

用 CR-39 探测油气构造的研究*

鲁祖惠 陈冬荣 王玉金
李友明 胥爱军 冀勇

(郑州大学, 河南基础及应用研究所, 450052)

用 CR-39 测量了内蒙赛汉塔拉凹陷油气构造上方 ^{222}Rn 的浓度分布。实验结果表明, ^{222}Rn 的异常分布与油气地质构造相符合,并探讨了由 ^{222}Rn 异常分布给出油气构造信息的机制。

关键词 核径迹 油气构造 异常分布

寻找油气矿床,多年来主要依靠地震方法与地下地质方法来圈定对油气储集有利的背斜构造,然后打钻验证。但是实际上很大一部分背斜并不含油,因而成功率一直很低。70年代以来采用了磁带记录、多次叠加技术和三维地震方法等,找油成效虽有所上升,但费用却增长了将近10倍。近年来根据油气构造上方烃类物质的地球化学作用所显示的 ^{222}Rn 浓度分布异常的特点找油,有可能成为新的石油物探方法之一^[1,3]。本文利用 CR-39 测定了赛汉塔拉凹陷油气构造上方 ^{222}Rn 浓度的分布和用高纯锗 γ 能谱仪测量了近地表土壤中 ^{214}Bi 的强度分布,其异常分布结果与油气地质构造相符合。探讨了由 ^{222}Rn 浓度异常给出油气构造信息的机制。

1 由地氡勘探油气构造的机制

氡是惰性气体,广泛存在于地壳中,其运移能力很强,可以给出深部地层的信息。为了说明沿地表氡的渗透速度异常分布与贮油构造的关系,文献[2]曾给出一个简单的盖帽模型,如图1所示。按照这个模型,如果在油气聚集区上部是不透气的盖帽,而其侧翼是断裂带, ^{222}Rn 从油气聚集层边缘以适当速度向外逸出,使我们能够探测到在油气构造边缘 ^{222}Rn 浓度增大,而在其上方浓度较低,呈现出氡放射性晕圈状的异常分布,形成这种分布的原因

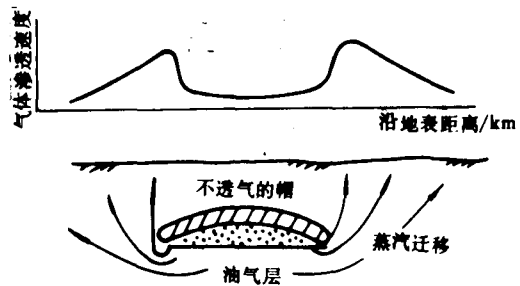


图1 来自碳氢池的气体渗透略图

Fig. 1 Sketch of gas seepage from a simplified hydrocarbon reservoir

* 河南省教委科学基金资助项目

收稿日期:1991-11-04 收到修改稿日期:1992-03-30

主要来源于烃类物质的地球化学和生物地球化学的作用。文献[3]认为烃类物质与铀的地球化学作用,使油气构造上方铀元素稀释而反映较低的 ^{222}Rn 放射场。铀属于亲氧元素,在自然界不存在单质状态。在烃类物质富集的油气聚集层内,有机质是强的还原剂,使铀呈四价态并为石油所萃取和螯合,形成稳定的有机金属络合物。由它衰变而来的 ^{226}Ra 不能在石油中形成络合物,但能溶于地下水。由于烃类气体矿化作用在油气聚集层上部形成的硬结层(碳酸盐等)和油气聚集本身阻挡 ^{226}Ra 水体垂直向上运移,使上移水在流向聚集层边缘溢。 ^{226}Ra 在氧化带是不活泼的,形成氧化物和硫酸盐被固定在油田边界潜水面土壤层中,当潜水面离地表在 ^{222}Rn 有效扩散距离之内时,就可探测到 ^{222}Rn 浓度增高的现象。

