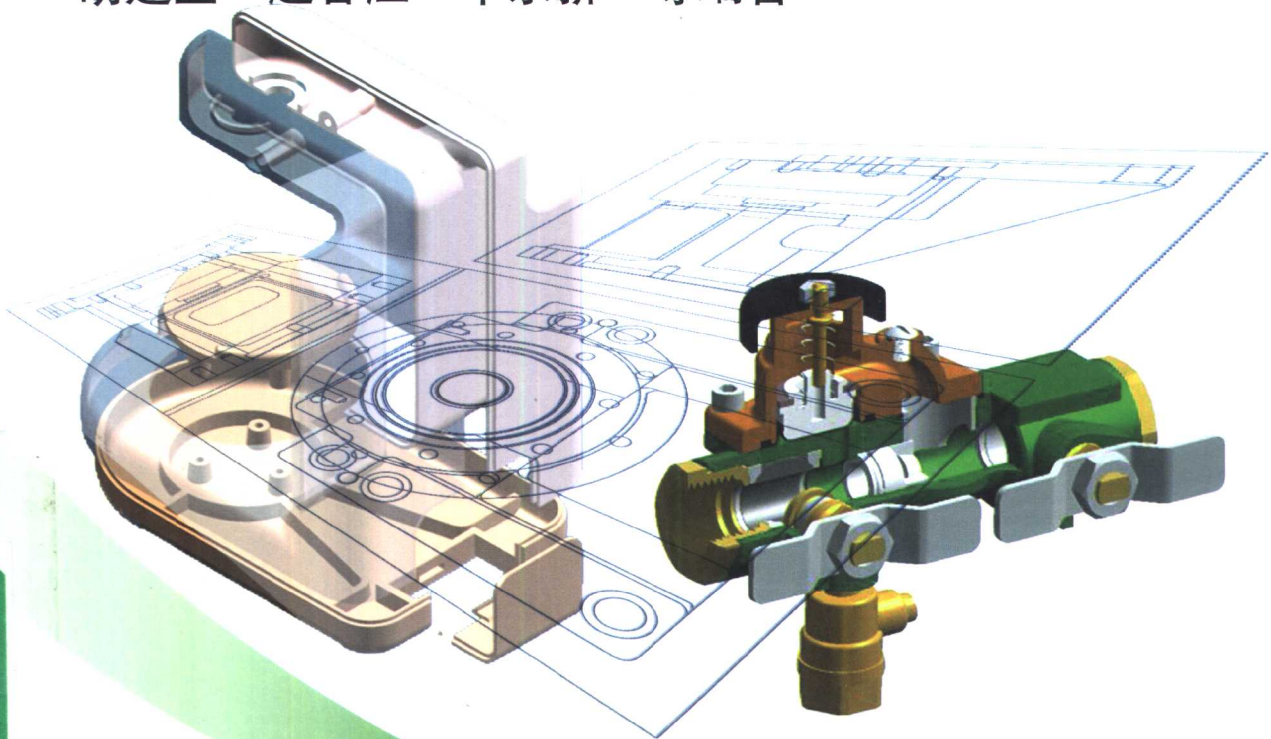
CAXA 电子图板应用教程系列丛书

CAXA 三维电子图板·实用案例教程

胡建生　赵春江　牛永新　等编著



机械工业出版社
China Machine Press

TP391.72
110

CAXA 电子图板应用教程系列丛书

CAXA 三维电子图板·实用案例教程

胡建生　赵春江　牛永新　等编著

机 械 工 业 出 版 社

本书紧密结合工程实际，详细介绍了CAXA三维电子图板软件的基本操作、曲线生成与编辑，三维实体造型、特征造型和曲面造型，装配轴测图的生成、剖切和分解，装配干涉检查和装配体渲染，三维实体转换成二维视图等技术的实现方法及操作步骤。本书内容比较系统、完整，形式新颖，绘图过程逐一配有真实的屏幕图形，最大限度的简化了文字叙述。读者可参照本书，边学习边操作，在最短时间内掌握并独立地进行三维造型设计。

本书适用于具有一定制图知识，并初步掌握CAXA电子图板操作的学生以及工程技术人员。本书可作为CAXA三维电子图板的自学教程，同时还可作为大专院校和学习三维造型的教材或教学参考书。

图书在版编目（CIP）数据

CAXA三维电子图板●实用案例教程 / 胡建生等编著. —北京：机械工业出版社，2002.3

（CAXA电子图板应用教程系列丛书）

ISBN 7-111-09970-2

Ⅰ.C... Ⅱ.胡... Ⅲ.自动绘图-软件包，CAXA-教材 Ⅳ.TP391.72

中国版本图书馆CIP数据核字（2002）第014121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：边 萌

封面设计：姚 毅 责任印制：何全君

北京京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2002年4月第1版第1次印刷

787mm×1092mm 1/16·18印张·441千字

0 001—5 000册

定价：31.00元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

本社购书热线电话（010）68993821、68326677-2527

CAXA 应用教程系列丛书编委会

顾　问（按姓氏笔画排序）

朱心雄　北京航空航天大学　教授
刘占山　教育部职业教育与成人教育司　副司长
张兴华　北京航空航天大学工程训练中心　首席教授
陈贤杰　科技部高新科技产业司　副司长
　　全国 CAD 应用工程办公室　主任
周正寅　全国 CAD 应用工程办公室　专家
周保东　《机械工人》杂志社　副社长
武　哲　北京航空航天大学　副校长
胡毓坚　机械工业出版社　副总编辑
唐荣锡　中国工程图学学会　理事长
黄永友　《CAD/CAM》杂志　主编
韩新民　机械科学院系统分析研究所　所长
雷　毅　北京北航海尔软件有限公司/CAXA　总裁

