

CAXA 大学



CAXA

CAXA大学教研中心组编
杨伟群 等编著

实体设计

应用基础篇



北京大学出版社
<http://cbs.pku.edu.cn>

CAXA大学 三维数字化创新设计 培训教材

CAXA 实体设计——应用基础篇

CAXA大学 教研中心 组编

杨伟群 任 霞 王 锦 等 编著

北京 大学 出版 社

· 北 京 ·

内 容 简 介

CAXA 实体设计是由北京北航海尔软件有限公司通过国际合作研发的具有国际先进水平的新一代三维设计软件,该软件把美国最新专利技术和 CAXA 多年来在 CAD/CAM 领域所积累的经验相结合,真正使得实体设计做到了简单易用。

本书是《CAXA 实体设计》系列丛书中的一本,主要介绍了创新设计概念、CAXA 实体设计的安装和使用方法、智能图素、图素和零件的装配、零件设计、曲面设计、生成工程图纸、实体的渲染设计、三维动画制作、数据共享等基础内容,最后以三元子泵的实体设计为例,展示了综合运用该软件进行创新设计的完整流程。

本书是“CAXA 大学”各“CAXA 教育培训中心”三维数字化创新设计基础课程培训教材,适合 CAXA 实体设计的初学者自学使用,也可作为大专院校相关专业的三维 CAD 教材。

图书在版编目(CIP)数据

CAXA 实体设计——应用基础篇/杨伟群,任霞,王锦等编著. —北京:北京大学出版社,2002.9
(CAXA 实体设计系列丛书)

ISBN 7-301-05870-5

I. C... II. ①杨... ②任... ③王... III. 自动绘图—软件包, CAXA IV. TP391.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 069297 号

书 名: CAXA 实体设计——应用基础篇

著作责任者: 杨伟群 任 霞 王 锦 等

责任编辑: 邓小君

标准书号: ISBN 7-301-05870-5/TP·0687

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 62754140 62765127 编辑室 62765126 邮购部 62752015

