

/// 磐峯

www.gotop.com.tw

Pro/ENGINEER 系列丛书

Pro/ENGINEER

野火2.0版

ISDX 交互式曲面设计



本书所附光盘

包括全部实例练习文件



Pro/ENGINEER®
W I L D F I R E™



讲解透彻：系统介绍造型几何成型条件与原理

角度独特：分析造型参数化建构概念

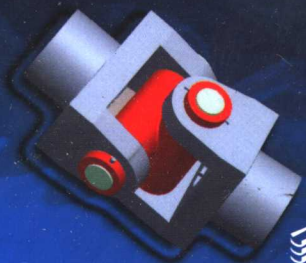
内容详尽：文字说明详实专业

重点突出：重点内容结合典型范例

指导性强：大量实际应用操作技巧

范例丰富：附赠光盘提供了100多个参考文件和解答文件

黄恒星 编著
白雁钧 改编



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

Pro/ENGINEER 系列丛书

Pro/ENGINEER 野火 2.0 版 交互式曲面设计

黄恒星 编著
白雁钧 改编

人 民 邮 电 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

Pro/ENGINEER 野火 2.0 版交互式曲面设计/黄恒星编著. —北京: 人民邮电出版社, 2006.1
(Pro/ENGINEER 系列丛书)

ISBN 7-115-13749-8

I. P... II. 黄... III. 曲面—机械设计: 计算机辅助设计—应用软件, Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 127905 号

版 权 声 明

本书繁体字版名为《Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 互动式曲面设计 ISDX》, 由碁峰资讯股份有限公司出版, 版权属碁峰资讯股份有限公司所有, 本书简体字中文版由碁峰资讯股份有限公司授权人民邮电出版社独家出版。未经本书原版出版者和本书出版者书面许可, 任何单位和个人不得以任何形式或任何手段复制或传播本书的部分或全部内容。

Pro/ENGINEER 系列丛书

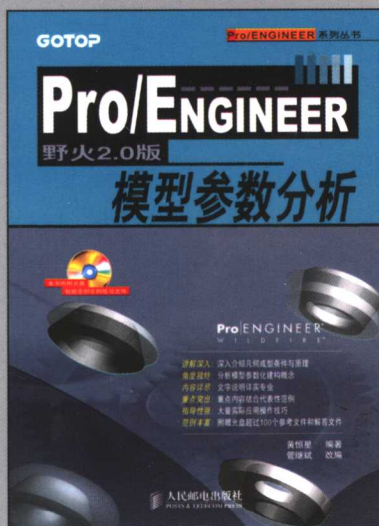
Pro/ENGINEER 野火 2.0 版交互式曲面设计

-
- ◆ 编 著 黄恒星
改 编 白雁钧
责任编辑 俞 彬
 - ◆ 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 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京鸿佳印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 21.5
字数: 523 千字 2006 年 1 月第 1 版
印数: 1~5 000 册 2006 年 1 月北京第 1 次印刷
著作权合同登记 图字: 01-2005-4752 号

ISBN 7-115-13749-8/TP·4869

定价: 42.00 元 (附光盘)

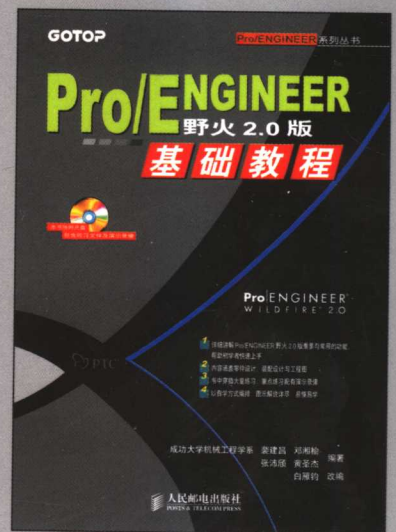
读者服务热线: (010) 67132687 印装质量热线: (010) 67129223



