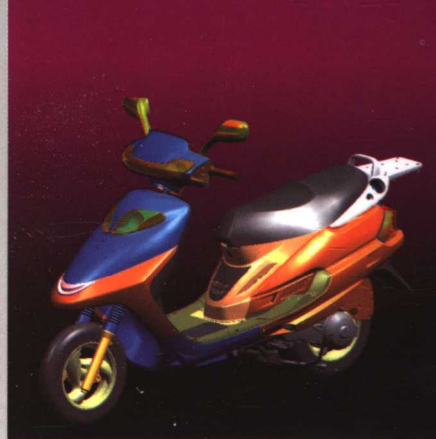


逆向造型设计



— UG NX4

中文版

实例详解

◎ 黄岩启迪设计中心 刘鹏斌 编著



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

逆向造型设计

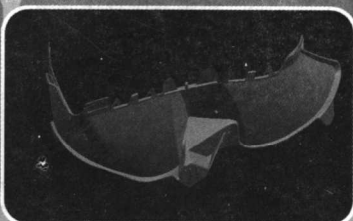
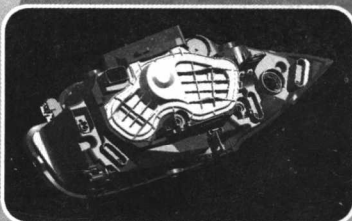
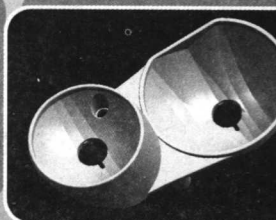
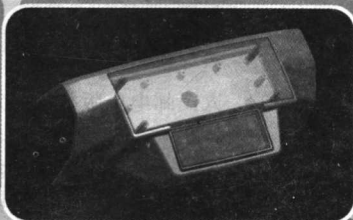
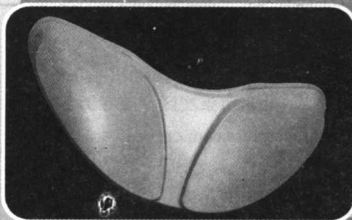
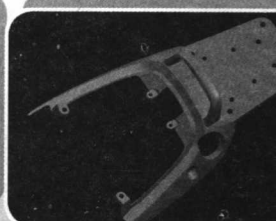
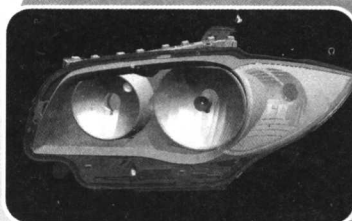


— UG NX4

中文版

实例详解

◎ 黄岩启迪设计中心 刘鹏斌 编著



人民邮电出版社
北京

图书在版编目(CIP)数据

逆向造型设计:UG NX 4 中文版实例详解 / 黄岩启迪设计中心, 刘鹏斌编著. —北京: 人民邮电出版社, 2007.1

ISBN 978-7-115-13676-3

I. 逆... II. ①黄... ②刘... III. 计算机辅助设计—应用软件, UG NX 4 IV. TP391.72
中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 131228 号

内 容 提 要

逆向工程技术作为一种高效的产品设计思路和方法,是在正向设计的基础之上,随着三坐标测量数字技术的飞速发展而产生的。逆向工程技术虽然应用的时间不长,但其广泛的应用前景已经为绝大多数现代加工制造企业和工程技术人员所关注。

本书系统地阐述了 UG NX 4.0 逆向造型的思路和方法,重点介绍了逆向工程的起源、应用和局限性,点数据的处理,曲线的构造,曲面的构造,并通过尾箱下盖、尾箱上盖、前面板逆向造型的实例,让读者更加深刻地了解和掌握逆向工程技术。

虽然本书针对的是 UG NX 4.0,但书中逆向造型的基本思路和方法对其他软件同样适用。

配套光盘中保存了书中实例的结果文件,读者可以参考使用。

本书面向 UG 的中、高级用户,也可以作为其他软件的中、高级用户学习逆向工程技术的参考书籍。

逆向造型设计——UG NX 4 中文版实例详解

- ◆ 编 著 黄岩启迪设计中心 刘鹏斌
责任编辑 李永涛
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京顺义振华印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销
- ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 19.75
字数: 484 千字 2007 年 1 月第 1 版
印数: 1—5 000 册 2007 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-13676-3 / TP · 4796

