综合地球物理方法在冀东铁矿采空区勘查中的应用

彭朝晖,张家奇,肖金平
(河北省地球物理勘查院,河北 廊坊 065000)

摘 要:应用高精度磁法、电阻率剖面法、激发化法等常规地球物理勘查方法对冀东地区太古宙沉积变质铁矿采空区进行综合研究,建立冀东铁矿采空区有效的地球物理勘查组合模型,总结不同地质环境条件下各种地球物理勘查方法在冀东铁矿采空区勘探中的适用性和有效性。

关键词:综合地球物理方法;铁矿采空区;组合模型
中图分类号:P631 **文献标识码**:A **文章编号**:1000-8918(2007)04-0354-04

随着铁矿资源的大规模开采利用,产生了不良的生态环境效应,铁矿采空区地质勘查已成为矿山生产和工程建设过程中迫切需要解决的问题。采用综合地球物理方法探测的目的在于查明采空区的空间赋存状态及地下各采空区之间的连通情况。笔者利用长-深高速承-唐界铁矿采空区勘探的研究成果,探讨不同地球物理勘查手段在冀东式沉积变质铁矿采空区的应用效果。

1 地球物理方法组合

地球物理勘查是以各种岩石和矿石的密度、磁性、电性、弹性、放射性等物理性质的差异为基础,用不同的物理方法和地球物理仪器,探测天然的或人工的地球物理场的变化,通过分析、研究获得的地球物理资料,推断、解释地质构造和矿产分布情况,达到查明地质构造、寻找矿产资源和解决工程地质、水文地质以及环境检测等问题的目的。

冀东沉积变质铁矿相对围岩具有高磁、低电阻率、高极化率的特征,采空区因保留了矿柱,仍具有高磁与高极化率的特征,对于不充水的采空区具有高电阻率的特征,对于塌陷或充水的采空区则具有低电阻率的特征。因此,选用的勘查方法主要有高精度磁测、电阻率剖面法、激发极化法等常规地球物理方法。

我们研究的思路是:①采用高精度磁测、电阻率剖面法、激发极化法沿高速公路中线两侧各100 m的范围内进行扫面工作;②在圈定的异常区内加密测线,进行详查;③进行区域地质背景研究,增加边界条件以抑制地球物理反演工作的多解性;④对比采空区与未开采区的曲线,进行综合解释;⑤建立冀东沉积变质铁矿采空区的地球物理组合勘查模型。

2 冀东沉积变质铁矿区应用效果

2.1 探测目的

长-深高速公路遵化市老辛庄至承-唐界段(K0~K13)内分布着40多座铁矿竖井,尤其在力田庄、罗秀庄和闫家沟等地竖井分布更加密集。近年来由于铁矿的开采形成多处地下采空区,而且开采情况复杂,造成该地段地下采空区分布范围和深度情况不明,这将为修建的高速公路留下极大隐患,对日后高速公路的安全运营产生严重的影响。为此采用综合地球物理等手段探明区内采空区的分布地段及空间赋存状态,查明工区范围内地下采空区的分布、埋深和规模,为高速公路设计施工提供基础资料。

2.2 工区地质概况

工区位于河北省遵化市东北部,所属大地构造单元为华北地台燕山台褶带(Ⅱ级)马兰峪复式背斜(Ⅲ级)遵化穹褶束倒转背斜(Ⅳ级)的中东部,为局部台升作用形成的隆起区。区内出露一套太古宙迁西群跑马场组深变质片麻岩建造。地层中赋存有规模不等、薄厚不均的十几层磁铁石英岩,均呈透镜状或串珠状。工区内出露的岩体为二长花岗岩,面积约为4 km^2,主要在工区北部遵化市与承德市交界处。

2.3 工区地球物理特征

区内不同地层及矿体间磁性差异明显,第四系地层属弱磁性,片麻岩地层属中等磁性($\kappa=1\sim10^3$ SI),花岗岩体属中等磁性($\kappa=10\sim10^3$SI),铁矿属

收稿日期:2006-08-24;修回日期:2007-03-06

万方数据

强磁性($\kappa = 10^3 \sim 10^6$ SI)。上述磁性特征对应于航磁异常有如下规律:①铁矿异常,ΔT 剖面曲线尖锐,梯度陡,有负值相伴,异常呈狭长状,与含矿地层走向一致;对应于地磁异常的特征为:铁矿与其围岩(片麻岩)产状一致,通常有一定走向,矿体与围岩有明显的磁性差异,所以铁矿异常与矿体形态相关,一般呈狭长状,多数异常为北东走向,规律性强,异常北西端有负值相伴;②磁铁矿及磁性岩层综合引起的异常范围大,无明显走向,异常梯度平缓,仅局部有尖峰出现,正负值关系不密切;③磁性岩体异常范围大,梯度缓,具有区域性,走向与片麻岩不一致,主要是由于磁性矿物分布不均匀及外型的不规则,引起的磁异常规律性差,等值线形状不定,异常较宽缓,强度较弱,异常北端无负值相伴。

