

图解

王 兵 黄加明 主编

数控车工 实战

33

例



化学工业出版社

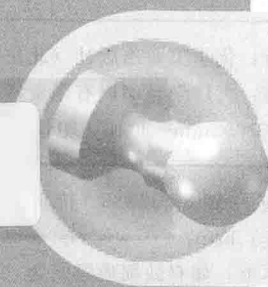
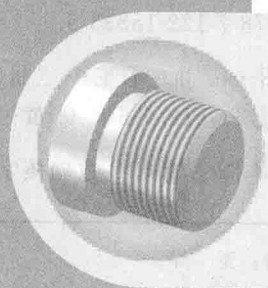
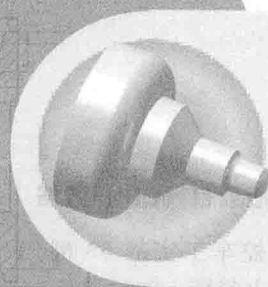
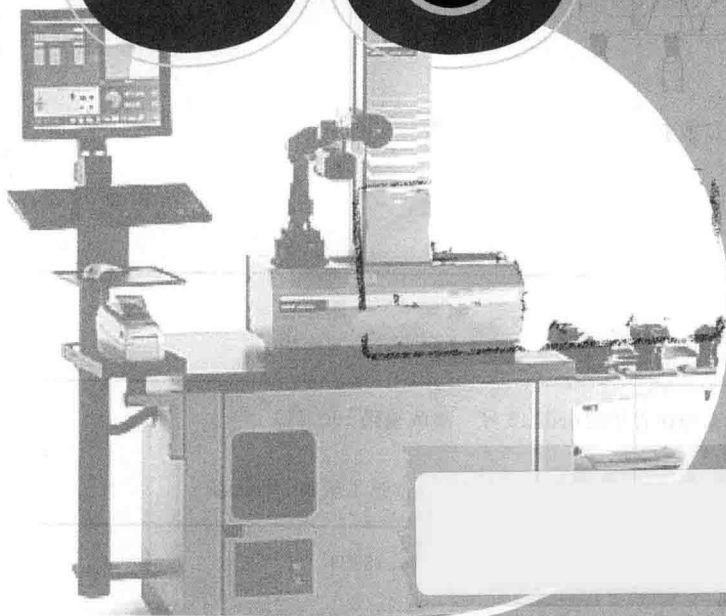
王 兵 黄加明 主编

[图解]

数控车工实战

33

例



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

图解数控车工实战 33 例/王兵, 黄加明主编. —北京:
化学工业出版社, 2014. 1
ISBN 978-7-122-18833-5

I. ①图… II. ①王… III. ①数控机床-车床-车削-图
解 IV. ①TG519. 1-64 ②黄…

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 256508 号

责任编辑: 王 烨

文字编辑: 谢蓉蓉

责任校对: 宋 玮

装帧设计: 刘丽华

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 大厂聚鑫印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张 14 字数 349 千字 2014 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 58.00 元

版权所有 违者必究

前言

F O R E W O R D

职业技能培训是提高劳动者知识与技能水平，增强劳动者就业能力的有效措施。作为当今制造业主流设备的数控机床，其应用水平的高低已成为衡量一个国家制造业综合实力的重要标志。数控车削是机械加工最主要的数控加工方法之一。随着社会主义市场经济的发展，企业不但需要有高素质的管理者，还需要有高素质的技术人才。只有技术过硬、技艺精湛的操作技能人才，才能确保产品加工质量，提高劳动生产率，使企业获得良好的经济效益。为配合国家人才发展战略目标，加快大批高素质技能型人才的培养需要，我们以《国家职业标准》中的初、中级技术工人等级标准及职业鉴定规范编写了本书。

