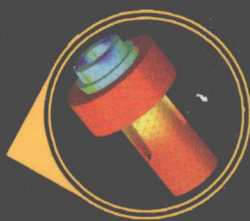
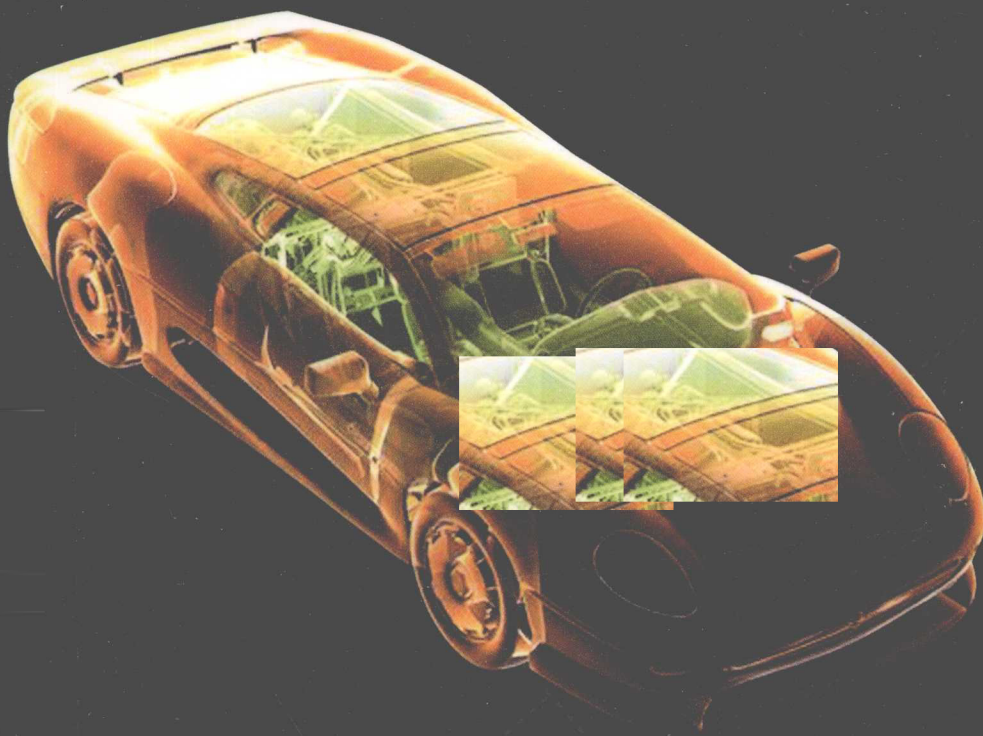




Pro/ENGINEER Wildfire 5.0

中文版零件设计实践教程

王咏梅 康显丽 张瑞萍 等编著



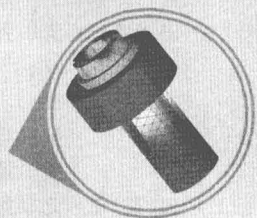
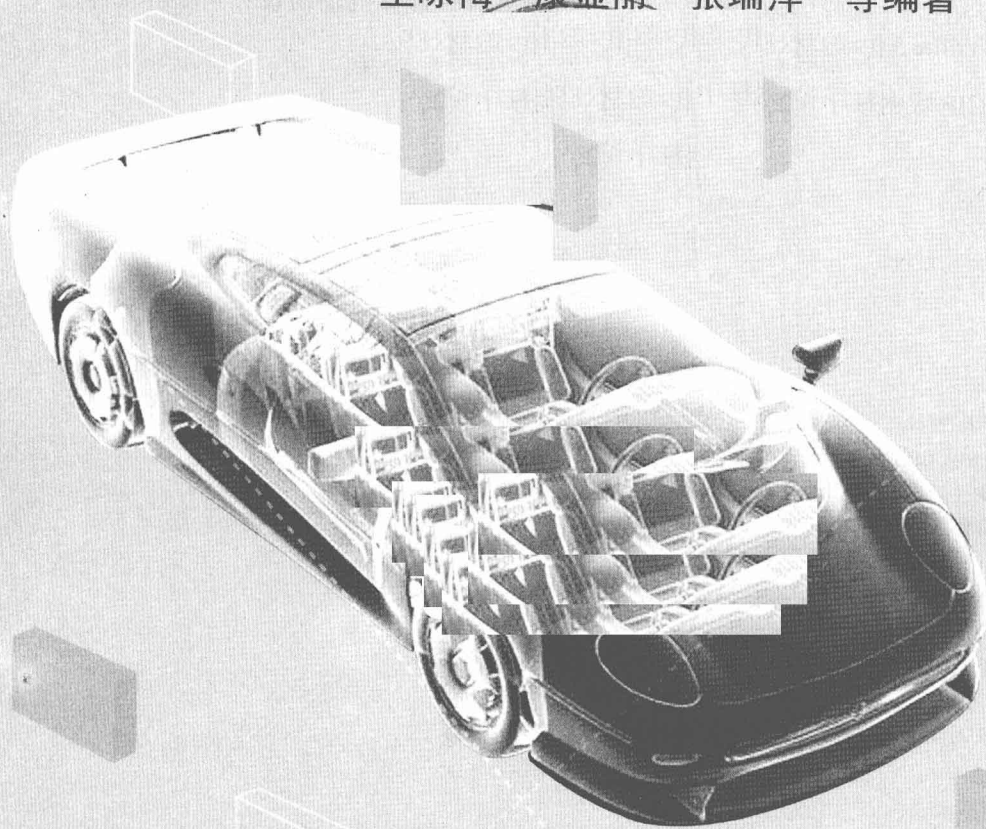
清华大学出版社



