

上海市本科教育高地建设
机械制造及其自动化系列教材

机械自动化系统设计指导书

施海锋 吴江柳 编著
陆 宁 主审

清华大学出版社

上海市本科教育高地建设
机械制造及其自动化系列教材

机械自动化系统设计指导书

施海锋 吴江柳 编著
陆 宁 主审

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书以教学用简易数控铣床作为开发机械自动化系统的典型实例,阐明如何按设计任务书进行系统方案设计、机械结构设计、电气控制逻辑设计、控制程序(监控软件)编制及其调试,逐步完成机械自动化系统的设计开发全过程。本书还汇编了部分设计用参考资料,附有设计思考题和设计范例的目录,并展开对设计说明书中的机械部件结构设计部分进行描述。

本书突出机械、电气、软件在机械自动化系统设计时的整体性,强调设计开发过程中的实践性,并对编制和执行数控指令软件的技巧作了示范。本书图文并茂,深浅适宜,可作为大专院校机械工程及自动化专业、机电一体化专业或其他相关专业的专业课程设计指导书,也可作为机电一体化设备设计、制造工作者的参考书。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

机械自动化系统设计指导书/施海锋,吴江柳编著. —北京:清华大学出版社,2008.12
(上海市本科教育高地建设机械制造及其自动化系列教材)

ISBN 978-7-302-19066-0

I. 机… II. ①施… ②吴… III. 机械制造—自动化技术—系统设计—高等学校—教材
IV. TH165

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 199816 号

责任编辑:庄红权

责任校对:赵丽敏

责任印制:李红英

出版发行:清华大学出版社

<http://www.tup.com.cn>

社 总 机:010-62770175

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编:100084

邮 购:010-62786544

印 刷 者:北京四季青印刷厂

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:9.75 插页:2 字 数:231 千字

版 次:2008 年 12 月第 1 版

印 次:2008 年 12 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:22.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。
联系电话:010-62770177 转 3103 产品编号:032268-01

上海市本科教育高地建设 机械制造及其自动化系列教材编写委员会

顾 问 陈关龙

主 任 程武山

副主任 何法江

编 委 王明红 蔡颖玲 陆 宁 陆 文

秘 书 周玉凤

序言



进入 21 世纪以来,我国制造业得到了飞速发展。中国已成为世界制造业大国,正面临从制造业大国向制造业强国转型的关键时期。培养大批适应中国机械工业发展的优秀工程技术人才,是实现这一重大转变的关键。

遵循高等教育、人才培养和社会主义市场经济的规律,围绕《上海优先发展先进制造业行动方案》,紧贴区域经济社会需求的发展,上海工程技术大学机械工程学院抓住“上海市机械制造及其自动化本科教育高地建设”这一机遇,把握先进制造业和现代服务业互补、融合的趋势,把打造工程本位的复合应用型人才培养基地作为高地建设的核心,把培养具有深厚的科学理论基础和一定的工程实践能力及创新能力的优秀的复合应用型人才——生产一线工程师,作为高地建设的战略发展目标。

正是基于上述考虑,本编写委员会联合清华大学出版社推出“上海市本科教育高地建设机械制造及其自动化系列教材”,希望根据“以生为本,以师为重,以教为基,以训为媒,突出工程实践”的教育思想理念和当前的科技水平和社会发展的需求,精心策划和编写本系列教材,培养出更多视野宽、基础厚、素质高、能力强和富于创造性的工程技术人才。

本系列教材的编写,注重文字通顺,深入浅出,图文并茂,表格清晰,符合国家与部门标准。在编写时,作者重视基础性知识,精选传统内容,使传统内容与新知识之间建立起良好的知识构架;重视处理好教材各章节间的内部逻辑关系,力求符合学生的认识规律,使学习过程变得顺理成章;重视工程实践与教学实验,改变原教材过于偏重理论知识的倾向,力图引导学生通过实践训练,发展自己的工程实践能力;倡导创新实践训练,引导学生发现问题、提出问题、分析问题和解决问题,培养创新思维能力和团队协作能力。

