

电磁波 SYT 法在隐伏区寻找含金矿化异常带中的应用

杨武洋¹, 王启增², 王文祥³

(1 华北科技学院安全工程学院, 燕郊 065201; 2 福建永定县煤炭行业管理办公室, 永定 364102;

3 煤炭科学研究总院西安研究院, 西安 710054)

[摘 要] 通常运用地质、地球物理以及钻探的方法来确定金属矿体的赋存状态, 地球物理方法中常用的探测手段主要有地面伽玛能谱测量法、X 射线荧光法、浅层地震、地电化学参数法和地电化学提取法等。SYT 法接收反射回来的带有地下地质信息的电磁波, 再经过特殊的数据处理而得到的反映地下地层物性特征的曲线和柱状, 可以用来进行地质解释, 运用该方法对山东牟平隐伏区的含金矿化异常带进行了探测研究, 探测结果显示, 在 SYT 法探测曲线中, 含金矿化带有明显的异常特征, 可以用来确定金属矿体的埋深和厚度。

[关键词] 天然电磁波 SYT 法 含金矿化异常带 隐伏区

[中图分类号] JPD166

[文献标识码] A

[文章编号] 0495-5331(2009)02-0068-06

Yang Wu-yang, Wang Qi-zeng, Wang Wen-xiang The application of natural electromagnetic wave SYT technique in searching for gold mineralization in covered area [J]. Geology and Exploration, 2009, 45(2): 68-73

0 引言

目前, 我国浅部金属矿产资源紧缺, 在 2000m 范围内深部找矿是地质工作者的当务之急。山东地质工作者实施“资源山东 战略”, 以“攻深找盲”、“探边摸底”作为找矿主攻方向, 坚持科技创新, 经过艰苦攻关, 终于取得了深部找矿的重大突破。新探明的莱州寺庄特大金矿, 矿体隐伏在 -321~926m, 探明储量 51.83t, 潜在经济价值 80 多亿元。该矿床埋藏深, 控矿条件复杂, 找矿难度大。

2007 年 8 月中旬, 在山东牟平含金远景区使用 SYT 法进行了深部找矿, 探测深度标高在 -1200m。经过对测区内 11 条测线资料研究, 初步查明了该矿区含金矿化异常带具体位置。

1 寻找含金矿化带或矿体的新途径 - SYT 法

1.1 SYT 法简介

SYT 法接收的是来自地下的天然电磁波, 这部分电磁波携带了不同物性层的地质信息^[1], 设备将

这部分电磁波转化为电压值输出, 经过数理方程转化为电磁电阻率^[2-4], 不同的电磁电阻率值代表不同的岩性层, 地质人员借助已知地质资料对物探成果作出地质解释^[5-11]。仪器步长(分辨率)为 1m, 探测深度 0~6000m。抗干扰能力强, 测量过程中受矿区强电、强磁、铁质管线的干扰影响极小, 同时不受地形地物的影响。目前地面上探测一个物理点, 基本上相当于在该处打一个钻孔所获得的物探测井资料。

1.2 传统的找矿方法和风险

寻找金矿的方法很多, 地质填图、物探、化探、重砂、遥感等^[12], 但这些方法都局限于在地表去寻找与含金矿化带有关的痕迹, 通过分析, 然后用钻探对研究成果加以验证。而对于隐伏含金矿床的寻找, 有地震法和伽玛能谱测量等^[13-21]。按照传统的找金方法, 金矿一般与燕山中晚期的黄铁矿化石英脉关系密切。地表有石英脉露头容易研究, 对于隐伏的石英脉, 只能从该地区的构造规律、分布特征去研究^[22-28], 这样的命中率自然很低。

[收稿日期] 2008-02-15; [修订日期] 2008-05-19。[责任编辑] 杨欣。

[第一作者简介] 杨武洋 (1964 年—), 男, 2008 年毕业于中国矿业大学, 获博士学位, 高级工程师, 现主要从事地质与地球物理的教学和研究工作。

1.3 SYT法寻找金矿步骤

首先是确定靶区,利用传统的找矿方法确定含金远景区。

其次是发挥 SYT物探方法的长处,根据在已知含金矿体处建立的地质模型,就可以在含金远景区内找出矿化异常带的深度和厚度,然后通过布置少量钻孔取芯、化验进行验证,就可以发现新的矿体。根据圈出的矿体长度、厚度、埋深,计算出矿体的储量,在时间上将大大缩短深部找矿的周期。

