

中天传播

世纪英才

中职项目教学系列规划教材

(机电类专业)

数控车床编程与 操作基本功

李国举 主编

人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

世纪英才 中职项目教学系列规划教材 (机电类专业)

◎ 数控车床编程与操作基本功



ISBN 978-7-115-20589-6



9 787115 205896 >

ISBN 978-7-115-20589-6/TN

定价：23.00 元

世纪英才中职项目教学系列规划教材（机电类专业）

数控车床编程与 操作基本功

李国举 主编

人民邮电出版社
北 京



图书在版编目(CIP)数据

数控车床编程与操作基本功 / 李国举主编. —北京: 人民邮电出版社, 2009.6
(世纪英才中职项目教学系列规划教材. 机电类专业)
ISBN 978-7-115-20589-6

I. 数… II. 李… III. ①数控机床: 车床—程序设计—专业学校—教材②数控机床: 车床—操作—专业学校—教材 IV. TG519.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第031591号

内 容 提 要

本书根据数控车工中级工的培养目标, 共讲述了7个项目: 数控车削的基本知识; 轴类、槽类、螺纹、盘类工件的车削, 套筒类工件的加工和综合工件的加工。其中轴类、槽类、螺纹工件的车削是本书的重点, 读者通过对项目的学习, 将能够熟练掌握 FANUC 0i Mate-TC 系统相关指令的使用方法和相关的加工工艺; 通过进行项目的训练可使学生掌握数控车床的操作技能和编程方法, 成为能够适应市场需要的熟练数控车床的操作工或编程员。本书重点突出基本技能的培养和基本知识的学习, 按照“项目教学”的中职教育改革思路, 在操作的过程中培养学生分析加工工艺的能力和编写加工技术文件的能力, 使教学方式最优化, 教学效果最大化。

本书既适合于中等职业学校数控类专业作为教材使用, 又适合作为数控类岗位准入培训用书, 还可作为相关专业技术工人的自学教材。

世纪英才中职项目教学系列规划教材(机电类专业)

数控车床编程与操作基本功

◆ 主 编 李国举

责任编辑 丁金炎

执行编辑 穆丽丽

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号

邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

北京顺义振华印刷厂印刷

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 12

字数: 267千字

印数: 1—3000册

2009年6月第1版

2009年6月北京第1次印刷

ISBN 978-7-115-20589-6/TN

定价: 23.00元

读者服务热线: (010)67129264 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

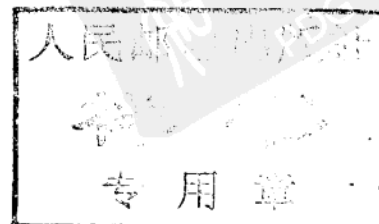
世纪英才中职项目教学系列规划教材（机电类专业）

编 委 会

主任委员：王国玉 杨承毅

编委：	王奎英	陈子聪	李中显	李占平
	李世英	刘海峰	马翊军	金杰
	李国举	胡国喜	张自蕴	仝桂梅
	侯爱民	黄瑞冰	王永红	冯睿
	温宇庆	赵永杰	叶原	罗敬
	李文华	陈清顺	江宏伟	车世明
	贾海潮	徐辉	苏全为	

策 划：丁金炎



2008年12月13日,“教育部关于进一步深化中等职业教育教学改革的若干意见”【教职成〔2008〕8号】指出:中等职业教育要进一步改革教学内容、教学方法,增强学生就业能力;要积极推进多种模式的课程改革,努力形成就业导向的课程体系;要高度重视实践和实训教学环节,突出“做中学、做中教”的职业教育教学特色。教育部对当前中等职业教育提出了明确的要求,鉴于沿袭已久的“应试式”教学方法不适应当前的教学现状,为响应教育部的号召,一股求新、求变、求实的教学改革浪潮正在各中职学校内蓬勃展开。

所谓的“项目教学”就是师生通过共同实施一个完整的“项目”而进行的教学活动,是目前国家教育主管部门推崇的一种先进的教学模式。“世纪英才中职项目教学系列规划教材”丛书编委会认真学习了国家教育部关于进一步深化中等职业教育教学改革的若干意见,组织了一些在教学一线具有丰富实践经验的骨干教师,以国内外一些先进的教学理念为指导,开发了本系列教材,其主要特点如下。

