

CNIC-01241

BRIUG-0042

气体地球化学实验方法及在不同类型 铀矿床上的应用

陈国梁 刘汉彬 董秀康 熊先祥 李珍福 吴端洋

(核工业北京地质研究院)

摘 要

对中国不同类型铀矿床气体原生及次生晕进行了尝试性研究。不同类型铀矿床上方气体原生晕和次生晕所表征的 Rn , CO_2 , Hg 呈现高浓度特征, 而 O_2 呈现低浓度特征。以 Rn , CO_2 , O_2 , Hg 四种气体为手段, 通过不同地质条件及气候条件的应用实验, 确认并实现了以 Rn , CO_2 , O_2 三个参数综合应用作为铀矿勘探中气体地球化学方法的最佳组合。壤中气次生晕与地表岩石中气体原生晕变化趋势基本一致, 为壤中气次生晕在找矿中的应用提供了依据。壤中气 Rn 和 CO_2 的浓度值较高, 且 O_2 的深度值较低的情况, 将预示地下有赋存铀矿化的可能性。该方法具有方便、实用性强、投资少的特点。

Application of Gas Geochemistry Experiment in the Search for Different Types of Uranium Deposits

(In Chinese)

CHEN Guoliang LIU Hanbin DONG Xiukang XIONG Xianxiang

LI Zhenfu WU Duanyang

(Beijing Research Institute of Uranium Geology)

ABSTRACT

The study of primary and secondary gas halo and their application in the search for different types of uranium deposits in China is presented. Through measuring Rn, CO₂, O₂ and Hg in various deposits of geological and climatic conditions for the gas geochemical survey, three comprehensive measuring methods of CO₂, Rn and O₂ were thought to be optimum for gas geochemical exploration because of its portability, rapidity, low cost, simple operation and limited interference. The experimental data can be briefly summarized that higher concentration of CO₂, Rn and lower concentration of secondary halo in soil show blinded deposits. The study of thermal emanating gas in soil and rock have been finished. The methods were confirmed by known deposits and can be used in uranium exploration.

前 言

近年来,随着科学技术的发展,气体地球化学方法越来越被广泛地应用到地质找矿工作中:

(1) 气体地球化学方法的有效性已被实践所证实。英国皇家学院 W. Oakes M. Hale 曾用 COS 来指示地下 90 米处矿化的信息。

(2) 气体地球化学正朝着轻便、快速的方向发展, Ronala W. Kluusman 关于 K-V 径迹技术在油气田勘探中应用的文章表明,通过积分测量碳氢化合物,在勘查中不仅具有很好的稳定性,而且消除了气体方法稳定性差的缺点。

(3) 地质学家希望找到在实际工作中能直接应用的气体地球化学方法,可以大大减少样品处理、分析工作量。T. T. Ball 和 M. J. Crow 在《非洲矿床勘探中土壤地球化学的应用》一文中说明, CO_2 和 O_2 能利用气体地球化学方法测量。B. C. Panov 和 U. C. Riaoshtan 指出利用 CH_4 , CO_2 , Rn 确定构造类型的可能性。

(4) 目前,国内用于环保方面的速测管已部分满足找矿需要。 CO_2 速测管已被用于油气田和金矿床的找矿工作中^[1,2]。

1 测量方法的研究

为进行气体原生晕及次生晕研究,我们研究了岩石热释氦方法;并在此基础上研究出岩石及土壤中 Rn , CO_2 , O_2 热释方法。壤中 Rn , CO_2 , Hg 等气体的测量已有较成熟方法,而壤中氧的测量尚存在大气中氧的干扰问题。因而,在此仅对岩石热释氦和壤中氧测量中大气氧干扰的消除问题做简要介绍。

1.1 方法建立的依据

从岩石中逸出的氦已作为气体找矿方法得到广泛应用。把处于长期平衡状态铀及其子体所产生的在岩石颗粒中未逸出的氦作为我们热释的主要对象,其依据有以下两点:

(1) 在成岩或成矿过程中,原生晕的形成使其矿体周围岩石中铀含量增加。这些铀以混入物形式分散在岩石中,或以某种矿物的形式存在于岩石中。处于长期平衡状态的铀及其子体产生的氦也将作为气体原生晕反映矿体的存在。

