

中等职业教育新形态系列教材  
装备制造大类专业教学用书

新型  
活页式



# 数控车床

## 编程与操作 (FANUC)

### 活页式教材

主编 徐敬东



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



在线学习平台

## 内 容 简 介

本书以 FANUC 数控系统为对象,共设计了 15 个任务,每个任务均以零件的加工为主线,用必备的知识和技能构建学习内容,旨在更好地实现理实一体化的教学方式。

本书内容浅显易懂,既可作为中等职业学校数控车床实训的教材,也可作为数控加工岗位技术人员的自学用书。

## 图书在版编目(CIP)数据

数控车床编程与操作(FANUC)活页式教材 / 徐敬东

主编. — 哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,2023.3

ISBN 978-7-5661-3796-8

I. ①数… II. ①徐… III. ①数控机床-车床-程序设计-中等专业学校-教材 ②数控机床-车床-操作-中等专业学校-教材 IV. ①TG519.1

中国国家版本馆 CIP 数据核字(2023)第 024363 号

数控车床编程与操作(FANUC)活页式教材

SHUKONG CHECHUANG BIANCHENG YU CAOZUO (FANUC) HUOYESHI JIAOCAI

选题策划 张云鹏

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 16.75

字 数 240 千字

版 次 2023 年 3 月第 1 版

印 次 2023 年 3 月第 1 次印刷

定 价 59.80 元

<http://www.hrbeupress.com>

E-mail:heupress@hrbeu.edu.cn

---



# Preface

## 前言

---

本书是基于“岗课证”融合的育人理念,结合数控车床编程与操作的工种特点,参照国家职业技能鉴定的相关标准,适应“任务驱动”的教学需要,总结编者多年教学经验编写而成的活页式教材。

本书围绕数控车削加工过程中的图样分析、工艺处理、程序编制和样件加工的理论知识及技术方法与经验,注重培养学生的实践能力。在编写过程中,编者力求体现以下特色:

(1)每个任务均以零件的加工为主线,借鉴企业中零件的加工过程组织学习内容,灵活设置引导问题,践行“做中学,学中做”的教学理念。

(2)采取螺旋式上升的方式设计相邻两个任务的内容与难度,既能帮助学生巩固之前学习的技能,又能引导学生发现、解决新的问题;同时以图代文,配以微视频,使学习内容易读易懂。

(3)在学生评价环节,注重加工零件的尺寸检测,并以判断样品是“合格件”还是“报废件”来代替“学习分数”,更加贴近企业产品评价方式。

(4)每个任务结束后,以思维导图的形式进行任务总结,并配置一定数量的知识巩固题和零件加工训练题,以强化相关知识与技能的学习效果。

本书任务一至任务十为单项技能训练,任务十一、任务十二为综合技能训练,任务十三、任务十四为批量零件编程与加工训练,任务十五为“1+X”考核训练。本书主要教学内容及参考课时安排如下:





典型任务	参考课时	合 计
任务一 运行热机程序	3	75
任务二 手动车削光轴	4	
任务三 车削圆柱销	8	
任务四 车削低台阶轴	8	
任务五 车削圆弧轴	8	
任务六 车削高台阶轴	9	
任务七 车削球头轴	9	
任务八 车削外沟槽轴	9	
任务九 车削阶梯孔驱动轴	9	
任务十 车削外螺纹轴	8	
任务十一 车削波浪型螺纹轴	16	32
任务十二 车削锥形连接杆	16	
任务十三 车削端盖零件	12	24
任务十四 车削系列支承杆	12	
任务十五 车削模具心轴	6	6
总计		137

本书由玉环市中等职业技术学校徐敬东任主编,玉环市中等职业技术学校杨帆、台州市路桥中等职业技术学校陈春阳、玉环市中等职业技术学校王中宝和倪亮明任副主编,参加编写的还有玉环市中等职业技术学校王磊、浙江海德曼智能装备股份有限公司王建林。其中,任务二至任务六及任务十四由徐敬东编写,任务七和任务八由杨帆编写,任务十一和任务十二由陈春阳编写,任务九和任务十由王中宝编写,任务十三和任务十五由倪亮明编写,任务一由王磊编写。徐敬东负者统稿和定稿,衢州中等专业学校特级教师杨宗斌担任主审。本书在编写过程中得到了浙江海德曼智能装备股份有限公司王建林等企业技术人员的大力支持,在此对他们表示衷心的感谢!此外,编者参考了大量相关资料,在此对相关作者一并表示感谢!

