

■ 全国中等职业技术学校数控加工专业教材

QUANGUO ZHONGDENG ZHIYE JISHU XUEXIAO SHUKONG JIAGONG ZHUANYE JIAOCAI

数控加工工艺 编程与操作练习指导

(国产数控系统车床分册)

中国劳动社会保障出版社



目 录

第一单元 数控车床操作基础.....	(1)	应会部分.....	(53)
应知部分.....	(1)	第六单元 中级职业技能鉴定参考题库.....	(56)
应会部分.....	(5)	第一部分 理论测试题.....	(56)
第二单元 单一表面零件加工.....	(8)	中级数控车工知识考核试卷 (一)	(56)
应知部分.....	(8)	中级数控车工知识考核试卷 (二)	(61)
应会部分.....	(15)	中级数控车工知识考核试卷 (三)	(66)
第三单元 复合表面零件加工.....	(20)	中级数控车工知识考核试卷 (四)	(72)
应知部分.....	(20)	中级数控车工知识考核试卷 (五)	(77)
应会部分.....	(29)	第二部分 操作技能测试题.....	(81)
第四单元 综合零件加工.....	(36)	技能试题 1	(81)
应知部分.....	(36)	技能试题 2	(83)
应会部分.....	(38)	技能试题 3	(85)
第五单元 仿真加工和数控 DNC 网络系统应用	(51)	技能试题 4	(88)
应知部分.....	(51)	技能试题 5	(89)

第一单元 数控车床操作基础

应知部分

一、知识总结

本单元主要介绍了 GSK980TA 车床的基本组成, GSK980TA 车床的界面, GSK980TA 车床的基本操作, 数控车床加工程序的输入、调用和管理方法。

熟悉 GSK980TA 车床的界面主要是对界面上各开关、按钮的功用的认识, 并通过实习任务的完成, 掌握数控车床基本操作: 如开机、关机、复位、急停、进给保持、刀架回转、主轴的运转与停止, 以及安全操作规程等。

要求掌握数控程序的结构与程序格式, 学会程序的输入、修改、删除、调用等方法。

1. 数控程序的结构与程序格式

程序名:

程序名以大写字母 O 开头, 取值为 0 001~9 999。

程序段号:

以 N 开头, N _____, 取值为 1~9 999, 如: N10。

程序段:

每段程序末尾使用分号 “;”, 表示一个程序段的结束。

如: G00 X100 Z100;

指令:

即指令代码, 如 G01、X42 中, G、X 属于指令地址, 01、42 属于指令值。

指令=指令地址+指令值

程序结束指令:

如 M30 表示程序运行结束。

程序结束符:

程序从程序名开始, 以 “%” 结束。“%” 为程序文件的结束符, 在通讯传送程序时, “%” 为通讯结束标志。

2. 程序的一般结构 (见图 1-1)

