

适用于Pro/E 野火版3.0~5.0、Creo 全版本 畅销书

Pro/ENGINEER 野火版逆向工程设计

[全新架构] 内容全新升级，案例更专业

[专家对话] 深入讲解知识重点，浅出点拨逆向设计难点

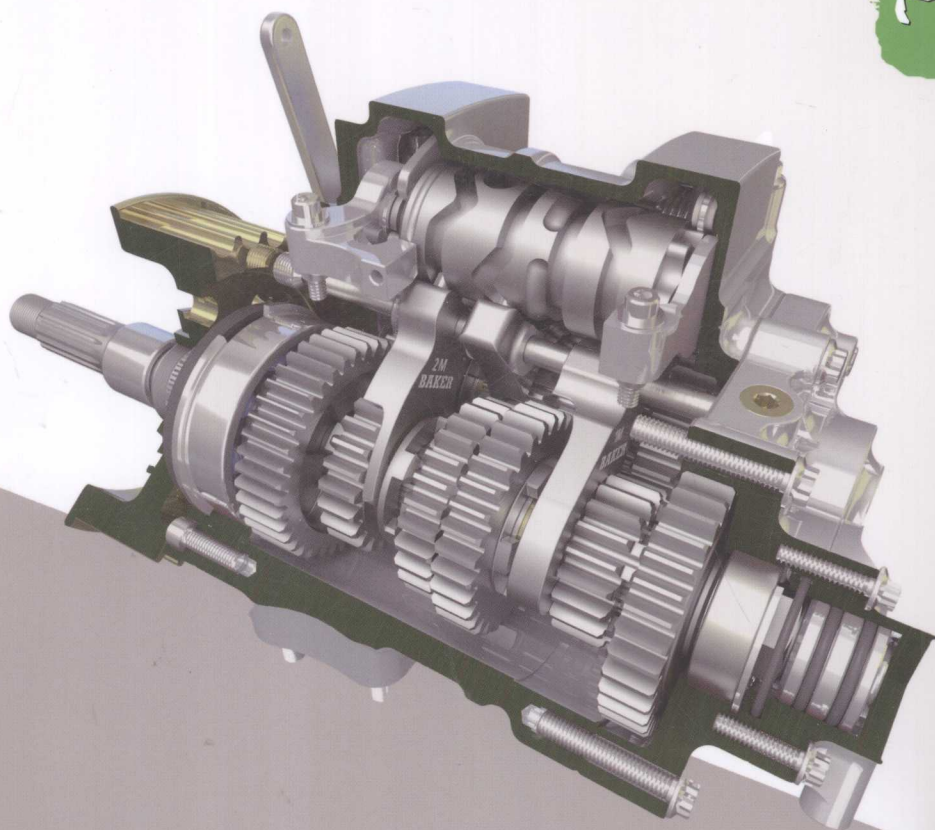
[视频光盘] 2.80GB演示视频、全部案例文件，附赠



1.1GB Creo 2.0入门视频，上百兆的标准零件库文件等

专家讲堂

刘晓宇
姜莉莉
编著



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

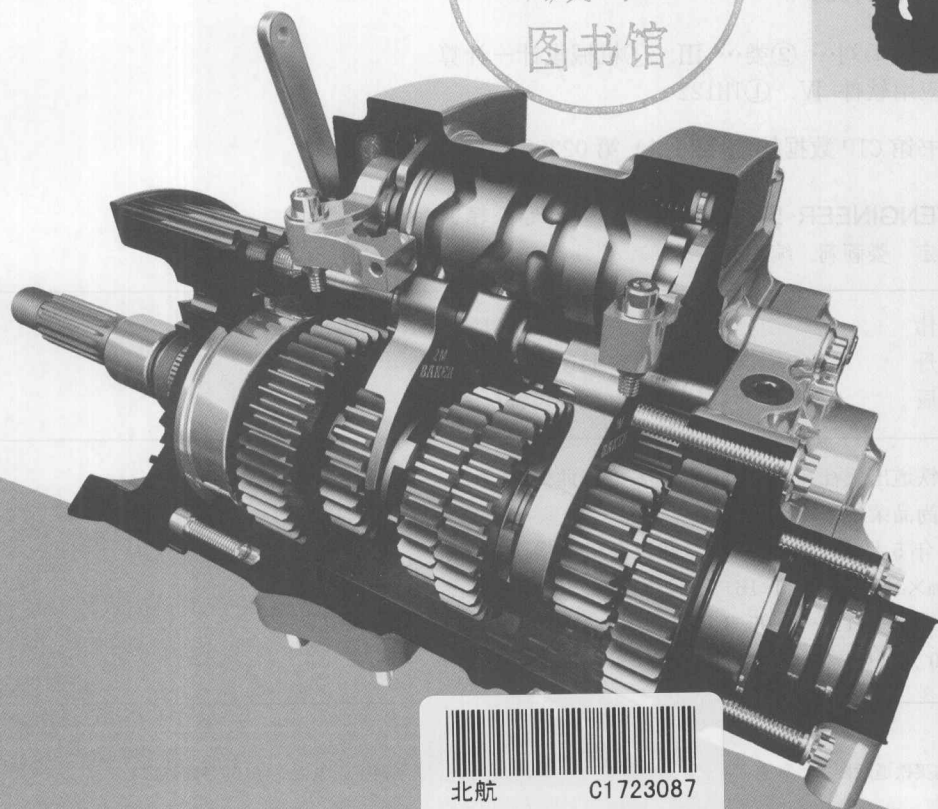
014035787

TB21
119

Pro/ENGINEER 野火版逆向工程设计

专家 讲堂

刘琰宇
姜莉莉
编著



TB21
119



北航

C1723087

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

内 容 简 介

本书根据国内外研究人员、技术人员及作者的研究成果结合工程实际写作而成。书中首先综合归纳了逆向工程技术研究和应用的最新进展,简单介绍了数据测量、数据处理、特征提取、模型重构等逆向工程关键技术的理论基础、原理方法和技术状况。而后着重讲解了 Pro/E 野火 5.0 中文版软件系统的逆向工程模块——扫描工具、小平面特征和重新造型。本书从逆向工程实际应用的要求出发,以典型的实例操作为导向,注重理论性和应用性的结合,详细介绍了在 Pro/E 野火 5.0 中文版软件系统中实现模型重构的过程和方法。

随书光盘包含了书中所有实例的点云数据、part 文件以及关键步骤的视频文件,以便读者更好、更快、更全面地理解和掌握逆向工程的原理和反求方法。