2 实验与结果

内蒙赛汉塔拉凹陷是一个新发现的油气构造,实验区地质结构示意图如图2所示。图中标示出了等高线、断层和油井。氡的测量采用CR-39,它对探测 α 粒子灵敏度高,尤其对于累积剂量测量,数据重复性好。氡有3种同位素 ^{222}Rn , ^{220}Rn 和 ^{219}Rn ,它们分别来自 ^{238}U 、 ^{232}Th 和 ^{235}U 放射系。由于 ^{220}Rn 和 ^{219}Rn 半衰期很短,采用厚度 $20\ \mu\text{m}$ 的聚乙烯薄膜抑制 ^{220}Rn 和 ^{219}Rn ,只让 ^{222}Rn 进入测氡杯,使CR-39仅仅记录 ^{222}Rn 及其子体。采用KFK型测氡杯,杯中放国产SY-1型CR-39($20\ \text{mm}\times 20\ \text{mm}\times 0.2\ \text{mm}$),经标准氡室刻度,刻度系数为 $4.93\ \text{径迹}\cdot\text{cm}^{-2}/\text{kBq}\cdot\text{m}^3\cdot\text{h}$ 。本工作仅用15个测氡杯实验了一个剖面,杯间距 $500\ \text{m}$,沿一条直线埋在该油气构造上方(图2中207—221),深度 $70\ \text{cm}$,埋藏时间 $22\ \text{d}$ 。CR-39蚀刻条件为 $6\ \text{mol/l KOH}$, 70°C ,蚀刻 $8\ \text{h}$ 。采用 10×40 放大倍数的显微镜(Nikon HFX-1A)数径迹,视域格面积 $1.56\times 10^{-4}\ \text{cm}^2$ 。 ^{222}Rn 浓度相对标准差小于 $\pm 3.8\%$ 。在回收测氡杯时,216号杯丢失未计入实验结果。赛汉塔拉油气构造上方近地表 ^{222}Rn 的浓度测定结果由表1给出。由表1可见,序号209—213和220—221测氡杯所记录的 ^{222}Rn 浓度低于平均值 $13.26\ \text{kBq}\cdot\text{m}^{-3}$,而207—208和214—219的浓度都高于平均值。将这个结果与图2油气地质结构图对照,可以看到,序号为209—214的测氡杯刚好位于含油气富集区域,已在这个约 $2.5\ \text{km}$ 区域打出2口油井(见图2中 S_1 和 S_2)。在序号207和208附近曾打过一口井,但没有见油(见图2的 S_6)。用其它化探方法(例如土壤酸解烃)所给油气构造显示区域位于209—216号位置,220和221位于该实验区边缘,地质情况未作其它勘探。由此看到,在油气构造上方 ^{222}Rn 浓度偏低,而在构造边缘浓度偏高,这和Fleischer的盖帽模型基本相符。215号位于断层上方,读数偏高,断层的存在可能增大了 ^{222}Rn 的泄漏几率。

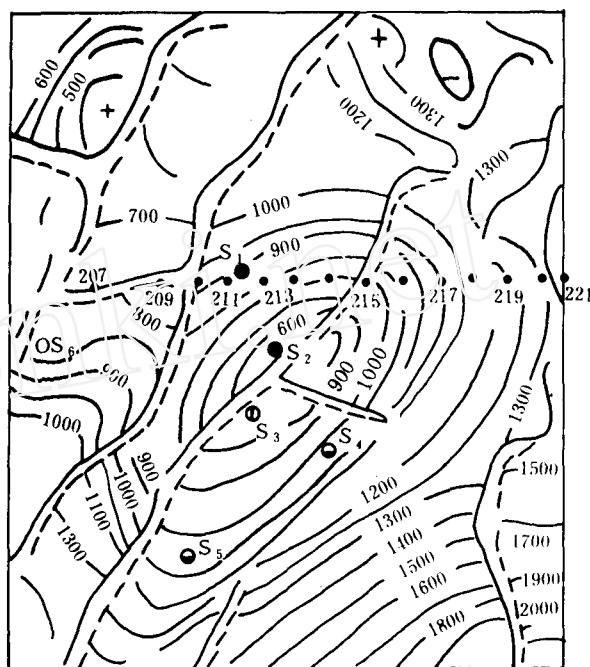


图2 赛汉塔拉实验区油气地质构造示意

Fig. 2 Sketch of oil and gas geology structure at Saihunta.