Pro/ENGINEER Wildfire 5.0

中文版零件设计实践教程

王咏梅 康显丽 张瑞萍 等编著



清华大学出版社

北京

内 容 简 介

本书通过大量的案例,引导用户快速而准确地掌握使用 Pro/E 进行产品设计、分析和制造的知识。全书共分为 4 篇 15 章,内容涵盖产品造型基础和常用的造型方法,涵盖了 Pro/E 最常用的 5 个模块:零件设计、曲面设计、装配设计、钣金设计和模具设计。全书以详实的文字说明,并辅以相关示意图,来阐述各个模块的基本概念和用法。此外还以多个设计案例让用户在实际操作中熟悉 Pro/E 产品设计的流程。本书光盘提供了全程配音教学视频和实例工程源文件。

本书结构清晰、内容丰富、图文并茂,适合作为高校机械设计、工业设计等专业基础培训教程,也可以作为初中级从业人员的自学参考资料。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

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

Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 中文版零件设计实践教程 / 王咏梅,康显丽,张瑞萍等编著. —北京:清华大学出版社,2011.1

ISBN 978-7-302-23991-8

I. ①P… II. ①王… ②康… ③张… III. ①机械元件—计算机辅助设计—应用软件, Pro/ENGINEER Wildfire 5.0—教材 IV. ①TH13-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 207204 号

责任编辑:夏兆彦

责任校对:徐俊伟

责任印制:王秀菊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62795954,jsjic@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015,zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:190×260 印 张:24 字 数:596 千字

附光盘 1 张

版 次:2011 年 1 月第 1 版

印 次:2011 年 1 月第 1 次印刷

印 数:1~5000

定 价:49.50 元

产品编号:039543-01



Pro/ENGINEER (以下简称 Pro/E) 是当前国内三维设计软件中的主流产品。其应用领域涉及到机械、汽车、建筑和纺织等众多行业。其提供了目前所能达到的范围最全面、集中最紧密的产品开发环境,对加速工程和产品的设计、缩短产品设计制造周期、提高产品质量、降低成本、增强企业市场竞争能力与创新能力起着重要作用。

Pro/E 作为高端三维软件的代表,功能强大、使用简单、易学易用。目前已经成为包括机械设计、家电设计和模具设计等行业所普遍采用的三维软件。由于其具有单一数据库、参数化、基于特征、全相关性和工程数据再利用等特点,因此应用 Pro/E 技术可以迅速提高企业在产品工程设计与制造方面的效率、优化设计方案、缩短设计周期,并加强设计的标准化。

1. 本书内容介绍

本书是真正面向实际应用的 Pro/E 5.0 产品设计与加工案例教程,特别适合作为工程技术人员的机械设计自学资料,也可作为高校机械设计、工业设计相关专业师生的自学、教学参考书。全书共分为 4 篇,具体内容如下。

第 1 篇 包括第 1 章到第 2 章。主要介绍机械产品的基础知识和造型方法,以及 Pro/E 软件与产品造型相关的各种功能概述。

第 2 篇 包括第 3 章到第 7 章。主要介绍了草绘图形、曲线操作、实体建模、曲面特征和 ISDX 曲面,各类特征建模工具的使用方法和操作技巧。

第 3 篇 包括第 8 章到第 10 章。主要介绍装配建模、钣金设计和模具设计的各个模块的基本知识和各模块中相关工具的使用方法。

第 4 篇 包括第 11 章到第 15 章。该篇每章都提供了 3 个典型案例,共计 15 个案例。分别讲解特征建模、曲面建模、产品装配、钣金设计和模具设计等各模块的实际操作流程,让用户更深入地了解 Pro/E 5.0 在产品设计中的具体应用。

2. 本书主要特色

本书结构清晰、内容全面,图文并茂,涵盖了 Pro/E 5.0 机械产品设计

的各个方面。既有专业知识点的讲解,又辅以大量的典型案例,从实际的产品设计角度出发,让用户充分掌握产品设计的各个要点。

- **内容的全面性** 本书知识点的框架涵盖了产品设计所牵涉的各个方面,并且提供了近 30 个典型案例。通过对这些典型案例结构造型、功能和加工工艺等的专业分析,将软件基础与实际应用完美结合,从而提高用户的实际设计能力。
- **知识的系统性** 全书的内容是一个循序渐进的过程,从讲解 Pro/E 5.0 绘制图形的基本方法、产品建模的方法起,直至产品的组装和出模模具的设计等,可以说环环相扣,紧密相连。使读者能够了解产品从设计模型到开模生产铸件的全过程。
- **案例的实用性** 本书在典型案例选择中,都尽量挑选实际生活中常见的零件,尽可能地与工程实践设计紧密联系在一起。使用户在制作过程中既能巩固知识,又能通过这些练习构建自己的产品设计思路。

3. 本书适用对象

本书由高校机械专业教师联合编写,适合具有一定软件操作基础的读者提高之用。全书共分 4 篇 15 章,内容丰富、结构合理、语言通俗、实用性强,适合作为工科院校相关专业计算机辅助设计教材,也可供专业设计人员参考使用。

参与本书编写的除了封面署名人员外,还有胡家宏、王敏、夏素民、祁凯、孙江玮、田成军、刘俊杰、赵俊昌、王泽波、张银鹤、刘治国、何方、李海庆、王树兴、朱俊成、崔群法、孙岩、倪宝童、王立新、辛爱军、牛小平、贾栓稳、赵元庆、郭磊、杨宁宁、郭晓俊、方宁、王黎、安征、亢凤林、李海峰等人。由于时间仓促,水平有限,疏漏之处在所难免,欢迎读者朋友登录清华大学出版社的网站 www.tup.com.cn 与我们联系,帮助我们改进提高。



