

21世纪高等学校基础工业

CAD / CAM规划教材



数控机床自动编程

行文凯 编著



清华大学出版社

21 世纪高等学校基础工业 CAD/CAM 规划教材

数控机床自动编程

行文凯 编著



清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本书是 Mastercam X2 的入门教程。全书共分 5 章,包括 Mastercam X2、数控加工基础、二维图形模型创建和加工、三维图形模型创建和加工、车加工、铣加工等。全书附有典型的功能实例,每个实例均有详细的、具体的操作步骤,便于读者练习与揣摩造型思路及技巧。

本书可以作为大中专院校机械类专业的 CAD/CAM 教材以及 CAD/CAM 技术的相关培训教材,同时也可供广大从事 CAD/CAM 工作的技术人员参考。

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

数控机床自动编程/行文凯编著. —北京:清华大学出版社,2014

21 世纪高等学校基础工业 CAD/CAM 规划教材

ISBN 978-7-302-31487-5

I. ①数… II. ①行… III. ①数控机床—程序设计—高等学校—教材 IV. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 024776 号

责任编辑:郑寅堃 赵晓宁

封面设计:杨 兮

责任校对:梁 毅

责任印制:李红英

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

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

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:14.25 字 数:353 千字

版 次:2014 年 1 月第 1 版 印 次:2014 年 1 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:29.00 元

产品编号:042611-01

前 言

Mastercam 是由美国 CNC Software 公司推出的基于 PC 平台的 CAD/CAM 一体化软件。由于 Mastercam 具有卓越的设计、加工功能以及易用易学性,在世界上拥有众多的忠实用户,被广泛应用于机械、电子、航空等领域。Mastercam X2 在我国有着极为广泛的应用。MastercamX2 的多项改进提供了一种强大而且更方便、更具人性化的自动加工方法。使用 MastercamX2 可以尽享 2D 高速加工的乐趣,对于经验丰富者和初学者都是极其简单易学的,因为 Mastercam X2 会自动根据零件的特征给出最适合的加工策略。使用 Mastercam X2 在编程时间上的节省是显而易见的,但是 Mastercam X2 的优势不仅仅在于简单的点击鼠标。所有的刀路是完全关联的,而且在创建后可以编辑。这样用户就拥有了各种适合进行编程修改的自由,零件会如你所愿进行加工。

限于作者的知识水平和经验,书中难免存在疏漏之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2012 年 10 月

目 录

第 1 章 Mastercam 数控加工基础简介	1
1.1 Mastercam X2 数控加工自动编程的一般流程	1
1.2 选择加工设备及设定安全区域	1
1.3 定义刀具	4
1.4 工件设置	7
1.4.1 设置工件形状、尺寸及原点	7
1.4.2 设置工件材料	9
1.5 加工操作管理与后处理	12
1.5.1 操作管理器	12
1.5.2 刀具路径模拟	12
1.5.3 加工过程仿真	13
1.5.4 后置处理	14
1.6 编辑刀具路径	15
1.6.1 修剪路径	15
1.6.2 转换路径	16
1.7 生成加工报表	17
第 2 章 Mastercam X2 基本图形的绘制	18
2.1 二维图形的绘制	18
2.1.1 点	18
2.1.2 直线	20
2.1.3 圆弧	21
2.1.4 矩形	23
2.1.5 椭圆	23
2.1.6 正多边形	23
2.1.7 图形文字	24
2.1.8 样条曲线	24
2.1.9 盘旋线	25
2.1.10 螺旋线	25
2.1.11 倒角	26
2.1.12 倒圆角	27
2.2 二维图形的尺寸标注	27

