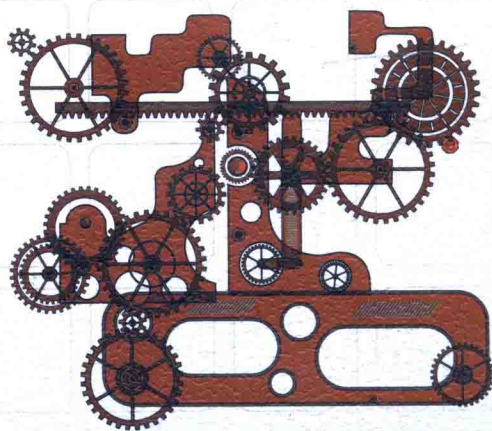


常用机械机构 虚拟装配及运动仿真40例

—— 基于 SolidWorks 2015

赵 果 孙士超 王 荃 编 著

- 详尽的软件功能介绍；
- 精心选择的配套实例；
- 清晰细致的设计步骤；
- 翔实的操作演示录像；
- 为初学者打造流畅的学习体验！



实例素材文件
多媒体视频讲解



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

常用机械机构虚拟装配及运动仿真 40 例——基于 SolidWorks 2015

赵 果 孙士超 王 荃 编著

電子工業出版社·

Publishing House of Electronics Industry

北京 · BEIJING

内 容 简 介

本书针对 SolidWorks 2015 中文版, 通过具体的实例详尽地介绍了常用机构的装配和运动分析的功能及使用方法。每个实例操作步骤翔实、图文并茂, 引领读者一步一步完成装配体的建立, 使读者能快速、深入地理解 SolidWorks 软件中的抽象概念和功能。随书附光盘一张, 包含本书的实例文件和操作视频文件, 便于读者演练、学习。

本书可作为广大工程技术人员 SolidWorks 自学教程和参考书籍, 也可作为大专院校计算机辅助设计课程的指导教材。

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。

图书在版编目(CIP)数据

常用机械机构虚拟装配及运动仿真 40 例: 基于 SolidWorks2015 / 赵罍, 孙士超, 王荃编著. —北京: 电子工业出版社, 2015.8

ISBN 978-7-121-26603-4

I. ①常… II. ①赵… ②孙… ③王… III. ①机械工程—计算机仿真—应用软件 IV. ①TH-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 156384 号

策划编辑: 陈韦凯

责任编辑: 靳 平

印 刷: 北京丰源印刷厂

装 订: 三河市皇庄路通装订厂

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1 092 1/16 印张: 18.5 字数: 486 千字

版 次: 2015 年 8 月第 1 版

印 次: 2015 年 8 月第 1 次印刷

印 数: 3 500 册 定价: 49.00 元 (附光盘 1 张)

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前 言

SolidWorks 是世界上第一套基于 Windows 系统开发的 3D CAD 软件，它有一套完整的 3D CAD 产品设计解决方案，即在一个软件包中为产品设计团队提供了所有必要的机械设计、验证、运动分析、数据管理和交流工具。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，是当前最优秀的 3D CAD 软件之一。SolidWorks 装配体模块和动画模块可以对三维模型进行虚拟装配，并对装配好的模型进行运动分析。运动分析可以分析零件的运动轨迹、位移、速度、加速度等运动参数，并用动画、图形、表格等多种形式输出结果，其分析结果可指导修改零件的结构设计。

本书第一部分简要介绍了 SolidWorks 2015 中文版的基础功能，内容涵盖了软件的基本知识、用户界面、基本操作及参考几何体的建立；第二部分是 40 个具有代表性的实例，以连杆机构、凸轮机构、齿轮机构、间歇运动机构、组合机构等为实例来讲解如何对机构进行装配和运动分析，并详细讲解了机构装配和运动分析的具体过程，得出了用于准确反映机构输出构件的位移、速度和加速度（角位移、角速度和角加速度）的运动特性曲线。书中的实例讲解提供了独立、完整的设计制作过程，每个操作步骤都有文字说明和图例展示，并在所附光盘中提供了多媒体影音视频讲解，以便使读者从本书的实例制作过程中尽快熟悉 SolidWorks 2015 中文版的装配和运动分析功能。

本书主要由赵罂、孙士超、王荃编著，参加编写的还有于鹏程、张艳婷、杨晓晋、龚堰珏、郑玉彬、刘玢、刘良宝、王梦雨、于勇、赵楠、张剑峰和刘玥。

本书适用于 SolidWorks 的初、中级用户，可以作为理工科高等院校相关专业的学生用书和 CAD 专业课程实训教材、技术培训教材，也适合企业的产品开发和技术部门人员使用。

