



本书含光盘

Cimatron

三轴铣削

NC加工详解

王达斌 编著



北京大学出版社
<http://cbs.pku.edu.cn>

Cimatron 系列丛书

Cimatron 三轴铣削 NC 加工详解

王达斌 编著

北京大学出版社

• 北 京 •

内 容 简 介

本书完全按照加工的实际环境编写,是作者根据自己多年来学习与运用 Cimatron 软件的体会及学习资料汇集整理而成的,包含作者自学成才的全部心血,内容涉及 Cimatron 在三轴铣床加工过程中的全部操作,具体包括 Cimatron[®] 三轴铣削 NC 加工的各个功能的使用;Cimatron[®] 的智能 NC 功能;高速加工技术;刀路编辑功能;刀路和刀库的建立、使用、管理、仿真与验证等。最后还汇总了很多刀路操作的常见错误并一一进行剖析。全书行文流畅,分析内容颇具心得,是 Cimatron 初级用户不可多得的好书,也可作为中、高级用户的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

Cimatron 三轴铣削 NC 加工详解/王达斌编著. —北京:北京大学出版社, 2003.7

(Cimatron 系列丛书)

ISBN 7-301-06404-7

I.C... II.王... III.数控机床:多轴铣床—金属切削—应用软件, Cimatron IV.TG547

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 057624 号

书 名: Cimatron 三轴铣削 NC 加工详解

著作责任者: 王达斌 编著

责任编辑: 赵乐静

标准书号: ISBN 7-301-06404-7/TP·0719

出版者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区中关村北京大学校内 100871

网 址: <http://cbs.pku.edu.cn> <http://www.macrowin.net>

电 话: 发行部 62750672 62765127 编辑部 62765126 邮购部 62752015

电子信箱: macrowin@macrowin.net

排 版 者: 北京东方人华北大彩印中心 电话: 62754190

印 刷 者: 河北涿县鑫华书刊印刷厂

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

787 毫米×1092 毫米 16 开本 23.625 印张 567 千字

2003 年 9 月第 1 版 2003 年 9 月第 1 次印刷

定 价: 45.00 元(含光盘)

前 言

在科技发展日新月异的今天, CAD/CAM 领域的产品风起云涌、各有千秋, 其中有一朵颇为人瞩目的奇葩在赫然绽放—— Cimatron。时至今日, Cimatron 已誉满业界, 颇受业内人士的青睐, 有人戏称之为以色列的镇国之宝, 或美其名曰 CAM 王子。但回想早年学用 Cimatron 的时候, 不管是中文的还是英文的资料都非常缺乏, CAD/CAM 的应用也远没有今天这样广泛, 当时手中仅有的资料就是随软件附送的英文版操作手册。手册中的内容虽然很全面, 但其只是按模块来规划, 教条式地对其中的功能进行说明, 并不是按实际使用的思路来讲述, 并且有些内容说明太过简单, 一些语句也显得干瘪与晦涩, 这样对于初学者来说就难以把握重点, 往往要费很大的精力才能把其中的内容前后融会贯通。回想自己对 Cimatron 从一无所知到一知半解, 从坐在办公室里进行的纸上谈兵式的建模到走向车间的真刀真枪地编程及操作机床加工, 走过了一段漫长的学习过程, 绕了不少的弯路, 受了不少的挫折。

这样的情景经历多年之后, 终于可以驾轻就熟。回想当年在学习的过程中一直难以找到一本合意的参考书, 特别是 CAM 部分的参考书, 于是便渐渐萌生了自己来写一本关于如何使用 Cimatron 的书的念头。但由于学识与时间的限制, 直到去年下半年才战战兢兢开始动笔, 花了近一年的时间才把学习与应用的体会及手中的资料勉强整理成册(其中特别感谢北京大学出版社任黎明编辑的热心指导), 在这其中 Cimatron 也经历了从 Cimatron[®] V12.0 到 Cimatron[®] V13.0、Cimatron E 3.0 到 Cimatron E 4.0 的升级。书中以 Cimatron[®] V12.0 为蓝本进行讲解, 主要讲述 Cimatron[®] 的 NC 功能, 对三轴铣削加工的功能逐一介绍, 介绍其各个命令、参数的含义及其设置方法, 同时配以操作实例进行详细讲解。全书的内容共分 11 章:

第 1 章介绍 Cimatron 的发展历史及入门操作, 初步了解及使用 Cimatron[®]。

第 2 章介绍数据转换知识及 Cimatron[®] 的数据转换操作, 说明用 Cimatron[®] 如何整合其他系统的数据进行 NC 加工。

第 3 章讲述 NC 加工的相关基础知识, 包括数控加工发展概述、NC 加工的基本概念与理论、Cimatron[®] 的 NC 加工流程、Cimatron[®] 的加工参数表及坐标系与后置处理, 使读者对 NC 加工有一个整体的认识。

