



CAD/CAM 教学基地

SolidWorks 2005 中文版

基础及应用教程

何煜琛 陈 涉 陆利锋
飞思数码产品研发中心

编著
监制

书中实例源文件
和多媒体演示
文件



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

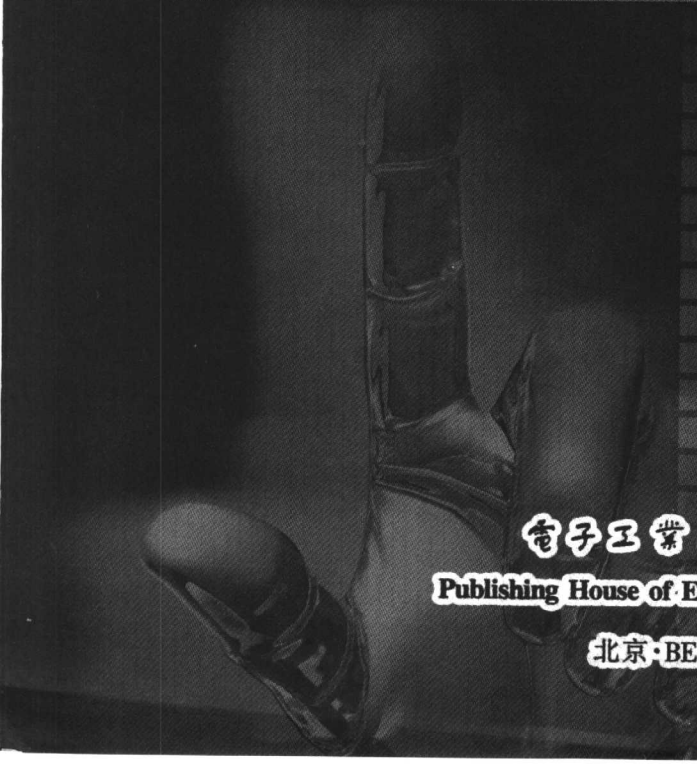




CAD/CAM 教学基地

SolidWorks 2005 中文版

基础及应用教程



何煜琛 陈 涉 陆利锋
飞思数码产品研发中心

编著
监制

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内容简介

本书通过命令说明和实例操作相结合的方式介绍了 SolidWorks 2005 的使用方法,包括零件、装配和工程图 3 个应用环境中的各种主要的操作技术,并针对设计意图控制、设计重用和设计系列化等工程需求介绍了几何约束、方程式、派生零件、关联设计和配置等技术实现方法。同时采用通俗易懂的语言阐述了参数化、变量化、特征技术、自顶向下设计等与当前 CAD 领域相关的工程概念。

通过本书,读者可以从总体上把握 SolidWorks 的基本功能方法,顺利完成产品设计的各种任务。随书所附光盘为书中范例源文件、效果文件和多媒体演示文件。

该书适合自学用户、制造类企业的工程技术人员、工业设计人士和在校理工科学生使用。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书的部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

SolidWorks 2005 中文版基础及应用教程 / 何煜琛, 陈涉, 陆利锋编著. —北京: 电子工业出版社, 2005.7

(CAD/CAM 教学基地)

ISBN 7-121-01424-6

I .S... II.①何...②陈...③陆... III.计算机辅助设计—应用软件, SolidWorks 2005 IV.TP391.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 060525 号

责任编辑: 杨 鹂

印 刷: 北京东光印刷厂

出版发行: 电子工业出版社

北京海淀区万寿路 173 信箱 邮编: 100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 42.25 字数: 1081.6 千字 彩插: 1

印 次: 2005 年 7 月第 1 次印刷

印 数: 6 000 册 定价: 69.00 元 (含光盘 2 张)

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系电话: 010-68279077。质量投诉请发邮件至 zltts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

前言

关于本丛书

经过多年的推广, CAD 技术已经广泛地应用在机械、电子、航天、化工、建筑等行业。应用 CAD 技术起到了提高企业的设计效率、优化设计方案、减轻技术人员的劳动强度、缩短设计周期、加强设计的标准化等作用。国外 CAD/CAM 软件出现得较早, 开发和应用的时间也较长, 所以它们发展比较成熟, 现在基本上已经占领了国际市场。目前, 国外一些优秀软件, 如 UG、SolidWorks、Pro/ENGINEER、CATIA、AutoCAD 等, 在国内市场上拥有众多用户, 同时, 国内较知名的天正 CAD 等软件, 也以其符合方便易用的需求而得到许多用户的认可。

信息技术高速发展的今天, 掌握一流的 CAD/CAM 技术已经成为相关企业或者用户制胜的关键。自 2001 年年底飞思数码产品研发中心推出“AutoCAD 设计院”、“Pro/E 开发院”等系列 CAD/CAM 方面的图书以来, 其品质一直得到广大读者、经销商、学校的认可。为了满足更多的工业设计人员的需求, 我们针对国内用户基础最大的 CAD/CAM 软件进行了全面的规划, 推出了“CAD/CAM 教学基地”系列丛书。丛书可作为工业设计者的自学参考书, 同时也可作为相关专业院校最佳的教学辅导用书。本丛书具有以下特色:

