

Pro/ENGINEER



CAD/CAM 软件
工程应用实例丛书

Wildfire 3.0 曲面建模实例精解

曹岩 主编 韩敏 白瑛 副主编



附1CD

光盘中含全书所有的
工程实例文件

主要实例的

演示动画



化学工业出版社

TH122/827D

2008

CAD/CAM 软件工程应用实例丛书

Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 曲面建模实例精解

曹 岩 主编

韩 敏 白 瑀 副主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书从使用者的角度出发,通过融经验技巧于一体的典型实例的讲解,系统、深入地介绍了 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 在曲面建模方面的主要功能及建模方法,包括一般曲面类产品建模、自由曲面类产品建模、模具型腔类零件建模、齿轮类零件建模、蜗轮蜗杆零件建模、涡轮类零件建模、凸轮类零件建模、叶轮叶片类零件建模、玩具汽车建模、餐具建模、五金制品建模,以帮助读者提高计算机辅助设计能力,最后能熟悉使用 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 系统作为开发平台,针对企业产品特点,快速、高效地开发出适应市场需求的产品。在配套光盘中附有形象生动的演示动画,并附带本书所讲述的各种实例文件,以方便读者理解和掌握相关知识。

本书内容新颖实用、实例丰富,可供机械、模具、工业设计、电子、电器等领域的工程技术人员以及 CAD/CAM 研究与应用人员参阅,尤其适合具有一定 Pro/ENGINEER Wildfire 使用基础的用户阅读,以便全面、深入、系统地掌握和使用 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 软件。

图书在版编目(CIP)数据

Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 曲面建模实例精解/曹岩主编. —北京:化学工业出版社, 2008. 2

(CAD/CAM 软件工程应用实例丛书)

ISBN 978-7-122-02095-6

ISBN 978-7-900231-95-6 (光盘)

I. P… II. 曹… III. 工业产品-造型设计-计算机辅助设计-应用软件, Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 IV. TB472-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 016561 号

策 划: 王思慧

装帧设计: 尹琳琳

责任编辑: 张 敏

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 化学工业出版社印刷厂

787mm×1092mm 1/16 印张 27 字数 658 千字 2008 年 2 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 45.5 元 (含 1CD)

版权所有 违者必究

丛 书 序

计算机辅助设计/计算机辅助制造 (CAD/CAM) 技术是先进制造技术的重要组成部分, 是计算机技术在工程设计、制造等领域中具有重要影响的高新技术。CAD/CAM 技术的推广应用有助于利用电子信息技术改造传统产业, 提高企业的活力、竞争能力、市场应变能力和技术创新能力。CAD/CAM 软件作为企业信息化基础应用软件, 其发展过程和趋势是从单项技术的应用到各种技术的集成化应用, 从单个企业向集团联盟化发展, 这不仅是 CAD/CAM 技术和产品的趋势, 同时也反映了制造业信息化技术的应用趋势。CAD/CAM 技术和系统的发展及应用使传统的产品设计方法与生产模式发生了深刻变化, 产生了巨大的经济和社会效益。

从 20 世纪 70 年代开始以来, 我国的 CAD/CAM 技术经过不断的发展和推广应用, 取得了良好的经济效益和社会效益。少数大型企业已建立起比较完善的 CAD/CAM 系统, 一些中小企业在保证产品质量、提高劳动生产率等方面也取得了显著效益。以“甩图板”为目标实现绘图设计自动化成为推广应用 CAD/CAM 技术的突破口, 使其在企业中得到广泛应用。但是 CAD/CAM 技术并不仅仅局限于绘图设计自动化, 随着计算机技术、网络技术、CAD/CAM 技术等快速发展, 如何深化推广应用 CAD/CAM 技术并提高 CAD/CAM 应用的层次, 成为人们特别关注的问题。

尽管我国开展 CAD/CAM 技术应用工作并不晚, 但是从整体上看, 国内 CAD/CAM 技术应用的深度和广度与国外先进水平相比还存在很大差距。作为一种先进手段和工具, CAD/CAM 技术提高了企业的设计和制造能力, 但 CAD/CAM 技术并不能代替人的设计和制造行为、专业技术人员的创造能力和工作经验等。波音、福特等国外企业 CAD/CAM 技术的良好应用是得益于其应用经验积累和培养出的高素质技术队伍, 而国内目前非常缺乏能够同时掌握计算机软、硬件技术又具有丰富专业知识的人才。

