

文章编号: 1008-2786-(2019)2-206-08

DOI:10.16089/j.cnki.1008-2786.000414

四川省北川湔江流向演化过程研究

陈浩¹, 李勇²

(1. 绵阳师范学院 资源环境工程学院, 四川 绵阳 621006; 2. 成都理工大学 能源学院, 成都 610059)

摘 要: 前人对北川湔江袭夺湾位置的争议引发了对古湔江流向演化模式的争议。通过对断裂构造的水系响应方式的研究并辅以河流地貌证据, 表明湔江的流向演化经历了银屏口分水岭迁移的主动袭夺过程和新构造运动造成湔江改道的被动袭夺过程, 都坝河与通口河近似直角的交汇端应为袭夺湾的准确位置。具体来说, 沿断裂发育的古都坝河在曲山镇附近首先注入古湔江, 通口河溯源侵蚀切穿银屏口分水岭, 古都坝河上游河段被通口河袭夺后改道注入通口河, 古都坝河下游河段成为断头河。随后, 因构造隆升而南流受阻的古湔江在曲山镇附近改道, 水流沿已成断头河的古都坝河下段河道注入通口河。计算表明, 北川湔江由古流向向现代流向转变的时期大致为距今 970 ka 的早更新世晚期。

关键词: 湔江; 流向演化; 断裂构造; 北川

中图分类号: P94

文献标志码: A

水系发育到一定阶段, 由于各条河流发展不平衡, 发生相互袭夺, 将改变原来水系分布状况, 重新组合成新的水系^[1], 使河流流向不断发生变化。不同地貌营力作用决定了不同的河流改向方式, 从而形成不同的地貌特征和水文特征, 塑造了不同的水系形态^[2]。前人对河流流向演化的研究区域主要集中于大江大河^[3-15], 本次研究的湔江虽流程不长, 但其位于龙门山造山带与川西前陆盆地的过渡地带, 干流河道横切北川—映秀断裂^[16-18], 对湔江流向演化的探讨, 有助于进一步认识龙门山区河流地貌的演化规律, 进而为深入分析龙门山阶段性隆升历史提供地形地貌证据。

1 现代湔江概述

在四川省, 被称作湔江的河流共有两处。一处

发源于彭州市九顶山太子城峰西南, 经什邡市、广汉市, 在金堂县汇入沱江。另一处即发源于北川县西北部青片大山的北川湔江, 该水系干流河道流经青片、墩上、禹里、曲山、通口等乡镇, 在香泉乡附近流出北川县境(图 1, 北川县于 2009 年进行了行政区划调整, 安县 215 km² 区域划入新北川), 至江油市青莲镇注入涪江。关于北川湔江的命名, 有的文献将河源至河口处均泛称为湔江。按照当地习俗, 河源至墩上、呈北西—南东流向的河段因流经青片乡, 习惯上被称作青片河; 墩上至黄家坝河段呈近东西流向, 称为湔江; 黄家坝以下河段呈北西—南东流向, 因该河段流经通口镇, 因而通常被称作通口河。本次研究所指湔江即位于北川、江油境内之湔江, 其范围包括河道上段的青片河、河道下段的通口河。

收稿日期 (Received date): 2016-03-08; **改回日期** (Accepted date): 2019-01-08

基金项目 (Foundation item): 国家自然科学基金资助项目 (41172162); 四川省教育厅自然科学基金资助项目 (14ZB0265)。[National Natural Science Foundation of China (41172162); Natural Science Foundation of the Education Department of Sichuan (14ZB0265)]

作者简介 (Biography): 陈浩 (1977-), 男, 四川三台人, 博士, 副教授, 主要研究方向: 构造地貌与第四纪环境。[CHEN Hao (1977-), male, born in Santai, Sichuan province, Dr., Associate professor, research on tectonic geomorphology and quaternary environment] E-mail: chen hao11611@163.com