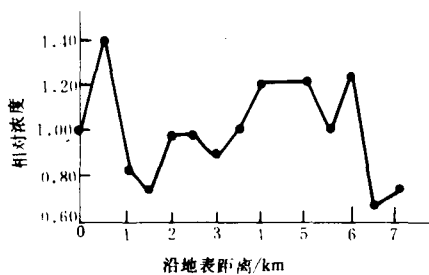
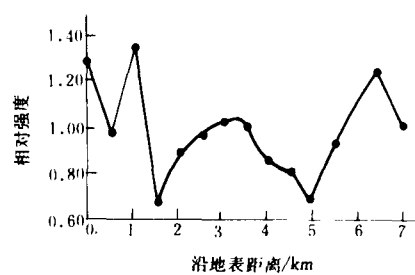
— — — 断层; S_1 , S_2 为油井; S_4 , S_5 为有油气显示; S_6 为无油气干井。

h。采用 10×40 放大倍数的显微镜(Nikon HFX-1A)数径迹,视域格面积 $1.56\times 10^{-4}\ \text{cm}^2$ 。 ^{222}Rn 浓度相对标准差小于 $\pm 3.8\%$ 。在回收测氡杯时,216号杯丢失未计入实验结果。赛汉塔拉油气构造上方近地表 ^{222}Rn 的浓度测定结果由表1给出。由表1可见,序号209—213和220—221测氡杯所记录的 ^{222}Rn 浓度低于平均值 $13.26\ \text{kBq}\cdot\text{m}^{-3}$,而207—208和214—219的浓度都高于平均值。将这个结果与图2油气地质结构图对照,可以看到,序号为209—214的测氡杯刚好位于含油气富集区域,已在这个约 $2.5\ \text{km}$ 区域打出2口油井(见图2中 S_1 和 S_2)。在序号207和208附近曾打过一口井,但没有见油(见图2的 S_6)。用其它化探方法(例如土壤酸解烃)所给油气构造显示区域位于209—216号位置,220和221位于该实验区边缘,地质情况未作其它勘探。由此看到,在油气构造上方 ^{222}Rn 浓度偏低,而在构造边缘浓度偏高,这和Fleischer的盖帽模型基本相符。215号位于断层上方,读数偏高,断层的存在可能增大了 ^{222}Rn 的泄漏几率。

表1 ^{222}Rn 浓度测量结果Table 1 Measured results of ^{222}Rn concentration

序号	207	208	209	210	211	212	213	214	215	217	218	219	220	221
径迹数	1026	1181	956	990	1302	889	1051	1222	1621	1309	1492	901	1125	781
浓度/ $\text{Bq} \cdot \text{l}^{-1}$	13.62	18.53	10.99	9.86	12.74	12.20	11.91	13.60	16.00	16.03	14.31	16.74	8.93	10.11
相对浓度	1.03	1.40	0.83	0.74	0.96	0.92	0.89	1.02	1.21	1.21	1.08	1.26	0.67	0.76

