

# 数控车削技术训练

◆ 主编 常 斌 徐建军

 北京理工大学出版社  
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

百年大计 教育为本

# 数控车削技术训练

主 编 常 斌 徐建军

副主编 王 润 陈 豪

 **北京理工大学出版社**  
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

## 内 容 提 要

本书采用目前市场应用最广泛的 FANUC Oi Mate-TC 系统进行数控编程与操作的讲解。

本书以项目为引领,以工作任务驱动过程为导向,按照数控车削加工职业岗位的工作内容及工作过程,车工(数控车工方向)国家职业资格标准,以及职业岗位核心能力的需要共设置了 9 个项目、22 个任务,共包括:数控车削编程基础、数控车床的基本操作、加工外圆柱面零件、加工外圆锥面零件、加工外圆弧面零件、加工外沟槽零件、加工普通外螺纹零件、加工套类零件、加工综合件。每个项目又由多个相关任务组成,每个任务中融入了相应的数控刀具选择、数控加工工艺、数控指令与编程方法、测量技术、质量分析、数控车床加工技术等知识和技能。

本书在各项先后关系的处理上,按照由易到难、由浅入深的原则编排,有效地做到了各个项目间的合理衔接。理论知识以“实用、够用”为原则,和相关技能一起穿插到各个项目中;注重培养学生的数控车床加工实践能力和编程技能。

版权专有 侵权必究

---

### 图书在版编目(CIP)数据

数控车削技术训练 / 常斌, 徐建军主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2019.12 (2020.1 重印)

ISBN 978-7-5682-8058-7

I. ①数… II. ①常…②徐… III. ①数控机床-车床-车削-高等学校-教材  
IV. ①TG519.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2020)第 005561 号

---

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

(010) 82562903 (教材售后服务热线)

(010) 68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 三河市天利华印刷装订有限公司

开 本 / 787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张 / 19

字 数 / 440 千字

版 次 / 2019 年 12 月第 1 版 2020 年 1 月第 2 次印刷

定 价 / 49.00 元

责任编辑 / 多海鹏

文案编辑 / 多海鹏

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 李志强

---

图书出现印装质量问题, 请拨打售后服务热线, 本社负责调换

## 江苏联合职业技术学院院本教材出版说明

江苏联合职业技术学院自成立以来，坚持以服务经济社会发展为宗旨、以促进就业为导向的职业教育办学方针，紧紧围绕江苏经济社会发展对高素质技术技能型人才的迫切需要，充分发挥“小学院、大学校”办学管理体制创新优势，依托学院教学指导委员会和专业协作委员会，积极推进校企合作、产教融合，积极探索五年制高职教育教学规律和高素质技术技能型人才成长规律，培养了一大批能够适应地方经济社会发展需要的高素质技术技能型人才，形成了颇具江苏特色的五年制高职教育人才培养模式，实现了五年制高职教育规模、结构、质量和效益的协调发展，为构建江苏现代职业教育体系、推进职业教育现代化做出了重要贡献。

我国社会的主要矛盾已经转化为人们日益增长的美好生活需要与发展不平衡不充分之间的矛盾，因此我们只有实现更高水平、更高质量、更高效益、更加平衡、更加充分的发展，才能全面实现新时代中国特色社会主义建设的宏伟蓝图。五年制高职教育的发展必须服从服务于国家发展战略，以不断满足人们对美好生活需要为追求目标，全面贯彻党的教育方针，全面深化教育改革，全面实施素质教育，全面落实立德树人根本任务，充分发挥五年制高职贯通培养的学制优势，建立和完善五年制高职教育课程体系，健全德能并修、工学结合的育人机制，着力培养学生的工匠精神、职业道德、职业技能和就业创业能力，创新教育教学方法和人才培养模式，完善人才培养质量监控评价制度，不断提升人才培养质量和水平，努力办好人民满意的五年制高职教育，为决胜全面建成小康社会、实现中华民族伟大复兴的中国梦贡献力量。

教材建设是人才培养工作的重要载体，也是深化教育教学改革、提高教学质量的重要基础。目前，五年制高职教育教材建设规划性不足、系统性不强、特色不明显等问题一直制约着内涵发展、创新发展和特色发展的空间。为切实加强学院教材建设与规范管理，不断提高学院教材建设与使用的专业化、规范化和科学化水平，学院成立了教材建设与管理工作领导小组和教材审定委员会，统筹领导、科学规划学院教材建设与管理工作，制定了《江苏联合职业技术学院教材建设与使用管理办法》和《关于院本教材开发若干问题的意见》，完善了教材建设与管理的规章制度；每年滚动修订《五年制高等职业教育教材征订目录》，统一组织五年制高职教育教材的征订、采购和配送；编制了学院“十三五”院本教材建设规划，组织18个专业和公共基础课程协作委员会推进了院本教材开发，建立了一支院本教材开发、编写、



