



边看边学

Mastercam X4

数控编程50例

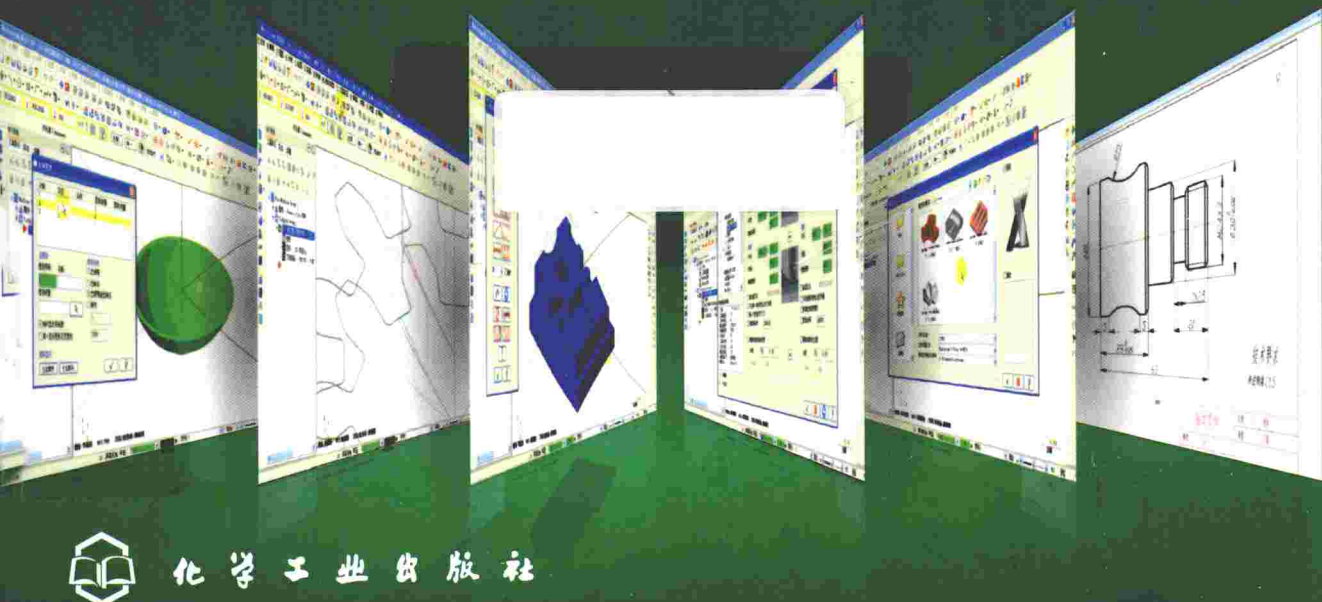


一例一视频

刘文 李继强 编著

长达500分钟视频操作录像
数控加工自动编程即学即会

- 车削加工基础
- 二维铣削加工
- 三维曲面加工
- 线架加工
- 多轴加工
- 线切割加工
- 高速加工
- 综合案例



化学工业出版社

边看边学



Mastercam X4 数控编程50例



一例一视频

刘 文 李继强 编著



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书全方位地介绍了 Mastercam X4 数控加工技术及其在实际工作中的应用。全书内容包括车削加工、二维铣削加工、三维曲面加工、线架加工、高速加工、多轴加工、线切割加工等。全书总有 50 个工程实例，每一个实例对应一个技术专题，先用实物拆分图的形式直观形象地说明数控加工技术的具体要求，然后介绍 Mastercam X4 的实现技术，并图文对照示例讲解命令参数的作用及其对实际加工的影响，对于部分重点参数，采用补充说明的形式强调其应用技巧。讲解过程采用真实的对话框和按钮，使初学者能够直观、准确地操作软件。每一章后提供习题，读者可以参考独立完成。

本书的另一大特色是，为 50 个工程实例录制了长达 500 多分钟的操作视频，让读者边看边学，即学即会。

本书案例丰富、讲解清楚，既适合数控加工专业初学者作为自学教材，也适合专业人员从中提升技能和灵感，更是 Mastercam 用户的必备参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

边看边学 Mastercam X4 数控编程 50 例 (一例一视频) /
刘文, 李继强编著. —北京: 化学工业出版社, 2012.7
ISBN 978-7-122-14162-0

I. 边… II. ①刘… ②李… III. 数控机床-程序设计-应用软件 IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 082706 号

责任编辑: 王 烨

责任校对: 宋 玮

文字编辑: 云 雷

装帧设计: 尹琳琳

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 化学工业出版社印刷

787mm×1092mm 1/16 印张 20¼ 字数 502 千字 2012 年 9 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 78.00 元

版权所有 违者必究

前言

FOREWORD

CAD/CAM 技术的发展极大地改变了产品的设计手段和方法,更为重要的是 CAD/CAM 的广泛应用显著提高了产品设计的效率和质量。基于 PC 平台的 Mastercam 作为机械行业中首选的 CAD/CAM 软件系统,集设计和制造、数控机床自动编程于一体,具有超强的性价比、实用性、可操作性和集成性。在 CAD 方面,它可以轻松快捷地构建各种二维和三维图形,特别适用于具有复杂外形及各种空间曲面的模具类零件的构建和造型设计。在 CAM 方面,Mastercam 提供了多种加工方式,以及完整的刀具库、材料库和加工参数资料库,通过创建可靠、精确的刀具路径,可以直接在曲面和实体上加工。Mastercam 拥有车削、铣削、雕刻和线切割等多种加工模块,供用户设计时灵活选用。

