工程软件
数控加工自动编程 经典实例

Mastercam
数控加工自动编程
经典实例

周 敏 编著

第2版

- 新增刀具路径编辑技巧
- 详解数控铣考证试题
- 掌握编程工艺精髓
- 提高实际加工能力
- 赢得更好工作机会



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

配书光盘

需要全本请访问 www.ertongbook.com

工程软件数控加工自动编程经典实例

Mastercam 数控加工自动编程经典实例

第 2 版

周　敏　编　著

机 械 工 业 出 版 社

本书以 Mastercam 9.1 为例，主要讲解 Mastercam 的数控铣加工模块，内容包括 Mastercam 各种数控铣削加工的方法和编程实例，以及 SINUMERIK 802D 数控铣床、FANUC 加工中心的操作等，旨在开拓学生思维，培养学生的实际动手能力。全书共分 7 章，内容以近几年来数控铣考证试题为主，从简单的二维轮廓类零件、典型三维零件、复杂双面零件到精度配合要求零件、典型曲面零件的加工、Mastercam 自动编程刀具路径编辑技巧，由浅入深，循序渐进，能够让学习者很快了解数控编程的工艺和加工的特点，领悟到编程工艺的精髓，达到事半功倍的效果。随书赠送多媒体光盘，包含了书中的所有实例模型，读者可以在学习过程中参考练习。

本书既可以作为大中专学生学习编程和加工的参考教材，也可以作为企业从事数控编程和加工人员的参考资料。

图书在版编目（CIP）数据

Mastercam 数控加工自动编程经典实例/周敏编著．—2 版．
—北京：机械工业出版社，2013.1（2016.1重印）
（工程软件数控加工自动编程经典实例）
ISBN 978-7-111-40270-1

Ⅰ．①M… Ⅱ．①周… Ⅲ．①数控机床—加工—计算机辅助设计—应用软件
Ⅳ．①TG659-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2012）第 261905 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

策划编辑：周国萍 责任编辑：周国萍
版式设计：霍永明 责任校对：纪 敬
封面设计：姚 毅 责任印制：刘 岚

北京四季青印刷厂印刷

2016 年 1 月第 2 版第 7 次印刷
184mm×260mm • 15.75 印张 • 387 千字
16501—19500 册
标准书号：ISBN 978-7-111-40270-1
ISBN 978-7-89433-696-5（光盘）
定价：39.00 元（含1CD）

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换
策划编辑：（010）88379733

电话服务 网络服务
社服务中心：（010）88361066 教材网：http://www.cmpedu.com
销售一部：（010）68326294 机工官网：http://www.cmpbook.com
销售二部：（010）88379649 机工官博：http://weibo.com/cmp1952
读者购书热线：（010）88379203 封面无防伪标均为盗版

第 2 版前言

Mastercam 是美国 CNC 公司推出的集设计和制造、数控机床自动编程于一体的 CAD/CAM 软件，是目前我国应用最广泛、最具代表性的 CAD/CAM 软件之一。

Mastercam 9.1 是 Mastercam 软件中较为成熟的一个版本，本书以 Mastercam 9.1 中文版为例，主要讲解 Mastercam 的数控铣加工模块。

CAD/CAM 是一门实践性很强的技术，本书是作者在长期的 Mastercam 理论教学基础上，结合丰富的机床操作实践经验编写而成。主要内容包括 Mastercam 各种数控铣削加工的方法介绍和编程实例，以及 SINUMERIK 802D 数控铣床、FANUC 加工中心的操作等，做到理论联系实际，向读者提供了一个全方位展示数控编程和加工的平台。书中内容以近几年来数控铣工考证试题为主，内容由浅入深，通过实例编程和加工，可以大大缩短读者的学习时间，达到事半功倍的效果。

本书在编写过程中，突出了以下特点：

① 由浅入深。本书首先由最简单的加工编程进行示例讲解，再到复杂的零件加工方法，讲解详尽。

② 实用性。本书所介绍的每一个实例均来自于教学和生产实际，能让读者在最短的时间内掌握操作技巧，其最终目的是让初学者能够在实际工作中解决问题。

③ 讲解详尽。本书对每个实例都进行了详细的讲解，并配以图片、参数设置，使读者逐步加深对加工编程的理解。

④ 多媒体示范。本书所附的光盘包含了书中的所有实例模型，读者可以在学习过程中参考练习。

⑤ 突出实践环节，本书还讲解了用数控机床加工的全过程、操作技巧和常见故障的处理等。

本书第 1 版自 2011 年 6 月出版后，受到读者的欢迎，第 2 版旨在解决部分章节的小错误或表达不够严谨等问题，并新增一章，通过 3 个实例阐述 Mastercam 自动编程刀具路径编辑的一些常见技巧，让本书更加丰富和实用。

