

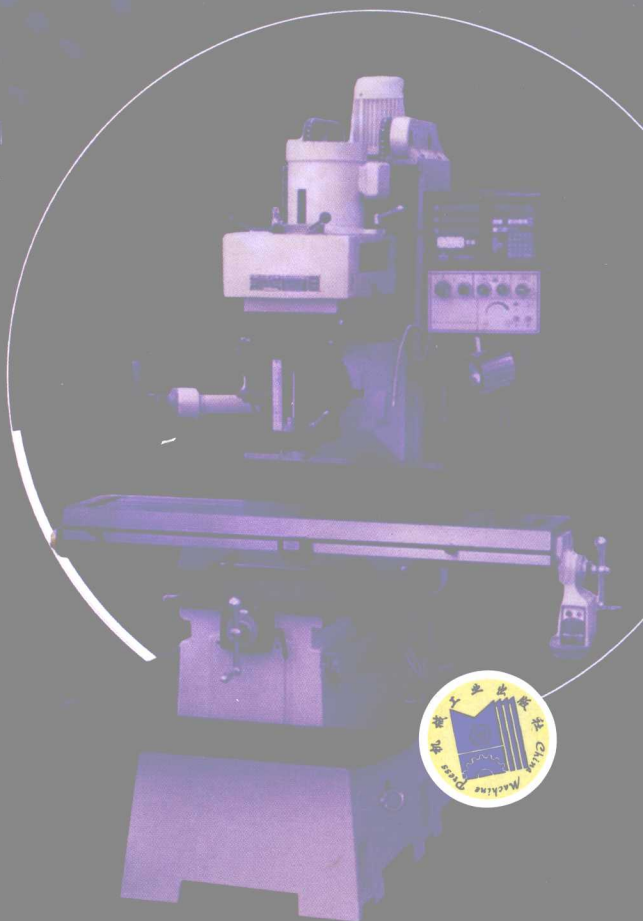
职业教育院校重点专业规划教材
数控技术应用专业教改教材

CAXA

制造工程师应用技术

CAXA ZHI ZAO GONG CHENG SHI YING YONG JI SHU

关雄飞 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

职业教育院校重点专业规划教材
数控技术应用专业教改教材

CAXA 制造工程师应用技术

关雄飞 编著
呼刚义 主审



机械工业出版社

本书是根据全国重点职业技术学院教育改革与教学发展要求编写的。全书抓住 CAXA 制造工程师软件的实体造型与数控加工两大核心内容, 结合作者多年教学和生产实践经验, 突出实际应用, 强调技巧性和启发性, 以最有效的方式提高读者的学习效果。教材讲练结合, 图文并茂, 选材经典, 具有很好的启发和引导作用。

全书共分为 6 章, 第一章为 CAXA 制造工程师软件概述, 第二章为线框造型, 第三章为 CAXA 曲面造型, 第四章为特征实体造型, 第五章为数控加工, 第六章为数控大赛典型试题解析。

本书可作为高等职业院校、高等专科学校、成人高校以及技师学院、技术学校等数控加工技术应用、CAD/CAM 技术应用和模具设计与制造等专业的教材, 也可供从事相关专业的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

CAXA 制造工程师应用技术/关雄飞编著. —北京: 机械工业出版社, 2008. 8

职业教育院校重点专业规划教材. 数控技术应用专业教改教材
ISBN 978-7-111-24701-2

I. C… II. 关… III. 数控机床—计算机辅助设计—应用软件, CAXA—职业教育—教材 IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 108489 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 汪光灿 责任校对: 陈立辉

封面设计: 陈沛 责任印制: 李妍

北京蓝海印刷有限公司印刷

2008 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 17 印张 · 420 千字

0001—4000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-24701-2

定价: 27.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

销售服务热线电话: (010)68326294

购书热线电话: (010)88379639 88379641 88379643

编辑热线电话: (010)88379193

封面无防伪标均为盗版

前 言

制造自动化技术是先进制造技术中的重要组成部分，其核心技术是数控加工技术。而 CAD/CAM 技术的推广和应用，为数控加工技术带来了前所未有的全新思维模式和解决方案，随着国内各类加工制造企业对先进制造技术及数控设备应用的日益普及，CAD/CAM 技术应用的重要性日益突现，应用水平也正在迅速地提高，这一切对各类职业技术学院提出了更高的要求。为了适应我国高等职业技术教育的改革与发展，以及应用型技术人才培养的需要，我们总结多年教学与实践经验，编写了这本教材。

