

本书内附光盘

蔡国铭 黄俊明 吴运明 编著

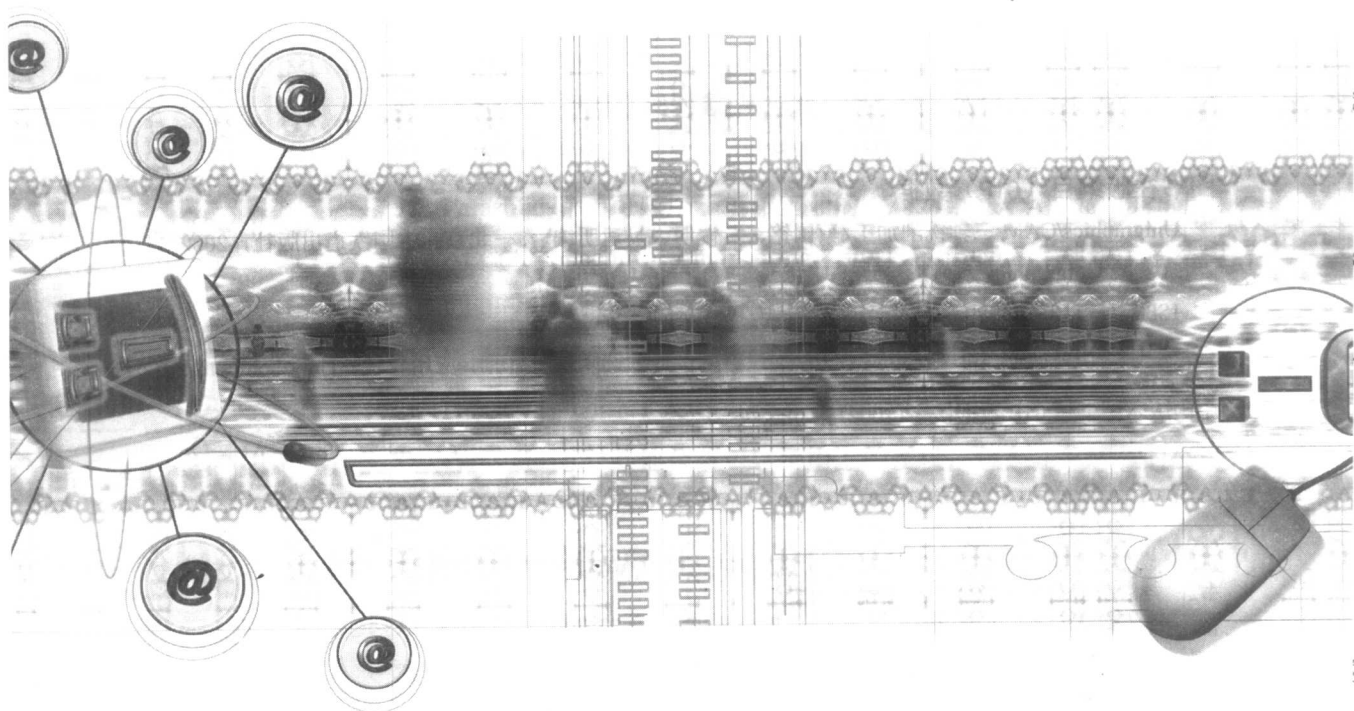
Unigraphics /CAM 三轴铣削加工

- ◆ 以全图形化的界面诠释Unigraphics/CAM三轴铣削的加工设定及操作指令。
- ◆ 利用流程图列出有关图书的阅读顺序, 节省您的摸索时间。
- ◆ 内容由简及繁、循序渐进, 具有较强的指导性和实用性。
- ◆ 随书附赠范例光盘, 帮助读者熟悉每一个指令的操作。
- ◆ 适于作为CAD/CAM工程师、教师、学生以及初学者的学习使用资料。
- ◆ 若您想打好UG之基础, 请参考UG系列丛书之Unigraphics II 模型设计—基础篇、高级篇、实例演练篇, 帮您打好根基。

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

Unigraphics/CAM 三轴铣削加工

蔡国铭 黄俊明 吴运明 编著



中国铁道出版社

2003年·北京

(京)新登字 063 号

北京市版权局著作合同登记号: 01-2002-4729 号

版 权 声 明

本书中文繁体字版由台湾全华科技图书股份有限公司出版, 版权归台湾全华科技图书股份有限公司所有。本书中文简体字版由台湾全华科技图书股份有限公司授权中国铁道出版社出版。专有版权属中国铁道出版社所有, 未经本书原版出版者和本书出版者书面许可, 任何单位和个人不得以任何形式或任何手段复制或传播本书的一部分或全部。版权所有, 侵权必究!