主任委员

许鹤峰

副主任委员

胡建生　李卫民　鲁君尚　边　萌

编　委（按姓氏笔画排序）

才　生　王全福　史彦敏　朱志杰　杜文杰　吴百中　张导成　张自强
张　杰　宋放之　张建中　李秋萍　罗广思　尚凤武　杨国太　杨国平
赵文志　贺　伟　胡松林　赵宝录　赵春江　贾艳东　崔小玲　章晓林
谢小星　曾　红　廖卫献　熊本俊

序

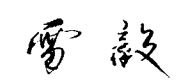
当前，计算机网络信息技术发展迅猛，正逐步渗透到方方面面。全球经济一体化的趋势正在加速，世界范围的产业格局正快速调整，全球制造业的重点正按照垂直整合的方式迅速向亚太地区转移。随着加入WTO，我国传统的制造业正面临一场全新的参与全球竞争的挑战，以制造业信息化推动制造业发展，是我国制造业能够参与国际竞争的必然选择。谁拥有先进的技术，谁拥有优秀的人才，谁就拥有未来市场的主动权。

CAXA作为一家高科技软件企业，以推动中国CAD/CAM技术的应用和制造业信息化的发展为目标，经过近10年的发展，特别是从1997年推出“CAXA电子图板97”以来，CAXA系列软件为我国CAD/CAM技术的应用发挥了积极的作用。目前，CAXA软件正版用户超过50 000家，并连续4年荣获“国产十佳软件”称号，正日益成为易学、实用、好用的国产CAD/CAM软件的象征；并以市场占有率最大、产品系列齐全、研发实力强劲、国际化联盟经营等优势，成为我国CAD/CAM软件行业的排头兵。

在CAD/CAM技术的应用和制造业信息化的发展中，市场是目标，技术是保障，人才是关键。掌握CAD/CAM技术的大量的应用型人才，是关键的关键。自2000年初CAXA与北京航空航天大学共同启动“CAXA教育培训计划”以来，得到了社会各界的广泛欢迎和积极参与。目前使用CAXA软件开展教学和培训的院校与培训机构超过500家，先后培训师资1 500多人次，编写出版了教材/图书100多套，直接培训学生/学员10多万人。同时，CAXA软件也先后成为劳动部“制图员”职业资格考试软件、教育部NIT（全国计算机应用技术证书考试）“计算机绘图”考试软件、教育部“优秀职业教育软件”等。CAXA在CAD/CAM应用人才的培训/培养方面，迈出了可喜的一步。

这套CAXA系列软件教材的编写出版，既是应市场对学习掌握CAXA的强烈要求，也是CAXA与北京航空航天大学等500多家CAXA院校及培训机构合作的结晶。相信通过这套CAXA系列软件教材的编写出版，必将会为我国CAD/CAM应用人才的培养、为制造业信息化的发展作出新的贡献。

中国的制造业将是未来全球制造业的中心。CAXA愿与各界朋友一起为此而努力，为中国的制造业——全球最大制造业的发展，插上信息化的翅膀。



北航海尔软件/CAXA总裁、博士

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

前　言

计算机辅助设计的应用发展，提高了产业计算机应用的基础。但二维 CAD 仅实现了“甩图板”，解决了工具更新的问题。要真正赶上现代技术更新的步伐，真正适应“信息化”时代的设计和生产，掌握三维 CAD 技术就显得尤为重要了。CAXA 三维电子图板（简称 CAXA-3D），是我国自主版权的计算机辅助设计绘图系统。它包含了零件、装配和渲染设计，同时还集成了 CAXA 二维电子图板。CAXA-3D 是全中文人机界面，设计功能和绘图步骤均从实用角度出发，提供了灵活多样的交互操作方法，并可自由地定制操作。目前已广泛应用于机械、航空、航天、汽车、船舶、轻工、化工、纺织等领域。

本书是以具有一定制图知识，初步掌握电脑操作的学生、专业技术人员为对象编写而成的，详细介绍了 CAXA-3D 的使用及技巧，由以下几部分内容构成。

第一部分：基本平面图形与三维图形的绘制。介绍图形的技术要点分析、实现步骤、基本绘制方法、显示控制步骤以及输出零件图。

第二部分：典型零件的绘制。介绍弹簧、轴类、壳体类、叶片类、曲面类以及曲面实体混合造型类零件三维图形的绘制过程，常用编辑命令的使用和操作方法。

第三部分：装配体的绘制。通过各种配合关系（重合、共轴、垂直、平行、相距、相切及角度），将零部件和子装配体进行组装。

第四部分：装配体的特殊表示法。介绍装配体的剖切视图和爆炸视图，用来观察装配体的内部结构、各零部件之间的相互关系，以及输出图样的方法。

第五部分：三维零件实体和装配体的渲染设计。通过赋材质（剪切材质、复制材质、粘贴材质、编辑材质）、布景及光源设置等，对实体进行表面上色，并输出效果图。

本书取材全部来自于工程实际，以工程实例进行讲解，均逐一配有真实的屏幕图形，图文对照，最大限度地简化了文字叙述。读者可参照本书，边学习边操作，易学易懂。需要说明的是，由于软件的升级需要一定的时间，致使 CAXA 电子图板软件中涉及到的标准，与最新的国家标准和行业标准不是全部相符，对此请读者在阅读时注意。

