

物探与化探

WUTAN YU HUATAN

一九七八年 第四辑

国家地质总局地球物理探矿研究所编

地 质 出 版 社

2

34

物 探 与 化 探

WUTAN YU HUATAN

一九七八年 第四辑

国家地质总局地球物理探矿研究所编

地 质 出 版 社

《物探与化探》

一九七八年 第四辑

国家地质总局地球物理探矿研究所编

(限国内发行)

*

国家地质总局书刊编辑室编辑

地质出版社出版

地质印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

1978年8月北京第一版·1978年8月北京第一次印刷

统一书号: 15038·新317·定价0.55元

目 录

区域重、磁场的综合分析对内生类型铁(铜)矿成矿预测的意义

.....安徽省地质局物探队 (1)

经 验 交 流

激发极化法在吉林西部地区普查铜矿吉林省地质局物探大队 (8)

湖北某地激电法普查硫铁矿的地质效果湖北省地质局物探队 (20)

在大片覆盖区磁法找磷一例山东省地质局第六地质队 (29)

国 外 动 态

金属矿物探当前存在的问题和研究动向S. H. 沃尔德 等 (33)

方 法 技 术

倾斜及侧伏长方体的磁场与重力场的计算林振民 (42)

灰砂化探的特点及初步效果陕西省地质局区测队 (56)

学 习 园 地

浅论梯度带—根据磁异常寻找磁铁矿体的一些体会 (一)朱 英 (64)

小 改 小 革

检修61型磁力仪的几点意见河北省地质局物探大队仪器检修组 (73)

综 述

放射性同位素X-射线荧光分析技术成都地质学院核子地球物理研究室 (75)

小 资 料

定点计算机..... (74)

浮点计算机..... (74)

区域重、磁场的综合分析

对内生类型铁(铜)矿成矿预测的意义

安徽省地质局物探队

随着普查找矿工作的日益深入,开展区域成矿规律及远景预测的研究,掌握有效的找矿方法,对于合理选择靶区,提高普查找矿效率具有重要的意义。

以往找矿,多注意单个的、局部的异常或侧重研究个别的矿点和矿床。然而,矿床的分布绝不是孤立的偶然的现象,它们在空间上往往呈“矿带”、“矿田”或“矿群”出现。矿床的这种区域性分布特征,揭示了它与区域地质背景和深部地质体之间的内在联系。

由于重力场强度与场源距离平方成反比,磁场强度与磁源距离的立方成反比,前者随着距离增大,场强衰减得较慢,因此重力场对深部具有剩余密度的地质体及其构造有较好的反映;磁场则可通过抬高观测面使近地表磁性体的影响很快减弱,也能较好地反映深部大的磁性地质体。所以,以地质为基础,综合分析区域重磁场的特征,结合物性资料,正确运用成矿理论和规律,将会大大加深对局部异常和区域异常的认识,加深了解深部地质体的特征,从而进一步缩小战略远景区的范围,提高成矿远景区选择的准确性,加快找矿的步伐,把预测工作提到新的水平。

为此,我们把全省已知内生铁(铜)矿的分布与区域地质构造、区域重力、以及大面积航(地)磁等成果资料联系起来,进行了初步综合分析,探讨其在成矿预测中的意义,并在此基础上提出进一步确定铁(铜)矿远景区、远景段和远景点的预测方法和步骤,供同志们参考。

一、基本情况分析

我省内生铁(铜)矿床的主要类型有火山岩型和接触交代型,这两种类型铁矿的储量占全省铁矿总储量的75%左右,而铜矿占96%。已知的矿床、矿点有几百处之多。现有资料表明,几乎所有的铁(铜)矿区都位于区域磁异常的高值带和区域重力高的范围内,或位于区域重力高与区域重力低的过渡梯度带内。这个情况很值得注意。

例如,宁芜和庐枞火山岩盆地内的铁矿田都分布在区域重力高和高磁异常基本重合的范围内,但多数在边缘带;淮北地区许多接触交代型富铁矿床位于区域重力高边缘带的磁异常区内;长江中下游一带为数众多的接触交代型铜铁矿床,也都位于有航磁异常的区域重力高边缘带或区域重力高向重力低的过渡梯度带内。

相反,在那些区域重力低的火山岩区内,尽管有磁异常,但找矿效果一般不好,至今尚无重大突破。如大别山东北麓的北淮阳火山岩带内,有几个大面积的磁异常与区域重力低的吻合地段,经过多年地质工程查证,也没有发现具有工业意义的矿床。又如在嘉山一带“张八岭群”变质火山岩分布区内,虽有大面积磁异常,但重力场反映为区域重力低的地区,迄今也无重大发现。还有沿重力梯度带出现的孤立的小磁异常,没有区域磁异常背

景衬托, 则多为侵入或喷出的小岩体或火山岩体, 至今也无重大突破。

因此, 根据全省区域重、磁场的特征, 我们可以归纳为四类找矿远景意义不同的地区:

第一类, 同时具备磁力高和重力高的区域异常地区, 或称基本同源的“重磁同高”区。这里所指的区域重、磁异常基本重合, 并不一定是两者的极大值或异常中心相吻合。这一类双高异常我们认为基本是同源异常, 它可能是深部隐伏着的高密度、高磁性的巨大中-基性岩体和密度稍高的地层隆起的综合反映。这种地区称之为“侵入隆起”单元, 是很有意义的成矿远景区。

第二类, 区域低缓正磁异常和区域重力低基本同源重合区, 特别是区域重力低向区域重力高(无磁性)的过渡带(或梯度带)上出现的局部磁异常地区, 或称“重带叠磁”区, 是成矿最有利的地段。这类磁正、重低异常, 可能是深部隐伏的密度较低、磁性稍高的巨大酸-中性岩体(如花岗岩类、花岗闪长岩等)所引起。“重带叠磁”, 推断是深部岩浆沿“基底”断裂带局部上升所致。这也是一类很有意义的矽卡岩型以有色金属矿为主的钢铁成矿远景区。