由于水平有限，书中难免会有疏漏和不足之处，恳请广大读者提出宝贵意见，编著者电子邮箱：zhaoffu@163.com。

编 著 者

目 录

基础篇	1
0.1 概述	1
0.1.1 背景	1
0.1.2 主要设计特点	1
0.1.3 SolidWorks 2015 的新增功能	3
0.2 用户界面	3
0.2.1 菜单栏	4
0.2.2 工具栏	4
0.2.3 状态栏	5
0.2.4 管理器窗口	5
0.2.5 任务窗口	6
0.3 基本操作	6
0.3.1 文件的基本操作	7
0.3.2 选择的基本操作	7
0.4 参考点	8
0.5 参考基准轴	9
0.5.1 临时轴	9
0.5.2 参考基准轴的属性设置	10
0.5.3 显示参考基准轴	10
0.6 参考基准面	11
实例篇	13
例 1 胶片输送机	13
1.1 装配零件	13
1.2 设置配合	14
1.3 模拟运动	19
1.4 装配体运动分析	21
例 2 搅拌机 1	24
2.1 装配零件	24
2.2 设置配合	25
2.3 制作物理模拟动画	30
例 3 椭圆规	32
3.1 装配十字滑槽零件	33



3.2	装配滑块零件	35
3.3	装配连杆及其配件	36
例 4	摇块机构	38
4.1	装配连杆零件	38
4.2	装配连杆组件	40
4.3	装配体运动分析	42
例 5	雷达俯仰机构	45
5.1	装配零件	46
5.2	设置配合	46
5.3	模拟运动	49
例 6	正弦规机构	50
6.1	装配零件	51
6.2	设置配合	51
6.3	模拟运动	54
例 7	天平机构	55
7.1	装配支架零件	56
7.2	装配横梁及其配件	56
7.3	装配托盘等配件	58
例 8	插床机构 1	60
8.1	装配机架零件	61
8.2	装配滑块零件	61
8.3	装配回转轮零件	62
8.4	装配杆 A 零件	63
8.5	装配杆 B 零件	63
8.6	装配杆 C 零件	64
8.7	装配体运动分析	65
例 9	送料机构	68
9.1	装配零件	69
9.2	设置配合	69
9.3	模拟运动	74
9.4	装配体运动分析	75
例 10	抽水机	78
10.1	装配缸体零件	78
10.2	装配活塞零件	79
10.3	装配手柄及其配件	80
10.4	装配连杆及其配件	81
例 11	机械手夹持机构	83
11.1	装配支座零件	84
11.2	装配驱动杆	84
11.3	装配夹具	85





11.4 装配连杆及其配件	86
例 12 颞式破碎机	88
12.1 装配零件	88
12.2 设置配合	89
例 13 惯性筛机构	94
13.1 装配零件	94
13.2 设置配合	95
13.3 模拟运动	100
13.4 装配体运动分析	101
例 14 压力机	104
14.1 装配零件	104
14.2 设置配合	105
14.3 装配体运动分析	107
例 15 挑线机构	109
15.1 装配刺料机构	110
15.2 装配挑线机构	113
15.3 装配体运动分析	114
例 16 搅拌机 2	116
16.1 新建装配体并插入零件	117
16.2 装配蜗杆	117
16.3 装配轴	119
16.4 装配轴套	119
16.5 装配轮子	120
16.6 装配搅拌杆	121
16.7 装配固定架	122
16.8 装配搅拌盆	123
例 17 起落架机构	124
17.1 新建装配体并插入零件	124
17.2 装配连杆 1	125
17.3 装配连杆 2	126
17.4 装配连杆 3	127
17.5 装配导套	128
17.6 装配连杆 4	129
17.7 装配轮子	132
例 18 内啮合槽轮机构	133
18.1 装配拨盘转轴零件	133
18.2 装配拨盘组件	135
18.3 装配槽轮组件	136
18.4 装配槽轮转轴组件	137





