



21st CENTURY
实用规划教材

21世纪全国应用型本科

大机械系列 实用规划教材



Pro/ENGINEER Wildfire 3.0

曲面设计实例教程

主 编 张选民

副主编 甘露萍 袁 刚 方鑫权



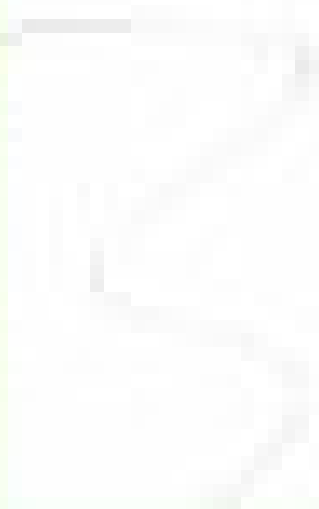
北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

机械工业出版社

Pro/EUGRAPHICS 3.0

曲面设计实例教程

作者：陈明 编著
ISBN 7-111-04000-0



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

TH122/794

2008

21 世纪全国应用型本科机械系列实用规划教材

Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 曲面设计 实例教程

主 编 张选民
副主编 甘露萍 袁 刚 方鑫权
参 编 任 涛 颜建强 李 龙 袁小平
李立群 苏安军 侯付军 余 旭
皇甫国荣 周霄龙



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书是编者积多年教学经验,综合学校软件教学的特点(课时少,内容多),为便于学生在老师指导下自学练习而编写的。

本书包括曲面设计中最基本的基本曲面、高级曲面内容和较为复杂的造型曲面设计内容。全书共有 11 章:第 1 章 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 曲面设计基础,第 2 章基准曲线,第 3 章基本曲面,第 4 章高级曲面,第 5 章曲面的编辑与修改,第 6 章曲面的工程处理,第 7 章造型曲面设计的环境简介和 ISDX 曲线设计,第 8 章编辑造型曲线,第 9 章 ISDX 曲面的创建和编辑,第 10 章基本曲面综合应用实例,第 11 章造型曲面设计综合实例。

本书结构严谨,内容详尽充实,实例全部采用生活中的日常生活用品,针对性强,步骤讲解细致,特别适合初学者自学。同时为了满足一部分读者提高能力的需要,本书在编排上加入了一些常用的高级操作内容。

本书可作为普通高等院校软件教学的专用教材,也可作为各级培训学校的教材,同时也适合广大 Pro/ENGINEER 曲面设计爱好者自学。

图书在版编目(CIP)数据

Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 曲面设计实例教程/张选民主编. —北京:北京大学出版社, 2008.2

(21 世纪全国应用型本科机械系列实用规划教材)

ISBN 978-7-301-13182-4

I. P… II. 张… III. 曲面—机械设计: 计算机辅助设计—应用软件, Pro/ENGINEER Wildfire 3.0—高等学校—教材 IV. TH 122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 185789 号

书 名: Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 曲面设计实例教程

著作责任者: 张选民 主编

责任编辑: 郭穗娟

标准书号: ISBN 978-7-301-13182-4/TP·0934

出 版 者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路 205 号 100871

网 址: <http://www.pup.cn> <http://www.pup6.com>

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

电子邮箱: pup_6@126.com

印 刷 者: 北京宏伟双华印刷有限公司

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

787 毫米×1092 毫米 16 开本 26.75 印张 615 千字

2008 年 2 月第 1 版 2008 年 2 月第 1 次印刷

定 价: 40.00 元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究

举报电话: 010-62752024

电子邮箱: fd@pup.pku.edu.cn

《21 世纪全国应用型本科机械系列实用规划教材》

专家编审委员会

名 誉 主 任 胡正寰*

主 任 委 员 殷国富

副主任委员 (按拼音排序)

戴冠军 江征风 李郝林 梅 宁 任乃飞

王述洋 杨化仁 张成忠 张新义

顾 问 (按拼音排序)

傅水根 姜继海 孔祥东 陆国栋

陆启建 孙建东 张 金 赵松年

委 员 (按拼音排序)