图书在版编目(CIP)数据

Unigraphics/CAM 三轴铣削加工/蔡国铭、黄俊明、吴运明编著. —北京: 中国铁道出版社, 2002. 11
(实战 Unigraphics 系列)

ISBN 7-113-04989-3

I. U… II. ①蔡…②黄…③吴… III. 程控机床: 多轴铣床-金属切削-应用软件, Unigraphics IV. TG547

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 085306 号

书 名: Unigraphics /CAM 三轴铣削加工

作 者: 蔡国铭 黄俊明 吴运明

出版发行: 中国铁道出版社(100054, 北京市宣武区右安门西街 8 号)

策划编辑: 严晓舟 魏 春

责任编辑: 苏 茜 刘 莹

封面设计: 孙天昭

印 刷: 北京市彩桥印刷厂

开 本: 787×1092 1/16 印张: 20 字数: 482 千

版 本: 2003 年 1 月第 1 版 2003 年 1 月第 1 次印刷

印 数: 1~6 000 册

书 号: ISBN 7-113-04989-3/TP·804

定 价: 39.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 请与本社计算机图书批销部调换。

出版说明

近年来 UG 软件不断推出新的功能强大而实用的模块,而美商优擎公司更使用经销伙伴策略,成功地将这套世界级的优秀软件推广到中国,使它的应用遍布各个角落。因此,鉴于其在加工制造和产品开发过程中的重要性,以及国内对此领域的应用范围与程度还相对较为简单的情况,我社决定引入在此方面有一定优势的台湾版图书。

一般的 CAD/M 用户通常会对 UG 加工模块中庞大的功能望而却步,深恐无法驾驭这种功能强大的工具而裹足不前。在此,作者希望能将本身的实际加工经验融入本书深入浅出的说明之中,帮助广大的 UG 爱好者轻松入门并掌握此软件的使用。全书内容包括六个章节和两个附录,主题涵盖制造概念与相关概念的介绍、UG 加工模块与环境的介绍、共享选项、操作、后置处理产生器和综合范例。本书的最大特色是理论与实践的精彩结合,旨在通过详细有序的介绍和丰富清晰的图形说明,使读者能完全了解所有加工选项的设定意义。书中大部分的加工功能之后均附有范例,供初学者操作练习。

本书由台湾全华科技图书股份有限公司提供版权,经中国铁道出版社计算机图书中心审选,刘竹青、刘宾、王小凤、齐峰、陆南、王冰、魏冬、陈兰芳、程瑞芬、崔仙翠等完成了本书的整稿及编排工作。书中难免有疏漏之处,诚请各位专家和读者批评指正。

2002 年 11 月

目 录

第 1 章 制造概念与相关名词.....	1
提要	1
1-1 制造基本概念简介	2
1-2 铣削形式介绍	4
1-3 粗加工、中加工、精加工	5
1-4 加工几何体	5
1-5 加工坐标与刀位轨迹输出	8
1-6 产生 NC 程序流程.....	12
第 2 章 UG 加工模块环境介绍.....	13
提要	13
2-1 启动进入 UG 加工模块.....	14
2-2 UG 加工模块环境介绍.....	14
2-2-1 UG CAM 环境界面配置.....	15
2-2-2 UG CAM 环境界面介绍.....	16
2-3 CAM 新建数据模板	20
2-3-1 新建程序 (Create Program)	20
2-3-2 新建刀具 (Create Tool)	20
2-3-3 新建几何体 (Create Geometry)	30
2-3-4 新建加工方法 (Create Method)	35
2-3-5 新建操作 (Create Operation)	40
2-4 操作导航工具	41
2-4-1 编辑 (Edit)	42
2-4-2 剪切 (Cut)	43
2-4-3 拷贝 (Copy)	43
2-4-4 粘贴 (Paste)	43
2-4-5 更名 (Rename)	43
2-4-6 贴入内部 (Paste Inside)	44
2-4-7 删除 (Delete)	44
2-4-8 生成 (Generate)	44
2-4-9 重新显示 (Replay)	45
2-4-10 插入 (Insert)	45

