

研究揭示陨石中纳米金属铁的新成因

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/15480.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！

铁是太阳系中含量第二高的金属元素，也是组成内太阳系类地行星、小行星等固态天体的主要元素之一。此外，铁元素是重要的变价元素，通过研究地外样品中铁的赋存状态及价态，可以推测其所形成时所处的氧化还原环境，进而为内太阳系固态行星、小行星的形成、演化过程研究提供重要依据。

除地球和火星外，内太阳系其他固态小天体由于具有较小的体积，其表面较难形成或保留致密的大气层，因此这些天体的表面物质会直接暴露于高真空的环境中，长期经受陨石、微陨石的撞击以及太阳风的辐射。这些天体提供的高真空环境以及频繁的陨石撞击过程和太空风化改造过程，使星云冷凝或（微）陨石撞击引发的高温过程形成的单质金属铁（ Fe^0 ）均可在无大气行星体表面（月球、小行星等）保存，并在陨石以及地外返回样品中观察到。

在以往研究的基础上，中国科学院地球化学研究所副研究员李阳研究团队开展了详细的陨石样品微区研究工作，在灶神星陨石（NWA 11592）和普通球粒陨石（GRV 022115）中分别发现 Fe^0 的产出，并指示两种不同于前人的 Fe^0 形成新机制。一方面，冲击引发的高温条件可以使含铁矿物中的 Fe^{2+} 发生歧化反应形成单质金属铁；另一方面，在强烈冲击的低氧逸度条件下，辉石也可以发生原位分解形成单质金属铁。

NWA 11592（Eucrite）中的单质金属铁产出于熔池之中，通过透射电镜电子能量损失谱仪（EELS）确定了熔池中存在含 Fe^{3+} 的富Al辉石矿物相，熔池中 Fe^{3+} 以及单质金属铁（ Fe^0 ）的存在为该样品中铁元素歧化反应（ $3\text{Fe}^{2+} = 2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe}^0$ ）的发生提供了重要证据。透射电镜观察到的纳米级铁铝尖晶石指示该熔池的形成温度高于1310℃，该温度条件表明熔池的形成并不是冲击作用这一单一因素产生，而可能是在灶神星早期普遍的热变质作用基础上（~1000℃），同时经历较低程度的冲击作用（S4），使母岩在热变质作用与冲击作用的综合作用下发生熔融，致使歧化反应发生并产生单质金属铁。这是首次在灶神星陨石中找到铁元素的歧化反应证据，也可能是地外天体表面物质中含铁矿物形成单质金属铁一个重要机制。

GRV 022115为L6型的普通球粒陨石，具有较高的冲击等级（S5）。该样品中发现的单质金属铁分布于冲击熔脉中辉石颗粒的边缘玻璃中。与单质金属铁伴生的二氧化硅以及气孔构造也在辉石玻

璃中被确定，这些特征指示该样品中单质金属铁的产出来源于辉石的分解。依据熔脉中由冲击作用产生的典型高压矿物组合（林伍德石、镁方铁矿、镁铁榴石），得出辉石分解发生的温压条件为20-23GPa，>1800℃。同时，在冲击后的快速淬火条件下，天然样品较好的保留辉石的亚稳态相变产物（高压斜顽辉石，图3），这为自然条件下辉石发生的复杂相变过程提供样品支撑。该研究首次提供了地外样品中辉石分解的直接证据，进一步证明辉石是除橄榄石之外的另一个可以形成纳米金属铁的重要镁铁硅酸盐矿物。

陨石样品中新发现的纳米金属铁的歧化成因以及辉石分解成因机制，丰富了单质金属铁的形成机理，并对月球等无大气固态天体表面物质复杂改造过程及氧化还原条件转变具有指示意义。相关研究成果发表在*Geochimica et Cosmochimica Acta*、*Journal of Geophysical Research – Planets*

上。研究工作得到中科院战略性先导科技专项培育项目、中科院战略性先导科技专项（B类）、国家自然科学基金重点项目和面上项目、中科院青年创新促进会、国家国防科技工业局民用航天技术预先研究课题等的资助。

论文链接：[1](#)、[2](#)

