



Pro/ENGINEER 工程师之路丛书

Pro/ENGINEER Wildfire

产品设计与 机构动力学分析

和青芳 徐征 等编著
周四新 审校



机械工业出版社
China Machine Press

GINEER 工程师之路丛书

Pro/ENGINEER Wildfire 产品设计与机构动力学分析

和青芳 徐 征 等编著
周四新 审校

机 械 工 业 出 版 社

Pro/ENGINEER 是世界著名的三维设计软件, 其 Wildfire 版是 PTC 公司推出的最新版本。

本书以零件设计→模型装配→机构仿真为主线, 详细介绍 Pro/ENGINEER Wildfire 在产品设计及其在机构动力学(仿真)中的应用。全书范例典型、实用、操作步骤详实、图文并茂, 适于各层次的三维爱好者学习使用, 也可用作大中专院校相关课程设计、毕业设计的参考教材。

本书所附光盘包含本书全部范例模型文件, 以方便读者学习和使用。

图书在版编目(CIP)数据

Pro/ENGINEER Wildfire 产品设计与机构动力学分析/和青芳等编著.

-北京: 机械工业出版社, 2004.1

(Pro/ENGINEER 工程师之路丛书)

ISBN 7-111-13536-9

I. P… II. 和… III. 机械设计: 计算机辅助设计-应用软件,
Pro/ENGINEER Wildfire IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 110377 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: 吴宏伟 版式设计: 谭奕丽

北京大地印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2004 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16·18.5 印张·456 千字

0001~5000 册

定价: 29.00 元(含 1CD)

凡购本图书, 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) 68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

前 言

Pro/ENGINEER 是美国 PTC 公司研制的一套由设计至制造的一体化三维设计软件，是新一代的产品造型系统。该公司最新推出的 Pro/ENGINEER Wildfire 野火版，更是将三维设计软件无论从易用性、设计的高效率，还是功能的实用性都推向一个新的顶点，可以说三维设计时代已经开始。

如果您是一位产品设计师，利用该软件的实体建模、曲面建模、自由造型、图形渲染等功能，可轻松实现您的构思与创意；如果您是一位结构或工程师，利用该软件，不但可建立零件模型，还可轻松建立部件、整机的装配模型，还可对设计的产品，在计算机上预先进行动态、静态分析、装配干涉检验，甚至运动仿真功能，令您的设计不仅快速高效，而且天衣无缝，一次成功。

本书特色：

- 突出产品设计的完整性。讲述了自零件设计到模型装配，最后对装配的机构进行仿真，研究分析机构的状况。
- 突出范例的典型性与实用性。全书所有范例都经过反复推敲，使之既源于产品设计实践又具有一定的代表性，力争体现知一点会一片的写作思想。
- 注重三维零件设计的逻辑思考，注重同一目标不同途径的方案设计。本书在范例的讲述中，首先给出完整模型，然后是基本操作过程，最后是完成该模型的详细操作步骤。在产品设计中许多过程可按同一方式完成，但编者在各范例中尽量采用不同的方式和技巧，以期扩展读者的设计思路。
- 面向多层次用户是本书的又一特点。初学者对照本书的操作步骤，可以快速制作出三维模型，对于中高级用户，也有很好的参考价值。

本书主要由北京交通大学和青芳、徐征编著，此外，邱青云、张春秀、白雪清、苑玲彩、藏悦利，以及北京理工大学计算机系的周朝晖也参加了本书部分章节的编写。全书由周四新审阅、校对。

本书关于三维产品设计、建模的操作技巧，同样适用于 Pro/ENGINEER 的其它版本。本书虽经反复校对，加之时间仓促，疏漏之处在所难免，诚望广大读者和同仁指正。如果您有何意见、建议和问题，欢迎到三维在线网站<http://www.3d3d.net>的三维论坛发表，也可发电子邮件到：zsx9898@sohu.com。

