长江三峡库区中坝遗址地层古洪水沉积判别研究

朱 诚[①②] 郑朝贵[①③] 马春梅[①] 孙智彬[④] 朱光耀[⑤] 王慧麟[①] 高华中[①]
王朋岭[①] 黄 润[①]

(① 南京大学城市与资源学系, 南京 210093; ② 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, 西安 710075; ③ 安徽滁州学院地理系, 滁州 239012; ④ 四川省文物考古研究院, 成都 610041; ⑤ 安徽蚌埠学院人文与社会科学部, 蚌埠 233050. E-mail: zhuchengnj@yahoo.com.cn)

摘要 利用"将今论古"法则对中坝遗址疑似古洪水层和该遗址现代洪水沉积物的AMS^{14}C测年、粒度、重砂矿物成分形态、锆石微形态、Rb/Sr、磁化率、TOC等地球化学指标相似性比较研究发现, 该遗址除上部存在 1981 年现代洪水沉积物外, 还具有清代、宋代中期、战国早期(400~350BC)、西周时期(920~900BC)、夏代(2070~1600BC)和新石器时代(3000~2300BC)6 期古洪水沉积物. 其判定证据主要是古代洪水层和1981年现代洪水层都具有以下相似性特征: (1) 概率累积曲线主要为3段或4段式; (2) 悬移质组分粒度分布范围多在 3~10∅; (3) 沉积物分选性较好, 且以悬移质为主(>50%). (4) 组成的重砂矿物种类和数量及形态基本相同. (5) 扫描电子显微镜观察发现, 它们在锆石形态上多为半浑圆状, 有些已由四方双锥形被磨至近浑圆状, 表明均具有被流水长途搬运后留下的磨圆特征. (6) Rb/Sr值(0.55~0.66)均高于文化层的 0.03~0.26. (7) 磁化率值(133.73~433.05)均远低于各文化层的 959.25~2442.44. (8) TOC含量(0.14%~0.33%)都远远低于文化层的1.13%~2.95%含量. 研究表明, 用上述"将今论古"比较手段来确定遗址古洪水层的真实属性是完全可行的.

关键词 长江三峡库区 中坝遗址 古洪水 沉积物特征 重砂矿成分 锆石形态 **Rb/Sr** 磁化率

长江三峡工程淹没区是洪水灾害多发地区, 如何判断考古遗址地层中某些灾变事件地层尤其是古洪水层的属性是一难题. 在近年三峡工程抢救性考古发掘过程中, 作者参加了由四川省文物考古研究院主持的忠县中坝遗址的抢救性考古发掘, 在研究中发现该遗址既有现代洪水沉积物、又有遗址地层中存在的多个疑似古洪水沉积层. 作者采用了"将今论古"的法则, 将该遗址地层中疑似的古洪水沉积物与当地农民指认的该遗址 1981 年现代洪水沉积物做了AMS^{14}C测年、粒度、重砂矿物成分和形态、锆石微形态、Rb/Sr、磁化率、TOC(总有机碳)等地球化学指标相似性比较研究, 从而确定了古洪水层真实的属性, 以下是该项研究的主要结果.

1 中坝遗址简介

中坝遗址位于忠县县城以北 4.5 km的的的的的岸冲积扇上, 遗址东西长约 350 m, 南北宽约 140 m, 总面积约 49000 m^2. 由于的水对冲积扇后缘的常年冲刷, 该遗址主体部分已成的床的侧一座面积约 7000 m^{2}的孤岛, 人称"中坝", 遗址由此得名. 遗址中心地理座标为东经 108º 1′38″, 北纬 30º 20′43″, 表面高程 148 m, 隶属于重隶市忠县的的隶隶隶隶一社(见图 1). 中坝呈西北-东南向陈列, 地貌为三级阶状台地, 西北高、东南低. 第三级阶状台地位处中部偏西, 是直径约 13 m的圆形土台(为奎星阁庙宇废址所在), 高出二级阶状台地约 2 m; 第二级阶状台地分布于中坝西部至中部, 相对较平, 面积约 2800 m^2, 高出一级阶状台地约 2 m; 第一级阶状台地分布于中坝中部与东部, 自西向东倾斜至的滩, 面积约 4000 m^2. 从发掘情况看, 二级阶状台地近中部应是遗址的中心区域.

中坝遗址是三峡地区抢救性考古发掘以来目前发现的考古文化层厚度最大、文化层最为齐全的遗址, 图 2 和图 3 是该遗址T0102 探方剖面, 从图 3 可见该剖面具有从新石器时代→夏商周→春秋战国→汉代→六朝→唐宋明清→近现代长达 5000 年各历史时代几乎完整无缺的考古文化层[1].

2 古洪水层年代和沉积特征研究

2.1 古洪水年代和沉积物粒度特征

现场调查发现, 中坝遗址 T0102 探方除有 5000 年来较齐全的文化层外, 在文化层之间还存在清代、



图 1 中坝遗址位置示意图
遗址距长江主的道仅 4.5 km



图 2 中坝遗址 T0102 探方西壁剖面照片

宋代中期、战国早期、西周时期、夏代和新石器时期 6 处不含任何文化器物的自然沉积层(又称文化间歇层，见表 1). 这些文化间歇层主要由红色粉砂构成，厚度一般在 15~30 cm 之间，多有水平沉积层理，而该探方上部的 2B 层经当地农民指认是为 1981 年大洪水留下的现代洪积层(见图 4). 由于该遗址中这 6

