



Creo 4.0 工程应用精解丛书

Creo 4.0

曲面设计教程

北京兆迪科技有限公司 编著



附1张DVD光盘
含语音视频讲解



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

Creo 4.0 工程应用精解丛书

Creo 4.0 曲面设计教程

北京兆迪科技有限公司 编著



机械工业出版社

本书全面、系统地介绍了 Creo 4.0 的曲面设计方法和技巧,包括曲面设计的发展概况、曲面造型的数学概念、曲面基准的创建、简单曲面的创建、复杂曲面的创建、曲面的修改与编辑、曲面中的倒圆角、曲线和曲面的信息与分析、ISDX 曲面设计、自由式曲面设计以及产品的逆向设计等。

在内容安排上,为了使读者更快地掌握 Creo 软件的曲面设计功能,书中结合大量的范例对 Creo 曲面设计中一些抽象的概念、命令和功能进行讲解;另外,书中以范例的形式讲述了生产一线实际曲面产品的设计过程,这样安排能使读者较快地进入曲面设计实战状态;在写作方式上,本书紧贴软件的实际操作界面,采用软件中真实的对话框、操控板和按钮等进行讲解,使初学者能够直观、准确地操作软件进行学习,提高学习效率。

书中所选用的范例、实例或应用案例覆盖了不同行业,具有很强的实用性和广泛的适用性。本书附带 1 张多媒体 DVD 学习光盘,盘中有大量曲面设计技巧和具有针对性的实例教学视频,并进行了详细的语音讲解。光盘中还包含本书所有的教案文件、范例文件、练习素材文件以及 Creo 软件的配置文件。

本书可作为工程技术人员的 Creo 曲面设计自学教程和参考书籍,也可作为大中专院校学生和各类培训学校学员的 Creo 课程上课或上机的练习教材。

图书在版编目(CIP)数据

Creo 4.0 曲面设计教程/北京兆迪科技有限公司
编著. —4 版. —北京:机械工业出版社,2018.3
(Creo 4.0 工程应用精解丛书)
ISBN 978-7-111-59136-8

I. ①C... II. ①北... III. ①曲面—机械设计—计算机辅助设计—应用软件—教材 IV. ①TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 024618 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码:100037)

策划编辑:丁锋 责任编辑:丁锋

责任校对:樊钟英 刘秀芝 封面设计:张静

责任印制:常天培

北京铭成印刷有限公司印刷

2018 年 5 月第 4 版第 1 次印刷

184mm×260 mm·26 印张·472 千字

0001—3000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-59136-8

ISBN 978-7-89386-171-0(光盘)

定价:79.90 元(含 1DVD)

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线:010-88361066

机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:010-68326294

机工官博:weibo.com/cmp1952

010-88379203

金书网:www.golden-book.com

封面防伪标均为盗版

教育服务网:www.cmpedu.com

前 言

Creo 是由美国 PTC 公司最新推出的一套实用的机械三维 CAD/CAM/CAE 参数化软件系统,整合了 PTC 公司的三个软件 Pro/ENGINEER 的参数化技术、CoCreate 的直接建模技术和 ProductView 的三维可视化技术。Creo 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)加工以及电子等诸多领域。Creo 4.0 是美国 PTC 公司目前推出的最新版本,它构建于 Pro/ENGINEER 野火版的成熟技术之上,新增了许多功能,使其技术水准又上了一个新的台阶。

本书全面、系统地介绍了 Creo 4.0 的曲面设计方法和技巧,其特色如下:

- 内容全面,与其他同类书籍相比,包括更多的 Creo 曲面设计内容。
- 范例丰富,对软件中的主要命令和功能,先结合简单的范例进行讲解,然后安排一些较复杂的综合范例帮助读者深入理解、灵活运用。
- 讲解详细,条理清晰,保证自学的读者能独立学习和实际运用书中介绍的 Creo 曲面设计功能。
- 写法独特,采用 Creo 4.0 软件中真实的对话框、操控板和按钮等进行讲解,使初学者能够直观、准确地操作软件,从而大大提高学习效率。
- 附加值高,本书附带 1 张多媒体 DVD 学习光盘,盘中有大量曲面设计技巧和具有针对性实例的教学视频并进行了详细的语音讲解,可以帮助读者轻松、高效地学习。