电子信箱: macrowin@263.net.cn

排 版 者: 北京东方人华科技有限公司

印 刷 者: 河北省滦县滦兴书刊印刷厂

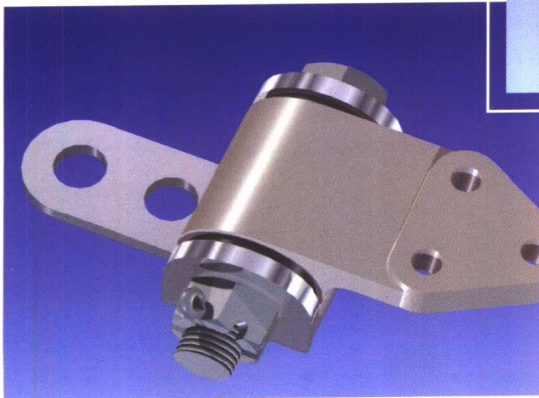
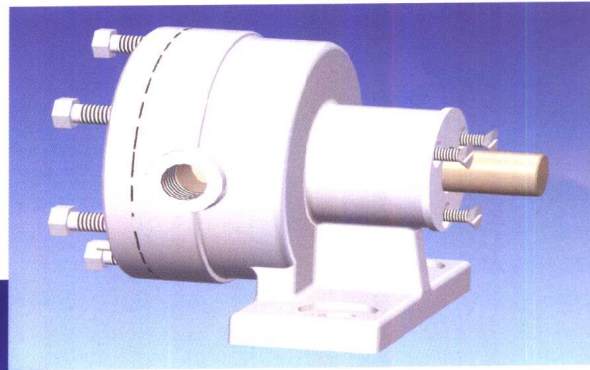
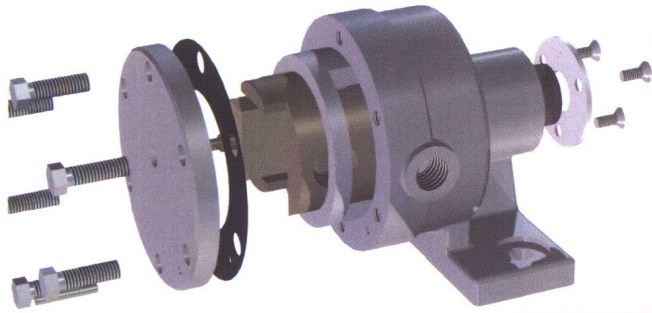
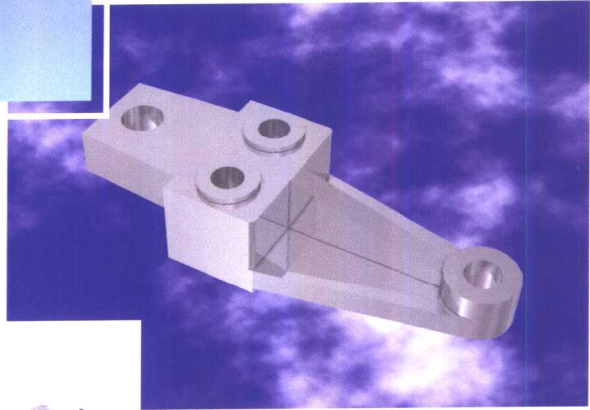
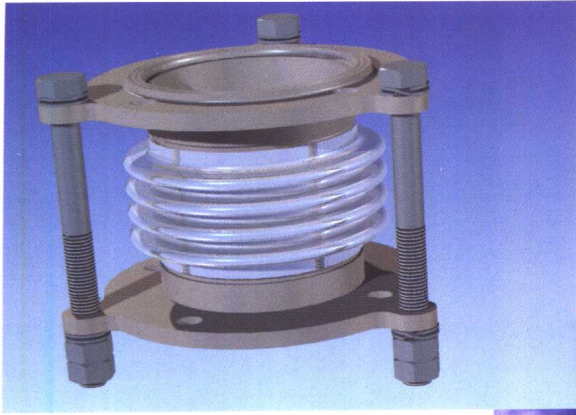
发 行 者: 北京大学出版社

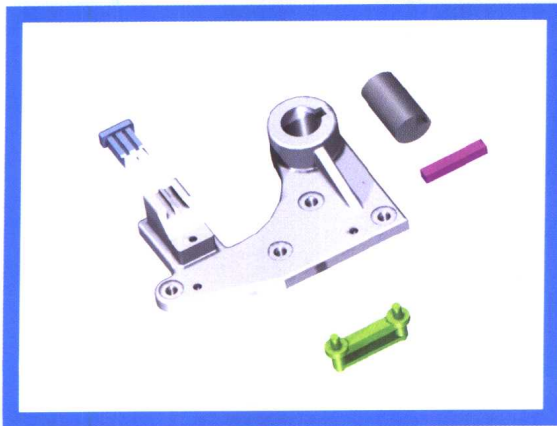
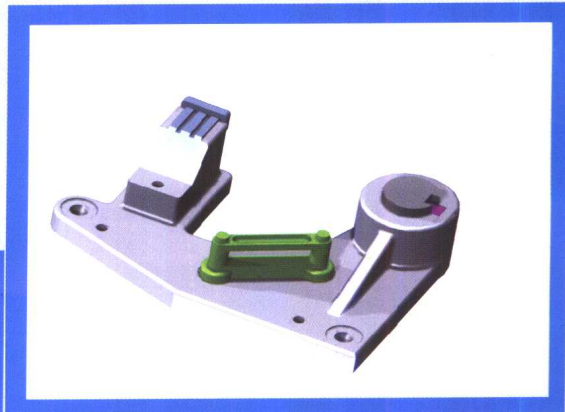
经 销 者: 新华书店

787 毫米×1092 毫米 16 开本 28.375 印张 681 千字

2002 年 9 月第 1 版 2002 年 9 月第 1 次印刷

定 价: 48.00 元(含光盘)





总 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。随着我国综合国力的进一步增强和加入世界贸易组织（WTO），我国经济全面与国际接轨，大批跨国企业抢滩登陆，在国内高起点设厂，将生产加工向中国转移；国内制造企业更是背水一战，大举通过信息化、广泛应用现代制造技术积极参与国际竞争。我国制造业进入了一个空前蓬勃发展的新时期。