(1) 新编教材摒弃了传统的以知识传授为主线的知识架构,它以项目为载体,以任务来推动,依托具体的工作项目和任务将有关专业课程的内涵逐次展开。

(2) 在“项目教学”教学环节的设计中,教材力求真正地去体现教师为主导、学生为主体的教学理念,注意培养学生的学习兴趣,并以“成就感”来激发学生的学习潜能。

(3) 本系列教材内容明确定位于“基本功”的学习目标,既符合国家对中等职业教育培养目标的定位,也符合当前中职学生学习与就业的实际状况。

(4) 教材表述形式新颖、生动。本系列教材在封面设计、版式设计、内容表现等方面,针对中职学生的特点,都做了精心设计,力求激发学生的学习兴趣。书中多采用图表结合的版面形式,力求直观明了;多采用实物图形来讲解,力求形象具体。

综上所述,本系列教材是在深入理解国家有关中等职业教育教学改革精神的基础上,借鉴国外职业教育经验,结合我国中等职业教育现状,尊重教学规律,务实创新探索,开发的一套具有鲜明改革意识、创新意识、求实意识的系列教材。其新(新思想、新技术、新面貌)、实(贴近实际、体现应用)、简(文字简洁、风格明快)的编写风格令人耳目一新。

如果您对这一系列教材有什么意见和建议,或者您也愿意参与到本系列教材中其他专业课教材的编写,可以发邮件至 wuhan@ptpress.com.cn 与我们联系,也可以进入本系列教材的服务网站 www.ycbook.com.cn 留言。

Foreword

本书是根据《中等职业学校数控技术应用专业领域技能型紧缺人才培养指导方案》的核心课程项目“数控车削编程与操作训练”的教学内容和教学要求，并参照劳动和社会保障部关于数控车工中级工技能考核标准的要求编写的。

本书主要有以下特点。

(1) 编写中始终坚持“以就业为导向，以能力为本位”的教育教学理念，切实贯彻学生“于干中学”的指导方针。始终本着易学、够用，实践性强的原则，将理论与实践紧密结合。

(2) 重在对学生的基本功的培养，重点突出基本知识的传授和基本技能的培养。以项目引领、任务驱动的方式将加工工艺和生产实践相结合，循序渐进地组织教学。

(3) 通过对项目的学习，掌握相关指令的使用方法和车床的操作技能，在操作的过程中培养学生分析加工工艺的能力和编写加工技术文件的能力，使教学方式最优化，教学效果最大化。

(4) 本书根据 FANUC 0i Mate-TC 编写，学生通过对轴类、槽类、螺纹、盘类、孔类工件以及综合件的车削项目的学习，将能够熟练掌握 FANUC 0i Mate-TC 系统相关指令的使用方法和相关工件的加工工艺，并能够熟练操作车床完成工件的精密加工。

(5) 本书针对性、实用性强，重点突出，层次分明，图文并茂，语言通俗易懂。

本书既适合于中等职业学校数控类专业作为教材使用，又适合作为数控类岗位准入培训用书，还可作为相关专业技术工人的自学教材。

本书的教学学时数为 264 学时，建议学时安排如下。

课 程 内 容	理 论 学 时	实 训 学 时	机 动 学 时	总 学 时
项目一	6	10	2	18
项目二	14	60	6	80
项目三	10	40	4	54
项目四	6	24	4	34
项目五	4	16	2	22
项目六	4	16	2	22
项目七	6	24	4	34
合计	50	190	24	264

本书由河南省禹州市第一职业高中李国举任主编，河南机电学校呼延永江、河南轻工业学校曹宾参编。其中，项目四由呼延永江编写，项目六由曹宾编写，其余由李国举编写。本书由河南轻工业学校车世明老师担任主审，同时审稿的还有河南信息工程学校王国玉老师，在此一并表示衷心的感谢！

由于编者水平有限，书中难免存在缺点和错漏之处，恳请读者和同仁批评指正。

编 者

2009 年 2 月

目 录

Contents

项目一 数控车削的基本认识	1
任务一 数控车床的认识	1
任务二 数控车削加工工艺	7
任务三 数控车床中的坐标系	11
项目二 轴类工件的车削	17
任务一 外圆的车削	17
任务二 阶梯轴的车削	24
任务三 锥面工件的车削	33
任务四 圆弧工件的车削	41
任务五 复杂轴类工件的车削	50
项目三 槽类工件的车削	62
任务一 浅槽的车削	62
任务二 深槽的车削	68
任务三 V形槽的车削	73
任务四 圆弧槽的车削	79
任务五 复杂槽的车削	86
项目四 螺纹的车削	92
任务一 连续螺纹的车削	92
任务二 三角形外圆螺纹的车削	101
任务三 梯形螺纹的车削	109
项目五 盘类工件的车削	116
任务一 简单盘类工件的车削	116
任务二 复杂盘类工件的车削	122
项目六 套筒类工件的加工	128
任务一 简单套筒类工件的加工	128
任务二 复杂套筒类工件的加工	134
项目七 综合工件的加工	141
任务一 复杂轴类工件的加工	141

