

# 生油岩中汞分布的初步研究

涂修元

(地质矿产部石油地质综合大队101队, 合肥)

生油岩中汞的分布与有机碳及其它有机地球化学指标的关系, 有可能使汞成为研究生油岩的一个指标。本文拟简述生油岩中汞的测定方法, 并对已测得的资料进行初步的探讨。

## 一、生油岩中汞的测定方法

本文所拟定的生油岩中汞的测定方法, 是以地质矿产部物探研究所提出的岩矿中全汞量测定方法为基础, 结合本单位目前所具备的条件制定的。

### 1. 样品的制备和保管

先用清水冲洗净样品表面的泥浆, 在室温下风干后, 用碎样机粗碎, 乳钵细碎至80到100目。磨好的样品密封于干燥器中, 远离汞源保存。

### 2. 测定方法

本方法是基于汞蒸气对2536.5埃辐射线的吸收, 其数学简式可表达为:

$$A = KCL$$

A—吸光度

式中: K—原子吸收系数

C—汞蒸气浓度

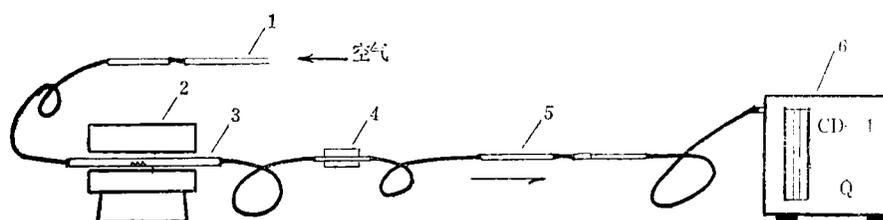
L——光程长度

当测汞仪吸收管长度(L)固定时, 则汞蒸气浓度(C)与吸光度(A)成线性关系。

本方法是使用的XG-3型测汞仪, 分析流程简述如下:

1) **加热释汞和汞的捕集** 称取0.1—0.2克样品, 用特制小勺送入石英管(内径8mm长240mm), 按图1装置, 于800℃管式炉中加热2分钟, 以0.5升/分的流速把热释汞不断抽入石英金丝管, 汞即与金形成汞齐, 从而达到捕集汞的目的。

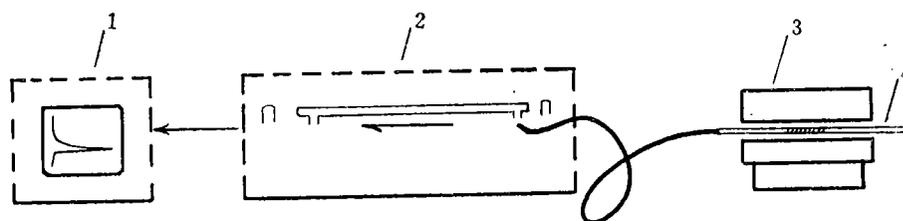
2) **分析条件及汞的测定** 已经捕汞的石英金丝管按图2所示与测汞仪连接, 当仪器调试完毕, 将石英金丝管置于700—800℃管式炉中加热30秒, 用0.7升/分±的流速, 抽入测汞仪吸收管, 测其吸收度(以记录仪上记录之峰高mm显示), 用标准曲线之斜率计算含汞量。



1. 金丝石英管，净化空气用 2. 管式加热炉 3. 石英管，中间置样品  
4. 静电滤膜过滤器 5. 金丝石英管，捕录用 6. 抽气泵

图1 加热释汞—捕汞装置示意图

Fig. 1 Diagram of device for release-capture of mercury by heating



1. 记录仪 2. 测汞仪 3. 管式加热炉 4. 已捕汞的金丝石英管

图2 测汞装置示意图

Fig. 2 Diagram of device for determination of mercury

3) 分析误差 相对误差可控制在20%以内。以泌阳24块样品的平行分析结果为例，含汞量为12.5—694.5ppb，相对误差小于10%的占79.2%，11—13.1%的占20.8%。3块GSD标准样（水系沉积物）的测定结果也是良好的，最大相对误差为16.7%，若以物探所测定结果为准，相对误差为2.4—7.7%（表1、2）。