第三是对区内构造的研究,运用笔者提出的一种新的地学理论——全球应力场演化理论(即在一个银河年内,全球有六型应力场依次演化),该理论可以分清一个构造复杂地区不同期次构造发展史,指导研究该地区某一构造方向可能是主要控矿构造。

第四是从现代地形特征入手研究深部成矿带的赋存规律。

上述四种方法(传统找矿、SYT法、全球应力场、现代地形特征)就构成了深部找矿的四个环节。根据该种探矿方法在金属找矿一年多的研究成果中,提出了深部成矿带大多赋存在浅部揭露矿化异常带的后面,这可能是今后深部找矿的主要研究方向。

1.4 SYT法找矿实践

在内蒙古自治区扎鲁特旗超浩尔图铜银多金属矿区利用 SYT法进行了试验性找矿工作。在 6号点进行了放射状测量,结果在已知矿化带后面发现了两个隐伏的矿化蚀变带。经坑探验证,两个矿体均出现了 1.5m厚的工业矿体,铜含量达到 10%以上(图 1)。

在寻找金属矿过程中,该种物探方法解译的低电磁电阻率一般与下面几种岩性的物性特征相对应:断层破碎带;沉积地层中的砂岩、中砂岩;石英脉体;岩溶裂隙发育的灰岩;采空区或溶洞;侵入岩体;岩性变异带;某种矿化异常带。在一个地区工作时,结合当地地质情况,赋予不同的地质内容。通过多次实践,在寻找金属矿时逐渐得出如下认识:在地表或浅部揭露的矿体产状后面潜伏着品位较高的多条矿脉,这些隐伏的矿脉一般埋藏较深。

2 牟平区的矿化异常带探测研究

牟平区金矿普查项目为在山东省国土资源厅申办的勘查项目。位于烟台市牟平区南台地区,地理坐标为:东经 121°31′~121°37′,北纬 37°6′~37°10′。区内出露的地层主要有:第四系:主要为粘土和亚粘土;荆山群野头组定国寺段:蛇纹石化白云质大理岩夹透灰大理岩;荆山群野头组定祥山段:黑云变粒岩,透

灰大理岩。

构造主要为一系列的南西-北东向的断层和断裂破碎带(图 2)。

在该区使用 SYT法进行了试验研究。首先在靶区内依据全球应力场演化规律(图 3)分析区内在燕山期

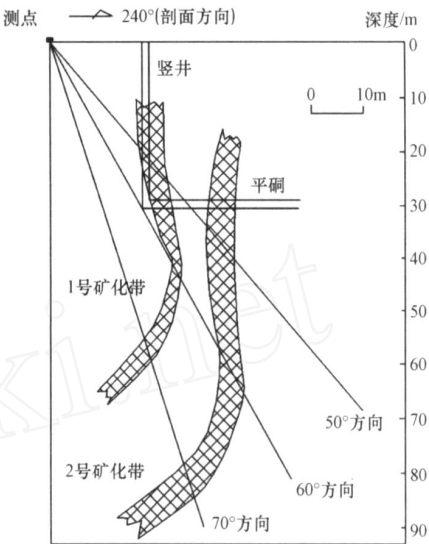


图 1 内蒙探测后验证的铜银多金属矿体
Fig 1 The copper and silver polymetallic ore body proved by SYT method

