

## ADINA8.6 新功能与特点

### 一、所支持平台

Platform	Operating system	Version	ADINA-M	Parallelized assembly <sup>1</sup>	Fortran compiler
HP PA-RISC	HP-UX 11	64-bit	Yes	Yes <sup>2</sup>	HP F90 2.8.5
HP Itanium	HP-UX 11.22	64-bit	Yes	Yes	HP F90 2.8.1
Linux Itanium	2.6.9 and higher, glibc 2.3.4 and higher	64-bit	Yes <sup>3</sup>	Yes	Intel ifort 10.1
SGI Altix	SGI ProPack 3.0 and higher, glibc 2.3.2 and higher	64-bit	Yes <sup>3</sup>	Yes	Intel ifort 9.1
Linux x86	2.4.20 and higher, glibc 2.3.2 and higher <sup>4</sup>	32-bit	Yes	Yes	Intel ifort 8.1
Linux x86_64 / Opteron	2.4.21 and higher, glibc 2.3.2 and higher	64-bit	Yes	Yes	Intel ifort 8.1
IBM AIX	AIX 5.1	64-bit	Yes	No	IBM xlf90 8.1
SGI IRIX	IRIX 6.5.16m and higher	64-bit	Yes	Yes	MIPS f90 7.3.1.3m
Sun SPARC	SunOS 5.8 (Solaris 8)	64-bit	Yes	No	Sun f90 6.2
PC x86	Windows 2000, XP	32-bit <sup>5</sup>	Yes	No	Compaq Visual Fortran 6.6
PC x86_64 / Opteron	Windows XP	64-bit	Yes	Yes	Intel Visual Fortran 9.1

- 1) 所有模块都有并行求解器，但只有 ADINA 和 ADINA-T 模块可以进行并行的矩阵组装 (parallelized assembly)。
- 2) 只有 ADINA 结构模块可以。
- 3) 提供 x86 版本的 AUI，以便使用 ADINA-M 模块。
- 4) Red Hat9.0 或更高版本，或相当的 Linux 版本。
- 5) 支持 3GB 内存空间。

## 二、ADINA 结构模块的新功能与特点

### 2.1 ADINA TMC 功能的增强

- 可以求解纯热流问题（不包括结构求解）；
- 网格粘结功能（Glue Mesh）可以用于温度自由度的求解，可以用于纯热流分析和耦合分析；
- 壳单元可以用于 ADINA TMC 热流分析和耦合分析；
- 多层壳单元可以用于 ADINA TMC 分析，不同层可以定义不同的热材料；
- 过渡壳单元（Transitional Shell）可以用于 ADINA TMC 分析；
- 对流和辐射载荷可以定义生死，而且辐射载荷中可以定义形状参数；
- 温度载荷可以施加于壳单元的上表面或者下表面，或者两者都施加；
- 对流、辐射和热流密度可以施加于壳单元的上表面或者下表面；
- 热流分析中，ADINA 自动计算节点温度值和温度梯度，用于壳单元热应力分析；
- ADINA TMC 现在求解效率更高，对于大多数问题来说，所需迭代次数更少；
- 在 ADINA TMC 分析中可以施加温度和热流密度的松弛因子；
- 周期对称分析可以用于 ADINA TMC 分析，ADINA 自动在主周期对称面和从周期对称面之间生成适当的热约束方程；
- 在热材料中可以输入密度，因此现在输入的比热是单位质量的热容。

### 2.2 求解监视器

用户可以在不打开 porthole 文件的情况下，在分析过程中监视主要变量的变化。这些变量包括：应力、应变的分量和主值，位移，速度和加速度。根据用户的要求，还可以监视以上变量在整个模型或某一个单元组中的最大值、最小值或者绝对最大值。最多可以同时监视 8 个变量，这些被监视的变量达到限值时可以终止计算，监视信息会在每一步（或子步）收敛后输出在.out 文件中。

