

综合物化探方法在内蒙古某地区地热勘探中的应用

阴曼宁¹, 安存杰², 金玉洁³

(1. 内蒙古国土资源信息院, 内蒙古呼和浩特 010020; 2. 内蒙古工程学校, 内蒙古呼和浩特 010020; 3. 中国矿业大学理学院, 北京 100083)

摘要:初步查明中水塘地区的地热异常范围,寻找地下储水导热构造。在地热预测区内,选择最佳的工作区首先进行水文地质调查。在此基础上进行地下6 m地温测定,浅层地震、电测深,静电 α 卡法、汞及神土壤测量等,以了解热源的埋深,查明地热异常区内的断裂构造;确定温泉勘查钻孔位,施钻勘探,查寻热源,打出热水。基于测区内地热严格受地质构造控制的认识,结合该区的地质水文地质条件,确定钻孔位置,打出了水温为38℃的地下低温热水。根据不同的水文地质条件,合理选择各项技术条件、科学的方法组合,是收到良好的效果的基本保证。

关键词:地球物理;地球化学;地热勘探

中图分类号: P631 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-8918(2007)04-0313-04

中水塘位于内蒙古中西部,自古有温泉,但其流量一直很小。长期以来,曾有不少单位采用如钻井、扩泉等不同手段对该温泉进行了研究,均未达到扩大热水流量的目的。

为初步查明该区的地质异常范围,寻找地下储水导热构造,开展了地球物理及地球化学勘探。依据发现的异常及推测的地质构造确定了验证孔位。经钻探验证,打出了38℃的地下低温热水。根据水

质化验结果及国家有关标准评价,温泉水矿化度为0.83 g/L,水化学类型为HCO₃-Na型,pH值8.08,为偏碱性的淡水。地下热水的锂、锶、硒以及偏硅酸等4项含量符合饮用天然矿泉水水质指标。

1 地质及水文地质概况

区内地层主要有太古宇桑干群、中生界侏罗系及新生界第三系、第四系(表1)。

表1 测区地层

地层		岩性	主要分布区	厚度
新生界 第四系	全新统	浅黄褐色或黄绿色砂、砂砾石及黏砂土、砂黏土	岱海沿岸,蛮汗山山前倾斜平原	厚度大于10 m
	上更新统	黄褐色砂砾卵石与黏砂土、砂黏土	见于钻孔	揭露厚度60 m
	中下更新统	浅黄棕色、黄褐色黏砂土、砂黏土与浅黄褐色砂砾卵石	主要分布于蛮汗山山前倾斜平原	揭露厚度56 m
新生界新近系(N)		浅棕红色泥岩,泥质砂岩,砂质泥岩夹灰黄色砂砾岩,土黄色、灰白色砂砾岩	见于钻孔	揭露厚度57 m
新生界古近系(E)		深棕红色泥岩,泥质砂岩,砂质泥岩夹灰白色、深棕红色砂砾岩	见于钻孔	揭露厚度31 m
中生界侏罗系 上侏罗统(J ₃)		巨厚层状粉白色、灰紫色、灰白色凝灰岩,凝灰角砾岩,凝灰集块岩及安山岩	零星分布于蛮汗山区太西沟一带	大于1 250 m
太古宇桑干群 (Ar _{1sh})		黑云砂线榴石斜长片麻岩、榴石钾长片麻岩与浅色麻粒岩	蛮汗山区及平原区的深部	大于3 500 m

1.1 侵入岩

侵入岩分布于蛮汗山区及平原区的深部,主要为太古宙早期侵入岩。岩性以苏长岩和似斑状花岗岩为主,苏长岩岩体普遍受区域变质和动力变质作用,故岩石具有压碎结构和片麻状构造,似斑状花岗岩为太古宙早期第二次侵入岩,多为灰色中粗粒似斑状花岗岩。

1.2 地质构造

本区区域地质构造属阴山东西纬向构造带的南

缘。因受早期构造运动的影响,在南北向应力场水平挤压力的作用下,使太古宇桑干群片麻岩成生一系列北东东至北东向褶皱,并伴随有基性与酸性火成岩侵入。历经多次构造运动,使中生代地层形成单斜构造,并覆于太古宙片麻岩、基性岩与酸性岩岩体之上。新生界盖层则近于水平,覆于表层。随着构造运动的发生,产生了北东向、近东西向与北西向3组高角度断裂构造,形成了岱海盆地的基本骨架。

