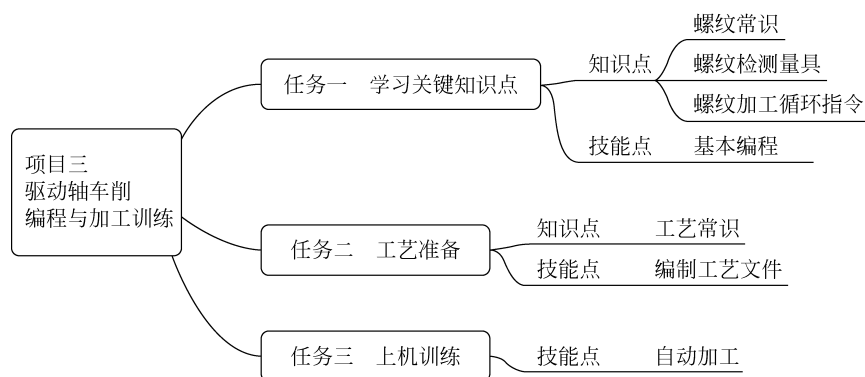


项目三 驱动轴车削编程与加工训练

➤ 思维导图



➤ 学习目标

知识目标

- (1) 了解螺纹轴的加工特点。
- (2) 理解螺纹加工循环指令中各参数的含义。

能力目标

- (1) 能够独立确定加工工艺路线,并正确填写工艺文件。
- (2) 能够正确操作数控车床,并根据加工情况调整加工参数。
- (3) 能够根据零件结构特点和精度合理选用量具,并正确、规范地测量相关尺寸。

素养目标

- (1) 培养学生的科学探究精神和态度。
- (2) 培养学生的工程意识。
- (3) 培养学生的团队合作能力。

螺纹轴零件广泛地应用于生产和生活中,主要由阶梯轴部分和螺纹部分构成。外螺纹部分用于与螺母连接,起到固定的作用。

➤ 任务引入

根据驱动轴零件图(见图 3-1)要求制定加工工艺,编写数控加工程序,并完成驱动轴零件的加工。该零件毛坯材料为 45 钢,调质处理,要求表面光整。

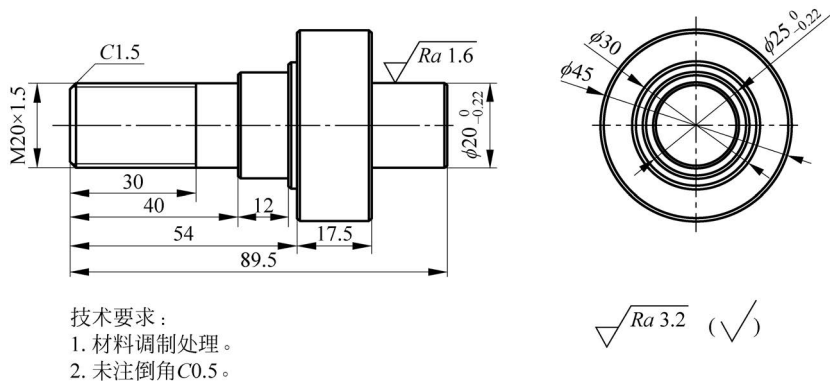


图 3-1 驱动轴零件图

任务一 学习关键知识点

3.1 螺纹常识

3.1.1 螺纹分类

一般情况下,螺纹按用途可分为连接螺纹(紧固螺纹)和传动螺纹、管螺纹和专用螺纹;按牙型可分为三角形螺纹、梯形螺纹、矩形螺纹、锯齿形螺纹和圆弧螺纹;按螺纹旋向可分为左旋螺纹和右旋螺纹;按螺旋线条数可分为单线螺纹和多线螺纹;按螺纹母体形状可分为圆柱螺纹和圆锥螺纹等。

3.1.2 公制螺纹的表示方法

ISO 标准公制螺纹牙型角为 60° ,可分为粗牙和细牙两种,如图 3-2 所示,其各部分的尺寸表示及各参数的含义如下。

P : 螺距。

β : 牙型角。

d_1 : 外螺纹小径。

D_1 : 内螺纹小径。

d_2 : 外螺纹中径。

D_2 : 内螺纹中径。

d : 外螺纹大径。

D : 内螺纹大径。

φ : 螺纹的螺旋升角。

螺纹的标注主要由螺纹代号、公称直径 $d(D)$ 、螺距 P 、公差带代号和旋合长度组成。普通公制螺纹代号用字母 M 表示。常见的螺纹通常为右旋螺纹,无须特殊标注;如果是左旋螺纹,则需要标注 LH。如果没有标注螺距 P ,则表示为粗牙螺纹,细牙螺纹需要标注螺距。

