

SolidWorks

机械设计经典实例

王匀 陆广华 许桢英 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



内附光盘

SolidWorks

机械设计经典实例

主 编 王 匀 陆广华 许桢英
副主编 张乐莹 武培军 孙松丽
参 编 刘 艳 倪文彬 瞿志俊



机械工业出版社

SolidWorks 是达索系统 (Dassault Systemes S. A) 下的子公司, 专门负责研发与销售机械设计软件的视窗产品。功能强大、易学易用和技术创新是 SolidWorks 软件的三大特点, 这使得其成为领先的、主流的三维 CAD 解决方案。可利用它快速、高效地进行机械设计, 被广泛应用于机械、电子电气、建筑等行业。

本书第 1 章介绍了 SolidWorks 的入门基础知识, 第 2~7 章介绍了机加工中标准件、常用件、典型零件等的建模设计, 第 8 章介绍了机加工件的装配方法, 第 9 章介绍了钣金件的设计, 第 10 章介绍了典型零件工程图的生成, 第 11 章介绍了机构的运动仿真和有限元分析。

本书既可作为本、专科院校的教材, 也可作为企业技术人员培训的实训材料, 同时也可供广大 SolidWorks 用户自学和参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

SolidWorks 机械设计经典实例/王匀, 陆广华, 许桢英
主编. —北京: 机械工业出版社, 2016.3

ISBN 978-7-111-53111-1

I. ①S… II. ①王… ②陆… ③许… III. ①机械设计—计算机辅助设计—应用软件 IV. ①TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 039357 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 黄丽梅 责任编辑: 黄丽梅

版式设计: 霍永明 责任校对: 肖琳

封面设计: 陈沛 责任印制: 李洋

中国农业出版社印刷厂印刷

2016 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

169 mm × 239 mm · 18.75 印张 · 361 千字

0001—3000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-53111-1

ISBN 978-7-89405-975-8 (光盘)

定价: 49.00 元 (含 1CD)

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线: 010-88361066 机工官网: www.cmpbook.com

读者购书热线: 010-68326294 机工官博: weibo.com/cmp1952

010-88379203 金书网: www.golden-book.com

封面防伪标均为盗版

教育服务网: www.cmpedu.com

前言

SolidWorks 是一款功能强大、易学易用的三维 CAD 软件，可运用其设计出机加工类、铸造类、钣金类、焊接类等零件，并可绘出相应的工程图，还可装配各种机器和部件并进行运动仿真和有限元分析。本书以中文版 SolidWorks2015 为平台，对机加工零件的设计、机器及部件的装配、钣金件的设计、工程图的生成、机构的运动仿真和有限元分析等进行了介绍，其方法对 SolidWorks 的各个版本均具有参考价值。本书选用机械设计中的常用件和典型零件作为案例，按照先易后难的顺序进行编写，各章节既相互独立又相互联系。

对于书中图形的源文件，如有需要，可通过 wyun114@gmail.com (王匀)、gh-lu@163.com (陆广华) 与编者联系获得。

本书由王匀、陆广华、许桢英担任主编，张乐莹、武培军、孙松丽担任副主编，刘艳、倪文彬、瞿志俊参与了部分章节的编写。在本书的编写过程中还得到了其他许多同志的帮助，在此一并表示感谢！

由于时间仓促，本书难免存在不足之处，希望广大读者批评指正。

编者

目 录

前言

第 1 章 SolidWorks 入门基础	1
1.1 SolidWorks 概述	1
1.2 SolidWorks 用户界面	3
1.3 基本操作	14
第 2 章 标准件及常用件	21
2.1 螺纹联接件	21
2.2 创建弹簧类零件	25
2.3 键	31
2.4 销	36
第 3 章 齿轮类零件	42
3.1 直齿圆柱齿轮	42
3.2 斜齿圆柱齿轮	45
3.3 锥齿轮	48
第 4 章 轴套类零件	51
4.1 丝杠	51
4.2 轴衬	54
4.3 柱塞套	55
4.4 阶梯轴	58
第 5 章 盘盖类零件	64
5.1 带轮	64
5.2 凸轮	73
5.3 法兰盘	86
5.4 端盖	90
5.5 连接法兰	94
5.6 下水道过滤盖	98
5.7 定位压盖	100
5.8 泵盖	105
第 6 章 叉架类零件	109

