

地球物理勘探方法小丛书

金属矿化探

沉　智　著

资　出　版　社

这本小册子是将“地球物理勘探”1959年8—12期中所刊“金屬矿化探講話”收集出版的。內容通俗易懂、深入浅出，系統叙述化探工作的原理、应用条件及工作方法等問題。适合化探操作員、練习生閱讀，也可供地質人員和物探部門的行政人員参考閱讀。

地球物理勘探方法小丛書

金属矿化探

著　者　沉　　譽

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号

发行者　新华書店科技发行所

經售者　各　地　新　華　書　店

印刷者　地　質　出　版　社　印　刷　厂
北京安定門外六鋪炕40号

印数(京)1—4000册　　1960年1月北京第1版

开本787×1092 1/32　　1960年1月第1次印刷

字数34000　　印张1 5/8　插頁1

定价(9)0.24元　　統一書号：15038·804

目　录

第一节　什么是化探…… 1
第二节　化探和分析……11
第三节　化探的采样……23
第四节　化探的应用……35
第五节　化探資料的解释……45
結束語……51

金屬矿化探

第一节 什麼是化探

“化探”是“地球化学探矿”的簡称。

人們开始运用化学的方法和概念来研究地質問題，还是十九世紀末和二十世紀初的事情。这时，化学，特别是分析化学已有了比較大的进步，人們已經有可能通过化学的原理或分析化学的方法，去了解地壳中化学元素的組成、分布等等方面的状况和原因。

1908年美国克拉克（F. W. Clark）根据他所研究和搜集的大量岩石、矿物及水的化学成分的数据，計算了地壳以及地壳不同岩石中的平均化学組份，发表了“地球化学数据”（Data of Geochemistry）的名著。这是第一本地球化学工作中有历史意义的著作。它首先提供了相当全面的化学元素在地壳中如何分布的資料。克拉克的工作由于后来得到更多的地球化学家的参与，因此对于各种元素的含量，特别是大气、生物、水中的各种元素的平均含量，以及过去由于分析化学技术所限制，难以分析和得到正确分析結果的稀有分散元素的平均含量，均有了新的重要的补充和訂正。更主要的是，地球化学家已經不只是根据分析数据的“經驗統

計”从事研究工作，而且进一步从化学元素在地壳中分布、轉移的現象中，研究在不同地質阶段中的規律性及引起上述現象的原因及特性。

这方面的工作，应該归功于苏联学者、地球化学奠基者維尔納茨基（В. И. Вернадский）及其学生費尔斯曼（А. Е. Ферсман）。

总之，化学元素在地壳中（地壳不同种类的岩石中）的分布，有着一定的規律性。为什么有的地方金屬元素富集成矿，而另一些地方却又是以分散状态存在，富集和分散之間究竟有着什么关联，……探討这方面內在的或外在的原因，就是地球化学的任务，是地球化学重要的任务之一。人們如果完全熟习了富集和分散的規律性，那末找矿的問題將变得十分簡便，至少可以說將更加有把握地迅速找寻出人类所需要的各种矿产資源。

化探就是用地球化学的观点指导找矿，所以地球化学是这种找矿方法的理論基础。有人將化探只看成是一个“分析化学”問題，那是不全面的，因为只是分析，并不能說明如何找矿的問題。

金屬矿物中的金屬元素，从富集到分散，或者从分散到富集的現象，是十分普遍的。很多砂矿就属于前者。不少接触交代矿床就属于后者。不过，化探方法主要是研討金屬元素从富集到分散方面的現象。

通常，地質人員常根据轉石追踪矿产地，轉石就是从富集到分散的分散作用的产物。又如地質人員根据出露地表的矿化現象、蝕变現象来找矿，根据淘洗重砂的方法来找矿，

这些都可以說成是从富集到分散的分散作用的結果，根据所发現的分散范围或地段，反过来从而追踪富集的“泉源”——成矿的地段或矿体。不过，这些方法有一个共同点。它們的分散产物或矿化标志，都必須是肉眼能够辨識清楚的，如果不能被肉眼所識别，那就难以利用了。化探方法在这一方面就具有优越性。它通过近代灵敏度高的分析方法，可以发現肉眼所不能观測到的分散現象，那怕是矿物顆粒被风化成极細极細的、眼睛或放大鏡甚至显微鏡所不能辨識的微粒、甚或被溶解而渗散在地表疏松物質(土壤)中时，元素的含量虽很低，都仍可以被发現出来。这样就大为扩大了眼界和分散作用的可覚察的范围。所以在地表露头被复盖，或者是找矿标志被复盖的地区，通过分析，仍可了解金属元素的分散情况。通过分析岩石，根据分散在不同岩石中微量金属的不同含量，或不同的微量金属組份，某些輕微的、肉眼見不到分散有金属矿物的矿化地段，有成矿意义的岩石接触带，蝕变带，也同样都能可以被一一区别出来，因而增加了找矿的指示和方向。这就是說，靠肉眼的方法，对观測分散范围，有很大的局限性。化学元素分散、移运的范围一般都相当大，肉眼只能观測一小部分。采用分析方法就可以几乎发現整个的分散范围和地段。

