

DOI:10.11720/j.issn.1000-8918.2013.4.09

小波多尺度分解用于辽宁铁岭下峪铁矿磁异常的解释

王建复

(辽宁省第九地质大队, 辽宁 铁岭 112000)

摘要:以铁岭下峪铁矿高精度磁测数据为基础,采用小波多尺度分析方法,将磁异常分解到不同尺度空间,结合谱分析方法,有效地获取了下峪铁矿不同深度的场源异常特征,提高了磁异常解释精度,推测了下峪铁矿 200 m 以下已没有铁矿体的存在。利用已知地质资料建立的地质体模型,通过二度半人机交互反演拟合出矿体的形态特征,分析了其对应异常体的相对深度,从另一个角度进一步验证了小波多尺度分解方法对矿体空间分布特征判断的准确性。

关键词:下峪铁矿;小波分析;谱分析;二度半模型反演

中图分类号: P631.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-8918(2013)04-0615-05

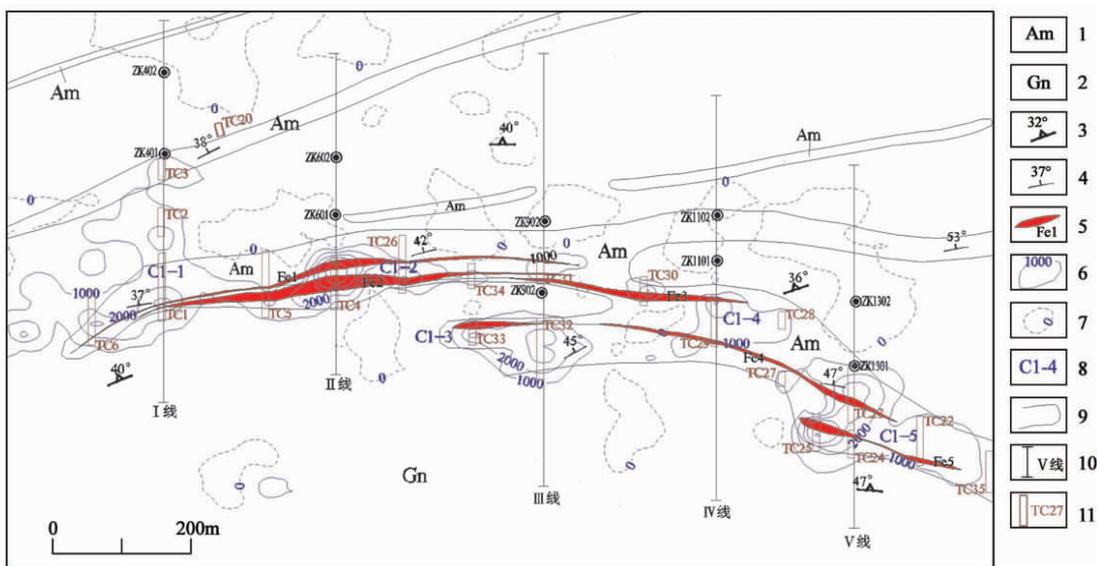
由于小波的时频局域分析能力极强,作为一种全新而有效的位场分离方法,使得近些年来小波多尺度分析方法在地球物理信号处理领域得到了广泛的应用^[1-8]。采用小波多尺度分解方法把实测磁异常分解为几个不同阶的细节,结合谱分析方法计算它们所代表的场源深度,这样就可以观察到不同深度下的深部场源的平面展布特征,了解其空间分布状况,使得推测深部是否还有未发现的磁铁矿体的准确性更加接近于真实。

鉴于小波多尺度分解方法在处理磁异常中的诸

多优越性,笔者在处理下峪铁矿磁测数据时采用中国地质大学(武汉)研发的 MAGS 磁法勘探软件系统对二维磁异常进行小波多尺度分解,同时结合地质资料对精测剖面进行二度半反演来了解引起磁异常的地下地质体的理论模型,从而对磁异常进行更加科学地评价。

1 矿区地质特征^[9]

由于辽 C-58-152 号航磁异常之前未做过异常查证,本次普查工作就是对辽 C-58-152 号航磁异常



1—灰绿色斜长角闪岩;2—中粗粒花岗质片麻岩;3—片麻理产状;4—岩层产状;5—磁铁矿体及编号;6—正磁异常等值线;7—负磁异常等值线;8—磁异常编号;9—地质界线;10—勘探线及编号;11—探槽位置及编号