本书在编写过程中，坚持按岗位培训需要编写的原则，以技能实操为主线，以FANUC数控系统为例，解析详细，强化训练，主要有以下特色。

1. 图表图解形式，详析技能操作

通过图表，将实战操作技能步骤中复杂的结构与细节知识简单化、清晰化，语言简洁，贴近现场，达到了读图学习知识技能的目的，有利于读者的理解和掌握。

2. 针对专业技能，完善培训内容

依据技能考核鉴定点设计，以数控车削加工典型实例为训练素材，目的明确，图样、准备清单、检测评价完整齐全，内容丰富，步步提高，具有实用性。

3. 理论联系实际，把握技巧禁忌

归纳总结，对操作中“不宜做”、“不应做”、“禁止做”和“必须注意”的事情，以反向思维，在进行必要的工艺分析基础上，加以具体的说明和表达，并提出合理的解决措施。

本书不仅可供各阶段读者自学用书，还可作为机械制造企业技术工人的学习读物，也可以作为各职业鉴定培训机构和职业技术学院的培训教材。

本书由王兵、黄加明主编，徐家斌、唐宗清副主编，乐孝平、张广忠、丁轶、汪东、张赫南、钟志刚、陈琳、周正国参加编写。

由于时间仓促，经验不足，书中缺陷和错误在所难免，恳请广大读者给予批评指正。

编 者

目录

C O N T E N T S

实战一	外圆端面的车削	1
实战二	台阶的车削	10
实战三	大台阶的车削	17
实战四	多台阶的车削	26
实战五	沟槽的车削	33
实战六	V形槽的车削	40
实战七	管接头的车削	50
实战八	凸圆弧的车削	57
实战九	凹圆弧的车削	64
实战十	外圆锥面的车削	71
实战十一	轴类综合工件一的车削	77
实战十二	轴类综合工件二的车削	83
实战十三	轴类综合工件三的车削	89
实战十四	直孔的车削	95
实战十五	台阶孔的车削	102
实战十六	内圆弧的车削	107
实战十七	内圆锥面的车削	113
实战十八	内沟槽的车削	118
实战十九	法兰盘的车削	124
实战二十	套类综合工件一的车削	129
实战二十一	套类综合工件二的车削	133
实战二十二	普通三角形螺纹的车削	139
实战二十三	外锥螺纹的车削	147
实战二十四	梯形螺纹的车削	154
实战二十五	内螺纹的车削	162

实战二十六	端盖的车削	167
实战二十七	螺纹轴的车削	173
实战二十八	螺纹套的车削	179
实战二十九	椭圆面的车削	184
实战三十	正弦曲线面的车削	193
实战三十一	复杂工件一的车削	199
实战三十二	复杂工件二的车削	206
实战三十三	复杂工件三的车削	212
参考文献		218

外圆端面的车削

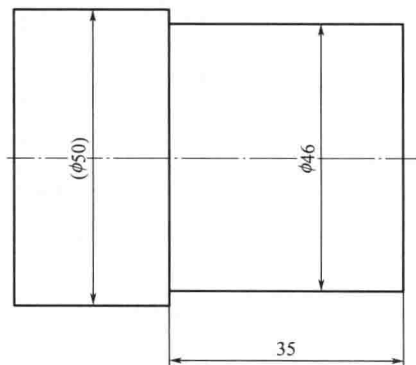
一、目标要求

- 掌握用 G00、G01 指令的编程与应用方法。
- 掌握外圆加工用刀具的选用、安装方法。
- 了解外圆、端面的加工方法。
- 正确执行安全技术操作规程。
- 能按企业有关文明生产的规定，做到工作场地整洁，工件、工具、量具摆放整齐。

二、工艺准备

1. 加工图样

外圆端面加工图样如图 1-1 所示。



技术要求：
1. 全部 $Ra1.6\mu\text{m}$ 。
2. 未注公差尺寸按 GB 1804-M。

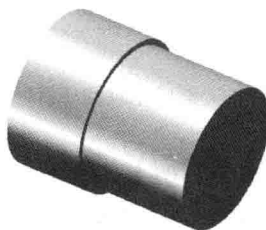


图 1-1 外圆端面加工图样

2. 总体要求

- 1) 本技能分值：100 分。
- 2) 技能考核时间：50min。

3. 准备清单

- 1) 材料准备（表 1-1）。

表 1-1 材料准备

材料名称	规 格	数 量
45 钢	$\phi 50\text{mm} \times 60\text{mm}$	1

- 2) 设备与刀、量具准备（表 1-2）。

表 1-2 设备与刀、量具准备

项 目	内 容		备 注
	名 称	规 格	
量 具	游标卡尺	0~125mm	
	千分尺	25~50mm	
刀 具	外圆车刀	93°机夹外圆车刀	
设 备	数控车床	根据实际情况选择	

