

● 全国高等职业教育规划教材

数控车削编程与技能训练 (SIEMENS 802S/C 系统)

● 沈为清 徐建高 主编 ● 王彬 边巍 副主编



化学工业出版社

● 全国高等职业教育规划教材

数控车削编程与技能训练 (SIEMENS 802S/C 系统)

● 沈为清 徐建高 主编 ● 王彬 边巍 副主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书依据数控技术国家职业标准及相关职业技能鉴定规范,结合多年教学和实践经验编写而成。内容包括:数控机床基础知识、数控车床编程基础、基本工程素养、数控车床基本操作、数控车床编程与技能基础训练、数控车工(中级)技能训练、数控车工(高级)技能训练,并附有数控车床考试模拟试题和数控车工国家职业技能标准。

本书注重实用性,项目选自典型的企业生产实例和竞赛案例,内容由浅入深、循序渐进,将典型零件的加工工艺过程逐一分解,图文并茂,讲解详细,通过工艺分析、工艺编制、程序编制、实践练习等,让学生的学习更贴近企业实际,紧扣职业标准,体现行业发展要求。

本书可作为高职高专院校数控技术应用专业、机电专业、模具专业的教材,也可作为数控车床的编程与操作培训教材,并可供机械制造业有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

数控车削编程与技能训练(SIEMENS 802S/C系统)/
沈为清,徐建高主编. —北京:化学工业出版社,
2015.8

全国高等职业教育规划教材
ISBN 978-7-122-24325-6

I. ①数… II. ①沈…②徐… III. ①数控机床-车
床-车削-程序设计-高等职业教育-教材 IV.
①TG519.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第129891号

责任编辑:高钰
责任校对:宋玮

文字编辑:项激
装帧设计:刘丽华

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)
印 装:高教社(天津)印务有限公司
787mm×1092mm 1/16 印张15 字数374千字 2015年9月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:32.00元

版权所有 违者必究

FOREWORD

前言

本书是编者根据国家教育部数控技术专业技能人才培养方案和人力资源和社会保障部制定的有关国家职业标准及相关职业技能鉴定规范,结合多年教学 and 实践经验编写而成的。

本书突出知识点、技能要求与职业岗位的一致性,在知识点上深入浅出,取舍有度;在内容编排上结合学生的认知规律,项目案例从简单到复杂,循序渐进,与零件结构、工艺相关要素有机结合,便于综合相关知识,提高教学效果;教材充实了较多近年来的企业实例,竞赛案例,增强教材的实用性;工作任务以实操要求完成,给学生创造自主学习空间,突出学生学习能力的培养,有助于学生运用知识分析问题的能力培养。

简明适用的内容提炼

本书在编写过程中坚持按照简明、适用的原则选择教材内容。“简明”就是教材提供的内容“必需、够用”即可;“适用”就是为学生着想,在方便教学的同时,更方便学生获取知识与技能。

循序渐进的项目讲解

在内容编排上结合学生的认知规律,由浅入深、循序渐进,从简单直线命令,到复杂的循环指令,对每一个指令的含义、编程格式、注意事项等进行讲解,结合具体的项目依次对数控车床编程与技能基础训练、数控车工(中级)技能训练、数控车工(高级)技能训练进行讲解,并按照所学内容让学生进行拓展练习,以便于综合相关知识,提高教学效果。

图文并茂的实例分析

在编程指令的讲解上,对接数控工种职业标准和岗位要求,针对数控设备操作岗位,选取典型的企业实例、竞赛案例进行图文并茂的实例分析和编程,通过工艺分析、工艺编制、程序编制、实践练习等,让学生的学习更贴近企业、贴近生活,并且将新工艺、新技术融于项目实例,增加职业能力和职业态度的融入,体现行业发展要求。

紧扣标准的综合训练

以《高等职业学校专业教学标准(试行)》为依据,将教学改革和专业建设最新成果引入教材,参照数控工种相关职业资格标准,进行综合训练,让学生融入有意义的任务完成的过程中。

理实结合的能力培养

以模块、项目编排教材结构,便于实施“教、学、做”一体化教学方法,从而促进知识与技能相结合、理论与实践相统一,突出培养学生的职业关键能力。

本书由沈为清、徐建高任主编,王彬、边巍任副主编,参加编写的还有赫英歧、王耀和冯锋,尹玉珍负责审稿,并提出了许多宝贵建议,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,书中难免存在不足之处,敬请读者批评指正。

