无网格法

绪论

2008年11月27日

参考文献

- 张雄，刘岩. 无网格法，清华大学出版社/ Springer，2004
- 张雄，宋康祖，陆明万. 无网格法的研究进展及其应用. 计算力学学报，20(6):730-742，2003
- http://xzhang.comdyn.cn
  程序下载：MATLAB、OMLL
- 计算力学专业委员会网站 http://www.cacm.cn
  - 资源
  - 论坛
  - 新闻动态

有限元法存在的某些困难

- 冲压成型：网格畸变
- 裂纹动态扩展：网格重分
- 高速碰撞：网格畸变
- 奇异性问题：解析函数
- 自适应问题：网格重分(h)、近似函数(p)
- 应变局部化：网格重分
- 薄壳问题：近似函数高阶连续性问题
- 复杂三维结构有限元网格的生成

无网格法

- 直接利用分布在求解域中的**离散点**来构造近似函数的一种求解偏微分方程的数值方法。不需要借助于网格。

有限元法

无网格法

对某些特殊问题，无网格法很有效。

无网格法的研究历史

- 七十年代：非规则网格有限差分法
- 1977年： Smoothed particle hydrodynamics SPH
  - 归一化光滑函数算法 — 分片试验
  - 不稳定的起因及稳定化方案
  - 克服零能模态的具体方案
  - MLSPH
  - 水下爆炸仿真模拟、高速碰撞等

无网格法的研究历史

- 1992年： Diffuse element (Nayroles等)
- 1994年： Element Free Galerkin （Belytschko）
  - 动态裂纹扩展数值模拟
  - 三维撞击、流体晃动分析
  - 板壳分析
  - EFG和有限元、边界元法耦合
  - 相变问题；扩散问题
  - 节理岩体 2000
  - 边界条件 2001
  - 质点积分 2006

无网格法的研究历史

- 1995年： Reproducing Kernel Particle Method （Liu等、RKPM）
  - 多尺度分析、自适应分析
  - 结构动力学
  - 流体动力学
  - 动态断裂和局部化
  - 金属加工成形
  - 中厚梁板
  - 微电子机械系统
  - 纳米管起皱

实质上与EFG等价！

无网格法的研究历史

- 1996年： Finite Point Method（Onate等）
  - 流体动力学
  - 弹塑性分析
- 1996年： Hp Clouds (Oden等)
  - 铁摩辛柯梁问题
  - 厚板的弯曲问题
  - 平面裂纹问题的自适应分析
  - 基于云团法的新型hp有限元
  - Hp无网格云团法

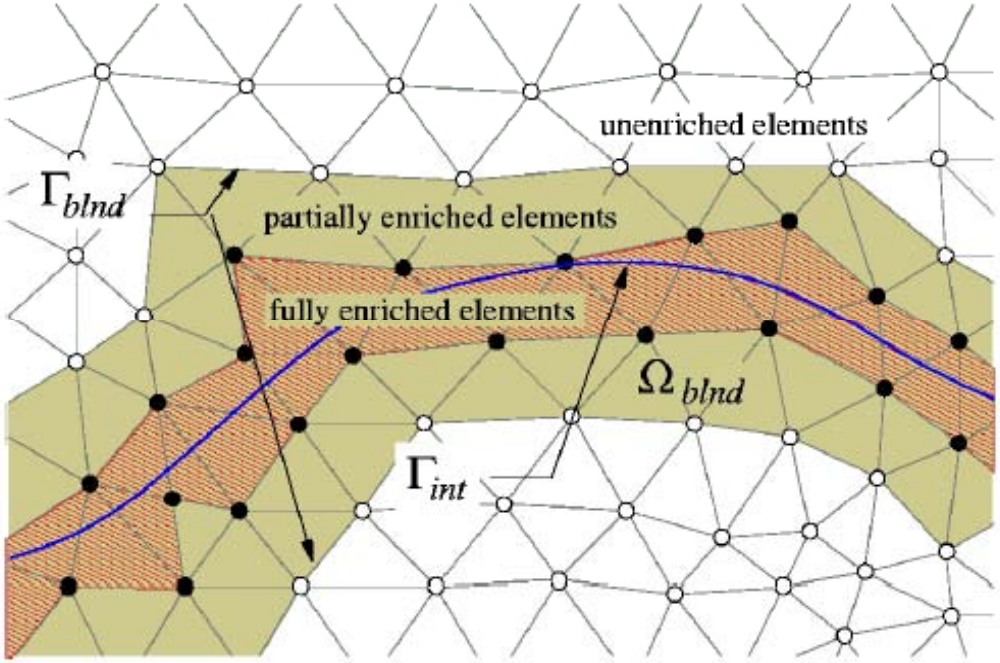
无网格法的研究历史

- 1996年：Partition of unity finite element method和Generalized finite element method（ Babuska等）
  - 动态裂纹扩展问题
  - 奇异问题
- 1998年：Local boundary integral equation method (Atluri等、LBIE) 和Meshless local Petrov-Galerkin法(MLPG)

无网格法的研究历史

- 将无网格法的思想引入有限元法中
  - PUFEM — Babuska，1996
  - GFEM — Duarte
  - XFEM — Belytschko
  - 流形元法（石根华）

动态裂纹扩展
节理岩体
应变局部化



网格连续
近似函数不连续

无网格法的研究历史

- 2000年：紧支径向基函数配点法
- 2001年：最小二乘配点无网格法
- 2001年：加权最小二乘无网格法
- 2003年：伽辽金最小二乘无网格法
- 2003年：伽辽金配点无网格法
- 2004年：边界弱形式配点法
- 2005年：物质点有限元法
- 2006年：质点积分无网格伽辽金法

无网格法的研究历史

- 1996年 **Computer Methods in Engineering Mechanics and Engineering** 出版了无网格法专辑（139卷）
- 2000年 **Computational Mechanics** 出版了无网格法专辑（25卷，2-3期）
- 近年来许多著名数值方法国际会议都设置了无网格法的主题会。
- 许多著名有限元专家，如Zienkiewicz、Belytscho、Atluri、WK Liu、KJ Bathe等都对无网格法进行了深入研究。