

数控加工工艺与技能训练



工程训练中心

二〇二〇年三月



- ◆ 任务一 数控加工基础（通用版块）
- ◆ 任务二 自动编程基础（通用版块）
- ◆ 思考练习题
- 任务三 数控车削加工（培训）
- 任务四 数控铣削加工（培训）
- 任务五 综合训练（培训）



- 活动一 了解数控加工基本概念
(1定义、2特点、3分类、4设备)
- 活动二 理解数控加工基本操作
(1编程基础、2加工仿真)
- 活动三 熟知数控加工安全操作规程
(1人身安全、2设备安全)



✓ 1.什么是数控技术（定义）？



视频链接 

- ◆ 信息数字化（N）
- ◆ 控制自动化（C）

- 时间：1954美国MIT
- 缘由：飞机叶片 制造

- 历经三个阶段
- 当前：CNC

- 现代制造技术之基础
- 国家工业水平之标志



✓ 2.数控加工具有哪些显著特点?

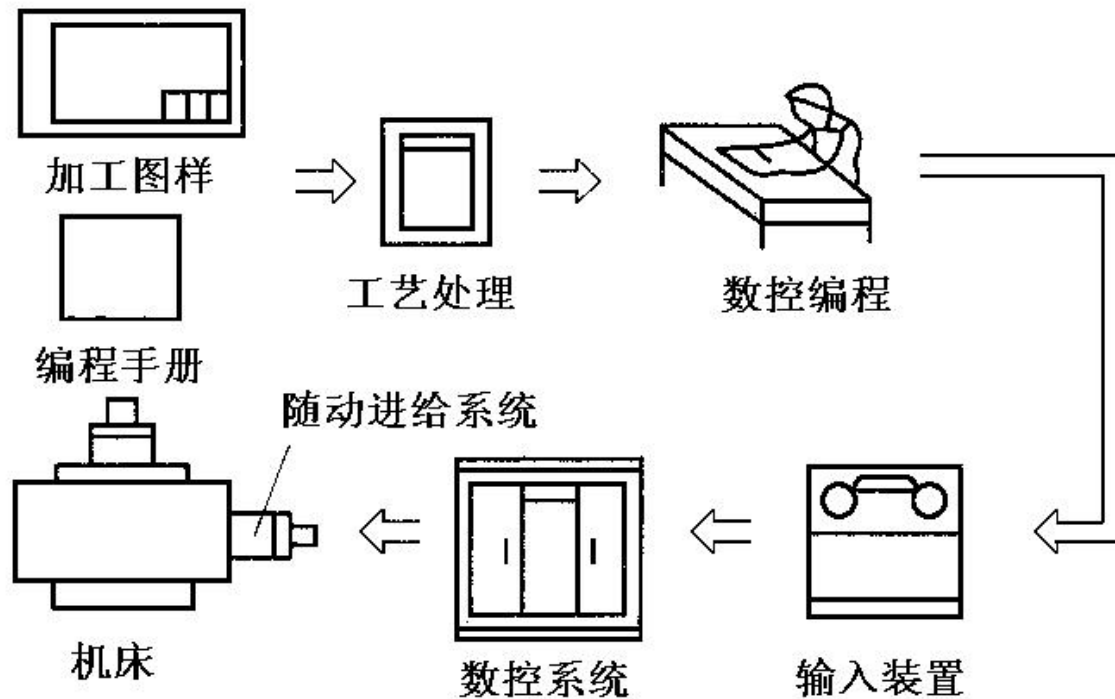
视频链接 

◆ 加工特点

	数控加工	传统机械加工
自动化程度	高	低
加工精度	高	低
加工对象适应性	强	弱
生产效率	高	低



✓ 3. 数控加工是怎样实现的呢（工作原理）？





✓ 4. 数控加工主要设备有哪些呢？



数控车床



数控 铣床



- 活动一 了解数控加工基本概念
(定义、特点、分类及设备)
- 活动二 理解数控加工基本操作
(编程基础与加工仿真)
- 活动三 熟知数控加工安全操作规程
(人身安全与设备安全)



