



全国本科院校机械类**创新型**应用人才培养规划教材

# SolidWorks

## 三维建模及实例教程

主编 上官林建

主审 魏 峥



北京大学出版社  
PEKING UNIVERSITY PRESS

全国本科院校机械类创新型应用人才培养规划教材

# SolidWorks 三维建模及实例教程

主 编 上官林建  
副主编 张学宾 邵金华  
参 编 赵 新 纪占玲  
主 审 魏 峥



北京大学出版社  
PEKING UNIVERSITY PRESS

## 内 容 简 介

本书以最新版的 SolidWorks 2009(中文版)为蓝本,通过丰富的设计案例,系统地介绍 SolidWorks 2009 的主要功能及其使用技巧,采用理论和实践相结合的方法,以各种设计理念作为学习的目标,引导读者快速掌握三维设计技术。

全书共分 8 章,循序渐进地介绍了 SolidWorks 软件在草图绘制、特征造型、零件设计、装配体设计、工程图建立和动画制作方面的知识。全书贯穿了 SolidWorks 软件的综合运用并紧密结合实例,对该软件难懂的部分进行了深入剖析,同时帮助已初步掌握 SolidWorks 的用户达到更加精湛的技术水平。本书每章节前都配有教学目标和教学要求,方便阅读和学习,章中有使用技巧和特别提示,可提高读者的实际操作能力,少犯错误或少走弯路,章后有小结,并配有适量的习题,以供读者掌握和提高。

本书可作为高等院校大机械各专业的 CAD/CAM 课程教材,还可作为 SolidWorks 培训教材和参加 CSWP(Certified SolidWorks Professional, SolidWorks 认证专家)认证考试的参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

SolidWorks 三维建模及实例教程/上官林建主编. —北京:北京大学出版社, 2009.5

(全国本科院校机械类创新型应用人才培养规划教材)

ISBN 978-7-301-15149-5

I. S… II. 上… III. 计算机辅助设计—应用软件, SolidWorks—高等学校—教材 IV. TP391.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 055967 号

书 名: SolidWorks 三维建模及实例教程

著作责任者: 上官林建 主编

策划编辑: 郭穗娟

责任编辑: 李 楠

标准书号: ISBN 978-7-301-15149-5/TH·0133

出 版 者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路 205 号 100871

网 址: <http://www.pup.cn> <http://www.pup6.com>

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

电子邮箱: [pup\\_6@163.com](mailto:pup_6@163.com)

印 刷 者: 北京飞达印刷有限责任公司

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 18.5 印张 427 千字 彩插 2

2009 年 5 月第 1 版 2009 年 5 月第 1 次印刷

定 价: 30.00 元

---

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有 侵权必究

举报电话: 010-62752024

电子邮箱: [fd@pup.pku.edu.cn](mailto:fd@pup.pku.edu.cn)

# 前 言

SolidWorks 软件是世界上第一个基于 Windows 操作系统开发的三维 CAD 系统, 该软件以参数化特征造型为基础, 具有功能强大、易学、易用等特点, 在全球拥有 50 万用户。在美国, 麻省理工学院、斯坦福大学等高校已经把 SolidWorks 软件列为制造专业的必修课, 在国内, 清华大学、北京航空航天大学、北京理工大学等高校也在应用 SolidWorks 软件进行教学, 目前国内外有越来越多的企业和科研院所正采用 SolidWorks 软件进行产品设计和开发。

本书以最新版的 SolidWorks 2009(中文版)为蓝本, 循序渐进地介绍了 SolidWorks 软件在草图绘制、特征造型、零件设计、装配体设计、工程图建立和动画制作方面的知识。通过丰富的设计案例, 系统地介绍了 SolidWorks 软件的主要功能及其使用技巧。

本书注重“学以致用”和“理论联系实际”, 不仅讲述了 SolidWorks 软件如何使用和操作, 而且还贯穿了相应的 CAD 原理内涵和理论知识, 引导读者形成正确的三维软件学习方法, 通过大量实例来培养读者从事实际产品开发和设计的能力。

本书由华北水利水电学院上官林建主编, 张学宾和邵金华为副主编, 赵新和纪占玲为参编。具体写作分工如下: 第 1 章、第 2 章由郑州航空工业管理学院赵新编写, 第 3 章、第 4 章的 4.1 节、4.3 节由华北水利水电学院邵金华编写, 第 5 章、第 6 章由河南科技大学张学宾编写, 第 4 章(除 4.1 节和 4.3 节两节)、第 7 章由华北水利水电学院上官林建编写, 第 8 章由华北水利水电学院纪占玲编写。

全书由山东理工大学魏峥教授主审, 魏教授对全书进行了认真的审阅, 提出了许多宝贵的意见, 使本书的内容更为严谨, 在此深表感谢!

在本书编写过程中, 得到了孙建国等专家和网友的热情支持, 并参考和借鉴了许多国内外公开出版和发表的文献, 在此一并致谢!

