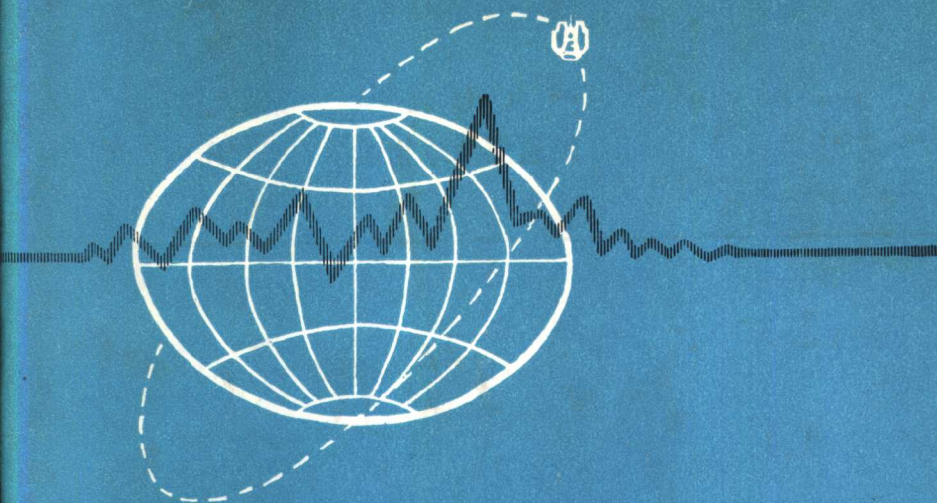




物探与化探



1979

74.22
144

WUTAN YU HUATAN

物 探 与 化 探
一九七九年第六期
一九七九年十二月十日出版
本期印数 5,340 册
统一书号: 15038 · 新395
定价: 0.30元

编 辑: 地质部地球物理探矿研究所
出 版: 地 质 出 版 社
(北 京 西 四)
印 刷: 地 质 印 刷 厂
(北京安德路47号)
发 行: 新 华 书 店 北 京 发 行 所

《物探与化探》一九七九年总目录

第一期

地球物理勘探科研工作的重点必须迅速转移到基本研究上来.....	(1)
华北地块的大地构造和鞍山式铁矿的分布规律——根据航空磁测结果的初步分析.....	(3)
我国区域重力场及其基本特征.....	(14)
区域化探全国扫面工作方法的讨论.....	(18)
赣东北赣东区域化探重新扫面初步成果.....	(27)
飞机的磁干扰及电子补偿方法.....	(35)
飞机垂直感应场的补偿.....	(44)
气压测高在区域重力测量中的应用.....	(47)
X-射线荧光室内样品测定.....	(50)
区域化探样品加工方案的讨论.....	(56)
浅谈国外区域地球物理测量.....	(57)
地壳结构和物质成分简表.....	(64)

第二期

重力法找铁的若干经验.....	(1)
辽宁某地风化淋滤铁矿的数学地质分析及地球化学特征.....	(9)
原子吸收法在化探分析应用方面的若干问题.....	(17)
环状单电极测井理论.....	(25)
根据井中矿层天然放射性强度利用回归分析计算方法计算 P_2O_5 及 Na_2SO_4 品位.....	(33)
激电异常的半定量解释方法.....	(39)
用多重二次方程进行重力地形改正.....	(47)
介绍重力仪的一种分项改正方法.....	(53)
X-射线荧光方法的现场测量.....	(59)

第三期

利用位场转换建立一个重磁异常解释系统.....	(1)
将起伏地形上的位场值换算到同一水平面.....	(10)
井中激电地一井方式方位测量资料解释问题的探讨.....	(22)
水平电极撒样法光谱定量分析研究及其应用.....	(31)
井中无线电波透视法概述.....	(42)
地形和中间层对重力测量结果影响的计算方法.....	(49)
应用航照确定重力测点的高程和平面座标.....	(51)
用便携式放射性同位素X-射线荧光分析仪在野外快速测铁.....	(55)
激电衰变场法找水问题的探讨.....	(59)
剩磁要不要作退磁改正.....	(70)
关于剩余值的进一步分解问题.....	(73)

关于时间域激电二次场的计算问题

——评D. 帕特拉的三篇文章..... (74)

第四期

调制脉冲型地质雷达.....	(1)
最小均方差滤波器对航磁数据的处理.....	(12)
交流电弧—低压火花水平撒样法光谱半定量分析.....	(18)
有机碳分析法在某地区砂岩铜矿上的效果.....	(24)
航测解析法在山区重力地改中的应用.....	(29)
“三合一”量板.....	(33)
国外含水岩石激发极化效应的研究.....	(41)
区域化探样品快速定量分析方法的几项技术要求.....	(50)
电子 α 杯应用于铀矿勘探的最新进展.....	(59)
大地电磁法简介.....	(62)
磁激发极化法.....	(68)

第五期

物探化探要更直接有效地服务于国家社会

主义现代化建设.....	(1)
我国金属矿地球物理勘探概况.....	(3)
综合物探找到罗河大型铁矿的过程.....	(7)
羊八井地热物探的经验.....	(12)
全省1:20万化探资料编图方法及效果.....	(17)
纳日贡玛区域化探异常追综与评价方法的初步研究.....	(26)
龙山地区1:5万区域化探效果.....	(35)
位变滤波及其在重磁异常解释中的应用.....	(43)
一种压制干扰的频率滤波方法.....	(50)
航空电磁法区分磁异常性质的依据和应用.....	(55)
井中激发极化法的数值模拟方法.....	(64)
单孔电磁波干涉法的理论和应用.....	(75)
DBJ-1型交流激发极化仪.....	(88)

第六期

进一步发挥航空磁测在金属矿普查和区域地质工作中的作用.....

地质工作中的作用.....	(1)
磁异常矢量倾角法及 $\frac{Za}{Ta^2}$ 、 $\frac{Ha}{Ta^2}$ 比值法.....	(8)
利用磁位求磁化倾角的方法.....	(17)
地球化学找矿法在砂岩铜矿上的应用效果.....	(20)
气候因素对汞气测量的影响.....	(33)
运积物厚覆盖区矿床上方壤中气汞异常特征.....	(40)
X-射线荧光测井仪研制初步成果.....	(45)
井中磁测在普查勘探磁铁矿中的应用.....	(50)

物探与化探

进一步发挥航空磁测在金属矿普查和区域地质工作中的作用

..... 地质部航空物探大队 (1)

磁异常矢量倾角法及 $\frac{Za}{Ta^2}$ 、 $\frac{Ha}{Ta^2}$ 比值法 管志宁 (8)

利用磁位求磁化倾角的方法 温璐丽 (17)

地球化学找矿法在砂岩铜矿上的应用效果 湖南地质局物探队 (20)

气候因素对汞气测量的影响 高 扬 (33)

运积物厚覆盖区矿床上方壤中气汞异常特征 伍宗华 金仰芬 张国营 (40)

X—射线荧光测井仪研制初步成果 成都地质学院核子地球物理研究室 (45)

井中磁测在普查勘探磁铁矿中的应用 地质部第一综合物探大队 (50)

《物探与化探》一九七九年总目录..... (封三)

编
后

为热烈庆祝建国三十周年,本刊曾向有关方面征文,蒙热情支持,踊跃投稿,特表示衷心感谢。由于稿件较多或来稿较晚,因此虽已编排上下两期,仍不能全部刊载,拟于今后陆续选登。

进一步发挥航空磁测在金属矿普查和区域地质工作中的作用

地质部航空物探大队

我国航空物探工作，已有二十多年的历史了。从1953年开始到现在，航测队伍在不断地发展和壮大，工作的广度和深度以及技术的提高和进展，都比较显著。在全国范围内，完成了大量的测量面积，取得了丰富的地质成果，已成为地质战线上一支不可缺少的力量。

为满足国家工业发展的需要，除我队执行相应的航测任务外，有些工矿部门和一些省地质局，也相继开展了航测工作。据统计，从平原到高山，从内陆到海洋，已完成650万测线公里，实际覆盖面积达750多万平方公里，共发现航磁异常两万余处，其中由金属矿引起的异常近700处。除反映已知矿的异常外，以航磁异常为线索，新发现各类磁铁矿和多金属矿，如铜镍矿、铬铁矿、铜、铅锌、钼以及金刚石矿等约200余处，大中型矿床约占40%。如云南大红山、安徽罗河和河北大贾庄等，为我国金属矿产的普查作出了重要贡献。随着工作的进展，对异常研究已由“强”“陡”异常转向“弱”“缓”异常，由窄小异常转向大型异常。所用仪器已由50年代的感应式和饱和式低精度仪器，发展为较高精度的二次谐波磁通门式、核子旋进式及光泵式磁力仪。无线电定位技术已用于沙漠和海洋。磁干扰补偿器的研究，有了不少进展。电算技术已开始用于航磁工作的各个过程。由于方法技术的改进，使航磁反映的磁场特征更为细致、清晰，在某些平稳的磁场背景中，已能正确反映出有用的弱磁局部异常，找矿效果不断提高。

航磁数据与地表或深部的各种地质体中磁性矿物的含量、组合排列有着密切的关系，借助这些地质体的物质成分的差异，所反映的不同磁场特点，能解决某些区域地质工作中的问题。多年来，我们利用航磁资料，圈定各种磁性侵入岩、火山岩、次火山岩、

