



工程软件机械设计实例丛书

SolidWorks

机械设计

崔凤奎 等编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



TH122
260
:5
2007

工程软件机械设计实例丛书

SolidWorks 机械设计

崔凤奎 孙忠良 李春梅 裴学胜 编著
左洪亮 凌 菱 雷贤卿

机械工业出版社

SolidWorks 系统是 3D CAD/CAM 实体设计系统。SolidWorks 最显著的优点是造型功能强, 易学易用。目前在工业设计中已经获得广泛的应用。

本书力图使读者提高对软件的实际操作能力和设计水平, 避免了空泛的命令讲述, 以对减速器的设计实例贯穿全书。减速器是机械设计中极具代表性的零件, 包含各种典型结构。本书结合减速器的零件设计, 讲解使用 SolidWorks 进行产品设计的过程, 涵盖了 SolidWorks 中 CAD 模块的大部分常用功能。全书共 8 章。第 1 章对 SolidWorks 的基础知识作了简要介绍; 第 2 章到第 6 章, 按零件结构特点将减速器零件分为轴类零件、盘类零件、齿轮类零件、箱体类零件, 结合典型结构零件的设计过程, 系统介绍了 SolidWorks 的功能和命令使用。第 7 章和第 8 章介绍了减速器整体装配建模的过程和工程图的设计。

本书给读者提供了减速器设计的详细步骤, 读者可以跟随实例的操作, 边学边用, 在这个过程中不但可以逐步学习利用 SolidWorks 建模的方法, 而且掌握了利用 SolidWorks 进行工程设计的基本过程。本书适合自学, 面向使用 SolidWorks 软件的广大工程设计人员, 也可以作为高校相关专业的教学用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

SolidWorks 机械设计 / 崔凤奎等编著. —北京: 机械工业出版社, 2007.2

(工程软件机械设计实例丛书)

ISBN 978-7-111-20889-1

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 019372 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 张秀恩 责任印制: 李 妍

北京铭成印刷有限公司印刷

2007 年 2 月第 1 版第 1 次印刷

169mm×239mm·9.125 印张·352 千字

0 001—5 000 册

标准书号: 978-7-111-20889-1

定价: 26.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换
本社购书热线电话 (010) 68326294

购书热线电话: (010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线: (010) 88379768

Http://www.machineinfo.gov.cn/book/

封面无防伪标均为盗版

前 言

SolidWorks 系统是 3D CAD/CAM 实体设计系统。十多年来,此设计系统在公司强大的研发能力和成功的市场策略支持下茁壮成长,目前已成为专业设计人员使用的最为广泛的三维 CAD 设计工具之一。

SolidWorks 完整地集成了各种模块,如实体设计、曲面设计、数控加工、机械装配、工程图绘制、模具设计等,为设计者提供了完善的解决方案;另外单一的产品数据库,让设计者修改模型更方便,从而大大缩短了新产品的开发周期,降低了设计成本,增强了设计师的创新能力。

对于 SolidWorks 的使用者来说,如何能掌握 SolidWorks 的功能并熟练地运用它?对于 SolidWorks 的初学者,选择一本什么样的 SolidWorks 书籍,能帮助读者快速地掌握 SolidWorks 的使用方法?这对读者来说是非常难的事情。这是由于现在的 SolidWorks 书籍大多都是单纯介绍 SolidWorks 的命令功能和操作,而结合实例尤其是工程实例的相当少。这就使得读者读完一本 SolidWorks 书后,只了解 SolidWorks 命令的功能和操作方法而不能使用 SolidWorks,更不能运用 SolidWorks 进行工程设计。其效果是事倍功半,收效甚小。

本书以设计单级减速器为主线,采用一边详细介绍 CAD 的概念,一边详细介绍 SolidWorks 的命令和功能,同时详细介绍利用 SolidWorks 进行减速器零件设计的思路、方法和步骤,使读者在学习中不但掌握了 CAD 的概念、SolidWorks 的命令和功能,而且还掌握了利用 SolidWorks 进行工程设计的方法和步骤,使读者在学习 SolidWorks 中掌握其应用,在应用中加速掌握 SolidWorks 能力和功能的境界,从而达到事半功倍的效果。

