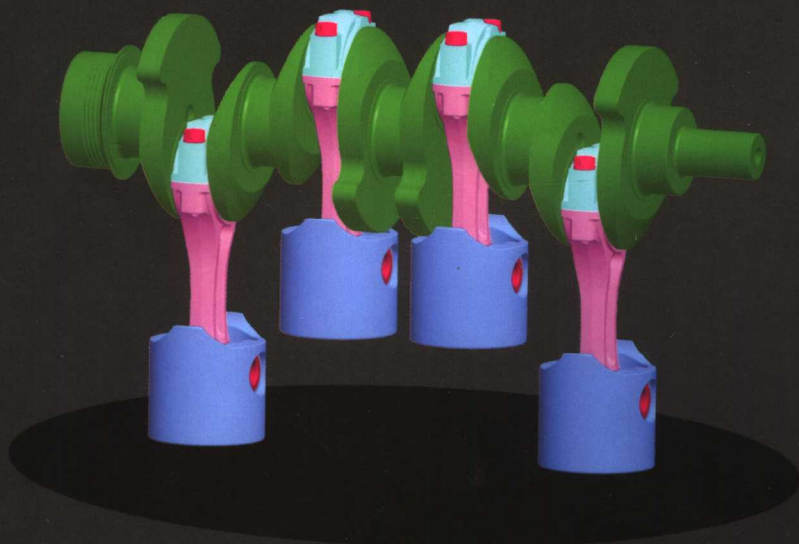


Pro/Engineer
工程应用丛书

实例
教程

Pro/Engineer Wildfire 3.0 高级设计实例教程

江苏大学数字化制造技术研究所
Pro/Engineer 特约培训中心
王霄 尹必峰 等编著



化学工业出版社



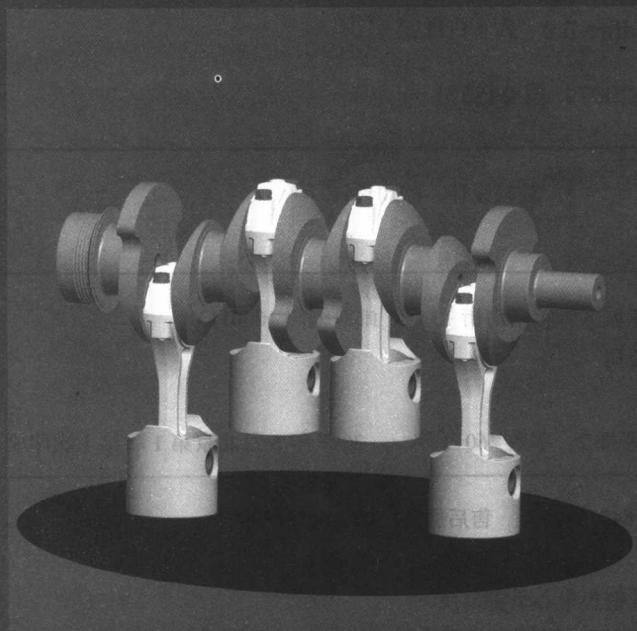
| 随书附赠光盘 |

Pro/Engineer
工程应用丛书

实例
教程

Pro/Engineer Wildfire 3.0 高级设计实例教程

江苏大学数字化制造技术研究所
Pro/Engineer 特约培训中心
王霄 尹必峰 等编著



化学工业出版社

·北京·

本书以最新版本 Pro/Engineer Wildfire 3.0 为操作平台,选取了典型的机械产品——四缸发动机内的十几个典型零件进行建模讲解。并且通过几组典型的组件介绍了 Pro/Engineer 中工程图的创建、零件的装配、组件爆炸图的生成、组件剖视图的创建以及组件的运动分析和有限元分析,使读者应用能力得以全面提升。本书实例来源于实际生产,具有典型性、复杂性和代表性,使读者能够更清楚地把握 Pro/Engineer 的思想,举一反三。本书几乎涵盖了 Pro/Engineer 的所有常用功能,学习本书可以提高读者对实际工作的信心。本书可以使 Pro/Engineer 用户迅速掌握基本知识和全面提高使用技能,使用户对 Pro/Engineer 的应用更贴近实际生产。本书是成为利用 Pro/Engineer Wildfire 3.0 从事产品开发高手不可多得的帮手。

