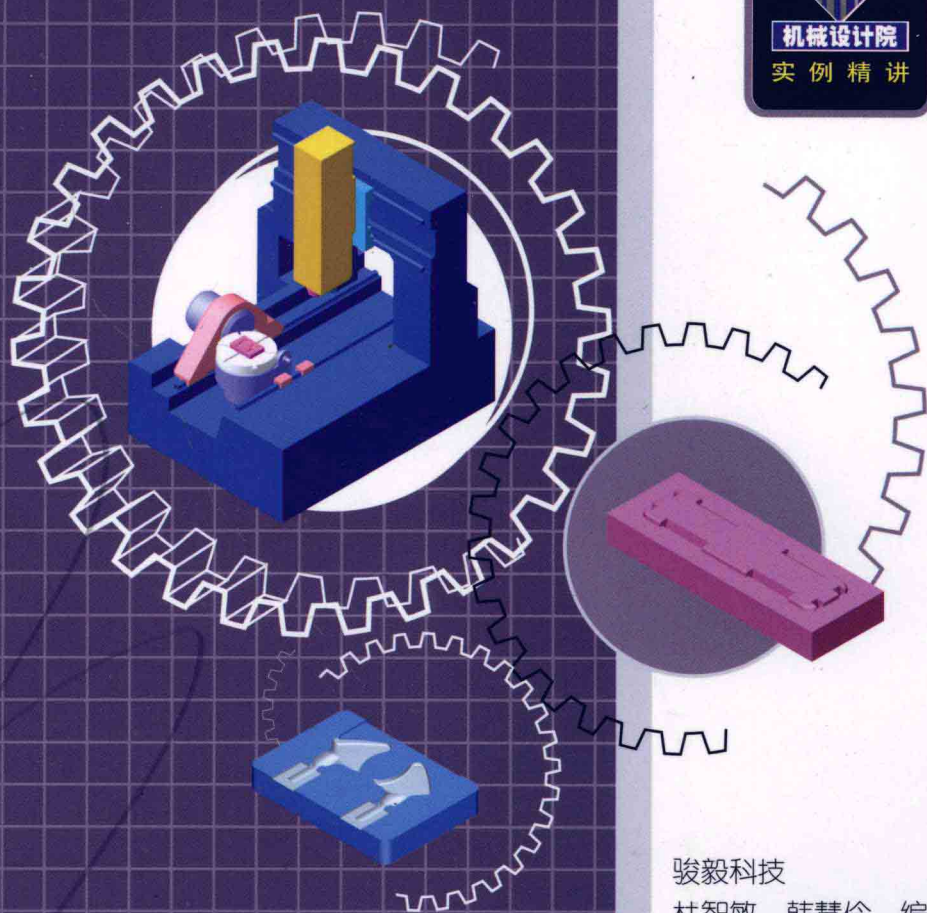




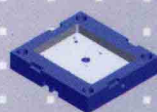
机械设计院
实例精讲



骏毅科技

杜智敏 韩慧伶 编著

UG NX 5



中文版

数控编程

实例精讲

附光盘

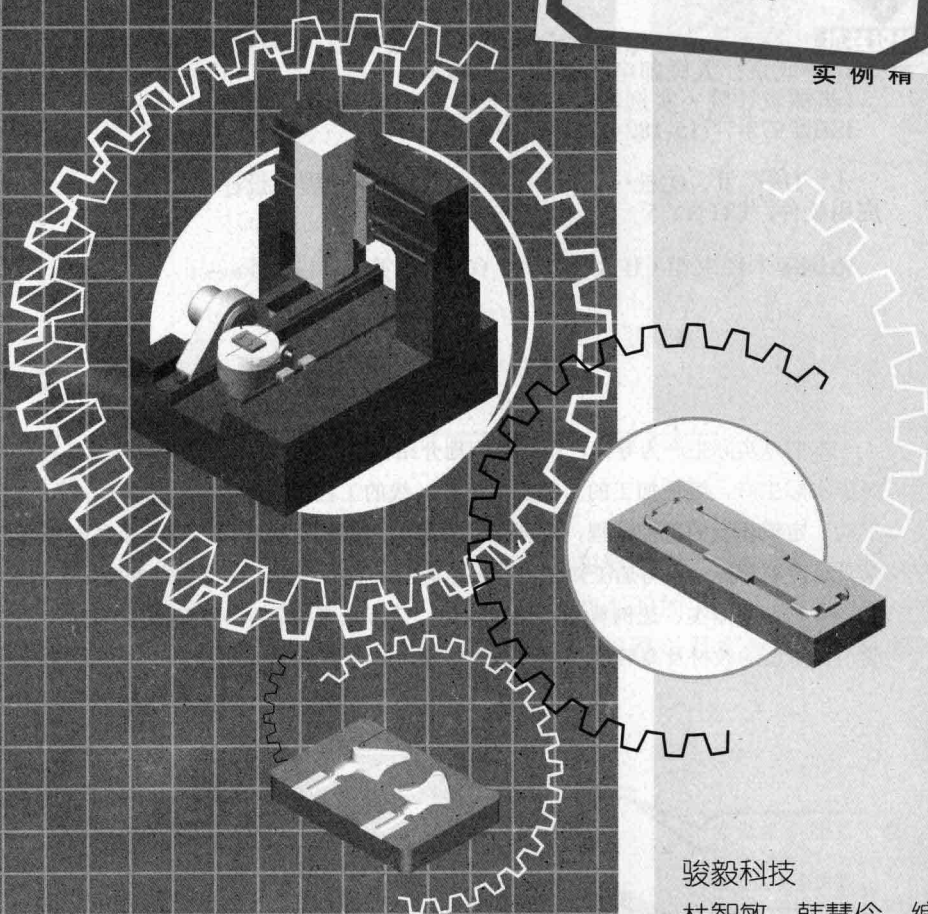


人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

TG659/259D

2008

实例精讲



骏毅科技
杜智敏 韩慧伶 编著

UG NX 5

中文版

数控编程 实例精讲



人民邮电出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

UG NX 5 中文版数控编程实例精讲 / 杜智敏, 韩慧伶编
著. —北京: 人民邮电出版社, 2008.8
(机械设计院·实例精讲)
ISBN 978-7-115-18247-0

I. U… II. ①杜…②韩… III. 数控机床—程序设计—
应用软件, UG NX 5 IV. TG659-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 081138 号

内 容 提 要

本书以实际生产为导向, 由浅入深地介绍了利用 UG NX 5 进行塑料模具数控编程的方法。全书实例都源于实际生产, 编程加工的刀路都由生产一线的工程师根据企业的实际生产加工工艺进行编制, 内容涵盖了动、定模模板的数控编程, 塑料模具型腔、型芯的数控编程, 以及模具电极的数控编程等。为读者学习模具企业的数控编程与加工知识, 更好地面对今后企业生产岗位的需求提供了良好的帮助。

