中亚造山带南缘北山东段中生代以来阶段隆升：磷灰石裂变径迹年龄的制约

唐卫东，魏立勇，何佳乐，刘天航，于锴，袁凯龙
中国地质调查局西安矿产资源调查中心，西安，710000

关键词：裂变径迹；磷灰石；北山；中亚造山带

北山造山带地处中亚造山带中南缘，位于哈萨克斯坦板块、西伯利亚板块、塔里木板块的交汇部位（余吉远等，2023；唐卫东等，2023）。北山造山带是了解中亚地区古大陆地质构造演化历史的一个非常重要的窗口，该地区自早古生代以来经历了多期次、多阶段的俯冲、碰撞、伸展运动，中生代以后开始进入板内造山及抬升剥蚀。随着研究工作的深入，对于北山造山带古生代以来的构造演化逐渐达成了统一认识，但是对于中生代以后的抬升剥蚀作用却鲜有报道，这在很大程度上制约了对于北山造山带演化历史的整体认知。

磷灰石裂变径迹是目前较为成熟且有效的一种研究造山带隆升剥蚀过程的方法，Gilleespie 等（2017）、Tian Zhonghua 等（2013）曾报道了北山造山带中段的磷灰石低温热年代学数据。本文系首次在北山造山带东段报道了磷灰石低温热年代学数据，这将有助于揭示北山造山带中生代以来的抬升剥蚀事件，对于深入理解北山造山带东段的构造演化过程意义重大。

1　样品采集与测试

本次工作共采集了 5 件磷灰石样品，磷灰石样片在恒温 21℃ 的 5.5 N HNO_3 溶液中蚀刻 20 s 以揭示自发径迹。将低铀白云母片作为外探测器盖在光薄片上，与 CN5（磷灰石）标准铀玻璃一并接受热中子辐照。然后在 25℃条件下的 40% HF 中蚀刻白云母外探测器 20 min 揭示诱发径迹。最后在高精度光学显微镜 100 倍干物镜下观测统计裂变径迹。应用 IUGS 推荐的 Zeta 常数标定法计算出裂变径迹中心年龄。实验中根据标准磷灰石矿物的测定，加权平均得出 Zeta 常数值。本次试验获得的磷灰石样 Zeta 常数分别为 397.00±17.18 a/cm^2。

2　测试结果

5 件磷灰石样品采集于北山造山带东段东七一山—阿木乌苏地区，以洗肠井—月牙山缝合带为界，缝合带北侧采集 2 件样品，缝合带南侧采集 3 件样品，5 件样品高程 1110~1622 m。5 件磷灰石样品均获得了 34 颗以上的单颗粒 AFT 表观年龄，且均经过了 P(χ^2)检验判定，P(χ^2)均>5%，说明每件样品的单颗粒 AFT 表观年龄属于同一年龄组。

5 件样品 AFT 中值年龄介于 78±5~152±8 Ma 之间，所有样品单颗粒年龄均远小于赋存地质体的形成时代。LB01 样品 AFT 中值年龄为 152±5 Ma，封闭径迹长度 13.4±1.9 μm，单颗粒年龄直方图呈单峰模式。LB02 样品 AFT 中值年龄为 139±8 Ma，封闭径迹长度 12.3±2.0 μm，单颗粒年龄直方图呈较宽的单峰模式。LB03 样品 AFT 中值年龄为 139±8 Ma，封闭径迹长度为 13.0±1.8 μm，单颗粒年龄直方图呈单峰模式。LB04 样品 AFT 中值年龄为 78±5 Ma，封闭径迹长度 12.7±1.4 μm，单颗粒年龄直方图呈单峰模式。LB05 样品 AFT 中值年龄为 115±7 Ma，封闭径迹长度 12.7±1.9 Ma，单颗粒年龄直方图呈较宽的单峰模式。

3　结论

5 件样品磷灰石 AFT 年龄主要集中在 3 个年龄段：152 Ma、139~115 Ma、78 Ma，说明北山造山带东段中生代以来遭受的隆升过程分为了 3 个阶

注：本文为中国地质调查局地质调查项目（编号：DD20211552）、陕西省自然科学基金项目（编号：2023-JC-QN-0362）的成果。
收稿日期：2023-12-10；改回日期：2024-02-05；责任编辑：郭现轻。DOI：10.16509/j.georeview. 2024. s1. 007
作者简介：唐卫东，男，1990 年生，硕士，工程师，主要从事战略性矿产资源调查评价工作；Email：1009321162@qq.com。

段：①晚侏罗世晚期（152 Ma），受中特提斯洋闭合影响，北山造山带东段遭受了抬升剥蚀。②早白垩世（139~115 Ma）的隆升剥蚀则解释为对青藏高原由南向北挤压的远程响应。③晚白垩世晚期（78 Ma 左右），喀喇昆仑地块向北碰撞欧亚大陆造成南北向挤压加剧，北山造山带东段整体抬升。

参 考 文 献 / References

唐卫东，何佳乐，刘天航，魏立勇，范堡程，赵福东，何毅，郭永超，杨冰. 2023. 内蒙古北山老硐沟金矿石榴子石地球化学特征. 地质力学学报, 29(1): 60~75.