参加本书编著工作的有：胡建生（编写案例十一、十二），赵春江（编写绪论、案例一、二、三、五、七、九及附录），牛永新（编写案例十三、十四、十五、十六、十七、十八、十九），丁寿文（编写案例四、六），彭志强（编写案例八、十）。全书由胡建生负责统稿。在写作过程中，得到了崔峤、王鹏、王强等的大力支持与帮助，在此表示感谢。

由于编著者的水平所限，加之时间较紧，错误之处在所难免，欢迎读者批评指正。

编　著　者

目　　录

序
前　言
绪　论……1
第一章　基本图形的绘制……7
案例一　手柄的绘制……8
案例二　轴承座的绘制……21
第二章　典型零件的绘制……37
案例三　圆柱螺旋压缩弹簧的绘制……38
案例四　划线锤头的绘制……49
案例五　划线锤手柄的绘制……67
案例六　集粉筒的绘制……76
案例七　曲轴的绘制……94
案例八　阀体的绘制……126
案例九　绞龙的绘制……149
第三章　装配体的绘制……153
案例十　划线锤的绘制……153
案例十一　螺栓连接……165
案例十二　球阀的绘制……177
第四章　装配体的特殊表示法……205
案例十三　螺栓连接的轴测剖视图……205
案例十四　球阀的轴测剖视图……215
案例十五　螺栓连接的爆炸……222
案例十六　球阀的爆炸（含子装配的爆炸）……230
第五章　渲染设计……243
案例十七　曲轴的渲染……243
案例十八　划线锤的渲染……252
案例十九　球阀的渲染……254
附　录……269
参考文献……281

绪　论

CAXA（Computer Aided X always a step A head）是北航海尔软件有限公司系列产品的总称，主要包括：

计算机辅助设计（CAD）

CAXA 二维电子图板（简称 CAXA-EB/V2）

CAXA 三维电子图板（简称 CAXA-3D/V2）

CAXA 注塑模设计师

CAXA 冷冲模具设计

计算机辅助制造（CAM）

CAXA 制造工程师

CAXA 数控铣

CAXA 数控车

CAXA 雕刻

CAXA 线切割

计算机辅助工艺过程设计（CAPP）

CAXA 工艺图表

计算机辅助分析（CAE）

CAXA 注塑工艺分析

CAXA 三维电子图板是包含零件设计、装配设计和渲染设计的三维机械设计系统。在 CAXA 三维电子图板中还集成了 CAXA 二维电子图板，并广泛适用于机械、航空、航天、汽车、船舶、轻工、化工、纺织等领域。

利用 CAXA 三维电子图板可以进行零件设计、装配设计以及零件和装配结果的渲染，并可根据三维实体自动生成二维零件图、装配图和剖视图。CAXA 三维电子图板的详细功能，参见 CAXA 三维电子图板功能框图。

