

## 广州地化所揭示俯冲下洋壳在地幔浅部的熔融行为

发布时间: 2020-10-16

中国科学院广州地球化学研究所地幔地球化学学科组特任研究员王煜和中国科学院院士徐义刚设计了一系列高温高压实验，揭示了俯冲下洋壳在地幔浅部的熔融行为。相关研究成果于近日发表在国际固体地球权威期刊《Journal of Geophysical Research: Solid Earth》。

俯冲作用为地球带来的最深远效应之一是将地壳物质引入深部地幔。目前，大量地球化学和岩石学研究证明幔源中可能存在其他岩性成分（例如：辉石岩、辉长岩、斜长角闪岩等），而不是之前广泛认为的单一的橄榄岩地幔源区。其中，作为俯冲板片的重要组成部分，俯冲下洋壳在研究洋中脊和板内玄武岩成因中的作用越来越突出，但是目前还缺少对这一重要组分在地幔熔融过程中的实验岩石学约束。

研究人员系统调查了俯冲下洋壳在地幔不同深度的熔融行为及其与周围地幔橄榄岩的相互作用。首批实验的初始物质选用采自中国东北蛟河碱性玄武岩中的天然辉石岩捕虏体样品，在1GPa, 1100-1300°C 的温压条件下进行了高温高压部分熔融实验；同时进行的还包括一系列下洋壳-纯橄岩相互作用熔融实验，以了解下洋壳衍生熔体与地幔橄榄岩之间的反应，并成功实现了下洋壳衍生熔体向纯橄岩的渗透。

实验结果表明，俯冲下洋壳衍生熔体均为玄武质且其成分随熔融程度变化显著。对于以石榴子石单斜辉石岩为初始物质的实验，残余矿物组合主要以单斜辉石和橄榄石为主；而对于以石榴子石二辉岩为初始物质的实验，残余矿物相中出现尖晶石。除过渡元素（Sc、V和Cr）外，所有关键微量元素在单斜辉石中都呈不相容，且明显更相容重稀土元素（HREE）（ $DLu/DLa \gg 1$ ）；稀土元素的分配系数与单斜辉石中IVAl含量呈较好正相关（尤其对于HREE）。除Cr和V外，尖晶石在下洋壳熔融过程中对微量元素配分的贡献非常有限。

在较高压力下，前人得出的单斜辉石和辉长岩熔体和榴辉岩熔体之间几乎所有微量元素的分配系数均远低于本研究结果，特别是Th、U和HREE。对于相互作用实验，除了两个有钙长石出现的实验外，下洋壳衍生熔体都成功渗入周围的纯橄岩中。然而，下洋壳衍生熔体中与纯橄岩反应引起的成分变化在1GPa时仍然相对较小；这些下洋壳熔体很可能从上涌地幔中被提取出来，同时仍保留其微量元素和同位素印记。此外，研究发现代表下洋壳的辉石岩与纯橄岩之间的分离熔体在较低熔融程度可能更富钾。

