

氡气测量圈定油气藏边界^①姚锦其^{1,2}, 赵友方², 李大德², 颜自给²

(1. 成都理工大学能源学院, 四川 成都 610059; 2. 桂林矿产地质研究院, 广西 桂林 541004)

摘 要:依据油田和油田水中的氡气含量比地壳和地表空气高5~6个数量级, 氡气常沿油气田周边微裂隙和油(气)水边界向上运移的特点, 应用美国产RAD7型电子测氡仪先在四川盆地磨溪、麻柳场气田上进行了氡气测量, 在气田周边发现的环带状氡气异常与钻探证实的气水边界基本吻合, 而后在新疆准中盆地永进地区利用氡气测量法圈定的油(气)水边界和油气田范围也较好的反映实际地质情况, 取得了较好的找油气效果。

关键词:氡气测量; 油气藏; 油(气)水边界; 四川; 新疆

中图分类号: P618.7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-5663(2011)03-0248-05

1 氡气测量的基本原理

氡(Rn)是自然界中唯一的天然放射性惰性气体, 有3个放射性同位素²²²Rn、²²⁰Rn、²¹⁹Rn, ²²²Rn是²³⁸U衰变的中间产物, 半衰期为3.825d, ²²⁰Rn和²¹⁹Rn的半衰期仅有55.65s、3.96s^[1]。由于²²²Rn的半衰期较长, ²²⁰Rn和²¹⁹Rn的半衰期很短, 氡气测量的对象是²²²Rn。

不同介质中Rn含量差异很大, $w(\text{Rn})$ 在地壳中为 7×10^{-18} , 在干空气中为 4.52×10^{-19} ^[2], 在土壤表面空气中为 1×10^{-18} , 在大洋中心为 $1 \times 10^{-18} \sim n \times 10^{-18}$, 在石油和矿区水中为 $n \times 10^{-10}$ ^[3]。油田和油田水中的氡含量比地壳和地表空气高5~6个数量级。

氡进一步衰变产生RaA、RaB、RaC短寿命子体, 油田和油田水中连续不断衰变产生的RaA、RaB、RaC射气, 一部分在“团簇迁移”^[4]、“接力传递”^[5]、扩散、对流、抽吸等作用下表现出很强的迁移力, 常沿油气田周边微裂隙和油(气)水边界向上运移在表土中形成环带晕^[2](图1), 其它地段含量则相对较低,

这为应用氡气测量方法寻找油气藏和确定油气田边界提供了依据。

2 野外工作方法

美国产RAD7型电子测氡仪野外工作方法简单, 首先在野外先用钢钎打50~70cm深的抽气孔, 把连接测氡仪的取样器插入孔中, 然后用土把取样器周围埋严, 打开测氡仪上的抽气开关、开始进行氡气测量, 经试验一般在抽气12分钟后即能获得稳定、准确的氡气含量。

2004年和2005年用该测氡仪在四川盆地磨溪气田上进行了7.74km²1个点的重复测量, 其结果见图2。

从图中可看出, 虽然两次测量时间不同, 温度、湿度等气候条件变化较大, 测点位置、土壤介质有所差异, 但两年测试的氡气含量相近, 含量变化曲线一致, 异常形态及分布位置吻合性很好, 这既体现了该仪器良好的稳定性和准确性, 也为以后发现和评价氡气异常提供良好的基础。

