和输出的特征和联系, 然后用判断和归并等逻辑推理方法来解决。

最后, 我们用图 1-3 来总结这个系统的工作概貌, 它由主控点进行订购、流通和修正处理, 检索点进行资料和索引检索。信息经过输入输出处理软件, 由决策方法软件来控制数据库的建立、移植和调用。

有了管理系统的基本概念后, 我们就可以来讨论本书

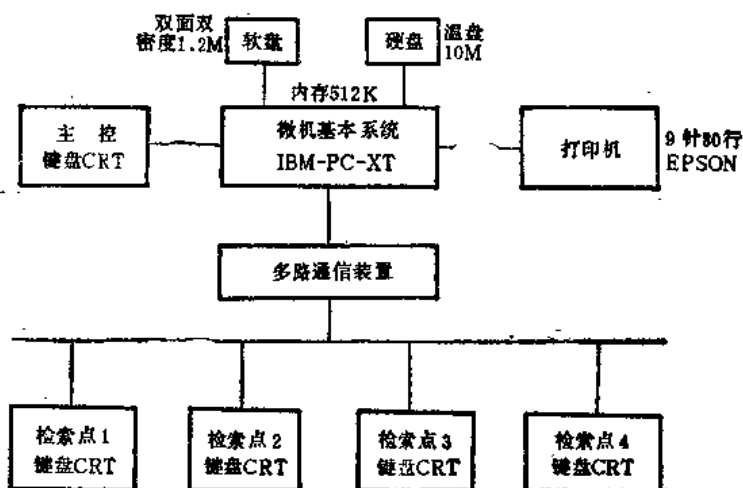


图1-2 典型英文资料检索管理系统硬件配置

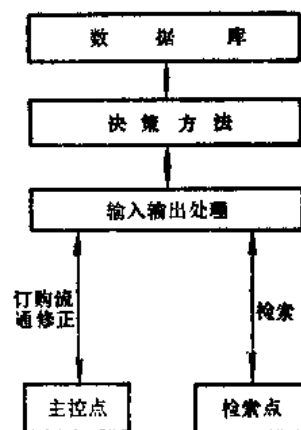


图1-3 微机管理系统工作概况

的命题——微机控制系统的范畴了。从传统的观念出发,微机控制系统也就是前面分类中提及的检控类微机应用系统。但随着生产技术的发展,许多控制要求都涉及到一些管理问题,特别在大系统理论出现后,这个问题更普遍了。例如,小的生产过程控制系统要求产量、质量报表;群控系统存在分配规划问题;大的柔性系统更需要管理合理性。因此,虽然本书主要是介绍检控类微机应用系统,但对从事自动化工作的同志必须补充这方面的知识。特别是基本的汉字处理和编辑方法、图形处理方法等等。更重要的是,在确定总体方案时一定要充分正视管理方面的要求,参考前面介绍过的原则统一进行规划。

三、微机控制系统硬件配置概况

(1) 基本组成

一般微机控制系统的硬件配置粗框图如图 1-4 所示。传感器从现场取得信息,送到输入接口进行处理,得出微机基本系统能接受和处理的并行数字信息,处理后由输出接口转换成用于显示记录或执行的控制信息,最后由执行装置将它转换成在形式和数量上能实现显示记录和执行的信息。此外,为便于观察了解和控制现场工作情况,系统应配有强有力的人机直接对话设施,如键盘显示、设定开关、直控开关、安全开关和硬拷贝记录。在更复杂的情况下,还需和其它微机系统交换信息。这些都通过输入输出接口来实现。

(2) 传感器

传感器在系统中的地位相当于人的眼睛,它的灵敏度(分辨力)和精度(准确度)对整个系统的工作影响很大。按被测参量分,常用的有位移、速度、加速度、频率、电压、电流、功率、温度、压力、流量、物位、称量和成分等各种传感器。从传感原理看,可利用电、磁、光、热、力、声、气、湿、静电、形变和射线等效应。用于微机控制系统的传感器,一般都要求能输出电气量。从系统设计角度看,传感器应尽量成组外购,以提高系统试制效率和可靠性。只有在精度要求不高、有特殊要求或经费有限时,才考虑自行设计。目前用于温度、压力等过程控制方面的检测仪表都有成套供应,如 DDZ-III 型还可提供 1~5V 和 4~20mA 两种直流信号制。在位移、速度等传动控制方面也有相应的检测元件提供,本书将在后面介绍它们和系统的配合关系。这里讨论两个对系统设计影响较大的问题。