本系列教材的编写和出版,是上海市本科教育高地建设课程和教材改革中的一种尝试,教材中一定会存在不足之处,希望全国同行和广大读者不断提出宝贵意见,使我们编写出的教材能更好地为教育教学改革服务,更好地为培养高质量的人才服务。

陈关龙

2008 年 12 月

前言

机械自动化(机电一体化)系统是机械发展的方向,它将机械、电气、控制软件等多种技术有机地结合为一体。随着科学技术的发展,这些技术在系统(产品)中互相渗透。机械自动化系统不是简单地把机械、电气、控制软件组合在一起,而是要从系统的整体出发,综合考虑,实现最佳化设计。

本书从系统(产品)整体的角度出发,阐明系统的设计过程,并体现“以机械为本、电气为控制核心、控制软件为系统关键”的机械自动化系统设计的基本原则。通过教学用简易数控铣床这一典型设计实例,介绍了设计开发机电一体化产品的全过程:系统总体方案设计、机械部件结构设计、电气部件设计、系统控制软件设计、综合调试实验、设计说明书的编写等。设计有多种可行方案,特别是电气和软件,本书主要介绍设计思路,为读者留有一定的想象空间。本书可作为机械自动化专业本科学生四周左右的专业(课程)设计教材(指导书),也可作为从事机电一体化设备设计和开发的技术人员的参考书。

本书共分8章,第1章简要叙述机械自动化系统设计;第2章介绍系统总体方案设计和过程;第3章介绍机械部件结构设计和计算;第4章介绍电气控制硬件的设计和计算;第5章讨论系统控制软件的设计与监控程序的编制方法;第6章介绍以实现设计目标为目的的综合(机械机构、电气硬件、控制软件)调试实验;第7章阐述编写设计说明书的要点;第8章是设计常用参考资料,包括电气和软件方面的常用参考资料以及设计中常用的图纸等;本书专门为学生和自学者配备了思考题,便于读者课后练习和自习。附录A为学生所做的一份《机械自动化系统设计说明书》目录(范例),附录B展开介绍了设计说明书中的机械部件结构设计部分(范例),作为学生设计时的参考。

参加本书编写与主审工作的有施海锋、吴江柳和陆宁等老师,另有孙月凤、李钧等同学参与设计范例的工作,本书的修改得到了不少老师的热情帮助,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,错误、不足在所难免,恳请读者批评与指正。

作 者

2008年12月于上海

目录

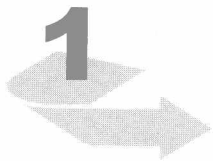


1	概述	1
1.1	设计的一般步骤	1
1.2	设计任务书及参考数据	1
1.3	设计要点与注意事项	3
1.3.1	设计要点	3
1.3.2	设计中常见的误区	4
1.4	调试与编写设计说明书	5
2	总体方案设计	6
2.1	技术分析	6
2.2	系统方案设计	6
2.3	数控系统	7
2.3.1	微机控制方案	7
2.3.2	单片机控制方案	8
2.3.3	微机-单片机混合控制方案	8
2.4	机械结构	9
2.4.1	导轨结构	9
2.4.2	传动系统结构	10
2.5	机械部件的驱动方式	10
2.6	系统方案的确定	11
3	机械部件结构设计	15
3.1	机械设计要点	15
3.1.1	机构的功能	15
3.1.2	结构的强度和刚度	15
3.1.3	结构工艺性	15

