

滇西道街盆地上新世怒江埋藏砾石层、堰塞湖沉积的发现及其磁性地层学

赵希涛^{1,2}, 仝亚博¹, 吴中海¹, 叶培盛¹, 胡道功¹

ZHAO Xi-tao^{1,2}, TONG Ya-bo¹, WU Zhong-hai¹, YE Pei-sheng¹, HU Dao-gong¹

1. 中国地质科学院地质力学研究所, 北京 100081; 2. 中国科学院地质与地球物理研究所, 北京 100029

1. *Institute of Geomechanics, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100081, China;*

2. *Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029, China*

摘要:在对怒江道街—惠通桥段的考察研究中, 不仅重新厘定了河谷中拔河 150m 以下的多级低阶地, 而且在拔河 180~380m 的高度上发现了多级由磨圆良好、成分复杂的厚层冲积砾石层所组成的高阶地, 厚近 100m 的堰塞湖成因的砂层及其下伏厚约 100m 的砾石层。冲积层的同位素年龄测定结果表明, 6 级低阶地形成于中更新世以来。望江楼剖面的磁性地层研究结果显示, 组成相当于第九级阶地上部的湖相砂层, 上部以正向极性为主, 含 2 次短期的负极性, 下部则为负极性。与标准磁性地层柱对比表明, 该湖相地层形成于 4.2~2.6MaBP 的中—晚上新世, 湖相地层之下的埋藏阶地与高阶地则应形成于上新世早期至中新世晚期。据此在进一步的区域地层对比后认为: 怒江至少在中新世的中晚期已开始形成并下切, 至上新世早期已下切至现今河床附近。上述研究结果为更科学地认识青藏高原东缘的强烈隆升过程提供了非常有价值的新线索。

关键词:怒江; 河流阶地; 湖相沉积; 上新世; 磁性地层学

中图分类号: P534.62²; P539.3

文献标志码: A

文章编号: 1671-2552(2012)02/03-0227-08

Zhao X T, Tong Y B, Wu Z H, Ye P S, Hu D G. Buried gravels and dammed-lake sediments of the Pliocene Nujiang River discovered in the Daojie basin, western Yunnan Province and their magneto-stratigraphic evidence. *Geological Bulletin of China*, 2012, 31(2/3):227-234

Abstract: During the field work, the authors discovered that along the Daojie-Huitongqiao segment of the Nujiang River there are not only multiple low terraces less than 150m above the river level but also multiple high terraces as well as dammed-lake sediments and their underlying gravels between 180 and 380m above the river level. These high terraces consist of thick bedded alluvial gravels, which are rounded and have complex composition, the dammed-lake sediments consist of sand and are nearly 100m thick, and the underlying sediments consist of alluvial gravels and are about 100m thick. The isotope dating shows that 6 low terraces should be formed since the Middle Pleistocene. The magneto-stratigraphic study of the Wangjianglou section shows that the upper lacustrine sand beds corresponding in composition to the upper part of the 9th terrace are dominated by positive polarity but include two short periods of negative polarity, whereas the lower lacustrine sand beds are of negative polarity. According to their correlation with the standard magneto-stratigraphic column, these lacustrine beds should have been formed during the Middle-Late Pliocene, i.e., 4.2-2.6MaBP, whereas their underlying buried terraces and higher terraces might have been formed during the Early Pliocene-Late Miocene. The regional stratigraphic correlation made on the basis of this deduction suggests that, while the Tibetan Plateau began rising in the Middle-Late Miocene, the Nujiang River probably began its life as a river. It has long been in a downcutting state. By the Early Pliocene, it had downcut into a place below its present river bed.

Key words: Nujiang River; river terrace; lacustrine sediment; Pliocene; magneto-stratigraphy

收稿日期: 2011-05-10; 修订日期: 2011-12-27

资助项目: 中国地质调查局项目《云南 1:5 万马厂幅、道街坝幅区域地质调查》(编号: 1212010784004)、《泛亚铁路大理至瑞丽沿线地质构造综合研究》(编号: 1212010814054)和《西南地区活动构造与应力场模拟》(编号: 1212010911049)

作者简介: 赵希涛(1940-), 研究员, 从事地貌与第四纪地质方面的研究。E-mail: xitao_zhao@sina.com

怒江发源于唐古拉山脉吉热格帕峰(海拔6070m)南坡,源头段称桑曲/朶果尔曲,过错那和嘎弄2个湖后称那曲,蜿蜒在藏北高原的广阔盆地之中。这里曾经是藏北高原晚更新世古大湖——“羌塘东湖”的一部分,后外泄而成为怒江的源头^[1-3],过那曲县达仁乡以东的峡谷段进入比如县境并汇合了下秋曲后,始称怒江。随后,不断有新的支流加入其中,如索曲、热玛曲、姐曲、美曲、色曲、达曲、卓玛朗错曲、玉曲等。怒江在察隅县拉康寺附近由西藏入云南,出云南境后在缅甸境内称萨尔温江,最后注入印度洋安达曼海。