作为我国制造业信息化领域自主知识产权软件的知名品牌，CAXA 以推动中国 CAD/CAM 技术应用和制造业信息化发展为目标。10 年来 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 80000 家（其中 3D 软件 10000 家；CAM 数控软件 10000 家），并连续 5 年（1997、1998、1999、2000、2001）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，正在从我国 CAD/CAM 软件行业的一匹“黑马”快速成长为制造业信息化应用服务的主要供应商之一。

制造业信息化，人才是基础，应用是关键，掌握 CAD/CAM 信息化设计制造技术的大量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 600 家，先后培训师资 3000 多人次，编写出版了教材/图书 150 多套，年直接培训学生/学员 15 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、劳动部“数控编程工艺师”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 与清华大学、北京航空航天大学、一汽培训中心、核九院工学院等全国 600 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、为我国制造业信息化的发展做出新的贡献。

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！

CAXA 总裁：雷毅 博士

2002 年 4 月 20 日

CAXA 大学教材编写委员会

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
孙林夫 四川省制造业信息化专家组组长/生产力促进中心主任
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
陈贤杰 科技部上海培训中心特别专务/原全国 CAD 应用工程办公室主任
武 哲 北京航空航天大学副校长
杨海成 国家“制造业信息化工程”重大专项专家组组长
周保东 《机械工人》杂志社副社长
唐荣锡 中国工程图学学会理事长
黄永友 《CAD/CAM 与制造业信息化》杂志总编
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 杨伟群 王 冬 任黎明

编 委：（按姓氏笔画排序）

马金盛 冯荣坦 刘 炜 刘长伟 刘锡峰 刘雅静 邹小慧
牟文英 许修行 任柏林 李 秀 李 超 李文革 邱建忠
陈红康 吴百中 宋国梁 宋放之 杨明华 杨国平 罗广思
尚凤武 赵宝录 赵春江 张导成 张建中 洪 亮 贺 伟
胡松林 胡建生 徐岷峰 章晓林 谢小星 熊本俊 蔡历风

本书作者：

杨伟群 任 霞 王 锦 闵志刚 等

三维数字化创新设计 与未来 CAD 技术的发展 (代序)

随着网络化的发展，工业界也正面临着更激烈的竞争，这就对制造业企业提出了更高的要求：一个产品由最初的概念构想到制造完成再到销售所需的时间要尽量短；产品质量要尽可能优良；制造成本要尽量低。为了达到以上目的，各种各样的软件被应用到设计、制造当中来提升生产力。

传统 CAD 软件主要应用在产品的详细设计阶段，作为一个实体造型的工具，在企业的产品生产发挥了巨大的作用。但是近年来，市场的需求越来越广泛，用户的需求也越来越趋向于个性化。为了满足这些新需求，就需要在设计的过程中对设计结果进行不断的、实时的修改。像美国的一些鞋厂，直接把订单放在网上，希望根据这个订单来完成设计，甚至希望把每一个预订用户的名字都设计在鞋上，而传统 CAD 软件技术主要用在产品的造型方面，不能满足这种新需求，同时这些造型软件在产品细部设计过程中提升的生产力在整个产品生命周期中也有限。

在强烈的国际化竞争面前，企业需要的不是在某一个产品细节上有一个工具做的更好，而是一个完整的解决方案，所以目前国际知名的 CAD 厂商都开始宣传自己要做一个协同设计 (CPC)，而不是一个 CAD 软件，这样才能满足用户、扩大市场。

市场需求的变化，使 CAD 在企业中所扮演的科技角色发生了重大变化，CAD 从单一的生产力提升手段已成为整个产品生产各个阶段的协同部分。需求与角色的改变，也就要求 CAD 技术有所提升、有所突破。因为传统的 CAD 不是帮助设计人员进行创新设计，而是把一个想好的设计做成实体；另外参与整个产品协同设计的人员范围很广，不但需要经过长期训练，成为 CAD 方面专家型人才来进行设计，而且需要从产品概念设计到详细设计到制造前设计到最后上市销售的市场人员、销售服务人员都能共享使用这些资料，这样就使应用 CAD 相应技术的用户层面扩大了很多，这些人都需要同样的数据，这就需要有一个很好管理这些设计资料文件的系统，来通过网络让更多人共享，这样 CAD 技术和网络就结合在一起，也带来了能适应网络设计工具的新技术要求。