区域性断裂中,北东向与近东西向主要为压性

结构面,形成时代较早。而生成较晚的北西向断裂将上述2组断裂断开,形成以张性为主的破裂面,由一系列北西向高角度正断层构成。局部见有压扭性结构面。如中水塘北部的蛮汗山山前西营子弧形断裂即属压扭性。其走向北西为 $325^{\circ} \sim 340^{\circ}$,倾向北东,倾角在 $35^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 之间。沿断裂面有温泉溢出,水温为 $15 \sim 21^{\circ}\text{C}$ 。

1.3 水文地质调查

为了解区域水文地质条件,在热水露头外围50余 km^2 范围内,进行了水文地质调查,主要调查了中水塘及其附近的机井、民井及泉。更详细地了解了井深、井径、水位埋深、水量、水温。自蛮汗山山前至岱海沿南北向剖面采取了水化学样品,同位素样品送往国内较具权威的单位进行了化验。统计测区周围80 m以上的民井井温资料,井温一般是在 $6 \sim 9^{\circ}\text{C}$ 之间变化。

2 物化探勘查及资料分析

为查明中水塘周围地质构造分布范围及控水导热断裂的具体位置,对在本区采集的多种物化探信息及在探测过程发现的各类物化探异常进行了综合分析,其主要判断依据为:地温异常的展布特征,视电阻率等值线扭曲、密集及低阻带,异常特征区,地震反射波组的振幅及波形、同相轴的连续性,静电 α 卡高脉冲异常点等。

2.1 地温测量

开展地温测定,圈定地热异常是寻找地热田直

观而有效的方法。为了消除地表大量辐射热对地温的影响,采用了地下6 m测温,绘制出了地温等值线图(图1)。图1中, 10°C 等温线圈定的地热异常成为宽阔平缓的一级异常,呈蘑菇状,沿北东向展布的如同蘑菇伞盖状异常,长约1.4 km,宽约0.35 km,

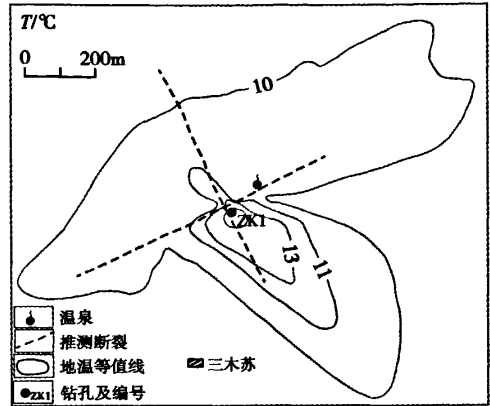


图1 中水塘地区地温平面等值线

菇柄异常呈北西分布,长0.7 km,宽0.3 km。 11°C 等温线所圈定的异常呈北西向展布,构成地热异常的二级异常,形同园丁铲状,铲柄向北西延伸,铲头向南东延伸由宽变窄而尖灭。二级异常长0.6 km,最大宽度0.24 km,具有明显峰值,最高温度值 17.3°C 。最大水平梯度值 $0.2^{\circ}\text{C}/\text{m}$ 。 $13 \sim 16^{\circ}\text{C}$ 等温线圈定的异常中心似等轴状。

2.2 浅层地震勘查

在已圈定的地温异常范围内,开展了浅层地震反

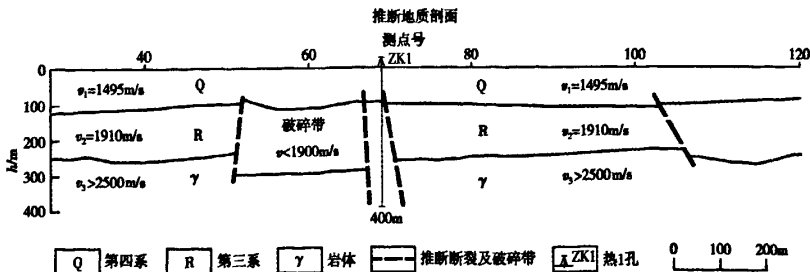


图2 中水塘地区地震剖面推断解释

射波法测量。采用单边放炮 6 次覆盖观测系统,最小偏移距 30 m,最大偏移距 80 m,主要是寻找控水导热的地质构造。依据地震时间剖面分析,该区地震地质条件较好,各速度层(地层)反射波组反映较清晰,有 3 处反射波组明显不连续,同相轴错位、特别是中部错位明显且宽度较大,结合地质资料划分出 3 条断裂破碎带,反映出破碎带最宽达 100 多 m,这些断裂带使记录到的所有速度层都受到破坏而不连续。这 3 条剖面所反映的断裂带连在一起,构成一条北西 325°断裂破碎带,此断裂带与地温异常中北西走向的二级异常复合在一起(图 2)。

