



地球物理勘探方法小丛书

磁法勘探

熊光楚 著

资

出

版

社

中国地质出版社

地质勘探

地质勘探

地质勘探

這本書是將“地球物理勘探”1959年1—7期磁法勘探講座收集出版的。內容淺顯易懂、深入淺出，它不是系統介紹磁法勘探的知識，而是專談野外工作中的一些實際問題。對於從事野外工作，並有一定實踐經驗的物探助理技術員是良好的參考書，並可作為各地訓練班的教學用書。

地球物理勘探方法小叢書
磁 法 勘 探

著 者	熊 光	楚
出版者	地 質 出 版 社	
	北京西四羊市大街地質部內	
	北京市書刊出版業營業許可証出字第050號	
發行者	新 華 書 店 科 技 發 行 所	
經售者	各 地 新 華 書 店	
印刷者	地 質 出 版 社 印 刷 廠	
	北京安定門外六鋪炕40號	

印數(京)1—5000冊
 升本 $787 \times 1092^{1/32}$
 字數60 000
 定價(8)0.31元

1960年1月北京第1版
 1960年1月第1次印刷
 印張3
 統一書號：15038·813

目 录

第一节	磁法能找水，你知道吗？ ——談談磁法的应用范围問題	1
第二节	“天网恢恢，疏而不漏” ——談談測网的选择問題	9
第三节	磁測数据可靠，为什么还說工作質量不好 ——談談对工作質量的要求問題	23
第四节	“为什么我老是錯了” ——談談磁法結果的解释推断問題	36
第五节	磁法結果和地質情况有矛盾，是誰錯了？ ——談根据磁异常的特点来确定地質体的形状及 傾斜方向	55
第六节	欲穷千里目，更上一层楼 ——談談磁法的发展問題	86

磁 法 勘 探

熊 光 楚

第一节 磁法能找水，你知道吗？

——談磁法的应用范围問題

提到磁法的应用范围問題，大家一定会說，磁法只能用于找有磁性的东西，例如說找磁鉄矿、磁黄鉄矿、含銅磁鉄矿，圈定超基性岩等。沒有磁性的东西，例如說水，用磁法能找嗎？

有一个野外分队，用磁法找到了自流井，滿足了农业上的需要，这件事你相信嗎？

用电法找水，这是大家都知道的，用磁法找水，这就有点奇怪了。其实，这件事也很简单。原来那个地方自流井都在灰岩和火成岩的接触带上，用磁法并不是直接去找水，而是找接触带。用磁法找接触带这当然是一件很普通的事。

这个简单的例子給我們一个很大的启示，在考虑磁法的应用时，不仅要注意直接找矿，而且要注意間接找矿。

所謂間接找矿就是把矿体可能在的空間找出来。用磁法能間接找矿的地質根据是：每一种矿床总是和一定的地質构造有空間上的联系。間接找矿就是找和矿有关的地質构造。因此，要成功地运用磁法間接找矿，就要对被找的矿的生成

規律及特点有深刻的了解。例如苏联哈薩克斯坦物探工作者用磁法找某种非磁性的稀有金属矿就是一个好例子^①。在那里，有一种稀有金属生在超基性岩体里的第二次构造断裂中，于是人們利用超基性岩有磁性一事用磁法圈定超基性岩的分布范围，利用第二次构造断裂中热液活动使超基性岩磁性降低一事再用磁法在超基性岩体中找第二次构造断裂。在这个例子中，人們两次用了磁法，但是一次是利用被找的对象具有磁性，另一次却是利用被找的对象沒有磁性。

从前述的例子中可以看出，間接找矿时所找出的矿体可能存在的位置有时是大致的，有时則較具体。其次，找到了矿体可能存在的位置，不一定能找到矿。能不能找到矿，决定于矿体是否眞实存在。虽然有这些缺点，也不能降低間接找矿在实际工作中的意义。举一个简单的例子就可說明这点。

假使你从外地来到北京，要找某甲，但不知某甲住何处，在哪部門工作，只知某甲是干金属矿区物探的，于是你請了一个人做响导。由于某甲不是什么知名的人物，沒有人知道他的住处，但响导能把你領到地質部物探局或冶金部地質研究所物探實驗室，你只要向传达室打听一下，就能找到某甲。当然有可能某甲出差去了，找到了地点找不到人，即使在这种情况下，你說这个响导不好嗎？你要不要这样的响导呢？