那么什么样的产品能适应市场上的这些需求，让产业界、企业界来提高生产力呢？

首先它应是一个易学易用的产品，因为使用的人不再是经过长期训练的专家，而是整个企业所有参与协同设计的人员，从而让服务人员、销售人员都可以利用 CAD 工具来解决各自的问题，如在制造中生产不出来，目前的设计制作成本太高以及市场上又出现了新需求等，那么就可以利用 CAD 软件把这些资料传给以前的设计人员，从而快速地进行修改，这一点对于处于激烈市场竞争的企业来讲非常重要。所以市场上需要的 CAD 使用方式，应是让所有不同部门的工程技术人员不要把太多时间都耗费在使用这项技术和工具上，另外，很多情况下不可能先预测到将要做的设计是什么样，预测到以后的修改会怎样，然后根据实体造型去设计特定的约束，再去修改。而是根据市场上客户的需求变化来快速

地做出反应，既能进行创新的设计，又能方便地进行动态修改。

其次在企业协同设计中，我们不可能要求上游的厂商、下游的厂商，同一个工厂不同部门的协同设计、不同部门的不同设计过程，不同企业都使用同一个 CAD 软件。协同设计实际上需要不同的设计软件，这就要求供应商使用某一个设计软件时，必须先处理这些不同的数据，这就需要有一个兼容性很强的软件来处理不同的数据，把他们集成在一起，来继续这个设计，才能完成协同设计。

另外一个值得注意的是资料管理需要跟 CAD 软件结合在一起，传统的 PDM 系统非常没有弹性，不仅需要花费许多金钱和时间，而且经过测试、装机以后使用起来也不是十分方便。所以要把这项技术广泛推广到中小企业，最需要一个操作简单、在网络上可以接触到、不需要太长时间的 CAD 系统。虽然它有可能不是那么完善、那么复杂，但基本功能都有，且能满足市场上的大部分需求。这样大家就可以迅速共享一个设计结果，各个供应商也就可以把不涉及技术秘密的产品设计通过网络提供给大家，这样 CAD 就与网络结合在一起。像某家做螺丝钉的公司，它就可以按照目录表把以往不同规格产品设计的原始资料放在网络里并提供一些工具让你使用，当你有同样的设计需求时，就可以避免重复设计。这样单一的设计就能让更多人分享，但同时新的需求也需要新的工具，满足这些需求，技术上就必须更新。

CAD 要被大多数人广泛应用，就必须简单，而不是要经过一两个月的专门训练，那么什么样的技术才是更方便的工具呢？大家知道，随着电脑的普及化，我们已习惯了用鼠标拖放文件管理器这种操作方式，那么能不能把这种操作方式移植过来，直觉地把一个东西摆过来、摆过去来完成设计呢？这就是**最新的拖放式 (drag&drop) 技术**。

大家知道传统的 CAD 造型一开始就已经想好了将来的三维实体是什么形状，然后从二维草图开始去创造三维模型，但对于一个没有经过长时间训练的协同设计人员或市场人员，他按照这种方式操作起来就比较复杂。还有如果传统的 CAD 产生的一些设计结果跟你预期的不同，你设计半天也得不到想要的图样，又由于缺乏对 CAD 系统的了解，不知道怎么做，就会造成非常的不方便。

而采用直觉简单的**拖放式 (drag&drop) 技术**，设计人员就能像小孩搭积木一样把一个个想要的实体摆放进来，然后对它进行空间定位，像一个把手一样，想拉长就拉长，想缩短就缩短，这样轻松有趣地就完成了设计，而不需要长时间去学习。