本书由北京兆迪科技有限公司编著,参加编写的人员有詹友刚、王焕田、刘静、雷保珍、刘海起、魏俊岭、任慧华、詹路、冯元超、刘江波、周涛、段进敏、赵枫、邵为龙、侯俊飞、龙宇、施志杰、詹棋、高政、孙润、李倩倩、黄红霞、尹泉、李行、詹超、尹佩文、赵磊、王晓萍、陈淑童、周攀、吴伟、王海波、高策、冯华超、周思思、黄光辉、党辉、冯峰、詹聪、平迪、管璇、王平、李友荣。本书难免存在疏漏之处,恳请广大读者予以指正。

电子邮箱: zhanygjames@163.com 咨询电话: 010-82176248, 010-82176249。

编 者

读者购书回馈活动

活动一: 本书“随书光盘”中含有本书“读者意见反馈卡”的电子文档,请认真填写本反馈卡,并 E-mail 给我们。E-mail: 兆迪科技 zhanygjames@163.com, 丁锋 fengfener@qq.com。

活动二: 扫一扫右侧二维码,关注兆迪科技官方公众微信(或搜索公众号 zhaodikeji),参与互动,也可进行答疑。

凡参加以上活动,即可获得兆迪科技免费奉送的价值 48 元的在线课程一门,同时有机会获得价值 780 元的精品在线课程。在线课程网址见本书“随书光盘”中的“读者意见反馈卡”的电子文档。



本书导读

为了更好地学习本书的知识，请您仔细阅读下面的内容。

写作环境

本书使用的操作系统为 64 位的 Windows 7，系统主题采用 Windows 经典主题。本书采用的写作蓝本是 Creo 4.0。

光盘使用

为方便读者练习，特将本书所有的素材文件、已完成的实例文件、配置文件和视频语音讲解文件等放入随书附带的光盘中，读者在学习过程中可以打开相应素材文件进行操作和练习。

为方便读者练习，特将本书所有素材文件、已完成的实例文件、配置文件和视频语音讲解文件等放入随书附带的光盘中，读者在学习过程中可以打开相应素材文件进行操作和练习。在光盘的 Creo4.8 目录下共有 3 个子目录。

- (1) Creo 4.0_system_file 子目录：包含系统配置文件。
- (2) work 子目录：包含本书的全部已完成的实例文件。
- (3) video 子目录：包含本书讲解中的视频文件（含语音讲解）。读者学习时，可在该子目录中按顺序查找所需的视频文件。

光盘中带有“ok”扩展名的文件或文件夹表示已完成的范例。

相比于老版本的软件，Creo 4.0 在功能、界面和操作上变化极小，经过简单的设置后，几乎与老版本完全一样（书中已介绍设置方法）。因此，对于软件新老版本操作完全相同的内容部分，光盘中仍然使用老版本的视频讲解，对于绝大部分读者而言，并不影响软件的学习。

本书约定

● 本书中有关鼠标操作的简略表述说明如下。

- ☑ 单击：将鼠标指针移至某位置处，然后按一下鼠标的左键。
- ☑ 双击：将鼠标指针移至某位置处，然后连续快速地按两次鼠标的左键。
- ☑ 右击：将鼠标指针移至某位置处，然后按一下鼠标的右键。
- ☑ 单击中键：将鼠标指针移至某位置处，然后按一下鼠标的中键。
- ☑ 滚动中键：只是滚动鼠标的中键，而不能按中键。
- ☑ 选择（选取）某对象：将鼠标指针移至某对象上，单击以选取该对象。
- ☑ 拖移某对象：将鼠标指针移至某对象上，然后按下鼠标的左键不放，同时移