任务二 配合件的加工	149
任务三 批量生产	160
附录 A FANUC 0i Mate-TC 系统常用 G 指令表	166
附录 B 辅助功能 M 代码	167
附录 C 数控车床的手动操作	168
项目一 机床的上电和下电	168
项目二 手动功能的使用	169
项目三 手轮功能的使用	170
项目四 MDI 功能的使用	171
项目五 编辑功能的使用	172
项目六 自动功能的使用	174
附录 D 数控车中级国家职业标准	178
参考文献	183



项目一 数控车削的基本认识



项目情境创设

车床的车削运动主要指工件的旋转运动和车刀的直线或曲线运动。数控车床由程序实现对车床的控制,能够自动完成外圆柱面、圆锥面、圆弧面、槽、螺纹等各种表面的自动加工。为能够实现数控车床的自动车削,无论是程序员,还是操作员都必须要了解车床的基本结构,熟悉车床的基本功能;作为程序员还要能够根据图纸及毛坯确定加工工艺,选择刀具和相应的切削用量,能够编写或阅读加工技术文件等。



项目学习目标

学习目标		学习方式	学时
技能目标	熟悉机床结构、面板功能,掌握对刀方法	学生实践操作机床	10 课时
知识目标	① 了解数控车床的主要功能、结构和型号。 ② 能够分析加工工艺,确定加工步骤,选择加工参数,编写加工技术文件。 ③ 熟悉机床坐标系和工件坐标系	教师讲授理论; 上车演示操作	6 课时



项目基本功

任务一 数控车床的认识



基本技能

一、熟悉数控车床的硬件结构

1. 数控车床的结构

数控车床分为立式数控车床和卧式数控车床两种类型。立式数控车床用于回转直径较大的盘类零件的车削加工,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。一个档次较高的数控车床由数控装置、床身、主轴箱、回转刀架、刀架进给系统、

尾座、冷却系统、润滑系统、液压系统、排屑器等部分组成，如图 1-1-1 所示。

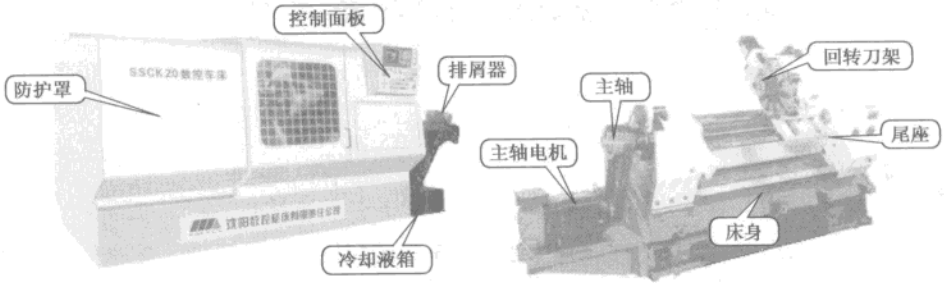


图 1-1-1 数控车床的主要结构

2. 数控车床的 CNC 数控系统

现在的数控车床几乎全部使用的是 CNC 数控系统（计算机数控系统）。CNC 数控系统的结构如图 1-1-2 所示。

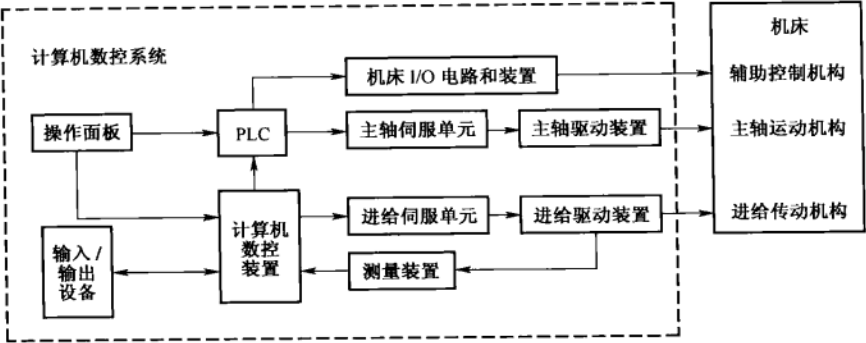


图 1-1-2 数控车床的 CNC 数控系统

二、认识数控车床的 CRT/MDI 面板

CRT/MDI 面板是人机对话的窗口。CRT/MDI 操作面板主要功能键的用途如表 1-1-1 所示，其他键的用途如表 1-1-2 所示。北京 FANUC 0i Mate-TC 的 CRT/MDI 面板由 CRT 软键、复位键、地址键、数字键、编辑键、功能键、方向键和翻页键构成，如图 1-1-3 所示。