本书资料全、系统性强,适用于高等院校的机械、工业设计、CAD/CAM 等专业的教师或学生参考,也可作为以 Pro/E 野火 4.0 软件系统为工具的工业设计人员的学习参考书。

图书在版编目(CIP)数据

Pro/ENGINEER 野火版逆向工程设计专家精讲 / 刘晓宇, 娄莉莉编著. — 北京: 中国铁道出版社, 2014.5
ISBN 978-7-113-17995-3

I. ①P… II. ①刘… ②娄… III. ①机械设计—计算机辅助设计—应用软件 IV. ①TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 023222 号

书 名: Pro/ENGINEER 野火版逆向工程设计专家精讲
作 者: 刘晓宇 娄莉莉 编著

策 划: 刘 伟
责任编辑: 张 丹
责任印制: 赵星辰

读者热线电话: 010-63560056
特邀编辑: 赵树刚
封面设计: 多宝格

出版发行: 中国铁道出版社 (北京市西城区右安门西街 8 号 邮政编码: 100054)
印 刷: 北京尚品荣华印刷有限公司
版 次: 2014 年 5 月第 1 版 2014 年 5 月第 1 次印刷
开 本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 23.5 字数: 550 千
书 号: ISBN 978-7-113-17995-3
定 价: 69.00 元 (附赠光盘)

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书, 如有印制质量问题, 请与本社读者服务部联系调换。电话: (010) 51873174

