维普资讯 http://www.cqvip.com

第26卷第8期 地 质 通 报 Vol.26,No.8
2007年8月 GEOLOGICAL BULLETIN OF CHINA Aug.,2007

滇西北德钦地区金沙江奔子栏古堰塞湖的发现及意义

张永双[1],赵希涛[2],胡道功[1]
ZHANG Yong-shuang[1], ZHAO Xi-tao[2], HU Dao-gong[1]

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:在川滇交界的云南德钦奔子栏一带的金沙江河谷两岸,发现了发育于第四级阶地之下的湖相纹层状粘土层,其下为边坡碎屑流堆积,表明该湖相层为滑坡碎屑流堵江所形成的。采用U系法测年,获得金沙江右岸湖相粘土层上部和下部的年龄分别为55.4 ka±3.5 kaBP和82.1 ka±6.6 kaBP,左岸湖相粘土层为122.0 ka±12.4 kaBP,表明该古湖发育于晚更新世早中期。孢粉分析结果显示,该湖相粘土沉积期间的古植被为以松为主的常绿针叶林,气候温和较湿。该古堰塞湖的发现不仅对于研究金沙江的河流发育史具有指导意义,而且对了解现代大江大河灾难性地质灾害的形成演化具有重要的参考价值。

关键词:堰塞湖;金沙江;滇西北;地质灾害;古气候
中图分类号:P941.78 **文献标志码**:A **文章编号**:1671-2552(2007)08-0970-06

Zhang Y S, Zhao X T, Hu D G. An ancient landslide-dammed lake found in the Jinsha River valley near Benzilan, Dêqên, Yunnan, China and its significance. *Geological Bulletin of China*, 2007, 26(8):970-975

Abstract: A lacustrine varved clay bed below terrace IV has been found on both sides of the Jinsha River valley near Benzilan, Dêqên, Yunnan, on the Sichuan-Yunnan border. Below this lacustrine clay bed lie slope debris-flow deposits, indicting that the lacustrine deposits formed by damming of the Jinsha River by landslide debris flows. U-series dating yields ages of 55.4±3.5 and 82.1±6.6 ka for the upper and lower parts of the lacustrine clay bed on the right bank of the river respectively and 122.0±12.4 ka for the lacustrine clay bed on the left bank, which shows that the paleolake was developed in the early and middle parts of the late Pleistocene. The sporopollen analysis indicates that the paleovegetation was evergreen conifers dominated by pines, and paleoclimate was mild and humid. The discovery of the ancient landslide dammed lake not only has great significance for the study of development history of the Jinsha River but also is of reference value for the understanding of the formation and evolution of calamitous geological hazards of today's large rivers.

Key words: dammed lake; Jinsha River; northwestern Yunnan; geological hazard; paleoclimate

近年来,国内外学者对青藏高原大江大河中发育的第四纪堰塞湖给予了高度关注,并且获得了许多重要成果[1-7],对于认识青藏高原大型河流发育史及第四纪以来的气候、环境演变具有重要的意义。位于云南西北部德钦县的奔子栏自古以来一直是滇藏之间"茶马古道"上的重要渡口。自北而南奔腾于横

收稿日期:2007-03-12;**修订日期**:2007-05-28
地调项目:中国地质调查局项目《滇藏铁路沿线地壳稳定性调查评价》(编号:1212010541404)和"十一五"国家科技支撑计划项目(编号:2006BAC04B05)资助。
作者简介:张永双(1968-),男,研究员,从事工程地质与环境地质研究工作。E-mail:zhys100@sohu.com

