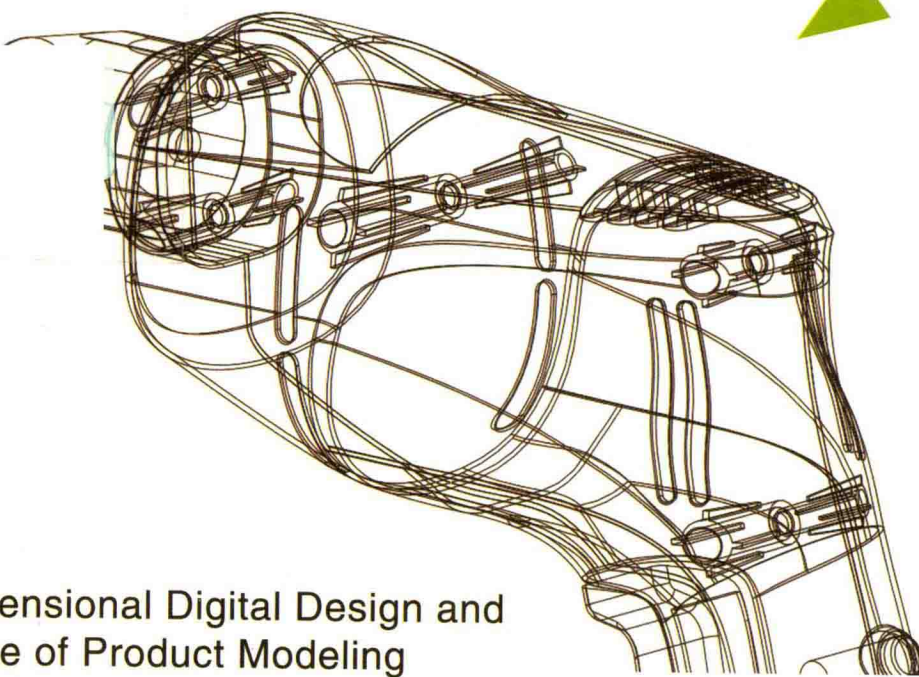
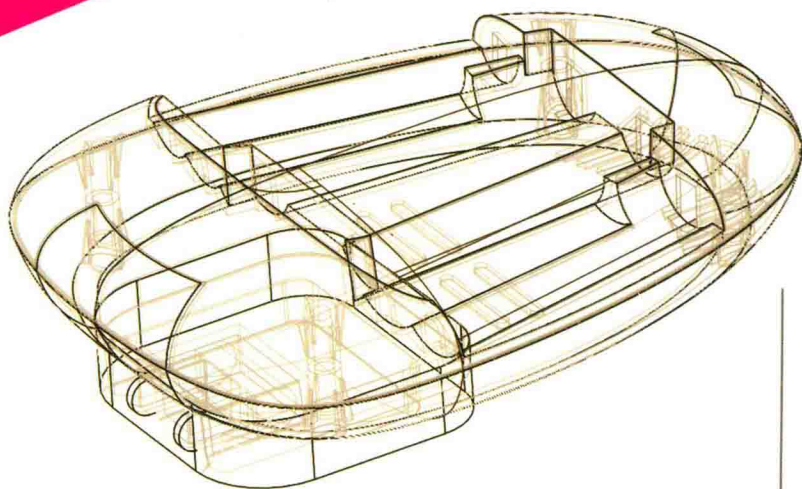




