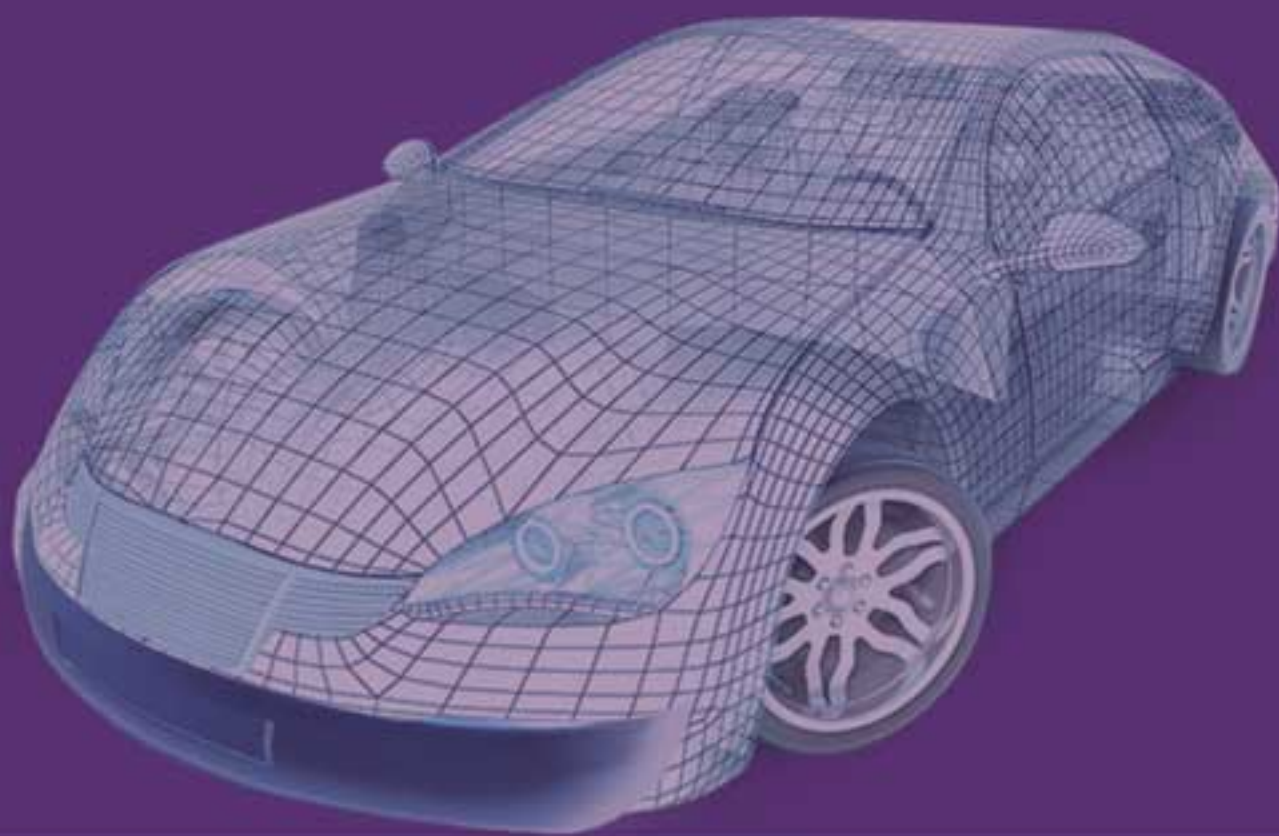


项目引领 任务驱动 典型视图 技能竞赛

数控编程基础

(中望3D)

洪斯玮 张国强 高平生 编著
广州中望龙腾软件有限公司 审稿



清华大学出版社

数控编程基础

(中望 3D)

洪斯玮 张国强 高平生 编著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

《数控编程基础(中望 3D)》是一本数控编程实例应用教程,采用“项目引领、任务驱动”的编排方式,任务由简至难,由浅入深。从零件的工艺分析、加工工序、编程步骤、任务实施,到最后的小结,将理论知识融入实际加工案例中,点明编程加工过程中的注意事项、细节和实际要求,步骤清晰,知识连贯,目标明确,有利于学生养成企业思维,提高职业素养。

全书主要包含 4 个项目 12 个任务,内容涵盖数控车削编程项目、二维编程、3 轴编程及综合实例,每个任务均来源于实际企业加工的案例,能使学生充分掌握中望软件的基本数控编程方式。本书适合用作高职高专、中专、技工院校的机械类专业的数控编程教材,或者用作各类中望编程培训班的实例教材,也可供中望编程软件的初、中级爱好者及工程技术人员参考。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

数控编程基础:中望 3D / 洪斯玮, 张国强, 高平生 编著. — 北京: 清华大学出版社, 2019.9
ISBN 978-7-302-53809-7

I. ①数… II. ①洪… ②张… ③高… III. ①数控机床—程序设计—高等职业教育—教材 IV. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 205578 号

责任编辑:王 军

装帧设计:孔祥峰

责任校对:成凤进

责任印制:杨 艳

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址: 北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编: 100084

社 总 机: 010-62770175 邮 购: 010-62786544

投稿与读者服务: 010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈: 010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者: 北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 185mm×260mm 印 张: 15.75 字 数: 393 千字

版 次: 2019 年 11 月第 1 版 印 次: 2019 年 11 月第 1 次印刷

定 价: 49.80 元

产品编号: 084080-01

前 言

随着智能制造行业的快速发展，对 CAD/CAM(计算机辅助设计与制造)软件的要求越来越高，提供一款多模块、多功能的 CAD/CAM 的国产软件显得尤为重要，而中望软件具有易学、方便、快捷的特点，二维电子图板、造型、编程、模具等模块都具有较强大的功能，特别是近些年，中望软件在各行各业均获得较广泛的应用，市场占有率稳步提高，业界掀起了学习中望软件的热潮。

本书为 CAD/CAM 工程范例系列教材之一。本书以项目式教学为编写模式，校企联合打造，以具有闽东地区特色的电机电器、健康器材产业的零配件生产为案例，针对职业教育的特点，从模具加工、产品加工的行业实际出发，注重加工过程的细节及工程应用约束条件，以快速掌握编程为目的，重点培养学员对加工参数的理解及中望 3D 编程软件的应用。

本书以中望 3D 编程软件为载体，着重介绍中望 3D 软件的编程界面、数控车床编程模块、二维编程模块及 3 轴编程模块，工程案例由简至难，层次递进，最后列举的 4 个实际工程案例使得学员可快速地入手中望 3D 软件的编程，方便教学以及工程技术人员自学与参考。

本书适用于中高职及技工院校机械类专业学生，也供非机械类专业学生拓展专业知识，培养一技之长，扩大择业转岗的范围。

本书在编写过程中得到广州中望龙腾软件股份有限公司及宁德市晨飞自动化科技有限公司的大力支持；这些公司提供了部分加工案例以及宝贵的经验和建议，在此表示衷心感谢。

由于科技发展日新月异且编者水平有限，本书难免有不足之处，望读者提出宝贵意见和建议。

编 者
2019 年 7 月

目 录

项目一 数控车床的编程	1
项目描述(导读+分析)	1
知识目标	1
能力目标	1
任务 1.1 外轮廓与螺纹的数控车削	2
【任务目标】	2
【任务分析】	3
【任务实施】	4
【任务小结】	22
任务 1.2 内、外轮廓与内螺纹的数控车削	23
【任务目标】	24
【任务分析】	24
【任务实施】	25
【任务小结】	38
数控车床的编程练习题	39
项目二 二维编程	41
项目描述(导读+分析)	41
知识目标	41
能力目标	41
任务 2.1 太极图案的二维加工	42
【任务目标】	43
【任务分析】	43
【任务实施】	45
【任务小结】	63
任务 2.2 型腔零件的二维加工	64
【任务目标】	65
【任务分析】	65

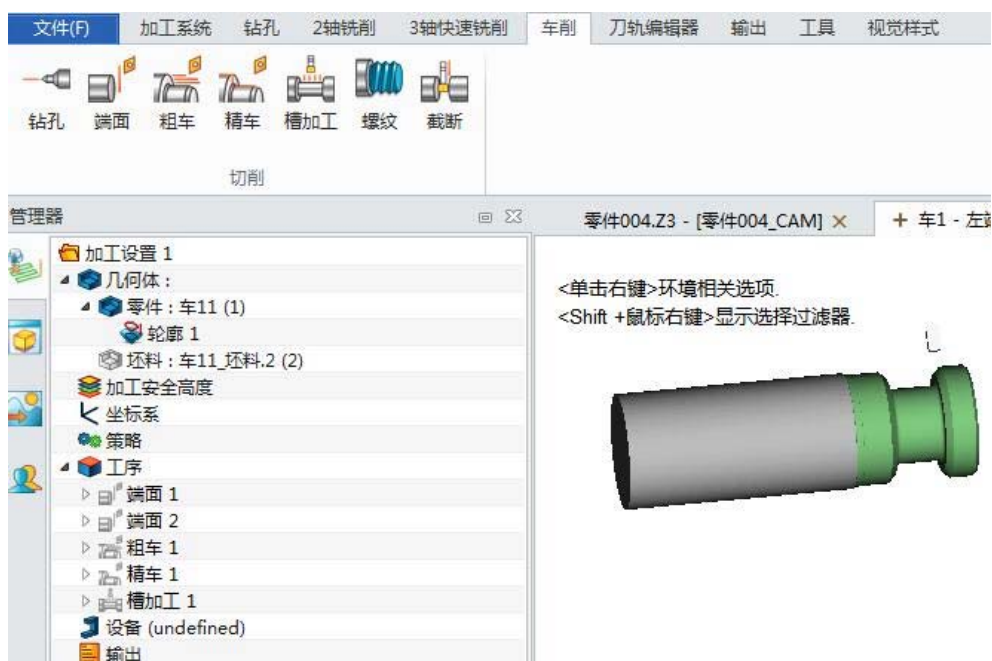
【任务实施】	68
【任务小结】	79
任务 2.3 凸、凹零件的二维加工	79
【知识目标】	80
【任务分析】	80
【任务实施】	83
【任务小结】	92
二维编程练习题	92
项目三 3轴编程	95
项目描述(导读+分析)	95
知识目标	95
能力目标	95
任务 3.1 型腔的三维加工	96
【任务目标】	96
【任务分析】	96
【任务实施】	98
【任务小结】	105
任务 3.2 飞机模型的三维加工	105
【知识目标】	105
【任务分析】	106
【任务实施】	107
【任务小结】	114
任务 3.3 脚丫凸模的三维加工	115
【知识目标】	115
【任务分析】	116
【任务实施】	119
【任务小结】	133
3轴编程练习题	133

项目四 综合实例.....	135	任务 4.3 水泵端盖型腔模具加工	187
项目描述(导读+分析).....	135	【知识目标】	187
知识目标	135	【任务分析】	187
能力目标	135	【任务实施】	191
任务 4.1 综合实例 1	136	【任务小结】	204
【知识目标】	136	任务 4.4 按摩器的变速箱模具	
【任务分析】	136	加工	205
【任务实施】	142	【知识目标】	205
【任务小结】	167	【任务分析】	205
任务 4.2 水泵型芯模具加工	167	【任务实施】	212
【知识目标】	167	【任务小结】	241
【任务分析】	167	综合实例练习题	241
【任务实施】	170		
【任务小结】	186		

项目一 数控车床的编程

项目描述(导读+分析)

中望 3D 软件是广州中望龙腾软件有限公司开发的面向制造业的应用软件，其中加工模块中的车削模块具有操作简单、方便快捷的特点。本项目主要通过两个任务的实施，让学员掌握中望 3D 软件的使用，掌握参数的含义，会设置加工参数，会使用中望 3D 加工策略编制合理的加工参数，最终掌握数控车削的外轮廓、螺纹及内孔的加工工艺及编程。



知识目标

1. 掌握中望数控车削加工编程的工艺流程、加工策略及加工参数的含义；
2. 掌握数控车刀的型号、种类、选择要领及加工注意事项；
3. 掌握数控刀具的材料与车刀结构；
4. 掌握中望 3D 软件数控车削编程界面，会使用界面的基本命令。

