

Pro/Engineer
工程应用丛书

实例
教程

Pro/Engineer Wildfire 3.0 工业设计高级实例教程

江苏大学数字化制造技术研究所
Pro/Engineer 特约培训中心
王霄 陈爵滔 等编著



化学工业出版社



| 随书附赠光盘 |

Pro/Engineer
工程应用丛书

实例
教程

Pro/Engineer Wildfire 3.0 工业设计高级实例教程

江苏大学数字化制造技术研究所
Pro/Engineer 特约培训中心
王霄 陈爵滔 等编著



化学工业出版社
· 北 京 ·

本书共分八章,第1章主要介绍 Pro/Engineer 在工业设计方面的作用与产品开发流程,使读者真正理解 Pro/Engineer 在工业设计中的价值;第2、3、4章分别介绍 Pro/Engineer 基础曲面创建、高级曲面创建以及自由曲面创建方面的知识,使读者对工业设计中的曲面创建有系统的了解并结合综合实例得到提高;第5、6章分别介绍曲面分析和渲染方法,使读者能检测曲面创建的效果和质量;第7章结合实际产品开发,系统地总结工业设计中曲面造型的高级进阶技巧,使已掌握一定曲面创建技巧的读者能进一步全面提高曲面造型能力;第8章结合实际应用的综合实例,以不同的实例从不同的角度讲解工业设计中曲面造型的应用,主要是用原有的 IGS 线框构造电话听筒、用一张透视的平面效果图构造美工刀、用二维正投影视图创建手机外壳,最后用一个比较复杂的电钻造型让读者体会复杂曲面的创建技巧。

本书讲解详尽,力求精简、实用,使读者在最短的时间内掌握曲面创建的技巧。本书可作为高等院校、高等职业技术学院的培训教程或参考书,同时可作为广大从事工业设计及产品设计的技术人员的自学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

Pro/Engineer Wildfire 3.0 工业设计高级实例教程 / 王霄
等编著. —北京: 化学工业出版社, 2007.5

(Pro/Engineer 工程应用丛书)

ISBN 978-7-122-00240-2

I. P… II. 王… III. 工业设计: 计算机辅助设计-图
形软件, Pro/Engineer Wildfire 3.0 IV. TB47-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 051746 号

责任编辑: 郭燕春

装帧设计: 冰川设计

责任校对: 顾淑云

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 刷: 北京云浩印刷有限责任公司

装 订: 三河市前程装订厂

880mm×1230mm 1/16 印张 25¼ 彩插 2 字数 772 千字 2007 年 5 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: 49.00 元 (含 1CD)

版权所有 违者必究



笔架



电话听筒



电熨斗



电钻 (一)



电钻 (二)



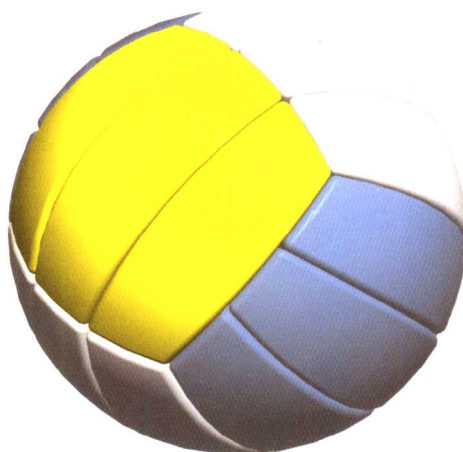
机器猫



美工刀 (一)



美工刀 (二)



排球



手机



箱体

Pro/Engineer 工程应用丛书编委会

主 任	袁银南				
副主任	任乃飞	王 霄			
委 员	袁银南	任乃飞	王 霄	刘会霞	梁新合
	袁国定	阮鸿雁	任国栋	戴峰泽	戴亚春
	姜银方	陈酩滔	尹必峰		

