

热释汞量法在山东牟平金矿成矿预测中的应用

杨岳衡¹, 曾庆栋¹, 刘铁兵¹, 沈远超¹, 李光明¹, 王家法², 初善东², 张卫国²

(1. 中国科学院地质与地球物理研究所, 北京 100029; 2. 山东牟平金矿, 牟平 260000)

[摘要] 简要介绍了汞及其化合物的地球化学性质和 RG-1 型热释测汞仪。以山东省牟平金矿为例, 介绍了矿区地质特征, 运用热释汞量法圈出了主要的控矿构造, 就主要控矿地段进行了成矿预测, 结果表明: 热释汞量法方法简单、快速、成本低、重现性好, 具有很好的应用前景。

[关键词] 汞及其化合物 热释汞量法 地质特征 金矿 成矿预测 山东牟平

[中图分类号] P618.51 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 0495-5331(2002)03-0042-04

0 前言

汞及其化合物具有特殊的地球化学性质, 汞作为金的重要的远程指示元素在金矿勘查中已被广泛应用。汞量法是以研究各介质中的汞的分布与分配为依据的汞的勘查地球化学方法。可以根据研究介质的不同, 分为壤中气汞量法; 土壤汞量法; 岩石、矿石汞量法; 水中汞量法; 航空与地面大气汞量法; 植物汞量法等(伍宗华等, 1994)。其中壤中气汞量法和土壤汞量法研究较多, 应用也较广泛。但是由于壤中气汞量法受气候、环境, 特别是降雨等自然环境客观因素和实际操作繁琐、操作过程中主观因素的影响, 其测量结果的重现性并不理想; 而土壤汞量法有较好的重现性, 尤其是热释汞量法操作简单、快速、成本低廉, 重现性好, 而且该方法应用具有及时性, 因而具有很好的应用前景。

1 汞及其化合物的地球化学性质

汞与金在元素周期表中紧密相邻, 电离势, 离子半径和电价等地球化学参数颇为接近, 因而汞和金的地球化学有许多共同之点。自然金中含汞, 自然汞中含金, 汞矿化与金矿化伴生, 金矿床与汞矿床相邻, 这充分说明内生成矿过程中汞与金的成因联系。汞矿化或汞异常对金矿的勘查有着重要的指示意义。汞及其化合物由于它们特殊的地球化学性质, 汞作为金的重要的远程指示元素在金矿勘查中已被广泛应用。

汞及其化合物的地球化学性质, 有两个方面的重要特征: 一方面, 汞是典型的亲硫元素。因而, 它在内生成矿作用中, 大都以类质同象或呈机械混入物的形式进入其它的硫化物中, 或呈硫汞络阴离子形式与其他亲硫的元素一起存在于成矿溶液中, 使汞呈高度分散状态; 另一方面, 汞及其化合物均有很高的蒸气压, 与其它金属元素相比, 汞为最易挥发的金属元素。汞的硫化物与汞一样具有高的蒸气压(刘英俊等, 1984)。因而, 汞易于从各种化合物还原成自然汞。自然汞在相当宽的氧化还原电位和酸碱介质内是稳定的。汞具有较强的穿透力, 一般地说, 由地下深部上升的汞蒸气, 沿着构造断裂、破碎带上升, 从地面以下几百米甚至几千米, 可以一直到达地表, 即使疏松覆盖物较厚, 地表土壤中仍有汞的异常显示。土壤汞异常往往指示断裂构造顶部的投影位置。

2 方法技术

汞分析技术和汞的勘查地球化学发展一直是紧密相关的。在它们自身的发展过程中相互影响, 相互促进, 将汞分析技术和汞的勘查地球化学不断推向更高水平。随着汞在工农业生产和地质勘查中的广泛应用, 汞分析技术一直受到人们的重视, 大量方法不断出现。常用的方法有原子吸收法、中子活化法和原子荧光法等。以原子吸收型测汞仪的应用在国内最为广泛, 该类仪器具有适用性强, 稳定性好, 适用于各类介质中汞的测定等优点。目前该类仪器

