

# FEPG.PC 6.0 白皮书

为您带来有限元计算的超强创新能力

# 摘要

本白皮书提供火箭 FEPG.PC V6.0 的概述，并详细叙述了它的系统要求、技术和优点。在描述系统体系结构的同时，还介绍了 FEPG.PC V6.0 的关键组件和优点，包括管理和部署、OpenMP、编译器和解算器。

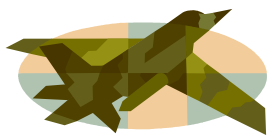
这是一份预备文档，在文中所述软件的最终商业版本发布之前，可能会有重大改动。

本文包含的信息仅代表火箭公司在本文发布时对所讨论问题的观点。由于火箭公司必须顺应不断变化的市场条件，这些信息不应视为火箭公司方面的承诺，同时火箭也不能保证本文发布之后其他任何信息的准确性。

本白皮书仅供参考。火箭对本文档中的信息不提供任何形式的(包括明示或暗示的)保证。

用户有责任遵守所有适用的版权法。除版权法所赋予的权利外，未经火箭明确的书面许可，任何人不得将本文复制、存储或引入检索系统，或是以任何形式或通过任何手段(电子、机械、影印、录制或其他方式)或为任何目的传播本文的任何部分。

所有其他商标均属其各自所有者的财产。



**FEPG.PC 6.0 提供了一个运行于 PC 机上的极经济的 HPC 解决方案。基于其所作的各种计算能够完全发挥双内核或多内核 CPU 所带来的计算能力，可以极其方便地实现部署和扩展。**

# 目录

1. 什么是 FEPG.PC V6.0 ? .....	4
1.1. 背景.....	4
1.2. FEPG.PC V6.0 模块及体系架构 .....	5
2. FEPG.PC V6.0 的新特性.....	5
2.1. 生成系统的新特性.....	5
2.2. 前后处理的新特性.....	6
2.3. 界面的新特性.....	6
2.4. 文档的新特性.....	6
3. 硬件要求.....	7
4. 操作系统及支撑环境.....	7
5. FEPG.PC 6.0 的优势和组成.....	8
6. 总结.....	10

# 1. 什么是 FEPG.PC V6.0 ?

有限元程序自动生成系统(Finite Element Program Generator, FEPG) 是工程和科学计算领域领先的有限元问题求解环境(Problem Solving Environment, PSE )。研发始于 1989 年,由中国科学院数学所梁国平研究员发明。系统采用组件化设计方法,应用自动生成技术和公式库技术,可以将用户应用有限元语言编写的微分方程表达式和算法文件编译成 Fortran 源代码,供有限元软件开发和科学与工程计算之用。

FEPG.PC 是 FEPG 系列产品中的单机版本,适用于各种型号的 PC 或笔记本电脑。



---

随着计算机制造商的双核与多核计算机的发布, FEPG.PC V6.0 的 OMP 模块采用 OpenMP 标准,能够充分发挥双核与多核计算机的多线程并行能力,把并行计算和高性能计算(HPC)的超级计算能力引入了个人和工作组领域。

---

## 1.1. 背景

- 20 世纪 80 年代个人电脑和工作站为交互式应用提供了相当的能力,表处理、字处理、在线订票等,让绝大多数使用计算机的人从传统的编程中摆脱出来。在科学计算领域,除 CAD 的进展外,其他方面还处于实验室阶段,直到 90 年代,上述梦想才逐步实现。MATLAB 和 FEPG 是最典型的代表。
- 2006 年 11 月 14 日,英特尔公司宣布推出面向服务器、工作站和高端个人电脑的英特尔至强 5300 和英特尔酷睿 2 四核处理器至尊版系列处理器。随着此次英特尔公司将四个计算“大脑”装入一枚处理器中,计算机行业也宣告正式进入了四核时代。四核处理器可提供令人惊叹的处理速度和出色的响应能力,很好地满足通用服务器、数字媒体制作、高端游戏以及对性能要求严格的其他市场领域的各种需求。(资料来源 《IT 经理世界》)

## 1.2. FEPG.PC V6.0 模块及体系架构

FEPG.PC V6.0在单机版系统结构的基础上包括串行程序生成系统(SRL.PC)和多线程程序生成系统(OMP.PC)，构成了FEPG的主体开发平台。可以部署在FEPG.PC上的专业工具箱目前包括接触碰撞工具箱、组合网格法工具箱。

### ◆ 基础设施

#### ☞ SRL.PC

单机串程序生成系统。本系统可将用户编写的有限元文件生成串行有限元计算程序，程序由五个计算组件组成，组件以文件名为接口。计算程序的数据交换通过磁盘文件进行，数据结构简单，不依赖专门数据库。程序经编译后可在任何一台PC或服务器上运行。

#### ☞ OMP.PC

单机并程序生成系统。本系统可将用户编写的有限元文件生成基于OpenMP的并行有限元计算程序。程序由五个计算组件组成，组件以文件名为接口。计算程序的数据交换通过磁盘文件进行，数据结构简单，不依赖专门数据库。程序经编译后可在任何一台双核或多核PC、或SMP并行机上运行。运行过程中依赖Intel 数学核心库。

## 2. FEPG.PC V6.0 的新特性

### 2.1. 生成系统的新特性

- 增加了MFS多物理场耦合系统，使多场耦合计算更加直接、完善、灵活
- 编写有限元文件 MFI 文件实现多场、多种单元类型、多种材料属性。物理问题的描述更加简单、人性化
- 支持于单个物理场有多个微分方程表述
- 支持多线程并行，可以在双核或多内核 PC 上实现并行计算
- 全面支持 Intel Compiler 和 Intel MKL，程序运算速度得到成倍提升

