



Unigraphics
应用指导系列丛书

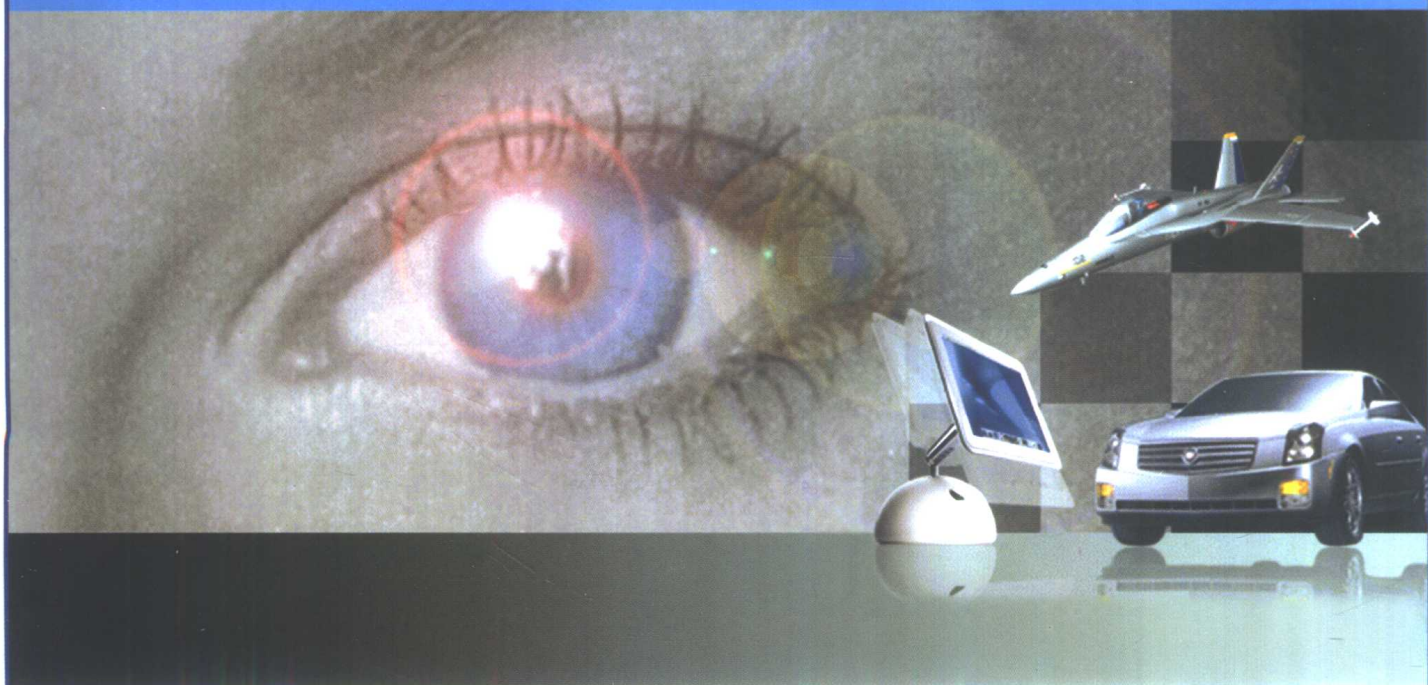


内附练习
光盘

UG/Imageware 逆向工程培训教程

姜元庆 刘佩军 编译
于喆 侯良浩 审校

Unigraphics NX



清华大学出版社

Unigraphics 应用指导系列丛书

UG/Imageware 逆向工程培训教程

姜元庆 刘佩军 编译
于 喆 侯良浩 审校

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是对 EDS 公司的英文原版教材的编译本,旨在有效地提供给 Imageware 用户一个标准的教程,本书详细介绍了逆向工程的完整过程,以及每一个阶段所需用到的相关技术。

本书内容全面,叙述言简意赅、清晰流畅,讲解透彻、通俗易懂,实例简洁明了,图例丰富,很适合初学者自学使用和有一定基础的用户参考。本书亦可作为大中专院校的教材。

版 权 声 明

本系列丛书为 EDS PLM Solutions (中国)公司(原名:优集系统(中国)有限公司)独家授权的中文版培训教程与使用指导书。本书的专有出版权属清华大学出版社所有。在没有得到 EDS PLM Solutions (中国)公司和本丛书出版者的书面许可,任何单位和个人不得复制与翻印。

版权所有,违者必究。

“Copyright 2000 by Unigraphics Solutions Inc.