在本书的编著中,打破以往此类书籍编写的体系和框架,根据单级减速器各个零件的形状和功能按机械设计进行类型的划分,在此基础上对 SolidWorks 的命令和功能也进行相同的划分,将 SolidWorks 中基础的、简单的、使用频度高的命令和功能集中;采用先介绍 CAD 概念、SolidWorks 基础、草图绘制、基准等,再按照零件类型详细介绍该类型零件设计过程中所使用到的命令及功能,进而详细讲解利用这些命令和功能进行该类型零件设计的方法和步骤,直至单级减速器的装配和单级减速器的工程图的设计。

在本书的编著中,始终坚持由浅入深、循序渐进、边学边用的原则,以便读者把学习命令融会到具体的设计中去,更有效地激发读者的学习兴趣,提高学习

效果和读者运用 SolidWorks 进行工程设计的进程,加速 SolidWorks 在我国的推广和应用。

参加本书编写的有崔凤奎、孙忠良、李春梅、裴学胜、左洪亮、凌菱、雷贤卿。河南科技大学崔凤奎教授对全书进行了统稿和审定。

由于 SolidWorks 的功能非常强大,加之编者的水平有限及篇幅的局限性,书中可能有不完善的地方和错误,敬请读者不吝赐教,批评指正。

编 者

2007 年 1 月

目 录

前言

第 1 章 概 述	1
1.1 SolidWorks 工程软件概况	1
1.1.1 SolidWorks 工程软件简介	1
1.1.2 SolidWorks 工程软件的特点	2
1.1.3 SolidWorks 模型设计简介	4
1.2 界面介绍	7
1.2.1 界面定义	7
1.2.2 视窗定义与操作	10
1.2.3 属性管理器	12
1.2.4 特征管理设计树	13
1.2.5 对象选择	15
1.3 浏览	17
1.3.1 视图与标准视图工具栏	17
1.3.2 视图定向	18
1.4 基准特征的建立	19
1.4.1 基准平面的建立	19
1.4.2 基准轴的建立	24
1.4.3 基准曲线的建立	25
1.4.4 基准点的建立	29
1.4.5 参考坐标系	29
1.5 草图的绘制	30
1.5.1 草图的作用	30
1.5.2 草图模式的进入方式	31
1.5.3 草图模式的界面设置	31
1.5.4 草图绘制的基本步骤	31
1.5.5 草图绘制命令	34
1.6 特征命令	39
1.7 动态修改特征	43
1.8 SolidWorks 的定制	43
第 2 章 盘类零件设计	47

2.1 盘类零件分析	47
2.1.1 盘类零件的特点	47
2.1.2 盘类零件的造型方法	47
2.2 零件设计命令	48
2.2.1 拉伸特征	48
2.2.2 旋转特征	52
2.2.3 倒角特征	53
2.2.4 孔特征	54
2.2.5 特征的阵列	55
2.3 盘类零件的创建过程	59
2.3.1 轴承盖的设计	59
2.3.2 观察孔盖的设计	63
第3章 轴类零件设计	65
3.1 轴类零件分析	65
3.1.1 轴类零件的特点	65
3.1.2 轴类零件的造型方法	65
3.2 零件设计命令	66
3.2.1 拉伸切除特征	66
3.2.2 旋转切除特征	67
3.2.3 特征的复制	68
3.3 轴类零件的设计过程	70
3.3.1 阶梯轴的设计	70
3.3.2 花键轴的设计	74
第4章 齿轮零件设计	78
4.1 齿轮零件分析	78
4.1.1 齿轮零件的特点	78
4.1.2 齿轮零件的造型方法	78
4.2 零件设计命令	78
4.2.1 曲面特征的创建	78
4.2.2 镜像特征	90
4.2.3 扫描特征	92
4.2.4 放样特征	103
4.3 齿轮零件的设计过程	111
4.3.1 直齿圆柱齿轮的设计	111
4.3.2 斜齿圆柱齿轮的设计	116

第 5 章 箱体零件设计	122
5.1 箱体零件分析	122
5.1.1 箱体零件的特点	122
5.1.2 箱体零件的造型方法	123
5.2 箱体零件设计命令	123
5.2.1 抽壳特征	123
5.2.2 加强筋特征	125
5.2.3 拔模特征	127
5.3 箱体零件的设计过程	131
5.3.1 箱体盖的设计	131
5.3.2 箱体的设计	146
第 6 章 标准件设计	163
6.1 概述	163
6.2 库特征	163
6.2.1 库特征的生成	164
6.2.2 向零件中添加库特征	165
6.2.3 库特征的编辑	167
6.2.4 特征调色板的使用	168
6.3 零件配置	174
6.3.1 概述	174
6.3.2 配置管理器	174
6.3.3 零件设计表	175
6.4 标准件设计	179
6.4.1 标准件的分类	179
6.4.2 SolidWorks 系统常用零件库	181
6.4.3 螺栓、螺母的设计	182
6.4.4 轴承的设计	189
6.4.5 键设计	190
6.4.6 弹性挡圈的设计	191
第 7 章 减速器装配	193
7.1 装配体的建立	193
7.1.1 自底向上的零件装配	193
7.1.2 自顶向下的装配设计	196
7.2 装配树	197
7.3 装配其他命令	199

