



Rhino 5.0

产品造型设计

基础教程

张铁成 孔祥富 编著

Rhino 5.0

产品造型设计 基础教程

张铁成 孔祥富 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书主要讲述 Rhino 5.0 的基本操作及其在产品造型设计中的具体应用。首先采用循序渐进的方式对 Rhino 5.0 的常用命令及新功能进行重点讲解；其次详细介绍了 Rhino 的网格建模插件 T-Splines 的基础知识，扩展 Rhino 的建模方法，提高建模速度与质量；再次介绍了实时渲染软件 KeyShot 的基本操作和产品渲染流程；最后通过小家电、卡通玩具和家具等具体设计实例充分展示 Rhino 在产品造型设计中的具体方法和具体操作步骤，通过 KeyShot 渲染器完成了部分产品的渲染。

本书的配套光盘中提供了所有实例的造型过程文件、结果文件及视频操作教程。所有实例文件突破了以往 Rhino 文件只能查看结果、不能查看造型过程的缺陷，可随时查看产品造型顺序、各部件的造型过程，增加对建模过程和方法的掌握，可起到举一反三的作用。

本书可作为设计类专业的学生计算机辅助设计课程的教材或参考资料，也可供从事工业产品造型设计人员自学参考。

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

Rhino 5.0 产品造型设计基础教程/张铁成，孔祥富编著. —北京：清华大学出版社，2013
ISBN 978-7-302-33391-3

I. ①R… II. ①张… ②孔… III. ①产品设计—计算机辅助设计—应用软件—教材 IV. ①TB472-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2013）第 180895 号

责任编辑：冯 昕
封面设计：傅瑞学
责任校对：赵丽敏
责任印制：宋 林

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

社 总 机：010-62770175

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：清华大学印刷厂

经 销：全国新华书店

开 本：185mm×260mm
(附光盘 1 张)

印 张：17.25

字 数：404 千字

版 次：2013 年 9 月第 1 版

印 次：2013 年 9 月第 1 次印刷

印 数：1~3000

定 价：42.00 元

产品编号：050346-01





Rhino 是由美国 Robert McNeel 公司于 1998 年推出的一款基于 NURBS (Non-Uniform Rational B-Spline, 非均匀有理 B 样条曲线) 的三维建模软件, 是一款强大的专业 3D 造型软件, 广泛地应用于工业设计、产品设计、建筑艺术、汽车制造、机械设计、船舶设计、航空技术、珠宝首饰和太空技术等各个领域。

在工业设计, 尤其是产品设计中, 三维设计表现具有非常重要的作用, 快速、准确地将创意表现出来是工业设计师必备的能力之一。Rhino 因其曲面功能强大、操作方便、入门快捷受到广大工业设计师和学生的欢迎, 非常适合于工业产品设计早期阶段的设计方案快速表现, 在产品设计领域具有广泛的应用。

Rhino 5.0 正式版在操作界面、操作方式及功能上有了极大的改进, 增加了操作轴等新功能, 在建模速度上有了极大的提高。为了系统地掌握 Rhino 的基本操作, 熟悉 Rhino 5.0 新增加的功能, 并将新功能应用到具体造型设计中, 迫切需要一本涵盖从 Rhino 5.0 基础命令讲解到具体造型设计案例应用的教材, 以满足工业设计专业学生及相关设计人员在计算机辅助设计构思和表现方面的需要。

本书是一本系统讲授 Rhino 5.0 基础操作的教材, 同时详细介绍了网格建模插件 T-Splines 的基础操作, 将细分曲面建模方法与 NURBS 完美结合, 扩展了 Rhino 的建模方法, 其基础操作内容和相关的造型设计案例可作为高校教师教学的参考和学生自学的参考, 是非常难得的学习资料。

全书共 13 章, 各章内容简要介绍如下。

第 1 章 (概述): 初步介绍 Rhino 的特点及工业设计常用的计算机辅助三维设计软件。

第 2 章 (Rhino 5.0 界面): 主要介绍 Rhino 的工具列、工作视图、显示模式、建模辅助、图层、建构历史和 Rhino 选项及新增加的功能——操作轴。