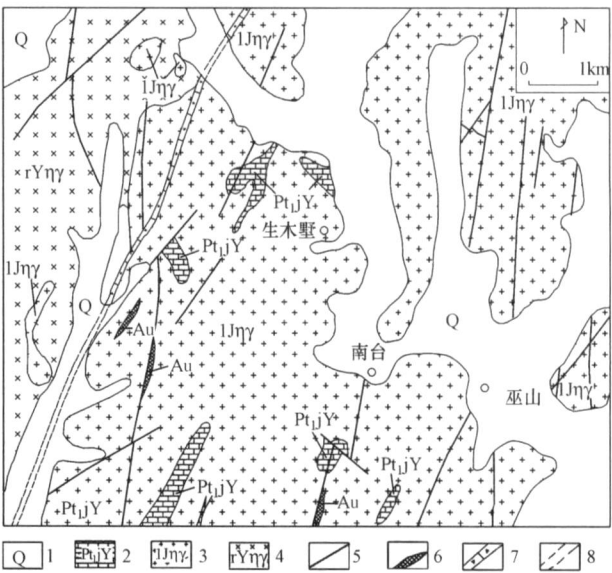


图 2 牟平地区地质简图
Fig 2 The geological sketch map of Muping area
1—第四系粘土; 2—荆山群野头组; 3—玲珑超单元九曲单元二长花岗岩;
4—荣成超单元玉林店单元二长花岗岩; 5—断层; 6—金矿(化)体; 7—断裂带; 8—推测断裂带
1—Quaternary clay; 2—Jingshan - Group marble; 3—Linglong super unit adamellite; 4—Rongcheng super unit adamellite; 5—Fault; 6—Gold (mineralization) orebody; 7—Fault zone; 8—Inferred fault zone

内构造的走向和主压应力方向,确定了北北东向断层作为该区内的主要控矿构造。

在 1000m ×300m 的范围内,根据地形选择了北北东向断层东侧高程较低的位置布置了 15 条测线,每条测线布置了 13 个测点,其中 8 个测点探测深度为 420m。5 个测点探测深度为 1250m。工作区内累计探测深度 54150m。在这样一个小范围内,单点测量依据

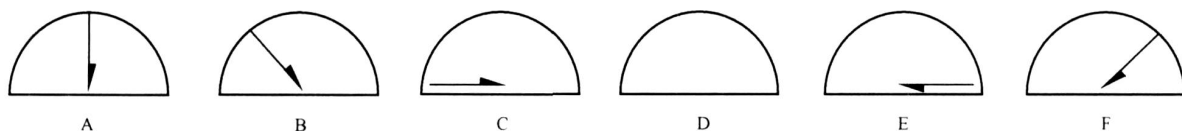


图 3 在一个银河年内北半球六型应力场依次演化模式

Fig 3 The evolution model of six types of stress field in northern hemisphere within one galactic year

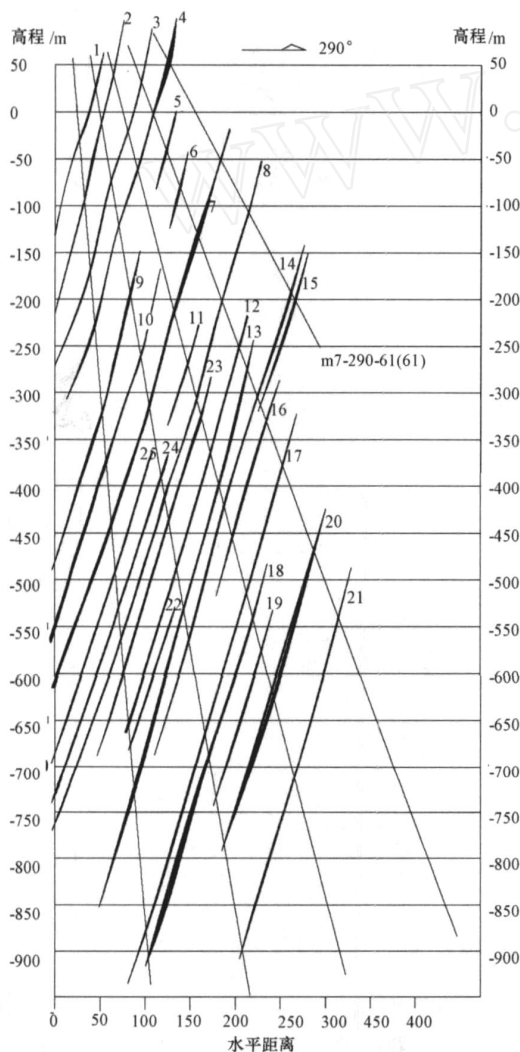


图 4 某测点依据断层的倾向解译出可疑异常带

Fig 4 The interpreted possible anomaly zone in one measurement point according to the fault dip

断层倾向、倾角解译出的可疑异常带最多 25 条 (图 4),最少 13 条。可疑异常带在 420m 以内的深度段内,宽度大于 2m,但在纵向延伸较短,一般大于 100m。深部可疑异常带较长,一般大于 200m。

将各测点可疑异常带在不同深度界面上绘制出来,按照断层的基本走向解译出的可疑矿化异常带最多有 13 条 (图 5),工作区内解译的可疑矿化异常

带一共有 98 条,每条纵向按平均长度 220m,走向长度 250m、厚度按 3m、比重按 2.65 计算,品位按地表在断层带开采调查 3g 来计算。物探预计黄金储量大约在 128.55t 左右。

