

# 滇东南沱冰期质疑

祖国全

(安徽省地矿局区调队)

**提要** 本文较详细地研究了滇东南沱组紫红色杂砾岩的特征,认为它不是冰碛岩,而是泥石流堆积物。其形成环境以小江断裂为界,可大致划分为泥石流沟和泥石流扇两个亚相。古气候的分析结果表明,南沱冰期很可能不存在。

**关键词** 泥石流 混杂—冲刷砾石层 砂岩透镜体 擦痕 撞坑 沉积坠石

**作者简介** 祖国全 男 26岁 硕士 沉积岩石学

## 引言

南沱冰碛岩的研究已有30多年历史,1924年,李四光等在峡东根据带擦痕的砾石首次建立了南沱冰碛层。随后,地质学家们先后在扬子区和新疆等地发现了类似的冰碛岩,并作为地层对比的标志层相互对比。于是,一个主要出现在我国南方和新疆等地的南沱冰期就建立起来了。

回顾南沱冰期的研究历史,发现冰川理论的基础是:凡含有带擦痕砾石的粗细混杂、分选不好的堆积物都是冰川成因的。在当时,这一观点无疑是合理的,但现在看来却难以成立。现代沉积学的研究表明,泥石流、海底浊流、斜坡重力滑塌等都可以形成类似的沉积物(L.A.费雷克斯,1979)。因此,如何鉴别这类沉积物的成因已成为摆在地质学家面前不可回避的现实问题。

1986—1987年,笔者对滇东南沱组紫红色杂砾岩进行了较详细的研究,总结了一些识别其成因的方法。有些方法,可能具有一定的普遍意义。

## 一、杂砾岩的特征及成因

### 1. 混杂—冲刷砾石层

澄江城北飞火田剖面,南沱组紫红色杂砾岩厚33m。该剖面最显著的特点是具明显的成层性(图版I, 1),层是由砾石含量的多寡显示出来的。含砾多的层,砾石含量约25—20%(图1)。

这种剖面结构在现代泥石流研究中被称为混杂—冲刷砾石层,是泥石流堆积中最基本的沉积类型和层理类型(崔之久,1986)。其形成过程大致是:泥石流暴发形成混杂层,之后山间沟槽流水立即对其顶部进行冲刷,冲走部分填隙物和细砾,使砾石相对富集,形成冲刷层。

在野外分别统计了混杂层和冲刷层的砾径(A轴),作直方图(图2)。

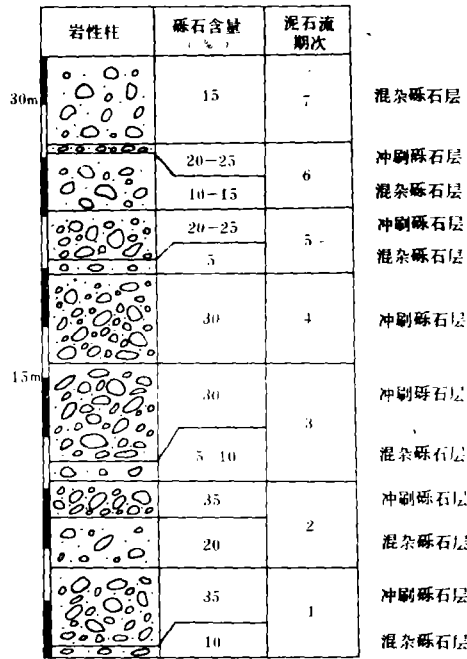


图1 云南澄江南沱组紫红色杂砾岩地层剖面

Fig. 1 The vertical stratigraphic sequence of the purplish-red diamicton of Nantuo Formation, Chengjiang, Yunnan.

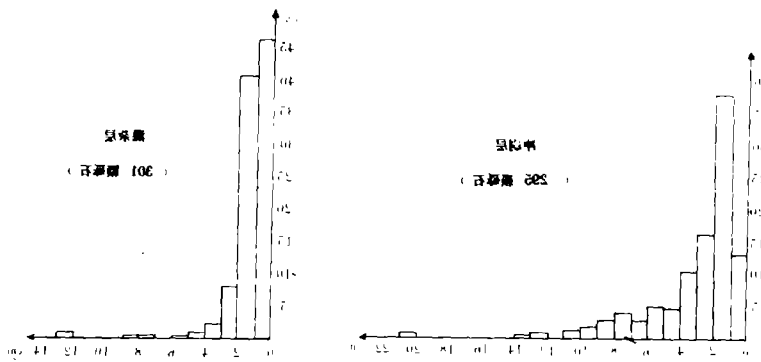


图2 云南澄江南沱组紫红色杂砾岩地层剖面A柱状直方图

Fig. 2 The distribution of A sizes of gravels from mixed and washed gravel layers of Nantuo Formation, Chengjiang, Yunnan