随书光盘收录了所有创建完成的实例的模型及实例中所需要的模型,部分章节有动画演示,使读者的学习更为方便。

本书可作为从事产品设计的工程技术人员的参考书,也可作为高等院校相关专业的培训教材或参考书。

图书在版编目(CIP)数据

Pro/Engineer Wildfire 3.0 高级设计实例教程 / 王霄,
尹必峰等编著. —北京:化学工业出版社, 2007.5

(Pro/Engineer 工程应用丛书)

ISBN 978-7-122-00208-2

I. P… II. ①王…②尹… III. 机械设计: 计算机辅助设计-应用软件, Pro/Engineer Wildfire 3.0 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 045571 号

责任编辑: 郭燕春

装帧设计: 冰川设计

责任校对: 陶燕华

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京市彩桥印刷有限责任公司

装 订: 三河市前程装订厂

880mm×1230mm 1/16 印张 16¼ 彩插 2 字数 460 千字 2007 年 5 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 36.00 元 (含 1CD)

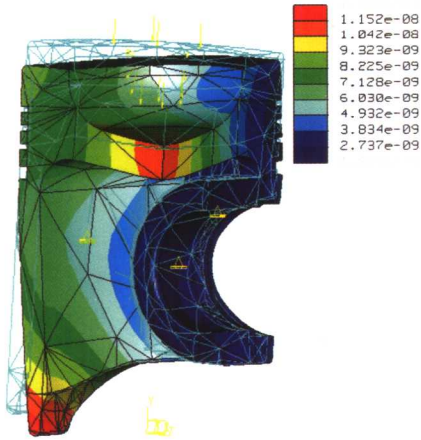
版权所有 违者必究



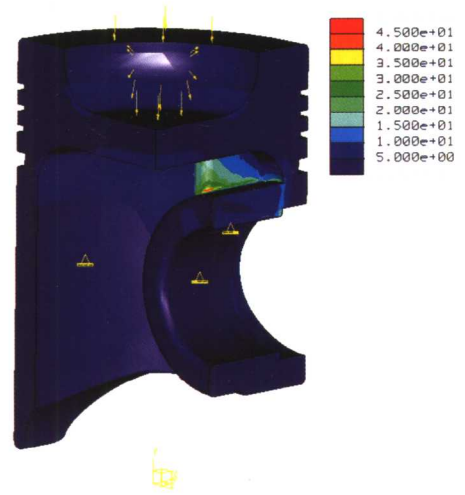
齿轮系 (一)



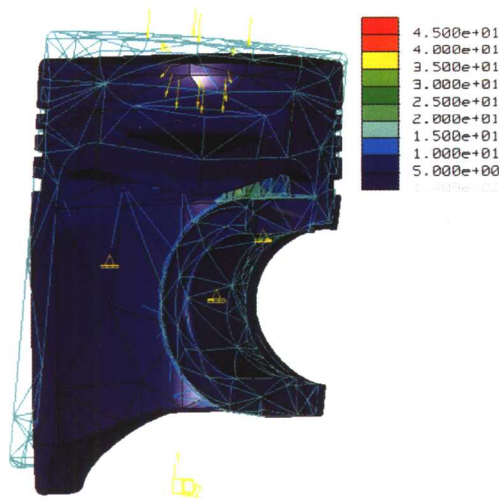
齿轮系 (二)