- **作者队伍和顾问来自业界的专家和厂商的技术中坚。**如“AutoCAD 设计院”的作者有国家重点项目的主要负责人, 还有在海峡两岸 CAD/CAM 领域极具影响力的专家林龙震老师的作品; “Pro/E 开发院”的图书作者有国内在此领域的专家教授, 还有来自中国台湾地区此领域的权威人士林清安老师, 同时我们还邀请了 PTC 中国的技术经理赵文功先生对部分图书进行技术审校, 使图书具有很高的质量保证。
- **体系划分合理。**如“AutoCAD 设计院”按使用专业进行纵横划分, 分为机械专业和建筑专业。“Pro/E 开发院”分为基础实例部分及此软件在各个热点领域的应用, 方便各个层次的读者学习掌握。
- **专业的范例。**本套丛书的创作, 绝不是随使用几个简单的范例来打发读者。我们长期深入地了解产业需求, 真正从读者需求的角度出发。例如我们也经常将读者来函希望制作的实例加入实作范例中的做法, 得到了广大读者的认可与支持, 因此, 书中所选范例都属专业经典之作。

我们真诚希望“CAD/CAM 教学基地”系列丛书可以为更多读者带来广阔的学习空间, 并希望我们的努力能够为国内的工业设计者队伍的建设做出一些贡献。我们期待着您能为我们的努力提出您的意见。

关于本书

SolidWorks 在世界范围内已经拥有超过 38 万的正式用户 (仅 2004 年就增加了 8 万新用户), 在 4000 多所高校中被作为教学用 CAD 软件, 是使用最为广泛的三维 CAD 软件。其界面友好、功能强劲、操作快捷。

以 SolidWorks 为中心, 很多公司开发出了包括逆向工程、分析与仿真、加工等第三方工程应用模块, 从而逐步发展出一个面向企业全方位应用的设计软件体系。这个体系的特

点与 SolidWorks 本身一样——快捷而强劲，借助该套解决方案，用户能够十分轻松地完成原本十分复杂的任务。

本书的前身——《SolidWorks 2001 Plus 基础及应用教程》总共印刷了 3 次，市场反应很好。本书依然秉承了以往的风格，既对 SolidWorks 中的命令进行了详细的说明，又精选了典型的实例介绍 SolidWorks 的应用方法。图片版式力求直观贴切，语言文字力求精炼准确。对笔者而言，枯燥平淡的命令说明之中偶有灵光的闪现，也算是尽心之作了。

另外，本书系统地展示了 SolidWorks 的软件功能结构，针对特征技术、曲面技术、自顶向下设计、工程图技术等专门辟有专题加以研讨，从而帮助读者在理论的高度上明晰建模思路。

本书主要作者是何煜琛、陈涉和陆利锋。另外，朱红军、李达鸣、陈竞薇、何达、关唯、班立兵、杨颖、倪海桥、刘海文、宋华、张君香、张乃龙、张第等对此书贡献良多。还要特别感谢魏士强、戴向国、杨建武、杨文通、王蕾和刘志峰，以及卓晓玲、张铁英等同志。另外，在实例整理方面参照了 www.icax.cn 上的很多网友的研讨与无私贡献。

由于作者水平有限，加上时间仓促，书中错误之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

我们的联系方式如下：

咨询电话：(010) 68134545 68131648

答疑邮件：support@fecit.com.cn

服务网址：<http://www.fecit.com.cn> <http://www.fecit.net>

通用网址：计算机图书、FECIT、飞思教育、飞思科技、飞思

编 著 者

飞思数码产品研发中心

目 录

第 1 章 SolidWorks 2005 概览	1	3.3.2 选择	66
1.1 SolidWorks 的功能特点	1	3.4 基本几何元素绘制工具	68
1.1.1 现代产品开发的 基本任务	2	3.4.1 绘制直线	71
1.1.2 SolidWorks 的功能及其 对于现代产品开发的 支持	3	3.4.2 样条曲线	73
1.2 SolidWorks 2005 的新增功能	7	3.4.3 文字	77
1.3 配置高效运行 SolidWorks 的 计算机	9	3.5 草图编辑	79
第 2 章 SolidWorks 的基本操作	11	3.5.1 转换实体引用	80
2.1 进入 SolidWorks 2005	11	3.5.2 等距实体	81
2.1.1 新建文件	12	3.5.3 绘制圆角	82
2.1.2 打开文件	14	3.5.4 绘制倒角	83
2.2 SolidWorks 的用户界面	15	3.5.5 镜向实体	84
2.2.1 控制区	16	3.5.6 动态镜向实体	84
2.2.2 图形区	23	3.5.7 分割实体	85
2.3 定制 SolidWorks 操作环境	27	3.5.8 剪裁实体	85
2.3.1 界面定制——菜单与 工具栏	27	3.5.9 延伸实体	88
2.3.2 工作环境定制	30	3.5.10 构造几何线	89
2.3.3 文件模板	34	3.5.11 移动或复制实体、旋转 或复制实体、按比例缩 放或复制实体	90
2.3.4 调用插件	37	3.5.12 线性草图排列和 复制	93
2.4 模型显示控制	38	3.5.13 圆周草图排列和 复制	95
2.4.1 视图的显示控制	38	3.5.14 套合样条曲线	95
2.4.2 模型颜色与材质	44	3.5.15 修改草图	96
2.4.3 光源设定	46	3.6 标注草图尺寸	98
2.5 选取操作对象	48	3.6.1 基本尺寸标注方法	99
2.6 利用帮助	52	3.6.2 尺寸的编辑修改	102
第 3 章 草图绘制	57	3.6.3 自动标注尺寸	103
3.1 草图绘制过程	58	3.6.4 尺寸标注形式的 设定	105
3.2 草图绘制环境的设置	60	3.6.5 驱动尺寸与从动 尺寸	105
3.2.1 草图绘制的基本环境 设置	60	3.7 添加与更改图元的几何 关系	106
3.2.2 捕捉设置与网格显示	62	3.8 草图中的约束状况	111
3.3 草图基本知识	65	3.9 草图合法性检查与修补	114
3.3.1 约束度与自由度、 参数化与变量化	65	3.9.1 检查草图合法性	114

