



Pro/ENGINEER

2001

曲面设计

柳迎春 编著

北京大学出版社

<http://cbs.pku.edu.cn>

Pro/ENGINEER 2001

曲面设计

柳迎春 编著

北京大学出版社

·北京·

内 容 简 介

本书详细介绍了 Pro/ENGINEER 2001 版本软件中曲面造型的方法。包括曲面的基本造型方法、曲面的高级造型方法、曲面的编辑与修改、曲面倒圆角、自由曲面、曲面与实体之间的关系、曲面在装配体模型中的应用及工业造型产品水杯的整个造型设计过程等内容。

本书突出实用性及技巧性，使读者不但能快速掌握 Pro/ENGINEER 中曲面造型的方法，同时，也能学习到曲面在造型设计中各个方面的应用技巧和方法。适合广大工程技术人员和机械工程类本、专科学生及 CAD 爱好者阅读。

图书在版编目(CIP)数据

Pro/ENGINEER 2001 曲面设计 / 柳迎春编著. —北京：北京大学出版社，2001.12

ISBN 7-301-05413-0

I .P... II.柳... III.机械设计：计算机辅助设计—应用软件，Pro/ENGINEER 2001 IV.TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2001）第 094936 号

书 名：Pro/ENGINEER 2001 曲面设计

著作责任者：柳迎春

责任编辑：赵乐静

标准书号：ISBN 7-301-05413-0/TP·0645

出 版 者：北京大学出版社

地 址：北京市海淀区中关村北京大学校内 100871

网 址：<http://cbs.pku.edu.cn>

电 话：出版部 62752015 发行部 62754140 62765127 编辑室 62765126

电 子 信 箱：macrowin@263.net.cn

排 版 者：北京东方人华科技有限公司

印 刷 者：河北省滦县滦兴书刊印刷厂

发 行 者：北京大学出版社

经 销 者：787 毫米×1092 毫米 16 开本 18 印张 432 千字

2002 年 1 月第 1 版 2002 年 3 月第 2 次印刷

定 价：35.00 元(含光盘)

前 言

Pro/ENGINEER 是 PTC 公司为工业产品设计提供完整解决方案而推出的 CAD 设计系统软件。Pro/ENGINEER 以参数化设计技术而闻名，目前广泛应用于机械、模具、汽车、航空、航天及家电等工业设计和制造领域，全球约有 250000 余名工程师和设计人员在使用它。它可以实现造型设计、机械设计、模具设计、加工制造、机构分析、有限元分析和关系数据库管理等，是一个全方位的 CAD/CAM 设计解决平台。

最新的 Pro/ENGINEER 2001 版本软件充分考虑了设计者的需要，改进了软件的界面，使之更加符合操作习惯；智能化的绘图环境，减少了单击鼠标的次数，提高了工作效率；精彩的自由曲面生成功能，将产品设计中的艺术性和精确性完美地结合在一起；新增了图纸与模型之间的关联功能，使整个产品的设计过程摆脱了单一的数据文件管理方式，任一方(不论是图纸还是模型)的数据改变时，所有与之关联的数据均自动改变，避免了人为差错的发生；模型打开前的预览功能，更是提高了操作的针对性。

本书结构

本书以最新的 Pro/ENGINEER 2001 版本为演示平台，以 Pro/ENGINEER 软件中的曲面操作部分为主线，着重介绍 Pro/ENGINEER 软件的曲面特征在工业造型设计中的应用。主要包括曲面的建立、编辑和修改、自由曲面、曲面与实体之间的关系等方面的内容。同时，也涉及到了与曲面相关联的部分，如实体操作中的曲面特征，装配体设计中所应用到的曲面特征等。

本书特点

本书作为一本 Pro/ENGINEER 提高阶段的工具书，紧紧抓住读者迫切想了解的内容，对每个曲面特征的建立均以实例详细介绍，使读者克服畏惧心理，以达到较快掌握曲面造型设计的目的。

本书最有特色的方面是：突出实用性，以实际的工业产品造型设计为例子，详细介绍了整个造型的全过程，特别是利用外部数据图形文件来创建模型，更是日常设计工作中经常要采用的方法；突出技巧性，在介绍曲面造型的过程中，不仅局限于曲面本身，同时，还考虑到了曲面在装配体等方面的详细应用。