为了对土壤中 ^{226}Ra 的相对含量进行测量,用高纯锗 γ 能谱仪(G13X-302型)分析了构造上方土壤中 γ 能谱强度的变化。土样采集在地表下70 cm,每个土样与测氡杯位置对应,土样重量208 g。谱仪分辨率为2.5 keV,在低本底铅室中进行测量。本底计数3 h为141个,每个样品也测量3 h。按照文献[4],由样品中 ^{214}Bi 的 γ 谱强度能推断出 ^{226}Ra 的含量,由于我们所关心的是土壤中 ^{226}Ra 的相对含量,为此,仅仅读出了 ^{214}Bi 能量为609.31 keV峰的强度。测量误差小于7.2%。由于丢失了样品219号,14个土壤样品中 ^{214}Bi 的 γ 谱相对强度沿地表距离的变化由图4给出。由图4可见,在构造上方土壤中 ^{214}Bi 的 γ 谱相对强度,如果剔除213号在210—218号范围,测量3 h都低于强度平均值286.00,与图3 ^{222}Rn 浓度沿地表距离变化相比,在210—214号范围两者相似,在215—218号范围 ^{222}Rn 浓度都大于平均值,而 γ 谱强度都低于平均值。这些结果说明,CR-39所记录的 ^{222}Rn 除了周围土壤外,还有来自深部地层的。由于在216—218号范围没有含油气构造的证据,可以看出由 ^{222}Rn 浓度异常分布圈定的油气构造区域,显然比仅仅测量土壤中 ^{214}Bi γ 谱强度来圈定构造更为灵敏。

图3 ^{222}Rn 相对浓度沿地表距离变化Fig. 3 ^{222}Rn relative concentration change along surface distance of the earth.图4 土壤中 ^{214}Bi 相对强度沿地表距离变化Fig. 4 ^{214}Bi relative intensity change along surface distance in the soil.

3 讨论

1. 由CR-39测量 ^{222}Rn 浓度异常分布所给出的油气构造显示与赛汉塔拉凹陷含油构造基本相符合,实验结果表明,用CR-39测量 ^{222}Rn 及其子体的累积剂量探测石油是一种很有希望的石油普查勘探方法。由于本工作实验范围很小,仅仅是个初步结果,这种新的探测方法值得进一步实验研究。

2. 物探与化探一般都存在实验结果的多解性,同样 ^{222}Rn 浓度异常分布也可能有多种原因产生。为此,必须采用多种测量方法相互配合,共同认证。目前石油勘探有一种综合测量分析找油的趋势,即先用卫星遥感确定区域,再用物探与化探测量圈定范围,当认证出有油气构造特征时,而后采用地震和钻井方法。按照这种综合找油程序可以大大降低勘探费用,提高开钻的成功率。固体核径迹测氡方法灵敏度较高、成本低,例如100个样品的分析测试费仅为地震方法的百分之一左右,是一种很有应用前景的物探方法。

华北石油地质局地质大队陈召佑队长和周超然总工程师对本工作给予了很大帮助,对此表示感谢。

参 考 文 献

- 1 Gates T M, Mceldowney R C. Uranium Exploration Method May Help Find Gas and Oil. Oil World, 1977, 184: 55-57.
- 2 Fleiscner R L, Turner L G. Correlations of Radon and Carbon Isotopic Measurements With Petroleum and Natural Gas at Cement. Oklanoma; Geophysics, 1984, 49(6): 810-817.
- 3 王载明,庄广民,张学仁,等. 石油普查中放射性同位素 ^{222}Rn 测量及其效果. 物探与化探, 1984, 11(5): 329-337.
- 4 Sauders D F, Pottes M J. Manual for the Application of NURE 1974-1977 Aerial Gamma-ray Spectrometer Data; Report of US Dept of Energy. GJBX-13, 1978.

INVESTIGATION OF OIL AND GAS GEOLOGY STRUCTURE EXPLORATION USING CR-39 DETECTOR

LU ZUHUI CHEN DONGRONG WANG YUJIN
LI YOUMING XU AIJUN JI YONG

(Fundamental and Applied Science Research Institute, Zhengzhou University, Henan. 450052)

ABSTRACT

Rn distribution on oil and gas field at Saihuntala of Neimengu is measured with CR-39. The experimental results show that Rn anomalous distribution is consistent with oil and geology structure. The mechanism of the informations of oil and gas geology structure obtained from Rn anomalous distribution is discussed.

Key words Nuclear tracks Oil and gas geology structure Anomalous distribution