由于编者水平有限,书中难免存在不妥之处,恳请读者批评指正。

编 者





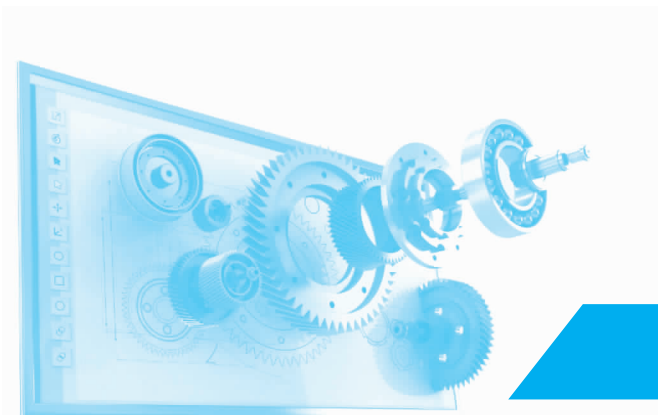
# Contents

## 目录

---

任务一	运行热机程序	1
任务二	手动车削光轴	16
任务三	车削圆柱销	27
任务四	车削低台阶轴	40
任务五	车削圆弧轴	55
任务六	车削高台阶轴	71
任务七	车削球头轴	87
任务八	车削外沟槽轴	105
任务九	车削阶梯孔驱动轴	127
任务十	车削外螺纹轴	146
任务十一	车削波浪型螺纹轴	166
任务十二	车削锥形连接杆	188
任务十三	车削端盖零件	210
任务十四	车削系列支承杆	228
任务十五	车削模具心轴	247
附录		260
参考文献		262





## 任务一

# 运行热机程序



### 任务布置

学校数控车间里的数控车床较长时间处于停机状态。在使用机床切削加工前，请在 3 工日内根据图 1-1 所示的热机程序单完成 8~10 min 的热机工作。要求：在熟悉数控车床操作面板的基础上，正确输入并运行热机程序。



图 1-1 热机程序单



### 任务分析

首次操作机床运行热机程序，需要对数控车床结构、数控操作面板、数控车床坐标系等相关知识进行学习。





## 1. 数控车床的分类

数控车床的分类见表 1-1。

表 1-1 数控车床的分类

主要类型	具体分类	特 点
按主轴位置分类	立式数控车床	主轴垂直于水平面,具有较大圆形工作台,适宜加工中、小型盘盖类等复杂零件
	卧式数控车床	主轴平行于水平面,又分水平导轨卧式数控车床和倾斜导轨卧式数控车床
按系统功能分类	经济型数控车床	一般采用开环或闭环控制系统,机床结构简单,加工精度适中,适用于加工精度要求不高、有一定复杂程度的工件
	全功能型数控车床	一般采用闭环控制系统,机床辅助功能完善,自动化程度高,适用于加工精度要求高、形状复杂、工序与品种多变的零件
	数控车削中心	以全功能型数控车床为主体,并配置刀库、换刀机械手、分度装置、铣削动力头等,可实现多工序复杂工件加工




{引导问题 1}根据表 1-1 的信息,写出表 1-2 中数控车床的准确名称。

表 1-2 数控车床的名称

分类方式	车床名称
根据主轴位置分类	 (                    )
	 (                    )



续表

分类方式	车床名称
根据系统功能分类	 ( )
	 ( )
	 ( )