4. 图样与工艺分析

- 1) 该零件只需加工 $\phi 46\text{mm}$ 及其长度 35mm，其加工精度要求不高。
- 2) 因考虑到该零件是第一次训练，可一次加工完成，另外其表面粗糙度值为 $Ra1.6\mu\text{m}$ ，加工时应注意选择合适的进给量。
- 3) 零件采用三爪自定心卡盘直接装夹 $\phi 50\text{mm}$ 的毛坯表面，保证伸出长度不少于 40mm。
- 4) 该零件坐标原点选为零件右端面与轴线的交点，如图 1-2 所示。

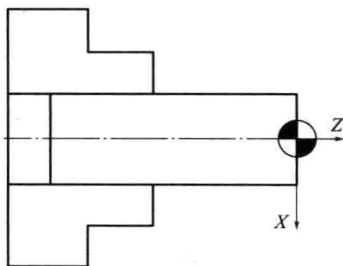


图 1-2 坐标原点的选择

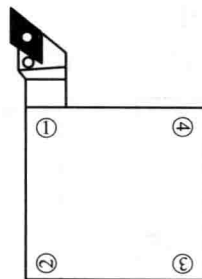


图 1-3 车刀的安裝

- 5) 将 93°机夹外圆车刀装夹在 1 号刀位，如图 1-3 所示。并采用固定点换刀方式，换刀点为 R 点，坐标 (100, 100)。
- 6) 工艺路线：车右端面→车外形轮廓表面。

5. 数控加工工序卡的填写（表 1-3）。

表 1-3 数控加工工序卡

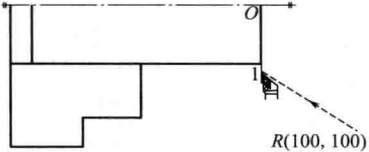
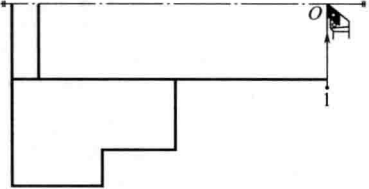
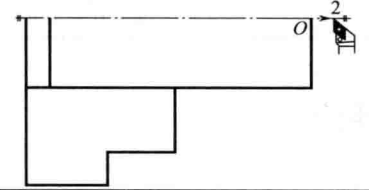
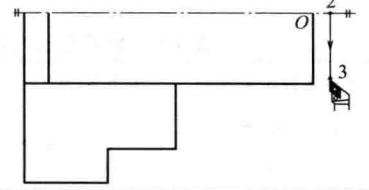
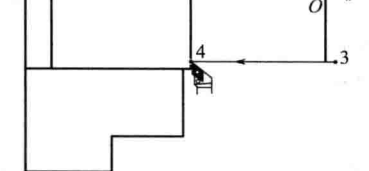
数控加工工序卡片		工序号	工序内容			
		1	端面外圆的车削			
材料	45 钢	夹具名称	三爪自定心卡盘	使用设备		
工步内容	刀具号	主轴转速 n /(r/min)	进给量 f /(mm/r)	背吃刀量 a_p /mm	备 注	
车右端面	T0101	700	0.1		手动或 MDI 方式	
车外圆	T0101	700	0.15	2	自动	
编制		审核		第一页	共一页	

三、技能操作

1. 加工工序与刀具运行轨迹

外圆端面车削加工时加工工序与各运动点坐标见表 1-4。

表 1-4 外圆端面车削加工工序与走刀运动点的坐标

加工工序	操作说明	控制指令	作业流程图	刀具进给路径
车端面	快速定位于起刀点 1,1 点坐标: 52,0	G00		$R \rightarrow 1$
	车端面(至坐标原点 O), 原点 O 坐标:0,0	G01		$1 \rightarrow O$
	离开端面退刀至 2 点,2 点坐标: 0,2	G01		$O \rightarrow 2$
车外圆	退至点 3,3 点坐标:46,2	G00		$2 \rightarrow 3$
	车外圆 $\phi 46$ (至 4 点),4 点坐标: 46,-35	G01		$3 \rightarrow 4$

续表

加工工序	操作说明	控制指令	作业流程图	刀具进给路径
退出表面	退刀离开外圆表面至 5,5 点坐标:52,-36	G01		4→5
返回换刀点	退刀至换刀点 R,R 点坐标:100,100	G00		5→R