2.2.1	尺寸标注设置	27
2.2.2	标注尺寸	28
2.2.3	尺寸标注实例	29
2.3	二维图形的编辑	29
2.3.1	删除图素	29
2.3.2	编辑图素	30
2.3.3	转换图素	31
2.4	二维绘图综合实例	34
2.5	三维曲面造型	38
2.5.1	创建基本曲面	39
2.5.2	曲线创建曲面	41
2.5.3	编辑曲面	44
2.6	三维实体造型	50
2.6.1	实体创建	50
2.6.2	实体编辑	57
第3章	三维曲面加工	64
3.1	三维曲面加工的基本概念	64
3.1.1	曲面的选取	64
3.1.2	曲面的干涉	64
3.1.3	曲面间隔和边缘的设定	65
3.1.4	曲面深度的设定	65
3.2	曲面粗加工	65
3.2.1	平行铣削粗加工	66
3.2.2	放射状粗加工	75
3.2.3	流线粗加工	79
3.2.4	等高外形粗加工	83
3.2.5	挖槽粗加工	87
3.2.6	残料粗加工	91
3.2.7	钻削式粗加工	95
3.3	曲面精加工	99
3.3.1	曲面平行铣削精加工	100
3.3.2	等高外形精加工	102
3.3.3	平行式陡斜面精加工	105
3.3.4	放射状精加工	108
3.3.5	环绕等距精加工	110
3.3.6	投影精加工	113
3.3.7	流线精加工	115
3.3.8	浅平面精加工	117

3.3.9 残料清角精加工	120
第4章 车削加工系统	124
4.1 车床加工基础	124
4.1.1 坐标系	124
4.1.2 工件设置	124
4.1.3 刀具管理器	128
4.2 粗车方法	133
4.2.1 参数设置	133
4.2.2 外圆粗车加工实例	136
4.3 精车方法	137
4.3.1 参数设置	138
4.3.2 外圆精车加工实例	138
4.4 端面车削方法	139
4.4.1 参数设置	139
4.4.2 端面加工实例	139
4.5 切槽方法	141
4.5.1 设置加工模型	141
4.5.2 设置径向车削外形参数	141
4.5.3 设置粗车参数	142
4.5.4 设置精车参数	144
4.5.5 加工实例	145
4.6 车削螺纹方法	146
4.6.1 设置螺纹外形参数	146
4.6.2 设置螺纹切削参数	147
4.6.3 加工实例	148
4.7 钻孔加工	149
4.7.1 参数设置	149
4.7.2 加工实例	149
4.8 截断车削	151
4.9 快捷车削加工	152
4.9.1 快捷粗车加工	152
4.9.2 快捷精车加工	152
4.9.3 快捷切槽加工	152
第5章 铣削加工	154
5.1 二维铣削共同参数	154
5.1.1 刀具设定与管理	154
5.1.2 坐标设定	157

5.1.3	共同参数设定	159
5.2	面铣加工	160
5.2.1	面铣加工参数设置	161
5.2.2	面铣加工实例	163
5.3	挖槽加工	166
5.3.1	2D 挖槽加工参数设置	166
5.3.2	粗铣/精修参数设置	171
5.3.3	挖槽加工实例	176
5.4	外形铣削加工	181
5.4.1	外形加工参数设置	181
5.4.2	外形铣削实例	188
5.4.3	螺纹加工实例	193
5.5	钻孔加工	196
5.5.1	钻孔加工参数设置	196
5.5.2	钻孔加工实例	200
5.6	全圆路径	204
5.6.1	全圆铣削	204
5.6.2	螺旋铣削	205
5.6.3	自动钻孔	207
5.6.4	起始孔加工	208
5.6.5	铣键槽	209
5.6.6	螺旋钻孔	210
5.7	雕刻加工	210
5.7.1	雕刻参数设置	211
5.7.2	雕刻加工实例	212
参考文献		217

第 1 章 Mastercam 数控加工基础简介

1.1 Mastercam X2 数控加工自动编程的一般流程

Mastercam X2 系统加工的一般流程为,用 CAD 模块设计产品的 3D 模型;用 CAM 模块产生 NCI 文件;通过 POST 后处理生成数控加工设备的可执行代码,即 NC 文件。

数控编程的基本过程及内容如图 1-1 所示。

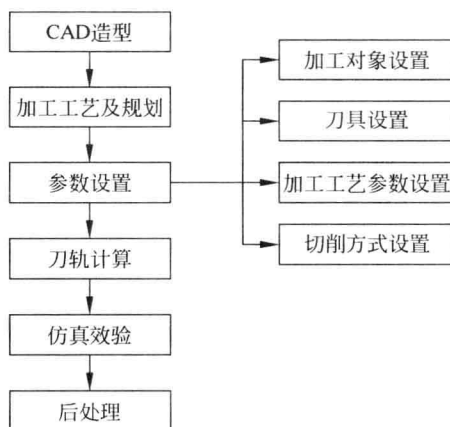


图 1-1 数控编程的基本过程及内容

1.2 选择加工设备及设定安全区域

Mastercam X2 包括铣削系统、车削系统、线切割系统、雕铣系统、设计模块等 5 类机床设备,各模块都包含有完整的设计(CAD)系统,其中铣削系统和车削系统的应用最广泛。铣床模块可以实现外形铣削、型腔加工、钻孔加工、平面加工、曲面加工和多轴加工等加工方式;车床模块可实现粗车、精车、切槽和车螺纹等加工方式。