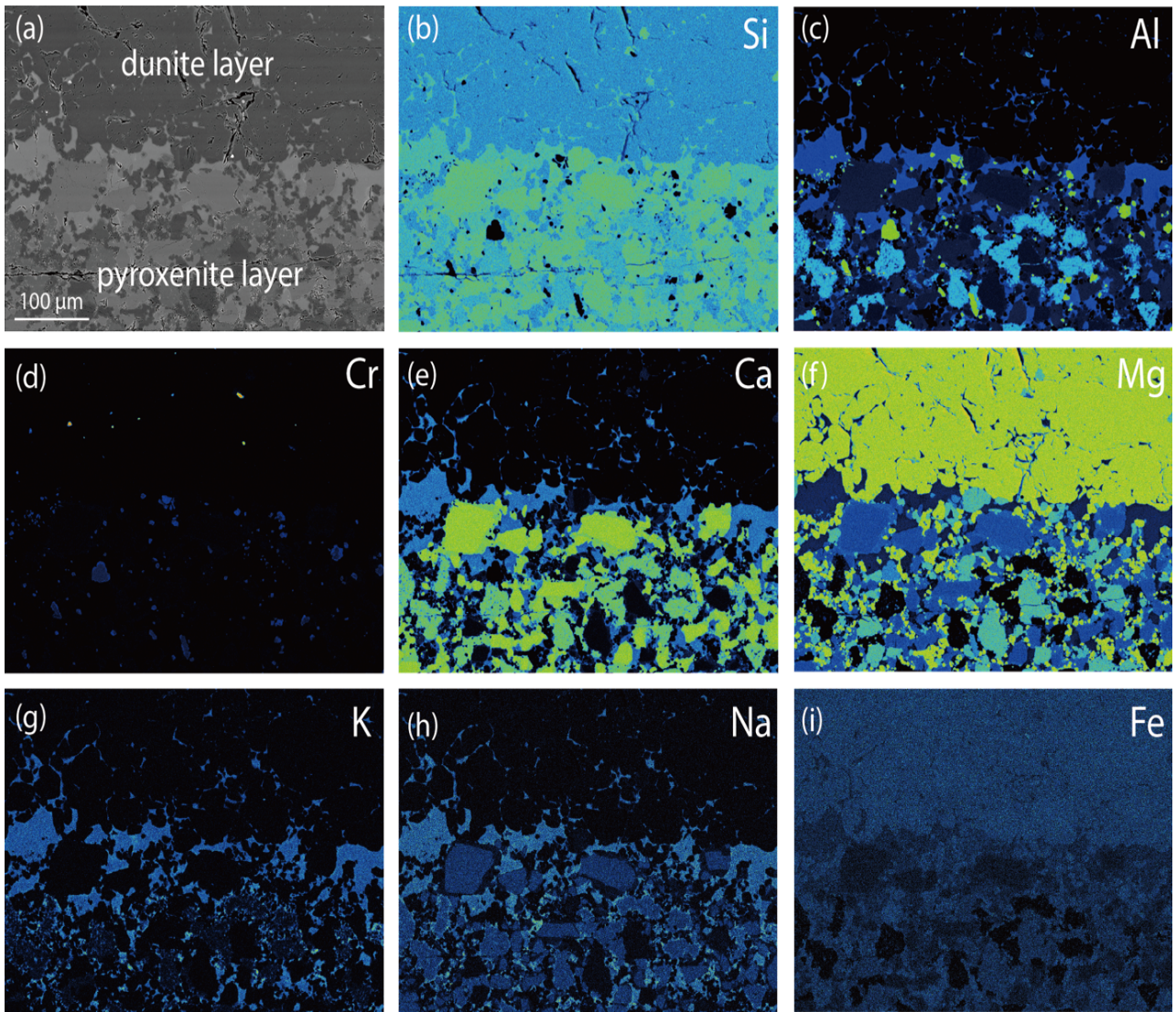


图1. 背散射电子和X射线元素图像显示发生部分熔融的辉石岩和未熔融的纯橄岩之间的主要元素成分分布，可以明显看到两种不同岩性之间的分离熔体富集钾。

实验产生的下洋壳熔体具有高La/Sm、Eu/Eu\*、Nb/Ta和Ba/Th的特征，特别是对于在较高温度下（如1300°C）进行的实验；此外，这些熔体还表现出明显的Sr和Eu的正异常，而常规橄榄岩和辉石岩熔体都不具备这种特征。大洋玄武岩中若识别出明显的Sr和Eu正异常，其成因应受到来自辉长岩或类似下洋壳的辉石岩熔融的影响；实验证明，幔源岩浆岩中Sr-Eu特征在很大程度上取决于地幔源区中再循环组分的全岩微量元素成分特征。

