

# 潍北凹陷孔店组二段页岩气资源潜力分析

彭文泉

(山东省第一地质矿产勘查院, 山东 济南 250014)

**摘要:**潍北凹陷是昌潍拗陷的次一级凹陷盆地,也是胜利油田外围常规油气开采区。潍北凹陷孔店组二段发育了较厚的暗色泥页岩,是页岩气形成最有利层段,也是常规油气的生烃母岩。利用昌页参1井数据,结合以往资料,对潍北凹陷孔店组二段岩性特征、有机地球化学特征、矿物组成、泥页岩含气性特征等进行分析研究,认为孔店组二段上亚段下部和中亚段下部具备页岩气资源勘查开发潜力。

**关键词:**页岩气资源;孔店组二段;潍北凹陷

**中图分类号:**P618.13

**文献标识码:**A

**引文格式:**彭文泉.潍北凹陷孔店组二段页岩气资源潜力分析[J].山东国土资源,2016,32(11):35-39.PENG Wenquan.Analysis on Shale Gas Resource Potential in the Second Section of Kongdian Formation in Weibei Sag[J].Shandong Land and Resources, 2016,32(11):35-39.

## 0 引言

潍北凹陷位于山东省潍坊市北部,是昌潍拗陷的次一级陆相沉积凹陷,为胜利油田外围常规油气开采区。潍北凹陷发育面积约880 km<sup>2</sup>,凹陷内古近纪孔店组发育了厚层暗色泥岩,其页岩气生储条件及勘探潜力一直未引起学者、专家的重视。

以往研究主要针对常规油、气进行,集中在构造及沉积演化<sup>[1]</sup>、烃源岩特征<sup>[2]</sup>、储层特征<sup>[3]</sup>等方面;王之跃等<sup>[4]</sup>首次对潍北凹陷孔店组二段泥岩含气性特征进行了论述。随着潍北凹陷页岩气调查评价工作的进一步推进,笔者利用昌页参1井数据结合以往资料,对潍北凹陷孔店组二段岩性特征,有机地球化学特征、矿物组成、泥页岩含气性特征等进行分析研究,进而评述页岩气资源潜力。

## 1 孔店组二段岩性特征

孔店组二段为潮湿气候条件下的深湖—半深湖相沉积,顶板埋深一般2 500~3 000 m。可分为上、中、下3个亚段,其中上亚段为暗色泥页岩主要发育

层段,暗色泥页岩发育厚度大、连续性强,中亚段次之。

下亚段岩性为深灰色厚层泥岩、炭质泥页岩,夹薄层状砂岩及泥质砂岩。钻遇厚度80~343 m。

中亚段岩性为深灰、灰色泥岩夹含砾砂岩、薄层砂岩,局部发育炭质泥岩及煤层。昌页参1井钻遇321.19 m(未揭穿)。

上亚段岩性为黑色、深灰色泥页岩、炭质泥页岩、油页岩、泥灰岩,夹薄层砂岩,局部夹含砾砂岩。昌页参1井钻遇249.56 m。

## 2 有机地球化学特征

### 2.1 有机碳含量

孔店组二段有机碳含量(TOC)变化较大,据119块样品的统计分析<sup>[1]</sup>:上亚段36块,TOC为0.13%~15.80%,平均3.08%;中亚段65块,TOC为0.13%~19.80%,平均2.51%;下亚段18块,TOC为0.14%~5.38%,平均1.66%。采集昌页参1井样品TOC最大值为9.46%。

收稿日期:2016-05-12;修订日期:2016-08-05;编辑:曹丽丽

基金项目:山东省国土资源厅,昌潍拗陷页岩气资源潜力调查评价(鲁勘字[2013]2号);山东省国土资源厅,山东省页岩气成矿条件研究和资源潜力预测(鲁勘字[2013]1号)

作者简介:彭文泉(1979—),男,山东齐河人,高级工程师,主要从事水工环地质及页岩气勘查工作;E-mail:heshang7474@sina.com

## 2.2 镜质体反射率

生气母质的热裂解过程与镜质体的演化过程关系密切,镜质体反射率( $R_o$ )是表征机质成熟度的重要指标,有机质热变质作用越强,镜质体反射率( $R_o$ )值越大。