6.1 支架	109
6.2 拨叉	115
6.3 连杆	126
6.4 摇臂	130
第7章 箱体类零件	136
7.1 减速器下箱体设计	136
7.2 蜗轮减速器箱体	155
7.3 齿轮泵泵体	166
第8章 装配体	182
8.1 旋塞装配	182
8.2 齿轮泵装配	186
8.3 联轴器装配	193
第9章 钣金件	198
9.1 播种机钣金件设计	199
9.2 知识点详解	205
9.3 设计案例：光源上壳体	213
9.4 设计案例：安装座	220
9.5 设计案例：卤素灯支架	224
第10章 工程图生成	230
10.1 轴类零件工程图	230
10.2 盘盖类零件工程图	238
10.3 叉架类零件工程图	247
第11章 运动仿真及有限元分析	259
11.1 凸轮机构运动仿真	259
11.2 曲柄滑块机构运动仿真	271
11.3 支架有限元分析	276
11.4 活塞连杆机构综合分析	283
参考文献	292

第 1 章 SolidWorks 入门基础

1.1 SolidWorks 概述

SolidWorks 为达索系统 (Dassault Systemes S. A) 下的子公司, 专门负责研发与销售机械设计软件的视窗产品。达索公司负责系统性的软件供应, 并为制造厂商提供具有 Internet 整合能力的支援服务。该集团提供涵盖整个产品生命周期的系统, 包括设计、工程、制造和产品数据管理等各个领域中的最佳软件系统, 著名的 CATIA 软件也出自该公司, 目前达索公司的 CAD 产品市场占有率居世界前列。

1.1.1 SolidWorks 简介

SolidWorks 是一款功能强大的三维 CAD 设计软件, 常用于产品的机械设计, 并具有对设计模型进行模拟分析的功能, 可大大提高产品的设计水平和缩短开发周期。

SolidWorks 目前已广泛应用于航空航天、机车、食品、机械、国防、交通、模具、电子通讯、医疗器械、娱乐工业、日用品/消费品、离散制造等行业, 被全球 100 多个国家的企业、高校、科研院所等使用。美国的麻省理工学院、斯坦福大学, 中国的清华大学、北京航空航天大学等都在进行相关教学, 中国空间技术研究院也选择了 SolidWorks 作为其主要的三维设计软件, 以最大限度地满足其对产品设计的高端要求。

SolidWorks 除了具有较强的草绘能力及实体造型功能, 还可进行钣金件和焊接件设计、智能装配、三维模型直接生成二维工程图, 具有干涉检测与强度校核等工程设计功能、动画仿真功能、运动分析与受力分析等。

1.1.2 SolidWorks 主要功能

SolidWorks 自发布以来已经先后推出了几十个版本, 现就其主要功能做简单介绍。

1. 常用模块

(1) 草图绘制模块

当创建一个零件时, 首先需要做的就是生成草图。SolidWorks 不但能绘制 2D

草图,还能绘制 3D 草图。

(2) 零件和特征模块

3D 零件是 SolidWorks 机械设计软件中的基本组件,通过这个模块,可以操作实体零件建模、对特征和面属性编辑、复制和移动等命令。

(3) 装配模块

可以创建由许多零部件所组成的复杂装配体,这些零部件可以是零件或其他装配体,称为子装配。对于大多数的操作,两种零部件的行为方式是相同的。添加零部件到装配体,在装配体和零部件之间生成一连接。当 SolidWorks 打开装配体时,将查找零部件文件以在装配体中显示。

