

<https://doi.org/10.3799/dqkx.2022.802>



如何有效厘定增生造山作用时限?

肖文交^{1,2,3}, 宋东方^{2,3}, 毛启贵¹, 万博^{2,3}, 张继恩^{2,3}, 敖松坚^{2,3}, 张志勇^{2,3}

1. 中国科学院新疆生态与地理研究所, 新疆矿产资源研究中心, 新疆乌鲁木齐 830081
2. 中国科学院地质与地球物理研究所, 岩石圈演化国家重点实验室, 北京 100029
3. 中国科学院大学地球与行星科学学院, 北京 100049

形成于汇聚板块边缘的造山带可以分为增生型和碰撞型两种端元类型。其中, 增生造山作用是多种性质(汇聚型、转换型和离散型)的板块边缘, 沿一个或者多个大陆边缘发生复杂相互作用的地质过程的总和。增生造山带在组成上有来自大洋中脊、海山、洋底高原、洋内弧、深海盆地、海沟等大洋组分, 也有来自增生杂岩、弧前盆地、弧前蛇绿岩、弧后盆地、残余岛弧与陆缘弧等活动陆缘组分, 甚至有被动大陆边缘沉积组合的贡献(肖文交等, 2019)。与碰撞型造山带(如特提斯造山带)典型的线状展布特征不同, 增生造山带(如中亚造山带)通常具有面状增生的特征(Şengör *et al.*, 1993; 李继亮, 2004; Xiao *et al.*, 2015)。此外, 增生造山作用包括挤压、走滑、伸展等不同应力环境的时空叠加, 形成复杂的、长期演化的多岛洋俯冲—增生格局。因此, 如何有效厘定增生造山带造山作用时限, 特别是增生过程结束时限, 成为固体地球科学研究的前沿领域和难点问题之一。

1 核心理想

在传统造山作用分析中, 前陆盆地、角度不整合、海相—陆相沉积的转换、伸展与走滑构造、A 型花岗岩等被认为是确定洋盆闭合和“造山后”环境的标志。然而, 由于增生造山作用的复杂性和特殊

性, 单纯依赖上述某个地质现象的出现来限定增生造山作用时限, 往往不能全面反映增生造山的整体时空过程。

由于增生造山过程以岛弧、增生楔的侧向拼贴为基本特征, 缺乏大规模陆块参与造山过程, 因此通常不发育周缘前陆盆地。增生造山带具有多重俯冲极性, 在增生楔和弧前盆地之间发育多级角度不整合面(Decou *et al.*, 2011)。如果增生造山作用被一个或者多个不同性质的连续块体的靠岸而暂时终结, 则靠外侧新一轮增生又将启动, 上述过程重复出现, 直到不断往外增生的核心大陆最终与另一个次大陆级别的块体发生碰撞造山作用。因此, 与传统的周缘前陆盆地或者磨拉石盆地不同, 这些沉积环境由海向陆变迁或者角度不整合不能单一地用来限定增生事件, 必须是卷入增生造山事件中最年轻的角度不整合才有参考意义, 而且只能提供一个增生造山作用时限的下限依据(Song *et al.*, 2018)。

在弧前位置, 由于板块重组或三联点相互作用, 挤压、伸展与走滑构造可以同时存在或者发生沿造山带走向迁移的现象。如现今东南亚增生造山系统中存在大量挤压、伸展和走滑变形, 形成一系列弧后盆地(Hall, 2009)。白垩纪期间, 安第斯造山带发育挤压和伸展构造的交替现象(Zapata *et al.*,

基金项目: 国家自然科学基金项目(Nos. 41888101, 41730210); 国家重点研发计划项目(No. 2017YFC0601206)。

作者简介: 肖文交(1967—), 男, 研究员, 博士生导师, 中国科学院院士, 欧洲科学院外籍院士, 主要从事沉积大地构造学、造山带构造过程与成矿作用等研究。E-mail: wj-xiao@mail.iggcas.ac.cn

引用格式: 肖文交, 宋东方, 毛启贵, 万博, 张继恩, 敖松坚, 张志勇, 2022. 如何有效厘定增生造山作用时限? 地球科学, 47(10): 3770—3771.

Citation: Xiao Wenjiao, Song Dongfang, Mao Qigui, Wan Bo, Zhang Ji'en, Ao Songjian, Zhang Zhiyong, 2022. How to Determine the Time Limits of Accretionary Orogenesis? *Earth Science*, 47(10): 3770—3771.

2019). A 型花岗岩的形成往往与拉张背景有关,可以产生于不同的大地构造环境.在增生造山带的演化过程中,一些“特殊”的俯冲过程可以在俯冲带上盘形成 A 型花岗岩,包括洋脊俯冲和板块后撤引起的弧后裂解过程.例如,新西兰泥盆纪 A 型花岗岩是大洋向冈瓦纳大陆东南缘发生俯冲后撤形成的伸展构造的产物(Turnbull *et al.*, 2016).

