

CAD/CAM技能型 人才培养规划教材

Imageware 逆向造型



基础教程

(第3版)

单岩 吴立军 编著

-  逆向工程概述
-  Imageware基础操作
-  点云处理过程
-  曲线的生成、编辑与分析
-  曲面的生成、编辑与分析
-  分析与测量
-  应用实例之卡扣
-  应用实例之安全帽
-  应用实例之电池盒

清华大学出版社

CAD/CAM 技能型人才培养规划教材

Imageware**逆向造型基础教程** (第3版)

单 岩 吴立军 编著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书针对三维逆向造型的实际需要,围绕 Imageware 软件的点云、曲线和曲面的生成、编辑及分析等相关内容,介绍了 Imageware 软件的功能、使用方法及注意事项,大部分功能均配有相应的实例操作来说明其应用思路和应用技巧。最后通过卡扣、安全帽两个综合实例,让读者全面接触和学习各种曲面的构建、编辑及分析方法,以帮助读者快速、直观地领会如何将 Imageware 软件中的功能运用到实际工作中,尽快达到学以致用目的。

本书提供的配套资源包括 PPT 课件、书中实例的源文件、结果文件及更多的综合案例等学习资源,便于读者练习、揣摩思路与技巧。

本书结构清晰、语言简练、实例丰富、可操作性强,可作为高等院校 CAD/CAM 相关课程的教材,也可作为各类 CAD/CAM 培训机构的授课教材,还可作为 CAD 技术人员的自学教材和参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

Imageware 逆向造型基础教程 / 单岩, 吴立军 编著. —3 版. —北京: 清华大学出版社, 2018
(CAD/CAM 技能型人才培养规划教材)
ISBN 978-7-302-50660-7

I. ①I… II. ①单… ②吴… III. ①三维—造型设计—计算机辅助设计—应用软件—教材
IV. ①TP391.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 157245 号

责任编辑: 刘金喜

封面设计: 范惠英

版式设计: 妙思品位

责任校对: 成凤进

责任印制: 董 瑾

出版发行: 清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址: 北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编: 100084

社 总 机: 010-62770175 邮 购: 010-62786544

投稿与读者服务: 010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈: 010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者: 三河市铭诚印务有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 185mm×260mm 印 张: 21 字 数: 472 千字

版 次: 2006 年 2 月第 1 版 2018 年 11 月第 3 版 印 次: 2018 年 11 月第 1 次印刷

定 价: 68.00 元

产品编号: 074925-01

前 言

Imageware 由美国 EDS 公司出品,后被德国 Siemens PLM Software 所收购,是著名的逆向工程软件之一。Imageware 因其强大的点云处理能力、曲面编辑能力和 A 级曲面的构建能力而被广泛应用于汽车、航空航天、家电、模具、计算机零部件等设计与制造领域。

本书详细介绍软件 Imageware 13.2(汉化版)的功能及使用方法。在点云、曲线和曲面的创建、编辑及分析等内容的介绍中采用了具体的实例来讲解这些功能的使用方法,力求使读者更加深刻地理解软件功能的实际应用。全书共分 9 章:

第 1 章 逆向工程。介绍逆向工程的定义、应用,以及关键技术等内容,最后介绍逆向工程中 CAD 模型重建的基本流程。

第 2 章 基础操作。介绍 Imageware 的用户界面、File 菜单和 Edit 菜单的使用、常用的工具条、鼠标操作和 Imageware 快捷键等。

第 3 章 点云处理过程。介绍点云的预处理法,创建点云、编辑点云的方法,以及常用的点云数据分析命令的使用方法。

第 4 章 曲线。介绍曲线相关的显示、生成、编辑和常用的分析方法等。

第 5 章 曲面造型。介绍生成曲面、编辑曲面和常用的分析曲面的方法。

第 6 章 分析与测量。系统地介绍 Imageware 中的各种分析、测量命令。

第 7 章 应用实例之卡扣。介绍简单结构类实体的曲面造型思路与构建方法。

第 8 章 应用实例之安全帽。介绍简单曲面类实体的曲面造型思路与构建方法。

第 9 章 应用实例之电池盒。介绍复杂实体上的简单二次曲面的构建方法。

本书由单岩(浙江大学)、吴立军(浙江科技学院)编著。参与编写的还有张结琼(宁波市北仑职业高级中学)、黄岗(杭州科技职业技术学院)、李兆飞(广州铁路职业技术学院)、彭伟(河南职业技术学院),由于编写时间紧迫,编者的水平有限,书中难免会存在需要进一步改进和提高的地方,期望读者及专业人士提出宝贵意见与建议。请通过如下方式与我们交流。

- E-mail: book@51cax.com
- 致电: 0571-28852522, 0571-87952303

本书责编的 E-mail: hnliujinxi@163.com。服务邮箱: wkservice@vip.163.com。



本书配套提供测试题、PPT 教学课件、实例的源文件与结果文件、自学视频及更多的综合案例等学习资源，这些资源可通过 <http://www.tupwk.com.cn/downpage> 免费下载。任课老师可来电获取教师版资源库。

最后，感谢清华大学出版社为本书的出版所提供的机遇和帮助。

编 者
2018 年 5 月

目 录

第 1 章 逆向工程	1
1.1 逆向工程的定义	1
1.2 逆向工程的应用	2
1.3 逆向工程中的关键技术	3
1.4 CAD 模型重建	5
1.5 思考与练习	7
第 2 章 基础操作	8
2.1 概述	8
2.1.1 Imageware 简介	8
2.1.2 主要模块	9
2.1.3 Imageware 的优点	10
2.1.4 使用 Imageware 的一般流程	12
2.2 用户界面	13
2.3 菜单项	16
2.3.1 文件	16
2.3.2 编辑	19
2.3.3 显示和视图	25
2.3.4 创建	38
2.3.5 构建	38
2.3.6 修改	38
2.3.7 评估	38
2.3.8 测量	39
2.3.9 帮助	39
2.4 常用工具条	40
2.4.1 浮动工具条	40
2.4.2 曲面浮动工具条	40
2.4.3 主要栏目管理工具条	41
2.4.4 自定义工具条	43
2.5 鼠标操作	44