方 新 郭秀云 韩健海 洪 波

侯书林 胡如风 胡亚民 胡志勇

华 林 姜军生 李自光 刘仲国

柳舟通 毛 磊 孟宪颐 任建平

陶健民 田 勇 王亮申 王守城

魏 建 魏修亭 杨振中 袁根福

曾 忠 张伟强 郑竹林 周晓福

*胡正寰：北京科技大学教授，中国工程院机械与运载工程学部院士

丛书总序

殷国富*

机械是人类生产和生活的基本工具要素之一,是人类物质文明最重要的一个组成部分。机械工业担负着向国民经济各部门,包括工业、农业和社会生活各个方面提供各种性能先进、使用安全可靠的技术装备的任务,在国家现代化建设中占有举足轻重的地位。20 世纪 80 年代以来,以微电子、信息、新材料、系统科学等为代表的新一代科学技术的发展及其在机械工程领域中的广泛渗透、应用和衍生,极大地拓展了机械产品设计制造活动的深度和广度,改变了现代制造业的产品设计方法、产品结构、生产方式、生产工艺和设备以及生产组织模式,产生了一大批新的机械设计制造方法和制造系统。这些机械方面的新方法和系统的主要技术特征表现在以下几个方面:

(1) 信息技术在机械行业的广泛渗透和应用,使得现代机电产品已不再是单纯的机械构件,而是由机械、电子、信息、计算机与自动控制等集成的机电一体化产品,其功能不仅限于加强、延伸或取代人的体力劳动,而且扩大到加强、延伸或取代人的某些感官功能与大脑功能。

(2) 随着设计手段的计算机化和数字化, CAD/CAM/CAE/PDM 集成技术和软件系统得到广泛使用,促进了产品创新设计、并行设计、快速设计、虚拟设计、智能设计、反求设计、广义优化设计、绿色产品设计、面向全寿命周期设计等现代设计理论和技术方法的不断发展。机械产品的设计不只是单纯追求某项性能指标的先进和高低,而是注重综合考虑质量、市场、价格、安全、美学、资源、环境等方面的影响。

(3) 传统机械制造技术在不断吸收电子、信息、材料、能源和现代管理等方面成果的基础上形成了先进制造技术,并将其综合应用于机械产品设计、制造、检测、管理、销售、使用、服务的机械产品制造全过程,以实现优质、高效、低耗、清洁、灵活的生产,提高对动态多变的市场的适应能力和竞争能力。

(4) 机械产品加工制造的精密化、快速化,制造过程的网络化、全球化得到很大的发展,涌现出 CIMS、并行工程、敏捷制造、绿色制造、网络制造、虚拟制造、智能制造、大规模定制等先进生产模式,制造装备和制造系统的柔性与可重组已成为 21 世纪制造技术的显著特征。

(5) 机械工程的理论基础不再局限于力学,制造过程的基础也不只是设计与制造经验及技艺的总结。今天的机械工程学科比以往任何时候都更紧密地依赖诸如现代数学、材料科学、微电子技术、计算机信息科学、生命科学、系统论与控制论等多门学科及其最新成就。

上述机械科学与工程特征和发展趋势表明,现代机械工程学科越来越多地体现着知识经济的特征。因此,加快培养适应我国国民经济建设所需要的高综合素质的机械工程学科人才的意义十分重大、任务十分繁重。我们必须通过各种层次和形式的教育,培养出适应世界机械工业发展潮流与我国机械制造业实际需要的技术人才与管理人才,不断推动我国机械科学与工程技术的进步。

为使机械工程学科毕业生的知识结构由较专、较深、适应性差向较通用、较广泛、适

*殷国富教授:现为教育部机械学科教学指导委员会委员,现任四川大学制造科学与工程学院院长。

应性强方向转化,在教育部的领导与组织下,1998 年对本科专业目录进行了第 3 次大的修订。调整后的机械类专业变成 4 类 8 个专业,它们是:机械类 4 个专业(机械设计制造及其自动化、材料成型及控制工程、过程装备与控制、工业设计);仪器仪表类 1 个专业(测控技术与仪器);能源动力类 2 个专业(热能与动力工程、核工程与核技术);工程力学类 1 个专业(工程力学)。此外还提出了面向更宽的引导性专业,即机械工程及自动化。因此,建立现代“大机械、全过程、多学科”的观点,探讨机械科学与工程学科专业创新人才的培养模式,是高校从事制造学科教学的教育工作者的责任;建立培养富有创新能力人才的教学体系和教材资源环境,是我们努力的目标。

要达到这一目标,进行适应现代机械学科发展要求的教材建设是十分重要的基础工作之一。因此,组织编写出版面向大机械学科的一系列教材就显得很有意义和十分必要。北京大学出版社和中国林业出版社的领导和编辑们通过对国内大学机械工程学科教材实际情况的调研,在与众多专家学者讨论的基础上,决定面向机械工程学科类专业的学生出版一套系列教材,这是促进高校教学改革发展的重大决策。按照教材编审委员会的规划,本系列教材将逐步出版。

