

三国精密——海大职校现代学徒制试点实训教材

# 加工中心加工

主 编：陶莉华 丁 钰 陆晨晖



上海海事大学附属职业技术学校  
上海三国精密机械有限公司



# 目录>>>

模块一：加工中心机床操作安全教育与操作规程 / 1

任务一 安全教育 / 2

任务二 操作面板（FANUC） / 3

任务三 操作规程 / 5

模块二：座盘垫块加工 / 9

任务一 素养教育 / 10

任务二 识图 / 11

任务三 工艺设计 / 13

任务四 加工生产 / 14

任务五 质量检测 / 18

任务六 思考题 / 19

模块三：圆筒加工 / 21

任务一 素养教育 / 22

任务二 识图 / 22

任务三 工艺设计 / 24

任务四 加工生产 / 25

任务五 质量检测 / 27

任务六 / 28

模块四：支架加工 / 29

任务一 素养教育 / 30

任务二 识图 / 31

任务三 工艺设计 / 33

任务四 加工生产 / 34

任务五 质量检测 / 37

任务六 思考题 / 38

任务七 / 38

模块五：加工中心维护与保养 / 39

任务一 加工中心维护与保养一览表 / 40

任务二 常用夹具的维护与保养 / 41

The background features a light blue and white color scheme with various geometric and technical motifs. In the bottom left, there are several interlocking gears of different sizes. Scattered throughout the page are various types of arrows: solid lines with arrowheads, dashed lines with arrowheads, and dotted lines with arrowheads. Some arrows are straight, while others are curved or bent at right angles. There are also hexagonal shapes, some solid and some outlined, arranged in a grid-like pattern in the bottom right. The overall aesthetic is clean, modern, and technical.

# 模块一：加工中心

## 机床操作安全教育与操作规程

1. 学生必须在教师指导下，按照操作步骤进行数控机床操作，熟悉所用数控铣床的使用环境、条件和工作参数等，严格按机床和系统的使用说明书要求正确合理地操作机床。
2. 禁止多人同时操作，强调单人单机操作。数控机床的使用一定要有专人负责，严禁其他人员随意动用数控设备。
3. 学生应在操作步骤完全清楚时，才能进行操作，遇到问题立即报告指导老师。
4. 数控铣床的开机、关机顺序，应按照机床说明书的规定操作
5. 操作中遇到机床出现异常，应立即停止操作，并报告指导老师。
6. 主轴起动开始切削之前一定要关好防护门，程序正常运行中严禁开启防护门
7. 加工程序应经过指导教师检查无误后，才能进行操作运行
8. 开机前应先检查机床各部是否正常，润滑系统是否正常。
9. 手动回归原点时，注意机床各轴当前位置要距离原点  $-100\text{mm}$  以上。然后再进入其他运行方式，以确保各坐标轴的正确性
10. 使用手轮或快速移动方式移动各轴位置时，一定要看清楚机床X、Y、Z轴各方向“+、-”号标牌后再移动，方向无误后，方可加快移动速度。
11. 用量块对刀长时，量块插入与Z轴移动动作两者要分步进行，否则，量块在工件与刀具之间移动Z轴，刀尖易被撞坏。
12. 学生编完程序和将程序输入机床后，要通过指导老师检查无误后，方可进行加工。
13. 服装应整齐，女同学头发不应超过领口。不准在基地内嬉戏打闹。
14. 爱护公物、人人有责，各项设施服务于学生和生产，故意损坏，照价赔偿。
15. 关机时，要等主轴停转3分钟后进行。
16. 每组结束实训时，必须清扫机床。
17. 要认真填写数控机床的工作日志，做好交接工作，消除事故隐患。
18. 数控铣床在自动执行时，Z向距工件200毫米以内可以用G01运行。严禁用G00向下运行，以免撞刀事故的发生。
19. 使用数控铣床时，严禁在坐标系G54 00处输入数值。

### 一、屏幕控制键的功用（编辑区）

1. POS（位置键）：按此键显示位置画面。可切换至各轴坐标系读数显示界面，分别显示绝对、相对、综合坐标系。
2. PROG键：按此键显示程序画面（程序画面、程序编辑画面显示；再按MDI可显示MDI编辑画面）。
3. OFS/SET键：按此键显示刀偏/设定画面。在刀具磨损、形状工件平移、设程式和工件坐标系设定等5个页面间切换。用于设置偏置量、磨损量、工件坐标系等。
4. SHIFT键：用于编辑区各按键右下角字符的输入。
5. CAN（取消键）：用于删除屏幕中的文字或符号。
6. INPUT（输入键）：用于参数偏置、刀具磨损值的输入，G54-G59等工件坐标系偏置量的输入，MDI方式的指令数据的输入，DNC是输入程序等。
7. SYSTEM键：按此键显示系统画面。
8. MESSAGE键：按此键显示信息画面（进行报警号和报警信息的显示）。
9. CSTM/GR 键：按此键显示用户宏画面或显示图形画面，用于程序的图象显示。（模拟加工时用）。
10. ALTER（替换键）：用于程序输入时单个错误字符的修改。
11. INSERT键：用于编制程序时字符的输入或插入。
12. DELETE键：程序或数据的删除。
13. PAGE（↑）键：上翻页。
14. PAGE（↓）键：下翻页。
- ↓
15. ← →键：光标上、下、左、右移动键。
- ↑
16. RESET（复位键）：用于解除报警；CNC复位；在程序界面时按此键、光标返回到程序头。

### 二、操作控制键的功用（操作区）

1. EDIT（编辑键）：按此键可进入程序编辑状态。
2. AUTO（自动键）：按此键可进入程序自动运行状态。

3. MDI 键：在程序显示画面中编制不超过十句的程序段。
4. X手摇键：配合手轮使用，按此键可进入X方向移动状态。
5. Z手摇键：配合手轮使用，按此键可进入Z方向移动状态。
6. JOG（手动键）：可进入手动进给状态。
7. ZRN（回零键）：按此键可进行机床回零（返回参考点）。
8. X轴回零键：此键灯亮说明X轴完成回零。
9. Z轴回零键：此键灯亮说明Z轴完成回零。
10. 系统电源键（绿）：按此键系统电源接通。
11. 系统电源键（红）：按此键系统电源断开。
12. 急停按钮：当遇到故障时按下此按钮，机床运行停止。
13. 主轴正转键：按此键主轴顺时针方向转动。
14. 主轴反转键：按此键主轴逆时针方向转动。
15. 主轴停止键：按此键主轴停止转动。
16. 空运行键：模拟程序运行。机床按参数设定的速度移动用于工件从盘上卸下时检查机床的运动。
17. 机床锁住键：按下此键指示灯亮，机床不移动，但显示器上各轴位置在改变，用于检查程序是否正确。
18. 进给倍率旋钮：调整进给速度的快慢。
19. 主轴倍率旋钮：调整主轴转速的高低。
20. 自动键：按此键进入程序自动加工状态。
21. 循环启动键：在自动运行状态下，按下此键程序自动运行。
22. 进给保持键：自动运行期间，在下列状态CNC进入进给保持状态并且停运行。
23. 单段键：按下此键，程序每次执行完当前段后即停止，需再次按下循环启动按钮，执行下一程序段，主要用于一步一步地检查刀具运动是否正确。通常在首件试切时用。
24. 跳步键：按下此键，指示灯亮，自动运行带/的程序段时，则该程序段被跳过不执行。主要用于重点程序段的修调或检查。
25. 点动键：点按此键，主轴瞬时转动后停止。
26. 冷却键：按下此键、冷却液打开，再按停止。
27. 选刀键：手动选刀，按下此键，刀架按厂家设定的方向进行转动，变换刀位，用于选择刀具。
28. 保护旋钮：将此旋钮旋到I时、数据能够输入，旋到O时不能输入数据。主要用于机床数据的