3.1.4	其他方面	16
3.1.5	装配图的标注	16
3.2	支承部件设计	16
3.3	主传动运动部件设计	17
3.3.1	铣削要素、铣削力、铣削力矩和铣削功率	17
3.3.2	主电机选择	20
3.3.3	轴的设计	20
3.3.4	轴承的选择与刚度校核	22
3.4	进给运动部件设计	23
3.4.1	导轨的作用与要求	23
3.4.2	导轨的选择	24
3.4.3	丝杠螺母	28
3.4.4	进给驱动电机	34
3.5	伺服进给系统设计	35
3.5.1	伺服进给系统控制形式	35
3.5.2	开环伺服进给系统设计	35
3.6	润滑和密封	40
3.7	机械装配图的绘制	40
3.7.1	装配图的标注	40
3.7.2	总装图上的技术条件	42
3.7.3	零件图上的标注	42
3.7.4	零件图上的技术条件	43
4	电气部件设计	44
4.1	拟定电气硬件逻辑原理框图	44
4.1.1	单片机控制方案	44
4.1.2	微机控制方案	45
4.1.3	微机-单片机混合控制方案	46
4.2	电气逻辑原理设计	46
4.2.1	单片机控制方案	46
4.2.2	微机控制方案	50
4.2.3	微机-单片机控制方案	55
4.3	功率驱动部分设计计算	55
4.3.1	伺服电机(主电机)的驱动电路	55
4.3.2	步进电机的驱动电路	56
4.4	电源部分设计计算	60
5	系统控制软件设计	63
5.1	软件系统框图	63

5.2	初始化程序	63
5.3	主程序	64
5.4	子程序	65
5.4.1	外设驱动模块	65
5.4.2	运算模块	65
5.4.3	代码转换模块	65
5.4.4	数据功能模块	65
5.4.5	时钟程序	65
5.4.6	系统功能模块	66
5.4.7	功能键处理模块	66
5.4.8	数控指令解释程序	67
6	综合调试实验	68
6.1	实验目的	68
6.2	实验设备	68
6.3	实验内容和要点	68
6.4	实验步骤	69
6.4.1	功率放大板的焊接制作	69
6.4.2	硬件电路的连接与调试	70
6.4.3	机械部件的调试	71
6.4.4	软件调试	71
6.5	实验记录	72
6.5.1	电路电压测量记录	72
6.5.2	手动调试记录	73
6.5.3	系统的整体调试记录	73
6.6	实验思考题	74
7	编写设计说明书	75
7.1	设计说明书正文	75
7.2	设计说明书附件	77
7.3	设计说明书的装订	77
8	设计常用参考资料	79
8.1	电气类常用参考资料	79
8.1.1	按钮开关电路	79
8.1.2	光耦合电路	79
8.1.3	过零检测电路	80
8.1.4	扩展非易失性数据寄存器 EEPROM 接口原理	80
8.1.5	程序空间的 EPROM2764 接口	81

8.1.6	程序空间的 EPROM27256 接口	81
8.1.7	数据空间的 RAM6264 接口	82
8.1.8	地址译码器电路	83
8.1.9	扩展简单的输入输出接口	85
8.1.10	部分集成电路资料	87
8.1.11	三端稳压器电路	93
8.1.12	部分晶体管参数	93
8.1.13	部分光电耦合器件参数	94
8.1.14	部分步进电机参数	94
8.1.15	工业控制微机接口卡资料	97
8.2	软件常用参考资料	98
8.2.1	TB 和 TC 的 I/O 接口驱动方法	98
8.2.2	汇编语言的 I/O 端口编程	99
8.2.3	WINIO 库函数的应用方法	100
8.2.4	8051 系列单片机方案部分参考程序	101
8.2.5	8051 系列单片机内部 RAM 分配情况	103
8.2.6	微机方案软件参考资料	105
8.2.7	调试实验用参考程序	119
8.3	设计总体参考资料	130
	思考题	131
附录 A	《机械自动化系统设计说明书》目录(范例)	133
附录 B	设计说明书中的机械部件结构设计部分(范例)	135
B1	铣床铣削力、铣削力矩和铣削功率	135
B1.1	铣床切削力的计算	135
B1.2	切削力矩的计算	136
B1.3	切削功率的计算	136
B2	伺服系统的设计计算	136
B2.1	系统的概念要求及已知系数	136
B2.2	步进电机步距角选择	136
B2.3	等效转动惯量计算	137
B2.4	等效负载转矩计算	138
B3	主轴的计算	140
B3.1	主轴的强度校核	140
B3.2	主轴的刚度校核	140
B4	导轨的设计与计算	141
参考文献		142