由于磁法不仅能用于直接找具磁性的矿体，而且可用于

①見“地球物理勘探”1958年第6期。

間接找非磁性的矿体，因此磁法在綜合地球物理勘探工作中占很重要的地位。

一般說来，磁法可用于进行地質填图、圈定找矿有希望地带及直接找矿并研究矿体产状等三方面。而在全部地質找矿过程中，从地質填图、普查找矿起直到矿区勘探止，磁法都可以应用。

用磁法进行地質填图主要用于小比例尺的地質填图工作中。在寻找石油时，可以用磁法寻找构造隆起和背斜、潜丘及盐丘，在寻找金属矿时，磁法的任务主要有圈定基性或超基性岩的分布范围，以便寻找生在这些岩体中的鉻矿、鎳矿及鈦磁鉄矿等金属矿产；圈定花崗閃长岩等中、酸性侵入体的分布范围；确定接触带，以便在接触带寻找接触式鉄矿、有色金属（如銅矿）等。有的时候，多金属矿床常生在大花崗岩侵入体附近的小侵入体周围，这种小的侵入体也是磁法普查的对象。

当条件有利时，用磁法不仅能划分火成岩与沉积岩的分布范围，而且可以用来划分不同成分的火成岩的分布范围。

工作經驗表明，在多数情况下，根据磁法所圈定的火成岩分布范围常比地表上所見露头大，这是由于磁法不仅反映已出露的，而且反映尚未出露的潜伏部分。正是由于这个特点，可以利用磁法来研究沉积岩下古老結晶岩的起伏，寻找潜伏的侵入体。例如在我国某一多金属矿区的一个地段，根据此处石灰岩上比四周石灰岩上有較高的磁場，推定灰岩下面不深处即花崗岩体，因而这个地区找矿远景不大。勘探工作証实了这点。

4

②用磁法圈定找矿有希望的地带最明显的例子是在找接触式铁矿时用磁法圈定侵入体的分布范围，寻找接触界线。关于这方面及直接用磁法找矿的例子，大家在工作中都很熟悉，这里就不谈了。

这里只指出，根据工作经验，用磁法能有把握直接找的矿只有磁铁矿、钕钛磁铁矿、含磁铁矿或磁黄铁矿的铜矿、多金属矿及砂矿等。从此可以看出，如果仅利用磁法去直接找矿，磁法的应用范围将是非常有限的。

用磁法间接找矿既然大大扩充了磁法应用的范围，可不可以说磁法到处都可以用呢？有人认为，磁法成本很低，可以而且应该到处用。我们则认为应用磁法是有条件的，有些问题，一般说来磁法也不能解决。

应用磁法的条件，一般说来有三点：

第一、被寻找的对象与围岩的磁性有差别，使被找的对象上能产生异常。

在这里我们说“磁性有差别”具有两方面的涵义，即围岩的磁性比被找对象的磁性低，因而在被找的对象上有正的磁异常（当然，因磁化方向倒转及矿体倾斜、下端向下延深有限等因素，也会有负异常）；或者围岩的磁性比被找对象的磁性强，因而在被找的对象上有负的磁异常。

第二、被找的对象的大小与其埋藏深度之间要有一定的比例，使物体的异常有足够的大小，能被测出来。

磁法总是用来找埋藏在地下的潜伏矿体。这种方法能探测的深度和矿体的磁化强度的大小、当地干扰水平及矿体大小有关，而在干扰水平及矿体的磁化强度确定之后，则主要

和矿体的大小有关。

为了讨论方便，我們假设被找的对象是磁铁矿，其磁化强度 $I = 50000 \times 10^{-6} \text{ CGSM}$ 。

若矿体为板状，其宽度为 $2b$ ，上端埋藏深度为 R ，设矿体沿倾斜磁化，则在矿体上磁异常极大值将是

$$\Delta Z_{\max} = 2I \arctg \frac{2b}{R}$$

假定 1000γ 以上的异常将是可靠的，则有

$$\arctg \frac{2b}{R} = \frac{\Delta Z_{\max}}{2I} = \frac{1000}{2 \times 5000} = \frac{1}{10}$$