由于编著者水平有限，书中难免有错误和不妥之处，恳请广大读者提出宝贵意见。

编著者

目　录

第 2 版前言
第 1 章　Mastercam 9.1 概论 1
1.1　Mastercam 9.1 简介 1
1.1.1　Mastercam 9.1 中文版的安装 1
1.1.2　Mastercam 9.1 中文版的启动 2
1.2　Mastercam 9.1 常见加工类型 4
1.2.1　面铣 4
1.2.2　外形铣削 8
1.2.3　挖槽加工 12
1.2.4　钻孔加工 18
1.2.5　曲面粗加工 21
1.2.6　曲面精加工 27
1.2.7　线架构路径加工 44
本章小结 52
第 2 章　经典实例一 53
2.1　零件的工艺分析 53
2.1.1　零件的加工方案 54
2.1.2　切削参数的设定 54
2.2　零件的 CAD 建模 59
2.3　CAM 刀具路径的设定 60
2.3.1　刀具的选择 60
2.3.2　工作设定 61
2.3.3　刀具路径编辑 61
2.3.4　程序的后处理 70
2.4　SINUMERIK 802D 数控铣床加工的基本操作 70
2.4.1　SINUMERIK 802D 面板操作 70
2.4.2　零件的装夹 74
2.4.3　对刀与换刀 75
2.4.4　程序的录入 79
2.4.5　机床模拟仿真 81
2.4.6　零件的加工 82
本章小结 83
第 3 章　经典实例二 84
3.1　零件的工艺分析 84
3.2　零件的 CAD 建模 85

需要全本请访问 www.ertongbook.com

3.2.1　二维造型 85
3.2.2　实体及曲面建模 86
3.3　零件的 CAM 刀具路径编辑 88
3.4　SINUMERIK 802D 数控铣床加工操作技巧 99
3.4.1　对刀技巧 99
3.4.2　DNC 方式加工 101
3.4.3　常见问题及处理 102
3.5　零件精度的分析与处理方法 105
本章小结 112
第 4 章　经典实例三 113
4.1　双面零件加工的工艺分析 114
4.2　反面 CAD 建模 114
4.3　反面刀具路径编辑 116
4.4　正面 CAD 建模 129
4.5　正面刀具路径编辑 130
4.6　FANUC 0i-MC 加工中心的基本操作 137
4.6.1　FANUC 0i-MC 加工中心的面板操作 137
4.6.2　FANUC 0i-MC 加工中心的对刀操作 143
4.6.3　程序的录入与零件的反面加工 146
4.6.4　零件正面的对刀与加工 147
本章小结 149
第 5 章　经典实例四 150
5.1　零件 1 和零件 2 的工艺分析 151
5.2　零件 1 的正面 CAD 建模 152
5.3　零件 1 的正面刀具路径编辑 153
5.4　零件 1 的反面 CAD 建模 164
5.5　零件 1 的反面刀具路径编辑 164
5.6　零件 2 的正面 CAD 建模 168
5.7　零件 2 的正面刀具路径编辑 168
5.8　零件 2 的反面 CAD 建模 178
5.9　零件 2 的反面刀具路径编辑 179
5.10　FANUC 0i-MC 加工中心常见问题及处理 182
5.11　FANUC 0i-MC 加工中心加工精度分析 182
本章小结 184
第 6 章　典型曲面零件的加工 185
6.1　典型曲面零件的 CAD 建模 185
6.2　典型曲面零件的工艺分析 186
6.3　典型曲面零件的刀具路径编辑 186

本章小结 198
第 7 章　Mastercam 常见刀具路径编辑技巧 199
7.1　零件 1 的工艺分析 199
7.2　零件 1 的 CAD 建模 200
7.3　零件 1 的刀具路径编辑 201
7.4　零件 2 的工艺分析 207
7.5　零件 2 的 CAD 建模 208
7.6　零件 2 的刀具路径编辑 210
7.7　零件 3 的工艺分析 216
7.8　零件 3 的 CAD 建模 217
7.9　零件 3 的刀具路径编辑 219
本章小结 226
附录 227
附录 A　Mastercam V9.1 命令解说一览表 227
附录 B　Mastercam 的快捷功能键 241
附录 C　加工工艺程序单 243
参考文献 244

第 1 章　Mastercam 9.1 概论

Mastercam 9.1 是美国 CNC 公司推出的 Mastercam 软件中较为成熟的一个版本，它有 Design（建模）、Lathe（数控车）、Mill（数控铣）、Router（路径）和 Wire（线切割）5 个模块。本书以 Mastercam 9.1 中文版为例，主要讲解 Mastercam 的建模和数控铣加工，即 Design 模块和 Mill 模块。

Design 模块是 Mastercam 软件公用的 CAD 模块，能够集二维和三维线框、曲面造型和实体造型于一体，具有全特征化造型功能和强大的图形编辑、转换处理能力。Mill 模块主要用于生成铣削加工刀具路径，支持 2～5 轴的铣削加工程序编制，可以直接加工二维轮廓、平面、曲面和实体，提供多种详细的刀具路径形式和进给方式，同时还提供了刀具路径的管理和编辑、路径模拟、实体加工模拟仿真和后处理等功能。

