



地球物理勘探方法小丛书

地球物理化学探矿方法

地质部地球物理探矿局编

地质出版社

地球物理勘探方法小丛书

地球物理
化学探矿方法

編 者 地 質 部 地 球 物 理 探 矿 局

出 版 者 地 質 出 版 社

北京宣武門外永光寺西街3号

北京市書刊出版業營業許可證出字第050号

发 行 处 新 华 书 店

印 刷 者 地 質 出 版 社 印 刷 厂

印数(京) 1—6,300册

1959年3月北京第1版

开本 $317 \times 437^{1/32}$

1959年3月第1次印刷

字数51,000

印张 $2^{3/4}$

定价(8) 0.27元

統一書号: T15038·609

目 录

出版者的話	3
引 言	5

地球物理探矿方法

一、磁力勘探	7
(一)地面磁测 (二)航空磁测	
二、重力勘探	11
重力仪法和拟秤法	
三、电法勘探	14
(一)自然电流法 (二)电剖面法 (三)对称电测深法	
(四)偶极电测深法 (五)大地电流法	
(六)充电法 (七)激发电位法 (八)等电位	
綫法 (九)振幅-相位测定法 (十)无线电波法	
(十一)航空电磁测量法	
四、地震勘探	37
(一)反射波法 (二)折射波法	
五、放射性测量	43
(一) γ 射线测量方法 (二)射气测量法 (三) β 射	
綫测量法 (四)航空放射性测量法	
六、测井法	47
(一)电测井 (二)放射性测井 (三)热测井	
(四)机械测井 (五)磁测井 (六)气测井	
(七)井斜 (八)井径 (九)水文 (十)井壁	
取心	

地球化学探矿方法

一、金属矿床的地球化学普查勘探方法.....69

- (一)金属量测量 (二)水化学方法 (三)生物地球化学方法

二、石油与天然气的地球化学探矿方法79

- (一)气量测量 (二)岩心气测量 (三)水中气测量
量 (四)凝青测量 (五)水化学方法
(六)壤中气方法 (七)细菌方法

出版者的話

自从党在八届二次代表大会上提出鼓足干劲、力争上游、多快好省地建设社会主义的总路线以来，全国各地每一项建设工作都不断出现了大跃进、大丰收。在总路线的光辉照耀下，全党办地质、全民办地质的响亮号召，使地质工作紧密结合了群众，从而也出现了前所未有的力量和规模。目前全国各省、自治区、市、专区，正以大力组织队伍，发动群众上山找寻资源。相信在很短时间内，我们将取得较第一个五年期间更为辉煌的成果。

地球物理探矿方法，是地质工作中一种新技术、新方法。它根据地底下岩石矿物物理性质的变化，使我们有可能了解更多的深部情况。人们单纯依靠肉眼从地表去观察地质的时代已经过去了。人们不仅要向出露地表部分索取资源，同时也要向被掩盖了的矿体索取储量。物探在这一方面具有尖兵的作用，它可以提高普查勘探的效率，大大节约布置山地工作的费用。

物探方法需要仪器，从仪器取得物理数据，最后再把数据转译为地质语言，这样一个过程，就显得比一般地质工作要复杂一些。所以某些人往往有一种错觉，认为物探太科学，不好懂，或多或少存在一种神秘思想。为了破除迷信，解放思想，大力配合物探事业的发展，我们就着手编写“地球物理勘探方法小丛书”，内容力求简明易懂，使具有初中文化水平的人可以自行阅读。这些小册子，可以作为培训干

部的教材，也可以作为地質人員了解物探工作的參考資料。我們想通过陸續出版這些小冊子，使地質部門的物探工作更易为人了解，使大家都可以購置儀器，大家都有可能建立物探隊伍的力量。

這些小冊子，除了在文字上要求簡明易懂外，力求消除过于繁雜的物理計算，着重明确所能解决的主要任务。因此，它并不能完全包括方法本身的工作內容，例如磁法，除了找磁鐵礦，目前还更廣泛地用来进行地質填图性的工作，在磁法找磁鐵礦一書中，就沒有必要加以敘述，余者类推……。

