

湖北省钟祥第四纪冰缘 融冻构造的发现及其意义

陈华慧* 关康年** 鄢志武**

(中国地质大学)

提 要 笔者于1986年在钟祥首次发现了第四纪地层间的冰缘融冻构造——古冰楔与揉皱,其时代为早更新世末期—中更新世初期。它的发现不仅为建立本区第四纪地层层序,而且为确定更新世北方冰缘冻土的南界和研究长江中下游更新世古气候环境的演变提供了重要的科学依据。

关键词 湖北省钟祥 冰缘融冻构造 更新世

1 概 述

钟祥地处湖北中部的江汉平原北缘,汉江流域中、下游的过渡地带。区内晚新生界沉积物广泛分布于江汉河谷地带及近河谷的侵蚀堆积岗状平原,构成汉江的Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ级阶地及侵蚀堆积丘陵地貌。近年来,笔者在江汉平原北部边缘区详细地进行了晚新生代地质调查工作,系统地建立了区内的晚新生代地层层序,如表1所示。1986年夏、秋,笔者在区内首次发现了第四系层间的冰缘融冻构造,其分布于钟祥草堰冲、六合一带,赋存层位为下更新统卢演冲组顶部的砂砾层,地貌位置处于汉江河谷的Ⅲ级阶地。

2 剖面描述

融冻构造形态以草堰冲一带发育较为完整,实测剖面如下(图1):

剖面自上向下可分为4层:

中更新统善溪窑组

④棕黄色、土黄色砂砾层,具厚层状构造,夹有细砂质透镜体,砾石多为细砾,砾径为2~4 cm,其成分以石英岩、硅质岩为主,磨圆度较好,多为浑圆状。充填物为中粗砂及少量泥质,重矿物组合:锆石—金红石—白钛石—黄铁矿、绿帘石,其中以稳定矿物为主,含少量非稳定矿物。

③灰黄石、灰绿色砂层、砂砾层,上部为中细砂层,局部构成斜交层理,并夹少量棱块状的浅灰色

收稿日期:1989年4月19日

* 中国地质大学(北京)

** 中国地质大学(武汉)

表 1 本区及邻区第四系划分表

Table 1 Table of Quaternary division

湖北区测队(1973)			湖北地质志 (1985)		陈华慧等(1986)		本文(1987)		年代学数据
江汉平原西部	平原东部		江汉平原西部	平原内部	平原东部	江汉平原北部边缘区			
近代冲积层 5-15 m	近代冲积层 40-60 m	Q ₄ 平原组	Q ₄ 近代冲积 —洪冲积层	Q ₄ 近代冲积层 —湖冲积层	Q ₄ 近代冲积层	鄂中组 Q ₄ ¹⁻²	上段: 灰褐色亚粘土, 亚砂土; 灰黑色亚粘土; 下段: 灰、暗灰色细砾, 中粗砂	¹⁴ C 年龄 5514 ± 127 年 B.P.	
Q ₃ 长江泛滥 层 20-25 m	Q ₃ 青山组 (60 m)	Q ₃ 宜都组	灰黄色坡积亚粘土具 2-3 层古土壤层 棕黄色砾石层	灰黑色淤泥粘土层 姜黄色粘土层薄层细砂粉砂层、砂砾石层	Q ₃ 云梦组	灰黑色亚粘土夹 2-3 层古土壤 壤姜黄色亚粘土 粉细砂层 砂砾石层	上段: 灰黑、黑褐色亚粘土层 中段: 姜黄色亚粘土、棕黄、灰棕色细砂层 下段: 灰黄绿与浅棕色相间的薄层理亚粘土层、灰黄夹灰黑色砂砾层	¹⁴ C 年 龄 1.3-2.4 万 年 B.P.	
	Q ₂ 网纹红土(2-5 m) Q ₂ 网纹红粘土(10-15 m) Q ₂ 冲积砾石层(20-30 m)	Q ₂ 普溪组 Q ₂ 大姑冰砾层(5-10 m)	Q ₂ 普溪组 Q ₂ 大姑冰砾层(5-10 m)	黄褐色亚粘土、网纹亚粘土、灰黄—红黄—灰黄—红黄色粉砂亚粘土、红色砂砾石层及砂层	黄褐色亚粘土夹粉砂亚粘土、杂色薄层粉砂亚粘土、红色砂砾具 5-6 个沉积旋回	Q ₂ 通山组	坡积网纹红粘土层 洪冲积砂砾石层及红色亚粘土层	上段: 棕红色亚粘土层, 底部含有砾石 中段: 浅褐红、黄褐色网纹粘土砾石层 下段: 棕黄色厚层含砾砂层, 上部为细砾砂层	热 释 光 年 龄 47.62 万 年 B.P.
Q ₁ 冲积层 (20-25 m)	Q ₁ 雨花台砾石层 (20-30 m)	Q ₁ 云池台	灰绿色砂层与灰黄色砾石层互层 灰褐色红色粘土砾石层	灰黑色含砾粗砂层 及灰色砾质砂土层 灰绿色含砾粘土、粘土砾石薄层夹粘土细砂亚粘土层	Q ₁ 卢演冲组	黄褐色砾石层 及含砾砂层	上段: 暗褐黄色砾石层 中段: 浅灰绿色与灰黄色相间的砂砾层及砂层, 粉砂质亚粘土 下段: 棕褐色、褐红色含粘土砾石层, 砂砾层	热 释 光 年 龄 110.6 万 年 B.P.	
E-N	E	E	E-N	N	E-N	N ₂ d 掘刀石组	高斯正向期		