1) 选配和设计原则

a. 检测分辨力和精度一般要取得比系统控制精度高一个数量级,以弥补后级各种误差和系统干扰。这一条实质上对传感器的失灵区、信号匹配、线性度和抗干扰能力作了宏观限定。

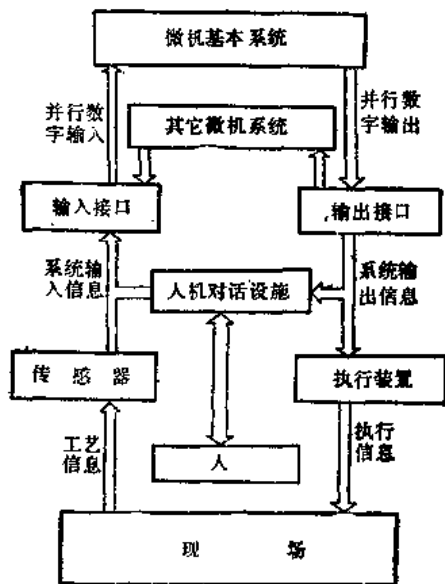


图1-4 微机控制系统硬件配置粗框图

b. 对惯量较大的参量, 如温度、流量等传感器的量程, 应保证参量正常变动范围在 10~90% 量程内, 这样易于克服失灵区和非线性问题。对惯量小的, 像电流、压力等传感器, 其使用下限量程仍可选 10%, 上限量程考虑到冲击宜取正常量程的 1.5 倍 (还需有限值措施)。

c. 最好能直接提供数字量、开关量或脉冲量等数字型输出, 以简化系统设计, 提高可靠性。

d. 对模拟型输出, 希望有一定的驱动能力。对于传送距离较短 ($<10\text{m}$) 的, 可用 0~5 V 电压输出, 否则宜采用电流输出。如果传感器和现场间噪声较大, 宜采用差动输出。

e. 工作可靠, 寿命长, 体积小, 便于安装维修。

f. 若选购, 应考虑其成本价格比不小于 25~50%。

2) 传感器和系统间的信息传送问题

虽然目前传感器都具有一定的抗干扰措施, 但如果传送距离远, 现场环境又较恶劣, 那么仍会将干扰带入系统, 轻则影响精度, 重则使系统无法正常工作。为此, 在设计系统时要预先考虑, 一般可采取以下措施:

a. 如共模干扰较大, 造成噪声电平将有效信息淹没, 则应考虑采用差动信号传送。

b. 采用隔离手段。对于交流信息, 可用初次级间有接地屏蔽层的隔离变压器。对于数字型信息, 一般都用电线的光电耦合器件, 但要注意目前光电耦合器件反应速度为毫秒级, 对于过高频率的信号, 不宜使用。对于模拟信息, 可采用光电线性隔离电路, 图 1-5 是其中一种实现方案。它要求选用两对特性一致的光隔离器件, 以弥补非线性和温漂。只要适当选择 $E_1 \sim E_4$ 、 R_A 和 R_B , 使 $I_A = I_B$ 、 $I_{C1} = I_{C2}$, 则 $I_1 = I_2$ 。这样输出 V_o 就严格和输入 V_i 成正比, $V_o = -\frac{R_F}{R_1} V_i$ 。调节电阻 R_F 和 R_1 , 可改变其放大系数。一般说, 这种电路的性能仍不够稳定, 精度有限。