由于编者水平有限, 加之时间仓促, 书中难免存在不妥或疏漏之处, 恳请广大读者批评指正, 以便再版时修正。

为方便老师授课及读者自学, 编者提供了全书的模型文件和配套的电子课件。有需要的读者可登录北京大学出版社第六事业部的网站 <http://www.pup6.com>, 免费下载或者致信编者邮箱 [sgljbh@163.com](mailto:sgljbh@163.com) 索取, 编者会无偿提供。

编 者

2009 年 3 月

# 目 录

第 1 章 绪论 .....	1	第 3 章 特征造型 .....	58
1.1 SolidWorks 概述 .....	2	3.1 特征技术简介 .....	59
1.1.1 三维设计软件的优势 .....	2	3.1.1 特征造型的组合原理 .....	59
1.1.2 三维设计软件的种类 .....	3	3.1.2 特征的调用方法及 特征分类 .....	60
1.1.3 SolidWorks 软件 .....	3	3.2 基本体特征 .....	61
1.2 基本概念和术语 .....	6	3.2.1 拉伸凸台 / 基体 .....	62
1.3 SolidWorks 用户界面 .....	8	3.2.2 旋转凸台 / 基体 .....	68
1.3.1 下拉菜单 .....	9	3.2.3 扫描 .....	72
1.3.2 命令管理器 .....	9	3.2.4 放样 .....	77
1.3.3 属性管理器 .....	9	3.3 工程特征 .....	80
1.3.4 特征管理器设计树 .....	10	3.3.1 圆角 .....	80
1.3.5 工具栏 .....	11	3.3.2 倒角 .....	84
1.3.6 任务窗格 .....	14	3.3.3 抽壳 .....	84
1.4 SolidWorks 软件快速入门 .....	15	3.3.4 拔模斜度 .....	86
1.5 本教程的使用方法和 SolidWorks 软件学习方法 .....	18	3.3.5 筋 .....	86
本章小结 .....	19	3.3.6 孔向导 .....	89
第 2 章 草图 .....	20	3.3.7 包覆 .....	92
2.1 草图概述 .....	20	3.4 变形特征 .....	94
2.1.1 草图的分类 .....	21	3.4.1 缩放 .....	95
2.1.2 草图绘制平面 .....	22	3.4.2 圆顶 .....	95
2.2 草图图元绘制与编辑 .....	23	3.4.3 特型 .....	96
2.2.1 草图绘制工具 .....	24	3.4.4 变形 .....	97
2.2.2 草图编辑工具 .....	34	3.4.5 弯曲 .....	98
2.3 尺寸标注和几何约束 .....	45	3.4.6 自由形 .....	100
2.3.1 尺寸标注 .....	45	3.5 基准面、基准轴、坐标系的生成 .....	100
2.3.2 几何约束 .....	49	3.5.1 基准面 .....	100
2.4 3D 草图的绘制 .....	52	3.5.2 基准轴 .....	101
2.5 综合应用案例 .....	53	3.5.3 坐标系 .....	101
本章小结 .....	56	3.6 复制类特征——阵列和镜向 .....	102
习题 .....	57	3.6.1 线性 / 圆周 / 草图 / 曲线 / 填充阵列 .....	102
		3.6.2 镜向 .....	106

3.7 特征管理 .....	106	5.4 装配体检查 .....	166
3.7.1 父子关系 .....	106	5.4.1 碰撞测试 .....	166
3.7.2 显示父子关系的方法 .....	107	5.4.2 动态间隙 .....	168
3.7.3 父子关系的形成分析 .....	108	5.4.3 体积干涉检查 .....	169
本章小结 .....	108	5.5 装配体爆炸图 .....	170
习题 .....	108	5.5.1 生成爆炸视图 .....	170
综合实训 .....	110	5.5.2 编辑爆炸视图 .....	172
<b>第4章 零件设计</b> .....	<b>112</b>	5.6 综合应用案例 .....	172
4.1 零件外观和材质 .....	113	本章小结 .....	180
4.1.1 零件外观设定 .....	113	习题 .....	181
4.1.2 零件材质设定 .....	118	<b>第6章 工程图</b> .....	<b>182</b>
4.2 编辑零件 .....	121	6.1 工程图基础 .....	183
4.2.1 编辑草图和特征 .....	121	6.1.1 新建工程图 .....	183
4.2.2 动态特征编辑 .....	123	6.1.2 工程图图纸格式的编辑 .....	186
4.3 多实体零件 .....	127	6.2 工程视图 .....	192
4.3.1 多实体零件的三种 建立方法 .....	127	6.2.1 标准三视图 .....	192
4.3.2 多实体零件三种 组合方式 .....	130	6.2.2 模型视图 .....	193
4.4 零件配置 .....	132	6.2.3 投影视图 .....	194
4.4.1 配置项目 .....	132	6.2.4 剖面视图 .....	195
4.4.2 零件设计表 .....	137	6.2.5 局部放大视图 .....	196
4.5 零件的高效设计 .....	142	6.2.6 等轴测图 .....	197
本章小结 .....	147	6.3 尺寸和注解 .....	197
习题 .....	147	6.3.1 插入模型尺寸 .....	198
<b>第5章 装配体设计</b> .....	<b>149</b>	6.3.2 注解 .....	199
5.1 装配设计简介 .....	150	6.4 装配体工程图 .....	202
5.1.1 装配设计方法 .....	150	6.4.1 建立爆炸工程图 .....	202
5.1.2 装配设计工具介绍 .....	151	6.4.2 插入零件序号 .....	203
5.1.3 装配关系 .....	154	6.4.3 建立材料明细表 .....	204
5.2 装配体配合 .....	155	6.5 综合应用案例 .....	205
5.2.1 一般配合方式 .....	155	本章小结 .....	208
5.2.2 SmartMates 配合方式 .....	160	习题 .....	208
5.3 零件的复制、阵列与镜向 .....	163	<b>第7章 SolidWorks 动画制作</b> .....	<b>209</b>
5.3.1 零件的复制 .....	163	7.1 SolidWorks 软件动画制作概述 .....	209
5.3.2 零件的阵列 .....	164	7.1.1 MotionManager 简介 .....	209
5.3.3 零件的镜向 .....	165	7.1.2 MotionManager 界面 .....	210
		7.2 简单动画制作 .....	213
		7.2.1 MotionManager 基本操作 .....	213

