

江 洪 王贵成 卢择临 等编著

CAD/CAM/CAE
工程应用丛书

SolidWorks
系列

SolidWorks

高级曲线曲面实例解析



- ◆ 精心选择产品设计造型实例
- ◆ 详细讲解SolidWorks的主要功能
- ◆ 全面分析SolidWorks的设计技巧
- ◆ 随书光盘提供丰富的素材



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



CAD/CAM/CAE 工程应用丛书

SolidWorks 高级曲线 曲面实例解析

江 洪 王贵成 卢择临 等编著



机械工业出版社

SolidWorks 是一款优秀的三维机械设计软件, 越来越受到广大用户的欢迎, 开设此门课的高等院校也越来越多。

本书用大量的实例详细介绍了构成 SolidWorks 曲线、曲面的各种方法和技巧, 以及如何对曲线、曲面的质量进行分析, 如何处理不合格的面等。读者可以边看书边操作, 加深记忆和理解, 从而举一反三地将所学的曲面造型方法应用到生产实践中去。

本书可作为大专院校的 CAD/CAM 课程教材, 也可作为工程技术人员的参考书。

版权声明

本书所有正文及光盘内容著作权属作者所有, 未经作者书面许可, 不得以任何形式摘抄、复制本书的任何部分。

图书在版编目 (CIP) 数据

SolidWorks 高级曲线曲面实例解析 / 江洪等编著. —北京: 机械工业出版社, 2007.1

(CAD/CAM/CAE 工程应用丛书)

ISBN 7-111-19879-4

I. S... II. 江... III. 曲面—机械设计: 计算机辅助设计—应用软件, SolidWorks IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 107989 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策 划: 胡毓坚

责任编辑: 张宝珠

责任印制: 洪汉军

三河市宏达印刷有限公司印刷

2007 年 1 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·20.75 印张·509 千字

0001—5000 册

定价: 36.00 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) 68326294

编辑热线电话 (010) 88379739

封面无防伪标均为盗版

出版说明

随着信息技术在各领域的迅速渗透, CAD/CAM/CAE 技术已经得到了广泛的应用, 从根本上改变了传统的设计、生产、组织模式, 对推动现有企业的技术改造、带动整个产业结构的变革、发展新兴技术、促进经济增长都具有十分重要的意义。

CAD 在机械制造行业的应用最早, 使用也最为广泛。目前其最主要的应用涉及到机械、电子、建筑等工程领域。世界各大航空、航天及汽车等制造业巨头不但广泛采用 CAD/CAM/CAE 技术进行产品设计, 而且投入大量的人力、物力及资金进行 CAD/CAM/CAE 软件的开发, 以保持自己技术上的领先地位和国际市场上的优势。CAD 在工程中的应用, 不但可以提高设计质量, 缩短工程周期, 还可以节约大量建设投资。

各行各业的工程技术人员也逐步认识到 CAD/CAM/CAE 技术在现代工程中的重要性, 掌握其中的一种或几种软件的使用方法和技巧, 已成为他们在竞争日益激烈的市场经济形势下生存和发展的必备技能之一。然而, 仅仅知道简单的软件操作方法是远远不够的, 只有将计算机技术和工程实际结合起来, 才能真正达到通过现代的技术手段提高工程效益的目的。

基于这一考虑, 机械工业出版社特别推出了这套主要面向相关行业工程技术人员的“CAD/CAM/CAE 工程应用丛书”。本丛书涉及 AutoCAD、Pro/ENGINEER、UG、SolidWorks、MasterCAM、ANSYS 等软件在机械设计、性能分析、制造技术方面的应用, 以及 AutoCAD 和天正建筑 CAD 软件在建筑和室内配景图、建筑施工图、室内装潢图、水暖、空调布线图、电路布线图以及建筑总图等方面的应用。

本套丛书立足于基本概念和操作, 配以大量具有代表性的实例, 并融入了作者丰富的实践经验, 使得本丛书内容具有专业性强、操作性强、指导性强的特点, 是一套真正具有实用价值的书籍。

机械工业出版社

前 言

SolidWorks 是一款非常优秀的三维机械设计软件，由于其易学易用，全中文界面、价格适中等特点吸引了越来越多的工程技术人员和大专院校的学生。本书的目的是解除读者畏惧曲面造型的心理，帮助读者较快地掌握曲面造型的方法。