编者

2015年5月

CONTENTS

目录

模块 1	数控机床基础知识	0
项目 1-1	数控机床概述	1
项目 1-2	数控机床的分类及发展趋势	5
项目 1-3	数控车削加工工艺范围及特点	11
模块 2	数控车床编程基础	0
项目 2-1	数控加工工艺步骤及方法	14
项目 2-2	数控机床的坐标系	16
项目 2-3	数控车床程序的结构组成	19
模块 3	基本工程素养	0
项目 3-1	工程素养与数控车床安全操作规程	24
项目 3-2	数控车削零件的装夹	27
项目 3-3	数控车刀的选用与安装	33
项目 3-4	常用量具的选择与使用	37
模块 4	数控车床基本操作	0
项目 4-1	数控车床操作面板	43
项目 4-2	数控车床系统操作	46
项目 4-3	数控车床对刀操作	50
模块 5	数控车床编程与技能基础训练	0
项目 5-1	外圆、端面的编程与加工	53
项目 5-2	圆弧面的编程与加工	58
项目 5-3	外螺纹、退刀槽的编程与加工	63
项目 5-4	螺纹循环的编程与应用	68
项目 5-5	切削循环 LCYC95 的编程与应用	73
项目 5-6	切槽循环 LCYC93 的编程与应用	78
项目 5-7	锥面及圆柱内孔的编程与加工	83
项目 5-8	内螺纹、内槽的编程与加工	89
项目 5-9	非圆曲线轮廓的编程与应用	93

模块 6 数控车工(中级)技能训练

项目 6-1	数控车工(中级)技能训练实例 1	102
项目 6-2	数控车工(中级)技能训练实例 2	107
项目 6-3	数控车工(中级)技能训练实例 3	112
项目 6-4	数控车工(中级)技能训练实例 4	117
项目 6-5	数控车工(中级)技能训练实例 5	123
项目 6-6	数控车工(中级)技能训练实例 6	128
项目 6-7	数控车工(中级)技能训练实例 7	134
项目 6-8	数控车工(中级)技能训练实例 8	141

模块 7 数控车工(高级)技能训练

项目 7-1	数控车工(高级)技能训练实例 1	148
项目 7-2	数控车工(高级)技能训练实例 2	156
项目 7-3	数控车工(高级)技能训练实例 3	164
项目 7-4	数控车工(高级)技能训练实例 4	172
项目 7-5	数控车工(高级)技能训练实例 5	182
项目 7-6	数控车工(高级)技能训练实例 6	192

附录

附录 1	数控车床考试模拟试题	200
附录 2	数控车工国家职业标准	224

参考文献

CINIMEDIK

模块 1 数控机床基础知识

项目 1-1 数控机床概述

1. 任务目标

- ① 学习和掌握数控与数控机床的概念。
- ② 学习和掌握数控机床型号的含义。
- ③ 学习和了解数控机床的技术参数及性能指标。
- ④ 学习和掌握数控机床的组成及其工作原理。

2. 相关知识

2.1 数控与数控机床的概念

数字控制 (numerical control, NC) 技术, 国家标准 (GB 8129—87) 定义为: “用数字化信号对机床运动及其加工过程进行控制的一种方法”。装备了数控系统的机床称为数控机床, 如图 1-1~图 1-4 所示。随着科学技术的发展, 数控系统也采用专用或通用计算机及控制软件与相关的电气元部件一起来实现数控功能, 称为计算机数控 (CNC) 系统。



图 1-1 数控车床 (一)



图 1-2 数控车床 (二)

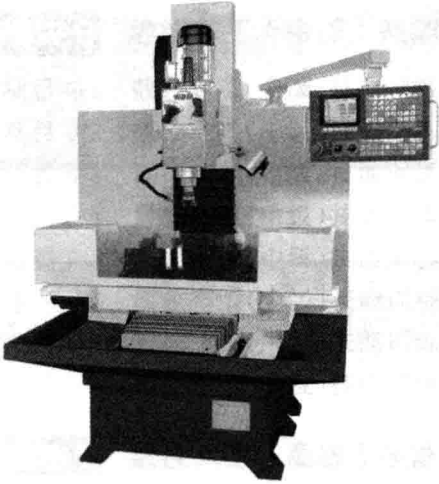


图 1-3 数控铣床

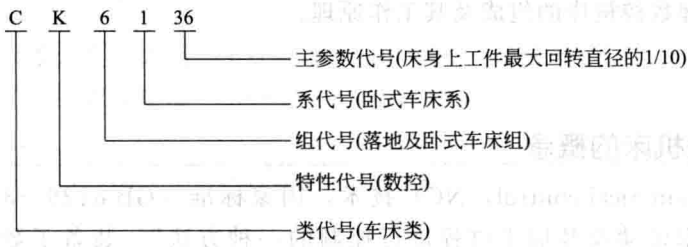


图 1-4 加工中心

2.2 数控机床型号及技术参数

2.2.1 数控机床型号

根据《金属切削机床型号编制方法》(GB/T 15375—2008) 中规定, 机床均用汉语拼音字母和数字, 按一定规律组合进行编号, 以表示机床的类型和主要规格。数控车床编号 CK6136 中, 字母与数字含义如下。