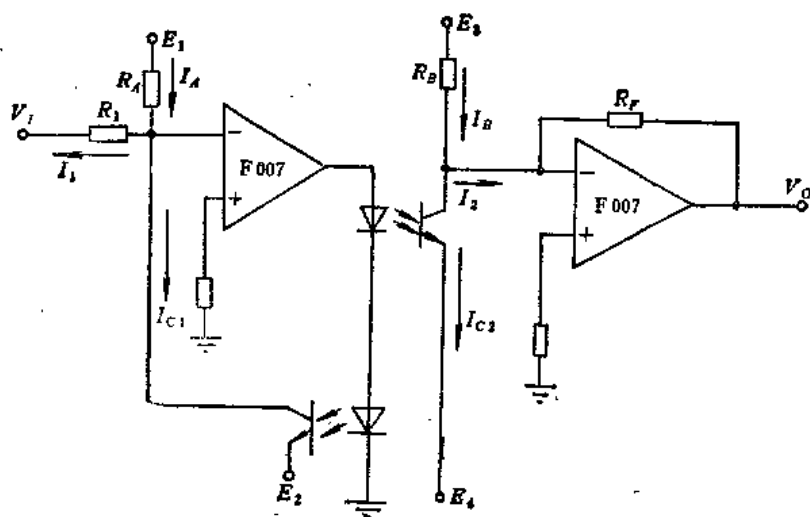


图1-5 光电线性隔离电路实例

c. 提高传送电平。例如将模拟输出电平提高到 10V 或是 20V。对数字型信息, 可用现成的集成芯片, 如双列直插式芯片 LCB4049、4050 (仿 RCA CD 系列), 能将 12~15V 电平转换成 5V 电平, LCB030 (我国设计) 可将 5V 电平转换成 12~15V 电平。

d. 在环境较恶劣时, 传送线要考虑屏蔽问题。对开关信息, 可采用单芯屏蔽电缆, 对模拟信息, 建议用节距小于 3mm 的屏蔽双绞线, 它们的屏蔽层, 都采用在传感器侧单端接地方式。

e. 信息传送线宜远离动力线和高频线, 切忌平行, 以防串扰。

(3) 输入输出接口

由图 1-4 可知, 输入输出接口是现场、人、其它微机系统和微机基本系统间的通信桥梁, 负责将外部信息转换成并行数字量, 或是将并行数字量转换成外部信息, 起隔离匹配、处理和转换作用。由于交换信息的类型、形式和特征很多, 因此输入输出接口的型式也很多。选择时要首先考虑使用专用接口。它们是根据微机控制系统经常使用的要求而设计的专用大规模集成芯片, 具有性能灵活、使用方便、体积小、重量轻和可靠性高等一系列优点。经常使用的专用接口见表 1-4。

表1-4 常见专用接口芯片简表

名 称	生 产 厂 及 型 号	
	Intel	Motorola
键盘显示控制器	8279	—
软磁盘控制器	8271	MC6843
CRT 控制器	8275	MC6845
点阵打印机控制器	8296	—
GPIO 传送和控制器	8291 + 8292 + 8293	MC68488
数字频率调制解调器	—	MC6860

对于一般使用情况, 输入接口包含信号调整接口和通用接口两部分。信号调整接口的作用是用来去干扰, 将输入信息转换成稳定的、具有标准电平的开关量、数字量、脉冲数或模拟量。这些接口都是非标准的, 需自行设计; 通用接口的作用是, 将上述各种形式的信息转换成并行数字信息并作缓冲之用, 它的功能可以通过编程来变更, 常用的通用接口见表 1-5。

表1-5 通用编口芯片简表

名 称	生 产 厂 及 型 号		
	Intel	Motorola	Zilog
并行接口	PPI(8255)	PIA(MC6821)	Z80PIO
串并行转换	PCI(8251)	ACIA(MC6850)	Z80SIO
计数定时	PIT(8253)	PTM(MC6840)	Z80CTC
	NATIONAL SEMI-CONDUCTOR	BURR BROWN	ANALOG DEVICE
8 位数模转换	DAC0832	DAC82	AD558
12 位数模转换	DAC1210、1220	DAC85	AD567
8 位模数转换	ADC0808、0809	ADC82	AD570
12 位模数转换	ADC1210、1211	ADC85-12	ADC80

输出接口一般也可分解为通用接口和信号转换接口两部分。这里通用接口的作用是将经过微机基本系统处理后的并行数字信息转换成各种便于实现显示记录和执行的信息形式，常用的有表 1-5 所示的那些器件。信号转换接口的作用是将通信接口的输出转换成在形式和数量上能直接控制显示记录和执行的信息。实质上，它起换能器的作用，一般需根据工艺要求自行设计。

