

国家制造业信息化
三维CAD认证规划教材

CAXA 实体设计

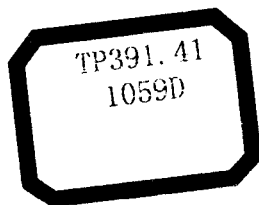
三维动画与多媒体制作实例教程

北航CAXA教育培训中心 组 编
国家制造业信息化三维CAD认证 审 定
培训管理办公室
鲁君尚 王 锦 吴隆江 陆晓春 等编著



北京航空航天大学出版社





国家制造业信息化
三维 CAD 认证规划教材

CAXA 实体设计 三维动画与多媒体制作实例教程

北航 **CAXA** 教育培训中心 组 编
国家制造业信息化三维 CAD 认证 审 定
培训管理办公室
鲁君尚 王 锦 吴隆江 陆晓春 等编著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

CAXA 实体设计是一款优秀的创新三维设计软件。本书是国家制造业信息化三维 CAD 认证规划教材,通过从近两年 10 多期 CAXA 三维 CAD 培训班课程实践中精选的 50 多个三维动画经典案例,详细介绍使用该设计软件进行自由轨迹动画、装配和爆炸动画、分层动画、光影和视向漫游动画、机构运动动画及高级动画属性等三维动画制作与多媒体制作的操作方法和操作要领。

本书附 2 张光盘,内容包括 CAXA 实体设计试用版软件,书中实例的三维动画制作过程的多媒体素材和电子教案,以及实例图形源文件等。

本书可用做各类大专院校机械与工业设计专业及相关课程的辅助教材,以及广大 CAXA 实体设计用户和设计人员的培训学习及指导用书。

图书在版编目(CIP)数据

CAXA 实体设计三维动画与多媒体制作实例教程/鲁君
尚等编著. —北京:北京航空航天大学出版社,2006.6
ISBN 7-81077-834-X

I. C… II. 鲁… 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(2006)第 030275 号

CAXA 实体设计三维动画与多媒体制作实例教程

北航 **CAXA** 教育培训中心 组 编

国家制造业信息化三维 CAD 认证

培训管理办公室 审 定

鲁君尚 王 锦 吴隆江 陆晓春 等编著

责任编辑 王 实

责任校对 陈 坤 赵 琳

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(100083) 发行部电话:010-82317024 传真:010-82328026

<http://www.buaapress.com.cn> E-mail: bhpres@263.net

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×960 1/16 印张:18.5 字数:414 千字

2006 年 6 月第 1 版 2006 年 6 月第 1 次印刷 印数:4 000 册

ISBN 7-81077-834-X 定价:40.00 元(含 2 张光盘)

国家制造业信息化三维 CAD 认证规划教材 编写委员会

顾问 (按姓氏笔画顺序)

乔少杰 北京航空航天大学出版社社长
刘占山 教育部职业教育与成人教育司副司长
孙林夫 四川省制造业信息化工程专家组组长
朱心雄 北京航空航天大学教授
祁国宁 浙江大学教授、科技部 863/CIMS 主题专家
杨海成 国家制造业信息化工程重大专项专家组组长
陈 宇 中国就业培训技术指导中心主任
陈李翔 劳动和社会保障部中国就业培训技术指导中心副主任
唐荣锡 中国工程图学学会名誉理事长、北京航空航天大学教授
唐晓青 北京航空航天大学副校长、科技部 863/CIMS 主题专家
席 平 北京工程图学学会理事长、北京航空航天大学教授、CAD 中心主任
黄永友 《CAD/CAM 与制造业信息化》杂志总编
游 钧 劳动和社会保障部劳动科学研究所所长
韩新民 机械科学院系统分析研究所所长
雷 毅 CAXA 总裁
廖文和 江苏省数字化设计制造工程中心主任

主任委员

鲁君尚 赵延永 王 锦 赵清宁

编委 (按姓氏笔画顺序)

王 锦 王芬娥 王周锋 史新民 叶 刚 任 霞
邢 蕾 佟亚男 吴隆江 张安鹏 李绍鹏 李培远
陈 杰 周运金 梁凤云 黄向荣 虞耀君 蔡微波

本书作者

鲁君尚 王 锦 吴隆江 陆晓春 等编著

前言

穿越时空的梦想、光与影的瞬间、身临其境的感觉……,让多少人心向神往、迷恋沉醉。虚拟三维世界对现实立体时空的仿真,是以往任何语言描述言犹未尽、任何平面表达逊色不已的境界,这正是现代三维动画的无限魅力。而今,这些都已不再高深莫测,不再遥不可及,现在就可从你、从我、从我们每个人的想象中简单开始。