打击盗版举报电话: (010) 51873659

前言

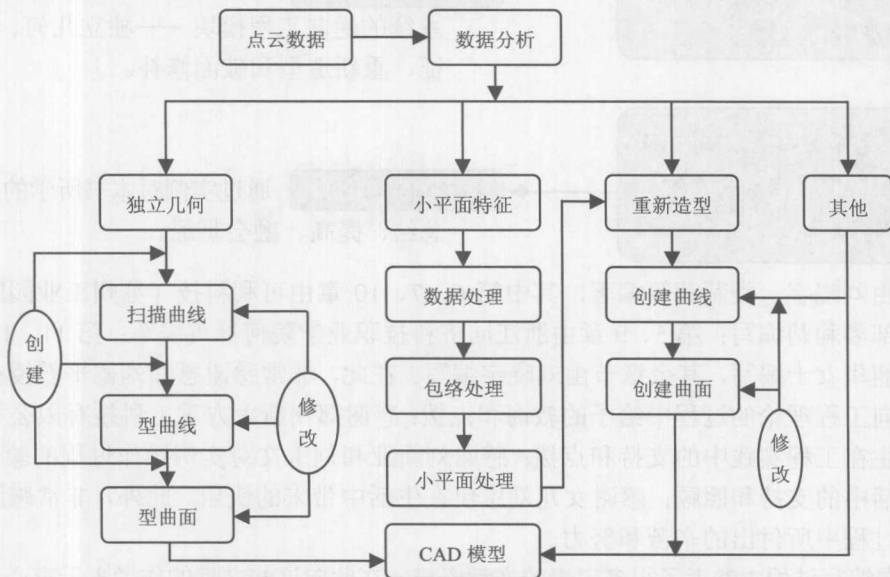
逆向工程 (Reverse Engineering) 也称反求工程, 是相对正向设计而定义的一种设计方法, 是从实物模型到电子模型或理论概念的一个反向推理、挖掘、优化的系统过程。广义的逆向工程研究内容十分广泛, 主要涉及产品设计意图与原理的反求、美学审视和外观的反求, 几何形状与结构反求, 材料反求、制造工艺反求等在国内外各个领域被广泛应用。Pro/ENGINEER (以下简称 Pro/E, 2010 年 10 月 29 日, 正式更名为 Creo) 是美国 PTC 公司开发出的参数化建模软件系统, 广泛应用于机械、航天、工业设计、汽车和玩具等行业, 其提供的独立几何、小平面特征和重新造型等模块都可完成逆向反求工作。



逆向工程学习要点

本书以 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 (以下简称 Pro/E 野火版) 中文版本软件系统为平台, 以典型实例操作为导向, 详细讲述了利用 Pro/E 系统完成逆向反求工作。通过本书的学习, 可以帮助读者更快、更轻松地完成 CAD 模型重构工作。

在 Pro/E 系统中实现逆向反求的流程如下图。



本书特色

知识专业性强, 分析透彻: 具有完整合理的知识结构, 内容翔实, 专业性强, 信息量大。在内容安排上, 以实例讲解的方式介绍命令工具的应用, 并结合工程实例, 对 Pro/E 的独立

几何、小平面特征、重新造型以及破面修补等逆向工程模块进行了全面详细的讲解。在讲解过程中都附有详细的图片说明和必要的提示，强调操作过程的详细化和具体化。

实例典型，可操作性强：选择的实例极具代表性，有很强的针对性和可研究价值，可起到举一反三、抛砖引玉的作用。实例的操作过程追求简单、细致，注重命令工具的运用和技巧，容易被读者理解和接受。随书附赠的光盘中包含了书中所有实例的点云数据、prt 文件以及关键步骤的视频文件，以便读者更好、更快、更全面地理解和掌握逆向工程的原理和反求方法。



适用读者和内容导读

本书是根据国内外研究人员、技术人员及编者的研究成果和工程实际编写而成的，将理论与实践相结合，由浅入深、循序渐进地介绍了在 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 中文版系统中完成逆向反求的方法和过程。读者可根据自己的实际情况选择相应的章节进行学习。

想了解和掌握逆向工程相关概念、关键技术以及发展状况的读者

● **第 1~2 章：**介绍逆向工程的定义、分类、应用领域以及发展状况等；以及逆向工程的关键技术——测量技术、数据处理、特征提取、曲面重构等技术特点和发展状况，使读者对逆向工程有更全面的认识。

想掌握 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 软件系统逆向工程模块应用的技术人员

● **第 3~5 章：**介绍 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 系统的逆向工程模块——独立几何、小平面特征、重新造型和破面修补。