二、练习

(一) 填空题

1. 数控车床又称为 _____ 车床, 即用计算机 _____。

4. 数控机床控制功能特点分为：_____控制、
_____控制和_____控制。

5. 国际上通常的数控代码是_____和_____。

6. 在编辑操作方式下，可建立_____
_____程序，也可实现人机双向对话。

7. 调用数控车床上程序的方法主要有_____和
_____。

8. 要删除数控系统中的所有程序，在编辑状态下可键入
_____, 再按删除键完成。

9. 程序的输入、调用和修改必须在_____方式下进行。

10. 在手动操作方式下，按主轴控制键可实现主轴的
_____、_____和_____。

11. 常规坐标表示符号为：绝对坐标为_____；增量坐标
为_____；圆心坐标为_____。

12. 本系统的初态指令为_____。

13. 写出下列图形符号的名称与用途。



名称_____, 用途_____。



名称_____, 用途_____。



名称_____, 用途_____。



名称_____, 用途_____。

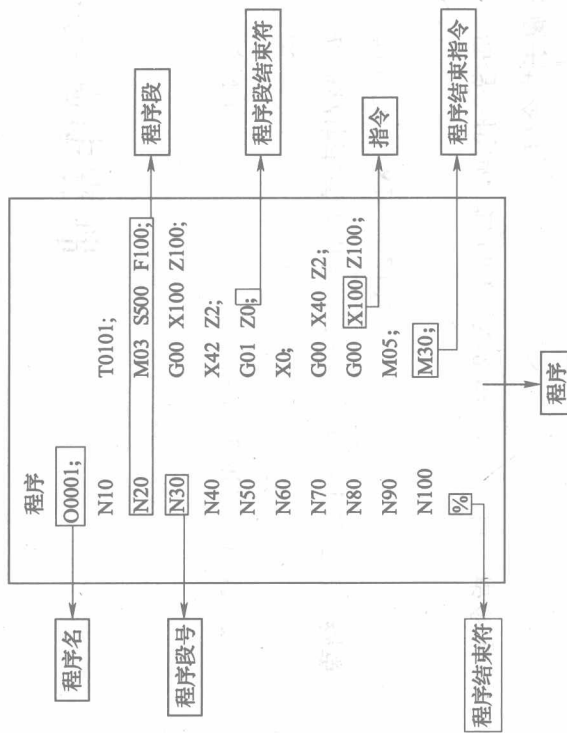


图 1—1 程序的一般结构

数字控制的车床；它是一种比较理想的_____零件自动化加工
设备。

2. 数控车床主要用于_____, 盘类零件的内、外圆柱面、
任意角度的内外圆锥面，复杂回转内外曲面和_____等的切
削加工，并能进行切槽、钻孔、扩孔和_____等。

3. 数控车床的基本组成包括床身、数控装置、主轴系统、
刀架进给系统、尾座、液压系统、冷却系统、润滑系统、排屑器
等，其中_____、_____是数控车床的核心
部件。

-  名称 _____, 用途 _____。
-  名称 _____, 用途 _____。
-  名称 _____, 用途 _____。
-  名称 _____, 用途 _____。

(二) 选择题

1. 数控机床面板上的 JOG 是指 ()。
 - A. 快进
 - B. 点动
 - C. 自动
 - D. 暂停
2. 数控车床的开机操作步骤应该是 ()。
 - A. 开电源, 开急停开关, 开 CNC 系统电源
 - B. 开电源, 开 CNC 系统电源, 开急停开关
 - C. 开 CNC 系统电源, 开电源, 开急停开关
 - D. 以上都不对
3. 以下 () 指令, 在使用时应按下面板“暂停”开关, 才能实现程序暂停。
 - A. M01
 - B. M00
 - C. M02
 - D. M06
4. 机床照明灯应选 () V 供电。
 - A. 220
 - B. 110
 - C. 36
 - D. 80

5. MC 是 () 的缩写。
 - A. 自动化工厂
 - B. 计算机数控系统
 - C. 柔性制造系统
 - D. 数控加工中心
6. 数控机床面板上的 AUTO 是指 ()。
 - A. 快进
 - B. 点动
 - C. 自动
 - D. 暂停
7. 程序的修改步骤应该将光标移至要修改处, 输入新的内容, 然后按 () 键。
 - A. 插入
 - B. 删除
 - C. 替代
 - D. 复位
8. CNC 是 () 的缩写。
 - A. 自动化工厂
 - B. 计算机数控系统
 - C. 柔性制造系统
 - D. 数控加工中心
9. 刀具路径轨迹模拟时, 必须在 () 方式下进行。
 - A. 点动
 - B. 快进
 - C. 自动
 - D. 手摇脉冲
10. 在自动加工过程中, 出现紧急情况, 可按 () 键中断加工。
 - A. 复位
 - B. 急停
 - C. 进给保持
 - D. 三者均可
11. 主轴转速指令 S 后数字的单位为 ()。
 - A. r/s
 - B. mm/min
 - C. r/min
 - D. mm/s

