

数控专业技能型人才培养用书



数控车削技术 与技能训练 (提高篇)

周晓宏 主编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

数控专业技能型人才培养用书

数控车削技术 与技能训练

(提高篇)

周晓宏 主编

江苏工业学院图书馆
藏书章



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书根据数控车床操作工岗位的技术和技能要求,介绍了比较复杂的数控车削技术和技能。本书按“项目”编写,精选了十一个“项目”,在“项目”下又分解为几个“任务”,是理论和实操一体化的教材。本书按照学生的学习规律,从易到难,在“任务”引领下介绍完成该任务(加工工件、操作机床等)所需理论知识和实操技能。项目内容包括:中等复杂车削零件的工艺分析;中等复杂轴类零件的加工(FANUC系统);螺纹零件车削(FANUC系统);复杂零件车削;宏指令编程及加工;广数系统数控车床的操作;西门子系统数控车床的操作;西门子数控车削系统的编程;运用西门子车削系统进行零件的加工;数控车床中级操作工考核;数控车床高级操作工考核。

本书所介绍的数控系统和数控车床在生产实际中应用很广,举例丰富,图文并茂,通俗易懂,实用性强,适用面广,各章都附有思考与练习题,供读者参考、练习。

本书适合作为学习数控车床编程与加工技术与技能的教材,也可供各高等职业技术学院、技校、中职的数控技术应用专业、模具专业、数控维修、机电一体化专业学生阅读,还可供数控车床操作工的社会化培训学员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

数控车削技术与技能训练. 提高篇/周晓宏主编. —北京:中国电力出版社, 2009

数控专业技能型人才培养用书

ISBN 978-7-5083-8898-4

I. 数… II. 周… III. 数控机床: 车床-车削-技术培训-教材
IV. TG659.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 087141 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2009 年 10 月第一版 2009 年 10 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 17.25 印张 416 千字

印数 0001—3000 册 定价 32.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

前言

数控技术是制造业实现自动化、柔性化、集成化生产的基础；数控技术的应用是提高制造业的产品质量和劳动生产率必不可少的重要手段；数控机床是工业现代化的重要装备，是关系到国家战略地位和体现国家综合国力水平的重要标志。因此可预见 21 世纪机械制造业的竞争，其实质是数控技术的竞争。当前，中国正在逐步成为“世界制造中心”，为了增强竞争能力，制造业开始广泛使用先进的数控技术，数控机床在企业的使用数量正在大幅度增加，企业正急需大批数控编程与加工方面的技能型人才。然而，目前国内掌握数控编程与加工的技能型人才严重短缺，这使得数控技术应用技能型人才的培养显得十分迫切，为适应培养数控技术应用技能型人才的需要，我们总结了自己在生产一线和教学岗位上多年的心得体会，同时结合学校教学的要求和企业要求，组织编写了这套教材。

本套教材根据数控机床的种类和工种分为：数控车削技术与技能训练、数控铣削技术与技能训练、加工中心技术与技能训练、电火花加工技术与技能训练，每一类机床和工种又分为“基础篇”和“提高篇”，共计 8 本。

本套教材按“项目”来编写，“项目”下又分解为多个“任务”，是一种理论和实操一体化的教材。每本教材都按照学生的学习规律，从易到难，精选了多个“项目”，在“任务”引领下介绍完成该任务（加工工件、操作机床等）所需理论知识和实操技能，符合目前我国职业教育界正大力提倡的“任务引领型”教学思路。“基础篇”介绍比较简单的数控加工的技术和技能，“提高篇”介绍比较复杂的数控加工的技术和技能。

本套教材的可操作性很强，读者按照该套教材的思路，通过书中项目的学习和训练，可很快掌握各种数控加工技术和技能。该套教材可大大提高学生学习数控加工技术和技能的兴趣和针对性，学习效率高。在编写过程中，突出体现“知识新、技术新、技能新”的编写思想，介绍知识和技能以“实用、可操作性强”为基本原则，不追求理论知识的系统性和完整性。本套教材是在作者多年来从事数控加工、编程方面的教学、科研、生产工作经验的基础上编写的，书中举例丰富，各章都附有思考与练习题，供读者参考。