本书主要讲解应用 Mastercam 进行数控编程与加工的方法和技巧,其特点是以 50 个工程实例讲解各种加工刀具路径及其应用场合,在案例中穿插知识点的讲解。书中的某些设计思路,如根据加工需要设计零件图形,是作者应用 Mastercam 的经验总结,对于复杂零件的加工,这一思路非常有效;书中的有些实例是作者在实际项目中的加工实例;书中的方法可以直接指导读者进行实际 CAM 加工。

希望读者通过学习本书内容,能够轻松掌握 CAD/CAM 的知识。

本书有四大特色。

(1) 内容全面,涵盖铣削加工、车削加工、线切割加工和雕刻加工四大模块的各种加工方式。

(2) 实例丰富,全视频演示。全书附有大量的功能实例和上机操作题,每个实例均有详细的、具体的操作步骤,所提供的素材中配有相应实例的多媒体演示文件及实例文件,可以让读者像看电影一样学习数控加工的技术和方法,便于读者练习与揣摩加工思路及技巧。

(3) 写法独特,本书并不局限于功能的讲解,而是侧重实现技术精华的剖析和操作技巧的指点,因而更能让读者切实、深入地理解软件的奥秘。

(4) 吸引读者,本书以案例驱动知识点讲解,因而读者能更直观、更形象的理解掌握知识点,同时不会因为繁琐的文字造成乏味枯燥。

本书由刘文、李继强编著。于艳东、俞凯逸、马文箴、张国俊、莫伟伟、刘明亮、郭磊、史华亮、颜新华、马挺、陈光宇、胡涛、缪灵星、曹琳、陈远杰、潘凌峰、俞鹏程等同志为本书的编写和光盘的录制提供了很多帮助,在此对以上人员致以诚挚的谢意!

由于作者水平有限,书中难免存在疏漏和不足之处,恳请专家和广大读者批评指正。

编者于宁波高教园

2012 年 3 月 15 日

目 录 CONTENTS

第1章 车削加工	1
1.1 车削加工基础	1
1.1.1 车削加工对象	2
1.1.2 工件设置	2
1.1.3 刀具设定与管理	5
1.1.4 共同刀具参数设置	9
● 案例视频\ex01 1.2 轴类零件加工	10
1.2.1 加工任务概述	10
1.2.2 确定加工工艺方案	10
1.2.3 创建加工刀具路径	11
1.2.4 刀具路径后处理	19
● 案例视频\ex02 1.3 螺纹类零件加工	20
1.3.1 加工任务概述	20
1.3.2 确定加工工艺方案	21
1.3.3 创建加工刀具路径	21
1.3.4 刀具路径后处理	27
● 案例视频\ex03 1.4 分度盘车铣复合加工	28
1.4.1 加工任务概述	28
1.4.2 确定加工工艺方案	28
1.4.3 创建加工刀具路径	29
1.4.4 刀具路径后处理	35
● 案例视频\ex04 1.5 套筒类零件加工	36
1.5.1 加工任务概述	36
1.5.2 确定加工工艺方案	36
1.5.3 创建加工刀具路径	37
1.5.4 刀具路径后处理	41
● 案例视频\ex05 1.6 综合案例	43
1.6.1 加工任务概述	43
1.6.2 确定加工工艺方案	43
1.6.3 创建加工刀具路径	44
1.6.4 刀具路径后处理	52
1.7 习题	52

