

# 下扬子地区二叠系“三气一油”钻探发现

石刚 黄正清 郑红军 徐振宇 赵牧华 邵威 殷启春 周道容 方朝刚 滕龙 王佳龙

中国地质调查局南京地质调查中心, 江苏南京 210061

## Drilling discovery of “Three Gas One Oil” in the Permian strata of Lower Yangtze area

SHI Gang, HUANG Zhengqing, ZHENG Hongjun, XU Zhenyu, ZHAO Muhua, SHAO Wei,

YIN Qichun, ZHOU Daorong, FANG Chaogang, TENG Long, WANG Jialong

(Nanjing Geological Survey Center of China Geological Survey, Nanjing 210061, China)

## 1 研究目的(Objective)

页岩油气已经成为当今油气资源领域发展最快的油气类型,近几年中国在中上扬子取得了页岩油气的重大发现,但是,同属扬子地块的下扬子地区有着类似的地质条件却一直没有取得页岩油气的重大发现。本文的目的旨在阐述下扬子地区二叠系大隆组、龙潭组和孤峰组页岩的发育特征和含油气性,探索页岩气储层特点、生烃条件,为区域页岩气的勘探开发提供基础地质资料和借鉴。

## 2 研究方法(Methods)

工作区为安徽宣城泾县—水东地区矿权空白区,针对目的层二叠系富有机质泥页岩部署二维地震120 km,大地电磁测深(MT)200 km,地质调查井钻探1口(港地1井)重点查明区域内地层和构造格架,获取二叠系大隆组、龙潭组和孤峰组页岩的分布和厚度变化特征。在综合分析二维地震、非震物探、老井资料和基础地质调查资料基础之上,在二维地震勘探线WJ2015-05和WJ2015-08交点东南部部署地质调查井港地1井,通过开展测井、录井、现场解析以及系列实验分析,获取页岩的含气性、有机地球化学指标、储层特征和页岩电性特征,为后续分析提供支撑。

## 3 研究结果(Results)

二维地震勘探显示部署井位的水东向斜属于残留盆地,构造相对简单,向斜形态较为完整,上覆地层发育连续,发育大套三叠系灰岩,保存条件较

好。港地1井的钻探在二叠系大隆组与龙潭组中获得了页岩气、煤层气、致密砂岩气及页岩油“三气一油”的发现,钻遇的油气呈现“上油下气”的特征,最上部为页岩油,页岩气、煤层气和致密砂岩气依次发育。钻探揭示大隆组黑色富有机质泥页岩厚度约70 m(图1),其中含油层段约30 m(含油层段为油气共生层段),含气层段约70 m。龙潭组煤系地层厚度约0.7 m,致密砂岩气层段厚度约6 m。

在井口及泥浆槽中可见到大量漂浮的页岩油,页岩油呈黄绿色(图2),具柴油味,收集油样沉淀后观察称呈红褐色。现场解吸显示大隆组泥页岩含气量在0.5~1.2 m<sup>3</sup>/t,龙潭组选取煤块(2~3 cm)进行现场解吸实验,含气量约7.2 m<sup>3</sup>/t,致密砂岩气含气量约0.5 m<sup>3</sup>/t。

实验测试显示,港地1井大隆组3个岩心样品有机地球化学实验显示,总有机碳含量(TOC)在1.9%~2.3%,均值约2.0%,有机质成熟度(Ro)在1%~1.25%,均值约1.2%。具有良好的发育页岩油气的物质基础。通过氩离子剖光扫描电镜观察3个样品,大隆组富有机质泥页岩孔径在88~397 nm,其中微孔(<2 nm)占比约11.5%,中孔(2~50 nm)占比约65.1%,宏孔(>50 nm)占比约24.35%,中孔是对储集空间贡献最大的孔隙类型。

随机选取3个大隆组泥页岩气样进行气体组分分析,甲烷含量分别接近或超过80%,其中GD1-3样品甲烷含量达到了83.16%。每个样品3种烷烃的总含量接近或超过90%,其中GD1-3样品3种烷烃的总含量达到94.12%。气体组分分析实验说明港地1井钻遇的大隆组泥页岩中发育的页岩气是一