能力目标

1. 通过该任务的实施，具备分析数控车削加工工艺的能力；
2. 具备使用中望 3D 软件的数控车削加工策略，设置合理加工参数的能力；
3. 具备选用数控车削的合理加工刀具的能力。

任务 1.1 外轮廓与螺纹的数控车削

加工零件图如图 1.1.1 所示。

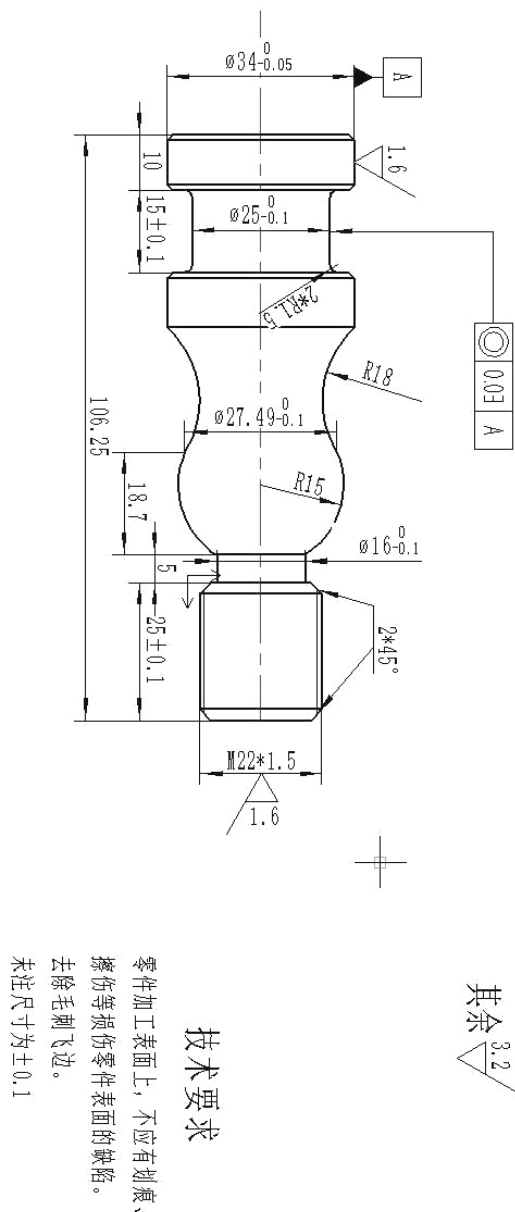


图 1.1.1 加工零件图(电子图与编程文件扫描封底二维码下载)

【任务目标】

1. 理解中望数控车削加工外圆轮廓编程的一般流程、对应参数的含义及使用;
2. 掌握数控车刀的型号、种类、选择要领及加工注意事项;

3. 掌握数控刀具的材料与车刀结构;
4. 掌握中望 3D 软件车削加工策略中的端面、外轮廓粗加工、外轮廓精加工、切槽、螺纹切削的应用;
5. 巩固主轴转速、进给速度、背吃刀量三个切削参数的基本知识;
6. 巩固螺纹加工的基本知识;
7. 掌握中望 3D 软件数控车削编程界面, 会使用界面的基本命令。

【任务分析】

从任务书上可以看出这是一个包含圆弧、倒角、切槽和螺纹的轴类零件, 基本涵盖了数控车床外轮廓的常见加工内容, 有一定的加工难度。从加工工艺的角度出发, 针对加工尺寸精度要求及形位公差要求, 合理安排加工工艺, 重点要考虑圆弧加工时刀具的后角干涉、螺纹退刀槽与圆弧的接刀、螺纹外圆的加工尺寸计算及螺纹的加工深度, 还要合理设置加工参数及切削用量, 改善加工过程中的断屑与冷却, 提高加工过程的刀具寿命。综合以上考虑, 拟定如表 1.1.1 所示的加工工序表。

表 1.1.1 加工工序表

工序	工序内容	S/(r/min)	F/(mm/r)	Ap/mm	T	余量/mm	说明
1	粗车 Ø34 头端面	800	0.25	0.5	45° 外圆刀	0.2	切平为止, 注意毛坯装夹长度
2	精车 Ø34 头端面	1000	0.1	0.2	45° 外圆刀	0	
3	粗车 Ø34 外圆	800	0.25	1	75° 外圆刀	径向 0.25 轴向 0.1	至 0.36mm 处
4	精车 Ø34 外圆	1100	0.12	0.25	75° 外圆刀	0	至 0.36mm 处
5	切槽	400	0.06		4mm 槽刀、 R 角 1mm	0.15(粗加工)	Ø25 槽
6	掉头粗切端面	800	0.25	0.5	45° 外圆刀	0.2	
7	精切端面	1000	0.1	0.2	45° 外圆刀	0	保长度尺寸
8	粗车外轮廓	800	0.25	1	35° 外圆刀	径向 0.25 轴向 0.1	至 0.72mm 处
9	精车外轮廓	1100	0.12	0.25	35° 外圆刀	0	至 0.72mm 处
10	切槽	400	0.06		4mm 槽刀、 R 角 0.2mm	0.15(粗加工)	螺纹退刀槽
11	切螺纹	150			60° 螺纹刀		螺距 1.5mm

☆说明:

本加工工艺以单件小批量生产为纲领, 加工工艺是随着零件的生产纲领而变化的, 对于中间的圆弧曲面轮廓, 如果从加工效率的角度出发, 也可以选用能够正反切削的刀片, 只要注意选用刀片的角度, 不干涉就行; 本加工案例在实际企业生产时也经常两头打中心孔, 用

两顶尖进行加工，这样加工效率和精度均会有所提高；还有螺纹的加工工艺也有很多种，特此说明。

【任务实施】

1) 创建加工零件。打开桌面“中望 3D”快捷方式，选择“新建”。为“类型”选择“加工方案”，为“模板”选择“默认”，命名为“数车 1-1”并单击“确定”按钮。注意命名文件的后缀为.Z3，进入加工界面。如图 1.1.2、图 1.1.3 和图 1.1.4 所示。



图 1.1.2 选择“新建”



图 1.1.3 选择加工方案并命名

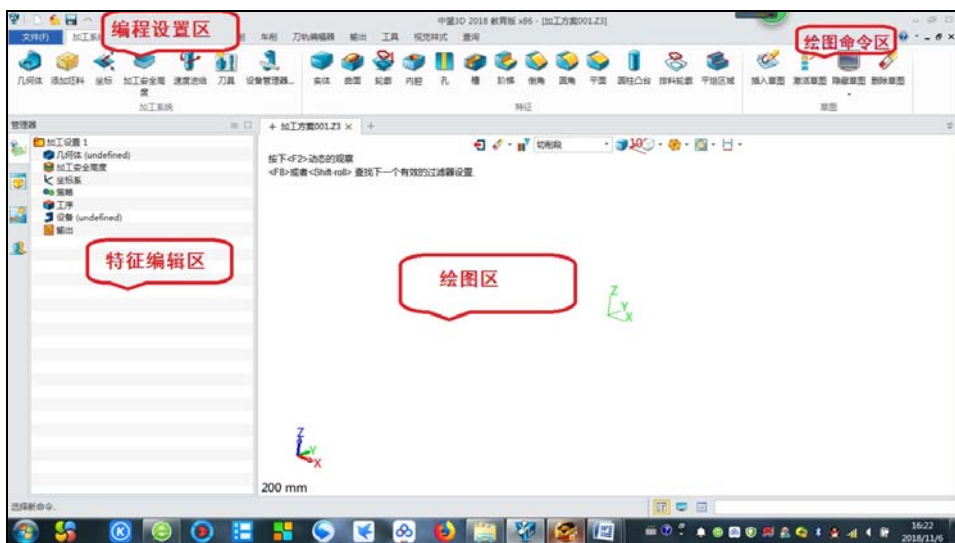


图 1.1.4 加工界面

2) 调入几何体。选择“几何体”选项卡(图 1.1.5), 再选择“打开”命令, 从相应的目录打开文件(图 1.1.6 和图 1.1.7), 并选择造型, 单击“确定”按钮调入几何体(图 1.1.8)。



图 1.1.5 调入几何体

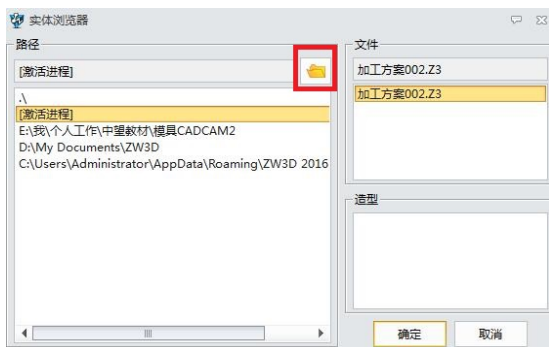


图 1.1.6 选择目录

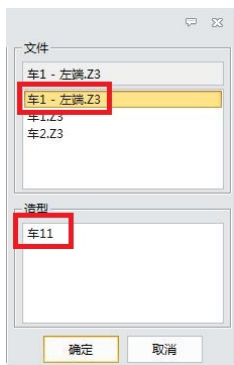


图 1.1.7 选择造型

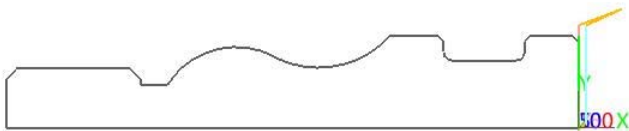


图 1.1.8 调入几何体

☆注意

如果是二维平面图，有三个要注意的地方。第一，要保证所画的二维图位于 XY 平面；第二，XY 的坐标原点就是后处理加工程序的工件坐标系原点；第三，所画二维图只需要一半的轮廓图就行，保证连接线之间不能有断开点。

☆说明

(1) 中望软件的数控车削模块可支持二维平面的加工，也可支持三维实体的加工，但必须使得加工位置落在 XY 平面内，如果用数控车床的坐标轴来解释，则软件界面中的 X 轴就是数控车床的 Z 轴，软件界面中的 Y 轴就是数控车床的 X 轴。中望 3D 的车削编程简单便捷，比较人性化，参数设置和界面友好，后期处理便捷，是比较好的数控车床编程软件。

(2) 中望软件的鼠标使用及小部分常用快捷键如表 1.1.2 所示。

表 1.1.2 鼠标使用及小部分常用快捷键

序号	功能	鼠标使用及快捷键
1	缩小放大	鼠标中键上下滑动
2	旋转	鼠标右键
3	选择	鼠标左键

(续表)

序号	功能	鼠标使用及快捷键
4	平移	按住鼠标中键，移动鼠标
5	全选	Ctrl+A
6	复制	Ctrl+C
7	打开	Ctrl+O
8	剪切	Ctrl+X
9	粘贴	Ctrl+V
10	XY 方向投影	Ctrl+PageUp

3) 添加坯料。选择“添加坯料”选项卡(图 1.1.9)的“圆柱体”命令，坐标轴选择 X 轴负半轴，参数设置如图 1.1.10 所示。



图 1.1.9 添加坯料



图 1.1.10 坯料设置参数

☆注意

毛坯的设置尽量按照实际毛坯尺寸进行，这可以避免加工过程中由于毛坯造成的很多问题。中望软件支持直接绘制的毛坯，格式是*.stl。

4) 设置刀具。选择“刀具”选项卡(图 1.1.11)，依据加工工序表的安排，先加工 $\varnothing 34$ 端，设置 3 把刀具，分别是 C45 外圆刀(图 1.1.12)、C75 外圆刀(图 1.1.13)和 C4R1 切槽刀(图 1.1.14)，后续再根据实际要求设置刀具。



