



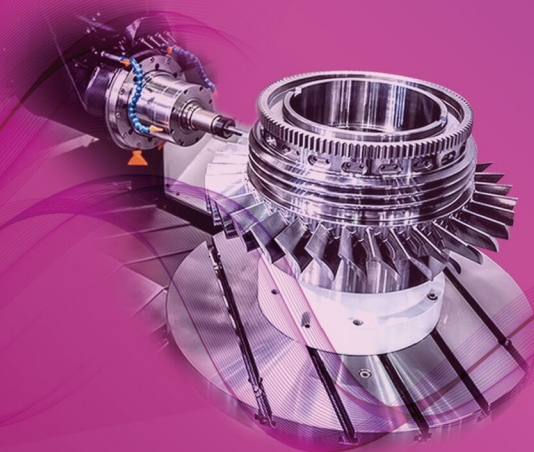
“十四五”职业教育国家规划教材

数控车削编程及加工 (第2版)

主 编 许迎莹 王 昕

AR (增强现实)

数控车削编程及加工(第2版)



ISBN 978-7-5661-3448-6



定价: 45.00元

数控车削编程及加工(第2版) 主 编 许迎莹 王 昕



哈尔滨工程大学出版社
Harbin Engineering University Press



哈尔滨工程大学出版社
Harbin Engineering University Press

选题策划: 刘子嘉 责任编辑: 苏 莉 封面设计: 刘文东



“十四五”职业教育国家规划教材

数控车削编程及加工 (第2版)

主 编 许迎莹 王 昕
副主编 杨丙超



哈尔滨工程大学出版社
Harbin Engineering University Press

内 容 简 介

本书是“十四五”职业教育国家规划教材。全书共有8个项目,主要包括数控车床的基础知识、数控车床的基本操作、轴类零件加工、成型面轴类零件加工、螺纹零件加工、套类零件加工、综合零件加工和配合零件加工。

本书既可作为中等职业教育机械设计制造类中专业的教材,也可供从事数控加工技术工作的人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

数控车削编程及加工/许迎莹,王昕主编. —2版
. —哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,2022.4(2024.1重印)
ISBN 978-7-5661-3448-6

I. ①数… II. ①许… ②王… III. ①数控机床—车床—车削—程序设计—中等专业学校—教材 ②数控机床—车床—加工工艺—中等专业学校—教材 IV. ①TG519.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2022)第060734号

数控车削编程及加工(第2版)

SHUKONG CHEXIAO BIANCHENG JI JIAGONG (DI 2 BAN)

选题策划 刘子嘉

责任编辑 苏 莉

封面设计 刘文东

出版发行 哈尔滨工程大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区南通大街145号
邮政编码 150001
发行电话 0451-82519328
传 真 0451-82519699
经 销 新华书店
印 刷 三河市骏杰印刷有限公司
开 本 787 mm×1 092 mm 1/16
印 张 18
字 数 385千字
版 次 2022年4月第2版
印 次 2024年1月第3次印刷
书 号 ISBN 978-7-5661-3448-6
定 价 45.00元

<http://www.hrbeupress.com>

E-mail: heupress@hrbeu.edu.cn

第2版前言



为了贯彻落实党的二十大精神，增强“四个意识”，坚定“四个自信”，做到“两个维护”，全面推进习近平新时代中国特色社会主义思想 and 党的二十大精神融入教材，根据“十四五”职业教育国家规划教材建设工作精神，深入贯彻落实习近平总书记关于职业教育工作和教材工作的重要指示批示精神，全面贯彻党的教育方针，落实立德树人根本任务，强化教材建设国家事权，突显职业教育类型特色，坚持“统分结合、质量为先、分级规划、动态更新”原则，加大对基础、核心课程教材的统筹力度，突出权威性、前沿性、原创性教材建设，打造培根铸魂、启智增慧、适应时代要求的精品教材，以规划教材为引领，高起点、高标准建设中国特色高质量职业教育教材体系，编者修订了第1版教材。

为了突出重点，增强教材的适用性、科学性、先进性，适应结构化、模块化专业课程教学和教材出版要求，重点推动相关专业核心课程以真实生产项目、典型工作任务、案例等为载体组织教学单元，满足技术技能人才需求变化，依据职业教育国家教学标准体系，对接职业标准和岗位（群）能力要求，开发更适合学生使用的数控车削编程与加工教材，编者进行了如下调整。

（1）增加“伟大建党精神”“伟大抗战精神”“工匠精神”等内容，引领学生坚持正确的政治方向和价值导向，加强社会主义核心价值观教育，加强中华优秀传统文化、革命文化和社会主义先进文化教育，落实党的领导、劳动教育、总体国家安全观教育，弘扬劳动光荣、技能宝贵、创造伟大的时代风尚。

（2）整合职业项目任务内容，遵循职业教育教学规律和人才成长规律，结合学生认知特点，在整体设计与编排上逻辑严谨，梯度明晰，内容深入浅出，

更有利于学生学习理解，形式上充分利用了信息化教学手段，文字表述规范准确、简明流畅，图文并茂、生动活泼、形式新颖。在第1版教材基础上增加部分信息化教学资源，可扫描二维码获取。

(3) 根据中等职业学校学生的培养目标及认知特点，教材以真实生产项目、典型工作任务等为载体，体现产业发展的新技术、新工艺、新规范、新标准，反映人才培养模式改革方向，将知识、能力和正确价值观的培养有机结合，以适应专业建设、课程建设、教学模式与方法改革创新等方面的需要，满足项目学习、案例学习、模块化学习等不同学习方式的要求，从而有效激发学生的学习兴趣和创新潜能。

(4) 将8S管理理念引入教材中，从细节着手，培养学生爱岗敬业的工匠精神。

(5) 在任务质量考核评定与反馈中融入对职业技能和职业素养的要求，任务的选择体现了梯度性的特点，注重质量意识、职业素养、职业习惯及职业技能的培养，同时能有效减少实训耗材的支出，降低实训成本。