三维动画是现代计算机虚拟仿真技术普及应用的一个重要方向,它通过对现实和想象中的物体的外观、结构、工作状态及应用场景等空间与时间关系的虚拟仿真,形象、生动、逼真地表达和展示了人们的创新构想,突破了此前许多只可意会、难以言传的表达屏障,并正在当前网络信息时代为实现人们思想与商业目标的沟通和交流中显示其巨大价值。

目前,制作三维动画的软件工具很多,大体分为专业影视类、专业游戏开发类、专业工程开发类以及其他专业应用的高端三维动画工具,如 MAYA, 3DMAX, CATIA, UG 等。这些软件的三维动画功能很强;但系统庞大,学习、掌握困难,对于三维动画的初学者尤其是大多数准专业或非专业人士,往往可望而不可及,不仅浪费宝贵时间,而且实用意义更是大打折扣。

CAXA 实体设计正是这样一款以创新设计见长的中、低端三维动画制作优秀软件,它功能适中,易学实用;对于快速表达创新设计构思、动态展示产品立体外观、结构及工作状态,以及三维动画的多媒体制作等,有着很强的实用价值和巨大魅力。

对于教师而言,在给学生讲授产品设计或机械结构课程时,为了尽可能帮助学生直观、形象地认识产品的内部结构和工作原理,深刻理解和掌握产品设计/制造的知识和原理,往往需要准备非常多的二维挂图或者各种各样的立体模型;同时,为了动态地展示产品内部结构和工作方式等,除了将产品模型切去四分之一外,还要到实验室中将一个产品的实物拆来拆去,这样做不但成本很高,而且效率十分低下,课堂效果更因机械、抽象而吸引不了学生的求知与创造热情。而借助现代计算机 3D 技术,通过装配动画仿真,使零件之间的关系一目了然,主动与从动的运动清清楚楚,从而使教师备课简单了,实验投入减小了,课堂气氛活跃了,学生兴趣激发了,教学效率也显著提高了。

对于企业来说,产品的设计开发、生产制造及销售服务等各个环节都是以相

关人员对产品的了解和理解为前提。要让顾客更早、更形象、更直观地在产品上市之前或一上市就认识和接受新产品,往往要花很大的精力和费用制作广告图片或实物样机以便与顾客进行沟通,但实际效果并不理想;产品设计生产过程中要让更多的相关人员参与进来,使他们看懂大量、复杂的二维工程图纸往往是很困难的,而沟通不畅会造成许多不必要的更改和反复,从而使产品的上市周期拉长,成本加大,质量下降;另外,还要为生产线上的工人与售后服务人员进行大量的操作培训等。今天通过装配/机构动画,在产品的设计阶段就可以将产品的内在结构和运动原理非常清晰地展示给客户和相关人员,不用涉及实际生产中的任何一个环节,只需在电脑上通过 3D 仿真就能很好地解决这些问题。

本书是国家制造业信息化三维 CAD 认证规划教材,通过从近两年 10 多期 CAXA 三维 CAD 培训班课程实践中精选的 50 多个三维动画经典案例,详细介绍了使用 CAXA 实体设计软件进行自由轨迹动画、装配与爆炸动画、分层动画、光影与视向漫游动画、机构联动动画等三维动画与多媒体制作的操作方法和操作要领,并突出乐趣与实用相结合,从简到繁,由浅入深,使读者从学习中得到快乐,在快乐中学到技能。

本书配光盘 2 张,提供了 CAXA 实体设计试用版软件、书中实例的三维动画制作过程及其源文件等,特别是实例的全程多媒体助教/助学课件和教学录像,更是培训教学的珍贵资料及个人自学无师自通的终南捷径。

本书可作为各类大、专院校机械与工业设计专业及相关课程的辅助教材,以及广大 CAXA 实体设计用户和设计人员的培训学习及指导用书。

本书由北航 CAXA 教育培训中心组织编写,并得到国家制造业信息化三维 CAD 认证培训管理办公室的指导和帮助。全书由鲁君尚审阅,王锦、陆晓春、吴隆江、张安鹏、任霞、严海军、冯荣坦等参与了内容的编写与案例准备等工作。