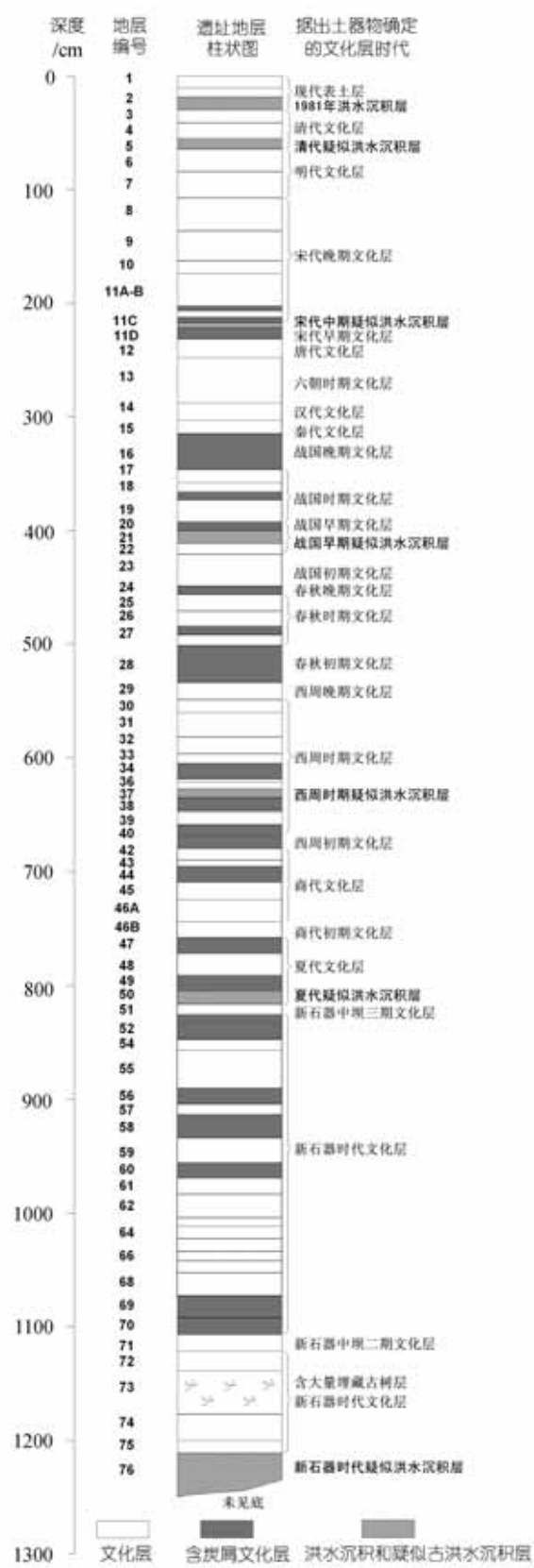


图 3 中坝遗址 T0102 探方剖面图



图 4 中坝遗址 T0102 探方现代洪水沉积与古代疑似洪水沉积照片

(a) 中坝当地农民指认的 1981 年洪水沉积层照片(箭头处); (b) 中坝遗址 T0102 探方中的清代疑似古洪水层照片(箭头处); (c) 中坝遗址 T0102 探方中的宋代疑似古洪水层照片(箭头处)

表 1 中坝遗址 T0102 探方疑似古洪水层及 1981 年洪水沉积物与一般文化层特征比较

层位编号	层位属性	层位厚度/cm	据出土器物确定的考古学年代	地层特征
2A	耕土层	10~20	近现代土层	灰褐色夹砂土层, 质松, 无包含物
2B	1981 年洪水层	25~30	1981 年	棕红色粉砂层, 质松, 有水平沉积层理, 无包含物
3	清代文化层	20~30	清代	灰褐色土层, 质稍硬, 有耳勺小铜器等包含物
4	清代文化层	25~40	清代	灰褐色砂质黏土层, 夹明清瓦片及宋代瓷片
5	清代自然淤积层(疑似古洪水层)	15~25	清代	黄褐色粉砂土层、质松、夹少量黏土、有水平沉积层理、无包含物
6	明代文化层	30~50	明代	褐灰色砂质黏土, 夹有宋、唐和明代陶瓦片等
11B	宋代文化层	25~38	宋代	灰黑色土层、含宋代瓷片
11C	宋代自然淤积层(疑似古洪水层)	10~13	宋代中期	红色淤泥层、有水平沉积层理、无包含物
11D	宋代文化层	20~26	宋代早期	灰黄色粉砂质黏土、含少量炭屑和砾石
20	战国文化层	15~20	战国早期	棕黄色土, 含大量炭屑和红陶圈足杯、尖底器、兽骨等
21	战国自然淤积层(疑似古洪水层)	25~30	战国早期	浅红色黏土、土质紧密纯净、有水平沉积层理、无陶片
22	战国文化层	15~25	战国早期	灰褐色土、质松、含灰烬和红、灰陶片及罐、釜、兽骨等
36	西周文化层	10~15	西周时期	浅黄色淤砂层、质密、含少量灰褐色陶片、侈口罐、瓮、骨块等
37	西周自然淤积层(疑似古洪水层)	15~20	西周时期	暗红色粉砂质黏土, 质紧密、细腻、纯净,有水平沉积层理、无陶片
38	西周文化层	25~30	西周时期	黑灰土, 质松, 含大量炭屑, 夹砂灰褐陶片和釜、钵、罐、骨块等
49	夏代文化层	25~35	夏代	暗红色粉砂质黏土, 质密, 含大量炭屑, 陶片较少, 以夹砂灰褐陶为主, 有绳纹, 戳印纹, 弦纹, 釜, 罐, 石斧, 骨块等
50	夏代自然淤积层(疑似古洪水层)	25~30	夏代	暗红色粉砂质黏土层, 质地紧密细腻、黏性大、纯净, 有水平沉积层理、未发现任何陶片
51	新石器文化层	20~25	新石器中坝三期	红褐色黏土, 质紧密, 含大量夹砂红陶尖底罐残片、有器盖、盘、侈口罐、骨块等
75	新石器文化层	25~30	新石器中坝二期	灰褐粉砂质黏土, 质密, 含炭屑夹砂灰褐陶, 戳印纹和附加堆纹, 含缸、罐、盖、盘,石斧石凿砺石
76	新石器自然淤积层(疑似古洪水层)	未见底	新石器中坝一期	暗红色胶泥层(为生土层), 含较多黄黑色水锈, 结构紧密, 质地纯净、有水平沉积层理

处自然淤积层从颜色和质地等外观看均具有与 1981 年现代洪水层相类似的特征(见图 4(b), (c), 表 1), 故本文在对该遗址地层AMS^{14}C测年基础上, 首先采用了沉积学比较和“将今论古”的地质学常用法则, 对该遗址地层中自然淤积层的成因判定做了尝试.