Pro/Engineer 工程应用丛书出版说明

Pro/Engineer 是美国 PTC 公司开发的一套机械 CAD/CAE/CAM 集成软件, 其技术领先, 在机械、电子、航空、航天、邮电、兵工、纺织等各行各业都有应用, 是 CAD/CAE/CAM 领域中少有的顶尖“人物”。它集零件设计、大型组件设计、钣金设计、造型设计、模具开发、数控加工、运动分析、有限元分析、数据库管理等功能于一体, 具有参数化设计, 特征驱动, 单一数据库等特点, 大大加快了产品开发速度。

Pro/Engineer Wildfire 3.0 是 Pro/Engineer 的最新版本, 其功能较以前的版本有了很大的提高, 而且操作界面也更为友好, 大大提高了技术人员的工作效率。

本套丛书是江苏大学机械工程学院数字化制造技术研究所精心组织而推出的, 该研究所是清华大学艾克斯特自动化技术有限公司 (PTC 公司中国区 Pro/Engineer、Windchill 等全线产品总代理) 的 Pro/Engineer 特约培训中心。

该中心长年从事高校学生、教师及企业技术人员的 Pro/Engineer 培训与证书认证。本套丛书是根据学员的认知规律与实际产品数字化开发与制造的需求而编写的, 它们是 CAD/CAE/CAM 专业人员、Pro/Engineer 培训专家以及从事这方面实际产品设计、分析与制造的专业人员倾全力打造的一套实用丛书。

Pro/Engineer 工程应用丛书包括:

- 《Pro/Engineer Wildfire 3.0 入门到精通教程》
- 《Pro/Engineer Wildfire 3.0 典型机械零件设计手册》
- 《Pro/Engineer Wildfire 3.0 高级设计实例教程》
- 《Pro/Engineer Wildfire 3.0 工业设计高级实例教程》
- 《Pro/Engineer Wildfire 3.0 数控加工编程》
- 《Pro/Engineer Wildfire 3.0 冲压模具设计实例教程》

化学工业出版社

前 言

Pro/Engineer 是美国 PTC 公司开发的一套机械 CAD/CAM 软件, 它集零件设计、大型组件设计、钣金设计、造型设计、模具开发、数控加工、运动分析、有限元分析、数据库管理等功能于一体, 具有参数化设计、特征驱动、单一数据库等特点。Pro/Engineer 广泛应用于机械、电子、汽车、航空等行业, 是世界上应用最广泛的 CAD/CAM 软件之一。

本书着重介绍 Pro/Engineer Wildfire 3.0 在工业造型设计中的应用, 内容涵盖基础曲面、高级曲面、自由曲面、曲面分析、曲面渲染、曲面造型进阶技巧与综合提高实例等。通过循序渐进、由浅入深的讲解方法, 让读者轻松地由基础过渡到提高, 从而全面了解和掌握 Pro/Engineer 曲面造型的方法和技巧, 在工业造型设计中更加得心应手。

本书共分八章, 第 1 章主要介绍 Pro/Engineer 在工业设计方面的作用与产品开发流程, 使读者真正理解 Pro/Engineer 在工业设计中的价值; 第 2、3、4 章分别介绍 Pro/Engineer 基础曲面创建、高级曲面创建以及自由曲面创建方面的知识, 使读者对工业设计中曲面创建有系统的了解并结合综合实例得到提高; 第 5、6 章分别介绍曲面分析和渲染方法, 使读者能检测曲面创建的效果和质量; 第 7 章结合实际产品开发, 系统地总结工业设计中曲面造型的高级进阶技巧, 使已掌握一定曲面创建技巧的读者能进一步全面提高曲面造型能力; 第 8 章结合实际应用的综合实例, 以不同的实例从不同的角度讲解工业设计中曲面造型的应用, 主要是用原有的 IGS 线框构造电话听筒、用一张透视的平面效果图构造美工刀、用二维正投影视图创建手机外壳, 最后用一个比较复杂的电钻造型让读者体会复杂曲面的创建技巧。

本书讲解详尽, 力求精简、实用, 使读者在最短的时间内掌握曲面创建的技巧。本书可作为高等院校、高等职业技术学院的培训教程或参考书, 同时可作为广大从事工业设计及产品设计的技术人员的自学参考书。

