

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》69 卷 1—2 期, 1990 年 11 月

一、沉积盆地根据成熟度进行的地球动力-地球化学分类

1

本文按照地球动力学原理和作用、并结合大陆边缘的类型、盆地在板块上的位置和地壳的类型, 对沉积盆地进行了构造分类。但盆地的构造分类并未提高发现沉积盆地内油气或金属矿床的速率。

为了提高工业油气产出和宿主沉积岩的矿床的预测水平, 本文建议将盆地地球动力分类与有机(石油)或无机(金属)地球化学分类系统相结合。盆地的有机地球化学分类用三个标准辨别盆地的类型: 载荷因素、迁移水系因素和阻抗因素(Denaison 和 Huizinga, 1989 a、b)。类似的方法也适用于金属矿床。本文还提出无机地球化学分类, 其识别无机成熟度的三个标准为: 金属溶解度因素、迁移水系因素和矿物沉淀的环境潜力。对盆地分类进行的这一综合的地球动力和地球化学成熟度探讨应能提高资源勘探的效率。

二、哑铃体: “混合” 粒径总体的分布图绘制法

7

通过将组分总体的参数比数作为“哑铃体”绘制在三维和二维显示屏上的简单方法, 可揭示和分析根据对数偏斜拉普拉斯(等人)混合分布型式模拟的“混合”粒度总体的性质。本文给出了非洲中南部卡拉哈里沙漠沙丘脊脊部和圆浅洼地沙的粒度资料的一个实例。

三、论印度西部大陆棚钙质壳豆石的产状

13

从印度西部大陆棚 60m 深处采集到的豆状灰岩呈现出与钙质壳豆石相似的特征。豆石中的主要矿物为低镁方解石和石英。光片显示豆石向下变厚, 具断续的大裂缝和微裂隙。呈凝块结构和球粒结构的泥晶为豆石的主要成分。豆石还含类似 *Microcodium* 的方解石晶体构造、充填亮晶方解石和红褐色球粒的根孔。也见由 *Microcodium* 的新生变形形成的、呈现放射状方解石的球粒构造。纤维状方解石胶结物以交代柱状方解石和作为柱面的终端扩展的形式产出。还见强烈蒸发成因的针状方解石、华状亮晶方解石和枝状方解石。

本文讨论了钙质壳豆石形成的环境条件, 表明这些钙质壳豆石代表全新世时期的陆棚环境, 并由与半干旱气候和中等降雨量有关的成土作用所形成。

四、冲积平原上河流沉积作用的变化: 以美国怀俄明州波德河盆地东南古新统 Fort

Union 组 Tongue 河段为例

21

古新统 Fort Union 组 Tongue 河段为怀俄明州和蒙大拿州波德河盆地一重要含煤沉积单元。作者在距该盆地东南部 20km 的三个地点研究了该段的部分沉积环境。划分出 6 个岩相, 其中 5 个沉积相划归为河道或河间-湿地环境: (1) A 类砂岩为交错层状, 呈透镜状产出, 具上凹底面, 这些透镜体划为河道相, 认为属低弯度河流的产物; (2) B 类砂岩产于含泥岩裂理和植物化石碎屑的平行层状单元中, 这些单元构成天然堤相; (3) C 类砂岩典型地缺乏内部结构, 呈将较细粒沉积物分开的板状体产出。这些板状体代表决口扇相; (4) 灰

色泥岩通常为非纹层状并含铁岩结核, 这些沉积物构成泛滥平原相; (5) 碳质页岩和煤属沼泽相。

作者在其研究区识别出两种河流沉积方式。研究区中部的单一的和多层河道体的侧向连续复合体属砂质辫状河流体系沉积。在两个相邻研究地点, 单一的和多层河道体孤立地产于较细粒的河间沉积物的杂基内, 表明其为网状河流沉积。上述研究区的沉积模式含 NW 向的辫状河流体系。这些体系的冲刷产生了流入相邻河间区的网状河流。

