

# 天镇铅锌矿东矿段地球物理(EH4)测深研究

陈伟军<sup>1</sup>,刘和峰<sup>2</sup>,孟凡威<sup>3</sup>,刘红涛<sup>1</sup>,刘建明<sup>1</sup>

(1.中国科学院地质与地球物理研究所矿产资源重点实验室,北京 100029; 2.内蒙古赤峰市地质矿产勘查开发院,内蒙古 赤峰 024000; 3.内蒙古赤峰市阿鲁科尔沁旗地震局,内蒙古 赤峰 025550)

**摘要:**EH4为基于电磁原理的、有效探测深度适中(800~1200m)的一种地球物理测深方法。介绍了EH4技术的原理、特点等及在天镇铅锌矿床东矿段地球物理勘查中的成功应用,并为下一步的工程验证工作提供了一些建议。

**关键词:**EH4;地球物理测深;天镇铅锌矿;山西天镇

**中图分类号:**P631 **文献标识码:**A **文章编号:**1004-5716(2010)04-0106-03

连续电导率剖面测深系统(简称EH4)系从美国引进的一套电磁法自动采集系统。它是CSAMT和MT的结合体,利用人工发射信号补偿天然信号某些频段的不足,以获得高分辨率的电阻率成像<sup>[1]</sup>。EH4能有效地研究基底的埋深和起伏、浅部构造、岩层的展布并划分其厚度等,为寻找隐伏矿床提供一种经济、快速、有效的勘查方法。天镇铅锌矿位于山西天镇县城西北12km处,是天镇地区重要的铅锌矿床,地质工作程度较低。通过对其东矿段的EH4测深研究发现天镇铅锌矿有良好的成矿前景。

## 1 EH4的原理和特点

EH4连续电导率成像系统是由美国GEOMETRICS和EMI公司联合生产的采用了最新数字讯号处理器的硬、软件装置。该系统属于部分可控源与天然场源相结合的一种大地电磁测量系统,为目前国际上最为先进的一种电磁勘探手段<sup>[2-3]</sup>。其观测的基本参数为:正交的电场分量( $E_x$ ,  $E_y$ )和磁场分量( $H_x$ ,  $H_y$ )。若将地表天然电场与磁场分量的比值定义为地表波阻抗,则在均匀大地背景下,此阻抗与入射场极化无关,只与大地电阻率以及电磁场的频率有关,从而可以确定地下岩层的电性结构和地质构造。与其他电磁法相比,EH4系统具有以下突出特点:(1)巧妙地采用了天然场与人工场相结合的工作方式,由部分可控源补充局部频段信号较弱的天然场,来完成整提供了丰富的地质个工作频段的测量;(2)发射装置轻便,便于野外多次移动;(3)时间域多次迭加采集数据,保证信息可靠;(4)实时数据分析,确保观测质量;(5)现场给出连续剖面的拟二维反演结果,较直观;(6)勘探深度较大,分辨率高。该系统除进行地质找矿外,还可以用于地下水调查、工程地质勘查、基岩地质填图、地质构造填图及环境调查等诸多方

面。

## 2 矿区地质概况

天镇铅锌矿地处东西向阴山构造带上,矿床产于太古代高级变质体中,主要围岩为辉石麻粒岩、含榴黑云斜长片麻岩。矿区内有少量燕山期脉岩如花岗斑岩出露。

矿区构造主要为NW-NWW向、NE向、NEE向,表现为较宽大的构造破碎蚀变带。根据构造的特点,可划为成矿期构造和成矿后构造。成矿期构造以NW-NWW为主,总体倾向南,倾角 $40^\circ \sim 55^\circ$ ,走向延长大于300m,主带宽度大于在30~40m,具有分支复合特点。矿体主要分布于主构造带的底板或顶板附近。成矿后构造表现为宽大或小的破碎带,由断层泥、破碎带组成,对矿体有破坏作用,其产状与成矿构造产状大体上一致,主干成矿后断裂分布矿带南侧,南倾,倾角 $38^\circ \sim 50^\circ$ 。