第1篇 机械产品设计与 Pro/E 5.0 基础

第1章	产品设计方法概论	2
1.1	产品的含义与设计原则	2
1.1.1	产品的含义	2
1.1.2	产品的设计原则	3
1.2	机械产品方案的设计流程	5
1.3	机械产品数字化设计与 Pro/E 软件	5
1.4	机械产品数字化造型技术	7
第2章	Pro/E 5.0 功能综述	10
2.1	机械产品造型设计功能	10
2.1.1	零件建模	10
2.1.2	装配设计	11
2.1.3	曲面设计	12
2.2	钣金件设计功能	15
2.3	模具设计功能	16

第2篇 特征建模

第3章	草图参数化建模	20
3.1	草图工具	20
3.1.1	直线	20
3.1.2	圆类曲线	21
3.1.3	矩形与平行四边形	24
3.1.4	圆角与倒角	24
3.1.5	转换现有模型的边线	25
3.1.6	修剪与分割	27

3.1.7	镜像工具	28	5.1.3	扫描特征	55
3.2	草图约束	28	5.2	放置特征	56
3.2.1	几何约束	28	5.2.1	孔特征	57
3.2.2	尺寸约束	30	5.2.2	倒圆角	58
3.3	典型案例 3-1: 绘制呆扳手零件 草图	33	5.2.3	倒角	59
3.4	典型案例 3-2: 绘制风扇零件 草图	35	5.2.4	壳特征	61
3.5	扩展练习: 绘制手柄草图	37	5.2.5	筋特征	61
3.6	扩展练习: 绘制轴支架草图	37	5.2.6	拔模特征	62
第 4 章	Pro/E 5.0 曲线操作	38	5.3	高级特征	64
4.1	创建基准曲线	38	5.3.1	混合特征	64
4.1.1	经过点创建基准曲线	38	5.3.2	可变剖面扫描特征	66
4.1.2	从方程创建基准曲线	39	5.3.3	螺旋扫描特征	67
4.1.3	使用剖面边界线创建 基准曲线	40	5.3.4	环形折弯特征	68
4.2	创建相交曲线	40	5.3.5	骨架折弯特征	69
4.3	使用曲面边界创建曲线	40	5.4	特征编辑	69
4.4	投影和包络曲线	41	5.4.1	特征复制	69
4.4.1	投影曲线	41	5.4.2	编辑和修改特征	71
4.4.2	包络曲线	42	5.4.3	特征阵列	73
4.5	修剪曲线	42	5.4.4	创建特征组	76
4.6	曲面偏移创建曲线	42	5.5	典型案例 5-1: 创建饮料瓶 模型	76
4.6.1	通过曲面边界创建 曲线	43	5.6	典型案例 5-2: 创建车轮模型	79
4.6.2	通过表面上的曲线创建 曲线	43	5.7	扩展练习: 创建测力计模型	84
4.7	复合曲线	44	5.8	扩展练习: 创建矿泉水瓶体 模型	84
4.8	典型案例 4-1: 创建加热器 模型	45	第 6 章	曲面特征	85
4.9	典型案例 4-2: 创建风扇模型	48	6.1	基本曲面造型工具	85
4.10	扩展练习: 创建电话机听筒 模型	51	6.1.1	拉伸曲面	85
4.11	扩展练习: 创建咖啡壶模型	52	6.1.2	旋转曲面	86
第 5 章	实体建模	53	6.1.3	扫描曲面	87
5.1	实体扫描特征	53	6.1.4	可变截面扫描曲面	89
5.1.1	拉伸特征	53	6.1.5	混合曲面	89
5.1.2	旋转特征	55	6.1.6	螺旋扫描曲面	90
			6.2	高级曲面造型工具	91
			6.2.1	边界混合曲面	91
			6.2.2	扫描混合曲面	93
			6.2.3	圆锥曲面和 N 侧曲面	95
			6.2.4	展平面组与折弯实体	97
			6.3	曲面编辑	98



6.3.1	复制曲面	98
6.3.2	镜像曲面	100
6.3.3	填充和合并	100
6.3.4	延伸、偏移和修剪	101
6.3.5	曲面转为实体	104
6.4	典型案例 6-1: 创建洗涤剂瓶 体模型	106
6.5	典型案例 6-2: 创建手机壳体 模型	108
6.6	扩展练习: 创建吹风机模型	111
6.7	扩展练习: 创建牙刷架壳体 模型	111

第 7 章 ISDX 曲面 113

7.1	ISDX 曲面基础	113
7.1.1	认识 ISDX 曲面模块	113
7.1.2	ISDX 环境设置	114
7.2	ISDX 曲线设计	116
7.2.1	自由曲线	116
7.2.2	平面曲线	116
7.2.3	COS 曲线	117
7.2.4	创建其他造型曲线	117
7.3	编辑 ISDX 曲线	119
7.3.1	修改曲线上的点	119
7.3.2	改变曲线位置和曲线间 的转换	121
7.3.3	改变曲线形状	122
7.4	创建 ISDX 曲面	123
7.4.1	边界曲面	123
7.4.2	扫描曲面	124
7.4.3	混合曲面	124
7.4.4	特殊 ISDX 曲面	124
7.5	编辑 ISDX 曲面	128
7.5.1	曲面连接	128
7.5.2	曲面修剪	129
7.6	典型案例 7-1: 创建电水壶 模型	129
7.7	典型案例 7-2: 创建饮水机面板 模型	137
7.8	扩展练习: 创建手电钻壳体 模型	143

