

任务7 圆弧轴车削编程与加工

学习目标

素质目标

1. 具备文明生产、安全操作意识。
2. 具备良好的职业习惯，严谨踏实的工作作风。
3. 具备良好的职业道德和团队精神。

知识目标

1. 能描述G02、G03、G71、G70指令格式及应用注意事项。
2. 能应用G02、G03、G71、G70指令编制数控加工程序。

技能目标

1. 能对圆弧轴进行车削编程。
2. 能对圆弧轴进行车削仿真加工。

学习导读

在数控车床的舞台上，轴类零件是当之无愧的主角。而当这些零件披上流畅的圆弧外衣（如手柄、球头、过渡曲面）时，加工便从“基础切削”跃升为“艺术创造”。

如何高效精准地实现这类零件的批量化生产？答案藏在两个关键指令中：圆弧插补（G02/G03）和复合粗车循环（G71）。它们不仅是代码，更是掌控机床的“智慧魔杖”！学习即力量，代码即艺术——走进数控车间，用圆弧指令描绘曲线之美，用G71循环书写效率革命！

任务导入

在FANUC 0i数控车床上，完成如图2-62所示圆弧轴的加工。

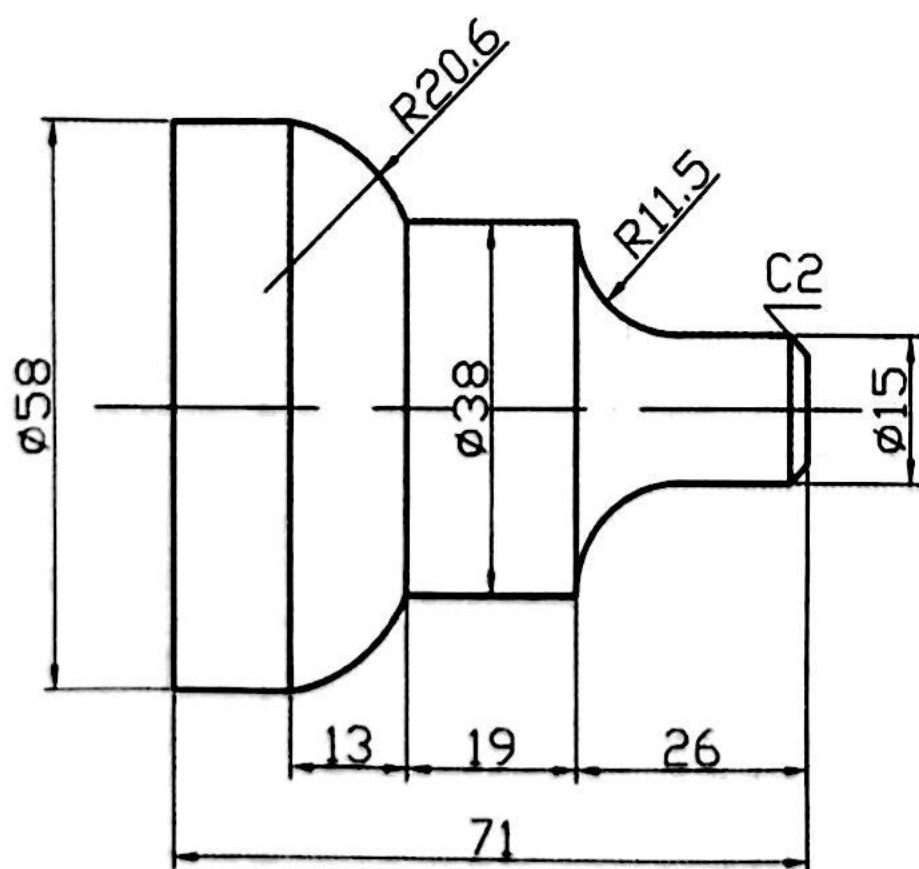


图 2-62 圆弧轴

一、圆弧加工指令G02/G03

1. 指令格式

用圆弧半径R指定圆心位置：

G02/G03 X (U) ___ Z (W) ___ R ___ F ___;

用I、K指定圆心位置：

G02/G03 X (U) Z ___ (W) I ___ K ___ F ___;

其中：

G02——顺时针圆弧插补；

G03——逆时针圆弧插补；

R——圆弧半径：圆心角 $\alpha \leq 180^\circ$ 时，用+R表示；否则用-R表示；

I、K——圆弧中心相对于起点的增量坐标。

2. 指令功能

指令刀具以设定的进给速度作圆弧运动，切削出圆弧轮廓。

3. 使用注意事项

(1) 车削编程中，采用后置刀架车床编程，如图2-63所示。

(2) G02/G03的判断，如图2-64所示，圆弧插补的顺逆是从垂直于圆弧所在XOZ平面的坐标轴的正方向看到的回转方向，顺时针圆弧为G02，逆时针圆弧为G03。

