



综合作业指导书

组编 / 全国高等教育自学考试指导委员会
编 / 郝忠军 雷晓玲

全国高等教育自学考试指定教材 机电一体化工程专业 (专科)

机械工业出版社



新编中国通史

中国通史



中国通史

全国高等教育自学考试指定教材

机电一体化工程专业（专科）

综合作业指导书

全国高等教育自学考试指导委员会 组编

郝忠军 雷晓玲 编



本书以经济型数控机床的设计和应用为主线,介绍了对普通机床进行微机数控化改造设计及经济型数控机床设计的方法。包括总体方案拟定,进给伺服机构机械部分的设计计算、装配图的绘制、微机控制系统硬件电路设计原理、控制软件简介,以及数控机床加工程序的编制。

书中各章均有设计的步骤、方法,并有设计举例,书后附录中编入了较详细的设计资料和几种机床进给伺服机构的机械装配图,是一本简明扼要、可操作性强的设计指导书。

本书为高等教育自学考试机电一体化工程专业进行综合作业的指导书,并可作为与机电一体化有关专业毕业设计和有关专业工程技术人员进行机电一体化产品设计的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

综合作业指导书/郝忠军,雷晓玲编. —北京:机械工业出版社,2000.9

全国高等教育自学考试指定教材. 机电一体化工程专业(专科)

ISBN 7-111-02175-4

I. 综… II. ①郝…②雷… III. 机电一体化-高等教育-自学考试-自学参考资料 IV. TH

中国版本图书馆CIP数据核字(2000)第68416号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:李正民 版式设计:张世琴 责任校对:程俊巧

北京第二外国语学院印刷厂印刷

2000年11月第1版

2001年11月第1次印刷

787mm×1092mm/16·11.25印张·8插页·289千字

0 001—5000册

定价:18.00元

本书如有质量问题,请与教材供应部门联系。

组编前言

当您开始阅读本书时，人类已经迈入了二十一世纪。

这是一个变幻难测的世纪，这是一个催人奋进的时代。科学技术飞速发展，知识更替日新月异。希望、困惑、机遇、挑战，随时随地都有可能出现在每一个社会成员的生活之中。抓住机遇，寻求发展，迎接挑战，适应变化的制胜法宝就是学习——依靠自己学习、终生学习。

作为我国高等教育组成部分的自学考试，其职责就是在高等教育这个水平上倡导自学、鼓励自学、帮助自学、推动自学，为每一个自学者铺就成才之路。组织编写供读者学习的教材就是履行这个职责的重要环节。毫无疑问，这种教材应当适合自学，应当有利于学习者掌握、了解新知识、新信息，有利于学习者增强创新意识、培养实践能力、形成自学能力，也有利于学习者学以致用、解决实际工作中所遇到的问题。具有如此特点的书，我们虽然沿用了“教材”这个概念，但它与那种仅供教师讲、学生听，教师不讲、学生不懂，以“教”为中心的教科书相比，已经在内容安排、形式体例、行文风格等方面都大不相同了。希望读者对此有所了解，以便从一开始就树立起依靠自己学习的坚定信念，不断探索适合自己的学习方法，充分利用已有的知识基础和实际工作经验，最大限度地发挥自己的潜能达到学习的目标。

欢迎读者提出意见和建议。

祝每一位读者自学成功。

全国高等教育自学考试指导委员会

1999年7月

编者的话

本书是根据高等教育自学考试机电一体化专业委员会制定的机电一体化工程专业（高等专科）综合作业的考核要求，并结合编者多年来指导机电一体化工程专业自学考试（本科段）毕业设计与全日制本科生毕业设计以及指导机电一体化工程专业专科综合作业的实践经验编写的。

综合作业是在学生学完本专业全部课程之后进行的，是最后一个实践性教学环节，用以达到毕业设计的要求。

由于数控机床是机电一体化的典型产品，本书以数控机床的设计和应用为主线安排综合作业的内容。全书共分六章，内容包括综合作业的目的要求、工作量及参考题目。在数控机床设计方面，介绍了经济型数控机床设计和普通机床微机数控化改造设计总体方案的拟定，进给伺服机构机械部分设计计算，微机控制系统硬件电路的设计。为了加深学员对硬件电路的理解，认识软、硬件之间的紧密联系，书中对数控机床控制软件也做了简要的介绍。在数控机床的应用方面，介绍了数控机床加工程序的编制。通过上述内容，使学员在机、电方面的基本理论、基本知识得到巩固和提高。