据昌页参 1 井分析数据显示,2 700 m 以浅, $R_o$  值一般小于 0.8%;2 700~2 900 m, $R_o$  为 0.78%~1.04%;2 900~3 100 m, $R_o$  为 1.11%~1.42%;说明埋深 2 900 m 以下开始进入大量生气阶段。

## 2.3 干酪根

干酪根类型决定了烃源岩的生烃潜力,Ⅰ型干酪根生油、气潜力最大,Ⅱ型次之,Ⅲ型最差<sup>[5-6]</sup>。

昌页参 1 井孔店组二段上亚段和中亚段样品中,Ⅱ<sub>1</sub>型干酪根占 45.5%、Ⅱ<sub>2</sub>型干酪根占 36.4%、Ⅲ型干酪根占 18.1%,说明孔店组二段上亚段和中亚段干酪根类型以混合型为主。

据胡耀庭等分析结果<sup>[7]</sup>,孔店组二段下亚段以Ⅲ型干酪根为主。

从干酪根类型来看,孔店组二段上、中亚段生气母质生烃潜力较大,下亚段生烃潜力相对较差。

## 3 矿物组分及孔隙度

### 3.1 脆性矿物

脆性矿物含量多少直接关系到改造、压裂页岩气产层的难易程度,为获取较好的改造、压裂效果,脆性矿物含量一般不低于 30%。

昌页参 1 井孔店组二段样品 X 射线衍射全岩分析结果:脆性矿物总体含量占 33.6%~65.2%,平均值 48.3%。脆性矿物主要有石英、长石、方解石、白云石、菱铁矿、黄铁矿、赤铁矿、铁白云石等(图 1)。

X 射线衍射全岩分析结果显示:石英含量为 20.9%~37.2%,平均 29.3%;长石含量以斜长石为主,钾长石次之,斜长石含量为 4.5%~19.6%,平均 9.4%,钾长石含量最高值 5.9%;方解石在孔店组二段上亚段、中亚段上部含量较高。孔店组二段泥页岩中脆性矿物(石英、斜长石)富集,有利于产生微裂缝(天然或诱导裂缝)<sup>[8]</sup>,利于页岩气储层的压裂改造。

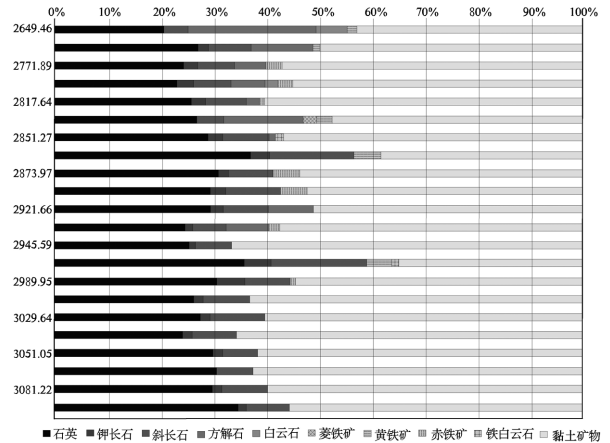


图 1 昌页参 1 井部分样品全岩矿物百分含量图

### 3.2 粘土矿物

泥页岩中除有机质吸附甲烷之外,粘土矿物是甲烷吸附的另一主要载体<sup>[9-10]</sup>,粘土矿物中蒙脱石对甲烷的吸附性能最强。

昌页参 1 井孔店组二段样品 X 射线衍射粘土分析结果:粘土矿物总体含量为 34.8%~66.4%,平均 51.7%,比焦页 1 井龙马溪组粘土矿物含量平均值 46%略高<sup>[11]</sup>。粘土矿物主要为伊蒙混层、伊利石、高岭石、绿泥石。伊蒙混层为 47%~73%,平均 59%;伊利石为 18%~40%,平均 28%;高岭石为 2%~15%,平均 6%;绿泥石为 3%~15%,平均 7%。

