地质地球所用机器学习方法研究中国东北部新生代玄武岩 形成过程中的流体作用取得进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/5865.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！

地质地球所用机器学习方法研究中国东北部新生代玄武岩 形成过程中的流体作用取得进展。中国东北地区广泛出露新生代玄武岩(图1)，对于其成因，特别是其形成过程中的流体作用目前仍然存在争议。争议的焦点主要集中在两个方面，即是否有流体作用以及流体的来源。

前人的研究通常根据一种或几种特定的传统地球化学指标(例如Ba/Th)来探究中国东北部新生代玄武岩的成因，对于流体作用分别得出了不同的结论。因此，需要开拓出一种新方法对岩石的地球化学成分进行更加综合性的研究。

为了解决上述问题，中国科学院地质与地球物理研究所地球与行星物理重点实验室博士生赵勇在研究员张毅刚的指导下，利用机器学习(Machine Learning，简称ML)方法——随机森林(Random Forest，简称RF;图2a)和深度学习(Deep Neural Network，简称DNN;图2b)，对中国东北部新生代玄武岩的流体作用开展了研究。

研究人员利用RF和DNN模型对中国东北部新生代玄武岩成因进行了预测，获得了玄武岩形成过程中流体影响程度的指标(SFE指数)，然后将该指标的结果与地震学层析成像和地球化学分析的结果进行了对比，获得了中国东北部新生代玄武岩形成过程中流体作用情况及主要影响因素。中国东北部新生代玄武岩根据指标可以分为两组：镜泊湖、龙岗、长白山、五大连池、双辽、赤峰和诺敏河较强地受到了滞留板片释放流体的影响，并且距离太平洋板块边界越远，影响程度越小;柴河-阿尔山、阿巴嘎和哈拉哈受滞留板片释放流体的影响较小(图3)。

两组区域边界线(图4a黑色和灰色虚线)与镁同位素定义的地球化学边界(图4a红色虚线)以及地震层析成像观测到的现今滞留太平洋板片西边界(图4a浅绿色虚线)有较好的一致性。

这些研究结果表明，俯冲流体对中国东北部新生代玄武岩的形成产生的影响主要受控于滞留太平洋板片(图4b)，而不是下沉的伊支那岐(Izanagi)板块诱发的地幔柱。因为如果是地幔柱控制，由于地幔柱驱动的流体上升后会以地幔柱为中心向四周逐渐散开，使得流体作用程度呈放射状向外逐渐减弱，这与RF和DNN模型预测的流体作用程度从东往西逐渐减弱的趋势不一致。

ML通过在大尺度空间中自动搜寻对应关系，来减小人类主观因素带来的偏差。该研究结果表明RF和DNN可以从岩石样本数据中获取地球化学过程信息，也证明了ML在处理高维地球化学数据上具有潜在应用价值。另外，RF可以获取分类过程中的主要特征属性，使模型具有可解释性，有助于人们对地质过程的理解。