附赠光盘中包含所有创建完成的实例, 以及所有配套练习文件。

本书实例来源于实际生产, 具有典型性、复杂性和代表性, 书中讲解思路清晰, 图文并茂。本书可使 Pro/Engineer 用户迅速掌握基本知识并全面提高使用技能, 使用户对 Pro/Engineer 的应用更贴近实际生产。本书已成为使用 Pro/Engineer Wildfire 3.0 从事产品开发高手的不可多得的帮手。

本书由江苏大学王霄、产品工程师陈醇滔、江苏大学郑丽和卢树斌编著, 其中, 第 1、2、3 章由王霄、郑丽编写, 第 4 章由卢树斌编写, 第 5、6 章由郑丽编写, 第 7、8 章由陈醇滔编写, 全书由王霄、陈醇滔负责组织与统稿。

本书虽经反复校对, 但因时间仓促及编者水平有限, 不足之处在所难免, 诚望广大读者和同仁指正。

编 者
2007 年 4 月

目 录

第1章 计算机辅助工业设计概述	1
1.1 工业设计	1
1.1.1 工业设计的概念	1
1.1.2 工业设计的特点	1
1.2 计算机辅助工业设计	2
1.2.1 CAID 的概念	2
1.2.2 CAID 的技术应用	2
1.2.3 产品的开发流程	3
1.2.4 CAID 常用软件	5
1.3 Pro/Engineer 在工业设计中的作用	6
第2章 基础曲面创建及曲面编辑	8
2.1 拉伸曲面	8
2.1.1 拉伸曲面介绍	8
2.1.2 拉伸曲面实例	8
2.2 旋转曲面	11
2.2.1 旋转曲面介绍	11
2.2.2 旋转曲面实例	11
2.3 扫描曲面	12
2.3.1 扫描曲面介绍	12
2.3.2 扫描曲面实例	12
2.4 混合曲面	13
2.4.1 混合曲面介绍	13
2.4.2 混合曲面实例	13
2.5 曲面复制	17
2.5.1 按原样复制所有曲面	17
2.5.2 排除曲面并填充孔	18
2.5.3 复制内部边界	18
2.5.4 曲面移动复制	19
2.5.5 曲面旋转复制	20
2.6 曲面镜像	20
2.7 曲面填充	21
2.8 曲面合并	22
2.9 曲面修剪	23
2.9.1 创建基础曲面时的修剪功能	23
2.9.2 用曲面特征修剪曲面	23
2.9.3 用曲线上的曲线修剪曲面	24
2.9.4 用基准平面或使用侧面影像修剪曲面	25
2.9.5 用顶点倒圆角修剪曲面	25

2.10	曲面延伸	26
2.10.1	以相同类型延伸曲面	26
2.10.2	与原曲面相切或逼近来延伸曲面	28
2.10.3	延伸曲面到指定平面或基准平面	28
2.11	曲面偏移	29
2.11.1	曲面标准偏移特征	29
2.11.2	曲面具有斜度特征偏移	30
2.11.3	曲面以展开特征偏移	31
2.11.4	替换曲面特征偏移	32
2.12	曲面加厚	32
2.13	曲面实体化	33
2.13.1	曲面转变为实体	34
2.13.2	用曲面切除实体	35
2.13.3	用曲面片切除实体	36
2.14	综合实例	36
第3章	高级曲面的创建	46
3.1	扫描混合曲面	46
3.1.1	垂直于轨迹	46
3.1.2	垂直于投影	48
3.1.3	恒定法向	49
3.2	螺旋扫描曲面	51
3.2.1	创建恒定螺距扫描曲面	51
3.2.2	创建可变螺距扫描曲面	52
3.3	边界混合曲面	54
3.3.1	在一个方向上创建边界混合曲面	54
3.3.2	在两个方向上创建边界混合曲面	54
3.3.3	使用拟合曲线创建边界混合曲面	55
3.3.4	封闭的边界混合曲面	57
3.3.5	利用边界混合连接曲面	57
3.4	可变剖面扫描曲面	59
3.4.1	垂直于轨迹	59
3.4.2	垂直于投影	60
3.4.3	恒定的法向	61
3.4.4	利用关系式创建可变剖面扫描曲面	62
3.5	圆锥曲面和N侧曲面片	62
3.5.1	圆锥曲面	62
3.5.2	N侧曲面片	65
3.6	将剖面混合到曲面	65
3.7	在曲面间混合	67
3.8	综合实例	67
3.8.1	吹风机	67
3.8.2	机器猫	77
第4章	自由曲面	87
4.1	ISDX的用户界面	87