从淮北凹陷 8 个钻孔获取的孔店组二段样品来看,昌 70、昌 3-1 样品中蒙脱石含量最大(图 2),其样品中粘土矿物对甲烷吸附能力最大。此外相对较高的粘土矿物含量,可形成较多微孔隙<sup>[12]</sup>,有利于页岩气的储集。

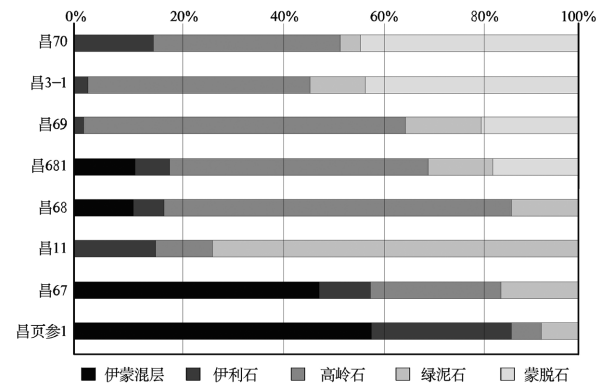


图 2 淮北凹陷孔店组二段粘土矿物百分含量图

### 3.3 孔隙度

泥页岩中发育的孔隙及微裂隙是页岩气在泥页岩中的存储空间和流通通道,孔隙发育程度对页岩气的开采有着重要意义<sup>[13]</sup>。

昌页参1井样品扫描电镜拍摄的微孔隙由几纳米到几百纳米,分为矿物质孔隙、矿物颗粒内部溶蚀孔、碎屑表面溶蚀孔、泥粒孔和微裂隙(图3)。

昌页参1井孔店组二段孔隙度为4.27%~8.67%,平均5.62%,按规范<sup>[14]</sup>属孔隙度中等的泥页岩。高于北美Barnett盆地页岩的孔隙度(平均为4.00%)。

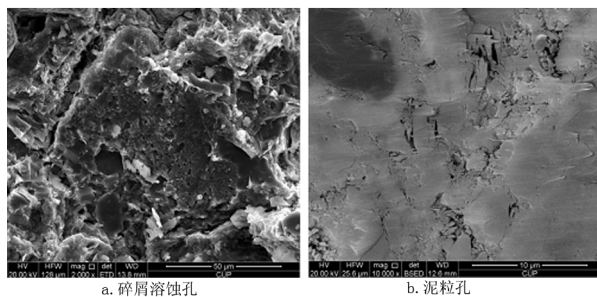


图3 孔店组二段泥页岩扫描电镜分析图

## 4 泥页岩含气性

含气量是评价泥页岩含气性的最重要指标。对昌页参1井采集的孔店组二段样品进行解析实验,含气量平均值为0.89 m<sup>3</sup>/t。其中含气量为0.50~1.00 m<sup>3</sup>/t的样品件数占61%,其次为1.00~2.00 m<sup>3</sup>/t的样品件数占21%(图4)。孔店组二段上亚段下部与中亚段下部暗色泥页岩发育层段,含气量平均值均大于1 m<sup>3</sup>/t。

同时研究发现不同岩性、深度含气量的变化存在一定规律:深度相近时,泥岩解析气量大于粉砂质泥岩解析气量;岩性相似时,埋藏深度愈深含气量愈大,随深度的增加增速减小<sup>[14]</sup>。

## 5 结论

(1) 潍北凹陷孔店组二段具备页岩气成藏的有机碳含量、孔隙度,具备易于储层改造的脆性矿物含量。

(2) 从镜质体反射率分析,埋深2 900 m以浅处于生油或油气共生阶段。埋深大于2 900 m,进入大量生气阶段,具备形成页岩气藏的潜力。

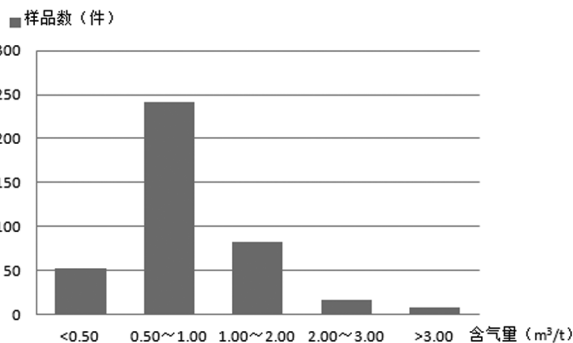


图4 孔店组二段含气量样品直方图

(3) 孔店组二段上亚段和中亚段干酪根生气能力强于下亚段。上亚段下部、中亚段下部暗色泥岩发育段含气量平均值均大于1 m<sup>3</sup>/t,具有页岩气资源勘查开发潜力。

