

---

# 科学家成功破解稀土成矿关键谜题

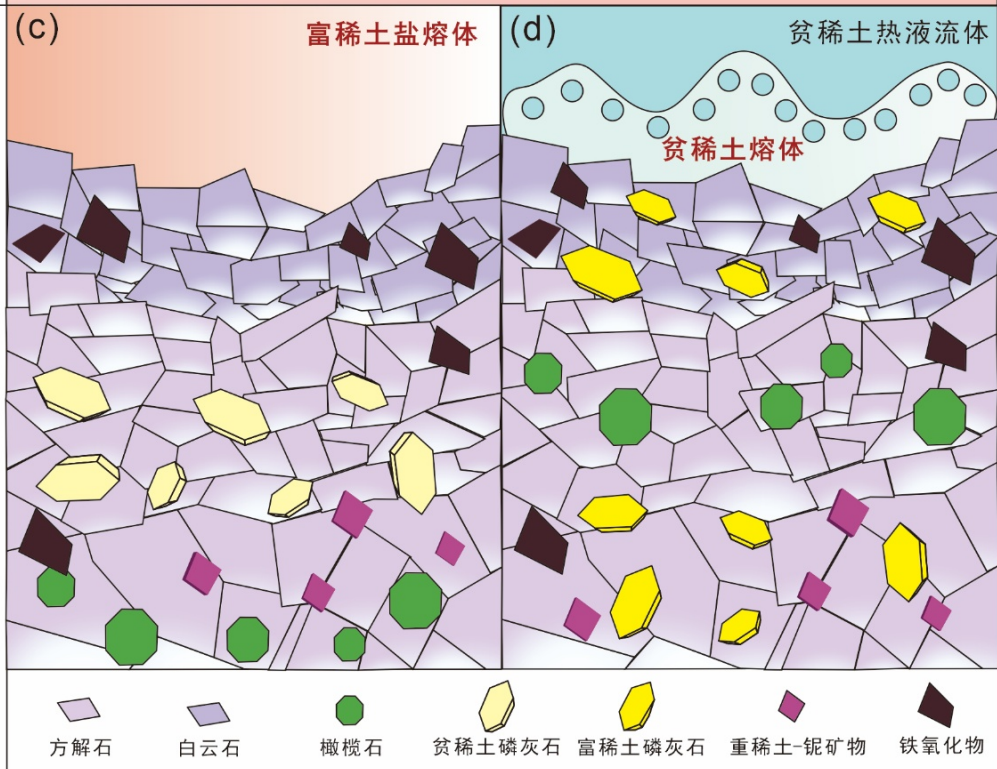
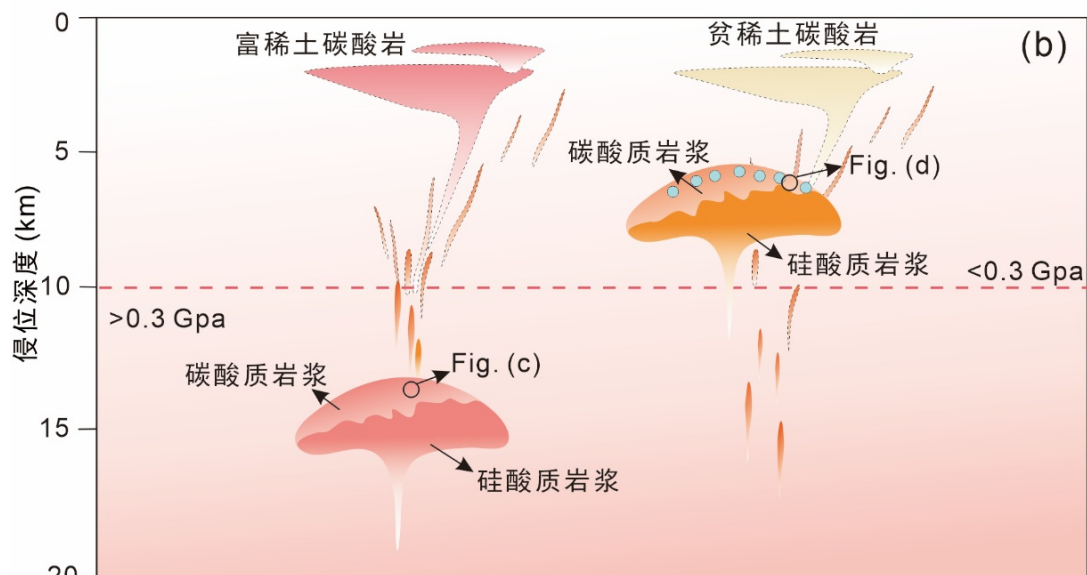
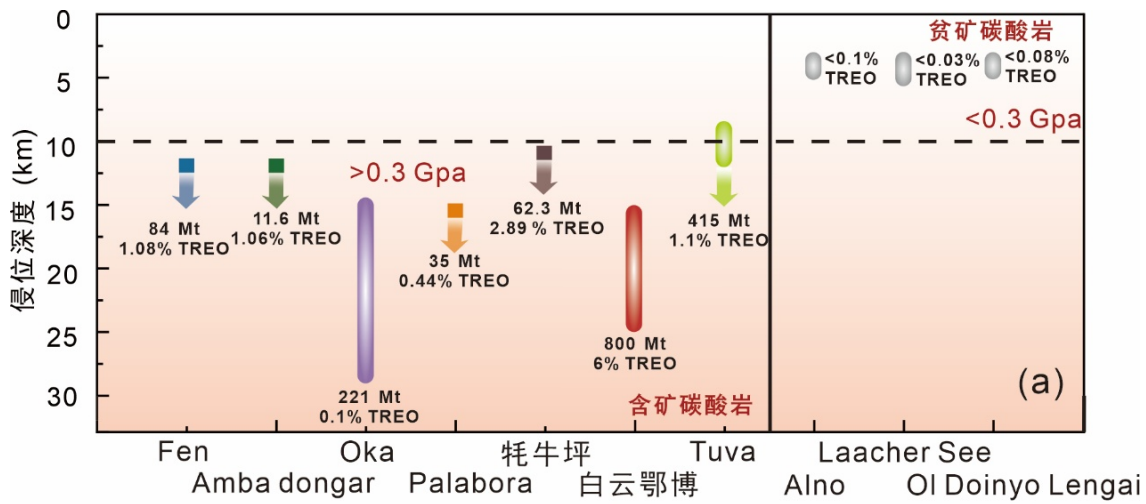
作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/38183.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！*

