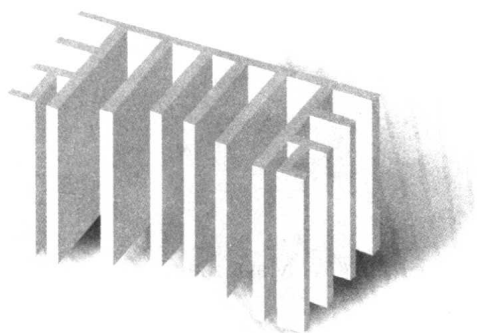


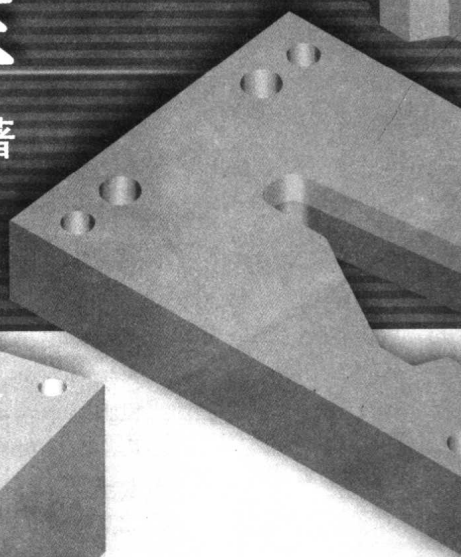
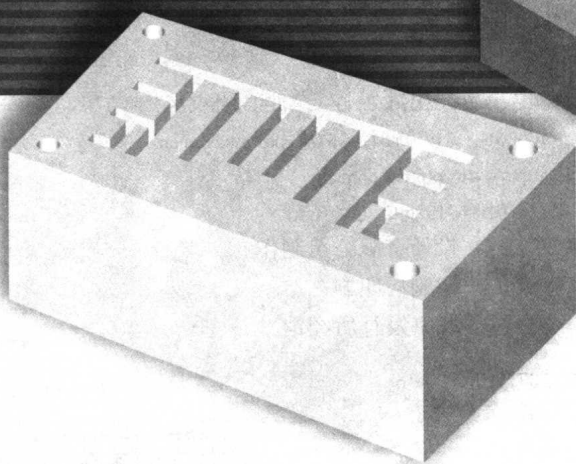


电火花线切割

——Mastercam 9.0

基础教程

何满才 编著



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

图书在版编目 (CIP) 数据

电火花线切割——Mastercam 9.0 基础教程/何满才编著.

—北京: 人民邮电出版社, 2004.7

ISBN 7-115-12435-3

I. 电... II. 何... III. 电火花线切割—程序设计—应用软件, Mastercam 9.0—教材
IV. TG484-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 070426 号

内 容 提 要

Mastercam 9.0 是 Mastercam 的最新版本, 在 Mastercam 8.0 的基础上又增加了很多新的功能和模块。本书主要介绍 Mastercam Wire 9 电火花线切割模块在金属切削、模具设计与加工方面的运用。内容主要包括电火花加工的原理及过程, 电火花线切割机床及操作, 电火花线切割加工工艺, 线切割 3B 代码及 G 代码编程, Wire 9 系统的显示界面及系统设置、基本绘图及编辑功能、图形标注及分析功能、实例绘图设计、线切割共同参数设置、外形线切割参数设置、4 轴线切割参数设置、线切割轨迹及实体切割模拟等内容。

本书内容翔实, 实例讲解通俗易懂, 配合动画教学光盘, 能使读者快速、全面地掌握 Mastercam Wire 9 强大的设计和线切割功能, 提高综合应用 Mastercam 9.0 解决实际问题的能力。

本书适合初学线切割知识的读者使用, 也可作为从事数控加工和模具设计的工程技术人员的参考书。

电火花线切割——Mastercam9.0 基础教程

◆ 编 著 何满才
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>
读者热线 010-67132692
北京汉魂图文设计有限公司制作
北京顺义振华印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 39.75