动鼠标，将该对象移动到指定的位置后再松开鼠标的左键。

- 本书中的操作步骤分为 Task、Stage 和 Step 三个级别，说明如下：

- ☑ 对于一般的软件操作，每个操作步骤以 Step 字符开始。每个 Step 操作视其复杂程度，其下面可含有多级子操作。例如 Step1 下可能包含 (1)、(2)、(3) 等子操作，(1) 子操作下可能包含①、②、③等子操作，①子操作下可能包含 a)、b)、c) 等子操作。
- ☑ 如果操作较复杂，需要几个大的操作步骤才能完成，则每个大的操作冠以 Stage1、Stage2、Stage3 等，Stage 级别的操作下再分 Step1、Step2、Step3 等操作。
- ☑ 对于多个任务的操作，则每个任务冠以 Task1、Task2、Task3 等，每个 Task 操作下则可包含 Stage 和 Step 级别的操作。

- 由于已建议读者将随书光盘中的所有文件复制到计算机硬盘的 D 盘中，所以书中在要求设置工作目录或打开光盘文件时，所述的路径均以“D:”开始。

软件设置

- 设置 Creo 系统配置文件 config.pro：将 D:\creo4.8\Creo 4.0_system_file\下的 config.pro 复制至 Creo 安装目录的\text 目录下。假设 Creo 4.0 的安装目录为 C:\Program Files\PTC\Creo 4.0，则应将上述文件复制到 C:\Program Files\PTC\Creo 4.0\Common Files\F000\text 目录下。退出 Creo，然后再重新启动 Creo，config.pro 文件中的设置将生效。
- 设置 Creo 界面配置文件 creo_parametric_customization.ui：选择“文件”下拉菜单中的  文件  选项 命令，系统弹出“Creo Parametric 选项”对话框；在“Creo Parametric 选项”对话框中单击  功能区 区域，单击  导入 按钮，系统弹出“打开”对话框。选中 D:\creo4.8\Creo4.0_system_file\ 文件夹中的 creo_parametric_customization.ui 文件，单击  打开  按钮。

技术支持

本书主要参编人员来自北京兆迪科技有限公司。该公司专门从事 CAD/CAM/CAE 技术的研究、开发、咨询及产品设计与制造服务，并提供 Creo、Ansys、Adams 等软件的专业培训及技术咨询。读者在学习本书的过程中如果遇到问题，可通过访问该公司的网站 <http://www.zalldy.com> 来获得技术支持。

咨询电话：010-82176248，010-82176249。

读者意见反馈卡

尊敬的读者:

感谢您购买机械工业出版社出版的图书!

我们一直致力于 CAD、CAPP、PDM、CAM 和 CAE 等相关技术的跟踪,希望能将更多优秀作者的宝贵经验与技巧介绍给您。当然,我们的工作离不开您的支持。如果您在看完本书之后,有什么好的意见和建议,或是有一些感兴趣的技术话题,都可以直接与我联系。

策划编辑: 丁锋

读者购书回馈活动:

活动一: 本书“随书光盘”中含有该“读者意见反馈卡”的电子文档,请认真填写本反馈卡,并发 E-mail 给我们。E-mail: 兆迪科技 zhanygjames@163.com, 丁锋 fengfener@qq.com。

活动二: 扫一扫右侧二维码,关注兆迪科技官方公众微信(或搜索公众号 zhaodikeji),参与互动,也可进行答疑。

凡参加以上活动,即可获得兆迪科技免费奉送的价值 48 元的在线课程一门,同时有机会获得价值 780 元的精品在线课程。



书名: 《Creo 4.0 曲面设计教程》

1. 读者个人资料:

姓名: _____ 性别: _____ 年龄: _____ 职业: _____ 职务: _____ 学历: _____
专业: _____ 单位名称: _____ 电话: _____ 手机: _____
邮寄地址 _____ 邮编: _____ E-mail: _____

2. 影响您购买本书的因素(可以选择多项):

- | | | |
|--|-------------------------------------|-----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 内容 | <input type="checkbox"/> 作者 | <input type="checkbox"/> 价格 |
| <input type="checkbox"/> 朋友推荐 | <input type="checkbox"/> 出版社品牌 | <input type="checkbox"/> 书评广告 |
| <input type="checkbox"/> 工作单位(就读学校)指定 | <input type="checkbox"/> 内容提要、前言或目录 | <input type="checkbox"/> 封面封底 |
| <input type="checkbox"/> 购买了本书所属丛书中的其他图书 | | <input type="checkbox"/> 其他 _____ |

3. 您对本书的总体感觉:

- | | | |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 很好 | <input type="checkbox"/> 一般 | <input type="checkbox"/> 不好 |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|

4. 您认为本书的语言文字水平:

- | | | |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 很好 | <input type="checkbox"/> 一般 | <input type="checkbox"/> 不好 |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|

5. 您认为本书的版式编排:

- | | | |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 很好 | <input type="checkbox"/> 一般 | <input type="checkbox"/> 不好 |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|

6. 您认为 CREO 其他哪些方面的内容是您所迫切需要的?

