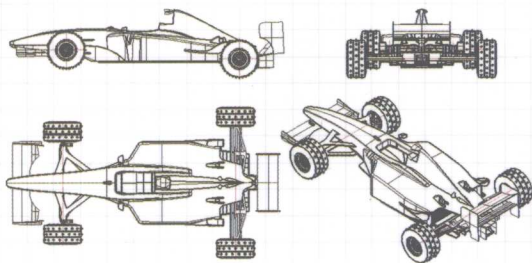


CAD/CAM 工程范例系列教材
国家职业技能培训教材
“双证融通” 教学改革教材

F1

方程赛车

逆向设计



常州轻工职业技术学院
国家级数控培训基地
UGS公司授权培训中心

袁锋 编著

F1 FANGCHENG SAICHE NIXIANG SHEJI



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

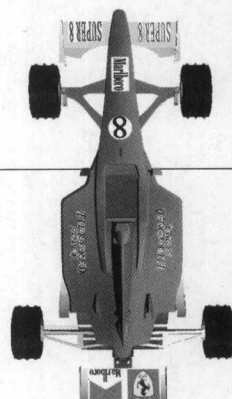
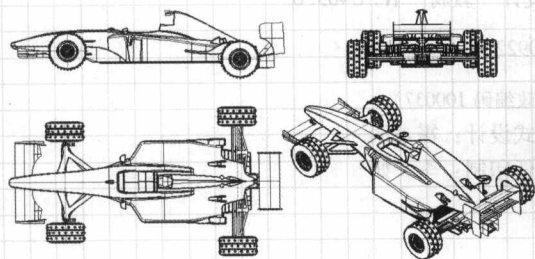


CAD/CAM 工程范例系列教材
国家职业技能培训教材
“双证融通” 教学改革教材

F1

方程赛车

逆向设计



常州轻工职业技术学院
国家级数控培训基地
UGS公司授权培训中心

袁锋 编著

F1 FANGCHENG SAICHE NIXIANG SHEJI



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

本书以江苏省高校优秀毕业设计——“F1 方程赛车逆向设计”作为项目案例，详细介绍了 F1 方程赛车模型逆向设计的全过程。该项目采用三坐标测量机对赛车模型进行三维数据采集，然后应用 UG NX5 软件进行逆向三维反求设计（反求设计出赛车的主要零部件，再进行装配、渲染）。它是一个完整的逆向反求项目设计案例，也是常州轻工职业技术学院众多优秀毕业设计中的经典项目案例。

本书的主要内容包括：F1 方程赛车罩壳逆向造型、F1 方程赛车底壳逆向造型、F1 方程赛车装配、F1 方程赛车渲染。

本书可作为 CAD/CAM、模具、数控专业毕业生毕业设计的参考教材，也可作为各工厂企业从事产品设计、CAD 应用的广大工程技术人员的参考用书，适用于 UG 软件的中、高级用户，并能作为逆向工程专业建设、课程建设和先进制造领域等相关课程的参考用书，同时也是一本项目教学的经典案例教材。

图书在版编目（CIP）数据

F1 方程赛车逆向设计 / 袁锋编著. —北京：机械工业出版社，2008.3
（CAD/CAM 工程范例系列教材）
国家职业技能培训教材
“双证融通”教学改革教材
ISBN 978-7-111-23671-9

I. F… II. 袁… III. 赛车—计算机辅助设计—教材 IV. U469.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2008）第 030922 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：郑丹 责任编辑：王德艳 版式设计：霍永明

责任校对：陈立辉 封面设计：王伟光 责任印制：李妍

北京富生印刷厂印刷

2008 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·28 印张·1 插页·696 千字

0001—4000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-23671-9

ISBN 978-7-89482-605-3（光盘）

定价：55.00 元（含 1CD）

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换
销售服务热线电话：（010）68326294

购书热线电话：（010）88379639 88379641 88379643

编辑热线电话：（010）88379171

封面无防伪标均为盗版

序

高等职业教育承担着培养数以千万计高素质技能型人才的重任。目前我国高职教育中最欠缺的不是生源素质,而是人才的培养模式,其核心是课程建设。近年来我院实施了以“双证融通,产学合作”为主要内容的人才培养模式改革,从构建质量标准、重组课程体系、改革教学模式、创新评价方法、建设实训基地、提升师资队伍六个方面入手,进行了全方位的教学改革。我们所倡导的“双证融通”不仅仅是国家职业标准与人才质量标准的融通,还包括与一些行业标准、企业标准、国外职业标准的融通,对于计算机辅助设计与制造领域,目前国内企业较多地采用美国 UGS 公司的软件,因此我院在相关专业引入了该公司的证书。