1. 选择机床类型

选择“机床类型”下的子菜单,即可进入对应的加工系统。下面介绍铣床和车床两类常用的加工设备。

1) 铣床

铣削系统是 Mastercam X2 数控加工的主要组成部分,选择“机床类型”→“铣削系统”命令,其子菜单如图 1-2 所示。

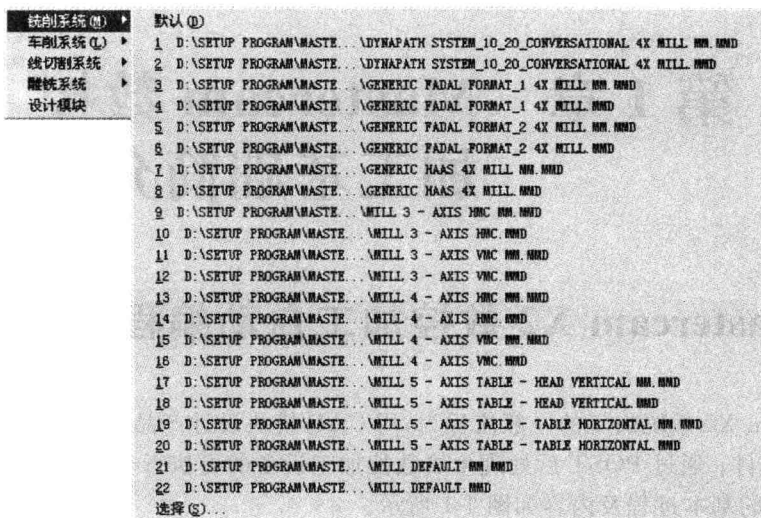


图 1-2 “铣削系统”子菜单

铣削设备可以分为两大类,卧式铣床(主轴平行于机床台面)和立式铣床(主轴垂直于机床台面)。常用设备有以下类型。

- MILL3-AXIS HMC: 3 轴卧式铣床。
- MILL 3-AXIS VMC: 3 轴立式铣床。
- MILL 4-AXIS HMC: 4 轴卧式铣床。
- MILL 4-AXIS VMC: 4 轴立式铣床。
- MILL 5-AXIS TABLE-HEAD VERTICAL: 5 轴立式铣床。
- MILL 5-AXIS TABLE-HEAD HORIZONTAL: 5 轴卧式铣床。
- MILL DEFAULT: 系统默认铣床。

2) 车床

选择“机床类型”→“车削系统”命令,系统弹出子菜单。车床主要有以下类型。

- LATHE 2-AXIS: 两轴车床。
- LATHE C-AXIS MILL-TURN BASIC: 带旋转台的 C 轴车床。
- LATHE MULTI-AXIS MILL-TURN ADVANCED2-2: 带 2-2 旋转台的多轴车床。
- LATHE MULTI-AXIS MILL-TURN ADVANCED2-4-B: 带 2-4-B 旋转台的多轴车床。
- LATHE MULTI-AXIS MII L-TURN ADVANCED 2-4: 带 2-4 旋转台的多轴车床。