字数: 967 千字

印数: 1-6 000 册

2004 年 7 月第 1 版

2004 年 7 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-12435-3/TP · 4080

定价: 62.00 元 (附光盘)

本书如有印装质量问题, 请与本社联系 电话: (010) 67129223

关于本书

本书内容和特点

Mastercam 是美国 CNC Software, Inc 公司开发的 CAD/CAM 一体化软件。它集二维绘图、三维实体、曲面设计、体素拼合、数控编程、刀具路径模拟及真实感模拟等功能于一身, 对系统运行环境要求较低, 使用户无论是在造型设计、CNC 铣床、CNC 车床或 CNC 线切割等加工操作中, 都能获得最佳效果。Mastercam 基于 PC 平台、支持中文环境、价位适中, 对于广大的中小企业来说是最理想的选择。

Mastercam 9.0 是 Mastercam 的最新版本, 在 Mastercam 8.0 的基础上又增加了新的功能和模块。

1. 设计方面

单体模式可以选取“曲面边界”、可以动态选取串连起始点, 增加了工作坐标系统 WCS。在实体管理器中, 可以直接切换“切除实体”和“增加凸缘”两种操作, 可以将曲面转成开放的薄片实体 (Sheet Solid) 或封闭的实体 (Solid body), 可增加薄片实体的厚度, 移除实体中指定的面, 由布尔运算或修剪操作分割实体并保留所有结果等功能。

2. 加工方面

除了更改刀具直径和刀角半径需重新计算刀具路径外, 其他参数的更改不需要重新计算刀具路径, 改进了刀具补偿控制, 安全高度可选择是否“只在最前和最后的操作才使用”。打开文件时, 可选择是否载入 NCI 资料, 可以大大缩短读取大文件的时间, 能自动检测实体中的孔, 并建立钻孔操作, 可指定单一实体面做干涉面等功能。

本书主要介绍 Mastercam Wire 9 电火花线切割模块在金属切削、模具设计与加工方面的应用, 主要分为以下 3 大部分:

- 第 1 部分主要介绍电火花线切割的基础知识, 包括电火花加工的原理及过程、电火花线切割机床及操作、电火花线切割加工工艺、线切割 3B 代码及 G 代码编程等内容。
- 第 2 部分主要介绍 Wire 9 系统的功能, 包括系统的显示界面及系统设置、基本绘图及编辑功能、图形标注及分析功能、实例绘图设计等内容。
- 第 3 部分主要介绍 Wire 9 系统的线切割功能, 包括线切割共同参数设置、外形线切割参数设置、4 轴线切割参数设置、线切割轨迹及实体切割模拟、典型线切割实例等内容。

读者对象

本书可作为大、中专院校及各类线切割培训班的辅助教材, 也可作为从事金属切削、数控加工及机械、模具设计领域的工程技术人员作为参考书。

本书附盘内容

为了方便读者学习，本书附带一张光盘，给出了书中绘图练习及切割练习求解过程的动画教学文件，读者可以通过教学文件来辅助学习。通过对范例的练习，将帮助初学者轻松、快速、全面地掌握 Wire 9 系统强大的设计和线切割功能。

光盘主要内容介绍如下。

- “实例设计结果”文件夹下包含本书实例设计的操作结果文件，读者可以直接将其打开查看实例设计的最终结果。
- “实例加工结果”文件夹下包含本书实例加工的操作结果文件，读者可以直接将其打开进行切割轨迹模拟及实体切割模拟操作。
- “动画教学”文件夹下包含本书每个实例求解过程的动画演示文件（.avi 格式），读者可以用 Windows 系统中自带的“媒体播放器”等工具播放。书中的文件编号与光盘中的文件编号一一对应。