第三类, 同源引起的区域重力低和区域磁力高地区, 或称“重低磁高”火山岩区。这一般是火山岩区内地质体的“火山岩被”(包括低密度浅成侵入体)的反映, 可以说成矿“先天不足”, 其找矿远景不如上述两类地区有利。

第四类, 区域重力梯度带附近缺乏大片背景磁异常, 只有孤立小磁异常的地区, 称“重带孤磁”区。小异常多为小岩体侵入或火山岩喷出的反映, 成矿远景也不如一、二类有利。

(一) 区域同源“重磁同高”的异常, 推测深部有隐伏的中-基性岩浆体, 其上往往会出现相应的“矿田”。

“重磁同高”的异常, 主要是由具有高密度而又具有较强磁性的地质体所引起。一般来说, 能同时引起重、磁异常的地质体, 除大型磁铁矿体外, 就是中-基性岩体或某些富含磁性矿物的变质岩系。

目前, 沿江火山岩盆地中已知的几个矿田, 均有一个相应的区域性的同源“重磁同高”异常, 结合地质情况推断, 都为深部隐伏的巨大中-基性岩体所引起。高密度无磁性的地层隆起, 也是造成区域重力异常的部分因素。

例如: 宁芜北段的矿田, 超浅成相侵入岩发育, 据中国地质科学院地矿所数据处理资料, 由1:5万实测布伽重力异常值减去由“基底”起伏所引起的重力异常值后, 得到强度达10毫伽的大面积重力异常。与磁源重力异常比较, 两者强度与规模基本一致(图1); 将航磁 ΔT 上延2000米后, 异常仍然存在, 说明深部确有磁性体。本区侵入体(闪长岩, 辉长岩)及三叠系砂页岩、灰岩等(平均密度为2.63~2.80克/厘米³)与上覆火山岩(安山岩、凝灰岩等平均密度为2.52—2.55克/厘米³)有0.11—0.25克/厘米³的密度差。当侵入体及某些沉积岩系分布范围较大时, 可引起相当可观的区域重力异常。

宁芜中段至芜湖附近的矿区, 也都具有磁力和重力高的区域异常。航磁异常经向上延拓至2000米后异常仍明显可见, 说明深部确实存在相应的中-基性隐伏大岩体, 而浅部则发育着同源分异时多次侵入所形成的浅-超浅成相侵入体及有关的矿化作用。

宁芜火山岩盆地的几个矿田均位于盆地中北东向的区域重力高和大面积磁异常(幅

度300伽偶)带内,该带长约100公里,宽15—20公里。这里是一个侵入隆起带,也是一个构造活动和岩浆侵入喷发的热动力作用地带,其根部可能有连成一体巨大“岩浆室”,面积比地面火山岩和侵入体以及航磁异常分布范围(约2000多平方公里)为小,大约1000平方公里。而隐伏于各矿田深部的中—基性岩体乃是局部侵入上隆的过渡性产物。正是由于地壳中这种过渡性岩浆体的存在,为岩浆的进一步分异和矿物的富集提供了必要的条件,并在周围的上构造层中的特定部位派生出由多阶段岩浆活动所形成的火山一次火山岩。矿田的出现,与其深部有相对稳定的分异环境及以后又有多次的岩浆作用有关。

为了估算“侵入隆起”能引起多大异常,我们作了如下估算:假定有一剩余密度为0.1克/厘米³、宽10公里、最厚处为2公里的呈弧形隆起的高密度中—基性岩体(包括无磁性三叠系地层随侵入而隆起在内),埋深分别为1、2、3、

4公里。经计算,它能引起的最大重力异常分别为7、5.5、4.6、4.0毫伽。若剩余密度取数超过0.1克/厘米³,则会引起更强的异常。显然我们假定区域重力异常是由“侵入隆起”引起,是有量的根据的。

庐枞盆地也有类似情况。已知的几个矿床都位于磁异常和区域重力值高可能反映深部隐伏岩体的范围内,特别是其边缘地带。据物探推测,隐伏中—基性岩体的面积约350平方公里,磁性体埋深约在1公里以下。在其上部和边缘的局部侵入隆起,是成矿的有利部位。庐江—怀宁一带,在航磁图上反映为同一走向的异常,长约110公里,宽约15—30公里,分布面积约1500平方公里。 ΔT 上延500米后,异常带还基本连续,说明磁异常并非由单一表层火山岩引起,深部还有侵入过渡带。在磁异常带上,区域重力场表现为高、低相间出现的情况,说明这一带深部的岩体密度有差异,可能由不同时期、不同性质的侵入活动所造成。枞阳与罗河两区同位于火山岩盆地内,但其区域重力场正相反,说明它们成矿地质条件可能有本质不同。

淮北地区第四系下有局部闪长岩类侵入体活动,并在与灰岩、大理岩的接触部位生成丰富的矽卡岩铁矿。经区域重、磁综合分析,也发现矿区均位于区域“重磁同高”的背景上。航磁异常东西长70公里、南北宽20—35公里,面积约1500平方公里。异常东部区域重力场反映为重力低,与西部成矿地段区域重力高有明显差别。

大家知道,矿床是受一定的构造条件控制的。就构造控制条件来说,我们可以找到成千上万个背斜或向斜构造及断裂构造或其交汇处,我们也可以找到成千上万个大大小小的岩体(或次火山岩体)及其与灰岩的接触带,但并不是都有矿的。成矿的关键,除了具备

