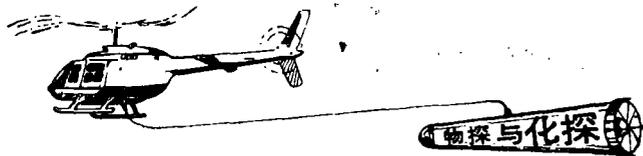


几个评价磁异常的实例



李先智

磁法勘探在我国金属矿普查找矿中,自五十年代起,便得到了广泛应用,并取得了良好的地质效果。六十年代以来,由于磁异常推断解释工作做得细致,在找铁矿方面不断取得新的突破,使磁法找矿有了新发展。

我回顾了几个找矿效果好的磁异常,从实践角度出发,谈谈评价磁异常的点滴经验。

评价低缓磁异常

五十年代到六十年代初期,磁法找矿主要集中于找强磁异常。当时甚至错误地认为,只有强度超过2000Y的磁异常才有矿。其实这只是一知半解的看法。譬如,1965年我们在评价刘家畷磁异常时,曾发现两个极大值只有230Y的低缓磁异常。后经查明,就是在这样低值的磁异常上,也同样找到了工业矿体。

刘家畷磁异常由四个局部异常组成(图1),处在上侏罗系灵乡群砾岩、砂岩、页岩分布的地段。铁矿体呈透镜状,产于灵乡群盖层下部、由三迭系嘉陵江组大理岩与闪长岩所组成的隐伏接触带上。其中II号异常强度达6000Y,已由前人在浅部找到一个小矿体;I号异常约800Y,是当时的评价对象;III、IV号异常极大值分别为230Y及210Y,是当时发现的两个低缓异常。后来在四个异常上都找到了隐伏矿体。

通过对该异常的评价,我们取得以下几点解释低缓异常的经验:

1. 推断解释方法 一般低缓磁异常的形态都比较规则简单、强度低、特征不明显。定量解释容易,但解释结果有多解性。在评

价工作中首先要弄清异常的来源,即区分矿与非矿的问题。

在六十年代当时的技术条件下,我们采用了下述方法和步骤,推断解释了刘家畷低缓磁异常:

(1) 用简单磁异常反演计算的方法,初步推算出磁性体的埋深、厚度、产状和磁性。

(2) 应用二度量板选择法反复推敲,确定磁性体的产状形态及等效磁参数。

(3) 结合定量计算成果,分析磁异常分布区的地质条件及物性资料,判断磁异常是否来源于矿体。

实践表明,应用上述方法虽然在定量计算方面可能还有一定的误差,但仍然能取得较好的地质效果。1966年的推断成果与1972年的勘探结果对比,所推断的矿体分布范围(见图1)及产状形态(图2)基本上比较准确。

2. 确定最佳验证孔位 引起低缓异常的磁性体,一般埋藏都比较深,对矿体产状形态的推断,由于等效作用而难以求准。如果断定磁异常值得投入钻探验证则需要分析矿体的产出范围,确定最佳验证孔位。

在验证刘家畷I号异常时,由于没有注意分析磁异常的变化细节,把I、II号异常误认为一个整体,把首批验证钻孔布在7号剖面上(见图1),结果连打三个孔都落空。后经分析,原来该剖面实际上是布在异常略有收缩的地段,矿体在异常收缩处发生间断,所以钻探结果未见矿体。通过这次教训,我们摸索到确定最佳验证孔位需注意的一些要点:

(1) 仔细分析磁异常变化细节,避免

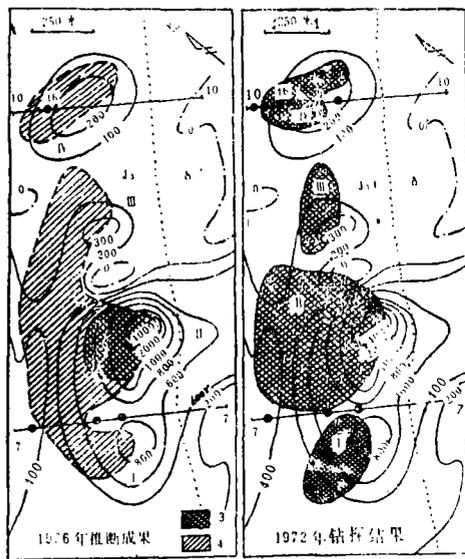


图1 刘家峡磁异常综合平面图
等值线单位为 γ

本文图例:

Q—第四系; J₃—上侏罗系灵乡群砂页岩; T₃—上三迭系蒲圻群砂页岩、角岩; T₂—中三迭系嘉陵江组灰岩、大理岩; P_{1j}— ω —下二迭系加福组、文笔山组砂岩板岩; P_{1q}—下二迭系栖霞组灰岩; C_{1L}—下石炭系嘉地组砂岩; Z—震旦系石英砂岩、灰岩; Ar—前震旦系鞍山群石英岩、含铁石英岩、角闪片岩; M—混合岩; γ —花岗岩; δ —闪长岩; μ_0 —石英二长岩; λ —流纹岩脉; sk—夕卡岩; 1—已知铁矿; π —中性岩脉; 2—推断铁矿体; 3—已知铁矿体水平投影; 4—推断铁矿体水平投影; J_s—视磁化强度(CGSM); Z_a—实测磁异常; Z_{a1}—化至1200米标高平面上之磁异常; Z_{a'}—理论磁异常

在异常局部收缩, 异常轴转折或异常形态可疑的地段布置验证钻孔。因为这些地段往往是矿体缺失部位, 可留待验证见矿后再去解决。

(2) 慎重推敲矿体产状, 对倾斜矿体, 不能在与倾向相反的一侧布钻, 而且也不宜把验证孔布在磁异常中心。因为倾斜矿体的异常中心, 一般都处在矿体顶端的边缘, 在异常中心布钻, 很容易使验证结果落空。

(3) 根据定量计算成果, 要求所布钻孔能确实保证穿过推断矿体的中心部位, 这就是最佳的验证孔位。

根据以上要点, 在验证IV号异常时, 布置了46号孔。虽然由于该异常强度很低, 钻孔的位置又偏离异常中心, 但终于在预定深度见到76米厚的富铁矿, 钻孔正好穿过矿体最厚部位(见图2)。

3. 注意发现和评价低缓磁异常 通过Ⅲ、Ⅳ号异常的发现以及验证见矿, 不但使我们突破过去依赖强磁异常找矿的界限, 而且还可以在有些矿区边部或被覆盖的有利成矿地区发现由盲矿体引起的低缓磁异常。发现并评价此类异常, 能开辟更好的找矿前景。

评价复杂磁异常

对于复杂的磁异常往往要经历一段曲折的认识过程。评价此类异常时, 需要摸索规律, 积累经验。下面介绍两个实例:

例1 张福山磁异常(图3) 这是一个由岩体、角岩、细脉矿化、浅部矿体和深部盲矿综合反映的复杂磁异常。铁矿体呈多层似层状产于石英二长岩与三迭系蒲圻群角岩及嘉陵江组大理岩的接触带上。1965年以前, 曾对该异常进行过几次评价, 但由于当