本书主要介绍 CAXA 三维电子图板，以及相关的 CAXA 二维电子图板的内容。

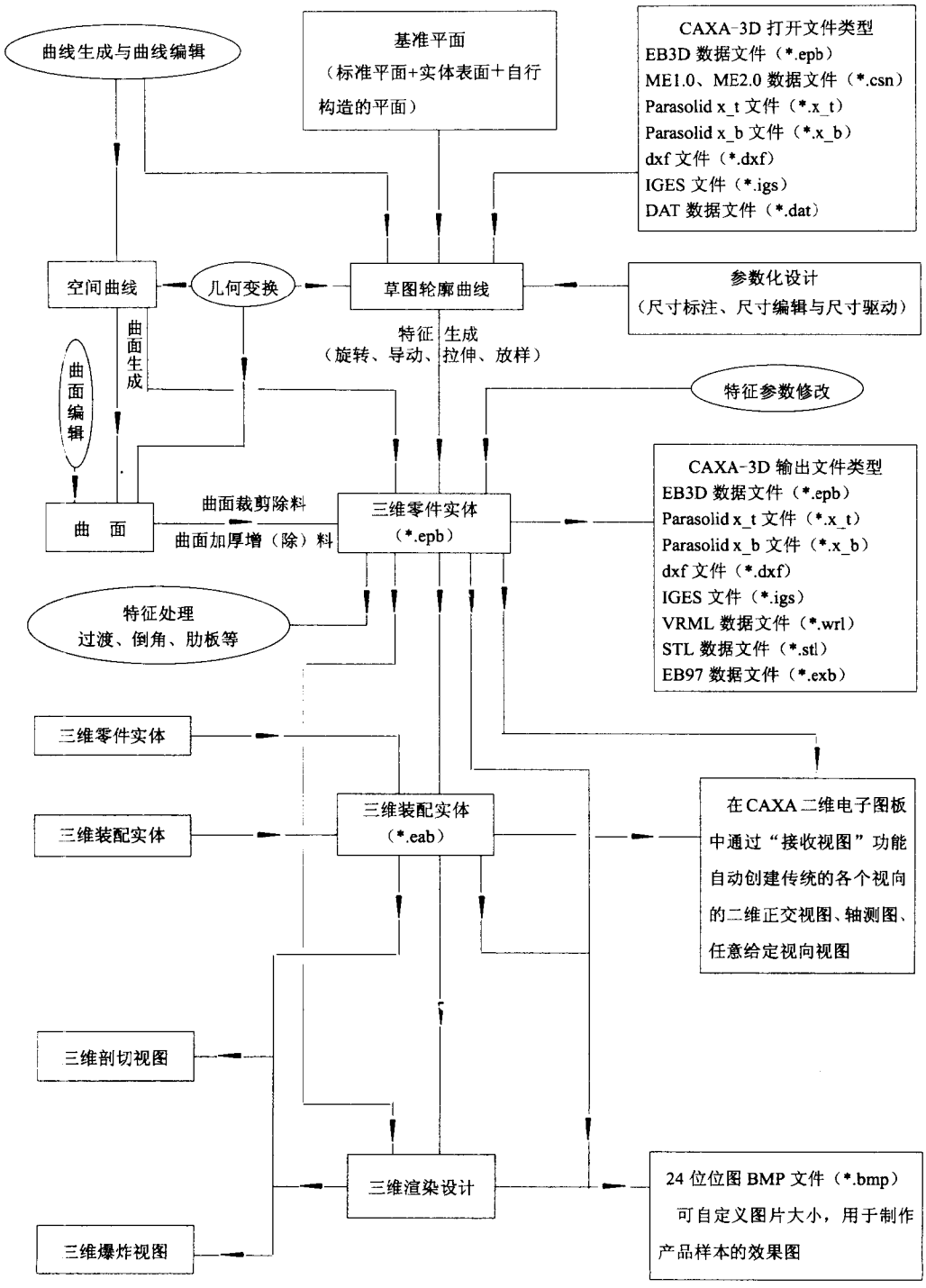
一、CAXA 三维电子图板主要功能

CAXA 三维电子图板的详细功能，参见 CAXA 三维电子图板的功能框图。

1．操作方便

CAXA 三维电子图板采用流行的 Windows 界面风格设计，全面支持 Windows 95/98/2000 或 Windows NT 4.0，支持 Windows 的个性化定制功能。用户可以随意移动、组合菜单和工具条，定制快捷键，提供灵活方便的鼠标右键操作和菜单的热键操作，强大的动态导航功能大大方便了造型设计上的操作。

CAXA 三维电子图板功能框图



2．参数化草图的绘制

CAXA 三维电子图板提供了强大的二维绘图和草图参数化设计功能。在草图环境下，既可以直接精确地绘制图形，也可以任意绘制曲线，而不必考虑坐标和尺寸的约束。之后，对绘制的草图标注尺寸，只需改变尺寸的数值，二维草图就会随着给定的尺寸值变化，达到最终希望的精确形状。

CAXA 三维电子图板为草图绘制提供了十四种曲线生成方法，即直线、圆弧、整圆、矩形、椭圆、正多边形、公式曲线、二次曲线、等距线、曲线投影、相关线、样条、点和文字等。利用这些功能以及提供的曲线编辑方法、几何变换功能等，可以方便快捷地绘制出各种复杂的图形。

CAXA 三维电子图板除可使用自身提供的生成方法绘制图形外，也可读入 CAXA 二维电子图板中已绘制的图形，还可直接读取非参数化的 EXB、DXF、DWG 等格式的图形文件，在草图中对其进行参数化重建。这样，能够非常方便、高效地在已有的产品基础上进行改型设计，加快产品的开发。

草图参数化通过尺寸标注和尺寸驱动来完成，而尺寸编辑则用于改变已标注尺寸的位置。草图参数化修改适用于图形的几何关系保持不变，只对某一尺寸进行修改。

3．实体特征设计

CAXA 三维电子图板不仅可以将二维的草图轮廓通过拉伸、旋转、导动、放样等轮廓造型手段，生成三维实体轮廓特征，而且还提供了过渡、倒角、肋板、抽壳、拔模、打孔等特征的处理手段，对生成的实体作局部修改。对存在相同特征的实体，提供了通过一次操作生成若干相同特征的线性阵列和环形阵列功能；在模具生成方面，CAXA 还提供了缩放、型腔和分模三种造型手段；通过实体布尔运算功能，还可以将一个零件并入到当前零件中，并与当前零件实现交、并、差运算，生成新的零件实体。

对于生成的造型，CAXA 三维电子图板支持灵活的特征参数化修改。无论造型操作到哪一步，通过尺寸驱动草图或修改特征生成过程中的任何参数，CAXA 三维电子图板会相应地更新形体的相关尺寸和参数，自动改变零件的形状和大小，并保持所有特征间的相互关系（如相切、相连等）不变。

4．曲面造型设计

CAXA 三维电子图板引入强大的 Nurbs 曲面造型技术，极大地解除了传统绘图方式对设计思路的束缚，直接进入三维（3D）设计空间。

从线框到曲面，提供了丰富的建模手段，可以通过数据列表、数学模型及各种测量数据生成样条曲线；通过直纹面、旋转面、扫描面、导动面、等距面、平面、放样面、边界面、网格面及实体表面等多种形式生成复杂曲面，并且提供了曲面裁剪、曲面过渡、曲面延伸、曲面拼接、曲面缝合等多种编辑方法。通过这些曲面生成方法及曲面编辑方法，可以生成复杂的曲面模型。