考虑到自学考试的学员分散在全国各地，争取指导和查阅资料都比较困难，本书力求提供较系统、完整的设计资料，以便学员能够独立完成全部作业。书中编入了较详细的设计计算步骤和例题，并编入了尽可能全面的数据、标准和参考资料。学员在认真阅读此指导书的基础上，参照指导书提供的资料及机械零件手册等，即可按要求独立完成全部综合作业。

由于编者水平有限，加之编写时间仓促，书中缺点错误在所难免，恳请读者批评指正。

编者

2000年3月

目 录

第一章 综合作业的目的、内容及要求	1
第一节 综合作业的目的	1
第二节 综合作业的内容及要求	1
第三节 综合作业的工作量	2
第四节 综合作业的时间分配	2
第五节 考核内容、方法及成绩评定	2
第六节 综合作业的参考题目	5
第二章 微机数控系统总体设计方案	9
第一节 总体方案设计的内容	9
第二节 总体方案设计举例	10
第三章 机床进给伺服系统机械部分设计计算	13
第一节 确定系统脉冲当量	13
第二节 切削力计算	13
第三节 滚珠丝杠螺母副的设计、计算和选型	20
第四节 滚动导轨的计算和选型	30
第五节 塑料导轨的应用	36
第六节 进给伺服系统传动计算	36
第七节 步进电机的计算和选用	37
第八节 经济型数控机床进给伺服系统机械部分计算与校核实例	48
第九节 进给伺服系统机械部分结构设计	61
第十节 经济型数控机床进给伺服系统结构设计举例	64
第四章 微机数控系统硬件电路设计	69
第一节 单片机数控系统硬件电路设计内容	69
第二节 MCS-51 系列单片机简介	70
第三节 存储器扩展电路设计	78
第四节 I/O 接口电路及辅助电路设计	88
第五节 微机数控系统硬件电路设计举例	109
第五章 数控机床控制软件简介	113
第一节 控制软件的组成及功能	113
第二节 数控机床控制程序举例	116
第六章 数控机床的加工程序编制	121
第一节 工艺过程和工艺路线的确定	121
第二节 选择机床设备	122
第三节 装夹方法和对刀点	123
第四节 选择刀具	123
第五节 确定切削用量	124
第六节 数控机床加工程序编制实例	128
附录	147
附录 A 滚珠丝杠螺母副标准	147
附录 B 国产直线滚动导轨型号、规格和参数	161
附录 C 反应式步进电机外形及安装尺寸	162
附录 D 床身图	164
附录 E $\phi 500$ 经济型数控车床总图	插页 1
附录 F X52K 立式铣床数控改造设计总图	170
附录 G 经济型数控机床伺服机构装配图	插页 2
附录 H 微机数控系统硬件电路图	插页 7
参考文献	171

第一章 综合作业的目的、内容及要求

第一节 综合作业的目的

综合作业是高等教育自学考试机电一体化工程专业（高等专科）教学中最后一个实践性教学环节。是在学生学完技术基础课和专业课，特别是《数控技术及应用》课程之后进行的。是培养工程技术人员理论联系实际、解决生产实际问题能力的重要步骤，它起到毕业设计的作用。

机电一体化专业综合作业是以机电一体化的典型课题——数控机床的应用和设计为主线，通过对机床数控系统设计总体方案的拟定，进给伺服系统机械部分结构设计、计算控制系统硬件电路的设计以及数控机床加工程序的编制，使学生综合运用所学的机械、电子和微机的知识，进行一次机电结合的全面训练。从而培养学生具有加工编程能力、初步设计计算的能力以及分析和处理生产中所遇到的机、电方面技术问题的能力。

第二节 综合作业的内容及要求

综合作业要求学生在全面了解一台数控设备的使用和设计过程的基础上，完成以下内容：

一、微机数控系统总体设计方案的拟定

根据设计任务和要求，参考现有同类型数控机床，进行综合分析、比较和论证，确定以下内容：

- (1) 系统运动方式的确定。
- (2) 伺服系统的选择。
- (3) 执行机构传动方式的确定。
- (4) 计算机的选择。

二、进给伺服系统机械部分设计计算

- (1) 进给伺服系统机械部分设计方案的确定。
- (2) 确定脉冲当量。
- (3) 滚珠丝杠螺母副的计算和选型。
- (4) 滚动导轨的计算和选型。
- (5) 进给伺服系统传动计算。
- (6) 步进电机的计算和选用。
- (7) 设计绘制进给伺服系统一个坐标轴的机械装配图。