另外，我们制作了一套本书的电子教案，供教师免费下载使用。

编者

目 录

第1篇 零件设计篇

第1章 常用标准件设计范例.....	2
1.1 压力密封圈.....	2
1.2 六角头螺栓.....	5
1.3 蝶形螺母.....	12
1.4 变螺距压缩弹簧.....	17
1.5 普通球轴承.....	19
1.6 三通接头.....	26
第2章 轴、盘类零件设计范例.....	33
2.1 轴.....	33
2.2 轴承端盖.....	37
2.3 法兰盘.....	42
2.4 带轮.....	48
2.5 方向盘.....	56
2.6 斜齿圆柱齿轮.....	60
2.7 渐开线圆柱直齿轮.....	67
2.8 锥齿轮.....	73
第3章 支座、箱体类零件设计范例.....	78
3.1 普通支座.....	78
3.2 箱壳.....	83
3.3 滑动轴承座与滑动轴承盖.....	90
3.4 齿轮减速箱.....	99
第4章 民用品类产品造型设计范例.....	120
4.1 风扇.....	120
4.2 杯子.....	128
4.3 小锅.....	138
4.4 轮胎.....	141
4.5 显示器外形.....	146

第 2 篇 模型装配与工程图

第 5 章 模型装配的准备知识	160
5.1 模型装配对话框	160
5.2 装配约束类型	162
5.3 装配连接类型	166
5.4 零件装配与连接	168
第 6 章 模型装配综合应用实例 —— 组装曲柄滑块机构模型	178
第 7 章 建立工程图的准备知识	186
7.1 Drawing 模块工作界面	186
7.2 使用模板建立三视图	188
7.3 无模板方式建立工程图	190
7.3.1 一般视图	191
7.3.2 投影视图	192
7.3.3 辅助视图	194
7.3.4 局部视图	200
第 8 章 建立工程图综合应用实例	204

第 3 篇 机构动力学分析

第 9 章 机构动力学分析基本知识	218
9.1 Mechanism 模块工作界面及命令菜单	218
9.2 Mechanism 模块中使用的术语	222
9.3 机构运动学工作流程	222
9.4 机构动力学工作流程	223
第 10 章 机构动力学分析基本操作	225
10.1 机构的设定	225
10.2 建立初始条件	226
10.3 添加质量属性	229
10.4 设置连接轴	230
10.5 对机构中的体进行编辑	233
10.6 凸轮-随动件连接	235
10.7 槽轮-随动件连接	238
10.8 齿轮副	240
10.9 创建伺服马达	243

10.10	拖动.....	247
10.11	创建弹簧.....	250
10.12	创建阻尼器.....	252
10.13	创建力和力矩.....	253
10.14	定义引力加速度.....	257
10.15	创建力马达.....	257
第 11 章	机构动力学分析	261
11.1	执行分析.....	261
11.2	测量.....	263
11.3	机构动力学分析应用实例	265
11.3.1	曲柄滑块机构	265
11.3.2	四连杆机构	271
11.3.3	凸轮-随动件连接机构	280

第 1 篇 零件设计篇

本篇共分 4 章，以实例的方式详细讲解使用 Pro/ENGINEER Wildfire 进行零件设计的具体操作过程。内容几乎涵盖了各个方面的典型零件。为使读者在有限的实例中，全面地掌握 Pro/ENGINEER Wildfire 零件设计的各种特征工具，对各章的零件范例编者进行了精心筛选和编排。

只要按照本书的范例对照练习、举一反三，定能快速掌握 Pro/ENGINEER Wildfire 软件的使用，设计出自己满意的作品。

本篇主要包含如下内容：

- 常用标准件设计范例
- 轴、盘类零件设计范例
- 支座、箱体类零件设计范例
- 民用品类产品造型设计范例

第 1 章 常用标准件设计范例

在产品设计中要经常使用一些标准零件，如键、螺母、螺栓、弹簧等，标准件的设计相对来说较简单和规范。通过本章学习使读者初步掌握 Pro/ENGINEER Wildfire 的建模功能，会制作常用的标准零件模型。

