

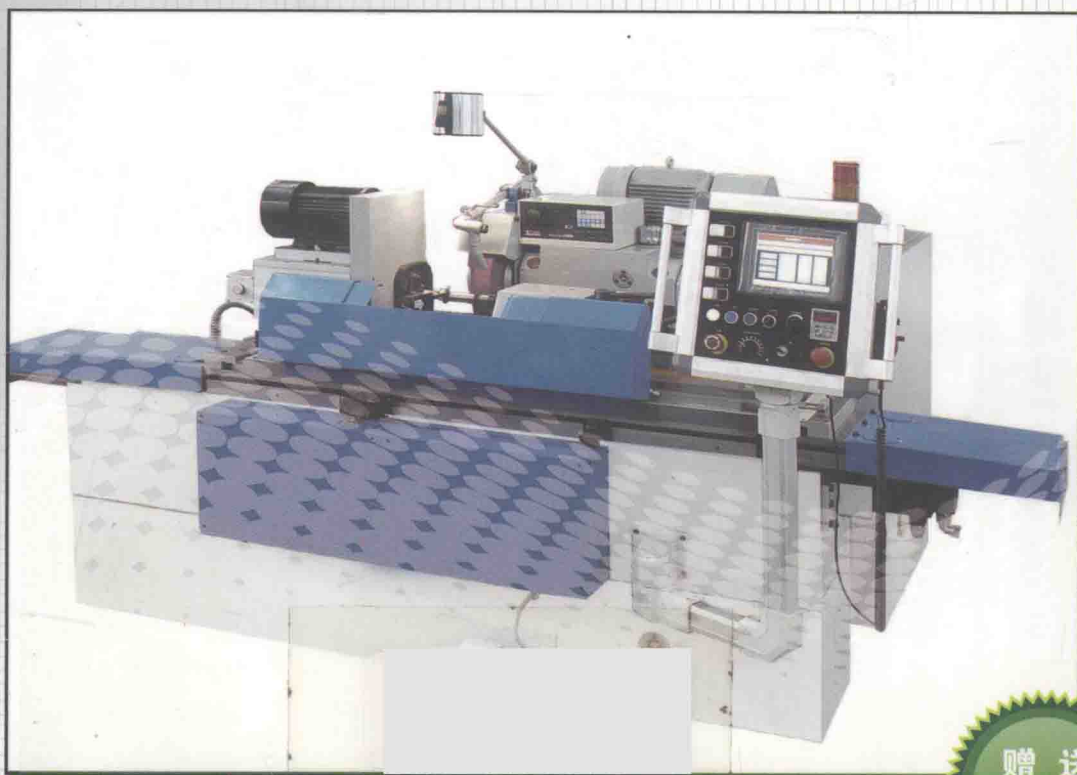


高职高专数控技术应用专业规划教材

数控车床编程与操作

SHUKONG CHECHUANG BIANCHENG YU CAOZUO

高晓萍 于田霞 主编
张立文 李学营 副主编



赠送
电子课件

本书特色

- ❁ 基于工作过程化的课程方案设计，以工作任务重构教材内容。
- ❁ 岗位典型工作任务系统转化为学习领域课程的整体改革。
- ❁ 教学内容与企业实际工作任务有机结合，学习过程转化为工作过程。
- ❁ 紧密结合数控核心职业技能鉴定标准，以典型技能鉴定实例讲解为主，理论知识够用为度，注重核心技能的培养。

清华大学出版社

高职高专数控技术应用专业规划教材

数控车床编程与操作

高晓萍 于田霞 主 编

张立文 李学营 副主编

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是在广泛吸纳了高职院校本课程教学改革实践经验的基础上编写的。其特点是突出加强理论、仿真、实操三者之间的联系,将理论教学、数控仿真验证与实践应用有机地融合起来,达到相辅相成的教学效果。

本书以零件的结构特征为载体,整个教材采用项目化结构框架。全书具体分十个项目,主要包括数控车床概述及基本编程指令、FANUC-0i 数控仿真系统操作、FANUC-0i 数控车床面板操作、使用 FANUC-0i 系统数控车床对轴类、盘套类、切槽(切断)、螺纹类、非圆二次曲线类、配合套件等零件的编程与加工及中、高级数控车工技能培训题样等,并对轴类内孔和螺纹的加工质量和常见问题进行了分析。通过一个项目的学习,学生可以完成职业能力的一个典型的综合性任务,通过若干个相互关联项目的学习,学生就能够具备数控车床的编程和操作能力。

本书可作为高等职业技术学院和高等专科学校数控类专业及其他机电类专业的数控车床编程与操作课程的教材,也可作为成人高等教育相关专业的教学用书,同时可供从事相关专业的工程技术人员学习与参考。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

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

数控车床编程与操作/高晓萍,于田霞主编;张立文,李学营副主编.——北京:清华大学出版社,2011.7
(高职高专数控技术应用专业规划教材)

ISBN 978-7-302-25832-2

I. ①数… II. ①高… ②于… ③张… ④李… III. ①数控机床:车床—程序设计—高等职业教育—教材
②数控车床:车床—操作—高等职业教育—教材 IV. ①TG519.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 102209 号

责任编辑:孙兴芳 杨作梅

装帧设计:杨玉兰

责任校对:王 晖

责任印制:李红英

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

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

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

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

印 刷 者:北京密云胶印厂

装 订 者:三河市新茂装订有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:21 字 数:506 千字