12. 程序的删除步骤应该是将光标移至要修改处, 然后按 () 键。
 A. 插入 B. 删除 C. 替代 D. 复位
13. 刀具数据的输入、修改、查询, 应该在 () 方式进行。
 A. 程序 B. 模拟 C. 偏置 D. 输入
14. 在 GSK 系统中, () 指令用于程序全部结束, 切断机床所有动作。
 A. M01 B. M00 C. M02 D. M30
15. 在 GSK 系统中, () 指令表示从尾架方向看, 主轴以逆时针方向旋转。
 A. M04 B. M01 C. M03 D. M05
16. 在 GSK 系统中, M12 指令是 () 指令。
 A. 夹盘松 B. 切削液关 C. 切削液开 D. 空气开
17. 在 GSK 系统中, () 指令是切削液关指令。
 A. M08 B. M02 C. M09 D. M06
18. 在 GSK 系统中, M08 指令是 () 指令。
 A. 夹盘松 B. 切削液关 C. 切削液开 D. 空气开
19. 使用数控机床时, 必须把主电源开关扳到 () 位置。
 A. IN B. ON C. OFF D. OUT
20. 数控机床采用伺服电动机实现无级变速仍采用齿轮传动的主要目的是增大 ()。
 A. 输入速度 B. 输入扭矩 C. 输出速度 D. 输出扭矩

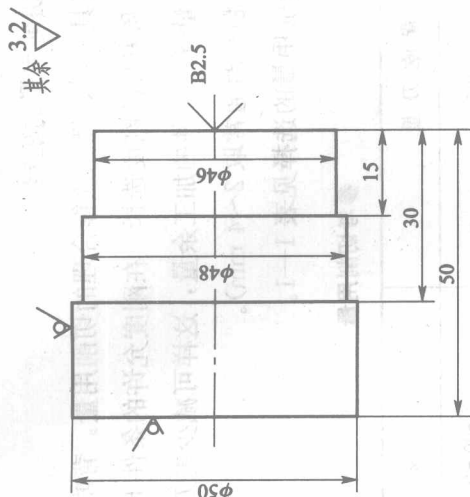
(三) 简答题

1. 简述数控车床的安全操作规程。
2. 普通车床与数控车床的主要区别有哪些?

应会部分

一、例题精选

用手动方式在数控车床上完成图 1—2 所示零件的加工。



材料: 45 钢

图 1—2 轴类零件

项目要求:

在数控车床上用手动方式切削完成图 1—2 所示轴类零件的加工。零件材料为 45 钢, 毛坯尺寸为 $\phi 50 \text{ mm} \times 75 \text{ mm}$, 按图样要求制定正确的工艺方案, 选择合理的刀具和切削工艺参数。

项目实施:

(一) 零件工艺路线的确定

根据零件图样要求, 可从右端开始加工, 加工结束后切断即可。

(二) 刀具的选择及装夹

根据图样加工内容和要求, 选择 95° 的外圆车刀和刀宽为 4 mm 的切断刀。

(三) 切削用量的确定

根据刀具材料、性能选择合理的切削用量。背吃刀量应根据机床、工件和刀具的刚度选择。在刚度允许的条件下, 应尽可能地使背吃刀量等于工件的加工余量, 这样可减少走刀次数, 提高生产效率(粗车时通常取 $2\sim 4$ mm)。

参考切削用量的选择见表 1—1。

表 1—1 参考切削用量

背吃刀量	n
1 mm	600 r/min

(四) 工件装夹

装夹零件毛坯, 右端伸出卡盘长度为 60 mm。

(五) 加工过程

1. 用转动手轮的方式, 车工件右端面。
2. 用手轮方式加工外圆表面: 背吃刀量为 1 mm, Z 向切削

30 mm。

3. X 向退刀至安全位置, 进给背吃刀量为 1 mm, Z 向切削 15 mm。

4. X 向、Z 向退刀至安全位置。

(六) 工件检测

1. 用游标卡尺测量加工尺寸, 检测加工质量。
2. 加工时注意手轮和快速按钮的合理应用, 确保安全。

二、操作练习

1. 设置数控系统的初始转速, 写出步骤并在数控车床上验证。
2. 正确完成程序的建立、输入、修改与删除, 并在数控车床上完成下列程序的输入。

O0001;

T0101;

M03 S500;

G00 X54 Z5;

G01 X52 F60;

G71 U1.0 R0.5;

G71 P01 Q02 U1 W1 F60;

N01 G00 X0 S800;

G01 Z0 F40;

G03 X20 Z-10 R10;

G03 X30 Z-15 R5;

G01 Z-30;

G02 X40 Z-60 R33;

G01 X50 Z-80;