例 19 热处理炉门	138
19.1 装配零件	138
19.2 设置配合	139
例 20 翻台机构	142
20.1 装配底座零件	143
20.2 装配支点组件	144
20.3 装配直杆组件	145
20.4 装配弯杆组件	146
20.5 装配翻台组件	147
例 21 飞机起落架机构 1	149
21.1 新建装配体并插入零件	149
21.2 装配导套	149
21.3 装配连杆 1	151
21.4 装配连杆 2	153
21.5 装配连杆 3	155
21.6 装配连杆 4	156
21.7 装配支架	157
21.8 装配轮子	159
21.9 装配对称零件	160
例 22 车门开闭机构	160
22.1 新建装配体并插入零件	160
22.2 装配销	161
22.3 装配连杆 3	162
22.4 装配连杆 1	163
22.5 装配车门 1	164
22.6 装配车门 2	164
22.7 装配连杆 2	166
例 23 多连杆机构	167
23.1 装配上部连杆	167
23.2 装配下部连杆	169
23.3 装配体运动分析	172
例 24 飞机起落架机构 2	175
24.1 新建装配体并插入零件	175
24.2 装配连杆 1	176
24.3 装配连杆 2	176
24.4 装配连杆 3	177
24.5 装配轮子	178
例 25 形封闭凸轮	179
25.1 装配零件	179





25.2 设置配合	180
25.3 模拟运动	182
例 26 凸轮机构	183
26.1 装配零件	183
26.2 设置配合	183
例 27 齿轮组合机构	186
27.1 装配支架	186
27.2 装配齿轮	187
27.3 装配连杆	189
例 28 外啮合槽轮机构	190
28.1 装配曲轴零件	191
28.2 装配拨盘零件	191
28.3 装配转轴零件	192
28.4 固定机架	194
例 29 行星齿轮机构	194
29.1 装配支座零件	194
29.2 装配齿圈零件	195
29.3 装配行星架及其配件	196
29.4 装配行星齿轮及其配件	197
29.5 装配滑块及其配件	198
例 30 定轴轮系	201
30.1 新建装配体并插入零件	201
30.2 装配锥齿轮 1	201
30.3 装配轴 2	203
30.4 装配锥齿轮 2	203
30.5 装配轴 3	205
30.6 装配锥齿轮 3	205
30.7 装配轴 4 和锥齿轮 4	207
30.8 齿轮配合	207
30.9 装配框架	208
例 31 汽车后轮装配	209
31.1 新建装配体并插入零件	210
31.2 装配长轴 1	210
31.3 装配长轴 2	211
31.4 装配长轴 3	211
31.5 装配锥齿轮 2	212
31.6 装配锥齿轮 1	213
31.7 齿轮配合	214
31.8 装配轮子	216





31.9 固定配合	216
例 32 多杆机构装配	217
32.1 插入零件	217
32.2 装配曲柄	218
32.3 装配斜杆	218
32.4 装配套筒 3	219
32.5 装配立杆	219
32.6 装配套筒 4	220
32.7 装配横杆 2	221
32.8 装配套筒 8	221
32.9 装配套筒 7	222
32.10 装配横杆 1	222
32.11 装配机架	222
32.12 固定机架	223
32.13 装配体运动分析	223
例 33 牛头刨床机构	225
33.1 插入零件	226
33.2 装配曲柄	226
33.3 装配滑块 1	227
33.4 装配摇杆	227
33.5 装配机架 1	228
33.6 装配连杆	229
33.7 装配滑块 2	229
33.8 装配机架 2	230
33.9 固定机架	230
33.10 装配体运动分析	230
例 34 冲床机构	233
34.1 插入零件	233
34.2 装配曲柄	234
34.3 装配杆 2	234
34.4 装配杆 3	235
34.5 装配三角机架	236
34.6 装配滑块	236
34.7 装配杆 4	237
34.8 装配矩形机架	237
34.9 固定机架	237
34.10 装配体运动分析	238
例 35 碎石机构	240
35.1 插入机架	241





35.2	装配曲柄 1	241
35.3	装配连杆 2	242
35.4	装配连杆 3	242
35.5	装配连杆 4	243
35.6	装配右机架	244
35.7	装配连杆 5	244
35.8	装配左机架	245
35.9	固定机架	245
35.10	装配体运动分析	245
例 36	插床机构 2	248
36.1	装配支架零件	248
36.2	装配摇杆组件	249
36.3	装配顶部滑块组件	250
36.4	装配长杆组件	251
36.5	装配短杆组件	252
36.6	装配底部滑块组件	253
36.7	装配体运动分析	254
例 37	联轴器	257
37.1	插入支架零件	257
37.2	装配输出轴零件	257
37.3	装配摇棒零件	258
37.4	装配十字轴 1 零件	259
37.5	装配叉零件	259
37.6	装配十字轴 2 零件	260
例 38	万向联轴器装配	261
38.1	插入零件	261
38.2	设置配合	262
例 39	简单组合机构	266
39.1	插入机架	266
39.2	装配推杆	267
39.3	装配两个齿轮	268
39.4	装配齿条	271
39.5	装配万向节	274
39.6	装配凸轮	275
例 40	复杂组合机构	278
40.1	插入机架	278
40.2	装配凸轮 1	279
40.3	装配推杆 2	279
40.4	装配杆 3	280