本章包含如下内容：

- ◆ 压力密封圈
- ◆ 六角头螺栓
- ◆ 蝶形螺母
- ◆ 变螺距压缩弹簧
- ◆ 普通球轴承
- ◆ 三通接头

1.1 压力密封圈

本节制作如图 1-1 所示的压力密封圈模型。在该例的制作中主要使用旋转特征和镜像特征来完成模型的构建。

实例演练

步骤 1 建立新文件

(1) 单击菜单 File→New 命令，打开 New 对话框。

(2) 选择 Part 类型，在 Name 栏中输入新建文件名称“YLMF”。

(3) 单击 OK 按钮，进入零件设计工作环境。

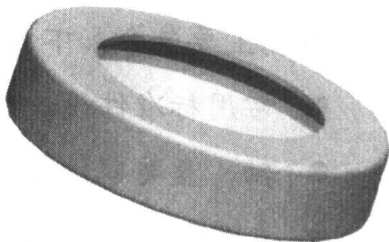


图 1-1

步骤 2 使用旋转特征工具

(1) 单击工作区右侧工具栏中的旋转工具图标按钮 ，打开旋转特征面板，如图 1-2 所示。

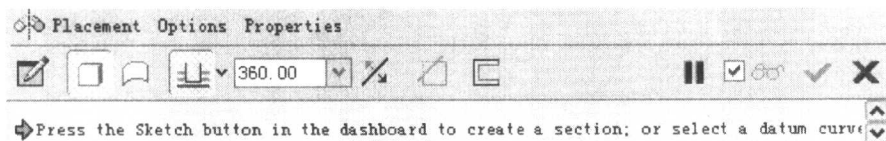


图 1-2

- (2) 单击  按钮, 绘制旋转截面, 弹出 Section 对话框。
- (3) 如图 1-3 所示, 选择 FRONT 基准面为草绘平面, 其他选项接受系统的默认设置。
- (4) 单击 Section 对话框中的 Sketch 按钮, 进入草绘工作环境。
- (5) 单击工作区右侧工具栏中的绘制中心线按钮 , 如图 1-4 所示。

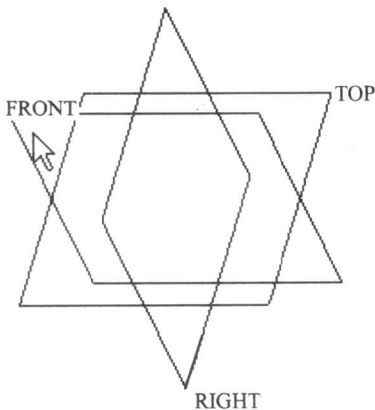


图 1-3

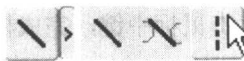


图 1-4

- (6) 绘制如图 1-5 所示的一条中心线作为旋转中心线。
- (7) 使用绘制直线命令绘制如图 1-6 所示的草绘截面。

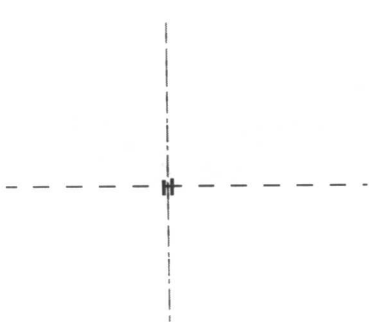


图 1-5

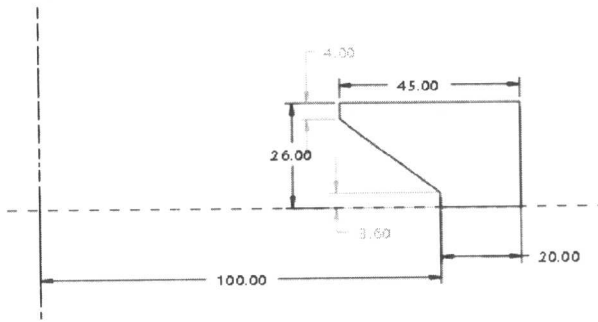


图 1-6

- (8) 单击草绘命令工具栏中的  按钮, 完成草绘截面的绘制, 返回旋转特征面板。
- (9) 接受系统默认设置, 单击  按钮, 查看生成的模型, 结果如图 1-7 所示。
- (10) 单击  按钮, 完成旋转特征的建立。

步骤 3 使用镜像工具生成模型

- (1) 单击菜单 Edit→Feature Operations 命令, 打开如图 1-8 所示的 FEAT 菜单。
- (2) 依次单击 Copy→Mirror→Select→Dependent→Done 命令。