图1 铁岭下峪铁矿地质概况

通过地面大比例尺磁法测量对其精确定位,寻找高强度磁异常地段。地面磁测结果显示,Δ*T* 正磁异常呈串珠状近东西带状分布,按着地质勘查规范的要求,在磁异常反映较好的地段布置了一定数量的槽探及钻探工作,来控制引起磁异常的磁铁矿体的走向及向下延深情况。本次工作共发现了四条磁铁矿矿体(图 1)。下峪铁矿大地构造位置处于中朝准地台胶辽台隆铁岭—靖宇台拱凡河凹陷内。

1.1 地层

矿区出露的地层(图 1)主要为太古界鞍山群中部层位(Aran₂),呈残留状存在于太古代变质深成侵入体中,主要岩性为黑云绿泥片岩、斜长角闪岩夹角闪磁铁矿石岩,为铁矿床成矿的主要层位。地层走向近东西,倾向北,倾角为 30°~48°。第四系地层主要分布于河道、沟谷中及其两侧,属冲积和洪积物,由砾石、砂和黏土等组成。

1.2 岩浆岩

矿区内岩浆岩分布面积最大,主体岩石为太古代变质深成侵入体,呈岩基状产出,侵入于鞍山群地层。岩性为花岗质片麻岩,花岗质片麻岩中片麻理发育,走向近东西,倾向北。片麻理的展布方向与鞍山群变质地层的总体走向基本一致。

1.3 矿体特征

铁矿体赋存于太古界鞍山群地层中,为黑云绿泥片岩、斜长角闪岩中的夹层——角闪磁铁矿石岩,局部直接接触花岗质片麻岩。角闪磁铁矿石岩呈似层状或透镜状产出,角闪磁铁矿石岩规模大小不等,产状与围岩一致,走向近东西,倾向北。

2 矿区岩(矿)石磁性特征^[9]

由矿区内采集到的各种岩矿石磁性参数测定结果(表 1)可以看出,区内出露的花岗质片麻岩的几何平均值为 217×10^{-6} SI,石英脉的几何平均值为 53×10^{-6} SI,上述两种岩石基本没有磁性。黑云绿泥片岩的几何平均值为 502×10^{-6} SI,斜长角闪岩的几何平均值为 819×10^{-6} SI,上述两种岩石具有一定的弱磁性。而角闪磁铁矿石岩磁化率(κ)的几何平均值为 $547\ 581 \times 10^{-6}$ SI,磁铁矿矿石具有强磁性,可见矿区内矿体与围岩存在着明显的磁性差异,

表 1 下峪铁矿岩矿石磁化率统计 10^{-6} SI

岩(矿)石名称	标本数/块	变化范围	几何平均值
石英脉	4	34~82	53
花岗质片麻岩	8	102~261	217
黑云绿泥片岩	5	439~575	502
斜长角闪岩	8	702~1323	819
角闪磁铁矿石岩	9	406320~763065	547581

因此,用磁法测量在区内寻找磁铁矿具备地球物理前提条件。

3 磁异常处理与解释^[1-8]

为了磁异常解释的方便,将本区实测的 Δ*T* 磁异常进行了分量转换和化极处理,由化极处理后的 Δ*Z* 磁异常等值线平面图(图 2a)可以看到,矿区内的磁场由近东西向展布、强弱不一的正磁异常带及伴生在正磁异常带南北两侧负磁异常带组成。同时以 2 000 nT 为异常下限,由西向东划分出 5 个线状高磁异常带,编号分别为 C1-1~C1-5。这 5 个高磁异常带均为矿致异常。下面应用小波多尺度分析理论对引起上述 5 处磁异常的磁铁矿矿体地下半空间的分布规律进行具体剖析。

图 2b~图 2e 是下峪铁矿一至四阶小波分解的细节,图 3a~图 3d 是下峪铁矿一至四阶小波分解对应的功率谱曲线及相应的场源似深度,结合功率谱分析可知,一阶小波细节所反映的场源似深度为 16 m,二阶小波细节所反映的场源似深度为 60 m,三阶小波细节所反映的场源似深度为 130 m,四阶小波细节所反映的场源似深度为 280 m。

