

# *PhiPsi Keywords Manual*

---

*Author: Shi Fang*

*Website: [phipsi.top](http://phipsi.top)*

*Email: [shifang@ustc.edu.cn](mailto:shifang@ustc.edu.cn)*

*Released in October 12, 2016*

*Updated on May 8, 2018*

*This manual simply describes the usage of each keyword used in PhiPsi.*

# 1 基本控制关键字

\**Work\_Dirctory*: 定义 PhiPsi 的输入数据文件所在位置, 即工作路径

\**Filename*: 定义 PhiPsi 的输入数据文件的文件名

\**Key\_Unit\_System*: 单位制

= 1, 国际单位制 (默认)

= 2, mm-ton-s 单位制

\**Key\_Dimension*: 定义问题的维数

= 2, 二维: 平面应力或平面应变

= 3, 三维

\**Key\_Type\_2D*: 用于定义 2D 问题的类型

= 1, 平面应力

= 2, 平面应变 (默认)

\**Key\_Analysis\_Type*: 分析类型

= 1, 准静态分析 (默认)

= 2, 隐式动态分析

= 3, 水力压裂流固耦合分析

= 7, 非线性问题 (如塑性变形问题)

= 15, 场问题计算 (如热传导问题)

\**Key\_SIFs\_Method*: 应力强度因子计算方法

= 1, 位移插值法 (默认)

= 2, 相互作用积分法

\**Key\_Contact*: 是否考虑裂缝面的接触

= 0, 不考虑接触 (默认)

= 1, 考虑接触

\**fric\_mu\_Cont*: 接触面摩擦系数 (默认 0.3)

\**kn\_Cont\_Penalty*: 裂缝面的法向罚刚度 (默认  $1.0e13$ )

\**kt\_Cont\_Penalty*: 裂缝面的切向罚刚度 (默认  $1.0e13$ )

\**Conve\_Tol\_Penalty*: 接触迭代的收敛容差 (默认  $1.0e-5$ )

\**Num\_Substeps*: 静态分析的计算步数

\**CFCP*: 裂纹扩展准则

= 1, 最大周向拉应力准则 (默认)

= 2, 最大主拉应力准则

\**Key\_Force\_Control*: 载荷施加控制

- = 1, 载荷一次全部施加, 之后保持不变 (默认)
- = 2, 载荷线性增加
- = 3, 裂纹扩展后降低载荷, 再线性增加
- = 4, 粘聚裂缝载荷控制 (Numerical analysis of cohesive crack growth using XFEM\_2010\_Master's thesis\_P31.pdf)
- = 5, 确保每次仅仅一条裂缝扩展 (满足裂缝扩展准则)

\*Key\_Initiation: 用于定义是否允许初始裂纹的萌生

- = 0, 不允许裂纹萌生
- = 1, 允许裂纹萌生

\*Key\_Propagation: 用于定义是否允许裂纹的扩展

- = 0, 不允许裂纹扩展
- = 1, 允许裂纹扩展

\*Factor\_Propagation: 静态分析每步裂纹扩展长度,  $\Delta l = \text{*Factor\_Propagation} \times \text{单元平均尺寸}$  (单元平均面积的算术平方根)

\*Key\_Gravity: 是否施加重力载荷

- = 0, 不施加重力 (默认)
- = 1, 施加重力

\*g\_X\_Y\_Z: 重力加速度的值 (共 3 个参数)

- 1- x 方向的重力加速度
- 2- y 方向的重力加速度
- 3- z 方向的重力加速度

\*Key\_Random: 对于随机生成初始裂缝、夹杂等问题, 是否激活随机生成

- = 0, 不激活 (虽然随机, 但每次生成的都相同)
- = 1, 激活 (每次都不同, 默认)

## 2 线性求解器

\*Key\_SLOE: 线性方程组求解器

- = 1, 直接法 (求逆矩阵)
- = 2, 高斯消去法
- = 3, Pardiso (暂时不可用)
- = 4, ITPACK
- = 5, LAPACK (默认)
- = 6, MUMPS

