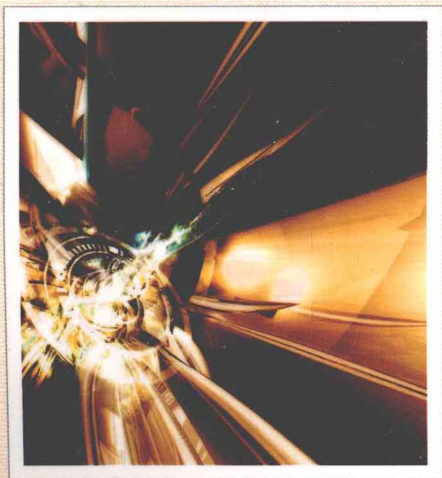


中国职业技术教育学会科研项目优秀成果

The Excellent Achievements in Scientific Research Project of The Chinese Society Vocational and Technical Education

高等职业教育数控技术专业“双证课程”培养方案规划教材



Cimatron E 8.0应用 与实例教程

于作功 柴孟江 编著

The Application & Example Courses for
Cimatron E 8.0

- ◆ 内容编写重点突出
- ◆ 技术解析全面具体
- ◆ 课堂案例典型实用

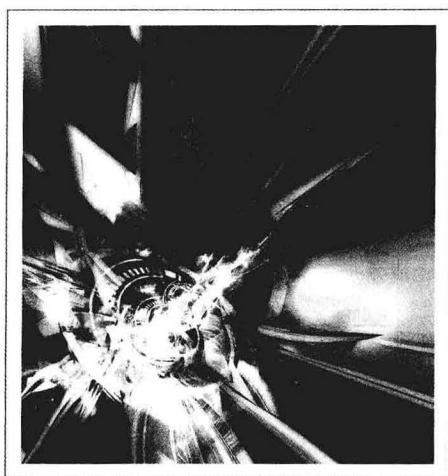


人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

中国职业技术教育学会科研项目优秀成果

The Excellent Achievements in Scientific Research Project of The Chinese Society Vocational and Technical Education

高等职业教育数控技术专业“双证课程”培养方案规划教材



Cimatron E 8.0应用 与实例教程

于作功 柴孟江 编著

The Application & Example Courses for
Cimatron E 8.0

人 民 邮 电 出 版 社

北 京

图书在版编目 (C I P) 数据

Cimatron E8.0应用与实例教程 / 于作功, 柴孟江编
著. — 北京: 人民邮电出版社, 2010. 10
中国职业技术教育学会科研项目优秀成果
ISBN 978-7-115-23604-3

I. ①C… II. ①于… ②柴… III. ①数控机床—加工
—计算机辅助设计—应用软件, Cimatron
E8.0—职业教育—教材 IV. ①TG659-39

中国版本图书馆CIP数据核字 (2010) 第170301号

内 容 提 要

本书不仅对 Cimatron E 8.0 的混合造型手段进行了针对性的讲述, 更对 Cimatron E 8.0 的铣削加工进行了全面系统的讲解。全书以具有代表性的实例为引导, 在造型中强调建模过程的多样化; 在加工中突出通用加工知识的讲解及编程实战提高。

全书共 9 章, 主要内容包括 Cimatron E 8.0 的混合造型手段、数控加工的基础知识、Cimatron E 8.0 的各种加工方法及刀路的编辑 (包括 2.5 轴加工、3 轴体积铣削加工、清角加工和刀路编辑功能等), 通过实际生产中的典型实例讲解系统的实际应用。

本书不仅可以作为高等职业院校计算机辅助设计与制造课程的教材, 还可以作为相关工程技术人员的参考书。

中国职业技术教育学会科研项目优秀成果

高等职业教育数控技术专业“双证课程”培养方案规划教材

Cimatron E 8.0 应用与实例教程

-
- ◆ 编 著 于作功 柴孟江
责任编辑 李育民
 - ◆ 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>
北京昌平百善印刷厂印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 15.75 2010 年 10 月第 1 版
字数: 389 千字 2010 年 10 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-23604-3