想熟练掌握 Pro/E 逆向工程模块应用的工程技术人员及大中专院校的学生

● **第 6~12 章：**通过实例对本书所学的知识进行总结、提高、融会贯通。

全书由刘晓宇、娄莉莉等编著，其中第 6、7、10 章由可利科技（苏州工业园区）有限公司研发部娄莉莉编写；第 5、9 章由浙江同济科技职业学院何群英编写；第 11、12 章由中州大学王韶华女士编写，其余章节由刘晓宇编写。在此，非常感谢恩师刘德平教授在我学习和研究逆向工程理论的过程中给予的教诲和点拨；感谢郑州新大方重工科技有限公司总工程师李纲先生在工程实践中的支持和点拨；感谢刘新亚和刘玉文对实例操作过程的验证；感谢妻子在生活中的支持和照顾；感谢女儿刘恩伊在生活中带来的快乐。此外，非常感谢刘伟在整个策划过程中所付出的辛苦和努力。

本书在编写过程中参考了很多宝贵的文献资料，在此向这些文献的作者表示衷心的感谢！由于编者经验有限，且时间仓促，书中疏漏和不足之处在所难免，恳请广大读者不吝赐教！

E-mail: 6v1206@gmail.com、laushineyee@tom.com

微信: i6v1206

编 者

2014 年 2 月

目 录

第 1 章 逆向工程设计入门	1
1.1 什么是逆向工程	2
1.1.1 逆向工程的定义	2
1.1.2 逆向工程的分类	3
1.1.3 逆向工程的特点	4
1.1.4 逆向工程存在的不足	5
1.1.5 逆向设计过程中注意事项	6
1.2 国内外发展状况	6
1.2.1 国外逆向工程的研究成果	6
1.2.2 国内逆向工程研究机构及成果	7
1.2.3 逆向工程的发展趋势	8
1.3 逆向工程的应用	11
1.3.1 应用领域	11
1.3.2 在 CAD/CAM 体系中的作用	13
1.4 逆向工程实现流程	14
1.4.1 逆向工程解决方案类别	14
1.4.2 逆向工程解决方案流程	15
1.5 逆向工程主要软件说明	17
1.5.1 Imageware	17
1.5.2 Geomagic Studio	19
1.5.3 CopyCAD	19
1.5.4 RapidForm	20
1.5.5 Pro/ENGINEER	21
1.6 专家精讲	24
第 2 章 逆向工程的关键技术	25
2.1 数据测量技术	26
2.1.1 接触式数据测量方法	26
2.1.2 非接触式数据测量方法	27
2.2 数据点的预处理	28

2.2.1	噪声点的去除	28
2.2.2	数据的精简	29
2.2.3	数据点的平滑	31
2.3	特征提取	31
2.3.1	二次曲面	32
2.3.2	过渡曲面	32
2.3.3	圆柱面	32
2.3.4	回转面	33
2.3.5	复杂自由曲面	33
2.4	点云分割	34
2.4.1	基于边的方法	34
2.4.2	基于面的方法	34
2.4.3	聚类分割方法	34
2.5	曲面重构技术	35
2.6	专家精讲	36
第3章	独立几何逆向造型方法	37
3.1	独立几何逆向造型方法概述	38
3.2	扫描工具工作流程	38
3.2.1	造型前的准备	38
3.2.2	导入扫描线点云数据	39
3.2.3	修改扫描线	39
3.2.4	创建型曲线	40
3.2.5	构造曲面	40
3.2.6	修改型曲面	41
3.3	原始数据的输入	41
3.3.1	直接插入数据	42
3.3.2	在特征中插入数据	42
3.3.3	点云原始数据简介	44
3.4	修改扫描曲线	48
3.4.1	删除	49
3.4.2	重组点	50
3.4.3	连接	50
3.4.4	分开	51
3.4.5	创建	52
3.4.6	扫描点	53

3.5	创建型曲线	53
3.5.1	自示例数据	53
3.5.2	通过点	54
3.5.3	自曲线	54
3.6	修改型曲线	55
3.6.1	控制多边形 	56
3.6.2	控制造型点 	58
3.6.3	拟合到指定点 	60
3.7	创建型曲面	61
3.7.1	创建边界混合型曲面	61
3.7.2	复制现有曲面创建型曲面	63
3.8	修改型曲面	64
3.8.1	控制多面体 	64
3.8.2	栅格线 	66
3.8.3	按参照点拟合 	68
3.9	综合实例——饮料瓶曲面绘制	69
3.9.1	造型前的准备	69
3.9.2	输入点云数据	70
3.10	创建瓶体曲线	71
3.10.1	创建基准平面	71
3.10.2	创建瓶体纵向轮廓曲线一	72
3.10.3	创建瓶体纵向轮廓曲线二	74
3.10.4	创建瓶体横向轮廓曲线一	74
3.10.5	创建瓶体横向轮廓曲线二	76
3.10.6	创建瓶体横向轮廓曲线三	77
3.10.7	创建瓶底及瓶口曲线	78
3.11	创建瓶体曲面结构	81
3.12	专家精讲	83
第4章	小平面特征	84
4.1	小平面特征概述	85
4.2	小平面特征实现流程	85
4.2.1	造型前的准备	85
4.2.2	输入点云数据	86
4.2.3	点云数据处理	86