研究区的怒江道街盆地,大部分位于云南省保山市隆阳区潞江镇境内(图1)。该段怒江近南北走向,夹于高黎贡山南段东支与怒山南段之间。前者构成怒江与龙川江的分水岭,主脊海拔多在2300~3600m之间;后者构成怒江与其支流枯科河的分水岭,主脊海拔在1900~2300m之间;而该段怒江谷底大部分在海拔640~660m之间,区域地势高差可达1200~2900m。该段怒江河谷为一深切的山间河谷盆地,东西方向的最大宽度可达8km。在该区最新开

展的1:5万区域地质调查发现,该盆地边缘未发育明显的断裂新活动或活动断裂带,故道街盆地难以称为断陷盆地,而应该是怒江顺早期的构造薄弱带侵蚀切割再充填而形成的河谷型盆地。

前人仅报道过道街盆地中更新世以来怒江所形成的拔河150m以下的3~5级阶地和怒江各支流在出山口处所形成的5期洪积扇,并测定了低阶地或洪积扇的热释光(TL)年龄^[4-7],对于盆地西南部支沟间拔河200m以上高台地的砂砾石沉积却缺少关注,有人甚至将这些古老的堆积物与支沟中的近代冲沟堆积物混为一谈,笼统地划分为全新世洪积物^①。

笔者在参加云南道街幅、马厂幅1:5万地质填图与大(理)—瑞(丽)铁路沿线新近纪地质调查研究的过程中,先后于2008年12月,2009年4—5月,2010年1—2月、4—5月与11—12月间多次考察该地区,填绘了道街盆地的新近纪与第四纪地质图,并测量了多条河谷横剖面图。在此过程中,不仅重新厘定了怒江河谷中拔河150m以下的多级低阶地,而且在拔河180~380m的高度上发现了多级由磨圆良好、成分复杂的厚层冲积砾石层组成的高阶地,以及

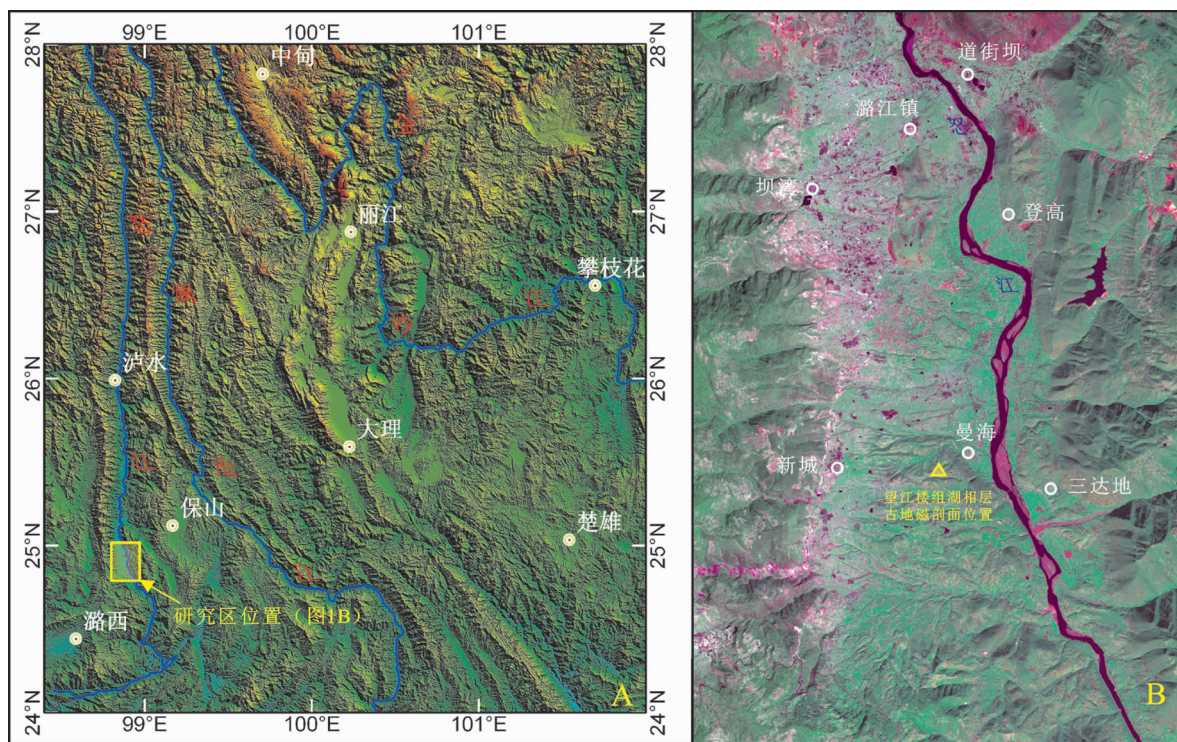


图1 研究区保山市道街盆地地理位置(A)和盆地全景、古地磁采样剖面位置(B)遥感影像

Fig. 1 Remote sensing images of geographic location (A) and panoramic sketch as well as paleomagnetic sampling profile location (B) in Daojie basin, Baoshan City