閱讀這些小冊子后，如果感到敘述不清楚，要求进一步給予幫助和解答時，請函本社，以便作复。如有錯誤，請隨時函告本社，以便改正。

地質出版社

地球物理化学探矿方法

引言

地球物理和地球化学探矿是地質工作中的新方法和新技术。它們利用岩石矿物的物理性質、化学元素含量的不同，經過仪器的測定，或化学分析来了解地下地質情况及寻找矿产。这种方法很便宜，并能加速地質勘探的速度，而更重要的，是在复盖地区，当凭肉眼来观测地質現象的地面地質有困难时，地球物理和地球化学方法能提供出重要的找矿綫索，从而找到多种矿床。因此，这一种方法就越来越受到各方面的重視，受到地質工作者的欢迎，乐意在自己的工作中采用这种方法。

但是，近年来地球物理和地球化学方法的发展速度是很快。到目前为止，就我們所知，地球物理和地球化学方法的种类不下于数十种。这些方法的作用各不相同，因此就应按照不同的情况采用不同的方法。到底怎样选择这些方法呢？这对于不熟悉这方面工作的同志來說，就显得有些困难。目前，在“全党办地質，全民办地質”的形势下，出一本小冊子，介紹各种物探、化探方法的簡單原理，以及如何选择使用这些方法的問題，就显得格外重要。这本书也正是为

了这个目的而編写的。

我們这本书的对象是从事地質工作的行政人員，地質人員以及正在从事于找矿工作的其他同志們。这本小冊子的性質有点象辞典，有点象手册，或者更形象些，可以說是一本“菜單子”。全書各部分并没有什么紧密的联系。每一个方法我們都介紹了它的簡單原理，所能解决的問題，使用这种方法的条件，以及有关这个方法的国内已有的文献的介紹。在这本小冊子里介紹的方法，都是比較最常用的。

但是應該說明，虽然方法的种类很多，但是有些方法是大同小異的。各种方法的重要性也不一样。例如說，目前在金属矿区普遍使用的方法也不过三四种。另外的方法或者是只能适合于严格的地質条件下，或者是在一定情况下使用才有好处。但是我們所以把这些方法都一一介紹，是因为在特定的条件下，可能某一种特殊的方法可以解决特殊的問題。我們認為对于本書讀者來說，也是有用的。

本書是集体編写的。錯誤、缺点可能还是很多的，我們誠懇的希望同志們提出意見和批評，以便修正。我們希望我們的小冊子能对同志們了解物探化探方法以及選擇使用物探化探方法方面有所帮助。