本套书适合作为学习数控编程与加工技术与技能的教材，读者对象为各高等职业技术学院、技校、中职的数控技术应用专业、模具专业、数控维修、机电一体化专业学生，以及相

关工种的社会化培训学员。

本套教材由深圳技师学院周晓宏副教授、高级技师主编，肖清参加编写。

由于编者水平有限，书中难免存在一些疏漏之处，恳请读者批评指正。

编 者



目 录



前言

➤ 项目一 中等复杂车削零件的工艺分析	1
任务一 轴类零件加工工艺分析	1
任务二 套筒类零件加工工艺分析	3
任务三 盘类零件加工工艺分析	6
任务四 知识拓展: 工艺分析中的几项重要工作	8
任务五 中等复杂车削零件工艺实训	13
思考与练习	14
➤ 项目二 中等复杂轴类零件的加工 (FANUC 系统)	17
任务一 复合固定循环	17
任务二 车刀的刀具半径补偿	24
任务三 中等复杂轴类零件加工技能训练	27
任务四 车刀几何参数和刀片的选择	40
任务五 中等复杂轴类零件车削实训	47
思考与练习	49
➤ 项目三 螺纹零件车削 (FANUC 系统)	52
任务一 螺纹加工工艺和测量	52
任务二 螺纹车削指令	61
任务三 螺纹零件车削技能训练	63
任务四 知识拓展: 金属切削知识	77
任务五 螺纹零件车削实训	81
思考与练习	82

➤ 项目四 复杂零件车削	86
任务一 子程序应用方法	86
任务二 子程序应用实例	88
任务三 加工余量的确定	95
任务四 复杂零件车削实训	98
思考与练习	100
➤ 项目五 宏指令编程及加工	103
任务一 宏指令的编程方法	103
任务二 宏指令应用	112
任务三 专业数学计算	123
任务四 运用宏指令编程与加工实训	134
思考与练习	136
➤ 项目六 广数系统数控车床的操作	139
任务一 认识机床的操作面板	139
任务二 机床的操作	142
任务三 数控车削加工工件质量的控制	145
任务四 运用广数系统数控车床加工零件	148
思考与练习	150
➤ 项目七 西门子系统数控车床的操作	152
任务一 认识机床的操作面板	152
任务二 开机和回参考点	157
任务三 对刀和参数设置	158
任务四 程序编辑	159
任务五 加工操作	161
任务六 知识拓展：机械加工表面质量	164
思考与练习	165
➤ 项目八 西门子数控车削系统的编程	167
任务一 认识 SINUMERIK 802S 数控车削系统的功能	167
任务二 学习 SINUMERIK 802S 系统基本编程指令	169
任务三 螺纹切削	176
任务四 循环指令及其应用	180
任务五 程序跳转及应用	187
任务六 知识拓展：工艺尺寸链及其应用	190
思考与练习	197

➤ 项目九 运用西门子车削系统进行零件的加工	200
任务一 简单零件加工	200
任务二 中等复杂零件加工	202
任务三 复杂零件加工	209
任务四 数控车削加工工艺技巧	217
任务五 运用西门子车削系统加工实训	222
思考与练习	223
➤ 项目十 数控车床中级操作工考核	225
任务一 数控车床中级操作工实操考核一（FANUC 系统）	225
任务二 数控车床中级操作工实操考核二（西门子系统）	228
任务三 数控车床中级操作工理论考核	234
思考与练习	241
➤ 项目十一 数控车床高级操作工考核	243
任务一 数控车床高级操作工实操考核一（FANUC 系统）	243
任务二 数控车床高级操作工实操考核二（西门子系统）	246
任务三 数控车床高级操作工理论考核	254
思考与练习	261
思考与练习客观题参考答案	263
参考文献	265