活塞变形图



活塞应力图



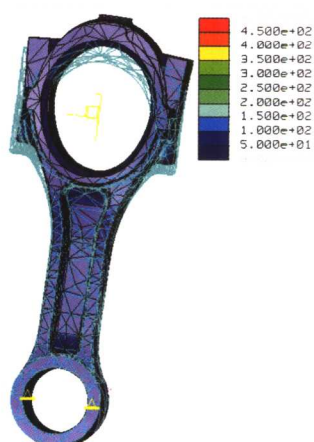
活塞应力变形图



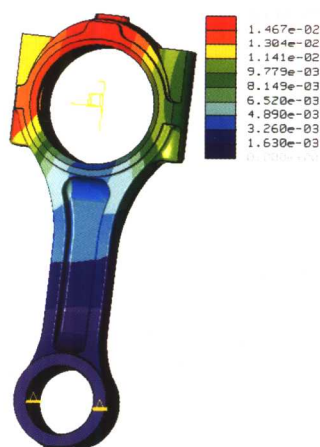
连杆



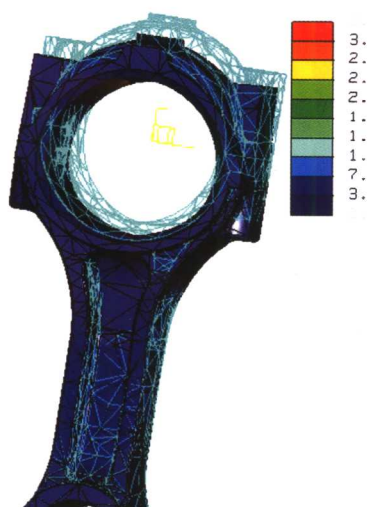
连杆组件



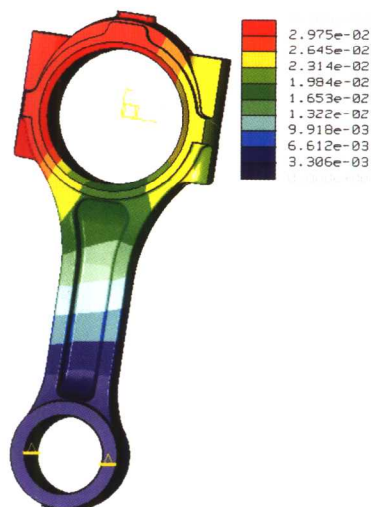
连杆拉应力变形图



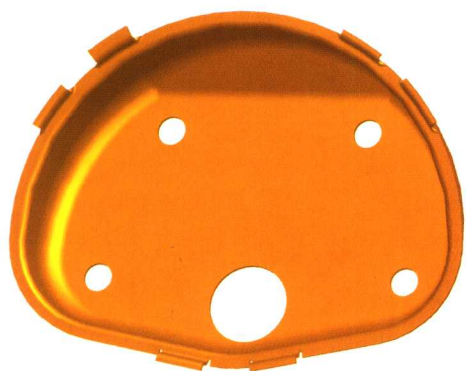
连杆拉应力图



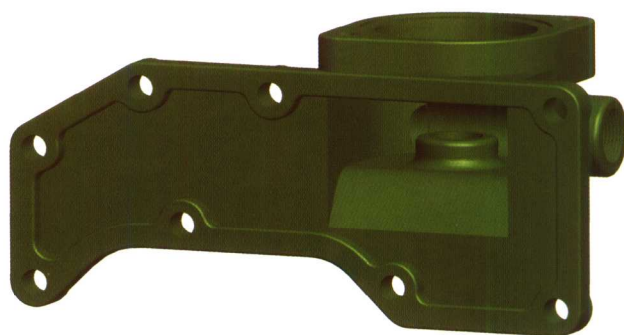
连杆压应力变形图



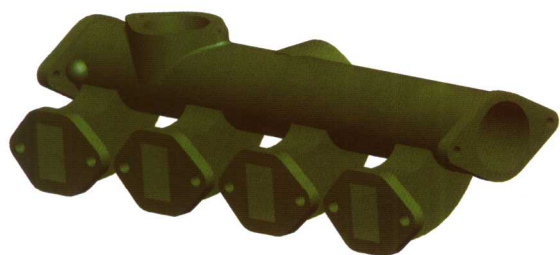
连杆压应力图



集滤器壳



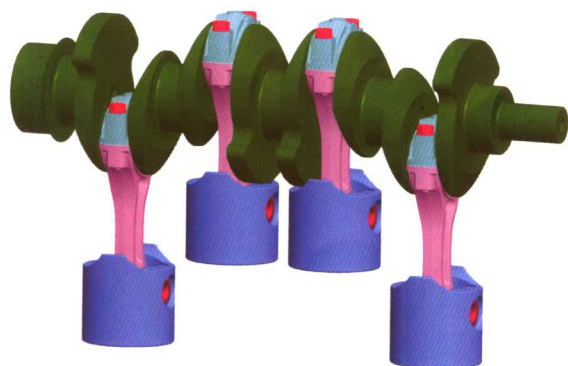
节温器座



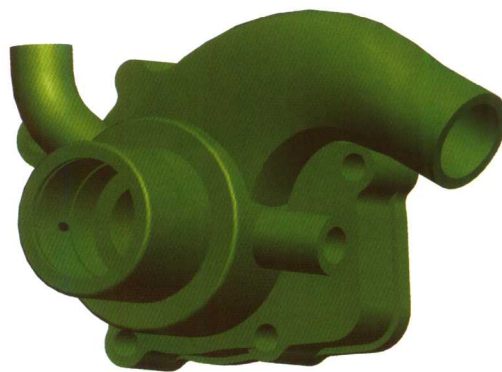
进气管



曲轴



曲轴连杆组件



水泵壳体



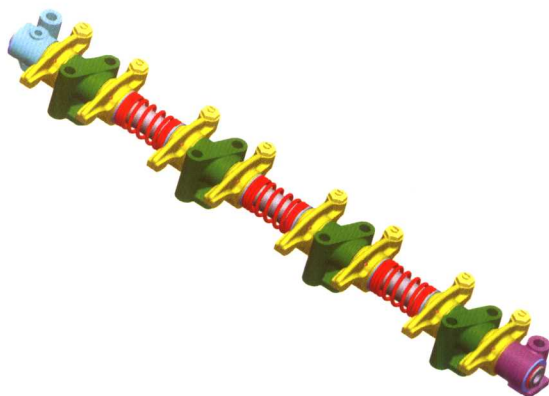
凸轮轴



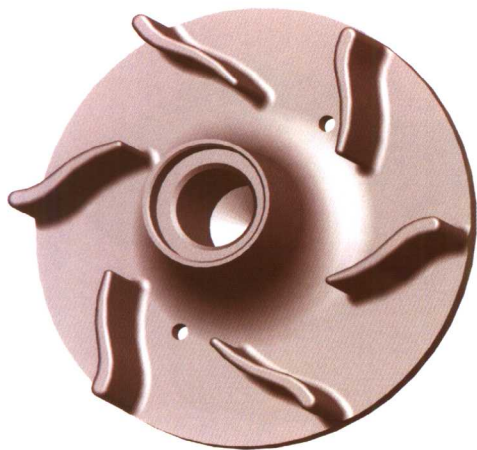
油底壳下体



摇臂



摇臂轴组件



叶轮



油环撑簧

Pro/Engineer 工程应用丛书编委会

主 任 袁银南

副主任 任乃飞 王 霄

