



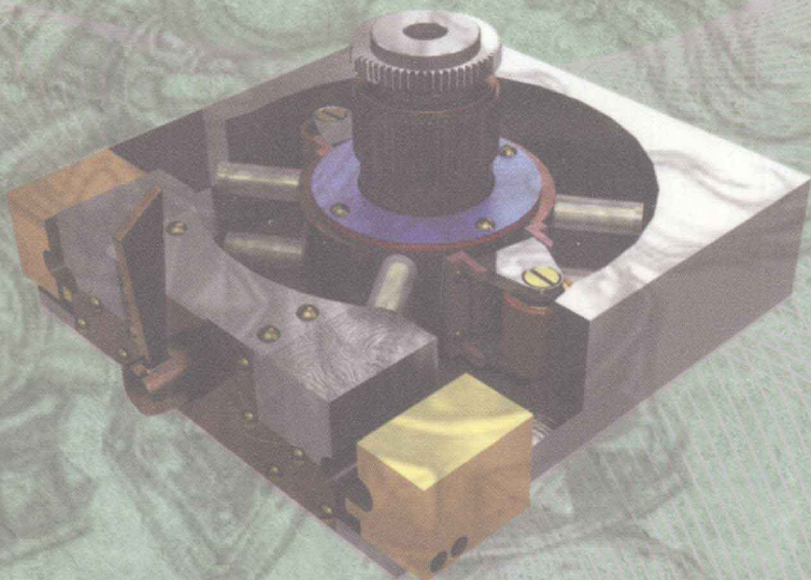
3D动力学院
<http://www.3ddl.cn>

Pro/ENGINEER Wildfire 5.0

产品设计高级教程

主 编 陈 鹏

副主编 杨 静



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS



案例源文件
案例视频



Pro/ENGINEER Wildfire 5.0

产品设计高级教程

主 编 陈 鹏
副主编 杨 静

北京航空航天大学出版社

内容简介

本书以 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 作为软件设计平台,全面介绍使用 Pro/ENGINEER 进行产品设计的方法和技巧。主要内容包括产品设计概论、塑料制品设计,以及 Pro/ENGINEER 产品设计工具、自由造型曲面设计、自顶向下设计、产品逆向设计、参数化程序设计、装配设计与运动仿真和工程图设计等。

本书适用于产品结构设计人员、大(中)专院校工业与机械设计专业师生、想快速掌握 Pro/ENGINEER 软件并应用于实际产品设计开发的各类读者,同时也可作为社会各类相关专业培训机构和学校的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 产品设计高级教程 / 陈

鹏主编. -- 北京:北京航空航天大学出版社,2011.4

ISBN 978-7-5124-0149-5

I. ①P… II. ①陈… III. ①工业产品—计算机辅助
设计—应用软件,Pro/ENGINEER Wildfire 5.0—教材
IV. ①TB472-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 134176 号

版权所有,侵权必究。

Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 产品设计高级教程

主 编 陈 鹏

副主编 杨 静

责任编辑 鲁秀敏 胡 敏

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(邮编 100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱:bhpress@263.net 邮购电话:(010)82316936

北京时代华都印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×1 092 1/16 印张:21.75 字数:557 千字

2011 年 4 月第 1 版 2011 年 4 月第 1 次印刷 印数:4 000 册

ISBN 978-7-5124-0149-5 定价:45.00 元(含 1 张 DVD 光盘)

前 言

Pro/ENGINEER 软件简介

Pro/ENGINEER Wildfire 5.0(野火版)是美国 PTC(Parametric Technology Corporation,参数技术公司)推出的一款基于 PC 平台的三维 CAD/CAM/CAE 参数化软件,具有工业设计、机械设计、动态仿真、模具设计、模拟加工和数据管理等功能模块。PTC 公司提出的参数化设计、三维实体模型、特征驱动和单一数据库的设计概念彻底改变了 CAD 技术的传统观念,逐渐成为当今世界 CAD/CAM/CAE 领域的新标准。Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 以其强大的功能,广泛应用于机械、电子、工业设计、家电和模具、汽车、航空航天等领域。

本书特色

本书作者根据自己多年的产品设计领域工作经验和教学经验,从工程性和实用性出发,通过软件设计技术与产品设计思想、软件基本操作与工程实际应用的有机结合,详细介绍了 Pro/ENGINEER 产品设计的前沿思想和高级方法。归纳起来本书具备以下特点:

(1) 传授先进的设计理念 and 实用的工程技能

本书融汇了作者多年的工程软件应用的实践经验、设计技巧和研究心得,将产品工程设计经验融于书中,结合软件基准操作,详细剖析了先进的设计理念与方法,让读者深刻领悟到 Pro/ENGINEER 产品设计的流程、方法及设计要点,真正做到以不变应万变,为读者以后的实际工作做好技术储备,使读者能够快速掌握产品设计工程技能。

(2) 设计实例来自工程实践

本书精心安排实用经典、结构复杂、代表性强、技术含量和工程价值均较高的企业产品设计案例,书中大部分实例均来自产品设计工程师的实践,保证很强的工程实用性、应用指导性和良好的可操作性。本书结合大量的工程实例详细讲解 Pro/ENGINEER 产品设计的知识要点,让读者在学习工程实例的过程中潜移默化地掌握 Pro/ENGINEER 软件的操作技巧,开拓思路,掌握方法,真正提高产品设计工程应用能力。

(3) 知识点覆盖面广而深

本书涵盖了 Pro/ENGINEER 软件的产品设计工具、自由造型曲面设计、Top-Down 设计、逆向造型设计以及装配设计与运动仿真、工程图设计等内容,并深入剖析了 Pro/ENGINEER 软件基于约束的参数化设计技术、特征建模思想、自由造型技术、逆向造型技术以及 Top-Down 设计思想,让读者全面系统地掌握企业产品

设计开发过程中的典型应用性技术。

本书内容

本书是针对 PTC 公司的最新版本的 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 中文版编写的,详细讲解了 Pro/ENGINEER 产品设计的方法与技巧,通过软件基础技术和大量工程应用实例相结合,软件基本操作与专业设计知识相融合,来深入详细地剖析了 Pro/ENGINEER 软件基于约束的参数化设计技术、特征建模思想、自由造型技术、逆向造型技术以及 Top-Down 设计思想等。本书主要内容如下:

- 第 1 章 产品设计概论
- 第 2 章 塑料制品设计
- 第 3 章 Pro/ENGINEER 产品设计工具
- 第 4 章 Pro/ENGINEER 自由造型曲面设计
- 第 5 章 Pro/ENGINEER 自顶向下设计
- 第 6 章 Pro/ENGINEER 产品逆向设计
- 第 7 章 Pro/ENGINEER 参数化程序设计
- 第 8 章 Pro/ENGINEER 装配设计与运动仿真
- 第 9 章 Pro/ENGINEER 工程图设计

本书适用读者群

本书适用于产品结构设计人员;从事相关行业的工程技术人员;大(中)专院校工业与机械设计专业师生;想快速掌握 Pro/ENGINEER 软件并应用于实际产品设计开发的各类读者,同时也可作为社会各类相关专业培训机构和学校的教学参考书。

除了封面署名作者之外,参与本书编写的人员还有万波、金庆粮、肖东海、刘明亮、刘小亮等,在此向他们表示诚挚的感谢。

本书已力求严谨细致,但由于编者水平有限,加之时间仓促,对于书中存在的疏漏与不妥之处,恳请读者批评指正。

作 者
2010 年 7 月

目 录

第 1 章 产品设计概论	1
1.1 产品设计	1
1.1.1 产品设计概述	1
1.1.2 产品设计的要求	1
1.1.3 产品设计的基本原则	2
1.2 产品设计流程	3
1.3 CAD 技术在产品设计中的应用	3
1.3.1 CAD 技术的应用领域	3
1.3.2 CAD 技术对产品设计的影响	4
1.3.3 CAD 产品设计的一般过程	5
1.3.4 Pro/ENGINEER 产品设计解决方案	5
第 2 章 塑料制品设计	8
2.1 塑料制品设计原则	8
2.2 塑料制品材料选用	8
2.3 塑料制品精度设计	9
2.3.1 尺寸精度	9
2.3.2 表面粗糙度	10
2.4 塑料制品结构设计	10
2.4.1 分模线	10
2.4.2 形 状	11
2.4.3 脱模斜度	12
2.4.4 壁 厚	13
2.4.5 加强筋	15
2.4.6 圆 角	16
2.4.7 支撑面	17
2.4.8 凸台与角撑	18
2.4.9 孔	18
2.4.10 螺 纹	18
2.4.11 齿 轮	19
2.4.12 嵌件设计	19
2.4.13 花 纹	20
2.4.14 铰 链	20
2.4.15 符号、文字和标记	20
2.5 塑件设计工程实例	21