① 收稿日期: 2011-02-19 作者简介: 姚锦其(1962-), 在职博士生, 教授级高级工程师, 从事油气地球化学勘查与研究。

基金项目: 广西自然科学基金(编号: 桂科字 0728225)资助。

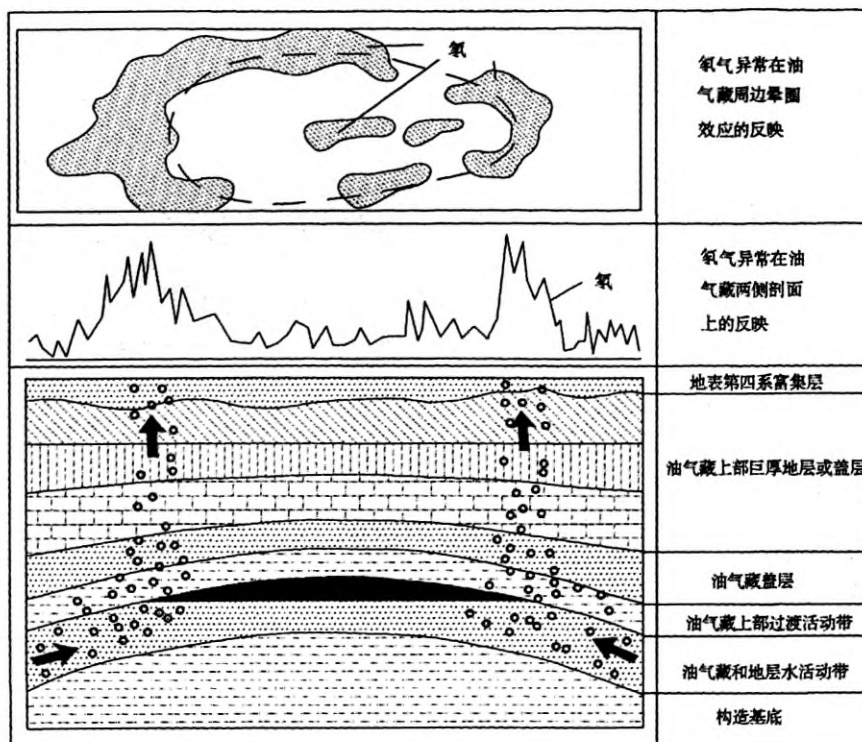


图 1 油气田上氡气异常形成机理示意图

Fig. 1 Formation mechanism of radon gas anomaly over oil(gas)field

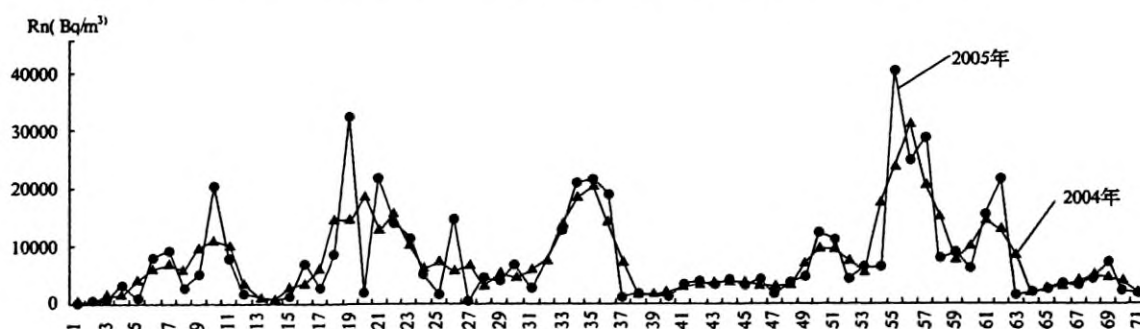


图 2 四川盆地磨溪气田上两年氡气含量对比图

Fig. 2 Comparison chart of radon gas content over two years period on the Moxi gas field in Sichuan basin

3 应用效果

3.1 四川磨溪气田

磨溪气田位于川中古隆中斜平缓构造带上,地表为倾伏鼻状构造,地腹香溪群为平缓短轴背斜,磨溪气田钻探始于 1961 年,至 2003 年 12 月底磨溪构造完钻 108 口井,探明雷一¹气藏储量 $253.8 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。

2004 年在磨溪气田上做了 7 条氡气测量剖面,圈定了磨溪气田的主要赋存部位、规模及气水边界(图 3)。从图上看,氡气在气田南北两侧形成高含量异常,整个异常呈 NEE 向展布,长 30 km,宽 3~7 km,面积达 180 km^2 。

雷一¹是磨溪气田的主要产气层,钻探确定的气水边界为 -2450m 深度。从氡气异常与雷一¹构造综合图(图 3)上清晰看出:磨溪气田南边构造较陡,氡气异常圈定的气水边界与钻探确定的气水边界基本一致。北边构造平缓,局部构造变化剧烈,气水边界变化大,化探测线稀,难以把整个北边气水边界轮廓圈定清楚,但在氡气测量剖面上二者确定的气水界线仍大致吻合。西南油气田分公司领导和专家们认为,氡气异常推测的气水边界与勘探开发实际中的气水分布具有较强的相关性,吻合性好,对确定油气田气水边界上具有独特的优势。