变质岩、磁性地层的范围，并根据它们的范围和排列组合规律，确定各种不同规模的断裂构造和破碎带，划分不同性质的构造单元等，均取得了一定效果，并已被广泛利用。

当然，在那些缺乏磁性火成岩活动、沉积盖层厚而无磁性的地区，航磁的效果会受到影响。贵州地区就是一例。

（一）关于断裂构造和破碎带的圈定

利用航磁图上所反映的具有一定规模的线性异常带，来确定深部断裂构造和破碎带的方法，已为地质界所熟知。因为这些异常带，常常是多期磁性侵入体沿一定方向排列在磁场上的客观反映。按地质观点，火成岩由地球深部上升到地表，必须有一定的通道。所以，航磁常把有一定延伸的异常、异常带和深断裂联系在一起。

按上述推理，在航磁已覆盖的大面积中，具各种规模和各种延伸方向的异常带，为数甚多。其中燕山到阴山，秦岭到大别山，贺兰山到龙门山、横断山，大兴安岭到太行山东侧等东西向、南北向、北东向、规模巨大的明显异常带，都与地质界所划分的大地构造格架相吻合。根据航磁资料所圈定的郯庐深大断裂、长江下游深断裂、江山至绍兴深断裂、云南哀牢山深断裂以及北淮阳破碎带等，都引起了地质界的高度重视。

多年来，一些多期活动的深大断裂带和各种金属矿床的亲缘关系，正在被地质工作所揭示。著名的大红山铁矿，就是受哀牢山深断裂的控制。江山绍兴深断裂中，除在浙江境内已找到的铁矿外，在上海地区发现隐伏的火山岩型铜铁矿并非偶然。郯庐深断裂中，除找到了具工业价值的各种金属矿床外，在山东还找到了金伯利岩和金刚石矿。在辽南根据山东地区深断裂带控矿的规律，也发现了金伯利岩和金刚石矿。这些例子给我们的启示是：结合地质资料，加强

航磁带状异常的研究,将会给今后的找矿工作提供有益的线索。

值得注意的是:在某些地区,若干条带状异常的组合物,有时是一些复式背斜和复式向斜的反映。四川龙门山地区,由于三叠系飞仙关组地层中,含有许多磁铁矿颗粒,经褶皱后形成的多条异常带就是一例。但这种特征,地台区是难以见到的。

(二) 关于基底性质的识别和构造单元的划分

由于许多深大断裂带,常常控制着断裂两侧的地质发展,因此航磁所圈定的某些深大断裂,也就是各级构造单元的天然分界线。如华北地块、扬子地块等。在这些地质历史发展不同的构造单元中,因为有物质成分、构造形态、岩浆活动、沉积盖层等方面的差别,在航磁图上就形成了各种不同的面貌。这是我們用以识别某些地区的基底性质,进而划分构造单元的主要依据。

在一些地台和准地台区,由于受到晚期地质构造运动的改造,常常发展为一列镶嵌的断块构造。这些断块的边缘,往往成为各种侵入体的通道和贮存场所。而在磁场上表现出在变化平稳的团块状、片状的正负背景场上,叠加着一组或几组次级条带状异常。沿断块边缘入侵的中酸性岩体,与碳酸盐类地层接触,形成许多小至中等规模的铁或多金属矿床。如徐蚌地区、邯邢地区,中条山、济南周围、晋南地区也有类似的特点。分析这些磁场特征和地质环境,将为新区找矿远景地区的圈定提供客观的依据。

负背景值中的明显条带状磁异常的出现,多是地槽区在航磁上的表现。它记录了地槽中某些磁性地层紧密褶皱的形态,和伴随褶皱所产生的许多走向断裂中填充的各种侵入体。北天山地槽和西藏地区,可以见到这种磁场特征。

(三) 侵入体的圈定和地质填图

用航磁资料圈定的各种异常和异常带中,除少数是直接由磁性矿床引起外,大多数异常则是由各种不同性质的磁性侵入体,如火山岩、混合岩或磁性地层等引起。圈定这些地质体的范围,初步判别其性质,是地质填图找矿工作中的一个重要方面。尤其是在那些掩盖区和地质工作程度较低的地区,更是如此。

多年来,根据航磁异常所圈出的大量超基性岩、基性岩,对寻找铬铁矿、钒钛磁铁矿、铜镍矿等岩浆岩型矿床,都有较好的效果。西藏的依拉山、新疆的鲈鱼岩体已经发展为中等规模的铬铁矿床。钒钛磁铁

矿集中的西昌地区,其基性岩在磁场上均有清晰的反映。巴楚含钒钛磁铁矿基性岩体以强磁负异常被航测所圈定。

利用航磁资料圈定的某些隐伏中性、中酸性岩体,在成矿有利地段,常常成为寻找隐伏的热液和接触交代型矿床的找矿线索。这样的例子甚多,不一一例举。

航磁资料结合其他资料,如放射性资料,遥感资料,对地质填图将会有较好的效果。新疆卡瓦布拉克地区,黑龙江一面坡地区就曾作了系统的填图工作,并有专题论述。

如上所述,研究航磁区域场和那些非矿异常的特征,用以弥补地质工作的某些不足,也是多快好省地办地质事业的一个有利途径。可惜在相当长的一段时间,这项工作几乎被忽略,今后应予重视。

二

二十多年的实践证明,利用航磁直接或间接找矿,效果是显著的。据统计,航磁异常的见矿率,平均达20%左右。但是,由于影响找矿效果的因素很多,在某些情况下,由开始检查异常到肯定一个工业矿床,往往要有几上几下的反复。因此,我们还必须进一步改进航磁的方法技术,因地制宜地提高仪器测量精度和定位精度,合理地选择测量比例尺和测线方向,提高推断解释水平。至于与放射性、各类电磁法一起进行综合航空物探测量,与遥感资料一起进行综合解释,都是至关重要的。

(一) 航磁方法技术

航磁对规模大、磁性强的铁矿床,不管是在山区或平原,出露或隐伏,均可发现。白云鄂博、攀枝花、鞍山等大型铁矿,就是明证。对我国大片航测空白区,还应采用高精度磁力仪,开展小比例尺测量,去发现那些大型磁性铁矿,或圈定某些成矿有利地带。

对规模有限,生成环境有磁干扰因素的矿区,如矽卡岩型铁矿和火山岩型铁矿成矿区(带)等,要选择恰当的比例尺和正确的测线方向,使磁性体的形态,在磁场图上表达得更为清晰,更易于鉴别某些异常的找矿前景。淮北地区是航磁在覆盖区开辟的一个新的矽卡岩型铁矿区和成矿远景地带。矿区被第四系覆盖,成矿母岩为燕山期闪长岩体,围岩属中奥陶纪灰岩。1959年曾用ACFM-25型磁放综合站(磁精度25伽玛)做过1:20万测量,发现石楼、王场、刘楼等局部异常(图1)。为打开这个区的找矿前景,对形态良好

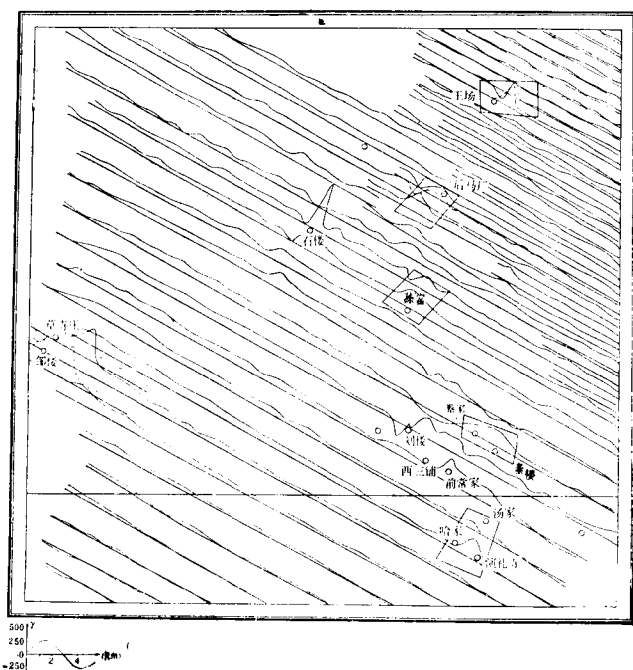


图 1 淮北地区航磁 ΔT 平面剖面图

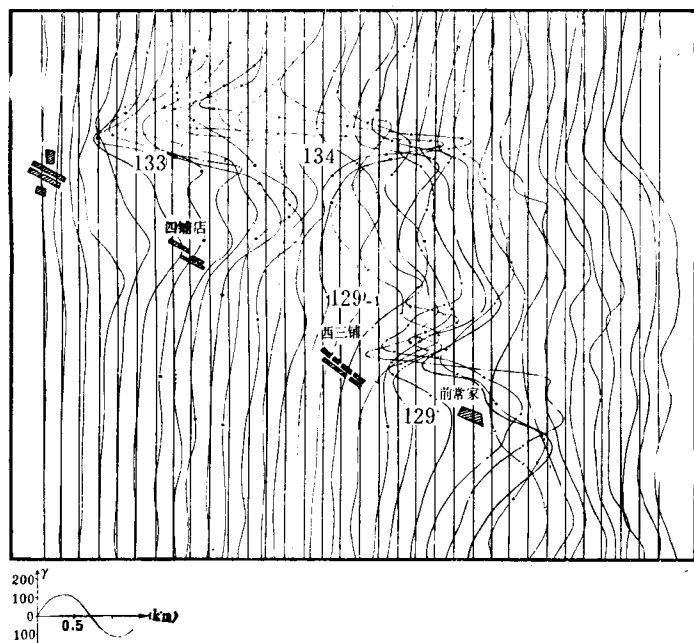


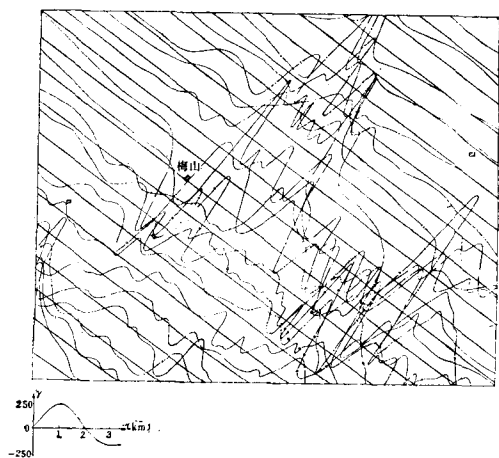
图 2 淮北地区航磁 ΔT 平面剖面图

的石楼异常，作了地面检查，验证见矿。但因仪器精度不够及比例尺选择得过小，异常形态不够完整、清晰。1966年使用了402型二次谐波航磁仪（精度10伽玛），改变测线方向，做了1:5万测量，结果异常