就国内外古洪水研究现状看, Sheffer等[2]将水文观测、^{14}C测年和历史文献资料相结合, 研究了法国南部阿列的(The Ardeche River)古洪水现象.在全新世地层中发现了两个中全新世和 4 个晚全新世的古洪水沉积层. Kochel等[3]利用^{14}C测年、沉积物粒度和概率累积曲线及与历史文献资料相结合的研究, 在Science上发表了古洪水水文学研究的思路. Sarah等[4]利用沉积学粒度、^{14}C测年、磁化率、TOC并结合历史文献资料研究了英国北弗蒙特地区(north Ver-

mont)10000 年来的古洪水记录，发现除文献记载外，该区至少还存在 2620, 6330, 6810 和>8600aBP的几次大洪水事件. Gale等[5]根据对世界各地洪水事件和冰湖溃决、水库垮坝、暴雨事件等的统计，讨论了目前已知的第四纪以来世界各地特大洪水与全球灾变事件的联系.

在国内，杨达源等[6]通过对粒度、沉积构造结合对 1843 年洪水层的对比，研究了黄的小浪底段古洪水沉积特征，还研究了洪水憩流时的平流层沉积物特征.谢悦波等[7]通过分析古洪水沉积环境和沉积物特征，指出黄的小浪底古洪水沉积分为 3 个类型：即主的槽和滨的槽砾质砂砾质沉积、的床和滨的床砂质沉积、洪水泛滥性细颗粒平流沉积，尤其认为平流沉积(slack-water deposits)是了解地层中古洪水的主要研究对象.夏正楷等[8]通过对的南新寨遗址地层沉积物的粒度分析，讨论了中国中原地区 3500 aBP前后的异常洪水事件. 潘凤英等 1996 年[9]采用粒度、黏土矿物X衍射、磁化率等方法研究了江苏兴化乌中荡湖相沉积中如何鉴别洪水沉积的问题. 朱诚等[10~13]、于世永等[14,15]在过去对长江中下游考古遗址和全新世自然沉积地层的研究中，曾利用^{14}C测年、埋藏古树和沉积学等方法研究过这一地区的古洪水，并发现南京江北地区全新世地层中至少存在 5 个古洪水事件层.

综观前人的研究，主要是采用了将今论古的沉积学方法与^{14}C测年以及历史文献资料相结合的手段. 其中，憩流沉积是国内外学者古洪水研究的主要对象. 根据Kochel等[3]的研究，憩流沉积是洪水流速达到最低值时的沉积，如果某个古洪水沉积地点未遭受后期侵蚀，那么后期的洪水憩流沉积将在老的沉积层上形成新的憩流沉积物，如此将保留较大规模长时间尺度的洪水记录. 支流入干流的的口附近由于易受干流雍水的顶托，所以是憩流沉积物最易堆积的地貌部位[3].

中坝遗址由于距长江干流仅 4.5 km，受夏季洪水和长江干流涨水顶托双重作用影响易形成洪水憩流沉积，因此已具备憩流沉积的研究条件，是非常理想的古洪水研究地点.为判定中坝遗址中的疑似古洪水层，我们首先采集了当地隶民指认的、经历 1981 年大洪水后在中坝遗址T0102 探方上部地层中遗留下的由棕红色粉砂构成的现代洪水沉积物样品，与此同时还采集了该探方中不同时代疑似的古洪水层样品 6 个，经过对疑似古洪水层相邻的 15 个文化层中木头和骨头样品在北京大学重离子物理研究所做AMS^{14}C测年和考古断代的基础上，经英国Malvern Mastersizer 2000 型激光粒度仪对 1981 年洪水沉积物和 6 个疑似洪水层样品测试后得出的粒度参数、概率累积曲线、推移、跃移和悬移质组分分析，获得以下沉积物粒度研究结果(见表 2, 3 和图 5).

从以上图表可见，该探方疑似古洪水层与 1981

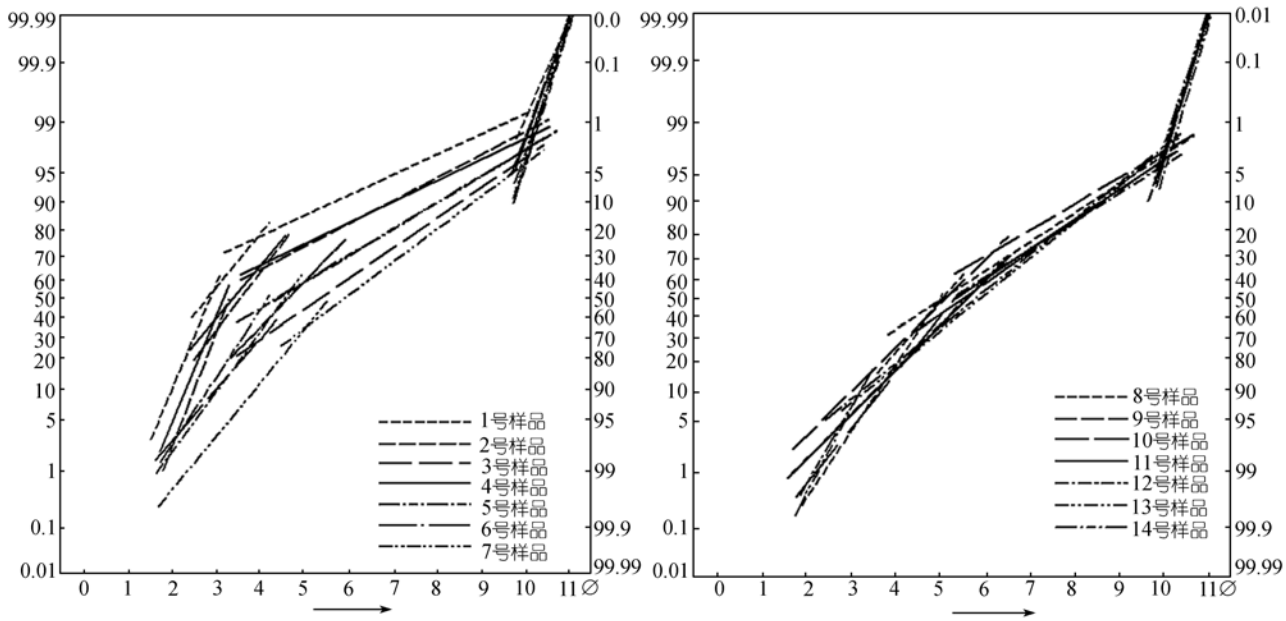


图 5　中坝遗址 T0102 探方疑似古洪水层与 1981 年洪水层样品概率累积曲线图

表 2 中坝遗址T0102 探方地层AMS^{14}C测年和史料考证断代表[a)]

