

国外沉积学期刊文献摘要选登

王承书 编译

(成都地质矿产研究所)

〈沉积地质学〉 63卷—4期 1989年7月

63卷3、4期合刊为〈碳酸盐地层中的微晶菱形方解石及伴生微孔隙的性质和成因〉专辑,其中7篇论文出自经济古生物学家和矿物学家学会1987年在美国得克萨斯州奥斯汀举行的“储集层的成岩作用及碳酸盐岩中微孔隙及大孔隙网的演化”年中学术讨论会。

选择这一题目进行讨论是因为微孔隙网构成了许多重要的碳酸盐油气储集层,而直到最近,对这类储集层的性质和成因仍知之甚少。然而,过去5年的研究却集中于论证、描述、分析及解释微晶菱形方解石及有关的微孔隙。本专辑代表北美对这一重要课题的研究现状。

第一篇论文为微晶灰岩中微孔隙的评论,描述了几个实例的结构特征及灰泥经历结构及地球化学变化从而形成微孔隙微晶灰岩,认为初始矿物成分和成岩作用期间岩石/水的比率是碳酸盐泥演化的重要因素。

第二、三、四篇论文均提出微孔隙的海相流体成因。第二篇论文提出,阿拉伯联合酋长国沙迦 Sajaa 区下白垩统塔马马群内的基质微孔隙是微晶灰岩早期发育的特征,是稳定灰泥不完全胶结的结果。并认为微晶菱形方解石是在550—800m(40—50℃)的深度于封闭的、具海水成分的流体体系内形成的。第三篇论文认为,加拿大西北地区中泥盆统 Kee Scarp 组的微孔隙结构是在同期海相流体的三期重结晶作用过程中形成的。第四篇论文论证了马绍尔群岛 Enewetak 环礁更新世、渐新世灰岩岩心中微孔隙的发育情况。根据对更新世资料的研究,作者得出结论,微孔隙是当文石泥浸没在淡水透镜体之下的混合带流体中时,其稳定化过程中的中间阶段。根据对渐新世实例的研究,作者认为微孔隙的成因是高镁方解石微晶在高镁方解石不饱和、低镁方解石过饱和的深水中蚀变的结果。

第五、六、七篇论文提出微孔隙结构的大气流体成因。第五篇论文提出,美国得克萨斯州东部上侏罗统 Cotton 河谷灰岩鲕粒中形成的微孔隙为近地表淡水成因。这些微孔隙鲕粒在古水深高点处最为常见。构成这种鲕粒格架的微晶菱形晶体很可能是在针状晶体的基础上发育起来的。第六篇论文则认为中东下白垩统塔马马群中的微孔隙和微晶菱形方解石是在大气水中两次成岩作用造成的。第一次成岩事件是沉积之后立即在非承压大气水含水

层中的稳定作用。其后,在晚白垩世早期于非承压或承压大气水含水层中发生方解石—方解石重结晶作用。第七篇论文认为,美国得克萨斯州南部白垩统 Stuart 城走向线内的微孔隙是由在局限水流、大气淡水或在高温海洋孔隙水中固定的球状高镁方解石所形成。

第八篇论文提出美国得克萨斯州东部上侏罗统 Haynesville 鲕状粒状灰岩中的微孔隙为深埋藏成岩成因。作者解释了这些岩石的岩石学与地球化学之间的关系,认为微孔隙是在沥青和大多数压溶组构就位之后形成的。

即使 8 篇论文看法各不相同,仍可找到一些共同点:(1)所描述的大多数实例均出现低镁微晶菱形方解石;(2)这种微晶方解石中痕量元素含量较低,其同位素组成往往反映出主岩的同位素组成;(3)在异化颗粒中有微晶菱形方解石形成的地方,其母体物质为高镁方解石。

这些论文论述了碳酸盐储集层中微孔隙的重要性。形成微孔隙的储集层是良好的产凝析气层。但在重冲地区,微孔隙碳酸盐可能形成油封。这些论文确认,微孔隙在埋藏期间很可能保存下来,其在岩层中存在的深度较大孔隙深。

本专辑论文题目如下:

一、微晶灰岩中的微孔隙——评论海相流体成岩成因	191
二、中东下白垩统微晶灰岩储集层中孔隙度的发育	217
三、加拿大西北地区 Norman Wells 油田中泥盆统 Kee Scarp 礁组合中的成岩微孔隙(白垩状孔隙)	241
四、大气成岩作用、海洋成岩作用与马绍尔群岛 Enewetak 环礁更新世和渐新世灰岩中的微孔隙	253
大气流体成岩成因	
五、得克萨斯州东部 Cotton 河谷灰岩中的早期成岩微孔隙	275
六、灰岩中的微晶菱形方解石和微孔隙:阿拉伯联合酋长国下白垩统塔马马群的地球化学研究	293
七、得克萨斯州 Stuart 城走向线西部白垩统储集岩内微晶菱形方解石基质的成因	313
深埋藏成岩成因	
八、得克萨斯州东部上侏罗统 Haynesville 鲕状粒状灰岩中的深埋藏微孔隙	325

《沉积地质学》 64 卷 1—3 期 1989 年 8 月

一、加利福尼亚东部下二叠统沉积物重力流层序

1

加利福尼亚州中东部下二叠统中狼营统 Zinc Hill 层序——欧文斯谷群内一厚达 65—110m 的沉积物重力流层系,由来源于东部和东北部碳酸盐陆棚的碳酸盐沉积物及通常游荡于该碳酸盐陆棚背后的硅质碎屑沉积物组成。厚度型式和古水流标志表明,构成这一层序的沉积物最初向东南搬运,然后沉积在一南东向的舌状体中。显然,这些沉积物是由沉积物重力流从碳酸盐陆棚携来的:沉积物重力流先向西顺坡向下迁移,然后转向东南,到达斜坡底部的南东向盆地。这个盆地平行于该陆棚边缘,并认为与早二叠世陆缘的东南段平行,对该盆地的研究所获得的资料是支持北美西部陆缘于宾夕法尼亚纪至早二叠世时期削蚀的最重要的论据之一。

二、瘤状和肠状石膏：得克萨斯州西部盐坪干盐湖“萨布哈化”

13

得克萨斯州西部盐坪大陆萨布哈沉积是典型的毫米级纹层状沉积，由蒸发盐矿物和成岩矿物石膏、白云石、石盐、方解石和文石组成。这些纹层状蒸发盐原先沉积在一个晚更新世常年卤水湖底，而现在则构成该干盐湖现代萨布哈沉积物的杂基。当气候从更新世时期较潮湿转变为全新世较干燥的条件时，卤水湖干涸，这些纹层状蒸发盐被风蚀为石膏丘，或由于与萨布哈有关的水文条件之故而呈叠覆状。近地表富含石膏的盐层通过毛细管蒸发作用转变为联合瘤状层。同时，在浅部渗流沉积物（地面以下 1—2m 内）中，石膏被溶解并被石盐或白云石交代。成岩石膏为同沉淀的石膏次生加大和来自高盐度隙间卤水（平均 156000mg/1 固溶物总量）的胶结物的衬边中。石膏晶体的这种早期成岩加大和联合造成了全新世纹层状主岩沉积物内的石膏瘤。这些石膏瘤在下部渗流带中扩散生长，产生鸡笼结构；而在上部渗流带中石膏常常沿特定的层聚集，形成肠状条带。更新世湖成蒸发盐实际上是由于湖水下降而被“萨布哈化”的。

三、塔斯马尼亚州寒冷气候条件下形成的下二叠统含煤“下淡水层序”的沉积学

25

塔斯马尼亚州下二叠统“下淡水层序”由与有浮浅海毗邻的寒冷气候环境下沉积的河流和滨岸沉积物组成。该层序代表海盆充填时期的海退脉动，在晚石炭时期，该海盆可能为冰川覆盖的宽 150km、长 270km 以上的峡湾。

塔斯马尼亚早二叠世时期的气候条件由下面几点所揭示：（1）发育极好的大陆山麓角砾岩；（2）植物群（*Glossopteris-Gangamopteris* 组合）；（3）潮汐沉积物中化石稀少；（4）遗迹化石群体构造（滨外泥中强烈的生物扰动）；（5）“下淡水层序”上、下的海相层内，以腕足、苔藓为主并含 *Eurydesma* 的动物群的有孔性，和（6）沉积物自身的特征，例如泥质滨海相沉积物中的“孤石”，及共生海相碳酸盐的氧同位素。