Three-Dimensional Digital Design and
Manufacture of Product Modeling

产品造型的三维数字化 设计与制作

◎ 主 编 覃 俭 崔培英
副主编 尉 锋 沈佳彬



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

产品造型的三维数字化设计与制作

主 编 覃 俭 崔培英

副主编 尉 锋 沈佳彬



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS

浙江大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

产品造型的三维数字化设计与制作 /覃俭, 崔培英
主编. —杭州: 浙江大学出版社, 2015. 8

ISBN 978-7-308-15015-6

I. ①产… II. ①覃… ②崔… III. ①三维-工业产
品-造型设计-计算机辅助设计-应用软件-高等职业教
育-教材 IV. ①TB472

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第194302号

内容提要

本书是浙江省高职高专类重点教材。

本书遵循高等职业教育的人才培养目标, 贯彻应用型、技能型人才培养的教育理念, 结合编者从事实际项目和高职教育实践经验编写而成。内容以杯瓶类、工具类、IT类、医疗类等不同产品项目为引领, 强调“实用为主”, 重点指引学习者“如何去做”。本书力求将知识点融入项目的实训内容中, 每类产品训练都有一定针对性, 并配以详细的实施步骤。学习者通过学习, 理解每一步骤的操作要领, 再结合计算机软件就能完成具体产品的数字模型的构建。这不仅能使学习者熟悉该工程软件的建模思路、思维和基本操作, 而且能为其今后提升操作水平打下良好的基础。

本书可作为高职院校工业设计专业开设工程软件课程的教学用书, 也可作为工程结构设计、工业设计从业人士的自学用书及教师业务参考书。

产品造型的三维数字化设计与制作

覃 俭 崔培英 主编

责任编辑 张凌静 (zlj@zju.edu.cn)

责任校对 赵黎丽

出版发行 浙江大学出版社

(杭州市天目山路148号 邮政编码 310007)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

排 版 浙江时代出版服务有限公司

印 刷 杭州杭新印务有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 13.75

字 数 285千

版 次 2015年8月第1版 2015年8月第1次印刷

书 号 ISBN 978-7-308-15015-6

定 价 35.00元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行部联系方式: (0571) 88925591; <http://zjdxcbbs.tmall.com>

前言

目前在用的三维工程软件有很多种，但哪种更有助于高职工业设计专业学生的职业生涯和专业发展呢？

在2011至2012年间，编者带着这个问题到浙江省的几十家涉及家电、家具、机械工具、专业设计公司 and 休闲产品类的企业进行调查，发现大多数的企业希望引进能够熟练操作Pro/E的设计人才。与此同时，编者也对相关的设计软件进行了比对，最后得出的结论是：Pro/E是目前易学、用户群庞大、应用广泛、投入产出比相对较小的工程设计软件。因此，编者更加坚定地推进Pro/E的教学，以使工业设计专业的同学能够掌握各种常见技能并运用到日常的设计业务中去。该软件的主要特点如下：

1. Pro/E是一款基于特征的全参数化设计软件。主要适用于工程、模具、机械零部件的外观、结构、曲面的设计，其特点是精度高、修改快捷、特征建模的优势明显。比如，在设计中，某个特征的一个参数发生改变，与其相关的其他特征则会自动调整，使得建模成本大幅下降。因此，在此功能方面，Pro/E是Rhino、3dsmax之类的三维软件所无法企及的。

2. 在复杂且注重“顶层设计（Top to Down）”的工程项目中，与CATIA、UG相比，无论是价格上还是功能上，对于中小企业而言，Pro/E是有着更好性价比和优越性的工程设计软件之一。

3. 在工业设计的业务中，Pro/E不仅可以为设计方案的可行性提供验证平台，而且更是工业设计师和结构设计师之间互动、交流和沟通的良好载体。

本书具有以下几个特点：

1. 本书内容和体系结构针对高职学生的认知特点和阅读习惯，突出课程教学的实践性、可用性和职业性，体现了工学结合、理实一体的高职教育理念。

2. 本书结构简洁，叙述通俗明了。整个学习过程由七个独立的项目构成，每个项目都采用实际生活中常见的用品，使学习者容易理解接受，通过对具体产品的造型训练熟练掌握操作技能。

3. 书中用项目诠释该工程软件的知识点，将知识点融入实训内容，每种产品训练都有一定针对性，从简单到复杂，从日用品到电动工具。同时，还书写了详细的实施步骤，只要学习者细心阅读每一步骤的文字，结合计算机软件就能完成具体产品的三维构建，从而激发学习者极大的继续学习的兴趣。

