



高等职业教育机电类专业“十二五”规划教材

数控机床加工实训

李桂云 主编

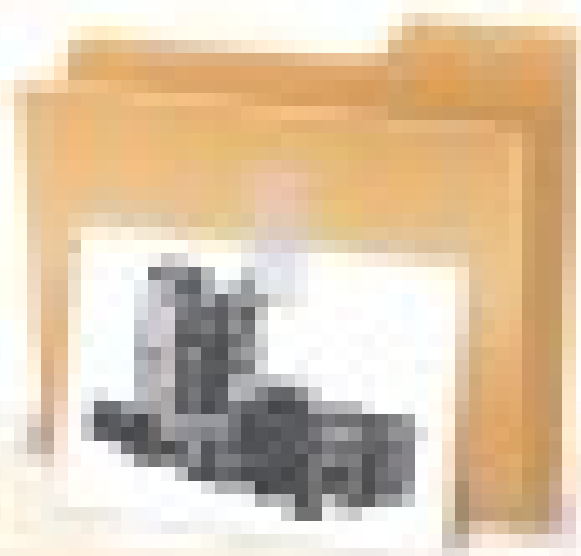
孔维军 主审

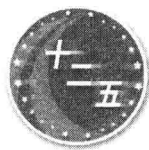




数控机床加工实训

主编 王 强
副主编 王 强





高等职业教育机电类专业“十二五”规划教材

数控机床加工实训

李桂云 主 编

朱红建 迟 涛 副主编

肖卫宁 王宝成 权德香 参 编

孔维军 主 审

内 容 简 介

本书是根据教育部等国家部委组织实施的“职业院校制造业和现代服务业技能型紧缺人才培养培训工程”中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精神,按照高等职业技术教育技能应用型人才的培养目标和基本要求而编写的。

本书共设计了 13 个实训任务,包括数控车削加工和数控加工中心铣削加工的常见任务。本书在编写的过程中特别注意教材的实用性,每一个任务对应一组编程指令和基本操作,通过任务的学习与实践,既可以巩固编程指令又可以掌握数控机床加工的基本操作技能,并能逐步掌握操作技巧。全书以 FANUC-Oi 数控系统为例,采用任务驱动模式编写。

本书适合作为高等职业院校数控技术、机械制造与自动化、模具设计与制造、机电一体化技术等专业的教材,也可作为相关岗位培训的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

数控机床加工实训 / 李桂云主编. --北京: 中国铁道出版社, 2011. 8

高等职业教育机电类专业“十二五”规划教材
ISBN 978-7-113-13198-2

I. ①数… II. ①李… III. ①数控机床—加工—高等职业教育—教材 IV. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 143576 号

书 名: 数控机床加工实训
作 者: 李桂云 主编

策划编辑: 何红艳
责任编辑: 马洪霞
封面设计: 付 巍
责任印制: 李 佳

读者热线: 400-668-0820
版式设计: 刘 颖
封面制作: 白 雪

出版发行: 中国铁道出版社(北京市宣武区右安门西街 8 号 邮政编码: 100054)

印 刷: 北京新魏印刷厂

版 次: 2011 年 8 月第 1 版 2011 年 8 月第 1 次印刷

开 本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 9 字数: 211 千

印 数: 1~3 000 册

书 号: ISBN 978-7-113-13198-2

定 价: 16.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有印制质量问题,请与本社教材研究开发中心批销部联系调换。

本书是根据技能型紧缺人才培养培训工程数控技术应用专业的教改方案要求,结合各级各类院校的设备实际和全国数控大赛设备,以普及率极高的 FANUC-Oi 系统为基础来编写的。

学生通过教材的实践,达到进一步熟悉数控程序的编写、熟练操作 FANUC 系统控制的数控车床、数控铣床与加工中心加工中等以上难度的零件。

本书包括数控车削加工和数控加工中心铣削加工两部分,共有 13 个实训任务。每个任务包括任务描述、任务目标、相关知识、任务实施、同步训练与思考和任务评价六部分组成。任务实施包括图样分析、加工工艺方案制定、编制程序、实际加工和质量检测等内容。