所附光盘内容

为了使读者能够快速掌握 Pro/ENGINEER 2001 版本软件中的曲面造型方法，随书

附加了一张精彩的多媒体演示光盘，光盘中详细地介绍了 Pro/ENGINEER 2001 版本软件的曲面造型方法。为了配合学习书中的实际操作例子，整个曲面造型方法过程均以视频方式播放，读者可以根据光盘中的演示过程，结合软件的实际操作，达到快速掌握 Pro/ENGINEER 2001 版本软件中曲面造型方法的目的。

同时，为了能与书中所介绍的曲面造型方法相配合，在光盘中提供了书中所用到的各个曲面造型。各曲面造型均保存在\Exercise 目录下，使用时，需先将其复制到本地硬盘的工作目录下，并将文件的只读属性去掉。

本书所用图标

下面一系列图标用于突出书中一些值得关注的信息：



提醒注意，在制作过程中容易出错的地方给出的提示。



作者经验，在书中穿插介绍一些作者平时积累的制作经验。



参数介绍，对于一些较难理解的参数给出较详细的注释。

感谢您购买了本书，希望它能给您带来帮助。书中如有错误的地方，请大家随时批评指正。如有建议或问题可与我们联系。

E-mail: yckj@public.qd.sd.cn

编者
2001年9月

目 录

第 1 章 基本曲面的建立	1
1.1 曲面类型简介.....	1
1.2 拉伸曲面的建立.....	2
1.3 旋转曲面的建立.....	5
1.4 扫描曲面的建立.....	8
1.5 混成曲面的建立.....	12
1.5.1 截面之间互相平行的混成曲面.....	12
1.5.2 截面之间绕 Y 轴旋转一定角度生成的混成曲面.....	21
1.5.3 受边界曲线影响的混成曲面.....	24
1.5.4 截面间绕 X、Y 和 Z 轴分别旋转一定角度生成的混成曲面.....	26
1.6 平面的建立.....	27
1.7 小结.....	28
第 2 章 高级曲面的建立	33
2.1 高级变截面扫描曲面的建立.....	33
2.1.1 截面垂直于原始轨迹的变截面扫描曲面的建立.....	34
2.1.2 截面垂直于曲面的变截面扫描曲面的建立.....	39
2.1.3 截面垂直于轨迹的变截面扫描曲面的建立.....	43
2.2 高级扫描混成曲面的建立.....	47
2.2.1 截面垂直于原始轨迹的高级扫描混成曲面的建立.....	47
2.2.2 截面垂直于曲面的高级扫描混成曲面的建立.....	50
2.2.3 截面垂直于轨迹的高级扫描混成曲面的建立.....	52
2.3 高级螺旋扫描曲面的建立.....	56
2.3.1 螺距等距且截面通过轴线的右螺旋曲面.....	57
2.3.2 螺距可变且截面通过轴线的右螺旋曲面.....	59
2.3.3 螺距等距且截面通过轴线的左螺旋曲面.....	61
2.3.4 螺距等距且截面垂直于轨迹的右螺旋曲面.....	62
2.4 边界曲面的建立.....	62
2.4.1 边界混成边界曲面的建立.....	63

2.4.2	圆锥近似过渡的边界曲面的建立	65
2.4.3	由曲面片逼近混合的边界曲面的建立	68
2.4.4	多条边线连成的边界曲面的建立	72
2.5	相切曲面的建立	73
2.5.1	曲面与截面之间的相切曲面的建立	73
2.5.2	曲面与曲面之间的相切曲面的建立	75
2.6	曲面的自由变形	77
2.7	小结	79
第3章	曲面的修改与编辑	89
3.1	曲面的合成	89
3.2	曲面的裁剪	92
3.2.1	用拉伸方法裁剪曲面	93
3.2.2	用表面上的曲线裁剪曲面	96
3.2.3	曲面端点处倒圆角	98
3.2.4	用轮廓线裁剪曲面	100
3.3	曲面的延伸	101
3.3.1	同一曲面类型的延伸	102
3.3.2	延伸曲面到指定平面	104
3.4	曲面的偏置	106
3.5	曲面的局部偏置	109
3.6	曲面的复制	112
3.7	曲面的裁剪复制	113
3.8	曲面的移动、旋转与法向转向	114
3.8.1	曲面的旋转复制	115
3.8.2	曲面的镜像复制	117
3.8.3	复制曲面之间的关联性	119
3.8.4	改变曲面的法向	120
3.9	曲面的拔模	121
3.9.1	拔模位置不分割的曲面拔模	121
3.9.2	拔模位置用平面分割的曲面拔模	125
3.10	曲面的拔模偏置	126
3.10.1	边界相切过渡的曲面拔模偏置	127
3.10.2	原始曲面平移的曲面拔模偏置	129
3.10.3	边界直线过渡的曲面拔模偏置	130
3.10.4	曲面法向改变后的拔模偏置曲面	131