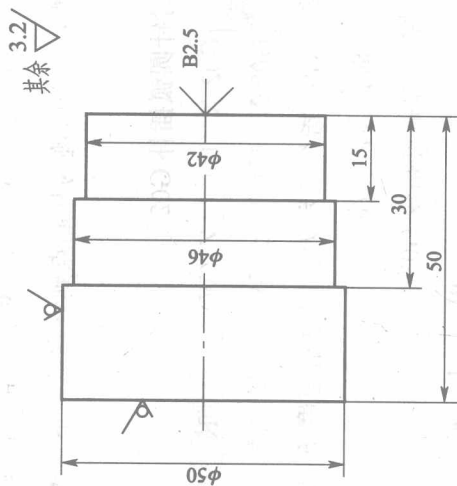
N02 G01 Z-90;

G00 X100 Z100;

M05;

M30;

3. 采用手动切削方式加工如图 1—3 所示的轴类工件。



材料: 45钢

图 1—3 轴类零件

第二单元 单一表面零件加工

应知部分

一、知识总结

1. 单元目标

(1) 学会在数控车床上正确安装刀具, 设置工件坐标系, 正确对刀。

(2) 通过程序的空运行, 掌握程序运行检查的有效方法, 学会模拟进给显示。

(3) 看懂图样, 学会 G00、G01、G02、G03、G90、G94 指令的应用, 能根据零件图的要求, 编制正确的加工程序, 合理地安排好粗、精加工, 并且能够进行校验。

(4) 能够正确选用切削液。

2. 常用指令格式

(1) G00 快速移动

指令格式: G00 X (U) _ Z (W) _;

指令功能: X 轴、Z 轴同时从起点以各自的快速移动速度到

终点。G00 为模态 G 指令。

(2) G01 直线插补

指令格式: G00 U (U) _ W (W) _; (起点坐标)

G01 X (U) _ Z (W) _ F _; (终点坐标)

指令功能: 运动轨迹为从起点到终点的一条直线。G01 为模态 G 指令。

(3) 顺时针圆弧插补 G02

指令格式 { G02 X (U) _ Z (W) _ I _ K _ F _;

G02 X (U) _ Z (W) _ R _ F _;

指令功能: G02 指令表示刀具以进给速度 F 从圆弧起点向圆弧终点进行顺时针圆弧插补。

(4) 逆时针圆弧插补指令 G03

指令格式 { G03 X (U) _ Z (W) _ I _ K _ F _;

G03 X (U) _ Z (W) _ R _ F _;

指令功能: G03 指令表示刀具以进给速度 F 从圆弧起点向圆弧终点进行逆时针圆弧插补。

G02、G03 指令的应用见图 2-1。

(5) 轴向切削循环 G90

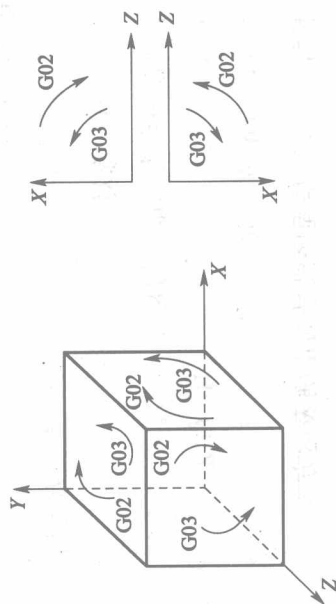


图 2-1 G02、G03 指令方向

指令格式: G90 X (U) __ Z (W) __ F __; (圆柱切削)

G90 X (U) __ Z (W) __ R __ F __; (圆锥切

削)

(6) 径向切削循环 G94

指令格式: G94 X (U) __ Z (W) __ F __; (端面切削)

G94 X (U) __ Z (W) __ R __ F __; (锥度端面

切削)

二、经验交流

(一) G00、G01、G02、G03 指令使用注意事项

1. 使用 G00 时必须注意刀具是否可能与工件相碰。
2. 程序中, 如果是首次使用 G01、G02、G03 等指令, 必须指定进给量 F 值。F 指令为模态指令, 如果以后进给量不变, 则 F 字段可省略。