7. 其他哪些 CAD/CAM/CAE 方面的图书是您所需要的?

8. 认为我们的图书在叙述方式、内容选择等方面还有哪些需要改进的?

目 录

前言
本书导读

第一篇 曲面设计基础

第 1 章 曲面设计概要	2
1.1 曲面设计的发展概况	2
1.2 曲面造型的数学概念	3
1.3 曲面造型方法	4
1.4 光滑曲面造型技巧	7
第 2 章 曲面基准的创建	9
2.1 基准特征和系统设置	9
2.2 基准平面的创建	11
2.3 基准轴的创建	15
2.4 基准点的创建方法	17
2.4.1 在曲线/边线上创建基准点	17
2.4.2 在顶点上创建基准点	18
2.4.3 过中心点创建基准点	19
2.4.4 在曲面上创建基准点	19
2.4.5 偏移曲面创建基准点	20
2.4.6 利用曲线与曲面相交创建基准点	21
2.4.7 利用坐标系原点创建基准点	21
2.4.8 通过给定坐标值创建基准点	21
2.4.9 在三个曲面相交处创建基准点	22
2.4.10 利用两条曲线相交创建基准点	23
2.4.11 偏移一点创建基准点	24
2.4.12 创建域点	24
2.5 坐标系的创建方法	25
2.5.1 使用三个平面创建坐标系	26
2.5.2 使用两个相交的基准轴(边)创建坐标系	27
2.5.3 使用一个点和两个不相交的基准轴(边)创建坐标系	27
2.5.4 创建偏距坐标系	28
2.5.5 创建与屏幕正交的坐标系	29
2.5.6 使用一个平面和两个基准轴(边)创建坐标系	29
2.5.7 从文件创建坐标系	30
2.5.8 坐标系的应用	30
2.6 基准曲线的创建方法	31
2.6.1 草绘曲线	31
2.6.2 过基准点的曲线	31
2.6.3 复制曲线	32
2.6.4 使用剖截面创建基准曲线	33
2.6.5 从方程创建基准曲线	34
2.6.6 在两个曲面相交处创建基准曲线	35
2.6.7 用修剪创建基准曲线	36
2.6.8 沿曲面创建偏移基准曲线	37
2.6.9 垂直于曲面创建偏移基准曲线	37

2.6.10	从曲面边界创建基准曲线.....	39
2.6.11	通过投影创建基准曲线.....	40
2.6.12	创建包络曲线.....	41
2.6.13	用二次投影创建基准曲线.....	42
2.6.14	基准曲线应用范例——在特殊位置创建筋特征.....	42
2.7	图形特征.....	43
2.7.1	图形特征基础.....	43
2.7.2	图形特征应用范例.....	44

