

文章编号: 1000-0550(2012)06-1180-05

# 烃源岩解析气获取新方法研究<sup>①</sup>

史宝光 王晓锋 徐永昌 郑建京

(中国科学院地质与地球物理研究所油气资源研究重点实验室 兰州 730000)

**摘要** 新研制的解析气脱气集气装置,避免了前人装置的缺点,具有样品适应范围广、进样量大、真空破碎时间短、温度低、高真空脱气、无水集气等明显优势,从而确保了获取气体样品能够真实反映烃源岩解析气的地球化学特征。获取的解析气主要以烃类气体及二氧化碳气体为主,烃类气体相对百分含量最高可达到80%以上,可稳定检测出 $\delta^{13}C_1 \sim \delta^{13}C_3$ 数据,部分样品检测出 $\delta^{13}C_4 \sim \delta^{13}C_5$ 数据,所含地化信息丰富,完全满足了解析气地球化学研究和应用的需要。本次研究利用上述新的解析气实验地球化学技术,把气—源对比研究提升到一个崭新的境界,建立天然气气源直接对比的新方法和新思路,证实前人运用天然气碳同位素间接进行气源对比是科学可行的。同时,反证了新的解析气脱气集气装置的科学性和可靠性,为烃源岩解析气的研究和应用打下了科学的实验基础。

**关键词** 烃源岩 解析气 气源对比 碳同位素

**第一作者简介** 史宝光 男 1979年出生 助理研究员 博士 地球化学 E-mail: sbg168@hotmail.com

**中图分类号** P599 **文献标识码** A

岩石孔隙表面的原子或离子存在剩余价力场,具有吸附气体或液体的能力,天然气在扩散运移过程中,不断被吸附,形成岩石吸附气<sup>[1~3]</sup>,借助于各种物理方法使之从岩石吸附态转化为游离态并予以收集,在油气地球化学领域称之为解析气<sup>[4]</sup>或吸附气。解析气的研究对于天然气成因判识、气源对比、运移成藏、烃源岩和储层评价,以及煤层气、页岩气、致密砂岩气等非常规天然气热点研究领域,均具有十分重要的理论和实际意义<sup>[3~15]</sup>。

目前,国内的解析气脱气集气装置<sup>[16~22]</sup>主要分为两类:一类为以水为密闭介质的脱气集气装置系统;另一类为真空脱气附加排水集气的装置系统。由于水介质的存在,两类装置均为低真空、高本底、高漏率系统,加之样品进样量小以及样品需粉碎预处理等因素的影响,获取的解析气气量较小,而且烃类气体浓度低,这直接导致了难以准确可靠地检测出解析气中的烃类气体组份,特别是同位素组成数据。此外,国外解析气文献报道极少,无从借鉴和参考,严重制约了与之相关的研究与应用。

## 1 样品与实验

本次研究选取了吐哈盆地托参2井、连4井以及陵深1井的泥岩和煤岩,辽河盆地杜1井泥岩,鄂尔

多斯盆地龙探1井白云岩和芦85井页岩,共计6块岩芯样品(表1)进行解析气提取实验研究。同时,鉴于岩屑样品对于勘探新区油气地球化学研究的重要性,选取了吐哈盆地柯27井的泥岩和煤岩的岩屑样品,进行解析气相关研究工作。

解析气脱气装置是以德国Fritsch公司Pulverisette 6单罐行星式高能球磨机为原型的基础上,通过多年的摸索和实践,自行设计改造而建立的(图1)。运用此装置进行解析气脱气实验,分为三个步骤:(1)将100~200g大块岩石样品以及适量的不锈钢球放置于不锈钢罐体内,罐体密封抽真空,真空度至 $10^{-4} \sim 10^{-5}$ 标准大气压;(2)将罐体固定于球磨机上,接通电源,不锈钢罐体在高速旋转和自转的过程中,罐体内的不锈钢球将样品击碎至粉末状,岩石样品的吸附气在高真空环境中脱附;(3)球磨机工作4~5min后,断开电源,取下来不锈钢罐体,采用专用集气装置抽取1mL左右的解析气进行组分和同位素组成的测试分析工作。

与前人相比,新解析气脱气装置具有以下五个方面的改进和完善:

(1)样品适用范围广,烃源岩(包括泥岩、煤岩、页岩、碳酸盐岩等)的岩芯、岩屑以及地表露头,三类样品的解析气提取实验均取得了较好的效果。

<sup>①</sup>国家自然科学基金项目(批准号:41102090),国家重点基础研究规划项目(编号:2012CB214801),国家油气重大专项(2011ZX05005-001)资助。  
收稿日期:2012-01-20;收修改稿日期:2012-04-21

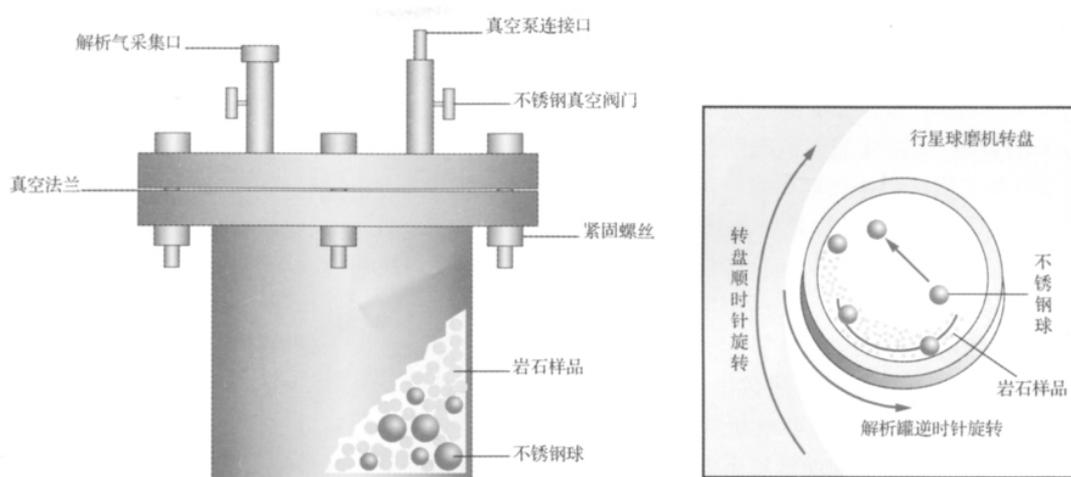


图1 球磨机解析气脱气装置结构及工作原理示意图

Fig. 1 Ball mill-adsorbed-gas degassing device and working principle diagram

(2) 获取的解析气气量大。前人建立的装置,要求样品介于 20 ~ 50 g 之间,并需预先粉碎为颗粒,以便装入密闭容器进行实验,人为减少了可收集到的解析气气量。新装置进样量较大,一般为 100 ~ 200 g,大块样品直接装入解析罐进行实验,无需预粉碎处理,最大程度上避免了解析气的人为损失。

(3) 装置密闭性好,真空度高。前人建立的装置一般具有低真空、高本底、高漏率的缺点,获取的解析气混有较多数量的空气而使烃类气体相对含量降低,从而达不到正常测试分析的要求。新装置具有极好的密闭性,真空度高,样品始终处于高真空、低本底、低漏率的实验环境中。一般情况下,装置真空度介于  $10^{-4} \sim 10^{-5}$  标准大气压,即装置中的大气含量仅有 0.000 1% ~ 0.000 01%,获取的解析气受大气污染的影响完全可以忽略不计。

(4) 真空破碎时间短,温度低。笔者曾以“真空电磁破碎器”为原型<sup>[23]</sup>,建立了一套解析气真空脱气装置,在真空破碎样品的过程中,装置温度迅速升高,有可能使样品受热分解产生一定量的热解气,造成获取的解析气测试数据失真。新装置样品真空破碎时间 3 ~ 5 min,破碎后样品温度介于 40 ~ 50℃,获取的解析气不受“热解气”的影响,确保了测试数据的准确性和代表性。

(5) 采用无水集气装置。前人的装置无论是以水为密闭介质的脱气集气装置系统,还是真空脱气附加排水集气的装置系统,均以排水集气法收集解析气,无法避免水对解析气组份和同位素组成的影响,而新装置采用无水集气装置收集解析气,最大程度上