版 次:2011 年 7 月第 1 版 印 次:2011 年 7 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:38.00 元

产品编号:040323-01

前 言

本书的编写是根据教育部教高[2006]16号《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》和教育部等六部委下发的有关数控技术应用专业领域技能型紧缺人才培养指导方案的指导思想,在全面总结和广泛吸纳了高职院校本课程教学改革实践经验的基础上编写而成的。全书注重教材的先进性、通用性、实践性。本书融理论教学、实践操作、企业项目为一体,是职业技术学院数控技术专业、机电一体化专业、模具等机电系列同类专业的实用型教材。教材具有以下特点。

1. 采用项目导向任务驱动式编写模式

本书的编写以零件的结构特征为载体,整个教材采用项目化结构。按照职业工作过程来设计教材的每个项目。每个项目都有知识目标、能力目标、学习情景,帮助学生理解和掌握其重点和难点。相应的工作任务是以企业真实产品为任务,从任务分析入手,由浅入深地讲授相关基础知识、任务实施、思考题。最后通过扩展任务使学生在完成典型零件任务后还可选择特征类似的产品零件进行加工(学A练B)。通过本教材的学习,学生能制定零件的数控车削加工工艺,会编制数控车削加工程序,并会操作数控车床加工相应零件。

2. 理论与实践紧密结合

本书倡导先进的教学理念,以技能训练为主线,相关知识为支撑,较好地处理了理论教学与技能训练的关系,加强理论、仿真、实操三者之间的联系,使理论教学、数控仿真验证与实践应用有机融合起来,达到相辅相成的教学效果。理论知识围绕技能训练展开教学,既利于教师的教,又利于学生的学;在实践教学中,突出现场示范,增强直观性,使学生能够用理论指导实践、在实践中消化理论,从而提高学生的学习兴趣,调动了学生学习的主动性和积极性。编程理论阐述简洁明了,机床操作结合典型数控系统,突出实践教学特色。

3. 教学案例来自生产实例

大量引用生产实例进行工艺分析与编程,将企业加工技术渗透于专业教学。充分联系生产实践,以职业工作过程中零件的制作方法为建构主线,采用项目式的教学形式,使学生对知识、技能的理解和掌握更加具体化。该教材编写以期缩短学校教育与企业需要的距离,更好地满足企业用人的需要。

4. 教材内容广泛全面

本书除了讲述常见的基础知识外,把特殊零件的加工作为拓展训练任务。还介绍了用户宏程序编程扩展数控功能。本书内容全面详细,拓展了学生视野,提高了学生的学习兴趣,更好地满足了数控专业对该门课程的高要求。



本书选择了技术先进、目前占市场份额最大的典型数控系统日本 FANUC-0i 系统作为基础,具体内容共分为十个项目,主要包括数控车床概述及基本编程指令、FANUC-0i 数控仿真系统操作、FANUC-0i 数控车床面板操作、用 FANUC-0i 系统数控车床加工轴类零件、用 FANUC-0i 系统数控车床加工盘套类零件切槽(切断)编程与加工、螺纹零件的编程与加工、非圆二次曲线类零件的车削加工、配合套件的编程与加工及中、高级数控车工技能培训题样等。通过一个项目的学习,学生可以完成职业能力的一个典型的综合性任务,通过若干个相互关联项目的学习,学生就具备了数控车削编程和操作能力,并对轴类、内孔和螺纹的加工质量和常见问题进行了分析、处理。每完成一个任务都要进行加工质量分析报告,个人工作过程总结、小组总结等。具体内容见附录 C(零件检测)和附录 D(学习评价)。另外附录 A(数控车床工中、高级工技能鉴定标准)和附录 B(数控车床工中、高级工技能鉴定样题)为学生考证提供帮助。

本书由山东水利职业学院高晓萍、于田霞任主编,张立文、李学营、郭勋德任副主编,山东水利职业学院董科、殷镜波、宋凤敏、宋祥玲参编。山东水利职业学院张志光任主审。

具体分工为:山东水利职业学院李学营编写项目一、二、三;山东水利职业学院高晓萍编写项目四;山东水利职业学院张立文编写项目五;山东水利职业学院宋祥玲编写项目六、七;山东水利职业学院于田霞编写项目八、附录 A 和附录 B);山东水利职业学院郭勋德编写项目九;山东水利职业学院宋凤敏编写项目十;山东水利职业学院董科编写拓展训练;山东水利职业学院殷镜波编写附录 C、附录 D;日照金通车辆制造有限公司高级工程师褚德清参与了本书的编写工作。全书由高晓萍和于田霞负责统稿。在本书的编写过程中,参考了数控技术方面的诸多论文、教材和机床使用说明书。特在此对本书出版给予支持、帮助的单位和个人表示诚挚的感谢!

