

# 鄂西清江下游中更新世晚期以来的河流演化

常 宏<sup>1</sup>, 金维群<sup>1</sup>, 王世昌<sup>1</sup>, 肖尚斌<sup>2</sup>

(1. 中国地质调查局 武汉地质调查中心, 湖北 武汉 430223; 2. 三峡大学 水利与环境学院, 湖北 宜昌 443002)

**摘要:** 随着水利水电和旅游经济的发展, 清江流域已成为众多学科研究关注的热点, 清江的形成与演化也得到了学术界重视。探讨清江的河流演化有助于研究地质灾害的发生机理, 为当地减灾防灾工作提供理论支撑。在清江下游多处河段存在以双底谷中谷为代表的古宽谷, 它们呈线状连续分布, 与现今河道大致平行, 是清江下游河道变迁的重要证据。通过古宽谷内的代表性河流阶地年龄数据, 可以较为准确地梳理出河流演化过程的时间序列。从清江下游的双底谷中谷和其中的河流阶地的系统调查研究入手, 通过自然历史分析法和类比法, 结合阶地物质光释光年代测试方法, 重建了中更新世晚期以来清江下游大致的河流演化过程, 同时提出山地河流演化存在去直取弯、袭夺归并和变换的特点, 指出地壳差异隆升是导致河道变迁的主要因素, 提出通过河流演化过程的研究探讨岸坡稳定性的思路。

**关键词:** 清江下游; 鄂西; 双底谷中谷; 河流阶地; 河流演化

**中图分类号:** P343.3; P512.2

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1000-8527(2012)01-0099-08

## Evolution Process of the Downstream of Qingjiang River Since Late Middle Pleistocene in Western Hubei Province

CHANG Hong<sup>1</sup>, JIN Wei-qun<sup>1</sup>, WANG Shi-chang<sup>1</sup>, XIAO Shang-bin<sup>2</sup>

(1. Wuhan Center of China Geological Survey, Wuhan, Hubei 430223, China;

2. College of Hydraulic and Environmental Engineering, China Three Gorges University, Yichang, Hubei 443002, China)

**Abstract:** With the development of water resources, hydropower and tourism economy, the study on Qingjiang river has become a hot spot in many disciplines, and the formation and evolution of Qingjiang river were also paid academic attention to. The study on Qingjiang river evolution can contribute to investigate the pathogenesis of geological disaster, and thus provide theoretical support for local disaster prevention and mitigation. There are many ancient valleys represented by double-bottom valleys in some reaches of the downstream of Qingjiang river, which show linear continuous distribution, and the connection of these ancient valleys parallel to the current river. These double-bottom valleys are the direct evidences of river bed change of Qingjiang river. The ages of the river terraces can date the time series of the river evolution accurately. Based on analysis of the characteristic double-bottom valleys, and dating of the river terraces in the key locations, series of migration of valley in the downstream of Qingjiang river since late Middle Pleistocene were evaluated. Furthermore, the paper points out that mountain rivers may be characterized by abandoning line to choose curve, and merging each other, and transferring gradually. The result shows that difference in crustal uplift is the main reason of the valley change, and underground river communication may be another capture mode. The paper also points out that the slope stability should be discussed based on river evolution.

**Key words:** downstream of Qingjiang river; western Hubei Province; double-bottom valley; river terrace; river evolution

收稿日期: 2011-08-23; 改回日期: 2011-11-25; 责任编辑: 戚开静。

基金项目: 中国地质调查局地质调查项目“清江流域地质灾害详细调查”(1212010814008); 中国博士后特别资助基金项目(200801440); 中国博士后基金项目(20070421132); 湖北省青年杰出人才基金项目(2008CDB382); 中国科学院山地灾害与地表过程重点实验室开放基金项目。

作者简介: 常 宏, 男, 高级工程师, 1975 年出生, 水文地质及工程地质专业, 主要从事水文地质、工程地质与环境地质调查研究。Email: chhxtx@126.com。

## 0 引言

河流演化及其引发的地质环境变化与人类的生存发展密切相关。目前大河流域环境演化机理和可持续发展研究已引起全世界的极大关注<sup>[1-5]</sup>,而长江流域在国际大河研究中具有重要的科学意义和研究价值<sup>[1]</sup>。清江作为长江在鄂西山地最大的支流水系,其流向与长江三峡河段大体平行,自李四光开始一直受到许多学者的关注<sup>[6-12]</sup>,但是对于清江的河流演化过程的研究则起步较晚,直到20世纪90年代才开始触及<sup>[13]</sup>。清江流域的鄂西山地是我国滑坡崩塌易发区,山地滑坡崩塌是岸坡演化过程中的重要地质事件,对人类危害巨大,而其发生、发展与河流的空间分布和演化过程的控制作用关系密切。

本文从清江下游的双底谷中谷等特殊地貌形态和古宽谷中的河流阶地的系统调查研究入手,通过自然历史分析法和类比法,结合阶地物质测年,重建清江下游第四纪大致的河流演化过程,以期为今后研究清江流域岸坡稳定性对河流演化过程的响应奠定基础。

