

苏联地质部制定

地面磁法勘探规范

地质出版社

地质部地质研究所编

地面磁法勘探规范

地质出版社

苏联地质部制定

地面磁法勘探规范

地质出版社

1956·北京

МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ
Главное геофизическое управление
ИНСТРУКЦИЯ ПО МАГНИТОРАЗВЕДКЕ
ДЛЯ НАЗЕМНЫХ РАБОТ
ГОСГЕОЛИЗДАТ МОСКВА, 1952

本規範由苏联 A. A. 羅加契夫編寫, И. A. 伊凡諾夫校訂,
1952年6月30日由苏联地質部副部長 E. T. 沙塔洛夫批准。

在本規範內比較詳細地闡述了野外磁法勘探工作和室內工
作的計劃及組織,並對這些勘探工作作了明確的要求和指示。
顯然,這本書乃是指導野外實際地球物理勘探工作的不可缺少
的重要參考書。原書是特為苏联地質部野外磁測隊工程技術人
員而編寫的。

本書由地質部地球物理探礦局譯,顧燕庭同志校。

書号15038·175 地面磁法勘探規範 70000字

著者 苏联地質部地球物理總局
譯者 中華人民共和國地質部
地球物理探礦局
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零伍零号

發行者 新華書店
印刷者 地質印刷廠

北京廣安門內教子胡同甲32号

編輯:顧燕庭 技術編輯:吳學華
校對:白叔鈞

印数(京)1—4230册 一九五六年四月北京第一版
定價(10)0.44元 一九五六年四月第一次印刷
開本 31"×43" / 32 印張 3 插頁

目 錄

緒論	5
一、工作計劃	13
二、工作的組織和儀器的準備	16
一般的組織措施	16
M-1型万能磁力儀的準備工作	17
M-2型磁力儀的準備工作	21
M-8型懸掛式磁力儀的準備工作	24
補助裝置及儀器的運輸	25
三、野外工作	26
磁力儀使用規程	26
在野外條件下的測量	27
儀器情況的檢查	34
在控制點上的測量	36
用百万分之一和五十万分之一比例尺的踏勘	38
用二十万分之一和十万分之一比例尺的地質製圖的普查	39
比例尺五万分之一及二万五千分之一的詳測	40
比例尺一万分之一，五千分之一，二千分之一的普查勘探測量	41
在研究異常的區域中沿專門延長綫的測量	42
野外編錄	43
礦石与岩石的磁性測量	48
野外測量的質量檢查	51
磁場變化的計算	52
观测結果的野外处理	54
野外材料的接受	55

四、材料的室內整理57

一般要求57

控制點上观测結果的整理57

M-2型磁秤測量的整理58

M-1型与 M-8型磁力儀測量的 Z_a 計算62

向量 H_a 的計算64

M-1型磁力儀測量的 ΔH 計算65

沿道路測量結果的繪圖65

沿不用儀器來敷設的平行測綫的測量結果的繪圖66

沿用儀器來設置的測綫的測量結果的繪圖67

計算產狀單位的磁場圖表68

五、与地質勘探隊的联系和地質報告68

与地質隊的联系68

把勘探結果移交給地質勘探隊69

地質報告69

通过地質報告的程序71

附錄 1. 地球物理資料的審核和移交給地質機構程序的規範73

附錄 2. 若干備考提示86

附錄 3. 在檢查隊的野外工作時列入審查的基本技術問題89

附錄 4. 磁法勘探的实用符号91

附錄 5. 記錄本格式92

緒 論

磁法勘探是以岩石磁性的不同為基礎的，它能查明因地質性質不同而引起的地磁場的異常。

空間每一點的異常地磁場強度決定於岩石的磁化強度、礦體的大小、形狀和該點與礦體的相對位置。

磁化強度 $\vec{I}$ 是一個向量，通常是由磁化地磁場所引起的感應磁化強度 $\vec{I}_i$ ，與在古老的地質年代因岩石磁化而留下的殘餘磁化強度 $\vec{I}_r$ ，兩個向量的和所組成的。

岩石的感應磁化強度 I_i 由下列普遍公式確定：

$$I_i = \frac{\kappa T'}{1 + \kappa N},$$

式中 T' 是地磁場強度的向量；

N 是退磁係數，僅與礦體形狀有關；

κ 是物質的磁化率。

絕大多數的岩石具有不大於千分之幾個單位的磁化率。這種岩石的磁化強度可以用比較簡單的公式： $I_i = \kappa T'$ 來計算，這個公式可由前述的公式推得，假設分數的分母等於 1，這是可以允許的，因為 N 不會大於 4π 。只有在 κ 達到十分之幾個單位時（如磁鐵礦礦石），才需計及退磁係數。