表1 泌阳凹陷生油岩及砂岩测汞相对误差统计表

Table 1. Statistical table of relative error of determination of mercury in Miyang sag source rock

样号	含汞量 (ppb)			相对误差 %	样号	含汞量 (ppb)			相对误差 %
	1	2	平均值			1	2	平均值	
泌岩—4	12.5	14.6	13.6	7.7	泌岩—17	147.6	150.0	148.8	0.8
5	61.2	54.8	58.0	5.5	18	32.1	26.6	29.4	9.5
6	53.0	55.2	54.1	2.0	19	44.6	49.0	46.8	4.7
7	18.6	17.4	18.0	3.3	20	50.4	49.7	50.1	0.8
8	129.4	142.1	135.8	4.6	21	119.7	125.5	122.6	2.4
9	26.5	21.9	24.2	10.5	22	29.8	33.3	31.2	6.7
10	23.0	24.9	24.0	3.8	23	36.2	35.2	35.7	1.4

样号	含汞量 (ppb)			相对误差 %	样号	含汞量 (ppb)			相对误差 %
	1	2	平均值			1	2	平均值	
11	677.3	694.5	685.9	1.3	26	44.1	35.2	39.7	11.3
12	38.8	35.5	37.2	4.6	27	21.7	27.2	24.5	11.0
13	69.0	58.1	63.4	8.4	29	32.4	26.7	29.6	9.8
14	307.3	236.3	271.3	13.1	34	70.4	65.5	68.0	3.7
15	30.9	39.0	35.0	11.4	36	44.9	39.8	42.4	3.7

表2 GSD标准样含汞量测定值的比较

Table 2. Comparison of determination values of mercury in standard sample GSD.

测定单位	测汞仪型号	释汞方法	含汞量 (ppb)		
			GSD-1	GSD-5	GSD-7
湖北等五个省地质局实验室	XG-3	湿法	20	110	50
地质矿产部物探研究所	SG-4	热释	18	103	49
安徽省冶金地质勘探公司地质研究所	XG-3	热释	15	123	59
本单位	XG-3	热释	21	108	56

## 二、生油岩中汞的分布特征

影响汞在生油岩中分布的因素很多,例如沉积环境的氧化还原电位, pH值, 氯离子含量, 地层温度和有机质的聚汞作用等, 但有机质的聚汞作用是最值得探讨的重要因素。据已有的资料看, 生油岩中汞分布有两个特征, 这两个特征就与有机质的聚汞作用密切相关。

### 1. 含汞量与有机碳呈线性关系

红岗油田红134井生油岩含汞量 (ppb), 深灰色泥岩 (50.5) > 绿灰色泥岩 (35.5) > 灰绿色泥岩 (28.6)。同是介形虫层, 其灰绿色含汞量 (50.7) > 浅灰色 (22.2), 说明生油岩含汞量与其有机质含量有关, 有机碳的分析结果证实了这一点。松辽盆地南部红岗一大安地区, 红134井大101井和大116井等18块泥岩样, 有3块例外, 其余15块样含汞量与有机碳显著相关, 相关系数达0.5949 (图3)