第2章 二维铣削加工..... 54

2.1 二维铣削加工基础..... 54

2.1.1 刀具设定与管理..... 54

2.1.2 坐标设定..... 57

2.1.3 常用参数..... 57

案例视频\ex06 2.2 凸台零件的加工..... 60

2.2.1 加工任务概述..... 61

2.2.2 确定加工工艺方案..... 61

2.2.3 创建加工刀具路径..... 62

2.2.4 刀具路径后处理..... 74

案例视频\ex07 2.3 半圆弧凹槽零件的加工..... 74

2.3.1 加工任务概述..... 75

2.3.2 确定加工工艺方案..... 75

2.3.3 创建加工刀具路径..... 76

2.3.4 刀具路径后处理..... 85

案例视频\ex08 2.4 箱体类零件的加工..... 85

2.4.1 加工任务概述..... 86

2.4.2 确定加工工艺方案..... 86

2.4.3 创建加工刀具路径..... 87

2.4.4 刀具路径后处理..... 96

案例视频\ex09 2.5 孔类零件全圆铣削加工..... 96

2.5.1 加工任务概述..... 96

2.5.2 确定加工工艺方案..... 96

2.5.3 创建加工刀具路径..... 97

2.5.4 刀具路径后处理..... 107

案例视频\ex10 2.6 印章零件雕刻加工..... 108

2.6.1 加工任务概述..... 108

2.6.2 创建加工刀具路径..... 109

案例视频\ex11 2.7 螺纹加工..... 110

2.7.1 加工任务概述..... 111

2.7.2 加工模型准备..... 111

2.7.3 创建加工刀具路径..... 111

2.8 习题..... 113

第3章 三维曲面加工..... 115

3.1 曲面加工基本概念..... 115

3.1.1 曲面的选取..... 116

3.1.2	曲面干涉问题	116
3.1.3	曲面深度的设定	117
3.2	曲面加工基础	117
3.2.1	Mastercam 曲面加工方法介绍	117
3.2.2	曲面加工参数设置	118
案例视频\ex12	3.3 肥皂盒凸模曲面平行铣削加工	121
3.3.1	加工任务概述	121
3.3.2	确定加工工艺方案	122
3.3.3	创建加工刀具路径	122
3.3.4	刀具路径后处理	124
案例视频\ex13	3.4 圆形零件放射状加工	125
3.4.1	加工任务概述	125
3.4.2	确定加工工艺方案	125
3.4.3	创建加工刀具路径	126
3.4.4	刀具路径后处理	129
案例视频\ex14	3.5 简单零件曲面流线加工	130
3.5.1	加工任务概述	130
3.5.2	确定加工工艺方案	130
3.5.3	创建加工刀具路径	131
3.5.4	刀具路径后处理	134
案例视频\ex15	3.6 文字投影加工	134
3.6.1	加工任务概述	135
3.6.2	确定加工工艺方案	135
3.6.3	创建加工刀具路径	135
3.6.4	刀具路径后处理	136
案例视频\ex16	3.7 手机凹模加工	137
3.7.1	加工任务概述	137
3.7.2	确定加工工艺方案	137
3.7.3	创建加工刀具路径	138
3.7.4	刀具路径后处理	141
案例视频\ex17	3.8 瓶盖凹模加工	142
3.8.1	加工任务概述	142
3.8.2	确定加工工艺方案	142
3.8.3	创建加工刀具路径	142
3.8.4	刀具路径后处理	143
案例视频\ex18	3.9 复杂曲面凹模加工	144
3.9.1	加工任务概述	144
3.9.2	确定加工工艺方案	144
3.9.3	创建加工刀具路径	145

3.9.4 刀具路径后处理	148
 案例视频\ex19 3.10 三角盖凹模加工	148
3.10.1 加工任务概述	149
3.10.2 确定加工工艺方案	149
3.10.3 创建加工刀具路径	149
3.10.4 刀具路径后处理	152
3.11 习题	154