(2) 在《铀地球化学》^[3]一书中提出用 γ 能谱 ^{231}Pa 测量岩石热释氦,为提高样品的分析精度,需预先将其加热,使其中 90% 的氦失去,以排除氧的干扰,若能将这 90% 的氦收集测量,可达到研究岩石中氦含量的目的。

1.2 岩石热释氦测量方法

经过一系列条件实验,我们初步完成了岩石热释氦测量方法。

将岩石样品碎至 160 目,在石英管加热到 800 $^{\circ}\text{C}$ 。利用真空负压将热释气引入测量室,对氦进行测定。测量仪器为 BF408 测氦仪。测量装置如图 1 所示,其实验程序如下:

(1) 将 3 g 样品置于石英管中。

(2) 对热释系统抽真空(气压为 30~60 Pa)。

(3) 将已抽真空的测量系统连入热释系统并测其本底。在 800 $^{\circ}\text{C}$ 温度下将样品加热 3 min 后放大气,使热释出气体全部进入测量室。测量 1 min,记录氦浓度值。

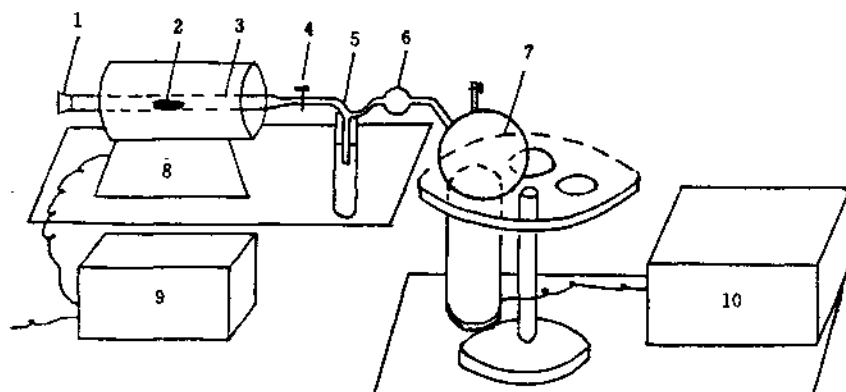


图1 热释氧测量系统结构图

1——橡皮塞；2——样品；3——石英管；4——真空阀；5——过滤器；
6——干燥器；7——电离室；8——电炉；9——温控器；10——测氧仪。

1.3 壤中气测量中大气氧干扰的排除

在以往用氧速测管进行壤中氧测量时，始终存在大气氧干扰问题，致使氧的数据无任何规律。在本次研究中，改变了以往钢杆打孔吊置的方法，即在土壤中挖一个深30~40 cm直径20 cm的底面平整的坑。将氧管插入坑底，然后拔起打开氧管下端，再将其置入孔中，在保证管下端不堵的情况下，将其用土压实，盖上塑料薄膜填土盖压3 h后，取出测量。其测量结果如图2所示。挖坑埋置方法有矿体上方显示明显的低浓度特征。用 O_2 仪测量，因读数为差值，矿体上方氧差值越大说明氧浓度越低，得到了与同年挖坑埋置相似的结果。从而在壤中气测量中氧气的干扰问题终于得到了解决。

2 不同类型铀矿床原生晕及次生晕的研究

2.1 研究概况

铀矿上方原生晕和次生晕的研究在火山岩、花岗岩、砂岩三种不同类型矿床上进行。将采集的岩石和土壤样品碎至160目，并完成 Rn 、 CO_2 、 O_2 、 Hg 的热释分析。由于种种原因，样品数量较小，只能对所得结果进行初步分析，并总结出趋势性特征。

2.2 不同类型铀矿床上方原生晕及次生晕的总体特征

通过不同类型铀矿床的研究对比发现，在矿体上方岩石和土壤中的原生晕和次生晕特征基本一致。以图3为例做如下概括：

- (1) 矿体上方的原生晕及次生晕所表征的 Rn 、 CO_2 、 Hg 呈现高浓度值特征。
- (2) 矿体上方的原生晕及次生晕所表征的 O_2 呈现低浓度值特征。
- (3) 矿体上方 CO_2 和 O_2 的变化趋势正好相反。