定价: 28.00 元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

职业教育与职业资格证书推进策略与 “双证课程”的研究与实践课题组

组 长：

俞克新

副组长：

李维利 张宝忠 许 远 潘春燕

成 员：

林 平 周 虹 钟 健 赵 宇 李秀忠 冯建东 散晓燕 安宗权
黄军辉 赵 波 邓晓阳 牛宝林 吴新佳 韩志国 周明虎 顾 晔
吴晓苏 赵慧君 潘新文 李育民

课题鉴定专家：

李怀康 邓泽民 吕景泉 陈 敏 于洪文

高等职业教育数控技术专业“双证课程” 培养方案规划教材编委会

主 任：周 虹

副主任：牛宝林 吴新佳

委 员：	朱 强	霍苏萍	周 玮	周 兰	贾俊良	陈万利	杨占尧
	郑 金	李 辉	赵宏立	华满香	周建安	林宗良	金英姬
	董小金	戴晓东	牛荣华	冯锦春	刘 岩	赵仕元	张雪梅
	任成高	余慰荔	周旭光	苏 玮	刘 宏	吕永峰	王雁彬
	郭宏彦	何全陆	张念淮	姜庆华			邵 萍

审稿委员会

主 任：魏东坡

副主任：张 鑫 王德发 熊 江

委 员：	米久贵	卜燕萍	徐立娟	陈忠平	庄 军	谭 毅	谢响明
	汤长清	高荣林	卜新民	罗澄清	王德山	栾 敏	谢伟东
	印成清	李加升	李锐敏	姬红旭	徐国洪	张国锋	陈孝先
	李燕林	刘一兵	田培成	刘 勇	冯光林	魏仕华	曹淑联
	山 颖	白福民	吕修海	王达斌	周 林	王军红	邓剑锋
	周信安	叶立清	雷云进	谷长峰	向 东	葛序风	李建平
	肖允鑫	李 丹	张光跃	陈玉平	林长青	王玉梅	戴晓光
	刘晓军	张秀玲	袁小平	李 宏	张凤军	孙建香	陈晓罗
	何 谦	周 玮	张瑞林	潘爱民			肖 龙

丛书出版前言

职业教育是现代国民教育体系的重要组成部分,在实施科教兴国战略和人才强国战略中具有特殊的重要地位。教育部《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》(教高[2006]16号)中也明确提出,要推行“双证书”制度,强化学生职业能力的培养,使有职业资格证书专业的毕业生取得“双证书”。

为配合各高职院校积极实施“双证书”制度工作,推进示范校建设,中国高等职业技术教育研究会和人民邮电出版社在广泛调研的基础上,联合向中国职业技术教育学会申报了《职业教育与职业资格证书推进策略与“双证课程”的研究与实践》课题(中国职业技术教育学会科研规划项目,立项编号 225753)。此课题拟将职业教育的专业人才培养方案与职业资格认证紧密结合起来,使每个专业课程设置嵌入一个对应的证书,拟为一般高职院校提供一个可以参照的“双证课程”专业人才培养方案。该课题研究的对象包括数控加工操作、数控设备维修、模具设计与制造、机电一体化技术、汽车制造与装配技术、汽车检测与维修技术等多个专业。

该课题由教育部的权威专家牵头,邀请了中国职教界、人力资源和社会保障部及有关行业的专家,以及全国 50 多所高职高专机电类专业教学改革领先的学校,一起进行课题研究,目前已召开多次研讨会,将课题涉及的每个专业的人才培养方案按照“专业人才定位—对应职业资格证书—职业标准解读与工作过程分析—专业核心技能—专业人才培养方案—课程开发方案”的过程开发。即首先对各专业的工作岗位进行分析和分类,按照相应岗位职业资格证书的要求提取典型工作任务、典型产品或服务,进而分析得出专业核心技能、岗位核心技能,再将这些核心技能进行分解,进而推出各专业的专业核心课程与双证课程,最后开发出各专业的人才培养方案。