丛书定位

CAD/CAM 软件工程应用实例丛书按照机械设计工程实践要求, 以应用为主线, 突出实用性, 通过各种实例的讲解, 如轴、杆、齿轮、轴承、紧固件、离合器、联轴器、风机、压缩机、液压系统、模具、阀等, 使用户系统地掌握软件的功能和使用。根据软件的特点和功能, 每种软件按照其应用领域分别编写几本图书, 从不同的侧面来全面介绍其使用, 主要包括以下几种:

(1) **机械设计实例精解:** 以箱体类、板杆类、旋转体类、基体类、钣金类、曲面类等各类典型机械零件为例, 精解其零件建模→装配→工程图的过程。

(2) **产品设计实例精解:** 以日用品、文具用品、电器产品、机械产品、塑料制品、钣金产品、模具型腔类产品、汽车外观等典型产品为例, 精解其产品建模→装配→工程图的过程。

(3) **工业设计实例精解**: 主要针对目前工业造型、工业设计、工业艺术等专业, 以各类典型零件为例, 重点讲解各类复杂曲面、型面等功能及应用。

(4) **模具设计典型实例精解**: 以注塑模、冲压模、注射模、锻模等各类典型模具零件为例, 精解其零件建模→装配/模架→分析→工程图的过程。

(5) **模具加工实例精解**: 针对 Cimatron、Mastercam 等软件, 以注塑模、冲压模、注射模、锻模等各类典型模具零件为例, 精解其零件建模→数控加工的过程。

(6) **曲面建模实例精解**: 以空间凸轮类、叶片类、涡轮类、自由曲面类、复杂型面类、艺术曲面类等曲面类典型零件为例, 精解其零件建模→装配→工程图的过程。

(7) **数控加工实例精解**: 以箱体类、板杆类、旋转体类、基体类、钣金类、曲面类等各类典型零件为例, 精解其加工刀位轨迹生成→加工仿真→NC 后处理等过程。

读者对象

本套丛书内容新颖实用, 实例丰富, 可供从事机械设计与制造、模具、钣金、焊接等专业工程技术人员以及 CAD/CAM 研究与应用人员参阅, 尤其适用于具有一定使用基础的中初级用户参考和使用, 也可作为 CAD/CAM 等相关课程的教材或参考书, 供各类学生使用或参考。

结构安排

(1) 首先概述软件的基本知识, 包括基本概念与术语、用户界面与操作方法、设计过程与设计方法等。然后通过各类典型实例详细讲解软件的使用。

(2) 每一章开始的【内容】、【实例】和【目的】部分有助于读者从整体上了解各章将要介绍的内容及其讲解思路, 便于读者掌握所介绍的内容和有选择地进行阅读。

(3) 每一章以某一类实例为主, 介绍软件使用, 使读者在使用软件的过程中精通软件系统的各种功能。

(4) 配套光盘中附有实例文件和形象生动的演示动画, 便于读者理解和掌握相关知识。

(5) 在实例讲解过程中, 适时进行技巧分析和知识拓展, 便于读者全面掌握软件功能。

近期出版的图书

CAD/CAM 软件工程应用实例丛书选择目前广泛运行于微机平台之上的主流 CAD/CAM 软件, 如 AutoCAD、SolidWorks、UG、Pro/ENGINEER、CATIA、Mastercam、Mechanical Desktop、Solid Edge、Cimatron、CAXA、Vericut、Delcam 等, 分批出版相应图书, 详细介绍其使用方法及技巧。

“CAD/CAM 软件工程应用实例丛书”由曹岩、赵汝嘉主编。

曹 岩
2007 年 6 月

前 言

Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 是一套由设计至生产的机械自动化软件，是一个参数化、基于特征的实体造型系统，并且具有单一数据库功能。Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 软件简单易用、功能强大、互联互通，加强了产品的实用性，增加了许多实用的新功能，提高了整个产品开发体系中的个人效率和过程效率，能够节省时间和成本，并提高产品质量。目前，Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 广泛应用于机械、汽车、电器、模具等领域。