项目一

中等复杂车削零件的工艺分析

本项目主要介绍轴类、套筒类和盘类零件数控车削加工工艺分析的方法。

知识目标：数控车床加工工艺制订的基础知识，数控车床加工工艺制订的方法。

技能目标：能对中等复杂轴类、套类和盘类零件进行数控车削工艺分析并制订工艺。

任务一 轴类零件加工工艺分析

任务：典型轴类零件如图 1-1 所示，其中 $\phi 80$ 外径不加工，分析其数控车削加工工艺。

一、零件图工艺分析

该零件表面由圆柱、圆锥、圆弧和螺纹组成，零件的材料为 45 钢，无热处理和硬度要求，切削工艺性良好。

二、确定装夹方案

由于是轴类零件，选坯件轴线和左端大端面为定位基准，左端采用三爪自定心卡盘定心夹紧，右端采用活动顶尖支撑的装夹方式。

以工件左端面及 $\phi 80$ 外圆为安装基准，取夹盘回转中心为工件坐标系零点。工件装夹及刀具布置示意如图 1-2 所示。

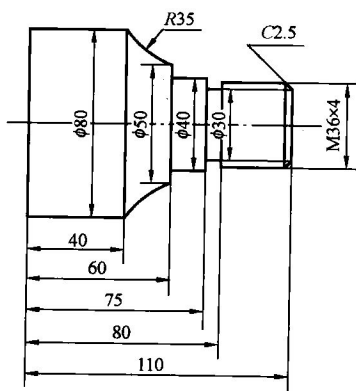


图 1-1 典型轴类零件

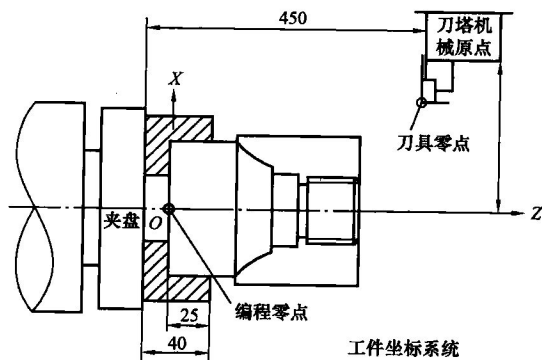


图 1-2 工件装夹及刀具布置示意图

三、确定加工顺序及进给路线

其工艺路线为：

(1) 倒角—粗车 $M36 \times 4$ 螺纹实际外圆— $\phi 40$ 外圆— $\phi 50$ 端面— $\phi 35$ 圆弧面；



- (2) 精车螺纹实际外圆— $\phi 40$ 外圆— $\phi 50$ 端面— $\phi 35$ 圆弧面;
- (3) 切 $\phi 30$ 处退刀槽;
- (4) 切 $M36 \times 2$ 螺纹。

四、选择刀具及刀位点

根据加工要求选用外圆车刀、切槽刀及 60° 螺纹车刀各一把, 其编号分别为 02、04 和 06。选用的刀具形状及安装尺寸如图 1-3 所示。

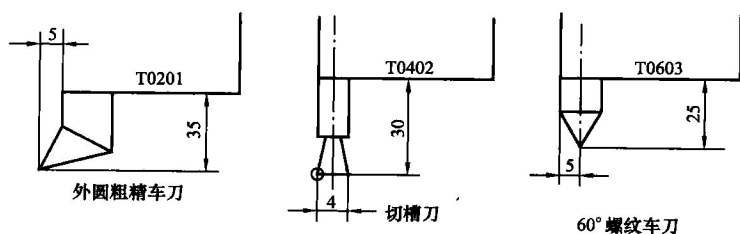


图 1-3 选用的刀具及安装尺寸

其刀具零点坐标如下:

(1) 02 号刀的坐标设定: $X=2 \times (170-35)=270$, $Z=450-5-(40-25)=430$ 。

(2) 04 号刀的坐标设定: $X=2 \times (170-30)=280$, $Z=450-(40-25)=435$ 。

(3) 06 号刀的坐标设定: $X=2 \times (170-25)=290$, $Z=450+5-(40-25)=440$ 。

绘制刀具布置图时, 要正确选择换刀点, 避免换刀时刀具与机床、工件及夹具发生碰撞。例如本任务中换刀点选为 $A(200, 350)$ 。

五、确定切削用量

(1) 背吃刀量。粗车循环时, 希望提高加工效率, 确定背吃刀量 $a_p=3\text{mm}$; 精车时为了保证加工精度, 背吃刀量 $a_p=0.2\text{mm}$ 。

(2) 主轴转速。

1) 车圆柱面、圆锥面和圆弧面。主轴转速的计算公式为

$$n = \frac{1000v_c}{\pi D} \quad (1-1)$$

式中 v_c ——切削速度, m/min , 由刀具寿命确定, 根据工厂经验, 切削速度常选为 $100 \sim 200\text{m/min}$;