2. 加工程序

外圆端面车削加工程序的编制见表 1-5。

表 1-5 外圆端面车削加工程序

程 序	说 明
O0001;	主程序名
G99 T0101 M03 S700;	用 G 指令建立工件坐标系,主轴以 700r/min 正转
G00 X52. Z0. ;	快速定位起刀点(准备车端面)
G01 X0. F0.1;	车端面
Z2. ;	退刀(离开端面)
G00 X46. ;	至外圆起刀点位置
G01 Z-35. F0.15;	车 $\phi 46\text{mm}$ 外圆
X52. ;	退刀
G00 X100. Z100. ;	至换刀点位置
M05;	主轴停
M30;	主程序结束并返回

四、技能评价

技能评价内容见表 1-6。

表 1-6 外圆端面车削技能评价内容

检验项目	评价内容及要求	项目配分	评价标准	评价结果	得分情况
数控系统的操作	1 数控车床的开启、回零	10 分	操作错误不得分		
	2 毛坯与刀具的装夹	10 分			
	3 对刀	15 分	不正确不得分		
	4 刀偏的输入	10 分			
	5 程序的输入	5 分	不规范不得分		
	6 程序的校验	15 分	不进行不得分		
	7 自动加工	10 分	操作错误不得分		

续表

检验项目		评价内容及要求	项目配分	评价标准	评价结果	得分情况
零件的检测	8	$\phi 46\text{mm}$	10 分	每超 0.01mm 扣 3 分,扣完为止		
	9	35mm	9 分	超差不得分		
	10	$Ra 1.6\mu\text{m}$	6 分	不合格不得分		
安全文明生产	11	安全文明、正确规范	按有关规定,每违反一项从总分中扣 5 分,最多扣 30 分,发生重大事故取消考核资格			
日期			检验(签名)		总得分	

五、操作要点与技巧

1. G00、G01 的运动路径

(1) G00 指令 G00 指令是模态代码,它命令刀具以点位控制方式从刀具所在点快速运动到下一个目标位置。它只是快速定位,而无运动要求,且无切削加工过程。它一般用于加工前的快速定位或加工后的快速退刀。

1) G00 为模态指令,可由 G01、G02、G03 或 G33 指令功能注销。

2) G00 移动速度不能用程序指令设定,而是由厂家预先设置的。

3) G00 的执行过程中,刀具由程序起始点加速到最大速度,然后快速移动,最后减速到终点,实现快速定位。

4) G00 指令运行时,刀具的实际运动路线不是直线,而是折线,如图 1-4 所示。使用时应注意刀具是否会与工件发生干涉。

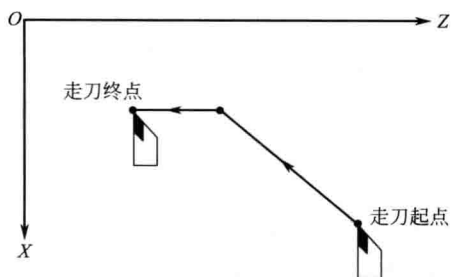


图 1-4 G00 的运动路径

(2) G01 指令 G01 指令是模态代码,规定刀具在 XOZ 平面内以插补联动方式按指定的进给速度 F 做任意的直线运动。其走刀路径如图 1-5 所示。

1) G01 指令后的坐标值取绝对值编程还是增量值编程由编程者根据情况决定。

2) G01 指令可由 G00、G23 或 G32 注销。用于加工圆柱形外圆、内孔、锥面等。

3) 进给速度由 F 指令决定。F 指令也是模态指令,或由 G00 指令取消。如果在 G01 程序段之前的程序段没有 F 指令,且 G01 程序段中也没有 F 指令,则机床不运动。因此,01 程序中必须含有 F 指令。