地球物理探矿方法

地球物理探矿方法，就进行工作的空間來說，有航空物探，地面物探，地下（測井）物探、海洋物探。就方法类别來說，有磁力勘探、重力勘探、电法勘探、地震勘探，放射

性測量，井下測量等。而在各種勘探類別中，由於所解決的地質任務不同，所利用的物理因素不同等，又劃分為不下數十種方法。

一、磁 力 勘 探

磁力勘探的原理 在組成地下地質構造的地質體——岩體，礦體當中，有些是帶有磁性的，最明顯的如磁鐵礦。有些是不帶磁性的，如石英岩。

假定在某一地區，地下地質構造系由不帶磁性的地質體組成的，那麼用測量磁性的儀器進行觀測，在各測點上所得

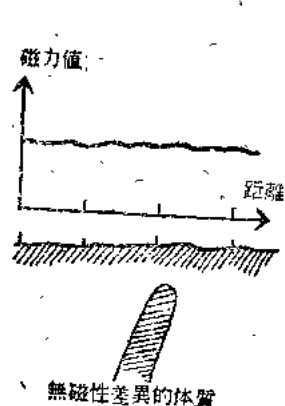


圖 1. 無磁性差異

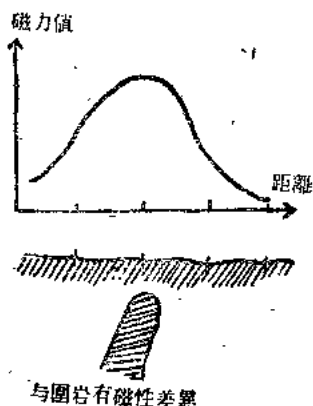


圖 2. 與圍岩有磁性差異

的讀數，將沒有變化（如圖 1）。反之，如果在圍岩當中某一地質體帶有磁性，則測量結果，將隨測點不同而有所變化（如圖 2）。

倘若說第一種情況叫作“正常”，那末第二種情況；叫做磁“異常”，也就是說：在地表上部（包括地面與空中）所能測得的磁異常，是由不帶磁性的圍岩中所夾有的帶磁性的地質體所產生的。

反過來：用儀器測得磁異常之後，就能揭露隱蔽在地下的帶磁性的或與磁性岩石礦物有關的地質構造，地下礦體的存在，分布等情況。甚至在有利條件下，可以計算出礦量來。

磁法勘探計有兩類：地面磁測和航空磁測。

（一）地面磁測

地面磁測就是在地表面上測量磁異常。目前所通用的儀器是萬能磁力儀，M-2 型刃口式磁力儀，又稱刃口式磁秤，絲懸式磁力儀又稱絲懸式磁秤。

1. 應用範圍：

（1）尋找有強磁性的礦體如磁鐵礦，鈦磁鐵礦、假象赤鐵礦等；

（2）尋找弱磁性礦體如錳礦、鋁土礦、赤鐵礦，褐鐵礦等；

（3）在強磁性圍岩中找非磁性礦物，如在磁性噴出岩中找非磁性的含石英脈，在沉積岩中找反磁性的鹽丘。

（4）進行與接觸帶、構造破碎帶有關的金屬礦區的地質填圖工作；

（5）尋找跟強磁性礦物（磁鐵礦、磁黃鐵礦）共生的非磁性的硫化礦（黃銅礦、黃鐵礦、方鉛礦、閃鋅礦等）；

- (6) 寻找沉积岩中的岩漿侵入体并确定其形狀位置;
- (7) 研究結晶基底的起伏情况, 以了解区域地質構造;
- (8) 探測石油構造 (如果在地層断面中存在着高磁性的地層時)
- (9) 寻找与磁鉄矿的顆粒生長在一起的金或鉑的砂矿床。

2. 应用条件:

- (1) 圍岩沒有磁性或有磁性, 但与矿体或勘探对象的磁性之間有大小上的明显差異;
- (2) 在寻找弱磁性矿体时, 要求表土的磁性干扰应較少。

3. 优缺点:

优点:

- (1) 效率高、成本低;
- (2) 应用范围廣;
- (3) 勘探深度較大;
- (4) 地形不平緩的影响要比电法勘探、重力勘探少得多。

缺点:

- (1) 不能象电法勘探或地震勘探那样, 可以人为地控制勘探深度;
- (2) 由于傾斜磁性和剩余磁性的存在, 降低磁測量量推断結果的可靠性。

(二) 航空磁测

航空磁测的原理与地面磁测一样。所不同的是所用的仪器是装在飞机上的航空磁力仪，而测量是在空中进行的。

目前我国所用的仪器是磁饱和式航空磁力仪。最近苏联和美国均已制成一新型的核子旋进式磁力仪，这种仪器的精确度和灵敏度均优于磁饱和式。

1. 应用范围:

- (1) 直接普查大型磁性铁矿；
- (2) 进行深部地质填图（如圈定超基性岩体范围以利于铬镍矿的寻找），研究大地构造普查石油与天然气；
- (3) 在复盖不厚地区寻找与局部构造（如断裂带与构造破碎带）有关的铁矿和多金属矿。

2. 应用条件:

- (1) 探寻的地质体与围岩有较明显的磁性差异；
- (2) 用航空磁测法来普查小型铁矿时，漏矿可能性较大；
- (3) 地形切割过剧的高山地区，较不利于使用航空磁测法；