本书由天津市经济贸易学校许迎莹、王昕任主编，杨丙超任副主编，戴超、王刚参与了部分内容的编写。

根据本课程的特点，编者认真梳理教学内容，深入挖掘课程思政元素，给出如下建议。

序号	项目名称	融入点	思政元素
项目一	数控车床的基础知识	由标准化操作的安全意识引出国家安全	伟大抗战精神
项目二	数控车床的基本操作	数控装置作为数控车床的核心，由此引出中国共产党的领导核心地位	伟大建党精神
项目三	轴类零件加工	引出在平凡岗位上展现不平凡的职业精神	工匠精神
项目四	成型面轴类零件加工	圆弧加工在图纸上呈现波澜起伏的模样，由此引出遇到波折、困境时要克服困难的顽强品质	伟大长征精神
项目五	螺纹零件加工	螺纹的加工要满足螺距和进给量匹配的规律，由此引出要牢固树立纪律和规矩意识，严格遵守职业道德和坚决履行职业规范	法治精神

续表

序号	项目名称	融入点	思政元素
项目六	套类零件加工	套类零件加工时难度较大，当我们遇到困难之时，重温“两弹一星”元勋们的伟大精神	“两弹一星”精神
项目七	综合零件加工	综合零件的加工是知识和技能的大融合，由此引出国家的综合实力，尤其是在载人航天方面的成就	载人航天精神
项目八	配合零件加工	由零件之间的相互装配引出国家之间的相互合作与发展	人类命运共同体思想

由于编者水平有限，书中难免存在不妥之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

第1版前言



本书根据国家中等职业教育改革发展示范学校建设的要求,借鉴国内外先进的职业教育理念和教学方法,并参照《国家职业技能鉴定中级数控车工》的相关要求,采用项目教学模式编写而成。本书的主要特点如下:

(1) 根据中等职业学校学生的培养目标及认知特点,坚持“理实一体”,采用“教学做一体化”的教学模式,在任务实施过程中强调实践与理论的有机统一,力求在技能上满足企业的用工需要,在理论上做到适度、够用。

(2) 打破了传统的理论—实践—再理论的认识规律,代之以实践—理论—再实践的新认知规律,突出“做中学,学中做”的新型教育理念。

(3) 书中内容由浅入深、循序渐进,力求在教材内容上做到让学生“能学”和“乐学”。

(4) 对内容进行整合取舍和补充,简化原理性的描述,尽量以图表的形式将复杂的内容形象化,由实践操作的需要引出理论知识的讲解,充分适应学生的学习习惯。

(5) 任务的选择适应职业岗位要求,体现了梯度性的特点,能有效地减少实训耗材的支出,降低实训成本。

本书共有8个项目,主要内容包括数控车床的基础知识、数控车床的基本操作、轴类零件加工、成型面轴类零件加工、螺纹零件加工、套类零件加工、综合零件加工、配合零件加工。

本书由天津市经济贸易学校的许迎莹、王昕任主编,杨丙超任副主编,戴超、王刚参与了部分内容的编写。

由于编者水平有限,书中难免存在疏漏之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录



项目一 数控机床的基础知识 001

- 任务一 数控机床安全操作规程及车间8S管理制度 002
- 任务二 了解数控机床的基本知识 006

项目二 数控机床的基本操作 009

- 任务一 简要介绍FANUC-0i Mate面板 010
- 任务二 程序录入与编辑 015
- 任务三 认识数控车削刀具并进行刀具和毛坯的安装 021
- 任务四 建立工件坐标系（对刀） 030
- 任务五 数控机床编程功能、手动、手轮及MDI操作 038

项目三 轴类零件加工 047

- 任务一 短轴加工 048
- 任务二 切槽加工及切断 059
- 任务三 圆锥轴加工 073
- 任务四 多阶梯轴加工 084

项目四 成型面轴类零件加工 096

- 任务一 凹凸圆弧面零件加工 097
- 任务二 非单调递增表面零件加工 110

项目五 螺纹零件加工 121

- 任务一 三角形外螺纹加工 122
- 任务二 梯形螺纹加工 135

项目六 套类零件加工 151

- 任务一 阶梯孔加工 152
- 任务二 圆锥孔加工 171
- 任务三 螺纹孔加工 189
- 任务四 内轮廓综合加工 205

项目七 综合零件加工 220

- 任务一 综合零件加工训练一 221
- 任务二 综合零件加工训练二 226
- 任务三 综合零件加工训练三 230
- 任务四 综合零件加工训练四 235
- 任务五 综合零件加工训练五 239

项目八 配合零件加工 245

- 任务一 配合零件加工训练一 246
- 任务二 配合零件加工训练二 254
- 任务三 配合零件加工训练三 263

附录 数控车工中级训练题集 273

参考文献 277

项目一

数控车床的基础知识

项目目标

【知识目标】

1. 了解数控车床的一般结构和基本工作原理。
2. 了解数控车床的安全操作规程，并牢记于心。
3. 培养学生良好的职业素质。

【技能目标】

1. 了解并掌握数控车床的各项安全操作规程。
2. 通过项目教学法的实施，培养和提高学生分析问题和解决问题的能力。

思政园地

操作者在实习实训过程中要始终牢记标准化操作的安全意识，严格执行安全操作规程，遵守管理制度，杜绝安全事故的发生，确保人身和设备的安全。个人的安全尚且如此重要，国家安全更是重要至极，它与每个人都紧密相关。国家安全是安邦定国的重要基石，维护国家安全是全国各族人民根本利益所在。

天下兴亡、匹夫有责的爱国情怀，视死如归、宁死不屈的民族气节，不畏强暴、血战到底的英雄气概，百折不挠、坚忍不拔的必胜信念，在中国人民誓死维护国家安全中体现得淋漓尽致。

抗日战争时期，无数仁人志士抛头颅、洒热血，无不体现着把国家利益放在首位的精神，这就是宝贵的伟大抗战精神，是中国人民弥足珍贵的精神财富，将永远激励中国人民克服一切艰难险阻。和平年代的今天，以社会主义核心价值观为价值目标，自觉维护国家的荣誉、利益和尊严，捍卫国家主权和领土完整，维护国家安全是公民应尽的义务，是实现中华民族伟大复兴的价值支撑。