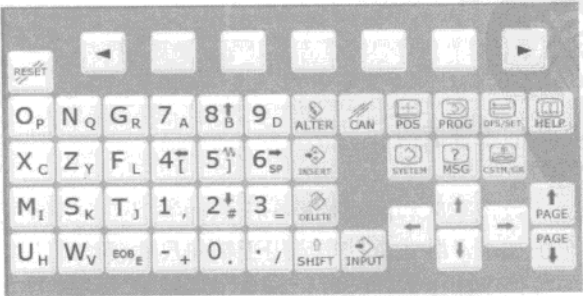


图 1-1-3 数控车床的 CRT/MDI 面板

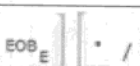
表 1-1-1

CRT/MDI 操作面板主要功能键的用途

功能键	用 途	功能键	用 途
	显示当前位置的各种坐标		显示报警信息和用户提示信息
	显示程序的内容		显示或输入设定, 选择图形模拟方式
	显示或者输入刀具偏置量和磨损值		显示帮助信息
	显示对系统参数的设置选项		

表 1-1-2

CRT/MDI 操作面板其他键的用途

功能键	用 途	功能键	用 途
	用于解除报警, CNC 复位		使页面向前翻(↑)或向后翻(↓)
	消除键入缓存器的文字或符号		编程时输入相应的符号: 结束符、跳步符号等
	用于非EDIT状态下的指令段及数据的输入		字母、数字等文字的输入
	替换键		软键按照界面可以给出种种功能, 具体功能在 CRT 画面的最下方显示
	用于 EDIT 状态下的指令段的输入		方向键用于光标的移动
	编程时用于删除光标所在位置的程序		

CAK5085dj 型数控车床的操作面板如图 1-1-4 所示。操作面板功能表如表 1-1-3 所示。

表 1-1-3

操作面板功能表

符 号	功 能	符 号	功 能	符 号	功 能
	编辑方式		进给保持 II 键		尾座前进后退
	手动数据输入方式		复位		手动冷却液开闭

续表

符 号	功 能	符 号	功 能	符 号	功 能
	存储程序自动方式				手动润滑开闭
	手动进给方式		门开关		手动换刀
	手摇脉冲进给方式		循环启动		手动主轴降速
	手摇脉冲 0.001mm, G00 速度 1%		进给保持		手动主轴点动
	手摇脉冲 0.01mm, G00 速度 25%		X 轴负向点动		手动主轴升速
	手摇脉冲 0.1mm, G00 速度 50%		X 轴正向点动		手动主轴正转
	手摇脉冲 0.001mm, G00 速度 100%		Z 轴负向点动		手动主轴停止
	机床锁住		Z 轴正向点动		手动主轴反转
	空运转		手动快速		数控系统上电
	跳步		液压启动停止		数控系统断电
	单程序段		卡盘卡紧松开		手摇 X 轴方式 选择 手摇 Z 轴方式 选择
	急停按钮		手摇脉冲发 生器		进给倍率开关



图 1-1-4 数控车床的操作面板

基本知识

一、数控车床的功能及型号

数控车床是指使用 CNC 数控系统的车床，是用数字化的信息来实现自动化控制的车床。由编程员将与零件加工有关的信息用规定的文字、数字和符号组成的代码，按一定的格式编写成加工程序单，再将加工程序通过控制介质输入到数控装置中，由数控装置经过分析处理后，发出各种与加工程序相对应的信号和指令控制机床进行自动加工。数控车床主要用于轴类和盘类回转体零件的加工，通过程序自动完成内外圆柱面、圆锥面、圆弧面、螺纹等的切削加工，也可进行切槽、钻、扩、铰孔、攻丝和各种回转曲面的加工。同普通车床相比，数控车床具有效率高、精度好、操作劳动强度低等特点，特别适合于形状复杂、尺寸精密、小批量和多变的零件的加工。

图 1-1-5 所示为沈阳机床股份有限公司生产的 CAK5085 卧式数控车床外观及型号含义。CAK5085 卧式数控车床主轴驱动可使用双速电动机，也可以使用变频器驱动交流异步电动机，配用三挡无级调速系统可以实现低速大力矩车削和恒线速度车削。

