

高等教育

机械行业“十二五”规划教材

Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 产品设计实例教程

Product Design Case Tutorial
of Pro/ENGINEER Wildfire 5.0

理论实际相结合突出实践性

精选案例系统完整结构新颖

采用最新标准追求学以致用



◎ 罗光汉 编著



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



精品系列

高等职业教育

机械行业“十二五”规划教材

Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 产品设计实例教程

Product Design Case Tutorial
of Pro/ENGINEER Wildfire 5.0



◎ 罗光汉 编著

人民邮电出版社

北京



精品系列

图书在版编目 (C I P) 数据

Pro/ENGINEER Wildfire 5.0产品设计实例教程 / 罗
光汉编著. -- 北京: 人民邮电出版社, 2013.9
高等职业教育机械行业“十二五”规划教材
ISBN 978-7-115-32349-1

I. ①P… II. ①罗… III. ①工业产品—计算机辅助
设计—应用软件—高等职业教育—教材 IV. ①TB472-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第202101号

内 容 提 要

本书从工程应用出发,以详细、丰富的实例展示 Pro/ENGINEER Wildfire 软件的操作过程与理念。通过对典型产品、零件的设计过程的训练与学习,读者将熟悉、掌握并灵活运用 Pro/ENGINEER Wildfire 的建模功能、方法与技巧,以达到进一步提高运用软件的能力和设计水平。

本书是以美国 PTC 公司新推出的顶级三维设计软件 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 中文版为蓝本进行编写的,其中的实例同样也适用于其他 CAD/CAM 三维软件的操作素材,可以作为理工科高等院校、职业学校相关专业的教材,也可以作为广大工程技术人员的参考书。

-
- ◆ 编 著 罗光汉
责任编辑 韩旭光
责任印制 焦志炜
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
三河市潮河印业有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 18 2013 年 9 月第 1 版
字数: 475 千字 2013 年 9 月河北第 1 次印刷
-

定价: 39.00 元

读者服务热线: (010)67132746 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

广告经营许可证: 京崇工商广字第 0021 号

前言

Pro/ENGINEER 软件由著名的 CAD/CAM/CAE/PDM 软件解决方案供应商 PTC (Parameter Technology Corporation) 所发布, 以其参数化、基于特征、全相关等概念闻名于 CAD 界, 其界面友好, 功能强大, 操作便捷, 并很快受到了广大工程技术人员和爱好者的一致认可, 迅速成为应用最为广泛的三维设计软件之一, 广泛应用于机械、汽车、航天、家电、模具、工业设计等行业中的结构与外观设计以及数据管理。

本书以 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 中文版为平台, 是作者多年来从事 Pro/ENGINEER 等软件的工程设计与教学工作中的部分实例及相关资料的总结, 本书与目前的相关教材、参考资料等最大的不同之处是通过全面、完整、典型的实例建模来诠释、掌握并运用软件的建模功能、应用方法及操作技能, 书中所列实例具有如下特点。

(1) 实例内容丰富、完整, 实用性强, 将 Pro/ENGINEER Wildfire 软件功能融于实例造型之中, 能较全面地反映出软件的主要建模功能与应用特点。

(2) 实例建模符合工程设计和加工过程, 建模步骤简单, 注重软件功能的实用性和一般方法, 操作内容详细, 图例、尺寸清晰。

(3) 部分实例探寻不同建模操作方法, 做到有理有据, 集软件建模功能、方法与技巧于实例之中。

(4) 实例建模过程中的草图绘制充分体现参数驱动的操作特点, 快捷、方便。

(5) 实例操作中大量运用 Pro/ENGINEER Wildfire 软件的右键快捷菜单, 关注产品的设计过程, 适时采用异步特征操作方法能使模型树结构简单、图形清晰。

(6) 实例内容适用于其他 CAD/CAM 三维软件的操作训练素材。

通过对本书的系统学习与训练, 相信读者一定能在运用 Pro/ENGINEER Wildfire 软件上有所收获, 这也正是作者所期望的!

本书是在武汉城市职业学院 (武汉工业职业技术学院) 的机械制造与自动化、模具设计与制造等专业的教学资料的基础上加以整理而成的。由于作者水平有限, 书中难免有疏漏和不足之处, 恳请读者批评指正。

编者

2013 年 3 月

目 录

第 1 章 产品参数化草图绘制 1	
1.1 吊钩..... 1	
1.2 鞋底..... 5	
第 2 章 特征工具产品应用 8	
2.1 长方体上的斜穿孔..... 8	
2.2 “T”形夹具..... 17	
2.3 粗滤器盖..... 24	
2.4 曲轴..... 30	
2.5 烟灰缸..... 34	
2.6 围棋盒..... 37	
2.7 航模发动机顶盖..... 39	
2.8 茶杯..... 47	
2.9 手机外壳..... 53	
2.10 交接四棱锥台..... 58	
2.11 吊环螺钉..... 64	
2.12 滑槽..... 67	
2.13 吊钩..... 72	
2.14 圆柱螺旋体..... 75	
2.15 可乐瓶底型腔模..... 84	
2.16 六圆角曲面交汇处的光滑过渡 曲面..... 90	
第 3 章 实体建模产品设计 97	
3.1 楔形锻模（一）..... 97	
3.2 楔形锻模（二）..... 105	
3.3 单级减速器箱体..... 115	
3.4 单级减速器箱体..... 128	
3.5 弯管..... 145	
第 4 章 图形控制产品设计 158	
4.1 波纹盖..... 158	
4.2 盘形凸轮..... 162	
第 5 章 参数化产品设计 167	
5.1 渐开线圆柱啮合变位齿轮..... 167	
5.2 渐开线圆柱啮合变位齿轮的 程序化 PROGRAM 设计..... 178	
第 6 章 工程零件产品设计 181	
6.1 节能灯..... 181	
6.2 楔形锻模（三）..... 185	
6.3 安全阀阀体..... 189	
6.4 安全阀顶盖..... 203	
第 7 章 曲面建模产品设计 217	
7.1 起重吊钩..... 217	
7.2 螺旋桨..... 224	
7.3 QQ 企鹅..... 231	
7.4 油壶..... 245	
第 8 章 塑模产品设计 264	
8.1 塑料电器外壳..... 264	
8.2 塑料电器外壳的模具设计..... 277	
参考文献 282	