定价: 38.00 元 (附光盘)

读者服务热线: (010) 67132692 印装质量热线: (010) 67129223

关于本书

本书内容和特点

在产品的开发制造过程中,正向设计已使用得相当广泛,但很多产品的外观形状和尺寸是无法用图纸来进行描述的,如摩托车、汽车外观自由曲面,车灯 Freeform 反射曲面和手工制作的原始油土模型。如何将这些实物或手工模型转化成 3D 的 CAD 模型,已发展成为 CAD/CAM 技术中的一个相对独立的范畴,称为逆向工程(俗称点造型)。应用逆向工程技术可以在最短的时间内准确可靠地复制实物样件和手工模型,完成产品的设计和模具的加工制造。

逆向设计软件可分为专业的逆向设计软件和非专业的逆向设计软件,无论采取何种设计软件来进行逆向造型,关键是要有一个正确的思路和方法。本书系统地阐述了逆向造型技术的思路和方法,虽然本书采用 UG NX 4.0 来进行逆向造型,但不同软件逆向造型的思路和方法是相通的,只是软件的功能和操作步骤不同,所以书中逆向造型的基本思路和方法对其他软件同样适用。

全书共分 9 章,各章内容简要介绍如下。

- 第 1 章 逆向工程简介:介绍了产品的开发、制造流程,何谓逆向工程,逆向工程的应用以及逆向工程的局限性。
- 第 2 章 点数据的处理:重点介绍了常见的测量设备及其优缺点,点数据的读取与分层,点数据的整合,对称产品的测量以及对称平面的调整。
- 第 3 章 曲线的构造:重点介绍了曲线的生成原理,二次曲线的构造,样条曲线的构造,复杂曲线的构造,并通过车灯反光镜抛物面构造实例来加深读者对曲线的理解。
- 第 4 章 曲面的构造:重点介绍了曲面的生成原理,由点云曲面、直纹面、通过曲线曲面、扫描体曲面、通过曲线网格曲面、截面体曲面等曲面在逆向工程中的应用。
- 第 5 章 逆向造型的思路:重点介绍了逆向造型的基本原则和要点,如何定义产品的脱模方向,产品分型线的构造以及曲面与曲面之间交线的构造和倒圆角的技巧。
- 第 6 章 尾箱下盖的逆向造型:重点介绍尾箱下盖逆向造型的思路和操作步骤。
- 第 7 章 尾箱上盖的逆向造型:重点介绍尾箱上盖逆向造型的思路和操作步骤。
- 第 8 章 前面板的逆向造型:重点介绍摩托车前面板逆向造型的思路和操作步骤。
- 第 9 章 逆向造型赏析:精选一些有代表性的作品供读者鉴赏,以便读者更加深刻地了解逆向工程技术在现代加工制造业中的广泛应用。

读者对象

本书的读者对象是想学习逆向造型技术的工程技术人员和大专院校的机械及相关专业的学生，既面向 UG 的中、高级用户，同时也可以作为其他软件的中、高级用户学习逆向工程技术的参考书籍。

本书附盘内容

为了方便读者学习，本书附带一张光盘，主要内容介绍如下。

- “iges” 文件夹下的文件为书中每个实例的原始点数据。
- “part” 文件夹下的文件为书中每个实例的操作结果文件，读者可以直接将其打开并查看实例的最终结果。