✓ 1. 数控编程基础

(1) 什么叫数控编程？

数控编程即是用规定的编程指令（**G**、**M**代码）将机床加工时的工艺参数和机床运动等信息进行表示，称为数控加工程序（**GM**代码）。

(2) 程序编制的主要内容？

①分析零件图样、②确定加工工艺、③数学处理、④编写零件加工程序单、⑤输入程序、⑥程序检验和⑦试切调试。

(3) 程序编制的方法？

1) **手工编程** 是指由人工来完成数控程序编制的全部工作。手工编程适合于点位加工零件几何形状不十分复杂的加工编程。

2) **自动编程** 也称为计算机（或编程机）辅助编程。即在编程的过程中，人只负责拟定零件的工艺方案，编程的其它工作全部由计算机自动完成。



✓ 1.数控编程基础（续）

（4）程序组成 一个完整的数控加工程序由程序名、程序的内容和程序结束指令三部分组成。例

P0010

程序名

N010 M03 S800 T01

N020 G00 X0 Z2

N030 G01 Z0 F80

N030 G03 X10 Z-5 R5

N040 G01 Z-10

N050 G03 X14 Z-12 R2

程序内容

N060 G01 Z-17

N070 X18 Z-25

N080 Z-40

N090 G00 X60 Z60

N100 M05

N110 M30

程序结束



✓ 1.数控编程基础（续）

（5）程序段格式 数控加工程序由若干程序段组成，程序段由程序字组成，字则是由地址字（字母）和数值字（数值及符号）组成。通常程序段中地址字的顺序按如下排列：**N G X Y Z F S T M**；

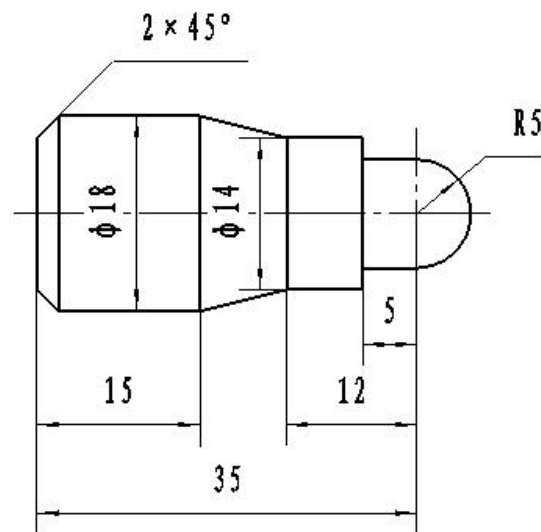
功 能	地 址	意 义
程 序 号	O、P	程序号、子程序号的指令
顺 序 号	N	程序段号
准备功能	G	指令动作方式（快进、直线、圆弧等）
	X、Y、Z	坐标轴的移动指令
坐标字	A、B、C U、V、W	附加轴的移动指令
进给速度	F	进给速度指令
主轴功能	S	主轴转速指令
刀具功能	T	刀具编号
辅助功能	M、B	主轴、切削液的开/关、工作台分度等



✓ 2.基本技能训练

(1) 加工工艺设计:

- 1) 零件材料: 硬铝
- 2) 毛坯: $\phi 20$ 铝棒
- 3) 刀具选用: 1号刀, 90° 外圆车刀;
3号刀, 3mm切断刀
- 4) 刀具材料: W18Cr4V高速钢整体车刀
- 5) 零件加工工艺设计:
(1号刀) 车右端面——车 $\phi 18$ 外圆——车 $\phi 14$ 外圆——车圆锥面——车 $\phi 10$ 外圆——车R2圆角——车R5球头——换3号刀——切槽——倒角——切断