2. 机床定义管理

选择“设置”→“机床定义管理器”命令,系统弹出如图 1-3 所示的“CNC 机床类型”对话框。

-  定义铣床组件。

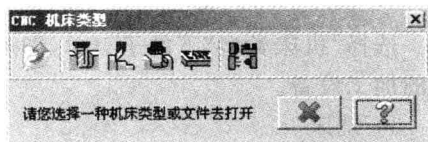


图 1-3 “CNC 机床类型”对话框

- 定义车床组件。
- 定义线切割机床组件。
- 设置为雕刻机床组件。
- 设置为自定义机床组件库。

选择一种机床类型后,系统弹出如图 1-4 所示的“机床定义管理”对话框。用户可根据需要为机床增加某种配置或功能。单击  按钮完成配置。选项设置如下。

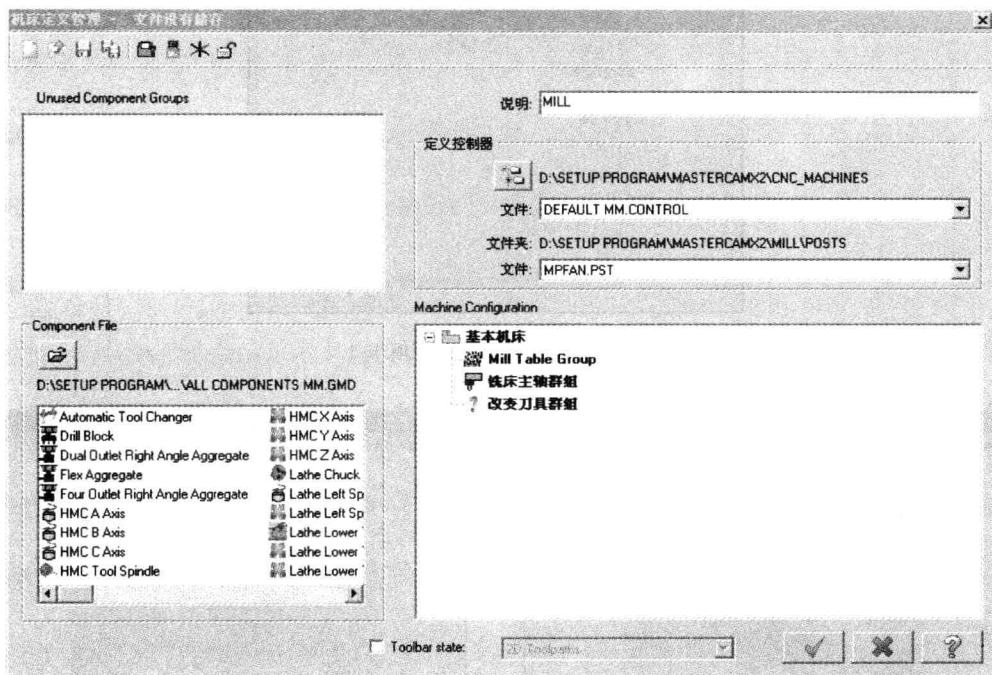


图 1-4 “机床定义管理”对话框

- Unused Component Groups: 未使用的组件组,显示当前机床未使用的组件,用户可以直接双击需要添加的机床组件。
- Component File: 组件文件,显示当前组件文件的路径,并列出其包含的组件。
- “说明”: 用来简单描述当前的机床信息。
- “定义控制器”: 用以指定机床控制器。
- Post processor: 后处理器,用于指定系统的后处理器。
- Machine Configuration: 机器配置,设定相应的机床类型、机床组件后,其下的列表柜中将显示相应的条目。

3. 安全区域

打开“加工群组属性”对话框中的“安全区域”选项卡,可以设置安全区域的形状为正方体、球体或者圆柱,并且进行相关参数设置,如图 1-5~图 1-7 所示。

- “无”: 不设置安全区域。
- “显示安全区域”: 显示安全区域,系统将在工件周围显示出安全区域。
- “安全区域视角”: 将安全区域以适合整个屏幕的方式显示。