避免了排水集气法对解析气组份及同位素组成的干扰。利用无水集气装置获取的解析气气量最高可达 3 ml 左右,完全满足了相关分析测试的要求。

本次研究对烃源岩解析气的碳同位素进行了测试。碳同位素分析在中国科学院地质与地球物理研究所油气资源研究重点实验室进行,采用 GC—C/TC—IRMS 技术,其中色谱计采用 HP6890,同位素质谱计采用 DELTAplusXP。碳同位素的分析精度为  $\pm 0.3\text{‰}$ 。解析气碳同位素测试结果如下所示。

## 2 结果与讨论

### 2.1 样品解析气测试结果分析

如表 1 所示,岩芯及岩屑样品获取的解析气均可稳定检测出  $\delta^{13}\text{C}_1 \sim \delta^{13}\text{C}_3$  数据,部分样品检测出  $\delta^{13}\text{C}_4 \sim \delta^{13}\text{C}_5$  数据。但是,从二者测试结果看,岩芯解析气的  $\delta^{13}\text{C}$  数据具有更好的重复性,同一样品重复测试的误差一般都在  $\pm 0.3\text{‰}$  的范围内。同时通过对碳同位素测试数据积分面积的分析表明,解析气主要以烃类气体及二氧化碳气体为主,烃类气体相对百分含量最高可达到 80% 以上。

为了进行对比,将上世纪末我单位完成的一项很有意义的解析气研究成果<sup>[4]</sup>的一些数据予以比较。该成果的简要方法和数据为:用热真空脱气法获取解析气,样品为油砂 150 g,脱气温度 80℃,真空度  $10^{-1} \sim 10^{-2}$  大气压,所获气体总量为 40 ml。经色谱分析烃类气体在解析气中的百分含量分别为:  $\text{C}_1$  0.0054%;  $\text{C}_2$  0.0028%;  $\text{C}_3$  0.0006%。经计算,在获得的 40 ml 解析气中烃类气体各组分的量分别为:  $\text{C}_1$

0.002 16 mL; C<sub>2</sub>0.001 12 mL; C<sub>3</sub>0.000 24 mL, C<sub>1</sub> ~ C<sub>3</sub> 的总量为 0.003 52 mL。碳同位素的质谱分析进样量通常为  $\mu\text{L}$  级,样品中所需分析的烃类气体浓度应达到  $10^{-1} \mu\text{L}$  的量级,这样才能保证碳同位素的分析误差在  $\pm 0.3\%$  的范围。由于该项研究解析气中的烃类气体仅为  $10^{-3} \mu\text{L}$  的量级,进样量要在 100  $\mu\text{L}$  以上才能达到对烃类气体分析的要求,而这样的进样量对于质谱分析而言是很不理想的。为此,该项研究是在质谱分析上采取特定处理后,获得了  $\delta^{13}\text{C}_1 \sim \delta^{13}\text{C}_3$  值,分析误差为  $\pm 0.6\%$ ,通过对上述数据的分析,证实了吐哈盆地艾参 1 井三叠纪油砂解析气为原油经生物降解形成的气体,这对盆地前侏罗系稠油的成因很有意义。将上述成果中解析气的基本数据和本文新方法的数据进行比较,新方法的优势非常明显,实验中空气本底浓度降低了 3 个数量级,岩样解析气中烃类气体的浓度提高 4 ~ 5 个数量级,使解析气的碳同位素分析方法和正常的以烃类气体为主的天然气完全相同,大大的提高了样品分析的精度,分析误差  $\pm 0.3\%$ 。新方法获得的解析气把气—源对比研究提升到一个崭新的境界—直接的、精细的气—源对比。