小波分解的一阶细节场源似深度 16 m,C1-1~C1-5 号磁异常均反映明显,上述 5 处正磁异常幅值大于 1 000 nT 的等值线闭圈范围都很大,由于工区内不存在人文活动的干扰,表明 5 处磁异常是由磁铁矿矿体引起的,且磁铁矿矿体在近地表就已经存在,这已经被后来布置在 I~V 号勘探线上的槽探工程所证实。

小波分解的二阶细节场源似深度 60 m,C1-1~C1-5 号磁异常依然反映明显,且上述 5 处正磁异常幅值大于 400 nT 的等值线闭圈范围都很大,磁异常特征为正负伴生,南北两侧都有负值出现,东西方向呈串珠状分布,表明引起上述 5 处磁异常的磁铁矿体在东西走向上并不连续,自地表已向下延伸至 60 多 m,且铁矿体向下为有限延伸。

小波分解的三阶细节场源似深度 130 m,C1-2 号磁异常出现在幅值大于 400 nT 的等值线闭圈范围内,C1-1、C1-3、C1-5 号磁异常出现在幅值大于 300 nT 的等值线闭圈范围内,C1-4 号磁异常出现在幅值为 200 nT 的等值线闭圈范围内,异常特征正负伴生,南北两侧都有负值,表明在 130 m 左右深度上除 C1-1、C1-2、C1-3、C1-5 号磁异常有磁铁矿体存在外,引起 C1-4 号磁异常的磁铁矿体向下延伸已基本结束。