2.2.2 数控机床技术参数

数控机床技术参数是用户购买机床时的主要依据, 表 1-1 列出了 CK6136A 和 CA6140 的技术参数, 旨在了解数控车床与普通车床在技术参数种类和数值上的不同。数控机床性能指标的含义和对机床的影响见表 1-2。

表 1-1 CK6136A 和 CA6140 的技术参数

规格及参数名称		单位	CK6136A	CA6140
与工件尺寸和工夹具有关的参数	床身上工件最大回转直径	mm	360	400
	两顶尖间最大支撑长度	mm	750	750
	主轴通孔直径	mm	58	48
	主轴内孔锥度	—	莫氏 6 号	莫氏 6 号
	主轴端部代号	—	D6	
	尾架套筒内孔锥度	—	莫氏 4 号	莫氏 4 号

续表

规格及参数名称		单位	CK6136A	CA6140
与机床动力特性和技术经济指标有关的参数	主轴转速范围	r/min	200~2000	10~1400(正转) 14~1580(反转)
	主轴转速级数	—	无级	正转 24,反转 12
	Z 轴最快进给速度	m/min	6	4
	X 轴最快进给速度	m/min	3	2
	最小设定单位(脉冲当量)	mm	Z:0.01 X:0.005	Z:0.1 X:0.02
	定位精度	mm	0.04(Z);0.03(X)	
	重复定位精度	mm	0.016(Z);0.012(X)	
	主电动机功率	kW	4 或 5.5	7.5
	进给电动机功率	kW		
	外形尺寸(长×宽×高)	mm		
	机床净重	kg	1600	2000

表 1-2 数控机床性能指标表

种类	项目	含义	影响
精度指标	定位精度	数控机床工作台等移动部件在确定的终点所达到的实际位置的水平	直接影响加工零件的位置精度
	重复定位精度	同一数控机床上,应用相同加工程序加工一批零件所得连续质量的一致程度	影响一批零件的加工一致性、质量稳定性
	分度精度	分度工作台在分度时,理论要求回转的角度值与实际回转角度值的差值	影响零件加工部位的空间位置及孔系加工的同轴度
	分辨率	数控机床对两个相邻的分散细节间可分辨的最小间隔	决定机床的加工精度和表面质量
	脉冲当量	执行运动部件的移动量	决定机床的加工精度和表面质量
坐标轴	可控轴数	机床数控装置能控制的轴数	影响机床功能、加工适应性和工艺范围
	联动轴数	机床数控装置控制的坐标轴同时到达空间某一点的坐标数目	影响机床功能、加工适应性和工艺范围
运动性能指标	主轴转速	机床主轴转动速度	可加工小孔和提高零件表面质量
	进给速度	机床进给线速度	影响零件加工质量、生产效率、刀具寿命
	行程	数控机床坐标轴空间运动范围	影响零件加工大小
	摆角范围	数控机床摆角坐标的转角大小	影响加工零件的空间大小和机床刚度
	刀库容量	刀库能存放加工所需的刀具数量	加工适应性及加工资源
	换刀时间	带自动换刀装置的机床在主轴用刀与刀库中下一工序用刀交换所需的时间	影响加工效率
加工能力指标	每分钟最大金属切除率	单位时间内去除金属余量的体积	影响加工效率

2.3 数控机床的组成

数控机床通常由程序载体、输入输出装置、数控装置、伺服系统、反馈装置和机床本体组成,如图 1-5 所示。

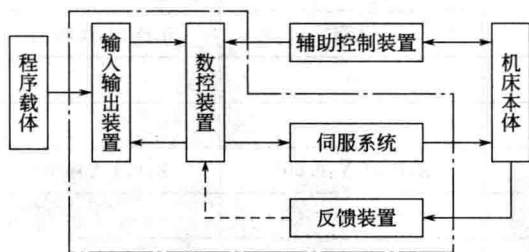


图 1-5 数控机床的组成

(1) 程序载体

数控机床是按照编程人员编制的工件加工程序运行的。在工件加工程序中,包括机床上刀具和工件的相对运动轨迹、工艺参数(走刀量、主轴转速等)和辅助运动等。通常编程人员将工件加工程序以一定的格式和代码存储在一种载体上,如穿孔纸带、录音磁带、软磁盘或硬盘等,通过数控机床的输入装置,将程序信息输入数控装置内。