4. 本书在每个项目之后都附有一个和本项目的知识能力点密切相关的作品评定表，

以考核学生或者测评学习者对要求掌握部分的检查，也可视为一种自我学习考核。

本书由杭州万向职业技术学院应用工程系工业设计专业的崔培英、覃俭任主编，浙江机电职业技术学院工业设计专业的尉锋、杭州万向职业技术学院工业设计专业的沈佳彬任副主编，由崔培英、沈佳彬统稿。

特别感谢杭州万向职业技术学院的工业设计团队，每一项任务的完成都是大家团结互助的成果。本书已在杭州万向职业技术学院2011级和2012级学生中使用过，约60%的学生能够最终完成较为复杂的手电钻的三维造型。这些学生在各种比赛和课程设计中都能熟练应用Pro/E软件，为职业和就业打下了很好的基础。

由于水平所限，书中错漏和不当之处在所难免，恳请有关专家和使用本书的师生批评指正。

编者

2015年2月于杭州西溪湿地

目 录

项目一 咖啡杯外观造型设计

1.1 项目任务	1
1.2 学习重点	2
1.2.1 知识点	2
1.2.2 技能点	2
1.3 具体任务	2
1.3.1 任务一 创建项目目录及零件文档,草绘咖啡杯的截面	2
1.3.2 任务二 通过旋转特征工具完成杯子主体造型	7
1.3.3 任务三 制作杯把	9
1.3.4 任务四 杯把与杯体的连接	14
1.3.5 任务五 设计渲染图的制作	16
1.4 小结	19
1.5 习题	19
杯瓶类“咖啡杯”作品评定表	20

项目二 螺丝刀外观造型设计

2.1 项目任务	21
2.2 学习重点	22
2.2.1 知识点	22
2.2.2 技能点	22
2.3 任务开始	22
2.3.1 任务一 制作刀杆,完成刀杆的头部凹槽及杆身的制作	22
2.3.2 任务二 使用旋转特征工具,设计与制作手柄大致造型	29
2.3.3 任务三 对手柄的细节,如多集倒角、防滑槽, 进行深入的设计与制作	33
2.3.4 任务四 刀杆和手柄的简单装配	35
2.3.5 任务五 设计渲染图的制作	37
2.4 小结	38
2.5 习题	39

工具类“螺丝刀”作品评定表	40
---------------------	----

项目三 榔头外观造型设计

3.1 项目任务	41
3.2 学习重点	42
3.2.1 知识点	42
3.2.2 技能点	42
3.3 任务开始	42
3.3.1 任务一 通过拉伸特征工具制作榔头头部大型	42
3.3.2 任务二 使用扫描混合特征、多集多半径圆角特征， 刻画榔头头部细节	44
3.3.3 任务三 通过可变截面扫描工具制作榔头手柄造型	48
3.3.4 任务四 通过组件将榔头头部和手柄进行组装	49
3.3.5 任务五 设计渲染图的制作	51
3.4 小结	51
3.5 习题	52
工具类“榔头”作品评定表	53

项目四 充电器外观造型设计

4.1 总体描述	54
4.2 项目任务	54
4.3 学习重点	55
4.4 任务开始	56
4.4.1 任务一 创建充电器组件与零件，并导入三视图	56
4.4.2 任务二 创建充电器基本体	59
4.4.3 任务三 制作充电器上壳特征	71
4.4.4 任务四 制作充电器后壳特征	76
4.4.5 任务五 制作充电器插头特征	82
4.5 小结	83
4.6 习题	83
IT类“充电器”作品评定表	84

项目五 鼠标外观造型设计

5.1 总体描述	85
5.2 项目任务	85

5.3 学习重点	86
5.4 任务开始	86
5.4.1 任务一 创建鼠标组件与零件并导入三视图	86
5.4.2 任务二 创建鼠标基本体	88
5.4.3 任务三 制作鼠标顶盖特征	105
5.4.4 任务四 制作鼠标侧面特征	107
5.4.5 任务五 制作鼠标底壳、按键和滚轮特征	113
5.5 小结	117
5.6 习题	118
IT类“鼠标”作品评定表	119