三、微机控制系统的设计

- (1) 控制系统方案的确定及框图绘制。

- (2) MCS-51 系列单片机及扩展芯片的选用。
- (3) I/O 接口电路及译码电路的设计。
- (4) 设计绘制一台数控机床微机控制系统电路原理图。

四、数控加工程序的编制

- (1) 零件工艺分析及确定工艺路线。
- (2) 选择数控机床设备。
- (3) 确定零件装夹方法及对刀点。
- (4) 选择刀具。
- (5) 确定切削用量。
- (6) 编制加工程序。

第三节 综合作业的工作量

一、图纸部分

- (1) 进给伺服系统一个坐标轴的机械装配图 (A0 或 A1 图纸一张)。
- (2) 单片机控制系统电路原理图 (A1 图纸一张)。

二、说明书部分

说明书是综合作业整个设计计算过程的叙述说明, 应包括以下内容:

- (1) 控制系统总体方案的分析论证及控制框图。
- (2) 机械部分设计计算及结构设计说明。
- (3) 硬件电路部分设计说明。
- (4) 加工程序的编制及说明。

说明书应不少于 8000 字。

第四节 综合作业的时间分配

综合作业要求用 5 周时间完成。各部分时间分配建议如下:

- | | |
|------------------|-----|
| (1) 方案论证及机械部分计算 | 1 周 |
| (2) 设计绘制机械装配图 | 2 周 |
| (3) 设计绘制电路原理图 | 1 周 |
| (4) 编制加工程序及整理说明书 | 1 周 |

第五节 考核内容、方法及成绩评定

学生接到综合作业题目以后, 首先必须仔细阅读本指导书的内容, 以求对设计的内容和要求有一全面系统的了解, 并熟悉书中及书后附录中的资料, 然后再按照指导书的步骤逐项进行设计计算, 应避免在没有消化理解资料的情况下生搬硬抄。

一、考核方法

学生在完成作业的每一项之后, 必须由指导教师审核并签字盖章。学生在规定的时间内

完成全部作业后，统一由主考院校组织考核小组，对学生完成综合作业的情况，以及对有关基础知识掌握情况进行答辩、考核，并评定成绩。

二、考核内容

在答辩考核时，由教师对学生所完成的综合作业的内容及有关基础知识进行提问，现将各部分的主要考核点在下面列出，以供参考：

1. 总体方案拟定部分考核点

- (1) 什么是数控技术？什么是数控机床？数控机床由哪几部分组成？
- (2) 经济型数控机床设计及普通机床的微机数控化改造对我国的现代化经济建设有何重大意义？
- (3) 机床数控系统总体方案的拟定应包括哪些内容？
- (4) 数控机床系统运动方式如何确定？
- (5) 经济型数控机床的伺服系统如何选择？
- (6) 什么叫脉冲当量？它影响数控机床什么性能？它的值一般为多少？

2. 进给伺服系统机械部分考核点

- (1) 进给伺服系统机械部分计算内容及步骤。
 - (2) 滚珠丝杠螺母副如何计算及选型。
 - (3) 齿轮传动副要进行哪些计算？
 - (4) 步进电机如何进行计算和选型？什么叫起动矩频特性和运行矩频特性？对选用步进电机有何影响？
 - (5) 进给伺服系统机械传动部分需进行哪些验算？
 - (6) 进给伺服系统机械部分结构设计的构思及特点。
 - (7) 滚珠丝杠螺母副的工作原理及预紧方法。
 - (8) 怎样保证滚珠丝杠与机床导轨的平行度？
 - (9) 怎样保证滚珠丝杠螺母副的螺母座与两端支承同心？
 - (10) 滚珠丝杠所受的轴向力如何通过支承件传递到床身上？
 - (11) 滚珠丝杠上的推力球轴承如何预紧？
 - (12) 齿轮传动副为什么要消除齿侧间隙？如何消除？
 - (13) 消除齿轮装配过程是怎样的？
 - (14) 步进电机在齿轮箱体上怎样定位？
 - (15) 齿轮箱体在床鞍（或工作台）上如何定位？
 - (16) 滚动导轨的预紧。
 - (17) 贴塑导轨摩擦系数是多少？应该贴在导轨的什么部位？
 - (18) 各部件的配合表面应该采用什么性质的配合及精度等级？
 - (19) 在进给伺服系统机械装配图上应保证和标注哪些重要尺寸？
 - (20) 在进给伺服系统机械装配图上应标注哪些技术要求？
- ### 3. 微机数控系统电路设计部分考核点
- (1) MCS-51 系列单片机系统有什么特点？常用有哪些型号的产品？
 - (2) 单片机控制系统电路原理图由哪些部分组成？各芯片的名称及功能。
 - (3) 8031 的四个 I/O 接口的功能。

- (4) 线选法地址译码方法。
- (5) 全地址译码方法及各芯片的地址编码。
- (6) 扩展 I/O 接口芯片地址。
- (7) 8155 或 8255 可编程接口芯片各 I/O 接口输入输出情况及控制字。
- (8) 扩展数据存储器及程序存储器地址范围? 为什么必须允许地址重叠 (即独立编址)?