由于作者水平有限,加之编写时间仓促,书中难免错误和不当之处,恳请广大读者和教师批评指正。联系方式

E-mail:3ddl@163.com

网 址:www.3ddl.com.cn

北航 CAXA 教育培训中心
国家制造业信息化三维 CAD 认证培训管理办公室

目 录

第 1 章 CAXA 实体设计操作准备	1
1.1 CAXA 三维设计环境	1
1.2 设计元素库与智能元素	7
1.3 拖放式操作与智能捕捉	10
1.4 包围盒与操作手柄	12
1.5 三维操作工具——三维球	14
1.6 自由设计与精确设计	18
1.7 图素、零件、装配与属性	22
1.8 三种建模方式	28
1.9 基本设计流程	34
思考练习题	39
第 2 章 CAXA 三维动画基础	40
2.1 打开智能动画工具	40
2.2 动画基准——定位锚	41
2.3 拖放动画元素生成简单动画	46
2.4 智能动画向导	47
2.5 关键帧	49
2.6 定制轨迹动画	49
2.7 智能动画编辑器与时间控制	51
2.8 片段属性	54
2.9 轨迹属性	56
2.10 关键帧属性	59
思考练习题	62
第 3 章 让世界动起来	63
3.1 像风车一样地旋转	63
3.1.1 理发店的标志	63
3.1.2 魔 方	64
3.1.3 翻 书	66
3.1.4 地球仪	67
3.1.5 风 车	70
3.1.6 翻倒的骨牌	72
3.1.7 三维钟表	74
3.1.8 秋 千	75
3.1.9 恒力球	78
3.2 像落叶一样的自由轨迹	81
3.2.1 逃走的小球	81
3.2.2 旋转的硬币	83
3.2.3 五彩的陀螺	86
3.2.4 漂亮的投篮	88
3.2.5 发射的炮弹 1	91
3.2.6 发射的炮弹 2	93
3.3 轻轻地我走了,正如我轻轻地来	95
3.3.1 怀念英雄	95
3.3.2 倒计时	97
思考练习题	99
第 4 章 装配/爆炸动画	100
4.1 装配设计知识准备	101
4.2 产品装配动画	104
4.2.1 装配方型插件	105
4.2.2 装配圆柱轴	107
4.2.3 装配长方键	111
4.2.4 装配双圆柱插件	112
4.2.5 装配反向——拆卸	115
4.3 减速器的拆解/爆炸动画	116
4.4 剖视动画	126

4.4.1 减速器装配的剖切动画	126	6.3.2 非完整齿轮机构	205
4.4.2 悠悠球	129	6.3.3 偏心轮传动机构	208
思考练习题	132	6.3.4 外啮合槽轮机构	210
第 5 章 光影/漫游动画	133	6.3.5 链条传动	212
5.1 光源的添加与设置	133	6.4 实际应用	223
5.2 光源效果动画	137	6.4.1 公共汽车门	223
5.2.1 产品展示	137	6.4.2 活塞机构运动	225
5.2.2 灯塔	142	6.4.3 翻台机构	227
5.2.3 日晷	147	6.4.4 椭圆规	230
5.3 视向的添加与切换	152	6.4.5 牛头刨床	233
5.4 视向效果动画——漫游艺术画廊	155	思考练习题	236
5.5 透镜动画	166	第 7 章 机构模型、接触动画(凸轮机构)与有限元分析动画	237
思考练习题	170	7.1 机构模型	237
第 6 章 机构/约束动画	171	7.2 接触动画(凸轮机构)	238
6.1 约束的添加	171	7.3 有限元动画	241
6.1.1 “约束装配”工具的使用	171	思考练习题	245
6.1.2 尺寸约束	176	第 8 章 动画无止境	246
6.2 连杆机构动画	178	8.1 变形金刚	246
6.2.1 平行四边形机构	178	8.2 百变魔瓶	258
6.2.2 曲柄摇杆机构	182	8.3 中国象棋	268
6.2.3 双曲柄机构	188	思考练习题	273
6.2.4 双摇杆机构	190	第 9 章 动画的后期处理	274
6.2.5 对心曲柄滑块机构	193	9.1 动画的输出	274
6.2.6 偏置曲柄滑块机构	194	9.2 多媒体制作	281
6.2.7 摆动导杆机构	196	9.2.1 PowerPoint 的使用	281
6.2.8 定块机构	199	9.2.2 多媒体制作三剑客	283
6.3 轮系机构动画	201	思考练习题	285
6.3.1 齿轮传动机构	201		

第 1 章 CAXA 实体设计操作准备

本章要点:

- 掌握 CAXA 三维实体设计软件的基本操作。

1.1 CAXA 三维设计环境

双击计算机 Windows 桌面快捷图标,或单击“开始”|“程序”,单击“CAXA 实体设计 2006”,启动 CAXA 三维实体设计 2006 软件(如图 1-1 所示),弹出“新的设计环境”对话框如图 1-2 所示,直接单击“确定”按钮,进入系统默认的三维设计环境 Blue. ics。单击按钮或单击菜单中的“文件”|“打开文件”,从弹出的“打开”对话框中(如图 1-3 所示)选择“手机”文件,并单击“打开”按钮,“手机”的三维文件即被打开在默认的三维设计环境中(如图 1-4 所示);单击按钮,在设计环境窗口左侧显示设计树;将光标移至设计环境窗口右侧,并单击“图素”选项卡打开设计元素库。这样,一个打开“手机”文件的典型 CAXA 三维设计环境即展现在面前。