由上述磁性及异常特征可以认为,铁矿引起的磁异常在开采前表现为幅值高、呈条带状分布、规律性强等特征,在开采后因磁铁矿的不复存在而使磁异常消失(若只是部分开采,仍残留有矿体,则是异常强度降低)。有意义的是,本区铁矿绝大部分均呈北北东走向,西倾,呈脉状展布,具很强的规律性,在这种情况下,通过对磁异常特征的分析,再结合地质调查情况,对于确定采空区的分布是可行的。

工区内不同地层及矿体间激发极化特性差异明显,第四系地层、片麻岩地层、花岗岩体属低激发极化特性($\eta_s = 1\% \sim 5\%$),磁铁矿属高激发极化特性($\eta_s \geq 20\%$)。

工区内不同地层及矿体间电性差异明显,片麻岩地层的 ρ_s 为 $10^2 \sim 10^3\ \Omega \cdot m$,磁铁矿体的为 1 ~ 10 Ω · m。

2.4　地质解释

预查中在 K9 + 900 ~ K13 + 000 及 K4 + 100 ~ K8 + 200 两个区段投入了高精度磁测、激发极化法、视电阻率法等 3 种物探方法,以期通过对区段内电、磁异常的分布特征,异常规律的分析研究,结合实地地质调查情况,综合研究工作区段内铁矿采空区的分布地段,为第二步详查工作打下了坚实的基础。在预查工作的基础上,对重点确定的 5 个区段采用高精度磁测(为了更好地圈定异常,反映异常细节情况,测网密度加密为 25 m × 5 m)、瞬变电磁测深等方法进行测量,并结合井下地质调查,对线路上的采空区进行空间定位。

通过对电、磁成果的综合研究,发现与采空区相关的异常具如下规律:

(1)铁矿在开采(或部分开采)后,其磁异常虽显示为矿异常特征,但强度明显变低,如K10 + 100 ~ K10 + 500 区段,ΔT 极值仅为 2 000 nT;而未开采的铁矿,如K10 + 600 ~ K10 + 990区段,ΔT极值可达 6 000 nT。

(2)由磁测 ΔT、视电阻率 ρ_s 等值线平面图相互对比可以看出,与磁异常对应视电阻率为低阻显示,原因可能是铁矿体本身导电性好或者巷道充水,呈现低阻特征。

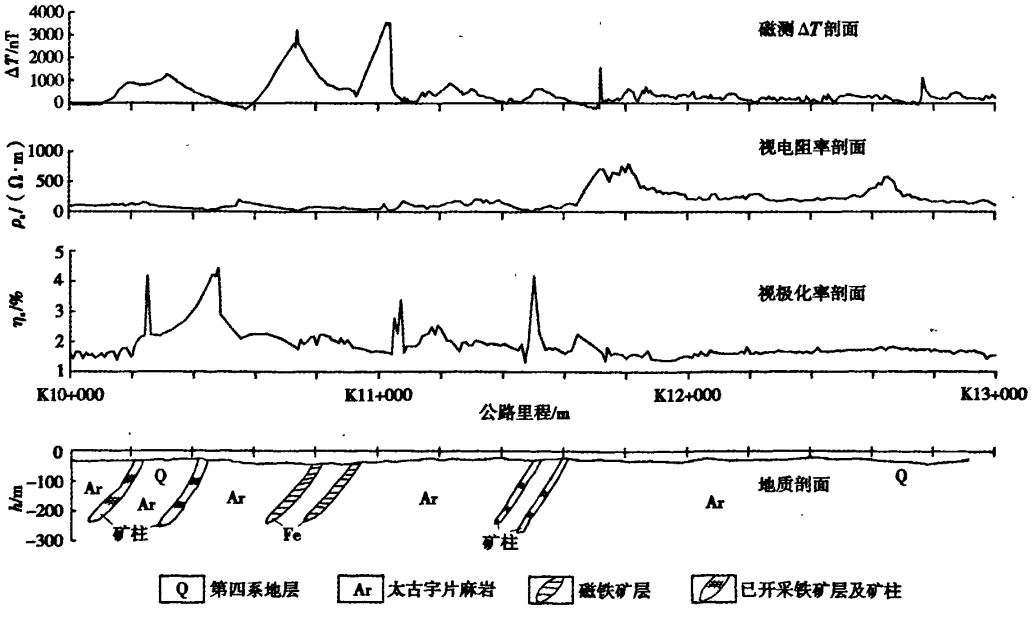


图 1　南测区综合剖面

万方数据

(3)激电 η_s 异常与磁测 ΔT 异常中心并不完全吻合,原因是磁异常中心基本对应了矿头(矿体的浅部)位置,矿体浅部对异常影响很大,随着矿体埋藏深度的增加异常迅速衰减。而 η_s 异常反映的为体积勘探结果,其异常与矿体的整体产状要素及极化方向关系密切,对倾斜矿体而言其异常中心一般对应为矿体的中部。