7.3.1	移动和旋转零部件	199
7.3.2	阵列零部件	200
7.3.3	镜像零部件	204
7.3.4	装配体中的特征命令	205
7.3.5	装配体中添加标准件	207
7.4	装配环境常用工具	207
7.4.1	装配干涉检查	207
7.4.2	装配体轴测剖视图	208
7.4.3	装配爆炸视图	210
7.4.4	装配体的统计	212
7.5	减速器装配	213
7.5.1	减速器装配工艺	214
7.5.2	减速器装配过程	214
第 8 章	减速器的工程图	226
8.1	工程图环境	226
8.1.1	生成工程图的基本步骤	226
8.1.2	标准工程图环境	229
8.1.3	工程图的相关设置	234
8.1.4	工程视图的编辑	236
8.2	工程图的建立过程	240
8.2.1	标准工程视图	240
8.2.2	投影视图	243
8.2.3	向视图	244
8.2.4	辅助视图	245
8.2.5	局部放大图	248
8.2.6	剖视图	250
8.2.7	旋转剖视图	256
8.2.8	绘制工程图	257
8.2.9	装配体的剖视图	258
8.2.10	尺寸标注	259
8.2.11	技术要求标注	268
8.2.12	装配体工程图	273
8.3	减速器的工程图生成	276
8.3.1	减速器装配图的生成	276
8.3.2	减速器零件图的生成	279

第 1 章 概 述

1.1 SolidWorks 工程软件概况

1.1.1 SolidWorks 工程软件简介

SolidWorks 是在 Windows 操作平台上原创的三维设计软件，是完全基于 Windows 的 CAD/CAE/CAM/PDM 桌面集成系统。公司的创始人是 CV 公司和 PTC 公司的两位前副总裁，SolidWorks 软件开发的核心人物就是 20 世纪 80 年代主持开发 Pro/Engineer 软件的技术副总裁，SolidWorks 软件采用了与 Unigraphics 相同的先进的底层图形核心 Parasolid，它的核心技术是在 Windows 环境下生成的，充分利用和发挥了 Windows 的强大威力和 OLE 技术。

该软件自 1995 年问世以来，先后共获得工业界的十几次大奖，这在同档次软件中是获奖次数最多的软件。

该软件以其易用和友好的操作界面，能够在整个产品设计的工作中完全自动捕捉设计意图和引导设计修改。在 SolidWorks 的装配设计中可以直接参照已有的零件生成新的零件。不论设计用“自上而下”方法还是“自下而上”的方法进行装配设计，SolidWorks 都将以其易用的操作，大幅度地提高设计的效率。SolidWorks 有全面的零件实体建模功能，其丰富程度有时会出乎设计者的期望。用 SolidWorks 的标注和细节绘制工具，能快捷地生成完整的、符合实际产品表示的工程图样。SolidWorks 具有全相关的钣金设计能力。钣金件的设计既可以先设计立体的产品，也可以先按平面展开图进行设计。SolidWorks 软件提供完整的、免费的开发工具（API），用户可以用微软的 Visual Basic、Visual C++或其他支持 OLE 的编程语言建立自己的应用方案。通过数据转换接口，SolidWorks 可以很容易地将目前市场几乎所有的机械 CAD 软件集成到现在的设计环境中来。

为比较评价不同的设计方案，减少设计错误，提高产量，SolidWorks 强劲的实体建模能力和易用友好的 Windows 界面形成了三维产品设计的标准。机械工程师不论有无 CAD 的使用经验，都能用 SolidWorks 提高工作效率，使企业以较低的成本、更好的质量更快地将产品投放市场。而最有意义的是，用于 SolidWorks 的投资是容易承受的，这使得参加工程设计的所有人员都能在他们桌面上的计算机进行三维设计。

