

研究揭示地球深部硫循环的区域差异与全球平衡

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/40997.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！

研究揭示地球深部硫循环的区域差异与全球平衡。近日，中国科学院地质与地球物理研究所李继磊研究员联合美国耶鲁大学、德国柏林自由大学、英国伦敦大学学院等国内外合作者，在美国《国家科学院院刊》上发表研究成果。通过对全球各海沟系统开展精细硫通量核算，研究团队首次系统揭示了俯冲带硫输入在区域上的强烈不均一性，同时发现全球尺度上硫输入与输出之间保持着很好的通量平衡，为理解地球深部硫循环提供了重要定量框架。

硫是影响行星宜居性的关键元素。金星布满二氧化硫云层，火星表面遍布硫酸盐沉积物，但与此不同，地球表面山清水秀、气候宜人，并未出现硫的过量堆积。学界普遍认为，地球通过板块构造作用将岩浆火山从深部带到地表的硫再通过俯冲作用送回地幔，实现深部与表层硫的动态循环。然而，深部硫循环究竟处于平衡还是不平衡状态？此前一直缺乏可靠的定量约束。

研究团队将全球俯冲体系划分为32个俯冲带，对每个俯冲带开展控制硫通量的关键参数精细厘定。在输入通量方面，团队系统筛选了全球1500余个大洋钻探钻孔数据，构建各俯冲带沉积物硫含量数据集，发现全球俯冲带沉积物平均硫浓度约为 $2450\ \mu\text{g/g}$ ，显著低于以往常用的 $6000\ \mu\text{g/g}$ 参考值。同时，团队首次系统评估了不同类型俯冲带蛇纹岩化地幔的厚度差异：侵蚀型俯冲带平均约3.1公里，而增生型仅约0.27公里，相差一个数量级。

