

“十五”期间重点计算机出版物规划项目

Pro/E工业设计铂金手册系列

Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 中文版

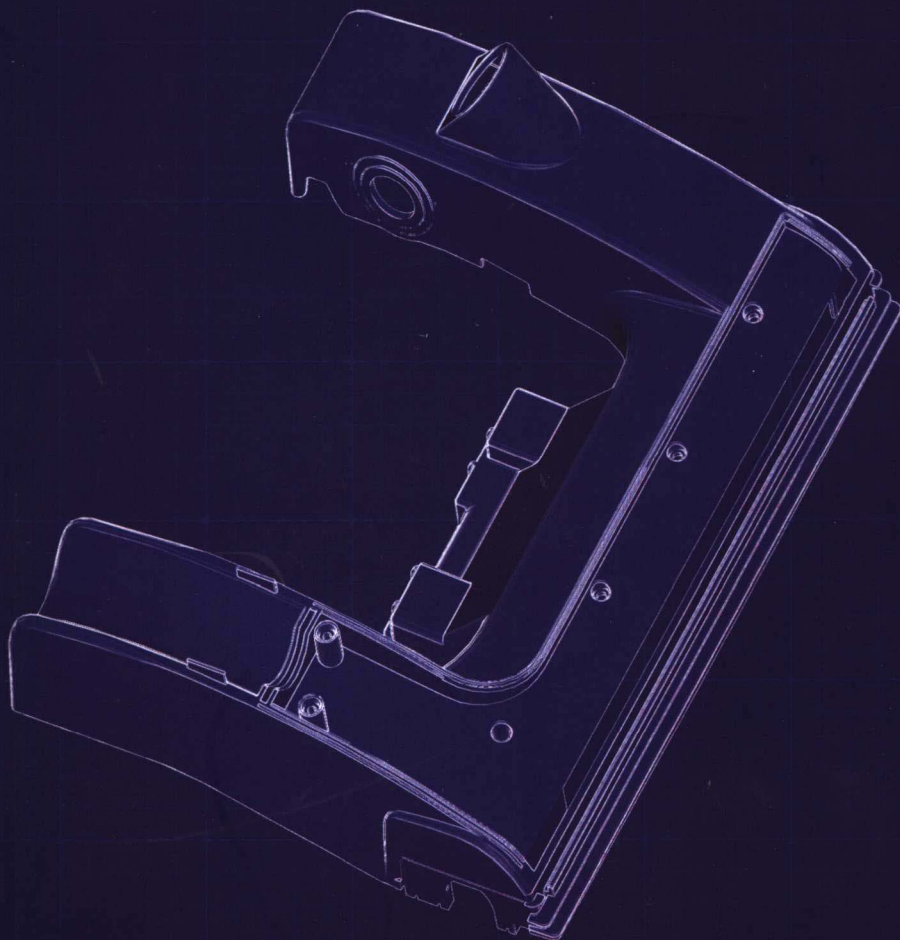
钣金设计

经典作品解析

罗云奎 编著



本光盘内容丰富，包括书中范例文件及长达150分钟的关于软件操作的多媒体教学录像。



国内一线高级工程师的倾情力作，凝聚了作者多年的设计经验与心得体会

以基础知识与应用实例相结合的形式，详细介绍了钣金设计的流程、方法与技巧

实例丰富典型，全部来自工程实践，针对性和指导性强，有利于读者举一反三

提供练习题、常见问题解答与技巧集锦，帮助读者解决实际问题，巩固知识点

适合中高级读者、广大公司从业人员、大中专院校学生以及社会培训班的学员使用



中国电力出版社
www.infopower.com.cn

— I “十五”期间重点计算机出版物规划项目 I —

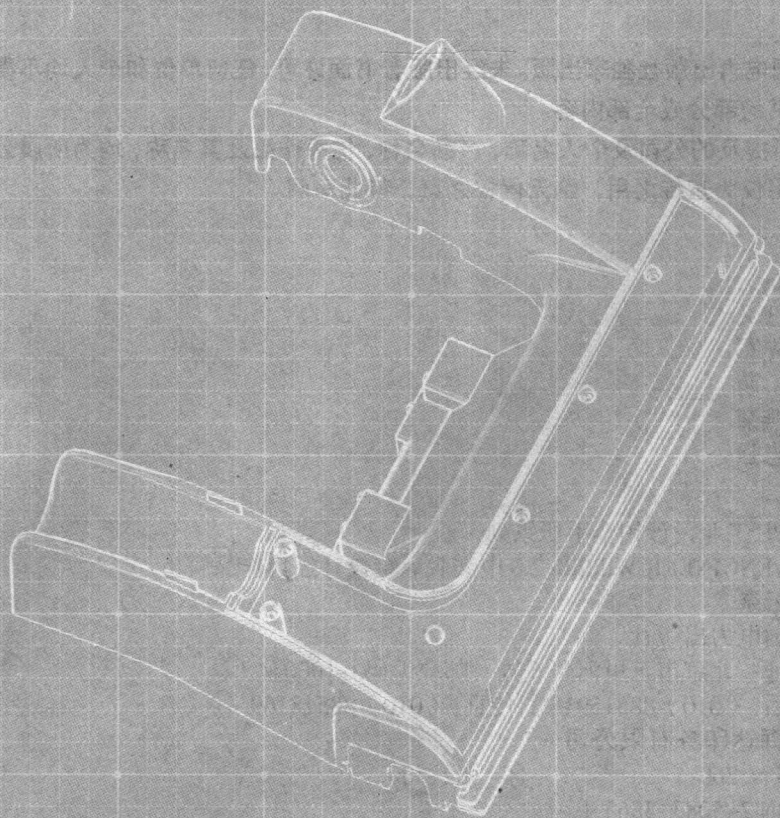
Pro/E 工业设计铂金手册系列

Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 中文版

钣金设计

经典作品解析

罗云奎 编著



中国电力出版社

www.infopower.com.cn

内 容 简 介

本书根据作者多年的设计工作经验,通过大型实例解析的形式,从工程实用的角度出发,详细介绍了Pro/ENGINEER Wildfire 2.0中文版钣金设计的流程、方法与技巧。全书由6章和1个附录构成,具体内容包括钣金设计规范概述、钣金设计的基础知识、自顶向下的钣金设计范例、与塑料件配合的钣金设计范例和整机钣金设计范例。附录A主要介绍了钣金设计的一些专用配置选项内容,供读者设计时参考使用。

本书既可作为Pro/ENGINEER中高级读者、钣金设计从业人员的参考书,同时也可作为大中专院校师生以及社会培训班的教材。

图书在版编目(CIP)数据

Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 中文版钣金设计经典作品解析 / 罗云奎编著. —北京: 中国电力出版社, 2005.10
(Pro/E 工业设计铂金手册系列)
ISBN 7-5083-3865-0

I. P... II. 罗... III. 钣金工 - 计算机辅助设计 - 应用软件, Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 IV. TG382-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第116689号

版权声明

本书由中国电力出版社独家出版。未经出版者书面许可,任何单位和个人不得以任何形式复制或传播本书的部分或全部内容。

