



主 编 王 伟
副主编 张兆好 苏永涛 姜 宇
主 审 花 军 邢力平

SOLID WORKS 2007 JIXIE SHEJI SHILI JIAOCHENG

Solid Works 2007

机械 设计 实例 教程

东北林业大学出版社

TH122

619

2007

SolidWorks 2007 机械设计实例教程

主 编 王 伟

副主编 张兆好 苏永涛 姜 宇

主 审 花 军 邢力平

东北林业大学出版社

2.

图书在版编目 (CIP) 数据

SolidWorks 2007 机械设计实例教程/王伟主编. —哈尔滨: 东北林业大学出版社, 2007.1

ISBN 978-7-81076-967-9

I. S… II. 王… III. 机械设计: 计算机辅助设计—应用软件, SolidWorks 2007—教材 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 020305 号

责任编辑: 朱成秋

封面设计: 彭 宇



NEFUP

SolidWorks 2007 机械设计实例教程

SolidWorks 2007 Jixie Sheji Shili Jiaocheng

主 编 王 伟

副主编 张兆好 苏永涛 姜 宇

主 审 花 军 邢力平

东北林业大学出版社出版发行

(哈尔滨市和兴路 26 号)

东北林业大学印刷厂印装

开本 787 × 960 1/16 印张 14 字数 245 千字

2007 年 1 月第 1 版 2007 年 1 月第 1 次印刷

印数 1—1 000 册

ISBN 978-7-81076-967-9

TH·40 定价: 24.00 元

前 言

SolidWorks 是一套基于 Windows 平台的智能型的高级 CAD/CAM/CAE 组合软件, 具有功能强大、易学易用和技术创新的三大特点, 从而使得 SolidWorks 成为领先的、主流的三维 CAD 解决方案。SolidWorks 能够提供不同的设计方案, 以减少设计过程中的错误, 提高产品质量。SolidWorks 不仅提供如此强大的功能, 同时对每个工程师和设计者来说, 操作简单方便、易学易用, 便于在企业推广使用。

本书是在东北林业大学出版社组织和指导下进行的, 以 SolidWorks 公司最新发布的 SolidWorks 2007 作为软件平台, 重点介绍 SolidWorks 2007 的零件设计、装配体设计、工程图以及综合设计等方面的内容。全书共分六章, 包括概述、入门课程、零件设计、装配体设计、建立工程图、综合设计。其中第 1 章、第 2 章、第 3 章由张兆好、苏永涛编写, 第 4 章、第 5 章由姜宇编写, 第 6 章由王伟编写。全书由王伟主编。

本书作者在 SolidWorks 教学工作中, 深知初学者常见的一些问题, 因此, 在内容编排上由浅入深, 便于初学者逐渐掌握软件的要诀, 所用实例都经精心选择, 特别适合于初学者使用, 尤其适合于机械设计及其自动化、机械电子工程、工业设计等专业的本专科学生使用。该书可作为大专院校 CAD/CAM 课程的实践教材, 也适于各行业三维设计人士参阅。

东北林业大学硕士研究生董现华, 本科生方伟东、祖广伟参加了书中实例的制作工作, 在此表示感谢!

由于作者水平有限, 错误之处在所难免, 希望专家和读者不吝赐教。

如需书中的实例, 请与作者联系。Email: awayw2004@yahoo.com.cn

编 者
2007 年 1 月

目 录

1 概 述	(1)
1.1 SolidWorks 的基本功能	(1)
1.2 术 语	(4)
1.3 SolidWorks 用户界面	(4)
1.4 SolidWorks 2007 新技术管窥	(7)
2 入门课程	(11)
2.1 检查系统设置	(11)
2.2 SolidWorks 工具栏的个性化定制	(11)
2.3 新建 SolidWorks 文件	(12)
2.4 建立草图	(13)
2.5 标注尺寸	(16)
2.6 将草图生成为 3D 模型	(17)
2.7 建立新基准	(18)
3 零件设计	(22)
3.1 零件设计初步	(22)
3.2 复杂零件设计	(31)
4 装配体设计	(100)
4.1 配合概述	(100)
4.2 建立装配体模型	(100)
5 建立工程图	(109)
5.1 建立零件工程图	(109)
5.2 建立装配体工程图	(122)
6 综合设计	(127)
6.1 轴承 316 设计	(127)
6.2 CPU 风扇设计	(136)
6.3 气缸设计	(157)
6.4 传送机构设计	(176)
参考文献	(218)