【例】如图2-65所示，运用G02/G03编程。

绝对编程：G02 X46.Z-15.078 R23. F0.2；

增量编程：G02 U26.W-15.078 R23. F0.2；

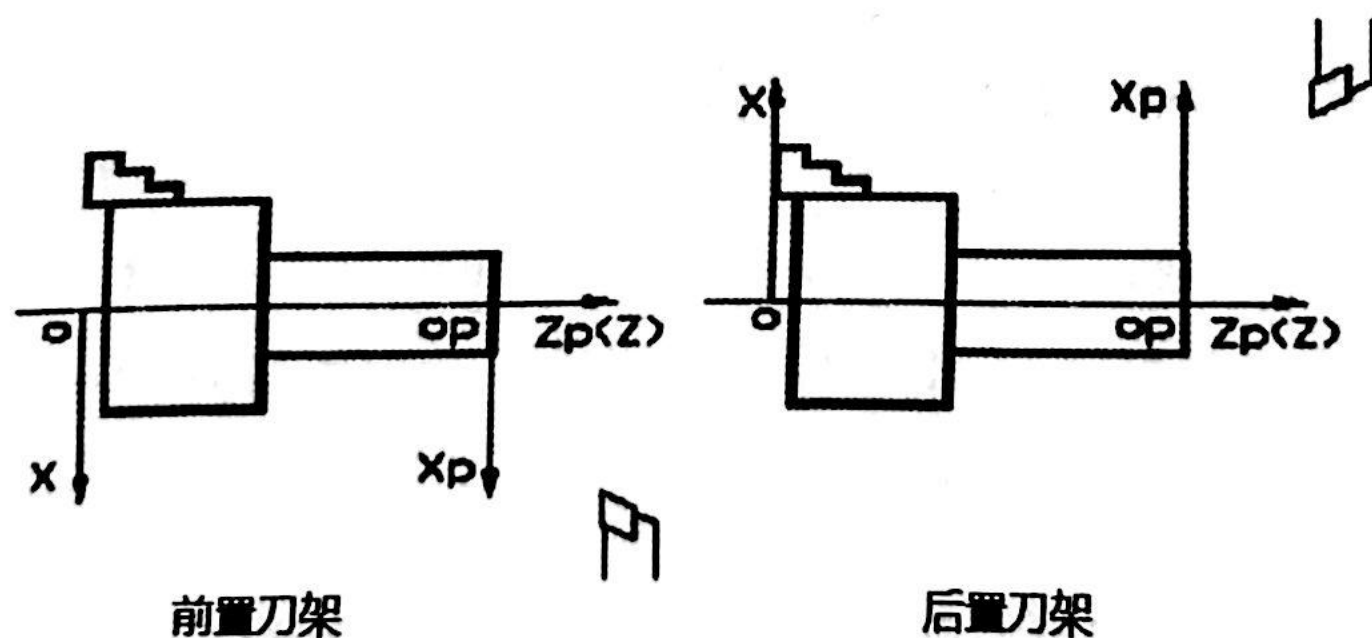


图 2-63 前置刀架与后置刀架



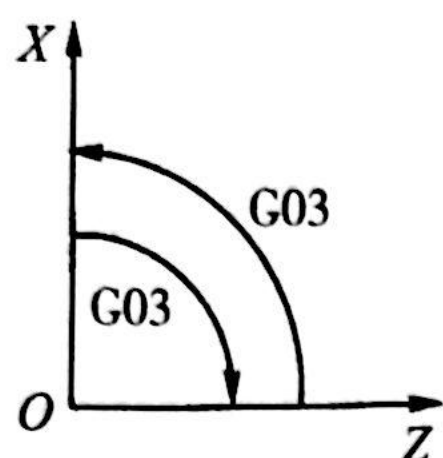


图 2-64 G02/G03 判断

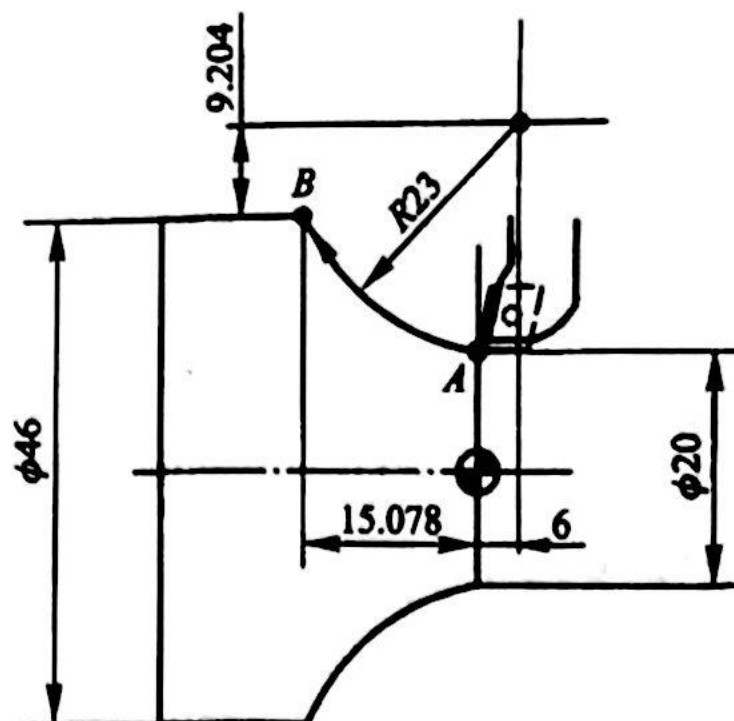


图 2-65 圆弧编程练习图

混合编程: G02 X46. W-15.078 R23. F0.2;

G02 U26. Z-15.078 R23. F0.2;

二、轴向粗车复合循环指令G71

1. 指令格式

G71 U (Δd) R (e);

G71 P (ns) Q (nf) U (Δu) W (Δw) F (Δf) S (Δs) T (t);