限于编者水平和经验有限,时间仓促,书中难免出现不妥之处,恳切希望广大读者批评指正。

编者



目 录

项目一 数控车床概述及基本编程指令1	一、数控车床的基本操作 40
任务一 数控车床认识1	二、数控系统程序操作 43
一、数控设备的产生和发展.....1	三、检查完程序开始加工 44
二、认识数控车床.....2	习题 45
三、数控车床的工作原理.....8	项目四 用 FANUC-0i 系统数控车床
四、数控车床的特点.....8	加工轴类零件 46
五、数控车床的应用范围.....9	任务一 简单台阶轴的数控车削加工 47
任务二 数控机床坐标系9	一、任务导入 47
一、机床坐标系.....9	二、任务分析 47
二、数控机床的坐标系和运动方向.....10	三、相关理论知识 48
三、数控车床的坐标系规定.....11	四、任务实施 62
四、工件坐标系.....12	五、零件检测 66
任务三 数控车床的基本编程指令12	六、思考题 66
一、数控编程与数控系统.....12	七、扩展任务 66
二、数控程序编制的基本方法.....13	任务二 外圆锥面的数控车削加工 66
三、数控车床编程基本功能指令.....14	一、任务导入 66
习题18	二、任务分析 67
项目二 FANUC-0i 数控仿真系统操作19	三、相关理论知识 68
任务一 数控仿真系统运行界面认识20	四、任务实施 75
一、安装与进入.....20	五、零件检测 76
二、选择机床、回零操作.....23	六、思考题 76
任务二 数控加工仿真系统基本操作26	七、扩展任务 77
一、定义毛坯.....26	任务三 外圆弧面的数控车削加工 77
二、放置零件.....27	一、任务导入 77
三、调整零件位置.....27	二、任务分析 77
四、安装刀具.....28	三、相关理论知识 78
习题33	四、任务实施 80
项目三 FANUC-0i 数控车床面板操作34	五、零件检测 82
任务一 FANUC-0i 数控车床面板介绍35	六、思考题 82
一、数控车床安规教育与维护保养.....35	七、扩展任务 82
二、面板按钮功能介绍.....38	任务四 较复杂轴类零件的数控
任务二 FANUC-0i 数控车床基本操作40	车削加工 82
	一、任务导入 82
	二、任务分析 83



三、相关理论知识.....	84	二、任务分析.....	125
四、任务实施.....	89	三、相关理论知识.....	125
五、零件检测.....	90	四、任务实施.....	127
六、思考题.....	91	五、零件检测.....	130
七、扩展任务.....	91	六、思考题.....	130
任务五 复杂成型面的轴类零件的 数控车削加工.....	91	七、扩展任务.....	130
一、任务导入.....	91	任务三 内孔的数控车削加工.....	131
二、任务分析.....	92	一、任务导入.....	131
三、相关理论知识.....	92	二、任务分析.....	131
四、任务实施.....	95	三、相关理论知识.....	132
五、零件检测.....	97	四、任务实施.....	138
六、思考题.....	97	五、零件检测.....	140
七、扩展任务.....	97	六、思考题.....	140
拓展训练 细长轴零件的数控车削加工.....	98	七、扩展任务.....	140
一、任务导入.....	98	任务四 轴套类零件的数控车削加工.....	140
二、任务分析.....	98	一、任务导入.....	140
三、相关理论知识.....	99	二、任务分析.....	141
四、任务实施.....	102	三、相关理论知识.....	141
五、零件检测.....	104	四、任务实施.....	143
六、思考题.....	105	五、零件检测.....	147
七、扩展任务.....	105	六、思考题.....	148
轴类零件数控车削常见问题分析.....	105	七、扩展任务.....	148
习题.....	106	拓展训练 薄壁零件的数控车削加工.....	148
项目五 用 FANUC-0i 系统数控车床 加工盘套类零件.....	108	一、任务导入.....	148
任务一 简单盘套类零件的 数控车削加工.....	109	二、任务分析.....	149
一、任务导入.....	109	三、相关理论知识.....	149
二、任务分析.....	109	四、任务实施.....	151
三、相关理论知识.....	110	五、零件检测.....	154
四、任务实施.....	122	六、思考题.....	154
五、零件检测.....	123	七、扩展任务.....	154
六、思考题.....	123	内孔加工常见问题及加工质量分析.....	155
七、扩展任务.....	124	习题.....	155
任务二 较复杂盘套类零件的 数控车削加工.....	124	项目六 切槽(切断)编程与加工.....	157
一、任务导入.....	124	任务一 规则的外圆槽数控车削加工.....	157
		一、任务导入.....	157
		二、任务分析.....	158
		三、相关理论知识.....	159
		四、任务实施.....	167