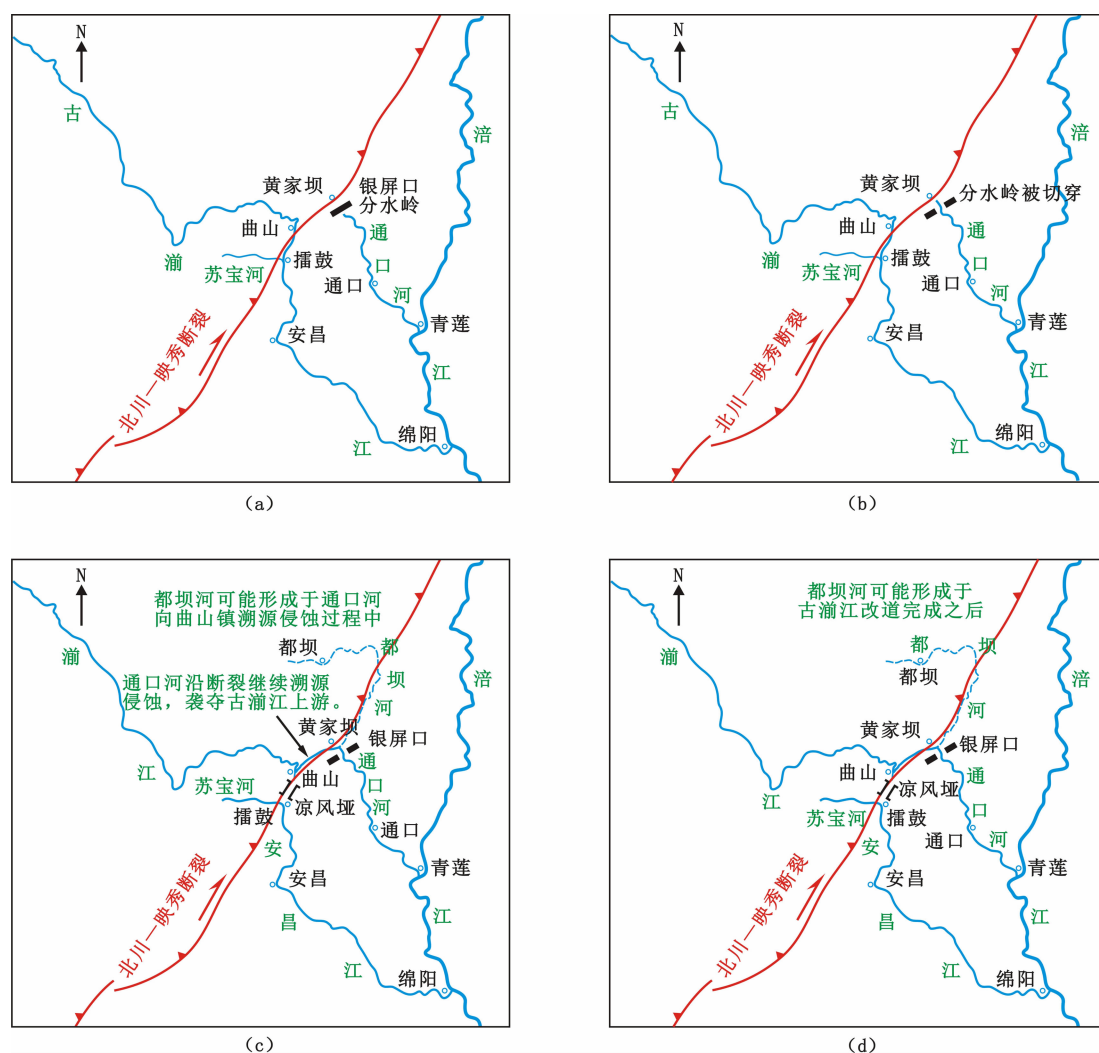


图3 湔江流向演化模式 I

Fig. 3 The evolution model I of flow direction of Jian river

坝河下游河段失去水源补充成为断头河,断头河河道中的水流可能变成涓涓细流甚至完全干涸。此时,曲山镇与擂鼓镇之间的凉风垭附近发生局部新构造隆升,南流受阻的古湔江因不能保持原来流路而在曲山镇附近改道,聚集的水流被迫沿已成断头河的古都坝河下段河道向东北方向涌动,在黄家坝附近流向向南东方向转折,注入通口河,改道后的湔江河水最终在江油青莲镇汇入涪江。因新构造运动导致被动断头的古湔江曲山镇到擂鼓镇河段完全干涸,仅保留古河道沉积物和相对开阔的古河谷形态,成为风口。继续向南东方向流动、在绵阳汇入涪江的古湔江擂鼓镇以下河段改称安昌江(图4),这种新构造隆升造成的湔江改道可被视为河流的一种被动袭夺方式。王文鹄^[2]通过对该区域地貌类型的研究,也推断古湔江经历了都坝河上段改道和都坝