项目六 耳温计外观造型设计

6.1 总体描述	120
6.2 项目任务	120
6.3 学习重点	121
6.4 任务开始	121
6.4.1 任务一 创建耳温计组件与零件，并导入三视图	121
6.4.2 任务二 通过曲面建模方式制作耳温计基本体	126
6.4.3 任务三 利用出版几何完成耳温计前壳实体造型	142
6.4.4 任务四 利用出版几何完成耳温计后盖实体造型	145
6.4.5 任务五 完成耳温计探头、面板、屏幕与按键的实体模型	152
6.4.6 任务六 通过KeyShot完成耳温计渲染图	156
6.5 小结	159
6.6 习题	160
IT类“耳温计”作品评定表	161

项目七 手电钻外观造型设计

7.1 总体描述	162
7.2 项目任务	162
7.3 学习重点	163
7.4 任务开始	163
7.4.1 任务一 创建手电钻组件与零件，并导入三视图	163
7.4.2 任务二 创建手电钻基本体	164
7.4.3 任务三 完成手电钻右壳特征	199
7.4.4 任务四 完成手电钻左壳特征	202

7.4.5 任务五 完成手电钻其他特征 204

7.5 小结 206

7.6 习题 206

综合类“手电钻”作品评定表 207

参考文献 208

附 录 209

咖啡杯外观造型设计



1.1 项目任务

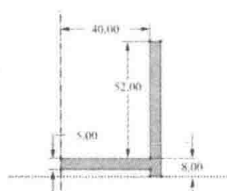
任务一：熟悉创建项目目录及零件文档的操作，熟悉草绘界面，并草绘咖啡杯的截面（见图1-1（a））。

任务二：通过旋转特征工具完成杯子主体造型，熟悉旋转特征的设定与操作（见图1-1（b））。

任务三：草绘杯把的曲线，利用扫描工具绘制杯把，并熟悉扫描特征的设定与操作（见图1-1（c））。

任务四：通过倒圆角工具完成杯体、杯把的细节，从而完善杯子整体造型（见图1-1（d））。

任务五：制作设计渲染图；完成杯子的材质设定；制作咖啡杯的设计效果图（见图1-1（e））。



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

图1-1 项目任务

1.2 学习重点

1.2.1 知识点

①Pro/E5.0的草绘界面与建模的操作流程；②造型特征、工艺特征与特征修改的基本概念；③旋转特征、扫描特征的使用方法。

1.2.2 技能点

①旋转特征的使用方法和要点；②扫描特征的使用方法和要点；③倒圆角特征的使用方法和要点等。

1.3 具体任务

1.3.1 任务一 创建项目目录及零件文档，草绘咖啡杯的截面

step 01 设置工作目录：在E盘或者你认为有足够空间的硬盘中创建一个新文件夹，并命名为“coffice_cup”，打开Pro/E5.0，点击菜单栏的“文件”，在下拉菜单中选择“设置工作目录”，即可弹出“选取工作目录”对话框（见图1-2（a））。找到目录所在的盘符，并点击带有三角形的展开按钮 Projects (E:)，在弹出的下拉菜单中找到“coffice_cup”目录（见图1-2（b）），选择该目录，点击对话框的“确定”按钮，完成工作目录的设置。在今后的咖啡杯造型设计中，所有新的Pro/E零件文档将被保存在该目录下。



图1-2 设置工作目录

step 02 点击“新建”按钮 ，即可出现新建文档对话框（见图1-3），按照图中设定各项参数。其中，“类型”设为“零件”，“子类型”设为“实体”，“名称”设为“coffice_cup”，去掉“使用缺省模板”的选择，点击“确定”按钮。