定性地看，尽管“下淡水层序”的沉积作用类相似于加拿大的第四纪层序，但河流及海岸沉积物未有浮冰或冻土的迹象。缺乏这样的证据表明，其为寒-温带而不是副极地环境。

四、澳大利亚西部皮尔巴拉地块东部早太古代 Warrawoona 群 Panorama 组的浅水火山碎屑沉积作用

43

澳大利亚西部皮尔巴拉地块东部 33—35 亿年的 Warrawoona 群 Panorama 组为主要由早太古代长英质火山作用的主要时期结束时沉积的硅化长英质火山碎屑砂岩和凝灰岩组成的区域性单元，可划分为八个岩相：〈A〉火山碎屑凝灰岩和凝灰角砾岩，〈B〉燧石-碎屑砾岩，〈C〉层状良好的凝灰岩和凝灰角砾岩；〈D〉交错层状火山碎屑砂岩；〈E〉纹层状和交错纹层状粉砂岩；〈F〉条带状燧石；〈G〉硅化蒸发岩，及〈H〉长英质熔岩。浪成特征见于岩相 B、C、D 及 E。

这八个岩相表现为四个相组合：（1）含少量凝灰岩的条带状燧石层序，可能代表碎屑很少的盆地环境；（2）具含量不等的凝灰岩的粉砂岩层序，代表下滨面和前三三角洲环境；（3）含一种或一种以上其它相的交错层状砂岩层序，代表上滨面、扇三角洲前缘及辫状河流环境，和（4）浊积凝灰岩和火山灰雨凝灰岩层序，代表直接受火山碎屑的火山作用影响的水下环境。在北极穹丘内，Panorama 组直接发育于玄武岩之上，由底至顶由相组合 1、2 和 3 的向上变浅层序组成，解释为侧翼为滨面环境的进积扇三角洲复合体的沉积。在其它地区，相组合 3 和 4 发育在 Duffer 组厚层长英质熔岩和角砾岩之上。

长英质火山作用和控制了沉积物的组分、大小以及供给周围表生碎屑体系的沉积物的补给速率。沉积作用发生在发育区域性的浅水至地表条件下,此时深水远源相发育不良。尽管有大量证据证明为波浪影响的浅水环境,但潮汐证据稀少,这或许是因为沉积作用发生于区域性的小潮汐海洋环境之故。

五、希腊萨摩斯岛米蒂利尼盆地中新世湖相硅质沉积岩和火山碎屑岩的地球化学和成岩作用 65

萨摩斯岛东部出露-由灰岩、含蛋白石-CT 灰岩、瓷状岩、硬泥灰岩、硅藻硬泥灰岩、白云岩及层凝灰岩组成的晚中新世非海相地层层序。这一湖成层序可细分为 Hora 层及下伏的 Pythagorion 组。Hora 层上覆盖 Turolian 期(晚中新世)哺乳化石的 Mytilinii 碎屑岩系。该湖成层序含火山玻璃和氧化硅同质多象变体蛋白石-A、蛋白石-CT 及石英。火山玻璃主要产于该湖成层序下部和上部的凝灰质岩石,蛋白石-A(硅藻细胞)局限于 Hora 层上部的岩层,而富含蛋白石-CT 的岩层则下伏于含蛋白石-A 的岩层。蛋白石-CT 广布于 Hora 层下部和 Pythagorion 组的沉积岩和凝灰岩中。介于蛋白石-CT 和蛋白石-A 之间的 X 射线衍射图案确定了蛋白石-A 带和蛋白石-CT 带间的过渡带,这或许是由于这两种同质多象变体混合造成的。成岩作用未达到足以使蛋白石-CT 转化为石英或火山玻璃转化为蛋白石-C 的程度。