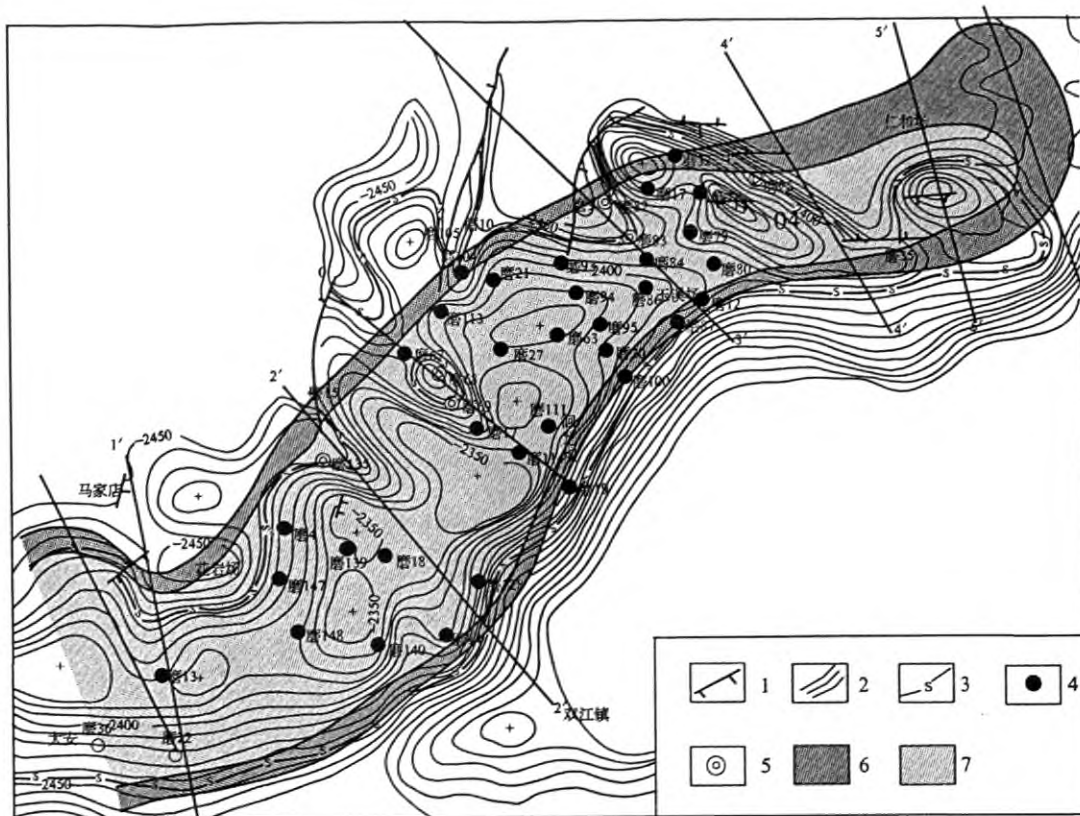


图 3 氡气圈定的磨溪气田雷一¹气藏气水边界图

Fig. 3 Gas-water boundary in the Moxi gas field confined by Radon gas

1—断裂 2—构造等深线 3—钻探气水边界 4—气井 5—水井 6—氡气高含量异常圈定的气水边界 7—氡气异常圈定的气田范围

3.2 四川麻柳场气田

麻柳场气田位于四川盆地西南地区的低缓褶皱带上,褶皱带内虽有三叠系嘉陵江组三段、二叠系长兴组和震旦系灯影组三套油气储层,但钻探证实只存在嘉陵江组三段工业气藏。

根据该气田的地质、构造和油、气生储特点,选择了三条剖面进行氡气试验(图 4)。结果在麻柳场气田南北两侧氡气发现了非常明显的双峰状异常,两峰异常间氡气含量较高,呈现出高背景特点,而在气田外围氡气背景含量极低,用氡气异常圈定的嘉陵江组三段气水边界与实际钻探划定的气水边界吻合性很好,得到了油气田分公司及蜀南气矿领导和专家们的一致肯定。