当角度很小时， $\arctg \frac{2b}{R} = \frac{2b}{R}$ ，故 $R = 10(2b)$ ，

即这时磁测能探测的深度将是矿体宽度的10倍。

从上面的计算看出。若 I 之值增大，探测深度可以增加，反之则将降低。

例如找磁黄铁矿， $I = 7000 \times 10^{-6} \text{ CGSM}$ ，假定 200γ 以上的异常是可靠的，则有

$$\arctg \frac{2b}{R} = \frac{\Delta Z_{\max}}{2I} = \frac{200}{2 \times 700} = \frac{2}{14}$$

由此算出 $R = 7(2b)$ ，即磁法勘探深度为矿体宽度的7倍左右。

因此，在每一个矿区，要根据矿体的大小及矿石的磁化强度，确定磁探能探测的深度，而物探有没有矿的结论都是对这个深度以内而言的。地下更深处有没有矿，不能作出结

論。

第三、要有适当的客观环境，使被探测的对象所产生的磁异常与非被探测对象所产生的磁异常能区分开来。这就是说要能将不同地质体所产生的磁异常区分开来。例如磁黄铁矿是有磁性的，能产生磁异常。有的地方，磁法很成功地找出了这种矿体，但在别的地方，用磁法找磁黄铁矿就感到很困难。原因是：在第一个矿区，磁黄铁矿的磁异常最大，最明显；在第二个矿区，由于有磁性比磁黄铁矿更强的含磁铁矿的岩层，这些岩层所产生的磁异常比磁黄铁矿的磁异常强多了，因此在磁异常图上主要表现了前者。又如铬铁矿是有磁性的，它生在超基性岩中，超基性岩的磁性也很强，因此矿与非矿的异常无法分开，没有人用磁法直接去找铬铁矿。但有一个特别的例子，在土耳其东部一个铬铁矿区，铬铁矿的磁性比围岩的磁性强多了，磁法与重力法配合，完成了直接找矿的任务^①。

根据前面所举例子可以看出，就是对同一矿种，在这个矿区磁法能起作用，到另一个矿区就可能完全不起作用。大家都知道，差不多所有的磁法文献都指出，用磁法能成功地圈出超基性岩的分布范围，但在我国某处，超基性岩已发生蚀变，磁性降低，而其周围却有磁性甚强的变质岩，因此不论地面磁测或航空磁测，都不能成功地圈定超基性岩的分布范围。因此将磁法应用到某一个地区时，要根据具体情况进行分析，正确地估计磁法应用的可能性及其作用。

最后，我們提一下在现阶段磁探尚不能完善解决的问题。

磁探不能解决的第一个问题是矿石的品位问题。根据磁探结果，能算出矿石的磁化强度，但是磁化强度和矿石的品位并无直接关系。至于根据异常值的大小来确定矿石的品位就更感根据不足。一般而言，磁异常的大小和矿石的磁化强度、矿体的大小及埋藏深度等因素有关，异常大不一定品位好。例如在找铁矿时就碰到这样的情况，在某一个矿区，强度达12000γ的磁异常不是由有工业价值的矿体所引起，而在另一个矿区强度仅4000γ的异常却是品位很好的矿体所引起。

由于根据磁化不能确定矿石的品位问题，在工作中要注意区别地质上所谓的矿体和物探人员根据异常所推定的矿体。例如在一个铁矿区，根据磁法推定矿体距地表很近，但鑽探结果，矿体埋藏深度很大，为什么两方面的结果不相符呢？事后了解，接近地表确实有含磁铁矿的岩石，因其品位不高，不能算作矿石，但其磁性很强，能引起磁异常。向深处磁铁矿含量渐增，在某一深度，含量达到了某一指标，人们不叫这种岩石为含磁铁矿的岩石，而把它叫作矿石了。显然磁法是无法解决这个问题的。

当然还有相反的情况，例如在一个多金属矿区，矿石中含磁黄铁矿，根据磁探结果，矿体埋藏较深，但槽探结果，矿体即在复盖层下。原因何在呢？原因是：矿体已氧化，氧化带中已经没有磁黄铁矿，因而无磁性。所以这时算出的矿体深度实际上相当未氧化的矿体的埋藏深度。