综上所述电、磁异常的分布规律,在采空区的表现为:磁异常强度较未开采时低,电阻率为低阻反映,具一定强度的极化率异常。

下面仅以南测区 K9 +900 ~ K13 +000 为例进行地质解释。在南测区共发现 3 处(K10 +100 ~ K10 +550、K10 +640 ~ K10 +900、K11 +400 ~ K11 +580)明显的局部磁异常:。从图 1 中可以明显看出 K10 +640 ~ K10 +900 段的异常幅值明显高于其他 2 段,其 ΔT 极值达 6 000 nT,而 K10 +100 ~ K10 +500段ΔT极值仅为2000nT、K11 +400 ~ K11 +580 段 ΔT 极值仅为 1 600 nT。利用中线的磁测曲线采用经验切线法进行半定量解释,上述 3 处异常的矿体顶板埋深分别为 43、36、52 m。通过现场调查发现,K10 +100 ~ K10 +550、K11 +400 ~ K 11 +580两处的铁矿已经开采完毕,而K10 +640 ~ K10 +900 处正在建立竖井,尚未开采,这正是 K10 +640 ~ K10 +900 段异常幅值高于其他 2 段的原因。因而确定 K10 +100 ~ K10 +550、K11 +400 ~ K11 +580 两处为采空区。

与上述磁异常相对应的区域相应地为高极化率异常与低电阻率异常,但异常中心略有偏移。

3　地质地球物理组合模型

利用本次勘探成果,结合已知物性资料和本区磁铁矿开采方式及前人推导的正演计算结果,与水槽模型试验相类比,可以建立冀东沉积变质铁矿采空区地质地球物理综合模型。图 2 为冀东沉积变质铁矿的采矿模式、采矿前后倾斜板状体的磁性模型与视电阻率模型及视极化率模型。

根据图 2,在冀东沉积变质铁矿区可以采用地面高精度磁测、电阻率剖面法及激发极化法等常规地球物理方法进行勘探,通过对比采矿前后相应的成果曲线或者对比采空区域与未开采区域的成果曲