小波分解的四阶细节场源似深度 280 m,C1-1~

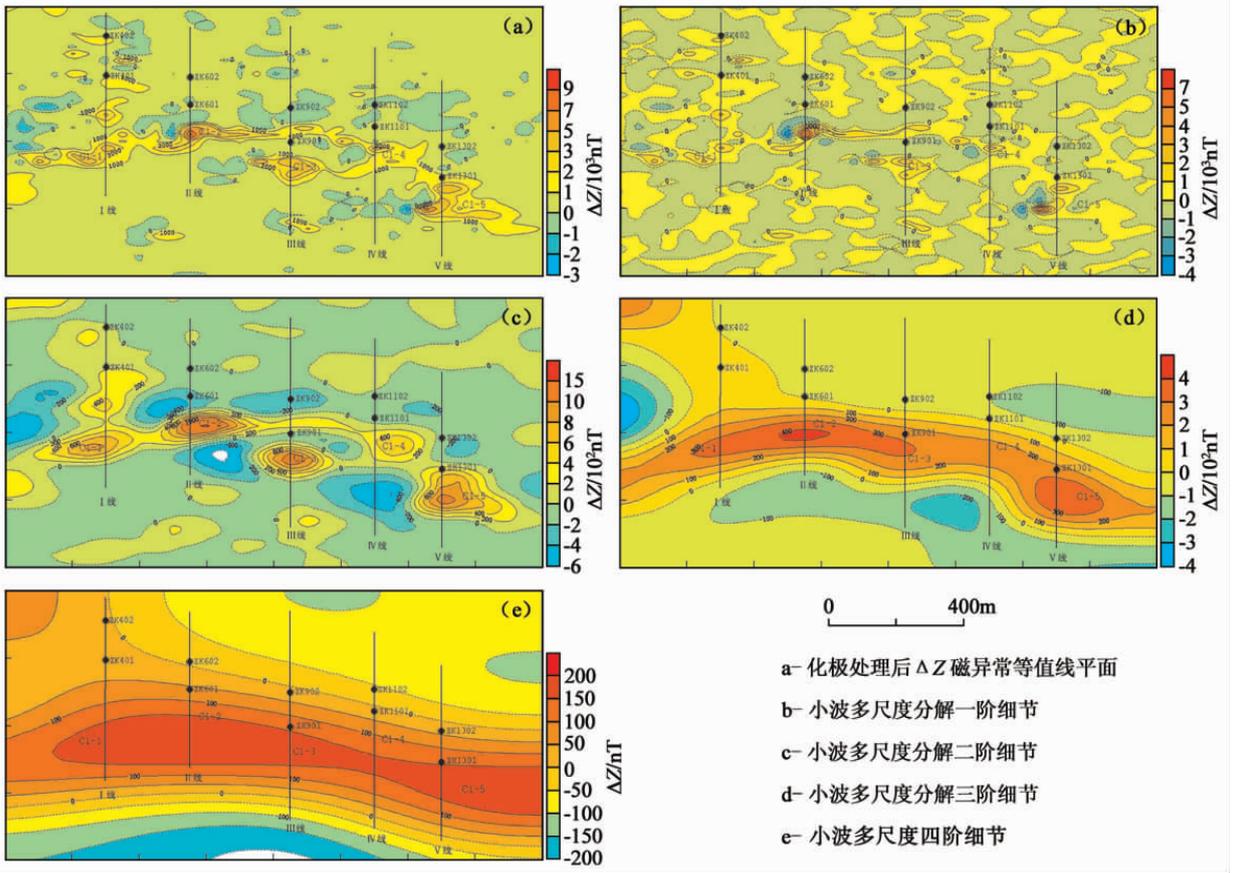


图 2 下峪铁矿化极处理后 ΔZ 磁异常图及小波多尺度分解结果

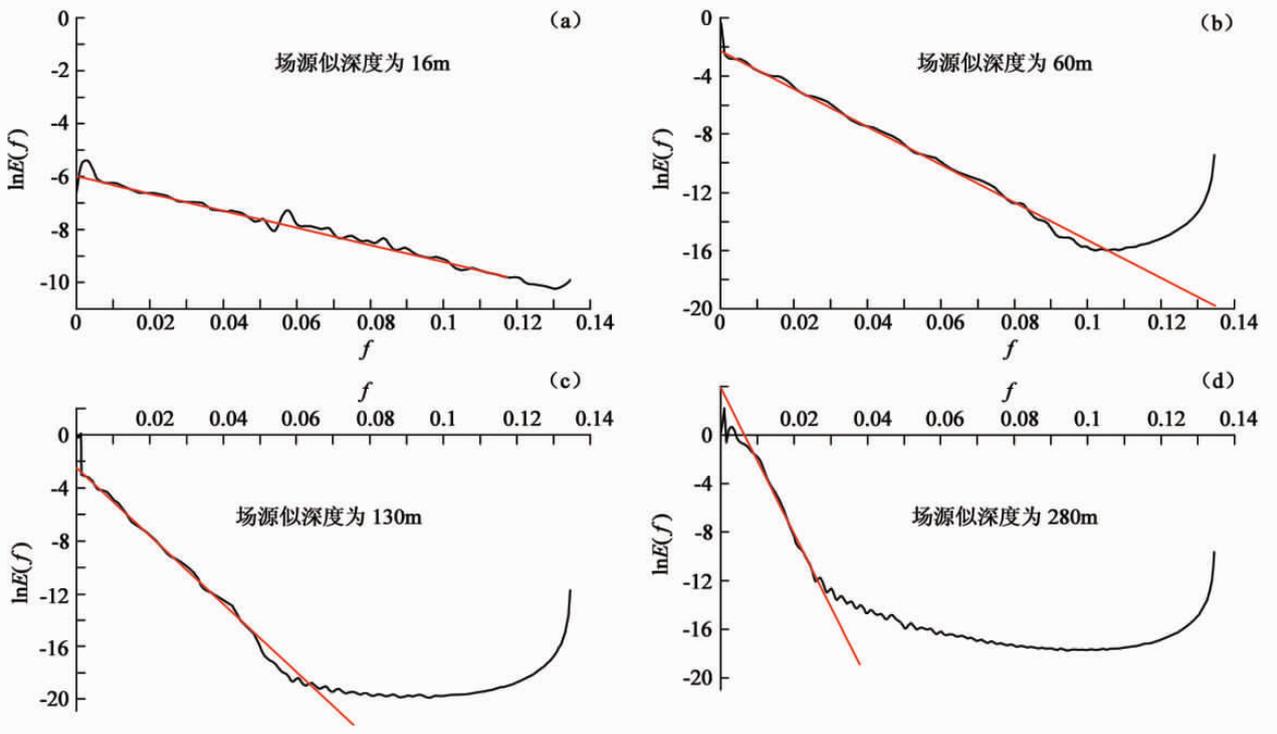


图 3 下峪铁矿小波多尺度分解对应的功率谱曲线及相应的场源似深度

C1-5 号磁异常出现在幅值大于 100 nT 的等值线闭圈范围内,已经看不出异常显示,表明在 280 m 左右深度上引起 C1-1 ~ C1-5 号磁异常的磁铁矿体都已经不存在。