= 7, UMFPACK

### 3 初始裂缝、夹杂、空缺的定义

- \*num\_Crack: 初始裂缝数目
- \*num\_Hole: 初始孔洞 (圆形) 数目
- \*num\_Circ\_Incl: 初始圆形夹杂数目
- \*num\_Poly\_Incl: 初始多边形夹杂数目
- \*CRACK\_1 - \*CRACK\_100: 定义 2D 问题初始裂纹线段
- \*Crack3D\_Coor\_1 - \*Crack3D\_Coor\_100: 定义 3D 问题初始裂缝平面
- \*Hole\_Coor\_1 - \*Hole\_Coor\_100: 初始孔洞的坐标 (格式: x,y,r)
- \*Circ\_Inclu\_Coor\_1 - \*Circ\_Inclu\_Coor\_100: 初始圆形夹杂的坐标 (格式: x,y,r)
- \*Key\_Random\_NaCr: 是否随机生成初始裂缝
- \*num\_Rand\_Na\_Crack: 随机生成的随机裂缝数目
- \*NaCr\_Orientation: 随机裂缝平均方位 (度)
- \*NaCr\_Ori\_Delta: 随机裂缝的平均长度
- \*NaCr\_Len\_Delta: 随机裂缝的平均长度的波动幅度 (+或-)
- \*Key\_Rand\_Circ\_Incl: 是否随机生成圆形夹杂
- \*num\_Rand\_Circ\_Incl: 随机生成的圆形夹杂数目
- \*Rand\_Circ\_Incl\_R: 随机生成的圆形夹杂平均半径
- \*Rand\_Circ\_Inc\_R\_Delta: 随机生成的圆形夹杂半径变化范围 (+或-)
- \*Key\_Rand\_Poly\_Incl: 是否随机生成多边形 (实际上是正多边形) 夹杂
- \*num\_Rand\_Poly\_Incl: 随机生成的多边形夹杂数目
- \*num\_Vert\_Poly\_Incl: 随机生成的多边形夹杂的边数
- \*Rand\_Poly\_Incl\_R: 随机生成的多边形夹杂外接圆平均半径
- \*Rand\_Poly\_Inc\_R\_Delta: 随机生成的多边形夹杂外接圆半径变化范围 (+或-)

### 4 材料参数的定义

- \*Material\_Type\_1 - Material\_Type\_10: 各材料号对应的材料类型:
  - 1-各向同性材料
  - 2-塑性材料 (Von Mises 屈服准则)
- \*Material\_Para\_1 - Material\_Para\_10: 定义材料参数, 共 15 个数据:
  - 1-弹性模量 E

- 2-泊松比  $\nu$
- 3-密度  $\rho$
- 4-厚度  $t$
- 5-抗拉强度  $\sigma_t$
- 6-断裂初度  $K_{Ic}$
- 7-抗压强度  $\sigma_c$
- 8-热膨胀系数
- 9-比热系数  $c$
- 10-传导系数  $K_{xx}$
- 11-传导系数  $K_{yy}$
- 12-15 (blank)

## 5 水力压裂相关参数

\*Num\_Frac: 水力压裂破裂计算步数

\*Key\_Symm\_HF: 是否是对称水力压裂模型

= 0, 全模型

= 1, 对称模型

\*Cracks\_HF\_State: 各条初始裂缝的状态 (是否含压裂液)

= 0, 自由裂缝

= 1, 水压驱动裂缝

\*Inject\_Crack\_Num: 注水裂缝号 (如果是对称HF, 则给1号裂缝注水; 如果是全模型, 则在指定坐标点注水)

\*Inj\_Point\_Loc: 全模型 (非对称模型) 注水点坐标 (数据格式: x,y)

\*Inject\_Q\_Time: 注水流量曲线定义: 时间点 (最多20个时间点)

\*Inject\_Q\_Val: 注水流量曲线定义: 流量值 (最多20个)

\*Inject\_c\_Time: 支撑剂注入浓度曲线定义: 时间点 (最多20个时间点)

\*Inject\_c\_Val: 支撑剂注入浓度曲线定义: 浓度值 (最多20个)

\*Viscosity: 压裂液的粘度

\*Key\_Visco\_Type: 压裂液粘度是否随支撑剂浓度变化而变化

= 1, 粘度保持不变 (静态粘度)

= 2, 粘度随支撑剂的浓度变化 (动态粘度)

\*Viscosity\_Par\_m: 动态粘度参数  $m$

\*Key\_Proppant: 是否考虑支撑剂的支撑作用

= 0, 不考虑

= 1, 考虑

\*Key\_Propp\_Trans: 是否考虑支撑剂的运移

= 0, 不考虑

= 1, 考虑

\*Key\_Leakoff: 是否考虑压裂液的泄露

= 0, 不考虑

= 1, 考虑

\*Coeff\_Leak: Carter 泄露系数

## 6 非线性分析相关参数

\*NL\_ITRA: Newton-Raphson 非线性迭代最大迭代数目 (默认值: 30)