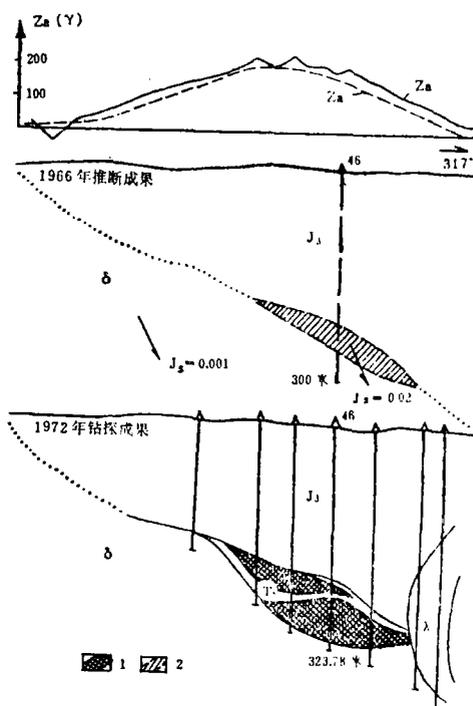


图2 刘家峡磁异常10号剖面

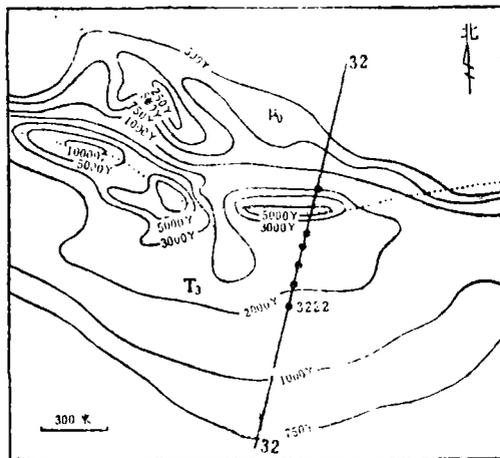


图3 张福山磁异常综合平面图

时把注意力放在局部强磁异常上，所以只找到一些浅部小矿体。有趣的是在此期间物探人员都一致认为围岩有干扰，异常杂乱；地质则认为接触带简单，矿化分散。两者互相引证，得出“成矿不利、找矿远景有限”的结论。1965年再次投入工作，就在这个曾经被否定了的磁异常上，找到一个大型铁矿床。

实际上，这个杂乱异常存在一个有规律的宽幅度高值背景，经过圆滑滤波处理后，获得一个极大值达2000Y的规则异常。该区石英二长岩及角岩的总磁化强度只有0.001~0.0015CGSM，用无限延深厚板公式计算结果，不能引起这种异常。应用二度量板选择法，则在扣除围岩干扰以后，还必须推断存在三层强磁性盲矿体，异常才能得到解释。根据这一认识，建议钻探验证，结果查明在深部有两层似层状厚层矿体（图4）。

此例说明，对复杂磁异常进行解释，一定要有量的概念，认识才能符合客观实际。

计算得的理论曲线虽然与实测曲线能够吻合，但推断成果有时并不一定能反映实际情况。在张福山磁异常的推断解释中，对多解性作了较好的处理。办法是根据矿区地质构造分析，对推断内容进行仔细琢磨，力求使定量解释成果能充分反映出地质特点。从而，在缺少深部地质资料的情况下，应用选择法能取得较好的地质效果（图4）。

例2 张敬筒磁异常（图5）该异常处在岩体接触带局部转折部位。铁矿产于三

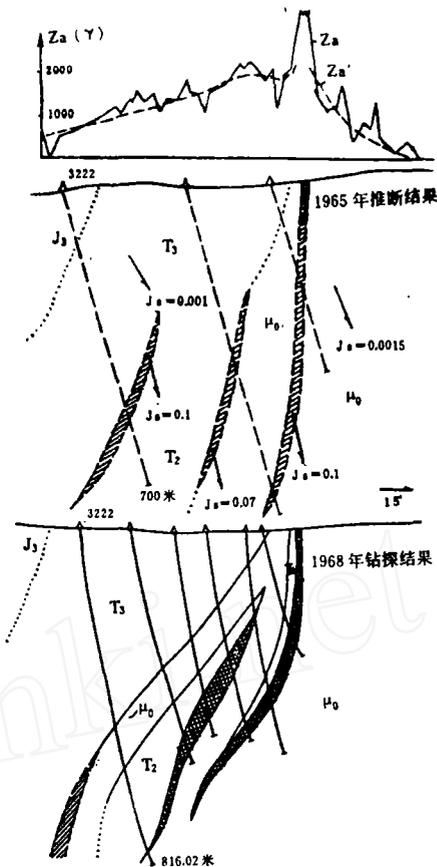


图4 张福山磁异常32号剖面

迭系蒲圻群角岩下部隐伏的嘉陵江组大理岩与石英二长岩体的接触带上。矿体呈单层直立似层状，走向随着接触带的转折而略呈弧形弯曲。异常与矿体的形态都很简单，但矿体与异常之间的关系则较为复杂。