感谢您选择了本书，限于作者的学识和经验，书中难免有不当和错误之处，欢迎读者批评指正，也请您把对本书的意见和建议告诉我们。

电子函件：qidi-lpb@163.com（作者），liyongtao@ptpress.com.cn（责任编辑）。

作者

2006 年 8 月

目 录

第 1 章 逆向工程简介	1
1.1 产品的开发、制造流程	1
1.2 逆向工程的含义	2
1.3 逆向工程的应用	3
1.4 逆向工程的局限性	5
第 2 章 点数据的处理	7
2.1 常见测量设备及其优缺点	7
2.1.1 三坐标测量机的组成、原理及应用步骤	7
2.1.2 测量设备的分类	8
2.1.3 接触式测量设备与非接触式测量设备的优缺点	11
2.2 点数据的读取与分层	12
2.3 点数据的整合	14
2.3.1 点拟合方式	15
2.3.2 重定位方式	19
2.4 对称产品的测量及对称平面的调整	20
2.4.1 电动车尾箱上盖对称平面的创建	21
2.4.2 摩托车前面板对称平面的创建	28
第 3 章 曲线的构造	33
3.1 曲线的生成原理	33
3.2 曲线的斜率、曲率、阶次	36
3.2.1 曲线的斜率	36
3.2.2 曲线的曲率	36
3.2.3 曲线的阶次	38
3.3 二次曲线	39
3.3.1 一般二次曲线	39
3.3.2 二次曲线的应用	45
3.4 样条曲线	46
3.4.1 样条曲线的创建	46
3.4.2 样条曲线的分析	51
3.5 复杂曲线的构造	53
3.6 车灯反光镜抛物面的构造	55
第 4 章 曲面的构造	67
4.1 曲面的生成原理	67

4.2	曲面的基本术语	68
4.3	由点云曲面的应用	71
4.4	直纹面的应用	74
4.5	通过曲线曲面的应用	77
4.6	扫描体曲面的应用	81
4.7	通过曲线网格曲面的应用	85
4.8	截面体曲面的应用	93
第5章	逆向造型的思路	99
5.1	逆向造型的基本原则和要点	99
5.1.1	逆向造型的基本原则	99
5.1.2	逆向造型的基本要点	100
5.2	定义产品的脱模方向	102
5.2.1	定义回转体的脱模方向	103
5.2.2	定义轿车车灯底座的脱模方向	104
5.3	分型线的构造	112
5.3.1	壳体分型线的构造	113
5.3.2	电动车车灯总成分型线的构造	117
5.4	曲面与曲面之间交线的构造	120
5.4.1	实例一	121
5.4.2	实例二	127
5.5	倒圆角	131
5.5.1	边倒圆	131
5.5.2	面倒圆	135
5.5.3	软圆角	137
5.5.4	倒圆角的技巧	138
5.5.5	倒圆角实例	140
第6章	尾箱下盖的逆向造型	145
6.1	定义脱模方向、创建对称平面	146
6.2	产品曲面的拓扑结构分析	148
6.3	创建曲面 A	149
6.4	创建曲面 B	153
6.5	创建曲面 C	157
6.6	创建顶面	159
6.7	倒圆角	160
6.7.1	倒圆角面 A	160
6.7.2	倒圆角面 B	163
6.7.3	倒圆角面 C	163

6.8	结构 A 的制作	164
6.9	结构 B 的制作	168
6.10	镜像曲面和桥接曲面	173
6.11	产品壁厚的偏置	176
6.12	合并结构与打孔	177
第 7 章	尾箱上盖的逆向造型	181
7.1	产品曲面的拓扑结构分析	181
7.2	下半部曲面的创建	182
7.3	上半部曲面棱线的构造	187
7.4	创建曲面 A	189
7.5	构造曲面 A 和曲面 B、E 之间的交线	193
7.6	曲面 B、C、D 的创建	195
7.6.1	曲面 B、C、D 边界线的构造	195
7.6.2	创建曲面 B	199
7.6.3	创建曲面 C	202
7.6.4	创建曲面 D	205
7.7	创建曲面 E、F、G、H	208
7.7.1	曲面 E、F、G 边界线的构造	208
7.7.2	创建曲面 E	213
7.7.3	创建曲面 F	215
7.7.4	创建曲面 G	217
7.7.5	创建曲面 H	218
7.8	倒圆角	221
7.8.1	倒圆角面 1	222
7.8.2	倒圆角面 2、3、4	224
7.9	镜像曲面和桥接曲面	225
7.9.1	镜像曲面	226
7.9.2	桥接曲面	227
7.10	完善产品的三维实体模型	228
7.10.1	产品壁厚的偏置	229
7.10.2	其他特征的构建	230
7.10.3	完善三维实体模型	232
第 8 章	前面板的逆向造型	235
8.1	产品曲面的拓扑结构分析	235
8.2	创建曲面 A、B	236
8.2.1	创建曲面 A、B 的边界线	236
8.2.2	创建曲面 A	239

