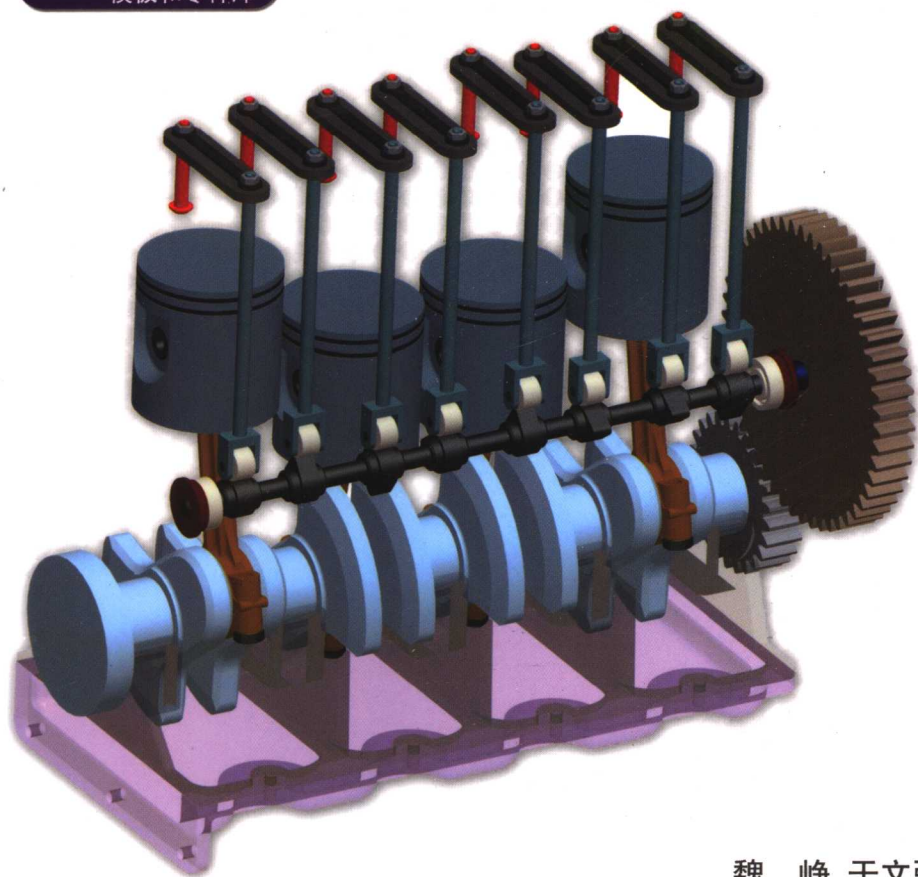




含大量实例文件、
模板和零件库



郭 洋 主 编
魏 峥 于文强 朱崇高 编 著

Pro/ENGINEER

企业实施与应用

- 由拥有丰富机械工程经验和Pro/ENGINEER应用经验的高级机械工程师编写
- 遵循实际产品的设计流程，把Pro/ENGINEER与企业设计结合起来
- 既有企业中应用Pro/ENGINEER解决机械工程问题的实例，也有理论总结



清华大学出版社

Pro/ENGINEER 企业实施与应用

郭 洋 主 编

魏 峥 于文强 朱崇高 编 著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书来源于作者专业从事 Pro/ENGINEER 实施和应用的经验总结,与偏重于软件讲解的图书不同,书中既有企业应用 Pro/ENGINEER 解决机械工程问题的实例,又有理论总结。

本书由拥有丰富机械工程经验和 Pro/ENGINEER 应用经验的高级机械工程师编写,主要介绍如何实施和应用 Pro/ENGINEER,以充分发挥 Pro/ENGINEER 的强大功能,并将其用于企业的实际以创造效益,把 Pro/ENGINEER 与设计具体地结合起来,章节安排遵循实际产品的设计流程。

书中介绍了 Pro/ENGINEER 的功能和应用,并通过实例来说明,所有的实例内容都来源于工程实际。适合企业 Pro/ENGINEER 系统规划员、机械设计工程师作为学习指导书和工作参考书,也适合渴望掌握 Pro/ENGINEER 的学生使用,还可供从事 Pro/ENGINEER 相关工作的人员参考。

本书配套光盘内含有大量 Pro/ENGINEER 实施和应用中难得的参考资料;同时,还包括本书全部的实例文件。

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 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

Pro/ENGINEER 企业实施与应用/郭洋主编;魏峥,于文强,朱崇高编著. —北京:清华大学出版社,2008.1
ISBN 978-7-302-16544-6