从上图可以看出,冲刷层与混杂层相比,小于1cm的砾石显著减少,说明冲刷层中砾石

混杂层经流水改造的产物。

混杂-冲刷砾石层是泥石流暴发的一个完整沉积旋回，多次泥石流的暴发和沟槽流水的冲刷改造，即可形成多个旋回，图1中可以分辨出7个旋回，说明至少有7次泥石流的活动。

## 2. 杂砾岩中的砂岩透镜体

陆良牛首山垭口剖面，杂砾岩厚55m，其中夹6层透镜状砂岩。砂岩具如下特征：①砂体厚度一般为10—70cm。②呈下凸上平的透镜状，横向延伸有的仅几米（图版1，2，5）。③砂体底部有小冲刷面，之上是滞留砾石层或含砾粗砂岩，再向上逐渐过渡为中粗—中细粒岩屑砂岩（图版1，4）。砂岩分选中等—较好， $\delta_1=0.67-0.74$ 。④砂岩的概率累积粒度曲线与澄江组底部冲积扇中砂岩的曲线特征极为相似（图3），两者都只有跳跃和悬浮总体，没有牵引总体，悬浮粒度较细，大于 $3.5\phi$ ，说明沉积时水体浅，水流扰动强度弱。⑤根据图算法计算出南沱组砂岩的 $S_0$ ， $\delta_0$ 和 $QD_0$ 见表1。

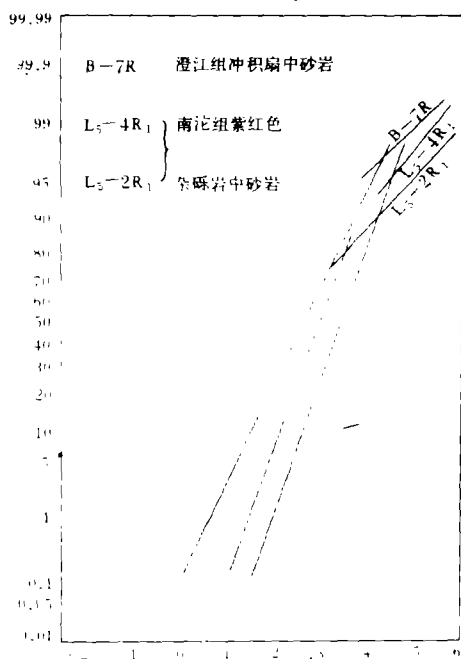


图3 云南澄江组和南沱组冲积扇中砂岩的概率累积曲线

Fig. 3 The log-probability accumulative frequency plots of the sandstones from the alluvial fans of Chengjiang and Nantuo formations, Yunnan

从表中可以看出，南沱组杂砾岩中的砂岩与澄江组底部冲积扇中的砂岩，以及加利福尼亚迪亚洛山脉冲积扇中枝状河道砂的 $S_0$ 、 $\delta_0$ 、 $QD_0$ 是相近的，故其成因也是相同的。

杨暹和等（1982）在宜良路星村发现南沱组杂砾岩中还夹有80cm厚的紫红色含砾泥岩，这可能是泥石流停息期枝状河流的洪泛沉积。

表 1 云南澄江组和南沱组冲积扇中砂岩的分选性

Table 1 The sorting of the sandstones from the alluvial fans of Chengjiang and Nantuo formations, Yunnan

采样地点	特拉斯克分选系数			
		$S_o$	$\delta_o$	$QD_o$
加利福尼亚州迪亚洛山脉 冲积扇中枝状河流沙 (据 W. B. 布尔, 1972)	范围	1.10—2.70	0.48—2.40	0.15—1.40
	平均值	1.50	1.00	0.56
南沱组紫红色杂 砾岩中的砂岩	$L_5-4R_1$	1.12	0.63	0.40
	$L_5-2R_1$	1.13	0.68	0.38
澄江组冲积扇中的砂岩	B-7R	1.21	0.80	0.50