从化探工作的角度講，为了便于叙述，我們可概括为二类金属元素从富集到分散的情况。

第一类，通称为次生的分散現象。有工业价值的矿床(富集着够开采品位的有用金屬元素)，由于遭受热涨冷縮、日晒夜露、雨淋水溶、水力冲击等等的影响，在相当长

的地質时期內，矿体受到侵蝕，便开始崩裂，于是大块变小块，小块再次分解成矿物微粒，对某些不稳定的矿物来說，甚或完全被分解成为可溶的金屬盐类。这时，由于风化侵蝕的結果，这部分矿体就以矿物微粒或金属盐类的形式向其四周分散，一般来說它向山坡的下方运动，遵循着重力（地心引力）的法則。最靠近矿体中心或上方的地方，矿化金屬的含量最高，几乎接近原有的品位含量；越往远处，含量就越来越低，最后終于接近一般地壳中該元素的平均含量，而至于消失。金属元素这一从富集的矿体向四周分散的現象；是在金屬矿已經形成之后，再次被分解的結果，所以称之为“次生”。

刚才我們所提到的重砂找矿方法，所謂矿物的重砂就是次生分散的产物。不过，重砂都是一些不易风化的、相当稳定的矿物，如錫石、黑鎢矿、綠柱石、辰砂、金刚石以及某些鉑、鐵、鉱、鈀等自然元素。它們一般只經受了物理的分解作用，即机械作用，沒有发生溶解等等化学过程的反应和变化。重砂的顆粒还是大，可以被肉眼或放大鏡、显微鏡所鑑定出来。不过有很多硫化矿床的矿物，如銅、鉛鋅、銀、鉬、鎳、鈷等等；就很易风化和溶解，这些矿物很不稳定，它們一旦遭受了风化侵蝕作用，就成为可溶性的盐类，在土壤中生成各种复杂的化学离子間的交換反应，有的被胶体吸附下来，有的被雨水、地下水带往更远的地方，但有时則生成另一种不溶性的盐类（如原生的方鉛矿，在不同酸度条件下，轉变成为不易溶的白鉛矿或鉛矾）又重新稳定下来。

这种被风化了的矿体四周所出現的金属含量增高的范围

和地段，在化探工作中有一个专門的名詞，即所謂“暈”。暈是一个比較形象的說法。在晴空的夜晚，我們有时看到明月的四周，围繞有一片白蒙蒙的光芒，这就叫做月暈。如果把矿体比作月亮，矿体四周分散着的增高了的金屬含量，也就可以被我們理解为是一种矿化暈的現象。还可以作一个更通俗的比喻。一块墨，放在一杯靜止的水中，經过一定时間后，带胶質的墨分子会在水中向墨的四周分散，这时从玻璃杯的側面，就可以观察到“墨分散暈”。墨分子是在水介質中分散的，靠墨越近，墨分子浓度越大，越远就越淡，即分散作用越弱。这个例子，可以作为形成矿床分散暈的原理的补充。不过应該說明，在矿体被侵蝕时所生成的分散現象，不可能是在水那样均匀的介質中进行，也不可能不含有其他的复杂化学組份，而不形成相互間的化学作用。因此在眞正的自然条件下所发生的分散現象，就要比我們所設想的比喻复杂得多。

第二类，通称为原生的分散現象。最基本的理解是：矿体周围的基岩中，也往往存在有矿体成分元素的含量增高带。因为这一含量增高带，是与成矿同时形成的，这和第一类成矿后风化成因的次生現象有着根本不同的区别，所以就称为“原生分散暈”。我們可以在不同成因的矿床，如沉积的、热液的、岩浆的矿床上观察到这种現象，但到目前为止，几乎还只有在热液矿床（主要是硫化矿床）上进行了这方面的研究。

