

# 深入解析HFSS自适应网格加密策略

www.cae-sim.com [多物理场仿真技术](#)



网格加密的核心是什么？

如果网格数量偏少，在物理场变化大的地方，网格内部不足以表达这种变化，从而导致计算偏差。类似于用多边形模拟圆形，线段数量越多，越接近圆形。

网格加密通常有以下几种标准：

1. 根据几何特征，比如在曲面，曲线，孔边等加密。这种加密依赖于几何拓扑信息，但并不准确，比如在尖角处网格加密反而得出错误的结果。
2. 根据业务特点，比如流体在边界层，PCB电磁仿真在金属部分需要加密，在初次划分网格的时候就可以进行设置；
3. 根据两次仿真所得物理参数结果，比如在应力/压力/速度/温度变化梯度大的地方；
4. 根据两次仿真业务数据进行加工，比如HFSS根据S参数误差，能量误差。

-----

HFSS网格加密的原理前面做过介绍：

1. 进行第一次计算；
2. 在结果内部搜索误差最大的区域，对网格进行加密（划分更多的网格）；
3. 再进行计算，判断误差是否达到收敛标准；
4. 如果收敛，则结束，否则转到步骤2；

FHSS不同求解设置，所使用的的判断标准不同：

1. 波端口（Wave Port），集总端口（Lump Port）激励使用S参数误差；
2. 电压源，电流源，入射波和磁偏置激励使用能量激励

以集总端口为例，在自适应网格划分过程中，如果两次仿真S参数差 $\Delta S$ 小于0.02（默认数值），则认为收敛，且每次网格加密数量为30%（默认值）。

在这个过程中，有几个需要解决的核心问题：

1. 初始网格如何划分；
2. 第一次网格如何加密；
3. 网格加密数量和迭代次数如何设置；

事实上，初始网格划分和第一次网格加密，两次操作基本决定了整体网格质量和仿真计算结果，后续的网格加密是让计算精度更高。

#### 1. 初始网格如何划分

初始网格主要根据物体的材料属性和仿真频率点的波长来确定；

#### 2. 第一次网格加密

第一次网格加密很关键，由于不知道 $\Delta S$ 值，只能采用能量计算误差；计算单元电场磁场强度以及单元内部的电场磁场强度差，对这些变量进行简单加权平均，即可得到每个四面体单元的能量误差。对单元按照能量误差大小进行排序，然后再根据网格加密数量百分比（默认30%）设置，按顺序得到需要加密的单元。加密也有两种方法：一是在原有单元上加密，该方法简单，但是网格质量较差；二是重新划分网格，在原有网格所在区域设置网格参数，该方法实现比较复杂，HFSS使用第一种。

#### 3. 网格加密数量和最大迭代次数如何设置

网格加密百分比默认为30%，这是一个经验值，如无特殊需求，使用该值即可，调大该值可能造成网格加密过多，浪费计算资源，设置过小容易因为网格加密不足，两次迭代差值过小导致伪解。最大迭代次数也可以使用相关默认值。

仿真收敛以后，网格会保存下来，如果需要进行扫频，HFSS会使用已有的网格，在新的频点上不会重新划分网格，这是需要注意的地方。