袁锋同志是在我院土生土长的一位教授,二十多年来,他坚持理论联系实际,把课堂教学与工厂生产一线的实践紧密联系在一起,在为企业解决了一大批技术难题的同时,自身积累了丰富的实践经验。袁锋教授在多年的教学过程中,围绕我院“双证融通,产学合作”的人才培养模式,在改革教学模式、创新评价方法方面进行了新的探索,取得了成功的经验。他坚持以工作过程为导向的教学理念,采用任务驱动的教学方法,学用结合,在“用”字上下功夫,培养学生解决实际问题的能力,注重利用毕业设计这个环节对学生在已有知识和能力的基础上进行较为全面、系统的训练,培养学生的综合职业能力。经他训练的学生较为全面地掌握了计算机辅助设计与制造的知识和能力,这些学生目前活跃在生产一线,非常受企业的欢迎。

袁锋教授是美国 UGS 公司授权的培训教员,在计算机辅助设计与制造领域颇有造诣,在国内同行中享有盛誉。他主编的《全国数控大赛试题精选》、《数控车床培训教程》等教材多次名列出版社和新华书店畅销书排行榜,被近百所院校所采用。他编著的《数控机床》和《UG 机械设计工程范例教程(高级篇)》被评为普通高等教育“十一五”国家级规划

教材,《UG 机械设计工程范例教程(高级篇)》还被评为 2007 年度普通高等教育精品教材。

本书是袁锋教授以“F1 方程赛车逆向设计”这一项目作为案例,详细介绍了设计的全过程,该项目获得了江苏省高校优秀毕业设计奖。他的这一套训练方法在我院工科类专业得到了普遍推广,获得了企业的好评,相信对其他高职院校的同行们亦有所启迪。

周农

2007 年 12 月 3 日于常州

前言

随着科学技术的不断发展,逆向工程已经成为联系新产品开发过程中各种先进技术的纽带,被广泛应用于家用电器、汽车、摩托车、飞机、模具等产品的改型与创新设计,成为消化、吸收先进技术,实现新产品快速开发的重要手段。然而,目前从事逆向工程的技术人员极度匮乏,与之相配套的专业建设、课程建设和教材建设也没有跟上。

常州轻工职业技术学院为美国 UGS 授权培训中心、国家级数控培训基地,也是国家“双证书制”的试点学校。近年来常州轻工职业技术学院在专业建设、课程改革、毕业实践等方面作了一系列的重大改革,积极推行“双证融通、产学结合”的人才培养模式。

毕业实践环节和毕业设计是常州轻工职业技术学院教育教学改革的重点,学院以“基本技能培养、工程实践能力培养、综合能力培养和创新能力的培养”为总目标,大力开展项目案例教学,全面构建与理论教学体系相辅相成的毕业实践教学体系,精心设计毕业实践教学项目和内容,合理配置各个实践教学环节,形成了以工程实践项目案例为主导的、具有鲜明特色的毕业设计。