委 员 袁银南 任乃飞 王 霄 刘会霞 梁新合

袁国定 阮鸿雁 任国栋 戴峰泽 戴亚春

姜银方 陈酩滔 尹必峰

Pro/Engineer 工程应用丛书出版说明

Pro/Engineer 是美国 PTC 公司开发的一套机械 CAD/CAE/CAM 集成软件, 其技术领先, 在机械、电子、航空、航天、邮电、兵工、纺织等各行各业都有应用, 是 CAD/CAE/CAM 领域中少有的顶尖“人物”。它集零件设计、大型组件设计、钣金设计、造型设计、模具开发、数控加工、运动分析、有限元分析、数据库管理等功能于一体, 具有参数化设计, 特征驱动, 单一数据库等特点, 大大加快了产品开发速度。

Pro/Engineer Wildfire 3.0 是 Pro/Engineer 的最新版本, 其功能较以前的版本有了很大的提高, 而且操作界面也更为友好, 大大提高了技术人员的工作效率。

本套丛书是江苏大学机械工程学院数字化制造技术研究所精心组织而推出的, 该研究所是清华大学艾克斯特自动化技术有限公司 (PTC 公司中国区 Pro/Engineer、Windchill 等全线产品总代理) 的 Pro/Engineer 特约培训中心。

该中心长年从事高校学生、教师及企业技术人员的 Pro/Engineer 培训与证书认证。本套丛书是根据学员的认知规律与实际产品数字化开发与制造的需求而编写的, 它们是 CAD/CAE/CAM 专业人员、Pro/Engineer 培训专家以及从事这方面实际产品设计、分析与制造的专业人员倾全力打造的一套实用丛书。