输入与保护。

29. 软键：CRT画面最下一行所显示的内容进入相应的画面。

## 任务

### 三

## 操作规程

### 1. 数控铣床建立机床坐标系（回零点）的步骤是什么？

（1）开机；

（2）将三轴机械坐标运行至-100以上（大连XD--30铣床的X轴机械坐标正100以上），按回零键，按Z键，使Z轴指示灯点亮，接着按下“+”键后松开，则Z轴开始回零，当Z轴指示灯不断闪烁时，表示Z轴已回到位；

（3）其他两坐标轴的回零操作步骤与Z轴回零时相同。

#### ◆注意事项：

•为了避免刀具与平口钳或者工件发生干涉，应首先让Z轴返回零点。

### 2. 平口钳的找正步骤和方法：

（1）将百分表各组件安装好；

（2）将百分表的磁力表座置于铣床主轴上；

（3）将百分表的测头垂直于平口钳固定钳身的钳口上，轻压1mm，然后在手摇状态下，移动工作台，看表针是否摆动，其摆动量即为误差值；

（4）调整平口钳位置误差，至百分表的表针无摆动；

（5）将平口钳紧固；

（6）再次检测；

（7）将百分表的表头取下、放入盒内，取下百分表的磁力表座，放入盒内。

#### ◆平口钳找正时的注意事项：

（1）要注意保护好百分表，不要让精密量具受损坏；

（2）及时调整百分表测头的压紧量，偏摆值不得过大。

### 3. 工件的找正方法

（1）用划针盘找正工件的步骤和方法：（粗找正）

1) 首先所要加工的工件装平口钳上，用扳手轻夹；

2) 根据工件的高度，调整划针盘的高度；

3) 将划针头贴近工件上表面，观察其与表面间各点的间隙，反复调整，直到与划针接触高度相等为止；

4) 移走划针盘，夹紧工件，找正完毕。

(2) 用百分表找正工件的步骤和方法：（精找正）平面度、直线度

- 1) 同平口钳找正第一、二步，安放好百分表；
- 2) 将百分表的测头垂直于工件表面，轻压；
- 3) 用手摇移动工件，观察表针的摆动量；
- 4) 调整工件的高度，至百分表的表针无摆动，夹紧工件；
- 5) 再测，再夹紧，再测，至到百分表的表针无摆动，找正完毕；
- 6) 将百分表的表头取下、放入盒内，取下百分表的磁力表座，放入盒内。

◆**注意事项与平口钳找正相同。**

#### 4. 建立工件坐标系的步骤

(1) 在MDI状态下输入所需的主轴转速，然后按循环启动键，启动主轴转动；

(2) 在手摇状态下，将铣刀移向工件的左侧面，使铣刀轻微接触工件侧面，然后按“POS”键，显示当前坐标画面，然后输入“X”，再按画面下面的起源键，将X相对坐标设置为0；

(3) 将主轴沿Z正向抬刀，然后移向工件的右侧面，使铣刀轻微接触工件侧面，这时观看显示屏中X相对坐标值及正负；

(4) 按下OFS/SET键，再按下屏幕下边的坐标系对应的软键，后把光标移到G54、号为01的坐标系中的X坐标上，然后输入第3步骤中所看到的X坐标值的一半及其正负，再按下与测量对应的软键，则X方向的坐标原点已建立在工件的X向中心；

(5) Y轴的对刀与上述X轴的对刀一样，只是把刀具移向工件的前、后侧面而已；

(6) “X”“Y”轴对刀完成后，把铣刀移至工件上表面，使铣刀轻微接触工件表面，然后进入上述步骤中的画面，输入Z0，按下测量即可；

(7) 工件对刀完成，工件坐标系建立在工件上表面的中心。

#### 5. 铣刀的装、卸方法

◆**刀柄在主轴上的装卸方法**

(1) 确认刀具和刀柄的重量不超过机床规定的许用最大重量；

(2) 清洁刀柄锥面和主轴锥孔，主轴锥孔可使用主轴专用清洁棒擦拭干净；

(3) 左手握住刀柄，将刀柄的凹槽对准主轴的端面键，垂直伸入到主轴内，不可歪斜；

(4) 在手动状态下，右手按换刀按钮，压缩空气从主轴内吹出以清洁主轴和刀柄，按住此按钮，直到刀柄锥面与主轴锥孔完全贴合后，松开按钮，刀柄即被拉紧；

(5) 确认刀具确实被拉紧后才能松手；

(6) 卸刀柄时，在手动状态下，先用左手握住刀柄，再用右手按换刀按钮（否则刀具从主轴内

掉下，可能会损坏刀具、工件和夹具等），取下刀柄。卸刀柄时，必须要有足够的动作空间，刀柄不能与工作台上的工件、夹具发生干涉。

### ◆在装刀座上装、卸弹簧夹头刀柄的方法：

- 1) 将刀柄放入装刀座并卡紧；
- 2) 根据刀具直径尺寸选择相应的卡簧，清洁工作表面；
- 3) 将卡簧套按入锁紧螺母中；
- 4) 将铣刀装入卡簧套孔中，卡住适当长度；
- 5) 用扳手顺时针锁紧螺母；
- 6) 检查。
- 7) 卸刀时反向操作。

### ◆装、卸刀时的注意事项：

装、卸时各部件都应擦净涂油，不可粘着油污，影响精度。

### 6. 怎样进行程序的模拟仿真？

- 1) 在编辑状态下调出需要仿真的程序；
- 2) 按下自动键；
- 3) 按下机床锁住键；
- 4) 按CSTM/GR键；
- 5) 按屏幕下面的加工图形按键，则进入图形显示画面；
- 6) 按下循环启动键则开始图形的仿真。

### 7. 程序输入与存储的步骤

- 1) 根据零件图纸进行工艺分析并根据图纸尺寸计算各节点坐标；
- 2) 按下操作面板上的编辑键，指示灯亮；
- 3) 按下PROGRAM键，进入程序号存储区；
- 4) 输入要编辑程序的程序号；
- 5) 然后按下INSERT键，则进入程序编辑界面；
- 6) 根据相应的G代码和字或者字符，并在控制面板上按下与之相对应的软键，这样就能进行程序的编辑与输入，直到要编辑的程序输入完为止；
- 7) 按上述步骤进行编辑的程序就能够自动保存；
- 8) 如果在MDI状态下输入程序则程序不能够保存。

### 8. 程序的编辑

- (1) 单个程序段的删除步骤：

- 1) 把光标放在要删除程序段的开始位置；
- 2) 然后输入“；”；
- 3) 按下DELETE键，则本程序段被删除掉。

(2) 多个程序段的删除步骤：

- 1) 把光标放在要删除程序段的开始位置；
- 2) 然后在缓冲存储器中输入要删除的程序段最后的程序号；
- 3) 然后按下DELETE键，则选中的多个程序段被删除。

(3) 多个程序的删除步骤：

- 1) 按下编辑键后再按下PROGRAM键，进入程序存储区；
- 2) 输入要删除的程序的第一个程序号，然后输入“，”，再输入要删除程序的最后的程序号；
- 3) 按下DELETE键，则多个程序被删除。

The background features a complex technical illustration. It includes several interlocking gears in shades of blue and grey, positioned primarily in the lower-left and lower-center areas. A network of thin grey lines with small circular nodes and various arrowheads (solid, dashed, and curved) crisscrosses the entire page, suggesting a flow or process. In the lower-right quadrant, there are several hexagonal shapes, some solid and some outlined, arranged in a pattern. The overall color palette is light and professional, dominated by greys, blues, and whites.