厚近 100m 的堰塞湖成因的砂层及其下伏的河流相砾石层,并采集了低阶地冲积物的 OSL(光释光法)、U 系法、ESR(电子自旋共振法)年龄测定样品与湖相砂层的古地磁样品,进行实验室分析测试工作。本文主要报道上新世怒江埋藏砾石层、堰塞湖相沉积的发现及其磁性地层学的初步研究结果,并进一步讨论其在区域地层对比、怒江的形成与发育过程,以及青藏高原隆升中的意义。

1 道街盆地怒江河谷地貌与晚新生代沉积特征

调查研究结果表明,道街盆地中的怒江河谷,由最高拔河 380m 的 13 级阶地,而不是前人所划分的低于拔河 150m 的 5 级阶地所组成。按照阶地面的拔河高度、组成阶地的河流相沉积物的沉积特征、阶地表面沉积物的古土壤发育程度,以及不同阶地沉积之间的相互接触关系,笔者将前人所划分的拔河 150m 以下的 3 级或 5 级低阶地,重新厘定为拔河 6~15m、18~30m、35~40m、45~60m、65~80m、90~120m、120~130m 和 140~150m 的 8 级阶地(分别对应 $T_1 \sim T_8$ 阶地)。其中, T_1 为堆积阶地,以砂与砾石为主,表面几乎没有古土壤发育。 T_2 为堆积阶地,以砂与砾石互层为主,表层发育薄层灰黑色古土壤。 T_3 为堆积阶地,以砂与砾石互层为主,表层发育棕色古土壤。 T_4 为堆积或基座阶地,以砂与砾石互层为主,表层发育棕色古土壤,上部砂层中含 1~2cm 大小的钙质结核,基座为具交错层理的胶结砂层或砾石层。 T_5 为堆积或基座阶地,以砾石层为主,局部夹砂层,表层发育较厚层的棕色古土壤。 T_6 为堆积

或基座阶地,以砂与砾石为主,表层发育较厚层的浅红棕色古土壤,上部为较厚层的湖相砂层,中下层为砂砾石互层,局部被钙质胶结。 T_7 为基座阶地,以砾石或砂砾为主,厚度不大,砂砾石经受了轻度的网纹化作用,基座为下述望江楼组古湖相砂层或基岩。 T_8 为基座阶地,以砾石或砂砾为主,厚仅 1~3m,以望江楼组古湖相砂层或第十级阶地砂砾层为基座。

拔河 180~380m 的第九至第十三级阶地($T_9 \sim T_{13}$),是新发现的怒江高阶地。其中, T_9 拔河 180~210m,为下部的厚层砾石层和上覆的厚层砂层所组成的堆积阶地(图 2)。阶地中、上部的砂层厚近百米(图 3-a),已大大超过了一般河漫滩沉积的正常厚度。其组成主要为细砂、粉砂,局部夹粘土、砂质粘土或粗砂小砾层,分选良好,层理或纹层清晰,显然系堰塞湖相沉积。砂层底部沙姜密集,甚至形成厚达 10~20m 的钙板层,其表层发育了厚 3~5m 的砖红色古土壤(图 3-a)与具清晰网纹状构造的网纹红土(图 3-b)。阶地表面已被后期沟谷强烈切割,但地表起伏较为和缓,在斜坡上有陡峭的冲沟发育。阶地下部为巨厚的砾石层,出露厚度近百米而未见底。其砾石成分复杂,分选与磨圆良好(图 3-c),有清晰的层理,是典型的大河河流相沉积。如不计堰塞湖成因的厚层古湖相砂层,则由河流相砾石层所组成的怒江第九级阶地应属于埋藏阶地。这套堰塞湖相沉积与河流相沉积在道街盆地中、南部分布十分广泛,如怒江西岸的曼海、库老东、河底寨、顿东,大红坡东南,江东岸的石头寨等地,而以曼海地区最为典型,故将这套河流相沉积称为曼海组,将其上以望江楼剖面为代表的厚层堰塞湖相沉积称为望江楼组,与金沙江中游