3.9.2 自动修复草图	116	6.4 缩放比例	224
3.10 草图实例演练	116	6.5 镜向	225
第4章 基础特征	127	6.6 阵列	227
4.1 拉伸	129	6.6.1 线性阵列	227
4.1.1 拉伸实例	130	6.6.2 圆周阵列	233
4.1.2 拉伸操作的各种 选项说明	133	6.6.3 曲线驱动的阵列	233
4.2 旋转	141	6.6.4 草图驱动的阵列	234
4.3 扫描	144	6.6.5 表格驱动的阵列	235
4.4 放样	153	6.7 变形	236
4.4.1 放样轮廓	153	6.8 弯曲	249
4.4.2 起始/结束约束	157	第7章 多实体技术	255
4.4.3 引导线放样	159	7.1 实体的基本概念和生成	255
4.4.4 中心线放样	164	7.2 多实体的相关操作	257
4.4.5 添加放样截面和 调整放样形态	166	7.2.1 组合	258
4.5 参考几何体	168	7.2.2 分割	260
4.5.1 基准面	169	7.2.3 移动/复制实体	261
4.5.2 基准轴	173	7.2.4 删除实体	262
4.5.3 点	175	7.2.5 保存实体	263
4.5.4 坐标系	177	7.2.6 生成装配体	263
第5章 细节特征	179	7.3 多实体操作对于建模方法的 影响	265
5.1 圆角	180	第8章 特征技术专题	269
5.2 倒角	190	8.1 特征技术概要	269
5.3 筋	191	8.2 特征时序关系	270
5.4 抽壳	194	8.3 特征父子关系	272
5.5 简单直孔	197	8.3.1 父子关系的类型	272
5.6 异型孔向导	198	8.3.2 父子关系对于特征 操作属性的影响	274
5.7 拔模	201	8.3.3 观察特征之间的父子 关系	274
5.8 移动面	205	8.3.4 调整父子关联关系	275
5.9 圆顶	207	8.4 特征状态	276
5.10 特型	209	8.5 特征编辑	277
5.11 包覆	211	第9章 零件设计	281
5.12 压凹	214	9.1 零件设计的控制和 调整技术	282
第6章 特征变换	217	9.1.1 参数化的基本定义和 实现方法	282
6.1 特征移动和复制	218	9.1.2 方程式	284
6.2 移动面——改变特征空间 位置	220		
6.3 动态修改特征	221		

9.1.3 尺寸的显示控制与 名称设定	287	11.2.7 通过参考点的曲线 ...	348
9.1.4 共享数值	289	11.2.8 螺旋线/涡状线	349
9.2 零件设计系列化技术	291	11.2.9 组合曲线	350
9.2.1 配置	291	11.2.10 分割线	351
9.2.2 系列零件设计表	296	11.3 曲面建模命令	354
9.3 零件设计重用技术	299	11.3.1 拉伸曲面、旋转曲面、 扫描曲面、放样 曲面	354
9.3.1 草图层次的设计重用 ——派生草图	299	11.3.2 等距曲面	354
9.3.2 特征重用 ——库特征	301	11.3.3 平面区域	355
9.3.3 派生零件和派生 零部件	307	11.3.4 中面	356
9.4 零件分析和信息提取	311	11.3.5 填充曲面	356
9.4.1 测量	311	11.3.6 输入几何体	360
9.4.2 质量属性	313	11.4 曲面编辑	361
9.4.3 剖面属性	314	11.4.1 延展曲面	361
9.4.4 检查	314	11.4.2 延伸曲面	362
9.4.5 统计	315	11.4.3 解除曲面剪裁	365
9.4.6 误差分析	315	11.4.4 缝合曲面	366
9.4.7 COSMOSXpress 分析向导	316	11.4.5 剪裁曲面	367
9.4.8 建模过程回放	317	11.4.6 删除面	370
第 10 章 零件设计实例	319	11.4.7 压凹、变形、 弯曲	372
10.1 手柄	319	11.4.8 删除实体/曲面、移动/ 复制实体、阵列 及圆角	373
10.2 弯管法兰	323	11.5 实体相关命令	373
第 11 章 曲面设计	337	11.5.1 加厚	374
11.1 曲面造型的基本概念	338	11.5.2 使用曲面切除	375
11.1.1 曲线相关概念	338	11.5.3 替换面	375
11.1.2 曲面基本概念	340	第 12 章 曲面设计技术专题和 实例	377
11.2 曲线命令	341	12.1 基本曲面形态	377
11.2.1 交叉曲线	341	12.1.1 合围型曲面	377
11.2.2 面部曲线	342	12.1.2 雕塑型曲面	378
11.2.3 3D 草图	343	12.1.3 数学型曲面	379
11.2.4 表面上的样条 曲线	346	12.1.4 自由型曲面	379
11.2.5 投影曲线	346	12.2 曲面设计的基本步骤	380
11.2.6 通过 XYZ 点的 曲线	347	12.2.1 基本构形	380
		12.2.2 局部调整	381