✓ 2.基本技能训练（续）

序号 加工程序 操作说明

N010 M03 S400 T01 主轴正转，转速400，换1号刀

N020 G00 X22 Z0 快速移动

N030 G01 X0 F120 车端面

头

N040 G00 Z2 Z向退刀

N050 X20 X向退刀

N060 G81 X18 Z-43 R18 I-1 K-0.4 F80车 ϕ 18外圆

N070 G00 X18 进刀

N080 G81 X14 Z-17 R14 I-1 K-0.4 车 ϕ 14外圆

N090 G00 X18 Z-17 退刀

N100 G81 X18 Z-25 R14 I-1 K-0.4 车 ϕ 14锥面

N110 G00 Z2 退刀

N120 X14 进刀

N130 G81 X10 Z-10 R10 I-1 K-0.4 车 ϕ 10外圆

N140 G00 X10 Z-10

N150 G03 X14 Z-12 R2 F80 倒圆角R2

N160 G00 Z0 Z向退刀

N170 X0 X向进刀

N180 G03 X10 Z-5 R5 F80车R5球

N190 G00 X60 Z60 退刀

N200 S300 T03 换刀，转速300

N210 G00 X20 Z-43 进刀

N220 G01 X13 F40 切槽

N230 G00 X18.5 退刀

N240 G01 Z-41 退刀

N250 X14 Z-43 倒角

N260 X0 切断

N270 G00 X60 X退刀

N280 Z60 Z向退刀

N290 M05 主轴停止

N300 M30 程序结束

N300 M30 程序结束



✓ 3.数控车削加工仿真（上机操作）

- 1) 了解数控车床的结构；
- 2) 熟悉数控车床操作面板功能；
- 3) 机床手动操作方法（机床拖板X、Z向快速移动，工进移动，主轴正、反转及变速，手动换刀等）练习；
- 4) 数控加工程序的录入、编辑与修改练习；
- 5) 机床模拟加工练习；
- 6) 数控车床的对刀、刀偏设置方法练习，演示加工过程。



- 活动一 了解数控加工基本概念
(定义、特点、分类及设备)
- 活动二 理解数控加工基本操作
(编程基础与加工仿真)
- 活动三 熟知数控加工安全操作规程
(人身安全与设备安全)



- 活动一 了解自动编程基本概念
(**CAD与CAM**)
- 活动二 **CAD**建模与技能训练
(**CAD**建模方法与技能训练)
- 活动三 **CAM**编程与技能训练
(**CAM**编程方法与技能训练)



1.基本概念

CAD (Computer Aided Design) ——在计算机上利用专用软件完成零件的三维实体造型；

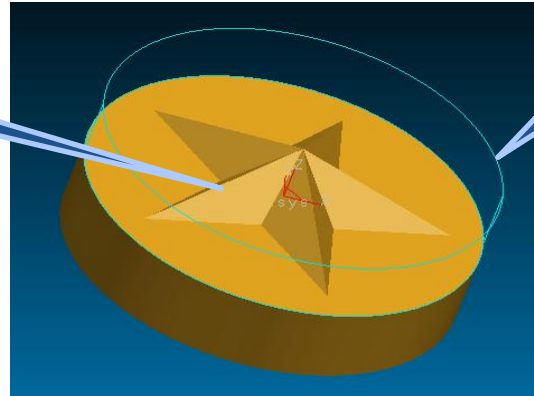
CAM (Computer Aided Manufacture) ——在计算机上利用专用软件完成零件从三维实体造型到生成数控加工程序的全部工作的总和。

2.自动编程步骤

- 1) 造型：利用计算机上专业软件构造被加工零件的**3**维实体模型及毛坯模型；
- 2) 生成刀具移动轨迹：根据工艺规划自动生成刀具移动轨迹；
- 3) 实体仿真：在计算机上模拟数控机床加工场景；
- 4) 生成数控程序文件

零件模型
(凸起五角星)

毛坯模型
(圆柱)