Original English language Edition Copyright

2000 by Unigraphics Solutions Inc. All rights reserved”

版权所有,翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。

图书在版编目(CIP)数据

UG/Imageware 逆向工程培训教程/姜元庆,刘佩军编译. —北京:清华大学出版社,2003
(Unigraphics 应用指导系列丛书)

ISBN 7-302-07358-9

I.U… II.①姜… ②刘… III. 计算机辅助技术—应用软件, UG/Imageware—技术培训—教材 IV. TP391.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 090189 号

出 版 者:清华大学出版社

<http://www.tup.com.cn>

社 总 机:010-62770175

地 址:北京清华大学学研大厦

邮 编:100084

客户服务:010-62776969

责任编辑:许存权

封面设计:秦 铭

版式设计:俞小红

印 刷 者:北京昌平环球印刷厂

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

发 行 者:新华书店总店北京发行所

开 本:185×260 印张:26.75 字数:593 千字

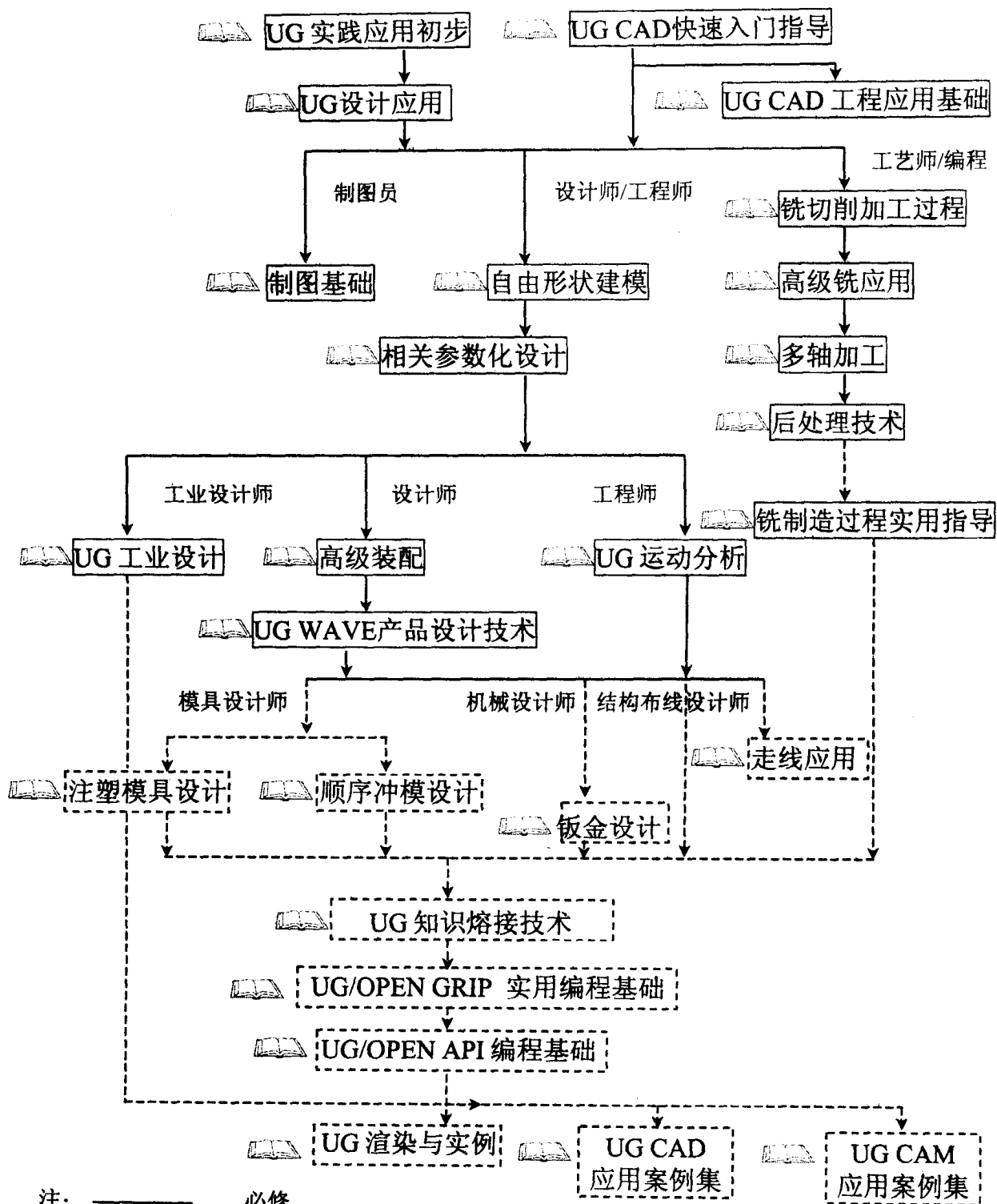
版 次:2003 年 12 月第 1 版 2003 年 12 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-302-07358-9/TP·5339