8.2.3 创建曲面 <i>B</i>	241
8.3 创建曲面 <i>C</i>	242
8.4 创建曲面 <i>D</i>	244
8.5 创建曲面 <i>E</i> 、 <i>F</i> 、 <i>G</i>	247
8.5.1 创建曲面 <i>E</i> 、 <i>F</i> 、 <i>G</i> 的边界线	247
8.5.2 创建曲面 <i>E</i>	249
8.5.3 创建曲面 <i>F</i>	252
8.5.4 创建曲面 <i>G</i>	255
8.6 创建曲面 <i>H</i> 、 <i>I</i> 、 <i>J</i>	257
8.6.1 创建在曲面 <i>H</i> 、 <i>I</i> 、 <i>J</i> 位置的分型线	258
8.6.2 创建曲面 <i>H</i> 、 <i>I</i> 、 <i>J</i> 的另一条边界线	259
8.6.3 创建曲面 <i>H</i>	263
8.6.4 创建曲面 <i>I</i>	264
8.6.5 创建曲面 <i>J</i>	265
8.7 创建曲面 <i>K</i> 、 <i>L</i> 、 <i>T</i>	266
8.7.1 创建在曲面 <i>T</i> 、 <i>K</i> 位置处的分型线	266
8.7.2 创建曲面 <i>K</i> 、 <i>L</i> 的边界线	268
8.7.3 创建曲面 <i>K</i> 、 <i>L</i>	272
8.7.4 创建曲面 <i>T</i>	273
8.8 创建曲面 <i>M</i> 、 <i>N</i> 、 <i>O</i>	273
8.8.1 创建曲面 <i>M</i> 、 <i>N</i> 的边界线	274
8.8.2 创建曲面 <i>M</i> 、 <i>N</i>	275
8.8.3 创建曲面 <i>O</i>	276
8.9 创建曲面 <i>P</i> 、 <i>Q</i>	276
8.10 创建曲面 <i>R</i> 、 <i>S</i>	278
8.10.1 创建曲面 <i>R</i> 的边界线	278
8.10.2 创建曲面 <i>R</i>	282
8.10.3 创建曲面 <i>S</i>	282
8.11 倒圆角	283
8.12 镜像曲面和桥接曲面	286

第9章 逆向造型赏析

9.1 摩托车的整车逆向造型	289
9.1.1 摩托车的外观塑料覆盖件	290
9.1.2 摩托车的车体	299
9.2 轿车尾灯的逆向造型	300
9.2.1 制动和转向指示灯	301
9.2.2 雾灯	303
9.3 轿车前大灯的逆向造型	304

第1章 逆向工程简介

主要内容

- 产品的开发、制造流程;
- 逆向工程的含义;
- 逆向工程的应用;
- 逆向工程的局限性。

逆向工程作为一种高效的产品设计思路和方法,是在正向设计的基础之上,随着三坐标测量数字技术的飞速发展而产生的。逆向工程技术虽然应用的时间不长,但广阔的应用前景已经为绝大多数现代加工制造企业和工程技术人员所关注。

1.1 产品的开发、制造流程

伴随着计算机技术的发展,人们开始利用计算机来进行产品的辅助设计(简称 CAD)。从最初的二维设计技术发展到今天功能强大的三维设计技术,产品设计技术发生了革命性的飞跃。

二维设计技术将工程技术人员从复杂的手工绘图工作中解放出来,并且大大地提高了绘图质量。但对于复杂的投影线生成,设计模型修改以后图纸的更新,构件与产品的质量分析,机构的运动分析,产品的受力与受热分析等工作,二维设计技术是无法实现的,更谈不上实现从设计到制造的无图纸化生产。

最初的三维设计技术是利用线框表示曲面来设计产品的三维模型。这种模型只能表达产品的基本几何信息,如点、线、面的数据,不能表达产品几何形状之间的拓扑关系;也没有三维形体方面的信息;几何数据的修改比较困难,几何数据之间缺乏相关性;也不能描述产品质量方面的特性。