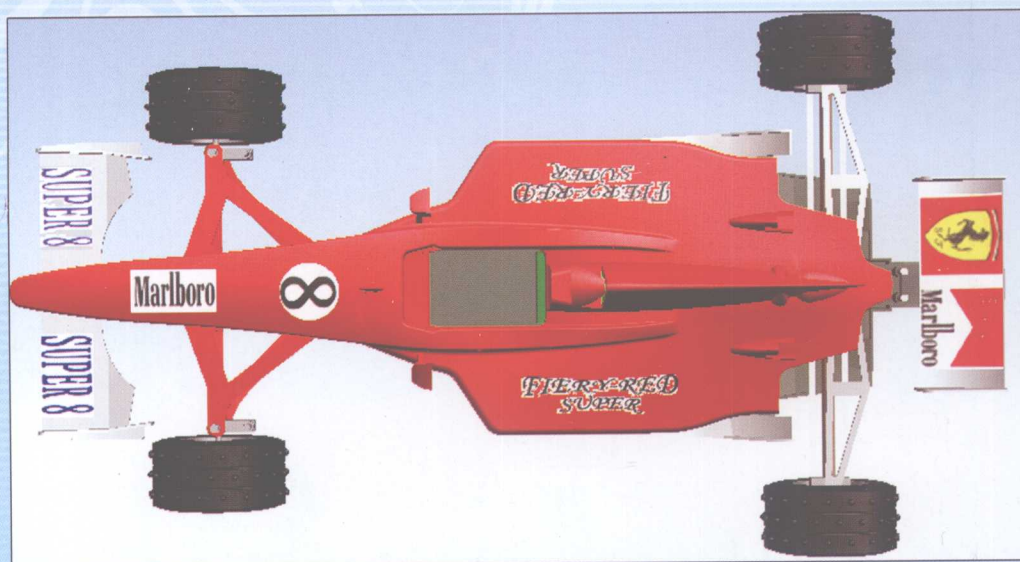
本书以江苏省高校优秀毕业设计——“F1 方程赛车逆向设计”作为项目案例,详细介绍了 F1 方程赛车模型逆向设计的全过程。该项目由常州轻工职业技术学院 03CAD331 班吴夏杰、李涛、金根、史梦娇四位同学共同完成,并获得 2006 年江苏省高校优秀毕业设计团队奖。该项目采用三坐标测量机对赛车模型进行三维数据采集,然后应用 UG NX5 软件进行逆向三维反求设计(反求设计出赛车的主要零部件,再进行装配、渲染)。它是一个完整的逆向反求项目设计案例,也是常州轻工职业技术学院众多优秀毕业设计中的经典项目案例。

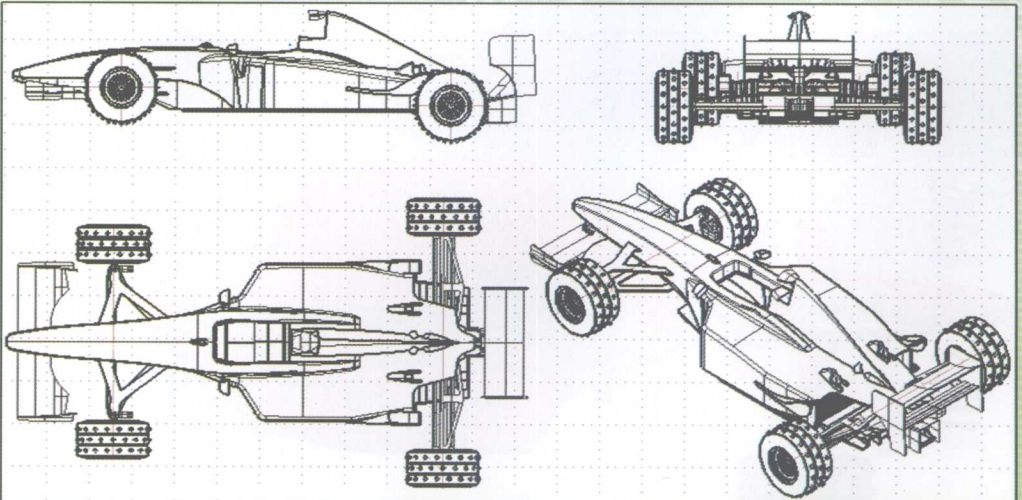
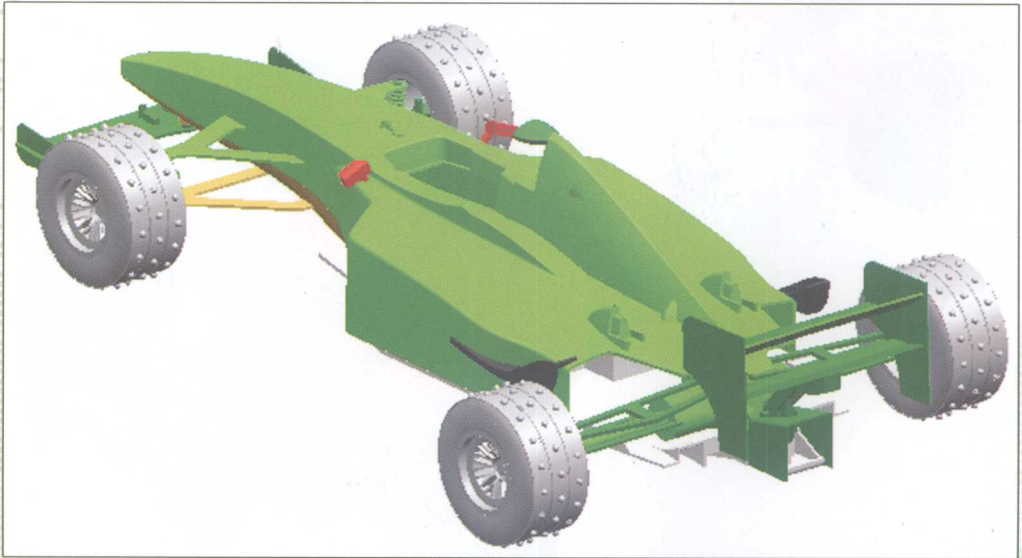
本书是常州轻工职业技术学院实施“双证融通”教育教学改革的结晶,是一本实用性较好的项目案例教学指导教材,可作为 CAD/CAM、模具、数控专业毕业生毕业设计参考教材,也可作为各工厂企业从事产品设计、CAD 应用的广大工程技术人员的参考用书,适用于 UG 软件的中、高级用户。本书也能作为逆向工程专业建设、课程建设和先进制造领域等相关课程的参考用书,同时也是一本项目教学的经典案例教材。