4 反演结果与验证

根据下峪铁矿的磁异常分布特征,在测区内共布置了 5 条勘探线剖面。利用在这 5 条剖面上所做的高精度磁测数据,进行二度半人机交互反演来拟合出矿体的断面形态特征。为使拟合的结果更接近于真实矿体的形态,本次反演使用的参数是根据测

区位置及实测的物性参数使用中国地质大学(武汉)研发的 MAGS 磁法勘探软件系统计算得到的:磁倾角为 60° ,磁偏角为 -9° ,正常地磁场强度 T_0 为 $54\ 000\ \text{nT}$ 。磁铁矿矿体的磁化率 κ 选为 $547 \times 10^{-3}\ \text{SI}$,计算出磁化强度为 $23.5\ \text{A/m}$ 。本区岩矿石的剩磁几乎为零,故在反演中予以忽略。同时充分利用布置在这 5 条勘探线剖面上的槽探及钻探提供的矿体数据来设定矿体模型,之后利用二度半人机交互反演推断的结果进行正演模拟,得出的正演异常曲线与实测磁异常拟合较好,而且剩余磁异常已经很小(图 4),说明除了目前已经控制的磁铁矿矿体外,

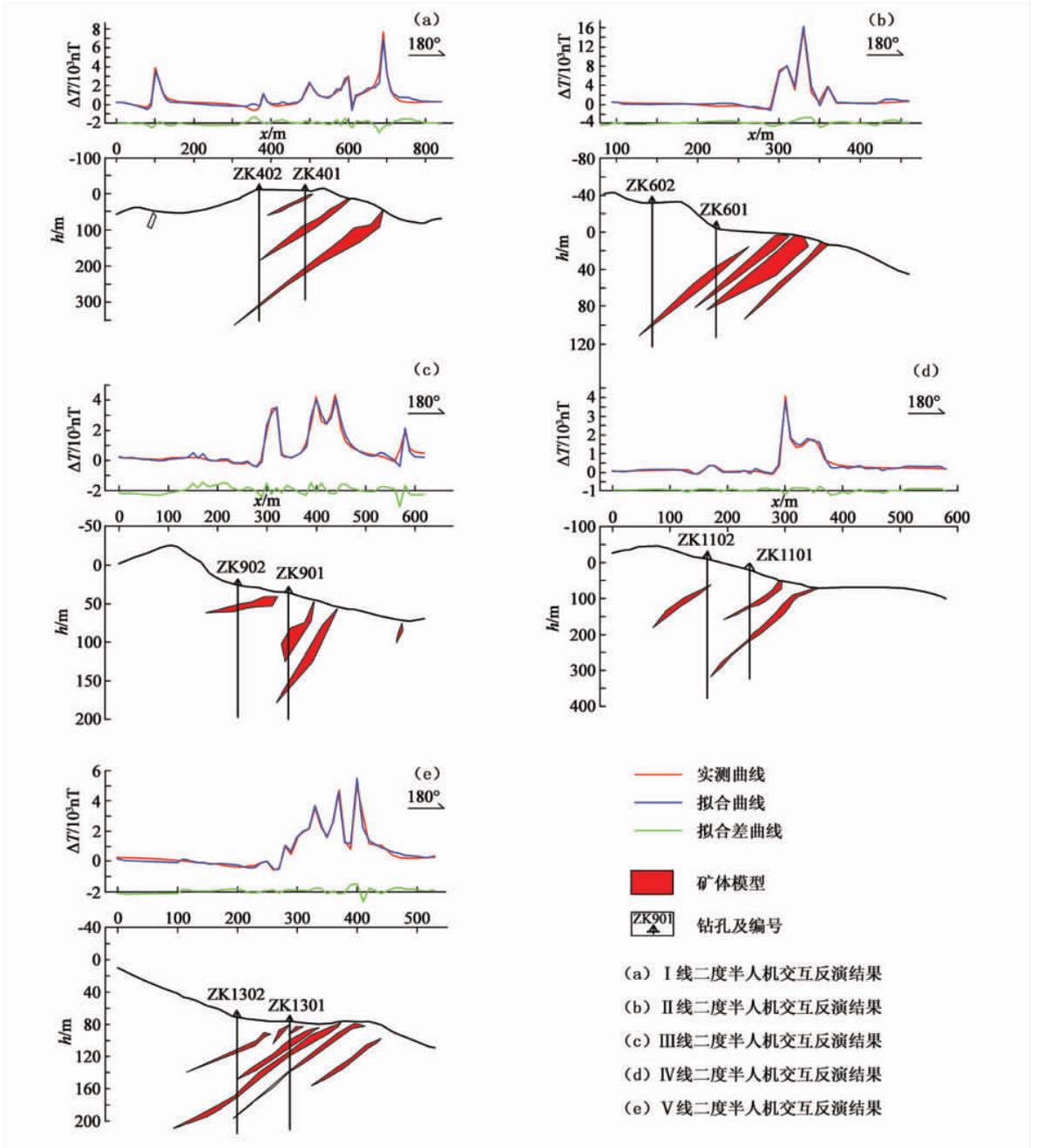


图 4 下峪铁矿 I ~ V 线二度半人机交互反演结果

深部已经不可能再有磁铁矿矿体存在。且矿体主要分布在地表至地下 200 m 之间。这也从另一个角度验证了小波多尺度分解方法对磁铁矿矿体空间分布规律判断的准确性。

5 结论

下峪铁矿的磁测数据处理结果表明,使用小波多尺度分解与谱分析相结合来提取某一深度地质体产生的异常,能更好地揭示深部场源的赋存信息,从而对磁铁矿矿体存在深度作出较为准确的判断。

结合地质资料来设定矿体模型,采用二度半人机交互反演使拟合结果更加接近于真实矿体形态。同时也检验了小波多尺度分解方法的准确性。

参考文献:

[1] 侯遵泽,杨文采. 中国重力异常的小波变换与多尺度分析[J].

地球物理学报,1997,40(1):85-95.

- [2] 高德章,侯遵泽,唐健. 东海及邻区重力异常多尺度分解[J]. 地球物理学报,2000,43(6):842-849.
- [3] 刘天佑,刘大为,詹应林,等. 磁测资料处理新方法及在危机矿山挖潜中的应用[J]. 物探与化探,2006,30(5):377-381.
- [4] 张恒磊,刘天佑. 基于小波分析的磁测数据处理流程及解释方法[J]. 物探与化探,2009,33(6):686-690.
- [5] 刘天佑,吴招才,詹应林,等. 磁异常小波多尺度分解及危面矿山的深部找矿:以大冶铁矿为例[J]. 地球科学:中国地质大学学报,2007,31(1):135-140.
- [6] 陈玉东. 解析法与随机法联合定量反演位场[J]. 物探与化探,2002,26(6):470-474,482.
- [7] 张国鸿,黄传杨. 地磁异常二维反演与应用[J]. 安徽地质,2008(3):198-201.
- [8] 李志华,张玲玲,孙长玉,等. 二维离散小波变换在磁测资料处理中的应用[J]. 物探与化探,2009,33(1):91-98.
- [9] 赵东波,王建复,吴平,等. 辽宁省铁岭县下峪铁矿普查报告[R]. 辽宁省第九地质大队,2010.