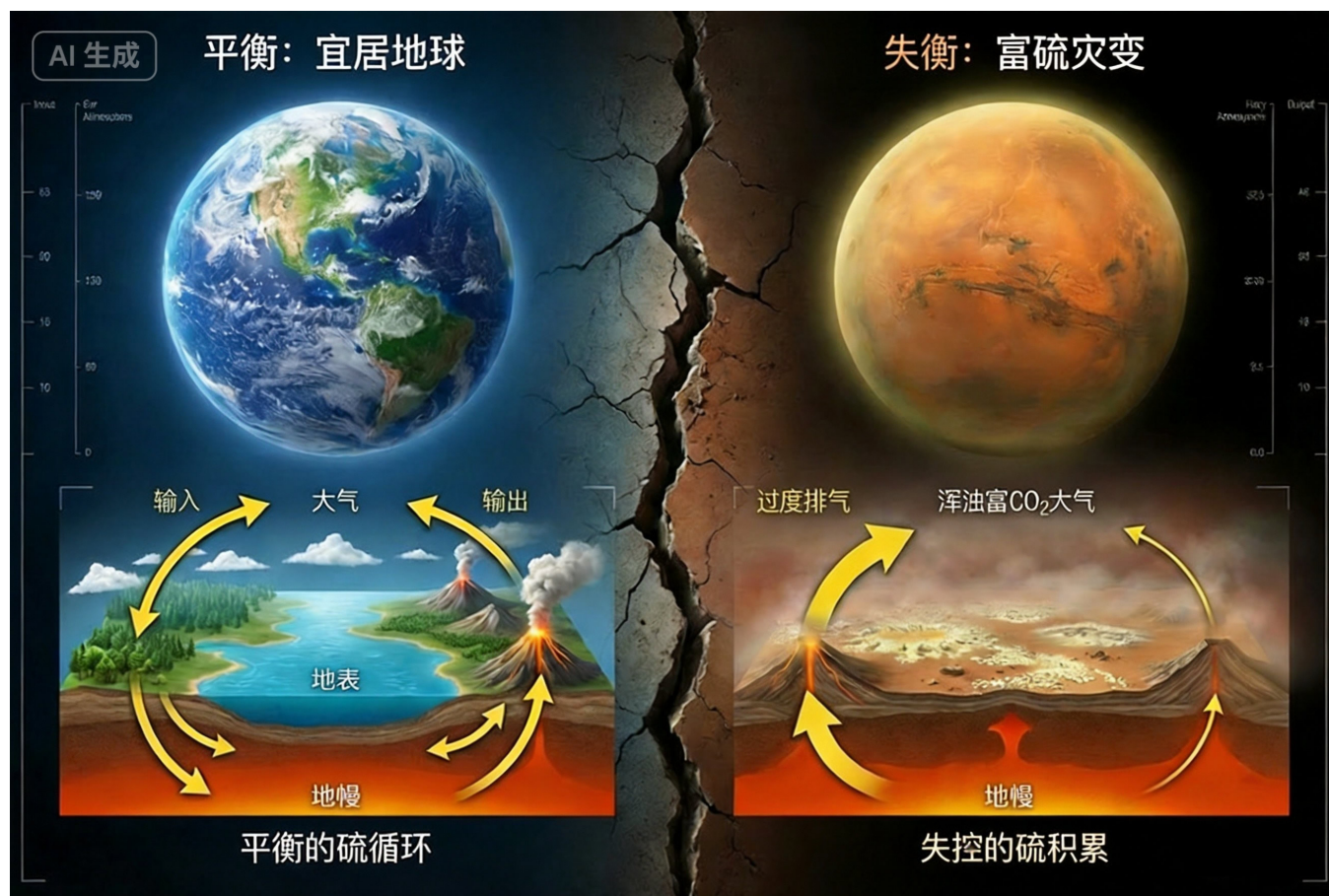
基于上述数据，研究计算出全球俯冲带输入地幔的总硫通量为 $50 \pm 3\ \text{Mt/yr}$ ，其中俯冲洋壳贡献约71%，沉积物贡献约22%，蛇纹岩化地幔贡献约7%。进一步结合俯冲侵蚀、陆壳俯冲等作用，全球输入地幔的总硫通量为 $57 \pm 3\ \text{Mt/yr}$ 。然而，区域差异极为显著：增生型俯冲带贡献了全球沉积物硫输入的约75%，而侵蚀型俯冲带单个沟系的硫通量大多低一个数量级。

在输出通量方面，研究团队全面评估了从地幔返回地表的硫通量，包括洋中脊、火山弧和板内岩浆作用。其中，弧岩浆作用总硫输出为 $18.4 \pm 11\ \text{Mt/yr}$ ，洋中脊体系约为 $35.7 \pm 9\ \text{Mt/yr}$ ，板内岩浆贡献约 $5.7 \pm 1.3\ \text{Mt/yr}$ ，三者合计为 $60 \pm 14\ \text{Mt/yr}$ 。

通量估算显示， $57 \pm 3\ \text{Mt/yr}$ 的输入通量与 $60 \pm 14\ \text{Mt/yr}$ 的输出通量在误差范围内高度吻合，表明现代地球深部硫循环处于近稳态平衡。但研究同时显示，不同俯冲带的硫循环效率从接近0%到接近100%不等，且俯冲板片输入硫的 $\delta^{34}\text{S}$ 值普遍偏负，而弧岩浆和火山气体的 $\delta^{34}\text{S}$ 值普遍偏正，表明弧岩浆的硫同位素组成并非简单继承自板片。

该研究对地球宜居性具有启示意义——深部硫循环的稳态平衡可能是现代宜居地球的重要支撑，让地球避开了火星、金星那样的不宜居环境。研究为深部硫循环提供了可靠的定量框架，也为进一步探索板块构造、挥发分循环与长期气候演化之间的耦合关系奠定了基础。（来源：中国科学

报 冯丽妃)



宜居地球硫循环平衡与非宜居火星硫循环失衡对比图（AI制图）。地质地球所供图

相关论文信息：<https://doi.org/10.1073/pnas.2611196123>

作者：李继磊等 来源：《国家科学院院刊》

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