1965年以前，曾两次在异常中心打钻，

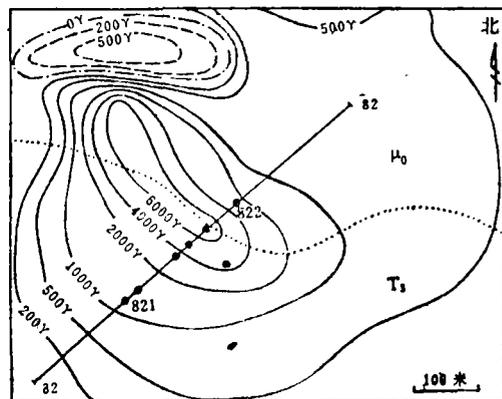


图5 张敬筒磁异常综合平面图

只发现一些薄层小矿体。1965年，应用了二度量板选择法进行解释，推断深部存在一层盲矿体，布置了821号孔进行验证，结果全打在沉积岩上，没有见矿。1971年怀疑矿体向北倾，又施工了822号孔，结果又落空，都打在石英二长岩上。这时由于剩下的存矿空间已经很小，是否还有矿，难免产生疑问。但该区围岩无磁性，而且异常强度高，达6000Y，不可能来源于干扰，磁测井则显示出微弱的旁侧异常。表明异常下部应该还赋存有一定规模的矿体，所以重新验算矿体产状，继续布钻验证，终于在接触带上打到了矿体（图6）。

该异常自1953年发现至探明铁矿，经历了较长的认识过程。1965年以前的评价工作，由于对异常缺乏研究而失败。1965年以

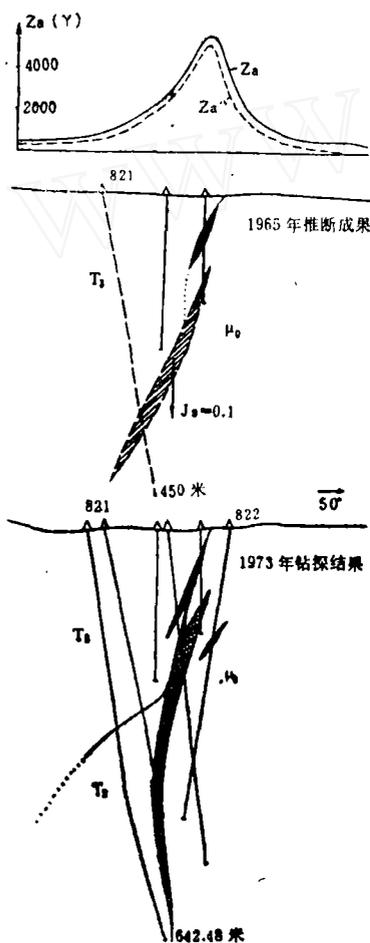


图6 张敬筒磁异常82号剖面

后，对异常的推断解释比较接近实际，但布钻时仍由于缺少严细分析而走了弯路。对此类磁异常采用半定量解释与定量计算相结合的方法来推断解释，可能会取得更好的效果。

评价剩余磁异常

所谓剩余磁异常，是指在已见矿的磁异常上，从实测异常值中减去已知矿体的理论异常值剩下的磁异常。

在磁法找矿过程中，往往由于矿体多层出现或产状形态多变，对矿体的认识不可能一次完成，需要通过反复实践，认识才能完善。有效的办法，就是评价剩余磁异常。在这里也举两个评价剩余磁异常找到矿的实例：

例1 狮子山磁异常（图7） 该异常处在早年开采的矿区，铁矿体产于三迭系嘉陵江组大理岩与闪长岩体的接触带上。矿体呈单层似层状或多层透镜状，随着接触带产状变化辗转产出。五十年代曾应用磁法查明区内矿体的分布情况，在该异常上找到一个隐伏矿床。1966年应用二度量板选择法对异常进行推断解释，发现在多数剖面上都存在剩余磁异常，故推断深部尚有一层盲矿体。经过钻探验证，证实剩余磁异常确实来源于隐伏矿体（图8）。不久，在该矿区的另一