N (ns)……;

…… F (f) S (s);

……

N (nf)……;

其中:

Δd——每次切削背吃刀量, 即X轴向的进刀。进刀深度以半径值表示;

e——每次切削结束的退刀量;

ns——精车开始程序段的顺序号;

nf——精车结束程序段的顺序号;

Δu——X轴方向精加工余量, 以直径值表示;

Δw——Z轴方向精加工余量;

Δf——粗车时进给量;

Δs——粗车时主轴功能 (在G71之前即已指令, 大都省略);

t——粗车时所用刀具 (在G71之前即已指令, 故大都省略);

s——精车时主轴功能;

f——精车时进给量。



轴向粗车复合
循环指令 G71/
G70 学习视频

2. 指令功能

适合于使刀具从当前点，以系统预先设定好的速度移动定位至所指定的目标点，用圆柱棒料粗车阶梯轴的外圆或内孔需切除较多余量时的情况，如图2-66所示。

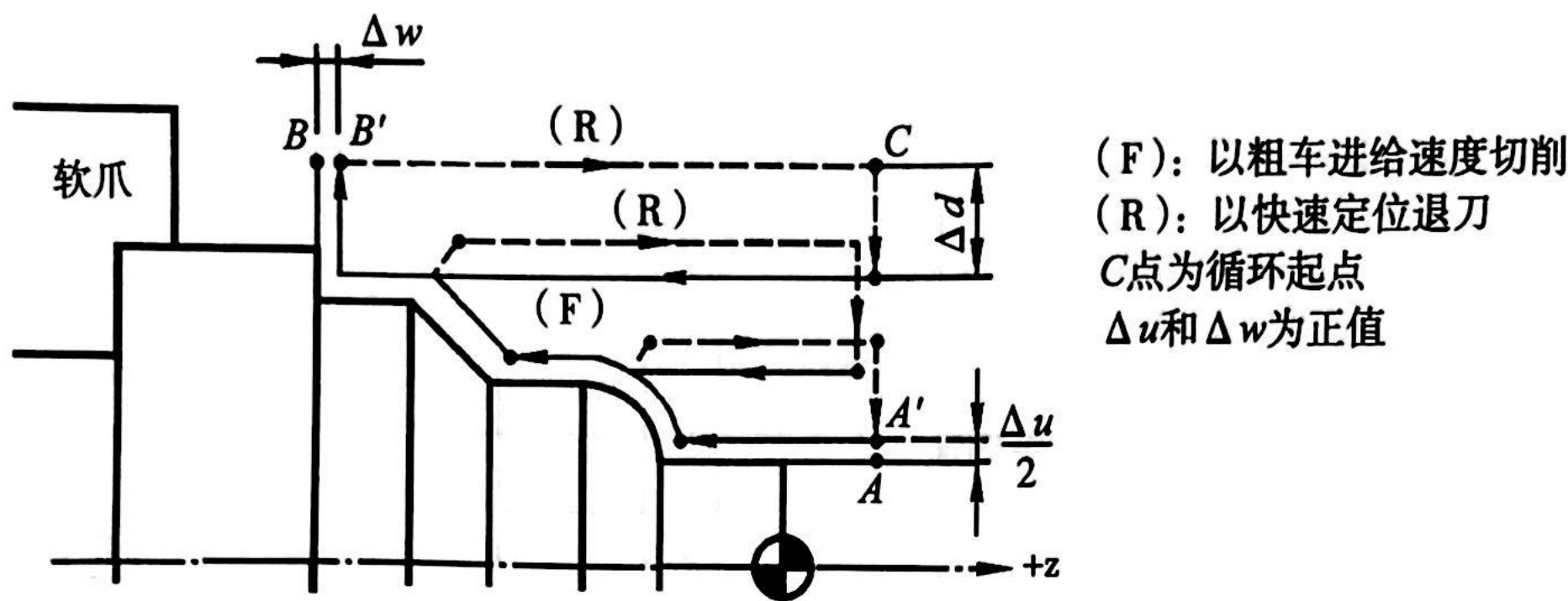


图 2-66 G71 走刀轨迹图

3. 使用注意事项

- (1) 由循环起始点C到轮廓起点A的移动必须使用G00或G01指令完成，且该移动路径应为一条安全的直线。通常将C点设置在A点的X正方向外侧且Z坐标相同的位置（即仅X轴移动），以简化编程并避免干涉；系统允许这段移动包含Z轴分量的直线运动，但必须谨慎规划路径确保安全。
- (2) 车削的路径必须是单调增大或减小，即不可有内凹的轮廓外形。如果轮廓有内凹，刀具在粗加工后续层时会切入已经粗加工过的区域（凹槽部分），导致过切或撞刀。

三、精车复合循环G70

1. 指令格式

G70 P (ns) Q (nf);

2. 使用注意事项

- (1) 必须先使用G71指令后，才可使用G70指令。
- (2) G70指令的ns至nf之间精车程序段中，不能调用子程序。
- (3) G71中ns至nf之间精车程序段所指令的f、s是给G70精车时使用的，且s指令的位置比较灵活。
- (4) 使用G71、G70指令的程序必须存储于CNC控制器内存中，即有复合循环指令的程序不能通过计算机以边传边加工的方式控制CNC机床。