40.5	装配杆 4	281
40.6	装配固定凸轮	281
40.7	装配杆 6	282
40.8	装配杆 5	282
40.9	装配滑块 7	283
40.10	装配机架	283
40.11	固定机架	284



基 础 篇

SolidWorks 软件有功能强大、易学易用和技术创新三大特点,这使得 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、减少设计过程中的错误及提高产品质量。SolidWorks 独有的拖曳功能能够使用户在比较短的时间内完成大型装配设计。SolidWorks 资源管理器是同 Windows 资源管理器一样的 CAD 文件管理器,它可以方便地管理 CAD 文件。使用 SolidWorks 的用户能在比较短的时间内完成更多的工作,能够更快地将高质量的产品投放市场。

在目前市场上所见到的三维 CAD 解决方案中, SolidWorks 是设计过程比较简便的软件之一。在强大的设计功能和易学易用的操作(包括 Windows 风格的拖/放、点/击、剪切/粘贴)协同下,使用 SolidWorks 能够使整个产品设计百分之百可编辑,零件设计、装配设计和工程图之间是全相关的。

本篇主要介绍 SolidWorks 2015 中文版的特点及其界面、菜单栏的功能、简单的文件操作等,并讲解了获取帮助信息的方法,使读者对 SolidWorks 2015 有一个大体的了解。

0.1 概述

本章首先对 SolidWorks 的背景及其主要设计特点进行简单介绍,让读者对该软件有个大致的认识。

0.1.1 背景

20 世纪 90 年代初,国际微型计算机(简称微机)市场发生了根本性的变化,微机性能大幅提高,而价格一路下滑,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 公司的副总裁成立 SolidWorks 公司,并于 1995 年成功推出了 SolidWorks 软件。在 SolidWorks 软件的促动下,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 采用的是智能化的参变量式设计理念及 Microsoft Windows 图形化用户界面,具有表现卓越的几何造型和分析功能,操作灵活,运行速度快,设计过程简单、便捷,被业界称为“三维机械设计方案的领先者”,受到广大用户的青睐。在机械制图和结构设计领域已经成为三维 CAD 设计的主流软件。利用 SolidWorks,设计师和工程师们可以更有效地为产品建模并模拟整个工程系统,加速产品的设计和生产周期,从而完成更加富有创意的产品制造。

0.1.2 主要设计特点

SolidWorks 是一款参变量式 CAD 设计软件。所谓参变量式设计,是将零件尺寸的设计用



参数描述，并在设计修改的过程中通过修改参数的数值改变零件的外形。SolidWorks 中的参数不仅代表了设计对象的相关外观尺寸，并且具有实质上的物理意义。例如，可以将系统参数（如体积、表面积、重心、三维坐标等）或用户自己按照设计流程需求所定义的用户定义参数（如密度、厚度等具有设计意义的物理量或字符）加入到设计构思中以表达设计思想。这不仅从根本上改变了设计的理念，而且将设计的便捷性向前推进了一大步。