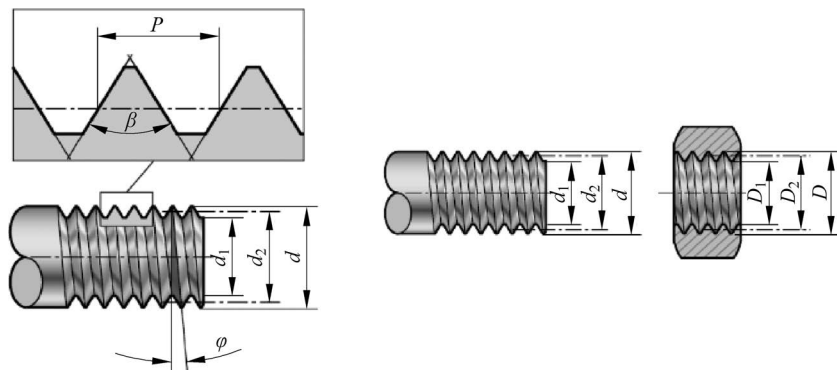


图 3-2 公制螺纹的尺寸表示法

例如, $M24 \times 1.5-6g$ 表示公称直径为 24mm, 螺距为 1.5mm, 公差带代号为 6g 的公制细牙普通螺纹。

3.1.3 螺纹车削相关尺寸计算

外螺纹大径 d = 公称直径, 在实际加工时, 由于外螺纹的公差主要为下偏差, 所以通常将外螺纹大径加工至 $d - 0.1P$, 外螺纹小径 $d_1 = D - 1.3P$ 。

3.2 螺纹检测量具

外螺纹主要用螺纹环规(见图 3-3)进行检测, 内螺纹用螺纹塞规进行检测, 两者都属于极限量规, 在生产中广泛应用。采用该量具可以快速检测零件是否合格, 但是不能测量出其具体尺寸数值。

注意: 在检测之前, 要看清螺纹环规标识, 包括公称直径、螺距及公差带代号等。另外, 还需清理干净被测螺纹油污及杂质, 然后在螺纹环规与被测螺纹对正后, 用大拇指与食指转动螺纹环规, 使其在自由状态下旋合。若通过螺纹全部长度, 则判定为合格; 若未通过螺纹全部长度, 则判定为不合格。



图 3-3 螺纹环规

3.3 基本指令

螺纹加工循环指令 G92 主要用于等螺距的直螺纹和锥螺纹切削加工。G92 指令的指令格式为:

G92 X(U) _ Z(W) _ R _ F _ ;

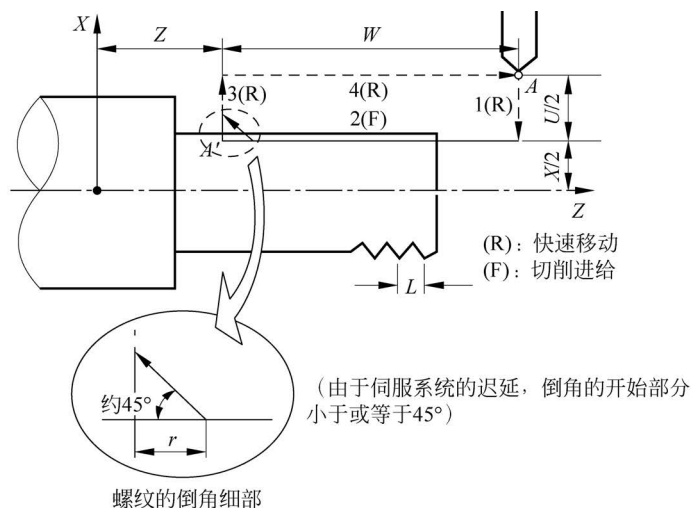
其中, $X(U) _ Z(W) _$ 表示螺纹的终点坐标; $R _$ 表示锥螺纹起点与终点在 X 轴方向的坐标增量(半径值), 在圆柱螺纹切削循环时, R 为“0”, 可省略; $F _$ 表示螺纹的导程 L , 对于单线螺纹, 导程 = 螺距 P 。

