地化所在火星古水环境存在时限方面获进展

作者：writer 来源：中国科学院

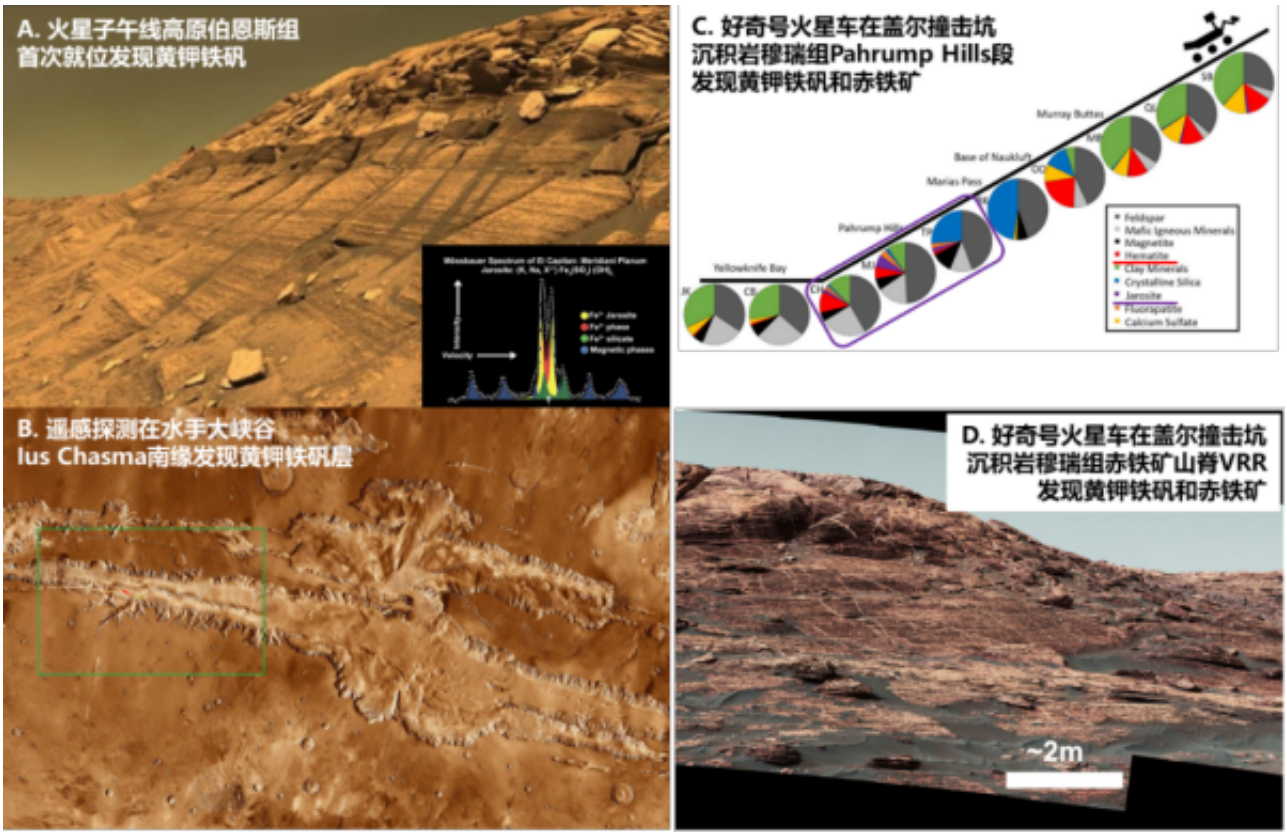
本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/18659.html

