

文章编号: 0253-9985(2001)04-0352-03

含油气盆地中天然气汞含量的主要影响因素*

陈践发, 王万春, 朱岳年

(中国科学院兰州地质所气体地球化学国家重点实验室, 甘肃兰州 730000)

摘要: 天然气中汞的含量变化范围较大(可达 3 个数量级), 主要受源岩母质类型的影响, 但盆地构造背景和深部地质过程的影响也应引起足够的重视。中国东部地区拉张活动型盆地天然气中汞含量相对较高; 而中部稳定克拉通盆地天然气中汞含量相对较低; 西北亚稳定型盆地天然气中汞含量介于上述二者之间。天然气中汞含量的这种变化趋势在油型气中表现尤为明显。天然气中汞含量与稀有气体 $^3\text{He}/^4\text{He}$ 比值具有明显的正相关关系, 表明天然气中一部分汞可能是来自地球深部的挥发分或与深部地质过程有关。

关键词: 汞; 母质类型; 构造背景; 深部地质过程; 氦同位素

第一作者简介: 陈践发, 男, 39 岁, 研究员, 石油天然气地质与地球化学

中图分类号: P595

文献标识码: A

多数学者认为气源岩母质类型的差异是造成天然气中汞含量变化的主要因素^[1~4]。但笔者近年来对中国一些主要含油气盆地研究发现, 天然气中汞的含量还与盆地构造背景和深部地质过程明显相关。

1 母质类型

天然气中汞的含量与成气母质有明显相关性, 一般来说煤成气中的汞含量明显高于油型气的汞

含量。但在辽河盆地中煤成气汞含量为 25.2~52.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 平均为 36.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; 而油型气汞含量则为 14.4~1 930 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 平均为 298.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ^[5], 即油型气中汞含量反而高于煤成气。同一类型的天然气在不同盆地中其汞含量变化范围也较大(表 1), 因此, 不能用同一标准来判识天然气的成因(煤成气、油型气)。就我国不同盆地的油型气而言, 四川盆地和鄂尔多斯的汞含量相对较低, 分别为 0.038~

表 1 中国主要含油气盆地天然气汞含量

Table 1 Contents of Hg in gases from main petroliferous basins in China

地 区	天 然 气		煤 成 气		油 型 气		资料来源
	分布范围/ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	平均值/ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	分布范围/ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	平均值/ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	分布范围/ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	平均值/ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	
莺 琼	430~450	440(2)	430~450	440(2)	—	—	*
辽 河	14.4~1 930	216.1(12)	25.2~52.5	36.9(4)	14.4~1 930	298.9(8)	[5]
黄 骅	0.17~7.9	1.19(11)	—	—	0.17~7.9	1.51(11)	**
冀 中	0.17~256	64.64(16)	0.61~256	108.6(8)	0.17~142.0	20.6(8)	[1]
濮 阳	0.13~140	12.54(16)	1.44~140	48.64(4)	0.13~1.10	0.51(12)	[1]
四 川	0.04~125.1	7.83(25)	0.25~125	36.4(5)	0.04~4.0	0.69(11)	[1]
鄂尔多斯	0.08~48.1	7.78(7)	0.39~48.0	10.83(5)	0.08~0.23	0.15(2)	[1]
柴达木	0.20~5.45	2.01(3)	5.45	5.45(1)	0.27~0.32	0.29(2)	[1]
塔里木	0.17~8.78	2.49(18)	3.53~8.78	5.68(6)	0.17~2.34	0.89(12)	***
准噶尔	0.76~9.84	3.97(12)	4.51~9.84	5.33(7)	0.76~1.84	1.30(5)	[1]

注: 括号中数据为分析样品个数;

4.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 和 0.075~0.23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; 冀中、辽河盆地则明显偏高, 分别为 0.17~142 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 和 14.4~1 930 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; 西北地区准噶尔、塔里木和柴达木盆地介于

上述之间, 这种明显差异可能主要是由于盆地构造背景和深部地质作用不同所致。

* 该研究成果获国家“973”项目 G1999043306 课题和国家自然科学基金 49973007 课题资助

收稿日期: 2001-09-10

* 陈伟煌, 邓鸣放. 崖 13-1 气藏天然气成因及源岩研究. 中国海洋石油公司南海西部公司研究院研究报告. 1987

** 张同伟, 王先彬, 江峰, 等. 大港探区非常规天然气成藏条件及选区评价. 大港油田-中国科学院兰州地质研究所研究报告. 1998

*** 申建中, 李正西, 王国安, 等. 塔里木盆地天然气地球化学特征研究. 1995

2 盆地构造背景

中国主要含油气盆地可划分为东部拉张活动型、中部克拉通稳定型和西北亚稳定型3类^[6], 不同类型盆地中的天然气汞含量差异明显, 油型气尤为突出, 中部稳定克拉通盆地(四川、鄂尔多斯盆地)的天然气汞含量相对较低; 东部拉张活动盆地(辽河、冀中等盆地)相对较高; 西北亚稳定型盆地介于上述两类盆地之间(图1)。这种现象主要是