作者提出, 在晚古新世时期, 波德河盆地东南侧有一宽阔的冲积平原。穿过该平原的辫状河流是位于西边的盆地轴向干流向北流动的支流。

五、砂岩压实作用与自生矿物沉淀之间的时间关系

37

若干种成岩矿物(即方解石、高岭石、伊利石/蒙脱石、白云石、石英和绿泥石)均出现于意大利南部中新统 Stilo-Capo d' Orlando 组的砂岩中, 但唯有方解石和高岭石是主要的胶结作用产物。方解石和高岭石胶结的砂岩的结构特征显著不同: 方解石胶结的样品平均堆积密度为 82%, 大部分颗粒相互成切线接触; 而高岭石胶结的样品则紧密堆积(平均堆积密度为 95%), 大部分颗粒常呈长形凹凸状粒间接触。结构和地球化学资料表明, 方解石是在 Stilo-Capo d' Orlando 组渐进埋藏期间于 39—81°C ($\delta^{18}\text{O}_{\text{PDB}} = -5-11\%$) 这一温度范围内沉淀的, 而高岭石则代表最晚的胶结期。

Stilo-Capo d' Orlando 组的砂岩有力地说明了渐进埋藏期间压实作用和胶结作用的综合影响。碳酸盐胶结物的早期形成使进一步压实受阻, 而残留的未胶结部分则在高岭石胶结物后期沉淀之前遭受强烈的压实。

六、法国 Armorican 地块上元古界下 Brioverian 阶建造: 砂岩岩石学和地球化学揭示出的源区的地球动力演化

45

含燧石层的建造构成了法国西北 Armorican 地块上元古界下 Brioverian 阶地层的重要组成部分。这些建造由夹硅质碳质岩段的砂页岩互层组成。碎屑岩相的岩石学和地球化学研究表明, 这些岩石的成分不成熟。瓦克岩富含岩屑(火山岩屑为 3—20%, 沉积及变质岩屑为 0—7%) 和长石(5—16%)。从地球化学的观点来看, 瓦克岩 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MgO}$ (约为 5.5%) 和碱质相对较富集, $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ 之比大于 1。CaO 含量低(约为 0.3%)。Eu 异常稍负($\text{Eu}/\text{Eu}^* = 0.8$)。其化学成分与酸性为主的源区一致, 其沉积作用发生于活动大陆边缘环境。与 Armorican 地块上元古界其它沉积物相比较, 夹层燧石建造看来与沉积于弧内或弧后盆地环境的北布列塔尼的其它沉积物颇为相似。

作者认为具夹层燧石的这些建造沉积于不成熟的边缘盆地内岩浆弧活动早期(640—630Ma 左右)。给这些建造补给的碎屑, 部分来自与北 Armorican 域下面的俯冲有关的早期火山产物(酸性到中性)。另外的组分则来自 2000Ma 的老基底残余物的改造产物。伴有玄武质火山作用的弧后域的扩张会引起夹层燧石沉积盆地向大陆边缘逐渐位移。

七、二叠纪古沙丘的形态——根据现代沙丘研究对英格兰 Bridgnorth 附近 Bridgnorth 砂岩的重新解释

59

对希罗普郡 Bridgnorth 附近二叠系 Bridgnorth 砂岩组的研究表明, 它可能堆积于具波动风态影响下的线状沙丘和叠置斜向新月形沙丘的横向沙臂和新月形沙臂的联合。可识别出三个主要的重复的相组合: 具叠置有斜向新月形沙丘和线性沙丘的孤立横向沙臂; 具叠置斜向新月形沙丘和线性沙丘的新月形沙臂和具孤立穹形沙丘的双峰沙席。长期总体风向可

能来自东方, 似乎控制了沙臂的方向, 但叠置沙丘的方向可能与来自较北方向的中期风波动有关, 可能被沙臂床沙形体改造。短期风向倒转, 如沙丘和沙臂前积层内的内部冲刷面所示, 可能改造了滑落面。