随着计算机软硬件技术的发展,三维设计技术也得到飞速的提高。从实体造型技术,到特征造型技术、参数化技术、变量化技术,再到复合建模和直接建模技术,集计算机辅助设计、辅助制造和辅助分析(CAD/CAM/CAE)于一体的集成辅助设计系统在各种技术领域中得到了广泛的应用。

随着 CAD/CAM/CAE 技术的应用和普及, CAD/CAM/CAE 技术已迅速从航空工业和军事工业向现代传统制造业扩展, CAD/CAM/CAE 技术已成为现代加工制造业中产品设计人员进行研究开发的重要手段。

产品的开发制造流程一般是:先对产品的外观进行原创设计,然后利用 CAD 技术构建三维数字化模型,再利用 CAE 技术进行产品的质量、机构的运动、受力与受热等分析,或



快速成型得到一个样品。通过分析数据和样品对产品的三维数字化模型进行修改和完善,冻结三维数字化模型后利用 CAM 技术进行数控模具加工,最终批量生产产品。产品的开发与制造流程如图 1-1 所示。

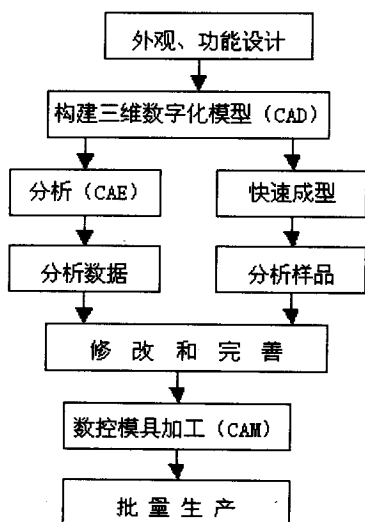


图1-1 产品的开发、制造流程

1.2 逆向工程的含义

通过以上流程我们可以看出, CAD 处于现代产品设计、开发、制造流程中最主要和前沿的地位。市场经济和知识经济时代的来临, 现代加工制造业开始了新一轮更加残酷的竞争, 其竞争的核心也是产品设计开发的竞争。这种竞争也促使产品设计开发发生了极大的变化。

产品设计开发流程一般多是采用图 1-1 所示的正向工程 (Sequential Engineering) 的方式进行。正向设计过程是一个从无到有的过程: 设计人员首先构思产品的外形、性能和大致和技术参数等, 然后利用 CAD 技术建立产品的三维数字化模型, 最终将这个模型转入分析和制造流程, 完成产品的整个设计制造过程。

但在产品设计过程中, 特殊的外观造型、自由曲面造型, 如摩托车、汽车外观自由曲面、车灯 Freeform 反射曲面和手工制作的产品原始油土或石膏模型等, 利用正向设计方式是无法完成的。

另外, 正向设计过程中不可避免地存在着艰苦的原始设计阶段, 需要消耗大量的时间和人力、物力。在瞬息万变的市场竞争中, 能否快速地生产出合乎市场要求的产品已成为企业成败的关键。现代设计与制造技术发展至今, 这一领域的技术人员和专家一直致力于探索更好的设计方法来缩短产品设计与制造周期, 提高生产效率, 以期在残酷的市场竞争中立于不败之地。

基于以上几个方面的认识, 随着三坐标测量数字技术的飞速发展, 一种全新的产品设计思路和方法——逆向工程技术, 就展现在我们眼前。

逆向工程与正向设计完全相反，逆向工程简单地说是一个“从有到无”的过程。也就是根据已经存在的产品或模型，用一定的测量设备对实物或模型进行测量，获得三维轮廓点数据；再根据测量点数据通过三维几何建模方法重新构建实物的 CAD 模型，反向推出产品的设计数据（包括设计图纸或数字模型）的过程，如图 1-2 所示。