本书主要特点:

- 内容由浅入深,先易后难,包含了常见的车铣零件的加工工艺,达到了中级工以上等级考核标准,能够满足企业的用人要求。
- 做到学与用、编程与加工、理论与实践的统一;通过实训任务熟悉数控机床的操作,提高学生的数控技能水平。
- 实习设备为全国数控大赛指定设备,具有普遍性。

教学参考课时如下:

序 号	课 程 内 容		课 时 分 配
项目一	数控车削加工	任务一 初识数控车削加工	6
		任务二 阶梯轴的加工	6
		任务三 切槽与切断	6
		任务四 螺纹的加工	6
		任务五 盘套类零件的加工	12
		任务六 宏程序应用	12
		任务七 零件综合加工	12
项目二	数控加工中心铣削加工	任务一 初识数控铣削加工	6
		任务二 轮廓的加工	12
		任务三 槽的加工	8
		任务四 孔系的加工	8
		任务五 数控铣削宏程序应用	8
		任务六 零件综合加工	12
机 动			6
合 计			120

本书由天津冶金职业技术学院李桂云任主编，湖南信息职业技术学院朱红建和天津冶金职业技术学院迟涛任副主编。李桂云编写项目一任务一、项目二任务一，朱红建编写项目一的全部相关知识和项目一任务五，迟涛编写项目一任务六、七和项目二任务五、六，肖卫宁编写项目一任务二至四，王宝成编写项目二的任务二和四，权德香编写项目二任务三和项目二的所有相关知识。全书由李桂云统稿。

本书由天津冶金职业技术学院孔维军担任主审并对本书提出了许多宝贵意见，在此一并表示感谢！

由于编者的水平有限、时间仓促，书中难免存在各种错误和不足之处，希望读者提出宝贵意见和建议。

编 者

2011年5月

项目一 数控车削加工	1
任务一 初识数控车削加工	1
任务二 阶梯轴的加工	16
任务三 切槽与切断	24
任务四 螺纹的加工	31
任务五 盘套类零件的加工	40
任务六 宏程序应用	48
任务七 零件综合加工	56
项目二 数控加工中心铣削加工	72
任务一 初识数控铣削加工	72
任务二 轮廓的加工	90
任务三 槽的加工	100
任务四 孔系的加工	110
任务五 数控铣削宏程序应用	119
任务六 零件综合加工	127
参考文献	138

项目一

数控车削加工

数控车削加工是数控机床中应用最普遍的加工方法之一。数控车削具有加工精度高、能够做直线和圆弧插补(高档数控车床还有非圆曲线插补功能),以及在加工过程中能够自动变速等特点,数控车床的加工范围越来越广泛。

任务一 初识数控车削加工

任务描述

零件如图 1-1-1 所示,毛坯为 $\phi 35$ mm 铝棒,使用 CKA6150 卧式数控车床加工零件,选择相应量具检测零件加工质量。

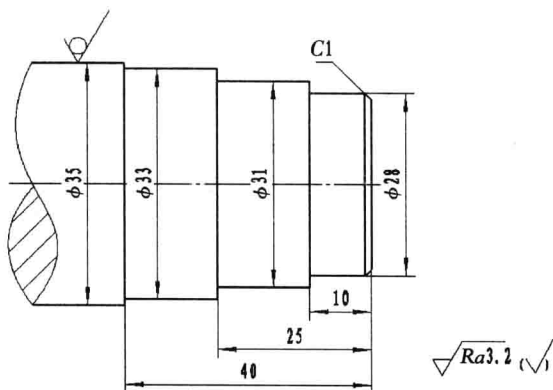


图 1-1-1 任务一零件图

任务目标

- 熟悉数控车床面板及基本操作;
- 具有使用数控车床加工零件的初步能力;
- 具有选择量具,检测零件加工质量的初步能力。

相关知识

一、认识数控车床

数控车床又称 CNC 车床,是目前应用较为广泛的数控机床之一。

1. 数控车床的分类

数控车床品种繁多、规格不一，有多种分类方式。按主轴的配置形式分为卧式数控车床和立式数控车床。图 1-1-2 所示数控车床主轴轴线处于水平位置为卧式数控车床。卧式数控车床主要用于轴类零件和小型盘类零件的车削加工；立式数控车床用于回转直径较大的盘类零件的车削加工。