- (9) 键盘及显示接口电路工作原理。
- (10) 步进电机环形分配器工作原理。
- (11) 光隔离电路工作原理。
- (12) 高低压驱动电路工作原理。
- (13) 其他辅助电路: 如越界报警电路、复位电路、时钟电路等工作原理。

4. 数控机床加工程序编制部分考核点

- (1) 什么是数控加工编程? 加工编程的内容及步骤。
- (2) 什么叫程序段? 各程序段之间必须用什么字符结束?
- (3) 数控带程序段格式中下列地址字符表示什么意思? X、F、G、M、S、T、U、Z、N、I、K。
- (4) G 代码表示什么功能字? 按其功能可以分成几大类? 在你所编的加工程序中表示什么意思?

- (5) M 功能字主要表示什么功能, 说明你所编的加工程序中 M 功能字的意思。

三、综合作业评分标准

综合作业成绩分优秀、良好、中等、及格和不及格五级分制。各级评分标准如下:

优秀: 综合作业内容完整。按期完成任务。加工程序编制正确, 进给伺服系统设计方案正确可行, 论证充分, 选用数据正确合理、计算准确, 图画整洁且符合最新国家标准、质量高, 控制系统硬件线路设计合理。设计计算说明书整齐通顺、有条理。考核时对各部分考核点理解深透, 能正确全面地回答问题。

良好: 综合作业内容完整, 按期完成任务。加工程序编制正确, 进给伺服系统设计方案可行, 论证较好, 选用数据较合理、计算较准确, 图面整洁、符合国家标准、质量较高, 硬件电路设计合理。说明书较通顺、整齐。考核时对各部分考核点理解较好, 回答问题比较正确全面。

中等: 综合作业内容完整, 按期完成任务。加工程序编制基本正确, 进给伺服系统设计方案基本正确, 论证一般。选用数据基本正确, 图面质量尚整洁、质量尚好。考核时, 对各部分考核点问题有一定的理解, 经提示后能正确回答问题。

及格: 基本完成综合作业规定的内容。方案选择无原则性错误, 说明书和图面比较粗糙, 质量一般, 存在一些错误, 但主要部分基本符合要求, 对考核点列出的问题理解不够, 经提示后只能回答部分主要问题。

不及格: 没有按期完成综合作业规定的内容, 方案选择有原则性错误, 计算和图纸有重大错误。对考核点所列出的主要问题不能回答经提示后回答仍不正确。

若发现有别人代作综合作业者, 取消参加考核的资格。

第六节 综合作业的参考题目

一、数控车床类设计题目

将以下普通车床改造成用 MCS-51 系列单片机控制的经济型数控车床，采用步进电机开环控制，纵向和横向均具有直线和圆弧插补功能。要求该车床有自动回转刀架，具有切削螺纹的功能。控制系统 CPU 采用 8031 芯片，控制系统中要求包括扩展程序存储器、扩展数据存储器、I/O 接口芯片，译码电路及键盘、显示等外设。参考题目如下：

- (1) CA6140（或 C6140、C620、C620-1 等）普通车床微机数控化改造设计。
- (2) C6150 普通车床微机数控化改造设计。
- (3) C6163（或 C630）普通车床微机数控化改造设计。
- (4) C6132（或 C616）普通车床微机数控化改造设计。
- (5) $\phi 400\text{mm}$ 经济型数控车床设计。
- (6) $\phi 500\text{mm}$ 经济型数控车床设计。
- (7) $\phi 630\text{mm}$ 经济型数控车床设计。

以上题目可分为两大类，一类为普通车床微机数控化改造设计，是将原普通车床改造为经济型数控车床，床身、床鞍等大件必须严格按原车床尺寸；另一类为经济型数控车床设计，各部分可参考同类型车床的尺寸，但不如第一类题目限制严格。技术参数见表 1-1。