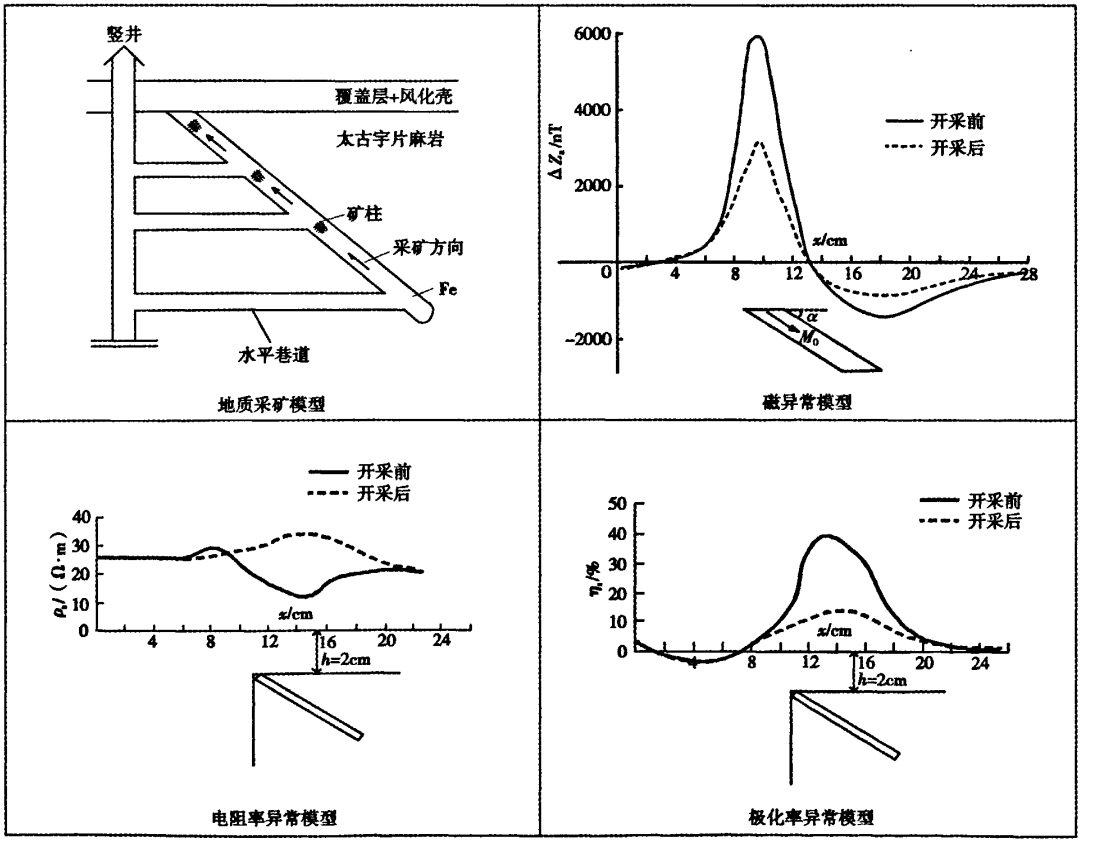


图 2　冀东沉积变质铁矿地质地球物理综合模型

万方数据

线从而确定采空区域。

4 结论

由于冀东地区沉积变质铁矿及其围岩所固有的地质地球物理特征,可采用高精度磁测、激发极化法、电阻率剖面法等综合地球物理方法进行勘探,并通过对比开采前后的相应成果曲线或者对比采空区域与未开采区域的成果曲线来确定采空区的位置。

参考文献:

[1] 程业勋,杨进. 环境地球物理学概论[M]. 北京:地质出版社,2005.
[2] 李正文,贺振华. 勘查技术工程学[M]. 北京:地质出版社会,2002.
[3] 王玉. 高速公路采空区(空洞)勘察设计与施工治理手册[M]. 北京:人民交通出版社,2005.
[4] 李金铭. 激发极化法方法技术指南[M]. 北京:地质出版社,2004.
[5] 谭承泽,郭绍雍. 磁法勘探教程[M]. 北京:地质出版社,1984.

THE APPLICATION OF THE INTEGRATED GEOPHYSICAL METHOD TO THE EXPLORATION OF EXHAUSTED AREAS IN IRON MINES OF EAST HEBEI

PENG Zhao-hui, ZHANG Jia-qi, XIAO Jin-ping
(*Geophysical Exploration Institute of Hebei Province, Langfang* 065000, *China*)

Abstract: In this paper, the authors used such geophysical exploration methods as the high-precision geomagnetic method, the resistivity profiling method and the induced polarization method to synthetically study the exhausted areas of the Archean sedimentary metamorphic iron mines in eastern Hebei, built an effective geophysical exploration combination model for the exhausted areas, and summarized the serviceability and validity of various geophysical exploration methods in the exploration of exhausted areas under different geological settings.

Key words: integrated geophysical exploration; exhausted area of iron mine; combination model

作者简介:彭朝晖(1967 -),男,湖北天门人,1989 年毕业于河北地质学院勘查地球物理专业,获学士学位,现任河北省地球物理勘查院总工程师,长期从事地球物理勘查工作。

上接 353 页

THE APPLICATION OF THE JGS-1B INTEGRATED DIGITAL LOGGING SYSTEM TO THE COAL MINE EXPLORATION IN THE SEDIMENTARY ROCK-COVERED AREA OF GUIZHOU PROVINCE

WANG Liang[1], ZHANG Ying-wen[2], YANG Jian-hui[1],
WANG Yong-tai[1], HUANG Hai-ying[1], HU Cong-liang[1], CHEN Qi-fei[1]
(1. *Guizhou Academy of Geological Survey, Guiyang* 550004, *China*; 2. *No.* 102 *Geological Party, Guizhou Bureau of Geology and Mineral Resources, Zunyi* 563003, *China*)

Abstract: With some practical examples, this paper points out that, in the sedimentary rock-covered area, the application of the JGS-1B integrated digital logging system to the performance of coalfield geophysical logging can yield satisfactory result. This technique can solve geological problems in a visual way, provide reliable geological data for the dynamic management of coal resources in the coal mine, coal reserve checking and coal mine production, and reflect physical character of the coal seam effectively. Obvious results can be obtained in such aspects as stratification of coal seams, spatial geometric (depth, thickness) measurement and structural quality analysis.

Key words: digital logging; sedimentary area; coalfield exploration; resistivity

作者简介: 王亮(1962 -),男,侗族,贵州天柱人,工程师,主要从事地球物理勘探工作。

万方数据