本书的特点是每章都给出简明介绍、操作步骤、相关参数说明，最后给出有针对性的操作实例，将重要的知识点嵌入到具体实例中，使读者可以循序渐进，随学随用，边看书边操作，迅速掌握软件的使用和操作。

书中数字单位均为 mm，图中未显示的选项均为默认值。读者按照书中模型操作时，如果中途做错了，接着做时需要修改特征名，使之与光盘中的一致。

SolidWorks 每个版本升级后一些命令的运算法则会改变，因此有可能出现在低版本中做的模型，在高版本中只是打开，不做任何修改，重新建模会出错的情况。所以读者应该注意所使用的软件版本，当然也可以自己修改低成本的模型，使之能在高版本中通用。

参加本书编写的人员有江洪、王贵成、卢择临、邴祥林、周鲜华、陆利锋、杨勇、李铁清、梁达辉、李仲兴、刘灿、刘宗阳、崔鹏程、陈建祥、葛常清、卢国庆、郑小平、邱祥云、周士金、赵波、刘博、时泉鹏、周同兴等。

感谢苗志博、金永乔、Stefan Berlitz 对本书编写工作的支持。

感谢您阅读本书。请将您的宝贵建议和意见发送至：jsjfw@mail.machineinfo.gov.cn。

编 者

光盘说明

配套光盘组成

本书所附的光盘包含了书中所述的所有实例和动画。

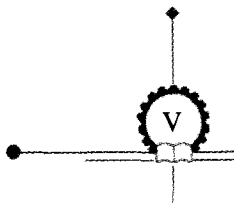
要正确使用配套光盘中的内容，必须预先安装 SolidWorks2006 Office 或者 SolidWorks Office Pro。

配套光盘对计算机系统的要求

- 处理器：Intel P4 以上。
- 硬盘：至少 40GB。
- 内存：1GB (最低 256MB)。
- 显示卡：最少支持 1024×768 像素的分辨率，增强色 16 位显卡。推荐使用显示模式为 1280×1024×32bit 的 AGP 或 PCI 类型的显卡。
- 操作系统：中英文 Windows NT/2000/XP (建议使用 Windows 2000 Professional SP4 或 Windows XP Professional)。
- 鼠标。
- CD-ROM 光驱。
- SolidWorks2006 Office 或者 SolidWorks Office Pro。

配套光盘目录

本书叙述中用到的模型和动画，按章归类。



目 录

出版说明
前言
光盘说明

第 1 篇 基础知识篇

第 1 章 曲线	1
1.1 几何关系	1
1.1.1 自动添加几何关系	2
1.1.2 手工添加几何关系	3
1.1.3 显示/删除几何关系	4
1.2 交叉曲线	4
1.3 面部曲线	5
1.4 螺旋线和涡状线	7
1.4.1 螺旋线	8
1.4.2 涡状线	9
1.5 组合曲线	9
1.6 分割线	10
1.7 投影曲线	12
1.8 通过参考点的样条曲线	15
1.9 通过 XYZ 点的曲线	16
1.10 通过模型边线的曲线	18
1.11 3D 草图	19
1.12 样条曲线	21
1.12.1 绘制样条曲线	21
1.12.2 套合样条曲线	26
1.12.3 插入样条曲线型值点	27
1.12.4 显示线曲率	28
1.12.5 简化样条曲线	30
1.12.6 移动方框	31
1.12.7 自由曲线的绘制与调整	32
第 2 章 曲面特征	35
2.1 平面	36
2.1.1 生成平面	36
2.1.2 编辑平面	37
2.2 拉伸曲面	38

2.3	旋转曲面	40
2.4	等距曲面	40
2.5	延展曲面	41
2.6	扫描曲面	42
2.6.1	简单扫描	42
2.6.2	穿透和重合	44
2.6.3	有引导线的扫描	50
2.7	放样曲面	52
2.7.1	简单放样	52
2.7.2	引导线放样	54
2.7.3	中心线放样	55
第3章	曲面控制	57
3.1	删除面和孔	57
3.1.1	隐藏/显示/删除面	57
3.1.2	删除孔	59
3.2	替换面	61
3.3	中面	62
3.4	移动/复制曲面	64
3.5	镜像/阵列曲面	66
3.5.1	镜像曲面	66
3.5.2	阵列曲面	66
3.6	延伸曲面	69
3.7	剪裁曲面	72
3.8	缝合曲面	73
3.9	加厚曲面和曲面切除	73
3.10	填充曲面	77
3.11	解除剪裁曲面	79
第4章	曲线曲面的新功能	82
4.1	草图几何关系显示	82
4.2	解决冲突	84
4.3	可变距螺旋线和涡状线	86
4.4	用基准面绘制3D草图	89
4.5	控制多边形与弛张样条曲线	90
4.6	样条曲线控标的尺寸	92
4.7	表面上的样条曲线	93
4.8	放样曲面的增强功能	95
第5章	曲面造型中常用的面和方法	100
5.1	勺形面	100
5.2	渐消失面	104