表 1-1 经济型数控车床设计及改装技术参数（参考）

规格 (型号)	加工最大直径 /mm		加工最大 长度 /mm	溜板及刀架 重力/N		刀架快移速度 /m·min ⁻¹		最大进给速度 /m·min ⁻¹		定位 精度 /mm	主电机 功率 /kW	起动加 速时间 /ms	备注
	在床 面上	在床 鞍上		纵向	横向	纵向	横向	纵向	横向				
$\phi 400\text{mm}$ (CA6140、C620)	400	210	750 1000	1500	800	2.0	1.0	0.5	0.25	± 0.015	7.5	25	
$\phi 500\text{mm}$ (C6150)	500	280	750 1000	1500	800	2.0	1.0	0.5	0.25	± 0.015	5.5	30	
$\phi 630\text{mm}$ (C6163、CW6163)	630	350	1400 2900	1800	1000	2.0	1.0	0.5	0.25	± 0.015	10	35	
$\phi 320\text{mm}$ (C6132、C616)	320	175	700	800	500	2.4	1.2	0.8	0.4	± 0.01	4.5	25	

二、数控铣床类设计题目

经济型数控铣床的设计或改造设计要求采用 MCS-51 系列单片机控制系统，步进电机开环控制，具有直线和圆弧插补功能。机械部分要求计算，设计和绘制一个坐标系统的进给伺服机构。硬件电路部分要求用 8031 作 CPU，控制系统中要求包括扩展程序存储器、扩展数据存储器、I/O 接口芯片，译码电路及键盘、显示等外设，硬件电路要求包括 2~3 个坐标系统。参考题目如下：

- (1) X52K 立式铣床（或 X62W 万能铣床）微机数控化改造设计。
- (2) X53K 立式铣床微机数控化改造设计。
- (3) 工作台面宽度 320mm（或 250mm、200mm）经济型数控铣床设计。

表 1-2 经济型数控铣床设计及改装技术参数（参考）

工作台尺寸 (长/mm× 宽/mm)	工作台行程 /mm		工作台及夹具工件重力 /N		工作台快移速度 /m·min ⁻¹		进给速度 /m·min ⁻¹		主电机 功率 /kW	起动加 速时间 /ms	定位 精度 /mm
	纵向	横向	纵向	横向	纵向	横向	纵向	横向			
320×1250 (X52K)	680	240	3000	5000	1.6	1.6	0.6	0.6	7.5	30	±0.01
400×1600 (X53K)	880	300	3500	5500	1.4	1.4	0.6	0.6	10	30	±0.01

三、X-Y 工作台设计题目

此 X-Y 工作台可安装在台式钻、铣床上用于钻孔或铣削加工。钻孔时用点位控制，铣削时为连续控制，具备插补功能，机械部分要求设计绘制 X、Y 两个坐标系统的进给伺服机构。硬件电路设计要求与经济型数控铣床电路设计要求相同。

表 1-3 数控 X-Y 工作台设计参数（参考）

最大钻孔直径 /mm	工作台加工范围 /mm		工作台最大移动速度 /m·min ⁻¹		工件材料	起动加速 时间 /ms	定位精度 /mm
	X 向	Y 向	X 向	Y 向			
4	200	160	1.6	1.6	青铜	25	±0.01
5	180	140	1.4	1.4	青铜	25	±0.01
6	160	120	1.2	1.2	青铜	25	±0.01

四、单片机控制系统硬件电路设计

数控机床控制系统要求采用 MCS-51 系列单片机，CPU 用 8031 芯片，控制系统中要求包括扩展程序存储器、扩展数据存储器、I/O 接口芯片，译码电路及键盘、显示等外设。题目如下：

- (1) 经济型数控车床控制系统硬件电路设计。
除上述要求以外，还应包括车螺纹光电脉冲发生器和自动回转刀架的 I/O 接口。
- (2) 经济型数控铣床控制系统硬件电路设计。
- (3) 数控台钻 X—Y 工作台控制系统硬件电路设计。

五、数控机床加工程序编制题目

以下题目所选用的数控车床或数控铣床可以按照例题中的经济型数控机床的规格参数去编程，也可以选用自己熟悉的数控机床编程。

- (1) 如图 1-1 所示零件，毛坯为 φ85mm 棒料，材料为 45 钢，其硬度为 235HBS，尺寸及表面粗糙度见图，试编出精加工程序单（各表面留余量均为 0.2mm）。