03

在弹出的“新文件选项”对话框中，如图1-4所示，度量衡模板选择为“mmns_part_solid”，点击“确定”按钮，即可完成新零件的初始化并进入主界面。

【注】mmns_part_solid可以理解为：以毫米（mm）为长度单位、以牛顿（N）为力的单位、以秒（s）为时间单位的实体（solid）的零件（part）。国内通常使用这种模板格式和度量衡单位。



图1-3 “新建”对话框



图1-4 “新文件选项”对话框



04

点击“草绘工具”按钮, 即可看到弹出的“草绘”设置对话框，用鼠标点击主界面中的基准面Front字体所在位置，如图1-5中左边鼠标位置所示，“草绘”设置对话框的平面栏即出现“FRONT:F3”字样，参照栏中出现“RIGHT:F1（基准平面）”字样。此时，点击“草绘”按钮，进入草绘界面（见图1-6）。

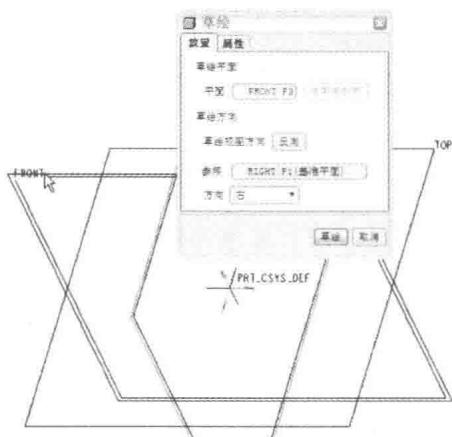


图1-5 “草绘”对话框

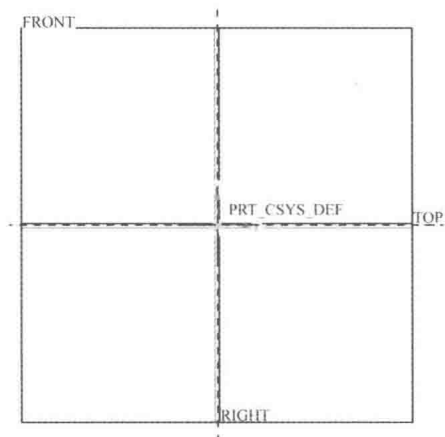


图1-6 进入草绘界面

【注】草绘平面，即是将要在其上绘制咖啡杯截面的平面，这里选择FRONT平面作为绘图平面；而RIGHT平面则是用作参照的平面；而方向，则是RIGHT平面的正面所在位置，如果RIGHT基准平面的正面在右，就选方向“右”，反之则选“左”。这个选择是根据绘图的需要与习惯而定的，每一个在Pro/E的基准平面都有正反两面。



05

点击“2点线工具”按钮，如图1-7所示，在1位置处点击，得到直线的第一点，向下垂直拖动光标至位置2。在拖动过程中，线条的中点处会出现一个字母“V”，即表示该直线是垂直的，这时点击鼠标左键，完成1至2位置的直线段绘制。

点击鼠标中键，结束该直线段的绘制，但光标的尖端有一个“X”形提示，如图1-8所示，意味着还可以继续添加其他线段，如果无需再继续画其他图形，则再点击一次鼠标中键，结束“创建2点线”工具的使用，如图1-9所示。此时，灰色的尺寸便会显示在有关各处，此时的尺寸为“弱尺寸”。

双击图中的尺寸数字，如图1-10所示，即可输入自定义的尺寸数值，比如40、52、8等，使得直线能达到我们预想好的尺寸大小，完成尺寸整理后的结果如图1-11所示。

点击“2点线工具”按钮，在2号位置点击左键开始绘制另一条直线，拖动光标到纵坐标轴，这时光标会被纵坐标轴吸附并出现如图1-12所示光标处的圆形标志，同时直线段中点处出现字母“H”，即表示该线段一端在纵坐标轴上而且是水平的，这时点击鼠标左键，完成该水平线绘制。