1 概 述

美国 SolidWorks 公司是一家专门从事开发三维机械设计软件的高科技公司, 公司宗旨是使每位设计工程师都能在自己的微机上使用功能强大的世界最新 CAD/CAE/CAM/PDM 系统, 公司主导产品是世界领先水平的 SolidWorks 软件。

20 世纪 90 年代初, 国际微机市场发生了根本性的变化, 微机性能大幅度提高, 而微机价格却一路下滑, 微机卓越的性能足以运行三维 CAD 软件。为了开发世界空白的基于微机平台的三维 CAD 系统, 1993 年 PTC 公司的技术副总裁与 CV 公司的副总裁联合成立 SolidWorks 公司, 并于 1995 年成功推出了 SolidWorks 软件, 引起世界相关领域的一片赞叹。在 SolidWorks 软件的促动下, 从 1998 年开始, 国内外也陆续推出了相关软件; 原来运行在 UNIX 操作系统的工作站 CAD 软件, 也从 1999 年开始, 将其程序移植到 Windows 操作系统中。

SolidWorks 软件是世界上第一个基于 Windows 平台的三维机械 CAD 软件, 第一个创造了 FeatureManager 特征管理员的设计思想, 第一个在 Windows 平台下实现了自顶向下 (自上向下) 的设计方法, 第一个实现动态装配干涉检查, 第一个实现智能化装配, 第一个开发特征自动识别 FeatureWorks, 第一个开发基于 Internet 的电子图板发布工具 (eDrawing)。该系统在 1995 ~ 1999 年获得全球微机平台 CAD 系统评比第一名, 从 1995 年至今, 已经累计获得 17 项国际大奖。

由于 SolidWorks 出色的技术和市场表现, 不仅成为 CAD 行业的一颗耀眼的明星, 也成为华尔街青睐的对象。终于在 1997 年由法国达索公司以 3.1 亿美元的高额市值将 SolidWorks 全资并购。公司原来的风险投资商和股东, 以原来 1 300 万美元的风险投资获得了高额的回报, 创造了 CAD 行业的世界纪录。并购后的 SolidWorks 以原来的品牌和管理技术队伍继续独立运作, 成为 CAD 行业一家高素质的专业化公司。

1.1 SolidWorks 的基本功能

SolidWorks 是一个基于造型的三维机械设计软件, 它的基本设计思路是:

实体造型→虚拟装配→二维图纸。SolidWorks 具有以下基本功能：

1. 用 SolidWorks 不仅可以生成 2D 工程图，而且还可以生成 3D 零件模型。你可以画出 3D 效果的零件图，而不是二维的图纸。你可以用这些 3D 零件生成二维的图纸和三维的装配图（如图 1-1-1 所示）。