CAXA 制造工程师是由北航海尔软件有限公司自主研发的 CAD/CAM 一体化数控加工编程软件，在多年的实践中，版本不断改进升级，目前已广泛应用于塑模、锻模、汽车覆盖件拉伸模、压铸模等复杂模具的生产，以及汽车、电子、兵器、航空、航天等行业的精密零件加工。该软件是劳动和社会保障部“数控工艺员”职业资格培训制定软件，还是全国数控技能大赛制定软件之一，在历届全国数控技能大赛中，绝大多数参赛选手均使用 CAXA 制造工程师软件，因此，在各类职业技术学院中此软件的应用非常普及。

本书的特点是：

- 1) 由易到难，由简到繁，再到综合应用。
- 2) 概念清晰、强调基本功扎实的同时，又将理论与应用示例相结合，特别适合高职教育边讲边练的教学特色。
- 3) 通过大量的典型综合实例，将学生所学过的相关技术理论知识有机地联系起来并应用于实际训练之中，有利于学生知识的综合应用能力以及生产实践能力的培养。
- 4) 第六章选择了全国各地以及部分院校历届数控技能大赛中比较典型、有代表性和技巧性的实例，进行了较详尽的解析，对本软件的掌握和熟练应用是十分有益的。

本书由西安理工大学高等技术学院关雄飞编写，西安理工大学高等技术学院呼刚义担任主审。

该院学生在前两届全国数控技能大赛中成绩优异，2006 年获得了高职组三个工种的一个第五名、两个第八名，而软件成绩更加突出。本书总结了多年教学

以及我院在历届数控技能大赛前集训实践经验编写而成,限于编者的水平有限,书中难免有缺点或错误之处,恳请读者批评指正。

编 者
2008 年 6 月

目 录

前言	
第一章 CAXA 制造	
工程师软件概述	1
第一节 界面介绍	1
一、绘图区	1
二、主菜单	2
三、立即菜单	3
四、快捷菜单	3
五、对话框	3
六、工具条	4
七、常用键含义	6
第二节 显示	8
一、显示变换	8
二、视向定位	11
第三节 工具	12
一、坐标系	12
二、点工具菜单	14
第四节 设置	14
一、当前颜色	14
二、层设置	15
三、拾取过滤设置	16
四、系统设置	16
五、光源设置	17
六、材质设置	18
练习题	19
第二章 线框造型	20
第一节 造型的概念	20
第二节 曲线生成	21
一、直线	21
二、圆弧	21
三、整圆	22
四、矩形	23
五、椭圆	23
六、样条线	23
七、点	24
八、公式曲线	24
九、多边形	26
十、二次曲线	26
十一、等距线	26
十二、曲线投影	27
十三、相关线	27
十四、样条转圆弧	28
十五、文字	28
第三节 曲线编辑	29
一、曲线裁剪	29
二、曲线过渡	31
三、曲线打断	31
四、曲线组合	32
五、曲线拉伸	32
六、曲线优化	32
七、样条编辑	32
第四节 几何变换	32
一、平移	32
二、平面旋转	33
三、旋转	33
四、平面镜像	34
五、镜像	34
六、阵列	34
七、缩放	35
第五节 线框造型综合实例	35
一、二维图形的绘制	35
二、三维线框造型	40

练习题	41	三、旋转增料	81
第三章 CAXA 曲面造型	45	四、旋转除料	82
第一节 曲面的生成	45	五、放样增料	82
一、直纹面	45	六、放样除料	83
二、旋转面	46	七、导动增料	83
三、扫描面	46	八、导动除料	84
四、导动面	47	九、曲面加厚增料	85
五、等距面	51	十、曲面加厚除料	86
六、平面	51	十一、曲面裁剪	87
七、边界面	53	第三节 特征处理	87
八、放样面	53	一、过渡	87
九、网格面	55	二、倒角	89
十、实体表面	55	三、孔	90
第二节 曲面的编辑	56	四、拔模	90
一、曲面裁剪	56	五、抽壳	91
二、曲面过渡	59	六、肋板	91
三、曲面缝合	66	第四节 阵列特征	92
四、曲面拼接	67	一、线性阵列	92
五、曲面延伸	69	二、环形阵列	93
六、曲面优化	69	第五节 模具生成	94
七、曲面重拟合	69	一、缩放	94
第三节 曲面造型应用实例	70	二、型腔	94
练习题	72	三、分模	95
第四章 特征实体造型	76	四、实体布尔运算	96
第一节 草图	76	第六节 特征实体造型实例	100
一、确定基准平面	76	实例一 叶轮零件的实体造型	100
二、选择草图状态	77	实例二 曲形槽零件的实体造型	102
三、草图绘制	78	实例三 手轮零件的实体造型	104
四、编辑草图	78	练习题	108
五、草图参数化修改	78	第五章 数控加工	113
六、草图环检查	79	第一节 数控加工的基本知识	113
七、退出草图状态	79	一、数控加工概述	113
第二节 轮廓特征	79	二、数控加工基本概念	114
一、拉伸增料	79	第二节 加工功能中参数	
二、拉伸除料	81	设置功能介绍	116

