

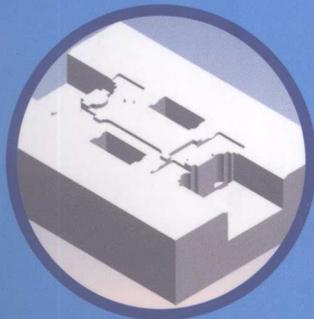
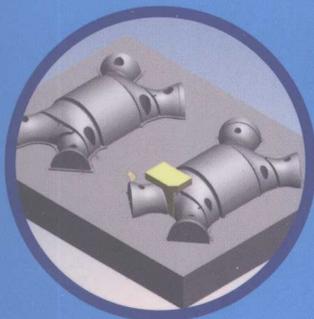
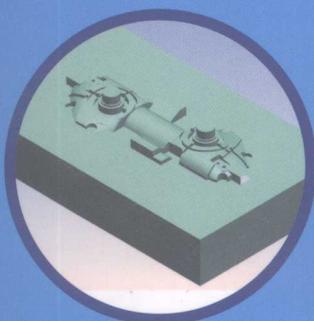
模具设计与数控编程就业指导

UG NX 4

中文版

数控编程 基础教程

■ 骏毅科技 朱亚林 何华妹 杜智敏 编著



附教学光盘



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

UG NX 4

中文版

数控编程

基础教程

■ 骏毅科技 朱亚林 何华妹 杜智敏 编著

人民邮电出版社

北京

图书在版编目 (CIP) 数据

UG NX 4 中文版数控编程基础教程 / 骏毅科技编著. —北京: 人民邮电出版社, 2007.9
(模具设计与数控编程就业指导)

ISBN 978-7-115-16501-5

I. U... II. 骏... III. 数控机床—程序设计—应用软件, UG NX 4—教材 IV. TG659
中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 100072 号

内 容 提 要

本书主要介绍了 UG NX 4 中文版数控编程的基础知识。全书是以数控编程操作的一般流程为主线, 并结合 UG NX 4 加工模块的特点, 详细地介绍了各种功能的用途和用法。书中提供了大量生产实践中的编程案例, 让读者在短时间内迅速掌握 UG NX 4 数控编程操作, 同时, 更加贴进生产实际。

本书适合具有一定 UG 建模基础知识的初、中级用户使用, 也可作为工程技术人员及高等院校相关专业师生的自学参考用书。

模具设计与数控编程就业指导

UG NX 4 中文版数控编程基础教程

- ◆ 编 著 骏毅科技 朱亚林 何华妹 杜智敏
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>
北京隆昌伟业印刷有限公司印刷
新华书店总店北京发行所经销
- ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 16.5
字数: 399 千字
印数: 1—5 000 册
- 2007 年 9 月第 1 版
2007 年 9 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-16501-5/TP

定价: 36.00 元 (附光盘)

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

关于本书

内容和特点

Unigraphics (简称 UG) 是美国 UGS (Unigraphics Solutions) 公司开发的集 CAD/CAE/CAM 于一体的高效紧密集成软件。它被广泛应用于制造业的各个领域,如航空航天、汽车、模具和精密机械等。随着我国制造业的快速发展,对数控加工的需求呈现出高速、持续的增长趋势,对掌握数控加工技术和熟悉 CAD/CAM 软件编程的专业人才的需求也越来越大。

本书主要介绍 UG NX 4 加工模块的相关功能和应用,以数控编程基本流程为主线,通过对各功能指令详细地介绍,带领读者步入加工实训场,深入了解 UG CAM 的编程流程和方法。本书分为 9 章和 1 个附录,主要内容介绍如下。

- 第 1 章 介绍数控编程基础知识,为后面的学习打下坚实的基础。
- 第 2 章 介绍 UG CAM 电极模块的应用,包括电极的概念、设计电极的方法以及设计电极注意事项等。
- 第 3 章 介绍 UG CAM 铣削模块的通用知识和操作方法,包括界面的介绍、软件特点、软件操作方法等。
- 第 4 章 介绍 UG CAM 公共参数的设置及应用,包括安全平面、进退刀设置、切削层设置、边界设置、切削参数设置和进给率设置等。
- 第 5 章 介绍 UG CAM 2D 铣削刀路的特点和用法。
- 第 6 章 介绍 UG CAM 钻孔模块的应用及钻孔刀路的用法。
- 第 7 章 介绍 UG CAM 3D 铣削刀路的特点和用法。
- 第 8 章 介绍仿真加工与后处理的方法及注意事项。
- 第 9 章 通过一个完整的范例对 UG CAM 的各个模块的编程方法做综合性介绍。