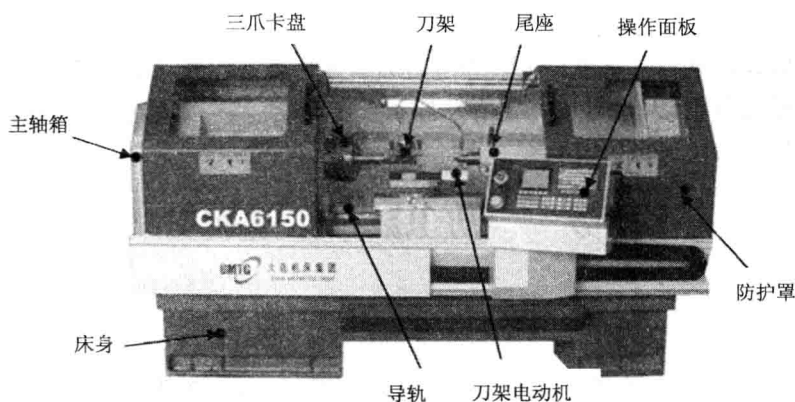


图 1-1-2 CKA6150 卧式数控车床

2. 卧式数控车床结构

CKA6150 卧式数控车床由主轴箱、刀架、进给系统、床身以及冷却、润滑系统等部分组成。普通车床经过挂轮箱、进给箱、溜板箱传到刀架实现纵向和横向进给运动；数控车床采用伺服电机经滚珠丝杠传到滑板和刀架，实现 Z 向（纵向）和 X 向（横向）进给运动。

CKA6150 数控车床具有以下结构特点：

- ① 机床采用卧式车床布局。
- ② 机床纵/横向运动轴采用伺服电动机驱动、精密滚珠丝杠副和高刚性精密复合轴承传动、以及高分辨率位置检测元件（脉冲编码器）构成半闭环 CNC 控制系统。
- ③ 主轴转速高，变频调速范围宽，整机噪声低。
- ④ 主轴通孔直径大，通过棒料能力强，适用范围广。
- ⑤ 配有集中润滑器对滚珠丝杠及导轨结合面进行强制自动润滑，可有效提高机床的动态响应特性及丝杠导轨的使用寿命。

3. 卧式数控车床加工范围

能够自动完成轴类和盘类零件的内外圆柱面、圆锥面、圆弧面、端面、切槽、倒角等工序的切削加工，并能实现直螺纹、端面螺纹及锥螺纹等各种零件的车削加工。

4. CKA6150 数控车床主要技术参数

CKA6150 数控车床主要技术参数如表 1-1-1 所示。

表 1-1-1 CKA6150×1000 数控车床主要技术参数

项 目 名 称	参 数 值	项 目 名 称	参 数 值
床身上最大工件回转直径/mm	500	X 向快速进给/(m/min)	6
刀架上最大工件回转直径/mm	280	Z 向快速进给/(m/min)	10
床身导轨宽度/mm	400	刀架重复定位精度/mm	0.008
主电动机/kW	6.5	四工位刀架换刀时间/s	2.4
主轴孔直径/mm	84	尾座套筒直径/mm	75
主轴孔前端锥度	1:20	尾座套筒行程/mm	150
X 向最大行程/mm	280	尾座套筒锥孔锥度	莫氏 5 号
Z 向最大行程/mm	935	机床轮廓尺寸长×宽×高/mm	2 830×1 750×1 620

二、CKA6150 卧式数控车床面板

数控车床面板由系统面板和车床操作面板两部分组成，如图 1-1-3 所示。数控车床系统面板按键名称如表 1-1-2 所示，数控车床操作面板按键功能如表 1-1-3 所示。