2.5.1 鼠标左键	44
2.5.2 鼠标中键	44
2.5.3 鼠标右键	45
2.6 常用快捷键	46
2.7 思考与练习	48
第 3 章 点云处理过程	49
3.1 预处理点云	49
3.1.1 读入点云	49
3.1.2 点云的显示	50
3.1.3 定位点云	52
3.2 生成点	55
3.2.1 创建点(Create Point)	55
3.2.2 构建点(Construct Points)	57
3.2.3 特征提取点云 (Feature Line)	63
3.3 编辑点云	65
3.3.1 抽取(Extract)	65
3.3.2 删除杂点>Delete Points)	73
3.3.3 剖面截取点云 (Cross Section)	74
3.3.4 偏移(Offset)	79
3.3.5 点云三角形网格化 (Polygonize)	80
3.3.6 设置点标签(Label)	81
3.4 分析点云数据	82
3.4.1 测量点位置 (Point Location)	83
3.4.2 测量点间距离 (Distance Between Points)	83
3.4.3 点云曲率(Curvature)	84
3.5 思考与练习	85



第4章 曲线..... 86

4.1 曲线概述..... 86

4.1.1 曲线的要素..... 87

4.1.2 曲线的类型..... 88

4.1.3 曲线的显示..... 88

4.2 生成曲线..... 90

4.2.1 3D 曲线(3D Curve)..... 90

4.2.2 直线(Line)..... 92

4.2.3 圆弧(Arc)..... 97

4.2.4 圆(Circle)..... 100

4.2.5 椭圆(Ellipse)..... 101

4.2.6 矩形(Rectangle)..... 102

4.2.7 槽形(Slot)..... 102

4.2.8 多边形(Polygon)..... 103

4.2.9 由点拟合曲线 (Curve from Cloud)..... 103

4.2.10 提取表面上的曲线 (Curve from Surface)..... 107

4.3 编辑曲线..... 109

4.3.1 桥接曲线(Blend)..... 109

4.3.2 倒角(Fillet)..... 110

4.3.3 偏移曲线(Offset)..... 112

4.3.4 相交(Intersection)..... 113

4.3.5 缝合两曲线(Match)..... 114

4.3.6 曲线重新建参数化 (Reparameterize)..... 115

4.3.7 插入和移除节点 (Insert/Remove Knots)..... 115

4.3.8 重新分配 B 样条线 (Redistribute)..... 117

4.3.9 插入/移除曲线控制点(Insert/ Remove Control Points)..... 117

4.3.10 延伸(Extend)..... 118

4.3.11 光滑处理(Smooth)..... 119

4.3.12 截断曲线(Snip)..... 120

4.3.13 反转曲线方向 (Reverse Curve Direction)..... 121

4.4 分析曲线..... 122

4.4.1 控制点矢量图 (Control Plot)..... 122

4.4.2 曲率(Curvature)..... 123

4.4.3 连续性(Continuity)..... 124

4.4.4 曲线—点云偏差 (Curve-Cloud Difference)..... 125

4.4.5 曲线—曲线偏差(Curve to Curve Difference)..... 126

4.4.6 测量曲线—点距离 (Point to Curve Closest)..... 127

4.5 思考与练习..... 128

第5章 曲面造型..... 129

5.1 曲面概述..... 129

5.1.1 曲面的要素..... 129

5.1.2 生成曲面的一般方法..... 130

5.1.3 曲面的显示..... 130

5.2 生成曲面..... 132

5.2.1 平面(Plane)..... 132

5.2.2 简易曲面 (Surface Primitive)..... 135

5.2.3 由点云构建曲面 (Surface from Cloud)..... 140

5.2.4 由点云和曲线拟合曲面 (Fit w/Cloud and Curves)..... 143

5.2.5 由边界曲线创建曲面 (Surface by Boundary)..... 145

5.2.6 UV 向量线构建曲面 (Blend UV Curve)..... 145

5.2.7 通过曲线的曲面(Loft)..... 146

5.2.8 旋转曲面(Revolution)..... 148

5.2.9 边界平面(Plane Trimmed)..... 149

5.2.10 直纹面(Ruled)..... 149

5.2.11 扫掠曲面(Swept)..... 150

5.2.12 拉伸曲面(Extrub)..... 151

5.2.13 管状曲面(Tube)..... 152

5.3 编辑曲面.....	153	6.1.8 三角形网格模型 (Polygon Model).....	179
5.3.1 凸缘面(Flange).....	153	6.1.9 实体信息 (Object Information).....	180
5.3.2 桥接曲面(Blend).....	154	6.1.10 曲面流线分析 (Surface Flow).....	181
5.3.3 倒圆角(Fillet).....	155	6.2 测量.....	183
5.3.4 偏置曲面(Offset).....	157	6.2.1 基于点云的差异 (Cloud Difference).....	183
5.3.5 剖断面(Cross Section).....	158	6.2.2 基于曲线的差异 (Curve to Curve Distance)...	186
5.3.6 曲面交线(Intersection).....	159	6.2.3 基于曲面的差异 (Surface Difference).....	186
5.3.7 缝合曲面(Match).....	159	6.2.4 距离 (Point to Surface Closest)...	188