本书内容新颖实用，实例丰富，可供机械、模具、工业设计、电子、电器等领域的工程技术人员以及 CAD/CAM 研究与应用人员参阅，尤其适合具有一定 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 软件使用基础的用户全面、深入、系统地掌握和使用 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 软件。

本书从使用者的角度出发，通过融经验技巧于一体的典型实例的讲解，系统深入地介绍了 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 在曲面建模方面的主要功能及建模方法，在配套光盘中附有形象生动的演示动画，并附带本书所讲述的各种实例文件，以方便读者理解和掌握相关知识。全书共分 11 章。

第 1 章：以灯罩、电话听筒、垫片为例，介绍如何通过曲面特征进行简单的产品造型设计。

第 2 章：以鼠标、护目镜、显示器为例，介绍如何通过使用高级曲面特征，构建复杂和美观的外形，进行复杂产品的造型设计。

第 3 章：以电视机后壳和手机上盖为例，介绍在 Pro/ENGINEER Wildfire3.0 软件中进行模具型腔零件建模的一般步骤。

第 4 章：以直齿圆柱齿轮、斜齿圆柱齿轮为例，介绍如何使用方程式绘制渐开线曲线，然后利用曲线生成相应的齿轮轮廓，最后完成整个齿轮零件的建模。

第 5 章：介绍蜗轮渐开线曲线的绘制、蜗杆和蜗轮轮齿的生成、蜗杆和蜗轮以及蜗轮齿圈和蜗轮齿心的装配等。

第 6 章：介绍在 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 软件中进行涡轮类零件建模的过程。

第 7 章：以盘形凸轮和圆柱凸轮为例，介绍如何使用凸轮从动件位移方程创建位移曲线，然后利用 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 软件提供的建模工具绘制凸轮轮廓，最后完成整个凸轮零件的建模。

第 8 章：介绍绘制叶片轮廓的方法以及叶轮叶片零件建模过程和方法。

第 9 章：以玩具汽车为例，介绍复杂型面类零件的建模过程，其中包括 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 软件曲面造型功能、构图思路以及基本曲线功能等。

第 10 章：以勺子和茶杯为例，介绍如何绘制曲线，然后通过绘制的曲线生成曲面，并且对曲面进行编辑，从而完成实体建模。

第 11 章：以钻头、弹簧为例，讲解 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 软件高级命令的应用，并且能够配合曲线、曲面进行产品造型设计。

全书由曹岩担任主编，韩敏、白瑀担任副主编。其中，第1、2、10、11章由曹健编写，第3章由王玉荣编写，第4~7章由韩敏编写，第8章由韩敏、袁艳编写，第9章由聂品编写。其他编写人员还有曹红、谭毅、刘红军、杨丽娜、范庆明、姚慧、杨红梅、张文波、宋文超等。

由于编者水平及使用经验有限，疏漏之处在所难免，望读者不吝赐教，编者在此深表感谢。

编 者
2007年12月

目 录

第 1 章 一般曲面类产品建模	1
1.1 灯罩建模	1
1.1.1 模型分析	1
1.1.2 建模过程	2
1.2 电话听筒建模	7
1.2.1 模型分析	7
1.2.2 建模过程	8
1.3 垫片建模	16
1.3.1 模型分析	16
1.3.2 建模过程	16
第 2 章 自由曲面类产品建模	23
2.1 鼠标建模	23
2.1.1 模型分析	23
2.1.2 建模过程	23
2.2 护目镜建模	38
2.2.1 模型分析	38
2.2.2 建模过程	39
2.3 显示器建模	51
2.3.1 模型分析	51
2.3.2 建模过程	52
第 3 章 模具型腔零件建模	66
3.1 电视机后壳模具型腔建模	66
3.1.1 分析零件	66
3.1.2 设计过程	67
3.2 手机上盖模具型腔建模	74
3.2.1 分析零件	74
3.2.2 设计过程	74
第 4 章 齿轮类零件建模	81
4.1 直齿圆柱齿轮建模	81
4.1.1 绘制齿轮的基本圆	82
4.1.2 绘制齿槽的轮廓曲线	86
4.1.3 生成齿轮的基本实体特征	90
4.1.4 生成齿轮轮齿的基本特征	92