3.3 新疆准中盆地

新疆准中盆地油气藏埋深一般在 4000 ~ 6000m,产层多,油气藏类型以岩性油气藏和地层圈闭油气藏为主。

在准中盆地永进地区做了 3 条平行的 SN 向和 1 条近 EW 向氡气测量剖面。

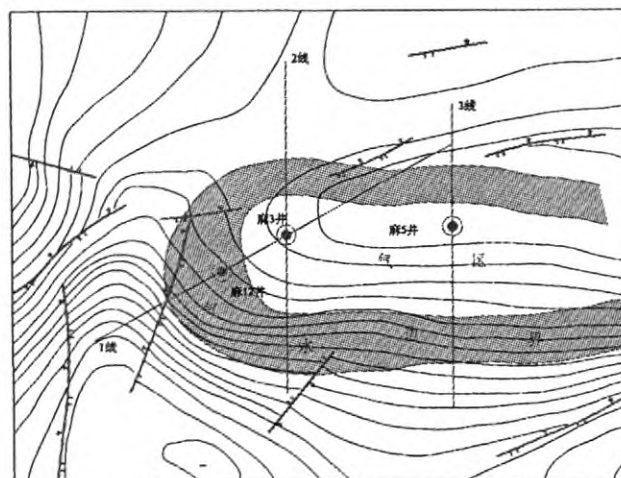


图 4 氡气圈定的麻柳场气田气水边界图

Fig. 4 Gas-water boundary in the Maliuchang gas field confined by Radon gas

从 SN 向 95 线氡气测量剖面图上看(图 5):氡气除在 19 号点和 46 号点附近出现范围较窄、强度较高的峰值异常,在 25~38 号点间出现了较连续的低值异常外,还在剖面南北两端 1~10 号点和 56~58 号

点间出现了多峰异常。根据氡气一般在油气藏周边形成范围窄、强度高的异常,而在油气藏形成低值异常的特点,推测该地段可能有多层油气显示,但19~46号点间存在油气藏的可能性更大。

从近EW向氡气测量剖面图(图6)看:氡气同样

除在9号点和38号点附近形成范围较宽、连续性较好的峰值异常,还在19~26号点间出现了较连续的低值异常。据此推测这两个氡气峰值异常间可能是油气藏的主要富集地段,另外从西边异常强度比东边高得多,认为此油气藏西部边界可能要比东部边界清楚。

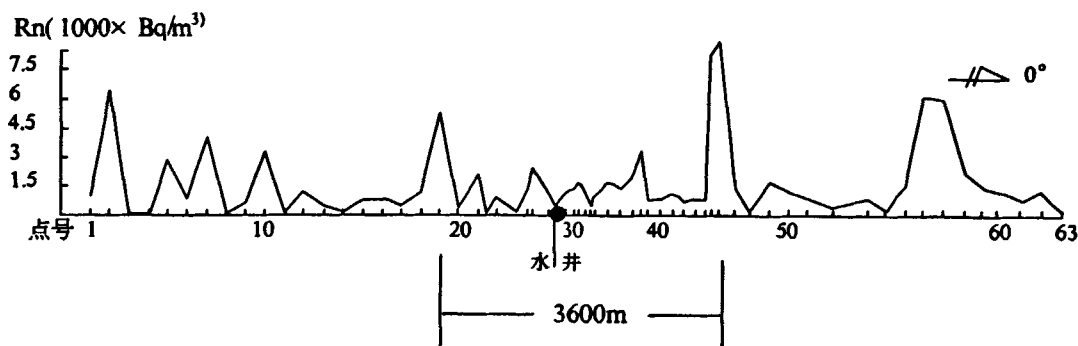


图5 新疆准中盆地永进地区EW向95线氡气测量剖面图

Fig. 5 East-west trending Line 95 Radon gas measurement profile in Yongjin area of central Junggar basin