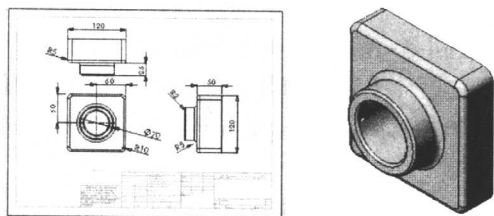


图 1-1-1 3D 图和 2D 图

2. SolidWorks 是一种尺寸驱动系统，具有尺寸驱动三维实体的功能。你可以给定各部分之间的尺寸和几何关系。在你保存图的时候，改变尺寸就会改变零件的大小和形状（如图 1-1-2 所示）。

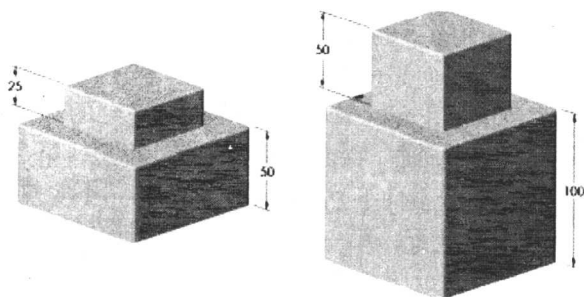


图 1-1-2 尺寸驱动

3. SolidWorks 模型是由零件、装配体及工程图组成（如图 1-1-3 所示），三者具有联动关系。零件、装配体和工程图是一个模型的不同表现形式，对任意一个的改动都会使其他两个自动跟着改变。在三维设计系统中，零件、装配体和工程图是相关的，即假设在零件图中修改了某尺寸的大小，你会发现，在装配图或工程图中，该尺寸也发生了相同的变化。如果该零件设计用于模具加工，那么，由零件生成模具或加工代码也随之发生了变化。

4. 具有特征造型功能。用来生成零件的特征包括形状（拉伸、切除、孔）和操作（圆角、倒角等）（如图 1-1-4 所示）。在 3D 系统中，拉伸、切除、孔、倒角等均称为特征。特征这个概念很重要。