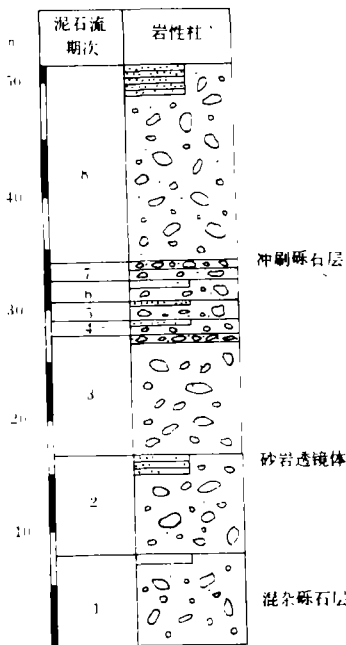


图 4 云南陆良南沱组紫红色杂砾岩  
垂向地层剖面

Fig.4 The vertical stratigraphic sequence  
of the purplish-red diamicton of Nantuo  
Formation, Luliang, Yunnan.

陆良牛首山垭口剖面，南沱组紫红色杂砾岩夹 6 层砂岩透镜体和 2 个冲刷砾石层，因此至少可以辨别出 8 次泥石流的暴发 (图 4)。

### 3. 大砾石富集上部

宜良九乡铁厂剖面，杂砾岩厚 9m，可分为上下两部分，上部厚 1.5m，富集了 80—85cm 的大砾石，含砾 40%，最大砾径 85cm，最大平均砾径 (即十颗最大砾径的平均值) 为 27.5cm；下部厚 7.5m，含砾 30%，最大砾径 11.5cm，最大平均砾径 7.3cm。这也是泥石流堆积的典型剖面结构之一 (施雅风等, 1982)。在泥石流运动过程中，砾石之间相互碰撞托浮，导致了大砾石富集上部，冰川是固体搬运，不具此特征。

### 4. 颗粒的表面特征

野外 200 颗砾石统计结果表明，砾石表面的擦痕与撞坑是密切伴生的，与磨光面共生的擦痕极为少见。表面有擦痕的砾石占 26.5%，有撞坑的占 17.5%。塑性岩石 (如粉砂岩、板岩等) 的砾石表面擦痕多于撞坑 (图版 1, 3)，而脆性岩石 (硅质岩、砂岩、石英岩等) 的砾石表面撞坑多于擦痕 (图版 1, 6, 表 2)。

泥石流中的砾石在其运动过程中可多次发生突然猛烈的相互撞击，形成大量的撞击坑，这在冰川中是很难发生的 (施雅风等, 1989)。

笔者认为成分为粉砂岩、板岩等塑性岩石的砾石在强烈的碰撞中, 极易破碎, 因而砾石表面难以保留撞坑, 而以擦痕为主; 由坚硬的硅质岩、砂岩、石英岩等组成的砾石, 其表面则容易保留大量的撞坑。南沱组杂砾岩中砾石的表面特征恰具上述特征, 说明它们并非冰川成因, 而是泥石流运动中形成的。

在现代冰川研究中, 人们往往用扫描电镜来观察冰碛物中石英砂的表面特征。笔者认为, 在成岩作用十分强烈的震旦系研究中, 使用这种方法应谨慎。薄片鉴定表明, 南沱组杂砾岩中石英颗粒的压溶作用十分普遍而强烈, 压溶作用可能已使其原有的表面特征面目全非。

表2 云南南沱组紫红色杂砾岩砾石的表面特征与成分的关系

Table 2 The relationship between the gravel surface textures and lithology of the purplish-red diamicton of Nantuo Formation, Yunnan

表面特征	岩性				
	粉砂岩	板岩	硅质岩	砂岩	石英岩
擦痕	49	4	27	20	0
撞坑	21	2	38	33	5

## 5. 沉积坠石

南沱组杂砾岩之上为紫红色页岩, 在页岩底部偶见坠石。坠石大小 0.5—1cm, 呈滚圆状, 前人称之为“冰坠石”。笔者认为, 这种坠石并非冰川成因。为了区别于冰川成因的冰坠石, 暂称之为“沉积坠石”。其形成过程大致如下:

滇东地区经过南沱期泥石流堆积后, 高低不平的地表聚集了丰富的碎屑物质和紫红色粘土。随后, 在低凹处形成扇前湖泊, 沉积了具水平层理的紫红色页岩, 在大暴风浪的影响下, 浅水高地上的小砾石滚入低凹处的紫红色页岩中, 形成上述坠石。因此, 这种坠石具下列特点: ①磨圆度极好; ②仅出现在紫红色页岩的底部; ③粒径较小。冰筏携带的冰坠石应该是棱角—次棱角状, 大小混杂。