3. 使用 G01 前, 必须保证刀具的当前位置为正确位置 (由于 G01 中只指定了插补的终点位置, 并未指明插补的起点位置)。

4. G00、G01 及其坐标值都是模态指令, 下一程序段中可省略相同的字段。

5. G02、G03 程序段的指令地址中, I、K、R 必须至少输入一个, 否则系统会报警。

6. 使用 R 指令时, 本系统规定只对小于等于 180 的圆弧有效, 如果终点不在用 R 指令定义的圆弧上, 系统会报警。

(二) 应用固定循环指令的注意事项

1. 在固定循环指令中, X (U)、Z (W)、R 一经执行, 如没有重新给定新值, 则原值保持有效。如果执行了除 G04 以外的非模态 (00 组) G 指令, 或执行了 G00、G01、G02、G03、G32 时, 则 X (U)、Z (W)、R 保持的指令值被清除。

2. G90、G92 或 G94 程序段的下一程序段为无移动的指令时, 必须在固定循环指令之后用其他的 G 指令取消循环动作。

3. 在输入方式下执行固定循环指令时, 运行结束后, 只需按循环启动按钮, 就可以进行与前面同样的固定循环。

4. 固定循环指令与 M、S、T 指令共段, 循环指令可以与 M、S、T 指令同时进行, 但如果指令 M、S、T 后便取消了固定循环 (指令 G00、G01), 则必须再次指令固定循环指令。

