

新特提斯洋热点与洋脊的相互作用:来自伊朗东南部莫克兰增生体各种玄武岩的研究

与阿尔卑斯-喜马拉雅造山带的其它段（扎格罗斯和喜马拉雅山，其主要受碰撞过程影响）不同，伊朗东南部的莫克兰（Makran）是一个宽约 400-600 Km 增生复合体，是地球上最大的增生区之一（图 1.a）。莫克兰提供了一个研究俯冲-增生体以及了解大陆增长的天然实验室。莫克兰从南到北由四个构造-地层单元构成，分别是 Coastal Makran、Outer Makran、Inner Makran 和 North Makran。每个区域的具有不同的沉积地层序列，并通过主逆冲断层带相互分开（图 1.b）。位于莫克兰增生体的南部，是由不同部位的蛇绿岩序列组成蛇绿混杂岩。莫克兰增生体的蛇绿混杂岩不仅可以揭示莫克兰增生体的地球动力学演化，而且有助于了解新特提斯洋壳的性质。

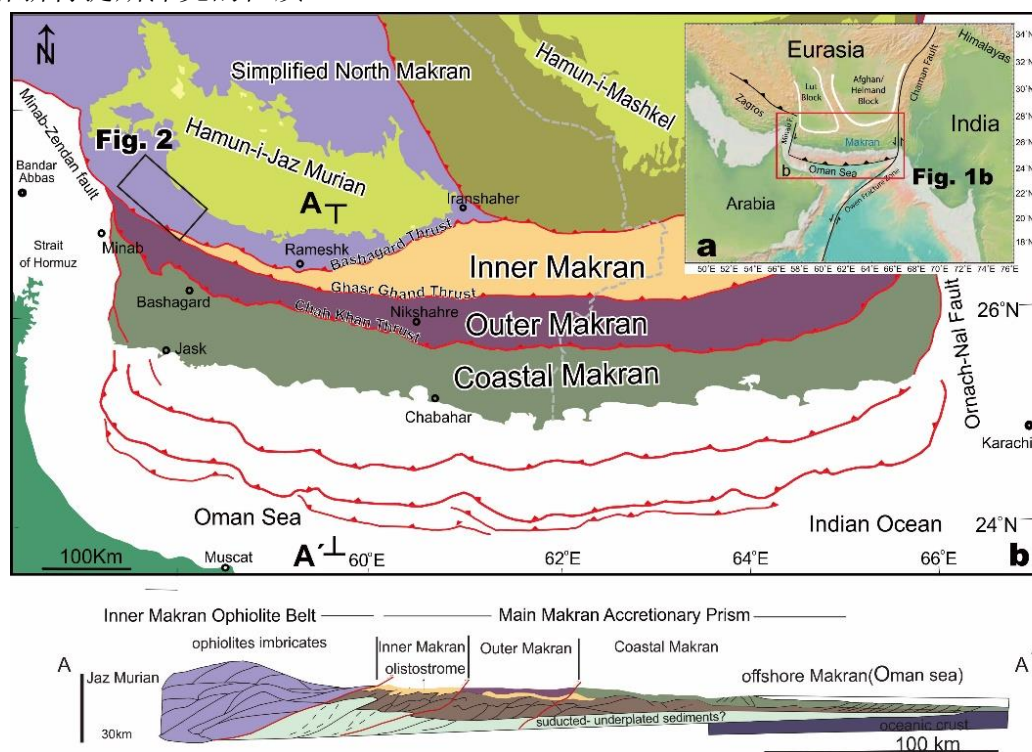


图 1 (a) 莫克兰俯冲带的区域构造图片；(b) 莫克兰增生体简化构造图

在构造上，蛇绿混杂岩位于南边的 Hasht Bandi 逆冲断层和北边的 Bashagard 逆冲断层之间(图 2)。从构造-地层学的角度来看，蛇绿混杂岩位于莫克兰的 Outer Makran 带（图 1b）。蛇绿混杂岩包含蛇纹岩、辉长岩、玄武岩、燧石、页岩、含早古新世球房虫灰岩和变质岩（图 3）。