读者对象

本书适合具有一定 UG 建模基础知识的初、中级用户使用,也可作为工程技术人员及高等院校相关专业师生的自学参考书。

附盘内容及用法

为了便于读者学习,本书附带一张光盘,收录了书中实践指导的动画演示文件、素材文件、操作结果文件及相关章节中的练习题文件。

光盘的主要内容和使用方法介绍如下。

- “example”文件夹中包含本书所有实践指导所用到的原始文件,读者可以根据相关章节中的介绍,直接将文件打开,然后对应书中的内容进行操作。
- “finish”文件夹下包含本书所有实践指导操作的结果文件,读者可以将文件打开,以检验自己的操作是否正确。
- “lianxiti”文件夹中放置了本书相关章节的练习文件,读者可以根据书中练习

提示打开练习题文件进行练习。

- “动画演示”文件夹中包含本书所有实践指导的动画演示文件 (*.avi 格式), 动画演示文件名称和书中实例名称对应。读者可用 Windows 系统自带的播放工具进行播放。
- “example”、“finish”和“lianxiti”中的 UG 文件须用 UG NX 4.0.0.25 以上版本才能打开。

提示: 播放动画演示文件前要先安装光盘目录下的“TSCC.EXE”插件。

感谢您选择了本书, 也希望您把对本书的意见和建议告诉我们。

骏毅科技网站 <http://www.cadcam mould.com>

电子邮件 jycadcam mould@163.com

联系电话 020-31743881

骏毅科技

2007年6月



駿毅科技

駿毅科技

主编：杜智敏

编委：何华妹 陈永涛 吴柳机 吴浩伟 何 慧 韩思明
郑福祿 赵 旭 蔡秀辉 赖新建 简琦昭 梁伟文
梁扬成 何华飏 何 玲 杜智钊 郭水姣 梁 捷
张 夫 李小明 黄 正 蒋启山 陈漫铨 李洪梅

目录

第 1 章 数控加工编程基础	1
1.1 教学要求	1
1.2 教学内容	1
1.2.1 数控加工特点	2
1.2.2 数控加工工艺	2
1.2.3 数控编程的基本流程	4
1.2.4 刀具的类型选择与注意事项	4
1.2.5 加工类型与参数的确定	7
1.2.6 实际加工注意事项	8
1.2.7 零件补面的方法与注意事项	9
1.3 容易产生的问题和注意事项	11
1.4 练习作业	11
第 2 章 电极的作用与设计	13
2.1 教学要求	13
2.2 教学内容	13
2.2.1 电极概述	14
2.2.2 电极材料	16
2.2.3 手动拆电极方案	16
2.2.4 自动设计电极	18
2.2.5 电极设计注意事项	25
2.3 实践指导——玩具型芯电极设计（手动拆电极）	26
2.3.1 设计解析	26
2.3.2 主要知识点	27
2.3.3 操作步骤	27
2.4 自动电极设计实例	35
2.5 容易产生的问题和注意事项	43
2.6 练习作业	43
第 3 章 UG CAM 应用入门	45
3.1 教学要求	45
3.2 教学内容	45
3.2.1 UG CAM 操作界面简介	46
3.2.2 操作导航器妙用	47
3.2.3 鼠标的用法	49
3.2.4 调入编程模型	50