第1章

产品参数化草图绘制

1.1

吊钩

运用三维软件进行产品设计必须重视草图的绘制，正确、高效地绘制草图往往对特征、零件的建模起着相当重要的作用。在草绘过程采用“形似—添加约束—标注尺寸—修改尺寸”方法能最大限度地减少对图形的编辑操作以节省时间与精力，提高草绘的成功率，提升软件的应用技能，适用于目前所有主流的三维软件。

“形似”就是按照截面图的形状完成近似图形的绘制，必要时可对其中的图元进行适时的拖动，使之看起来“更像”，不必关注系统所添加的任何一个尺寸与约束。首先，要熟悉所绘制截面图的结构、图元的构成、几何约束与尺寸标注、图元的定位等方面内容，尽可能地掌握图形的大部分结构与主要尺寸，真正做到心中有数。其次，充分利用现有的参照如系统坐标系或创建合适的定位参照。第三，绘制图形过程中采用从左到右、自上而下、从外向里的方法顺次进行操作。第四，绘制过程中尽量避免并非图元之间所具有的约束，如水平与竖直的对齐、重合或共点、相切、等长与等半径、平行及垂直等。此外，第一个图元的选取、绘制起始位置也很重要，所有这些，唯有通过不断的练习与思考才能灵活掌握与应用。

“添加约束”就是对已完成的图形应根据设计等相关要求来添加必要的约束，如通过添加几何中心线来实现图元的对称约束。

“标注尺寸”就是对已添加完约束的图形进行必要的尺寸标注，添加几何约束有时会与标注尺寸交替完成，真正实现两者一个也不多一个也不少。

“修改尺寸”就是采用【修改】工具对已完成几何约束与尺寸标注的图形的所有尺寸同时进行修改以实现草图的成功完成。复杂的几何图形若采用逐个修改尺寸的方法来完成草图会因系统自动更新时找不到解而导致草图的尺寸驱动失败。

1. 吊钩轮廓曲线草图的绘制

选择 TOP 基准平面作为草绘放置平面，运用【线】、【3 点/相切端】，按照图 1-1 中的操作顺序完成吊钩轮廓曲线草图的绘制，再以“SKETCH_1”作为文件名对草图予以保存。

在绘制吊钩的截面轮廓曲线中，直线、圆弧尽可能保持相切，其中图 1-1 (a) ~ (i) 为连续

绘制直线与圆弧；图 1-1 (j) 为添加中心线；图 1-1 (k) ~ (l) 为分别约束两圆弧圆心与坐标系原点及水平轴重合；图 1-1 (m) 为约束上方斜直线的端点与中心线对称；图 1-1 (n) 为约束右侧直线成竖直；图 1-1 (o) 为标注大圆弧的定位尺寸；图 1-1 (p) 为利用“修改尺寸”对话框编辑修改尺寸，切记不要勾选对话框中的【再生】复选框。

吊钩轮廓曲线草图的绘制如图 1-1 (q) 所示。图 1-1 (r) 为吊钩截面轮廓曲线另一可能情形，这是由 $R2\text{mm}$ 圆弧的绘制位置所决定的，只需在 $R14\text{mm}$ 与 $R24\text{mm}$ 之间添加一圆弧，然后再稍加编辑即可完成。