维普资讯 http://www.cqvip.com

断山脉高山深谷之间的金沙江在此稍稍拐向东南，河谷变宽，且发育了多级河流阶地。然而，以往很少有人研究这里的阶地，更无人报道这里的湖相沉积物。只有沈玉昌[8]将奔子栏至伏龙桥之间长17 km的金沙江阶地分为10 m、23 m、35~45 m、50~55 m、70~75 m、120~130 m、150 m和200~250 m 8级。程捷[9]虽然探讨过奔子栏至金江街之间的金沙江发育，但仅提到金江街有下、中更新统的湖相沉积和奔子栏有中更新世的冲积层，构成河拔350 m的第6级阶地，且是引自He Haosheng等[10]的报道。近年来，赵希涛等[11]在石鼓附近的"长江第一湾"段发现了因冰川堰塞而形成的古湖——石鼓古湖，并初步研究了其与现代金沙江河谷发育的关系。

2006年春夏之交，笔者结合《滇藏铁路沿线地壳稳定性调查评价》项目，在青藏高原东南缘开展第四纪地质、活动断裂和地质灾害等方面的地质调查过程中，在云南德钦奔子栏一带金沙江河谷中发现了一处典型的第四纪堰塞湖遗迹(图1)。野外地质调查表明，该堰塞湖具有明显的滑坡碎屑流堵江成因。笔者采用U系法对该堰塞湖沉积的粘土层进行了年龄测定，利用孢粉分析探索了湖相层发育期间的古气候条件，对于研究金沙江河流发育史和现代大江大河灾难性地质灾害的形成演化具有重要的参考价值。

1　典型剖面记录

本文所报道的古湖相沉积剖面，位于云南西北部德钦县奔子栏镇一带的金沙江河谷两岸，该处金沙江水面高程约1980 m，金沙江在该段明显拐弯。湖相沉积层在两岸的特征一致，其与河谷两岸的阶地冲积砾石层接触关系明显(图2，图版Ⅰ)，现按照现场调查情况分剖面进行阐述。

1.1　左岸剖面

在奔子栏镇角玛村对岸，即金沙江左岸(属四川省德荣县古学乡境内)，由于修建公路开挖边坡，出露了很好的剖面，可以明显地观察到山体基岩(玄武质板岩)、早更新世砾石层、T_5阶地砾石层、混杂堆积体和纹层状粘土层(图版Ⅰ)。在纹层状粘土层之上，发育了T_4阶地砾石层，二者呈明显的不整合关系，或者说，湖相层在剖面上显示为T_4阶地的基座(图2-(A))。该剖面显示的主要是湖相层的底部，其上部侵蚀较严重。

1.2　右岸剖面

在奔子栏镇角玛村附近，金沙江右岸表现为缓坡带，可以明显分辨出4级阶地。经实测，第一级阶地后缘拔河17.76 m，第二级阶地拔河(高度)25.48~42.67 m，第三级阶地拔河55.20~67.0 m，第四级阶地拔河72.2~101 m(图2-(B))。214国道位于第三级阶地的后缘附近。在国道西侧，出露非常好的第四级阶地砾石层，高出路面10~15 m，在上部形成宽缓的平台，奔子栏砖瓦厂即位于该平台上。在该平台之上，人工开挖的取土坑显示出很好的纹层状粘土剖面，粘土层呈淡紫色与土黄色相间，可见厚度约10 m，未见底(图版Ⅰ)。该套粘土层与金沙江左岸剖面中的粘土层在层理、颜色和成分上完全一致，属同一套湖相沉积。在地层层序上，其作为第四级阶地的基底，出露部分拔河高度88~98 m，应属湖相层的顶部。