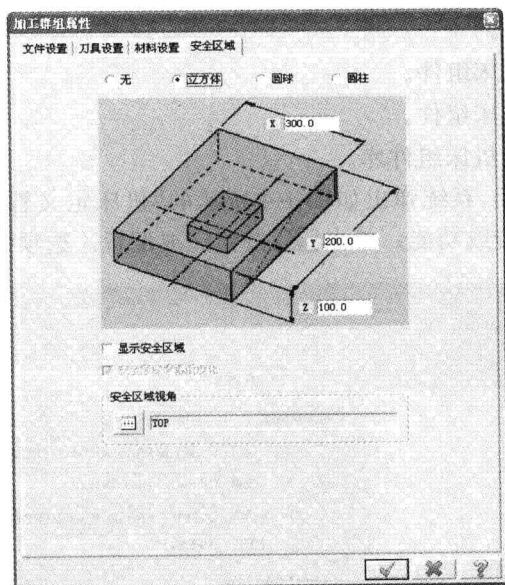


图 1-5 “安全区域”选项卡 1

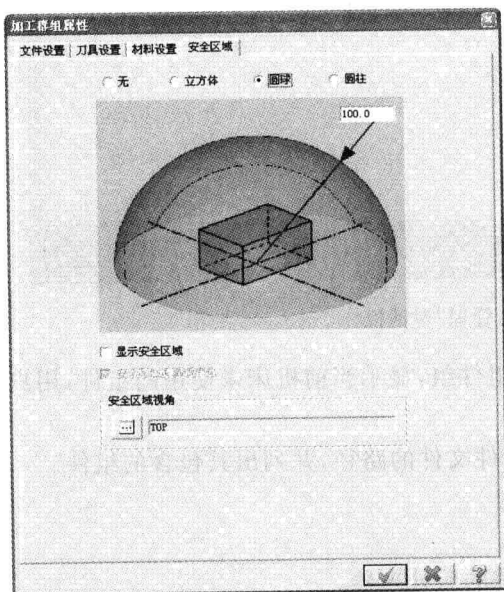


图 1-6 “安全区域”选项卡 2

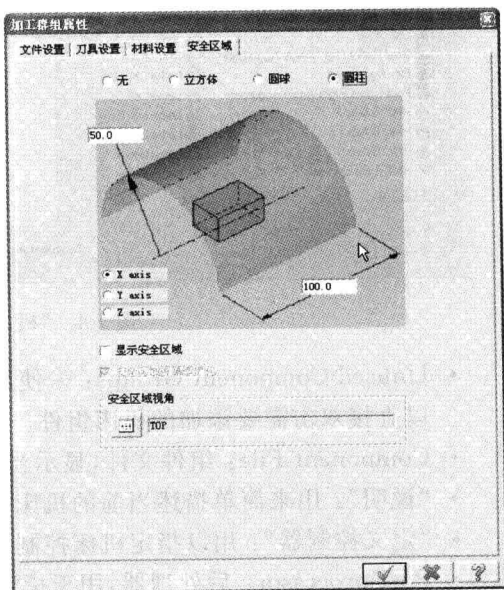


图 1-7 “安全区域”选项卡 3

1.3 定义刀具

Mastercam X2 系统提供了自定义新刀具和从刀具库中选取刀具两种方式来说定义刀具。

1. 自定义新刀具

在刀具栏空白区右击,系统弹出如图 1-8 所示的快捷菜单;选择“新建刀具”命令,弹出

如图 1-9 所示的“定义刀具”对话框中“刀具型式”选项卡。

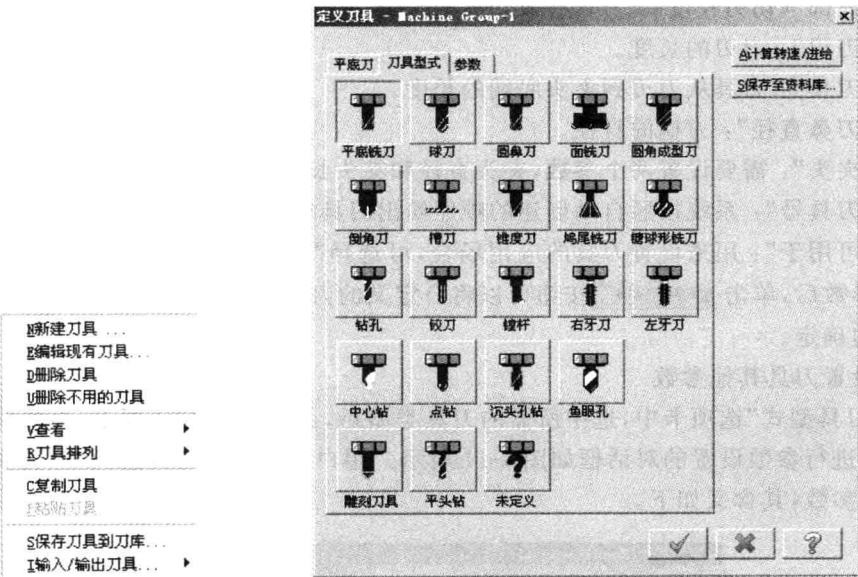


图 1-8 快捷菜单

图 1-9 “刀具型式”选项卡

1) 设置刀具参数

系统提供的刀具有平底铣刀、球刀、圆鼻刀、面铣刀、圆角成型刀、倒角刀、槽刀、锥度刀、鸠尾铣刀、糖球形铣刀、钻孔、铰刀、镗杆、右牙刀、左牙刀、中心钻、点钻、沉头孔钻、鱼眼孔等二十余种类型。选取刀具类型后，系统自动跳转到如图 1-10 所示的用于设置刀具参数的对话框，其各参数的含义如下。

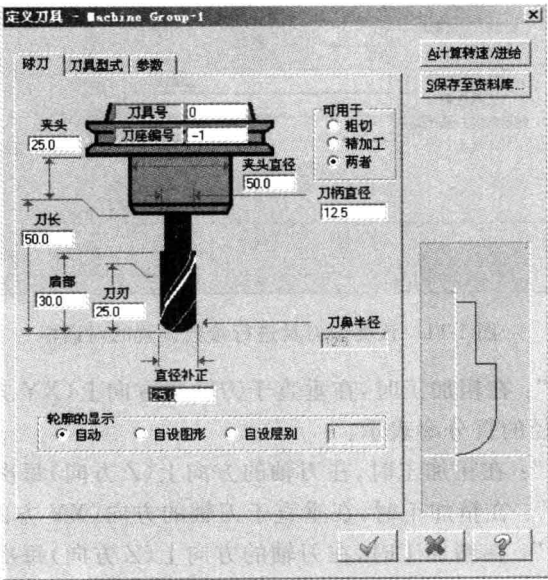


图 1-10 用于设置刀具参数的对话框

- “直径补正”：刀具切口的直径。
- “肩部”(切刃长度)：刀具有效切刃的长度。