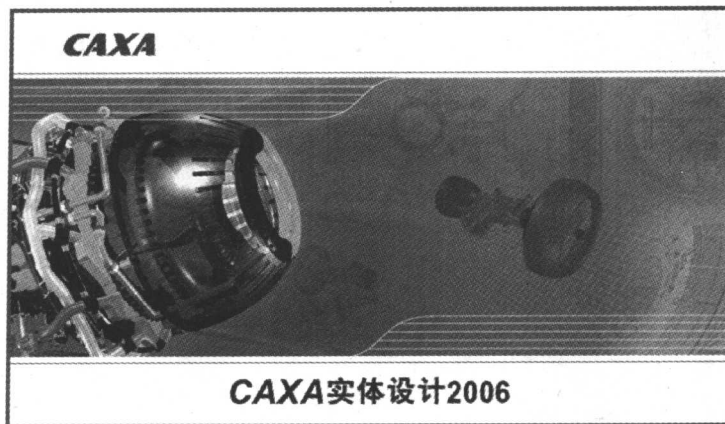


图 1-1 CAXA 实体设计 2006 启动界面

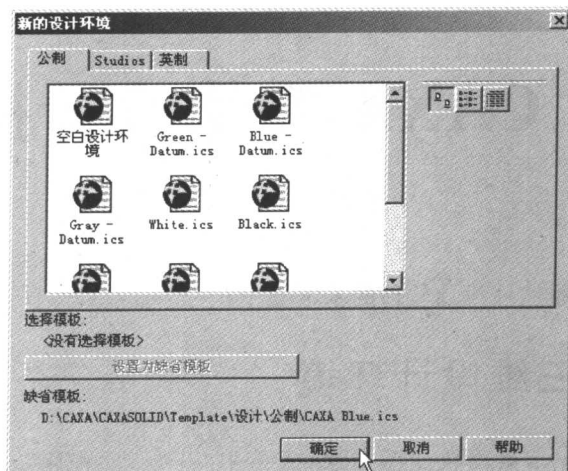


图 1-2 进入系统默认的三维设计环境 Blue.ics

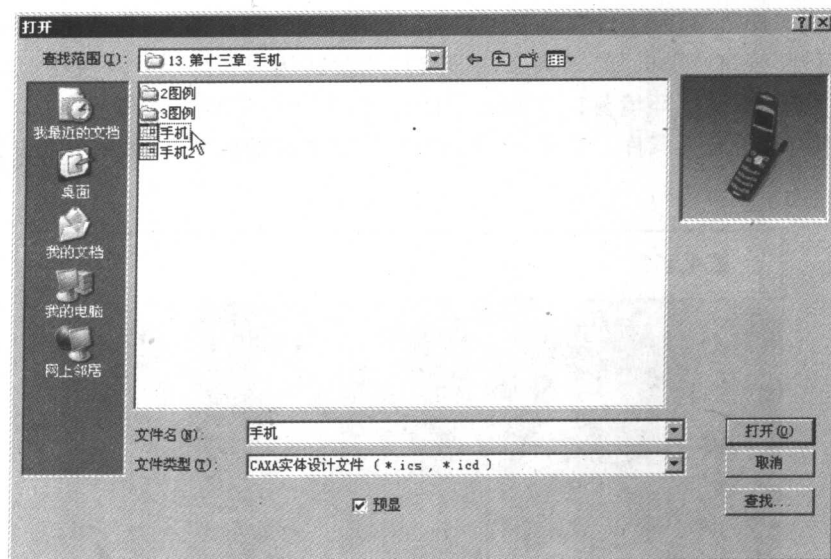


图 1-3 打开“手机.ics”文件

CAXA 三维动画设计是在 CAXA 实体设计的三维设计环境中完成的。因此,在开始 CAXA 三维动画学习之前,首先需要对 CAXA 实体设计的三维设计环境、工具及其操作进行全面的了解。