继续按照以上步骤，以如图1-13所示的尺寸绘制杯子初始截面草绘（灰色部分）。绘制过程中，如图1-13所示的“L”字母与数字，如“ L_1 ”、“ L_2 ”等，表示该线段具有等长约束，即是说所有标注“ L_1 ”的线段都具相等长度，“ L_2 ”亦然。

点击按钮右边的“”，即可弹出如图1-14所示的子按钮，点击“几何中心线工具”按钮，移动光标至纵坐标轴1位置并被捕捉以后点击一次左键，完成中心线的初始定位，然后拖动鼠标至2位置处，再至3位置处使之垂直横坐标轴，再次点击鼠标左键，完成几何中心线的绘制，操作如图1-15所示。

【注】在绘制过程中，可以通过向前或向后旋转鼠标中键滚轮进行缩放视图，使之达到绘图合适的大小。

在草绘过程中，如果按住鼠标中键旋转工作视图，则可点击工具条中的“草绘方向”按钮，恢复当前草绘平面的方向，如图1-16所示。其他参照表1-1，可自行点击测试。

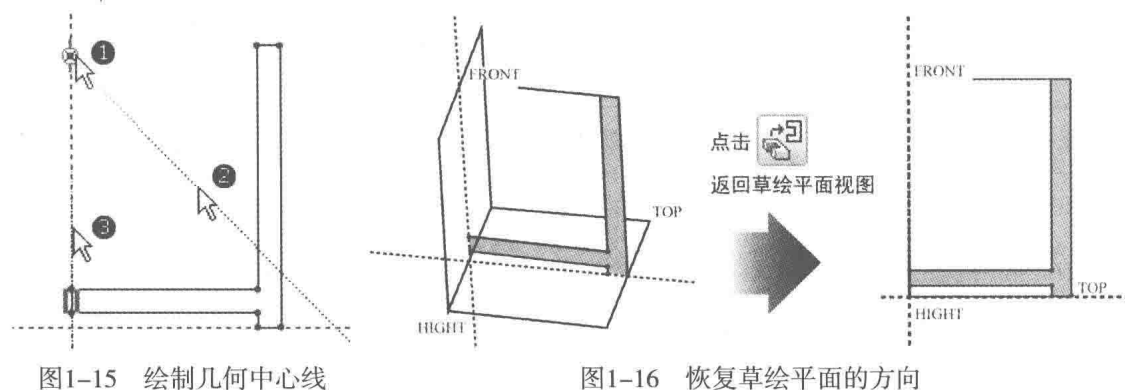
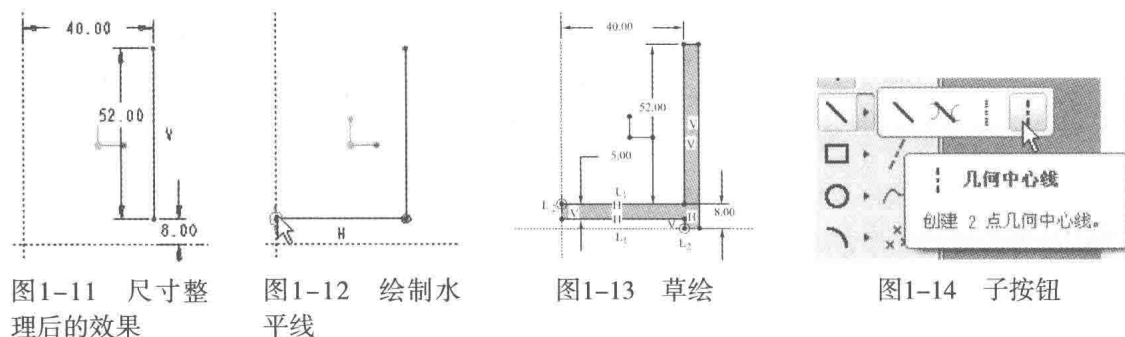
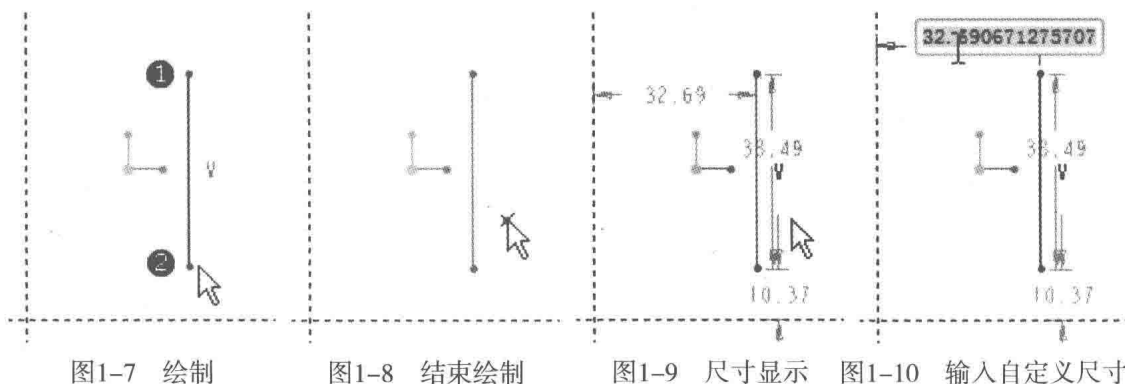