八、苏格兰法夫郡东部狄南阶 Ardross 灰岩的白云石化

77

Ardross 灰岩为法夫郡东部上含钙砂岩岩系不同的占优势的三角洲顶部沉积物中的两个薄的海相单元。为被复杂的白云石-铁白云石脉切割的、完全白云石化的生物碎屑粒泥灰岩。这些灰岩的杂基为褐色微晶质白云石以及数量可观的莓状黄铁矿和少量菱铁矿。杂基白云石通常含 CaCO_3 50—51mol%, Fe_2O_3 8—15mol%, MnCO_3 高达 1.5mol%。杂基的 $\delta^{18}\text{O}$ 为 $-8.31 \sim +1.58\text{‰}$ 。岩脉为富 Mn、贫 ^{18}O 的富包裹体白云石, 随后是富集 ^{18}O 的铁白云石。

白云石化看来是两期作用, 早期细粒原白云石相与纳缪尔期火山侵位有关的热液流体中再结晶。原白云石是最早期埋藏期间海相为主的流体中的沉淀, 主要在硫酸盐还原带内。这些物质的后期重结晶作用伴随着最早期脉状白云石的沉淀。后期的铁白云石脉自后石炭纪区域扩张的某些时期释放的深部成岩卤水中沉淀。

Ardross 灰岩中白云石与法夫郡东部上覆下灰岩群的类似的海百合粒泥灰岩中白云石之间的地球化学及岩石学差异可能归因于原始沉积差异和截然不同的早期埋藏史。

九、阿拉伯湾科威特 AL-Khiran 植被萨布哈内硬石膏的成岩作用

95

在 AL-Khiran 萨布哈, 潮上硬石膏以三种不同的形态产出: (1) 仅与喜盐植物 *Halocnemum strobilaceum* 相伴产出的发状-乳状硬石膏; (2) 与细菌-蓝藻细菌席伴生的结核状-纹层状小型干酪硬石膏。前者呈厚达 4cm 的块状层产出, 硬石膏最初呈假象石膏晶体; 后者的硬石膏层则厚达 7cm, 硬石膏呈隐晶质结构的微晶质板晶产出; (3) 由生长于水道内的柱状石膏晶体蚀变形成的水下硬石膏。

在喜盐植物死亡时, 石膏 (G) $\rightleftharpoons$ 硬石膏 (A) 准平衡被打破, 发状-乳状硬石膏逆向转变为微晶质雪花状次生石膏, 然后形成石膏壳。上述变化导致产生一系列特征的成岩结构, 并已进行了扫描电子显微镜 (SEM) 的详细研究。 $\text{G} \rightleftharpoons \text{A}$ 转变过程期间的主要成岩机理为仅部分受控于物理-化学因素的溶解-再沉淀作用。气候和生物的影响在上述某些年变化中也起着重要作用, 这取决于降雨强度。相反, 第 (2) 类硬石膏保存较好, 植物及其“土壤水”需求量之间的密切关系造成渗流带内毛细地下卤水特殊的水动力习性。因此推断各成岩期也可与变化多端的萨布哈水文条件相对比。第 (3) 种硬石膏代表萨布哈内一种罕见的产出, 其较类似于某些深水产状, 虽然规模很小。

硬石膏总是形成于石膏先驱物质之后并在可预测的物理-化学条件下 (平均年温 $> 30^\circ\text{C}$, 卤水含氯量 $> 4\text{molCl}^-\cdot\text{kg}^{-1}$) 形成。虽然其局限于海相萨布哈的植被地带, 但稳定同位素分析表明主要为地下水体和共生硫酸盐矿物的大陆成因。

从区域来看, 植被覆盖的科威特萨布哈看来占据着介于传统的阿拉伯联合酋长国萨布哈和地中海地区萨布哈之间的气候位置。AL-Khiran 为阿拉伯湾含硬石膏的蒸发岩带最北部的界限。这一分布的古气候及沉积学意义在岩石记录中可能具有潜在的价值。

十、新斯科舍省 Story Head 随海平面迅速上升的鼓丘侧翼障壁的地貌沉积发育

117

排列成行的冰碛和冲洗的粗碎屑障壁地貌动力和地貌沉积发育在冰缘海岸的演化中起着重要的作用。本文讨论了加拿大东南部新斯科舍省大西洋海岸 Story Head 附于一鼓丘岬角的两个截然不同的障壁的发育。海平面以 $3\sim 4\text{mma}^{-1}$ 上升正迫使障壁迅速发生变化, 包