4.1.5	生成齿轮的辅助特征	98
4.2	斜齿圆柱齿轮建模	106
4.2.1	绘制齿轮的基本圆	106
4.2.2	绘制齿轮的轮廓曲线	110
4.2.3	生成齿轮齿根圆的实体特征	115
4.2.4	生成齿轮轮齿的基本特征	117
4.2.5	生成齿轮的辅助特征	126
第 5 章	蜗轮蜗杆零件建模	134
5.1	蜗杆建模	134
5.1.1	添加蜗杆参数及关系式	135
5.1.2	生成蜗杆轴毛坯实体特征	137
5.1.3	生成蜗杆齿形特征	139
5.1.4	生成蜗杆轴辅助特征	143
5.2	蜗轮建模	146
5.2.1	生成蜗轮齿圈特征	147
5.2.2	生成蜗轮齿心特征	161
5.2.3	生成蜗轮装配体	167
5.3	蜗杆蜗轮装配体	171
5.3.1	新建文件	171
5.3.2	生成蜗杆蜗轮装配体	171
5.4	蜗杆零件工程图	174
5.4.1	新建文件	174
5.4.2	生成主视图	175
5.4.3	生成辅助视图	176
5.4.4	标注尺寸	179
第 6 章	涡轮类零件建模	182
6.1	涡轮零件建模	182
6.1.1	生成涡轮基座毛坯实体	182
6.1.2	生成涡轮叶片特征	185
6.1.3	修剪叶片	188
6.1.4	生成倒圆角特征	190
6.2	散热器涡轮零件建模	191
6.2.1	绘制散热器涡轮叶片	191
6.2.2	生成散热器涡轮基座	196
6.2.3	生成涡轮叶片护圈	199
第 7 章	凸轮类零件建模	201
7.1	盘形凸轮零件建模	201
7.1.1	绘制凸轮机构从动件位移方程曲线	201
7.1.2	导入图形曲线	205

7.1.3	生成凸轮轮廓特征	207
7.1.4	生成凸轮键槽特征	209
7.2	圆柱凸轮零件建模	212
7.2.1	绘制凸轮从动件位移方程曲线	212
7.2.2	生成凸轮凹槽特征	215
7.2.3	生成凸轮环形折弯特征	218
第 8 章	叶轮叶片类零件建模	221
8.1	风扇叶片零件建模	221
8.1.1	生成风扇基座毛坯实体	221
8.1.2	生成风扇叶片	223
8.1.3	修饰风扇叶片基座	230
8.2	叶轮零件建模	238
8.2.1	生成叶轮基座毛坯	239
8.2.2	生成叶轮叶片	240
8.2.3	生成基座轴孔及键槽	249
8.3	CPU 风扇叶轮零件建模	251
8.3.1	生成曲面框架	251
8.3.2	生成单个叶片	259
8.3.3	生成多个叶片	265
8.3.4	生成叶轮主体	266
第 9 章	玩具汽车建模	270
9.1	生成车体后盖	270
9.2	生成车体顶部	282
9.3	生成车窗	294
9.4	生成车体前盖	316
9.5	生成车体后部曲面	324
9.6	生成车体前部曲面	354
第 10 章	餐具建模	383
10.1	勺子建模	383
10.1.1	模型分析	383
10.1.2	建模过程	384
10.2	茶杯建模	393
10.2.1	模型分析	393
10.2.2	建模过程	393
第 11 章	五金制品建模	403
11.1	钻头建模	403
11.1.1	模型分析	403
11.1.2	建模过程	403
11.2	弹簧建模	411

11.2.1	模型分析	411
11.2.2	建模过程：方法一	411
11.2.3	建模过程：方法二	419

第 1 章 一般曲面类产品建模

【内容】

本章通过 3 个实例学习简单的曲面建模基础。在采用实体特征进行产品建模时，可以方便迅速地创建三维实体，但是创建的实体一般比较规则，对于复杂程度比较高的零件，仅仅使用实体特征建模时会很困难，因为实体特征的创建方式比较固定。这时候可以借助于曲面特征，因为曲面具有很强的操作性。