表1-1 草绘器工具按钮

按钮	名称与用途
	草绘方向; 定向草绘平面使之与屏幕平行
	显示尺寸; 切换尺寸的显示(开/关)
	显示约束; 切换约束的显示
	显示栅格; 显示/隐藏栅格
	显示顶点; 打开/关闭截面顶点的显示



完成以上操作以后，
06 点击“完成”按钮，返回主界面，点击“保存”

按钮，在弹出的对话框中点击“确定”按钮，完成保存文档的操作（见图1-17）。如果观察我们的工作目录，便会发现名字为“coffie_cup.prt”的pro/E零件文档已经产生。



图1-17 保存文档



观察三维模型：在主界面视图中，按住鼠标中键并拖动，可以通过
07 旋转三维模型进行观察。鼠标配合键盘的视图操作方法见表1-2，表中LMB=鼠标左键，MMB=鼠标中键，RMB=鼠标右键。同时，请熟练掌握表中的各种常用操作方法，将有助于绘图效率的提高。

辅助元素的显示操作：有时为了更好地观察视图和对象，还可以打开或关闭基准面、基准线、基准点、坐标系、注释等辅助元素的显示。具体操作见表1-3。

表1-2 鼠标配合键盘的视图操作方法

鼠标和键盘配合	主界面	草绘
MMB拖动	旋转视图	旋转视图
MMB+Shift拖动	平移视图	平移视图
MMB+Ctrl垂直拖动	缩放视图	缩放视图
MMB滚动	缩放视图	缩放视图
LMB点击	光标在物体上，则选择物体或对象；光标在视图空白处，则取消物体选择状态	光标在物体上，则选择物体或对象；光标在视图空白处，则取消物体选择状态
LMB拖动	无	选中被选择框内完全包围的对象
RMB点击	光标在物体上，弹出右键快捷菜单	弹出右键快捷菜单

表1-3 辅助元素的显示与关闭

按钮	名称与作用
	平面显示, 基准平面开/关
	轴显示, 基准轴开/关
	点显示, 基准点开/关
	坐标系显示, 坐标系开/关
	注释元素显示, 打开或关闭3D注释及注释元素

1.3.2 任务二 通过旋转特征工具完成杯子主体造型

step 01 完成咖啡杯截面的草绘并返回主界面时, 名字为“草绘1”的特征出现在左侧的模型树中(见图1-18)。观察模型树, 就会发现模型树COFFIC_CUP.PRT实际是一个特征的集合, 它们主要有“RIGHT”、“TOP”、“FRONT”三个基准平面和“PRT_CSYS_DEF”坐标系。这四个特征是新建零件时系统赋予的默认特征, 用户在操作过程中不断产生新的特征, 在“在此插入”的位置加入该集合中。