7.9	扩展练习: 创建手持式机油壶 模型	143
-----	----------------------	-----

第 3 篇 装配、钣金与模具设计

第 8 章 装配建模 146

8.1	装配基本知识	146
8.1.1	创建装配文件	146
8.1.2	操作装配文件	147
8.2	放置约束	148
8.2.1	缺省、自动和坐标系	148
8.2.2	配对	149
8.2.3	对齐	150
8.2.4	插入	151
8.2.5	相切	151
8.3	编辑装配体	151
8.3.1	修改元件	151
8.3.2	重复装配	152
8.3.3	阵列装配元件	153
8.4	创建和编辑爆炸图	154
8.4.1	创建爆炸视图	154
8.4.2	编辑爆炸视图	154
8.5	典型案例 8-1: 订书机装配 建模	155
8.6	典型案例 8-2: 电熨斗装配 建模	159
8.7	扩展练习: 基座装配建模	163
8.8	扩展练习: 油泵装配建模	163

第 9 章 钣金设计 164

9.1	钣金件设计流程和特点	164
9.1.1	钣金件设计流程	164
9.1.2	钣金件特点	165
9.2	创建主要钣金壁	165
9.2.1	创建主要平整壁	165
9.2.2	创建拉伸薄壁	167
9.3	创建附加钣金薄壁	167
9.3.1	附加平整壁特征	168
9.3.2	法兰壁特征	168

9.3.3	止裂槽的使用	170
9.3.4	创建延伸薄壁	172
9.3.5	变形区域与扯裂	172
9.4	钣金折弯与展平	173
9.4.1	创建折弯	173
9.4.2	创建边折弯	175
9.4.3	创建展平	176
9.4.4	创建折弯回去	177
9.5	钣金凹槽和冲孔	177
9.5.1	创建凹槽及冲孔	178
9.5.2	钣金切割特征	179
9.6	创建钣金成型特征	180
9.6.1	模具冲压成型特征	180
9.6.2	冲孔冲压成型特征	181
9.7	典型案例 9-1: 创建风机盖板 钣金件模型	183
9.8	典型案例 9-2: 创建机箱电源 盒钣金件模型	187
9.9	扩展练习: 创建机箱底板钣 金件模型	193
9.10	扩展练习: 创建密封挡板钣 金件模型	193
第 10 章	产品模具设计	194
10.1	模具初始设置	194
10.1.1	模型的载入和布局	194
10.1.2	设置收缩率	198
10.1.3	创建成型工件	199
10.2	创建模具特征	200
10.2.1	创建浇注系统	200
10.2.2	创建冷却系统	202
10.3	创建模具分型面	204
10.3.1	分型面的设计原则	204
10.3.2	创建分型面	204
10.4	分割和抽取模具体积块	207
10.4.1	创建模具体积块	207
10.4.2	分割模具体积块	208
10.4.3	抽取模具体积块	209
10.5	仿真开模	210
10.5.1	创建铸件	210

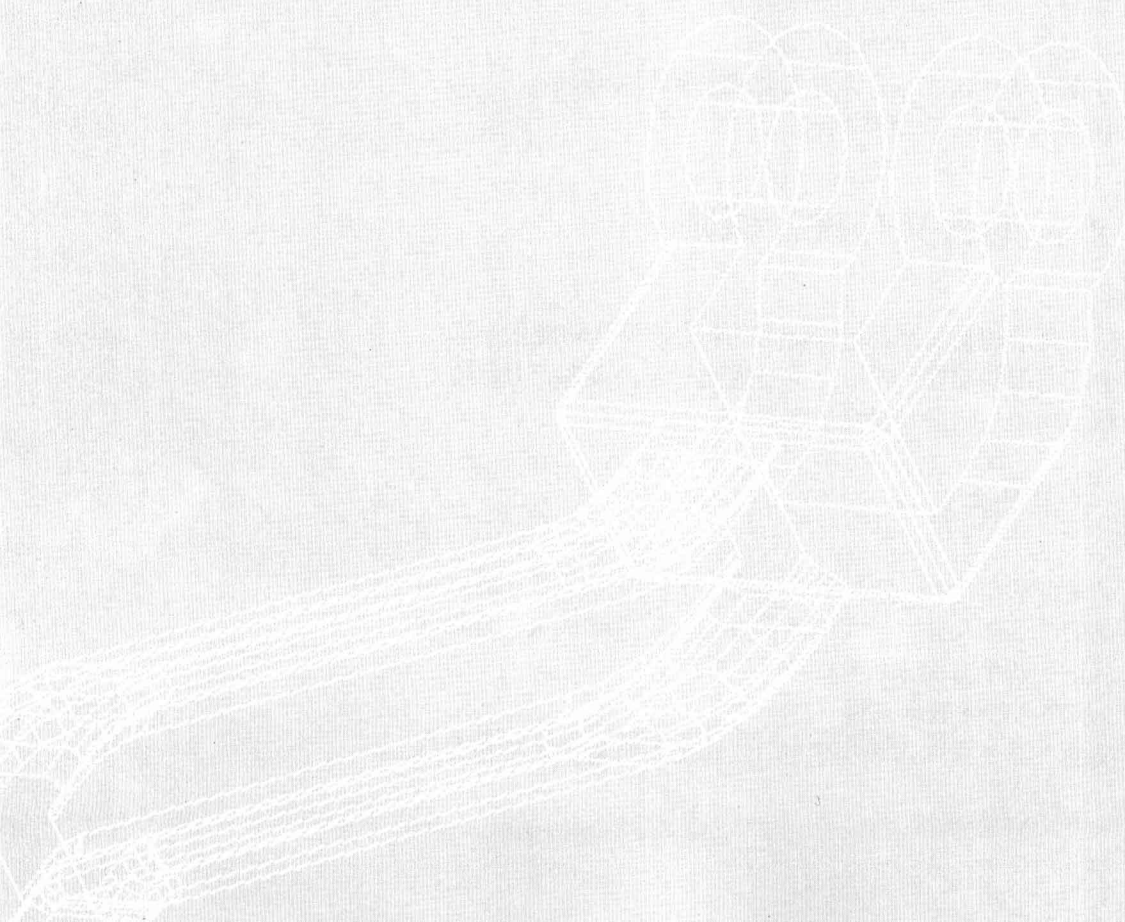
10.5.2	仿真开模	210
10.6	典型案例 10-1: 工具箱模具 设计	211
10.7	典型案例 10-2: 手柄模具 设计	214
10.8	扩展练习: 电吹风壳体模具 设计	217
10.9	扩展练习: 收音机壳体模具 设计	218