(4) 以往钻探揭露孔店组二段暗色泥岩厚度100~400 m,分布面积大于200 km<sup>2</sup>,潜在页岩气资源量超过1 000 亿 m<sup>3</sup>,潜在经济价值及资源潜力巨大。

## 参考文献:

- [1] 李晓清. 潍北走滑盆地形成演化与含油气系统[D]. 中国科学院研究生院, 2002.
- [2] 宋来亮, 刘华, 徐昊清, 等. 潍北凹陷孔店组烃源岩地化特征及油源对比[J]. 西南石油大学学报: 自然科学版, 2016, 38(2): 1-10.
- [3] 韩荣华. 潍北凹陷充填层序与有利储层预测[D]. 中国石油大学, 2008.
- [4] 王之跃, 彭文泉, 宋昭睿, 等. 页岩气现场解析气量影响因素探讨——以潍北凹陷昌页参1井为例[J]. 山东国土资源, 2015, 31(9): 22-25.
- [5] Baskin D K, 刘全有. 利用干酪根 H/C 比评价烃源岩热成熟度与生烃潜力[J]. 天然气地球科学, 2002, 13(5-6): 41-49.
- [6] 熊德明, 马万云, 张明峰, 等. 干酪根类型及生烃潜力确定新方法[J]. 天然气地球科学, 2014, 25(6): 898-905.
- [7] 孙耀庭, 徐守余, 张世奇, 等. 昌潍拗陷潍北凹陷孔二段优质烃源岩成因与分布[J]. 地质评论, 2015, 61(3): 587-598.
- [8] 王社教, 李登华, 李建忠, 等. 鄂尔多斯盆地页岩气勘探潜力分析[J]. 地质勘探, 2011, 21(12): 1-7.
- [9] 唐书恒, 范二平. 富有机质页岩中粘土矿物吸附甲烷特性[J]. 煤炭学报, 2014, 39(8): 1700-1706.
- [10] 吉利明, 邱军利, 张同伟, 等. 泥页岩主要黏土矿物组分甲烷吸附实验[J]. 地球科学——中国地质大学学报, 2012, 37(5): 1043-1050.
- [11] 冯爱国, 张建平, 石元会, 等. 中扬子地区涪陵区块海相页岩气层特征[J]. 特种油气藏, 2013, 20(6): 15-19.

- [12] 刘水根, 谢国梁, 杨金华. 赣西北九瑞区块王音铺组页岩气成藏条件[J]. 特种油气藏, 2015, 22(4): 8-11.
- [13] 焦淑静, 张慧, 薛东川, 等. 泥页岩孔隙类型、形态及成因研究[J]. 电子显微学报, 2015, 34(5): 421-427.
- [14] GB/T0254-2014. 页岩气资源/储量计算与评价技术规范[S].

## Analysis on Shale Gas Resource Potential in the Second Section of Kongdian Formation in Weibei Sag

PENG Wenquan

(No.1 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong Jinan 250014, China)

**Abstract:** Weibei sag is the secondary sag basin of Changwei depression. It is also the peripheral conventional oil and gas exploration area of Shengli oilfield. Thick dark shales developed in the second section of Kongdian formation in Weibei sag. They are not only the source rock of conventional oil and gas, but also the most favorable strata for forming shale and gas. In this paper, by using the datas of Canyijing, combining with the previous datas, lithological characteristics, organic geochemical characteristics, mineral composition, gas-bearing characteristics of clay shale have been analyzed. It is regarded that there is prospecting and developing potentiality of shale gas resource in the lower part of upper sub-formation and the lower part of middle sub-formation of the second section of Kongdian formation.

**Key words:** Shale gas resource; second section of Kongdian formation; Weibei sag