D ——工件切削部位回转直径, mm ;

n ——主轴转速, r/min , 根据计算所得的值, 查找机床说明书确定标准值。

工件材料为 45 钢, 粗车的切削速度取 $v_c=100\text{m/min}$, 精车时切削速度取 $v_c=150\text{m/min}$ 。根据坯料直径, 利用式 (1-1) 可初步算出粗车时主轴转速约为 $n=600\text{r/min}$, 精车时主轴转速约为 $n=1200\text{r/min}$ 。

2) 车螺纹时的主轴转速。对大多数数控车床系统, 车螺纹时主轴转速有以下经验公式

$$n \leq \frac{1200}{P} - k \quad (1-2)$$

式中 P ——工件螺纹的螺距或导程, mm;
 k ——保险系数, 一般取 80。

本任务中螺纹的导程为 2mm, 用式 (1-2) 计算, 取主轴转速为 $n=520\text{r/min}$ 。

3) 进给量。先选取进给量 f , 则进给速度为

$$v_f = n f \tag{1-3}$$

粗车时选取进给量 $f=0.4\text{mm/r}$, 精车时选取 $f=0.15\text{mm/r}$, 计算得: 粗车进给速度 $v_f=240\text{mm/min}$; 精车时进给速度 $v_f=180\text{mm/min}$ 。车螺纹的进给量等于螺纹导程, 即 $f=2\text{mm/r}$, 空行程的进给速度取 $v_f=300\text{mm/min}$ 。具体数据见表 1-1。

表 1-1 切 削 用 量

加工内容	主轴转速 (r/min)	切削速度 (m/min)	进给速度 (mm/r)	背吃刀量 (mm)
粗车	600	100	0.4	3
精车	1200	150	0.15	0.2
切槽	800	80	0.1	
切螺纹 (牙深 2.598mm)	520		1.2~0.2	

任务二 套筒类零件加工工艺分析

任务: 套筒类零件如图 1-4 所示, 单件小批量生产, 分析其数控车削加工工艺。

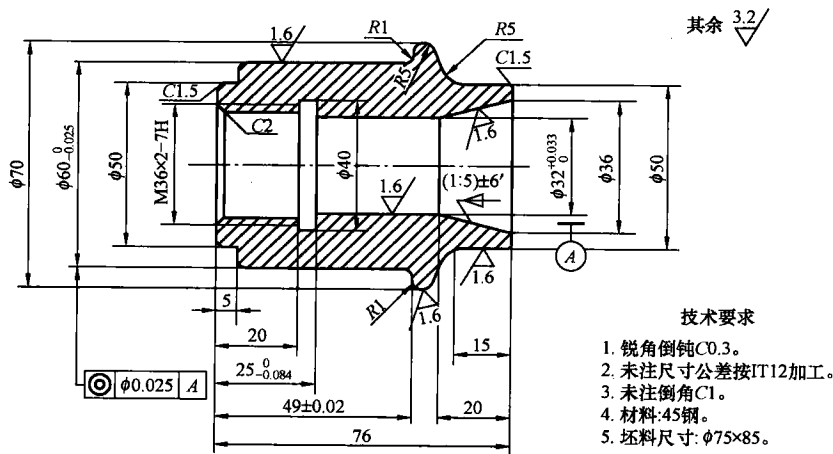


图 1-4 锥孔螺母套零件

一、零件工艺分析

该零件表面由内外圆柱面、圆锥面、顺圆弧、逆圆弧及内螺纹等组成, 其中多个直径尺寸与轴向尺寸有较高的尺寸精度、表面粗糙度和形位公差要求。零件图尺寸标注完整, 符合数控加工尺寸标注要求; 轮廓描述清楚完整; 零件材料为 45 钢, 切削加工性能较好, 无热处理和硬度要求。



通过对零件进行分析,可采取以下工艺措施:

(1) 零件图样上带公差尺寸,除内螺纹退刀槽尺寸 $25_{-0.084}^0\text{mm}$ 公差值较大,编程时可取平均值 24.958mm 外,其他尺寸因公差值较小,故编程时不必取其平均值,取基本尺寸即可。

(2) 左右端面均为多个尺寸的设计基准,相应工序加工前,应该先将左右端面车出来。

(3) 内孔圆锥面加工完后,需掉头再加工内螺纹。

二、确定装夹方案

内孔加工时以外圆定位,用三爪自动定心卡盘夹紧。加工外轮廓时,为保证同轴度要求和便于装夹,以坯件左端面和轴心线为定位基准,为此需要设计一心轴装置(如图 1-5 双点划线部分所示),用三爪卡盘夹持心轴左端,心轴右端留有中心孔并用尾座顶尖顶紧以提高工艺系统的刚性。