4.2.4	包络处理	87
4.2.5	小平面粗调	88
4.2.6	小平面精整	88
4.3	原始数据操作	88
4.3.1	原始数据的输入	88
4.3.2	原始数据的显示	89
4.3.3	点云数据修剪与删除	92
4.4	点云预处理	93
4.4.1	点数据去噪处理	93
4.4.2	数据精简处理	94
4.4.3	点云修补和保存	96
4.5	包络特征操作	97
4.5.1	点云包络处理	97
4.5.2	小平面粗调	97
4.5.3	小平面精调	101
4.6	小平面处理	103
4.6.1	小平面选取	103
4.6.2	小平面操作	105
4.7	综合实例——维纳斯头像	110
4.7.1	造型前的准备	110
4.7.2	输入数据	111
4.7.3	去除噪声点	112
4.7.4	破洞修补	113
4.7.5	数据精简处理	115
4.7.6	对小平面进行包络处理	117
4.7.7	小平面粗调	117
4.7.8	小平面精调、精整	118
4.7.9	多面几何的集管表示	121
4.8	专家精讲	121
第5章	重新造型	122
5.1	重新造型概述	123
5.2	重新造型环境界面	123
5.3	曲线创建	124
5.3.1	在小平面上创建曲线	124

5.3.2	在曲面上创建曲线	125
5.3.3	捕捉点创建曲线	125
5.3.4	剖面	125
5.3.5	使用曲面边缘创建曲线	126
5.3.6	小平面锐边创建曲线	127
5.3.7	投影曲线	127
5.4	曲线修改	128
5.4.1	控制多边形法	128
5.4.2	造型点	130
5.5	曲线编辑	131
5.5.1	曲线的约束	131
5.5.2	曲线对齐	132
5.5.3	曲线合并	132
5.5.4	曲线分割	133
5.5.5	曲线(曲面)复制	133
5.5.6	显示并修改约束	133
5.6	创建曲面	134
5.6.1	创建区域	134
5.6.2	添加环	135
5.6.3	合并区域	136
5.6.4	直接创建解析面	137
5.6.5	创建旋转和拉伸解析面	141
5.6.6	边方式创建多项式曲面	144
5.6.7	创建放样和网格多项式曲面	145
5.6.8	创建点或矩形多项式曲面	146
5.6.9	自动创建选定区域样条曲面	148
5.6.10	自动创建样条曲面	148
5.6.11	自动创建曲面修改样条曲面	149
5.7	曲面操作	150
5.7.1	曲面修改	150
5.7.2	编辑曲面数学属性	152
5.7.3	曲面约束	153
5.7.4	曲面延伸	154
5.8	综合实例——自行车座	154
5.8.1	提取边界线	154
5.8.2	创建轮廓线	156

5.8.3	创建曲面	158
5.8.4	曲面实体化	161
5.9	专家精讲	161
第6章	破面修补	162
6.1	破面修补概述	163
6.2	破面修补模块简介	163
6.2.1	进入破面修补模块	163
6.2.2	模型树	164
6.2.3	菜单显示	165
6.2.4	“IDD 显示”工具栏	165
6.2.5	按钮含义	166
6.3	修复模式修补	167
6.3.1	自动修复间隙及实体化	168
6.3.2	寻找条件间隙	170
6.3.3	手动定义间隙	171
6.3.4	移动顶点修复间隙	172
6.3.5	投影、添加到线框分割曲面	173
6.3.6	利用点建立曲线、取代修复曲面	174
6.4	修改模式修补	175
6.4.1	草绘曲线	175
6.4.2	对齐曲面边界	176
6.5	特征化模式修补	178
6.5.1	直接“边界混成曲面”	178
6.5.2	延伸工具和间接“边界混成曲面”	179
6.5.3	裁剪曲面和曲面合并	181
6.5.4	虚拟特征	182
6.5.5	关闭特征	184
6.6	几何检查和收缩几何	185
6.7	专家精讲	187
第7章	独立几何实例	188
7.1	造型前的准备	189
7.2	创建曲线	189
7.2.1	导入原始数据	189
7.2.2	修改扫描曲线	191