磁探不能解决的第二个问题是关于矿体的宽度及向下延深问题。大家都知道，在所有的计算公式中，矿体的宽度 $2b$ 总是和矿石的磁化强度 I 以乘积形式($4\pi b I$)出现，由于 I 测不准，所以 $2b$ 也算不准。矿体向下延深求不准的原因是由于下端埋藏较深，其在地面上的影响相对上端的影响而言比较小，因而测不准和算不准。因此不能根据磁探结果来精准的计算矿量。但在普查阶段，可以根据异常的特点对矿体的规模作个估计，根据这个估计，地质人员考虑是否要进行勘探工作。这种估计当然比根据地表的情况进行估计准确得多，在评价矿区时有很重要的意义。

我们在上面着重说了一下磁法应用的条件及在一般情况下磁法不能解决的问题，其目的在于使大家能正确的对待磁法，因而在物探取得成效时不自高自大，效果不好时不妄自菲薄。另一方面，知道了磁法应用的条件及其局限性，就能在考虑工作时想得更周到一些，全面一些，并设法改进工作方法及仪器，打破这个局限性。可以预料，随着技术水平的提高，仪器的改善，磁法应用的范围将会扩大，解决问题的能力将会提高。这些，有待于我们全体物探工作者的努力。

第二节 “天网恢恢，疏而不漏”

——談談測網的選擇問題

在确定了磁探的地質任务以后，很重要一个問題是选择測網，即确定測綫之間及測綫上測点之間的距离。測網确定不恰当，如果过密，会造成浪費，如果过稀，会漏掉矿体。怎样确定測網？确定測網要使得在单位面积上測点最少，但能解决所要解决的問題。“天网恢恢，疏而不漏”，“疏而不漏”就是我們确定測網的原則。下面將討論一下这方面的問題。

三个方案，哪个好？

有一个野外队接受了用磁法普查接触式鉄矿的任务。在出队前，对普查所用的測網問題，隊員們提出了三个不同的方案及其根据：

第一个方案：主张用較密的測網，即 1:10 000 比例尺地面磁測，理由是，現在是大、中、小企业同时并举，物探不仅要找大矿，而且要找中、小矿体，用較密的測網可以同时找大、小矿体。

第二个方案：主张用較稀的測網，即 1:50 000 比例尺地面磁測，理由是，普查工作面积大，測点过密，工作量太

大，不能在短时期內对工作地区进行评价。用較稀的測网，大矿不会漏掉，小矿如果成群出現，也不会漏掉，如有单个小矿，漏掉也算了，因为加密測网所增加的投资将比单个矿体的經濟价值大。

第三个方案：主张用不密不稀的測网，即 1:25 000 比例尺地面磁測。1:10 000 比例尺好处是不会漏小矿，但工作量太大，1:50 000 比例尺好处是工作量小，但会漏小矿，取 1:25 000 比例尺則工作量不算大，但較保險，漏小矿的机会較少，是个折中方案。

那个方案好？究竟采用那个方案？

在回答这个問題以前，先談几个影响測网的因素。

几个影响測网的因素

在用磁法直接找矿时，要求这样选择測网，保証不遺漏有工业价值的最小矿体。为了达到这个目的，在选择測网时就要考虑以下一些因素：

一、矿体的长度和寬度：一般說，矿体愈长、愈寬，測网可以愈稀。

二、矿体埋藏深度：一般說，矿体埋藏愈深，測网可以愈稀，但矿体埋藏太深，地面上的异常将很小，以致不能測出。

三、矿体与围岩的磁性差別：一般說，差別愈大，測网可以愈稀。

四、有效异常值：有效异常愈大，測网应愈密。

下面将扼要討論这些問題。

先討論矿体大小与測网的关系。

假使我們要找的矿是脉状，其最小长度是 L 米，在普查时，为了发现异常，要求最少有一条測綫通过矿体。为了討論方便，假設測綫方向和矿体走向垂直。

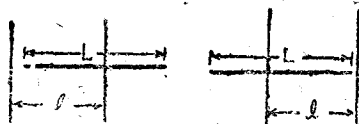


图 1. 当 $l < L$ 时，至少有一条測綫通过矿

假設測綫間距离是 l 米，当 $l < L$ 时，无論如何有一条測綫通过矿体（見图 1），当 $l > L$ 时，則不一定有一条測綫通过矿体（見图 2）。設 A, B, C 是測綫和对矿体的三个位置，当測綫处于 A, B 两位置之間时，將沒有測綫通过矿体。当測綫处于 B, C 两位置之間时，將有一条測綫通过矿体。考虑到布置測綫的任意性，有一条測綫通过矿体的机会將和 $B,$

