

峡东早震旦世南沱期冰川事件沉积

郭成贤¹, 翟永红¹, 令永刚², 陈凤喜²

(1. 江汉石油学院, 湖北荆州 434102; 2. 长庆石油勘探局, 甘肃庆阳 745100)

摘要: 三峡东部早震旦世南沱期, 自下而上由冰碛相、冰水相组成三套冰进-冰退不完整的沉积旋回。80年代冰与非冰成为争论的焦点, 但王丰岗南沱组剖面不具泥石流沉积的结构构造特征, 两层紫红色冰碛岩所反映的只是冰川形成前冰碛物原始组分的富集方式, 而非气候炎热的标志。根据区内南沱冰碛层中未发现海相夹层、未见波浪和潮汐水流构造、冰川坠石构造, 以及横向变化迅速的特点, 倾向于属大陆冰川, 为低纬度、低高程的大陆冰盖型沉积, 地球冰环模式可以比较圆满地加以解释。

关键词: 早震旦世; 三峡东部; 低纬度; 低高程; 冰川事件; 冰环模式

第一作者简介: 郭成贤, 男, 59岁, 副教授, 沉积学

中图分类号: P512.4 文献标识码: A

湖北宜昌三峡东部地区位于中扬子区鄂中古陆西缘。早震旦世古陆北缘、东缘为青峰-襄广断裂带所限, 其北为鄂北浅海火山盆地; 古陆西缘鹤峰-兴山一线为武陵断裂带, 其西边为鄂西浅海碎屑盆地, 它使川黔古陆与鄂中古陆隔海相望; 鄂中古陆南缘为江南断裂带, 它的南缘西段为湘黔浅海碎屑盆地, 东段为鄂南浅海碎屑盆地。

区内南沱冰碛层最早(1907年)由Blackwelder等提出, 1924年李四光先生在建立宜昌莲沱地区震旦系层序时, 把它正式作为其中的岩石地层单位, 并沿用至今^[1]。尽管扬子区南沱冰碛层作为冰碛物(岩)来研究已有80多年历史, 但在冰碛岩定义、岩石命名、相带名称、冰期划分、对比及冰川地层成因等都有争议^[1~9], 尤其70年代以来浊流理论的建立和应用, 冰川成因观点遭到泥石流观点的严重挑战^[10]。

1 南沱组的沉积特征

1.1 剖面宏观特征

莲沱王丰岗南沱组剖面总厚63m, 与下伏莲沱组呈平行不整合接触。莲沱组顶部是由灰绿色薄层粉砂质泥岩与灰绿色中-薄层泥质粉砂岩、细砂岩互层组成的三角洲平原-前缘亚相, 与上覆以碳酸盐岩为主体的潮坪沉积的陡山沱组亦为平行不整合接触。南沱组剖面的中、下部(近50m)是灰绿色偶

夹紫红色的砾、砂、泥等不同粒级的陆源碎屑组分高度混杂的堆积体。尽管在垂向上有粒级相对粗细之分和颜色变化, 但彼此间均为渐变关系。岩石呈无分选、无粒序、无层理的块状构造; 砾石大小相差悬殊, 以棱角状、次棱角状为主, 但次圆状、圆状为主的也相当多见; 砾石分布疏密不均, 多呈漂浮状, 由基质支撑。砾石形态多样, 常发现一面磨平的熨斗石、大头小尾的猴面石、斧形石, 以及具磨蚀弧面的马鞍石等。砾石表面也常有丁形擦痕、平行排列的磨蚀弧形凹槽或刻蚀沟。砾石成分复杂, 有近源的莲沱组砂岩、泥岩、凝灰岩及黄陵花岗岩和崆岭群片岩、片麻岩, 也有远源的碳酸盐岩、火山熔岩; 有稳定组分的石英、燧石、石英岩, 也有极不稳定的凝灰岩、新鲜黑云母。上述岩石组构和成分特征, 显示了该岩石的结构和矿物成熟度很低的特点。剖面上部为泥质砂岩与砂质泥岩交替, 含不等量砾石, 偶夹砂质细砾岩。自下而上粒级有变细趋势, 流水成因层理渐趋明显。但砾石的结构特征和成分与剖面中、下部类似。