清江干流全长425 km,流域面积16 975 km<sup>2</sup>,下游指招徕河至河口段。清江下游属亚热带湿润气候,冬季干旱,夏季多雨,降雨多集中在5至9月,多年平均降雨量为1 400 mm。区内沉积岩主要为震旦纪至三叠纪地层,其次有侏罗纪至第四

纪地层,岩性主要为碳酸盐岩、碎屑岩、碳酸盐岩夹碎屑岩和第四系松散堆积物。区内构造体系为近东西向,由同向褶皱和少数北西向断裂组成。新构造运动表现为地壳整体间歇掀斜隆升,层状地貌发育,一般认为存在5期夷平面。河流阶地较发育,但是前人对阶地分级和年代存在争议,有必要通过研究建立合理的年代顺序。目前关于清江河流演化的认识受到长江峡江段演化思路影响,多认为存在倒流<sup>[7,11,13]</sup>,但缺乏直接证据和年代数据支持<sup>[14]</sup>;前人认可下游古宽谷的存在<sup>[11]</sup>,其成因倾向于冰川活动先成<sup>[9]</sup>。

## 1 研究方法

### 1.1 河流地貌调查

本次研究通过对河流地貌的系统调查,确定清江下游的特殊地貌类型与分布等。调查表明,在清江下游都镇湾至马磨河、挖断山至巴山、沿头溪至鸣凤塔等河段,存在多条东西向古宽谷(图1)。这些古宽谷位于现今河谷之上,谷形保持较完整,在剖面上展现出两个谷底(现今河谷和古河谷谷底)形态,双谷之间具有离堆山(山地河流形成深切曲流之前“去直取弯”形成,而非“裁弯取直”),这种现象本文称为双底谷中谷。它们呈线状连续分布,与现今清江河道大致平行,是河道变迁的重要证据。

### 1.2 沉积物年龄测试

河流阶地研究在重建河流发育历史和构造演

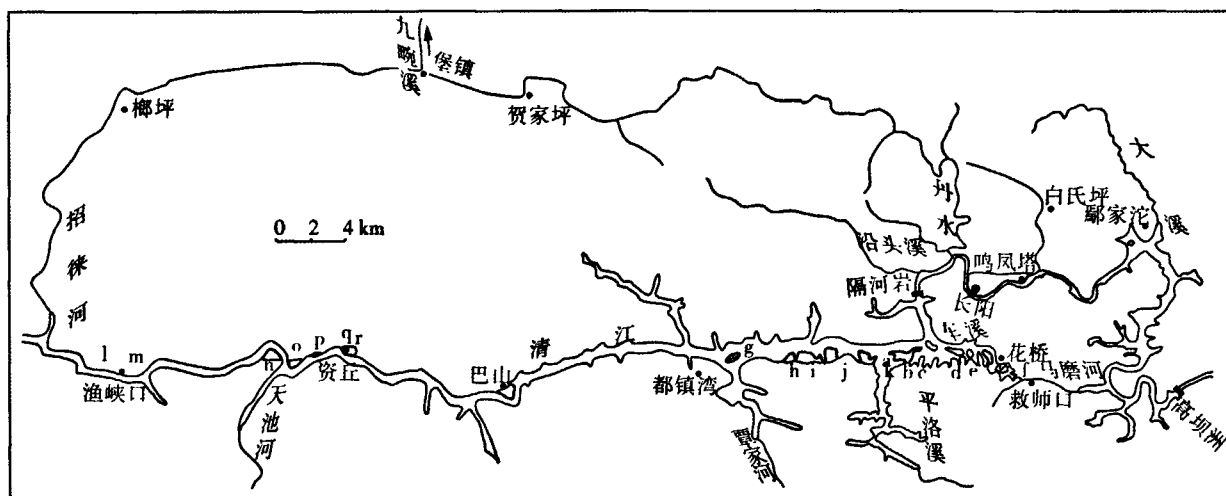


图1 清江下游特殊地貌形态分布图(据文献①)

Fig. 1 The special geomorphology distribution of the downstream of Qingjiang river(after reference ①)

a. 平洛; b. 高土山; c. 姜家包; d. 肖王山; e. 尹家山; f. 附坝; g. 钟离山; h. 毛狗坡; i. 毛狐坡; j. 顶坪; k. 柏竹山; l. 挖断山; m. 潭风坳; n. 高粱头; o. 偏山; p. 马林寺; q. 桃山; r. 天堰包; 标注点为古宽谷位置, 阴影为离堆山

① 中国地质调查局宜昌地质调查中心. 湖北省长阳县地质灾害详细调查. 2007.

