

地质地球所等揭示太古宙末期绿岩带中VMS-BIF成矿组合成因机制

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/19760.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！

由火山成因块状硫化物矿床（VMS）和条带状铁建造（BIF）构成的成矿系统为太古宙绿岩带中特有的成矿组合，是前寒武纪地质构造和环境演化耦合作用的产物。该组合不仅是全球铜、锌和铁等金属的重要来源，而且记录了当时特定的构造、大气和海洋环境，因而，对其开展研究具有经济和科学两个方面价值。聚焦VMS-BIF成矿组合形成机制这一关键科学问题，目前的研究工作主要集中于两类矿床共生的时空分布、构造背景、物质来源和沉积环境等方面，其中，该成矿组合的物质来源和沉积环境是当前研究的难点和热点。

位于华北克拉通北缘的太古宙末期的清原绿岩带，不仅是我国唯一同时发育VMS型Cu-Zn矿床和BIF型铁矿的绿岩带，同时也是这一时期世界范围内少有发育VMS-BIF成矿组合的研究区。中国科学院地质与地球物理研究所研究人员联合英国利兹大学和加拿大阿尔伯塔大学研究人员等，对清原绿

岩带内的多个

VMS和BIF矿床开展了地质、

地球化学、铁同位素和多硫同位素（ $\delta^{33}\text{S}$ 、 $\delta^{34}\text{S}$ 和 $\delta^{36}\text{S}$ ）研究，有效约束了VMS-BIF成矿组合的物质来源、沉积环境和成矿机制。

物质来源方面，绿岩带BIF型铁矿的铁质主要来自水体中积累的由早期海底热液活动输入的Fe(II)，但是不同层位BIF铁同位素的系统变化（图1A）却反映了与VMS相关的成矿热液系统为晚期沉淀的BIF提供了大量铁质；含硫化物BIF和形成于海底沉积作用的层状VMS矿石中的黄铁矿具有非零的 $\Delta^{33}\text{S}$ 值（平均为 $-0.05\text{‰} \pm 0.007\text{‰}$ ，2SD； $n=9$ ）

和与典型硫同位素非质量分馏一致的 $\Delta^{36}\text{S}/\Delta^{33}\text{S}$ 比值（ $-1 \pm$

0.3 ，图1B和图2A），说明早期缺氧大气中 SO_2 光解作用形成的硫酸盐为其形成提供部分硫质。

沉积环境方面，绿岩带不同层位BIF的发育指示当时海水整体处于缺氧富铁状态。基于前人铁同位素的“扩散-反应”模型（dispersion-reaction

model）计算，绿岩带最下部BIF正的 $\delta^{56}\text{Fe}$ 值（ $0.48 - 0.69$

‰ ）指示表层海水的氧气含量约为 $10^{-4} \sim 10^{-3}$

$\mu\text{mol/L}$ （图2B）。沉积型层状VMS矿石中黄铁矿接近于零的 $\delta^{56}\text{Fe}$ 值（ $-0.58 \sim -0.51$

‰ ，图1A），反应其形成于受海底热液活动形成的局部硫化水体。

成矿机制方面，网脉状、块状和层状VMS矿石系统变化的Cu含量和Cu/(Cu+Zn)比值反应成矿流体从早期阶段海底热液主导向晚期阶段海水主导转变，该认识与上述矿石的Fe、S同位素差异相

匹配。基于该绿岩带构造演化模型，该研究认为在弧间盆地拉张的早期阶段，海底主要发育一些低温热液系统，成矿作用以BIF沉淀为主，铁质的部分氧化沉淀会导致水体的 $\delta^{56}\text{Fe}$ Fe值偏负（图3A）；在拉张峰期阶段，海底发育高温热液系统，此时热液喷口处形成VMS矿床，远离喷口则发育BIF；同时，VMS热液系统向海水中输入的Fe(II)会显著改变盆地水体的铁同位素组成（图3B），这一变化体现在绿岩带上部BIF的铁同位素组成上（图3C）。