五、零件检测.....	169	七、扩展任务.....	209
六、思考题.....	169	拓展训练二 变导程螺纹加工.....	209
七、扩展任务.....	170	一、任务导入.....	209
任务二 较宽的径向槽零件外径切槽		二、任务分析.....	210
数控车削加工.....	170	三、相关理论知识.....	211
一、任务导入.....	170	四、任务实施.....	212
二、任务分析.....	171	五、零件检测.....	214
三、相关理论知识.....	171	六、思考题.....	214
四、任务实施.....	174	七、扩展任务.....	215
五、零件检测.....	175	螺纹车削常见问题分析.....	215
六、思考题.....	175	习题.....	216
七、扩展任务.....	175		
习题.....	176	项目八 非圆二次曲线类零件的	
项目七 螺纹零件的编程与加工.....	177	车削加工.....	218
任务一 带外螺纹的简单轴类零件		任务一 带椭圆零件的车削加工.....	219
车削加工.....	178	一、任务导入.....	219
一、任务导入.....	178	二、任务分析.....	219
二、任务分析.....	178	三、相关理论知识.....	220
三、相关理论知识.....	179	四、任务实施.....	233
四、任务实施.....	188	五、精度检测.....	236
五、零件检测.....	192	六、思考题.....	236
六、思考题.....	192	七、扩展任务.....	236
七、扩展任务.....	192	任务二 抛物线零件加工.....	237
任务二 内外螺纹复杂零件加工.....	192	一、任务导入.....	237
一、任务导入.....	192	二、任务分析.....	237
二、任务分析.....	193	三、相关理论知识.....	238
三、相关理论知识.....	193	四、任务实施.....	239
四、任务实施.....	196	五、精度检测.....	240
五、零件检测.....	200	六、思考题.....	241
六、思考题.....	200	七、扩展任务.....	241
七、扩展任务.....	200	项目九 配合套件的编程与加工.....	242
拓展训练一 梯形螺纹加工.....	201	任务一 螺纹配合的配合件的	
一、任务导入.....	201	编程与加工.....	242
二、任务分析.....	201	一、任务导入.....	242
三、相关理论知识.....	202	二、任务分析.....	243
四、任务实施.....	205	三、相关理论知识.....	244
五、零件检测.....	209	四、任务实施.....	245
六、思考题.....	209	五、零件检测.....	249



六、思考题.....	249	五、思考题.....	281
七、扩展任务.....	250	六、扩展任务.....	281
任务二 有锥面配合的配合件		任务三 中级职业技能考核	
编程与加工.....	250	综合训练三.....	282
一、任务导入.....	250	一、任务导入.....	282
二、任务分析.....	251	二、任务分析并确定加工方案.....	282
三、相关理论知识.....	251	三、任务实施.....	283
四、任务实施.....	252	四、零件检测.....	286
五、零件检测.....	258	五、思考题.....	286
六、思考题.....	258	六、扩展任务.....	286
七、扩展任务.....	258	任务四 高级职业技能考核	
任务三 有椭圆配合的配合件		综合训练一.....	287
编程与加工.....	259	一、任务导入.....	287
一、任务导入.....	259	二、任务分析并确定加工方案.....	287
二、任务分析.....	260	三、任务实施.....	288
三、相关理论知识.....	261	四、零件检测.....	291
四、任务实施.....	261	五、思考题.....	291
五、零件检测.....	270	六、扩展任务.....	291
六、思考题.....	270	任务五 高级职业技能考核	
七、扩展任务.....	271	综合训练二.....	291
项目十 中高级数控车工技能		一、任务导入.....	291
培训题样	272	二、任务分析并确定加工方案.....	292
任务一 中级职业技能考核		三、任务实施.....	293
综合训练一.....	272	四、零件检测.....	298
一、任务导入.....	272	五、思考题.....	298
二、任务分析并确定加工方案.....	272	六、扩展任务.....	298
三、任务实施.....	274	附录 A 数控车床中、高级工技能	
四、零件检测.....	277	鉴定标准	299
五、思考题.....	277	附录 B 数控车床中、高级工技能	
六、扩展任务.....	277	鉴定样题	306
任务二 中级职业技能考核		附录 C 零件检测	321
综合训练二.....	277	附录 D 学习评价	323
一、任务导入.....	277	参考文献	325
二、任务分析并确定加工方案.....	278		
三、任务实施.....	279		
四、零件检测.....	281		

项目一 数控车床概述及基本编程指令

知识目标

- 了解数控车床的用途、分类、结构及工作原理。
- 掌握数控车床的编程特点和方法。
- 掌握辅助功能指令 M00、M03~M05 的功能。
- 掌握刀具指令 T、D 及速度指令 F、S 的含义。

能力目标

- 学会分析 FANUC-0i 系统数控车床结构特点。
- 学会分析完整的数控程序。

学习情景

数控车床主要用来加工轴类零件的内外圆柱面、圆锥面、螺纹表面、成形回转体面等，对于盘类零件可以进行钻孔、扩孔、绞孔、镗孔等。机床还可以完成车端面、切槽、倒角等加工。数控车床是目前国内使用极为广泛的一种数控机床，图 1-1 所示为 FANUC-0i 系统数控车床外观。先来认识它的结构、功能特点，掌握编程基础知识。

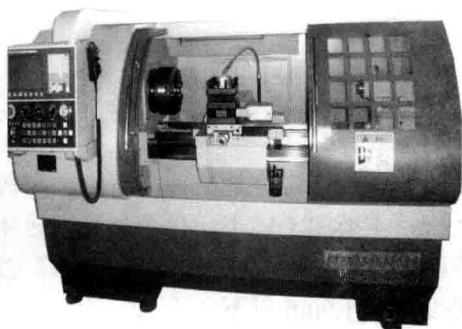


图 1-1 FANUC-0i 数控车床

任务一 数控车床认识

一、数控设备的产生和发展

1. 数控的基本概念

(1) 数控设备。就是采用了数控技术的机械设备，或者说是装备了数控系统的机械设



备。数控机床是数控设备的典型代表,其他数控设备还有数控冲剪机、数控压力机、数控弯管机、数控坐标测量机、数控绘图仪、数控雕刻机等。

(2) NC。数字控制,是以数字化信号对机构的运动过程进行控制的一种方法。出现的年代为1952—1965年。

(3) CNC。计算机数字控制,由硬件和软件共同完成数控的功能,具有柔性。出现于1974年以后。

(4) 数控机床。指应用数控技术对加工过程进行控制的机床。

(5) 数控加工。运用数控机床对零件进行加工,称为数控加工。

2. 数控机床产生与常用的数控系统

1948年,美国帕森(Parsons)公司在研制加工直升机螺旋桨叶片轮廓用检查样板的机床时,首先提出计算机控制机床的设想,在麻省理工学院(MIT)的协助下,于1952年研制成功了世界上第一台三坐标直线插补且连续控制的立式数控铣床。1958年由清华大学和北京第一机床厂合作研制了我国第一台数控铣床。