## 2.2. 前后处理的新特性

- 支持 64 位计算和 UTF-8 编码
- 增加了多种网格剖分准则和算法
- 支持将合并在一起的体分开，支持多个面求交
- 更容易读取 VDA 和 IGES 文件（更快，且需要更少的内存）
- 支持参数化创建曲面
- 可以导入 Femap v1.0 的二进制结果文件
- 可以在两点之间创建剖视图

## 2.3. 界面的新特性

- 界面中直接支持多文档编辑，支持设置编辑器中的字体
- 支持复杂的搜索和定位功能
- 增加了 Multi-Physics 模块，支持界面实现多场耦合问题的有限元文件编写，更加符合用户使用逻辑
- 在 AppWizard 功能升级，操作更加简单、人性化
- 开辟了控制台窗口，支持客户端和服务端的程序运行信息直接在 FEFG 主窗口显示

## 2.4. 文档的新特性

- 产品说明书重新编排，更加面向用户使用，可大大降低用户的学习成本
- 增加了 FEFG 算例集及其文档说明，可以大大提高用户学习效率

### 3. 硬件要求

产品模块	SRL.PC	OMP.PC
硬件配置		
CPU	32 位或 64 位体系结构的各种处理器	
RAM	128M	128M
64 位支持	✓	✓
多处理器(多核)支持	可运行。但无多线程	完全多线程并行
安装所需磁盘空间	100M	150M

### 4. 操作系统及支撑环境

产品模块	SRL.PC		OMP.PC	
支撑环境				
操作系统	Windows	Linux	Windows	Linux
Fortran 编译器	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Intel Compiler</li> <li>● Compaq Visual Fortran</li> <li>● Powerstation</li> <li>● G77</li> </ul>	G77 Intel Compiler	Intel Compiler	Intel Compiler
数学库	不需要	不需要	Intel MKL	Intel MKL

## 5. FEPG.PC 6.0 的优势和组成

### [部署与管理]

FEPG.PC 6.0 在部署上延续了 5.2 以前版本的安装方法，不需要注册码，便于操作系统升级或重新安装。许可证管理采用 USB 软件狗的方式，不绑定于任何一台计算机，称得上是便携式软件。

### [OpenMP]

OpenMP 起源于 ANSI X3H5 标准，它具有简单、移植性好和可扩展等优点，是共享存储系统编程的一个工业标准。实际上 OpenMP 并不是一门新的语言，它是对基本语言（如 Fortran77、Fortran90、C、C++ 等）的扩展。OpenMP 规范中定义的制导指令、运行库和环境变量，能够使用户在保证程序的可移植性的前提下，按照标准将已有的串行程序逐步并行化。制导指令是对程序设计语言的扩展，进一步提供了对并行区域、工作共享、同步构造的支持，并且支持数据的共享和私有化。这样，用户对串行程序添加制导指令的过程，就类似于进行显式并行程序设计。运行库和环境变量，使得用户可以调整并行程序的执行环境。OpenMP 的提出，是希望遵循该并行编程模型的并行程序，可以在不同的产商提供的共享存储体系结构间比较容易地移植。实际上，已经有许多硬件和软件供应商提供支持 OpenMP 的编译器，如 DEC、Intel、IBM、HP、Sun、SGI、及 U.S.DOE ASCI program 等，并且包括了 UNIX 和 NT 两种操作系统平台。目前，Fortran77、Fortran90、C、C++ 语言的实现规范已经完成，详细说明可参看 <http://www.openmp.org>。

FEPG.PC V6.0 的 OMP 模块可以生成基于 OpenMP 工业标准的并行程序，但开发和生成过程中并不需要用户了解 OpenMP 的编程方法和规则，完全由 FEPG.PC 自动完成。

## [应用]

2007 年，大多数处理器将配备两个内核，但开发人员和用户必须对软件进行测试和调整，才能享受双内核处理器所带来的好处。FEPG.PC 6.0 应时而变，加入了用于开发适应于双多内核架构 PC 机并行程序的模块。

基于 OpenMP 的并行程序在结构上与通常串行程序无大差别，便于理解和修改，用户可参与能力强，FEPG 的灵活性和扩展性不会受到任何限制。旧版本的 FEPG 用户可以零难度地在个人计算机上实现并行计算。

## [编译器和数学库]

FEPG.PC V6.0 开发的串行程序能够支持所有常见的 FORTRAN 编译器，并不依赖于任何数学库。但 OMP 版本目前只支持 Intel Fortran 编译器，并依赖 Intel 数学核心库(MKL)中的稀疏矩阵解算器 PARDISO。

**注 1** 英特尔® Visual Fortran 编译器支持从 Fortran 2003 选出的新功能和通过 OpenMP\* 进行的并行。它还集成了 Microsoft Visual Studio\* 2005 和 Visual Studio .NET\* 2002 和 2003，可提供扩展的 32 位和 64 位多核处理器支持。它同康柏 Visual Fortran\* 具有广泛的兼容性，包括语言扩展功能、预先定义的模块和库程序。<http://www.intel.com/software>

**注 2**：英特尔® 数学内核库（英特尔® MKL）提供经过高度优化、能够确保线程安全的数学例程，它们专门针对性能要求很高的工程、科学及金融等领域的应用程序而设计。详见 <http://www.intel.com/software>

## 6. 总结

FEPG.PC V6.0 将最新架构计算机的能力、FEPG 的灵活性以及性能优异的编译器和数学库结合在一起，提供了一个低价的有限元 HPC 解决方案。用户在享受快速、高效计算的同时，能够更有力的利用 FEPG 的独有技术实现工程与科学计算领域的创新工作，必将获得更大的收益和价值。