7.2.2 从基本运动输入运动的 动画向导制作 .....	215	8.1.1 液压扳手的结构组成及 功能特点 .....	245
7.2.3 视像属性的动画制作 .....	217	8.1.2 建模分析 .....	246
7.2.4 基于相机的动画制作 .....	218	8.2 主要零部件的建模 .....	246
7.2.5 装配体动态剖切动画 制作 .....	220	8.2.1 摇臂 .....	247
7.3 复杂动画制作 .....	222	8.2.2 连接叉 .....	250
7.3.1 机械手运动的动画制作 .....	222	8.2.3 活塞杆堵头 .....	252
7.3.2 曲柄压力机运动的 动画制作 .....	228	8.2.4 缸盖 .....	253
7.3.3 飞机翱翔的动画制作 .....	231	8.2.5 棘轮 .....	254
7.4 VBA 编程动画制作 .....	234	8.2.6 反力臂 .....	255
7.5 综合应用案例 .....	237	8.2.7 活塞杆 .....	259
本章小结 .....	242	8.2.8 缸筒 .....	261
习题 .....	242	8.3 装配体设计 .....	265
<b>第 8 章 综合实例</b> .....	<b>245</b>	8.3.1 自上而下设计子装配体 .....	266
8.1 液压扳手结构分析及建模 设计构思 .....	245	8.3.2 自下而上设计总装配体 .....	273
		8.4 动画制作 .....	279
		8.5 输出工程图 .....	280
		本章小结 .....	283
		习题 .....	283
		<b>参考文献</b> .....	<b>285</b>

# 第 1 章 绪 论

## 教学目标

了解常见三维设计软件的功能特点,熟悉 SolidWorks 软件操作环境,知道该软件所具备的功能,对软件基本操作有初步的认识。

## 教学要求

能力目标	知识要点	权重	自测分数
了解三维设计软件的特点	SolidWorks 2009 版功能特点	10%	
掌握基本概念和术语	特征建模方法、参数化技术等	30%	
认识 SolidWorks 用户界面	基本界面构成与工具栏的个性化定制	45%	
了解三维模型构建流程	SolidWorks 的基本操作过程	15%	

## 引例

在学习机械制图的时候,总会有同学感到困难,因为他们无法将平面图形与立体实物联系起来。以往遇到这种情况,同学们会用大萝卜自己雕刻一下实物,来帮助建立立体感。现在的条件好多了,制图老师可以采用三维设计软件来训练同学们的立体感。这样不仅效果良好,而且绿色环保。比如,图 1.1 是一个设计 U 盘的例子。该 U 盘是由主体和盘盖两个零件组成的一个装配体。采用 SolidWorks 软件设计时,直接进行两个零件的三维立体设计(见左上和左下视口);然后将两个零件进行虚拟装配,形成一个装配体(见右上视口);最后由 SolidWorks 软件自动生成工程图(见右下视口)。在整个过程中,零件、装配体和工程图是全联动的。如果设计者认为装配体中某零件尺寸不合适,可以直接进行修改,那么零件和工程图中相应的尺寸就会随之修改。事实上,采用三维软件设计,就仿佛是在加工自己的作品,设计者的主要精力用于构思上,其余的辅助工作由软件辅助完成,可以大大地提高设计效率和质量。