视频饱览
伟大抗战
精神

任务一 数控车床安全操作规程及车间8S管理制度

【任务要求】

1. 了解数控车床实训过程中的各项安全操作规程。
2. 掌握数控车床的基本操作规定。
3. 熟知安全操作规程,保证实训过程中学生的安全。



任务描述

教师带学生到数控车间学习车间安全操作规程及8S管理制度,并逐一讲解每条规定的重要性及违反规定可能导致的后果,增强学生的安全操作意识。



知识储备

一、安全操作注意事项

安全操作时需注意以下事项:

- (1) 工作时,应穿好工作服并戴上工作帽,不允许戴手套操作数控车床,也不允许扎领带。
- (2) 不要移动或损坏安装在车床上的警告标牌。
- (3) 不要在数控车床周围放置障碍物,工作空间应足够大。
- (4) 更换保险管之前应关掉车床电源,千万不要用手去接触电动机、变压器、控制板等有高压电源的地方。
- (5) 不允许在车床前打闹。在任何时候只允许有一个车床操作者,其他人只允许在旁边观看。
- (6) 不允许采用压缩空气清洗数控车床、电气装置及NC单元。

二、数控车床的预热

预热数控车床前,应首先认真检查润滑系统是否正常工作。如数控车床长时间未使用,可先用手动方式使油泵向各润滑点供油。

- (1) 运转时间: 10 ~ 20 min。
- (2) 主轴转速: 500 ~ 1 200 r/min。

(3) 滑板：各轴尽可能以较大转速度运动，但不要使用 100% G00 速度。

(4) 刀架：尾座等所有部件都进行工作。

三、工作开始前的准备

数控车床开始工作前需做好以下准备：

(1) 所用刀具应是数控车床允许使用的规格，要及时更换有严重破损的刀具。

(2) 使用前，应给冷却水泵加水，以确保冷却系统正常工作。

(3) 不要把调整刀具所用工具遗忘在数控车床内。

(4) 对于大尺寸轴类零件中心孔的加工，要考虑是否合适。如果中心孔太小，在工作中易发生危险。

(5) 安装调整好刀具后应进行一两次的试切削。

(6) 注意检查卡盘夹紧工件的力矩是否合理。

(7) 检查自己是否穿戴好所有的防护用具。

四、工作过程中的安全注意事项

为保证安全，工作过程中需注意以下事项：

(1) 禁止用手接触刀尖和铁屑，铁屑要用毛刷或钩子来清理。

(2) 禁止用手或其他任何方式接触正在旋转的主轴、工件或其他运动部件。

(3) 在自动加工过程中，不允许打开车床防护门。

(4) 不允许在主轴旋转时进行刀具的安装、拆卸。

(5) 加工镁合金工件时，应戴防护面罩。

(6) 及时清理切下的铁屑。

五、中断数控车床工作的方式

在加工过程中需要停机时，可以从以下按钮中任选一个最合适的：

(1) 进给保持按钮。进给保持按钮在数控车床自动运行时有效。按下该按钮，机床各溜板的进给运动停止，但主轴及 M 功能的执行不受影响。

(2) 急停按钮。不论在任何方式下，急停按钮均有效。按下该按钮，NC 单元进入终止状态，所有功能均被切断。

六、工作完成后的注意事项

工作完成后需注意以下事项：

(1) 清除铁屑，打扫数控车床与环境，保持清洁状态。

(2) 检查或更换磨损坏的机床导轨上的油擦板。

- （3）检查润滑油、冷却液的状态，根据情况及时添加或更换。
- （4）下课前依次关掉机床操作面板上的电源开关和总电源开关。

七、数控车床的安全装置

数控车床的安全装置主要有前门、急停按钮和报警灯。

（1）前门。前门防止铁屑、冷却液及工作物飞出，保护操作者的安全。在自动运转状态时，不要打开此门。

（2）急停按钮。急停按钮安装在机床操作面板上，用于碰到紧急情况时迅速中断机床工作。

（3）报警灯。报警灯安装在机床操作面板上。当滤油器堵塞，润滑系统供油压力变低时报警灯闪亮。

八、数控车间 8S 管理制度

整理（seiri）、整顿（seiton）、清扫（seiso）、清洁（seiketsu）、素养（shitsuke）、安全（safety）、节约（save）、学习（study）8个项目，简称8S。数控车间8S管理制度具体如下：

- （1）确保全体实训人员自身安全，牢固树立“安全第一”的思想。
- （2）实训车间内的实训设备、工量器具、设施，未经管理员允许，不准随意挪动位置，不准私自拿出实训车间。
- （3）定期检查实训室的设备情况，做好检查记录。
- （4）实训室管理人员应负责本室的安全工作，并应经常检查本室的不安全因素，及时消除事故隐患。
- （5）学生进入实训车间时，衣着要符合安全要求，要严格按照安全操作规程进行实习、实训。
- （6）保证实训室环境整洁，走道畅通，设备、器材摆放整齐。
- （7）实训结束后，做好教学设备、工量器具等的归位工作。
- （8）使用人员必须遵守操作规程，坚守岗位，发现问题应及时处理。
- （9）要加强实训室电、门、窗、灯、扇及电教设施的管理，日常检查消防设备，做好防火、防爆、防盗、防雷电的安全防范工作。
- （10）对违反规定者，视情节轻重分别予以批评教育、记名备案、勒令退场、通报处分等处置。屡教不改者，学校将按照学籍管理规定对其予以严肃处理；造成损失者，必须赔偿损失并追究相关责任。