该区通过小面积 SYT 法探测,得出如下结论:

- 1) 异常带大多与主要控矿断裂 (裂隙) 的产状平行。在深部延伸方向上呈串珠状排列。这些异常带大多属于在燕山期火山活动时含矿气液在先期构造压扭性裂隙中充填而成。
- 2) 异常带在地层的浅部形成的条数少,深部 400m 以下的条数明显增加,大约是浅部的 5 倍之多。异常带大多呈雁行状排列,往深部有的产状变缓。
- 3) 异常带在断裂交汇的部位,异常带的厚度较大,矿化带的品位可能较高。
- 4) 矿化异常带主要集中在两条断裂交汇的部位附近,远离该交汇部位,矿化异常带很少到消失,如该次工作在 7 号测点以北没有解译出矿化异常带。
- 5) 在主干断裂的伴生裂隙中也可能成矿,但矿体的产状与主干断裂一般呈锐角出现。
- 6) 在北北东向主干断裂带内可疑矿化异常带厚度较宽,一般在大于 3m。在次一级断裂带内的可疑矿化异常带厚度较薄,一般在 1 ~ 2m。

3 讨论

此次探测的测点用 GPS 定位,平面位置有一定误差,高程由于误差较大,在平面上分析各测线的矿化异常带在走向上的延伸规律时,可能出现某些误差。由于物探本身具有多解性,因此最终解译的可疑矿化异常带有的可能也是误判。另外个别测线间距较大,某些可能是矿化异常带,但由于控制精度不

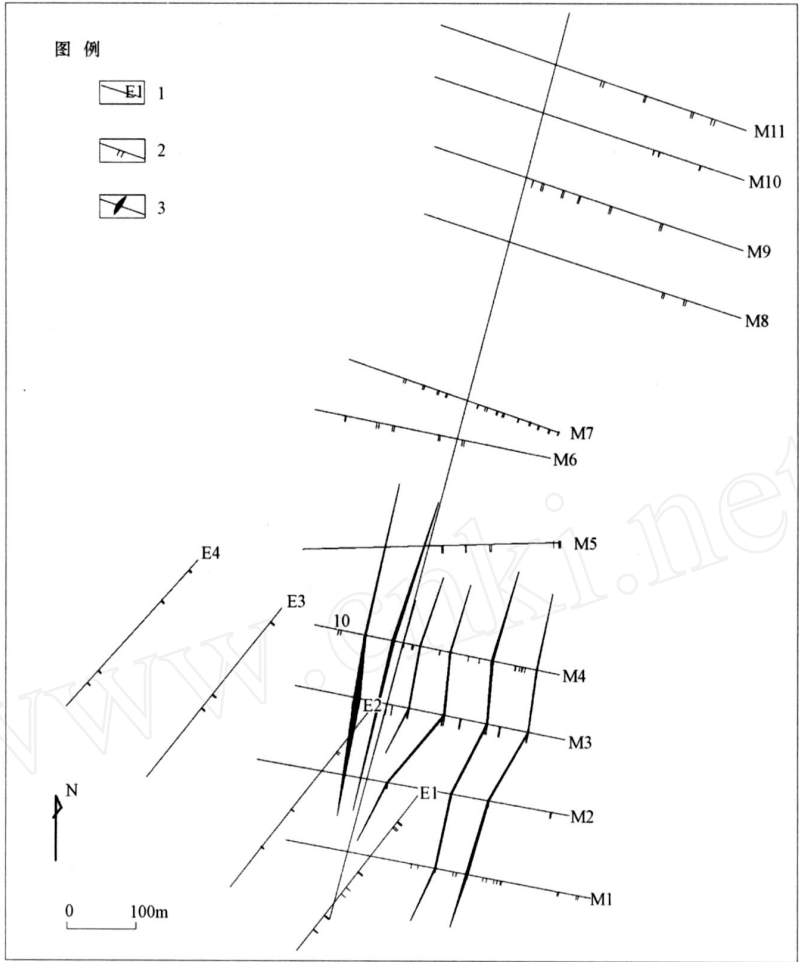


图 5 某深度截面依据断层的走向解译出可疑异常带

Fig 5 The interpreted possible anomaly zone at certain depth section according to the fault trend

1—测点及偏向; 2—测线上的异常点; 3—可疑异常带

1—measuring point and orientation; 2—abnormal point in line; 3—suspicious abnormal zone

够,导致该异常带没有解释成可疑矿化异常带。

[参考文献]

[1] 王文祥,杨武洋.瞬论与天然电磁波法勘探[M].西安:陕西人民出版社,2002: 73.
Wang Wen-xiang, Yang Wu-yang The Shun theory and natural electromagnetic method exploration[M]. Shanxi People's Publishing House, 2002: 73.