3.11 小结.....	133
第 4 章 曲面中的倒圆角.....	134
4.1 简单倒圆角.....	134
4.1.1 等 R 倒圆角.....	135
4.1.2 变 R 倒圆角.....	136
4.1.3 全圆角.....	137
4.1.4 过曲线倒圆角.....	139
4.2 高级倒圆角.....	141
4.2.1 滚球过渡倒圆角.....	141
4.2.2 扫描过渡倒圆角.....	145
4.2.3 曲面片过渡倒圆角.....	146
4.2.4 圆锥形曲面片过渡倒圆角.....	146
4.2.5 圆角的增加与删除.....	147
4.3 小结.....	149
第 5 章 自由曲面.....	150
5.1 工具栏介绍.....	150
5.2 自由曲线的生成.....	151
5.2.1 由曲线上的点或控制点生成的自由曲线.....	153
5.2.2 表面上的自由曲线.....	154
5.2.3 通过投影建立表面上的自由曲线.....	155
5.2.4 投影曲线与被投影曲线之间的关联性.....	159
5.2.5 删除投影曲线与被投影曲线之间的关联性.....	160
5.3 自由曲线的编辑.....	160
5.3.1 编辑控制自由曲线的外形.....	160
5.3.2 增加自由曲线上的点.....	163
5.3.3 删除自由曲线上的点和线段.....	165
5.3.4 自由曲线的分割或合成.....	167
5.3.5 自由曲线的复制、移动和删除.....	168
5.4 自由曲线的曲率.....	170
5.5 自由曲面的生成.....	170
5.6 自由曲面的连接.....	179
5.7 小结.....	184
第 6 章 曲面与实体模型之间的关系.....	186
6.1 利用曲面生成实体.....	186
6.1.1 整个曲面模型成为实体.....	186

6.1.2 曲面变成薄壳体形式.....	191
6.2 实体表面转换成曲面.....	193
6.3 实体表面的曲面替代.....	199
6.4 利用曲面切割实体.....	200
6.5 利用曲面片切割实体.....	202
6.6 实体表面的自由变形.....	208
6.7 曲面展平与实体折弯.....	211
6.7.1 曲面的展平.....	211
6.7.2 曲线的展平.....	213
6.7.3 实体的折弯.....	215
6.8 小结.....	216
第 7 章 曲面在装配环境中的应用.....	217
7.1 零件模型的装配.....	217
7.2 在装配环境下新建零件模型.....	220
7.3 新建零件模型在装配环境下的特征插入.....	222
7.4 在装配环境下打开新建零件模型.....	224
7.5 新建零件模型的特征生成.....	225
7.5.1 建立基准轴线.....	225
7.5.2 生成经过基准轴线 A_1 和基准轴线 A_2 的基准平面.....	226
7.5.3 生成与表面偏置一定距离的基准平面.....	227
7.5.4 生成过基准轴线 A_2 并与基准平面 DTM2 垂直的基准平面.....	228
7.5.5 生成曲面特征.....	230
7.6 装配环境下零件之间的相关性.....	237
7.7 小结.....	239
第 8 章 曲面在产品中的应用.....	240
8.1 杯体基准曲线的生成.....	240
8.1.1 IGES 图形的输入.....	240
8.1.2 图层的设定.....	243
8.1.3 经过点生成基准曲线.....	244
8.1.4 利用曲线合成生成基准曲线.....	246
8.2 杯体曲面的生成.....	251
8.3 手柄外轮廓投影曲线的生成.....	253
8.4 基准点的生成.....	257
8.4.1 基准点的生成.....	257