本系列教材是按照高等学校机械学科本科专业规范、培养方案和课程教学大纲的要求,合理定位,由长期在教学第一线从事教学工作的教师立足于 21 世纪机械工程学科发展的需要,以科学性、先进性、系统性和实用性为目标进行编写,以适应不同类型、不同层次的学校结合学校实际情况的需要。本系列教材编写的特色体现在以下几个方面:

(1) 关注全球机械科学与工程学科发展的大背景,建立现代大机械工程学科的新理念,拓宽理论基础和专业基础知识,特别是突出创造能力和创新意识。

(2) 重视强基础与宽专业知识面的要求。在保持较宽学科专业知识的前提下,在强化产品设计、制造、管理、市场、环境等基础理论方面,突出重点,进一步密切学科内各专业知识面之间的综合内在联系,尽快建立起系统性的知识体系结构。

(3) 学科交叉与综合的观念。现代力学、信息科学、生命科学、材料科学、系统科学等新兴学科与机械学科结合的内容在系列教材编写中得到一定的体现。

(4) 注重能力的培养,力求做到不断强化自我的自学能力、思维能力、创造性地解决问题的能力以及不断自我更新知识的能力,促进学生向着富有鲜明个性的方向发展。

总之,本系列教材注意了调整课程结构,加强学科基础,反映系列教材各门课程之间的联系和衔接,内容合理分配,既相互联系又避免不必要的重复,努力拓宽知识面,在培养学生的创新能力方面进行了初步的探索。当然,本系列教材还需要在内容的精选、音像电子课件、网络多媒体教学等方面进一步加强,使之能满足普通高等院校本科教学的需要,在众多的机械类教材中形成自己的特色。

最后,我要感谢参加本系列教材编著和审稿的各位老师所付出的大量卓有成效的辛勤劳动,也要感谢北京大学出版社的领导和编辑们对本系列教材的支持和编审工作。由于编写的时间紧、相互协调难度大等原因,本系列教材还存在一些不足和错漏。我相信,在使用本系列教材的教师和学生的关心和帮助下,不断改进和完善这套教材,使之在我国机械工程类学科专业的教学改革和课程体系建设中起到应有的促进作用。

前 言

Pro/ENGINEER(简称 Pro/E)是 PTC 公司推出的一套博大精深的三维 CAD/CAM 参数化软件系统,其内容涵盖了产品从概念设计、工业造型设计、三维模型设计、分析计算、动态模拟与仿真、工程图输出到生产加工成产品的全过程,应用范围涉及航空航天、汽车、机械、数控(NC)加工、电子等诸多领域。

Pro/ENGINEER 的曲面设计模块是一个功能十分强大且相当实用的模块。它可以创建外形十分复杂的三维模型,诸如汽车车身、飞机机体、船体外形等曲线较为复杂的三维模型。这些模型必须应用曲面造型才能完成设计。在日用产品的设计和模具设计中,曲面设计也有不可替代的作用。要想成为一名出色的三维设计师,掌握 Pro/ENGINEER 的曲面设计是一个必不可少的内容。

由于具有强大完美的功能,Pro/ENGINEER 曲面设计已经成为了工程技术人员必备的技术之一,许多大中专院校也已将此软件列入工程类专业的限选或必选课程。本书就是为适应这一需要而编写的。

本书的编者是长期在软件教学第一线的教学人员,深知软件教学中教与学的特点,因此在本书的编排上力求做到如下几点:

(1) 软件教学中教的特点是简化理论阐述,深化实例讲解,让学生从实例讲解的过程中深入理解概念,学会实际操作方法。遵循这一宗旨,本书对每个特征创建方法的介绍都从日常生活中的日用品设计实例入手,在讲解实例的过程中逐一介绍有关菜单命令、对话框选项的含义和选择命令、选项的要领等,摒弃了纯理论讲解的枯燥、艰涩难懂和纯实例导航的知其然而不知其所以然的弊端。因而不需要先通过实例导航学会基本操作要领,然后通过理论学习来学会如何选择命令这样一个烦琐的过程。有了这本书,基本上可以从理论到实践对 Pro/ENGINEER 曲面设计有一个较为深入的理解和掌握。

(2) 软件教学中学的特点在于通过实例举一反三,反复练习、反复琢磨,以达到熟能生巧的目标。为了达到这一目标,本书除了从实例导入讲解以外,还在每章中加入了一个综合实例,综合运用前面章节中讲解的知识要点,进一步讲解知识难点,以给学习者一个举一反三的案例。