上述剖面中主体层位各粒级组分高度混杂, 尽管垂向上虽有相对粗细之分, 但二者界线乃是极不明显的渐变关系, 为了对其岩石学描述, 仍可粗略地分为砂质(泥质)细砾岩、砾状砂岩、含砾砂质泥岩及含砂(泥)中砾岩, 在上述四类中以前二者居多, 占总厚度的85%⁰, 其次为含砾砂质泥岩, 中砾岩很少。

1.2 相类型及模式

根据前述冰碛岩的岩石学特征及其在剖面中发

育状况,以及在冰碛岩中未发现海相沉积的夹层,也未见冰川坠石构造,结合长江南岸南沱的田家园该组的断续露头观察,其特点与王丰岗类似,因此峡东

地区南沱冰碛层应是陆地冰川沉积产物。参照夏文杰等人^[9]对扬子区冰川沉积相的归类,归纳相模式如图1所示,经历了不完整的3次冰川进退过程。

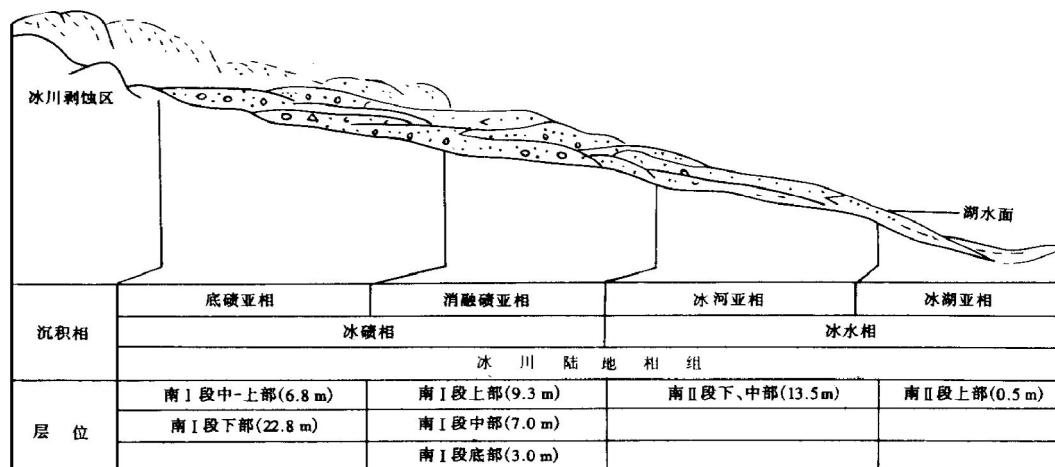


图1 宜昌王丰岗南沱组冰川沉积模式

Fig. 1 The glacial depositional model of Nantuo Formation in Wangfenggang, Yichang

2 冰与非冰

2.1 非泥石流沉积

宜昌王丰岗南沱组剖面,或是冰川沉积,或是泥石流沉积?作者根据对该剖面的观察和本文前面的剖面描述,并结合区域资料,认为它与泥石流沉积迥然不同:

(1) 泥石流的分布明显受构造-地形控制,常在山前峡口呈扇状体出现,众多扇体沿山麓呈带状分布,其宽度有限,数公里就很壮观,宽度达数十乃至百公里以上的泥石流^[9],则是难以置信的。

(2) 泥石流是高粘性的块体流,一次泥石流所形成的扇状体,厚度不足10 m,其内部又可分出3~4层^[11],主体层最厚也仅数米,多数不足1 m,且两次泥石流沉积体之间,常有明显的侵蚀面,或冲刷面相隔。泥石流通常是干旱炎热地区山麓冲积扇的重要沉积类型,垂向上常被牵引流沉积层所分割。这些特征在王丰岗南沱组剖面(尤其是中、下部)都不具备。