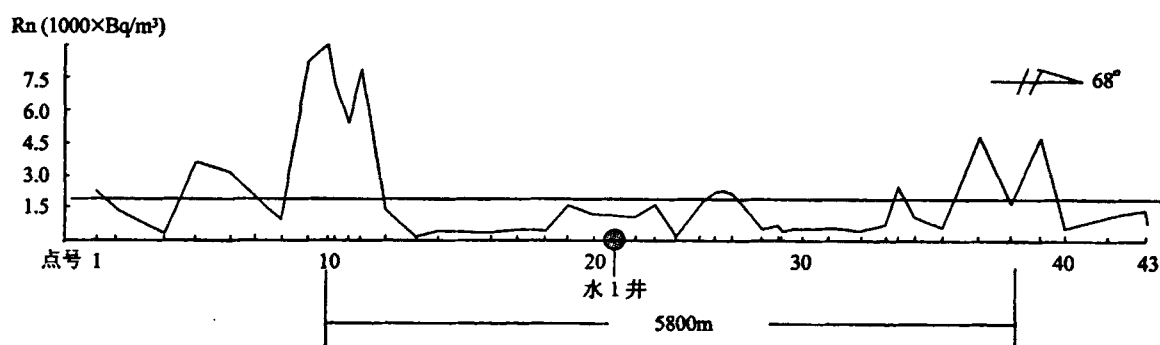


图6 新疆准中盆地永进地区SN向氡气测量剖面图

Fig. 6 North-South trending Radon gas measurement profile in Yongjin area of central Junggar basin

为了解整个地段氡气异常特征和油气藏的规模,我们把4条剖面绘成了一个平剖面图(图7)。

从图7可看出,中间95线SN向剖面上氡气两峰值异常间的距离较大,西边和东边两条SN向剖面上氡气峰值异常间的距离较小,从中间到两边氡气异常间的距离逐渐变小并连成一片,整体上形成了一个EW向长、SN向短的椭圆型异常,推测该椭圆型异常带范围内应为油气藏的主要富集部位。

永1井在5873~5888m侏罗系西山窑组地层中获日产油72.07m³,日产气10562m³;另在5888~5891m有3~4m较好的孔渗性砂岩存在。油田地质人员们根据钻探和地震资料进行了综合解释,认为该地主要为地层、地层一岩性和岩性油气藏圈闭,其油气藏规模与氡气预测范围基本相近,氡气测量取得了较好的找油气效果。