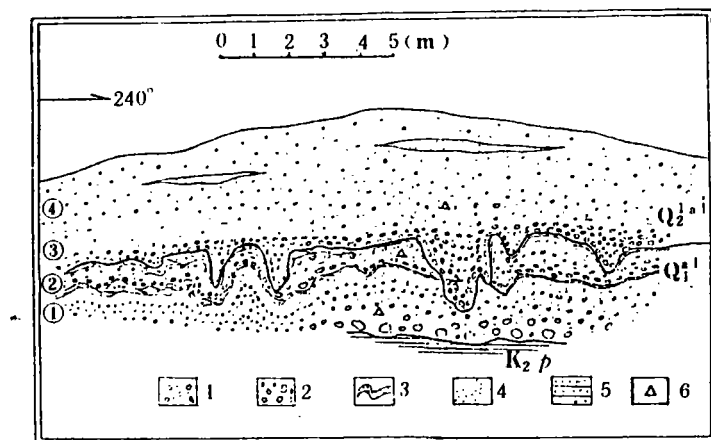


图 1 草堰冲下一中更新统实测剖面图

Fig.1 Section of late-middle Oligocene at Caoyanchung

1. 砂砾岩; 2. 砾石层; 3. 揉皱状铁质风化壳; 4. 砂层; 5. 粉砂岩、砂岩; △: 采样符号(自然重砂样)

粘土团块; 下部为砂砾层, 底部多过渡为砾石。砾石成分有硅质岩、石英岩、石英砂岩、浅灰色粉砂岩、泥岩, 砾径大小不一, 大者 10 cm, 小者为 0.2 cm, 一般 5 cm 左右, 砾态以次圆—圆状为主, 少量次棱状, 砾石表面呈微风化状。重矿物组合: 钛铁矿—绿帘石—锆石—黄铁矿, 虽仍以稳定矿物占多数, 但非稳定矿物比上层明显增加。砾石总体排列多受下伏层的古地形影响, 底部呈楔状产出。
厚 3 m ±

----- 侵蚀冲刷面 -----

下更新统卢演冲组

②褐色含砂铁锰质风化层, 层序上可细分为三层, 上、下两层为褐红色铁锰质风化层(厚 10~20 cm); 中层为薄层棕色、棕红色的砂砾层, 砾石成分为脉石英、石英岩、硅质岩及少量全风化砾石, 砾石磨圆较好, 多为圆状, 砾径以 2~5 cm 为主, 分选好, 砾石表面风化强烈。本层发育揉皱现象, 局部被上覆层的楔形体切穿。
厚 1~1.5 m