【实例】

实例 1：灯罩建模。

实例 2：电话听筒建模。

实例 3：垫片建模。

【目的】

熟悉和掌握在 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 软件中如何通过曲面特征进行简单的产品造型设计。

1.1 灯罩建模

1.1.1 模型分析

灯罩立体模型效果图如图 1-1 所示。灯罩建模的关键是使用“边界混合”命令来构造灯罩的 6 个花边。

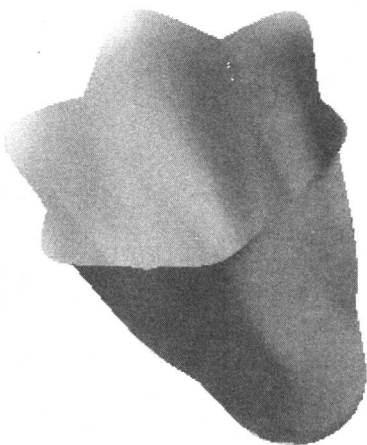


图 1-1 灯罩

1.1.2 建模过程

1. 新建文件

(1) 单击“文件”工具栏中的  (新建) 工具, 弹出“新建”对话框。

(2) 点选“类型”选项组中的“零件”单选按钮, 点选“子类型”选项组中的“实体”单选按钮, 并在“名称”文本框中输入新建文件的名称“lampshade.prt”。

2. 生成旋转曲面作为灯罩主体

(1) 单击“基础特征”工具栏中的  (旋转) 工具, 弹出“旋转”操控板, 如图 1-2 所示。在该对话框中选择旋转特征为曲面, 单击“位置”按钮, 在弹出的“位置”上滑板中单击“定义”按钮, 弹出“草绘”对话框。

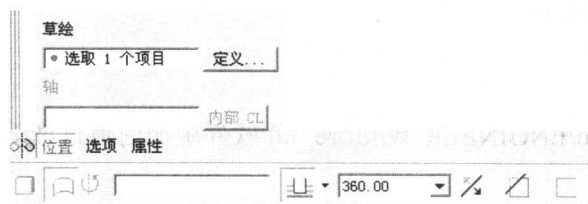


图 1-2 “旋转”操控板

(2) 选择“FRONT”面作为草绘平面, 其他选项接受系统默认设置, 单击“草绘”按钮, 进入草绘截面环境。

(3) 以纵参考系为基准绘制一条中心线作为旋转轴, 再绘制一条线段和一条与线段相切的弧为截面(弧的圆心落在中心线上), 尺寸标注如图 1-3 所示。单击  (确定) 按钮, 再单击  (确定) 按钮, 生成灯罩主体曲面, 如图 1-4 所示。

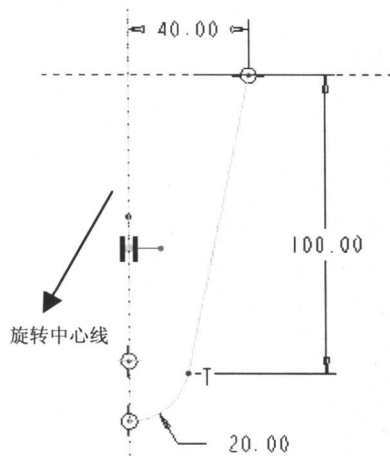


图 1-3 尺寸标注

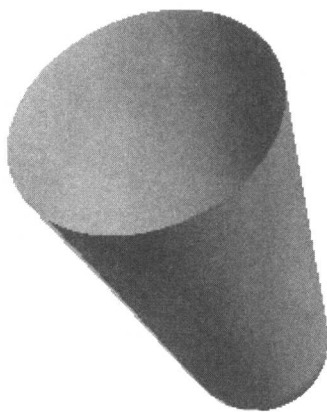


图 1-4 灯罩主体

3. 绘制第一条曲线

(1) 单击“基准”工具栏中的 (草绘曲线) 工具, 弹出“草绘”对话框, 选择“FRONT”面作为草绘平面, 单击“草绘”按钮, 进入草绘截面环境。

(2) 单击菜单栏中的“草绘”→“参照”命令, 弹出“参照”对话框。添加灯罩右侧的轮廓线作为参照, 再绘制一条样条曲线作为截面, 样条曲线上有4个点, 下端点在灯罩右侧的轮廓线上。