化方面有重要的意义和作用<sup>[15-16]</sup>,通过河流阶地年龄数据可以较为准确地显示出河流演化过程的时间序列。河道变迁地带的高位面阶地的时代,成为清江下游河流演化过程在第四纪时期的重要时间点。本文通过采集关键位置的阶地沉积物样品并采用光释光方法测试其年龄。

## 2 双底谷中谷

### 2.1 都镇湾至马磨河段

都镇湾至马磨河段处于两河口背斜与马鞍山向斜之间,岩层倾向SW,倾角较缓,在都镇湾附近发育北西向仙女山断裂。构造对水系具有控制作用,都镇湾至车溪段干流河道大致沿志留纪与奥陶纪地层界线发育;车溪至隔河岩段则横切背斜南翼直至核部;隔河岩至鄢家沱段大致沿背斜核部及其伴生的同向断裂发育;鄢家沱至马磨河口段大致沿寒武系和第三系界线发育;车溪主要沿寒武系和奥陶系走向发育;马磨河大致沿志留系走向发育;清江在仙女山断裂经过处向北侧弯曲。该段山地自西向东逐渐由低山向丘陵过渡,大致发育6级地貌台面,都镇湾北岸临江高程800~1 000 m,在南岸垂直干流流向距离2 km以上才出现同等高程山地;隔河岩西岸临江山顶高程550~700 m,隔河岩东岸临江山顶高程400~550 m;平洛溪西侧临江山顶高程250~300 m,向马磨河方向从200~250 m至200 m以下逐级降低。干流现今河谷为峡谷,在车溪河口附近形成近直角转弯,在河谷内随着高程的增加其宽度的配套性趋弱,特别是在高程250 m以上,上下游河谷宽度差距很大。

车溪总体流向为290°,全长10 km。马磨河全长15 km,以柳树湾(附坝方向支流汇入口)为界,上游流向40°,下游流向60°,柳树湾处的支流与车溪源头相连,两侧河床的坡降相似,河床内分水点高程192 m。

该段干流南岸自西向东的武落钟离山、毛狗坡、毛狐坡、顶坪、柏竹山、平洛、堰湾、高土山、姜家包、肖王山、尹家山等处,存在线状连续的双底谷中谷和配套的离堆山(图1,图2)。平洛、高土山和姜家包以及毛狗坡和毛狐坡古宽谷,后期水流不断侵蚀下切,谷底持续降低,按谷形恢复的谷底高程大致在200~250 m,与肖王山至尹家山古宽谷谷底高程渐趋接近。

### 2.2 挖断山至巴山段

挖断山至巴山段干流流向近东西向,略具河

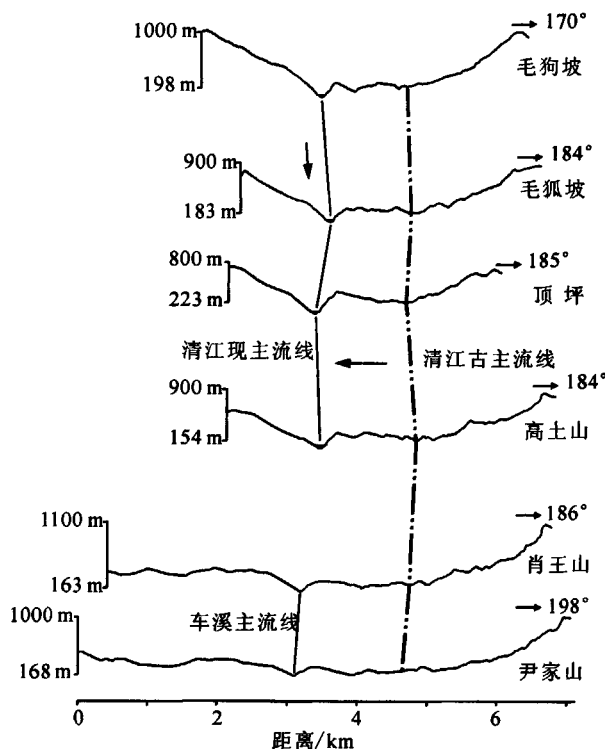


图2 都镇湾至马磨河段双底谷中谷线状分布图

Fig. 2 The linear distribution of double-bottom valleys in reach of Duzhenwan to Mamohe

曲形态。挖断山至资丘(桃山)段处于马连向斜北翼,岩层整体倾向S,倾角15°~25°,河道大致沿二叠系碳酸盐岩地层走向发育;河道在桃山附近穿越马连向斜核部,至巴山一带处于下树背斜北翼,岩层倾向为N,倾角为25°,河道沿奥陶系碳酸盐岩地层走向发育。该段两岸谷坡顶高度相近,高程1 800~2 000 m,但南岸地形坡度明显陡于北岸。

在干流北岸的挖断山、潭风坳、高粱头(南岸)、偏山、马林寺、桃山、天堰包、巴山等处存在线状连续的双底谷中谷及相配套的离堆山(图1,图3)。各古河谷谷底连线呈近东西向,较现代清江流线更顺直,沿连线走向向东可以追溯到后溪一马连溪一线,大致与都镇湾至马磨河段古河谷谷底相接合。巴山处临江的古河谷谷底,与溪湾水系西支古河谷谷底直线相接。

### 2.3 沿头溪至鸣凤塔段

沿头溪至鸣凤塔段干流为近东西流向,处于东西向两河口背斜核部,现今河道大致沿寒武系碳酸盐岩或震旦纪地层走向发育。在长阳县城龙舟坪也存在双底谷中谷形态,古河道与现清江之间的东西向山体构成离堆山,“龙舟坪”这一地名即因其地形如船的形状而得名。离堆山山顶高程