SolidWorks 支持 Visual Basic, Visual C++或其他 OLE 开发语言, 免费提供二次开发工具 (API); 用户二次开发的应用程序, 可直接挂在 SolidWorks 的菜单下, 形成统一的界面。

1.1.2 SolidWorks 工程软件的特点

1. 用户界面

SolidWorks 软件在用户界面方面的方便程度是世界公认的, 但 SolidWorks 公司还是努力地改进软件的用户界面, 使得设计工作更加自动化。SolidWorks 去掉了一些多余的对话框, 而以隐含的右键菜单所代替, 最明显的是能够将特征管理器沿水平方向拆分。这使得进行某些特殊命令操作时, 如检查装配关系, 而不会迷失在特征树的位置。这对于大型装配体和复杂零件的操作也非常重要, 因为零件复杂以后, 特征管理树会很长, 有时很难同时观察特征树的最上端和特征树的最下端。有了特征管理器的拆分功能, 这一切都成为可能。

SolidWorks 软件的菜单非常少, 一共只有 60 几个命令, 其余所有的命令与 Windows 的命令是相同的; 下拉菜单一般只有两层; 图形菜单设计简单明快, 非常形象化, 一看即知。系统的所有参数设置全部集中在一个选项 (option) 中, 容易查找和设置。动态导引具有智能化, 一般情况下不需要用户去修改。特征树独具特色, 所有的实体及光源均可在特征树中找到, 操作特征非常方便。实体的建模和装配完全符合于自然的三维世界。特别是装配约束的概念非常简单且容易理解。对实体的放大、缩小和旋转等操作全部是透明命令, 可以在任何命令过程中使用, 实体的选取非常容易和方便。

2. 草图设计

SolidWorks 软件所有的零件都是建立在草图基础上的, 草图功能的提高会直接影响到对零件的可编辑能力的提高。在 SolidWorks 中, 增加了样条曲线编辑控制功能, 当样条曲线处于编辑状态时, 一个小三角箭头会出现在样条曲线上。当小符号沿着样条曲线拖动时, 箭头的方向会不断改变, 以表示各点不同的曲率。当沿着箭头拖动时, 样条曲线的曲率会实时改变。这一功能的增加, 使得 SolidWorks 的用户更加方便地控制零件的形状。

由于三维样条曲线的引入使得三维草图功能显著地提高。用户可以直接控制三维空间的任何一点, 以达到控制三维样条的目的, 从而直接控制草图的形状。这对于创建绕线电缆和管路设计的用户是非常方便的。

3. 曲面建模

也许是因为 SolidWorks 以前在实体和参数化设计方面太出色, 人们可能会忽略其在曲面建模方面的强大功能。在 SolidWorks 中, 曲面建立后, 可以以很多方式对曲面进行延伸。你可以将曲面延伸到某个已有的曲面, 与其缝合或延伸到指

定的实体表面,或者输入固定的延伸长度,或者直接拖动其红色箭头手柄,实时地将边界拖到想要的位置。

另外,可以对曲面进行修剪,可以用实体修剪,也可以用另一个复杂的曲面进行修剪。首先,选取特定的曲面作为剪切工具,以绿色表示;然后,选取要保留的那一部分曲面,以淡绿色表示;没有选取的那部分曲面,以灰色表示,就会立刻被切除。用户还可以将两个曲面或一个曲面、一个实体进行弯曲操作, SolidWorks 软件将保持其相关性,即当其中一个发生改变时,其他另一个会同时相应改变。

4. 新特征

SolidWorks 对倒圆角的处理添加了新的特征,使得倒角的功能更加强大。在原有特征阵列的基础上,也增添了新的特征。用 XY 坐标值系列直接生成表格驱动阵列。草图驱动阵列所用到的草图可以作为新阵列的模板。

对于设计塑胶件的工程师,使用 SolidWorks 会更加方便。SolidWorks 对薄壁塑胶件的设计本身就是考虑到一个面是开放的,用户不必单独手工指定某个面是开放的。加强筋的建立更加方便,用户可以在任何视图上创建加强筋的轮廓,先进行预览再生成加强筋。对于模具设计师来讲,还可以利用 XYZ 缩放因子直接生成模腔。

另外,新增加的打孔向导给人留下了深刻的印象,用户可以直接点取螺栓的尺寸,所有相关的数据都可以在电子版的机械零件手册中自动查到。

5. 大型装配

用户不仅用 SolidWorks 软件来解决一般的零部件设计问题,越来越多的用户开始用 SolidWorks 软件处理系统级的大型装配设计,对大型装配体上载速度的要求也越来越高。面对用户的需要, SolidWorks 公司的研发部门设法从不同的角度对大型装配体的上载速度进行了改进,包括分布式数据的处理和图形压缩技术的运用,使得大型装配体的性能提高了几十倍。