本书由常州轻工职业技术学院周大农院长校审并作序。在编写过程中得到了常州轻工职业技术学院、优集系统（中国）有限公司与UGS各授权培训中心的大力支持，在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限, 纍误欠妥之处, 恳请读者指正并提宝贵意见。我的 E-mail: YF2008@CZILI. EDU. CN。

袁 锋





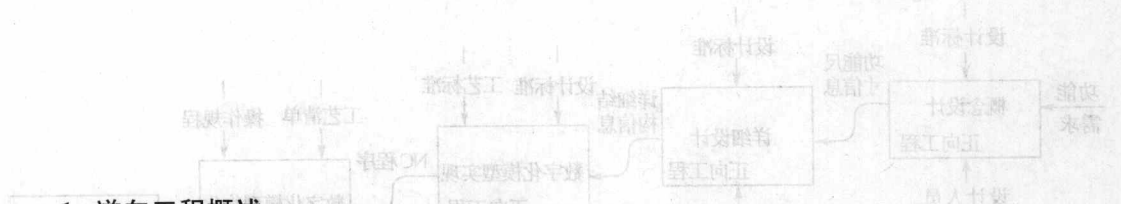
目录

序	
前言	
绪论	1
第 1 章 F1 方程式赛车罩壳逆向造型	4
1.1 调入 IGES 三维数据采集点	5
1.2 移动点集中心至坐标原点	9
1.3 绘制赛车罩壳前侧面直线	17
1.4 绘制赛车罩壳前侧面	21
1.5 绘制赛车前顶面外形线	26
1.6 绘制赛车罩壳前顶面	44
1.7 绘制赛车罩壳后顶面外形线	59
1.8 绘制赛车罩壳后顶面	68
1.9 绘制赛车罩壳后侧面曲线	81
1.10 绘制赛车罩壳后侧面	86
1.11 绘制赛车罩壳边小三角面	99
1.12 绘制赛车罩壳顶过渡面	121
1.13 绘制赛车罩壳座孔侧面	126
1.14 绘制赛车罩壳顶脊面	142
1.15 绘制赛车车座周边面	152
1.16 创建赛车罩壳实体	171
1.17 创建赛车罩壳表面细节(一)	200
1.18 创建赛车罩壳表面细节(二)	224
1.19 创建赛车罩壳支架	248
1.20 创建赛车罩壳表面细节(三)	260
1.21 创建赛车罩壳表面细节(四)	274
1.22 创建赛车罩壳表面细节(五)	286
第 2 章 F1 方程式赛车底壳逆向造型	312

2.1	前期准备	313
2.2	创建赛车底壳轮廓线	323
2.3	创建赛车底壳轮廓曲面	325
2.4	创建赛车底壳实体	344
2.5	创建赛车底壳支架	347
2.6	创建赛车底壳支架装配孔	359
第3章	F1 方程式赛车装配	367
3.1	装配赛车底座	368
3.2	装配赛车尾部零件	375
3.3	装配赛车头部零件	394
3.4	装配赛车罩壳及附件	402
3.5	创建爆炸视图	409
第4章	F1 方程式赛车渲染	411
4.1	渲染前准备工作	412
4.2	渲染赛车车壳、前底壳、尾翼	417
4.3	渲染赛车其他部件	431

