

《有限元分析》理论知识随堂测试

考生姓名：_____ 学号：_____ 所属院系：_____

1. 选择题(20 分)

- 1) 有限元分析的基本方法已经出现了大约 ____ 年。
A. 60 B. 120 C. 170 D. 240
- 2) 有限元分析的三个基本步骤包括：前处理， ____ 和后处理。
A. 分网 B. 求解 C. 装配 D. 施加约束和载荷
- 3) 主控单元定义在 ____ 空间。
A. 数字 B. 局部 C. 参数 D. 映射
- 4) 有限元分析的优点之一是 ____。
A. 可获得复杂问题的精确解 B. 可处理各向异性材数
C. 可获得工程问题的解析解 D. 以上都不对
- 5) 在分析实际问题时，有限元分析的缺点之一是 ____ 难以把握。
A. 模型简化 B. 塑性变形 C. 复杂载荷 D. 约束方式
- 6) 在结构问题的有限元分析中，我们可以采用 ____ 矩阵表达边界条件的引入和处理。
A. 全局 B. 单元 C. 微分 D. 分块
- 7) 在有限元方法中， ____ 坐标一定是无量纲的。
A. 局部 B. 全局 C. 笛卡尔 D. 重心
- 8) 单元的边界形状是由 ____ 决定的。
A. 结点位置 B. 形函数 C. A 和 B 两者共同 D. 问题域的边界
- 9) 当我们从拉格朗日方程推导结构分析的有限元格式时，单元内部各点位移用结点位移与形函数的线性组合来表示，这一表示在拉格朗日方程中的角色是____。
A. 广义坐标 B. 弹性势能 C. 几何约束 D. 全局自由度
- 10) 当采用伽辽金法推导固体传热问题的有限元格式时，对每个结点，我们总是令该结点在 ____ 的残差之和为零。
A. 其所有相邻单元上 B. 其所在单元内部各点的 C. 内部单元上 D. 边界单元上

2. 列写 (15 分)

如图 1 所示，请写出二次三角形单元的 6 个形函数来（用重心坐标表示）。

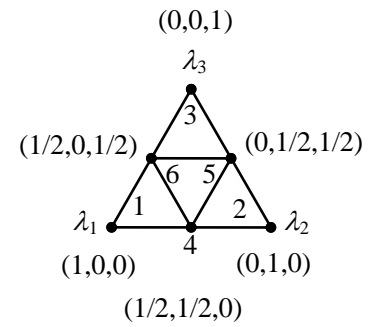


图 1

3. 计算 (20 分)

一个二维网格仅有 2 个单元 4 个结点，如图 2 所示。假设各单元的自由度和全局自由度约定如下

$$\mathbf{Q} = \begin{bmatrix} Q_1 \\ Q_2 \\ Q_3 \\ Q_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} q_1^{(1)} \\ q_2^{(1)} \\ q_2^{(2)} \\ q_3^{(1)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} q_1^{(1)} \\ q_1^{(2)} \\ q_2^{(2)} \\ q_3^{(2)} \end{bmatrix}$$

并且单元的刚度矩阵分别为

$$\mathbf{k}^{(1)} = \begin{bmatrix} 1 & -1 & 0 \\ -1 & 2 & 1 \\ 0 & 1 & 3 \end{bmatrix} \quad \text{and} \quad \mathbf{k}^{(2)} = \begin{bmatrix} 3 & 0 & -2 \\ 0 & 1 & 2 \\ -2 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

请写出装配后的全局刚度矩阵 \mathbf{K} 。

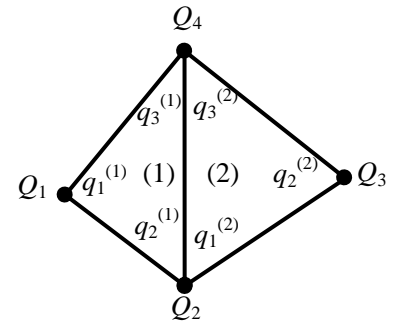


图 2

4. 推导(20 分)

对 2 结点一维单元，其内任意点的位移 u 、应力 σ 、应变 ε 都只跟一个变量 x 有关。假定 l_e 、 A_e 和 E 分别表示单元的长度、截面积和弹性模量

1) 写出等参单元的两个形函数 N_1 与 N_2 的表达式，并推导 \dot{N}_x

2) 根据 $\mathbf{k}^{(e)} = \iiint_e \dot{N}_x^T E \dot{N}_x dV$ 导出单元的刚度矩阵

5. 推导(25 分)

假定 A_e 、 t_e 和 ρ 分别代表三角形线性单元的截面积、厚度和密度，请推导单元的质量矩阵 $\mathbf{m}^{(e)}$ 。