

❖ 特约主编



席胜利,男,原中国石油长庆油田公司副总地质师,博士,教授级高级工程师,长庆油田公司有突出贡献的科技专家,长期从事鄂尔多斯盆地的油气勘探和综合地质研究工作。近年来主持盆地油气风险勘探工作,实现了一系列风险目标的突破。组织研究部署和实施的中国北方海相页岩气勘探,已在盆地西部多口直井和水平井获得工业气流,实现了页岩气勘探的突破。在国内外核心刊物上发表论文40余篇,获省部级成果20余项,中国地质学会十大地质找矿成果2项,曾任中国石油地质勘探专业地质分标委委员、陕西省石油地质专业委员会委员。



马占荣,男,中国石油长庆油田分公司勘探事业部,高级工程师,长期从事鄂尔多斯及外围盆地的区域地质研究和油气勘探工作。近年来负责油气风险勘探工作,参与鄂尔多斯盆地海相页岩气勘探的组织实施。在中文核心刊物上发表论文10余篇,获省部级二等奖2项。

❖ 主编按语

鄂尔多斯盆地乌拉力克组海相页岩气勘探研究进展

鄂尔多斯盆地西部地区分布的奥陶系乌拉力克组页岩是中国北方海相页岩的典型代表,已有多口井在该页岩层段获得工业气流,展示了较好的勘探潜力。勘探表明乌拉力克组页岩有机质丰度低、埋深大、属正常压力系统,与国内外其他地区海相页岩气藏特征明显不同,表现为独特的成藏富集规律。

中晚奥陶世为古环境剧烈演变的过渡阶段,乌拉力克组恰好处于这一时期。该组页岩气钻探靶区位于华北地台向秦祁大洋过渡的斜坡带,目前对该区域沉积环境的研究较为薄弱。已钻探的70余口探井揭示,乌拉力克组具有独特的深水沉积特征:既发育静水条件下形成的灰黑色笔石硅质页岩、钙质黏土质混合页岩,亦可见重力流成因的灰岩角砾岩,以及纹层状大洋环流等深流沉积。上述多种沉积类型岩石的交互叠置,体现出该组沉积的多样性与复杂性。该组不仅是沉积学研究的天然试验场,其沉积特征更是解决页岩气甜点评价关键地质问题的核心。因此,通过野外露头与钻井剖面的对比,明确乌拉力克组地质时代并建立对比标准,厘清沉积物形成的古构造、古地理及古生态背景,阐明其成因机制与演化

过程,已成为鄂尔多斯盆地海相页岩气甜点优选亟待解决的地质问题。

为了系统总结鄂尔多斯盆地西部乌拉力克组页岩的沉积地质特征,深化华北地台西缘奥陶系深水沉积地质认识,丰富不同类型页岩气“甜点”评价和目标选区方法,进一步评价勘探潜力,我们组织了本专栏,集中讨论该领域最新的研究成果。本专栏共收录了学术论文6篇,涉及笔石地层划分、古地理环境、气藏特征等领域。

笔石是奥陶系地层划分对比的第一门类化石,也是反映古生态、古沉积环境的重要参考指标。高小洋等开展了鄂尔多斯盆地西部6口钻井乌拉力克组笔石鉴定和分析,从下到上划分了 *Pterograptus elegans* 精美翼笔石、*Jiangxigraptus vagus* 游荡江西笔石、*Nemagraptus gracilis* 纤细丝笔石、*Climacograptus bicornis* 双刺栅笔石四个笔石带,根据笔石带界定乌拉力克组页岩时代属中晚奥陶世达瑞威尔阶—桑比阶。根据页岩底部所产化石的差异,提出乌拉力克组黑色页岩分布具有穿时现象,由北向南海侵由早到晚。笔石体复杂化、体壁退化、胞管褶皱等特化现象,反映出 *Pterograptus elegans*、*Nemagraptus gracilis* 两个化石带具有两期明显的海泛事件。

岩相类型、沉积环境及沉积模式对页岩气藏的形成与分布规律具有控制作用。闫伟等综合研究了鄂尔多斯盆地西部乌拉力克组岩石学特征、沉积相类型及沉积演化特征,指出乌拉力克组沉积相带呈南北向带状展布,自西向东依次为盆地相、广海陆棚相、斜坡相和碳酸盐岩台地相,水体西深东浅,经历多期海侵—海退,最终从深水向浅水过渡。白莹等基于典型钻井岩心和露头资料,综合利用薄片、扫描电镜及测井资料,将鄂尔多斯盆地西部乌拉力克组岩石划分为混积岩相、陆源碎屑岩相和碳酸盐岩相,识别出22种岩相类型,认为沉积受物源供给、古地貌和水动力条件控制,其中混积岩的发育为页岩气储层提供了复杂的孔隙空间。

纹层状页岩是页岩油气重要的甜点类型,其储集空间类型多样,孔缝并存,储集性能和含油气性往往较块状页岩好,但不同岩性纹层孔隙结构及物性相差较大,其油气流动和赋存方式也不一致。黄正良等从页岩结构非均质性分析了乌三段纹层类型及其孔隙结构和含气性差异,提出纵向上硅质纹层、灰质纹层和凝灰质纹层频繁互层,孔缝并存,硅质纹层TOC含量较高,是主要的生烃层,灰质、凝灰质纹层大孔较发育,富含游离气,存在从硅质页岩到灰岩、凝灰岩纹层的微运移。

系统掌握海相页岩气形成的地质条件、页岩孔隙空间及其影响因素、页岩气富集规律,可有效指导鄂尔多斯盆地西缘乌拉力克组页岩气的勘探。黄军平等基于区域构造演化特征,利用有机地球化学等多种方法开展了乌拉力克组页岩分布与地球化学特征、储集层特征与保存条件、页岩气形成条件与勘探潜力的综合研究,认为乌拉力克组页岩虽然TOC含量低(0.10%~1.40%),但是页岩脆性矿物含量高(平均为83.3%),微裂缝较发育,渗透率优于龙马溪组页岩,有利于压裂改造。进而优选出盆地西缘北段铁克苏庙南、中段古峰庄西2个有利区带,具有较好的海相页岩气勘探潜力。刘刚等分析了乌拉力克组页岩物质组成、硅质成因、孔隙结构对页岩孔隙空间的影响,并探究了页岩气纵向富集层段,发现较差的生烃能力限制了乌拉力克组页岩中烃类聚集,生物硅质表现为胶结减孔作用而非传统观点认为的支撑增孔作用,生物硅质页岩发育部位的上部多岩相页岩交替发育层段有望指示低TOC背景下页岩气富集部位。

我们认为,上述研究成果基于大量实验数据,从不同的角度对鄂尔多斯盆地西缘乌拉力克组页岩进行了有益的探索,有助于推动对这一独特地质体的正确认识,进而更好地指导该地区海相页岩油气的勘探开发。