数控机床还可以不用任何程序载体,通过数控机床操作面板上的键盘,用手工将工件加工程序输入数控装置,或者将存储在计算机硬盘上的工件加工程序传送到数控装置。

(2) 输入/输出装置

输入/输出装置进行数控加工或运动控制程序、加工与控制数据、机床参数以及坐标轴位置、检测开关的状态等数据的输入、输出。

键盘和显示器是任何数控设备都必备的最基本的输入/输出装置。此外,根据数控系统的不同,还可以配光电阅读机、磁带机或软盘驱动器等。作为外围设备,计算机是目前常用的输入/输出装置之一。

(3) 数控装置

数控装置是数控系统的核心。它由输入/输出接口线路、控制器、运算器和存储器等部分组成。数控装置的作用是将输入装置输入的数据,通过内部的逻辑电路或控制软件进行编译、运算和处理,并输出各种信息和指令,以控制机床各部分进行规定的动作。

(4) 伺服系统

伺服系统包括伺服控制线路、功率放大线路、伺服电动机等执行装置,它接受数控装置发来的各种动作命令,驱动数控机床进给传动系统的运动。它的伺服精度和动态响应是影响数控机床的加工精度、表面质量和生产率的重要因素之一。

(5) 反馈装置

反馈装置的作用是通过位置传感器将伺服电动机的角位移或数控机床执行机构的直线位移转换成电信号,输送给数控装置,使之与指令信号进行比较,并由数控装置发出指令,纠正所产生的误差,使数控机床按工件加工程序要求的进给位置和速度完成加工。

(6) 机床本体

机床本体与传统的机床基本相同,也是由主传动系统、进给传动系统、床身、工作台以及辅助运动装置、液压气动系统、润滑系统、冷却装置等部分组成。但为了满足数控的要求,充分发挥机床性能,它在总体布局、外观造型、传动系统结构、刀具系统以及操作性能方面都已发生了很大的变化。

2.4 数控机床工作原理

数控机床工作原理如图 1-6 所示。

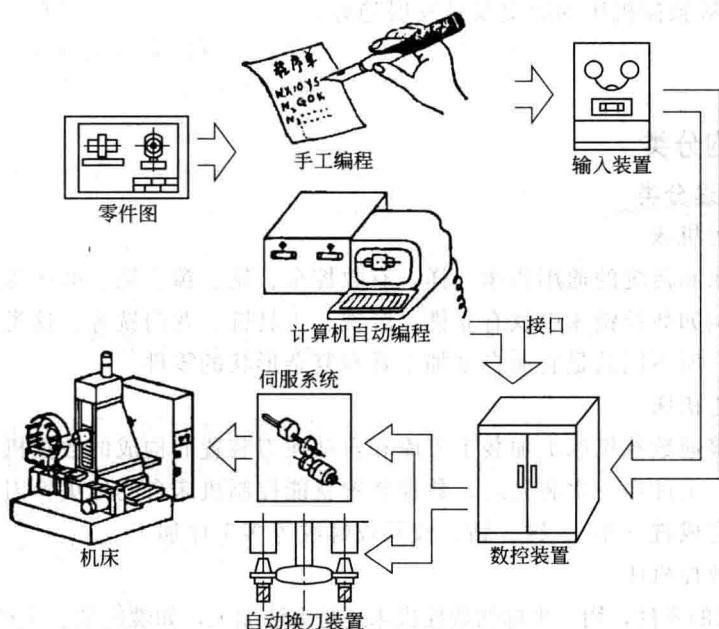


图 1-6 数控机床工作原理示意图

根据零件图样，进行工艺分析，确定工艺方案，依据数控系统的规定指令，编制零件的加工程序。视零件结构的复杂程度，可以采用手工或计算机编程，程序较小时，可以直接在车床操作面板的输入区域操作；程序较大时，也可在装有编程软件的普通计算机上进行，编程软件国内一般采用模拟软件和专业软件，经过相应的后置处理，生成加工程序。再通过车床控制系统上的通信接口或其他存储介质（软盘、光盘等），把生成的加工程序输入到车床的控制系统中。进入数控装置的信息，经过一系列处理和运算转变成脉冲信号。有的信号输送到机床的伺服系统，通过伺服机构处理，传到驱动装置（主轴电动机、步进或交、直流伺服电动机），使刀具和工件严格执行零件加工程序所规定的运动；有的信号送到可编程控制器，用以控制机床的其他辅助运动，如主轴和进给运动的变速、液压或气动装夹工件、冷却液开关等。