第 3 章 (Rhino 基本操作): 主要介绍 Rhino 的基本选取工具和新增选取工具、移动、复制、旋转、缩放、镜射、组合、炸开、修剪、分割和群组等的基本操作。

第 4 章 (线的绘制与编辑): 主要介绍点的建立与编辑、绘制线、从物体建立曲线、曲线工具和曲线阶数与连续性分析。

第 5 章 (创建曲面、编辑与分析曲面): 详细介绍 Rhino 常用的曲面创建工具、常用的曲面编辑工具、曲面的连续性分析及曲面的检测与分析工具。

第 6 章 (建立实体及实体工具): 详细介绍 Rhino 基本实体的创建和特殊实体的创建、常用实体编辑工具的使用。

第 7 章 (变动工具): 主要介绍 Rhino 中常用的定位、阵列等变动工具。

第 8 章 (Rhino 高级操作): 主要介绍在 Rhino 中导入参考图片的不同方法, 常用的建

模方法如实体法、塑形法，渐消面的创建，三边面的处理及不同的混接实例。

第 9 章 (T-Splines 网格建模插件): T-Splines 系统性的讲解, 包含操作界面、T-Spline 曲面基础知识、从基本实体创建 T-Splines 曲面、从线创建 T-Splines 曲面、从输入曲面创建 T-Splines 曲面、增加曲面和增加细节的操作。

第 10 章 (KeyShot 渲染): 从 KeyShot 渲染器的界面、渲染流程如导入模型、材质灯光及背景图的设置、相机的调整、渲染场景等方面对 KeyShot 进行系统性的讲解。

第 11 章 (小家电产品造型实例): 以电吹风和电水壶为例, 详细讲解 Rhino 具体的建模过程和方法。

第 12 章 (卡通产品造型实例): 以卡通台灯和小鸭玩具过程为例, 详细讲解 Rhino 和 T-Splines 在卡通产品建模方法中的结合应用, 充分发挥 T-Splines 有机曲面的特点, 快速完成复杂曲面的创建。

第 13 章 (家具造型实例): 以沙发椅为例, 详细讲解 Rhino 和 T-Splines 在家具造型中的具体结合应用, 并使用 KeyShot 对沙发椅进行渲染。

光盘说明

本书的配套光盘中提供了所有实例过程文件、结果文件及操作视频教程文件, 读者可以在观看视频的过程中参照过程文件及结果文件进行练习, 增强对知识点的理解与掌握。所有实例文件突破了以往 Rhino 文件只能查看结果、不能查看造型过程的缺陷, 本书率先采用图层管理的方式, 将造型过程进行详细记录, 可随时查看产品造型的详细步骤, 增加对建模过程与方法的掌握, 非常便于学习使用。

本书作者与技术支持









本书第 1~7 章由沈阳航空航天大学设计艺术学院工业设计系主任孔祥富编写, 其余章节由大连大学机械工程学院张铁成编写。













尽管编者尽了最大努力, 但由于时间仓促, 加之水平有限, 书中难免存在疏漏之处, 恳请广大读者、专家指正, 可通过 E-mail: vrdesign@163.com 与我们联系。
























编者














2013 年 4 月











































第 1 章 概述	1
1.1 Rhino 简介	1
1.2 工业设计常用三维软件介绍	2
第 2 章 Rhino 5.0 界面	5
2.1 Rhino 工具列	6
2.2 Rhino 工作视图	7
2.3 显示模式	8
2.4 建模辅助	9
2.5 图层	10
2.6 建构历史	12
2.7 Rhino 选项和文件属性	12
2.8 操作轴	14
2.9 本章小结	15
第 3 章 Rhino 基本操作	16
3.1 选取物体	16
3.1.1 基本选取工具	16
3.1.2 Rhino 5.0 新增选取工具	17
3.2 移动 	17
3.3 复制 	18
3.4 旋转 	18
3.5 缩放 	18
3.6 镜射 	20
3.7 组合 	20
3.8 炸开 	20
3.9 修剪 	20