①棕黄色、灰黄色砾石层, 上部为中细砂、细砾, 往下砾石增多, 砾径渐变粗大, 底部为粗砾, 大者可达 35 cm, 粗砾成分为石英岩、石英砂岩及硅质岩, 砾岩表面多风化。本层上部分选较好, 下部偏差。重矿物组合: 锆石—白钛石—金红石—兰晶石, 稳定矿物含量占绝对优势。
厚 1.5 m

~~~~~ 不整合 ~~~~~

#### 下伏地层

白垩系上统跑马岗组( $K_2p$ ): 灰紫色砂岩、粉砂岩。

### 3 融冻构造形态特征

在草堰冲、六合一带的剖面中, 中更新统底部的厚层砂砾层(图 1 中的④, ③层)呈楔形体直切入下更新统上部地层之中, 所见之处直接切穿了下更新统上部的铁锰风化壳及夹层。

#### 3.1 楔形体

楔高约 2 m, 宽为 0.5~2 m, 东侧(图中的左侧)壁较缓, 西侧(右侧)壁较陡, 并发

育次一级的小楔体。构成楔形体的地层为中更新统善溪窖组砂砾层,楔内砂砾呈松散状堆积,砾间充填物杂乱,其成分有砂质、泥质。楔体内两侧壁颗粒粗,多为粗砾,而近中心部位,颗粒变细,呈现出一定的顺边分选性。楔形体底部及侧壁处多见有孔隙,有的已成小空洞,这主要是由于楔形体的岩性组分中含不稳定矿物较多,其与下伏层明显不同,以致引起后期的差异风化而形成的、楔形体在空间上呈孤立的、近似倒锥状分布。

### 3.2 揉皱构造

紧靠楔形体两侧明显发育多处小型揉皱构造(图2)。以图1中左侧中部的揉皱为例:波长1.5 m,波幅1.7 m,规模较小。揉皱层包括下更新统顶部的两层铁锰质风化壳及夹层。并波及到下面的细砂、细砾层、另外在揉皱层顶部还发育4个次一级的小楔体,似有下切的趋势。揉皱空间展布情况:紧靠楔形体周围的揉皱褶曲度较大,而愈往两侧,揉皱愈变舒缓,并很快消失而恢复正常(水平)产状。由此可看出:揉皱的发育受楔形体的控制与影响较大。

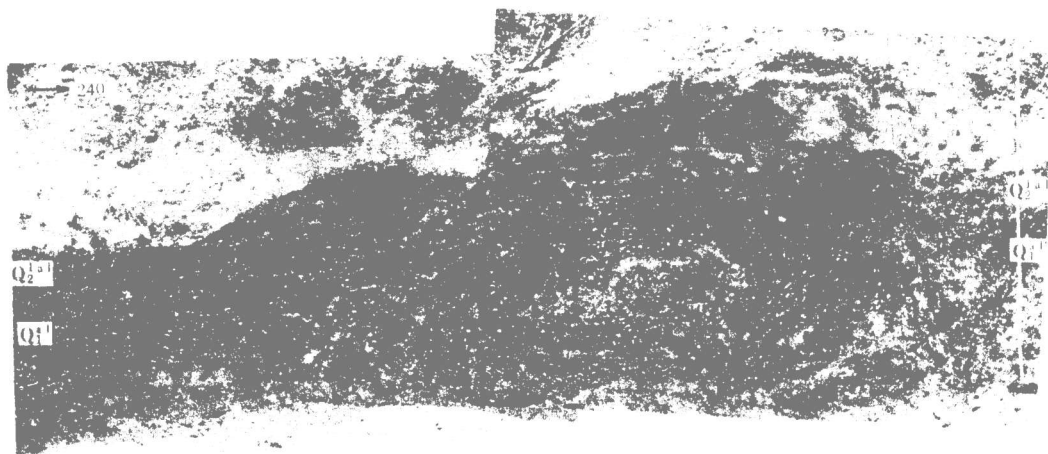


图2 草堰冲融冻揉皱

Fig.2 Frost riving wrinkles in Caoyanchung

## 4 时代及成因的探讨

### 4.1 地层时代

构成楔形体及揉皱层的两套地层,在整个江汉平原北部边缘区分布较稳定,其分界面清晰,界面之上为中更新统,界面之下为下更新统。前人[1]、[2]曾在本区西侧的荆门掇刀石丁家营附近的下更新统红褐色含砾砂层(层位与揉皱层相当)之中采到了 *Stegodon orientalis* Owen (东方剑齿象), *Rhinoceros sinensis* Owen (中国犀牛), *Equus yunnanensis* (云南马白齿)等,这些都为华南早更新世柳城动物群的重要分子,因而化石赋存层的时代为早更新世;由于其产出的地貌位置于汉江支流Ⅲ级阶地,加上其特殊的岩性特征均可与区内发育揉皱的地层相对比,故两者的形成时代相当而同属于早更新世。

笔者在发育揉皱的那套完整地层中采集了古地磁、热释光等测年样品,结果显示:该

层底界之下,为高斯正向期,地层为上新统掇刀石组紫红色、杂色粘土岩;该层为松山反向期,时代属于早更新世。该层中上部产生揉皱的砂砾层内,热释光年龄为110.60万年B.P.(中科院地质所测定),地层时代属早更新世晚期。。产生揉皱的地层顶部发育一明显的沉积间断面,常发育棕褐色的铁盘(壳),为划分地层的明显标志。上覆呈楔状产出的地层,其时代应为中更新世。

