网格布局及网格划分

有限元模型的合理性在很大程度上由网格形式决定，而且网格形式直接影响计算结果的精度与计算规模。因此，网格划分是建立有限元模型的重要环节。

1. 网格划分原则

划分网格时一般应考虑以下原则:

(1)兼顾精度和经济性;

(2)对称结构的网格布局应满足对称性;

(3)载荷、材料、几何形状的不连续处应自然分割;

(4)节点编号使半带宽越小越好。

1. 兼顾精度和经济性

在位移函数收敛的前提下，网格划得越密(即单元尺寸越小)，理论上计算结果越精确。另一方面，网格越多，单元越多，计算时间和费用将增加，同时也会受到计算机容量的限制。因此，划分网格兼顾精度和经济性。而且，经验表明，当网格加密到一定程度后，再加密网格，精度的提高不不明显.这将造成经济上的浪费。

兼顾精度和经济性一般应从以下几方面考虑：

1. 根据分析类型确定网格疏密与网格布局。

①静力分析时，如果只计算变形，或动力响应分析时，只计算位移响应，则网格可以疏一些；若需计算应力、应变，或计算应力响应，要保持相同的精度，则网格应相对密一些。固有特性分析时，如果只计算少数低阶模态，可以采用较疏的网格，需要计算高阶模态，则应选择较密的网格。此外，网格数量还与质量矩阵的形式有关。由于一 致质量矩阵的计算精度高于集中质量矩阵，所以采用一致质量矩阵时可以采用较疏的网格，而采用集中质量矩阵时应选择较密的网格。

②对结构进行静力分析与动响应分析时，网格布局应同结构的应力梯度(应力变化率) 相一致，即在应力急剧变化(应力梯度大)的区域，单元小一些，网格密一些，而且网格划分应由密到疏逐渐过渡。例如图9- 14中的网格布局，在孔处应力集中，网格要密。在具体划分时，还应注意单元大小不要悬殊，否则会引起较大的计算误差。如果对结构进行模态分析，般应选择较为均匀的网格分布。这是因为，均匀的网格布局将使结构刚度矩阵、质量矩阵中各元素值的大小相差不大，可以减少数值分析中的误差，提高固有频率和振型的计算精度。

1. 具体操作。实际应用时并不知道划分多少网格最合适，或者对实际问题难以估计结构应力梯度，这时可以先采用较为稀疏的均匀网格试算，根据试算结果适当加密网格，进行第二次计算。

加密网格一般遵循以下几点:

1. 所有以前的网格(粗网格)应包含于当前加密的网格(细网格)之中。
2. 加密网格过程中,单元类型不变，即单元位移函数不变。这就省去了重新推导单元位移函数.单元刚度矩阵、单元载荷向量等工作。
3. 比较网格加密前后的计算结果，如果前后两次的计算结果有较大差异，表明了加密网格的优越性和有继续加密网格的必要。如果前后两次的计算结果差别很小，表明没有维续加密网格的必要,计算结果已收敛。

在有限元中，计算结果精度与网格疏密的关系因具体结构而异，简单结构在简单载荷作用下，变形非常简单，用疏网格即可得到很高的精度。例如受集中载荷的等截面悬臂梁，使用一个单元也可得到非常精确的结果。但复杂工况下的复杂结构，由于位移场、应力场分布复杂，即使采用较密网格,也不一定 得到满意的结果。

1. 一将的殊，选  这是因为，场质量矩阵
2. 结构应力梯度行 (2)网格最合适或者对实际问题难以估计进  
     
     
   3,对称结构的网格布局  
   由上所述，利用对称性可以减少计算模型。但是，若模型整体不太复杂时，也可取整体直接建立有限元分析模型，此时注意网格的布局应尽最不破坏对称性。  
   如图915所示结构，采用三种不同的网格布局，计算结果表明，图03560开尿的网格