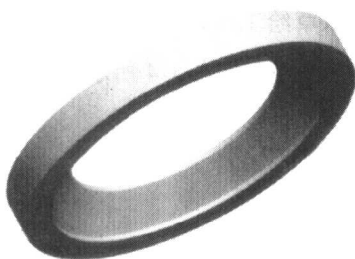


图 1-7

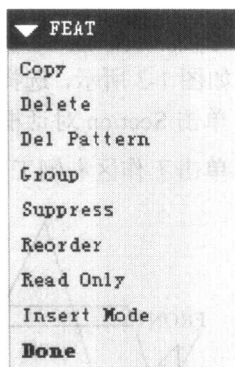


图 1-8

- (3) 在工作窗口中选择建立的旋转特征模型。
- (4) 单击 SELECT FEAT 菜单中的 Done 命令。
- (5) 选择如图 1-9 所示的模型端面为镜像平面。
- (6) 单击鼠标中键，完成模型的镜像，结果如图 1-10 所示。

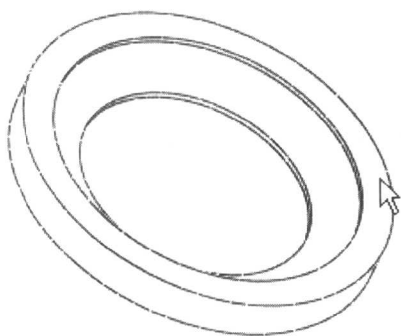


图 1-9

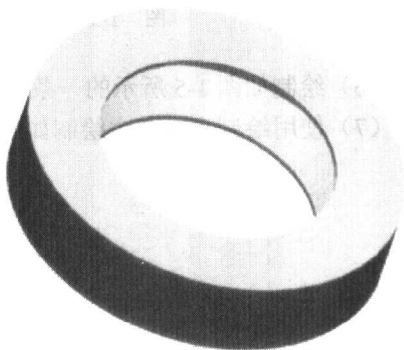


图 1-10

步骤4 倒圆角

- (1) 单击工作区左侧工具栏中的圆角工具按钮 ，打开圆角特征面板，如图 1-11 所示。
- (2) 选择图 1-12 所示的一条端面边线。

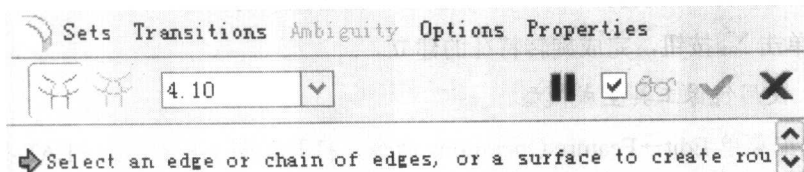


图 1-11

(3) 模型中预显示默认设置的圆角特征, 双击模型中的圆角半径尺寸, 将其修改为 5, 如图 1-13 所示。

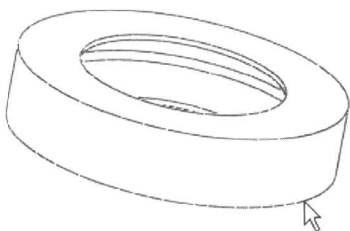


图 1-12

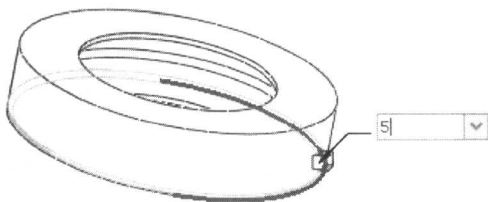


图 1-13

(4) 单击  按钮, 预览建立的圆角特征, 如图 1-14 所示。

(5) 方法同上, 对另一条端面边线倒圆角, 圆角半径也为 5。

(6) 单击  按钮, 完成圆角特征的建立, 结果如图 1-15 所示。

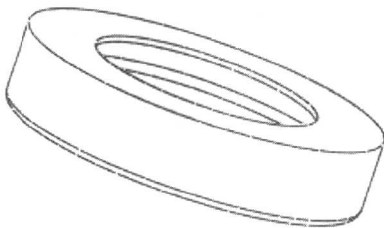


图 1-14

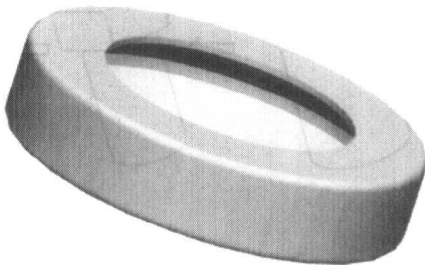


图 1-15

 提示: 在创建多个半径相同的圆角特征时, 可使用如下快捷的方法: 按下 Ctrl 键, 然后依次选择要建立圆角的边线, 则这些边线成为一个组, 它们具有同一个圆角半径。