(3) 标准的泥石流模式可由主体层、表泥层、底泥层组成^[11]。这种层序结构在陆地冰川沉积中也是不具备的。

(4) 在泥石流主体层内含有各种反映泥石流流动特征和沉积特点的结构与构造,如载荷构造、石线构造、叠瓦构造、支撑构造、袋状构造、环状构造、叠置结构及砾石扁平面向源倾斜等^[11]。这些富有特色的特征组构在陆地冰川沉积中未曾发现;相反冰川沉积物中的熨斗石、猴面石、羊背石、冰溜面、

丁形擦痕、压裂、压坑及海洋冰川沉积的冰川坠石等组构也难以用泥石流搬运、沉积机理加以解释。

2.2 紫红色冰碛岩的成因

关于峡东剖面南沱组冰碛岩中出现2层紫红色冰碛岩,作者对它和灰绿色冰碛岩做了岩石薄片的比较观察。

(1) 岩石的基质成分。灰绿色冰碛岩的基质中有大量水云母等粘土矿物,而铁质含量很少;紫红色冰碛岩的基质中除粘土矿物外,还有大量尘点状、微粒状氧化铁,含量可占基质的10%~15%。

(2) 陆源碎屑形态。在多数灰绿色冰碛岩中,陆源碎屑形态多为次圆状、圆状,占碎屑总量的70%~80%;余下为次棱角状、棱角状;但紫红色冰碛岩中,陆源碎屑形态多呈棱角状、次棱角状,占碎屑总量的85%~90%以上,而次圆状、圆状很少或极少。

(3) 陆源碎屑成分。灰绿色冰碛岩陆源碎屑成分复杂,但多为稳定组分,或稳定组分、不稳定组分没有明显优势;紫红色冰碛岩碎屑成分较为简单,并为花岗岩、石英、长石组合,或以混合片麻岩及其解体的矿物组合,或以大理岩及数量不等的火山碎屑物质。

据上所述,可以看出,冰碛岩的颜色与上述三者有着内在的联系,即与冰川搬运前冰碛物原始组分的富集(聚集)方式有关。王丰岗南沱组紫红色冰碛岩与源区的花岗岩或前震旦的结晶基底变质岩形成的富含棱角状碎屑的红色疏松风化壳有关。而灰绿色冰碛岩的原始物质来自下伏莲沱组河床砂级沉积物,或遭受风化不久的残坡积沉积物。

2.3 冰陆环境与冰海环境

以陆源碎屑组分为主的冰碛物可以堆积在大陆上,也可以堆积在海洋中。以块状冰碛岩为主要特色的冰陆环境和以正常海相地层夹层状冰碛岩为主要特色的冰海环境易于区分,但位于两个环境过渡地带(即冰川海岸相)的冰碛物,要严格区分是冰陆成因或冰海成因就很难了,因为以冰舌或冰筏方式搬运入海(湖)的冰碛物,在滨岸地带,冰碛物会随着海水、湖水改造程度的加强,其原有沉积特点可部分或全部消失。区内南沱冰碛层中,未发现海相岩层夹层,未见波浪和潮汐水流形成明显的沉积构造,也未发现冰川坠石构造,冰川沉积厚度不足百米,且横向变化迅速,从莲沱王丰岗(厚63 m)向北很快变薄乃至尖灭(图2),这种厚度变化是原始地形和冰川刨蚀所致。此外,作者在长江南岸南沱的田家园公路边见到具底碛特点的南沱组灰绿色块冰碛砾状砂泥岩刨蚀和挤入莲沱组紫红色泥岩夹中一细粒砂岩中(图3)。综合这些特点,作者倾向于区内南沱冰碛岩属于大陆冰川沉积产物。

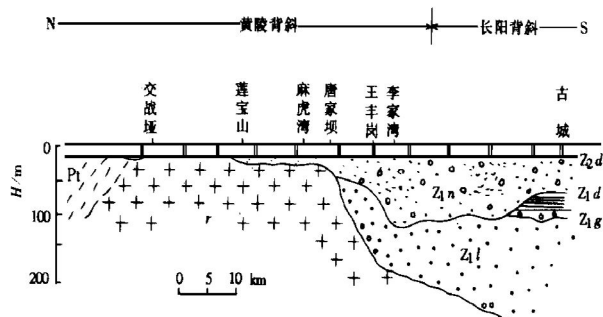


图2 南沱组及古城组冰碛岩沉积发育剖面(据[12])