我国在数控车床上常用的数控系统有日本FANUC(发那科或法那科)公司的0T、0iT、3T、5T、6T、10T、11T、0TC、0TD、0TE等,德国SIEMENS(西门子)公司的802S、802C、802D、840D等,以及美国ACRAMATIC数控系统、西班牙FAGOR数控系统等。

国产普及型数控系统产品有:广州数控设备厂GSK980T系列、华中数控公司的世纪星21T、北京机床研究所的1060系列、无锡数控公司的8MC/8TC数控系统、北京凯恩帝数控公司KND-500系列、北京航天数控集团的CASNUC-901(902)系列、大连大森公司的R2F6000型等。

二、认识数控车床

1. 数控车床的用途

数控车床是数字程序控制车床的简称,是一种高精度、高效率的自动化机床,也是目前使用最广泛的数控机床之一,主要用于轴类、盘套类等回转体零件的加工。它是目前国内使用极为广泛的一种数控机床,约占数控机床总数的25%。数控车床加工零件的尺寸精度可达IT5~IT6,表面粗糙度可达 $1.6\mu\text{m}$ 以下。

2. 数控车床的分类

数控车床品种繁多,规格不一,可按如下方法进行分类。

1) 按车床主轴位置分类

(1) 卧式数控车床。

卧式数控车床如图1-2(a)所示。卧式数控车床用于轴向尺寸较长或小型盘类零件的车削加工。其车床又分为数控水平导轨卧式车床和数控倾斜导轨卧式车床。其倾斜导轨结构可以使车床具有更大的刚性,并易于排除切屑。相对而言,卧式车床因结构形式多,加工功能丰富而应用广泛。

(2) 立式数控车床。

立式数控车床简称为数控立车,如图1-2(b)所示。其车床主轴垂直于水平面,一个直径

很大的圆形工作台，用来装夹工件。这类机床主要用于加工径向尺寸大、轴向尺寸相对较小的大型复杂零件。

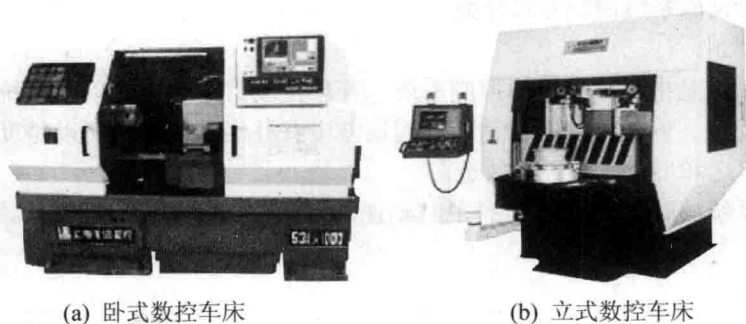


图 1-2 数控车床

2) 按加工零件的基本类型分类

(1) 卡盘式数控车床。这类车床没有尾座，适合车削盘类(含短轴类)零件。夹紧方式多为电动或液动控制，卡盘结构多具有可调卡爪或不淬火卡爪(即软卡爪)。

(2) 顶尖式数控车床。这类车床配有普通尾座或数控尾座，适合车削较长的零件及直径不太大的盘类零件。

3) 按刀架数量分类

(1) 单刀架数控车床。数控车床一般都配置有各种形式的单刀架，如四工位卧动转位刀架或多工位转塔式自动转位刀架。

(2) 双刀架数控车床。这类车床的双刀架配置平行分布，也可以是相互垂直分布。

4) 按功能分类

(1) 经济型数控车床。

采用步进电动机和单片机对普通车床的进给系统进行改造后形成的简易型数控车床，成本较低，但自动化程度和功能都比较差，车削加工精度也不高，适用于要求不高的回转类零件的车削加工。

(2) 普通数控车床。

根据车削加工要求在结构上进行专门设计并配备通用数控系统而形成的数控车床，数控系统功能强，自动化程度和加工精度也比较高，适用于一般回转类零件的车削加工。这种数控车床可同时控制两个坐标轴，即 X 轴和 Z 轴。

(3) 车削加工中心。

在普通数控车床的基础上，增加了 C 轴和动力头，更高级的数控车床带有刀库，可控制 X 、 Z 和 C 三个坐标轴，联动控制轴可以是 $(X、Z)$ 、 $(X、C)$ 或 $(Z、C)$ 。由于增加了 C 轴和铣削动力头，这种数控车床的加工功能大大增强，除可以进行一般车削外还可以进行径向和轴向铣削、曲面铣削、中心线不在零件回转中心的孔和径向孔的钻削等加工。