绪 论

逆向工程是指从现有模型（产品样件、实物模型等）经过一定的手段转化为概念模型和工程设计模型，如利用三坐标测量机的测量数据对产品进行数学模型重构，或者直接将



1. 逆向工程概述

逆向工程技术（Reverse Engineering, RE）也称逆向工程，是在没有产品原始图纸、文档的情况下，对产品实物进行测量和工程分析，经 CAD/CAM/CAE 软件进行数据处理，重构几何模型，并生成数控程序，由数控机床重新加工复制出产品的过程。它有别于传统的由图纸制造产品的顺向思维模式，这项新技术一经问世，立即受到了各国和学术界的高度重视。

逆向工程是相对于传统的产品设计流程即所谓的正向工程（Forward Engineering, FE）而提出的。正向工程是泛指按常规的从概念（草图）设计到具体模型设计再到成品的生产制造过程。反向工程是指从现有模型（产品样件、实物模型等）经过一定的手段转化为概念模型和工程设计模型，如利用三坐标测量机的测量数据对产品进行数学模型重构，或者直接将

这些离散数据转化成 NC 程序进行数控加工而获取成品的过程，是对已有产品的再设计、再创造的过程。图 0-1 为汽车轮毂帽的三坐标测量机逆向采集数据，图 0-2 为汽车轮毂帽 CAD 实物模型重现。

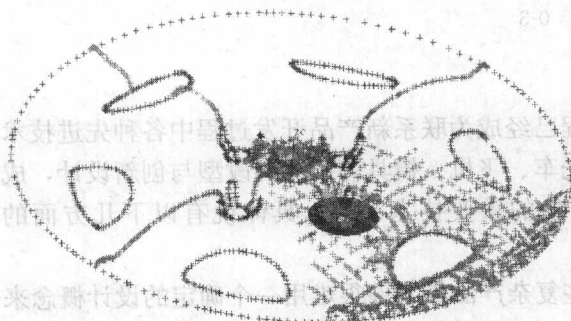


图 0-1

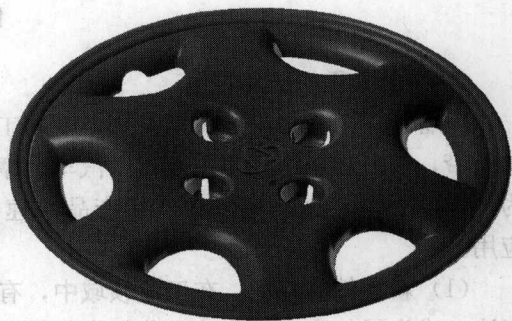


图 0-2

在经济全球化的压力下，国家、企业面临的竞争日趋激烈，市场竞争机制已渗透到各个领域，随着科学技术的高度发展，科技成果的应用已成为推动生产力发展和社会进步的重要手段。如何更快、更好地发展科技和经济，世界各国都在研究对策，充分利用别国的科技成就加以消化吸收与创新，进而发展自己的技术已成为普遍的手段。

由于技术保密，除非购买转让，否则要获得产品的图样、技术文档、工艺等技术资料几乎是不可实现的，而产品实物作为商品和最终的消费品，是最容易获得的一类“研究”对

象。在只有产品原型或实物模型条件下,可以基于产品实物逆向工程对产品零件进行生产制造。除实现对原型的仿制外,通过重构产品零件的 CAD 模型,在探询和了解原设计技术的基础上,实现对原型的修改和再设计,以达到设计创新、产品更新之目的。对于其他具有复杂曲面外形的零部件,逆向工程更成为其主要的设计方式。作为获取成品的两种不同途径,正向工程和逆向工程的设计流程如图 0-3 所示。