一、毛坯	116	七、工艺清单	175
二、起始点	117	第四节 后置处理	176
三、刀具库	117	一、后置设置	176
四、刀具参数	118	二、生成 G 代码	178
五、加工边界	119	三、校核 G 代码	178
六、切削用量	120	练习题	179
七、下刀方式	121	第六章 数控大赛典型试题解析	185
八、加工方向	123	第一节 三维实体造型实例解析	185
九、xy 切入	123	实例一 组合体类零件实体造型	185
十、z 切入	125	实例二 椭圆盘环形体的实体造型	196
第三节 加工功能应用	125	实例三 侧凹壳体零件的实体造型	204
一、粗加工	125	实例四 罩壳零件的曲面实体造型	214
二、精加工	145	第二节 零件数控加工	226
三、补加工	161	实例五 样条曲面及凹槽零件的加工	226
四、槽加工	165	实例六 双球面板状零件的加工	238
五、其他加工	168	练习题	255
六、轨迹编辑	172	参考文献	264

第一章 CAXA 制造工程师软件概述

【本章重点】 了解 CAXA 制造工程师软件的主要功能及特点，初步认识软件的操作界面以及各种菜单、工具条项目组成，掌握（如进入、退出、打开文件、保存文件、新建文件等）最基本的操作。

【教学法建议】 由于本章的学习是在学生还不了解该软件的情况下进行的，内容又比较繁琐，所以可以采用：

1) 工作项目驱动的方法，参照课后练习题，引导学生学习。

2) 可以有选择地先讲一部分，待后面相关的内容讲完后，再联系起来讲，以促进学生的理解和掌握。

3) 可以通过一个典型例子，从几何造型、加工轨迹生成、加工过程仿真和检验、后置处理、数控加工代码生成等整套过程演示，来达到初步认识此软件的目的。

CAXA 制造工程师 2006 是在 Windows 环境下运行 CAD/CAM 一体化的数控加工编程软件。软件集成了数据接口、几何造型、加工轨迹生成、加工过程仿真检验、数控加工代码生成、加工工艺单生成等一整套面向复杂零件和模具的数控编程功能。CAXA 制造工程师 2006 是 CAXA 制造工程师 2004 的升级版本，新增加了部分加工功能，对原有功能做了增强、改进。新增加的功能与原来的名称有重复的在后面加数字以示区别，但原功能在该版本中还继续保留。

由于此软件投资少，易学好用的特点，目前，广泛应用于各类职业院校和普通院校，是全国数控技能大赛指定的专用 CAD/CAM 软件之一，也是前两届数控大赛参赛选手应用最多的软件，它的基础性和概念性为学生更快更好地掌握其他 CAD/CAM 软件起到了很好的桥梁作用。同时，随着 CAXA 制造工程师软件功能的不断增强，在各类企业也得到了越来越广泛的应用。

第一节 界面介绍

界面是交互式 CAD/CAM 软件与用户进行信息交流的中介。系统通过界面反映当前信息状态及将要执行的操作，用户按照界面提供的信息作出判断，并经由输入设备进行下一步的操作。CAXA 制造工程师 2006 的用户界面和其他 Windows 风格的软件一样，各种应用功能通过菜单和工具条驱动；状态栏指导用户进行操作并提示当前状态和所处位置；特征/轨迹树记录了历史操作和相互关系；绘图区显示各种功能操作的结果；同时，绘图区和特征/轨迹树为用户提供了数据的交互功能，如图 1-1 所示。CAXA 制造工程师 2006 工具条中每一个按钮都对应一个菜单命令，单击按钮和单击菜单命令的操作是等效的。