河下段逆流这类混合式河流袭夺过程。

2.3 断裂构造的水系响应

从图5可以清晰地看出,都坝河杜家坝到黄家坝河段和湔江曲山镇到黄家坝河段均沿北川—映秀断裂所形成的岩石破碎带发育,表明断裂先于河道(都坝河和湔江)形成。仔细分析前述湔江两类流向演化模式,可以看出,其争议的焦点在于现代湔江曲山镇到黄家坝河段的初始河道是由古通口河溯源侵蚀而成还是由古都坝河下蚀而成,即:通口河先完成对古湔江的袭夺还是先形成汇入古湔江的古都坝河?既然“先有断裂再有河”这一事实无疑,从理论上分析,都坝山区的坡面漫游将在北川—映秀断裂形成之后的“第一时间”沿断裂活动导致的岩层破碎带发育,经杜家坝、黄家坝,在曲山直接与古湔江交汇。而象“湔江流向演化模式I”将袭夺湾定位

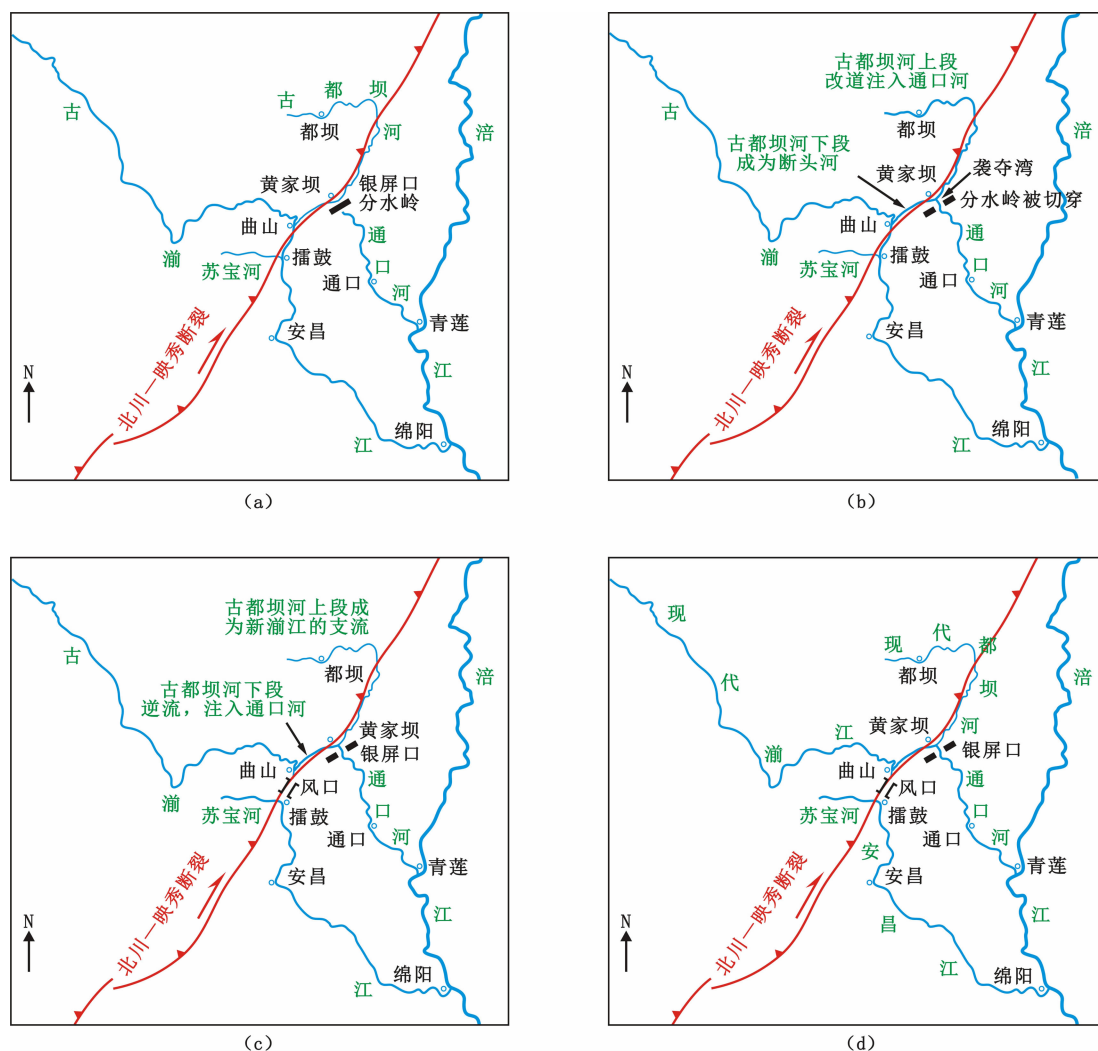


Fig.4 The evolution model II of flow direction of Jian river

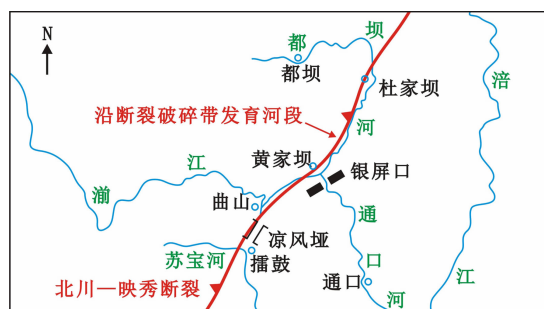


图5 沿断裂破碎带发育的河段
Fig.5 The river distribution along fault

于曲山镇附近,就意味着都坝山区的坡面漫游需要通过漫长的“等待”,直到通口河溯源切穿银屏口之后再沿断裂破碎带向曲山镇方向继续溯源侵蚀(或直到凉风垭发生区域隆升,古湍江形成现代流向)之时,坡面漫游再汇集起来沿断裂破碎带发育,注入

沿断裂向曲山溯源侵蚀的古通口河(或已转变为现代流向的潞江)之中,都坝山区坡面漫游的这种“等待”显然不符合河流地貌的发育规律。因而,袭夺湾应为黄家坝附近都坝河与通口河的交汇端。

3 流向演化的地貌标志

3.1 古河流地貌

如前所述,古湔江经曲山、擂鼓、安昌,在绵阳南山寺附近汇入涪江。后期构造隆升作用导致古湔江南流受阻而被迫在曲山镇附近沿古都坝河道回流,曲山以下河段成为断头河,但在擂鼓镇附近,古湔江河道仍能得到其右岸支流古苏宝河的水源补给,因而,擂鼓以南的古湔江河道仍存缓缓流动的细小水流。曲山到擂鼓这一段古湔江河道则因地壳隆升