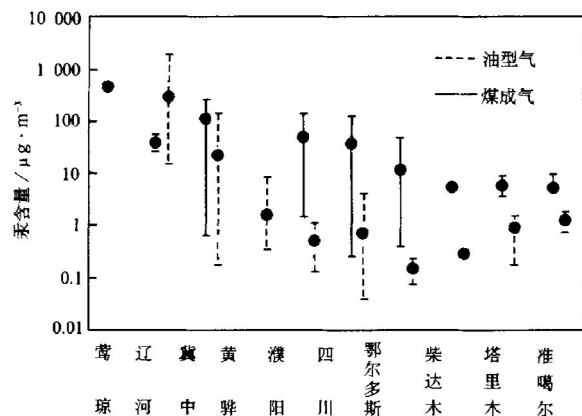


图1 不同盆地油型气与煤成气中汞含量分布

Fig. 1 Concentration of Hg in oil-type and coal-type gases from different basins

因为油型气中的汞大部分来自地球深部, 少部分来自烃源岩所致。煤成气中汞含量与盆地构造背景的关系不够明显, 这主要是因为煤成气中的汞大部分是来自烃源岩, 来自地球深部的汞虽然对其汞含量有影响, 但比油型气要小, 因而煤成气汞含量与盆地构造背景的关系不如油型气明显。

3 深部地质过程

天然气中氦同位素组成特征被认为是判别沉

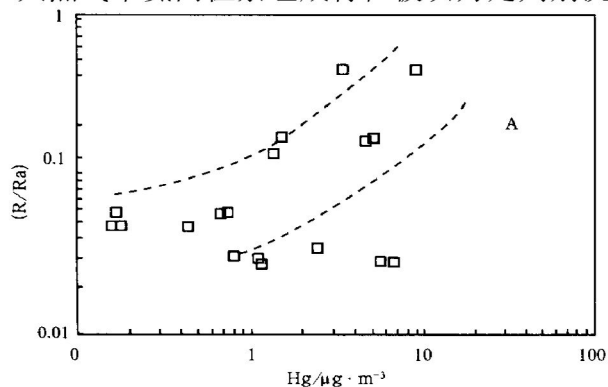


图3 典型盆地天然气中汞含量与稀有气体氦同位素比值关系图

Fig. 3 Relation between concentration of Hg contents and $^3\text{He}/^4\text{He}$ ratios in gases from typical basins

A—塔里木盆地(Tarim Basin); B—辽河盆地(Liaohe Basin)

积盆地是否活动和有无地球深部挥发的指示剂, 构造活动强烈的盆地(地区), 其天然气中将有明显的幔源He加入, $^3\text{He}/^4\text{He}$ 明显偏高, 而在克拉通稳定盆地(地区)天然气中, 主要以沉积岩中放射性成因的He为主, 其 $^3\text{He}/^4\text{He}$ 相对较低^[7]。中国主要含油气盆地天然气中, 汞含量与 $^3\text{He}/^4\text{He}$ 值具有明显的正相关趋势(图2), 这也进一步说明, 天然气中汞的含量受盆地构造活动的影响; 同时也说明天然气中的汞一部分可能是地球深部的挥发分。辽河盆地和塔里木盆地天然气中, 汞含量与天然气的 $^3\text{He}/^4\text{He}$ 比值也具有明显的正相关趋势(图3), 说明天然气中汞含量不仅在宏观上与盆地构造背景有关, 且在一个盆地内, 由于不同区块与地球深部连通性的不同也具有较明显的差异, 连通性好则天然中 $^3\text{He}/^4\text{He}$ 值相对偏高, 相应地, 天然气中汞含量也偏高。