应該說，分析基岩的原生分散暈方法，实質上是研究矿化場或矿化地段。但在矿化場或矿化地段內，不一定形成有

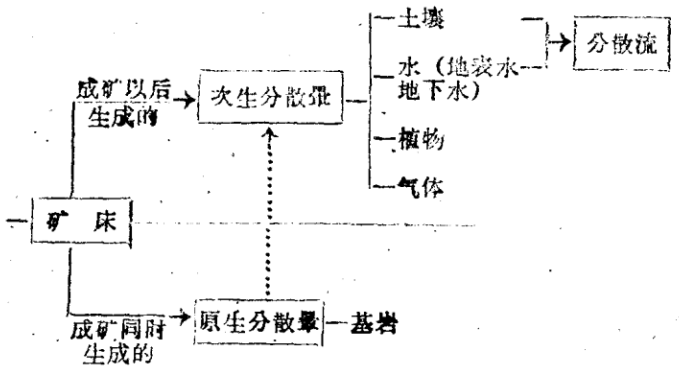
工业意义的矿体，有时只存在有矿物的分散浸染或是孤立的、不大的聚集体等等。因此有些学者認为成矿过程中所謂原生分散暈的形成，并不象次生分散暈那样能够得出明确的解释，所以有时就不常采用它。

不过，就多数热液硫化矿床来說，有一种很值得重視的現象。含有用金属元素的矿液，在成矿过程中，由于本身具有相当大的压力，相当高的溫度，因此自深部上升的矿液，往往沿脆弱的构造带，如破碎带、不同岩石的接触带侵入。在这些离深部矿体相当远的构造带范围內，可以发現矿化元素增高的現象（达几百米远）。矿液有时侵入构造带的围岩，有时也引起围岩的蝕变。在这种情况下，伴生的矿化元素所生成的原生分散暈的范围，有时比主要的矿化元素要大得多，所以在分析基岩的工作中，也采用分析硫化矿床的汞、砷、鎢、銀、鎢等等伴生元素作为指示元素，比分析主要矿化元素还更为有利一些。

当然这方面的工作，研究得很不够，在化探工作中还处于試驗研究阶段。看来，根据原生分散暈的理論，特别是在上述有利条件下，来找寻硫化矿床的深部盲矿体，有着比較广濶的前途。

总之，第一类的次生分散現象和第二类的原生分散現象，是进行化探工作二个重要的方面。在生产工作中，主要是采用次生暈方法。

我們可以用一个表格，总結一下上面所講的相互关系。



从表中可以看出，矿床的次生分散暈主要是存在于土壤、地表水、地下水、植物和靠近地表的气体❶中。存在于土壤和地表水、地下水中的次生分散暈，由于雨水的冲刷和搬运，以及地下水流、地表水流的运动，往往沿小河及溪谷往下游移动。这时，很多金属元素在搬运途中又被胶質的氫氧化物（鋁、鎂等化合物）所吸附，而在水系的底部沉积物中积聚下来。这种現象，称为“分散流”現象。采取水系底部沉积物进行分析的工作方法，通称为分散流方法。它可以节省面积性化探測量的分析工作量，能很快圈定出有远景的成矿地段，因而能很快指出布置詳查的工区，縮短找寻出矿体所需的时間，提高普查勘探的效率。

---

❶硫化矿石氧化时，氧参与氧化作用形成硫酸。当硫酸与碳酸質的圍岩接触，就产生CO_2。因此，条件良好时，在硫化矿体上方靠近地表的土壤中通过分析，常能获得氧的含量減低和CO_2含量升高的現象。这种工作，在苏联大比例尺詳查工作中，已有采用，据說也已取得效果。这种气暈，是一种間接的分散現象，并不是矿化元素直接的标志。

还应該說明一个現象。原生分散暈也可以遭受风化作用，生成次生分散現象。因此，有些时候，我們所分析的基岩中的金属含量，不一定完全是成矿同时的产物，它也可能被溶解和淋失，也可能从别的来源补給有某些外来的混入掺入物。

根据上面的分类，地球化学探矿方法可以分为四类：

一、岩石化学方法

1.分析地表疏松物質（土壤）。

2.分析基岩。

分析地表疏松物質（土壤）的方法，应用得最为广泛。在物探部門，专称为“金属量測量”方法。

二、水化学方法　分析地表水、地下水、泉水，特别是地質构造上有利于流經并冲刷深部矿体的上升泉水。

三、生物化学方法　分析植物的根、莖、叶嫩枝或树皮等。这种方法，生产中还很少应用。工作要求的条件，也較复杂，也不可能大面积采用。

四、气化学方法　分析土壤中的气体。金属矿化探工作中，除了硫化矿床有时可利用間接的标志分析氧及 CO_2 以外[1]，主要是分析放射性金属矿所产生的氡气。气化学方法，在石油化探中是主要的方法，或称气量測量，专門分析石油的重烃类气体。