第 4 篇 工程实践

第 11 章	零件设计	220
11.1	创建暖风扇壳体模型	220
11.2	创建手动剃须刀模型	226
11.3	创建摄像头模型	235
第 12 章	曲面造型设计	247
12.1	创建洗发水瓶体模型	247
12.2	创建方向盘模型	257
12.3	创建座椅模型	273
第 13 章	装配设计	307
13.1	饮水机装配建模	307
13.2	干电池充电器装配建模	315
13.3	装载机装配建模	325
第 14 章	钣金设计	336
14.1	创建仪器防护盖钣金件 模型	336
14.2	创建微电机安装架钣金件 模型	345
14.3	创建控制器盖板钣金件 模型	352
第 15 章	模具设计	359
15.1	照相机上壳模具设计	359
15.2	购物筐模具设计	362
15.3	手机上壳模具设计	367

机械产品设计与 Pro/E 5.0 基础

产品设计是以立体的机械产品为主要对象的造型活动。机械产品有其特定的产品特征，即通过精确计算设计，并利用设计软件（如 Pro/E）快速将理念转换为模拟产品。然后以工业化生产方式进行批量加工，生产出规格化、标准化的真实产品。机械产品的设计水平，往往是一个国家科学技术、文化素质水平的标志。



第1章

产品设计方法概论

产品设计的方法首先是进行产品需求调查,从而获得产品设计的第一手资料。然后对调查结果进行汇总与界定,并利于设计软件进行模拟设计,从而确定产品设计的最终方案。接下来就是产品加工,以及对产品的展示与鉴定,以便能够将产品顺利推向市场。

本章将介绍产品的含义、设计原则、产品设计方案的设计流程和产品数字化造型技术,以及 Pro/E 软件与产品数字化设计相关的模块。

本章学习目的:

- 了解产品的含义和设计原则
- 了解产品设计方案的设计流程
- 了解 Pro/E 软件与产品数字化设计的相关模块
- 了解产品数字化造型技术

1.1 产品的含义与设计原则

产品是有形的物质产品,其设计出来的效果从功能上要满足一定的生产或生活需要;外形上也要遵循一定的美感,力争使产品成为精神功能与物质功能的完美结合。

1.1.1 产品的含义

产品是劳动生产物,是人们通过劳动手段对劳动对象进行加工所形成的,适合人类生产和生活需要的一定劳动成果。其具体含义可从以下两个方面来解释。

□ 从产品整体概念来讲

广义的产品是指向市场提供的、能满足人们某种需要和利益

的物质产品。物质产品主要包括产品的实体及其品质、特色和样式,它们能满足顾客对使用价值的需要。一个物质产品从生命周期上讲,要经过概念酝酿形成、原理与技术创新、方案设计、细节设计、模拟分析、试制定型和批量生产等阶段。

□ 从现代市场营销角度来讲

就满足用户需求来说,作为整体产品必须包括两个层次的含义,即核心含义和形式含义。产品的核心含义是指产品提供给用户的基本效用或利益,也可以说是产品的基本功能,这是用户需求的核心内容;产品的形式含义是指产品所展现的外观,是扩大化了的核产品。它由3个方面构成,即产品的质量、款式和特点。

1.1.2 产品的设计原则

产品设计首先是从需求开始的,不管造型设计的对象简单与否,都应该根据使用对象的要求,注重产品的功能、结构、工艺和造型形态。好的产品设计必须同时具备科学性、艺术性和实用性。产品设计原则归纳起来主要有以下5个方面。

□ 产品的实用性

任何一种机械产品,必须是具有实用价值的实物。实用指的是机械产品必须具备先进和完善的多种功能,并保证产品的物质功能得到最大限度的发挥。一件产品是否实用,在很大程度上取决于使用方式是否合理。任何一种产品的功能都是根据人们的某种需要产生的,而任何一种产品的形式又是这种需要的具体体现。因此产品的使用方式是衡量产品功能与形式的基本标准。

例如电吹风用于烘干物品、机床用来加工机器零件,它们都有各自的实用价值和目的。要满足这些目的,就必须有针对性地进行调查,如应用的场合,已有的或类似的产品在结构、材料、功能及使用上的优缺点,市场的需求及用户反应等。如图1-1所示从考虑产品的实用性角度进行常规手电钻的设计。

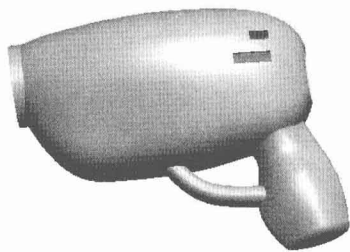


图 1-1 常规手电钻设计效果

□ 产品的审美性

用户除了关注产品的实用性能外,更多的是关注产品所体现的审美效果。这也就要求设计师绝不能仅仅满足于产品好用、耐用和价廉,还应在形态、色彩和风格上进行必要的艺术处理,令人赏心悦目。如图1-2所示手电钻造型对比图1-1所示手电钻造型则能更好地体现审美效果。