步骤 5 保存模型

单击菜单 File→Save 命令, 信息区显示一个保存文本框, 单击  按钮, 保存当前建立的零件模型。

1.2 六角头螺栓

本节制作如图 1-16 所示的六角头螺栓模型。在该例中主要学习使用螺旋扫描特征、拉伸增料特征、拉伸减料特征、旋转减料特征、扫描混合特征来完成模型的构建。该模型的基本制作过程如图 1-17 所示。

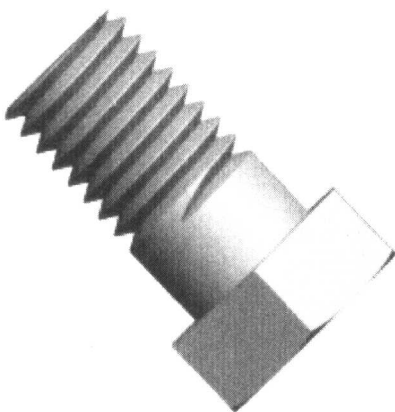


图 1-16

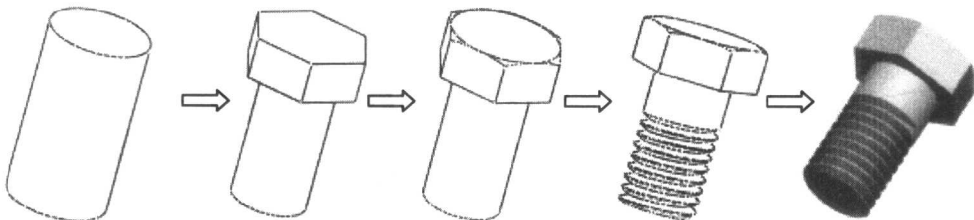


图 1-17

实例演练

步骤 1 建立新文件

- (1) 单击菜单 File→New 命令，打开 New 对话框。
- (2) 选择 Part 类型，在 Name 栏中输入新建文件名称“BOLT”。
- (3) 单击 OK 按钮，进入零件设计工作环境。

步骤 2 使用拉伸工具建立螺栓毛坯

- (1) 单击工作区右侧工具栏中的  按钮，打开拉伸特征面板。
- (2) 单击  按钮，绘制拉伸截面，弹出 Section 对话框。
- (3) 选择 FRONT 基准面为草绘平面，RIGHT 面为参考面。
- (4) 单击 Section 对话框中的 Sketch 按钮，进入草绘工作环境。
- (5) 绘制如图 1-18 所示的圆，作为拉伸截面。
- (6) 单击草绘命令工具栏中的  按钮，完成拉伸截面的绘制。
- (7) 单击鼠标中键，返回拉伸特征面板。
- (8) 输入拉伸长度“25”，其他选项接受系统默认的设置，如图 1-19 所示。

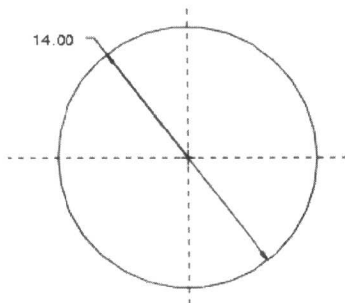


图 1-18

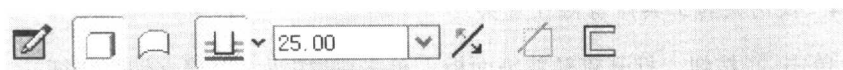


图 1-19

(9) 单击  按钮，完成拉伸特征的建立，结果如图 1-20 所示。

步骤3 使用拉伸工具建立六角端头

- (1) 单击工作区右侧工具栏中的  按钮，打开拉伸特征面板。
- (2) 单击  按钮，绘制拉伸截面，弹出 Section 对话框。
- (3) 选择螺柱毛坯的一个端面为草绘平面，选择 RIGHT 基准面为参考面。
- (4) 单击 Section 对话框中的 Sketch 按钮，系统进入草绘工作环境。
- (5) 绘制如图 1-21 所示的正六边形作为拉伸截面。