所以，从上述四种方法来看，金属元素的分散暈已經进入了地球的岩石圈、水圈、生物圈和气圈的各个領域。金属元素在上述“地圈”中的分布和移动，由于經过各不相同的介質（有的是土壤，有的是水，有的是植物）和途径，所以

[1]見前頁注。

分散的規律也各不相同。这种情况就显得相当复杂，因此，应該通过大量的分析实践的資料，总結出一定規律来，这对提高这些化探方法的地質效果，有重要的意义。

地球化学探矿方法，究竟可以解决一些什么問題？根据現有的文献資料及我国的实际工作成果来看，大約可以归納为五个方面：

一、評价地区的矿化程度，圈出有远景的成矿地段，指出勘探工作的方向；

二、圈定矿化带或推断隐蔽矿体的范围及位置；

三、圈出基性岩、超基性岩体花崗岩块或某些其他的岩体，配合地質或物探进行填图工作；

四、圈定砂矿，如砂錫、砂鉛矿的范围；

五、检查物探异常，鑑别异常是矿所引起，还是非矿原因所引起。

由于自然条件各不相同，矿床的矿物成分也不相同，分散暈的形成条件也就不一样，这就造成化探工作的效果在这一地区很显著，而在另一类似的地区，有时就可能不显著。所以在工作中，应遵守技术操作的規定，不出差錯地进行采样和分析。取得的結果，不能单从分析所得的金属含量的高低去作評价，异常应該进行实地的地質观測，認眞加以对比，多作山地检查。如果只根据一些分析数据就想去进行評价，那就会发生錯誤。这种探矿方法在实践中已广泛証明行之有效，是通过实践获得发展的。所以理論上虽还不够成熟，但在地質普查勘探工作中，已为各方面所大量采用。

※　　※　　※

化探是地質工作中最年青的一門兵种。这个方法还只有三十来年的历史。

伟大的地球化学奠基者苏联学者費尔斯曼在1939年写了一本“地球化学和矿物学的找矿方法”（共440頁），他指出：“必須根本改变普查工作的方法，因为不推广新的地球化学的观点，我們就不可能很迅速地滿足日益增长的社会主义經济建設的需要”。

作者在同一書中（原文149頁），还提到了我国地質学家李四光和舒文博在1942年发表的有关閃长岩侵入体研究的工作。在他們的工作中，利用氧化物的等量綫，表明了SiO_2、Fe_2O_3、CaO在閃长岩中的含量分布情况。根据等量綫的位置，得出元素在侵入体內分异作用过程的概念，以及关于接触作用、閃长岩对石灰岩的同化程度和同化作用对形成鉄矿地段的影响等等一系列的概念。費尔斯曼認为：这个工作，实質上是近代地球化学方法的先声。这与現有的化探工作方法在基本內容上可以說是十分一致的。

当然，地球化学找矿工作眞正的开始，应当首推苏联。1936年，薩伏朗諾夫（Н. И. Сафронов）首先提出矿床分散暈的概念并指出它在普查找矿工作中的意义，在同一时期，薩伏朗諾夫在普查錫矿时采用了光譜分析方法，弗列罗夫（Б. Л. Флеров）用錫量測量普查原生錫矿床，泽宁（М. Ф. Зенин）在銅矿区的銅量測量工作，均取得了不少效果。

在苏联卫国战爭期間，金属矿的化探工作或多或少受了一些影响，但是在战后，运用的規模，有了空前的扩大。从

1951年后，化探工作轉入以普查为主的方向，地質效果大为提高。1955年苏联地質保矿部明确发出指示，規定各个地質机构在地質工作一切阶段中，必須研究并推行地球化学方法，其中最主要的方法为金属量測量方法。

在欧、美等国家中，地球化学探矿工作开展得比較晚，主要也是在第二次世界大战以后才較广泛地开展应用。这方面工作做得比較久一些的国家，有芬兰、美国、加拿大、瑞典等国家，最近新西兰、澳大利亚、日本、奥地利也都比較重視这方面的工作。

我国的化探工作是在1951年前后开始的。目前在地質部、冶金部的各个地質机构、物探机构中都已开展了金属量測量工作。从1958年起，并已开始推广分散流及水化学找矿方法。在研究工作方面，已开始注意原生晕的試驗工作，开始向找寻稀有分散元素方面扩大化探工作的領域。几年来，我国各主要有色金属矿区大都做过化探工作。已进行普查并能取得一定效果的金属元素，計有銅、鉛鋅、鎳、鉻、鉬、錫、錳、汞、鎢等。