印 数:1~5000

定 价:54.00 元(附光盘 1 张)

学习 Unigraphics 流程图



EDS PLM Solutions (中国) 推荐本科生教材: 《UG CAD 实用教程》
《UG CAM 实用教程》

Unigraphics 应用指导系列丛书序

Unigraphics (简称 UG) 是当前世界上最先进和紧密集成的、面向制造行业的 CAID/CAD/CAE/CAM 高端软件。作为一个集成的全面产品工程解决方案,UG 软件家族使得用户能够数字化地创建和获取三维产品定义。UG 软件被当今许多世界领先的制造商用来从事概念设计、工业设计、详细的机械设计以及工程仿真和数字化制造等各个领域。

UG 是知识驱动自动化技术领域中的领先者,它实现了设计优化技术与基于产品和过程的知识工程的组合,大大提高了汽车、航天、航空、机械、消费产品、医疗仪器和工具等工业领域的生产效率。

UG 为各种规模的企业带来了显而易见的价值:更快地递交产品到市场;使复杂产品的设计简化;减少产品成本和增加企业的竞争实力。它已成为世界上最优秀公司广泛使用的系统。这些公司包括:通用汽车、波音飞机、通用电气、普惠发动机、爱立信、飞利浦、松下、精工和柯达等公司。如今 UG 在全球已拥有 17000 多个客户。

UG 自 1990 年进入中国市场以来,发展迅速,已经成为中国航空航天、汽车、机械、计算机及外设、家用电器等领域的首选软件。目前在上海、北京、广州、成都、深圳、香港等地设有分公司和办事处,在全国设有 17 个授权培训点。

计算机辅助技术发展与应用极为迅速,软件的技术含量和功能更新极快。为了帮助我们的客户正确、高效地把 UG 应用于产品的开发过程中,满足广大用户了解和学习 UG 的需求,EDS 公司与清华大学出版社联合组织出版这套“Unigraphics 应用指导系列丛书”。

系列丛书由两部分组成:

(1) UG CAD/CAE/CAM 培训教程

培训教程均采用全球通用的、最优秀的学员指导 (UG Student Guide) 教材为来源,组织国内优秀的 UG 培训教员与 UG 应用工程师编译,最后由 EDS 公司指定的专家审校。

(2) UG CAD/CAE/CAM 使用指导

使用指导汇集有关专家的使用经验,追求简洁清晰的风格形式,帮助广大用户快速掌握和正确应用相应的 UG 模块与功能。

系列丛书的读者对象为:

(1) 已购 UG 的广大用户

培训教程可作为离线培训与现场培训的教材,也可作为自学参考书。

使用指导可作为快速入门或进一步自学提高的参考书。

(2) UG 的潜在用户

培训教程可作为预培训的教材,或深入了解 UG 模块与功能的参考书。

使用指导可作为快速入门或进一步自学提高的参考书。

(3) 在校机械、机电专业本科生与研究生

培训教程可作为 CAD 专业课教材, 也可作为研究生课题研究中的自学参考书。

使用指导可作为快速入门或进一步自学提高的参考书。

(4) 机械类工程技术人员

培训教程可作为继续教育的教材或自学参考书。

使用指导可作为快速入门或进一步自学提高的参考书。

系列丛书的编译、编著、审校工作得到 EDS 公司 PLM Solutions 事业部(中国部)与各 UG 培训中心的大力支持, 特别是得到 EDS 公司 PLM Solutions 事业部大中华区总裁陈杰先生与大中华区销售总监魏永强先生的指导与支持。在此表示衷心的感谢。

参与系列丛书编译、编著、审校的全体工作人员认真细致地工作, 正是他们付出的辛勤劳动, 才得以让系列丛书在短期内完成, 在此也表示衷心的感谢。

最后要感谢北京清华大学出版社清大金地科技有限公司在系列丛书的策划、出版过程中给予的特别关注、指导与支持。

UG 应用指导系列丛书首批书(8 本, UG V17)在 2001 年 12 月正式发行, 发行后受到了广大读者的欢迎。第二批书(13 本, UG V18)于 2002 年 6 月到 10 月陆续发行上市, 第二批书涵盖 UG 软件集中的主要应用模块, 它们的上市为广大 UG 用户提供了一套完整的标准培训教材与自学参考用书。

UG 软件在继续发展与升级, 随着新版本、新模块与新功能的推出, UG 系列丛书也将定时更新和不断增册。2003 年开始我们将陆续推出 UG 最新版本(NX 版)的应用指导书。

由于时间仓促, 书中疏漏与不足之处, 敬请广大读者批评指正。

Unigraphics 应用指导系列丛书工作组

2002 年 12 月

前 言

逆向工程是一门比较新的技术，主要是指通过光学设备对物理原型进行扫描，获得点云数据，再通过相应的处理软件转变成曲面的过程。Imageware 是逆向工程处理的先驱软件，是第一个完整的同时支持逆向工程解决方案和 Class A 曲面解决方案的商业软件，自 1995 年推出商业化软件以来，一直被市场广泛采用，是目前在这个领域最为知名和应用最广泛的软件。用户遍布航空航天行业、汽车行业、消费电子行业和通用机械行业。在汽车行业的客户包括：Ford、GM、Daimler-Benz Chrysler、BMW、Toyota、Hyundai、Volkswagen、Honda、Nissan、Mazda、Isuzu、Peugeot、Audi 等著名企业。

本书是根据 EDS 公司美国标准英文教材编译而成，旨在提供 Imageware 新用户一个坚实的软件基础，快速、有效地掌握 Imageware 用户界面、相关功能，并能利用相关工具建立自己的产品。