- “刀刃”：刀刃的长度。
- “刀长”：刀具从刀刃到夹头底端的长度。
- “刀鼻直径”：刀柄的直径。
- “夹头”：需要设置两个参数,夹头直径和夹头长度。
- “刀具号”：系统按照自动创建的顺序给出刀具编号,也可以自行设置编号。
- “可用于”：用来设置刀具的应用场合,可选择“粗切”、“精加工”或“两者”设置刀具参数后,单击 **保存至资料库...** 按钮可以将自定义的刀具保存到刀具库中。然后单击 ☒ 按钮确定。

2) 设置刀具其他参数

在“刀具型式”选项卡中,选中所需的刀具类型后,单击“参数”选项卡,系统弹出用于该类型刀具进行参数设置的对话框如图 1-11 所示。用户可以设置刀具进给率、刀具材料和冷却方式等参数,其含义如下。

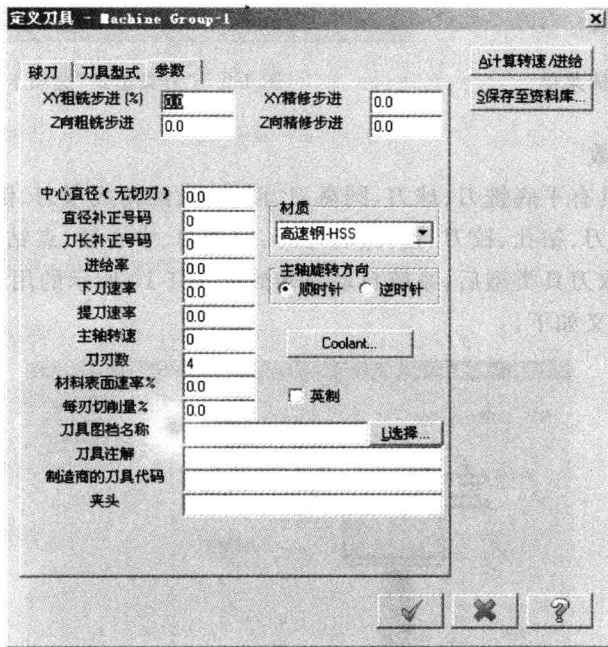


图 1-11 该类型刀具进行参数设置的对话框

- “XY 粗铣步进”：在粗加工时,在垂直于刀轴的方向上(XY 方向)每次的进给量。该参数以刀具直径的百分率表示。
- “Z 向粗铣步进”：在粗加工时,在刀轴的方向上(Z 方向)每次的进给量。
- “XY 精修步进”：在精加工时,在垂直于刀轴的方向(XY 方向)每次的进给量。
- “Z 向精修步进”：在精加工时,在刀轴的方向上(Z 方向)每次的进给量。
- “中心直径”：通常用于攻丝、镗孔时,设置刀具所需的中心孔直径。
- “直径补正号码”/“刀长补正号码”：当用 CNC 控制器设置刀补参数时,该值赋予刀