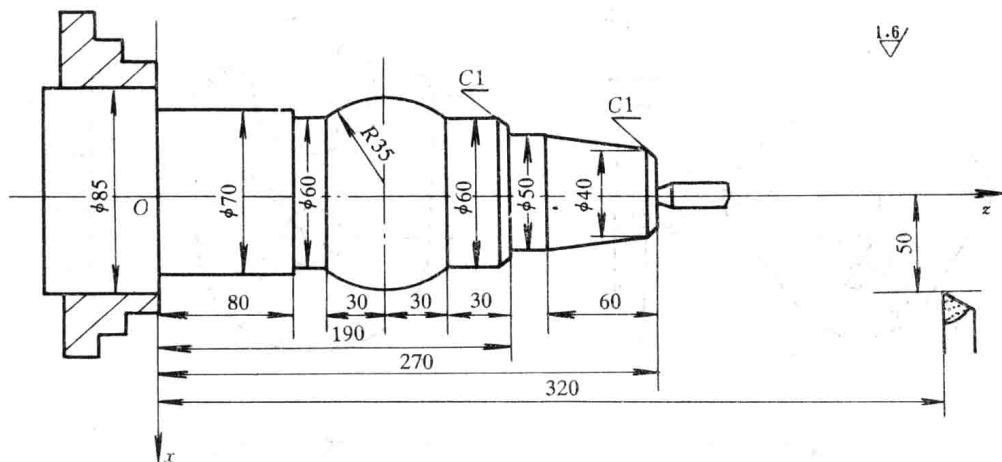


图 1-1 加工编程习题 (1)

(2) 如图 1-2 所示零件, 毛坯为 $\phi 60\text{mm}$ 棒料, 材料为 45 钢, 其硬度为 235HBS, 其全部加工 (粗加工、半精加工、精加工) 在数控车床上完成, 试安排加工工艺路线, 绘制刀具布置图, 编制加工程序单。

(3) 如图 1-3 所示零件, 毛坯已按零件形状铸成铸件, 材料为可锻铸铁, 其硬度为 220~260HBS, 表面加工余量为 4mm, 试按粗加工、半精加工安排加工工艺路线, 编制出数控车削加工程序单。

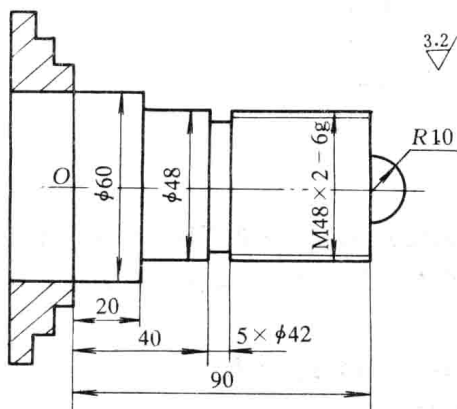


图 1-2 加工编程习题 (2)

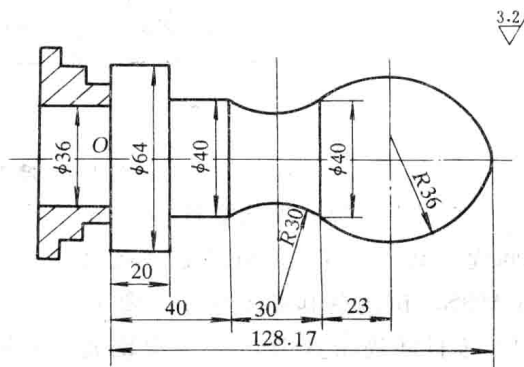


图 1-3 加工编程习题 (3)

(4) 如图 1-4 所示凸轮, 毛坯采用可锻铸铁, 铸造成形, 工件硬度 230HBS, 凸轮两端面及 $\phi 14\text{mm}$ 孔已加工完毕。凸轮周边的余量为 3mm, 需在数控铣床上加工, 试编制其加工程序。

(5) 如图 1-5 所示零件, 毛坯采用铸钢铸造成形, 材料为中碳钢, 其硬度为 160~200HBS, 工件两端面及 $\phi 20\text{mm}$ 孔已加工完毕, 圆弧与直线组成的周边轮廓加工余量为 2mm, 需在数控铣床上加工, 试编制加工程序。

(6) 如图 1-6 所示板状零件, $\phi 40\text{mm}$ 孔及 A、B 表面已加工好。零件材料为钢, 其硬度为 150HBS, 现在 XH754 卧式加工中心上铣四周平面和钻 $4 \times \phi 12\text{mm}$ 孔, 试编制其加工程序。要求:

1) 零件四周余量 1mm, 一次铣成, 编加工程序时, 利用刀具位置偏置;

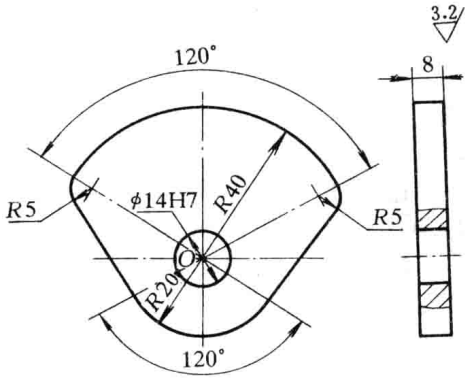


图 1-4 加工编程习题 (4)

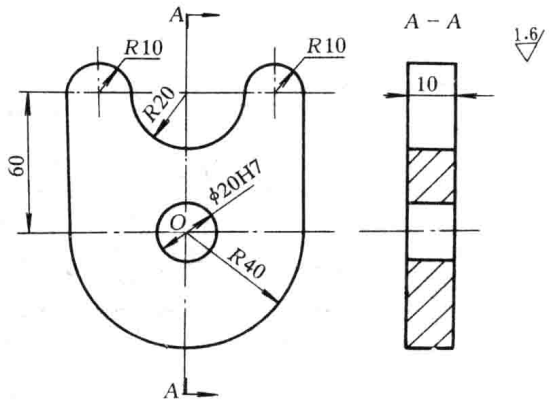


图 1-5 加工编程习题 (5)

2) 编制钻 $4 \times \phi 12$ 孔加工程序时, 利用固定循环。

编制程序时的刀具 T , 主轴转速 S , 进给速度 F 可参考实例端盖加工程序的工艺规程卡来确定。

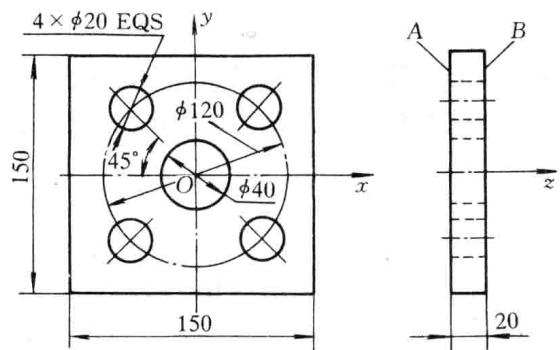


图 1-6 加工编程习题 (6)

(7) 如图 1-7 所示板状零件 $\phi 40\text{mm}$ 孔及 A 、 B 表面已加工好。现在 XH754 卧式加工中心上铣四周轮廓和加工 $4 \times \text{M16}$ 螺纹孔 (钻底孔、孔端倒角、攻螺纹)。零件材料为钢, 其硬度为 150HBS, 试编制其加工程序。要求:

- 1) 零件四周余量 1mm, 一次铣成。编加工程序时, 利用刀具半径补偿。
- 2) 编制加工 $4 \times \text{M16}$ 螺纹孔程序时, 利用固定循环。

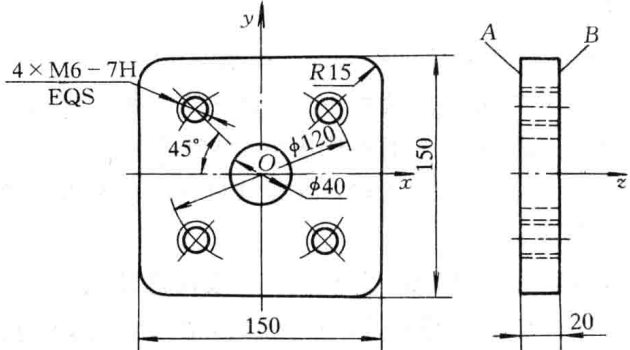


图 1-7 加工编程习题 (7)

第二章 微机数控系统总体设计方案的拟定

第一节 总体方案设计的内容

接到一个数控装置的设计任务以后,必须首先拟定总体方案,绘制系统总体框图,才能决定各种设计参数和结构,然后再分机械部分和电气部分进行设计计算。现以机电一体化的典型产品——数控机床为例,分析总体方案拟定的内容和应该考虑的问题。