并且得不到任何水源补充而完全干涸。其中,曲山镇到盖头山北麓,古湔江河槽中堆积了大量古河流沉积物,古河道逐渐演化为一條自南向北倾斜的泥石流沟—魏家沟(图 6(a)),底图由汶川地震纪念馆提供)。汶川地震使悬于魏家沟谷坡之上的碎石、粘土混合物倾泻而下,导致大量固体碎屑物累积于沟谷之中,威胁着北川地震遗址的保护。另外,在魏家沟北西侧王家岩崖壁之上,连续分布 4 组经冲沟切割侵蚀而成的断层三角面(图 6(a))。

在魏家沟这一古湔江河道的南东侧,发育有高出现代湔江谷地约 400 m 的古湔江阶地面(图 6(b)),阶面地势平坦,其上有居民点和大面积农用地分布,其海拔高程大致为 1000 m 上下。另外,王文鹏^[1]认为,位于曲山镇附近的湔江回形针似大拐弯并非袭夺湾,其原因主要是未发现附近有峡谷等袭夺湾的标志。实际上,宏观尺度的现代遥感技术观测结果表明,在拐弯处的北东侧,仍存在显著的峡谷地貌,此峡谷甚至比黄家坝附近因河流袭夺而形成的峡谷更为陡峭(图 6(b)),但如前述,该峡谷非古通口河溯源侵蚀而成,而是由沿北川—映秀断裂破碎带发育的古都坝河下蚀而成,湔江在曲山镇的回形针似大拐弯实为古都坝河与古湔江的交汇处。

由图 6(c)可以看出,盖头山山顶面非常平缓,与周围区域高耸、尖锐的山峰显得极不协调,其上有河流相砂砾石层发育,另外值得注意的是,盖头山山项面的海拔高程也为 1000 m 左右,与古湔江阶地面海拔高程相当。平坦的山顶面、广泛分布的河流冲积物、海拔高度一致的两类层状地貌等标志物印证了盖头山山项面系古湔江早期形成的高级阶地面。盖头山南麓到古湔江与古苏宝河交汇处即为广阔的、一览无遗的凉风垭,该区域因遭受古湔江的冲积而地势低洼、地形开阔(图 6(c))。另外,当地村民 1974 年以前多次在凉风垭处淘砂金^[1,20],进一步证明凉风垭曾是古湔江河漫滩,因构造隆升导致该区域成为现代湔江和现代安昌江的分水岭。古苏宝河也逐渐由古湔江的右岸支流演化为断头后的古湔江下段河道(安昌江)的源头,现代苏宝河流向转折处即为古湔江河道的断头处。断头河因上游被截断而河中水量很少,与袭夺前形成的宽阔河谷很不相称(图 6(d))。

