

江苏晚白垩世赤山组沉积环境^①

岳文浙 业治铮 姜月华

(地质矿产部南京地质矿产研究所, 南京 210016)

提 要 本文对赤山组创名剖面的岩相及沉积环境进行了详细研究。赤山组为典型内陆盆地沙漠环境沉积物, 具较复杂的层序结构, 其下段主要为沙漠湖或干盐湖沉积, 上段为风成沙丘沉积。对上段风成沙丘沉积系统内的不同级别边界面的特征及成因进行了描述分析, 探讨了赤山组沉积的构造背景, 认为是在干热气候条件下, 苏北盆地已从断陷转为拗陷并逐渐封闭时的沉积物。

关键词 沉积环境 赤山组 晚白垩世 江苏

分类号 P 512.2

第一作者简介 岳文浙 男 58 岁 研究员 沉积学与油气地质学

赤山组是以鲜明的砖红色细粒长石(岩屑)石英砂岩(型砂矿层)为标志的一套陆相碎屑岩系, 创名剖面在句容市赤山^[1]。该组露头见于江苏省句容、江浦、六合、仪征及安徽省滁县、含山、全椒等县(市), 据钻孔揭示在苏南、苏北盆地拗陷区亦有大片分布。70 年代末至 80 年代, 一些单位的研究人员相继对赤山组标准剖面进行了生物地层研究, 在赤山组下段发现了较多的轮藻及介形虫化石, 确定了赤山组为晚白垩世中期或中晚期沉积^[2~8], 但对赤山组的沉积特征则缺乏系统研究。从已发表的文献看, 多笼统地称为河湖相^[2~8], 少数研究者提出赤山组“第二层”(指图 1、剖面 1)及仪征地区赤山组具风成沉积特征^[9,10]。笔者近期在“八·五”国家攻关项目及省基金项目有关苏北盆地中生代演化的专题研究中二次实测赤山组定名剖面, 对其沉积特征进行了详细研究, 发现赤山组具典型的沙漠环境沉积特征, 具有较复杂的层序结构, 确定赤山组下段以沙漠湖或干盐湖沉积为主, 而上段为典型的内陆盆地风成沙丘沉积。

1 赤山组生物地层概述及其顶底界线特征

赤山组标准剖面可分上下两段: 下段以紫红色薄至中厚层状细粒杂砂岩、钙质粉砂岩和粉砂粘土

岩、龟裂纹状砂质白云岩或白云质细砂岩组成韵律沉积为主, 含轮藻、介形虫化石; 上段则以砖红色巨厚至块层状细粒长石石英砂岩为主, 迄今未发现化石。值得指出的是何俊德等^[2]、王振等^[4]与江苏区调队^[6]合作实测剖面, 位置在赤山东北侧(图 1, 剖面 1), 除剖面第二层为上段地层外, 1 层与 3~9 层均为下段地层, 地层有重复, 造成剖面厚度达 695m, 与区域厚度 100~300m 相差甚大。另外, 所采化石也均产自下段, 这在区域地层对比上应给予充分注意。吴其切等^[5]从赤山北坡所测剖面(图 1, 剖面 2)与我们二次从东南坡所测剖面(图 1, 剖面 3)划分一致, 亦仅在下段发现化石。赤山组下段所产化石, 何俊德等^[2]、王振等^[4]进行过详细探讨, 所含介形类组合为 *Cypridea - Cristocypridea - Eucypris*, 而轮藻则“由左旋轮藻目中最先进的轮藻较早期类群 *Retusochara*, *Songliaochara*, *Amblyochara*, *Mesochara* 和 *Nemegtichara* 与比较原始的孔轮藻科之年青分子 *Porachara* 大型种及 *Euclistochara mundula* 无顶颈变种共同组成”, 认为其时代可能为晚白垩世 Santonian - Campanian 期, 国内可与松辽平原四方台组等对比(表 1)。标准剖面的赤山组, 下段未见底, 上段又为上第三系方山玄武岩复盖, 故其顶底界关系一直存在争论。据区域露头观察, 在盆地边缘地区, 如江浦县夏家庄和滁县大王营 72-5 井, 赤山组与下伏浦口组之间以一套厚度较