G92 指令的指令动作如图 3-4 所示, 刀具首先从循环起点沿着 X 轴快速进刀, 按照编

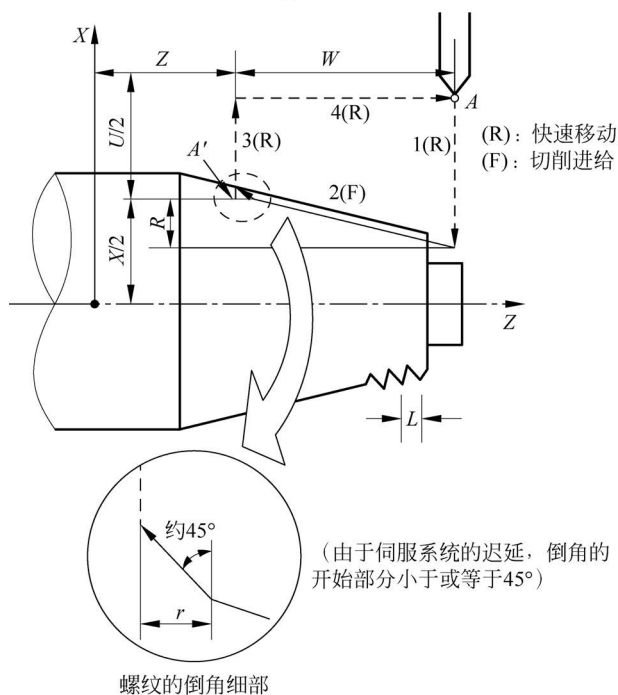
制轨迹切削加工,退刀,快速返回。在执行指令过程中,需要注意以下两点。

(1) 在执行螺纹加工循环指令过程中,主轴和进给倍率无效。

(2) 如果在螺纹切削中(第二个动作)应用进给暂停,则刀具立即一边执行倒棱处理一边退刀,并按照平面第二轴(X轴)、平面第一轴(Z轴)的顺序返回到起点。



(a) 直螺纹加工



(b) 锥螺纹加工

图 3-4 螺纹加工循环指令

任务二 工艺准备

3.4 零件图分析

根据零件的使用要求,选择 45 钢作为驱动轴零件的毛坯材料,毛坯下料尺寸定为 $\phi 50 \times 95$ 。在加工时,以 $\phi 50$ 毛坯外圆作为粗基准,粗、精加工右侧端面、 $\phi 20$ 和 $\phi 45$ 圆柱表面至要求尺寸,然后掉头装夹在 $\phi 20$ 外圆处(在装夹时注意做好保护,以防表面夹伤),加工零件左端 $\phi 25$ 、 $\phi 30$ 和 $M20 \times 1.5$ 外螺纹至要求尺寸。

注意: 在车削右侧 $\phi 25$ 外圆时,车削长度要足够。另外,在装夹毛坯时,应注意棒料伸出的长度,以免刀具与卡盘发生碰撞。

3.5 工艺设计

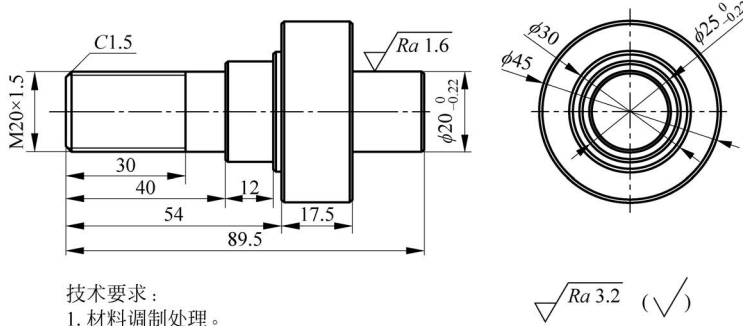
根据零件图分析,确定工艺过程,如表 3-1 所示。

表 3-1 工艺过程卡片

机械加工 工艺过程卡片		产品型号	CLJG-01	零部件序号	QDZ-01	第 1 页	
		产品名称	槽轮机构	零部件名称	驱动轴	共 1 页	
材料 牌号	C45	毛坯规格	$\phi 50 \times 95$	毛坯质量	kg	数量	1
工序号	工序名	工序内容		工段	工艺装备	工时/min	
						准结	单件
5	备料	按 $\phi 50 \times 95$ 尺寸备料		外购	锯床		
10	车加工	以 $\phi 50$ 毛坯外圆作为粗基准,粗、精加工驱动轴零件		车	车床外 径千分尺	45	30
15	车加工	以已加工完成的驱动轴零件及 $\phi 20$ 外圆作为精基准(尽量同轴),粗、精加工 $\phi 25$ 、 $\phi 30$ 外圆表面及 $M20 \times 1.5$ 外螺纹,并保证长度要求		车	车床外 径千分尺	45	30
20	清理	清理工件,锐角倒钝		钳			5
25	检验	检验工件尺寸		检			5

