

## 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

王之跃<sup>1</sup>, 彭文泉<sup>1</sup>, 宋昭睿<sup>1</sup>, 梁云汉<sup>1</sup>, 韩兰臻<sup>1,2</sup>

(1.山东省第一地质矿产勘查院, 山东 济南 250014; 2.山东科技大学, 山东 青岛 266590)

**摘要:**潍北凹陷是昌潍拗陷的次一级凹陷盆地,也是传统油气开采区,潍北凹陷孔店组二段沉积了较厚的暗色泥岩、泥页岩、油页岩,多为良好的烃源岩,也是潍北凹陷内页岩气的主要生、储层位。通过分析昌页参1井现场解析实验数据,探讨了潍北凹陷孔店组二段地层损失气量、损失时间、样品深度、样品岩性等与解析气量的对应关系。分析现场解析实验数据发现,样品的损失气量大于解析气量,两者的变化趋势基本一致;深度相近、岩性相同时,解析气量随着损失时间的增长而减小,深度相近时,泥岩解析气量大于粉砂质泥岩;岩性相同时,解析气量随深度的增加而增加,增速随深度的增加而减小。

**关键词:**页岩气;含气量;现场解析;解析实验;昌页参1井;潍北凹陷

**中图分类号:**P618.13

**文献标识码:**A

**引文格式:**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. WANG Zhiyue, PENG Wenquan, SONG Zhaorui, etc. Study on Influence Factors of Shale Gas Scene Analytical Gas Quantity——Take Changye Canyi Well as an Example[J]. Shandong Land and Resources, 2015, 31(9): 22-25.

随着世界石油和天然气资源紧缺,加之美国页岩气商业化的成功<sup>[1]</sup>,页岩气勘探开发在我国掀起一波热潮<sup>[2-3]</sup>。与常规天然气相比,页岩气勘探是一个新领域<sup>[4]</sup>。页岩含气量是页岩气评价中一项重要指标,也是页岩气选区的重要依据,现场解析是获取页岩含气量最直接有效的方法<sup>[5-6]</sup>。潍北凹陷为传统油气区,胜利油田在区内做了大量工作,部分学者对潍北凹陷常规油气生储条件及特征做过一定研究,均未涉及潍北凹陷内烃源岩的含气性情况,以昌页参1井现场解析实验数据为基础,分析、探讨了潍北凹陷孔店组二段地层损失气量、损失时间、样品深度、样品岩性等与解析气量的对应关系。对现场解析工作具有指导和借鉴意义。

## 1 地质概况

潍北凹陷是昌潍拗陷次一级凹陷盆地,为传统油气开采区,也是昌潍拗陷内页岩气形成最为有利

的凹陷盆地。潍北凹陷在中生代地层的基底之上,沉积了巨厚的新生代地层。

### 1.1 地层

潍北凹陷地表被第四系覆盖。据钻孔揭露,潍北凹陷在中生代白垩纪王氏群之上,发育了新生代古近纪孔店组、沙河街组,新近纪馆陶组、明华镇组,第四系。白垩系主要揭露了王氏群,岩性以红色泥岩、泥质粉砂岩、灰白色砂岩、含砾砂岩为主,构成潍北凹陷的基底。新生界古近系主要发育了孔店组和沙河街组四段,缺失沙河街组一段至三段和东营组。孔店组可分为三段:孔店组三段岩性为灰黑、灰绿、暗紫色及杂色玄武岩、安山质玄武岩、中部夹多层暗色泥岩、灰白色砂岩。孔店组二段岩性以灰色泥岩、深灰色泥岩为主,夹粉砂岩、含砾砂岩、碳质泥岩,为页岩气形成的有利层位。孔店组一段岩性以浅灰、红、紫红色粉砂、细砂岩夹泥岩为主。沙河街组四段:岩性以灰色、灰绿色泥岩、粉砂岩为主,夹砂岩和

收稿日期:2015-04-20;修订日期:2015-05-20;编辑:曹丽丽

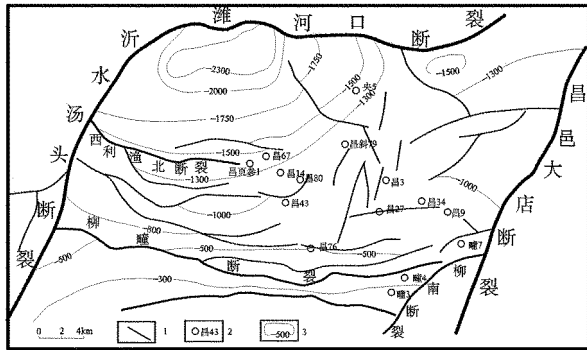
基金项目:山东省国土资源厅,昌潍拗陷页岩气资源潜力调查评价(鲁勘字[2013]2号)