第 4 章逐一介绍 Cimatron[®] 的三轴铣削 NC 加工的各个功能的使用。

第 5 章介绍 Cimatron[®] 的智能 NC 功能, 介绍 Cimatron 智能化的编程方法。

第 6 章介绍高速加工及 Cimatron[®] 的高速加工技术, 讲解其紧跟时代发展的先进制造技术。

第 7 章介绍刀路编辑功能。

第 8 章介绍刀具与刀库的建立与使用。

第 9 章介绍刀路管理功能。

52173/05

第 10 章介绍刀路仿真与验证功能。

第 11 章对一些常见的问题进行解答。

附录中收集了如何定义 Cimatron[®] 的快捷键、旗标的含义、变量名与缩写的资料。

Cimatron[®] 的各个版本之间的功能与界面衔接紧密，会用其中的一个版本后，再用其它的版本就会轻车熟路。Cimatron 的新一代 Window 化的产品 Cimatron E 是从 Cimatron[®] 演变过来的，其 NC 功能继承了 Cimatron[®] 的功能，掌握了 Cimatron[®] 的 NC 功能后，对于使用 Cimatron E 的 NC 功能会起到事半功倍的效果。

本书是作者根据自己多年学习与运用 Cimatron 的体会及学习资料汇集整理而成，虽然学习与运用 Cimatron 的时日不算短，但由于对所学所用的功能的掌握与领悟肯定会有偏差，书中错误及疏漏之处敬请同行及读者不吝指正！

王达斌

2003 年 5 月

目 录

第 1 章 Cimatron 简介	1
1.1 Cimatron 的发展历程	1
1.2 Cimatron ^{it} 的入门概述	2
1.2.1 鼠标的使用	2
1.2.2 Cimatron ^{it} 的启动	3
1.2.3 Cimatron ^{it} 的工作界面	7
1.2.4 Cimatron ^{it} 的退出	12
1.2.5 Cimatron ^{it} 的快捷键	13
第 2 章 数据转换简介	18
2.1 数据转换介绍	18
2.1.1 数据转换的概念	18
2.1.2 数据转换常用的格式	18
2.2 数据转换应用	19
2.2.1 数据转换	19
2.2.2 图形单位的调整及放缩水率	22
2.2.3 操作范例	25
第 3 章 NC 加工基础	28
3.1 数控加工发展概述	28
3.2 NC 加工的基本概念与理论	29
3.2.1 NC 加工编程的基本概念	29
3.2.2 设计造型与加工造型	33
3.2.3 数控编程的基本理论常识	33
3.3 Cimatron ^{it} 的 NC 加工流程	34
3.3.1 NC 加工流程图	34
3.3.2 NC 编程的基本步骤	35
3.3.3 NC 编程实例	37
3.4 加工参数表	51
3.4.1 加工参数表的结构	51
3.4.2 机械参数	52
3.4.3 服务参数	55

3.5 坐标系与后置处理	58
3.5.1 坐标系	58
3.5.2 Cimatron 的后置处理	69
第 4 章 Cimatron^{it} 三轴 NC 加工	72
4.1 Cimatron NC 功能概述	72
4.2 PROFILE	77
4.2.1 加工参数	77
4.2.2 操作实例	88
4.3 POCKET	105
4.3.1 加工参数	108
4.3.2 操作实例	119
4.4 DRILL	122
4.4.1 加工参数	122
4.4.2 操作实例	132
4.5 WCUT	134
4.5.1 加工参数	139
4.5.2 层间细化加工	146
4.5.3 操作实例	155
4.6 ZCUT	161
4.6.1 加工参数	163
4.6.2 操作实例	164
4.7 SURPKT	165
4.7.1 加工参数	168
4.7.2 操作实例	173
4.8 SURMILL	174
4.8.1 加工参数	176
4.8.2 操作实例	179
4.9 SURCLR	183
4.9.1 加工参数	190
4.9.2 操作实例	190
4.10 3D_STEP	192
4.10.1 加工参数	193
4.10.2 操作实例	194
4.11 SURPRF	196
4.11.1 加工参数	198
4.11.2 操作实例	199
4.12 REMACHIN	201
4.12.1 加工参数	208

4.12.2 操作实例	212
4.13 RULED_MX	216
4.13.1 加工参数	217
4.13.2 操作实例	218
4.14 CURVE_MX	220
4.14.1 加工参数	221
4.14.2 操作实例	222
4.15 PLNGMILL	224
4.15.1 加工参数	226
4.15.2 操作实例	230
第 5 章 智能 NC	232
5.1 素材	232
5.1.1 素材的建立	232
5.1.2 素材的显示、隐藏与存储	238
5.1.3 操作实例	240
5.2 几何判别	243
5.2.1 几何判别的参数表	243
5.2.2 操作实例	245
5.3 最优化	251
5.3.1 快速移动碰撞检查	252
5.3.2 刀夹头碰撞检查	255
5.3.3 删除指定高度范围内的刀路	262
5.3.4 滤除空刀	264
5.3.5 恒定刀具切削载荷	265
5.4 加工模板	268
5.4.1 存储加工模板	268
5.4.2 加工模板的应用	272
5.5 参数关联	276
第 6 章 高速加工	279
6.1 高速加工概述	279
6.2 Cimatron 的高速加工技术	282
第 7 章 编辑刀路	292
7.1 刀路轨迹变换	292
7.1.1 刀路轨迹的变换	292
7.1.2 刀路轨迹的附加	296
7.1.3 操作实例	296
7.2 编辑刀路轨迹	297