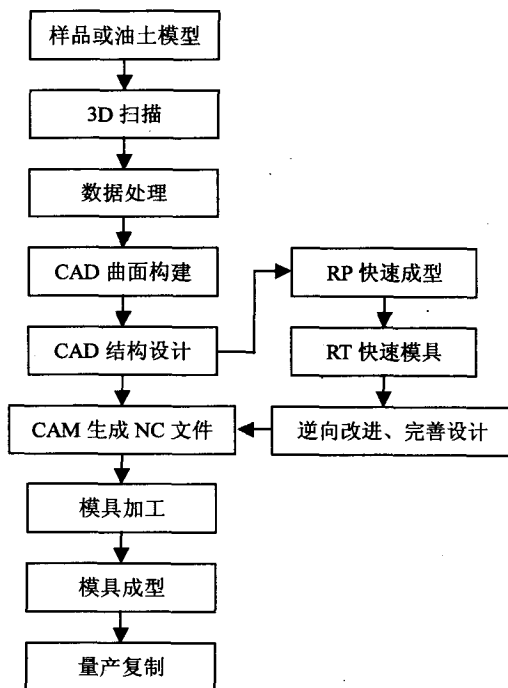


图1-2 逆向工程的流程

1.3 逆向工程的应用

在很多企业刚起步的时候，由于自主研发、创新能力较低，所以仿制、仿造已经成为了我国一部分企业在起步时的固定生产方式，针对市场畅销产品的仿造屡见不鲜，而逆向工程技术在其中起到了很重要的作用。于是经常有人将逆向工程和非法仿制联系在一起，甚至提出了知识产权保护等法律层面的问题。实际上，逆向工程代表了一种非常高效的产品设计思路和方法。

翻开几千年人类探索和研究的历史，您会发现，每一项成果都是在前人研究的基础上模仿自然界和人类社会在相关领域，具有相应特长或特性的事物、动物或人来实现的。看到天空中的飞鸟，我们仿制了飞机，但飞机比鸟飞得更高、更快、更远；看到海中游的鲸，人们仿制了潜艇，但潜艇比鲸潜得更深、体积更大、续潜能力更强……这就是说人类一直在学习现有事物、研究现有事物、仿制现有事物，即人类一直在采用逆向工程的方式工作，不仅仿制原型，而且超越原型。逆向工程不仅仅是对现实世界的模仿，更是对现实世界的改造，是一种全新的超越。

在国外，逆向工程已经作为一种先进的设计方法被引入到新产品的设计开发工作中。我



国也有许多企业应用逆向工程技术,对已有的产品进行改进,以避免艰苦的原始设计阶段,这是一种产品的再设计和超越过程。所谓产品再设计,就是通过观察和测试某一种产品,对其进行初始化,然后拆开产品,逐一分析单个产品的组成、功能、装配公差和制造过程。这些工作的目的就是要充分理解产品的设计制造过程,并以此为基础优化设计出一种更好的产品。美国的许多工程学院开设了逆向工程课程,教授学生用再设计代替原始设计。

作为解决设计问题的一种全新方法,近年来,在汽车、家电和模具等领域人们越来越多地采用逆向工程技术,来部分替代使用多年的正向设计方法。

逆向工程技术与传统的正向设计不同之处在于设计的起点不同,相应的设计自由度和设计要求也不相同。一般来说,逆向工程技术包括形状反求、工艺反求和材料反求等几个方面,在现代加工制造领域的实际应用中,主要包括以下内容。

- (1) 原创外观油土模型,必须用测量设备取得其外形的点数据资料。
- (2) 正向设计无法完成的,如特殊的外观造型、自由曲面造型。
- (3) 新产品的的设计。设计人员参考已有的许多产品,吸收每一个产品的优点并进行优化设计,如参考一个产品的外形,参考另一个产品的结构。
- (4) 已有产品的复制。在产品的设计保密的规定或商业策略的考虑下,原设计者不能提供原始的 CAD 资料给厂商,只有对产品进行复制,再现原产品的设计意图。
- (5) 损坏或磨损零件的还原。
- (6) 数字化模型的检测,例如检验产品的变形分析、焊接质量等,以及进行模型的比较。

逆向工程技术为快速设计和制造提供了很好的技术支持,它已经成为制造业信息传递的一种重要而简洁的途径。逆向工程技术实现了设计制造技术的数字化,为现代制造企业充分利用已有的设计制造成果带来便利,从而降低新产品的开发成本、提高制造精度、缩短设计生产周期。据统计,在产品开发中采用逆向工程技术作为重要手段,可使产品研制周期缩短40%以上。