在新版中,还增加了智能装配功能,能够在装配过程中自动捕捉装配关系,而无须用户另行指定。在装配过程中,还新增加了球面的配合关系和圆锥面的配合关系,这就使得将球插到孔里的操作变得更加容易。

6. 工程图和电子工程图

在 SolidWorks 的工程制图中引入了一个崭新的快速制图功能(即 RapidDraft),它能迅速生成与三维零件和装配体暂时脱开的二维工程图,但依然保持与三维的全相关性。这样的功能使得从三维到二维的瓶颈问题得以彻底的解决。

7. 数据转换接口

由于 CAD 技术的不断普及应用,许多企业都使用了多种 CAD/CAE/CAM/PDM 软件,而各种 CAD 软件之间的数据转换传送始终是一个令技术人员头疼的

问题, 尽管许多软件都提供了各种各样的接口, 但传送的结果总是难尽人意; 而 SolidWorks 在这方面可以说具有大家风范。它的数据接口有以下几个特点。

(1) 它支持的标准比较多 支持的标准有 IGES, DXF, DWG, SAT (ACSI), STEP, STL, ASC 或二进制格式 VDAFS (VDA), VRML, Parasolid。

(2) 转换成功率高 笔者曾在 SolidWorks 和 I-DEAS, ADAMS, ANSYS, Pre/Engineer, AutoCAD 软件之间进行转换传递, 都非常成功。

(3) SolidWorks 创新的特征识别技术 标准格式数据的数据转换器让人们可以共享不同 CAD 系统设计的几何信息, 但经过这样转换的几何模型不带特征, 也没有设计历史, 如果要对它们进行编辑修改是很艰苦的, SolidWorks 创新的特征识别技术把智能赋予数据的转换, 将静态的几何模型特征化和参数化。可直接对标准数据格式文件 (STEP, IGES, SAT, VDAFS, Parasolid) 进行特征识别。

8. 零件的配置功能

在实际设计工作中, 经常用到通用件或形状相似的零件, 如果把这些零件逐个设计后保存, 工作量大, 管理起来也不方便。SolidWorks 软件在零件设计中提供了一个非常好的配置 (configuration) 功能, 这个功能允许用户建立一个零件而有几个不同的配置, 而这个零件在不同配置中可以屏蔽不同的特征; 或同样的特征在不同的配置情况下有不同的特征参数值, 而这些不同的配置都被保存在同一个文件内; 使用时只需选择其中任意一个配置, 就可以得到想要的零件。

9. 高级渲染

随着技术的发展, 人们品位的提高, 产品的外观造型及视觉效果越来越重要。因此, 一个新产品开发出来后, 它的外形, 颜色是否能被客户所接受, 以前在产品制造出来前是无从知晓的。也许一个辛辛苦苦开发出来的产品, 由于外形不尽人意, 或颜色搭配不被人欣赏而可能终结其生命。而如果用户拥有 SolidWorks 的渲染模块 Photoworks 将很容易实现产品的外形设计和渲染效果。Photoworks 与其他类似的渲染软件不同, 它不仅可以对零件和装配进行渲染, 而且可以使渲染达到近乎照片的真实效果。其二是渲染配置相当容易, 如光源的强度, 颜色设定, 材质纹理选择, 背景设定, 反光度, 透明度及阴影的设置, 都非常简单容易。其三是可以输出多种图像格式, 如 PosstScript, JPEG, TARGA, TIFF, BMP 等。四是 Photoworks 完全集成在 SolidWorks 软件环境中, 把高级的渲染手段直接引入到实体建模中, 把建模和渲染完全融合在一起, 特别适合于工业产品的设计, 技术人员使用起来非常简单容易, 而不像其他软件那样, 要达到真实渲染效果需要在几个模块之间来回修改和数据传递, 甚至是不可逆的。

1.1.3 SolidWorks 模型设计简介

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→二维图样。

基于 SolidWorks 软件, 你可以画出 3D 效果的零件, 而不是二维的图样。你可以用这些 3D 零件生成二维的图样和三维的装配图 (如图 1-1 所示)。

