

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)

《沉积学》 38卷 第4期 1991年8月

1 根据保存的层理恢复不规则地形

553

解释沉积记录的基本问题之一是恢复古地形面貌,如河道或床沙形体的原始高度。这必须弄清地形与层系厚度之间的关系,但现有的准确理论仅适用于均匀高度的周期性地形。这种简单理论的适用性由于许多沉积体系所特有的不规则变化而异常局限。本文作者从不规则高度地形产生的层系概率-密度函数(PDF)发展了这个理论。作者注意到纯沉积作用为零的有限情况,以提供层系厚度的下限,并推导出根据地形高度 PDF 的一个参数确定的分析的层系厚度 PDF。这个参数 β 测量地形 PDF 尾部的宽度。对于床沙形体和河道,其平均层系厚度分别为 0.8225β 和 1.645β 。如果地形高度为 y 分布,那末由(保存层系的平均厚度)/(平均地形高度)所确定的床沙形体和河道的保存率分别为 $0.8225y^2$ 和 $1.645y^2$,此处的 y 是形成的地形的变异系数(标准偏差/平均值)。

对照实验室水流波纹数据,作者的分析预测结果可与平均层系厚度和厚度分布的观测结果很好地进行对比。波纹的保存率约为 0.5,而实测沙垄高度得到的保存率约为 0.12。从两个现代辫状河流的深度数据得出保存率为 0.4—0.75。当采用更多的现代环境中地形高度分布数据时,这样的计算结果将有助于提供定量地形恢复的可靠误差范围。

2 怀俄明州和蒙大拿州古新世 Beartooth 砾岩同造山冲积扇结构的控制因素

567

怀俄明州西北和蒙大拿州西南 Beartooth 山脉在晚古新世的隆升,沿该山脉东侧和东北侧形成了 Beartooth 砾岩。砾岩中系统的蚀顶层序和层内不整合、褶皱、断层证实其沉积作用发生于抬升期。沿东侧在岩相底部至少可见 3 个古代冲积扇体系和一个辫状平原体系。南面的两个扇由 700 多米的沉积碎屑砾岩和副砂岩组成,以超浓度水流和河流相为主。北面相邻的扇以深成岩和变质岩碎屑为主,含大量泥杂基支撑的碎屑流相以及河流相。最北面的沉积体系由长石质河道化河流砾岩和砂岩、漫滩泥岩和天然堤决口扇砂岩单元组成。古水流资料表明古水流向东分散,远离 Beartooth 山脉。

Beartooth 砾岩的良好露头使得能够在航空照片侧向镶嵌图上进行沉积相填图。Beartooth 砾岩的界面和岩性体可分 7 级。1 到 4 级界面与最近在砂质河流相中得到证实的 1 到 4 级界面类似,只有一点例外,即沉积物重力流以 1 级界面为界。5 级界面或为侵蚀的(如扇顶深切沟的侧向迁移),或为加积的(如扇面在深切沟回填期间加积,和下扇上的叶状体在上扇下切期间的建设)。一些 5 级界面与层内角度不整合相吻合,是扇的上部隆升之后扇顶长期下切的结果。6 级界面以数百米厚、面积约为 10km^2 的单个扇组合为界,根据岩相可识别出封闭的 6 级岩性体。单个的 7 级界面以整个 Beartooth 砾岩为界。下级岩性体由扇建设的内在作用所形成。5 级岩性体可归因于外在的和内在的两种控制因素,6 级和 7 级岩

性体均由外在控制因素所形成。

3 纳米比亚北部埃托沙湖地区 Poacher's Point 组更新世多期生长的湖相似核形石 591

Poacher's Point 组位于纳米比亚北部埃托沙湖内,其含更新世叠层石、鲕石和硅质结核。叠层石由极低能湖相条件下的蓝藻细菌构成。似核形石的内部构造复杂,并被不整合再分为一些壳层。每一个以不整合为限的壳层可能代表一次清楚的湖相事件期间叠层石的生长。胶体生长代表较浅水条件,平滑的似核形石席形态代表深水条件。不整合代表未知期间的间断。至少已区分出 6 个叠层石生长壳层,也存在可能发育于浅水湖阶段的硅质结核。碎屑物质在碳酸盐岩石中的缺失表明湖水可能是降雨积蓄,或上泉水补给。该层序的最低层为盐渍土,这是类似现代干旱一半干旱气候条件下的季节性泛滥盐池的沉积。上覆碳酸盐代表一系列瞬变湖相事件期间的沉积,代表了间断潮湿期。最后,由于连续干旱,湖相层序以钙结砾岩的发育告终。