2　古堰塞湖的成因分析

从金沙江左岸剖面可以明显看出，湖相粘土层的下部为多种成分、大小混杂、磨圆差的混杂堆积，

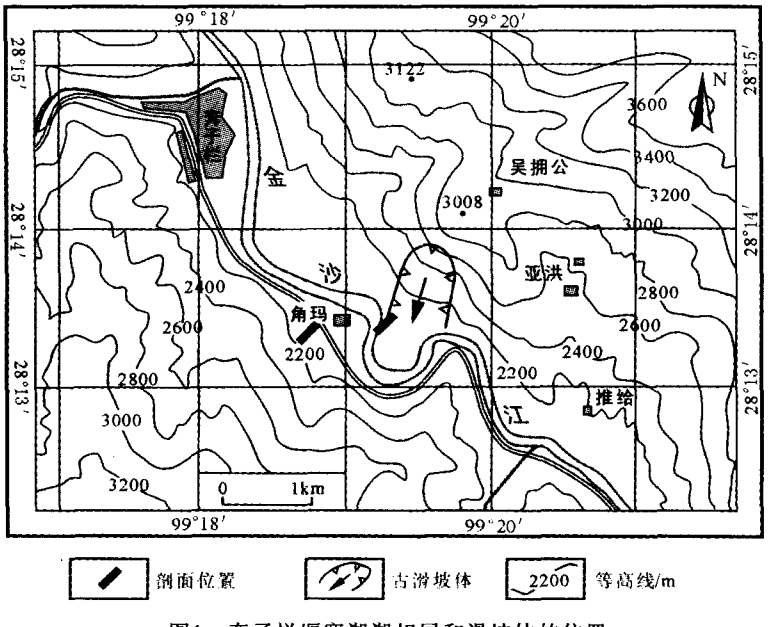


图1　奔子栏堰塞湖湖相层和滑坡体的位置

Fig. 1　Locations of the ancient landslide and lacustrine deposits associated with the Benzilan dammed lake