概 述

机械自动化系统一般是指一个以机械机构为基本主体的微机控制装置,一般均含有机电部件、电气(弱电和强电)控制硬件和监控软件。因此,设计机械自动化系统也应该从这三个方面着手,依次进行设计。由于三个方面的内容是一个统一的整体,不可分割,设计时必须统筹兼顾。本书将围绕一个典型的设计过程,详细阐明机械自动化系统的设计方法和开发过程。

一般完成设计任务的次序是:按设计任务书明确设计任务,按任务书的技术要求(或技术条件)进行技术分析,明确设计要求;设计机械自动化系统的组成,然后依次进行机械部件、电气部件和相应控制软件的设计。系统完成后,要进行系统调试,排除(设计、制造)故障,问题较大时则需要更改设计。

本书以教学用简易数控铣床为例,来介绍机械自动化系统设计的全过程。教学用简易数控铣床是一种可三轴(X 轴、 Y 轴和 Z 轴)控制、二轴(仅 X 轴和 Y 轴)联动的数控设备;教学用是指其只能用于实验室环境(切削有机玻璃),且精度较低的教学设备;简易是指其只能执行最小数控指令集。虽说其是简易设备,但却包含了机械自动化系统的全部结构:机械结构、微机控制、传感器、执行元件和动力能源。

1.1 设计的一般步骤

- (1) 课题分析(理解技术要求)。
- (2) 方案拟定,系统总体方案(框图)设计。
- (3) 机械部件结构设计。
- (4) 电气部件逻辑设计。
- (5) 控制系统软件设计与程序编制。
- (6) 调试部分电气逻辑与系统控制软件(如有错误,可修改上述的(4)、(5)两步,直至错误全部改正)。
- (7) 整理资料,编写设计说明书。

1.2 设计任务书及参考数据

设计任务书一般由上级部门发出,这里由教研室或系主任签名后下达。其主要内容包括:设计项目名称、具体设计任务、设计时间和设计的主要技术指标,以及上级部门公章和

下达任务的时间,下面是设计任务书的示例。

1. 设计题目(三个题目任选一个,或由教师指定)

- (1) 教学用简易数控铣床 (☒)
- (2) 教学用简易电火花成形机床 (☐)
- (3) 教学用简易机械手 (☐)

2. 设计的任务

- (1) 系统整体方案设计
- (2) 机械部件设计 (结构图) 0 号图一张
- (3) 电气部件设计 (电气逻辑原理图) 1 号图一张
- (4) 系统控制软件设计 (系统软件框图) 一张
(部分系统软件程序) 超过 250 条指令
- (5) 综合实验(系统整体调试) 实验报告
- (6) 编写设计说明书 一份

3. 设计时间

_____ 周 _____ 年 _____ 月 _____ 日至 _____ 年 _____ 月 _____ 日

4. 学生姓名 _____

5. 指导教师 _____

6. 系主任 _____

_____ 年 _____ 月 _____ 日
机械工程及自动化系

7. 技术指标(带 * 号的为选做内容)

1) 教学用简易数控铣床技术参数

- (1) 工作行程: $X=120\text{ mm}$ 、 $Y=100\text{ mm}$ 、 $Z=40\text{ mm}$;
- (2) 脉冲当量: 0.01 mm/脉冲 ;
- (3) 重复定位精度: 0.02 mm ;
- (4) X 、 Y 、 Z 进给速度范围: $4\sim 500\text{ mm/min}^*$;
- (5) 与上位机通信方式: RS232 ($>9600\text{ 位/秒}$) * ;
- (6) 工作方式: 手动及自动;
- (7) 用户指令存储量: 999 条 ISO 数控代码;
- (8) 指令输入方式: 键盘、外接磁带机 * 、RS232 接口 * ;
- (9) 有停电保护功能 * ;
- (10) 主机转速: 3000 r/min ;有级或无级调速 * ;
- (11) 铣刀直径 $\phi 5$;
- (12) X - Y 二轴联动;
- (13) 切削材料: 有机玻璃等。