## 二、杂砾岩的沉积环境分析

根据杂砾岩的堆积特征和厚度变化特点, 可划分出两个亚相 (图 5)。

### 1. 泥石流沟亚相

大致分布于小江断裂以西。其特点是: 厚度变化很大, 经常出现尖灭。如玉溪小石桥、晋宁王家湾西约 10km 的紫河水库, 以及会泽、巧家等地都缺失杂砾岩层。

在澄江, 可以大致恢复出泥石流沟的面貌。泥石流沟中部厚度较大, 在飞大田厚度 33m, 以混杂—冲刷砾石层为特征, 不夹砂岩透镜体。泥石流沟边部厚度迅速变薄, 从飞大田剖面向两侧追索, 杂砾岩很快变为几米厚, 直至尖灭。泥石流沟边部既无混杂—冲刷砾石层, 也不夹砂岩透镜体, 砾石大小混杂, 无分选。底部偶见砾径达 1m 的崩塌滞留砾石, 其

成分为下伏澄江组砂岩。

## 2. 泥石流扇亚相

大致分布于小江断裂以东, 厚度变化亦较大, 但尚未发现尖灭现象。剖面结构以砂岩透镜体的出现为特征, 有时可见泥岩夹层, 也可出现混杂-冲刷砾石。陆良即为典型的泥石流扇沉积。

泥石流沟和泥石流扇可统称为冲积扇。

南沱期古地理面貌的恢复表明, 泥石流的流向大致是继西而东, 这与澄江期河流的流向基本一致, 说明南沱期继承了澄江期的古地理面貌。

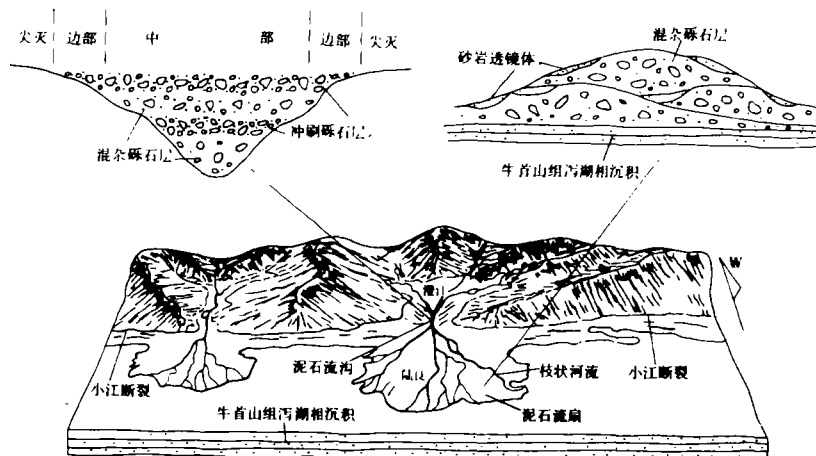


图 5 滇东南沱组紫红色杂砾岩沉积模式

Fig. 5 The sedimentary mode of purplish-red diamicton of Nantuo Formation in eastern Yunnan

## 三、问题讨论

起初, 地质学家们主要依据带擦痕的砾石把这套杂砾岩定为冰碛岩, 进而认为当时是一个寒冷的冰期。上述研究表明, 滇东南沱组紫红色杂砾岩并不是冰碛岩, 因此, 南沱期的古气候值得重新研究。

大量的古地磁资料表明, 漫长的震旦纪, 扬子板块的古纬度始终在北纬  $10-20^{\circ}$  (陆松年等, 1983)。云南的五家湾剖面也做过较详细的古地磁工作, 结果是: 澄江组  $24.5^{\circ}$ , 南沱组  $16.9^{\circ}$ , 王家湾组  $19.6^{\circ}$  (洪庆玉, 1984)。

南沱组之下的澄江组为一套河流相沉积, 在滇北川南, 与之同时代的苏雄、开剑桥组为一套巨厚的陆地火山岩系和富含火山物质的红色碎屑岩。由红色岩层及夹杂大量长石砂岩和发育于裂纹来看, 无疑是炎热气候下的快速堆积 (崔克信等, 1984)。南沱组之上的王家湾组为砂页岩夹碳酸盐岩, 其中发现有红色氧化圈的砾屑灰岩 (洪庆玉, 1984), 再向上为灯影组厚层碳酸盐岩夹石膏层, 显然也是炎热气候下的产物。