全书共分 15 章：第 1 章～第 9 章为基本内容，介绍软件功能方面的相关部分内容。

第 1 章 总览。介绍 Imageware 的逆向工程和检测的基本流程。

第 2 章 用户界面。学习 Imageware 用户界面与交互技术。

第 3 章 实体和显示。学习 Imageware 的基本要素。

第 4 章 点处理过程。介绍 Imageware 处理点云的基本过程。

第 5 章 对齐。介绍 Imageware 将多个不同位置点云对齐的基本过程。

第 6 章 提取。介绍 Imageware 提取关键要素的方法，是处理点云过程的重要组成部分。

第 7 章 曲面与点云之间的分析。介绍 Imageware 处理基本曲面的过程以及曲面与点云之间的误差对比。

第 8 章 曲面预备。介绍 Imageware 处理曲线的基本过程，为曲面的生成做准备。

第 9 章 生成曲面。介绍 Imageware 处理曲面的基本过程，包含所有的曲面生成工具和调整、修改、评估、对齐的工具等。

第 10 章～第 15 章为高级内容，主要介绍实际方法和重要的操作技巧。

第 10 章 方法介绍。介绍 Imageware 处理点云过程中的基本技巧和根据客户需要建立相应的曲面方法。

第 11 章 对象构造。介绍 Imageware 构造曲线和曲面的过程需要采用到的相关知识和相关技巧。

第 12 章 对齐技巧。介绍 Imageware 将多个不同位置点云对齐的其他技巧，是对第 5 章的补充。

第 13 章 构建平面。介绍 Imageware 构建平面或很平坦曲面的技巧。包括平面之间的连接技巧、过渡技巧。

第 14 章 曲线创建技巧。介绍 Imageware 创建曲线的技巧和不同创建方法的区别。

第 15 章 自由曲面技巧。介绍 Imageware 创建自由曲面的技巧。包括复杂曲面的创建和过渡，曲面之间的连接技巧和过渡技巧，以及在不同的情况下采用的方法。

从第 3 章起，每章后面都配有综合性很强的练习，用来巩固本章的内容，开始的练习会有详细的介绍，一步一步的具体操作指示，但是后面的练习中，对于前面练习中用到的功能就会减少描述，只提到主要的步骤，所以做后面章节的练习，必须保证对前面的练习有很熟练的掌握。

本书所附光盘含有所有练习所需的部件文件，供读者自己实践练习，还有一些是描述相应功能的零件，可以从零件的名称中看得出来。

本书第 1 章~第 4 章、第 10 章~第 15 章由刘佩军先生编译，第 5 章~第 9 章由 EDS 公司 PLM Solutions（中国）工程师姜元庆先生编译。

本书第 1 章~第 9 章由 EDS 公司 PLM Solutions（中国）工程师侯良浩先生审校，第 10 章~第 15 章由 EDS 公司 PLM Solutions（中国）工程师于喆先生审校。他们对本书的初稿作了非常认真细致的校核与修改，在此表示衷心的感谢。

在本书编审中还得到 EDS 公司 PLM Solutions（中国）高级顾问洪如瑾女士的热情支持与帮助，在此也表示衷心的感谢。

编 者

2003 年 7 月

目 录

第 1 章 总览	1
1.1 典型的逆向工程流程	1
1.2 逆向工程总览	3
1.3 模型验证总览	4
第 2 章 用户界面	6
2.1 界面介绍	6
2.2 状态条和信息条	8
2.3 滑动条	9
2.4 方位坐标系	10
2.5 典型的对话框	11
2.6 典型的对话框选项	13
2.7 改变软件的设置	15
2.8 访问编辑/参数选项	15
2.9 鼠标的使用	17
2.10 自定义工具条	19
2.11 曲面浮动工具条	20
2.12 主工具条	21
2.13 打开模型文件	24
2.14 获取物体的相关信息	26
2.15 保存文件	27
2.16 删除所有和退出	29
2.17 撤销和重复	30
2.18 剪切、复制和粘贴	30
2.19 创建群组	32
2.20 全屏显示	33
2.21 在视图中旋转和移动	34
2.22 交互的旋转和移动	35
2.23 旋转和移动实体	37
2.24 原始位置概念	39
2.25 框选放大	40
2.26 显示和隐藏	41

2.27	放大框和缩放方法.....	42
2.28	视图布置.....	43
2.29	视图	45
2.30	层管理器.....	47
2.31	获取帮助.....	48
第 3 章	实体和显示	52
3.1	基本实体.....	52
3.2	点显示质量.....	54
3.3	曲线显示质量.....	57
3.4	曲面显示质量.....	59
3.5	群组显示质量.....	61
3.6	热键和过滤器.....	62
3.7	实体名称.....	64
3.8	对齐视图到几何体.....	66
3.9	练习	67
第 4 章	点处理过程	71
4.1	逆向工程的点处理过程.....	71
4.2	点云数据描述.....	73
4.3	环绕区域选择.....	75
4.4	选取删除点.....	76
4.5	在点之间测量.....	77
4.6	练习	79
第 5 章	对齐	89
5.1	对齐的方法.....	89
5.2	定义实体对.....	91
5.3	基本曲线的拟合	93
5.4	边界圆	95
5.5	曲面构造.....	96
5.6	从曲线和曲面上得到点.....	98
5.7	由点云创建曲面.....	100
5.8	二次曲线.....	102
5.9	混合模式.....	105
5.10	逐步式	107
5.11	最佳配合.....	109
5.12	交互式对齐.....	111