8.4.2 基准点的对称复制.....	258
8.5 手柄曲面的生成.....	259
8.5.1 基准曲线的生成	259
8.5.2 基准曲线的对称复制.....	261
8.5.3 手柄曲面的生成	261
8.6 杯子其他曲面的生成.....	262
8.6.1 杯体曲面的对称复制.....	262
8.6.2 杯子顶面的生成	262
8.6.3 杯子底面的生成	263
8.7 曲面的延伸.....	264
8.8 曲面的合成.....	267
8.9 曲面转换成实体模型.....	268
8.9.1 生成杯子的实体模型.....	268
8.9.2 杯底和手柄处的外轮廓倒圆角.....	268
8.9.3 抽壳	269
8.10 小结	270

第 1 章 基本曲面的建立

曲面造型是用曲面表达物体形状的造型方法。与线框造型相比，曲面造型增加了有关边信息、表面特征以及棱边的连接方向等内容，可进行面与面求交、消隐、明暗处理和渲染等操作。与实体造型相比，曲面造型具有控制更加灵活的优点，有些功能更是实体造型无法做到的，特别是在逆向工程等方面。

1.1 曲面类型简介

曲面造型方法中有以下几种基本的曲面类型：平面、拉伸曲面、旋转曲面、扫描曲面和混成曲面，下面分别介绍各种曲面的基本情况。

➤ 拉伸曲面(Extrude)

拉伸曲面是指一条直线或曲线沿垂直于绘图平面的一个或两个相对方向拉伸所生成的曲面，如图 1.1 所示。平面是拉伸曲面的特殊情况。

➤ 旋转曲面(Revolve)

旋转曲面是指一条直线或曲线围绕一条中心轴线，按特定的角度旋转所生成的曲面，如图 1.2 所示。

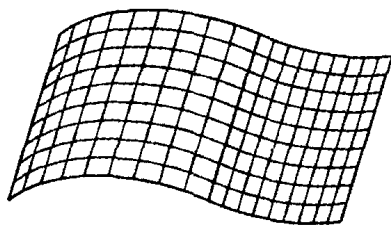


图 1.1 拉伸曲面

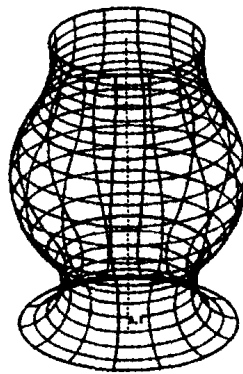


图 1.2 旋转曲面

➤ 扫描曲面(Sweep)

扫描曲面是指一条直线或曲线沿某一直线或曲线路径扫描所生成的曲面。扫描曲面的控制方法比较多，既可以是一条直线或曲线沿某一条直线或曲线路径扫描，也可以是多条直线或曲线沿一条直线或曲线路径扫描，当然还有更多复杂的控制方法，如图 1.3 所示。

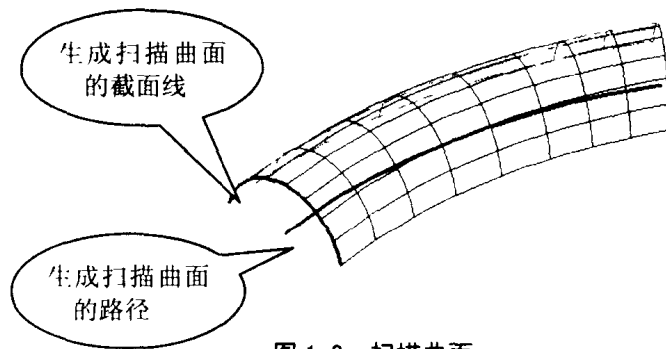


图 1.3 扫描曲面

➤ 混成曲面(Blend)