5．实体曲面造型一体化设计

在 CAXA 三维造型过程中，通过曲面加厚增（除）料、曲面裁剪除料等手段，可直接利用曲面参与实体造型。在零件上生成具有曲面形状的特征，在原有实体基础上生

成复杂的形状，实现任意复杂实体模型的生成。新增的模具设计功能，可以根据材料的特性确定其收缩率，生成模具。通过草图或曲面等分模方式，自动生成零件加工所有的各部分模具，极大地简化了设计过程。

实体曲面一体化操作，是 CAXA 三维电子图板造型不同于其他同类软件的最大特点。

6. 装配设计

装配设计是在零件设计的基础上，实现多个单独零部件的装配。CAXA 三维电子图板通过不同形式的约束，使孤立的零部件相互结合在一起，形成一个装配图，并能灵活地从不同方向观察装配的设计效果。装配时不仅可以插入三维零部件 EB3D 数据文件（*.epb）的实体模型，还可以插入子装配的 ASM3D 数据文件（*.eab）的实体模型。子装配是指提前将某些有关系的零部件进行装配。

对于有复杂关系的两个零件，可以直接输入定位点，使两个零件结合在一起，不必存在约束关系即能形成装配。

装配设计还提供了强大的生成剖切视图和爆炸视图的功能，并可将结果输出到二维电子图板中，达到快捷地绘制工程图样的目的。

7. 爆炸视图与剖切视图

爆炸视图是指将各零部件相分离的方式来观察装配视图，用以观察装配顺序和零件之间的相互关系。CAXA 三维电子图板提供了用自动和手动方法将装配体分解的内容。一个爆炸视图由一个或多个爆炸步骤组成。在 CAXA 三维电子图板装配设计中，一个装配体只能有一个爆炸视图。

剖切视图是指用不同方式生成的剖切平面剖开装配体，并将剖切平面上法向箭头所指的部分移去，剩余部分所得的三维图形。

剖切视图有阶梯剖和旋转剖两种生成方式：剖切零件有全剖零件、非剖零件和剖切零件三种方式。在 CAXA 三维电子图板装配设计中，一个零件或装配体可以有多个剖切视图。

在零件设计中，使用分模操作也可以得到剖切视图。

8. 渲染设计与效果输出

CAXA 三维电子图板提供了丰富的材质选项，对不同的零件或装配体进行润色渲染，达到未造先得、直接观察和打印产品的真实效果图（24 位位图 BMP 文件）。全新的视向定位功能可以从不同角度直接观察不同方向的立体图形，并且能将视向效果保存到系统或文件中，使后续设计更加方便。还可以精确地输出零件任意方位的二维视图。

9. 三维与二维的无缝集成（输出视图与接收视图）

利用三维电子图板设计零件，可以自动生成二维视图和轴测图，对设计和识图都非常方便。

CAXA 三维电子图板与二维电子图板实现了无缝集成，可以自动创建零件或装配体各个视向的二维正交视图、轴测图、任意给定视向的视图，也可以创建剖切视图和局部放大图，从而极大地简化了绘图过程。另外，可以任意排列视图，并对视图进行修改、

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

尺寸标注和工程标注等操作，最终生成复杂而完备的工程图样。

10．丰富的数据交换接口

CAXA 软件拥有多个接收和输出实体模型及曲面模型的数据接口，如 STEP、IGES、STA、X_T、DXF、DWG、STL 等国标数据交换标准和行业标准；全面支持 AutoCADR14、AutoCAD2000 的 DWG、DXF 格式文件；可以读入 WMF 格式的图形文件；可以输出 EB 老版本的格式文件，实现文件的向上兼容；支持常用的没有 Windows 驱动程序的绘图输出设备，可以输出该设备的打印文件，通过命令向绘图设备输出图样；CAXA 三维电子图板还可以直接输出 VRML、STL 格式的文件。