# 模块二： 座盘垫块加工

产品名称：座盘垫块

作用：用于座垫与连接处划动起到平衡作用

#### 生产加工要点：

1. 毛坯尺寸余量不够，必须先光一个基准面，在翻面加工。
2. 为了保证垂直度要求，需要在同一个面上完成全部工序。
3. 零件倒角时注意最大外圆直径，不能超差
4. 在翻面光面时，一定要保证好零件的总厚度。
5. 根据工件表面光洁度，合理设置刀具参数。

## 任务

### 一

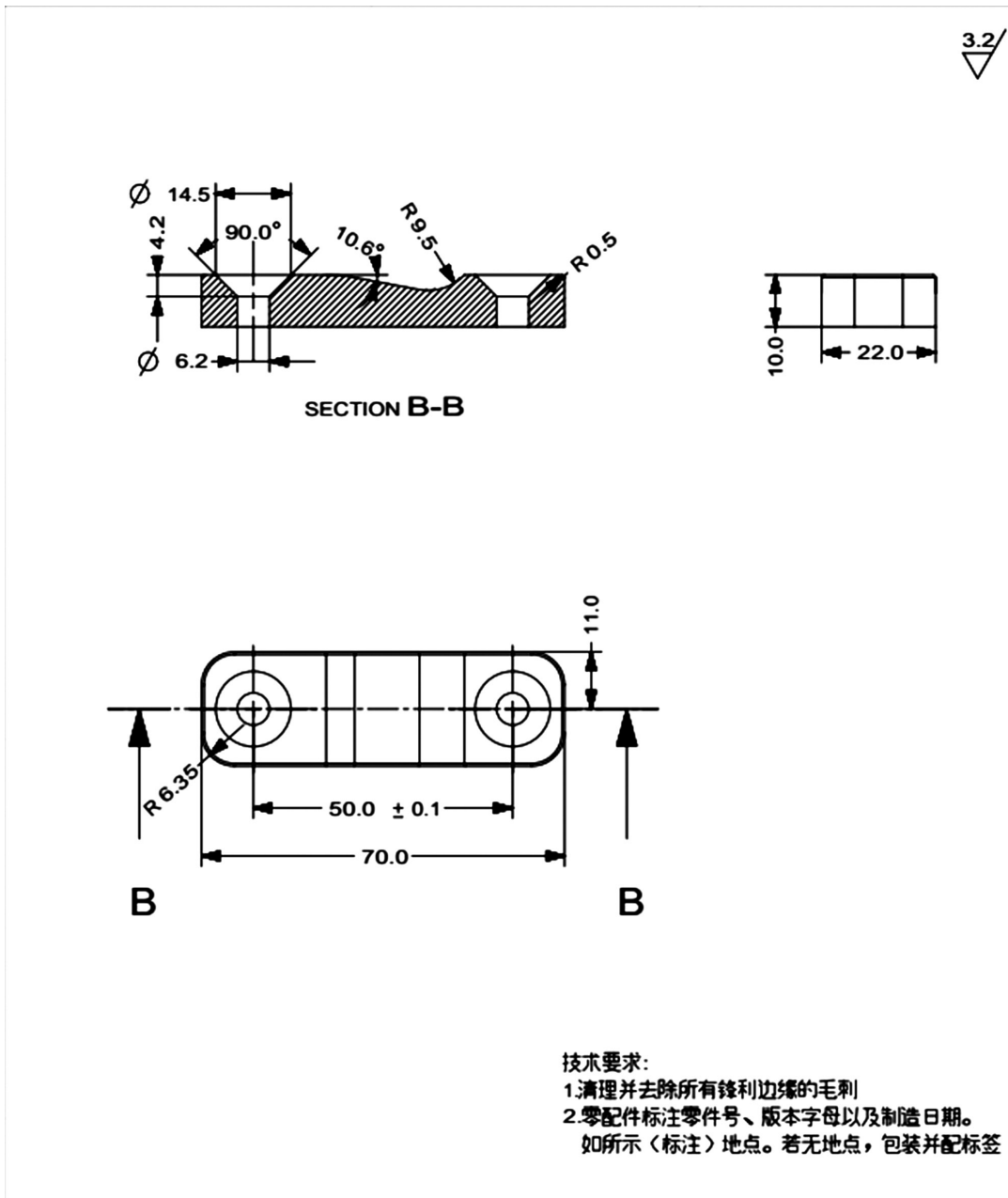
## 素养教育

### 持之以恒

持之以恒是工匠精神最为动人之处。他们甘愿为一项技艺的传承和发展奉献毕生才智和精力。在荷兰，曾经有一名青年在小镇上钻研打磨镜片，一打磨就是60年。他每天重复着同样的工作，最终发现了新的世界——微生物世界。

任务 二 识图

零件图



				部件名称	座盘总成	型号	单人座椅	
				零件名称	座盘垫块	件号	S01SP040-B1	
标记	处数	文件号	签名	日期	材料	6061-T6	视角	未注公差
设计			标准化检查		件数	2	未注角度	
审核			校对		单件重量	0.035kg	比例 1:1	共 1 张
工艺检查			批准		上海元通座椅系统有限公司			

## 一、知识链接

### 1. 零件图在机械加工中的作用

### 2. 完整零件图包含的内容

(1) 标题栏：位于图中的右下角，标题栏一般填写零件名称、材料、数量、图样的比例，代号和图样的责任人签名和单位名称等。

(2) 一组图形：用以表达零件的结构形状，可以采用视图、剖视、剖面、规定画法和简化画法等表达方法表达。

(3) 必要的尺寸：反映零件各部分结构的大小和相互位置关系，满足零件制造和检验的要求。

(4) 技术要求：给出零件的表面粗糙度、尺寸公差、形状和位置公差以及材料的热处理和表面处理等要求。

### 3. 零件图读图的步骤和方法

(1) 看标题栏：通过标题栏可以知道零件的名称、比例、材料以及加工方法等。

(2) 分析图形：先看主视图，再联系其他视图，分析图中剖视、剖面及重要部位等，可以想象出零件的结构形状。

(3) 分析尺寸：对零件的基本结构了解清楚后，在分析零件的尺寸。首先确定零件各部分结构形状的大小尺寸，再确定各部分结构之间的位置尺寸，最后分析零件的总体尺寸。同时分析零件长、宽、高三个方向的尺寸基准。找出图中的重要尺寸和主要定位尺寸。

(4) 看技术要求：对图中出现的各项技术要求，如尺寸公差、表面粗糙度、形状和位置公差以及热处理等加工方面的要求，要逐个进行分析和了解。

## 二、技能链接

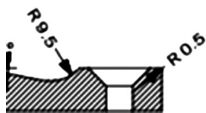
### 识读零件图

#### 1. 判断零件的形状——座盘垫块

#### 2. 此零件图的几个关键几何要素：

精加工尺寸：深6的Y向基准面，保证尺寸22、深10的凸台，保证尺寸70\*22、 $\phi 6.2$ 孔，保证孔距尺寸 $50 \pm 0.1$ 、最大外圆直径14.5的孔、9.5，10.6度斜角的型腔

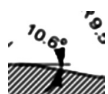
#### 3. 零件图中出现多处圆角设计，目的是为了防止接触锐边造成割伤，以及降低应力集中，如：



