

资助相应重大项目,这必将对油储地球物理在全国的发展起到促进和导向作用。

THE RESEARCH ACHIEVEMENT AND PROSPECT OF RESERVOIR GEOPHYSICS IN CHINA

Liu Guangding Li Youming

(Institute of Geophysics, CAS, Beijing 100101)

Wu Yonggang

(Dept. of Exploration, Daqing Oil Administration Bureau, Daqing 163453)

Key words reservoir geophysics, terrestrial face interlayer

·成果简介·

云贵高原湖泊现代沉积地球化学过程和 环境信息的辨识与提取研究进展

郭进义

(国家自然科学基金委员会地球科学部,北京100083)

[关键词] 流域侵蚀,湖泊沉积物-水界面,核素示踪与元素循环,环境信息,云贵高原

湖泊沉积物作为环境物质迁移的宿体,记录了区域及全球环境变化的信息。湖泊沉积记录具有时序分辨率高、信息灵敏的特点,在恢复和重建近代短时间尺度的环境变化中具有深海沉积和黄土堆积所无法替代的优势。但是,湖泊沉积记录中环境信息的高分辨识别与提取有赖于对各种湖泊沉积地球化学过程的深刻了解和认识。云贵高原位于青藏高原东翼斜坡,是西南季风和东南季风交汇影响地区。该区湖泊以汇水面积较小、入湖河流较短、湖水较深而独具特色。

基于现代湖泊地球化学过程研究的国际前沿性和有待深入研究之处,以及云贵高原湖泊特殊的水文和环境地质条件,并考虑到国内已有研究基础和人员、技术支撑条件,国家自然科学基金委员会资助了由环境地球化学国家重点实验室(中国科学院地球化学研究所)万国江研究员负责的重点项目“云贵湖泊现代沉积地球化学过程及环境信息的辨识与提取”。本项目选择云贵高原泸沽湖、阿哈湖、百花湖、程海、草海、红枫湖等典型湖泊,通过“流域

本文于1998年6月11日收到。

侵蚀-湖泊沉积-信息提取”的系统研究,试图阐明湖泊现代沉积地球化学过程的机理、速率及环境效应,高分辨地识别和提取沉积物中记录的环境信息,重塑该区域200年来环境污染、生态变异、气候波动的演变过程。

通过4年(1994年1月—1997年12月)的研究,在流域侵蚀与湖泊沉积过程的放射性核素示踪、湖泊沉积物-水界面铁锰循环及微量金属元素地球化学行为、流域侵蚀与湖泊沉积过程的碳迁移转化、区域和全球环境变化、湖水二次污染机理等方面的理论问题和云贵高原近代环境变化的基本控制因素方面取得了重要进展。

(1) 依据 ^7Be 平均寿命仅76.5天的特性及其地球化学属性,通过地形断面表土-湖泊表层沉积的 ^7Be 比活度精确测定,在国际上首次应用 ^7Be 探索了岩溶地区表土的季节性侵蚀,模式分析显示出 ^7Be 作为表层土粒季节性侵蚀与湖泊沉积耦合的优良示踪价值。

(2) 发现,尽管分子扩散能改变沉积物柱芯中 ^{137}Cs 的分布,但红枫湖、泸沽湖、洱海及奥地利 Wallersee 湖沉积物柱芯中仍然存在可明显识别的 ^{137}Cs 蓄积峰,确证了其计年时标的可靠性,红枫湖、洱海沉积物中存在1975年 ^{137}Cs 次级蓄积峰,增加了其计年价值。指出,强调 ^{137}Cs 的分子扩散而贬低其计年价值是片面的。

(3) 进一步揭示了 ^{210}Pb 在湖泊沉积物垂直剖面中的分布类型有:随深度增加呈负指数衰减;表层数厘米为常数;表层变化无规律,一定深度以下呈指数减少;表层数厘米呈正向指数增加,一定深度以下呈负向指数减少。从机理上解释了 ^{210}Pb 在垂直剖面中的不同分布特征,提出了分段模拟计年的方法,为湖泊近代沉积的精确定年提供了有效手段。

(4) 通过湖泊水-沉积物界面 Fe、Mn 循环过程的研究,揭示出深水湖泊铁-锰循环受水-沉积物界面和水-沉积物系统季节性缺氧状况的双重控制机理。指出有机质生物氧化和硫酸盐还原作用是界面铁-锰循环的重要影响机制,并产生亚扩散层屏蔽效应而抑制 Fe^{2+} 的释放;铁-锰循环伴随微量金属元素地球化学形态的改变而影响其迁移行为。并成功用于解释程海古湖面的波动历史。