任务总结

本课主题	主要内容	具体内容
数控车床安全操作规程及车间 8S 管理制度	安全操作注意事项	工作时,应穿好工作服并戴上工作帽,不允许戴手套操作数控车床,也不允许打领带。不允许在机床前打闹,在任何时候只允许有一个车床操作者
	数控车床的预热	数控车床开始预热前,应首先认真检查润滑系统是否正常工作
	工作开始前的准备	安装调整好刀具后应进行一两次的试切削,注意检查卡盘夹紧工件的力矩是否合理,检查自己是否穿戴好所有的防护用具
	工作过程中的安全注意事项	禁止用手接触刀尖、铁屑、正在旋转的主轴、工件或其他运动部件,在自动加工过程中,不允许打开机床防护门,不允许在主轴旋转时进行刀具安装、拆卸
	中断数控车床工作的方式	在加工过程中需要停机时,可以从进给保持按钮和急停按钮中任选一个最合适的
	工作完成后的注意事项	打扫机床,检查润滑油、冷却液,依次关掉机床操作面板上的电源开关和总电源开关
	数控车床的安全装置	数控车床安全装置主要有前门、急停按钮和报警灯
	数控车间 8S 管理制度	牢固树立“安全第一”思想,衣着要符合安全要求,要严格按照安全操作规程进行实习、实训



每课寄语

《孟子》有云:“不以规矩,不能成方圆。”要始终牢固树立纪律和规矩意识,严格遵守职业道德,坚决履行职业规范,落实操作规程及管理制度,增强责任意识和社会责任感。

拓展训练

要求学生熟记数控车床的安全操作规程,并由教师对各组学生进行提问,考核其掌握情况。根据各组表现选出最佳小组并颁发奖状。

任务二 了解数控车床的基本知识

【任务要求】

1. 了解数控车床的分类。
2. 了解数控车床的加工范围。
3. 掌握数控车床的基本组成。



任务描述

教师带学生到数控车间实地观看数控车床,通过观察及讲解,让学生对数控车床的结构、组成、原理等有初步的认识。



知识储备

一、数控车床的分类

(1) 数控车床品种繁多,按数控系统的功能和机械构成可分为简易数控车床(经济型数控车床)、多功能数控车床和数控车削中心。

① 简易数控车床。这是低档数控车床,一般用单板机或单片机进行控制。其机械部分是在普通车床的基础上改进设计的。

② 多功能数控车床。多功能数控车床也称全功能型数控车床,由专门的数控系统控制,具备数控车床的各种结构特点。

③ 数控车削中心。数控车削中心是在数控车床的基础上增加其他附加坐标轴形成的。

(2) 按结构和用途,数控车床主要可分为数控卧式车床、数控立式车床和数控专用车床(如数控凸轮车床、数控曲轴车床、数控丝杠车床等)。

二、数控车床的基本构成

数控车床一般由输入、输出装置,数控装置,可编程控制器,检测反馈装置和车床主机等组成。

(1) 输入、输出装置。输入装置可将不同加工信息传递给计算机。在数控车床产生的初期,输入装置为穿孔纸带,现已淘汰;目前,多用键盘、磁盘、U盘、CF卡等作为输入装置,大大方便了信息的输入工作。

输出装置指输出内部工作参数（含车床正常、理想工作状态下的原始参数、故障诊断参数等）的装置。一般在车床刚开始工作时需输出工作参数做记录，待工作一段时间后，再将输出数据与原始资料做比较和对照，帮助判断车床工作是否维持正常。

（2）数控装置。数控装置是数控车床的核心与主导，完成所有加工数据的处理、计算工作，最终实现数控车床各功能的指挥工作。它包含微计算机电路、各种接口电路、CRT 显示器等硬件及相应的软件。

（3）可编程控制器。可编程控制器即 PLC，它对主轴单元实施控制，将程序中的转速指令进行处理而控制主轴转速；管理刀库，进行自动刀具交换、选刀方式、刀具累计使用次数、刀具剩余寿命及刀具刃磨次数等管理；控制主轴正反转和停止、准停、切削液开关、卡盘夹紧松开、机械手取送刀等动作；还对机床外部开关（行程开关、压力开关、温控开关等）进行控制；对输出信号（刀库、机械手、回转工作台等）进行控制。

（4）检测反馈装置。检测反馈装置由检测元件和相应的电路组成，主要是检测速度和位移，并将信息反馈给数控装置，实现闭环控制以保证数控车床的加工精度。

（5）车床主机。车床主机即数控车床的主体，包括床身、主轴、进给传动机构等机械部件。

三、数控车床的加工特点

- （1）加工生产效率高。
- （2）减轻劳动强度，改善劳动条件。
- （3）对零件加工的适应性强、灵活性好。
- （4）加工精度高，质量稳定。
- （5）有利于生产管理。

四、数控车床的工作原理

数控装置内的计算机对通过输入装置导入系统的以数字和字符编码所记录的信息进行一系列处理后，再通过伺服系统及可编程控制器向机床主轴及进给机构等执行机构发出指令，机床主体则按照这些指令，并在检测反馈装置的配合下，对工件加工所需的各种动作（如刀具相对于工件的走刀、位移和进给等）实现自动控制，从而完成工件的加工。数控车床的工作原理框图如图 1-1 所示。

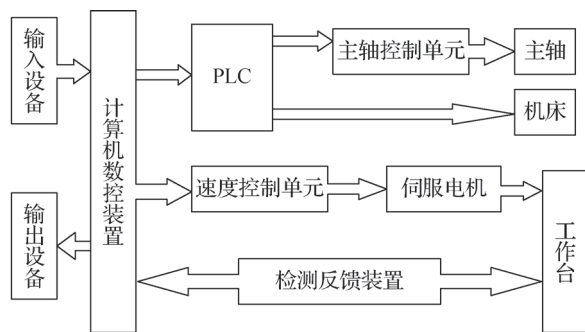


图 1-1 数控车床的工作原理框图

任务总结

本课主题	主要内容	具体内容
了解数控车床的基本知识	数控车床的分类	数控车床按数控系统的功能和机械构成可分为简易数控车床、多功能数控车床和数控车削中心；按结构和用途可分为数控卧式车床、数控立式车床和数控专用车床
	数控车床的基本构成	数控车床一般由输入、输出装置，数控装置，可编程控制器，检测反馈装置和车床主机等组成
	数控车床的加工特点	加工生产效率高；减轻劳动强度，改善劳动条件；对零件加工的适应性强、灵活性好；加工精度高，质量稳定；有利于生产管理
	数控车床的工作原理	数控装置对通过输入装置导入系统的信息进行处理后，再通过伺服系统及可编程控制器向机床主轴及进给机构等执行机构发出指令，机床主体按照指令，在检测反馈装置的配合下实现自动控制，完成工件加工