数控车削中心和数控车铣中心可在一次装夹中完成更多的加工工序，提高了加工质量和生产效率，特别适用于复杂形状的回转类零件的加工。

(4) FMC 车床。

FMC 是英文 Flexible Manufacturing Cell (柔性加工单元)的缩写。FMC 车床实际上就是

一个由数控车床、机器人等构成的系统。它能实现工件搬运、装卸的自动化和加工调整准备的自动化操作。

5) 按进给伺服系统控制方式分类

(1) 开环控制。

开环控制系统是指不带反馈的控制系统。开环控制具有结构简单、系统稳定、容易调试、成本低等优点。但是系统对移动部件的误差没有补偿和校正，所以精度低。一般适用于经济型数控机床和旧机床数控化改造。

开环控制系统如图 1-3 所示。部件的移动速度和位移量是由输入脉冲的频率和脉冲数决定的。

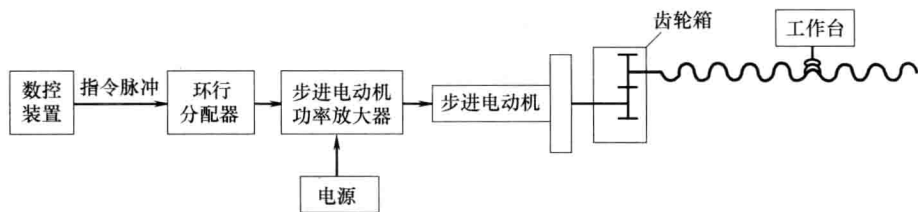


图 1-3 开环控制系统

(2) 半闭环控制。

半闭环控制系统是在开环系统的丝杠上装有角位移测量装置，通过检测丝杠的转角间接地检测移动部件的位移，反馈到数控系统中，由于惯性较大的机床移动部件不包括在检测范围之内，因而称作半闭环控制系统，如图 1-4 所示。系统闭环环路内不包括机械传动环节，可获得稳定的控制特性。机械传动环节的误差，可用补偿的办法消除，可获得满意的精度。中档数控机床广泛采用半闭环数控系统。

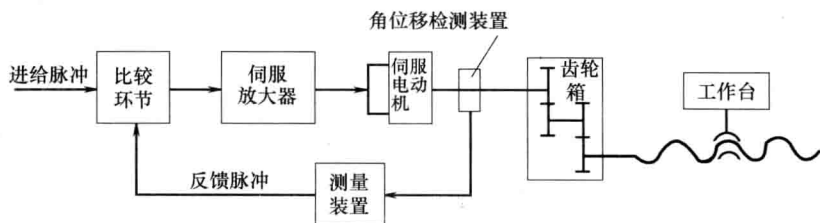


图 1-4 半闭环控制系统

(3) 闭环控制。

闭环控制系统在机床移动部件上直接装有位置检测装置，将测量的结果直接反馈到数控装置中，与输入指令进行比较控制，使移动部件按照实际的要求运动，最终实现精确定位，原理如图 1-5 所示，因为把机床工作台纳入了位置控制环，故称为闭环控制系统。

该系统定位精度高、调节速度快。但调试困难，系统复杂并且成本高，故适用于精度要求很高的数控机床，如精密数控镗铣床、超精密数控车床等。

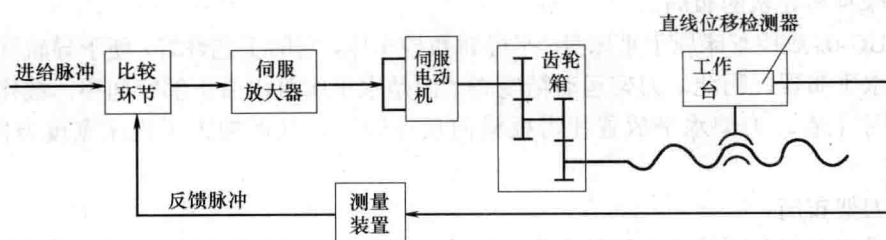


图 1-5 闭环控制系统

3. 数控车床的结构与数控系统的基本功能

1) 数控车床的结构

(1) 总体结构如图 1-6 所示。

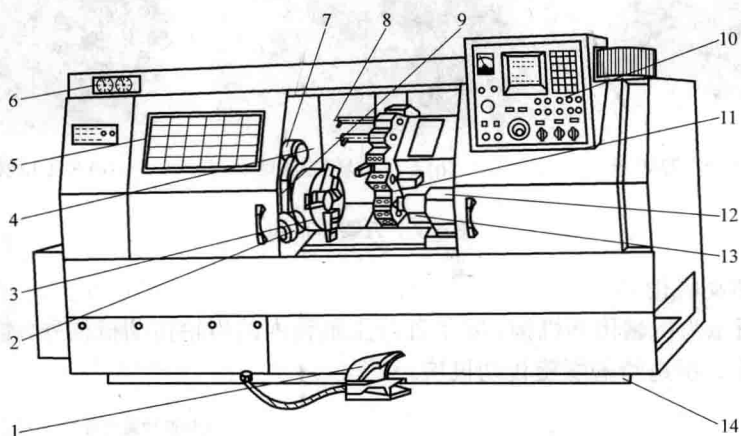


图 1-6 数控车床的总体结构

1—脚踏开关 2—对刀仪 3—主轴卡盘 4—主轴箱 5—防护门 6—压力表
7、8—防护罩 9—转臂 10—操作面板 11—回转刀架 12—尾座 13—滑板 14—床身

