

苏联地質保礦部制定

金屬量測量规范

地質出版社

苏联地質保礦部制定

金屬量測量规范

阮天健 林名章 吳錫生 譯

林名章 校

地質出版社

1959·北京

本规范是根据地质部1955年6月1日发布的第446号命令：“关于在部的所有地质组织的实际工作中大规模应用金属量测量以提高地质普查效果”写成的。其中包括：关于组织、生产工作以及普查金属量测量结果整理的技术指示。

规范是由A. П. 索洛夫夫在地球物理总局的“金属量测量暂行规范”（国家地质书籍出版社，1951年）以及中亚地球物理托拉斯野外工作先进经验的基礎上写成的。

金属量测量规范

著者	苏联地质部制定
譯者	阮天健 林名章 等
出版者	地质出版社

北京宣武門外永光寺西街8号

北京市書刊出版業營業許可證出字第050号

發行者	新華書店
印刷者	人民交通印刷厂

印数(京)1—4200册	1959年2月北京第1版
开本31"×43 ¹ / ₃₂	1959年2月第1次印刷
字数75,000字	印張3 ¹⁷ / ₁₆
定价(10)0.48元	

目 錄

緒論	4
I. 总則	13
II. 野外生產工作	30
1. 取样	30
2. 样品处理	38
3. 样品的光譜分析	41
4. 工作的地質結果	68
III. 地質报告	91
附錄:	
1. 金屬量測量野外記錄本	94
2. 金屬量測量取样編錄用野外記錄本式样	95
3. 金屬量測量样品光譜分析實驗室記錄本格式	96
4. 攝譜記錄本格式	97
5. 譜片解釋記錄本格式	98
6. 重复分析記錄本格式	99
7. 野外光譜實驗室基本設備清單	101
8. 金屬量測量專用材料消耗定額	103
9. 接受金屬量測量譜片的技術条件	104
10. 岩石圈中元素的克拉克值	105
参考文献	107

緒 論

地球物理托拉斯在苏联多年來广泛应用金屬量測量的經驗証明了它在普查和初步勘探礦床時有很高的地質效果。只在近几年內就利用金屬量測量揭露了苏联各地許多新的工業礦床，并在往往認為已很好地研究过的地区中对旧的已知礦化点及整个礦区作出了新的估价。

Н. И. 薩弗羅諾夫在1936年最初提出的礦床分散場与分散量的概念，是普查金屬量測量的基礎。

“分散場”是指發育着二种相互連系的地質作用——風化与剝蝕作用的現代陸地範圍內的岩石圈上層。風化作用的結果，在基岩表面形成疏松的（碎屑或細分散的）新產物，然后被剝蝕作用搬运至沉積地帶。

在过去的地質条件下形成的礦床与其圍岩一起受到使組成礦床的化学元素分散和迁移的作用。直至礦床消失时，分散作用才算停止。

处于強烈剝蝕及風化營力作用中的岩石圈上層所特有的分散物質固相、液相和气相复雜的相互作用，决定了分散場中地壳化学元素的高度地球化学能动性。个别情况下化学元素在分散場中迁移时可同时形成局部次生富集，但整个过程恒趋向于分散。

岩石圈中化学元素的平均含量以其克拉克值來表示，分散場中元素的区域平均值可不同于其克拉克值，但对于实用上最重要的元素，則总是远远低于决定其在經濟上是否适于开采的礦床最低工業品位。在远离工業礦床的地帶中的平均含量即区域正常場（地球化学背景）。

在靠近化学元素局部富集（通常和“矿床”这一概念相合）且受到分散作用的地区，形成有价值元素的增高含量带，此带中元素的含量介于正常场中的低含量与先形成的局部富集的高含量之间。分散场中直接与矿床毗连且局限于场内闭合的异常等量线范围内的有价值元素的局部增高含量带，称为矿床的分散量。在地表或地下液体、气体或固体自陆地流演的道路上形成的，与矿床的晕相毗连，且分散场中异常值逐渐减小的有价值元素增高含量地段，称为分散流（图1）。

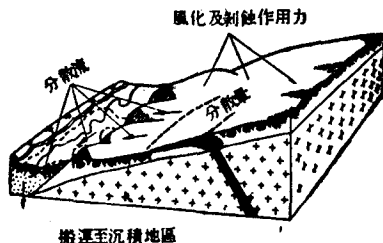


图1. 分散场立体图解

- 1—残积坡积层； 2—冲积层； 3—矿体；
4—围岩； 5—金属异常含量范围

在适当的地质条件下，每个矿床都能形成分散量和分散流，根据发生着主要的矿产分散作用的物态相，可以分为机械的（在固相中分散）、盐的（通过溶解来分散）及气体的（以气体状态分散）分散量和分散流。