每课寄语

《增广贤文》有云：“书山有路勤为径，学海无涯苦作舟。”如果你想在无边无际的知识的海洋里畅游，勤奋、刻苦的学习态度将是一艘前行的船，能够载你驶向成功的彼岸。在读书、学习的道路上，没有捷径可走，也没有顺风船可驶；如果你想要在广博的书山、学海中汲取更多的知识，勤奋和刻苦是两个必不可少的，也是最佳的条件。

拓展训练

学生分组讨论并各派出一名代表介绍数控车床的分类、工作原理及基本构成。教师根据表现进行打分，并评出最佳小组。

项目二

数控车床的基本操作

项目目标

【知识目标】

1. 掌握数控车床的基本操作方法。
2. 掌握机床坐标系和工件坐标系的概念与区别。
3. 掌握数控车床操作面板的使用方法。
4. 掌握数控编程的基础知识。
5. 掌握数控车床的对刀方法。

【技能目标】

1. 掌握数控车床控制面板各功能键的名称、位置和功能。
2. 能熟练进行机床的开、关机，回零等操作。
3. 掌握程序的输入和编辑操作方法。
4. 掌握数控车床的对刀操作与刀补参数的设定方法。

思政园地

数控车床是集机械、电气、液压、气动、微电子和信息等多项技术为一体的机电一体化设备，而数控装置作为数控车床的核心，是相当重要的，它可以用于输入数字化的零件加工程序，并完成输入信息的存储、数据的变换、插补运算以及实现各种控制功能。

已走过百年历史的中国共产党自诞生起，始终将为中国人民谋幸福、为中华民族谋复兴作为初心和使命，正是因为有中国共产党这个坚强的领导核心，中国人民和中华民族才迎来了从站起来、富起来到强起来的伟大飞跃。

建党精神：坚持真理、坚守理想，践行初心、担当使命，不怕牺牲、英勇斗争，对党忠诚、不负人民。



视频饱览
伟大建党
精神

中国共产党的先驱们创建了中国共产党，形成了伟大建党精神，这是中国共产党的精神之源，也是激励后人不断前进的根本动力，是带领中国人民和中华民族实现民族解放、国家富强、人民幸福，应对前进道路上出现的各种风险挑战的定海神针。中国共产党永远把人民对美好生活的向往作为奋斗目标，以永不懈怠的精神状态和一往无前的奋斗姿态，继续朝着实现中华民族伟大复兴的宏伟目标奋勇前进。

任务一 简要介绍 FANUC-0i Mate 面板

【任务要求】

1. 了解数控车床操作面板和控制面板。
2. 掌握控制面板中各个按键的功能使用。
3. 掌握操作面板中各个按键的功能使用。

任务描述

教师带学生到数控车间实地观看数控车床，并对面板的各个按键进行讲解。通过实地观察及简单的操作，学生可以在最短的时间内了解并学会运用各功能键。

知识储备

一、FANUC-0i Mate 操作面板

FANUC-0i Mate 数控系统的操作面板可分为 LED 显示区、MDI 键盘区（包括字符键和功能键等）、软键开关区和存储卡接口，如图 2-1 所示。

1. MDI 键盘区

MDI 键盘区上面四行为字母、数字和字符部分，操作时用于字符的输入；其中“EOB”为分号（；）输入键，其他为功能或编辑键。

- （1）POS 键：按下此键显示当前机床的坐标位置画面。
- （2）PROG 键：按下此键显示程序画面。
- （3）OFFSET/SETTING 键：按下此键显示刀偏 / 设定（SETTING）画面。



图 2-1 FANUC-0i Mate 操作面板

(4) SHIFT 键：上挡键，按一下此键，再按字符键，将输入对应右下角的字符。

(5) CAN 键：退格 / 取消键，可删除已输入缓冲器的最后一个字符。

(6) INPUT 键：写入键，当按了地址键或数字键后，数据被输入缓冲器，并在屏幕上显示出来；为了把输入缓冲器的数据复制到寄存器，按此键将字符写入指定的位置。

(7) SYSTEM 键：按此键显示系统画面（包括参数、诊断、PMC 和系统等）。

(8) MESSAGE 键：按此键显示报警信息画面。

(9) CUSTOM/GRAPH 键：按此键显示用户宏画面（会话式宏画面）或显示图形画面。

(10) ALTER 键：替换键。

(11) INSERT 键：插入键。

(12) DELETE 键：删除键。

(13) PAGE 键：翻页键，包括上、下两个键，分别表示屏幕上页键和屏幕下页键。

(14) HELP 键：帮助键，按此键用来显示如何操作机床。

(15) RESET 键：复位键，按此键可以使 CNC 复位，用以消除报警等。

(16) 方向键：分别代表光标的上、下、左、右移动。

2. 软键开关区

软键开关区中的这些软键对应各种功能键的各种操作功能，根据操作界面相应变化。

(1) 下页 (Next) 键: 此键用以扩展软键菜单, 按下此键菜单改变, 再次按下此键菜单恢复。

(2) 返回键: 按下对应软键时, 菜单顺序改变, 用此键将菜单复位到原来的菜单。

二、FANUC-0i Mate 控制面板

FANUC-0i Mate 控制面板如图 2-2 所示。



图 2-2 FANUC-0i Mate 控制面板

1. 方式选择键

- (1) EDIT 键 : 编辑方式键, 设定程序编辑方式, 其左上角带指示灯。
- (2) 参考点键 : 按此键切换到运行回参考点操作, 其左上角指示灯点亮。
- (3) 自动键 : 按此键切换到自动加工方式, 其左上角指示灯点亮。
- (4) 手动键 : 按此键切换到手动方式, 其左上角指示灯点亮。
- (5) MDI 键 : 按此键切换到 MDI 方式运行, 其左上角指示灯点亮。
- (6) DNC 键 : 按此键设定 DNC 运行方式, 其左上角指示灯点亮。
- (7) 手轮键 : 在此方式下执行手轮相关动作, 其左上角带有指示灯。
- (8) INC 键 : 按此键主轴增速。