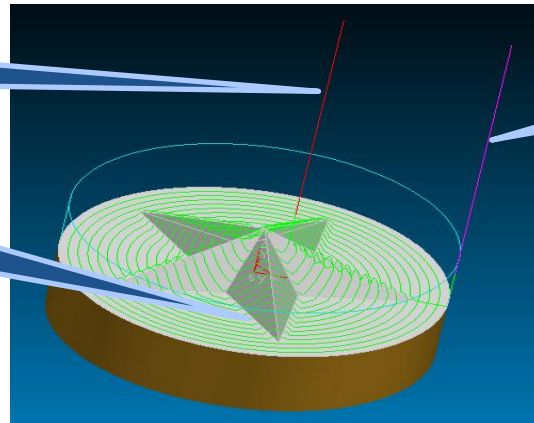


1) 造型

进刀轨迹线

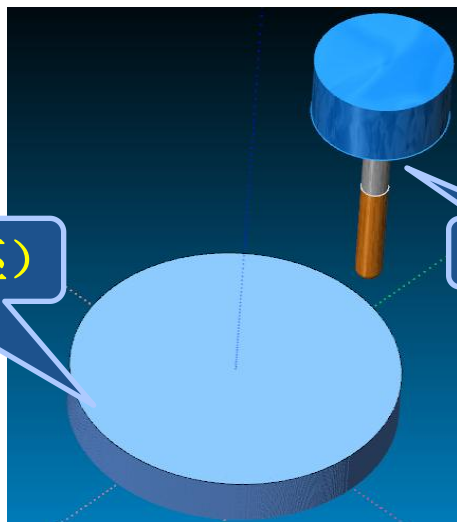
退刀轨迹线

加工轨迹线



2) 生成刀具轨迹

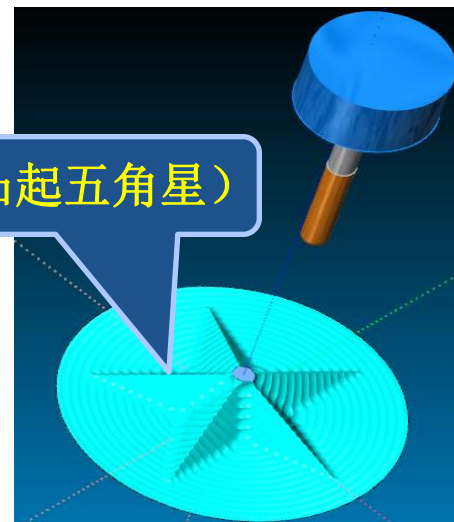
加工前（毛坯）



刀具



加工后（凸起五角星）



3) 实体仿真

程序代码

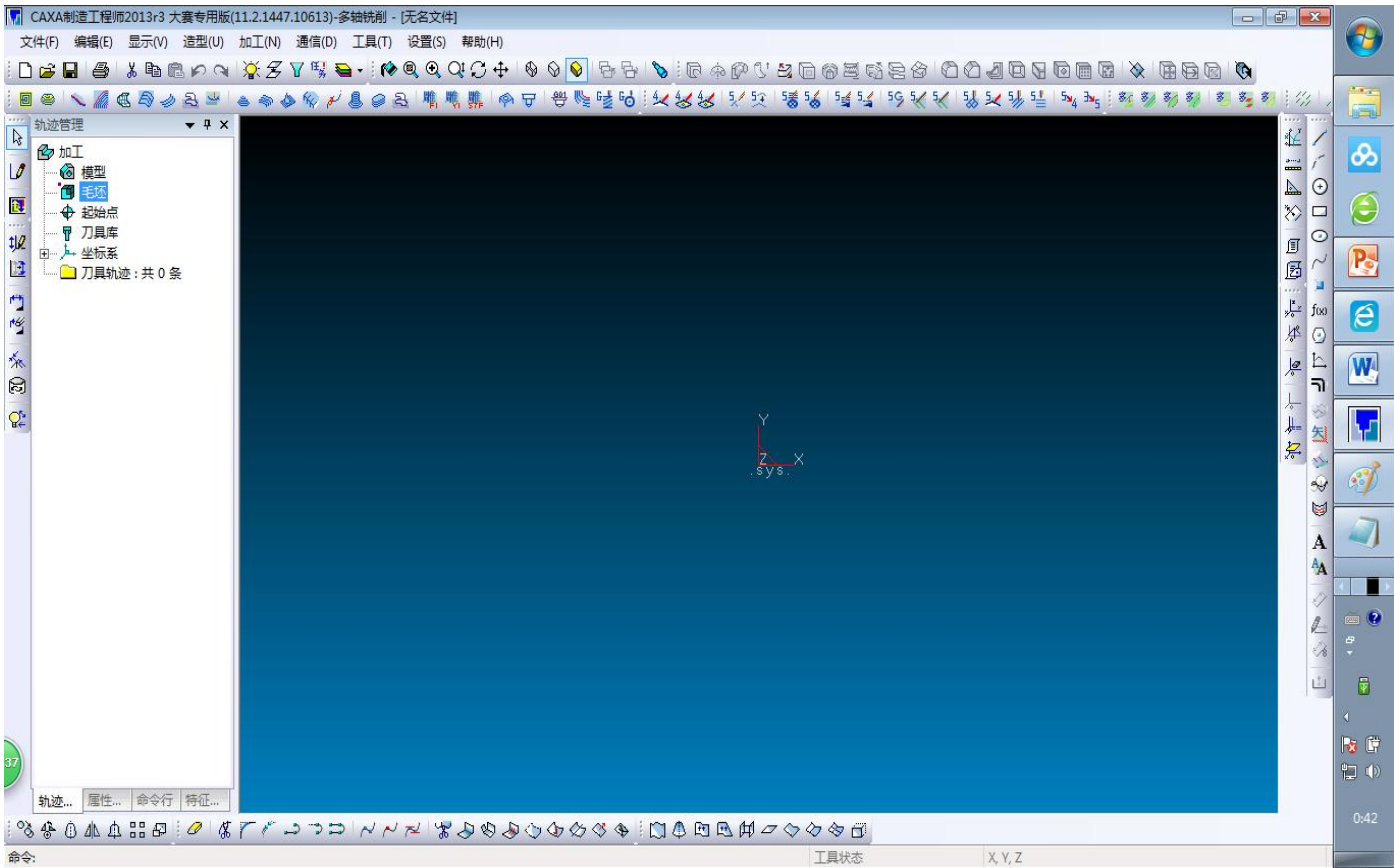
```
0001 - 记事本
文件(F)  编辑(E)  格式(O)  查看(V)  帮助(H)

%
(0001,2018-10-13,22:29:16.850)
N100 G49 G40 G17 G90 G54
N102 M11
N104 M21
(Load Tool: T0 )
($tool_name=SphML_0 $tool_rad= $tool_corner_rad=5 )
N106 T0 M6
N108 G28 G91 G0 Z0
N110 G90 G54 G0 X0 Y0 A0 C0
N112 G43.4 H0 Z120.
N114 S3000 M03
N116 X60. Y0. A0. C0.
N118 Z15.01
N120 G1 Z0.01 F1000
N122 X59.962 Y2.081 F2000
N124 X59.803 Y4.776
N126 X59.754 Y6.315
N128 X59.261 Y9.334
N130 X59.18 Y9.824
N132 X58.354 Y13.917
N134 X58.239 Y14.393
N136 X57.022 Y18.64
N138 X56.895 Y19.038
```