根据地球化学和矿物学的资料,我们认为,蛋白石-A 向蛋白石-CT 的成岩转化速率主要由孔隙流体的化学性质所控制。孔隙流体的特点是高盐度、微高碱度及高镁离子活度,表现在蒸发盐(石盐、钾石盐、钾硝石)的出现、生物成因二氧化硅中的高硼含量及含蛋白石-A 和蛋白石-CT 岩层中的白云石以及不存在自生钾长石、硼硅酸盐及沸石。另外一些影响氧化硅成岩作用速率的因素是主岩的岩性和中新世至全新世时爱琴海地区的热流较高。

六、美国蒙大拿州中元古界贝尔特超群 Newland 组微生物席中的黄铁矿矿化 79

中元古代 Newland 组是贝尔特超群的一个以页岩为主的单元,沉积在赫勒纳海湾贝尔特盆地的东延部分,可划分出各种不同的页岩相类型。本文特别注意认为是被风暴作用(造成粒序粉砂/泥对的沉积)中断的微生物席生长(形成碳质页岩层)结果的一种页岩相。具粉砂/泥对沉积的碳质互层使这些页岩产生特征的条带。这些条带状页岩的富黄铁矿亚相沿盆地边缘局部出现,其由与不含黄铁矿的粉砂/泥对互层的纹层状黄铁矿层组成。黄铁矿条带状页岩中的纹层状黄铁矿层,由于其波状内部纹层和直接与含微生物席沉积物的未矿化条带状页岩共生产生,所以被解释为是矿化的微生物席。黄铁矿页岩层中的过剩铁可能由地表径流以胶体的形式补给。由河流带入盆地边缘泻湖的铁的氢氧化物呈絮凝状,后而进入微生物席并在埋藏条件下还原为黄铁矿。

七、西班牙北部 Cameros 盆地西部早白垩世一个演化之中的裂谷盆地的大陆沉积作用 91

Cameros 盆地西部的下白垩统由厚达 2.5 km 的沉积于各种河流和湖泊环境的碎屑和碳酸盐大陆沉积组成。? 启莫里阶—贝里亚斯阶红层和湖成灰岩上覆以含脊椎动物足迹,泥裂和碳酸盐古土壤夹层的片流砂岩和远源冲积泥岩为主的丸兰吟阶—阿普第阶 Pedrosos 群。也出现湖成灰岩,通常含绵层藻似核形石。该层序的上部即 Salas 群和 Utrillas 组(阿普第阶—下森诺曼阶),由含稀少泥质古土壤的石英砾质砂岩和砾岩组成,认为属辫状河流沉积。这一厚层大陆层序的沉积可能与 Cameros 盆地及其以北的演化之中的比斯开湾裂谷

的扩张历史有关。碎屑的补给主要由构造因素控制,相的演化也可能反映了气候的影响。

八、西班牙北部 Gorbea 地块中白垩世碳酸盐台地的演化

111

Gorbea 地块极好的露头构成了 Basque Cantabrian 地区阿普第阶—阿尔布阶混合的陆源碳酸盐层序剖面。已划分出九个岩石地层单元,详细的沉积学分析使重建这一地区整个时期的古地理演化成为可能,此时期的比斯开湾,裂谷作用让位于扩张作用。本文着重于阿尔布阶一个主要的碳酸盐建隆(Itxina)的演化,其演化分为三个主要阶段,在建隆的西侧反映得最好。首先缓坡型边缘演化为台地型边缘,接着再回复为缓坡型碳酸盐滩边缘。碳酸盐台地的产生与消亡强烈地受从南部三角洲体系输入的硅质碎屑影响,硅质碎屑的输入量取决于气候因素和相对海平面变化。构造对建隆生长位置的影响至关重要,该区形成的构造可归因于海西期基底断裂的复活,导致产生了翘起地块,其顶部为孤立碳酸盐台地的生长位置。

九、南非共和国 Zungwini 山出露的一个下二叠统含沙波陆棚层序

127

由于开凿铁路, Pietermaritzburg 页岩组与 Vryheid 组的过渡带在 Zungwini 山南坡出露得十分壮观。已划分出九个相和三个相组合。沉积作用发生于古陆棚和滨外环境。重建的海岸线为 SW—NE 向,西北为陆。内陆棚受潮汐及外陆棚风暴影响。