作者简介:王之跃(1961—),男,山东嘉祥人,高级工程师,主要从事地质矿产及矿山开发工作;E-mail:15064038339@163.com

薄层石灰岩。新近系主要发育馆陶组和明化镇组。馆陶组岩性以灰绿色、灰白色砂岩、含砾砂岩为主，夹棕红色、灰绿色泥岩。明化镇组岩性以棕黄色、棕红色砂岩、含砾砂岩为主，夹薄层灰白色泥岩。第四系由粘土、砂质粘土、砂、贝壳等组成。

### 1.2 构造

淮北凹陷位于沂沭断裂带内，东侧昌邑-大店断裂、西侧沂水-汤头断裂为凹陷东西边界断裂，北侧以潍河口断裂为界，整体上呈一菱形沉积盆地(图 1)。受区域构造影响淮北凹陷内多发育近 EW 向和 NE 向次级断裂，对页岩气储层有一定破坏作用。



1—断层;2—钻孔名称;3—孔店组埋深(m)

图 1 淮北凹陷构造图

### 1.3 岩浆岩

淮北凹陷内除孔店组三段揭露多层岩浆岩外，其他层段罕有钻遇。

## 2 解析实验设备及数据采集

### 2.1 试验设备

现场解析试验采用重庆地质矿产研究院研发的 CQJC-QT-2 型页岩气煤层含气量现场测试系统，解析气测量精度为 0.1 mL，温度测量误差为 0.1℃，气压测量精度为 0.01 MPa。设备可现场读取和换算解析气量、损失气量，不具备残余气量测试条件。

### 2.2 数据采集

现场解析样品及深度、岩性等数据采自淮北凹陷昌页参 1 井所钻取的孔店组二段地层岩心资料。损失时间：岩心钻取完毕开始提钻至岩心到达井口时间的一半，加上岩心到达井口至封罐完毕时间之和。解析气量：模拟储层温度下，每吨岩石解析出的气体体积(折算成标准状态下：温度 20℃、压力 101.325 kPa)。损失气量：采用回归法计算损失的气量。以时间(损失时间+解析时间)的平方根为横坐标，以单位质量页岩在各时间点的累积解析气测量值为纵坐标作图。取解析温度稳定后具有线性关系的解析初期时间段内的测量数据进行线性回归，得回归直线。过横坐标为损失时间平方根，纵坐标为累积解析气体体积的点作回归直线平行线，将其反向延长值与纵坐标轴相交，所得截距的绝对值即为单位质量页岩的损失气量<sup>[7]</sup>。

### 2.3 实验数据整理

根据《页岩气资源/储量计算与评价技术规范》(GB/T 0254-2004)要求，将测试环境下采集的数据转换为标准状态下的数据。换算公式如下：

$$V_{SIP} = (293.15 \times P \times V_m) / [101.325 \times (273.15 + T)]$$

式中： $V_{SIP}$  为标准状态下的气体体积( $m^3$ )； $P$  为测试环境大气压力(kPa)； $T$  为测试环境温度(℃)； $V_m$  为直接测量气体体积( $m^3$ )。

## 3 解析实验数据分析

### 3.1 损失气量与解析气量

选取深度相近的粉砂质泥岩样品解析实验数据进行对比。粉砂质泥岩样品的损失气量变化幅度相对较大，损失气量与解析气量的变化趋势基本一致，损失气量的变化幅度远大于解析气量，损失气量为解析气量的 3.7~6.2 倍，平均 4.6 倍(表 1、图 2)。综合反映了样品的含气性特征。

表 1 粉砂质泥岩解析实验数据

样品编号	井深(m)	样品质量(g)	损失气体积(mL)	损失气量( $m^3/t$ )	解析气体积(mL)	解析气量( $m^3/t$ )	损失时间(min)	岩性
cycl-346	3053.66	2794	4158.4	1.488	684.6	0.239	194	粉砂质泥岩
cycl-355	3064.91	2394	2209.6	0.923	528	0.221	310	
cycl-357	3063.21	2629	2990.0	1.137	587.3	0.213	313	
cycl-358	3062.63	3013	2526.1	0.838	543.1	0.18	315	
cycl-359	3061.65	2813	1698.5	0.604	464.9	0.165	317	
cycl-360	3060.74	2871	1256.1	0.438	338.5	0.118	318	