12.2.3 过渡与修补.....	382	13.2 设计库和智能扣件.....	450
12.3 主要曲面造型方法的 进一步讨论.....	383	13.2.1 手工调用标准化 零件.....	450
12.3.1 放样.....	383	13.2.2 智能扣件.....	452
12.3.2 扫描.....	384	13.2.3 ToolBox 和智能扣件 的定制.....	453
12.3.3 填充面.....	385	13.3 高级零件配合.....	457
12.3.4 变形.....	385	13.3.1 对称.....	457
12.4 曲线准备.....	390	13.3.2 凸轮.....	458
12.4.1 采用辅助线帮助精确 绘制样条曲线.....	390	13.3.3 齿轮.....	460
12.4.2 参考图片绘制 曲线.....	393	13.3.4 限制.....	461
12.4.3 曲线的变换与曲线 分割.....	395	13.4 零件复制、镜向与阵列.....	461
12.4.4 特殊空间曲线.....	396	13.4.1 零部件复制.....	461
12.5 SolidWorks 中的曲面造型的 辅助工具.....	398	13.4.2 零件镜向.....	462
12.5.1 斑马条纹.....	398	13.4.3 零件阵列.....	463
12.5.2 曲率.....	399	13.5 爆炸图.....	464
12.5.3 利用曲面分析工具 辅助曲面建模.....	401	13.5.1 爆炸视图.....	464
12.6 数学型曲面造型实例.....	403	13.5.2 爆炸直线草图.....	468
12.6.1 波浪面.....	403	13.6 装配体特征和封套.....	470
12.6.2 环绕型规律性 曲面.....	404	13.6.1 装配体特征与装 配体剖示显示.....	470
12.7 产品曲面造型实例.....	407	13.6.2 封套 (Assembly Envelopes).....	473
12.7.1 女士凉鞋.....	407	第 14 章 高级装配技术.....	475
12.7.2 鼠标.....	414	14.1 装配体层次.....	475
第 13 章 装配操作基础.....	435	14.1.1 总装配体和子装 配体.....	476
13.1 零件装配基础.....	437	14.1.2 生成子装配体.....	476
13.1.1 确立并安装“地” 零件.....	437	14.1.3 零部件重组.....	478
13.1.2 向装配体环境调入 零件的方法.....	438	14.1.4 子装配体的求解 状态.....	480
13.1.3 零件装配方法 1 ——配合.....	441	14.2 装配体特征管理器.....	482
13.1.4 零件装配方法 2 ——SmartMates.....	444	14.3 调整零件和配合关系.....	487
13.1.5 调整零件位置.....	449	14.3.1 零件调整.....	487
		14.3.2 配合调整.....	493
		14.4 干涉检查.....	496
		14.4.1 静态干涉检查操作 ——干涉检查.....	497
		14.4.2 动态干涉检查.....	498

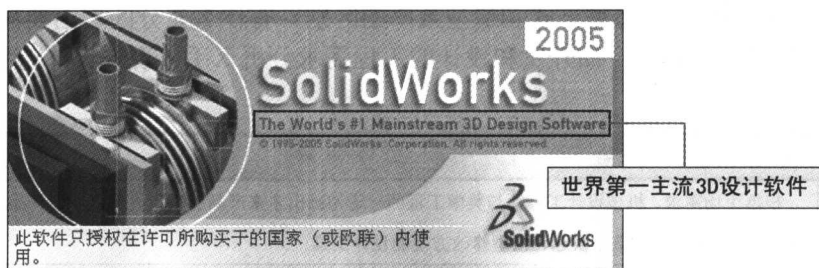
第 15 章 动画	503	17.3.2 建立工程图、零部件 属性在工程图中的 链接.....	556
15.1 SolidWorks 动画概述.....	503	17.3.3 设置预定义视图	560
15.2 Animator 操作界面	504	17.3.4 尺寸和箭头样式、 图纸背景颜色设置	561
15.3 设计动画的基本方法	506	17.3.5 建立工程图模板或者 图纸格式.....	563
15.3.1 零部件几何位置 的变化.....	506	第 18 章 工程图视图	567
15.3.2 零部件视觉属性与 视角的变化.....	510	18.1 建立工程视图	568
15.3.3 装配体爆炸和解除 爆炸的动态演示	513	18.1.1 建立原生视图	568
15.4 应用模拟工具实现动画	516	18.1.2 建立派生视图	573
15.5 动画实例分析	521	18.2 多模型和多图纸	590
第 16 章 自顶向下设计技术	529	18.2.1 采用多个图纸表达 同一零件	590
16.1 自顶向下设计概述	529	18.2.2 在一张图纸中表现 多个零件	593
16.1.1 基本概念	529	18.3 视图编辑	595
16.1.2 工程应用	530	18.3.1 调整视图位置	595
16.1.3 主要的自顶向下 设计方法	530	18.3.2 工程视图的显示 控制	598
16.2 关联设计	531	第 19 章 出详图	601
16.2.1 关联设计的基本 方法	531	19.1 尺寸标注	602
16.2.2 采用关联设计方法 完成框架件设计	536	19.1.1 从三维模型环境 调入信息	602
16.3 布局草图驱动的装配体	540	19.1.2 按照工程规范调整 尺寸	605
16.4 零件组合	541	19.1.3 调整尺寸显示	612
16.4.1 连接重组	541	19.1.4 在工程图中改变尺寸 驱动模型	619
16.4.2 型腔	543	19.2 工程图中的特殊尺寸 标注方法	620
16.5 零件分割	543	19.2.1 尺寸链 (坐标尺寸)	620
16.6 自顶向下设计实例	543	19.2.2 基准尺寸	622
16.6.1 仪器板	544	19.2.3 圆弧标注折弯线	623
16.6.2 化妆品盒	546	19.2.4 倒角尺寸	623
第 17 章 工程图基础	549	19.3 工程符号	624
17.1 SolidWorks 中工程图的 基本功能和 workflows	549	19.3.1 注释	624
17.2 工程图规范	551		
17.2.1 投影方式	551		
17.2.2 工程制图标准	553		
17.3 工程图模板	553		
17.3.1 图框和标题栏	554		