本训练任务针对第 10、第 15 工序车削加工,进行工序设计,制订工序卡片,如表 3-2 所示。

表 3-2 车削加工工序卡片

机械加工 工序卡片	产品型号	CLJG-01	产品型号	CLJG-01	第 1 页		
	产品名称	槽轮机构	零部件名称	驱动轴	共 1 页		
 技术要求： 1. 材料调制处理。 2. 未注倒角C0.5	工序号	10、15					
	工序名	车加工					
	材料	C45					
	设备	数控车床					
	设备型号	CK6150e					
	夹具	三爪自定心卡盘					
	量具	游标卡尺					
		千分尺					
	准结工时		90min				
单件工时		60min					
工步	工步内容	刀具	S/ (r/min)	F/ (mm/r)	a _p / mm	工步工时/min	
						机动	辅助
1	工件安装						5
2	粗加工 φ20 和 φ45 外圆表面及端面,精加工余量为 0.2mm	外圆粗车刀	1200	0.2	1.5	15	
3	精加工 φ20 和 φ45 外圆表面及端面	外圆精车刀	1500	0.1	0.2	10	
4	粗加工 φ20、φ25 和 φ30 外圆表面及端面,精加工余量为 0.2mm	切断刀(刀宽 3mm)	700	0.07	0.1	15	
5	加工 M20×1.5 外螺纹	外螺纹车刀	500	1.5		10	5
6	拆卸、清理工件						5

3.6 数控加工程序编写

根据工序加工工艺,分别编写右端加工程序和左端加工程序,如表 3-3 和表 3-4 所示。

表 3-3 驱动轴右端数控加工程序

序号	程 序 语 句	注 解
	O0001;	右侧数控加工程序
N1	T0101;	调用外圆车刀
	G97 G99 S800 M03;	设定恒转速控制,进给量单位为 mm/r,主轴转速为 800r/min,正转
	G0 X52 Z2 M8;	快速定位到循环起点(X52,Z2)处,打开冷却液
	G71 U1.5 R0.5;	调用纵向粗加工循环指令
	G71 P10 Q20 U0.4 W0 F0.2;	径向精加工余量为 0.4mm(单边 0.2mm),轴向精加工余量为 0.05mm,进给量为 0.2mm/r
N10	G0 X0;	
	G1 G42 Z0;	

续表

序号	程序语句	注 解
	X20 C0.5;	
	Z-18;	
	X45 C0.5;	
	Z-40;	
N20	G1 G40 X52;	
	G0 X100 Z150;	快速退刀至(X100,Z150)处
	M5;	停转主轴
	M9;	关闭冷却液
	M01;	选择性暂停(需要按下选择性暂停按键才起作用),用于观察粗加工完成情况
N2	T00101;	调用外圆车刀
	G97 G99 S900 M3;	设定恒转速控制,进给量单位为 mm/r,主轴转速为 900r/min,正转
	G0 X52 Z2 M8;	快速定位到循环起点(X32,Z2)处,打开冷却液
	G70 P10 Q20 F0.1;	调用精加工循环指令,进给量为 0.1mm/r
	G0 X100 Z150;	快速退刀至(X100,Z150)处
	M5;	停转主轴
	M9;	关闭冷却液
	M30;	程序结束

表 3-4 驱动轴左端数控加工程序

序号	程序语句	注 解
	O0002;	左侧数控加工程序
N1	T0101;	调用外圆车刀
	G97 G99 S900 M3;	设定恒转速控制,进给量单位为 mm/r,主轴转速为 900r/min,正转
	G0 X52 Z10;	快速定位到(X52,Z10)处
	G71 U1.5 R0.5;	调用纵向粗加工循环指令,背吃刀量为 1.5mm,退刀量为 0.5mm
	G71 P30 Q40 U0.4 W0.05 F0.18;	径向精加工余量为 0.4mm(单边 0.2mm),轴向精加工余量为 0.05mm,进给量为 0.18mm/r
N30	G0 X0;	
	G1 G42 Z0;	
	X19.85 C1.5;	
	Z-40;	
	X30 C0.5;	
	Z-52;	
	X35 C0.5;	
	Z-54;	
	X44;	
	X46 Z-55;	
N40	G1 G40 X52;	