① 江苏省自然科学基金资助项目(编号 BK95129207)

收稿日期: 1996-12-04

大的砾岩分开,显示出假整合(侵蚀不整合)的特点,而在苏北盆地内,如盱眙县泥沛 136-2 孔、大丰县大桥 48 孔、赤山组与浦口组均为整合接触。赤山组与上覆地层泰州组,在盆地边缘,如仪征市小河口剖面、海安凹陷中的一些钻孔中为微角度不整合或假整合接触^[11],在盆地内部则多为整合接触^[12]。这种接触关系,再结合泰州组沉积相,反映在泰州期苏北盆地再次拉张下沉,湖面扩大的湖侵过程。

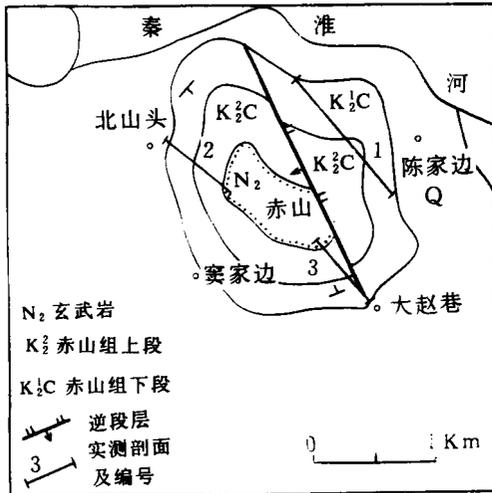


图 1 句容赤山,赤山组实测剖面位置图

Fig. 1 Map showing the locations of the measured sections of Chishan Formation in the Chishan Mountain

表 1 江苏晚白垩世地层与邻区地层对比表

Table 1 Stratigraphic division and correlation of the Late Cretaceous in Subei, Jiangnan and Songliao Basin

时间 (Ma)	时代	苏北盆地	江汉盆地	松辽盆地
65	Maastrichtian	泰州组	跑马岗组	明水组
	Campanian	赤山组	红花套组	
	Santonian			上段
85	Coniacian	浦口组	罗镜滩组	嫩江组
	Turonian			姚家组
90	Cenonian			
95				

2 赤山组的沉积岩相

赤山组标准剖面沉积岩相按成因类型可划分六种。

相 1 紫红色钙质细粒长石或岩屑杂砂岩

此相为赤山组下段主要岩相,单层厚 5~25cm,底部见底冲刷及片状泥砾,下部见粒序层理,中上部

见断续毫米级水平层理或砂纹层理;碎屑粒级除细砂外,混杂少量细砾及中、粗砂,杂基含量大于 15%。此相是洪暴形成的浑浊水流混积作用(amalgamation)产物。应指出的是中上部所见断续纹层是由杂砂岩夹片状泥砾构成,反映短暂充水及干涸暴露的交替过程。

相 2 紫红色含微体化石钙质粘土粉砂岩或粉砂粘土岩

此相亦为下段主岩相,单层厚 10~100cm。此相可分二个亚相:亚相 1 成层较薄,多呈中层状,由含粘土多寡而显水平纹层;亚相 2 成层较厚,多为厚层状,呈块状而不显层理,见球形风化。本相富含介形虫、轮藻化石,时见少量炭屑、生物钻孔和灰绿色圆形斑块(直径 2~15mm)和顺层分布的条带(宽 1~10mm)。上述特征反映此相为浅湖相沉积物。