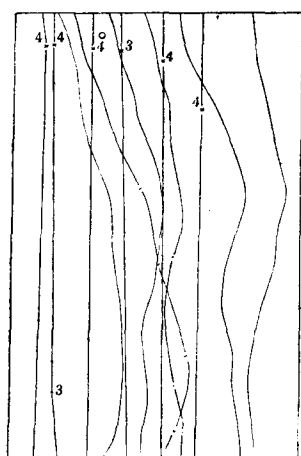
形态比过去清晰（图2），并在前常家深处找到了较大的隐伏矿体。梅山铁矿也是这样：矿区处于中、新生代火山岩断陷盆地中，矿体赋存在闪长岩体与安山岩的接触部位。1959年使用25型仪器做过1:10万测量（图3），虽有局部异常反映，但由于被周围火山岩引起的杂乱异常所干扰，矿异常特征不明显，推断为火山岩引起。随后，地磁和航磁先后又进行了1:2.5万的测量，这个大型铁矿床引起的异常，才从大片的乱磁场中，被明显地分异出来（图4）。与它相近的卧儿岗、吉山矿体的异常形态也较前更为清晰。这些都说明，在一些内生金属矿成矿远景地带，尤其是一些已知矿床外围，由于矿体多呈透镜状、似层状、脉状和球状等，规模较小，使用大比例尺航磁测量，对圈定这类矿体是有利的。

对高山、覆盖厚度大和弱磁场地区，提高仪器测量精度，合理选择测线方向，是提高找矿效果的关键。泸沽地区位于康滇地轴北段，海拔高2500米，1965年使用302型仪器进行了1:20万航磁，飞行高度1000米左右。在拉克乡一片负背景场中，有一幅度仅14伽玛的局部异常。在与地质资料对比后，发现异常正好和一已知小型矽卡岩磁铁矿床位置相当，但经仔细分析，认为异常不是由地表已知矿引起。1975年经钻探，在300—400米处见到了隐伏矿体，使小型矿体扩大为中型矿床。这个例子给我们启示是，中等规模的矿体，在距地表1000米的观测面上被反映出来，自然异常强度很弱，如仪器精度不高，是不可能反映的。然而良好的曲线特征与正确的布置测线方向，却有极大关系，如图5所示，由于用南北测线方向，平行了矿体的走向，异常就显示不清楚，图6则采用了东西测线方向，垂直于矿体走向，异常反映很清楚。

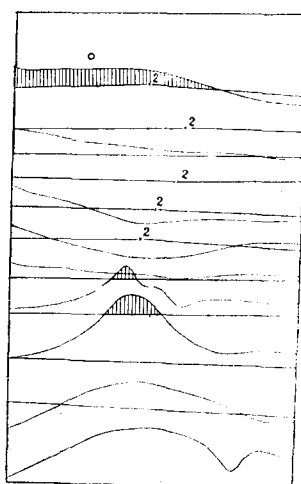
我国经济发达地区地表矿越来越少，而交通极不便的边远地区，如青藏高原，要进行大面积地面物探工作又十分困难，如何解决这一矛盾，我们认为首先要提高测量的精度，保证弱小异常可靠，进而加强对高精度仪器在高山区飞行所获资料的



↑图 3 梅山航磁 ΔT 平面剖面图



←图 5 拉克乡航磁 ΔT 平面剖面图



←图 6 拉克乡航磁 ΔT 平面剖面图

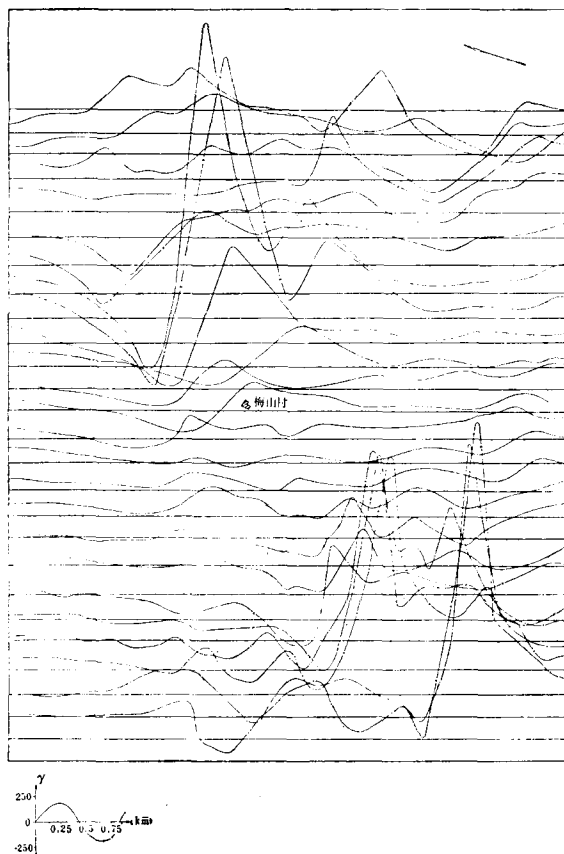


图 4 梅山航磁 ΔT 平面剖面图
(图中右上角箭头指北)

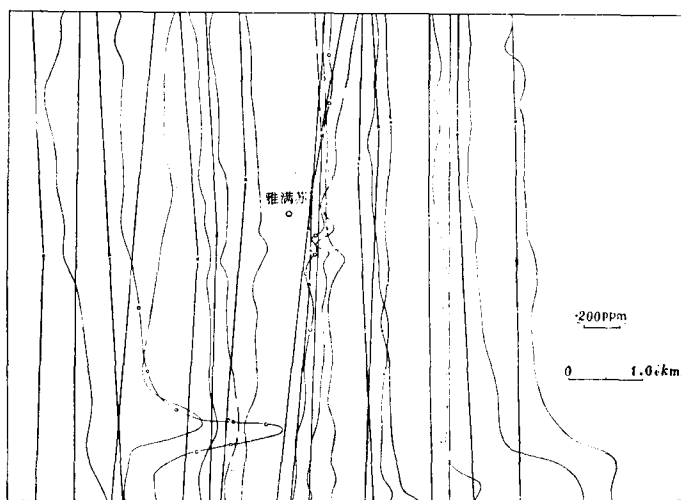


图 7 雅满苏航电实分量平面剖面图

研究, 注意成矿有利地段的曲线微小变化和所发现的低缓异常, 进行地面检查和钻探验证, 将是有益的。

对于领航和定位, 经采用无线电定位和照相定位, 发现飞行航迹并非直线 (参见1977年新疆航电测量的航迹, 图7), 过去老的航磁资料采用平行线作图, 某些地方可能要失去真实性。因此, 在使用航磁资料时, 特别是作大面积航磁资料处理和进行地质填图, 领航质量是应考虑的重要因素。

(二) 航磁资料的推断解释

通过航磁在测区取得合乎精度的磁场图, 只是为找矿打下个基础。至于如何从发现的异常中, 筛选出对找矿有意义的异常或从中找出规律性来, 却是一个复杂过程。尤其是矿体有一定埋深或周围有磁干扰因素存在时, 更是困难。根据多年来所积累的经验, 我们认为应注意以下几个方面:

(1) 利用综合方法。罗河铁矿异常, 是1956开展1:10万航磁时发现的, 当时未被重视。1960年进行1:5万、1:1万地磁检查, 结果与航磁异常形态相似, 并具有规模大、背景曲线跳跃的特点。异常位于中生代断陷盆地中, 区内岩浆喷发和侵入活动频繁, 推断为隐伏岩体或火山岩引起, 又未给予重视。此后, 邻区在相似的地质条件下, 找到了大型火山岩型磁铁矿床后, 罗河异常才列入日程。于是, 又重新开展了重、磁和电测深剖面测量, 并系统地测定了岩石物性。综合资料表明, 该异常应是一埋深500—600米的高密度、低电阻、强磁性的物体引起。经钻探验证, 结果在550米以下见到了60米厚的磁铁矿体。现已成为大型铁矿。云南大红山矿异常, 最初判断为岩体异常, 后经对岩石物性、地质特征和物理场的研究, 认为不象中酸性侵入体引起, 而是由磁铁矿或基性超基性岩引起。验证结果为大型磁铁矿。

