

基于 AutoCAD 及 ANSYS 平台的地质网格模型 建模方法探讨*

赵义来, 罗先熔

广西隐伏金属矿产勘查重点实验室, 桂林理工大学地球科学学院, 广西桂林, 541004

关键词: 数值模拟; 网格模型; 三维地质建模; AutoCAD; ANSYS

1 研究背景

对成矿过程进行数值模拟实验是当前开展成矿作用研究的新兴手段之一, 其前处理阶段即计算用地质网格模型的建立往往成为制约后续实验过程的一个瓶颈, 原因在于: 一、地质体的形态不规则, 甚至是复杂的, 对其进行三维建模难度较大, 所成模型也趋于简化处理, 从而影响计算结果的精确性; 二、专业的数值计算软件其建模模块稍弱, 不足以应对复杂地质体模拟, 而专业的建模软件往往又不具备模拟成矿过程的数值计算功能。因此需取长补短, 对不同软件加以综合运用, 实现对地质体的计算用网格模型构建。

2 建模平台及方法

本文基于 AutoCAD 及 ANSYS 平台, 建立地质网格模型。AutoCAD 是当前国际上广为流行的绘图工具, 具有完善的图形绘制、编辑功能, 尤其适合绘制形态不规则、复杂的地质要素; 该软件可创建三维实体及表面模型, 并对实体进行编辑; 软件支持多种图形格式转换, 数据交换能力强。ANSYS 是融结构、流体、电场、磁场、声场分析于一体的大型通用有限元分析软件, 应用领域广泛, 该软件包含前处理、分析计算和后处理 3 个模块, 其前处理模块具有强大的网格划分功能, 可基于多种网格单元, 以自由剖分、映射剖分等方式进行网格划分。

创建三维地质网格模型的过程简介如下。在

AutoCAD 中, 软件内置有基本几何形态的实体可供直接利用, 也可在世界坐标系及用户坐标系下, 手动绘制地质体或岩石单元的界线, 然后对界线进行拉伸、扫掠等操作形成实体。通过对上述实体再进行布尔运算获得所需实体模型, 将完成的模型导出为*.sat 文件。

在 ANSYS 中, 导入*.sat 格式的实体模型, 对其进行网格剖分, 剖分后的模型方可对其节点、单元进行力学、热学、流体等参数赋值及成矿模拟数值计算, 剖分过程一般包括如下基本步骤: 1、设置单元类型, ANSYS 内置 100 多种单元类型可供选择, 地质上常用四面体及六面体单元, 其中四面体对界线复杂的地质体的适应性更好; 2、粘合模型, 一个工作区的实体模型往往由多个岩石单元组成, 在岩石单元的界面上存在共点现象, 即同一个位置有两个节点, 它们分属相邻的两个岩石单元。通过对所有岩石单元进行粘合操作, 消除共点, 在一定程度上避免剖分及计算过程产生拓扑错误。3、剖分, 该过程可对网格单元尺寸、网格划分精细水平、局部细化、剖分方式等项目进行控制, 以达到预期剖分效果。除了上述的 3 个基本步骤, 也可增加物理参数预设、岩石单元分组等环节, 以便于后续在数值模拟软件中对模型各单元进行详细的参数、条件设置。导出网格模型, 完成建模。

3 讨论与认识

采用不同的线型及不同的岩石单元封闭方法进行建模实验, 探讨其对剖分结果的影响, 形成如下认识:

*注: 本文为广西自然科学基金项目(编号: 2014GXNSFBA118231)、广西隐伏金属矿产勘查重点实验室系统研究课题(编号: 15-140-27-08)、桂林理工大学博士后科研启动基金联合资助的成果。

收稿日期: 2016-07-10; 改回日期: 2016-09-20; 责任编辑: 章雨旭。 Doi: 10.16509/j.georeview.2016.s1.040

作者简介: 赵义来, 男, 1982 年生。讲师, 主要从事三维地质建模及成矿数值模拟研究。Email: zyl@glut.edu.cn。

(1) AutoCAD 中可用于建模并与 ANSYS 交互的线型有多种, 包括直线、多段线、样条曲线等, 其中使用多段线进行绘图及剖分建模最为方便、高效, 报错较少, 样条曲线次之。