与 UG 和 Pro/E 的 CAM 模块相比，Mastercam 的数控加工具有简便易学、容易理解、仿真直观等特点，因而获得了广泛的使用。目前流行的 CAD/CAM 模式是 Pro/E 的 CAD 造型加 Mastercam 的 CAM 加工，UG 因有较为强大的 CAD/CAM 一体化功能也获得了广泛的应用。

1.1　Mastercam 9.1 简介

1.1.1　Mastercam 9.1 中文版的安装

双击光盘 Mastercam 9.1 目录下 Setup.exe 文件，启动安装界面，如图 1-1 所示。



图 1-1　Mastercam 9.1 安装界面

单击“Install Products”，Mastercam 9.1 开始安装，安装完成后执行文件 Chi_v91sp2_Gb.exe 完成汉化。

找到 Mastercam 9.1 安装目录下的批处理文件 CHI.bat，执行后即可实现中文版 Mastercam 9.1；若要还原为英文版，只需执行安装目录下的批处理文件 ENG.bat 即可。

1.1.2　Mastercam 9.1 中文版的启动

双击电脑桌面的图标，启动 Mastercam Mill 9.1，屏幕分为五个区：窗口左上方为主菜单区、左下方为副菜单区、中间黑色部分为绘图区、上方为快捷命令图标区、下方灰色部分为系统提示区，如图 1-2 所示。此外，屏幕右上角显示的（X，Y）坐标值表示了鼠标在移动时的位置，屏幕绘图区左下角的坐标轴表示了系统当前的视角设置状态，而 mm 或 inch 表示系统当前设置的绘图单位。

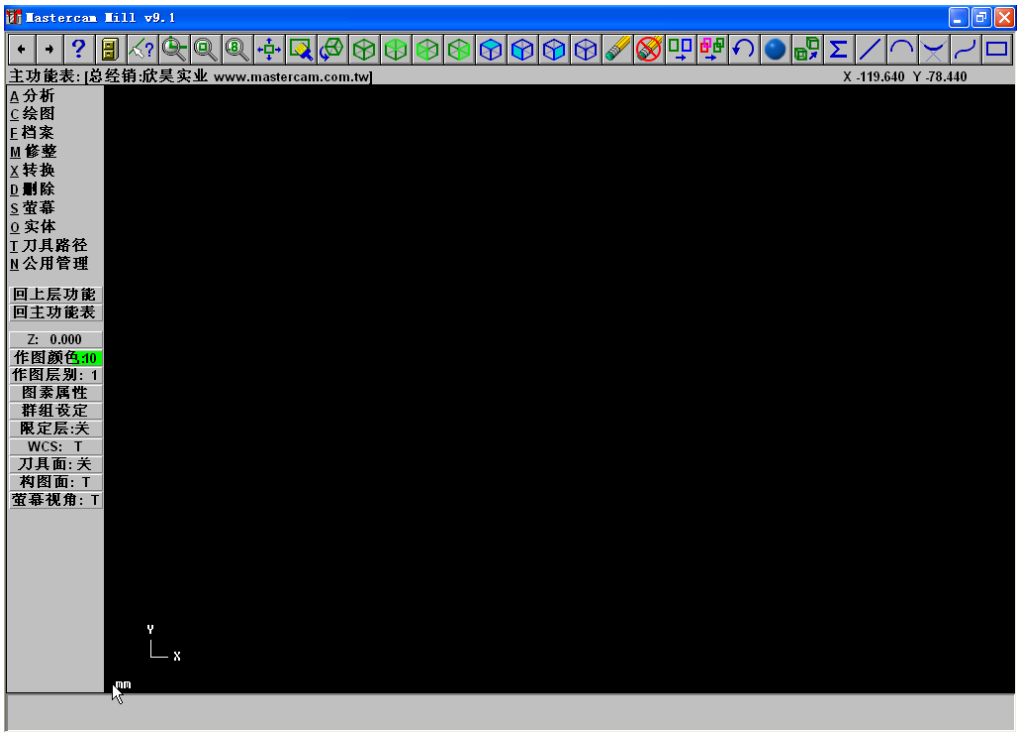


图 1-2　Mastercam 9.1 主界面

Mastercam 主菜单区包括分析（Analyze）、绘图（Create）、档案（File）、修整（Modify）、转换（Xform）、删除（Delete）、萤幕（Screen）、实体（Solid）、刀具路径（Toolpaths）和公用管理（NC utils）等命令。

主菜单中的绘图（Create）命令，包括了生成点、直线、圆弧、倒圆角、曲线、曲面曲线、尺寸标注、倒角、文字、呼叫副图、椭圆、多边形、边界盒、螺旋线、齿轮、圆表和自定义函数表达式绘图等线框造型命令，以及曲面造型命令，如图 1-3 所示。

曲面（Surface）命令，包括生成举升曲面、昆氏曲面、直纹曲面、旋转曲面、扫描曲面、牵引曲面和曲面倒圆角、补正、修整、熔接以及由实体产生曲面等，如图 1-4 所示。