(3) 软件课程的教学课时量一般都不多,通常是以自学为主。为了便于自学,本书在实例的讲解过程中,力求详尽、细致,每个步骤都有一定的图例加以辅佐讲解。通过实例的具体步骤学习,学习者完全可以掌握基本的操作要领。每章的结尾处都有本章的内容小结,提纲挈领地总结了该章的重点和难点。而且每章的后面还备有一定数量的习题,供学习者复习和检验学习效果之用。

(4) 本书的实例全部是日常生活用品,读者可以结合自己身边的生活用品随手拿来进行练习。

因此,本书在手,读者完全可以掌握 Pro/ENGINEER 入门模块的基本内容和一部分高级操作的内容,可以从事较为复杂的设计工作。

本书的实例源文件全部存于北京大学出版社的相关网站中, 下载网址: <http://pup6.com/>。

本书由张选民担任主编, 甘露萍、袁刚、方鑫权担任副主编, 参加编写的人员还有任涛、颜建强、李龙、袁小平、李立群、苏安军、侯付军、余旭、皇甫国荣、周霄龙。

由于编者水平有限, 本书定然存在疏漏, 恳请广大读者批评指正!

编 者

2008 年 1 月

目 录

第 1 章 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 曲面设计基础.....1	3.3 旋转曲面.....40
1.1 Pro/ ENGINEER Wildfire 3.0 简介.....1	3.4 创建扫描曲面.....42
1.1.1 基本模块.....1	3.5 混合曲面.....45
1.1.2 新增功能简介.....2	3.5.1 平行混合曲面.....46
1.2 主操作界面简介.....3	3.5.2 旋转混合曲面.....49
1.3 曲面的分类和设计的基本技巧.....4	3.5.3 一般混合曲面.....52
1.3.1 分类.....4	3.6 扫描混合曲面.....54
1.3.2 曲面造型设计的基本技巧.....5	3.7 创建可变截面扫描曲面.....59
思考与练习.....6	3.8 填充曲面.....62
第 2 章 基准曲线.....7	本章小结.....63
2.1 草绘基准曲线.....7	思考与练习.....64
2.2 曲面相交获得基准曲线.....8	第 4 章 高级曲面.....66
2.3 “经过点”创建基准曲线.....8	4.1 螺旋扫描曲面.....66
2.4 “自文件”创建基准曲线.....11	4.1.1 恒定螺距的螺旋扫描曲面.....66
2.5 从方程创建曲线.....11	4.1.2 可变螺距的螺旋扫描曲面.....68
2.6 使用剖截面边界线创建基准曲线.....13	4.2 边界混合.....70
2.7 “投影”基准曲线.....15	4.3 圆锥曲面和 N 侧曲面片.....76
2.8 “包络”基准曲线(印贴).....18	4.3.1 圆锥曲面的创建.....76
2.9 修剪创建曲线(分割).....19	4.3.2 N 侧曲面片.....78
2.10 “从边界”获得基准曲线.....21	4.3.3 逼近混合.....80
2.11 “曲面偏移”创建基准曲线.....24	4.4 将剖面混合到曲面.....83
2.11.1 “沿参照曲面偏移” 创建基准曲线.....24	4.5 曲面间混合.....85
2.11.2 “垂直于曲面偏移” 创建基准曲线.....26	4.6 将切面混合到曲面.....86
2.12 “两次投影”创建基准曲线.....28	4.6.1 创建由曲线驱动的相切 混合曲面.....86
2.13 “复合曲线”创建基准曲线.....29	4.6.2 创建由边线建立外部 相切曲面.....89
2.14 综合实例.....30	4.6.3 创建由边线建立内部混合 相切曲面.....90
本章小结.....34	4.7 曲面自由形状和实体自由形状.....91
思考与练习.....35	4.7.1 曲面自由形状.....91
第 3 章 基本曲面.....36	4.7.2 实体自由形状.....95
3.1 曲面概述.....36	4.8 综合实例.....97
3.2 拉伸曲面.....38	本章小结.....110
	思考与练习.....110