(4) 工程图模块

SolidWorks 的工程图模块分为出详图和工程图。出详图就是为工程图添加尺寸、注解、材料明细表、修订表等,不仅可以为 2D 工程图添加,也可以为 3D 模型添加。使用 SolidWorks 的工程图模块,可按设定选项、打开工程图、生成工程图、自定义图纸格式、工程图中的 2D 草图、工程图文件、生成标准视图(模型视图和标准三视图)、生成派生视图(如局部、剖面、投影、断裂视图等)、对齐和显示视图、保存工程图、打印和发送工程图等步骤实现。

2. 行业应用模块

(1) 钣金设计

SolidWorks 创建钣金的方式主要有:将实体零件转化为钣金零件;使用钣金特定的特征来生成零件为钣金零件;创建一个零件,将其抽壳后转换为钣金。

(2) 模具设计

使用控制模具生成过程的集成工具来生成模具,并分析和纠正 SolidWorks 或输入的预制模零件模型的不足之处。模具工具覆盖从初始分析到生成切削分割的整个范围。

(3) 焊接模块

焊接功能模块将焊件结构视为单一多实体零件。使用 2D 和 3D 草图来定义基本框架,然后生成包含草图线段组的结构构件,也可使用焊件工具栏上的工具添加角撑板、顶端盖等。

(4) 步路(管道和布线)

可以使用 SolidWorks Routing 生成一特殊类型的子装配体,以在零部件之间创建管道、管筒或其他材料的路径。

(5) CircuitWorks

通过 CircuitWorks,可以使用由大多数电子电路计算机辅助设计(ECAD)系统写入的文件格式来创建 3D 模型。电子和机械工程师可以合作设计适合用于

SolidWorks 装配体中的印刷电路板 (PCB)。

3. 高级模块

(1) 运动仿真

运动算例是装配体模型运动的图形模拟。可将诸如光源和相机透视图之类的视觉属性融合到运动算例中。运动算例不更改装配体模型或其属性。它们模拟并动态显示模型的运动。

(2) 有限元分析

SolidWorks Simulation 是一个与 SolidWorks 完全集成的设计分析系统。SolidWorks 提供了单一屏幕解决方案来进行应力分析、扭曲分析、热分析和优化分析。

(3) 渲染模块

SolidWorks 的渲染主要是通过 PhotoView 360 和 PhotoWorks 来进行。

(4) SolidWorks FloXpress (流体力学分析)

SolidWorks FloXpress 是一个流体力学应用程序,可计算流体是如何穿过零件或装配体模型的。根据算出的速度场,可以找到设计中有问题的区域,以便在制造零件之前对零件进行改进。

(5) SolidWorks DFMXpress (制造性分析模块)

DFMXpress 是一种用于核准 SolidWorks 零件可制造性的分析工具。使用 DFMXpress 识别可能导致加工问题或增加生产成本的设计区域。

4. 辅助模块

(1) Drive WorksXpress (设计自动化工具)

使用 Drive WorksXpress 可以自动化设计过程,从设置的基于规则的项目中生成模型的无限多变体并反复运行。

(2) SolidWorks Sustainability

SolidWorks Sustainability 可以轻松地在 SolidWorks 应用程序中实现“可持续化设计”,可以比较来自同类材料中的结果,借此得出最佳的可持续化设计。

(3) SolidWorks Utilities

SolidWorks Utilities 是一套工具,可以详细检查实体模型的几何体,并与其他模型做比较。

1.2 SolidWorks 用户界面

SolidWorks 的操作界面是用户对文件进行操作的基础,图 1-1 所示为选择了新建【零件】文件后 SolidWorks 的初始工作界面,其中包括菜单栏、工具栏、特征管理设计树及状态栏等。在绘图区中已经预设了三个基准面和位于三个基准面交点