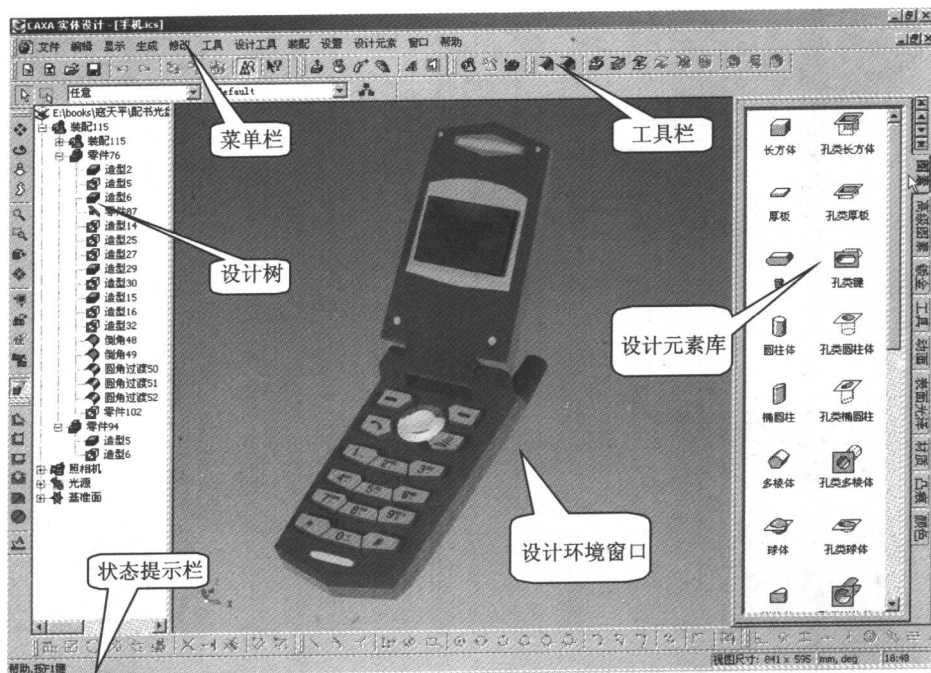


图 1-4 打开“手机”文件后的 CAXA 实体设计的三维设计环境

如图 1-4 所示, CAXA 实体设计的三维设计环境是一个典型 Windows 风格环境, 主要由以下几个要素构成。

1. 菜单栏

设计环境窗口最上一行是菜单栏, CAXA 实体设计软件的强大创新设计功能大都可以通过对菜单栏中各主菜单及其级联菜单的调用来实现, 如图 1-5 所示。

2. 工具栏

在设计环境窗口的四周是工具栏。工具栏是大量菜单功能的快捷方式, 因此可以不用层层翻菜单, 而直接通过单击设计环境窗口周围的快捷工具方式轻松实现各种功能。

如图 1-6 所示, 只需在设计环境窗口周围的菜单或工具栏的灰色区域内右击, 或单击主菜单“显示”|“工具条”, 即可弹出“工具条”设置的快捷菜单, 通过单击菜单项即可实现每个工具条的打开或关闭。工具条的位置可以拖动重新放置。

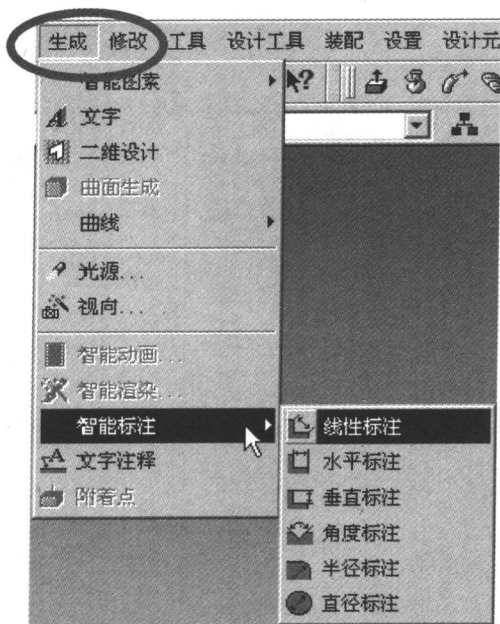


图 1-5 主菜单及其级联菜单

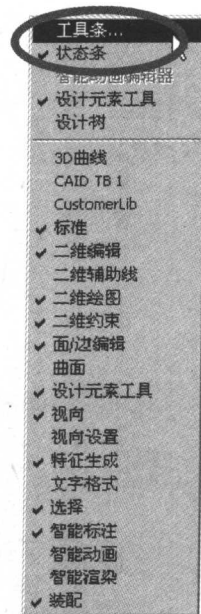
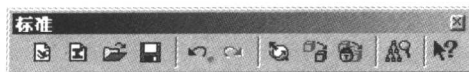


图 1-6 工具条设置菜单

这里着重介绍“标准”、“视向”和“选择”工具条。它们是动画设计过程中最常用的几个工具条,如图 1-7~图 1-9 所示。



- 新建一个三维设计环境
- 新建一个二维绘图环境
- 打开一个文件
- 保存当前设计的文件
- 撤消操作
- 恢复操作
- 三维球
- 无约束装配
- 约束装配
- 显示设计树
- 帮助