## 2. 数控车床的主要功能部件

数控车床的主要功能部件见表 1-3。

表 1-3 数控车床的主要功能部件

序 号	名 称	功 能
1	数控装置	对加工程序进行编译、运算和逻辑处理,从而驱动伺服系统控制机床动作
2	回转刀架	用于安装车刀并带动车刀做纵向、横向或斜向运动





续表

序 号	名 称	功 能
3	卡 盘	用来夹持工件,常用有三爪自定心卡盘和四爪单动卡盘
4	尾 座	用来安装后顶尖、钻头、铰刀等工具
5	安全防护门	起安全防护作用,门上有窥视孔
6	机床主体	支承和连接机床各个部件,保证各部件在工作时有准确位置关系

{引导问题 2}观察数控车床结构,对照表 1-3 信息,写出图 1-2 卧式数控车床各功能部件的名称。

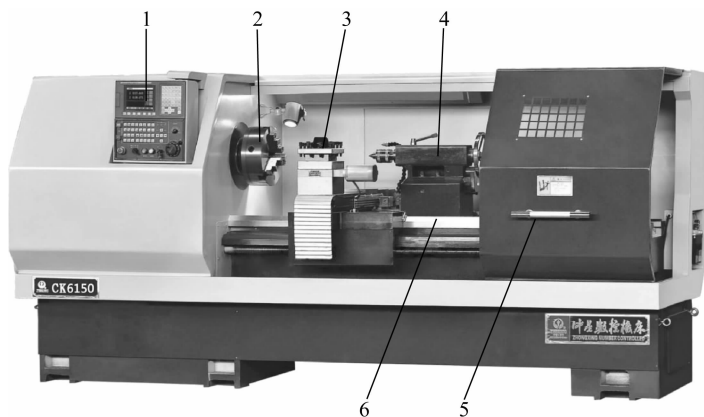


图 1-2 卧式数控车床各功能部件

1: \_\_\_\_\_ 2: \_\_\_\_\_ 3: \_\_\_\_\_  
4: \_\_\_\_\_ 5: \_\_\_\_\_ 6: \_\_\_\_\_

### 3. 认识数控车床操作面板

如图 1-3 所示,操作面板由上下两部分组成:上部分是数控系统操作面板(也称为 CRT/MDI 操作面板);下部分是机床操作面板,其又可分为电源控制区和机床控制面板,其功能见表 1-4。值得说明的是,数控系统操作面板由数控系统厂家提供,相同型号的数控系统操作面板完全相同;大部分机床操作面板由机床厂家自行设计与制作,其样式与布局存在差异,要以机床厂家的操作说明书为准。

表 1-4 操作面板的功能

序 号	部位名称	功 能
1	数控系统操作面板	主要在程序编辑与调试、对刀参数输入、机床当前加工状态的实时监控、机床维修参数修改等过程中实现人机对话

续表

序号	部位名称	功能
2	机床操作面板	电源控制区：主要用于机床数控系统的电源开启与关闭
		机床控制区：主要用于操作数控机床，包括操作模式选择、主轴选择与刀架移动操作、主轴倍率与刀架移动速率调节等