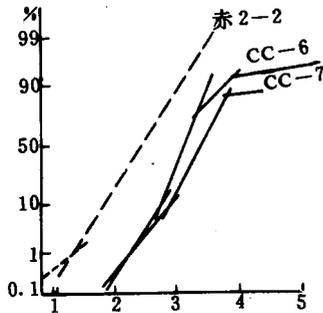
相 3 紫红色薄层龟裂含粉砂泥云岩或云质细一粉砂岩

此相见于下段,根据白云石等碳酸盐矿物含量多少分为两个亚相。亚相 1,龟裂含粉砂泥云岩,单层厚 2~8cm,内见水平纹层,干缩龟裂发育,裂块呈四至六边形,层面不平整,有时溶蚀呈扁饼状。此亚相与相 1、2 构成不等厚半韵律旋回(图版 I-1);亚相 2,龟裂云质细一粉砂岩,厚 1~3cm,龟裂呈五—六边形,切穿岩层本身,呈上凸下凹状,裂缝处被粘土、粉矿充填,一些龟裂块稍圆化,为溶解作用所致。此亚相沿走向不稳定,可尖灭再现,常与相 2 构成半韵律旋回。此相代表沙漠浅湖蒸发干涸过程中的沉积物,后暴露干裂。部分细砂为风力带入。

相 4 砖红色块层状具高角度大型斜层理细粒长石或岩屑石英砂岩(型砂层)

此相为赤山组上段特色主体相,厚度达百米,呈巨厚至块层状,具细砂结构,粒度 0.1~0.25mm 为主,少数达 0.3~0.5mm。矿物成分以石英为主(>75%),次为长石(10%~20%)、岩屑(8%~15%),见少量暗色矿物及重矿物。颗粒支撑,接触—孔隙式钙质胶结,较松散。本相特点是:①发育以高角度(20~35°)大型板状斜层理为代表的各种大型层理,如楔状层理、低角度微斜层理及近水平层理(图版 I-2,3);②石英颗粒圆度好,分选优,结构成熟度高,颗粒表面包裹着厚 0.01~0.02mm 铁质(赤铁矿或针铁矿)薄膜,俗称“沙漠漆”,长石、岩屑较新鲜,总量 25%左右,矿物成熟度稍低;③扫描电镜下,石英颗粒多呈球形,表面见碟形或 V 型撞击坑及毛玻璃

化外貌以及溶蚀—沉淀作用形成的硅质层;④粒度概率曲线表现为,跳跃总体几乎占粒度分布的全部,坡度70~75°,分选好,牵引和悬浮总体极少或缺失(图2);⑤在一些大型斜层理截切面上见少量砾石,砾石具风棱石特征;⑥在厚达百米的此岩相体系内,发育不同级别的切穿层理的边界面(详见后叙),这些边界面为风成砂岩沉积体系所特有,故本相为典型沙漠环境的复合沙丘或沙臂沉积。



CC-6,7 采自赤山组上段相4地层
赤 2-2(引自陈荣林,1982)

图2 赤山组上段风成沙丘粒度概率曲线
Fig.2 The probability accumulative curve about eolian sandstones of Chishan Formation