#### 4.2 成因探讨

从这两套地层中采集的孢子花粉、重砂矿物及化学分析等样品资料显示:(1)揉皱层内所含孢粉以木本及蕨类为主,主要种属有:Corylus(榛属)、Keteleeria(油杉)、Cyathea(桫欏孢)、Picea(云杉),未见草本植物花粉;重矿物组合以软锰矿、赤铁矿、钛铁矿为主,占总量84%,重矿物的风化稳定系数较大, $K=223$ 。风化壳的化学分析 $Fe_2O_3$ 与MnO的含量占总含量的45%。层内分选性较好,为一套温湿(或偏湿热)条件下的冲积物。(2)楔形体地层为一套快速堆积的厚层砂层、砂砾层,其分选较差;本层含有大量的草本植物花粉,占孢粉总量的80%,其主要种类:Artemisia(蒿属)、Gramineae(禾本科)、Compositae(菊科),仅含少量的Tilia(椴属)、Alnus(桤木属)等;重矿物组合:绿帘石—钛铁矿—黄铁矿,风化稳定系数较低, $k=1.8\sim 2$ ,反映当时主要处于较为干凉的气候条件。据这两套地层孢粉、重矿物组合等资料所反映的气候条件,并据地层层序及接触关系的分析,形成楔形体和揉皱构造的时期稍早于构成楔形体的那套干凉气候形成的厚层砂层、砂砾层,前者形成时的气温比后者可能更低一些。

区内产生的这样一种规模极小,且严格受楔形体控制与影响的揉皱,反映为局部受挤压,其应力效益是离楔形体愈远愈趋减小直至最后消失的特点,这与构造因素造成的褶曲,其规模相对较大,方向性及形态至少在一定范围内保持一致的特点是有着本质上的区别的。由此,笔者认为这种楔形体及揉皱属于寒冷气候条件下的产物——冰缘融冻构造。对其形成过程,作如下讨论:

早更新世末—中更新世初,区内气候较温湿,形成铁锰质风化层。之后,全球性气候降低,冰期来临,当时整个长江中下游地区多受大姑冰期的影响,山地雪线降低,致使冰缘区(冰泛区)范围扩大,而受寒冷气候影响的区域理应更大。区内当时可能受严寒气候影响较大,开始在下伏沉积层的表面产生冻裂现象,并相应出现原始冰裂隙;随着冻融作用的相互交替,使其相继发生冻结——融化——再冻结的不断循环过程,冰在冻结时体积发生膨胀(据研究<sup>[3]</sup>,膨胀率约为9.07%),并对两侧壁产生强大的静压挤压力,两侧及邻近部位依据受力的程度随之产生程度不同的蠕动变形,直至产生揉皱。而冰裂隙在其不断增大的形成过程中,一方面破坏、切穿下伏层逐成楔状隙(冰楔),另一方面在其消融之后,又逐渐为后期堆积物所注入充填而成为古冰楔构造。同时在一些揉皱层的古地形面上,继续同步产生次一级的小楔体构造。之后,气温又逐趋回升,由寒冷气候逐过渡为干凉气候,其标志为含有较多干凉型草本植物花粉。

## 5 意 义

我国现代的冰缘地貌及冰缘冻土主要分布于北纬 $45^{\circ}$ 以上的新疆阿尔泰、黑龙江的大、小兴安岭以及西部的青藏高原地区,而第四纪的古冰缘遗迹发现较少,就发现的几处多集中在华北和西北地区,华南地区尚无正式的报道。据报道<sup>[4]</sup>,在华北阳原泥河湾虎

头梁的下更新统泥河湾组顶部发现有楔状、袋状及揉皱,扰动层深度均在两米左右;近期,在北京周口店地区下更新统的上部也发现有类似的冰缘融冻构造遗迹,从融冻构造的发育形态、赋存层位及规模等方面来看,本区与之基本相当。融冻构造在本区的首次发现表明:当时(指中更新世初)的冰缘冻土气候环境曾波及到地理纬度处于北纬 $31^{\circ}\sim 32^{\circ}$ 之间,中南腹地的江汉平原北部边缘区,比现代冰缘冻土气候带的纬度至少往南推进了 $14^{\circ}$ 。这不仅为建立本区第四纪地层层序,而且为确定更新世北方冰缘冻土的南界和研究长江中下游更新世古气候环境的演变及第四纪冰期的确定提供了重要的科学依据。

