

地质地球所等提出印度-亚洲大陆碰撞新模型

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/11140.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！

印度-亚洲大陆碰撞是地质历史时期的重大构造事件，形成“世界屋脊”青藏高原和雄伟的喜马拉雅山脉，对亚洲乃至全球的海陆分布格局、气候环境和生物多样性产生深远影响。青藏高原是研究陆-陆碰撞最为理想的天然实验室，对印度-亚洲大陆初始碰撞时间和碰撞动力学过程的研究长期以来是固体地球科学领域的前沿和热点。印度-亚洲大陆初始碰撞时间是理解喜马拉雅造山作用的起点，而印度-亚洲大陆碰撞动力学过程则是重建大陆碰撞造山带和青藏高原演化过程的关键。近年来，自沉积物源方面的证据表明，约60 Ma亚洲碎屑物质首次沉积到印度北缘被动大陆边缘。对印度-亚洲大陆碰撞动力学过程的理解存在诸多不同看法，学界提出多个模型，可归结为单阶段碰撞模型和双阶段碰撞模型两大类。其中，单阶段碰撞模型以大印度大陆模型（Greater India model，又称continental Greater India model）为代表，双阶段碰撞模型包括大印度洋盆假说（Greater India Basin hypothesis）和弧陆碰撞模型（the island arc-continent collision model）。最近，学界提出了新版的双阶段弧陆碰撞模型（the India-arc collision with the Xigaze backarc ocean basin）。这些模型各有优点，但都只能或多或少解释目前已观察到的部分地质事实。

为准确限定印度-亚洲大陆碰撞的时间、位置和动力学过程，在国家自然科学基金、中科院国际合作计划项目的资助下，中国科学院地质与地球物理研究所博士研究生袁杰、研究员邓成龙等与首都师范大学、荷兰乌特勒支大学、南京大学、中科院青藏高原研究所合作，对藏南特提斯喜马拉雅地块江孜地区的上白垩统床得组大洋红层和萨嘎地区的古新统桑单林组深水红色硅质页岩开展构造古地磁学、岩石磁学、磁性地层学和岩相学等综合研究，获得古地磁数据，揭示特提斯喜马拉雅地块在白垩纪晚期-古近纪初期快速向北漂移的特征，提出“北印度海”（North India Sea）假说，并在此基础上构建两阶段的印度-亚洲大陆碰撞动力学新模型。

该研究从江孜地区床得组白垩纪大洋红层中获得了通过倒转检验、并由碎屑赤铁矿携带的原生剩磁，应用E/I法和等温剩磁（IRM）各向异性法进行磁倾角校正，将特提斯喜马拉雅地块中东部约75 Ma的古地磁极确定为 $40.8^{\circ}\text{N}/256.3^{\circ}\text{E}$ ， $A_{95} = 1.8^{\circ}$ ，古纬度为 $19.4^{\circ} \pm 1.8^{\circ}\text{S}$ ，而此时亚洲大陆南缘的拉萨地块位于约 13.7°N 。因此，约75 Ma时，特提斯喜马拉雅地块和拉萨地块仍然被纬向宽度为3600 km左右的新特提斯洋所分隔；从萨嘎地区桑单林组深水红色硅质页岩中获得了通过倒转检验和褶皱检验、并由碎屑赤铁矿携带的原生剩磁，应用IRM各向异性法进行磁倾角校正，获得特提斯喜马拉雅地块中东部约61 Ma的古地磁极为 $74.0^{\circ}\text{N}/278.5^{\circ}\text{E}$ ， $A_{95} = 2.5^{\circ}$ ，古纬度为 $13.7^{\circ} \pm 2.5^{\circ}\text{N}$ 。

上述古地磁结果限定了特提斯喜马拉雅地块的位置，即在约75 Ma位于 $19.4^{\circ} \pm 1.8^{\circ}\text{S}$ ，而在约61 Ma已经向北快速移动到 $13.7^{\circ} \pm 2.5^{\circ}\text{N}$ 。因此，75—61