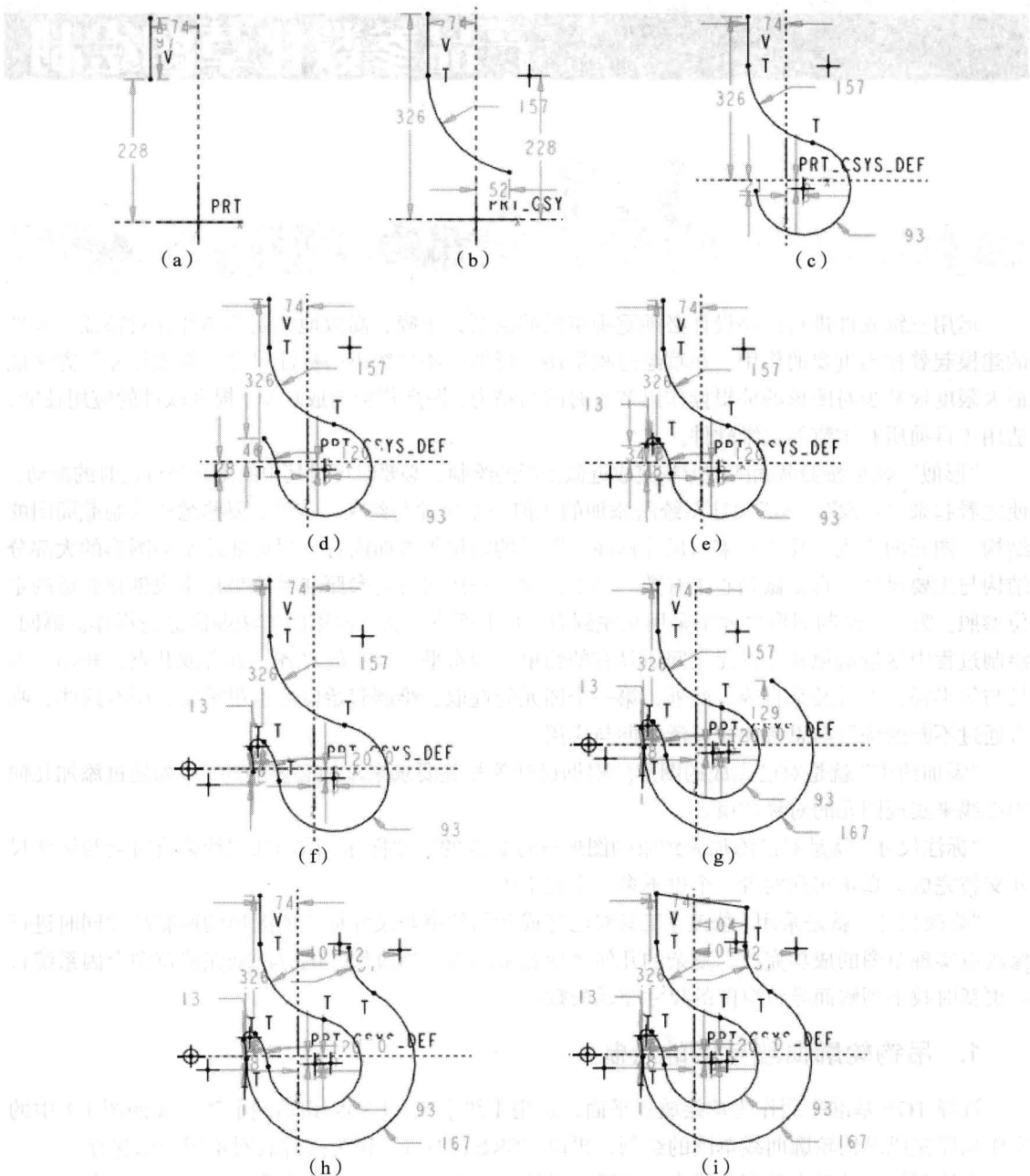


图 1-1 吊钩轮廓曲线草图的绘制

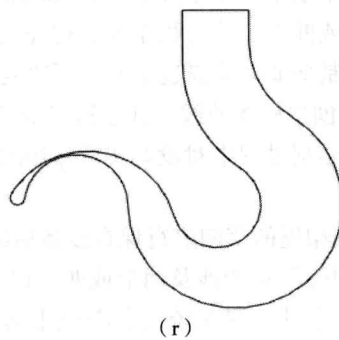
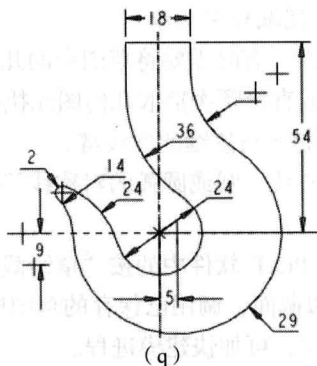
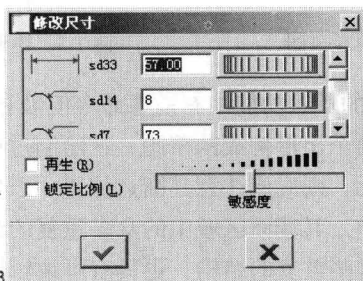
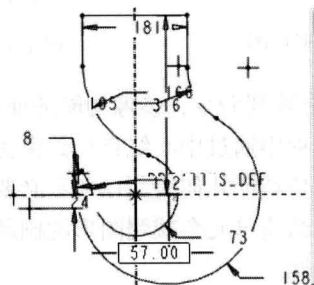
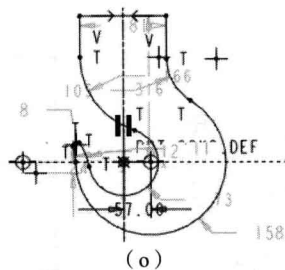
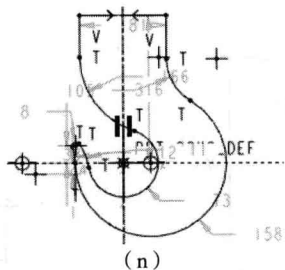
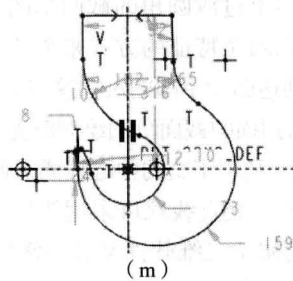
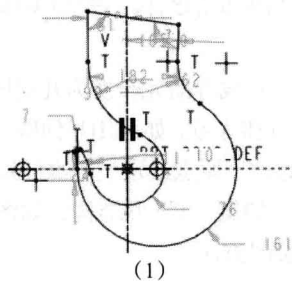
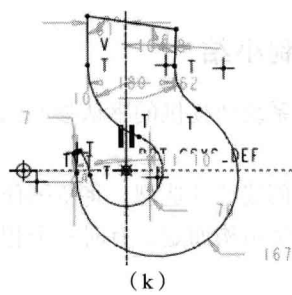
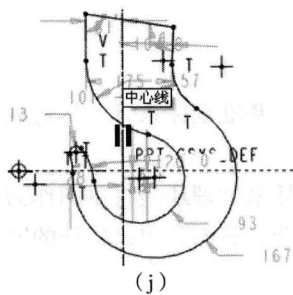