另外同样添加一些技术，将会使设计更方便，一些特有的行业，像脚踏车、建筑、机械零件等常常需要一些基本件，行业的差别就造成了基本件的不同。如果你的软件中包含了丰富的标准件图库(用户还可任意扩充自己的图库，将个人想要的“积木块”先造好，建成目录式图库)，那么当你需要使用它们时，只需从目录中拖出放到你想要的地方，就可以完成不同行业的设计要求。

还有在同一套集成工具下面全面解决产品的概念设计、零件设计、装配设计、钣金设计、产品真实效果模拟和动画仿真等等，也将大大提高你的设计速度。以下是两种系统的比较一览表。

传统参数化造型 CAD 系统与创新式协同设计 CAD 系统的比较

	传统参数化造型 CAD 系统	创新式协同设计 CAD 系统
目标用户	CAD 专业人员	一般工程背景设计人员
操作界面	不同的功能模块采用不同的操作环境	设计、装配、渲染和动画等都集成在同一个操作界面下
接受程度	不可预测，需要经过长期的训练和丰富的知识背景	直觉可预测，只需最短的设计训练时间
设计方式	从二维草图开始进行三维造型	在三维空间直接拖放式设计
设计思维	基于参数化的严格约束关系，修改不方便	基于直接的设计思路并可以进行动态修改
设计流程	严格基于历史树，需要尺寸与参数	不局限于历史树、尺寸与参数
数据交换能力	基于第三方接口或特征识别技术，不能对特征表面直接修改	本身具有转换能力，也可通过接口，具有直接特征修改能力

通过上面的分析，我们可以总结一些结论，同时转变一些观念：原有 CAD 系统在设计中所占的设计量很小，因为你在做设计时，已经想好了这个设计的形状，并没有进行真正的设计，大部分时间花费在迁就 CAD 系统，怎样把它做出来，从而使设计大打折扣。从最初绘图类的 CAD 再到参数化造型的 CAD，我们可以看到 CAD 下一个发展趋势就是要进行真正的创新设计：它不需要先想好我要做成什么样，只要有一个模糊的概念，然后在设计的进程中不断把自己的想法表达出来，并判断是否正确，并经过动态的修改得出精确的设计，而不是一个结果好不容易设计出来却并不理想，只好从头开始。总之未来的设计将是一个弹性的过程，富有创造性的过程。在使用上就连小学生都会操作，只要他能理解精确设计的基本概念。

CAXA 联盟-IRONCAD 公司主席、著名图形学家

韩道阳 博士

2002 年 6 月

韩道阳先生简介

韩道阳先生毕业于台湾大学，1984 年在美国康奈尔大学获工程与 CAD 博士学位，并先后出任 3D/EYE 和 ALVENTIVE 公司的 CTO。2001 年初创建 IRONCAD 公司。2002 年进入“CAXA 联盟”。

韩道阳博士 17 年来在计算机图形学、CAD 以及基于网络的协同设计方面做了大量的工作，并于 1995 年第一个将拖放式 3D 设计转化到 CAD 软件应用之中，之后又领导研发了多项专利技术，这些技术被美国 CAD 界誉为“自参数化设计问世 15 年以来，CAD 技术发展的又一项重大突破”。

前 言

在一个充满竞争和机会的社会中，从事制造业的个人或公司想要成功地保持技术领先的地位，必须不断地创新并付诸实施。而任何一种产品的创新都是从设计开始的，传统的设计是将人脑中的概念或思维用图纸(图形)的形式表达出来，这样才可以让制造者理解并进行加工，CAD 技术的出现让我们可以用掉图板和画笔，极大地提高设计效率。随着个人电脑硬件和图形图像技术的发展，三维图形图像的设计实现了“未造先得”的效果，从而拉近了设计者和用户的距离。但现有的 CAD 工具只能帮助我们表达思维，并不能拓展思维，目前三维设计应用的参数化特征造型技术对设计结果进行任意阶段的修改是非常困难的，另外一些国外的高端 CAD 软件虽然功能强大，但学习和入门颇费时日。

作为国内 CAD/CAM 技术和市场佼佼者的北航海尔软件有限公司，通过国际合作开发出了具有国际领先水平的“CAXA 实体设计”CAD 软件，并率先提出了“创新设计”的新设计理念，被业界誉为“近 15 年来 CAD 技术的唯一突破”，使设计变得像搭积木一样快捷简单，同时能最大限度地拓展设计者的思维，该软件的主要特点如下：