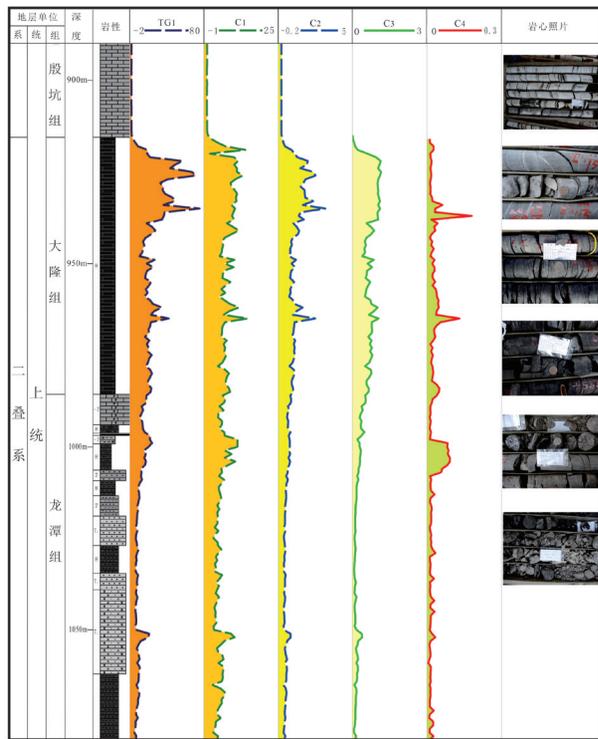


图1 港地1井综合录井柱状图

Fig.1 Composite columnar section of logging of Gangdi-1 well

种可燃性较好的天然气。

#### 4 结论(Conclusions)

(1)港地1井在二叠系大隆组、龙潭组获得了页岩气、煤层气、致密砂岩气和页岩油“三气一油”的发现。油气储集呈现“上油下气”的非常规油气储集方式,最上部为页岩油,其下页岩气、煤层气和致密砂岩气依次发育,揭示下扬子地区二叠系大隆组具备发育多种类型非常规油气的潜力。

(2)实验数据显示港地1井大隆组富有机质泥页岩总有机碳含量(TOC)在1.9%~2.3%,均值约2.0%,有机质成熟度( $R_o$ )在1%~2.5%,均值约1.2%,纳米级孔隙中,中孔(2~50 nm)占比约65.1%,页岩气甲烷含量达到或超过80%,证明二叠系大隆组页岩具备良好的地化、储层条件,能够发育高甲烷含量的页岩气。

(3)受构造运动影响下扬子地区地质条件复杂,但局部地区存在有利于页岩油气发育的地质条件,港地1井油气发现说明构造运动影响弱、盆地规

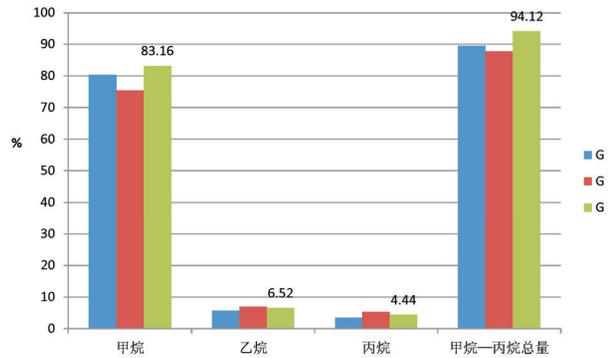


图2 现场解吸气气体组分图

Fig.2 Diagram of gas components of in-site decomposition-adsorption

模小、保存条件好的“小而整”的凹陷或盆地具备发育页岩油气藏的潜力。

基于以上认识,港地1井的钻探发现有助于扩展下扬子地区构造破碎带页岩油气勘探的理论认识,带动长江下游地区页岩油气勘探与开发。

#### 5 致谢(Acknowledgments)

本文为中国地质调查局“南方页岩气基础地质调查”工程下属的“下扬子地区页岩气基础地质调查”项目中的子项目“安徽皖江地区1:5万页岩气地质调查”(12120115100801)的工作成果。项目实施过程中得到中国地质调查局资源评价部、油气地质调查中心、安徽省煤田地质局和南京中心各级部门的大力支持,谨此表示衷心的感谢!

作者简介:石刚,男,1980年生,博士,主要从事页岩油气地质调查与评价工作;E-mail:sgaug@163.com。