图 1.1.11 创建刀具



图 1.1.12 创建 C45 外圆刀



图 1.1.13 创建 C75 外圆刀



图 1.1.14 创建 C4R1 切槽刀

☆说明

(1) 数控车刀的种类

在数控车床上使用的刀具主要分成外圆刀、内孔刀、外螺纹刀、内螺纹刀、外切槽刀、内槽刀、钻头(包括中心钻)、铰刀、扩孔刀等。在选择刀具时,要依据工艺规程、选择对应的刀具,还要考虑加工零件的材质。不同的材质,其刀片不同。一般情况下,刀片分为三个种类(图 1.1.15),蓝色用来加工钢类,黄色用来加工不锈钢类,红色用来加工铸铁类,对应的加工内容分成轻型、普通型、重型三种,我们一般选择普通型。

(2) 数控车刀的材料

数控车刀的材质种类较多,加工特性和加工对象各不一样,主要有金属陶瓷、陶瓷、立方氮化硼、金刚石、硬质合金、高速钢等材质。

① 陶瓷、金属陶瓷

陶瓷主要由纯氧化铝(Al_2O_3)构成,可在 Al_2O_3 中添加一定量的金属元素、金属碳化物。硬度高达 91.95HRA,在 1200℃ 高温下保持良好的切削性能。化学稳定性好,摩擦系数小,抗粘结磨损与抗扩散磨损能力强。但抗弯强度低、耐冲击性能差。主要用于高速精车、半精车、精铣和半精铣,部分韧性好的亦可用于粗车和粗铣。

主要有氧化铝陶瓷(Al_2O_3)、混合陶瓷(俗称黑陶瓷)、氮化硅基陶瓷、晶须强化陶瓷、金属陶瓷等。

② 立方氮化硼(CBN)(见图 1.1.16)

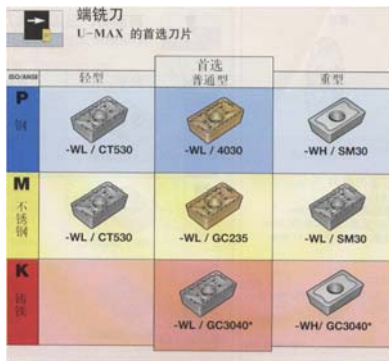


图 1.1.15 刀片类型



图 1.1.16 立方氮化硼

有单晶体和聚晶体。耐热性好,在 1370°C 的高温下,仍保持其硬度。具有良好的耐磨性,可在高速下切削高温合金,切削速度比硬质合金高 4.6 倍。化学稳定性比聚晶金刚石好得多,在 $1200\sim 1300^{\circ}\text{C}$ 高温下也不与铁金属起化学作用。

主要用于精加工与半精加工淬硬高速钢、淬硬合金工具钢、模具钢、渗碳钢、渗氮钢、冷硬铸铁、高铬铸铁以及各种合金铸铁,也常用于加工高温合金。

③ 金刚石

有天然单晶金刚石与人造金刚石刀具之分。

天然单晶金刚石的耐磨性极好,摩擦系数很小,刀具刃口极为锋利,加工表面粗糙度 R_a 可达 $0.008\sim 0.025\mu\text{m}$,适用于超精加工。但抗弯强度、韧性很差,热稳定性差,切削温度达 $700\sim 800^{\circ}\text{C}$ 时,会失去硬度。与铁的亲和力很强。主要用于有色金属及其合金的超精加工,也可用于加工非金属材料。

人造金刚石(聚晶金刚石)是在高温高压下聚合而成的多晶体材料,以硬质合金为基体结合成整体圆刀片。抗弯强度比天然金刚石高得多,价格比较便宜。比硬质合金硬度高 3~4 倍、耐磨性和寿命高 100 倍。适用于有色金属尤其是高硅铝合金,也用于加工非金属材料。

④ 表面涂层化(见图 1.1.17、图 1.1.18)

在高速钢或硬质合金刀片的基体上涂上极薄的一层或多层金属化合物材料,刀具的耐用度可提高 2 倍以上,而刀具成本提高不到 1 倍。

目前常用的有碳氮化钛、氮化钛、陶瓷涂层等,也有复合涂层。虽然涂层很薄,但提高了刀具表面的红硬性和耐磨性。



图 1.1.17 刀片涂层

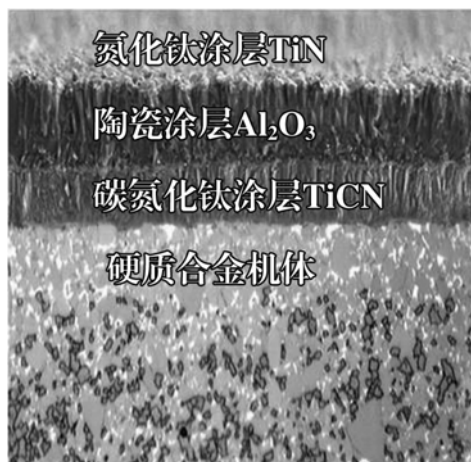


图 1.1.18 刀片涂层材质

(3) 数控车床刀片的结构

数控车床刀片一般有如图 1.1.19 所示的形状和如图 1.1.20 所示的型式。我们要根据加工零件的结构选择对应的加工刀片形状,进而选择刀杆。选择的依据主要有: ① 不能与加工零件发生干涉(如图 1.1.21 和图 1.1.22); ② 适于零件的加工,便于断屑和排屑; ③ 考虑加工的经济性。

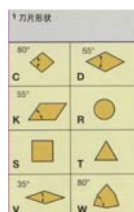


图 1.1.19 刀片形状



图 1.1.20 刀片型式

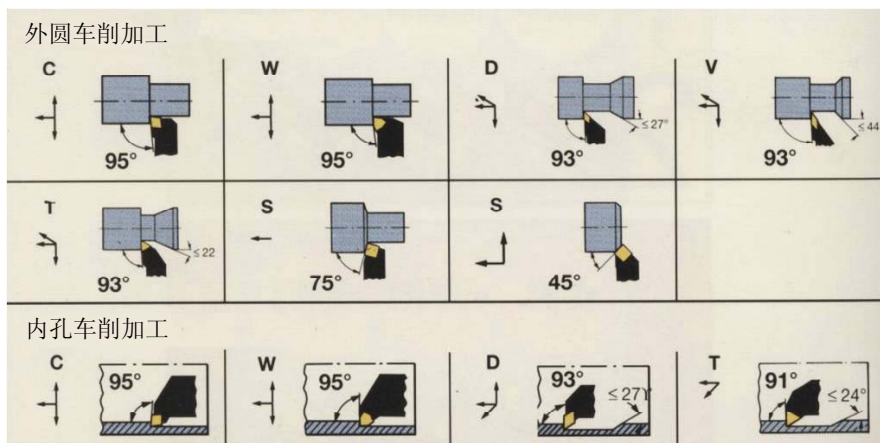


图 1.1.21 车刀片的选择 1

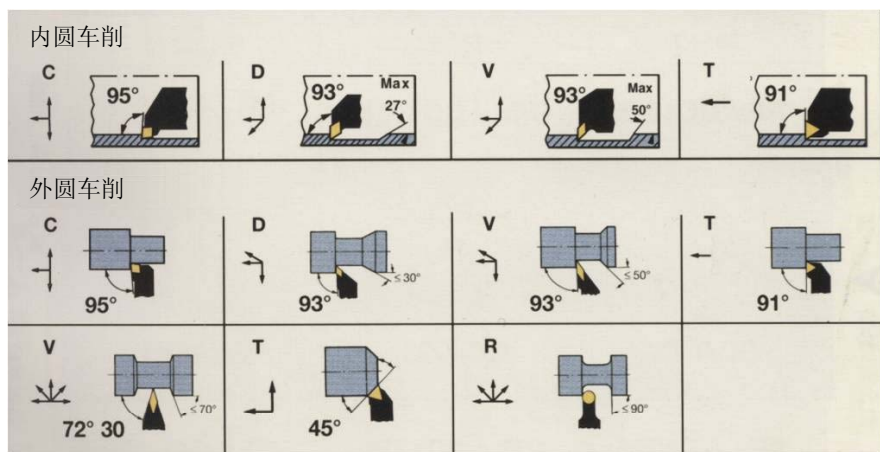


图 1.1.22 车刀片的选择 2

(4) 数控车床刀杆结构

随着数控技术的发展,现在基本上使用可转位刀杆加刀片的组合进行生产,传统的焊接刀具已经很少用到。可转位刀杆的典型结构有上压式、杠杆式、楔块式、楔形压板式和快速螺钉式。

① 上压式

由爪形压板、双头螺钉、刀垫、刀片、刀杆、固定螺钉等组成,如图 1.1.23 和图 1.1.24 所示。特点是结构简单,夹紧可靠,夹紧力与切削力方向一致。但压板对排屑有影响。

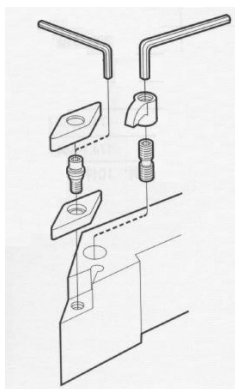


图 1.1.23 上压式刀杆简图

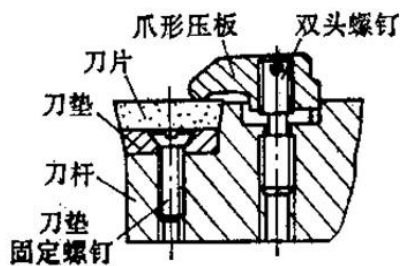


图 1.1.24 上压式刀杆局部放大图

② 杠杆式

由杠杆、压紧螺钉、刀垫、弹簧套、刀片、刀杆等组成，如图 1.1.25 和图 1.1.26 所示。特点是定位准确，刀片转位或更换快捷，排屑通畅。但结构复杂、制造难度大。