(3) 单击“草绘器工具”工具栏中的 (约束) 工具, 弹出“约束”对话框。单击 (相切) 按钮, 使样条曲线与轮廓线相切, 调整后的样条曲线, 如图 1-5 所示。单击 (确定) 按钮, 完成第一条曲线的绘制。

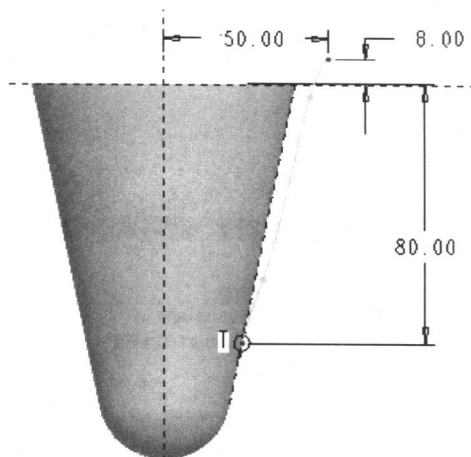


图 1-5 第一条曲线

4. 绘制基准点

(1) 单击“基准”工具栏中的 (基准平面) 工具, 弹出“基准平面”对话框, 如图 1-6 所示。

(2) 按住<Ctrl>键, 依次选择 1.1.2 节“建模过程”中的步骤 2 中所生成的旋转曲面的中心线“A_2 (轴)”和“FRONT”面作为参照, 分别设置角度为 30°。

(3) 单击“确定”按钮, 生成基准平面“DTM1”, 如图 1-7 所示。



图 1-6 “基准平面”对话框

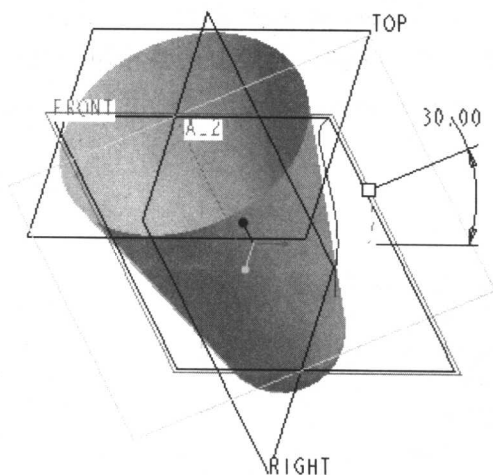


图 1-7 基准平面“DTM1”

(4) 单击“基准”工具栏中的 (基准点) 工具, 弹出“基准点”对话框, 如图 1-8 所示。

(5) 按住<Ctrl>键, 依次选择旋转曲面的上边界线和平面“DTM1”作为参照, 如

图 1-9 所示。

(6) 单击“确定”按钮，生成基准点“PNT0”，如图 1-9 所示。

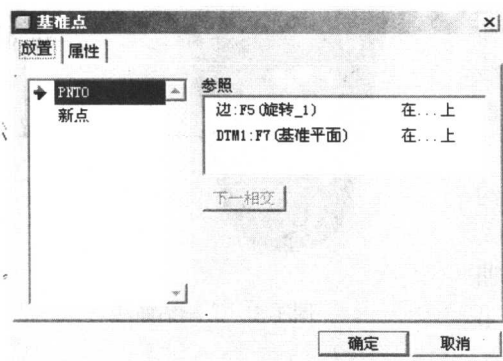


图 1-8 “基准点”对话框

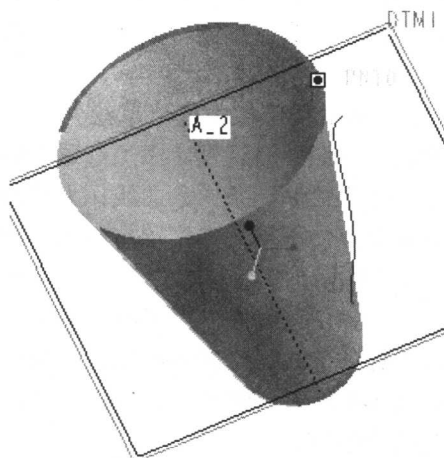


图 1-9 基准点“PNT0”