5.3.8 曲面重新建参数化 (Reparameterize).....	161	6.2.5 面积(Area).....	188
5.3.9 插入曲面节点 (Insert Surface Knots).....	161	6.2.6 角度 (Angle/Tangent Direction)...	188
5.3.10 延伸曲面(Extend).....	162	6.2.7 位置坐标(Location).....	190
5.3.11 清理曲面(Clean Surface).....	163	6.2.8 曲率半径 (Radius of Curvature).....	190
5.3.12 合并曲面(Merge).....	164	6.2.9 交互式(Interactive).....	192
5.3.13 截断曲面(Snip).....	165	6.2.10 二次曲面(Quadrics).....	193
5.3.14 修剪曲面(Trim).....	166	6.3 思考与练习.....	194
5.3.15 反转曲面法向 (Reverse Surface Normal).....	166	第7章 应用实例之卡扣.....	195
5.3.16 曲面的自由编辑 (Edit Surface).....	167	7.1 卡扣产品分析.....	195
5.4 分析曲面.....	169	7.2 卡扣的点云处理.....	197
5.4.1 曲面连续性(Continuity).....	169	7.2.1 分割点云.....	197
5.4.2 曲面与点云的差异(Surface to Cloud Difference).....	170	7.2.2 创建剖断面.....	199
5.5 思考与练习.....	171	7.2.3 图层管理.....	202
第6章 分析与测量.....	172	7.3 顶面的制作.....	203
6.1 分析.....	172	7.4 侧面的制作.....	206
6.1.1 控制顶点(Control Plot).....	172	7.5 底面的制作.....	209
6.1.2 法线(Normals).....	174	7.6 内侧面的制作.....	217
6.1.3 曲率(Curvature).....	175	7.7 曲面的裁剪.....	220
6.1.4 连续性(Continuity).....	176	7.8 误差分析.....	227
6.1.5 偏差(Deviation).....	176		
6.1.6 点云特性 (Cloud Characteristics).....	177		
6.1.7 拔模角(Draft Angle Plot).....	178		



7.9 思考与练习	228
第 8 章 应用实例之安全帽	229
8.1 安全帽产品分析	229
8.2 安全帽的点云处理和 对齐点云	231
8.2.1 点云处理	231
8.2.2 对齐点云	233
8.3 圆形大面的制作	239
8.3.1 制作末端节点 T1	239
8.3.2 制作末端节点 T2	245
8.4 帽檐的制作	248
8.4.1 提取点云	248
8.4.2 制作均匀曲面	250
8.4.3 制作边界曲线	251
8.4.4 修剪曲面	253
8.5 后期处理	254
8.5.1 光顺度和曲率 连续性检查	255
8.5.2 倒圆面	259
8.5.3 误差分析和微调	260
8.6 思考与练习	262
第 9 章 应用实例之电池盒	263
9.1 电池盒产品分析	263
9.2 电池盒的点云处理	265
9.3 电池盒底座制作	267
9.3.1 电池盒底座造型分析	267
9.3.2 制作底座上半部分	268
9.3.3 制作底座下半部分	295
9.4 电池盒定位件制作	311
9.4.1 电池盒定位件点云分割	312
9.4.2 制作定位件节点 T2	314
9.4.3 制作定位件节点 T3	318
9.4.4 制作定位件节点 T4	319
9.4.5 制作定位件节点 T5	321
9.4.6 制作定位件节点 T6	323
9.4.7 制作定位件节点 T7	323
9.4.8 制作定位件节点 T8	324
9.4.9 制作定位件节点 M1	325
9.5 误差分析	325
9.6 思考与练习	326

第1章 逆向工程

本章重点内容

本章简要介绍逆向工程，包括逆向工程的定义、应用和关键技术等。

本章学习目标

- 了解逆向工程概念及其工艺流程；
- 掌握 CAD 模型重构的工艺流程。

1.1 逆向工程的定义

逆向工程(Reverse Engineering, RE)，也称反求工程、反向工程、三坐标点测绘、三坐标造型、抄数等。它是将实物转变为 CAD 模型相关的数字化技术、几何模型重建技术和产品制造技术的总称，是将已有产品或实物模型转化为工程设计模型和概念模型，在此基础上对已有产品进行解剖、深化和再创造的过程。它源于精密测量和质量检验，是设计下游向设计上游反馈信息的回路。

传统的产品实现通常是从概念设计到图样，再制造出产品，我们称之为正向工程(或者顺向工程)，而产品的逆向工程是根据零件(或原型)生成图样，再制造产品。目前，大多数逆向工程技术的研究和应用都集中在几何形状，即重建产品实物的 CAD 模型和最终产品的制造方面。

完成一项逆向工程工作可能比完成一个正向设计更具有挑战性，因为如果想做出一个完美的产品，首先必须尽量理解原有模型的设计思想，在此基础上还需要修复或克服原有模型上存在的缺陷。

从某种意义上看，逆向也是一个重新设计的过程。它是一种以先进产品设备的实物、样件或模型作为研究对象，以当前高速发展的计算机相关软件及硬件设施作为应用工具，进而开发出更先进的同类产品的技术，是针对消化、吸收先进技术采取的一系列分析方法和技术的结合。

总的来说，逆向工程就是从模型、样品到设计、造型的过程。

逆向工程的一般流程如图 1-1 所示，即利用实物样件转化为 CAD 模型，利用计算机辅



助制造(CAM)、快速原型制造(RP)、快速模具和 PDM 系统等先进技术对其进行处理或管理的一个系统过程。

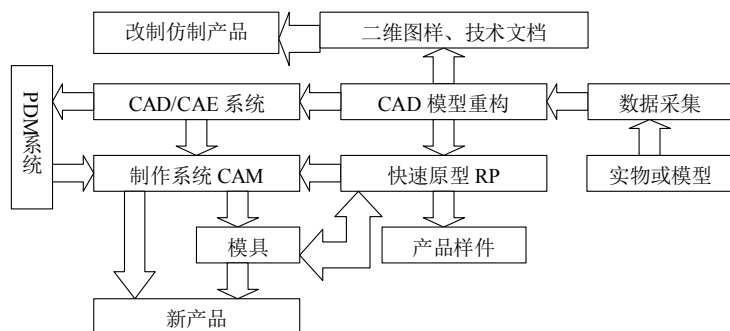


图 1-1

1.2 逆向工程的应用

作为产品设计制造的一种手段,逆向工程技术在 20 世纪 90 年代初开始引起各国工业界的高度重视,随着市场的发展,有关逆向工程技术的研究一直备受关注,逆向工程技术在制造领域中的应用也越来越广泛,以下是逆向工程的一些应用背景。