(2) 加强老矿区异常的再解释。江苏利国矿区是个已知矿区, 航磁反映与成矿有关的闪长岩体, 有向东延伸倾伏的趋势, 推断在隐伏接触带上有成矿希望。后经大比例尺磁测, 发现了关庄异常。经验证在深部找到了隐伏矿体。近年来, 通过计算剩余异常, 在已勘探完的浅部矿体下部, 又发现新矿体的例子也很多。因此, 进一步研究老矿区的背景异常和矿区内一些大而缓的异常, 也是扩大矿区远景的重要途径之一。

(3) 认真总结规律, 加速评价异常。庐枞地区, 根据所发现的大量矿床总结出了: 凡是处于高磁场、高重力场背景边缘的局部重磁异常, 见矿率就高; 只有一种背景值的, 见矿效果就不好。利用这一规律, 很快就完成了全区异常的评价工作。当然, 试图从某一地区物理场的模式经验用于一般地区, 是不可能的。但就某一局部地区而言, 其矿产生成的地质环境和物理场确有许多共性, 对指导找矿有其普遍意义。

(4) 数据处理。以往由于计算工具粗简, 解释方法和原理虽已建立, 但不能实现。六十年代以来, 随着电子技术的发展, 通讯理论及近

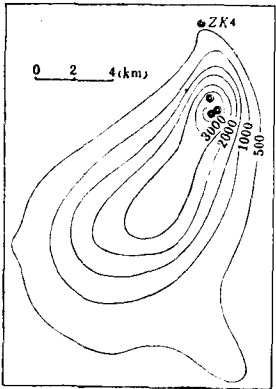


图8 山东某地ΔZ平面图

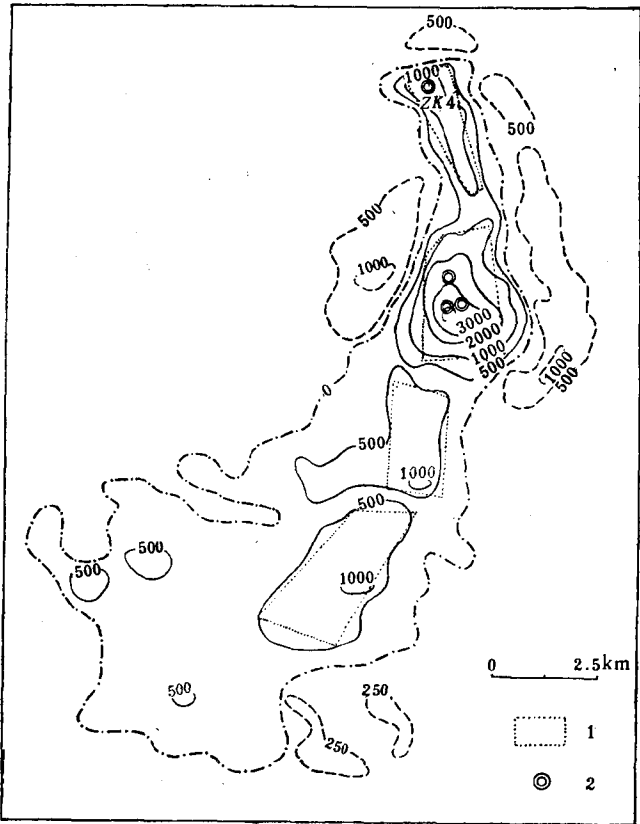


图9 山东某地垂向二次导数平面图

1—岩体边界; 2—钻孔位置

代数学的引入,使得物理场在空间域的积分插值近似计算方法,为频率域内线性滤波理论所代替;快速富氏变换计算方法的推广,使得大面积物理场的处理,就变得简单、方便,快速。以往望而却步的一些解释方法,也能得以实现。现在国内已有不少单位开展了这方面工作,地质部计算技术研究所已着手建立常用处理方法的程序组装,完成了自动成图的程序设计,并纳入程序组装中。这将大大推动面积性航磁资料的深入解释,从而获得更好的地质效果。山东某地异常这个例子,很有启发。它是1960年发现的。1967年1:10万的航磁圈定了异常形态,面积为250平方公里,强度1200伽玛。1970年又做了1:2.5万的地磁,以500伽玛等值线圈定了异常,长约20公里,宽10公里,最大强度3800伽玛(图8),钻探普布设数孔,均未奏效。后山东地质二队和计算所配合,作垂向二次导数处理,异常明显分解(图9),选择磁性体最浅部位布孔验证(ZK.),结果在预定深度处见矿,从而肯定了这个多年悬案的异常性质。更重要的是,对以往感到棘手的一些异常(大而深的异常),开创了突破先例。

(三) 利用航磁资料找多金属矿

由于航测技术方法的不断改进、仪器灵敏度提高、飞行比例尺加大,利用航磁资料除了直接找铁矿外,结合各地区的地质条件,以航磁为线索,使用综合方法,找寻有工业价值的多金属和稀有金属矿床,是今后航磁找矿的一个发展趋势。

就下边几个实例,提出几点认识:

(一) 吉林布敦花铜矿远景的扩大,就是利用航磁间接找矿较为成功的一例。该区是个已知矿区,1961年进行了1:20万航磁,发现了M-16、M-28两处孤立异常,未被重视。1974年作了1:5万航磁,异常连成一片,形态反映更为清晰、完整,重新编号为C-4-260,261(图10)。以C-4-260、261为主体的航磁异常,在平面上呈现向南西开口的半环形,曲线圆滑,强度300—500伽玛,最大为750伽

玛,北侧伴有负值。在此基础上,1975年又开展大功率激电普查,发现6处异常。区内主要为二叠系砂板岩和侏罗系凝灰质角砾岩,矿体产于岩体的北侧外接触带的二叠系中,为高温热液脉状矿体。初步推断异常反映的是花岗闪长岩体。已知的铜矿化作用,却出现在岩体的外接触带中,这可能是成矿的有利部位。1976年对异常又开展了以激发极化法为主,化探、磁法为辅的普查找矿工作。通过综合物探工作和重点揭露,肯定了环形异常为岩体引起。根据航磁圈定了岩体范围,在岩体的边部圈出了6处激电异常区,编号DHJ-1、2、3、4、5、6。其中4、5、6三个异常与铜矿有关,其余三个异常的地质条件也有利。经验证,见矿良好,扩大了已知矿区的储量。

(二) 安徽麻姑山M-22航磁异常,发现于1958年,因其形态宽缓,未被重视。区内第四系覆盖较厚,岩石露头少。异常北段位于一个以泥盆系茅山群砂岩为核部的倒转背斜上,北西翼为倒转翼,由三叠系中统至泥盆系组成。断裂构造发育,成矿条件良好,形成了铜钼矿床。该区发现后,物探曾几上几下,工作均未有重大进展。后做了1:2.5万地面磁测,

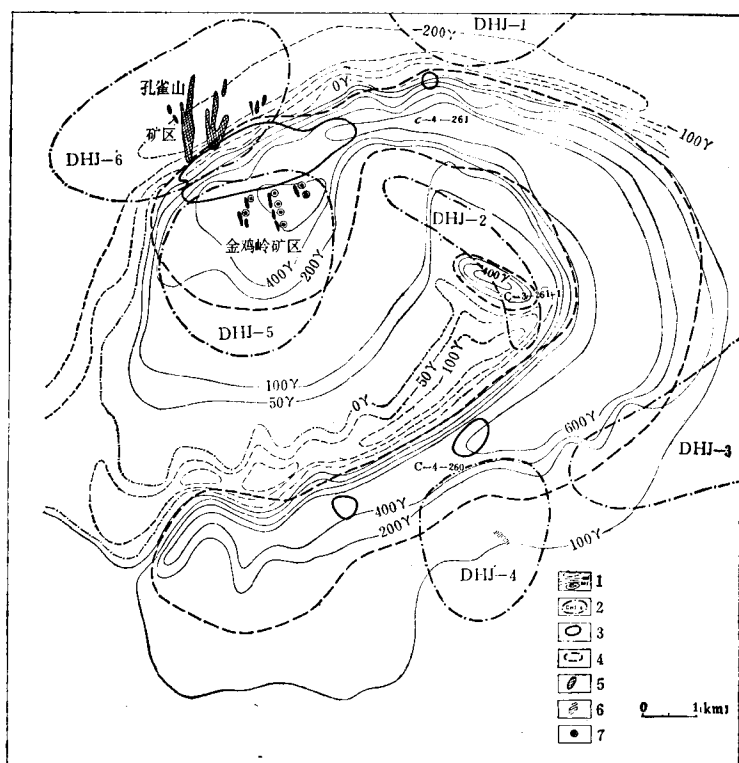


图 10 吉林布敦花矿区综合平面图

1—ΔT等值线; 2—激电异常区及编号; 3—花岗闪长岩体; 4—推断隐伏矿体边界; 5—铜矿体; 6—铜矿化点; 7—验证钻孔位置

在宽缓的磁场背景上,又发现了四个局部地磁异常〔编号Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ〕,才引起重视。对宽缓的背景异常作了下延1000米计算, ΔZ 曲线变化不大,定量计算结果磁性体埋深1700米,反演磁化强度 $J_0=980 \times 10^{-6} \text{CGSM}$,与区内花岗闪长岩磁性相近,推断宽缓异常由岩体引起。四个局部异常的验证,Ⅰ、Ⅱ号异常也是花岗闪长岩引起,但在岩体接触带上发现了多个矽卡岩型铜(钼)矿体。Ⅲ号异常落在成矿不利的泥盆系石英砂岩上,但从构造分析,这里地层发生倒转,断定下伏有石炭系灰岩地层存在,异常又毗邻岩体,具备了很好的成矿条件。钻探验证,发现了两层伴生有磁铁矿的含铜黄铁矿层,在接触带上又发现了多个矽卡岩型铜钼矿床。Ⅳ号异常验证为一隐伏岩体引起,并在接触带上也见到了铜矿。