第5章 曲面的编辑与修改112

5.1 复制曲面112

5.1.1 复制曲面——粘贴112

5.1.2 复制曲面——选择性粘贴114

5.1.3 在实体表面复制曲面117

5.1.4 镜像曲面118

5.2 偏移曲面118

5.2.1 标准型曲面偏移118

5.2.2 展开型偏移曲面120

5.2.3 拔模型偏移曲面122

5.2.4 替换型偏移曲面124

5.3 延伸曲面125

5.3.1 沿曲面延伸125

5.3.2 将曲面延伸到参照平面128

5.4 修剪曲面129

5.4.1 利用去除材料特征
修剪曲面129

5.4.2 利用修剪工具修剪曲面130

5.5 展开面组133

5.6 曲面合并137

5.7 曲面加厚140

5.8 曲面实体化144

5.9 综合实例147

本章小结156

思考与练习156

第6章 曲面的工程处理158

6.1 倒圆角158

6.1.1 倒圆角方法概述158

6.1.2 恒定倒圆角160

6.1.3 可变圆角161

6.1.4 由曲线驱动的倒圆角162

6.1.5 完全倒圆角162

6.1.6 修改圆角过渡模式163

6.2 倒角165

6.3 拔模特征167

6.3.1 拔模操作概述167

6.3.2 不分割的曲面拔模169

6.3.3 根据拔模枢轴分割的

曲面拔模170

6.3.4 根据分割对象分割的

曲面拔模171

6.3.5 创建用枢轴曲线的

曲面拔模172

6.3.6 可变拔模角度的曲面

拔模173

6.3.7 有相交曲面的曲面拔模175

6.3.8 选择曲面为分割对象时

的曲面拔模177

6.4 在曲面顶点处倒圆角178

6.5 综合实例179

本章小结184

思考与练习185

第7章 造型曲面设计的环境简介

和 ISDX 曲线设计188

7.1 造型曲面设计的窗口介绍188

7.2 ISDX 环境设置和曲面的显示194

7.2.1 ISDX 的环境设置194

7.2.2 造型曲面的显示197

7.3 ISDX 曲线介绍197

7.3.1 造型曲线概述198

7.3.2 点的类型198

7.3.3 造型曲线的类型199

7.4 创建自由曲线200

7.5 创建平面曲线202

7.6 创建 COS 曲线203

7.7 创建“由曲面产生曲线”206

7.8 创建“径向的平面曲线”207

7.9 创建“来自基准的曲线”209

7.10 综合实例211

本章小结215

思考与练习215

第8章 编辑造型曲线218

8.1 点的编辑218

8.1.1 移动曲线上的点218

8.1.2 在曲线上插入点.....	226	9.6.1 造型特征参数化.....	273
8.1.3 删除曲线上的点.....	228	9.6.2 图元基准特征参数化.....	274
8.2 曲线的编辑.....	228	9.7 ISDX 曲面的复制.....	280
8.2.1 更改曲线的类型.....	228	9.8 ISDX 曲面的阵列.....	282
8.2.2 更改曲线所在的平面.....	230	9.9 ISDX 曲面的特殊造型设计.....	283
8.2.3 更改曲线端点的切线向量.....	231	9.9.1 多变曲面与修饰造型.....	283
8.2.4 曲线的组合.....	239	9.9.2 三角曲面.....	286
8.2.5 曲线的分割.....	240	9.9.3 圆润曲面.....	288
8.2.6 曲线的延伸.....	240	9.10 综合实例.....	292
8.2.7 曲线的复制与移动.....	242	本章小结.....	303
8.3 调整曲率编辑曲线.....	246	思考与练习.....	304
8.3.1 曲率图.....	246	第 10 章 基本曲面综合应用实例.....	306
8.3.2 编辑曲率分布.....	248	10.1 创建饰物狗头部曲面.....	306
8.4 综合实例.....	249	10.2 创建饰物狗身部曲面.....	325
本章小结.....	254	10.3 创建饰物狗脚部曲面.....	335
思考与练习.....	254	第 11 章 造型曲面设计综合实例.....	355
第 9 章 ISDX 曲面的创建和编辑.....	256	11.1 猫头部的曲面造型设计.....	355
9.1 创建 ISDX 边界曲面.....	256	11.2 创建猫身部曲面.....	364
9.2 创建放样曲面.....	260	11.3 创建猫形闹钟底座曲面和 其他曲面.....	388
9.3 创建混合曲面.....	263	附录 部分习题参考答案.....	403
9.4 曲面的连接.....	267	参考文献.....	410
9.4.1 曲面连接的类型.....	267		
9.4.2 曲面连接的建立.....	268		
9.5 曲面的裁剪.....	271		
9.6 ISDX 曲面的参数化.....	272		