矿区矿化特点:该矿床为铅锌银(铜)多金属矿化,矿石类型为原生矿石和氧化矿石,矿石构造主要为块状、角砾状、脉状构造。矿石矿物主要为方铅矿、闪锌矿、黄铁矿,少量黄铜矿。矿体分布受构造控制。矿区矿化可初步划为以下几个阶段:(1)硅化阶段——形成石英、黄铁矿、绢云母;(2)多金属硫化物阶段——形成方铅矿、闪锌矿、黄铁矿、黄铜矿等,主要呈脉状、网脉状产出;(3)碳酸盐阶段,形成以方解石为主的矿物。

## 3 EH4连续电导率剖面测量及解译

### 3.1 测线部署

测量剖面选择在东矿段,剖面选择即考虑了矿化的分布、又考虑了地形的特点,总体测量线分布为NW向,布置EH4连续电导率测深线2条,每条400m长,测量点距20m,总测点42个。测量结果反演深度为

600m。

### 3.2 测量结果与地质解释

1线测量结果(见图1)表明,该剖面具有明显的3层结构特点:底部层为相对高阻区,视电阻率值为250~1000 $\Omega\cdot m$ ,为辉石麻粒岩区,岩石相对完整,无矿化。中间层为低阻区,总体上向南倾斜,总体产状在40°左右,带宽约220m。中间层可进一步分为两个亚层:北部为矿化带,具有相对低的视电阻率,其值总体小于1300 $\Omega\cdot m$ ,在该亚层中有弱蚀变的岩石块体,其视电阻率值130~210 $\Omega\cdot m$ ;南部为晚期破碎带,由断层泥及破碎岩石构成,其视电阻率值最低,小于110 $\Omega\cdot m$ 。底部层为相对高阻区,视电阻率值大于180 $\Omega\cdot m$ ,为辉石麻粒岩区,岩石相对完整,无矿化。在剖面中等深度存在一缓倾斜相对低阻带,解释为断层引起,是否含矿需要工程验证。矿化带引起的异常向南延伸至剖面末端仍未尖灭。可见两条剖面的测量结果具有很好的对应性。图1中还可以看出,矿化带异常向南延伸并未尖灭。

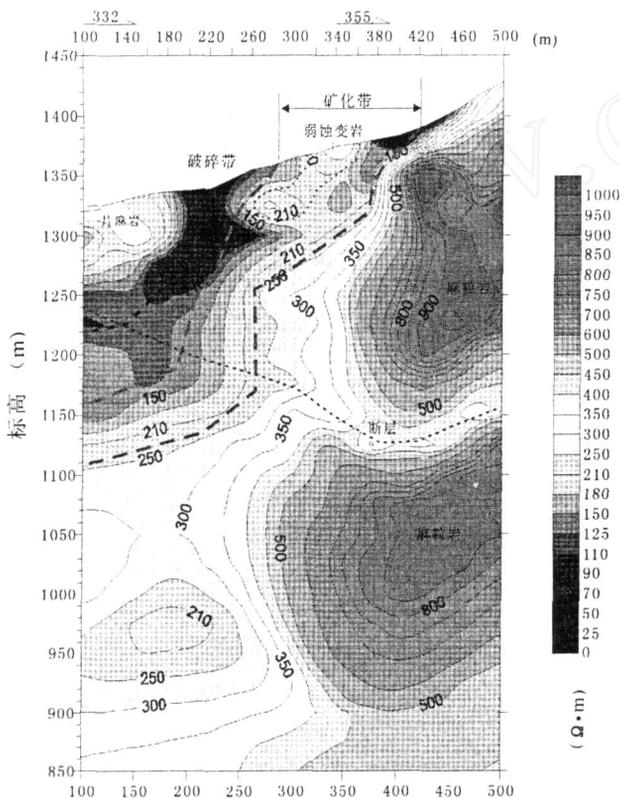


图1 天镇铅锌矿东矿段1线EH4连续电导率剖面测深断面图

2线测量结果(见图2)与1线具有相似的特点,剖面具有3层结构:上部层为相对低阻带,视电阻率值160~300 $\Omega\cdot m$ ,为黑云斜长片麻岩岩石分布区。中部