上述矿例告诉我们,在用航磁寻找内生金属矿产时,不能只限于航磁异常本身的评价和定性,应广泛对航磁反映的各种地质现象进行地质分析,包括对区域地质构造、火山岩活动及围岩条件的研究,找出异常区的有利控矿因素,指出有利成矿部位,以达到间接找矿的目的。

以航磁为线索找到多金属矿的实例,各地均有发现,也积累了一定经验。所找到的多金属矿床,多处于接触带中。在航磁图上,多金属矿虽不同于磁铁矿体所反映的那样直观醒目,但接触带常有清楚显示,多金属矿本身磁性虽不强,但利用接触带中的不同地质体的磁性差异,或矿体本身伴生有磁性矿物,细致研究磁异常,常可起到间接找矿的作用。

三

对今后金属矿航空物探工作的意见:

(一) 加强已有资料的综合研究和利用。既使以往已检查了大量航磁异常,但还有不少异常有待检查:①对尚未进行工作的一些重要异常,应根据找矿远景,有计划地分期分批地研究;②在过去已检查的异常中,大部分工作较粗糙。如只做一、二条踏勘地磁剖面,这就很难作出较可靠的评价。对这类异常,应进一步研究,补做必要的地面物探和地质工作;③已做过较详细的地面检查的异常,应根据有关地质物探的新资料,成矿规律的新认识和方法技术的新发展,重新深入研究,或补做地面工作,重新作工程验证。这些检查工作,任务虽相当繁重,但不能忽视,必须花大气力,下大功夫。

(二) 充分发挥航磁资料在地质填图中的作用。

过去仅限于编写成果报告时,对航磁资料作一些粗略的对比解释,而在区测中却利用得不够。其实,仅从一些点滴经验即可看出,航磁资料对地质填图可以起很大作用。在区测工作不同阶段,均应利用航磁资料:①对准备进行区测的地区,在野外工作之前,必须详细研究航磁资料,作出推断地质图件及标出野外应注意的现象,以供选定观测点及地质观察之用;②对正在进行区测的地区,除应作好上述野外工作的准备工作之外,应重视综合利用室内各种资料,以便更完善地推断了解地下的地质情况;③已进行区测的地区,可根据所取得的地表地质情况,应用航磁资料,深入细致研究,如火成岩体、接触带、成矿带、断裂构造的地下相互关系等问题,以丰富区测工作的内容。

(三) 改进技术装备,适应我国的特定地质任务。我国现在航测技术还是比较落后的,与国际先进水平相比,差距是不小的。我们迫切需要解决的课题是:①广阔的弱磁场、极弱磁场地区;②世界少有的、地面工作条件比较困难的高山、高原地区。这两类地区都急需航磁发挥先行作用,要求使用高精度仪器以及磁力梯度测量之类的仪器进行工作。在已完成中等比例尺测量的我国东部地区,要在金属矿远景地区进行较大比例尺(如1:2.5万—1:1万)的航空物探综合方法的详查工作。为此,要求采用高精度的自动定位和导航系统,以及航空照像定位方法。

(四) 迅速发展综合航空物探技术,扩大航空物探工作项目。早在廿年前,国外就已广泛使用 γ —射线能谱测量和航空电磁法测量,找到了一些很有价值的放射性和有色金属的矿产地,并用于地质填图。近几年来的发展更快,仪器的精度、类型和探测深度以及解决地质问题的深度和广度,都日新月异。 γ —射线能谱测量还可以找铜、镍、金刚石和铝土矿、磷酸盐以及钛、锆、稀土等矿种。航电除找良导性矿体外,解决水文和工程地质问题,也日益受到重视。我国是金属矿产和放射性矿产极为丰富的国家,但这些新方法发展还很缓慢,必须尽速赶上。

(五) 将电子计算技术,广泛应用到航空物探各个环节中。要采用磁带记录原始测量数据,电子计算技术自动处理数据、自动成图,变换物理参量,自动做推断计算等,使航空物探方法进一步摆脱手工方法的局限性,达到更高的效率、效能和效果。

(执笔:李孝媛 王德胜)

磁异常矢量倾角法及 $\frac{Z_a}{T_a^2}$ 、 $\frac{H_a}{T_a^2}$ 比值法

管志宁

本文提出一种利用磁异常矢量倾角这个参量对二度磁异常作定量解释的方法。矢量倾角是 T_a (由 Z_a 、 H_a 所合成) 与测线所夹的角度, 其特征可以由其正切即 $\frac{Z_a}{H_a}$ 值所反映。对于一般规则形状磁性体, 如水平

圆柱体、无限或有限延深薄脉状体, 其 $\frac{Z_a}{H_a}$ 表达式简单, 而且 $\frac{Z_a}{H_a}$ 空间等值线即等倾线相交于无限延深薄

脉的顶面, 相交于圆柱体的截面中心。 $\frac{Z_a}{H_a}$ 等值点中点横坐标的轨迹线除相交于无限延深薄脉顶面, 圆柱体中心外, 对于有限延深薄脉相交于脉心; 而且 $\frac{Z_a}{H_a}$

等值点中点横坐标轨迹线与脉的延深长度及倾角等无关, 仅与磁化强度倾角有一定简单关系。利用这些性质, 我们可以作出一种简单的射线量板, 用它可以确定任意延深、任意磁化方向、任意地形条件下薄脉状体的脉心位置及磁化强度方向, 再经计算可以求出倾角及延深长度。

用 Z_a 、 H_a 与 T_a^2 比值曲线确定磁性体位置的方法, 首先由 C. B 沙拉也夫在 1960 年利用复变函数理论提出。后来黄树棠同志对该方法在确定薄脉状体的延深及具体应用等方面作了改进。在矢量倾角法的基础上, 我们分析了 Z_a 、 H_a 与 T_a^2 的比值解析式, 得到更为简便的解释方法。

I 磁异常矢量倾角解释法

(I) 方法原理

对于有限延深薄脉状体, 设坐标原点位于薄脉体中心在地面的投影点 0, 如图 1 所示。薄脉在 X 轴上所产生的 Z_a 、 H_a 分别为:

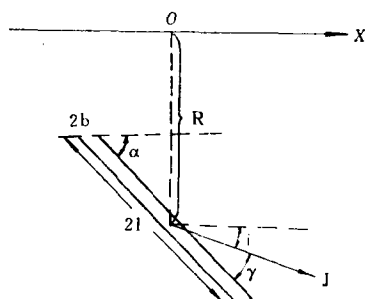


图 1 薄脉体剖面图

$$Z_a = 2 \int 2b \sin \alpha \cdot \left[\frac{(R-l \sin \alpha) \cos \gamma - (x+l \cos \alpha) \sin \gamma}{(x+l \cos \alpha)^2 + (R-l \sin \alpha)^2} - \frac{(R+l \sin \alpha) \cos \gamma - (x-l \cos \alpha) \sin \gamma}{(x-l \cos \alpha)^2 + (R+l \sin \alpha)^2} \right] \quad (1.1)$$

$$H_a = 2 \int 2b \sin \alpha \cdot \left[\frac{-(x+l \cos \alpha) \cos \gamma - (R-l \sin \alpha) \sin \gamma}{(x+l \cos \alpha)^2 + (R-l \sin \alpha)^2} + \frac{(x-l \cos \alpha) \cos \gamma + (R+l \sin \alpha) \sin \gamma}{(x-l \cos \alpha)^2 + (R+l \sin \alpha)^2} \right] \quad (1.2)$$

由上两式可得:

$$\frac{Z_a}{H_a} = \frac{-x^2 \sin(\alpha - \gamma) - x \cdot 2R \cos(\alpha - \gamma)}{x^2 \cos(\alpha - \gamma) - x \cdot 2R \sin(\alpha - \gamma)} \rightarrow \frac{+R^2 \sin(\alpha - \gamma) - l^2 \sin(\alpha + \gamma)}{-R^2 \cos(\alpha - \gamma) - l^2 \cos(\alpha + \gamma)}$$

$$\text{令 } \frac{Z_a}{H_a} = K, \text{ 且 } \alpha - \gamma = i, \alpha + \gamma = 2\alpha - i,$$

代入上式得到

$$K = \frac{-x^2 \sin i - x \cdot 2R \cos i + R^2 \sin i - l^2 \sin(2\alpha - i)}{x^2 \cos i - x \cdot 2R \sin i - R^2 \cos i - l^2 \cos(2\alpha - i)} \quad (1.3)$$

经移项整理后得到

$$x^2 (K + \operatorname{tg} i) - 2R (K \operatorname{tg} i - 1) x - R^2$$

$$\cdot (K + \operatorname{tg} i) - l^2 \left[\frac{K \cos(2\alpha - i) - \sin(2\alpha - i)}{\cos i} \right]$$