机床数控系统总体方案的拟定应包括以下内容:系统运动方式的确定、伺服系统的选择、执行机构的结构及传动方式的确定、计算机系统的选择等内容。

一般应根据设计任务和要求提出数个总体方案,进行综合分析、比较和论证,最后确定一个可行的总体方案。

一、系统运动方式的确定

数控系统按运动方式可分为点位控制系统、点位/直线系统和连续控制系统。如果工件相对于刀具移动过程中不进行切削,可选用点位控制方式。例如数控钻床,在工作台移动过程中钻头并不进行钻孔加工,因此数控系统可采用点位控制方式。对点位控制系统的要求是快速定位,保证定位精度。

如果要求工作台或刀具沿各坐标轴的运动有确定的函数关系,即连续控制系统,应具备控制刀具以给定速率沿加工路径运动的功能。具备这种控制能力的数控机床可以加工各种外形轮廓复杂的零件,所以连续控制系统又称为轮廓控制系统。例如数控铣床、数控车床等均属于此种运动方式。在点位控制系统中不具有连续控制系统中所具有的轨迹计算装置,而连续控制系统中却具有点位系统的功能。

还有一些采用点位控制的数控机床,例如数控镗铣床等,不但要求工作台运动的终点坐标,还要求工作台沿坐标轴运动过程中切削工件。这种系统叫点位/直线系统。其控制方法与点位系统十分相似,故有时也将这两种系统统称为点位控制系统。

二、伺服系统的选择

伺服系统可分为开环控制系统、半闭环控制系统和闭环控制系统。

开环控制系统中,没有反馈电路,不带检测装置,指令信号是单方向传送的。指令发出后,不再反馈回来,故称开环控制。开环伺服系统主要由步进电机驱动。开环伺服系统结构简单、成本低廉、容易掌握、调试和维修都比较简单。目前国内大力发展的经济型数控机床普遍采用开环伺服系统。

闭环控制系统具有装在机床移动部件上的检测反馈元件,用来检测实际位移量,能补偿系统的误差,因而伺服控制精度高。闭环系统多采用直流伺服电机或交流伺服电机驱动。闭环系统造价高、结构和调试较复杂,多用于精度要求高的场合。

半闭环控制系统与闭环系统不同,不直接检测工作台的位移量,而是用检测元件测出驱动轴的转角,再间接推算出工作台实际的位移量,也有反馈回路,其性能介于开环系统和闭

环系统之间。

三、执行机构传动方式的确定

为确保数控系统的传动精度和工作平稳性,在设计机械传动装置时,通常提出低摩擦、低惯量、高刚度、无间隙、高谐振以及有适宜阻尼比的要求。在设计中应考虑以下几点:

(1) 尽量采用低摩擦的传动和导向元件。如采用滚珠丝杠螺母传动副、滚动导轨、贴塑导轨等。

(2) 尽量消除传动间隙。例如采用消除齿轮等。

(3) 提高系统刚度。缩短传动链可以提高系统的传动刚度,减小传动链误差。可采用预紧的方法提高系统刚度。例如采用预加负载的滚动导轨和滚珠丝杠副等。

四、计算机的选择

微机数控系统由 CPU、存储器扩展电路、I/O 接口电路、伺服电机驱动电路、检测电路等几部分组成。

微机是数控系统的核心,其他装置均是在微机的指挥下进行工作的。系统的功能和系统中所用微机直接相关。数控系统对微机的要求是多方面的,但主要指标是字长和速度。字长不仅影响系统的最大加工尺寸,而且影响加工的精度和运算的精度。字长较长的计算机,价格显著上升,而字长较短的计算机,要进行双字长或三字长的运算,就会影响速度。目前一些高档的 CNC 系统,已普遍使用 32 位微机,主机频率由 5MHz 提高到 20~30MHz,有的采用多 CPU 系统,减轻主 CPU 的负担,进一步提高控制速度。标准型的 CNC 系统多使用 16 位微机,经济型 CNC 系统则普遍采用 8 位微机。可采用 MCS-51 系列单片机或 Z-80 单板机组成的应用系统。

第二节 总体方案设计举例

例 1 将普通车床改造成经济型数控车床。

1. 设计任务

将 CA6140 普通车床改造成用 MCS-51 系列单片机控制的经济型数控车床。要求该车床有自动回转刀架,具有切削螺纹的功能。在纵向和横向具有直线和圆弧插补功能。系统分辨率纵向: 0.01mm, 横向: 0.005mm。

设计参数如下:

最大加工直径	
在床面上	400mm
在床鞍上	210mm
最大加工长度	1000mm
快进速度	
纵向	2.4m/min
横向	1.2m/min
最大切削进给速度	
纵向	0.5m/min
横向	0.25m/min