本书内容翔实、选例典型、针对性强, 适合从事模具生产制造人员和工程设计人员自学, 也可作为各类培训学校的教材及高等院校相关专业师生的参考书。

机械设计院·实例精讲

UG NX 5 中文版数控编程实例精讲

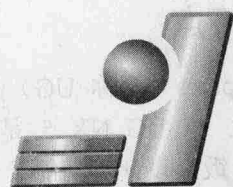
- ◆ 编 著 骏毅科技 杜智敏 韩慧伶
责任编辑 李永涛
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京艺辉印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 19.5
字数: 477 千字
印数: 1—4 000 册
- 2008 年 8 月第 1 版
2008 年 8 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-18247-0/TP

定价: 39.00 元 (附光盘)

读者服务热线: (010)67132692 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154



駿毅科技

駿毅科技

主编：杜智敏

编委：何华妹 赖新建 陈漫铿 黎志良 蔡秀辉 赵旭

何华飏 何玲 杜智钊 何慧 韩思明 杜志伦

黄慧祺 陈学翔 梁观庆 彭俊杰 谢德丰 王恭杰

郑福禄 朱亚林 梁浩文 邓绍强 李杰强 陈永涛

李为 吴柳机 李洪梅 周启棠 谢永强 李代叙

刘锡荣 郑英华 吴浩伟 梁扬成

关于本书

内容和特点

Unigraphics (简称 UG) 是当今世界应用最广泛、最富竞争力的 CAE/CAD/CAM 大型集成软件之一。UG NX 5 是目前最新的版本, 它集运动仿真、产品设计、模具设计、加工、装配、钣金设计等功能于一体, 广泛应用于模具、数控、电子、航空、汽车、家电和玩具等行业。