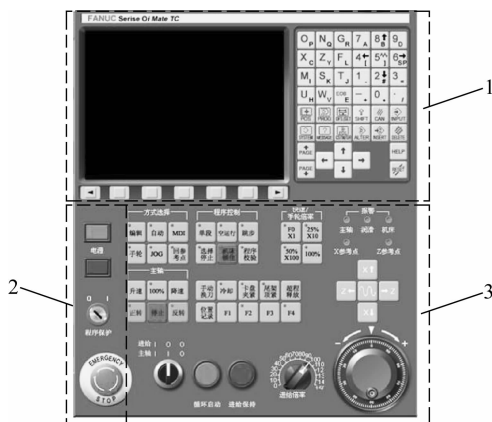


图 1-3 卧式数控车床各功能部件

{引导问题 3} 根据表 1-4 信息，写出图 1-3 数控操作面板中数字对应部位名称。

1: \_\_\_\_\_ 2: \_\_\_\_\_ 3: \_\_\_\_\_

#### 4. MDI 编辑器功能键名称与功能

数控系统操作面板由显示屏和 MDI 编辑器组成。FANUC Oi Mate-TD 数控系统 MDI 编辑器如图 1-4 所示。

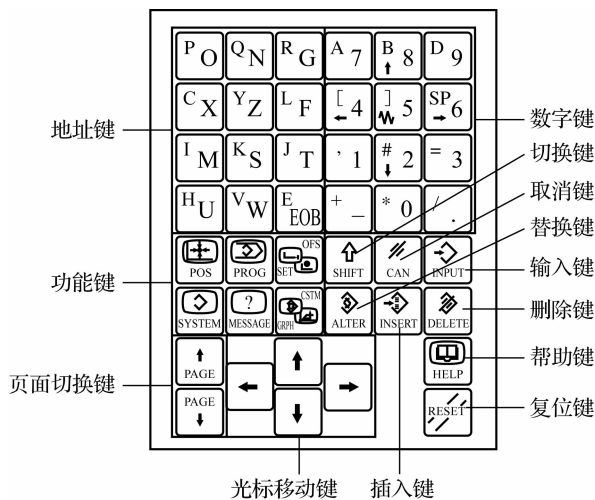


图 1-4 FANUC Oi Mate-TD 数控系统 MDI 编辑器





MDI 编辑器各功能键的名称与功能见表 1-5。

表 1-5 MDI 编辑器各功能键的名称与功能

名 称	按 键	功 能
位置键		按此键屏幕显示坐标位置信息页面。坐标位置信息有绝对、相对和综合三种显示页面,通过软件对称的选项进行切换
程序键		按此键进入程序显示和编辑页面。在编辑模式下,用于数控加工程序的编辑操作;在 MDI 模式下,用于输入并执行单段指令;在自动模式下,用于显示和调用程序进行自动加工
刀补/设定键		按此键显示刀补/设定页面。按此键依次显示刀补页面、SETTING 页面、坐标系页面,并可通过软键进行对应选项的切换
取消键		按此键可删除输入到屏幕上的最后一个字符或符号
系统参数键		按此键显示系统参数页面,用来显示数控系统各项参数
图形显示键		按此键显示图形参数设置或图形页面,可用于显示数控加工的刀具路径
信息键		按此键显示系统信息页面,用来显示系统的提示信息或报警信息
页面切换键		此键用于在屏幕上向前翻一页
页面切换键		此键用于在屏幕上向后翻一页
光标移动键		控制显示屏幕中光标上下左右四个方向移动
替换键		编辑程序时用此键替换光标所在位置的字符
插入键		编辑程序时用此键插入字符

续表

名 称	按 键	功 能
删除键		按此键删除光标所在位置的字符
输入键		用于输入刀具补偿数据、工件坐标系值,按下此键,显示屏幕下方出现输入栏的内容
结束键		主要用于每段程序编辑时的结束指令
切换键		按此键后可以输入相应地址键或数字键右下角的字符
复位键		当前状态解除、加工程序重新设置、机床紧急停止时使用此键
帮助键		打开数控系统的帮助功能,用来显示如何操作机床,如 MDI 键的操作,可在 CNC 发生报警时提供报警的详细信息

## 5. 机床操作面板各功能键的名称与功能

机床操作面板各功能键的名称与功能见表 1-6。

表 1-6 机床操作面板各功能键的名称与功能

名 称	按 键	功 能
机床工作方式选择键		
编辑方式键		按此键系统进入程序编辑状态,用于数控程序的输入和编辑操作
自动方式键		按此键系统进入自动运行状态,可以执行相应的加工程序
MDI 方式键		按此键系统进入 MDI 状态,可以手动输入若干程序段让机床执行
手轮方式键		按此键系统进入手轮工作状态,配合手轮可以使机床各轴手动连续移动
手动方式键		按此键系统进入手动工作状态,可以使机床各轴手动连续移动