① 数控装置，是数控机床的运算和控制系统，完成所有加工数据的处理、计算工作。最终实现对数控机床各功能的指挥工作。

② 伺服系统，由伺服电机和伺服驱动装置组成，是数控机床的执行机构，它把来自数控装置的脉冲信号经驱动单元放大后给电机，带动机床移动部件的运动，使工作台(或溜板)精确定位或按规定的轨迹作严格的相对运动，加工出符合图纸要求的零件。

③ 检测反馈装置，用来检测机床实际运动参数，同时反馈给数控装置，纠正指令误差，补偿加工误差。

④ 机床本体，是数控机床的机械部件和一些配套部件，由床身、主轴箱、刀架、尾座、进给系统、冷却润滑系统等部分组成。数控车床直接用伺服电机通过滚珠丝杠驱动溜板和刀架实现进给运动，因而进给系统的结构大为简化。

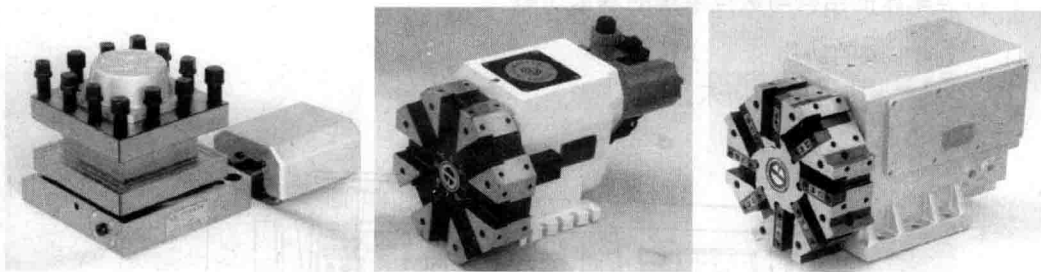


(2) 床身和导轨的布局。

FANUC-0i 数控车床属于平床身、平导轨数控车床，它的工艺性好，便于导轨面的加工。由于刀架水平布置，因此，刀架运动精度高。但是水平床身由于下部空间小，故排屑困难。从结构尺寸上看，刀架水平放置使滑板横向尺寸较长，从而加大了机床宽度方向的结构尺寸。

(3) 刀架布局。

分为排式刀架和回转式刀架两大类，如图 1-7 所示。目前两坐标联动数控车床多采用回转刀架，它在机床上的布局有两种形式。一种是用于加工盘类零件的回转刀架，其回转轴垂直于主轴；另一种是用于加工轴类和盘类零件的回转刀架，其回转轴平行于主轴。



(a) 4 工位转位刀架

(b) 6 工位转位刀架

(c) 8 工位转位刀架

图 1-7 刀架的布局

(4) 机械传动机构。

如图 1-8 所示为机械传动机构。除了部分主轴箱内的齿轮传动机构外，数控车床仅保留了普通车床的纵、横进给的螺旋传动机构。

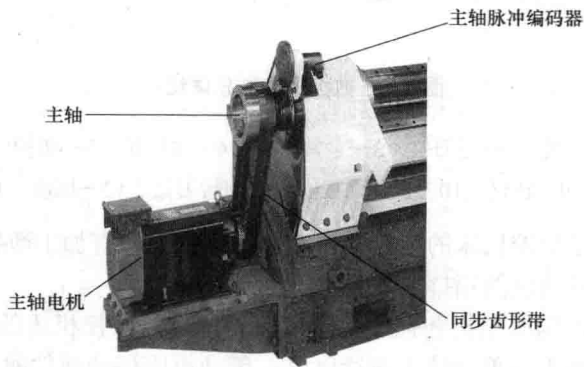


图 1-8 机械传动机构

如图 1-9 所示为螺旋传动机构，数控车床中的螺旋副，是将驱动电动机所输出的旋转运动转换成刀架在纵横方向上直线运动的运动副。

构成螺旋传动机构的部件，一般为滚珠丝杠副，如图 1-10 所示。滚珠丝杠副的摩擦阻力小，可消除轴向间隙及预紧，故传动效率及精度高，运动稳定，动作灵敏。但结构较复杂，制造技术要求高，所以成本也较高。另外，自动调整其间隙大小时，难度亦较大。