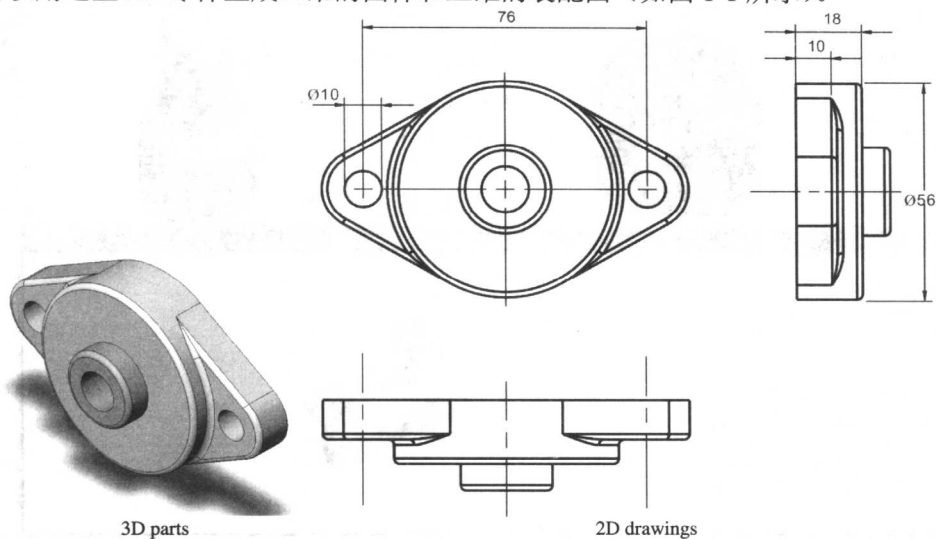


图 1-1 2D 和 3D 图

SolidWorks 是通过给定尺寸来驱动的。用户可以给定各部分之间的尺寸和几何关系。在保存图时, 改变尺寸就会改变零件的大小和形状。例如, 在图 1-2 中, 上部总是底部的一半高。

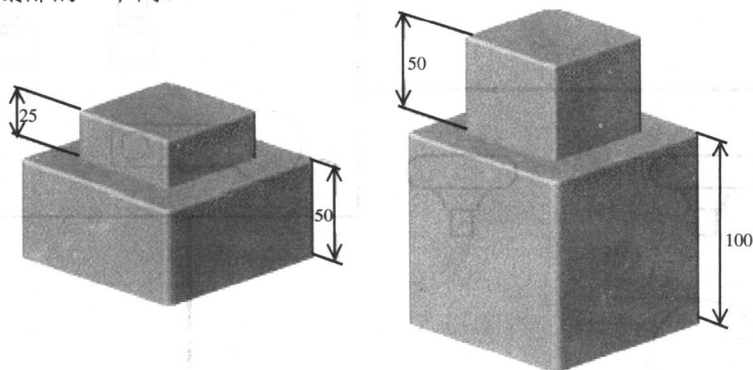


图 1-2 尺寸驱动

一个 SolidWorks 模型包括零件、装配及工程图等。零件、装配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, 如图 1-3 所示。