图 1-7 “标准”工具条



- | | | |
|-------|---------|---------------|
| 平移 | F2 | Shift + 按滚轮平移 |
| 动态旋转 | F3 | 滚轮移动 |
| 前后缩放 | F4 | 滚轮滚动 |
| 任意视向 | Ctrl+F2 | |
| 动态缩放 | F5 | |
| 显示窗口 | Ctrl+F5 | |
| 指定面 | F7 | |
| 指定视向点 | Ctrl+F7 | 指定显示中心 |
| 显示全部 | F8 | 恢复透视角度 |
| 保存视向 | | |
| 恢复视向 | | |
| 恢复从前 | | |
| 透视 | F9 | |

图 1-8 “视向”工具条

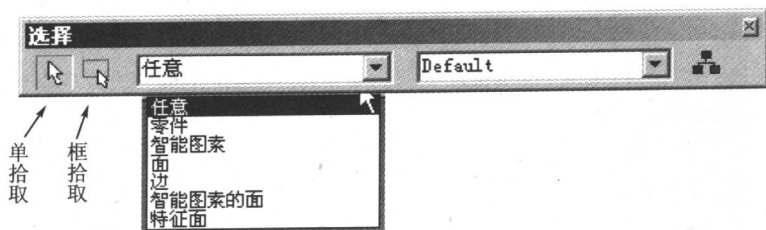


图 1-9 “选择”工具条

3. 设计环境窗口

设计环境窗口是进行三维创新设计的工作区域,设计模型及其效果都是在这个环境中实现的。针对不同设计内容和要求可以使用不同的设计环境(需设置)。窗口左下角是系统绝对坐标方位,显示了当前设计环境的空间方位。

在设计环境窗口空白处右击,选择快捷菜单中的任意一项,弹出与其相应的“设计环境性质”对话框,分别如图 1-10 所示。这时,可分别对环境窗口进行分割、环境背景重设、环境渲染方式重设及设计环境显示方式重设等。

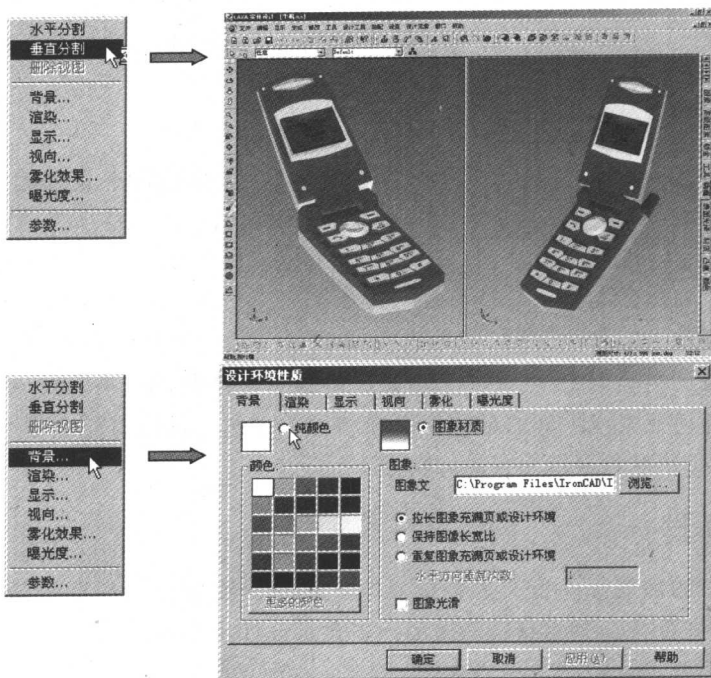


图 1-10 对设计环境属性进行设置

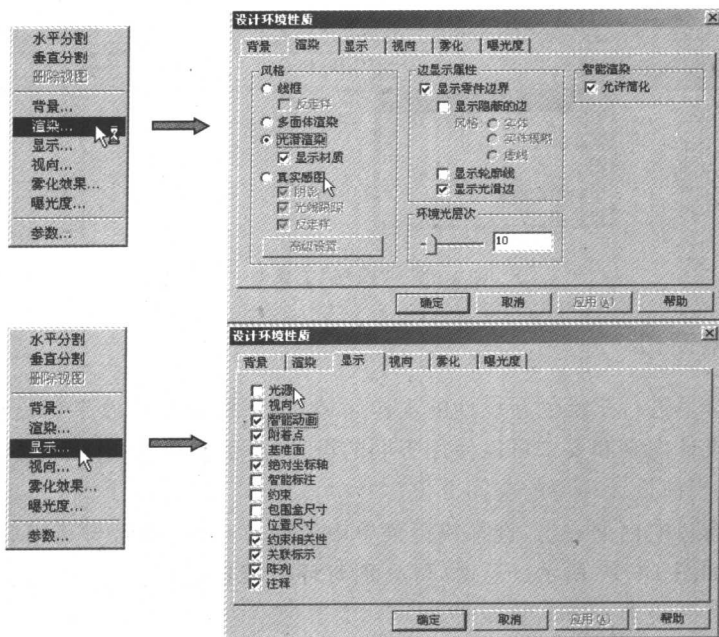


图 1-10 对设计环境属性进行设置(续)