续表

名称	按键	功能
回零方式键		按此键系统进入回参考点状态,在此状态下按下“X+”“Z+”可完成轴的回参考点操作
机床工作状态控制键		
单段执行键		按此键,程序自动运行时每按一次循环启动键,系统执行一条数控指令
空运行键		按此键,可用于观察刀具的运动轨迹,从而判定程序进给路线的正确性
跳步执行键		按此键,数控程序中带注释符合“/”的程序段不被执行
选择停键		按此键,程序中的 M01 指令执行有效
机床锁住		按此键,机床被锁住,各轴将无法移动
手动换刀		按此键,机床刀架转动一个刀位,实现手动换刀操作
手动冷却键		按此键,机床打开冷却液
主轴控制键		
主轴正转键		手动或手轮方式下,按此键主轴正转
主轴停止键		手动或手轮方式下,按此键主轴停止
主轴反转键		手动或手轮方式下,按此键主轴反转
转速升键		按此键可以提高主轴转速倍率,提高主轴转速
转速 100%键		按此键主轴倍率调整为 100%,主轴转速与设定转速相同



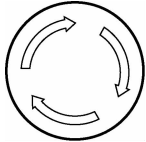
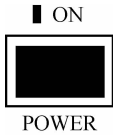
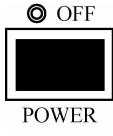
续表

名称	按键	功能
转速降键		按此键可以降低主轴转速倍率,降低主轴转速
轴进给控制键		
X/Z 向选择开关		采用手轮控制刀具移动时,此开关用来选择 X 或 Z 向方式移动
手轮		在手轮工作状态下,摇动手轮可控制刀架移动,手轮“—”向旋转,控制刀架向 X 轴或 Z 轴负向移动。反之,则控制刀架向 X 轴或 Z 轴正向移动
快速移动键		在手动方式下,按此键后,再按轴移动键,该轴按设定的快速移动速度运动
X 轴方向移动键		在手动方式下,按下此键,刀架向 X 轴负或正方向移动
Z 轴方向移动键		在手动方式下,按下此键,刀架向 Z 轴负或正方向移动
进给倍率开关		此开关可调整机床进给倍率,倍率范围为 0%~150%
手轮进给倍率键		通过此键可以调节手轮或快速移动倍率
系统控制键		
循环启动键		在自动方式下,按此键执行数控加工程序;在 MDI 方式下,按此键执行输入的程序段指令
进给保持键		在自动加工过程中,按此键可以使进给运动暂停,再次按此键程序继续运行





续表

名称	按钮	功能
急停按钮		在紧急情况下按下此按钮,机床停止一切动作,系统屏幕显示急停报警
NC 启动键		按此键接通系统电源,数控系统开机
NC 关闭键		按此键切断系统电源,数控系统关闭

{引导问题 4} 要想把加工程序输入数控系统,应当选择\_\_\_\_\_。

备选答案:A. 自动方式键 B. 手轮方式键 C. MDI 方式键 D. 编辑方式键

{引导问题 5} 利用手轮移动刀架时,应当选择\_\_\_\_\_。

备选答案:A. 手动方式键 B. 手轮方式键 C. MDI 方式键 D. 编辑方式键

## 6. 数控车床坐标系

为描述数控车床刀具运动,简化程序编写方法,需要引入坐标系概念。数控坐标系分为机床坐标系和工件坐标系,其中机床坐标系是生产厂家在数控机床上设定的坐标系,工件坐标系又称为编程坐标系,是编制零件程序时所使用的坐标系。