THE APPLICATION OF WAVELET MULTI-SCALE SOLUTION TO THE MAGNETIC ANOMALY INTERPRETATION OF THE XIAYU IRON ORE DEPOSIT IN TIELING, LIAONING PROVINCE

WANG Jian-fu

(No. 9 Geological Party of Liaoning Province, Tieling 112000, China)

Abstract: With the high-precision magnetic survey data obtained from the Xiayu iron deposit as the basis, the author adopted the wavelet multi-scale analytical method to decompose the magnetic anomaly into space of different scales and, in combination with spectrum analysis method, effectively obtained field source anomaly characteristics at different depths of the Xiayu iron ore deposit, thus improving the interpretation precision of the magnetic anomaly. It is inferred that there exists no iron ore body below 200 m in the Xiayu iron deposit. The geological body model established on the basis of geological data available were utilized to display the shape of the ore body through two-degree-and-a-half interactive inverse fitting, and the depth of the corresponding anomaly body was analyzed. The results obtained further prove the accuracy of the wavelet multi-scale decomposition method in judging the distribution of the ore body from another angle.

Key words: Xiayu ore deposit; wavelet analysis; spectrum analysis; two-degree-and-a-half model inversion

作者简介:王建复(1963-),男,高级工程师,长期从事地质矿产勘查工作。