图 1-1 吊钩轮廓曲线草图的绘制 (续)

2. 草图绘制小结

(1) 充分利用系统所提供的默认参照如基准平面、基准坐标系等, 尽量减少几何约束与尺寸约束的数量。

(2) 为了快速创建特征造型, 将草图作为一个特征来处理还是将草图作为一个内部特征适时地进行创建要视后续结构而定。有时一个相对比较复杂的截面草图以特征的方式来创建更具有一定的价值。

(3) 对于具有多重过渡圆角的截面草图, 如带圆角的矩形结构, 若相关特征没有拔模要求, 可以将过渡圆角以倒圆角特征的方式来创建。

(4) 有时为了到达驱动草图的尺寸这一效果, 将圆、直线等图元转换为几何图元是一个很好的举措, 在创建可变剖面扫描的截面草图绘制时尤其值得注意和练习。如利用几何圆来实现五角星尺寸的驱动, 如图 1-2 所示; 利用正交的中心线或几何圆绘制对称于原点或定位基准的矩形, 如图 1-3 所示。

(5) 三条以上的正交直线就可采用矩形命令绘制, 如倒“T”形结构, 如图 1-4 所示。图 1-2、图 1-3 及图 1-4 均是初学三维软件又必须掌握的基本绘图方法。

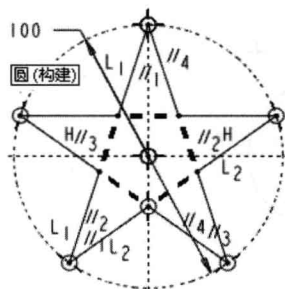


图 1-2 五角星草图

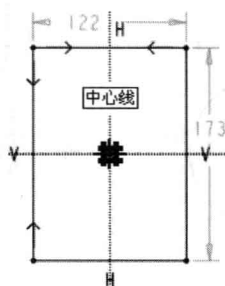


图 1-3 矩形草图

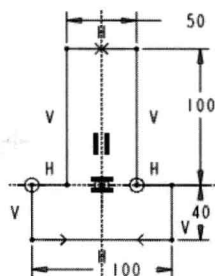


图 1-4 倒“T”形草图

(6) Pro/E 软件的草绘功能中有镜像命令但没有阵列命令, 镜像功能的使用应该是有条件的, 如图 1-4 所示的由两个矩形构成的草图, 在绘制过程中通过中心线自动约束为对称; 而由圆弧等曲线构成的几何图元, 则应该注意其断点位置, 以免特征几何表面形成不必要的曲面片。至于阵列功能, 一般情形中, 其截面区域中的众多重复的结构单元会减缓图形的刷新速度, 以“阵列”特征的方式来创建这些重复的结构, 更具有可编辑性。

(7) 采用【使用】、【偏移】分别进行原位复制与偏移复制操作中, 合理选择使用边的操作方式即【单个】、【链】、【环】, 做到既快速而又不遗漏相关对象。

(8) 在特征或曲面创建过程中要获得完美的外表面, 有时需要将草图中的几何图元转换为样条线, 即采用复制功能以【逼近】方式创建复合曲线或直接顺次拾取几何图元执行【编辑】|【转换到】|【样条】创建样条曲线, 注意这时的草图必须是光滑连续的曲线链。

(9) 在草图绘制过程中对没有实质作用的定位中心线、圆或圆弧的对称线等不必画出, 以使草图更简洁。

(10) 相同或相近的草图进行保存以备后续调用。Pro/E 软件中的按“草绘截面”方式创建的“混合”、“扫描混合”功能涉及两个或两个以上的相似截面, 调用已保存的草图即执行【草绘】|【数据来自文件...】|【文件系统...】或【调色板】, 可加快建模进程。

(11) 相对其他三维软件而言, Pro/E 软件自动添加几何约束的能力是比较强的, 因此, 在绘

制图形时应适时注意避免不必要的系统自动添加的约束,如水平、竖直对齐或等圆弧半径等的约束,可右键单击禁用不必要的约束,另外应注意几何图元端点是否真正位于水平或竖直轴线上。

(12) Pro/E 软件系统对于曲线的点采用单值求解方式,只返回一个解值。因此,充分运用【修改】工具实现一次修改所有的尺寸,一次驱动完成草图的绘制。

1.2

鞋底

绘制如图 1-5 (p) 所示的鞋底草图。

选择 TOP 基准平面作为草绘放置平面,运用【线】、【3 点/相切端】,按照图 1-5 中的操作顺序完成鞋底草图的绘制,再以“SKETCH_2”作为文件名对草图予以保存。