层位编号	距地表深度 /cm	研究后确定的层位性质	树轮校正的AMS^{14}C年代(洪水层年代由相邻层年代推算)	AMS^{14}C测年实验室编号
2B-1	10	现代洪水层	1981AD(当地农民指认的年代)	
2B-2	20	现代洪水层	1981AD(当地农民指认的年代)	
2B-3	25	现代洪水层	1981AD(当地农民指认的年代)	
2B-4	30	现代洪水层	1981AD(当地农民指认的年代)	
5-1	60	清代疑似古洪水层	清代	
5-2	70	清代疑似古洪水层	(相邻文化层出土器物考古断代)	
11C-1	210	宋代疑似古洪水层	宋代中期	
11C-2	215	宋代疑似古洪水层	(相邻文化层出土器物考古断代)	
20*	390	战国文化层	800~350BC(骨头)	BA001424
21	410	战国疑似古洪水层	400~350BC 战国早期 (据器物和相邻层测年数据推算)	
22*	415	战国文化层	770~400BC(骨头)	BA01368
28-1*	633	春秋文化层	790~520BC(炭屑)	BA04419
34-1*	610	西周文化层	1130~760BC(骨头)	BK2002045
34-2*	615	西周文化层	1005~900BC(炭屑)	BA04420
37-1	620	西周疑似古洪水层	920~900BC 西周时期 (据器物和相邻层测年数据推算)	
37-2	630	西周疑似古洪水层	920~900BC 西周时期 (据器物和相邻层测年数据推算)	
38-1*	635	西周文化层	920~800BC(炭屑)	BA04421
38-2*	640	西周文化层	1460~1000BC(木头)	BK2002046
44-2*	700	商代文化层	1690~1450BC(炭屑)	BA04422
49-1*	795	夏代文化层	1900~1100BC(木头)	BK2002047
49-2*	800	夏代文化层	1690~1450BC(炭屑)	BA04423
50-2	810	夏代疑似古洪水层	2070~1600BC 夏代 (据器物和相邻层测年数据推算)	
56*	830	新石器文化层	2140~2070BC(骨头)	BA01390
73-1*	1150	新石器文化层	2650~2000BC(骨头)	BA01398
73-4*	1170	新石器文化层	2140~2080BC(古树)	BA04424
75-1*	1210	新石器文化层	2470~2030BC(木头)	BK2002048
75-2*	1215	新石器文化层	2300~2130BC(炭屑)	BA04425
76-1	1220	新石器时代疑似古洪水层	3000~2300BC 新石器时代 (据器物和相邻层测年数据推算)	
76-2	1230	新石器时代疑似古洪水层	3000~2300BC 新石器时代 (据器物和相邻层测年数据推算)	

a) 含“*”号者为AMS^{14}C实测数据, 系与各疑似古洪水层相邻的文化层采集的木头和骨头样品交由北京大学重离子物理研究所加速器所测结果

表 3 中坝遗址 T0102 探方疑似古洪水层与 1981 年洪水层粒度参数特征表

编号	距地表深度 /cm	样品号	考古断代和AMS^{14}C年代 (经树轮校正)	洪水层厚度/cm	平均粒径(∅)	标准离差 (S_d)	偏度系数 (S_k)
1	10	2B-1	1981AD	25~30	3.37	1.43	0.42
2	20	2B-2	1981AD		4.20	1.72	0.48
3	25	2B-3	1981AD		5.63	2.21	0.11
4	30	2B-4	1981AD		4.10	1.87	0.48
5	60	5-1	清代(考古断代)	15~25	3.97	2.07	0.36
6	70	5-2			5.13	1.94	0.37
7	210	11C-1	宋代中期(考古断代)	10~13	5.97	1.95	0.22
8	215	11C-2			5.47	1.90	0.39
9	410	21	战国早期(400~350BC)	25~30	5.25	2.00	0.14
10	620	37-1	西周时期 (920~900BC)	15~20	5.78	1.99	0.23
11	630	37-2	西周时期 (920~900BC)		5.87	1.99	0.14
12	810	50-2	夏 代 (2070~1600BC)	25~30	5.78	2.05	0.16
13	1220	76-1	新石器时代(3000~2300BC)	出露地表厚 30 cm	5.77	2.05	0.05
14	1230	76-2		(未见底)	5.77	2.07	0.02

年现代洪水层有许多相似之处: 首先, 概率累积曲线主要由 3~4 段式组成; 从平均粒径看, 该遗址T0102探方清代、宋代中期、战国早期、西周时期、夏代和新石器时期地层疑似的古洪水层样品与 1981 年洪积物的平均粒径相似, 分布范围主要在 3~10∅之间, 主要由极细砂、粗粉砂、中粉砂和红色黏土构成. 其次, 从分选特征看, 各样品概率累积曲线最上段斜率均较大(68°~73°), 中段斜率亦可达 45°~69°, 反映各样品分选性均较好. 再者, 从粒级组分含量看, 均以悬移质组分含量为主, 3~11∅组分占 55%~96%.若将中坝遗址上述古洪水沉积特征与长江下游南京江北地区林峰桥全新世沉积剖面中的洪水层位(L14 号样品)[12]、上海马桥遗址良渚文化与马桥文化之间的洪水层[10]相比, 亦可见有如下相同之处: 即(1)概率累积曲线主要为 3 段或 4 段式; (2) 悬移质组分粒度分布范围多在 3~10∅; (3) 沉积物分选性较好, 且以悬移质为主(>50%). 因此, 以上沉积学特征可作为判定 5, 11C, 21, 37, 50 和 76 号这 6 处疑似古洪水层确实为古洪水沉积物的证据之一.

2.2 疑似古洪水层与 **1981** 年现代洪水沉积物的重砂矿物及其微形态比较

从地质学的"将今论古"法则看, 古洪水层与同一地点的现代洪水层沉积物由于具有相似的上游物质来源和搬运特征, 所以其重砂矿物及其微形态应有相似性.本着这一法则, 作者将该遗址 6 个疑似古洪水层和 1981 年现代洪水层沉积物共 7 个样品做了重砂矿物成分鉴定比较, 表 4 是由江苏省地质矿产厅地质调查研究院协助鉴定得出的鉴定结果.