续表

序号	程序语句	注解
	G0 X100;	径向退刀
	Z150;	轴向退刀
	M5;	停转主轴
	M9;	关闭冷却液
	M01;	选择性暂停(需要按下选择性暂停按键才起作用),用于观察粗加工完成情况
N2	T00101;	调用外圆车刀
	G97 G99 S900 M3;	设定恒转速控制,进给量单位为 mm/r,主轴转速为 900r/min,正转
	G0 X52 Z2 M8;	快速定位到循环起点(X52,Z2)处,打开冷却液
	G70 P30 Q40 F0.1;	调用精加工循环指令,进给量为 0.1mm/r
	G0 X100 Z150;	快速退刀至(X100,Z150)处
	M5;	停转主轴
	M9;	关闭冷却液
	M01;	选择性暂停(需要按下选择性暂停按键才起作用),用于观察粗加工完成情况
N3	T0202;	调用外螺纹车刀
	G97 G99 S500 M3;	设定恒转速控制,进给量单位为 mm/r,主轴转速为 500r/min,正转
	G0 X22 Z5 M8;	快速定位到循环起点(X22,Z5)处,打开冷却液
	G92 X19 Z-30 F1.5;	调用螺纹加工循环指令 G92,第一次切削,进给量 F 为 1.5mm/min
	X18.4;	第二次切削
	X18.2;	第三次切削
	X18.05;	第四次切削
	X18.05;	光整牙型表面
	G0 X100 Z150;	快速退刀至(X100,Z150)处
	M5;	停转主轴
	M9;	关闭冷却液
	M30;	程序结束

任务三 上机训练

3.7 设备与用具

设备: CK6150e 数控车床。

刀具: 外圆车刀、切断刀(刀宽 3mm)。

夹具: 三爪自定心卡盘。

工具: 卡盘扳手、刀架扳手等。

量具: 0~150mm 游标卡尺、0~25mm 外径千分尺。

毛坯： $\phi 50 \times 95$ 。

辅助用品：垫刀片、毛刷等。

3.8 开机前检查

参考表 3-5 对机床状态进行点检。

表 3-5 机床开机准备卡片

检 查 项 目		检 查 结 果	异 常 描 述
机械部分	主轴部分		
	进给部分		
	刀架		
	三爪自定心卡盘		
电器部分	主电源		
	冷却风扇		
数控系统	电气元件		
	控制部分		
	驱动部分		
辅助部分	冷却系统		
	压缩空气		
	润滑系统		

3.9 加工前准备

在加工前,应先将本任务所需刀具准备齐全,并安装正确。根据工艺要求设定工件原点,录入数控加工程序,并进行图形校验。

3.10 零件加工

在图形校验过程验证无问题后,即可进行零件加工。在零件加工前,应详细了解机床的安全操作要求,穿戴好劳动保护服装和用具。在进行零件加工时,应熟悉数控车床各操作按键的功能和位置,了解紧急状况的处置方法。在加工过程中,尤其是在即将切削之前,应对照显示屏“余移动量”栏显示的剩余移动量,观察刀具与工件之间的实际距离。若实际距离与剩余移动量相差过大,则应果断停机检查,以免发生撞机事故。若有异常,则应及时停止机床运动。

3.11 零件检测

在零件加工完成后,应当认真清理工件,并按照质量管理的相关要求,对加工完成的零件进行相关检验,保证生产质量。机械加工零件“三级”检验卡片如表 3-6 所示。

表 3-6 机械加工零件“三级”检验卡片

零部件图号		零部件名称		工 序 号	
材料		送检日期		工序名称	
检验项目	自检结果	互检结果	专业检验	备注	
检验结论	☐ 合格 ☐ 不合格 ☐ 返修 ☐ 让步接收 检验签章： 年 月 日				
不符合项描述					

项目总结

驱动轴作为数控车床的典型加工零件,在生产和生活中应用广泛。根据设备情况和精度要求,其加工工艺也会存在一些差别。编程人员及操作人员需要结合加工条件,合理制定加工工艺,以提高零件的加工精度和生产效率。