根据以上研究成果,课题组对专业课程对应的教材也做了全面系统的研究,开发的教材具有以下鲜明特色。

1. 注重专业整体策划。本套教材是根据课题的研究成果——专业人才培养方案开发的,每个专业各门课程的教材内容既相互独立,又有机衔接,整套教材具有一定的系统性与完整性。
2. 融通学历证书与职业资格证书。本套教材将各专业对应的职业资格证书的知识和能力要求都嵌入到各双证教材中,使学生在获得学历文凭的同时获得相关的国家职业资格证书。
3. 紧密结合当前教学改革趋势。本套教材紧扣教学改革的最新趋势,专业核心课程、“双证课程”按照工作过程导向及项目教学的思路编写,较好地满足了当前各高职高专院校的需求。
4. 免费为选用本套教材的老师提供相关专业的整体教学方案及相关教学资源。

我们希望通过本套教材,为各高职高专院校提供一个可实施的基于“双证书”的专业教学方案,也热切盼望各位关心高等职业教育的读者能够对本套教材的不当之处提出修改意见,共同探讨教学改革和教材编写等相关问题。来信请发至 panchunyan@ptpress.com.cn。

前言

数控技术作为制造业实现自动化、柔性化和集成化的基础,是制造业提高产品质量和生产效率的重要手段。数控技术水平和数控机床的保有量已经成为衡量一个国家工业现代化的重要标志。随着数控机床的日益普及,企业急需能够熟练掌握 CAD/CAM 的技能型人才。

Cimatron 是面向模具行业最优秀的 CAD/CAM 软件之一,其数控加工技术一直处于世界领先地位。Cimatron E 版本在继承前期版本诸多优点的同时,更融入了人性化、智能化的特点,使得数控编程更加简单易用。此外,Cimatron 软件的各模块可以轻松实现设计和加工自动化,大大提高了产品的生产效率。本书以实例为主线,其间进行相关功能或加工技巧的讲解,使读者能够迅速掌握相关操作方法。通过对典型实例的详细解析,引导读者熟悉系统中各种工具的使用方法,掌握各种加工策略的使用范围和方法。

全书内容遵循照工厂实际应用,分为造型与加工编程两大部分。第 1 章主要介绍二维草图绘制、三维实体建模及三维曲面建模等;第 2 章主要介绍数控铣削刀具、加工坐标系及数控加工工艺等;第 3 章至第 8 章详细介绍了 Cimatron E 8.0 的各种加工方法及刀路的编辑,包括 2.5 轴加工、3 轴体积铣削加工、清角加工和刀路编辑功能等;第 9 章主要介绍实际生产中的典型实例。

在内容编排上,编者充分考虑了初学者的学习特点,由浅入深,循序渐进,以具有代表性的实例为引导,在造型中强调建模过程的多样化;在加工中突出通用加工知识的讲解及编程实战提高两个方面,可以大大缩短读者学习、掌握该软件知识的时间。

结合软件操作,通过对本书进行系统学习和训练,读者不仅能够掌握 Cimatron E 设计、加工的基础知识,而且能够掌握软件应用与工厂实际加工的技巧与方法,达到工厂编程人员、工厂工艺技术人员对 CAD/CAM 软件应用的专业要求。

本书的参考学时为 48~64 学时,建议采用理论实践一体化教学模式,各章的参考学时见下面的学时分配表。

学时分配表

章	课 程 内 容	学 时
第 1 章	造型设计	2~4
第 2 章	数控加工的基础知识	2~4
第 3 章	Cimatron E 8.0 数控编程基础	6~8
第 4 章	2.5 轴加工	6~8
第 5 章	3 轴体积铣加工	6~8
第 6 章	曲面铣	8~10
第 7 章	局部精细加工	4~6
第 8 章	编辑刀路	2
第 9 章	综合实例	12~14
课 时 总 计		48~64