四、微机控制系统软件组织概况

微机控制系统的软件组织概况见图 1-6。其中管理/监控程序是使整个系统协调工作的总指挥。它可按工艺要求、具体需要和工作情况通过设定、请求或中断来调用相应程序，并通过输入输出服务程序管理硬件。通用子程序、常数和表格是供所有程序在运行时调用的。从信息流看，它由外部世界通过输入服务程序进入系统，由信息预处理程序滤波去伪存真，再用按功能处理算法要求编制的功能处理程序对信息进行加工。处理结果需经信息后置处理程序处理，以防止输出信息越出置信范围，这样可保证系统工作不致出现严重错误。最后，通过输出服务程序向外部世界送出用于显示记录或执行的信息流。

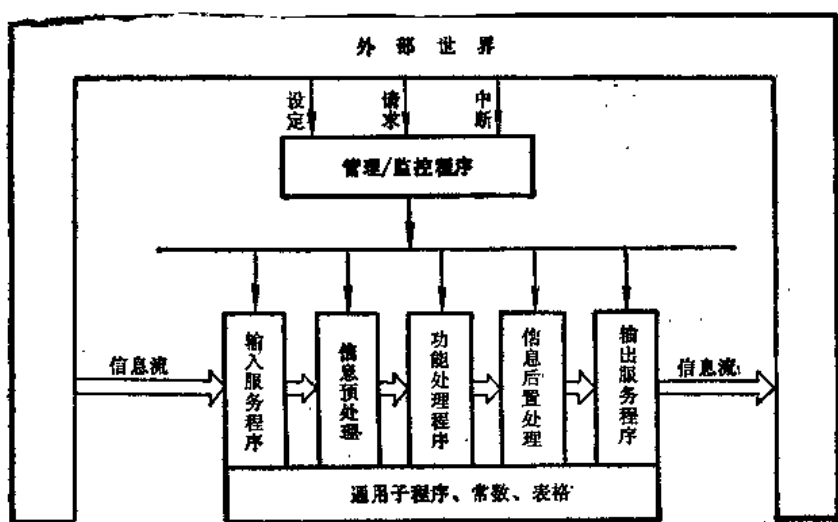


图 1-6 微机控制系统软件组织概况

五、微机控制系统设计步骤和注意点

设计微机控制系统的步骤可参考表 1-6。具体设计时应注意下列几点。

(1) 充分利用硬件快速和软件灵活的特点，协调系统设计中硬软件的分工配合。过去因硬件价格偏高、可靠性不够理想，许多功能由软件完成。随着硬件价格大幅度降低，配套日益齐全，这种观点已不适用。特别对微机控制系统，它的速度要求较高。而微机本身由于受工艺限制，速度不高，为此设计者应在满足系统速度要求并有一定裕量的前提下利用软

表1-6 微机控制系统设计步骤

序 号	各 步 骤 完 成 内 容
1	必要性分析 系统经济和社会效益 从性能、扩充性、价格、适应环境四个方面,对微机系统和常规控制系统作初步比较
2	可能性分析 用户积极性 工艺成熟,一次传感和执行手段已经或可以解决 有相应技术力量和经费保证
3	深入了解工艺要求,明确设计任务和指标
4	确定传感和执行部分指标和方案
5	规定和外部世界信息交换方式,拟定硬件方案
6	完成软件功能分块,制定软件功能框制
7	协调修改软硬件方案
8	具体选择、设计硬件(包括传感器和执行器)和软件
9	分调 and 联调
10	有条件时可进行计算机仿真
11	现场总调,试运行
12	修正、定型

件。

(2) 各种性能规格的处理芯片不断地涌现,表 1-7 列出已普遍使用的处理芯片规格和用途,设计者需为系统选用合理的处理芯片。

表1-7 常用处理芯片的基本使用范围

芯片名称	主 要 用 途
4 位	简单的数字控制,智力开发
8 位	常规使用
16或32位	构成处理速度和精度要求较高的系统
辅助处理	配合CPU完成某些专门的处理任务,如乘、除、FFT运算、数入输出处理,以提高系统处理效率
专用处理	构成特殊处理要求的系统
单片机	智能仪器设备,在系统中作智能部件
位片式	是一种只起运算无控制功能的双极型器件,利用它可灵活地构成速度和抗干扰要求较高的系统