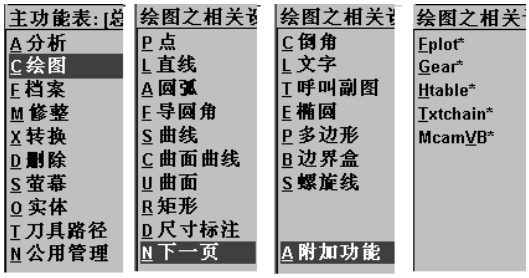


图 1-3　绘图命令



图 1-4　曲面命令

主菜单中的实体（Solid）命令，包括生成基本实体，挤出、旋转、扫掠、举升实体，对实体进行倒圆角、倒角、薄壳、布尔运算、管理和修改等，如图 1-5 所示。



图 1-5　实体命令

刀具路径（Toolpaths）包括外形铣削、钻孔、挖槽、面铣、曲面加工、多轴加工等加工操作，以及操作管理、工作设定等。曲面加工包括平行铣削、放射状加工、投影加工、流线加工、等高外形、残料粗加工、挖槽粗加工、钻削式加工等 8 种粗加工方式，以及平行铣削、陡斜面加工、放射状加工、投影加工、流线加工、等高外形、浅平面加工、交线清角、残料清角、3D 等距加工等 10 种精加工方式，如图 1-6 所示。



图 1-6　刀具路径命令

公用管理（NC utils）包括路径模拟、实体验证、批次处理、程序过滤、后处理、加工报表、定义刀具和定义材料等。

副菜单区包括 Z：0.000（工作深度设定 Z：0.000）、作图颜色：10（Color：10）、作图层别：1（Level：1）、图素属性（Attributes）、群组设定（Groups）、限定层：关（Mask：OFF）、WCS：T、刀具面：关（Tplane：OFF）、构图面：T（Cplane：Top）和萤幕视角：

T（Gview：Top）等命令，如图 1-7 所示。



图 1-7　副菜单区命令

刀具面是表示实际加工中数控机床坐标系的二维平面。根据不同类型的机床，刀具面的设置不尽相同。对于立式数控铣床，刀具面应设置为俯视图；对于卧式数控铣床，通常设置为前视图或侧视图。

构图面是绘图时所在的视图平面。系统提供的构图面包括：空间绘图、俯视图、前视图、侧视图、视角号码、名称视角、图素定面、旋转定面和法线面等。

萤幕视角是用以设置观察图形的视角，选择不同的图形视角可以看到图形的不同部位。萤幕视角的改变不会影响构图面所绘制图形的视图方向。

除非特别声明，本书所载加工方法均以立式数控铣床或立式加工中心为例，其刀具面均为俯视图。

1.2　Mastercam 9.1 常见加工类型

1.2.1　面铣

在大多数情况下，面铣是零件加工的第一道工序，通过去除毛坯上表面的杂质，获得零件上表面比较光洁的平面。

例 1-1：面铣加工

操作步骤如下：

步骤一　CAD 建模

1）在主菜单区依次单击“绘图”“矩形”“一点”，弹出“绘制矩形”对话框，输入宽度：118、高度：78，单击“确定”，抓点方式选择“原点（0，0）”，绘出 118mm×78mm 矩形。

2）单击“F9”，打开“坐标轴显示开关”，单击上部快捷命令图标区图标，将萤幕视角切换到等角视角，如图 1-8 所示。

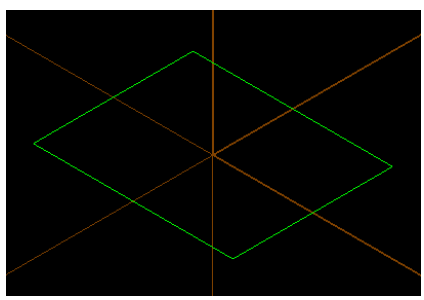


图 1-8　绘制矩形

需要全本请访问 www.ertongbook.com

步骤二　面铣加工

1）在主菜单区单击“回主功能表”，返回到主界面，单击“刀具路径”“面铣”“串联”，选择刚才绘出的矩形（高亮显示），单击“执行”，弹出“面铣”对话框，将鼠标移动到中间空白处，单击鼠标右键选择“从刀具库选取刀具...”，如图 1-9 所示。