具有创新设计和协同设计的特征。所谓创新设计，指在产品概念设计阶段我们并不需要非常具体的空间几何要素的尺寸、坐标和拓扑关系，也不受 CAD 系统本身对设计的束缚，而是主要依靠人机智能交互操作来获得最佳的符合顾客需求的产品设计。而所谓协同设计，是指真正的设计工作是一种团队协作，团队的成员可能在不同的地方用不同的设计软件，CAXA 实体设计能够利用互联网功能和畅通无阻的数据接口，将多人应用不同 CAD 软件设计的结果集成到同一设计环境中进行装配或组合。

软件的高度集成。可以在同一软件环境中完成三维零件设计、装配设计、钣金成形及自动展开、自动生成和三维造型关联的工程图纸(符合中国国家标准或 ANSI 标准)、高级智能渲染、三维实体智能动画等工作。

同时具有可视化设计和精确设计、约束和非约束设计。可以基于坐标或基于参数设计，也可以通过“拖放”式可视化操作实现“搭积木”或“捻橡皮泥”式的概念设计。传统的参数化造型对几何拓扑关系的约束很严格，所以我们并不能对那些较复杂的造型零件作随心所欲的改动，而 CAXA 实体设计却能做到任意阶段的任意修改。

畅通无阻的数据接口。CAXA 实体设计具有目前世界上唯一的双内核(ACIS&Parasolid)CAD 系统，它可以读取或输出 AutoCAD、3ds max、Pro/E、CITIA、UG 等著名的工程设计软件所需的文件格式。

CAXA 实体设计是一个可以充分发挥创新理念并将它们表达出来的先进工具。从软件技术的层面讲，它是目前国际上最先进的 CAD 设计平台；从应用的层面讲，它可以改变传统 CAD 设计软件的设计方法，传统的 CAD 软件本身对创新思维是一种束缚，设计过程需要迁就 CAD 软件本身的操作，学习起来也很麻烦。而创新设计可以挣脱软件操作对思维的束缚，它的推广和应用将能改革目前高等院校各类设计专业的课程体系，应用此软件的企业能极大地提高技术人员的设计效率和产品的竞争力。

高级三维设计在中国尚未进入普及阶段，CAXA 实体设计所涉及的技术代表了国际上

最先进的 CAD 技术，这一技术的传播需要一定的时间，但如果读者从现在开始学习，不久的将来就一定会成为本领域的高手。这一软件的易学易用及快速设计的特点是它区别于目前国际上其他三维 CAD 系统的最大特点，同时它的强大功能保证用户能设计出复杂而具真实感的电子样机，所以我们有理由相信不管读者具有什么样的学历或工作背景，都有可能成为一名创新设计师。当然，借此机会我们要感谢北大宏博信息技术有限公司，是他们的不懈努力促成了这一创新设计系列丛书的出版，使那些准备依靠自己的头脑或灵感来改变生活的有志之士终于有了一种充满灵性的工具。

本系列丛书按 CAXA 实体设计不同的应用领域分 4 册来写，读者对象面向各类设计或制造专业的学生和工程技术人员。

应用基础篇：介绍 CAXA 实体设计的应用基础，首先简述创新设计的概念和软件的基本功能，配合基础性实例向读者详细介绍每一步的操作步骤，最终教会读者学会软件的基本操作和应用。为学习丛书中的后三本打基础。

机械设计篇：通过实例讲解来介绍运用 CAXA 三维实体设计技术进行机械零件设计、装配、钣金设计、工程图纸的自动生成、机械机构的三维动画等。所选实例均选自于实际生产或教学案例，具有较高的使用价值，但在阅读本书之前，读者最好已具备一定的机械知识基础。

工业设计篇：介绍运用 CAXA 实体设计进行工业设计的方法和实例。CAXA 实体设计集成了计算机图形图像领域最先进的技术，利用它除了可以设计出任意想象的空间几何造型外，还可以表现出真实感的色彩、材质、灯光、倒影等效果，CAXA 实体设计完全可以用来进行工业创意设计并输出高清晰度图片。