4.1.1	下拉式菜单	87
4.1.2	“造型”菜单	88
4.1.3	“分析”菜单和“分析”工具栏	89
4.1.4	“造型”工具栏	90
4.1.5	视图设置	90
4.1.6	造型术语	91
4.2	ISDX 曲线的建立	92
4.2.1	曲线的类型	92
4.2.2	自由曲线	92
4.2.3	平面曲线	93
4.2.4	COS	94
4.2.5	通过投影建立 COS	94
4.2.6	通过相交建立 COS 曲线	94
4.2.7	创建圆	95
4.2.8	创建圆弧	95
4.3	ISDX 曲线编辑	95
4.3.1	点的类型	95
4.3.2	曲率图	96
4.3.3	点的编辑	97
4.3.4	曲线切向量的编辑	99
4.3.5	曲线类型的转换	101
4.3.6	曲线的复制	101
4.3.7	曲线的移动	102
4.3.8	曲线的删除	102
4.3.9	曲线的分割与组合	103
4.4	ISDX 曲面	103
4.4.1	曲面的建立	103
4.4.2	曲面的连续	106
4.4.3	曲面连续的建立和转换	106
4.4.4	曲面的修剪	107
4.4.5	曲面的平移	108
4.4.6	曲面的复制	108
4.4.7	曲面的删除	108
4.5	使用外部数据	109
4.5.1	使用模型上的曲线	109
4.5.2	跟踪草绘	110
4.5.3	实例操作	113
4.6	箱体造型实例	114
第 5 章	曲面分析	119
5.1	点	119
5.2	半径	119
5.3	曲率	120
5.4	剖面	121
5.5	二面角	123

5.6 偏移	123
5.7 偏差	124
5.8 着色曲率	124
5.9 拔模检测	127
5.10 斜率	128
5.11 反射	129
5.12 阴影	129
5.13 综合实例	130
第6章 渲染	133
6.1 渲染的种类与特点	133
6.1.1 PhotoRender 渲染器	133
6.1.2 Photolux 渲染器	133
6.2 渲染命令	133
6.2.1 渲染设置	134
6.2.2 渲染场景	135
6.2.3 渲染房间	135
6.2.4 颜色和外观	137
6.2.5 光源	139
6.2.6 环境编辑器	140
6.2.7 透视图	143
6.2.8 图像编辑器	143
6.3 综合实例	144
6.3.1 排球渲染	144
6.3.2 笔架渲染	148
第7章 曲面造型进阶技巧	150
7.1 高级曲面建模概述	150
7.1.1 高级曲面建模的含义	150
7.1.2 NURBS 及其特性	151
7.1.3 曲线及曲面的连续性	152
7.1.4 评估建模质量的要素	154
7.2 高级曲面建模方法及技巧	155
7.2.1 合理规划建模方案	156
7.2.2 高品质的曲线是构建高品质曲面的基础	158
7.2.3 灵活施加各种边界约束条件	165
7.3 常见形态的建模方法	171
7.3.1 非四边形曲面	171
7.3.2 多截面过渡型曲面	182
7.3.3 消失面	203
第8章 工业设计综合实例	219
8.1 电话听筒	219
8.1.1 对输入数据的初始处理	220
8.1.2 构建主体上部面	221