4 小结

(1)油气田和油田水中氡气含量远高于上覆地层,氡气沿油气田边缘微细裂隙向上运移在土壤中形成环状高值异常,这为氡气测量圈定油气田边界提供了依据。

(2)断裂上氡气一般呈线状异常展布,范围与断裂相当。

(3)氡气除在油气田周边呈环带晕外,还常在油气田上方形成低缓异常,整体上具有环中顶的异常特征,其环带异常的宽度与油田水范围密切相关。

(4)土壤氡气测量法灵敏度高、重现性好,不仅对寻找油气田(藏)而且对圈定油(气)水边界都有较大作用,值得各油气田广泛试验和应用。

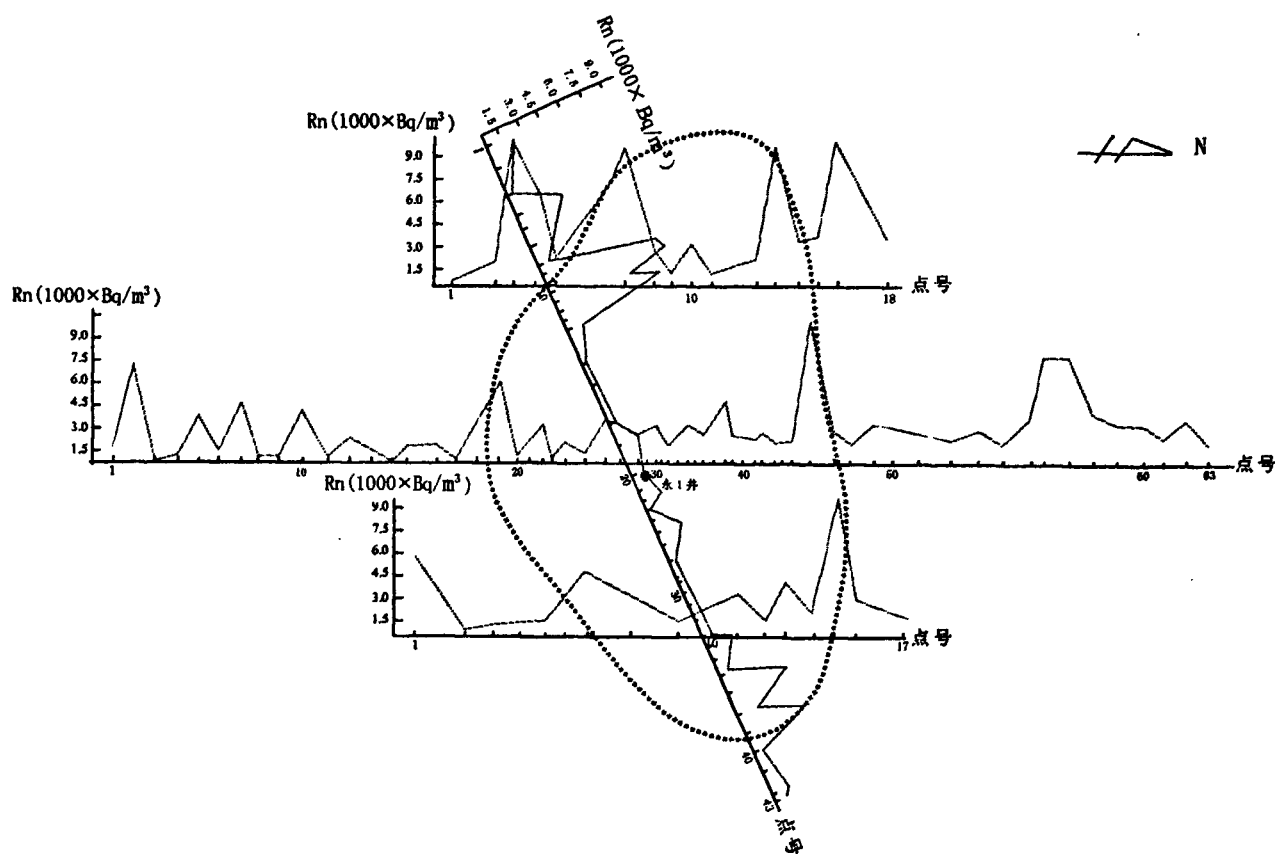


图7 新疆准中盆地氡气异常平剖面图

Fig. 7 Radon gas anomaly plan and profile in central Junggar basin of Xinjiang province

参考文献:

- [1] 马志飞,刘鸿福,张新军.地气测量和射气测量的探测机理对比研究[J].华北地震科学.2006,(2),53-56.
- [2] 王平,熊盛青.油气放射性勘查原理方法与应用[M].北京:地质出版社,1997.
- [3] 贾国相,赵友方,姚锦其,等.氡气勘查地球化学技术的研究与应用[J].矿产与地质,2005,19(1),60-65.
- [4] 方方,贾文懿,周蓉生,等.氡及其子体运移规律及机理研究[J].核技术,2000,23(3),169-175.
- [5] 吴慧山,白云生,林云飞,等.氡迁移的接力传递作用[J].地球物理学报,1997,40(1),136-142.

Radon Gas Measurement for Outlining Oil(gas)Pool Boundary

YAO Jin-qi^{1,2}, ZHAO You-fang², LI Da-de², YAN Zi-ji²

(1. Energy College of Chengdu Science and Technology University, Chengdu, Sichuan, 610059;

2. Guilin Research Institute of Geology for Mineral Resources, Guilin, Guangxi, 541004)

Abstract: Radon gas measurement was carried out in gas fields of Moxi and Maliuchang in Sichuan basin applying RAD7-type electrical radon gas meter made in America, based on the characteristics that the radon concentration in oil field and oil field water is 5 to 6 order of magnitudes than the average crust and surface gas, with radon gas usually transported along minute fissures and oil(gas)-water boundary around oil and gas field. The ring-shaped radon gas anomaly found around gas field basically coincides with gas-water boundary testified by drilling. The following application of radon gas measurement in Yongjin area in central Junggar basin in Xinjiang for outlining oil(gas)-water boundary and oil (gas)field also received good result for oil (gas) exploration, reflecting real geological conditions in the area.

Key Words: Radon gas measurement; Oil and gas pool; Oil(gas)-water boundary; Sichuan; Xinjiang