第4章 线架加工 156

4.1 线架加工概述	156
------------------	-----

 案例视频\ex20 4.2 直纹加工	157
---	-----

4.2.1 加工任务概述	157
4.2.2 确定加工工艺方案	157
4.2.3 创建加工刀具路径	157
4.2.4 刀具路径后处理	159

 案例视频\ex21 4.3 瓶体旋转加工	159
---	-----

4.3.1 加工任务概述	159
4.3.2 确定加工工艺方案	160
4.3.3 创建加工刀具路径	160
4.3.4 刀具路径后处理	161

 案例视频\ex22 4.4 旋钮凹坑 2D 扫描加工	162
--	-----

4.4.1 加工任务概述	162
4.4.2 确定加工工艺方案	162
4.4.3 创建加工刀具路径	162
4.4.4 刀具路径后处理	164

 案例视频\ex23 4.5 3D 扫描加工	165
--	-----

4.5.1 加工任务概述	165
4.5.2 确定加工工艺方案	165
4.5.3 创建加工刀具路径	166
4.5.4 刀具路径后处理	166

 案例视频\ex24 4.6 混式加工	168
---	-----

4.6.1 加工任务概述	168
4.6.2 确定加工工艺方案	168
4.6.3 创建加工刀具路径	168
4.6.4 刀具路径后处理	169

 案例视频\ex25 4.7 玩具车凸模举升加工	170
--	-----

4.7.1 加工任务概述	170
4.7.2 确定加工工艺方案	170
4.7.3 创建加工刀具路径	170

4.7.4 刀具路径后处理	171
4.8 习题	172

第5章 多轴加工 174

5.1 多轴加工基础	174
------------------	-----

5.1.1 多轴加工概述	174
--------------------	-----

5.1.2 多轴加工共同参数	175
----------------------	-----

 案例视频\ex26 5.2 球面曲线五轴加工	178
---	-----

5.2.1 加工任务概述	178
--------------------	-----

5.2.2 确定加工工艺方案	178
----------------------	-----

5.2.3 创建加工刀具路径	178
----------------------	-----

5.2.4 刀具路径后处理	181
---------------------	-----

 案例视频\ex27 5.3 斜面钻孔五轴加工	182
---	-----

5.3.1 加工任务概述	182
--------------------	-----

5.3.2 确定加工工艺方案	182
----------------------	-----

5.3.3 创建加工刀具路径	182
----------------------	-----

5.3.4 刀具路径后处理	183
---------------------	-----

 案例视频\ex28 5.4 沿边五轴加工	184
---	-----

5.4.1 加工任务概述	184
--------------------	-----

5.4.2 确定加工工艺方案	185
----------------------	-----

5.4.3 创建加工刀具路径	185
----------------------	-----

5.4.4 刀具路径后处理	187
---------------------	-----

 案例视频\ex29 5.5 叶片多曲面五轴加工	187
--	-----

5.5.1 加工任务概述	187
--------------------	-----

5.5.2 确定加工工艺方案	187
----------------------	-----

5.5.3 创建加工刀具路径	188
----------------------	-----

5.5.4 刀具路径后处理	189
---------------------	-----

 案例视频\ex30 5.6 风扇叶子沿面五轴加工	189
---	-----

5.6.1 加工任务概述	189
--------------------	-----

5.6.2 确定加工工艺方案	190
----------------------	-----

5.6.3 创建加工刀具路径	190
----------------------	-----

5.6.4 刀具路径后处理	192
---------------------	-----

 案例视频\ex31 5.7 凸轮旋转四轴加工	192
---	-----

5.7.1 加工任务概述	192
--------------------	-----

5.7.2 确定加工工艺方案	192
----------------------	-----

5.7.3 创建加工刀具路径	193
----------------------	-----

5.7.4 刀具路径后处理	193
---------------------	-----

 案例视频\ex32 5.8 环绕五轴加工	195
---	-----

5.8.1 加工任务概述	195
--------------------	-----

5.8.2 确定加工工艺方案	195
5.8.3 创建加工刀具路径	195
5.8.4 刀具路径后处理	197
5.9 习题	198

第6章 线切割加工 200

6.1 线切割工基础	200
6.1.1 线切割加工原理	200
6.1.2 线切割加工工艺内容	201
案例视频\ex33 6.2 齿轮外形线切割加工	207
6.2.1 加工任务概述	207
6.2.2 准备加工模型	207
6.2.3 创建加工刀具路径	208
6.2.4 刀具路径后处理	213
案例视频\ex34 6.3 数字板无屑线切割加工	213
6.3.1 加工任务概述	213
6.3.2 创建加工刀具路径	214
6.3.3 刀具路径后处理	215
案例视频\ex35 6.4 异形板四轴线切割加工	216
6.4.1 加工任务概述	216
6.4.2 创建加工刀具路径	216
6.4.3 刀具路径后处理	219
6.5 习题	220

第7章 高速加工 222

7.1 2D 高速加工	222
7.1.1 2D 高速加工基础	223
案例视频\ex36 7.1.2 板料加工	225
案例视频\ex37 7.1.3 薄板凹槽加工	231
案例视频\ex38 7.1.4 动态铣削加工	235
7.2 曲面高速加工	237
7.2.1 曲面高速加工参数设置	238
案例视频\ex39 7.2.2 吹风机凸模加工	240
案例视频\ex40 7.2.3 不规则斜块加工	247
案例视频\ex41 7.2.4 圆形零件螺旋形加工	252
7.3 习题	255

第8章 综合案例 257

案例视频\ex42 8.1 综合案例一	257
---------------------------	-----

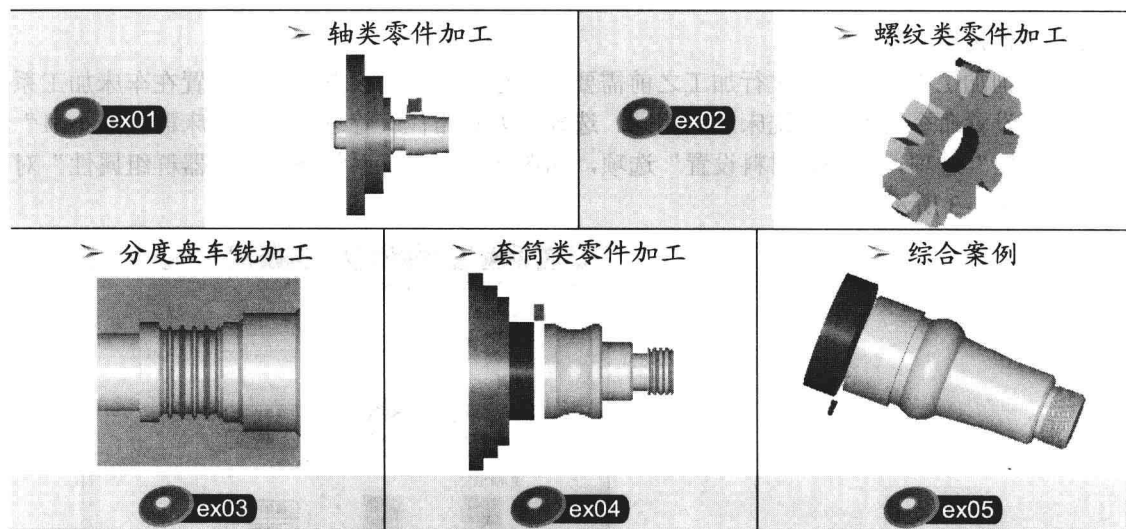
8.1.1	加工任务概述	258
8.1.2	确定加工工艺方案	258
8.1.3	创建加工刀具路径	259
8.1.4	刀具路径后处理	266
案例视频\ex43	8.2 综合案例二	266
8.2.1	加工任务概述	267
8.2.2	确定加工工艺方案	267
8.2.3	创建加工刀具路径	267
案例视频\ex44	8.3 综合案例三	271
8.3.1	加工任务概述	272
8.3.2	确定加工工艺方案	272
8.3.3	创建加工刀具路径	272
案例视频\ex45	8.4 综合案例四	278
8.4.1	加工任务概述	278
8.4.2	确定加工工艺方案	278
8.4.3	创建加工刀具路径	279
案例视频\ex46	8.5 综合案例五	285
8.5.1	加工任务概述	285
8.5.2	确定加工工艺方案	286
8.5.3	创建加工刀具路径	286
案例视频\ex47	8.6 综合案例六	291
8.6.1	加工任务概述	291
8.6.2	确定加工工艺方案	291
8.6.3	创建加工刀具路径	292
案例视频\ex48	8.7 综合案例七	296
8.7.1	加工任务概述	296
8.7.2	确定加工工艺方案	296
8.7.3	创建加工刀具路径	296
案例视频\ex49	8.8 综合案例八	298
8.8.1	加工任务概述	298
8.8.2	确定加工工艺方案	298
8.8.3	创建加工刀具路径	298
案例视频\ex50	8.9 综合案例九	301
8.9.1	加工任务概述	301
8.9.2	确定加工工艺方案	302
8.9.3	创建加工刀具路径	302
8.9.4	刀具路径后处理	312
8.10	习题	312
参考文献		314