研究中，我们对莫克兰地区出露的蛇绿混杂岩中的镁铁质火山岩进行主量和微量元素分析，来研究这些岩石的成因并讨论新特提斯洋的演化。这些火山岩主要由含有少量粗面岩的玄武岩组成。这些玄武岩具有明显高中稀土/重稀土（MREE/HREE）比值的石榴石特征。标准化元素蜘蛛图和稀土元素（REE）模式图（图 4）和不相容元素的比值（如 Th/Ta, Th/Tb, Ce/Y 和 Nb/Yb），表明蛇绿混杂岩中的玄武岩来自不同地幔源区。根据地球化学特征，蛇绿混杂岩中的玄武岩可分为三类：正常的大洋中脊玄武岩（N-MORB）、富集的大洋中脊玄武岩

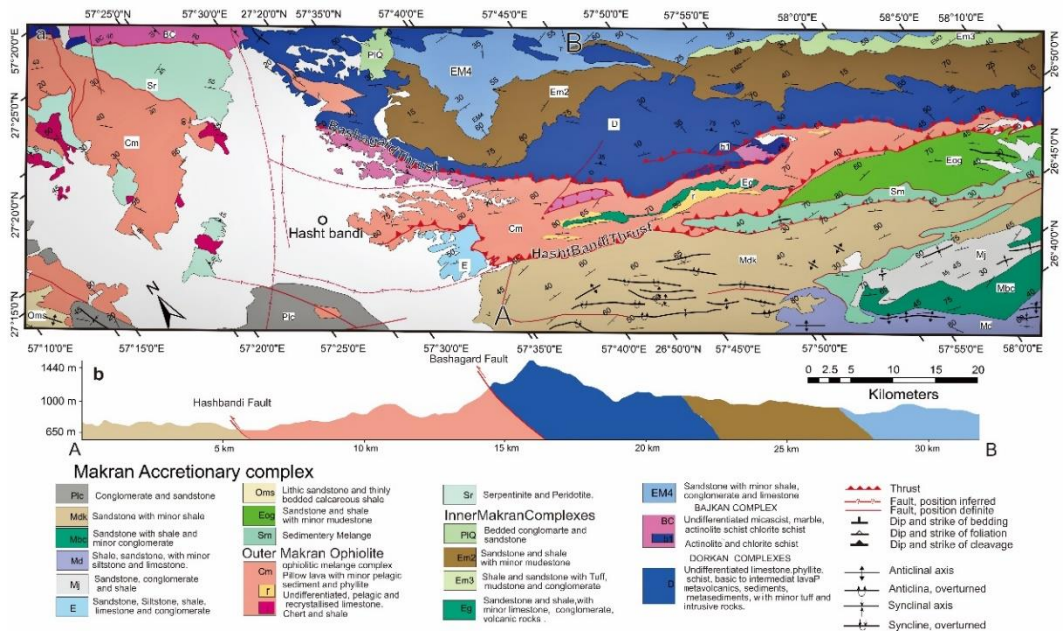


图 2 (a) 研究区地质图; (b) 在 (a)中 A - B 段的剖面图

(E-MORB) 和亲板内洋岛玄武岩 (OIB) 的碱性玄武岩。研究表明, N-MORB 可能源于深部的石榴石橄榄岩稳定相初始熔融或者是由 MORB-地幔中以含石榴石榴辉岩或辉石岩为特征的非均质地幔熔融。第二类 (E-MORB) 玄武岩的高轻稀土/重稀土 (LREE/HREE) 比值认为是石榴石参与地幔源区。然而, 这些玄武岩中的高 La/Yb 比值指出源区比亏损地幔更富集轻稀土。无论是在尖晶石相还是石榴石相中, 亏损地幔的不同程度部分熔融都不能产生该类的地球化学特征。研究表明, E-MORB 的稀土元素可以用石榴石相富集地幔的较低程度熔融 (~1-2.5%) 和尖晶石相地幔的较大程度熔融 (~10%) 混合来解释。与第二类似, 第三类碱性玄武岩 (OIB) 的较高 La/Yb 值也表明源区是石榴石橄榄岩。成因可能是石榴石相地幔的 0.1% 至 1% 部分熔融和尖晶石相地幔的 1 至 5% 部分熔融混合, 但是超