一、绘图区

绘图区是进行绘图设计的工作区域，如图 1-1 所示的空白区域。它们位于屏幕的中心，

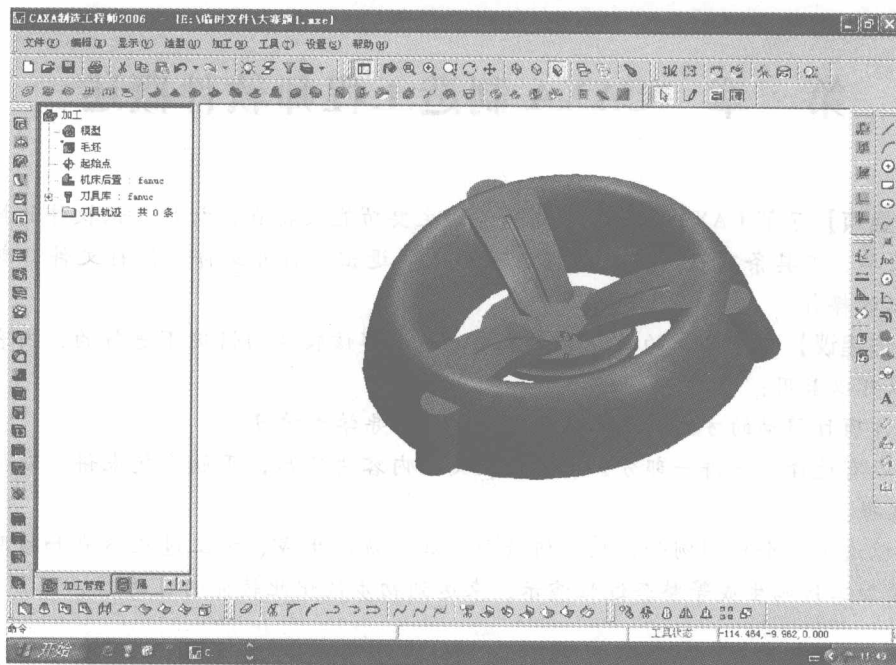


图 1-1 CAXA 制造工程师 2006 的操作界面

并占据了屏幕的大部分面积。在绘图区的中央设置了一个三维直角坐标系，该坐标系称为世界坐标系。它的坐标原点为 (0.0000, 0.0000, 0.0000)。在操作过程中的所有坐标均以此坐标系的原点为基准。

二、主菜单

主菜单是位于界面最上方的菜单条，单击菜单条中的任意一个菜单项，都会弹出一个下拉式菜单，鼠标指向某一个菜单项会弹出其子菜单。菜单条与子菜单构成了下拉菜单，如图 1-2 所示。

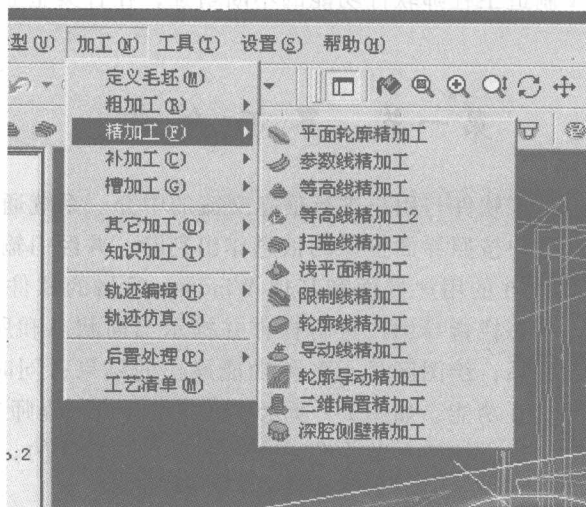


图 1-2 主菜单与子菜单

主菜单包括文件、编辑、显示、造型、加工、工具、设置和帮助。每个部分都含有若干个下拉菜单。单击主菜单中的“造型”，指向下拉菜单中的“曲线生成”，然后单击其子菜单中的“直线”，界面左侧会弹出一个立即菜单，并在状态栏显示相应的操作提示和执行命令状态。对于除立即菜单和工具点菜单以外的其他菜单来说，某些菜单选项要求以对话的形式予以回答。单击这些菜单时，系统会弹出一个对话框，可根据当前操作作出响应。

三、立即菜单

立即菜单描述了该项命令执行的各种情况和使用条件。根据当前的作图要求，正确地选择某一选项，即可得到准确的响应。例如，选择“直线”按钮，便出现画直线的立即菜单，在立即菜单中，用鼠标选取其中的某一项（例如“两点线”），便会在下方出现一个选项菜单或者改变该项的内容，如图 1-3 所示。