第1章 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 曲面设计基础

教学提示：曲面设计即为利用曲面功能进行产品的造型设计，它是工业设计领域中的一个分支。灵活地运用曲面造型功能可以完成飞机、汽车的气动曲线或曲面的造型以及船身外壳等外形较为复杂产品的造型。对于一些用一般的基础特征和高级实体特征设计较为麻烦的实体造型设计，用曲面设计可以收到事半功倍的效果。除此之外，模具设计和数控加工也离不开曲面设计功能，分型面的设计就是一个典型的例子。

Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 的曲面设计功能可以分成两大模块，即基础曲面设计模块和造型曲面设计模块。本书将分成两个模块分别介绍曲面设计的功能。

本章主要介绍曲面设计的一些入门知识。

1.1 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 简介

Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 是于 2006 年 5 月发布的最新版本。与先前的版本相比，它的功能更为完善，界面更加友好，设计效率更高。下面具体介绍。

1.1.1 基本模块

Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 软件具有多个功能强大的应用模块，每个模块都有独立的功能，而且每个模块创建的文件有不同的文件扩展名。我们可以根据工作需要，调用其中一个模块进行设计，甚至还可以调用系统的相关模块或者使用软件进行二次开发工作。

在诸多强大功能的应用模块中，机械设计应用最多的模块有 8 个。

1. 草绘模块

草绘模块用于绘制和编辑二维平面草图。绝大部分的三维模型都是通过对二维草绘截面的一系列操作而得到的，所以二维草图绘制在整个三维实体建模的过程中具有非常重要的作用，是进行三维建模的基础。

2. 零件模块

零件模块用于创建和编辑三维实体模型。在大多数情况下，创建三维实体模型是使用 Pro/ENGINEER Wildfire 软件进行产品设计和开发的主要目的，因此零件模块也是参数化实体造型最基本和最核心的模块。

3. 零件装配模块

零件装配模块是一个参数化组装管理系统，能够使用户以自定义方式去生成一组组装系列并且可以自动地更换零件，当然也可以根据需要添加新零件或对已有零件进行编辑和修改。

使用 Pro/ENGINEER Wildfire 软件的零件装配模块进行产品的组装是一项轻松的工作。在装配过程中,按照装配要求,不但可以临时修改零件的尺寸参数,而且可以使用爆炸图的方式来显示所有已组装零件之间的相互位置关系,非常直观。

4. 曲面模块

曲面模块用于创建各种类型的曲面特征。使用曲面模块创建曲面特征的基本方法和步骤与使用零件模块创建三维实体特征非常类似。曲面特征虽然不具有厚度、质量、密度、体积等物理属性,但通过对曲面特征进行适当的操作就可以非常方便地使用曲面来围成实体特征的表面,还可以进一步把由曲面围成的模型转化为实体模型。

5. 工程图模块

Pro/ENGINEER Wildfire 软件可以通过工程图模块直接由三维实体模型生成二维工程图。系统提供的二维工程图包括一般视图、局部视图、剖视图、向视图等。用户可以根据零件的表达需要灵活选取需要的视图类型。

使用 Pro/ENGINEER Wildfire 软件由三维模型生成工程图非常简单方便,设计人员只需要对系统自动生成的视图进行简单的修改或标注就可以完成工程图的绘制。由于 Pro/ENGINEER Wildfire 是尺寸驱动的 CAD 系统,在整个设计过程中的任何一处发生改动,都可以反映在整个设计过程的相关环节上。

6. 模具设计模块

主要用于设计生产产品的模具,包括模具的部件和模具的组装。运用模具设计模块,设计人员可以生成产品的分型面、凸凹模仁、浇口、浇道、冷却水道、模座等。该模块是制造模块中的一个分支。

7. 制造模块

该模块可以为设计出来的产品或模具生成加工工艺过程,生成刀具路径,通过链接进而生成直接驱动数控机床的 G 代码。

8. 分析模块

在机械设计的过程中,设计者通常需要对设计的产品进行分析和功能预测,有的还需要进行较为细致的力学分析。运用分析模块可以对设计的产品进行有限元分析等较为复杂的计算。

9. 机构运动仿真模块

机构运动仿真模块是一个集运动仿真和机构分析于一体的功能强大的模块。利用该模块,当各个零部件通过装配模块组装成一个完整的机构以后,设计师就可以在 Pro/ENGINEER 中直接启动该模块,根据设计意图定义机构中的连接,运行机构分析,观察机构的整体运动轨迹和各零件之间的相对运动,以检测机构的干涉情况。利用该模块,设计师还可以进行各种测量工作,并把分析结果保存成影片的形式。