混成曲面是指由一系列直线或曲线串连所形成的曲面。混成曲面根据其数学特点，可以分为直线过渡型与曲线过渡型两种，如图 1.4所示。

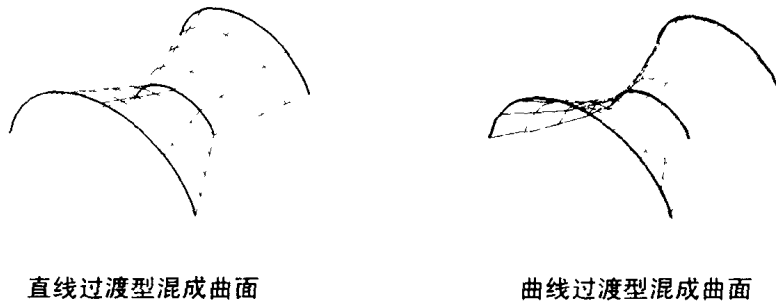
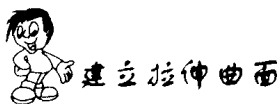


图 1.4 混成曲面

1.2 拉伸曲面的建立

在建立曲面之前，如果主窗口中没有任何图形，Menu Manager 的 FEAT CLASS 子菜单中的 Surface 选项是灰色的，如图 1.5所示，表示无法建立曲面。因此，在建立曲面之前，必须有基准平面或实体等存在。

下面创建一个拉伸曲面。



- (1) 在建立拉伸曲面之前，首先要利用新建零件模型的模板建立 3 个默认的基准平面，分别是 TOP、FRONT 和 RIGHT。

创建曲面的命令可以在两个地方找到，一是在菜单栏中的 Insert | Surface 子菜单中，如图 1.6所示。也可以在 Menu Manager 中选择 Feature → Create → Surface 选项，在打开的 SRF_OPTS 子菜单中选择相应选项，如图 1.7 所示。

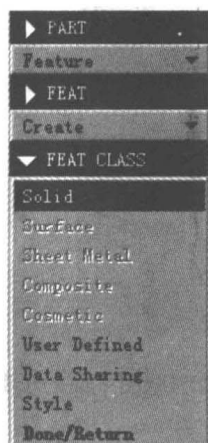


图 1.5 子菜单

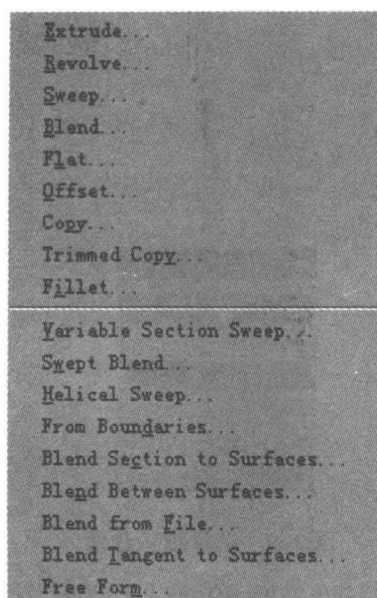


图 1.6 菜单栏中的 Insert | Surface 子菜单



如果主窗口中已经有了曲面特征，那么，在 Menu Manager 中选择 Feature→Create→Surface 选项后，会出现如图 1.8 所示的 QUILT SURF 子菜单。此时，如果要建立曲面特征，需选择 New 选项。

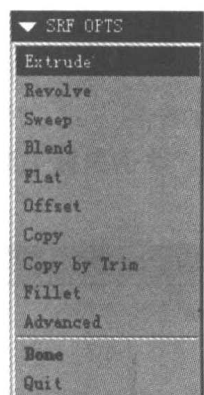


图 1.7 SRF OPTS 子菜单

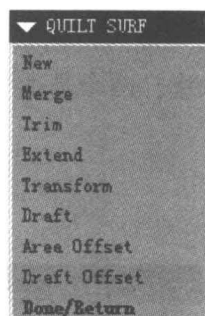


图 1.8 QUILT SURF 子菜单

- (2) 选择 Feature→Create→Surface→Extrude | Done 选项。
- (3) 在接下来的 ATTRIBUTES 子菜单中，有 Open Ends 和 Capped Ends 两个选项，它们的作用分别是：
 - ◆ Open Ends——截面的两端端面是开放的。
 - ◆ Capped Ends——截面的两端端面是封闭的。
 选择默认的 One Side→Open Ends 选项，如图 1.9 所示。选择 Done 选项继续。
- (4) 当出现如图 1.10 所示的子菜单时，需要选择或是创建一个绘制草图的平面。