7.2.1	以 DELETE、DELETE TO END 命令编辑刀路轨迹	298
7.2.2	用 ALTERATIONS 命令编辑刀路轨迹	299
7.2.3	操作实例	305
第 8 章	刀具与刀库	309
8.1	内部刀具与刀库	310
8.1.1	相关参数解释	310
8.1.2	操作实例	316
8.2	外部刀具与刀库	319
8.2.1	相关参数解释	319
8.2.2	操作实例	320
8.3	刀具显示与隐藏	321
第 9 章	管理刀路	323
9.1	刀路管理模式	323
9.2	工序管理模式	329
第 10 章	仿真模拟与验证	335
10.1	刀路仿真	335
10.1.1	线框切削仿真	335
10.1.2	实体切削仿真	337
10.1.3	操作实例	338
10.2	刀路验证	341
第 11 章	常见问题解答	345
附录 1	Cimatron 的快捷键定义	357
附录 2	旗标的意义	360
附录 3	变量名称及缩写	361

第 1 章 Cimatron 简介

本章简要介绍 Cimatron 的发展、应用现状、Cimatron 的启动、工作界面介绍、鼠标的应用、快捷键介绍及定义等。

1.1 Cimatron 的发展历程

在当今的 CAD/CAM 软件中, Cimatron[®] 广泛应用于汽车、航空航天、计算机、电子、消费品、医药、军事、光学、通讯、玩具、科研等行业, 在模具行业及数控加工领域中, Cimatron[®] 更是发挥出色, 具有历久不衰的良好口碑。在世界范围内, 从小的模具制造工厂到大公司的制造部门, Cimatron 的 CAD/CAM 解决方案已经成为企业装备中不可或缺的工具。到目前为止, 已经有 8 500 多家用户注册了近 14 000 套软件, 用 Cimatron 的 CAD/CAM 解决方案为各行各业制造产品。Cimatron 是由以色列 Cimatron 公司开发的 CAD/CAM/CAE 全功能高集成的软件系统。Cimatron 公司是以色列 CLAL Computer And Technology(CCT) 的子公司, 其背景是以色列航空公司的 CAD/CAM/CAE 技术。该公司成立于 1982 年, 其总部设在以色列的 Givat Shmuel。1986 年产品开始进入市场, 1989 年发布 Cimatron[®] 系统的微机版本, 其功能和工作站版本完全相同, 1994 年初开发出具有参数化设计和变量几何设计功能的实体造型模块后, 完成了系统的全功能开发。1996 年, Cimatron 成为经 NASDAQ 股票交易所进行交易的一个上市公司 CIMENT。Cimatron[®] 系统包含产品设计、模具设计、NC 加工和一些特殊的功能模块(如 CimaRender 多光源真实质感图形显示模块、CPDM 产品数据管理模块、Re-Engine 逆向工程模块)。特别是它的曲面造型和 NC 加工享有极高的声誉。在世界范围内, 不少知名用户都在使用 Cimatron 来制造产品, 国际性用户如美国的 Motorola、日本的 Toshiba, 国内用户如一汽、海尔集团。近年来, Cimatron 公司在不断更新发展 Cimatron[®] 的同时, 推出了基于 ACIS 内核的完全 Windows 化的新一代产品 Cimatron E, 现最新版本为 Cimatron E 4.0。图 1.1 为 Cimatron E 的 NC 加工界面。现在 Cimatron 在全球的 35 个国家和地区建立了自己分支机构或代理商, Cimatron 公司在北美、欧洲、中东和亚洲都设有分支机构, 在中国、韩国和印度设有代表处。Cimatron 北京代表处成立于 1998 年, 2002 年 9 月 30 日, Cimatron Ltd.(NASDAQ: CIMENT)向全世界宣布在中国北京成立子公司——思美创(北京)科技有限公司。

Cimatron[®] 界面简洁, 界面风格十几年保持不变, 利用三键鼠标的 3 个键及其相互间的组合来完成所有功能的操作, 极具特色。在加工方面, 更是因其简洁易用、刀路稳定、功能强大而备受应用者的喜爱。在我国的广东珠江三角洲、浙江的宁波和台州、上海、江苏、山东及台湾等地区应用相当广泛, “Pro/E 设计, Cimatron 加工”的模式在国内颇为流行。新一代产品 Cimatron E 继承了 Cimatron[®] 强大的 NC 加工功能, 用好了 Cimatron[®] 的

NC 加工功能, 转用 Cimatron E 做加工则会轻车熟路, 无需再进行专门的学习与训练, 但由于深受 Cimatron^{it} 界面风格与使用者习惯的影响, 现在 Cimatron 的大部分用户还在使用 Cimatron^{it} 而没有大量转用 Cimatron E, 故本书以用户最常用的 Cimatron^{it} 12 版本进行介绍。