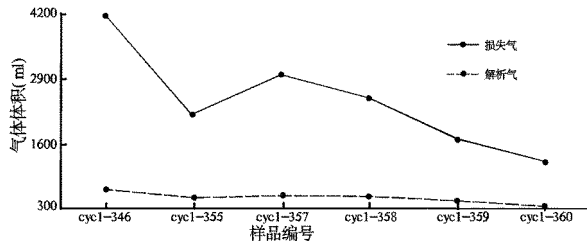


图 2 损失气量与解析气量对应关系图

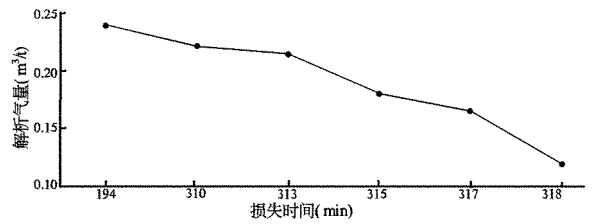


图 3 损失时间与解析气量对应关系图

### 3.2 损失时间与解析气量

深度相近、相同岩性(粉砂质泥岩)、不同损失时间的样品解析数据进行分析,解析气量随损失时间的延长而减小(表 2、图 3)。分析认为:实际取心过程中提钻时间或密封前岩心暴露时间过长,本应在解析阶段解析出的部分气体损失所致。现场操作过程中应尽量缩短损失时间,减少气体损失。

表 2 样品解析实验测试结果

样品编号	井深(m)	解析气量 (m³/t)	平均解析气量(m³/t)	岩性
cycl-271	3000.35	0.147	0.128	粉砂质泥岩
cycl-270	3001.32	0.160		
cycl-288	3004.85	0.076		
cycl-335	3043.51	0.131	0.145	
cycl-334	3044.28	0.148		
cycl-333	3044.9	0.157		
cycl-27	2758.93	0.141	0.144	泥岩
cycl-28	2760.81	0.152		
cycl-26	2762.08	0.152		
cycl-25	2762.75	0.134		
cycl-105	2847.56	0.196	0.221	
cycl-104	2848.28	0.290		
cycl-120	2849.17	0.221		
cycl-119	2849.84	0.230		
cycl-118	2850.36	0.174		
cycl-117	2851.42	0.214	0.249	
cycl-181	2910.33	0.218		
cycl-180	2911.31	0.320		
cycl-179	2912.00	0.323		
cycl-178	2912.78	0.224		
cycl-177	2913.55	0.158	0.251	
cycl-274	2998.29	0.233		
cycl-273	2999.06	0.183		
cycl-272	2999.74	0.336	0.252	
cycl-332	3045.44	0.309		
cycl-331	3046.10	0.235		
cycl-330	3046.77	0.211	0.280	
cycl-398	3088.53	0.338		
cycl-397	3089.09	0.203		
cycl-396	3089.31	0.297		

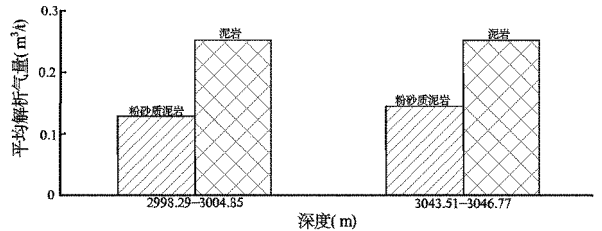


图 4 不同岩性与解析气量对应关系图

### 3.3 岩性与解析气量

选取深度相近、岩性不同(泥岩、粉砂质泥岩)样品的解析实验数据进行分析,认为井深相近、岩性不同的样品,解析气量相差较大,泥岩解析气量普遍较高,粉砂质泥岩解析气量较低(表 2、图 4),这与样品的有机质和粘土矿物含量不同有关,有机质和粘土矿物含量大,吸附气量多。解析气量与粘土矿物、有机质含量呈正相关关系<sup>[8-10]</sup>。粉砂质泥岩孔隙度大于泥岩,孔隙度是游离气量的控制因素,泥岩解析气量大于粉砂质泥岩,说明样品中游离气不占主导地位。

### 3.4 采样深度与解析气量

选取不同深度、岩性相同的解析实验数据进行分析,认为岩性相同的情况下,解析气量随着样品深度的增大而增加(表 2、图 5)。随着深度的增加,地层温度和压力也会增加。温度增加促进有机质热演化,使更多有机质热解或裂解转化为甲烷,同时地层压力的增大,使岩石裂隙内储存的游离气量增大,也有利于吸附气吸附。在相同岩性下,解析气量的增速随深度的增加而减小。岩石孔隙和有机质及粘土矿物吸附容量是一定的,游离态和吸附态气体分子达到饱和或平衡,致使含气量增加缓慢<sup>[11]</sup>。另外岩石的一部分孔隙受地层压力收缩或闭合,也是增速变小的原因之一。