第3章 Pro/ENGINEER 产品设计工具	24
3.1 Pro/ENGINEER 特征建模	24
3.2 Pro/ENGINEER 设计工具	25
3.2.1 基准特征工具	25
3.2.2 曲线构建工具	25
3.2.3 曲面构建工具	26
3.2.4 实体建模工具	28
3.3 产品建模工程实例	29
3.3.1 洗洁精瓶盖设计	29
3.3.2 电磁炉后盖设计	36
3.4 产品建模工程实战	56
第4章 Pro/ENGINEER 自由造型曲面设计	58
4.1 自由造型曲面概述	58
4.2 Pro/ENGINEER 自由造型工具	61
4.2.1 创建自由造型曲线	61
4.2.2 创建自由造型曲面	63
4.2.3 编辑自由造型曲线	63
4.3 自由造型曲面工程实例 1	67
4.4 自由造型曲面工程小结	82
4.4.1 优质曲线构建原则	82
4.4.2 优质曲面构建原则	83
4.4.3 曲面拆分方法	83
4.5 自由造型曲面工程实例 2	102
4.6 自由造型曲面工程实战	132
第5章 Pro/ENGINEER 自顶向下设计	133
5.1 Top-Down 设计技术	133
5.1.1 Top-Down 设计概述	133
5.1.2 Top-Down 设计原则	134
5.1.3 Top-Down 设计系统	134
5.1.4 Top-Down 设计过程	135
5.2 Top-Down 设计方法	136
5.2.1 Top-Down 设计工具	136
5.2.2 Top-Down 设计步骤	137
5.3 Top-Down 设计工程实例	139
5.3.1 创建顶级骨架模型	140
5.3.2 创建产品装配模型	150
5.3.3 创建后盖零件	150
5.3.4 创建上盖骨架模型	155

5.3.5 创建上盖零件	158
5.3.6 创建侧盖零件	163
5.4 Top-Down 设计工程小结	165
5.5 Top-Down 设计工程实战	166
第6章 Pro/ENGINEER 产品逆向设计	167
6.1 逆向工程技术	167
6.1.1 逆向工程概述	167
6.1.2 逆向工程应用	168
6.1.3 逆向工程实施流程	169
6.2 Pro/ENGINEER 逆向工程应用	169
6.2.1 Pro/ENGINEER 逆向工程工具	170
6.2.2 逆向设计工程实例	170
6.2.3 跟踪草绘	225
6.3 逆向设计工程实战	244
第7章 Pro/ENGINEER 参数化程序设计	246
7.1 Pro/ENGINEER 参数化技术	246
7.1.1 造型技术	246
7.1.2 参数化模型	247
7.1.3 参数化驱动	247
7.1.4 参数化建模	247
7.1.5 基于特征的参数化设计	248
7.2 关 系	249
7.2.1 基本概念	249
7.2.2 关系中的运算符	251
7.2.3 关系中的函数	251
7.2.4 关系式工程实例	255
7.3 程序设计	263
7.3.1 Pro/Program 编程	263
7.3.2 Pro/Program 语句	264
7.4 齿轮参数化精确建模	266
7.4.1 齿轮渐开线方程	266
7.4.2 直齿轮参数化建模	268
7.4.3 斜齿轮参数化建模	277
7.5 参数化程序设计工程实例	285
7.6 参数化程序设计工程实战	289
第8章 Pro/ENGINEER 装配设计与运动仿真	291
8.1 装配设计概述	291
8.1.1 设计方法	291

8.1.2 装配设计	292
8.2 Pro/ENGINEER 参数化装配	294
8.2.1 约束装配	294
8.2.2 连接装配	295
8.3 Pro/ENGINEER 高级装配	295
8.4 装配设计工程实例	296
8.4.1 路由器装配设计	296
8.4.2 电饭煲装配设计	300
8.5 机构设计概述	302
8.5.1 机构设计流程	302
8.5.2 机构设计主界面	303
8.5.3 机构设计工程实例	305
8.6 装配设计与运动仿真工程实战	310
第9章 Pro/ENGINEER 工程图设计	311
9.1 Pro/DETAIL 工程图概述	311
9.1.1 Pro/DETAIL 主界面	311
9.1.2 绘图环境设置	312
9.2 Pro/DETAIL 视图创建	314
9.2.1 布局工具	314
9.2.2 创建一般视图	314
9.2.3 创建投影视图	316
9.2.4 创建辅助视图	316
9.2.5 创建详细视图	316
9.2.6 创建旋转视图	317
9.2.7 创建截面视图	318
9.2.8 视图编辑	319
9.3 Pro/DETAIL 工程图标注	320
9.3.1 标注工具	320
9.3.2 创建尺寸	321
9.3.3 创建注释	322
9.3.4 尺寸公差	322
9.3.5 几何公差	323
9.3.6 表面粗糙度	324
9.4 Pro/DETAIL 工程图高级应用	325
9.4.1 草绘	325
9.4.2 表格	326
9.4.3 发布	326
9.5 工程图设计工程实例	328
9.6 工程图设计工程实战	337