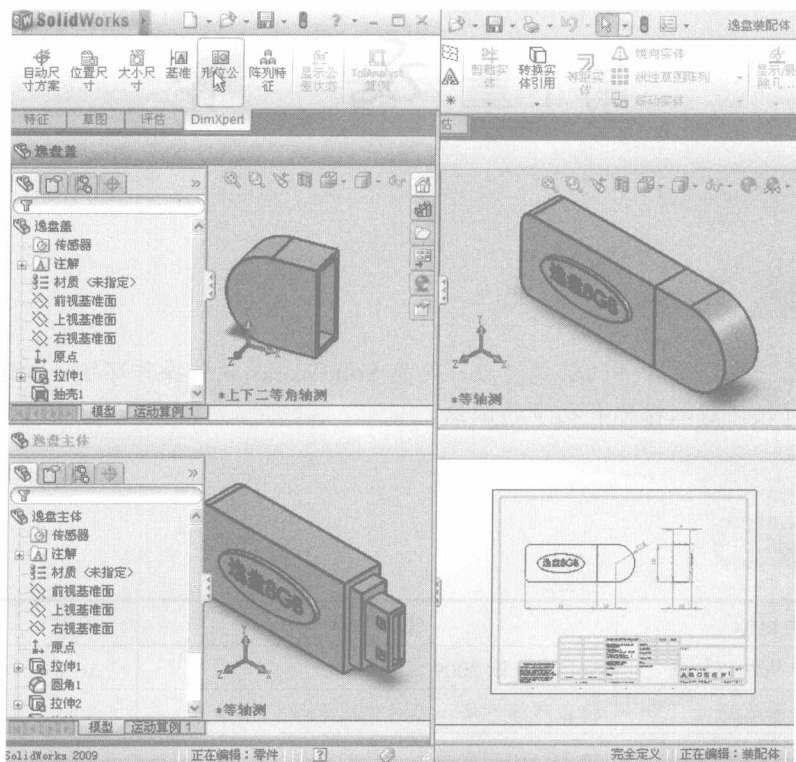


图 1.1 U 盘的零件、装配体和工程图

## 1.1 SolidWorks 概述

### 1.1.1 三维设计软件的优势

现阶段，计算机辅助设计(CAD)软件已经被许多企业和设计院校所使用，其应用领域也越来越广泛。通过大量的实践表明，三维 CAD 软件比二维 CAD 软件具有更大的优势，具体表现如下：

#### 1. 零件设计更加方便

使用三维 CAD 软件，可以直接设计立体实物，【资源查找器】中的【零件回放】还可以把建模过程通过动画演示出来，使人一目了然；也可以在装配环境下，利用相邻零件的位置及形状来设计新零件，避免了单独设计零件导致装配的失败。

#### 2. 零件装配更加直观

三维 CAD 软件可以实现虚拟装配(见图 1.2)。在装配过程中，【资源查找器】中的【装配路径查找器】记录了零件之间的装配关系，若装配不正确即予以显示。另外，零件还可以隐藏，在隐藏了外部零件的时候，可清楚地看到内部的装配结构。整个机器装配模型完

成后还能进行运动演示,对于有一定运动行程要求的,可检验行程是否达到要求,及时对设计进行更改,避免了产品生产后才发现需要修改甚至报废。

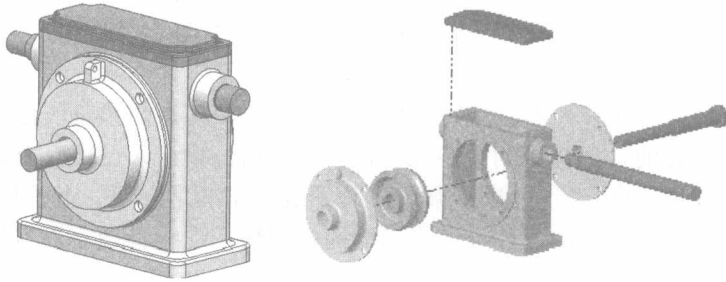


图 1.2 虚拟装配模型

### 3. 缩短了设计周期

采用三维 CAD 技术,设计时间缩短了近 1/3,大幅度地提高了设计效率。采用三维 CAD 软件进行新产品的开发设计时,只需对其中部分零部件进行重新设计和装配,而大部分零部件的设计都继承以往的信息。另外,三维 CAD 软件具有高度变型设计能力,能够通过快速重构,得到一种全新的机械产品。

### 4. 提高了设计质量

三维 CAD 技术采用先进的设计方法,如有限元受力分析、产品的虚拟制造、运动仿真和优化设计等,提高了产品的设计质量。同时,若采用 CAD / CAPP / CAM 进行产品加工,则一致性更好,保证了产品质量相应提高。

## 1.1.2 三维设计软件的种类

经过多年的高速发展,三维 CAD 软件家族人丁兴旺,如影视行业、建筑行业和机械设计行业的三维 CAD 软件。同时,随着三维技术的日趋成熟,CAD 软件的专业性也更加明显。就机械行业而言,主要的三维软件有如下几种:

UGS 公司的 NX(高端)和 Solid Edge(中端),该公司软件几乎垄断了汽车行业,而且三维软件行业的最大内核 Parasolid 就是 UGS 的产品;

达索集团的 CATIA(高端)和 SolidWorks(中端),CATIA 几乎垄断航空业用户;

PTC 公司的 Pro / ENGINEER,主要应用于模具行业;