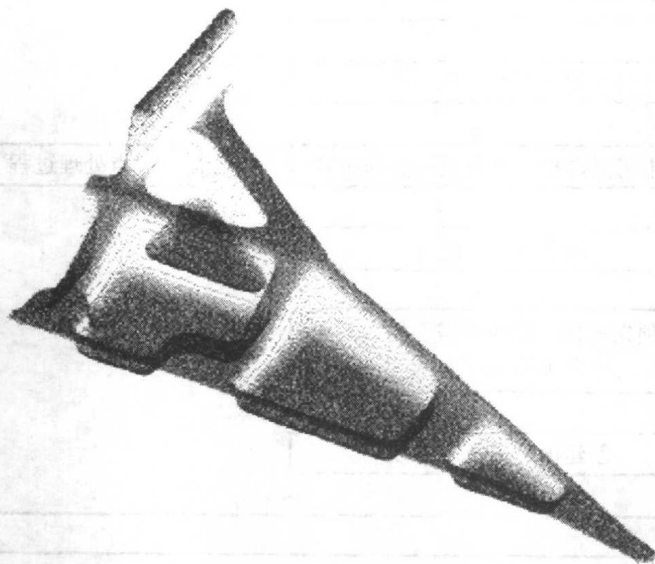
5.13 对齐信息.....	113
5.14 练习	113
第6章 提取	119
6.1 薄片	119
6.2 点云平行剖切截面.....	120
6.3 提取扫描线.....	123
6.4 按最近点分类排序.....	124
6.5 改变扫描点云的起始点.....	125
6.6 插值的曲线.....	126
6.7 显示矢量图和彩色云图.....	127
6.8 曲线与点云之间的差异.....	128
6.9 针状误差距离标注.....	130
6.10 练习	132
第7章 曲面与点云之间的分析	142
7.1 反向曲线方向和使曲线方向一致.....	142
7.2 改变曲线起始点.....	144
7.3 放样曲面.....	144
7.4 改变曲面的法向.....	146
7.5 曲面与点云之间的差异.....	147
7.6 重新显示曲面差异.....	150
7.7 练习	151
第8章 曲面预备	157
8.1 曲线处理进程.....	157
8.2 一条曲线的元素.....	159
8.3 曲线的种类 I.....	160
8.4 曲线的种类 II.....	162
8.5 修剪曲面.....	163
8.6 手画的 3D B 样条线	165
8.7 约束	166
8.8 相关性的关联.....	168
8.9 均匀的曲线.....	169
8.10 基于公差的曲线.....	171
8.11 插值曲线.....	172
8.12 剪断曲线.....	173
8.13 延伸曲线.....	175

8.14	曲线曲率.....	176
8.15	重新参数化曲线.....	177
8.16	插入和删除节点.....	179
8.17	曲线连续性.....	180
8.18	检查曲线的连续性.....	181
8.19	连接曲线.....	183
8.20	匹配两条曲线.....	184
8.21	混成曲线.....	186
8.22	移动控制点.....	187
8.23	曲面的元素.....	188
8.24	由边界曲线创建曲面.....	190
8.25	以点云和曲线来拟合曲面.....	191
8.26	练习.....	192
	练习 1: 准备.....	193
	练习 2: 点处理过程.....	194
	练习 3: 曲线处理过程.....	195
	练习 4: 曲面处理过程.....	206
第 9 章	生成曲面.....	210
9.1	投影曲线到点云上.....	210
9.2	使用曲线来提取点云.....	212
9.3	减去点云.....	213
9.4	沿着曲线方向对齐的剖切截面.....	215
9.5	交互式的剖切截面.....	216
9.6	多边形化点云.....	217
9.7	点云曲率.....	220
9.8	根据颜色提取点云.....	221
9.9	改变封闭曲线的起点.....	222
9.10	旋转曲面.....	224
9.11	曲面连续性的验证.....	225
9.12	桥接曲面.....	226
9.13	对齐两个曲面.....	227
9.14	对齐多个曲面.....	230
9.15	构成一个龙头的曲面练习.....	232
	练习 1: 打开并检查这个点云.....	232
	练习 2: 建立主要的形体.....	233
	练习 3: 建立喷管.....	248
	练习 4: 建立喷管的顶部.....	254