本书内容所提及的公司及个人名称、产品名称、优秀作品及其名称,均为所属公司或者个人所有,本书引用仅为宣传之用,绝无侵权之意,特此声明。

策 划: 裴红义

于先军

责任编辑: 李 萌

责任校对: 崔燕菊

责任印制: 李志强

丛 书 名: Pro/E 工业设计铂金手册系列

书 名: Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 中文版钣金设计经典作品解析

编 著: 罗云奎

出版发行: 中国电力出版社

地址: 北京市三里河路6号 邮政编码: 100044

电话: (010) 88515918 传真: (010) 88518169

印 刷: 利森达印务有限公司

开本尺寸: 185 × 260

印 张: 30

书 号: ISBN 7-5083-3865-0

版 次: 2006年1月北京第1版

印 次: 2006年1月第1次印刷

印 数: 0001—4000

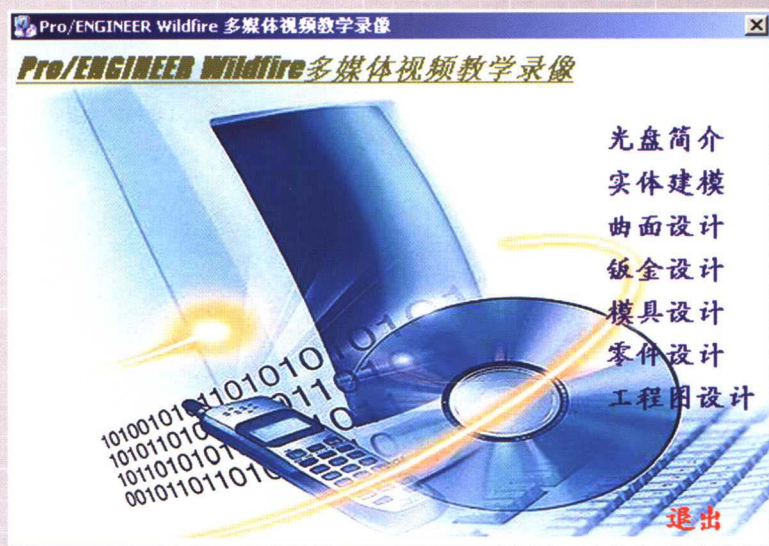
定 价: 48.00元(含1CD)

本书附有光盘一张，包括下面两部分内容：



- 书中所用到的所有实例源文件及相关素材
- Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 多媒体视频教学录像

Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 多媒体视频教学录像



本多媒体视频教学录像内容包括 Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 六个模块部分的基础操作和命令使用，具体如下：

- | | | | |
|--------|---------|--------|--------|
| ■ 实体建模 | ■ 曲面设计 | ■ 钣金设计 | ■ 模具设计 |
| ■ 零件设计 | ■ 工程图设计 | | |

总播放时间为 150 分钟左右。

运行环境

硬件环境：推荐奔腾 800MHz 以上，内存 256MB 以上。

软件环境：Windows 98/NT/2000 /XP 任一操作系统下运行都可。

使用方法

在使用本书的光盘之前，请读者先将光盘内容全部复制到自己的电脑硬盘中，以便 Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 读写时能保证速度和使用权限。

在使用多媒体视频教学录像之前，读者需要先安装支持 rmvb 格式的 Realplayer 软件。

使用的时候，请先运行 Autorun 程序，打开一个主菜单界面，里面包括多媒体视频教学的内容简介及目录模块（实体建模、曲面设计、钣金设计、模具设计、零件设计与工程图设计），然后读者单击不同的目录选项，便可以进入到相应的视频播放中。

最值得期盼的国内首套大型 Pro/E 工业设计系列图书!



《Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 中文版完全学习手册》

本书内容由 17 章和 2 个附录组成, 通过基础知识与实例相结合的方式, 详细介绍了 Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 中文版的基本操作、常用功能以及应用实例。光盘中提供了基础知识的多媒体教学录像, 非常适合 Pro/ENGINEER 初学者、大中专院校学生阅读, 也可作为社会相关培训班学员的教材。

《Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 中文版曲面设计经典作品解析》

本书内容由 8 章组成, 前 2 章介绍了 Pro/ENGINEER 曲面设计的行业背景及设计前的准备知识, 后 6 章介绍了 6 个经典实用的工程案例, 中间穿插介绍了曲面设计的一些技巧和注意事项等。光盘中提供了书中范例文件以及范例教学演示。本书非常适合 Pro/ENGINEER 中高级读者、公司从业人员、大中专院校学生阅读, 也可作为社会相关培训班学员的教材。

《Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 中文版模具设计经典作品解析》

本书内容由 12 章组成, 前 2 章介绍了 Pro/ENGINEER 模具设计的行业背景及设计前的准备知识, 后 10 章介绍了 10 个经典、实用的工程案例, 包括压铸和塑料模具两部分, 中间穿插介绍了模具设计的一些技巧和经验等。光盘中提供了书中范例文件以及范例教学演示。本书非常适合 Pro/ENGINEER 中高级读者、公司从业人员、大中专院校的学生阅读, 也可作为社会相关培训班学员的教材。

《Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 中文版钣金设计经典作品解析》

本书内容由 6 章组成, 前 2 章介绍了 Pro/ENGINEER 钣金设计的行业背景及设计前的准备知识, 后 4 章介绍了 4 个经典、实用的工程案例, 中间穿插介绍了曲面设计的一些技巧和注意事项等。光盘中提供了书中的范例文件以及范例教学演示。本书非常适合 Pro/ENGINEER 中高级读者、公司从业人员、大中专院校的学生阅读, 也可作为社会相关培训班学员的教材。

《Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 中文版模具设计白金手册》

本书内容由 11 章组成, 通过基础知识与实例相结合的形式, 详细介绍了 Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 中文版模具设计的流程、方法和技巧。光盘中提供了书中范例文件以及范例教学演示。本书适合 Pro/ENGINEER 中高级读者、公司从业人员、大中专院校学生阅读, 也可作为社会相关培训班学员的教材。

《Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 中文版钣金设计白金手册》

本书内容由 15 章组成, 通过基础知识与实例相结合的形式, 详细地介绍了 Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 中文版钣金设计的流程、方法和技巧, 最后有针对性地安排了综合创作实例, 光盘内容提供了范例文件以及范例教学演示。本书非常适合 Pro/ENGINEER 中高级读者、公司从业人员、大中专院校学生阅读, 也可作为社会相关培训班学员的教材。

《Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 中文版零件装配与工程图设计白金手册》

本书内容包括 3 部分: 零件设计、零件装配和工程图设计。通过基础知识与实例相结合的形式, 详细介绍了 Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 零件装配与工程图设计的方法、步骤和技巧, 最后安排了综合创作实例。光盘中提供了书中的范例文件以及范例教学演示。本书适合 Pro/ENGINEER 中高级读者、公司从业人员、大中专院校学生阅读, 也可作为社会相关培训班学员的教材。

《Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 中文版曲面设计白金手册》

本书内容包括 3 个部分: 高级曲面设计、ISDX 自由曲面设计和综合创作实例。通过基础知识与实例相结合的形式, 详细介绍了 Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 中文版曲面设计的方法和技巧。光盘中提供了书中的范例文件以及范例教学演示。本书非常适合 Pro/ENGINEER 中高级读者、公司从业人员、大中专院校学生阅读, 也可作为社会相关培训班学员的教材。

前 言

本书编写目的

美国参数技术公司（简称 PTC 公司）的 Pro/ENGINEER 软件自问世以来，已经成为世界上最为普及的 3D CAD/CAM 系统之一。Pro/ENGINEER 在 3D CAD/CAM 软件领域中起着举足轻重的作用，广泛应用于机械、电子、工业设计、模具设计、汽车、航天、家电和玩具设计的各个行业。Pro/ENGINEER 是一个全方位的 3D 产品开发软件，集成了零件设计、产品装配、模具设计、钣金设计、铸造件设计、造型、逆向工程、自动测量、机构仿真和产品的数据库管理等功能于一体。

Pro/ENGINEER 的钣金模块内容多，学习起来有一定的难度。目前市场上虽然有少量介绍钣金设计的图书，但是大部分都是基于菜单和命令使用的基础入门教程，非常缺乏一些大型、经典，特别是来自于实际工厂设计的实例介绍，使得许多读者无法获得一流的指导和专业的示范。本书就是为了解决这个问题，弥补这一市场缺陷而编写的。

本书主要针对钣金模块设计进行讲解，对有或者没有 Pro/ENGINEER 基础的读者，均能起到较强的启发作用。

本书内容导读

本书是按 Pro/ENGINEER 的最新版本 Wildfire 2.0 中文版编写的，全书从工程实用的角度出发，通过经典实例解析的形式，详细介绍了 Pro/ENGINEER 钣金设计的流程、方法、思路和技巧。全书由 6 章和 1 个附录构成，主要内容如下：