3.2.5	创建刀具	51
3.2.6	定义工件几何体和毛坯几何体	54
3.2.7	定义坐标系	59
3.2.8	创建刀路	61
3.3	简单铣削加工实例	65
3.4	容易产生的问题和注意事项	70
3.5	练习作业	71
第 4 章 UG NX 4 数控编程公共参数设置		73
4.1	教学要求	73
4.2	教学内容	73
4.2.1	安全平面参数设置	74
4.2.2	进刀/退刀参数设置	75
4.2.3	进刀和退刀点参数设置	78
4.2.4	切削层参数设置	80
4.2.5	边界设定参数设置	83
4.2.6	切削参数设置	85
4.2.7	刀路轨迹参数设置	90
4.2.8	进给率参数设置	92
4.3	容易产生的问题和注意事项	93
4.4	练习作业	93
第 5 章 2D 数控编程加工		95
5.1	教学要求	95
5.2	教学内容	95
5.2.1	平面铣削	96
5.2.2	挖槽铣削	98
5.3	实践指导——模具零件 A 板加工	101
5.3.1	设计解析	102
5.3.2	主要知识点	102
5.3.3	操作步骤	102
5.4	容易产生的问题和注意事项	120
5.5	练习作业	120
第 6 章 钻孔数控编程加工		121
6.1	教学要求	121
6.2	教学内容	121
6.2.1	孔的种类	122
6.2.2	孔加工刀具简介	122

6.2.3	孔加工 G 代码详解	124
6.2.4	钻孔的注意要点	126
6.2.5	钻孔综合应用技巧	127
6.2.6	自动孔加工简介	127
6.3	实践指导——玩具外壳型芯顶针孔加工	131
6.3.1	设计解析	131
6.3.2	主要知识点	131
6.3.3	操作步骤	132
6.4	容易产生的问题和注意事项	141
6.5	练习作业	142
第 7 章	3D 数控编程加工	143
7.1	教学要求	143
7.2	教学内容	143
7.2.1	挖槽铣削	144
7.2.2	平行铣削	145
7.2.3	等高外形铣削	151
7.2.4	清根铣削	152
7.3	实践指导——玩具外壳模具型腔加工	155
7.3.1	设计解析	156
7.3.2	主要知识点	156
7.3.3	操作步骤	157
7.4	容易产生的问题和注意事项	178
7.5	练习作业	178
第 8 章	仿真加工与 NC 程序	179
8.1	教学要求	179
8.2	教学内容	179
8.2.1	仿真加工	180
8.2.2	后处理	183
8.2.3	NC 程序介绍	184
8.2.4	NC 程序的编辑	189
8.2.5	移动/复制刀具轨迹	191
8.3	容易产生的问题和注意事项	192
8.4	练习作业	192
第 9 章	数控编程加工综合实例	193
9.1	教学要求	193
9.2	教学内容	193

9.3	玩具壳体型芯数控铣削加工	194
9.3.1	设计解析	194
9.3.2	主要知识点	195
9.3.3	操作步骤	195
9.4	玩具壳体型芯电极设计	222
9.4.1	设计解析	222
9.4.2	主要知识点	222
9.4.3	操作步骤	222
9.5	玩具壳体型芯电极数控编程加工	227
9.5.1	设计解析	227
9.5.2	主要知识点	228
9.5.3	操作步骤	228
9.6	容易产生的问题和注意事项	248
9.7	练习作业	249
附录		251
151		
152		
153		
154		
155		
156		
157		
158		
159		
160		
161		
162		
163		
164		
165		
166		
167		
168		
169		
170		
171		
172		
173		
174		
175		
176		
177		
178		
179		
180		
181		
182		
183		
184		
185		
186		
187		
188		
189		
190		
191		
192		
193		
194		
195		



教 教 科 技

第 1 章

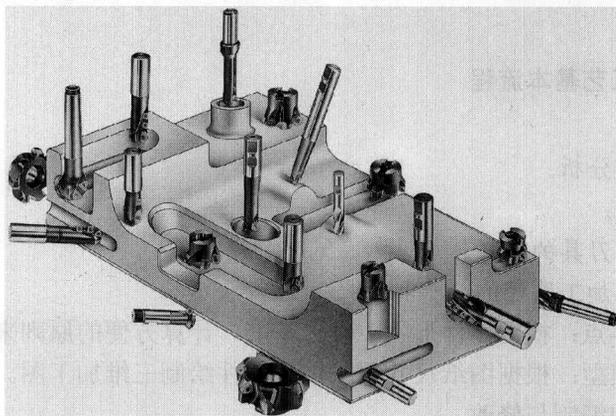
数控加工编程基础

1.1 教学要求

- 掌握数控概念。
- 掌握数控加工的基本流程。
- 掌握编程的基本流程。
- 掌握编程参数的注意要点。

1.2 教学内容

- 数控加工特点。
- 数控加工工艺。
- 数控编程的基本流程。
- 刀具的类型选择与注意事项。
- 加工类型与参数的确定。
- 实际加工注意事项。
- 零件补面的方法与注意事项。