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！

黄钾铁矾类矿物【jarosite；(K, Na, $H_3O)Fe_3(SO_4)_2(OH)_6$】是一类含水的铁硫酸盐，在地球上主要产出于酸性氧化的水体环境中（如酸性矿山水环境）。若长期与水共存，黄钾铁矾会分解形成更稳定的矿物相如赤铁矿。因此，在地球上，新生代之前（约4千万年）的沉积岩中鲜少出现黄钾铁矾；黄钾铁矾在历经埋藏挖掘等成岩过程中难以被保存。 然而，在火星表面，就位探测和遥感探测均在古老的沉积岩体中（约35亿年左右）发现了黄钾铁矾。美国机遇号火星车在火星子午线高原（Meridiani Planum）的伯恩斯组（Burns Formation）沉积岩露头中首次发现黄钾铁矾（约10 wt%）（图A）。在盖尔撞击坑，美国好奇号火星车在湖相沉积岩穆瑞组的多个钻取岩样中发现少量的黄钾铁矾（多为1~3 wt%，仅有一个高达8 wt%）（图C）。在继续攀爬夏普山（Mount Sharp）的旅途中，好奇号火星车又在称为“赤铁矿山脊”（Vera Rubin Ridge）的几个样品中发现黄钾铁矾，与赤铁矿和四方纤铁矿共存（图D）。此外，轨道探测器通过红外光谱探测，在火星多个区域发现黄钾铁矾，如水手大峡谷、马沃斯峡谷等（图B）。这些沉积记录中保存的黄钾铁矾被认为指示着火星早期短暂的流水活动；倘若水环境长期存在，将会使黄钾铁矾消失殆尽。黄钾铁矾的溶解速率可作为制约火星水体持续时长及其物理化学性质的指标。自2004年，科学家围绕环境溶液条件对黄钾铁矾溶解速率的影响开展了研究，例如溶液温度、酸碱度、水活度、不同组分、水动力条件等。这些研究几乎采用了水热条件下Fe^{III}水解合成的黄钾铁矾作为初始物质。而在火星表面探测到的黄钾铁矾可能更多源于低温下Fe^{II}氧化（如黄铁矿水岩反应或含Fe^{II}离子硫酸盐溶液氧化等）。此外，黄钾铁矾因独特的结构特点，使其结构中的硫酸根位置易被其他含氧酸根替代，还可能大量纳入溴离子。然而，鲜有研究考虑形成路径和阴离子替代对黄钾铁矾的溶解速率的影响。 中国科学院比较行星学卓越创新中心、中科院地球化学研究所月球与行星科学研究中心赵宇鹓研究团队，考察对比了黄钾铁矾形成路径（低温Fe^{II}氧化和水热Fe^{III}水解）和阴离子替代（主要为卤离子）对其溶解速率的影响。实验结果表明，环境溶液条件是黄钾铁矾溶解速率的主要影响因素，而形成路径和阴离子替代是次要影响因素。两类因素共同影响黄钾铁矾在水体中的溶解。与前人研究对比，若考虑黄钾铁矾的形成路径和卤素替代，在相同的溶液环境中，黄钾铁矾的寿命可提高约一个数量级。 研究表明，若不考虑黄钾铁矾自身特点对溶解速率的影响，会低估其矿物颗粒寿命，进而低估火星表面水体可以稳定存在的年限。在子午

线高原和盖尔撞击坑等沉积岩中，1毫米直径的黄钾铁矾在持续水环境中可保存约数万年至数百万年。这一认识与地球侏罗纪砂岩中（1.7亿年）发现的古老黄钾铁矾一致。在地球表面持续雨水淋滤下，该砂岩中的黄钾铁矾作为胶结物保存了上千万年。而该黄钾铁矾中含有高达2000 ppm的砷，被认为是稳定黄钾铁矾的主要因素。整体而言，火星古老沉积岩中留存的黄钾铁矾可能指示着火星早期更长时间的稳定水环境。更进一步的制约有待于火星样品返回和样品分析。

相关研究成果发表在*Journal of Geophysical Research: Planets*上。研究工作得到中科院行星科学战略性先导科技专项（B类）、国家自然科学基金面上项目、民用航空航天技术预研项目、中科院“西部之光”人才培养计划、中科院地质与地球物理研究所重点部署项目、中科院青年创新促进会、中科院前沿科学重点研究计划的支持。 论文链接



火星就位和遥感探测中发现出露黄钾铁矾的古沉积环境【A、子午线高原伯恩斯组沉积岩；B、水手大峡谷Ius Chasma；C、盖尔撞击坑穆瑞组Pahrump Hills段沉积岩；D、盖尔撞击坑赤铁矿山脊（属于穆瑞组）】

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/

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，爱科学iikx.com转发