二、CAXA 三维电子图板的安装与启动

CAXA 三维电子图板有单机版和网络版两种。

将 CAXA 三维电子图板单机版的光盘插入光盘驱动器中，待其自动运行后，根据导航程序的提示，选择需要安装或运行的部分，按提示操作即可。

安装完成后（默认安装位置为 C:\CAXAEB3D），会在桌面和程序组菜单中有相应的显示。

启动软件有多种方法，如图 1、图 2 所示。

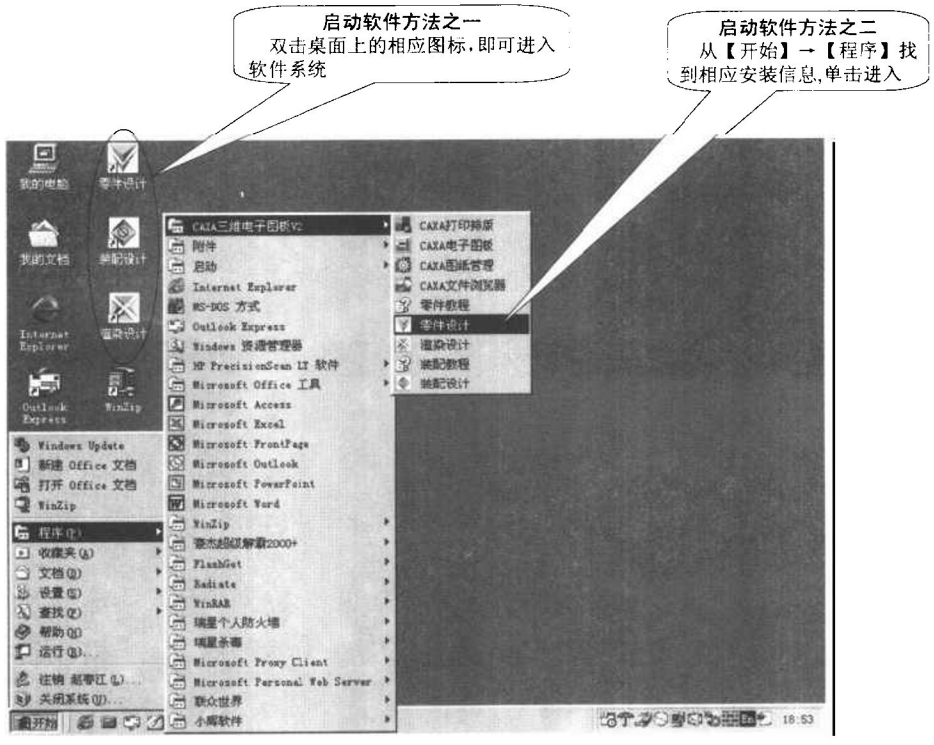


图 1　启动软件方法之一、之二

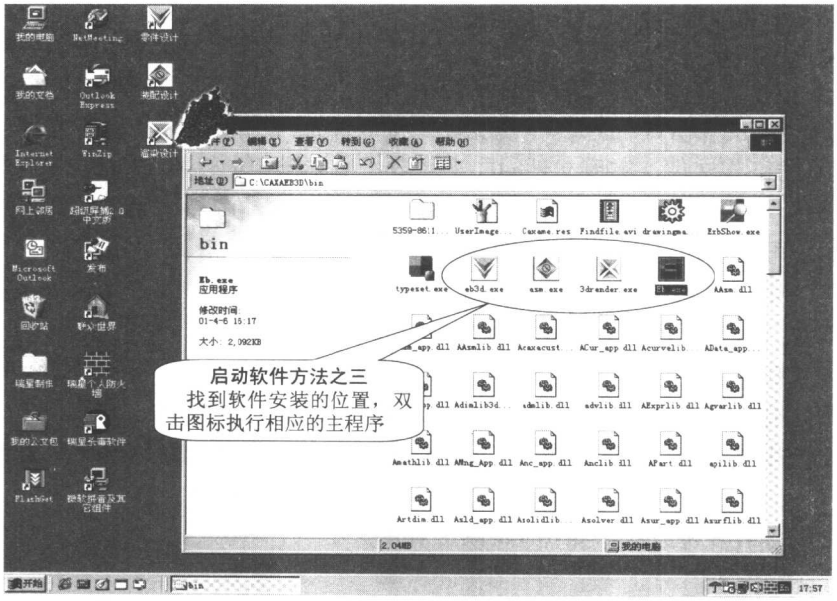


图 2　启动软件方法之三

第一章　基本图形的绘制

本章通过基本平面图形与三维图形的绘制，介绍图形的技术要点分析方法、图形的实现步骤、基本绘制方法和显示控制步骤，了解和掌握零件造型的规律和具体的操作方法。

三维零件的设计以平面图形为基础，通过各种特征造型手段得到三维零件实体。在CAXA三维电子图板中，要生成一个轮廓特征，必须经过确定基准平面、绘制草图和特征生成三个步骤。一个零件是由多个特征累加而成的。

1．确定基准平面

确定基准平面是绘制草图的第一步，也是最重要的一步。它的作用是确定草图在哪个基准面上绘制，就好像我们想用稿纸写文章，首先要选择一页稿纸一样。

基准平面可以选择特征树中已有的坐标平面，也可以选择已生成实体上的某个平面，还可以是设计者通过某特征构造出的平面。案例一、二使用了前两种方法。

2．绘制二维草图

选择了基准平面以后，在草图状态下绘制的曲线称为草图曲线，亦称草图或轮廓。在CAXA三维电子图板中，生成三维实体所依赖的草图曲线必须是封闭的，但肋板除外（注：CAXA系统中称肋板为筋板）。

在非草图状态下绘制的曲线称为空间曲线。在曲面造型中经常使用空间曲线，导动特征中的轨迹线使用空间曲线。案例一旋转特征中的轴线，就使用了空间曲线。

空间曲线可以通过投射的方法投射到草图基准平面上，得到草图再生成实体，而不需要删除空间曲线后再重新绘制。

3．将二维图形生成三维实体

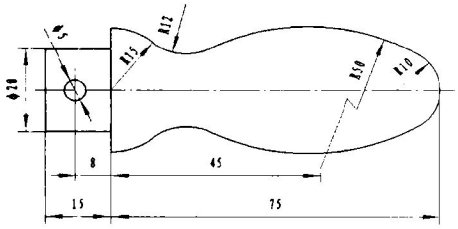
CAXA三维电子图板灵活的三维造型功能，可以将二维的草图轮廓，通过丰富的造型手段生成三维实体。CAXA三维电子图板提供的造型方式主要有拉伸、旋转、导动、放样等生成实体的方法，以及过渡、倒角、打孔、抽壳、拔模、肋板等特征处理方法。本章案例中主要介绍了拉伸增料、拉伸减料与旋转增料特征造型以及肋板、过渡等特征处理的使用方法，其他将在后面的案例中分别介绍。