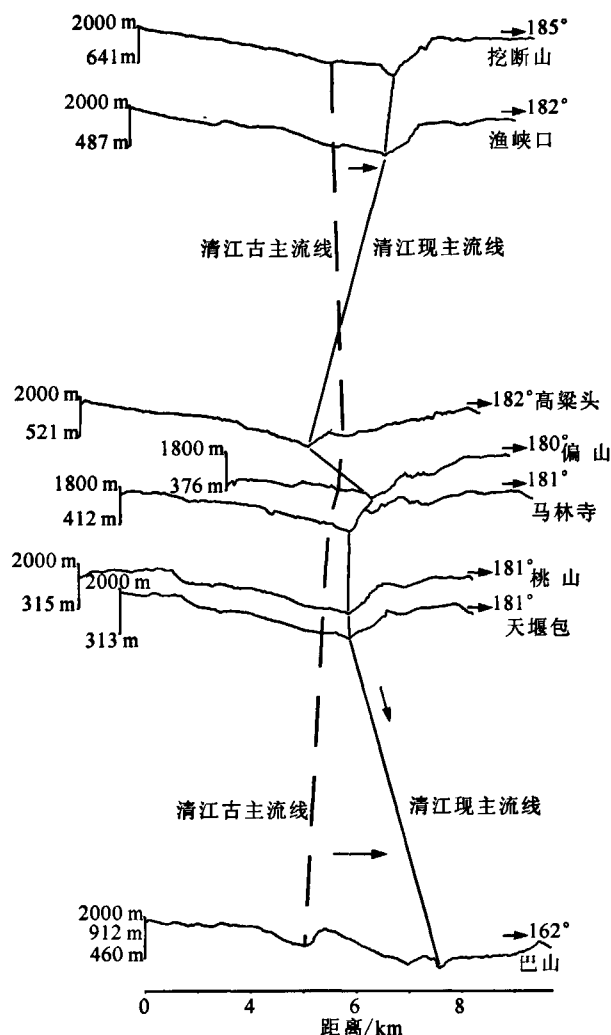


图3 挖断山至巴山段双底谷中谷线状分布图

Fig.3 The linear distribution of double-bottom valleys in reach of Waduanshan to Bashan

为150~270 m,两岸山顶高程为500~600 m。沿头溪全长24 km,流域面积120 km<sup>2</sup>,流向近东西,与龙舟坪古河谷谷底直线相接。

#### 2.4 双底谷中谷的指示意义

根据双底谷中谷的分布及特点可以得到如下判断:都镇湾至马磨河段干流河道存在自南向北的迁移过程;招徕河至巴山段干流河道主要表现为自北向南的迁移过程;沿头溪原是古丹水支流(古丹水起初沿天阳坪断裂发育<sup>[17]</sup>,其古河道大致向白氏坪和鄢家沱接入长江),古丹水和古清江曾经长期保持着双江并流形态。

### 3 古宽谷内的河流阶地

在古宽谷内,马磨河、鸣凤塔和花桥等处存在连续阶地沉积。除此之外,在尹家山、高土山、毛狗坡、毛狐坡、马林寺、偏山、渔峡口等古宽

谷内也均发现河床相物质沉积,分布高程最低为225 m,最高为525 m。

#### 3.1 马磨河阶地

马磨河两岸在柳树湾下游普遍分布河流相冲洪积物(上游少见),其中以教师口、大坪两处最为典型。教师口位于马磨河右岸,发育三级连续阶地,阶地剖面 and 年代如图4所示。河漫滩高程为130 m,以砾石层为主,具定向性,倾向W。T1(张家台)为基座阶地,阶面高程为145~150 m,最宽约为180 m,厚度为2~3 m,上部为黄褐色含砾砂质粘土,下部为砾石层,砾径一般为10~30 cm。T2为嵌入阶地,阶面高程为155~160 m,阶面较窄且不完整,最宽约为80 m,仅见砾石层,砾石特点与T1相似。T3(号子屋场)为基座阶地,阶面高程为200~220 m,有近东西向和南东向2个展布方向,前者最长约为1.5 km,后者最长约为2 km,最宽约为350 m,上部为0.5 m厚粉质粘土、3.5 cm铁锰质壳、1.7 m厚砂质粘土,下部为1.5 m厚砾石层,最大砾径25 cm。T3与T2高差为65~75 m,远大于T2与T1高差。在号子屋场东侧地表出露大面积网纹化红土。大坪位于柳树湾北岸山顶(车溪与马磨河现今分水岭),对应教师口剖面为T3阶地,阶面高程为240~250 m,呈近东西向长条形,长约为330 m,最宽约为80 m。物质成分从上到下分别为:(1)厚0.6 m的黄褐色砾石层,最大砾径45 cm;(2)厚1.3 m的黄褐色、灰褐色砂质粘土,风化程度较高即成网纹化红土;(3)厚0.6 m的黄褐色、灰褐色、红褐色含砾砂质粘土,向下灰白色粘土逐渐增多,砂质含量增加;(4)厚1.5 m的黄褐色、灰褐色砾石层,最大砾径为50 cm。