补号,相当于一个寄存器。

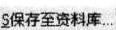
- “进给率”:用于控制刀具进给的速度。
- “下刀速率”:用于控制刀具趋近工件的速度。
- “退刀速率”:用于控制刀具提刀返回的速度。
- “刀刃数”:使用该参数来计算进给率。
- “主轴旋转方向”:有顺时针方向、逆时针方向。
- Coolant(加工时的冷却方式):单击该按钮,可以在打开的对话框中选择不使用冷却液、液体冷却、薄雾喷射冷却、经过刀具内部冷却等方式。
- “材料表面速率”:刀具切削线速度的百分比。
- “每刃切削量”:刀具进刀量的百分比。
- “制造商的刀具代码”:刀具文件名参数。
- “刀具图档名称”:在文本框中输入刀具名称。也可以单击“选择”按钮进行选择。
- “夹头”:设置机床上夹紧刀具的附件。
- “材质”:设置刀具的材料,材料的选择与主轴转速、进给率和插补速率的计算有关,不同材料的这些参数值可能不同。

2. 从刀具库选择刀具

1) 选取刀具

从刀具库中选取刀具是设置刀具的最基本形式,操作相对简单。在刀具栏的空白区域右击,在弹出的菜单中选取“刀具管理器”命令,在系统弹出的“刀具管理”对话框中选中文具,双击即可。

2) 修改刀具库刀具

在已有的刀具上右击,选择“编辑现有刀具”命令,或在选定的刀具上双击,系统弹出如图 1-12 所示的“定义刀具”对话框。用户可以对刀具类型、刀具尺寸和加工参数进行编辑修改。单击  按钮,将该刀具保存到库中。各参数设置已在自定义刀具中进行了详细的讲解,此处不再赘述。

1.4 工件设置

工件设置用来设置当前的工作参数,包括工件形状、尺寸和原点等。在如图 1-13 所示的“刀具路径管理器”中,双击后进行“材料设置”,弹出如图 1-14 所示的“加工群组属性”对话框,在该对话框中进行工件的设置。