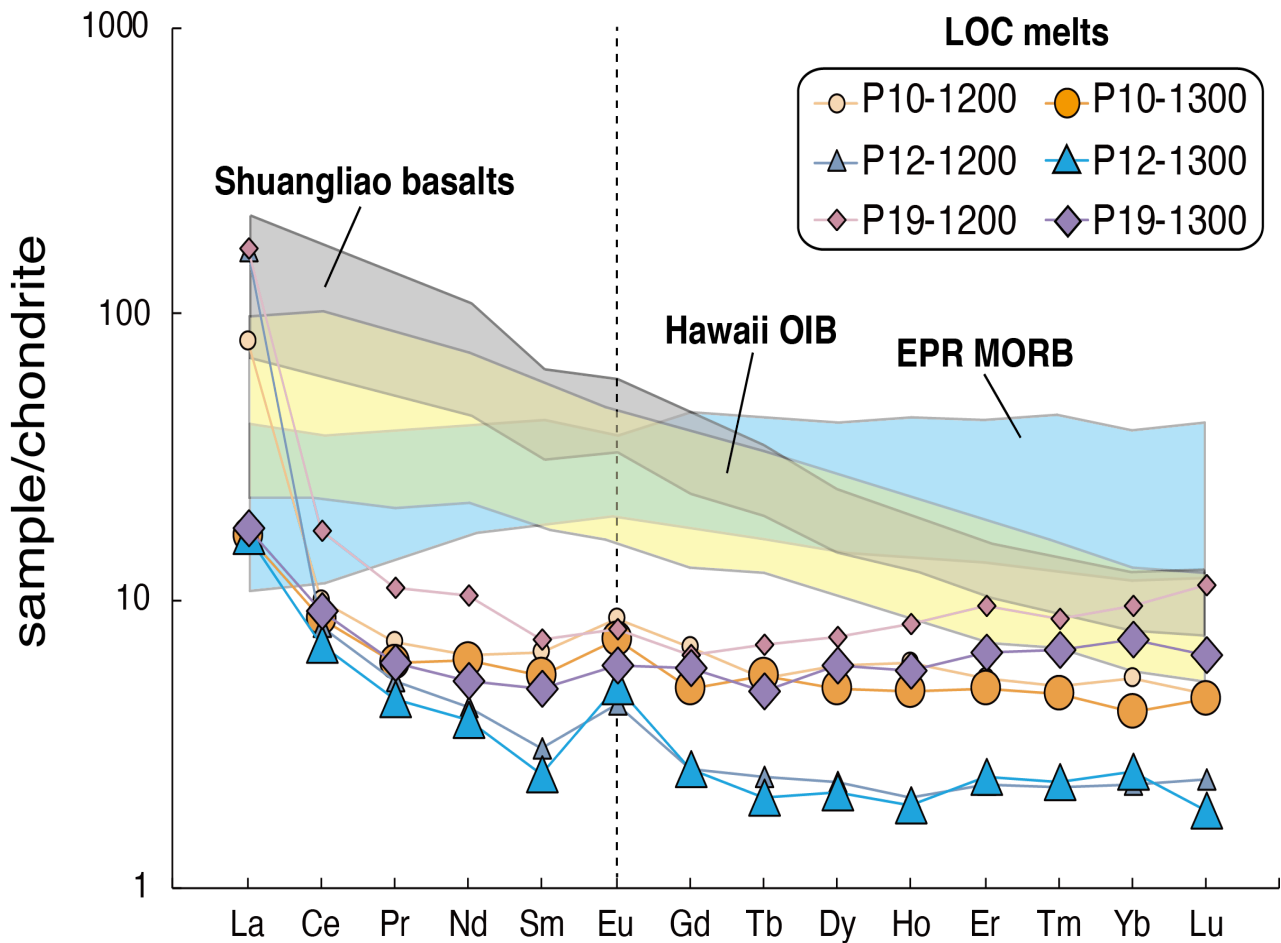


图2. 实验生成的下洋壳熔体球粒陨石归一化稀土元素组成特征，同时进行对比的包括中国东北双辽玄武岩、东太平洋隆起洋中脊玄武岩以及夏威夷洋岛玄武岩。

该研究表明，下洋壳在地幔中的熔融过程的确可以为幔源岩浆提供代表性的微量元素特征如Sr和Eu正异常及一致的Nb/Ta和Zr/Hf比值，但它不能解释MORB、OIB和大陆板内玄武岩（例如双辽玄武岩）中主量元素成分的变化特征。除俯冲下洋壳和纯橄岩外，源区中必须有其他组分去限定这些玄武岩中的主量元素成分特征（如高FeO和TiO<sub>2</sub>含量）。后续实验将在更高压力（≥ 3 GPa）及更多组分条件下开展。

该项目获得了中国科学院B类先导专项（XDB18000000），国家自然科学基金（41773055），中国科学院青年创新促进会专项基金（2020348）及广东省自然科学基金（2019A1515012071）等联合资助。

相关论文信息：<https://doi.org/10.1029/2020JB020673>  
[\(https://doi.org/10.1029/2020JB020673\)](https://doi.org/10.1029/2020JB020673)

（同位素地球化学国家重点实验室供稿）



中国科学院  
CHINESE ACADEMY OF SCIENCES



([https://bszs.conac.cn/sitename?](https://bszs.conac.cn/sitename?method=show&id=095E4B02F8297743E053022819AC2942)

[method=show&id=095E4B02F8297743E053022819AC2942](https://bszs.conac.cn/sitename?method=show&id=095E4B02F8297743E053022819AC2942)).

版权所有 © 2020 中国科学院广州地球化学研究所 粤ICP备05004659号

联系电话: 85290702 传真: 85290130 邮编: 510640

地址: 广州天河区科华街511号 通讯地址: 广州1131信箱