维普资讯 http://www.cqvip.com

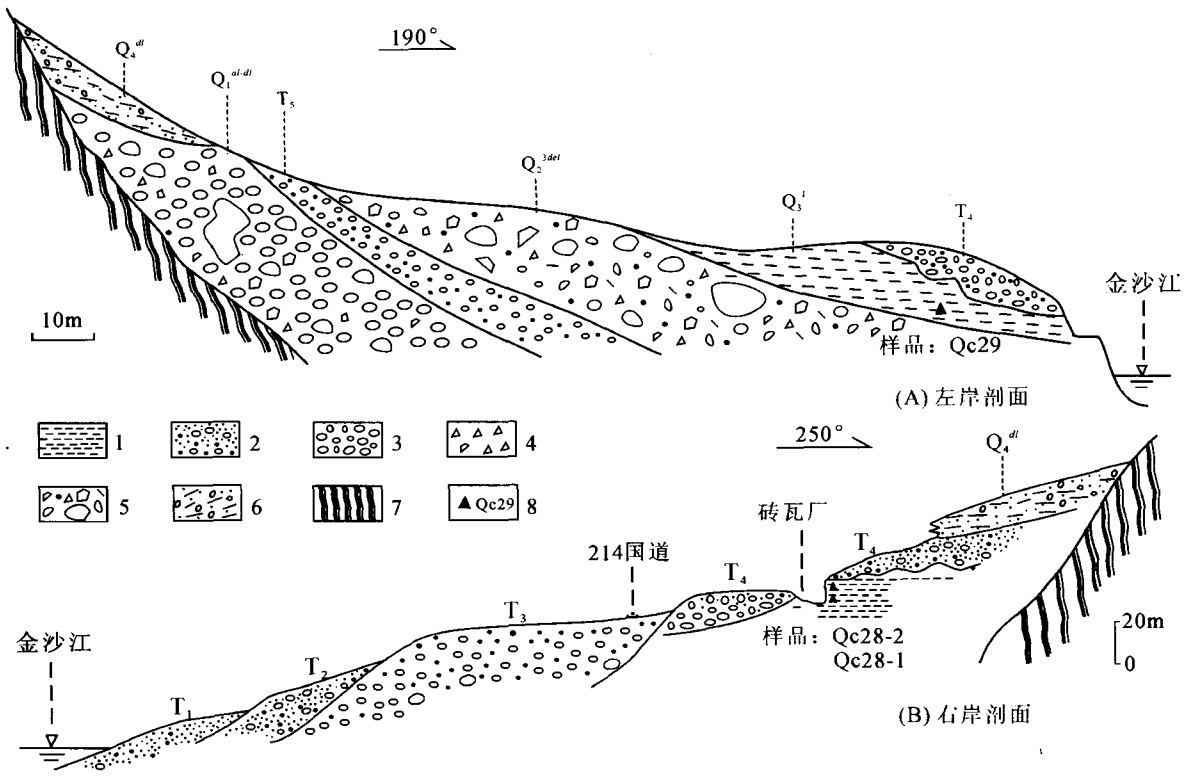


图2 奔子栏一带金沙江两岸剖面

Fig. 2 Sections of both sides of the Jinsha River in the Benzilan area

1—粘土;2—砂砾;3—圆砾;4—角砾;5—崩滑块石夹砾质粘土;6—残坡积含砾粘土;7—基岩;8—取样点及编号;
T_1-T_5—第一至第五级阶地;Q_4^{dl}—全新统;Q_3^{l}—上更新统;Q_2^{3del}—中更新统;Q_1^{al-dl}下更新统

厚度较大。从混杂堆积体的岩性来看,为片状、板状的玄武岩质板岩碎块,与后缘山体的基岩岩性(层状玄武质板岩)一致,说明这些混杂堆积体是近源的,是后缘山体边坡崩塌滑落形成的。

在地形上,表现为明显的凹地形,虽经长期改造,目前仍具有明显的古滑坡地貌形态,其上部基岩裸露,中下部为松散堆积体。前文所述的金沙江左岸剖面中湖相粘土层下伏的混杂堆积体应为古崩滑体的下部。在前部为金沙江T_4阶地冲积层覆盖,仅在支沟冲刷切割或开挖处接触关系才明显表现出来。

从金沙江的走向看,在湖相地层发育地段,金沙江表现出明显的向西侧拐弯,这是滑坡堵江、决口后的典型形态。在大型古滑坡体的推挤作用下,河流势必要向下坡方向推移,对于堵塞的江河,堰塞坝也总是最先从滑坡的最前方附近的低处溃决。这样,重新贯通的河流形成弧形拐弯是理所当然的。

从古滑坡体形成的条件看,堰塞湖发育区的河谷两岸曾遭受多次构造运动,常沿玄武质板岩的走向产生挤压片理化带,致使岸坡岩体破碎、结构疏松,形成大量破碎的岩体和碎屑物质,为大规模的重力崩滑和碎屑流准备了充足的物质基础。此外,原始斜坡地形比现代地形要陡峻得多,金沙江水流对岸坡产生的侵蚀作用比较强烈。在包括气候、构造在内的诸多因素的联合作用下,最终在角玛对岸产生了大规模的快速滑坡(崩塌-块体流),崩滑入江,并越过河床冲向右岸,爬升到一定高度,阻塞金沙江,形成宽厚的古堰塞坝。坝体的截流使上游谷地水流受阻、壅高,形成堰塞湖。