建筑装饰篇：用于建筑装饰设计的软件要求将可视化设计和精确设计相结合，用于展示模型或效果图重在整体效果和美感，而用于结构或施工的设计要求精确，CAXA 实体设计同时具有可视化设计和精确设计的特点，所以运用 CAXA 实体设计进行建筑和家居设计方便而快捷。和传统的 CAD 设计软件相比，CAXA 实体设计具有更高的集成度，它可以将外观造型、内部构造、平面施工图、任意视向的效果图、动画浏览放在一个软件环境中完成，这样的设计软件能明显提高设计效率。本书通过讲解一个别墅式建筑的模型构建、建筑图纸生成、室内环境设计、渲染等内容来展示 CAXA 实体设计在建筑设计方面的应用。

本书共分 11 章进行介绍，主要内容包括：创新设计概念、CAXA 实体设计的安装和使用方法、智能图素、图素和零件的装配、零件设计、曲面设计、生成工程图纸、实体的渲染设计、三维动画制作、数据共享等基础内容，最后以三元子泵的实体设计为例，展示了综合运用该软件进行创新设计的完整流程。本书附赠光盘，其中有书中所涉及的实例文件和所需素材(score\example\jichu 文件夹中)，以方便读者的阅读使用。

目 录

第 1 章 创新设计概念	1
1.1 创新设计与协同设计.....	1
1.1.1 产品设计的 4 个阶段.....	1
1.1.2 市场竞争对 CAD 系统的要求.....	2
1.1.3 网络环境下的产品协同设计.....	3
1.2 CAXA 实体设计——创新的工具.....	4
1.2.1 集成化的专业设计工具.....	4
1.2.2 软件的独特功能.....	6
1.2.3 CAXA 实体设计的工程解决方案.....	8
第 2 章 CAXA 实体设计应用导航	10
2.1 CAXA 实体设计 XP 的安装及启用.....	10
2.1.1 系统要求.....	10
2.1.2 CAXA 实体设计的安装与卸载.....	10
2.1.3 系统导航.....	11
2.1.4 获得帮助和其他信息.....	28
2.2 三维设计环境介绍.....	29
2.2.1 建立新的设计环境.....	29
2.2.2 设计元素.....	38
2.2.3 设计环境的视向和显示.....	40
2.3 设计过程纵览.....	46
2.3.1 设计过程简述.....	46
2.3.2 设计过程导航.....	47
2.4 入门实例——带孔壳体的制作.....	50
2.4.1 向设计环境中引入图素.....	50
2.4.2 由二维截面生成图素.....	52
2.4.3 运用线面编辑工具.....	54
2.4.4 生成自定义图素.....	56
2.4.5 导入零件.....	57
2.4.6 创建与生成装配.....	57
2.4.7 生成零件的二维图纸.....	59
第 3 章 智能图素	61
3.1 标准智能图素.....	62
3.1.1 向设计环境中拖入智能图素.....	62
3.1.2 新图素默认尺寸设定.....	63

3.1.3	图素的编辑与调整.....	65
3.1.4	镜像图素的生成.....	72
3.2	智能图素的属性.....	73
3.2.1	包围盒.....	73
3.2.2	抽壳属性.....	75
3.2.3	倾斜属性.....	77
3.2.4	曲面重构.....	78
3.3	二维截面的生成.....	79
3.3.1	建立二维截面绘图栅格.....	79
3.3.2	二维绘图选项属性.....	80
3.3.3	二维绘图工具.....	82
3.3.4	二维约束工具.....	85
3.3.5	二维编辑工具.....	88
3.3.6	二维辅助线工具.....	97
3.4	自定义智能图素.....	97
3.4.1	拉伸特征.....	98
3.4.2	旋转特征.....	99
3.4.3	扫描特征.....	100
3.4.4	放样特征.....	102
3.4.5	修复失败的截面.....	105
3.4.6	二维曲线图素的生成.....	106
3.4.7	三维曲线.....	107
3.5	三维文字的生成.....	108
3.5.1	利用文字向导添加三维文字图素.....	108
3.5.2	从设计元素库中添加三维文字.....	108
3.5.3	编辑三维文字图素.....	109
3.5.4	文字图素的包围盒.....	109
3.5.5	文字编辑状态和文字图素属性.....	109
3.5.6	【文字格式】工具条.....	110
3.5.7	倾斜三维文字图素.....	110
3.6	图素与二维截面的应用实例——轴架的设计.....	110
3.6.1	应用二维截面生成零件底层.....	111
3.6.2	应用标准智能图素的造型.....	115
第4章	图素及零件的装配.....	127
4.1	智能捕捉与反馈.....	127
4.2	约束/非约束装配.....	128
4.2.1	无约束装配工具的应用.....	128
4.2.2	使用约束装配工具.....	131