的原点，这是零件建模最基本的参考。

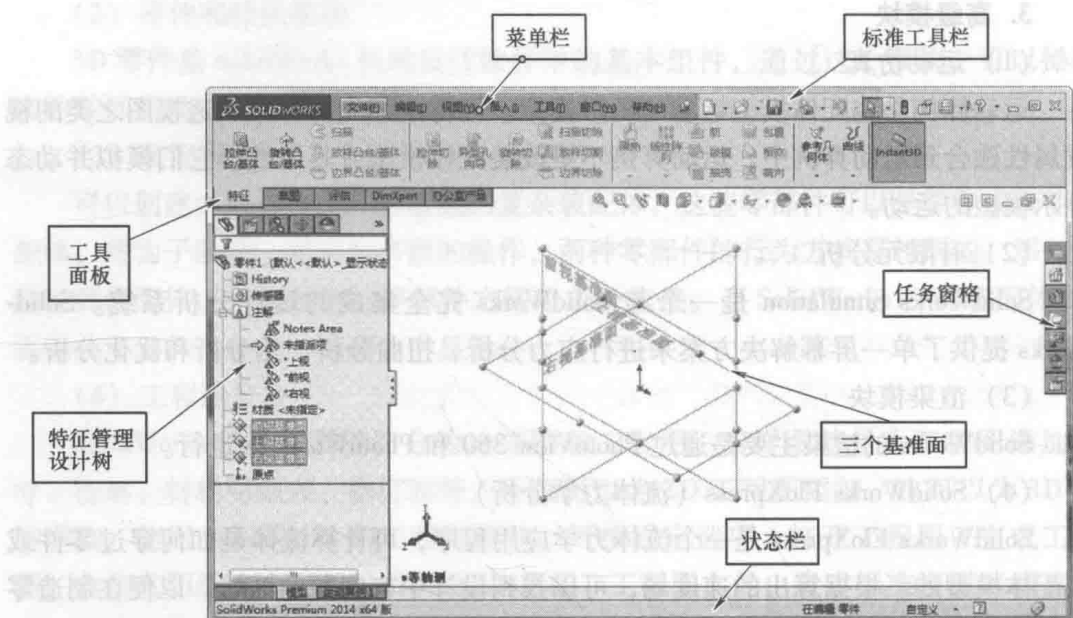


图 1-1 SolidWorks 操作界面

1.2.1 菜单栏

在系统默认的情况下，SolidWorks 菜单栏是隐藏的，可将鼠标指针移动到 SolidWorks 徽标  上重新显示。

如果要菜单保持可见，则单击菜单栏中的  图标，使之变为  打开状态即可。菜单栏包括【文件】、【编辑】、【视图】、【插入】、【工具】、【窗口】、【帮助】七个菜单，如图 1-2 所示。

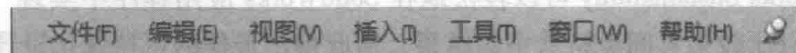


图 1-2 菜单栏

在每个菜单底部都有【自定义菜单】命令，选择该命令，进入自定义菜单状态，此时所有的菜单命令都会显示出来。在菜单命令前面有一个复选框，只要勾选复选框，菜单就会显示出来；取消复选框，对应的菜单就会隐藏起来。各菜单项的主要功能介绍如下：

1. 【文件】菜单

该菜单项是对文件的常规操作，主要包括新建、打开、关闭、保存、页面设置、打印、Print3D 等基本命令，如图 1-3 所示。

2. 【编辑】菜单

该菜单项是用来对文件进行编辑，主要包括无法撤销、不能重做、选择所有、剪切、复制、粘贴、删除、重建模型、压缩与解压缩、系列零件设计表、折弯系数表、对象等命令，如图 1-4 所示。

3. 【视图】菜单

该菜单项是用来对文件当前视图进行操作，主要包括屏幕截获、显示、修改、隐藏所有的类型（包括基准面、基准轴、基准点、临时轴、原点、坐标点、曲线、分型线、光源及相机等）、焊缝、质心、草图几何关系、注解链接变量、注解链接错误、工具栏、工作区、全屏等，如图 1-5 所示。