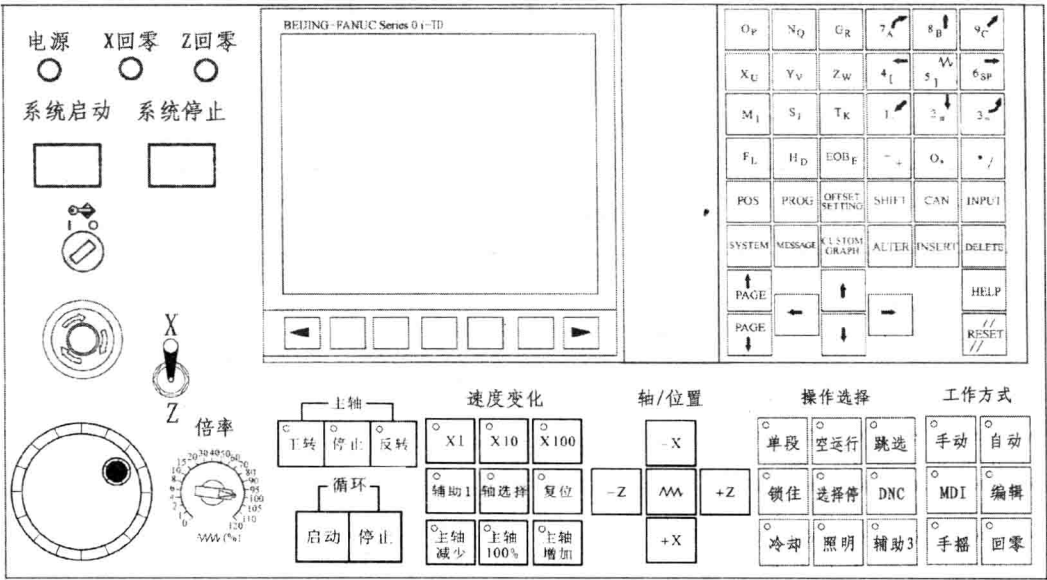


图 1-1-3 数控车床面板

表 1-1-2 数控系统面板主要按键名称

图 标	按 键 名 称	图 标	按 键 名 称
	软键		地址和数字键
	位置显示键		程序键

续表

图 标	按 键 名 称	图 标	按 键 名 称
	偏置/设置键		切换键
	取消键		输入键
	系统参数键		信息键
	图形显示键		替换键
	插入键		删除键
	翻页键		移动光标键
	帮助键		复位键
	段结束符键		

表 1-1-3 数控车床操作面板按键功能

功能块名称	按 键	功 能 说 明
循环		左侧按键为自动加工启动
		右侧按键暂停进给, 按循环启动键后可以恢复自动加工
工作方式		手动控制机床进给、换刀等
		自动加工
		手动输入数据、指令方式
		对程序等进行编辑
工作方式		手摇轮控制机床进给
		机床返回参考点

续表

功能块名称	按 键	功 能 说 明
主轴功能		主轴正转
		主轴停止
		主轴反转
操作选择		自动加工方式下, 执行一个程序段后自动停止
		滑板以进给速率开关指定的速度移动, 程序中的 F 代码无效
		程序开头有 / 符号的程序段被跳过不执行
		滑板被锁住
		按下此键 M01 有效
		数据传输
速度变化		手摇轮转动一格滑板移动 0.001 mm
		手摇轮转动一格滑板移动 0.01 mm
		手摇轮转动一格滑板移动 0.1 mm
		选择坐标轴, 灯亮为选择 X 轴, 不亮选择 Z 轴
		机床复位
		主轴低于设定转速运行
		主轴按设定转速运行
		主轴高于设定转速运行
轴/位置		沿 X 轴负方向移动, 刀具沿横向接近工件
		沿 X 轴正方向移动, 刀具沿横向远离工件