图 3 (a), (b)和(c) 蛇绿混杂岩中玄武岩的野外照片 (B: 玄武岩; Ch: 燧石; L: 灰岩); (d) 玄武岩显微照片

过 50% 熔体来自于石榴石相地幔。

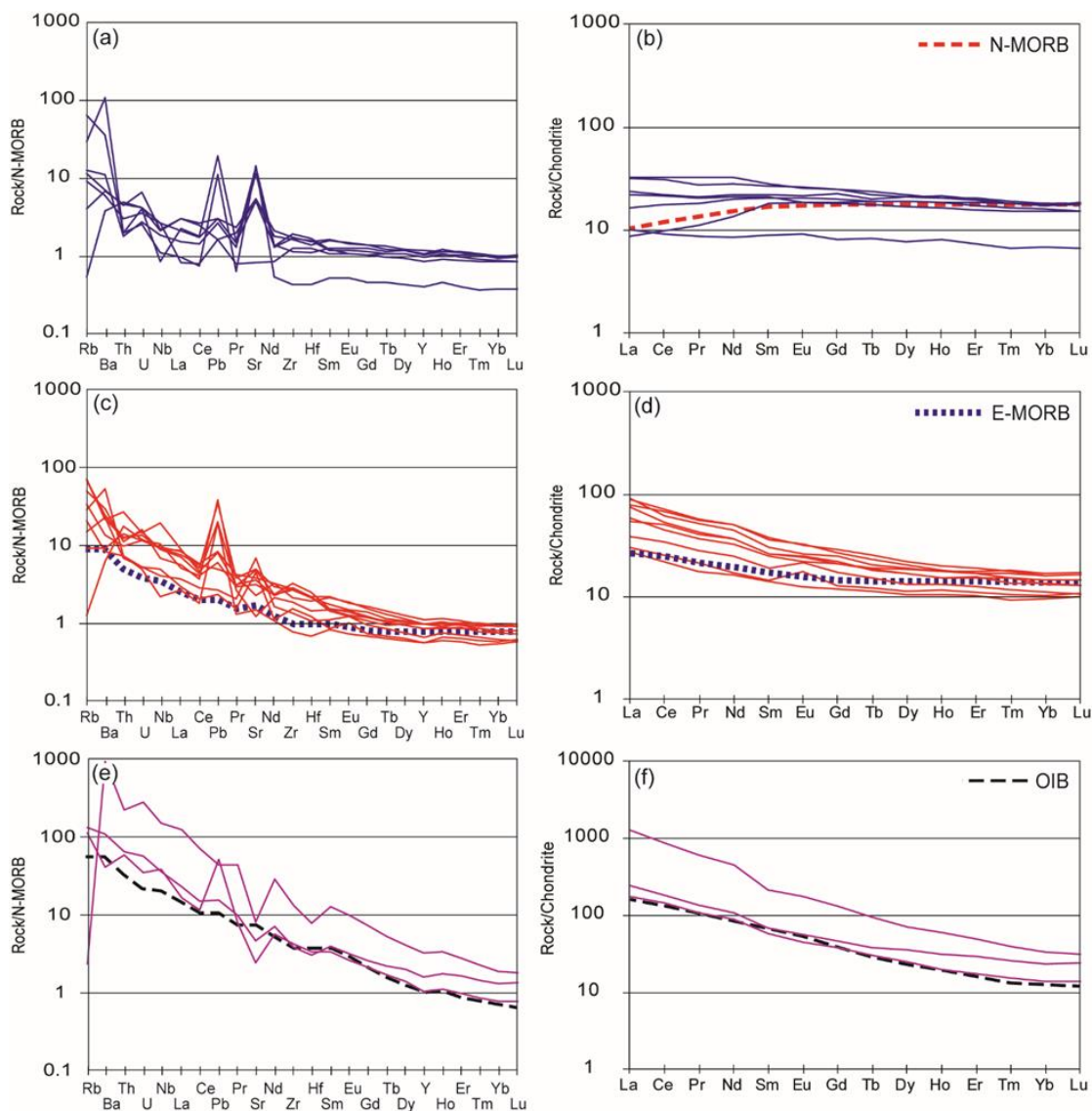


图 4 (a, c, e) N-MORB 标准化模式图; (b, d, f) 球粒陨石标准化模式图

这些不同类型的岩石在地球化学方面的关系表明它们最有可能形成于热点与洋脊的相互作用大洋环境中，是由于高度非均质地幔的部分熔融形成的，其特征是 OIB 交代部分的广泛存在。尽管这些岩石出露在莫克兰俯冲-增生复合体中，但这些玄武岩中没有一个表现与俯冲相关的地球化学特征。这些岩石更类似于海洋高原和/或类似于冰岛-雷恰内斯洋脊，然后被切割并增生成为蛇绿混杂岩一部分。