第 1 章 车削加工

本章教学要点

- 基于 Mastercam 的车削加工基础知识
- 端面车削加工刀具路径特点
- 粗、精车削加工参数设置
- 径向车削加工与截断车削加工的比较
- 螺纹车削加工的参数设置
- 车铣复合加工
- 刀具路径的后处理

本章案例欣赏



1.1 车削加工基础

车削加工是数控机床中的一大类，其加工精度高，具有自动变速功能。采用数控车床可以进行多种车削加工，包括端面车削、轮廓车削、切槽、钻孔、镗孔、车螺纹、攻螺纹、倒角、切断、滚花等。在进行车削加工前，同样需要对工件、刀具和材料进行相应的设置。在生成刀具路径之后，可以采用加工操作管理器进行刀具路径的编辑、刀具路径模拟、加工模拟和后处理等。数控车床主要用来加工回转体形状的零件，包括表面粗糙度和尺寸精度要求较高的回转体零件和带特殊螺纹的回转体零件。

若要进行车削加工,需在菜单栏中选择【机床类型】→【车床】→【默认】命令,完成机床类型选择后,选择【刀具路径】命令,系统打开如图 1-1 所示的刀具路径子菜单。

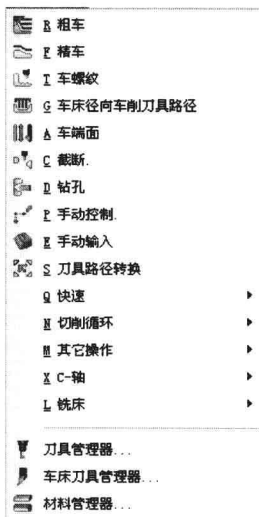


图 1-1 刀具路径子菜单

1.1.1 车削加工对象

数控车削是数控加工中应用最多的加工方法之一。在数控车削加工过程中,工件的旋转是主运动,刀架的移动是进给运动。通过主运动和进给运动,刀具和工件之间产生相对运动,从而使刀具接近工件,并将多余的工件材料切除。

数控车床主要加工回转体零件,因为数控车床具有加工精度高、能作直线运动和圆弧插补(高档车床数控系统还有非圆曲线插补功能),以及在加工过程中能自动变速等特点,因此其工艺范围较普通车床宽得多,可加工的零件类型也更为广泛。下列几种零件最适合数控车削加工。

- ① 轮廓形状特别复杂或难以控制尺寸的回转体零件。
- ② 表面粗糙度、尺寸精度要求高的回转体零件。
- ③ 带特殊螺纹的回转体零件。

1.1.2 工件设置

在车削加工中,对工件进行加工之前需要对其进行相应的设置,工件设置在车床加工系统中调用设置命令的方法与铣床加工相同。选择“刀具路径”管理器中“机床群组最小 1”下的“属性”选项,单击“材料设置”选项,如图 1-2 所示。系统弹出“机器群组属性”对话框,如图 1-3 所示。