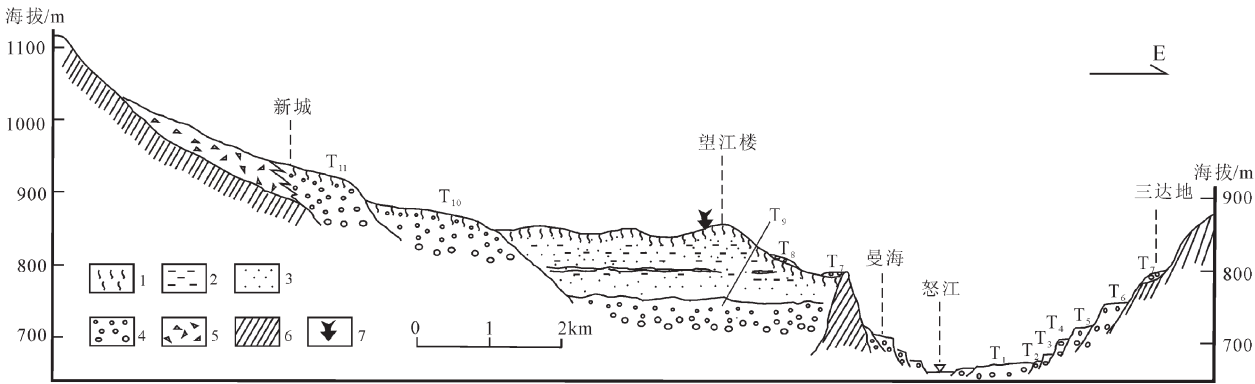


图 2 新城—三达地怒江河谷横剖面

Fig. 2 Transverse profile of the Nujiang River valley, Xincheng-Sanda

1—网纹化红土或砾石;2—粘土;3—砂;4—砾石;5—碎石;6—基岩;7—古地磁剖面位置

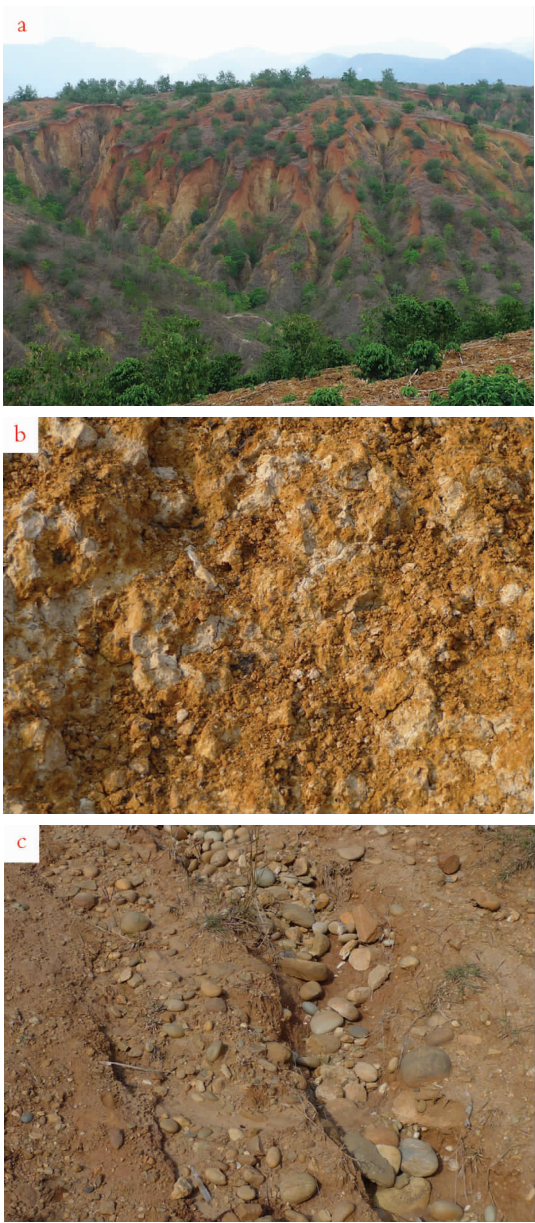


图3 望江楼组湖相沉积及其埋藏的古怒江砾石层
Fig. 3 Lacustrine sediments of Wangjianglou Formation and its buried paleo-Nujiang gravel bed
a—望江楼处的望江楼组典型剖面及古地磁采样位置(镜向北);b—顿东村东望江楼组顶面网纹化现象;c—曼海桥西埋藏在望江楼组湖相层之下的古怒江砾石层(曼海砾石层)

的同类堰塞湖相沉积昔格达组^[8-9]遥相呼应。
T₁₀~T₁₃,分别为拔河 220~230m、270~280m、340~360m 与 370~380m,均为基座阶地。组成这些阶地的砾石层均层理清晰,砾石大部分分选与磨圆十分良好,成分复杂,显然系怒江主流经长途搬运之后的河床相沉积。该砾石层顶部及其上的“二元结构”砂层均

受到明显的网纹化作用,发育成网纹红土与网纹砾石。怒江高阶地也主要分布在道街盆地中、南部现怒江西岸,仅T₁₀在怒江东岸珀当附近有小范围出露。
此外,在道街盆地中,还有分布于高黎贡山东麓和怒山西麓的不同时代形成的坡、洪积物或泥石流堆积物,由夹杂不同颜色砂土的碎石和磨圆很差的砾石层组成。它们构成高黎贡山东麓和怒山西麓各支沟出口的现代洪积扇与泥石流扇,或构成不同高度的冲沟阶地或洪积台地,后者砾石成分单调,大小混杂,分选与磨圆差。