第 1 章 产品设计概论

1.1 产品设计

1.1.1 产品设计概述

产品开发是人类出于生产或生活的需要,而从事的一种创造性劳动。设计是人类为了实现某种特定的目的而进行的创造性活动。设计的根本目的是创造一种更加适合人类生存和发展的生活方式。所谓产品设计,指的是把一种计划、规划设想、问题解决方法,通过真实的载体——一种美好的形态表达出来的活动过程。产品设计是一个创造性的综合信息处理过程,它最终的结果是通过线条、符号、数字和色彩把全新的产品显现在图纸和屏幕上。它将人的某种目的或需要转换为一个具体的物理形式或工具的过程,把一种计划、规划设想、问题解决方法,通过具体的载体,以美好的形式表达出来。产品设计反映着一个时代的经济、技术和文化。

1.1.2 产品设计的要求

一项成功的设计,应满足多方面的要求。这些要求,有社会发展方面的,有产品功能、质量、效益方面的,也有使用要求或制造工艺要求。一些人认为,产品要实用,因此,设计产品首先是功能,其次才是形状;而另一些人认为,设计应是丰富多彩的、异想天开的和使人感到有趣的。设计人员要综合地考虑这些方面的要求。下面详细讲述这些方面的具体要求。

1. 社会发展的要求

设计和试制新产品,必须以满足社会需要为前提。这里的社会需要,不仅是眼前的社会需要,而且要看到较长时期的发展需要。为了满足社会发展的需要,开发先进的产品,加速技术进步是关键。为此,必须加强对国内外技术发展的调查研究,尽可能吸收世界先进技术。有计划、有选择、有重点地引进世界先进技术和产品,有利于赢得时间,尽快填补技术空白,培养人才和取得经济效益。

2. 经济效益的要求

设计和试制新产品的主要目的之一,是为了满足市场不断变化的需求,以获得更好的经济效益。好的设计可以解决顾客所关心的各种问题,如产品功能如何、手感如何、是否容易装配、能否重复利用、产品质量如何等;同时,好的设计可以节约能源和原材料、提高劳动生产率、降低成本等。所以,在设计产品结构时,一方面要考虑产品的功能、质量;另一方面要顾及原料和制

造成本的经济性;同时,还要考虑产品是否具有投入批量生产的可能性。

3. 使用的要求

新产品要为社会所承认,并能取得经济效益,就必须从市场和用户需要出发,充分满足使用要求。这是对产品设计的的基本要求。使用的要求主要包括以下几方面的内容:

① 使用的安全性。设计产品时,必须对使用过程的种种不安全因素,采取有力措施,加以防止和防护。同时,设计还要考虑产品的人机工程性能,易于改善使用条件。

② 使用的可靠性。可靠性是指产品在规定的时间内和预定的使用条件下正常工作的概率。可靠性与安全性相关联。可靠性差的产品,会给用户带来不便,甚至造成使用危险,使企业信誉受到损失。

③ 易于使用。对于民用产品(如家电等),产品易于使用十分重要。

④ 美观的外形和良好的包装。产品设计还要考虑和产品有关的美学问题,产品外形和使用环境、用户特点等的关系。在可能的条件下,应设计出用户喜爱的产品,提高产品的欣赏价值。

4. 制造工艺的要求

生产工艺对产品设计的最低要求,就是产品结构应符合工艺原则。也就是在规定的产量规模条件下,能采用经济的加工方法,制造出合乎质量要求的产品。这就要求所设计的产品结构能够最大限度地降低产品制造的劳动量,减轻产品的重量,减少材料消耗,缩短生产周期和制造成本。