7.2.3	创建型曲线.....	191
7.2.4	修改型曲线.....	192
7.2.5	创建造型曲线.....	193
7.3	创建曲面.....	195
7.3.1	创建边界混合曲面.....	195
7.3.2	曲面编辑.....	197
7.4	专家精讲.....	198
第 8 章	小平面特征.....	199
8.1	简要说明.....	200
8.2	小平面特征实现流程.....	200
8.2.1	造型前的准备.....	200
8.2.2	输入点云数据.....	201
8.2.3	点云数据处理.....	202
8.2.4	数据保存.....	203
8.2.5	包络处理.....	203
8.2.6	小平面处理.....	204
8.3	综合实例——玩具造型.....	207
8.3.1	造型前的准备.....	207
8.3.2	输入点云数据.....	208
8.3.3	点处理.....	209
8.3.4	小平面粗调.....	210
8.3.5	小平面粗调.....	211
8.3.6	小平面精调.....	211
8.4	专家精讲.....	215
第 9 章	电熨斗模型重构.....	216
9.1	仿形检具破面修补实例.....	217
9.1.1	创建基准面.....	217
9.1.2	创建剖面曲线.....	218
9.1.3	创建小平面曲线.....	220
9.2	创建曲面.....	221
9.2.1	创建草绘 1.....	221
9.2.2	创建造型 1.....	222
9.2.3	创建其他造型曲线.....	224
9.2.4	创建边界混合曲面 1.....	226

9.2.5	创建边界混合曲面 2.....	227
9.2.6	创建拉伸曲面	231
9.2.7	创建造型 2.....	232
9.2.8	创建边界混合曲面 3.....	235
9.2.9	创建造型 3.....	237
9.2.10	创建拉伸曲面	240
9.2.11	创建投影曲线	241
9.2.12	创建造型 4.....	242
9.2.13	创建边界混合曲面 4.....	243
9.2.14	曲面修剪镜像	244
9.3	创建实体	246
9.3.1	曲面实体化	246
9.3.2	创建拉伸实体	247
9.3.3	创建圆角特征	248
9.4	专家精讲	250
第 10 章	MP3、电脑键盘实战演练	251
10.1	仿形检具破面修补实例	252
10.2	电脑键盘破面修补实例	258
10.3	MP3 外壳破面修补实例	270
10.4	专家精讲	284
第 11 章	中国印模型重构	285
11.1	影像反求简介	286
11.2	实例分析	286
11.3	跟踪草绘	287
11.3.1	造型前的准备	287
11.3.2	在基准平面上插入图片	288
11.3.3	勾勒曲线	289
11.3.4	完成建模	289
11.3.5	模型渲染	289
11.4	中国印文“寿”模型重构	289
11.4.1	重构前的准备	290
11.4.2	插入图片	290
11.4.3	勾勒曲线	293
11.4.4	实体的生成	293

11.5	印章造型	295
11.5.1	创建拉伸实体	295
11.5.2	创建混合实体	296
11.5.3	创建其他部分混合实体	298
11.5.4	创建拉伸文字实体	300
11.6	模型渲染	301
11.6.1	设置颜色球	301
11.6.2	印章模型渲染	302
11.7	专家精讲	304
第 12 章	特征提取模型重构	305
12.1	回转类曲面特征提取	306
12.1.1	回转面构成分析	306
12.1.2	回转面构成原理分析	306
12.1.3	回转面性质	309
12.2	回转曲面重构实例 1	309
12.2.1	造型前的准备	310
12.2.2	读入数据	310
12.2.3	确定回转面轴线	311
12.2.4	测量距离	313
12.2.5	确定回转母线	316
12.2.6	创建回转母线	318
12.2.7	回转面重构	320
12.2.8	曲面分析	321
12.3	回转曲面重构实例 2	323
12.3.1	造型前的准备	323
12.3.2	读入数据	326
12.3.3	修改截面线	328
12.3.4	重构回转面	330
12.4	足球特征参数提取实例	334
12.4.1	造型前的准备	335
12.4.2	输入点云数据	336
12.4.3	提取五边形参数	337
12.4.4	创建五边形草绘	338
12.4.5	创建六边形一条边线	341