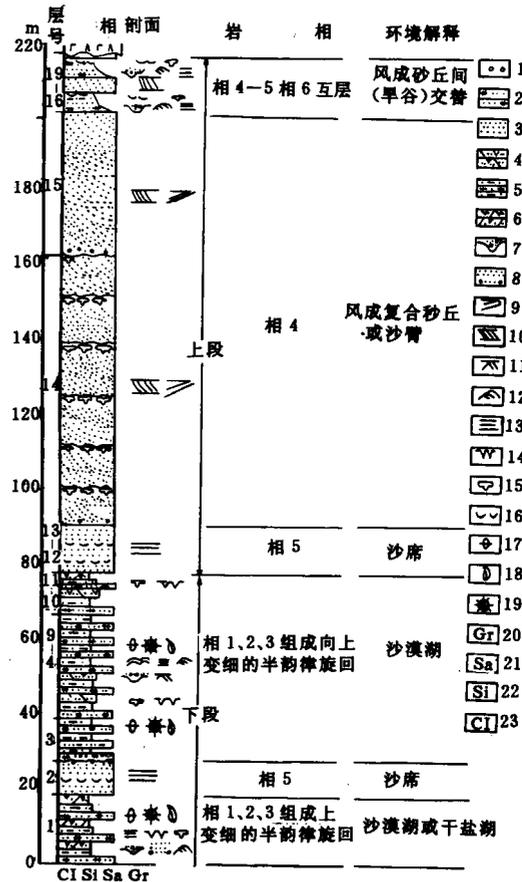
相5 紫红色厚层具水平面状纹层理中—细粒长石石英砂岩夹薄层泥(片)砾砾岩或砾岩

此相实为一组合相,由三种岩性共生一起,其夹层沿走向不稳定,不宜单独列出。主岩性中—细粒长石石英砂岩,岩性同相4,只是粒度稍粗含中砂稍多而已,胶结松散,颗粒外包沙漠漆,可做型砂,具风成砂特征。本相未见高角度斜层理,只发育水平面状纹层(plane bed lamination),单层厚5~85cm,下部成层薄,向上变厚,层间夹薄层泥(片)砾砾岩或砾岩(图版I-1B)。泥(片)砾砾岩(muddy flat gravel conglomerate)砾石由棕—紫红色钙质粉砂粘土岩或粘土粉砂岩泥片砾组成。泥片砾厚0.5~5mm,面直径10~30mm。层厚0.5~20cm,层较厚者尚可见粉砂泥灰岩片体。上述特征反映泥片砾是一种干裂泥片。泥(片)砾砾岩夹层多见于本相中下部。薄层砾岩夹层,砾石成分较复杂,见石英砂岩、硅质岩、灰岩和英安岩等,具风棱石特征,多夹于本相上部或散布于顶部。此相反映砂丘外缘近湖滨的沉积环境。

相6 砖红色透镜状不等粒长石(或岩屑)杂砂岩、细粒长石石英砂岩与钙质粘土粉砂岩或粉砂粘

土岩组成向上变细的半韵律组合

此相见于赤山组上段,其特点是呈透镜状产出,夹于相4内。不等粒杂砂岩见底冲刷,分选差,可含少量细砂(<5%),是突发性洪暴注入快速混积作用的产物。其上的细粒长石石英砂岩内发育小型斜层理及砂纹层理,粘土粉砂岩或粉砂粘土岩见水平纹层,顶部时见干裂泥片与钙质结核,显示水成及快速干涸过程。此相结合其夹于相4风成砂岩之内,呈长透镜状,显示为丘间或旱谷沉积。



- 1. 砾石 2. 细粒(或不等粒)长石杂砂岩 3. 细粒长石砂岩
- 4. 龟裂云质细—粉砂岩 5. 粘土粉砂岩或粉砂粘土岩
- 6. 龟裂含粉砂 泥云岩 7. 底冲刷 8. 粒序层理 9. 大型楔状层理 10. 大型高角度板状层理 11. 小型交错层理
- 12. 砂纹层理 13. 水平层理或水平纹层 14. 干裂
- 15. 钙质结核 16. 泥(片)砾 17. 生物钻孔 18. 介形虫
- 19. 轮藻 20. 砾石级 21. 砂级 22. 粉砂级 23. 粘土级

图3 赤山组沉积相序列
Fig.3 The sedimentary facies sequence of Chishan Formation

3 赤山组沉积环境综述

从上述岩相组合所反映的赤山组沉积环境是在干热气候条件下从沙漠湖(或干盐湖)发展为沙丘堆积的沙漠化(沙进)过程(图3)。赤山组下部主要由相1、2、3构成的不等厚旋回层组成。每一旋回都反映沙漠湖周期性充水与蒸发干涸的沉积过程。相1细粒长石杂砂岩代表湿季大量浑浊水流(辫状河道)注入沙漠浅湖的混积物,具浊流特征,而相2含化石粘土粉砂岩或粉砂粘土岩,则是沙漠湖充水后高水位沉积物,停积时间较短者,水平纹层发育,停积时间较长者,由于生物扰动均一化而不显层理,具球形风化。相3具龟裂纹粉砂泥云岩或云质细—粉砂岩则反映湖面下降蒸发浓缩沉积,直至干涸暴露干裂形成。上述旋回厚0.6~2m,且色紫红,反映沙漠湖水浅面广,地势低平,处于氧化环境,其边缘有干盐湖或沙漠绿洲,如相2部分薄层含较多的植物碎片和炭屑,苏北钻孔中赤山期膏盐沉积屡见不鲜即是例证。