表 1 烃源岩解析气碳同位素数据

Table 1 Carbon isotope data of adsorbed gases on hydrocarbon-source rocks

样品编号	深度 /m	岩性	样品类型	$\delta^{13}\text{C}_1$	$\delta^{13}\text{C}_2$	$\delta^{13}\text{C}_3$
				/‰	/‰	/‰
托参 2	3429.0	煤岩	岩芯样品	-48	-	-
托参 2	3429.0	煤岩		-46.5	-	-
连 4	4181.5	黑色泥岩		-30	-29.6	-
连 4	4181.5	黑色泥岩		-30.1	-29.3	-
杜 1	3061.0	灰色泥岩		-47.8	-	-
杜 1	3061.0	灰色泥岩		-47.2	-	-
芦 85	1595.0	页岩		-51.6	-40.1	
芦 85	1595.0	页岩		-51.2	-40.3	
陵深 1 井	4046.5	炭质泥岩		-43.5	-27.7	-27.3
龙探 1 井	3384.47	白云岩		-37.8	-31	-27.9
柯 27	2218.0	深灰色泥岩	岩屑样品	-13.6	-26	-26.5
柯 27	2396.0	深灰色泥岩		-21.5	-27.3	-27.3
柯 27	2777.5	煤岩		-37.7	-18.5	-22.2
柯 27	2988.5	黑色泥岩		-24.3	-23.6	-24.6

以上讨论主要针对岩芯样品的结果,实验中对于岩屑和地表露头样品也作了一些探索工作。相对于岩芯而言,岩屑解析气测试结果的稳定型较差,在实际应用中也是部分可取,部分与实际背景有差异。这与岩屑样品收集、后期保存以及所代表的地质意义等与岩芯样品不同有关,这需要进一步探索和研究。此外,通过分析了一批油气勘探部门的地表露头样品,

用新建立方法获得的解析气甲烷、乙烷碳同位素值所研判的源岩母质类型和成熟度和该区的地质背景吻合极好。在一些勘探新区中,很多资料需要借助于地表露头样品获取。但是,由于在漫长的地质时期中,样品暴露地表,长期受到多种物理、化学作用,使样品所据有的地质、地球化学内涵丧失殆尽。在地质研究中一直在寻求地表露头经地质历程的剧烈改造后,有哪些标志可以较好指示岩样所代表原始地学意义的技术和方法。由于碳同位素值的相对稳定性,在方法选择正确时,碳同位素值是有可能成为较好的地化指标。目前建立的新方法,部分地达到了这样的目的,对新区油气勘探有很积极的意义。

## 2.2 方法应用简介

解析气地球化学研究主要用于气—源对比,进而讨论油气地学一系列相关科学问题。对于气—源对比而言,确定所研究气样的源岩有机质类型及成熟度是重要的基础工作。作者已另文介绍了有关研究成果,本文只对其中的一些重要内容做如下简述。

(1) 应用天然气  $\delta^{13}\text{C}_2$  的资料可以较好的确定源岩的母质类型。由于研究工作主要是结合低熟气课题进行的,所有源岩均为低演化样品,因此在确定源岩母质类型时将划分类型的指标从  $\delta^{13}\text{C}_2$  为  $-28\%$  改变为  $-29\%$ <sup>[24]</sup>。研究结果表明:14 个源岩样品中,10 个解析气的  $\delta^{13}\text{C}_2$  值判识其源岩为偏腐殖质的母质,有两个样品可明确地判识为腐泥型母质,这和源岩实测有机地球化学资料结果吻合很好。有两个样品的解析气  $\delta^{13}\text{C}_2$  值按  $-29\%$  划分其相应岩样落入腐泥型母质的范围,但是岩样的有机地球化学参数显示其源岩为偏腐殖质类型,这两个样品的  $\delta^{13}\text{C}_2$  值介于  $-29\% \sim -29.3\%$  之间,考虑到测量误差范围为  $\pm 0.3\%$ ,在测量误差范围内将这两个岩样定为是偏腐殖质母质也是完全合理的。这一结果还说明两个有意义的问题,即在低演化阶段将母质类型判识指标  $\delta^{13}\text{C}_2$  从  $-28\%$  改变为  $-29\%$  是正确的,另外也可以看出只能是解吸气方法的完善,使碳同位素测量精度不是前文提及的  $\pm 0.6\%$ ,而是目前的  $\pm 0.3\%$  才有这种效果。

(2) 研究上另一项非常成功的应用是首次直接用偏腐殖质源岩解吸气的  $\delta^{13}\text{C}_1$  值和源岩实测的  $R_0$  值进行了  $\delta^{13}\text{C}_1$  vs  $R_0$  的回归,其结果为  $\delta^{13}\text{C}_1 (\%) = 35.37 \lg R_0 - 35.6$ ,  $r = 0.83$ ,和刘文汇和徐永昌<sup>[25]</sup> 基于实际资料统计归纳所获表达式高度吻合,这一方面说明地质学基于大量实际资料经统计学回归所获结