审定队伍；创建了江苏五年制高职教育教材研发基地，与江苏凤凰职业教育图书有限公司、苏州大学出版社、北京理工大学出版社、南京大学出版社、上海交通大学出版社等签订了战略合作协议，协同开发独具五年制高职教育特色的院本教材。

今后一个时期，学院将在推动教材建设和规范管理工作的基础上，紧密结合五年制高职教育发展新形势，主动适应江苏地方社会经济发展和五年制高职教育改革创新的需要，以学院 18 个专业协作委员会和公共基础课程协作委员会为开发团队，以江苏五年制高职教育教材研发基地为开发平台，组织具有先进教学思想和学术造诣较高的骨干教师，依照学院院本教材建设规划，重点编写和出版约 600 本有特色、能体现五年制高职教育教学改革成果的院本教材，努力形成具有江苏五年制高职教育特色的院本教材体系。同时，加强教材建设质量管理，树立精品意识，制订五年制高职教育教材评价标准，建立教材质量评价指标体系，开展教材评价评估工作，设立教材质量档案，加强教材质量跟踪，确保院本教材的先进性、科学性、人文性、适用性和特色性建设。学院教材审定委员会将组织各专业协作委员会做好对各专业课程（含技能课程、实训课程、专业选修课程等）教材出版前的审定工作。

本套院本教材较好地吸收了江苏五年制高职教育最新理论和实践研究成果，符合五年制高职教育人才培养目标定位要求。教材内容深入浅出，难易适中，突出“五年贯通培养、系统设计”专业实践技能经验的积累，重视启发学生思维和培养学生运用知识的能力。教材条理清楚、层次分明、结构严谨、图表美观、文字规范，是一套专门针对五年制高职教育人才培养的教材。

学院教材建设与管理工作领导小组

学院教材审定委员会

2017 年 11 月

# 序 言

2015年5月，国务院印发关于《中国制造2025》的通知，通知重点强调提高国家制造业创新能力，推进信息化与工业化深度融合，强化工业基础能力，加强质量品牌建设，全面推行绿色制造及大力推动重点领域突破发展等，而高质量的技能型人才是实现这一发展战略的重要途径。

为全面贯彻国家对于高技能人才的培养精神，提升五年制高等职业教育机电类专业教学质量，深化江苏联合职业技术学院机电类专业教学改革成果，并最大限度地共享这一优秀成果，学院机电专业协作委员会特组织优秀教师及相关专家，全面、优质、高效地修订及新开发了本系列规划教材，并配备了数字化教学资源，以适应当前的信息化教学需求。

本系列教材所具特色如下：

- 教材培养目标、内容结构符合教育部及学院专业标准中制定的各课程人才培养目标及相关标准规范。
- 教材力求简洁、实用，编写上兼顾现代职业教育的创新发展及传统理论体系，并使之完美结合。
- 教材内容反映了工业发展的最新成果，所涉及的标准规范均为最新国家标准或行业规范。
- 教材编写形式新颖，教材栏目设计合理，版式美观，图文并茂，体现了职业教育工学结合的教学改革精神。
- 教材配备相关的数字化教学资源，体现了学院信息化教学的最新成果。

本系列教材在组织编写过程中得到了江苏联合职业技术学院各位领导的大力支持与帮助，并在学院机电专业协作委员会全体成员的共同努力下顺利完成了出版任务。由于各参与编写者及编审委员会专家时间相对仓促，加之行业技术更新较快，教材中难免有不当之处，敬请广大读者予以批评指正，在此一并表示感谢！我们将不断完善与提升本系列教材的整体质量，使其更好地服务于学院机电专业及全国其他高等职业院校相关专业的教育教学，为培养新时期下的高技能人才做出应有的贡献。

江苏联合职业技术学院机电协作委员会

2017年12月

# 前 言

本书以《江苏省五年制高等职业教育数控技术专业指导性人才培养方案》要求为依据，以职业能力培养为本位，以职业实践为主线，以数控车床加工典型工作任务为载体，有机嵌入常用数控指令、数控加工工艺及操作技能等知识，体现“学中做、学中教”的现代职业教育课程改革理念。