第 1 章是钣金设计规范概述，简单讲解了钣金设计的规范事项。

第 2 章是钣金设计的基础知识，讲解了钣金设计的工艺基础和 Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 基础。内容包括钣金材料基础、钣金成型基础、钣金模具的工序设置、级进模具、Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 入门、参数化设计、自顶向下设计、使用 Pro/SHEETMETAL、钣金设计流程等内容。

第 3 章是自顶向下的钣金范例设计，详细讲解了电器盒范例的设计过程。包括范例分析、主要知识点、设计流程、具体设计步骤、范例总结等内容。该范例将自顶向下的设计方法融入了全部设计过程。

第 4 章是与塑料件配合的钣金范例设计，详细讲解了空调器蒸发器部件范例的设计过程。包括范例分析、主要知识点、设计流程、具体设计步骤、范例总结等内容。该范例将自顶向下的设计方法融入了全部设计过程。

第 5 章是整机钣金范例设计，详细讲解了油烟机范例的设计过程。同样，包括范例分析、主要知识点、设计步骤、具体设计步骤、范例总结等内容。

第 6 章同样也是整机钣金范例设计，详细讲解了微波炉范例的设计过程。内容包括范例分析、主要知识点、设计流程、具体设计步骤、范例总结等内容。该范例主要将自底向上的设计方法融入了全部设计过程。

附录 A 主要介绍了钣金设计的一些专用配置选项内容, 供读者设计时参考使用。

本书主要特色

本书是作者自己在家电企业多年的设计工作经验的总结, 通过大型实例解析的形式, 详细介绍了 Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 中文版钣金设计的流程、方法与技巧。主要特色如下:

(1) 语言简洁、层次清晰, 讲解直观、操作步骤详细。

(2) 实例丰富经典、技术含量高, 全部来自工程实践, 具有很强的实用性、指导性和可操作性, 有利于读者举一反三。

(3) 书中穿插介绍了软件操作技巧和钣金设计的专业规范、标准、注意事项等, 能高效、快速地引导读者步入专业机械设计师的行列, 解决工程设计中的实际问题。

(4) 光盘内容丰富, 主要包括两部分内容: 提供了书中范例文件, 方便读者学习时候使用; 关于 Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 中文版软件操作的多媒体视频教学录像。多媒体视频教学录像具体包括 6 部分: 实体建模、曲面设计、钣金设计、模具设计、零件设计与工程图设计, 播放总时间长达 150 分钟, 手把手地引导读者学习或者温习 Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 中文版软件的重要基础操作, 绝对物超所值。

本书非常适合广大 Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 中文版初中级读者、公司钣金设计人员使用, 同时也可作为大中专院校相关专业学生以及社会相关培训班学员的教材。

本书使用指南

由于 Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 中文版对系统要求比较高, 因此建议读者的机器配置为: CPU P4 2.0GHz 以上, 内存 512 MB 以上, 显卡支持硬加速、OpenGL 1.5 以上, 操作系统为 Windows 2000 或 Windows XP。

本书附有光盘一张, 存放了书中所用到的全部实例文件以及多媒体视频教学录像。请读者将光盘内容全部复制到自己的电脑硬盘中, 以便 Pro/ENGINEER 读写时, 能保证速度和权限。

读者在学习本书时, 一定要对实例进行反复演练, 从而加深对命令使用和技巧的领会; 同时注意融会贯通, 对重要的操作细节举一反三; 力求和自己的工作设计联系起来, 以达到即学即会、学以致用目的。

本书编写队伍

本书主要由罗云奎编写, 另外参与编写的人员还有: 于波、严林秀、张春雷、陈奎、刘士军、李元波、邱向伟、白晓峰、秦仁瑰、祝琴华、唐春、向运明、宋锐、陈义、刘发申、周海平、雷远明、朱迎庆、张健建、周洲、张宏、许颖华等, 他们在资料的收集、整理和技术支持方面做了大量工作, 在此向他们表示感谢。

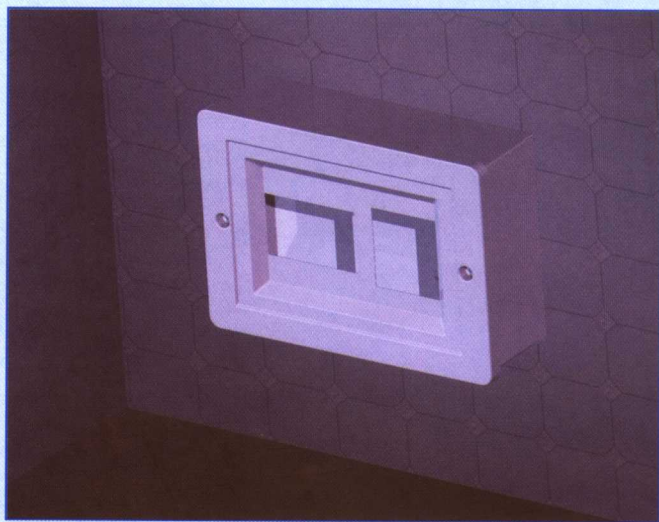
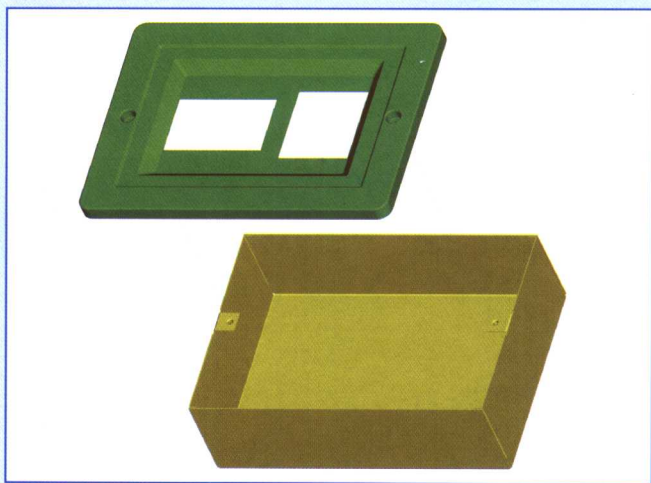
由于时间仓促, 再加上作者水平有限, 虽经过反复校对, 但书中难免有错误和不足之处, 欢迎广大读者批评和指正。