一、案例

FANUC 系统的CNC车床车削如图2-67所示工件。

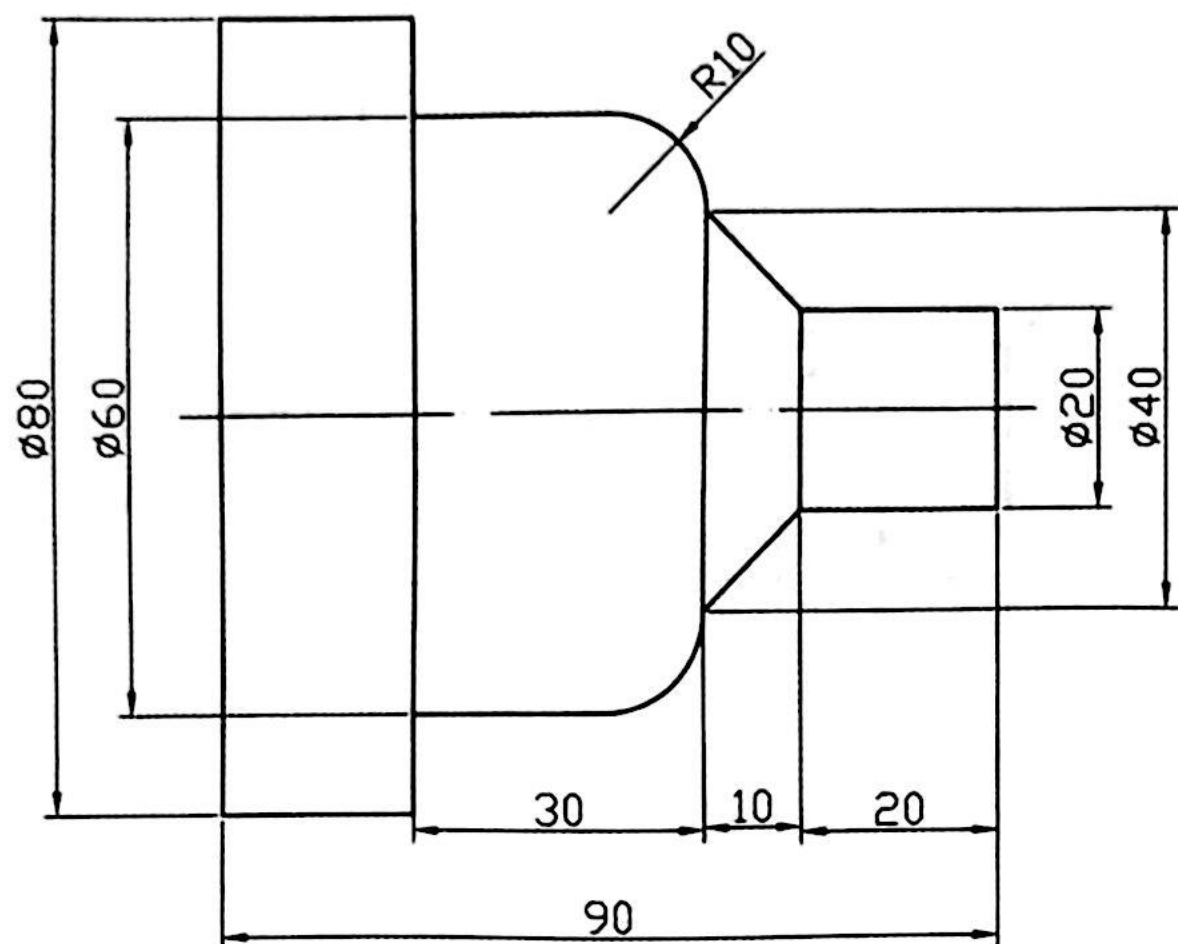
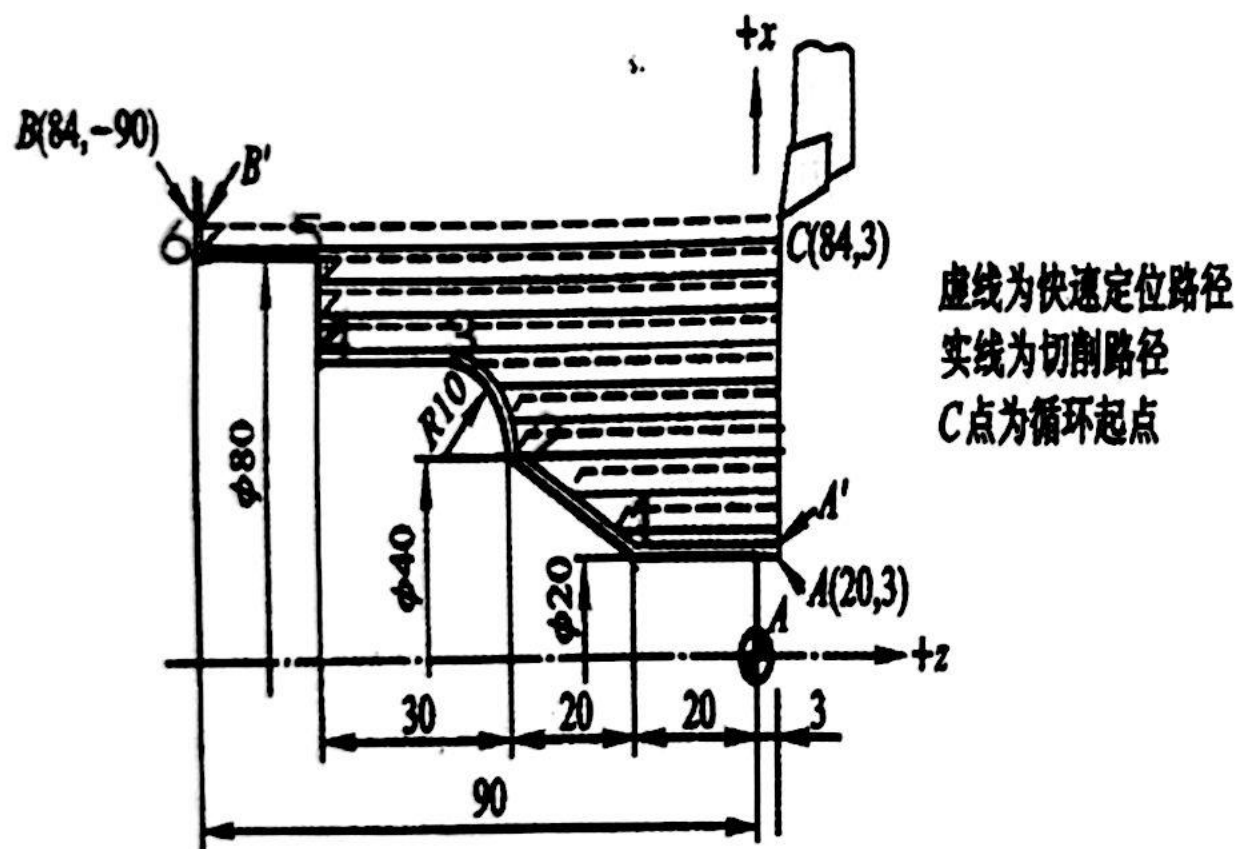