图 1-2 “刀具路径”管理器

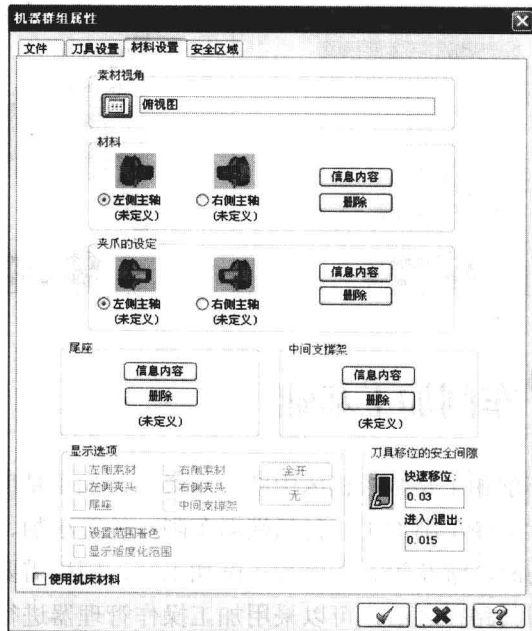


图 1-3 “机器群组属性”对话框

(1) “材料”选项组

在“材料”选项组中可以对工件的主轴转向进行设置,包括“左侧主轴”(左旋)和“右侧主轴”(右旋),其中系统默认为“左侧主轴”。单击“材料”选项组中的“信息内容”按钮,系统弹出“机床组件材料”对话框,如图 1-4 所示。

单击“图形”选项卡,可在“图形”下拉列表框中选择工件素材的形状,系统提供了“实体图素”、“立方体”、“圆柱体”、“挤出”、“旋转”5种形状。

结束工件素材的选择,可在如图 1-5 所示的界面中对工件的参数进行设置。

“由两点产生”按钮:单击该按钮,在绘图区选择两点作为毛坯的两个顶点来定义毛坯外形。例如,在图中可以用两个顶点来定义毛坯外形,产生如图 1-6 所示的结果。

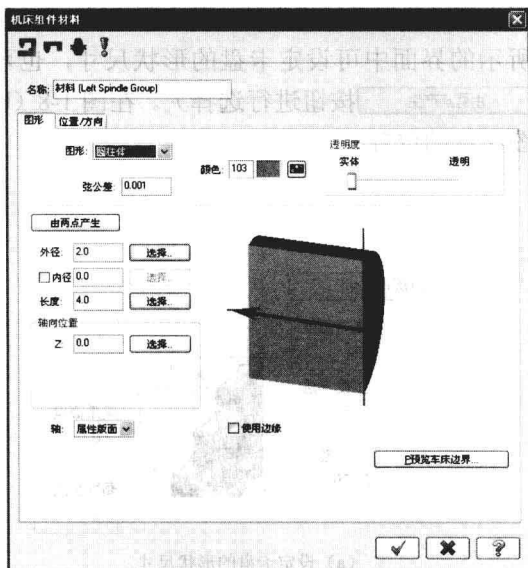


图 1-4 “机床组件材料”对话框

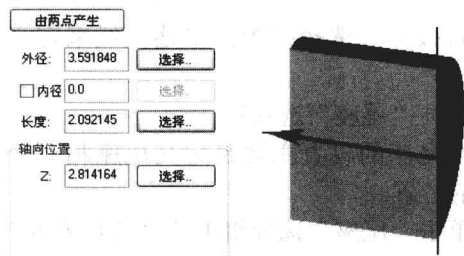


图 1-5 素材参数设置

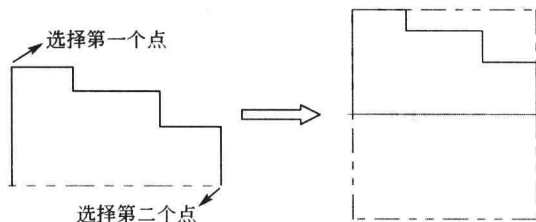


图 1-6 由两点产生工件外形

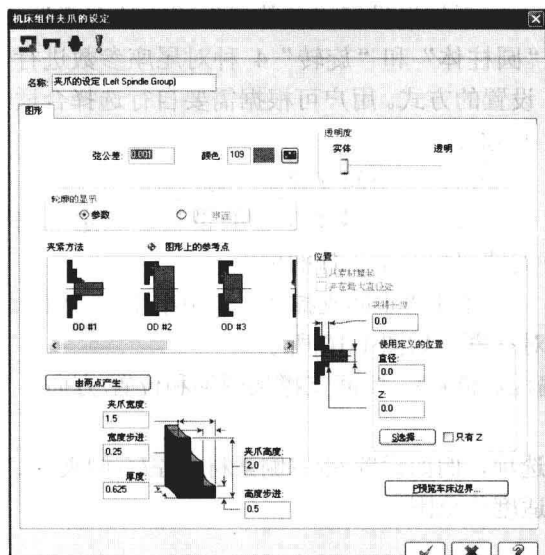


图 1-7 “机床组件夹具的设定”对话框

除了“由两点产生”定义毛坯外形外,也可以在“外径”、“内径”(定义内圆孔)和“长度”文本框内来定义毛坯外形。

(2) “夹具的设定”选项组

夹具也就是卡盘,主要用于夹紧工件以确定工件的位置,夹具边界在绘图区以设定的颜色显示。

在“夹具的设定”选项组中可以对夹具的转向进行设置,同样可以选择“左侧主轴”(左旋)和“右侧主轴”(右旋),其中系统默认为“左侧主轴”。

单击“夹具的设定”中的“信息内容”按钮,系统弹出“机床组件夹具的设定”对话框,如图 1-7 所示。

① “参数”单选按钮:选择该单选按钮,

用户可以选择系统提供的 7 种夹紧方法，可根据需要在“夹紧方法”选项框中选择。在图 1-8（a）所示的界面中可设定卡盘的形状尺寸，也可以在绘图区选择两点来定义卡盘的边界（单击 **由两点产生** 按钮进行选择）。在图 1-8（b）所示的“位置”选项组中可设置卡盘相对于绘图坐标的位置。