2-4-11	对象 (Object)	45
2-4-12	刀位轨迹 (Tool Path)	47
2-4-13	工件 (Work Piece)	47
2-5	工具——其他选项	47
2-5-1	横切面 (Lathe Cross-Section)	47
2-5-2	零件材料 (Part Material)	47
2-5-3	预加工几何体 (Prepare Geometry)	48
2-5-4	边界 (Boundary)	48
2-6	刀具位置原始文件 (CLSF)	49
2-6-1	过滤方法 (Filter Method)	49
2-6-2	选取 (Select - All/Cut/Paste/Delete)	50
2-6-3	刀轨动作 (Tool Path Action)	50
2-6-4	CLSF 动作 (CLSF Action)	51
2-7	设定环境参数 (Preference)	57
2-7-1	操作 (Operation) 参数设定	57
2-7-2	操作导航器 (Operation Navigator) 参数设定	58
2-7-3	一般性加工 (CAM General) 参数设定	60
2-7-4	加工视觉 (AM Visualize) 参数设定	61
2-8	后置处理器	61

第 3 章 共享选项 (COMMON OPTIONS) 69

提要	69
3-1 几何体 (Geometry)	70
3-1-1 轮廓铣 (Mill_Contour) 的几何体	70
3-1-2 平面铣 (Mill_Planar) 的几何体	72
3-1-3 平面铣 (Mill_Planar) 的底平面 (Floor)	79
3-2 切削方法 (Cut Method)	80
3-3 行距 (Step Over)	83
3-4 进刀/退刀方法 (Engage/Retract)	86
3-4-1 安全距离 (Clearance Distance)	87
3-4-2 进刀 (Engage)	88
3-4-3 转移方法 (Transfer Method)	91
3-4-4 退刀 (Retract)	92
3-4-5 自动进退刀 (Automatic Engage / Retract)	93
3-5 机械加工参数 (Machining Parameters)	100
3-5-1 切削参数 (Cutting)	101
3-5-2 拐角处理 (Corner)	112
3-5-3 避刀几何设定 (Avoidance)	115

3-5-4 进给速度 (Feed Rates)	116
3-5-5 机床控制 (Machine Control)	118
3-6 刀位轨迹 (Tool Path)	120
3-7 拓扑学 (Topology)	125
第4章 操作 (Operation)	127
提要	127
4-1 操作形式总论	128
4-1-1 钻孔功能 (Drill)	128
4-1-2 平面铣 (Mill_Planar)	129
4-1-3 固定轴曲面轮廓铣 (Mill_Contour)	131
4-2 型腔铣 (Cavity Milling)	136
4-2-1 型腔铣步骤 (Cavity_Milling)	137
4-2-2 控制几何体——点 (Control Geometry - Points)	139
4-2-3 控制几何体——切削层 (Control Geometry-Cut Levels)	142
4-3 平面铣 (Planar Milling)	145
4-3-1 几何体 (Geometry)	145
4-3-2 切削深度 (Cut Depths)	147
4-4 面铣 (Facing Milling)	151
4-4-1 零件/表面/检查几何体 (Part/Face/Check)	152
4-4-2 毛坯距离/每刀切深/底面余量 (Blank Distance/ Depth per Cut/Final Floor Stock)	153
4-5 等 Z 降层铣	155
4-5-1 参数 (Parameters) 设定	156
4-6 固定轴曲面轮廓铣	160
4-7 沿曲线/点投影加工	165
4-7-1 驱动几何体 (Drive Geometry)	166
4-7-2 切削步距 (Cut Step)	168
4-7-3 投影向量 (Projection Vector)	169
4-7-4 显示驱动路径 (Display Drive Path)	169
4-8 螺旋 (Spiral) 投影加工	171
4-9 边界 (Boundary) 投影加工	173
4-9-1 驱动几何体 (Drive Geometry)	174
4-9-2 零件包容区域 (Part Containment)	175
4-9-3 切削方法与其他参数设定 (Pattern & Parameter)	178
4-10 区域铣削 (Area Milling) 加工	185
4-10-1 陡峭区域 (Steep Containment)	187
4-11 曲面区域投影加工	190

4-11-1 驱动几何体 (Drive Geometry)	192
4-11-2 切削方向与切削区域 (Cut Direction & Cut Area)	194
4-11-3 切削步距与行距 (Cut Step & Step Over)	195
4-11-4 投影向量 (Projection Vector)	198
4-12 刀位轨迹投影加工	203
4-12-1 加工步骤	203
4-13 射线状切削加工	205
4-13-1 射线状切削驱动参数 (Radial Cut Drive Parameters)	205
4-14 清根切削加工	207
4-14-1 陡峭壁包容区域 (Steep Containment)	209
4-14-2 清根方式 (Flow Cut Type)	212
4-15 切削参数 (Cutting Parameters)	216
4-15-1 参数设定 (Parameters)	217
4-16 非切削 (Non-Cutting)	223
4-16-1 特殊状况与九宫图 (Case & Nine-Button Matrix)	224