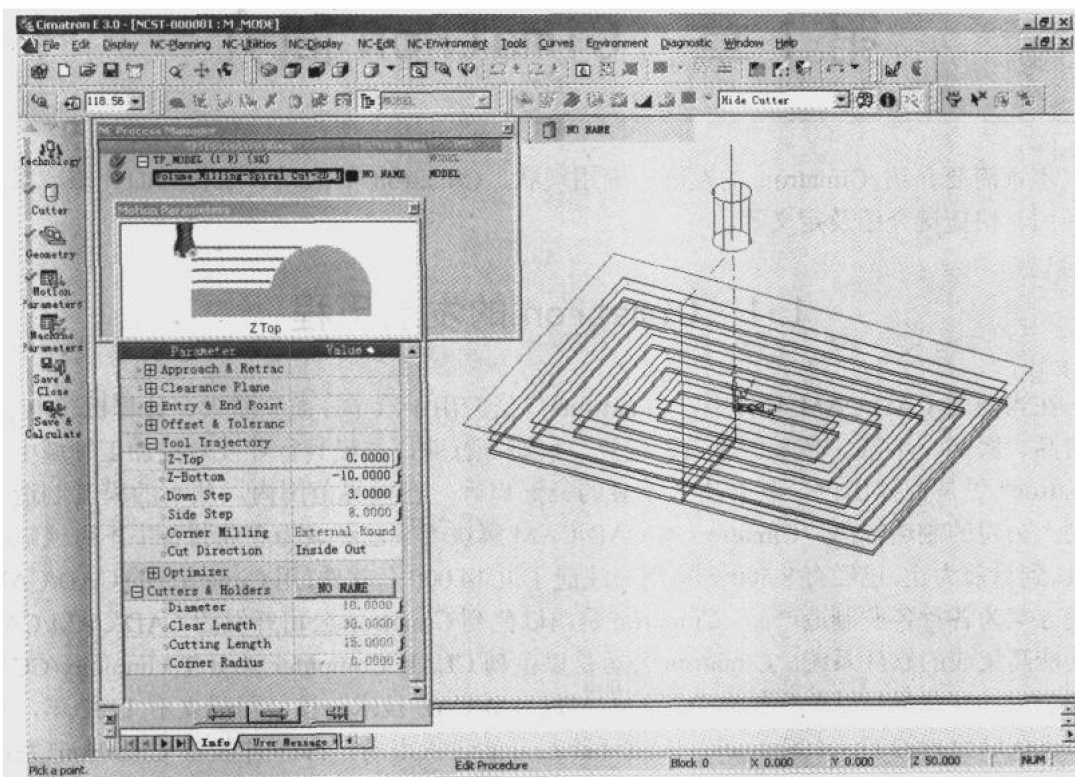


图 1.1

1.2 Cimatron^{it} 的入门概述

1.2.1 鼠标的使用

与一般的 CAD/CAM 软件不太一样, Cimatron^{it} 要求使用三键鼠标, 利用三键鼠标的 3 个键及其相互间的组合就可以独立完成所有功能的操作, 罕有必需要配合键盘一起操作的 (除了输入字母和数字外), 十分灵活方便, 这是 Cimatron^{it} 系统的一大特色。鼠标的使用方法说明如表 1.1。

表 1.1

鼠标按键	选项说明	键盘对应快捷键
左键	选择功能区菜单、选取图素、指定位置或方向	空格键
右键	向后翻页、打开抓点或抓图素的子菜单	F7
中键	确认当前操作, 进入下一步操作、离开当前操作, 回到第一步或上一步操作、完全离开	F5

续表1.1

鼠标按键	选项说明	键盘对应快捷键
左键+中键	取消当前的选取操作, 回到上一步、向前翻页	F6
中键+右键	弹出视图控制菜单	F8
左键+右键	释放光标, 可以在屏幕上任意移动光标	Tab
三键同击	显示所有应用功能区菜单	F9

1.2.2 Cimatron^{it} 的启动

Cimatron^{it} 的启动有两种方法:

1. 从【开始】菜单中启动Cimatron^{it}

- (1) 依次单击【开始】→【程序】→Cimatron 12→Cimatron it 12 Main Menu 选项, 如图 1.2 所示, 得到如图 1.3 所示界面。