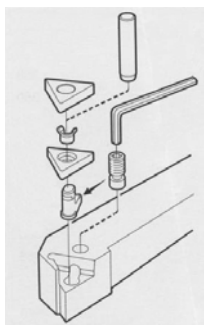


图 1.1.25 杠杆式刀杆简图

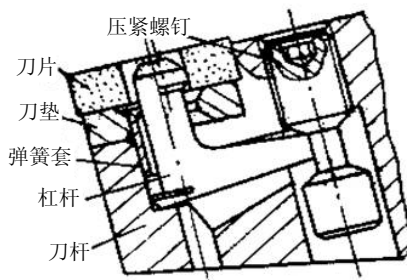


图 1.1.26 杠杆式刀杆的局部放大图

③ 楔块式

由刀杆、刀垫、定位螺钉、刀片、锁紧螺钉、扳手、楔块等组成，如图 1.1.27 和图 1.1.28 所示。特点是夹紧可靠、使用方便，但定位精度略低。

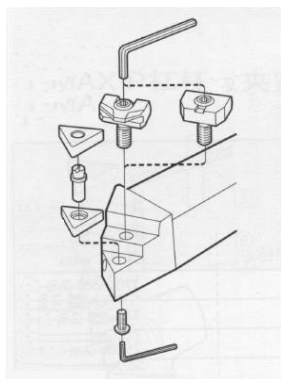


图 1.1.27 楔块式刀杆简图

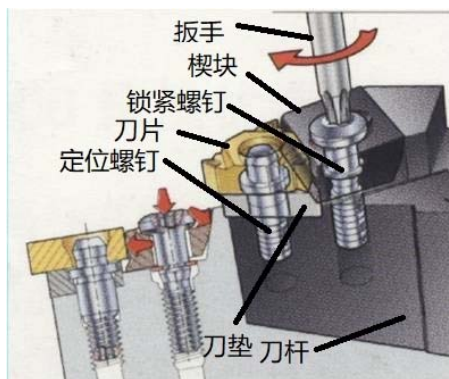


图 1.1.28 楔块式刀杆的局部放大图

④ 楔形压板式

由刀垫、定位销、刀杆、刀片、特殊楔块、双头螺钉等组成，如图 1.1.29 和图 1.1.30 所示。

示。比楔块夹紧更可靠。

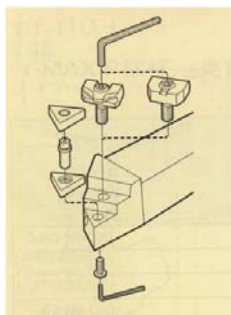


图 1.1.29 楔形压板式刀杆简图

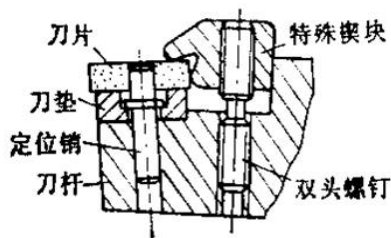


图 1.1.30 楔形压板式刀杆的局部放大图

⑤ 快速螺钉式

由锁紧螺钉、刀片、刀垫、定位螺钉等组成，如图 1.1.31 和图 1.1.32 所示。利用锁紧螺钉的两个锥面的作用将刀片定位和夹紧。特点是定位准确、结构简单。

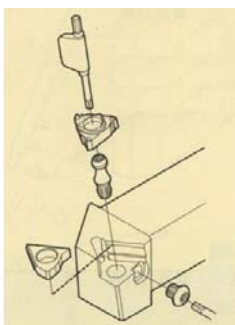


图 1.1.31 快速螺钉式刀杆简图

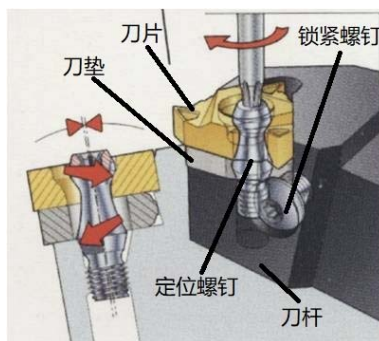


图 1.1.32 快速螺钉式刀杆的局部放大图

5) 粗车端面。选择“车削”选项卡中的“端面”命令(图 1.1.33)。在“选择特征”区域选中“零件”和“坯料”，分别双击图 1.1.34 显示的“零件”和“坯料”即可。



图 1.1.33 车削端面

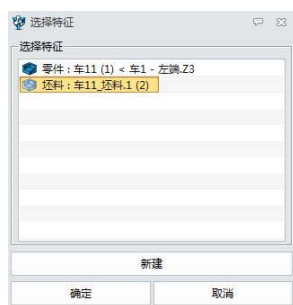


图 1.1.34 选择特征

6) 进给速度与主轴速度设置。选择“工序”区域的“参数”命令(图 1.1.35)，选择“主要参数”中的“速度，进给”(图 1.1.36)，依据拟定的工艺参数，设置对应粗、精加工的主轴速度与进给速度(图 1.1.37)。



图 1.1.35 选择参数



图 1.1.36 选择“速度，进给”

☆说明

- (1) 注意选择主轴速度与进给速度的单位，主轴速度为转/分钟，进给速度为毫米/转。
- (2) RAPID 只适用于进给，不能在转速里设置，RAPID 的意思是以 G00 的速度进刀或者退刀。正常加工过程中我们根据加工的需要，将退刀与进刀设置为 RAPID，其余参数依据实际加工情况设定。
- (3) 主轴速度、进给速度、背吃刀量是数控车床三个重要的切削参数，要依据实际情况进行合理设置。

7) 设置主要参数。选择“工序”选项卡的“参数”命令，选择“主要参数”，参数设置情况如图 1.1.38 所示。



图 1.1.37 主轴速度和进给速度设置



图 1.1.38 主要参数

☆说明

- (1) “刀轨公差”指的是加工过程中，插补拟合的公差值。一般情况下 0.01mm 即可，但如果零件精度要求高而且机床精度好，可提高拟合精度。拟合精度越高，加工精度越好，同时要求机床、刀具系统的精度也要越好。刀轨公差的要求越高，编程计算量越大，计算速度越慢，所以要依据零件的要求及机床和刀具的具体情况设定，一般按 0.01mm 给定。
- (2) “端面余量”指的是粗加工端面留给精加工的余量。
- (3) “切削数”指的是粗加工端面的走刀次数。
- (4) “切削步距”指的是背吃刀量。

8) 刀轨设置。选择“工序”选项卡的“参数”命令，选择“刀轨设置”，参数设置情况如图 1.1.39 所示。



图 1.1.39 刀轨设置

☆说明

(1) “切削方向”有两种选择，分别是“从右到左”和“从左到右”，这个选择主要与实际加工工艺和机床结构有关，一般数控车床的主轴在操作者的左手边，刀架在操作者的右手边，所以正常选择“从右到左”。如果主轴在操作者的右边，而刀架在左边，则选择“从左到右”。

(2) “重叠距离”指的是 X 轴方向刀具超过主轴中心的值，该参数主要解决由于刀尖圆角、刀具中心高与主轴中心偏差等因素造成的加工端面凸台。

(3) “入刀点”指的是刀具进刀点。

9) 选择刀具并计算。如图 1.1.40 所示，选择 C45 刀具并计算(图 1.1.41)，计算结果和仿真结果如图 1.1.42 和图 1.1.43 所示。



图 1.1.40 选择刀具



图 1.1.41 计算刀路

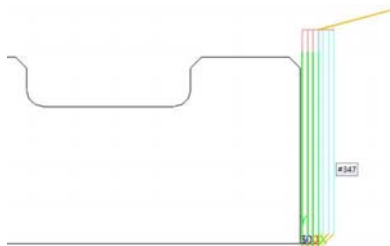


图 1.1.42 计算结果

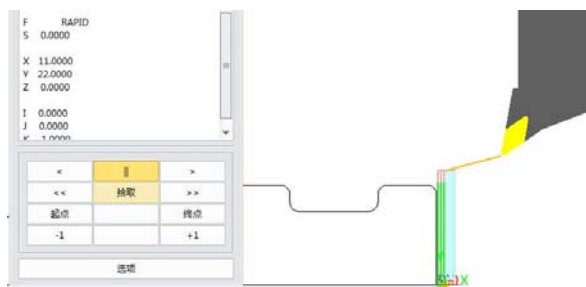


图 1.1.43 仿真结果

10) 精加工端面。选择“车削”选项卡中的“端面”命令，选择“轮廓”为加工特征，选择 C45 车刀为加工刀具。参数设置如图 1.1.44 和图 1.1.45 所示。主轴速度与进给速度按工序表给定值设定。



图 1.1.44 主要参数设置



图 1.1.45 刀轨设置

☆说明

(1) 用鼠标双击工序前的图标，可显示和隐藏刀具路径，见图 1.1.46 所示的框。隐藏后的效果如图 1.1.47 所示。



图 1.1.46 双击图标

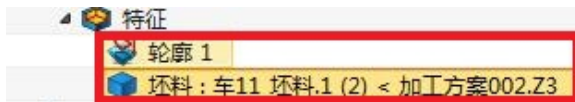


图 1.1.47 刀路隐藏后的效果

(2) 入刀点只需要选择零件外部的点就行，选择的依据是以不干涉为前提。

(3) 记得在“进给速度”中设置“进刀”和“退刀”为 RAPID，这样可提高加工效率。

11) 粗车外轮廓。选择“车削”选项卡中的“粗车”命令。为刀具选择 C75，在“选择特征”区域中选中“轮廓 1”和“毛坯”。其他参数设置如图 1.1.48~图 1.1.51 所示。



图 1.1.48 主要参数设置



图 1.1.49 限制参数设置



图 1.1.50 刀轨设置



图 1.1.51 连接和进退刀设置

☆注意

记得设置加工余量。

☆说明

(1) “主要参数”依据拟定的工艺参数设定;“限制参数”中的“左裁剪点”和“右裁剪点”其实就是限制加工的区域。“右裁剪点”选择右端面,“左裁剪点”选择直线与圆弧交点往左偏移 1.2mm 左右,保证两端加工后可去除全部材料。

(2) 粗车的加工轮廓特征一定要保证封闭性,否则生成不了刀具路径。

(3) 数控车床的切削用量是关键参数,主轴速度、进给速度、背吃刀量三个参数设置合理,则断屑效果好、加工效率高、刀具寿命长、表面精度高,反之事倍功半。

12) 精加工外轮廓。选择“车削”选项卡中的“精车”命令,选取 C75 车刀,选择“轮廓 1”作为特征。其他参数设置如图 1.1.52~图 1.1.56 所示,图 1.1.57 显示了结果。



图 1.1.52 基本参数设置



图 1.1.53 主要参数设置



图 1.1.54 限制参数设置



图 1.1.55 刀轨设置



图 1.1.56 连接和进退刀设置

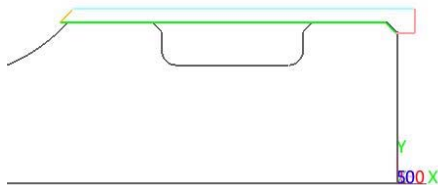


图 1.1.57 精加工结果

☆注意

(1) “基本设置”中,精加工要适度提高一些主轴速度,降低进给速度,这样能够提高表面质量。

- (2) 在“主要参数”中，记得将“轴向余量”和“径向余量”改为 0。
- (3) 在“限制参数”中，“左裁剪点”一定要位于粗加工左裁剪点的前面，否则会撞刀。
- (4) 在“刀轨设置”中，“进入凹型区域”记得要选择“否”，以免刀具切到槽里。

13) 切槽。选择“车削”选项卡中的“槽加工”命令，为刀具选择 C4R1，选择“轮廓 1”和“毛坯”作为特征。其他参数设置如图 1.1.58~图 1.1.62 所示，图 1.1.63 显示了结果。

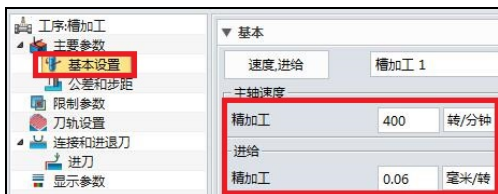


图 1.1.58 速度、进给设置



图 1.1.59 主要参数



图 1.1.60 限制参数



图 1.1.61 刀轨设置



图 1.1.62 切槽设置

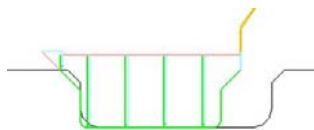


图 1.1.63 加工结果

☆说明

- (1) 其余参数按默认设置即可。
- (2) 由于槽底部圆角为 R1.5，选择刀具时一定要保证槽刀的 R 角小于 1.5。
- (3) “粗加工厚度”指的是粗加工留给精加工的余量。
- (4) “切削区域”有“内轮廓”和“外轮廓”，这里选择“外轮廓”。
- (5) “精加工槽”设置为“是”，粗加工完毕后用槽刀对槽的表面进行精加工。
- (6) “退刀位置”指的是精加工槽时两端进刀的中间分界点，该功能是中望 3D 软件在数

控车床编程领域的主要特色，具有方便、快捷与人性化的特点。

14) 掉头车端面。参数设置与前面的车端面相一致，也分粗车端面与精车端面，要保证长度方向 106.25mm 的尺寸，刀具选择 C45 的外圆车刀，按加工工艺表格设置加工参数，其余的参数设置如图 1.1.64 和图 1.1.65 所示。



图 1.1.64 粗车端面参数设置



图 1.1.65 精车端面参数设置

15) 粗车外轮廓。选择“车削”选项卡的“粗车”命令，设置 C35 刀具(如图 1.1.66 所示)，在“选择特征”区域选中“轮廓 1”和“毛坯”，参数设置及结果如图 1.1.67~图 1.1.69 所示。

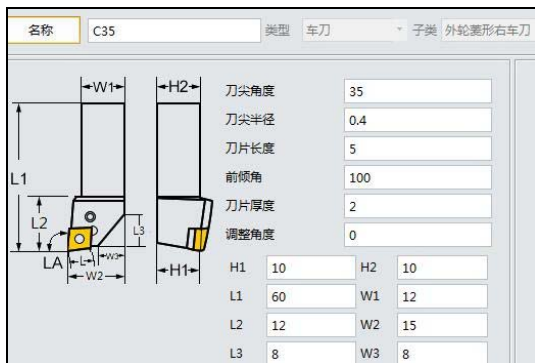


图 1.1.66 C35 外圆车刀参数设置



图 1.1.67 限制参数



图 1.1.68 刀轨设置



图 1.1.69 左右裁剪点及刀路结果

☆说明

(1) 选择刀具时,要考虑圆弧的后角干涉问题,所以选择一把 35° 的外圆车刀,刀尖半径为 0.4mm 。

(2) 采用两头加工方式:图 1.1.69 中的圆圈显示了“限制参数”的左、右裁剪点。

(3) 图 1.1.68 的“刀轨设置”中,“进入凹形区域”,选择“是”,这样才能切到非单调的圆弧曲线,所谓“单调”指外圆或内孔直径尺寸逐步增大或减小。

(4) 为使 C35 的外圆刀能够进入曲线非单调轮廓,又不进入螺纹退刀槽,使用了如图 1.1.69 所示的辅助线。

☆思考

图 1.1.69 所做的辅助线合理吗?还有没有更好的方案?