本课程是一门认知性的通用课程，是安排在五年高职数控技术专业第5学期进行的为期3周的实习课程，后续有关数控车工实习的课程有“数控车考级——中级”（3周）、“数控车考级——高级强化”（2周）、“数控车实训与考级”（6周），这3门课程是专向性的技能训练，在《江苏省五年制高等职业教育数控技术专业指导性人才培养方案》上统一称为“数控车实训与考级”（合计11周）。《数控车削技术训练》是后3门课程的基础，相当于等级工中的初级与中级之间的关系（国家标准上没有数控车工初级工），要求是晋级的关系，所以编者在选择项目任务的时候，本书尽可能简单，一个任务里面增加1~2个新的G指令讲解。一个实训项目一般包含2~3个任务，这些任务合用一个毛坯，有效地节约了实习成本。具体任务实施毛坯、刃量具清单见附录三。除此之外，本书具有以下特点。

1. 采用目前市场应用最广泛的FANUC Oi Mate-TC系统进行数控编程与操作的讲解。
2. 按车削类零件特点设置了数控车床的基本操作、车削外圆柱面零件、车削综合件等9个项目，每个项目又设置了相关典型任务。
3. 每个任务以数控车加工实践为主线，以典型零件为载体，融入有关数控刀具选择、数控加工工艺确定、数控指令与编程方法、数控车床加工、精度检测、质量分析等知识，体现了“学中做、做中教”的先进教学理念。
4. 每个项目由项目需求、项目工作场景、方案设计、相关知识和技能等环节构成，每个任务由任务目标、任务描述、知识准备、任务实施、任务评价、任务总结等环节构成。全书以任务为导向开展教学活动，以提高学生综合职业能力为目的。

本书由江苏联合职业技术学院泰兴分院常斌、常熟分院徐建军任主编，武进分院王润、丹阳中专学校陈豪任副主编。其中，项目三、项目四、项目七由常斌编写，项目八由常斌、陈豪编写，项目五、项目六由徐建军编写，项目一由王润编写，项目二由王润、常斌编写，项目九由陈豪编写，教材中部分图纸由江苏联合职业技术学院泰兴分院数控联五班卞俊龙同



学绘制，常斌做了全书内容统稿、整理和修改的工作。

本书可作为职业技术学院数控技术专业、机械制造及其自动化专业和其他相关专业的教学用书，同时也可供有关企业从事数控车床应用工作的技术人员参考。

本书参考了 FANUC 系统操作编程使用说明书以及参考文献中诸多专业同仁的力作，在此深表感谢。编写本教材时，尽管编者尽心竭力，但遗漏和欠缺在所难免，在此敬请读者和各位专家给予批评指正。

编 者

# 目 录

<b>项目一 数控车削编程基础</b> .....	1
任务一 认识数控车床.....	2
任务二 了解坐标系.....	12
任务三 掌握数控车削编程基础.....	17
<b>项目二 数控车床的基本操作</b> .....	30
任务一 熟悉操作面板.....	31
任务二 选用数控刀具.....	37
任务三 操作数控车床.....	47
任务四 保养数控车床和养成文明生产习惯.....	58
<b>项目三 加工外圆柱面零件</b> .....	64
任务一 加工外圆柱面零件（一）.....	65
任务二 加工外圆柱面零件（二）.....	80
<b>项目四 加工外圆锥面零件</b> .....	90
任务一 加工外圆锥面零件（一）.....	91
任务二 加工外圆锥面零件（二）.....	104
任务三 加工外圆锥面零件（三）.....	113
<b>项目五 加工外圆弧面零件</b> .....	127
任务一 加工外圆弧面零件（一）.....	128
任务二 加工外圆弧面零件（二）.....	142
<b>项目六 加工外沟槽零件</b> .....	153
任务一 加工外窄槽零件.....	154
任务二 加工外宽槽零件.....	166
<b>项目七 加工普通外螺纹零件</b> .....	179
任务一 加工普通外螺纹零件（一）.....	180
任务二 加工普通外螺纹零件（二）.....	201
<b>项目八 加工套类零件</b> .....	214
任务一 加工套类零件（一）.....	215
任务二 加工套类零件（二）.....	233