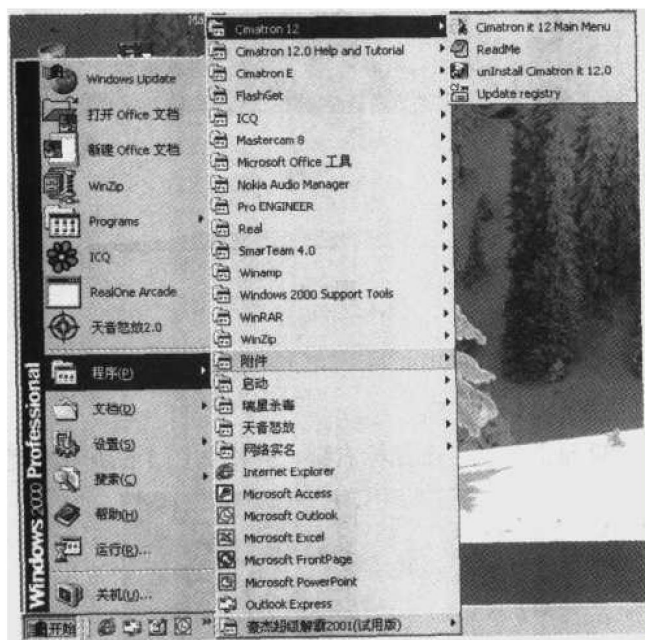


图1.2

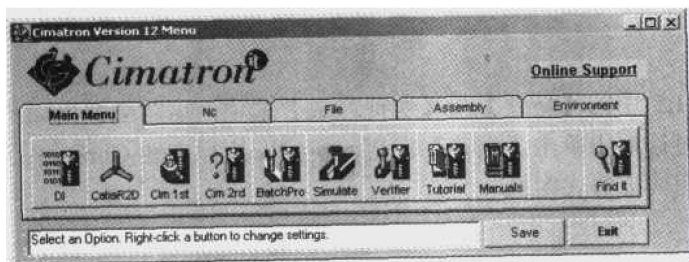


图1.3

(2) 单击如图 1.3 所示的界面中 Cim 1st 选项, 即可启动 Cimatron[®], 如图 1.4 所示。

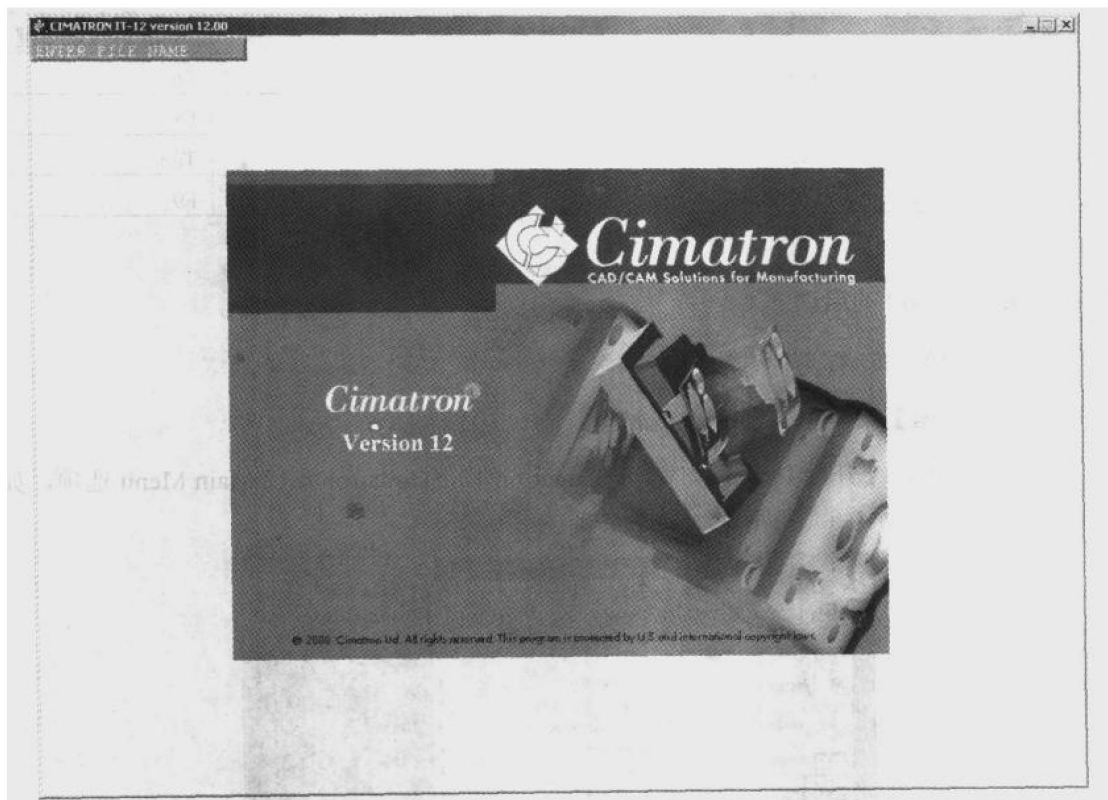


图 1.4

2. 从桌面的快捷方式启动 Cimatron[®]

首先要建立快捷方式, 步骤如下:

(1) 在 Windows 桌面空白处单击鼠标右键, 弹出如图 1.5 所示的菜单。

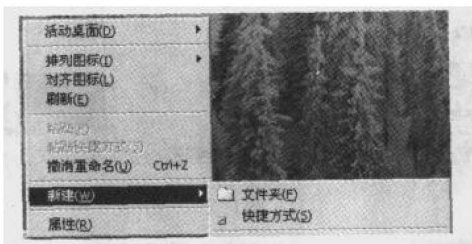


图 1.5

(2) 选择图 1.5 中的【新建】→【快捷方式】选项, 这时会弹出如图 1.6 所示的对话框。在对话框中单击【浏览】按钮, 找到可执行文件 Cimit.exe, 建立如图 1.7 所示的桌面快捷方式图标。