### 1) 机床坐标系

在卧式数控车床上,机床坐标系的原点(也称机床零点)一般设在主轴旋转中心与卡盘后端面的交点处,Z轴与车床导轨平行(取主轴轴线),正方向为刀具远离卡盘的方向(水平向右);X轴与Z轴垂直,正方向为刀具远离主轴轴线的方向。前置刀架机床坐标系如图 1-5 所示,后置刀架机床坐标系如图 1-6 所示。本书中的实例均以后置刀架进行讲解。机床坐标系是通过机床回参考点(也称回零)操作后自动建立的。当机床刀架到达参考点后,这时碰到了已预先设置好的行程开关或机械挡块,信号即刻传送到计算机系统,系统复位,此时 CRT 上显示系统已预设置好的 X0.000、Z0.000 坐标值,使机床与数控系统建立了同步关系,也就是让数控系统知道了机床零点的具体坐标位置,进而 CRT 上会实时准确地跟踪刀架在机床坐标系中运动的每一个坐标值。





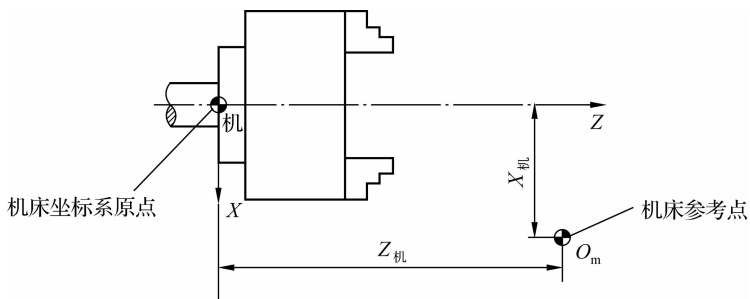


图 1-5 前置刀架机床坐标系

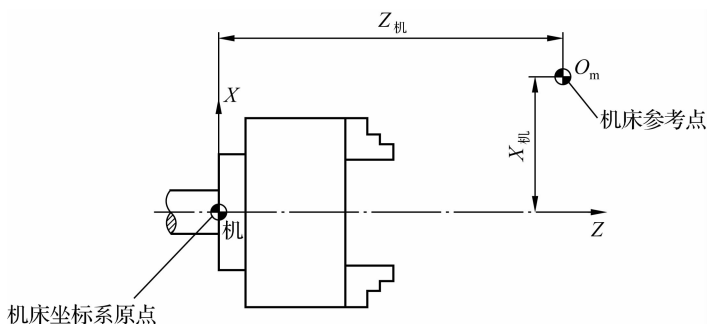


图 1-6 后置刀架机床坐标系

## 2) 工件坐标系

工件坐标系是编程人员为编写数控加工程序需要而建立的坐标系,其方向与机床坐标系方向保持一致。加工程序中的坐标值均以工件坐标系为依据。为编程方便,工件坐标系原点一般设在工件轴线与右端面的交点,如图 1-7 所示。

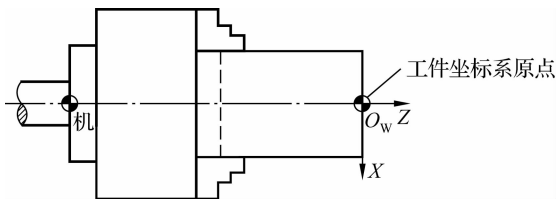


图 1-7 工件坐标系

## 3) 工件坐标系与机床坐标系的关系

刀架和刀具是按机床坐标系进行运动的,而描述刀具运动轨迹的加工程序则是按工件坐标系编写的,两者是相互独立的。为实现刀具运动轨迹与工件轮廓相吻合,应该将机床坐标系偏置到工件坐标系上,即实现机床坐标系与工件坐标系重合。在实际操作中,通常采用试切对刀操作来解决这个问题。对刀操作的具体方法将在模块一任务二中详细讲解。

{引导问题 6} 程序中的坐标位置是以\_\_\_\_\_来确定的。

(备选答案:A. 机床坐标系 B. 工件坐标系)