I. P… II. ①郭… ②魏… ③于… ④朱… III. 机械设计:计算机辅助设计—应用软件, Pro/ENGINEER
IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 184266 号

责任编辑:黄 飞 闫光龙

装帧设计:杨玉兰

责任校对:马素伟

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

c-service@tup.tsinghua.edu.cn

社 总 机:010-62770175 邮购热线:010-62786544

投稿咨询:010-62772015 客户服务:010-62776969

印 刷 者:北京市世界知识印刷厂

装 订 者:三河市金元印装有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:190×260 印 张:18.25 字 数:438 千字

附光盘 1 张

版 次:2008 年 1 月第 1 版 印 次:2008 年 1 月第 1 次印刷

印 数:1~5000

定 价:33.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:027533-01

导 读

读者对象

本书面向在职的或即将从事机械设计工作的读者。要求读者具有一定的机械专业知识,并具有一定的 Pro/ENGINEER 操作基础,可以完成零件的基本建模和简单装配。

学习方法

为了使读者提高学习兴趣,也将使用 Pro/ENGINEER 进行设计的方法和思想传达给读者,建议采用下面的学习方法。

(1) 先学习第 1 章,了解 Pro/ENGINEER 的功能和现代设计方法的设计流程。

(2) 浏览第 3~6 章中的实例,初步了解各种工程问题的解决方法,找到曾遇到过的或感兴趣的工程实际问题。

(3) 学习第 2 章,按企业的使用标准对 Pro/ENGINEER 进行配置并建立企业的标准件库;然后带着实际问题深入学习第 3~6 章,从而掌握使用 Pro/ENGINEER 设计产品的步骤和解决实际问题的方法。

(4) 学习第 7 章,掌握工程图纸(包括零件图和装配图)的制作方法。

光盘使用说明

光盘中有本书提供的 Pro/ENGINEER 配置和各种模板、零件库等,这些内容在 Proe_res 文件夹下。另外,还附有各章节的实例,在 Examples 文件夹下。由于光盘是只读存储介质,因此要正确使用光盘中内容,务必先将上述两个文件夹复制到计算机的 D 盘中。

(1) 关于 Pro/ENGINEER 配置和各种模板、零件库的说明

把 Proe_res 文件夹复制到 D 盘后,将文件夹内的 Config.pro 文件复制到 Pro/ENGINEER 安装目录下的 text 文件夹内。这样才能使 Pro/ENGINEER 正确应用配置并调用本书提供的各种模板文件和库文件。关于配置文件、模板和库的详细制作和使用方法,请参阅第 2 章。

(2) 关于各章节实例的说明

把 Examples 文件夹复制到 D 盘后,才能在学习实例时正确使用这些模型文件。每个实例在讲解前都会给出工作目录的位置,只需按要求设置好工作目录即可。对于较复杂的实例,书中提供了其制作完成后的模型,放置在实例文件夹内的 Finish 文件夹下,使用时只需将工作目录设置在相应范例文件夹的 Finish 文件夹中即可。

前 言

CAD/CAE/CAM 等技术是计算机科学和工程设计学科相结合而形成的新兴技术,是计算机工程中最有影响的应用技术之一。它的迅速发展和广泛应用,给古老的工程设计和制造业带来了新的生机,使传统的产品设计方法与生产组织模式发生了深刻的变革。CAD/CAE/CAM 技术起源于西方国家,因此国外的 UG、Pro/ENGINEER、CATIA、SolidWorks 等软件占领着全球制造业 CAD 软件的绝大部分市场。国外的汽车、航空航天、造船和机床等行业已全面采用三维 CAD/CAE/CAM 软件进行产品虚拟设计和制造,有的企业甚至能实现无图纸加工。我国在这方面的研究起步较晚,CAD/CAE/CAM 软件在我国的制造企业中还没有广泛普及,很多企业即使购买了设计软件,也仅仅是用做绘图,没有使其与现代设计制造方法充分结合,其优越性没有得到体现。随着全球经济一体化进程的加快,我国机电产品不仅要承受国内市场的激烈竞争,而且已经面临国外产品的猛烈冲击。在这种情况下,我国的制造行业已经正确地认识到了所面临的挑战与机遇,因此加快了追赶国际先进水平的步伐,越来越多的制造企业开始使用计算机辅助设计软件并探索利用这些设计软件来提高质量和效率的方法。