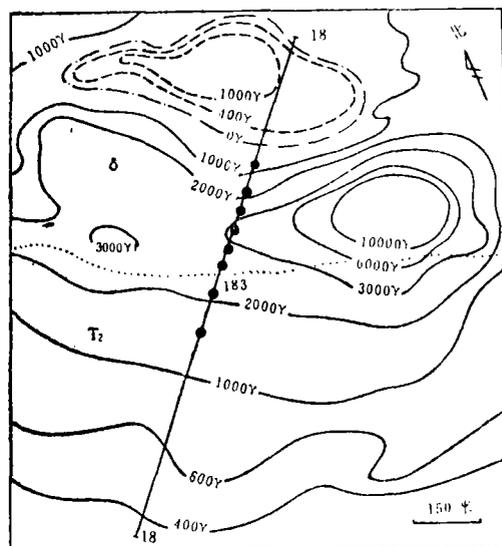


图7 狮子山磁异常综合平面图

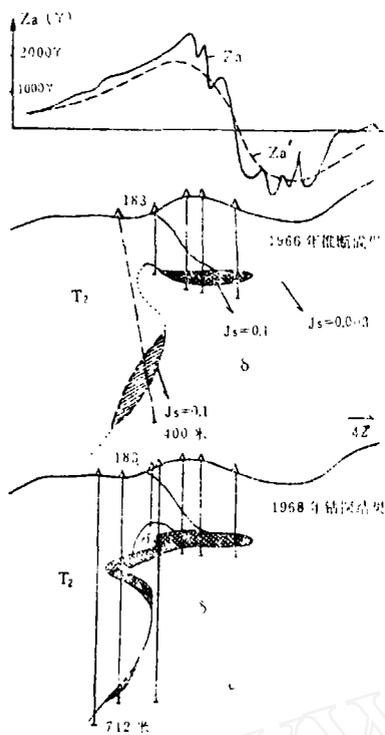


图3 狮子山磁异常18号剖面

些地段，通过评价剩余磁异常，也相继找到新的矿体，不断扩大了矿区的储量。

例2 程潮磁异常(图9) 该异常发现于1952年，是一个异常形状比较规则而矿体形态很不规则的复杂磁异常。铁矿体呈多层似层状产出，以迭瓦式产在闪长岩体与花岗岩体之间的大理岩残留体中。以往在该异常东段浅部探明有三层迭瓦式厚层矿体，异常西段则只在深部发现一些小矿条。1965年重新研究该异常，应用二度量板选择法推断西段深部同样存在三层矿体。1970年投入钻探验证，查明所推断的三层矿体实际上是反映一组透镜状矿体(图10)。由于矿体形态复杂，在勘探过程中很容易漏矿。1972年又对异常进行推断解释，发现整个磁异常的南翼都存在剩余磁异常，推断在西段深部查明的矿体，将贯穿全区而一直延长到异常的东段，而且沿倾向继续往深部延伸。通过近几年进行深部评价的结果，这一认识已经全部得到证实。同时，1972年还发现异常西段的北翼也存在剩余磁异常，推断在450米深处有一

盲矿体，向北插入于岩体中。布置3901号孔进行验证，钻孔穿过400米花岗岩之后进入大理岩，并在预计深度见矿(图10)。从而基本上查明了该异常所反映的矿体。

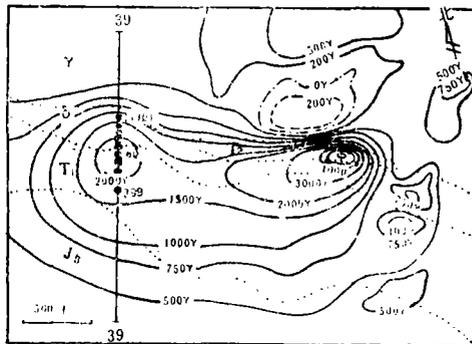


图9 程潮磁异常综合平面图

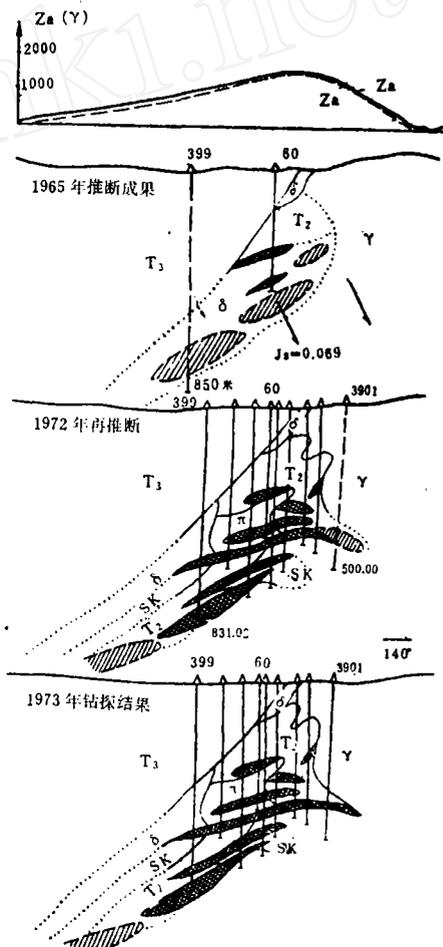


图10 程潮磁异常39号剖面

上述两例足以说明,在磁法勘探中评价剩余磁异常的必要性。

磁异常所处情况不同,剩余磁异常解释的要求和方法也不一样。在一般情况下,我们采用下述步骤解释剩余磁异常:

(1)资料的收集和整理。包括开展必要的野外工作,根据异常情况,拟订推断解释方案。

(2)消除干扰异常。包括选择正常场及根据需要而消除区域场、磁性围岩、地形和地表干扰。

(3)剩余异常计算。包括推算矿体等效磁参数,对已知矿体进行正演计算,求出剩余磁异常并对剩余磁异常进行反演计算,推断未知矿体的产状形态。

(4)布置必要的验证工程。

剩余磁异常的推断解释,能否获得预期效果,主要取决于以下几个方面:

(1)选择定量计算方法。方法选择不当,将得不到可靠的推断解释成果。

(2)岩、矿石磁参数的确定。如果磁参数确定不准确,则已知矿体的正演结果,将出现假剩余磁异常;利用此剩余磁异常进行反演,所求得的未知矿体的产状形态也不会准确。

(3)掌握地质特点。不注意分析研究地质特点,推断解释成果往往不能反映客观情况。

(4)正确布置验证工程。验证剩余磁异常,一定要根据定量解释成果,如果只凭定性估计,验证工作往往搞错。

这里还应该强调指出以下几点:

(1)在解释剩余磁异常时,选择法是常用的一种定量计算方法。在一般情况下,应用二度量板在典型剖面上进行手算,可以取得较好的地质效果。其优点在于在解释过程中根据实践经验,灵活地使推断成果充分反映地质特点,工作快速简便。对于不适合应用二度量板的磁异常,则应采用电算。至于似二度或三度体量板手算,在矿体复杂的情况下,必将花费大量的人力和时间,一般不宜推广。

(2)应用数据处理方法解释剩余磁异常,在某些情况下能发挥一定的辅助作用,

但不是主要手段,经过数据处理后的磁异常,一般都会引进计算误差,甚至歪曲原来的特点。因此,在剩余磁异常推断解释中,数据处理方法应该避免使用或尽量少用。

(3)由于岩、矿石的磁性一般都不均匀,磁参数测定结果往往只能提供参考数据。在异常解释过程中,如果应用选择法反演岩、矿体的等效磁参数,并与磁性测定成果互相检验,将能取得较好的解释效果。

评价疑难磁异常

有些磁异常,由于存在某种干扰因素,或是所处地质条件特殊,评价工作往往受到技术方法或认识上的限制,一时无法搞清楚。研究此类异常不仅能够提高找矿效果,而且可以促进技术理论的发展。

1.在混合岩中找矿 1963年,我们在弓长岭地区独木至八盘岭之间的混合岩上,发现一个磁异常(图11),范围约2平方公里,极大值达5000~10000Y,局部低缓异常也在2000Y以上。与此同时,在邻近的哑叭岭及一、三矿区南部,也发现类似的磁异常。该地区混合岩的磁性较弱,总磁化强度小于0.0007CGSM,因此不可能引起这样大的异常。从异常特征,岩、矿石磁参数及定量计算成果来看,都表明具有矿异常的特点。故推断磁异常来源于铁矿,并认为该区的混合岩中,可能蕴藏着一定规模的铁矿。可是,当时占主导地位的地质观点,都认为混合岩中不但无矿,而且还“吃”矿(意即纵然有矿,也已经被混合岩冲乱或“吃光”)。物探这一认识未能引起地质方面的重视,以致独木至八盘岭的磁异常逐渐被人遗忘。

十年之后,由于准备在独木至八盘岭之间开辟排渣场,1972年要求对这一带的矿点进行评价。于是在追踪矿体的过程中,意外地发现矿体呈水平产状稳定地向混合岩内部延伸,经过投入勘探,终于在混合岩中查明一个大型的铁矿床,证明独木至八盘岭的磁异常,确实是由混合岩中的隐伏矿体所引起(图12)。