2.3 电法勘查

电测深工作,采用 $(AB/2)_{max} = 3 \text{ km}$ 观测系统,用以确定异常中心下部地层深部变化情况,研究测区内岩土电性变化特征及基岩埋深,准确计算各电性层深度。依据工作区内获得的孔旁测深曲线(图 3),可将该区地层分为 4 个电性层:电测深曲线前支 ρ_{1-1} 为 $100 \sim 300 \Omega \cdot \text{m}$,厚度约为 $25 \sim 30 \text{ m}$,推断为第四系表层砂砾石层,曲线前中段为 ρ_{1-2} 为 $40 \sim 80 \Omega \cdot \text{m}$,厚度为 $95 \sim 110 \text{ m}$,主要为第四系松散层且含水;后中段 $\rho_2 = 30 \sim 40 \Omega \cdot \text{m}$,厚度为 $190 \sim 210 \text{ m}$,推断主要由砂质泥岩或泥质砂岩组成;尾支呈近 45° 角上升,为基底岩层。参考区域地质条件,可推断基底岩层为太古宇片麻岩或花岗岩,其顶板埋深约 $320 \sim 330 \text{ m}$ 。

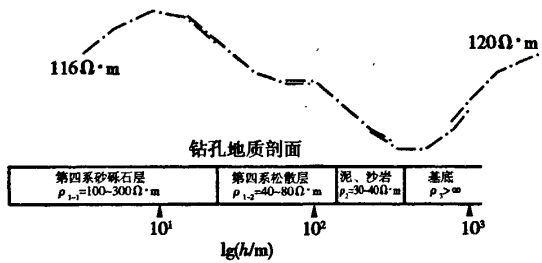
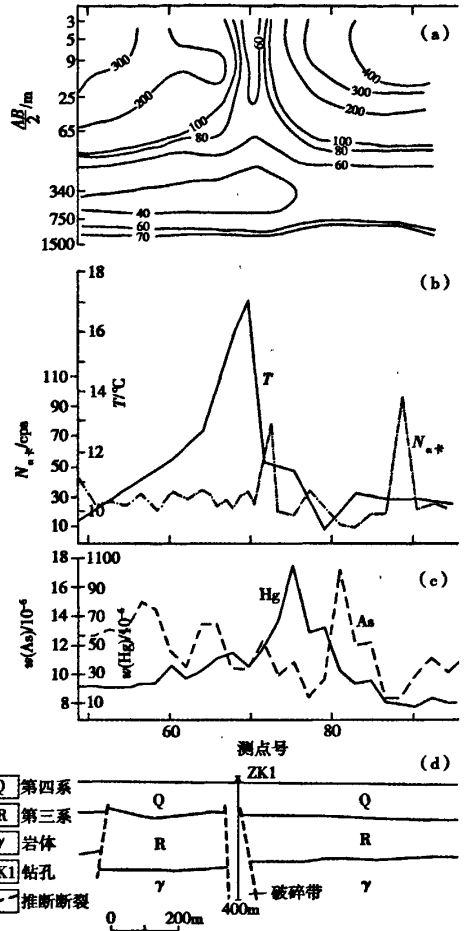


图 3 热 1 孔孔旁电测深曲线

从通过热异常中心的测深剖面分析,地电断面 ρ_e 等值线在测线的 60~80 点中部变陡向上,以此为 中心,剖面显示出不同的区域特征。一是中、下部低阻区,下部低阻区反映了含矿化水砂岩层的电性特征,应为地下热水的赋存空间;中部低阻区 ρ_e 等值线变陡近似直立、且有向上开口延伸至地表的等值线半封闭圈,基本反映了此处断裂构造的存在且特征明显,是地下热水上涌的通道。二是左右两侧的相对高阻区,应是不同时代沉积的砂砾岩层(图 4)。

2.4 静电 α 卡测量

基岩破碎带是地层深部放射性氦气迁移的通



a—电测深地电断面;b—地温及 α 卡曲线;c—Hg、As 异常曲线;d—推断地质剖面

图 4 中水塘地区物化方法探测及地质综合解释

道,采用 -5 kV 静电滤膜在地下 $20 \sim 30 \text{ cm}$ 处收集来自断裂带深处氦衰变后产生的粒子数,可以探测破碎带或蓄水构造,较准确地判别断裂带的位置。根据前述地温、电测深、地震资料的推断解释,测区内存在北东向与北西向 2 组近于正交的高角度(80° 左右)断裂带,静电 α 卡测量可见在断层上方存在高达 $300 \sim 800 \text{ cps}$ 的异常,由此推断该处存在着倾向北西,倾角 $70^\circ \sim 80^\circ$,长约 90 m 的断裂。