2) 教学用简易数控电火花成形加工机技术参数

- (1) 工作行程: $X=120\text{ mm}$ 、 $Y=100\text{ mm}$ 、 $Z=40\text{ mm}$;

- (2) 脉冲当量: 0.01 mm/脉冲;
- (3) 重复定位精度: 0.02 mm;
- (4) X、Y 进给速度范围: 4~500 mm/min*;
- (5) 与上位机通信方式: RS232 (>9600 位/秒)*;
- (6) 工作方式: 手动及自动;
- (7) 用户指令存储量: 999 条 ISO 数控代码;
- (8) 指令输入方式: 键盘、外接磁带机*、RS232 接口*;
- (9) 有停电保护功能*;
- (10) X-Y 二轴联动;
- (11) Z 轴可用手动控制。

3) 教学用简易机械手参数

- (1) 三个自由度(要有转动和移动),行程: 各轴转动范围 $>45^{\circ}$,移动 >30 mm;
- (2) 脉冲当量: 0.01 mm/脉冲;
- (3) 重复定位精度: 0.02 mm;
- (4) 与上位机通信方式: RS232 (>9600 位/秒)*;
- (5) 工作方式: 手动及自动;
- (6) 用户指令存储量: 999 条 ISO 数控代码;
- (7) 指令输入方式: 键盘、外接磁带机*、RS232 接口*;
- (8) 有停电保护功能*;
- (9) 二轴联动。

1.3 设计要点与注意事项

1.3.1 设计要点

1. 基本原则

设计机械自动化系统时,与其他设计一样,设计对象必须满足功能要求、满足规定的技术要求。这是设计时遵循的基本原则,否则设计将视为失败。

2. 设计方法

机械自动化系统是一个以机为本的机械设备,因此,设计中满足功能要求的同时还必须进行必要的计算,以保证某些运动参数(如位移、速度、加速度、转速等)和各零部件的强度、刚度等满足要求,必要时还要计算设计对象的动态特性。现代设计计算的方法和手段较多,如相似设计、模拟设计、优化设计、动态分析设计和有限元分析设计等计算机辅助设计方法。

3. 总体设计的技术原则

机械自动化系统由机械、电气和软件三个子系统构成。设计时要先进行总体设计,再进行各部分的设计。即要遵循先总后分的技术原则。切忌倒过来先分别设计三大部,然后再组合成整体。

在总体设计中,要划分三个子系统的各自功能,可按如下原则:

- (1) 以降低生产成本为第一目标时,当某个功能用机械、电气或软件方法均能实现时,

应优先考虑采用软件,其次考虑采用电气方法。

(2) 以提高响应速度为目标时,则可优先采用电气方法,其次考虑软件或机械方法。

(3) 在要求高可靠性时,尽量优先考虑机械方法,其次是电气方法,尽量避免采用软件方法。

(4) 智能功能优先让软件来完成。

4. 其他要求

设计中在满足技术要求的前提下,还必须考虑工艺性、标准化、人机工程和外观等要求。工艺性是指便于制造、装配和维修;标准化是指设计中尽量采用现行的国家标准;尽可能避免非标准设计;人机工程是指操作界面友好,便于操作者使用和维护;外观是指设备外形的美观。

1.3.2 设计中常见的误区

1. 总体设计时的误区

在总体方案拟定中仅用一个可行方案与另外一些明显有缺陷或不可能采纳的方案进行对比分析,这样做失去了分析对比方案拟定的意义,没能做到最佳设计的理念。

2. 机械结构设计中的常见误区

(1) 设计主参数时没有考虑它的影响因素,如垂直(铣刀刀架)行程设计时,没有包含铣刀长度和工件高度。

(2) 精度标注不合理,对于教学用铣床中的重要零件(如主轴与轴承配合处、轴承与底座的配合处),加工精度一般可选 7(轴类)或 8(孔类)级,此时已能保证定位精度要求。过高或过低均不合理。