第二节　化探和分析

在第一节里，我們已經說了一些化探和分析的关系。我們說，化探是根据地球化学原理进行指导找矿的。化探需要一些灵敏度比較高的分析方法。但是这样說，还是沒說清問題，有必要作一些补充。

化探和分析究竟有些什么关系？化探在野外采取了成千

上万的土壤或岩石样品，目的不就是要分析这些样品嗎？化探工作很大一部分工作量是化驗分析，不就是根据分析結果的高低，就可以說明有矿无矿嗎？事实上問題并不是那么簡单，但确实有一些人又把化探和分析混成为一回事。因此，这种看法，須更改过来。这是一种誤解，是一种不全面的看法。

对化探来說，为了了解化学元素在地壳中各个不同部分（如不同类的岩石、土壤等等）中的含量分布情况，当然要进行分析工作。极微的含量，还得采用近代灵敏度高的分析方法。分析是一項专門的技术，是化探工作的重要組成部分。分析質量的好坏，直接影响着化探工作的地質效果。但不管怎么說，分析只是化探工作的手段，不是工作的目的。只取得一些元素的定性（有什么化学元素）、定量（該元素的含量多少）資料，并不就算完成了化探工作的任务。

过去我們常說“化探化探，化而不探”那么一句話。这是指在某一时期，我們比較强調分析方法的探討，而对結合具体的地質情况，充分利用化学数据来說明地質效果这一方面，有所忽視。看来，只强調分析是不对的，这点直到目前为止，还值得引起一定的注意。

那末，化探除了需要用分析方法作为了解化学元素定性、定量的分布情况以外，究竟还有些什么內容呢？化探究竟怎么样“探“法呢？

我想，回答这方面的問題，还是得从“化学元素在地壳中的分布有着一定的規律性”这句話說起。

要确定化探工作的分析項目（分析哪一些化学元素），

就需要按化学元素分布的規律性办事。否則我們就难以正确的选择和确定被分析元素的項目。

在普查工作中，因为地区的地質情况还不够清楚，进行化探工作时，究竟以那些元素作为分析項目好；常常是一个比較伤脑筋的問題。但是幸好在一定的地質成矿条件下，往往产出相同的一些元素和矿物，这些元素和矿物間的共生組合关系具有通性，常常是很典型的也是很有代表性的。因此，当我們在一个地区进行工作时，就有可能根据相应的地質資料作出比較合乎实际的推論，因此如何确定分析元素項目，也就比較容易了。

在經过大量分析工作后，我們会取得不少有意义的化学元素的定性、定量資料。我們如何用这些資料来說明地質現象，这也需要从探討元素和矿物的共生組合的規律性着手。其次要研究金属元素在氧化带中元素迁移的規律，特别是氧化带中硫化元素迁移的規律。显然这是一个十分重要、十分有意义的問題。

在本节內，我們只討論一下选择分析元素方面的問題。至于如何說明分析資料的地質效果，則留待别的章节中討論。

就化探和分析的关系作了一些簡单說明后，下面我們想分别談几个与上述討論有关的問題。

化学元素在地壳中的平均含量（克拉克值）对化探工作的意义

各个元素在地壳中的平均含量，我們称之为“克拉克值”。关于这一点，我們已在第一节中作了叙述。

化探本身的任务并不是为了研究和确定克拉克值，而是在工作中需要应用这些数据。

最重要的一点，在任何情况下，化探所采用的分析方法，其分析灵敏度不允許低于（至少是近于或等于）克拉克值❶。一般来說，某一元素的克拉克值含量，相当于（近似

---

❶

金屬含量范围(%)	(Ⅰ) 該元素相应的光譜分析灵敏度	(Ⅱ) 該元素的地壳平均含量（克拉克值）
10^{-5}—10^{-6}	汞	碲、金、銖、銠、鉑、鈀、銀
10^{-4}—10^{-5}		鋨、銀、銦、鉿、鈤、鈮、鎢、碘
10^{-3}—10^{-4}	銀、鉍、銅、鎵、鈉	鎵、汞、釩、砷、鎘、鍺、鉈
10^{-2}—10^{-3}	錫、金、硼、銀、鎘、鈷、鉄、鎳、鋼、鋰、鋰、鉬、銀、鉑、鉍、硅、錫、鉞、鉄、鉻、釩、釔、鋅、鉻、鉻	鉈、鉛、鉬、鉻、鈷、鉍、鋰、鎢、銀、釔
10^{-1}—10^{-2}	砷、鉛、鐳、鈮、銖、鋯、鎢、釷、鎢、鋅	銅、硼、鉾、鎳、氖、銻、鈉、銀、鉄、氟、磷、鈾
1—10^{-1}	鉍、鉀、銀、磷、鉕、鈾、氢、硒、鉭、鈾	錳、鈦
> 1		鎂、鉀、鈉、鈣、鉄、鋁