4 某些更新世灰岩中大气水方解石胶结物的地球化学 601

在本文中,Enewetak 环礁(西太平洋)、Cat 岛(巴哈马群岛)和尤卡坦半岛(墨西哥)更新世灰岩中大气胶结物的稳定元素和痕量元素地球化学的特点,帮助解释了古代岩石中的类似胶结物。在每一地理区域,大气水方解石胶结物的 $\delta^{18}\text{O}$ 值范围都较窄,而 $\delta^{13}\text{C}$ 值的范围都较宽。这些更新世胶结物沉淀自稳定氧同位素组成类似于当地现代雨水的水体。Enewetak 方解石胶结物的平均 $\delta^{18}\text{O}$ 成分为 -6.5‰ (PDB), $\delta^{13}\text{C}$ 值为 -9.6‰ 至 $+0.4\text{‰}$ (PDB)。Cat 岛亮晶方解石胶结物的平均 $\delta^{18}\text{O}$ 成分为 -4.1‰ , $\delta^{13}\text{C}$ 值为 -6.3‰ 至 $+1.1\text{‰}$ 。尤卡坦半岛亮晶方解石胶结物的平均 $\delta^{18}\text{O}$ 成分为 -5.7‰ , $\delta^{13}\text{C}$ 值为 -8.0‰ 至 -2.7‰ 。由于气候变化并不直接与纬度有关,这些更新世大气水方解石胶结物的平均 $\delta^{18}\text{O}$ 值相差 2.4‰ 。大气水胶结物的 $\delta^{13}\text{C}$ 成分明显低于沉积物。 $\delta^{13}\text{C}$ 的变化并不简单地与暴露面之下距离的函数。大气潜水胶结物的 $\delta^{13}\text{C}$ 成分通常小于 -4.0‰ ,这表明土壤源的 CO_2 和有机物质冲进了与潜水胶结物沉淀作用准同期的潜水面。

锶和镁的浓度在这三个地理区域内和之间均变化很大。亮晶方解石胶结物的平均锶浓度在 Enewetak 环礁为 620ppm ($\sigma=510\text{ppm}$);在 Cat 岛为 1200ppm ($\sigma=980\text{ppm}$);在尤卡坦半岛为 700ppm ($\sigma=390\text{ppm}$)。等轴状胶结物、骸晶内胶结物和巴哈马胶结物的平均锶浓度高于其它胶结物。等轴状胶结物和骸晶内胶结物可能沉淀于较为封闭或滞水环境。巴哈马沉积物锶浓度较高,这可能造成其胶结物的锶浓度较高。更新世大气水胶结物中镁的浓度与 Enewetak 环礁(平均为 $1.00\text{mol}\%$ MgCO_3 , $\sigma=0.60\text{mol}\%$ MgCO_3) 和 Cat 岛(平均为 $0.84\text{mol}\%$ MgCO_3 , $\sigma=0.52\text{mol}\%$ MgCO_3) 的样品中相似。但尤卡坦样品镁浓度较高(平均值为 $2.20\text{mol}\%$ MgCO_3 , $\sigma=0.84\text{mol}\%$ MgCO_3)。某些尤卡坦胶结物中较高的镁浓度可能反映其沉淀于海水与淡水混合的环境。

5 对应分析测出的碳酸盐沉积物和岩石的环境梯度:以挪威现代系和英格兰西南狄南阶为例 623

标准相和微相法只能大致表示连续的沉积梯度,它比较适合于出现在相对不连续的梯状变化。在碳酸盐沉积物和岩石中,连续的梯度常常表示为组分颗粒类型接替排列,即相对重要的组分的系统变化。这种接替再细分为(微)相只能是人为的。

对应分析被证明对于测定、分离和描述接替都是有用的。特殊的用途是拱形效应,在这种效应中,具强线性构造(接替)的数据组的样品和组分以拱形的形状标绘于第一个二次因

子轴平面内。根据这一分析可得到指示样品在接替中位置的接替指数,并标绘在地质图上和地层柱状图上,以揭示出区域和/或地层内沉积梯度的详细情况。

实例包括:(1)挪威北部现代浅海碳酸盐沉积,说明了一个较简单的沉积环境。在该环境中,表面沉积物呈平面状;(2)英格兰西南部下石炭统碳酸盐,这是在剖面中见到的特殊地层段的较复杂的区域性研究。在这两个实例中,接替均可能与可鉴别的环境梯度有关。