Ma期间，特提斯喜马拉雅地块的北向漂移速率为260.1 mm/year。而通过印度大陆的视极移曲线等方法计算得到印度克拉通在80—60 Ma期间的北向漂移速率仅为99.6 mm/year。特提斯喜马拉雅地块与印度克拉通存在明显的漂移速率差异，意味着在约75 Ma后特提斯喜马拉雅地块裂解并离开印度大陆，在两者之间形成一个拉分盆地，该研究称之为“北印度海”（North India Sea）。该研究进一步探讨了特提斯喜马拉雅地块的裂解机制，认为Reunion地幔柱上涌对印度被动大陆边缘岩石圈减薄和新特提斯洋壳岩石圈长时间俯冲产生的拖拽力等过程的共同作用下，导致特提斯喜马拉雅地块裂解并张开形成“北印度海”。特提斯喜马拉雅地块快速向北漂移，在约61 Ma与亚洲大陆南缘的拉萨地块发生初始碰撞，碰撞位置位于约14° N。随后，印度与特提斯喜马拉雅地块在约53 ~ 48 Ma发生第二阶段碰撞，该碰撞自西向东穿时性发生，导致“北印度海”自西向东逐渐关闭。

沿低喜马拉雅带在巴基斯坦、印度、尼泊尔等地和喜马拉雅东部地区广泛发育了上白垩统-始新统或古新统-始新统浅海相地层，该研究认为是“北印度海”存在的证据。根据区域大地构造分析，研究推测，主中央逆冲断裂带很可能是第二阶段洋壳俯冲的古地理位置。

该研究提出的“北印度海”假说及两阶段的印度-亚洲大陆碰撞动力学新模型与印度-亚洲的汇聚速率变化历史可匹配。例如，从70 Ma到63 Ma，汇聚速率从约80 mm/year快速增加到约180 mm/year，该研究认为与Reunion地幔柱的推动作用有关；在63—61 Ma期间汇聚速率从约180 mm/year急剧下降到约110 mm/year，特提斯喜马拉雅地块和拉萨地块在61 Ma发生的碰撞可很好地解释该汇聚速率变化；在61—53 Ma期间汇聚速率由约110 mm/year缓慢上升到约130 mm/year，对应于“北印度海”的逐步收缩；在53—48 Ma期间汇聚速率显著降低，则与特提斯喜马拉雅地块和印度在此期间发生穿时性碰撞导致北印度海自西向东逐步关闭的过程相符。

上述假说和模型还协调了一系列地质证据。该研究的古地磁结果表明，特提斯喜马拉雅地块与拉萨地块在61 Ma发生第一阶段的大陆碰撞，碰撞位置约为14° N，该碰撞最为直接的地质证据就是亚洲碎屑物质在60 Ma左右首次到达印度北缘被动大陆边缘。