Pro/ENGINEER 是美国 PTC 公司开发的大型 CAD/CAE/CAM 一体化软件,在工业产品造型设计、机械设计、模具设计、加工制造、工程分析、机构仿真等方面都有广泛的应用。作为高端三维软件的代表,Pro/ENGINEER 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、模具设计等行业所普遍采用的三维软件。越来越多的企业开始使用 Pro/ENGINEER 进行产品设计,因此越来越多的机械设计人员和学生开始学习 Pro/ENGINEER,但学习之后却发现现在设计中仅仅使用了 Pro/ENGINEER 进行建模、装配和出图,并没有实现计算机辅助设计的真正目的,特别是在解决实际问题时并不能充分发挥 Pro/ENGINEER 的优势,很多设计还在使用传统的设计方法。

本书以现代设计方法为理论指导,按照产品的设计流程介绍使用 Pro/ENGINEER Wildfire 3 进行机械设计的方法,使 Pro/ENGINEER 的各种设计工具与现代的设计制造方法相结合,让企业有效地管理产品的生命周期,使设计意图和不断变化的市场需求迅速反映在产品上,并有效控制产品成本,提高产品的市场竞争力。为了更加贴近企业的实际问题,本书提供了大量的设计实例,每个实例都有一个设计背景,这些设计背景都是在企业的设计中需要解决的实际问题,为设计中的一些实际问题提供了指导性的解决方案。

本书分为 7 章：

第 1 章介绍 Pro/ENGINEER Wildfire 3 的设计流程和安装方法；第 2 章介绍如何配置 Pro/ENGINEER，如何建立和调用标准件库；第 3 章介绍自顶向下的设计方法；第 4 章介绍运动和机构的分析；第 5 章介绍使用行为建模功能对产品进行优化设计的方法；第 6 章介绍结构和热力分析模块；第 7 章介绍工程图纸的制作方法。

本书由郭洋、魏峥、于文强、朱崇高、车远亮、李家鹏、姜在赢等人编写。由于作者水平有限，书中难免存在疏漏和不足之处，希望各位专家及广大读者予以批评指正。

郭 洋

目 录

第 1 章 Pro/ENGINEER Wildfire 3 简介.....	1
1.1 Pro/ENGINEER 简介.....	1
1.1.1 Pro/ENGINEER 的特点.....	1
1.1.2 Pro/ENGINEER 的模块和功能.....	2
1.2 Pro/ENGINEER 与现代设计方法.....	5
1.2.1 现代设计方法概述.....	5
1.2.2 Pro/ENGINEER 的产品设计流程.....	6
1.3 Pro/ENGINEER Wildfire 3 的安装.....	7
第 2 章 系统配置与零件库.....	16
2.1 系统配置概述.....	16
2.2 用户界面的定制.....	17
2.2.1 自定义界面.....	17
2.2.2 自定义快捷键.....	20
2.3 主配置文件 Config.pro.....	21
2.3.1 Config.pro 配置方法.....	21
2.3.2 配置文件的调用和加载顺序.....	23
2.3.3 Config.pro 重要配置选项说明.....	24
2.4 模板设定.....	25
2.4.1 零件模板.....	26
2.4.2 其他模板.....	30
2.5 尺寸公差表.....	30
2.6 材料清单.....	33
2.7 零件库.....	37
2.7.1 国标零件和通用零件库的使用.....	37
2.7.2 企业标准库的建立.....	40
2.7.3 零件库的索引.....	51
第 3 章 自顶向下设计.....	55
3.1 自顶向下设计简介.....	55
3.2 基于数据共享的自顶向下设计.....	56
3.2.1 内部共享.....	56
3.2.2 外部共享.....	61

3.2.3 几何共享.....	67
3.3 关系.....	72
3.3.1 关系概述.....	72
3.3.2 关系式中的参数.....	73
3.3.3 关系式中的运算符.....	74
3.3.4 关系式中的函数.....	75
3.3.5 字符串运算符和函数.....	76
3.3.6 关系中的条件语句.....	77
3.3.7 关系中的联立方程组.....	78
3.3.8 关系控制模型实例.....	78
3.4 布局.....	82
3.4.1 布局概述.....	82
3.4.2 绘制图元.....	83
3.4.3 参考基准.....	84
3.4.4 参数与尺寸.....	85
3.4.5 布局说明注释.....	86
3.4.6 声明布局.....	87
3.4.7 布局控制设计实例.....	87
3.5 骨架模型.....	92
3.5.1 骨架模型概述.....	92
3.5.2 骨架模型控制产品结构.....	93
3.5.3 骨架模型控制运动机构.....	100
3.5.4 基于骨架模型的产品协同设计.....	108
3.6 互换设计.....	113
3.6.1 使用族表实现互换.....	113
3.6.2 使用布局实现互换.....	115
3.6.3 使用互换装配实现互换.....	117
第4章 机构与运动仿真.....	121
4.1 机构模块入门.....	121
4.1.1 进入和退出机构模块.....	121
4.1.2 机构模块菜单和按钮介绍.....	122
4.1.3 进行运动学分析的一般过程.....	123
4.2 连接与连接类型.....	124
4.2.1 连接.....	124
4.2.2 连接类型.....	125
4.2.3 高级连接.....	129
4.3 动力与运动.....	138
4.3.1 拖动和快照.....	138