揭示出湖泊表层沉积物中铅增长趋势仅反映在 ppb 数量级,沉积物中的氧化还原敏感元素在氧化态与有机态之间的转化及沉积物陆源指数能敏感地从不同角度指示湖区气候、湖泊水位和氧化还原状态的变化。

研究了沉积物有机质生物氧化作用对界面元素循环的制约作用。阐明了湖泊沉积物中 C、N、S 元素的变化与早期成岩过程中有机质生物氧化作用密切相关;湖泊水-沉积物系统中混合微生物硝酸盐脱氮作用受 pH 值限制;沉积环境明显差异的湖泊对比研究表明, C/N 值反映物源关系, C/S 值反映早期成岩深度;水体的含氧性和复氧能力是制约生物氧化作用的关键条件。

(5) 通过碳酸盐岩地区陆地侵蚀以及湖泊表层碳酸盐沉积与溶解的过程分析,揭示了碳酸盐岩区域化学风化过程中碳酸盐矿物的分解和再结晶导致了区域水化学组成的不稳定性。碳酸盐岩区域化学侵蚀速率大于物理侵蚀速率,区域成土作用处于负增长状态,而碳酸盐岩区域作为大气 CO_2 输送的“汇”,大气 CO_2 在化学侵蚀中扮演着特殊角色。

(6) 比较研究了湖泊沉积中无机和有机碳同位素的环境指示意义。碳酸盐碳同位素特征主要受早期溶蚀和后期自生碳酸盐形成的影响;有机质易变组分碳同位素受早期成岩过程有机质降解程度的影响;有机质稳定组分的 α -纤维素碳链上的 C、H、O 原子不与外界交换,

在分解过程中其同位素组成能保留其原来的环境信息,可作为敏感的环境记录。

(7) 通过多种指标综合探讨了区域环境变化和湖水二次污染机理。在湖泊沉积物年分辨基础上,利用有机质纤维素稳定碳同位素组成揭示了近140年来泸沽湖湖区气候发生了冷—暖—冷的变化历史。在高精度沉积物计年基础上通过沉积物柱芯逐一层位重金属存在形式研究和因子分析,重建了历史时期洱海的重金属污染历史:1958年以前沉积物系自然侵蚀与堆积的记录,1958年以后大气沉降因子起着主要作用,大气沉降是湖泊沉积物重金属的重要来源,而1982年以后流域侵蚀因子的影响明显增强。指出阿哈湖铁-锰季节性二次污染的触发因素是湖区底层滞水带季节性缺氧而引发的沉积物-水界面铁-锰循环的加剧。

本项目还针对1994年秋季贵州百花湖突发的湖水溶解氧降低、亚硝酸盐浓度增高、水体变黑变臭和鱼类死亡的“黑潮”事件,应地方政府的要求,根据本项目的研究目标和优势及时进行了研究。指出,沉积物中耗氧有机质的分解、磷释放和微生物脱氮作用受阻等作用耦合是“黑潮”事件的内在原因,为政府决策提供了科学依据。

(8) 自行研制了无扰动沉积物柱芯采样装置、氮氦分样系统和样品分析的前处理系统,为本项目的完成提供了重要保证。

项目实施过程中以多种形式开展了与美国、奥地利、英国和瑞士的国际合作与交流,促进了项目的高水平完成。

本项目已发表论文61篇、专著1部、会议论文13篇,支撑了2名博士后、7名博士生和8名硕士生的培养和研究工作。部分成果获中国科学院自然科学奖三等奖。

1998年3月该项目通过了国家自然科学基金委员会组织的验收。验收组专家认为,本项目在 ^7Be 示踪岩溶地区表土季节性侵蚀、 ^{137}Cs 辅助时标价值的确证和 ^{210}Pb 分段模拟计年方法的探索等方面的研究成果达到了国际先进水平;在湖泊水-沉积物界面Fe、Mn循环的“双界面”控制机理及应用、岩溶地区化学侵蚀与大气 CO_2 关系、湖泊沉积物中无机和有机碳同位素的环境指示意义等方面的工作具有创新性和先导性。

PROGRESS ON THE GEOCHEMICAL PROCESSES OF RECENT SEDIMENTATION AND THE DISTINGUISHING AND EXTRACTING OF ENVIRONMENTAL RECORDS IN LAKES OF THE YUNNAN-GUIZHOU PLATEAU

Guo Jinyi

(Department of Earth Sciences, NSFC, Beijing 100083)

Key words watershed erosion, interface between sediments and waters, nuclides trace and elements cycle, environmental records, Yunnan-Guizhou Plateau