河流输入供给了可能是在河口湾内的改造为涨潮沙波的沉积物。海平面上升将沙波带入发生沉积物改造的更远源的、平行于海岸的风暴潮流区。被风暴强化的强潮流将一些分选较好的物质冲向海洋并在内陆棚和外陆棚中沉积为风暴层。这些水流也形成低密度浊积岩和构成滨外泥质沉积的沉积物羽状体。陆棚边缘分选差的韵律层相可能是由洪水期间河流溢出的沉积物或由于异常强烈的海岸风暴产生的涨潮沙波体系发育而成。

十、向风-背风对意大利北部 Dolomites 三叠纪碳酸盐滩边缘相的影响

143

Dolomites 三叠纪碳酸盐滩边缘较之现代碳酸盐边缘能量较低,相带狭窄。特征相取决于地理边缘方向,表明了向风-背风的影响。

低能沉积,如藻固定的砂坪与账蓬-豆状岩相产于面向北方和东方的较深水边缘;高能沉积,如藻礁与交错层状沙坝以面向西南和西部边缘为特征。在局部地方,斜坡地形表现为不对称分布,即东部滩缘厚,而西部则薄或缺失。

当全部低能条件都可能因安尼西晚期盆地小而水浅所造成时,相的差异就表示净表面水能通量,这是由三叠纪时的风暴和可能是由 Dolomites 的从西南到西部的稠密风所造成。

十一、沉积颗粒的挟带和平衡

167

来自松散的粒状层的沉积物的挟带总是需要颗粒向上运动,并且离开初始的稳定平衡位置。在挟带的临界值,每个颗粒都在瞬间通过不稳定的平衡点,在挟带之前,颗粒基本上是原地运动,并且近乎平静,这取决于水流的紊流状况。可用非自然的维纳作用来模拟这种运动并提供一个测量颗粒怎样易于挟带的简捷方法。这样就能预知挟带临界函数的形式,并指出根据时间平均-水流得出的临界函数和实测数据间的系统偏差的原因。

十二、退潮三角洲沉积模式——现代斯凯尔特潮 汐盆地东部(荷兰西南部)与比利牛斯山脉南部(西班牙)早始新世罗达砂岩的对比

175

本文论证了西班牙比利牛斯山脉南部早始新世罗达砂岩中退潮三角洲的序列、内部结构构造和连续加积。特别注意所保存的这一退潮三角洲层序与荷兰西南部斯凯尔特中潮盆地东部现代河口湾和退潮三角洲环境的沉积作用之间的关系。根据这两个退潮三角洲间的

相似性和差异,建立了退潮三角洲及其有关的河口湾水道体系的沉积模式。它主要由三角洲前缘的进积终端舌状体、三角洲台地上广阔的退潮为主的潮下沉积舌状体及宽阔的浅水退潮水道,以及河口湾盆地中的潮间浅滩和相对较深的、活动的迁移潮道组成。

退潮三角洲和河口湾水道砂体的不同的几何形状和内部结构清楚地反映了河口湾内特征的水动力条件和地貌条件。海底废弃面和侵蚀面的普遍出现是退潮三角洲和河口湾水道层序的主要特征,其连续建造完全取决于潮汐盆地的海侵和构造运动的影响。

〈沉积地质学〉64卷4期 1989年10月

本期为〈蒸发岩的沉积学和成岩作用〉专辑。包括6篇论文,出自加拿大地质学会和加拿大矿物学会在萨斯卡通萨斯喀彻温大学联合举行的年会特别会议“蒸发岩和蒸发岩的成岩作用”。其中4篇论文讨论加拿大西部的蒸发岩。

加拿大普雷里及相邻的美国部分地区(北达科他和蒙大拿州)有世界上浓度最大的盐湖之一和大陆蒸发岩环境。在萨斯喀彻温省南部、阿尔人伯塔省东南部及曼尼托巴省西南部有数百万个常年性及季节性盐湖,其中许多具层状蒸发岩。第一篇论文为综述,讨论了这些湖泊蒸发岩的产状及其形成的环境范围,是作者近年来详细研究这些湖泊的沉积学和地球化学的成果。

已从几个盐湖,包括不列颠哥伦比亚省的一些盐湖中发现了现代白云石。第二篇论文描述了澳大利亚南部几个蒸发盐干盐湖中现代非海相白云石的形成。作者根据获得的证据断定这种白云石是原生的。