3 古堰塞湖的形成时代及古气候环境

3.1 堰塞湖的形成时代

在金沙江左岸剖面湖相粘土层下部采集了1件U系年龄测试样品,在右岸取土坑粘土层剖面上部

维普资讯 http://www.cqvip.com

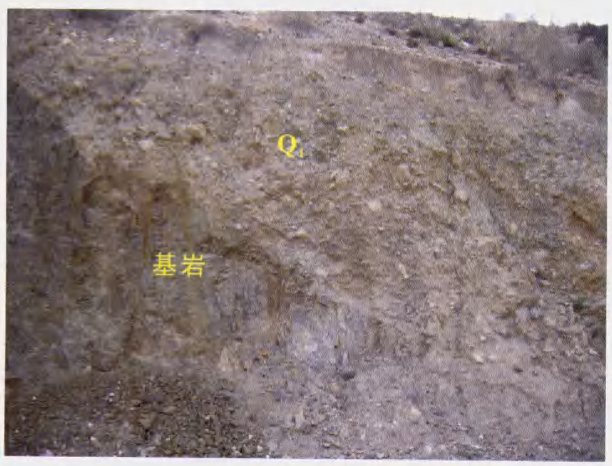
图版 I　Plate I



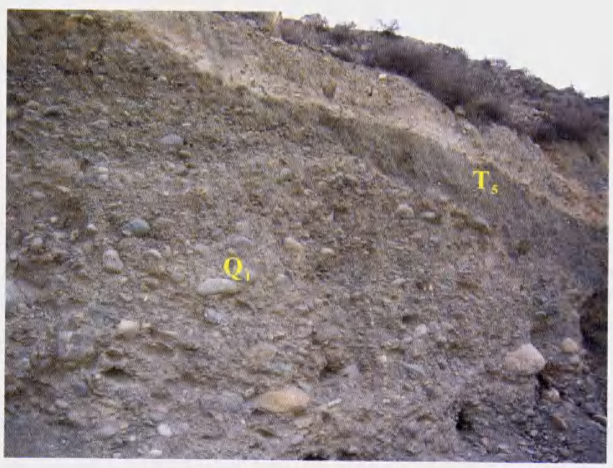
1.奔子栏金沙江河谷特征(SW)



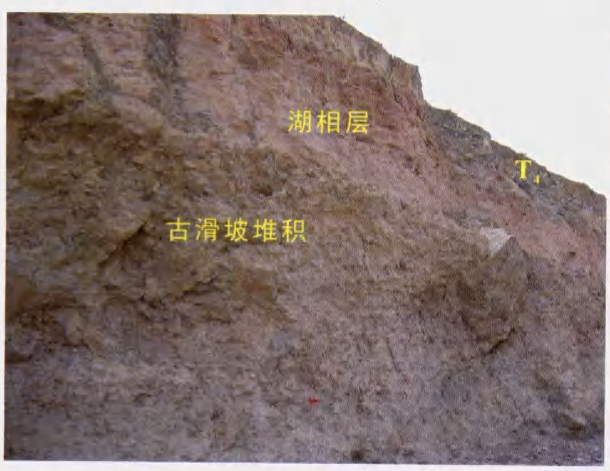
2.奔子栏金沙江右岸特征(W)



3.左岸下更新统(Q_1)老砾石层与基岩接触(SE)



4.左岸T_5阶地与下部下更新统(Q_1)砾石层接触(SE)



5.左岸湖相层下部的滑坡碎屑流堆积(SE)



6.右岸砖瓦厂湖相粘土层与T_4阶地接触关系(W)

维普资讯 http://www.cqvip.com

表1 奔子栏附近金沙江两岸湖相沉积剖面粘土样品的U系测年结果

Table 1 U-series dating of clay samples from the section of both sides of the Jinsha River in the Benzilan area

样品编号	样品位置	样品特征	$(^{234}U/^{238}U)c$	$(^{230}Th/^{234}U)c$	年龄/ka BP
Q_C28-1	金沙江右岸剖面下部	淡紫色纹层状粘土	1.512±0.064	0.550±0.033	82.1±6.6
Q_C28-2	金沙江右岸剖面上部	灰色均质粘土	1.569±0.063	0.413±0.021	55.4±3.5
Q_C29	金沙江左岸剖面下部	淡紫色纹层状粘土	1.484±0.067	0.710±0.043	122.0±12.4

和下部采集了2件U系年龄测试样品。U系年龄测试由中国科学院地质与地球物理研究所完成，采用全溶样品的等时线测试技术，这种方法曾在西藏纳木错沿岸，邻近的仁错、玖如错、错鄂及青海西部金沙江源头之一的布曲阶地下伏的湖相沉积中采用，并已取得了良好的结果[12-15]。通过采用小于250目、250~125目和大于125目的3个子样品进行测试，获得了经过校正的U系等时线年龄测定结果(表1)。

左岸剖面样品显示湖相粘土层下部的年龄为122.0 ka±12.4 kaBP，右岸剖面样品显示的湖相层上、下部年龄分别为55.4ka±3.5 kaBP和82.1 ka±6.6 kaBP(表1)。上述年龄测试结果从层序上是合适的，与孢粉立体性、压扁程度及颜色等反映出来的时代特征也有很大的相似之处，因而是可信的。由此可以判定，湖相粘土层发育的时间为晚更新世早、中期。