层中间层为低阻区,总体上向南倾斜,具铲式特点,总体产状:上陡(65°)、下缓(在30°左右),带宽约240m。中间层可进一步分为两个亚层:北部为矿化带,具有相对低的视电阻率,其值总体小于1300 $\Omega\cdot m$ ,在该亚层中有弱蚀变的岩石块体,其视电阻率值130~210 $\Omega\cdot m$ ;南部为晚期破碎带,由断层泥及破碎岩石构成,其视电阻率值最低,小于110 $\Omega\cdot m$ 。底部层为相对高阻区,视电阻率值大于180 $\Omega\cdot m$ ,为辉石麻粒岩区,岩石相对完整,无矿化。在剖面中等深度存在一缓倾斜相对低阻带,解释为断层引起,是否含矿需要工程验证。矿化带引起的异常向南延伸至剖面末端仍未尖灭。可见两条剖面的测量结果具有很好的对应性。

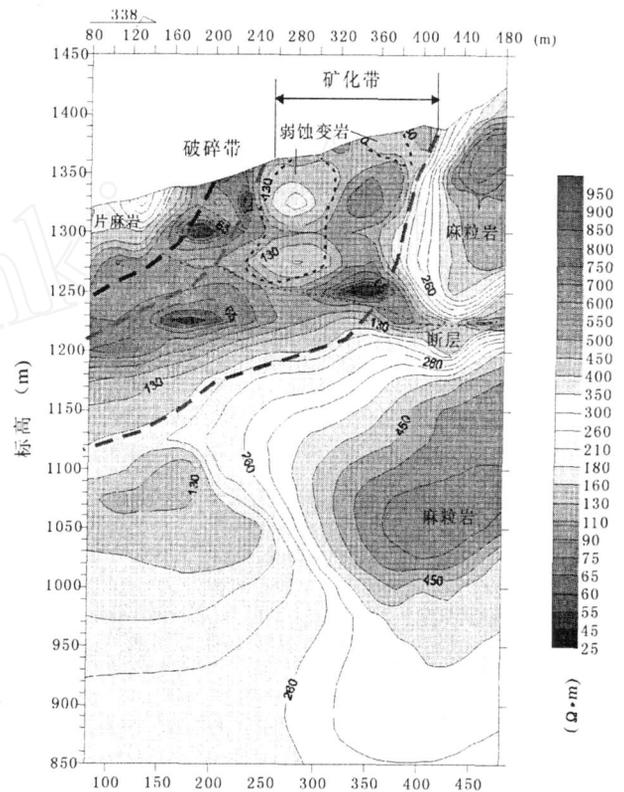


图2 天镇铅锌矿东矿段2线EH4连续电导率剖面测深断面图

### 4 结论

(1) 天镇铅锌矿为受构造控制的热液矿床,矿床蚀变作用强烈,矿化发育。

(2) EH4连续电导率剖面测量表明,东矿段矿化带具有较低的视电阻率值,视电阻率值小于160 $\Omega\cdot m$ ,矿化带在剖面上具有铲式特点,矿化带异常向南延伸长度大于400m。

(3) 综合地质与地球物理研究表明,该矿床具有良  
(下转第110页)

本区含煤9~47层,煤层总厚度7.0~52.0m,含煤系数为1.2%~9.6%;可采1~16层,可采厚度1.79~29.60m。总体上看,由北西向南东含煤性变差。

#### 2.4 小结

六盘水煤田3个小区沉积厚度及含煤性不同,小区内不同地段也有变化。总体而言,晴隆、中寨、六枝和郎岱及安西以西一带沉积较厚;六盘水煤田从羊场-中营-中寨-六枝一带以西,结里一带以南可采厚度及含煤性较好。由此可见,沉积厚度与含煤性不完全成正比关系。

### 3 影响沉积厚度及含煤差异性因素

#### 3.1 构造

六盘水煤田古构造为南北向次一级拗陷,处于师宗-贵阳断裂、紫云-水城断裂和盘县-水城断裂所形成的三角带内,同为这些断裂的下降盘。正是有了北东、北西向的这对共轭剪切断裂(师宗-贵阳断裂和紫云-水城断裂)形成的砂坝障壁,使得从西部高地搬运的碎屑物在这里得到了很好的沉积,使得西部形成很好的泥炭沼泽环境。这样的构造背景导致六盘水煤田具有很好的含煤性。