在草图绘制中,直线、圆弧尽可能保持相切,其中图 1-5 (a) ~ (k) 为连续绘制直线与圆弧;图 1-5 (l)、(m) 分别为添加过渡圆角及修剪后的结果;图 1-5 (n) 为约束最左侧圆弧圆心与坐标系原点重合;图 1-5 (o) 为标注并整理尺寸,其中: R20mm 圆弧的定位尺寸为“39.5”、左上的斜线与水平的夹角为“17”、R100REF (参考尺寸) 圆弧的定位尺寸为“65”和“45.5”、R57.5mm 圆弧的定位尺寸为“43.5”和“13”、R56.5mm 圆弧的定位尺寸为“75.5”和“75”、R189mm 圆弧端点的水平尺寸为“24.3”、R36mm 圆弧的定位尺寸为“197.5”;图 1-5 (p) 为利用“修改尺寸”对话框编辑修改尺寸后的草图,切记不要勾选对话框中的【再生】复选框。

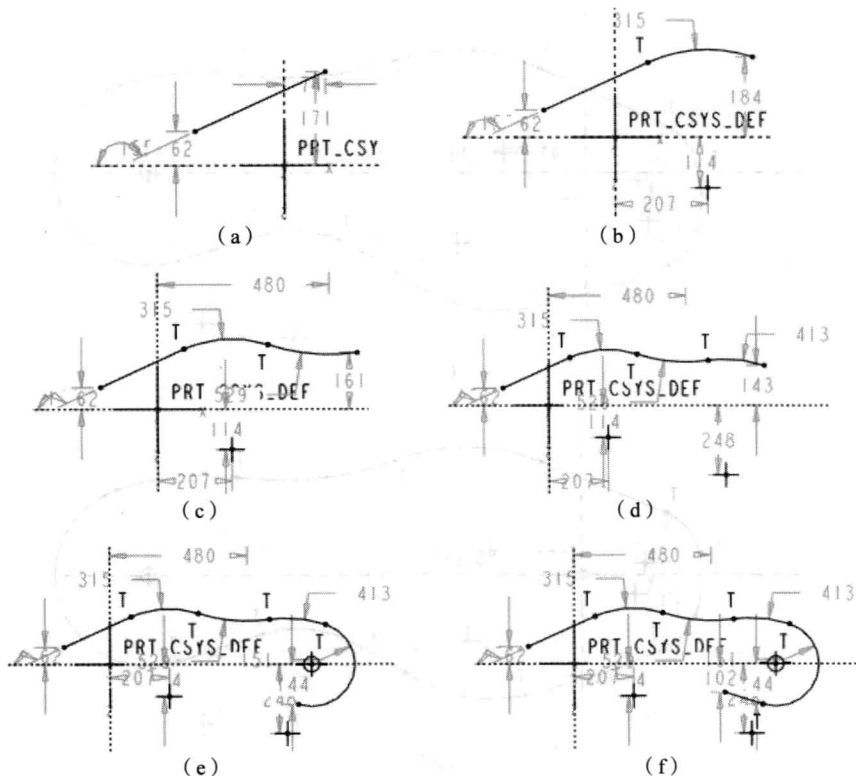


图 1-5 鞋底草图的绘制

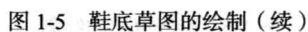




图 1-5 鞋底草图的绘制 (续)

特征工具产品应用

2.1

长方体上的斜穿孔

1. 150mm × 100mm × 50mm 长方体平板中的 $\phi 30\text{mm}$ 斜穿孔的加工 (见图 2-1)

(1) 设置工作目录。单击菜单【文件】|【设置工作目录】，在打开的“选取工作目录”对话框中，选取已建立的文件夹或单击工具条【新建文件夹】按钮或右键菜单选择【新建文件夹】并重命名为以作为 Pro/E 软件进行设计的工作目录，单击中键完成工作目录的设置。

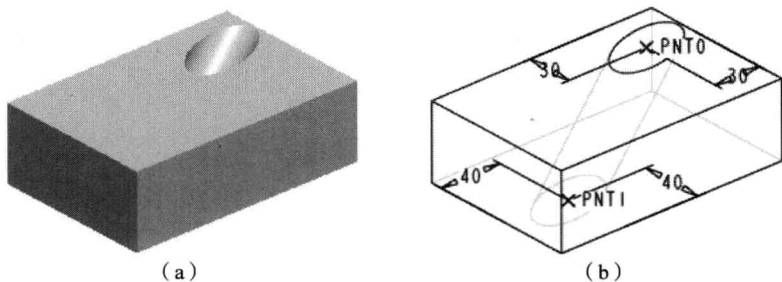


图 2-1 150mm × 100mm × 50mm 长方体平板中的 $\phi 30\text{mm}$ 斜穿孔

(2) 新建文件。单击菜单【文件】|【新建】或单击【新建】 按钮，接受默认的文件类型为【零件】，其子类型为【实体】，并键入“DATUM_1”作为文件名，不勾选【使用缺省模板】复选框，单击对话框中的【确定】按钮。在系统弹出“新文件选项”对话框中，双击“mmns_part_solid”进入 Pro/E 零件设计工作界面。