括成行排列的冲洗障壁以 $5-8\text{ma}^{-1}$ 的迅速向陆迁移(滚卷)和障壁变薄、拉长和决口。形态发育反映了波浪能量的沿滨分布变化很大。波能最初由鼓丘的地形及其在入射波浪场中的位置所加强,后来则由这样的梯度引起的地貌沉积反馈所加强。固有的间歇性的沉积物补给的逐步减少致使障壁受到改造(河道化),最终在一系列不同的波浪形成的沉积体内表现出来。沉积物补给的进一步缩减,以及沉积体的发育,致使成行排列的冰碛物体系衰退为一系列被沟洼分隔、边缘具锥形沙嘴陆向扩展区的高水位残余体。虽然成行排列的冲流障壁在以冰水为主的体制内延伸,并且最终可能与岬角分开,但直到最近,自初始海滩出现以来,其依然与岬角连在一起。岬角-障壁体系的演化顺序对邻近的沉积环境有重要影响。

十一、坦桑尼亚 Natron 湖由碳酸钙、萤石和白云石组成的更新世湖相叠层石:沉积和成岩作用及其古环境意义

139

在坦桑尼亚 Natron 湖西缘,下更新统湖相岩系含一些叠层石层,这些叠层石层和大多数叠层石不一样,主要由萤石而不是由碳酸钙组成。而且在某些层的最上部,萤石被白云石交代,但保留着岩石的结构。剖面最上部(高出现在湖面 50m 左右)被已知的古滨线边界的钙质叠层石阶地所覆盖。这些叠层石未经蚀变。

叠层石体的成分看来受到湖水化学成分的控制,这又与湖泊的体积有关。湖水的化学变化可能反映出由气候变动引起的湖水面的变化,并且记录于叠层石的矿物成分中,因而提供了该湖从大型淡水湖泊变为类似于现代 Nafron 湖的干盐湖时湖水成分的古环境记录。

上述成果说明了可能出现在诸如碳酸钙假象之类的碱性环境中的沉积和成岩作用,及萤石矿石的成因和白云石化作用。

《沉积地质学》69 卷 3—4 期 1990 年 12 月

一、陆表盆地的地层模拟:两种应用

167

本文着重于沉积盆地充填的计算机模拟的一些新成果。阐述了陆表盆地模拟程序的两种应用类型:(1)概念模拟 对于建立和定量的检验地质模式来说,计算机模拟是理想的。本文作者研究了地层旋回的谱系水平,记录了区别全球海平面变化造成的旋回和由碎屑输入或板内应力变化造成的旋回的一些标志。这些可能性可通过地层型式(时线)的详细研究加以区分;(2)“真”盆地地层的评价 这一应用借助巴黎盆地的校准实践得到证明。仅根据一口井的资料就足以模拟盆地充填的总特征。结合较多的井的资料,则得到较精确的模拟。

地层模拟可用作学习手段和预测手段,并且与常规的盆地分析方法结合起来最有用。对输入参数(例如借助经验数据)和模式的灵敏度进行制约仍然是进一步工作的主要任务。

二、阿帕拉契亚前陆盆地志留系的层序、旋回和盆地动力学

191

安大略省、纽约州和宾夕法尼亚州早中志留世地层的野外地层分析,可识别出纽约州和相邻地区尼亚加拉统(兰多维列统一卢德路统)地层中反映三级旋回的六个主要层序。这些层序大约相当于 Medina、下 Clinton、中 Clinton、上 Clinton(两个层序)和 Lockport 群。每一层序均以全球海平面下降和局部构造上升的相互作用产生的广泛的不整合为界,由于无低水位楔记录,侵蚀层序界面和海侵面通常融为一体。每一层序均细分为 2—5 个以明显的、尽管通常为非侵蚀的底部不整合为标志的亚层序。