矿床分散量和分散流具有比原生矿产规模大几十到几百倍的面积分布。此外，它们发育于复盖着矿床的最新沉积物中，与矿产相比，它们更接近地表。由于上述性质，分散量和分散流要比形成它们的矿床本身更容易发现。因此通过寻找矿床的分散量和分散流来普查矿床是很合适的。但是普查金属量测量的应用范围受到一些条件的限制，即形成分散量与分散流的必需条件，及形成后是否能发现它们。

根据矿床的机械和盐分散量及分散流普查矿床，是用金属量测量的方法来进行的。

一些老的地質找礦方法，如冰川漂礫法，重砂法，在斜坡上追索礦石碎屑扇形帶的方法，都是以礦床物質在風化帶中的分散現象為基礎的，金屬量測量與這些方法相似而且是它們的進一步發展。

金屬量測量所以有很高的地質效果，是由于金屬量測量方法能發現地質觀察所不能辨識的，看不見的分散量和分散流，其中包括那些礦物在風化帶中不穩定且不能富集成砂礫的礦床。

金屬量測量使我們能在強烈復蓋區，森林區及為很厚的浮土掩蓋的地區，也就是一般找礦方法不很有效的地區，順利地普查礦床。

進行普查金屬量測量時要在調查地段上按一定的，決定于測量比例尺及任務的網采集大量的疏松沉積物樣品，然後把這些樣品送去處理并对多種化學元素進行光譜分析。

最近以測定金屬量測量樣品的磁化率(x)（即所謂“卡巴測量”）來補充光譜分析，這使我們能說明疏松沉積物的礦物成分并保證取得对地質填圖和普查都很重要的新資料。

通過測量所發現的顯著地超過區域正常場的有價值元素增高（異常）濃度地段，應作為可能的礦床分散量（或分散流）來研究，并必須進一步以適當的地質方法加以研究。

必須注意，任一元素在樣品中的同一含量，對一個地區來說可能是正常場，而在另一個地區條件下則是異常，而且當作可能的礦化標誌來估價。根據地區的地質地貌及生物氣候條件，金屬在土壤剖面不同層位中的含量可以有顯著的變動，在選擇采集疏松沉積物樣品的深度時應考慮這點。金屬量測量主要應用於有色及稀有金屬礦床的普查，同時還可以成功地用以普查各種非金屬礦床和解決一系列地質填圖的任

务。

如果礦床的原生或次生礦物成为坚硬的，在風化帶中穩定的不溶化合物分散，就形成机械分散量与分散流。机械分散量的形成决定于物理風化作用，穴居动物是无脊椎动物的活动。机械分散流的形成与固体流瀉有关。

如果礦床的原生或次生礦物是易溶化合物，就形成鹽分散量与分散流。鹽分散量的形成决定于溶解、氧化、擴散与溶液毛細上升的物理化学作用以及生物，主要是植物的生活作用，这里面还有疏松地層和土壤中礦物膠体擴散相剧烈作用。鹽分散流的形成与地表及地下水流瀉有关。

机械分散量与分散流只能在被現代侵蝕切割所揭露的，亦即在現代疏松沉積物或更老的風化壳复盖下出露的礦床和呈礦現象近旁形成。有礦床及呈礦現象存在，且其表層达到潛水循环活动帶时，可形成鹽分散量及分散流，而且在絕大多数情况下其形成都与已被現代侵蝕切割所揭露的礦床有关。

根据形成分散場的自然过程，礦床的礦物鹽分散量 and 分散流与机械分散量 and 分散流可称为表生或次生分散量 and 分散流。作为金屬量測量普查对象的表生分散量的形成也可能是由于沒有工業价值的浸染帶風化產物分散所致，这种浸染帶往往圍繞在工業礦体四周而成为深处有礦体存在的標誌。这种原生的（“深的”）量是与礦床同时形成的，而且是成礦元素的增高濃度帶，或者是靠近工業礦体的圍岩中与成礦元素有共生关系的伴生元素的增高濃度帶。