6 英格兰中部晚狄南期德比郡—东米德兰碳酸盐陆棚的成岩作用

643

德比郡碳酸盐台地晚狄南期(Asbian 和 Brigantian)灰岩中的碳酸盐胶结物记录了从早期渗流大气水胶结作用开始到埋藏和局部的矿物和石油侵位结束期间的成岩史。该层序已由胶结物的岩石学、阴极发光、痕量元素地球化学和 C、O 同位素所证明。

最早期胶结物(第 1 带前)为层内古岩溶和钙结层之下局部发育的不发光褐色亮晶方解石。其含少量 Fe、Mn 和 Sr,但 Mg 多达 1000ppm。其同位素组成集中在 $\delta^{18}\text{O} = -8.5\%$, $\delta^{13}\text{C} = -5.0\%$ 。钙结砾岩的 ^{13}C 值较低。其后的胶结物为广布的包裹体的低 Mg、低 Fe 的海百合增生体,并被描述为具“死寂—明亮—暗淡”阴极发光。“死寂”胶结物(第 1 带)主要为不发光,但有溶蚀间断,其上为绵延数公里的精细的明亮亚带。穿过死寂/明亮亚带, Mg (500—900ppm)、Mn (100—450ppm)和 Fe (80—230ppm)有明显增加的趋势。第 1 带的胶结物同位素组成集中在 $\delta^{18}\text{O} = -8.0\%$, $\delta^{13}\text{C} = -2.5\%$ 。第 2 带的胶结物为明亮的薄层,并划分为复杂的亚带,其地球化学与第 1 带胶结物的明亮亚带相似。暗淡的第 3 带胶结物形成于压溶作用之先,并充填了 70% 或更多的孔隙。其 Mn、Fe 和 Sr 含量通常很少,但 Mg 含量可能大于 1000ppm,并由下(地层)向上增加。 $\delta^{18}\text{O}$ 组成为 -5.5% — -15% , $\delta^{13}\text{C}$ 为 -1% — $+3.2\%$ 。第 4 带除充填孔隙外,还充填岩脉和缝合面,其与 Pb、Ba 和 F 的成矿和油的运移同期进行。第 4 带含 500ppm 左右的二价铁, Mg 多达 2500ppm, Mn 多达 1500ppm。同位素组成的变化范围宽, $\delta^{18}\text{O} = -2.7\%$ — -9% , $\delta^{13}\text{C} = -3.8\%$ — $+2.5\%$ 。

未蚀变的海相腕足类表明狄南期海水的组成大约为 $\delta^{18}\text{O} = 0\%$ (SMOW),但生命的同位素效应可能掩盖了 $\delta^{13}\text{C}$ 的原始值(PDB)。第 1 带前的方解石为大气水渗滤胶结物,具轻土壤源 $\delta^{13}\text{C}$ 和轻大气水 $\delta^{18}\text{O}$ 。当地狄南期大气水显示异常分馏的“多雨”的 $\delta^{18}\text{O}$ (SMOW)值约为 -6% ,钙结砾岩的 $\delta^{18}\text{O}$ 值经蒸发作用而变得较重。第 1 带的结构和地球化学表明该带为大气水潜水环境。在明亮亚带中 Fe、Mn 的趋势表明,停滞和沉淀作用发生在广布的旋回发育的浅大气水体增加时期。岩体的大气水蚀变遍布于同位素值一般回调的第 1 带末尾。第 3 带在体积上很重要,要求水和碳酸盐来源于外部。就位于纳缪尔期—早威斯特伐利亚期,大气水来源于抬升的德比郡—东米德兰陆棚的东缘的岩溶地形。轻 $\delta^{18}\text{O}$ 值主要反映了埋藏温度和异常高的局部热流,但也有可能反映了在不整合处有来自腹地的高度分馏的大气水的输入。较重的 $\delta^{13}\text{C}$ 值反映了源区碳酸盐和含水层的情况变化不大。

第 4 带部分地由岩脉补给,并向下延伸埋藏到 2000m 和构造作用的开始部位。轻有机质源的 $\delta^{13}\text{C}$ 和重 $\delta^{18}\text{O}$ 值表明为盆地源地层水。结合地压的构造证据,这与局部的高温成矿作用和油的运移有关。具母岩缓冲作用较低的水/岩比值或许影响了第 4 带的最后同位素组成,掩盖了温度和有机质源的 CO_2 的极值。