5. 可以用生成的草图来生成零件的大部分特征。草图指的是 2D 轮廓

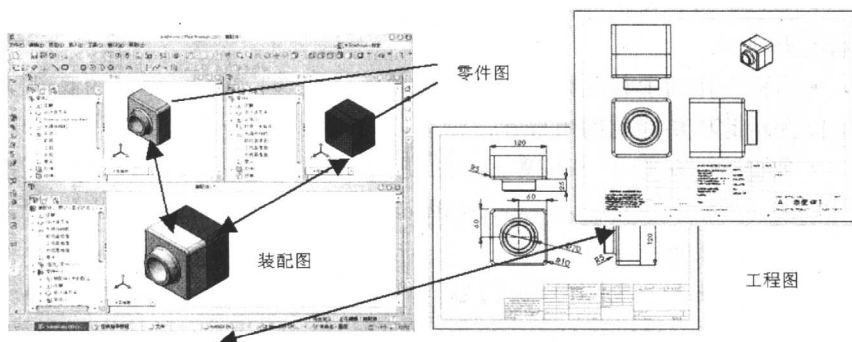


图 1-1-3 SolidWorks 的三种文件：零件图、装配图、工程图

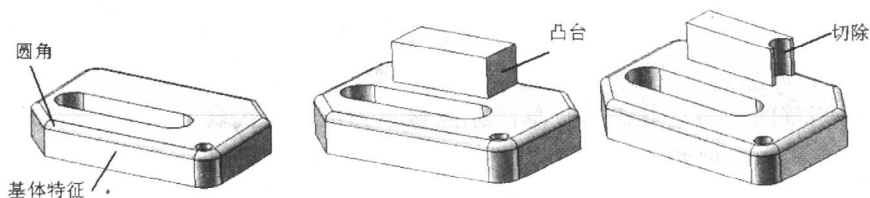


图 1-1-4 组合特征形成零件

或横断面，对草图进行拉伸、旋转、放样或者沿某一路径扫描等操作后即可生成特征（如图 1-1-5 所示）。

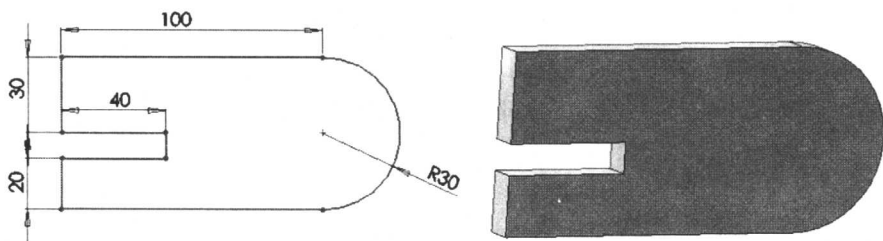


图 1-1-5 由草绘生成零件

6. 灵活多样的帮助功能。如果你在使用 SolidWorks 时遇到问题，你可以通过以下办法得到解决：

- 在线帮助。在菜单栏上单击帮助→帮助主题。在线帮助包括索引和查找功能，还专门简单介绍了 SolidWorks 的新功能。

- 对话框帮助。激活一个对话框。在对话框里单击 Help 按钮或按 F1 键，提供有用的所有帮助。

• 工具提示。鼠标光标在指向工具栏上的一个按钮时，停留片刻，工具提示就出现了。

• 当你在按钮上移动鼠标或单击菜单条，在 SolidWorks 窗口的底部状态条上就提示此项功能的简单描述。

• 要想了解关于 SolidWorks 的更新以及更多的信息，可以浏览 SolidWorks 的网页 (<http://www.SolidWorks.com/>)，或者单击帮助→关于→连接，即可连接到 Internet。

对于国内用户，SolidWorks 的总代理生信实维公司的网址是：<http://www.cad21.com/>。这里还有一个论坛，专门讨论 SolidWorks 的应用问题。

1.2 术 语

1. 原点：先是为两个灰色（蓝色）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。可以向模型原点添加尺寸和几何关系，但不能向草图原点添加尺寸和几何关系。

2. 平面：平板构造几何体。可以使用平面添加 2D 草图、模型的剖面视图和用于拔模特征的中性面等，用于绘制草图。

3. 基准面：用户自定义的（或建立的）用于添加 2D 草图、模型的剖面视图和用于拔模特征的中性面的平面。SolidWorks 软件提供了三个预设的基本面：前视、上视、右视。

4. 基准轴：用于创建模型几何体、特征或阵列的直线。可以使用多种方法创建基准轴，包括两个相交的基准面。

5. 面：帮助定义模型特征或曲面特征的边界。面是模型或曲面可以选择的区域（平面的或非平面的）。

6. 边线：两个面或曲面沿着一段距离相交的位置。可以选择边线用于绘制草图、标注尺寸以及其他用途。

7. 顶点：两条或多条线或边线相交的点。可以选择定点用于绘制草图、标注尺寸以及其他用途。

1.3 SolidWorks 用户界面

SolidWorks 应用程序包括多种用户界面工具和功能，以帮助设计人员高效率地创建和编辑模型。这些工具和功能包括：Windows 功能；SolidWorks

文件窗口；功能选择和反馈。SolidWorks 用户界面如图 1-3-1 所示。

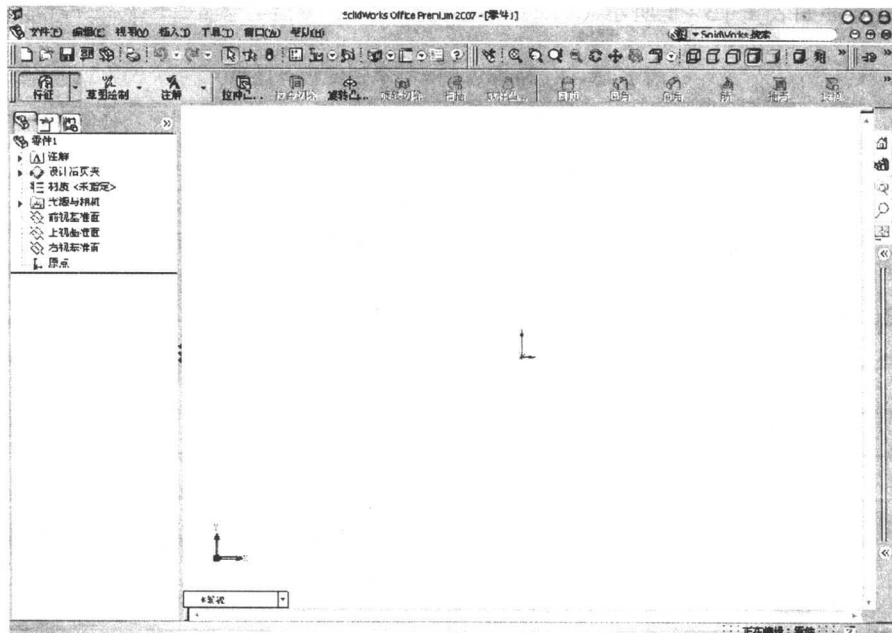


图 1-3-1 用户界面

1.3.1 Windows 功能

SolidWorks 应用程序包括熟悉的 Windows 功能，例如拖动窗口和调整窗口大小等。许多相同的图标，例如打印、打开和保存、剪切和粘贴等，也都是 SolidWorks 应用程序的一部分。