## 任务实施

### 1. 数控车床的开机与回参考点

数控车床的开机与回参考点操作见表 1-7。

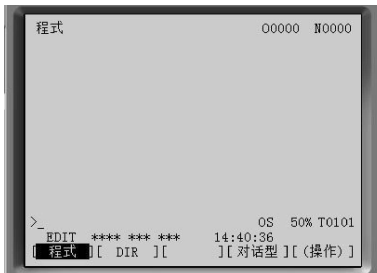
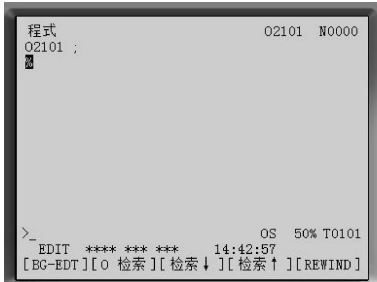
表 1-7 数控车床的开机与回参考点操作

序 号	操作任务	操作方法
1	通电前检查	(1) 机床电气控制门等是否关闭； (2) 检查润滑油油位是否正常； (3) 检查卡盘、扳手等工具是否已从机床上取下
2	开机	(1) 打开机床总电源开关； (2) 按下数控系统开关键，启动数控系统； (3) 将红色的急停按钮按顺时针方向旋转使其弹起
3	回参考点	(1) 按“回零方式”键使系统进入回零状态； (2) 分别长按“X+”键与“Z+”键，完成机床回参考点操作； (3) 检查确认机床控制面板上的回参考点指示灯是否亮起

### 2. 热机程序的输入

热机程序的输入操作见表 1-8。

表 1-8 热机程序的输入操作

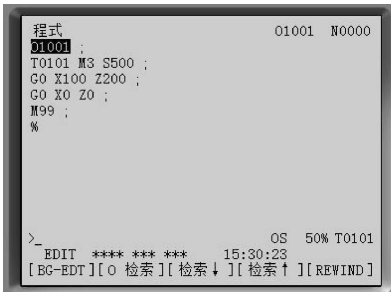
操作步骤	操作方法	操作效果
进入程序编辑页面	按下“EDIT”键，再按“PROG”键	
输入程序名	输入程序名“O2101”，按插入键“INSERT”，再按程序段结束符“EOB”，再按插入键“INSERT”	



视频  
加工程序的输入操作



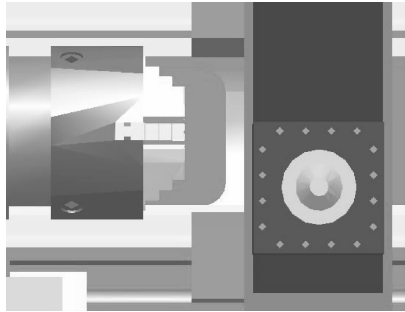

续表

操作步骤	操作方法	操作效果
输入程序内容	输入“T0101 M03 S500”，按“EOB”键，再按插入键“INSERT”，即可输入一个程序段。同样方法，输入所有程序内容。最后按复位键，使光标处于程序名位置	

### 3. 机床坐标系偏置到刀架参考点(中心)

机床坐标系偏置到刀架参考点(中心)操作见表 1-9。

表 1-9 机床坐标系偏置到刀架参考点(中心)操作

操作步骤	操作方法	操作效果
刀架移动至卡盘附近	(1)按下“手动方式”键； (2)长按“Z”方向移动键，将刀架左侧面移动至卡盘右侧约 200 mm 处； (3)长按“X-”方向移动键，将刀架后侧面大致移动至卡盘中心外	
机床坐标系原点设在刀架参考点(中心)	(1)按刀补设定键“OFS/SET”，按软键“补正”，在形状页内的 01 号刀补位置输入“X0”，按测量；再输入“Z0”，按测量； (2)按“POS”键，查看坐标位置页面中 X、Z 绝对坐标值是否为“X0 Z0”	

### 4. 运行热机程序

运行热机程序操作见表 1-10。



表 1-10 运行热机程序操作

操作步骤	操作内容	图 示
运行程序前准备工作	关闭机床防护门,选择倍率进给键 F0	
运行程序	按“自动方式”工作方式键,再按“循环启动”键,运行程序,此时,主轴正转,刀架运动。同时,将右手放在“进给保持”键位置,如出现异常情况,按下此键	