4.3.2 伺服电动机.....	140
4.3.3 运动分析.....	141
4.3.4 回放.....	143
4.3.5 测量.....	144
4.4 运动仿真实例.....	146
第 5 章 行为建模	164
5.1 行为建模概述.....	164
5.1.1 行为建模的功能.....	164
5.1.2 行为建模的一般过程.....	165
5.2 分析特征.....	165
5.2.1 分析特征概述.....	165
5.2.2 测量分析特征.....	166
5.2.3 模型分析特征.....	167
5.2.4 几何分析特征.....	169
5.2.5 其他分析特征.....	170
5.3 敏感度分析.....	172
5.4 可行性研究.....	174
5.5 优化设计.....	175
5.6 多目标设计研究.....	178
5.6.1 与多目标设计研究相关的术语.....	179
5.6.2 多目标设计研究实例.....	179
5.7 行为建模实例一.....	182
5.8 行为建模实例二.....	188
5.9 行为建模实例三.....	195
第 6 章 结构/热力分析.....	202
6.1 结构/热力分析概述.....	202
6.1.1 Pro/Mechanica 简介.....	202
6.1.2 进入和退出 Pro/Mechanica 模块.....	203
6.1.3 结构分析的一般步骤.....	205
6.2 设置单位和材料.....	206
6.2.1 设置单位.....	206
6.2.2 设置材料.....	206
6.3 定义约束.....	209
6.3.1 点、线、面约束.....	209
6.3.2 镜像约束和圆周对称约束.....	211
6.4 定义载荷.....	213
6.4.1 点、线、面载荷.....	213

6.4.2 压强载荷	213
6.4.3 轴承载荷	214
6.4.4 重力载荷	215
6.4.5 离心力载荷	216
6.4.6 全局温度载荷	217
6.5 连接对	217
6.5.1 刚性连接	218
6.5.2 焊接连接	218
6.5.3 紧固件	220
6.5.4 接触连接	221
6.6 热力学中的边界条件和热载荷	221
6.6.1 热载荷	221
6.6.2 边界条件	222
6.7 分析和设计研究	224
6.7.1 定义分析	224
6.7.2 获取结果	226
6.7.3 设计研究	228
6.8 结构分析实例一	232
6.9 结构分析实例二	243
6.10 热力学分析实例	249
第 7 章 工程图	254
7.1 工程图配置	254
7.1.1 工程图配置概述	254
7.1.2 与工程图相关的 Config.pro 配置	254
7.1.3 工程图设置文件	255
7.1.4 工程图格式和模板	258
7.2 工程图制作	260
7.2.1 制作零件图实例	260
7.2.2 制作装配图实例	270
参考文献	279

第 1 章 Pro/ENGINEER Wildfire 3 简介

Pro/ENGINEER 野火版在推出之时即提出了简单易用、功能强大、互联互通三大特点，随着野火第三版的推出，这些特点更加显著地得到了体现。本章简单介绍了 Pro/ENGINEER 的组成模块和设计方法，并提供了 Pro/ENGINEER 的安装方法。

1.1 Pro/ENGINEER 简介

Pro/ENGINEER 是美国 PTC 公司的标志性软件产品，是一套由设计至生产的机械自动化软件。自 1988 年问世以来，引起了机械 CAD/CAE/CAM 界的极大震动，由于其强大的功能，很快得到业内人士的普遍欢迎，其销售额连年递增，并使其迅速成为当今世界最为流行的 CAD 软件之一。自 20 世纪 90 年代中期，国内许多大型企业开始选用 Pro/ENGINEER，发展至今，已拥有相当大的用户群。目前 Pro/ENGINEER 最新版本为 2006 年 4 月发布的 Pro/ENGINEER Wildfire 3。

1.1.1 Pro/ENGINEER 的特点

Pro/ENGINEER 采用了单一数据库、参数化、基于特征及工程数据再利用等概念，改变了 MDA 的传统观念，这种全新的概念已成为当今世界 MDA(Mechanical Design Automation, 机械设计自动化)领域的新标准。利用此概念开发的软件 Pro/ENGINEER 能将产品从设计至生产的过程集中到一起，让所有的用户同时进行同一产品的设计制造工作，即所谓的并行工程。