UG 软件的 CAM 模块功能非常强大, 包括 3 轴铣削加工、多轴铣削加工、钻孔、攻丝、特征加工、车削加工和电火花线切割加工等。为使读者真实体验一线工程师的编程理念, 本书以企业一线的典型塑料模具数控编程与加工流程为主线, 针对模具零件的加工特点进行了加工工艺分析, 并大胆采用图示解说的方法, 进行了较为透彻的要点分析, 力求使读者熟练掌握数控编程的方法与技巧。每一个编程实例均以塑料模具的编程加工过程展开, 将模具特点、工艺分析、编程技巧等知识充分融合, 并对实际生产容易产生的问题和注意事项进行充分的总结。

本书共分 7 章, 各章内容简要介绍如下。

- 第 1 章: 介绍数控编程基础知识, 包括分析模型加工工艺、设置加工坐标系、工件的装夹校正和切削刀具的选用等。
- 第 2 章: 介绍使用 UG CAM 模块进行程序编制的通用知识, 包括操作导航器、切削刀具、几何体和 MCS 的创建等。
- 第 3 章: 介绍数控编程 G、M 功能指令、数控程序的创建和修改。
- 第 4 章: 通过电器设备支架模具与电极加工实例, 介绍 UG CAM 平面铣刀具路径。
- 第 5 章: 通过手机电池盖型芯与型腔加工实例, 介绍 UG CAM 轮廓铣刀具路径。
- 第 6 章: 通过连接杆模具与电极加工实例, 介绍 UG CAM 轮廓铣刀具路径。
- 第 7 章: 通过按钮模具型芯与型腔加工实例, 介绍 UG CAM 轮廓铣刀具路径。

读者对象

本书适合模具生产制造人员和工程设计人员自学, 也可作为各类培训学校的教材及高等院校相关专业师生的参考书。

附盘内容及用法

为方便读者的学习, 本书配有一张光盘, 收录了书中范例的操作结果和动画演示文件。建议读者先将光盘内容复制到硬盘上, 然后再进行相关操作。

- “example” 文件夹包含本书所有实例操作的原始文件, 读者可根据书中相关章节的介绍, 直接打开文件进行操作。
- “finish” 文件夹下包含本书所有范例操作的结果文件, 读者可以直接将文件

打开,以检验自己的操作是否正确。

- “lxt”文件夹中放置了本书相关章节的练习文件,读者可根据书中练习题的提示打开练习题进行练习。
- “动画演示”文件夹下包含本书所有范例的动画演示文件,其名称与书中相关范例的名称一一对应。动画文件是“*.avi”格式的文件,使用常用的视频播放软件即可观看。
- “example”、“finish”和“lxt”文件夹中的UG文件必须用UG NX 5.0.0.25以上版本才能打开。

提示:播放文件前要先安装光盘根目录下的“tscc.exe”插件。

本书得以完成,感谢骏毅科技全体同仁为本书的编写工作付出的辛勤劳动,同时感谢广东白云学院、广州白云工商高级技工学校领导的大力支持。

感谢您选择了本书,也请您把对本书的意见和建议告诉我们。

骏毅科技网站 <http://www.cadcammould.com>, 电子邮件 jycadcammold@163.com, 联系电话 020-31743881。

骏毅科技

2008年5月

目录

第 1 章 数控编程加工入门要点	1
1.1 数控编程加工的一般操作流程	2
1.1.1 导入 CAD 模型	2
1.1.2 分析模型加工工艺	2
1.1.3 设置数控加工原点坐标系	3
1.1.4 工件的装夹、校正	4
1.1.5 设置加工切削参数	4
1.1.6 生成刀轨并检验刀轨	5
1.1.7 NC 文件后处理和创建车间工艺文件	6
1.2 型腔模具的加工工艺编制	7
1.3 铣削刀具的类型与注意事项	8
1.3.1 铣削刀具的类型与选用	8
1.3.2 铣削刀具的使用注意事项	11
1.4 切削参数的选用	12
1.5 学习回顾	13
1.6 练习题	13
第 2 章 UG NX 5 数控编程加工通用知识	14
2.1 操作导航器	15
2.1.1 【操作导航器】的设置	15
2.1.2 【操作导航器】的应用	17
2.2 数控铣削刀具	18
2.2.1 刀具类型	18
2.2.2 刀具参数	19
2.2.3 夹持器	21
2.3 几何体和工件 MCS	21
2.3.1 模型工件 MCS 的设置	22
2.3.2 几何体参数设置	23
2.4 电极加工	24
2.4.1 电极简介	24
2.4.2 电极设计基础	25
2.5 学习回顾	25
2.6 练习题	26
第 3 章 UG NX 5 数控编程加工程序	27
3.1 数控程序基础	28
3.1.1 数控与数控编程的概念	28
3.1.2 数控程序的格式及组成	28
3.1.3 数控程序的基本功能	29
3.2 数控编程 G、M 指令	30
3.2.1 数控编程常用准备机能 (G 指令)	30