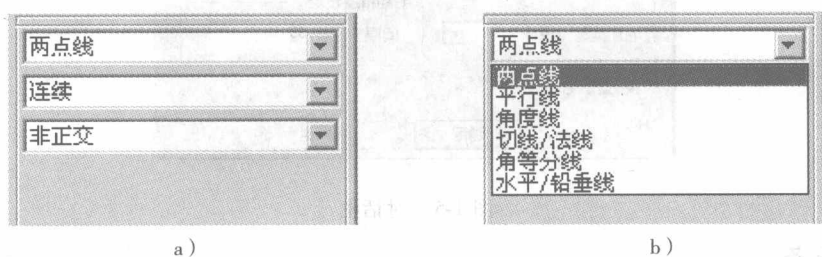


图 1-3 直线立即菜单

四、快捷菜单

光标处于不同的位置或选中不同的对象，单击鼠标右键会弹出不同的快捷菜单。熟练使用快捷菜单，可以提高绘图速度。

例如，用鼠标选中零件上表面一条中心线（变为红色），单击鼠标右键，则显示出一快捷菜单，见图 1-4 所示。

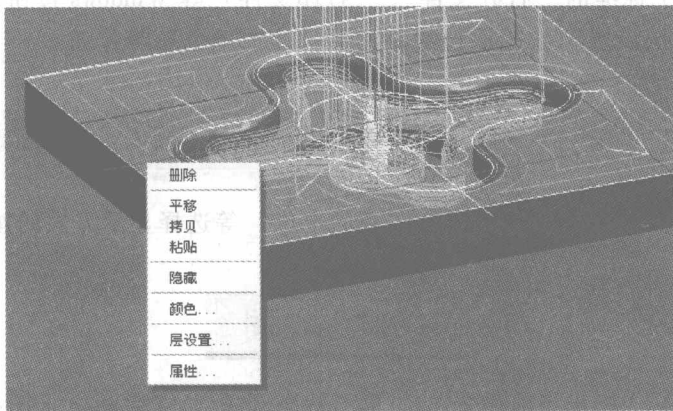


图 1-4 快捷菜单

五、对话框

某些菜单选项要求用户以对话的形式予以回答，单击这些菜单时，系统会弹出一个对话框，如图 1-5 所示。用户可根据当前操作作出响应。

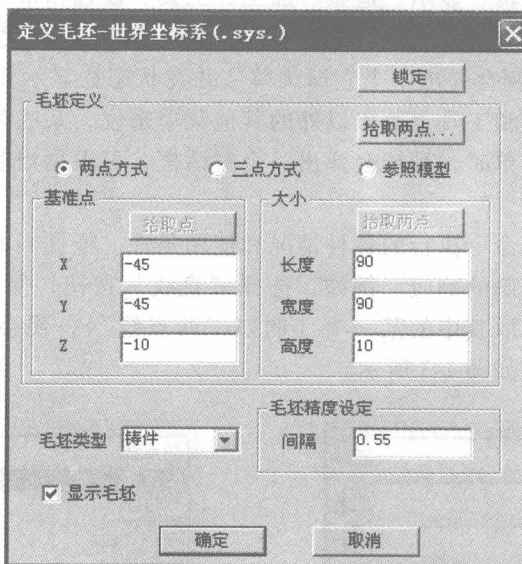


图 1-5 对话框

六、工具条

在工具条中，可以通过鼠标左键单击相应的按钮进行操作。工具条可以自定义，界面上的工具条包括：标准工具、显示工具、状态工具、曲线工具、几何变换、线面编辑、曲面工具和特征工具。