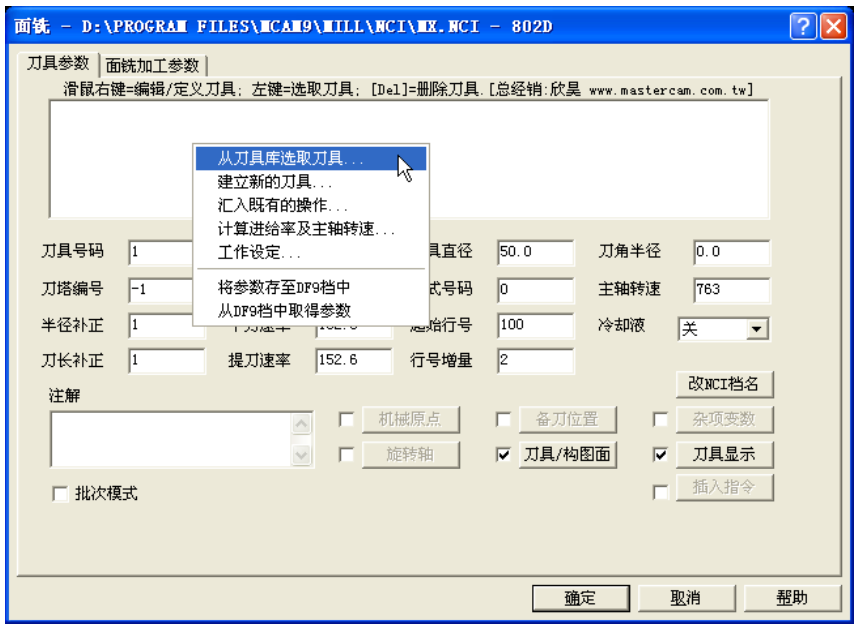


图 1-9　“面铣”对话框

2）系统弹出图 1-10 所示的“刀具管理员”对话框，不勾选“过滤刀具”，选择“平刀”、“直径 16.0000 mm”，单击“确定”。

3）返回“面铣”对话框，输入面铣刀具参数，进给率：400.0，下刀速率：200.0，提刀速率：2000.0，主轴转速：2000，冷却液：喷油，如图 1-11 所示。