4. 设计元素库

用于将已经定义的标准图素以列表的形式显示,以便在设计中直接选用。详细内容见 1.2 节。

5. 设计树

可以根据需要单击工具按钮,或单击主菜单“显示”|“设计树”来打开或关闭当前设计环境的设计树。设计树类似于 Windows 资源管理器或文件夹,按“+”可以展开下级内容,是当前设计环境中任何元素或组件的目录索引和结构关系树。可以直接在设计树中选取/拾取元素,并可直接对所选对象进行相关的编辑操作。

6. 状态提示栏

设计环境窗口的最底部一行是系统的状态提示栏。当前设计环境中每进行一步功能操作,系统都在此栏进行状态显示或操作提示。它显示设计操作过程中的重要提示和指导信息。

1.2 设计元素库与智能元素

移动光标至设计环境窗口右侧会自动以目录方式展开设计元素库。设计元素库是CAXA 实体设计软件的突出特点和重要基础,系统自带的基本图素、高级图素、工具图素及动画元素等丰富智能设计元素,以及它所提供的灵活、开放的知识重用机制和元素库扩展功能,使创新设计得以直接在已有的三维智能图素、设计元素及成果方案的基础上进行,而无需一切都从零开始,从以往繁琐、复杂的基本设定开始,从而极大提高了设计效率,显著降低了应用难度。

1. 打开设计元素

CAXA 实体设计三维设计环境与二维绘图环境下自带的设计元素共有 23 种,以 .icc 格式保存在软件安装目录\CAXA\CAXASOLID\Catalogs 文件夹下。系统在默认安装时已自动打开了图素、高级图素、工具、动画、表面光泽、钣金、材质、凸痕及颜色等常用的 9 种设计元素。

单击主菜单“设计元素”|“打开”,选择本机或网络上已有的、以 .icc 格式保存的设计元素的相应存储路径,即可按需要打开系统自带的其他三维设计元素,如图 1-11 所示。新打开的设计元素会自动展开在设计环境窗口右侧下方。



图 1-11 打开设计元素库

2. 新建设计元素

单击主菜单“设计元素”|“新建”，即可在设计环境窗口右侧目录的下方新建一个新的空白设计元素库“设计元素 1”；单击设计环境中的“手机”对象，将其拖动至新建的空白设计元素库内释放，即可将“手机”对象添加至新建的空白“设计元素 1”中，如图 1-12(a)所示。

双击“未命名”进入编辑状态，输入“手机”并完成重命名。在“设计元素 1”为打开状态下，单击主菜单“设计元素”|“另存为”，在弹出的“另存为”对话框中选择保存路径，并输入设计元素名为“Abc 手机”后，单击“确定”按钮，即可将“手机”对象添加到名为“Abc 手机”的新建设计元素库中，并以 .icc 格式保存为设计元素以便下次直接浏览、使用，如图 1-12(b)所示。

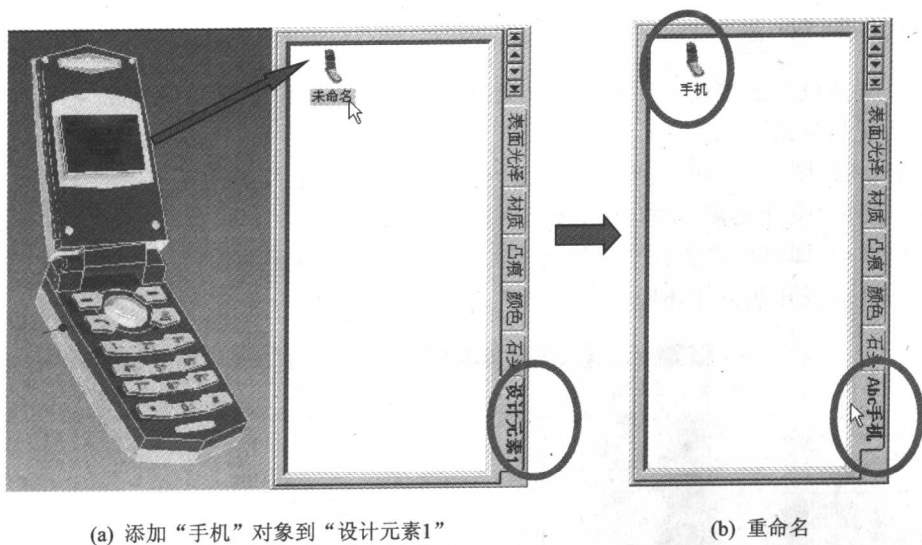


图 1-12 将“手机”对象添加到名为“Abc 手机”的新建设计元素库中

3. 添加文件夹作为自定义库

设计元素库不仅可以调用以 .icc 格式保存的设计元素，也可以将 CAXA 实体设计三维设计环境下生成的 .ics 格式的三维设计文件夹作为自定义设计元素库调入借用。