1.2.1 数控加工特点

数控 (Numerical Control, NC) 技术是利用数字化的信息对机床运动及加工过程进行控制的一种方法。装备了数控系统的机床称为数控 (NC) 机床, 是实现数控加工的重要工具之一。数控机床运行的系统包括数控装置、可编程控制器、主轴驱动器及进给装置等, 是机、电、液、气和光高度一体化的产品。用几何信息描述刀具和工件间的相对运动来实现对机床的控制, 以及用工艺信息来描述数控机床加工所必须具备的一些工艺参数, 例如进给速度、主轴转速、主轴正反转、换刀和冷却液的开关等。这些信息按一定的格式形成加工文件 (即数控加工程序) 存放在信息载体上 (磁盘、穿孔纸带、磁带等), 然后由机床上的数控系统读入 (或直接通过数控系统的键盘输入以及通过通信方式输入), 实现机床的运动并对零件进行加工。

现代数控机床具有高速化、高精度化、高可靠性、多功能、复合化、智能化和开放式结构等优点。以加工中心为例, 加工零件的特点是: 被加工零件经过一次装夹后, 数控系统能控制机床按不同的工序自动选择和更换刀具; 自动改变机床主轴转速、进给量和刀具相对工件的运动轨迹及其他辅助功能; 连续地对工件各加工面自动地进行钻孔、镗孔、铰孔、镗孔、攻螺纹、铣削等多工序加工。

数控技术也叫计算机数控技术, 目前它是采用计算机实现数字程序控制的技术。这种技术用计算机按事先存储的控制程序来执行对设备的控制功能。由于采用计算机替代原先用硬件逻辑电路组成的数控装置, 使输入数据的存储、处理、运算、逻辑判断等各种控制机能得以实现, 均可通过计算机软件来完成。

1.2.2 数控加工工艺

从数控加工程序的编制过程和內容中可以看出, 数控机床使用的工件加工程序中应包含机床的运动过程、工件的加工工艺过程、刀具的形状及切削用量、走刀路线等工艺。因此要求编程人员不仅要了解数控机床的工作原理、性能特点及结构, 掌握编程语言和标准程序格式, 还应能熟练掌握工件加工工艺, 确定合理的切削用量, 正确选用刀具和夹紧方法, 并熟悉测量方法等。

一、数控加工工艺基本流程

- (1) 工艺分析。
 - 零件图纸的分析。
 - 毛坯的选择。
 - 切削用量、刀具的选择。
 - 加工方法、加工路径的分析和选择。
- (2) 确定编程零点: 根据零件形状、设计基准、计算方便的原则来确定。
- (3) 绘制三维模型: 根据图纸尺寸要求使用软件绘制三维加工图。
- (4) 刀具路径的编制与修改。
- (5) 加工程序的编制与修改。

1.2.3 数控编程的基本流程

数控编程加工的操作过程是指将毛坯切削成工件的加工过程，具体内容如下。

- (1) 导入 CAD 模型：将已设计好的 2D (3D) 模型加载至加工环境中，或者根据客户提供的技术图纸创建模型。
- (2) 设置数控加工原点坐标系：确立工件的编程坐标系及实际加工过程的装夹基准等。
 - 通常机床坐标系用右手直角笛卡尔坐标系进行定位。大拇指的方向为 x 轴正方向，食指指向的一边为 y 轴正方向，中指指向的一边为 z 轴正方向，如图 1-1 所示。
 - 加工时，要让机床坐标系与编程坐标系重合以确保程序的正常运行。而一般情况下将编程坐标系的原点位置设置在工件原点上。
 - 工件原点位置是由操作者自己设定的，其定位原则是最清晰地反映工件与机床原点之间的距离位置关系。
- (3) 分析模型加工工艺：分析模型特点，规划刀具路径方案。
- (4) 编制/修改刀路轨迹。
 - 粗加工（开粗）。
 - 半精加工（二次开粗）。
 - 精加工。
 - 光整加工。
- (5) 生成刀轨并检验刀轨：将刀具路径转换成机床能识别的 NC 程序。
- (6) NC 文件后处理和创建车间工艺文件：填写加工程序单并将 NC 程序传输至机床进行加工。