从表 4 可见, 该遗址 6 个疑似古洪水层与 1981 年现代洪水层在重砂矿物组成成分及矿物特征上有很多相似性: (1) 主要都由磁铁矿、赤褐铁矿、绿帘石、石榴子石、锆石、金红石、磷灰石等 15 种重砂矿物组成. (2) 在所含的重砂矿物含量中, 电气石、角闪石、辉石、绿泥石、榍石、白钛石、锐钛矿和黄铁矿都很少, 而其他重砂矿物相对较多. (3) 疑似古洪水层与 1981 年洪水层所含重砂矿物的形态具有相似性, 其中, 绝大多数重砂矿物具有半棱角粒状, 而锆石、金红石、磷灰石、榍石和白钛石多为半浑圆状和浑圆状.以上重矿成分和形态的相似性可作为判定该遗址 6 处疑似古洪水层确定为古洪水沉积物的另一证据.

由于上述重砂矿物中锆石是常见的重矿物之一, 且其比重较大(4.6~4.7), 硬度为 7.5, 抗磨损相对较强, 其表面微形态比较是判断沉积物沉积性质的重要依据, 因此, 特将该遗址 6 个疑似古洪水层与 1980 年现代洪水沉积物中的锆石在南京大学现代分析中心扫描电子显微镜实验室采用日本 Hitachi Scanning Electron Microscope 扫描电子显镜做了表面形态鉴定分析(前处理主要是将样品中的锆石在双目显微镜下挑出后置于圆形铜靶上, 以离子溅射喷金后上镜观察), 图 6 是各疑似古洪水层与 1981 年现代洪水沉积物中锆石形态的比较照片.

从图 6 可见, 该遗址 6 个疑似古洪水层与 1981 年现代洪水沉积物中的锆石在形态上亦有相似之处: (1) 形态多为半浑圆状, 除图 6 中新石器时代 76-2-8 号样品尚存有局部棱角外, 其余样品棱角均有被明显磨圆的痕迹. (2) 在图 6 中, 1981 年洪水层 2B-3 号、清代 5-2-2 号、宋代 11C1-3 号、战国 21-1 号、战国 21-4 号、西周 37-1-1 号、夏代 50-2-4 号、夏代 50-2-1 号、新石器时代 76-2-1 号、新石器时代 76-2-5 号这些锆石已由四方双锥形态被磨至近于浑圆状, 表明均具有被流水长途搬运后留下的一定程度的磨圆特征.以上锆石表面形态的相似性可作为判定该遗址 6 处疑似古洪水层确定为古洪水沉积物的又一证据.

3 古洪水层与文化层 Rb/Sr、磁化率、TOC 及元素含量特征分析

为寻找古洪水层的其他证据, 作者还对该遗址地层样品做了 Rb/Sr、磁化率、TOC 及元素含量分析. 其中, Rb/Sr 值由南京大学现代分析中心 X 射线荧光光谱方法(XRF)所测, 磁化率由南京大学区域环境演变研究所捷克 AGICO 公司 KLY-3(卡帕桥)型磁化率仪测定, TOC、N 和 Hg 由南京大学现代分析中心用原子吸收光谱仪所测. 表 5 是中坝遗址 T0102 探方剖面洪水层与文化层 Rb/Sr, 磁化率、TOC 及元素含量对比表.

从表 5 可见, 该遗址疑似古洪水层和 1981 年现代洪水层有以下相似性特征: 首先, 疑似古洪水层和现代洪水层的 Rb/Sr 值主要分布于 0.55~0.66 之间(个别可达 0.87), 普遍高于文化层(0.03~0.26)的分布值, 分析认为这是由于在雨水淋溶过程中, Rb 的离子半径大, 具有很强的被吸附能力, 易被黏土矿物吸附而保留在原地, 而离子半径小的 Sr 则主要以游离 Sr 的形式被洪水带走, 结果使洪水层中 Rb/Sr 比升高. 因

表 5 中坝遗址疑似古洪水层及 1981 年洪水层与文化层 Rb/Sr、磁化率及元素含量对比表

地层时代与性质	样品号	Rb/Sr	磁化率/SI	TOC/%	N/%	Hg/μg · g^{-1}
现代耕土层	2A	0.22	959.25	1.13	0.64	0.14
1981 年洪水层	2B-1	0.57	309.60	0.21	0.07	未测出
	2B-2	0.58	299.59	0.07	0.07	未测出
	2B-4	0.65	199.60	0.14	0.06	未测出
清代文化层	3-3	0.38	1135.36	0.80	0.13	0.21
清代疑似古洪水层	5-1	0.66	249.76	0.12	0.03	0.01
	5-2	0.66	312.50	0.26	0.05	0.01
明代文化层	6-1	0.29	1614.05	0.81	0.04	0.15
	6-2	0.16	1274.64	0.63	0.09	0.14
宋代文化层	8A-1	0.33	2442.44	0.71	0.10	0.31
	11B-5	0.05	1295.47	0.61	0.04	0.11
宋代疑似古洪水层	11C-1	0.44	432.01	0.33	0.02	0.22
	11C-2	0.61	333.78	0.36	0.01	0.11
宋代文化层	11D-1	0.17	1652.48	1.75	0.52	0.91
战国文化层	20	0.03	1614.14	2.35	0.40	1.28
战国疑似古洪水层	21	0.27	372.53	0.63	0.03	1.05
战国文化层	22	0.03	1246.98	1.79	0.56	1.40
西周文化层	34-2	0.04	1587.03	2.95	0.11	1.00
西周疑似古洪水层	37-1	0.62	133.73	0.34	0.01	0.01
	37-2	0.55	158.89	0.28	0.001	1.36
西周文化层	38-1	0.02	1189.83	3.33	0.09	0.46
夏代文化层	49-1	0.16	1218.24	2.82	0.40	1.11
夏代疑似古洪水层	50-1	0.53	433.05	0.48	0.15	0.34
	50-2	0.45	658.47	0.55	0.07	0.34
夏代文化层	51-1	0.14	1246.27	0.95	0.04	1.09
新石器时代文化层	75	0.26	2132.99	1.04	0.10	未测出
新石器时代	76-1	0.87	134.84	0.20	0.01	0.00
疑似古洪水层	76-2	0.79	159.17	0.18	0.01	0.01