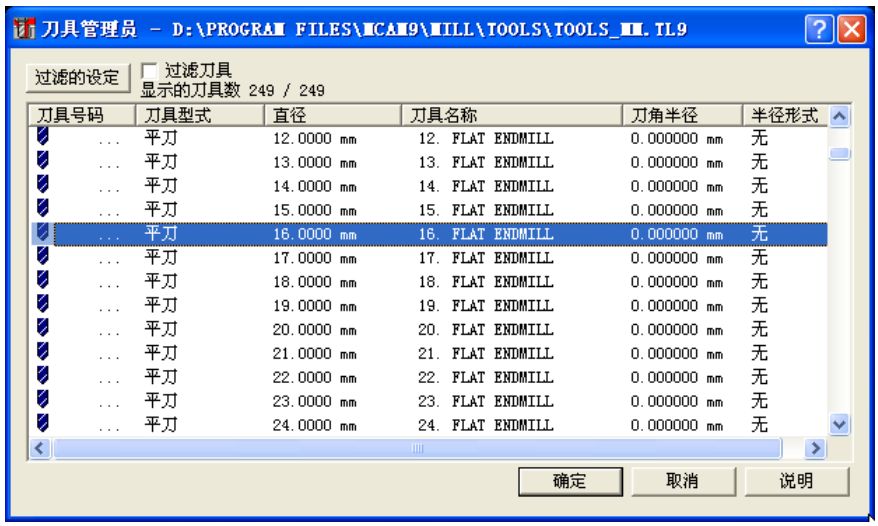


图 1-10　“刀具管理员”对话框

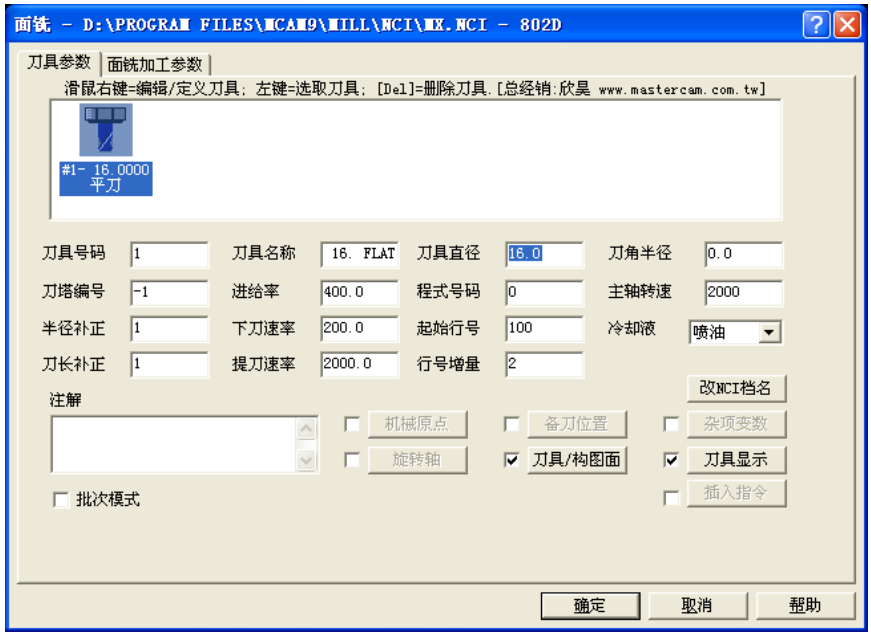


图 1-11　“面铣”对话框

4）将鼠标移动到#1-16 平刀，单击鼠标右键，弹出“定义刀具”对话框，如图 1-12 所示。

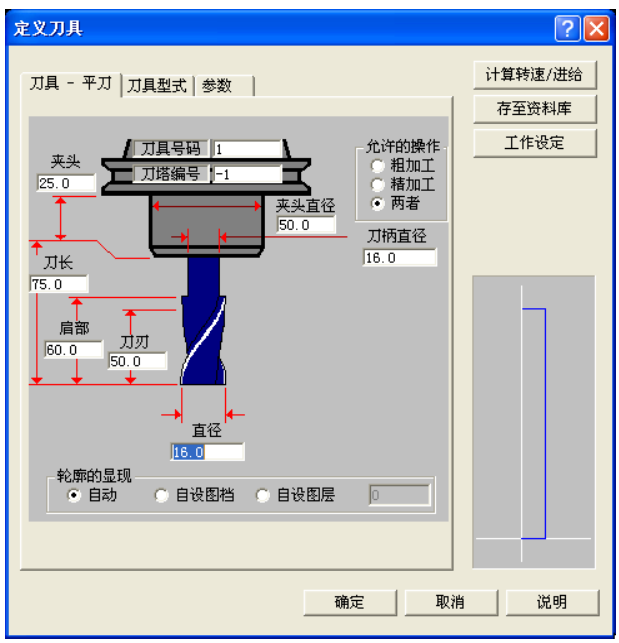


图 1-12　“定义刀具”对话框

5）单击“工作设定”，进入“工作设定”对话框，如图 1-13 所示。

6）输入 X：1200、Y：800、Z：300，定义毛坯大小，进给率的计算点选“依照刀具”，勾选“显示素材”，单击“确定”两次，返回“面铣”对话框。

7）单击“面铣加工参数”，进入“面铣加工参数”选项卡，设定参考高度：30.0，进给下刀位置：3.0，点选“增量坐标”，深度：−0.3，其余默认，单击“确定”，如图 1−14 所示。