注意：播放文件前要安装光盘根目录下的“tsc.exe”插件，否则，可能导致播放失败。

本书约定

为了叙述方便，本书在叙述命令调用时，采用了如下写法：

例如“选择 **Create / Line / Multi** 命令”，其含义是先用鼠标左键单击主菜单中的 **Create** 命令，然后在出现的 **Create** 菜单中单击 **Line** 命令，再单击 **Line** 菜单中的 **Multi** 命令。

本书由何满才主笔，参与编写和审校的人员有曾辉、谢春燕、朱建江、何玉芬、谢平霞、刘中华、全晓雪、谢桂红、朱正才、阳铮、全晓霞、胡兰美、何小力、谢云军等。

感谢您选择了本书，也请您把对本书的意见和建议告诉我们。

电子函件：3dhmc@163.com（作者），liyongtao@ptpress.com.cn（责任编辑）。

作者

2004 年 5 月

目 录

第 1 篇 电火花线切割基础	1
第 1 章 电火花线切割概述	3
1.1 电火花加工的概念、特点及发展概况	3
1.1.1 电火花加工的概念	3
1.1.2 电火花加工的特点	3
1.1.3 电火花加工发展概况	4
1.2 电火花加工的基本原理、过程及影响因素	4
1.2.1 电火花加工的基本原理	4
1.2.2 电火花加工的过程	5
1.2.3 电火花加工的影响因素	6
1.3 电火花加工的分类	8
1.4 电火花线切割的原理、特点和分类	8
1.4.1 电火花线切割的原理	8
1.4.2 电火花线切割的特点	9
1.4.3 电火花线切割的分类	9
第 2 章 电火花线切割机床及操作	11
2.1 电火花线切割机床	11
2.1.1 电火花线切割机床的组成	11
2.1.2 电火花线切割机床的型号及主要参数	13
2.1.3 电极丝材料种类、名称和规格	13
2.2 电火花线切割机床基本操作	13
2.2.1 电火花线切割机床一般操作顺序	14
2.2.2 贮丝筒上丝	14
2.2.3 穿丝操作	15
2.2.4 贮丝筒行程调整	15
2.2.5 电极丝垂直找正	16
2.2.6 工件装夹及找正	17
2.2.7 线切割工作液的配制与更换	19
2.2.8 新丝加工的紧丝操作	20
2.2.9 加工中的断丝操作	20
2.2.10 加工操作中的注意事项	20
2.3 电火花线切割机床维护与保养	21
2.3.1 机床的清理	21
2.3.2 机床的润滑	21

2.3.3 机床易损件的维护	21
第3章 电火花线切割加工工艺	23
3.1 电火花线切割加工步骤	23
3.1.1 分析零件图纸	23
3.1.2 工艺处理	23
3.1.3 数学处理	24
3.1.4 编制加工程序	24
3.1.5 程序检验	25
3.1.6 线切割机加工	25
3.1.7 切割工件检验	25
3.2 穿丝孔、起切点及走丝路线确定	25
3.2.1 穿丝孔的确定	25
3.2.2 穿丝孔找中心	26
3.2.3 起切点的确定	27
3.2.4 走丝路线的确定	28
3.3 线切割电参数选择	29
3.4 常见故障的判断与排除	29
3.4.1 打开贮丝筒发生断丝	29
3.4.2 加工刚开始发生断丝	29
3.4.3 加工过程中发生断丝	29
3.4.4 加工结束时发生断丝	30
3.4.5 加工中频繁短路	31
3.4.6 找中心失灵	31
第4章 线切割 3B 代码编程	33
4.1 数控编程基础	33
4.1.1 数控、数控编程的概念	33
4.1.2 数控程序的分类	33
4.1.3 数控程序的格式及组成	34
4.1.4 数控系统的基本功能	35
4.2 线切割编程基础	36
4.2.1 线切割编程的概念	36
4.2.2 线切割程序的分类	36
4.3 线切割快走丝 3B 代码数控编程	36
4.3.1 3B 代码程序格式	37
4.3.2 斜线(直线)编程	37
4.3.3 圆弧编程	39
4.4 3B 代码编程中的补偿	41