原生分散量主要發育于热液沿断裂帶，在破碎帶中，頂盖岩石中等的循环通道內，并且常同时形成圍岩的热液（“近礦”）蝕变。

在所有已知礦區中，研究原生分散量是特別重要的，與礦田地質構造的研究相配合時，它使我們在很多情況下能發現埋藏在深達數百公尺的盲礦體。

表生分散量可以根據其與承載介質面的相互關係分為同生分散量與後生（上疊）分散量，同生分散量和風化帶疏松新產物同時形成，後生（上疊）分散量則在复蓋礦床的沉積物中，由礦物較後期的分散作用所造成。所有在殘積坡積層中發育的分散量，也就是最易于發現的機械分散量與大部分鹽分散量都屬於同生類型，部分鹽分散量與少數的機械分散量是屬於後生類型的。

根據發現標誌的難易，可分為出露的（就位於地表）與埋藏的分散量。

所有在殘積坡積層發育地區發育的同生鹽分散量和機械分散量，以及沖積冰積層分布地區的部分上疊鹽量（機械量較少）都屬於出露的分散量。

在氣候潮濕，降水量比蒸發量占顯著優勢的地區，可能有埋藏的同生鹽分散量，在同樣條件下後生（上疊）鹽量可能不達到地表。

金屬礦床的分散量很少是只在某一種物態相中形成的，更常見的是其形成服從於原生及次生穩定礦物機械分散，同時有鹽分散相參與的複雜的相互作用，這時量的機械組份與鹽的組份作用決定於量的類型和年齡，礦石與圍岩的礦物成分，介質的反應（ pH ），風化作用的主要趨勢，及地區的剝蝕速度，地形特徵，古地理氣候以及其他許多形成各地地球化學景觀的原因。

礦床分散量中有價值元素的含量決定於礦化規模，當地的地質，地貌和自然地理條件。在通過延長形狀的礦體分

散暈的截綫上，金屬含量由較遠点的低值有規律地在暈的中心達到極大，然後又減小至正常場的值，此時在暈中心点上金屬的極大含量。

$$C_{\max} = \frac{M}{2.5\sigma}, \quad (1)$$

其中 M 是在暈的該断面中金屬的總公尺百分率， σ 是分散係數。

在廣泛的地質條件範圍內，分散暈中截綫上金屬的總公尺百分率之值與基岩表面上相應的礦體断面中金屬的公尺百分率成正比。

$$M = KDC_p, \quad (2)$$

其中 D 是該断面中礦體的厚度， C_p 是礦體中金屬的含量， K 為大於 1 或小於 1 的比例係數，其值應在該地區進行試驗工作以確定之。

分散係數 σ 之值與當地的地質條件有關且可用暈的曲綫來確定，即具最大金屬含量 $C_{\max}$ 之點與含量為最大點的 0.6 倍之點間的距離，以米為單位（圖 2）。

分散暈的參數 M 和 σ 是決定着金屬量測量找礦的可能性，其結果的解釋，以及對所發現的分散暈作出有實際意義的初步估價的重要標誌。在疏松沉積物断面中，分散係數由其在近地表處的最大值隨深度減小。

分散暈中有價值元素在截綫上任一點的含量服從於正常分佈函數。

$$C_x = \frac{M}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}} + C_0, \quad (3)$$

其中 C_0 是該元素在区域正常分散場內的含量， x 是至暈中心点的距离，單位为公尺，而 e 是自然对数底。

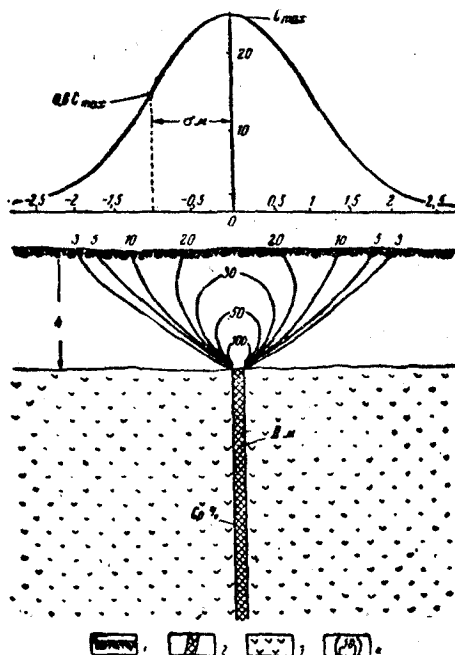


圖 2. 机械分散暈的垂直断面及曲綫

1—殘積層；2—礦體；3—圍岩；4—等濃度綫；
暈較金屬含量（以預定單位表示）相等的点

分散暈中心点的位置，只在地表水平的条件下，且当礦体直立或近乎直立时，才与礦床（礦体）的中心重合。地表傾斜时暈向地形較低的一边移动，而当礦体緩傾斜时則向礦体升起的一边移动。