这一胶结物层序是整个英格兰和威尔士狄南期陆棚和台地的典型实例。作者认为,在晚石炭世可能已普遍见到的源于不整合的第 3 带胶结物进入狄南期碳酸盐,致使孔隙早期全面减少,这对这些岩石的油气储集潜力具重要意义,并有助于解释台地相为什么一般没有找

矿前景的原因。

7 巴巴多斯加积柱(浅海钻井平台 110 测线)的同构造碳酸盐脉:古水文学记录 671

同构造碳酸盐脉见于大西洋板块和加勒比板块间的挤离带上,在巴巴多斯加积柱(浅海钻井平台 110 测线)变形前缘向陆 12km 和 17km 两个钻位处。方解石和少量菱锰矿(MnCO_3)呈微晶质纤维状和块状镶嵌结构产于沿鳞片状剪切带沉积的矿脉中。本文对这些矿脉的产状、结构、矿物成分和稳定同位素地球化学的描述有助于追踪巴巴多斯加积柱的水文学演化,已看到更深来源的流体对升高沉积物温度的影响,以及隙间流体的地球化学蚀变。例如在一个钻位,成脉流体温度高达 10°C ,并且 ^{18}O 比预料的多富集 1%。

这些矿脉的碳同位素比值显示了来源于海水的碳和硫酸盐还原期间有机质的氧化的碳的混合,尽管钙质骨屑的分解可能为附加组分。加积柱内的一个矿脉样品记录了甲烷的存在,表明该棱柱体的垂向上已随时间的变化,以使更多的流体渗滤进过去的棱柱体内,或者表明现在挤离带上 1km 处的物质在挤离期间一度发生过变形。

本文利用采自两个井钻位的菱锰矿样品的氧同位素分析并结合隙间流体温度和 $\delta^{18}\text{O}$ 值的测定,提出在 25°C 时菱锰矿和水之间的氧同位素的分馏(1000ln α)约为 38‰,比方解石和水之间的分馏高 10‰。但是,10—20mol% 的 Ca 置换进菱锰矿,显然使分馏系数减少了 2—9‰,所以采自深海的不纯成岩菱锰矿样品就很难有这种 ^{18}O 的富集。

8 南设得兰海沟(南极洲西部)第四纪泥质浊积岩的识别及其对浊积岩相模拟的意义 691

南设得兰海沟(南极洲西部)盆地部分(5188m 深处)的活塞岩心的一个 11m 长的陆源泥剖面,可精确地再细分为浊积岩和半远洋岩层。泥浊积岩(平均层厚为 44cm)与其半远洋主岩规则交替,并根据下列特征最易于区别:(1)明显的底部接触;(2)陆源无砂结构(除底部部分选很好的粉砂纹层外)和缺乏特别大的(冰筏)组分;(3)纹层状的、很少至无生物扰动的内部构造;(4)明显的结构和成分递变;(5)水含量和沉积物密度测井的明显差距。

从南设得兰海沟发现的泥浊积岩不同于一个较早的模式泥浊积岩层序,因其:(1)过大的厚层(约大 6 倍);(2)复杂的内部结构,表现在同一构造间隔在连续的或非连续的等级上多次(多达 4 次)重复;(3)特征的极细粒多孔粘土盖层,富含硅质生物成因碎屑;(4)广泛分布的准同沉积变形带;(5)水流反向的证据。这些特征被认为记录了受水流转换反向的大规模泥质浊流的沉积作用。水流转移包括由堰塞和由海沟地形限制水流相互作用引起的与孤波和/或湖波有关的水流反向。

结论是:利用发表过的层序不能恰当地模拟“密闭式”泥质浊积岩。单模式和“密闭式”泥质浊积岩的差异有益于盆地分析和了解与浊流有关的深海泥沉积机制的过剩。

9 希腊 Zakynthos 和 Strofadhès 盆地 S-1 腐泥内地震浊积岩的特征 717

Hellenic 海沟西北早全新世 S-1 腐泥层序已在采自 Zakynthos 和 Strofadhès 盆地的 6 个活塞岩心中进行研究。0.7—3.5m 厚的 S-1 层序主要由粉砂至泥浊积岩组成,含很少的杂乱无章的厚层砂质浊积岩。本文对这些岩相进行了描述,并与文献中报道的细粒浊积岩进行了对比。包括有机碳的丰度和浮游微体化石在内的岩石学资料表明,浊积岩的主要沉积物来源于大陆坡,根据成分和结构,这两个盆地内的 5 个浊积岩单元可进行对比。这些盆地由分离而又相邻的排水体系补给。这两个排水体系内浊积岩显然同时出现,表明这些浊流是地震诱发的。一些浊积岩显示出排列很差的层,其可能反映了滑塌成因和短(30km)距离搬运。沉积于 S-1 腐泥间隔内的浊积岩比上覆和下伏沉积物中的更频繁。斜坡稳定性分析表明,在盆地