项目九 加工综合件 .....	249
任务一 加工综合件（一） .....	250
任务二 加工综合件（二） .....	263
附录 .....	279
附录一 现场记录表 .....	279
附录二 任务学习自我评价表 .....	280
附录三 项目实施毛坯及刃、量具清单 .....	283
参考文献 .....	286

# 数控车削编程基础

## 项目需求

本项目主要是学习数控车削编程基础知识，通过本项目的实施，学生应认识数控车床的分类及组成、数控加工的流程、数控车床的加工特点和加工范围；理解机床坐标系和工件坐标系的定义及作用、机床原点和机床参考点的区别；掌握数控编程的分类及步骤、数控加工程序的格式与组成、数控机床的有关功能及规则。

## 项目工作场景

根据项目需求，为顺利完成本项目的实施，需配备数控车削加工理实一体化教室和数控仿真机房，数控车床 CK6140 或 CK6136（数控系统 FANUC 0i Mate-TC）。

## 方案设计

为顺利完成数控车削编程基础项目的学习，本项目设计了 3 个任务：任务一——认识数控车床、任务二——了解坐标系、任务三——掌握数控车削编程基础。通过这 3 个任务的实施，使学生掌握数控车削编程的基础知识，并对数控编程有初步的了解。

## 相关知识和技能

1. 数控车床的分类。
2. 数控车床的组成。
3. 数控加工的定义、实质和流程。
4. 数控车床的加工特点。
5. 数控车床的加工范围。
6. 机床坐标系的定义、规定及作用。
7. 机床原点与机床参考点。
8. 工件坐标系的定义及作用。
9. 编程原点。
10. 数控编程的定义、分类及步骤。
11. 数控加工程序的格式与组成。
12. 数控机床的有关功能。



13. 常用指令的属性。
14. 坐标功能指令规则。

## 任务一 认识数控车床

### 任务目标

#### 知识目标

1. 了解数控车床的种类。
2. 熟悉数控车床的结构及主要部件功能。
3. 了解数控加工的定义、实质和流程。
4. 了解数控车床的加工特点。
5. 了解数控车床的加工范围。

#### 技能目标

1. 能认识各种数控车床。
2. 能认识各种数控系统。
3. 能正确指出数控车床的组成部分。
4. 能清楚知道数控车削的加工过程。

### 任务描述

数控机床是指采用数字控制技术对机床的加工过程进行自动控制的机床，数控机床在结构上与普通机床有很大的不同。因此，在深入学习数控车床之前，应先通过参观数控加工实习工厂来认识数控车床。

在参观过程中，须认真观察数控车床加工，比较数控车床与普通车床的不同之处，深入了解数控车床的加工内容、加工特点、数控车床种类等基本知识，同时体验数控车床加工的工作氛围，为进一步学习数控车床的操作做准备。

### 知识准备

数控机床是指采用数控技术进行控制的机床。数控机床按用途进行分类，用于完成车削加工的数控机床称为数控车床。

数控车床与普通车床相同的是它们都主要用于加工轴类、盘套类等回转体零件；不同的是数控车床能够自动完成圆柱面、圆锥面、球面以及螺纹等的加工，还能加工一些复杂的回转面，如椭圆、抛物线等特殊曲面。

#### 一、数控车床的分类

##### 1. 按车床主轴位置分类

数控车床根据车床主轴的位置，可分为卧式数控车床和立式数控车床两类。

(1) 卧式数控车床。卧式数控车床的主轴轴线平行于水平面，图 1-1-1 所示为经济型卧式数控车床。卧式数控车床又分为数控水平导轨卧式车床和数控斜导轨卧式车床。斜导轨结

构多采用  $45^\circ$ 、 $60^\circ$ 、 $75^\circ$ ，其可以使车床获得更大的刚性，并易于排除切屑。

(2) 立式数控车床。立式数控车床的主轴轴线垂直于水平面，并有一个直径很大、供装夹工件用的圆形工作台，如图 1-1-2 所示。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 1-1-1 经济型卧式数控车床