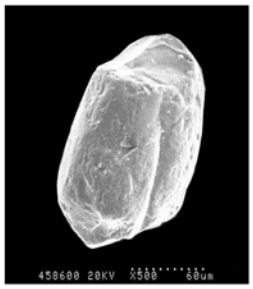
此，Rb/Sr比的大小实际上指示了与洪水发生密切相关的降水量强度大小[16]，Rb/Sr高值反映的是与洪水有关的高降雨量环境，而Rb/Sr低值往往指示降雨量少的干旱环境. 其次，疑似古洪水层和 1981 年现代洪水层的磁化率值均很低，分布范围绝大部分在 133.73~433.05 之间，比文化层磁化率值(分布范围从 959.25~2442.44，绝大部分在 1135.36 以上)普遍低一个数量级，而Sarah[4]对新英格兰Ritterbush流域古洪水层的研究亦得出类似的结果. 这是由于文化层中一是多陶片(含较多铁磁性矿物)、二是受人类用火烘烤作用影响，铁磁性矿物易积累，而铁磁性矿物在由悬移质构成的洪水憩流沉积物中相对较少所致. 此外，古洪水层和 1981 年洪水层的TOC含量多在 0.14%~0.33%之间，都远远低于文化层 1.13%~2.95%的TOC含量. 洪水层的有机N和Hg 含量也远远低于文化层. 分析认为，这些现象是因文化层主要由人类长期生产活动造成地层中TOC，N，Hg元素增加，而洪水层中 TOC，有机 N 和 Hg 等元素易受冲刷淋洗而减少所致. 以上分析结果可作为判定该遗址 6 个疑似古洪水层确定为古洪水遗留沉积物的其它证据.

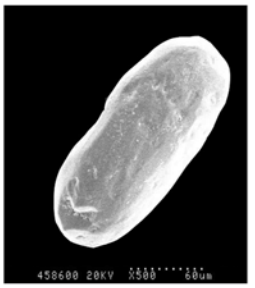
4 讨论和结论

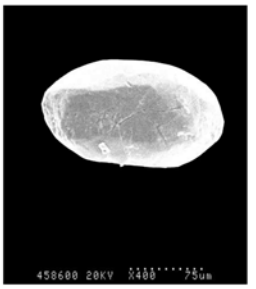
在对遗址地层考古断代和AMS^{14}C测年基础上，多种分析证据表明，中坝遗址除上部存在 1981 年现代洪水沉积物外，还具有清代、宋代中期、战国早期(400~350BC)、西周时期(920~900BC)、夏代(2070~1600BC)和新石器时代(3000~2300BC)6 期古洪水沉积物，其判定证据主要有:

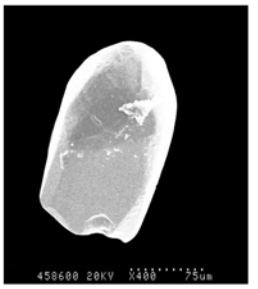
(ⅰ) 中坝遗址 6 个古洪水层与 1981 年现代洪水层沉积物主要都由红色粉砂或淤泥构成，厚度一般在 15~30 cm 之间，多有水平沉积层理，其粒度组成具有以下相似性: (1) 概率累积曲线主要都为 3 段或 4 段式; (2) 悬移质组分粒度分布范围多在 3~10 ∅; (3) 沉积物分选性较好，且均以悬移质为主(>50%).

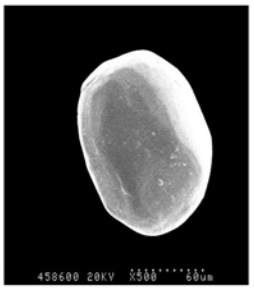
(ⅱ) 中坝遗址 6 个古洪水层与 1981 年现代洪水层沉积物在重砂矿物成分及特征上有以下相似性:

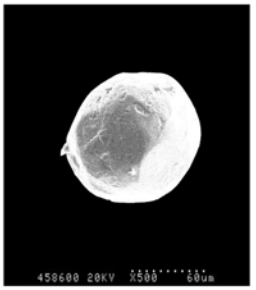

1981年洪水层2B-1

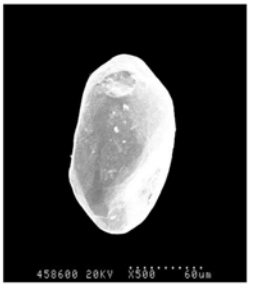

1981年洪水层2B-2

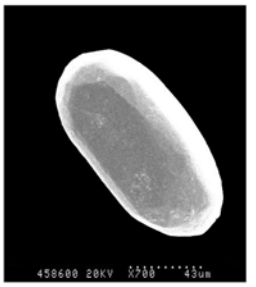

1981年洪水层2B-3


1981年洪水层2B-4

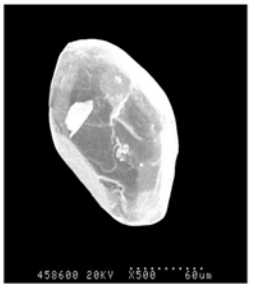

清代似洪水层5-2-1

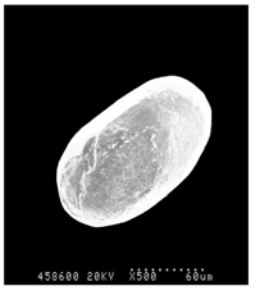

清代似洪水层5-2-2

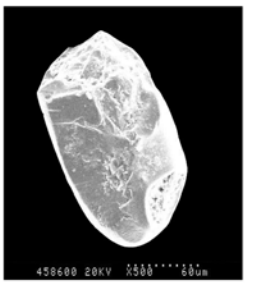

清代似洪水层5-2-3

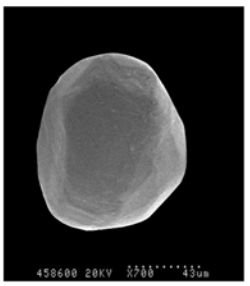

清代似洪水层5-2-4

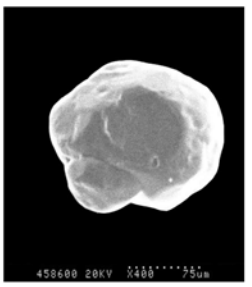

宋代似洪水层11C1-1

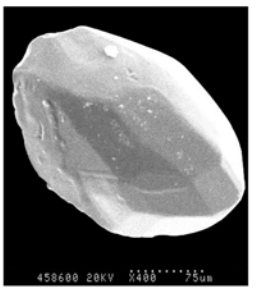

宋代似洪水层11C1-2

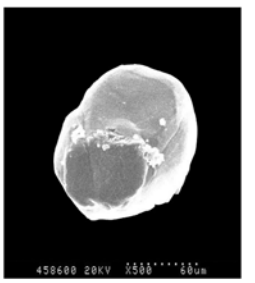

宋代似洪水层11C1-3

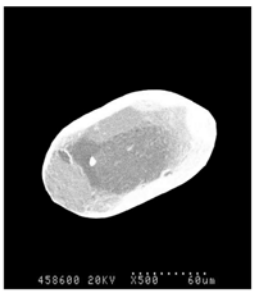

宋代似洪水层11C1-4

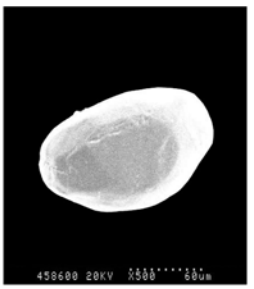

战国似洪水层21-1

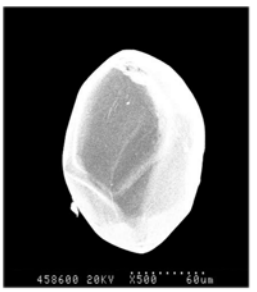

战国似洪水层21-2

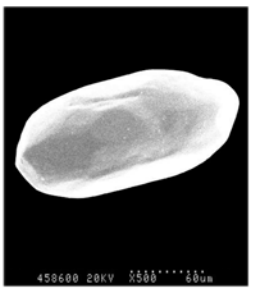

战国似洪水层21-3


战国似洪水层21-4


西周似洪水层37-1-1


西周似洪水层37-1-2


西周似洪水层37-2-1


西周似洪水层37-2-2

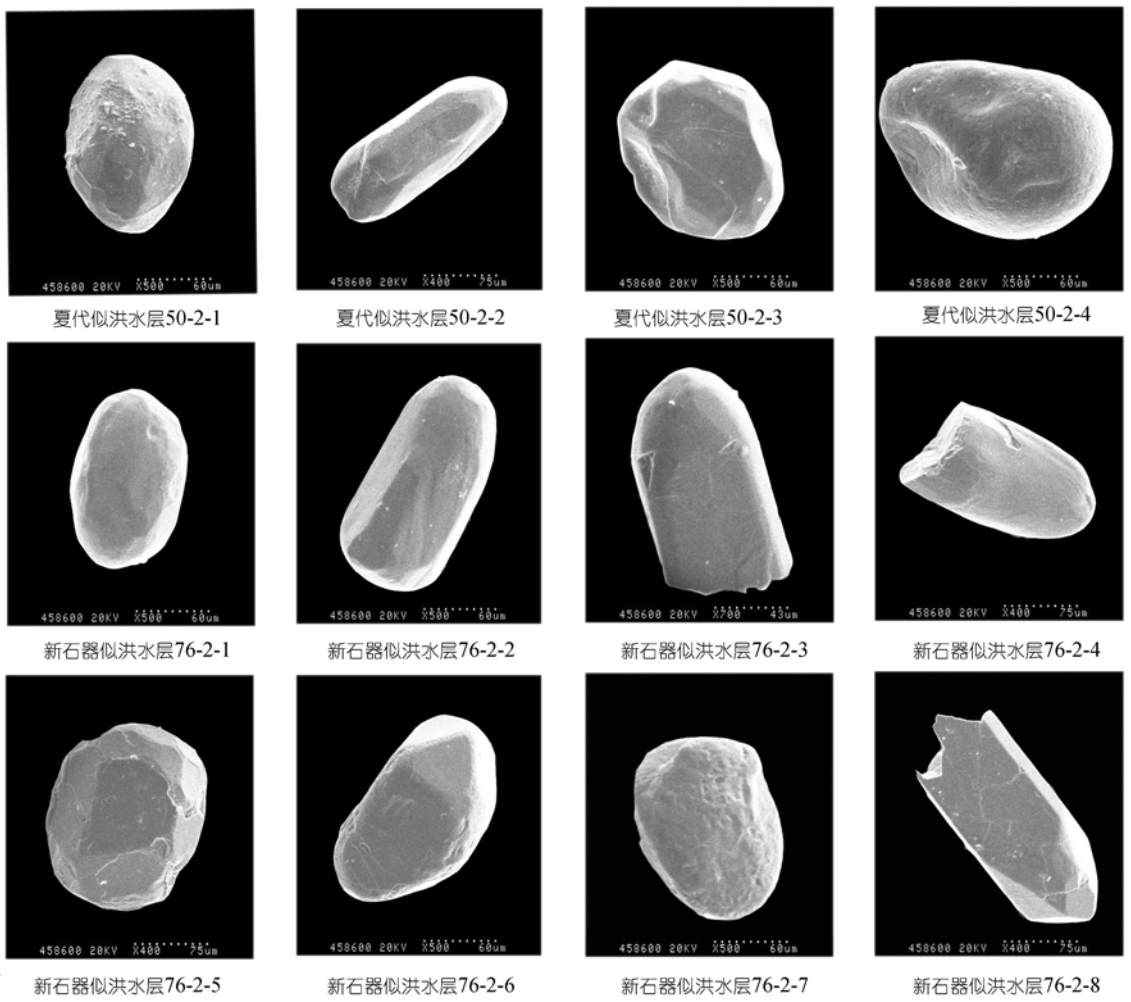


图 6 中坝遗址疑似古洪水层和 1981 年现代洪水层沉积物中锆石形态的比较

(1) 主要都由磁铁矿、赤褐铁矿、绿帘石、石榴子石、锆石、金红石、磷灰石等 15 种重砂矿物组成. (2) 在所含的重砂矿物含量中, 电气石、角闪石、辉石、绿泥石、榍石、白钛石、锐钛矿和黄铁矿都很少, 而其它重砂矿物相对较多. (3) 疑似古洪水层与 1981 年洪水层所含重砂矿物的形态具有相似性, 其中, 绝大多数重砂矿物具有半棱角粒状, 而锆石、金红石、磷灰石、榍石和白钛石多为半浑圆状和浑圆状, 表明均具有被流水长途搬运后留下的一定程度的磨圆特征.