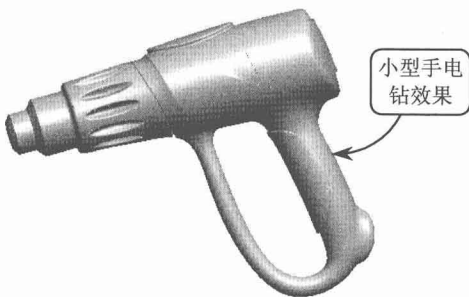


图 1-2 小型手电钻造型效果

产品造型设计的艺术性原则是建立在使用功能和物质技术条件基础之上的,应该有利于使用功能的发挥和完善,有利于新材料和新技术的表现。

如果单纯追求形式美而破坏了产品的使用功能,那么即使有美的造型形象也成了无用之物。反之,如果单纯考虑产品的使用功能而忽略了其造型形象所给人的心理、生理影响及视觉效应,便会是单调、冷漠的产品,这样的产品在现代社会里也必定会被淘汰。

□ 产品的创造性

创新是产品造型设计的灵魂。设计本身就是人类为改造自然和社会而进行构思和计划,并将这种构思和计划通过一定的具体手段得以实现的创造活动。设计师在进行产品设计时,必须有所创新。创新有两种形式:一种是属于整体结构的创新;另一种是在现有的产品范畴内作局部的创新。完全模仿别人的产品或者是同类产品的翻版,既无实际意义,也不符合造型设计的主旨。如图 1-3 所示的可以随意折叠并 360° 旋转的摄像头,就是一种产品的创造性尝试。

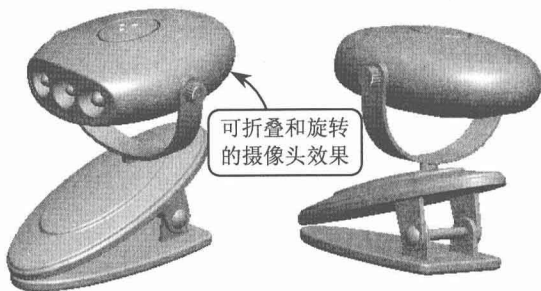


图 1-3 摄像头造型

创新设计为产品带来新的生命力,是使产品价值产生质的飞跃的决定性因素。尤其在激烈的市场竞争中,创新性设计是产品取得竞争优势的重要因素之一。因此不断开发新产品,提高产品的社会价值也是企业得以发展的重要手段。此外创新性设计也是为人类创造更舒适、更合理和更优美的生存环境的必要因素。所以说创新性设计是产品造型设计的基本原则。

□ 产品的经济性

市场经济应该遵循的一条经济法则,就是以最低费用取得最佳效果。作为设计师也必须遵守这条法则,以尽可能少的费用设计并生产出优良的产品。产品一般都是批量生产的。即使单件生产,也希望为使用者提供便宜的价格。

当然也不能一味地追求廉价而粗制滥造,那样不仅违背了产品设计的根本原则,而且产品在市场上也无竞争力。为此必须调查市场状况、用户承受能力及类似产品的价格,进行优化设计。设计师必须通晓各种材料的性能及生产方式、方法等,在不损害造型美观和使用性能的前提下,尽量降低成本,这是市场经济规律对设计者提出的基本要求。

□ 产品的可靠性

可靠性是指产品整体系统设备、零部件、元器件的功能在一定时间内及一定条件下的稳定程度。它是衡量产品技术功能和实用功能的重要指标,也是人们信赖和接受产品的基本保障。

产品的可靠性主要体现在使用过程中的安全性、稳定性及有效度。在产品设计和制造的整个过程中,只有充分重视产品可靠性的分析与研究,提高产品的可靠性程度,才能保证使用者安全、准确、有效地使用产品。如图 1-4 所示为使用 Pro/E 软件设计的热电壶产品造型,底座和壶柄造型就是源于产品的可靠性因素而设计的。

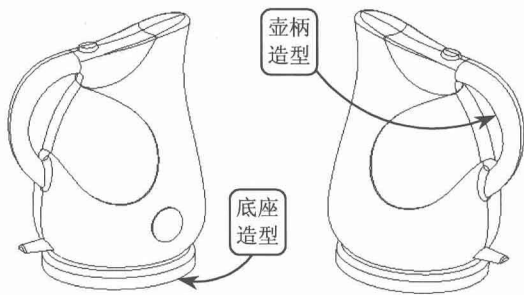


图 1-4 电热壶造型

产品的可靠性是通过人的使用体现出来的,因此产品的可靠程度是以人的使用要求作为衡量标准的。如工业生产中的许多控制、操纵和显示设备的设计,首先须从人机工程学的角度出发,认真研究人的各种特性及人对设备的适应程度,以设计出与人的生理、心理相适应的设备功能与形式,保证人机系统的可靠性,减少各种事故的发生。



1.2 机械产品方案的设计流程

产品的设计开发过程分为概念设计、零件设计和装配设计,即所谓的“产品规划”、“开发”和“生产规划”3个阶段。

1. 产品规划——构思产品

该阶段的任务是确定产品的外部特性,如色彩、形状、表面质量和人机工程等,并用立体模型表现出最初的设想,建立能够体现整个产品外形的简单模型,效果如图 1-5 所示。该模型可以利用三维建模软件创建,并借助于建模软件迅速生成不同的造型和色彩。立体模型是检测外部形状效果的依据,也是几何图形显示设计变量的依据,同时还是开发过程中各类分析的基础。