本书由青岛大学于作功编写和统稿，柴孟江编写了本书第2章的数控加工的基础知识和第8章编辑刀路部分。参与本书编写工作的还有沈精虎、黄业清、谭雪松、冯辉、郭英文、计晓明、滕玲、董彩霞。此外，在编写过程中，得到了王芝的大力支持和帮助，在此深表感谢。

由于时间仓促，编者水平和经验有限，书中难免有欠妥和错误之处，恳请读者批评指正。

编者

2010年8月

目 录

第 1 章 造型设计.....1

1.1 Cimatron E 工作环境.....1

1.1.1 启动 Cimatron E.....1

1.1.2 鼠标的使用.....2

1.1.3 过滤器功能.....3

1.1.4 捕捉点模式.....5

1.1.5 测量应用.....5

1.2 草图与曲线.....8

1.2.1 草图.....9

1.2.2 曲线.....12

1.3 造型工具.....15

1.4 综合实例.....16

1.4.1 创建基座零件.....16

1.4.2 创建三通接头零件.....22

小结.....26

习题.....26

第 2 章 数控加工的基础知识.....28

2.1 图形交互式数控编程的

基本原理.....28

2.1.1 CAM 编程的基本思路.....28

2.1.2 加工造型与设计造型的区别.....29

2.2 数控机床基础知识.....31

2.2.1 数控加工坐标系.....31

2.2.2 编制数控加工程序.....33

2.2.3 数控铣削用夹具与刀具.....36

2.3 CAM 中的数控加工工艺.....42

2.3.1 数控加工工艺内容的选择.....42

2.3.2 数控加工的工艺分析.....42

2.3.3 确定定位和夹紧方案.....44

2.3.4 确定刀具与工件的 相对位置.....44

2.3.5 确定切削用量.....45

2.3.6 数控加工工序卡片.....45

2.3.7 数控加工走刀路线图.....46

2.3.8 数控刀具卡片.....46

2.4 顺铣和逆铣对加工的影响.....46

2.5 程序传输.....47

2.5.1 串口线路的连接.....48

2.5.2 程序传输格式.....49

2.5.3 传输软件介绍.....49

小结.....51

习题.....51

第 3 章 Cimatron E 8.0 数控编程

基础.....52

3.1 Cimatron E 8.0 加工综述.....52

3.2 Cimatron E 8.0 加工模块

操作界面.....53

3.2.1 【加工向导】工具栏.....54

3.2.2 加工工序管理器.....54

3.2.3 加工参数设置栏.....56

3.2.4 信息提示区.....57

3.3 数模的输入与加载.....57

3.3.1 启动 Cimatron E.....57

3.3.2 转换过程.....58

3.4 建立加工坐标系.....60

3.4.1 根据几何.....61

3.4.2 几何中心.....61

3.4.3 与平面垂直.....62

3.4.4 复制.....63

3.4.5 激活坐标系.....64

3.4.6 过滤坐标系.....65

3.5 设置刀具.....65

3.5.1 刀具管理	66	5.1.3 3 轴体积铣的传统加工	
3.5.2 刀具类型与参数	67	子选项	130
3.5.3 刀具加载	68	5.2 3 轴体积铣的加工参数	133
3.6 建立零件与毛坯	70	5.2.1 3 轴体积铣加工对象的	
3.6.1 建立零件	70	定义	133
3.6.2 创建毛坯	71	5.2.2 3 轴体积铣的传统加工	
3.7 选择合适的加工方法	72	刀路参数	134
3.8 定义驱动图素	72	5.2.3 3 轴体积铣的非传统加工	
3.9 刀路仿真	75	刀路参数	141
3.10 后处理	76	5.3 综合实例	145
小结	76	5.3.1 3 轴体积铣传统加工	145
习题	76	5.3.2 3 轴体积铣非传统加工	151