第二篇 普通曲面设计

第3章	简单曲面的创建.....	50
3.1	曲面创建的概述.....	50
3.2	创建拉伸和旋转曲面.....	50
3.3	创建平整曲面——填充特征.....	52
3.4	偏移曲面.....	52
3.5	复制曲面.....	55
第4章	复杂曲面的创建.....	59
4.1	创建边界混合曲面.....	59
4.1.1	创建一般边界混合曲面.....	59
4.1.2	创建边界闭合混合曲面.....	62
4.1.3	边界混合曲面的练习.....	62
4.2	创建混合曲面.....	65
4.2.1	混合特征简述.....	65
4.2.2	创建混合曲面的一般过程.....	65
4.3	扫描曲面.....	69
4.3.1	普通扫描.....	69
4.3.2	扫描(高级).....	73
4.3.3	螺旋扫描.....	80
4.3.4	扫描混合.....	81
4.4	将切面混合到曲面.....	90
4.5	曲面的环形折弯.....	91
4.6	展平面组.....	92
4.7	“带”曲面.....	93
4.8	曲面的扭曲.....	95
4.8.1	进入扭曲(Warp)操控板.....	95
4.8.2	变换工具.....	96
4.8.3	扭曲工具.....	98
4.8.4	骨架工具.....	99
4.8.5	拉伸工具.....	100
4.8.6	折弯工具.....	101
4.8.7	扭转工具.....	102
4.8.8	雕刻工具.....	103
4.9	数据共享.....	104
4.9.1	数据的传递.....	104
4.9.2	几何传递.....	105
4.9.3	数据共享的几种常用方法.....	105
4.10	参数化设计.....	112
4.10.1	关于关系.....	113
4.10.2	关于用户参数.....	121
4.10.3	曲面的参数化设计应用范例.....	121

第 5 章 曲面的修改与编辑	125
5.1 曲面的修剪	125
5.1.1 一般的曲面修剪	125
5.1.2 用面组或曲线修剪面组	126
5.1.3 用“顶点倒圆角”命令修剪面组	127
5.1.4 薄曲面的修剪	128
5.2 曲面的合并与延伸操作	128
5.2.1 曲面的合并	128
5.2.2 曲面的延伸	129
5.3 曲面的移动和旋转	130
5.3.1 曲面的移动	131
5.3.2 曲面的旋转	131
5.4 曲面的拔模	132
5.4.1 拔模特征简述	132
5.4.2 使用枢轴平面拔模	133
5.4.3 草绘分割的拔模特征	135
5.4.4 枢轴曲线的拔模	137
5.5 将曲面面组转化为实体或实体表面	138
5.5.1 使用“实体化”命令创建实体	138
5.5.2 使用“偏移”命令创建实体	140
5.5.3 使用“加厚”命令创建实体	140
第 6 章 曲面中的倒圆角	142
6.1 倒圆角的特征	142
6.2 倒圆角的参考	142
6.3 倒圆角的类型	143
6.3.1 恒定倒圆角	143
6.3.2 可变倒圆角	144
6.3.3 曲面至曲面可变倒圆角	145
6.3.4 由曲线驱动的倒圆角	145
6.3.5 完全倒圆角	146
6.3.6 圆锥倒圆角	147
第 7 章 曲线和曲面的信息与分析	148
7.1 曲线的分析	148
7.1.1 曲线上某点信息分析	148
7.1.2 曲线的半径分析	149
7.1.3 曲线的曲率分析	149
7.1.4 对曲线进行偏差分析	150
7.2 曲面的分析	151
7.2.1 曲面上某点信息分析	151
7.2.2 曲面的半径分析	152
7.2.3 曲面的曲率分析	154
7.2.4 曲面的截面分析	154
7.2.5 曲面的偏移分析	156
7.2.6 对曲面进行偏差分析	156
7.2.7 曲面的高斯曲率分析	157
7.2.8 曲面的拔模分析	157
7.2.9 曲面的反射分析	158
7.3 用户定义分析——UDA	158
7.3.1 关于用户定义分析	158
7.3.2 使用 UDA 功能的规则和建议	159

第 8 章 普通曲面设计综合范例	164
8.1 普通曲面综合范例 1——塑料瓶.....	164
8.2 普通曲面综合范例 2——座椅.....	172
8.3 普通曲面综合范例 3——在曲面上创建文字.....	179
8.4 普通曲面综合范例 4——参数化圆柱齿轮.....	181
8.5 普通曲面综合范例 5——参数化蜗杆.....	189
8.6 普通曲面综合范例 6——自顶向下 (Top_Down) 设计手机.....	195
8.6.1 概述.....	195
8.6.2 创建手机的骨架模型.....	197
8.6.3 创建二级主控件 1.....	201
8.6.4 创建三级主控件.....	204
8.6.5 创建二级主控件 2.....	205
8.6.6 创建手机屏幕.....	207
8.6.7 创建手机上盖.....	208
8.6.8 创建手机按键.....	210
8.6.9 创建手机下盖.....	215
8.6.10 创建电池盖.....	217