一些通用的 Windows 相关功能包括：

1. 打开文件。从 Windows 资源管理器中将零件拖入空白的 SolidWorks 文件，从而打开零件。
2. 打开和保存到 web 文件夹。web 文件夹是一种 SolidWorks 工具，该工具允许用户通过因特网共享和处理 SolidWorks 零件、装配体或工程图文件及其他文件格式。
3. 生成工程图。将零件拖入空白的工程文件，以创建零件的一个或多个工程视图。
4. 创建装配体。将零部件拖入空白的装配体文件，以配合多种零部件并创建装配体。装配体是保存在 SolidWorks 文件中相关零件的集合。

5. 使用键盘快捷键。对所有菜单项目使用键盘快捷键, SolidWorks 标准快捷键如表 1-3-1 所示。

表 1-3-1 SolidWorks 标准快捷键一览表

命令	快捷键	命令	快捷键
后视	Ctrl 2	重建模型	Ctrl B
底视	Ctrl 6	Redraw	Ctrl R
复制	Ctrl C	右视	Ctrl 4
剪切	Ctrl X	保存	Ctrl S
删除	Delete	选择边	E
Forced Rebuild	Ctrl Q	选择面	X
前视	Ctrl 1	选择顶视	V
帮助	Shift F1/F1	打开/关闭选择过滤器	F5 (Toolbar)
等轴测	Ctrl 7	切换选择过滤器	F6
左视	Ctrl 3	顶视	Ctrl 5
新建	Ctrl N	Undo	Ctrl Z
打开	Ctrl O	视图对话框	SpaceBar
粘贴	Ctrl V	放大	Shift Z
前一视图	Ctrl Shift Z	缩小	Z
打印	Ctrl P	缩放 to 屏幕	F

1.3.2 SolidWorks 文件窗口

SolidWorks 文件窗口有两个窗格。左边窗格包括:

1. FeatureManager 设计树。列举零件、装配体或工程图的结构。当从设计树种选择一个实体, 可以编辑内部草图、编辑特征、压缩和解除压缩特征或零部件等。

2. PropertyManager。显示许多功能(例如草图、圆角特征、装配体配合等)的相关信息和用户界面功能。

3. ConfigurationManager。帮助创建、选择和查看文件中的零件和装配体的多个配置。

右边窗格为绘图区, 草图的绘制、零件实体的生成、装配图的生成、工程图的绘制都在绘图区内完成。

1.3.3 功能选择和反馈

SolidWorks 应用程序允许您使用不同方法执行任务。当您执行回执实体的草图或应用特征时, SolidWorks 应用程序还提供反馈。反馈包括指针、推理线、预览等。

1.3.4 菜 单

可以通过菜单访问所有 SolidWorks 命令。菜单使用 Windows 惯例, 包括子菜单、上下文相关快捷菜单等。

1.3.5 工具栏

可以通过工具栏访问 SolidWorks 功能。

1.3.6 鼠标按键

1. 左键。通过菜单选择图形区域中的实体以及设计树中的对象。
2. 右键。打开上下文相关快捷键。
3. 中键。旋转、平移和缩放零件或装配体, 以及在工程图中平移。

1.3.7 控 标

可以使用 ProperManager 设置值, 例如拉伸深度等。还可以使用图形控标, 在不退出图形区域的情形下, 动态拖动和设置某些参数 (如图 1-3-2 所示)。

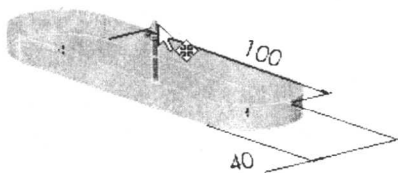


图 1-3-2 控标

1.4 SolidWorks 2007 新技术管窥

1.4.1 SWIFT, SolidWorks 未来的经典技术

SWIFT (SolidWorks Intelligent Feature Technology, SolidWorks 智能特征技

术)目前包含了 Feature Expert (特征专家)、Mate Expert (配合专家)、Sketch Expert (草图专家)和 Tolerance Expert (公差专家)四个专家系统。