1.1.3 产品设计的基本原则

设计应该符合消费潮流,在满足消费者需求的同时,还要为企业带来最大的利益。因此,产品设计的原则体现在如表 1-1 所列的几个方面。

表 1-1 产品设计的原则

符合消费者对美的诉求	不同时代对美的要求是不同的,审美观念随着时间的推移会不断地变化。产品设计和要和社会的审美观念保持一致,才能使设计出来的产品为尽可能多的消费者所接受
实用性与艺术性的协调	设计要两者兼顾,不能厚此薄彼。实用性和艺术性在产品的设计过程中往往会产生矛盾,譬如要完善产品的性能,可能会影响到产品造型;要增加产品立体的视觉效果,可能会影响到产品的结构与性能,等等。设计要调和两者的矛盾,一个优秀的设计应该是两者的统一与圆满的结合
便于生产与开发	产品设计要考虑到投产的可能性以及生产工艺流程的复杂性。因此,产品设计人员在设计之前应充分了解与掌握本企业及本行业的生产技术水平及工艺装备水平,并熟悉生产操作流程
成本的合理性	设计的创新不能不顾成本,在成本与效益之间要寻找到一个最佳的结合点,这样才能使设计出来的产品为消费者接受并给企业带来最大的利润。任何一种新的设计所带来的成本增加都必须限制在消费者所能接受的价格幅度之内

1.2 产品设计流程

产品设计的一般流程可分为市场调研阶段、外观设计阶段、结构设计阶段、样机制作阶段和生产服务阶段。其各阶段的设计任务如表 1-2 所列。

表 1-2 产品设计的各阶段设计任务表

市场调研	外观设计	结构设计	样机制作	生产服务
1. 确认设计任务书 2. 了解产品 3. 所在行业的状况 4. 收集资料和研究 5. 竞争性分析 6. 市场定位 7. 研究使用界面和媒介	1. 结构预分析 2. 提出概念和创意 3. 概念草图 4. 三维效果图 5. 颜色、细节、标志 6. 设计检讨 7. 确认设计方案	1. 整体预装配 2. 选定材料 3. 生产可行性分析 4. 三维辅助设计 5. 零件设计 6. 总装设计 7. CAE 分析	1. 制作工程设计图 2. 外观模型制作 3. CNC 样机加工 或快速成型 4. 样机装配调试 5. 完善结构设计	1. 模具加工 2. 试模与修模 3. 产品成型 4. 印制标签及包装 5. 组织生产与优化 成型工艺 6. 协调批量生产 7. 投放市场

1.3 CAD 技术在产品设计中的应用

1.3.1 CAD 技术的应用领域

计算机辅助设计(CAD)是以计算机为主要研究手段来辅助设计者完成某项工作的设计、计算、分析、评价、优化等信息处理的综合性高新技术。它是 20 世纪 60 年代以来迅速发展起来的一门新兴的综合性计算机应用技术,从开始只完成一些计算和绘图以及数控加工,发展到辅助工程设计,模拟加工过程和 CAD/CAE/CAM 一体化。

CAD 技术在产品设计中的应用体现在以下几方面:

(1) 产品的数字化设计

进行产品的概念化设计、几何造型、虚拟装配、工程图制作及设计相关文档,应用数字化技术手段,表达产品的设计方案和设计结果。

(2) 优化分析

对产品进行有限元分析、优化设计、可靠性设计运动学及动力学仿真验证等,以实现产品拓扑结构和性能特征的优化。如:结构应力应变计算优化(强度计算);传热和流动分析(模具冷却系统、挤出定型模优化设计、热流道浇注系统的热平衡计算、运用流动分析优化模具成型方案);求解系统的动态性能。

(3) 综合评价

对完成的设计方案进行校核和评价,包括:产品公差分析、质量特性计算、体积和表面积计算、尺寸校核;外观分析;碰撞(干涉)试验;内部结构剖析(内应力、温度分析、翘曲)和加工中的缺陷预测(如熔体充模状态、气穴位置)。

(4) 信息交换

CAD 之间、CAD 与 CAM 之间、CAD 与 CAE 之间、CAD 与 CAPP 之间、CAD 与 RPM 之间以及通过 Internet 进行远程、异地的信息沟通与资源共享。它基于数据交换标准,如 IGES、STEP、SAT 等;CAD 技术应研究如何更合理、更高效、更准确地交换数据。