3.2.2 数控编程常用辅助机能 (M 指令)	35
3.2.3 数控编程 G、M 代码综合实例	36
3.3 数控程序的生成及修改	37
3.3.1 数控程序的产生	37
3.3.2 数控程序的修改	38
3.4 学习回顾	40
3.5 练习题	40
第 4 章 电器设备支架模具编程加工实例	41
4.1 电器设备支架模具 A 板数控加工	42
4.1.1 加工工艺分析	42
4.1.2 电器设备支架模具 A 板加工流程	43
4.1.3 电器设备支架模具 A 板数控加工实际操作	45
4.1.4 生成 NC 程序	81
4.1.5 填写加工程序单	82
4.2 电器设备支架型腔数控加工	83
4.2.1 加工工艺分析	83
4.2.2 电器设备支架模具型腔加工流程	84
4.2.3 电器设备支架型腔数控加工实际操作	85
4.2.4 仿真加工和生成 NC 程序	110
4.2.5 填写加工程序单	112
4.3 电器设备支架模具型腔电极数控加工	113
4.3.1 加工工艺分析	113
4.3.2 电器设备支架型腔电极加工流程	113
4.3.3 电器设备支架模具型腔电极数控加工实际操作	114
4.3.4 仿真加工和生成 NC 程序	125
4.3.5 填写加工程序单	127
4.4 学习回顾	127
4.5 练习题	128
第 5 章 手机电池盖模具编程加工实例	129
5.1 手机电池盖模具型芯数控加工	130
5.1.1 加工工艺分析	130
5.1.2 手机电池盖型芯加工工艺分析	130
5.1.3 手机电池盖模具型芯数控加工实际操作	132
5.1.4 仿真加工和生成 NC 程序	148
5.1.5 填写加工程序单	149
5.2 手机电池盖模具型腔数控加工	150
5.2.1 加工工艺分析	150
5.2.2 手机电池盖型腔加工工艺分析	151
5.2.3 手机电池盖模具型芯数控加工实际操作	152
5.2.4 仿真加工和生成 NC 程序	166
5.2.5 填写加工程序单	167
5.3 学习回顾	168

5.4 练习题.....	169
第 6 章 连接杆模具编程加工实例	170
6.1 连接杆模具型腔数控加工	171
6.1.1 加工工艺分析	171
6.1.2 连接杆型腔加工工艺分析	171
6.1.3 连接杆模具型腔数控加工实际操作	173
6.1.4 仿真加工和生成 NC 程序	196
6.1.5 填写加工程序单	197
6.2 连接杆模具型腔电极数控加工	198
6.2.1 加工工艺分析	198
6.2.2 连接杆型腔电极加工工艺分析	199
6.2.3 连接杆模具型腔电极数控加工实际操作	200
6.2.4 仿真加工和生成 NC 程序	219
6.2.5 填写加工程序单	220
6.3 连接杆模具型腔手柄电极数控加工	221
6.3.1 加工工艺分析	221
6.3.2 连接杆型腔手柄电极加工工艺分析	222
6.3.3 连接杆型腔手柄电极数控加工实际操作	223
6.3.4 仿真加工和生成 NC 程序	245
6.3.5 填写加工程序单	247
6.4 学习回顾	248
6.5 练习题	248
第 7 章 按钮模具数控编程加工实例	249
7.1 按钮模具型芯数控加工	250
7.1.1 加工工艺分析	250
7.1.2 按钮型芯加工工艺分析	251
7.1.3 按钮型芯数控加工实际操作	252
7.1.4 仿真加工和生成 NC 程序	275
7.1.5 填写加工程序单	276
7.2 按钮模具型腔数控加工	277
7.2.1 加工工艺分析	277
7.2.2 按钮型腔加工工艺分析	278
7.2.3 按钮型腔数控加工实际操作	279
7.2.4 仿真加工和生成 NC 程序	301
7.2.5 填写加工程序单	302
7.3 学习回顾	303
7.4 练习题	303