## 4 结论

通过研究淮北凹陷二段地层现场解析样品的损

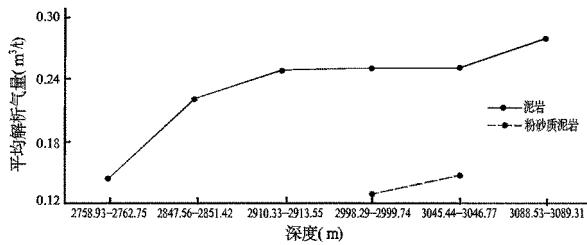


图 5 样品深度与解析气量对应关系图

失气量、损失时间、采样深度、岩性等与解析气量关系,可得出:

(1)在相近深度、岩性相同的情况下,样品的解析气量明显低于损失气量,解析气量与损失气量变化趋势基本一致,但变化幅度不如损失气量明显。

(2)在井深相近的情况下,相同岩性样品的解析气量随着损失时间的延长而减小,泥岩解析气量大于粉砂质泥岩。

(3)岩性相同的样品,解析气量随深度的增加而增加,解析气量增速随深度的增加而减小。建议现场解析时尽量缩短损失时间,以获取更准确的解析数据。

## 参考文献:

- [1] 王杰,秦建忠,饶丹,等.不同类型页岩富集烃气能力模拟实验及微观结构特征研究[J].非常规天然气,2013,24(4):652-658.
- [2] 张金川,薛会,张德明,等.页岩气及其成藏机理[J].现代地质,2003,17(4):466.
- [3] 张增奇,田京祥,张春池,等.国内外页岩气研究进展及山东省页岩气资源潜力[J].山东国土资源,2012,28(10):1-6.
- [4] 董谦,刘小平,李武广,等.关于页岩含气量确定方法的探讨[J].天然气与石油,2012,30(5):34-37.
- [5] 高岗,柳广弟,王绪龙,等.准噶尔盆地上三叠统泥页岩解析气特征[J].天然气地球科学,2013,24(6):1284-1289.
- [6] 冀昆,毛小平,凌翔,等.页岩饱和含气量的计算及应用[J].江汉石油职工大学学报,2013,26(2):4-8.
- [7] GB/T 0254-2014.页岩气资源/储量计算与评价技术规范[S].
- [8] 聂海宽,唐玄,边瑞康.页岩气成藏控制因素及中国南方页岩气发育有利区预测[J].石油学报,2009,30(4):485-491.
- [9] 赵季初.东营凹陷沙三下亚段页岩气前景分析[J].山东国土资源,2015,31(3):26-29.
- [10] 唐显春,曾辉,张培先,等.宣城地区荷塘组页岩含气性浅析[J].油气藏评价与开发,2011,1(1-2):78-84.
- [11] 张金川,金之钧,袁明生.页岩气成藏机理和分布[J].天然气工业,2004,24(7):15-18.

## Study on Influence Factors of Shale Gas Scene Analytical Gas Quantity

—Take Changye Canyi Well as an Example

WANG Zhiyue<sup>1</sup>, PENG Wenquan<sup>1</sup>, SONG Zhaorui<sup>1</sup>, LIANG Yunhan<sup>1</sup>, HAN Lanzhen<sup>1,2</sup>

(1. No.1 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong Jinan 250014, China; 2. Shandong University of Science and Technology, Shandong Qingdao 266590, China)

**Abstract:** Weibei depression is a secondary depression basin in Changwei depression. It is also a traditional oil and gas exploitation area. Thick dark mudstone, shale and oil shale are sedimented in the second section of Kongdian formation in Weibei depression. They are good hydrocarbon source rocks and raw shale gas reservoir in Weibei depression. In this paper, through analyzing the scene analytical experiment data of Canyi well in Changye, the corresponding relation of the loss of gas, loss of time, sample depth, lithology and the analysis of gas in the second section of Kongdian formation in Weibei depression have been studied. As showed by the analysis of the scene analytical experiment data, it is indicated that the loss of gas is greater than the analytical gas. The variation trend is uniform, that is when the depth is similar and the lithology is the same, analytical gas will increase accompanying with the decrease of the loss of time; when the depth is similar, the analytical gas of the mudstone is greater than the silty mudstone; when the lithology is the same, the analytical gas will increase accompanying with the growth of the depth, and the growth rate will decrease accompanying with the growth of the depth.

**Key words:** Shale gas; gas amount; scene analysis; experimental analysis; Canyi well in Changye; Weibei depression