5.3	自由曲面	111
5.4	圆角面	120
5.5	曲面修补圆角	127
5.6	利用图片造型	131
5.7	思考与练习	143
第 6 章	曲面分析	146
6.1	斑马条纹	146
6.2	G0/G1/G2 简介	147
6.3	曲率	149
6.4	拔模分析	151
6.5	等距面和误差分析	154
6.6	收敛面的解决办法	156
6.7	思考与练习	161
第 7 章	灯笼和补面	163
7.1	灯笼	163
7.2	补面	165

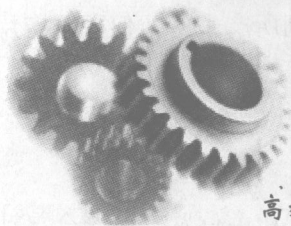
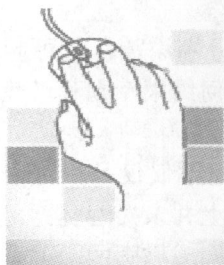
第 2 篇 应用实例篇

第 8 章	垃圾桶	173
8.1	桶体上部建模	174
8.2	桶体下部建模	185
8.3	细节部分建模	187
第 9 章	汽车外型	190
9.1	基体建模	191
9.2	前部建模	202
9.3	后部建模	207
9.4	中部建模	213
9.5	轮胎窗灯建模	217
第 10 章	电动剃须刀	226
10.1	主体建模	230
10.2	前端建模	240
10.3	边缘建模	243
10.4	头部建模	254
10.5	中部建模	258
10.6	尾部建模	275
第 11 章	用 VBA 创建曲线和曲面	278
11.1	怎么写 SolidWorks 的 VBA 程序	278
11.1.1	VBA 程序的录制	278
11.1.2	VBA 程序的编辑	281

11.2	通过 XYZ 点的曲线	283
11.3	扫描曲面	288
11.4	放样曲面	291
11.5	组合曲线	294
11.6	投影曲线	297
11.7	交叉曲线、旋转曲面	303
11.8	公式曲线的绘制	309
参考文献	319

第1篇 基础知识篇

第1章 曲线

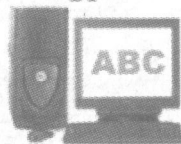


内
容

曲线是构建曲面模型的框架。要创建高质量的曲面，首先要创建高质量的曲线。熟练掌握和应用曲线可快速高效地完成曲面建模。

本章介绍的大部分都是3D曲线，它们作为参考几何体出现在 SolidWorks 中，使用它们可以创建很多实体。

提
要



曲线在某些情况下被用来生成实体模型特征。例如，可以将曲线用作扫描特征的路径或引导线，或用作放样特征的引导线，或用作拔模特征的分割线等。因此 2D 和 3D 曲线的绘制对于复杂模型的创建非常重要。

曲线的显示和隐藏可由设计者控制。想要切换曲线的显示状态，可以选择“视图”→“曲线”。想要隐藏或显示某一条曲线，可以在图形区域中右击鼠标，或右击特征管理器设计树中的曲线名称，然后从快捷菜单中选择“隐藏”或“显示”。

注意

选择单独的某一条曲线时，曲线会高亮显示，而不管曲线是否被隐藏。

1.1 几何关系

草图是曲线曲面的基础。在草图绘制过程中，常常需要限制草图实体的形状或多条草图间的相对位置关系，以满足设计意图和要求。各草图实体间的位置关系是由约束来限定的。

对各草图实体施加的约束关系有尺寸约束和几何约束两种。尺寸约束是指定义草图实体的大小，如线段的长度、角度的大小等。而几何约束是定义两个或多个草图实体间的几何关系，如两条线平行、垂直等。