2. 功能选择键

(1) 单步键 : 该键用以检查程序, 按此键后, 系统一段一段执行程序, 其左上角带有指示灯。

(2) 跳步键 : 此键用于程序段跳过。自动操作中若按下此键, 会跳过程序段开头带有 “/” 和用 “;” 结束的程序段, 其左上角带有指示灯。

(3) 空运行键 : 自动方式下按下此键, 各轴是以手动进给速度移动, 此键

用于无工件装夹时检查刀具的运动，其左上角带有指示灯。

(4) 选择停止键：按下此键后，在自动方式下，当程序段执行到 M01 指令时自动运行停止，其左上角带有指示灯。

(5) 机床锁定键：自动方式下按下此键，X、Z 轴不移动，只在屏幕上显示坐标值的变化，其左上角带有指示灯。

(6) 超程释放键：当 X、Z 轴达到硬限位时，按下此键释放限位。此时，限位报警无效，急停信号无效，其左上角带有指示灯。

3. 点动和轴选键

(1) +Z 点动键：在手动方式下按下此键，Z 轴向正方向点动。

(2) -Z 点动键：在手动方式下按下此键，Z 轴向负方向点动。

(3) 快速叠加键：在手动方式下同时按此键和一个坐标轴点动键，坐标轴按快速进给倍率设定的速度点动，其左上角带有指示灯。

(4) +X 点动键：在手动方式下按下此键，X 轴向正方向点动。

(5) -X 点动键：在手动方式下按下此键，X 轴向负方向点动。

(6) X 轴选键：在回零或手轮方式下对 X 轴操作时，需先按下此键以选择 X 轴，选中后其左上角指示灯点亮。

(7) Z 轴选键：在回零或手轮方式下对 Z 轴操作时，需先按下此键以选择 Z 轴，选中后其左上角指示灯点亮。

4. 手轮 / 快速倍率键

(1) $\times 1/F0$ 键：手轮方式时，进给率执行 1 倍动作；手动方式时，同时按下快速叠加键和点动键，进给轴按进给倍率设定的 F0 速度进给；其左上角带有指示灯。

(2) $\times 10/25\%$ 键：手轮方式时，进给率执行 10 倍动作；手动方式时，同时按下快速叠加键和点动键，进给轴按手动快速运行速度值 25% 的速度进给；其左上角带有指示灯。

(3) $\times 100/50\%$ 键：手轮方式时，进给率执行 100 倍动作；手动方式时，同时按下快速叠加键和点动键，进给轴按手动快速运行速度值 50% 的速度进给；其左上角带有指示灯。

(4) 100% 键：手动方式时，同时按下快速叠加键和点动键，进给轴按手动快速运行速度值 100% 的速度进给；其左上角带有指示灯。

5. 辅助功能键

- (1) 冷却键: 按下此键, 冷却功能输出, 其指示灯点亮。
- (2) 照明键: 按下此键, 机床照明功能输出, 其指示灯点亮。
- (3) 刀塔旋转键: 手动方式下按下此键, 执行换刀动作, 每按一次, 刀架顺时针转动一个刀位, 换刀过程中其指示灯点亮。

6. 主轴键

- (1) 主轴正转键: 手动方式下按下此键, 主轴正方向旋转, 其左上角指示灯点亮。
- (2) 主轴停止键: 手动方式下按下此键, 主轴停止转动, 其左上角指示灯点亮。
- (3) 主轴反转键: 手动方式下按下此键, 主轴反方向旋转, 其左上角指示灯点亮。

7. 指示灯区

- (1) 机床就绪指示灯: 机床就绪后灯亮, 表示机床可以正常运行。
- (2) 机床故障指示灯: 当机床出现故障时机床停止动作, 此指示灯点亮。
- (3) 润滑故障指示灯: 当润滑系统出现故障时, 此指示灯点亮。
- (4) X HOME 指示灯: 回零过程和 X 轴回到零点后指示灯点亮。
- (5) Z HOME 指示灯: 回零过程和 Z 轴回到零点后指示灯点亮。

8. 波段旋钮和手摇脉冲发生器

- (1) 进给倍率 (%) : 当波段开关旋到相应刻度时, 各进给轴将按设定值乘以刻度对应百分数执行进给动作。
- (2) 主轴倍率 (%) : 当波段开关旋到对应刻度时, 主轴将按设定值乘以刻度对应百分数执行动作。
- (3) 手轮: 在手轮方式下, 可以对各进给轴进行手轮进给操作, 其倍率可以通过 $\times 1$ 、 $\times 10$ 、 $\times 100$ 键选择。

9. 其他按钮 / 开关

- (1) 循环启动按钮: 按下此按钮, 自动操作开始, 其指示灯点亮。
- (2) 进给保持按钮: 按下此按钮, 自动运行停止, 进入暂停状态, 其指示灯点亮。
- (3) 急停按钮: 按下此按钮, 机床动作停止, 待故障排除后, 旋转此按钮, 释放机床动作。

(4) 程序保护开关: 把钥匙转到红色标记处, 程序保护功能开启, 不能更改 NC 程序; 把钥匙转到绿色标记处, 程序保护功能关闭, 可以编辑 NC 程序。

(5) NC 电源开按钮: 用以打开 NC 系统电源, 启动数控系统的运行。

(6) NC 电源关按钮: 用以关闭 NC 系统电源, 停止数控系统的运行。

任务总结

本课主题	主要内容	具体内容
简要介绍 FANUC-Oi Mate 面板	FANUC-Oi Mate 操作 面板	数控系统的操作面板可分为 LED 显示区、MDI 键盘区(包括字符键和功能键等)、软键开关区和存储卡接口
	FANUC-Oi Mate 控制 面板	数控系统的控制面板可分为方式选择键、功能选择键、点动和轴选键、手轮/快速倍率键、辅助功能键、主轴键、指示灯区、波段旋钮和手摇脉冲发生器、其他按钮/开关