作 者

2005 年 6 月

本书实例效果图及描述

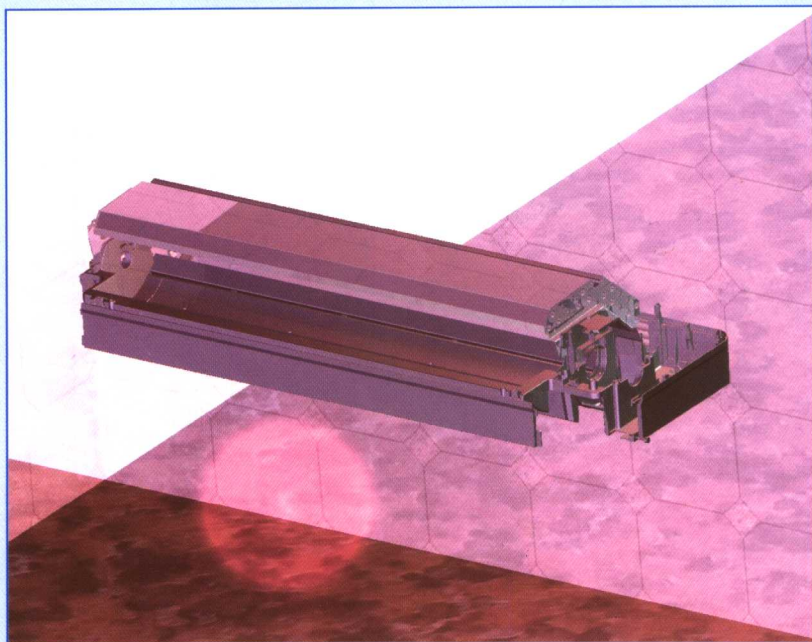
实例 1——电器盒



设计难点和方法简述如下:

- (1) 在组件中建立骨架零件。
- (2) 骨架零件对零件的参数传递与控制。
- (3) 组件分解视图的创建。
- (4) 本范例的技术难点在于自顶向下的设计。

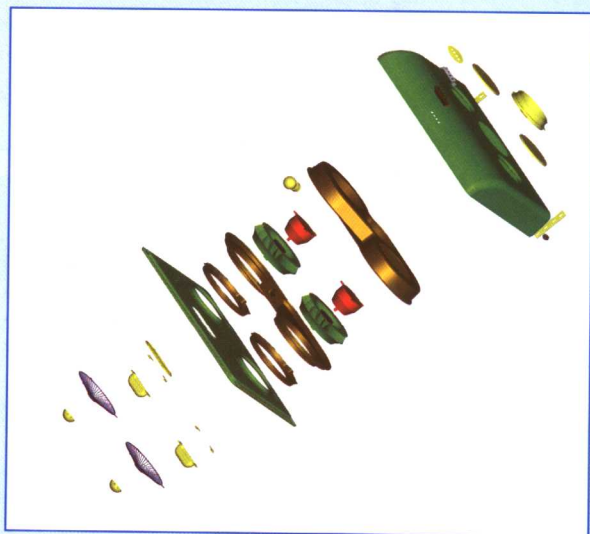
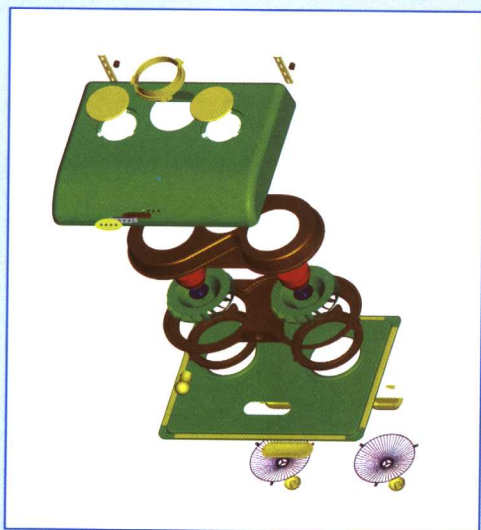
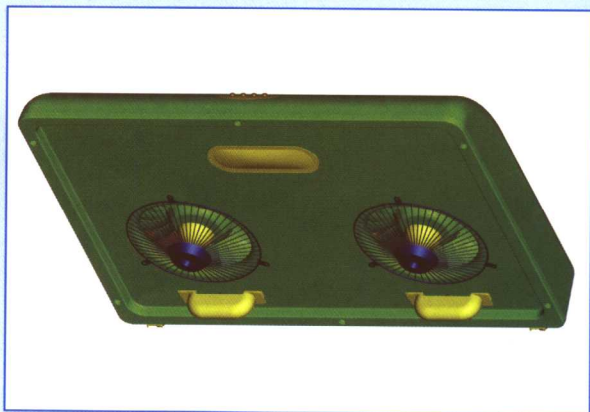
实例 2——空调器蒸发器部件