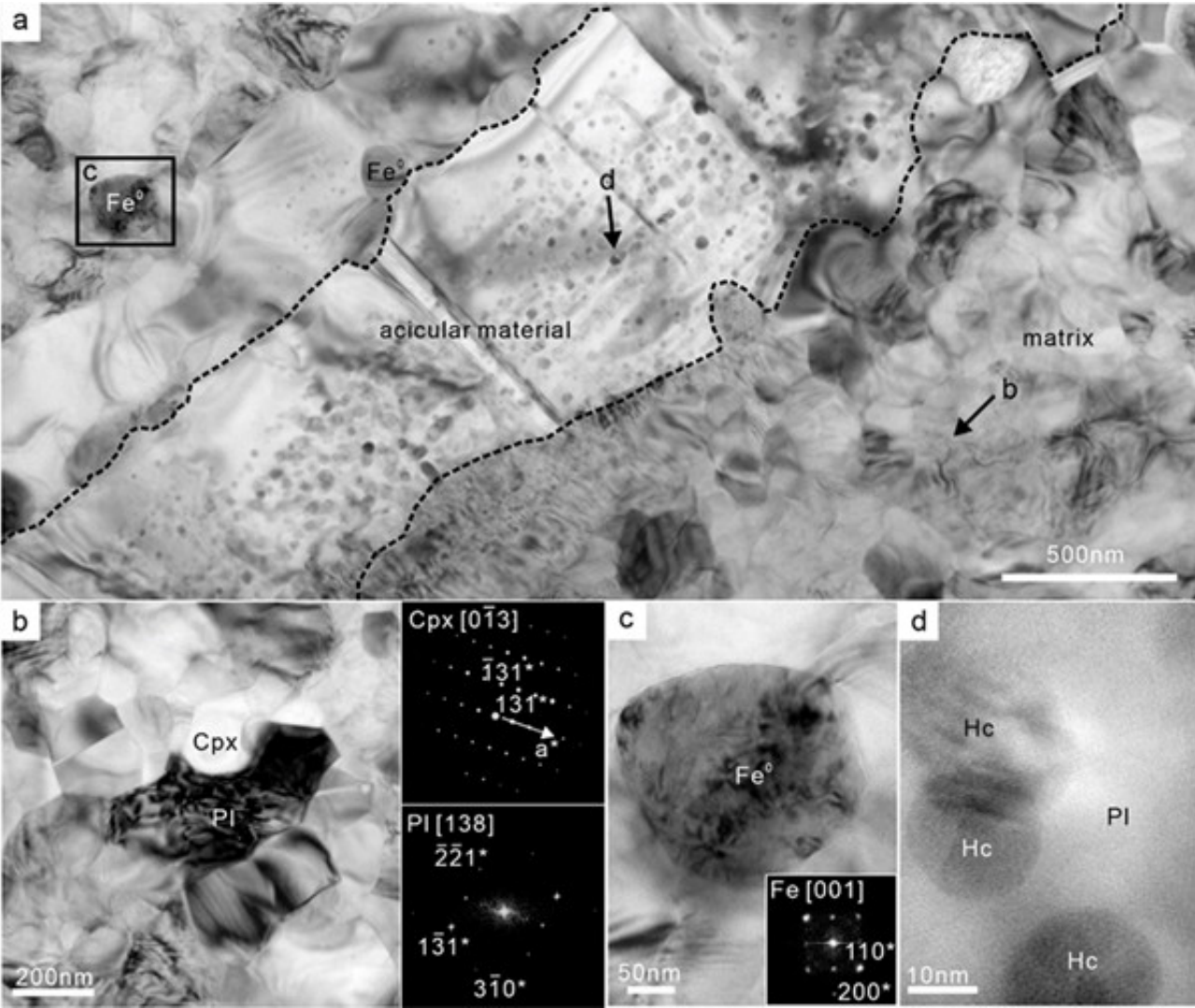


图1.NWA

11592中熔池的透射电镜分析结果。熔池中分布有单质金属铁 (Fe^0) 及纳米级铁铝尖晶石 (Hc) 颗粒

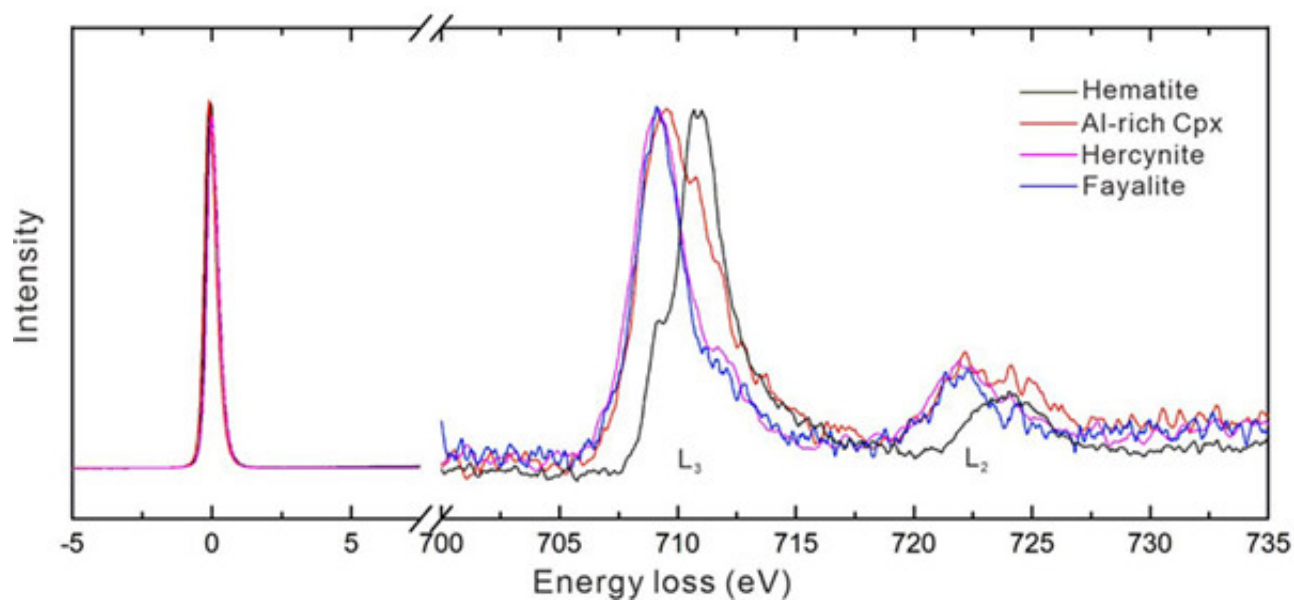


图2.NWA 11592熔池中Al辉石 (Al-rich Cpx) 的电子能量损失谱分析结果，指示该矿物相中含有约30%的 Fe^{3+}