κ 的值隨着感應磁場的強度和溫度而不同。若礦體在與地磁場同級的弱磁場中被磁化時， κ 之值隨着溫度增高到所謂的居禮點時而增到一定的最大值，此後便急劇下跌。對不同的岩石來說，這個臨界溫度達到 $600—750^\circ$ 。很多岩石在其形成過程中都經過高溫；因此就得出這樣的假說：在經過居禮點以後的冷卻時間內，岩石較高的磁化率是出現殘餘磁

化的許多原因之一。

例如，我們確定了大多數噴出岩和許多變質岩均具有殘餘磁化。殘餘磁化往往比感應磁化高幾倍（有時達幾十倍）；在這種情況下，地面上所觀測到的磁異常主要是由殘餘磁化引起的，而不由現在的感應磁化所引起。

$\vec{I}_r$ 的方向大抵接近於 $\vec{I}_i$ 的方向，因這種情況，確定全向量 $\vec{I}$ 時可用算術和。然而此二向量的方向恰恰相反的情況也是有的；於是當 I_r 大於 I_i 時，就觀察到磁異常。異常的特徵是：在被磁化的礦體上面的各點上磁針北極被排斥，安加拉伊利姆區鐵礦的異常就是一個例子。

雖然大多數異常是感應磁性所引起，但當進行磁法勘探工作時，永遠應該注意到殘餘磁性能夠從本質上改變異常的強度和形式。當解釋磁測結果時，此種現象必須估計到。

異常磁場用磁力儀來測量，然後將其畫在垂直分量 Z_a 和水平分量的 H_a 平面圖上。

從磁化礦體一端“北極”發出的磁力綫數量永遠等於進入礦體另一端“南極”的磁力綫數量，所以在比起磁化礦體的大小、埋藏深度相當大的地表上所發現的磁異常總是具有兩個符號：正號和負號。假使有時要肯定某些局部異常只是正值 Z_a ，則這種肯定僅在因為礦體下端（北極）埋藏相當的深，負值 Z_a 在廣大面積上遠離礦體中心處表現微弱時才正確。在相當大的面積上所有 Z_a 值的和應等於零。

在一般情況下，磁場的強度是磁化強度、礦體的大小和形狀以及測點與礦體的相對位置的複雜函數。所期望的異常磁場的強度（ Z_a 之最大值）和磁化強度之間的近似關係，若為垂直的磁化，常以簡單的公式來確定：

$$Z_a = 2\pi I.$$

如果 Z_a 由 $T \approx 0.5$ 奧斯特的地磁場感應磁體所引起，則 $Z_a = 0.3 \times$ 。此處 $\times$ 以百萬分之一 CGS 絕對單位來表示。這個公式當磁性礦體表面對測點所張的立體角近於 2π （對任何截面）時是正確的。假定這個條件不能滿足，仍然可運用上列公式，不過此時是把 Z_a 當作上限。

目前技術上認為在有利的條件下搜尋 10% 以上的磁異常是可能的，那時根據上列公式可算出那個 I 值，由此值開始應當認為岩石實際是有磁性的：

$$10 \cdot 10^{-5} = 2\pi I,$$

$$I = 16 \cdot 10^{-6} \text{ CGS 單位。}$$

此處 I 是 $\vec{I}_i$ 與 $\vec{I}_r$ 的幾何和。

假如已知岩石不具有殘餘磁化，則 $I = I_i$ 。由此可以求得在磁法勘探的觀點上發生興趣的 $\times$ 值：

$$I_i = \times T = 16 \cdot 10^{-6} \text{ CGS 單位。}$$

由此當 $T \approx 0.5$ 奧斯特時，可得 $\times \approx 30 \cdot 10^{-6} \text{ CGS 單位。}$

許多噴出岩的磁化率大大地超過這已獲得的值，各種岩石的磁化率變化範圍很大，從百萬分之幾到百分之幾，甚至十分之幾個單位。磁性岩石也分佈在變質岩中，極少在沉積岩中。

岩石的高磁化強度主要是決定於岩石中含有強磁性礦物。磁鐵礦、鈦磁鐵礦、赤鐵礦、磁硫鐵礦均屬於強磁性礦物。岩石中廣泛分佈着含量不同的礦物以及可能含有高磁性造岩礦物，因此決定了岩石的磁化強度變化範圍很大，然而應該注意，岩石的地質歷史對磁化率值與殘餘磁性的影響。