赤山组上段主要由相4组成,偶夹相6。相4砂岩的岩石结构构造具典型风成沙丘(臂)沉积特征。值得指出的是,一些结构构造特征,如层理、粒度、圆度、颗粒的霜面、铁质膜等都具多解性,因而造成对其形成环境解释的差异。据近年研究,古代风成沙丘沉积物的最大鉴定特征除具大型高角度交错层理外,还有丘间沉积物的存在及自身体系边界面特征^[14]。下面就相4中的边界面特征进行简要描述:赤山组相4系统内可观察到三种不同级别的界面(bounding surface)(图4,图版I-2~4)。所见一级界面有如下特征:(1)切割所有交错层组,广泛延展的,大致平行产出的面,在赤山约四平方公里露头区广泛见及,(2)沿此面的局部低凹地段分布着长透镜体状,具水下沉积特征的丘间沉积物,(3)在此面上分布着大小不等的1至数层白云石、方解石胶结的,顺层分布的钙砂质结核层,(4)沿此面下数十厘米砂岩胶结相对紧密,俗称沙礞层(图版I-4)。关于一级界面的成因,至今认识尚未统一,大致归因于大型复合沙丘或沙臂(draa)的迁移^[13,14,15],区域性风蚀下切到地下水位^[16,17],或是上述二种作用的结合,即风蚀到地下水位(指高地下水位时期),发生沙丘迁移所产生的风蚀面^[18,19]。后人将风蚀下切到地下水位的面称为Stokes面。就赤山组相4中一级界面的特征来看,如富钙砂质结核,面下数十公

分胶结紧密,是由于近地下水毛细管蒸发沉淀碳酸盐矿物,产生胶结作用的结果,此面附近浅灰色斑块及条带的出现,说明地下水局部弱还原性质,这些都是早期成岩作用的产物。这种胶结作用可阻止进一步的风蚀。此面局部低凹处见透镜状丘间沉积物,是高地下水位暂时充水的产物,随着沙丘的迁移而消失。上述说明赤山组风成砂岩中的一级界面是较典型的Stokes面。

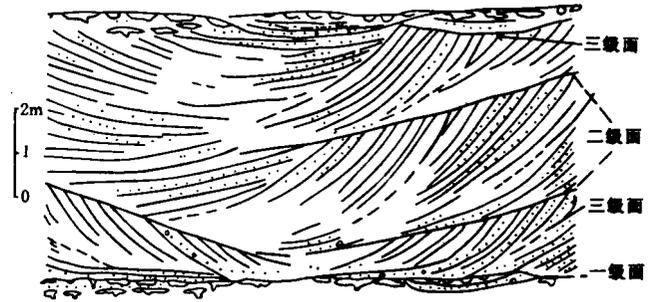


图4 赤山组上段风成砂岩系统内不同级别边界面素描图
Fig.4 Sketch map showing the various order bounding surfaces in the aeolian sandstones of Chishan Formation

据研究,现代沙海中(如沙特阿拉伯、撒哈拉、新墨西哥等地),Stokes面在规模上相差甚大。一些是沙丘间局部侵蚀而分布不广的小型Stokes面,一些可延伸数十至数千平方公里的大型Stokes面。在古代风成砂岩中,特别是滨海陆地沙海,此种大型界面较发育,Havholm^[18,19]称这种大型Stokes面为超面(Super surface),并把这种界面与海平面波动所造成陆地沙海地下水位波动连系起来,做为风成地层序划分的一个控制因素。赤山组上段为内陆盆地沙海,其地下水位明显受气候和地形因素影响,上述所见一级界面规模变化情况不可能在单个露头区解决,需区域上的详细研究,才能确定其在层序分析中的意义。

赤山组风成砂岩中所见二级界面(图版I-2,图4)是分割层系组的界面。这种界面限制在两个一级界面之间,在不同方向上,此面呈下倾或平面状,或微向上凹。这种界面被解释为叠复在沙臂避风面上的新月型沙丘迁移的结果,而砂臂本身缺失自己的滑移面^[14]。而三级界面产生在单个交错层组内,分割二个层系,是一种再作用面。此面上部明显,而下部渐消失在两个层系之间,反映短期风事件中主风方向变化导致沙丘上部吹蚀再停积作用的结果。(图版I-3)。