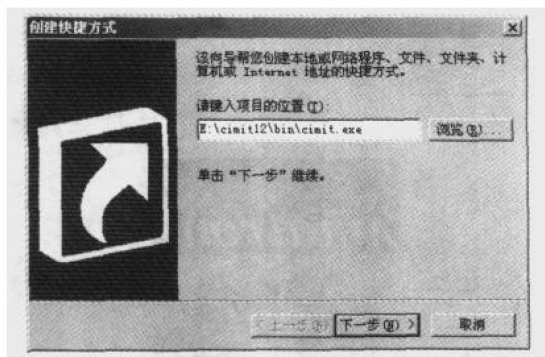


图1.6



图1.7

(3) 右击图 1.7 后, 会出现图 1.8。单击图 1.8 中的【属性】选项, 会出现图 1.9。



图1.8

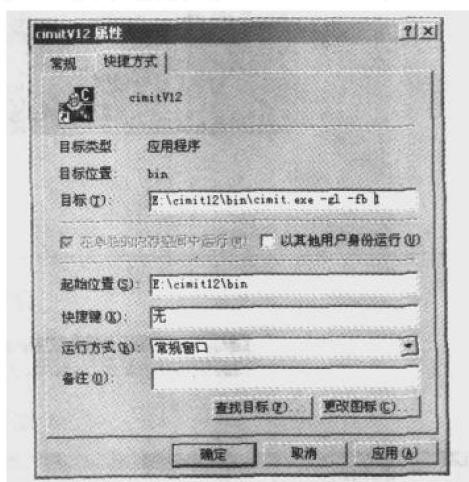


图1.9

- (4) 在【目标(T)】中加入激活参数“-gl-fb 1”, 如图 1.9 所示, 其意义在于以 OpenGL 方式(需显卡支持)运行 Cimatron[®], 且可用浏览的方式打开 Cimatron[®]文件(“-”为参数功能分割符, “gl”表示 OpenGL 方式, “fb”表示文件以浏览方式打开), 单击【确定】按钮以完成设置。
- (5) 双击桌面快捷方式, 即可启动 Cimatron[®](图 1.4)。

启动 Cimatron[®]后, 窗口左上角出现“ENTER FILE NAME”提示, 此时可直接输入文件名, 回车进入 Cimatron[®]的工作环境; 或是单击鼠标右键, 弹出如图 1.10 所示的对话框, 在【文件名】中输入文件名后单击回车键, 进入 Cimatron[®]的工作环境, 也可以选择所要打开的文件进入。

当建立新的文件时, 输入文件名回车确认后会出现如图 1.11 所示的提示。这是系统要求选择一个作图单位, 系统显示作图单位分别为: MM(毫米)、CM(厘米)、METER(米)、INCH(英寸)、FEET(英尺), 按需要选择其中一个即可进入 Cimatron[®]的工作环境, 如图 1.12 所示。