3.10	分割 	21
3.11	群组/解散群组 	21
3.12	本章小结	21
第4章 线的绘制与编辑		22
4.1	点的建立与点的编辑	22
4.1.1	点的建立	22
4.1.2	点的编辑	22
4.2	绘制线	24
4.2.1	直线	24
4.2.2	曲线	25
4.2.3	圆	27
4.2.4	椭圆	27
4.2.5	圆弧	28
4.2.6	矩形	28
4.2.7	多边形	29
4.3	从物体建立曲线	29
4.3.1	投影至曲面与将曲线拉至曲面	29
4.3.2	复制边缘、复制边框、复制面的边框	30
4.3.3	抽离结构线与抽离线框	31
4.3.4	垂直混接 	31
4.3.5	物体交集 	32
4.3.6	断面线 	32
4.3.7	轮廓线 	33
4.4	曲线工具	33
4.4.1	曲线圆角、曲线斜角及全部圆角	33
4.4.2	可调式混接曲线、混接曲线	33
4.4.3	衔接曲线 	34
4.4.4	对称 	35
4.4.5	偏移曲线	35
4.4.6	延伸曲线 	36
4.4.7	从两个视图的曲线 	36
4.4.8	对齐轮廓线	37
4.4.9	从断面轮廓线建立曲线 	37
4.4.10	重建曲线 	37
4.5	曲线阶数与连续性	38
4.5.1	曲线的阶数	38

4.5.2	曲线的连续性	38
4.6	曲线分析	39
4.7	本章小结	41
第5章	创建曲面、编辑与分析曲面	42
5.1	曲面的创建	42
5.1.1	指定三或四个角建立曲面 	42
5.1.2	以平面曲线建立曲面 	42
5.1.3	以网线建立曲面 	43
5.1.4	放样 	44
5.1.5	以二、三或四个边缘曲线建立曲面 	45
5.1.6	矩形平面 	45
5.1.7	挤出 	45
5.1.8	单轨扫掠 	46
5.1.9	双轨扫掠 	47
5.1.10	旋转成形	48
5.2	曲面的编辑	49
5.2.1	延伸曲面 	49
5.2.2	曲面圆角/曲面斜角/曲面混接	50
5.2.3	混接曲面 	50
5.2.4	偏移曲面	51
5.2.5	衔接曲面 	52
5.2.6	合并曲面 	52
5.2.7	对称 	53
5.2.8	重建曲面 	53
5.2.9	缩回已修剪曲面 	53
5.3	曲面的检测与分析	54
5.3.1	方向分析 	54
5.3.2	曲率分析 	55
5.3.3	拔模角度分析 	56
5.3.4	环境贴图分析 	57
5.3.5	斑马纹分析 	57
5.4	Rhino 5.0 曲面新功能	58
5.4.1	切割用平面 	58
5.4.2	图框平面 	59
5.5	本章小结	59

第6章 建立实体及实体工具.....	60
6.1 建立实体.....	60
6.1.1 基本实体的建立.....	60
6.1.2 特殊实体的创建.....	63
6.2 实体工具.....	64
6.2.1 布尔运算.....	64
6.2.2 加盖与抽离曲面.....	65
6.2.3 自动建立实体 	66
6.2.4 实体边缘圆角/混接/边缘斜角.....	66
6.3 Rhino 5.0 实体工具新增功能.....	67
6.3.1 打开实体点 	67
6.3.2 多重曲面薄壳 	67
6.4 本章小结.....	67
第7章 变动工具.....	68
7.1 定位.....	68
7.1.1 定位：两点 	68
7.1.2 定位曲线至边缘 	68
7.1.3 垂直定位至曲线 	70
7.2 阵列.....	70
7.2.1 矩形阵列 	70
7.2.2 环形阵列 	70
7.2.3 单方向阵列.....	71
7.3 设置点 	71
7.4 扭转 	72
7.5 弯曲 	72
7.6 沿着曲线流动 	72
7.7 重新对应至工作平面 	73
7.8 本章小结.....	73
第8章 Rhino 高级操作.....	74
8.1 导入参照图片.....	74
8.1.1 使用背景图工具导入图片.....	74
8.1.2 使用材质导入图片.....	74
8.1.3 使用图框平面导入图片.....	74
8.2 建模方法.....	75