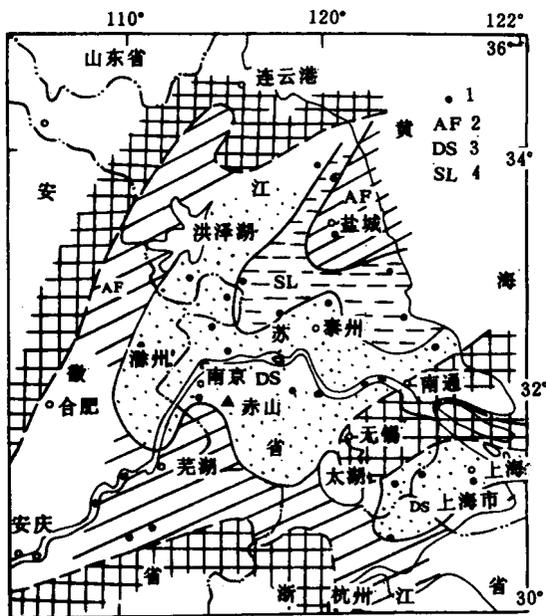
综合上述,证明赤山组上段相4为内陆沙海复合沙丘(或沙臂)沉积。从高角度板状斜层理倾斜方向测量中,其数据集中在80~140°、0~40°两组,从而说明其主要季风方向为南西向。

是在干热气候条件下逐渐沙漠化的过程。沙漠不断向盆地中心推进,从沙漠盐湖向干盐湖、沙海转变。其沉积相带展布见图5。

4 赤山组风成砂岩沉积的构造背景

沙漠产出的位置虽然并不直接受控于构造而主控于气候,但构造却控制着地形,从而也控制着雨影区(rain shadows),同时构造沉降直接控制着风沙沉积物的保存和沙漠盆地沉积相分布模式。据研究,地史上较厚风沙堆积物产生在二种构造背景,即急剧下沉的断陷盆地和缓慢下沉的克拉通盆地。

晚白垩世是地史上气候最干热时期之一^[20,21],因此盐湖与风沙沉积广布。我国中、南部处于北纬20~40°的干旱副热带高压带^[22,23],是该区各内陆盆地的重要成盐期,苏北盆地也不例外。苏北盆地及其外围构造发展史研究表明,在燕山中晚期,随着太平洋板块向欧亚大陆挤压,以及古特提斯向北的敛合双重作用下,郯庐断裂系强烈左移,牵动了先成的北西、北东及北北东向断裂,发生了不同规模的张性活动或张扭性转换,造成地壳减薄、地幔上涌,早白垩世时,引发大规模中酸性钙碱系列为主的岩浆侵入与喷发,形成北东向展布相互分割小型火山沉积盆地,沉积厚度达数千米,这是苏皖地区裂谷发育阶段强烈断陷的产物。晚白垩世早期(浦口期),该区从断陷向拗陷转化,各小型火山断陷沉积盆地连片,形成以苏北为中心,包括南黄海大部的泛盆,四周汇水面积大增,其沉积相带展布由盆地周边的冲积扇相,向盆地中心过渡为冲积平原相、湖相。由于当时气候干热,总体上浦口期沉积物为一套红色碎屑岩-蒸发岩建造,在苏北深湖区发育一套赭黑色厚达200~1500m的以石膏、芒硝、岩盐为主的蒸发盐岩沉积^[24]。从地表露头及钻孔揭露情况看,浦口组厚度变化明显,从数十米至两千余米,反映古构造控制的古地形仍起伏较大。晚白垩世中晚期(赤山期),盆地转为缓慢拗陷并渐次封闭,地形亦渐次夷平高差变小,在干热条件下雨影区缩小,从而湖水渐次干涸,面积缩小,而大区域的风扬作用将盆地边缘冲积扇及冲积平原区的沙质沉积物向盆地搬运,形成风沙沉积为主的沙漠区,仅局部低洼地段及山前区存有沙漠湖、干盐湖及沙漠绿洲沉积(图5)。至晚白垩世末至早第三纪早期(泰州期),断裂活动再次加强,即将封闭的苏北盆地再次拉张下沉,汇水面积及