3.2 河流袭夺地貌

古通口河通过溯源侵蚀切穿银屏口分水岭,劫夺了古都坝河上段水流,导致古都坝河上段改道向南东方向注入通口河,改向河与袭夺河之间,形成了一个近于垂直的、不自然的拐弯—袭夺湾(图 7(a)、

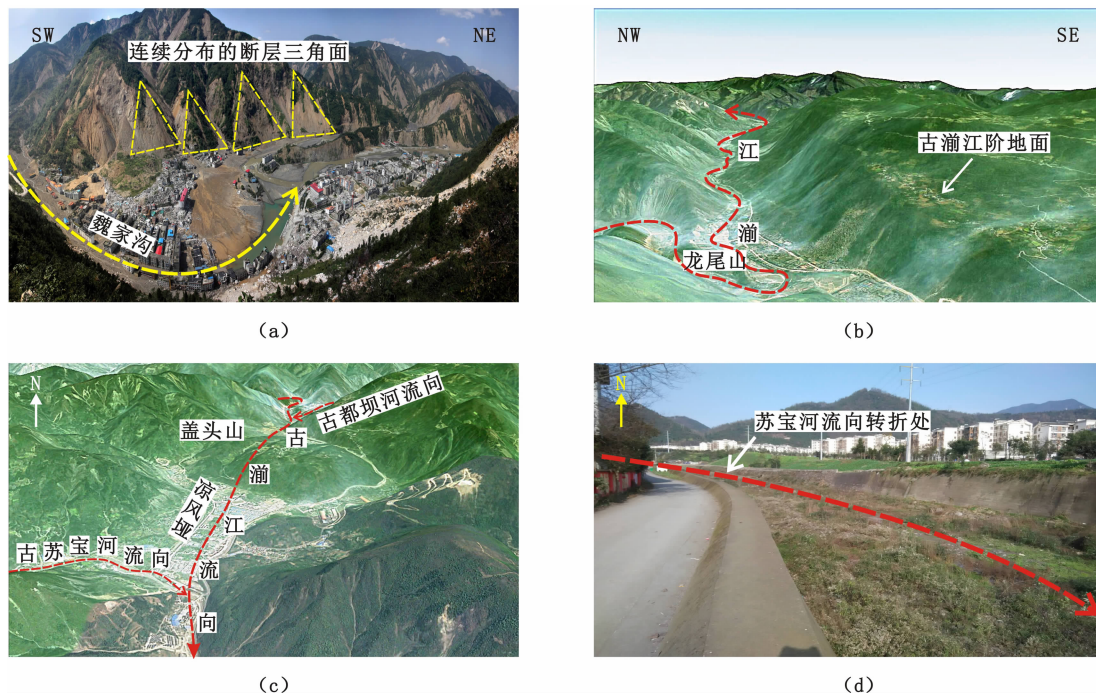


图 6 古河流地貌

Fig. 6 The ancient-river geomorphology

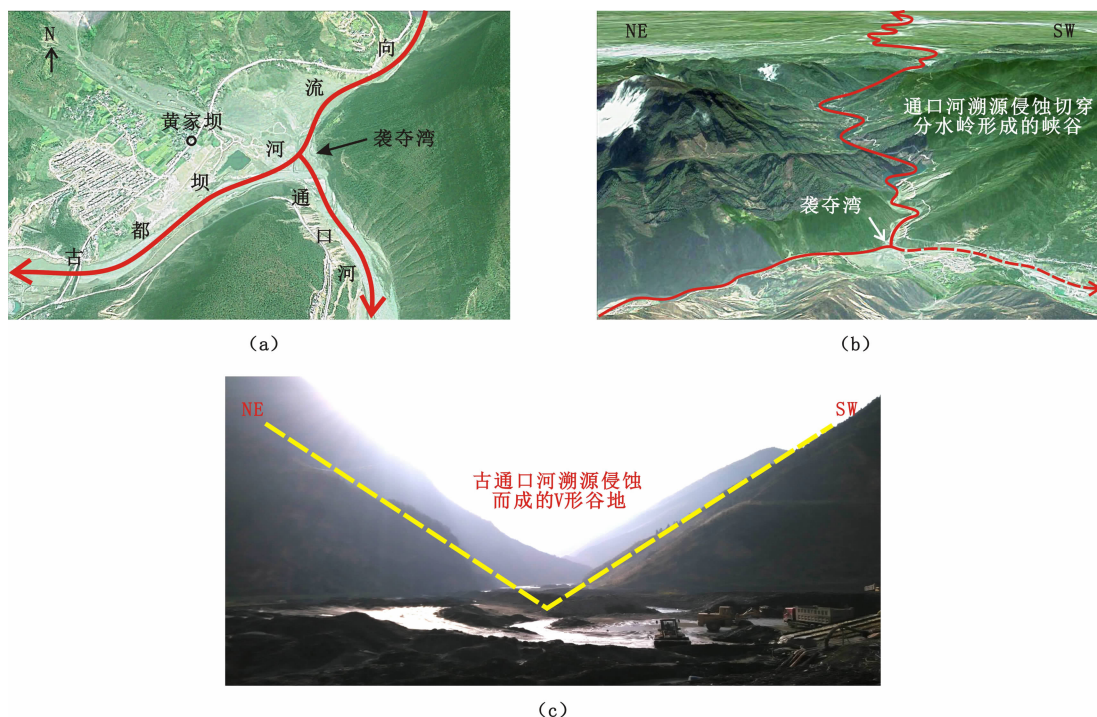


图7 河流袭夺地貌

Fig. 7 The geomorphology of river capture

图7(b))。袭夺河的河床位置较被夺河低,袭夺后在袭夺湾附近的流水出现落差,此段流水被称作跌水。都坝河与通口河的河床高差显著,枯水季节能见到2~3 m的高差,可视为跌水^[1]。另外,由于古通口河自下游向上游溯源下切,在银屏口一带形成了典型的“V”型峡谷地貌(图7(b)、图7(c))。

4 现代流向的形成时期

如前所述,湔江因凉风垭这一区域的局部隆升而被迫向北东方向改道注入通口河,形成现代流向。因而,现代流向的形成时期近似与凉风垭隆升时期相当。本次研究把平缓的盖头山山顶面作为残留的古湔江最高级阶地面,山顶面与现代湔江河床的相对高差代表局域隆升总高程。利用GPS测得盖头山山顶面最大海拔高程约为1063 m,现代湔江河谷海拔高程约为636 m,四川省地震局的测量资料表明,自中更新世以来,盖头山区域隆升速率为0.44 mm/a^[1],由公式1计算可知,该区域初始隆升时间为970 ka,表明湔江现代流向的形成时期大致为早更新世晚期。