16) 精车外轮廓。选择“车削”选项卡的“精车”命令,刀具选择 C35,选择“轮廓 1”作为特征,参数设置如图 1.1.70 所示。

17) 切槽。选择“车削”选项卡的“槽加工”命令,创建并选择刀具 C4R0.2,如图 1.1.71 所示。选择“轮廓 2”作为特征,参数设置如图 1.1.72 和图 1.1.73 所示。



图 1.1.70 刀轨设置

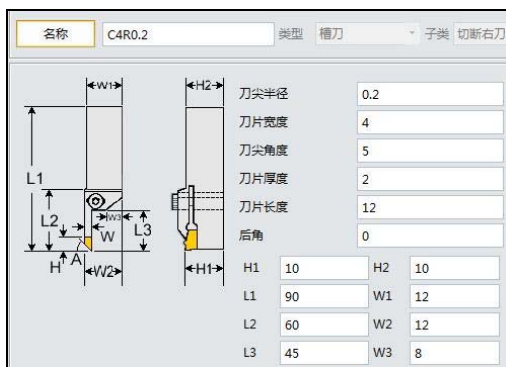


图 1.1.71 C4R0.2 参数设置

☆注意

加工余量记得设为 0。



图 1.1.72 切槽参数的设置 1



图 1.1.73 切槽参数的设置 2

18) 切螺纹。选择“车削”选项卡的“螺纹”命令，刀具选择 L60，刀具参数如图 1.1.74 所示。选择“轮廓 1”作为特征，参数设置与结果如图 1.1.75、图 1.1.76 和图 1.1.77 所示。

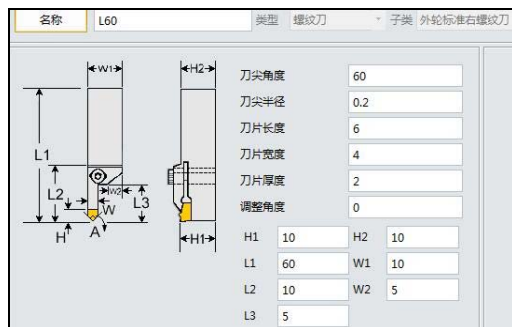


图 1.1.74 L60 参数的设置



图 1.1.75 限制参数



图 1.1.76 刀轨设置

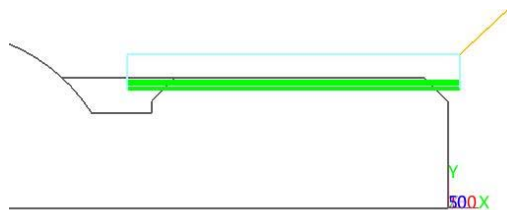


图 1.1.77 螺纹刀路

☆说明

(1) 选择刀具时，一般的螺纹车刀片有 55° 和 60° 之分， 55° 用于车英制螺纹， 60° 用于车米制螺纹，要根据实际螺纹需求进行刀片的选择和参数的设定。

(2) 螺纹的转速计算，一般的螺纹转速按 $n \leq 1200/P \cdot K$ 来计算，其中 P 为螺距， K 为安全系数(一般取 80)，按以上公式计算出 $n \leq 720\text{r/min}$ 。但若取 720r/min ，螺距为 1.5mm ，则进给速度高达 1080mm/min 。综合刀具与进给速度，我们给定转速 150r/min 。

(3) 由于螺纹为 $M22 \times 1.5\text{mm}$ 的小螺距螺纹，我们加工方式采用直进刀式，即“螺纹类型”为“简单循环”。车螺纹时，光轴的外圆受到挤压，尺寸会增大，按经验公式，外圆尺寸 $= D \times 0.1P = 21.85\text{mm}$ ，螺纹牙底尺寸 $= D \times 1.08P = 20.38\text{mm}$ ，其中的 D 为螺纹公称直径， P 为螺距。

(4) 主要参数设置中，螺纹深度一般设为 $0.75 \sim 0.8$ ，为半径值。“螺纹类型”中，如果选择“简单循环”后处理代码为 $G92$ ，进刀为直进式；如果选择“复合循环”后处理代码为 $G76$ ，进刀为斜进刀式(fanuc)。

(5) “切削深度”为螺纹粗加工时每一刀进给的深度，为半径值。“限制参数”中的“位

置”只要选择光轴外轮廓中要加工螺纹线段上的任意点即可。

(6) “螺纹长度”指的是螺纹的有效长度，通过指定长度，可以限定加工范围。

(7) 要合理设置螺纹的进刀和退刀长度，一般进刀长度选择 1.5mm 左右，退刀长度选择进刀长度的 1/2~1/5。在螺纹加工过程中，要使得转速与进给同步，即主轴每转一周，刀具进给一个导程或者螺距。单头螺纹是螺距，多头螺纹是导程，适当的进刀长度可保证转速与进给速度的匹配精度。

19) 仿真。选择“管理器”中的“工序”，选择“粗车 1”加工工序，双击鼠标左键，进入参数设置界面，如图 1.1.78 所示。选择“实体仿真”，仿真结果如图 1.1.79 所示。

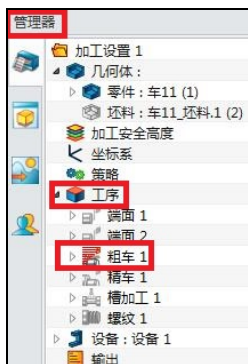


图 1.1.78 仿真步骤

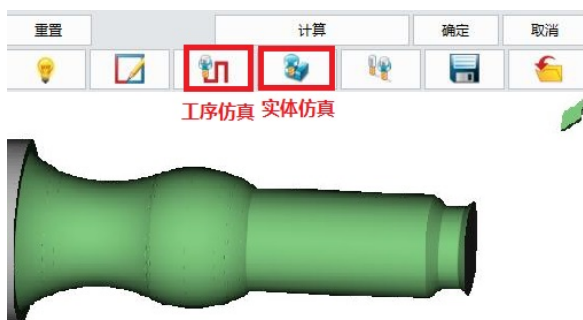


图 1.1.79 仿真结果

☆说明：

(1) “工序仿真”与“实体仿真”的区别在于仿真界面不同。“实体仿真”界面如图 1.1.79 所示，其控制面板如图 1.1.80 所示，而“工序仿真”的界面和控制面板如图 1.1.81 所示。

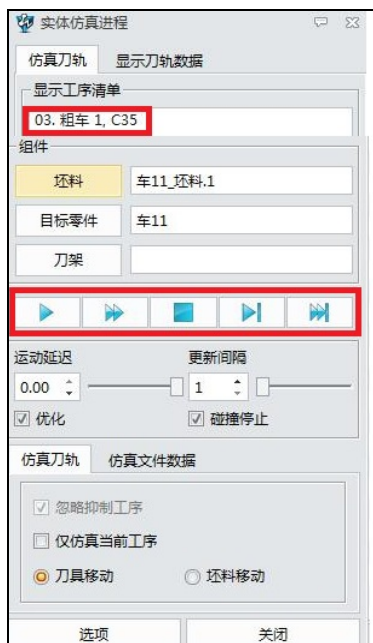


图 1.1.80 实体仿真控制面板

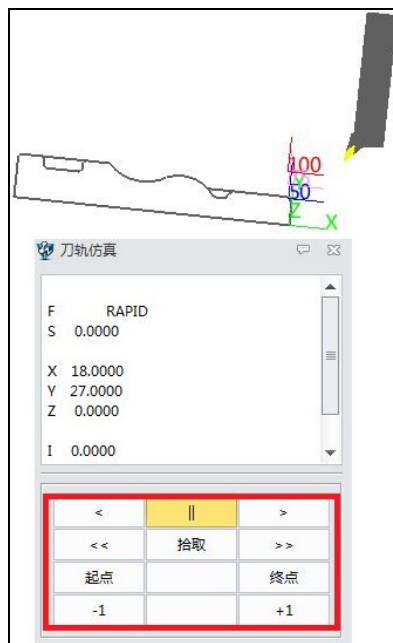


图 1.1.81 工序仿真界面与控制面板

(2) “实体仿真”能看到实体加工过程但看不清加工的刀具位置，而“工序仿真”仿真可以看到加工的刀具与实际加工零件的位置关系，但没有三维实体。

(3) 如果要多工序完成“实体仿真”，选择“管理器”中的“工序”(如图 1.1.82 所示)，选择 3 条加工工序，右击，然后选择“实体仿真”，仿真结果如图 1.1.83 所示。

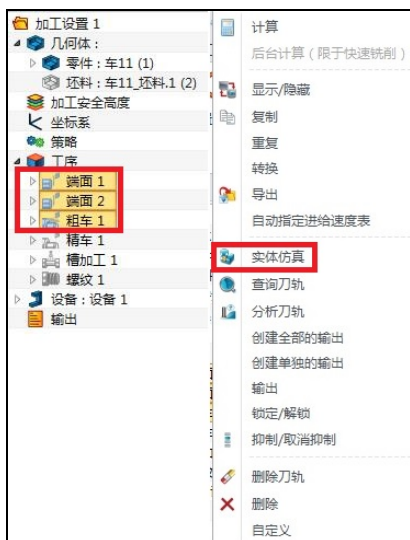


图 1.1.82 多工序实体仿真

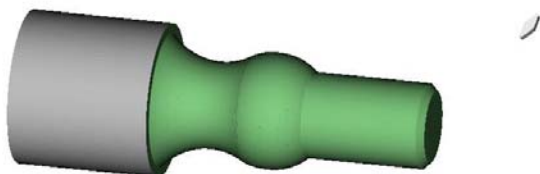


图 1.1.83 多工序仿真结果

20) 设置加工设备。选择“管理器”中的“设备”，双击鼠标左键，进入如图 1.1.84 所示的设备管理器界面，“类别”选择“车削”，“子类”选择“旋转头”，“后置处理器配置”选择 ZW_Turning_Fanuc，最后单击“确定”按钮。

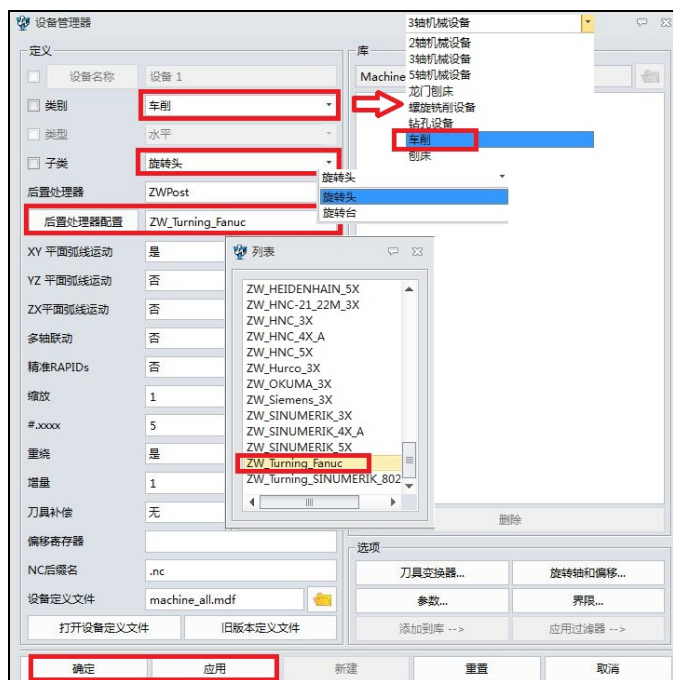


图 1.1.84 设备管理器设置

21) 后置处理。选择“管理器”中的“工序”，单击鼠标，在下拉菜单中选择“输出”。在“输出”的子菜单中选择“输出所有 NC”，如图 1.1.85 所示。后置处理完毕后，程序如图 1.1.86 所示。