2 望江楼组湖相沉积的磁性地层学特征

2.1 望江楼组剖面描述与样品采集

望江楼组湖相沉积磁性地层学研究剖面位于望江楼台地顶部略靠西南坡近顶处,其起点经纬度为24°52'30"N、98°52'35"E,海拔 852m。下面将剖面自上而下的特征描述如下。

层 1.表土,为浅棕红色粘土质粉砂	1.5m
层 2.具网纹状构造的杂色粘土质粉砂,以棕红色调为主色调	2.5m
层 3.具网纹化灰色粘土质粉砂	2.3m
层 4.土黄色细砂,均匀疏松,夹薄层浅黄棕色粘土质粉砂	5.7m
层 5.浅棕黄色细砂,较密实,稍硬,局部夹浅棕、姜黄色粉砂质粘土,有明显的层理	8.3m
层 6.浅砖红色粘土质细砂,不规则块状,较密实,夹规则铁锰质斑块,比较混杂	3.7m
层 7.土黄色粉、细砂,夹浅棕黄色细砂薄层与姜黄色、灰白色粉砂	5.0m
层 8.浅棕黄、浅土黄色粘土质细砂,不均匀块状	2.2m
层 9.土黄、灰黄色粘土质粉砂,均匀,较密实	5.3m
层 10.浅灰白、灰黄色细砂质粘土,较疏松,局部夹粉砂薄层	7.0m
层 11.浅灰黄色中、细砂,有白色斑点	4.5m
层 12.灰黄色砂砾石,砾石磨圆良好	1.5m
层 13.粗砂与小砾互层,砾石磨圆良好	3.0m
层 14.土黄色粉、细砂,较疏松	1.6m
层 15.土黄、棕黄、灰白色中、细砂互层,较疏松	4.9m
层 16.土黄色细砂,均匀疏松,内有灰黄、锈黄色条纹	1.5m
层 17.土黄色中砂,较疏松	2.5m
层 18.土黄色细砂,均匀,较疏松	2.0m
(剖面有所位移)	
层 19.土黄、杂灰、灰白色细砂,较硬	1.0m
层 20.土黄色细砂,下部为厚约 0.5m 的钙板	1.0m
层 21.棕黄色纹层状粘土	1.5m