\*NL\_ATOL: Newton-Raphson 非线性迭代允许的最大残差的 norm2 模 (默认值: 1.0e8)

\*NL\_NTOL: Newton-Raphson 非线性迭代允许的最大载荷二分数目 (默认值: 6)

\*NL\_TOL: Newton-Raphson 非线性迭代收敛容差 (默认值: 1.0e-6)

\*NL\_TIMS\_1-\*NL\_TIMS\_10: 载荷步控制关键字, 每个载荷步共有 5 个数据:

1-该载荷步的起始时间

2-该载荷步的结束时间

3-该载荷步的时间增量

4-该载荷步的初始载荷因子

5-该载荷步的终止载荷因子

## 7 粘聚裂缝相关参数

\*Coh\_Constitutive\_type: 粘聚裂缝本构模型:

= 1, 双线性模型, 先升后降 (需给定\*Coh\_Width\_Critical1 以及 \*Coh\_Width\_Critical2)

= 2, 线性下降模型 (仅需给定\*Coh\_Width\_Critical2)

= 3, 常数模型 (仅需给定\*Coh\_Width\_Critical2)

\* Coh\_Width\_Critical1: 法向本构开度参数 1, 此开度对应极限法向牵引力, 仅在 \*Coh\_Constitutive\_type =1 时设定

\* Coh\_Width\_Critical2: 法向本构开度参数 2, 此开度下法向牵引力为 0

\* Coh\_f\_Ultimate: 最大法向牵引力, 即虚拟裂尖的法向牵引力

\* Coh\_Tangential\_Key: 是否考虑切向牵引力

= 0, 不考虑

= 1, 考虑 (须给定 \*Coh\_Width\_Critical1\_T、\*Coh\_Width\_Critical2\_T、\*Coh\_f\_Ultimate\_T 等参数)

\*Coh\_Width\_Critical1\_T: 切向本构开度参数 1, 此开度对应极限切向牵引力, 仅在 \*Coh\_Constitutive\_type = 1 时设定

\*Coh\_Width\_Critical2\_T: 切向本构开度参数 2, 此开度下切向牵引力为 0

\*Coh\_f\_Ultimate\_T: 最大切向牵引力, 即虚拟裂尖的切向牵引力

## 8 隐式动态分析相关

\*IDy\_Num\_Iteras: 隐式动态分析总步数

\*IDy\_Num\_force\_Itr: 隐式动态分析载荷施加步数

\*Delt\_Time\_NewMark: Newmark 时间积分时间增量大小 (默认值: 1.0e-6)

\*Key\_EQ: 是否是地震分析, 若是, 则需要读入地震加速度值

= 0, 不是 (默认)

= 1, 是

\*num\_EQ\_Ac\_nodes: 施加地震加速度的节点总数目

\*EQ\_Ac\_nodes: 施加地震加速度的节点列表

\*EQ\_Ac\_Time\_Gap: 地震加速度数据时间间隔

## 9 节点自由度耦合

\*num\_CP\_x\_nodes: x 方向耦合节点的总数

\*CP\_x\_nodes: x 方向耦合节点编号

\*num\_CP\_y\_nodes: y 方向耦合节点的总数

\*CP\_y\_nodes: y 方向耦合节点编号

\*num\_CP\_z\_nodes: z 方向耦合节点的总数

\*CP\_z\_nodes: z 方向耦合节点编号

## 10 程序控制

\*Key\_Clear\_All: 计算开始时删除当前计算目录下的全部结果文件

= 0, 不开启

= 1, 开启 (default)

*\*Key\_Close\_Window*: 计算完成后是否关闭命令提示符窗口

= 0, 不自动关闭, 等待用户关闭 (默认)

= 1, 自动关闭

*\*Key\_Data\_Format*: 数据保存格式

= 1, ASCII 格式 (default)

= 2, 二进制

*\*Key\_OpenMP*: 是否开启 OpenMP 共享内存计算

= 0, 不开启 (default)

= 1, 开启

*\*Key\_Num\_Process*: CPU 线程数目, 若取 99, 则全部线程, 默认为 1