4) 程序中 F 指令进给速度在没有新的 F 指令以前一直有效,不必在每个程序段中都写

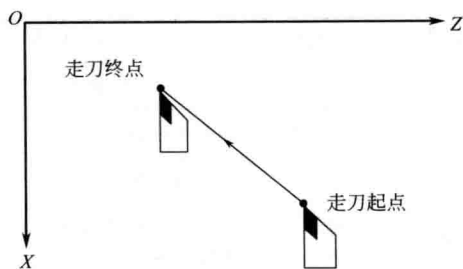


图 1-5 G01 的走刀路径

入 F 指令。

5) G01 程序段中, 如果省略 X(U), 则表示为外圆加工; 省略 Z(W), 则表示端面加工。

6) 两个相连的 G01 指令, 后一个 G01 指令和 F 功能字可省略, 其进给速度与前一个相同。

2. 端面外圆车削中 G00、G01 的应用

(1) 端面的车削 对单件加工, 端面一般可在对刀时手动车出, 批量加工时, 粗车时可选择 90° 外圆车刀, 按图 1-6(a) 所示的方式进行加工, 精车时可按图 1-6(b) 所示的方式进行加工。

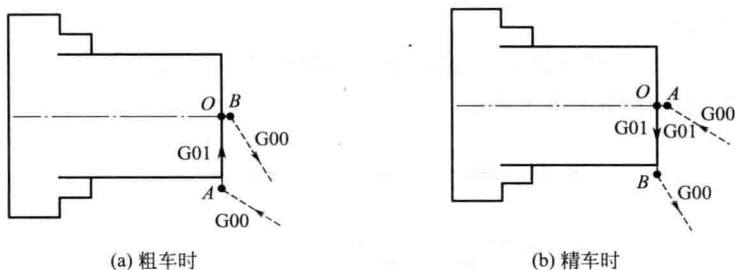


图 1-6 端面车削时走刀路线中 G00、G01

(2) 外圆车削 如果外圆加工余量较小, 可一次加工完成, 如图 1-7(a) 所示的方式; 如果加工余量较大时, 则采用如图 1-7(b) 所示的加工方式进行车削。

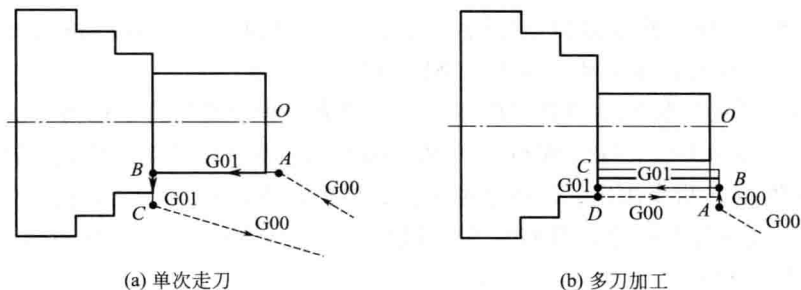


图 1-7 外圆车削时走刀路线中 G00、G01

操作提示

1) 程序编辑中, 字后面的坐标数字在 HNC-21T 中可以不带点, 如 G01X23 (或 G01X23.), 而在 FANUC 系统里面必须带点。

2) 进行直线插补指令 (执行 G01) 时, 如果是执行水平或垂直路程 (圆柱或端面), 则其后的地址字 (X、Z) 不能连写, 如果是斜线 (或锥度) 则一定要连写。

例如, 车直外圆表面 $\phi 50\text{mm} \times 30\text{mm}$, 其格式为:

G01 X50 或 G01 X50.
Z-30 F0.2 Z-30. F0.2

对 $\phi 50\text{mm}$ 的外圆倒 $2 \times 45^\circ$ 的角, 则其格式为:

G01 X50 Z-2 F0.08 或 G01 X50. Z-2. F0.08

3) 刀具、工件应按要求夹紧。

4) 加工操作前要做好各项检查工作。

5) 首件工件应采用单段加工, 程序准确无误后, 再采用自动方式加工, 以免产生意外, 且加工时要关好车床防护门。

3. 起刀点、换刀点和刀位点的确定

(1) 起刀点 起刀点是指在数控车床上加工零件时, 刀具相对于零件的起点。起刀点是指循环车削指令的起始点, 也是循环车削指令的终止点。实际中起刀点在 X 方向取毛坯直径, Z 方向一般设在距离零件右端面 $2 \sim 5\text{mm}$ 处, 如图 1-8 所示。

