

古气候变迁对浅水湖盆沉积砂体的控制作用*

张帅¹⁾, 刘豪²⁾, 祝有海¹⁾, 王平康¹⁾, 庞守吉¹⁾

1) 中国地质调查局油气资源调查中心, 北京, 100029;

2) 中国地质大学(北京)海洋学院, 北京, 100083

近些年的研究表明, 气候所控制的湖平面变化以及沉积物的供给是陆相湖盆层序发育的范围、沉积的厚度的主要控制因素, 在构造活动相对较弱的湖盆萎缩期, 气候变化是影响可容空间变化和沉积特征的主要因素。黄河口凹陷是渤海盆地的一个重要含油气区, 位于渤海湾盆地渤中坳陷南部, 北部为渤南凸起, 东部为庙西凹陷, 东南部为莱北低凸起, 南部为垦东-青坨子凸起, 西南部为埕北凹陷(代黎明, 2007)。黄河口凹陷新近系油气发育主层段为明化镇组下段(SQmL), 该沉积时期湖平面波动频繁, 导致河道的频繁地迁移、改道, 主砂体分流河道砂直接与浅湖泥相形成良好的储盖组合, 形成了大量的小型断块圈闭和构造背景下的隐蔽圈闭。以新近系明下段为例, 在孢粉信息聚类分析的基础之上重建古气候古环境的变迁。

孢粉化石是对气候变化反应敏感的信息载体, 不同的气候发育不同的植物类型, 在地层中的孢粉是对古气候古环境变化的有利证据(关学婷, 1989; 刘占红, 2007)。孢粉所对应的植物群从两个方面反映了古气候、古环境, 即湿度与温度。孢粉植物对于温度的敏感性可将孢粉植物分为亚热带植物、热温过度带、温带植物、温寒过渡带、寒带植物等 5 大类。研究发现黄河口凹陷新近系明下段的主要孢粉类型介于亚热带和温寒过渡带之间, 其中以亚热带植物为主, 寒带植物在研究区内分布较少。根据植物对湿度的敏感性可将其划分为水生植物、湿生植物、中生植物和旱生植物。在研究区明下段发现的孢粉类型主要为水生-中生植物, 旱生植物孢粉类型很少。

自上世纪 60 年代深海钻探开展之后, 古气候研究成为世界地质学者的研究重点, 研究涉及了沉积物中生物壳体同位素分析、古生物演化以及温度事件间的关系等。开展的深海钻探、大洋钻探(ODP)以及冰川钻探等资料为古气候的重建提供了丰富的信息。Zachos 等(2001)汇总南大洋多个深海钻探站点的底栖有孔虫壳体碳氧同位素信息, 并利用其高精度碳氧同位素记录恢复了地球古近纪以来的气候变化, 并将其与生物事件和气候事件进行结合分析, 提出了古新世末增温事件、渐新世初突然降温冰盖增大事件、渐新世末期快速增温事件及中新世中晚期至今的持续降温事件。相对于全球气候变化, 我国内陆的小气候变化也存在其特点, 全球气候变化和东亚季风都可能是影响渤海盆地黄河口凹陷新近系气候变化的重要因素。

孢粉分析表明, 明下段沉积时期气候环境变化为: 从明下段下亚段(mL₂)湖扩体系域(EST)早期温带中生环境, 伴随湖平面的下降再上升, 温度与湿度呈现上升再下降趋势, 到 EST 晚期气候逐渐变为暖温带沼生环境, 高位域(HST)时期伴随湖平面的下降, 湿度与温度缓慢上升, 气候总体处于亚热带湿生环境, 到明下段上亚段(mL₁)EST 时期温度与湿度下降, 气候由亚热带湿生—温带中生环境的转变, 到 HST 时期温度与湿度又呈现一种上升趋势, 气候转变为暖温带中生的沉积环境。

以新近系明下段古气候变化研究为例, 明下段气候环境自下而上总体上经历了两次相对干旱-潮湿旋回变化, SQmL₂ 三级层序气候旋回明显, 反映了一个三级层序中气候变化控制基准面上升-下降

注: 本文为国家科技重大专项“大型油气田及煤层气开发”(编号 2008ZX05023-002)资助成果。

收稿日期: 2015-02-03; 改回日期: 2015-03-01; 责任编辑: 周健。

作者简介: 张帅, 男, 1987 年生, 硕士。研究实习员, 从事含油气盆地分析、天然气水合物研究。Email: zhangshuai870517@163.com。