2.5 土壤地球化学测量

为了进一步确定地质构造带的存在,在地温异常区选择了地热构造的指示元素 Hg、As,进行了土壤地球化学测量。用 Hg、As 等深大断裂中易于挥发扩散元素异常来证明所推断断裂的可靠性,从工作成果图上可见,推断的破碎带上有明显的 Hg、As 异常,这些异常又都与地温异常中心有对应关系(图 4)。

综合物探与化探资料推测,勘查区中水塘附近有北东向与北西向2组近于正交的高角度(80°左右)断裂带通过。其中北东向断裂,呈北东30°~40°延伸,系高角度压性断层,热水钻孔与中水塘温泉位置均在其附近。而北西向断裂,构成了一条北西325°的破碎带,宽度为100~200 m,深约在400 m以下,系多阶梯高角度正断层,其向北西方向延伸至蛮汗山麓,可与西营子断裂相接。地热二级异常严格受北西向地质构造的控制,而呈等轴状,异常中心恰与2组构造交点复合在一起。地热异常中心不仅有地质破碎带,而且有地热构造的指示元素异常、静电 α 卡高脉冲异常。从中水塘温泉出露情况推测,勘查区北东方向的断裂虽然形成时代较早,但断层活动连续性强,直至近代,并继承了老断裂的活动,因此是本区地下热水和温泉形成的主要通道。

3 钻探验证情况

综合研究分析物化探的各项成果,认为测区内地热严格受地质构造控制。基于上述认识,结合该区的水文地质条件,确定选择2组构造交汇点同时又是地热异常高值点的70/10点为钻孔位置,设计孔深400 m。设计预计将在110~130 m穿透第四系松散层,320 m穿透新近系上新统和古近系渐新统

砂砾岩、泥岩层,见破碎带。在验证过程中,由于设备专用配套程度较低,队伍没有经验,当钻孔施工至230 m深砂砾岩层段时,发生层压热水井喷,热水带着泥沙喷出距孔口2 m多高,及时采取措施封堵。成井后测量,为38℃的地下低温热水。

4 结束语

采用人工地震测量,初步查明勘查区隐伏断裂构造的位置、性质及产状;采用浅层测温,直接探明地下热水径流影响地表温度的平面中心位置及分布范围;采用大极距电测深,大致推测地下500 m以上地段岩性变化情况及隐伏断裂构造存在的位置及产状;采用静电 α 卡法测氦、土壤Hg、As测量,间接显示了地下储水、储热通道的存在。总而言之,综合物化探方法在地热资源勘查中发挥的作用不可替代。根据不同的水文地质条件,合理选择物化探方法各项技术条件、科学的方法组合,是得到收到良好的地质效果的基本保证。

参考文献:

- [1] 长春地质学院. 水文地质工程地质物探教程[M]. 北京:地质出版社,1980.
- [2] 王俊茹. 工程与环境地震勘探技术[M]. 北京:地质出版社,2002.

THE APPLICATION OF THE INTEGRATED GEOPHYSICAL AND GEOCHEMICAL METHODS TO THE GEOTHERMAL EXPLORATION IN A CERTAIN AREA OF INNER MONGOLIA

YIN Man-ning¹, AN Cun-jie², JIN Yu-ji³

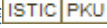
(1. Inner Mongolia Academy of Land and Resources Information, Hohhot 010020, China; 2. Inner Mongolia Engineering School, Hohhot 010020, China; 3. School of Science, China University of Mining Industry, Beijing 100083, China)

Abstract: This study aimed at delineating the limits of geothermal anomaly in Shuitang area and searching for the underground aquifer and heat conduction structures. The most favorable working area within the geothermal prognostic region was chosen to make hydrogeological investigation. On such a basis, such means as geothermal measurement at the depth of 6 m, shallow seismic survey, electric sounding, static electricity α card method, and Hg, As soil survey were carried out so as to detect the buried depth of the heat sources and the fault structures in the geothermal anomalous area and determine the positions of the drill holes for hot springs. In this way, the drilling can be arranged to look for the geothermal sources and reveal hot water. Based on the understanding that the geothermal resources in the study area are strictly controlled by geological structures, in combination with the hydrogeological conditions of this area, the authors determined the positions of the drill holes and eventually discovered underground low-temperature hot water (38℃). The rational selection of various techniques and the scientific combination of different methods in the light of different hydrogeological conditions seem to be the prerequisites for obtaining good exploration results.