4.4.1 补偿量	41
4.4.2 补偿量实现方式	42
4.5 带尺寸公差的编程计算方法	44
4.6 3B 代码综合编程实例	44
第 5 章 线切割 G 代码编程	59
5.1 线切割 G 代码编程常用准备功能	59
5.1.1 绝对坐标指令 G90	59
5.1.2 相对坐标指令 G91	59
5.1.3 起点坐标设定指令 G92	60
5.1.4 快速点定位指令 G00	60
5.1.5 直线插补指令 G01	60
5.1.6 圆弧插补指令 G02、G03	61
5.1.7 电极丝半径补偿指令 G40、G41、G42	63
5.1.8 锥度切割指令 G50、G51、G52	65
5.1.9 镜像和交换指令 G05~G12	67
5.2 线切割 G 代码编程常用辅助功能	69
5.2.1 加工暂停指令 M00、M01	69
5.2.2 程序结束指令 M02、M30	69
5.3 G 代码综合实例编程	70
第 2 篇 Mastercam Wire 9 线切割设计	79
第 6 章 Wire 9 系统概述	81
6.1 Wire 9 系统要求	81
6.1.1 硬件配置	81
6.1.2 软件环境	81
6.2 Wire 9 系统的安装和启动	82
6.2.1 Wire 9 系统的安装	82
6.2.2 Wire 9 系统的启动	88
6.3 Wire 9 系统的显示界面	90
6.3.1 标题栏	90
6.3.2 工具栏	90
6.3.3 主菜单	94
6.3.4 次菜单	95
6.3.5 绘图区	95
6.3.6 系统提示区	95
6.3.7 对话框操作	95
6.3.8 使用帮助	96

6.4 Wire 9 系统的退出	97
第 7 章 Wire 9 系统设置	99
7.1 内存配置	99
7.2 公差设置	100
7.3 传输参数设置	101
7.4 文件管理设置	102
7.5 打印参数设置	102
7.6 工具栏/快捷键设置	103
7.7 NC 设置	104
7.8 CAD 设置	105
7.9 启动/退出设置	110
7.10 屏幕显示设置	112
第 8 章 绘图前的准备	119
8.1 键盘按键说明	119
8.1.1 系统预设值	119
8.1.2 回主菜单和上层菜单	120
8.1.3 Wire 9 快捷键	120
8.2 构图面深度设置	121
8.3 颜色设置	121
8.4 图层设置	122
8.4.1 图层介绍	122
8.4.2 建立和控制图层	123
8.5 属性设置	124
8.6 群组设置	126
8.7 限定图层	131
8.8 起始点、穿丝点、停留点和工作原点设置	131
8.9 构图面设置	132
8.10 视图设置	135
8.11 屏幕显示设置	136
8.11.1 统计图素	137
8.11.2 端点显示	137
8.11.3 清除颜色	138
8.11.4 更改几何图形颜色	138
8.11.5 更改几何图形图层	138
8.11.6 更改几何图形属性	139
8.11.7 曲面与实体显示——Surf disp	140
8.11.8 简化屏幕	143

8.11.9	属性复制	144
8.11.10	定义系统屏幕中心	144
8.11.11	隐藏几何图形	144
8.11.12	栅格捕捉和显示	145
8.11.13	自动捕捉	145
8.11.14	重构画面	146
8.11.15	剪切至剪切板	146
8.11.16	合并视图	146
8.11.17	视窗设置——Viewports	146
8.11.18	图形打印	147
8.12	文件管理	149
8.12.1	新建文件	149
8.12.2	编辑文件	150
8.12.3	打开文件	153
8.12.4	合并文件	155
8.12.5	文件列表	155
8.12.6	文件保存	155
8.12.7	文件部分保存	155
8.12.8	文件浏览	156
8.12.9	文件输入与输出	157
8.12.10	文件属性	168
8.12.11	进入 DOS 环境	169
8.12.12	释放内存	169
8.12.13	文件打印	169
8.12.14	数据传输	170
8.12.15	NC 程序重新排号	170
8.12.16	退出 Wire 9 系统	171