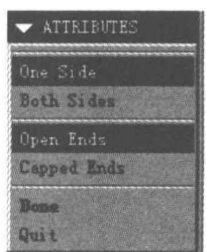


图 1.9 选择默认选项

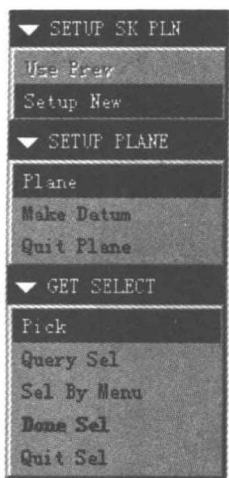


图 1.10 选择绘制草图平面的子菜单

- (5) 选择基准平面 FRONT 作为绘图平面。
- (6) 选中基准平面 FRONT 后，平面上出现了红色的箭头，表示特征的生成方向，在 DIRECTION 子菜单中选择 Okay 选项。
- (7) 在接下来的 SKET VIEW 子菜单中，选择 Default 选项，如图 1.11 所示。



SKET VIEW 子菜单中的选项的作用是指定草图绘制平面的观看定位，如果选择 Top 选项，再选择某个平面，则说明在绘制草图时，所选平面的法线方向是朝上的。其他 3 个选项的作用分别是：Bottom 为法线方向朝下；Right 为法线方向朝右；Left 为法线方向朝左。

- (8) 进入草图环境后，由于是采用智能标注尺寸的绘图方式，所以要先指定参考体，默认选择两个基准平面，如图 1.12 所示。单击鼠标中键选择默认的参考平面。

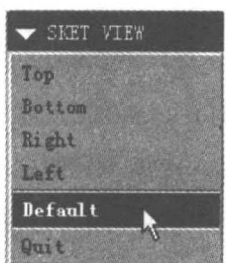


图 1.11 SKET VIEW 子菜单

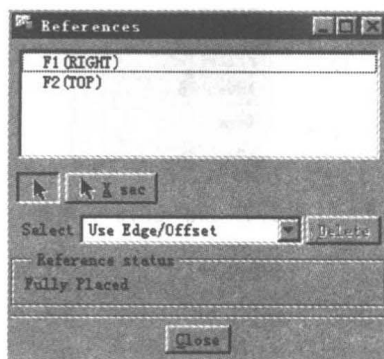




图 1.12 References 对话框

- (9) 单击工具栏中的圆弧按钮 ，绘制如图 1.13 所示的圆弧，圆弧的半径为 100。

- (10) 单击工具栏中的完成按钮  完成草图的绘制，这时，出现如图 1.14 所示的 SPEC TO 子菜单。

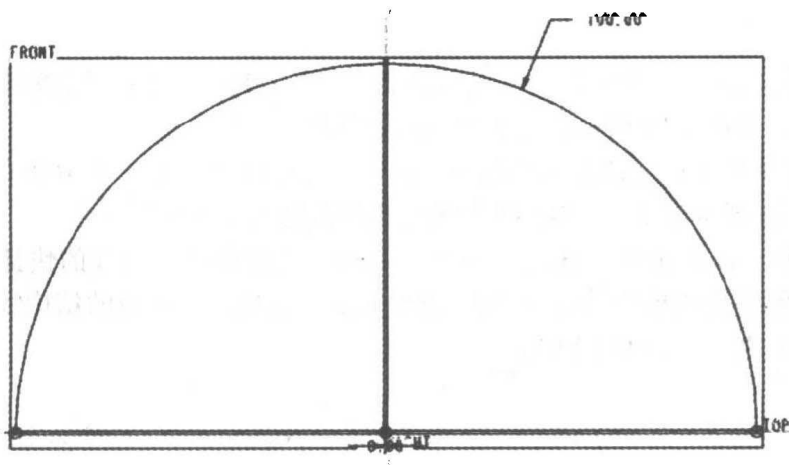


图 1.13 绘制的草图截面

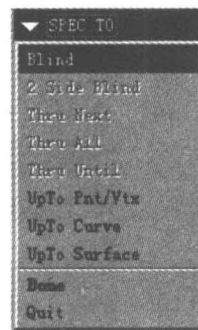


图 1.14 SPEC TO 子菜单

- (11) 在 SPEC TO 子菜单中，选择默认的 Blind | Done 选项。提示栏中出现如图 1.15 所示的 Enter depth 文本框，输入拉伸曲面的拉伸长度“200”。