### 2.3 能量指标的输出

能量指标的输出（原来包括：低速动态、接触阻尼和壳单元面内旋转自由度）现在被扩展到包括刚度稳定。

### 2.4 收敛标准的输出

即使没有被使用，能量、位移和力的收敛标准也全都被输出到.out 文件中。这个输出可以帮助诊断收敛问题。

### 2.5 刚性杆（rigid link）功能的增强

刚性杆从节点上的不同自由度的约束可以分别打开或者关闭（默认情况下 6 个自由度的约束全部打开）。

## 2.6 断裂力学分析的改进

断裂力学分析部分（二维和三维）进行了改进。改进的目的是保证 ADINA8.5 中就已经存在的功能更加高效。某些算法改进会影响计算结果。ADINA 结构理论手册（ADINA Theory and Modeling Guide）的第十章进行了重写，其中进行断裂力学分析的数据输入要求比以前描述得更加详细。

## 2.7 螺栓单元

螺栓单元采用了梁单元算法，其特点是可以施加螺栓特有的载荷，这些载荷包括：

- 螺栓预紧，螺栓受到一个指定大小的预紧力；
- 螺栓缩短，螺栓长度缩短一个指定的值，ADINA 根据缩短的长度值计算预紧力的大小。

这些载荷在“螺栓预紧计算步”中被施加。在这些计算步中，螺栓被预紧且预紧力大小被固定下来。螺栓预紧计算步可以在分析开始之前、重新启动分析开始之前，或者在任何求解时间被执行。在螺栓预紧步中，或者是所有的螺栓被预紧，或者是某些螺栓按照顺序预紧。螺栓表格控制哪些螺栓在哪个时刻被预紧。

螺栓预紧可以在静力分析或者隐式动力分析中进行。可以首先进行一个螺栓预紧的静力分析，然后重新启动做显式动力分析。对于隐式动力分析，程序采用静力算法进行螺栓预紧分析，然后再转入隐式动力分析。频域分析中可以包括螺栓预紧功能，或者首先进行螺栓预紧的静力分析，再重新启动进行频域分析。

如果采用了 ATS 方法，ATS 方法也会应用于螺栓预紧计算步中。对于 TLA 和 TLA-S，螺栓预紧步只能在分析或者重新启动分析开始之前，LDC 方法也一样。

螺栓预紧可以用于 ADINA TMC 单向耦合或者双向耦合分析。

可以从一个非收敛的按顺序螺栓预紧分析重新启动。

## 2.8 翘曲梁单元算法

ADINA 引入了一个新的梁单元，这个梁单元可以考虑截面翘曲位移，以及其对轴向应变的影响。此梁单元可以用于普通弹性薄壁开口截面梁单元的分析，例如工字形截面，U 形截面或者 L 形截面，可以用于大变形非线性分析。此梁单元对于分析横向屈曲和扭转屈曲这类稳定性问题非常有用，由于扭转导致的非线性问题（Wagner 效应）也被考虑在内。

这一功能会在 ADINA8.6 的后续版本中发布。

## 2.9 壳单元与 SMA 材料

SMA 材料现在可以用于壳单元。

## 2.10 弹簧单元新功能

几何线性弹簧单元可以在斜坐标系（skew system）给定的方向上定义非线性的力-位移关系曲线。这一新功能使得模拟任意方向上的平动/转动弹簧非常方便。

## 2.11 接触定义默认值的改变

高阶接触段 (higher order contact segment) 上的拉应力允许选项 (CONTACT-CONTROL 命令中的 TENSION-CONSISTENT 选项) 默认值由 YES 改为 NO。如果此选项为 YES, 当计算收敛后, 接触面附近的结果更加光滑。但是如果几何极为复杂, 选项为 YES 很难收敛。

## 2.12 处理二阶单元中节点丢失问题

丢失中节点的二阶单元现在都要经过 patch test, 以保证是空间各向同性的。

## 2.13 高阶单元采用垫片材料

现在垫片材料可以用于高阶二维或者三维实体单元中。高阶单元厚度方向上的中节点由 ADINA 自动施加约束, 以保证厚度方向上是线性插值的。

## 2.14 Mohr-Coulomb 材料

Mohr-Coulomb 材料现在可以考虑温度效应。建议采用非对称稀疏矩阵求解器 (non-symmetric sparse)。ADINA 结构理论手册 (ADINA Theory and Modeling Guide) 第 3.9.4 节进行了重写, 其中有关于此材料的详细介绍。