Pro/ENGINEER 具有如下特点。

(1) 参数化设计和特征功能。Pro/ENGINEER 是采用参数化设计的、基于特征的实体模型化系统，工程设计人员采用具有智能特性的基于特征的功能去生成模型，如腔、壳、倒角及圆角，可以随意勾画草图，轻易改变模型。这一功能特性给工程设计者提供了在设计上从未有过的简易和灵活。

(2) 单一数据库。Pro/ENGINEER 是建立在统一基层的数据库上的，不像一些传统的 CAD/CAM 系统建立在多个数据库上。所谓单一数据库，就是工程中的资料全部来自一个库，使得每一个独立用户在为了一件产品造型而工作，不管他是哪一个部门的。换言之，在整个设计过程的任何一处发生改动，可以反映在整个设计过程的相关环节上。例如，一旦工程详图有改变，NC(数控)工具路径也会自动更新；组装工程图如有任何变动，也完全同样反映在整个三维模型上。这种独特的数据结构与工程设计的完整地结合，使得一件产品

的设计能结合起来。这一优点,使得设计更优化,成品质量更高,价格也更便宜,产品能更好地推向市场。

(3) 工程数据再利用。设计产品时生成的工程数据是整个设计中的关键所在,产品的外形尺寸和结构功能都是由工程数据所驱动的,对工程数据的变更可以迅速反映在整个产品上。工程数据库再利用可以让使用者快速生成整个产品系列,从而简化了产品的设计更改,更容易实现产品的系列化设计。

1.1.2 Pro/ENGINEER 的模块和功能

Pro/ENGINEER 采用了模块方式,保证用户可以按照自己的需要进行选择使用。目前共有 20 多个模块,涉及工业设计、机械设计、功能仿真、加工制造等方面,为用户提供全套解决方案。

下面介绍 Pro/ENGINEER 中的一部分模块和功能,某些模块和功能在设计中的应用将在本书的后续章节中进行详细讲解。

1. Pro/ENGINEER 基本模块

Pro/ENGINEER 基本模块是整个系统的基本部分,其他模块都是在基本模块上扩展实现的。基本模块不仅包括了特征建模工具,也可实现模型的参数化定义,这种参数功能可采用关系式赋予零件形体尺寸,而不像其他系统是直接指定一些固定数值于形体。这样工程师可任意建立形体上的尺寸和功能之间的关系,任何一个参数改变,其他相关的特征也会自动修正。这种功能使得修改更为方便,可令设计优化更趋完美。Pro/ENGINEER 的特征建模是通过各种不同的设计专用功能来实现的,其中包括:筋(Ribs)、槽(Slots)、倒角(Chamfers)和抽空(Shells)等。采用这种手段来建立形体,对于工程师来说更自然,更直观,而无需采用复杂的几何设计方式。

2. 装配模块 Pro/ASSEMBLY

Pro/ASSEMBLY 是一个参数化组装管理系统,允许将元件零件和子组件放置在一起以形成组件。可对该组件进行修改、分析或重新定向。Pro/ASSEMBLY 具有如下功能。

(1) 装配功能。此功能提供了基本的装配工具,能够将零件按照规定的位置装配并约束其全部或有限的自由度。

(2) 简化表示。简化表示是一个模型的变体,可用此模型来改变某一特定设计的视图效果,从而可以控制 Pro/ENGINEER 调入进程并显示的组件成员。这样就能定制工作环境使其只包含当前关注的信息。

(3) 互换组件。互换组件是一种可创建并在设计组件中使用的特殊类型组件。互换组件由与功能或表示相关的模型组成。

(4) 骨架模型。骨架模型是组件的一种特殊元件,它定义组件设计的骨架、空间要求、界面及其他物理属性,此组件设计主要用于定义元件的几何形状。另外还可在组件上采用骨架模型进行运动分析,即首先创建骨架模型的放置参照,然后修改骨架尺寸以模仿运动。

(5) 自顶向下设计。通过 Pro/NOTEBOOK 来实现自顶向下设计功能,这是一个可选模块,它为创建层次相连的组件布局提供了工具,支持自顶而下的组件设计。

3. 工程图模块 Pro/DETAIL

Pro/ENGINEER 提供了一个强大的生成工程图的能力, 包括: 自动尺寸标注, 参数特征生成, 全尺寸修饰, 自动生成投影面、辅助面、截面和局部视图。Pro/DETAIL 扩展了 Pro/ENGINEER 的基本功能, 允许直接从 Pro/ENGINEER 的实体造型产品生成符合 ANSI/ISO/JIS/DIN 标准的工程图。