岩石磁化強度如此的大不相同，便對地質製圖應用磁法勘探創造了極有利的條件，並幫助確定不同磁性岩石分佈的界綫。磁異常形式的特點可用來估計非磁性的覆蓋在基岩上

的岩層的厚度與推斷其產狀單位。

在任一層位上如有磁性岩石構造破裂（正斷層、平移斷層、岩洞等）存在，則會引起特殊的磁異常，按照它們的形狀可以確定和追索構造綫，在某些情況下可以確定垂直斷距。與礦脈共生的破裂帶經常因與鐵磁性礦物在礦化帶的出現有關的磁場變化而很好地表現出來。這種現象在應用磁法勘探作許多有用礦物的破碎帶的製圖時被廣泛地利用着。

一般應用磁法勘探來普查和勘探的磁性的鐵礦床有：磁鉄礦、鈦磁鉄礦、赤鉄礦。在這種情況下，磁法勘探是用來尋找礦體，確定礦體的埋藏深度、厚度與空間位置，並沿着走向確定其大小。圓滿地解決上述問題的全部或一部分都會在相當程度上簡縮以後的勘探工作。

在評價磁法勘探的實用價值時，主要的並不是被尋找對象的礦化強度的絕對值，而是所尋找的岩石或礦體與其圍岩的礦化強度之差。在自然的條件下，岩石和礦石的結合是如此地多種多樣，以致可以舉出很多用磁法勘探實際上只發現非磁性岩石的例子。

如衆周知，依據由磁性圍岩所產生的普遍的磁力較高的背景上所襯托出來的磁場下降而找出鹽丘（鹽的礦化率近於零），並確定其邊界。有效地運用磁法勘探以普查和追索生於磁性噴出岩中的實際非磁性的石英脈和其他的例子是大家知道的。應該指出用磁法勘探不能直接發現磁性鉻礦，因為鉻礦產生在具有這種礦化強度平均值的岩石中。

在一系列例子中確定了，在同類的有益礦物的礦床上，磁法勘探可隨具體的地質情況而有着不同的效應。如此，有時在磐岩非磁性的條件下，也會成功地實現金、鉑等沖積礦床的尋找，在這種情況下藉磁法勘探之助，可發現掩埋的古

河床是混有磁鐵礦的重礦物沉積地。假如基岩具有很高的磁性，磁法勘探對於解決這個問題是不適用的。

類似的困難也發生在尋找烏拉爾中部的磁性鋁土礦。鋁土礦體在周圍石灰岩的平靜磁場的背景上，表現有清晰的磁力異常，這些異常很好地確定了礦體位置與大小。當鋁土礦附近有磁性斑岩存在時，則用磁法勘探來找出鋁土礦是非常繁雜的。

從上述簡單的例子可知，在地質製圖及尋找有益礦物時，磁法勘探獲得廣泛的運用。為了論證所佈置的勘探方法，不論這勘探是單獨的或與其他方面配合的，就需要詳細估計具體的地質情況與了解工作地區的岩石與礦物的磁性，當缺乏充分的地質資料時，就需要進行實驗工作。

磁法勘探的價值決定於由其結果所作的關於調查地區的地質構造的結論的完整性與可靠性，勘探對象存在與否的結論，以及關於由磁法勘探所發現的礦體的位置、形狀與大小的結論。結論的完整與可靠才能最合理地使用勘探的人力與資財——山地與鑽探工作。當具有關於勘探對象的位置、形狀與大小的可靠結論時，山地與鑽探工作只以為了某一級的礦量估計所必須的最小的範圍來實施。由於磁法勘探資料所得出的地質結論的不完整，在解決以物探方法未得解決的問題時，不免要使繁重的鑽探工作量增加。因此磁法勘探效能的提高，主要決定於磁測結果在一定面積上作地質研究時有全被利用的可能。

地球物理工作並不僅僅限於這種或那種物理場的，特別是磁場的野外測定，同樣地要研究岩石與礦物的物理性質；研究觀察而得的物理場的分析方法；在各種地質條件下，運用物探方法所積累的經驗和計算在審查地質異常過程中所獲

得的補充材料。

完整地利用一切綜合性的地球物理研究，及創造性地改善工作技術，這些均在地球物理勘探中對勞動生產率的提高提供了很大的可能性，這種提高也特別要靠所觀察到的磁場的地質解釋的完整性。

在此不僅要注意到採用觀測場的已知的分析方法和研究新的方法，而且還要注意到野外測量是應該符合於野外地質資料。點的密度、觀測的精確度、磁場分量的二次或一次測量（及如何獲得）完全應該服從以後地質解釋的目的。不僅是測點的數量，而且是它們分佈的得法與一定的測量質量均促進了工作的地質效果與物探人員的勞動生產率的提高。