层 22.棕黄色小砾石

1.5m

~~~~~ 角度不整合 ~~~~~

下伏古怒江砾石层(曼海砾石层)(未见底)

剖面终点经纬度为  $24^{\circ}52'24''\text{N}$ 、 $98^{\circ}52'48''\text{E}$ ,海拔 763m。

古地磁样品的采样密度基本上为 0.5m,当遇到砾石层或无法取样的其它地层时,采样位置会向下略有移动。望江楼古地磁采样剖面的岩性与采样位置的柱状图如图 4 所示。

## 2.2 样品处理与测试

在望江楼 71.5m 厚的剖面上共采集样品 145 块,所有手标本样品在室内都加工成至少 2 块边长为 2cm 的正方体标准样品。所有实验均在地质科学院地质力学研究所古地磁开放实验室进行。样品剩磁测量在美制 2G 超导磁力仪上进行,系统热退磁在英制 TD-48 大型热退磁仪上完成。热退磁温度在低温段的间隔为  $50\sim 100^{\circ}\text{C}$ ,高温段加密温度区间,温度间隔为  $20\sim 30^{\circ}\text{C}$ ,最高热退磁温度为  $680^{\circ}\text{C}$ 。所有测试结果都用主向量分析法计算出特征剩磁方向。

## 2.3 测试结果

利用主向量分析法对所有样品系统热退磁结果进行分析,共有 102 块样品获得了特征剩磁分量,其中有 70 块样品特征剩磁分量为正极性特征,其它 32 块样品特征剩磁分量为负极性特征。根据特征剩磁分量建立了本剖面的地磁极性柱,共记录了 6 个极性段落,包括 3 个大的正极性段落 N1( $0\sim 15\text{m}$ )、N2( $17\sim 25\text{m}$ )和 N3( $30\sim 45.5\text{m}$ ),2 个大的负极性段落 R2( $25\sim 30\text{m}$ )、R3( $45.5\sim 71.5\text{m}$ ),以及在 N1 和 N2 正向极性带内记录的一个短的负极性事件 R1( $15\sim 17\text{m}$ )(图 4)。

## 3 关于望江楼组湖相沉积与怒江埋藏阶地形成时代的讨论

可用于测定第四纪沉积物年龄的大多数同位素测年方法对于以砂和粘土为主要成分的时代较老的古湖相沉积望江楼组已经无能为力。对于望江楼组及其下伏的埋藏阶地,以及相对高度更大阶地的河流相砂砾石层,只好参照古金沙江砾石层及其上覆的昔格达组堰塞湖相沉积,从磁性地层学的角度研究金沙江河谷的侵蚀与堆积速率 2 个方面来讨论望江楼组和怒江埋藏阶地、高阶地可能的形成时代。

望江楼组湖相沉积的磁性地层测试结果(图 4)表明,除部分样品因磁性强度不足而难以判断方向外,其上部 45.5m 厚的地层段以正极性为主,只有 2 个小段为负极性;下部地层则全部为负极性。望江楼组湖相沉积上部 45.5m 以正极性为主的地层到底是属于中更新世以来的布容(Brunhes)世,还是属于上新世晚期的高斯(Gauss)正极性世呢?这可以从望江楼组形成以后低阶地的形成年代来加以讨论。

程捷等<sup>[6]</sup>曾在道街盆地和红旗桥附近见到厚约 100m 的具交错层理的灰色、灰白色砾石层与含砾砂层,已发生构造变形(倾斜与错断),局部(红旗桥附近)构成拔河达 150m 的第五级阶地,认为其属于中更新世。第四级阶地冲积层为灰黄色粉砂、灰黄与灰绿色粉砂、灰色与褐色砾石层,厚约 30m。在怒江农场场部,冲积层上部为巨厚的灰黄色粉砂,斜层理发育,厚可达 10m。马篆阶<sup>[4]</sup>用热释光法测得其年龄为  $105.2\pm 17.3\text{ka BP}$ 。同期的洪积物为褐红与棕红色含泥角砾石层,砾石的风化程度较深,其热释光年龄为  $155.56\pm 31.11\text{ka BP}$ ,可能偏老。第三级阶地冲积物分布面积比第四级阶地更广,为棕红色粘土、灰色与黄灰色砂层、粉砂层和灰色砾石层,厚 31m,马篆阶<sup>[4]</sup>测得其热释光年龄为  $79\pm 17\text{ka BP}$ 。此外,在道街盆地还广布有第二和第一级阶地。此前,何浩生等<sup>[5]</sup>曾将晚更新世中、早期冲积层分别定为第二和第三级阶地,并认为埋藏的中更新世冲积层(下部为砾石层,上部为粗砂层)构成第二和第三级阶地的基座。遗憾的是,文献[4]和[5]所涉及的阶地均缺少拔河高度。从他们的描述来看,其第三、第四级阶地大致相当于本文的第四和第六级阶地。

计凤桔等<sup>[7]</sup>也用热释光法测定了道街坝怒江低阶地的年龄,其拔河  $15\sim 20\text{m}$  的第一级阶地(本文划分的第一与第二两级阶地中的第二级阶地)顶、底部分别为  $8.37\pm 0.67\text{ka BP}$  和  $17.11\pm 1.37\text{ka BP}$ ,拔河  $60\sim 80\text{m}$  的第二级阶地(本文划分的第三与第四两级阶地中的第四级阶地)顶部与中下部分别为  $17.08\pm 1.30\text{ka BP}$ 、 $32.07\pm 2.68\text{ka BP}$  和  $38.35\pm 3.47\text{ka BP}$ 。

