

doi:10.12029/gc20221108001

【发现与进展】

## 四川盆地东南部南川地区发现二叠系龙潭组页岩气

何贵松<sup>1</sup>, 何希鹏<sup>2</sup>, 高玉巧<sup>1</sup>, 张培先<sup>1</sup>

(1.中国石油化工股份有限公司华东油气分公司勘探开发研究院, 江苏 南京 210011; 2.中国石油化工股份有限公司华东油气分公司, 江苏 南京 210011)

### Discovery of shale gas of Permian Longtan Formation in Nanchuan area, southeast Sichuan Basin

HE Guisong<sup>1</sup>, HE Xipeng<sup>2</sup>, GAO Yuqiao<sup>1</sup>, ZHANG Peixian<sup>1</sup>

(1.Research Institute of Exploration and Development, East China Branch of Sinopec, Nanjing 210011, Jiangsu, China;2.East China Branch of Sinopec, Nanjing 210011, Jiangsu, China)

#### 1 研究目的 (Objective)

四川盆地及周缘在晚二叠世早期沉积了龙潭组海陆过渡相、吴家坪组海相两类富有机质泥页岩, 页岩厚度大, 地化指标好, 气测显示活跃, 有望成为重要的页岩气勘探开发接替层系。目前, 吴家坪组海相页岩气已在川东北红星地区实现了重要突破, 部分探井试获高产工业气流, 展现了良好的开发潜力。川中—川东南—川南地区广泛分布的龙潭组海陆过渡相页岩气尚处于探索阶段, 勘探潜力有待深入评价。为了进一步评价四川盆地东南部龙潭组海陆过渡相页岩地质特征, 落实该类型页岩气勘探开发潜力, 在重庆市南川区部署了风险探井—YY1 井, 以期为新层系新类型页岩气的发现提供科学依据。

#### 2 研究方法 (Methods)

在川东南地区龙潭组页岩气地质条件综合评价的基础上, 结合地震、钻井、测录井、分析测试等资料, 优选出川东高陡褶皱带阳春沟断背斜部署实施了 YY1 井。导眼井对二叠系龙潭组进行了系统取心, 获取岩心 93.92 m, 开展了现场含气量测试、浸水实验、薄片鉴定、微量元素、全岩 X 射线衍射、总有机碳、镜质体反射率、显微组分及有机质类型划分、氩离子抛光扫描电镜、孔隙度、岩石力学等实验分析; 同时开展了常规组合测井和微电阻率扫描、元素扫描、声波扫描测井等特殊测井。基于上述资料, 对 YY1 井龙潭组进行了单井地质综合评价, 结合井区构造特征分析, 设计了水平井靶窗和方位, 优选出潭一段侧钻实施水平井, 随后开展了压裂试气, 获得阶段页岩气产量约 4000 m<sup>3</sup>/d。根据 YY1 井钻探成果, 重新对川东南南川地区龙潭组海陆过渡相页岩气勘探潜力进行综合评价。

#### 3 研究结果 (Results)

YY1 井钻探揭示南川地区上二叠统龙潭组形成于潮坪—泻湖相, 根据沉积旋回、岩性、电性等特征, 纵向可划分为三段 (图 1), 页岩发育于潭一段和潭三段, 累厚 49 m。潭一段形成于泥质泻湖微相, 岩性为泥岩夹薄层灰岩、煤岩, 泥页岩厚 23.2 m; TOC 为 0.9%~8.84%,

作者简介: 何贵松, 男, 1988 年生, 副研究员, 主要从事页岩气地质研究与勘探评价工作; E-mail:heguisong001@163.com。

平均为 3.96%；Ro 为 2.35%；干酪根显微组分鉴定显示孢粉和底栖藻无定形体发育，有机质类型为III型；孔隙度介于 3.97%~6.59%，平均 4.1%；储集空间以微裂缝、溶蚀孔、粘土矿物晶间孔为主，有机质孔欠发育；气测显示活跃，全烃介于 0.9%~5.0%，平均 3.4%，现场解析含气量介于 1.46%~6.53 m<sup>3</sup>/t，平均 2.76 m<sup>3</sup>/t；矿物组成具有高粘土、高钙质、低硅质的特征，粘土矿物含量介于 29%~84%，平均 52.3%，碳酸盐岩矿物含量介于 7.2%~37.3%，平均 20.8%，石英含量介于 9.8%~31.5%，平均 14.4%；泊松比为 0.31，杨氏模量为 32.3 GPa，岩石力学脆性指数 40.9%。潭三段形成于砂泥质泻湖微相，岩性为泥岩夹粉砂质泥岩，局部夹煤层，泥页岩厚 25.8 m；TOC 为 0.95%~13.78%，平均 3.3%；Ro 为 2.32%；有机质类型为III型；孔隙度介于 1.87%~8.9%，平均 5.3%；储集空间以微裂缝、溶蚀孔、粘土矿物晶间孔为主，有机质孔欠发育；气测显示活跃，全烃介于 0.5%~3.9%，平均 1.5%，现场解析含气量介于 0.57~3.79 m<sup>3</sup>/t，平均 2.55 m<sup>3</sup>/t；矿物组成具有高粘土、高钙质、低硅质的特征，粘土矿物含量介于 26.8%~80.8%，平均 45.9%，碳酸盐岩矿物含量介于 8.9%~38.3%，平均 17.3%，石英含量介于 12.8%~62.0%，平均 23%；泊松比为 0.3，杨氏模量为 33.1 GPa，岩石力学脆性指数 45.8%。综合评价表明，潭一段和潭三段页岩发育，厚度较大，生烃品质、储层物性和含气性较好，均具有较大的页岩气勘探潜力，潭一段页岩气富集条件略优于潭三段，为页岩气勘探甜点段。南川地区龙潭组页岩埋深在 1 500~4 000 m 的有利区面积达 650 km<sup>2</sup>，页岩厚度 40~55 m，含气量 2~3 m<sup>3</sup>/t，采用体积法估算资源量近 1 000×10<sup>8</sup> m<sup>3</sup>，有望成为重要的页岩气增储上产新领域。