三、确定加工顺序及进给路线

加工顺序按由内到外、由粗到精、由远到近的原则确定,在一次装夹中应尽可能加工出较多的工件表面。结合该零件的结构特征,可先粗、精加工内孔各表面,然后粗、精加工外轮廓表面。由于该零件为单件小批量生产,进给路线设计不必考虑最短进给路线或最短空行程路线,外轮廓表面车削进给路线可沿零件轮廓顺序进行,进给路线如图 1-6 所示。

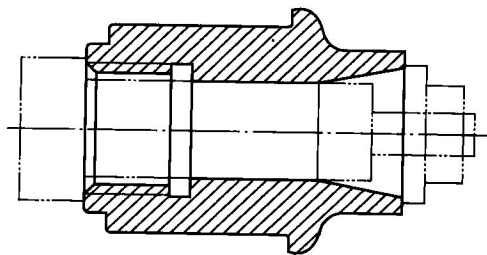


图 1-5 外轮廓车削心轴定位装夹方案

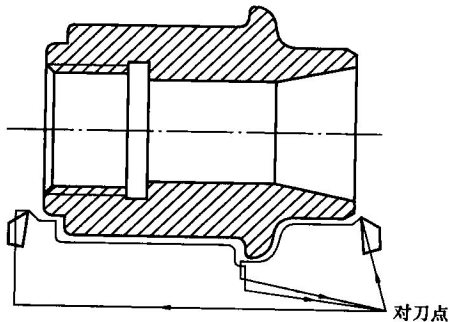


图 1-6 外轮廓车削进给路线

四、刀具选择

- (1) 车削端面选用 45° 硬质合金端面车刀。
- (2) $\phi 4$ 中心钻,用于钻中心孔,以利于钻削底孔时刀具找正。
- (3) $\phi 31.5$ 高速钢钻头,用于钻内孔底孔。
- (4) 粗镗内孔选用内孔镗刀。
- (5) 内孔精加工选用 $\phi 32$ 铰刀。
- (6) 螺纹退刀槽加工选用 5mm 内槽车刀。
- (7) 内螺纹切削选用 60° 内螺纹车刀。
- (8) 选用 93° 硬质合金右偏刀,副偏角选 35° ,自右到左车削外圆表面。
- (9) 选用 93° 硬质合金左偏刀,副偏角选 35° ,自左到右车削外圆表面。

将所选定的刀具参数填入数控加工刀具卡（见表 1-2），以便于编程和操作管理。

表 1-2 数控加工刀具卡

产品名称或代号		数控车工艺 分析实例	零件名称	锥孔螺母套	零件图号	×××	程序编号	×××
工步号	刀具号	刀具规格名称		数量	加工表面		刀尖半径 (mm)	备注
1	T01	45°硬质合金端面车刀		1	车端面		0.5	
2	T02	φ4 中心钻		1	钻 φ4 中心孔			
3	T03	φ31.5 的钻头		1	钻孔			
4	T04	镗刀		1	镗孔及镗内孔锥面		0.4	
5	T05	φ32 的铰刀		1	铰孔			
6	T06	内槽车刀		1	切 5mm 宽螺纹退刀槽		0.4	
7	T07	内螺纹车刀		1	车内螺纹及螺纹孔倒角		0.3	
8	T08	93°右手偏刀		1	自右至左车外表面		0.2	
9	T09	93°左手偏刀		1	自左至右车外表面		0.2	
编制		×××	审核	×××	批准	×××	×年×月×日	共×页 第×页

五、确定切削用量

根据被加工表面质量要求、刀具材料和工件材料，可参考切削用量手册或有关资料选取切削速度与每转进给量，然后根据式（1-1）和式（1-3）计算主轴转速与进给速度，计算结果填入工序卡（见表 1-3）。车螺纹时主轴转速根据式（1-2）计算，进给速度由系统根据螺距和主轴转速自动确定。