第 1 章

数控编程加工入门要点

知识要点

- 📖 数控编程加工的一般操作流程。
- 📖 型腔模具的加工工艺编制。
- 📖 铣削刀具的类型与注意事项。
- 📖 加工过程中切削参数的确定。

1.1 数控编程加工的一般操作流程

计算机数控编程首先要在软件中加载加工模型,对模型进行工艺分析,确定加工工序,并选用切削刀具,接着依据加工的具体内容(加工对象的具体参数、刀具的导动方式、切削步距、主轴转速、进给量、切削角度、进退刀点、干涉面及安全平面等)来确立刀具轨迹的方式。模拟仿真后对刀具轨迹进行相应的编辑修改、复制等,确定所有的刀具轨迹设计合格后,再进行后处理生成相应数控系统的加工代码,然后进行 DNC 传输与数控加工。基本流程如图 1-1 所示。



图1-1

1.1.1 导入 CAD 模型

导入 CAD 模型作为数控加工的第一步决定着之后操作的成败与否。导入模型的收缩率、单位或形状结构等参数必须符合实际要求。工程师可以直接打开 UG 文件,也可以应用【导入】选项,导入合适的 CAD 文件进行数控加工。

1.1.2 分析模型加工工艺

加工工艺分析就是指对零件的加工顺序进行规划,具体安排应该根据零件的结构、材料特性、夹紧定位、机床功能、加工部位的数量以及安装次数等进行灵活划分,一般可采用下列 4 种方法。

一、刀具集中分序法

以应用的刀具进行划分,用同一把刀具加工完成所有可以加工的零件部位,再用第 2 把或第 3 把刀具完成它们可以完成的其他部位。这样可减少换刀次数,压缩空白程序的时间,减少不必要的定位误差。

二、加工部位分序法

在数控机床上加工零件,工序可以比较集中,一次装夹应尽可能完成全部工序。对于加工部位很多的零件,可按其结构特点将加工分成几个部分,如内形、外形、曲面或平面等,但一般应遵从下列原则:

- 一般先加工平面、定位面，后加工孔。
- 先加工简单的几何形状，再加工复杂的几何形状。
- 先加工精度要求较低的部位，再加工精度要求较高的部位。

三、粗、精加工分序法

对于易发生加工变形的零件，由于粗加工后可能发生变形而需要进行校形，故一般来说凡要进行粗、精加工的都要将工序分开。

四、保证精度的原则

数控加工要求工序尽可能集中，常常粗、精加工在一次装夹下完成，为减少热变形和切削力变形对工件的形状、位置精度、尺寸精度和表面粗糙度的影响，应将粗、精加工分开进行。对轴类或盘类零件，将各处先粗加工，留少量余量精加工，来保证表面质量要求。对一些箱体工件，为保证孔的加工精度，应先加工表面而后加工孔。

综上所述，在划分工序时，一般将以上几点都考虑进去，然后再根据实际加工的零件结构进行确定，但一定力求合理。

1.1.3 设置数控加工原点坐标系

建立数控加工坐标系是为了确定刀具或工件在机床中的位置，确定机床运动部件的位置及其运动范围。统一规定数控加工坐标系各轴的含义及其正负方向，可以简化程序编制，并使所编的程序具有互换性。

数控机床上的坐标系是采用右手直角笛卡尔坐标系，大拇指的方向为 X 轴的正方向，食指为 Y 轴的正方向，中指为 Z 轴的正方向，如图 1-2 所示。

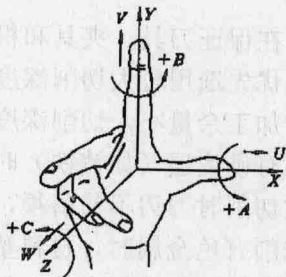


图1-2

工件原点位置是由操作者自己设定的，它在工件装夹完毕后，通过分中与对刀确定。它反映的是工件与机床原点之间距离的位置关系。工件坐标系一旦固定，一般不作改变，如图 1-3 所示。

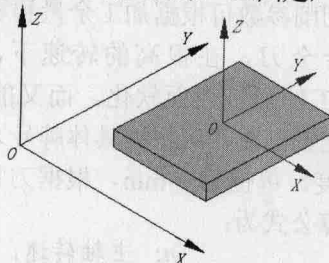


图1-3

1.1.4 工件的装夹、校正

工件在进行切削加工之前,必须准确可靠地装夹在机床上,用来确定工件在机床上的位置点、线或面,此过程称为定位基准。因为点或线一般由具体的表面体现,所以工件上的定位基准又称为定位基准面。