解二次方程, 得到两个根

$$x_{1,2} = R \left[\frac{(K \operatorname{tg} i - 1)}{(K + \operatorname{tg} i)} \pm \sqrt{R^2 \left[\left(\frac{K \operatorname{tg} i - 1}{K + \operatorname{tg} i} \right)^2 + 1 \right]} \right] \\ \leftarrow -l^2 \left[\frac{\sin(2\alpha - i) - K \cos(2\alpha - i)}{(K + \operatorname{tg} i) \cos i} \right] \quad (1.4)$$

因为 $\operatorname{tg}(i + \operatorname{tg}^{-1}K) = \frac{\operatorname{tg} i + K}{1 - K \operatorname{tg} i}$

故有:

$$x_{1,2} = -R \operatorname{ctg}(i + \operatorname{tg}^{-1}K) \pm \sqrt{R^2 \{ [\operatorname{ctg}(i + \operatorname{tg}^{-1}K)]^2 + 1 \}} \\ \leftarrow -l^2 \left[\frac{\sin(2\alpha - i) - K \cos(2\alpha - i)}{(K + \operatorname{tg} i) \cos i} \right] \\ x_{1,2} = -R \operatorname{ctg}(i + \operatorname{tg}^{-1}K) \pm \sqrt{R^2 \{ [\operatorname{ctg}(i + \operatorname{tg}^{-1}K)]^2 + 1 \}} \\ \leftarrow -l^2 [\operatorname{ctg}(i + \operatorname{tg}^{-1}K) \sin 2\alpha - \cos 2\alpha] \quad (1.5)$$

分析上式可以看出, 在给定 K 值时可以得到两个 x 值, 若取此两 x 值的中点, 其坐标设为 x_{ek} , 则有:

$$x_{ek} = -R \operatorname{ctg}(i + \operatorname{tg}^{-1}K) \quad (1.6)$$

所以对有限延深的薄脉状体可以利用在剖面上等 K 值所对应的两个 x 值的中点座标 x_{ek} 的特性来作解释。

此时若设 $l \rightarrow 0$ 即由薄脉趋于水平圆柱体, 显然有:

$$x_{1,2} = -R \operatorname{ctg}(i + \operatorname{tg}^{-1}K) \pm R [\csc(i + \operatorname{tg}^{-1}K)] \quad (1.7)$$

同样有: $x_{ek} = -R \operatorname{ctg}(i + \operatorname{tg}^{-1}K)$

最后指出, 对于无限延深有限走向薄脉状体主剖面上有如下关系式

$$\frac{x}{h} = \operatorname{ctg}(\gamma - \operatorname{tg}^{-1}K) \quad (1.8)$$

式中 γ 角为剖面内磁化强度方向与脉体倾向间的夹角, h 为薄脉体顶深。

分析 (1.6)、(1.8) 两式可得如下规律:

1. (1.8) 式表明, 在一定 γ 角情况下, K 空间等倾线呈由脉状体顶端出发的放射状直线, 即等倾线交会于脉顶。

(1.7) 式表明, 在一定 i 角情况下, 剖面上 K 等值点的中点座标空间轨迹线呈由脉状体中心出发的放射状直线, 即 K 等值点中点座标轨迹线交会于脉心。

2. 等倾线和 γ 角有关, 而与脉状体倾角无关。 K 等值点中点轨迹线和 i 角有关, 而与脉状体延深及倾角无关。

3. γ 角和 i 角对 K 等值线、 K 等值点中点轨迹线的影响仅是通过脉顶或脉心的射线转过一定的角度并不影响射线的其它特征。

从以上规律出发, 显然我们只要找出 $\frac{Z_a}{H_a}$ 曲线的空间等值线或等 K 值中点轨迹线, 则可求出脉顶或脉心。若能设法求出射线旋转的角度, 即可求出无限延深薄脉的 γ 角或有限延深薄脉的 i 角。

(II) 矢量倾角量板法

一、量板的构制

我们利用 K 等值点中点座标空间轨迹呈脉心出发的放射状直线这一重要规律来构制确定脉心位置和 i 角的量板。

从基本公式 $x_{ek} = -R \operatorname{ctg}(i + \operatorname{tg}^{-1}K)$ 出发来构制量板。

设 $i = 90^\circ$ 即垂直磁化情况, 则有:

$$x_{ek} = -R \operatorname{ctg}(90^\circ + \operatorname{tg}^{-1}K) \\ = R \operatorname{tg}(\operatorname{tg}^{-1}K) = R \cdot K$$

故有 $\frac{x_{ek}}{R} = K$

又因 $\frac{x_{ek}}{R} = \operatorname{tg} \theta$, 故 $\theta = \operatorname{tg}^{-1}K$

式中 θ 为 x_{ek} 空间轨迹线与通过脉心的垂直线的夹角, 每一对等 K 值中点轨迹线对应一个 θ 角的射线, 由此即可作出不同 K 值的射线量板。

对于任意磁化倾角 i , 如 $i = 60^\circ$, 则有:

$$x_{ek} = -R \operatorname{ctg}(60^\circ + \operatorname{tg}^{-1}K) = R \operatorname{tg}(\operatorname{tg}^{-1}K - 30^\circ)$$

$$\frac{x_{ek}}{R} = \operatorname{tg}(\operatorname{tg}^{-1}K - 30^\circ), \text{ 所以 } \operatorname{tg} \theta = \operatorname{tg}(\operatorname{tg}^{-1}K - 30^\circ),$$

$$\theta = \operatorname{tg}^{-1}K - 30^\circ \quad \theta + 30^\circ = \operatorname{tg}^{-1}K$$

$$\text{一般形式为: } \operatorname{tg}^{-1}K = \theta + (90^\circ - i) \quad (1.9)$$

上式表示, 在 $i \neq 90^\circ$ 时, 只要把垂直磁化情况所作的射线量板旋转 $(90^\circ - i)$ 角即可得到任意磁化时的射线量板。也就是把垂直磁化所作的射线量板的垂直轴旋转到磁化强度方向即可得到任意磁化方向适用的量板。由此可见, 只要作出一块量板就可用来解决任意磁化方向的定量解释问题, 从而使方法大为简化。

为了作出垂直磁化时的射线量板, 我们来分析 $\theta = \operatorname{tg}^{-1}K$ 式, θ 、 K 关系式十分简单。若我们要作出 θ 间隔为 5° 的射线量板, 查出 $\theta = 0^\circ, \pm 5^\circ, \pm 10^\circ \dots, 90^\circ$ 时所对应的正切函数值。为了应用方便, 具体数

据列于表1。

利用表1可作出射线间隔为 5° 的量板(也可作不等间隔量板),如图2所示。在作量板时先定量板中心点0,而后作出垂直线和水平线,垂直线相当于 θ 为 0° , $K=0$ 。水平线相当于 $\theta = \pm 90^\circ$, K 为 $\pm \infty$ 。从垂线

开始,每隔 5° 作射线,注上相应的 K 值。量板上 K 的正负号取值与磁化倾角 i 有关, $i \leq 90^\circ$,量板上第一象限 K 为正,第二象限 K 为负。 $i \geq 90^\circ$,第一象限 K 为负,第二象限 K 为正,所以不管剖面正方向如何规定及 i 角如何变化均可用此量板来解释。

表 1

θ	0°	$\pm 5^\circ$	$\pm 10^\circ$	$\pm 15^\circ$	$\pm 20^\circ$	$\pm 25^\circ$	$\pm 30^\circ$	$\pm 35^\circ$	$\pm 40^\circ$	$\pm 45^\circ$
K	0	± 0.087	± 0.176	± 0.268	± 0.364	± 0.466	± 0.577	± 0.700	± 0.839	± 1.00
θ	$\pm 50^\circ$	$\pm 55^\circ$	$\pm 60^\circ$	$\pm 65^\circ$	$\pm 70^\circ$	$\pm 75^\circ$	$\pm 80^\circ$	$\pm 85^\circ$	$\pm 90^\circ$	
K	± 1.192	± 1.428	± 1.732	± 2.145	± 2.747	± 3.732	± 5.671	± 11.43	$\pm \infty$	