第三篇 ISDX 曲面设计

第 9 章 ISDX 曲面基础	220
9.1 认识 ISDX 曲面模块.....	220
9.1.1 模型构建概念.....	220
9.1.2 ISDX 曲面模块特点及应用.....	220
9.1.3 认识样式特征属性.....	221
9.2 进入 ISDX 曲面模块.....	222
9.3 ISDX 曲面模块环境.....	223
9.3.1 ISDX 曲面模块用户界面.....	223
9.3.2 ISDX 曲面模块命令按钮.....	224
9.4 ISDX 曲面模块入门.....	225
9.4.1 查看 ISDX 曲线及曲率图、ISDX 曲面.....	225
9.4.2 查看及设置活动平面.....	227
9.4.3 查看 ISDX 环境中的四个视图及设置视图方向.....	228
9.4.4 ISDX 环境的首选项设置.....	229
第 10 章 创建 ISDX 曲线	230
10.1 ISDX 曲线基础.....	230
10.2 ISDX 曲线上点的类型.....	231
10.2.1 自由点.....	231
10.2.2 软点.....	232
10.2.3 固定点.....	233
10.2.4 相交点.....	234
10.3 ISDX 曲线的类型.....	234
10.3.1 自由类型的 ISDX 曲线.....	235
10.3.2 平面类型的 ISDX 曲线.....	237
10.3.3 COS 类型的 ISDX 曲线.....	239
10.3.4 下落类型的 ISDX 曲线.....	241
第 11 章 编辑 ISDX 曲线	244
11.1 ISDX 曲线的曲率图.....	244
11.2 ISDX 曲线上点的编辑.....	245
11.2.1 移动 ISDX 曲线上的点.....	246

11.2.2	比例更新.....	249
11.2.3	ISDX 曲线端点的相切设置.....	250
11.2.4	在 ISDX 曲线上添加/删除点.....	256
11.3	延伸 ISDX 曲线.....	257
11.4	分割 ISDX 曲线.....	258
11.5	组合 ISDX 曲线.....	259
11.6	复制和移动 ISDX 曲线.....	259
11.7	删除 ISDX 曲线.....	261
11.8	ISDX 多变曲面与修饰造型.....	261
第 12 章	创建 ISDX 曲面.....	263
12.1	采用不同的方法创建 ISDX 曲面.....	263
12.1.1	采用边界的方法创建 ISDX 曲面.....	263
12.1.2	采用放样的方法创建 ISDX 曲面.....	267
12.1.3	采用混合的方法创建 ISDX 曲面.....	268
12.2	编辑 ISDX 曲面.....	270
12.2.1	使用 ISDX 曲线编辑 ISDX 曲面.....	270
12.2.2	使用曲面编辑命令编辑曲面.....	272
12.3	连接 ISDX 曲面.....	274
12.4	修剪 ISDX 曲面.....	276
12.5	特殊 ISDX 曲面.....	278
12.5.1	三角曲面.....	278
12.5.2	圆润曲面.....	280
12.5.3	渐消曲面.....	287
第 13 章	ISDX 曲面设计综合范例.....	296
13.1	ISDX 曲面设计范例 1——钟表表面.....	296
13.2	ISDX 曲面设计范例 2——勺子.....	304
13.3	ISDX 曲面设计范例 3——玩具汽车.....	318

第四篇 自由式曲面设计及产品的逆向设计

第 14 章	自由式曲面设计.....	346
14.1	自由式曲面基础.....	346
14.1.1	自由式曲面模块概述.....	346
14.1.2	进入自由式曲面模块.....	346
14.1.3	自由式曲面模块的用户界面.....	346
14.1.4	自由式曲面模块入门.....	347
14.2	自由式曲面操作.....	350
14.2.1	变换.....	350
14.2.2	比例缩放和重定位.....	352
14.2.3	对齐.....	354
14.2.4	拉伸.....	355
14.2.5	分割.....	357
14.2.6	镜像.....	359
14.3	自由式曲面设计范例.....	360
第 15 章	产品的逆向设计.....	373
15.1	逆向工程概述.....	373
15.1.1	概念.....	373
15.1.2	逆向工程设计前的准备工作.....	373
15.1.3	逆向工程设计的一般过程.....	374
15.2	独立几何.....	374

