文章编号:1671-5888(2003)04-0551-04

大功率激电和瞬变电磁法在青海锡铁山深部找矿中的应用

刘国兴[1],王喜臣[1],张小路[2],王　钟[2]
(1. 吉林大学 地球探测科学与技术学院,吉林 长春　130026;2. 桂林工学院,广西 桂林　541004)

摘要:为了在锡铁山铅锌矿的外围深部找矿勘查中提供深部地球物理信息,首次将大功率激电和大功率瞬变电磁法应用于接地条件十分恶劣、地形复杂的锡铁山地区。采用原长春地质学院研制的大功率设备,对供电电极和常规供电方式进行了改进,使供电电流达到 10A 以上,保证了大功率激电得以在该地区的实施。并于第 28 勘探线向南延伸部位发现一低阻高极化激电异常和瞬变电磁异常,由于这两种方法的异常可相互验证,再结合矿山外围地质研究工作,推断该异常为深部铅锌矿体所引起。这一新发现为矿山外围找矿提供了深部地球物理依据。

关键词:大功率激电;大功率瞬变电磁;深部找矿;锡铁山
中图分类号:P618.44;P631.325　　**文献标识码**:A

锡铁山铅锌矿位于柴达木盆地北缘,海拔3 200～3 400 m,地质构造复杂,地形切割剧烈,无任何植被,电测工作条件十分艰难。在锡铁山矿务局实施的新一轮矿山外围找矿工作中,地质专家发现了一些新线索,并提出锡铁山地区的区域构造应为复式背斜的新观点,并推论,在锡铁山矿区东翼,新发现的局部向斜核部的深处可能有形成铅锌矿的构造条件①。为验证这种推论,提供深部地球物理证据,吉林大学地球探测科学与技术学院与桂林工学院于 2000 年 5～6 月,在矿区东翼的中间沟地段采用大功率激电中梯、大功率瞬变电磁、高精度磁测等方法进行了深部探测的研究工作。

1　锡铁山地区地质及地球物理特征

1.1　地质特征

锡铁山铅锌矿产于柴达木盆地北缘的锡铁山-绿梁山-赛什腾山晚奥陶世绿岩带中。在以往的地质工作中曾认为,柴达木盆地北缘晚奥陶世绿岩带火山岩与锡铁山块状硫化物矿床的形成,受大陆古裂谷作用的控制,是中朝-塔里木古板块进一步解体的结果①。绿岩带火山岩及晚奥陶世的火山作用对锡铁山铅锌矿床的成生有着亲缘关系①。

本区断裂构造非常发育,主要为北西向断裂和北东向断裂,其中北西向断裂是在裂谷演化的块状断裂发育阶段形成的,是本区的主要断裂,它对于铅锌矿床的形成和后裂谷阶段挤压作用、产生矿体错断、揉皱等起了至关重要的作用。北东向断裂为横向断裂,该组断裂也为成矿时的同生断裂,它将矿带分为数段,成矿后仍对矿体与矿化带产生破坏作用。

1.2　地球物理特征

锡铁山曾于 20 世纪 50 年代、70 年代末期及 80 年代中期做过电阻率法和小功率激电工作②。对工作区岩、矿石的电性特征也有较充分的研究和总结②,具体如下:

(1)块状方铅矿、似条带状黄铁矿方铅矿矿石的电阻率一般为 0.2～52.7 Ωm,最大不超过 100 Ωm。而激化率则高达 66.4 %。但作为矿体的围岩,大理岩和绿色泥岩系的电阻率大于 1 000 Ωm,而激化率小于 3 %。这说明在锡铁山地区进行激电工作具备充分的地球物理前提。

收稿日期:2002-11-09

作者简介:刘国兴(1951-),男,内蒙库伦旗人,教授,主要从事电法勘探的理论与应用研究.

① 邓金牛,等. 锡铁山矿区及外围地质工作研究报告(内部资料). 锡铁山矿务局,2000.

② 邬介人,等. 锡铁山矿区外围物探工作报告(内部资料). 锡铁山矿务局,1984.