装夹是指将工件在机床上或夹具中定位、夹紧的过程,可采用虎钳或加底板抽螺丝等方式装夹。装夹时首先将标准垫块放在虎钳口,并放入工件,接着轻轻锁紧工件,然后通过百分表或千分表对工件的水平和垂直位置进行校正。校正了工件水平和垂直位置后,再锁紧工件,最后再复核一次工件有没有移位。

在确定定位基准与夹紧方案时应注意如下3点:

- ☐ 力求设计、工艺与编程计算的基准统一。
- ☐ 尽量减少装夹次数,尽可能做到在一次装夹定位后就能加工出全部待加工的部位。
- ☐ 夹具要开畅,其定位、夹紧机构不能影响加工中的走刀,避免刀具与夹紧机构碰撞。碰到此类情况时,可采用虎钳或加底板抽螺丝的方式装夹。

1.1.5 设置加工切削参数

切削参数作为数控加工中的关键环节之一,设置的可靠与否将直接影响到加工效率、刀具寿命和零件精度等问题。在数控加工过程中,要在人机交互状态下即时选择刀具和确定切削参数。因此,编程人员必须熟悉刀具的选择方法和切削参数的确定原则,从而保证零件的加工质量和加工效率,充分发挥数控机床的优点,提高企业的经济效益和生产水平。合理选择切削参数的原则如下:

- (1) 粗加工时,为提高效率,在保证刀具、夹具和机床强度刚性足够的条件下,切削参数的选择顺序是:优先选用较大切削深度,其次选取较大的进给量,再考虑提高切削速度。若加工余量小,切削深度选择受限制时,可适当提高进给量。当铣削材料表面有硬皮层(如铸铁)时,第一次切削深度应超越硬皮层厚度,使刀具在首次切削时刀刃不易磨损,避免刀具与材料硬皮层直接接触而产生崩刀现象。铣削有色金属时,材料塑性韧性较好,硬度较低,切削参数可适当增大,如主轴转速可选较大值。但进给速度不可太大,否则紫铜材料易产生粘刀现象。
- (2) 精加工时加工余量小,为了提高工件的表面质量,尽可能提高切削速度,这时进给量可适当减少。切削参数可根据加工余量和零件的加工工艺而定。
- (3) 高速铣削是采用硬质合金刀,在很高的转速下,利用铣削中产生的高温(600℃~1000℃),使工件加工表面软化,而又能充分发挥刀具切削性能的一种高效加工方法。高速铣削时,应根据具体牌号来确定切削参数。
- (4) 主轴转速即主轴转动速度,单位为 r/min,根据刀具直径大小、刀具材料、零件材料等情况设定。计算公式为:

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}$$

n : 主轴转速,单位 r/min

v : 切削速度,单位 m/min

D : 刀具直径,单位 mm

设置主轴转速一般应遵从下列几点:

- ☐ 刀具直径越大,为使每刀齿的切削完全,主轴转速应越小。
- ☐ 刀具直径越小,为保证刀具的刚性,主轴转速应越高。
- ☐ 刀具材料越硬,为避免刀具刀齿受过慢速影响,冲击刀具,主轴转速应越高。
- ☐ 切削材料塑性越大,如紫铜电极加工,主轴转速应越高。
- ☐ 切削材料硬度大,塑性韧性越小,主轴转速应越小。

行家指点

根据经验,高速钢 $\Phi 3 \sim \Phi 16$ 直径刀具,一般设置主轴转速为 $500 \sim 1800 \text{r/min}$; 硬质合金刀具为 $1500 \sim 3000 \text{r/min}$ 。

注:高速加工除外。

提示注意

数控机床的控制面板上备有主轴转速修调(倍率)开关,可在加工过程中对主轴转速进行整倍数调整。

提示注意

如果选择的是著名厂家(如东芝、日立、三菱、SECO、山特维克等)生产的刀具,或一些特殊功能的刀具,主轴转速可以参考厂商提供的切削参数计算公式,进行其刀具主轴转速参数值的计算。

(5) 切削速度指刀具切削材料时的速度,单位为 m/min 。

切削速度应根据零件的加工精度和表面粗糙度要求,以及刀具和工件材料来选择。切削速度的增加也可以提高生产效率。加工表面粗糙度要求低时,切削速度可选择大些;加工材料硬度较高时,可选择较慢的速度,反之亦然。