Autodesk 公司的 Inventor,主要优点是可以很好地读取 AutoCAD 图样。

## 1.1.3 SolidWorks 软件

SolidWorks 机械设计自动化软件是一个基于特征的参数化实体建模设计工具,一贯倡导三维 CAD 软件的易用性、高效性,其主要的特点和优点包括:

### 1. 操作简单

SolidWorks 全面采用 Microsoft Windows 的技术,支持特征的“剪切、复制、粘贴”等操作,对于熟悉 Windows 的设计人员来说,十分方便。

## 2. 清晰、直观、整齐的“全动感”用户界面

“全动感”的用户界面使设计过程变的非常轻松：动态控标用不同的颜色及说明提醒设计者目前的操作，可以使设计者清楚现在做什么；标注可以使设计者在图形区域就给定特征的有关参数；鼠标确认以及丰富的右键菜单使得设计零件非常容易；建立特征时，无论鼠标在什么位置，都可以快速确定特征建立；图形区域动态的预览，使得用户在设计过程中就可以审视设计的合理性；利用特征管理器设计树，设计人员可以更好地通过管理和修改特征来控制零件、装配和工程图；属性管理器提供了非常方便的查看和修改属性操作，同时减少了图形区域的对话框，使设计界面简捷、明快；配置管理器很容易地建立和修改零件或装配的不同形态，大大提高了设计效率。

## 3. 灵活的草图绘制和检查功能

草图绘制状态和特征定义状态有明显的区分标志，设计者可以很容易了解自己的操作状态；草图绘制更加容易，可以快速适应并掌握 SolidWorks 灵活的绘图方式：单击-单击式或单击-拖动式；单击-单击式的绘制方式非常接近 AutoCAD 软件；绘制草图过程中的动态反馈和推理可以自动添加几何约束，使得绘图非常清楚和简单；草图中采用不同的颜色显示草图的不同状态；拖动草图的图元，可以快速改变草图形状甚至是几何关系或尺寸值；可以检查草图的合理性。

## 4. 强大的特征建立能力和零件与装配的控制功能

SolidWorks 软件具有强大的基于特征的实体建模功能。通过拉伸、旋转、薄壁特征、高级抽壳、特征阵列以及打孔等操作来实现零件的设计；可以对特征和草图进行动态修改；利用 FeaturePalette 窗口，只需简单地拖动到零件中就可以快速建立特征；利用零件和装配体的配置不仅可以利用现有的设计，建立企业的产品库，而且解决了系列产品的设计问题；可以利用 Excel 软件驱动配置，从而自动地生成零件或装配体；在装配中可以实现智能化装配，可以进行动态装配干涉检查和间隙检测，以及静态干涉检查；可以动画式地装配和动态查看装配体运动。

## 5. 自动生成工程图功能

可以为三维模型自动产生工程图，包括视图、尺寸和标注；使用 RapidDraft 工程图技术，可以将工程图与三维模型单独进行操作，以加快工程图的操作，但仍然保持与三维模型的相关性；可以建立各种类型的投影视图、剖面视图和局部放大图。

## 6. 方便的数据交换功能

可以通过标准数据格式与其他 CAD 软件进行数据交换；提供数据输入诊断功能，允许用户对输入的实体执行几何体简化、模型误差重设以及冗余拓扑移除。

## 7. 支持工作组协同作业

3DMeeting 是基于微软 NetMeeting 技术而开发的、专门为 SolidWorks 设计人员提供的协同工作环境，可以通过 Internet 利用 3DMeeting 实时地协同工作；支持 Web 目录，可以将设计数据存放在互联网的文件夹中，像存放在本地硬盘一样方便；将工程图输出成

eDrawings 文件格式, 可以非常方便地交流设计思想; 提供了自由、开放、功能完整的 API 开发工具接口, 用户可以根据实际情况利用 VC、VB、VBA 或其他 OLE 开发程序对 SolidWorks 进行二次开发。

## 8. SolidWorks 合作伙伴计划和集成软件

作为“基于 Windows 平台的 CAD / CAE / CAM / PDM 桌面集成系统”的核心软件, SolidWorks 完整提供了产品设计的解决方案。而 SolidWorks “合作伙伴计划”又提供了许多高性价比的解决方案, SolidWorks 用户可以从非常广泛的范围内选择在产品开发、加工制造以及数据管理等各个方面的软件, 其中许多“金牌产品”与 SolidWorks 完全集成, 在相应领域中处于领先水平。

## 9. SolidWorks 2009 新增功能

SolidWorks 2009 的性能有了非常大的提高, 具体内容可以参考该软件的【帮助】菜单中【新增功能】。对于机械设计人员来说, 以下这些全新增强功能是值得注意的:

### 1) 新增的最轻量化模式(SpeedPak)

SpeedPak 可以让用户对机器资源的使用更具策略性, 在不牺牲图形细节的情况下处理复杂的子装配体, 在 SpeedPak 的操作界面选择用户需要的面和零部件, 其他部分做最轻量化处理, 这些面和孔将用于把子装配体安装到上一级装配体。它几乎不占内存, 但却能使图形保持高精度, 当添加配合关系时, SolidWorks 会为用户过滤视图, 只有用户在 SpeedPak 中指定的那些面和零部件会被选中, 这样可实现性能的大幅提升。此外 SpeedPak 可以闪电般的速度绘制工程图。由于 SpeedPak 充分保留了图形精度, 工程图视图中的细节将始终存在, 不用担心用户执行的所有常规出详图任务, 包括尺寸标注以及生成材料明细表。

SpeedPak 的另一大好处是: 您可以同其他的 SolidWorks 用户分享 SpeedPak 装配体, 而不必发送所有相关的零部件文件。

### 2) 打开指定工程图(Open Drawing to Specific Sheet)

SolidWorks 2009 满足了用户对处理大型装配体及复杂模型工程图文件性能提升的要求。通常大装配或复杂模型往往需要添加多张图纸来表达, 这样就会使该文件过大, 造成运行缓慢。这一版本新增加了选择性打开图纸, 我们可将需要处理的那一页工程图信息加载到内存, 进行细节编辑, 同时还可预览其他图纸页, 如需处理其他图纸内容, 可以随时选定该页(右键选择【装载图纸】即可), 大幅提升了大型工程图文件的处理能力。

### 3) 唇缘 / 凹槽(Lip-Groove and Rib)

SolidWorks 2009 设计塑料件的扣合工具组中增加了一个新特征“唇缘 / 凹槽”。当采用 Top-Down 的方式来设计这个塑料件时, 首先使用拔模分析工具确定分型线的位置, 并依据此分型线绘制分割该零件的“盖”和“底”的草图并做分割实体的操作, 单击【唇缘 / 凹槽】特征命令, 根据菜单要求分别选择“盖”和“底”的实体部分及参考面, 然后为上下两个实体分别依次选择“接触面”和“内边”确定间隙参数后即可完成。过去用户需要很多复杂步骤和高级建模手段才可以做到, 现在有了专门的特征命令。另外“筋特征”有了增进功能, 用户可以控制带拔模角度筋的厚度尺寸在草图平面还是壳体塑料件底部交接处, 避免筋厚度大于壳体引起表面缺陷。

#### 4) 转换实体到钣金(Solid to SheetMetal)

在设计复杂钣金零件如“料斗，通风口”等结构时，用常规的钣金折弯特征是很难实现的。通常采用“Top-Down”的设计思路，先用实体建模特征构建总体钣金成型后的外形，然后单击钣金工具集中的新增特征【转换到钣金】，在菜单中依次选择“固定面，折弯边线及钣金的厚度和折弯半径”等参数。SolidWorks 2009 会帮助用户自动计算出“撕裂边或开口面”，这样就非常快捷的完成复杂钣金结构设计。以前要通过“抽壳，切口，插入折弯”等多个步骤，且经常出现由于参数冲突造成转换失败。

## 1.2 基本概念和术语

根据以往的经验，在开始介绍 SolidWorks 软件之前，先说明一些基本概念和术语，可以大幅度地提高读者的学习效率。

### 1. 几何模型(Geometric Model)

几何模型是用几何概念描述物理或者数学物体形状。它包含了物体的几何信息和拓扑信息。几何信息是指物体在欧氏几何空间中的形状、位置和大小，拓扑信息则是指物体各分量的数目及其相互间的连接关系。计算机中常用的几何模型有线框模型、表面模型和实体模型三种。在计算机中构造物体模型的过程称为建模，几何建模就是构建或者使用几何模型的过程。

### 2. 线框模型(Wireframe Model)

线框模型是早期 CAD 软件中三维物体的可视化表示方法。它由物体两个光滑连续的表面相交而成，或者用直线或曲线连接物体顶点得到。这样就可以通过绘制其每一条边线来将物体映射到计算机屏幕上(见图 1.3)。事实上，线框模型是利用顶点和棱边来描述物体，因此不能完全反映物体的信息。



图 1.3 立方体、二十面体和球体的线框模型

线框模型相对来说比较简单而且计算速度快，所以这种方法经常用于高帧速的场合(如非常复杂的三维模型或者模拟外部现象的实时系统)。但线框模型在三维方面的进一步处理上有很多麻烦和困难，如消隐、着色、特征处理等。

### 3. 曲面模型(Surface Model)

曲面模型是用面的集合来描述物体的模型。曲面建模有三种应用类型：一是原创产品设计，由草图建立曲面模型；二是根据二维图纸进行曲面建模，即所谓图纸建模；三是逆向工程，即点测绘建模。

曲面模型能够反映物体的外表面信息，可以对物体做剖面 and 消隐等处理(见图 1.4)。从曲面模型上可以获得数控加工编程所需信息，为 CAD / CAM 建立统一模型提供了基础。然而，该模型不能准确地表达物体的质量、重心和惯性矩等，难以实现 CAE。