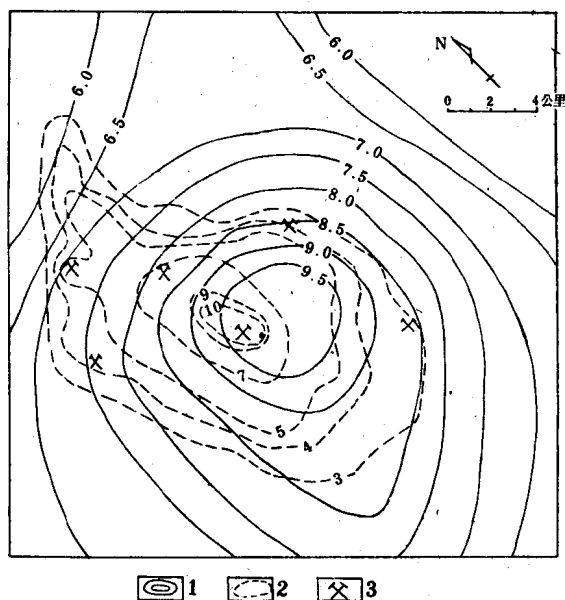


图1 宁芜北段深部隐伏岩体重力异常及磁源重力异常等值线平面图

1—重力等值线(毫伽); 2—磁源重力异常等值线(毫伽);
3—铁矿床

必要的外部综合条件之外,最本质的,也是最根本的,还必须有矿质的来源。根据我省资料,我们认为,对于许多内生铁铜矿床来说,深部隐伏岩浆体的存在是一个最重要的基本因素。在运用区域重磁资料综合分析圈定战略远景区时,应当特别注意考虑这个因素。

(二) 区域低缓正磁异常和区域重力低基本同源的地区,重力梯度带叠加有磁异常的地段或称“重带叠磁”地段,是值得注意的以有色金属为主的铜、铁远景区段。

区域布伽重力异常的变化,往往是由不同密度界面的差异所引起。因此,区域重力场的变化可以推断为具有密度差异的“基底”层或断裂构造存在的缘故。

在隆起构造的边缘往往发育着不同规模的断裂带,是岩浆活动和成矿作用的有利场所。这种断裂带常常通过区域重力等值线的密集梯度带表现出来。长江中下游一带许多接触交代型铁铜矿床都位于反映为区域重力等值线密集带的断裂带上,在那里具备了中-酸性侵入岩、碳酸盐围岩及有利的基底或盖层构造“三位一体”的成矿有利条件。

所以,区域低缓正磁异常如果也有同源区域重力低,说明深部有可能存在磁性稍高、密度偏低的中酸性岩体,如果在基底断裂带的边缘有碳酸岩类地层分布,反映为重力梯度带又叠加有反映侵入体(也包括矿体)的局部磁异常,则应作为最有远景的找矿地段。如长江中下游某矿区,在古生代地层中有很多中-酸性侵入体分布,其区域重力低与航磁正异常基本对应。区域重力低很可能反映深部数公里(据航磁资料)处有一密度较低磁性稍高的巨大中-酸性岩浆体。这一带丰富的铜矿量非某些地表小岩体克拉克值所能富集,矿质主要来自深部岩浆体。这种由中-酸性岩浆体引起的同源正磁、重低,说明中-酸性岩浆体来自地壳康腊面,是预测以铜矿为主的有色金属矿的重要线索。在“重带叠磁”段以外,大面积无磁或负磁背景区,即使在重力高(灰岩加厚造成)的范围内出现个别零星的局部磁异常,也多为岩枝状侵入体(有时也伴随矿化)的反映,很少形成工业矿床,这是由于它们距“根部”——深部隐伏巨大岩浆体太远的缘故。

众所周知,基底断裂与岩浆活动有着明显的关系,它往往控制着岩浆的侵入和喷发,成为导岩或导矿的通道,尤其是两组或三组断裂的交汇处,更是岩浆涌集和矿化有利的场所。例如,与某县铜矿有关的石英闪长斑岩,位于区域重力高的东南端由三个重力等值线密集带所反映出来的三组断裂(北东、北西和近东西的)交汇处。又如在某矿区,从区域重磁资料看,存在一条近东西向(北西西)的基底断裂带,沿基底断裂带出现的近东西向的重力等值线密集带,反映了两侧不同密度地质体的陡然接触,近东西向和北东向的磁异常在该区也发生转折和交汇。该地区一些主要的接触交代铜铁矿床及含矿岩体,均分布于近东西向基底断裂带与北东向的盖层褶皱——断裂构造的复合部位上(图2)。

据报道,美国“陆地卫星”发现,许多矿床都位于在区域断裂线中或两组及两组以上区域断裂的交切处,或者靠近可能是岩浆作用形成的圆形单元的边部。

(三) 火山岩区内“重低磁高”同源异常地段,可能是地下隐伏着缺乏中基性岩浆体的无矿“火山岩被”或低密度侵入体的反映,是成矿“先天不足”的地段。

如大别山北麓的北淮阳火山岩带。在大别山群及佛子岭群的基础上,发育一些上叠式火山岩盆地,它们的形成与大型隆起区边缘的深断裂有关。火山建造和岩浆演化系列尽管和沿江一带盆地相似,但大面积的磁异常分布在区域重力低的地段内,迄今还没有发现过有工业意义的铁(铜)矿床。