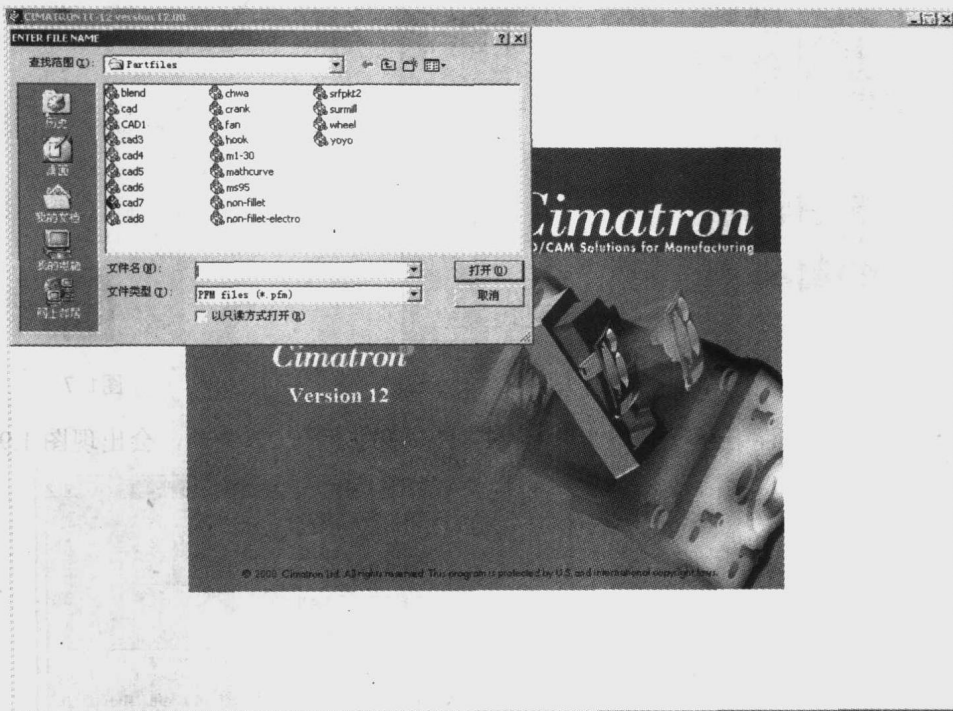


图1.10



图1.11

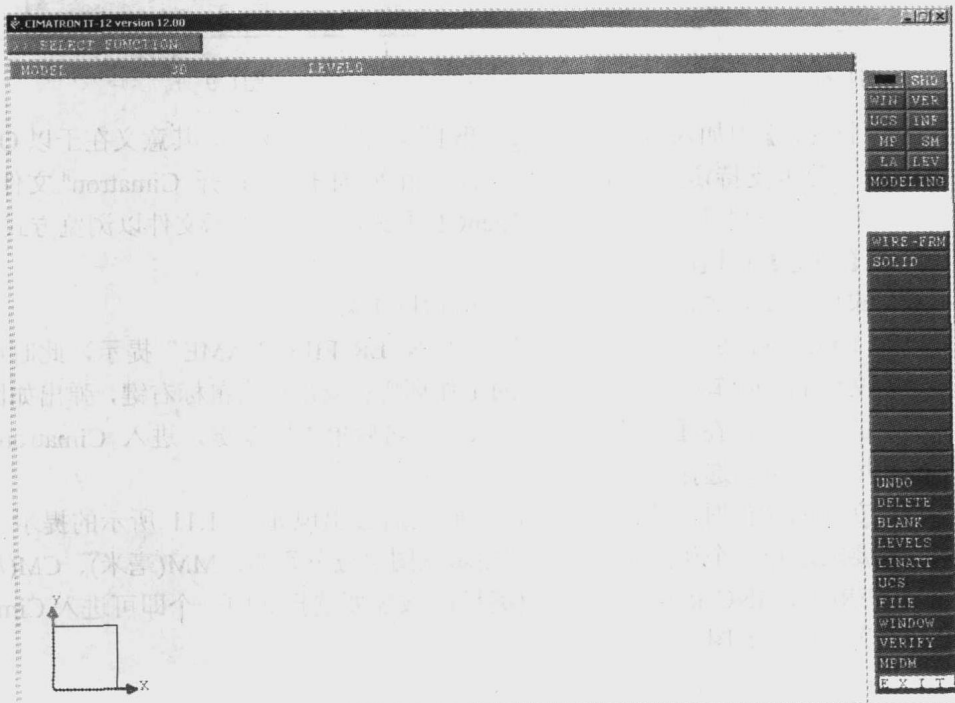


图1.12

1.2.3 Cimatron^{it} 的工作界面

如图 1.13 所示为 Cimatron^{it} 的工作界面，说明如下。

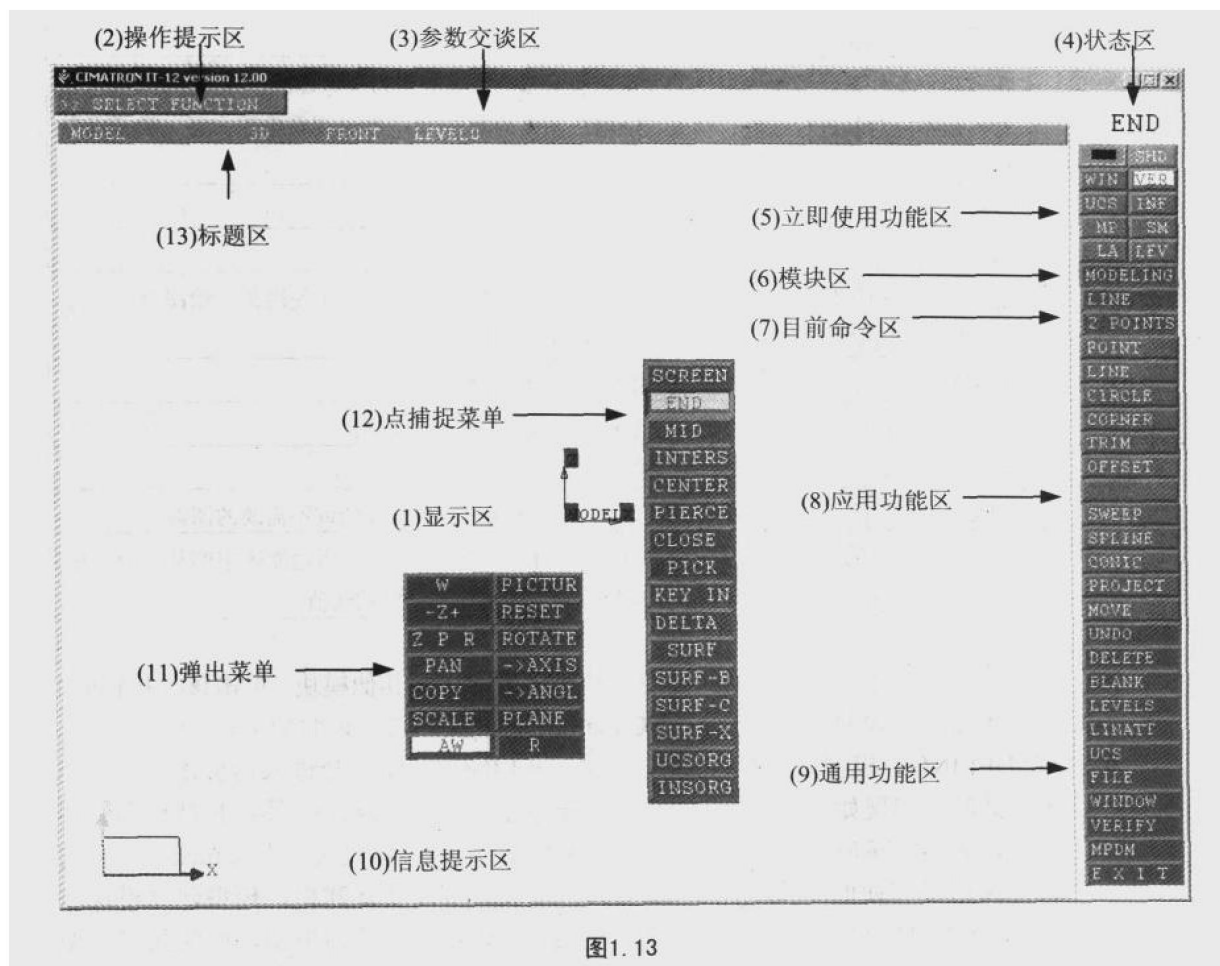


图 1.13

- (1) 显示区：显示图形与绘图区域。
- (2) 操作提示区：提示使用者下一个步骤或显示系统目前需要什么资料。
- (3) 参数交谈区：可让使用者更改参数、输入资料或回答提示区的问题。
- (4) 状态区：在使用某些指令时，会显示其设定状态，例如显示当前的抓点模式、指定的方向或选取对象的模式。
- (5) 立即使用功能区：用户在构建图形的过程中通常需要一些辅助功能，例如线画到一半时验证其坐标值，或配合删除指令，来过滤出特定图素等。立即使用功能可使用户在不退出当前操作的状态下，实现辅助功能。其中命令简要说明如表 1.2。

表1.2

命 令	说 明
	可立刻变换系统的工作颜色(工作进程所绘图素的颜色为系统的工作颜色, 除非通过通用功能区中的 LINATT 命令改变)
WIN	在多视窗条件下, 可改变窗口的大小、隐藏或再显示某个窗口、冻结(视窗中的图素只可看, 但不能对其进行选取、修改、或增加图素的操作)或解冻某视窗中的内容、隐藏或再显示标题区
UCS	隐藏或显示用户坐标系
MP	激活此命令可重复多次选取同一图素
LA	暂时设置当前的线属性如种类、颜色、线型、线宽等, 但必须在使用某一绘图命令后方可使用, 离开该命令后, 其线属性即恢复为系统中的设置值
SHD	可对图形进行渲染、消隐(实体方可)或恢复线框状态
VER	可分析图素的距离、曲率、角度、坐标、长度、圆或圆弧数据