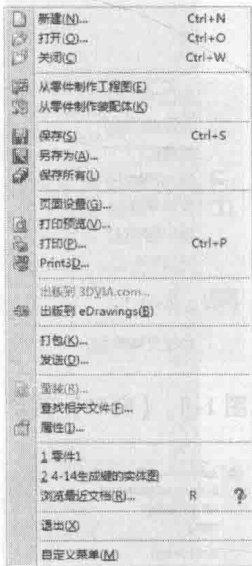


图 1-3 【文件】菜单

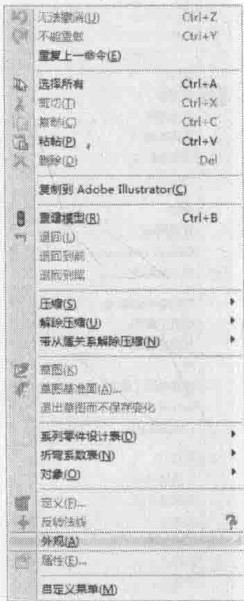


图 1-4 【编辑】菜单

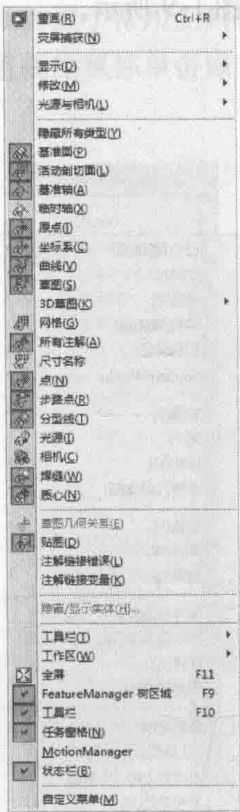


图 1-5 【视图】菜单

4. 【插入】菜单

该菜单项是用来创建特征和绘制图形等，主要包括零件的特征建模、参考几何体、钣金、焊件、模具的编辑、草图的绘制、3D 草图的绘制及注解等，如图 1-6 所示。

5. 【工具】菜单

该菜单项是用来对文件进行修改和编辑，主要包括草图绘制工具、草图编辑工

具、草图设定、样条曲线工具、标注尺寸、几何关系、测量、截面属性、特征统计、方程式、插件、自定义等，如图 1-7 所示。

6. 【窗口】菜单

该菜单项被用于设置文件在工作区的排列方式以及显示工作区的文件列表等，主要包括视口、新建窗口、横向平铺、纵向平铺、排列图标、关闭所有等，如图 1-8 所示。

7. 【帮助】菜单

该菜单项是用来提供在线帮助以及软件信息等，主要包括 SolidWorks 帮助、SolidWorks 指导教程、搜索、新增功能、从 2D 过渡到 3D、检查更新、激活许可等，如图 1-9 所示。