第 4 章 2.5 轴加工	77	小结	156
4.1 2.5 轴加工方法分类	77	习题	156
4.2 2.5 轴体积铣	78	第 6 章 曲面铣	157
4.2.1 2.5 轴体积铣的走刀方式	78	6.1 传统加工曲面铣	157
4.2.2 加工几何的选择定义	80	6.1.1 3D 步距	158
4.2.3 加工参数	82	6.1.2 平行切削-3D	161
4.2.4 典型实例 1——环切加工	89	6.1.3 毛坯环切-3D	163
4.2.5 典型实例 2——毛坯环切	99	6.1.4 环切-3D	163
4.2.6 典型实例 3——平行切削	103	6.1.5 层切	165
4.3 2.5 轴轮廓铣	104	6.1.6 水平区域平行铣	167
4.3.1 2.5 轴轮廓铣的走刀方式	104	6.1.7 水平区域环切	168
4.3.2 加工轮廓的定义	105	6.1.8 水平区域放射铣	168
4.3.3 刀路参数	108	6.1.9 垂直区域	170
4.3.4 典型实例 1——应用开放轮廓		6.1.10 型腔铣削	170
铣	111	6.1.11 放射铣削	170
4.3.5 典型实例 2——应用封闭		6.2 曲面铣加工新策略	172
轮廓铣	116	6.2.1 精铣所有	172
4.4 钻孔加工	121	6.2.2 根据角度精铣	175
4.4.1 创建钻孔程序的步骤	121	6.2.3 精铣水平区域	176
4.4.2 典型实例——钻孔加工	123	6.2.4 开放轮廓铣	177
小结	125	6.2.5 封闭轮廓铣	178
习题	125	小结	179
第 5 章 3 轴体积铣加工	127	习题	179
5.1 3 轴体积铣加工综述	127	第 7 章 局部精细加工	180
5.1.1 3 轴体积铣加工原理	128	7.1 局部精细加工综述	180
5.1.2 3 轴体积铣的非传统加工		7.2 清根铣	181
子选项	129	7.3 笔式铣	184

7.4 区分水平/垂直	186
7.5 曲面所有区域	189
7.6 仅水平区域	191
7.7 垂直区域 + 曲面所有区域	192
7.8 仅仅垂直区域	193
7.9 传统笔式铣	194
小结	196
习题	196
第 8 章 编辑刀路	197
8.1 移动刀路轨迹	197
8.1.1 线性移动	198
8.1.2 旋转移动	200
8.1.3 镜像移动	201
8.2 复制刀路轨迹	202
8.2.1 单个复制	202
8.2.2 镜像复制	203
8.2.3 线性阵列	203

8.2.4 旋转阵列	204
8.3 刀路编辑器	205
8.4 刀路投影应用	206
8.5 加工模板	208
8.5.1 保存模板	208
8.5.2 加工模板的应用	209
8.6 加工设置报告	210
小结	212
习题	212
第 9 章 综合实例	213
9.1 产品类零件加工	213
9.2 模具型腔类零件加工	221
9.3 模具型芯类零件加工	227
9.4 电极加工	237
小结	240
习题	240
参考文献	242

第1章

造型设计

【学习目标】

- 了解 Cimatron E 的建模思路,掌握几何构建过程中点、线、面的应用。
- 掌握 Cimatron E 实体与曲面造型的基础方法。
- 掌握 Cimatron E 基本的建模方法。

Cimatron E 提供了三维线框、高级曲面、系统参数化、变量几何实体造型系统,并且 Cimatron E 支持所有国际通用的标准数据接口,并针对一些特定 CAD/CAM 系统具有专门接口。

1.1

Cimatron E 工作环境

Cimatron E 包括主菜单、工具条、可视化的参数说明、图标说明,符合国内操作者的应用习惯。

1.1.1 启动 Cimatron E

启动 Cimatron E,进入零件设计的方法有两种,第一种方法是双击  图标打开 Cimatron E 8.0,选择菜单命令【文件】/【新建文档】,或直接在工具栏中单击【新建文档】按钮 ,弹出【新建文档】对话框,如图 1-1 所示。选择【零件】选项,定义单位为毫米,单击  按钮进入设计窗口,如图 1-2 所示。