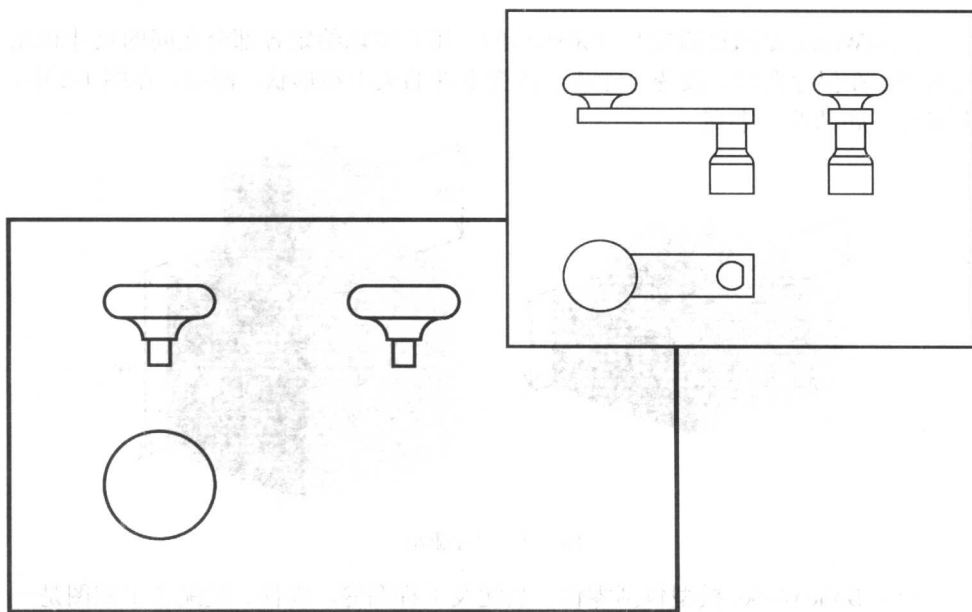
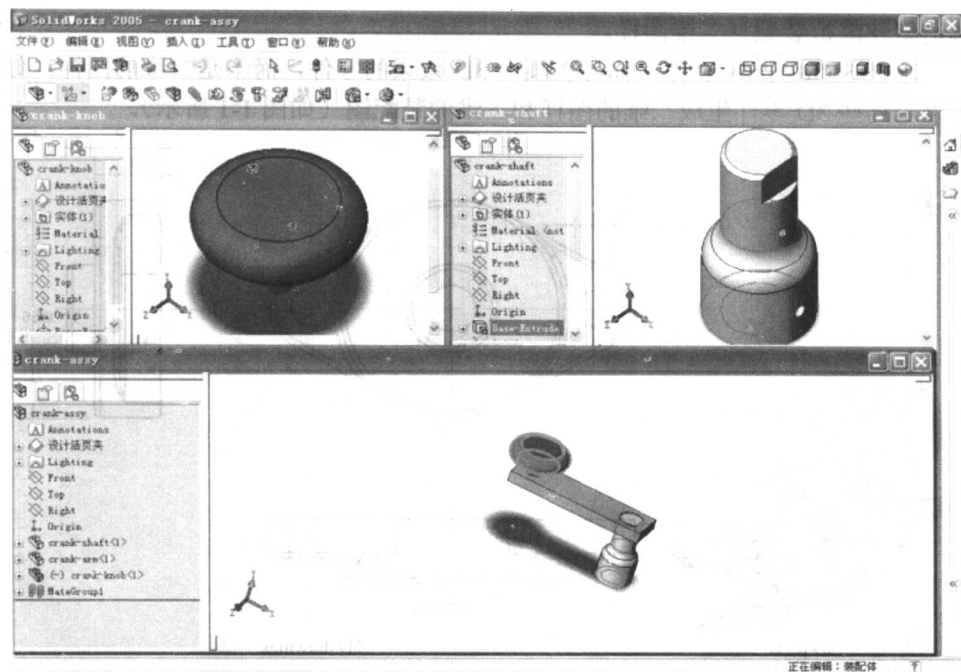


图 1-3 SolidWorks 的三种文件: part、assembly、drawing

提示：在三维设计系统中，part、assembly、drawing 是相关的，即假设修改了在 part 中某尺寸的大小，用户会发现，在 assembly 或 drawing 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。

可以利用特征造型来建立零件的模型。用来生成零件的特征包括形状（突起、切面、孔）和操作（圆角、倒角、抽壳等），如图 1-4 所示。

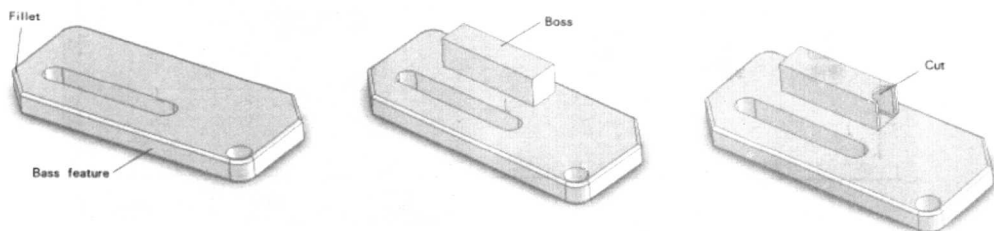


图 1-4 零件的特征

提示：在 3D 系统中，boss、cut、hole、chamfer、fillit、plane、spline、axis 均称为特征（Feature）。这个概念很重要。