(4) 矿体、岩层、断裂及盖层作为气体的气源、通道和储气层三个条件。在其倾向、形态及厚度上极大地影响着原生晕及次生晕的形态。

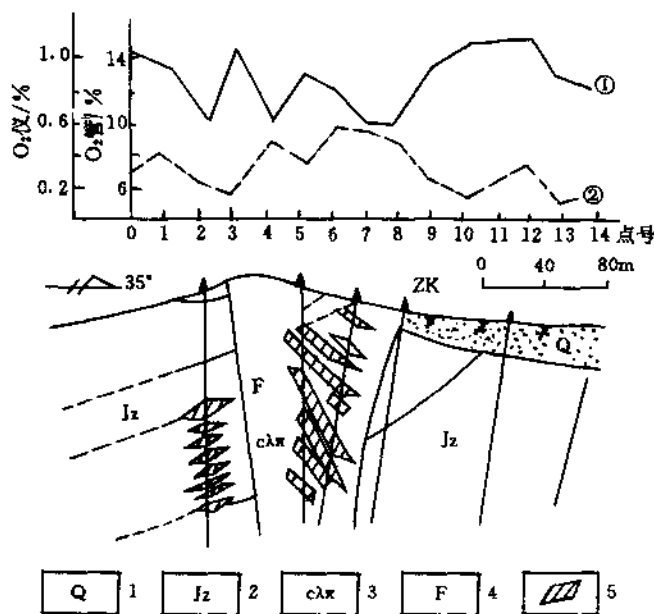


图2 460矿床4号勘探线壤中氧气浓度对比图

1——第四系伏土及残积层；2——上侏罗系张家口组；
3——各层火山喷发沉积岩及次流纹斑岩；4——构造及编号；5——矿体。
①——O₂管；②——O₂仪

上述特征尽管是初步的趋势性，但可为壤中气研究提供一定的依据。

3 方法应用研究

本部分内容意指把壤中气测量作为快速找矿手段，寻找出适合野外应用的方法组合，实现壤中气的直接测量，从而减少各工作程序，做到实用、有效。

3.1 研究概况

气体地球化学方法的应用往往更受气候、覆盖等多种条件影响。本研究在中国南、北方潮湿及半干旱气候及不同覆盖条件下分别选取三个矿点进行了野外测量工作。进行了壤中Rn, CO₂, Hg, O₂的测量，并做了剖面 and 面积性实验，且与能谱土壤铀、Hg含量分析等方法进行对比，总结出壤中气次生晕的基本特征，找出了适于野外工作的方法组合。

3.2 壤中气次生晕特征

通过大量实验工作，虽然每个地区壤中气体次生晕所表征各气体浓度变化有所不同，但其各参数总体特征基本一致。试以图4所示800m的长剖面为例说明如下：

- (1) 已知矿床上方土壤中Rn, Hg, CO₂呈现高浓度值特征。
- (2) 已知矿床上方壤中氧呈现低浓度值特征。
- (3) 覆盖程度和断裂极大地影响着壤中气体次生晕形态。