1. 标准工具



标准工具包含了标准的“打开文件”、“打印文件”等 Windows 按钮，也有制造工程师的“线面可见”、“层设置”、“拾取过滤设置”、“当前颜色”等按钮。

2. 显示工具



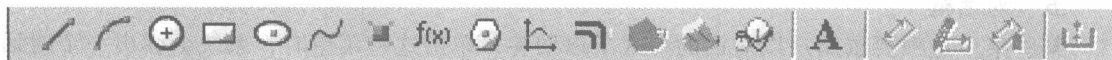
显示工具包含了“缩放”、“移动”、“视向定位”等选择显示方式的按钮。

3. 状态工具



状态工具包含了“终止当前命令”、“草图状态开关”、“启动电子图板”、“数据接口”等功能。

4. 曲线工具



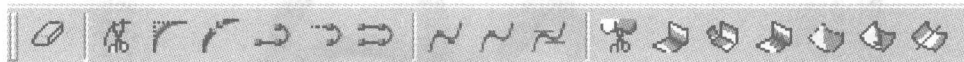
曲线工具包含了“直线”、“圆弧”、“公式曲线”等丰富的曲线绘制工具。

5. 几何变换



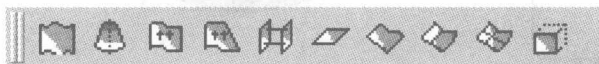
几何变换包含了“平移”、“镜像”、“旋转”、“阵列”等几何变换工具。

6. 线面编辑



线面编辑包含了“曲线的裁剪”、“过渡”、“拉伸”和“曲面的裁剪”、“缝合”等编辑工具。

7. 曲面工具



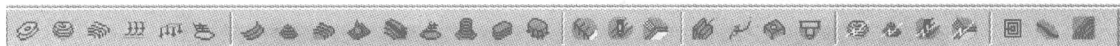
曲面工具包含了“直纹面”、“旋转面”、“扫描面”等曲面生成工具。

8. 特征工具



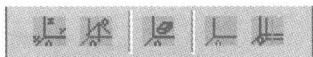
特征工具包含了“拉伸”、“导动”、“过渡”、“阵列”等丰富的特征造型手段。

9. 加工工具



加工工具包含了“粗加工”、“精加工”、“补加工”等 28 种加工功能。

10. 坐标系工具条



坐标系工具包含了“创建坐标系”、“激活坐标系”、“删除坐标系”、“隐藏坐标系”等功能。

11. 三维尺寸标注工具条



三维尺寸标注工具条中包含了“尺寸标注”、“尺寸编辑”等功能。

12. 查询工具条



查询工具条中包含了“坐标查询”、“距离查询”、“角度查询”、“属性查询”等功能。

13. 零件特征树

零件特征树记录了零件生成的操作步骤，用户可以直接在特征树中对零件特征进行编辑，如图 1-6 所示。

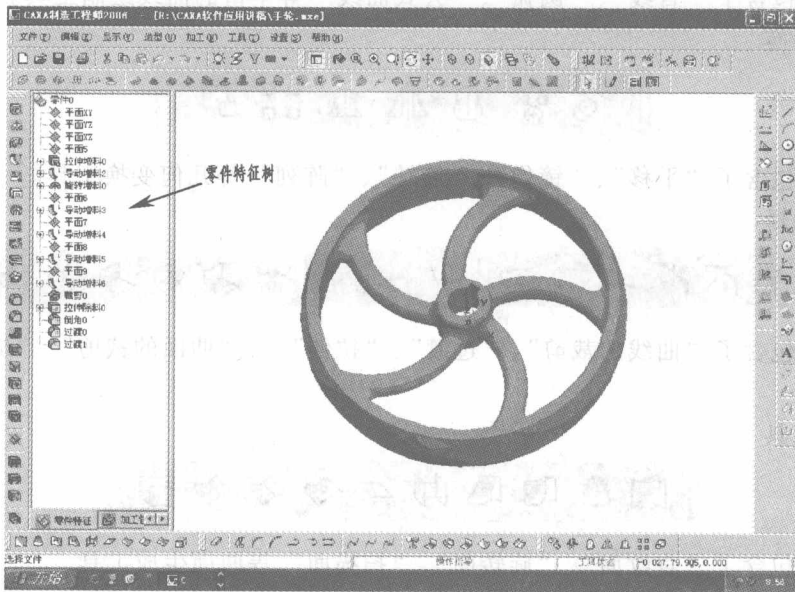


图 1-6 零件特征树

14. 加工管理特征树

加工管理特征树记录了生成刀具轨迹的刀具、几何及参数等信息，用户可以在加工管理特征树上编辑轨迹，如图 1-7 所示。

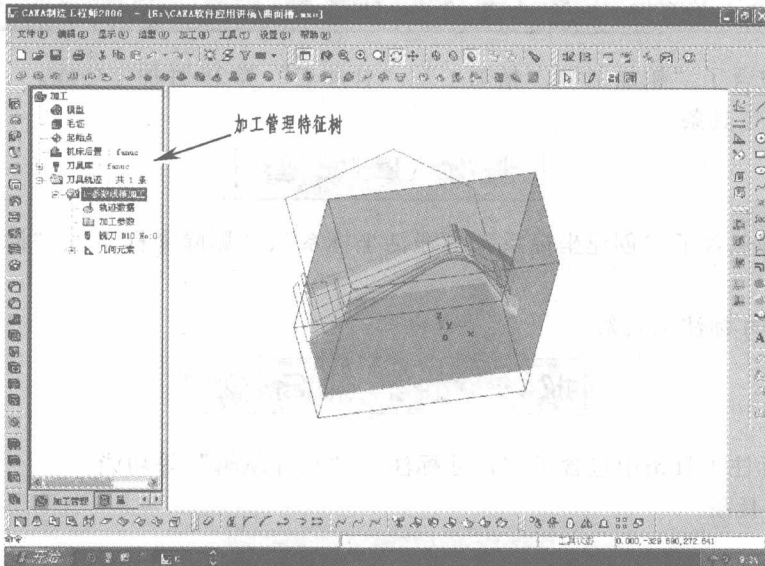


图 1-7 加工管理特征树

七、常用键含义

1. 鼠标键

单击鼠标左键可以用来激活菜单、确定位置点、拾取元素等；单击鼠标右键用来确认拾

取、结束操作和终止命令。

例如，要运行画直线功能应先把光标移动到直线图标上，然后单击鼠标左键，激活画直线功能，这时，在命令提示区出现下一步操作的提示；把光标移动到绘图区内，单击鼠标左键，输入一个位置点，再根据提示输入第二个位置点，就生成了一条直线。