文中的孢粉样由本校童林芬副教授等分析鉴定,中国科学院地质研究所帮助完成了热释光年龄测定,重矿物分析鉴定由湖北鄂东南地质队重砂分析室完成。对此笔者表示衷心的感谢!

### 参 考 文 献

- [1] 阎德发,湖北荆襄地区掇刀石组的时代,古脊椎动物与古人类,1978,第16卷,第1期。
- [2] 湖北省区测队,1:20万钟祥、应城幅区域地质调查报告,1977。
- [3] 杜恒俭等,地貌学及第四纪地质学。地质出版社,1980年。
- [4] 吴子荣,关于泥河湾层顶部冻融变形机制分析和时代之探讨,第四纪地质文集,1979。
- [5] 陈华慧等,江汉平原下更新统。地球科学,1987,第12卷,第2期。
- [6] 中国科学院《中国自然地理》编辑委员会,中国自然地理(地貌)。科学出版社,1980。

## DISCOVERY AND SIGNIFICANCE OF FROST RIVING STRUCTURE AT THE ICE-FRONT OF QUATERNARY IN ZHONGXIANG DISTRICT HUBEI PROVINCE

Chen Huahui   Guan Kangnian   Yan Zhiwu

(*China University of Geosciences*)

### Abstract

The frost riving structure in the Quaternary interlayer-fossil ice-wedges and wrinkles were discovered in Zhongxiang in 1986, they were all located on the northern edge of the Jiangnan Plain, and were formed during the period from late Early Pleistocene to early Middle Pleis. This discovery may be useful not only for the setting up of the stratigraphic sequence of Quaternary in this district, but also for it can provide important evidence for the identification of the southern boundary of the Northern ice-front climafrost, and also for the studing of the evolution of paleoclimate and environment between the middle reach and lower reach of Yangtze River at that time.

**Key Words:** Zhongxiang of Hubei Province, frost riving structure of ice-front, Pleistocene