4．输出三维实体的视图和剖视图

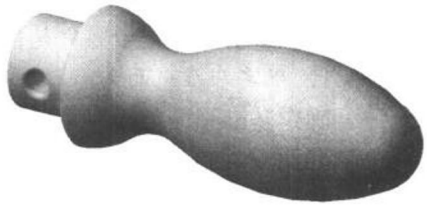
CAXA三维电子图板内置CAXA电子图板（与单一的二维电子图板功能完全相同），实现三维与二维软件无缝集成，方便地生成二维图样。在二维投影操作中，CAXA三维电子图板能够创建传统的规定方向的二维视图、轴测图，同时可以任意给定投射方向并任意排列，从而极大地简化了制图过程。利用CAXA电子图板的二维绘图功能，可对视图进行修改、尺寸标注和工程标注，并可加上标题栏和注释，从而生成最终所需的复杂而完备的工程图样。具体方法见案例二。

案例一　手柄的绘制

设计目标　根据手柄的平面图绘制轴测图，如下图所示。



平　面　图



轴　测　图

技术要点　本案例的主要技术要点包括：

（1）作图基准平面与线型的选择。

（2）基本图形的绘制方法，如直线、圆弧、整圆及两圆弧之间的圆弧连接。

（3）等距线与曲线拉伸的使用方法。

（4）拉伸增料、拉伸除料及旋转除料生成实体特征的方法。

（5）常用键的使用方法。

（6）点的输入方式与工具点的使用方法。

画图步骤　绘制手柄轴测图主要有以下几个步骤：

（1）在非草图状态下，绘制一空间直线，作为旋转特征造型中使用的轴线。

（2）选择特征树中已存在的“平面 XY”为基准平面。在草图状态下，绘制手柄草图的封闭轮廓，草图编辑完成后，退出草图状态；再通过旋转增料特征造型，生成手柄体。

（3）选择已生成的手柄体端面为基准平面。在草图状态下绘制草图，草图编辑完成后，退出草图状态；再通过拉伸增料特征造型，生成圆柱体。

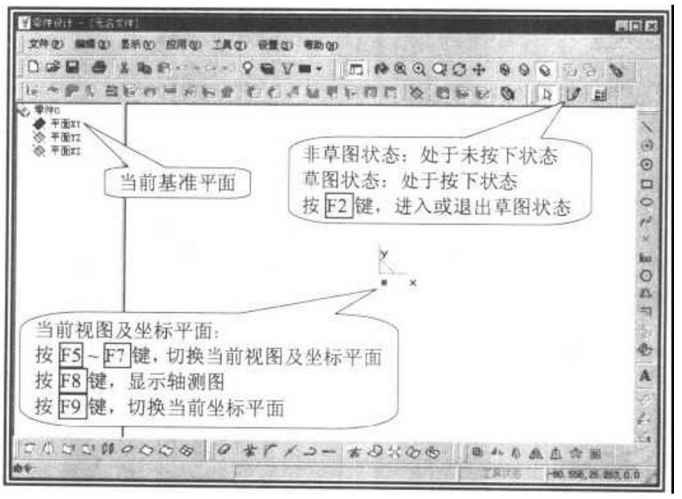
（4）选择特征树中已存在的“平面 XZ”为基准平面。在草图状态下绘制通孔截面图形圆，草图编辑完成后，退出草图状态；再通过拉伸除料特征造型，生成通孔。