要使草图实体具有确定的位置和大小，尺寸约束和几何约束可分别添加，也可同时添加。一旦利用草图建立了实体特征，只要改变草图间的尺寸约束或几何约束，则其对应的实体特征的形状也会改变。

在为直线建立几何关系时，几何关系是相对于无限长的直线，而不仅仅是相对于草图线段或实际边线。因此，在希望一些项目互相接触时，它们可能实际上并未接触到。

同样地，当生成圆弧或椭圆段的几何关系时，几何关系是对于整圆或椭圆的。

如果为不在草图基准面上的项目建立几何关系，则所产生的几何关系应用于此项目在草图基准面上的投影。

1.1.1 自动添加几何关系

自动添加几何关系就是在绘制草图的过程中控制其相关位置，系统会自动赋予其几何意义，不需要再利用添加几何关系的方式给予草图几何限制。这样可免去对每个绘制的草图添加几何关系的动作。绘制草图时 SolidWorks 默认的就是“自动添加几何关系”，如图 1-1 所示。

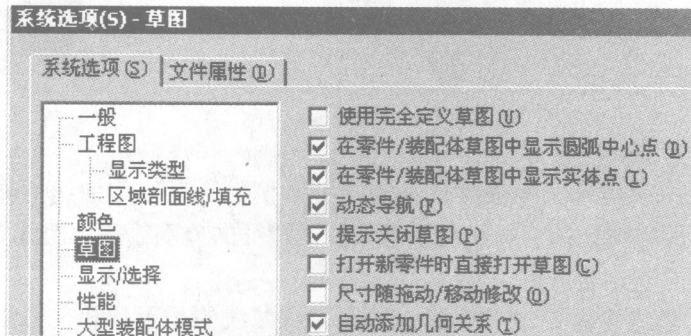


图 1-1 自动添加几何关系

如果不想使用“自动添加几何关系”功能，可以单击菜单“工具”→“选项”→“系统选项”→“草图”，取消“自动添加几何关系”复选框，然后单击“确定”按钮即可。另一种方式是在绘图时按住〈Ctrl〉键，系统将不再产生自动几何关系。

恢复自动几何关系时可以单击执行菜单“工具”→“选项”→“系统选项”→“草图”→“自动添加几何关系”→“确定”。另一种方式是单击菜单“工具”→“草图设定”→“自动添加几何关系”。

SolidWorks 会自动添加 8 种几何关系，如图 1-2 所示。

由图 1-2 可见，不同的几何关系有不同的光标形状，光标旁的数字表示线段的长度。

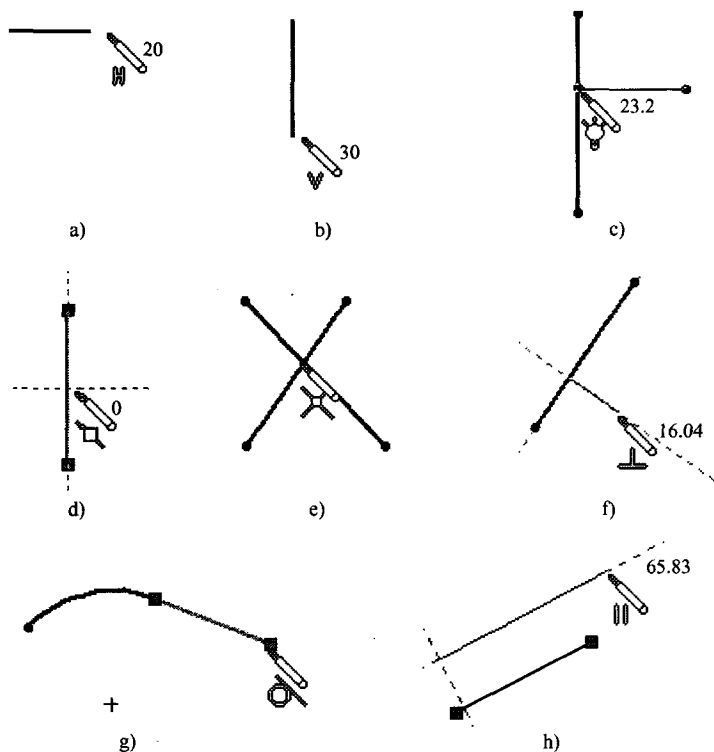




图 1-2 8 种自动添加的几何关系

- a) 水平 b) 竖直 c) 重合 d) 中点
e) 交叉点 f) 垂直 g) 相切 h) 平行

1.1.2 手工添加几何关系

除了上述 8 种可自动添加的几何关系外, 还有多种几何关系要靠手工添加, 其操作步骤为:

- (1) 单击几何关系工具栏上的“标注几何关系”图标按钮, 打开如图 1-3 所示的对话框。
- (2) 在“所选实体”列表框中选取要添加几何关系的草图实体。
- (3) 在“添加几何关系”选项组中选取要添加的几何关系类型。系统会根据选取的几何元素自动判别可供加入的几何关系, 并呈可选状态。
- (4) 单击“确定”图标按钮, 将指定的几何关系添加到所选几何实体。

备注

步骤 (1) 与步骤 (2) 次序可互换, 也就是说可先选取草图实体再单击按钮。

在添加几何关系的过程中, 如果出现几何关系冲突, 会弹出出错提示对话框, 如图 1-4 所示。

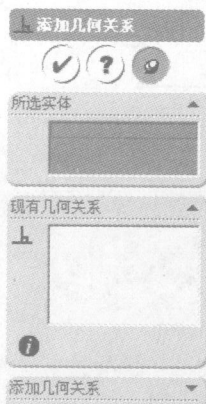


图 1-3 “添加几何关系”属性管理器

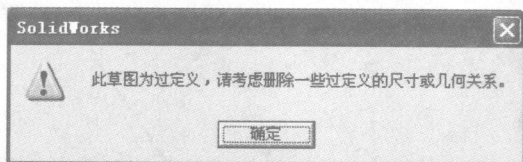




图 1-4 几何关系错误对话框

1.1.3 显示/删除几何关系

显示/删除几何关系用于显示手动或自动应用到草图实体的几何关系，并可用来删除不再需要的几何关系。还可以通过替换列出的参考引用来修正错误的实体。

单击几何关系工具栏上的“显示/删除几何关系”图标按钮或单击菜单“工具”→“几何关系”→“显示/删除”。如图 1-5 所示，窗口最上方是显示过滤器，当选择“全部在此草图中”选项时，几何关系列表框会显示此草图中的所有草图实体的几何关系；如果选择“所选实体”选项，几何关系列表框会显示所选择的草图实体的几何关系。显示选定实体的几何关系还有一种方法：选择想要查看的几何实体，单击，在属性管理器的最上方会显示所选择的几何实体的现有关系。选择“压缩”复选框可以关闭草图中的几何约束，几何约束的名称以暗灰色显示，表明此约束处于失效状态。只要不选择“压缩”复选框，所有的几何关系约束全部恢复。应该注意压缩与删除间的区别。

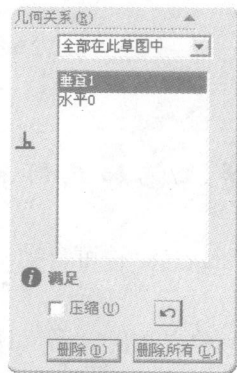


图 1-5 显示/删除几何关系属性管理器

选中需要删除的几何关系后，单击“删除”按钮便删除了几何关系，也可单击“删除所有”来删除全部的几何关系。

1.2 交叉曲线

交叉曲线用于打开一张草图并在以下类型的交叉处生成草图曲线：

- (1) 基准面、曲面或模型面。
- (2) 两个曲面。


- (3) 曲面和模型面。
- (4) 基准面和整个零件。
- (5) 曲面和整个零件。


在生成草图交叉曲线之后，可以按照与使用任何草图曲线相同的方式使用它们。

2D 和 3D 草图使用的规则如下：

- (1) 如果想要打开 2D 草图，首先选择基准面，然后单击工具栏中的“交叉曲线”按钮。
- (2) 如果想要打开 3D 草图，首先单击工具栏中的“交叉曲线”按钮，然后选择基准面。

【例 1-1】 求圆锥的截交线

(1) 打开光盘上的“【例 1-1】求圆锥的截交线.sldprt”零件文件。单击草图绘制工具工具栏上的“交叉曲线”图标按钮，或单击菜单“工具”→“草图绘制工具”→“交叉曲线”，在特征管理器设计树中，一张新的 3D 草图被打开。