笔者新测试了怒江低阶地样品的电子自旋共振(ESR)年龄。其中,侯家湾西边怒江西岸  $T_6$  上部冲积砂层中细砂样品的 ESR 年龄为  $683\text{ka BP}$ ,道街西边怒江东岸阶地下伏坡积砾岩钙质胶结物样品的 ESR 年龄为  $677\text{ka BP}$ ,道街西边怒江东岸  $T_5$  上部冲积砂层中钙质粉砂与  $T_{4/5}$  下伏的冲积砂砾岩中钙



地可能形成于中更新世中晚期,第七与第八级阶地应形成于中更新世以前,很可能为早更新世。

根据上述同位素年龄测定结果和磁性地层学测试结果可以认为,望江楼组上部45.5m以正极性带为主仅含2次短期负极性带的地层排除了属于布容(Brunhes)正极性带的可能性。将以上古地磁结果与国际标准磁极性序列对比(图4)显示,N1、N2和N3正极性带对应于高斯(Gauss)正极性带,其中R1负极性带对应于高斯正极性带中的凯纳(Keana)负极性亚带,R2负极性带对应于高斯带中的马莫斯(Mammoth)负极性亚带;望江楼组45.5m以下的R3负极性带则对应于吉尔伯特(Gilbert)负极性带。由于采样的原因,笔者没有采集到望江楼组顶部的样品,而且望江楼山顶也不一定保存了望江楼组的顶部地层,因而望江楼组顶部能否进入松山(Matuyama)负极性带也难以最终确定。按照Cande等<sup>[10]</sup>修改的古地磁年表,该沉积地层年代应晚于4.18Ma,早于2.58Ma,相当于上新世中晚期。

望江楼组湖相沉积的磁性地层学研究结果,可以很好地与广泛分布于四川西南部的金沙江及其支流雅砻江、安宁河、大渡河等河谷中的湖相沉积昔格达组的磁性地层学研究结果相对比。前人对昔格达组的典型剖面曾进行过详细的磁性地层学研究,包括汉源县富林、攀枝花西北的大水井清香坪(湾子头)、攀枝花以东30km的昔格达(村南)和攀枝花东北19km的桐子林南侧的老台子梁岗<sup>[11-12]</sup>,还有近期发现的泸定县海子坪剖面<sup>[13-14]</sup>与冕宁县周家大沟剖面<sup>[15]</sup>。这些剖面的磁性地层学研究结果均表明,昔格达组湖相沉积形成于4.2~2.6Ma之间的上新世中晚期。这与本文的研究结果——望江楼组形成于4.2~2.6Ma之间的上新世中晚期十分吻合。

同样,望江楼组湖相沉积下伏的厚约100m的怒江埋藏阶地砾石层的形成时代,只能通过与攀枝花地区昔格达组下伏的金沙江砾石层进行对比来确定。笔者参考钱方等<sup>[11]</sup>清香坪172.4m厚的昔格达组的形成时代为距今3.29~2.12Ma,得出其沉积速率为17.6cm/ka,考虑到砾石层的沉积速率要比细粒的湖相沉积快得多,从而估计昔格达组下伏的金沙江砂砾石层的形成时代为4.2~4.5/5.0Ma BP的上新世早期<sup>[9]</sup>。鉴于望江楼组湖相沉积的形成时代也为4.2~2.6Ma,故推测怒江埋藏阶地砾石层的形成时代也应大致为4.2~4.5/5.0Ma BP的上新世早期或早中期。

#### 4 上新世怒江埋藏阶地与堰塞湖相沉积发现的地质意义

与四川攀枝花地区金沙江河谷下部4.2~4.5/5.0Ma BP上新世早期的金沙江砾石层、拔河460m的第十一级阶地砾石层的发现与鉴别<sup>[9]</sup>,以及云南大具盆地底部1.95和1.77Ma BP的早更新世早期金沙江砾石层的发现<sup>[16]</sup>一样,怒江河谷下部4.2~2.6Ma之间上新世中晚期的望江楼组堰塞湖相沉积,4.2~4.5/5.0Ma BP的上新世早期怒江埋藏阶地砾石层,更早的可能为中新世晚期由厚层河流相砂砾石组成并高出现今河床230~240m至370~380m的第十至第十三级阶地的发现与鉴别,对研究怒江河谷的早期发育和青藏高原隆升具有重要的科学意义。它表明,在中新世晚期至上新世早期,一条与现今的怒江一样规模巨大的大江——位于怒江-萨尔温江中游的古怒江,就已经在其现今的位置上存在了。古怒江当时的河道在地处上升地区的滇西高原已经分别下切至接近和低于今天的谷底了。按照高阶地、埋藏阶地与望江楼组的分布,可以判断当时河道的位置大致在道街盆地的西南部,只是由于西部的高黎贡山南段东支高于东部的怒山南段,故前者带来的松散沉积物要多于后者,河床只能逐渐向东迁移至今天的位置了。

再联系到金沙江支流雅砻江河谷的老台子梁岗和大渡河河谷的汉源县富林2个剖面,在昔格达组底部分别有9.7m和18.0m厚的半胶结砾石层<sup>[11-12]</sup>,看来也应是河流相的,也证明古雅砻江和古大渡河已经在现今的位置上存在了。同样,笔者也掌握了大河雅鲁藏布江甚至内流区小河格尔木河在上新世或更早时期已经存在的证据。

因此,怒江是否晚至早更新世一中更新世才开始形成<sup>[3]</sup>,且金沙江形成要早于怒江、澜沧江与元江<sup>[6]</sup>的看法,以及怒江在卡瓦格博峰南某处袭夺了澜沧江上游的猜测<sup>[17]</sup>,是值得商榷的。同样,金沙江、大渡河等长江上游的支流何时穿过四川盆地,川江是否晚至2.00±0.20Ma BP<sup>[18-20]</sup>或1.20Ma BP/1.00±0.20Ma BP以来<sup>[21]</sup>才冲出三峡,也是一个值得加以重新审视的问题。更进一步,不仅长江水系,中国其它主要水文网的发育历史是否也要加以重新考虑?

在上新世早期或更早的时期,规模巨大的怒江、金沙江(包括支流雅砻江、安宁河)、大渡河等大河在