研究成果发表于Geophysical Research Letters。

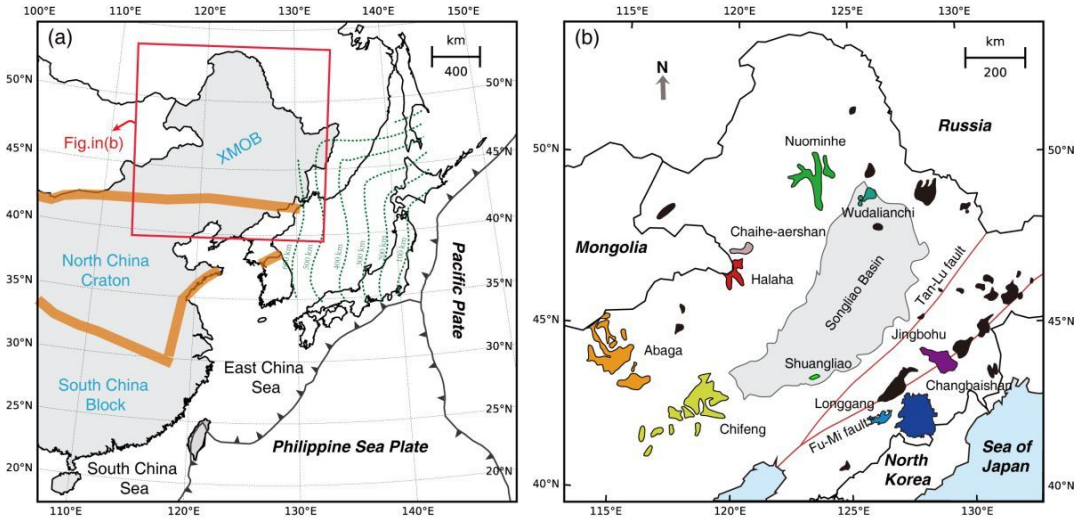


图1(a)东亚板块构造简图。绿色虚线代表太平洋俯冲板片深度等值线(Tang等., 2014)。(b)中国东北地区新生代火山岩分布图(修改自Liu等., 2001)。红色线代表主要断裂。