$$T = \frac{H}{V} = \frac{1063 \text{ m} - 636 \text{ m}}{0.44 \text{ mm/a}} = 970 \text{ ka} \quad (1)$$

式中, T 为区域初始隆升时间; H 为山顶面与河谷的相对高差; V 为区域隆升速率。

5 结论

基于前人的研究成果,本次研究以活动断裂的水系响应模式作为主要依据之一,进一步明确了湔江的流向演化经历了银屏口分水岭迁移的主动袭夺过程和新构造运动造成湔江改道的被动袭夺过程。具体来说,古湔江形成之初,经青片、禹里、曲山、擂鼓、安昌,在绵阳南山寺附近汇入涪江。发源于都坝山区、沿北川—映秀断裂破碎带发育的古都坝河成为古湔江支流,在曲山镇与古湔江交汇。与古都坝河一山之隔、发源于银屏口分水岭南东坡的通口河溯源侵蚀切穿分水岭,袭夺古都坝河上段河道,古都坝河上段水流首先改道流入通口河河槽。随后,凉风垭这一区域因新构造运动而局部隆升,截断古湔江河道,凉风垭北侧古湔江被迫沿已干涸的古都坝河下段河道向北东方向流动,注入通口河;凉风垭南侧古湔江断头,水量锐减,但流向未变,仍在绵阳城区附近与涪江交汇。因而,袭夺湾的准确位置位于现代都坝河与通口河交汇处,其样式近似直角。另

外,通过计算表明,古湍江形成现代流向的时间大致为距今 970 ka 的早更新世晚期。

参考文献 (References)