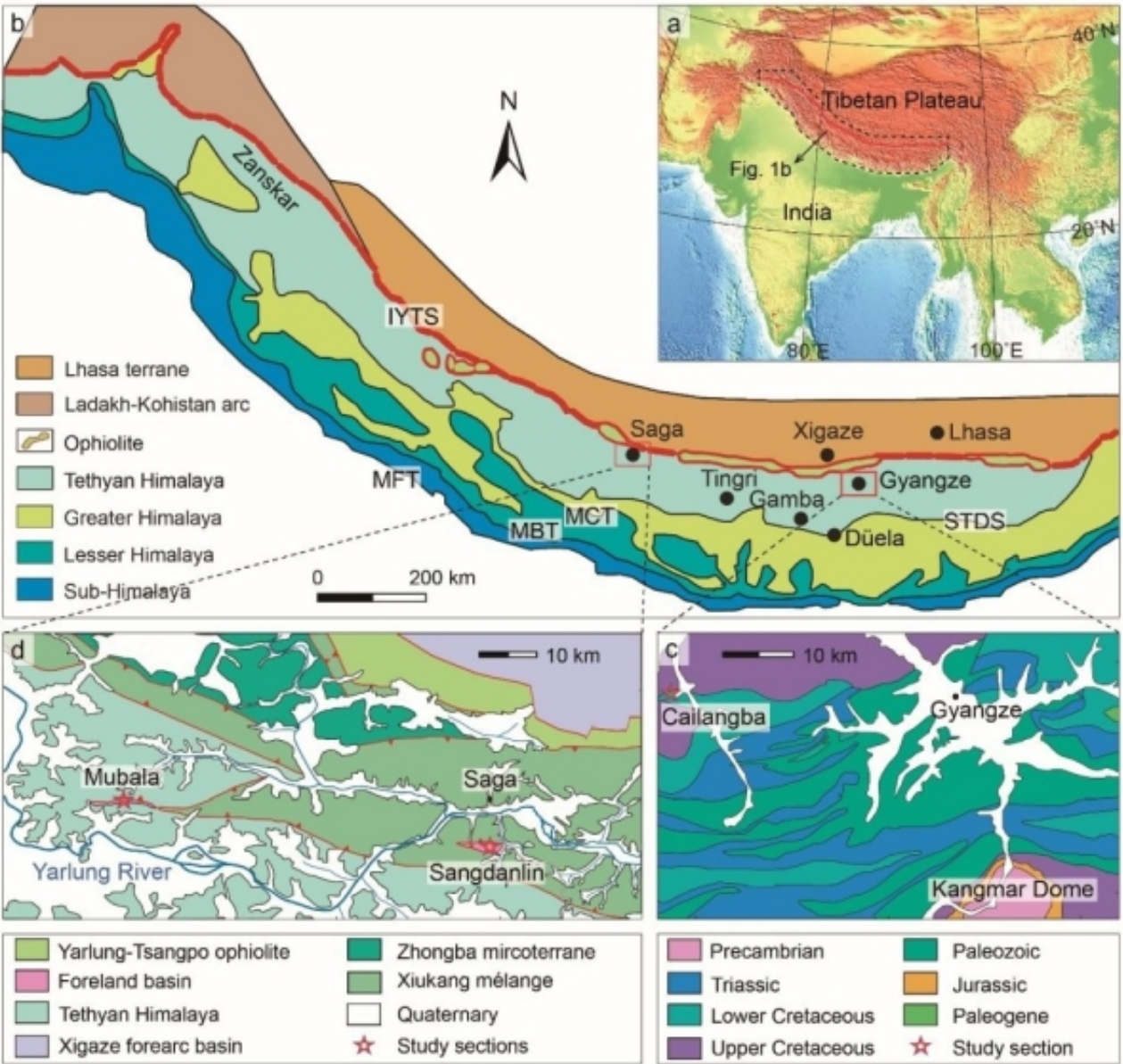
对于第二阶段的印度-亚洲大陆碰撞，即53—48 Ma期间特提斯喜马拉雅地块和印度之间的穿时性碰撞，也得到大量地质证据的支持，例如：亚洲来源的碎屑锆石在始新世早期（约55 Ma）已经沉积到印度大陆小喜马拉雅（sub-Himalaya）巴基斯坦Balakot地区，而低喜马拉雅带（Lesser Himalaya）中部尼泊尔地区获得特提斯喜马拉雅冲断带碎屑的年代不晚于45 Ma，可支持该研究提出的53—48 Ma期间发生的第二阶段穿时性大陆碰撞；近年来的研究显示，特提斯喜马拉雅海相地层自西向东穿时性消失，在西部Zaskar地区消失时间为52—50 Ma，在中-东部的定日-岗巴地区为43—41 Ma，在东部的堆纳地区为35 Ma，这些地质现象也支持53—48 Ma期间发生的第二阶段穿时性大陆碰撞；藏东贡觉盆地在52—48 Ma发生约30°的顺时针旋转，同时贡觉盆地和可可西里盆地共同记录了54—52 Ma期间急剧增加的沉积速率变化特征；孟加拉盆地在始新世中期来自喜马拉雅的碎屑也急剧增加，也是对53—48 Ma期间发生的第二阶段大陆碰撞的响应；特提斯喜马拉雅带、高喜马拉雅带和低喜马拉雅带都记录了各种独立的证据，如特提斯喜马拉雅带在始新世-渐新世记录了地壳缩短、快速折返和岩浆作用，高喜马拉雅带记录了同期构造埋藏作用、高级变质作用和深熔作用以及印度克拉通发育同期前陆盆地。以上地质证据都表明，特提斯喜马拉雅地块和印度大陆在48 Ma已经完成碰撞。

该研究提出的“北印度海”假说及两阶段的印度-亚洲大陆碰撞动力学新模型对印度-亚洲大陆碰撞过程、青藏高原隆升和变形、亚洲古地理和生物多样性格局演化都提供了重要制约，还为喜马