图 2-67 零件图

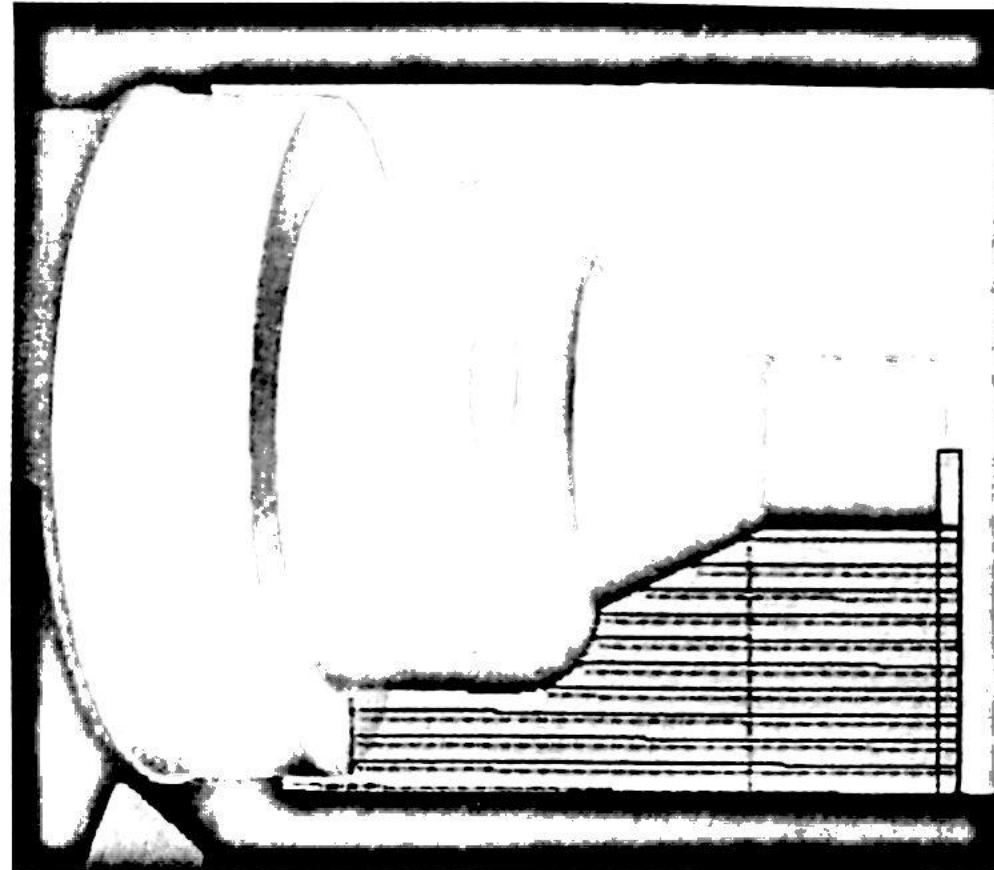


轴向切削复合
循环指令 G71/
G70 的应用

加工轨迹图



仿真图



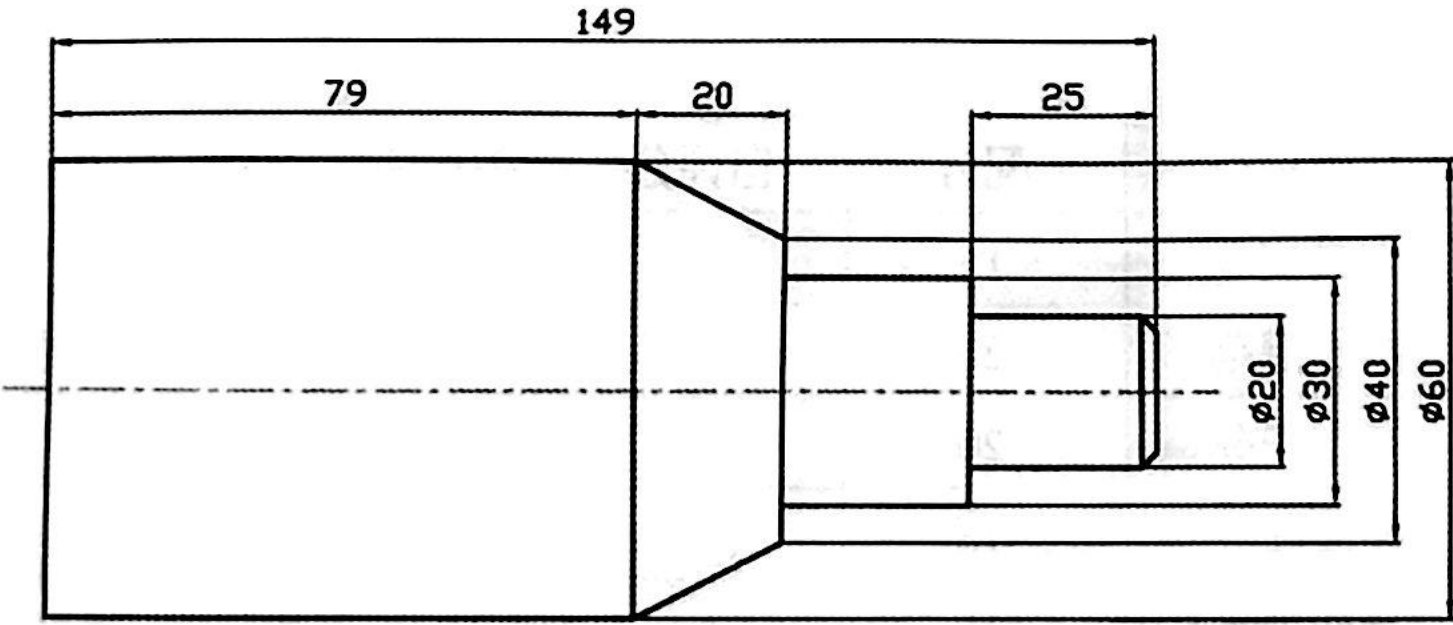
走刀轨迹点坐标: C (84, 3) — A (20, 3) — 1 (20, -20) — 2 (40, -40) — 3 (60, -50) — 4 (60, -70) — 5 (80, -70) — 6 (80, -90) — B' (83, -90) — C (84, 3)

参考程序	
O1000;	程序名
N10 G97 G99;	主轴转速单位、进给量单位定义
N20 M03 S600;	主轴转速、转向定义
N30 G00 X100 Z100;	选择1号刀具

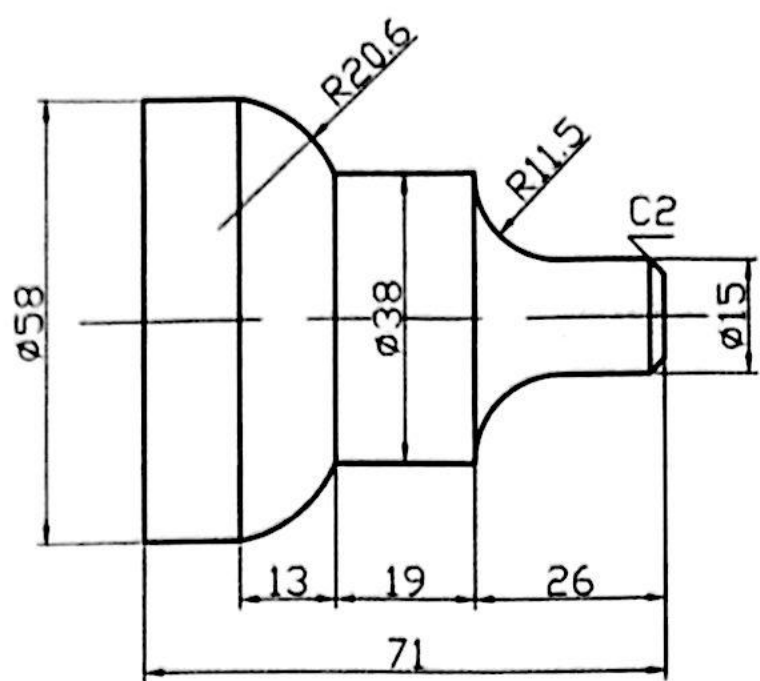
续表

N40 T0101;	快速定位到安全换刀点
N50 G00 X84 Z3;	定位到循环起点A
N60 G94 X0 Z0 F0.15;	车削端面
N70 G71 U3 R1 ;	轴向车削复合循环指令参数定义
N80 G71 P90 Q170 U0.2 W0.05 F0.2;	轴向车削复合循环指令参数定义
N90 G00 X20;	按图纸坐标点编程，完成轨迹控制C—A— 1—2—3—4—5—6—B'—C
N110 G01 Z-20 F0.1 S1000;	
N120 X40 Z-40;	
N130 G03 X60 Z-50 R10;	
N140 G01 Z-70;	
N150 X80;	
N160 Z-90;	
N170 X83;	
N180 G70 P90 Q170;	轴向精车
N190 G00 X100 Z100;	返回安全换刀点
N200 M05;	主轴停止
N210 M30;	程序结束