8.2.1	实体布尔运算法	75
8.2.2	曲面缝合法	75
8.2.3	塑形法	76
8.3	不同混接实例	78
8.4	渐消面	80
8.5	三边面处理	84
8.6	本章小结	88
第 9 章	T-Splines 网格建模插件	89
9.1	T-Splines 简介	89
9.2	T-Splines 安装	89
9.3	T-Splines 操作界面	90
9.3.1	T-Splines 工具列和选项	90
9.3.2	选择 (Selection)	90
9.3.3	编辑模式 (Edit mode)	93
9.3.4	认识 T-Spline 曲面	96
9.4	从基本实体创建 T-Splines 曲面	100
9.4.1	基本实体通用属性	100
9.4.2	立方体 (tsBox) 	101
9.4.3	平面 (tsPlane) 	102
9.4.4	球 (tsSphere) 	102
9.4.5	圆柱 (tsCylinder) 	102
9.4.6	圆锥 (tsCone) 	102
9.4.7	圆环 (tsTorus) 	103
9.4.8	方球 (tsQuadball) 	103
9.5	从线创建 T-Splines 曲面	103
9.5.1	挤出曲线 (Extrude curve) 	104
9.5.2	圆管 (Piping) 	104
9.5.3	从基本线创建曲面 (TsFromLines) 	105
9.5.4	放样曲线 (tsLoft) 	110
9.5.5	皮肤 (Fit t-splines to curves) 	110
9.6	从输入曲面创建 T-Splines 曲面 	113
9.6.1	NURBS 曲面转换为 T-Splines 面	113
9.6.2	NURBS 曲面转换为 T-Spline 面的建议	113
9.7	增加曲面	115
9.7.1	挤出曲面 (Extrude face) 	115
9.7.2	挤出边 (Extrude edge) 	115
9.7.3	添加面 (Append) 	116
9.7.4	填充孔 (Fill hole) 	116

9.7.5	复制曲面 (Duplicate faces) 	116
9.8	增加细节	117
9.8.1	曲面细分 (Subdivide face) 	117
9.8.2	插入控制点 (Insert control point) 	119
9.8.3	插入边 (Insert edge) 	121
9.8.4	锐边 (Crease) 	122
9.8.5	删除锐边 (Remove creases)  (右击)	124
9.8.6	边倒角 (Bevel) 	125
9.9	删除 (Delete) 	125
9.10	合并曲面 (Combining surfaces)	126
9.10.1	焊接点 (Weld points) 	126
9.10.2	合并边 (Merge edges) 	127
9.10.3	分离边 (Unweld edges)  (右击)	128
9.10.4	衔接 (Match) 	129
9.10.5	桥接 (Bridge) 	129
9.11	点的其他操作	131
9.11.1	点拉回 (Pull) 	131
9.11.2	点平面化 (Flatten points) 	131
9.11.3	权重 (Weight) 	131
9.12	T-Spline 物体的其他操作	132
9.12.1	曲面加厚 (Thicken) 	132
9.12.2	使对称 (Modeling with symmetry) 	133
9.12.3	删除对称 (Remove symmetry)  (右击)	135
9.12.4	修剪 T-Splines 面 (Trimming T-Splines)	136
9.13	T-Splines 曲面修复	137
9.13.1	使均匀 (Make Uniform) 	137
9.13.2	布局 (TsLayout) 	138
9.13.3	反转面 (Flip surface normal) 	139
9.13.4	标准化 (Standardization) 	139
9.14	T-Splines 曲面导出	139
9.14.1	将 T-Splines 曲面转换为 NURBS 曲面	139
9.14.2	将 T-Splines 曲面导入到 SolidWorks 中	140
9.15	本章小结	141
第 10 章	KeyShot 渲染	142
10.1	KeyShot 界面	142
10.2	KeyShot 工作流程	146
10.3	导入模型	146

