
地质地球所等开发出识别低磷S型锆石的新型机器学习方法

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/28446.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！

地质地球所等开发出识别低磷S型锆石的新型机器学习方法。

围绕地球早期板块构造的形成时间和成因机制，科学界展开了数年的辩论。在40亿年前的冥古宙时期（Hadean），板块构造是否已存在？这是值得关注的问题。

多数关于早期地球的构造机制的研究，讨论了两种观点即停滞盖层构造以及类似现代的板块构造。在这一背景下，冥古宙的杰克山（Jack Hills）锆石作为地球上保存最古老的记录之一，其年龄可追溯至4.4 Ga，几乎囊括95%的Hadean锆石。通过对S型花岗岩的碎屑锆石的识别，可以判断其岩浆源区是否有沉积物加入，其与大陆碰撞、造山作用和地壳增厚等板块构造运动是否相关。因此，判定Jack Hills锆石的岩浆源区性质，成为科学家破解地球早期构造机制之谜的关键。目前，关于40亿年前Jack Hills锆石的岩浆来源问题，科学家利用包裹体、同位素和微量元素等证据给出了不同的结论。

鉴于此，中国科学院地质与地球物理研究所等国内外团队开发了能够准确识别出低磷S型锆石新的机器学习方法。机器学习可以同时考虑多维元素特征，并可以在高维空间中学习得到不同类型的超平面，以更精准地划分重叠区域的锆石。该研究筛选出S型锆石和其他非S型的干净锆石，并随机将其中80%划分为训练集，20%为测试集，分别用于模型训练和评估，运用11种经典的机器学习算法训练识别S型锆石的分类器。对比研究发现，直推式机器学习算法的准确率最高，模型F1分数达到0.95，对低磷S型锆石的识别准确率达87.5%。

科研团队利用这一模型对Jack Hills碎屑锆石进行预测分类。结果显示，Hadean时期的S型锆石的比例达35%，而这些锆石的年龄可追溯至地球形成后的几亿年内。这表明，在地球历史的早期阶段，地壳的风化、沉积岩的形成、沉积物的埋藏和再循环过程可能便已开始。Jack Hills锆石中S型锆石的比例在4.1Ga至3.8

Ga之间从30%增长到80%，与 ϵ_{Hf} 显示下降趋势存在一致性。而在3.8Ga至3.4 Ga之间，S型锆石的比例则从80%降低到40%，指示岩浆源区镁质成分的加入。这种成分的转变，表明从大陆地壳重熔到镁质岩浆作用的过渡，对应着地球早期的造山运动过程。

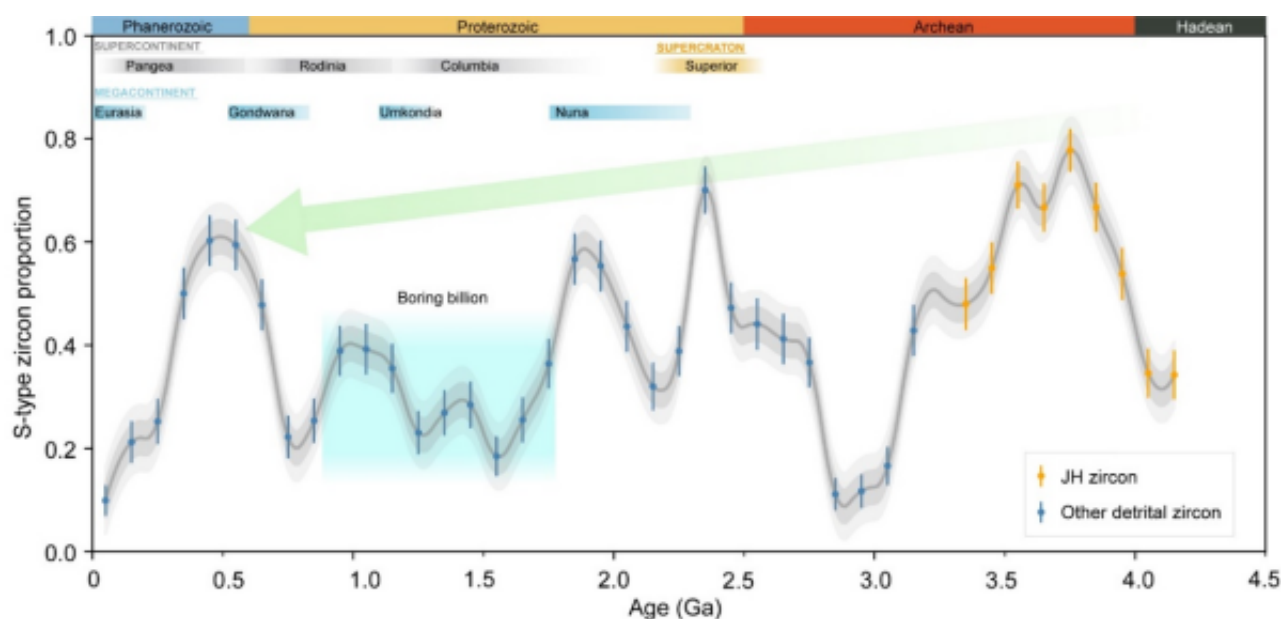
进一步，研究对全球范围内的碎屑锆石进行分类发现，从40亿年前至今，S型锆石的比例呈现出周期性的高峰，且这些峰值与超大陆或巨大陆出现时间一致。这种周期性与超大陆周期高度吻合，而S型锆石的比例在超大陆聚合时期升高而在超大陆裂解时期则下降。研究表明，与现今相似的板块构造活动自地球早期可能已经开始活跃，驱动着大陆的运动和碰撞，从而形成S型锆石的

周期性峰值和低谷。而这些S型锆石比例的周期展现出长期的下降趋势。Hadean时期较高的地幔势温可能会导致俯冲过程中更为频繁的板片断裂，致使更多俯冲沉积物进入岩浆源区，从而产生更高比例的S型锆石。

该研究通过建立系统的机器学习方法来识别S型锆石，揭示了地球早期的表面环境和板块构造可能与现今具有较高相似性。研究发现，在地球形成后大约3亿年或更短的时间内，地球已成为支持生命起源和演化的宜居星球。

相关研究成果发表在《美国国家科学院院刊》（PNAS）上。

论文链接



地球历史时期S型碎屑锆石比例的变化

研究团队单位：地质与地球物理研究所

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