首先, Feature Expert (特征专家)要解决的核心问题是帮助工程师如何面对三维设计过程中越来越多的特征参数与关系,尤其是对刚从二维 CAD 软件转换到三维 CAD 软件的设计新手而言,在设计的过程中将会碰到由于经常的设计修改而使后续众多的特征参数和关系出现一系列的警告与错误等问题,从而变得无所适从。现在,借助于 Feature Expert (特征专家)就可以快速而轻松地解决这些问题了。

其次, Mate Expert (配合专家)主要针对的是轻松解决复杂产品零部件之间的配合关系可能出现的问题。比如,一个由几十个零部件组成的产品,工程师是比较容易去管理各个零部件之间的装配关系的,但如果换成一个由成千上万个零部件组成的产品,那么其装配关系是异常复杂的,特别是当发生设计修改和配合关系更新时,许多关联于配合的问题就会出现,这对于一个普通工程师来讲就可能是很难甚至没有办法来理清和处理的问题。现在借助于配合专家就可以轻松地解决这些问题了,系统会自动地帮您去解决在复杂产品设计中因某个零件的修改而带来的连锁反应,这对于设计“新手”而言尤其有效。

第三个是 Sketch Expert (草图专家)。三维设计的基础是二维,因此很多时候工程师进行设计都是从二维开始的,也就是要先绘制草图,而草图是由许多的点、直线、圆弧、曲线及其之间的几何关系组成的,但通常无法对此进行非常有效的管理和处理,因此,在 SolidWorks 未来的版本中将通过 Sketch Expert 帮助工程师解决因草图发生修改之后自动调整和改变图素的位置、大小及关联关系的问题。

以上三个专家系统都侧重于改进设计手段,旨在帮助二维工程师或新手工程师快速地成为合格的三维设计工程师,并使他们尽快地成为三维设计的高手。

第四个是 Tolerance Expert (公差专家)。很多时候工程师在进行产品设计时,不仅仅要考虑结构本身的设计,而且还要考虑到后续的加工及制造等,因此就有必要考虑加工公差的问题。例如一个螺钉孔,从造型来看就是一个锥形空孔,但由于加工方式及制造方法的不同,其公差就会存在较大的差别,因此在很多时候,我们需要在工程图上将准确的公差参数标注上去,并将制造环节的内容标注到详细的设计图纸中去,对于那些不直接设计而只进行按图加工的企业是非常有用的。例如模具企业,由于在三维模型的图纸中包含了详细加工公差信息,模具的生产与加工效率就会更高,并且废料

及废品率就会大大降低。

以四个专家系统为核心的 SWIFT 技术是 SolidWorks2007 中最大的技术创新,这会使设计变得更方便、更高效和更轻松。

1.4.2 Scan to 3D, SolidWorks2007 最值得期待的功能

在 SolidWorks2007 中最值得期待的功能非 Scan to 3D (从扫描到三维建模技术)莫属,通过该功能,工程师可以将实物模型通过扫描技术准确地形成可编辑的三维实体模型,从而可以大大地提高设计效率,缩短设计周期,提高设计质量。例如设计一个游戏机的手柄,现在的设计方法是先手工做一个手柄模型(即从实物模型开始),通过扫描技术快速形成可编辑的三维实体模型,在三维系统中进行修改和优化设计,再通过快速成型等技术形成新的实体模型,如果发现问题,再扫描、建模、修改、再建模,并进行设计循环,最终满足客户的要求。传统的该设计流程是一个漫长而烦琐的过程,现在通过 SolidWorks 的 Scan to 3D 技术,问题就变得非常简单了。

要实现以上的技术,需要在三个方面有所突破与创新:

首先是扫描技术,如何通过快速扫描,将实物很准确地变成一个数字化的设计模型。在 SolidWorks 研发团队的努力下,研究和开发出了 One - Button - Scan (一键扫描)功能,使得扫描技术在操作和效率上有了很大的突破,工程师仅需一个按钮就可实现超过每分钟百万个点的高速扫描。

其次就是在扫描完成以后,如何快速地将海量的扫描点形成一个三维实体模型,并方便地在 SolidWorks 中进行进一步的修改、编辑。此外,扫描所得的模型可能还会有一些“边”需要特别考虑与处理,因此在系统中提供了将点的数据形成特定的边、面等实体单元,并对此进行进一步的编辑和修改的功能,如倒圆角、参数化等;同时,也可以将特定的曲面数据提取出来,在此基础上对曲面数据进行进一步的 CAD 应用与建模。

最后一点就是在 SolidWorks 前期的版本中没有解决的,即通过很多的点直接生成三维曲线/曲面(如从上百万个点中提取出曲线或曲面),这样将使建模变得非常方便。

Scan to 3D 技术的应用与实现将为大量采用仿形设计的消费品行业的研发与设计带来巨大的影响!

1.4.3 十大功能推动 SolidWorks 贴近用户

为满足工程师的设计要求, SolidWorks2007 中将在十大方面进行技术上的改进与创新,具体表现在:

第一, SWIFT 技术。

第二, 二维草图的框架布局设计与机构运动模拟功能。

第三, 三维中增加了皮带轮机构的设计功能。比如给定皮带的总长度、挪动不同轮的相对位置时, 系统会自动计算或调整整个机构, 并自动提示是否需要在旁边添加小的滑轮来保持机构的合理运动等。

第四, 自由曲面功能 (Free - Formed Surface), 我们在创建完实体过程中, 用户可以动态地拖动或改动自由型曲面实体上的任何部位, 对曲面实现可视化的、更加精确的控制。

第五, 钣金功能增强。在 SolidWorks2007 中允许工程师在设计时考虑钣金的制造流程。

第六, 焊接功能增强。在 SolidWorks 的以前版本中已经有了焊接功能, 但在 SolidWorks 2007 中工程师在设计完后可以直接在 SolidWorks 环境下, 利用 COSMOS 分析焊件焊点的应力应变分布及整个结构的强度等。

第七, 公差分析。例如在进行孔/销配合时, 设计时有一个孔, 这个孔可以大一点, 也可以小一点, 如果孔小、销大, 销就不能插进去, 通过 SolidWorks 2007 中的零部件配合的公差分析功能, 就可看到在不同的公差情况下, 这些零部件是否能得到合理的装配。

第八, COSMOSXpress 功能。COSMOSXpress 是包含在 SolidWorks 基本配置中的免费的分析软件插件, 在 SolidWorks 2007 中又增加了优化功能, 即在设定零件满足特定应力强度的要求下, 可以实现零件在满足该应力条件下的关键尺寸变化范围的推荐, 从而达到零件尺寸的优化和节约原材料的目的。

第九, 文档大小大大缩小。在 SolidWorks2007 中, 模型文档的大小将得到大大的缩小, 通常至少可以缩小 50% 左右。

第十, 复杂装配的管理问题。通常一个复杂产品的零部件有成千上万个, 并且可能存储在不同的位置, 如果要将其中的某个部件及其关联件与工程图等都找出来传递给其他工程师, 以前这种工作是非常烦琐的, 需要工程师将零件图一个一个地找出来, 再将相关的工程图也一个一个地找出并谨慎地处理。在 SolidWorks2007 中通过 Design Copy Function 功能, 只需选中顶层部件后按一个键, 就可以把所有相关文档 (三维模型图、工程图等) 都打包成压缩文件, 传递给其他的工程师即可。而接收工程师一旦在系统中打开文档后, 整个部件均在一起, 这样大大地提高了工作效率。

2 入门课程

2.1 检查系统设置

在我们还没有打开或新建任何文件之前，我们来看以下系统设置。系统选项保存在注册表中，它不是文件的一部分，因此，这些更改会影响当前和将来的所有文件。用户可以通过设定系统选项来定制系统，以满足不同的实用需求。单击工具→选项，将如图 2-1-1 所示的选项属性页打开。我们可以根据自己的使用习惯或自己国家的标准进行必要的设置。