图 1.15 Enter depth 文本框

- (12) 当提示栏中出现  提示后，拉伸曲面成功生成，所生成的拉伸曲面如图 1.16 所示。

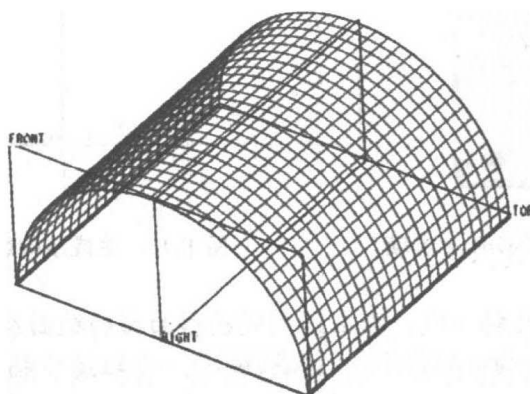




图 1.16 生成的拉伸曲面

1.3 旋转曲面的建立

下面建立旋转曲面。



建立旋转曲面

- (1) 新建一个零件文件，选用默认的 3 个基准平面。在 SRF OPTS 子菜单中选择 Revolve 选项，如图 1.17 所示。选择 Done 选项继续。
- (2) 在接下来的子菜单中，选择默认的项目，具体的项目可以参考 1.2 节建立拉伸曲面的过程，选择基准平面 FRONT 作为绘图平面进入草图环境。
- (3) 在草图环境中，首先建立一条旋转轴线，单击工具栏中建立直线的快捷按钮  中的结构线按钮 ，绘制一条垂直的结构线，所生成的结构线与基准平面 RIGHT 重合，如图 1.18 所示。

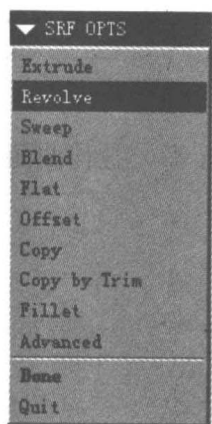


图 1.17 选择 Revolve 选项

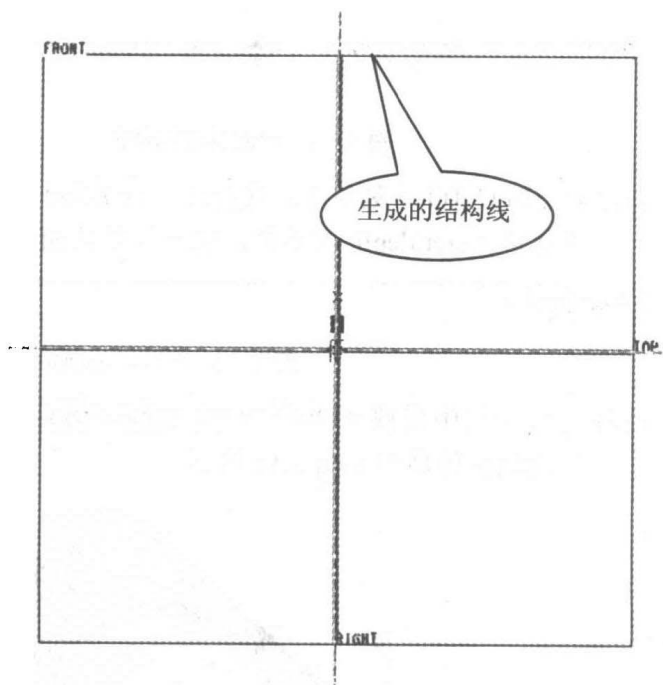





图 1.18 生成结构线作为旋转轴线



如果没有建立旋转轴线，那么绘制完旋转曲面的截面后，提示栏中会出现提示 ，告知缺少轴线。注意绘制的截面不能与轴线相交。

- (4) 成功生成旋转轴线后，准备绘制旋转曲面的截面，单击工具栏中的直线按钮 ，先绘制如图 1.19 所示的直线。
再单击工具栏中的圆弧按钮 ，绘制如图 1.20 所示的圆弧。