每课寄语

《周易》有云:“天行健, 君子以自强不息; 地势坤, 君子以厚德载物。”自然的运动刚强劲健, 相应于此, 君子处世, 应像天一样, 自我力求进步, 刚毅坚卓, 发愤图强, 永不停息; 大地的气势厚实和顺, 君子应增厚美德, 容载万物。

拓展训练

学生分组讨论, 并各派出一名代表介绍数控车床控制面板和操作面板上各键的功能。教师根据表现进行打分, 并评出最佳小组。

任务二 程序录入与编辑

【任务要求】

1. 学会建立程序名。
2. 掌握利用 MDI 键盘输入程序的方法。
3. 掌握程序的编辑、修改操作。
4. 掌握程序的调用、删除等操作。

任务描述

数控加工之前必须编辑并输入程序。程序的手动输入要求操作者能正确、熟练地利用 MDI 键盘，会利用编辑键对程序段进行编辑、修改等操作，并能根据要求完成程序的调用、删除等操作。将表 2-1 中的数控程序输入数控装置，并进行程序编辑和修改操作。

表 2-1 数控程序样例

程序号 O0008
程序内容
G50 X0 Z0;
G1 X100 Z100 F200;
G2 U100 W50 R50;
G0 X0 Z0;
X100 Z100;
M30;
%

知识储备

一、编程的过程和方法

在数控机床上加工零件时，首先要进行程序编制，简称编程。

编程就是将加工零件的加工顺序、刀具运动轨迹的尺寸数据、工艺参数（主运动和进给运动速度、切削深度等），以及辅助操纵（换刀、主轴正 / 反转、冷却液开 / 关、刀具夹紧 / 松开等）等加工信息用规定的文字、数字、符号等组成代码，按一定的格式编写成加工程序。

1. 编程的过程

编程的过程主要包括分析零件图纸、工艺处理、数学处理、编写零件程序和程序校验。

理想的加工程序不仅应保证加工出符合图纸要求的合格工件，同时应能使数控机床的功能得到合理的应用与充分的发挥，以使数控机床能安全可靠及高效地工作。在数控编程前，编程人员应了解所用数控机床的规格、性能，CNC 系统所具备的功能及编程指令格式等。编制程序时，应对图纸规定的技术特性及零件的几何形状、尺寸和工艺要求进行分析，确定使用的刀具、切削用量及加

工顺序和走刀路线；然后进行数值计算，获得刀位数据；再按数控机床规定的代码和程序格式将工件的尺寸、刀具运动轨迹、位移量、切削参数（主轴转速、刀具进给量、切削深度等），以及辅助功能（换刀、主轴正/反转、冷却液开/关等）编制成加工程序，并输入数控系统，由数控系统控制数控机床自动进行加工。

2. 数控编程方法

（1）手动编程。整个程序编制过程均由人工完成，仅适用于点位或几何形状不太复杂的零件。其编程计算较简单，程序段不多，手动编程即可实现。

（2）自动编程。用计算机把输入的零件图纸信息改写成数控机床能执行的数控加工程序，即数控编程的大部分工作由计算机完成。目前常用的数控编程工具有自动编程工具（automatically programmed tools, APT）、图像仪编程系统、图形编程系统等。

二、程序内容的输入

（1）创建程序。按 EDIT 键，选择编辑方式—按 PROG 键进入程序页面—按 PROG 键选择程序显示页面—用 MDI 键盘输入“O”与程序号数字（如 O0008）—按 INSERT 键即可创建新程序号。完成程序的输入，程序号创建结果如图 2-3 所示。

（2）输入本任务程序内容。输入程序内容时，先输入地址，再输入数字。当有多个指令字时按前述方法输入所有指令字。一个程序段输入完毕，按 INSERT 键结束。

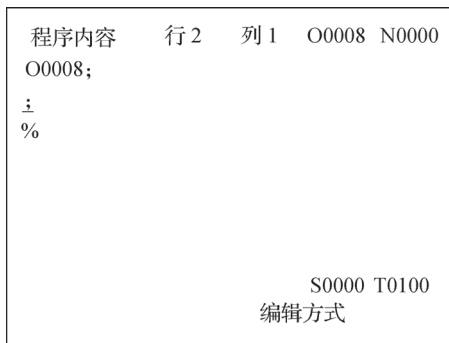


图 2-3 程序号创建结果

例如，要输入程序段“G50 X0 Z0;”，操作过程如下：使用 MDI 键盘依次输入“G50 X0 Z0;”，显示屏即显示为“G50 X0 Z0;”，每个指令字之间会自动生成空格，按 INSERT 键结束本程序段的输入。

（3）按步骤（2）的方法完成其他程序段的输入。

（4）按复位键，可使程序光标定位到行首。

（5）通过光标移动键 $\leftarrow$ $\rightarrow$ ，使光标下移或上移一个程序段，或按翻页键 $\uparrow$ $\downarrow$ 使光标向前或向后翻页，操作者仔细检查输入的程序是否正确。

三、字符的检索

字符的检索方法有扫描法和查找法两种。

1. 扫描法

按照查看光标行、列的方式检索字符。扫描法的操作步骤如下：

- (1) 按 EDIT 键进入编辑操作方式，按 PROG 键选择程序内容显示页面。
- (2) 按  键，光标上移一行；按  键，光标下移一行。
- (3) 按  键，光标右移一列。若光标在行末，则移到下一程序段段首。
- (4) 按  键，光标左移一列。若光标在行首，则移到上一程序段段尾。
- (5) 按  键，向上翻页，光标移至上一页第一行第一列。若向上翻页到程序内容首页，则光标移至程序第二行第一列。
- (6) 按  键，向下翻页，光标移至下一页第一行第一列。若已是程序内容最后一页，则光标移至程序最后一行的第一列。

2. 查找法

从光标当前位置开始向上或向下查找指定的字符。查找法的操作步骤如下：

- (1) 按 EDIT 键选择编辑操作方式。
- (2) 按 PROG 键显示程序内容页面。
- (3) 按   键进入查找状态，并输入想查找的字符，最多可以输入 10 位。例如，查找 G2（将光标移至 G2 处），当前显示页面如图 2-4 所示。
- (4) 输入“G2”，按  键（根据想查找字符与当前光标所在字符的位置关系确定按键），显示页面如图 2-5 所示。