Fig. 2 Glacial sediment developing section of Nantuo and Gucheng Formations

Pt—崆岭群; Z_{1l}—莲沱组; Z_{1g}—古城组;

Z_{1d}—大塘坡组; Z_{1n}—南沱组; Z_{2d}—陡山沱组; r—黄陵花岗岩

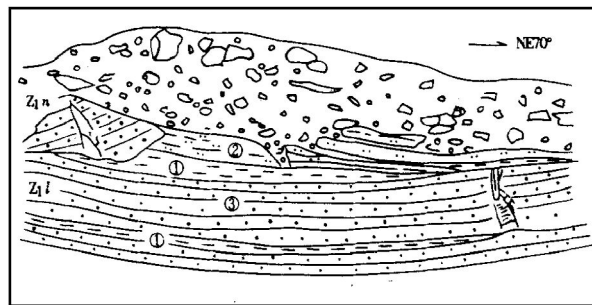


图3 南沱田家园南沱组与莲沱组接触素描

Fig. 3 Sketch map showing the contact of Nantuo and Liantuo Formations in Tianjiayuan, Nantuo area

Z_{1n}—南沱组冰碛岩; Z_{1l}—莲沱组;

①紫红色泥岩; ②紫红色粉砂岩; ③灰色中—细粒砂岩

3 冰期成因

发生在早震旦世(800~700 Ma)的古城期、南沱期和大塘坡间冰期的地层记录,不仅在长江三峡东部地区有,而且遍布扬子区的滇、黔、桂、川、湘、鄂、赣、皖、浙等九省。与扬子区古城组、南沱组相当的成对冰碛层不仅分布在我国北方的秦岭北坡至贺兰山一带,并向西延续至新疆等地,同时也广泛地分布于世界各地,如澳大利亚、西伯利亚、中亚、欧洲、非洲西部和南部、北美洲西部、南美洲东部等地^[13,14]。南朝鲜忠清北道黄江里也有这一时期冰碛物报道^[14],这说明这两次冰川活动具有洲际性。

据古地磁资料,我国南方南沱期古纬度变化范围为7~34°(峡东南沱冰碛层形成时的古纬度为19.3°N),属近赤道的低纬度区^[9]。刘鸿允等综合目前所得到的中国震旦纪南沱期冰碛岩的古地磁资料,认为属于低—中纬度,并认为是和国际上一些国家的研究者所采集的该时期的古地磁样品的测定结果是相似的。与我国震旦纪冰期相当的北欧、北美、澳大利亚、西南非等地,冰川地层的古地磁也都显示出低的古纬度位置(多为0~25°)^[15],为低纬度的大陆冰盖冰川。

针对晚前寒武纪低纬度区在海平面高度上冰川大量发育的事实,不同学者提出各种解释:环极模式、地球冰环模式、动力倾斜模式、地球运动模式及穿越星际模式等等^[13]。作者认为 Sheldon^[16]的前寒武纪地球冰环模式的解释比较圆满,他假定前寒武纪时期太阳的幅射不如现在强烈,地球就像现在的土星一样,有由亲气元素的冰组成的冰环和冰月存在,冰环的阴影造成了受气候控制的低纬度冰川作用。随后,由于冰环轨道的衰减并陨落地球上,冰环的 CO₂ 加入大气中,并产生温室效应,导致了冰川的消融。作者认为显生宙以来太阳幅射过于强烈,地球周围不可能再有冰环、冰月存在,故自那之后,地球上再也没有出现过如同晚前寒武纪那样的低纬度洲际性的大陆冰盖环境。太阳物理学家认为晚前寒武纪时,太阳发光度比现在低 20%~30%^[16]。作者认为现在土星之所以仍有冰环存在,这可能与土星距太阳(14.27×10⁹ km)远比地球距太阳(1.496×10⁹ km)大得多之故,正因如此,尽管由于太阳幅射的增强,要消除土星上的冰环,仍显鞭长莫及。