图 1.1.85 设备管理器设置



图 1.1.86 后置处理完毕后的程序

☆说明

还可双击“管理器”中的“输出”生成 P0001。用鼠标左键选择“管理器”中的一道或者多道“工序”，按住鼠标左键不放并拖放在 P0001 上方，右击该图标，在生成的下拉菜单中选择“输出 NC”，同样可对程序进行后置处理。如图 1.1.87 所示。



图 1.1.87 后置处理流程

22) 程序传输至数控车床并加工。

后置处理完毕后，通过传输软件或者 CF 卡传输或拷贝至 CNC，对刀后操作数控车床，就可以加工出对应的零件。

【任务小结】

本任务主要通过一个包含外螺纹、外圆弧面、槽、倒角为特征的轴类零件，分析其加工

工艺,通过中望 3D 软件的车削功能,设置加工参数、设置加工刀具、选择加工设备种类,接着进行后置处理并完成加工。通过对该案例的工艺分析,解释了数控车刀的结构,分析了刀具材料,阐明了切削参数和螺纹加工计算问题,充分体现中望软件加工模块中“车削”是如何进行编程的。特别是外轮廓轴类零件的编程,让学生理解加工参数的含义,懂得加工工艺,并能够应用中望 3D 软件的车削功能,编制轴类外轮廓零件的加工程序。特别要指出的是加工工艺是依据生产纲领来设定的,同时又受到生产企业现有设备情况及工艺人员的经验影响,因此本案例主要通过该加工工艺来说明中望 3D 软件的“车削”功能的使用。

任务 1.2 内、外轮廓与内螺纹的数控车削

图 1.2.1 显示了加工零件图。

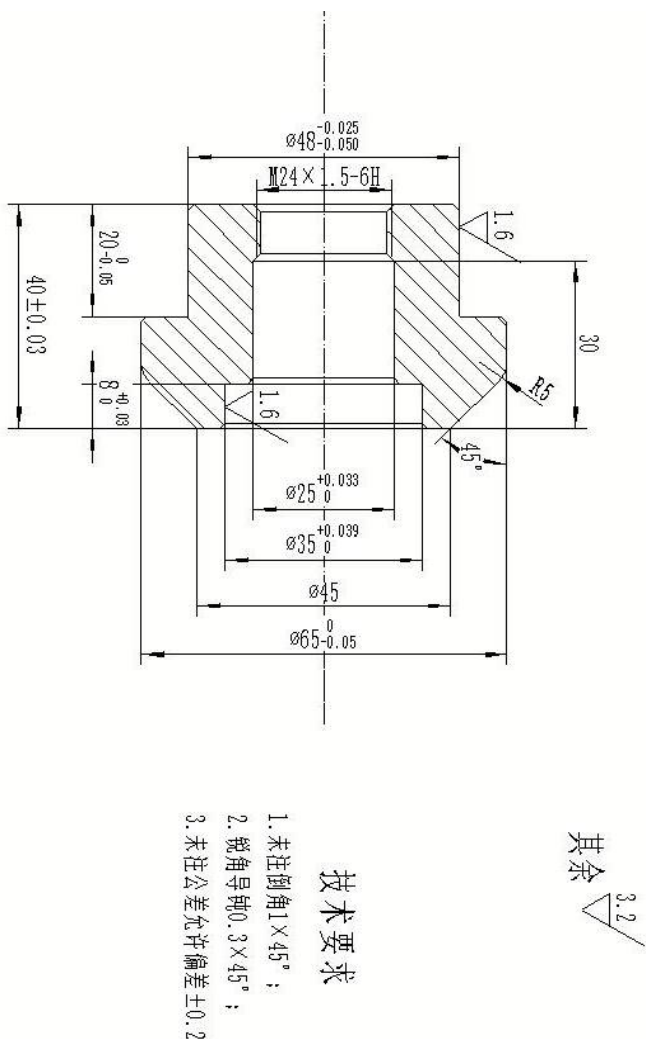


图 1.2.1 加工零件图(电子图与编程文件可扫描本书封底的二维码下载)

【任务目标】

1. 掌握中望数控车削内轮廓编程的流程及对应参数的含义和使用;
2. 掌握数控车床内孔刀的型号、种类、选择要领及加工注意事项;
3. 掌握数控车床加工工序中的端面、粗加工、精加工、切槽、切螺纹的应用;
4. 巩固主轴转速、进给速度、背吃刀量三个参数的重要性;
5. 掌握中望 3D 软件编程界面, 会使用界面的各个命令。

【任务分析】

从任务书上可以看出这是一个包含外轮廓、圆角、内轮廓和内螺纹的轴类零件, 基本涵盖了数控车床内、外轮廓的常见加工内容, 有较大的加工难度。从加工工艺的角度出发, 针对加工尺寸精度要求及形位公差要求, 合理安排加工工艺, 重点考虑内、外轮廓如何加工的工艺问题, 考虑内孔加工的干涉问题, 计算内螺纹的加工尺寸及螺纹的加工深度, 还要合理设置加工参数及切削用量, 避免由于掉头车削产生的接刀痕和二次装夹误差, 改善加工过程中的断屑与冷却, 提高加工过程的刀具寿命。综合以上考虑, 拟定如表 1.2.1 所示的加工工艺流程。

表 1.2.1 加工工序表

工序	工序内容	S/(r/min)	F/(mm/r)	Ap/mm	T	余量/mm	说明
1	粗车 Ø48 头端面	800	0.25	0.5	45°外圆刀	0.2	切平为止
2	精车 Ø48 头端面	1000	0.1	0.2	45°外圆刀	0	
3	预钻 Ø20 内孔	600			Ø20 麻花钻	1	尾座手动钻
4	车内倒角	1000	0.2	1	45°内孔刀	0	
5	粗车 Ø48 外圆	800	0.25	1	75°外圆刀	径向 0.25 轴向 0.1	至 0.21mm 处
6	精车 Ø48 外圆	1100	0.12	0.25	75°外圆刀	0	至 0.21mm 处
7	掉头粗车端面	800	0.25	1	75°外圆刀	0.25	
8	精车端面	1000	0.1	0.5	75°外圆刀	0	保长度尺寸
9	粗车外轮廓	800	0.25	1.5	75°外圆刀	径向 0.25 轴向 0.1	
10	精车外轮廓	1100	0.12	0.25	75°外圆刀	0	
11	粗车内轮廓	1200	0.2	1	75°内孔刀	径向 0.2 轴向 0.1	
12	精车内轮廓	1600	0.1	0.2	75°内孔刀	0	
13	切内螺纹	150			60°内螺纹刀		螺距 1.5mm

【任务实施】

1) 创建加工界面。打开桌面“中望 3D”快捷方式，单击“打开”按钮，如图 1.2.2 所示，选择“车 2-左端.Z3”，如图 1.2.3 所示。打开并进入绘图界面(如图 1.2.4)，在绘图界面右击，在下拉菜单中选择“加工方案”，如图 1.2.5 所示，进入加工界面。

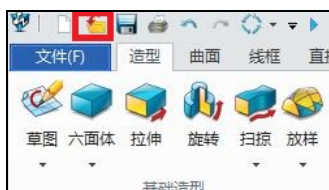


图 1.2.2 单击“打开”按钮



图 1.2.3 选择加工零件

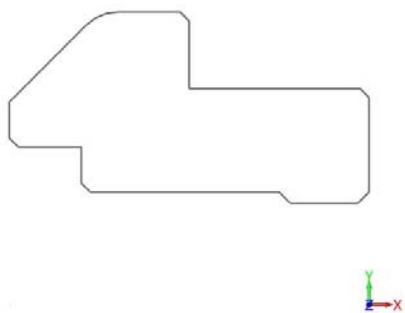


图 1.2.4 进入绘图界面



图 1.2.5 选择“加工方案”

2) 添加坯料。打开“添加坯料”选项卡(图 1.2.6)。选择“圆柱体”命令，坐标轴选择 X 轴负半轴，参数设置如图 1.2.7 所示。



图 1.2.6 添加坯料

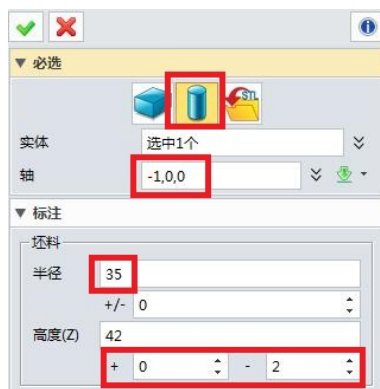


图 1.2.7 设置参数

3) 设置刀具。选择“刀具”选项卡(图 1.2.8)，依据加工工艺的安排表格，先加工 $\varnothing 48$ 端，需要设置 3 把刀具，分别是 45° 外圆刀(图 1.2.9)、 75° 外圆刀(图 1.2.10)和 45° 内孔刀(图 1.2.11)。



图 1.2.8 创建刀具

图 1.2.9 创建 45° 外圆刀图 1.2.10 创建 75° 外圆刀图 1.2.11 创建 45° 内孔刀

☆说明

(1) 根据车 2-左端的零件结构，其台阶面是 90° 的阶梯轴，为了避免精加工时轴向余量

对加工的影响,我们选择 75° 的机夹外圆车刀来加工,刀柄选择标准的 $20\text{mm} \times 20\text{mm}$ 规格,与刀架相一致。

(2) 内孔刀的选择主要以刀具刚性为主,在不干涉的前提下尽可能选择直径大的刀具,而且装夹长度要尽可能短,避免加工过程中由于振动造成振刀纹或者尺寸误差。

(3) 内孔加工的时候,更要注意车削过程中刀具的断屑,除了考虑刀具与加工零件本身的材料外,合理的切削参数也是断屑的另一重要因素。

4) 粗车端面。选择“车削”选项卡中的“端面”命令(图 1.2.12)。在“选择特征”区域选择“新建”和“轮廓”(图 1.2.13),单击“确定”按钮,选择的轮廓和参数设置如图 1.2.14 所示。



图 1.2.12 车削端面

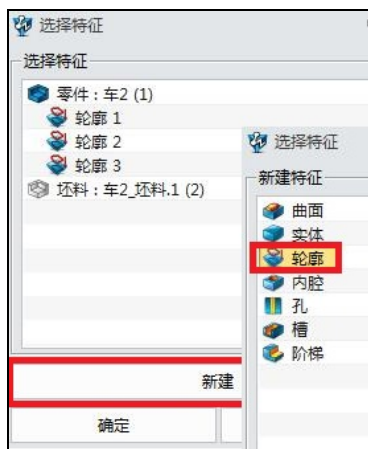


图 1.2.13 选择特征

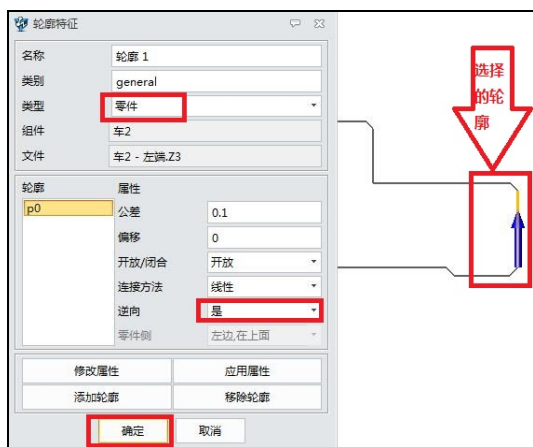


图 1.2.14 轮廓的参数设置

☆说明

(1) 在“轮廓特征”界面中,将“类型”中的“限制”改为“零件”,“属性”中的“公差”根据实际要求给定,“开放/闭合”选择“开放”,“逆向”选择“是”。

(2) 关于轮廓的方向,遵循逆时针旋转原则。

5) 主要参数设置。选择“工序”选项卡的“参数”命令,依据拟定的工艺参数,设置对应的加工参数。“主轴速度”与“进给速度”如图 1.2.15 所示,“刀轨公差”“端面余量”及“切削步距”如图 1.2.16 所示。