19.3.2	表面粗糙度符号	626	19.4.1	层	639
19.3.3	基准特征符号	627	19.4.2	“格式化” 工具栏	640
19.3.4	基准目标	627	第 20 章	装配体工程图	643
19.3.5	形位公差	628	20.1	装配体工程视图的显示 和状态控制	643
19.3.6	焊接符号	629	20.1.1	装配体工程视图的 显示控制	644
19.3.7	(焊缝)毛虫	629	20.1.2	装配体工程视图的 尺寸标注	647
19.3.8	端点处理	630	20.1.3	装配体工程视图的 状态控制	648
19.3.9	装饰螺纹线	630	20.2	零件序号和材料明细表	649
19.3.10	销钉符号	631	20.2.1	零件序号	649
19.3.11	中心符号线	631	20.2.2	材料明细表	652
19.3.12	中心线	633	20.3	工程图打印	662
19.3.13	孔标注	634			
19.3.14	多转折引线	634			
19.3.15	块	636			
19.3.16	区域剖面线/填充	638			
19.4	工程图中的辅助工具	639			

第 1 章 SolidWorks 2005 概览

本章主要展示 SolidWorks 的功能特点, 并介绍有关现代产品设计的一些知识。如果读者急于直接了解 SolidWorks 的操作, 可以直接从第 2 章开始学习。

SolidWorks 是美国 SolidWorks 公司开发的三维 CAD 产品, 它基于 Windows 平台, 功能强大, 使用方便, 目前其用户群数量已经超过 38 万, 是应用最为广泛的中高端 CAD 产品, 逐步成为其他三维 CAD 软件追赶和效仿的标准。SolidWorks 还拥有丰富的第三方软件支持, 可以实现加工、分析、逆向工程等工程应用。因此, 可以说采用 SolidWorks 是中小型企业实现产品开发信息化和自动化的最佳途径。下图为 SolidWorks 2005 的启动界面, 在其上清晰地标注有“世界第一主流 3D 设计软件”的字样。



针对中国这个潜在的世界制造基地, SolidWorks 在以前的版本中就已经全面支持中文, 包括中文的界面、中文的帮助和工程图中的汉字标注。从 2001Plus 版本开始, SolidWorks 还提供了对 GB 规范的良好支持。因此, 从目前情况看, SolidWorks 已经成为中国工程师步入三维 CAD 阶段的首选。而且分析近年来 SolidWorks 发展的状况, 可以看出 SolidWorks 在增强造型功能、拓展工程应用领域、提高用户界面友好程度等方面都取得了长足的进步。

1.1 SolidWorks 的功能特点

在国内, 最流行的 CAD 软件莫过于 AutoCAD。但在整个 CAD 工程应用领域, AutoCAD 等二维 CAD 软件只能被称为低端应用, 而面向汽车和飞机等复杂产品设计应用的 CATIA、UG 和 Pro/ENGINEER 等被称为高端 CAD 软件。近年来发展迅猛的 SolidWorks、SolidEdge 等被称为中端 CAD 软件。中端 CAD 软件在功能方面稍逊于高端 CAD 软件, 但已经完全可以满足产品设计的所有要求, 命令执行过程更为简单直观, 拥有较高的建模效率因而特别适合中小企业。

下表展示了当今主流的 CAD 软件。



公司名称	高端 CAD	中端 CAD	低端 CAD (二维)
Dassault System	CATIA	SolidWorks	
EDS	UG、IDEAS	SolidEdge	
PTC	Pro/ENGINEER	Pro/Desktop	
Autodesk		Inventor、MDT	AutoCAD