在模具加工过程中,切削速度的编程设定值一般比实际加工的速度要大,使实际加工速度调整范围值较大。因为实际加工速度可通过机床控制面板上的修调(倍率)开关进行人工调整。当在实际加工时如果遇到空刀加工时,速度可以调整得较快一些,提高空刀行进速度,但是最大进给速度要受到设备刚度和进给系统性能等限制。

行家指点

切削速度参数直接影响加工表面质量,通常以加工情况来判断设置是否合理。一是看材料,看切落的铁屑是否呈片状,颜色与毛坯是否相仿,如若相仿则设置合理。二是听声音,声音正常,没有工件振动声响则为合理。如出现颗粒、粉末、成紫色、紫红色则表示切削参数不合理或过大,但硬质合金刀具除外。

1.1.6 生成刀轨并检验刀轨

生成刀轨是指通过路径轨迹反映模型零件的切削位置(刀具的移动轨迹),UG 系统为刀轨的生成提供了颜色的区分,使工程师可以清晰地了解到模型零件上各个位置的切削情况,并能有效地防止过切或撞刀情况的发生,工程师可以通过图 1-4 所示的刀轨查看其切削位置。

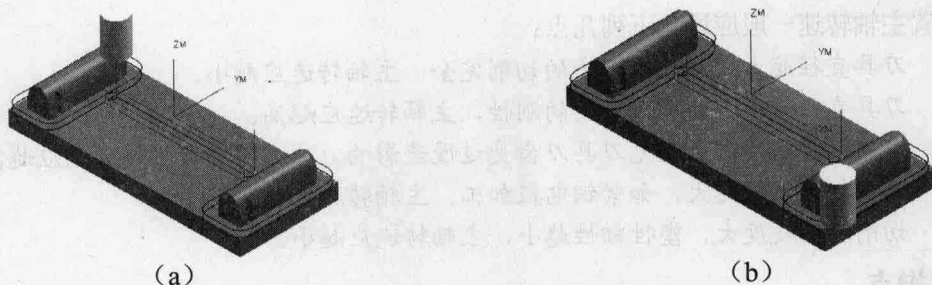


图1-4

如图 1-5 所示，可以看出创建的刀轨已经与原模型发生过切现象，这时工程师可以通过调整切削边界来调整刀轨的位置。

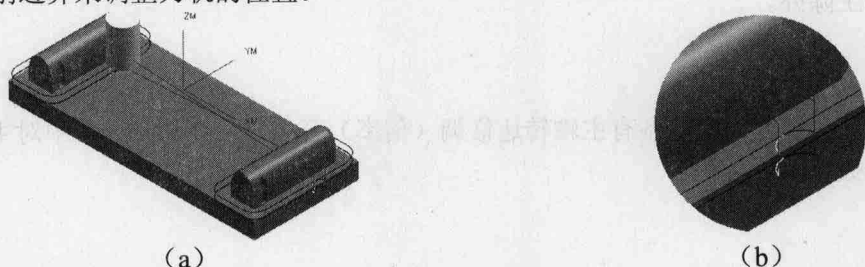


图1-5

1.1.7 NC 文件后处理和创建车间工艺文件

NC 文件是由 G、M 代码所组成，用于在实际机床上加工的程序文件。该文件是直接用于实际生产的程序 NC 代码文件。

车间工艺文件即数控加工程序单，是编程人员与机床操作员之间的交流平台，当编程人员每编完一个模型零件的程序后，都要在数控加工程序单上填入文件编号、日期、程序名、刀具类型、装夹长度、加工方式、余量和分中方式等参数。特殊的工艺要求还需要编程人员与机床操作员相互交流，以求达到共识。数控加工程序单的具体要求如下。

数控加工程序单

文件编号：

日期： 年 月 日

编程员：

装夹方式：

☐ 虎钳

☐ 码板

☐ 专用夹具

☐ 其他

序号	程序名	刀 具				加工方式	加工余量		备注
		直径	圆角半径	装夹长度	类型		壁余量	底部余量	
1									
2									
3									
4									
5									
6									

7									
8									
9									
10									
11									
12									

安装示意图:

取数基准:

☐ 四边分中
☐ 基准边

材料尺寸:		材料类型	
操作员		机床编号	
加工开始时间		加工完成时间	
图形存档		程序存档	

1.2 型腔模具的加工工艺编制

在模具制造中，每个零件的加工都有不同的加工特点，和相关的部件之间具有整体配合性，这给编制模具加工工艺带来了不同的要求，一份工艺编制文件的好坏能直接影响生产成本与产品质量。

编制加工工艺的基本原则是：根据公司的人力、物力基础和客户提供的数据或图纸要求，合理编制切实可行的工艺文件，制造出高品质、高效率的产品。在这个基本原则构筑的框架中，快、好、省是核心内容，并贯穿于编制的始终。

(1) 快

要求在最短的时间内编制出耗时最短的工艺文件，工作中要注意以下4点：

- ☐ 工艺员要做到熟知本单位的机床设备及技术水平，最好是熟悉机床的加工特点，对加工工艺十分了解，以适应模具零件复杂性与特殊性的要求，力求做到拿到一份图纸，便能够很快地确定最佳加工方案和加工流程。
- ☐ 确定合理的最小加工余量。在上下工序、粗精工序之间，留出必要的加工余量，减少各工序的加工时间。
- ☐ 由于模具零件多为单件、小批量产品，其工艺卡片不能像批量产品一般仔细详尽，但要力求一目了然，没有遗漏，关键工序要交待清楚加工注意事项，写出操作指导，以减少操作者的适应时间和加工失误。
- ☐ 对于加工过程中需要的夹具、量具、辅助工具等应当先行设计，提前做好准备。

(2) 好

要求工艺员能够编写出最合理、最佳的工艺文件，避免处理加工过程中出现问题，它也是衡量一个工艺员是否优秀的标准之一。主要应注意以下 5 点：

- ❑ 合理地编排热处理工艺。模具产品的一个特点就是材料的机械性能、热处理要求十分严格。凸凹模、固定板等关键零件，在开始阶段要安排退火，改善加工性能，在进行淬火后，要进行时效，消除应力变形。
- ❑ 严格区分粗精加工工艺。一般粗、精加工工艺的划分由热处理工艺来决定，在最终热处理后的加工多为精加工。余量要尽量安排在粗加工阶段完成，以减少刀具的损耗和采用电加工的电极损耗。
- ❑ 要运用预处理工艺措施。对于一些中间去除材料较多的凹模和凸模等零件，在精加工之前应采用单边留量 0.5mm 左右，先加工出大致形状，然后淬火时效，再精加工的方法，以消除加工内应力变形。
- ❑ 适当地留出加工基准。在生产中常会遇到加工基准无法与设计基准重合的问题，这时，就要预加工一个工艺基准，以便于各工序加工。
- ❑ 要采用专业术语。在工艺文件中要充分运用大家熟知的专业术语和加工表达方法，清楚地表达加工意图，要避免采用“加工到图纸”、“形状尺寸公差到要求”之类的模糊语言，要做到工艺与图纸有机结合，使加工人员明白需要做什么，该怎样做，同时也便于检验人员进行检测。

(3) 省

就是要充分节约人力、物力、财力，提高单位生产效率。主要应注意以下 2 点：

- ❑ 运用机械加工工艺学和统筹学的观点，对于模具之类的单件、小批产品，要采用集中工序加工的原则，尽量安排在一台机床上加工，缩短工艺流程，这样可减少装夹、识图和计算等重复劳动时间，减少转序和交检的时间，提高生产效率。
- ❑ 对每台机床加工的工时定额有充分的估计，能快的尽量不采用慢的，能粗加工解决的，决不上精加工机床，这样也有利于保护机床的精度和使用期限，节省成本。

模具加工工艺的编制具有很强的可塑性，只要肯用心、肯动脑，经过不断总结、不断改进，就能够加工出优质价廉的产品。

1.3 铣削刀具的类型与注意事项

与普通机床加工相比，数控加工对刀具提出了更高的要求，不仅要求刚性好、精度高，而且要求尺寸稳定、耐用度高、断屑及排屑性能好，同时还要安装调整方便。这就需要选用新型高速和超细粒度硬质合金等优质材料并经过几何参数优化的刀具。

1.3.1 铣削刀具的类型与选用

数控刀具的选择和切削参数的确定是数控加工工艺中的重要内容，它不仅影响数控机床的加工效率，而且直接影响加工质量。CAD/CAM 技术的发展，使得在数控加工中直接利用 CAD 的设计数据成为可能，特别是 DNC 系统微机与数控机床的联接，使得设计、工艺规划