设计难点和方法简述如下：

- (1) 其他软件的文件输入。
- (2) 骨架零件对零件、子组件的参数传递与控制。
- (3) 多层次骨架零件的使用。
- (4) 通过镜像方式创建零件。
- (5) 本范例的难点在于如何在产品的局部结构中，使用自顶向下的设计方法。

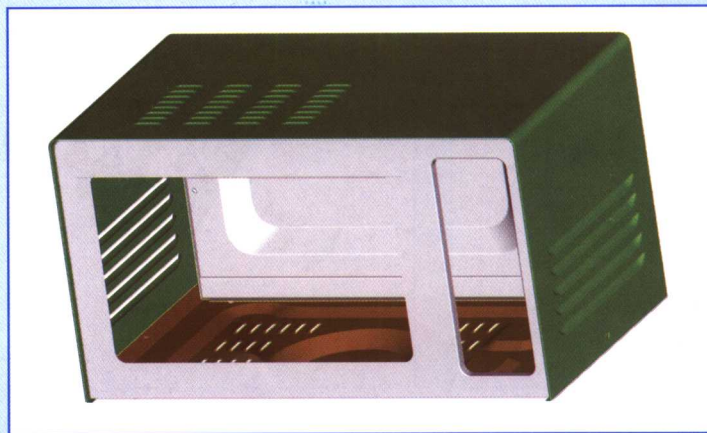
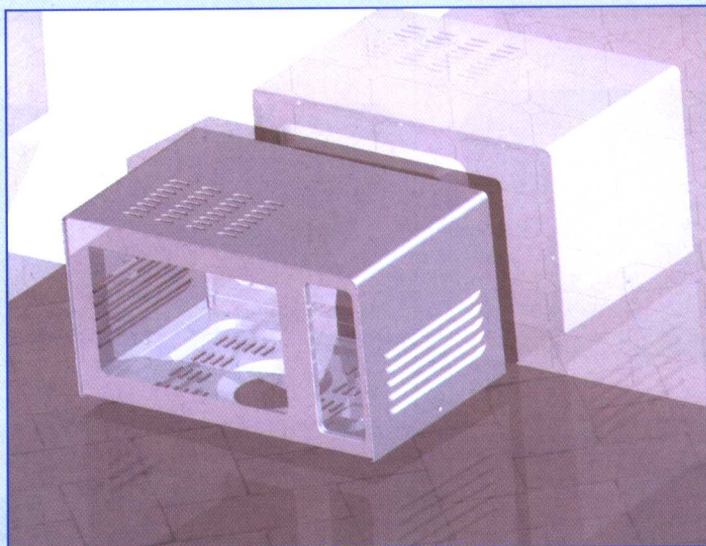
实例 3——油烟机



设计难点和方法简述如下：

- (1) 装配件的建立过程，多层次装配结构的定义。
- (2) 自顶向下设计时，参数的有效传递与控制。
- (3) 自顶向下设计时，如何简化发布几何的数量。
- (4) 特征阵列、零件阵列的综合应用。
- (5) 如何创建二维图，制作爆炸图、BOM 表、BOM 球标。
- (6) 本范例的难点在于如何在复杂的产品设计中，使用自顶向下的设计方法。

实例 4——微波炉



设计难点和方法简述如下：

- (1) 装配的建立，装配结构的定义。
- (2) 自底向上设计时，参数的有效传递与控制。
- (3) 建立复杂的、多层次的发布几何。
- (4) 特征阵列的综合应用。
- (5) 本范例的难点在于如何在复杂的产品设计中，使用自底向上的设计方法。

目 录

前 言

第 1 章 钣金设计规范概述

- 1.1 冲裁件.....1
- 1.2 弯曲件.....2
- 1.3 引伸件.....3
- 1.4 挤压件和其他.....3

第 2 章 钣金设计的基础知识

- 2.1 钣金设计的工艺基础.....5
 - 2.1.1 钣金材料基础.....5
 - 2.1.2 钣金成型基础.....7
 - 2.1.3 钣金模具的工序设置.....7
 - 2.1.4 级进模具.....7
- 2.2 Pro/ENGINEER 钣金件设计基础.....8
 - 2.2.1 Pro /ENGINEER Wildfire 2.0 版基础.....8
 - 2.2.2 参数化设计.....16
 - 2.2.3 自顶向下设计.....16
 - 2.2.4 使用 Pro/SHEETMETAL.....17
 - 2.2.5 钣金产品设计流程.....17

第 3 章 自顶向下的钣金设计——电器盒范例

- 3.1 范例分析.....19
- 3.2 主要知识点.....19
 - 3.2.1 简单的自顶向下的设计方法.....19
 - 3.2.2 建立底壳、上盖零件所使用的钣金命令.....20
- 3.3 设计流程.....20
- 3.4 具体设计步骤.....22
 - 3.4.1 建立顶级装配件.....22
 - 3.4.2 建立 skel (骨架) 模型文件.....24
 - 3.4.3 建立底壳零件.....31
 - 3.4.4 建立上盖零件.....58
 - 3.4.5 分解组件.....65