(1) 尽管计算机辅助设计技术发展迅速,各种商业软件的功能日益增强,但目前还无法满足一些复杂曲面零件的设计需要,还存在许多使用黏土或泡沫模型代替 CAD 设计的情况,最终需要运用逆向工程将这些实物模型转换为 CAD 模型。

(2) 外形设计师倾向使用产品的比例模型,以便对产品外形进行美学评价,最终可通过运用逆向工程技术将这些比例模型用数学模型表达,通过比例运算得到美观的真实尺寸的 CAD 模型。

(3) 由于各相关学科发展水平的限制,对零件的功能和性能分析,还不能完全由 CAE 来完成,往往需要通过实验来最终确定零件的形状,如在模具制造中经常需要通过反复试冲和修改模具型面方可得到最终符合要求的模具。若将最终符合要求的模具测量并反求出其 CAD 模型,在再次制造该模具时就可运用这一模型生成加工程序,可大大减少修模量,提高模具生产效率,降低模具制造成本。

(4) 以已有产品为基准点进行设计已经成为当今的一条设计理念。目前,我国在设计制造方面距发达国家还有一定的差距,利用逆向工程技术可以充分吸收国外先进的设计制造成果,使我国的产品设计立于更高的起点,同时加快某些产品的国产化速度。

(5) 艺术品、考古文物的复制。

(6) 人体中的骨头、关节等的复制,假肢制造,以及特种服装、头盔的制造要以使用者的身体为原始设计依据,此时,需建立人体的几何模型。

(7) 在 RPM 的应用中,逆向工程的最主要表现为:通过逆向工程,可以方便地对原型产

品进行快速、准确的测量，找出产品设计的不足，进行重新设计，经过反复多次迭代完善产品。

(8) 借助层析 X 射线摄像法(CT 技术)，逆向工程不仅可以产生物体的外部形态，而且可以快速发现、度量和定位物体的内部缺陷，从而成为工业产品无损探伤的重要手段。

除了以上提到的应用背景，在其他的应用背景上，逆向工程技术也存在着巨大的潜能。

1.3 逆向工程中的关键技术

1. 三坐标测量数据处理

一般来说，三维表面数据的采集方法可分为接触式数据采集和非接触式数据采集两大类。接触式有触发式和连续扫描式数据采集，还有基于磁场、超声波的数据采集等；而非接触式主要有激光三角测量法、激光测距法、光干涉法、结构光学法、图像分析法等。

三坐标测量的技术要求可以用下面 20 个字来概括：数据整齐、方向合理、分层分色、疏密有致、对称测半。在质量上要求信息充分，精度达标，适应造型需要；在效率上要求满足造型需求，减少冗余数据。三坐标测量在功能扩充上还有超大超长柔性工件测量及数据处理。

三坐标测量的流程包括装夹、测量和数据处理。在装夹时要注意控制变形，减少重定位，方便于测量和造型；在测量时要注意测量次序、方向和密度，前面所说的“数据整齐、方向合理、分层分色、疏密有致、对称测半”都是在这个环节上需要注意的问题；数据处理包括对称基准重建、重定位整合、变形修正、拔模方向及其他特征识别。

三坐标测量设备有接触式和非接触式两种。

接触式的三坐标测量设备有三坐标测量划线机(如图 1-2(a)所示)、三坐标测量机(如图 1-2(b)所示)、机械手和机械臂(如图 1-2(c)所示)等。

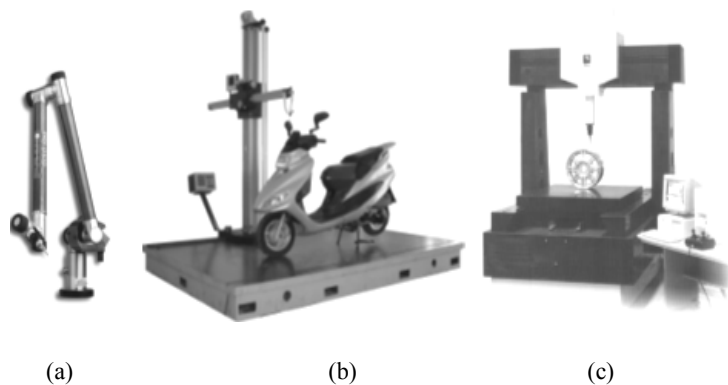
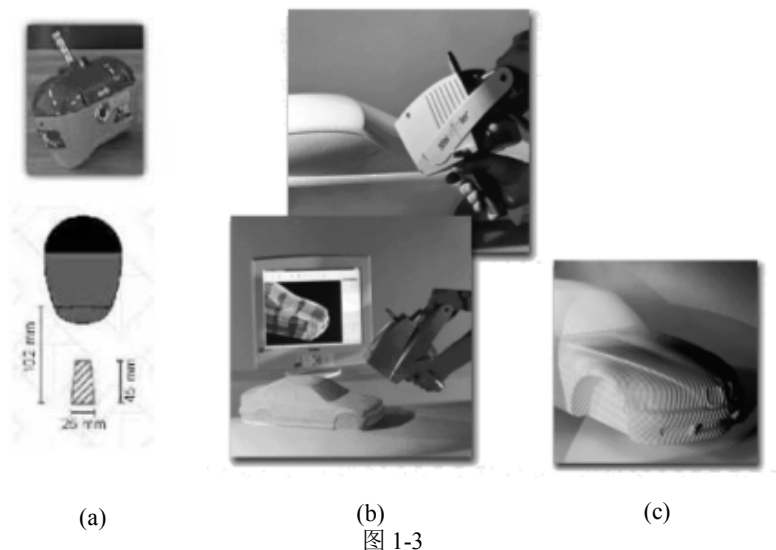