Pro/Engineer 工程应用丛书包括:

- 《Pro/Engineer Wildfire 3.0 入门到精通教程》
- 《Pro/Engineer Wildfire 3.0 典型机械零件设计手册》
- 《Pro/Engineer Wildfire 3.0 高级设计实例教程》
- 《Pro/Engineer Wildfire 3.0 工业设计高级实例教程》
- 《Pro/Engineer Wildfire 3.0 数控加工编程》
- 《Pro/Engineer Wildfire 3.0 冲压模具设计实例教程》

化学工业出版社

前 言

Pro/Engineer 是美国 PTC 公司开发的一套机械 CAD/CAM 软件, 它集零件设计、大型组件设计、钣金设计、造型设计、模具开发、数控加工、运动分析、有限元分析、数据库管理等功能于一体, 具有参数化设计、特征驱动、单一数据库等特点。Pro/Engineer 广泛应用于机械、电子、汽车、航空等行业, 是世界上应用最广泛的 CAD/CAM 软件之一。

本书以最新版本 Pro/Engineer Wildfire 3.0 为操作平台, 选取了典型的机械产品四缸发动机内的十几个典型零件进行建模讲解。这些典型零件包含了连杆、活塞、曲轴、凸轮轴、水泵壳体、集滤器壳等复杂实体零件、壳体零件和钣金件, 用到了各种建模方法、多种曲线(列表曲线、渐开线、阿基米德螺旋线)的绘制及高级建模技巧。书中各零件模型均来源于实际产品, 而非纸上谈兵, 这是其他 Pro/Engineer 书籍中所没有的, 读者从而可以体会 Pro/Engineer 在实际工作中复杂产品是如何建模的。本书还通过几组典型的组件介绍了 Pro/Engineer 中工程图的创建、零件的装配、组件爆炸图的生成、组件剖视图的创建以及组件的运动分析和有限元分析, 使读者应用能力得以全面提升。本书几乎涵盖了 Pro/Engineer 的所有常用功能, 学习本书可以提高读者对实际工作的信心。

第 1~12 章 每一章介绍了一个典型零件。先介绍零件的特点、零件各部分功用, 然后是图解零件的建模思路, 使读者可以从整体上把握零件的建模过程, 而后是零件的详细建模步骤, 图文结合, 清晰易懂。每一章的最后都有针对此零件的一些建模技巧和其他的一些建模方法。

第 13、14 章 以连杆、摇臂轴两个典型组件的装配为例, 介绍了各种装配约束的应用及组件爆炸图、剖视图的创建。特别介绍了 Pro/Engineer 挠性装配的应用, 这在装配弹簧类以及各种密封圈零件时是非常有用的。

第 15 章 以连杆体的工程图为例, 介绍了工程图中各种视图的创建、尺寸的标注、公差标注和粗糙度的标注。图中图纸边框、编号栏、标题栏的绘制, 文字、数字字体大小均按国家标准, 可直接运用于实际生产中。

第 16 章 以曲轴连杆、齿轮系两个典型机构的运动分析为例, 介绍了各种运动连接的设置, 伺服电动机的定义, 运动分析的建立, 分析结果的获取, 运动视频的制作。介绍了多种运动要求, 多个伺服电动机情况的处理。本章配有作者制作的视频录像, 让读者对 Pro/Engineer 运动分析有一个更直观的了解。

第 17 章 以连杆和活塞的有限元分析为例, 介绍了有限元分析中材料的定义, 约束条件及受力条件的添加, 应力分析、疲劳分析的定义, 分析结果的显示。分析了连杆、活塞在实际工作中各部分的应力及变形情况。

随书光盘中有所有创建完成的实例的模型及装配、运动和有限元分析中所需要的模型, 部分章节有动画演示。使读者的学习更为方便、直观。

本书实例来源于实际生产, 具有典型性、复杂性和代表性, 讲解思路清晰, 图文并茂。

本书可以使 Pro/Engineer 用户迅速掌握基本知识和全面提高使用技能, 使对 Pro/Engineer 的应用更贴近实际生产。本书是成为利用 Pro/Engineer Wildfire 3.0 从事产品开发高手不可多得的帮手。