当其它条件相同时，对某一間歇或長年水流取样点來

說,所測定有价值元素在分散流中的含量 c'_x 与礦体在基岩上的露頭面積 S 成正比,并与剝蝕盆地總面積 S 成反比,即:

$$C'_x = P \frac{s}{S}, \quad (4),$$

其中 P 是比例係数,与礦石种类和当地条件有关。

在最簡單的情况下,分散流中有价值元素的含量由礦床附近的最大值起,与原生礦化距离的平方成正比地减小。重而穩定礦物的机械分散流的形成,被造成冲積砂礦的局部水力分选与富集作用复雜化。

在平原地区及閉流地区,“方山”地区,或地形平坦,現代固体流瀉道路不明顯或只占地表有限部分的地区,宜于用金屬量測量來揭露分散流。

在巨礫及岩塊沉積—冰冻或沙漠風化產物(石流)發育地区,在巖岩地形及其他除分散量有規律發育而外的条件下,利用金屬量測量來揭露分散量是很困难的。

在發育着很厚的冲積及冰川沉積的地段,進行一般化的測量时很容易漏掉那些形成机械分散量的礦床,在这种条件下也不能保証發現鹽分散量。虽然限制着金屬量測量的应用的条件还不止此,但在苏联主要金屬成因省的相当大区域内可以广泛应用这种找礦方法。

自然,只应把金屬量測量看作是地質測量、普查、地球物理工作与勘探工作其中的一种方法,脱离了这些,金屬量測量結果就会变成沒有根据,而且在很大程度上变成沒有价值。在地質条件适当的新地区組織金屬量測量时,應該与地質測量工作,重砂測量,区域航空及地面地球物理測量配合,由普查分散流开始。但是按其本性來說,分散流是礦床的第二次排出物,而分散量則是礦床的第一次排出物,普查

工作的最終目的。因此，正是在普查分散量的階段中，當與較詳細比例尺的地質填圖，綜合地球物理研究配合進行，以揭露新的原生礦床並作出工業評價時，金屬量測量能取得最大的生產效果。

I. 总 則

§ 1. 在能有效地应用金屬量测量的地質条件下，由地質保礦部各組織在苏联領域內所進行的任一比例尺的所有地質測量、普查、地球物理工作及勘探工作中，金屬量測量是必要的組成部分。关于金屬量測量是否适于作为該測量，普查工作或勘探工作的組成部分的問題，由工作執行者負責解决并应受上級地質組織的監督。

§ 2. 在某个地区進行的金屬量測量的比例尺和种类，应根据該区的地質研究程度來決定，并应与進行地質測量、普查与勘探工作时所用比例尺（詳細程度）相应。

金屬量測量分作三种：路綫金屬量測量，普查金屬量測量和詳查金屬量測量。普查与詳查測量是面積測量，与路綫測量不同，后者通常是沿單独的、孤立的路途（路綫）進行的。

§ 3. 在地質調查的比例尺为1:200,000—1:500,000及更小的地区，礦產標誌稀少，未了解清楚或規模不大的、礦化点不多的地区，或者發現礦化的一般地質前提存在但完全沒有确切了解的地区，可布置路綫金屬量測量或踏勘金屬量測量。進行1:200,000—1:500,000及更小比例尺的地質測量时必须進行路綫金屬量測量，而且應該用同样的比例尺。

路綫金屬量測量的任务包括为進一步在調查地区組織系統找礦指出一般地球化学標誌，說明其金屬成因特点，以及直接順便發現最大礦床的分散量和分散流。

根据路綫金屬量測量的結果，并考慮其他資料划出將要進行比例尺为1:200,000—1:100,000及1:50,000—1:25,000，且与面積普查金屬量測量相配合的地質測量地区，

并确定其完成次序。

§ 4. 在已經証明为工業礦化規模的个别礦区及金屬成因省範圍內，以及研究得很少，完成路綫金屬量測量及其他找礦工作后得到好結果的新地区內，要進行面積普查金屬量測量。

在适当地質条件下，当地質測量的比例尺为1:25,000—1:200,000时必须用同样的比例尺進行普查金屬量測量。普查金屬量測量的任务包括：發現礦床和呈礦現象的分散量，并确定它們在分布上一般的金屬成因規律。在金屬量測量的結果中要划出含礦面積以進行更詳細的找礦及勘探工作。

§ 5. 在划出的顯然呈現礦化的地段，以及正在勘探礦床的礦田範圍內及其側翼，要進行找礦勘探金屬量測量。選擇上述地段的根据是：普查金屬量測量和重砂測量的良好結果，对已知礦化点、老坑道或以前勘探过的礦床等等的了解。