※Hg的分析灵敏度是采用专門裝置的分析方法来进行測定的。

这里所列的光譜分析灵敏度都是以中型石英光譜仪的条件为基础。

表中分別列举了各个化学元素的克拉克值（見Ⅱ栏），同时也列举了各該元素的光譜分析灵敏度（見Ⅰ栏）。

通过在（Ⅰ）栏、（Ⅱ）栏分別查明某一元素的光譜分析灵敏度及克拉克值后，根据分析灵敏度不能低于克拉克值的要求，就可了解該元素的光譜分析灵敏度是否胜任担任化探分析。

于）“正常場”的含量。如果分析灵敏度不够，就难以清晰区分“正常”和异常。这样就会影响工作質量，甚或导致工作产生錯誤。

但是，某一元素的地壳平均克拉克值，只能一般地作为“正常場”的含量（背景）来考虑，在实际工作中，元素的正常場含量是因地而异的，并不是平均值所能概括的。例如在大块花崗岩体地区，可能地区內錫的含量很高，这实質上是由于这一花崗岩体富含錫所引起的，如果以地壳平均克拉克值去作比較，显然这样評价所得的“异常”，并沒有什么意义。又如基性岩地区，鎳的含量一般都很高，如果也拿平均克拉克值去作比較，也会导致同样的錯誤。因此，在我們的工作中，除了要用地壳平均克拉克值作参考以外，也需要就就地实測一些不同岩石、土壤的元素平均含量的資料。我們把这种工作称之为測定背景値。这和物探方法測定物性参数一样，是保証提高推断解释工作地質效果的重要工作內容之一。

下面列举一些有关主要岩石类的元素平均含量資料（表1）。利用这些資料确定正常場．有时比利用地壳平均克拉克值更为实用一些。当然这也并不是說，我們在分布有些岩石的地区工作时，有了这些資料，就可以不进行測定区域克拉克值。因为死凭經驗数据，究竟是有不少危險的。

关于确定化探分析項目方面的一些問題

分析元素項目的多少，取决于工作任务的性質。化探工作的任务，通常也分为路綫測量、普查測量和詳查測量三种。現分述如下：

路綫測量的任务是說明調查地区的金属成因的特点，在工作中也有可能順便发現最大矿床的分散暈或分散流。工作比例尺一般为1:100 000及小于 1:100 000。这时，由于工作地区的地質情况了解得很差，矿产标志不多，也不清楚它的規模；矿点也很少；工作地区是否有地質前提也尚无确切的看法；因此在进行工作时，一般就需要分析所有凡能形成独立矿物及单独富集的矿化元素。根据苏联規范的要求，計約30种元素之多，即鋰、鈹、硼、氟、磷、鈦、釩、鉻、錳、鈷、鎳、銅、鋅、鎵、砷、鍶、鋯、鈮、（鉬）、銀、銀、錫、銻、銫、鈰族、釔族、鎢、汞、鉛、鉍、鈾等項。这方面工作，我們沒有經驗，物探部門还几乎沒有进行。分析采用半定量的光譜分析方法。

普查測量，是化探工作中应用最广、最起效果的方法。工作的比例尺在1:50 000到1 :25 000 之間。这种比例尺我們采用得最多。通过普查測量，一般可以发現矿床和呈矿現象的分散暈，也就是可以找出矿化带，并初步評价矿产的远景及可能的矿产工业类型，并从而指出詳查工作的地段或方向。

由于进行普查測量时，地区的地質情况已有所了解，所以一般只需分析10—15种元素。对其余的一些矿化元素，只是进行重点观測，发現有意义的含量时，再另作补充的測定。在这一阶段，我們也仍采用半定量的光譜分析方法。