15.2.1	概述	374
15.2.2	扫描曲线的创建	375
15.2.3	扫描曲线的修改	379
15.2.4	型曲线的创建	381
15.2.5	型曲线的修改	382
15.2.6	型曲面的创建	386
15.2.7	型曲面的修改	388
15.3	小平面特征	392
15.3.1	概述	392
15.3.2	点处理	393
15.3.3	包络处理	395
15.3.4	小平面处理	397
15.4	重新造型	398

曲面设计基础



第一篇 曲面设计概要

第一篇

曲面设计基础

本篇主要包含如下内容。

- 第1章 曲面设计概要
- 第2章 曲面基准的创建

第 1 章 曲面设计概要

本章提要

随着时代的进步,人们的生活水平和生活质量都在不断地提高,追求完美日益成为时尚。对消费产品来说,人们在要求其具有完备的功能外,越来越追求外形的美观。因此,产品设计者在很多时候需要用复杂的曲面来表现产品外观。本章将针对曲面设计进行概要性讲解,主要内容包括:曲面设计的发展概况、曲面设计的基本方法和应用技巧。与一般实体零件的创建相比,曲面的设计是较难掌握的部分,其技巧性比较强,需要读者用心体会,多加练习。

1.1 曲面设计的发展概况

曲面造型(Surface Modeling)是随着计算机技术和数学方法的不断发展而逐步产生和完善起来的。它是计算机辅助几何设计(Computer Aided Geometric Design,简称 CAGD)和计算机图形学(Computer Graphics)的一项重要内容,主要研究在计算机图像系统的环境下,对曲面的表达、创建、显示以及分析等。

早在 1963 年,美国波音飞机公司的 Ferguson 首先提出将曲线曲面表示为参数的矢量函数方法,并引入参数三次曲线。从此曲线曲面的参数化形式成为形状数学描述的标准形式。

到了 1971 年,法国雷诺汽车公司的 Bezier 又提出一种控制多边形设计曲线的新方法,这种方法很好地解决了整体形状控制问题,从而将曲线曲面的设计向前推进了一大步。然而 Bezier 的方法仍存在连接问题和局部修改问题。

直到 1975 年,美国 Syracuse 大学的 Versprille 首次提出了具有划时代意义的有理 B 样条(NURBS)方法。NURBS 方法可以精确地表示二次规则曲线曲面,从而能用统一的数学形式表示规则曲面与自由曲面。这一方法的提出,终于使非均匀有理 B 样条方法成为现代曲面造型中广泛流行的技术。

随着计算机图形技术以及工业制造技术的不断发展,曲面造型在近几年又得到了长足的发展,这主要表现在以下几个方面。

(1) 从研究领域来看,曲面造型技术已从传统的研究曲面表示、曲面求交和曲面拼接,扩充到曲面变形、曲面重建、曲面简化、曲面转换和曲面等距性等。

(2) 从表示方法来看,以网格细分为特征离散造型方法得到了广泛的运用。这种曲面造型方法在生动逼真的特征动画和雕塑曲面的设计加工中更是独具优势。

(3) 从曲面造型方法来看, 出现了一些新的方法, 如基于物理模型的曲面造型方法、基于偏微分方程的曲面造型方法、流曲线曲面造型方法等。

当今在 CAD/CAM 系统的曲面造型领域, 有一些功能强大的软件系统。如美国 PTC 公司的 Creo、美国 SDRC 公司的 I-DEASMasterSeries、美国 Unigraphics Solutions 公司的 UG 以及法国达索公司的 CATIA 等, 它们各具特色和优势, 在曲面造型领域都发挥着举足轻重的作用。

美国 PTC 公司的 Creo, 以其参数化、基于特征、全相关等新概念闻名于 CAD 领域。它在曲面的创建生成、编辑修改、计算分析等方面功能强大。另外, 它还可以将特殊的曲面造型实例作为一个特征加入特征库中, 使其功能得到不断扩充。