本书由江苏大学王霄、尹必峰、杨胜军、李黎辉、吕建军编著。其中, 第 13 章、第 14 章、第 16 章、第 17 章由王霄、杨胜军编写, 第 2 章、第 4 章、第 9 章、第 10 章由尹必峰、杨胜军编写, 第 7 章、第 8 章、第 11 章、第 12 章由杨胜军编写, 第 1 章、第 15 章由李黎辉编写, 第

3 章、第 5 章、第 6 章由吕建军编写，全书由王霄负责组织与统稿。

本书虽经反复校对，但因时间仓促，以及编者水平有限，不足之处在所难免，诚望广大读者和同仁指正。

作者

2007 年 4 月

目 录

引言	1
第 1 章 四缸发动机连杆的创建	5
1.1 连杆的特点分析	5
1.2 连杆的建模思路	5
1.3 连杆体的建模步骤	5
1.4 技巧与提高	17
第 2 章 四缸发动机活塞的创建	18
2.1 活塞的特点分析	18
2.2 活塞的建模思路	18
2.3 活塞的建模步骤	18
2.4 技巧与提高	33
第 3 章 四缸发动机曲轴的创建	34
3.1 曲轴的特点分析	34
3.2 曲轴的建模思路	34
3.3 曲轴的建模步骤	35
3.4 技巧与提高	53
第 4 章 四缸发动机凸轮轴的创建	54
4.1 凸轮轴的特点分析	54
4.2 凸轮轴的建模思路	54
4.3 凸轮轴的建模步骤	54
4.4 技巧与提高	74
第 5 章 四缸发动机摇臂的创建	75
5.1 摇臂的特点分析	75
5.2 摇臂的建模思路	75
5.3 摇臂的建模步骤	76
5.4 技巧与提高	85
第 6 章 四缸发动机进气管的创建	86
6.1 进气管的特点分析	86
6.2 进气管的建模思路	86
6.3 进气管的建模步骤	87
6.4 技巧与提高	95

第 7 章 四缸发动机节温器座的创建	96
7.1 节温器座的特点分析	96
7.2 节温器座的建模思路	96
7.3 节温器座的建模步骤	96
7.4 技巧与提高	108
第 8 章 油环撑簧的创建	109
8.1 油环撑簧的特点分析	109
8.2 油环撑簧的建模思路	109
8.3 油环撑簧的建模步骤	109
8.4 技巧与提高	113
第 9 章 水泵叶轮的创建	114
9.1 水泵叶轮的特点分析	114
9.2 活塞的建模思路	114
9.3 水泵叶轮的建模步骤	114
9.4 技巧与提高	120
第 10 章 水泵壳体的创建	121
10.1 水泵壳体的特点分析	121
10.2 水泵壳体的建模思路	121
10.3 水泵壳体的建模步骤	122
10.4 技巧与提高	138
第 11 章 油底壳下体的创建	139
11.1 油底壳下体的特点分析	139
11.2 油底壳下体的建模思路	139
11.3 油底壳下体的建模步骤	139
11.4 技巧与提高	147
第 12 章 集滤器壳的创建	148
12.1 集滤器壳的特点分析	148
12.2 集滤器壳的建模思路	148
12.3 集滤器壳的建模步骤	148
12.4 技巧与提高	154
第 13 章 连杆组件的装配	155
13.1 连杆组件装配的分析与思路	155
13.2 活塞连杆组件装配步骤	156
13.3 连杆组件剖视图的创建	162
13.4 活塞连杆组件爆炸图的创建	163
13.5 分析与提高	166