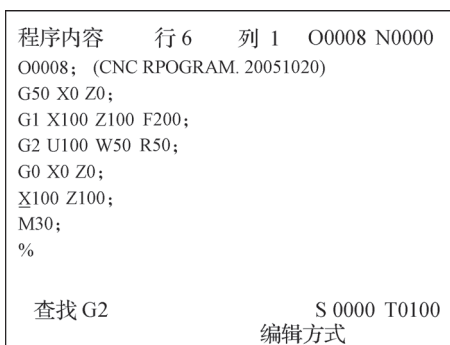


图 2-4 输入想查找的字符

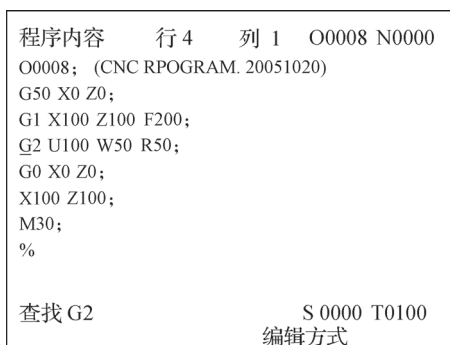


图 2-5 查找结果

四、字符的插入

插入字符的具体步骤如下：

- (1) 选择编辑操作方式。
- (2) 按 EDIT 键进入编辑状态（光标为一下划线），页面如图 2-6 所示。
- (3) 输入插入的字符。在图 2-6 所示页面的 G2 前插入 G98 指令，输入“G98”并按 INSERT 键，显示页面如图 2-7 所示。



图 2-6 字符插入前的页面状态

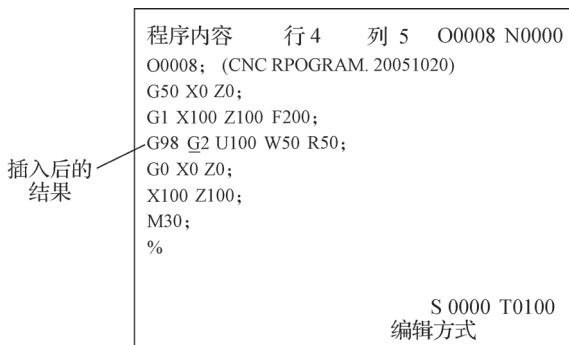


图 2-7 字符插入后的显示结果

五、字符的删除

删除字符的具体步骤如下：

- (1) 选择编辑操作方式。
- (2) 按 CAN 键删除光标处的前一个字符，按 DELETE 键删除光标所在处的字符。

六、字符的修改

修改字符的方法有插入修改法和直接修改法两种。

1. 插入修改法

插入修改法即先删除想修改的字符，然后插入要修改的字符。

2. 直接修改法

直接修改法的具体步骤如下：

- (1) 选择编辑操作方式。
- (2) 按 EDIT 键进入编辑状态，如图 2-8 所示。
- (3) 输入修改后的字符。在图 2-8 所示的页面中，将光标定位到 U100 处，输入“U898”，然后按 ALTER 键进行替换修改，显示页面如图 2-9 所示。

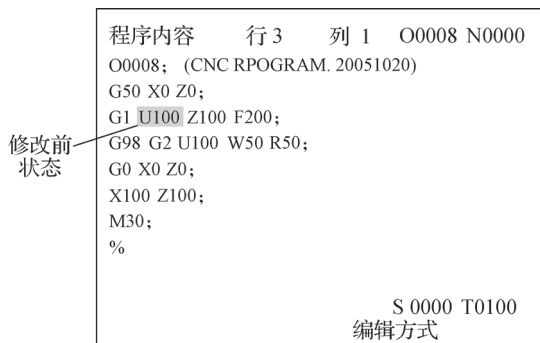


图 2-8 字符修改前光标的状态

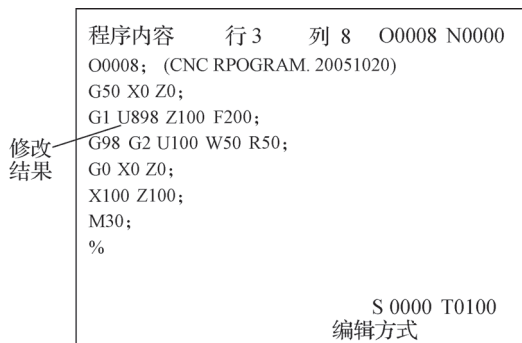


图 2-9 字符修改后的结果

七、程序的调用

当 CNC 中已有多个程序时，可以通过以下方法选择程序：

- （1）选择编辑或自动操作方式。
- （2）按 PROG 键进入“程序显示”界面。
- （3）直接输入程序号。
- （4）按键，在“程序显示”界面上显示检索到的程序。若程序不存在，则 CNC 出现报警。

八、程序的删除

删除程序的具体步骤如下：

- （1）选择编辑操作方式，进入“程序显示”界面。
- （2）依次输入“O0001”（以 O0001 程序为例）。
- （3）按 DELETE 键，O0001 程序被删除。

 任务总结

本课主题	主要内容	具体内容
程序录入与编辑	编程概述	在数控机床上加工零件时，首先要进行程序编制，编程的过程主要包括分析零件图纸、工艺处理、数学处理、编写零件程序和程序校验。数控编程方法分为手动编程和自动编程
	程序内容的输入	创建程序后，输入程序内容时，先输入地址，再输入数字，一个程序段输入完毕，按 INSERT 键结束
	字符的检索	字符的检索方法有扫描法和查找法两种
	字符的插入	选择编辑操作方式，按 EDIT 键进入编辑状态，输入插入的字符
	字符的删除	选择编辑操作方式，按 CAN 键删除光标处的前一个字符，按 DELETE 键删除光标所在处的字符
	字符的修改	修改字符的方法有插入修改法和直接修改法两种
	程序的调用	选择编辑或自动操作方式，按 PROG 键，直接输入程序号
	程序的删除	选择编辑操作方式，输入程序名，按 DELETE 键