1.2 曲面造型的数学概念

曲面造型技术随着数学相关研究领域的不断深入而得到长足的进步, 多种曲线、曲面被广泛应用。我们在此主要介绍其中最基本的一些曲线、曲面的理论及构造方法, 使读者在原理、概念上有一个大致的了解。

1. 贝塞尔 (Bezier) 曲线与曲面

Bezier 曲线与曲面是法国雷诺公司的 Bezier 在 1962 年提出的一种构造曲线曲面的方法, 是三次曲线的形成原理, 这是由四个位置矢量 Q_0 、 Q_1 、 Q_2 、 Q_3 定义的曲线。通常将 Q_0, Q_1, \dots, Q_n 组成的多边形折线称为 Bezier 控制多边形, 多边形的第一条折线和最后一条折线代表曲线起点和终点的切线方向, 其他曲线用于定义曲线的阶次与形状。

2. B 样条曲线与曲面

B 样条曲线继承了 Bezier 曲线的优点, 仍采用特征多边形及权函数定义曲线, 所不同的是权函数不采用伯恩斯坦基函数, 而采用 B 样条基函数。

B 样条曲线与特征多边形十分接近, 同时便于局部修改。与 Bezier 曲面生成过程相似, 由 B 样条曲线可很容易地推广到 B 样条曲面。

3. 非均匀有理 B 样条 (NURBS) 曲线与曲面

NURBS 是 Non-Uniform Rational B-Splines 的缩写, 是非均匀有理 B 样条的意思。具体解释如下。

- Non-Uniform (非均匀): 指一个控制顶点的影响力的范围能够改变。当创建一个不规则曲面的时候, 这一点非常有用。同样, 统一的曲线和曲面在透视投影下也

不是无变化的，对于交互的 3D 建模来说，这是一个严重的缺陷。

- Rational (有理): 指每个 NURBS 物体都可以用数学表达式来定义。
- B-Spline (B 样条): 指用路线来构建一条曲线，在一个或更多的点之间以内插值替换。

NURBS 技术提供了对标准解析几何和自由曲线、曲面的统一数学描述方法，它可通过调整控制顶点和因子，方便地改变曲面的形状，同时也可方便地转换对应的 Bezier 曲面，因此 NURBS 方法已成为曲线、曲面建模中最为流行的技术。STEP 产品数据交换标准也将非均匀有理 B 样条 (NURBS) 作为曲面几何描述的唯一方法。

4. NURBS 曲面的特性及曲面连续性定义

(1) NURBS 曲面的特性。

NURBS 是用数学方法来描述形体，采用解析几何图形，曲线或曲面上任何一点都有其对应的坐标 (x, y, z) ，所以具有高度的精确性。NURBS 曲面可以由任何曲线生成。

对于 NURBS 曲面而言，剪切是不会对曲面的 UV 方向产生影响的，也就是说不会对网格产生影响，如图 1.2.1a 和图 1.2.1b 所示，剪切前后网格 (U 方向和 V 方向) 并不会发生实质的改变。这也是通过剪切四边面来构成三边面和五边面等多边面的理论基础。

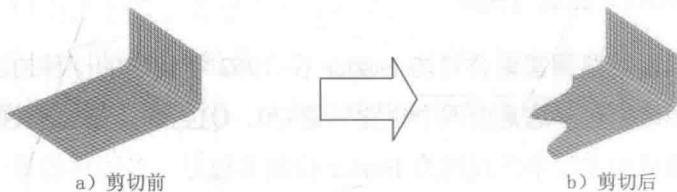


图 1.2.1 剪切曲面

(2) 曲面 G1 与 G2 连续性定义。

G_n 表示两个几何对象间的实际连续程度。例如：

- G_0 意味着两个对象相连或两个对象的位置是连续的。
- G_1 意味着两个对象光滑连接，一阶微分连续，或者是相切连续的。
- G_2 意味着两个对象光滑连接，二阶微分连续，或者两个对象的曲率是连续的。
- G_3 意味着两个对象光滑连接，三阶微分连续。
- G_n 的连续性是独立于表示 (参数化) 的。

1.3 曲面造型方法

曲面造型的方法有多种，下面介绍最常见的几种方法。