

应用宇宙原生核素深度剖面定年法在 龙门山断裂前缘的定年研究

任静¹⁾, 陈柔妃²⁾, 刘宇平¹⁾, 陈菲菲¹⁾, 杜谷¹⁾, 李建忠¹⁾

1) 成都地质矿产研究所, 成都, 610082

2) 台湾中央研究院地球科学研究所, 台北

21 世纪年代学研究中, 宇宙原生核素 (terrestrial in situ cosmogenic nuclide, TCN) 研究的发展是最为引人瞩目的, 现已成为地表过程研究中的重要手段, 更为重要的是利用 TCN 技术可以直接测定地质、地貌体的曝露年龄和埋藏年龄。这不仅突破传统定年方法 (如 ^{14}C 、热释光、光释光) 样品来源局限, 而且相对测年范围也更加广泛。尤其在解决上新世到全新世的地学问题中占有不可替代的重要地位。近几年, 国内外利用 TCN 技术研究断层活动速率和地表形态研究取得了一定的成果 (Nishiizumi et al., 1991; 蒋崧生等人, 1992; Bierman et al., 1995; Vander et al., 1998; Zreda et al., 1998; Heisinger et al., 2002; 杨晓平等人, 2004; 汪越等人, 2005; 顾兆炎等人 2006; 张珂等人, 2006; 吕延武等人, 2010)。

在新期构造的研究中, 不少相关研究利用阶地的错位和年代的相互关系来探讨构造运动, 而年代学在讨论构造演育上扮演关键的角色, 并影响界定断层于百年或千年的活动速率。现今最常用的河阶定年技术是 ^{14}C 定年法, 除了定年材料寻找不易以外亦不适用于老于五万年所形成的阶地。宇宙原生核素深度剖面定年法利用分析宇宙射线粒子撞击地表元素产生的新元素含量来进行仿真, 藉由分析 ^{10}Be 、 ^{26}Al 的含量及两者含量的比值变化与深度的关系 (深度可达 10-20 米), 模拟阶地的曝露年代、侵蚀速度, 甚至曝露历史相关的信息。在理想条件下, 现阶段可估算及运用年代范围在几千年至几百万年之间。

宇宙原生核素定年法过去被认为不适用地表侵蚀作用剧烈且复杂的区域, 尤其是抬升快速, 侵

蚀也剧烈的造山带前缘, 要进行这样的应用, 采样位置非常关键。因此必须更加小心选取定年剖面的位置。本研究应用宇宙原生核素剖面深度技术于龙门山断裂带之阶地年代学研究, 主要探讨邛西断层构造发育的影响及其在时间与空间上的演化。在进行采样工作前, 先着重于蒲江冲积扇的地形、地貌分析 (图 1), 并针对其所呈现的地质及构造特征加以分析, 并进一步探讨地形特征形成的年代以及构造活动的速率。

野外采样工作主要针对三个地区: 1. 蒲江冲积扇之构造地形与定年采样工作; 2. 熊坡背斜构造前缘褶皱变形及活动速率; 3. 四川盆地西侧桂花、彭州前缘断层活动与新期构造。目前已完成 8 条阶地剖面 (表 1) 的采样工作, 且已完成提纯石英以及第一阶段酸洗前期工作, 未来将继续进行后续化学处理与实验分析工作, 预计于今年 6 月初完成样品制备工作。

表 1 四川盆地样品概况

采样地点	剖面条数	样品个数	化学实验完成时间
蒲江 Q2 冲积扇	3	22	2013. 03
熊坡背斜	3	22	2013. 04
桂花、彭州 Q2 冲积扇	2	16	2013. 05

本研究样本规划至中国科学院地球环境研究所进行定年之上机测试, 其西安加速器质谱中心 (Xi'an Accelerator Mass Spectrometry, 简称 XAAMS 中心), 在 2004 年 7 月成立于西安交通大学校园, 为一具有多核素 (^{10}Be , ^{14}C , ^{26}Al 和 ^{129}I) 质谱分析装置及样品制备实验室。本研究计划于西安 AMS 测试中心进行 ^{10}Be 、 ^{26}Al 两种宇宙核素的测试。

目前成都地质调查中心之分析化学测试中心,

已在 2011 年度完成宇宙核素定年相关实验设施之建置,并与西安中国科学院地球环境研究所黄土与第四纪地质国家重点实验室达成宇宙核素样本分析与测试协议,将有助于未来岩石样本处理与质谱仪加速器之样本分析的时效。