4. 钣金模块 Pro/SHEETMETAL

Pro/SHEETMETAL 扩展了 Pro/ENGINEER 的设计功能, 用户可建立参数化的钣金造型和钣金组装, 包括生成金属板的设计模型以及将它们放平成平面图形。Pro/SHEETMETAL 还提供了通过参照折弯库弯曲和放平能力, 允许通过弯曲或放平状态下的模型附加特征的功能, 同时支持生成、库储存和替换用户可自定义的特征。

5. 数控加工模块 Pro/NC

Pro/NC 模块能生成驱动数控机床加工零件所必需的数据和信息, 能够生成数控加工的全过程。它将生产过程生产规划与设计造型连接起来, 所以任何在设计上的改变, 软件也能自动地将已做过的生产上的程序和资料也自动地重新产生, 而无需用户自行修改。它将具备完整关联性的 Pro/ENGINEER 产品线延伸至加工制造的工作环境里。Pro/NC 的应用范围较广泛, 包括数控车床、数控铣床、数控线切割、三轴至五轴的加工中心。

6. 自由曲面造型模块 Pro/ISDX

Pro/ISDX 模块用来设计带有复杂曲面的产品, 它扩展了 Pro/ENGINEER 的生成、输入和编辑复杂曲面和曲线的功能。Pro/ISDX 提供了一系列必要的工具, 使得工程师们在整个工业范围内很容易地生成用于飞机和汽车的曲线和曲面、船壳设计以及通常所碰到的复杂设计问题。

7. 模具设计和铸造模块

Pro/MOLDESIGN 是 Pro/ENGINEER 的模具设计模块, 提供在 Pro/ENGINEER 内模拟模具设计工艺时使用的工具。此模块允许创建、修改和分析模具元件和组件, 并可根据设计模型中的变化对它们快速更新。

Pro/CASTING 提供设计模具组件和元件用的工具并为制造做铸造准备。

8. 电缆和布线设计模块 Pro/CABLING

使用 Pro/CABLING 模块可在 Pro/ENGINEER 组件中定义三维电缆线束。在 CABLING 中, 电缆布线可与电气及机械元件的设计和装配同步进行。Pro/CABLING 从示意图中提取逻辑信息的能力极大地推动了三维电缆布置的自动化。另外, 关联的线束制造和文档工具减少了错误和返工。

9. 管道设计 Pro/PIPLING

Pro/PIPLING 是可选的 Pro/ENGINEER 模块, 可通过组件模式进行访问。使用 Pro/PIPLING 能够在 Pro/ENGINEER 组件中生成三维管道系统。可在规范驱动或非规范驱

动的管道设计模式中创建管道系统。管道系统的创建包括建立管线参数、布线以及插入管接头。

10. 行为建模扩展模块 Behavioral Modeling

Behavioral Modeling 扩展可实现模型的分析 and 优化, 它具有以下功能。

(1) 以相关方式在模型中嵌入设计需求, 从而永久解决了涉及多个设计目标的实际问题。

(2) 评估模型灵敏度以了解变更对设计目标的影响。

(3) 通过开放式环境将结果与外部应用程序(如 Microsoft Excel)集成在一起。

(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 的多个功能区域进行试验性的设计研究。

11. 结构和热力学分析 Pro/MECHANICA

Pro/MECHANICA 用来对产品的力学和热力学结构进行分析评估并进行优化。通过一整套高级功能, **Pro/MECHANICA** 使工程师能全面评估和优化其设计, 在减少样机研制费用的同时改进产品质量。此模块的功能和特点如下。

(1) 解决非线性大位移、预应力、动态和瞬态热分析问题。

(2) 对高级材料特性进行仿真, 例如各向异性、正交各向异性和复合层压板。

(3) 支持高级建模实体, 例如质量/弹簧理想化和预负荷螺栓。

(4) 通用的界面、工作流程和用户概念, 使用户如同置身于 **Pro/ENGINEER** 的核心设计区域中。

(5) 通过精确仿真复杂系统, 减少产品性能的不确定性。

用户可根据企业的产品类型和设计需要来选择合适的模块, 以便降低购买软件的开支, 若将来企业扩大规模或产品类型发生变化, 可随时购买需要的模块添加到现有的平台中。

针对不同规模的企业, PTC 公司推出了不同的 **Pro/ENGINEER** 软件包, 软件包分为基础、高级和企业三个层次, 为各种企业提供了产品设计的解决方案。2007 年, PTC 对 **Pro/ENGINEER** 软件包进行了重新命名, 以打造一个可伸缩的系统, 使用户能够轻松快捷地找出最适合自己需求的软件包。PTC 公司提供了以下 5 种 **Pro/ENGINEER** 软件包。