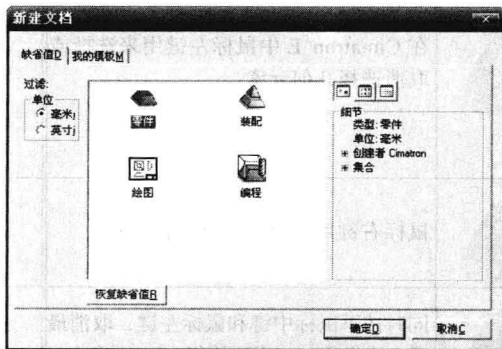


图 1-1 【新建文档】对话框

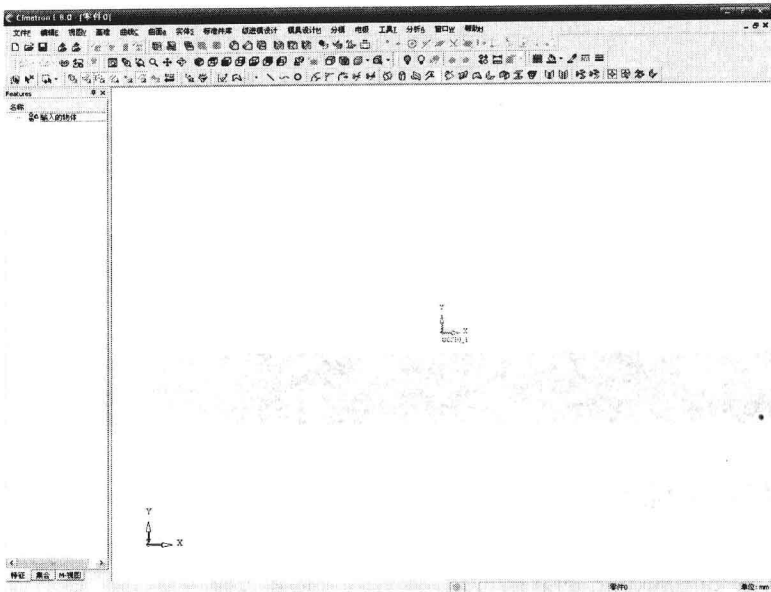


图 1-2 设计窗口

第二种方法是在【开始】菜单中选择【所有程序】/【Cimatron E 8.0】/【Cimatron E 8.0】命令启动系统。

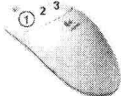
1.1.2 鼠标的使用

Cimatron 系统默认使用三键鼠标，下面对其进行说明。

1. 鼠标 3 个按键的功能

鼠标 3 个按键的功能的使用说明见表 1-1。

表 1-1 3 个按键的功能

鼠标 按 键	使 用 说 明	鼠标 按 键	使 用 说 明
	在 Cimatron E 中鼠标左键用来选择或取消选择几何元素		鼠标中键常用来做退出操作： (1) 从一个菜单或一个子菜单中退出； (2) 从一次已完成的动作中退出； 鼠标中键通常定义如下： (1) 在一次操作中进行选择； (2) 图素的选择
	鼠标右键用来显示功能快捷菜单		同时按下鼠标中键和鼠标右键，将显示视图控制快捷菜单
	同时按下鼠标中键和鼠标左键，取消最后一次操作，相当于执行 UNDO 命令		同时按下鼠标左键和鼠标右键，弹出【选择过滤】对话框

2. 搭配 **Ctrl** 或 **Shift** 键的使用

(1) 使用鼠标时同时按下 **Ctrl** 键，则激活缩放、平移和旋转功能。

- **Ctrl**+鼠标左键——旋转.
- **Ctrl**+鼠标中键——平移.
- **Ctrl**+鼠标右键——缩放.