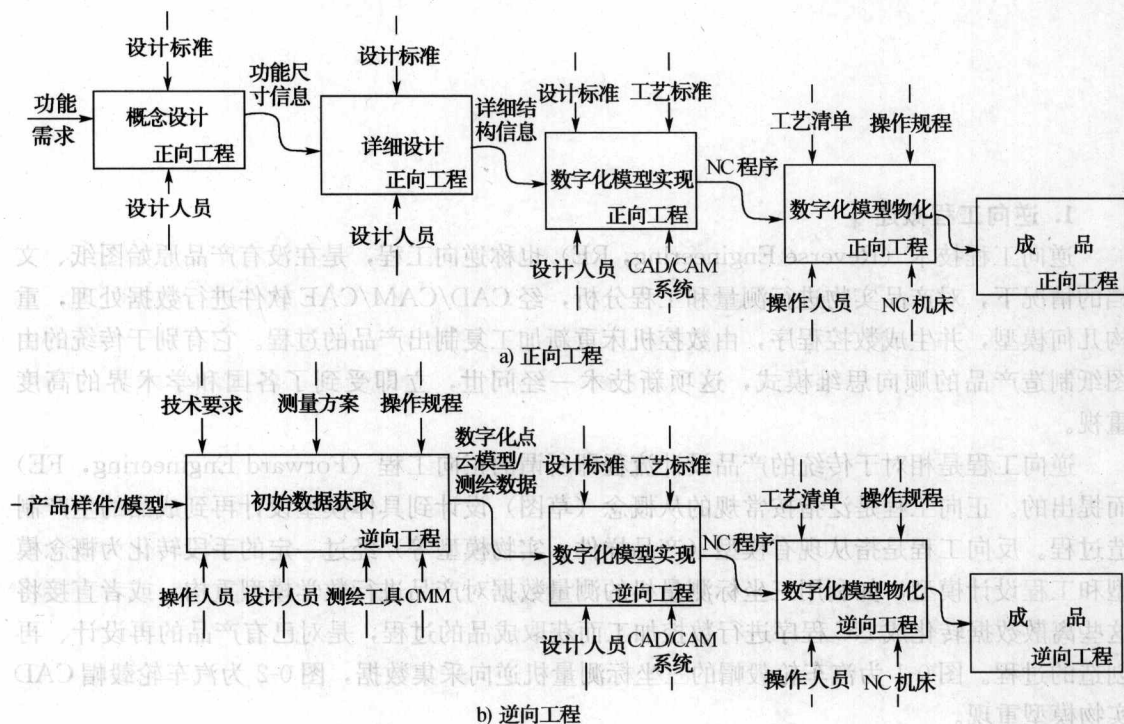


图 0-3

2. 逆向工程的应用范围

随着逆向工程技术的不断发展,逆向工程已经成为联系新产品开发过程中各种先进技术的纽带,被广泛应用于家用电器、汽车、摩托车、飞机、模具等产品的改型与创新设计,成为消化、吸收先进技术,实现新产品快速开发的重要技术手段。具体说有以下几方面的应用:

(1) 新零件的设计 在工业领域中,有些复杂产品或零件很难用一个确定的设计概念来表达,或为了与客户交流,以获得优化的设计,设计者常常通过创建基于功能和分析需要的一个物理模型,来进行复杂或重要零部件的设计,然后用逆向工程方法从物理模型构造出 CAD 模型,在该模型的基础上可以作进一步的修改,实现产品的改型或仿型设计。

(2) 已有零件的复制 在缺乏二维设计图样或者原始设计参数情况下,需要将实物零件转化为产品数字化模型,从而通过逆向工程方法对零件进行复制,以再现原产品或零件的设计意图,并可利用现有的计算机辅助分析 (CAE)、计算机辅助制造 (CAM) 等先进技术,进行产品创新设计。

(3) 损坏或磨损零件的还原 当零件损坏或磨损时,可以直接采用逆向工程方法重构该

第 1 章

F1 方程式赛车罩壳逆向造型

项目介绍与分析

本章主要讲述 F1 方程式赛车罩壳的构建，其构建思路为：首先，分析点的组成，将点集中心移动至坐标原点，使其左右对称，然后绘制外形轮廓曲线，规律延伸生成赛车罩壳四周壁面，应用扫掠曲面生成赛车罩壳顶面，创建通过曲线曲面来绘制赛车罩壳顶脊面；第二步，裁剪多余片体后缝合，形成赛车罩壳左半部实体，再进行抽壳，倒圆角，创建赛车罩壳细节部分；最后，逐个合并形成赛车罩壳实体，效果如图 1-1 所示。