(2) 生成实体之前, 需在二维尺度上对线要素进行封闭处理, 以形成各个岩石单元, 封闭方法包括闭合线和造面域。从建模过程和网格剖分结果来看, 面域有较好的适应性, 闭合线稍差, 如, 生成闭合线时, 要求各子线段必须是同一线型, 否则需修改线型, 且使用修改后的线型在剖分网格时易报错; 生成面域则无需修改线型, 可对不同线型的子线段直接创建面域, 在剖分网格时报错亦较少。

(3) 无论是闭合线还是造面域, 除模型边界外, 每条地质界线将使用两次, 分别用于其两侧的岩石单元建模。为避免拓扑错误, 将所有界线绘制一遍后带基点复制到原位, 确保两次使用的界线其节点信息完全一致。需要注意一点: 绘制界线时, 每条界线的始末节点应为界线的“三岔口”处, 这样省去了频繁的中断线操作。

(4) 基于多段线面域的网格模型对复杂地质体的适应性好, 因为在二维图片中绘制多段线时, 绘图人员习惯于在形态复杂部位绘制更多的节点, 在简单部位绘制相对稀疏的节点, 其实质是在线要素的局部进行控制点加密。在后续剖分

网格过程中, 这些多段线节点均会成为网格节点, 当多段线点间距大于设定的网格节点间距时, 又会自动插入新的网格节点, 以达到设定的网格尺寸要求。基于多段线面域所生成的模型的网格尺寸不一, 形态简单部位网格尺寸较大、稀疏 (但仍在设定值范围内), 复杂部位网格尺寸较小、密集, 二者之间的网格呈渐变过渡。该方法所建模型网格总数较大, 建模和后续计算效率偏低, 但不容易出现网格畸变, 且计算结果精确。

(5) 基于样条曲线面域的网格模型, 其网格节点与原样条曲线节点位置并不完全一致, 会产生一定的偏移, 在地质界线形态复杂的部位, 将自动抽稀节点、简化界线形态, 使模型产生误差; 在地质界线形态简单的部位, 剖分出的网格则与原界线吻合较好。该方法适用于界线形态简单的地质体建模, 因建模过程具有自动调整功能, 可以按照所设定的节点间距生成网格尺寸较均一的模型, 网格总数相对较少, 建模和后续计算效率高, 但会存在少量畸变网格, 在数值计算中有可能产生拓扑错误, 需引起注意并适时监控计算过程。

综上, 通过利用 AutoCAD 的绘图与实体建模功能及 ANSYS 的网格剖分功能, 可以建立不规则地质体的网格模型, 为成矿过程数值模拟实验提供有力支持 (图 1)。

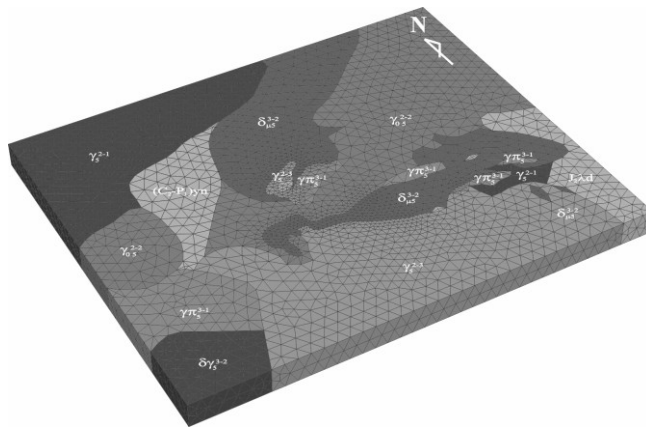


图 1 基于 AutoCAD 及 ANSYS 平台建立的某矿区地质网格模型

ZHAO Yilai, LUO Xianrong: A study on geological grid model construction based on AutoCAD and ANSYS

Keywords: Numerical simulation; grid model; 3D geological modelling; AutoCAD; ANSYS