(5) 产品效果图设计

进行产品外形、结构、材质、颜色的优选及匹配以满足顾客的个性化需求,实现最佳的产品设计效果。

1.3.2 CAD 技术对产品设计的影响

计算机辅助技术和手段用于产品设计,不但拓宽了计算机应用领域,同时也对传统的设计观念和方法产生了很大冲击。具体体现在产品设计上可以概括为几个方面。

(1) 设计表现展示向“无纸笔化”转变

计算机辅助产品设计,不需要各种各样的尺、规、笔、纸等传统工具,计算机操作平台提供了用之不尽的空间,表现的实施过程就是鼠标的点击与键盘的操作,复制、修改等从前繁杂的工作瞬间即可完成,而且干净、简单、高效。数字化仪与手写板的出现和普及,更使得设计在创意草图阶段也可以脱离纸笔手绘的传统模式,从而形成彻底的“无纸笔化”设计。

(2) 设计方案交流方便快捷

网络的发展拉近了人与人的距离,设计者与委托方可以通过计算机网络更加方便地交流设计观点,而且可以在任何地方在第一时间与对方交流。另外,可以通过网上的资源共享进行分工合作。

(3) 整体设计程序更具灵活性和高效性

在计算机上,产品的创意方案可以通过快速的三维建模、渲染实现立体设计,并且在形体感觉、形态调整、色彩、肌理等方面进行随时的改变调整。设计中,设计人员大量的时间、精力可用在分析、评价、调整上,使传统的设计程序在侧重点上有了变化。同时,计算机的内容都是数字化的,文件复制没有任何损失,这样便于其他人共享同一设计,设计任务也可分阶段、分人、分地点完成,从而大大提高了工作效率。

(4) 产品开发周期缩短、设计成果更为真实可靠

工作效率的提高使产品开发周期明显缩短,计算机辅助制造使样机的制作周期也大大缩短。计算机辅助设计的结果具有真实的立体效果和质量感,尤其是数字技术的迅速发展,使虚拟现实成为可能,计算机虚拟现实技术能使静止的设计结果成为虚拟的真实世界,人置身于真实的产品模拟使用环境中,以检验产品的各方面性能。计算机辅助产品设计中,产品的生产工艺过程也可以通过计算机模拟出来,由此可以极大地增强生产计划的科学性和可靠性,并能及时发现和纠正设计阶段不易察觉的错误。

(5) 设计仿真和设计检验

利用 CAD 系统的三维图形功能,设计师可在计算机屏幕上模拟出所设计产品的外形状态,在设计之初就对产品进行优化。这样就不但可使产品具有优越的品质、最低的消耗和最漂亮的外观,而且在新产品试投产前,就可以对其制造过程中的结构、加工、装配、装饰和动态特征做到恰如其分的分析和检验,从而提高了产品设计的一次成型。

(6) 设计与制造的有机集成

CAD 的设计数据既可用于设计仿真 CAE(计算机辅助工程),也可以通过数据传输系统与数控加工设备联结,将设计数据直接用于产品零配件的加工,即 CAM。计算机辅助设计(CAD)的引入可自动完成从设计到加工程序的转换。

1.3.3 CAD 产品设计的一般过程

CAD 产品设计的过程一般从概念设计、零部件三维建模到二维工程图。有的产品(特别是民用产品),对外观要求比较高(如汽车和家用电器),在概念设计以后,往往还需进行工业外观造型设计。在进行零部件三维建模时或三维建模完成以后,根据产品的特点和要求,要进行大量的分析和其他工作,以满足产品结构强度、运动、生产制造与装配等方面的需求。这些分析和工作包括运动仿真、结构强度分析、疲劳分析、塑料流动、热分析、公差分析与优化、NC 仿真及优化、动态仿真等。

产品的设计方法一般可分为两种:自底向上(Down-Top)和自顶向下(Top-Down),这两种方法也可同时进行。自底向上:这是一种从零件开始,然后到子装配、总装配、整体外观的设计过程。自顶向下:与自底向上(Down-Top)相反,它是从整体外观(或总装配)开始,然后到子装配、零件的设计方式。

随着信息技术的发展,同时面对日益激烈的竞争,企业采用并行、协同设计势在必行,只有这样,企业才能适应迅速变化的市场需求,提高产品竞争力,解决所谓的 TQCS 难题,即以最快的上市速度(T, Time to Market)、最好的质量(Q, Quality)、最低的成本(C, Cost)、最优的服务(S, Service)来满足市场的需求。