由于火山岩磁性较强,特别是剩磁很强又不均一,因此往往出现杂乱的正负急剧跳跃

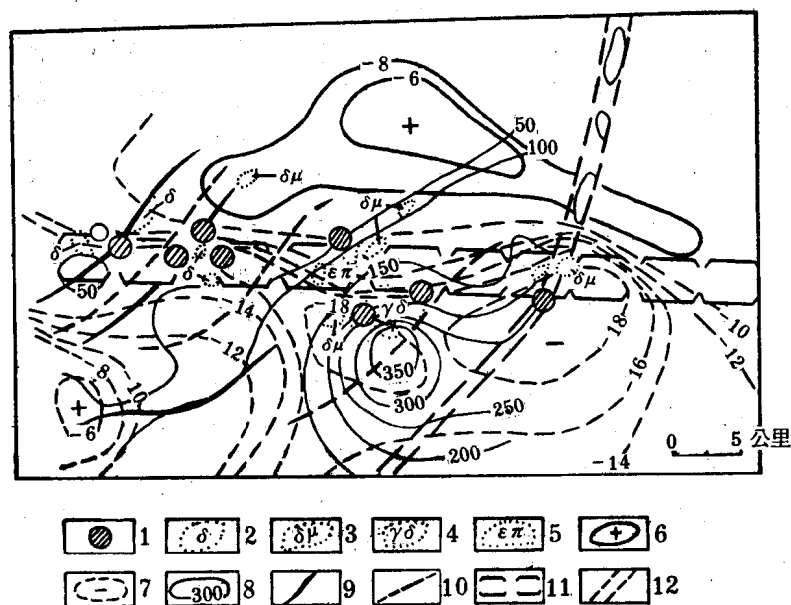


图 2 某地区区域重磁场特征及地质构造与成矿关系综合略图

1—铜矿床 (或铜铁矿床); 2—闪长岩; 3—闪长玢岩; 4—石英闪长岩; 5—正长斑岩; 6—重力高等值线 (毫伽); 7—重力低等值线 (毫伽); 8—航磁正异常等值线 (伽玛); 9—背斜轴向; 10—向斜轴向; 11—基底深断裂带; 12—推测区域断裂

的大片磁异常。一些磁性火山岩如流纹岩、安山岩或玄武岩都具有很强的剩余磁性，能引起明显的强磁异常，它们常常是火山岩地区主要的非矿磁性干扰地质体。如庐江柯坦磁异常，是一个强达 35000 伽玛、分布零散的条带状异常，异常区内分布流纹岩及凝灰流纹岩等，岩石含铁量一般只为 2—3%，最高达 10%。这种由磁性火山岩中的剩磁局部增强所引起的局部异常，在舒城、霍山一带的火山岩中屡见不鲜。

火山岩的密度一般较小，酸碱度愈高的火山岩，其密度值愈小，所以厚层火山岩堆集区往往成为重力低或负重力异常区。

因此可以认为，大片航磁异常和区域重力低基本重合的火山岩地区，是火山喷发时大面积盖于“基底”之上的厚层“火山岩被”地段。相对地说，其成矿条件不如火山岩区的“重磁同高”异常区有利，但仍应加强研究，选择在断裂喷发带附近局部成矿有利的地段找矿。

(四)“重带孤磁”区，是小侵入体或火山岩沿断裂带侵入或喷出的特征反映，对铁、铜矿生成条件不利。

我省现已查证航磁异常数百个，其中有二百多个已用钻探验证。据非矿异常验证结果统计，与岩浆岩有关的异常有四类：(1)矿区的岩体，火山岩；(2)远离矿田或深部“岩浆室”的，可能是岩浆室派生的小侵入体或火山岩；(3)“重低磁高”区的小火山喷出岩；(4)沿区域重力梯度带(即断裂带)侵入或喷出的孤立小侵入体或喷出岩。对这第四类磁异常，我省用钻探验证的已有数十个，均未见矿，所见均为火山岩和各种属性的小侵入体。这类孤立的小异常往往位于平静的磁场区或大面积的负异常区内，磁性体深部常常缺乏大岩浆体过渡。有的地区闪长岩侵入于灰岩、大理岩中，也未见工业铁铜矿。

这是由于深部缺乏大的岩浆体，矿质来源有限，同时小岩体的温度受冷的围岩体控制，冷却得快，成矿所需的物理、化学作用就不充分，铁质还来不及移动富集或分异就固结散失于岩体内，故小岩体普遍有磁异常反映。有的异常强度、形态等都相当理想，但经验证还是未见矿。据此，我们认为要想对磁异常得到较确切的认识，必须结合区域重力资料进行分析，不能就异常论异常或是只结合局部地质情况就推断。据初步统计，孤磁反映的岩体或喷出岩面积都在数平方公里以下。

二、成矿远景预测方法和步骤

成矿预测和远景区划分的工作，很多人已经进行过，并取得了一定的成就。但过去大部分预测工作仅着重于运用地质资料；对于区域物化探资料却不太重视和利用。经验证明：以地质为基础，以区域重力、航磁和其他物化探资料为依据，作为预测的准则，提出成矿远景区、远景段、远景点，因地制宜地制定区、段、点各自的找矿步骤与方法，将会取得较好的效果。下面介绍一下我们是怎样划分远景区、远景段、远景点的：

（一）成矿远景区、远景段、远景点

1. 成矿远景区

首先用区域重磁资料，对过去以常规地质方法划分的远景区进行重新判定。远景区划分的大小，原则上与“常规预测”方法划分的范围基本一致。区的面积一般划得较大，但不分一、二级远景区。应该说明，在这个区内大部分地区是无矿的地段，重要的正是要选定其中最有成矿远景的地段。

2. 成矿远景段

在区的范围内划分段。火山岩型铁矿段和矽卡岩型铁（铜）矿段，划分的依据和准则有所不同，现分述之。

火山岩型铁矿段划分的依据和准则：

（1）火山岩区磁异常往往成大面积分布，有的超过区的范围，但在局部范围内如磁异常成片、群、带出现，并位于区域重力高的地段内或位于区域重力高向重力低的过渡带，即重力等值线密集带附近时，这样的成片、群、带的磁异常范围可划为段。段内磁异常并不都是矿异常，它既有矿异常，也有浅部磁性小岩体或火山岩磁性物质增多所反映的异常，但矿田（包括预测的）一般都在段的范围内。这种区域重力高往往为“侵入隆起”所引起，即深部既有高密度的侵入岩浆体，同时也有因侵入而地层隆起所产生的重力高。成片、群、带磁异常的出现，说明在隐伏大岩浆体上部有可能存在矿田，因为矿田的铁质来源与深部大岩浆体的分熔作用有关。

（2）火山岩区磁异常，虽成区域性大面积分布，但在区域磁力高的范围内既有重力高，也有重力低，相间出现。我们认为：许多重力高主要反映深部有密度大的隐伏岩浆体存在，亦称“侵入隆起”重力高；重力低则多为地表“火山岩被”的反映，谓之“纯火山岩”（包括低密度侵入体）重力低。在这种情况下，重力高的范围应划为段的范围。当然重力高范围内的局部磁异常同样既有矿异常，也有局部火山岩磁性增高的非矿异常，要注意加以判别。