又如，在删除几何元素时，当拾取完毕要删除的元素，单击鼠标右键就可以结束拾取，被拾取到的元素就被删除掉了。

文中单（左）击一般指按鼠标左键，右击为按鼠标右键。

2. 回车键和数值键

回车键和数值键在系统要求输入点时，可以激活一个坐标输入条，在输入条中可以输入坐标值。如果坐标值以@开始，表示是相对于前一个输入点的相对坐标；在某些情况下也可以输入字符串。

3. 空格键

空格键可以配合系统的当前操作，产生不同的快捷菜单。例如，当系统要求输入点时，按空格键弹出“点工具”菜单，如图 1-8 所示。

【注意】

1) 当使用空格键进行类型设置，在拾取操作完成后，建议重新按空格键，选中弹出菜单中的第一个选项（默认选项），让其回到系统的默认状态下，以便下一步的选取。

2) 用窗口拾取元素时，若是由左上角向右下角开窗口，窗口要包容整个元素对象，才能被拾取到；若是从右下角向左上角拉时，只要元素对象的一部分在窗口内，就可以拾取到。

4. 功能热键

为了方便操作，系统还提供了一些功能热键，在相应的菜单项后表示出来，用户可以根据自己的习惯记忆并使用。例如：F2 键可以进行“绘制草图”操作，如图 1-9 所示。

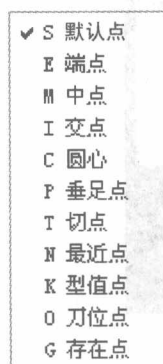


图 1-8 点工具菜单

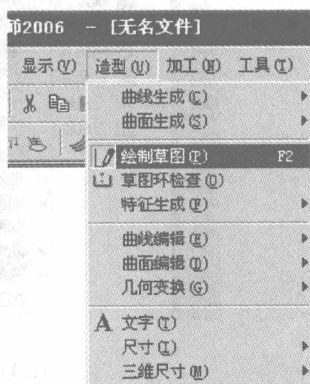


图 1-9 菜单项与功能热键

其他常用的功能热键还有：

1) F3 键：显示全部图形。

2) F4 键：重画（刷新）图形。


3) F5 键：将当前平面切换至 xoy 面，同时将显示平面设置为 xoy 面，将图形投影到 xoy 面内进行显示，即选取“xoy 平面”为视图平面和作图平面。

4) F6 键：将当前平面切换至 yoz 面，同时将显示平面设置为 yoz 面，将图形投影到 yoz 面内进行显示，即选取“yoz 平面”为视图平面和作图平面。

5) F7 键：将当前平面切换至 xoz 面，同时将显示平面设置为 xoz 面，将图形投影到 xoz 面内进行显示，即选取“xoz 平面”为视图平面和作图平面。

6) F8 键：显示轴测图。按轴测图方式显示图形。

7) F9 键：切换作图平面 (xoy、xoz、yoz)，重复按 F9 键，可以在 3 个平面中相互转换。

【操作】单击“编辑”下拉菜单中的“终止当前命令”，或者直接单击  按钮，当前命令终止。

第二节 显 示

一、显示变换

CAXA 制造工程师提供了绘制图形的显示命令，它们只改变图形在屏幕上显示的位置、比例、范围等，不改变原图形的实际尺寸。图形的显示控制对绘制复杂视图和大型图样具有重要作用，在图形绘制和编辑过程中也要经常使用。单击“显示”下拉菜单中的“显示变换”，在该菜单的右侧弹出下拉菜单，如图 1-10 所示。