(2) 分别单击基准面 1 和圆锥的表面，如图 1-6 所示，草图样条曲线在交叉处出现，单击“重建模型”图标按钮即可。

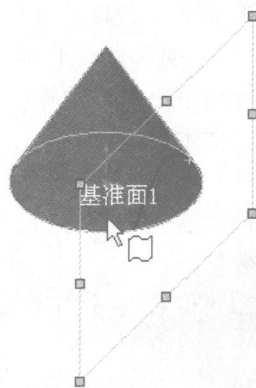




图 1-6 选择圆锥表面与基准面 1

【例 1-2】 求三棱柱与半球体的相贯线

(1) 打开光盘上的“【例 1-2】求三棱柱与半球体的相贯线.sldprt”零件文件。单击草图绘制工具工具栏上的“交叉曲线”图标按钮。

(2) 分别单击半球面和三棱柱的 3 个侧面（为便于单击，可旋转模型），如图 1-7a 所示，草图样条曲线在交叉处出现，单击“重建模型”图标按钮。

(3) 用鼠标右键单击特征管理器中的“旋转 1”特征，从弹出的快捷菜单中选择“隐藏”，如图 1-7b 所示。同样的步骤隐藏特征“拉伸 1”，得到一条三维的相贯线，如图 1-7c 所示。

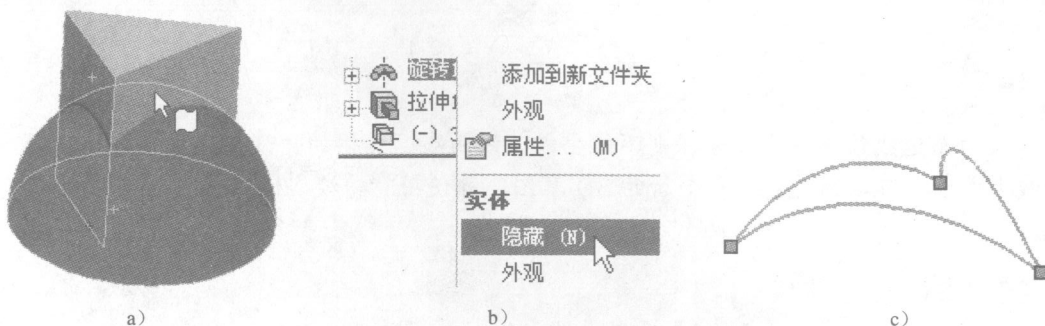


图 1-7 三棱柱与半球体的相贯线

a) 选择面 b) 隐藏实体快捷菜单 c) 相贯线



1.3 面部曲线


可以从面或曲面中提取 iso 参数 (UV) 曲线。应用这一功能，可以为输入的曲面提取

曲线，然后使用面部曲线进行局部清理。

可以指定均匀分布的曲线网格，或者生成两个正交曲线的位置。每条曲线都能成为单独的 3D 草图。如果启用面部曲线时正在编辑 3D 草图，那么所有提取的曲线都将添加到激活的 3D 草图中。

提取 iso 参数曲线的操作步骤为：

(1) 单击草图绘制工具栏上的“面部曲线”图标按钮，或单击菜单“工具”→“草图绘制工具”→“面部曲线”，然后在图形区域中选择一个面或曲面，弹出“面部曲线”属性管理器窗口。另外，还可以先选择一个面或曲面，然后再单击“面部曲线”图标按钮，或单击菜单“工具”→“草图绘制工具”→“面部曲线”。

(2) 面部曲线的预览图形出现在曲面上。曲线的一个方向为一种颜色，而另一方向为另一种颜色。曲线的颜色与“面部曲线”属性管理器中的颜色相对应。所选面的名称显示在“面”文本框中。

(3) 在“选择”卷动窗口下，选择以下任一单选按钮，然后执行后续操作：


1) “网格”：生成均匀放置的曲线，需要为“方向 1”和“方向 2”指定形成曲面的曲线的数量。

2) “位置”：设定两个正交曲线的相交位置并据此生成 3D 曲线。可以在图形区域中拖动正交曲线位置，或为“方向 1”从底部、为“方向 2”从右部指定百分比距离。


3) “方向 1”和“方向 2”复选框：如果不需要曲线可消除选择这两个复选框。

4) “位置顶点”方框：在图形区域中选择一个指定两条曲线相交处的顶点或点，此顶点不能被拖动。

(4) 在“选项”卷动窗口下，如果选择“约束于模型”复选框，则曲线随模型更改而更新。“忽略孔”复选框用于带内部缝隙或环的输入曲面，当选择此复选框时，曲线通过孔而生成，好像曲面完整无缺；当消除选择此复选框时，曲线停留在孔的边线。