(3) 某个零件不能拆或不能装。某个零件能拆能装是机构设计的最低要求,是必须满足的。一般的设计要求是某个零件要便于制造、维修,即要易拆易装。

(4) 一组(两个)圆柱导轨只能限制五个自由度,要避免过定位现象,不能避免过定位时必须采取补救措施。

3. 电气硬件设计中的常见误区

(1) TTL 电路与 CMOS 电路直接相连,没注意两者标准的差异。一般需要加晶体管电路以匹配两种电路之间的输出电压和驱动电流的差别。

(2) 电源输出电流太小,没注意到步进电机两相驱动和单相驱动对电源电流的需求问题。设计时选单相驱动,软件却按双相驱动编写,造成软件和硬件之间的设计不协调。

4. 软件编写中易犯的错误

(1) 主程序没有设计“退出”出口,造成程序不能中断或变成死循环,无法停顿,无法修改程序。

(2) 在 Windows 环境下强行运行外设控制的程序,或企图强行应用中中断,结果无法控制设备的运动,造成设备失控。

(3) 软件和机械没有协调,驱动机械的程序没有考虑机械部件完成动作时所需的时间,造成步进电机失步,甚至停机。

1.4 调试与编写设计说明书

在开发机械自动化系统时,在完成设计和制造阶段后,就进入调试阶段。调试的目的是要排除设计、制造、装配过程中有可能隐含的故障,从而使设备的机械部件、电气部件和软件有很好的协调,使设备达到设计预期的全部指标。

一般情况下,机械自动化系统比较复杂,牵涉到的知识面较广。调试是开发机械自动化系统的至关重要的一步,要以科学、合理、安全的调试方法进行,应事先设计一个调试步骤,每调试一步完成一个阶段目标。调试步骤从部件到整体,从机械到电气,再到软件,而软件则要从脱机模拟到联机,从单步到全速,……,一步一步地逐步调试,直到实现设计的全部指标。

在修改了所有的设计、制造错误后,要及时整理所有设计技术资料,编写设计说明书。说明书中要阐明所有计算公式的出处(或推导过程),指明确定数据的来源、依据等,把计算过程和结果整理成册,归档保存,以备查用。

2

总体方案设计

要确定教学用简易数控铣床的方案,可从技术要求(如数控系统、机械结构、驱动方式、有无反馈、是否需要图形显示、需要功能的繁杂程度等方面)入手,并结合其生产纲领(年产量)等因素来确定。

2.1 技术分析

教学用简易数控铣床是一种既可用于生产实际(例如刻字等),也可用于教学的小型数控铣床,其主要特点是结构简单、尺寸紧凑、操作方便、切削力小且制造成本低。

按题意要求设计的简易数控铣床(见 1.2 节)应符合下述要求:(带*的可不考虑)

(1) 三轴控制、X-Y 二轴联动;行程的控制精度为 0.01 mm、重复定位精度为 0.02 mm,这些要求均较低;三轴的进给速度可调,没有级数要求;主电机转速固定(或转速可调*)。

(2) X 轴的行程是 120 mm;Y 轴的行程是 100 mm;Z 轴的行程是 40 mm。工作行程较短。

(3) 设备的操作方式有手动和自动两种,这里手动仅是为了调试,而不是操作。

(4) 零件加工程序输入方式有键盘,外接磁带机*、RS232 通信接口* 或 USB 接口* 等。

(5) 刀具直径固定,切削力不大(切削有机玻璃),对铣刀夹具的要求很低。

综合上述分析,该设备的指标要求均为普通级别的精度,适合小行程和小切削力,无特殊要求。

2.2 系统方案设计

机械部件是系统的基础,一般按设备功能来确定系统的基本机构。

本铣床有三个可控制的轴,及三个可控制的直线运动,可作为位移控制的电机有步进电机和伺服电机,考虑到制造成本,则只能考虑采用步进电机。把电机的旋转运动转换到直线运动的机构很多,但考虑到位移的控制精度宜采用丝杠-螺母机构。每个轴的直线运动必须要有导向机构以确保轴向运动的精度。考虑到简化机构,应采用步进电机直接驱动各运动轴的驱动方式,而不采用齿轮降速的减速机构。主电机采用直流伺服电机,直接驱动铣刀。