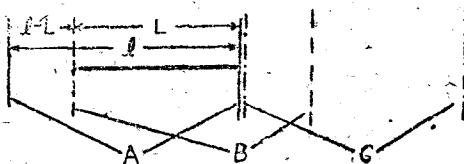


图 2. 当 $l > L$ 时的情况

C 两位置之間隔即矿体的长度 L 成正比，而沒有有一条測綫通过矿体的机会將和 A, B 两位置之間隔即 $l-L$ 成正比，故有一条測綫通过矿体的机会將是：

$$\frac{L}{L + (l - L)} = \frac{L}{l}$$

因此，用500米綫距找到250米长的矿体的机会是50%，100米长的矿是20%，用250米綫距找到250米长的矿体的机会是100%，100米长的矿是40%。这就是說，用較稀的綫距，也有可能找到較小的矿体。如果要求保險，測綫間距最好等于矿体的长度。

再討論矿体埋藏深度与測网的关系：

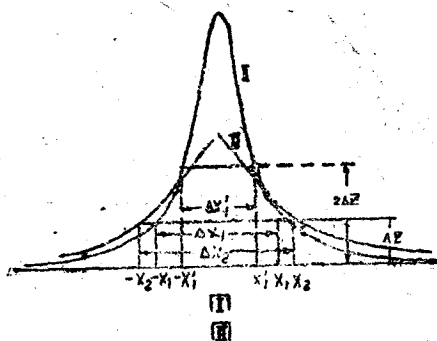


图 3. 測点距与矿体埋藏深度的关系

矿体埋藏深度对确定測綫間距离影响較小，对确定測点間距离影响較大。在图 3 上我們画了同一矿体在不同埋藏深度时的垂向磁力异常。从图上可以看出，埋藏較深的矿体的异常范围要比較大。例如对于第一条曲綫（埋藏浅的），其值大于 ΔZ 的范围是 Δx_1 ，对于第二条曲綫（埋藏深的），其值大于 ΔZ 的范围是 Δx_2 ，显然 Δx_2 大于 Δx_1 。为了要測出大于 ΔZ 的异常，当矿体埋藏浅时，要有一个測点在一 x_1 及 x_1 之間，这点只有当測点距小于或等于 Δx_1 时才有可能，因此，这时測点距不能大于 Δx_1 。当矿体埋藏深时，要有一个測点

点在一 x_2 及 x_2 之間，这点只是测点距小于或等于 Δx_2 ，就行。因此，为了测得同一异常，矿体埋藏較深时可以用較稀的测点。

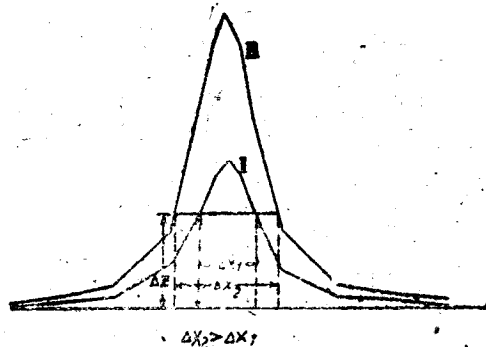


图 4. 测点距与磁化强度的关系

为了說明测网与矿体磁化强度的关系，在图 4 上画了同一矿体磁化强度不同时的垂向磁力异常，曲线 I 相当于磁化强度为 J ，曲线 II 相当于磁化强度为 $\frac{1}{2}J$ ，由于曲线 I 的异常范围比曲线 II 的窄，和前面所說的道理一样，为了测出大于某一 ΔZ 的异常，当 J 較大时可以用較稀的测网。

在前面已經两次提到 ΔZ ， ΔZ 究竟取多大，决定于我們認為多大的异常才是有效的。这点和工作地区的干扰程度有关。干扰要大， ΔZ 值大一些，干扰小， ΔZ 值就可以小一些。显然，为了测出較大的异常值，要用較密的测网。例如在图 3 曲线 I 上，为了要测到大于 $2\Delta Z$ 的异常，测点間的距离就不能大于 $\Delta x'_1$ ，而 $\Delta x'_1$ 是小于 Δx_1 的。