(iii) 中坝遗址 6 个古洪水层与 1981 年现代洪水层沉积物在锆石形态上有以下相似性: (1) 形态多为半浑圆状, 除图 6 中新石器时代 76-2-8 号样品尚存有局部棱角外, 其余样品棱角均有被明显磨圆的痕迹. (2) 在图 6 中, 1981 年洪水层 2B-3 号、清代 5-2-2 号、宋代 11C1-3 号、战国 21-1 号、战国 21-4 号、西周 37-1-1 号、夏代 50-2-4 号、夏代 50-2-1 号、新石器时代 76-2-1 号、新石器时代 76-2-5 号这些锆石已由四方双锥形态被磨至近于浑圆状.

(iv) 中坝遗址 6 个古洪水层与 1981 年现代洪水层沉积物在与同遗址文化层 Rb/Sr、磁化率、TOC 及元素含量特征方面还具有以下相似性: (1) 6 个古洪水层和 1981 年现代洪水层 Rb/Sr 值主要分布于 0.55~0.66 之间(最高为 0.87), 它们都高于文化层的 Rb/Sr 值(0.03~0.26 之间). (2) 古洪水层和 1981 年洪水层磁化率值均很低(分布于 133.73~433.05 之间), 远低于各文化层(959.25~2442.44)的磁化率值. (3) 古洪水层和 1981 年洪水层的 TOC 含量多在 0.14%~0.33%之间, 都远远低于文化层 1.13%~2.95%的 TOC 含量.

(v) 从表 2 和表 3 可见, 5000 年以来中坝遗址处

经历的洪水高程从新石器时代洪水位的 135.7~135.8 m→夏代 139.9 m→西周时期 141.7~141.8 m→战国早期 143.9 m→宋代中期 145.85~145.9 m→清代 147.3~147.4 m→1981 年 147.7~147.9 m. 分析认为, 这一洪水高程的变化主要与多年来水土流失造成的的的的的床淤积 高以及遗址表面 加积有关.

(vi) 应该指出, 史料记载的长江洪水事件很多, 但中坝遗址T0102 探方目前只发现 7 个(含 1981 年)洪水事件层.作者认为缺少更多古洪水层的原因一是目前我们只研究了一处探方, 其他许多探方还有待进一步研究; 二是表明, 各时代古洪水只有当其水位≥中坝遗址表层时才有可能保留憩流沉积物, 当然, 后期人类活动也会造成原有古洪水层的缺失或其厚度发生变化. 但以上研究结果可以证实, 利用将今论古法则对考古遗址地层中疑似古洪水沉积物与同地点现代洪水沉积物的AMS^{14}C测年、粒度、重砂矿物成分和形态、锆石微形态、Rb/Sr、磁化率、TOC等地球化学指标相似性比较研究来确定古洪水层的真实属性是可行的.

致谢 野外工作得到崔之久和周昆叔教授现场指导, 特此致谢. 本工作为国家自然科学基金重大研究项目(批准号: 90411015)、国家自然科学基金项目(批准号: 40271103)、南京大学重大基础预研项目、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开放基金项目(批准号: SKLLQG0503)、南京大学"985"自然地理学科建设与南京大学现代分析中心测试基金资助项目资助.

参 考 文 献

1 孙智彬, 罗龙洪. 忠县中坝遗址, 见: 李文儒主编. 中国十年百大考古发现. 北京: 文物出版社, 2002. 264~268

2 Sheffer N A, Enzel Y, Benito G. Paleofloods in southern France—the Ardeche River. In: Thorndycraft V R, Benito G, Barriendos M, et al., eds. Palaeofloods, Historical Floods and Climatic Variability: Applications in Flood Risk Assessment (Proceedings of the PHEFRA Workshop, Barcelona. 16~19th October, 2002). 2002

3 Kochel R C, Baker V R. Paleoflood Hydrology. Science, 1982, 215: 353~361[DOI]

4 Sarah L, Brown, Paul R. Bierman, Andrea Lini and John Southon. 10000 yr record of extreme hydrologic events. Geology, 2000, 28(4): 335~338

5 Nortor G A, Groat C G. The world's largest floods, past and present: their causes and magnitudes, Suggested citation: In: O'Connor J E, Costa J E. U S Geological Survey Circular 1254, 2004, 13: 1~10

6 杨达源, 谢悦波. 黄的小浪底段古洪水沉积与古洪水水位的初步研究. 的海大学学报, 1997, 25(3): 86~89

7 谢悦波, 刘金涛, 沈起鹏. 黄的小浪底的段古洪水沉积. 的海大学学报, 2001, 29(4): 27~30

8 夏正楷, 王赞红, 赵青春. 我国中原地区 3500aBP前后的异常洪水事件及其气候背景. 中国科学, D辑, 2003, 33(9): 881~888[摘要][PDF]

9 潘凤英, 袁丁. 兴化市乌巾荡湖相沉积层中鉴别洪水沉积标志的研究. 南京师范大学学报(自然科学版), 1996, 19(3): 78~84

10 朱诚, 宋建, 尤坤元, 等. 上海马桥遗址文化断层成因研究. 科学通报, 1996, 41(2): 148~152

11 朱诚, 郑朝贵, 马春梅, 等. 对长江三角洲和宁绍平原一万年来高海面问题的新认识. 科学通报, 2003, 48(23): 2428~2438 [摘要][PDF]

12 朱诚, 于世永, 史威, 等. 南京江北地区全新世沉积与古洪水研究. 地理研究, 1997, 16(4): 23~30

13 朱诚, 于世永, 卢春成. 长江三峡及江汉平原地区全新世环境考古与异常洪涝灾害研究.地理学报, 1997, 52(3): 268~278

14 Yu Shiyong, Zhu Cheng, Qu Weizheng. Role of climate in the rise and fall of Neolithic cultures on the Yangtze Delta. BOREAS, 2000, 29(2): 157~165[DOI]

15 Yu Shiyong, Zhu Cheng, Wang Fubao. Radiocarbon constraints on the Holocene flood deposits of the Ning-Zhen Mountains, Lower Yangtze River area of China. Journal of Quaternary Science, 2003, 18 (6): 521~525[DOI]

16 陈骏, 仇纲, 鹿化煜, 等. 最近 130 ka 黄土高原季风变迁的 Rb 和 Sr 地球化学证据. 科学通报, 1996, 41(21): 1963~1966

(2005-06-20 收稿, 2005-08-10 收修改稿)