只當觀測員能在單位面積上測點的費用為最小與所得的資料對地質解釋完全有用時，這種很高的勞動生產率才具有真正的意義。違反了這兩個條件，則觀測員很高的勞動生產率也就毫無價值。這簡單明瞭的道理常被某些把完成計劃中的測點數目放在首要地位的工作領導者所忽略。

本規範論述到一些基本要求，滿足這種要求要保證得到高質量的野外材料，對它們作必要的整理，並且要對解決地質任務完全有用。為了提高野外測量的質量，在本規範裏擬定了實行磁法勘探工作的基點網。基點網的密度與順序是這樣確定的，以使觀察者在調查地區的工作過程中每隔 2—3 小時能夠在鄰近的基點上進行檢查測量。

根據磁法勘探工作的經驗，有建立基點網的必要；在極大多數的野外工作情況中，經常發現在個別觀測綫上，在個別工作日中或工作日中的某一段時間內，測量結果有系統的錯誤；僅僅在校正點上進行觀察來校正儀器的性能是不夠的。

在基點網的點上的檢查測量是保證了依靠計算短時間內

零點移動的結果的較高精確度，並大大減低了基點偶然誤差的影响。此外，本書中所述的系統在極大多數的情況下，允許不進行溫度校正與日變校正，因為在這些原因的影响下儀器讀數在短時間內的變化可以精確地認為是綫性的。只有當在這種基點上高度精確地測定磁場才能成功地使用基點。

為了估價野外測量結果的誤差，保持原有的在梯度不大的磁場地區內許多點的兩次測量的均方誤差法。在計算均方誤差之前，必須作誤差分佈曲綫（誤差曲綫）。曲綫是對稱的，則應該證明沒有系統誤差，而其一般的形式則是誤差分佈的規律。

在應用磁秤以 $1:100,000$ 和較小的比例尺測量時，均方誤差不允許超過 $\pm 25\%$ 。在根據對象與地質條件為轉移的計劃中的較大比例尺測量時，則要規定對精確度的各種要求和相應的在每點上進行測量時的各種要求。

普通測量的均方誤差規定不超過 $\pm 15\%$ ，高精確度的測量不超過 $\pm 5\%$ 。在以 $M-1$ 型萬能磁力儀進行時， H 與 Z 普通測量的誤差不應超過 $\pm 150\%$ ，在高精確測量時不應超過 $\pm 75\%$ 。為了獲得較高的精確度，在本規範中規定了在每點上測量時的補充操作。

磁力測量按其任務分為：踏勘測量（ $1:1,000,000$ 至 $1:500,000$ ），普查測量（ $1:200,000$ 至 $1:100,000$ ），詳細普查測量（ $1:50,000$ 至 $1:25,000$ ）和普查勘探測量（ $1:10,000$ 至 $1:2,000$ ）。

適合於各種比例尺的路綫間與測綫間的平均距離、綫路上與測綫上的觀測點距列於表 1：

在 $1:200,000$ 比例尺的踏勘測量和普查測量時，綫路是順着大路、小路、河流來佈置的，並在瞭解較差的地段橫

表 1

比 例 尺	綫路間的平均距離(公尺) 變 動 範 圍 20%	綫路上的點距(公尺)
1 : 1,000,000	10,000	1,000—2,000
1 : 500,000	5,000	500—1,000
1 : 200,000	2,000	200— 400
1 : 100,000	1,000	100— 200
1 : 50,000	500	50— 100
1 : 25,000	250	25— 50
1 : 10,000	100	10— 40
1 : 5,000	50	5— 20
1 : 2,000	20	4— 10
1 : 1,000	10	2— 5

上述綫路佈置幾條直綫。在此情況下，欲決定比例尺，應用單位面積上綫路的平均長度。例如要使測量適合於 1 : 200,000 的比例尺，則每一平方公里面積上測綫不應短於 0.5 公里。

1 : 100,000 比例尺的普查測量、詳細普查測量和普查勘探測量經常以工具劃分，並聯系到地區內的測量網，預備以後在山地及鑽探工作中作為檢查異常之用。

磁力測量的比例尺由計劃來決定，比例尺的選擇是要服從於這種比例尺下應獲得的而值得詳細研究的等異常曲綫的要求。在大多數情況下，由已知類型的礦床的工作經驗來決定比例尺。