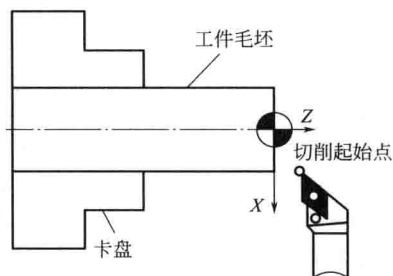


图 1-8 起刀点示意图

(2) 换刀点 换刀点是零件程序开始加工或是在加工过程中更换刀具的相关点, 如图 1-9 所示。设立换刀点的目的是为了在更换刀具时让刀具处于一个比较安全的切削区域。换刀点可远离工件和尾座, 也可在便于换刀的任何地方, 但该点与程序原点之间必须有确定的坐标系。

(3) 刀位点 刀位点是在程序编制中表示刀具位置的点, 是对刀和加工的基准点。在一个程序中每把刀的刀位点通常仅用一个, 也可使用多个, 如图 1-10 所示。

4. 加工质量分析

(1) 端面加工质量分析 端面加工是零件加工中必不可少的工序, 而且直接影响到工件的整体尺寸精度, 因此有必要对加工中出现的质量问题、预防和消除方法做简要介绍。其具体分析情况见表 1-7。

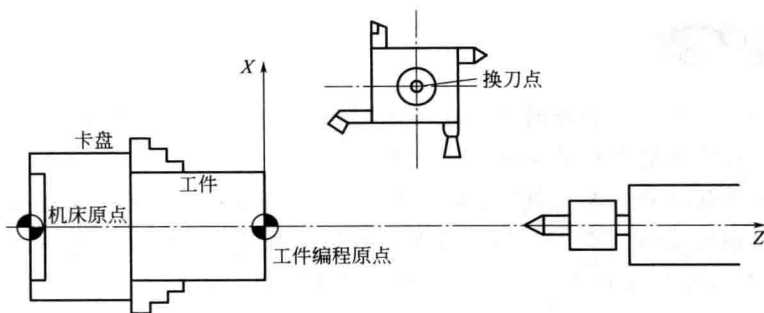


图 1-9 换刀点

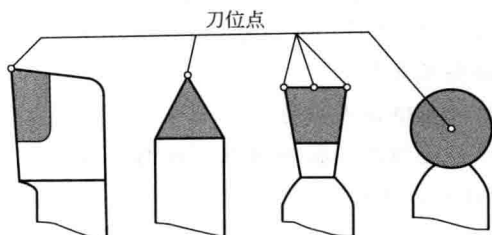


图 1-10 刀位点示意图

表 1-7 端面加工质量分析

问题现象	产生原因	预防方法
端面加工时长度尺寸超差	1. 刀具数据不准确 2. 尺寸计算错误 3. 程序错误	1. 调整和重新设定刀具数据 2. 正确进行尺寸计算 3. 检查修改加工程序
端面粗糙度太差	1. 切削速度过低 2. 刀具中心过高 3. 切屑控制较差 4. 刀尖产生积屑瘤 5. 切削液选用不合理	1. 调高主轴转速 2. 调整刀具中心高度 3. 选用合理的进刀方式及背吃刀量 4. 选用合理的切速范围 5. 选择正确的切削液并充分喷注
端面中心处的凸台	1. 程序错误 2. 刀具中心过高 3. 刀具损坏	1. 检查修改加工程序 2. 调整刀具中心高度 3. 更换刀片
加工过程中出现扎刀引起工件报废	1. 进给量过大 2. 刀具角度选择不合理	1. 降低进给速度 2. 正确选择刀具
工件端面凹凸不平	1. 机床主轴间隙过大 2. 程序错误 3. 切削用量选择不当	1. 调整车床主轴间隙 2. 检查修改加工程序 3. 合理选择切削用量