该研究不仅有助于完善人们关于早期地球表层系统物质循环和环境演变与成矿作用之间耦合机制的认识，而且可为建立VMS-BIF成矿组合的成因机制模型提供实例支撑。

相关研究成果发表在Economic Geology上。研究工作得到地大地球所和国家自然科学基金青年基金项目的支持。

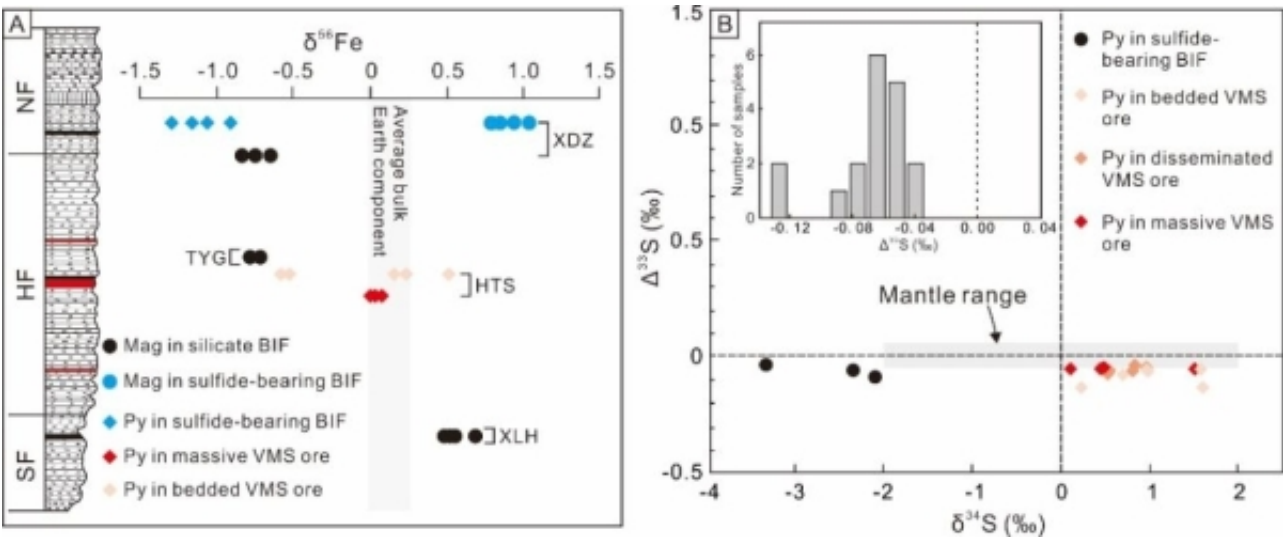


图1 清原绿岩带VMS-BIF成矿组合Fe-S同位素特征。(A) VMS矿石黄铁矿和不同层位BIF中的磁铁矿和黄铁矿的 $\delta^{56}\text{Fe}$ 值；(B) 含硫化物BIF和VMS矿石中黄铁矿的 $\delta^{34}\text{S}$ 和 $\Delta^{33}\text{S}$ 值

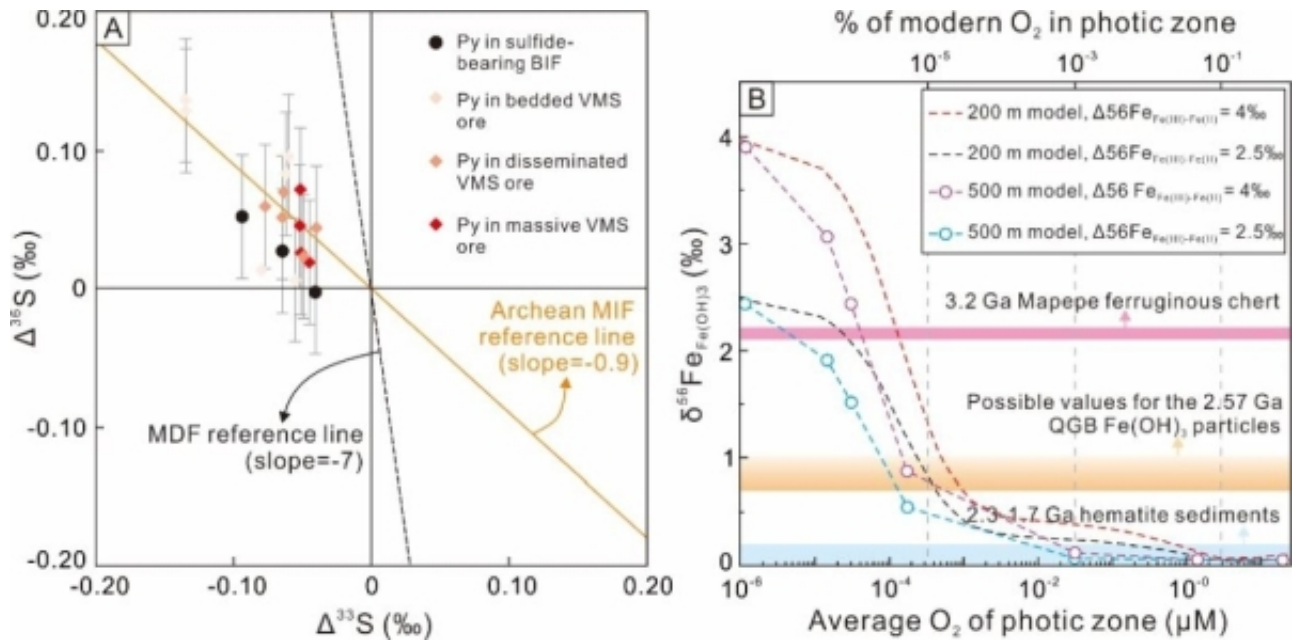


图2 清原绿岩带VMS-BIF成矿组合铁同位素和多硫同位素判别图。(A)含硫化物BIF和VMS矿石中黄铁矿具有与典型硫同位素非质量分馏(MIF)效应一致的 $\Delta^{36}\text{S}/\Delta^{33}\text{S}$ 比值。(B)绿岩带最下部BIF与不同时期沉积型铁氧化物的 $\delta^{56}\text{Fe}$ 值对比及模拟计算的可能表层水体氧气含量