8.1.3	补足端部面	222
8.1.4	构建主体下部面	224
8.1.5	构建头部面	229
8.1.6	头部和主体融接	230
8.2	美工刀	236
8.2.1	建立草绘区域以控制整体尺寸大小	237
8.2.2	描摹效果图轮廓, 构建基本外形曲线	237
8.2.3	构建刀身大面	243
8.2.4	构建刀身前部消失面, 并裁剪刀身曲面	249
8.2.5	构建和裁剪后部大面, 并构建尾端融接曲面	253
8.2.6	构建前后大面的连接区域	258
8.2.7	构建前部下端的消失面和后部的穿孔	264
8.2.8	构建头部及侧面的一些细节	270
8.3	手机外壳	275
8.3.1	原始数据转化	276
8.3.2	输入曲线重构	283
8.3.3	构建手机正面的大面	288
8.3.4	构建手机外壳背面的大面	299
8.3.5	构建手机外壳侧面正面的大面	300
8.3.6	构建手机外壳侧面背面的大面	305
8.3.7	生成实体并抽壳	311
8.4	电钻	313
8.4.1	实例剖析	313
8.4.2	建模步骤	314
8.4.3	描摹效果图轮廓, 构建基本外形曲线	318
8.4.4	构建模型上部	332
8.4.5	构建模型中部, 并与上部融接	343
8.4.6	构建手柄部位	352
8.4.7	构建手柄与上部主体的融接区域	357
8.4.8	构建下部电池包区域	364
8.4.9	构建调节套及其他一些必要的细节	368
8.4.10	左机壳模型构建	369
8.4.11	电池包建模	380
8.4.12	调节套模型构建	385

第1章 计算机辅助工业设计概述

自20世纪90年代以来,信息技术飞速发展、市场竞争日趋激烈,工业产品由传统的机械产品向机电一体化、信息电子产品的方向发展,其技术含量大大提高。同时,人们的消费观念也不断地发生变化,产品的功能已不再是消费者决定购买的最主要的因素,产品的创新性、外观造型、个性化、环保性等因素愈来愈受到消费者的重视,在竞争中占据突出地位。

1.1 工业设计

1.1.1 工业设计的概念

工业设计是随着社会的发展、科学的进步,人类进入到现代生活而发展起来的一门新兴的学科。由于人们在该学科研究的侧重面的不同,因而对该学科含义的理解可以分为广义的和狭义两种。广义的理解主要包括:工业产品设计、视觉传达设计、作业环境设计;狭义的理解则仅限于以工业产品为主要研究内容的系统性设计,它主要包括产品的形态、色彩、人机关系等方面。

在现代化的工业生产中,产品要取得社会的承认并达到预期的社会效果,就要在设计中实现技术因素和艺术因素的有机结合,将过去单纯的工程结构设计改为结构设计和造型设计的综合设计,从单纯的工程技术领域转到与人机工程学、美学、心理学、色彩学、符号理论以及价值工程、市场销售等多学科相关的领域。工业设计与传统的工程设计有着明显的不同,在衡量产品的质量指标方面也有显著的差别。从工业设计的角度看,现代工业产品的质量指标应包含以下几点。

- (1) 内在质量指标:侧重反映产品的物质功能,它主要包括产品的结构、性能、使用寿命等。
- (2) 外观质量指标:侧重反映产品的精神功能,它主要是通过产品的形态、色彩等美感要素来体现的。
- (3) 人机质量指标:侧重反映产品的使用功能,它主要是通过控制器、显示器、作业空间、作业环境等与人在操作使用过程中的相关因素来体现的。

1.1.2 工业设计的特点

1. 双重性

工业设计是以科学与艺术相结合为理论基础的,它不同于传统的产品设计。从工业设计的角度看,设计构思不仅要有一定的技术、经济出发,而且要充分调动设计师的审美经验和艺术灵感,从产品与人的感觉和活动的谐调中确定产品的功能结构与形式的统一。也就是说,产品设计必须把满足物质功能需要的实用性与满足精神功能需要的审美性完美地结合起来,并考虑其社会效益,这就构成了本学科科学与艺术相结合的双重特征。

2. 舒适性

任何产品都是供人使用的,所以产品制造出来以后必须让人在使用过程中感到操作方便、安全、舒适、可靠,并能使人感受到人与机器协调一致。这就要求在产品构思的过程中,除了从物质功能角度考虑其结构合理、性能良好,从精神功能角度考虑其形态新颖、色彩协调等因素外,还应从使用功能角度考虑到其操作方便、舒适宜人。因此,产品设计应该运用人机工程的研究成果,合理地运用人机系统设计参数,为人们创造出舒适的工作环境和良好的劳动条件,为提高系统综合使用效能服务。