因此，壤中气测量较好地反映了已知矿体的存在。

3.3 方法效果对比

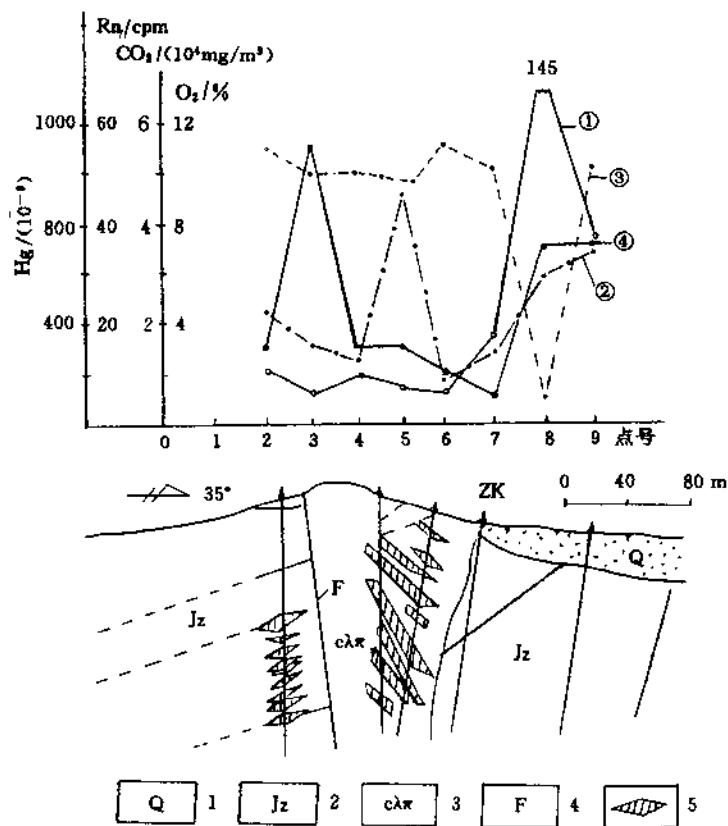


图3 460矿床4号剖面勘探线岩石热释气体综合曲线图

1——第四系土壤及残积层；2——上侏罗系张家口组；3——次流纹斑岩；
4——构造及编号；5——矿体。
①—— Rn ；②—— Hg ；③—— O_2 ；④—— CO_2

从图4可以看出：

(1) 土壤铀量在基岩出露处呈现明显高值，较好反映了已知矿体的存在，可能与成矿过程中钠交代有关。与上述壤中气结果一样，均较好地反映了矿体存在。

(2) 剖面中33-42号点， α 收集膜测 Rn ， CO_2 含量连续呈现高值特征，而 O_2 含量连续呈现低值特征。与已知矿床对比证明有铀矿化存在的可能性。普通物探结果证实其矿化在深部可能有一定规模。而已知钻仅见到浅部矿化。故面该部位已引起有关部门重视。面土壤铀量、 Hg 均未能作出反映。

上述分析证明，壤中气中 Rn ， CO_2 和 O_2 作为最佳组合，用于找矿是非常有效的方法。壤中气体次生晕 Rn ， CO_2 的高浓度特征， O_2 的低浓度值特征将预示地下具有隐伏铀矿化赋存的可能性。