三、练习

改刀补值和刀补号。

A. 刃磨刀具后 B. 更换刀具后

(一) 选择题

C. A 和 B 都对

1. () 是编程人员在编程时使用的, 由编程人员在工件上指定某一固定点为原点建立的坐标系。

8. 下列程序号表示错误的是 ()。

A. 标准坐标系 B. 机床坐标系

A. O1 B. O12

C. 工件坐标系

9. 下列 () 是程序段号的正确表达方式。

2. 车削加工不能完成 () 的加工。

A. N0001 B. O0001

A. 螺纹 B. 键槽

C. P0001

C. 外圆柱面

10. () 为顺时针圆弧插补。

3. 车削时, 车刀的纵向移动或横向移动是 ()。

A. G01 B. G02

A. 主运动

B. 进给运动

C. 车削运动

11. 选择粗基准时, 应当选择 () 的表面。

4. 数控机床适用于 () 生产。

A. 任意 B. 比较粗糙

A. 大型零件

B. 小型零件

C. 小批量复杂零件

C. 加工余量小或不加工

5. 车削时切削热大部分是由 () 传散出去的。

12. CNC 是 () 的缩写。

A. 刀具

B. 工件

C. 切屑

A. 计算机数控系统

B. 柔性制造单元

6. 以下属于摩擦传动的是 ()。

适。

A. 链传动

B. 带传动

C. 齿轮传动

A. 三爪卡盘

B. 四爪卡盘

C. 两顶尖

7. 在试切或加工过程中, () 要重新测量刀具位置并修

14. 车削时, 主轴回转运动是 ()。

A. 主运动 B. 进给运动

C. 切削运动

15. 以下材料中,耐热性最好的是()。

A. 碳素工具钢 B. 合金工具钢

C. 硬质合金 D. 高速钢

16. ()加工时,应取较小的前角。

A. 精 B. 半精

C. 粗

17. 减小()可以细化工件的表面粗糙度。

A. 主偏角 B. 副偏角

C. 刀尖角

18. 在切削用量三要素中,()对刀具磨损的影响最大。

A. 切削速度 B. 背吃刀量

C. 进给量

19. 以下属于刀具功能指令的是()指令。

A. M B. S

C. T D. F

20. 车削()材料时,车刀可选择较大的前角。

A. 软

B. 硬

C. 脆性

21. 只在本程序段有效,下一程序段需要时必须重写的代码称为()。

A. 模态代码

B. 续效代码

C. 非模态代码

D. 准备功能代码

22. 选择刀具起始点时,首先应考虑()。

A. 防止与工件或夹具干涉碰撞

B. 方便工件安装测量

C. 每把刀具刀尖在起始点重合

D. 选取工件外侧

23. 在车床上锉削时,推锉速度要()。

A. 快 B. 慢

C. 缓慢且均匀

24. 根据加工零件图样选定的编制零件程序的原点是()。

A. 机床原点 B. 编程原点

C. 加工原点 D. 刀具原点

25. 数控系统常用的两种插补功能是()。

A. 直线插补和圆弧插补

B. 直线插补和抛物线插补

C. 圆弧插补和抛物线插补

D. 螺旋线插补和抛物线插补

26. 如图2—2所示,正确的读数是() mm。

A. 13.000

B. 13.00

C. 12.50

D. 12.500

27. 如图2—3所示,尺寸 $\phi 20$ 的公差等于() mm。

A. 0.021

B. -0.021

C. 0

D. 19.979

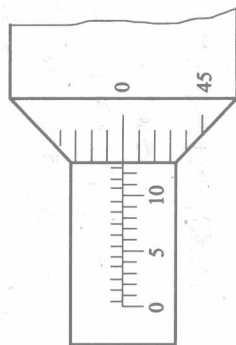


图 2-2 读尺寸

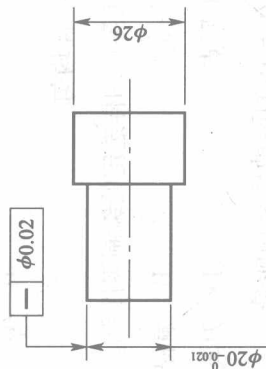


图 2-3 读尺寸

28. 如图 2-4 所示的游标卡尺的读数值为: () mm。



图 2-4 读尺寸

- A. 4.42
B. 4.44
C. 4.41
D. 4.415

29. 用 1 : 2 的比例画 30° 斜角的楔块时, 应将该角画成 ()。

- A. 15°
B. 30°
C. 60°
D. 45°

30. 车刀安装高低对 () 角有影响。

- A. 主偏
B. 副偏
C. 前
D. 刀尖

31. 成形车刀的前角应取 ()。

- A. 较大
B. 较小
C. 0°
D. 20°

32. 主偏角大则 ()。

- A. 散热好
B. 进给抗力小
C. 易断屑
D. 表面粗糙度小

33. CA6140 型车床能加工的最大工件直径是 () mm。

- A. 140
B. 200
C. 400
D. 500

34. 文明生产要求 ()。

- A. 磨刀时站在砂轮侧面
B. 短切屑可用手清除
C. 量具放在顺手的位置
D. 千分尺可当卡规使用

35. 切断刀的副后角应选 ()。

- A. 6°~8°
B. 1°~2°

C. 12°

D. 5°

(二) 判断题

36. 当直线与圆相切时, 切点在 ()。

A. 连心线上

B. 连心线的延长线上

C. 过圆心作直线的垂线垂足处

D. 以上三者都不对

37. 若车刀的主偏角为 75° , 副偏角为 6° , 则刀尖角为 ()。

A. 99°

B. 9°

C. 84°

D. 15°

38. 如果车刀装歪, 对 () 影响较大。

A. 车螺纹

B. 车外圆

C. 前角

D. 后角

39. 对表面粗糙度影响较小的是 ()。

A. 切削速度

B. 进给量

C. 切削深度

D. 工件材料

40. 细长轴的主要特点是 ()。

A. 强度低

B. 刚性差

C. 弹性好

D. 稳定性差

41. 文明生产要求 ()。

A. 量具放在顺手的位置

B. 开车前先检查车床状况

C. 磨刀时站在砂轮正面

D. 磨刀时光线不好可不戴眼镜

1. 程序试运行和对刀都是为了检验加工程序是否编制正确。

()

2. 乳化液的比热容小, 黏度小, 流动小, 流动性好, 主要起润滑作用。

()

3. 刀具远离工件的运动方向为坐标的正方向。

()

4. R_a 值越大, 则表示表面越粗糙。

()

5. 可转位车刀指刀片转位。

()

6. 毛坯粗加工没有精度要求, 所以背吃刀量越大越好。

()

7. 工件定位、夹紧、安装、对刀等误差均会影响其加工精度。

()

8. 数控编程中 F 指令只能指定进给量。

()

9. 编写数控程序时, 一般以机床坐标系为编程依据。

()

10. 数控车床的进给方式分为每分钟进给和每转进给两种。

()