Key words: geophysics; geochemistry; geothermal exploration

作者简介: 阴曼宁(1957-),女,物探高级工程师。毕业于河北地质学院,长期从事物探勘查、数据处理及技术管理工作。

综合物化探方法在内蒙古某地区地热勘探中的应用

作者: [阴曼宁](#), [安存杰](#), [金玉洁](#), [YIN Man-ning](#), [AN Cun-jie](#), [JIN Yu-ji](#)
 作者单位: [阴曼宁, YIN Man-ning \(内蒙古国土资源信息院, 内蒙古, 呼和浩特, 010020\)](#), [安存杰, AN Cun-jie \(内蒙古工程学校, 内蒙古, 呼和浩特, 010020\)](#), [金玉洁, JIN Yu-ji \(中国矿业大学, 理学院, 北京, 100083\)](#)
 刊名: [物探与化探](#) 
 英文刊名: [GEOPHYSICAL AND GEOCHEMICAL EXPLORATION](#)
 年, 卷(期): 2007, 31(4)
 被引用次数: 1次

参考文献(2条)

1. [长春地质学院](#) [水文地质工程地质物探教程](#) 1980
2. [王俊茹](#) [工程与环境地震勘探技术](#) 2002

相似文献(10条)

1. 会议论文 [李百祥](#) [兰州地热田勘查论证中地球物理、地球化学的先导作用](#) 2004
 沉降盆地地热田, 探测目标物为层状热储, 首先从区域地球物理场和盆地构造背景分析入手, 推测存在盆地型地热资源的可能性, 进而开展1:10万重力调查, 查清基底形态和断裂分布, 进行了二氧化硅地热温标和井温调查, 圈定地热异常范围, 结合兰石厂地球物理测井资料确定热储层位和埋藏深度, 预测圈出了兰州地热资源开发的有利远景区段, 为布孔提供依据。
2. 期刊论文 [张素兰](#), [姚敬金](#), [曹洛华](#), [Zhang Sulan](#), [Yao Jingjin](#), [Cao Lohua](#) [河北蔡家营铅锌银矿床地球物理地球化学找矿模型—物探与化探1999\(3\)](#)
 通过研究蔡家营矿床所处背景场、区域场、矿区、矿带(床)等地质、地球物理、地球化学特征, 构建地质地球物理地球化学找矿模型, 并总结出找矿勘查的物化探最佳方法组合流程。
3. 期刊论文 [刘玉强](#) [胶莱盆地地质解译及金矿床地质—地球物理—地球化学背景—矿产与地质2003, 17\(3\)](#)
 从出露基底找金走向隐伏基底找金的新思路出发, 对胶莱盆地内的地层、构造、岩浆岩运用物—化探信息和深钻资料给予深刻明晰的解译, 发现其与胶北隆起区有着相似的地、物、化背景条件。指出胶莱盆地是座落在太古—元古宙基底之上的中生代盆地, 具有基底与盖层的双层结构, 它们分别形成金矿的矿源层和衍生矿源层, 展示了胶莱盆地的找矿前景。结合矿化信息以及典型矿床实例的地、物、化特点的解剖, 指出矿化规律和控矿因素, 建立了矿床地质—地球物理—地球化学找矿模型, 并圈定了1:20万预测靶区以及靶区中可能出现的主要矿床类型, 为进一步勘查工作指出了方向。
4. 期刊论文 [蒲晓强](#), [陶小晚](#), [张会领](#), [PU Xiao-qiang](#), [TAO Xiao-wan](#), [ZHANG Hui-ling](#) [南海北部陆坡天然气水合物存在的地球物理和地球化学特征—天然气地球科学2009, 20\(4\)](#)
 南海北部陆坡海域具有十分有利的水合物生成和赋存的构造、沉积等条件, 从地球物理勘探和地球化学勘探2个方面对近期南海北部陆坡的水合物勘探工作和成果进行了综述。南海北部陆坡水合物存在的地球物理证据主要包括: 地震剖面出现BSR、阻抗空白带、速度及振幅结构(VAMP)异常等; 地球化学证据有: 沉积物孔隙水氧同位素、孔隙水离子浓度、酸解烃、自生矿物及碳硫同位素等地球化学指标的异常。这些证据显示南海北部陆坡的西沙、东沙和台西南等海域具有较好的水合物勘探前景。