[收稿日期] 2001-04-27; [修订日期] 2001-08-21; [责任编辑] 余大良。

[基金项目] 中国科学院知识创新工程项目: 金矿资源战略接替基地若干靶区预测(编号 KZCX1-Y-03) 和山东省牟平金矿联合资助。

[作者简介] 杨岳衡(1970年-), 男, 1995年毕业于中国地质大学(武汉), 获学士学位, 主要从事金矿勘查地球化学方面工作。

测试样品逐步从气体转向固体。测汞应用范围也从金属矿产发展到油气、地热以及构造断裂等,应用日趋广泛。但是由于仪器灵敏度和抗干扰能力等方面的不足,仍然不能直接测定大气和壤中气中趋于背景含量的汞,也不能直接测定矿石(含硫化物矿石)和烟尘中的汞,因此,测定前必须通过各种预富集方法来排除干扰和弥补仪器灵敏度的不足(伍宗华等,1994)。热释汞量法的基本原理是利用汞及其化合物的热稳定性较差,一经加热即可分解成游离汞蒸气。固体样品一般采用热释汞量法,便能获得较好的脱气效果,直接加热固体样品,让样品所吸附的汞释放出来,然后用原子吸收型测汞仪进行测定。由于直接加热固体样品会产生大量的干扰气体,以前的测汞仪不具有直接的抗干扰气体能力,需要通过测定前预处理装置排除干扰气体再进行测定。

RG-1型热释测汞仪属于单光束单波长冷原子吸收型仪器,其突破性进展,就是单波长原子吸收测汞仪直接热解土壤样品的抗干扰气体新原理(卫敬生等,1999)。首次采用了“化学选择性表面吸附”方法,排除固体样品热解产生的干扰气体,从而保证了进入仪器的气体中只有汞及不构成干扰的气体,而且仪器在测量含硫化物矿石和烟尘中的汞等性能方面也有大大的改善。

仪器在功能方面,除抗干扰能力的突破性进展外,其基线稳定性也有显著改善,并实现了与微机的连接,开发了配套的专用软件。这使仪器的整体性能大为提高,计算机几乎可以完成除了进样以外的所有控制与运算。例如实时处理仪器的输出及人工输入的全部数据、标准曲线的编制与拟合、输出峰值与积分汞浓度、汞热释谱相态曲线、数据统计、操作提示、过程帮助。在计算机及测汞软件支持下,测试操作过程简单快速。仪器设备轻便可以带到工作区,这样大大提高了工作效率(卫敬生等,1999)(杨竹溪等,2000)。

3 工作方法 with 测试

测网的布置:汞异常反映的是断裂构造破碎带的形迹,表现为带状、串珠状。宽度一般不宽,约几米至几十米,有时达几百米以上,而长度则一般较长,一般几百米至几千米甚至更长。因此,测线的方向应该垂直构造或近似垂直构造。同时还要求有的采样点落在构造破碎带的顶部,这就要求点距不宜过大。

样品的采集:野外样品的采集取自B层土壤,采集细粒物质,同时特别注意有机汞农药、人为因素

(土法炼金法)和地表废矿石堆造成的污染,它们有严重的干扰作用,造成假的汞强烈异常,尤其值得我们注意。野外采集的样品经日光晒干、风干或低于50度烘干。样品不需要磨样,直接过100目筛,对于干燥后结块的样品,可用铁锤击打至原始粒度,再过筛,留取10~20g进行分析测试。

样品的测试:使用电子天平称取40~100ug样品置于石英舟中,按顺序排列。将仪器及计算机处于工作状态,待仪器稳定后进行分析操作,操作只是将样品置入热解炉,计算机将自动完成控制与分析过程,显示分析曲线,换算出样品汞浓度。每分析20~30个样品后,插入标准样品以监控仪器的灵敏度变化。

