

自适应网格迭代标准的一种方法

原创 邓子平 [多物理场仿真技术](#)



在以下两文中详细介绍了数值仿真中自适应网格加密的原理和方法

[深入理解数值计算网格\(8\)--自适应迭代网格](#)

[深入解析HFSS自适应网格加密策略](#)

其核心思路是找出几何，物理场等变化较大的位置所在的网格单元，然后进行相应加密，或者找出非常小的地方进行网格稀疏。

本文介绍另外一种笔者早年使用过的一种网格加密标准，从测试结果来看，有好的，也有不好的，所以后来作为一种研究方法，并没有放到产品里。

在数值计算教程中，对于 $Ax=b$ 的求解有一章专门介绍数值扰动的，也就是当 b 发生轻微改变时，对于 x 的影响情况。这种扰动可以评估 A 是否为病态矩阵等矩阵特点，也可以反映出求解算法的稳定性。同时这种评估可以从数值计算角度来验证有限元模型的正确性。

顺着这种思路，有些朋友可能已经猜到了，对刚度矩阵 A 进行敏感度分析，即找到那些对结果 b 敏感度高的自由度数据元素，再找到所对应的网格单元，按照敏感度高低进行排序，即能找到需要加密的单元。

在针对三维结构应力分析实际测试中，有些结果和使用场梯度作为指标的吻合的比较好，有些则相差的很远。

结果吻合的好的有如下特点：

1. 矩阵A规模小（低于 $1e5$ ）
2. 求解使用矩阵求逆，没有使用迭代法
3. 网格质量高，几乎没有低质量网格单元
4. 需要加密的地方场梯度大，区分度明显
5. 边界条件使用第一边界条件

使用物理量或场的变化作为自适应网格指标比较直观，也容易理解；而从数值计算上来考虑，缺乏理论支持，在数值计算中存在很多不确定因素，比如大规模矩阵的迭代法本身存在误差，计算敏感度也存在误差，和加密无关的数值扰动也会带来误差，所有误差叠加在一起，最后结果可能就变得不可靠。

有兴趣的朋友可以试试在不同物理场和数值计算方法中的应用，针对某些特定条件下的计算，数值计算分析可能比物理场分析更有效。