4.3 三维球.....	135
4.3.1 三维球移动控制.....	136
4.3.2 三维球定位控制.....	137
4.3.3 修改三维球配置选项.....	142
4.3.4 重定位操作对象上的三维球.....	143
4.3.5 利用三维球生成图素的阵列.....	144
4.4 智能尺寸定位.....	146
4.4.1 应用智能尺寸.....	147
4.4.2 编辑智能尺寸的值.....	149
4.4.3 利用智能尺寸锁定图素的位置.....	149
4.4.4 智能尺寸的其他应用和属性.....	150
4.4.5 删除智能尺寸.....	150
4.5 背景栅格定位.....	151
4.6 附着点/定位锚定位.....	152
4.6.1 附着点定位.....	152
4.6.2 删除附着点.....	152
4.6.3 附着点属性.....	153
4.6.4 重定位定位锚.....	153
4.7 位置属性表.....	154
4.8 装配实例——轴架构件装配.....	154
第5章 零件设计.....	159
5.1 零件的定义.....	159
5.1.1 何谓零件.....	159
5.1.2 编辑零件.....	159
5.1.3 零件属性.....	161
5.1.4 零件设计中的设计树.....	164
5.2 零件的装配和组合.....	166
5.2.1 装配零件.....	167
5.2.2 组合零件.....	168
5.2.3 在零件中组合图素.....	171
5.2.4 群组操作.....	172
5.3 修改零件的面和边.....	174
5.3.1 直接表面图素.....	174
5.3.2 表面移动.....	174
5.3.3 拔模斜度.....	176
5.3.4 表面匹配.....	176
5.3.5 表面变形.....	177
5.3.6 表面等距.....	177

5.3.7 删除表面	178
5.3.8 编辑表面半径	178
5.4 零件的修改	179
5.4.1 边过渡	179
5.4.2 边倒角	180
5.4.3 零件抽壳	180
5.4.4 零件分割	181
5.4.5 零件/装配体剖视	182
5.4.6 由零件表面生成曲面图素	185
5.4.7 隐藏设计环境中的零件	186
5.5 保存零件和设计环境	186
5.5.1 将零件保存到设计元素库中	186
5.5.2 把整个设计环境保存在设计元素库中	187
5.5.3 将设计环境保存到文件中	187
5.6 零件参数定义	189
5.6.1 参数类型	189
5.6.2 参数表的访问状态	189
5.6.3 定义参数	190
5.6.4 编辑参数	191
5.6.5 表达式	192
5.6.6 表达式中使用的基本函数	192
5.6.7 在零件设计中利用参数	193
5.7 技术工具及技巧	197
5.7.1 链接零件文件内的装配设计一致性	197
5.7.2 干涉检查	199
5.7.3 装配体零件物性计算	199
5.7.4 零件统计	200
5.8 工具设计元素库	200
5.8.1 阵列	201
5.8.2 装配	202
5.8.3 拉伸	203
5.8.4 筋板	204
5.9 钣金零件的设计	205
5.9.1 钣金零件的设计元素	205
5.9.2 钣金零件的设计	205
5.9.3 钣金折弯属性	208
5.10 零件设计实例——夹钳体的设计	209
5.10.1 夹钳零件设计	209
5.10.2 在实体上生成钣金件	217