5. 绘制第二条曲线

(1) 单击“基准”工具栏中的 (草绘曲线) 工具，弹出“草绘”对话框。选择“RIGHT”面作为草绘平面，“TOP”面作为顶面，如图 1-10 所示。单击“草绘”按钮，进入草绘截面环境。

(2) 单击菜单栏中的“草绘”→“参照”命令，弹出“参照”对话框，将生成的基准点“PNT0”作为参照，再绘制两条相切的弧作为截面（弧的端点落在“PNT0”上），曲线截面如图 1-11 所示。单击 (确定) 工具，完成第二条曲线的绘制。

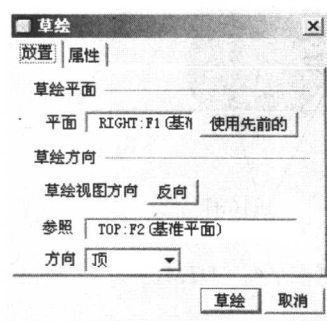


图 1-10 “草绘”对话框

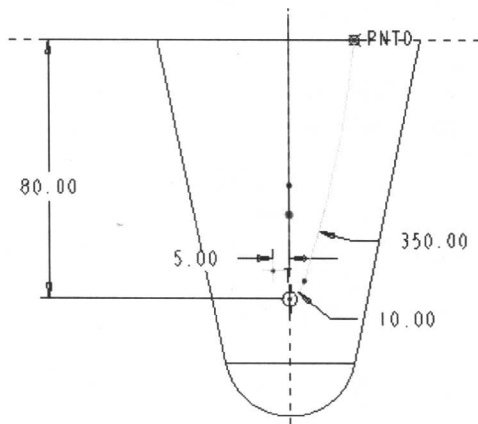


图 1-11 曲线截面

(3) 选择刚才绘制的曲线后, 单击菜单栏中的“编辑”→“投影”命令, 弹出“投影”操控板。在该操控板中选择曲线所在一侧的旋转曲面作为投影曲面, 方向朝向第一条曲线方向, 如图 1-12 所示。单击 ☒ (确定) 按钮, 生成投影特征, 投影的曲线就是第二条曲线, 如图 1-13 所示。

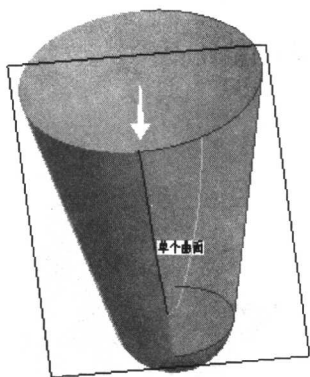


图 1-12 选择投影曲面

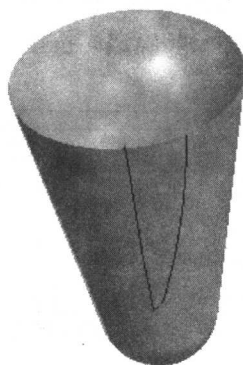


图 1-13 投影曲线

6. 绘制第三条曲线

选择绘制的第二条曲线, 然后单击“编辑特征”工具栏中的  (镜像) 工具, 弹出“镜像”操控板, 选择“FRONT”面作为镜像平面, 单击 ☒ (确定) 按钮, 生成镜像特征, 镜像后的曲线为第三条曲线, 完成后的 3 条曲线, 如图 1-14 所示。