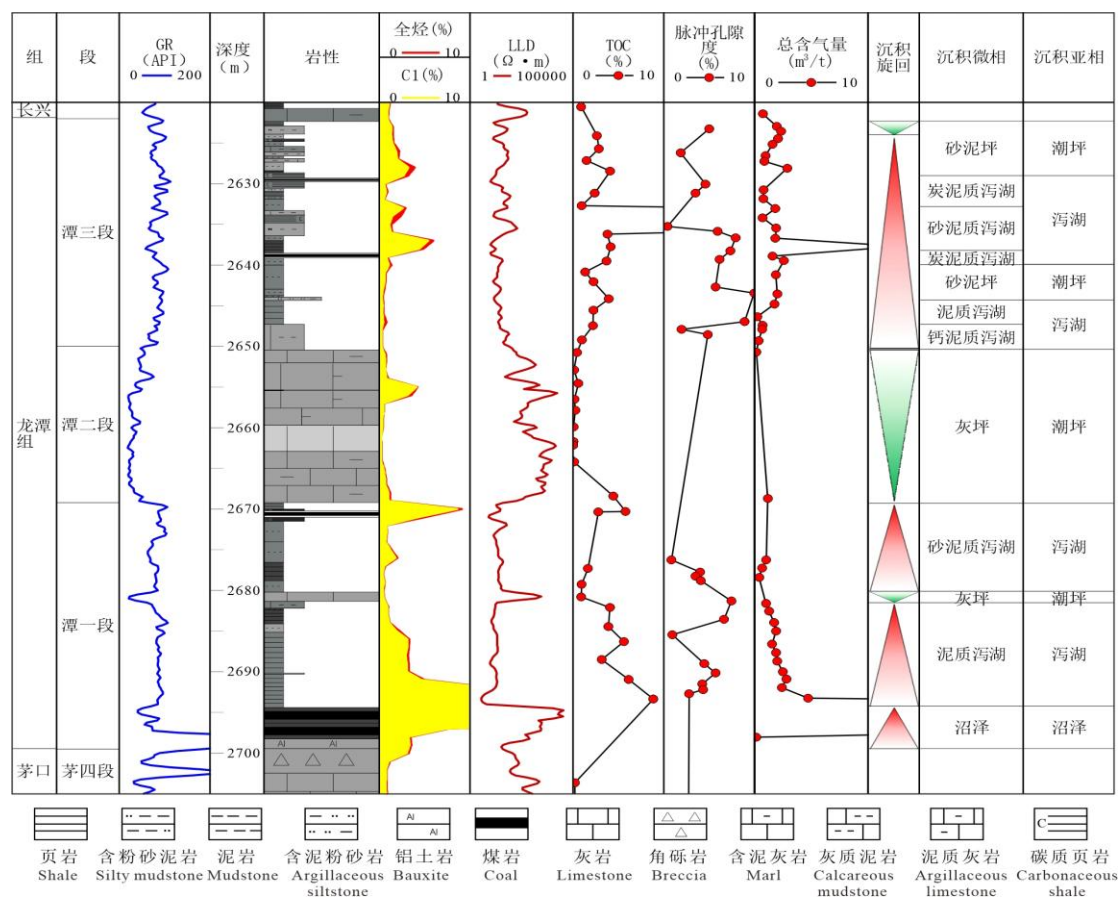


图1 YY1井龙潭组页岩气综合柱状图

Fig.1 Comprehensive column diagram of Longtan Formation shale gas in well YY1

## 4 结论 (Conclusions)

(1) 川东南地区二叠系龙潭组处于潮坪—泻湖沉积环境，发育厚层富有机质页岩，生烃条件优越，储集条件良好，含气性较好，埋深适中，具有较大的页岩气勘探潜力，是实现海陆过渡相页岩气勘探突破和规模开发的有利区。

(2) 龙潭组岩性组合较为复杂，页岩单层连续厚度最大为 12 m，脆性矿物含量较低，岩石力学脆性较低，压裂形成复杂缝网难度较大，裂缝纵向延伸受阻，体积改造受限，需建立适应海陆过渡相页岩的压裂工艺体系，实现新层系新类型页岩气资源有效动用。

## 5 基金项目 (Fund support)

本文为国家科技重大专项项目“彭水地区常压页岩气勘探开发示范工程” (2016ZX05061)、中国石化科技开发部项目“华东探区天然气富集规律与目标评价” (P20059-6)、“南川-武隆常压页岩气富集高产机理与目标评价” (P21087-6) 资助的成果。