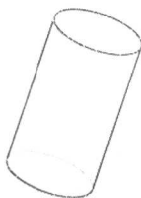


图 1-20

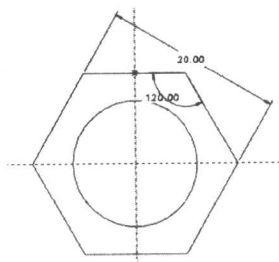


图 1-21

- (6) 单击草绘命令工具栏中的  按钮，完成拉伸截面的绘制。
- (7) 单击鼠标中键，返回拉伸特征面板。
- (8) 输入拉伸长度“8”，拉伸方向垂直端面向外，如图 1-22 所示。



提示：若方向与图中指示的不同，单击  按钮即可改变其方向。

- (9) 单击  按钮，完成拉伸特征的建立，结果如图 1-23 所示。

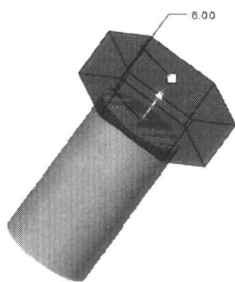


图 1-22

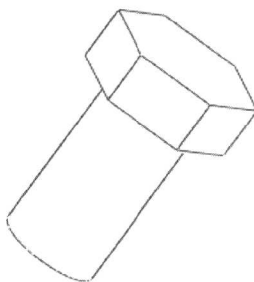


图 1-23

步骤4 使用旋转工具修剪螺栓端头

- (1) 单击 按钮，打开旋转特征面板。单击 按钮，以建立切割特征。
- (2) 单击 按钮，绘制旋转截面，弹出 Section 对话框。
- (3) 选择 TOP 基准面为草绘平面，RIGHT 基准面为参考面。
- (4) 单击 Sketch 按钮，进入草绘工作环境。
- (5) 绘制一条中心线和一段圆弧，如图 1-24 所示。
- (6) 单击 按钮，完成草绘截面的建立。
- (7) 单击鼠标中键，返回旋转特征面板。
- (8) 材料移除方向如图 1-25 中黄色箭头所示的方向。

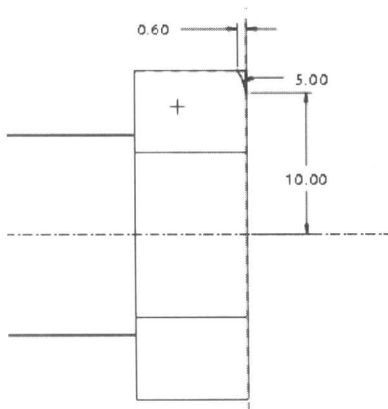


图 1-24

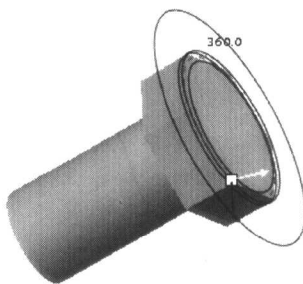


图 1-25



提示：若移除材料方向与图示不同，单击面板中的 方向调整按钮即可，如图 1-26 所示。

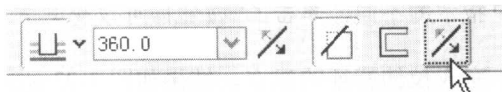


图 1-26

(9) 单击  按钮, 完成旋转减料特征的建立, 结果如图 1-27 所示。

步骤 5 建立螺纹

- (1) 单击菜单 Insert→Helical Sweep→Cut 命令, 打开 ATTRIBUTES 菜单。
- (2) 选择 Constant、Thru Axis、Right Handed 命令, 然后单击 Done 命令。
- (3) 选择 RIGHT 基准面为草绘平面, 接受系统默认的视图方向和参考面。
- (4) 绘制旋转中心线和一条直线轨迹, 如图 1-28 所示。