(3) 创建“150mm×100mm×50mm”长方体造型。单击【拉伸】，选择操控板中的“放置”面板并单击【定义...】按钮或右键菜单选择【定义内部草绘...】，系统打开“草绘”对话框以定义草绘平面及参照平面与方向，将光标置于 TOP 基准平面的边框处，当其高亮显示时单击左键拾取 TOP 基准平面作为草绘平面，系统自动选取与 TOP 基准平面正交的 RIGHT 基准平面作为参照平面，其参照方向为【右】，单击对话框中的【草绘】按钮或单击中键接受上述的缺省参照进入草绘界面，右键菜单选择【中心线】 于系统坐标系原点绘制两正交的中心线作为对称线，再次右键菜单选择【矩形】 绘制对称于两中心线的矩形并修改尺寸，如图 2-2 所示，单击完成草图的绘制。系统进入特征操作界面并显示拉伸特征的预览，右键拉伸深度的盲孔尺寸或深度控制滑块，从快捷菜单中选择【对称】，键入盲孔尺寸为“50”并按【Enter】键，单击中键完成长方体的造型，如图 2-3 所示。

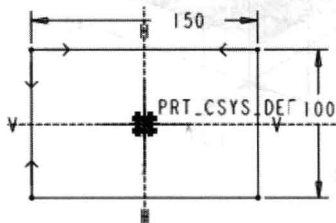


图 2-2 绘制矩形截面草图

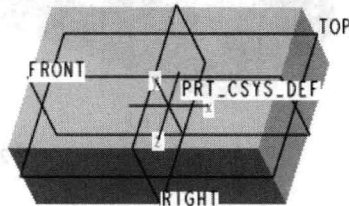


图 2-3 创建平板造型

(4) 创建基准点 PTN0、PNT1。在特征树中，按住【Shift】键，分别拾取“RIGHT”与“PRT_CSYS_DEF”，从快捷菜单中选择【隐藏】使三个基准平面与坐标系不显示在图形中。

选择菜单【插入】|【模型基准】|【点...】或单击【点】，系统弹出“基准点”对话框，选取图 2-3 中的上表面作为放置参照以创建基准点 PNT0，如图 2-4 (a) 所示，左键按住其中之一的偏移放置参照控制滑块，将其拖到长方体的右侧边线（或右侧面）上直至该边线（或侧面）高亮显示为止，此时的控制滑块显示为黑底、中心为白色圆形，表示已捕捉到定位基准，释放左键后控制滑块中的颜色则互换；重复上述操作，将另一偏移放置参照控制滑块定位到后侧边线（或后侧面）上，如图 2-4 (b) 所示，双击水平方向的尺寸键入“30”并按【Enter】键，双击竖直方向的尺寸键入“30”并按【Enter】键，如图 2-4 (c) 所示；将光标置于前侧表面单击右键一次，此时模型的下表面高亮显示，再单击左键以选取该模型的下表面作为放置参照以创建基准点 PNT1，重复上述操作，其定位基准分别为前侧边线（或前表面）与左侧边线（或左表面），键入定位尺寸分别为“40”、“40”，如图 2-4 (d) 所示。最后，单击中键完成基准点集 PNT0、PNT1 的创建，如图 2-1 (b) 所示。

(5) 创建基准轴 A_1。选择菜单【插入】|【模型基准】|【轴...】或单击【轴】，系统弹出“基准轴”对话框，按住【Ctrl】键分别选取基准点集 PNT0、PNT1，单击中键完成过两基准点的基准轴 A_1 的创建，如图 2-5 所示。

(6) 创建基准平面 DTM1。选择菜单【插入】|【模型基准】|【平面...】或单击【平面】，系统弹出“基准面”对话框，按住【Ctrl】键分别选取基准轴 A_1 与基准点 PNT1，单击中键完成