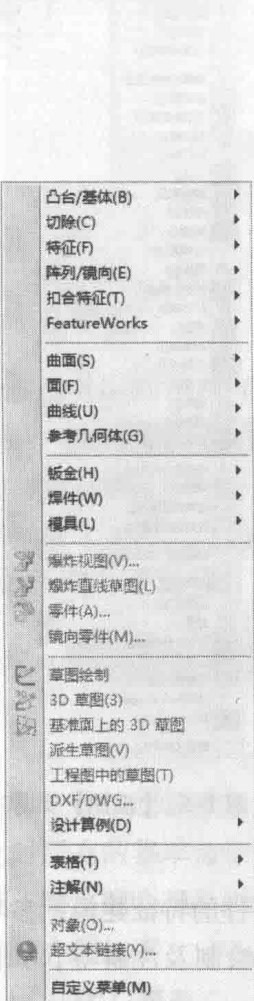


图 1-6 【插入】菜单



图 1-7 【工具】菜单

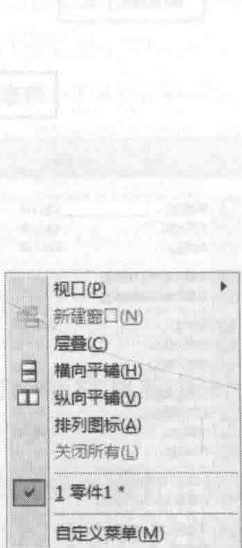


图 1-8 【窗口】菜单

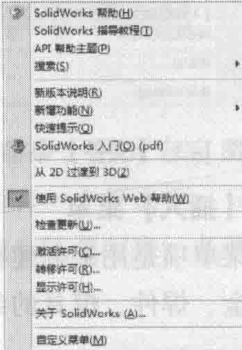


图 1-9 【帮助】菜单

1.2.2 工具栏

在 SolidWorks2015 中有丰富的工具栏,包括常用工具栏、标准工具栏、快捷栏和关联工具栏 4 种。现对每种工具栏的使用及功用做简单介绍。

1. 常用工具栏

常用工具栏又称 CommandManager 工具栏。常用的种类有【特征】工具栏、【草图】工具栏、【曲面】工具栏、【钣金】工具栏、【焊接】工具栏、【模具工具】工具栏等,如图 1-10~图 1-15 所示,在不同的工作环境中显示不同的种类。若在界面没有显示想要的工具栏,可将鼠标指针置于某一常用工具栏名称上单击鼠标右键,在弹出的快捷菜单中选择相应的工具栏即可。将鼠标指针置于常用工具栏上拨动鼠标滚轮,可以在显示的各常用工具栏之间切换;或者直接用鼠标单击该工具栏的名称,也可以显示该工具栏。

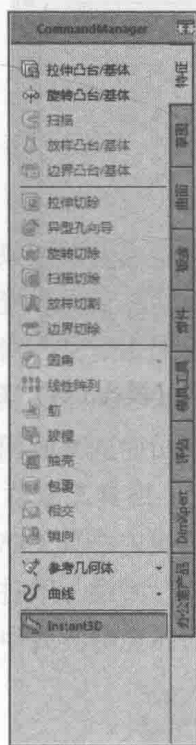


图 1-10 【特征】工具栏

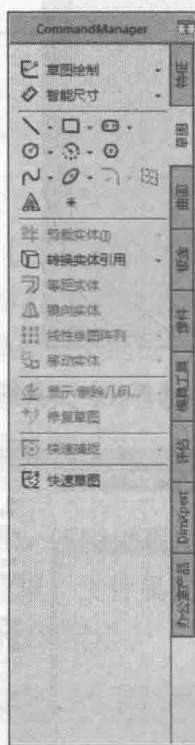


图 1-11 【草图】工具栏

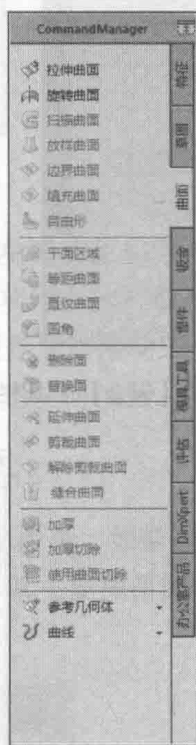


图 1-12 【曲面】工具栏

在 SolidWorks 中,用户在操作过程中,如果工具栏的部分按钮不常用,可以自行设置添加和删除命令按钮,下面介绍命令按钮的添加和删除方法。

选择【工具】→【自定义】命令,或者用鼠标右键单击任意工具栏,在弹出的快捷菜单中选择【自定义】命令,就会弹出【自定义】对话框,如图 1-16 所示。

根据实际需要勾选【工具栏】选项卡中的复选框，单击【自定义】对话框中的【确定】按钮，确认所选择的工具栏设置，则会在系统操作界面上显示选择的工具栏。如果要隐藏某些工具栏，可将【工具栏】选项卡中的相应工具栏复选框取消选中，然后单击【确定】按钮即可。