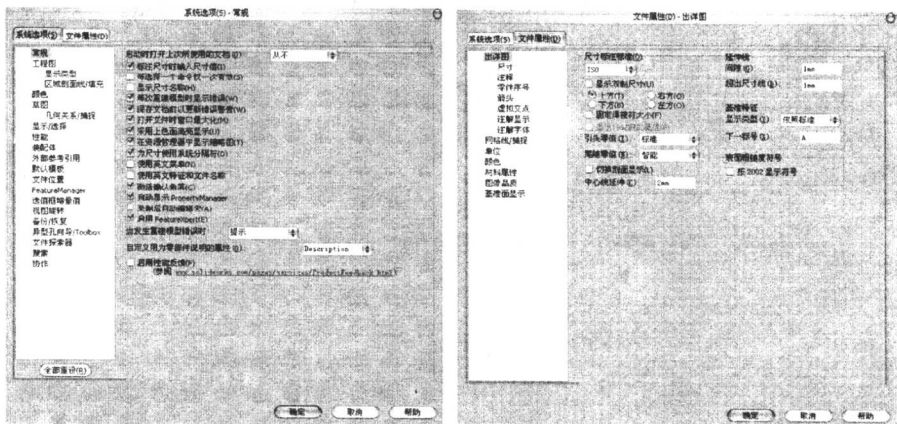


图 2-1-1 选项属性页

2.2 SolidWorks 工具栏的个性化定制

工具栏可以根据自己的使用情况进行定制，主要有如下几种操作方法：

1. 工具栏显示/隐藏：将鼠标定位于空白的工具栏旁边，点击右键。打对号的工具栏表示显示，否则隐藏。
2. 在菜单栏上单击工具→自定义，选择工具栏标签。选中需要显示的工具栏，还可以定义工具栏图标的大小。

3. 工具栏的移动: 按住工具栏的竖线拖动, 可以移动工具栏, 可以定位于顶端、底端、左边、右边, 或浮动于屏幕上。

4. 工具栏内容的增减: 在菜单栏上单击工具→自定义, 选中命令标签, 如图 2-2-1 所示:

- 拖动一个图标移动到某工具栏;
- 从某工具栏中拖回到按钮栏中, 取消在该工具栏中的显示;
- 拖动工具栏中的一个图标到前后位置, 可以改变图标位置。

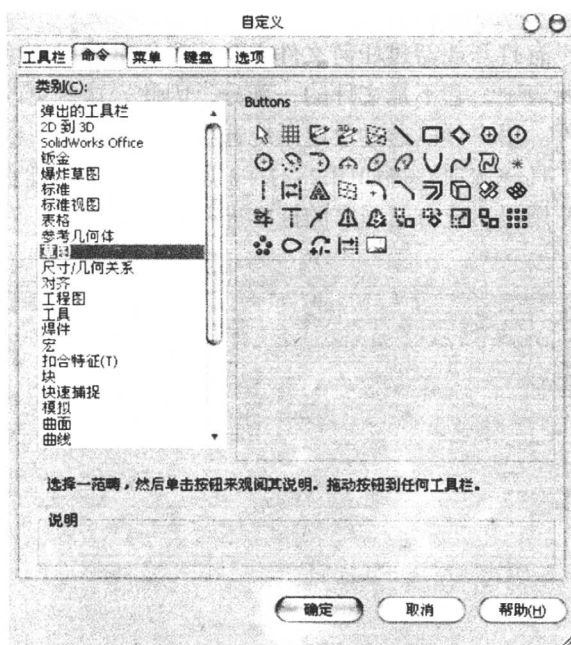


图 2-2-1 工具栏内容的增减

2.3 新建 SolidWorks 文件

1. 为了生成一个新的零件图, 单击工具栏上的“新建”按钮, 如图 2-3-1 所示。

2. 零件是缺省值, 所以单击确定。或双击零件图标。一个新的零件图窗口出现了。

注: 需要新建装配体或工程图文件, 双击该类文件图标即可。