二、任务实施

项目二	任务 7		日期	
班级	姓名	学号	小组	
团队成员				
一、 基本任务	按数控编程格式要求，选用合适的数控指令完成图2-68所示的数控程序编制、仿真加工  图 2-68 练习图 (1)			

续表

二、 拓展任务	完成如图2-69所示零件图的数控加工					
	 图 2-69 练习图 (2)					
三、基本任务完成情况记录						
1. 检查刀具选择是否正确		是 ☐		否 ☐		
2. 检查指令选择是否合理		是 ☐		否 ☐		
3. 检查指令格式是否正确		是 ☐		否 ☐		
4. 检查切削参数是否合理		是 ☐		否 ☐		
5. 检查程序格式是否正确		是 ☐		否 ☐		
6. 检查程序是否完整		是 ☐		否 ☐		
7. 检查工艺是否合理		是 ☐		否 ☐		
四、拓展任务完成情况记录						
1. 检查刀具选择是否正确		是 ☐		否 ☐		
2. 检查刀具安装是否合理		是 ☐		否 ☐		
3. 检查毛坯安装是否合理		是 ☐		否 ☐		
4. 检查对刀是否正确		是 ☐		否 ☐		
5. 检查程序是否正确		是 ☐		否 ☐		
6. 检查尺寸是否正确		是 ☐		否 ☐		
7. 检查操作是否规范		是 ☐		否 ☐		
五、操作展示与汇报						
1. 小组成员自查和互查进行补充完善						
2. 各小组推荐成员进行操作展示						
3. 各小组进行质量检测、废品分析						
六、总结评价						
序号	评价项目	配分	自评分	组长评分	教师评分	备注
1	刀具安装	15				
2	操作规范	20				
3	基本任务	20				
4	拓展任务	15				
5	操作展示	10				
6	劳动纪律	5				
7	积极主动	5				

续表

序号	评价项目	配分	自评分	组长评分	教师评分	备注
8	钻研精神	5				
9	团结协作	5				
合计		100				
综合得分=自评分×20%+组长评分×20%+教师评分×60%=						
七、学习反思						
(本次任务中,你掌握得最好的技能或知识点是什么?在编程、仿真或加工操作中,你遇到的主要困难是什么?是如何解决的?在操作规范或安全方面,有哪些需要特别注意或改进的地方?通过小组协作,你有哪些收获?)						

 知识检测

单选题

1. 加工逆时针圆弧,用圆弧半径R指定圆心位置编程时,正确的是()。
- A. G02 X__ Z__ R__ F__;
- B. G02/G03 X__ Z__ R__ F__;
- C. G03 X__ Z__ R__ F__;
- D. G02 X__ Z__ F__;
2. 当圆心角大于180°时,需要采用I、K编程来定义圆弧半径的大小,下面描述正确的是()。
- A. I、K圆弧终点相对于起点的增量坐标
- B. 格式为G02/G03 X__ Z__ I__ K__ F__;
- C. 格式为G02/G03 X__ Z__ R__ I__ K__ F__;
- D. I、K为圆弧终点的绝对坐标
3. 圆弧插补指令G02表示()。
- A. 逆时针圆弧加工指令
- B. 圆弧加工指令
- C. 顺时针圆弧加工指令
- D. 圆角加工指令
4. FANUC复合固定循环G71, G72, G73程序段中的F、S、T,对()有效。
- A. 粗加工
- B. 精加工
- C. 半精加工
- D. 粗加工和精加工

5. 程序段G71 U2 R0.5; G71 P100 Q200 U0.5 W0.1 F0.1; 中, 关于参数U的描述正确的是 ()。
- A. 第一行的U和第二行的U含义相同
 - B. 第一行的U2指粗车时背吃刀量为2mm
 - C. 第二行的U0.5指精车时进给量为0.5mm/r
 - D. 第二行的U0.5指粗车时背吃刀量为0.5mm

🔗 学习拓展

华中数控系统HNC-808DiT车床数控系统：车床复合循环（T）

运用复合循环指令，只需指定精加工路线和粗加工的吃刀量，系统会自动计算粗加工路线和走刀次数。

内（外）径粗车复合循环（G71），可分为无凹槽和有凹槽内（外）径粗车复合循环。该指令执行如图2-70所示的粗加工，并且刀具回到循环起点。精加工路径A→A'→B'→B的轨迹按后面的指令循序执行。