(2) 外圆加工质量分析 数控车床在外圆加工过程中会遇到各种加工质量上的问题，表 1-8 中对常出现的问题、产生的原因与预防方法进行了分析。

表 1-8 外圆加工质量分析

问 题 现 象	产 生 原 因	预 防 方 法
外圆尺寸超差	1. 刀具数据不准确 2. 切削用量选用不当产生让刀 3. 程序错误 4. 工件尺寸计算错误	1. 调整和重新设定刀具数据 2. 合理选择切削用量 3. 检查修改加工程序 4. 正确计算
外圆表面粗糙度太差	1. 切削速度过低 2. 刀具中心过高 3. 切屑控制较差 4. 刀尖产生积屑瘤 5. 切削液选用不合理	1. 调高主轴转速 2. 调整刀具中心高度 3. 选用合理的进刀方式及背吃刀量 4. 选用合理的切速范围 5. 选择正确的切削液并充分喷注
加工过程中出现扎刀 引起工件报废	1. 进给量过大 2. 切屑阻塞 3. 工件安装不合理 4. 刀具角度选用不合理	1. 降低进给速度 2. 采用断、退屑方式切入 3. 检查工件安装,增加安装刚性 4. 正确选用刀具
工件圆柱度超差或产生 锥度	1. 车床主轴间隙过大 2. 程序错误 3. 工件安装不合理	1. 调整车床主轴间隙 2. 检查修改加工程序 3. 检查工件安装,增加安装刚性

台阶的车削

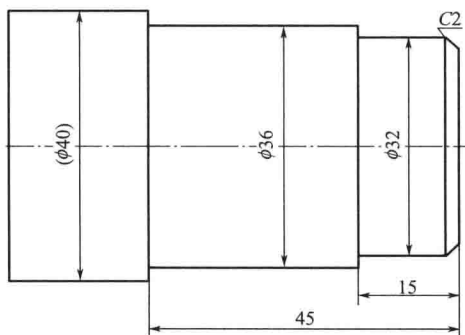
一、目标要求

- 巩固 G00、G01 指令的编程与应用方法。
- 掌握对刀的方法。
- 掌握台阶的加工方法。
- 正确执行安全技术操作规程。
- 能按企业有关文明生产的规定，做到工作场地整洁，工件、工具、量具摆放整齐。

二、工艺准备

1. 加工图样

台阶加工图样如图 2-1 所示。



技术要求：

1. 全部 $Ra1.6\mu\text{m}$ 。
2. 未注公差尺寸按 GB 1804-M。
3. 备料 $\phi 40\text{mm} \times 80\text{mm}$ 。



图 2-1 台阶加工图样

2. 总体要求

- 1) 本技能分值：100 分。
- 2) 技能考核时间：50min。

3. 准备清单

- 1) 材料准备（表 2-1）。

表 2-1 材料准备

材料名称	规 格	数 量
45 钢	$\phi 40\text{mm} \times 80\text{mm}$	1

- 2) 设备与刀、量具准备（表 2-2）。

表 2-2 设备与刀、量具准备

项 目	内 容		备 注
	名 称	规 格	
量具	游标卡尺	0~125mm	
	千分尺	25~50mm	
刀具	外圆车刀	93°机夹外圆车刀	
设备	数控车床	根据实际情况选择	

4. 图样与工艺分析

1) 该零件需加工两个外圆，即 $\phi 36\text{mm}$ 和 $\phi 32\text{mm}$ ，台阶长度 45mm 和 15mm，且 $\phi 32\text{mm}$ 外圆与端面要求倒角 C2。

2) 零件不可一次加工完成，需留 1mm 精加工余量，另外其表面粗糙度值为 $Ra1.6\mu\text{m}$ ，加工时应注意选择合适的进给量。

3) 零件采用三爪自定心卡盘直接装夹 $\phi 40\text{mm}$ 的毛坯表面，保证伸出长度大于 65mm 左右，且坐标原点选为零件右端面与轴线的交点，如图 2-2 所示。

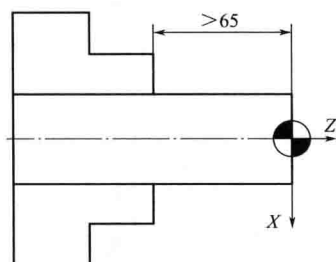


图 2-2 坐标原点的选择

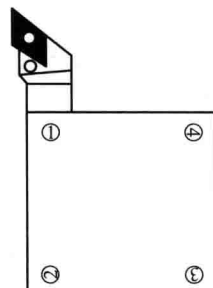


图 2-3 车刀的选用与安装

- 4) 根据加工内容，选择 93°机夹外圆车刀，并将其安装在 1 号刀位，如图 2-3 所示。
- 5) 采用固定点换刀方式，换刀点为 R 点，坐标 (100, 100)。
- 6) 工艺路线：车右端面→粗车各外形轮廓表面→倒角→精车各外形轮廓表面。