INF	可进行计算、计录和说明当前的工作环境情况
SM	可按物体属性(如种类、颜色、线型、线宽等)快速过滤出需要的或不需要的图素
LEV	暂时设置目前的工作层、显示层、保护层, 但必须在使用了应用功能区中的某一命令后方可使用, 而一旦离开该命令, 其层的设置即恢复为系统的默认值

(6) 模块区: 显示目前正在使用的模块或到此区来切换到其他模块。单击该处按钮时, 会出现如图 1.14 所示菜单, 这是 Cimatron[®] 的 4 大模块, 说明如下。

- **MODELING**: 模型建立模块, 单击 **MODELING** 按钮就会进入模型建立工作环境, 此时会出现如图 1.15 所示菜单。模型建立模块中包含曲面-线框建模和实体建模, **WIRE-FRM** 是曲面-线框模块, **SOLID** 则是实体模块。在 Cimatron[®] 中实体建模远没有曲面-线框建模功能强大, 一般较少用实体建模。模型建立模块是 Cimatron[®] 的基础模块, 用来定义、修改产品或零件的几何模型, 而此几何模型可以被其他的模块当作一个中心数据库。在此模块中, 对于几何模型所做的任何改变, 都将会影响到其他模块中的资料, 但在其他模块中所做的任何改变则不会影响到中心数据库。



图1.14



图1.15

- **DRAFTING**: 工程图模块, 单击 **DRAFTING** 按钮就会进入工程图模块。此模块主要用于将 3D 几何模型投影生成 2D 工程图, 标注尺寸、批注以及特殊符号等。
- **NC**: NC 加工模块, 这是 Cimatron[®] 中久负盛名的模块, 单击 **NC** 按钮就会进入 NC 加工环境。此模块主要是使已建好的加工模型产生 NC 程序, 为加工作准备。
- **FEM**: 有限元分析模块, 单击 **FEM** 按钮就会进入有限元分析模块。此模块用于