第 9 章 Wire 9 基本绘图 173

9.1	绘制点	173
9.1.1	绘制位置点——Position	174
9.1.2	绘制等分点——Along ent	177
9.1.3	绘制参数式曲线节点——Node pts	178
9.1.4	绘制 NURBS 曲线控制点——Cpts NURBS	178
9.1.5	动态绘制点——Dynamic	178
9.1.6	指定长度绘制点——Length	179
9.1.7	绘制分割点——Slice	179
9.1.8	绘制曲面投影点——Srf project	180
9.1.9	绘制垂直偏移点——Perp/dist	181

9.1.10	绘制栅格点——Grid	181
9.1.11	绘制圆周点——Bolt circle	182
9.1.12	绘制小于指定半径值的圆心点——Small arcs	182
9.2	绘制线	183
9.2.1	绘制水平线——Horizontal	183
9.2.2	绘制垂直线——Vertical	184
9.2.3	两点绘制线段——Endpoints	184
9.2.4	绘制连续线——Multi	185
9.2.5	绘制极坐标线——Polar	186
9.2.6	绘制切线——Tangent	186
9.2.7	绘制法线——Perpendclr	188
9.2.8	绘制平行线——Parallel	189
9.2.9	绘制分角线——Bisect	190
9.2.10	绘制最近线——Closest	190
9.3	绘制圆弧	191
9.3.1	绘制极坐标圆弧——Polar	191
9.3.2	两点绘制圆弧——Endpoints	193
9.3.3	三点绘制圆弧——3 points	193
9.3.4	绘制切圆弧——Tangent	194
9.3.5	两点绘制圆——Circ 2 pts	196
9.3.6	三点绘制圆——Circ 3 pts	197
9.3.7	半径绘制圆——Circ pt+rad	197
9.3.8	直径绘制圆——Circ pt+dia	198
9.3.9	中心点与边界绘制圆——Circ pt+edg	198
9.4	绘制倒圆角	199
9.5	绘制曲线	200
9.6	绘制矩形	206
9.6.1	一点法绘制矩形——1 point	206
9.6.2	两点法绘制矩形——2 points	207
9.6.3	矩形参数设定——Options	207
9.7	绘制倒角	209
9.8	绘制文字	210
9.9	插入文件	214
9.10	绘制暂停点	217
9.11	绘制椭圆	218
9.12	绘制多边形	219
9.13	绘制边界框	221
9.14	绘制螺旋线	223
9.15	增加外挂 C-Hooks 程式	229