过基准轴上的点的法平面 DTM1 的创建, 如图 2-6 所示。

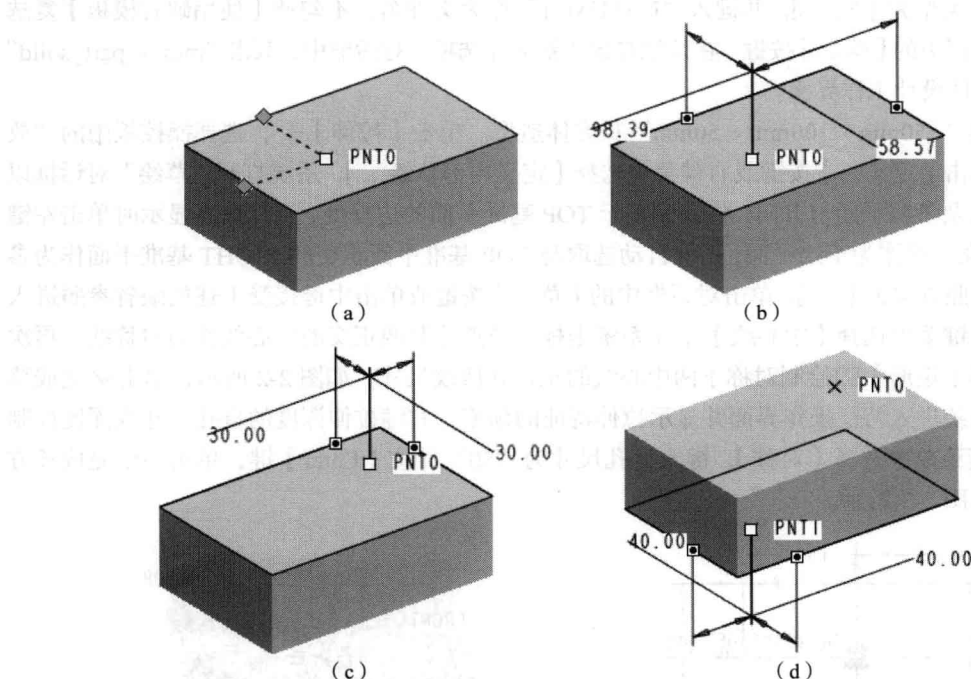


图 2-4 创建基准点集

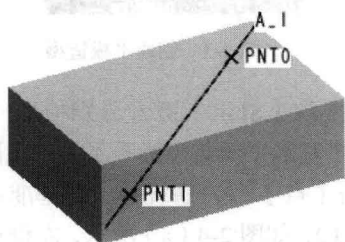


图 2-5 创建基准轴

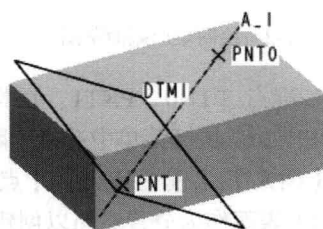


图 2-6 创建基准平面 DTM1

(7) 创建基准平面 DTM2。选择菜单【插入】|【模型基准】|【平面...】或单击【平面】, 系统弹出“基准面”对话框, 按住【Ctrl】键分别选取基准轴 A_1 (或两基准点 PNT1、PNT0) 与模型的前侧面 (或模型的其他任一表面), 单击中键完成过基准轴 (或过两基准点) 与所选平面形成法向的基准平面 DTM2 的创建, 如图 2-7 所示。

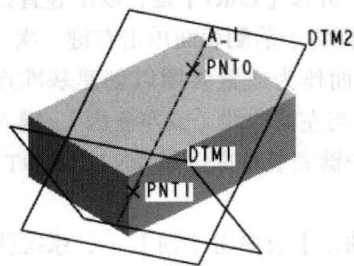


图 2-7 创建基准平面 DTM2

显然, 选取两基准点 PNT0、PNT1 (或基准轴 A_1) 与长方体中的任意一顶点也可创建过三个点的基准平面 DTM#, 并且与基准平面 DTM1 正交。

(8) 单击【拉伸】, 两次右键菜单分别选择【去除材料】、【定义内部草绘...】, 系统打开“草绘”对话框以定义草绘平面及参照平面与方向, 选取 DTM1 基准平面作为草绘平面, 再选取 DTM2 基准平面作为参照平面, 切换方向为【顶】, 单击中键进入草绘界面, 如图 2-8 所示。系统弹出“参照”对话框, 所显示的参照状态为“局部放置的”, 这说明草绘图元的定位参照基准不足, 为此, 可选择添加的参照对象

有基准点 PNT0 (或 PNT1)、基准轴 A_1、长方体中的任一顶点、与 DTM2 非平行的边线以及系统坐标系。为了实现草绘图元的完全定位即用于标注与约束的参照,且又能最大限度地减少尺寸标注与约束的数量,此处选取基准点 PNT0、PNT1、基准轴 A_1 三者之一作为参照图元,右键菜单选择【圆】于参照图元 PNT0 (或 PNT1) 处绘制一截面圆草图,键入直径尺寸为“30”,如图 2-8 所示,单击完成草图的绘制。右键拉伸深度的盲孔尺寸值或深度控制滑块,从快捷菜单中选择【穿透】,再打开操控板中的“选项”面板,从“第 2 侧”的下拉列表框中选取【穿透】,单击中键完成斜穿孔的加工,其结果如图 2-1 所示。

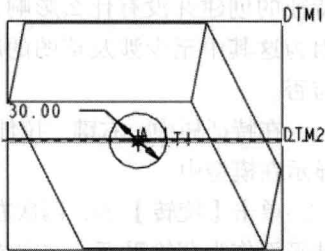


图 2-8 添加参照与绘制截面草图

(9) 上述的操作过程中,若不选参照平面 DTM2 也是可以的。在特征树中,右键“拉伸 2”特征,从快捷菜单中选择【隐含】,确认后斜穿孔被抑制将不再显示在模型中。

单击【拉伸】,两次右键菜单分别选择【去除材料】、【定义内部草绘...】,系统打开“草绘”对话框以定义草绘平面及参照平面与方向,选取 DTM1 基准平面作为草绘平面,直接单击中键进入草绘界面,如图 2-9 所示。系统弹出“参照”对话框,所显示的参照状态为“局部放置的”,这说明草绘图元的定位参照不足。除了采用上述的适时添加参照图元的方法之外,也可以直接右键菜单选择【圆】,系统进一步弹出“缺少参照”的提示,选择【是】按键后,在草绘界面适当位置绘制直径为“30”的圆截面,单击【约束】按键选取【重合】,将草绘圆的圆心约束到所创建的基准点或基准轴上,如图 2-9 所示。单击菜单【草绘】|【参照...】或单击鼠标右键在弹出的快捷菜单中选择【参照】,从“参照”对话框中能够看出所选的基准点 PNT0 (或 PNT1、基准轴 A_1) 图元出现在“参照”收集器中,并且参照状态显示为“完全放置的”,如图 2-10 所示,单击完成草图的绘制,设置两侧的拉伸方式均为【穿透】,单击中键完成斜穿孔的加工,其结果如图 2-1 所示。

