

# 秦皇岛花岗岩风化壳的剥蚀速率: 宇宙成因核素 $^{26}\text{Al}$ 与 $^{10}\text{Be}$ 的研究

崔丽峰<sup>①②</sup>, 刘丛强<sup>①\*</sup>, 徐胜<sup>③</sup>, 赵志琦<sup>①</sup>, 涂成龙<sup>①</sup>, 刘涛泽<sup>①</sup>, 丁虎<sup>①</sup>

① 中国科学院地球化学研究所, 环境地球化学国家重点实验室, 贵阳 550002;

② 中国科学院大学, 北京 100049;

③ Scottish Universities Environmental Research Centre, Glasgow, G75 0QF, UK

\* 联系人, E-mail: liucongqiang@vip.gyig.ac.cn

国家自然科学基金(41130536, 41210004)、中国科学院地球化学研究所环境地球化学国家重点实验室(9014)资助

风化和侵蚀过程是研究气候变化和地貌演化的重要课题。剥蚀包括风化和侵蚀。宇宙成因核素可以直接定量研究  $10^5$  a 范围内地表的平均剥蚀速率。自20世纪80年代以来, 加速器质谱分析技术的发展推动了宇宙成因核素在地表过程研究中的应用。国内相关的研究多集中在河流沉积物、阶地演化、冰川历史、埋藏年龄等, 在地表剥蚀速率研究方面的应用鲜有报道。宇宙成因核素是指来自外层宇宙空间的高能量宇宙射线粒子(包括原生和次生粒子、中子和微介子等)与地表/近地表岩石中元素间发生核反应而形成的

稳定核素( $^3\text{He}$ ,  $^{21}\text{Ne}$ 等)和放射性核素( $^{10}\text{Be}$ ,  $^{14}\text{C}$ ,  $^{26}\text{Al}$ ,  $^{36}\text{Cl}$ 等)。宇宙成因核素生成率随深度呈指数衰减, 其浓度是暴露时间和剥蚀速率的函数。在稳定侵蚀状态中, 核素浓度保持相对稳定。

研究区位于秦皇岛南郊(119°31.70'E, 39°54.29'N)。该区是暖温带季风气候, 年均温度 10.5 °C, 年均降雨量 645.9 mm。采样点周围地貌类型为海岸平原, 海拔 25 m。该风化壳基岩为新太古代微斜长石花岗岩。6个样品分别在 3 m 内的不同深度采集。样品中  $^{10}\text{Be}$ 、 $^{26}\text{Al}$  含量及  $^{26}\text{Al}/^{10}\text{Be}$  比值的变化范围分别为  $(2.3\sim 36.6)\times 10^4$  atoms/g,  $(1.3\sim 23.1)$

$\times 10^5$  atoms/g, 5.81~6.59。除表层样品外, 剖面上  $^{10}\text{Be}$  和  $^{26}\text{Al}$  含量垂向分布均呈指数衰减。 $^{26}\text{Al}$  与  $^{10}\text{Be}$  含量的垂向分布用卡方最优拟合进行模拟(图 1), 结果表明: 该花岗岩风化壳的平均剥蚀速率约为 9 m/Ma; 在与其他研究对比后, 由于缺乏构造运动而导致的地形平坦可能是控制当地风化过程的主要因素; 表层样品核素浓度偏离了理论上宇宙成因核素的分布值, 表明从流域沉积物中得到的剥蚀速率可能会由于表层土壤的生物扰动而偏高; 在深层(>3 m)范围内, 背景值和  $\mu$  介子可能对剥蚀速率的估算产生一定的影响。

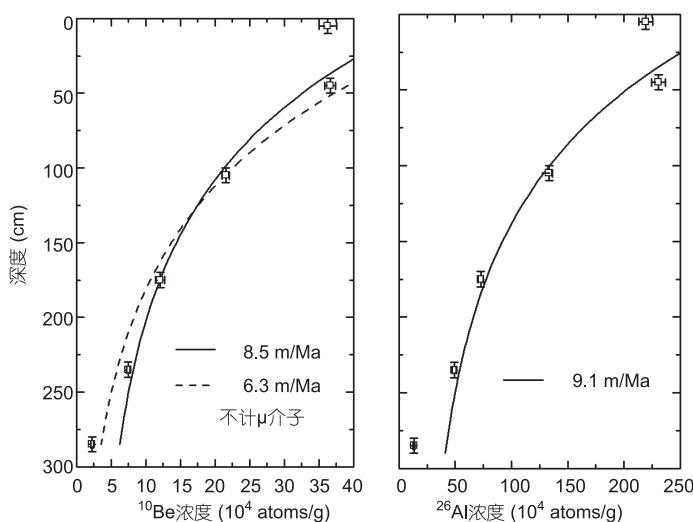


图 1 剖面中  $^{10}\text{Be}$ 、 $^{26}\text{Al}$  浓度垂向分布及卡方最优拟合结果

**全文见:** Cui L F, Liu C Q, Xu S, et al. The long-term denudation rate of granitic regolith in Qinhuangdao, North China determined from the *in situ* depth profile of the cosmogenic nuclides  $^{26}\text{Al}$  and  $^{10}\text{Be}$ . Chin Sci Bull, 2014, 59: 4823–4828, doi: 10.1007/s11434-014-0601-2