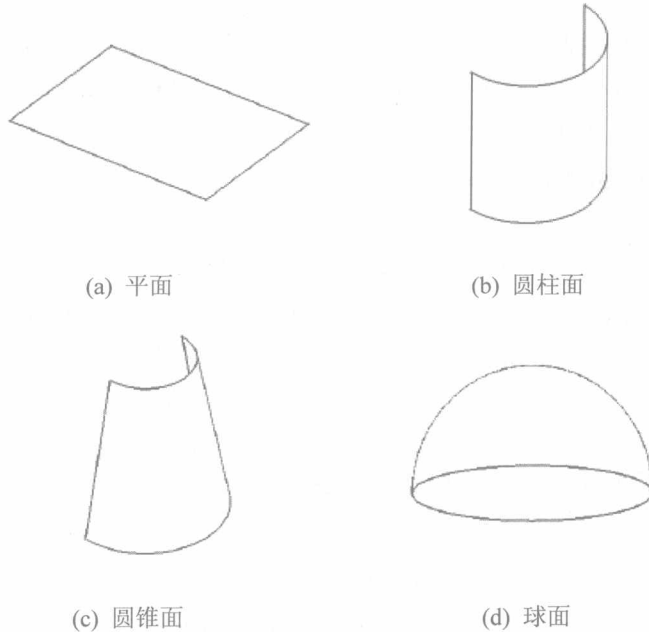


图 1.4 简单曲面模型

#### 4. 实体模型(Solid Model)

实体模型是用几何信息和拓扑信息的集合来描述物体的模型。实体模型能精确地表达物体在空间上的全部属性，为 CAD / CAE / CAM 建立统一模型提供了基础，是目前运用最广泛的模型。在 SolidWorks 中设计零件时所使用的理论基础就是实体模型(见图 1.5)。



图 1.5 手轮的实体模型

曲面模型和实体模型的区别在于所包含的信息及其完备性不同：

- (1) 实体模型总是封闭的，没有任何缝隙和重叠边，而曲面模型可以不封闭，几个曲面之间可以不相交，也可以有缝隙和重叠；
- (2) 实体模型所包含的信息是完备的，系统知道哪些空间是在实体“内部”，哪些空

间是在“外部”；而曲面模型缺乏这种信息的完备性。可以把曲面看成是极薄的“薄壁特征”，曲面只有形状，没有厚度。当把多个曲面组合到一起，使得其边界重合并且没有缝隙后，可以把结合到一起的曲面进行“填充”，将曲面转化成实体。

在 SolidWorks 中，曲面建模技术在某种程度上和实体建模是相似的。用户可以建立拉伸曲面、旋转曲面、扫描曲面或放样曲面，只不过这些特征形成的结果是曲面，而不是实体。在许多情况下，用户需要使用曲面建模。例如，从其他 CAD 系统输入的数据生成了曲面模型，或者建立的形状需要利用自由曲面并缝合到一起并填充为实体。

#### 5. 特征建模(Feature Modeling)

所谓特征(Feature)是指从工程对象中高度概括和抽象后得到的具有工程语义的功能要素。特征建模就是通过特征及其属性集合来定义、描述零件实体的过程。

当使用 SolidWorks 软件建模时，特征就是列举在特征管理器设计树中的单个形状，如图 1.5 中的凸台、辐条、圆角和圆孔等，将这些特征与其他特征结合则构成零件或装配体。但是，特征作为具有工程背景的几何单元，它的组合已经超越了传统布尔运算的减加并差，而是延伸为一种特征类型、参数和建立时序三者共同决定产品形态的高级组合方式，这在后面的章节中会逐步地深入讨论。因此，通过特征建模技术，可以方便地将设计意图融合进产品实体之中，并可以随时进行调整。

#### 6. 参数化技术(Parametric Technology)

参数化技术是指将图形的尺寸与一定的设计条件(或约束条件)相关联，将图形的尺寸看成“设计条件”的函数，当设计条件发生变化时，图形尺寸便会随之得到相应更新。比如形状相似、边长尺寸不同的一组零件，可以将边长设置为某参数的函数，通过给定参数的取值范围来改变零件图形的大小。

#### 7. 原点(Origin)

模型原点显示为三个灰色箭头，代表模型的(0,0,0)坐标。当草图为激活状态时，草图原点显示为红色，代表草图的(0,0,0)坐标。尺寸和几何关系可以添加到模型原点，但不能添加到草图原点。

#### 8. 基准面(Plane)

设计人员在建立零件模型之前必须考虑草图绘制在哪个平面上的问题。SolidWorks 软件提供了三个默认的绘图基准面，分别为“前视”、“上视”和“右视”，可以对应于机械制图中的“主视”、“俯视”和“左视”。除此之外，设计人员也可根据需要自定义参考基准面。

## 1.3 SolidWorks 用户界面

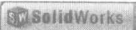
当打开一个已有文件，继续进行零件设计时，SolidWorks 用户界面如图 1.6 所示。默认状态下，界面包含菜单栏、命令管理器、配置管理器、属性管理器、特征管理器(FeatureManager)设计树、工具栏、状态栏、任务窗格和图形区域。