读图时需注意不同圆角的半径值，以免做废。



4. 斜面



带有斜面要求，要注意装夹定位准确，并且要用到专门的测量工具。

读图时需注意不同圆角的半径值，以免做废。

任务

三

工艺设计

数控加工工艺卡片

座盘垫块数控加工工艺卡					零件代号		材料名称		零件数量						
					S01SP040-B1		铝		1						
设备名称		数控铣床		系统型号		FANUC		夹具名称		特制夹具		毛坯尺寸		80*25*12	
工序号	工序内容					刀具号	主轴转速 r/min	进给量 mm/r	背吃刀量 mm		备注				
一	1.安装平口钳并用百分表校正固定钳口，在工件上表面中心建立工件坐标系														
	2.用直径20的硬质合金铣刀光面，在粗精加工深6的Y向基准面，保证尺寸22。					T1	2000/3000	500/700	5/1		00001				
二	1.工件翻转安装，并校正中心														
	2.用直径20的硬质合金铣刀粗精加工深10的凸台，并保证尺寸70*22。					T1	2000/3000	500/700	3/1		00002				
	3.用直径6.2的钻头打穿孔，并保证尺寸 $50 \pm 0.1$					T2	2000/3000	50/70			00003				
	4.用90度倒角刀倒角深4.2，保证最大外圆直径14.5的孔					T3	2000/3000	50/70			00004				
三	1.用特制夹具侧向通过孔安装螺丝固定，并校正中心														
	2.用直径10的硬质合金铣刀粗精加工R9.5，10.6度斜角的型腔					T4	2000/3000	500/600	2/1		00005				
编制		审核		批准		年 月 日			共1页		第1页				

数控刀具卡片

序号	刀具号	刀具名称	刀具规格	刀具材料	备注			
1	T1	硬质合金铣刀	直径20	硬质合金				
2	T2	钻头	直径6.2	硬质合金				
3	T3	倒角刀	90度	硬质合金				
4	T4	硬质合金铣刀	直径10	硬质合金				
编制		审核		批准		年 月 日	共1页	第1页

## 任务四 加工生产

### 一、安全教育

1. 穿好工作服、安全鞋，戴好工作帽及防护镜，不允许戴手套操作机床；
2. 熟知本岗位操作要求方可上岗，在岗期间如需离岗，需经指导老师批准；
3. 做到每件必检，工量具摆放整齐。
4. 严格按照生产规程操作，时刻牢记安全第一。

### 二、加工准备

1. 设备名称：数控铣床 型号：富安FA40 系统：Fanuc 0I
2. 刀具规格：参照数控加工刀具卡片

### 三、加工实施

1. 分析零件图
  - (1) 图形分析
  - (2) 尺寸分析
  - (3) 技术要求分析
  - (4) 材料分析
2. 选择数控机床  
根据零件形状、加工内容与加工范围，确定零件的加工机床及机床型号。
3. 安装夹具
  - (1) 要满足夹紧工件不变形的刚度要求。

- (2) 要与刀具不会发生干涉。
- (3) 要承受切削动载荷不松动。
- (4) 要拆装方便。

#### 4.安装刀具

- (1) 加工精度要求高的零件，分别选用粗加工、精加工刀具。
- (2) 在刀具不会发生干涉情况下，尽量选用刚度好的刀具。
- (3) 根据工件材质与加工要求合理选用刀片材料与型号。

#### 5.加工操作

- (1) 确认夹具、刀具及工件是否安装牢靠
- (2) 仔细校核加工程序，检查图形模拟轨迹
- (3) 进行空运行加工，然后操作数控机床进行加工

#### 6.零件检测

- (1) 做好首件质量检测工作
- (2) 做好每件零件自检工作
- (3) 填写零件检测卡

### 四、加工完成

- 1. 做好机床常规保养
- 2. 填写实训手册

#### 程序单

<p>O0001;</p> <p>M06 T01;</p> <p>G54;</p> <p>G40 G80 G90 G17 G69 G15;</p> <p>M03 S2000;</p> <p>G43 H01 Z100. ;</p> <p>G00 X50. Y0 Z50. ;</p> <p>M08;</p> <p>G01 Z12. F500;</p> <p>G01 X-50. ;</p> <p>G00 Z20. ;</p>	<p>X50. Y-20. ;</p> <p>G01 Z8. F500;</p> <p>G41 G01 Y-11. D01 F500;</p> <p>G01 X-50. ;</p> <p>G01 X50. ;</p> <p>G0 Z100. ;</p> <p>G91 G28 Z0;</p> <p>G91 G28 Y0;</p> <p>G90;</p> <p>M30;</p> <p>;</p> <p>O0002;</p>
---	---

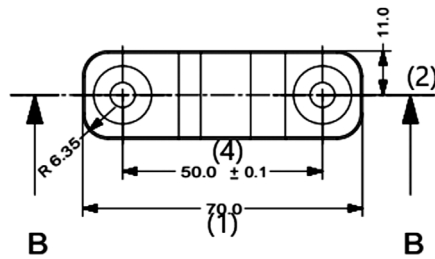
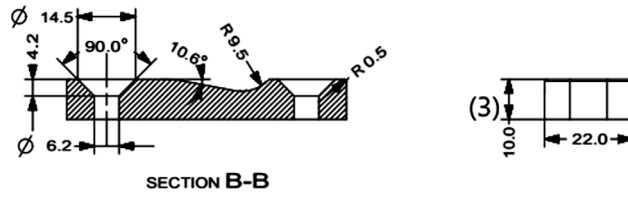
M06 T01;  
 G54;  
 G40 G80 G90 G17 G69 G15;  
 M03 S2000;  
 G43 H01 Z100. ;  
 G00 X50. Y0 Z50. ;  
 M08;  
 G01 Z9. F500;  
 G01 X-50. ;  
 G00 Z20. ;  
 X50. Y-20. ;  
 G01 Z6.  
 G41 G01 Y-11. D01 F500;  
 G01 X-35. , R6. 35;  
 G01 Y11. , R6. 35;  
 G01 X35. , R6. 35;  
 G01 Y-11. , R6. 35;  
 G01 X-50. ;  
 G00 X25. Y0 Z50. ;  
 M08;  
 G81 Z-13. R5. F30;  
 X-25. ;  
 G80;  
 G0 Z100. ;  
 G91 G28 Z0;  
 G91 G28 Y0;  
 G90;  
 M30;  
 ;  
 O0004;  
 M06 T03;

G54;  
 G40 G80 G90 G17 G69 G15;  
 M03 S2000;  
 G43 H03 Z100. ;  
 G00 X25. Y0 Z50. ;  
 M08;  
 G81 Z-4. 2 R5. F30;  
 X-25. ;  
 G80;  
 G0 Z100. ;  
 G91 G28 Z0;  
 G91 G28 Y0;  
 G90;  
 M30;  
 ;  
 O0005;  
 M06 T04;  
 G54;  
 G40 G80 G90 G17 G69 G15;  
 M03 S2000;  
 G43 H04 Z100. ;  
 G00 X-25. Y0 Z50. ;  
 M08;  
 G01 Z-12. F500;  
 G41 G01 X-16. D02 F300;  
 Y0;  
 G02 X0 Y9. 5 R9. 5;  
 G01 X16. Y0;  
 G40 G01 Y-10. ;  
 G0 Z100. ;  
 G91 G28 Z0;        G40 G01 Y-20. ;

G0 Z20. ;  
 G00 X50. Y0 ;  
 G01 Z12. F500;  
 G01 X-50. ;  
 G00 Z20. ;  
 X50. Y-20. ;  
 G01 Z3. F500;  
 G41 G01 Y-11. D01 F500;  
 G01 X-35. , R6. 35;  
 G01 Y11. , R6. 35;  
 G01 X35. , R6. 35;  
 G01 Y-11. , R6. 35;  
 G01 X-50. ;  
 G40 G01 Y-20. ;  
 G0 Z20. ;  
 G00 X50. Y0 ;  
 G01 Z0. F500;  
 G01 X-50. ;  
 G00 Z20. ;  
 X50. Y-20. ;  
 G01 Z9. F500;  
 G41 G01 Y-11. D01 F500;