因此,震旦纪地球的古气候分带与现在是相似的,低纬度区也是蒸发岩和碳酸盐岩的形成区,其气候是炎热的,而不是寒冷的。

滇东的南沱组为一套紫红色沉积,在川西南的甘洛—西昌地区,南沱组相当于列古六组,主要为紫红色夹灰绿色粉砂岩,并有干裂纹出现。(陈智梁等,1987)。结合古纬度(16.9°),笔者认为,南沱期很可能也是炎热的,并不是寒冷的冰期。

目前对早震旦世微古生物的研究还没有达到准确地反映古气候的程度。邢裕盛等(1980)对鄂西震旦系微古植物群进行了详细的研究,结果表明,莲沱组(相当于澄江组)和南沱组已发现的主要微体藻中的球藻亚群及一些褐藻碎片,如粗石球形藻属 *Trachysphaeridium*、光球藻属 *Leioposphaera*、以及古片藻 *Laminarites antiquissimus* 等。两组的微古植物组合面貌亦很近似。

这至少可以说明,从莲沱期到南沱期,古气候特征是类似的,没有发生从热到冷的急剧变化。这与其他古气候标志所反映出的古气候特点是吻合的。

## 结 束 语

综上所述,南沱期滇东很可能不是寒冷的冰期,而是处于炎热的低纬度地区,整个震旦纪的古气候特征十分相似。由于澄江运动,使得南北向展布的小江断裂西升东降,形成有利于泥石流发育的陡峭地形,加之当时没有植被的保护,导致了南沱期大规模的泥石流活动,形成了广布于小江断裂两侧的紫红色杂砾岩。

本文是笔者在硕士研究生论文的基础上编写而成。研究生论文是在导师夏文杰教授和张长俊副教授的悉心指导下完成的。论文撰写过程中,还得到了成都地质学院沉积所曾光宇、崔秉荃、李秀华、李世麟等老师的热情帮助和指导。野外工作得到了朱创业、朱克超等同志和云南省区调队和地研所的大力支持。杜森官、齐敬伦同志审阅了全文,并提出了宝贵意见,谨此致谢。

收稿日期:1989年6月27日

## 参 考 文 献

- (1) L.A.费雷克斯,1979,地质时代的气候(中译本),海洋出版社。
- (2) 崔之久,1986,沉积学报,4卷,2期,69—80页。
- (3) 杨遵和等,1983,川滇地区震旦纪冰碛层的初步研究,前寒武纪地质(1),地质出版社。
- (4) 施雅凤等,1982,科学通报,20期,1253—1258页。
- (5) 施雅凤等,1989,中国东部第四纪冰川与环境问题,科学出版社,31—52页。
- (6) 陆松年等,1983,中国晚前寒武冰成岩初探,前寒武纪地质(1),地质出版社。
- (7) 洪庆玉,1984,西南石油学院学报,4期,1—17页。
- (8) 崔克信等,1984,地质科学,1期,1—12页。
- (9) 陈智梁等,1987,重庆出版社,50—52页。
- (10) 邢裕盛等,1980,鄂西震旦界微古植物群及其地层意义,地层古生物论文集,第8辑,地质出版社。

## Doubts of Nantuo Ice Age in Eastern Yunnan Province

Zu Guoquan

(Brigade of Regional Geocological Survey, Anhui Provincial Bureau of Geology and Mineral Resources)