- 3.5 范例总结.....66

第 4 章 与塑料件配合的钣金设计——空调器蒸发器部件

- 4.1 范例分析.....67
- 4.2 主要知识点.....68
 - 4.2.1 简单的自顶向下的设计方法.....68
 - 4.2.2 建立钣金零件所使用的钣金命令.....68
- 4.3 设计流程.....68
 - 4.3.1 建立组件和骨架零件.....68
 - 4.3.2 建立边板零件.....69
 - 4.3.3 建立连接板零件.....70
 - 4.3.4 完善边板零件, 并镜像另一侧的钣金零件.....72
- 4.4 具体设计步骤.....73
 - 4.4.1 建立顶级装配件.....73
 - 4.4.2 读入空间参照零件至装配组件中.....75
 - 4.4.3 建立各零件的发布几何.....77
 - 4.4.4 建立 skel 骨架零件.....80
 - 4.4.5 将设计数据整合进骨架零件.....81
 - 4.4.6 建立第一件边板零件.....85
 - 4.4.7 建立第二件边板零件.....92
 - 4.4.8 建立第三件边板零件.....102
 - 4.4.9 建立第一件连接板零件.....109
 - 4.4.10 完善边板零件的定位螺钉孔等.....126
 - 4.4.11 通过镜像零件创建右边的边板和连接板零件.....132
- 4.5 范例总结.....136

第 5 章 整机钣金范例设计——油烟机

- 5.1 范例分析.....137

5.2	主要知识点	137
5.2.1	简单的自顶向下的设计方法	137
5.2.2	创建钣金零件所使用的钣金命令	138
5.3	设计流程	138
5.3.1	创建组件和骨架零件	138
5.3.2	创建外罩组件	139
5.3.3	创建底板组件	140
5.3.4	创建风道组件	142
5.3.5	创建网罩组件	144
5.3.6	创建爆炸图和 BOM 球标	144
5.4	具体设计步骤	144
5.4.1	创建顶级装配件	145
5.4.2	定义装配结构	146
5.4.3	在骨架零件中创建产品总体布局	169
5.4.4	发布顶级骨架至子组件(零件)中	189
5.4.5	创建零件“外罩箱体”	192
5.4.6	创建零件“挂板”	209
5.4.7	创建零件“开关支架”	217
5.4.8	创建零件“开关”	226
5.4.9	创建零件“显示标贴”	235
5.4.10	创建零件“脚垫”	240
5.4.11	创建零件“导流板”	243
5.4.12	创建零件“支架 1”	264
5.4.13	创建零件“支架 2”	269
5.4.14	创建零件“集油环”	274
5.4.15	创建零件“油杯”	287
5.4.16	创建零件“灯板”	295
5.4.17	创建零件“油杯支架”	304
5.4.18	创建零件“风箱”	310
5.4.19	创建零件“风箱盖”	325
5.4.20	创建子组件“叶轮部件”	337
5.4.21	创建零件“叶轮端盖”	355
5.4.22	创建零件“电机”	356
5.4.23	创建零件“电机盖”	357
5.4.24	创建零件“连接管”	360

5.4.25	创建零件“电灯”	362
5.4.26	阵列组件“air-passage.asm”中的零件	363
5.4.27	创建零件“安全网”	365
5.4.28	创建零件“网头杯”	369
5.4.29	阵列组件“net.asm”	370
5.4.30	创建爆炸图	371
5.4.31	创建 BOM 球标	376
5.5	范例总结	379

第 6 章 整机钣金范例——微波炉设计

6.1	范例分析	381
6.2	主要知识点	382
6.2.1	简单的自底向上的设计方法	382
6.2.2	建立钣金零件所使用的钣金命令	382
6.3	设计流程	382
6.3.1	建立外壳零件	382
6.3.2	建立装配件	383
6.3.3	建立底壳零件	383
6.3.4	建立后壳零件	383
6.3.5	建立顶板零件	384
6.3.6	建立护网零件	384
6.3.7	建立前板零件	384
6.4	具体设计步骤	385
6.4.1	建立外壳零件	385
6.4.2	建立装配件	409
6.4.3	建立底壳零件	410
6.4.4	建立后壳零件	432
6.4.5	建立顶板零件	442
6.4.6	建立护网零件	451
6.4.7	建立前板零件	458
6.5	范例总结	468

附录 A 钣金设计的专用配置选项

A.1	关于配置 Pro/Sheet Metal Design	469
A.2	设置钣金件配置选项	469

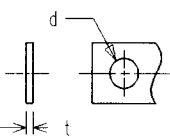
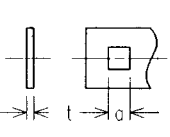
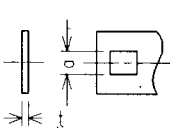
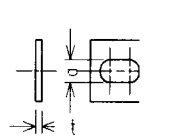
第 1 章 钣金设计规范概述