## 2.15 循环塑性材料模型

增加了一个新的循环塑性材料模型, 此材料模型用于三维实体单元。这个模型包括各向同性硬化/软化, 应变记忆, 和采用 Armstrong-Fredrick 准则的非线性动态硬化功能。这个模型可以用于小变形/小应变分析, 大变形/小应变分析, 大变形/大应变分析。

注意, 现在这个材料模型只能通过命令行输入, 界面上的对话框输入会在后续 ADINA8.6 改进版本增加。

## 2.16 非线性弹性材料模型

现在非线性弹性材料模型不仅可以用于 truss 单元, 还可以用于壳单元、二维和三维实体单元。这个模型允许用户在拉伸和压缩阶段输入不同的非线性应力-应变曲线。在单轴拉伸和压缩条件下, 材料的响应与输入曲线完全相同。对于其它类型的变形, 例如剪切载荷, 应力由应力-应变曲线的拉伸和压缩部分综合插值得到。

对于二维和三维实体单元, 可采用非对称稀疏矩阵求解器 (non-symmetric sparse)。

## 2.17 用户开发材料功能增强

- 当 KEY=0 时, 用户开发材料工作矩阵的大小可以在用户开发材料子程序中定义, 而不必在 AUI 中定义;
- 只有用户指定的工作矩阵部分才会被输出到 porthole 文件中, 以减小 porthole 文件的大小;

- 非对称稀疏矩阵求解器（non-symmetric sparse）可用于用户开发材料；
- 用户开发材料部分的文档更加详细。

## 2.18 用户开发断裂功能

在用户开发子程序 CURUP2, CURUP3 和 CURUP7 中, ADINA 提供了更多的参数和变量用来计算单元断裂。增加的参数包括: 求解时间、徐变材料的累积等效徐变应变、Anand 材料的粘弹性应变和累积等效粘弹性应变, 还有用户输入的实数和整数。

## 2.19 应变能密度计算

二维和三维实体单元的应变能密度计算进行了改进, 尤其是对于非线性弹性材料。这一改进影响应变能密度的输出和断裂计算(断裂计算基于应变能密度)。ADINA 结构理论手册 (ADINA Theory and Modeling Guide) 的 11.7 节进行了重写。

## 2.20 输出 op2 文件的改进

现在 op2 文件可以包括频率/模态分析的结果。

## 2.21 用户界面的改进

在非线性和收敛性的图表中, 没有被使用的收敛准则也被画出来, 供用户查看。

# 三、ADINA 热模块与热机耦合模块的新功能与特点

在热材料中可以输入密度, 因此现在输入的比热是单位质量的热容。

# 四、ADINA 流体模块与流固耦合模块的新功能与特点

## 4.1 流体模型与流固耦合模型中的自适应网格 (adaptive mesh)

现在自适应网格可以通过重新启动实现。要实现自适应网格, 只能采用自由划分的 3 节点三角形网格 (二维模型) 或者 4 节点四面体网格 (三维模型)。在流固耦合分析中, 自适应网格只能应用于流体模型, 不能应用于结构模型。使用自适应网格的基本步骤为:

1) 打开网格自适应选项, 运行第一个模型, ADINA 会保存一个自适应网格文件。

2) 建立重新启动模型, 打开网格自适应选项。在此模型中需要指定所需的文件, 包括流体重新启动文件、自适应网格文件、结构重新启动文件 (如果是流固耦合模型才需要这个文件), 然后需要指定网格重划分的阈值。在重新启动的过程中, 用户可以修改边界条件、材料参数、初始条件等。重新启动时, ADINA 会自动把原始网格上的各个数据映射到新网格上去。

3) 进行重新启动计算。

4) 重复第 2 步和第 3 步, 直到求解完成。

## 4.2 双层带状湍流模型

采用此湍流模型时，整个流场计算域会被划分成近壁面湍流区和充分湍流区。这个划分的依据是基于壁面距离的雷诺数  $R_y = \rho \sqrt{k} y / \mu_0$ ，式中  $y$  为距离壁面的最短距离。此模型是在充分湍流区 ( $R_y > R_c$ )，采用标准的 K- $\epsilon$  模型；在近壁面湍流区，采用 1 方程模型。当近壁面区的网格非常细化时（通常至少需要 10 层网格），双层带状湍流模型可以得到更精确的结果。