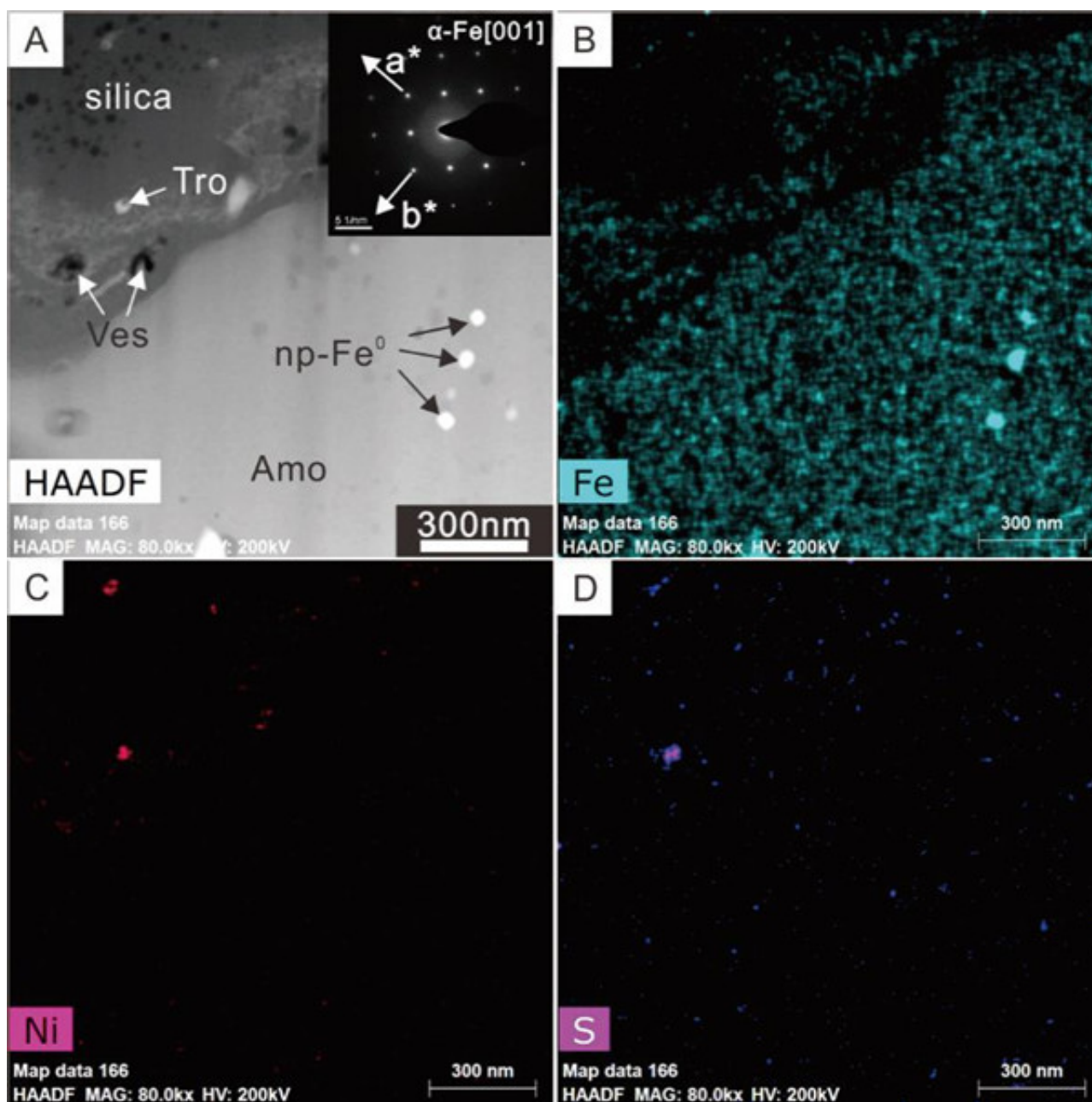


图3.普通球粒陨石GRV

022115中辉石分解产生的纳米金属铁 (np-Fe^0)、二氧化硅 (Silica) 和气孔构造 (Ves)

研究团队单位：地球化学研究所

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

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