在本文撰写过程中, 多次得到贺自爱教授的耐心指导, 谨致衷心的感谢。

参 考 文 献

- 1 张启锐. 湖北省宜昌县震旦系南沱成因的新认识[J]. 地质科学. 1995, 30(2): 147~ 151
- 2 高振家. 关于震旦纪冰成岩的几个问题讨论[J]. 新疆地质, 1983, 1(1): 80~ 88
- 3 洪庆玉. 我国几个地区震旦纪重力流沉积物的初步研究[J]. 西南石油学院学报, 1984(4): 1~ 8
- 4 吴瑞棠, 关保德. 论罗圈组的冰成特征及重力流改造[J]. 地质学报, 1988, 62(1): 78~ 89
- 5 马国干, 王砚耕. 鄂、湘、川、黔毗邻地区早震旦世冰川地质问题的讨论[J]. 中国地质科学院宜昌地质矿产研究所所刊, 1983(7): 44~ 51
- 6 刘波. 华南震旦系冰川地层及冰川演化规律[J]. 成都地质学院学报, 1991, 18(2): 40~ 47
- 7 张启锐, 刘鸿允, 陈孟莪, 等. 皖南震旦系冰期地层的再认识[J]. 地层学杂志, 1993, 17(3): 186~ 193
- 8 瞿乐生, 余林青, 吴斯江, 等. 湖北省震旦纪岩相古地理[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1989. 39~ 49, 65~ 67
- 9 夏文杰, 杜森方, 徐新凡, 等. 中国南方震旦纪岩相古地理与成矿作用[M]. 北京: 地质出版社, 1994. 39~ 50
- 10 祖国全. 滇东南沱冰期质疑[J]. 沉积学报, 1991, 9(3): 130~ 137
- 11 崔之久, 熊黑钢. 泥石流沉积相模式[J]. 沉积学报, 1990, 8(3): 128~ 139
- 12 赵自强, 邢裕盛, 马国干, 等. 长江三峡地区生物地层学(1) 震旦分册[M]. 北京: 地质出版社, 1985. 68~ 79
- 13 王曰轮, 陆松年, 高振家, 等. 中国震旦纪冰川特征、分期及对比[J]. 中国地质科学院天津地质矿产研究所分刊, 1980, 1(1): 1~ 16
- 14 马丽芳. 中国晚前寒武纪的冰川活动[J]. 中国地质科学院院报, 1990(20): 162~ 164
- 15 胡文虎, 刘鸿允. 中国震旦纪冰成岩地层[M], 见: 刘鸿允等著. 中国震旦纪. 北京: 科学出版社, 1991. 301~ 333
- 16 Sheldon R P. The Precambrian earth ice-ring model to account for changes in exogenic regimes from proterozoic to phanerozoic eras[M]. The 5 th Internat field workshop and seminar on phosphorites. Beijing: Geological Publishing House. 1984. 227~ 243

GLACIAL EVENT SEDIMENTS OF EARLY SINIAN NANTUO STAGE IN THE EAST OF THE THREE GORGES

Guo Chengxian¹, Zhai Yonghong¹, Ling Yonggang², Chen Fengxi²

(1. Jiangnan Petroleum Institute, Jingzhou, Hubei; 2. Changqing Oil and Gas Exploration Bureau, Qingyang, Gansu)

Abstract: During Early Sinian Nantuo Stage, three sets of incompleated glacial advance-glacial recession sedimentary cycles composed of glacial drift and aqueoglacial facies developed in the eastern Yangtze Gorges. In 1980s, the sediments that were glacigenous or acryogenic had once been the point at issue. But that the section of Nantuo Formation in Wangfenggang has no debris flow sedimentary structure, two wine tillite beds only reflect the enriching pattern of the original component of glacial till before the formation of glacier but not the mark of hort paleoclimate. According to the facts that no marine intercalated bed, no wave and tidal flow structures could be found in the Nantuo Formation drift sheet, and rapid lateral changes could be found there, the sediments of the study area are suggested to be continental glacial sediments of low latitude and low altitude ice sheet type. This could be interpreted by global glacial ring model.

Key Words: Early Sinian; eastern Three Gorges; low latitude; low altitude; glacial event; glacial ring model