4) 生成代码



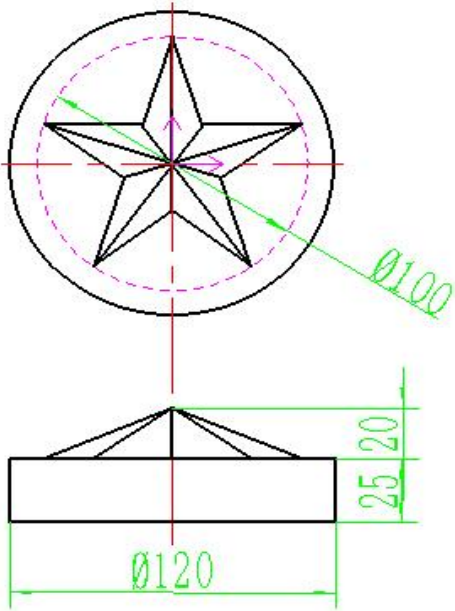
3.CAD/CAM软件



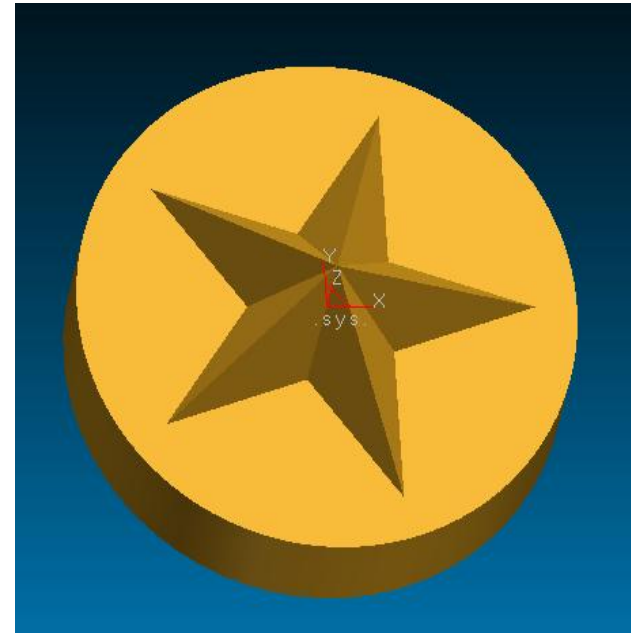


- 活动一 了解自动编程基本概念
(**CAD与CAM**)
- 活动二 **CAD建模与技能训练**
(**CAD建模方法与技能训练**)
- 活动三 **CAM编程与技能训练**
(**CAM编程方法与技能训练**)

1.CAD造型零件图与效果图

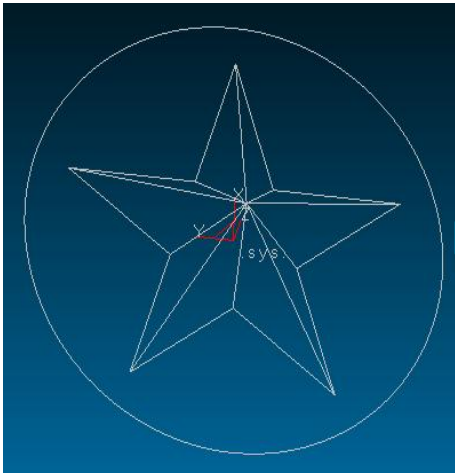


1) 零件图

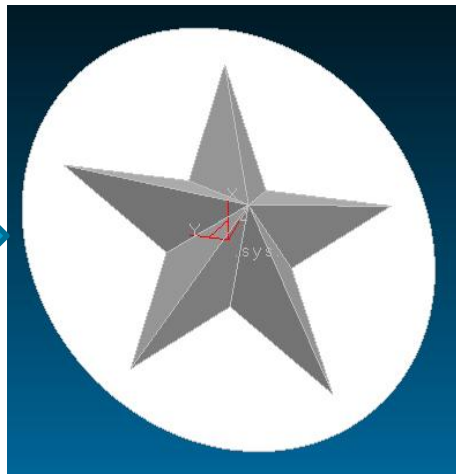


2) 效果图

2.CAD造型主要步骤及效果



1) 线架造型



2) 曲面造型



3) 实体造型



3.CAD造型具体操作步骤及方法

	(一) 线架造型		
STEP	绘制内容	命令	注意事项
1	绘制一个半径为100的圆	圆	
2	绘制内接五边形	正多边形	内接点的拾取方法
3	连接五边形的对角线	直线	
4	编辑平面五角星	删除、裁剪	区分不同线段的编辑方法
5	做一条高度为20的垂线	直线	输入坐标的方法
6	连线形成线架造型五角星	直线	