9.15.1	Fplot*——函数图形程式	230
9.15.2	Gear*——绘制齿轮	233
9.15.3	Htable*——孔列表	235
9.16	绘制三维曲面曲线、曲面和实体	237

第 10 章 Wire 9 基本编辑

10.1	目标选择	239
10.1.1	取消选择——Unselect	239
10.1.2	串连选择——Chain	239
10.1.3	视窗选择——Window	240
10.1.4	区域选择——Area	242
10.1.5	特性选择——Only	243
10.1.6	全部选择——All	244
10.1.7	群组选择——Group	245
10.1.8	结果选择——Result	245
10.1.9	确认选择——Done	245
10.2	修改几何图形——Modify	246
10.2.1	倒圆角	246
10.2.2	修剪几何图形——Trim	246
10.2.3	打断几何图形——Break	250
10.2.4	连接几何图形——Join	255
10.2.5	修改曲面法向——Normal	256
10.2.6	修改曲线控制点——Cpts NURBS	257
10.2.7	转换曲线——X to NURBS	258
10.2.8	延伸几何图形——Extend	258
10.2.9	动态移动几何图形——Drag	259
10.2.10	曲线变弧——Cnv to arcs	261
10.3	转换几何图形——Xform	262
10.3.1	镜像几何图形——Mirror	262
10.3.2	旋转几何图形——Rotate	263
10.3.3	缩放几何图形——Scale	264
10.3.4	压扁几何图形——Squash	266
10.3.5	移动几何图形——Translate	267
10.3.6	偏移几何图形——Offset	271
10.3.7	串连偏移——Ofs ctour	273
10.3.8	拉伸几何图形——Stretch	274
10.3.9	卷成圆筒——Roll	275
10.4	删除几何图形——Delete	277

第 11 章 图形标注	279
11.1 尺寸标注基础	279
11.2 尺寸标注样式——Globals	280
11.2.1 尺寸属性设置	281
11.2.2 尺寸文本设置	282
11.2.3 注解文本设置	287
11.2.4 尺寸线、尺寸界线和尺寸箭头设置	288
11.2.5 其他设置	291
11.3 尺寸标注——Dimension	293
11.3.1 水平标注——Horizontal	293
11.3.2 垂直标注——Vertical	294
11.3.3 平行标注——Parallel	294
11.3.4 基线标注——Baseline	295
11.3.5 连续标注——Chained	295
11.3.6 圆标注——Circular	296
11.3.7 角度标注——Angular	297
11.3.8 相切标注——Tangent	297
11.3.9 顺序坐标标注——Ordinate	298
11.3.10 点标注——Point	302
11.3.11 公差标注	302
11.4 图形注解及引线标注——Note	304
11.5 绘制尺寸界线及引线——Witness、Leader	308
11.6 尺寸编辑——Multi edit	308
11.7 文本编辑——Edit text	309
11.8 图案填充——Hatch	311
11.9 更新尺寸标注——Regenerate	313
第 12 章 图形分析	315
12.1 点分析——Point	315
12.2 外形分析——Contour	315
12.3 几何对象分析与编辑——Only	317
12.3.1 点分析与编辑——Points	317
12.3.2 线分析与编辑——Lines	319
12.3.3 圆弧分析与编辑——Arcs	321
12.3.4 曲线分析与编辑——Splines	322
12.3.5 曲面分析与编辑——Surfaces	323
12.3.6 实体分析与编辑——Solids	323
12.3.7 颜色分析与编辑——Color	325
12.3.8 图层分析与编辑——Level	325

12.3.9 限定分析与编辑——Mask	325
12.4 两点间距离分析——Between pts	326
12.5 角度分析——Angle	326
12.6 动态分析——Dynamic	327
12.7 面积/体积分析——Area/volume	327
12.7.1 2D 面积分析——2D area	328
12.7.2 曲面面积分析——Surface area	328
12.7.3 实体体积分析——Solid props	329
12.8 几何图形编号分析——Number	330
12.9 串连分析——Chain	330
12.10 曲面分析——Surfaces	331
第 13 章 Wire 9 线切割设计实例	333
13.1 样板	333
13.2 五角星	334
13.3 三角样板	336
13.4 多腔凹模	337
13.5 “CNC” 文字	339
13.6 锥凸台	341
13.7 喷嘴	343
13.8 CPU 散热片	344
13.9 拼图板	351
13.10 凸轮	356
13.11 盖板	358
13.12 手柄	361
13.13 固定滑块	365
13.14 镶件	368
13.15 支套	372
13.16 指针	375
13.17 薄钢片落料模	380
13.18 上圆下方异形件	383
13.19 心凸台	384
13.20 三角锥	388
第 3 篇 Mastercam Wire 9 线切割加工	391
第 14 章 Wire 9 外形线切割	393
14.1 Wire 9 线切割方法	393
14.2 线切割共同参数	394