果的可取性,同时从另一方面也有力的反证新建立的方法可信度和科学性。

### 3 结论

(1) 新研制的解析气脱气集气装置,避免了前人装置的缺点,具有样品适应范围广、进样量大、真空破碎时间短、温度低、高真空脱气、无水集气等优点,从而确保了获取气体样品能够真实反映烃源岩解析气的地化特征。

(2) 通过测试分析表明,获取的解析气主要以烃类气体及二氧化碳气体为主,烃类气体相对百分含量最高可达到80%以上,可稳定检测出 $\delta^{13}C_1 \sim \delta^{13}C_3$ 数据,部分样品检测出 $\delta^{13}C_4 \sim \delta^{13}C_5$ 数据,所含地化信息丰富,完全满足了解析气地球化学研究和应用的需要。

(3) 新建立的解析气脱气装置和方法,与前人研究成果相比,具有非常明显的优势,这使解析气的分析测试方法与常规天然气完全相同,大大提高了解析气碳同位素测试分析的精度。从数据分析来看,岩芯样品的解析气的 $\delta^{13}C_1 \sim \delta^{13}C_3$ 数据重复性和稳定性最好,岩屑及地表露头样品的 $\delta^{13}C_1 \sim \delta^{13}C_3$ 数据相对差,需待进一步研究和探索。

(4) 本次研究表明利用烃源岩解析气碳同位素值对其烃源岩类型及成熟度的判识结果,与运用有机地球化学和岩石学对同一烃源岩的类型和成熟度的判识结果具有极好一致性,表明烃源岩与解析气具有极好的亲缘关系,建立天然气气源直接对比及烃源岩评价的新方法和新思路。同时,首次证实前人运用天然气碳同位素间接进行气源对比是科学可行的。