為了查明有明顯走向與延長形狀的礦體與岩石，採用矩形網。

測量比例尺、綫距與點距均決定於普查對象的大小。

對於勘探各方向同樣大小的礦體的大比例尺測量採用正方形網。

一、工作計劃

1. 工作計劃是根據計劃的任務而編製的，應包括以下各節：

- (1) 說明計劃所要解決的國民經濟問題(工作任務)。
- (2) 工作對象的經濟地質和地球物理的特性。
- (3) 工作方法和工作量。
- (4) 生產技術部分。

2. 在計劃的第一節當中，要根據所計劃的任務明確地規定地質方面的任務。在各種地球物理的方法綜合使用時，對每一種地球物理方法，其中包括磁法勘探，應當規定它應單獨解決那一部分任務。就在這一節中，還應當考慮政府已有的決定、部分指令、國民經濟計劃規定；應當指出在這個區域勘探工作的必要性是由怎樣的具體的生產或建設的要求所引起的。

3. 在第二節中，要研究工作區域的自然地理和經濟條件，以便完全確定地區類型，解決選擇工作基地和利用當地勞動力的可能性，與地方和中央機構聯繫的方法，運輸的準備等有關的問題，對高山地區或缺水地區要說明額外支出的根據。

在這一節中，應當說明探區的地質情況，作為採用磁法探測或其他地球物理方法的根據，也據以為推斷採用某種方法後的結果。

要說明早先在這個區域地球物理工作的結果，批判地對它們進行評價。假使這個區域地球物理工作從來沒有進行過，或者是工作的結果因為某種原因不能作為採用磁法勘探

的根據，那末就要研究在其他地區作過的爲了同樣目的的地球物理工作的經驗。在資料中引証過的勘探區內岩石的磁化率和殘餘磁化的數據作爲選用方法的根據。

4. 在計劃第三節中，應該根據預定工作區域的地質地球物理的資料而決定採用磁法勘探。

按照地質任務來確定工作地段的邊界、普查測量和普查勘探測量的比例尺和野外工作的程序。根據普測結果而執行的大比例尺的工作範圍，要根據地質的已知條件和先前在類似條件下做過的地球物理工作經驗來設計，要正確規定適合於每一種比例尺的每一公里路綫上磁測點的平均數；必須測量的磁場要素；必需的測量精確度；爲以後計算磁化礦體要素所必需的專門綫路上補充測量；磁異常地質檢查的程序；確定磁性用標本的選擇和確定磁性的方法。

當缺少足夠的根據來證明現在勘探條件下可以採用磁法勘探，但是當有很好的理由假定採用磁測有成功的可能的時候，可以在足以做出正面或反面的結論的範圍內作爲試驗性質來設計磁法勘探。

對於每一種測量比例尺，應該在設計當中指出佈置和確定測點網的方法，建立觀測的基點網、野外測量和室內整理質量的檢查方法，計算和改正變異的與正常梯度的方法，假使這樣的計算是需要的話。

根據規定的測量精確度確定需要的磁力儀的型式和輔助儀器。

根據測量的面積和比例尺規定物理點和條件點的工作量。

還要規定地形測繪工作和其他輔助工作。

5. 在計劃第四節當中，要按照不同的地段分別指出進

行磁測工作的困難程度的差別規律，並且按照綜合預算定額手冊（CYCH）的規定，估計爲了完成計劃的工作量所需要的包括更換的儀器的數目；要決定磁力儀和輔助裝備的數目和運輸的量。

要有根據地計算將裝備運到工作地點和返程運輸的組織與解散的時間，或從一個地段轉運到另一個地段所需要的時間，以及臨時住房和建築物的數量和目的。

要提出基地組織、鋪設道路、運輸糧食、燃料、材料和裝備，保證交通等措施。

要敘述保安技術、勞動保險和冬季生產等方面的具體措施。詳細地說明在貫徹有高度勞動生產效率的勞動方法方面，在提高隊內工人的技術熟練程度方面，在提高政治思想水平，文化娛樂生活的組織方面的措施。

按照工作量和不同工作類型的生產定額確定野外隊的機構和成員。

6. 在計劃中要確定呈交終結報告的期限。

7. 考慮到在計劃地區工作的地質勘探隊的要求，在計劃中要預定在該地區工作結束的程序和日期。

8. 在計劃中要預定在根據可能的但是不可靠的假定和要在計劃的某個別地方修改的程序而確定的那部分工作方法改變的可能性和改變的程序。

9. 計劃的附加部分：

（1）按月的、帶有計劃完成百分率指標的逐日工作計劃。

（2）按照綜合預算定額手冊所編製的支出預算。

（3）附圖至少應包括：預定工作地區的帶有座標網的一覽圖；最接近於所設計的比例尺的工作區域的地質圖；大