二、数控编程与车削加工的主要步骤

由于数控车加工的零件形状简单，一般采用手工编程，本书介绍的是手工编程的内容。对于比较复杂的工件可以借助计算机相关编程软件进行自动编程，常用编程软件有 Master CAM、UG、Pro/E、CAXA 等。

通常手工编程工作的主要内容和步骤，如图 1-1-6 所示。

三、数控车床安全操作规程

(1) 开机前应对数控车床进行全面细致的检查，包括操作面板、导轨面、卡爪、尾

座、刀架、刀具等，确认无误后方可操作。

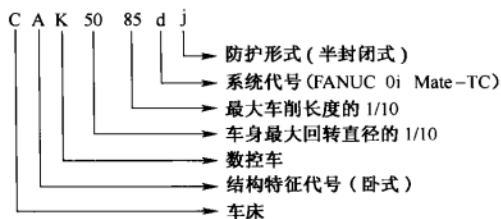


图 1-1-5 CAK5085 卧式数控车床

(2) 数控车床通电后，检查各开关、按钮和按键是否正常、灵活，机床有无异常现象。

(3) 程序输入后，应仔细核对代码、地址、数值、正负号、小数点及语法是否正确。

(4) 正确计算工件坐标系中各基点的坐标数值，并对所得结果进行检查。

(5) 装夹工件前，空运行一次程序，看程序能否顺利进行，刀具和夹具安装是否合理，有无超程现象。

(6) 试切时快速倍率开关必须调到较低挡位。

(7) 试切进刀时，在刀具运行至工件 3~5mm 处时，必须在进给保持下，验证 Z 轴和 X 轴的余移动量与加工程序是否一致。

(8) 在试切和加工中，刃磨刀具和更换刀具后，要重新对刀并建立新的刀补值。

(9) 程序修改后，要对修改部分仔细核对。

(10) 必须在确认工件夹紧后才能启动机床，严禁在工件转动时测量、触摸工件。

(11) 操作中出现工件跳动、打抖、异常声音、夹具松动等异常情况时必须停车处理。

(12) 紧急停车后，应重新进行机床“回零”操作，才能再次运行程序。

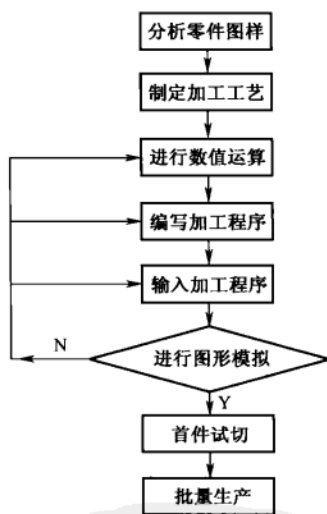


图 1-1-6 手工编程的主要步骤

习题和思考题一

(1) 立式数控车床用于_____类零件车削加工；卧式数控车床用于_____类或_____类零件的车削加工。

(2) 数控车床主要用于_____类和_____类回转体零件的加工,通过程序自动完成内外_____面、_____面、_____面和_____等的切削加工。

(3) CRT/MDI 面板由_____键、_____键、_____键、_____键、_____键、_____键、_____键和_____键构成。

(4) 解释你所使用数控车床型号各代码的含义。

(5) 数控车床的主要功能是什么? 同普通车床相比有什么加工特点?

(6) 数控车床一般由哪几部分组成? 各有何作用?

任务二 数控车削加工工艺



基本技能

一、加工工序卡的编制

数控加工工序卡是编制加工程序的主要依据和操作人员进行数控加工的指导性文件, 如表 1-2-1 所示。

表 1-2-1

数控加工工序卡

材 料		产品名称或代号		零件名称		零件图号	
工序号	程序编号	夹具名称		使用设备		车间	
工步号	工步内容	刀具号	刀具规格 $b \times h(\text{mm} \times \text{mm})$	主轴转速 $n(\text{r/min})$	进给量 $f(\text{mm/r})$	背吃刀量 $a_p(\text{mm})$	备注
编制		批准		日期		共 1 页	第 1 页

二、刀具卡的编制

刀具卡是操作员进行数控加工中安装刀具的主要依据, 如表 1-2-2 所示。

表 1-2-2

刀具卡

产品名称或代号		零件名称		零件图号			
序号	刀具号	刀具名称	数量	加工表面	刀尖半径 $R(\text{mm})$	刀尖方位 T	备注
编制		批准		日期		共 1 页	第 1 页

三、加工程序单的编制

数控加工程序单是编程工作人员根据工艺分析、数值计算, 按照机床指令代码的特