### Abstract

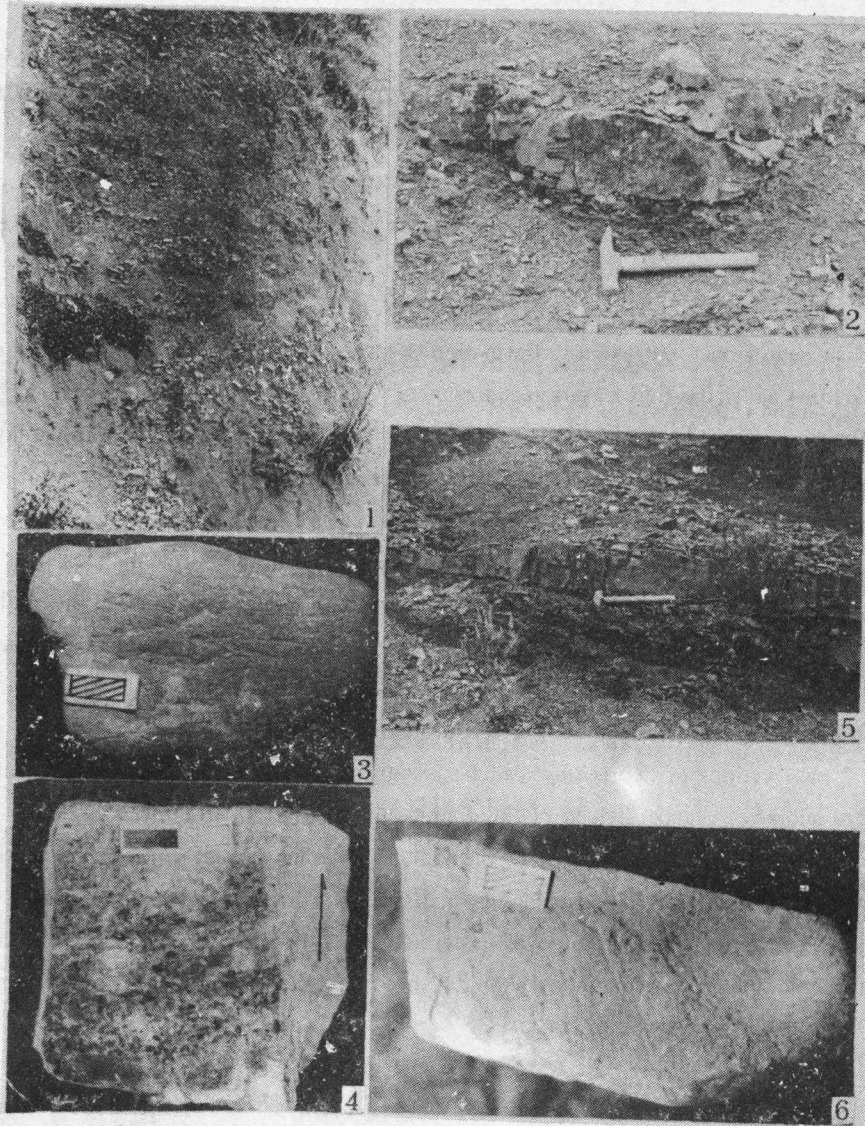
The purplish-red diamicton of Nantuo Formation in eastern Sichuan is considered by the author as the origin of debris flows which has four features as follows.

(1)The mixed and washed gravel layers are shown by the contents of gravels, the washed layers contain 25–30 percent of gravels while the mixed ones 5–20% percent. The mixed layer was formed by debris flow and then some of the matrix and granules on the top of it were washed away by mountain streams, so the washed layer was formed.(2)There are a lot of lenticular sandstones in the purple diamicton, as the mineral composition, texture and structure of the lenticulars are astonishingly similar to those of the sandstones in alluvial fans of Chengjiang Formation, the origins of them should be the same.(3)Boulders are more rich in the upper part of the diamicton and (4).there are a great many of collisional pits on the gravel surface, it might be caused by the colliding and floating inter gravels during the flowing of debris flow.

At least 7 or 8 actions of debris flow can be recognized based on the depositional features of the diamicton. Two subfacies can be divided of the diamicton which are debris flow channels in the west of Xiaojiang fault and debris fans in the east of the fault. The palaeocurrent direction of debris flow is in accordance with the alluvial facies of Chengjiang Formation, i. e. from west to east.

In Nantuo Period, the palaeolatitude of eastern Yunnan Province was  $16.9^{\circ}$  N, Combined with palaeoclimatical data, the palaeoclimate then should be hot rather than cold. So the being of Nantuo Ice Age is doubtful.





1. 混杂-冲刷砾石层,  $Z_{1n}$ , 澄江县城北飞大田。
2. 砂岩透镜体,  $Z_{1n}$ , 陆良县牛首山。
3. 板岩砾石表面的擦痕和撞坑,  $Z_{1n}$ , 澄江县城北飞大田。
4. 正粒序层理,  $Z_{1n}$ , 陆良县牛首山。
5. 砂岩透镜体,  $Z_{1n}$ , 陆良县牛首山。
6. 砂岩砾石表面的撞坑和擦痕,  $Z_{1n}$ , 澄江县城北飞大田。