14.2.1	电极丝参数设置	394
14.2.2	放电间隙及预留量设置	396
14.2.3	程序名及行号设置	396
14.2.4	程序注解文本	397
14.2.5	线切割起始点、穿丝点、停留点和工作原点设置	397
14.2.6	更改 NCI 文件名及保存路径	399
14.2.7	NCI 文件杂项变数	399
14.2.8	NCI 文件指令文本	400
14.3	外形设置——Contour	400
14.3.1	切割方式	401
14.3.2	锥度设置	401
14.3.3	高度设置	402
14.3.4	补偿设置	404
14.3.5	转角设置	409
14.3.6	寻找相交性	412
14.3.7	误差设置	412
14.3.8	过滤设置	412
14.3.9	锥度切割转角设置	413
14.3.10	锥度切割圆角设置	416
14.3.11	CW/CCW 转角/圆角参数切换	418
14.4	导引入/导引出——Lead in/out	418
14.4.1	外形导引入/导引出——Contour Leads	418
14.4.2	支撑切割导引入/导引出——Tab Cut Leads	423
14.4.3	精切割导引入/导引出——Finish Leads	424
14.5	切割设置——Cuts	425
14.5.1	粗、精切割设置	426
14.5.2	支撑切割设置	427
14.5.3	粗切割、支撑切割和精切割顺序设置	427
14.5.4	支撑切割暂停代码产生之时机	429
14.5.5	切割暂停代码输出形式	430
14.5.6	切割状态显示	432
14.6	切割控制——General	433
14.6.1	切割方向控制	433
14.6.2	外形控制	434
14.6.3	子程序控制	435
14.6.4	线切割机控制	437
14.7	工件设置	437
14.7.1	设置工件尺寸	438
14.7.2	设置工件原点	439

14.7.3 其他参数设置	440
14.8 操作管理	441
14.8.1 编辑切割参数	442
14.8.2 编辑串连外形	442
14.8.3 数据重新生成	443
14.8.4 切割轨迹模拟	443
14.8.5 实体切割模拟	446
14.8.6 后处理	448
14.9 外形线切割实例	452
14.9.1 样板	452
14.9.2 五角星	460
14.9.3 三角样板	468
14.9.4 多腔凹模	478
14.9.5 “CNC” 文字	487
14.9.6 锥凸台	494
14.9.7 喷嘴	501
第 15 章 Wire 9 4 轴线切割	511
15.1 4 轴线切割概要	511
15.2 4 轴设置——4 Axis	512
15.2.1 高度设置	512
15.2.2 切割轨迹 Z 高度参考方式	513
15.2.3 NC 代码输出格式	513
15.2.4 同步设置	514
15.3 4 轴线切割实例	514
第 16 章 Wire 9 线切割实例	537
16.1 CPU 散热片	537
16.2 拼图板	544
16.3 凸轮	551
16.4 盖板	558
16.5 手柄	564
16.6 固定滑块	571
16.7 镶件	579
16.8 支套	585
16.9 指针	592
16.10 薄钢片落料模凸模	598
16.11 薄钢片落料模凹模	606

附 录..... 615

 表 1 JB3208-83 准备功能 G 代码..... 615

 表 2 JB3208-83 辅助功能 M 代码..... 617

参考文献 619

第1篇 电火花线切割基础

本篇从电火花加工的概念和特点入手，简要介绍了电火花加工的基本原理、电火花线切割设备的基本操作及电火花线切割加工工艺。详细介绍了数控系统的基本功能、线切割快走丝 3B 代码编程、线切割慢/快走丝 G 代码编程等内容。以实例形式详细介绍了手工 3B 代码和 G 代码编程的方法及技巧。

本篇内容如下：

- 电火花线切割概述
- 电火花线切割机床及操作
- 电火花线切割加工工艺
- 线切割 3B 代码编程
- 线切割 G 代码编程