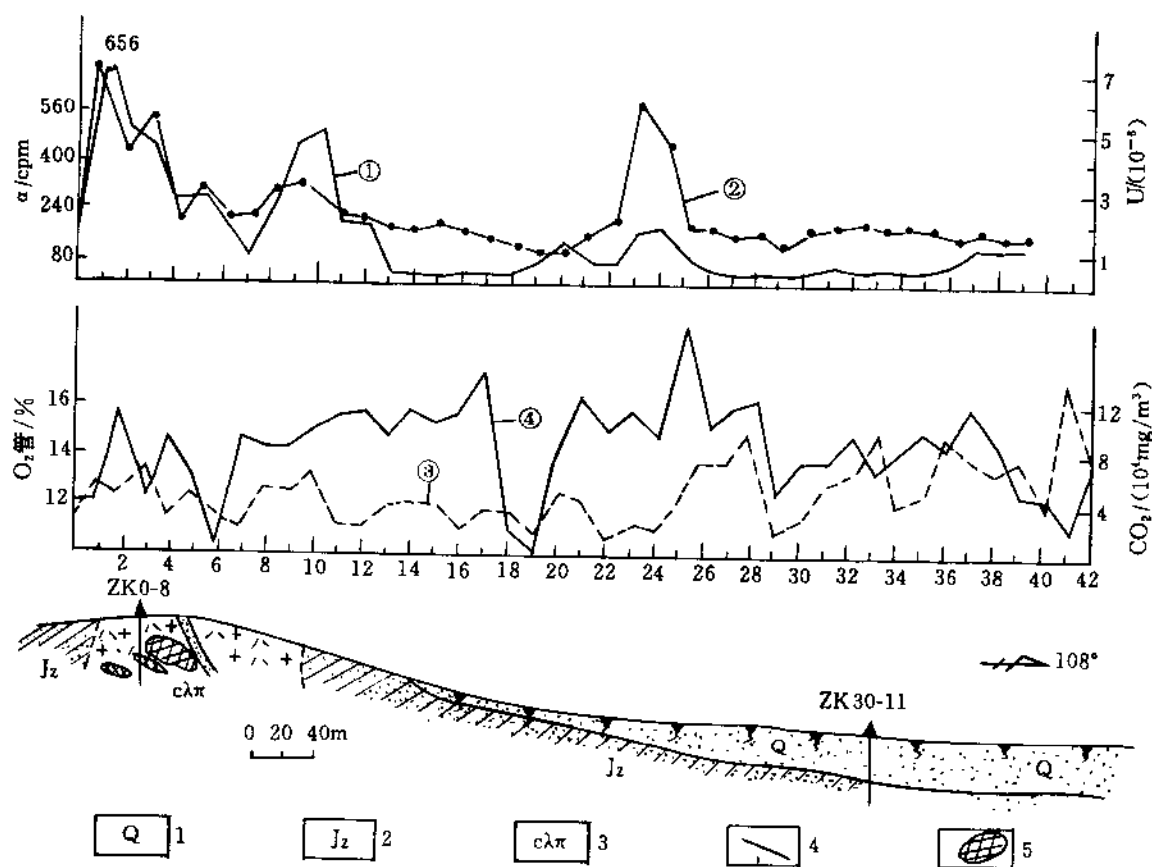


图4 460地区L剖面地球化学综合测量图

1——第四系冲积、残积物；2——流纹岩；3——次流纹斑岩；4——实测断层；5——矿体。

①—— α 收集膜；②——U含量；③—— O_2 管；④—— CO_2 管

4 讨论和结论

4.1 实用性壤中气测量方法的选择

壤中气测量所试用的 Rn , CO_2 , O_2 及 Hg 的应用研究表明, Hg 的测量尚不成熟。合适的壤中气测量方法的选择是本研究中至关重要的问题, 故仅对此问题加以讨论:

(1) 尽管在本研究中所涉及的地区不同程度地反映了汞铀有伴生关系, 但这种关系并非在任何矿床中都必然存在。

版发行

(2) 实现壤中气测量只能在土壤汞平均汞含量很低的情况下如 460 矿床 (84.7×10^{-9}) 才能完成汞快速测量。

印

(3) Hg 速测管的应用实验, 连续埋置 8 d (在 460 矿床上方) 仍无读数, 证明就目前科技水平而言, 其使用尚存在一定困难。

因此, 把 α 收集膜测氡、 CO_2 管、 O_2 或氧差仪的使用结合起来在应用上具有普遍性意义。

4.2 结论

在本研究的基础上,我们就气体地球化学在不同类型铀矿床的应用试作如下结论:

(1)本方法所采用的参数中, R_n 作为 R_a 及其子体的产物,可达到应用 R_n 找矿的目的。 CO_2 和 O_2 浓度变化大体反映了铀成矿存在的地球化学环境,三个参数的综合运用增加了气体找矿方法的有效性。

(2)不同类型铀矿床气体原生晕的特征与壤中气次生晕基本一致,给壤中气测量方法的应用提供了理论依据。

(3)实验表明,壤中气 R_n , CO_2 的高浓度与 O_2 的低浓度值较好吻合地段,将预示地下存在隐伏铀矿化。

(4)本方法适用于潮湿、半干旱气候及覆盖条件较好的地区,对寻找隐伏铀矿化将起到指示作用。

(5)本方法具有设备简便、投资少、见效快的优点。

参 考 文 献

- 1 陈国梁等. CO_2 测试管在油气化探中的实验. 铀矿地质, 1992, 2: 113
- 2 游云飞, 周奇荣. 壤中气 CO_2 瞬时测量及找金矿中的研究与应用. 铀矿地质, 1992, 3: 174
- 3 张祖还. 铀地球化学. 北京: 原子能出版社, 1984. 207