图 1-2

非接触式测量的三坐标测量设备有投影机(如图 1-3(a)所示)、数码成像机(如图 1-3(b)所示)、激光扫描机(如图 1-3(c)所示)等。



2. 复杂曲面的造型

曲面构造是 CAD 逆向造型中的重要环节。在曲面构造中常常碰到一些十分复杂的曲面，对这些复杂曲面进行造型就成为逆向工程中的一项关键技术。

在构造曲面时还要注意把握产品的特征，这也是至关重要的，只有做到了这一点，才能保证构造出来的曲面符合要求，即曲面构造光顺，特征表达清晰、准确、流畅。

3. 产品缺陷处理

在逆向造型时，碰到的产品经常存在这样或那样的缺陷，如变形或要进行误差修正。

碰到变形的产品时，在逆向造型时要尽量使其恢复到原来的样子。

误差修正属于测量缺陷的处理，由于测量的数据存在着明显的误差，在逆向造型时，工程师们要根据自己逆向造型的经验对其进行误差修正。

4. 特殊的技巧

在逆向造型时还有其他一些比较常用的特殊技巧，如展开、抛物面计算、特殊编程等。

5. 高品质或 A 级曲面

高品质或者 A 级曲面在汽车、航空航天以及家用电器的设计中经常用到，这类曲面要求相当高的光顺性。

A 级曲面设计者所追求的经典数值是，位置连续性误差不大于 0.001mm，相切连续性误差不大于 0.05°，曲率连续性根据情况而定。但是，A 级曲面设计的视觉效果要求与触觉效果一致。

1.4 CAD 模型重建

本书着重讲述的是用专业逆向工程软件 Imageware 来实现 CAD 重构这一部分内容。

CAD 模型重建,即逆向造型,是根据坐标测量机得到的数据点构建实物对象的数字化模型。根据实物外形的数字化信息,可以将测量得到的数据点分成两类:有序点和无序点(散乱点)。由不同的数据类型,形成了不同的模型重建技术。

目前较成熟的方法是通过重构外形曲面来实现实物重建。常用的曲面模型有 Bezier、B-Spline(B 样条)、NURBS(非均匀有理 B 样条)和三角 Bezier 曲面。

逆向工程的 CAD 模型重构过程主要包括点处理过程、曲线处理过程和面处理过程。

1. 点处理过程

对已经存在的物理模型进行分析→决定什么是下游工程的需要→用各种测量技术从模型中得到点的数据→读入点云的数据(如有必要,对齐点云数据)→清除不需要的点→规划创建面所需的点并显示这些点,如图 1-4 所示。