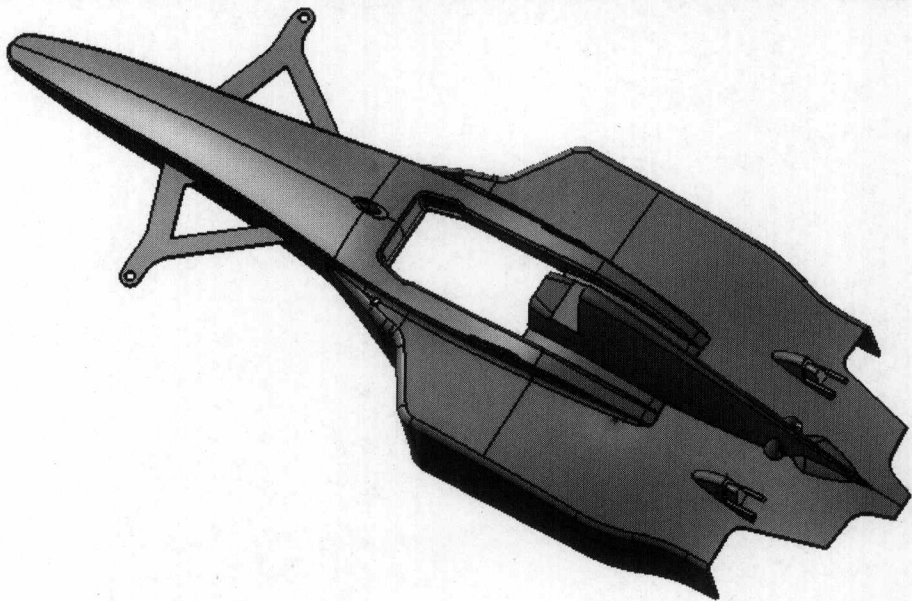


图 1-1

教学目标

通过该实例的练习，使读者能熟练掌握逆向造型的基本方法，开拓创建思路及提高片体裁剪、编辑能力；熟练掌握偏置曲面、规律延伸、拉伸曲面、网格曲面、扫掠曲面、通过曲线曲

面、曲面倒圆角及多种片体修剪与延伸等特征创建的基本技巧,通过桥接曲线的微调来使曲线更加贴近点。对于两块间隔的面采用创建网格曲面使其与相邻面相切,运用变半径面倒圆功能来创建不规则的倒圆曲面;运用加厚片体、偏置曲面及抽壳等功能来完成赛车罩壳的创建。

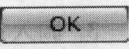
重点:逆向造型的基本思路与方法,各种曲线、曲面及编辑功能的灵活运用。

难点:网格曲面、扫掠曲面的创建及编辑。

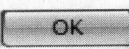
教学过程

1.1 调入 IGES 三维数据采集点

1. 新建文件

选择菜单中的【File】/【New】命令或选择 (新建)图标,系统出现【File New】(新的文件)对话框,在 New File Name (新的文件名)栏中输入 cheke.prt,单击  按钮确定,进入 UG 界面,并且在【Start】(开始)下拉菜单下选择【Modeling】(建模)按钮。

2. 调入点文件 1.igs

选择菜单中的【File】/【Import】/【IGES】命令,如图 1-2 所示,系统出现【导入 IGES】对话框,如图 1-3 所示;单击 (浏览)按钮,找到光盘 \part\ IGES 文件下的 1.igs 文件,然后在【导入 IGES】对话框中单击  按钮确定,再在图层对话框中将第 4 图层打开,完成效果如图 1-4 所示。