双层带状湍流模型可以用于 FCBI-C 单元和 FCBI 单元。

## 4.3 Darcy-Forchheimer 多孔介质模型

此模型中的渗透性是各向异性的并且与流动状态相关。动量控制方程为：

$$\beta_F \rho \|\mathbf{v}\| \mathbf{v} + \mu \boldsymbol{\kappa}^{-1} \cdot \mathbf{v} = -\nabla p + \mathbf{f}^B$$

式中， $\boldsymbol{\kappa}$  为渗透系数张量， $\beta_F$  是惯量系数。

这个材料模型适用于 ADINA-CFD 模块中的所有单元。

## 4.4 壁面上拖曳力和剪应力的输出

在每一个时间步，如下信息都被输出到 .out 文件中：壁面编号 ( $i$ )，拖曳力 ( $D_i$ )，壁面面积（或长度）( $A_i$ ) 以及平均剪应力 ( $D_i / A_i$ )。在模型中有多个壁面时，总的拖曳力 ( $D = \sum_i D_i$ ) 和总壁面面积（或总长度）( $A = \sum_i A_i$ ) 以及总平均应力 ( $D/A$ ) 也被输出。

这些数据比用单元应力计算的结果更加精确。当采用湍流模型时，剪应力的计算是基于壁面函数的。

## 4.5 初始数据的映射更精确

初始数据的映射现在可以是二阶的。当采用二阶精度的初始数据映射时，必须用重启动文件，不能用 mapping 文件。

# 五、ADINA 模型建立的新功能与特点

## 5.1 目录树增强

直接施加于单元和节点的约束与载荷可以显示在目录树中。

## 5.2 Nastran 文件的导入

在 8.5 版本中，Nastran 的 RBAR/RBE2 单元在某些设置的情况下会被转化为约束方程。现在，这些单元可以被转化成 rigid link，这在大变形问题的计算中更加精确。

## 5.3 网格粘结 (glue mesh) 功能的增强

生成.dat 文件时，网格粘结位置的约束方程的生成速度提高了很多。

## 5.4 STL 文件的导入

可以导入 STL 文件并生成 STL 体。可以给 STL 体、面和边指定网格密度。

## 5.5 点集的导入和导出

描述物体边界的点集文件可以被导入 ADINA，并根据“点”生成四面体网格。所生成的四面体网格可以被输出为 STL 文件。

## 5.6 截断线功能增强

可以利用两个点 (Point) 生成截断线。

## 5.7 从薄壁实体 parasolid 模型生成片体

薄壁实体 parasolid 模型可以转化为片体。

## 5.8 三维接触面和接触对的自动生成

对于两个 parasolid 体，给定距离之后，ADINA 可以自动生成三维接触面和接触对。

## 5.9 生成 node-set 的新方法和用法

可以通过几何线、边、面 (face 或 surface) 或者指定角度查找的单元面生成 node-set。可以指定某个 node-set 输出结果或者不输出结果。

## 5.10 可以指定某个节点输出接触的计算结果

## 5.11 约束方程功能增强

如果从点位置可以通过主点位置的几何变换得到，这个变换可以被指定给从点以建立主点和从点的适当约束。

### **5.12 杆 (truss) 单元增强**

可以给一个 truss 的单元组指定间隙宽度 (gap width) .

### **5.13 通过 GBODY/GFACE 命令生成自由网格功能增强**

通过 GBODY/GFACE 命令生成的新节点, 可以在给定的域 (domain) 内检查节点连续性。

### **5.14 后处理可以显示温度梯度**

关于本文档的说明: 本文档翻译了 relnotes\_86.pdf 文件 (此文件在 ADINA8.6 安装目录下的 docs 目录中) 中关于求解和模型建立的新功能与特点。若需了解更多内容, 可以查看 relnotes\_86.pdf, 其内还有版权声明、模型显示的新功能与特点、接口程序新功能与特点、文档介绍等内容。