所以,对疑难磁异常应进行必要的揭露。尤其是在与地质观点存在矛盾的情况下更须如此,这样才有助于逐步掌握地质规

律,更广泛地发挥磁法的找矿作用。

对一、三矿区南部混合岩上的磁异常,1963年通过定量推断解释,指出三矿区是一个潜伏在混合岩中的短轴向斜,矿体呈盆状,三矿区原来出露的矿体,只是盆北部边缘的矿体。我们用水平微商法圈定了一矿区南部混合岩中的矿体边界。这些成果在矿床评价勘探时已经得到揭露。证实一、三矿区

混合岩中确有矿层被完整地保留下来,并说明应用磁法研究矿床褶皱构造,能够取得较好的效果。在鞍山式矿床上,注意归纳这方面的经验,将有利于加快找矿工作的发展。

2. 曲化平的应用 阳山磁异常(图13),处在低纬度地区;铁矿体呈零星的透镜状和多层似层状,产状近于水平,产于二迭系栖霞灰岩与花岗岩体的接触带;区内地形切割、地表矿体肢离破碎,受多种因素影响,磁异常复杂。多年来,一直认为该异常只能定性了解,无法进行定量解释。以往两次评价勘探,施工大量钻孔,虽获得一定储量,但由于断裂构造发育,矿体呈多层出现,能否扩大找矿远景,仍摸不清底细。

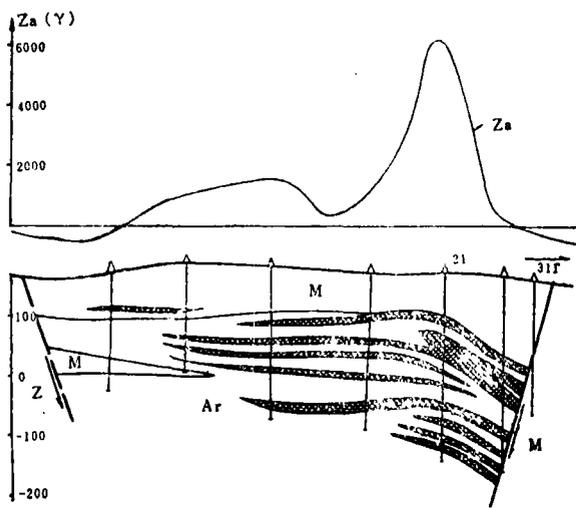


图12 独木一八盘岭磁异常IV剖面

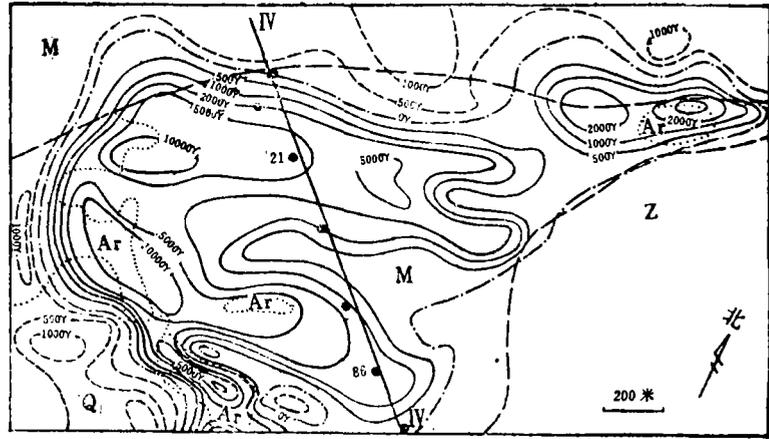


图11 独木一八盘岭磁异常综合平面图

为解决这个问题,我们在定量解释方法方面进行了探讨。解释阳山复杂磁异常关键在于如何解决在复杂地形条件下消除地表矿体影响的问题。实际上,倘若没有地表矿体的影响,应用电算完全可以直接在地形曲面上进行剩余异常计算,如果没有复杂地形,应用磁场上延或平面滤波并不难压低地表矿的影响。两种影响结合在一起,消除它们有很多困难。显然,只有通过应用曲面延拓,问题才能得到解决。因此,对阳山磁异常的定量解释,可以归结为如何采用曲面延拓方法处理磁异常,并对处理后的磁异常进行剩余异常计算。

磁异常的定量解释方法有很多种,但几乎每种都有自己的适应范围和近似程度,而有些方法则还处于探索阶段。因此,在异常解释中,不但要注意有分析地选择方法,而且要注意对主要方法进行必要的模型检验。