大部分特征是从草图绘制开始形成的。所谓草图绘制是二维的轮廓图或截面图。草图可以被延伸、旋转、放样或沿着一条线扫描形成它的基体特征。如图 1-5 所示。

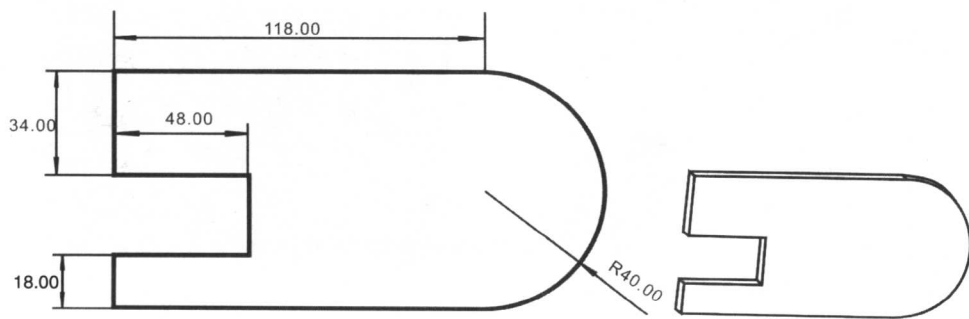


图 1-5 由草图绘制生成零件

1.2 界面介绍

1.2.1 界面定义

SolidWorks 用户界面是一个真正的 Windows 界面，和其他 Windows 应用程序

的使用方式一样。

要进入 SolidWorks 界面, 首先新建零件文档。为了生成一个新的零件图, 单击工具栏上的“新建”按钮 , 或单击菜单【文件】、【新建】命令, 出现如图 1-6 所示的界面。

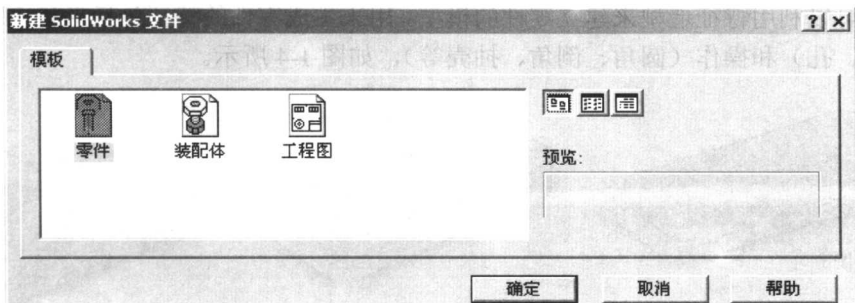


图 1-6 新建 SolidWorks 文档

零件是默认值, 可以单击“确定”按钮, 或双击零件图标, 一个新的零件图窗口出现了。它的界面设置情况如图 1-7 所示。

提示: 需要新建其他文件, 双击该类文件图标即可。

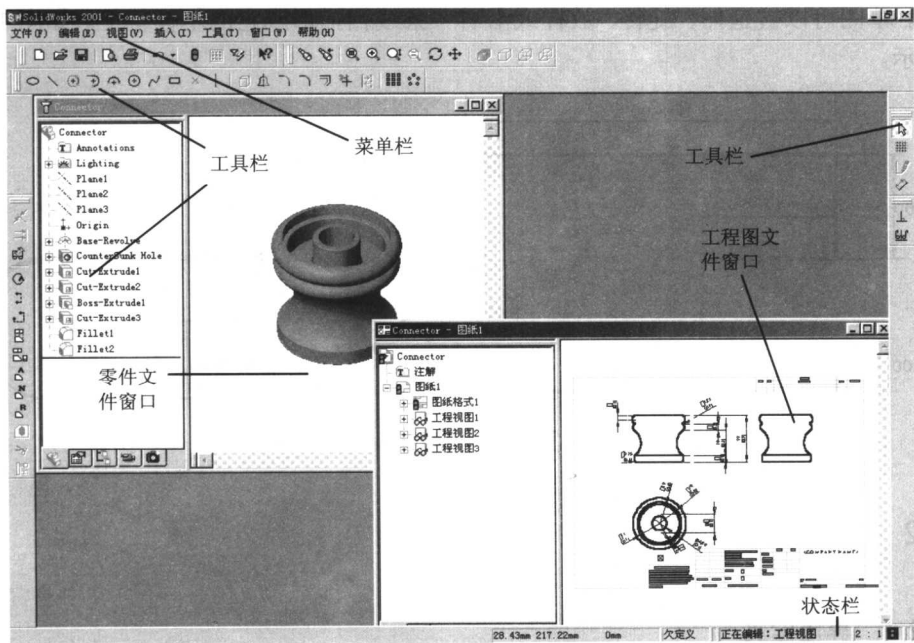


图 1-7 SolidWorks 界面