G01 X-35. , R6. 35;  
 G01 Y11. , R6. 35;  
 G01 X35. , R6. 35;  
 G01 Y-11. , R6. 35;  
 G01 X-50. ;  
 G40 G01 Y-20. ;  
 G0 Z100. ;  
 G91 G28 Z0;  
 G91 G28 Y0;  
 G90;  
 M30;  
 ;  
 O0003;  
 M06 T02;  
 G54;  
 G40 G80 G90 G17 G69 G15;  
 M03 S2000;  
 G43 H02 Z100. ;  
 G91 G28 Y0;  
 G90;  
 M30;  
 ;

检测卡




产品名称	工序或工步名称		编号		内容				
日期与时间	编号	实际尺寸	编号	实际尺寸	编号	实际尺寸	全检或抽检数量		
	①		②		③		④	①	70
	①		②		③		④	②	11
	①		②		③		④	③	10
	①		②		③		④	④	50 ± 0.1
	①		②		③		④		
	①		②		③		④		
	①		②		③		④		
	①		②		③		④		
标注	更改文件号		签字		日期			会签日期	

任务 **六** 思考题

- 1.简述数控加工中心建立工件坐标系的方法。
- 2.粗、精加工时，切削用量的选择原则是什么？





The background features a complex technical illustration. It includes several interlocking gears in shades of blue and grey, positioned primarily in the lower-left and lower-center areas. A network of thin grey lines with small circular nodes and various arrowheads (some solid, some dashed) crisscrosses the entire page, suggesting a flow or process. In the lower-right corner, there are several hexagonal shapes, some solid and some outlined, arranged in a pattern. The overall color palette is light and professional, dominated by greys, blues, and whites.

# 模块三： 圆筒加工

产品名称：圆筒

作用：用于旋转连接安装流量表

**生产加工要点：**

1. 所用机床没有第四根轴，必须先安装调试第四根轴，与系统连接正常。
2. 安装尾座调试，与第四根轴保持水平，保证工件平行度。
3. 编程时，注意运用四轴指令，保证旋转角度正确。
4. 加工时注意机床震动，因为不锈钢零件悬空装夹，合理设置参数。

**任务**

**一**

**素养教育**

**守正创新**

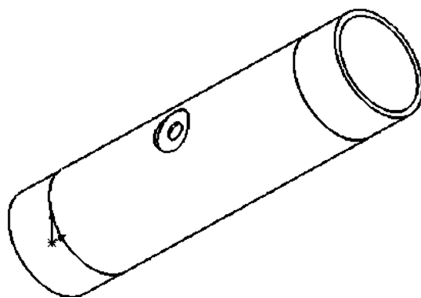
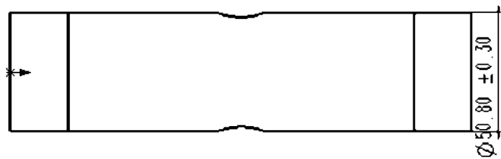
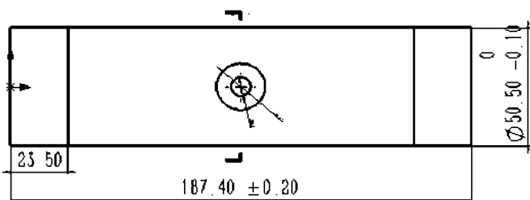
守正，意味着传承经典。守正是创新的前提，对于工匠们来说，不仅要传承技艺，拥有过硬的基本功，还要善于思考，勇于创新。屋顶瓦楞模仿动物的鳞甲，船桨模仿的是鱼的鳍，锯子学的锯齿草。我们作为新时代的工匠，要传承的不只是技艺，还有一颗创新的心。

**任务**

**二**

**识图**

零件图



## 一、知识链接

### 1. 零件图在机械加工中的作用

### 2. 完整零件图包含的内容

(1) 标题栏：位于图中的右下角，标题栏一般填写零件名称、材料、数量、图样的比例，代号和图样的责任人签名和单位名称等。

(2) 一组图形：用以表达零件的结构形状，可以采用视图、剖视、剖面、规定画法和简化画法等表达方法表达。

(3) 必要的尺寸：反映零件各部分结构的大小和相互位置关系，满足零件制造和检验的要求。

(4) 技术要求：给出零件的表面粗糙度、尺寸公差、形状和位置公差以及材料的热处理和表面处理等要求。

### 3. 零件图读图的步骤和方法

(1) 看标题栏：通过标题栏可以知道零件的名称、比例、材料以及加工方法等。

(2) 分析图形：先看主视图，再联系其他视图，分析图中剖视、剖面及重要部位等，可以想象出零件的结构形状。

(3) 分析尺寸：对零件的基本结构了解清楚后，在分析零件的尺寸。首先确定零件各部分结构形状的大小尺寸，再确定各部分结构之间的位置尺寸，最后分析零件的总体尺寸。同时分析零件长、宽、高三个方向的尺寸基准。找出图中的重要尺寸和主要定位尺寸。

(4) 看技术要求：对图中出现的各项技术要求，如尺寸公差、表面粗糙度、形状和位置公差以及热处理等加工方面的要求，要逐个进行分析和了解。

## 二、技能链接

### 识读零件图

#### 1. 判断零件的形状——圆筒

#### 2. 此零件图中重要的几何要素：

精加工尺寸：直径10的孔、直径20的孔，孔距尺寸 $46.8 \pm 0.2$

3. 该零件属于半成品加工，并且加工套筒类零件所用夹具也不同，一般可用三爪卡盘配合尾座辅助装夹。

任务 三 工艺设计

数控加工工艺卡片

圆筒数控加工工艺卡					零件代号	材料名称	零件数量	
						不锈钢	1	
设备名称	数控铣床	系统型号	FANUC	夹具名称	三爪、尾座	毛坯尺寸	φ50.5*187.4	
工序号	工序内容			刀具号	主轴转速 r/min	进给量 mm/r	背吃刀量 mm	备注
一	1.安装四轴，三爪，尾座，调整三爪与四轴旋转中心一致，并安装工件，尾座固定，校正中心对刀							
	2.用直径10的硬质合金钻头钻穿，保证尺寸直径10。			T1	2000	50		00001
	3.四轴旋转180度，用直径10的硬质合金钻头钻穿，保证尺寸直径10。			T1	2000	50		00001
	4.用直径20的硬质合金铣刀钻沉头孔，并保证尺寸46.8±0.2。			T2	1500	30	2/1	00001
	5.四轴旋转180度，用直径20的硬质合金铣刀钻沉头孔，并保证尺寸46.8±0.2。			T2	1500	30	2/1	00001
编制		审核		批准		年 月 日	共1页	第1页

数控刀具卡片

序号	刀具号	刀具名称	刀具规格	刀具材料	备注			
1	T1	钻头	直径10	硬质合金				
2	T2	铣刀	直径20	硬质合金				
编制		审核		批准		年 月 日	共1页	第1页

## 任务 四 加工生产

### 一、安全教育

- 1.穿好工作服、安全鞋，戴好工作帽及防护镜，不允许戴手套操作机床；
- 2.熟知本岗位操作要求方可上岗，在岗期间如需离岗，需经指导老师批准；
- 3.做到每件必检，工量具摆放整齐。
- 4.严格按照生产规程操作，时刻牢记安全第一。