3. 拓展练习

- ① 简述 NC、CNC 的含义。
- ② 解释 CK6132 的含义。
- ③ 简述数控机床的基本组成及各部分的作用。
- ④ 简述数控机床的工作原理。

项目 1-2 数控机床的分类及发展趋势

1. 任务目标

- ① 学习和了解数控机床的分类方法。
- ② 学习和掌握点位、直线、轮廓控制数控机床的区别。
- ③ 学习和掌握开环、闭环、半闭环控制系统数控机床的区别。

④ 学习和了解数控机床的历史及其发展趋势。

2. 相关知识

2.1 数控机床的分类

2.1.1 按工艺用途分类

(1) 普通数控机床

这类数控机床和传统的通用机床一样,有数控车、铣、镗、钻、磨床等,而且每一类里又有很多品种,例如数控铣床中就有立铣、卧铣、工具铣、龙门铣等。这类机床的工艺性能和通用机床相似,所不同的是它能自动加工具有复杂形状的零件。

(2) 加工中心机床

这是一种在普通数控机床上加装了刀库和自动换刀装置而构成的数控机床。它和普通数控机床的区别是:工件经一次装夹后,数控装置就能控制机床自动地更换刀具,连续地对工件各加工面自动完成铣(车)、镗、钻、铰及攻螺纹等多工序加工。

(3) 多坐标数控机床

有些复杂形状的零件,用三坐标的数控机床还是无法加工,如螺旋桨、飞机机翼曲面以及其他复杂零件的加工等,都需要三个以上坐标的合成运动才能加工出所需形状。于是出现了多坐标的数控机床,其特点是数控装置控制的轴数较多,机床结构也比较复杂,其坐标轴数的多少通常取决于加工零件的复杂程度和工艺要求。现在常用的有四个、五个、六个坐标的数控机床。

(4) 数控特种加工机床

如数控线切割机床、数控电火花加工机床、数控激光切割机床等。

2.1.2 按运动方式分类

(1) 点位控制数控机床

这类数控机床的数控装置只控制刀具从一点到另一点的准确定位。在移动过程中不进行加工,对两点间的移动速度及运动轨迹没有严格的要求,如图 1-7 所示。这类数控机床主要有数控钻床、数控冲剪床、数控坐标镗床等。

(2) 直线控制数控机床

这类数控机床的数控装置除了控制点与点之间的准确位置以外,还要保证两点之间移动的轨迹是一条直线,而且对移动的速度也要进行控制,以便适应随工艺因素变化的不同需要,如图 1-8 所示。这类数控机床主要有简易数控车床、数控镗铣床等。

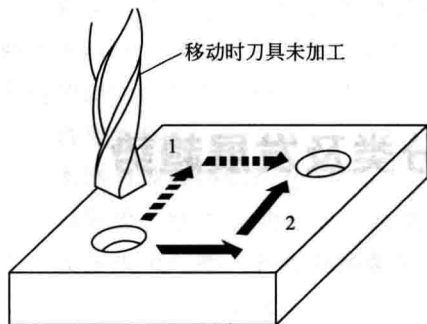


图 1-7 点位控制加工示意图

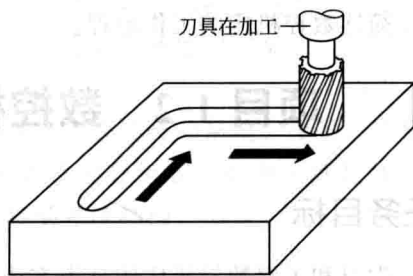


图 1-8 点位直线控制加工示意图

(3) 轮廓控制数控机床

这类数控机床的数控装置能同时对两个或两个以上运动坐标的位移及速度进行连续相关的控制,它不仅要控制机床移动部件的起点与终点坐标,而且要控制整个加工过程每一点的速度、方向和位移量,使合成的平面或空间的运动轨迹能满足加工的要求,如图1-9所示。由于需要精确地同时控制两个或更多的坐标运动,数据处理的速度比点位控制要高,因此,机床计算机一般要求具有较高速度的运算和信息处理能力。这类数控机床主要有数控铣床、数控车床等。

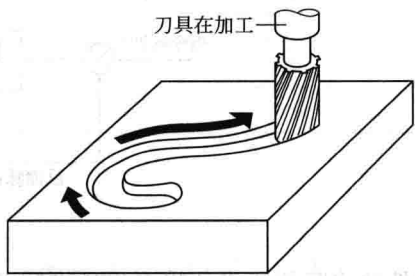


图 1-9 轮廓控制加工示意图

随着数控装置的发展,要增加轮廓控制功能,只需增加插补运算软件即可,这几乎不带来成本的提高。因此,除少数专用的数控机床(如数控钻床、冲床等)以外,现代的数控机床都具有轮廓控制功能。