图 1.6 SolidWorks 用户界面

### 1.3.1 下拉菜单

在进行零件设计过程中，单击 SolidWorks 2009 界面菜单栏中 SolidWorks 图标  右端的按钮，会弹出下拉菜单，图 1.7 所示。一共有 7 个子菜单，即为【文件(F)】、【编辑(E)】、【视图(V)】、【插入(I)】、【工具(T)】、【窗口(W)】和【帮助(H)】。它们的使用方法与 Windows 的很相似。值得注意的是，在不同状态下和不同设计窗口中，弹出的下拉菜单中子菜单数目以及各子菜单中的可用选项会有所差异。

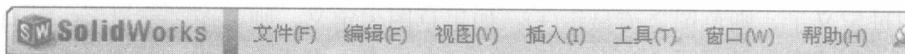


图 1.7 SolidWorks 下拉菜单

### 1.3.2 命令管理器

命令管理器可以根据设计者要使用的工具栏进行动态更新。默认情况下，它根据文档类型嵌入相应的工具栏。将鼠标置于命令管理器右击，会弹出命令管理器菜单，单击下面的选项卡将更新工具栏。例如，单击【草图】选项卡，草图工具栏将出现。

### 1.3.3 属性管理器

在 SolidWorks 窗口中，属性管理器与特征管理器设计树、配置管理器处于同样的位置，当属性管理器被激活时，它将代替特征管理器设计树、配置管理器而显示在最上层。属性管理器具有对话框的功能，许多操作命令可通过属性管理器执行。它位于窗口左侧，既能方便地用于设置对象的属性、参数、定义和配置，又不会覆盖。设计人员可根据需要拖动分隔条来调整属性管理器窗口大小。





图 1.8 编辑【拉伸特征】时属性管理器的有关选项

当编辑某一特征的定义、选取尺寸或编辑对象的属性时，属性管理器会自动弹出。图 1.8 所示是编辑【拉伸特征】时属性管理器的有关选项，它包括的内容有：特征名称和特征图像的标题栏、【确定】按钮、【取消】按钮、【帮助】按钮、【特征方向】按钮、激活的选项组、未激活的选项组、【打开】或【关闭】选项组开关等。当选定对象不同时，属性管理器的有关选项也略有不同，除图 1.8 中表示的一些按钮和功能外，有时还有其他一些选项和按钮，如【上一步】按钮、【下一步】按钮、配置框等。

### 1.3.4 特征管理器设计树

特征管理器设计树可以动态地、可视化地记录和显示草图、特征、零件模型、装配体和工程图的设计过程，因而，提供了激活零件、装配体或工程图的大纲视图。在设计过程中，当一个草图、一个特征建立后，就自动加入到特征管理器设计树中；当一个零部件装配到装配体中时，该零件也自动加入到特征管理器设计树中；每当工程图中新增加一个视图，该视图的名称也将自动添加到特征管理器设计树中。

在特征管理器设计树中，设计人员可以编辑草图、特征、装配关系和工程视图。它不但记录了设计过程中每一操作结果，而且将操作结果按时间顺序排列。如果人为改变这种排列顺序，将导致设计对象的变化。在设计过程中，通过特征管理器设计树，可以随时、方便地查看零件模型或装配体的构造情况，或者查看工程图中的不同图样和视图。如果设计的草图过定义了，则草图之前显示(+); 如果草图欠定义，则草图之前显示(-); 如果草图不能解出，则草图之前显示(?); 如果草图已完全定义，则没有前缀。如果装配体零部件的位置过定义，则装配体零部件之前显示(+); 如果装配体零部件的位置欠定义，则显示(-); 如果装配体零部件的位置无法解出，则显示(?); 如果装配体零部件的位置被固定(锁定于某个位置)，则显示(固定)。如果配合关系牵涉到过定义零部件的位置，则配合的名称之前显示(+); 如果前面显示(?), 则表示配合无法解出。

通过特征管理器选项，可指定特征管理器设计树以自动滚动的方式来显示与图形区域上所选项目相关的特征图标；当生成一个新的模型特征时，在特征管理器设计树窗口内，该特征名称会自动成为选取状态，设计人员也可以输入自己选用的名称；可使用方向键在特征管理器设计树中移动，并且可以展开或是折叠特征目录及内容；指定当光标经过特征管理器设计树中的项目时，图形区域中的相应几何体(边线、面、基准面、轴等)会被高亮显示。通过鼠标上下拉动退回控制棒，可将模型暂时恢复到以前的一个状态，并压缩最近添加的特征，当模型处于退回控制状态时，可以增加新的特征或编辑现有的特征。如图 1.9 所示，被压缩的特征名称以灰色显示，图形区域中相应部分不再显示。

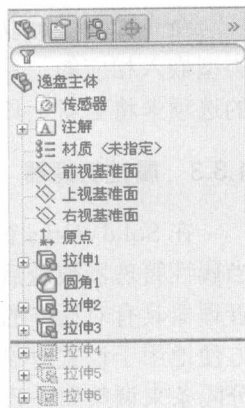


图 1.9 退回控制棒