4 数据处理和成图

工作区内测点总计265个,获得数据530个,计算机数据处理后获得汞峰值和积分值两组数据。样品测试后剔除显著的异常数据,进行数学统计,绘制汞峰值浓度和积分值浓度等值线图。

5 应用实例

5.1 牟平金矿尺坎矿区地质概况

山东省牟平成矿区位于胶东成矿带东部牟(平)一乳(山)成矿带北部,区内断裂构造发育,岩浆活动频繁,金矿成矿条件良好。区内金矿类型主要为石英脉型金矿和层间滑动角砾岩型金矿。已有牟平金矿、金牛山金矿、高陵金矿等大中型金矿和众多金矿点,这些显示了区内良好的成矿前景。尺坎矿区位于金牛山断裂带北部(图1),包括金牛山主断裂及其旁侧次级断裂,面积约9km²,南距牟平金矿2.5km。矿区内出露岩石主要为黑云母二长花岗岩,岩石新鲜面为灰白色,中细粒花岗结构,块状构造。主要矿物组成为斜长石、钾长石、石英及黑云母。伟晶岩脉发育。为昆嵛山花岗岩体的一部分。区内金矿脉产于其中的断裂构造之中。闪长玢岩脉发育于NNE-NE向断裂中。

矿区内构造发育,主要为金牛山断裂构造系,包括金牛山主断裂及次级断裂(图1)。

金牛山主断裂位于矿区东部,呈NNE向(10°~20°)展布,矿区内长约4.5km,构造带宽约10~30m左右,一般在20m左右。构造带一般由石英脉、石英脉带及硅化、绢云母化花岗岩组成,产状一般为100°~110°∠75°~80°,地表呈明显的正地形,其中充填的石英脉大致呈等间距分布,石英脉呈透镜状,

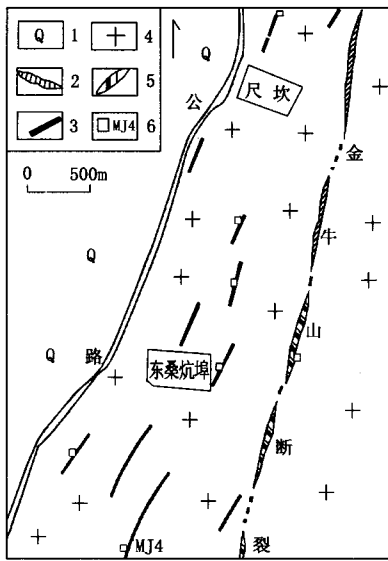


图1 山东省牟平金矿尺坎矿区地质简图
1—第四系;2—石英脉;3—含金蚀变带;
4—花岗岩;5—黄铁矿化石英脉;6—民采井及编号

石英脉中晶洞构造发育,反映了张性构造应力场。局部地段见黄铁矿化。次级断裂主要发育于金牛山主断裂西侧,呈NE向展布,倾向NW,倾角 $70^{\circ} \sim 80^{\circ}$,宽度一般在1~3m,由褐铁矿化石英脉、煌斑岩及绢英岩化花岗岩组成,其延长一般小于500m,是区内金矿化的主要容矿构造。