科学家成功破解稀土成矿关键谜题。碳酸岩中，为何有的能富集稀土，有的却不能？2月3日，中国科学院广州地球化学研究所副研究员薛硕、研究员杨武斌团队与合作者给出了关键答案：碳酸质岩浆的侵位深度（即所处压力环境）是决定稀土能否超常聚集的核心因素。相关研究成果发表于《自然-通讯》。

稀土作为新能源、高新技术等众多领域不可或缺的关键原材料，其重要性不言而喻。全球超过一半的稀土储量源自一种名为碳酸岩的火成岩，然而令人费解的是，仅有不到10%的碳酸岩体能够形成具有经济开采价值的稀土矿床。



---

岩浆侵位深度与碳酸岩型稀土矿床的形成。研究团队供图，下同

为探寻其中的奥秘，研究团队借助高温高压实验，精准模拟了碳酸质岩浆在中上地壳（约地下6-20公里）的冷却结晶过程。实验发现，以地下约10公里（对应压力约0.3 GPa）为分界线，岩浆的演化走向了两条截然不同的路径：

当碳酸质岩浆侵位较浅（压力 $<0.3$  GPa）时：磷灰石会率先结晶。此时形成的磷灰石富含硅和钠，其独特的晶体结构犹如一个严密的牢笼，能够把稀土元素紧紧束缚在晶格内部。这就导致稀土元素在早期阶段便被锁定，难以继续迁移和富集。与此同时，低压环境促使岩浆释放出大量低盐度热液。这类热液对稀土元素的搬运能力极弱，无法将残余的稀土有效聚集起来，进而难以形成具有经济价值的稀土矿床。

当碳酸质岩浆侵位较深（压力 $>0.3$  GPa）时：橄榄石会最先结晶，这一过程会大量消耗岩浆中的硅元素。由于硅元素的大量减少，后续结晶的磷灰石无法构建出能够容纳和锁死稀土元素的牢笼。此外，高压环境使得岩浆能够溶解更多的水，从而延迟了热液流体的分离，推动体系朝着富碱和富挥发分的盐熔体方向演化。稀土元素在这类盐熔体中具有较高的溶解度，因此能够在残余熔体中持续富集，并结晶出大量过渡性的黄锶碳钠矿等矿物，为晚期氟碳铈矿等经济矿物的大规模沉淀奠定了坚实基础。



---

在电子探针实验室，薛硕（左）与杨武斌（右）一同进行实验样品的微区成分分析，以获取关键的地球化学数据。

该重要发现，为全球碳酸岩型稀土矿床的分布规律提供了完美阐释。像中国的白云鄂博、牦牛坪等世界级稀土矿床，其成矿岩体的侵位深度均大于10公里；而瑞典的Alnö、坦桑尼亚的伦盖伊等许多侵位较浅的碳酸岩体，尽管岩石中也可能含有稀土元素，但往往分布分散且不富集，不具备开采的经济价值。

该研究首次构建了压力-矿物结晶顺序-熔体性质-稀土富集这一完整的因果链条。这一成果不仅极大地深化了我们对稀土超常富集机制的科学认知，也为碳酸岩型稀土矿床的勘查工作提供了全新的思路 and 重要启示。（来源：中国科学报 朱汉斌 孔令竹）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41467-026-68785-7>

作者：薛硕等 来源：《自然—通讯》

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