泌阳凹陷核桃园组三段17块生油岩 (泥页岩) 含汞量与有机碳呈指数关系 (图4中虚线所示), 以线性相关计算, 相关系数高达0.874。

### 2. 含汞量随埋深的变化与油气演化指标有一定程度的相似性

下第三系核桃园组为泌阳凹陷的生储油层, 核三段为主力油层。据武汉地院王启军、芦松

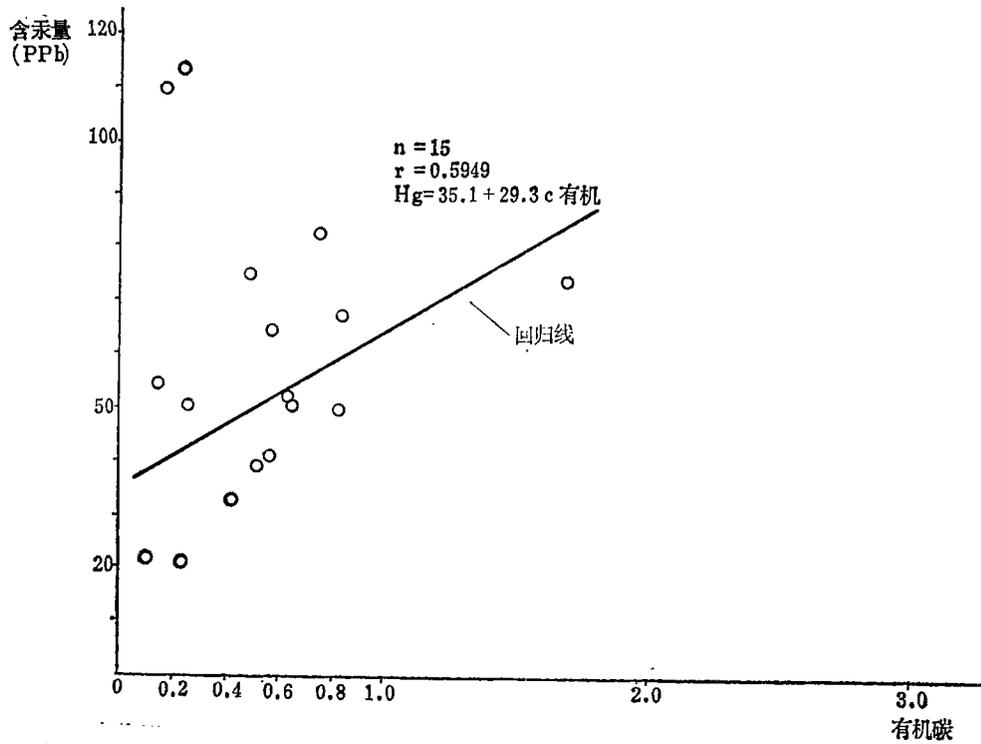


图3 红岗红134井, 大安大101井与大116井生油岩随有机碳的变化

Fig. 3 Variation of mercury content in Da 116 Well, Da 101 Well and Hong 134 Well source rocks with organic carbon

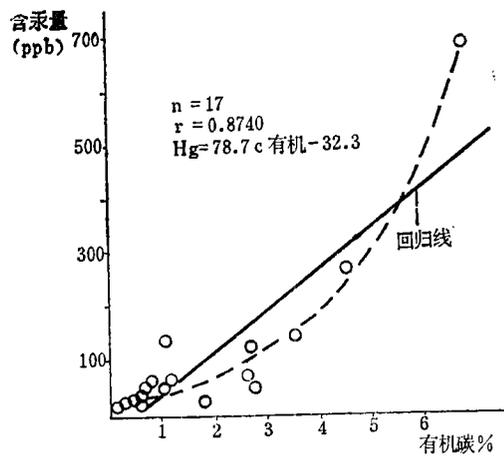


图4 泌阳凹陷核三段生油岩含汞量与有机碳的线性关系

Fig. 4 Linear relationship between mercury content and organic carbon in He section 3 source rocks from Miyang sag.