10.3.1	支持文件类型	146
10.3.2	导入单个和多个模型	146
10.3.3	模型操作	147
10.4	材质	149
10.5	环境	150
10.6	实时设置	153
10.7	相机	155
10.8	渲染输出	158
10.9	材质类型及设置	159
10.10	纹理及标签	160
10.11	本章小结	165
第 11 章	小家电产品造型实例	166
11.1	电吹风造型	166
11.1.1	造型思路分析	166
11.1.2	主体曲面	167
11.1.3	主体装饰条	172
11.1.4	出风口	174
11.1.5	主体曲面分割	177
11.1.6	进风口	178
11.1.7	开关	180
11.1.8	标签	182
11.1.9	挂线环	184
11.1.10	挂线保护套	185
11.2	电水壶造型	187
11.2.1	造型思路分析	187
11.2.2	导入参考图片	188
11.2.3	壶身造型	189
11.2.4	把手造型	189
11.2.5	上盖造型	200
11.2.6	壶嘴造型	202
11.2.7	开关按钮造型	203
11.2.8	开盖按钮造型	206
11.2.9	电源底座造型	209
11.2.10	电源指示灯	209
11.2.11	壶身下部分曲面切口	210
11.3	本章小结	211

第 12 章 卡通产品造型实例	212
12.1 卡通台灯造型	212
12.1.1 造型思路分析	212
12.1.2 导入参考图片	213
12.1.3 灯罩	213
12.1.4 底座	216
12.1.5 旋转轴	219
12.1.6 底座开关	221
12.1.7 灯罩开关	221
12.1.8 眼睛	222
12.2 小鸭玩具造型	223
12.2.1 造型思路分析	223
12.2.2 导入参考图片	224
12.2.3 创建基本形	224
12.2.4 头部细节造型	226
12.2.5 鸭身细节造型	233
12.3 本章小结	243
第 13 章 家具造型实例	244
13.1 沙发椅造型	244
13.1.1 造型思路分析	244
13.1.2 导入参考图片	245
13.1.3 椅身造型	245
13.1.4 椅垫造型	249
13.1.5 头枕及连接杆造型	250
13.1.6 椅垫支架及底座造型	253
13.1.7 细节处理	253
13.2 沙发椅渲染	254
13.2.1 渲染前的准备工作	254
13.2.2 导入沙发椅模型	255
13.2.3 沙发椅材质	256
13.2.4 环境设置	259
13.2.5 渲染输出	259
13.3 本章小结	261

概 述

1.1 Rhino 简介

Rhino 是由美国 Robert McNeel 公司于 1998 年推出的一款基于 NURBS (Non-Uniform Rational B-Spline, 非均匀有理 B 样条曲线) 的三维建模软件, 是一款强大的专业 3D 造型软件, 它可以广泛地应用于工业设计、产品设计、建筑艺术、汽车制造、机械设计、船舶设计、航空技术、珠宝首饰和太空技术等各个领域。能输出 obj、DXF、IGES、STL、3dm 等不同格式的文件, 并适用于几乎所有的 3D 软件。

Rhino 是一款可以在系统中建立、编辑、分析和转换 NURBS 曲线、曲面和实体的三维多功能建模软件。Rhino 在建模时不受模型的复杂度、阶数以及尺寸的限制, 并且支持多边形网格和点云。从设计稿、手绘到实际产品, 或只是一个简单的构思, Rhino 所提供的曲面工具可以精确地制作所有用来作为渲染表现、动画、工程图、分析评估以及生产用的模型。

Rhino 可与目前非常流行的 3D 自由体建模工具“MOI3D 自由设计大师”无缝结合, 更可与建筑界的主流概念设计软件——SketchUp 建筑草图大师兼容, 给建筑业界人士提供了一种自由体建模的优秀工具。

Rhino 有丰富的插件, 在建模、渲染及专业领域都有相关的插件扩展 Rhino 的功能, 主要有以下几种。

(1) Grasshopper: Grasshopper 是一款在 Rhino 环境下运行的采用程序算法生成模型的插件, 是一款参数化设计的软件。目前主要应用在建筑设计领域, 刚刚在中国兴起, 主要用于建筑表皮效果制作和构建复杂曲面造型。使用 Grasshopper 不需要太多程序语言的知识, 可以通过一些简单的流程方法达到设计师所想要的模型。

(2) T-Splines: T-Splines 是由 Autodesk 公司领导开发的一种具有革命性的崭新建模技术, 它结合了 NURBS 和细分表面建模技术的特点, 虽然和 NURBS 很相似, 但极大地减少了模型表面上的控制点数目, 可以进行局部细分和合并两个 NURBS 面片等操作, 使建模操作速度和渲染速度都得到提升。其 T 曲面是继网格曲面、NURBS 曲面的下一代的曲面建模技术。