第 5 章 后置处理产生器(MDFG).....233

提要	233
5-1 后置处理格式设定概要	234
5-2 操作练习	236
练习一:	236
练习二:	238
练习三:	239
练习四:	240
练习五:	241

第 6 章 综合范例.....243

提要	243
范例一 组合加工零件	244
范例二 选择加工环境	249
范例三 调出刀具库刀具	251
范例四 用群组建立刀位轨迹	255
范例五 鼠标上盖综合加工	265
范例六 单层平面铣削	284
范例七 平面等高铣削	289
范例八 刀位轨迹转换	295
范例九 刀位轨迹过切检查	302

附录.....	305
附录 1 CAM 操作流程索引.....	305
附录 2 Parasolid 核心概论.....	309

第1章

制造概念与相关名词



提 要

传统上,当设计师完成一个新产品的的设计时,必须将此产品的设计蓝图(Blueprints)转至制造部门,制造工程师则根据蓝图上所表达的信息规划加工的方法,并完成制造。然而经验显示,设计与制造之间往往因缺乏联系而存有某种程度的隔阂。而在现代化的 CAD/CAM 技术中,所强调的即是加强设计与制造间的联系通道,以避免因设计上的不良,导致加工的困难;并希望能缩短由设计到加工完成的时间,以提高效率。为了达到这一目标,则需仰赖 CAD 系统所提供的数据库,这个数据库记载了产品设计与制造的相关信息,此相关信息不仅可以节省掉蓝图的绘制与人工传递,最重要的是通过计算机的强大处理与分析能力,可以自动产生制造上许多重要的数据,大幅减轻了制造工程师的负担。

UGII 的加工模块(Manufacturing)即依据上述观念,承接由 UGII 模型设计(Modeling)模块所建构的 3D 模型资料,直接进行加工规划,快速产生加工所需的资料(一般即为 NC 程序),使设计到制造所使用的资料统一化,加工完成的工件与原始设计模型之间不致存有误差,更不需再进行修改加工。

1-1 制造基本概念简介

使用 CAM 软件规划或设计加工的制造过程, 必须先了解 CAM 软件中使用的专有名词所代表的意义, 才能对其中的各选项功能, 定义出合适的加工资料, 并正确地完成整个加工的操作。此单元就 UGII 加工模块中常用的名词做简单的介绍。

- 1) CLSF(Cutter Location Source File)「刀具位置源文件」(默认的扩展名为 .cls): 是定义一个或多个加工刀具坐标位置的文字文件。
- 2) Library「数据库」: 零件文件(.prt)中的刀具资料, 可供其他零件文件取用的数据库。
- 3) Tools「刀具」: 用于切削加工的刀具, 常用的切削刀如钻头、车刀、铣刀等。

```
TOOL PATH
TLDATA/MILL, 3750, 1, 0, 0,
MSYS/0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 1, 0
PAINT/PATH, DASH
PAINT/COLOR, 1
FEDRAT/10.00
GOTO/-2.1766,-2.5635,0
```

图 1-1 CLSF 文件内容

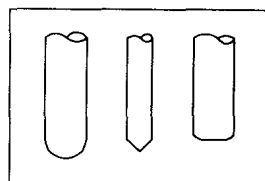


图 1-2 常用刀具形状

- 4) 零件文件列表:

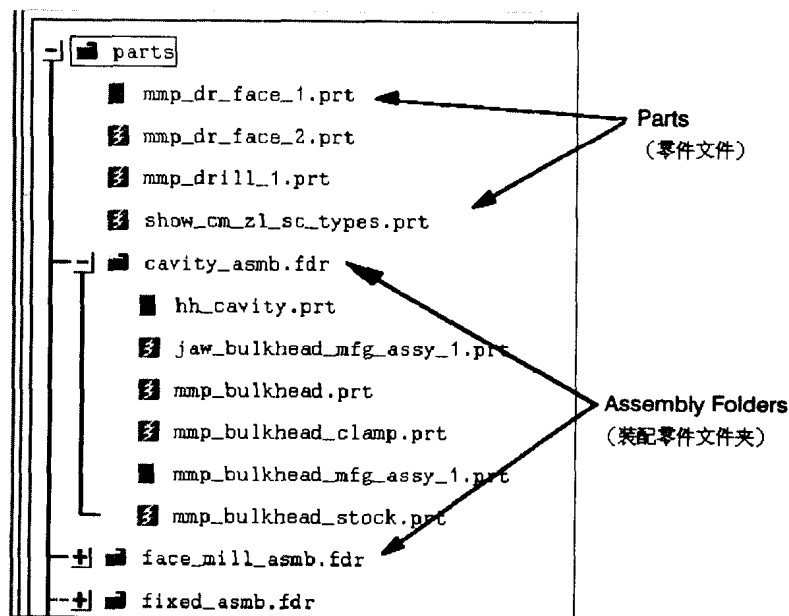


图 1-3

- 5) **Template File**【模板文件】：模板文件为一零件文件，其内含有 CAM 所需的资料如刀具(Tools)、加工方法(Methods)及操作(Operations)等可被其他零件文件所复制的加工相关数据。
- 6) **Operation**【操作】：是指在完成设定一个加工路径时，所必需使用的所有参数资料，其内容包括加工参数与刀位轨迹。
- 7) **Tool Path**【刀位轨迹】：其内容包括切削刀具在空间上（即材料上）的移动轨迹线（位置）、进给速度、主轴转速及后置处理命令，可以是包含在操作内，亦可单独输出成 CLSF（刀具位置源文件.cls）文件。

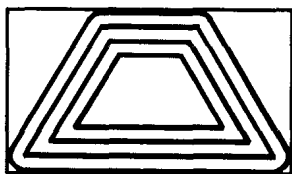


图 1-4 刀位轨迹

- 8) **Postprocess**【后置处理】：将 UG 产生的刀位轨迹标准格式（CLSF 文件）依照 NC 机器控制器格式转换成该机器可执行的 NC 文件。
- 9) **MCS**【Machine Coordinate System, 加工坐标系】：加工坐标系用于建立各机器轴的零点与轴向，刀位轨迹的输出坐标值是以此加工坐标系为基准。
- 10) **Cut Type or Cut Method**【切削形式或切削方法】：定义刀具在加工移动时的方法，如切槽、来回走刀或环绕轮廓切削等。

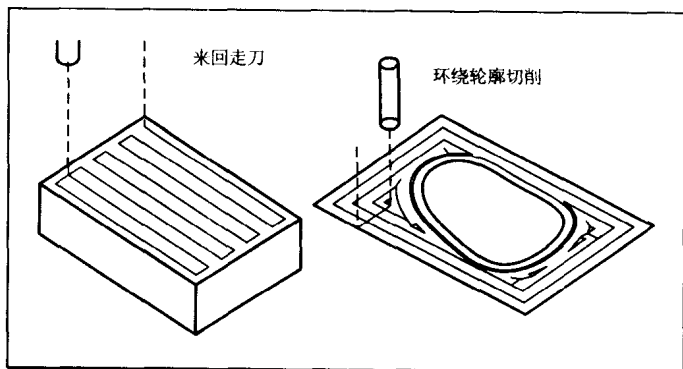


图 1-5 来回走刀与环绕轮廓切削

- 11) **Stepover**【行距】：行距是指刀位轨迹侧向间的间隔距离，常称为 Pitch。
- 12) **Material Side**【材料侧】：是指材料中不能被刀具切削的部分（保留侧）。
- 13) **几何体(Geometry)**:
 - a) **Boundary**【边界】：定义加工路径的界线（直线或曲线）。



图 1-6 加工边界外形

- b) Part Boundary【零件边界】：设定加工区域的边界，可使用永久边界或临时选取的临时边界。
- c) Blank Boundary【毛坯边界】：设定加工前尚未被移除的材料边界，在此边界以下的材料即视为毛坯。
- d) Check Boundary【检查边界】：用于定义加工中刀具需避开的边界，即强制刀具不可穿透所选定的边界。
- e) Part Geometry【零件几何体】：此为加工后所保留的材料，使用实体方式选取。
- f) Blank Geometry【毛坯几何体】：此为加工前尚未被移除的材料，使用实体方式选取。
- g) Check Geometry【检查几何体】：这是定义加工中刀具需避开的材料或特征（如夹具），即强制刀具不可穿透所选定的任何几何体或特征。指定检查几何体使用实体方式选取。