现今位置上的存在,至少将石鼓附近金沙江所发生的第一次流向的巨大改变的原因——到底是由于河流袭夺还是别的原因的争论,从第四纪和上新世早期进一步推向中新世晚期以前。这是因为大具盆地、攀枝花地区和道街盆地所在的金沙江和怒江谷底的海拔高度分别为 1600m、1000m 和 650m,已深深切进了当地海拔 3800~4000m、3000m 和 2500m 左右以上的高原面即青藏高原主夷平面 2000m 左右或更多,形成了这些地方的高山深谷地貌。怒江、金沙江等河流间歇性地随青藏高原的隆升而深切 2000m 左右或更多,不是短短的几百万年能完成的——位于上升地区的攀枝花地区自上新世早期 5Ma 左右以来真正的下切幅度不足 400m(基岩中不到 100m),而位于相对下降地区的道街和大具盆地,自上新世早期 5Ma 左右和早更新世早期近 2Ma 左右以来几乎没有什么下切<sup>[16]</sup>。这就为从地貌学与第四纪地质学角度讨论青藏高原到底是第四纪时期,还是更早的新近纪时期已上升到接近现今的高度的争论<sup>[22-23]</sup>,从另一个侧面提供了有意义的线索。

## 参考文献

- [1]赵希涛,朱大岗,吴中海,等. 西藏纳木错晚更新世以来的湖泊发育[J]. 地球学报, 2002, 23(4): 329-334.
- [2]赵希涛,朱大岗,严富华,等. 西藏纳木错末次间冰期以来的气候变迁与湖面变化[J]. 第四纪研究, 2003, 23(1):41-52.
- [3]赵希涛,吴中海,胡道功,等. 西藏错鄂及邻区晚更新世高位湖相沉积的发现及其意义[J]. 地球学报, 2005, 26(4): 291-298.
- [4]马篆阶. 滇西怒江道街断陷盆地的新构造运动特征[D].北京:中国地质大学硕士学位论文,1988.
- [5]何浩生,何科昭,马篆阶. 云南境内怒江形成时代的研究[J]. 云南地质, 1992,11(4): 348-355.
- [6]程捷,陈华惠,罗绍峰,等. 云南三江一河典型地区河谷第四系发育特征[J]. 现代地质, 1994,8(1): 11-19.
- [7]计凤桔,郑荣章,李建平,等.滇东、滇西地区主要河流低阶地地貌面的年代学研究[J]. 地震地质, 2000, 22(3): 265-276.
- [8]陈智梁,孙志明,Royden L H,等. 四川泸定昔格达组的堰塞湖成因及其意义[J]. 第四纪研究, 2004,24(6):614-620 .
- [9]赵希涛,胡道功,张永双. 四川攀枝花昔格达组下伏砾石层成因和时代探讨与古金沙江发育[J]. 地球学报,2008,29(1):1-12.
- [10]Cande S C,Kent D V. Revised calibration of the geomagnetic polarity timescale for the Late Cretaceous and Cenozoic [J]. Journal of Geophysical Research, 1995,100: 6093-6095.
- [11]钱方,徐树金,陈富斌,等.昔格达组磁性地层的研究[J]. 山地研究, 1984,2(4): 275-282.
- [12]陈富斌,赵永涛. 攀西地区新构造[M]. 成都:四川科学技术出版社, 1989: 1-101.
- [13]蒋复初,吴锡浩,肖华国,等. 四川泸定昔格达组时代及其新构造意义[J]. 地质学报, 1999,73(1): 1-6.
- [14]王书兵,乔彦松,赵志中,等. 泸定昔格达组时代认定与古环境[J]. 第四纪研究, 2006,26(2): 257-264.
- [15]姚海涛,赵志中,乔彦松,等. 四川冕宁昔格达组磁性地层学初步研究及意义[J]. 第四纪研究, 2007,27(1):74-84.
- [16]赵希涛,张永双,胡道功,等. 云南丽江地区大具盆地早更新世金沙江砾石层的发现及其意义[J]. 地质通报,2006,25(12):1381-1386.
- [17]Clark M K, House M A, Royden L H, et al. Late Cenozoic uplift of southeastern Tibet[J]. Geology, 2005,33(6): 525-528.
- [18]杨达源. 长江三峡的起源与演变[J]. 南京大学学报(自然科学版), 1988,24(3): 466-472.
- [19]张叶春. 长江三峡贯通的时代及意义[J]. 西北师范大学学报(自然科学版), 1995,31(2): 52-56.
- [20]Li Jijun,Xie Shiyong, Kuang Mingsheng. Geomorphic evolution of the Yangtze Gorges and the time of their formation [J]. Geomorphology,2001,41:125-135.
- [21]吴锡浩.青藏高原东南部地貌边界与金沙江水系发育[J]. 山地研究,1989,7(2):75-84.
- [22]李吉均,文世宣,张青松,等. 青藏高原隆起的时代、幅度和形式的探讨[J]. 中国科学, 1979,(6): 608-616.
- [23]赵希涛. 青藏高原隆起幅度估算方法评述[C]//中国科学院青藏高原综合科学考察队.青藏高原隆起的时代、幅度和形式问题. 北京: 科学出版社,1981:167-175.
- ① 李静,刘发刚,张虎. 中华人民共和国地质图西市幅、滚龙幅区域地质调查报告(1:250000). 2006.