铣床系统工作原理如图 2.1 所示。数控铣床在数控系统(数控箱、微机或单片机)的控

制下,按加工程序驱动工作台沿 X 和 Y 两个轴的水平运动、刀架沿 Z 轴的垂直运动和铣刀的旋转运动。三个行程开关安装在铣床 X 、 Y 和 Z 三个坐标的原点位置。

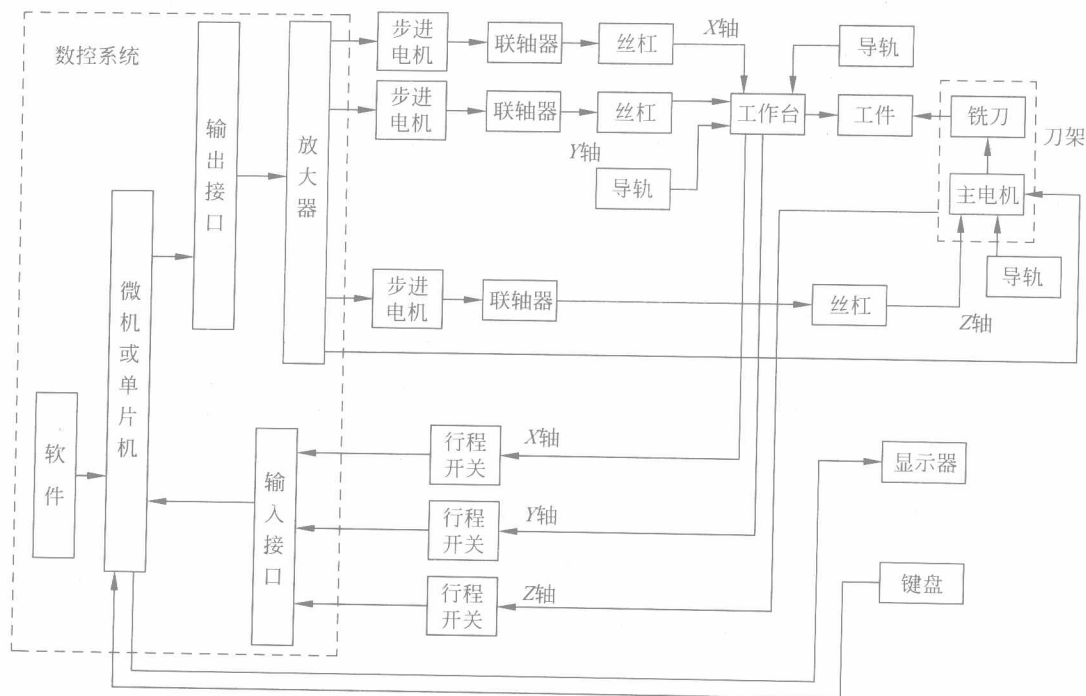


图 2.1 铣床系统工作原理框图

键盘用于输入用户的加工程序,即数控语言程序。

2.3 数控系统

教学用简易数控铣床的数控系统即控制部件可有三种性能价格比较好的方案:微机控制方案、单片机控制方案和微机-单片机的混合控制方案。

2.3.1 微机控制方案

采用工业控制用微机(IBM 兼容机或 STK 工业控制标准机)的机电一体化产品具有开发环境良好、开发速度快、微机的电气硬件部分的售后服务方便等优点,其功能强、操作方便,易实现图形显示,但其缺点是电气硬件成本高、体积大等。采用工业控制用微机控制方案开发的产品,系统控制软件的开发成本低,适用于单件小批量生产。

采用民用微机(兼容机)的机电一体化产品也具有上述优点,且成本略低,但其抗干扰能力和稳定性较差,仅能适用于教学或在研究室内等工作环境较好的场合下使用。

总之,微机方案适用于单件小批量生产、性能要求较高的场合下的大批量生产或要求开发速度快的场合。