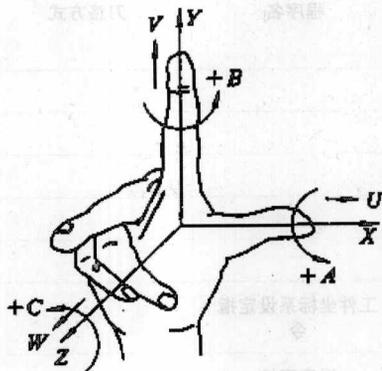


图 1-1

1.2.4 刀具的类型选择与注意事项

数控刀具的选择和切削用量的确定是数控加工工艺中的重要内容，它们不仅影响数控机床的加工效率，而且直接影响加工质量。数控加工中的刀具选择和切削用量的确定是在人机交互状态下完成的，这与普通机床加工形成鲜明的对比，同时也要求编程人员必须掌握刀具选择和切削用量确定的基本原则，在编程时充分考虑数控加工的特点，能够正确选择刀具及切削用量。

一、数控加工常用刀具类型及特点

数控加工刀具必须适应数控机床高速、高效和自动化程度高的特点，一般包括通用刀具、通用连接刀柄及少量专用刀柄。

- (1) 根据结构刀具可分为整体式刀具和镶嵌式刀具两种，如图 1-2 所示。

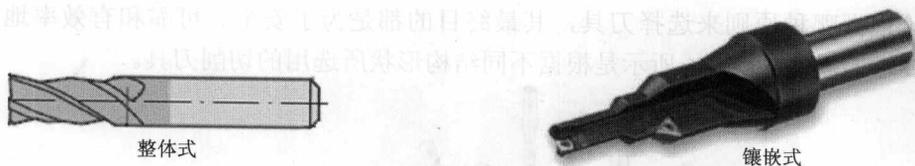


图1-2

(2) 根据切削工艺可分为车削刀具、钻削刀具、切削刀具、铣削刀具、镗削刀具等，如图 1-3 所示。



图1-3

二、数控刀具的特点

- (1) 刚性好（尤其是粗加工刀具）、精度高、抗振及热变形小。
- (2) 互换性好，便于快速换刀。
- (3) 寿命高，切削性能稳定、可靠。
- (4) 刀具的尺寸便于调整以减少换刀时间。
- (5) 能可靠地断屑和卷屑，利于切屑排除。
- (6) 系列化、标准化，有利于编程和刀具管理。

三、刀具选择遵循原则

- (1) 根据被加工零件的表面形状选择刀具：若零件表面较平坦，则可使用平底刀或飞刀对其进行加工。若零件表面凹凸不平，则使用球刀对其进行加工，以免切伤工件。
- (2) 根据从大到小的原则选择刀具：刀具直径越大，所切削到的毛坯材料范围越广，加工效率越高。
- (3) 根据型面曲率大小选择刀具：通常指针对圆角或拐角位置的加工，圆角位越小选用的刀具直径越小，且通常圆角位的加工选用球刀。
- (4) 根据粗、精加工选择刀具：粗加工强调获得最快的开粗过程，则刀具的选用偏向于大直径的平底刀或飞刀。精加工强调获得好的表面质量，此时应选用相应小直径的平底刀（飞刀）或球刀。



粗加工时，建议刀具直径为 16mm 以上时用圆鼻刀，16mm 以下则用平底刀。

无论根据哪种原则来选择刀具，其最终目的都是为了安全、可靠和有效率地加工出符合技术要求的零件。图 1-4 所示是根据不同结构形状所选用的切削刀具。

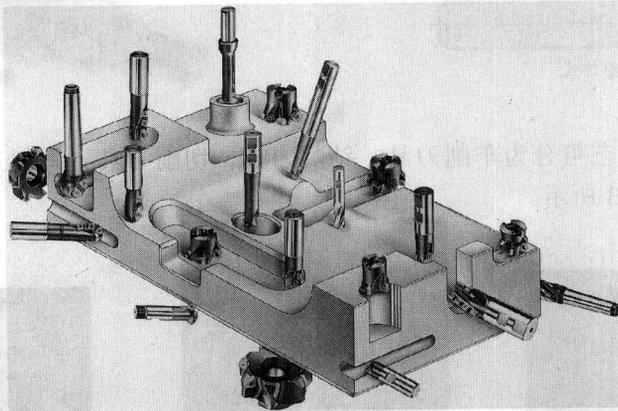


图 1-4

四、注意事项

切削金属时刀具一方面切下切屑，另一方面刀具本身也会发生损坏。刀具损坏的形式主要有磨损和破损两类。前者是连续的逐渐磨损，后者包括脆性破损（例如崩刃、碎断、剥落、裂纹破损等）和塑性破损两种。