2.1.3 按伺服系统的控制方式分类

(1) 开环控制系统的数控机床

开环控制系统的数控机床通常不带位置检测元件,使用功率步进电动机作为执行元件。数控装置每发出一个指令脉冲,经驱动电路功率放大后,就驱动步进电动机旋转一个角度,再由传动机构带动工作台移动。图1-10所示的是一个典型的开环控制系统。

开环控制系统的数控机床受步进电动机的步距精度和传动机构的传动精度的影响,难以实现高精度加工。但由于系统结构简单、成本较低、技术容易掌握,所以目前仍有应用。普通机床的数控化改造大多采用开环控制系统。

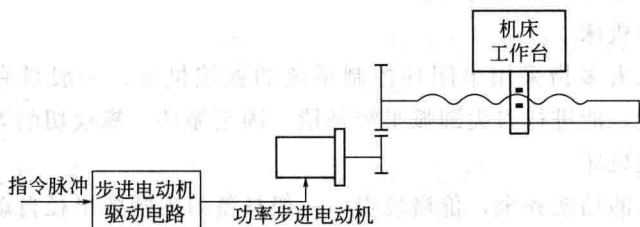


图 1-10 开环控制系统

(2) 闭环控制系统的数控机床

闭环控制系统的数控机床是按闭环控制系统。数控装置将位移指令信号与位置元件检测测得的工作台实际位置反馈信号随时进行比较,根据其差值及指令进给速度的要求,按一定的规律进行转换后,得到进给伺服系统的速度指令信号。此外还利用与伺服驱动电动机同轴刚性连接的测速元器件,随时实测驱动电动机的转速,得到速度反馈信号,将它与速度指令信号相比较,得到速度误差信号,对驱动电动机的转速随时进行校正。利用上述的位置控制和速度控制的两个回路,可以获得比开环伺服系统精度更高、速度更快、驱动功率更大的特性指标。从图1-11中可以看到,闭环系统的位置检测元件安装在执行部件上,用以实测执行部件的位置或位移量。

(3) 半闭环控制系统的数控机床

如果将位置检测元件安装在驱动电动机的端部,或安装在传动丝杠端部,间接测量执行

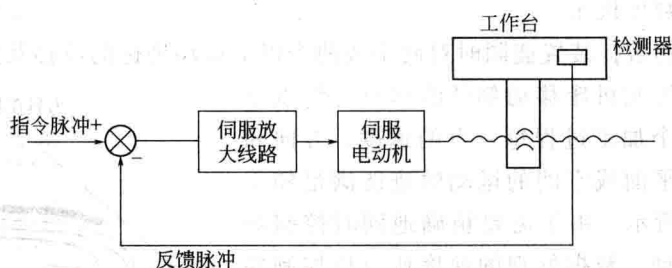


图 1-11 闭环控制系统

部件的实际位置或位移，就是半闭环控制系统，如图 1-12 所示。它可以获得比开环系统更高的精度，但它的位移精度比闭环系统的要低。由于位置检测元件安装方便、调试容易，现在大多数数控机床均采用半闭环控制系统。

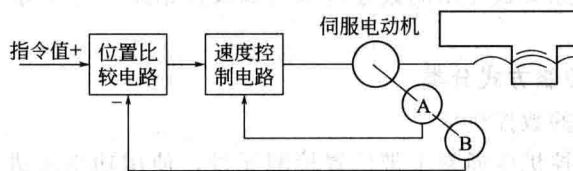


图 1-12 半闭环控制系统

2.1.4 按功能水平分类

(1) 经济型数控机床

经济型数控机床大多指采用开环控制系统的数控机床，其功能简单，价格便宜，适用于自动化程度和加工精度要求不高的场合。

(2) 中档型数控机床

中档型数控机床大多指采用半闭环控制系统的数控机床，一般具有单色显示的 CRT、程序储存和编辑功能，能进行刀尖圆弧半径补偿、固定循环、螺纹切削等功能。

(3) 高档型数控机床

高档型数控机床的功能齐全，价格较贵，一般具备刀尖圆弧半径自动补偿、恒线速度切削、倒角、固定循环、螺纹切削、图形显示、用户宏程序等功能。加工复杂零件的大中型机床及柔性制造系统、计算机集成制造系统使用的数控机床一般为高档型。