### 二、加工准备

- 1.设备名称：数控铣床 型号：富安FA40 系统：Fanuc 0I
- 2.刀具规格：参照数控加工刀具卡片

### 三、加工实施

- 1.分析零件图
  - (1) 图形分析
  - (2) 尺寸分析
  - (3) 技术要求分析
  - (4) 材料分析
- 2.选择数控机床
 

根据零件形状、加工内容与加工范围，确定零件的加工机床及机床型号。
- 3.安装夹具
  - (1) 要满足夹紧工件不变形的刚度要求。

- (2) 要与刀具不会发生干涉。
- (3) 要承受切削动载荷不松动。
- (4) 要拆装方便。

#### 4.安装刀具

- (1) 加工精度要求高的零件，分别选用粗加工、精加工刀具。
- (2) 在刀具不会发生干涉情况下，尽量选用刚度好的刀具。
- (3) 根据工件材质与加工要求合理选用刀片材料与型号。

#### 5.加工操作

- (1) 确认夹具、刀具及工件是否安装牢靠
- (2) 仔细校核加工程序，检查图形模拟轨迹
- (3) 进行空运行加工，然后操作数控机床进行加工

#### 6.零件检测

- (1) 做好首件质量检测工作
- (2) 做好每件零件自检工作
- (3) 填写零件检测卡

### 四、加工完成

#### 1.做好机床常规保养

#### 2.填写实训手册

#### 程序单

O0001;

M06 T01;

G54;

G40 G80 G90 G17 G69 G15;

M03 S2000;

G43 H01 Z100. ;

G00 X0. Y0 Z50. ;

M08;

G83 X0 Y0 Z-10. Q1. R5. F50;

G80 G0 Z10. ;

G01 B180. ;

G83 X0 Y0 Z-10. Q1. R5. F50;

G80 G0 Z100. ;

G91 G28 Z0;

M00;

M09;

;

M06 T02;

G54;

G40 G80 G90 G17 G69 G15;

M03 S1500;

G43 H02 Z100. ;

G00 X0. Y0 Z50. ;

M08;

G81 X0 Y0 Z-2. R5. F50;

G80 G0 Z10. ;

G01 B180. ;

G81 X0 Y0 Z-2. R5. F50;

G80 G0 Z100. ;

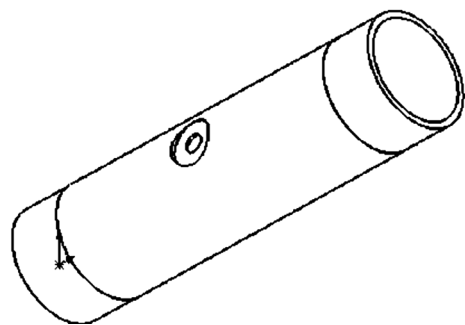
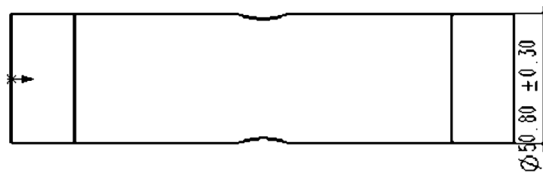
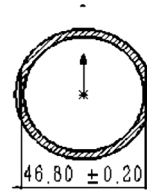
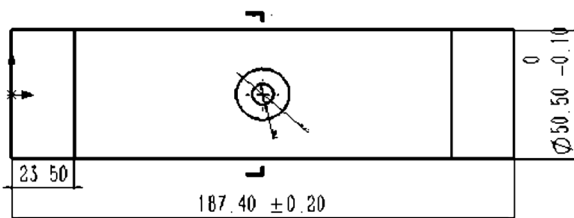
G91 G28 Z0;

G91 G28 Y0;

M30;

任务 **五** 质量检测

检测卡



产品名称	工序或工步名称		编号							内容	
	编号	实际尺寸	编号	实际尺寸	编号	实际尺寸	编号	实际尺寸	全检或抽检数量		
	①		②		③					①	46.8 ± 0.2
	①		②		③						
	①		②		③					②	Φ10
	①		②		③						
	①		②		③					③	Φ20
	①		②		③						
	①		②		③						
	①		②		③						
	①		②		③						
	①		②		③						
	①		②		③		④				
标注	更改文件号		签字		日期				会签日期		

## 任务 六

- 1.影响薄壁零件加工精度的因素有哪些?
- 2.简述加工中心加工过程中长度补偿的意义和方法。



The background features a complex technical illustration. It includes several interlocking gears in shades of blue and grey, positioned primarily in the lower-left and lower-center areas. A network of thin grey lines with small circular nodes and various arrowheads (solid, dashed, and multi-headed) crisscrosses the entire page, suggesting a flow or process. In the bottom-left corner, there is a cluster of white hexagons with blue outlines, resembling a molecular or crystalline structure. The overall color palette is light and professional, dominated by greys, blues, and whites.

# 模块四： 支架加工

产品名称：支架

作用：用于座垫连接座盘之间的支撑作用

#### 生产加工要点：

- 1.毛坯尺寸余量足够，可以设计夹具满足装夹的条件下，一刀成型。
- 2.零件过长，安装时需要敲击每个位置，保证贴平夹具，保证不变形。
- 3.加工时，一刀成型，注意切削量不宜过大，防止变形。
- 4.在翻面光面时，一定要保证好零件的总厚度。
- 5.根据工件表面光洁度，合理设置刀具参数。

## 任务

### 一

## 素养教育

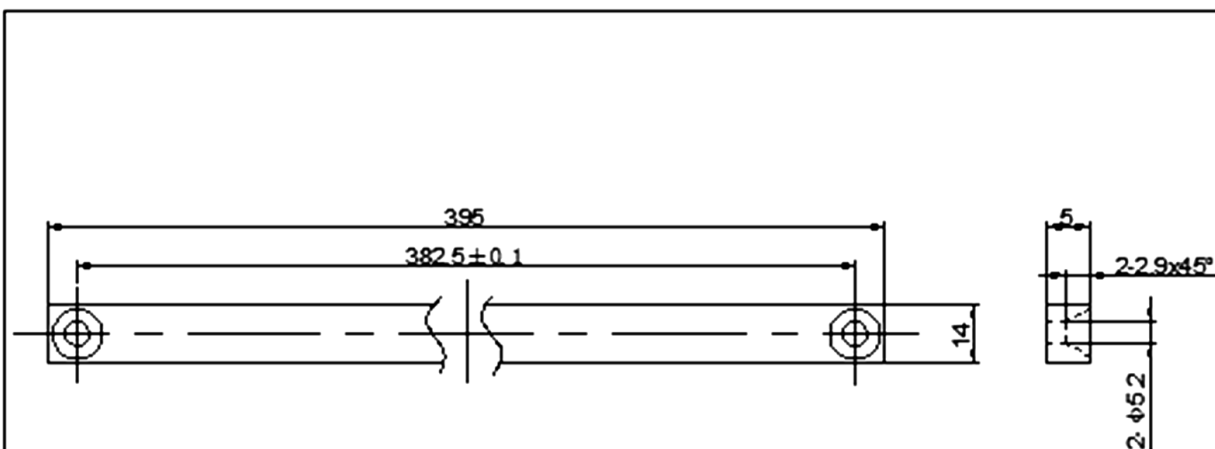
#### 1.每日三省

曾子曰：‘吾日三省吾身；为人谋而不忠乎？与朋友交而不信乎？传不习乎？’”翻成白话是这样：“我每天必定用三件事反省自己：替人谋事有没有不尽心尽力的地方？与朋友交往是不是有不诚信之处？师长的传授有没有复习？”

实训期间，我们也要做到每日三省：是否遵守实训的规章制度？时候完成了实训任务？产品能否做得更加出色？

任务 **二** 识图

零件图



技术要求:

- 1、成品表面光洁，不得有尖锐边及毛刺；
- 2、所有尺寸为表面处理后尺寸；
- 3、未注尺寸参照同件号3D数据；
- 4、未注公差参照一般公差表。


## 一、知识链接

### 1. 零件图在机械加工中的作用

### 2. 完整零件图包含的内容

(1) 标题栏：位于图中的右下角，标题栏一般填写零件名称、材料、数量、图样的比例，代号和图样的责任人签名和单位名称等。

(2) 一组图形：用以表达零件的结构形状，可以采用视图、剖视、剖面、规定画法和简化画法等表达方法表达。

(3) 必要的尺寸：反映零件各部分结构的大小和相互位置关系，满足零件制造和检验的要求。

(4) 技术要求：给出零件的表面粗糙度、尺寸公差、形状和位置公差以及材料的热处理和表面处理等要求。

### 3. 零件图读图的步骤和方法

(1) 看标题栏：通过标题栏可以知道零件的名称、比例、材料以及加工方法等。

(2) 分析图形：先看主视图，再联系其他视图，分析图中剖视、剖面及重要部位等，可以想象出零件的结构形状。

(3) 分析尺寸：对零件的基本结构了解清楚后，在分析零件的尺寸。首先确定零件各部分结构形状的大小尺寸，再确定各部分结构之间的位置尺寸，最后分析零件的总体尺寸。同时分析零件长、宽、高三个方向的尺寸基准。找出图中的重要尺寸和主要定位尺寸。

(4) 看技术要求：对图中出现的各项技术要求，如尺寸公差、表面粗糙度、形状和位置公差以及热处理等加工方面的要求，要逐个进行分析和了解。

## 二、技能链接

### 识读零件图

#### 1. 判断零件的形状——支架

#### 2. 此零件图中重要的几何要素：

精加工尺寸：深6的凸台，尺寸395\*14、深7的孔，孔距尺寸382.5(+0.1, -0.1)、深2.9的两个倒角孔，倒角凸台深度0.5、深5的凸台、四边0.5深度的倒角。

3. 该零件具有精度要求较高倒角，加工此类形状特征时可用硬质合金倒角刀提高精度。

任务 **三** 工艺设计

数控加工工艺卡片

支架1数控加工工艺卡					零件代号	材料名称	零件数量	
					S01SP120-D0	铝	1	
设备名称	数控铣床	系统型号	FANUC	夹具名称	机用平口钳	毛坯尺寸	400*16*9	
工序号	工序内容			刀具号	主轴转速 r/min	进给量 mm/min	背吃刀量 mm	备注
一	1.安装平口钳并用百分表校正固定钳口，在工件上表面中心建立工件坐标系							
	2.用直径20的硬质合金铣刀光面，在粗精加工深6的凸台，保证尺寸395*14。			T1	2000/ 3000	500/700	5/1	00001
	3.用直径5.2的钻头加工深7的孔，保证尺寸382.5（+0.1,-0.1）。			T2	1500/ 1800	80/60	6/1	00001
	4.用直径20,45度倒角刀粗精加工深2.9的两个倒角孔，并倒角凸台深度0.5			T3	1500/ 2000	80/60	3/1	00001
二	1.工件翻转，大致对中心							
	2.用直径20的硬质合金铣刀铣面，在粗精加工深5的凸台，保证尺寸深度5			T1	2000/ 3000	500/700	2/1	00002
	2.手动倒角四边0.5深度的倒角							
编制		审核		批准		年 月 日	共1页	第1页

数控刀具卡

序号	刀具号	刀具名称	刀具规格	刀具材料	备注			
1	T1	硬质合金铣刀	直径20	硬质合金				
2	T2	钻头	直径5.2	硬质合金				
3	T3	倒角刀	45度	硬质合金				
编制		审核		批准		年 月 日	共1页	第1页

## 任务四 加工生产

### 一、安全教育

1. 穿好工作服、安全鞋，戴好工作帽及防护镜，不允许戴手套操作机床；
2. 熟知本岗位操作要求方可上岗，在岗期间如需离岗，需经指导老师批准；
3. 做到每件必检，工量具摆放整齐。
4. 严格按照生产规程操作，时刻牢记安全第一。

### 二、加工准备

1. 设备名称：数控铣床 型号：富安FA40 系统：Fanuc OI
2. 刀具规格：参照数控加工刀具卡片

### 三、加工实施

1. 分析零件图
  - (1) 图形分析
  - (2) 尺寸分析
  - (3) 技术要求分析
  - (4) 材料分析
2. 选择数控机床
 

根据零件形状、加工内容与加工范围，确定零件的加工机床及机床型号。
3. 安装夹具
  - (1) 要满足夹紧工件不变形的刚度要求。

- (2) 要与刀具不会发生干涉。
- (3) 要承受切削动载荷不松动。
- (4) 要拆装方便。

#### 4. 安装刀具

- (1) 加工精度要求高的零件，分别选用粗加工、精加工刀具。
- (2) 在刀具不会发生干涉情况下，尽量选用刚度好的刀具。
- (3) 根据工件材质与加工要求合理选用刀片材料与型号。

#### 5. 加工操作

- (1) 确认夹具、刀具及工件是否安装牢靠
- (2) 仔细校核加工程序，检查图形模拟轨迹
- (3) 进行空运行加工，然后操作数控机床进行加工

#### 6. 零件检测

- (1) 做好首件质量检测工作
- (2) 做好每件零件自检工作
- (3) 填写零件检测卡

### 四、加工完成

- 1. 做好机床常规保养
- 2. 填写实训手册

程序单	X210. ;
O0001;	M03 S3000
M06 T01;	G01 Z6. 5 F700;
G54;	X-210. ;
G40 G80 G90 G17 G69 G15;	G00 Z10. ;
M03 S2000;	X210. Y-20. ;
G43 H01 Z100. ;	G01 Z0 F500;
G00 X210. Y0 Z50. ;	G41 G01 Y-7. D01 F500;
M08;	G01 X-197. 5;
G01 Z7. F500;	Y7. ;
G01 X-210. ;	X197. 5;
G0 Z10. ;	Y-20. ;

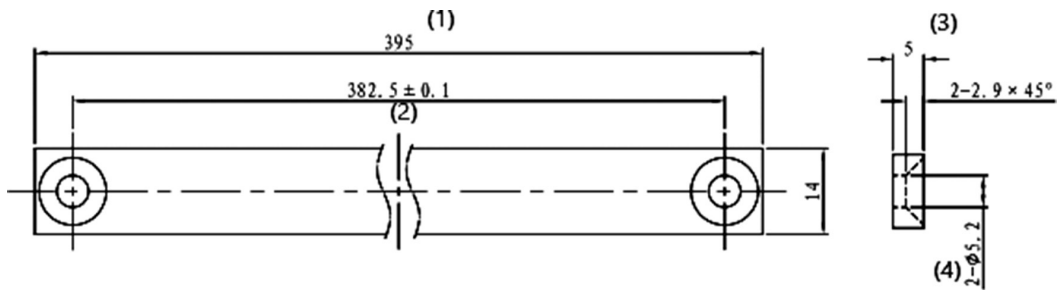
G40 G01 X210. ;  
 G00 Z100. ;  
 M00;  
 G91 G28 Z0;  
 G90;  
 ;  
 M06 T02;  
 M03 S1500;  
 G43 H02 Z100. ;  
 G00 X191. 25 YO Z50. ;  
 M08;  
 G81 Z-7. R5. F60;  
 X-191. 25;  
 G80;  
 G00 Z100. ;  
 M00;  
 G91 G28 Z0;  
 G90; M06 T03;  
 G54;  
 G40 G80 G90 G17 G69 G15;  
 M03 S1500;  
 G43 H03 Z100. ;  
 G00 X191. 25 YO Z50. ;  
 M08;  
 G81 Z-7. R5. F60;  
 X-191. 25;  
 G80;  
 G0 Z10. ;  
 X210. Y-20. ;