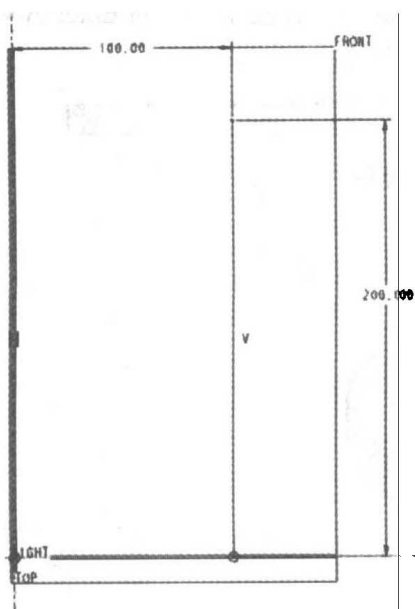


图 1.19 绘制直线

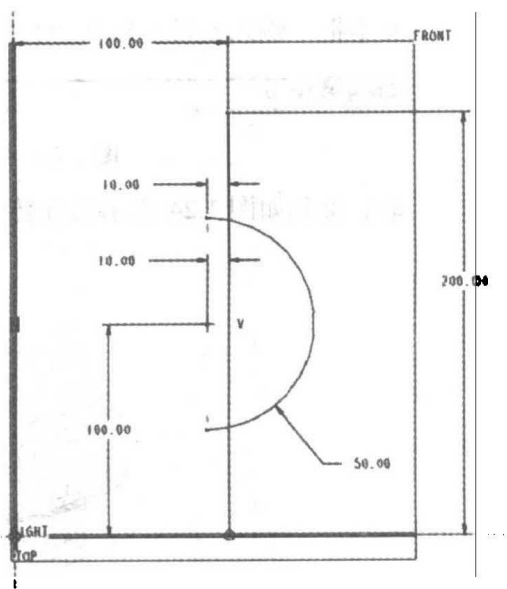




图 1.20 绘制圆弧

- (5) 单击工具栏中的修剪按钮，修剪多余的线段。最后得到的旋转曲面的截面草图如图 1.21 所示。
- (6) 单击工具栏中的完成按钮，完成草图的绘制。这时，出现如图 1.22 所示的 REV TO 子菜单。

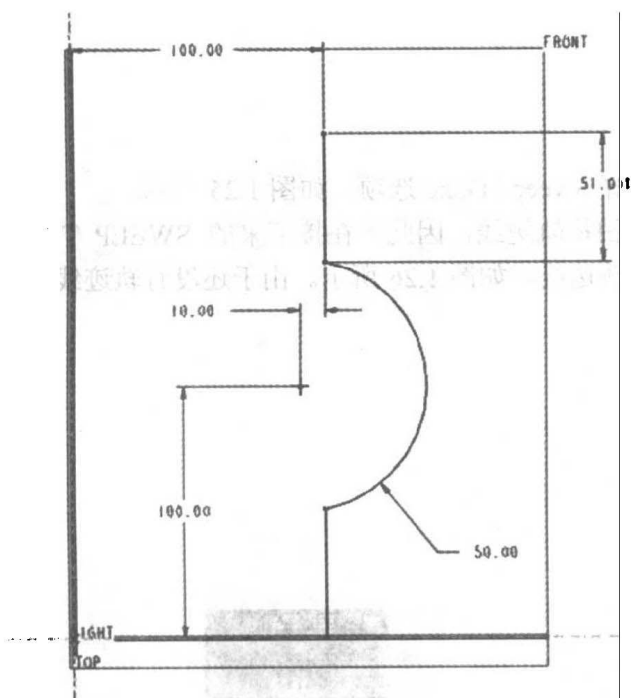


图 1.21 旋转曲面的截面草图

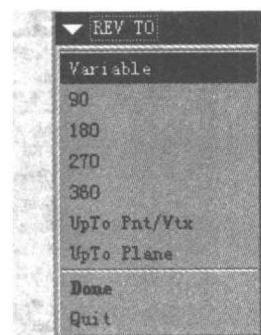


图 1.22 REV TO 子菜单