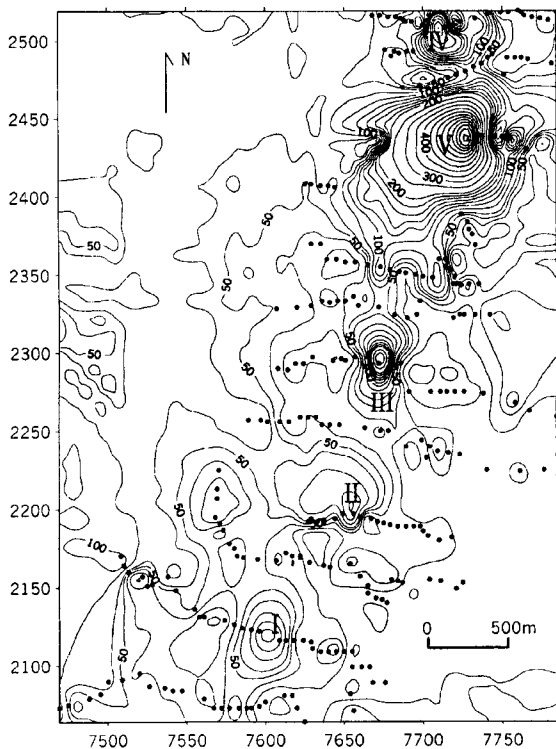


图2 牟平金矿尺坎矿区汞峰值等值线异常图(黑点为取样点位置)

区内矿化类型为石英脉型矿化,与邓格庄矿区内矿化类型一致,矿脉产状与区内次级断构造一致。区内矿石类型主要为含金黄铁矿石英脉型和含金石英黄铁矿脉型。矿石构造主要为浸染状构造、脉状构造、角砾状构造、条带状构造、晶洞构造等。矿石矿物以黄铁矿为主,脉石矿物以石英、绢云母为主。

5.2 结果与预测

我们的工作区控制测量面积约 9 km^2 ,线距300~500m不等,点距20~50m不等,并且有100m点距控制点(图2、3)。热释汞量法测量结果表明(图2、3),在工作区内存在明显的汞异常,这些汞异常大小不等,总体展布呈NNE向,汞异常反映了区内主要的控矿构造带的特点。工作区内汞异常大致有5个,在主断裂及其附近,存在较强的汞异常,指示了矿化蚀变断裂的存在,最南部I号异常为区内次级断裂异常,反映了NNE向含矿断裂的延伸情况;II、III号异常为主断裂边部异常,与伽玛能谱异常对应较好;IV号异常位于北部,与伽玛能谱异常相对应;V号异常位于石英脉带上,异常强度较大。I、II、III、IV、V号异常中,III号异常强度最大。它们的具体特征如下:

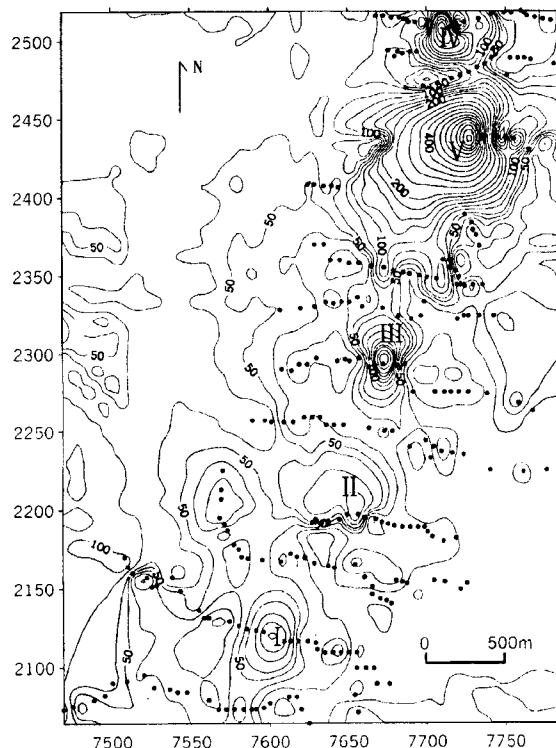


图3 牟平金矿尺坎矿区汞积分值等值线异常图(黑点为取样点位置)

I号异常:位于本区最南部,为已知矿体异常,异常强度大,异常向南未封闭,是山上里石英黄铁矿

脉型金矿所在区,目前正在开采。

Ⅱ、Ⅲ号异常:位于本区东侧南部,异常明显,呈NNE向展布,异常长度约700 m,宽度约300 m,是主断裂所在位置,反映了较强的硅化特点。该异常地表部分地段为民采浅坑,并有过浅井,采出黄铁矿化石英脉,并有金的异常。