1.剖面点位置 2.冲积扇相
3.沙漠相 4.沙漠湖—干盐湖相

图5 晚白垩世赤山晚期沉积相略图

Fig.5 Sketch map showing the sedimentary facies of the Late Cretaceous Chishanian in Subei Basin and its neighboring areas

相5主要见于赤山组下段或与上段过渡带,砂质颗粒特征同相4,而仅见近水平的平行面型纹层理。这种层理是相对高风速推移沉积(tractional deposition)所形成。从其下部夹含泥(片)砾砾岩看,说明在高水位时短暂的被沙漠湖淹没。上部所夹薄层砾岩层,砾石具风棱石特征,显示是风蚀残留砾石(deflation lags)。综合上述再结合相序分析,此相为沙海丘外与沙漠湖之间的沙席沉积。在丘外与沙漠湖之间的平缓宽广地带,有利于沙席沉积物形成,加之这里相对湿度较大便于风移沙的粘附停积。

相6仅见于赤山组近顶部或偶见于一级界面上,呈薄透镜状延续约50~200余米,底部杂砂岩见底冲刷,显正粒序,向上细粒长石石英砂岩见水成砂纹层理、水平层理及生物扰动及钻孔,顶部见干裂泥片及钙质结核,这些特征显示为丘间或旱谷沉积物。

综合上述,结合赤山组相序特征,总的沉积环境

雨影区扩大,湖水淹没了原沙漠区,为赤山组的保存创造了条件。

本研究成果曾得到我所倪若水研究员、吴其切、胡春礼、杨文达副研究员的帮助,在此表示衷心谢意。

参 考 文 献

- [1] 刘季辰,赵汝钧.江苏地质志,地质专报,甲种四号,1924。
- [2] 何俊德,杨恒仁,袁佩鑫.江苏句容赤山赤山组的介形类.古生物学报,1981,20(4),341~348。
- [3] 王水,黄仁金等.江苏地区白垩纪和新生代轮藻化石.北京:地质出版社,1982,1~66。
- [4] 王振,袁佩鑫,赵正忠.赤山组及轮藻化石.古生物学报,1983,22(5):493~503。
- [5] 吴其切,胡存礼等.江苏及邻区中生代陆相生物地层、沉积相和油气特征.中国地质科学院南京地质矿产研究所刊,增刊第二号,1986,50~66。
- [6] 江苏省地质矿产局.江苏省及上海市区域地质志,北京:地质出版社,1984,299~301。
- [7] 江苏省地质矿产局.宁镇山脉地质志,南京:江苏省科学技术出版社,1989,161~162。
- [8] 陈华成,吴其切等.长江中下游地层志,合肥:安徽省科学技术出版社,1989,533~584。
- [9] 陈荣林.苏南上白垩统风成砂初探.石油实验地质,1982,4(3):220~224。
- [10] 张国栋等.从小河口露头区晚白垩世至早第三纪沉积相特征看苏北盆地早期演化过程.岩相古地理文集(2),北京:地质出版社,1986,192~211。
- [11] 康育义等.苏北盆地西部下第三系的划分和对比.地层学杂志,1982,6(1):9~19。
- [12] 王全金.苏北盆地泰州组、阜宁组一段的时代及接触关系.苏北盆地泰州组、阜宁组一段地层古生物,南京大学出版社,1989,1~32。
- [13] Brookfield, M. E., The origin of bounding surfaces in ancient aeolian sandstones, *Sedimentology*, 1977, 24:303~332.
- [14] Kocurek, G., Significance of interdune deposits and bounding surfaces in aeolian dune sands, *Sedimentology*, 1981a, 28:753~780.
- [15] Kocurek, G., First-order and super bounding surfaces in eolian sequences - bounding surface revisited, *Sedimentary Geology*, 1988, 56:193~206.
- [16] Stokes, W. L., Multiple parallel-truncation bedding planes - a feature of wind deposited sandstone, *J. Sedim. Petrol.*, 1968, 38:510~515.
- [17] Fryberger, S. G., Schnek, C. J. & Krystinik, L. F., Stokes surfaces and effects of near-surface groundwater-table on aeolian deposition, *Sedimentology*, 1988, 35:21~41.
- [18] Havholm, K. G., Blakey, R. C. et al., Correlation and significance of super bounding surfaces, eolian Jurassic Page Sandstone, Colorado Plateau, USA. In: *Aeolian Sediments: Ancient and Modern* (Ed. by K. Pye and N. Lancaster), *Spec. Pub. int. Ass. Sediment.*, 1993, 16:87~107.
- [19] Havholm, K. G. and Kocurek, G., Factors controlling aeolian sequence stratigraphy: clues from super bounding surface features in Middle Jurassic Page Sandstone, *Sedimentology*, 1994, 41:913~934.
- [20] Frakes, L. A., *Climates throughout geologic time*, Elsevier, New York, N. Y. pp310.
- [21] Rea, D. K. and Janecek, T. R., Late Cretaceous history of aeolian deposition in the Mid-Pacific Mountains, central north Pacific Ocean, *Palaeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 1981, 36:55~57.
- [22] Yan Chen, et al., The configuration of Asia, Prior to the collision of India: Cretaceous paleomagnetic constraints, *J. Geophys. Res.*, 1993, 98(B12):21927~21941.
- [23] 江新胜,李玉元.中国中东部白垩纪沙漠的时空分布及其气候意义.岩相古地理,1996,16(2):42~51。
- [24] 龚与观,孔庆玉.苏北淮安凹陷白垩系浦口组成盐条件的讨论.石油实验地质,1989,11(2):136~143。