年和高品文同志的研究(1980年),核桃园组生油岩氯仿抽提物及其组分在1800米深度均

有明显变化。总烃/有机碳、氯仿抽提物/有机碳、芳烃/有机碳、饱和烃/有机碳在1800米深度之后明显增高；非烃+沥青质/有机碳随埋深降低，推断成油门限深度为1800—1900米（若以干酪根热解生油机理为基础的计算值则为1900—2000米）。我们用这些资料与生油岩含汞量随深度的变化进行比较发现含汞量与总烃、含汞量/有机碳与总烃/有机碳随深度的变化是相似的，无论含汞量，还是含汞量/有机碳均在1800米左右有明显的增高（图5，6）

如果层位不同，则不易观察到上述变化特征，但汞量与总烃等有机指标的变化趋势仍然是相似的。例如红134井生油岩取自下白垩统嫩江组、姚家组和青山口组三个层位，其汞量与总烃、汞量/有机碳与总烃/有机碳随埋深的变化趋势仍然是相似的（图7）。

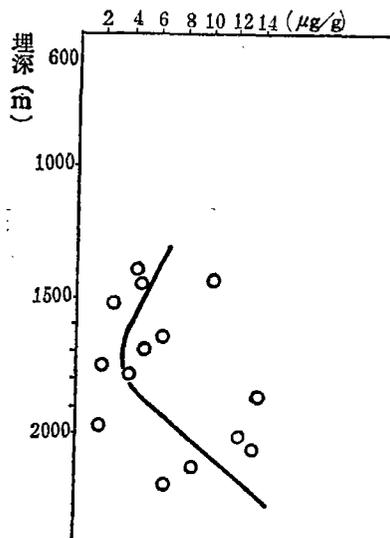


图5 核三组生油岩含汞量/有机碳随埋深的变化

Fig. 5 Variation of mercury content /organic carbon in He section 3 with burial depth.

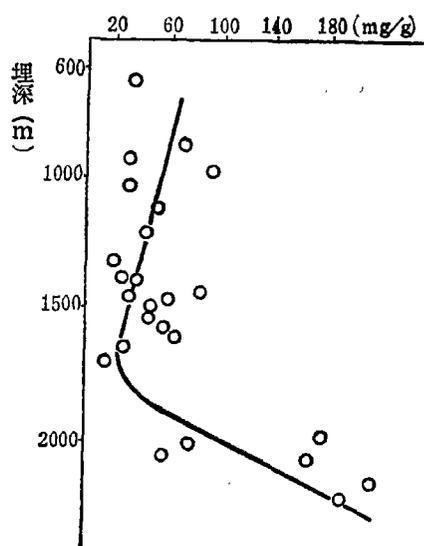


图6 核桃园组生油岩的演化（总烃/有机碳）  
（据王启军等1980年资料绘编）

Fig. 6 Evolution of source rock at He-taoyuan (total hydrocarbons/organic carbon)