矽卡岩型铁（铜）矿段划分的依据和准则：

(1) 区域重力高和磁力高二者基本在同面积范围内出现,即“重磁同高”,若重磁高范围内地质成矿条件有利者应划为段。其注意力应放在重力高的边缘,而重力梯度密集带内的局部磁异常对成矿又最为有利。

(2) 有大面积正磁异常背景,在背景正磁异常的边部又出现局部增高的磁异常,并分布于区域重力高向重力低过渡的梯度密集带——即断裂带内,这种叠加有明显的局部磁异常增高的重力边缘梯度带应划为段。这种情况属“重带叠磁”地段。

(3) 在大面积区域正磁异常和区域重力低所重叠的范围内(即由深部具有低密度高磁性的隐伏中酸性岩浆体所引起),出现局部磁力高的地段和局部重力低的边缘地段,也可划为远景段。

3. 成矿远景点

远景点是划分成矿远景区等级中最小的靶区,原则上在段中求点,个别也可以在区中选点。远景点的选择,一般应占有更多的、更细的、更大比例尺的地质、物化探资料,并对其进行更深入的综合分析。一般来说,远景点是可能形成矿床的地点。

划分远景点的依据和准则:

- (1) 地质成矿条件好,有矿点或矿化点存在,并有明显找矿标志者。
- (2) 地面或航空物探异常点所处的地质环境有利,经分析为矿异常的点。
- (3) 地质情况虽不明或覆盖,但航空磁异常或地面磁异常较好,分析有可能为矿异常的点。
- (4) 航空磁测异常经地面查证,二者形态基本相似,推测为大型磁铁矿特征异常的点。
- (5) 与已知工业矿床所反映的航磁异常或地面磁异常基本相似,但未查证的航空磁异常或地面磁异常的点。

(二) 远景区、段、点上的找矿方法和步骤

划分了成矿远景区,仅仅是完成了找矿工作中的战略任务,尽管它是重要的,甚至是首位的,是整个科学找矿中关键性的一个环节,但如只停留在预测阶段,而不拿它去指导找矿实践,矿还是不能找出来的。因此,预测的最后部分提出在不同阶段的找矿方法和步骤,供同志们参考。其主要内容如下:

(1) 提出在远景区、段、点应进一步开展的地质、物化探工作。开展什么工作:原则上在区的范围内应开展区域性地质、物探工作;段的范围内应开展面积性综合普查找矿;点上应进行综合详查和打钻查证或深部找矿。

(2) 提出最有成矿希望的远景区、段、点和应优先进行工作的区、段、点,并安排好各远景区、段、点先后工作的顺序等。

(3) 提出远景区、段、点的工作面积范围大小(或称工区面积)和工作比例尺,在区、段、点上应采用那些地质、物化探方法,以及各方法运用的程序(或序列)。

当然,要做好这三点并不是容易的事,必须是在总结了过去多方面工作经验的基础上才能做好,否则只是臆造的或是没有根据的、不切实际的,甚至是错误的。

激发极化法在吉林西部地区普查铜矿

吉林省地质局物探大队

一九七五年和一九七六年, 我队在吉林西部有色金属成矿带两个矿区及其外围进行了大面积的激电普查找矿工作, 取得了较好的地质效果。现简介如下:

一、甲山铜矿区激发极化法应用效果

1. 工作任务的提出

甲山铜矿区是一九五八年大搞钢铁时群众发现的。到一九七四年, 经过几个地质队几上几下的工作, 也做过面积性的磁法、化探、激电法的试验和部分生产工作, 认为矿脉窄小, 主要矿脉向深部有尖灭的趋势, 致使矿区的普查找矿工作处于进退两难的状况。

为了打开找矿的被动局面, 尽快地评价矿区远景, 一九七四年我们到矿区进行了踏勘工作, 在当时的主要已知矿脉上进行了剖面性的激电测量, 并收集了该区的地质、物化探资料。经综合分析认为, 采用激电在该区进行普查找矿是有地球物理前提的。但是, 进行大面积的激电普查找矿工作, 根据当时我们的仪器设备和生产能力, 还不能完成这项任务。面对这种困难, 在大队党委的领导下, 组织有关工人和技术人员对原有的仪器设备进行了改制工作, 于一九七五年初, 制成了能控制多台仪器同时观测的控制面板, 并采用了功率为23瓩的直流发电机为供电电源, 即大功率电源。使用这样较大的装备, 我队于一九七五年在矿区及其外围进行了比例尺为1:10000、网密100米×20米的激电(中间梯度装置AB=2000米, MN=40米)普查工作, 完成面积近60平方公里, 发现五个异常带, 其范围约30平方公里。原矿区范围约2平方公里, 扩大了找矿工作范围。同时在异常地段做了大量的激电联剖、部分激电测深、剖面性的化探和磁法工作, 并有钻探工作配合验证异常。工作中在获得第一性的物化探资料后, 我们注意利用前人的地质和物化探资料, 及时地进行综合分析, 研究矿区地质和矿床特征。并且利用已知的地表和深部矿体的物化探异常特征, 与未经工程验证的新异常进行反复的对比和研究, 认为矿区远景可观, 并把物化探异常显示较好的地段划入远景区, 提出了验证异常孔位。其后, 进行了大量验证异常工作, 到目前为止已肯定DHJ-1和DHJ-2号异常带有四个主要矿脉群和三个矿床类型。求得的C+D级储量比一九七四年底C+D级储量增加10多倍。

2. 普查区地质和地球物理特征

该区位于大兴安岭新华夏系巨型隆起带东南缘, 其次级构造为突泉—鲁北沉降带与交流河东西向构造带的复合部位, 为吉林西部有色金属成矿带的北段(图1)。

普查区内大部份地段被第四系覆盖, 出露地层有二叠系砂板岩类, 侏罗系下部为含煤岩系, 上部以火山碎屑岩为主。燕山期中—酸性杂岩体发育, 其中斜长花岗斑岩初步确定是成矿母岩(图2)。矿区受甲山—乙山反“S”型构造及其它挤压带控制(图1)。主要