只应在已用普查金屬量測量扫过面積的地区進行詳細金屬量測量*，应当根据所研究的呈礦現象的形狀与成因类型（見§15），以1:10,000 到 1:2,000的比例尺与同比例尺的地質測量和綜合地球物理調查同时進行詳細金屬量測量，并應該有山地工作。詳細金屬量測量的任务包括：确定礦田及礦床界限，沿走向追索并圈定單个礦体与含礦帶的分散量，以便進行揭露和勘探，并在有利条件下發現指示深处可能有“盲”礦体存在的標誌。

§ 6. 所有1:25,000与更小比例尺的金屬量測量，一般都

* 当这个条件不能滿足时，應該在詳細測量地段周圍附近面積上同时布置較稀的截綫網，（例如用250,500或1,000.m的截綫距，50—100.m的取樣点距）。

应当在相应比例尺的国际圖幅中划分測区并按区進行，金屬量測量与地球物理工作一起，都应当与地質填圖同时進行或超前進行，与該区的測量普查工作長年計劃相協調。

§ 7. 進行金屬量測量时应預先确定截綫（路綫）網，并預先确定截綫上的采样点距，然后逐点采集疏松沉積物样品。工作时，工作执行者沿截綫按觀測点間最短距离進行。

測網的選擇决定于金屬量測量种类和任务，遵从同时進行的地質測量工作的比例尺，并以計算或經驗为根据。选定的測網，在測量進行过程中應該根据地質条件予以有效的加密或稀疏。

采用正确的金屬量測量取样網能保證其結果的客觀性。在最有意义和远景的地段有必要加密測網时，或在沒有工業价值的地質建造發育的地帶必須疏稀測網时，只因某些地段沒有远景而从測量面積中取消能够应用金屬量測量的整个地段是完全不允許的。

任何片面的及主觀的地質假設只能妨碍我們对調查地区作出新的客觀的闡明，和發現其天然資源，而這些問題是不能通过實踐一下子就肯定的，对于現代理論和預測的巨大指導作用，应当力求用新的資料來証實它們，而不应当使它們成为教条和客觀地認識礦產的障碍。除了按預定的測網所取最低限度的，必需的金屬量測量样品而外，首先要由隊長及地質人員在地質資料的基礎上根据他們的看法進行补充取样。

在广泛發育着冲積的、風成的、冰積的及其他沉積物，复盖于含礦建造之上而不利于出露的后生分散量發育的地区，通常我們認為当这些沉積物厚達20—30m时，已是应用金屬量測量的極限，有时还要薄。这时应稀疏測網，并研究关于用手搖鑽或机動鑽自深处采集金屬量測量样品的問題，以

尋找發育于复盖含礦建造的新沉積物底層或古老風化壳中的埋藏分散量。这时应用垂直电測深法來确定預計有工業价值建造的埋藏深度。

§ 8. 确定踏勘和普查金屬量測量網时必须由分散場中含金屬帶的最小規模, 形狀及方位出發, 此帶是由形成礦床的礦体的分散量和分散流綜合組成的, 而在該地質經濟条件下这一礦床按其規模來說应当是值得進行詳細測量的。

§ 9. 計算詳細金屬量測量的測網时应当从最小礦体(脉)分散量的綫度为出發点, 而該礦体(脉)在該礦床的条件下应当是值得布置地質勘探工作的。

§ 10. 量的綫度, 或几个量綜合体的綫度可依这样一个帶的長度和寬度來定, 即此帶中分析元素在分散場中的含量比正常場(区域克拉克)值高出某誤差值的数倍, 而这个誤差值應該是反映金屬量測量精确度的*。

样品中分析元素的这个含量值 C_A 是低異常值, 在此值所圈定範圍內異常含量向暈中心增至極大(C_{max})。

§ 11. 通常基本測網截綫距不应大于最小普查对象(一个或几个量)長度的 0.9 倍, 取样点距不应大于其寬度之半。这样能保証至少有一条截綫(兩条截綫的机会是 10%), 二个異常点(極限情况下有三个点)遇到普查对象。實踐証明, 当測網中一条截綫上只有一个異常点發現普查对象时, 由于可能的偶然誤差, 这种測網是不可靠的。

由于可以疏稀截綫網(对象長度 0.9 倍)以加密截綫上的点網(至对象寬度 0.5 倍), 这就使我們能减少測量执行者所走路綫的总長度, 因而也就减少了总的工作量。

* 通常是取三倍均方誤差值作为極限誤差(見 § 141)。