(2) 使用鼠标时同时按下 **Shift** 键，一个零件可能被取消选择或使用过滤器进行选择。

- **Shift**+鼠标左键——取消零件的选择。
- **Shift**+鼠标右键——打开【选择过滤】对话框，如图 1-3 所示。

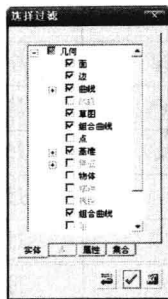


图 1-3 【选择过滤】对话框

3. 鼠标指针的图标说明

在 Cimatron E 中鼠标指针的形状会根据所使用的功能不同而发生改变，见表 1-2。

表 1-2 鼠标指针的图标说明

图 标	功 能
	选择一条边界线
	选择一个面
	选择“其他”面，在选择面时，释放鼠标按键并且等待直到指针形状改变成图示的形状就可以通过移动鼠标选择隐藏的或相邻的面
	选择一条样条曲线、直线或曲线
	选择组合曲线
	选择一条曲线或边界的端点
	选择直线、圆弧或椭圆的中点
	选择方程曲线、圆弧或椭圆的中心点
	选择一贯穿点
	选择一交点
	选择一键盘输入点
	选择一草图
	选择一平面
	选择一开口的或封闭的实体物件
	选择一坐标系

1.1.3 过滤器功能

在 Cimatron E 中，不论选择造型环境还是加工环境，借助于选择过滤器

，可以按照指定的形态与属性选取所需要的图素。

各种过滤器功能见表 1-3。

表 1-3

过滤器功能

图 标	功 能
	全部选取：单击该按钮之后，选择当前屏幕中的所有图素
	清空选择：清空选择到的全部图素
	过滤实体：根据鼠标的选择，过滤其中的实体图素为选中状态
	过滤面：只选中面
	过滤草图、组合曲线：只选择草图轮廓或组合曲线
	过滤边界线：只选中边界线或曲线
	过滤点：只选择点
	过滤基准：只选择基准平面或坐标系
	过滤机构：只选择机构
	过滤坐标系：打开【坐标管理器】对话框，对坐标系进行选择和管理，如图 1-4 所示
	选择过滤器：打开【选择过滤】对话框，如图 1-5 所示

