
武汉岩土所在多尺度连续非连续数值方法研究中取得进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/13852.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

岩石主要由晶体形态存在的矿物及少量非晶质胶结物组成，其成因和赋存环境对岩石的矿物成分、晶体形态及界面结合产生重要影响。岩石材料在不同研究尺度上表现出不同的力学特征，研究其内部矿物结构及细观非均质特征，对了解岩石断裂损伤、裂纹孕育演化机制和破裂特征具有重要意义，也是保证岩石工程合理设计和安全控制的重要依据。

数值方法是量化评价岩石微观结构对宏观力学特征影响的有力工具。传统有限元法难以实现岩石介质在外力作用后出现破裂、失效及分离的全过程。离散元法虽然可反映岩体结构的非连续特征，但因全局接触判别效率不高，很难实现工程尺度规模的计算，尤其是在三维条件下的接触形式复杂、块体接触力计算烦琐，限制了离散元方法的推广应用。Munjiza提出的连续非连续通过定义势函数来计算块体之间的重叠区域，进一步根据NBS接触算法得到接触力。但由于势函数物理意义不明确，无法统一表征嵌入量的接触力，且切向接触力计算冗杂，难以推广至三维模型。

该研究在传统连续非连续方法的基础上，结合基于点-面接触的刚度罚值法，采用增强型NBS接触判别，在C++上自主开发出多尺度（宏细观）连续非连续数值软件，提高了计算效率，即使对于网格结构不规则模型，也能达到较高的计算效率和判别精度。同时考虑到岩石结构的多尺度特征，建立了以晶相为基础的真实结构模型，实现了岩石矿物的穿晶和沿晶断裂现象。基于上述方法，研究人员系统研究了岩石细观非均质特征（如晶体尺寸、分布特征、矿物形态及矿物成分）对其宏观力学特征、裂纹成核、起裂、扩展和聚合的影响（图1）。研究结果表明，岩石裂纹起裂应力和损伤应力是由矿物非均质性决定的固有属性（图2）。初始裂纹主要为晶间拉伸裂纹，由晶体间分布的非均匀拉应力导致，而穿晶剪切裂纹将耗散大部分能量，导致大规模微裂纹聚合和扩展。同时，增加矿物晶体的尺寸将进一步导致非均匀应力分布，降低材料的破坏强度。晶体形态在晶粒互锁中发挥重要作用，均匀分布的矿物晶体产生均匀的微观应力场，增加了岩石的起裂应力阈值。研究人员借助石英-云母-长石分布图，进一步讨论了矿物成分与岩石宏观力学性能之间的定量关系（图3）。

相关研究成果以Transgranular fracturing of crystalline rocks and its influence on rock strengths: Insights from a grain-scale continuum-discontinuum approach为题，发表在Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering

上。研究工作获得国家自然科学基金重点项目、国家自然科学基金面上项目和国家留学基金委建设高水平大学公派研究生项目的资助。

[论文链接](#)

图1.基于真实结构建模的连续非连续数值方法

图3.不同矿物成分对岩石应力特征的影响

研究团队单位：武汉岩土力学研究所

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发