各种功能数控机床的性能比较见表 1-3。

表 1-3 各种功能数控机床的性能比较

系统功能	高档	中档	经济型
功能	无级变速、C 轴功能		机械变速
分辨率/ μm	0.1	1	10
进给速度/ $\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$	15~100	15~24	8~15
伺服驱动	闭环	半闭环	开环
电动机	交、直流伺服电动机		步进电动机
联动轴数	2~4 轴或 2~5 轴		2~3 轴
通信功能	MAP, 联网功能	RS232C, RS485	无

续表

系统功能	高档	中档	经济型
显示功能	三维图形彩显	CRT 图形显示	数码或 CRT 字符
内装 PLC	有	有	无
主 CPU	32 位或 64 位	16 位或 32 位	8 位

2.2 数控机床的历史及其发展趋势

2.2.1 数控机床的历史

1946 年诞生了世界上第一台电子计算机, 1952 年, 计算机技术应用到了机床上, 在美国诞生了第一台数控机床。从此, 传统机床产生了质的变化。近半个世纪以来, 数控系统经历了两个阶段和六代的发展。

(1) 数控 (NC) 阶段

1948 年, 美国帕森斯公司接受美国空军委托, 研制飞机螺旋桨叶片轮廓样板的加工设备。由于样板形状复杂多样, 精度要求高, 一般加工设备难以适应, 于是提出计算机控制机床的设想。

1949 年, 该公司在美国麻省理工学院 (MIT) 伺服机构研究室的协助下, 开始数控机床研究, 并于 1952 年试制成功第一台由大型立式仿形铣床改装而成的三坐标数控铣床, 不久即开始正式生产, 于 1957 年正式投入使用。这是制造技术发展过程中的一个重大突破, 标志着制造领域中数控加工时代的开始。当时的数控装置采用电子管元件, 体积庞大, 价格昂贵, 只在航空工业等少数有特殊需要的部门用来加工复杂形面零件。

1959 年, 制成了晶体管元件和印制电路板, 使数控装置进入了第二代, 体积缩小, 成本有所下降。

1965 年, 出现了第三代集成电路数控装置, 不仅体积小, 功率消耗少, 且可靠性提高, 价格进一步下降, 促进了数控机床品种和产量的发展。

(2) 计算机数控 (CNC) 阶段

20 世纪 60 年代末, 先后出现了由一台计算机直接控制多台机床的直接数控系统 (简称 DNC), 又称群控系统; 采用小型计算机控制的计算机数控系统 (简称 CNC), 使数控装置进入了以小型计算机化为特征的第四代。

1974 年, 研制成功使用微处理器和半导体存储器的微型计算机数控装置 (简称 MNC), 这是第五代数控系统。

20 世纪 80 年代初, 随着计算机软、硬件技术的发展, 出现了能进行人机对话式自动编制程序的数控装置; 数控装置更趋小型化, 可以直接安装在机床上; 数控机床的自动化程度进一步提高, 具有自动监控刀具破损和自动检测工件等功能。

20 世纪 90 年代后期, 出现了 PC+CNC 智能数控系统, 即以 PC 机为控制系统的硬件部分, 在 PC 机上安装 NC 软件系统, 此种方式系统维护方便, 易于实现网络化制造, 这是第六代数控系统。

还要指出的是, 虽然国外早已改称为计算机数控 (即 CNC) 了, 而我国仍习惯称数控 (NC)。所以人们日常讲的“数控”, 实质上已是指“计算机数控”了。

2.2.2 数控机床的发展趋势

为了满足市场和科学技术发展的需要, 为了达到现代制造技术对数控技术提出的更高要

求, 数控机床未来仍然继续向开放式、基于 PC 的第六代方向、高速化和高精度化、柔性化、功能集成化、高可靠性、智能化等方向发展。

(1) 开放式

为适应数控进线、联网、普及型个性化、多品种、小批量、柔性化及数控迅速发展的要求, 最重要的发展趋势是体系结构的开放性, 设计生产开放式的数控系统。

(2) 基于 PC 的第六代方向

基于 PC 所具有的开放性、低成本、软硬件资源丰富等特点, 更多的数控系统生产厂家会采用 PC 机, 至少采用 PC 机作为它的前端机, 来处理人机界面、编程、联网通信等问题, 由原有的系统承担数控的任务。PC 机所具有的友好的人机界面, 将普及所有的数控系统, 远程通信、远程诊断和维修将更加普遍。

(3) 高速化、高精度化

速度和精度是数控机床的两个重要指标, 直接关系到产品的质量和档次、产品的生产周期和在市场上的竞争能力。

(4) 柔性化、功能集成化

数控机床在提高单机柔性化的同时, 朝单元柔性化和系统化方向发展, 如出现了数控多轴加工中心、换刀换箱式加工中心等具有柔性的高效加工设备; 出现了由多台数控机床组成底层加工设备的柔性制造单元 (flexible manufacturing cell, FMC)、柔性制造系统 (flexible manufacturing system, FMS)、柔性加工线 (flexible manufacturing line, FML)。