3.2 堰塞湖形成期的古气候环境

在金沙江右岸湖相粘土层剖面中采集了3块孢粉鉴定样品，通过分析均获得了比较丰富的孢粉(表2)。从孢粉组合特征可以看出，乔木植物花粉较多，占总数的78.6%，其中又以松(*Pinus*)、桦(*Betula*)及冷杉(*Abies*)粉较多，分别占总数的61.9%、4.7%及3.3%；灌木及草本植物花粉较少，可占总数的14.6%，其中又以蒿(*Artemisia*)及藜(Chenopodiaceae)粉较多，分别占总数的4.7%和4.3%；蕨类植物孢子少，仅占总数的6.8%，其中以水龙骨科(Polypodiaceae)孢子较多。

上述孢粉组合特征在一定程度上反映了湖相粘土层沉积时期三大类植物及其中一些主要植物的数量：乔木植物多，约4倍多于灌木、草本

表2 湖相粘土层孢粉分析结果

Table 2 Analysis of sporopollen from a clay bed of lacustrine deposits

孢粉名称	Q_C28-1		Q_C28-2		Q_C29	
	粒	%	粒	%	粒	%
孢子花粉总数	87	100	125	100	126	100
乔木植物花粉总数	74	85	97	77.6	92	73.1
灌木及草本花粉总数	5	5.7	23	18.4	25	19.8
蕨类植物孢子总数	8	9.2	5	4	9	7.1
乔木植物花粉						
冷杉属(*Abies*)	3	3.4	4	3.2	7	5.6
铁杉属(*Tsuga*)	1	1.1	7	5.6	4	3.2
雪松属(*Cedrus*)					1	0.8
松属(*Pinus*)	56	65	79	63.2	73	57.9
桦属(*Betula*)	8	9.2	3	2.4	3	2.4
桤木属(*Alnus*)					1	0.8
鹅耳枥属(*Carpinus*)	1	1.1	1	0.8		
栎属(*Quercus*)	1	1.1			1	0.8
胡桃属(*Juglans*)	2	2.3	1	0.8	1	0.8
榆属(*Ulmus*)	1	1.1				
枫香属(*Liguidambar*)					1	0.8
椴属(*Tilia*)	1	1.1	2	1.6		
灌木及草本植物花粉						
麻黄属(*Ephedra*)	1	1.1	6	4.8	4	3.2
蒿属(*Artemisia*)	2	2.3	7	5.6	8	6.3
菊科(Compositas)					1	0.8
藜科(Chenopodiaceae)	1	1.1	7	5.6	8	6.3
杜鹃科(Erieaceae)			1	0.8		
狐尾藻属(*Myriophyllum*)					2	1.6
禾本科(Gramineae)	1	1.1	2	1.6	2	1.6
蕨类植物孢子						
水龙骨属(*Polypodium*)			2	1.6	2	1.6
水龙骨科(Polypodiaceae)	3	3.4	2	1.6	4	3.2
凤尾蕨属(*Pteris*)	3	3.4	1	0.8	2	1.6
里白属(*Hicriopteris*)	2	2.3			1	0.8

维普资讯 http://www.cqvip.com

植物和蕨类植物之和,且在乔木植物中又以温性针叶裸子植物松较多,约占各类植物总数的3/5;还有性喜温润及暖湿环境的阔叶被子植物桦、栎(*Quercus*)、胡桃(*Juglans*)及榆(*Ulmus*)等,合计可占各类植物总数的1/6;草本植物和蕨类植物之和仅占各类植物总数的1/5,其中又以性喜温湿环境的蒿、禾本科(Gramineae)等草本植物和水龙骨科等蕨类植物较多。根据上述各类植物及其所占比例可以推论,该湖相粘土层沉积时期的植被应属以松为主的常绿针叶林,气候温和较湿。