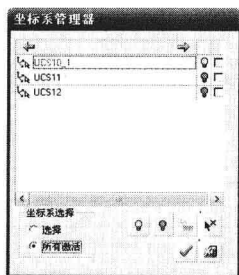


图 1-4 【坐标管理器】对话框

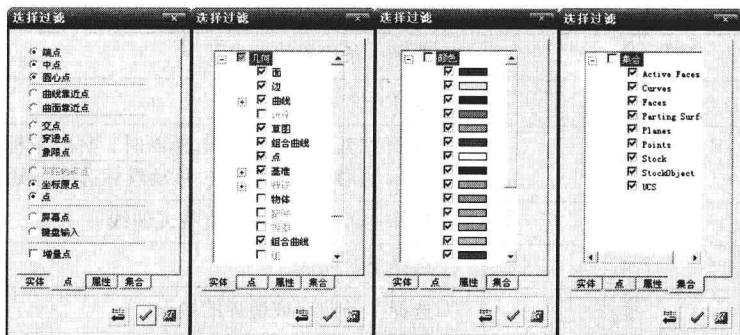


图 1-5 【选择过滤】对话框



在【属性】选项卡中进行颜色、线宽、线型设置时，逐项选择会比较麻烦，此时用鼠标右键在相应属性上单击，就可以完成全部选择或全部清除的操作，如图 1-6 所示。

要点提示

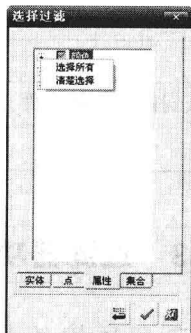


图 1-6 快捷菜单

1.1.4 捕捉点模式

在工具栏空白位置右击，在弹出的快捷菜单中选择【点】命令即可打开捕捉点模式。Cimatron E 提供了丰富的捕捉点工具，见表 1-4。

表 1-4 捕捉点工具

捕捉点工具	说 明
	端点：选取一条曲线的端点
	中点：选取一条曲线的中点
	圆心点：选取一个圆弧或圆的圆心点
	曲线靠近点：选取距曲线边界最近的点
	曲面靠近点：选取距曲面最近的点
	交点：选取两条曲线在 2D 或 3D 空间上的交叉点
	穿插点：选取一条曲线和一个面的交点
	刀路轨迹点：在加工模式下，选取一段刀路路径
	坐标系原点：选取一个坐标系的原点
	点：选取一个已经定义的点
	屏幕点：在屏幕上的任何位置建立一个点
	输入点：输入坐标 X、Y、Z 值，建立一个点
	增量值：以原有点的位置为基准，输入新点的坐标 X、Y、Z 值，建立一个点

1.1.5 测量应用

单击  按钮或从【分析】主菜单中选择  选项，Cimatron E 提供了 4 种测量的工具——距离、角度、曲率、数据，如图 1-7 所示。

选取测量对象，得到测量数据，如图 1-8 所示。该对话框被分为图标区域、主要数据区域、次要数据区域、次要数据区域和级数据区域 4 个区域。

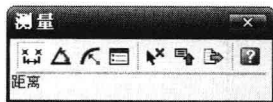


图 1-7 测量工具

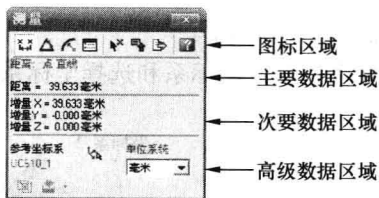


图 1-8 测量数据

1. 距离

选择第一个点，测量它在当前坐标系中的坐标值，如图 1-9 所示。当选择第二个点时，显示出这两个点之间的距离，如图 1-10 所示。

测量距离类型的具体应用如下。

- 点：从坐标原点到点之间的距离。

- 线：两个端点之间的距离。
- 圆弧：圆弧的直径或者半径。
- 圆：圆的直径或者半径。



图 1-9 点测量



图 1-10 两点间的距离

当选择多个点时，显示的是第一个点和最近点的距离，与选择的顺序无关，如图 1-11 所示。

同样，选择多个物体的方式都适用这个规则，如选择一个点和多个面，系统会自动检测出这个点和各个面之间的距离，并只显示出最近的距离。

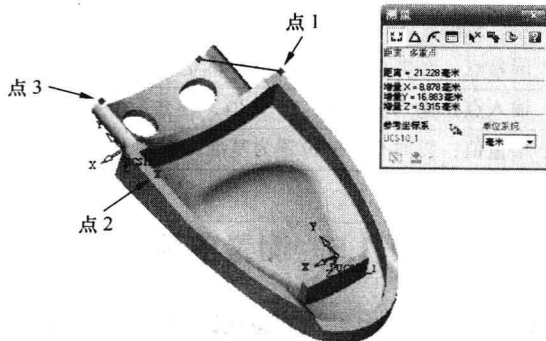


图 1-11 多点测量

2. 角度

角度测量的类型如下。

- 坐标系：测量坐标系和选择坐标系之间的角度，如图 1-12 所示。

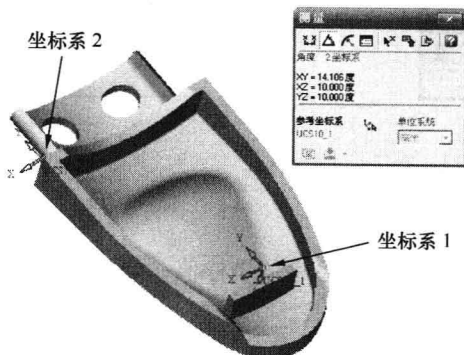


图 1-12 坐标系角度测量