G01 Z6. F500;  
 G41 G01 Y-7. D01 F500;  
 G01 X-197. 5;  
 Y7. ;  
 X197. 5;  
 Y-20. ;  
 G40 G01 X210. ;  
 G00 Z100. ;  
 M00;  
 G91 G28 Z0;  
 G91 G28 Y0;  
 G90;  
 M00;  
 M30;  
 ;  
 O0002;  
 M06 T01;  
 M03 S2000;  
 G43 H01 Z100. ;  
 G00 X210. Y0 Z50. ;  
 M08;  
 G01 Z5. F500;  
 G01 X-210. ;  
 G0 Z10. ;  
 G91 G28 Z0;  
 G91 G28 Y0;  
 G90;  
 M00;  
 M30;



任务 **五** 质量检测

检测卡




产品 名称	工序或工步名称		工序或工步名称		工序或工步名称		工序或工步名称		全检或抽 检数量	编号	内容
	编号	实际 尺寸	编号	实际 尺寸	编号	实际 尺寸	编号	实际 尺寸			
	①		②		③		④			①	395
日期与 时间	①		②		③		④				
	①		②		③		④			②	382.5 ± 0.1
	①		②		③		④				
	①		②		③		④			③	5
	①		②		③		④				
	①		②		③		④			④	φ5.2
	①		②		③		④				
	①		②		③		④				
	①		②		③		④				
	①		②		③		④				
	①		②		③		④				
	①		②		③		④				
	①		②		③		④				
	①		②		③		④				
	①		②		③		④				
	①		②		③		④				
标注	更改文件号		签字		日期				会签日期		

## 任务 六 思考题

- 1.如何保证加工平面的平面度?
- 2.简述工件坐标系与机床坐标系的关系。

## 任务 七

通过此次三国数控加工中心加工产品案例分析,能使学生对Fanuc加工中心有了更深入的认识和更全面的了解。数控加工中心不同于其他设备的最大特点在于它的综合加工能力,设置有刀库,刀库中存放着不同数量的各种刀具或检具,在加工过程中由程序自动选用和更换,它同时具备有铣削、镗削、钻削、攻螺纹和切削螺纹等功能,为企业生产提高了生产自动化程度,减小了复杂零件的加工难度,既提高了效率又减少劳动强度。

The background features a complex technical illustration. It includes several interlocking gears in shades of blue and grey, positioned primarily in the lower-left and lower-center areas. A network of thin grey lines with small circular nodes and various arrowheads (solid, dashed, and multi-headed) crisscrosses the entire page, suggesting a flow or data path. In the bottom-right corner, there is a cluster of white hexagons with grey outlines, some of which are partially filled with a light blue color. The overall aesthetic is clean, modern, and industrial.

# 模块五： 加工中心维护与保养

任务 一 加工中心维护与保养一览表

1	每天	对机床灰尘铁屑进行清扫清洁
2	每天	检查润滑油液面高度，保证机床润滑；
3	每天	检查冷却液箱内冷却液是否足够，不够及时添加；
4	每天	检查空气压力是否正常；
5	每天	检查主轴内锥孔空气吹气是否正常，用干净棉布擦拭主轴内锥孔，并喷上轻质油；
6	每天	检查全部信号灯，异警警示灯是否正常；
7	每天	检查油压单元管是否有渗漏现象；
8	每天	机床每日工作完成后进行清洁清扫工作；
9	每周	清洗热交换器的空气滤网，冷却泵、润滑油泵滤网；
10	每周	检查刀具拉栓是否松动，刀把是否清洁；
11	每周	检查三轴机械原点是否偏移；
12	每周	检查刀库换刀臂动作或刀库刀盘回转是否顺畅；
13	每周	如有油冷机检查油冷机油，如低于刻度线请及时加注油冷油；
14	每周	检测轴轨道润滑情况，轨道面必须保证润滑良好；
15	每月	检测轴轨道润滑情况，轨道面必须保证润滑良好；
16	每月	检查、清洁极限开关以及碰块；
17	每月	检查打刀缸油杯油是否足够，不足及时添加；
18	每月	检查机器上的指示牌与警告铭牌是否清晰，存在。
19	半年	拆开轴防尘护罩，清洁轴油管接头，滚珠导螺杆，三轴限位开关，并检测是否正常。检查各轴硬轨刮刷片效果是否良好；
20	半年	检查各轴伺服马达及头部是否正常运转，有无异常声音；
21	半年	更换油压单元油，刀库减速机构油；
22	半年	测试各轴间隙，必要时可调整补偿量；
23	半年	清洁电箱内灰尘（确保机床处于关闭状态下）；
24	半年	全面检查各接点、接头、插座、开关是否正常；
25	半年	检查所有按键是否灵敏正常；
26	半年	检查调整机械水平；
27	半年	清洗切削水箱，更换切削液。

## 任务

## 二

## 常用夹具的维护与保养

## 1. 定位销

- (1) 夹具上各部位定位销，要求定位销一定在位，如果缺失必须补充完好；
- (2) 各部位定位销必须均未磨损过度，与零件接触的定位销，接触部位必须用游标卡尺进行尺寸测量，当测量尺寸与定位销原设计尺寸差大于时，该定位销必须更换；
- (3) 夹具上各镶块、压头等处定位销必须稳定性良好，无松动，能起到准确良好的定位作用；
- (4) 定位销上无飞溅物。

## 2. 定位块

- (1) 夹具上各部位定位块，要求定位块一定在位，如果缺失必须补充完好；定位块无松动，能起到准确良好的定位作用；
- (2) 各部位定位块必须均未磨损过度，无明显拉伤。与零件接触的定位块，接触部位必须用游标卡尺进行尺寸测量，当测量尺寸与定位块原设计尺寸差大于时，该定位块必须更换。

## 3. 压头 压块

- (1) 旋转式压头、压块的铰轴处必须紧固良好；
- (2) 压头、压块工作稳定性良好，润滑良好；
- (3) 压头、压块工作表面未磨损过度，如果磨损严重必须记录并通知工艺人员调整；
- (4) 手动压头扳手顶紧后能保证一定的预紧力，且压头上附属橡胶头完整、无破损，否则必须更换。

## 4. 限位块 支撑块

- (1) 限位块、支撑块必须紧固良好；
- (2) 限位块支撑块工作表面未磨损过度，如果磨损严重必须记录并通知工艺人员调整或者更换。

## 5. 夹具零件

- (1) 夹具上的螺母、铰轴处的卡子等附属配件必须完整，如果缺失或损坏必须更换；
- (2) 夹具上的螺栓、螺钉等必须保证能正常拆装，如果滑丝或螺栓端头磨损以及碰撞损坏，必须更换。

## 6. 夹具绝缘连接零件

- (1) 夹具绝缘连接零件上干净，无飞溅物等干扰绝缘的杂物；
- (2) 夹具绝缘连接零件无破损、无缺失，保证绝缘良好，无分流。

## 7. 气控系统

- (1) 气缸接头的联接紧密，无漏气；气管无破裂漏气；
- (2) 气控阀站清洁无飞溅物等，操作准确、灵活可靠；
- (3) 气缸气密性好，活塞润滑良好，移动灵活。

## 8. 夹具螺旋支撑脚

- (1) 支撑脚完整，无缺失，无偏斜，垂直度良好；
- (2) 支撑脚未磨损过度，无严重锈蚀，易于调整，能保证夹具放置的平稳性。