**公 示**

**项目名称：**

基于有孔虫与洞穴现代环境监测的环境替代指标研究

**推荐专家/单位及推荐等级：**

刘丛强，天津大学/中国科学院地球化学研究所，院士/研究员，地球化学，贰等奖

**项目简介：**

全球变化科学是描述和理解人类赖以生存的地球系统的运转机制、变化规律及人类活动对地球环境的影响，从而提高对未来环境变化的预测能力，为全球环境问题的宏观决策提供科学依据。过去的全球变化研究是全球变化研究的重要组成部分，其重要性在于通过对过去地球气候环境变化规律的研究，结合现代环境和气候变化观测记录，探讨地球环境和气候变化规律和机制，更好地预测未来环境和气候变化。

古气候和古环境研究工作始于18世纪30年代，至今，已在深海沉积物、冰芯、黄土、湖泊沉积物、树轮和石笋等领域取得了重要进展。但在研究中，发现各环境替代指标往往具有多解性和区域性等特点，严重制约着研究的进一步深入，对满足当前高精度、全球性和可靠性的要求，有必要对各环境替代指标形成机理进行探讨。

申报团队自1996年以来，以河北泥河湾盆地小渡口剖面为研究对象，对有孔虫壳体进行后期蚀变作用进行地球化学判别；2000年开始，以贵州凉风洞、犀牛洞、将军洞、七星洞，云南仙人洞、广东宝晶宫、重庆芙蓉洞、湖北和尚洞、安徽蓬莱仙洞、甘肃万象洞和北京石花洞等为对象，围绕常用的环境替代指标（锶同位素87Sr/86Sr、元素比值X/Ca、氧同位素*δ*18O和碳同位素*δ*13C等）形成的地球化学动力学，开展对洞穴现代环境的系统监测和研究工作。主要取得了以下几点认识：

**1、锶同位素87Sr/86Sr**

在光学显微镜和扫描电镜观察的基础上，对有孔虫壳体87Sr/86Sr-Sr和87Sr/86Sr-Sr/Mn图解分析，发现小渡口剖面的有孔虫等壳体经埋藏后，基本上保持着原生的结构，没有经历明显的后期蚀变作用，能够用于重建沉积时的水体环境。并利用有孔虫壳体87Sr/86Sr重建了泥河湾盆地中更新世初期0.97～0.94 Ma间区域气候变化历史，并认为古泥河湾盆地水体环境是构造、气候共同作用的结果。相关研究成果发表在《中国科学：D辑》《第四纪研究》《湖泊科学》《矿物学报》和《地质地球化学》。

洞穴滴水及其对应的次生化学沉积物87Sr/86Sr比值主要反映上覆土壤系统（土壤水）与基岩溶解相对贡献变化，可利用洞穴次生化学沉积物87Sr/86Sr比值指示当地水文条件的变化，进而重建中国西南季风区的季风强度。相关研究成果发表在*Chinese Science Bulletin*，《科学通报》和《地球化学》。

**2、元素比值X/Ca**

利用有孔虫壳体Mg/Ca和Sr/Ca值重建泥河湾盆地中更新世初期0.97～0.94 Ma间区域气候变化历史，并认为古泥河湾盆地水体环境是构造、气候共同作用的结果。相关研究成果发表在《湖泊科学》和《地质地球化学》。

洞穴滴水Mg/Ca与Sr/Ca值反映了渗流水在洞穴顶板的滞留时间以及前期方解石沉淀过程（PCP），即元素比值可指示水文过程，进而指示区域干湿条件。相关研究成果发表在*Chinese Journal of Geochemistry*和《地学前缘》。

**3、氧同位素*δ*18O**

洞穴滴水*δ*18O主要继承当地降水的*δ*18O信号；同时，降水在地表、洞穴上覆土壤和基岩中可能经历蒸发作用，将导致滴水*δ*18O较降水偏重。通常，由于水流在下渗过程中受到强烈的混合作用，滴水*δ*18O主要反映降水的（多）年平均值。对中国季风区8个观测点的降水*δ*18O和当地的温度、降水量进行相关性分析，发现“温度效应”和“雨量效应”并不是多数中国季风区降水*δ*18O的主控因素。进一步对整层大气水汽传输矢量进行分析，发现不同的水汽来源才是控制中国季风区降水*δ*18O的关键因素。相关研究成果发表在*Geochimica et Cosmochimica Acta*，*Quaternary International*，*Chinese Science Bulleti*n，*Environmental Earth Sciences*，*Chemie der Erde/Geochemistry*，《科学通报》和《地球与环境》。

**4、碳同位素*δ*13C**

洞穴滴水溶解无机碳*δ*13C是洞穴上覆指标类型的直接表达，也主要受上覆植被生物量影响，能够揭示时间序列上的“生物量效应”；同时，渗流水在管道中经历的基岩溶解、前期方解石沉淀（PCP）等过程，将导致滴水*δ*13C较原信号源偏重，需加以考虑。相关研究成果发表在*Environmental Earth Sciences*，*Acta Geologica Sinica (English Edition)*，《地球化学》和《地学前缘》。

上述研究工作先后获得了4个国家自然科学基金项目（青年、面上和重点）的支持，在国内外重要学术期刊先后发表论文19篇，其中，SCI收录8篇，EI收录3篇，CSCD收录8篇。

**代表性论文专著目录：**

1. 王世杰, 刘秀明, 贾玉鹤, 董丽敏, 季宏兵(2001). 陆相有孔虫形成环境的地球化学证据——以小渡口剖面为例. *中国科学：D辑* (8): 677-682.

2. Luo, W. and Wang S.\* (2009). Transmission of δ13C signals and its paleoclimatic implications in Liangfeng Cave System of Guizhou Province, SW China. *Environmental Earth Sciences* 59(3): 655-661.

3. Zhu, X., Wang S.\* and Luo W. (2011). Characteristics of strontium isotopes and their implications in the Qixing Cave of Guizhou, China. *Chinese Science Bulletin* 56(7): 670-675.

4. Luo, W., Wang S.\*, Zeng G., Zhu X. and Liu W. (2014). Daily response of drip water isotopes to precipitation in Liangfeng Cave, Guizhou Province, SW China. *Quaternary International* 349: 153-158.

5. Duan, W.\*, Ruan J., Luo W., Li T., Tian L., Zeng G., Zhang D., Bai Y., Li J., Tao T., Zhang P., Baker A. and Tan M.\* (2016). The transfer of seasonal isotopic variability between precipitation and drip water at eight caves in the monsoon regions of China. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 183: 250-266.

**主要完成人：**

罗维均、曾广能、贾玉鹤、段武辉、朱小龙、刘秀明

**主要完成单位：**

中国科学院地球化学研究所、贵州民族大学、沈阳市生态环境事务服务中心、中国科学院地质与地球物理研究所、重庆市生态环境工程评估中心