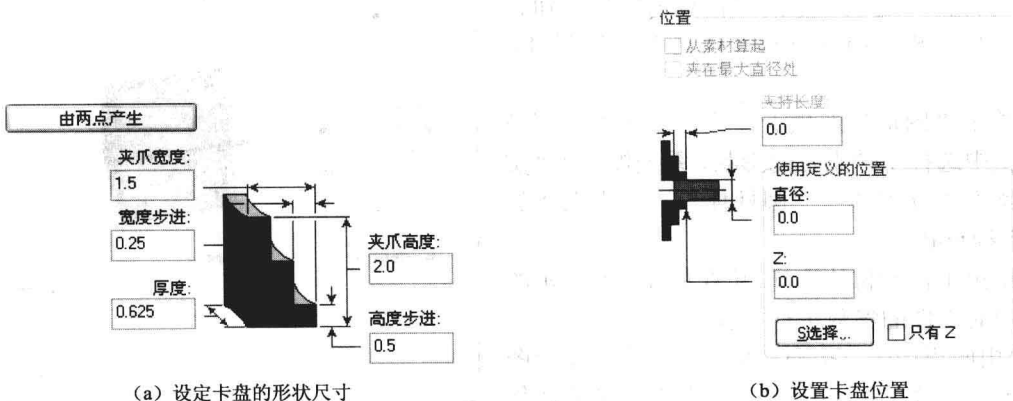


图 1-8 卡盘的形状尺寸及位置的设定框

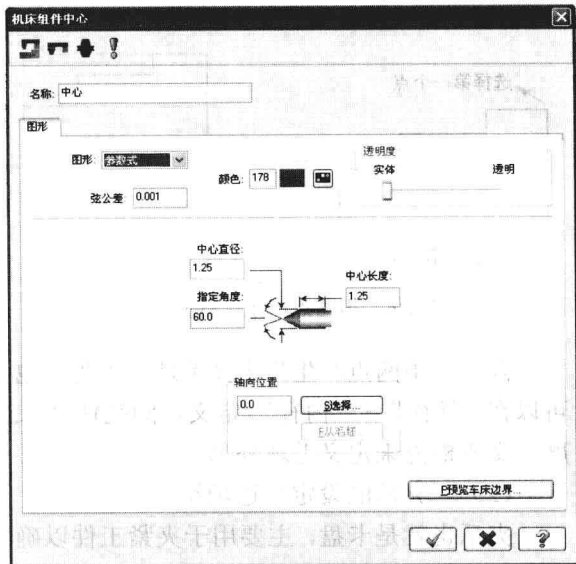


图 1-9 “机床组件中心”对话框

② “串连”单选按钮：选择该单选按钮可直接通过选择绘图区串连曲线来定义卡盘。

（3）“尾座”选项组

对尾座的设置主要是定义尾座相对于工件的位置。

单击“尾座”选项组中的“信息内容”按钮，系统弹出“机床组件中心”对话框，如图 1-9 所示。

系统提供了“参数式”、“实体图素”、“圆柱体”和“旋转”4 种对尾座参数进行设置的方式。用户可根据需要自行选择合适的方式。

（4）“中间支撑架”选项组

对中间支撑架参数的设置是确定中间支撑架相对于工件的位置。

单击“中间支撑架”选项组中的“信息内容”按钮，系统弹出“机床组件中间支撑架”对话框，如图 1-10 所示。

利用该对话框可设置中间支撑架的参数(如编程点位置)、中间支撑架图形和位置/方向。

（5）“显示选项”选项组

该选项组用于设置机器群组相关材料的显示选项，例如设置左/右侧素材、左/右侧夹头、尾座、中间支撑架，还可以设置范围着色和显示适度化范围。

（6）“刀具移位的安全间隙”选项组

在该选项组可以设置快速移位量和进入/退出参数值。正确的快速移位量和进入/退出参