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

(2)据前人测定结果,石墨化二云母片岩的百分频率效应也达到 56.8 %,含少量黄铁矿化的碳质绿泥片岩的激化率为 39.6 %。二者的激发极化效应非常强。在此岩石段上往往会引起很强的非矿异常,是锡铁山地区电法工作中较强干扰因素之一。

(3)片麻岩的极化率高于本区其它岩石极化率,且很不均匀,不同地段相差甚大,在锡铁山达 3.6 %或更高一些。因此,当面积大时,会形成较高的背景场。

2 大功率激电和瞬变电磁法在锡铁山深部找矿中的应用与效果

2.1 大功率激电野外工作

工作装置与电极距 根据锡铁山地区的具体地形及接地条件,采用中梯装置是较合理的,为了保证较大勘探深度,确定供电极距 AB 为 1 800～2 400 m。在此范围内,视地形条件灵活设置。

供电设备及电流要求 为满足探测深部目标的要求,供电电流必须达到 10 A 以上,这对地处海拔 3 200～3 400 m、地形切割剧烈、岩石裸露无任何植被、极为干旱的山地来说是相当困难的。为了保证工作电流达到 10 A,采用了原长春地质学院研制的大功率供电系统[1],对供电电极和常规供电方式进行了改进。另外注意选用电阻小的导线,选择较好的接地点,经采取以上措施后保证了供电电流达到 10 A 以上,最大达到了 14 A。

实际观测采取的技术措施 由于工作区离锡铁山矿区较近,工业游散电流的干扰较为突出。另外,该地区极为干旱,接地电阻非常大,使测量极不稳定。为了获得可靠的观测结果,相应采取了一些措施:首先在观测前剖面上要逐点浇水,当水完全渗透后,再进行测量,以减小接地电阻,使 MN 电极间的电位差稳定;以尽量短的时间完成一次观测,从时间上尽量避开干扰;在做激电测量的同时,利用其它仪器监视干扰电场的变化,记录有干扰时和无干扰时的时间,从而找出测量参数的规律;增加重复观测次数,以获得可靠的信息。

2.2 瞬变电磁法野外工作

采用重叠回线装置,回线边长为 200 m,单向脉冲发射,脉冲电流为 100 A,供电时间为 40 ms,采样长度为 100 ms。根据瞬变电磁感应场的运动学原理,发送电流断开后,下半空间产生的感应涡流场以等效电流环的形式向下扩散,通常称为“烟圈”。在电阻率为 ρ、磁导率为 μ 的均匀大地条件下,其向下扩散的深度表达式为[2]

$$h = \frac{4}{\sqrt{\pi}} \cdot \sqrt{\frac{\mu\rho}{\mu}}。$$

式中:t 为采样时间;h 为扩散深度。取平均电阻率为 100 Ωm,采样时间为 100 ms,在此条件下有效勘探深度能达到 600～800 m。

2.3 锡铁山中间沟物探异常特征及推断解释

在锡铁山矿区东翼中间沟,采用大功率激电中梯、大功率瞬变电磁法、高精度磁测共做了 4 条剖面(36 线、28 线、20 线和 12 线),在 28 线的南部又布设了延长剖面,其主剖面部分经过已知矿体,延长部分经过新发现的局部向斜。