上述资料说明，生油岩含汞量随埋深的变化与总烃等有机地化指标的变化有一定程度的相似性。

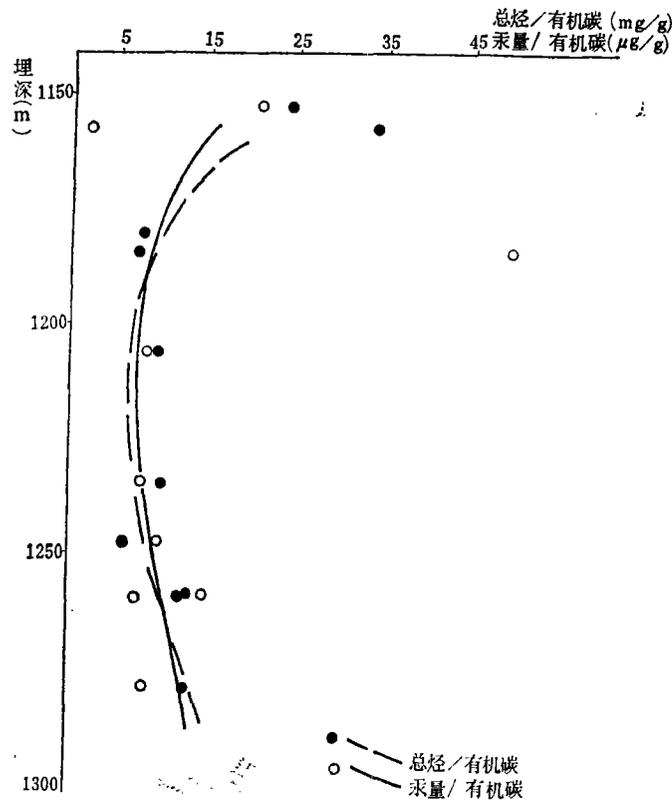


图7 红134井生油岩汞量/有机碳、总烃/有机碳随埋深的变化

Fig. 7 Variation of mercury content/organic carbon, total hydrocarbons/organic carbon with burial depth in Hong 134 Well source rock.

### 三、几点认识

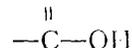
前已提及，影响生油岩中汞分布的因素很多，而主要因素是地层温度和有机质的聚汞作用。由于地层温度促进有机质向油气转化，增强了汞的聚集，因此最有影响的还是有机质的聚汞作用。

众所周知，生油环境具有较低的氧化还原电位。电离势很高的汞，在此环境下是易于从各种汞化物中还原的。随着埋深的增加，地层温度也随之增高，从而加速还原反应的进行，使得汞和汞化物的蒸发速度加快，有可能降低生油岩中汞的含量。若其蒸发作用大于聚汞作用，则出现随埋深的增加汞含量降低的现象如图5在1800米埋深以上的变化即属此。

另一方面，温度对于有机质的转化是起重要作用的，当生油层达到门限温度时，有机质向油气转化的速率大增，聚汞作用大于蒸发作用，生油岩中的含汞量则随之增加，如图5在1800米埋深以下的变化。

对比图 5 和图 6, 可以看出生油岩中汞含量随埋深的变化曲线与总烃随埋深的变化曲线是相似的。可以认为, 有机质转化为油气之后, 聚汞作用增强。这就是为什么泌阳凹陷双河油田天然气中有着较高的含汞量。

对于有机质聚汞的机理, 环境科学工作者有过许多阐述。一般认为, 有机质所形成的胶体物质, 比表面大, 吸附容量也大; 另一方面, 某些有机基团易于吸着汞, 包括负电荷的吸引和螯合物的形成。这些基团有巯基—SH, 胺基—NH<sub>2</sub>, 羧基O, 羟基—OH以



及烷基—C<sub>n</sub>H<sub>2n+1</sub>等。

研究工作中得到程志纯工程师以及本队地质组, 沥青组许多同志的帮助, 仅致谢意。

(收稿日期 1983年7月22日)

### 参考文献

- [1] 地质部物探研究所、湖南物探队综合分队, 1978, 某菱铁矿区汞量测量试验, 物探与化探 1978 年第 3 辑。
- [2] Robert. S. Reimers, 水底沉积物中有机质的吸着现象: 地理环境污染与保护译文集第六辑: 科学技术文献出版社。
- [3] 涂修元, 1980, 河南泌阳凹陷天然气中汞的分布, 石油与天然气地质, 第 1 卷第 3 期。

## PRELIMINARY STUDY ON MERCURY OCCURRENCE IN SOURCE ROCKS

Tu Xiuyuan

(Team No. 101 of General Brigade of Petroleum Geology,  
Ministry of Geology and Mineral Resources, Hefei)

### Abstract

This article briefly introduces the method to determine mercury content in source rocks with the model XG-3 determination apparatus, and shows that the linear relationship between organic carbon and mercury content in source rocks in Miyang-Honggang regions is similar to the variation of total hydrocarbons (indicator of organic geochemistry) with burial depth. Judged from mercury-accumulation of stratigraphic temperature and organic matter, a preliminary explanation has been given to the above-mentioned variation curve. The author deems that after organic matter is converted into oil and gas, the mercury accumulation will be strengthened.