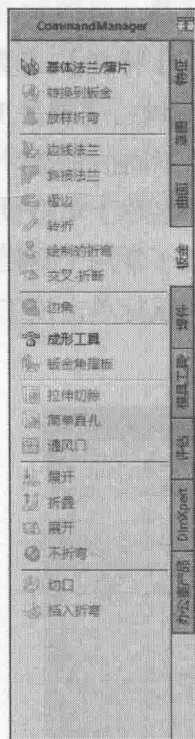


图 1-13 【钣金】工具栏

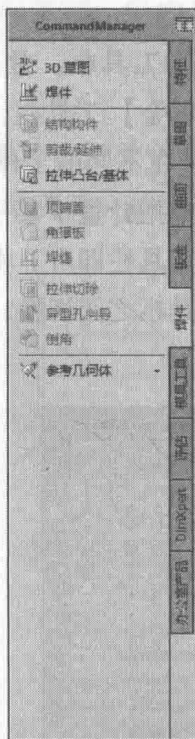


图 1-14 【焊件】工具栏

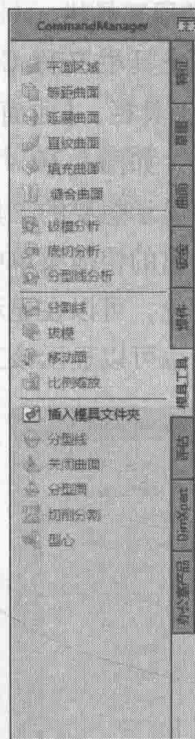


图 1-15 【模具工具】工具栏



图 1-16 【自定义】对话框

利用自定义命令可以添加、删除并且重排工具栏中的命令按钮，可以将最常用的命令按钮添加到特定的工具栏上，也可以合理地安排命令按钮的顺序。首先在【类别】中选择要添加命令的类别，在【按钮】选择需要添加的命令按钮，按住鼠标左键拖动到要放置的工具按钮位置，即可把需要的命令按钮放到工具栏里面，如图 1-17 所示。



图 1-17 调整工具栏中的按钮

如果要删除命令按钮，可在【工具栏】里面，用鼠标左键按住命令按钮，拖动鼠标到【自定义】对话框【命令】选项中的【按钮】选项组，这样就可以移除命令按钮，它和添加命令按钮的操作是逆向的。移动工具栏是通过拖动工具栏的起点或边沿，当鼠标指针变成平移 $\leftrightarrow$ 时，就可以拖动工具栏到任何位置。若想将工具栏移回到其先前位置，双击标题栏即可。

2. 标准工具栏

标准工具栏主要包括 SolidWorks 使用过程中的一些常用命令，如新建、打开、保存、打印、撤销、选择、重新建模、文件属性、选项等，其主要按钮都可以在菜单文件中找到相应的命令，如图 1-18 所示。



图 1-18 标准工具栏

3. 快捷栏

通过可自定义的快捷栏，可以为零件、装配体、工程图和草图模式创建常用的几组命令。下面介绍添加快捷键的方法。

选择【工具】→【自定义】命令，或者用鼠标右键单击任意工具栏，在弹出的

快捷菜单中选择【自定义】命令，就会弹出【自定义】对话框，如图 1-16 所示。单击【快捷方式栏】，如图 1-19 所示，在【工具栏】选择需要的功能模块（钣金、爆炸草图、标准、草图、曲面、曲线等），然后在【按钮】区用鼠标左键选中需要的快捷键拖到需要放置的工具栏位置即可。