参考文献

- Bierman P, Gillespie A, Caffee M, 1995. Cosmogenic ages for earthquake recurrence intervals and debris flow fan deposition, Owens Valley, California. *Science*, 270: 447~450.
- Hancock G, Anderson R, Chadwick O, Robert C, 1999. Dating fluvial terraces with ^{10}Be and ^{26}Al profiles: Application to the Wind River, Wyoming. *Geomorphology*, 27: 41~60.
- Heisinger, B., Lal, D., Jull, A.J.T., Kubik, P., Ivy-Ochs, S., Knie, K., Nolte, E. (2002)
- Nishiizumi K, Kohl C, Arnold J, Klein J, Fink D, Middleton R, 1991. Cosmic ray produced ^{10}Be and ^{26}Al in Antarctic rocks: Exposure and erosion history. *Earth and Planetary Science Letters*, 104(224): 440~454.
- Production of selected cosmogenic radionuclides by muons; 1. Fast muons. *Earth and Planetary Sciences Letters*, 200, 345~355.
- Vander W, Ryerson F, Tapponnier P, 1998. Holocene left-slip rate determined by co-smogenic surface dating on the Xidatan segment of the Kunlun fault (Qinghai, China). *Geology*, 26(8): 695~698.
- Zreda M, Noller J S, 1998. Ages of prehistoric earthquakes revealed by cosmogenic chlorine-36 in a bedrock fault scarp at Hebgen lake. *Science* 282: 1097~1099.
- 顾兆炎, 许冰, 吕延武, Aldahan A, Lal D, 2006. 怒江峡谷构造地貌的演化: 阶地宇宙成因核素定年的初步结果. *第四纪研究*, 26(3): 293~294.
- 蒋松生, 姜山, 马铁军, 1992. ^{10}Be 断代法测定锰结核生长速率和深海沉积物沉积速率的研究. *科学通报*, 37(7): 592~594.
- 吕延武, 顾兆炎, 张虎才, 雷国良, 2010. 内蒙古额济纳盆地戈壁 ^{10}Be 暴露年龄与洪积作用的演化. *科学通报*, Z 2: 65~73.
- 汪越, Nagashima Y, Seki R, 刘存富, 武绍勇, 仇九子, 何明, 吴伟明, 姜山, 2005. 通过 ^{36}Cl 的 AMS 测定研究灰岩的侵蚀速率. *物理实验*, 25(3): 11~14.
- 杨晓平, 邓起东, Molnar P, Brown E, 李军, Burchiel B, 冯先岳, 2004. 新疆天山南麓库尔楚西北冲洪积扇面的 ^{10}Be 年代. *核技术*, 27(2): 125~129.
- 张珂, 蔡剑波, 2006. 黄河黑山峡口最高阶地宇宙核素的初步年龄及所反映的新构造运动. *第四纪研究*, 26(1): 85~91.

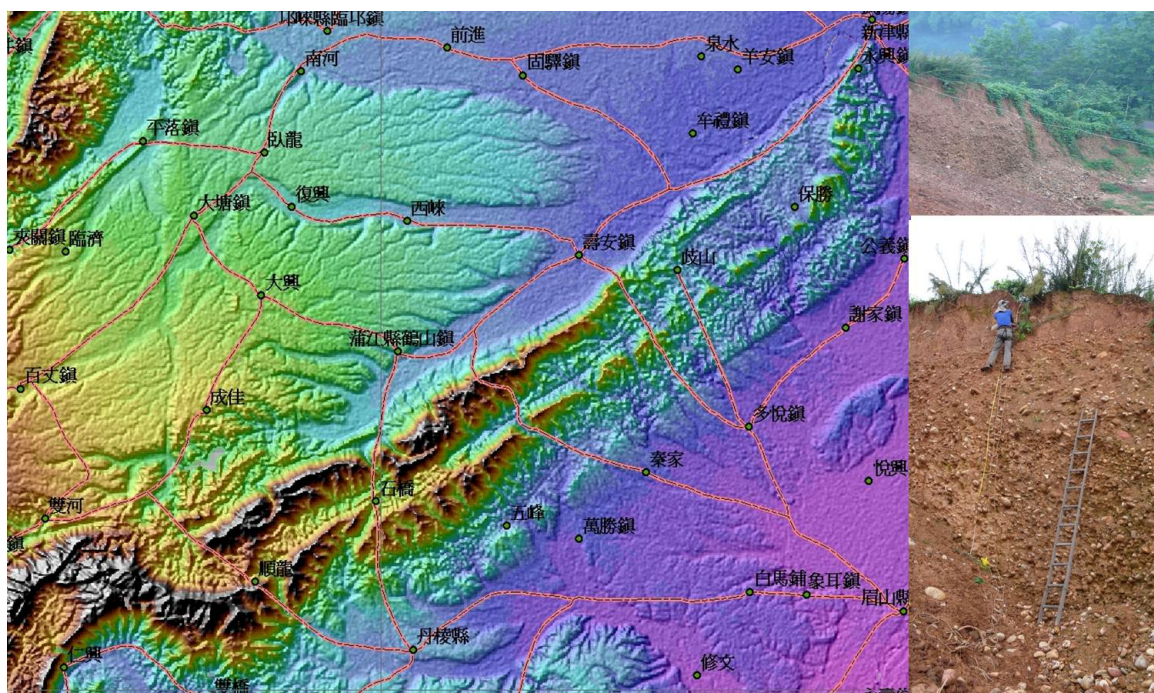


图 1 蒲江冲积扇周围数值地形模型图及采样剖面