逆向工程的应用领域主要是飞机、汽车、玩具及家电等模具相关行业。近年来随着生物材料技术的发展,逆向工程技术也开始应用于人工生物骨骼等医学领域。但是其最主要的应用领域还是模具行业。由于模具制造过程中经常需要反复试冲后,修改模具型面。对已达到要求的模具经测量并反求出其数字化模型,在后期重复制造或修改模具时,就可方便地运用备用数字模型生成加工程序,快捷地完成重复模具的制造。从而大大提高复制模具的生产效率,降低了模具的制造成本。

逆向工程技术在我国以生产各种汽车、摩托车、电动车和家电配套件的企业中有着十分广阔的应用前景。这些企业经常需要根据客户提供的样件制造出模具或直接加工出产品。但是由于逆向工程技术应用不够完善,严重影响了产品的精度以及生产周期,逆向工程技术已成为制约许多现代加工制造企业发展的瓶颈。

CAD/CAM 系统在我国已应用了几十年的时间,但逆向工程技术作为一门比较高新的技术,在我国的应用时间不长,目前只有在一些现代加工制造业极其发达的地区,由极少数专业的工程技术人员掌握。逆向工程技术广泛的应用前景已经为大多数工程技术人员所关注,推广普及逆向工程技术对提高我国现代加工制造业的整体技术含量,进而提高产品的市场竞



争力有着重要的作用。

1.4 逆向工程的局限性

当然, 逆向工程技术也有其局限性, 因为逆向工程技术并不是孤立的。逆向工程的实施过程是多领域、多学科的协同过程, 逆向工程的整个实施过程包括了测量数据的采集/处理、CAD/CAM 系统处理和融入产品数据管理系统的过程, 需要各种技术人员高度地协同和融合。因此, 逆向工程技术和测量技术、CAD/CAM 软件, 以及从业人员的技术素质有着千丝万缕的联系。

从理论角度分析, 逆向工程技术能按照产品的测量数据建立与原有 CAD/CAM 系统完全兼容的数字模型, 当然这也是逆向工程技术的最终目标。但凭借目前的设备和技术, 尚无法满足这种要求, 逆向工程技术不可避免地存在其局限性。

逆向工程最突出的问题是客观模型和 CAD 模型之间的造型误差。影响误差的原因可分为以下 4 个主要因素。

首先, 从测量设备来说, 不管是接触式的还是非接触式的, 测量设备都会有一定的误差。测量所取得的点数据资料通常都无法得到良好的圆、直线或平面等几何形状。

其次, CAD 曲面重建会有误差。虽然点数据资料并非光顺平整, 但是 CAD 曲面重建有着光顺连续性的要求, 这与点数据和曲面之间的误差是相冲突的, 要缩小误差, 则曲面的品质会较差; 而曲面的光顺连续性达到要求, 又很难保证点数据和曲面之间的误差。如何在它们之间取舍, 需要工程技术人员的判断和操作技巧。

第三, 在产品加工中会产生误差, 因为加工是从参数模型到实际模型的又一次近似。

第四, 从采集点数据到加工成品的过程中有不同的操作者和设计者参与, 在整个产品的设计制造过程中会产生人为的主观误差。

显然, 这些误差会积累并最终反应在产品上。

逆向工程其他的局限性还有:

- (1) 如何从点数据资料进行分割曲面和规划曲面, 需要工程技术人员的判断, 无法参数化, 或以数值量化;
- (2) 曲面构建完成后, 需要再对比确认, 若点数据和曲面的误差超过允许范围, 则需要微调曲面, 所花时间较多;
- (3) 目前的 CAD/CAM/CAE 软件仍然无法以参数化的方式构建 CAD 曲面, 因此在修改、变动曲面时, 相邻的曲面也需要修改; 以参数化的方式构建曲面, 是 CAD/CAM/CAE 设计软件的发展趋势之一。

综上所述我们不难看出逆向工程局限性主要在于: 测量设备的精度、设计软件的局限以及从业人员的技术素质。

在测量设备和设计软件等没有革命性突破的同时, 从业人员的技术素质在逆向工程中就显得尤为重要, 培养造就一大批高水平的逆向工程技术人员已成了许多现代加工制造企业的当务之急。