的完整旋回,对浅水三角洲沉积的河道演化及砂体纵向发育模式的控制作用明显,具有典型性。从黄河口新近系地质条件上看,该时期构造活动相对较弱,湖盆宽浅,进退频繁,但湖平面升降幅度不大,灰绿色泥岩(还原环境)和棕色泥岩(氧化环境)的频繁交互反应了这种情况,特殊的地质条件决定了古气候、古环境对于基准面(湖平面)的控制作用。可容纳空间增长速率与沉积物补给通量比值(A/S)的变化,相同沉积体系域或相域中发生沉积物的体积分配作用导致沉积体的地层堆积样式、层序、相类型等发生变化(朱筱敏,2003),从而对砂体的发育及成因响应有其特有的影响。

以一个三级层序(SQmL₂)为例,在湖扩体系域(EST)早期,为基准面下降时期,气候环境相对比较干旱,湖平面大面积萎缩,但盆地地形由于整体上比较宽缓,研究区大部分仍然处于极浅湖水中,可容空间较小,物源水系向湖盆中央汇聚。由于湖盆地貌平缓、水体较浅,当河流入湖后,流体流速迅速降低,分流河道以非限制性河流形式存在呈扇形沉积在湖盆中央,并频繁遭受湖水改造呈席状化,同时受后期分流河道改造,砂体之间叠置现象明显。因此,湖扩体系域(EST)早期沉积砂体是在相对干旱的气候背景,湖平面缓慢下降、可容空间较低条件下形成的,砂体纵向发育形态为多侧向叠置的拼合版状、席状砂体。湖扩体系域(EST)晚期和高位体系域(HST)早期沉积时期,对应基准面(湖平面)上升期,此时气候相对潮湿,为暖

温带-亚热带湿生环境。湖平面缓慢上升,A/S增大,地区水深幅度变化不大。高位体系域早期,由相对潮湿气候向干旱气候逐渐过渡,湖平面进一步扩大或保持不变,砂体以加积-微弱进积叠置方式为主,纵向发育形态为迷宫状孤立砂体,多为三角洲前缘分流河道砂,河道类型以混合负载曲流型和悬浮负载顺直型为主,具体表现为逐步变窄,并且容易改道变迁。自下而上随着可容纳空间增加,分流河道作用减弱,河道规模变小。高位体系域(HST)晚期基准面缓慢下降,此时干旱气候开始出现,湖平面逐渐下降萎缩,该时期处于中等可容空间时期。此类三角洲沉积主体因内、外前缘所处水体深度有差异,砂体的特征则有所区别。内前缘分流河道弯曲度增大,伴随分流河道宽度变大、深度变小,悬浮负载为主、宽厚比较大的分流河道砂体横向上极容易连片,形成分布广泛的席状砂体,纵向为连结的拼合版形态的席状砂。

通过对黄河口凹陷新近系沉积岩中的孢粉记录的古气候信息研究表明,明下段沉积时期气候变化(温带中生-暖温带沼生-亚热带湿生-温带中生-暖温带中生)总体上经历了两次相对于干旱-潮湿旋回变化,直接反映了气候旋回控制下的两个三级层序(mL₁、mL₂)基准面上升-下降的完整旋回变化,进而发生沉积物的体积分配变化,导致沉积体的地层堆积样式的改变。以上结果表明,古气候演变控制了浅水湖盆沉积砂体的纵向叠置样式。

参 考 文 献 / References

代黎明, 李建平, 周心怀, 崔忠国, 程建春. 2007. 渤海海域新近系浅水三角洲沉积体系分析. 岩性油气藏, 19(4): 75-81.

关学婷, 范慧萍, 宋之琛. 1989. 渤海海域晚新生代孢粉学研究. 南京大学出版社, 4-87.

刘占红, 李思田. 2007. 沉积记录中的古气候周期及其在高频层序形成中

的意义. 地质科技情报, 26(2): 30-34.

朱筱敏, 康安, 王贵文. 2003. 陆相拗陷型和断陷型湖盆层序地层样式探讨. 沉积学报, 21(2): 283-287.

Zachos J. C, Pagani M, Sloan L. 2001. Trends, rhythms, and aberrations in global climate 65 Ma to present. Science, 292: 686-693.