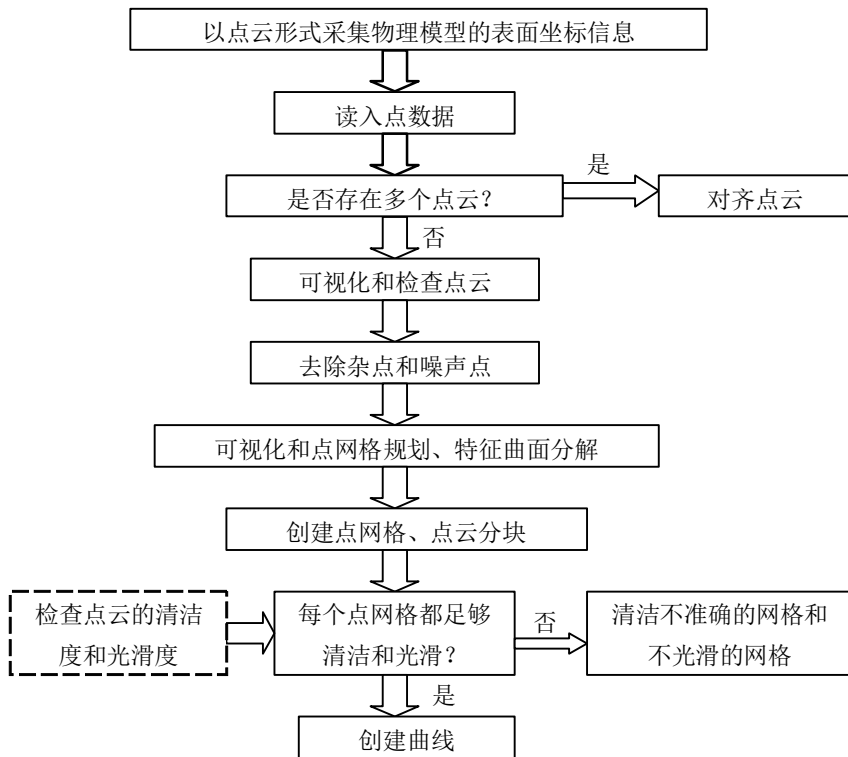


图 1-4

2. 曲线处理过程

规划要创建的曲线的类型→由已经存在的点创建曲线→检查和修改曲线,如图 1-5 所示。

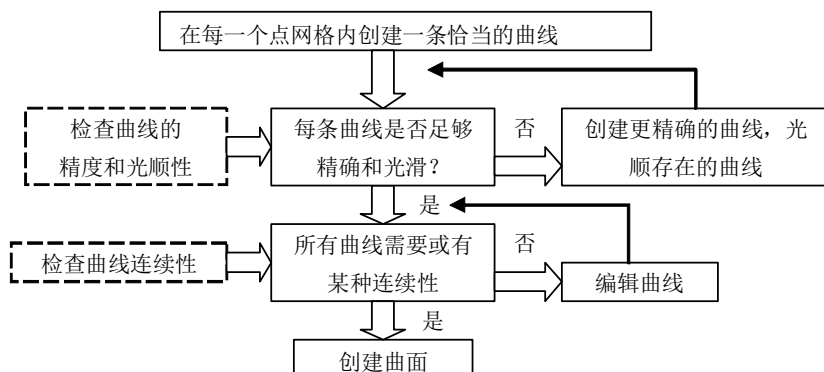


图 1-5

3. 面处理过程

规划要创建的曲面的类型→由已经存在的曲线或者点云创建曲面→检查和修改曲面,如图 1-6 所示。

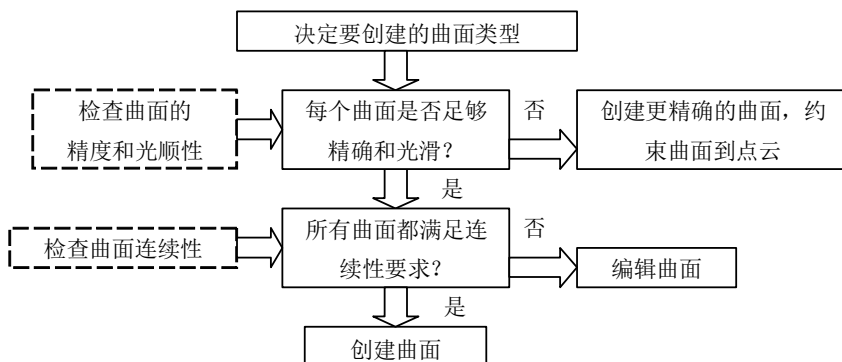


图 1-6

这一部分工作主要使用逆向工程软件实现,目前进行 CAD 模型重建对 CAD 支撑系统有两种选择方案:一是基于正向的商品化 CAD/CAE/CAM 系统软件,如美国 EDS 公司的 I-deas、UGII、CATIA,美国 PTC 公司的 Pro/Engineer,法国 Matra 公司的 Strim,日本 HZS 公司的 GRADE/CUBE—NC 等;二是选择专用的逆向造型软件,如 Imageware、ICEM Surf、Paraform、Geomagic 等。

采用“正向”技术路线的基本步骤是:点→线→面。特点是测量密度较小,速度较慢;其测量方式为接触式测量,适用对象是柔性多配合产品。若采用“正向”技术路线,推荐使用的逆向工程软件即为 UG 或 CATIA 等正向的软件。

采用“逆向”技术路线的基本步骤是：点→面。特点是测量密度大，速度快；其测量方式多为非接触扫描测量，适用对象是刚性非配合产品。若采用“逆向”技术路线，则推荐使用的逆向工程软件为 Imageware 或 ICEM Surf 等逆向造型软件。

1.5 思考与练习

1. 什么是逆向工程？
2. 逆向工程的应用领域是什么？
3. 简述逆向工程的关键技术。
4. 如何进行 CAD 模型重塑？

第2章 基础操作

本章重点内容

本章是对 Imageware 13.2 的一个基本介绍，包括软件概况、用户界面简介、常用菜单及工具的使用、基本操作实践等内容，以便读者对软件界面上的内容和软件的使用有一个初步的了解。

本章学习目标

- Imageware 13.2 的用户界面；
- 确定提示栏和状态栏的位置；
- 熟练基本操作；
- 牢记鼠标键的用法和常用的快捷键。

2.1 概述

2.1.1 Imageware 简介

Imageware 是著名的逆向工程软件，广泛应用于汽车、航空航天及消费家电、模具和计算机零部件等设计领域。它作为 UG 软件中专门为逆向工程设计的模块，具有强大的测量数据处理、曲面造型和误差检测功能，可以处理几万至几百万的点云数据。

Imageware 开创了自由曲面造型技术的新天地，它为产品设计的每一个阶段——从早期的概念到生产出符合产品质量的表面，直到对后续工程和制造所需的全 3D 零件进行检测，都提供了一个独一无二的进行 3D 造型和检测的综合性方法。

Imageware 的发展方向是将高级造型技术和创意思维推向广义的设计、逆向工程和潮流市场，其最终结果就是提供加速设计、工程和制造，以使集成、速度和效率达到一个新水平。

Imageware 允许用户非常自由地凭直觉创建模型，同时在 3D 环境下快速地探究和评估形状设计。由于 Imageware 的开发专注于特定工业，所以它提供了直接的数据交换能力和标准 3D CAD 接口，允许用户很容易地将模型集成到任何环境。

Imageware 由美国 EDS 公司出品,后被德国 Siemens PLM Software 收购,现在并入了旗下的 NX 产品线,是著名的逆向工程软件之一,在逆向工程中充当了一个重要的角色,参与了逆向工程的各个过程,并且发挥了模型数字化、校验、修改、复制产品等功效。因此,Imageware 13.2 特别适用于以下情况:

- 企业只能拿出真实零件而没有图纸,又要求对此零件进行修改、复制及改型;
- 在汽车、家电等行业要分析油泥模型,对油泥模型进行修改,得到满意结果后将此模型的外形在计算机中建立电子样机;
- 对现有的零件工装等建立数字化图库;
- 在模具行业,往往需要用手工修模,修改后的模具型腔数据必须及时地反映到相应的 CAD 设计之中,这样才能最终制造出符合要求的模具。

2.1.2 主要模块

1. 高级建模(Advanced Modeling)

高级造型能力提供了一个一致的设计流程,并同时最大程度地保证了模型的美观、真实和曲面的光顺。

通过直觉造型工具,我们可以利用曲线、曲面或者测量点来创建自由几何。动态曲面修改工具允许设计变更以交互的方式进行探究,并立即将设计所蕴涵的美学和工程信息可视化。

实时诊断工具的使用对加工前的曲面质量提供了全面的分析,包括视觉观察和定量分析,因此消除了产生错误猜测的可能。这些工具可作为一种手段来识别曲面曲率和高光效果,以发现曲面瑕疵、偏差和缺陷。

高效的连接性管理工具保证了曲面和曲面过渡非常完美,甚至连最严格的 Class A 曲面也不例外。

将所有的全相关曲面工具加在一起,无论进行自由几何模型的可行性设计研究,还是创建符合生产质量要求的曲面,都将实现生产效率方面的巨大提高。

2. 逆向工程(Rreverse Engineering)