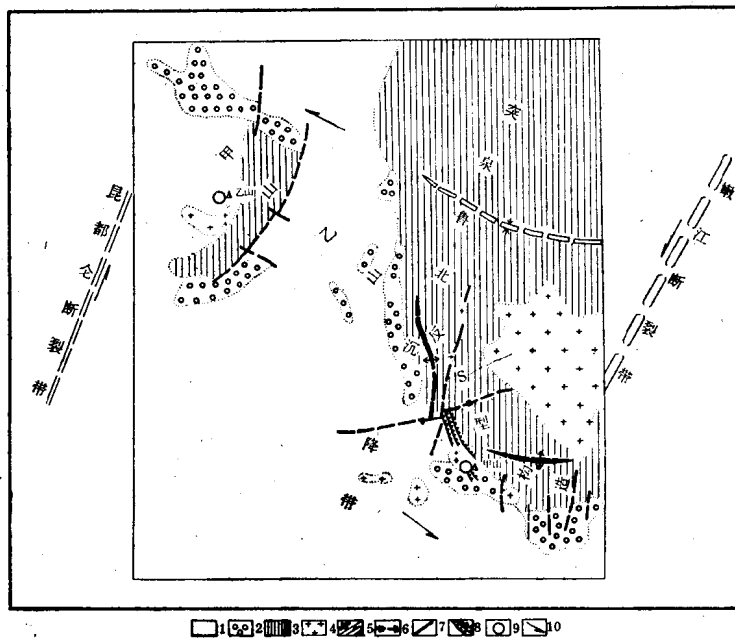


图 1 甲山区域地质构造略图

1—新生—中生代构造层；2—中生代含煤建造；3—古生代构造层；4—中—酸性侵入岩；5—背斜及向斜；6—挤压带；7—断层；8—含矿断层；9—铜矿床及矿点；10—扭动方向

容矿构造为北北西向压扭性帚状构造系统。围岩蚀变以长英质角岩化和青盘岩化最发育。矿石中主要金属矿物有黄铜矿、黄铁矿、辉钼矿、闪锌矿和方铅矿等。矿石结构为细粒浸染状和团块状。矿床类型为中—高温热液脉状充填交代类型，已查明有 5 号、29 号、14 号和 33 号矿脉群。此外，近期新发现斑岩型铜矿和似层状铜矿体，其规模尚待进一步查清。上述各类型矿床位置参见图 2。

区内 η_s 等值线图 and 五个异常带 (DHj-1—DHj-5) 及部分钻孔位置见图 3。

随着普查找矿工作的开展，对该区的岩(矿)石标本进行了一定数量的电参数测定，其极化率测定结果如下表：

从表 1 看出：黄铜矿石的极化率最高，其他岩石的极化率均不高，在 0.9—2.4% 之间。标本测定结果表明干扰因素不严重。因此，开展激电普查找矿工作的地球物理前提是较充分的。普查区内出现的大范围激电异常，肯定与成矿作用有关，这就为异常的推断解释和评价矿区远景奠定了基础。

3. 以地质为基础，宏观极化场为线索，开展找矿预测工作

根据对该区地质和宏观极化场特征的分析，我们认为宏观极化场是控矿地质要素的反映，即与成矿有内在联系的岩浆岩和构造要素有关。因此，可利用宏观极化场进行找矿预测工作。

甲山铜矿区的成矿母岩，初步确定是燕山期斜长花岗斑岩。成矿的构造条件：容矿构造是北北西向压扭性断裂系统。但在激电普查前对这个容矿构造系统的形态和规模很不清楚，只是认为与甲山—乙山反“S”构造有关。在激电普查后，通过对宏观极化场的分析，更加深了对容矿构造系统的认识。以 η_s 值 7% 勾划异常界线，其南北长 7000 余米，东



图 2 甲山铜矿区地质草图

1—第四系覆盖层；2—中侏罗系凝灰质砂砾岩；3—下二叠系变质砂砾岩和板岩；4—燕山期花岗岩；5—燕山期闪长玢岩；6—压扭性和张性断层；7—铜矿脉群及编号；8—似层状铜矿床；9—斑岩型铜矿体；10—激电测量范围

表 1

统计项目 岩(矿)石名称	标本块数	极 化 率				备 注
		η_{max} (%)	η_{min} (%)	$\bar{\eta}$ (%)	常见值范围 (%)	
致密块状黄铜矿	31	98.5	18.0	47.6		
浸染状黄铜矿	31	79.2	9.8	40.6		
星点状黄铜矿	33	44.5	1.9	11.0		
蚀变闪长玢岩	36	2.6	0.6	1.4		
闪长玢岩	43	4.2	0.7	1.7		
斜长花岗岩	24	2.4	0.7	1.5	1.2~1.7	
角砾安山岩	31	3.3	0.6	1.6	1.1~2.1	
凝灰岩	35	3.3	1.0	2.1	1.5~2.8	
安山质角砾岩	48	2.3	0.5	1.0	0.7~1.1	
变质硅质粉砂岩	24	3.2	0.7	1.7		
凝灰质砂岩	32	1.9	0.5	1.1		
变质含砾砂岩	58	6.7	1.1	2.4		
蚀变凝灰岩	34	4.7	1.1	2.0	1.1~2.5	
层状凝灰岩	42	1.7	0.4	0.9	0.7~1.1	