Pro/ENGINEER 野火2.0版模型参数分析

本书结合范例深入分析模型的几何成型原理与参数理论，帮助读者了解参数化的意义，建立扎实的Pro/E参数化设计基础。

本书融合了作者多年的产品开发与PTC教育培训经验，是一本供专业设计人员使用的指导性书籍。



Pro/ENGINEER 野火2.0版基础教程

本书是一本让初学者快速上手的
Pro/ENGINEER 野火2.0版自学指南。

本书以自学方式编排，图示解说详解
尽，书中穿插了大量练习，重点练习
配有演示录像。

内 容 提 要

本书包含了作者多年的产品开发与教育培训的经验,深入介绍了 Pro/ENGINEER 曲面造型的条件与原理,以及分析造型参数化建构概念。全书共分 10 章,主要内容包括:交互曲面模块 ISDX、界面操作与环境设置、建构 ISDX 曲线、建构 ISDX 曲面、连续性、对象产生曲线与曲面修剪、移动/复制与比例更新/复制比例、参数化与复制造型特征、多变造型等内容,各章均辅以范例进行说明。

本书讲解透彻、内容详尽、重点突出、实例丰富,是具有一定基础的 Pro/ENGINEER 设计人员提高自身设计水平不可或缺的参考书籍,也可作为机械设计专业以及相关的计算机辅助设计专业的教材或教学参考书。

序 言

Pro/ENGINEER 是第一套推出参数化设计技术的软件，同时是目前业界应用最广、技术最成熟的计算机辅助设计软件之一，拥有众多的用户。

有别于其他 3D 软件，Pro/ENGINEER 具有相当严谨的参数链接概念，虽然相当多的用户使用它开发产品，但应用层面仍受限于“积木式”的模型建构与普通的装配，当进行设计变更时，则受困于不良几何的处理，无法充分发挥参数化设计优点。要成为成熟的用户，需要对从模型几何的成型原理，到设计概念上的参数化理论以及自上而下的关联性装配，都具备相当程度的认知后，方能发挥透彻；要成为专业的教育培训老师，必须经过产品开发的完整流程与岁月的磨练，才可充分掌握参数化设计的精髓，使教授的内容更加贴切，符合学员实际需要，在参数化的应用上有深入而独特的诠释。

黄恒星先生除了是“Pro/ENGINEER 破思解谜”系列书的专任作者外，同时也负责参数科技（PTC）的多项教育训练课程，早期更有使用 Pro/ENGINEER 成功完成多个传统相机与数码相机设计专案的丰富实践经验。“破思解谜”系列是结合作者多年的使用经验与教学理论的丛书，是有志成为专业用户必定收藏的实典。

台湾大学机械系副教授
钟添东

序

或许您在读这本书之前，已经看过其他有关学习 Pro/ENGINEER 的书籍，但是黄先生撰写的“Pro/ENGINEER 破思解迷”这一系列图书，相信在参阅的同时，会让您随时有“又一村”的惊艳，相信能帮您解决许多使用 Pro/ENGINEER 时碰到的问题，更能帮您省下许多摸索的时间，对于刚踏入 Pro/E 领域第一步的初学者还是专业设计人员，这一深具实用价值的系列著作，都将是您不可或缺的参考书籍。

参数科技全球服务组织（PTC Global Services）持续投入人力物力，期望符合产业界的产品开发需求，也同时盼望像恒星兄一样的科技人员能共襄盛举，用自己的语言撰写有价值的参考资料，通过此系列颇富创意的好书出版，帮您扫除许多学习及使用上的障碍，提升您的专业技术水平。本人深感荣幸乐意为此书作序。

参数科技全球服务组织
教育训练部
杨钧博 经理

前 言

继《Pro/ENGINEER 参数实体模型学习实务》、《Pro/ENGINEER 实战手册》与《Pro/ENGINEER 2001 实用问题解答》相继出版之后，与读者已经阔别三年。三年来一直希望可以写一系列与其他的 Pro/ENGINEER 参考书籍不一样的书，但碍于个人事务、时间与软件改版等原因，出版计划总是一延再延，偶尔只能通过相关的月刊专栏，与读者分享软件的更新内容。笔者个人事务繁忙与时间不足是主要原因，现在割舍繁杂的事务并重新执笔，有说不出的自由，视野也更为宽广。

“破思解谜”系列，是融合笔者多年的产品开发与教育培训的经验所规划的教学丛书。本书结合范例深入分析模型的几何成型条件原理与参数理论，帮助读者了解参数化的几何意义，建立扎实的 Pro/E 参数化设计基础。