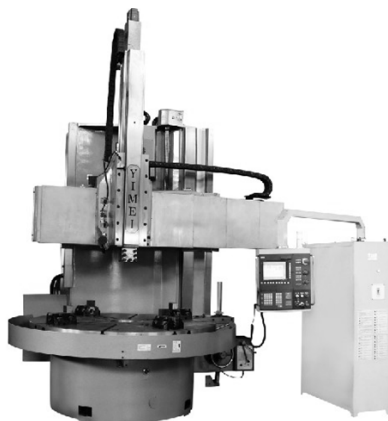


图 1-1-2 立式数控车床

## 2. 按功能分类

数控车床根据功能，可分为经济型数控车床、全功能数控车床和车削中心等几类。

(1) 经济型数控车床。经济型数控车床如图 1-1-1 所示，一般采用开环或半闭环伺服系统控制，主轴多采用变频调速。其结构和普通车床相似，系统通常配备经济型数控系统，具有 CRT（阴极射线管）显示、程序储存、程序编辑等功能。此类数控车床结构简单、价格低廉，主要用于加工精度要求不高但有一定复杂性的零件。

(2) 全功能数控车床。全功能数控车床是较高档次的数控车床，如图 1-1-3 所示，一般采用后置转塔式刀架，可装刀具数量较多；主轴为伺服驱动；车床采用倾斜床身结构以便于排屑；数控系统的功能较多，具有刀尖圆弧半径自动补偿、恒线速切削、倒角、固定循环、螺纹车削、图形显示、用户宏程序等功能，可靠性较好。这类车床加工能力强，适用于精度高、形状复杂、工序多、循环周期长、品种多变的单件或中、小批量零件的加工。



图 1-1-3 全功能数控车床

(3) 车削中心。车削中心是在全功能数控车床的基础上，增加了  $C$  轴和动力头，刀架具有  $Y$  轴功能的更高级的数控车床。其带有刀库和自动换刀装置，扩大了自动选择和使用刀具的数量，功能更全面，可实现四轴（ $X$  轴、 $Y$  轴、 $Z$  轴和  $C$  轴）联动功能。除了能进行车削、镗削加工外，车削中心还能对端面和圆周上任意部位进行钻削、铣削、攻螺纹等加工；而且在具有插补功能的情况下还能铣削曲面、凸轮槽和螺旋槽，可实现车削、铣削复合加工。车削中心如图 1-1-4 所示。



图 1-1-4 车削中心

## 二、数控车床的组成

数控车床主要由车床本体和数控系统两大部分组成。车床本体由床身、主轴、滑板、刀架和冷却装置等组成；数控系统由程序的输入/输出装置、数控装置、伺服驱动装置 3 部分组成。

图 1-1-5 所示为 CKA61100 型数控车床的外形图，它主要由床身、主轴箱、电气控制箱、刀架、数控装置、尾座、进给系统、冷却系统和润滑系统等组成。

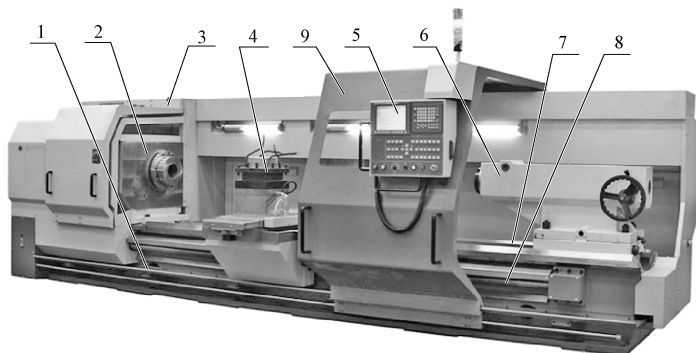


图 1-1-5 CKA61100 型数控车床

1—床身；2—主轴箱；3—电气控制箱；4—刀架；5—数控装置；6—尾座；7—导轨；8—丝杠；9—防护板



图 1-1-6 床身部分

### 1. 床身

床身部分如图 1-1-6 所示，包括床身与床身底座。床身底座为整台机床的支撑与基础，所有的机床部件均安装于其上，主电动机与冷却箱置于床身底座的内部。

### 2. 主轴箱

主轴箱用于固定机床主轴。主电动机通过三角带直接把运动传给主轴。主轴通过同步齿形带与编码器（图 1-1-7）相连，通过编码器测出主轴的实际转速，主轴的调速直接通过变频电动机来完成。