6) 刀轨设置。选择“工序”选项卡的“刀轨设置”选项。设置刀轨参数,“入刀点”选择端面右边最大直径值以上即可,具体如图 1.2.17 所示。

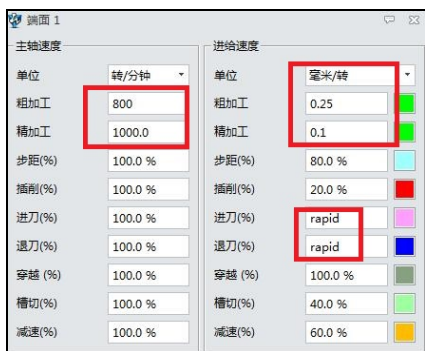


图 1.2.15 主轴速度、进给速度设置



图 1.2.16 主要参数



图 1.2.17 刀轨设置

7) 选择刀具并计算。选择 C45 外圆刀并计算，如图 1.2.18 所示。

8) 精加工端面。选择“车削”选项卡的“端面”命令，将“轮廓 1”及“坯料”作为加工特征，选择 C45 外圆刀为加工刀具，“类别”为“精加工”，主要参数设置如图 1.2.19 所示，其余按默认值即可。

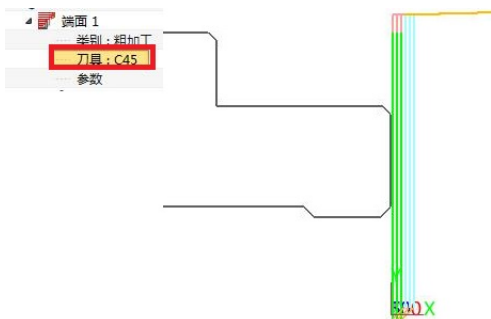


图 1.2.18 选择刀具与计算结果



图 1.2.19 精加工主要参数设置

☆说明

“类别”中“粗加工”与“精加工”的主要区别在于切削用量的选择不同。“精加工”选择精加工的切削参数，“粗加工”选择粗加工的切削参数。直接用鼠标双击“类别”中的“粗加工”或者“精加工”，可以相互转换。

9) 预钻 $\varnothing 20$ 内孔。选择 $\varnothing 20$ 的麻花钻，主轴转速设置为 600r/min 左右，通过尾座手工钻直径为 20mm 的内孔。

☆说明

考虑到钻内孔的切削量大，发热与排屑不好，工件的发热量大，导致零件的热胀冷缩，影响加工精度，因此将预钻孔工序安排在端面加工之后。

10) 车内孔倒角。选择“车削”选项卡的“粗车”命令，刀具选择 CK45，选择“轮廓 3”和“毛坯”作为特征，其中“轮廓 3”选择整个加工零件轮廓，方向为逆时针，主要参数设置及结果如图 1.2.20 所示。



图 1.2.20 车内孔的主要参数设置及结果

☆说明

(1) 考虑到内孔螺纹的退刀倒角，如果在左端倒角不加工，留在掉头后的右端加工时，则必须用内孔刀反切，刀具悬身长度长，刀具刚性差，给加工带来难度。实际要根据加工情况综合考虑，或改变加工工艺。如果大批量加工，也可直接用 45° 倒角车刀一刀切。

(2) “限制参数”中的左、右裁剪点选择倒角的两个端点。

(3) “切削区域”选择内轮廓。

(4) “预钻孔直径”指车削内孔前，毛坯孔的直径大小，依据前面工序的预钻孔直径，设为 20mm，这是中望软件车削内孔的优势，很多车削编程软件均要画出毛坯的预钻孔，中望软件则没有这一项要求。

(5) 注意“入刀点”的选择，由于加工内轮廓，“入刀点”要在端面和轴线交点附近。

11) 粗车外轮廓。选择“车削”选项卡的“粗车”命令，刀具选择 C75。选择“轮廓 3”和“坯料”作为特征，参数设置如图 1.2.21～图 1.2.24 所示。



图 1.2.21 主参数设置

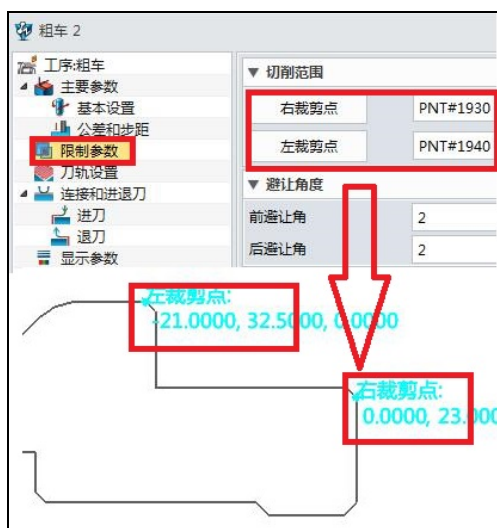


图 1.2.22 限制参数设置



图 1.2.23 刀轨设置



图 1.2.24 基本设置与刀路结果

☆说明

(1) 主参数设置依据拟定的工艺参数设定；特别要注意的是，一定要保证轮廓 3 的封闭性，不然无法生成刀路。

(2) 图 1.2.23 中的“切削策略”中有三种模式分别是“水平”“垂直”和“固定轮廓重复”，三种模式的区别在于进刀模式不同。长轴加工一般选择“水平”。大直径短轴一般选择“垂直”。如果是锻造毛坯，则可选择“固定轮廓重复”，这样可减少进刀次数，提高加工效率。从对应的后处理来说，以 fanuc 的数控系统为例，“水平”处理对应的是 G71，“垂直”对应的是 G72，“固定轮廓重复”对应的是 G73。

(3) 图 1.2.23 中的“重叠距离”指两粗车轨迹的重叠距离，一般按默认值设置。

12) 精加工外轮廓。选择“车削”选项卡的“精车”命令，选取 C75 的车刀。选择“轮廓 3”作为特征，主要参数设置及结果如图 1.2.25~图 1.2.27 所示。图 1.2.28 显示了避让角。



图 1.2.25 主要参数设置



图 1.2.26 限制参数设置



图 1.2.27 刀轨参数设置及精加工刀路

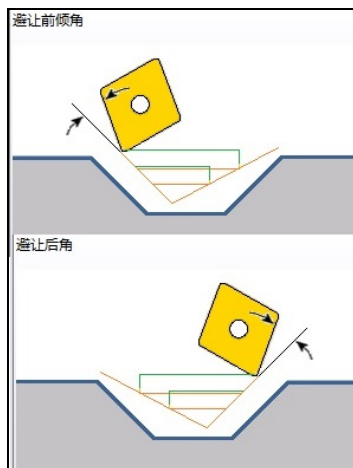


图 1.2.28 避让角

☆说明

(1) 图 1.2.28 中的“避让前倾角”和“避让后角”分别指刀片的前刀面、后刀面与走刀路线的夹角，一般按默认值设置。

(2) 刀具补偿方式如图 1.2.29 所示。“电脑”由编程软件计算车刀的刀尖圆弧半径补偿，并直接体现在刀具路径中，不需要在数控系统里设置补偿参数，需要全部清零，一般软件编程均采用此种补偿方式。“控制器”指数控系统刀具补偿，fanuc0i.TD 对应的刀具补偿分别用 G41 和 G42 来实现；G41 表示刀具左补偿，指在圆弧与斜面加工时，刀具沿进刀路线，向工件的左边偏移一个补偿值，G42 反之，一般用于手工编程。“磨损”及“反向磨损”指的是在加工过程中，补偿刀具的磨损量，对应数控系统中的磨损设置，可以正补偿也可以负补偿，一般在生产过程中进行补偿。

(3) 图 1.2.30 指出在外轮廓的加工过程中，刀具要不要进入存在凹型的区域。选择“否”，刀具不会进入“凹型区域”，选择“是”，刀具会依据自身角度进入“凹型区域”加工。但为了避免干涉，该刀具的外形尺寸一定要严格按照实际加工刀具进行设置。还值得一提的是，这与后置处理也有关系，如果后置处理采用复合循环(如 fanuc 数控系统)，则 G71 和 G72 要

求满足加工轮廓的单调性,是不允许进入凹型区域的,但 G73 仿型加工就可以,所以要特别留意。



图 1.2.29 刀具补偿 1

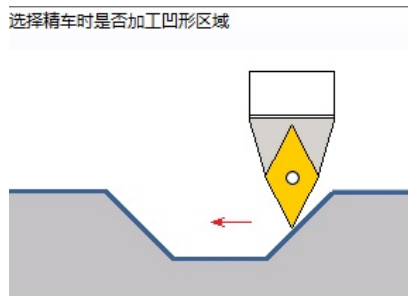


图 1.2.30 刀具补偿 2

13) 掉头粗切端面。选择“车削”选项卡的“端面”命令,刀具选择 C45,选择“轮廓 1”和“毛坯”作为特征(如图 1.2.31 所示),参数设置及结果如图 1.2.32 和图 1.2.33 所示。



图 1.2.31 特征选择



图 1.2.32 主要参数设置



图 1.2.33 刀轨设置

☆说明

(1) 掉头车端面时, 主要要保证长度方向 $\varnothing 40 \pm 0.03$ 的尺寸, 所以端面的粗车切削次数

要依据毛坯的长度来设定。

(2) 其余未做说明的参数按默认设置。

14) 精车端面。参数设置与前面的车端面相一致，主要要保证长度方向 $\varnothing 40 \pm 0.03$ 的尺寸，刀具选择 C45 的外圆车刀，加工参数按加工工艺表格里面的参数设置，其余的参数设置如图 1.2.34 所示。



图 1.2.34 精加工主要参数设置

15) 粗车外轮廓。选择“车削”选项卡的“粗车”命令，刀具选择 C75，选择“零件”和“坯料”作为特征，主要参数设置及结果如图 1.2.35 所示，重要的是要留“轴向余量”和“径向余量”，其余参数按默认设置。

16) 精车外轮廓。选择“车削”选项卡的“精车”命令，刀具选择 C75，选择“零件”作为特征，参数设置如图 1.2.36 所示，连接和进退刀设置与结果如图 1.2.37 所示。



图 1.2.35 粗加工主要参数设置与结果



图 1.2.36 精加工参数设置

☆说明:

(1) 图 1.2.37 所示中“连接和进退刀”设置的进刀类型有三种，“直线+角度”“相切直线”

“相切圆弧”，如图 1.2.38 所示。“直线+角度”表示与切入点相平方向直线进刀，与零件轮廓成角度切入；“相切直线”表示与轮廓线相切的方式切入；“相切圆弧”表示采用圆弧与轮廓线相切的进刀方式。

(2) 进刀与退刀的参数含义是相同的，其中“线段长度”“线段角度”和“线段距离”分别如图 1.2.39、图 1.2.40 和图 1.2.41 所示。“线段长度”表示刀具切入加工表面的长度；“线段角度”表示刀具切入与零件加工表面的夹角；“线段距离”表示刀具的切入长度。