1.1.2 新增功能简介

Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 是近期成功推出的新版本,与以往版本相比,增加了许多

新功能, 诸如草绘器调色板提高了草绘器的功能等。特别是造型曲面的设计上, 使操作更为简便, 效率更高。下面就造型曲面设计的一些新功能作简单的介绍。

(1) 偏移曲线的改进。Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 版本可以从自由曲线、平面曲线以及表面上的曲线创建偏移曲线。

(2) 内部基准平面的重新定义。Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 版本可以将内部创建的基准平面生成临时基准平面, 因而简化造型曲面的视觉效果。

(3) 单一近似曲线。在 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 版本中设计者可以通过将键盘快捷方式与“曲线来自基准”命令一起使用, 从一组曲线链和边链中创建单一近似曲线。

(4) 基本图元曲线的圆和弧。在 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 版本中, 设计者可以利用新增的  (创建圆) 和  (创建圆弧) 两个工具按钮, 创建造型圆和造型弧。

(5) 复制和移动曲线。在 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 版本中设计者可以利用改进的“移动”和“复制”命令旋转和缩放曲线。

(6) 拔模曲线和曲面连接。在 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 版本中为曲线和曲面提供了新的“相切拔模”选项, 允许设计者利用拔模来连接到平面或曲面。

(7) 曲面的智能曲线连接。在 Pro/ENGINEER 3.0 版本中, 连接曲面时, 设计者可以通过响应对“智能”连接的提示来考虑相关的连接。

(8) 通过相交来创建表面上的曲线。可以通过使两个曲面相交或使曲面与平面相交来创建表面上的曲线(COS)。

1.2 主操作界面简介

曲面设计基本上是在零件设计的状态下进行, 所以进入零件设计界面即可以进入曲面设计界面。其主操作界面与零件设计的操作界面基本相同。

主操作界面包括标题栏、菜单栏、工具栏、导航区、工具条按钮和基准工具按钮。中间空白部分为绘制图形区域。下边部分为信息提示区域和过滤器。

过滤器为 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 版增加的新功能。主要用于过滤选择的元素。单击“过滤器”右侧的三角按钮, 弹出下拉列表, 如图 1.1 所示。

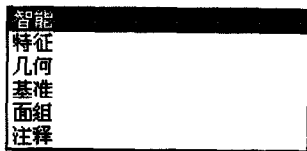


图 1.1 过滤器下拉列表

图中“智能”一项的功能为: 系统根据选取的对象自动确定选取元素的类别, 是一种适应性最广的选项。

提示: 不同的模块里, 过滤器的选项内容不尽相同, 这些将在后面章节的实例解析内容中逐一介绍。

1.3 曲面的分类和设计的基本技巧

1.3.1 分类

在 Pro/ENGINEER 3.0 中, 曲面的类型很多, 归纳起来有如下几种。

(1) 线性拉伸面。将一条剖面曲线沿着一个指定的方向移动形成的曲面, 称为线性拉伸面, 如图 1.2 所示。此种曲面通常用拉伸特征的方法构成。

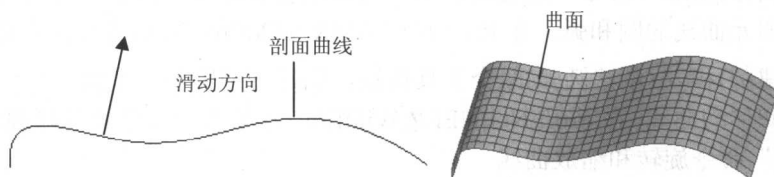


图 1.2 线性拉伸面

(2) 直纹面。两形状相似的曲线 1 和 2, 且两者具有相同的次数和节点, 将这两条曲线上参数相同的对应点用直线段相连, 便构成直纹面, 如图 1.3 所示。只有一个方向的边界线构成的边界曲面、圆柱面、圆锥面和平行混合曲面都是直纹面。

与实体基础特征中的混合相同, 当构成直纹面的两条边界线(或截面)边数不相等时, 需要将边数较少的边界线进行分割或合并终点, 使其节点数相等, 同时构成直纹面的两条曲线的走向必须相同, 否则曲面将会出现扭曲。这等同于使用平行混合特征进行实体造型的方法, 如图 1.4 所示。