### 3. 电气控制箱

电气控制箱如图 1-1-8 所示，其内部用于安装各种机床电气控制元件、数控伺服控制单元、控制芯板和其他辅助装置。

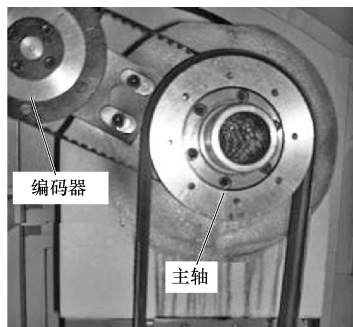


图 1-1-7 主轴与编码器

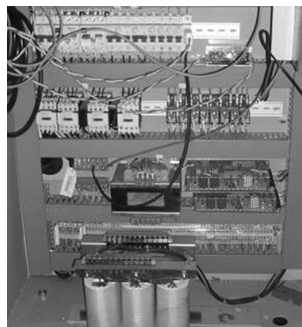


图 1-1-8 电气控制箱

### 4. 刀架

刀架（图 1-1-9）固定在中滑板上，常用的刀架有四工位立式电动刀架和转塔式刀架，用于安装车削刀具。刀架通过自动转位来实现刀具的交换。

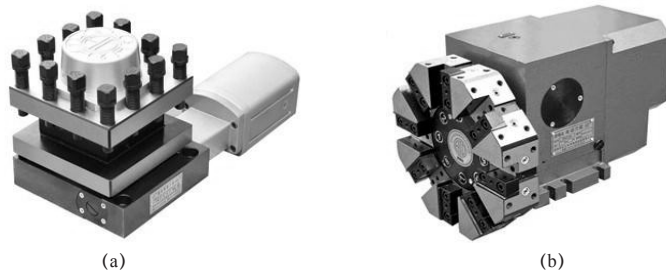


图 1-1-9 刀架

(a) 四工位立式电动刀架；(b) 转塔式刀架

### 5. 数控装置

数控装置主要由数控系统、伺服驱动装置和伺服电动机组成，如图 1-1-10 所示。数控系统发出的信号经伺服驱动装置放大后，指挥伺服电动机进行工作。

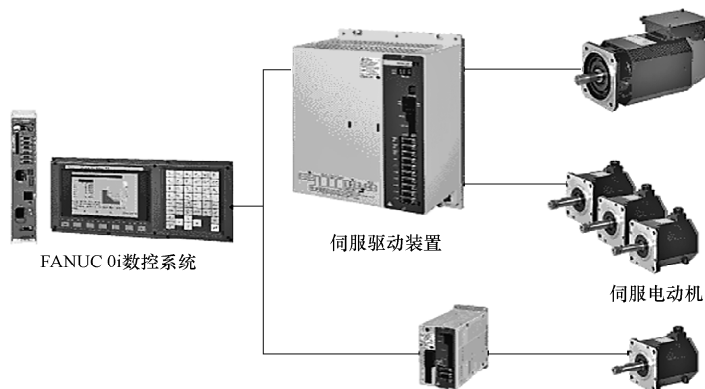


图 1-1-10 数控装置



目前，我国主要使用的数控系统包括由日本富士通公司研制开发的 FANUC（发那科）数控系统、德国西门子公司开发研制的 SIEMENS（西门子）数控系统和国产数控系统 3 类。

FANUC 数控系统在我国得到了广泛的应用。目前，在我国市场上，应用于车床的 FANUC 数控系统主要有 FANUC 18i Mate-TA/TB、FANUC 0i Mate-TA/TB/TC、FANUC 0 Mate-TD 等。本书以 FANUC 0i TC 为例，讲解 FANUC 系统的编程与操作。FANUC 0i TC 数控系统操作界面如图 1-1-11 所示。



图 1-1-11 FANUC 0i Mate-TC 数控系统操作界面

SIEMENS 数控系统在我国数控机床中的应用也相当普遍。目前，在我国市场上，常用的 SIEMENS 数控系统除 SIEMENS 840D/C、SIEMENS 810T/M 外，还有专门针对我国市场开发的车床数控系统 SIEMENS 802S/C/802D，其中 802S 系统采用步进电动机驱动，802C/D 系统则采用伺服电动机驱动。

常用于车床的国产数控系统有广州数控系统，如 GSK928T、GSK980T 等；华中数控系统，如 HNC-21T 等；北京航天数控系统，如 CASNUC 2100 等；南京仁和数控系统，如 RENHE-32T/90T/100T 等。

除了以上 3 类主流数控系统外，国内使用较多的数控系统还有日本的三菱数控系统和大森数控系统、法国的施耐德数控系统、西班牙的法格数控系统和美国的 A-B 数控系统等。