3. 优缺点:

优点:

- (1) 工作效率高，成本低；
- (2) 应用范围广；
- (3) 能反应深部的地质构造情况。

缺点:

(1) 航测的工作比例尺不能大于 1:25,000;

(2) 空地联系误差较大, 因此航空磁测发现的异常必须进行地面磁测检查, 不能直接根据航测结果来布置鑽探和山地工作。

主要参考文献

磁力勘探教程 (苏) A. A. 罗加契夫著, 陈培光译, 地质出版社出版。

本书讲解磁力勘探中所使用的仪器的构造原理, 操作方法, 野外磁测技术, 测量结果的整理。尤以后二者为最详, 且磁场理论的讲解也极其简单扼要。适于初学者学习。

二、重 力 勘 探

重力勘探的原理 地表上重力值的大小, 受地表下面的地质构造, 矿体的存在的影响。如图 3, 地表下面在相当大的范围内只有一种密度^①

(用 σ_1 表示) 的岩石, 则在地面各个测点上用弹簧秤称量时, 读数均为同一数值。但如果如图 4, 在地下存在有密度不同于 (比如大于) 围岩的岩体或矿体 (σ_2) 时, 则显然由

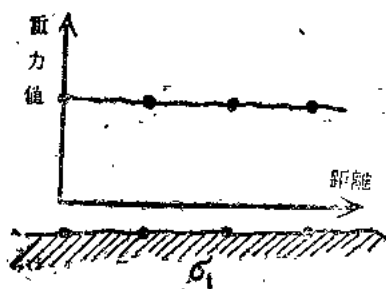


图 3

①密度: 各种物质的结构有的致密, 有的疏松, 如用数学来表示这种差异, 引用密度即物质结构稠密的程度的概念来表示。密度 = $\frac{\text{质量}}{\text{体积}}$, 即单位体积 (1 立方公分) 含有的质量 (克) 数。

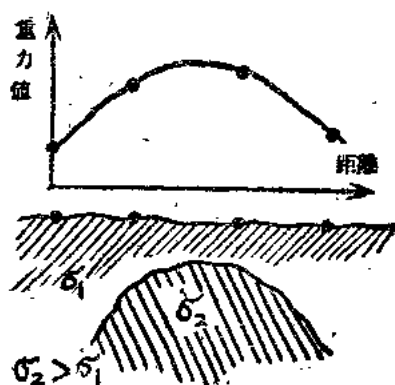


图 4

于地下情况变了，称量的结果也就不同了，即各测点上的测量值就不同了。

正如图 4 所示，有大小上的差别，形成一凸形曲线。

同磁力勘探一样，如果说图 3 的“没有什么变化”是“正常”，那末图 4 的情形就是所谓“重力异常”

了。考虑到自然界里各种岩石矿体的密度彼此并不相同，组成一定地质情况的岩矿体之间就一定有密度差异。也就是说在原则上一定会产生重力异常。重力法就是靠着这种由地质体密度差所产生的重力异常来进行普查与勘探工作的。

重力仪法和扭秤法

直接能测出重力异常的仪器叫重力仪，它实际上也就是一种精密的弹簧秤而已，因此此法便叫做重力仪法。目前我国通用的有 ГВ-52 型，诺卡型，阿司卡尼面型等型重力仪。

重力勘探的另外一种方法叫扭秤法。扭秤是测定重力梯度的仪器。梯度就是地面上相隔单位距离内的重力异常值的变化值。比如，甲测点重力异常为 10，乙测点重力异常为 4，甲乙两点间的距离为 3，则梯度 = $\frac{10-4}{3} = 2$ 。即重力梯度 = $\frac{\text{兩測點異常差}}{\text{兩測點距離}}$ 。

在正常情况下(图3),各测点的重力值都一样,上式的分子等于0。故重力梯度等于0;有重力异常时,各测点的重力值都不一样,则有重力梯度。因而用仪器直接测量梯度值也能达到找矿和勘探的目的。扭秤可测重力梯度,故叫扭秤法。