表 1-3 数控加工工序卡

(单位名称)		数控加工 工序卡片	产品名称或代号		零件名称	材料	零件图号	
			数控车工艺分析实例		锥孔螺母套	45 钢	×××	
工序号		程序编号	夹具编号		使用设备	车间		
×××		×××	×××		CJK6240	数控中心		
工步号	工步内容		刀具号	刀具规格	主轴转速 (r/min)	进给速度 (mm/min)	背吃刀量 (mm)	备注
1	平端面		T01	25mm×25mm	320		1	手动
2	钻中心孔		T02	φ4	950		2	手动
3	钻孔		T03	φ32.5	200		15.75	手动
4	镗通孔至尺寸 φ31.9		T04	20mm×20mm	320	40	0.2	自动
5	铰孔至尺寸 φ32 ^{+0.033} ₀		T05	φ32	32		0.1	手动
6	粗镗内孔斜面		T04	20mm×20mm	320	40	0.8	自动
7	精镗内孔斜面保证 (1 : 5)±6′		T04	20mm×20mm	320	40	0.2	自动
8	粗车外圆至尺寸 φ71 光轴		T08	25mm×25mm	320		1	手动



续表

(单位名称)		数控加工 工序卡片	产品名称或代号		零件名称	材料	零件图号		
			数控车工艺分析实例		锥孔螺母套	45 钢	×××		
工序号		程序编号		夹具编号		使用设备	车间		
×××		×××		×××		CJK6240	数控中心		
工步号	工步内容			刀具号	刀具规格	主轴转速 (r/min)	进给速度 (mm/min)	背吃刀量 (mm)	备注
9	掉头车另一端面，保证长度尺寸 76mm			T01	25mm×25mm	320			自动
10	粗镗螺纹底孔至尺寸 φ34			T04	20mm×20mm	320	40	0.5	自动
11	精镗螺纹底孔至尺寸 φ34.2			T04	20mm×20mm	320	25	0.1	手动
12	切 5mm 内孔退刀槽			T06	16mm×16mm	320			手动
13	φ34.2 孔边倒角 2×45°			T07	16mm×16mm	320			自动
14	粗车内孔螺纹			T07	16mm×16mm	320		0.4	自动
15	精车内孔螺纹至 M36×2-7H			T07	16mm×16mm	320		0.1	自动
16	自右至左车外表面			T08	25mm×25mm	320	30	0.2	自动
17	自左至右车外表面			T09	25mm×25mm	320	30	0.2	自动
编制	×××	审核	×××	批准	×××	×年×月×日		共×页	第×页

背吃刀量的选择因粗、精加工而有所不同。粗加工时, 在工艺系统刚性和机床功率允许的情况下, 尽可能取较大的背吃刀量, 以减少进给次数; 精加工时, 为保证零件表面粗糙度要求, 背吃刀量一般取 0.1~0.4mm 较为合适。

六、填写工艺文件

(1) 将选定的各工步所用刀具的刀具型号、刀片型号、刀片牌号及刀尖圆弧半径等填入数控加工刀具卡 (见表 1-2)。

(2) 按加工顺序将各工步的加工内容、所用刀具及切削用量等填入数控加工工序卡 (见表 1-3)。

(3) 将各工步的进给路线 (见图 1-6), 绘成文件形式的进给路线图。

上述两卡一图是编制该轴套零件数控车削加工程序的主要依据。

任务三 盘类零件加工工艺分析

任务: 带孔圆盘零件如图 1-7 所示, 材料为 45 钢, 分析其数控车削加工工艺。

一、零件图工艺分析

如图 1-7 所示, 该零件属于典型的盘类零件, 材料为 45 钢, 可选用圆钢为毛坯。为保证数控加工时工件能可靠地定位, 可在数控加工前将左侧端面、 $\phi 95$ 外圆加工, 同时将 $\phi 55$ 内孔钻 $\phi 53$ 孔。