(5) 单击“确定”图标按钮，曲线在特征管理器设计树中显示为 3D 草图。


注意


如果曲面边线信息不能配合，则不能生成边线曲线。提供的错误信息显示不能从 X 面部曲线生成 X。可以通过打开一个新的 3D 草图，并使用“转换实体引用”来生成丢失的曲线。

【例 1-3】 面部曲线

(1) 打开光盘上的“【例 1-3】面部曲线.sldprt”零件文件。

(2) 单击草图绘制工具栏上的“面部曲线”图标按钮，在图形区域中选择一个曲面。

(3) 在“面部曲线”属性管理器和绘图区域中进行设置和选择，单击“确定”图标按钮，如图 1-8 所示。

(4) 单击“撤消”图标按钮或单击菜单“编辑”→“撤消”或按〈Ctrl+Z〉键，取消使用“位置”选项的面部曲线。

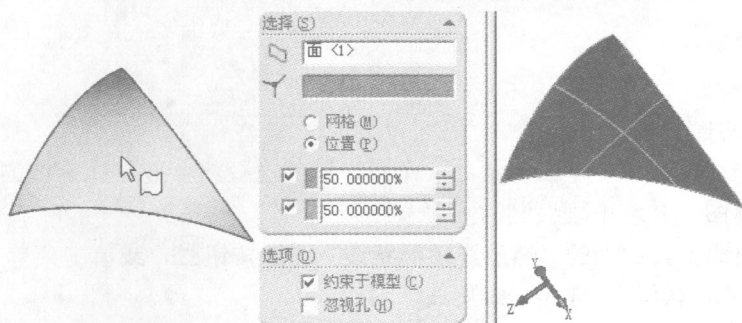



图 1-8 使用“位置”选项的面部曲线

(5) 重复上述步骤 (1) 和 (2), 在“面部曲线”属性管理器和绘图区域中进行设置和选择, 如图 1-9 所示, 单击“确定”图标按钮 , 如图 1-10 所示。

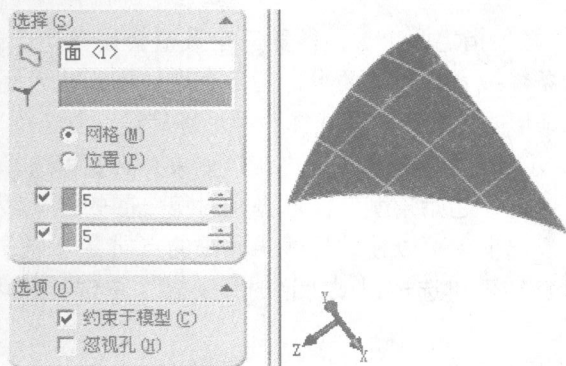




图 1-9 使用“网格”选项的面部曲线

(6) 单击  “确定”, 单击“重建模型”图标按钮 。可选用生成的 3D 草图, 如图 1-11 所示。

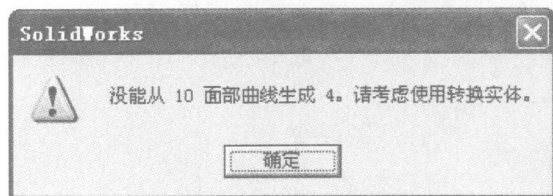


图 1-10 提示错误信息对话框

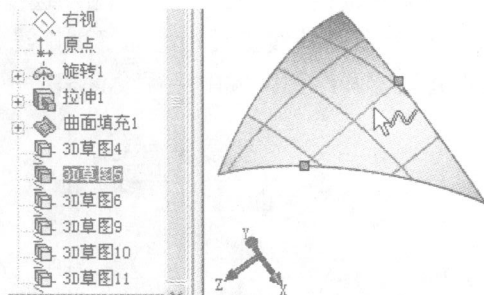


图 1-11 选用生成的 3D 草图

1.4 螺旋线和涡状线

螺旋线和涡状线是用一个圆草图实体来生成的。一条螺旋线或涡状线可以被当成一个路径或引导曲线使用在扫描的特征上, 或作为放样特征的引导曲线。