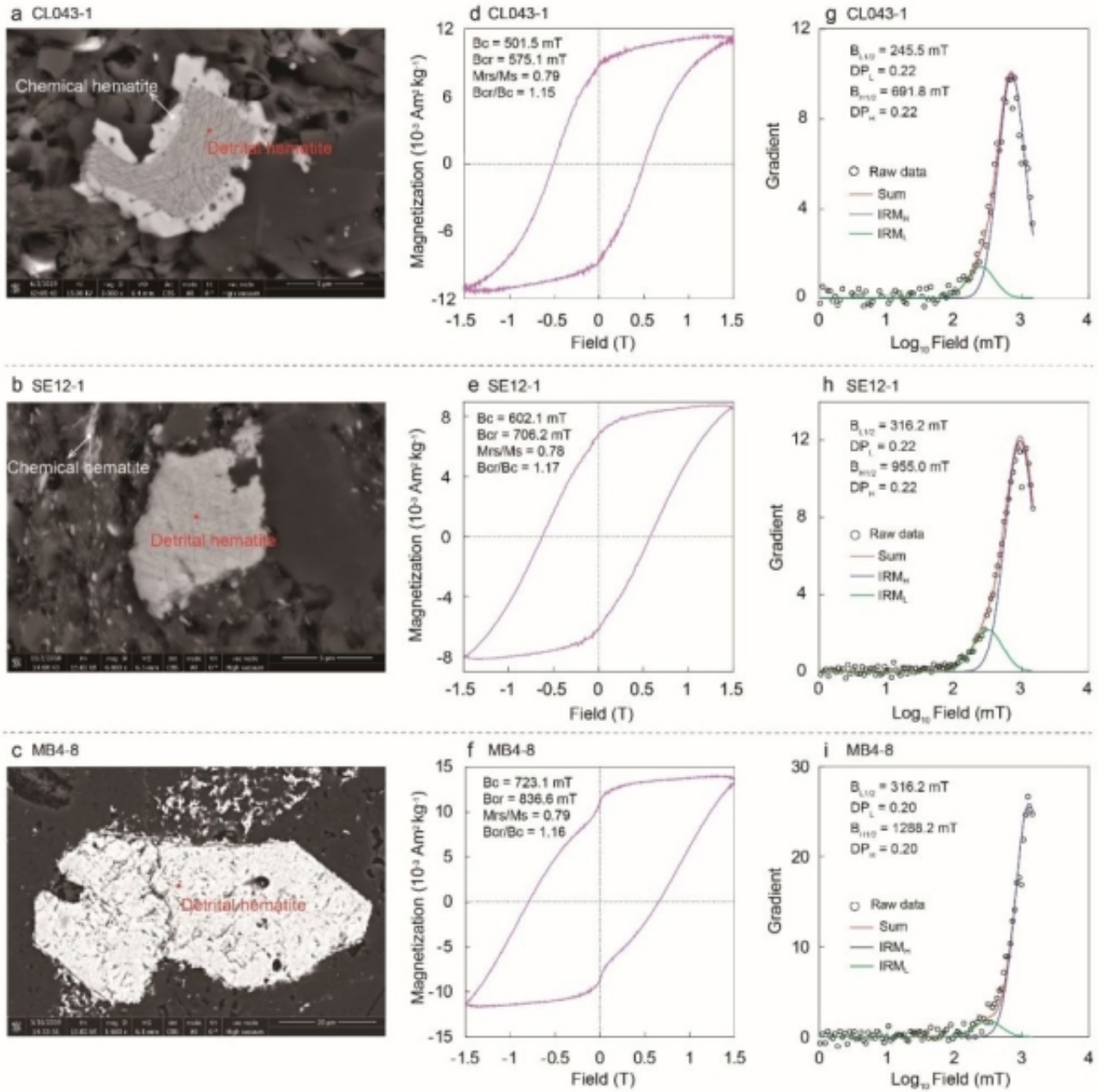
拉雅造山作用与全球气候变化关联的构造-气候关系研究及古气候数值模拟提供了关键的边界条件。