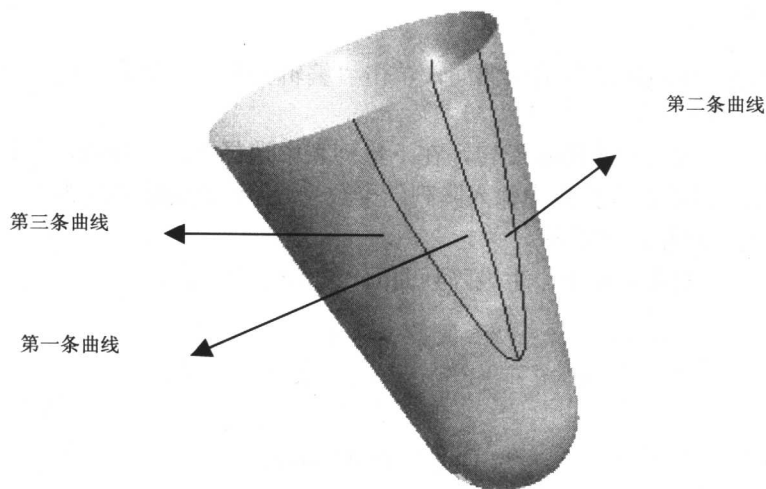


图 1-14 完成 3 条曲线

7. 生成边界混合曲面

(1) 单击“基础特征”工具栏中的  (边界混合) 工具, 弹出“边界混合”操控板。

按住<Ctrl>键，依次选取第二条、第一条和第三条曲线为边界混合的曲线，这时曲面基本形成，但是需要对曲面进行调整。

(2) 在“边界混合”操控板中单击“约束”按钮，在弹出的上滑板的“条件”项目中，将第一条和最后一条曲线的约束条件由“自由”改为“切线”，如图 1-15 所示，这表示边界混合曲面在与旋转曲面相交的地方是相切的。

(3) 单击  (确定) 按钮，生成界混合曲面，如图 1-16 所示。

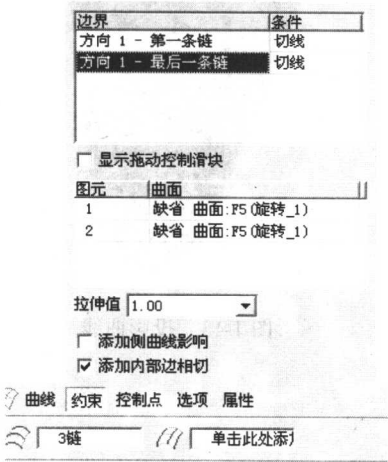


图 1-15 更改约束条件

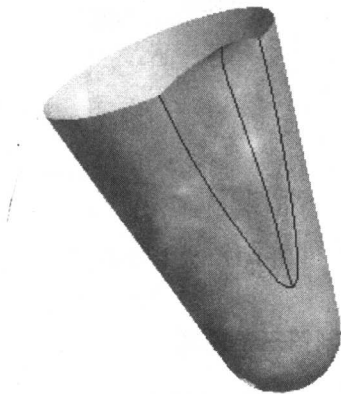


图 1-16 边界混合曲面

8. 阵列曲面

(1) 选择刚才生成的边界混合曲面，单击“编辑特征”工具栏中的  (阵列) 工具，弹出“阵列”操控板。

(2) 选择阵列的方式为绕轴旋转，在下拉列表中选择“轴”选项，再选择旋转曲面的中心线为阵列轴，最后在操控板中输入阵列的个数为 6，设置间隔角度为 60°，其他选项接受系统默认设置，如图 1-17 所示。

(3) 单击  (确定) 按钮，生成阵列曲面，如图 1-18 所示。

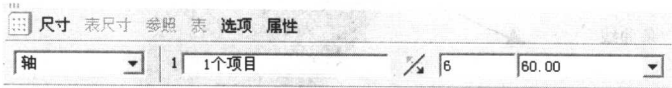


图 1-17 “阵列”操控板

9. 合并曲面

(1) 按住<Ctrl>键，依次选取灯罩主体的旋转曲面和一个边界混合曲面，单击“编辑特征”工具栏中的  (合并) 工具，弹出“合并”操控板，如图 1-19 所示。

(2) 单击“选项”按钮，在弹出的上滑板中点选“连接”单选钮，调整合并方向后，如图 1-20 所示。