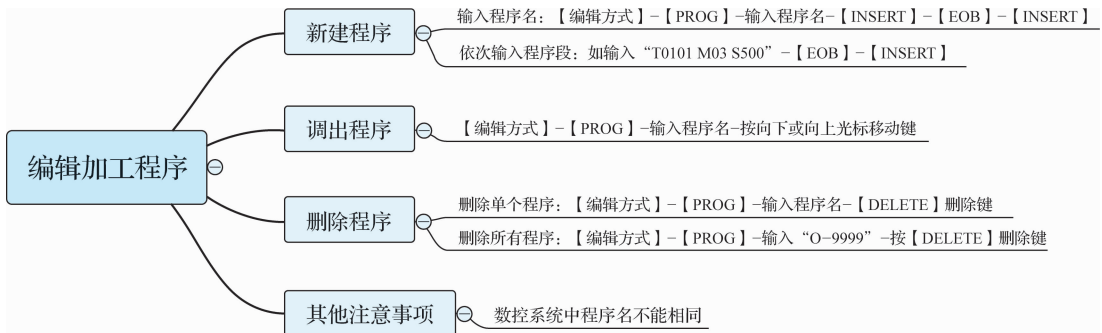
### 任务测评

评价内容	评价标准	评价结果
数控车床知识	能正确分辨不同类型的数控车床	<input type="checkbox"/> 掌握 <input type="checkbox"/> 需努力
	能口述数控车床操作面板的部位及功能	<input type="checkbox"/> 掌握 <input type="checkbox"/> 需努力
回参考点	能说出回参考点的操作步骤	<input type="checkbox"/> 掌握 <input type="checkbox"/> 需努力
	能规范进行回参考点操作	<input type="checkbox"/> 掌握 <input type="checkbox"/> 需努力
运行热机程序	能准确快速输入加工程序	<input type="checkbox"/> 掌握 <input type="checkbox"/> 需努力
	能独立运行热机程序	<input type="checkbox"/> 具备 <input type="checkbox"/> 需努力

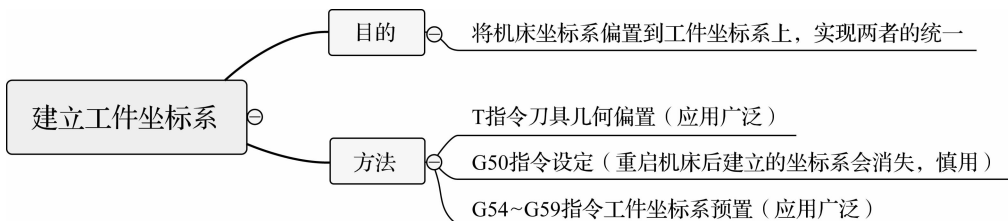


### 任务总结

#### 1. 编辑加工程序相关内容



## 2. 建立工件坐标系的目的与方法



### 拓展练习

- 数控车床坐标系包含\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_两个坐标轴。
- 通过\_\_\_\_\_操作可以将机床坐标系和工件坐标系联系起来。
- 在机床坐标系中,Z轴的正方向是\_\_\_\_\_,X轴的正方向是\_\_\_\_\_。
- 要想在数控系统中输入程序,应按下( )工作方式键。
  - 回零
  - 手动
  - 自动
  - 编辑
- 当要运行数控系统中已有的加工程序时,应选择( )工作方式键。
  - 回零
  - 手动
  - 自动
  - 编辑
- 数控车床通电后,需要及时进行( )操作。
  - 启动主轴
  - 回参考点
  - 安装刀具
  - 输入程序
- 数控程序手工输入中的删除键是( )。
  - INSERT
  - ALTER
  - DELET
  - POS
- 数控系统的核心是( )。
  - 伺服装置
  - 数控装置
  - 反馈装置
  - 检测装置