3. 创造性

在科学创造和艺术创作中,逻辑思维和形象思维是协同配合的,而且都需要灵感思维作为辅助。通常情况下,工程技术人员习惯于按照逻辑思维的准确方法来认识问题和解决问题,不习惯于利用形

象思维来启迪,常使自己丰富的想象力被一些典型的约束条件所湮没。工业设计提倡在产品造型时,思维方式多角度、形态创新多样化,因此能在一定程度上为工程技术人员的创造性思维提供有效的方法。

4. 协调性

在工业设计研究领域内,人们日益重视对产品之间关系的处理,有人则提出了软性设计的概念,即设计两个或两个以上产品之间的关系,或者称为系统设计。

一般来说,在产品系统设计中主要应考虑以下三个方面的问题:①物与人的协调关系;②物与物的协调关系;③物与环境的协调关系。

5. 时尚性

工业产品进入市场就成为商品。一种商品投放市场就意味着对另一类商品的“挑战”,而“挑战”能力的强弱,往往是通过时尚性来取胜的。所谓“时尚”的产品,是指在一定时间范围内易于被人们接受和喜爱的产品。因而要从理论上探索工业产品设计的变化规律,为制定产品设计的计划、决策提供科学依据。

6. 经济性

一般来说,产品的功能价值及其经济性是制约和衡量产品设计的综合性指标之一,要达到合理的经济性指标,就要进行功能价值分析,保证功能合理。例如,手表的基本功能是计时,至于防水、防磁、夜光、日历、计算器等功能要素则是为了某种需要加上去的辅助功能。辅助功能的添加必须综合考虑销售地区的消费人员的文化层次、兴趣爱好、经济水平等因素。

若从产品的经济性与时尚性的关系上讲,则有产品的物质老化与精神老化、有形损耗和无形损耗等一系列问题。产品的精神老化和无形损耗同样会在新产品价值和寿命上起着相当重要的作用。所以,产品设计还应考虑物质老化和精神老化相适应,有形损耗和无形损耗相同步,实用、经济、美观相结合等问题。只有这样,才能达到以最少的人力、物力、财力和时间而收到最大的经济效益,并获得较强的市场竞争力。

1.2 计算机辅助工业设计

产品的个性化、创新性趋势促使企业在着手进行新产品开发的同时,也把面向产品的创新性、外观造型、人机工程等的设计提到一个新的高度,从而也迫切要求对工业设计的研究有进一步的突破,以提高企业产品的设计水平和市场竞争力。正因为如此,对工业设计领域的研究逐渐受到了国内外学者的关注。特别是近几年来,随着计算机软、硬件技术的日新月异,计算机图形学、计算机辅助设计、多媒体、虚拟现实等技术的发展和 CAD/CAM 应用的逐步深入,现代工业设计理论与方法的研究有了长足的进步。计算机辅助工业设计(Computer Aided Industrial Design, CAID)软件技术已成为 CAD/CAM(计算机辅助设计/制造)、先进制造与自动化技术领域的研究热点,这门技术正深深地影响着工业设计的发展。

1.2.1 CAID 的概念

计算机辅助工业设计——CAID,即在计算机及其相应的计算机辅助工业设计系统的支持下,进行工业设计领域的各类创造性活动,它是以计算机技术为核心的信息时代环境下的产物。与传统的工业产品设计相比,CAID 在设计方法、设计过程、设计质量和效率等各方面都发生了质的变化,使得整个设计过程和传统的设计过程有一定的区别,尤其在效果图的表现上,传统的方法是无法比拟的;再结合各种软件的材质编辑功能,使得设计人员可以在产品生产之前,就能够提供和真实产品相同或更具表现力的产品样本和广告图片,供市场调研和客户订购。这在很大程度上提高了产品的市场竞争力,大大降低了产品开发的成本和盲目性。目前已为很多厂家所采用,并成为其商业制胜的利器。

1.2.2 CAID 的技术应用

CAID 技术是 CAID 系统的内部支撑技术。由于工业设计是一门综合的交叉性学科,涉及到诸多