12.4.6	创建六边形	342
12.4.7	创建混合曲面辅助线	344
12.4.8	创建混合曲面	346
12.4.9	创建球面	348
12.4.10	隐藏部分特征操作	350
12.4.11	合并特征	352
12.4.12	旋转阵列六边形面	354
12.4.13	旋转阵列五边形面	354
12.4.14	镜像并阵列六边形面	356
12.4.15	镜像并阵列五边形面	358
12.4.16	旋转阵列六边形面	359
12.4.17	镜像五边形面	360
12.5	专家精讲	360
参考文献		362

第1章

逆向工程设计入门

逆向工程也称反求工程（Reverse Engineering, RE）。它的意义不仅仅在于消化吸收并改进国内外的先进技术，更应该体现在逆向反求的过程中接纳先进的设计思想和制造理念，进而实现理论上和思想上的创新。

本章介绍了逆向工程的定义、分类、应用领域以及发展状况等情况，使读者对逆向工程相关概念有初步了解，并对常用的专业逆向工程软件进行了介绍。



本章学习关键点

逆向工程的定义

逆向工程分类

逆向工程应用领域



1.1 什么是逆向工程

逆向工程（Reverse Engineering）相对正向设计而定义，它是一种先进的设计方法，是从实物模型到电子模型或理论概念的一个反向推理、挖掘、优化的系统过程。在国内外各个领域应用广泛。

1.1.1 逆向工程的定义

计算机技术的发展推动了先进制造技术的进步并逐渐得到普及，逆向工程技术作为先进制造技术的新军正在备受制造业青睐。结合快速发展的激光技术和数控技术，逆向工程已经成为汽车、航空航天、模具、玩具、船舶等工业领域产品设计制造的重要手段。

1. 逆向工程简单定义

逆向工程基于实物模型、软件（图片、程序、技术文件等）或影像（图片、照片等）获得造型数据，提取模型参数，应用现代设计理论方法、生产工程学、材料学和有关专业知识进行系统深入的分析和研究，以现代设计理论、方法、技术为基础，运用各种专业人员的工程设计经验、知识和创新思维，对已有的产品进行解剖、深化和再创造，探索掌握其关键技术，进而开发出同类的先进产品，并通过模型重构来吸收和消化先进的设计思想、制造理念以及产品制造过程中的管理方法。

这种设计思想和制造方法大大降低了产品的生产周期，提高了生产效率，是一门涉及光学、电子、自动控制、机械、计算机视觉、计算机图形学、计算机图像处理、微分几何、计算几何、数理统计、软件工程等多门学科的综合性 CAD 技术，如图 1-1 所示。

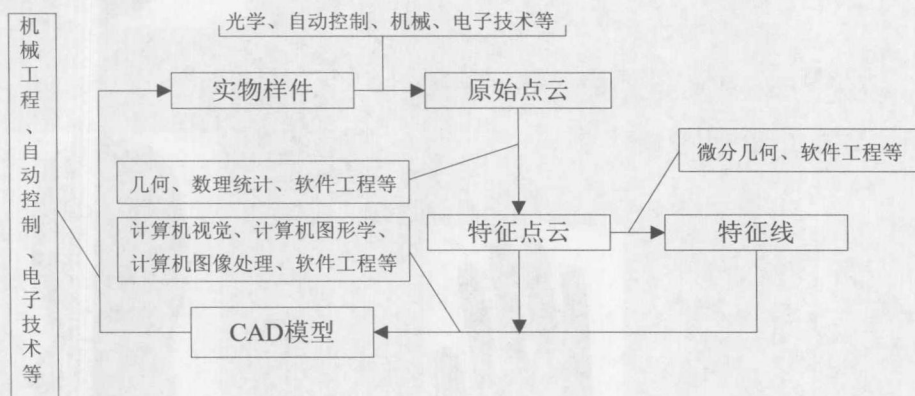


图 1-1 逆向工程与各学科间联系

随着科学技术的快速发展和市场竞争的日益激烈，产品正朝着多品种、小批量、外形美观和更新换代周期短的方向发展。因此，现代企业的技术创新能力、新产品的开发能力和开发速度正是企业竞争力的重要体现。低成本高效率地开发出新产品，成为赢得市场竞争的首要因素。