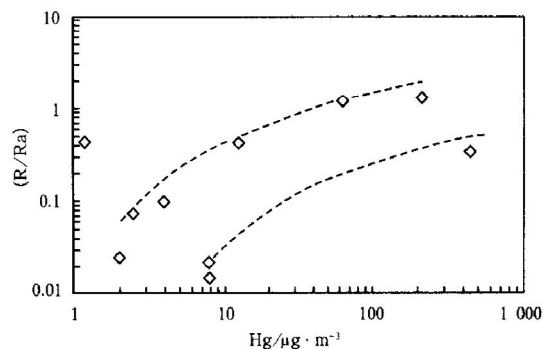
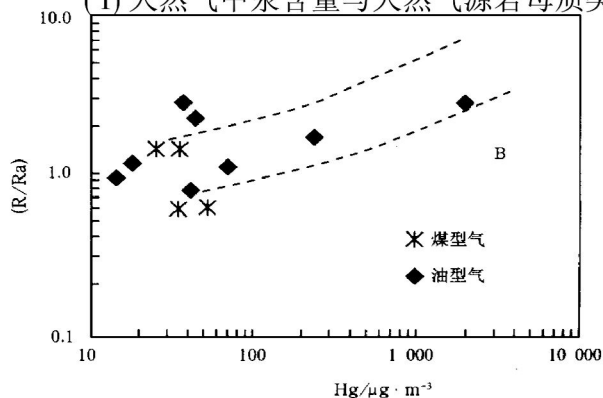


图2 不同盆地天然气中汞含量与稀有气体氦同位素比值关系图

Fig. 2 Relation between concentration of Hg contents and $^3\text{He}/^4\text{He}$ ratios in gases from different basins

4 结语

(1) 天然气中汞含量与天然气源岩母质类型的



关系表现为,在同一盆地内通常腐殖型母质生成的煤成气汞含量相对较高,混合型-腐泥型母质生成的油型气明显偏低。

(2)天然气汞含量与盆地构造活动性及深部地质作用有明显的关系,我国东部拉张活动型盆地天然气汞含量较高,中部克拉通稳定型盆地中天然气汞含量相对较低,西北亚稳定型盆地天然气中汞含量则介于上述二者之间。

(3)天然气中汞含量与稀有气体 $^3\text{He}/^4\text{He}$ 比值具有明显的正相关关系,通常具有较高 $^3\text{He}/^4\text{He}$ 比值的天然气其汞含量也较高,这可能说明天然气中的汞有一部分是来自地球深部的挥发分。

参 考 文 献

1 徐永昌. 天然气成因理论及应用[M]. 北京: 科学出版社,

1994. 295~ 302

- 2 涂修元. 河南泌阳凹陷天然气中汞的分布[J]. 石油与天然气地质, 1980, 1(3): 241~ 247
- 3 涂修元, 吴学明, 陶庆才. 论我国天然气中汞分布的几个特征[A]. 见: 中国石油学会石油地质委员会. 有机地化和陆相生油[C]. 北京: 石油工业出版社, 1986. 305~ 314
- 4 涂修元, 吴学明. 鉴别煤成气的辅助指标——汞蒸气[A]. 见: 中国石油学会石油地质委员会. 石油地质进展丛书(3)——天然气勘探[C]. 北京: 石油工业出版社, 1986. 180~ 186
- 5 陈践发, 妥进才, 李春园, 等. 辽河拗陷天然气中汞的成因及地球化学意义[J]. 石油与天然气勘探, 2000, 27(1): 23~ 24
- 6 陶明信. 中国天然气资源的构造地球化学分区、类型与潜力[A]. 见: 中国环境科学学会, 中国自然资源研究会, 北京大学城市与环境学系. 资源环境与持续发展战略[C]. 北京: 中国环境科学出版社, 1995. 66~ 70
- 7 徐永昌, 沈平, 刘文汇, 等. 天然气中稀有气体地球化学[M]. 北京: 科学出版社, 1998. 132~ 227

AFFECTING FACTORS OF HG CONTENTS IN GASES IN PETROLIFEROUS BASINS

Chen Jianfa Wang Wanchun Zhu Yuenian

(State Key Lab. of Gas Geochemistry, Lanzhou Institute of Geology, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou, Gansu)

Abstract: The contents of mercury(Hg) in natural gases can vary from less than 1 to $n \times 10^3 \mu\text{m}/\text{m}^3$. The main affecting factors are the types of the parent matter, the tectonic background and deep geological process. The content of Hg in coal-type gas generated from type III organic matter is relatively higher. On the contrary, that of oil-type gas generated from type I to II organic matter is relatively lower. So the concentration of Hg in natural gas is regarded as geochemical index in determining the source rock of the gas. Research result shows that the concentration of Hg in natural gas is affected by tectonic movement of basins and deep geological process. The contents of Hg in the natural gases from tensile active basins located in East China is relatively higher; that of natural gases from stable basins in Central China is relatively lower; that of natural gases from sub-stable basins in Northwest China is between the above mentioned two. This variation of Hg contents in oil-type gas is particularly considerable. The Hg contents in natural gas bear positive correlation with the $^3\text{He}/^4\text{He}$ ratio, indicating that Hg may be partly originated from deep earth degassing or be affected by deep geological action.

Key words: Hg; type of parent matter; tectonic setting; deep geological process; He isotope