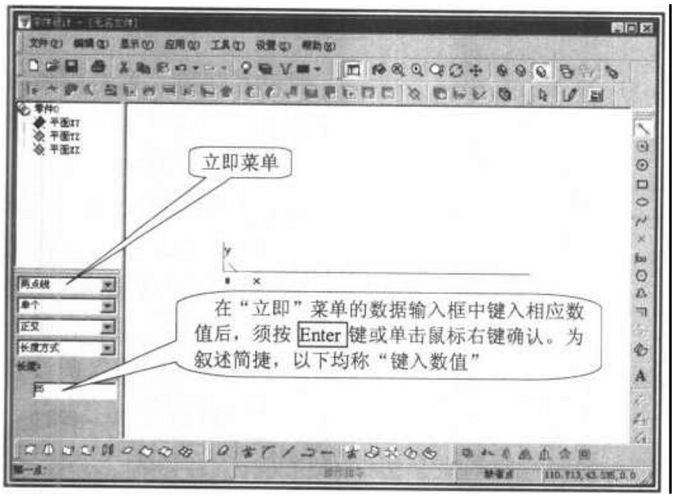
（5）将绘制完成的结果，保存到磁盘中。

步骤 1

双击桌面上的三维电子图板“零件设计”快捷方式图标，进入零件设计界面。在默认状态下，当前基准平面为“平面 XY”，当前坐标平面为“XOY”平面，非草图状态。

注意：根据个人习惯，也可以选用另外的两种方法启动软件。





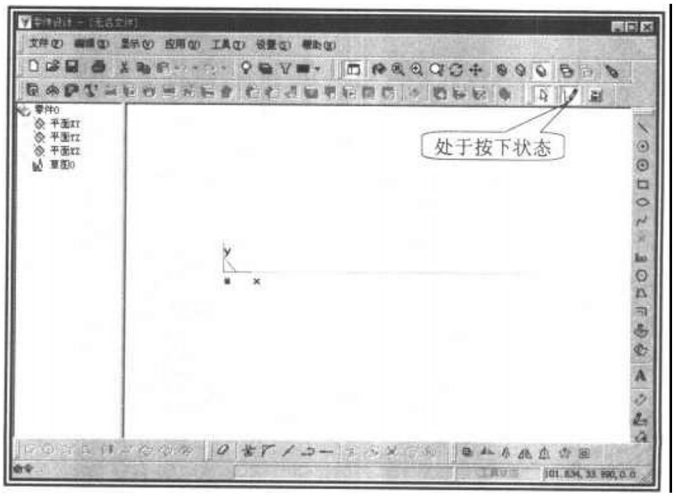
步骤 2

在非草图状态下绘制轴线。单击直线按钮 ，在“立即”菜单中依次选择“两点线”、“单个”、“正交”、“长度方式”，并输入长度值 85，按 Enter 键结束。捕捉坐标原点为第一点，向右移动鼠标，确认方向正确后单击鼠标，结束绘制直线操作。

步骤 3

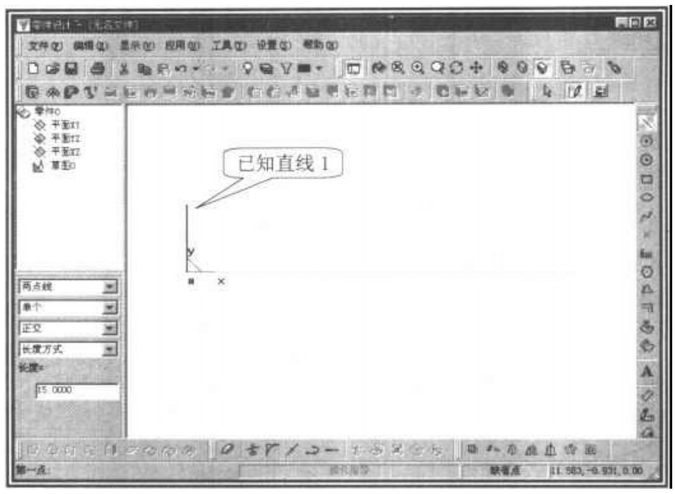
单击零件特征树的“平面 XY”，单击绘制草图按钮进入画草图状态(“绘制草图”按钮，处于按下状态)。

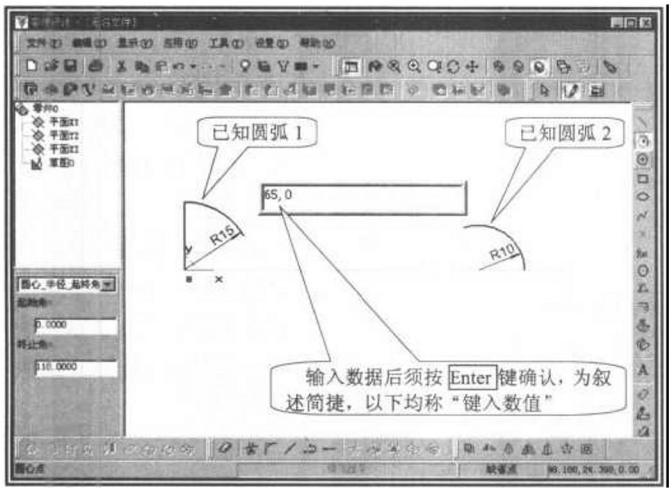
注意：应选择特征树中已有的坐标平面，作为草图的基准平面。



步骤4

单击直线按钮，在“立即”菜单中依次选择“两点线”、“单个”、“正交”、“长度方式”，并输入长度值15。捕捉坐标原点为第一点，向上移动鼠标，确认方向正确后单击鼠标，结束绘制直线的操作。



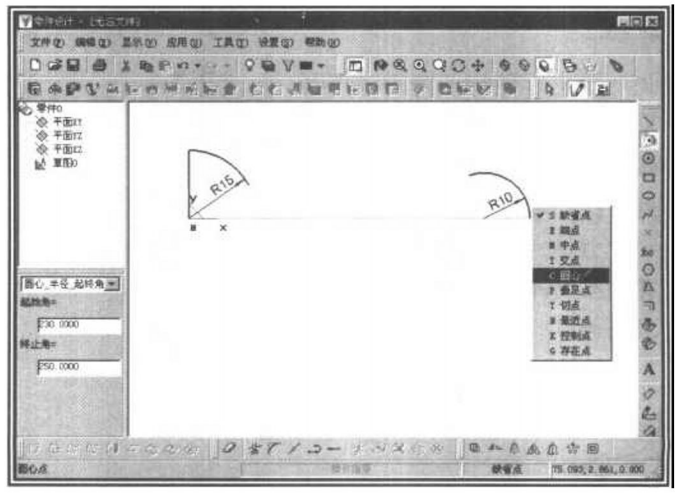


步骤5

画已知圆弧。单击圆弧按钮，在“立即”菜单中选择“圆心_半径_起终角”方式，输入起始角30、终止角90，捕捉原点为圆心点，捕捉直线上端点为半径；输入起始角0、终止角110。按 Enter 键，在弹出的数据条输入框中输入圆心点（65，0），输入半径值10，按 Enter 键结束。

步骤6

单击圆弧按钮，在“立即”菜单中选择“圆心_半径_起终角”方式，输入起始角230、终止角250。按空格键，在弹出的快捷菜单中选择“圆心”；然后拾取已知圆弧2，再按 Enter 键，在弹出的数据条输入框中输入半径值40，按 Enter 键，结束圆弧的绘制。



此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com