在加拿大落基山脉以西,第二组盐湖产于不列颠哥伦比亚省中南部。研究大陆蒸发岩的大多数沉积学家都很熟悉 Nesbitt (1974) 描述过并由 Eugster 和 Hardie (1978) 总结过的巴斯克湖。然而,在不列颠哥伦比亚省内陆,另外还有数千个盐湖。第三篇论文初步描述了巴斯克以北 Cariboo 高原地区的盐湖沉积。位于针叶林内的这些湖泊,其卤水成分在这样小的地理区域内变化很大,从而碳酸盐和蒸发盐矿物正广泛地形成。这些湖泊与普雷里的盐湖一样发育于以冰水沉积和冰碛为主的地区,并且如美国西部许多著名的盐湖一样,这些湖泊的前身并不是大型微淡水湖。

卤水成分的演化途径是封闭盆地中碳酸盐和蒸发盐沉积作用的主要控制因素之一。第四篇论文将几组盐湖中主要离子的比值与海水中的进行了对比,并讨论了其意义。

最后两篇论文讨论了 Elk Point 盆地中泥盆统普雷里蒸发岩的沉积学。尽管经过 30 多年的研究,对这一厚大的蒸发岩沉积(其含一些世界上最富的钾盐矿)仍了解甚少。第五篇论文提出一个综合模式用以解释该盆地内蒸发岩的异常分布及伏于这些蒸发岩之下的古生代和中泥盆世碳酸盐的区域白云石化。这一模式主要以流入某个大型干燥的蒸发岩盆地的区域地下水流为基础,对世界范围内类似的古代大型蒸发岩盆地或许具有重要意义。

第六篇论文测定了普雷里蒸发岩中俘获在石盐内的液体包裹体的俘获温度和稳定同位素组成,证明虽然存在可能为原生盐类的结构证据(如人字花纹石盐),但包裹体内的水不可能是泥盆纪海水。作者的证据表明,这些盐类的多期重结晶作用与类似于目前覆于普雷里蒸发岩组之上的那些组中的水体有关。

本专辑论文题目如下: (下接 62 页)

结论

1. 扇三角洲是冲积扇直接进积到稳定水体而形成的粗粒三角洲, 水上部分全由冲积扇相组成, 与水下部分成互层。扇三角洲面积为数十平方公里, 由于其位于断裂边界, 高沉降条件导致其具有相当厚的层序。

2. 辫状三角洲是辫状平原体系进积到稳定水体而形成的粗粒三角洲, 辫状三角洲平原全由辫状分流河道组成, 具较大的面积(数百平方公里)。它们在现代及古代岩石记录中普遍, 但曾经被认为是扇三角洲。

3. 扇三角洲和辫状三角洲可根据其水上组分特征进行区别, 前者为片流、碎屑流、辫状沟道沉积; 后者为辫状沟道沉积。岩相及其组合、沉积层序及单元古流数据资料可用来区别它们。

4. 在岩石记录中, 正确区分扇三角洲及辫状三角洲对古地理, 古构造演化有重要意义。

5. 扇三角洲由于其分选差、泥质含量高(或是沉积的或是渗滤的), 单层砂岩分布范围小, 高度的粘土及碳酸盐胶结导致其储集性能差。辫状三角洲由于其分选好, 粒度粗, 泥质含量低, 各个岩相侧向连续性好, 因而储集性能很好。

参考文献(略)

译自《Geological Society of America Bulletin》V. 99, P331—340 September 1987

姚建敏 校

(上接 68 页)

一、加拿大大平原北部的大陆卤水及蒸发岩	207
二、澳大利亚维多利亚州西部蒸发干盐湖中的现代非海相白云石	223
三、加拿大不列颠哥伦比亚省内陆 Cariboo 高原盐湖的沉积学	239
四、某些泻湖和大陆卤水湖成分和浓度的比较	265
五、加拿大西部中泥盆世卤水的混合及其对区域白云石化的可能意义	271
六、加拿大萨斯喀彻温省泥盆统普雷里蒸发岩组 Patience 湖段沉积作用和成岩作用的液体包裹体证据	287