如需要修改“草绘1”, 则用鼠标右键点击该特征, 即可在弹出的右键菜单中选择“编辑定义”进入该特征的修改界面进行数据更新和修改(见图1-18)。以此类推, 用户可以通过右键菜单完成对模型树中的特征参数的修改。

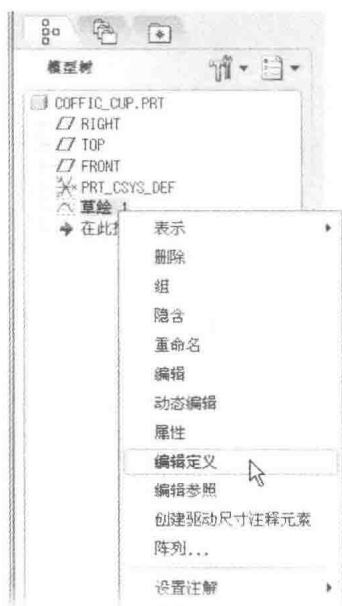


图1-18 修改“草绘1”

step 02 在模型树中点击并选择“草绘1”, 点击“旋转工具”按钮。这时, 杯子的旋转立体造型出现在视图中(见图1-19)。

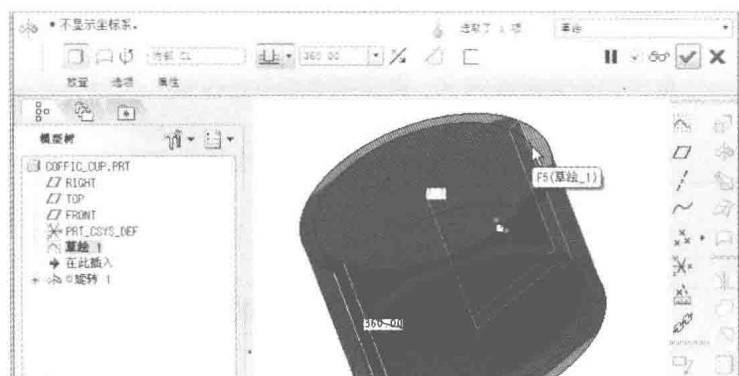


图1-19 点击“旋转工具”按钮



03

熟悉并按图1-20所示设置旋转特征工具操控板的各项参数：点击实体旋转按钮，旋转角度设置为“360.00”。

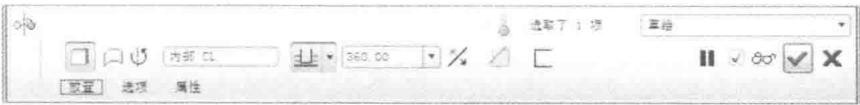


图1-20 旋转特征工具操控板

表1-4 旋转特征工具操控板各项简要说明

按钮或参数项目	说明
	作为实体旋转
	作为曲面旋转
内部 CL	旋转轴，作为收集器，单击该栏目可以选择其他旋转轴，Pro/E有很多特征；都有收集器
360.00	从草绘的平面以指定的角度值旋转
	将旋转的角度方向更改为草绘的另一侧
	“移除材料工具”按钮，由于场景中不存在其他第二实体，所以该按钮在此时为灰色，不可点按
	加厚草绘
	暂停此工具以便访问其他对象操作工具
	“特征预览”按钮，点按以后，特征对象（杯体）将展现制作成功的结果，如果有错则提示；按钮中打钩后以实体预览方式展现
	“确定”按钮，应用并保存在工具中所做的所有更改，然后关闭本工具操控板
	取消特征的创建/定义，并关闭本工具操控板
	“放置”上滑面板，用于绘制内部草绘及其他操作
	“选项”上滑面板，用于设定旋转方式
	“属性”上滑面板，用于设定或重命名本特征