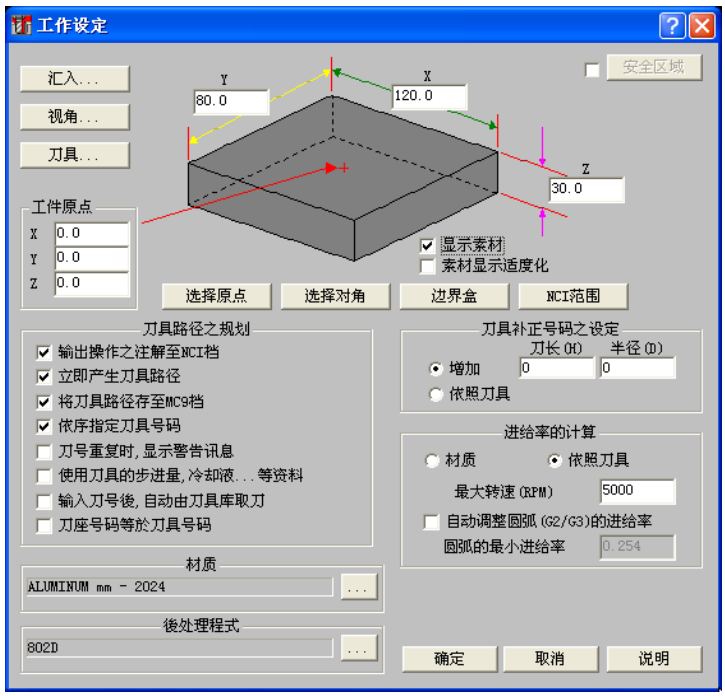


图 1−13 “工作设定”对话框

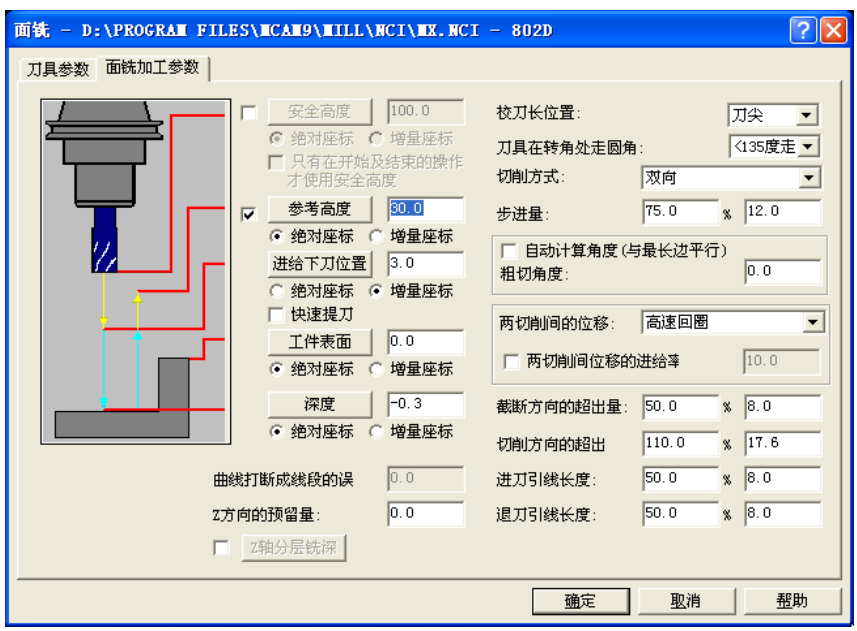


图 1−14　面铣加工参数

8）系统自动弹出“操作管理员”对话框，如图 1−15 所示。



图 1-15 “操作管理员”对话框

9）单击“实体切削验证”，单击播放，仿真加工过程和结果如图 1-16 所示。在主菜单区单击“档案”、“存档”，将本例保存为“面铣.mc9”文件。

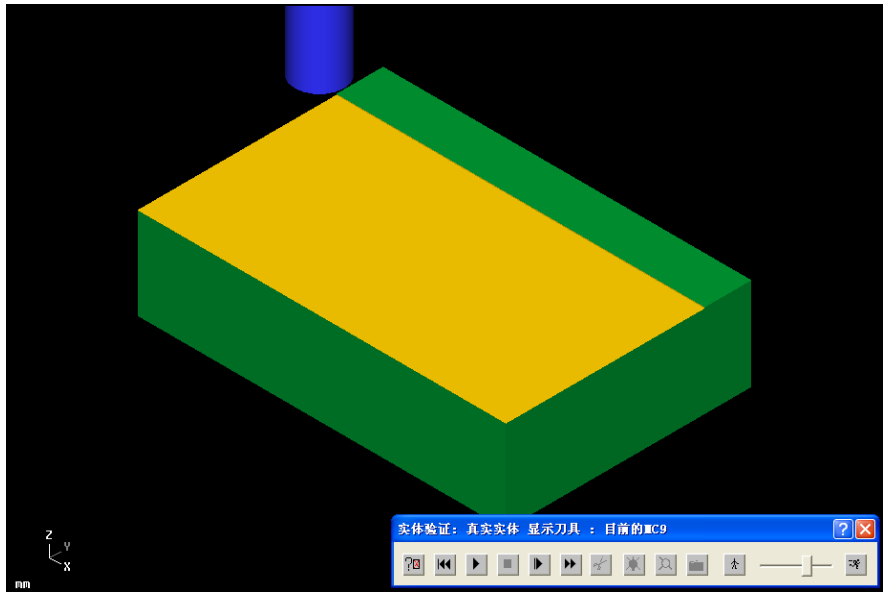


图 1-16　面铣实体切削验证

注：

本例主要用来说明面铣的过程。刀具的建立也可以选择“建立新刀具”。转速、进给率一般不要在“定义刀具”对话框的“参数”选项卡中修改，主要是因为同一把刀具用在不同的工序中加工参数有可能不同。“工作设定”也可以直接由主菜单区单击“刀具路径”、“工作设定”弹出。毛坯的选择一定要以实际测量的毛坯数值为准，毛坯过大或者过小，实体切削验证的效果会不真实。

1.2.2　外形铣削

外形铣削主要用于二维轮廓加工。Mastercam 的二维轮廓加工丰富多样，按照外形铣

削类型可以分为 2D、2D 倒角、螺旋式渐降斜插、残料加工等，还可以分为平面多次铣削和 Z 轴分层铣深等几种类型。

➘ 例 1-2：外形铣削加工（1）

以例 1-1 的图形、刀具和工件设定为准，要求在 120mm×80mm×30mm 的毛坯上铣出尺寸为 118mm×78mm×18mm 的外形，选择 2D 方式，Z 轴分层铣深。

操作步骤如下：

1）打开光盘文件“面铣.mc9”，单击“刀具路径”“操作管理”，弹出“操作管理员”对话框，将鼠标移动到“刀具路径 群组 1”，单击鼠标右键选择“群组”，更改操作群组名称，将“刀具路径 群组 1”更改为“D16”。

2）将鼠标移动到“D16”，单击鼠标右键选择“刀具路径”“外形铣削”，在主菜单区选择“串联”，选择矩形（高亮显示），单击“执行”，选择直径为 16mm 的平刀，输入进给率：600.0、下刀速率：300.0、提刀速率：2000.0、主轴转速：2000，冷却液：喷油，如图 1-17 所示。