二、选择设备

根据被加工零件的外形和材料等条件，选定 Vturn-20 型数控车床。

三、确定零件的定位基准和装夹方式

- (1) 定位基准。以已加工出的 $\phi 95$ 外圆及左端面为工艺基准。
- (2) 装夹方法。采用三爪自定心卡盘自定心夹紧。

四、制订加工方案

根据图样要求、毛坯及前道工序加工情况，确定工艺方案及加工路线。

- (1) 粗车外圆及端面。
- (2) 粗车内孔。
- (3) 精车外轮廓及端面。
- (4) 精车内孔。

五、刀具选择及刀位号

选择刀具及刀位号，如图 1-8 所示。

将所选定的刀具参数填入带孔圆盘数控加工刀具卡（见表 1-4）。

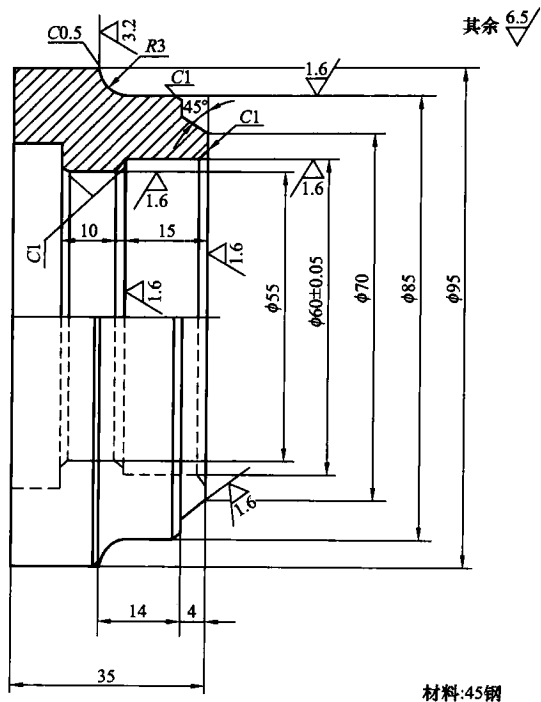


图 1-7 带孔圆盘零件

T1	T3	T5	T7	T9
T2	T4	T6	T8	T10

图 1-8 刀具及刀位号

表 1-4 带孔圆盘数控加工刀具卡

产品名称或代号		×××	零件名称	带孔圆盘	零件图号	×××
序号	刀具号	刀具规格名称	数量	加工表面		备注
1	T01	硬质合金外圆车刀	1	粗车端面、外圆		
2	T04	硬质合金内孔车刀	1	粗车内孔		
3	T07	硬质合金外圆车刀	1	精车端面、外轮廓		
4	T08	硬质合金内孔车刀	1	精车内孔		
编制		×××	审核	×××	批准	×××
					共×页	第×页

六、确定切削用量（略）

七、数控加工工艺卡片拟订

以工件右端面为工件原点，换刀点定为 (X200, Z200)。拟订数控加工工艺卡，见表 1-5。



表 1-5

带孔圆盘的数控加工工艺卡

单位名称		×××		产品名称或代号		零件名称		零件图号	
				×××		带孔圆盘		×××	
工序号		程序编号		夹具名称		使用设备		车间	
001		×××		三爪卡盘		Vturn-20 数控车床		数控中心	
工步号	工步内容			刀具号	刀柄规格	主轴转速 (r/min)	进给速度 (mm/min)	背吃刀量 (mm)	备注
1	粗车端面			T01	20mm×20mm	400	80		
2	粗车外圆			T01	20mm×20mm	400	80		
3	粗车内孔			T04	φ20	400	60		
4	精车外轮廓及端面			T07	20mm×20mm	1100	110		
5	精车内孔			T08	φ32	1000	100		
编制	×××	审核	×××	批准	×××	×年×月×日		共×页	第×页

任务四 知识拓展：工艺分析中的几项重要工作

一、精度及技术要求分析

对被加工零件的精度及技术要求进行分析，是零件工艺性分析的重要内容，只有在分析零件精度和表面粗糙度的基础上，才能对加工方法、装夹方式、进给路线、刀具及切削用量等进行正确而合理的选择。精度及技术要求分析的主要内容如下：

- (1) 分析精度及各项技术要求是否齐全、合理。对进行数控加工的表面，其精度要求应尽量一致，以便最后能一刀连续加工。
- (2) 分析本工序的数控车削加工精度能否达到图样要求，若达不到要求需采取其他措施（如磨削）弥补时，注意给后续工序留有余量。
- (3) 找出图样上有较高位置精度要求的表面，这些表面应在一次装夹下完成。
- (4) 对表面粗糙度要求较高的表面，应确定用恒线速切削。

二、工序的划分

对于需要多台不同的数控机床、多道工序才能完成加工的零件，工序划分以机床为单位来进行。而对于需要很少的数控机床就能完成零件全部加工工序的情况，数控加工工序的划分一般可按下列方法进行。