研究成果发表于National Science Review。

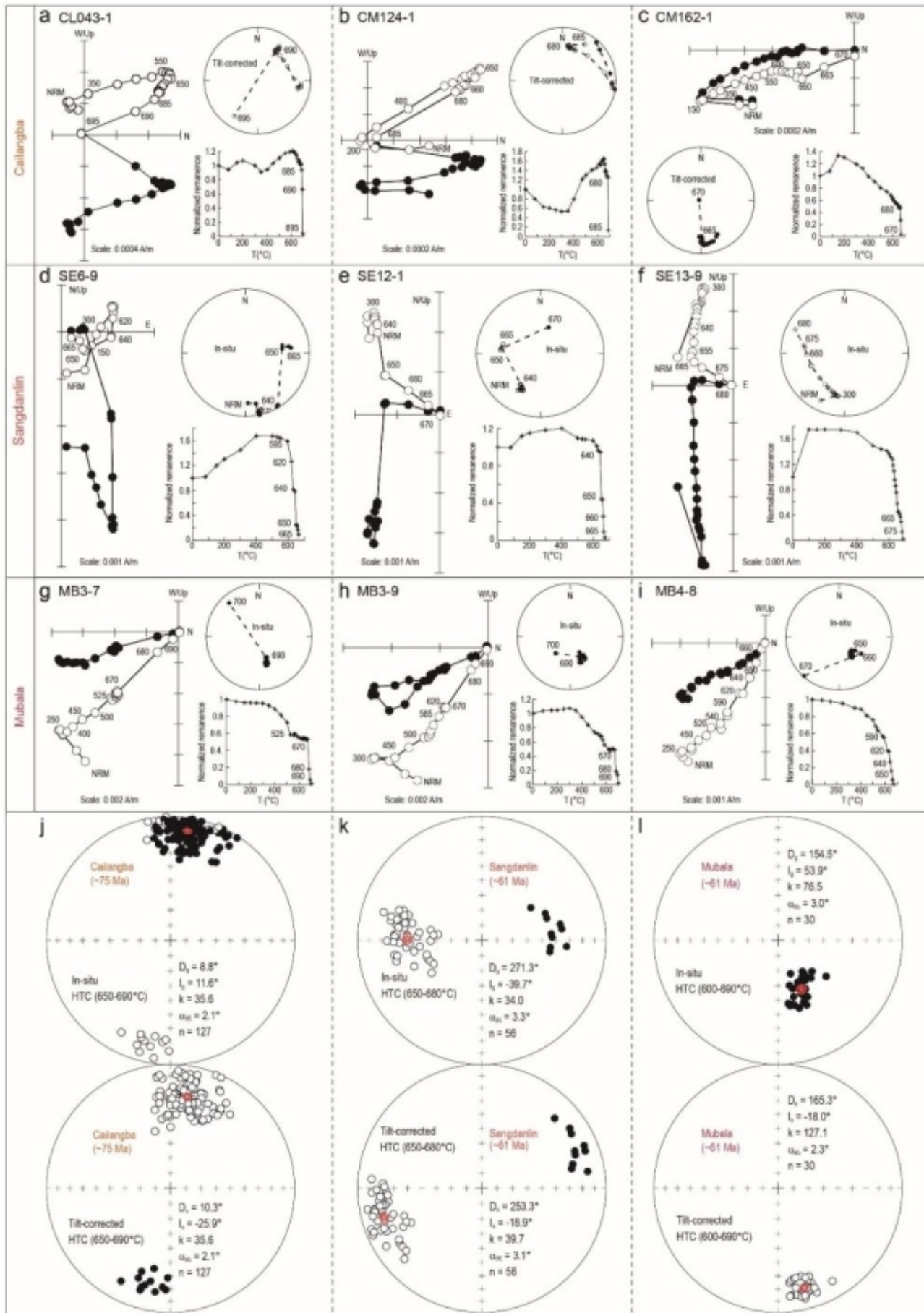
[论文链接](#)