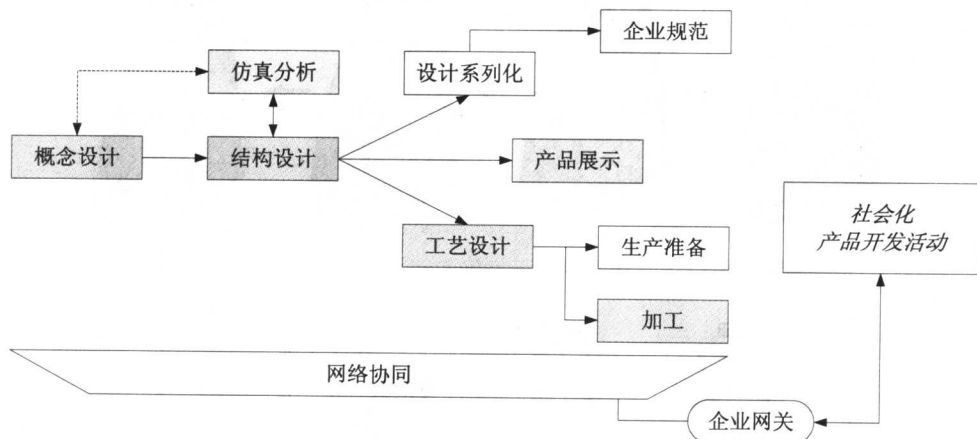
AutoCAD 的主要功能体现在几何造型方面,并不强调其应用领域,因此该软件适用于机械、建筑、服装、交通等多个设计领域。而中高端 CAD 软件则强调其行业背景,只应用于机械制造领域,为现代产品的设计和制造提供全方位的功能支持,在产品设计领域,中高端 CAD 软件远比 AutoCAD 先进和有效。要想了解 SolidWorks 等中高端 CAD 软件的功能,最好的观察角度莫过于分析现代产品开发中面临的任务。

1.1.1 现代产品开发的基本任务

对于大部分的国内工程师而言,首先需要理解的是三维 CAD 软件和二维 CAD 软件之间的区别何在,是不是只是造型方式和造型效率的区别?有什么充分的理由要向三维 CAD 转换呢?这首先要从企业中产品开发和设计的工程需求分析入手。现代设计包括如下表所示的几个阶段。

任 务	工 作 内 容
概念设计	根据市场需求,机械设计工程师与美学工程师一道勾画出未来产品的大致外形,规划产品的功能-空间布局。这个阶段需要造型快速、模型修改方便的设计工具
结构设计	确定详细的产品结构并设定精确的尺寸。在结构设计中需要按照产品零件之间的装配关系设定各个零件的结构尺寸,保证其符合产品整体的装配约束要求,从而消除零件之间的设计冲突
分析验证	通过计算机仿真,模拟产品的运动过程,考察产品的运动合理性。分析产品零件的受力状况及热学性能等。分析验证中发生的问题将反馈到上游设计部门,指导其调整产品设计参数,从而获得优化的设计结果
工艺设计	绘制工程图纸,标注各种工艺符号,设定产品零件的尺寸和几何公差要求,添加零件加工和部件装配的技术说明,按照企业制造资源状况规划产品加工-装配的作业流程
设计展示	提供产品渲染图片及产品演示动画,通过产品发布会或者公众媒体展示,从而吸引销售商和最终用户,推动产品的销售推广工作
加工	针对加工需求设计产品模具和工装夹具。产品设计模型直接导入 NC 处理软件,从而驱动数控机床加工出复杂的产品曲面
系列化	根据用户群的细分状况,剪裁产品的结构构成。按照企业产品情况,设定零件规格化规范,从而将企业的产品设计和加工导入系统化轨道
更新与重用	按照用户要求和市场趋势,迅速更新现有设计,从而形成新一代的改进型产品
网络协作	现代设计已经不仅仅是上述纵向流程的累加。从横向看,产品开发与制造逐渐呈现出社会化趋势,针对转瞬即逝的市场机遇,许多企业集团采用跨企业甚至跨国的合作方式进行产品开发和生产,因此在产品开发过程中的协同技术十分重要。在设计开发工具中引入网络技术是实现设计协同的重要手段,包括网络互操作支持下的协同工作环境、模型的网络发布、浏览、批注和更新等方面

下图是现代产品开发流程的一个示意图。



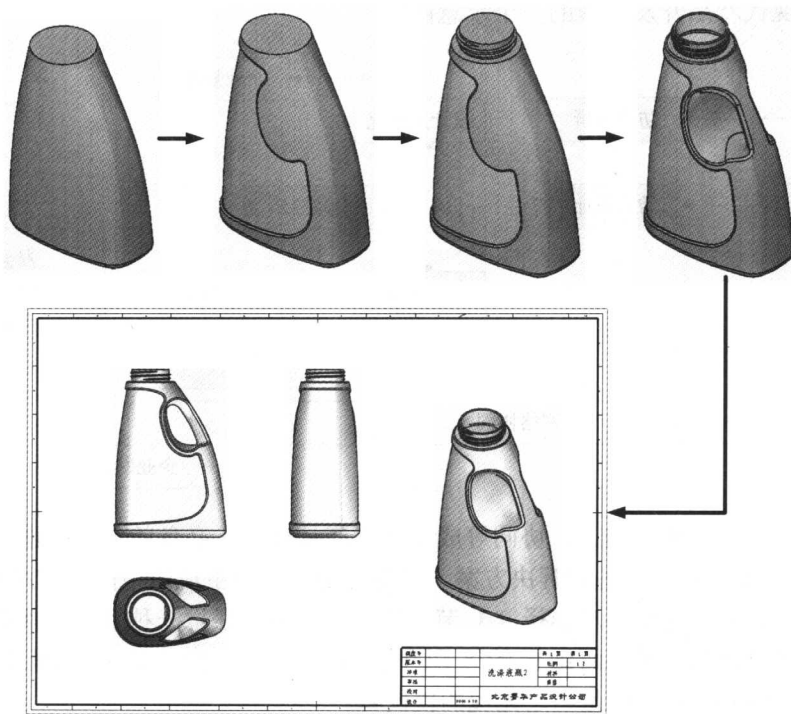
造型、展示、分析、加工、协同等成为现代产品设计所必备的几个方面，现代中高端 CAD 软件必须为此提供完备的解决方案。客观地说，当今主流的中高端 CAD 软件都能给出较为满意的答案，无论客户选择 1.1 节中的表中列举的任意一种软件，都能够解决产品开发中遭遇的种种问题。而细微的区别在于设计效率、操作的便易程度等方面，而 SolidWorks 无疑在这两方面是当之无愧的佼佼者。