#### 3.2 鸣凤塔阶地

长阳县城东山鸣凤塔位于干流左岸,其与教师口到车溪河口的距离大致相等,发育4级连续阶地,除T1为堆积阶地外,其余阶地均为基座阶地(图5)。T4阶地不完整,阶面高程约为200 m,比马磨河T3阶面高程略低,宽度约为100 m,上部为黄褐色、红褐色砂质粘土,下部为砾石层。在北侧鞍部(龙舟坪古河道)的砾石层,位置略低于T4阶地,阶面高程为180~190 m。T3阶地仅见砾石层,阶面高程为160~170 m,磨圆度明显低于古河道砾石,而且不稳定成分的砾石含量较高。T2阶地阶面高程为120~135 m,上部为厚1.5 m的黄褐色砂质粘土,下部为砾石层,可见厚

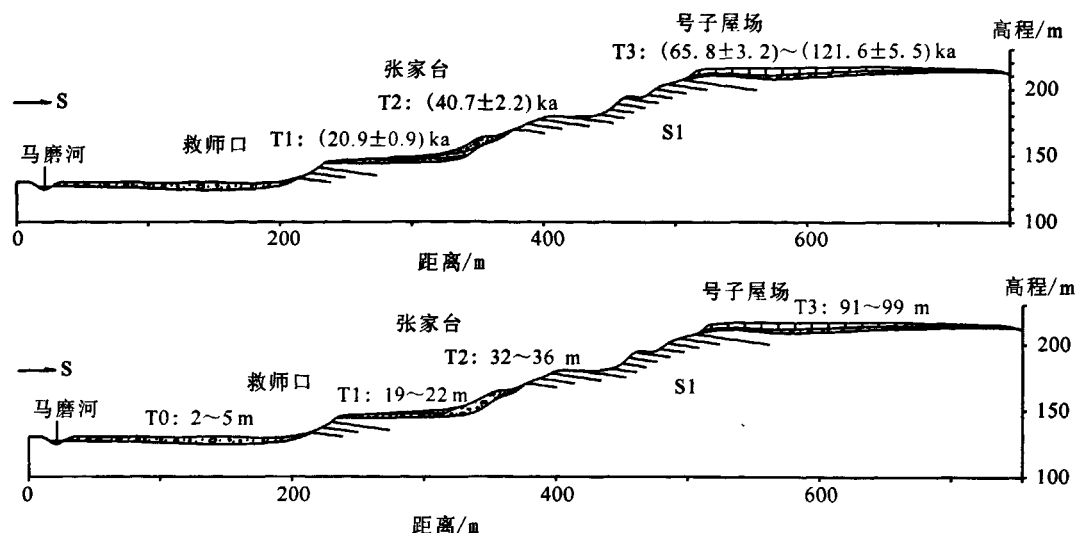


图4 救师口河流阶地剖面图

Fig. 4 The vertical section of Jiushikou terrace

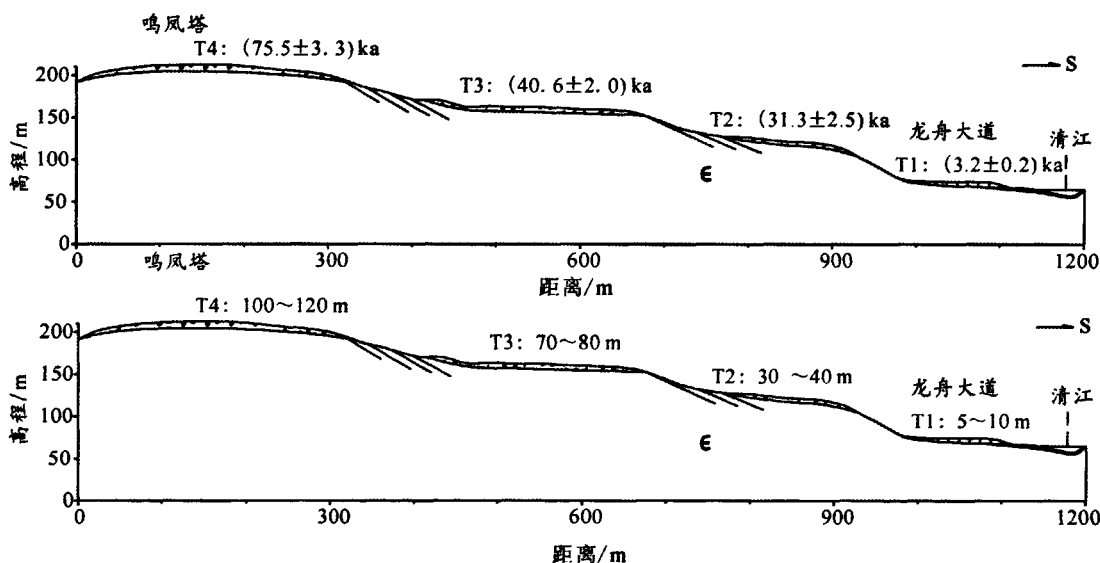


图5 鸣凤塔河流阶地剖面图

Fig. 5 The vertical section of Mingfengta terrace

度为 2.5 m, 砾石具砂质或泥质胶结。T1 阶地具多期旋回, 阶面高程为 85 ~ 90 m。

### 3.3 花桥阶地

花桥位于车溪北岸, 距离大坪约 3 km, 发育 3 级连续阶地(图 6)。T3 和 T2 均为基座阶地, T1 被库水淹没。T3 (高家岭) 阶面高程为 270 ~ 280 m, 厚度为 6 ~ 7 m, 为黄褐色含砾砂质粘土, 具灰褐色铁锰质硬块, 砾石岩性主要为志留纪纱帽组细粒石英砂岩、石英粉砂岩及泥盆纪黄家磴组、云台观组石英岩状细砂岩、石英砂岩、角砾屑石英砂岩、赤铁矿, 偶见碳酸盐岩砾石, 砾径小于 6 cm, 次圆为主, 风化程度中等。T2 阶面高程为 230 m 左右。为黄褐色含粘土粉细砂, 厚度约为 4