(3) 目前,通用和专用接口芯片品种齐备,它们的智能化程度也越来越高。为充分利用微机有限的处理速度,简化硬件设计,应有意识地将系统部分功能转移给这些有编程能力的接口,使系统处理功能分工更加合理。

(4) 设计系统要留有扩充余地,以防考虑不周,并适应变化的要求。从硬件方面看,除电源应放较大裕量,以及引出地址、控制和数据线外,还需保留一些译码后的口地址等。印制电路板上也要留出一定的可扩充区。如系统较复杂,则应按功能分割成模块子系统,再连成应用系统,以便修改和扩充。软件设计更应先对系统功能进行分解,再分别设计各功能块,以便于设计、调试和修改扩充。

(5) 这类系统可靠性要求较高,实践证明从设计开始就考虑这个因素,它的效果就会好得多。例如,对供电要求、抑制干扰源、滤波去耦等的可靠性都应有所考虑,这些将在后面介绍。

目前系统设计主要动向有下列几个方面:

(1) 硬件功能模块化改变了系统硬件设计的传统方法。国外许多厂家都以某些通用总线(如S-100、STD、M-BUS、MULTI-BUS)为标准,构成工业系统机箱,同时生产许多不同功能和指标的功能模块板,如处理器板、存储器板、输入输出板、模数数模转换板、各种接口板、继电器板、电源板等等。其代表性产品有Intel公司的SBC系列和Motorola公司的M68MM系列。用户设计时只要选用合适的模块板,再设计制造少量特殊要求和规格的接口模块板,就能配置出符合要求的系统。这样,大大提高了产品开发速度和可靠性,调试、检修和扩充也非常方便。目前国内有些单位已开始采用这种方法,但目前因价格较高难于全面推广。

(2) 随着硬件模块化,软件设计成为主要矛盾。为此,出现了软件标准化和商品化的趋势,以解决用户对通用软件的需要。对于比较专门的行业性软件,许多国家开始出现软件入股的方法,以减少每个用户的软件设计量。

(3) 由于控制系统日趋复杂,对微机控制系统的实时性和可靠性要求更加突出。因此,目前非常重视多处理单元系统的实用化研究和推广应用。

(4) 大力采用现代化开发手段进行设计,以缩短设计周期,保证设计质量。必备的开发手段是微机开发系统和数字逻辑状态分析仪。开发系统可单独调试固化软件,还可利用它的硬件仿真板对系统硬件进行仿真,以实现系统硬软件联调修正。数字逻辑分析仪可用来查找系统硬件在软件控制下出现的逻辑和时序故障点。由于它有记忆功能,所以检查非常方便。目前正在开展的还有利用计算机进行微机控制系统辅助设计的工作,它的目的是研究系统结构、算法和参数的合理性。这对整个微机控制系统的设计是很有指导意义的。

六、设计和调试微机控制系统的一些条件

(1) 微机控制系统涉及的知识和技术面比较广,要做好方案设计,希望设计人员具有一定的知识面和开拓精神。具体地说,不仅需要有机器的硬、软件知识,还应了解控制理论、伺服系统、传感器和一般机电问题。在设计前,设计人员还必须到现场深入了解控制对象,并和现场工作人员商讨,以期提出比较合理的方案。

(2) 正确选用各种规模的集成器件,不但可以提高系统技术指标和可靠性,对简化系统硬件甚至软件都有相当大的好处。为此,应该多搜集、分析研究各种常用器件的样本、手册和应用说明。表1-8是常用的几种手册目录,它对设计是很重要的,建议备用。

(3) 为提高软件设计效率和质量、应搜集成熟的常用和专用子程序集或框图,以备选用。

(4) 工程实践中再周密的设计也做不到万无一失,只有靠调试来发现和修正错误。为保证能有效和顺利地调试,就必须置备下述常规设备:

1) 数字万用表 一般为 $3\frac{1}{2}$ 位数显,如果有 $4\frac{1}{2}$ 位数显那更好。因为 $4\frac{1}{2}$ 位数显,除去符号位其可显最大值为9999,精度可达万分之一。这类万用表比普通万用表,除了精度高之外,另一突出优点是输入阻抗可达 $10^9\Omega$,因此用它测试不会影响电路的工作。

2) 数字频率计 它可以用来测取脉冲数和频率,对判定硬件工作状态有很大的帮助。

表1-8 常用手册

手 册 名 称	出 版 社	查找内容
TTL Data Book for Design Engineers	Taxes	TTL器件
TTL集成电路设计 and 应用手册	北京半导体器件二厂	TTL器件
RCA Linear Integrated Circuits(Application Notes)	RCA	线性集成电路
RCA CDS/MOS Integrated Circuits	RCA	MOS集成电路
McMos Integrated Circuits DataBook	Motorola	MOS集成电路
The Complete Motorola Microcomputer Data Library	Motorola	MC系列微芯片
Zilog Components Data Book	Zilog	Zilog系列微芯片
Intel 80/85 User Manual	Intel	Intel系列微芯片
微型计算机常用芯片手册	上海科技出版社	通用微芯片
Data-Acquisition Data Book	Analog Devices	模拟器件
IC Master Full	AMI	集成电路器件索引

它的频率测定范围和精度要求并不高,关键是希望能有电平衰减调节,以满足对不同电平脉冲的萃取和抑制。

3) 脉冲发生器 对这种设备的要求并不高,只要能发出规定脉冲数和频率在10MHz 之内的脉冲串就可以了。脉冲电平的高低最好能调节,极性能改变。

4) 示波器 为实现波形比较,需要双踪示波器。考虑到微机系统中窄脉冲的宽度一般为10~100ns 左右,为观察它们的边沿,建议购置100MHz 左右双踪以上示波器。一般至少需要有一台 SR-8(0~15MHz) 双踪示波器。

5) 逻辑探笔 为便于测定系统各点工作情况,廉价的逻辑探笔(可自制)还是很起作用的。它能测定各点究竟是高电平还是低电平,是处于高阻抗状态还是脉冲工作状态。

6) 致冷/致热设备 为了确诊故障,采用局部冷却和升温是很有效的手段。可购置标准的冰冻喷雾罐和点式加热灯泡。如果没有条件,也可购买一把冷热电吹风代替。

7) 开关和发光二极管 为能直观了解系统静态工作状态,目前常采用图 1-7 所示的成组开关和发光二极管。开关用来实现逻辑电平输入,发光二极管可作为输出状态显示。

(5) 和用电子电路构成的硬接线逻辑系统相比,研制微机系统的大量工作是放在软件研制上。程序设计完成后还必须进行调试,而软件的调试往往又离不开硬件调试。为了能正常地开展微机系统调试,一般可采用下述一些方法:

1) 购置一台型号和微机控制系统 CPU 相同的单板机,要求它具有足够容量的 RAM (因为调试时程序都放在 RAM 中进行),配有磁带录放线路和 EPROM 写入功能,最好还带有一些通用并行和串行接口、定时计数接口和可供扩充的总线引出端,这样稍加扩充就能直接对控制系统进行模拟调试。软件调试只能用机器语言进行,为便于调试单板机,应具有存储器检

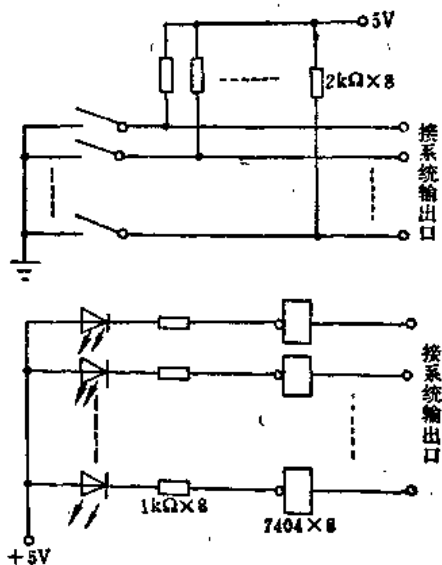


图1-7 开关和发光二极管