[2] 王文祥.浅析被动源法中的数据处理[A].中国地球物理学会第十届学术年会论文集[C],1994.
Wang Wen-xiang The analyse of data processing in passive source method[A]. Annual of the Chinese Geophysical Society[C]. 1994.

[3] 王文祥,汤寒松,唐方头,等. SYT型物性探测仪探测精度浅析[J]. 煤炭科学技术,1998,26(10): 47 - 50.
Wang Wen-xiang, Tang Han-song, Tang Fang-tou, et al The analyse of detecting precision for SYT type detector[J]. Coal Science and Technology, 1998,26(10): 47 - 50.

[4] 王文祥,杨武洋.天然电磁波法勘探研究的新进展[J]. 煤炭科学技术,2005,33(1): 18 - 19.
Wang Wen-xiang, Yang Wu-yang New development on exploration research of natural electric magnetic wave method[J]. Coal Science and Technology, 2005,33(1): 18 - 19.

[5] 杨武洋,王文祥,曲建刚,等. SYT天然电磁波法在探测金属矿体中的应用研究[J]. 金属矿山,2008(2): 87 - 89,101.
Yang Wu-yang, Wang Wen-xiang, Qu Jian-gang, et al Research on application of SYT natural electromagnetic wave method in exploration of metallic orebody[J]. Metal Mine, 2008(2): 87 - 89,101.

[6] 傅良魁.岩性电测深法及其在我国的试用效果[J]. 物探与化探,1986,(03): 25 - 34.
Fu Liang-kui The petro-sonde technique and its test result in China[J]. Geophysical and Geochemical Exploration, 1986, (03): 25 - 34.