~ 5 m, 铁锰质明显减少, 偶含细砾, 磨圆好。

### 3.4 河流阶地的指示意义

#### 3.4.1 阶地成分对比分析

根据砾石统计, 马磨河 T2 及以下阶地的砾石来源较为单一, 以次棱和棱角状为主, 扁平状砾石倾向马磨河上游; T3 阶地砾石来源更复杂, 磨圆度更好, 定向性稍差, 风化程度更高, 同时砾石层上部存在厚度和分布范围都很大的细粒组分。鸣凤塔阶地砾石比马磨河阶地砾石成分更杂, 出现了灰岩和白云岩, 磨圆度更好, 风化程度更低, 分选和定向性更好, 高阶地细粒组分厚度和分布范围更小。

马磨河大坪阶地高程达到 250 m, 车溪高家岭阶地高程达到 280 m, 说明史上水位曾经达到以上

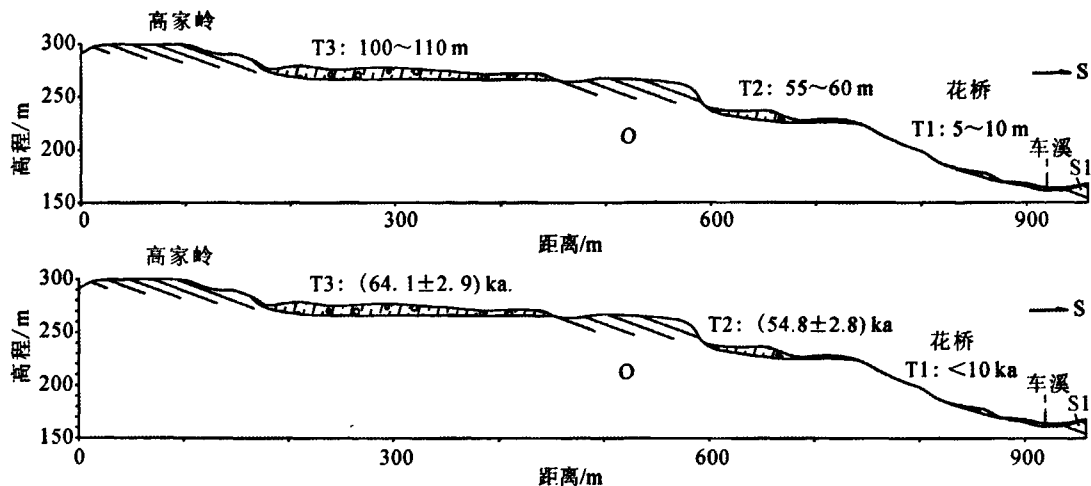


图6 花桥河流阶地剖面图

Fig. 6 The vertical section of Huaqiao terrace

表1 清江下游干流河流阶地时代对比

Table 1 Ages comparison of river terrace in the lower reaches of Qingjiang river

阶地名称	位置	T4 年龄/ka	T3 年龄/ka	T2 年龄/ka	T1 年龄/ka	测试物质
鸣凤塔	长阳县城	(75.5 ± 3.3) ~ (79.4 ± 3.2)	40.6 ± 2.0	31.3 ± 2.5	3.2 ± 0.2	阶地砂或粘土
马磨河	长阳县磨市	(65.8 ± 3.2) ~ (121.6 ± 5.5)	40.7 ± 2.2	20.9 ± 0.9		阶地砂或粘土
花桥	长阳县车溪	64.1 ± 2.9	54.8 ± 2.8			阶地砂或粘土
马林寺	长阳县资丘	151.7 ± 14.4				阶地砾砂
半峡	长阳县渔峡口	(120.7 ± 6.4) ~ (150.4 ± 2.9)				溶缝内砾砂

注: 测试数据由国土资源部地下水矿泉水及环境监测中心提供。

高度甚至更高,而此时车溪和马磨河是相互连通的。马磨河号子屋场和大坪高位面阶地规模和范围很大,出现了大量泥盆纪石英岩状砂岩漂石,有的砾径达到1 m以上,这说明T3阶地的形成与马磨河自身关系不大,应为古冰川或古清江远源搬运形成。

马磨河和车溪高位面阶地均存在的厚层粘土,二者沉积成分存在差异,时代也存在先后差异,说明当时存在水流逐渐减小、流速逐渐减缓的过程,在高家岭一侧曾经出现类似回水或静水状态。另外,马磨河高位面阶地发育时间早于鸣凤塔高位面阶地,后者为沿头溪水系沉积形成。