作为本书的开篇，本章将主要讲述钣金设计的一些设计规范。希望没有钣金从业经验的读者，通过学习本章，能对钣金设计规范有一个大致的了解。

1.1 冲裁件

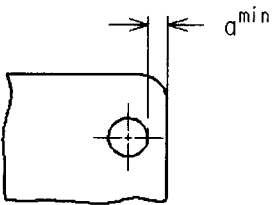
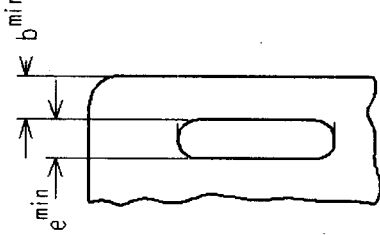
冲裁件最小冲孔尺寸与孔的形状、材料厚度、材料的机械性能及冲孔方式有直接关系。在设计方孔、圆孔、长方孔、椭圆孔、异形孔等时，要充分考虑以上因素，自由凸模冲孔的最小尺寸如表 1-1 所示。

表 1-1 自由凸模冲孔的最小尺寸

冲孔材料	孔的形状			
				
钢	$d \geq 2t$	$a \geq 2t$	$a \geq 1.5t$	$a \geq 1.5t$
铜、黄铜	$d \geq 1.5t$	$a \geq 1.5t$	$a \geq 1t$	$a \geq 1t$
铝、锌	$d \geq 1.2t$	$a \geq 1t$	$a \geq 0.8t$	$a \geq 0.8t$

冲孔边缘离外形的距离（孔边距）过小时，会影响冲件的质量甚至模具的寿命，最小孔边距如表 1-2 所示。

表 1-2 最小孔边距

冲孔类型	孔的形状特点	
	边缘与外形不平行、不相似 $a^{\min}$	边缘与外形平行或相似 $b^{\min}$
		
普通冲裁	$>1t$	$>2t$

在设计弯曲件和引伸件上的孔时，孔边缘与工件直壁之间应保持一定的距离，弯曲件和引伸件冲孔时的孔壁距均要大于圆角钣金加上壁厚值。

冲裁件转角处需设计合适的圆角半径，冲裁件的最小圆角半径要大于壁厚值的 0.5 倍。设计冲裁件时要考虑合理的精度等级范围及合理的尺寸公差。壁厚增大时，应放宽精度。

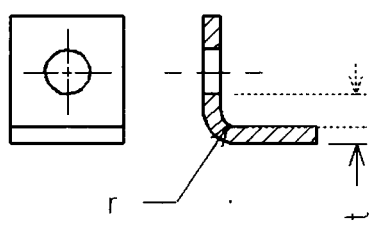
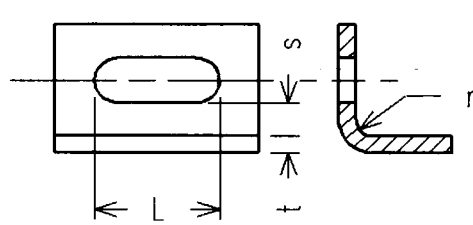
1.2 弯曲件

弯曲半径过小时，变形区材料易产生畸变和微裂。设计弯曲件时，要设计合适的弯曲半径，板材的最小弯曲半径要大于壁厚值的 0.5 倍，脆性材料相应放大最小弯曲半径。

弯曲件的直边高度太小时，会影响弯曲件成型后的精度，一般需加大弯边高度，然后待弯曲成型后加工至规定尺寸；或在弯曲变形区内制成浅槽，再弯曲成型。

冲孔后弯曲，孔的位置应处于弯曲变形区外，孔壁到弯边的最小距离如表 1-3 所示。

表 1-3 弯曲件上孔壁到弯边的最小距离

			
t (mm)	s	L (mm)	s
≤2	≥t+r	≤25	≥2t+r
>2	≥1.5t+r	25~50	≥2.5t+r

工艺切口（槽）可防止弯件成型时发生局部畸变。欲冲孔的弯曲坯料，当孔在变形区内时，要采取切口以防止孔变形，如图 1-1 所示。

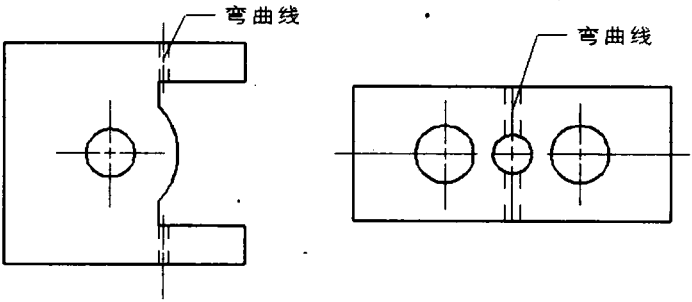


图 1-1

弯曲件的形状比较对称时，可减少弯曲成型时坯料在模具内的错移。为使坯料在模具内定位准确，可增设工艺定位孔。



1.3 引伸件

引伸件的圆角半径过小时工件不易成型，应根据引伸件的形状的不同来设计合理的圆角半径。引伸件的圆角半径应大于弯曲件的圆角半径。

引伸件的形状应尽量设计成对称。

1.4 挤压件和其他

1. 挤压件

挤压件的横断面应尽量设计对称，以避免剧烈的断面变化。

2. 其他

自攻螺钉的孔，当壁厚 $\delta < 1.2$ 时，应翻孔，孔径为 $\phi 3.2 + 0.10$ ；当 $\delta \geq 1.2$ 时，可不翻孔，孔径为 $\phi 3.2 \pm 0.05$ 。