(3) KeyShot: KeyShot 是一个互动性的光线追踪与全域光渲染程序, 是一款采用 CIE (国际照明协会) 认证过的渲染引擎的渲染器, 它采用的是科学光学标准的真实世界的灯光及材质, 通过科学而准确的算法, 可以在很短的时间内, 无须复杂的设定即可产生相片级真实的 3D 渲染影像。同时具有动画制作功能, 可满足工业产品展示中位置、旋转、缩放

等动画制作的需要，还提供了摄像机动画。最新版中提供了全景图制作工具，可制作全景图，对产品进行全方位的展示。

KeyShot for Rhino 是 KeyShot 官方提供的 Rhino 接口 Plugins (插件)，在 Rhino 中安装 KeyShot 渲染器后，Rhino 的菜单栏中会出现有关 KeyShot 渲染器的选项。

(4) V-Ray for Rhino: V-Ray 是由 Chaosgroup 和 Asgvis 公司出品的一款高质量的渲染软件，是建筑表现、CG 等设计领域最受欢迎的渲染引擎之一。基于 V-Ray 内核开发的有 V-Ray for 3dsMax、V-Ray for Maya、V-Ray for SketchUp、V-Ray for Rhino 等诸多版本，为不同领域的优秀 3D 建模软件提供了高质量的图片和动画渲染工具。

1.2 工业设计常用三维软件介绍

1. Creo

Creo 是美国 PTC 公司于 2010 年 10 月推出、整合了 PTC 公司 Pro/Engineer 的参数化技术、CoCreate 的直接建模技术和 ProductView 的三维可视化技术的新型 CAD 设计软件包。

Cero Parametric (原 Pro/Engineer) 是目前主流的 CAD/CAM/CAE 软件之一，在国内产品设计领域占据重要位置，作为当今世界机械 CAD/CAE/CAM 领域的新标准而得到业界的认可和推广。它第一个提出了参数化设计的概念，并且采用了单一数据库来解决特征的相关性问题；采用模块化方式，可以分别进行草图绘制、零件制作、装配设计、钣金设计、加工处理等，保证用户可以按照自己的需要进行选择使用；其基于特征的方式，能够将设计至生产全过程集成到一起，实现并行工程设计。

Cero Parametric 中提供了工业设计专用的自由曲面造型功能。造型是一种直观且交互式的设计环境，用于创建嵌入 Creo Elements/Pro 参数化环境内的自由曲线和曲面。这种超级特征在零件层创建，并允许使用任意多或少的约束建立模型曲线和曲面。四个视图的布局允许在多个视图中同时进行操作，独特的软件技术可创建更灵活多变的曲线。编辑控制实现了与模型的快速、直观和动态的交互作用。设计者和工程师可以快速、轻松地创建极为准确并具有独特美感的产品设计，从而根据需求而不是软件的限制来进行设计。

2. Alias

Autodesk Alias Studio 软件是目前世界上最先进的工业造型设计软件，是全球汽车、消费品造型设计行业的标准设计工具。目前 Alias 2013 产品线全新整合，并且重新使用“Alias”为产品名称，以前的 AliasStudio、DesignStudio、SurfaceStudio 等不再使用，取而代之的是更加具有市场针对性的 AliasDesign、AliasSurface 以及 AliasAutomotive，分别针对产品设计、曲面设计以及汽车设计三大市场，提供了从早期的草图绘制、造型，一直到制作可供加工采用的最终模型各个阶段的设计工具。

Alias 软件从本质上区别于 CAD 类软件，位于产品设计的前端。其价值在于对外形设计的高自由度及其效率。Alias 软件巧妙地将设计与工程、艺术和科学连接起来，整个设计流程天衣无缝，将设计、创意与生产一元化，成为全球工业设计师梦寐以求的设计工具。应用 Alias 软件，可以进行上至飞机、卫星，下至汽车、日用化工产品（如口红）等各种产