SolidWorks 在 3D 设计中的特点如下。

(1) SolidWorks 提供了一整套完整的动态界面和鼠标拖动控制。“全动感的”的用户界面减少了设计步骤及多余的属性管理器，从而避免了界面的零乱。

(2) 崭新的属性管理器用来高效地管理整个设计过程和步骤。属性管理器包含所有的设计数据和参数，而且操作方便、界面直观。

(3) 配置管理是 SolidWorks 软件体系结构中非常独特的一部分，它涉及零件设计、装配设计和工程图。

(4) 通过 eDrawings 方便地共享 CAD 文件。eDrawings 是一种极度压缩的、可通过电子邮件发送的、自行解压和浏览的特殊文件。

(5) SolidWorks 支持 Web 目录，使得你将设计数据存放在互联网的文件夹中，就像存本地硬盘一样方便。

(6) SolidWorks 可以动态地查看装配体的所有运动，并且可以对运动的零部件进行动态的干涉检查和间隙检测。

(7) 用智能零件技术自动完成重复设计。智能零件技术是一种崭新的技术，用来完成诸如将一个标准的螺栓装入螺孔中，而同时按照正确的顺序完成垫片和螺母的装配。

(8) 从三维模型中自动产生工程图，包括视图、尺寸和标注。

RealView 图形显示模式：以高清晰度直观显示设计和进行交流。无须进行渲染即可对零件、装配体和成品快速进行完全动态的逼真展示。

钣金设计工具：可以使用折叠、折弯、法兰、切口、标签、斜接、放样的折弯、绘制的折弯、褶边等工具从头创建钣金零件。

焊件设计：绘制框架的布局草图，并选择焊件轮廓，SolidWorks 将自动生成 3D 焊件设计。

大型装配体管理工具：使用“轻量化”模式可减少打开和处理大型装配体所需的时间。通过 SpeedPak 技术，可以创建装配体的简化版本，从而加快装配体操作和工程图创建的速度。

数据转换：方便地导入和使用现有数据及来自外部源的数据。SolidWorks 提供了支持 DWG、DXF™、Pro/ENGINEER®、IPT (Autodesk Inventor®)、Mechanical Desktop®、Unigraphics®、PAR (Solid Edge®)、CADKEY®、IGES、STEP、Parasolid、SAT (ACIS)、VDA-FS、VRML、STL、TIFF、JPG、Adobe® Illustrator®、Rhinoceros®、IDF 和 HSF (Hoops) 格式的转换程序。

材料明细表：可以基于设计自动生成完整的材料明细表 (BOM)，从而节约大量的时间。

标准零件库：通过 SolidWorks Toolbox、SolidWorks Design ClipArt 和 3D ContentCentral，可以即时访问标准零件库。

照片级渲染：使用 PhotoView 360 来利用 SolidWorks 3D 模型进行演示、虚拟及材质研究。

管路系统：可使用 SolidWorks Routing 自动处理和加速管筒、管道、电力电缆、缆束和





电力导管的设计过程。

0.1.3 SolidWorks 2015 的新增功能

SolidWorks 2015 在 SolidWorks 2014 的基础上进行了性能上的改进,其中部分新增功能如下。

- (1) 插入表格驱动阵列特征。
- (2) 插入线性阵列特征时指定偏移。
- (3) 获取或设定阳光高级属性,获取当前阳光的日长并更新阳光。
- (4) 创建并访问本地曲线和草图驱动的阵列。
- (5) 获取实体文件夹切割清单类型。
- (6) 获取或设定是否在工程图中显示模型断开视图。
- (7) 在装配体中镜像零部件时,指定更多选项。
- (8) 将宽度配合添加到装配体。
- (9) 在打印工程图文档时,指定是否打印指定图层。
- (10) 获取所有由分割零件产生的实体。
- (11) 更改分割实体以修改分割实体特征。
- (12) 指定显示尺寸中的小数取整类型。
- (13) 支持交叉特征。
- (14) 指定在多体零件中保留还是删除实体。
- (15) 在创建焊件角撑板时指定更多属性。
- (16) 在创建结构构件顶端盖时指定更多属性。
- (17) 访问非对称圆角。
- (18) 在创建装饰螺纹线时指定更多属性。
- (19) 修改可变螺距的螺旋线特征。

0.2 用户界面

启动中文版 SolidWorks 2015,首先出现启动界面,如图 0-1 所示,然后进入中文版 SolidWorks 2015 的用户界面。

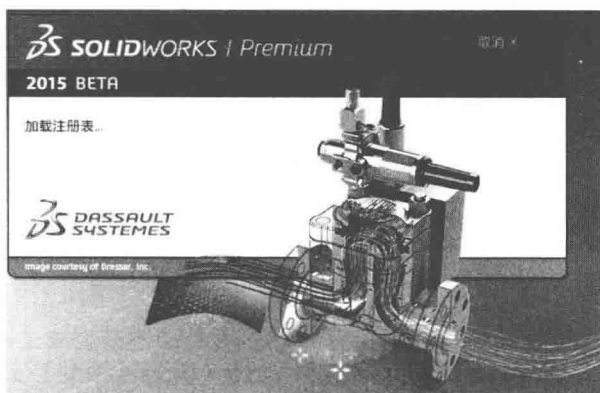


图 0-1 启动界面





中文版 SolidWorks 2015 的用户界面如图 0-2 所示, 主要由菜单栏、工具栏(包括标准工具栏、应用工具栏等)、管理器窗口、图形区域、状态栏、任务窗口和版本提示七部分组成。