11. 硬质合金焊接式车刀具有结构简单、刚性好的优点。

()

12. 齿轮传动中, 只能采用外啮合的方式。

()

13. 为了保证安全, 机床电器的外壳必须接地。

()

14. 车工在操作中严禁戴手套。

()

15. 刀具材料的耐磨损程度与其硬度无关。

()

16. 工件旋转运动为主运动, 车刀运动为进给运动的切削加工方法称为车削。 ()
17. 精车时切削速度不应该选得过高和过低。 ()
18. 车削铸铁材料时由于强度低, 故可选取较低的切削速度。 ()
19. 为了延长刀具的寿命, 一般选用韧性好、耐冲击的材料。 ()
20. 工件上经刀具切削后产生的新表面称为加工表面。 ()
21. 可以在两顶尖装夹的情况下切断工件。 ()
22. 数控机床适用于单品种、大批量的生产。 ()
23. 不带有位移检测反馈的伺服系统称为半闭环控制系统。 ()
24. 编制数控加工程序时一般以机床坐标系作为编程依据。 ()
25. 过定位决不允许在加工中使用。 ()
26. FMC 是柔性制造系统的缩写。 ()

(三) 简答题

1. 常用的程序编制方法有几种? 程序检验的方法有哪些?

2. 切削液的主要作用是什么?

3. 对夹具的夹紧装置有哪些基本要求?

4. 加工某一直径为 24 mm 轴类零件的外圆, 其切削线速度为 62 m/min, 求主轴转速?

应会部分

一、例题精选

如图 2—5 所示工件，毛坯为 $\phi 50 \text{ mm} \times 90 \text{ mm}$ 的 45 钢，试编写其数控车削加工程序，并上机加工。

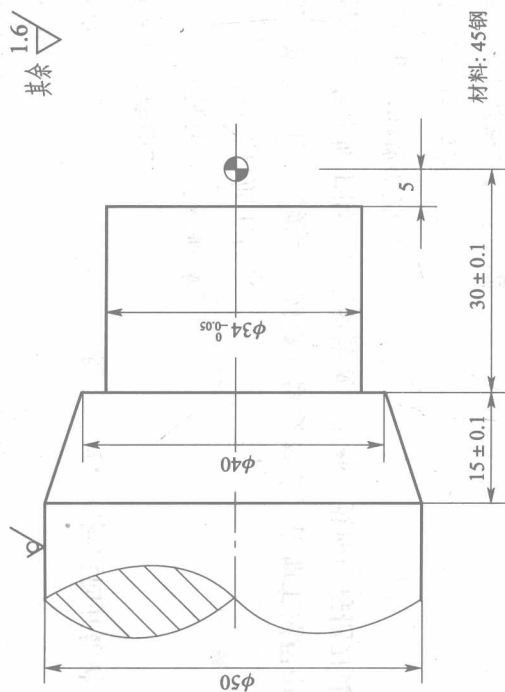


图 2—5 轴类零件

项目要求：

用数控车床完成图 2—5 所示轴类零件的加工。零件材料为 45 钢，毛坯尺寸为 $\phi 50 \text{ mm} \times 90 \text{ mm}$ ，按图样要求设定工件坐标

系，制定正确的工艺方案，选择合理的刀具和切削工艺参数，编制数控加工程序。

项目实施：

(一) 零件工艺路线的确定

根据零件图样要求，可从右端开始加工，编程坐标系原点如图 2—5 所示。

(二) 刀具的选择

根据图样的加工内容和要求，选择 95° 外圆车刀。

(三) 切削用量的确定

根据刀具材料和性能，选择合理的切削用量。背吃刀量应根据机床、工件和刀具的刚度选择。为了保证加工表面的质量，一般应留有加工余量。

另外，在一般情况下，外圆粗车时吃刀量大，进给速度快，主轴转速慢；精车时吃刀量小，进给速度慢，主轴转速快。

参考切削用量的选择见表 2—1。

表 2—1 参考切削用量

类别	背吃刀量 (mm)	f (mm/min)	n (r/min)
粗加工	3	100	600
精加工	0.25	30	1 000

(四) 工件装夹

装夹零件毛坯，右端伸出卡盘长度为 50 mm。