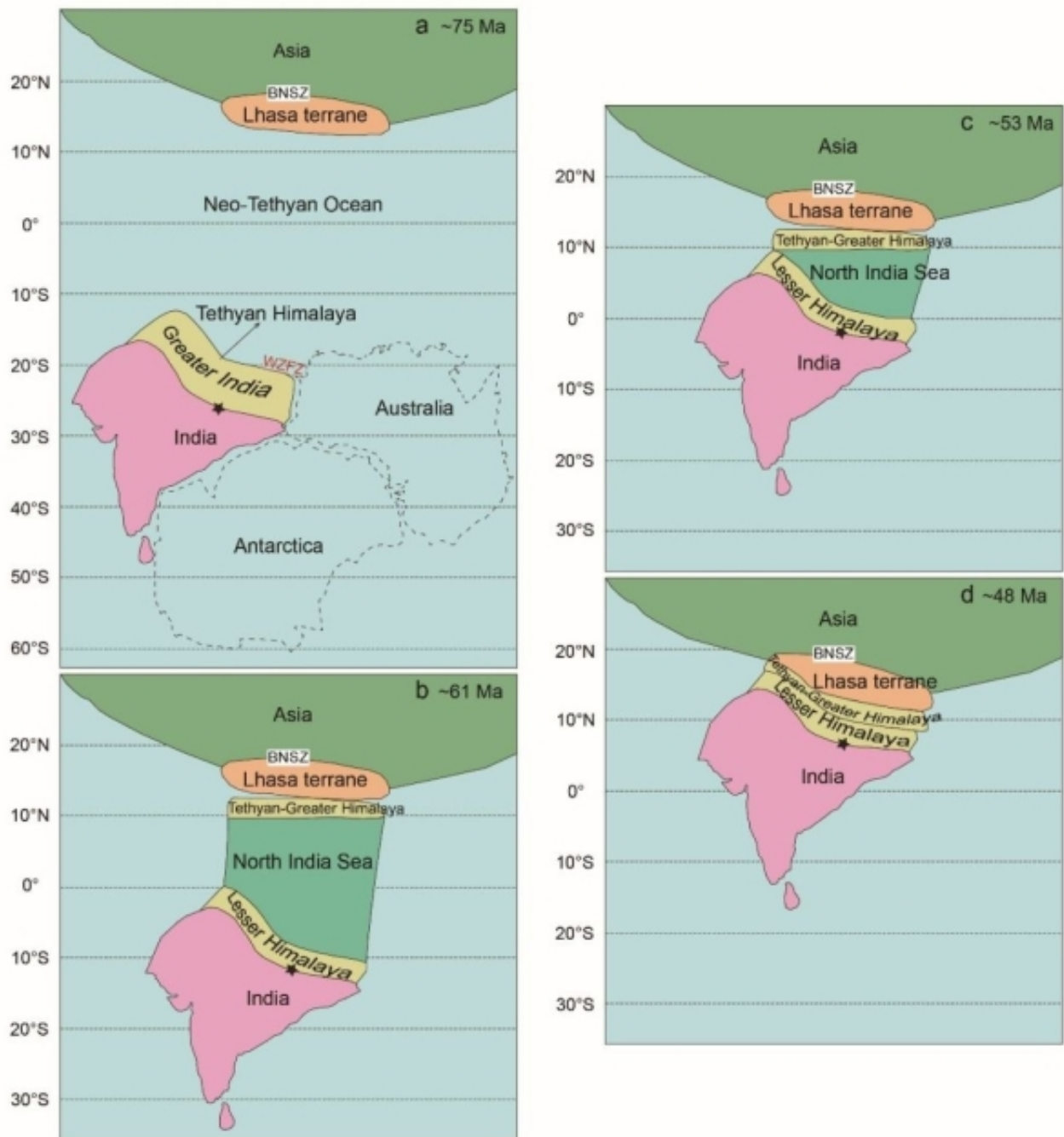
研究区地质与地形。a：青藏高原及其周边地形图；b：印度与亚洲大陆碰撞带地质简图，修改自Yin（2006）；c：江孜地区地质简图，修改自Chen等（2006）；d：萨嘎地区地质简图