数值可以保证加工的快速性和有效性。

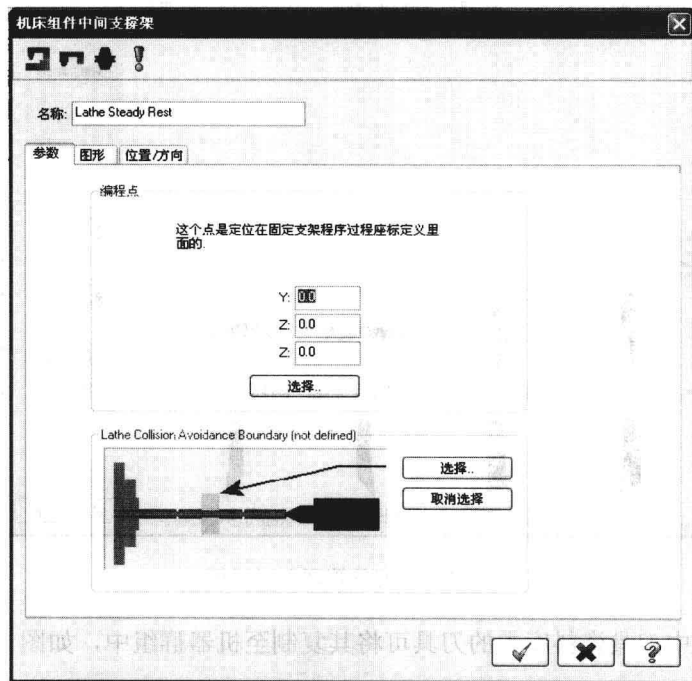


图 1-10 “机床组件中间支撑架”对话框

提示

工件材料、夹爪、尾座、中间支撑架之间的关系如图 1-11 所示。

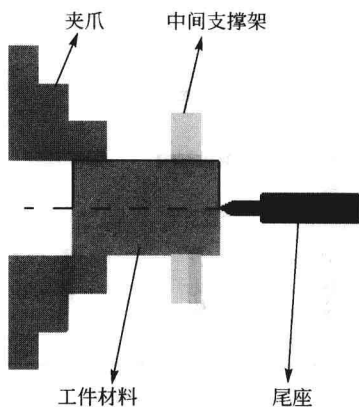


图 1-11 工件材料、夹爪、尾座、中间支撑架关系图

1.1.3 刀具设定与管理

车削加工必须使用专门的车削刀具。选择【刀具路径】→【车床刀具管理器】命令，系统弹出“刀具管理”对话框，如图 1-12 所示。

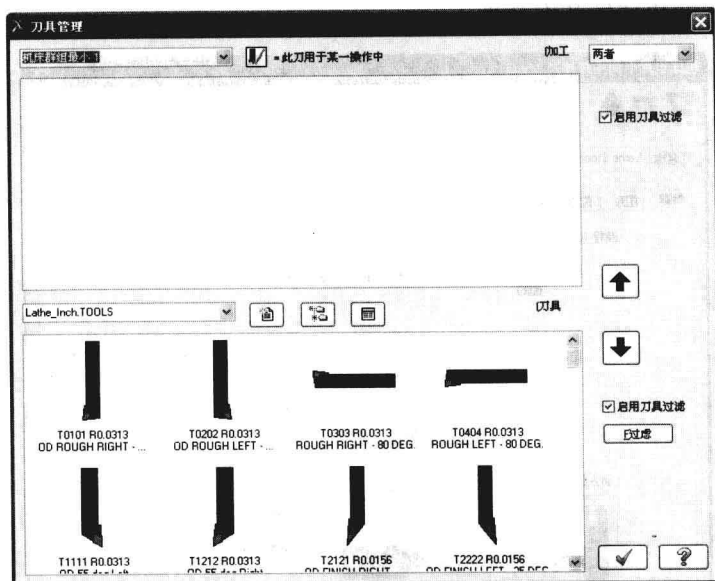


图 1-12 “刀具管理”对话框

单击该对话框中刀具资料库中的刀具可将其复制至机器群组中，如图 1-13 所示。

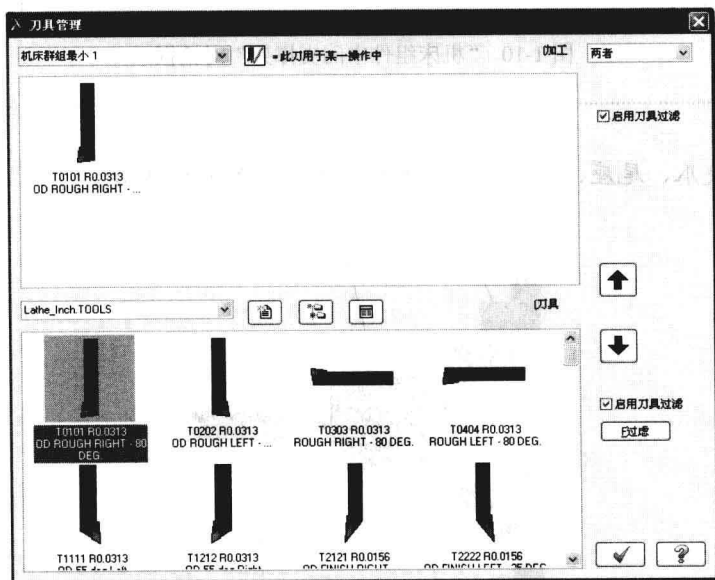


图 1-13 复制刀具至机器群组

用户可以对复制到机器群组中的刀具进行定义参数的设置。在“刀具管理”对话框的机器群组刀具列表中双击要设置的刀具，系统弹出“定义刀具-机床群组最小 1”对话框，如图 1-14 所示。

在该对话框中，用户可以对刀具类型、刀片类型、刀把和刀具参数进行选择和设置。

(1) 刀具类型

选择“定义刀具-机床群组最小 1”对话框中的“类型·一般车削”选项卡，如图 1-15