[7] 林品荣,郑采君,石福升,等.电磁法综合探测系统研究[J]. 地

- 质学报, 2006, 80 (10): 1539 - 1548
- Lin Pin-rong, Zheng Cai-jun, Shi Fu-sheng, et al The research of integrated electromagnetic method system [J]. Geological Society of China, 2006, 80 (10): 1539 - 1548
- [8] 孙中任, 张国瑞, 魏文博, 等. 目前电磁法用于矿产勘查面临的几个问题的思考 [J]. 地质与资源, 2005, 14 (4): 305 - 309
- Sun Zhong-ren, Zhang Guo-rui, Wei Wen-bo, et al Discussion on some problems in the application of electromagnetic method in mineral exploration [J]. Geology and Resources, 2005, 14 (4): 305 - 309
- [9] 赵国泽, 陈小斌, 汤吉. 中国地球电磁法新进展和发展趋势 [J]. 地球物理学进展, 2007, 22 (4): 1171 - 1180
- Zhao Guo-ze, Chen Xiao-bin, Tang Ji Advanced geo-electromagnetic methods in China [J]. Progress in Geophysics, 2007, 22 (4): 1171 - 1180
- [10] 岳棋柱. 天然电磁辐射测深技术工作机理的定性解释 [J]. 地球物理学进展, 2006, 21 (4): 1281 - 1284
- Yue Qi-zhu A qualitative interpretation on the mechanism of the technique of electromagnetic radiation sounding [J]. Progress in Geophysics, 2006, 21 (4): 1281 - 1284
- [11] 吕志刚, 吴国学, 王永祥, 等. 隐伏矿体预测研究 [J]. 世界地质, 2007, 26 (1): 7 - 13
- Ly Zhi-gang, Wu Guo-xue, Wang Yong-xiang, et al Research on prognosis of concealed ore body [J]. World Geology, 2007, 26 (1): 7 - 13
- [12] 韦龙明, 吴烈善, 李惠, 等. 若干类型金矿找矿方法评述与综合找矿模型 [J]. 桂林工学院学报, 2003, 23 (1): 5 - 9
- Wei Long-ming, Wu Lie-shan, Li Hui, et al Review of prediction methods of some gold deposits and model of metallogenic prognosticate [J]. Journal of Guilin Institute of Technology, 2003, 23 (1): 5 - 9
- [13] 汤磊, 罗先熔. 内蒙古额尔古纳市虎拉林金矿区地电化学提取法寻找隐伏金矿研究 [J]. 地质与勘探, 2007, 43 (3): 68 - 73
- Tang Lei, Luo Xian-rong Geo-electrochemical extraction method for prospecting buried gold ores in the Hulalin Gold Deposit, Eerguna city, Inner Mongolia [J]. Geology and Exploration, 2007, 43 (3): 68 - 73
- [14] 梁光河, 蔡新平, 张宝林, 等. 浅层地震勘探方法在金矿深部预测中的应用 [J]. 地质与勘探, 2001, 37 (6): 29 - 33
- Liang Guang-he, Cai Xin-ping, Zhang Bao-lin, et al The application of seismic exploration method in deep prediction of gold deposits [J]. Geology and Exploration, 2001, 37 (6): 29 - 33
- [15] 曾庆栋, 沈远超, 张启锐, 等. 伽玛能谱测量与隐伏金矿体预测 [J]. 黄金, 1999, 20 (1): 4 - 7
- Zeng Qing-dong, Shen Yuan-chao, Zhang Qi-rui, et al Gamma ray spectrometry and prognostication of concealed gold ore body [J]. Gold, 1999, 20 (1): 4 - 7
- [16] 侯恩科, 郝珠成. 坑透层析成像技术在金矿定位预测中的应用 [J]. 地质与勘探, 2001, 37 (4): 43 - 45
- Hou En-ke, Hao Zhu-cheng The positioning prediction of gold orebody by electromagnetic wave computerized tomography [J]. Geology and Exploration, 2001, 37 (4): 43 - 45
- [17] 辛福成, 辛良, 李忠大. 伽玛能谱测量比值参数的地质学意义及其在寻找隐伏金矿床上的应用 [J]. 地质与资源, 2007, 16 (4): 306 - 310
- Xin Fu-cheng, Xin Liang, Li Zhong-da Gamma energy spectrum ratio parameters: geologic implication and application in searching of hidden gold deposit [J]. Geology and Resources, 2007, 16 (4): 306 - 310
- [18] 吴国学, 李守义, 陈国华, 等. 金矿勘查中的伽玛能谱测量——以黑龙江乌拉嘎金矿外围柳树河区为例 [J]. 吉林大学学报 (地球科学版), 2005, 35 (6): 823 - 826
- Wu Guo-xue, Li Shou-yi, Chen Guo-hua, et al Gamma-ray Spectrometry in Exploration of Gold Deposit: A Case Study from Wulaga Gold Mine in Heilongjiang Province [J]. Journal of Jilin University: Earth Science Edition, 2005, 35 (6): 823-826
- [19] 董耀松, 范继璋. 矿产勘查新理论与新方法综述 [J]. 吉林地质, 2005, 24 (1): 39-44
- Dong Yao-song, Fan Ji-zhang A review of the new theories and new methods of mineral resources exploration [J]. Jilin Geology, 2005, 24 (1): 39 - 44
- [20] 周平, 施俊法. 金属矿地震勘查方法评述 [J]. 地球科学进展, 2008, 23 (2): 120 - 128
- Zhou Ping, Shi Jun-fa Review on Seismic Methods for Mineral Exploration [J]. Advance in Earth Sciences, 2008, 23 (2): 120 - 128
- [21] 赵文津. 长江中下游金属矿找矿前景与找矿方法 [J]. 中国地质, 2008, 35 (5).
- Zhao Wen-jin Ore prospects and ore exploration methods for metal deposits in the middle and lower Yangtze River valley [J]. Chinese Geology, 2008, 35 (5).
- [22] 胡大千, 纪宏金, 于洪林. 山东山城金矿号脉矿物找矿标型 [J]. 地质与勘探, 2002, 38 (1): 51 - 52
- Hu Da-qian, Ji Hong-jin, Yu Hong-lin Mineral prospecting typomorphic peculiarities in the vein at Shancheng Au deposit, Shandong [J]. Geology and Exploration, 2002, 38 (1): 51 - 52
- [23] 李少众. 东坪金矿床地质—地球化学找矿模式及找矿预测 [J]. 地质与勘探, 2002, 38 (1): 27 - 30
- Li Shao-zhong The geology-geochemistry prospecting model and prediction in Dongping gold deposit [J]. Geology and Exploration, 2002, 38 (1): 27 - 30
- [24] 盛建华, 吴桂祥. 栖霞东北部地区成矿地质条件及找矿预测 [J]. 地质与勘探, 2002, 38 (2): 46 - 48
- Sheng Jian-hua, Wu Gui-xiang Ore-forming conditions and prospectings of gold deposits in northeast Qixia area [J]. Geology and Exploration, 2002, 38 (2): 46 - 48
- [25] 张连昌, 曾庆栋, 沈远超, 等. 胶西北红布金矿地质特征及构造解析 [J]. 地质与勘探, 2002, 38 (3): 18 - 22
- Zhang Lian-chang, Zeng Qing-dong, Shen Yuan-chao, et al Geological features and structure analysis on Hongbu gold deposit, northwestern Jiaodong [J]. Geology and Exploration, 2002, 38 (3): 18 - 22
- [26] 李明琴, 张竹如, 唐波, 等. 胶莱盆地层控型金矿含矿岩系的