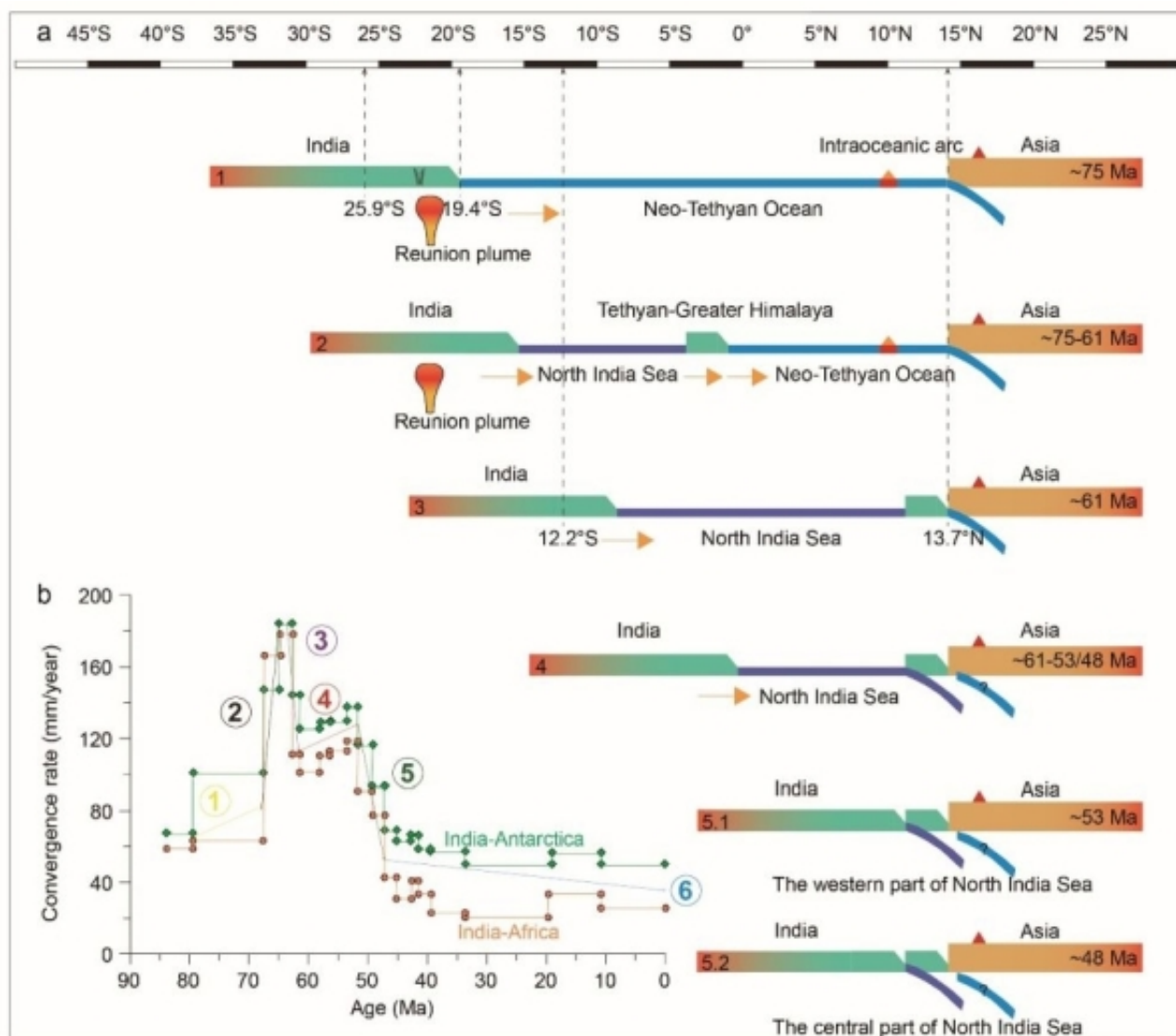
代表性样品岩相学与岩石磁学分析。CL043-1、SE12-1和MB4-8分别来自才狼把剖面、桑单林剖面和木巴拉剖面，a-c：扫描电子显微镜图片，d-f：磁滞回线，g-i：矫顽力谱分析



古地磁结果。a-i：代表性样品系统热退磁正交投影图、等面积投影图及剩磁衰减图，j-l：高温剩磁分量（HTC）分别在地理坐标和地层坐标下的等面积投影图



印度-亚洲大陆碰撞动力学演化，分别示意约75 Ma、61 Ma、53 Ma和48 Ma的古地理模式。BNSZ为班公湖-怒江缝合带，WZFDZ为Wallaby-Zenith断裂带。黑色星号表示计算大印度延伸尺寸的参考点（29.3° N, 85.3° E）



晚白垩世以来印度-亚洲大陆碰撞过程的阶段划分及其与印度-亚洲大陆汇聚速率变化历史的关联。b数据来自Cande and Stegman (2011)

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