## 6. 尾座

尾座在长轴类零件加工时起支撑等作用。

## 7. 进给系统

数控车床的纵向、横向进给均由伺服电动机通过联轴器与滚珠丝杠连接来实现。伺服电动机、弹性联轴器和各种滚珠丝杠如图 1-1-12 所示。

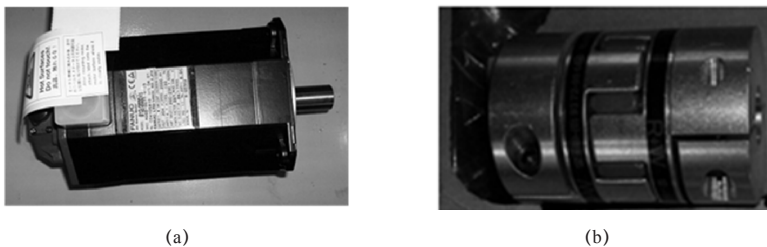
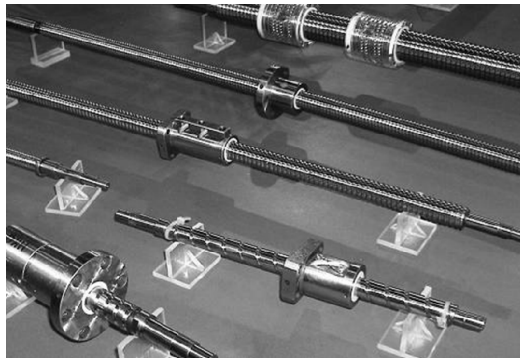


图 1-1-12 伺服电动机、弹性联轴器和各种滚珠丝杠

(a) 伺服电动机； (b) 弹性联轴器；



(c)

图 1-1-12 伺服电动机、弹性联轴器和各种滚珠丝杠 (续)

(c) 滚珠丝杠

### 三、数控加工

#### 1. 数控加工的定义

数控加工是指在数控机床上自动加工零件的一种工艺方法。

#### 2. 数控加工的实质

数控机床按照事先编制好的加工程序并通过数字控制过程，自动地对零件进行加工。

#### 3. 数控加工的流程

数控加工流程如图 1-1-13 所示，主要包括以下几方面内容。

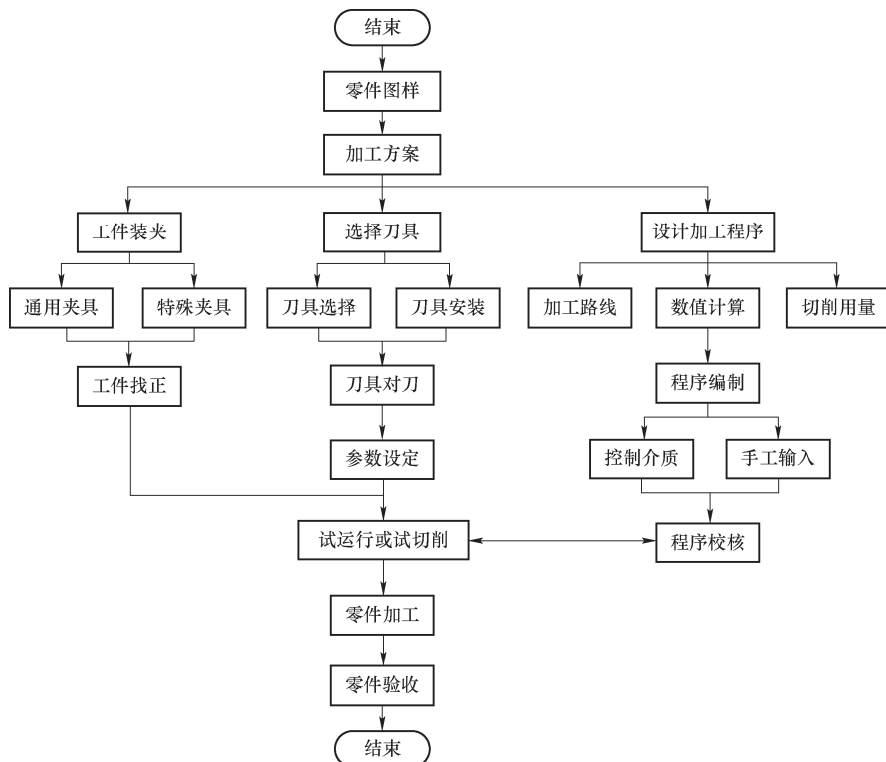


图 1-1-13 数控加工流程