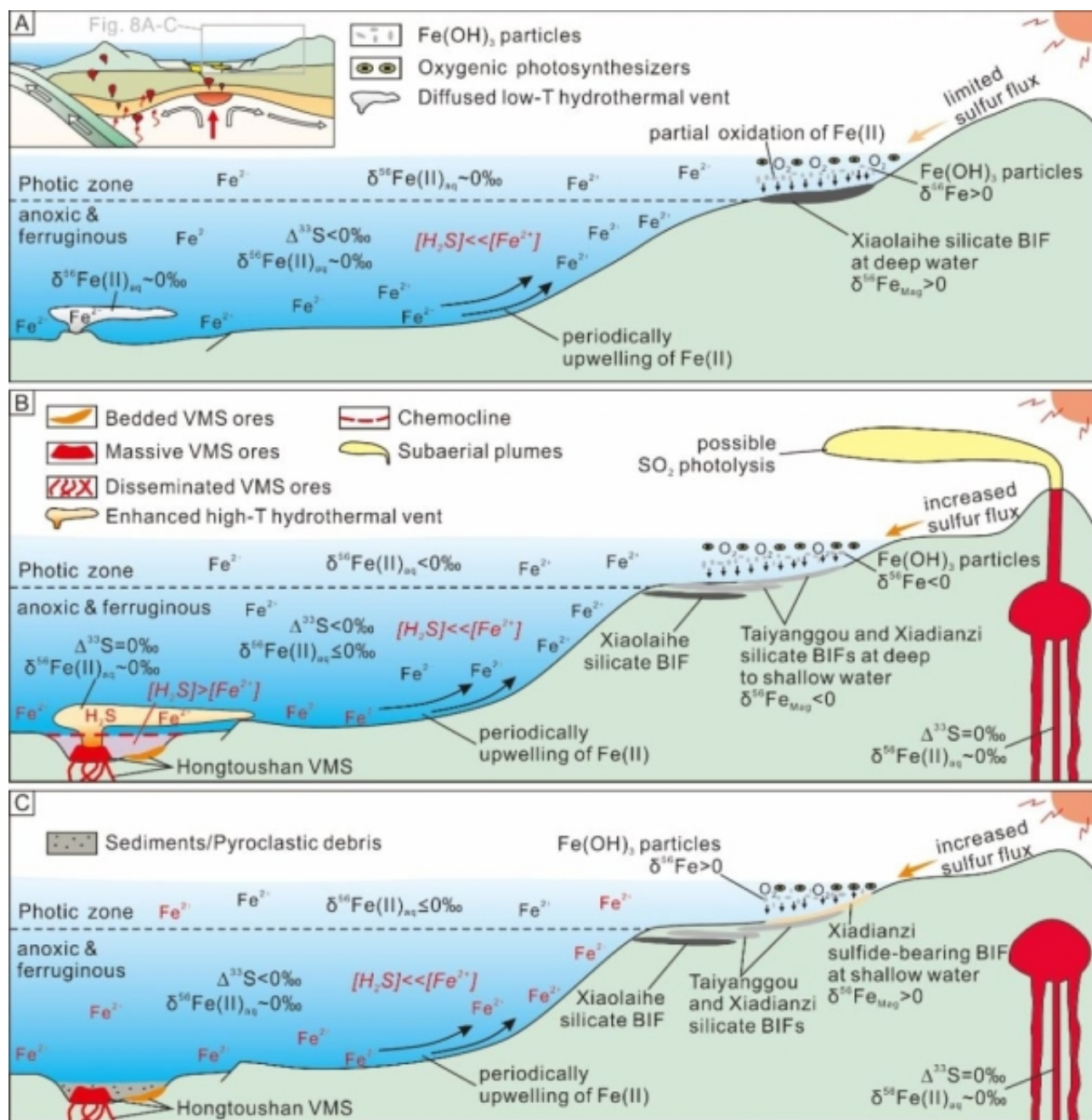


图3 清原绿岩带VMS-BIF成矿组合成矿模式示意图

研究团队单位：地质与地球物理研究所

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