高职高专数控技术应用专业规划教材

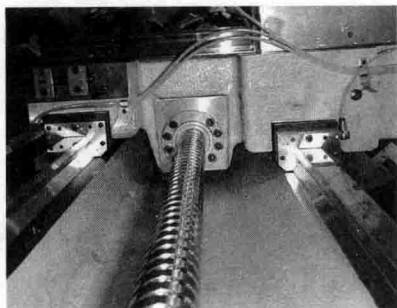


图 1-9 螺旋传动机构

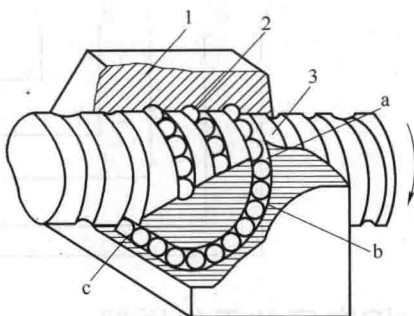


图 1-10 滚珠丝杠副原理

1—螺母 2—滚珠 3—丝杠 a、c—滚道 b—回路管道

2) 数控系统的主要功能

(1) 两轴联动：联动轴数是指数控系统按加工要求控制同时运动的坐标轴数。该系统可实现 X 、 Z 两轴联动。

(2) 插补功能：指数控机床能够实现的线形能力。机床的档次越高插补功能越多，说明能够加工的轮廓种类越多，一般系统可实现直线、圆弧插补功能。

(3) 进给功能：可实现快速进给、切削进给、手动连续进给、点动进给、进给倍率修调、自动加减带等功能。

(4) 刀具功能：可实现刀具的自动选择和换刀。

(5) 刀具补偿：可实现刀具在 X 、 Z 轴方向的尺寸、刀尖半径/刀位等补偿。

(6) 机械误差补偿：可自动补偿机械传动部件因间隙产生的误差。

(7) 程序管理功能：可实现对加工程序的检索、编制、修改插入、删除、更名、在线编辑及程序的存储等功能。

(8) 图形显示功能：利用监视器(CRT)可监视加工程序段、坐标位置、加工时间等。

(9) 操作功能：可进行单程序段的执行、试运行、机床闭锁、暂停和急停等功能。

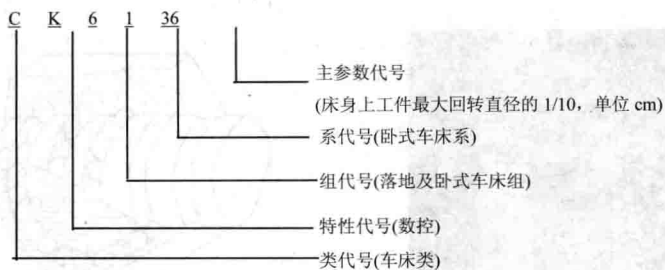
(10) 自诊断报警功能：可对其软、硬件故障进行自我诊断，用于监视整个加工过程是否正常并及时报警。

(11) 通信功能：该系统配有 RS-232C 接口，为进行高速传输设有缓冲区。

4. 数控车床的主要技术参数和型号

数控车床的主要技术参数有：最大回转直径，最大车削直径，最大车削长度，最大棒料尺寸，主轴转速范围， X 、 Z 轴行程， X 、 Z 轴快速移动速度，定位精度，重复定位精度，刀架行程，刀位数，刀具装夹尺寸，主轴型式，主轴电机功率，进给伺服电机功率，尾座行程，卡盘尺寸，机床重量，轮廓尺寸(长×宽×高)等。

数控车床型号举例如下。



三、数控车床的工作原理

数控机床的工作原理如图 1-11 所示。首先根据零件图样制订工艺方案, 采用手工或计算机进行零件的程序编制, 把加工零件所需的机床各种动作及全部工艺参数变成机床数控装置能接受的信息代码。然后将信息代码通过输入装置(操作面板)的按键, 直接输入数控装置。另一种方法是利用计算机和数控机床的接口直接进行通信, 实现零件程序的输入和输出。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。有的信号送到机床的伺服系统, 通过伺服机构对其进行转换和放大, 再经过传动机构驱动机床有关部件。还有的信号送到可编程序控制器中, 用以顺序控制机床的其他辅助动作, 如实现刀具的自动更换与变速、松夹工件、开关切削液等动作。

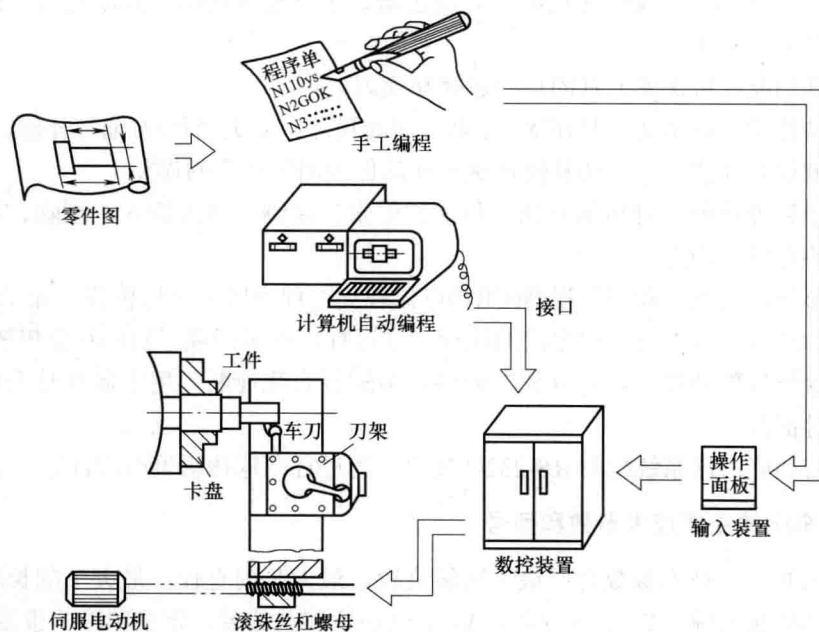


图 1-11 数控车床的工作原理

四、数控车床的特点

数控加工经历了半个多世纪的发展, 已成为应用于当代各个制造领域的先进制造技术