4 研究意义

(1)金沙江奔子栏古堰塞湖的发现为进一步研究金沙江河谷发育史提供了重要资料,并具有一定的指导意义。

(2)根据三江地区大江大河堰塞时间的对比,这次堵江事件是青藏高原东南缘中更新世晚期至晚更新世早中期的重要地质事件之一[7,13-14,16],笔者在德钦西北的古水一带发现的古堰塞湖也属于这一时代相似成因的堰塞湖[17]。

(3)中国是堵江事件频繁发生的国家,特别是在西南山区,江河峡谷分布密度大,山岳冰川作用及大型崩塌、滑坡、泥石流经常发生,相应地造成堵江溃坝事件并产生惨重的灾害。古堰塞湖的深入研究,将为认识地质环境和人类活动对地质环境的影响提供一定的启示。

(4)第四纪古堰塞湖的存在反映了古气候对地表过程的影响。这方面的研究对于探讨当前全球气候剧烈变化,在青藏高原冰川退化的条件下河谷区岸坡的稳定性,灾难性堵江、溃坝事件的发生和演化规律具有重要的指导意义。

致谢:孢粉分析由中国地震局地质研究所严富华研究员协助完成,U系法测年由中国科学院地质与地球物理研究所马志邦高级工程师完成,在此一并表示感谢。

参考文献:

[1]Richardson S D, Reynolds J M. An overview of glacial hazards in the Himalayas[J]. Quaternary International, 2000,65(66):3l-47.

[2]O'Connor J E, Costa J E.The world's largest floods,past and present:their causes and magnitudes[M].U.S.Geological Survey,Circular 1 254.Reston:U.S.Geological Survey, 2004:l-13.

[3]Montgomery D R, Hallet B, Liu Yuping, et a1. Evidence for Holocene megafloods down the Tsangpo River gorge, Southeastern Tibet[J]. Quaternary Research, 2004, 62(2):201-207.

[4]施雅风,郑本兴,苏珍.第四纪冰川、冰期间冰期旋回与环境变化[C]//施雅风.中国冰川与环境.北京:科学出版社,2000:336-347.

[5]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.

[6]刘宇平,Montgomery D R, Hallet B,等.西藏东南雅鲁藏布大峡谷入口处第四纪多次冰川阻江事件[J].第四纪研究,2006,26(1):52-62.

[7]曾庆利,杨志法,袁广祥,等.松宗古湖——藏东南帕隆藏布江末次盛冰期发育的一个冰川堰塞湖[J].第四纪研究,2007,27(1):85-92.

[8]沈玉昌.长江上游河谷地貌[M].北京:科学出版社,1965:41.

[9]程捷.金沙江奔子栏-金江街段发育史探讨[J].华东地质学院学报,1994,17(3):234-253.

[10]He Haosheng, He Kezhao, Jiang Fuchu, et al. On the piracy of the Jinsha River in northwest Yunnan [C]//Chen huahui. Collected Paper on Quaternary Geology in Some Regions in China. Beijing: Geological Publishing House, 1991:25-35.

[11]赵希涛,曲永新,张永双,等.滇西北丽江地区石鼓古湖的发现及其在现代金沙江河谷发育中的意义[J].地质通报,2007,26(8):960-969.

[12]马志邦,赵希涛,朱大岗,等.西藏纳木错湖相沉积的年代学研究[J].地球学报,2002,23(4):311-316.

[13]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):40-52.

[14]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.

[15]刘琦胜,赵希涛,叶培盛,等.长江上源布曲盆地晚更新世湖相沉积的发现及其古植被与古气候[J].地质学报,2004(4):527-533.

[16]赵希涛,张永双,曲永新,等.玉龙山西麓更新世冰川作用及其与金沙江河谷发育的关系[J].第四纪研究,2007,27(1):35-44.

[17]张永双,赵希涛.德钦西北的古水一带发现的古堰塞湖[J].地质学报,2007(待刊).