图 1.2.37 连接和进退刀设置

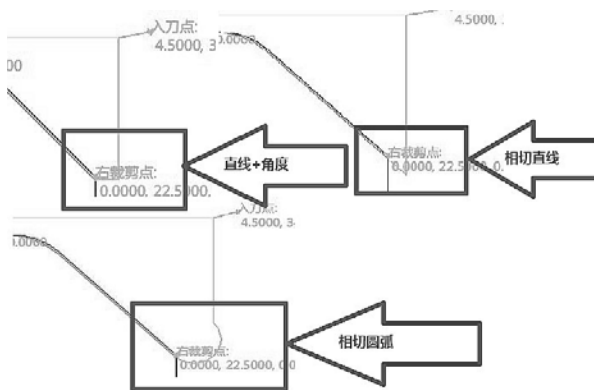


图 1.2.38 三种进刀类型

进刀距离

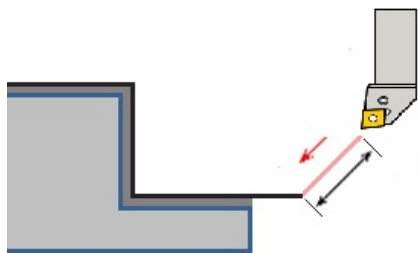


图 1.2.39 线段长度

进刀角度

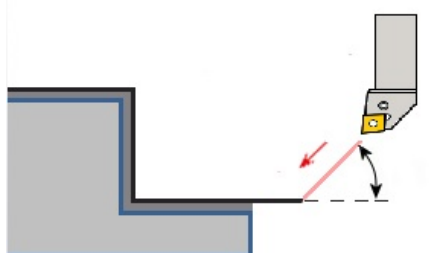


图 1.2.40 线段角度

进刀延伸距离

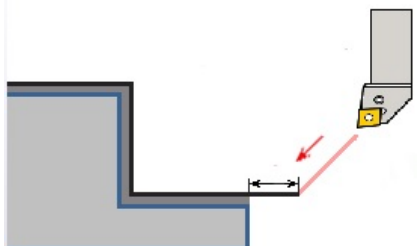


图 1.2.41 线段距离

17) 内孔粗加工。选择“车削”选项卡的“粗车”命令，选择“零件”与“坯料”作为特征(如图 1.2.42)，刀具选择 TK75(如图 1.2.43)，参数设置及加工刀路如图 1.2.44~图 1.2.46 所示。



图 1.2.42 刀具与特征选择

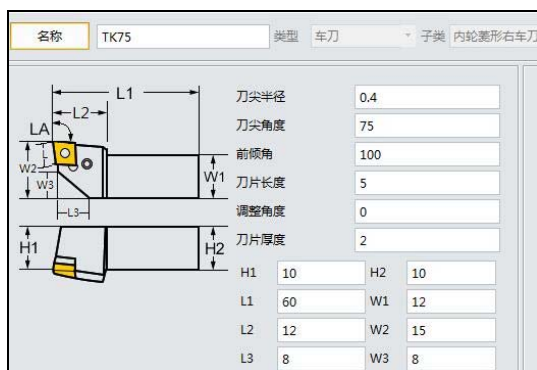


图 1.2.43 TK75 内孔刀参数



图 1.2.44 主要参数的设置



图 1.2.45 限制参数与裁剪位置



图 1.2.46 刀轨设置与结果

☆说明

(1) 要充分考虑内孔的大小，根据刀具的实际大小来设置内孔车刀，注意干涉、退刀值不能设置得太大，控制悬身长度，保证切削刚性。

(2) 切削参数中, 要充分考虑内孔的排屑问题, 适度提高主轴速度, 减少背吃刀量和进给速度。

(3) “左裁剪点”要选择尾端倒角点, 保证毛坯量都要被去除掉。

(4) “切削区域”要选择“内轮廓”, 预钻孔直径设置为 $\varnothing 22\text{mm}$, 与前面预钻孔的直径相同。

(5) “入刀点”要选择在零件轴线周围, 减少进刀距离。

18) 内孔精加工。选择“车削”选项卡的“精车”命令, 刀具选择 TK75, 选择“零件”作为特征, 参数设置与结果如图 1.2.47、图 1.2.48 所示。



图 1.2.47 参数设置



图 1.2.48 刀轨设置与结果

19) 内孔螺纹加工。选择“车削”选项卡的“螺纹”命令, 刀具选择 LW60, 刀具参数如图 1.2.49 所示。选择“零件”作为特征, 参数设置与结果如图 1.2.50~图 1.2.52 所示。



图 1.2.49 LW60 螺纹刀参数



图 1.2.50 主要参数



图 1.2.51 刀轨设置



图 1.2.52 限制参数及结果

☆说明

- (1) 选择刀具时, 要选择螺纹刀中的内孔标准右旋螺纹刀, 刀尖角度为 60° 。
- (2) 一般的螺纹转速按 $n \leq 1200/P \cdot K$ 来算, 其中 P 为螺距, K 为安全系数(一般取 80), 按以上公式计算出 $n \leq 720 \text{ r/min}$ 。若取 720 r/min , 螺距为 1.5 mm , 则进给速度高达 1080 mm/min , 综合刀具与进给速度, 我们给定转速 150 r/min 。
- (3) 由于螺距为 $M24 \times 1.5 \text{ mm}$ 的小螺距内螺纹, 加工采用直进刀式, 即“螺纹类型”为“简单循环”。车螺纹时, 内孔的外圆受到挤压, 尺寸会增大, 孔径变小。为解决这个问题, 保证螺纹的配合, 先将内螺纹孔加工得大一些, 保证挤压后可达到所需要的尺寸。根据经验公式, 光轴内孔的加工尺寸 $= D + 0.1P = 24.15 \text{ mm}$, 螺纹牙底尺寸 $= D + 1.08P = 25.62 \text{ mm}$, 其中的 D 为螺纹公称直径。
- (4) “主要参数”设置中, 螺纹深度一般设为 1.25 mm 左右, 为半径值; “螺纹类型”中, 如果选择“简单循环”后处理代码为 $G92$, 则进刀为直进式; 如果选择“复合循环”后处理代码为 $G76$, 则进刀为斜进刀式(fanuc)。
- (5) “切削方向”选择“从右到左”。
- (6) “切削区域”选择“内螺纹”。
- (7) “多头螺纹数”设置为 1, 如果是多头螺纹, 则要先车其中一条, 接着进给一个导程后再车另一条螺纹。
- (8) “螺纹旋向”根据实际螺纹的旋向给定, 这里选择“右旋螺纹”。
- (9) “螺距”根据实际需要的螺距给定, 这里设置为 1.5 mm 。
- (10) “退尾”用来设置螺纹车刀退出长度, 可用在没有退刀槽的螺纹加工中。

20) 仿真。选择“管理器”中的“工序”, 选择所有加工工序, 双击鼠标左键, 进入参数设置界面, 如图 1.2.53 所示。选择“实体仿真”, 仿真结果如图 1.2.54 所示。

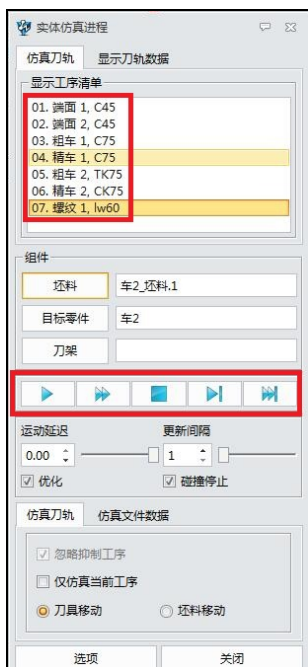


图 1.2.53 仿真步骤

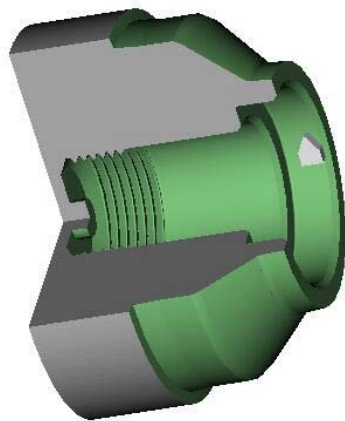


图 1.2.54 仿真结果

☆说明

图 1.2.54 的仿真结果中, 毛坯内孔不通, 是由于零件两端加工的加工工序没有一起仿真造成的; 中望软件的仿真在表达含内轮廓的车削过程中, 为清楚表达内轮廓的加工情况, 显示时以 1/4 剖切面形式展示。

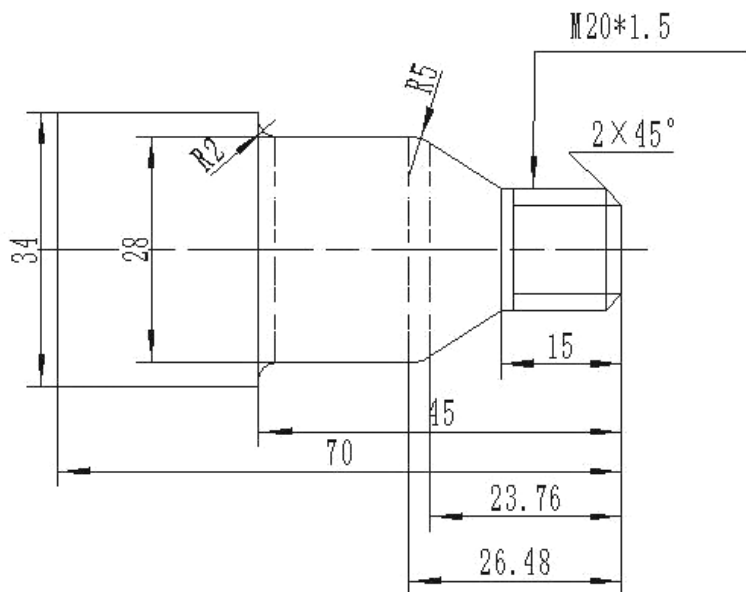
21) 加工设备设置及后置处理如任务 1.1 所示, 这里不再赘述。

【任务小结】

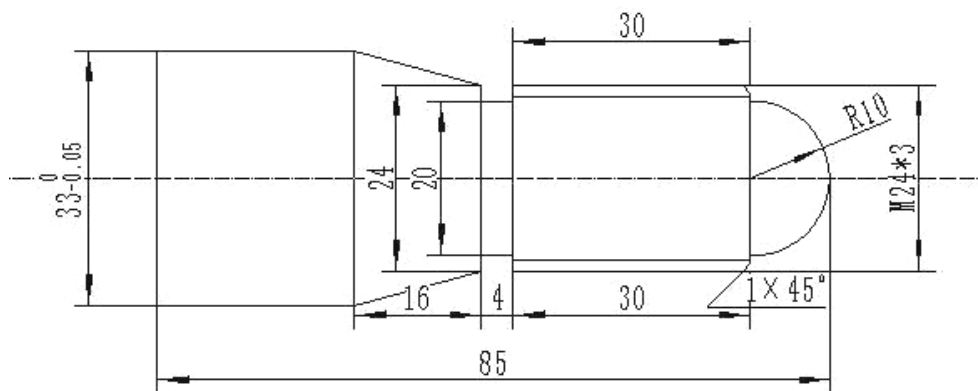
本任务主要通过一个包含内轮廓、内螺纹、外轮廓、倒角为特征的轴类零件, 分析其加工工艺; 通过中望 3D 软件的“车削”功能, 设置加工刀具, 给定加工参数, 选择加工设备, 执行后置处理并完成加工。通过对该案例的工艺分析, 让学生理解内轮廓加工及内螺纹加工工艺, 充分体现中望软件的“车削”是如何进行内轮廓编程的, 特别是内、外轮廓同时加工的情况。通过该案例, 让学生理解车内轮廓及内螺纹的加工参数含义, 理解加工工艺, 并能应用中望 3D 软件的“车削”功能, 编制包含这类内、外轮廓轴类零件的加工程序。还考虑了由于零件掉头加工而带来的重复定位误差、尺寸公差和形位公差对加工工艺的影响, 最终提升学生使用中望软件进行“车削”编程的水平。

数控车床的编程练习题

1. 使用中望 3D 软件的车削模块编制下图所示的加工程序，材料为 45#，毛坯为棒料(电子图可扫封底二维码下载)。



2. 使用中望 3D 软件的车削模块编制下图所示的加工程序，材料为 45#，毛坯为棒料(电子图可扫封底二维码下载)。



3. 使用中望 3D 软件的车削模块编制下图所示的加工程序，材料为 45#，毛坯为棒料(电子图可扫封底二维码下载)。