对 Clinton 群和 Lockport 群的研究证实了较早的建议,即碳酸盐和硅质碎屑舌状体随着海平面的下降而相对的边缘同时向盆地延伸。进积舌状体的厚度和向盆地延伸的范围的分析揭示出多级沉积旋回的存在。

层序和组分亚层序可在盆地范围内进行对比,并且在生物地层学和事件地层学的分辨力内是同时的。相对海平面的大的下降以层序边界不整合为代表,这些不整合面在近陆源附近上覆硅质碎屑楔状体,或在构造被动边缘上覆筛选碳酸盐泥粒灰岩和颗粒灰岩。上覆高水位沉积,特别是页岩、钙质泥岩和灰岩,通常以磷质和海绿石质为标志的薄层凝缩层和/或最大沉积物饥饿面与低水位或海侵沉积分隔开来。层序和亚层序的相对高水位沉积发育于相对深水相,最多不过是轻度进积的。因此,大多数层序和亚层序为界限突变的、大致向上变深(至略为变浅)的层序。而亚层序又进一步细分为广布的微小准层序和准层序组,可能分别相当于 6 级和 5 级旋回。较小型的单元(0.2—5m 厚)常呈现向上变浅的色彩。这些旋回的嵌套关系支持了 Busch 和 Rollins (1984) 提出的海侵—海退他生旋回的谱系模式。本文讨论过的尼亚加拉旋回相当于 3 级、4 级和 5 级旋回,并可环盆地追索。

连续的层序、亚层序沉积中心在整个志留纪时期呈现向东—向西—向东的盆地轴向迁移型式。在兰多维列早期, Taconic (Queenston) 三角洲复合体开始沉降,盆地轴、沉积中心和东部滨线在 6Ma 的时期内向东漂移约 200Km。当盆地轴向东迁移时,西部的盆地缓坡(前陆隆起)屡经隆起并遭侵蚀,导致层序 II、IV 和 VI 的底部区域角度不整合的形成。不整合的型式(向西最大)表明, Algonquin 穹窿随着盆地轴的向东迁移而上升。

从兰多维列晚期到温洛克早期,在盆地轴迁移方向逆转的同时, Algonquin 穹窿略为沉降。在上 Clinton 和 Lockport—Vernon 地层(层序 V 和 VI)沉积期间,盆地轴向西飘回约 300Km。

盆地轴的向东迁移与构造静止和可能推力载荷卸载的时间一致。在兰多维列晚期,迁移的突然逆转可能是 Salinic 扰动开始时腹地复活冲断层作用的信号。

三、风暴对宾夕法尼亚中志留统层序内硅质碎屑和碳酸盐陆棚沉积的影响 245

阿帕拉契亚盆地北部的宾夕法尼亚部分的上兰多维列统至温洛克阶地层形成于一平缓的陆表缓坡上,该缓坡从边缘潮坪经较粗粒中陆棚浅滩延伸到泥质盆地中心。在约 10Ma 间,堆积物的成分从硅质碎屑演化为碳酸盐,而缓坡仍保持较相似的外形和在海平面以下的位置,风暴产生的作用则一直作为沉积物特征的主要产生者。在该层序的硅质部分和碳酸盐部分,沉积构造及其层序一般相似,只有少量由成分差异引起的不相似特征。小型向上变粗、变浅层序出现中陆棚沙坝和盆地过渡沉积物内,尽管具体的层序特征在硅质碎屑和碳酸盐部分中均不相同。这样的层序记录了相对海平面的旋回变化。当沉积物的成分在这一延续时期演化时,缓坡的坡度主要通过风暴产生的作用得以保持下来。由于相对海平面的变化,这样作用更为有效。

四、“斑点”露头层序地层学,以比利时 Dinant 复向斜泥盆—石炭纪过渡时期碳酸盐为主的环境为例 259

层序地层学的应用看来在孤立的“斑点”露头中行之有效,这些露头通常出露很差和位于强烈构造叠复地区。本文提出的实例研究为泥盆纪最晚期和石炭纪最早期的 Cornwall-Rhenish 盆地北缘—碳酸盐为主的环境。