3.CAD造型具体操作步骤及方法（续）

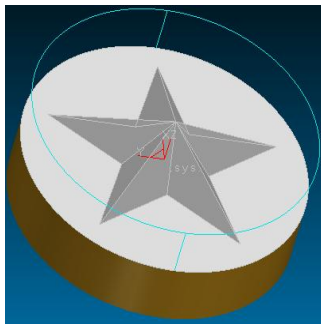
	（二）曲面造型		
STEP	绘制内容	命令	注意事项
1	绘制三角板平面	扫描面	三角板平面是否完全填充
2	绘制半径为110的圆	圆	
3	绘制裁剪平面	平面（裁剪平面）	拾取曲线的顺序

	（三）实体造型		
STEP	绘制内容	命令	注意事项
1	坐标平面选择，创建草图	坐标平面、创建草图	
2	绘制草图（半径110的圆）	圆（或投影）	草图为封闭的粗实线构成
3	绘制圆柱体（高50）	拉伸增料	参数的选择（双向拉伸）
4	去除多余材料，得到实体五角星	曲面裁剪除料	裁剪曲面选择（11张）和去除材料方向

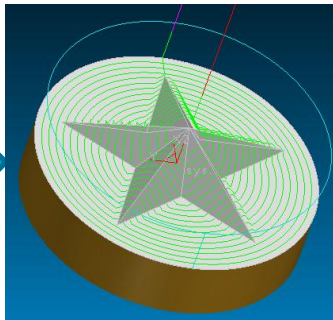


- 活动一 了解自动编程基本概念
(**CAD与CAM**)
- 活动二 **CAD**建模与技能训练
(**CAD**建模方法与技能训练)
- 活动三 **CAM**编程与技能训练
(**CAM**编程方法与技能训练)

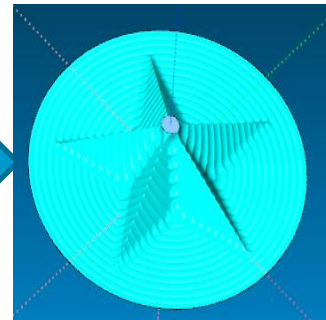
2.CAM造型主要步骤及效果



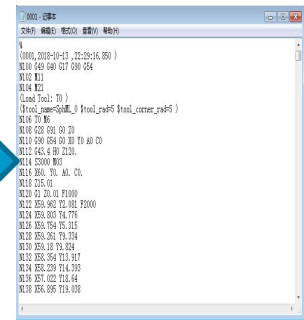
1) 生成毛坯



2) 生成刀具轨迹



3) 加工仿真



4) 生成程序



3.CAM造型具体操作步骤及方法

(一) 生成毛坯			
STEP	绘制内容	命令	注意事项
1	绘制毛坯轮廓	圆	在实体五角星上表面，为细实线圆
2	定义毛坯	定义毛坯参数表	在轨迹管理页，注意参数设置（类型：圆柱面；现示：真实感；毛坯高度：25）

(二) 生成刀具轨迹			
STEP	绘制内容	命令	注意事项
1	选择加工方法	五轴曲面区域加工	加工→多轴加工→五轴曲面区域加工
2	填写参数表	根据加工需要选择	可默认
3	生成刀具轨迹	根据命令提示选择	



3.CAM造型具体操作步骤及方法（续）

（三）加工仿真			
STEP	绘制内容	命令	注意事项
1	进入实体仿真	选择加工→实体仿真→选择刀具轨迹	
2	运行实体仿真	进入仿真页面，点击开启	仿真速度设置
3	退出实体仿真	点击退出	

（四）生成程序			
STEP	绘制内容	命令	注意事项
1	进入绘制处理	选择加工→后置处理→生成G代码命令	
2	选择数控系统	定义程序文件名，根据数控设备系统选择	可默认
3	生成程序	根据命令提示	



◆思考练习题

- 1.数控加工的工作过程是怎样的？
- 2.数控加工与传统加工相比，有哪些优点？
- 3.什么是数控车床？它与普通车床的主要区别是什么？
- 4.数控车床编程的特点是什么？如何编制数控加工程序？
- 5.数控铣床上可加工哪些类型的零件？
6. 机械CAD/CAM技术的主要造型方法有哪些？各有何特点？
- 7.常用的CAD/CAM系统有哪些？