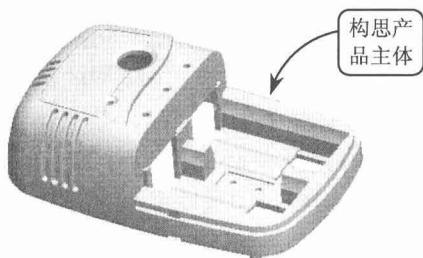


图 1-5 构思产品

2. 开发——设计产品

该阶段主要根据“系统合成”原理,在立体模型上配置和集成解元素,解元素根据设计目标的不同有不同的含义:可以是基本元素,如螺栓、轴或轮毂联接等;也可以是复合元素,如机、电、电子部件、控制技术或软件组成的传动系统;还可以是要求、特性或形状等,效果如图 1-6 所示。将实现功能的关键性解元素配置到立体模型上之后,即可对产品的配置(设计模型中解元素间的关系)进行分析。产品配置分析是综合产品规划和开发的重要手段。

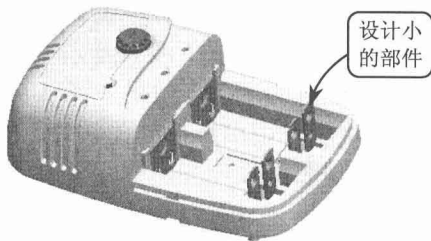


图 1-6 设计产品

3. 生产规划——加工和装配产品

该阶段是通过在装配环境中用计算机图像显示解元素在相应位置的装配过程,即通过虚拟装配模型揭示造型和装配的关系,效果如图 1-7 所示。由此发现难点和问题,并找出解决问题的方法。将 CAD 技术综合应用于产品开发的 3 个阶段,可以使设计过程的综合与分析在产品规划、开发和生产规划中连续地交替进行。因此可以较早地发现各个阶段中存在的问题,使产品在开发进程中不断地细化和完善。

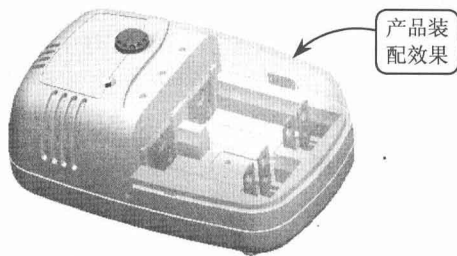


图 1-7 装配产品

1.3 机械产品数字化设计与 Pro/E 软件

现代机械产品的设计已经离不开数字化设计软件的应用了,特别是作为全球领先的三维

产品设计软件: Pro/E 建模软件。Pro/E 提供了机械设计、工程分析、运动仿真和产品的模具设计等多种模块功能。其优异的性能极大地提高了机械设计师的工作效率。

Pro/E 5.0 是该软件的最新版本,新版本在设计创新、使用方便性和提高整体性能等方面都得到了显著的加强。其在产品设计方面的多种优势主要体现在以下方面。

1. 零件设计

利用强大的功能设计, Pro/E 可使用户专注于设计功能需求,以加快三维模型的创建,并以更少时间开发出具有竞争力的产品,效果如图 1-8 所示。此外所创建的完全关联的模型有助于确保对零件所做的任何变更均可自动反映到装配和工程图文件中。

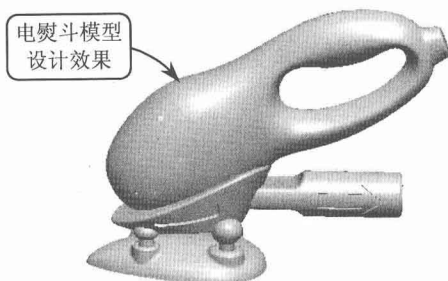


图 1-8 电熨斗模型设计效果

2. 装配设计

Pro/E 将功能设计与易用的装配工具相结合,使用户可以确保装配设计中的每一个零部件配合正确,并且可以验证干涉和缝隙检查,以便一次性创建高质量的产品,效果如图 1-9 所示。此外 Pro/E 提供了可由用户控制关联关系的设计功能,可真正实现装配设计和单个零件设计之间的并行工程,并且设计者可以重新排列产品的结构,动态地把零件拖动到指定的位置。



图 1-9 轮式装载机装配设计效果

3. 工程图设计

Pro/E 5.0 包含工程图自动生成功能和全面的工程图设计工具,将产品的工程出图效率提高到一个新水平。在工程图模块中可以从 3D 零件或装配件创建相关联的 2D 图纸,能满足钣金、曲面和使用混合建模方法建立的零件或装配件对工程绘图的需求,并自动创建 3D 标注,效果如图 1-10 所示。2D 图纸与 3D 主模型之间的关联性使用户可以进行设计和标注的并行工作。

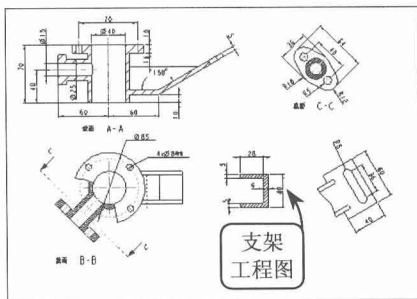


图 1-10 支架工程图

4. 模具设计

Pro/E 提供的模具模块能够帮助用户设计出整套的产品模具,并可进行模拟仿真开模,效果如图 1-11 所示。此外在设计过程中根据设计模型的变化, Pro/E 会自动对模具环节中的元件或组件进行快速更新,使设计者更加高效、高质量地完成设计任务。

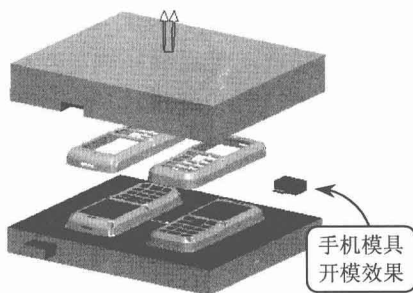


图 1-11 手机模具开模效果

5. 运动仿真

用户可以使用运动仿真功能了解产品在真实条件



下如何运转,无须花费大量成本构建耗时的物理样机或雇用分析专家。用户所要做的仅仅是添加载荷、摩擦特征和运动零部件。然后运行仿真功能验证设计,帮助用户全面分析机械装置中每个零部件的位置、速度、加速度和载荷,效果如图 1-12 所示。