1.1.2 SolidWorks 的功能及其对于现代产品开发的支持

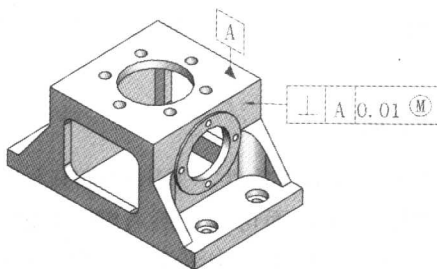
对于现代产品开发中的各种功能需求，AutoCAD 等二维 CAD 软件除了结构设计和尺寸标注外，基本上都无法胜任。而且在造型效率方面，SolidWorks 由于直接针对三维实体进行产品设计工作，因此在产品造型方面的速度是 AutoCAD 的 3~5 倍。如果将 SolidWorks 在设计重用等方面的优势考虑进去，差异将更是惊人。在中高端 CAD 软件领域中，SolidWorks 可以号称最快捷的软件系统。SolidWorks 对于现代产品开发过程的支持体现在下面几个方面。

1. 采用三维方式表达产品模型

SolidWorks 是基于三维造型的 CAD 软件，采用“搭积木”组合特征的方法生成模型，设计人员不必考虑模型的三视图关系，而可以直接考虑产品的空间形态。这种直观的造型方法不仅效率高，而且方便设计者将精力集中到产品模型的空间拓扑和外形结构上。通过三维模型再生成工程图，这种操作方法可以大大提高设计的效率。下图显示在 SolidWorks 中采用曲面等造型手段建立一个产品模型，然后利用三维模型直接生成工程图的过程。这个实例也展示了 SolidWorks 在曲面造型方面的优势。

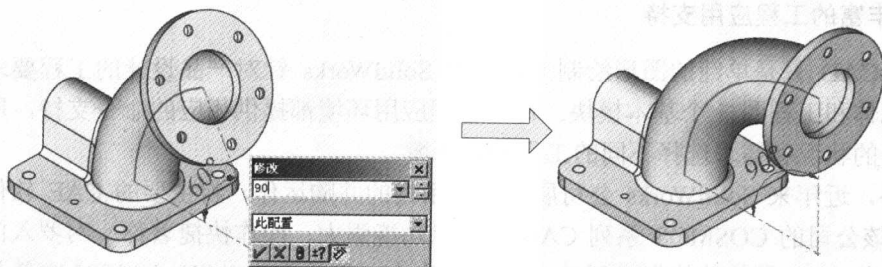


实际上，在现代制造领域，随着三维建模趋势的盛行，工程图的地位有逐步降低的倾向。工程图的主要功能在于描述产品的工程属性，诸如尺寸公差、形位公差、粗糙度、技术说明等。而基于三维模型的工程属性标注标准早已制订出来，并且在逐步完善之中。下图就是一个在三维模型上标注工程属性的实例，基于三维模型完成所有的产品开发过程已经成为现实。



2. 参数化

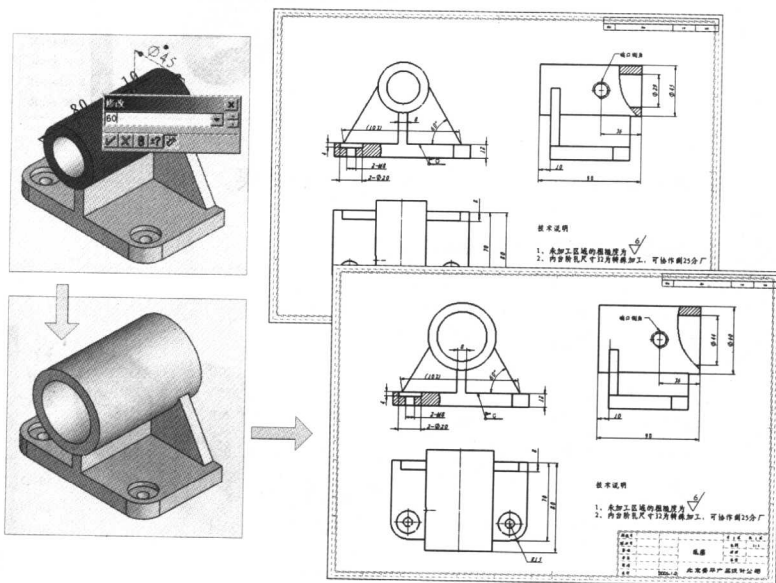
对于 AutoCAD，从 AutoCAD 2002 开始提供图形和尺寸之间的单向驱动，即更改模型可以自动更新尺寸，但是还不提供改变尺寸驱动图形变化的功能，因此在 AutoCAD 中，必须精确绘制出尺寸和几何关系正确的图形，这无疑增加了造型的复杂性。而 SolidWorks 提供参数化支持，即可以用尺寸来驱动模型变化。如下图所示，改变模型参数，就可以迅速调整模型的形态。