每一本书的完成，除了自己要付出相当多的时间，同时也需要许多人的协助与支持才能顺利出版，在此感谢碁峰资讯股份有限公司对“破思解谜”系列书的全力协助，使其能够如期出版；感谢钟添东教授于百忙中为此书撰写序言；更特别感谢参数科技全球服务组织教育培训部杨钧博经理对此丛书的厚爱与实际的支持。最后，以此书送给家中的大千金子彦（琬玥），因为这是牺牲许多陪伴她的时间方能完成的书籍。

黄恒星

本书光盘使用说明

本书所附赠的光盘包含了各章的范例参考文件和结果文件，建议读者先将所有的范例文件所在的 exercise 目录复制到硬盘上以方便使用，并将 Pro/ENGINEER 的工作目录指向该文件夹。

目 录

第 1 章 认识自由曲面模块 ISDX	1
1-1 介绍自由曲面模块	2
1-1-1 自由曲面模型建构概念	2
1-1-2 自由曲面模块与应用	2
1-2 认识造型特征对象	5
1-2-1 认识造型特征属性	5
1-2-2 造型特征对象	8
1-3 规划造型特征	12
1-3-1 面向用户的产品设计	12
1-3-2 造型特征规划原则	13
1-4 内部更新	17
1-4-1 了解内部更新原理	17
1-4-2 再生状态	18
1-4-3 设置自动预览更新	19
第 2 章 界面操作与环境设置	21
2-1 认识界面	22
2-1-1 主菜单	22
2-1-2 图标工具栏	26
2-1-3 鼠标快捷菜单	26
2-1-4 快捷键	28
2-2 操作窗口	30
2-2-1 单一窗口与 4 个窗口	30
2-2-2 调整窗口大小	32
2-3 活动平面	33
2-3-1 活动平面的定义	33
2-3-2 活动平面的显示	34
2-3-3 活动平面的设置	34

2-4 环境设置	35
----------------	----

第 3 章 建构 ISDX 曲线 39

3-1 曲线建构	40
3-1-1 建构曲线	40
3-1-2 自由曲线	40
3-1-3 平面曲线	42
3-1-4 Cos 曲线	44
3-2 曲线编辑	47
3-2-1 编辑曲线	47
3-2-2 拖曳插入点	47
3-2-3 拖曳切线	51
3-2-4 编辑坐标	52
3-2-5 转换曲线	53
3-2-6 删除曲线	54
3-3 插入点的应用	54
3-3-1 添加/删除插入点	55
3-3-2 插入点添加原则	56
3-4 软点的控制	57
3-4-1 软点定义	57
3-4-2 设置软点的参考	58
3-4-3 软点的参考形式	60
3-4-4 软点参考的显示	63
3-5 延伸、删减、分割与链接线段	64
3-5-1 延伸曲线	65
3-5-2 分割曲线段	67
3-5-3 组合曲线段	68
3-6 切线的设置	69
3-6-1 切线的属性	69
3-6-2 切线的定义	69
3-6-3 切线的影响	70
3-7 曲线分析	71
3-7-1 显示与调整曲率	71
3-7-2 检测曲率的应用	73
3-7-3 曲率网线的精度设置	74
3-8 综合练习	76

第 4 章 建构 ISDX 曲面	105
4-1 建构曲面	106
4-1-1 曲面属性	106
4-1-2 造型曲面与 Pro/E 的兼容性	106
4-2 边界曲面	106
4-2-1 边界曲面属性	107
4-2-2 边界的属性与定义原则	108
4-2-3 边界曲面操作方式	109
4-2-4 内部曲线	111
4-3 扫描曲面	118
4-3-1 扫描曲面属性	119
4-3-2 边界的属性与定义原则	119
4-3-3 扫描曲面操作方式	121
4-4 混合曲面	121
4-4-1 混合曲面属性	122
4-4-2 边界的属性与定义原则	122
4-4-3 辐射设置	125
4-4-4 一致性设置	126
4-4-5 混合曲面操作方式	128
4-5 三角曲面	128
4-5-1 三角面定义	128
4-5-2 三角面的质量	131
4-5-3 三角面造型的处理	131
4-6 综合练习	133
第 5 章 连续性	147
5-1 连续的定义	148
5-1-1 连续的定义	148
5-1-2 G0 几何连续	149
5-1-3 G1 相切连续	150
5-1-4 G2 曲率连续	150
5-1-5 连续的应用	151
5-2 边界条件与连续性	151
5-2-1 边界条件的定义	151
5-2-2 边界条件与曲面连续的关系	155
5-3 设置连续条件	155