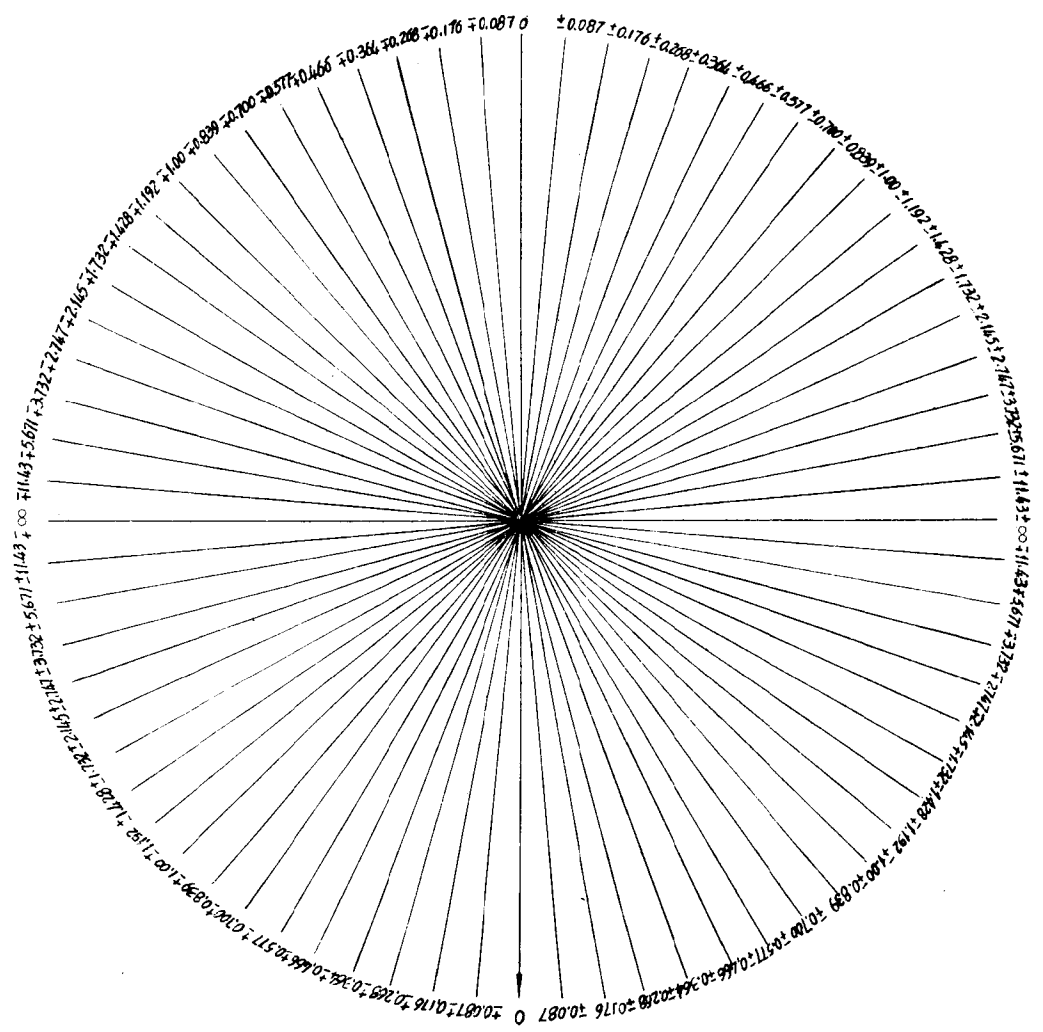


图 2 矢量倾角法解释量板

二、量板的使用

由于求 x_{ek} 时在起伏地形情况下需要作一些处理,所以先讨论平地形情况,而后讨论任意地形时的解释方法。

(一) 平地形时确定脉状体中心位置及磁化方向的方法。

1. 根据已有的 Z_a 、 H_a 剖面资料,作出 $\frac{Z_a}{H_a}$ 曲线,

如图3所示。

2. $\frac{Z_a}{H_a}$ 曲线即 K 曲线上找出一系列等值点,最少需要三对等值点。在图3中我们选取 $K=2.0$ 、 1.0 、 0.5 等三个 K 值,找出一对对等 K 值点连线,定出其中点的横坐标,在图3中以“ $\times$ ”号表示。

3. 用透明纸透下一系列 x_{ek} 点,而后与量板扣合对比,移动透明纸,直到一系列 x_{ek} 点与量板上对应的射线吻合得最佳为止。如 $x_{ek}=2.0$ 、 1.0 、 0.5 分别与射线量板上具有 $K=2.0$ 、 1.0 、 0.5 的三条射线重合,由于量板射线的 K 值不一定恰好为剖面上的 x_{ek} 值,这时可以按内插法使一系列 x_{ek} 与量板内插射线吻合。

4. 透下量板原点,即为脉状体中心位置,画下量板垂直轴的方向即为磁化方向。图3中带箭头的虚线表示量板定出的磁化强度方向,实线为理论磁化强度方向,两者十分吻合。脉体中部“ $\times$ ”号表示量板定出的脉心,与理论脉心也十分接近。

必须指出,为了保证计算结果的可靠性,应尽量把欲计算的剖面比例尺放大,使等 K 值中点坐标落在射线量板离原点有一定距离处,以便保证所定脉心及磁化方向准确。

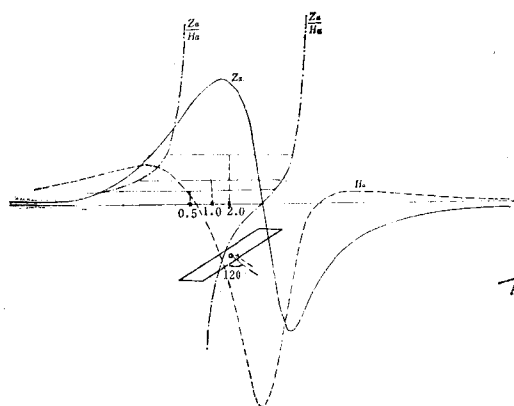


图3 矢量倾角法确定脉心及磁化方向

(二) 起伏地形上确定薄脉状体中心位置和磁化强度的方法。

在起伏地形情况下,由于等 K 值点的连线不一定水平,所以 K 值需经地形校正,而后方能应用量板。下面讨论 K 值校正方法。

设有一起伏地形剖面,如图4所示。

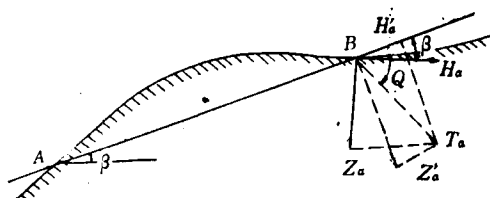


图4 K 值的地形校正

Q 应为 θ

A 、 B 两点若为等 K 值点,连 AB 成直线,其倾角为 β 。现在要求出对 AB 斜线而言的 $\frac{Z_a'}{H_a'} = K'$ 值。而后找出等 K' 值的中点位置 x_{ek}' 。由图4可见:

$$\frac{Z_a'}{H_a'} = \text{tg}(\theta + \beta), \text{ 已知 } \theta = \text{tg}^{-1} \frac{Z_a}{H_a} = \text{tg}^{-1} K$$

故有

$$\frac{Z_a'}{H_a'} = \text{tg}(\text{tg}^{-1} K + \beta)$$

$$K' = \text{tg}(\text{tg}^{-1} K + \beta) \quad (1.10)$$

(1.10) 式为起伏地形情况下 K 值校正公式。在地形剖面图上算出 K 值,并找出等 K 值点,连等 K 值点成直线,此直线与水平线的夹角为 β ,则可把 β 、 K 代入(1.10)式,算出 K' 值。此后再取等 K' 值的中点 x_{ek}' 。如此求出一系列经校正后的 x_{ek}' 点,再把 x_{ek}' 点拿之与量板上的相应 K 值线对比,直到吻合为止。此时量板原点及垂直轴方向即为脉心位置及磁化强度方向。由于所用 K 值校正公式较为简单,故本方法可用于任意地形、任意磁化方向及任意延深的薄脉状

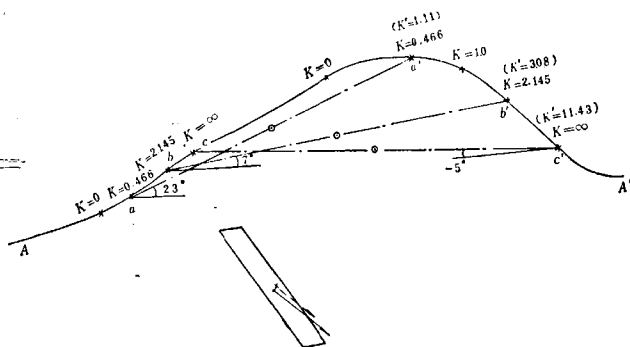


图5 起伏地形上矢量倾角法解释实例

体, 确定其中心位置及磁化方向。

图 5 给出了这方面的例子。在 AA' 地形剖面上的 K 值是根据倾角为 60° 、 $i = 45^\circ$ 的薄脉体的理论公式计算得到的, 连各等 K 值点得 aa' 、 bb' 、 cc' 直线。分别找出各线与水平线的夹角 β , 如 23° 、 7° 、 -5° 等。把各 β 和 K 值代入 (1.10) 式可计算出不同的 K' 值。然后找出 aa' 、 bb' 、 cc' 的中点, 如 x_{ek} (1.11), $x_{ek'}$ (3.08), $x_{ek'}$ (11.43)。最后与量板扣合, 找出脉心与磁化强度方向。理论值与量板确定值吻合。

顺便指出, 对 (1.8) 式作同样的分析, 可以得到用图 2 量板来确定无限延深薄脉顶部位置及 γ 角的方法。不同的是, 对无限延深薄脉只需直接利用 K 值扣合量板来定脉顶及 γ 角, 并在起伏地形下无需做 K 值的校正, 故更为简便。

三、求薄脉体延深及倾角的计算方法

在应用量板求出脉体中心位置及磁化强度方向以后, 可以计算出延深长度及倾角。

对于薄脉体的 $\frac{Z_a}{H_a}$ 曲线有 (1.5) 式所列出的关系式

$$x_{1,2} = -R \operatorname{ctg}(i + \operatorname{tg}^{-1} K_1) \pm \sqrt{R^2 \{ [\operatorname{ctg}(i + \operatorname{tg}^{-1} K_1)]^2 + 1 \} \rightarrow -l^2 [\operatorname{ctg}(i + \operatorname{tg}^{-1} K_1) \cdot \sin 2\alpha - \cos 2\alpha]}$$

x_1 、 x_2 为对应于同一 K_1 值的两个横座标。

设 $x_{c1,2}$ 为 x_1 与 x_2 两座标点之间的中点横座标,

则 $x_{c1,2} = -R [\operatorname{ctg}(i + \operatorname{tg}^{-1} K_1)]$

故 $x_{1,2} = x_{c1,2} \pm \sqrt{x_{c1,2}^2 + R^2 - l^2 \left[\frac{-x_{c1,2}}{R} \sin 2\alpha - \cos 2\alpha \right]}$