在普查工作中所需分析的10—15种元素，究竟是哪一些元素呢？我們如何去选择确定这些分析元素的項目，是一个值得討論的問題。

表 1

元素	超基性岩（純橄欖岩、橄欖岩、輝岩等）	基性岩（玄武岩、輝长岩、苏长岩、輝綠岩等）	中性岩（閃长岩、安山岩）	酸性岩（花崗岩、流紋岩）
鉛	—	8×01^{-4}	1.5×10^{-3}	2×10^{-3}
鋅	5×10^{-3}	1.3×10^{-2}	7.2×10^{-3}	6×10^{-3}
銅	8×10^{-3}	1.4×10^{-2}	3.5×10^{-3}	3×10^{-3}
銀	3×10^{-5}	(3×10^{-5})	—	(1.5×10^{-5})
鎘	—	—	—	(2×10^{-4})
鎵	—	1.9×10^{-5}	—	1.5×10^{-5}
鉬	1.3×10^{-6}	—	—	1.2×10^{-5}
鎢	4×10^{-5}	1.4×10^{-4}	9×10^{-5}	1.9×10^{-4}
錫	—	(1×10^{-3})	1×10^{-4}	—
汞	—	6×10^{-4}	—	4.5×10^{-3}
砷	—	9×10^{-6}	—	4×10^{-6}
銻	2.8×10^{-4}	2×10^{-4}	2.4×10^{-4}	1.5×10^{-4}
釩	1×10^{-5}	1.5×10^{-5}	2×10^{-5}	4×10^{-5}
鉻	1.4×10^{-2}	2×19^{-2}	1×10^{-2}	4×10^{-3}
鈦	2×10^{-1}	3×10^{-2}	5.6×10^{-3}	2.5×10^{-3}
鉭	3×10^{-1}	9×10^{-1}	8×10^{-1}	2.3×10^{-1}
鎳	2×10^{-2}	4.5×10^{-3}	2×10^{-3}	5×10^{-4}
錳	1.2×10^{-1}	1.6×10^{-2}	5.5×10^{-3}	8×10^{-4}
鉄	1.3×10^{-1}	2.2×10^{-1}	1.2×10^{-2}	6×10^{-2}
鋯	9.85	8.56	5.85	2.70
鈾	—	1.5×10^{-4}	(1.5×10^{-4})	3×10^{-4}
鈧	1×10^{-3}	2.4×10^{-3}	1.5×10^{-4}	7×10^{-4}
鋇	1.5×10^{-3}	2.7×10^{-2}	6.5×10^{-2}	8.3×10^{-2}
鍶	2.7×10^{-3}	4.4×10^{-2}	8×10^{-2}	3×10^{-2}

注：根据 A.П. 維諾格拉陀夫的資料。

我們不可能随意去确定一些分析項目，无根据无目的地在設計書中写上分析銅、鉛、鋅等等元素，如果眞的那样，就会給工作带来損失。

因此为了比較有根据有目的地确定分析元素的項目，建議合理地从“化学元素和矿物的共生組合”着手，是很有好处的。在不同的地球化学条件控制之下，由于元素和矿物的共生組合的規律性，常說明在一定条件下，会产出一些什么元素或矿物。根据在工作地区內的矿化現象及其共生組合的关系，从而确定分析項目，一般比較方便些。現列举各类岩石中典型的元素和矿物的共生組合的例子，供工作参考。