Sedimentary Environment of the Late Cretaceous Chishan Formation in the Jiangsu Province

Yue Wenzhe Ye Zhizheng and Jiang Yuehua

(Nanjing Institute of Geology and Mineral Resources, Nanjing 210016)

Abstract

The sedimentological analysis of the Chishan Formation is the result of the detailed, bed-by-bed study of the standard profile of Chishan Formation in Chishan Mountain, Jurong County, Jiangsu. Considering lithologies are diverse and according to the genetic type, six recurring lithophases are distinguished as follows:

Lithophase 1. Purplish red fine calcareous feldspathic graywacke.

Lithophase 2. Purplish red fossiliferous calcareous clay siltite or silty claystone.

Lithophase 3. Purplish red thin bedded silty clay dolomite (or dolomitic fine - silty sandstone) with polygonal fracture.

Lithophase 4. Bricky red fine feldspathic quartz sandstone with large - scale and high - angle cross - bedding.

Lithophase 5. Purplish red thick bedded medium - fine feldspathic quartz sandstone with plane bed lamination, intercalating muddy flate gravel conglomerate and thin bedded gravelstone.

Lithophase 6. Bricky red lenticular unequigranular graywacke, fine feldspathic quartz sandstone and silty claystone, which consist of hemicycles with fining - upward grain size.

The Chishan Formation can be subdivided into two members. The lower member consists dominantly of lithophases 1, 2 and 3 which make up hemicycles. The upper member is mainly composed of lithophases 4, 6. According to the features of the sedimentary structure and texture and lithophase associations of Chishan Formation, the sedimentary environment of the lower member is explained the desert lake or playa and the upper member interpreted aeolian desert sea.

In this paper, it is discussed that the bounding surfaces within the aeolian sandstones with large scale and high - angle cross - bedding (lithophase 4), discribed the sedimentary characteristics of the first - order surfaces (Stokes surfaces) and inquired into the depositional tectonic setting of the Chishan Formation. We consider that the Late Cretaceous Chishan Formation formed during the periods from slowly thermal cooling subsidence to shrinking of the Subei Basin.

Key words sedimentary environment Chishan Formation Late Cretaceous Jiangsu



图版说明 I - 1 上部(A)由岩相 1、2、3 组成的半韵律旋回层;下部(B)为岩相 5, 紫红色具水平面状纹层理中一细粒长石石英砂岩; I - 2、3 相 4 风成细粒长石石英砂岩, 内可见不同类型的大型交错层理及不同级别的边界面: ①一级边界面②二级边界面③三级边界面; I - 4 一级边界面的特征: 切割所有交错层组, 并见钙砂质结核层。