第2章 点数据的处理

主要内容

- 常见测量设备及其优缺点;
- 点数据的读取与分层;
- 点数据的整合;
- 对称产品的测量及对称平面的调整。

根据逆向工程的流程,在进行逆向工程前,首先要用必要的测量设备对产品进行测量,取得产品的空间点数据后,才能对产品进行逆向造型。因此,三坐标测量和对测量所取得的点数据进行处理是逆向工程的前期工作,本章将详细介绍这些内容。

2.1 常见测量设备及其优缺点

三坐标测量机简称 CMM,是随着计算机和机床业的飞速发展而产生的一种高效、高精度的测量仪器。它采用坐标测量的原理,以精密的机械主体为基础,采用软件控制和补偿技术,再配以高精度的位置传感器,实现了产品空间点坐标的采集,从而完成产品几何尺寸、形位公差的测量。

自 1950 年英国 FERRANTI 公司制造出第一台数字式测头移动型三坐标测量机,1973 年原西德 OPTON 公司完成三维测头设计并与电子计算机配套出第一个三坐标测量系统以来,经过几十年的飞速发展,三坐标测量技术已趋成熟,测量精度也得到了极大提高。

早期的 CMM 主要用于计量与检测,随着先进制造技术的发展,尤其 FMS 技术的广泛应用,除了应用于空间尺寸及形位误差的测量外,应用三坐标测量机对产品的复杂表面进行测量,提取复杂曲面的原始形状点数据而后重新构建被测产品的曲面,实现被测曲面的数字化,是三坐标测量机应用的另一个重要领域,也是逆向工程中的起点。

2.1.1 三坐标测量机的组成、原理及应用步骤

一、三坐标测量机的组成

三坐标测量机主要由主机机械系统(x 、 y 、 z 三轴或其他)、测头系统、电气控制硬件系统和数据处理软件(测量软件)系统组成。

二、三坐标测量机的原理

被测物体置于三坐标测量机的工作台上,通过手工及自动程序对物体进行逐点检测,将物体测量点的坐标值经计算处理成被测物体的几何尺寸和空间的相互位置关系。

原书缺页



例如,要测量如图 2-1 所示零件上圆 P 的圆心坐标及半径,先将零件置放在测量机的工作台上,通过检测圆周上的三点 P_1 、 P_2 、 P_3 ,由测量软件自动根据数学模型计算出圆心坐标 (x, y) (z 坐标此处未测) 和半径 R 。

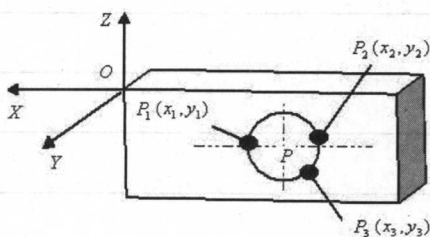


图2-1 三点测圆

因此,对任意形状的物体,只要三坐标测量机检测头能够测到点的三坐标值,就可以获得物体相应的空间位置、形状及各个元素间的空间相互位置关系。

从三坐标测量机的测量原理可以看出:

- (1) 三坐标测量机能在工件一次装卡的情况下通过测头的有效组合以及结合测头 A、B 轴旋转功能,能完成零件的大部分几何元素的测量;
- (2) 借助计算机及测量软件可以对所测数据进行计算与误差分析;
- (3) 先进的测量软件可支持 CAD/CAM 功能或进行标准数据格式转换,可使设计、生产和测量实现数据共享。

三、三坐标测量机的应用步骤

三坐标的应用步骤如图 2-2 所示。

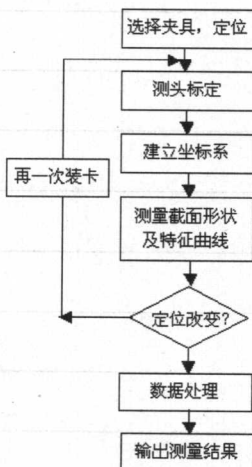


图2-2 三坐标测量机的应用步骤

2.1.2 测量设备的分类

根据测量机上测头安置的方位,可分为垂直式、水平式和便携式 3 种类型。

- (1) 垂直式坐标测量机: 在垂直臂上安装测头, 如图 2-3 所示。这种测量机的精度