余吉远，王国强，李向民，计国，赵国斌. 2023. 甘肃北山地区“牛圈子蛇绿岩”属性再研究. 地质论评, 69(3): 817~829.

Gillespie J, Glorie S, Xiao W J, Zhang Z Y, Collins A S, Evans N, Mcllnnes B, Grave J D. 2017. Mesozoic reactivation of the Beishan, southern Central Asian Orogenic Belt：insights from low-temperature thermochronology. Gondwana Research, 43: 107~122.

Tian Zhonghua, Xiao Wenjiao, Windley B F, Lin Li’na, Han Chunming, Zhang Ji’en, Wan Bo, Ao Songjian, Song Dongfang, Feng Jianyun. 2013b. Structure age and tectonic development of the Huoshishan-Niujuanzi ophiolitic mélange, Beishan, southernmost Altaids. Gondwana Research, 25(2): 820~841.

TANG Weidong, WEI Liyong, HE Jiale, LIU Tianhang, YU Kai, YUAN Kailong: Stage Uplift since Mesozoic of the Eastern Beishan Belt in the Southern Central Asian Orogenic Belt: Constraints of Apatite Fission Track Ages

Keywords: fission track; apatite; Beishan; Central Asia Orogenic Belt

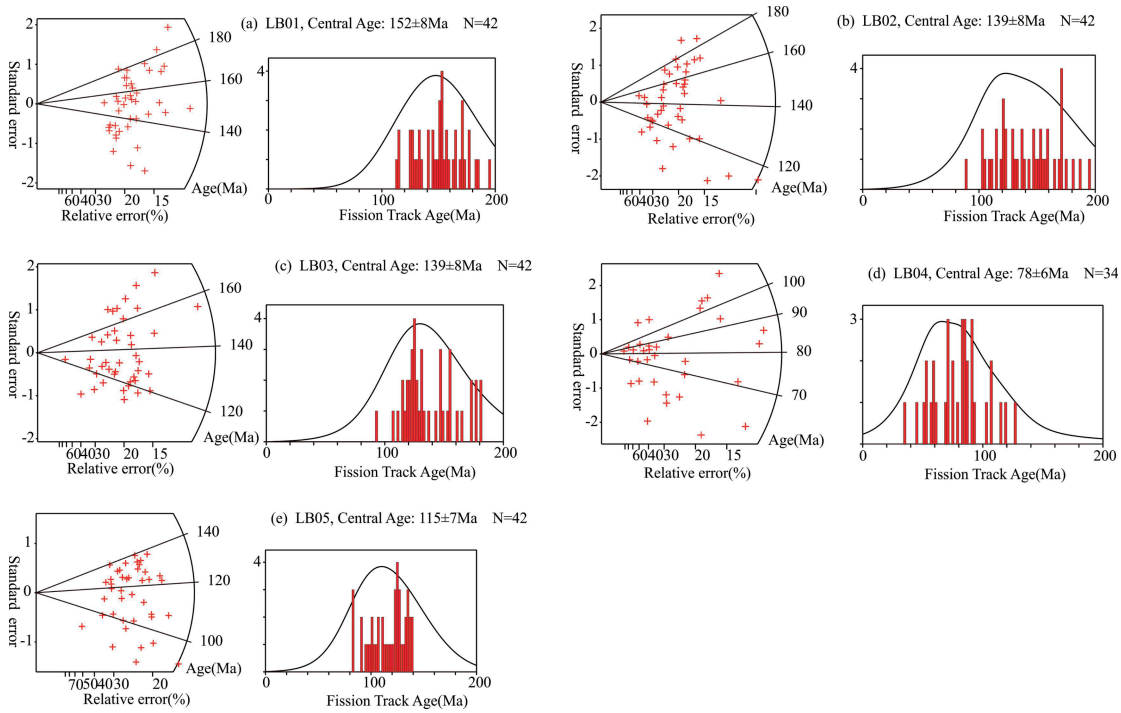

图 1 北山造山带东段磷灰石单颗粒 AFT 年龄雷达图和分布直方图

表 1 北山造山带东段磷灰石裂变径迹分析结果

原样号	颗粒数 (n)	P_s (Ns) ($10^5/cm^2$)	P_i (Ni) ($10^5/cm^2$)	P_d (N) ($10^5/cm^2$)	P (χ^2) (%)	Central age (Ma) (±1σ)	Pooled age (±1σ) (Ma)	L (μm) (N)
LB01	42	6.491(2137)	10.264(3379)	12.435(5721)	97.8	152±8	152±8	13.4±1.9 (194)
LB02	42	13.174(1769)	21.768(2923)	11.787(5721)	52.7	139±8	138±8	12.3±2.0 (140)
LB03	42	8.277(1738)	13.002(2730)	11.301(5721)	98.2	139±8	139±8	13.0±1.8 (169)
LB04	34	6.668(881)	18.166(2400)	10.977(5721)	18.6	78±6	78±5	12.7±1.4 (101)
LB05	42	4.596(1046)	11.175(2543)	14.38(5721)	100.0	115±7	115±7	12.7±1.9 (102)