品的造型开发设计, 在欧美国家也广泛用于最先进的军需品的造型设计。

3. Unigraphics NX

UG (Unigraphics NX) 是 Siemens PLM Software 公司出品的一个产品工程解决方案, 它为用户的产品设计及加工过程提供了数字化造型和验证手段。UG NX 包含了企业中应用最广泛的集成应用套件, 用于产品设计、工程和制造等全线的开发过程。UG NX 主要功能如下。

(1) 工业设计和风格造型: UG NX 为那些培养创造性和产品技术革新的工业设计和风格提供了强有力的解决方案。利用 NX 建模, 工业设计师能够迅速地建立和改进复杂的产品形状, 并且使用先进的渲染和可视化工具来最大限度地满足设计概念的审美要求。

(2) 产品设计: UG NX 包括了世界上最强大、使用最广泛的产品设计应用模块。NX 具有高性能的机械设计和制图功能, 为制造设计提供了高性能和灵活性, 以满足用户设计任何复杂产品的需要。NX 优于通用的设计工具, 具有专业的管路和线路设计系统、钣金模块、专用塑料件设计模块和其他行业设计所需的专业应用程序。

(3) 仿真、确认和优化: UG NX 允许制造商以数字化的方式仿真、确认和优化产品及其开发过程。通过在开发周期中较早地运用数字化仿真性能, 制造商可以改善产品质量, 同时减少或消除对于物理样机的昂贵耗时的设计、构建, 以及对变更周期的依赖。

(4) NC 加工: UG NX 加工基础模块提供联接 UG 所有加工模块的基础框架, 它为 UG NX 所有加工模块提供一个相同的、界面友好的图形化窗口环境, 用户可以在图形方式下观测刀具沿轨迹运动的情况并可对其进行图形化修改。UG 软件所有模块都可在实体模型上直接生成加工程序, 并保持与实体模型全相关。

(5) 模具设计: UG 是当今较为流行的一种模具设计软件, 主要是因为其功能强大。

4. CATIA

CATIA 是法国达索公司的产品开发旗舰解决方案, 作为 PLM 协同解决方案的一个重要组成部分, 它可以帮助制造商设计他们未来的产品, 并支持从项目前阶段、具体的设计、分析、模拟、组装到维护在内的全部工业设计流程。模块化的 CATIA 系列产品旨在满足客户在产品开发活动中的需要, 包括风格和外形设计、机械设计、设备与系统工程、管理数字样机、机械加工、分析和模拟。

CATIA 拥有强大的曲面设计模块, 主要包括以下几个。

(1) 创成式造型 (Generic Shape Design): 简称 GSD, 完全参数化操作。非常完整的曲线操作工具和最基础的曲面构造工具, 除了可以完成所有曲线操作以外, 还可以完成拉伸、旋转、扫描、边界填补、桥接、修补碎片、拼接、凸点、裁剪、光顺、投影和高级投影、倒角等功能, 连续性最高达到 G2, 生成封闭片体, 完全达到普通三维 CAD 软件的曲面造型功能。

(2) 自由风格造型 (Free Style Surface): 简称 FSS, 几乎完全非参数化。除了包括 GSD 中的所有功能以外, 还可完成诸如曲面控制点 (可实现多曲面到整个产品外形同步调整控制点、变形), 自由约束边界, 去除参数, 达到汽车 A 面标准的曲面桥接、倒角、光顺等功能, 所有命令都可以非常轻松地达到 G2。

(3) 汽车 A 级曲面 (Automotive Class A): 简称 ACA, 完全非参数化。此模块提供了强大的曲线、曲面编辑功能和一键曲面光顺功能。几乎所有命令可达到 G3, 而且不破坏原有光顺外形。可实现多曲面甚至整个产品外形的同步曲面操作 (控制点拖动、光顺、倒角等)。目前只有纯造型软件, 如 Alias、Rhino 可以达到这个阶数要求, 却达不到 CATIA 的高精度。

(4) 自由风格草图绘制 (Free Style Sketch Tracer): 简称 FST, 可根据产品的三视图或照片描出基本外形曲线。

(5) 塑形曲面 (Image & Shape): 可以像捏橡皮泥一样拖动、拉伸、扭转产品外形、增加“橡皮泥块”等方式以达到理想的设计外形, 可以极其快速地完成产品外形概念设计。