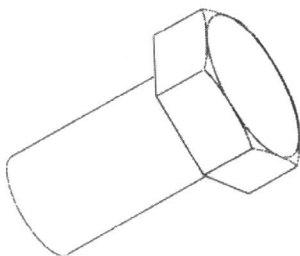


图 1-27

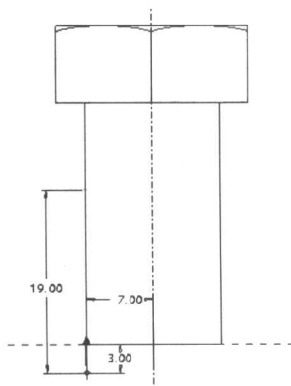


图 1-28

(5) 单击  按钮, 在信息区显示的文本栏中输入螺距值“2”, 并绘制如图 1-29 所示的截面。

(6) 单击草绘命令工具栏中的  按钮, 单击 DIRECTION 菜单中的 Okay 命令。单击鼠标中键, 完成特征的建立, 结果如图 1-30 所示。

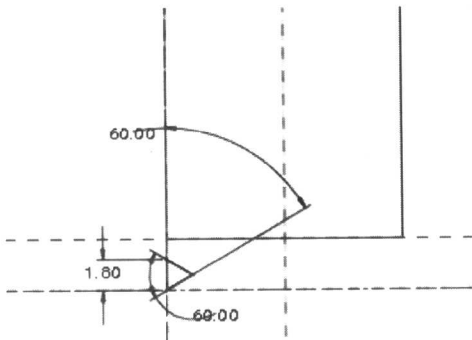


图 1-29

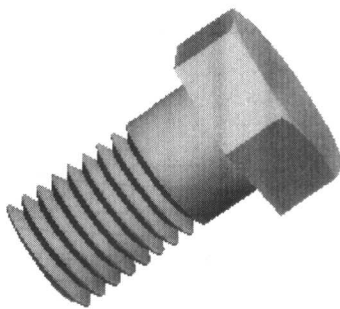


图 1-30

步骤 6 使用投影方式建立一扫描曲线

- (1) 单击菜单 Edit→Project 命令, 打开投影特征面板, 如图 1-31 所示。

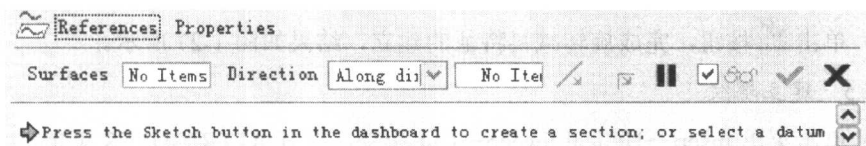


图 1-31

(2) 单击 References 按钮，打开如图 1-32 所示的面板。

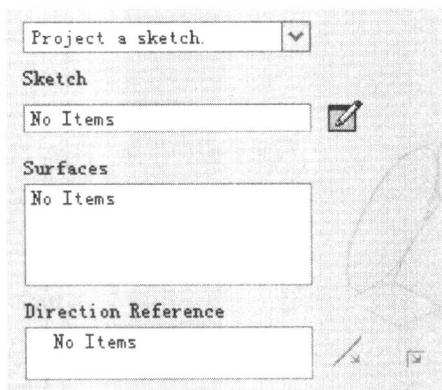


图 1-32

(3) 选择 Project a sketch，投影一个草绘图形。

(4) 单击  按钮，打开 Section 对话框。选择 TOP 基准面为草绘平面，RIGHT 基准面为参考面。

(5) 单击 Sketch 按钮，绘制如图 1-33 所示的一段圆弧。

(6) 单击  按钮，完成草图绘制，返回投影特征面板。

(7) 在 References 面板的 Surfaces 栏中单击，如图 1-34 所示，以选择曲面投影到哪一个曲面上。

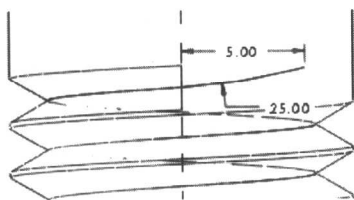


图 1-33

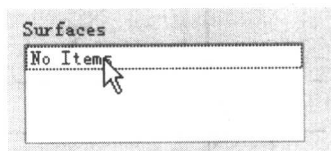


图 1-34

(8) 选择图 1-35 中高亮显示的螺栓侧面。

(9) 在 Direction Reference 栏中单击，以选择投影方向的参考。

(10) 选择 TOP 基准面为投影方向参考，投影方向应如图 1-36 所示。

(11) 单击  按钮，完成投影曲线的建立。