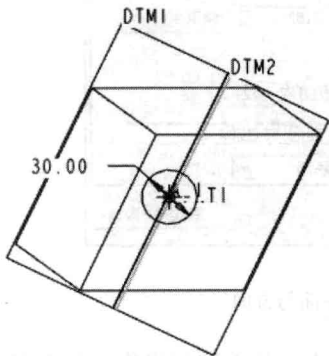


图 2-9 绘制截面草图与添加参照

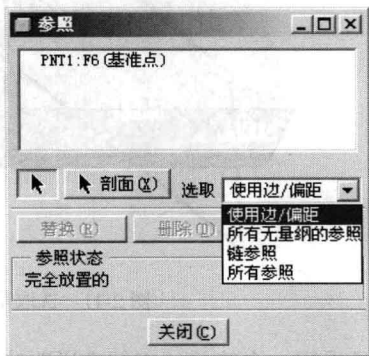


图 2-10 “参照”对话框

在图 2-10 所示的“参照”对话框中,选取参照图元的方式是很多的。添加参照图元应本着草绘图元的定位以最少的几何约束与尺寸约束的原则来进行。此外,还应该注意到所选取的参照图元尽可能地保证在特征或零件的编辑定义过程中不至于造成参照图元缺失的情况出现。

(10) 草绘视图的定向。从图 2-8 与图 2-9 可以看出,在选取了草绘平面后,是否选取草绘参照平面以及指定其参照方向(即“顶”、“底部”、“左”、“右”)对于草绘平面的 x、y 轴方向

的确定是不同的。由于上述的截面属于比较单一的图元，并且其定位方式也比较简单，对于特征的创建并没有什么影响，但在某些特征的创建中，就必须考虑到草绘视图的定向问题，因为这其中至少涉及草图的起始点位置、草绘平面的 $x y$ 轴方向的确定以及草绘的难易与方便与否。

在特征树中，右键“拉伸 3”特征，从快捷菜单中选择【隐含】，确认后斜穿孔被抑制而不再显示在模型中。

单击【旋转】，两次右键菜单分别选择【去除材料】、【定义内部草绘...】，选取 DTM2 基准平面作为草绘平面，选取或接受长方体的前侧面“曲面：F5（拉伸_1）”作为参照平面，确认方向为【底部】，如图 2-11 所示，单击中键进入草绘界面，添加基准轴 A_1（或基准点 PNT0、PNT1）作为参照，草绘界面显示如图 2-12（a）所示，可以看出以模型表面作为参照平面时，其法向指向下方，其旋转轴为斜向。右键菜单选择【中心线】；绘制与基准轴 A_1 重合的中心线，右键菜单选择【线】，在中心线的一侧绘制矩形截面草图，并将矩形的左侧和右侧的直线图元通过【重合】分别与同侧模型的顶点对齐，标注径向尺寸并修改为“30”，如图 2-12（a）所示。单击菜单【草绘】|【草绘设置...】，系统打开“草绘”对话框，选择方向为【右】，如图 2-12（b）所示；激活“参照”右侧的收集器，再选取 DTM1 基准平面作为参照平面，切换方向为【底部】或【顶】，则 DTM1 基准平面的法向指向下方或上方，此时的旋转轴为竖直，草绘截面可采用【矩形】绘制，如图 2-12（c）所示；再切换方向为【左】或【右】，则 DTM1 基准平面的法向指向左侧或右侧，此时的旋转轴为水平，草绘截面可采用【矩形】绘制，如图 2-12（d）所示，单击完成草图的绘制。接受缺省的旋转角度为“360”，单击中键完成斜穿孔的加工，其结果如图 2-1 所示。

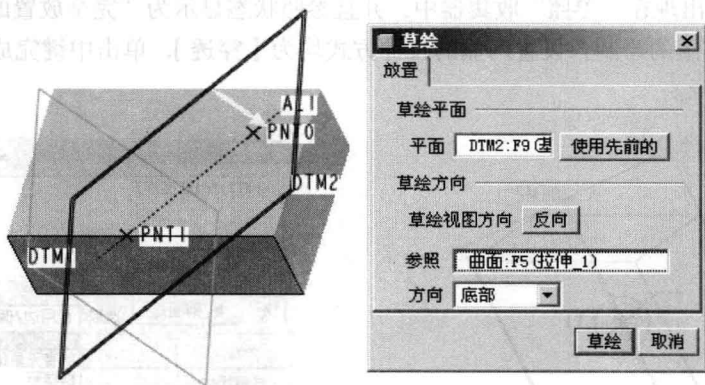


图 2-11 选取草绘平面和参照平面与方向

以上只是采用一个简单的实例来说明草绘参照平面与方向的选取与操作，在 CATIA、UG NX 等软件中均有类似的情形，相比之下，只是 Pro/E 软件对于这一问题体现得更突出一些，但这些均是三维建模中必须考虑的基本问题。

（11）创建孔特征来完成斜穿孔造型。只要涉及草图的绘制，其草绘视图的定向就无法避免，对于图 2-1 中的斜穿孔采用“孔”工具来实现其问题就要简单得多。

在特征树中，右键“旋转 1”特征，从快捷菜单中选择【隐含】，确认后斜穿孔被抑制将不再显示在模型中。

单击【平面】，按住【Ctrl】键分别选取 DTM1 基准平面与长方体的左下方顶点创建穿