Ⅳ号异常较小,位于Ⅲ号异常北侧,民采井上,吻合较好。

Ⅴ号异常位于区内东北角,近南北向展布,异常规模较大。地表为主断裂北段部分,石英脉发育。异常范围内发育小矿化蚀变带,并有民采,民采矿石都有金矿化显示,品位较高。因此这些异常都是矿化异常。根据异常特征结合地质研究,我们认为,Ⅱ、Ⅲ号异常是今后重要的勘探靶区。

6 结论

1)热释汞量法方法简单、快速、成本低、重现性好。在厚层堆积物覆盖区可快速低成本地查明断裂破碎带的相对位置,提供勘探靶区。

2)热释汞量法具有较突出的地质效果,它可以

圈出控矿构造,并进一步开展成矿预测,效果明显,具有很好的应用前景。

致谢:在室内的工作中,得到国土资源部廊坊物化探研究所高级工程师卫敬生和高级工程师杨竹溪的指导与帮助,在此表示衷心的感谢。

[参考文献]

- [1] 刘英俊,邱德同,等. 勘查地球化学[M]. 北京:科学出版社,1987.
- [2] 伍宗华,金仰芬,古平,等. 汞的勘查地球化学[M]. 北京:地质出版社,1994.
- [3] 卫敬生. 地球化学测汞方法应用讨论[J]. 物探与化探,1999,23(1):21~27.
- [4] 卫敬生,李荣春,杨竹溪. RG-1 单波原子吸收热释汞仪[J]. 岩矿测试,1999,18(3).
- [5] 卫敬生,李荣春. 应用于水文与工程地质的化探新方法——土壤吸附汞地球化学测量[J]. 水文与工程地质,1999(4).
- [6] 杨竹溪,卫敬生,李荣春. RG-1 测汞仪软件介绍[J]. 物探与化探,2000,24(2).
- [7] 杨岳衡,刘铁兵,沈远超,等. X-荧光法和伽玛能谱法在胶东郭城金矿找矿预测中的应用[J]. 地质与勘探,2001,37(4):49~52.

THE APPLICATION OF THERMAL - RELEASE MERCURIOMETRIC SURVEY IN PROSPECTING FOR MOUPING GOLD DEPOSIT, SHANDONG PROVINCE

YANG Yue - heng¹, ZENG Qing - dong¹, LIU Tie - bing¹, SHEN Yuan - chao¹,
LI Guang - ming¹, WANG Jia - fa², CHU Shan - dong², ZHANG Wei - guo²

(1. Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029;

2. Mouping gold deposit in Shandong Province, Mouping 260000)

Abstract: This paper mainly introduces the geochemical features of mercury and mercuric compounds, and thermal - release mercuriometric method. By thermal - release mercuriometric survey in Mouping gold deposit of Shandong province, main ore - controlling faults and alteration zones are identified. It shows that thermal - release mercuriometric survey is simple, effective and low in cost in the geological prospecting and exploration.

Key words: mercury and mercuric compounds, thermal - release mercuriometric survey, geological feature, gold deposit, prospecting, Shandong province

《工程地质勘查规范与强制性条文实施手册》现已出版

本书共四册八篇,内容包括:工程地质勘查概述;建筑工程地质勘查与评价;水利水电工程地质勘查与评价;道路工程地质勘查与评价;城市规划工程地质勘查与评价;水文地质勘查与评价;其他工程地质勘查与评价;工程地质勘查相关政策法规等,并附有标准规范与强制性条文。定价980元(免收邮挂费)。邮购地址:北京55信箱清平书店 金莉收;邮编:100053。电话:83154081。户名:北京清平书店有限公司 帐号:0981106810001;开户行:招商银行展览路支行。