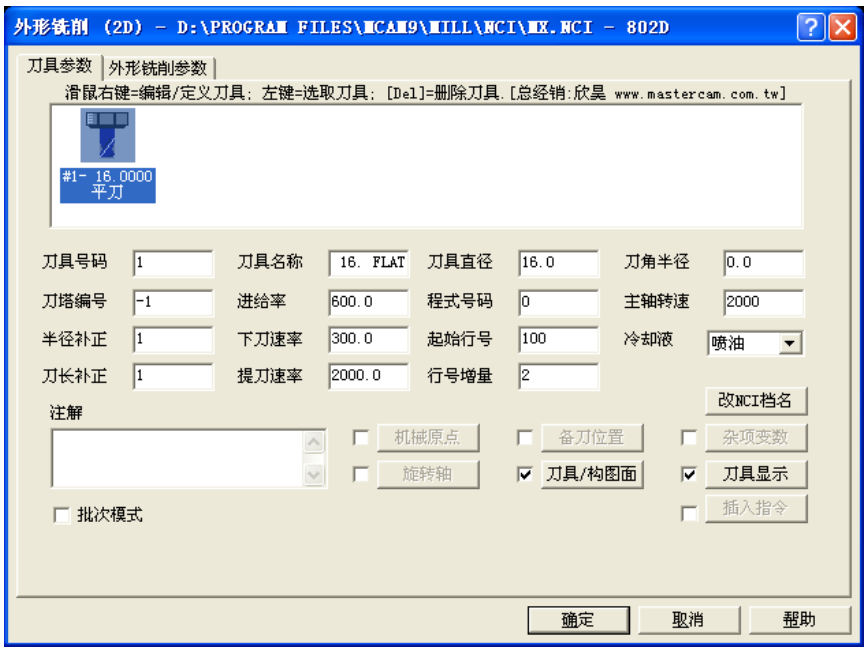


图 1-17　外形铣削刀具参数

3）如图 1-18 所示，在“外形铣削参数”选项卡中输入参考高度：30.0，点选“绝对坐标”，进给下刀位置：3.0，点选“增量坐标”，工件表面：0.0，深度：–18.0，补正形式：电脑，补正方向：右，勾选“Z 轴分层铣深”，单击“Z 轴分层铣深”，进入“Z 轴分层铣深设定”对话框中输入最大粗切深度：1.0，勾选“不提刀”，其余默认，单击“确定”返回“外形铣削参数”选项卡，其余参数默认，单击“确定”退出，如图 1-19 所示。

4）在“操作管理员”对话框中选择“刀具路径模拟”，单击主菜单区“自动执行”，刀具路径如图 1-20 左图所示。将本例保存为“外形 1.mc9”文件。

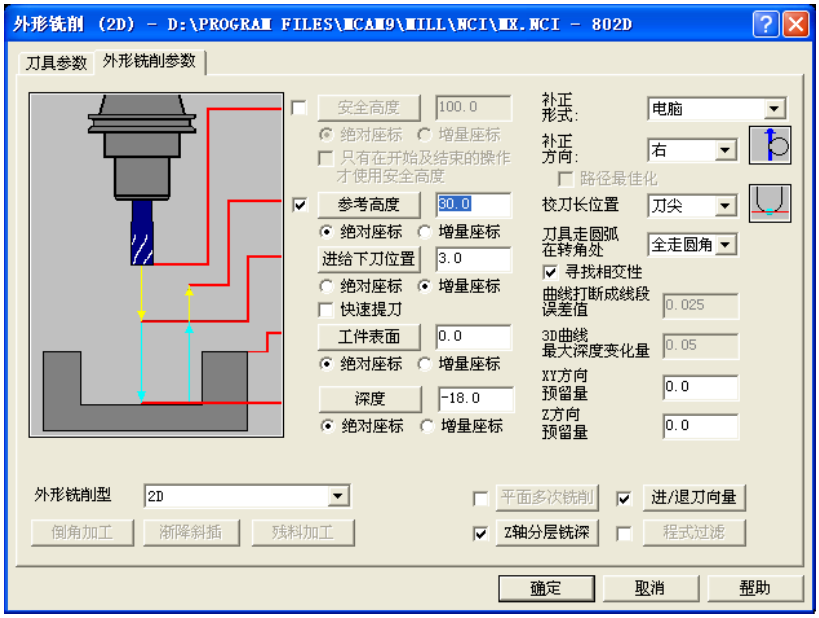


图 1-18　外形铣削（1）



图 1-19　Z 轴分层铣深设定

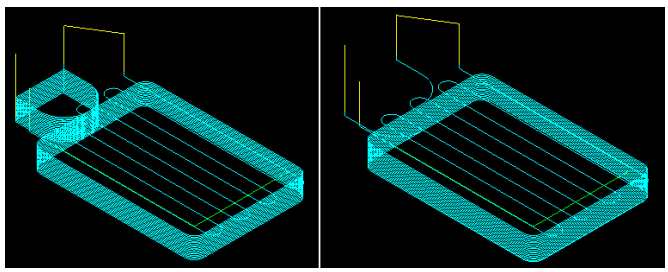


图 1-20　2D 与螺旋式渐降斜插刀具路径的对比

例 1-3：外形铣削加工（2）

以例 1-2 的图形、刀具和工件设定为准，要求在 120mm×80mm×30mm 的毛坯上铣出尺寸为 118mm×78mm×18mm 的外形，选择螺旋式渐降斜插方式。

需要全本请访问 www.ertongbook.com