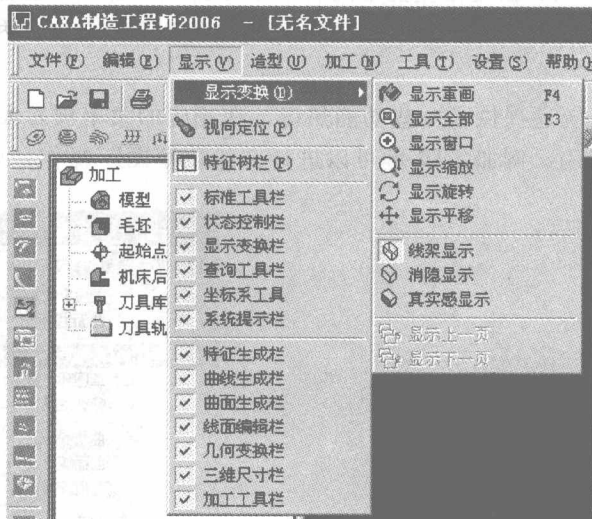


图 1-10 显示变换菜单

1. 显示重画

【功能】刷新当前屏幕所有图形。经过一段时间的图形绘制和编辑，屏幕绘图区中难免留下一些擦除痕迹，或者使一些有用图形上产生部分残缺，这些由于编辑后而产生的屏幕垃圾，虽然不影响图形的输出结果，但影响屏幕的美观。使用重画功能，可对屏幕进行刷新，清除屏幕垃圾，使屏幕变得整洁美观。

【操作】

1) 单击“显示”，指向“显示变换”，单击“显示重画”，或者直接单击伸按钮。

2) 屏幕上的图形发生闪烁，原有图形消失，但立即在原位置把图形重画一遍也即实现了图形的刷新。

还可以通过 F4 键使图形显示重画。

2. 显示全部


【功能】将当前绘制的所有图形全部显示在屏幕绘图区内，还可以通过 F3 键使图形显示全部。

【操作】单击“显示”，指向“显示变换”，单击“显示全部”，或者直接单击按钮。

3. 显示窗口

【功能】提示用户输入一个窗口的上角点和下角点，系统将两角点所包含的图形充满屏幕绘图区加以显示。

【操作】

1) 单击“显示”，指向“显示变换”，单击“显示窗口”，或者直接单击按钮。

2) 按提示要求在所需位置输入显示窗口的第一个角点，输入后十字光标立即消失。此时再移动鼠标时，出现一个由方框表示的窗口，窗口大小可随鼠标的移动而改变。

3) 窗口所确定的区域就是即将被放大的部分。窗口的中心将成为新的屏幕显示中心。在该方式下，不需要给定缩放系数，制造工程师将把给定窗口范围按尽可能大的原则，将选中区域内的图形按充满屏幕的方式重新显示出来。

4. 显示缩放

【功能】按照固定的比例将绘制的图形进行放大或缩小。

【操作】

1) 单击“显示”，指向“显示变换”，单击“显示缩放”，或者直接单击按钮。

2) 按住鼠标右键向左上或者右上方拖动鼠标，图形将跟着鼠标的上下拖动而放大或者缩小。

【说明】

1) 也可以通过 Page up 或 Page Down 键来对图形进行放大或缩小。

2) 也可使用 Shift 的键配合鼠标右键，执行该项功能。

3) 也可以使用 Ctrl 键配合方向键，执行该项功能。

5. 显示旋转

【功能】将拾取到的零部件进行旋转。

【操作】

1) 单击“显示”，指向“显示变换”，单击“显示旋转”，或者直接单击按钮。

2) 在屏幕上选取一个显示中心点，拖动鼠标左键，系统立即将该点作为新的屏幕显示中心，将图形重新显示出来。

【说明】

1) 还可以使用 Shift 键配合上、下、左、右方向键使屏幕中心进行显示的旋转。

2) 也可以使用 Shia 键配合鼠标左键，执行该项功能。

6. 显示平移