1.应用范围:

(1) 进行区域性普查,划清大地构造单元寻找对矿床有意义的值得进一步详细工作的远景地区,如划分出地槽及地台区,并根据异常性质发现其中凹陷突起,破碎带及侵入体等;

(2) 普查和勘探与矿藏有密切关系的地质构造,如普查和勘探与石油-天然气矿产、与煤层、铬矿等有关的地质构造;以达到间接找矿的目的;

(3) 直接探明资源的产状、位置等,如勘探铬矿、铁矿、硫化矿床、岩盐、钾盐、煤层等,尤其扭秤法是勘探铬矿的主要物探方法;

(4) 区分贫富矿聚集地带。

2.应用条件:

(1) 勘探对象必须与围岩有密度上的差异,密度差最好是0.2~0.3克/立方公分以上;

(2) 密度分界面要有倾斜,最好在 5° 以上;

(3) 地形平坦,表土均匀,非矿影响不大,这一条对扭秤法最为重要。也是扭秤法要受到限制的主要因素。

(4) 同一岩层的密度相当稳定。

3.优缺点:

(1) 扭秤法比重力仪法較為灵敏；但地形不平緩，周圍的地物的存在对扭秤数据的影响太大，而对重力仪則次之，这大大地限制了扭秤的应用，同时扭秤法工作效率低、成本高。

(2) 在条件有利的情况下可进行定量推断。

(3) 在普查中，同电法、地震法比較，重力仪法成本低、工作效率高，能在較短的时间內提供有关大面积区域的地質情况的資料，这一点是別种物探方法所作不到的。但如更詳細地勘探構造的产生狀，定量推断的精确性不如电測深、地震法。

主要参考文献

重力勘探教程 (苏) 安德烈也夫著，陈培光譯，地質出版社出版。

本書对勘探的理論，仪器、观测技术、資料整理均有詳細地講解，且实用。

三、电 法 勘 探

物理探矿中的电法勘探是花样最多的一类物探方法。如果想一句話道出它的共同点，那就是利用电的不同現象。这也就是这一类方法之所以叫电法勘探的来由。

在这一类物探方法中，有利用天然存在的电流的自然电流法，大地电流法。而更多的是利用人工輸送电能（直流电或交流电或电磁波）到地层中去之后，借助于專門的仪器观察地下岩体（矿体）对送下去的电能的各種反映，并根据这些“反映”来推测地下地質情况，以达到勘探的目的。在这种人

工電場法中常用者有視電阻率法（包括剖面法、對稱電測深法、偶極電測深法）、充電法、等電位綫法（直流等電位綫法，交流等電位綫法），振幅-相位法，無綫電法，激發電位法，航空電磁波法。它們各有各的特點、分別解決不同的地質問題，茲分別簡述于后。

（一）自然電流法

這是一種利用天然存在的自然電流來找礦的方法，故名自然電流法。

自然電流形成的原因很多，此地只介紹一種與礦體不同部分的氧化還原有關的一種自然電流的概略情況。

當礦體的上部高出潛水面，下部低於潛水面時，由於包圍礦體的溶液對礦體的氧化還原作用不同——在上部由於接近地表，氧氣充分，因而氧化強。在下部則還原作用強，結果在礦體上部圍岩中即聚集有負電荷，在下部圍岩中却聚集有正電荷，結果在上下端之間造成電位差，好像一個天然的大干電池一樣。

由於圍岩可以導電，因而在圍岩中就產生了自然電流。電流從底部向上流動。

當我們在這種能產生自然電流的礦體上方的地面上測量地表各點之間的電位時就可以測出如圖 5 所示的曲綫變化。正在礦頭上，有負電位極大。愈遠離礦頭，負電位愈小。加之，產狀不同、自然電位的分布也不同。因此，可借自然電流法解決一定的地質問題。

1. 應用範圍：