之上 8° 的斜坡上,10cm厚的腐泥的安全系数约为2,而在超过0.08g时由于地震加速就会遭到破坏。很可能产生这种加速的地震的频率与所观察到的浊积岩的频率相似。腐泥沉积物的低强度使其特别易于遭到如此破坏。类似的薄表皮的滑塌可能是有陡坡和高沉积速率的其它环境中浊流起动的重要作用。

10 不列颠哥伦比亚省 Squamish 河泛滥平原沉积学:单元分析的现实意义

735

现代泛滥平原的单元分析提供了沉积型式的特征组合,造成这些组合的作用及其局部的沉积环境的格架。根据对单元空间组的解释,可以分析泛滥平原演化的机理。不列颠哥伦比亚省西南的 Squamish 河是一条高能砾石底河流,其河道的平面类型呈现特征的向下游递变。本文利用单元分析对这条河流的泛滥平原沉积学进行了评价。并根据其外形轮廓、在沉积层序内的位置及沉积学特征确定了5个单元以对泛滥平原沉积学进行描述:(1)顶层;(2)槽道;(3)脊部;(4)沙坝台地;(5)底部河床砾石。还描述了每个单元的沉积学组成。每一个单元都与构成 Squamish 河的现代沙坝的地貌地层单元直接有关。本文还对按床沙形体规模划分的相的组合、沙坝表面的地貌地层单元和单元的泛滥平原特征进行了描述和解释。

本文还分析了(垂直主河道挖掘的)沟渠和河岸露头上这些单元的垂向叠加排列,提出了两个单元的沉积学模式。在第一个模式中,沙坝台地沙在底部河床砾石之上为不连续的,其上为槽道、脊部和近端顶层单元构成的厚层层序。第二个模式以可观察到远端顶层沉积的层序为特征。在这些情况下,沙坝台地沙在远端顶层单元下保存较好,其上为近端顶层单元。这些模式的适用性主要取决于在泛滥平原上的位置。泛滥平原沉积的槽道改造和被顶层单元替换是现代沙坝主要的边缘作用。第二个模式的产状取决于河道冲刷造成远端顶层沉积保存于现代河岸的中部层序内的位置。虽然河道台地的型式在研究的河段内顺河谷而下从辫状的变为曲流的,但这两个模式仍可应用于每一河段。由此得出结论,发生于这些单元级而不是河道台地级的作用决定了泛滥平原的沉积学。

11 毛里塔尼亚 Akchar 沙漠气候和海平面变化引起的混合堆积

751

毛里塔尼亚西部撒哈拉 Akchar 沙漠所显示的地貌和地层系,可认为是反映海平面变化和气候事件的晚更新世和全新世沉积的混合。填图、槽探和 ^{14}C 年龄测定法及石器表明,明显复杂的 Akchar 沙漠的线形沙丘(沙臂)实际上至少显示出3个建设性阶段和2个破坏性阶段的复合特征。建设性阶段以3个上凸层为代表:(1)形成叠置新月形沙丘的现代沙漠漆,其部分地覆盖较大的线形床沙形体;(2)在过去4000年间沉积的部分根基被扰动的中部砂;(3)在最近冰川期(距今13000—2000年)间形成的线形沙丘沙核。现在仅显现残存地形、强烈的根基扰动和成壤作用。这些建设性阶段被沙漠的破坏性阶段一致的上界面所分隔。界面2以中部风成沙为界,并以细粒滞留面为标志。界面1是非常突出的界面,在大量的新石器时代的石器,表明这些线形沙丘在潮湿的间冰期(距今4000—11000年)间是稳定的。沙臂间沉积形成于间冰期,由大陆湖相灰岩和砂岩、沉积于沼泽内的湿砂和海岸上的萨布哈组成。萨布哈形成于间冰期的海平面高水位期,这时沙臂间地区为海湾,后来在海退期间干涸了。因此,沙臂和沙臂间层序尽管为相邻的相,但实际上却代表了非同时形成的不同的事件。Akchat 沙漠的向风沙席边缘显现出在沙漠建设的现代阶段被逐渐自源自生沉积的中部和核心风成沙的露头(以前由于植被免于吹蚀),并揭示出一种结晶基底岩石。在这一近源地区,条件不利于这些风成堆积物进入地层记录。