(1) Pro/ENGINEER Foundation XE

功能模块: 三维 CAD 设计(高级建模、绘图、装配、钣金件等)。

(2) Pro/ENGINEER Advanced SE

功能模块: 三维 CAD 设计, 外加产品数据管理(PDM)。

(3) Pro/ENGINEER Advanced XE

功能模块: 三维 CAD 设计、PDM 以及任选一种扩展设计附件(自由形状曲面设计、自顶向下设计、管路/电缆设计、机构设计、优化)。

(4) Pro/ENGINEER Enterprise SE

功能模块: 三维 CAD、PDM 以及任选一种扩展设计附件, 外加协同/项目管理。

(5) Pro/ENGINEER Enterprise XE

功能模块: 三维 CAD、PDM、扩展设计 CAD 附件、协同/项目管理, 外加仿真和分析、工程计算、企业可视化、文档编辑器和基于 Web 的培训。

1.2 Pro/ENGINEER 与现代设计方法

1.2.1 现代设计方法概述

随着科学的发展,新材料、新工艺、新技术不断出现,产品的更新换代周期日益缩短,促使机械设计方法和技术现代化,以适应新产品的加速开发。在这种形势下,传统的机械设计方法已经不能完全适应需要,从而产生和发展了以动态、优化、计算机化为核心的现代设计方法。近几年来,随着信息技术和计算机技术的飞速发展,现代设计方法体现出了强大的优势,在企业的产品设计中得到了越来越广泛的应用。美国“21 世纪企业制造战略”、日本“智能制造系统”、德国“制造 2000”都利用信息技术促进制造业的现代化,所以对这一领域的研究也备受瞩目。我国在 20 世纪 80 年代初开始了现代设计方法的研究和推广,经过二十多年的努力,各种现代设计方法已在机械行业得到普遍的应用。

现代机械设计方法包括创新设计、优化设计、可靠性设计、虚拟设计、并行设计、生命周期设计、智能设计等。

1. 创新设计

创新设计是解决发明问题的设计,该过程的核心是概念设计。创新设计的特征是在概念设计阶段解决设计中的冲突矛盾,提出新的或有竞争力的方法。

随着科学技术突飞猛进地发展,大量科技成果转化为生产力,产品更新的周期大大缩短,产品的市场竞争也日益激烈。在这种形势下创新设计是产品适应新的市场形势的最好途径,创新产品能满足甚至创造出新的需求,因此必然有较强的市场竞争力。

2. 优化设计

优化设计方法是根据最优化原理和方法并综合各方面的因素,以人机配合的方式或用“自动探索”的方式,借助计算机进行半自动或自动设计,寻求在现有工程条件下最优设计方案的一种现代设计方法。

机械系统及其零部件的优化设计过程,是在给定的工况条件下,在对机械系统的性能、几何尺寸关系或其他因素的限制(约束)范围内,选取设计变量,建立目标函数并获得最优值。通过优化设计可提高产品的性能,并在最大程度上降低产品的生产成本。

3. 可靠性设计

机械零件的可靠性设计又称概率设计,它是将概率论和数理统计理论运用到机械设计中,并将可靠度指标引进机械设计的一种方法。其任务是针对设计对象的失效和防止失效问题,建立设计计算理论和方法,通过设计,解决产品的不可靠性问题,使之具有固有的可靠性。

4. 虚拟设计

虚拟设计技术是以虚拟现实技术为基础、以三维产品模型为核心、以实现产品设计高度数字化和高度人机交互为标志、以快速准确直观的产品设计/评价/优化为目标的计算机辅助设计技术。

虚拟设计技术允许设计人员在设计阶段便对产品进行真实的虚拟加工、虚拟装配以及虚拟样机的运行仿真和分析,从而实现在早期设计阶段对产品全面的分析和评价,及时发现和修正设计缺陷,保证产品的质量,缩短因不断返工而人为延长的产品设计和开发周期。

5. 并行设计

并行设计(concurrent design)是一种对产品及其相关过程(包括制造过程和支持过程)进行并行和集成设计的系统化工作模式。其思想是在产品开发的初始阶段,即规划和设计阶段,就以并行的方式综合考虑其生命周期中所有后续阶段,包括工艺规划、制造、装配、试验、检验、经销、运输、使用、维修、保养直至回收处置等环节,降低产品成本,提高产品质量。并行设计要求企业的各部门分工协作,同时参与设计。