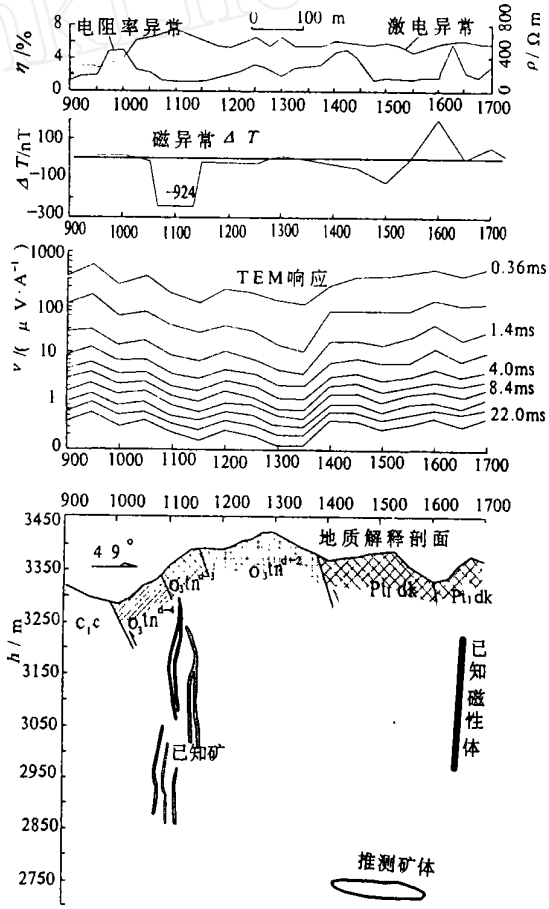


图 1 36 线物探、地质剖面

Fig. 1 Combined geophysics - geological section of line 36

C_1c. 下石炭统城墙沟组;O_3tn. 上奥陶统滩间山群;Pt_1dk. 下元古界达肯大板群

视极化率平面剖面结果反映出在走向上有一连续变化的低阻高极化异常,幅值较高,位置与已知矿带、矿化带的位置吻合,故该异常是由已知矿及矿化

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

带所引起(图 1)。在第 28 线的延长剖面,以 550 号点为中心的位置上,观测到幅值很强的激电异常和瞬变电磁异常,高精度磁测在该处也有异常显示。其中激电异常南缓北陡,表明极化体南倾。瞬变电磁异常也有南倾的特征,异常的中心位置正处于局部向斜的核部,异常范围较宽,说明是深部异常体引起的。激电异常的特征也为低阻高极化。瞬变电磁异常则显示了在较晚期(22 ms)仍存在较明显的异常特征。

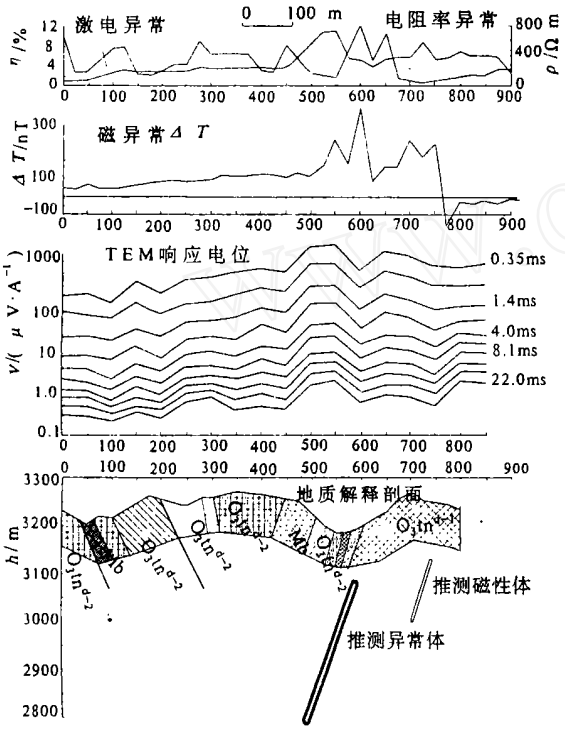


图 2　28 线(南)物探、地质剖面

Fig. 2　Combined geophysics - geological section at the south extension of line 28

O_3tn:上奥陶统滩间山群;Mb:大理岩

大功率激电中梯和大功率瞬变电磁法都是观测二次场的方法,受地形影响小。尤其是瞬变电磁法观测纯二次场,故加大功率便可增加勘探深度[3~5]。二者联合使用能够相互补充,有利于鉴别异常源的性质。在寻找金属矿勘探中,激电异常在排除与含碳质岩石有关后,总是与电子导电的金属矿物有关。对浸染状矿体,其整体导电性与围岩可能没有明显的电性差异,不会产生瞬变电磁异常,但会产生激电异常。而一般不含碳质或金属矿物的良导体只会引起瞬变电磁早期异常,而不会引起瞬变电磁晚期异常和激电异常。

经地质专家认定,在 28 线没有发现含碳质岩体,故由该种岩体所引起异常的因素可以排除。综合以上分析可认为:异常源应为电子导电的良导高极化体。故推断该异常为深部铅锌矿体所引起。对该异常的地质推断解释如图 2 所示。

3　结论与认识

(1)在接地十分困难的高原恶劣地形条件下的火山变质岩区,经采取有效的改进措施实现了大极距、大功率探测(供电电流达到 10～14A),发挥了大功率激电的作用,取得了可信度较高的深部探测资料及较理想的地质效果。