1. 无凹槽内/外径粗车复合循环指令（图2-70）

指令格式：G71 U (Δd) R (r) P (ns) Q (nf) X (Δx) Z (Δz) F (f) S (s) T (t)。

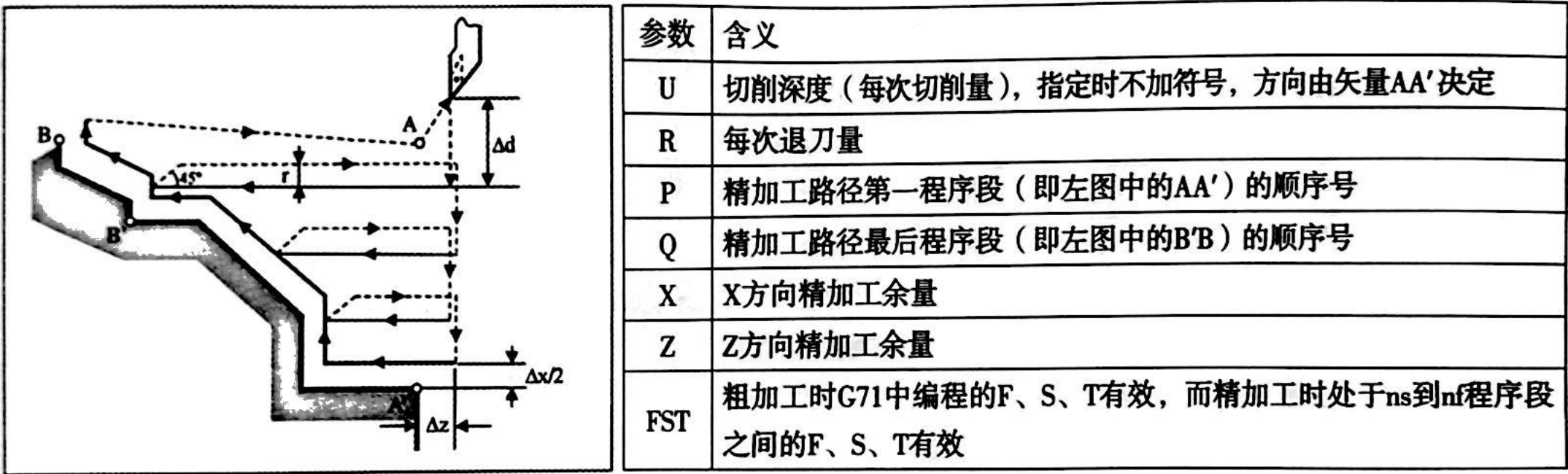


图 2-70 无凹槽内 / 外径粗车复合循环路径图与参数含义

2. 有凹槽内/外径粗车复合循环指令（图2-71）

指令格式：G71 U (Δd) R (r) P (ns) Q (nf) E (e) F (f) S (s) T (t)。
注意以下内容。

- (1) 此处描述的循环仅能用于车床系统。
- (2) 对于G71复合循环需要注意以下几个方面。
 - ①地址P指定的程序段，应有准备机能01组的G00或G01指令，否则产生报警。
 - ②在MDI方式下，不能运行复合循环指令。

- ③在复合循环G71中由P, Q指定顺序号的程序段之间, 不应包含M98子程序调用及M99子程序返回指令。
- ④在复合循环G71中由P, Q指定顺序号的程序段之间才能进行刀具补偿。

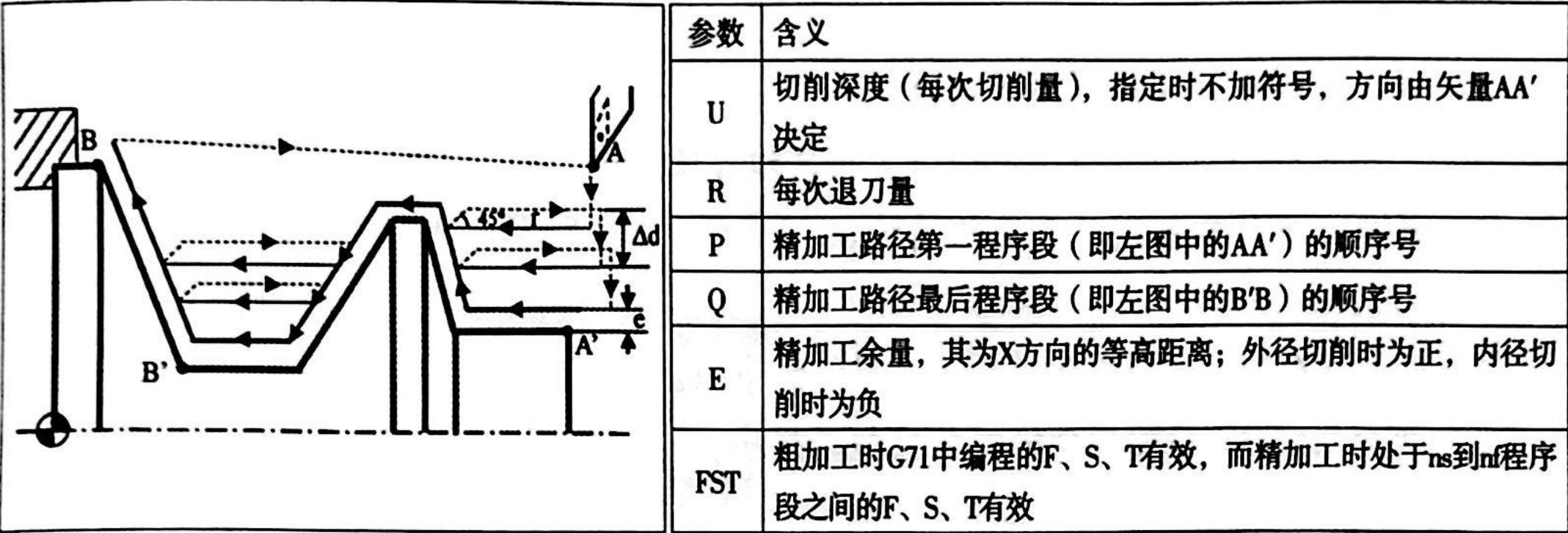


图 2-71 有凹槽内 / 外径粗车复合循环路径图与参数含义