顺便指出,在阳山磁异常解释中,我们曾走了一段弯路,起初试图应用电算直接在地形曲面上进行剩余异常解释,但由于没有解决消除地表矿的影响问题,投入大量的工作而未能取得可信的成果。后来收集到一种实际上并不成熟的曲化平程序,又投入大量工作,求出一些未知矿体,以为已经取得效果。直到在提交成果之前,才考虑到需要利用阳山的实际地形,对计算方法进行模型检验。不料检验结果,异常严重失真,方法并不可靠。这一教训提醒我们,特别是在采用新方法进行异常解释之前,一定要对方法的

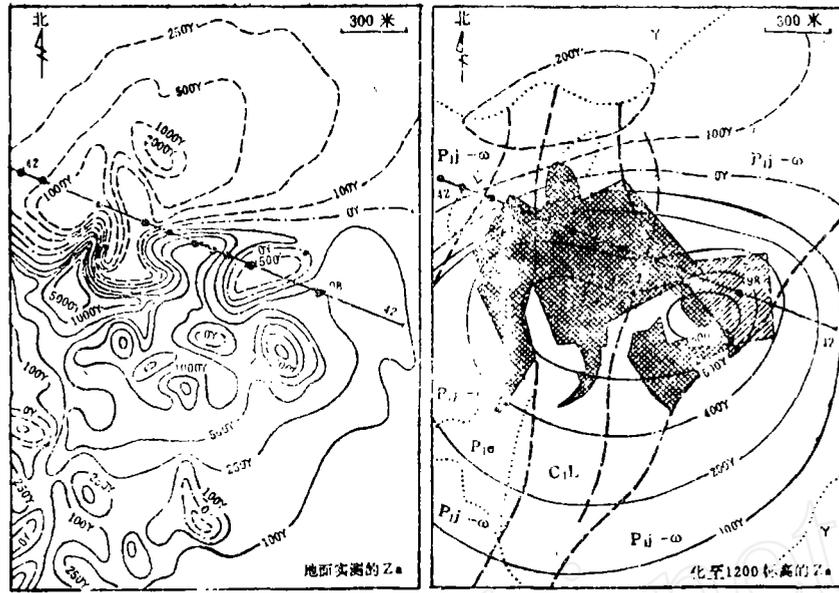


图13 阳山磁异常综合平面图

可靠程度加以检验。地科院地矿所曾采用迭代法配合积分插值公式，设计一种曲化近似计算程序，其方法原理及技术措施都比较合理，我们所采用的就是这种方法。通过对阳山的复杂地形进行模型检验，异常失真程度小于容许误差。应用该方法配合剩余异常计算程序，对阳山磁异常进行了解释，结果推想在已知矿体的东北延长部位，有一个未知矿体（图13）。将计算成果展到勘探线上可以看出，推断结果比较符合客观情况（图14）。初步实践表明，在同时出现地表矿与复杂地形的地区解释复杂磁异常，只要所采用的计算方法可靠，应用曲化平处理磁异常，可能使应用一般方法难以解决的异常得到有效的解释。

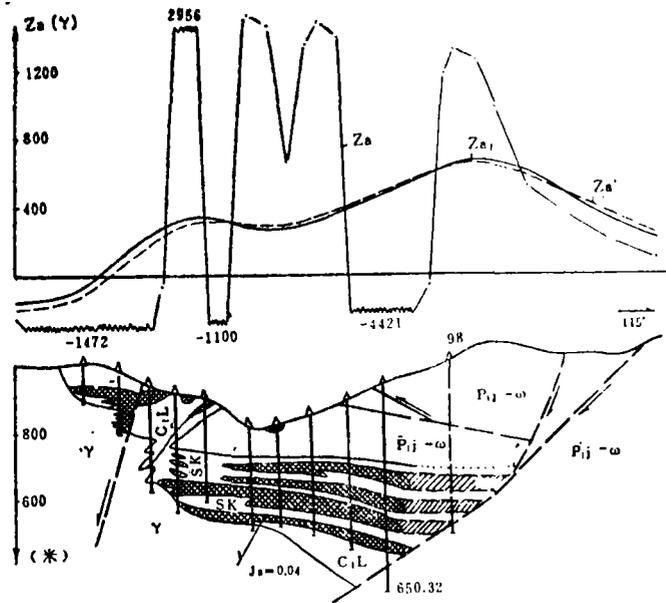


图14 阳山磁异常42号剖面