1-2 铣削形式介绍

本书所介绍的加工功能，仅限使用于 NC 铣床或切削中心(Machine Center)以上两种机器的铣削形式，以立体空间的维度而言，可分类为：

- 1) 2~2.5 轴的铣削形式：Planar Mill（平面铣）、Cavity Mill（型腔铣）。

- 2) 3 轴的铣削形式（固定刀具

轴）：Fixed Axis Surface

Contour（固定轴曲面轮廓铣）。

- 3) 3 至 5 轴的铣削形式（可变

刀具轴）：Variable Axis

Surface Contour（可变轴曲面

轮廓铣）、Sequential Mill（顺

序铣）、Parameter Line（参

数线铣削）、Zig-Zag Surface

（往复式曲面铣）。

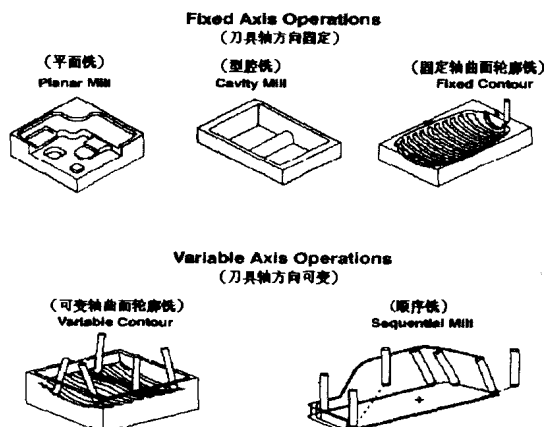


图 1-7 铣削形式分类

1-3 粗加工、中加工、精加工

粗、中、精加工的概念,是以完成一加工动作后,残留在工件表面上的余料量来区分的。

在将毛坯加工成工件形状的初期,一般均需切除大量的材料,因此通常使用较大的刀具,并以切削深度较深的方式加工,以期在短时间内,将大量的材料切除。但此种切削因切削阻力较大,容易造成刀具偏摆而形成过切工件的情形,因此一般设定残留于工件表面上的余料较多,此余料在 UG 加工模块中称为“余量(Stock)”,而此种加工形态称为粗加工(Rough Milling)。

粗加工完成后,工件表面上的余料仍较多,且因粗加工使用较大的刀具切削,无法切除工件上较小的内凹形状,此时如使用较小的刀具,直接执行精加工工作,则因切削阻力仍大,且切削量多,出现精加工速度慢且加工工件表面品质不良的情形(因切削量多,刀具容易磨损),因此一般会选择介于粗加工与精加工刀具的中间值刀具,对工件再一次执行加工,使其余量更少,且切削完成后更接近工件的形状,此加工动作即称为中加工。而最后不留余量,且完成整个工件形状的切削动作,即称为精加工。

UG 加工模块中的各种铣削形式,如按照加工精度分类,刀位轨迹以**区域形式呈现的操作形式**可属于**粗加工**;刀位轨迹以**线形式呈现的操作形式**则属于**中加工或精加工**,如下所述:

- 1) 粗铣: Planar Mill (平面铣)、Cavity Mill (型腔铣)。
- 2) 中、精铣: Planar Mill 的 Profile (环状的平面铣削)、Cavity Mill -- Profile (型腔 - 环状铣削)、Surface Contour (曲面铣) 及 Sequential Mill (顺序铣) 常用于多轴的精加工。

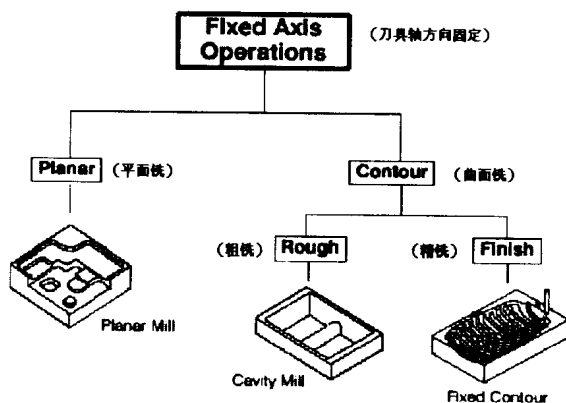


图 1-8 粗、中、精加工分类

1-4 加工几何体

加工几何体指的是设置某一加工操作时,必须使用的几何(Geometry)体数据,如零件(Part)、毛坯(Blank)、检查(Check)、边界(Boundary)、切削区域(Cut Area)及修剪(Trim)几何体等。

- 1) 零件(Part)几何体: 零件几何体通常即为 CAD 所完成的 3D 模型资料, 但因使用的加工功能不同, 需从此 3D 模型上选取的资料也不相同, 如型腔铣加工(Cavity_Mill)通常选取的为实体(Body)或曲面(Surface)数据, 而固定轴曲面轮廓加工(Fixed_Contour)则可能选取模型上的曲线(Curve)、表面(Face)或实体(Body)数据。