#### 参考文献 (References)

- 李广之,汪林自. 吸附态轻烃的解吸与分析[J]. 物探与化探, 2000, 24(1): 34-42 [Li Guangzhi, Wang Linzi. The desorption, analysis and application of adsorbed light hydrocarbon[J]. Geophysical and Geochemical Exploration, 2000, 24(1): 34-42]
- 程同锦,李广之,陈银节. 吸附烃提取新技术及其在地表油气化探中的应用[J]. 石油实验地质, 2007, 29(2): 116-119 [Cheng Tongjin, Li Guangzhi, Chen Yinjie. New extraction technique of adsorption hydrocarbon gas and its role in surface oil and gas geochemical exploration[J]. Petroleum Geology & Experiment, 2007, 29(2): 116-119]
- 程同锦. 基于传统吸附烃概念的烃类检测新技术[J]. 物探与化探, 2008, 32(5): 456-460 [Cheng Tongjin. New hydrocarbon detection technique based on conventional concept of adsorbed hydrocarbon[J]. Geophysical and Geochemical Exploration 2008, 32(5): 456-460]
- 徐永昌,张晓宝,沈平,等. 储层解析气研究的突破及其意义[J]. 科学通报, 1998, 43(17): 1895-1897 [Xu Yongchang, Zhang Xiaobao, Shen Ping, et al. A breakthrough in research on adsorbed gases from reservoir strata and its significance [J]. Chinese Science Bulletin, 1998, 43(17): 1895-1897]
- 张同伟,王先彬,陈践发,等. 鄂尔多斯盆地酸解烃碳同位素组成与气源对比[J]. 科学通报, 1996, 41(3): 242-244 [Zhang Tongwei, Wang Xianbin, Chen Jianfa, et al. Carbon isotope composition of acidolysis hydrocarbons and its application to gas-source correlation in Ordos basin, China [J]. Chinese Science Bulletin, 1996, 41(3): 242-244]
- 张同伟,王先彬,陈践发,等. 天然气运移的气体组分的地球化学示踪[J]. 沉积学报, 1999, 17(4): 627-631 [Zhang Tongwei, Wang Xianbin, Chen Jianfa, et al. Chemical composition of gases as a geochemical tracer of natural gas migration [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 1999, 17(4): 627-631]
- 张晓宝,徐永昌,沈平,等. 我国不同赋存状态烃类气体的研究现状与愿望[J]. 地球科学进展, 1997, 12(3): 230-235 [Zhang Xiaobao, Xu Yongchang, Shen Ping, et al. Research summary and prospects of hydrocarbon gases preserved in different states in China [J]. Advance in Earth Sciences, 1997, 12(3): 230-235]
- 李广之,陈昕华. 物理吸附轻烃的录井技术及其石油地质意义[J]. 石油勘探与开发, 1999, 26(4): 96-99, 102 [Li Guangzhi, Chen Xinhua. Logging technology of geophysically adsorbed light hydrocarbons and its petroleum geological significance [J]. Petroleum Exploration and Development, 1999, 26(4): 96-99, 102]
- 李广之. 轻烃地球化学场的形成和特征[J]. 石油与天然气地质, 1999, 20(1): 66-69 [Li Guangzhi. Formation and characteristics of light hydrocarbon geochemical fields [J]. Oil & Gas Geology, 1999, 20(1): 66-69]
- 李广之,袁子艳,胡斌,等. 利用顶空气技术判别凝析气(油)储层[J]. 天然气地球科学, 2006, 17(3): 309-312 [Li Guangzhi, Yuan Ziyuan, Hu Bin, et al. Identify the attribute of the condensable gas or oil beds by using the analysis technology of headspace gas [J]. Natural Gas Geoscience, 2006, 17(3): 309-312]
- 李广之,程同锦,汤玉平,等. 物理吸附气的油气指示意义[J]. 石油实验地质, 2006b, 28(5): 484-488 [Li Guangzhi, Cheng Tongjin, Tang Yuping, et al. The petroleum geological significance of physically-adsorbed gas [J]. Petroleum Geology & Experiment, 2006, 28(5): 484-488]
- 李广之,袁子艳,胡斌. 顶空气技术在天然气化探中的应用[J]. 中国石油勘探, 2007, 6(6): 47-51 [Li Guangzhi, Yuan Ziyuan, Hu Bin. Application of headspace gas technology to geochemical exploration [J]. China Petroleum Exploration, 2007, 6(6): 47-51]
- 李广之,胡斌,邓天龙,等. 不同赋存状态轻烃的分析技术及石油地质意义[J]. 天然气地球科学, 2007, 18(1): 111-116 [Li Guangzhi, Hu Bin, Deng Tianlong, et al. Analytical techniques and petroleum geological significance of different existing states of light hydrocarbons [J]. Natural Gas Geoscience, 2007, 18(1): 111-116]
- 赵克斌,孙长青. 油气化探在天然气勘探中的应用[J]. 石油实验地质, 2004, 26(6): 574-579, 584 [Zhao Kebin, Sun Changqing. Ap-