成岩及成矿作用机理探讨 [J]. 地质与勘探, 2002, 38 (3): 33 ~ 37.

Li Ming-qin, Zhang Zhu-nu, Tang Bo, et al Diagenesis and ore - forming process of ore - bearing rock series for stratabound gold deposit in Jiaolai basin [J]. Geology and Exploration, 2002, 38 (3): 33 ~ 37.

[27] 孙国胜,李绪俊,姚凤良,等. 玲珑金矿田矿物组合与地球化学分带及矿体定位预测意义 [J]. 地质与勘探, 2002, 38 (4): 28 ~ 32 .

Sun Guo-sheng, Li Xu-jun, Yao Feng-liang, et al Significance of mineral assemblage and geochemical zoning on the orebodies prospecting in Linglong gold orefield [J]. Geology and Exploration, 2002, 38 (4): 28 ~ 32 .

[28] 李志明,刘家军,张长江,等. 狗头金成因新认识 [J]. 地质与勘探, 2002, 38 (2): 15 ~ 17.

Li Zhi-ming, Liu Jia-jun, Zhang Chang-jiang, et al A new genesis of nugget [J]. Geology and Exploration, 2002, 38 (2): 15 ~ 17.

The Application of Natural Electromagnetic Wave SYT Technique in Searching for Gold Mineralization in Covered Area

YANG Wu-yang¹, WANG Qi-zeng², WANG Wen-xiang³

- (1. Safety engineering college, North China Univ. of Science and Technology, Yanzhao 065201;
2. Fujian Yongding Coal Industry Management Office, Yongding 364102;
3. Xi'an Branch of China Coal Research Institute, Xi'an 710054)

Abstract: The common ways to define the occurrence of the metal ore bodies are geological/geophysical inferring and drilling. In geophysical exploration there are several kinds of widely used methods including the ground gamma-ray energy-disperse spectrometric survey, the x-ray fluorescence method, the shallow seismic and the electrogeochemical parameter technique, etc. the SYT method receives the reflected electromagnetic wave data from the depth which reflect the underground geological bodies. The data were processed and interpreted with specific technique to indicate the geological features at depth. This method was applied to test the gold mineralization and anomaly zones under the cover in Muping, Shandong Province, the results show that the gold mineralization and anomaly zones are obviously shown in the SYT curves, which can be used for defining the buried depth and thickness of the metal orebodies.

Key words: natural electromagnetic wave, SYT method, golden-bearing mineralization abnormal zone, covered area

矿业的春天来到了

国家通过有色金属调整振兴规划,重点对内收储对外调税

国务院总理温家宝 2 月 25 日主持召开国务院常务会议,审议并原则通过有色金属产业和物流业调整振兴规划,研究部署发挥科技支撑作用,促进经济平稳较快发展。针对有色金属行业会议提出,国家安排贷款贴息支持企业技术改造,抓紧建立国家收储机制,调整产品出口退税率结构。

会议认为:

一、要稳定和扩大国内市场,改善出口环境。调整产品结构,满足电力、交通、建筑、机械、轻工等

行业需求。支持技术含量和附加值高的深加工产品出口。

二、要严格控制总量,加快淘汰落后产能。

三、要加大技术改造和研发力度,推动技术进步。开发前沿共性技术,提高装备工艺水平和关键材料加工能力。

四、要促进企业重组,优化产业布局,加强企业管理和安全监管,提高产业竞争力。

文章来源:中国新闻网