- [1] 王文鹄. 四川省通口河河流袭夺[J]. 山地研究, 1997, **15**(1): 18 - 23. [WANG Wengu. The capture of Tongkouhe river in Sichuan province [J]. Journal of Mountain Science, 1997, **15**(1): 18 - 23]
- [2] 王文鹄. 河流袭夺的几种形式[J]. 地理学与国土研究, 1998, **14**(4): 45 - 48. [WANG Wengu. Several forms of river capture [J]. Geography and Territorial Research, 1998, **14**(4): 45 - 48]
- [3] 赵诚, 王世梅. 长江三峡及其上游河流袭夺新认识[J]. 武汉水利电力大学学报, 2000, **22**(3): 196 - 199. [ZHAO Cheng, WANG Shimei. New recognition of river captures in Three Gorges and its upper reaches [J]. Journal of Wuhan University of Hydraulic and Electric Engineering, 2000, **22**(3): 196 - 199]
- [4] 赵诚, 徐瑞春, 王世梅. 长江流域中的特长掉向江段[J]. 华南地质与矿产, 1997, (3): 33 - 38. [ZHAO Cheng, XU Ruichun, WANG Shimei. The special long reversed river section in the Yangtze river reaches [J]. Geology and Mineral Resources of South China, 1997, (3): 33 - 38]
- [5] 何浩生, 何科昭, 朱祥民, 等. 滇西北金沙江河流袭夺的研究—兼与任美镔先生商榷[J]. 现代地质, 1989, **3**(3): 319 - 330. [HE Haosheng, HE Kezhao, ZHU Xiangmin, et al. A discussion on the problem of river-capturing of the Jinshajiang river in northwest Yunnan [J]. Geoscience, 1989, **3**(3): 319 - 330]
- [6] 任美镔, 包浩生, 韩同春, 等. 云南西北部金沙江河谷地貌与河流袭夺问题[J]. 地理学报, 1959, **25**(2): 135 - 155. [REN Meie, BAO Haosheng, HAN Tongchun, et al. Study on valley geomorphology and river capture of Jinshajiang in northwestern Yunnan [J]. Acta Geographica Sinica, 1959, **25**(2): 135 - 155]
- [7] 沈玉昌, 杨逸畴. 滇西金沙江袭夺问题的新探讨[J]. 地理学报, 1963, **29**(2): 87 - 108. [SHEN Yuchan, YANG Yichou. New research on the problem of river-capture of Ching-Sha-Chiang (the upper Yangtze), western Yunnan, China [J]. Acta Geographica Sinica, 1963, **29**(2): 87 - 108]
- [8] 曾昭璇. 金沙江袭夺地形探讨[J]. 云南地理环境研究, 1991, **3**(2): 44 - 48. [ZENG Zhaoxuan. Geomorphological problems on river capture of Jinshajiang [J]. Yunnan Geographic Environment Research, 1991, **3**(2): 44 - 48]
- [9] 程捷, 田明中, 张绪教. 黄河源区黄河袭夺长江水系之初探[J]. 地学前缘, 2007, **14**(1): 251 - 256. [CHENG Jie, TIAN Mingzhong, ZHANG Xujiao. The Yellow river in its source area captured the branches of the Yangtze river [J]. Earth Science Frontiers, 2007, **14**(1): 251 - 256]
- [10] 余国安, 王兆印, 刘乐, 等. 新构造运动影响下的雅鲁藏布江水系发育和河流地貌特征[J]. 水科学进展, 2012, **23**(2): 163 - 169. [YU Guoan, WANG Zhaoyin, LIU Le, et al. Drainage network and fluvial morphology features of Yarlung Tsangpo river under the impact of neotectonic movement [J]. Advances in Water Science, 2012, **23**(2): 163 - 169]
- [11] 史兴民, 杨景春. 河流地貌对构造活动的响应[J]. 水土保持研究, 2003, **10**(3): 48 - 51. [SHI Xingmin, YANG Jingchun. Response of fluvial geomorphology to tectonic movement [J]. Research of Soil and Water Conservation, 2003, **10**(3): 48 - 51]
- [12] 李勇, 周荣军, 苏德辰, 等. 汶川地震的河流地貌响应[J]. 第四纪研究, 2013, **33**(4): 785 - 801. [LI Yong, ZHOU Rongjun, SU Dechen, et al. Fluvial landforms response to the Wenchuan earthquake, Longmenshan mountain, China [J]. Quaternary Sciences, 2013, **33**(4): 785 - 801]
- [13] 李志威, 余国安, 徐梦珍, 等. 青藏高原河流演变研究进展[J]. 水科学进展, 2016, **27**(4): 617 - 628. [LI Zhiwei, YU Guoan, Xu Mengzhen, et al. Progress in studies on river morphodynamics in Qinghai-Tibet plateau [J]. Advances in Water Science, 2016, **27**(4): 617 - 628]
- [14] 韩建恩, 邵兆刚, 朱大岗, 等. 黄河源区河流阶地特征及源区黄河的形成[J]. 中国地质, 2013, **40**(5): 1531 - 1541. [HAN Jianen, SHAO Zhaogang, ZHU Dagang, et al. Characteristics of river terraces and formation of the Yellow river in the source region of Yellow river [J]. Geology in China, 2013, **40**(5): 1531 - 1541]
- [15] 陈浩, 李勇. 岷江上游河流阶地对龙门山断裂带逆冲作用的响应[J]. 山地学报, 2014, **32**(5): 535 - 540. [CHEN Hao, LI Yong. River terrace responding to the obduction of the Longmenshan fault zone in the upper Min river basin [J]. Journal of Mountain Science, 2014, **32**(5): 535 - 540]
- [16] 陈浩, 李勇. 四川省北川县活动断裂的地质响应[J]. 重庆师范大学学报(自然科学版), 2017, **34**(1): 108 - 113. [CHEN Hao, LI Yong. The Geological response of active fault in Beichuan county, Sichuan province [J]. Journal of Chongqing Normal University (Natural Science), 2017, **34**(1): 108 - 113]
- [17] 裴军令, 周在征, 李海兵, 等. 汶川地震断裂带多次地震活动新证据[J]. 中国地质, 2016, **43**(1): 43 - 55. [PEI Junling, ZHOU Zaizheng, LI Haibing, et al. New evidence of repeated earthquakes along Wenchuan earthquake fault zone [J]. Geology in China, 2016, **43**(1): 43 - 55]
- [18] 陈浩, 林孝先, 董廷旭. 北川县地质学与地貌学野外实践教学模式改革探讨[J]. 绵阳师范学院学报, 2018, **37**(8): 124 - 127. [CHEN Hao, LIN Xiaoxian, DONG Tingxu. Exploration on the reform of patterns of geologic and geomorphological field practice teaching in Beichuan county [J]. Journal of Mianyang Teachers' College, 2018, **37**(8): 124 - 127]
- [19] 李勇, 周荣军, Densmore A L, 等. 青藏高原东缘大陆动力学过程与地质响应[M]. 北京: 地质出版社, 2006: 78 - 80. [LI Yong, ZHOU Rongjun, Densmore A L, et al. Continental dynamics and geological responses of the eastern margin of Qinghai-