逆向工程允许设计师、工程师和模具设计师在从设计到制造过程的每一个阶段中使用从物理组件获取的数据,这不仅可以表示精确的设计,便于与实际物理样机遗留的数据进行快速对比,而且还是物理世界到数字世界的桥梁。

通过常规的 CAD 系统,几何的表示可以在很短的时间内创建。Imageware 可以将没有 CAD 描述的物理零件引入任何 CAD/CAM 系统中用于后续的设计和分析。几何同样也可用于仿真环境来保证产品生命周期不同阶段的可行性。

3. 计算机辅助检验(Computer-Aided Inspection)

Imageware 的检测能力通过全面准确的分析,对第一个物品的质量提供完全的 3D CAD



与零件校验,以检测任何复杂的名义 CAD 几何模型与真实的物理模型,消除了手工或者 2D 的方法。

Imageware 检测输出彩色对比云图,可使 3D 检测结果更易于沟通。强大的对齐和定位工具消除了多次检测迭代。在 Imageware 环境中,用户可采用电子化的方式保存、跟踪和管理检测记录。

4. 多边形建模(Polygonal Modeling)

Imageware 产品针对模型修补、基本特征构建以及快速成型应用中点/STL 数据的处理工具,提供了一个综合的工具集。

这些工具通过一个可靠而又高效的方式将产品工程的设计意图传递到最终产品。基于多边形的创建、可视化、修改、布尔运算和基本模具工具保证了用户可以高效地从多种数据源中多次使用数据,以获得更精练的产品设计。

2.1.3 Imageware 的优点

1. 为整个创建过程制定流程

当众多公司采用 3D 设计技术时,设计师们都认识到了从 2D 到 3D 转换的重要性和简便性。快速地将概念阶段的思想变成准确的曲面模型的能力是产品设计成功的关键。

几个世纪以来,当 2D 方法在产品开发方面已经被成功应用时,全新的、生产力更高的 3D 方法和实践又进一步证明了:通过保持和准确地描述设计意图,3D 方法是现有 2D 设计过程的有益补充。

通过这些 3D 的方法和实践,许多公司正在为缩短设计周期而建立新的标准,以此来提高产品质量、降低成本。

无论是进行全新的设计,还是利用物理模型对已有零件进行再设计,Imageware 都提供了一个很好的手段来扩展创建流程,同时可以利用熟悉的造型工具。

2. 有效地加强产品沟通

利用 3D 获取产品定义将对设计意图提供更好的沟通,这种沟通不仅体现在设计师和造型师之间,而且贯穿于整个工程和制造环境中,包括在扩展的企业和供应链之间。

有了 Imageware,用户不仅可以在屏幕上动态地研究不同的设计,以达到立即显现设计中所蕴含的美学和工程信息的目的,同时还可以制订出一个设计方案。

能够在设计过程的早期就关键设计问题进行沟通,将使对实际物理样机的需求大大减少。通过实时更新的全彩色 3D 诊断和云图,可使得对设计模型进行操作时的设计变化和修改进行沟通变得很容易。

产品开发速度的进一步提高依赖于可视化工具的扩展和报表能力的提高。可以使用用户化的环境贴图对设计的美学性进行评估,或者如果有检测的需要,也可以对比较结果进行评估并输出详细的分析结果。

3. 基于约束的造型

在 Imageware 中通过使用基于约束的造型方法可以很容易地简化复杂的设计工作,这种方法允许设计师在一种交互环境中工作,同时在产品开发的早期阶段就制订关键的设计决策。

Imageware 的 3D 约束引擎支持相关造型,这样就能戏剧般地改变创建 Class A 和高质量曲面的方法。这个工具已经是现成的,用户可以决定约束的时间和地点以及约束条件需要保持多长时间,而这些都不会改变模型的大小或降低其性能。

若工作时使用了约束,所有的设计变更将实时地得到反映,这将有助于不同设计方案的评估,而不需要像那些不基于约束的系统在造型的最初阶段制订过多的计划,或是做一些乏味的重复工作。

不同的颜色将区别曲线之间关系的主和次,这种主次关系可以快速而简单地进行转化。当约束产生时,约束符号就会显示在曲线上以表示当前连续性的类型。

除了约束之外,内在的相关性能够在多次几何创建中继续保持,这样的相关性保证了在进行数据修改和编辑时继续保持相应的几何特征。具有相关性属性的特征有放样、扫掠面、倒角、翻边、曲线偏置和拉伸。

4. 扩展了基于曲线的造型

软件中加入了全新的、增强的命令,为基于曲线的曲面开发提供了一套完善的曲线创建功能,这对于高质量曲面和 Class A 曲面显得尤为重要。

新功能减少了重复工作,这些重复工作经常是为创建一系列曲线而产生的,同时直线和平面的无限构造能力将有助于新几何体的精确创建。无限构造体素主要是为裁剪和相交这些操作做辅助。

其他的工具,如无限工作平面有益于一般的造型操作,这个工作平面可以用于草绘平面或曲面和曲线的相交。

5. 模型的动态编辑

曲率和曲面的评估工具提供实时反馈,允许用户从一开始就创建更好的曲线和曲面,并在更短时间内最终制作出更高质量的曲面。

将这些工具的详细反馈与 Imageware 的众多修改工具相结合,可以根据当前视图非常容易地评估和动态地编辑模型并修改有问题的区域。

6. 保持数据的兼容性

Imageware 提供了一个无缝的、介于领先的 CAD 系统和 Imageware 内部文件格式之间的中性 CAD 数据交换,它使数字设计能一直被保存下来,且贯穿于整个产品生命周期。

通过提供协调的、直接的数据交换,Imageware 的这些接口避免了由于标准文件格式互相传输而导致的许多潜在错误。设计师和工程师可以将精力集中在最重要的事情上,即如何做好自己的工作,而无须担心潜在的数据丢失。