关于增生造山作用的结束时限,应注意寻找卷入增生事件中最年轻的地质体,它们提供了该期增生事件时限的下限.卷入增生造山事件中最年轻的角度不整合,以及最年轻的高压—低温变质事件,可能提供了最晚增生事件时限的下限;而未卷入增生造山事件中最老的角度不整合和褶皱冲断带中最晚的沉积物时代则可能提供了最晚增生事件时限的上限.此外,增生造山过程中沉积盆地构造属性和物源特征的厘定是限定增生造山时空演化过程的重要途径(Song *et al.*, 2021).

2 科学价值

造山带是联系大洋构造与大陆构造的纽带,是研究洋陆转化、大陆增生和矿产资源富集规律的天然实验室.造山作用因此成为地球科学经久不衰的研究主题.增生造山作用可以通过重塑地球洋陆分布格局和地形地貌来影响地球气候环境,如东南亚增生造山作用使陆地面积快速增大,强烈的化学风化降低了全球二氧化碳浓度,可能是晚新生代全球变冷的重要诱因;安第斯增生造山形成的南美高原阻挡了东南信风带来的暖湿气流,促使了南美洲干旱化和阿卡塔马沙漠的形成.增生造山作用时限是增生造山研究的核心问题,同时也是揭示大陆增生机制、资源富集规律和构造—气候相互作用的基础和前提.

3 发展前景

全球造山带普遍经历了增生造山演化过程,碰撞造山带在陆—陆碰撞最终发生之前也经历了增生造山过程.同时,地球早期尚未形成大规模大陆,造山作用以岛弧或小陆块发生侧向拼贴的增生造山为主,增生造山作用是地球早期大陆增生的主要方式.增生造山时空解析对研究地球早期板块构造、大陆形成演化以及超大陆旋回具有重要的意义.

参考文献

- Decou, A., von Eynatten, H., Mamani, M., et al., 2011. Cenozoic Forearc Basin Sediments in Southern Peru (15–18° S): Stratigraphic and Heavy Mineral Constraints for Eocene to Miocene Evolution of the Central Andes. *Sedimentary Geology*, 237(1): 55–72.
- Hall, R., 2009. The Eurasian SE Asian Margin as a Modern Example of an Accretionary Orogen. *Geological Society, London, Special Publications*, 318(1): 351–372.
- Şengör, A.M.C., Natal'in, B.A., Burtman, V.S., 1993. Evolution of the Altaid Tectonic Collage and Palaeozoic Crustal Growth in Eurasia. *Nature*, 364(6435): 299–307. <https://doi.org/10.1038/364299a0>
- Song, D.F., Xiao, W. J., Collins, A.S., et al., 2018. Final Subduction Processes of the Paleo-Asian Ocean in the Alxa Tectonic Belt (NW China): Constraints from Field and Chronological Data of Permian Arc-Related Volcano-Sedimentary Rocks. *Tectonics*, 37(2/3): 1658–1687. <https://doi.org/10.1029/2017tc004919>
- Song, D.F., Xiao, W. J., Windley, B.F., et al., 2021. Closure of the Paleo-Asian Ocean in the Middle-Late Triassic (Ladinian–Carnian): Evidence from Provenance Analysis of Retroarc Sediments. *Geophysical Research Letters*, 48(14): e2021GL094276. <https://doi.org/10.1029/2021gl094276>
- Turnbull, R., Tulloch, A., Ramezani, J., et al., 2016. Extension-Facilitated Pulsed S-I-A-Type “Flare-up” Magmatism at 370 Ma along the Southeast Gondwana Margin in New Zealand: Insights from U-Pb Geochronology and Geochemistry. *Geological Society of America Bulletin*, 128(9/10): 1500–1520.
- Xiao, W. J., Windley, B.F., Sun, S., et al., 2015. A Tale of Amalgamation of Three Permo-Triassic Collage Systems in Central Asia: Oroclines, Sutures, and Terminal Accretion. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 43(1): 477–507. <https://doi.org/10.1146/annurev-earth-060614-105254>
- Zapata, S., Cardona, A., Jaramillo, J., et al., 2019. Cretaceous Extensional and Compressional Tectonics in the Northwestern Andes, Prior to the Collision with the Caribbean Oceanic Plateau. *Gondwana Research*, 66: 207–226.
- 李继亮, 2004. 增生型造山带的基本特征. *地质通报*, 23(9): 947–951.
- 肖文交, 李继亮, 宋东方, 等, 2019. 增生型造山带结构解析与时空制约. *地球科学*, 44(5): 1661–1687.