#### 3.4.2 阶地年代确定

根据清江下游河流阶地调查和测试结果(表1),清江在长阳县城以上最多存在4级阶地。T1阶地年龄为3~10 ka,属全新世;T2阶地年龄为20~30 ka;T3阶地年龄为40~60 ka,属晚更新世;T4阶地年龄为65~150 ka。在都镇湾罩家河鲢鱼山(高程为293.5 m,与马磨河高阶地相当),洞穴遗址中用火痕迹和化石堆积层的测年数据为90~120 ka<sup>[18]</sup>,其下部层位时代属中更新世晚期;马磨河高阶地的网纹红土和湖南的中更新世晚期

白沙井组或马王堆组<sup>[19]</sup>,在结构、颜色、成分、岩性及厚度等方面十分接近;因此根据测试和考古结果及其与邻区对比,清江下游T4阶地应属中更新世晚期。马磨河各级阶地的形成时间对应于鸣凤塔更高一级阶地,这说明清江在改道北流之后又形成了新一级阶地,而马磨河由于水量骤减在相同时间段内并没有新阶地形成。

对比鸣凤塔和花桥阶地,马磨河高阶地的相对高差明显更大,说明这一时期该地段地壳运动强度异常剧烈,其平均速率应在2 mm/a以上,远高于区内20万年以来的平均强度0.5 mm/a<sup>[14]</sup>。地壳抬升的中心应在马磨河和车溪以南,轴向为近东西方向。挖断山—巴山一带可能与此相类似,其抬升中心应在其北部,轴向为近南北方向。这种差异隆升主导了干流2个不同河段产生了截然相反的河道迁移方向,同时也主导了招徕河、九畹溪和丹水以及东流溪与招徕河等支流之间发生袭夺过程<sup>[20-21]</sup>。

## 4 河流演化过程

在中更新世晚期之前,清江下游大致沿着古宽谷展布方向流动(图7a)。进入晚更新世后,古

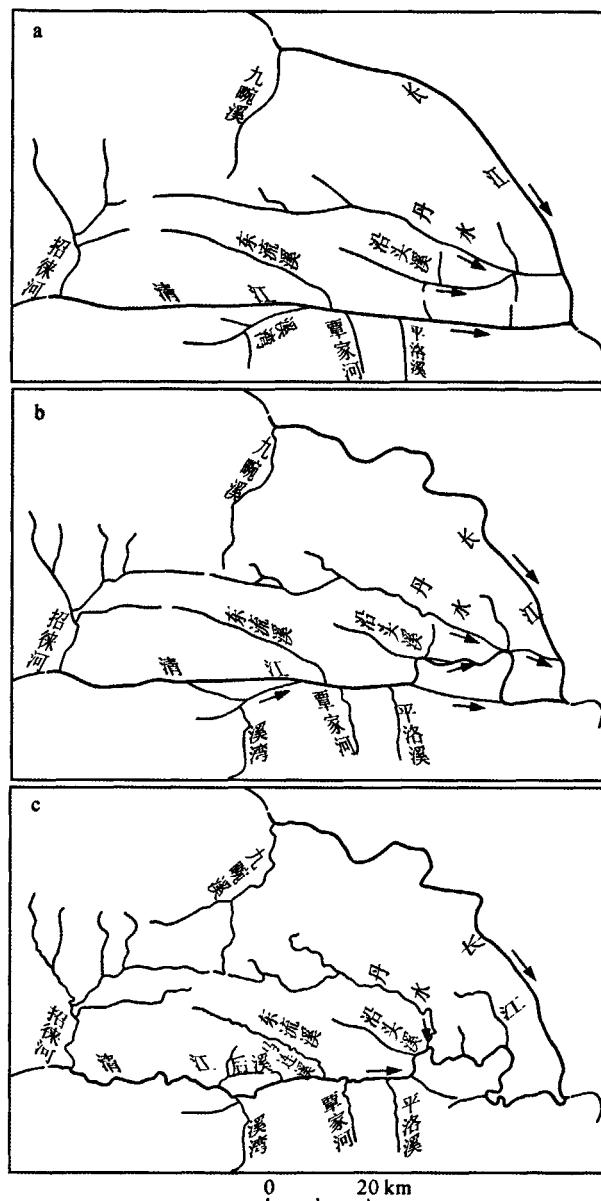


图7 清江下游河流演化过程图

Fig. 7 The river geomorphic process of downstream of Qingjiang river

a. 中更新世晚期之前; b. 晚更新世早期; c. 晚更新世中期之后

丹水袭夺古清江并转化为其支流, 而古清江袭夺继承古溪湾(图7b), 随后相邻河道发生逐渐北移或南移。这一过程历时较长, 至晚更新世中期才彻底结束(图7c), 期间古河道仍存在分流, 出现类似江心洲式的水系形态(图7b)。

从清江下游河流演化过程可以看出: 河流起初的流线多为直线形, 流线一般沿着构造线发育; 之后山地河流再经历一系列的“去直取弯”过程, 这一过程是通过干支流的袭夺归并和变换, 继承与发展原河道形成, 最终演化为深切曲流; 平原河流在极度弯曲后会出现“裁弯取直”, 完成从