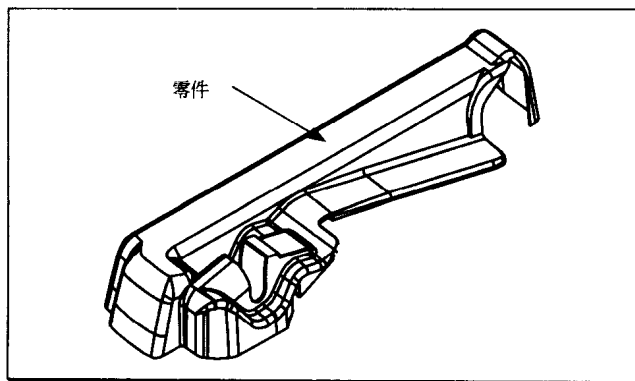


图 1-9 零件几何体

- 2) 毛坯(Blank)几何体: 毛坯是欲加工成 3D 模型形状的材料, 一般均为大于 3D 模型的矩形体。如上图的 3D 模型, 使用的毛坯矩形体如图 1-9 所示。毛坯在仿真切削时是一必须定义的数据项, 如没有设定毛坯几何体, 则无法执行仿真切削。

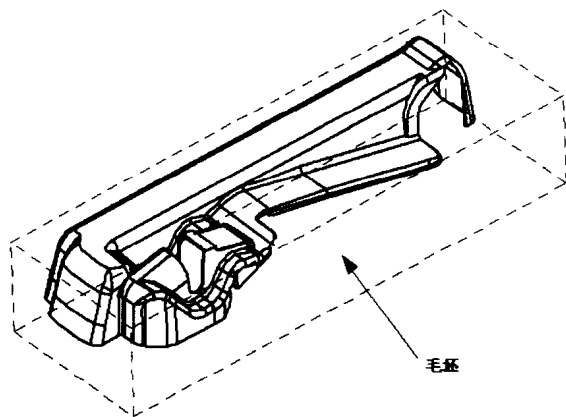


图 1-10 毛坯几何体

- 3) 检查(Check)几何体: 检查几何体的功能, 是指为了防止刀具过切某形体或曲面, 而设定此形体或曲面为检查资料, 如工件的夹具等。若刀具有接触或穿透此几何图形时系统会做出警告(Warning)、提刀(Retract)或避开(Skip)等动作。

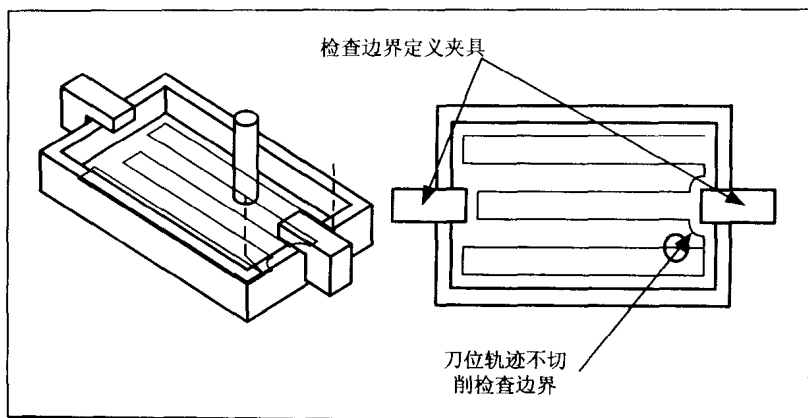


图 1-11 检查几何体

- 4) 边界(Boundary)几何体: 边界几何体一般均指定定义切削移动的区域。这些区域可以是单一的一个边界或一个组合的边界。图 1-12 为一个最简单的单一边界, 以及此边界内的刀位轨迹。