5. 期刊论文 [关键](#) [吉林通化南岔式金矿地质—地球物理—地球化学综合找矿模型—中国地质2001, 28\(12\)](#)
 老岭成矿带为吉林省最重要的贵金属、有色金属成矿带, 南岔金矿是该成矿带近几年新发现的金矿床。在阐述南岔金矿成矿地质条件、岩(矿)石物性参数特征、地球物理场、地球化学特征的基础上, 归纳并提取了控矿地质因素和物化探找矿标志, 从而建立了“南岔式”金矿的地质—地球物理—地球化学找矿模型。
6. 期刊论文 [赵建光](#), [陈强春](#) [湖南铀子坪式金矿床地质—地球物理—地球化学及综合找矿模式—国土资源导刊2006, 3\(3\)](#)
 铀子坪金矿位于雪峰弧形构造成矿带中段, 处于东西两深大断裂及南北两大花岗岩体夹持的中间隆起地带, 水系沉积物Au异常浓集中心明显, 与成矿关系密切的地层为板溪群及震旦系一套富含火山凝灰质的陆源碎屑复理石建造。研究认为铀子坪式金矿床类型为破碎蚀变岩型, 在勘查当中, 曾应用地质、地球物理、地球化学方法, 取得了较好的勘查效果。在系统总结该矿床大量矿化信息或与矿化有关的找矿标志的基础上, 试探建立了矿床的地质—地球物理—地球化学综合信息找矿模型, 旨在为今后寻找同类矿床提供借鉴和帮助。
7. 期刊论文 [阴曼宁](#), [安存杰](#), [秦增刚](#) [白乃庙矿区地球物理、地球化学特征分析—内蒙古科技与经济2007\(8\)](#)
 本文从地质、地球物理、地球化学多角度分析了矿区的相关资料, 确认南北矿带都存在着蚀变分带现象; 而蚀变带及其相互间的空间关系、组合关系、决定了矿体的电性、磁性、密度等诸多因素的变化情况; 蚀变分带的存在, 也决定了矿区还有相应的元素组份分带规律。
8. 期刊论文 [彭东](#), [郭建强](#), [卢志明](#) [区域地球化学、地球物理资料在四姑娘山地区生态环境评价中的应用—物探化探计算技术2001, 23\(3\)](#)
 利用区域地球化学和区域地球物理资料, 研究了四姑娘山地区生态环境地质背景, 讨论了该区异型沙棘和鱼类有选择生存两种特异生态环境现象产生的可能原因。
9. 学位论文 [武振坤](#) [油气藏上方的物理化学效应](#) 1999
 理论研究和实践勘探均已证实, 油气藏中的烃类及其伴生物可以垂向迁移至近地表, 引起地表地球化学场、地球物理场的变化, 研究人员交这类变化称为油气藏上方的地球化学、地球物理效应。该文是国内外现有资料的基础上, 结合作者在实践中获得的第一手资料, 综合应用石油地质学、地球化学、地球物理学等方面的知识, 探讨了油气藏中烃类及其伴生物垂向微渗透的可能性及其造成近地表地球化学、地球物理效应, 得出以下认识: 1. 油气藏盖层对油气的封闭是相对的; 2. 油气藏中烃类及其伴生物的垂向微渗透可以引起油气藏上方地球化学场发生变化, 使油气藏的上方烃类及其伴生物相对富集, 岩石发生蚀变作用; 3. 油气藏的存在及其中心烃类的垂向微渗透可改变油气藏上方的地球物理场, 产生电效应、磁效应、地温效应及重力效应等。

10. 期刊论文 [列娜 预测铀矿靶区时航空地球物理资料及放射性地球化学参数处理的计算机操作](#) - 国外铀金地质

2002, 19(1)

本文论述了通过应用 γ 的全能谱分析方法处理放射性测量数据, 保证了最终获得资料的真实性和信息量; 指出了现代航空地球物理综合测量系统的资料处理和解释的组成; 总结出主要铀矿区的三方面的放射性地球化学特征. 最后再次指出, 航空地球物理资料的处理和解释方法在俄罗斯等国的矿床普查中取得了成功. 实践证明, 可以有效地用于预测和普查铀矿床.

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_wtyht200704008.aspx

授权使用: 东南大学图书馆(wfdndx), 授权号: 1e4019c5-d565-4eba-a23b-9e9a01359960

下载时间: 2011年3月2日