6. 生命周期设计

生命周期设计技术是现代设计技术的重要组成部分。设计产品,不仅是设计产品的功能和结构,而且要设计产品的生命周期,也就是要考虑产品的规划、设计、制造、经销、运行、使用、维修、保养直到回收再用的全过程。生命周期设计意味着在设计阶段就要考虑到产品生命历程的所有环节,以求产品生命周期设计的综合优化。可以说,生命周期设计旨在时间、质量、成本和服务方面提高企业的竞争力。

生命周期设计的基本内容就是面向制造的设计,以实现设计的最优化,所借助的手段是并行设计,要顺利完成设计任务的关键技术是数据管理。

7. 智能设计

智能设计是将设计专家的知识经验与计算机工具相结合,使计算机能在更大范围内、更高水平上帮助或代替人类专家处理数据、信息与知识,做出各种设计决策,大幅度提高设计自动化的水平。智能设计就是要研究如何提高人机系统中计算机的智能水平,使计算机更好地承担设计中各种复杂任务,成为设计工程师得力的助手和同事。智能化是设计活动的显著特点,也是走向设计自动化的重要途径。

1.2.2 Pro/ENGINEER 的产品设计流程

Pro/ENGINEER 是集产品造型、设计、分析以及制造为一体的软件系统,可以通过 Pro/ENGINEER 的各个模块和功能将现代设计方法应用在整个过程中,使企业能够迅速适应不断变化的市场需求,提高产品竞争力,解决所谓的 TQCS 难题,即最快的上市速度(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。

使用 Pro/ENGINEER 设计产品的一般过程如下。

1. 概念设计

概念设计是创造性思维过程,在这个过程中,需要构思实现功能的原理和方法,选择工艺原理,确定技术过程,引进技术系统,分析结构布局,拟定设计方案并进行方案评价。Pro/ENGINEER 的布局 and 自顶向下工具可以方便地将概念设计应用到产品中。

2. 工业设计

随着各种产品的日渐成熟，用户对产品的外观和使用舒适程度有了越来越高的要求，这也成了同类产品之间竞争的焦点。工业设计的定义是：对批量生产的工业产品，凭借训练、技术、经验及视觉感受，赋予产品以材料、结构、形态、色彩、表面加工以及装饰等特性，从而获得新的质量和性能。Pro/ENGINEER 的曲面和渲染等模块可以帮助设计人员设计出更符合用户要求的产品外观。

3. 产品建模

产品建模是指制作产品的数字模型。这个过程是与下面几步同时进行的，各个部门分工合作，不断完善产品的设计。若实施了 PDM(产品数据管理)，则更有利于数据管理和并行设计，适合复杂产品的开发。

4. 分析和优化

分析和优化包括模型性质分析、动力学分析、结构和热力分析、模流分析等，以获得产品各方面的参数并对产品进行优化。优化过的产品将获得更佳的性能和更低的制造成本。

5. 工程图输出和 NC 程序输出

制作产品的工程图纸，用于指导产品的生产。若需要数控加工，可使用 Pro/NC 生成零件的数控加工程序，并在计算机中进行刀路仿真和优化，然后传输至数控机床。

使用 Pro/ENGINEER 设计产品的流程如图 1-1 所示。

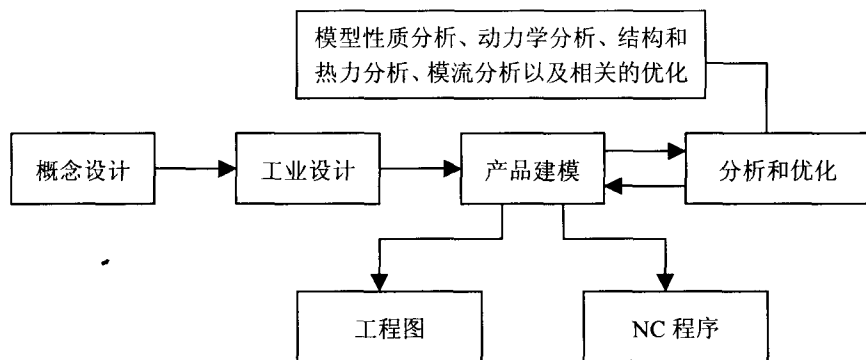


图 1-1 产品设计流程

1.3 Pro/ENGINEER Wildfire 3 的安装

Pro/ENGINEER 是由多个模块组成的，要正确使用这些模块，必须将这些模块安装到计算机上并设置调用关系。为了顺利完成本书的学习，这里详细介绍一下 Pro/ENGINEER Wildfire 3 在 Windows XP 下的安装方法。

步骤 1: 准备安装

(1) 运行光盘中的安装程序后，显示语言设置界面，在其中选择“中国”即确定了软