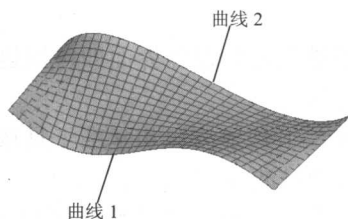


图 1.3 直纹面

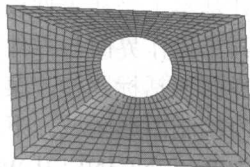


图 1.4 边数不等的直纹面

(3) 旋转面。旋转面的生成是先在某一平面内绘制一条曲线(作为母线), 将此曲线绕着一中心轴(作为旋转轴)旋转, 因而生成旋转面。如图 1.5 所示。

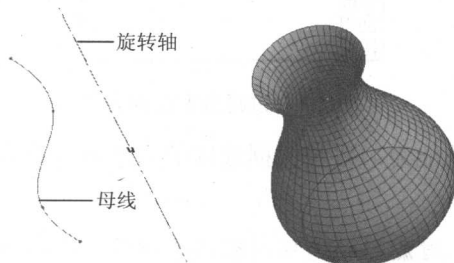


图 1.5 旋转面

若将曲线绕中心轴旋转 360° ，得到的是一个完整圆周的旋转面，若只是绕旋转轴旋转了某个角度，则得到的是一个具有一定圆心角的旋转面。

(4) 扫描面。扫描面即是用一条截面(剖面)线沿着另一条曲线(引导线)扫描而形成的曲面，其方法类似于实体扫描。扫描曲面的截面可以是一个，也可以是多个。扫描、扫描混合和可变截面扫描曲面所构成的曲面都属于这一范畴。

(5) 放样面。放样面是以一系列曲线为骨架进行形状控制，且通过这些曲线蒙面生成曲面。由多条相互平行的边界构成的边界混合曲面、N 侧曲面片属于这种曲面的范畴。

(6) 网格面。网格面是用一组以上的相互交叉的内部曲线加上一组边界线，形成一张网格骨架，然后在此骨架上蒙面生成的曲面。

网格曲面生成的基本思路是首先构建出曲面的特征网格线，例如曲面的边界线和曲面的截面线来确定曲面的初始骨架形状，然后用自由曲面插值特征网格生成曲面。

由于采用不同方向上的两组截面线形成一个网格骨架，控制两个方向的变化趋势，使特征网格线能基本反映出设计者想要的曲面形状，在此基础上插值网格骨架生成的曲面必然将满足设计者的要求。圆锥曲面和大多数的造型曲面(ISDX)属于这种曲面的范畴。

(7) 等距曲面。通过曲面偏移、复制所获得的曲面为等距曲面。

所有曲面的构建大多可以在 Pro/ENGINEER 的基础特征中的曲面选项或高级特征的曲面特征中完成，另外一小部分则可在“编辑”菜单中执行相关命令来完成。

造型曲面是一种自由曲面，将在造型曲面的专门模块中完成。

1.3.2 曲面造型设计的基本技巧

在产品实体造型设计中，许多外观形状较为复杂的产品多由自由型曲线曲面构成，其共同点是必须保证曲面光顺，不会引起视觉上的凹凸感。要保证构造出来的曲面既光顺又满足一定的精度要求，就必须掌握一定的曲面造型方法和技巧。

1. 化整为零，各个击破

这时设计者可根据应用软件的曲面造型方法，结合产品的外形情况，将其划分为多个区域来构造若干张曲面，即化整为零；然后将其编辑，或合并，或修剪，或延伸，或用过渡面将其连接，整合成一张曲面。

2. 建立光顺的曲面片控制线

曲面基本上是由曲线构成，曲面的品质与生成它的曲线及控制曲线有着密切的关系。因此，要保证光顺的曲面，必须有光顺的控制线。保证曲线的品质主要要考虑如下几点：

- (1) 满足精度要求；
- (2) 曲率的主方向要尽可能一致；
- (3) 曲线曲率要大于将作圆角过渡的半径值。

建立曲线时，设计者可以通过各种方法创建样条线生成基准曲线后，再通过其曲率图的显示来调整曲线段的各点位置，通过控制起点、终点的约束条件来交互式地修改曲线，使其达到光顺的效果。在曲面片之间，也可以通过设置边界约束条件来实现光滑连接。

3. 将轮廓线删繁就简再构造曲面

有时候用常规方法创建的曲面轮廓往往需要进行修剪，才能够保证其曲面的光顺性。所以造型时在满足零件几何特点的前提下，可利用延伸、投影等方法将 3D 轮廓线还原为 2D 轮廓线，并去掉细节部分，然后构造出“原始”曲面，再利用面的修剪方法获得曲面外轮廓。