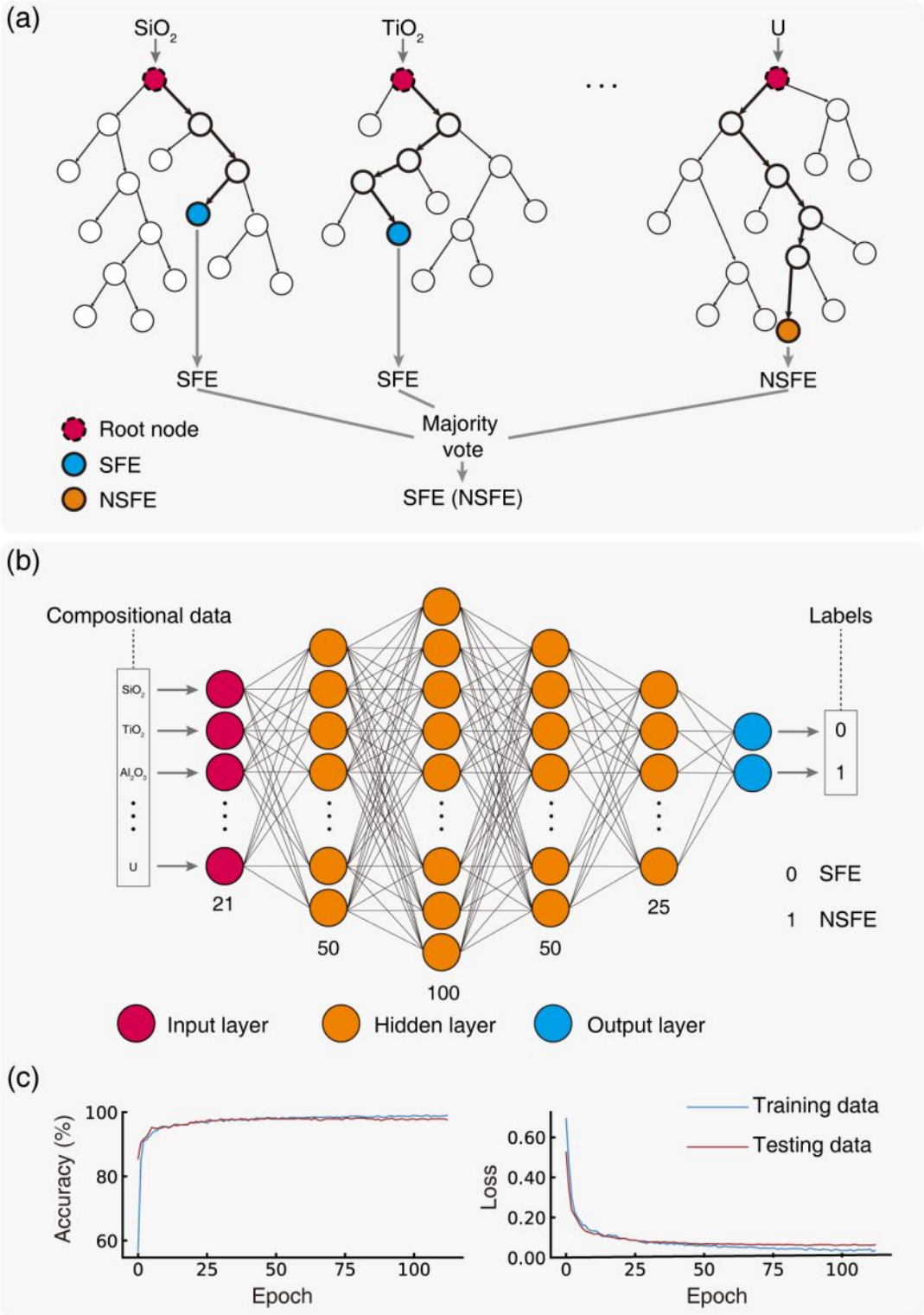


图2(a)随机森林对SFE (岛弧玄武岩)和NSFE (洋岛玄武岩)分类示意图。(b)深度神经网络结构示意图。(c)深度神经网络交叉验证第二轮准确度及损失曲线。

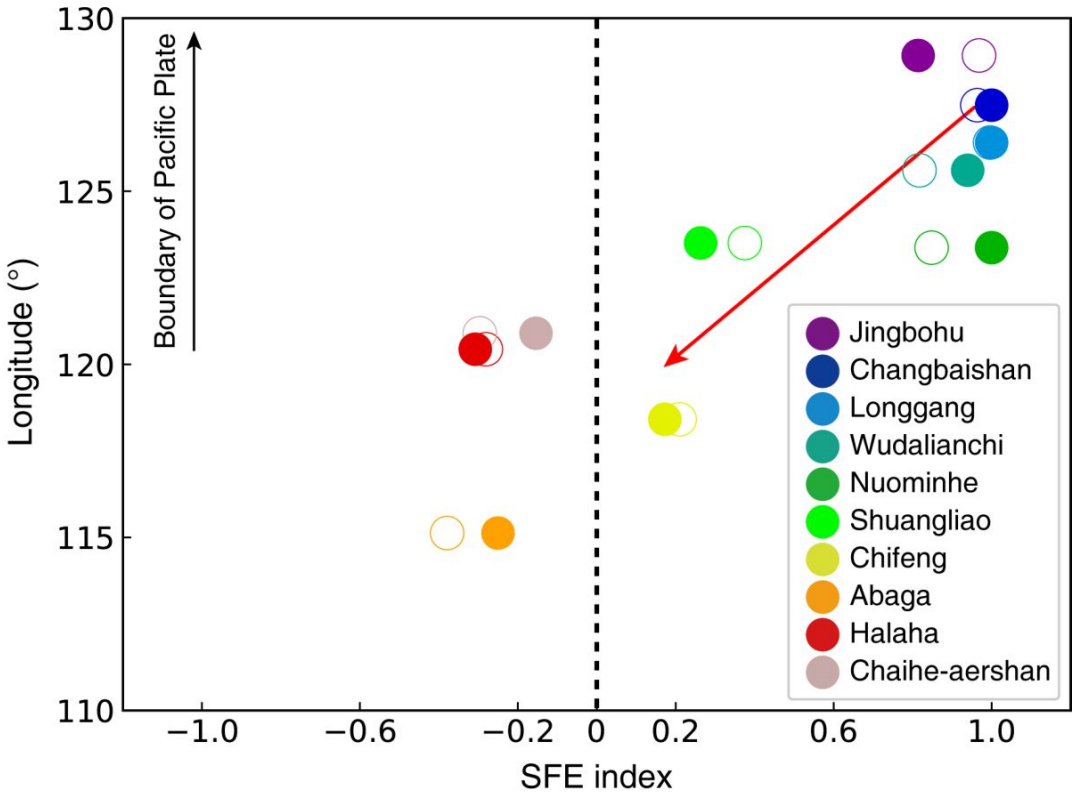


图3随机森林和深度神经网络对中国东北部新生代玄武岩SFE指数预测结果。随机森林预测结果用实心圆表示，深度神经网络预测结果用空心圆表示。红色箭头表示SFE指数大致的下降方向。