课后习题

1. 填空题

- 螺纹按用途可分为_____和_____、_____和_____。
- 在 FANUC 系统数控车床内、外圆切削单一固定循环采用_____指令来指定,而端面切削循环则采用_____指令来指定。
- 如果没有标注螺距 P ,则表示为_____,_____需要标注螺距。
- G92 指令主要用于等螺距的_____和_____切削加工。
- 我们常常查表确定螺纹加工的进刀量,且进刀量需要遵循_____原则。

2. 判断题

- 螺纹加工循环指令 G92 只能用于车削直螺纹,而不能车削锥螺纹。 ()
- 在 G92 指令执行过程中,机床面板上的进给速度倍率旋钮和主轴速度倍率旋钮均无效。 ()
- G92 指令为模态代码。 ()

(4) 在螺纹检测量具的选择上,外螺纹主要用螺纹环规检测,内螺纹用螺纹塞规检测。

()

(5) G92 指令的指令格式中“F”表示的是进给速度。

()

3. 选择题

(1) 加工表面多而复杂的零件,工序划分常采用()。

A. 按所用刀具划分

B. 按安装次数划分

C. 按加工部分划分

D. 按粗精加工划分

(2) 在确定数控机床坐标轴时,一般应先确定()。

A. X 轴

B. Y 轴

C. Z 轴

D. A 轴

(3) 下列叙述中错误的是()。

A. 每个存储在系统中的数控程序必须制定一个程序号

B. 程序段由一个或多个指令构成,表示数控机床的全部动作

C. 在大部分系统中,程序段号仅作为“跳转”或“程序检索”的目标位置指示

D. FANUC 系统的程序注释用“()”括起来

(4) 以下选项不是用于螺纹加工的指令是()。

A. G32

B. G90

C. G92

D. G71

(5) 用 FANUC 系统指令“G92 X(U)___ Z(W)___ F ___;”加工双线螺纹,则该指令中的“F”是指()。

A. 螺纹导程

B. 螺纹螺距

C. 每分钟进给量

D. 螺纹起始角

4. 简答题

(1) 简述螺纹的分类。

(2) 简述螺纹的测量方法。

(3) 简述螺纹加工循环指令 G92 的主要应用场合。

5. 综合编程题

根据图 3-5 所示的驱动轴图纸,按照要求编写驱动轴数控加工程序,并完成零件加工。

自我学习检测评分表如表 3-7 所示。

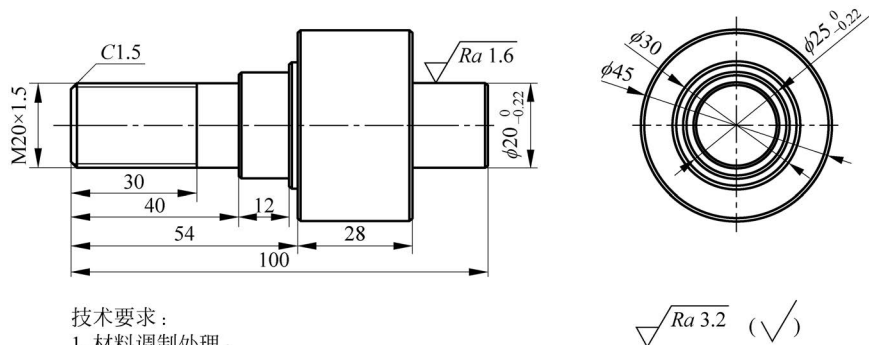


表 3-7 自我学习检测评分表

项 目	目 标 要 求	分值	评 分 细 则	得分	备注
学习关键 知识点	(1) 了解螺纹轴的分类及其加工特点 (2) 能正确使用螺纹检测量具 (3) 掌握螺纹加工循环指令的使用,理解各参数的含义	20	理解与掌握		
工艺准备	(1) 能够正确识读零件图 (2) 能够独立确定加工工艺路线,并正确填写工艺文件 (3) 能根据工序加工工艺,编写正确的加工程序	30	理解与掌握		
上机训练	(1) 能够根据零件结构特点和精度合理选用量具,并正确、规范地测量出相关尺寸 (2) 掌握驱动轴车削加工的操作流程 (3) 能够正确操作数控车床,并根据加工情况调整加工参数	50	(1) 理解与掌握 (2) 操作流程		



思政小课堂