(2)大功率激电和大功率瞬变电磁法相互配合相互验证,为锡铁山新一轮深部找矿提供了重要依据。

(3)由大功率激电和大功率瞬变电磁法异常的一致性,更有利于鉴别异常源的性质,排除一些多解性。将地质专家对区域构造的新认识、新发现、激电异常和瞬变电磁法异常的一致性及与已知矿异常性质相同等特点进行综合考虑,故推断异常是由深部铅锌矿所引起。

参考文献:

[1] 徐赵容,董瑞春,刘国兴,等. 地质调查中的电法勘探供电系统[J]. 长春地质学院学报,1993,**23**(3):330－333.
Xu Zhaorong, Dong Ruichun, Liu Guoxing, et al. The transmitter system of electrical prospecting method used in the geological survey[J]. Journal of Changchun University of Earth Sciences, 1993, **23**(3): 330－333.

[2] 张小路,王钟. 瞬变电磁测深在海南福山凹陷的实验研究[J]. 石油地球物理勘探,1997,**32**(6):878－883.
Zhang Xiao Lu, Wang Zhong. Experiment with transient electromagnetic sounding in Fushan depression in Hainan Province[J]. OGP, 1997, **32**(6): 878－883.

[3] 殷长春. 瞬变电磁测深法的研究深度[J]. 长春地质学院学报,1992,**22**(1):103－107.
Yin Changchun. The investigation depth of transient electromagnetic sounding method[J]. Journal of Changchun University of Earth Sciences, 1993, **22**(1): 103－107.

[4] 王庆乙. TEMS —— 3S 瞬变电磁测深系统的研制[J]. 有色金属矿产与勘查,1996,**5**(3):169－175.
Wang Qingyi. Studing and manufecturing of the TEMS —— 3S transient electromagnetic sonuding system[J]. Geological Exploration for Non - Ferrous Metals, 1996, **5**

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

(3) : 169 - 175.

[5] 朴化荣. 电磁测深原理[M]. 北京:地质出版社,1990. 27 - 33.

Piao Huarong. Principle of electromagnetic sounding method[M]. Beijing: Geological Publishing House, 1990. 27 - 33.

THE COMBINED APPLICATION OF HIGH - POWER INDUCED POLARIZATION AND TRANSIENT ELECTROMAGNETIC METHOD IN THE DEEP MINERAL EXPLORATION IN XITIESHAN AREA OF QINGHAI

LIU Guo-xing[1], WANG Xi-chen[1], ZHANG Xiao-lu[2], WANG Zhong[2]

(1. *College of Geo-Exploration Science and Technology, Jilin University, Changchun* 130026, *China*; 2. *Guilin Insititute of Technology, Guilin* 541004, *China*)

Abstract: To provide detailed geophysical information for the deep mineral exploration of lead - zinc ore in the external area of Xitieshan mineral deposit, a combined geophysical method of high-power induced polarization (IP) and transient electromagnetic method (TEM) has been utilized successfully in Xitieshan area where the ground condition is poor and the terrain is very tuff. The accurate IP measurements carried out is due to a special processing method to reduce the contact resistance, thus leads to the transmitting current up to 10A. At the south extension of line 28, a low resistivity and high induced polarization abnormal has been discovered. Combined the geology research result outside of the area, the abnormal could be considered caused by the deep lead - zinc ore body. It provides very valuable evidences for the further deep mineral exploration in the area.

Key words: high-power IP; high-power TEM; deep mineral exploration; Xitieshan

(上接 544 页)

STATICS OF CONVERTED WAVE

GUO Gui-hong[1], WANG De-li[1], HE Qiao-deng[1], FU Dan-dan[2], HAN Qing-shi[2]

(1. *College of Geo-Exploration Science and Technology, Jilin University, Changchun* 130026, *China*; 2. *China Offshore Oil Research Center, Gaobeidian* 074010, *China*)

Abstract: Laterally - nonuniform weathered layer and very low velocity of shear waves cause high statics and severe lateral variation of converted P - SV waves. Generally, such high static can not be removed through conventional P - wave refraction static methods. The technique described in this paper shows that receiver statics can be removed by modeling correlation and curve smoothing method. The procedures include: (1) determining the total receiver statics using the value derived from the correlation of optimized common receiving point stack traces; (2) evaluating the value of structural dip using curve smoothing; (3) getting receiver statics by subtracting static values of structural dip from total static values. This method can be applied to removal of high static of converted P - SV waves.

Key words: converted wave; statics; common receiving point stack traces

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net