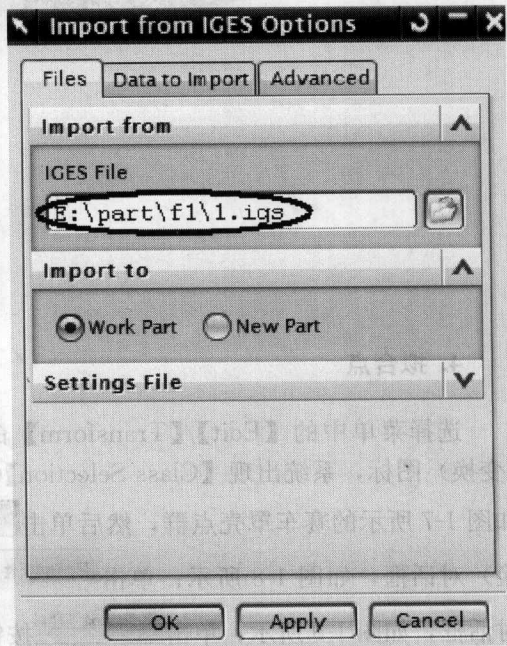
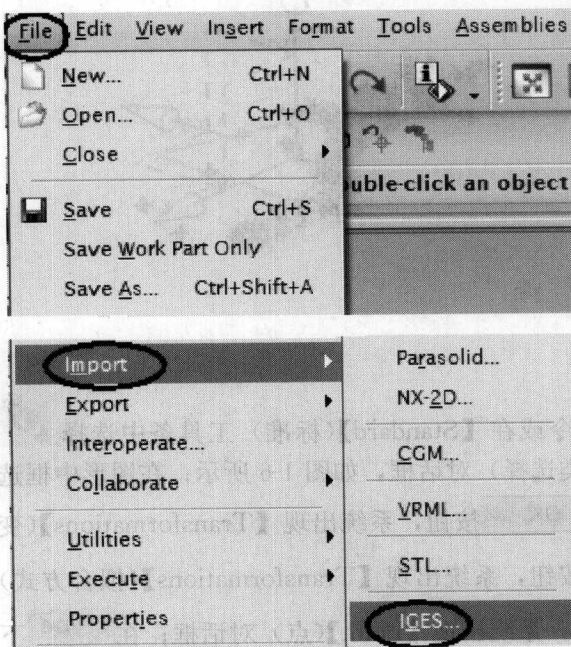


图 1-2 调入 IGES 三维数据采集点

图 1-3

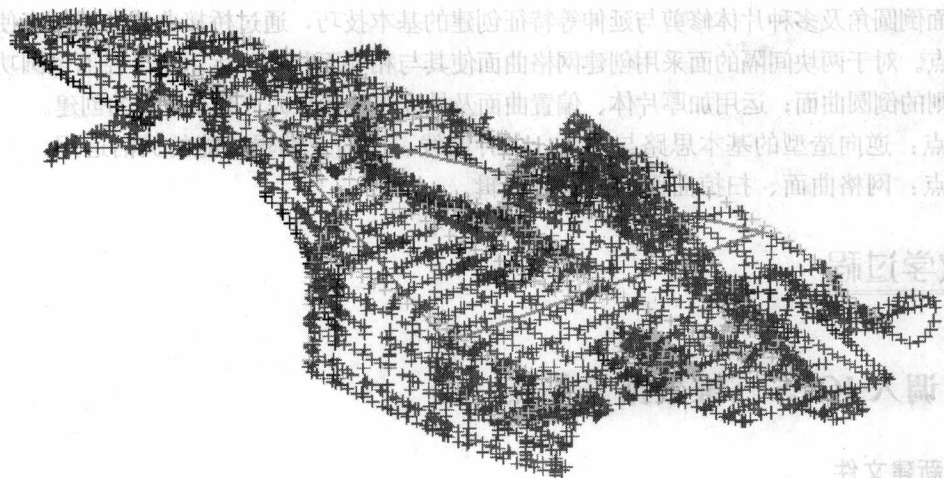


图 1-4

3. 调入点文件 2.igs

按照步骤 2 的方法调入点文件 2.igs, 在图层对话框中将第 5 图层打开, 完成效果如图 1-5 所示。

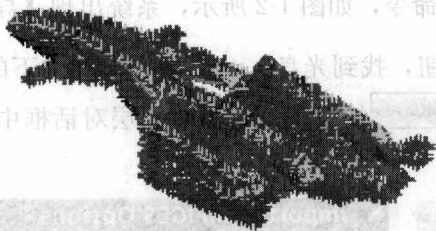


图 1-5

4. 拟合点

选择菜单中的 **【Edit】/【Transform】** 命令或在 **【Standard】**(标准) 工具条中选择  (变换) 图标, 系统出现 **【Class Selection】**(类选择) 对话框, 如图 1-6 所示; 在图形中框选如图 1-7 所示的赛车罩壳点群, 然后单击 **OK** 按钮, 系统出现 **【Transformations】**(变换) 对话框, 如图 1-8 所示; 单击 **Point Fit** 按钮, 系统出现 **【Transformations】**(拟合方式) 对话框, 如图 1-9 所示; 单击 **3-Point Fit** 按钮, 系统出现 **【Point】**(点) 对话框; 在 **Type** 下拉框中选择 **End Point** 终点选项, 如图 1-10 所示; 接着在图形中依次选择如图 1-11 所示的 3