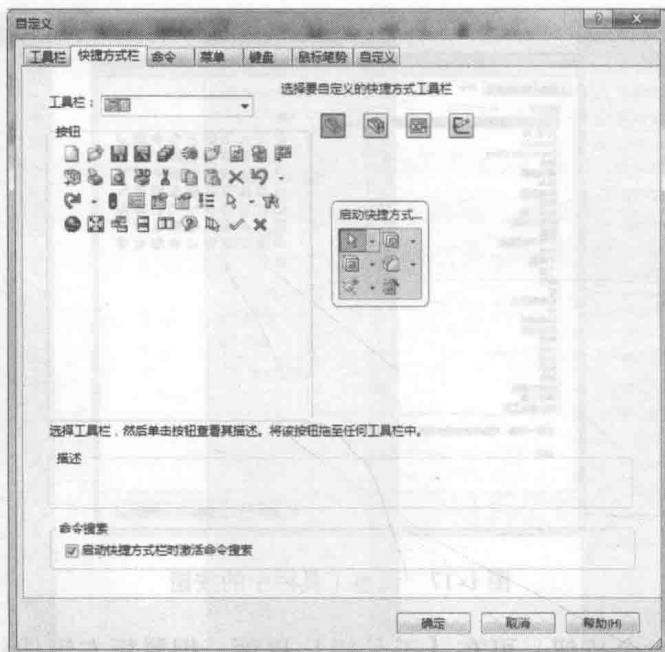


图 1-19 【快捷方式栏】对话框

4. 关联工具栏

当在图形区域或设计树中选择项目时，就会弹出关联工具栏，如图 1-20 所示。通过它可以访问在这种情况下经常执行的操作。关联工具栏可用于零件、装配体及草图的绘制。

通过访问关联工具栏，用户可以转入画图或是修改特征等操作。



图 1-20 关联工具栏

1.2.3 管理器窗口

管理器窗口包括特征管理器 (Feature Manager)、属性管理器 (Property Manager)、配置管理器 (Configuration Manager)、尺寸管理器 (Dimxpert Manager) 和显示管理器 (Display Manager) 5 个选项卡, 其中特征管理器和属性管理器用得最多, 下面对其进行详细讲解。

1. 特征管理器

特征管理器 (Feature Manager) 包括场景要素、特征树、回退控制棒和注解等。提供激活零件、装配体或工程图的大纲视图, 可以更方便地查阅模型或装配体及检查工程图中的各个图样和视图。特征管理器设计树和图形区域为动态链接, 可在任一窗格中选择特征、草图、工程视图和构造几何体, 可视地显示出零件或装配体中的所有特征。当一个特征创建好后, 便加入到 Feature Manager 设计树中, 由于 Feature Manager 设计树是按照零件和装配体建模的先后顺序, 以树状形式记录特征, 所以可以通过该设计树了解零件建模和装配体装配顺序以及其他特征数据, 并通过 Feature Manager 设计树进行编辑特征。设计树各节点与图形区的操作对象互相联动, 为用户的操作带来了极大方便。

设计树最下方的线栏称为回退控制棒。代表当前模型操作时序的最终位置。可以将其回退到模型建立的中间步骤, 使模型暂时回到当时的状态, 从而在设计树的中间步骤展开工作, 用户所做的任何操作都记录在设计树中。因此, 特征管理器设计树的操作是应用 SolidWorks 的重点, 需要在实践中不断总结, 进而熟练掌握。

Feature Manager 设计树中包含三个基准平面, 分别是前视基准面、上视基准面、右视基准平面。这三个基准面是系统默认的绘图平面, 用户可以直接在上面画草图。

通过特征管理器设计树的操作, 可以实现如下功能:

(1) 选择特征

特征管理设计树按照时间次序记录各种特征的建模过程, 设计树中每个节点代表一个特征, 单击该节点前的 +, 特征节点就会展开, 显示特征构建的要素。在设计树中用鼠标单击特征节点, 图形区中与该节点对应的特征就会高亮显示。同样, 在工作区中用鼠标选择某一特征, 设计树中对应的节点也会高亮显示。因此, 在设计树中选择特征名称与在工作区模型上选择对应的特征是同步联动的关系。

当处理复杂零件时, 利用设计树可以方便地选择欲操作的特征对象。在选择时按住 Ctrl 键, 可以逐一选择多个特征; 当选择两个间隔的特征时, 可按住 Shift 键, 其间的特征都将被选取。

(2) 改变特征的生成顺序

可通过拖动设计树中特征节点的名称, 改变特征的构建次序。由于模型特征构