5-3-1 切线的设置 (设置边界条件)	155
5-3-2 连续的设置	161
5-3-3 双向连续设置	165
5-4 连续的父子关系	171
5-4-1 曲线连续的父子关系	171
5-4-2 曲面连续的父子关系	175
5-5 检测连续性	178
5-5-1 曲面连续的检测	179
5-5-2 调整优化的连续条件	182
5-5-3 掌握曲面质量	185
5-6 综合练习	187

第 6 章 对象产生曲线与曲面修剪 195

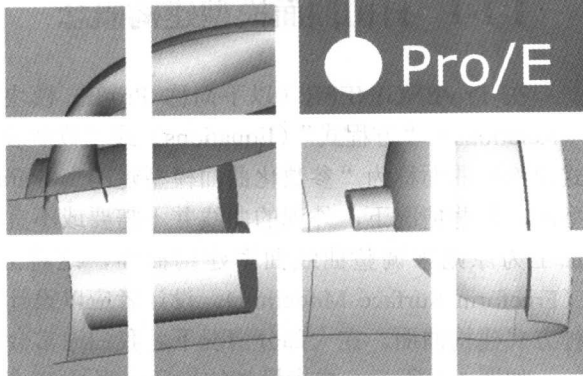
6-1 曲线建构	196
6-1-1 偏移曲线属性与定义	196
6-1-2 建构偏移 Cos	199
6-1-3 编辑偏移 Cos	199
6-2 来自基准的曲线	200
6-2-1 加载曲线的属性与定义	200
6-2-2 建构加载曲线	201
6-3 来自曲面的曲线	202
6-3-1 来自曲面的曲线的属性与定义	202
6-3-2 建构来自曲面的曲线	204
6-4 下落曲线 	205
6-4-1 下落曲线的属性与定义	205
6-4-2 建构下落曲线	206
6-4-3 编辑下落曲线	206
6-5 曲面修剪 	207
6-5-1 曲面修剪的属性与定义	207
6-5-2 修剪操作	210
6-5-3 编辑修剪曲面	210
6-5-4 编辑修剪的原始曲面	211
6-6 综合练习	214

第 7 章 移动/复制、比例更新/复制比例 223

7-1 移动/复制	224
7-1-1 移动属性	224

7-1-2 复制属性	226
7-1-3 移动与复制的操作	226
7-1-4 快捷键的操作要点	226
7-2 比例更新/复制比例	229
7-2-1 比例更新	229
7-2-2 复制比例	232
7-2-3 复制比例的操作	234
7-3 综合练习	236
第 8 章 参数化与复制造型特征	247
8-1 造型特征参数化	248
8-2 复制造型特征	251
8-2-1 复制造型特征的原理	251
8-2-2 镜像造型特征	255
8-3 阵列造型特征	256
8-3-1 造型特征的阵列原理	256
8-3-2 利用复制进行阵列	258
8-4 综合练习	259
第 9 章 多变造型	271
9-1 多变曲面与修饰造型	272
9-2 渐消曲面	275
9-3 三角面	282
9-3-1 收敛、延伸与连续	282
9-3-2 三角面的建构	285
9-4 圆润曲面	289
9-5 综合练习	293
第 10 章 习题与解答	307
10-1 习题	308
10-2 解答	327

认识自由曲面模块 ISDX



本章重点

- ▶ 1-1 介绍自由曲面模块
- ▶ 1-2 认识造型特征对象
- ▶ 1-3 规划造型特征
- ▶ 1-4 内部更新

1-1 介绍自由曲面模块

学习重点:

1. 自由曲面模型建构概念。
2. 自由曲面模块与应用。

1-1-1 自由曲面模型建构概念

在 Pro/ENGINEER (以下简称 Pro/E) 模块中, 使用“尺寸”(Dimensions)、“关系式”(Relations)、“方程式”(Equations) 或“数学参数值”(Mathematical) 等控制曲面几何的方式建构的曲面称为“参数化曲面模型建构”(Parametric Surface Modeling)。而在设计外观造型时, 某些情况下, 外观的曲线并不需要或不宜通过尺寸表达, 通常以主观、美观与可开模加工为原则来调整曲线曲率建构曲面, 这种方式建构的曲面称为“自由曲面模型建构”(Freeform Surface Modeling)。设计者应以设计要求与设计的数据作为依据, 决定使用哪一种方式建构曲面。在大部分情况下, 我们通常会综合使用这两种方式建构产品外观曲面。