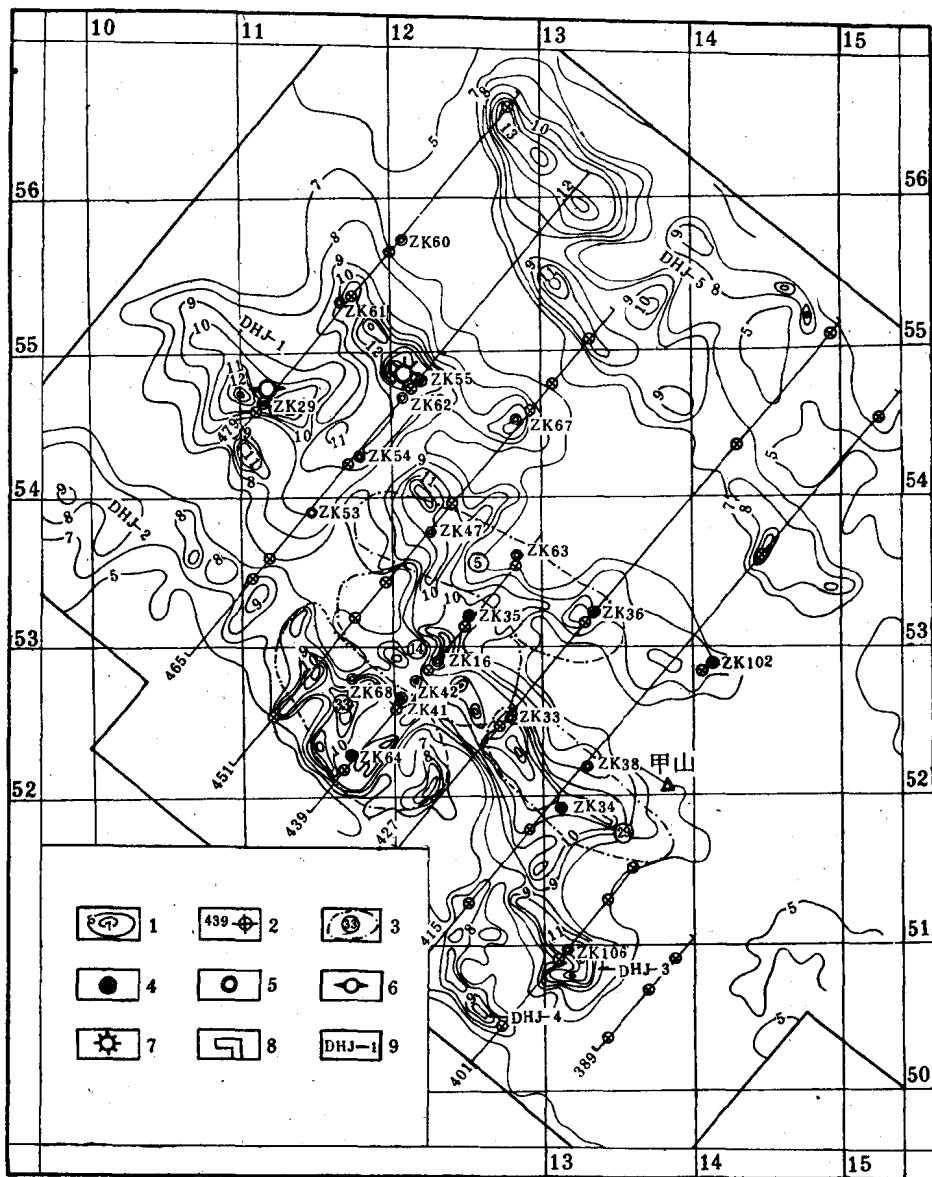


图 3 甲山铜矿区综合平面图

1— η 等值线；2—激电联剖测线号及反交点；3—矿脉群及编号；4—验证异常铜矿体钻孔及编号；5—追索矿体和验证异常的钻孔及编号；6—斑岩型铜矿体；7—似层状类型铜矿体；8—激电测量范围；9—激电异常编号

西宽5000余米，呈北西向条带状分布，并自北向南有分枝现象。激电联剖反交点也在宏观极化场内有规律的出现。激电异常这种形态和特征，在地质揭露区，与矿体、矿化带相吻合；在未进行揭露区，推测也可能相吻合。对地质和激电异常这些特征，经过我们多次反复的实践和认识，最后认为容矿构造系统就是甲山帚状构造。其作用方式和激电异常特征详见图4。

宏观极化场和激电联剖反交点分布的另一特征：在矿区中段，即丙山附近，宏观极化场强度高，预示矿体存在的激电联剖反交点密集；矿区北段虽然宏观极化场强度亦较高，

但激电联剖反交点数量已减少，矿区南段宏观极化场强度已大为减弱，激电联剖反交点已不明显。这个特征是矿区的控矿地质要素决定的。矿区中段，即丙山附近，有成矿母岩——斜长花岗斑岩体出露，又处于甲山帚状构造三分之二附近，受应力作用最强，裂面数量不但多，而且发育；矿区北段，根据区域磁测资料判断有隐伏的斜长花岗岩体存在，处于甲山帚状构造收敛部位，虽然裂面数量少，但裂面更为发育；矿区南段，已远离成矿母岩，又处于甲山帚状构造开始撒开部位，不但裂面数量少，且裂面亦不发育，并逐渐封闭。

经过这样反复的综合分析，得出予测意见如下：矿区中段成矿条件最为有利，是寻找复脉状铜矿最有远景的地段，也是寻找斑岩型铜矿最有利的部位；矿区北段应以寻找斑岩型铜矿为主，脉状铜矿次之；矿区南段只能寻找脉状铜矿。