(1) 以一次安装所进行的加工作为一道工序。将位置精度要求较高的表面安排在一次安装下完成，以免多次安装所产生的安装误差影响位置精度。以图 1-9 所示的轴承内圈加工为例，轴承内圈有一项形位公差要求，壁厚差是指滚道与内径在一个圆周上的最大、最小壁厚之差。原采用三台液压半自动车床和一台液压仿形车床完成此零件的精车加工，需 4 次装夹，滚道与内径分在两道工序中车削（无法在一台液压仿形车床上将两面一次安装同时加工出来），因而造成较大的壁厚差，达不到图样要求。后改用数控车床加工，两次装夹完成全部精车加工。第一道工序采用以大端面和大外径定位装夹的方案，如图 1-9（a）所示，滚道和内孔的车削及除大外径、大端面及相邻两个倒角外的所有表面均在此次装夹内完成。由

于滚道和内径同在此工序车削,壁厚差大为减小,且加工质量稳定。此外,该轴承内圈小端面与内径的垂直度、滚道的角度也有较高要求,因此也在此工序内同时完成。第二道工序采用以内孔和小端面定位装夹方案,如图1-9(b)所示,车削大外圆和大端面及倒角。

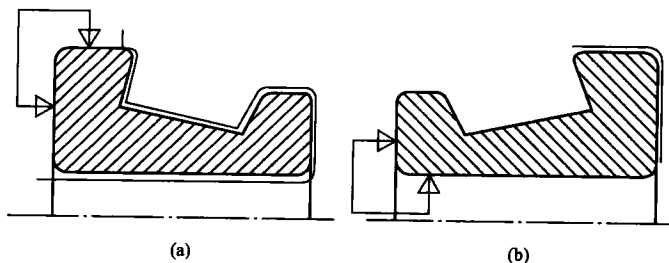


图 1-9 轴承内圈两道工序加工方案

(a) 第一道工序; (b) 第二道工序

(2) 以一个完整数控程序连续加工的内容为一道工序。有的零件虽然能在一次安装中加工出很多待加工面,但程序太长,会受到某些限制,如控制系统的限制(主要是程序存储容量)、机床连续工作时间的限制(如一道工序在一个工作班内不能结束)等;此外,程序太长会增加出错率,查错与检索困难,因此程序不能太长。这时,可以以一个独立、完整的数控程序连续加工的内容为一道工序。在此工序内用多少刀具,加工多少内容,主要根据控制系统的限制、机床连续工作时间的限制等因素考虑。

(3) 以粗、精加工划分工序。对于容易发生加工变形的零件,通常粗加工后需要进行矫形,这时粗加工和精加工作为两道工序,可以采用不同的刀具或不同的数控车床加工。对毛坯余量较大和加工精度要求较高的零件,应将粗车和精车分开,划分成两道或更多的工序。将粗车安排在精度较低、功率较大的数控车床上,将精车安排在精度较高的数控车床上。

下面以图1-10(a)所示手柄零件的车削加工为例,说明其加工工序的划分。

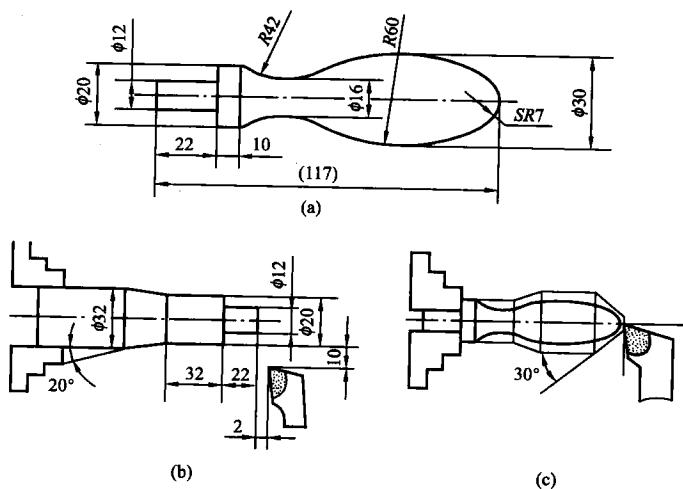


图 1-10 手柄加工示意图

(a) 手柄零件; (b) 第一道工序; (c) 第二道工序