SolidWorks 还支持更为高级的参数化技术, 包括通过方程式描述产品模型尺寸之间的关联性, 从而更好地反映设计意图。参数化技术解决了传统设计中的产品外观和尺寸参数之间的冲突难题。另外, 参数化技术是产品系列化、产品配置管理等技术的基础。

3. 一致性

SolidWorks 有 3 种基本的工作环境——零件、装配体和工程图, 产品信息在这 3 种环境之中共享。用户在某一环境中更改产品模型后, 另外两个环境的产品模型将发生同步更新, 从而保持产品模型的一致性。一致性在企业应用中十分重要, 可避免设计环节由于人为因素导致的设计冲突。下图显示了在零件环境中调整模型参数后, 工程图环境同步更新的情况。



4. 对于高级设计技术的支持: 自顶向下设计

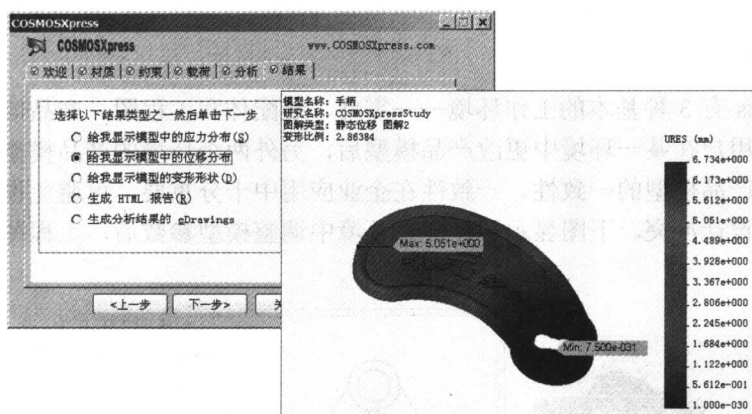
随着 CAD 软件的逐渐成熟, 设计者可逐渐摆脱传统大工业时代的设计制造流程的羁绊, 一些更加自然的、人性化的设计方法开始重新焕发活力。自顶向下的设计方法允许设计者从产品全局和零部件协调关系的角度出发进行产品设计, 统筹规划产品布局和设计任务, 从而规避传统的零件—部件—产品设计路线所造成的设计冲突。SolidWorks 提供了丰富的自顶向下设计技术方法, 包括布局草图、模型分割和关联设计等。



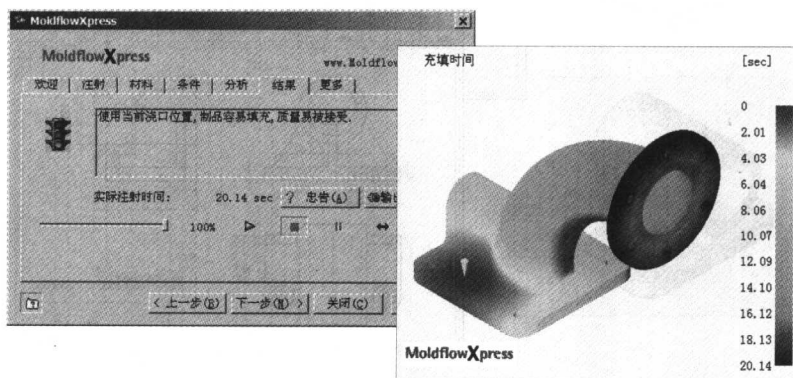
5. 丰富的工程应用支持

AutoCAD 只是单纯的图形绘制工具, 而 SolidWorks 针对产品设计的工程要求分为零件、装配体和工程图 3 个基本模块。每个工程应用环境都提供相应的命令支持, 用户根据产品设计的状况和需求选择不同的工程应用环境。

另外, 近年来 SolidWorks 公司展开了一系列的并购运作, 将主要的 CAE 软件提供商 SRAC (该公司的 COSMOS 系列 CAE 软件以功能强大、操作快捷著称) 网罗入门下, 并逐步将这些 CAE 软件功能集成到 SolidWorks 当中, 例如在 SolidWorks 2005 中就具备两个十分有用的 CAE 工具——COSMOSXpress 和 MoldflowXpress。下图为采用 COSMOSXpress 分析模型应力状况的结果。



下图为采用 MoldflowXpress 分析零件浇注状况的结果。



此外, SolidWorks 专门提供了关于模具、钣金和焊接的功能环境, 帮助用户完成相应的工程任务。SolidWorks 还提供了完备的标准件库和模架库, 并支持用户按照企业标准定制企业标准件库。

除了基本的产品设计模块外, SolidWorks 还拥有丰富的第三方功能插件, 包括加工、分析、逆向工程和运动仿真等类。下图显示的是流体仿真模块——COSMOSFloWorks 的仿真效果。