1.3.4 Pro/ENGINEER 产品设计解决方案

Pro/ENGINEER 是一套涵盖了由设计至生产的机械自动化软件,是新一代的产品造型系统,是一个参数化、基于特征的实体造型系统,并且具有单一数据库功能。PTC 系列软件已经深入工业设计和机械设计等各项领域,包括对大型装配体的管理、功能仿真、制造和产品数据管理,并提供了最全面、集成最紧密的产品开发环境。

(1) Pro/ENGINEER Interactive Surface Design Extension(ISDX,交互式曲面设计扩展)

利用 Pro/ENGINEER Interactive Surface Design Extension 的自由形状曲面设计功能,设计者和工程师可以快速轻松地创建极为准确并且具有独特美感的产品设计。

该模块的优点如下:

- ① 在一个环境中结合自由形状曲面设计和专业曲面设计。
- ② 无须在设计和工程环节之间传输数据。
- ③ 设计精确的曲线和曲面以获得精心研制的可制造产品。
- ④ 在任何时候所做的变更均完全关联,满怀信心地研究不同的设计。
- ⑤ 直观的用户界面提供了直接的曲面编辑功能和实时的反馈。
- ⑥ 使您能快速设计出极具创意的产品。
- ⑦ 创造外观更美、销量更好、上市更快的产品。

(2) Pro/ENGINEER Advanced Assembly Extension (AAX, 高级装配)

创新产品的设计通常涉及创建和管理一系列元件和子装配。Pro/ENGINEER 高级装配通过设计标准管理、自顶向下的装配设计和装配过程规划等功能,提高了分布式团队的生产效率。

该模块的优点如下:

- ① 使用功能强大的工具支持任何自上而下的设计过程设计复杂产品。
- ② 有计划地创建备用的产品变型,允许快速地进行批量产品定制。
- ③ 使用关键的工程数据创建文档化和驱动模型配置的布局。
- ④ 为详细的制造说明、修复和维护手册创建装配图和进程计划。
- ⑤ 有效的装配管理改善了详细设计、变型设计和生成过程。

(3) Pro/ENGINEER Advanced Rendering(ARX, 高级渲染包)

设计作品带给人的视觉印象与产品的外形和功能同样重要。利用 Pro/ENGINEER Advanced Rendering,可以迅速创建出令人吃惊的如照片般逼真的产品图像,并且能在更短的时间内进行更有吸引力的设计审查,而无须使用昂贵的物理原型或搭建的背景布景。

该模块的优点如下:

- ① 高端产品渲染功能包括光线跟踪和景深。
- ② 200 多种类型的材料使设计达到最逼真的程度。
- ③ 高性能的动态渲染可快速获得结果。
- ④ 高级的光照效果、逼真的反射、贴花、纹理和阴影。
- ⑤ 增强的设计表现力使产品在市场上更受欢迎。
- ⑥ 使客户在制作昂贵的原型之前作出更明智的决策。

(4) Pro/ENGINEER Behavioral Modeling Extension (BMX, 优化设计)

低劣的设计做法通常会导致物料浪费、运输费用过高和产品性能低下,因而增大了产品开发成本。理想状态下,工程活动将能在数字化模型内嵌入真实世界的设计需求(即使是针对多个目标),从而能在产品开发过程中永久满足这些标准。

有了 Pro/ENGINEER Behavioral Modeling,这种最佳设计方法变成了现实。Pro/ENGINEER 强大的设计优化功能支持面向 6 西格玛的设计和可靠设计计划,帮助用户改善详细设计、逆向工程以及检验和认证过程。

该模块的优点如下:

- ① 在模型中嵌入设计要求,以求解涉及多个设计目标的优化问题,并永久地满足性能标准。
- ② 评估模型敏感性以了解变更对设计目标的影响。
- ③ 将结果与外部应用程序集成。
- ④ 不管采用何种构造方法,均允许考虑所有设计需求,从而产生出最佳设计。
- ⑤ 跨 Pro/ENGINEER 产品开发软件的多个功能区域进行试验性的设计研究。

(5) Pro/ENGINEER Mechanical(结构和热传导分析)

费钱费力的原型研制过程阻碍了设计团队,从而导致时间表和预算受到不利影响。但是,利用 Pro/ENGINEER Mechanical,设计工程师可以更好地了解产品性能,并相应地调整数字化设计,这一切都无须具有专家的 FEA 背景。工程部门及早洞察产品特性、改善检验和认证过