设 $d_{1,2} = \frac{x_1 - x_2}{2}$, 即等于 K_1 值点横座标间距的半长,

则 $d_{1,2}^2 = x_{c1,2}^2 + R^2 - l^2 \left[\frac{-x_{c1,2}}{R} \sin 2\alpha - \cos 2\alpha \right]$

$$-d_{1,2}^2 + x_{c1,2}^2 + R^2 = l^2 \left[\frac{-x_{c1,2}}{R} \sin 2\alpha - \cos 2\alpha \right] \quad (1.11)$$

为求 l 和 α , 我们再取另一 K_2 值, 则同样有

$$d_{3,4} = \frac{x_3 - x_4}{2}$$

$$-d_{3,4}^2 + x_{c3,4}^2 + R^2 = l^2 \left[\frac{-x_{c3,4}}{R} \sin 2\alpha - \cos 2\alpha \right] \quad (1.12)$$

(1.11) 与 (1.12) 式相除

$$\frac{-d_{1,2}^2 + x_{c1,2}^2 + R^2}{-d_{3,4}^2 + x_{c3,4}^2 + R^2} = \frac{-x_{c1,2} \operatorname{tg} 2\alpha - R}{-x_{c3,4} \operatorname{tg} 2\alpha - R}$$

令

$$M = \frac{-d_{1,2}^2 + x_{c1,2}^2 + R^2}{-d_{3,4}^2 + x_{c3,4}^2 + R^2} \quad (1.13)$$

故有

$$\operatorname{tg} 2\alpha = \frac{R(M-1)}{(x_{c1,2} - Mx_{c3,4})} \quad (1.14)$$

由于 $x_{c1,2}$, $x_{c3,4}$ 和 $d_{1,2}$, $d_{3,4}$ 可以从 K 曲线上求出, 而 R 已由量板求出, 故用 (1.13) 式可求 M , 再用 (1.14) 式求 α 角。再把 α 代入 (1.11) 或 (1.12) 式即可求出 l 。

利用 (1.14) 式求 α 时可得两个值, 究竟选取哪一个 α 值, 应将其代入下式:

$$l^2 = \frac{x_{c1,2}^2 + R^2 - d_{1,2}^2}{\left(\left(\frac{-x_{c1,2}}{R} \right) \sin 2\alpha - \cos 2\alpha \right)}$$

若求出的 l 为虚数, 则此 α 不能用, 需取另一 α 值求 l 。

(III) 应用实例

我们选用《物化探科技消息》1977年第5期《井中磁测实例四则》中的一例进行解释。

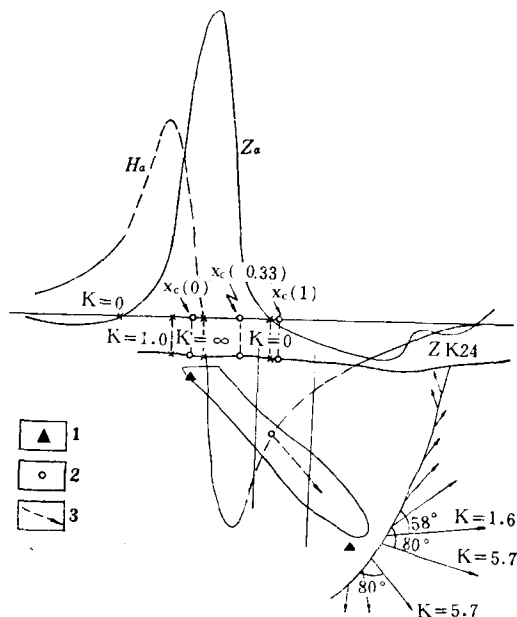


图 6 内蒙某矿区磁异常矢量倾角法解释剖面图

1—推断的端点位置; 2—推断的中心; 3—推断的磁化强度方向

图6绘出内蒙某矿区Ⅷ勘探线磁异常应用其它方法所得的推断矿体剖面,在此基础上我们进一步用矢量倾角法来作定量解释。

首先我们从 Z_a 、 H_a 曲线上找出 $K\left(\frac{Z_a}{H_a}\right)$ 值为0、

0.33、1的三对点,再分别找出各对等值点的中点如 $x_c(0)$ 、 $x_c(0.33)$ 、 $x_c(1)$,并把这些点投影到地形剖面上。应用量板与这些点扣合,定出脉心和磁化强度方向(图6)。

为求矿体下端位置,我们从求出的脉心位置判断矿体有一定的延深,故可用ZK24孔的磁测井资料来求下端位置。我们从ZK24孔 $\vec{T}_a$ 矢量剖面上找出接近矿端的矢量,而后量出其倾角($\vec{T}_a$ 与井轴夹角,本例中视井轴为斜直线),图中的 58° 、 80° 等,利用倾角计算出 K 值。忽略矿体上端影响,把具有不同 K 值的点与量板扣合即可定出下端位置,所得结果与原推断结果接近。

为求上端位置,我们仍用量板法来大致确定。从 Z_a 、 H_a 曲线上任取矿顶附近的三个点,在这些点上受矿体下端影响小,可看作无限延深薄脉体的异常,因此用无限延深薄脉体求顶部位置的倾角法。图6中取 $K=1$ 、 ∞ 、0的三点并投影到地形剖面上,再与量板扣合,定出上顶位置。当然还可应用计算方法来求脉体的倾角及延深,但不如量板法来得简便,故在此不再列举。

II $\frac{Z_a}{T_a^2}$ 、 $\frac{H_a}{T_a^2}$ 比值法

(I) 薄脉状体 Z_a 、 H_a 与 T_a^2 的比值解析式

若令 $\frac{Z_a}{T_a^2} = F$, $\frac{H_a}{T_a^2} = E$, $2J \cdot 2b \sin \alpha = m$

由已知无限延深薄脉状体 Z_a 、 H_a 、 T_a 解析式可得:

$$F = \frac{h \cos \gamma - x \sin \gamma}{m} \quad (2.1)$$

$$E = \frac{-h \sin \gamma - x \cos \gamma}{m} \quad (2.2)$$

对于有限延深薄脉状体由已知的 Z_a 、 H_a 、 T_a 解析式可得:

$$F = \frac{-x^2 \sin i - x \cdot 2R \cos i + R^2 \sin i - l^2 \sin(2\alpha - i)}{M} \quad (2.3)$$

$$E = \frac{x^2 \cos i - x \cdot 2R \sin i - R^2 \cos i - l^2 \cos(2\alpha - i)}{M} \quad (2.4)$$

式中 $M = 2J \cdot 2l \cdot 2b \sin \alpha$ 。

若令 l 趋于零,可得水平圆柱体的 E 、 F 式。

(II) 有限延深薄脉状体解反问题的方法

由(2.3)、(2.4)式可以看出, E 、 F 与 x 呈二次函数关系。为了化简,求出 $\frac{\partial F}{\partial x}$ 和 $\frac{\partial E}{\partial x}$ 。(2.3)、

(2.4)式对 x 微分则有

$$\frac{\partial F}{\partial x} = \frac{-2x \sin i - 2R \cos i}{M} \quad (2.5)$$

$$\frac{\partial E}{\partial x} = \frac{2x \cos i - 2R \sin i}{M} \quad (2.6)$$

可见, F'_x 、 E'_x 与 x 呈线性关系,设 F'_x 直线的斜率为 $\text{tg } \theta_F$,由(2.5)式得

$$\text{tg } \theta_F = -\frac{2 \sin i}{M}$$

设 E'_x 的斜率为 $\text{tg } \theta_E$,由(2.6)式得

$$\text{tg } \theta_E = \frac{2 \cos i}{M}$$

$$\text{故有} \quad i = -\text{tg}^{-1} \left(\frac{\text{tg } \theta_F}{\text{tg } \theta_E} \right) \quad (2.7)$$

$\text{tg } \theta_F$ 、 $\text{tg } \theta_E$ 可直接从 F'_x 、 E'_x 图上求得,故用(2.7)式可求 i 角。

当 $F'_x = 0$ 时,从(2.5)式可得 $x_{F'_x=0} = -R \text{ctg } i$ 。

当 $E'_x = 0$ 时,从(2.6)式可得 $x_{E'_x=0} = R \text{tg } i$ 。

因而 $|x_{F'_x=0}| \cdot |x_{E'_x=0}| = R^2$

上式表明 $x_{F'_x=0}$ 、 $x_{E'_x=0}$ 两线段与 R 成比例中项关系。若已知 $x_{F'_x=0}$ 、 $x_{E'_x=0}$,则以 $x_{F'_x=0}$ 和 $x_{E'_x=0}$ 为直径作圆弧,则脉心一定在此圆弧上。但由于脉心在 x 轴上的投影点(原点)未知,故脉心在圆弧上的位置仍无法确定,为此必须确定原点的位置。其方法如下:

由(2.5)、(2.6)式可见,当 $x=0$ 时有

$$\left(\frac{\partial F}{\partial x} \right)_0 = -\frac{2R \cos i}{M}$$

$$\left(\frac{\partial E}{\partial x} \right)_0 = -\frac{2R \sin i}{M}$$

$$\frac{\left(\frac{\partial F}{\partial x} \right)_0}{\left(\frac{\partial E}{\partial x} \right)_0} = \text{ctg } i \quad (2.8)$$