练习 5: 建立混成曲面	263
9.16 创建倒角的练习	268
练习 1: 创建第一种倒角类型	268
练习 2: 创建第二种倒角类型	276
第 10 章 方法介绍	282
10.1 校验客户的需求	282
10.2 如何收集点云数据	283
10.3 确定数据的特征	284
10.4 可视化点云数据	284
10.5 辨明不同的模型类型	285
10.6 使用一个项目核对表	286
10.7 生成曲面的后续工作	287
10.8 达到客户的精度需求	288
第 11 章 对象构造	293
11.1 曲线和曲面的阶次	293
11.2 什么是控制点和节点	295
11.3 均匀的和非均匀的曲线	295
11.4 样条线和有理的样条线	297
11.5 连续性	298
11.6 利用图示来验证连续性	298
11.7 约束和关联	300
11.8 练习 1	301
11.9 练习 2	302
第 12 章 对齐技巧	303
12.1 混合模式对齐	303
12.2 逐步式对齐模式	304
练习	304
12.3 321 对齐模式	305
12.4 最佳拟合对齐模式	306
12.5 改进对齐的结果	307
练习 1	308
练习 2	309
12.6 练习	311
第 13 章 构建平面	320
13.1 使用点的诊断	320

13.2	特征的提取.....	321
13.3	使用倒角来连接平面.....	322
13.4	修剪、匹配和剪切平面.....	322
13.5	练习 1: 匹配.....	323
13.6	练习 2: 平面.....	323
第 14 章	曲线创建技巧.....	330
14.1	曲线的创建方法.....	330
14.2	从数据中创建曲线.....	332
14.3	曲线的查询及清理.....	334
14.4	参数化曲线.....	334
14.5	控制点的编辑.....	336
第 15 章	自由曲面技巧.....	338
15.1	困难的曲面建构情况.....	338
15.2	选择合适的曲面构建方法.....	341
15.3	创建管状的 Y 形过渡曲面.....	342
15.4	创建一个多重曲面的模型.....	378

第 1 章 总 览



本章介绍 Imageware 软件和在以下方面的应用流程:

- 逆向工程
- 产品及模具检查

1.1 典型的逆向工程流程

典型的逆向工程流程如图 1-1 所示。

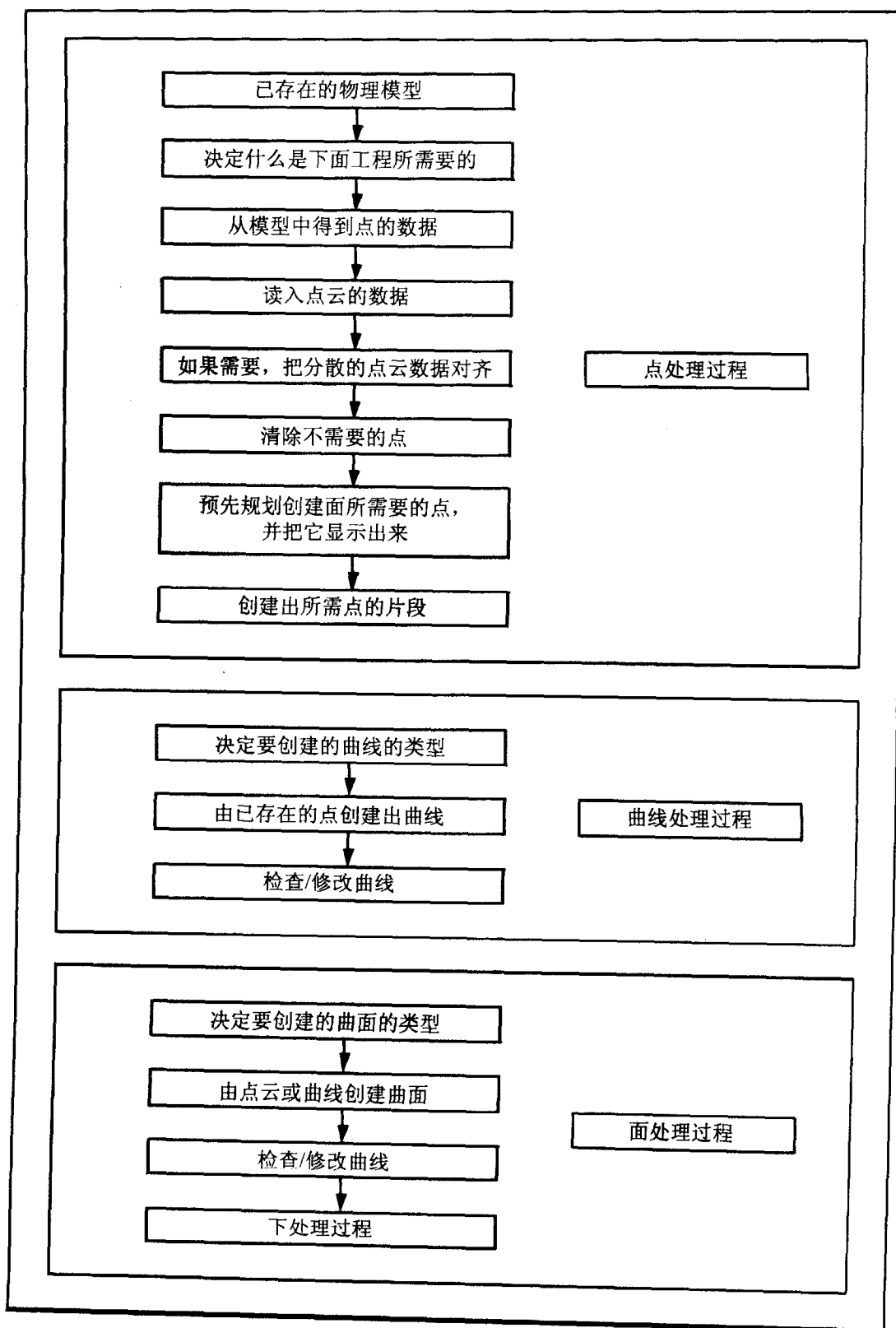


图 1-1 逆向工程流程图

1.2 逆向工程总览

以上的流程图说明了大多数公司如何用这个软件，通过点云的数据而得到处理曲面，并且让这个曲面被下游工程所用。

1. 逆向工程以一个物理零件或模型作为开始决定下游工程

清楚而准确的明白下游工程需要做什么是非常必要的。每一个下游工程都有它的特殊需求。图 1-2 所示为大多数的下游工程需求。

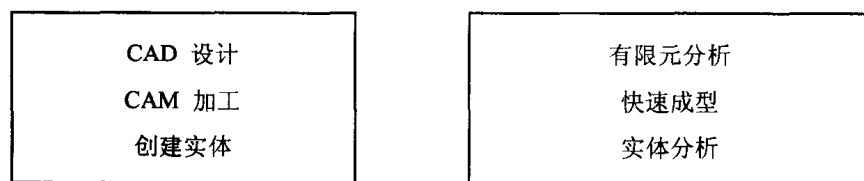


图 1-2 下游工程需求

2. 点处理过程

读入点云的数据——软件能从大多数的数据来源中读入点云的数据。

如果需要，把分散的点云数据对齐——必须把模型中不能一次扫描或数字化的部分进行对齐。

清除不需要的点——软件中有许多工具可以发现并纠正或最优化不合要求的点云数据。

预先规划创建曲面所需要的点，并把它显示出来——尽量提前规划所需要的点的数，这样，将来所需要的曲线或曲面就可以直接由这些点来生成。

创建出所需点的片段——单一的或多重的点的片段，可以很容易地由平面或非平面点云的截线或其他的新方法来创建。

3. 曲线处理过程

决定要创建的曲线的类型——曲线可以设计得与点的片段一模一样，或让曲线更光滑些，或光滑与精确相结合。

由已存在的点创建出曲面——在这里有许多的可能性。

检查/修改曲线——检查曲线与点或其他曲线的精确度、平滑度与连续相关性面处理过程。

4. 曲面处理过程

决定要创建的曲面的类型——曲面就像曲线一样，可以选择创建的曲面以精确为主或以光滑为主，或两者居中。

由点云或曲线创建曲面——在这里有许多的可能性。