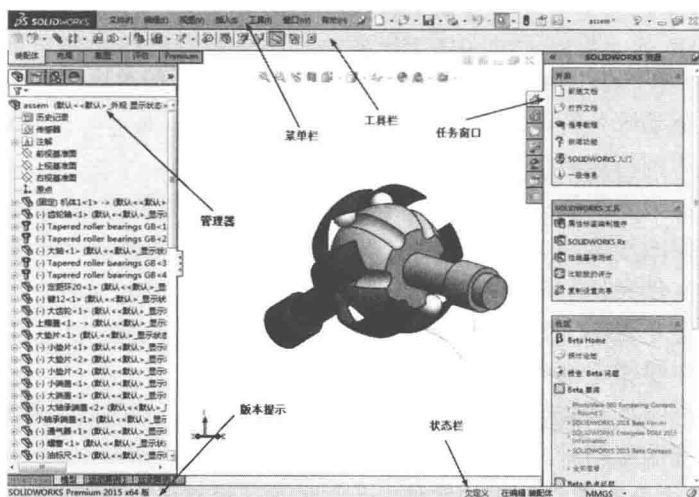


图 0-2 用户界面

0.2.1 菜单栏

中文版 SolidWorks 2015 的菜单栏如图 0-3 所示, 包括【文件】、【编辑】、【视图】、【插入】、【工具】、【窗口】和【帮助】七个菜单。



图 0-3 菜单栏

此外, 用户还可以通过快捷键访问菜单命令或者自定义菜单命令。在 SolidWorks 中右击, 可以激活与上下文相关的快捷菜单, 如图 0-4 所示。快捷菜单可以在图形区域、FeatureManager (特征管理器) 设计树中使用。

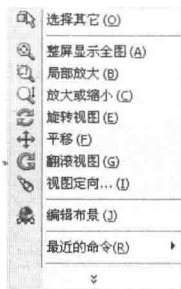


图 0-4 快捷菜单

0.2.2 工具栏

工具栏位于菜单栏的下方, 一般分为两排。上排一般为【标准】工具栏, 如图 0-5 所示; 下排一般为【CommandManager (命令管理器)】工具栏, 如图 0-6 所示。用户可以根据需要





通过【工具】菜单中的【自定义】命令，在【自定义】属性管理器中自行定义工具栏的显示。



图 0-5 【标准】工具栏

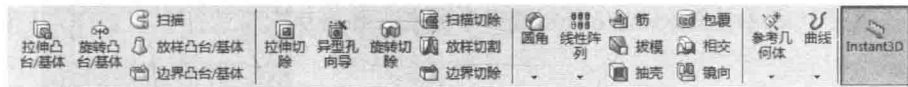


图 0-6 【CommandManager】工具栏

0.2.3 状态栏

状态栏显示了正在操作中的对象所处的状态，如图 0-7 所示。

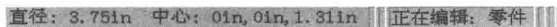


图 0-7 状态栏

状态栏中提供的信息如下。

- (1) 当用户将鼠标指针拖动到工具按钮上或者单击菜单命令时进行简要说明。
- (2) 用户正在对草图或零件进行更改时，显示 (重建模型) 图标。
- (3) 当用户进行草图相关操作时，显示草图状态及鼠标指针的坐标。
- (4) 为所选实体进行常规测量，如边线长度等。
- (5) 显示用户正在装配体中编辑的零件的信息。
- (6) 在用户使用【系统选项】属性管理器中的【协作】选项时，显示可以用来访问【重装】属性管理器的 图标。
- (7) 当用户选择了【暂停自动重建模型】命令时，显示“重建模型暂停”。
- (8) 显示或关闭快速提示，可以单击 、、、 等图标。
- (9) 如果保存通知以分钟进行，显示最近一次保存后至下次保存前之间的时间间隔。

0.2.4 管理器窗口

管理器窗口包括 (特征管理器设计树)、 (属性管理器)、 (配置管理器) 和 (显示管理器) 四个选项卡，其中【特征管理器设计树】和【属性管理器】使用比较普遍，下面进行详细介绍。

1. 【特征管理器设计树】

【特征管理器设计树】可以提供激活零件、装配体或工程图的大纲视图，使观察零件或装配体的生成及检查工程图图纸和视图变得更加容易，如图 0-8 所示。

【特征管理器设计树】和图形区域为动态链接，可以在任意窗口中选择特征、草图、工程视图和构造几何体。