2.1.4 使用 Imageware 的一般流程

Imageware 可以应用于许多不同的 CAD 应用程序,如自由成型、高品质和 A 级曲面的构造、逆向工程等。当 Imageware 应用于三维 CAD 环境中时,其目的通常是将曲线或曲面返回到 CAD 系统中。例如,产品设计师可以创作一个实物模型,然后将它的扫描数据输入到一个有效的逆向工程设计中,这通常会比直接在 CAD 系统中进行产品的造型要简单得多。

产品设计师通常会很关心最终的数据模型是否有较高的精确度,因为只有高精确度的数据模型才能被正确地加工出来。同样,曲面必须是精确和光顺的才能被加工。

1. 一般的设计流程

一般的设计流程如下:

- (1) 输入扫描点数据,并用“文件”→“打开”命令从 CAD 系统中将其他必要的曲线或曲面输入 Imageware。
- (2) 用“显示”命令将输入的数据在视图中以适当的方式显示出来。
- (3) 根据对目的曲面的分析,用“修改”→“延伸”→“圆一点选择”命令将点云分割成易处理的截面(点云)。
- (4) 从点云截面中构造新的点云,以便构造曲线。这一步通常由“构建”→“剖面截取点云”中的一个指令完成;或在创建一条曲线后,用“构建”→“点”→“曲线投影到点云”命令将曲线投影到点云;或用“构建”→“点”中的命令从已有的点云中手工拾取点(新的点云在使用之前,需要先去除杂点)。
- (5) 从第(4)步创建的点云中构造曲线。用“创建”→“3D 曲线”或者“构建”→“由点云构建曲线”中的命令构造新曲线。
- (6) 用“测量”→“曲线”→“点云偏差”评估曲线的品质。如果曲线不能达到用户需求的精度,则在利用曲线构造曲面之前,还要用“修改”中的命令将其修正。
- (7) 由曲线和点云构造出曲面,并从起点处建立与邻近元素的连续性。
- (8) 利用“评估”和“修改”中的命令工具评估曲面的品质。如果曲面不能达到用户需求的精度,用“修改”中的命令将其修正。
- (9) 通过 IGES、VDA-FS、DXF 或 STL 格式,将最终的曲面和构造的实体输出至 CAD 系统。

2. 高品质和 A 级曲面构造

高品质和 A 级曲面构造的一般流程有些不同,具体如下:

- (1) 输入扫描数据点和其他必需的曲线或曲面数据至 Imageware。
- (2) 在视图中以适当方式显示输入的数据。
- (3) 根据对目的曲面的分析,将点云分割成易于处理的截面(点云)。
- (4) 从点云中构造曲面,并和前面的邻近元素建立连续性。

- (5) 利用曲面显示和误差测量工具对曲面进行检测, 如有必要, 对误差外的区域进行修正。
- (6) 通过 IGES、VDA-FS、DXF 或 STL 格式, 输出最终的曲面和构造的实体至 CAD 系统。

3. 快速构造曲面

并非所有的设计任务都需要高精度的曲面, 如包装研究或其他立体分析等, 这时 Imageware 就可用于快速构造曲面。

可以用 Imageware 中的“修改”→“点云整体变形”等命令, 来操作低品质的曲面。这些命令, 使用户可以直接把 NURBS 曲面模型作为一个连续的 skin 来编辑, 而同时保持在曲面间已有的连续性。用户对模型的修改结果几乎是实时显示出来的。

2.2 用户界面

启动 Imageware 13.2 后就进入了 Imageware 所提供的用户界面, 如图 2-1 所示(本书采用的是汉化版界面)。

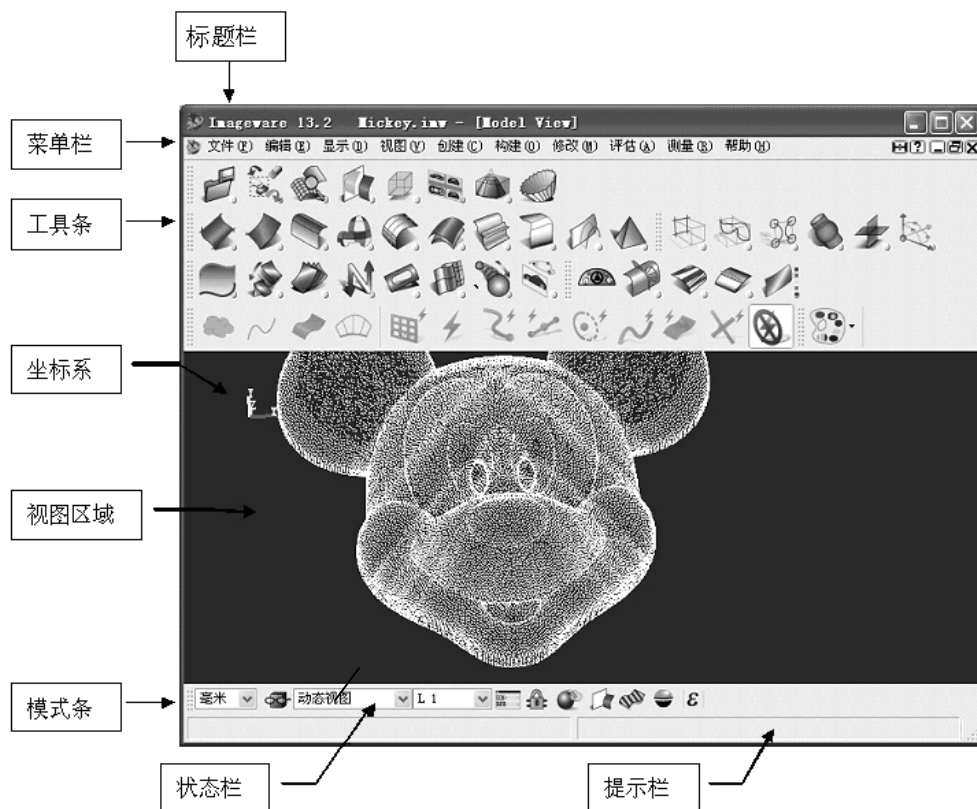


图 2-1

Imageware 的图形用户界面集成了以下几个项目。