Tibet plateau [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2006: 78 – 80]

[20] 李再纯, 王文鹤. 绵阳市自然地理志 [M]. 成都: 四川辞书出版

社, 1996: 81 – 83. [LI Zaichun, WANG Wengu. Physical geographical records of Mianyang city [M]. Chengdu: Sichuan Dictionary Publishing House, 1996: 81 – 83]

Study on the Transformation Process of Flow Direction of Jian River in Beichuan County, Sichuan, China

CHEN Hao¹, LI Yong²

(1. College of Resources and Environmental Engineering, Mianyang Normal University, Mianyang 621006, China;
2. College of Energy, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China)

Abstract: Previous controversies regarding the accurate position of Jian river's elbow of capture in Beichuan county lead to the controversies on its evolution model of flow direction. According to the study of response modes of water systems to faulted structures and the evidence of fluvial geomorphology, it indicated that there were two processes involved in the flow direction evolution of Jian river including the migration of Yinpinkou water divide (active river capture) and the transformation of flow direction caused by new tectonic movement (passive river capture). The right angled intersection of Duba river and Tongkou river was the accurate position of Jian river's elbow of capture. To be specific, paleo-Duba river which was developed along the fault flowed into the paleo-Jian river near Qushan town, the Yinpinkou watershed was cut by the headward erosion of Tongkou river, and the lower reach of paleo-Duba river became beheaded because its upper reach was diverted into Tongkou river. Subsequently, the paleo-Jian river diverted near Qushan town because of tectonic uplift and then flowed into Tongkou river along the beheaded lower reach of paleo-Duba river. Calculations in this paper showed that the transformation period of flow direction of Jian river was the late of early pleistocene (970 ka BP).

Key words: Jian river; transformation of flow direction; fault structure; Beichuan county