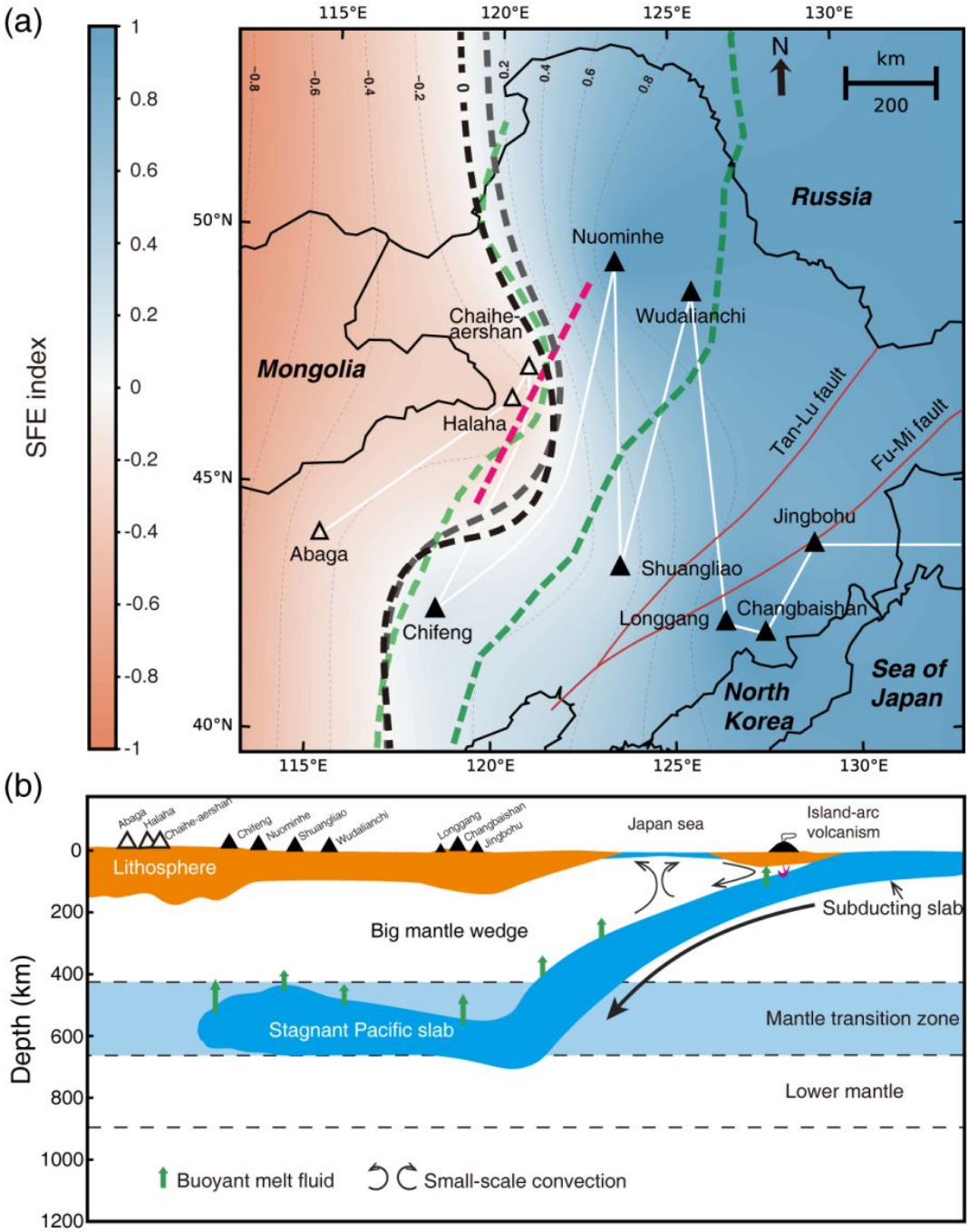


图4 (a)随机森林预测结果SFE指数插值图。黑色虚线代表随机森林预测的SFE指数为0的线，灰色虚线代表深度神经网络预测的SFE指数为0的线。绿色和浅绿色虚线表示地幔过渡带中滞留太平洋板片的西边界，分别取自Huang和Zhao(2006)以及Liu等(2017)。红色虚线为Mg同位素获得地球化学边界(Li等.，2017)。(b)滞留太平洋板片释放流体对中国东北部新生代玄武岩产生影响卡通图。

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