续表

功能块名称	按 键	功 能 说 明
轴/位置		沿 Z 轴负方向移动，刀具沿纵向接近工件
		沿 Z 轴正方向移动，刀具沿纵向远离工件
		沿所选坐标轴快速移动
系统		机床数控系统通电
		机床数控系统断电
急停		出现异常情况，按下此键机床立即停止工作
旋转手轮		在自动状态下，由 F 代码指定的进给速度可以用此开关调整，调整范围 0%~150%；车螺纹时不允许调整
		沿“-”向旋转（逆时针）表示沿轴负方向进给，沿“+”向旋转（顺时针）表示沿轴正方向进给
指示灯		系统接通电源，电源指示灯亮
		完成 X 向回参考点，X 回零指示灯亮
		完成 Z 向回参考点，Z 回零指示灯亮
轴选择		选择坐标轴，向上选择 X 轴，向下选择 Z 轴

三、安全操作规程

1. 学生守则

- ① 上岗前必须穿戴好防护用品，加工时不准戴手套，女同学必须戴工作帽，不准将头发留在外边，不准穿高跟鞋，不准戴首饰。
- ② 使用数控机床前做好设备的维护保养工作。
- ③ 毛坯、工量具应摆放在固定位置，图样或指导书应放在便于使用处。
- ④ 工件必须卡牢，刀具要拧紧，防止松动甩出伤人。开机前，应检查卡盘扳手是否拿离卡盘。
- ⑤ 加工时应关闭机床防护罩，禁止用手触摸正在转动的工件。

- ⑥ 装卸工件、测量加工表面及手动换挡调速时，必须先停车。
- ⑦ 加工过程中发现车床运转声音不正常或出现故障时，要立即停车检查并报告指导教师，以免出现危险。
- ⑧ 每日实习完毕要认真清扫机床，保证床面、导轨的清洁和润滑。
- ⑨ 整理好工具、量具和工件。
- ⑩ 遵守实习管理的各项规章制度，对违反纪律及规章制度的学生，指导老师要给予必要的批评教育，情节严重者，指导老师有权停止其实习。

2. 安全操作规程

- ① 学生必须在教师指导下进行数控机床操作。
- ② 单人操作机床，禁止多人同时操作。
- ③ 手动回参考点时，机床各轴位置要距离参考点 30 mm 以上。
- ④ 使用手轮或快速移动方式移动各轴时，一定要看清各轴“+”、“-”方向后再移动，移动时先慢后快。
- ⑤ 学生遇到问题，立即向指导老师报告，禁止进行尝试性操作。
- ⑥ 程序运行前要检查光标在程序中的位置、机床各功能按钮的位置和导轨上是否有杂物、工具等。
- ⑦ 启动程序时，一定要一只手按开始按钮，另一只手放在急停按钮处，程序在运行当中手不能离开急停按钮，如有紧急情况立即按下急停按钮。
- ⑧ 机床在运行当中要关闭防护门，以防切屑、润滑油飞出。
- ⑨ 程序中有暂停指令，需要测量工件尺寸时，要待机床完全停止、主轴停转后进行测量；此时千万不要触及开始按钮，以免发生人身事故。
- ⑩ 注意手、身体和衣服不能靠近正在旋转的工件或机器部件。
- ⑪ 在高速切削时，不准用手直接清除切屑，应用专门的钩子清除。

四、数控机床的一般操作过程

不同类型的数控机床的操作有所不同，应详细阅读机床使用说明书以保证机床正常运转。一般分为下面三个阶段：

1. 准备阶段

- ① 开机前例行检查。
- ② 系统启动。
- ③ 检查开关、按键、电压、气压、油压。
- ④ 检查机床坐标位置，坐标轴回参考点。

2. 加工阶段

- ① 输入程序与检查。
- ② 装夹工件并找正。
- ③ 选用、安装刀具，并输入刀补。
- ④ 模拟检查或空运行。

⑤ 自动加工。

⑥ 测量工件。

3. 辅助阶段

① 刀具移开，卸下工件。

② 机床各坐标轴远离参考点。

③ 手动进给和快速进给开关拨到零位，防止误操作机床。

④ 切断机床电源。

五、数控车床常用 M、G 代码

数控车床常用 M 代码如表 1-1-4 所示，常用 G 代码如表 1-1-5 所示。

表 1-1-4 数控车床常用 M 代码

代 码	功 能	代 码	功 能
M00	程序暂停	M09	切削液关
M01	程序有条件暂停	M30	程序结束并返回起点
M02	程序结束	M41	主轴转速低挡
M03	主轴正转	M42	主轴转速中挡
M04	主轴反转	M43	主轴转速高档
M05	主轴停止	M98	子程序调用
M08	切削液开	M99	子程序结束