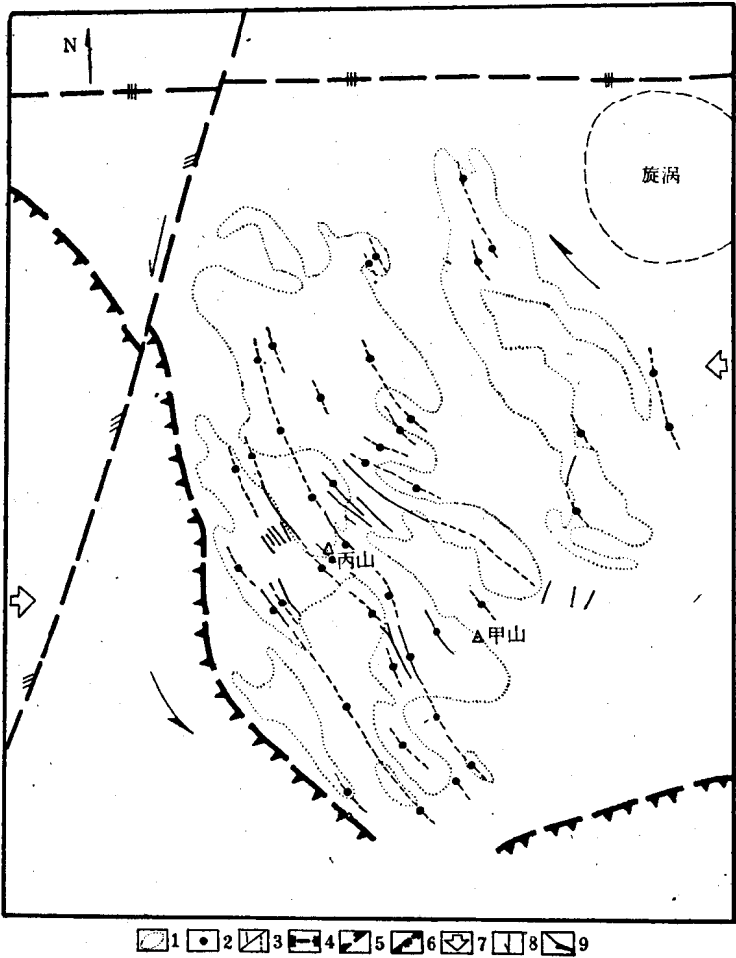


图 4 甲山帚状构造应力作用方式示意图

1—宏观极化场；2—激电联剖反交点；3—已知及推断矿脉；4—东西向挤压带；5—北北东向斜冲断裂；6—盆地界线；7—主应力方向；8—扭力方向；9—旋扭方向

4. 验证异常工程位置的选择

宏观极化场只能在面上初略地指出成矿远景，还不能确切地指导钻探工作验证异常，因此就需在大范围宏观极化场内进行面中求点。通俗地讲，就是怎样在异常区找矿的问

题，也就是如何正确选择验证异常的工程位置问题。我们在全面分析宏观极化场特征和地质资料的基础上，和地质队共同商量，在异常区范围内布置了与预计的勘探方向一致的八条综合观测剖面，即479、465、451、439、427、415、401、389等线综合观测剖面。工作时是在激电中间梯度法普查观测成果的基础上，于剖面上进一步开展了激电联剖、化探、磁法以及激发极化法测深等综合观测工作。图5与图6是427、439两条剖面的观测结果。分析427线看出：激电联剖反交点可以指示出矿体顶端在地表的投影位置；根据激电中间

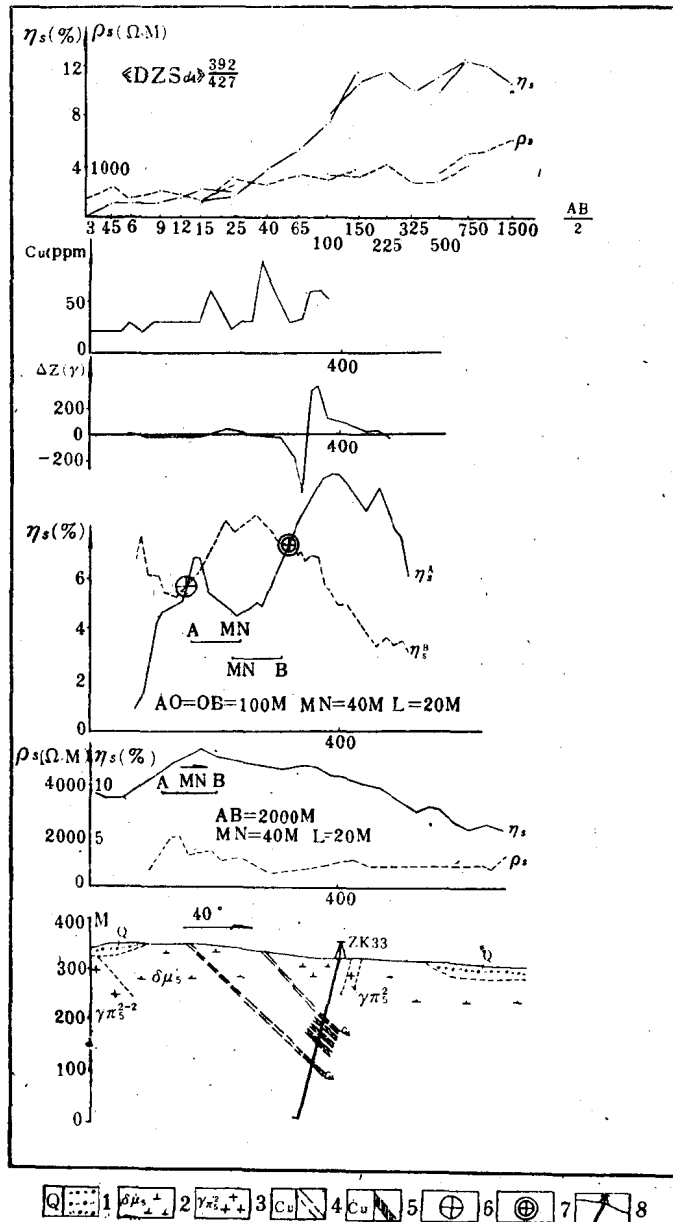


图5 甲山铜矿区427线综合剖面图

1—第四系覆盖层；2—闪长玢岩；3—斜长花岗斑岩；4—铜矿脉（矿体和矿化未分）；5—验证异常钻孔打到的铜矿体；6—激电联剖反交点；7—经钻探验证的激电联剖反交点；8—钻孔及编号