如图 1-1 所示, 戒指模型的指环由直径 17 的圆柱面定义(参数化曲面模型建构方式), 但因为造型修饰不需要尺寸, 只强调主观创意与外形美观, 所以以自由曲面模块定义(自由曲面模型建构方式)。

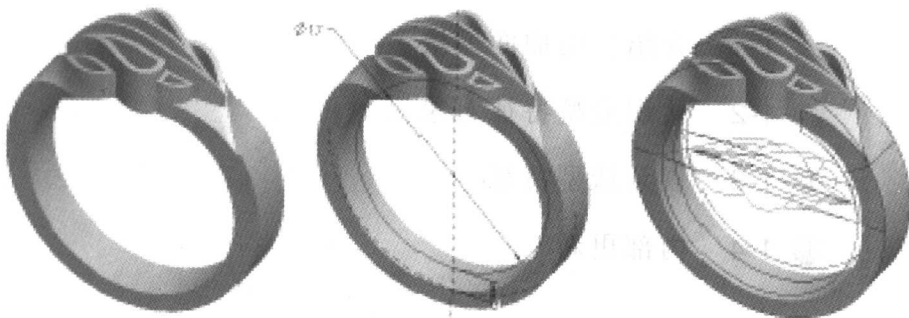


图 1-1

1-1-2 自由曲面模块与应用

自由曲面模块又称为“交互式曲面设计”(Interactive Surface Design eXtension, 简称 ISDX), 完全兼容于 Pro/E 界面操作, 所定义的特征除了可以参考其他特征, 也可以被其他特征参考使用。ISDX 以“自由曲面模型建构”概念作为出发点, 主要以具有很高编辑能力的 3D 曲线作骨架, 来建构外观曲面。这些曲线之所以没有尺寸参数, 为的是设计能够直接调整外观曲线, 高效设计造型。

自由曲面模块应用的层面相当广，在工业设计、机构与逆向操作中均扮演重要的角色，以下是 ISDX 应用的领域。

■ 概念设计

凭借强大的曲线编辑能力与曲面建构功能，设计者可以快速建构模型。如图 1-2 所示，亚克力（acrylic）外观要求类似蝴蝶形状，其中的造型线必须经过多次调整，除了要搭配模型整体外观外，同时也要顾及几何曲率，才能决定其形状（该形状不宜使用尺寸标注）。而通过“自由曲面”模块，设计者可在编辑曲线下实时观察曲率与曲面变化，完整诠释设计者的设计理念。



图 1-2

■ 分件处理

直接在曲面上绘制曲线（即 Cos 曲线），所成形的曲线将完全贴服在曲面表面，用户可利用它切割出所要的零件的面积，再进行分件操作，见图 1-3。

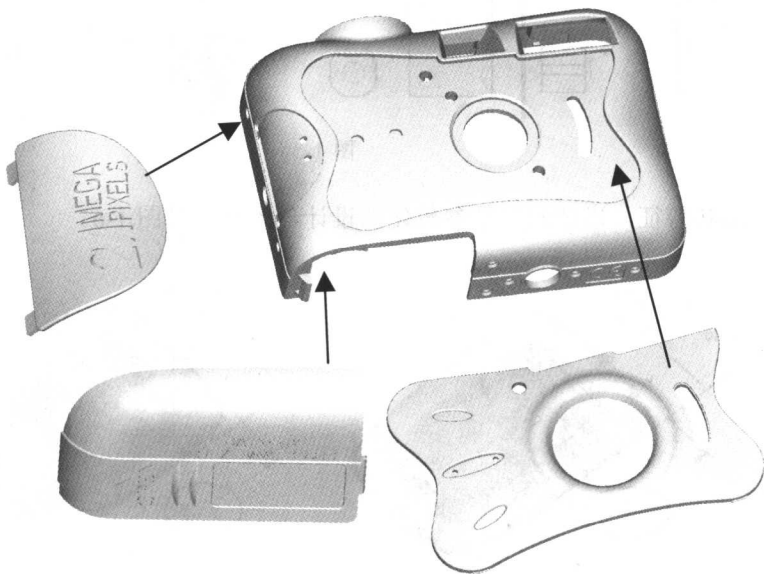


图 1-3