程,以及交付成本更低、质量更高的产品。

该模块的优点如下:

- ① 执行标准分析,类型包括线性静态、模态、弯曲、接触和稳态热学性能。
- ② 通过将条件直接应用到几何设计中获得真实的性能数据,而无须数据转换。
- ③ 快速自动汇聚解决方案(准确对应到基础的 CAD 几何)。
- ④ 第三方解算器的输出。
- ⑤ 通过同时设计和仿真设计变体的结果提高创新能力。
- ⑥ 通过减少甚至消除物理原型的研制工作量。
- ⑦ 提供利于工程开发的高效用户界面,降低了开发成本。

(6) Pro/ENGINEER Manikin Analysis Extension(分析人机交互)

优化产品及其用户之间的关系可能会给各行各业中的产品设计师带来挑战,特别是在用户需要反复推、拉、携带或举起产品时。使用 Pro/ENGINEER Manikin Extension 在 3D 产品模型中插入数字化人体模型后,可以使用 Pro/ENGINEER Manikin Analysis Extension 分析人机交互方案,以获得最佳性能。

Pro/ENGINEER Manikin Analysis Extension 是易于使用、功能强大的附加模块,可让用户在产品开发过程的早期根据多个定量的人体因素、工作场所标准和准则测试设计方案。

该模块的优点如下:

- ① 模拟、传递和优化手工处理的任务,例如举起、放低、推、拉和携带。
- ② 利用简化的工作流程和已保存的分析设置更快速地分析设计方案。
- ③ 通过减少物理原型数量缩短时间和降低成本。
- ④ 利用高级报告功能提供为人体设计和优化的产品。
- ⑤ 确保遵守健康和安全准则及人机工程标准。

第2章 塑料制品设计

2.1 塑料制品设计原则

塑料制品亦称塑件、塑料件、塑料制件等。一个结构良好的塑件,在保证满足使用要求的前提下,应具备材料廉价适用、成型优质便利、综合成本最低、外观造型美观等特点。塑件设计应从选材、成型、使用等方面达到高效率、高质量和高性能价格比的目的。

塑件设计既应考虑所用塑料的性能特点,还应考虑模具结构特点。合理地设计塑件结构是保证塑件符合使用要求和满足成型条件的一个关键问题。模具设计必须首先对塑件的结构进行分析,并能提出符合模具设计及制造要求工艺结构,以便设计出合理的模具结构。

塑件设计中应遵循的基本原则如下:

- ① 在保证满足使用要求的前提下,尽可能有利于成型和简化模具结构,应考虑其模具总体结构,使模具型腔易于制造,模具抽芯和推出机构简单。
- ② 应考虑原材料的成型工艺性,如流动性、收缩率等。
- ③ 在保证塑件的功能和性能前提下,应尽量选择成本廉价适用的材料。
- ④ 在保证塑件的功能和性能前提下,力求结构简单,壁厚均匀,使用方便。
- ⑤ 当设计的塑件外观要求较高时,应先通过造型,然后逐步绘制图样。
- ⑥ 塑件大都经过加热成型后固化,要考虑聚物流变过程和形态变化对塑料制品的影响。塑件设计的主要内容包括塑件的选材、形状、壁厚、尺寸精度、表面粗糙度以及塑件上的加强筋、支撑面和凸台、圆角、嵌件、孔、螺纹等的设置。

塑件设计的主要内容包括塑料制品的选材、形状、壁厚、尺寸精度、表面粗糙度、脱模斜度、加强筋、支撑面、凸台、圆角、孔、螺纹、齿轮、嵌件、文字、符号和标志等。

2.2 塑料制品材料选用

塑料的选材包括选定塑料基体聚合物(树脂)种类、塑料具体牌号、添加剂种类与用量等。塑件材料选用考虑如下因素:

- ① 塑料的力学性能,如强度、刚性、韧性、弹性、弯曲性能、冲击性能及对应力的敏感性。
- ② 塑料的物理性能,如对环境温度变化的适用性、光学特性、绝热和电气绝缘的程度、精加工和外观的圆满程度等。
- ③ 塑料的化学性能,如对接触物(水、溶剂、油、药品)的耐性、卫生程度以及使用上的安全性等。
- ④ 必要的精度,如收缩率的大小及各向收缩率的差异。
- ⑤ 成型工艺性,如塑料的流动性、结晶性、热敏性等。