1.4.1 设置工件形状、尺寸及原点

1. 设置工件材料的形状

系统提供了三种方式来设定工件材料的形状。

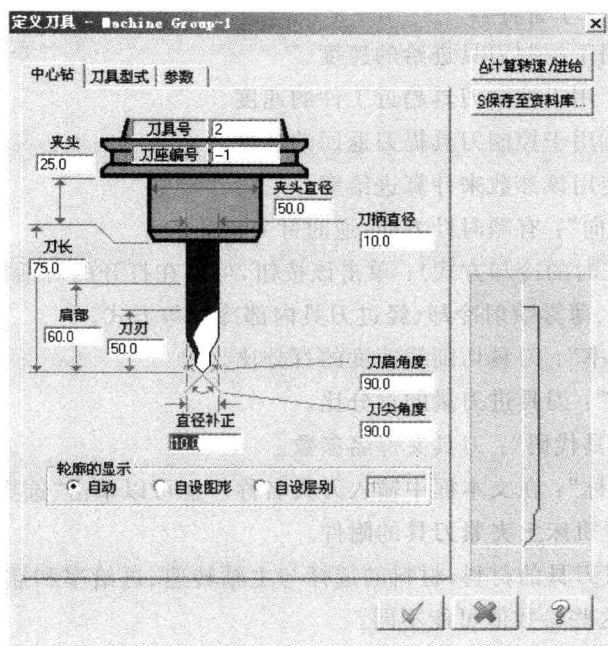


图 1-12 “定义刀具”对话框



图 1-13 “刀具路径管理器”对话框

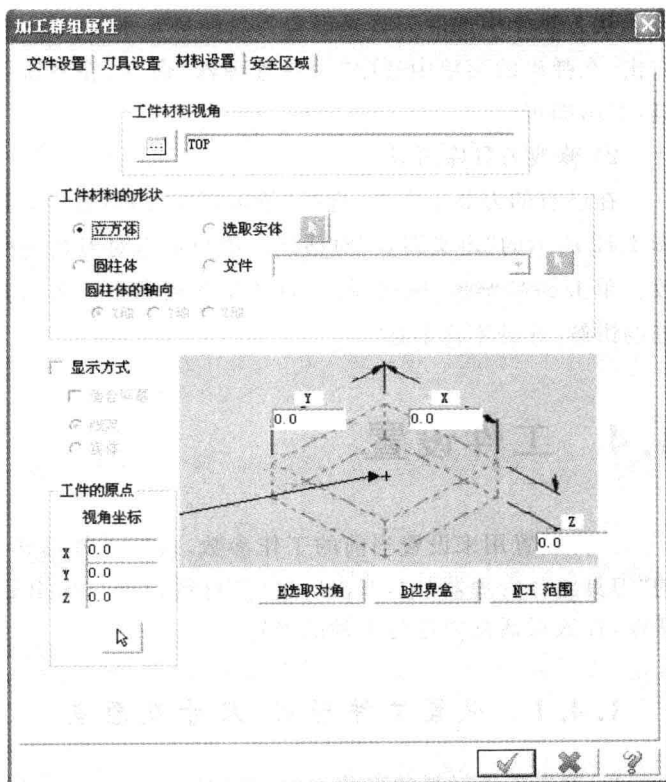


图 1-14 “加工群组属性”对话框

- 零件形状：可以选择“立方体”或“圆柱体”。当选择“圆柱体”时，可设定“圆柱体的轴向”为“X轴”、“Y轴”或“Z轴”。
- 选取实体：可通过单击  按钮在绘图区选择一部分实体作为毛坯形状。
- 文件：可以通过单击  按钮从一个 STL 文件输入毛坯形状。

2. 设置工件的大小

工件的尺寸是根据所创建的产品来确定的，系统提供了四种方式。

- 直接输入：在“X”、“Y”和“Z”文本框中直接输入数值，以确定工件尺寸。
-  选取对角：在绘图区内选择零件对角线上的两个点，系统重新计算毛坯原点及 X 轴、Y 轴的尺寸。
-  边界盒：根据图形边界确定工件尺寸，并自动改变 X 轴、Y 轴和原点的坐标。
-  NCI 范围：根据刀具在 NCI 文档中的移动范围以确定工件尺寸，并自动改变 X 轴、Y 轴和原点的坐标。

3. 设置工件原点

- 设置工件原点的目的是便于工件定位。系统提供三种方法来设置工件原点的位置。
- 系统默认：以系统默认的工件中心为毛坯原点。
- 直接输入：在工件设置的“X”、“Y”和“Z”文本框内直接输入工作原点的坐标值。
- ：在绘图区内单击一个点作为工作原点。

4. 显示工件

工件类型、尺寸以及原点设置后，便可以将工件显示在绘图窗口中。系统提供了三种显示方式。

- 适合屏幕：工件以适合屏幕的方式显示在图形窗口中。
- 线架：工件以线框形式显示在图形窗口中。
- 实体：工件以实体形式显示在图形窗口中。

1.4.2 设置工件材料

工件材料可以直接从系统材料库中选择，也可以自己定义。工件的材料直接影响主轴转速、进给速度等加工参数的设置。下面介绍材料设置和材料管理。

1. 设置材料

1) 从材料库中选取

在“机器群组属性”对话框中，选择“刀具设置”选项卡，如图 1-15 所示。

单击  按钮，出现如图 1-16 所示的“材料表”对话框，显示现有的材料列表，可从列表中选择需要使用的材料。

在“来源”下拉列表中选择其他材料库，可以获得更多的材料，如图 1-17 所示。

2) 自定义材料

如果当前材料库中的材料不能满足设计加工的要求，在图 1-15 中的“刀具设置”选项卡中，单击  按钮，出现如图 1-18 所示的“材料定义”对话框。用户可以根据零件需要，设置材料参数。各参数的含义如下。