在煤田内部,晚二叠世古地形呈西高东低之势,由西向紫云-水城断裂一带逐渐下降,该断裂向东地形有所上升,形成了砂坝障壁。受盘县-水城断裂带控制,西部沉积厚度较薄(西部盘关向斜和水塘附近),一般在220~250m;东部中营-中寨一带和六枝与安西中部(前者为郎岱-玉舍凹地与盘县-中寨凹地的交汇处;后者为盘县-中寨凹地在紫云-水城断裂交止处)一带沉积厚度较厚,达500m以上。

由北往南,由郎岱-玉舍凹地、盘县-中寨凹地和师宗-贵阳断裂及其之间的凸地组成波浪起伏的地形,沉积厚度也随之变化,但总体上北部较南部稍高,南部沉积厚度较北部厚。受黔北隆起的控制,在煤田北部出现了一个沉积较薄的地带。在郎岱-玉舍凹地和盘县-中寨凹地的控制下,出现了沉积较厚的地带。在南部晴隆、盘江和郎岱一带出现了一个相对平缓的地带,沉

积厚度达450m以上,变化不是太大。

#### 3.2 沉积环境

六盘水煤田处于海陆过渡相,受河流和海洋潮汐的双重控制,沉积物既有河流携带的陆源碎屑,也有海侵期沉积的灰岩和泥岩。在时间和空间上,河流沉积和海洋沉积彼此过渡,犬牙交错。六盘水煤田东南部晴隆、盘江和郎岱和六枝一带可能受海洋潮汐的控制较大,使得沉积厚度大,但含煤性较差。过渡相沉积环境分为滨岸潟湖扇三角洲、三角洲和潟湖-潮坪。

该区沉积环境以正常河流三角洲为主,其次为潟湖-潮坪,在六枝则表现为三角洲-潮坪复合沉积环境。此外,在盘县火铺一带,煤系下段底砾岩属于辫状河-滨岸潟湖扇三角洲沉积。其广阔的三角洲间湾发育了较好的泥炭沼泽,形成较厚且较稳定的煤层。

### 4 结论

根据沉煤前古构造及沉积环境,分析了六盘水煤田煤系沉积厚度及含煤性变化的原因。得出了以下几点认识:

- (1) 六盘水煤田在羊场-中营-中寨-六枝一带以西和结里一带以南含煤性较好。
- (2) 沉积厚度与含煤性不完全是正比关系。
- (3) 含煤性主要受古构造和沉积环境控制。
- (4) 海陆过渡相在向海延伸过程中,由于海洋潮汐的控制的加强,含煤性逐渐变差。

#### 参考文献:

- [1] 贵州省煤田地质局. 贵州晚二叠世含煤地层沉积环境与聚煤规律[R]. 贵州:贵州省煤田地质局,1994.
- [2] 徐彬彬,何明德. 贵州煤田地质[M]. 江苏徐州:中国矿业大学出版社,2003.

收稿日期:2009-03-04

第一作者简介:伍远学(1981-),男,贵州遵义人,地质助理工程师,从事地质勘探工作。

(上接第107页)

好的成矿前景,建议开展进一步的工程验证。

#### 参考文献:

- [1] 伍岳,刘汉彬,董秀康. EH4电导率成像系统在砂岩型铀矿床上的应用研究[J]. 铀矿地质,1998,14(1):32-37.
- [2] 刘红涛,杨秀瑛,于昌明,等. 用VLF/EH4和CSAMT方法寻找隐伏矿——以赤峰柴胡栏子金矿床为例[J]. 地球

物理学进展,2004,19(2):277-285.

- [3] 贾长顺,曾庆栋,徐九华,等. 综合物化探技术在黄土覆盖区隐伏金矿体预测中的应用[J]. 黄金,2005,26(7):8-11.

收稿日期:2009-03-05

基金项目:国家重点基础研究(973)项目(2006CB403507)资助。

第一作者简介:陈伟军(1981-),男,博士研究生,矿物学、岩石学、矿床学专业。