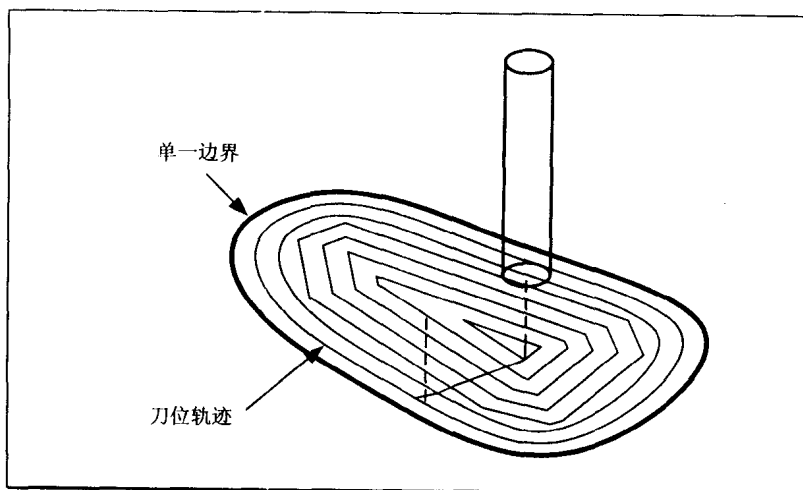


图 1-12 边界几何体

- 5) 切削区域(Cut Area)几何体: 切削区域几何体是指刀位轨迹产生在此选项选取的表面区域上, 而非选取的整个零件(Part)表面。通常用于加工零件上的某个局部区域的切削, 如图 1-13 所示。
- 6) 修剪(Trim)几何体: 修剪几何体即选取一封闭的外形边界, 以限制刀位轨迹生成在此边界内或边界外。

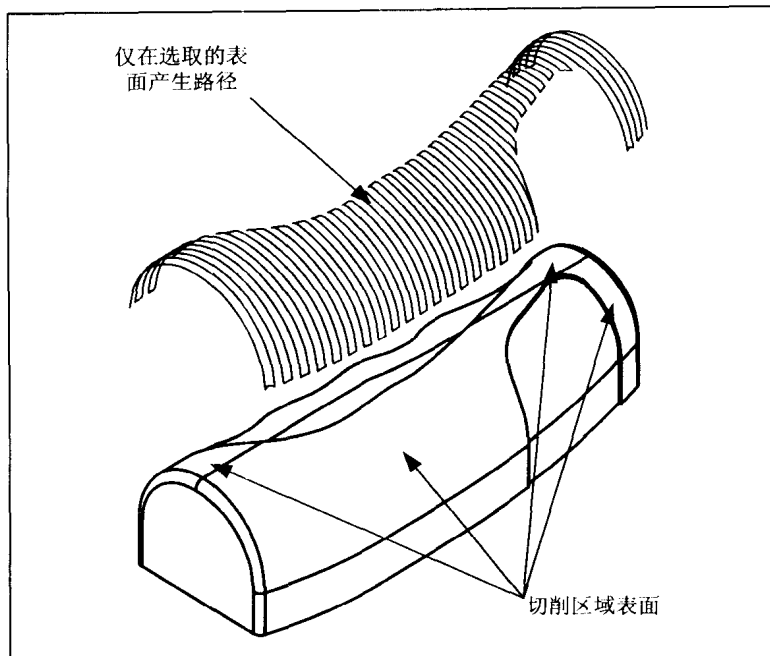


图 1-13 切削区域几何体

1-5 加工坐标与刀位轨迹输出

在产生 NC 程序的过程中, 有两个设置资料, 会对 NC 程序的结果, 产生重大的影响, 一个是加工坐标系(M.C.S), 另一个为刀位轨迹的输出。以下即介绍此两种设置的相关资料。

1. 坐标系(Coordinate System): 在 UG 的加工模块中, 共提供四种不同的坐标系

(Coordinate System), 仅说明如下:

- 1) 绝对坐标系(Absolute CSYS)(ACS): 此坐标系为固定不能移动的系统, 绝对坐标系在 CAD 图文件建立时即已产生, 且固定不变。
 - 2) 工作坐标系(WCS): 此坐标系统为可移动的系统, 当你输入位置资料 (如安全平面高度的 Z 值) 即代表相对于工作坐标系的值。
 - 3) 加工坐标系(MCS): 此坐标系也是可移动的系统, 在目前操作中, 所有刀具位置坐标值, 都由此加工坐标系产生, 这就是所谓的 NC 程序的坐标值, 就是以此坐标系为基准而产生的。加工坐标系默认与绝对坐标系相同。
 - 4) 参考坐标系(RCS): 当加工区域欲搬移至不同位置时, 为使参数重新定位的坐标系统。
2. 加工坐标系(M.C.S): 在 UG 的加工模块中, 加工坐标系相当重要, 用户在创建新的『操作』前, 应检查加工坐标系是否与要在 NC 机器上加工的工件的给定位置相吻合。此坐标系统默认值设为绝对坐标系。当你改变此坐标系时, 并不会影响零件