表 1-1-5 数控车床常用 G 代码

代 码	组 别	功 能
* G00	01	快速点定位
G01		直线插补
G02		顺时针圆弧插补
G03		逆时针圆弧插补
G04	00	暂停
G20	06	英寸输入
* G21		毫米输入
* G40	07	取消刀尖圆弧半径补偿
G41		刀尖圆弧半径左补偿
G42		刀尖圆弧半径右补偿
G50	00	1. 坐标系设定；2. 主轴最高转速限制
G65		调用宏指令

续表

代 码	组 别	功 能
G66	12	宏程序模态调用
* G67		取消宏程序模态调用
G70	00	精加工复合循环
G71		粗加工复合循环
G72		端面粗加工复合循环
G73		固定形状粗加工复合循环
G74		端面钻孔复合循环
G75		外圆切槽复合循环
G76		螺纹切削复合循环
G90	01	外圆切削循环
G92		螺纹切削循环
G94		端面切削循环
G96	02	恒线速度控制
* G97		取消恒线速度控制
G98	05	每分进给量
* G99		每转进给量

注：*为开机状态。

任务实施

一、系统启动

系统启动操作步骤如下：

- ① 旋转机床主电源开关至 ON 位，机床电源指示灯亮；
- ② 按键，CRT 显示器上出现机床的初始位置坐标画面。

二、手动返回机床参考点

采用增量式测量系统，机床工作前必须执行返回参考点操作。一旦机床出现断电、急停或超程报警信号，数控系统就失去了对参考点坐标的记忆，操作者在排除故障后也必须执行返回参考点操作。采用绝对式测量系统不需要回参考点。

手动返回机床参考点操作步骤如下：

- ① 按键。
- ② 按键和键，刀具快速返回参考点，回零指示灯亮，查看 CRT 显示器上机械坐标值是否为零。

注意：机床回参考点顺序是先 X 轴，后 Z 轴，防止刀架碰撞尾座。另外当滑板上的挡块距离参考点不足 30 mm 时，要先用  键使滑板移向参考点的负方向，然后再返回机床参考点。

三、手动操作机床

1. 滑板手动进给

滑板进给的手动操作有两种，一种是用  使滑板快速移动，另一种是用  移动滑板。

(1) 用 快速移动滑板

- ① 按  键。
- ② 同时按  键和  键（ 键、 键、 键），刀架快速移动。

(2) 用 移动滑板

- ① 按  键。
- ② 选择  键、 键或  键。
- ③ 用开关键 ，选择移动的坐标轴 X 或 Z。
- ④ 转动手摇轮 ，刀架按指定的方向移动。

2. 手动控制主轴转动

(1) 主轴启动

- ① 按  键。
- ② 按  键，CRT 显示器上出现 MDI 下的程序画面。
- ③ 输入“M03”或“M04”，输入“S××”，如“M03 S500”，按 、 键。
- ④ 按循环启动键，主轴按设定的转速转动。

(2) 主轴停止

- ① 在 MDI 画面中输入“M05”，按 、 键。
- ② 按循环启动键，主轴停止。

开机后首次主轴转动采用上面方法，后面操作可以在手动模式下直接按主轴正转、反转或停止。

3. 手动操作刀架转位

- ① 按  键。
- ② 按  键。
- ③ 输入 T××，如“T01”，按 、 键。
- ④ 按循环启动键，1 号刀具转到工作位置。

四、装夹、找正工件

采用三爪自定心卡盘夹住棒料外圆，进行外圆找正后，再夹紧工件。注意，工件装卡一定要牢固。

找正方法一般为打表找正，常用的钟面式百分表如图 1-1-4 所示。百分表是一种指示式量仪，除用于找正外，还可以测量工件的尺寸、形状和位置误差。

百分表使用注意事项如下：