采用的方法包括相和相的垂向演化分析,并结合详细的生物地层学研究。后来变深变

浅事件的演绎及对这些事件在不同古地理位置的沉积反应的理解,是相序侧向对比的基础。尽管相的侧向差异,但整个地区变深变浅变化的类似趋势仍说明了水深变化与相对海平面变化间的相互关系,其与沉积作用或沉降速率的局部差异无关。

所研究的地层段的相和岩性明显突变,是对相对海平面升降速率的6个渐变趋势作出的沉积反应。泥盆纪末的滨外高水位沉积(1)被不整合面或海底侵蚀和无沉积作用面所覆盖,代表一层序界限(2)。上覆低水位单元分为底部(3)和上部(4)。底部含有鲕粒和海百合沙滩,在滨外位置伴有海侵滞留沉积;作为主要部分的上部为进积浅海海百合沙楔,夹水深逐渐增加的页岩相(较高级变化)。这一低水位单元于相对海平面缓慢上升初期沉积,它在其后的相对海平面迅速上升(靠近上升拐点)期间将最后淹没之前的地形起伏弄平(5)。伴生的滨外页岩是记录的最深相,其被相对高水位期间沉积的进积单元(6)所覆盖。相对海平面曲线的恢复和后来对界面的确定,不仅是认识泥盆—石炭纪地层的关键,而且也是“斑点”露头侧向对比的工具。

五、阿拉伯半岛 Hanifa 组陆表台内盆地的沉积旋回和生油岩的发育

281

上牛津阶至下启莫里支阶 Hanifa 组沉积于中生代在中东大部分地区展布的陆表浅水碳酸盐台地的台内盆地内。该组由富有机质的碳酸盐泥岩、生物扰动泥岩和硫酸盐组成。富有机质泥岩是中东产油区主要生油岩之一。

沉积相对比显示出 Hanifa 组内海侵—海退沉积旋回的分级叠加型式。由于这些旋回出现于整个盆地范围内,所以假定其与海平面的相对变化有关。旋回性的叠置规模决定生油岩和硫酸盐的产状。主生油岩发育于海侵为主的旋回中。另一方面,硫酸盐则在总的海退期更为常见。

六、美国蒙大拿州中元古代贝尔特盆地陆表页岩沉积作用方式的意义

297

在中元古贝尔特盆地以页岩为主的沉积充填物中,可识别出各种样的页岩类型。对几个组的沉积学研究获得了有关页岩类型的侧向组合以及页岩沉积的主要机制的珍贵资料。贝尔特盆地页岩的沉积环境为古泛滥平原红色层状泥岩到浊积环境中的深水泥岩。粒序粉砂/泥层对普遍见于贝尔特盆地大多数页岩中。但其详情却各不相同,可能与形形色色的沉积作用,如低密度浊流、片流、风暴和波浪改造等有关。在几个组中,有微生物席定殖沉积物面的特征,并可能保护沉积物面免遭侵蚀。

可对比的显生宙环境中的页岩,通常缺失在贝尔特盆地和其它元古代陆表盆地页岩中如此常见的粉砂/泥层对。这一差异可能反映出显生宙扰动生物的繁殖。底栖微生物席在显生宙页岩中的缺失可能系元古代末期后生食草动物演化的结果。

七、晚侏罗世西北欧陆表盆地的环境旋回: 大气圈和水圈循环的相互影响

313

尽管西北欧晚侏罗世(启莫里支期/下提通期)陆表盆地规模大,而且不均匀,但沉积环境仍相当均一。一般说来,泥岩和微纹层状富有机质沉积物均沉积于低氧至缺氧条件下。详细的环境分析清楚地指出底层和底水中喜氧与厌氧条件的季节性交替,其造成了底栖环境的一年期旋回。

北半球大气圈夏冬循环变化最好地解释了底栖环境中广泛存在的相的均一性和氧平衡的季节性交替的均一性。这种变化强烈地影响了西北欧陆表盆地的海洋状况。地层上记录了叠置于这种一年期旋回的三种分级旋回。它们反映了晚侏罗世轨道强制的和非轨道强制的气候变化和/或全球海平面变化的复杂历史。