第 14 章 摇臂轴组件的装配	167
14.1 摇臂轴组件的装配的分析与思路	167
14.2 活摇臂轴组件的装配步骤	167
14.3 弹簧的挠性装配	174
14.4 装配过程中的阵列	177
14.5 技巧与提高	179
第 15 章 连杆体工程图的创建	180
15.1 工程图绘图选项的设置	180
15.2 工程图模板的创建	181
15.3 连杆体工程图的创建步骤	183
15.3.1 连杆体工程视图的创建	183
15.3.2 连杆体工程图尺寸的标注	187
15.3.3 连杆体工程图公差标注	189
15.3.4 连杆体工程图粗糙度的标注	194
15.3.5 连杆体工程图总成	195
第 16 章 Pro/Engineer 运动分析	197
16.1 曲轴连杆运动分析	197
16.1.1 定义曲轴连杆的连接	197
16.1.2 定义伺服电动机	208
16.1.3 建立运动分析	209
16.1.4 进行干涉检验与视频制作	209
16.1.5 获取分析结果	210
16.2 齿轮系运动分析	212
16.2.1 设置齿轮系的连接	213
16.2.2 定义齿轮副连接	216
16.2.3 定义伺服电动机	217
16.2.4 建立运动分析	220
16.2.5 进行结果回放与视频制作	220
16.2.6 获取分析结果	221
16.3 分析与提高	222
第 17 章 Pro/Engineer 有限元分析	225
17.1 四缸发动机连杆的结构分析	225
17.1.1 设置连杆的材料和添加连接	225
17.1.2 设置连杆的约束条件及受力条件	227
17.1.3 定义压应力分析并运行分析	229
17.1.4 获取压应力分析结果	231
17.1.5 定义拉应力分析并运行分析	236
17.1.6 获取拉应力分析结果	237
17.2 四缸发动机活塞的结构分析	239
17.2.1 设置活塞的材料	240

17.2.2	设置活塞的约束条件及载荷	241
17.2.3	定义并运行分析	244
17.2.4	获取分析结果	245
17.2.5	活塞的疲劳分析	249
17.2.6	计算模型的安全因数	251
17.3	分析与提高	252
参考文献		254

引 言

发动机是把某种形式的能量转化为机械能的机器。现代汽车所使用的发动机多为往复式活塞式内燃机，它将燃料在发动机汽缸内部燃烧，把产生的热能转化成机械能。

一、发动机主要分类

往复式内燃机的分类方法很多，按不同的分类方法可以把发动机分成不同的类型。

1. 按点火方式分类

发动机根据所使用的燃料的不同，点火方式也不相同，具体可分为点燃式发动机和压燃式发动机。

2. 按使用燃料分类

发动机按照所使用的燃料的不同可分为汽油机、柴油机、煤气机、气体燃料发动机、混合燃料发动机等。

3. 按冷却方式分类

发动机按照冷却方式的不同可分为水冷发动机、风冷发动机、油冷发动机。水冷发动机利用在汽缸体和汽缸盖冷却水套中进行循环的冷却液作为冷却介质进行冷却；风冷发动机利用流动于汽缸体和汽缸盖外表面散热片之间的空气作为冷却介质进行冷却；油冷发动机利用油汽缸体和汽缸盖等零件。水冷发动机冷却均匀、工作可靠、冷却效果好，被广泛应用。