(5) 高可靠性

数控机床的可靠性一直是用户最关心的主要指标, 它主要取决于数控系统各伺服驱动单元的可靠性。为提高可靠性, 目前主要采取以下措施。

① 采用更高集成度的电路芯片, 采用大规模或超大规模的专用及混合式集成电路, 以减少元器件的数量, 提高可靠性。

② 通过硬件功能软件化, 以适应各种控制功能的要求, 同时通过硬件结构的模块化、标准化、通用化及系列化, 提高硬件的生产批量和质量。

③ 增强故障自诊断、自恢复和保护功能, 对系统内硬件、软件和各种外部设备进行故障诊断、报警。当发生加工超程、刀损、干扰、断电等各种意外时, 自动进行相应的保护。

(6) 智能化

随着人工智能在计算机领域不断渗透和发展, 数控系统的智能化程度将不断提高。

① 应用自适应控制技术。应用自适应控制技术的目的是使加工系统能根据切削条件的变化自动调节切削用量等参数, 使加工过程保持最佳工作状态, 从而得到较高的加工精度和较小的表面粗糙度, 同时也能提高刀具的使用寿命和设备的生产效率。

② 故障自诊断、自修复功能。在系统整个工作状态中, 利用数控系统内装程序随时对数控系统本身以及与其相连的各种设备进行自诊断、自检查。一旦出现故障, 立即采取停机等措施, 并进行故障报警, 提示发生故障的部位和原因等, 并利用“冗余”技术, 自动使故障模块脱机, 接通备用模块。

③ 刀具寿命自动检测和自动换刀功能。利用红外、声发射、激光等检测手段, 对刀具和工件进行检测, 发现工件超差、刀具磨损和破损等, 及时进行报警、自动补偿或更换刀具, 确保产品质量。

④ 模式识别技术。应用图像识别和声控技术, 使机床自己辨识图样, 按照自然语言命

令进行加工。

⑤ 智能化交流伺服驱动技术。可以通过自动识别负载、自动调整参数,使驱动系统获得最佳运行。

3. 拓展练习

- ① 简述闭环控制系统的特点。
- ② 数控机床中位置检测装置的作用与要求有哪些?
- ③ 简述数控机床的历史及其发展趋势。

项目 1-3 数控车削加工工艺范围及特点

1. 任务目标

- ① 学习和掌握数控车削加工工艺范围。
- ② 学习和掌握数控车床的特点。
- ③ 学习和掌握数控车床的加工特点。

2. 相关知识

2.1 数控车削加工工艺范围

数控车床是数控机床中应用最广泛的一种,在数控车床上可以加工各种带有复杂母线的回转体零件,高级的数控车床(一般称为车削中心)还能进行铣削、钻削以及加工多边形零件。图 1-13 所示为在数控车床上加工的工艺范围。

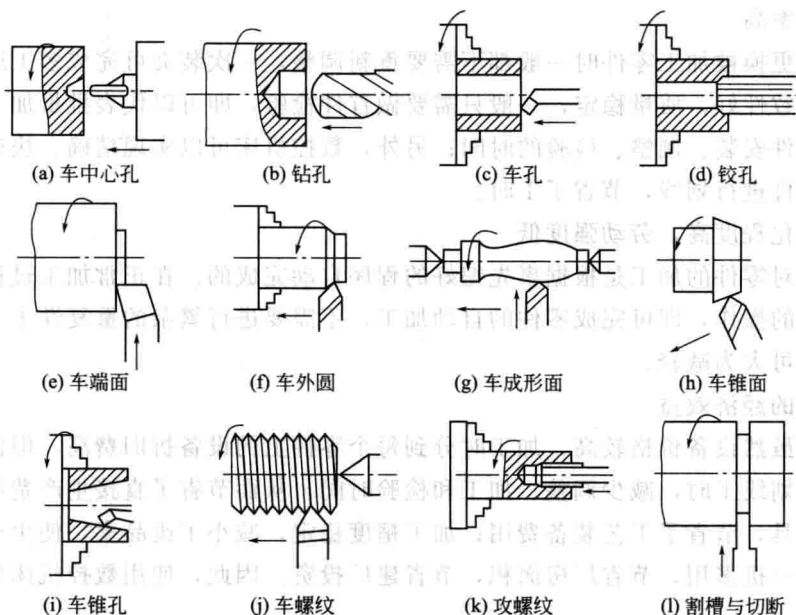


图 1-13 数控车削加工工艺范围