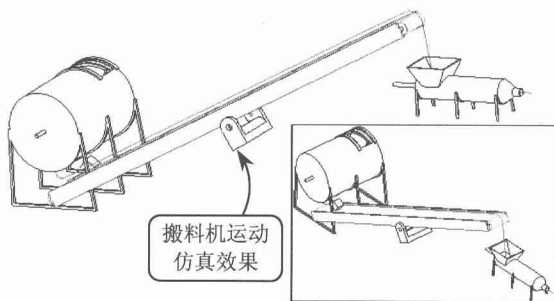


图 1-12 搬料机运动仿真效果

此外使用集成的综合图表功能可以快速查看特性在机器的运转周期内如何变化,并可以打印物理参数,如位置、力和时间加速度等。使用同一图表的多个打印副本比较仿真周期内每一点的不同特性。制作成动画的三维可视化可以根据基础实体模型和应用的载荷条件显示动态运动,这样可以更好地理解设计的行为和性能。

1.4 机械产品数字化造型技术

产品设计包括造型设计、结构设计、工艺设计和模具设计等多个环节。首先是造型设计,产品数字化造型技术就是用计算机表达有形产品造型信息的技术,包括零件造型技术与装配造型技术两方面。其中零件造型技术又包括二维绘图、线框造型、曲面造型、实体造型、特征造型,以及基于特征的参数化造型、变量化造型等。装配造型又分为自下向上装配造型和自上向下装配造型。

从现代 CAD、CAE、CAPP、CAM (简称 4C) 等有机结合实现集成的角度出发,要求从产品整个生命周期各阶段的不同需求来描述产品,既要描述产品的点、线、面和体等几何信息,又要描述产品的材料、公差、配合和表面粗糙度等非几何信息。线框造型、曲面造型、实体造型的共同特点是只能描述产品的几何信息。只有特征造型,以及基于特征的参数化造型、变量化造型才能满足既能描述产品的几何信息,又能描述产品非几何信息的现代 4C 集成的产品信息描述要求。

各类造型包含的信息由少到多,由它们构成的三维模型可以由信息含量多的模型转化为信息含量少的模型,但不能由信息含量少的模型转化为信息含量多的模型。例如实体模型可以转化为曲面模型乃至线框模型,而线框模型却不能转化为曲面模型,更不能转化为实体模型,效果如图 1-13 所示。下面简要介绍除二维绘图外的三维造型技术。



图 1-13 不同三维模型的转化

1. 线框造型技术

线框造型是利用基本线素来定义零件的棱线部分,再由这些棱线构成立体框架,以表示所描述的零件。如图 1-14 所示的线框造型是由 12 个顶点和 18 条边(构成了 8 个面)来表示的。

2. 曲面造型技术

曲面造型是通过对实体的各个表面或曲面进行描述而构造零件模型的一种建模方法。该方法主要用于创建一些不规则的复杂模型。

3. 实体造型技术

实体造型是用点、线、面等几何元素进行拉伸、旋转、扫描、放样（混合）等几何变换或者利用基本体素（如圆柱、球体）的布尔集合运算（交集、并集、差集）来创建零件实体模型。

4. 特征造型技术

特征造型是指产品描述信息（几何信息和非几何的工程信息）的集合。将特征概念引入产品造型系统的目的是为了增加实体几何的工程意义。这样就可以认为零件实体是由各种各样的特征构成的。

5. 参数化造型技术

参数化造型是基于特征的、全数据相关的、全尺寸约束（驱动）的造型技术。其特点是将模型的形状与尺寸联合起来考虑，通过尺寸约束来实现对模型几何形状的控制。

6. 变量化造型技术

变量化造型是基于特征的、全数据相关的、任意（广义）约束（驱动）的造型技术。其特点是将模型的形状与尺寸分开处理，可以解决任意约束下的产品设计问题，既可以尺寸驱动，也可以约束驱动。即由工程关系来驱动几何形状的改变，这对产品的结构优化提供了极大的帮助。表 1-1 对零件造型技术进行了比较，在比较的基础上提出了选用零件造型技术的建议。

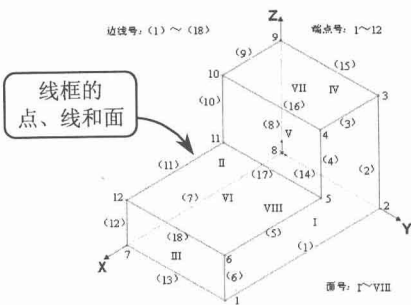


图 1-14 一个线框造型实例

表 1-1 零件造型技术的比较与选用

序号	造型技术	优点	缺点	应用
1	线框造型	a. 所需信息最少 b. 可以产生任意视图 c. 容易掌握、处理	a. 只能表示棱边 b. 没有面的信息 c. 不能计算几何特性	a. 用作虚体特征 b. 用作布局图 c. 用作有限元网格显示等
2	曲面造型	a. 增加了面的信息 b. 可以完整定义三维立体表面 c. 可用于有限元网格划分等	a. 不能描述零件内部信息 b. 不能考察与其他零件相关联的性质	a. 用作虚体特征 b. 构造汽车车身、飞机机翼等模型
3	实体造型	能完整表达零件的几何信息及相互间的拓扑关系，计算物体的几何特性（面积、体积、几何中心）	a. 不能表达零件的材料、公差、粗糙度及其他技术要求等有工程意义的非几何信息 b. 无约束，不能修改	用作特征造型的基础。其几何模型描述语言被现代 3D 软件所采用