- plication of hydrocarbon geochemical exploration technique in natural gas exploration [J]. *Petroleum Geology & Experiment* ,2004 ,26( 6) : 574-579 584]
- 15 张渠 蒋启贵 陶成 等. 南方海相烃源岩脱气分析方法及适用范围[J]. *石油实验地质* ,2008 ,30( 5) : 527-531 [Zhang Qu ,Jiang Qigui ,Tao Cheng , *et al.* Degasification methods and application of high quality marine source rocks in South China [J]. *Petroleum Geology & Experiment* ,2008 ,30( 5) : 527-531 ]
- 16 童清木 江继纲. 岩石吸附烃分析方法[J]. *石油实验地质* ,1984 ,6( 1) : 76-77 [Tong Qingmu ,Jiang Jigang. The analysis method of adsorbed gases on rocks [J]. *Petroleum Geology and Experiment* ,1984 ,6( 1) : 76-77 ]
- 17 蒋梅先 陈伟钧. 岩屑气的测定方法[J]. *石油实验地质* ,1986 ,8( 3) : 199-204 [Jiang Meixian ,Chen Weijun. The method of determining rock debris gas [J]. *Petroleum Geology and Experiment* ,1986 ,8( 3) : 199-204 ]
- 18 张义纲. 天然气的生成聚集和保存 [M]. 南京: 河海大学出版社 ,1991 [Zhang Yigang. *Generation ,Accumulation and Preservation of Natural Gases* [M]. Nanjing: Hehai University Press ,1991 ]
- 19 文启彬. 天然气中 C<sub>1</sub>-C<sub>7</sub> 系列碳同位素在线分析 [C] // 第三十届国际地质大会论文集 ,1996: 485 [Wen Qibin. On-line analysis of C<sub>1</sub>-C<sub>7</sub> series carbon isotopes [C] // The Proceedings of the 30th International Geological Congress ,1996: 485 ]
- 20 刘金钟 向同寿. 少量/微量烃类气体的收集、定量分析及碳同位素分析方法 [J]. *石油实验地质* ,2003 ,25( 5) : 492-497 [Liu Jinzhong ,Xiang Tongshou. Collection ,quantitative analysis and carbon isotopic analysis methods of minor/trace hydrocarbon gases [J]. *Petroleum Geology & Experiment* ,2003 ,25( 5) : 492-497 ]
- 21 李立武 张铭杰 杜丽 等. 岩石热脱气单体碳/氢同位素组成分析装置 [J]. *岩矿测试* ,2005 ,24( 2) : 135-137 [Li Liwu ,Zhang Mingjie ,Du Li , *et al.* A heated extracting device for analyzing carbon and hydrogen isotopes in rock [J]. *Rock and Mineral Analysis* ,2005 ,24( 2) : 135-137 ]
- 22 李景坤 刘伟 宋兰斌 等. 天然气混合比例研究新方法及其应用 [J]. *天然气工业* ,2005 ,25( 3) : 14-16 [Li Jingkun ,Liu Wei ,Song Lanbin , *et al.* New method of investigating the mixing proportion of natural gas and its application [J]. *Natural Gas Industry* ,2005 ,25( 3) : 14-16 ]
- 23 孙明良 陈践发. 真空电磁破碎机粉碎盐岩颗粒及稀有气体同位素组成测量的实验研究 [J]. *沉积学报* ,1998 ,16( 1) : 103-106 [Sun Mingliang ,Chen Jianfa. Study on the salt deposit crushing by the vacuum-electric-magnetic-breaker and measurement of noble gas isotope composition [J]. *Acta Sedimentologica Sinica* ,1998 ,16( 1) : 103-106 ]
- 24 王晓锋 徐永昌 沈平 等. 低熟气地球化学特征与鉴别指标 [J]. *天然气地球科学* ,2010 ,21( 1) : 1-6 [Wang Xiaofeng ,Xu Yongchang ,Shen Ping , *et al.* Geochemical characteristics and identification indexes of low-mature gases [J]. *Natural Gas Geoscience* ,2010 ,21( 1) : 1-6 ]
- 25 刘文汇 徐永昌. 煤型气碳同位素演化二阶段分馏模式及机理 [J]. *地球化学* ,1999 ,28( 4) : 359-365 [Liu Wenhui ,Xu Yongchang. A two stage model of carbon isotopic fractionation in coal gas [J]. *Geochimica* ,1999 ,28( 4) : 359-365 ]

## New Experimental Methodology Research for Adsorbed Gases on Hydrocarbon-source Rocks

SHI Bao-guang    WANG Xiao-feng    XU Yong-Chang    ZHEN Jian-jing

( Key Laboratory of Oil and Gas Resources , Institute of Geology and Geophysics , Chinese Academy of Sciences , Lanzhou 730000)

**Abstract:** As compared to the device developed by our predecessors , the newly established adsorbed gas degasification-collection device has a series of advantages such as wide sample application range , large sample inlet , high vacuum , short-time sample smashing , low crushing temperature and water-free gas collection , which make sure the geochemical characteristics of acquired adsorbed gas sample is the same as the adsorbed gas on corresponding hydrocarbon-source rock. The results show that the acquired adsorbed gases are composed mainly of hydrocarbon gas and carbon dioxide gas , with the hydrocarbon gas accounting for more than 80% , and can be measured reliably for their  $\delta^{13}C_1 \sim \delta^{13}C_3$  data , even  $\delta^{13}C_4 \sim \delta^{13}C_5$  data. The results of carbon isotope test analysis satisfy the needs for the geochemical study and application of adsorbed gases. The above new techniques of experimental geochemistry establish the new direct nature gas-source correlation method , prove that the old usual method of indirect nature gas-source correlation is scientific and authentic , and set up the experimental basis of the research and application of adsorbed gas on hydrocarbon-source rock.

**Key words:** hydrocarbon-source rock; adsorbed gas; gas-source correlation; carbon isotopic composition