4. 按进气状态分类

发动机按照进气状态可以分为增压式发动机和非增压式发动机。汽油机常采用非增压式，柴油机常采用增压式。

5. 按燃料供给方式分类

发动机按照燃料供给方式可分为化油器式发动机、汽油喷射式发动机、直接喷射式柴油机等。

6. 按冲程分类

发动机按照完成一个工作循环所需的行程数可分为四冲程发动机和二冲程发动机。

7. 按汽缸数及布置分类

发动机按照汽缸数及布置的不同可分为单缸发动机、多缸发动机、直列式发动机、对置式发动机、V 形式发动机、斜置式发动机、卧式发动机、星形发动机等。

二、基本构造

柴油发动机的总体构造如图 1 所示。按照发动机各部分的功能的不同可将发动机分为多个机构和系统。

1. 机体组

机体组包括汽缸体、曲轴箱、汽缸盖、油底壳等零件。发动机机体组如图 2 所示。

机体是发动机的骨架，是发动机各机构和各系统的安装基础。其内外安装着发动机的所有主要零件和附件，承受各种载荷。因此，机体必须有足够的强度和刚度。

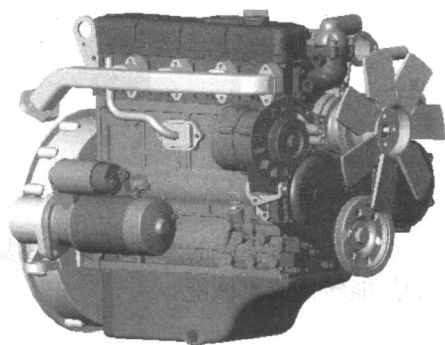


图1 四缸发动机总体构造

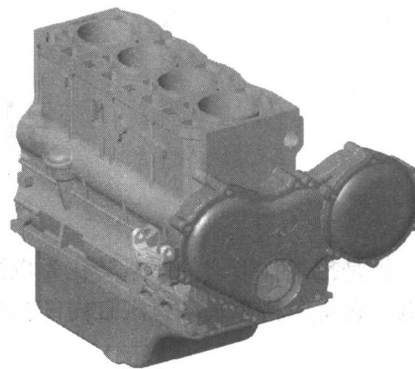


图2 发动机机体组

2. 活塞连杆组

活塞连杆组包括活塞、活塞环、活塞销、连杆、连杆轴瓦等零件。活塞连杆组如图3所示。

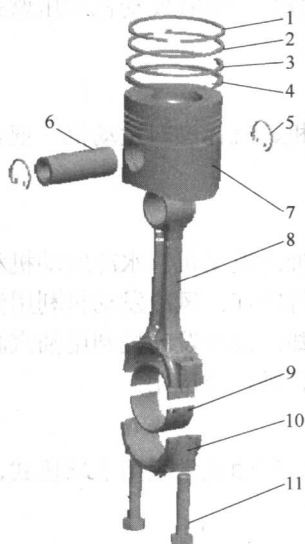


图3 活塞连杆组

1~3—气环；4—油环；5—活塞销挡圈；
6—活塞销；7—活塞；8—连杆；
9—连杆轴瓦；10—连杆盖；11—连杆螺栓

活塞的功用是与汽缸盖、汽缸壁等共同组成燃烧室承受气体压，并将此力通过活塞销传给连杆，推动曲轴旋转。活塞的材料主要是铝合金。活塞的头部装有活塞环，活塞环是具有弹性的开口环，按照其功用可分为气环和油环两类。连杆的作用是连接活塞与曲轴，并把活塞承受的气体压力传给曲轴，使活塞的往复运动变成曲轴的旋转运动。连杆一般由中碳钢或合金钢锻造，然后经过加工和热处理而成。连杆由连杆体、连杆盖两部分通过连杆螺栓连接组成。为了减少摩擦阻力对曲轴连杆轴径的磨损，连杆大头孔内装有连杆轴瓦。轴瓦由上下两片组成。

3. 曲轴飞轮组

曲轴飞轮组主要由曲轴、飞轮、扭转减振器、皮带轮等组成。发动机曲轴飞轮组如图4所示。

曲轴是发动机重要的机件之一。其功用主要是把活塞连杆组传来的气体压力转变为扭矩对外输出，并驱动发动机的配气机构及其他各种辅助装置，如发电机、风扇、水泵、喷油泵等。曲轴一般由中碳钢或中碳合金钢模锻而成。飞轮的主要作用是存储做功行程的能量，用于在其他行程中克服阻力，完成发动机工作循环，使曲轴尽可能匀速旋转，并提高发动机克服短时超负荷的能力。

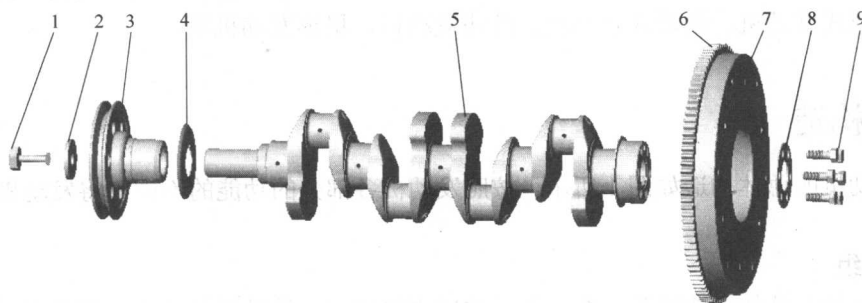


图4 发动机曲轴飞轮组

1—螺栓；2—压板；3—曲轴皮带轮；4—油环；5—活塞销挡圈；6—活塞销；7—活塞；8—连杆；9—连杆轴瓦