
研究揭示黄铁矿中金的赋存状态和捕获-富集机制

作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/18090.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！

在国家重点研发计划项目的资助下，中国科学院广州地球化学研究所博士研究生孟雷（现在中国科学院地球化学研究所做博士后），在导师赵太平研究员的指导下，研究揭示黄铁矿中金的赋存状态和捕获-富集机制。相关研究成果近日发表于《美国矿物学家》和《矿床地质评述》。

黄铁矿为地壳中最常见的金属硫化物，含有大量Au、Tl、Te、Sb和Se等具有重要经济价值的微量元素。在热液矿床中，黄铁矿为最主要的载金矿物，其所含Au和As的耦合关系已被广泛认识，多数学者认为这是对As控制Au富集过程的反映。前人对含砷黄铁矿中结构金的捕获-富集机制已开展过大量研究，但仍然存在较大争议。人们对于含砷黄铁矿中金的化学态的模糊认识和理解，主要是源于天然样品的多样性、含砷黄铁矿中金的低浓度和不均一分布特征以及金的XAS分析结果的解释有很多的争议。

传统观点认为，Au可能以Au⁺或Au³⁺的形式赋存于含砷黄铁矿中，但到目前为止Au³⁺尚未被精确的光谱数据所证实。基于大束斑同步辐射X射线吸收近边结构（XANES）谱分析，前人在含砷黄铁矿中识别出Au⁰和离子态Au⁺两种不同化合态的金。然而，这种大束斑分析方法所获的光谱很可能为不同化合态金的混合光谱，进而影响人们对金化学态的辨别。

此外，含砷黄铁矿中金和砷耦合共存使得准确测定金的化学态变得更为困难，这是由于As的XANES谱可部分遮挡金的XANES谱。新近开发的高分辨率同步辐射X射线吸收光谱（HERFD-XAS）技术可在一定程度上克服这一问题。然而，基于该技术的研究表明，对于黄铁矿中结构金的化学态也未达成统一认识。

一部分学者指出，贫砷黄铁矿中化合态的金直接替代了其结构中的铁。相反，另一部分学者则认为，贫砷黄铁矿中化合态的Au⁺不是替代了其结构中的Fe²⁺，而是主要赋存于黄铁矿中的Au₂S纳米颗粒中。另一方面，有些学者认为含砷黄铁矿中化合态的Au⁺可取代其结构中的Fe²⁺。然而，另一些学者却认为，在无砷黄铁矿或含砷黄铁矿中，化合态的Au⁺既可以结构Au⁺的形式替代黄铁矿结构中的Fe²⁺，也可以Au₂S纳米颗粒的形式存在。

在本项研究工作中，研究人员选取华北克拉通南缘上宫超大型金矿床中最主要的载金矿物——含砷黄铁矿为研究对象，综合利用EPMA（电子探针）、SEM（扫描电镜）、FIB-SEM（聚焦离子束-扫描电子显微镜）、LA-ICP-MS（激光剥蚀电感耦合等离子质谱仪）、NanoSIMS（纳米二次离子探针质谱仪）、ACSTEM（球差校正透射电镜）和μ-XANES光谱等分析技术，开展了系统的研究工作，并获得四点主要认识：

一是，EPMA、NanoSIMS和LA-ICP-MS结果表明，上宫金矿床最主要的载金矿物为含砷黄铁矿，

主成矿阶段黄铁矿发育明显的环带结构，Au（0.05~0.78 wt%）和As（0.39~4.60 wt%）在Py2中明显富集，且二者主要以固溶体的形式赋存于黄铁矿中。此外，Au与Fe呈负相关，而与As呈正相关。

二是，ACSTEM的Z衬度图解显示，Au原子直接占据了黄铁矿中Fe原子的位置。 μ -XANES研究结果表明，Au和As分别主要以Au⁺和As⁻形式赋存于含砷黄铁矿中。

三是，基于黄铁矿化学和原子尺度显微结构分析，本研究提出化合态的Au⁺和As⁻均被捕获进入黄铁矿的结构中，并分别占据了黄铁矿中Fe和S原子的位置。另外，Au替代Fe的过程中所引起的黄铁矿正电荷亏损可能是通过原子间的部分电子转移来弥补的，而不是在黄铁矿结构中S原子位置上形成阴离子空位。该研究还认为As在黄铁矿中的捕获对于结构Au的捕获而言，应是一个有利而非必要条件。

四是，黄铁矿中结构金的超常富集是成矿流体物理化学条件的变化和晶体-流体界面动力学效应共同作用的产物。

该研究成果不仅对于理解Au从低Au和As的成矿流体向黄铁矿富集的机制，具有十分重要的意义，而且对研究其他稀贵金属（如PGE、Ag、Tl、Co）在其寄主硫化物中的赋存状态和捕获-富集机制也具有重要参考价值。（来源：中国科学报朱汉斌）

相关论文信息：

<https://doi.org/10.2138/am-2021-7812>

<https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2022.104728>

版权声明：凡本网注明来源：中国科学报、科学网、科学新闻杂志的所有作品，网站转载，请在正文上方注明来源和作者，且不得对内容作实质性改动；微信公众号、头条号等新媒体平台，转载请联系授权。邮箱：shouquan@stimes.cn。

作者：赵太平等 来源：《美国矿物学家》

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