(1) 刀具的磨损。

刀具磨损后会导致工件加工精度降低、表面粗糙度增大，并致使切削力加大和切削温度升高，甚至产生振动不能继续正常切削，如图 1-5 所示。因此刀具磨损直接影响加工效率、质量和成本。

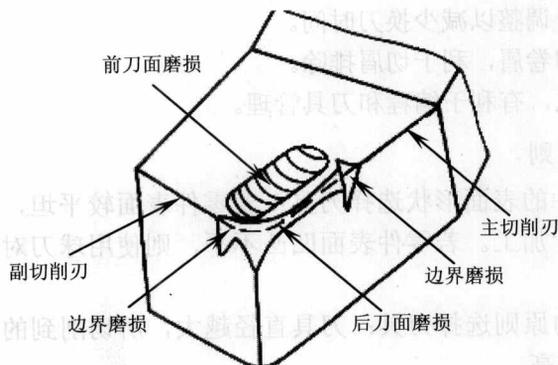


图 1-5

刀具磨损的形式有以下几种。

- 前刀面磨损。
- 后刀面磨损。
- 边界磨损。

从对温度的依赖程度来看，刀具正常磨损的原因主要是机械磨损、热和化学磨损。机械磨损是由工件材料中硬质点的刻划作用引起的。热和化学磨损则是由粘结（刀具与工件材料接触到原子间距离时产生的结合现象）、扩散（刀具与工件两摩擦面的化学元素相互腐蚀等）引起的。

(2) 刀具的破损。

刀具破损和刀具磨损一样，也是刀具失效的一种形式。刀具在一定的切削条件下使用时，如果它经受不住强大的应力（切削力或热应力），就可能发生突然损坏，使刀具提前失去切削能力，这种情况就称为刀具破损。

破损是相对于磨损而言的。从某种意义上讲，破损可认为是一种非正常的磨损。刀具的破损有早期和后期（加工到一定时间后的破损）两种。刀具破损的形式分脆性破损和塑性破损两种。硬质合金和陶瓷刀具在切削时，在机械和热冲击作用下，经常发生脆性破损。脆性破损又分为以下几种。

- 崩刀。
- 碎断。
- 剥落。
- 裂纹破损。

1.2.5 加工类型与参数的确定

一、数控加工类型

数控机床种类繁多，为了便于设计、制造、使用和管理，需要进行适当的分类。

- (1) 按加工类型可分为车床、钻床、镗床、磨床、齿轮加工机床、螺纹加工机床、刨插床、拉床、铣床、电加工机床和切断机床等。
- (2) 按机床的通用性能可分为万能机床和专用机床。
- (3) 按重量可分为一般机床、大型机床和重型机床。

本书主要以立式数控铣床上的操作来说明各切削参数的设置。

二、切削参数的确定

切削参数是数控加工中的主参数之一，对切削参数进行设置可达到直接调节加工速度和控制零件表面精度的目的。切削参数主要指主轴转速（ S ）和进给速度（ F ），通过在人机交互状态下配合使用机床倍率开关以随时调节加工中的各项参数。

切削参数设置直接影响到加工效率、刀具寿命和零件精度等问题。根据零件材料和刀具材料的不同，切削参数的设置也会不同，这就要求编程人员对零件材料特性和刀具特性有一定的了解，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。

(1) 设置切削用量的原则。

- 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，切削深度和进给量可设置较大值。
- 在加工余量小的情况下，可适当增加进给量。
- 铣削材料表面有硬皮层（例如铸铁），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，同时避免刀具与材料硬皮层直接接触时产生崩刀现象。
- 铣削有色金属时，由于材料塑性和韧性较好、硬度较低，切削用量可适当选大。