直线—曲线—直线的循环过程。目前山地河流在去直取弯过程中切割构造线的现象尚缺乏完美解释, 对于碳酸盐岩分布占据绝大面积的清江来说, 地下暗河通道演化为地表河道, 可能是河流袭夺在除了溯源侵蚀之外的另一重要方式。

## 5 结 论

(1) 清江下游的特殊地貌形态, 特别是双底谷中谷的存在, 指征了干支流发生的一系列去直取弯、袭夺归并与变换过程。通过河道迁移关键位置的高位面河流阶地年代测试, 得到已知河流演化过程的上限时间为中更新世晚期。从河流阶地抬升速率情况来看, 清江下游地壳隆升较为剧烈的中心地段, 分别在马磨河—车溪以南及挖断山—巴山以北, 是这种地壳的差异隆升主导了不同河段产生截然相反的河道迁移方向, 同时也主导了干支流袭夺的发生, 其袭夺方式可能为地下暗河管道逐步演变成地表河道所致。

(2) 清江下游(长阳县)的地质灾害详细调查成果显示, 同其他山地河流相似, 其滑坡分布与河道的展布具有密切关联。在不同河段分布密度和相似结构类型岸坡的稳定性均存在很大差异, 而这些差异河段也就是不同河流演化类型的河段, 即地质灾害的分布与河流演化的不同河段之间存在着较好的响应关系。因此, 研究岸坡稳定性对河流演化过程的响应关系, 进而探讨河流演化因素在岸坡稳定性评价中的重要作用, 是一个值得尝试的新方向, 今后应予足够的研究和应用。

## 参考文献:

- [1] 李长安, 殷鸿福, 俞立中, 等. 山—河—湖—海互动及对全球变化的敏感响应: 以长江为例 [J]. 长江流域资源与环境, 2000, 9(3): 358.
- [2] Shen Z, Törnqvist T E, Mauz B. Optical chronology of late Pleistocene strata in the Lower Mississippi valley: implications for fluvial response to relative sea-level change [J]. Abstract with Program—Geological Society of America, 2008, 40(6): 277.
- [3] Rossetti D F, Valeriano M M. Evolution of the lowest Amazon basin modeled from the integration of geological and SRTM topographic data [J]. Catena, 2007, 70(2): 253–265.
- [4] 任雪梅, 杨达源, 韩志勇. 长江上游水系变迁的河流阶地证据 [J]. 第四纪研究, 2006, 26(3): 414–421.
- [5] 杨达源, 吴胜光. 黄河上游的阶地与水系变迁 [J]. 地理科学, 1996, 16(2): 138–143.
- [6] 李四光. 中国第四纪冰川 [M]. 北京: 科学出版社, 1975: 111–124.

- [7] 沈继方, 李焰云, 徐瑞春, 等. 清江流域岩溶研究 [M]. 北京: 地质出版社, 1996: 1-223.
- [8] 景才瑞. 冰川黄土古人类 [M]. 武汉: 华中师范大学出版社, 1996: 225-243.
- [9] 唐贵智. 长江三峡地区新构造地质灾害和第四纪冰川作用与三峡形成图集 [M]. 武汉: 湖北科学技术出版社, 2001: 162-167.
- [10] 钟润生, 鄢道平. 湖北清江龙潭河水系变迁 [J]. 华南地质与矿产, 2002 (4): 18-20.
- [11] 杨达源, 等. 长江地貌过程 [M]. 北京: 地质出版社, 2006: 166-180.
- [12] 何璐瑶, 胡超涌, 曹振华, 等. 湖北清江和尚洞洞穴温度对气候变化的响应 [J]. 中国岩溶, 2008, 27(3): 274-282.
- [13] 王增银, 姚长宏, 周梓良. 鄂西清江的形成与演化探讨 [J]. 地质科技情报, 1999, 18(3): 26-29.
- [14] 金维群, 肖尚斌, 常宏, 等. 鄂西清江河流演化研究进展 [J]. 海洋科学, 2010 (3): 88-91.
- [15] Knuepfer P L K, Hsieh Menglong. Middle-late Holocene River Terraces in the Erhjen River Basin, Southwestern Taiwan: implications of river response to climate change and active tectonic uplift [J]. Geomorphology, 2001, 38: 337-372.
- [16] Maddy D, Bridgland D R, Green C P. Crustal uplift in Southern England: Evidence from the river terrace records [J]. Geomorphology, 2000, 33(3/4): 167-181.
- [17] 袁登维, 梅应堂, 秦兴黎, 等. 长江三峡工程坝区及外围地壳稳定性研究 [M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1996: 51-80.
- [18] 陈全家, 王善才, 张典维. 清江流域古动物遗存研究 [M]. 北京: 科学出版社, 2004: 8-9.
- [19] 黄宗理, 张良弼. 地球科学大辞典: 基础学科卷 [M]. 北京: 地质出版社, 2006: 1-767.
- [20] 刘芳晓, 李德威, 刘德民. 青藏高原西缘班公错地区新构造运动特征 [J]. 现代地质, 2011, 25(5): 962-963.
- [21] 吴小平, 胡建中. 岷江源地区新构造运动特征 [J]. 现代地质, 2009, 23(3): 436.