在设计环境窗口周围的菜单或工具条的灰色区域内右击，弹出工具条设置快捷菜单，选择 CustomerLib，弹出“插入自定义库”工具按钮，单击该按钮，弹出“添加自定义库”对话框，按“选择库路径”文本框的按钮 ，从弹出的“浏览文件夹”对话框中选择要打开的文件夹“减速器”(.ics 格式三维设计文件夹)，单击“确定”按钮，即可在设计元素库中的“工具”库中添加一个“减速器”工具，如图 1-13 所示。

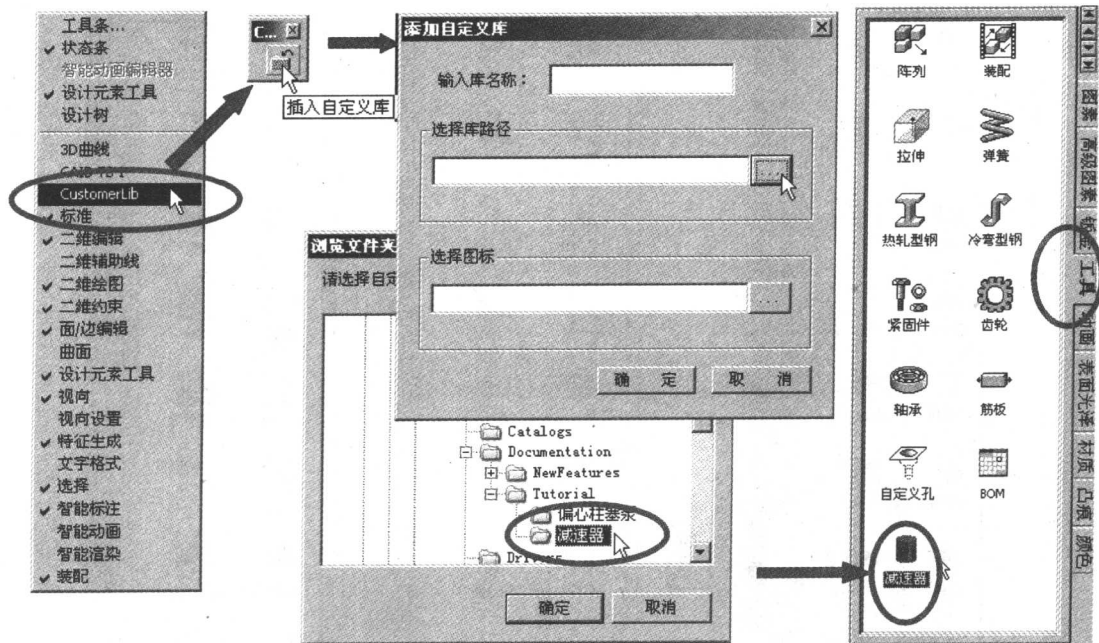


图 1-13 添加三维文件夹作为自定义库

4. 智能设计元素

如图 1-14 所示,系统自带的智能元素是设计元素库的核心基础内容。

智能图素、高级图素、工具图素及钣金图素等是 CAXA 三维实体设计的智能几何元素,包括长方体、圆柱体、球体以及长方孔、圆柱孔、球孔等丰富的基本几何形体,还有多棱柱、U 形体、T 形体及管状体等高级几何形体,以及齿轮、轴承、螺栓、定制孔等常用标准件/复杂几何形体等。通过拖放智能几何元素进行智能组合,可以方便地创建各种所需的三维几何模型。

动画元素、表面光泽元素、表面材质元素及凸痕元素等是 CAXA 三维实体设计的非几何智能元素,通过拖放这些智能元素到指定的几何形体对象上,即可将动画、表面光泽及表面材质等属性直观地添加到该指定几何形体对象上。

所谓智能元素,就是因为它具有智能的内在属性,能够在参与设计过程中,智能地相互附着并依其内在属性结合成为有机整体,而不是简单的堆积。以灵活调用丰富的智能元素为基础,CAXA 实体设计就可以直接从三维开始、在统一的三维环境中完成直观、便捷、灵活的创新设计。