一、超基性岩（純橄欖岩、橄欖岩）

1.鉻、鉄、鎂（鉻鉄矿、蛇紋石）。

2.鉻（較少）鉄、鉑和鉑族的銥、鋨等金属（鉻鉄矿、自然鉑等）。

二、基性岩（輝长岩、苏长岩等）。

1.鉄、鈦、釩（輝长岩中的磁鉄矿、鈦鉄矿）。

2.鉄、銅、鎳、鈷、鉑、鈀（苏长岩和橄欖輝綠岩中的磁黃鉄矿、鎳黃鉄矿、黃銅矿、磁鉄矿等）。

三、硷性岩石（正长岩、霞石等）。

磷、鉄、有时有鋯、鈦、鈮、稀土元素等（磷灰石、磁鉄矿、某些冻土带中的异极矿、榍石、鋯鉄矿、非晶矽酸鈰鈦矿及許多其他稀有矿物）。

四、酸性岩石（花崗岩、花崗閃长岩、石英閃长岩）。

1.鎢、鉬、錫、鋰、氟、硼、有时有鈹、鉍、砷、鈮、鉭等（鎢錳鉄矿、鎢酸鈣矿、輝鉬矿、錫石、鱗云母、黃晶、

螢石、电气石、綠柱石、鋰輝石、鉍以及成因上与伟晶花崗岩浆有关的元素）。

2.鉄、有时有鉬、鎢、錫、間或有銅（接触交代矿床中的磁鉄矿、赤鉄矿、白鎢矿、輝鉬矿、黃銅矿、黃鉄矿等）。

五、成因上与酸性侵入岩有关的高、中、低溫热液矿床。

1. 金、鉄、硫、砷（砷黃鉄矿、黃鉄矿、金等）。

2. 鋅、鉛、銀，有时有銅、金、鋷、鎘、鍺等（閃鋅矿、方鉛矿、黝銅矿、硫砷銀矿，硫銻銀矿、黃銅矿、黃鉄矿等等）。

3. 銀、鈷、鎳、砷、釩、鉍(銀、輝銀矿、硫砷銀矿、銻銀矿、輝砷鈷矿、輝鎳矿、砷鈷矿、砷鎳矿、非晶鈾矿、鉍等）。

4. 金、銀、碲、硒、銻等(金和銀的碲化物及硫化物)。

5.汞、銻、硫、氟、有时有砷（辰砂、輝銻矿、螢石、雄黃、雌黃、白鉄矿等）。

这里，关于风化壳矿床，(其中矽酸鎳型矿床应在外)、盆地及盐湖的沉极矿床，因与化探工作关系不大，故予以删略。应該說，在化探普查工作中，目前效果最好的主要是热液矿床。

当我們在某一地区进行工作时，为了选择确定化探普查的分析項目，首先应了解工区的一般地質条件及成矿特点，結合上述在不同岩石类中不同元素和矿物的共生組合規律性，就可以作出比較有根据的确定。例如，对热液矿床来

說，化探普查一般可分析鎢、鉬、錫、銅、鉛、鋅、錳、鉍、鎳、鈷、銀、砷、銻、鋇、鎘、汞等等成矿元素。

总之，确定分析項目，須根据当地的地質岩矿条件实況出发，結合一般的規律，才能作出决定。任何臆測的和无根据无目的地确定分析項目，只会对工作带来盲目性，甚或导致損失。

最后，也談一談詳查工作的分析項目。布置詳查工作的依据，一般是根据普查測量或重砂的良好結果；对已知矿点、老坑道或古代开采过的老矿来进行。这时成矿情况已知道得相当清楚，工作的目的也只要求詳查一、二种元素，所以分析項目的确定就成为十分簡单了。也就是說，知道是什么矿，就分析什么矿就行了。

詳查工作可以直接找出矿田及矿床界限，沿走向追索并圈定单个矿体或含矿带的分散暈，所以詳查工作結果对指导揭露和勘探工作十分重要。分析基岩的詳查工作，在有利条件下，还有可能发現"盲矿体"。

在我們工作中，矿点检查性質的詳查工作相当多。为了大力开展这方面工作，減輕目前光譜分析工作量过重的情况，对只是分析1—2种元素的化探詳查工作，应該在野外就地采用簡便的比色或斑点分析方法。这些方法的灵敏度足够用来发現异常，甚或比光譜的灵敏度还要高一些。

附带說一个問題，有的同志对普查工作分析多种元素，認为并不必要，認为只需分析一、二种根据一定地質情况所推測的主要矿化元素就行了。这种看法，是值得商榷的。因为在广大被掩盖地区內进行普查时，人的主观判断很易发

生錯誤。多观测分析一些元素，对工作只会有好处。在簡旧我們做了普查，明明光譜上的錳异常很好，但由于沒有观测，就把它讀漏了。在湖南，就由于比較重視这方面工作，不时取得較好的稀有分散元素的效果。所以多观测一些元素是必要的，既用了光譜分析，而不去充分发揮作用很为可惜。更重要的是多讀些光譜上元素的分析結果，对今后綜合解释成果也极为重要，这远不止是一个直接找矿的发現矿化的問題。

分析方法

沒有分析方法是不可能进行化探工作的。采来的土壤、岩石、水、植物或气体等等样品，都需要通过分析以了解元素的成分和含量。分析方法的正确与否，以及能否反映异常，这些和能否取得地質效果有直接的关系。

化探所分析的样品，含量都很低，它的計量单位，不是百分之几、千分之几，而是百万分之几[4]。因此，化探工作所要求的分析方法，要具有足够的灵敏度。

化探分析工作，要求把异常反映清楚，能把“异常含量”和“正常含量”相对地区分清楚，因而准确度的要求可以适当放低。目前化探采用半定量的方法，分析手續相当簡化，这有利于分析大量样品，同时可以提高生产的效率。

---

[4]化探常采用的計量单位有三：1.γ—即微克。亦即百万分之一克。γ/g是指一克样品中含多少微克金屬量。2.$n\times10^{-4}\%$——指含百万分之几的金屬量。3.PPM，意即百万份中的若干份。亦即百万分之几，有人譯作“百万分比”。上述三种单位，采取何者为单位，一般是习慣問題。

我們的生产工作中，已大量采用半定量的快速光譜分析及比色分析方法。两者都具有足够的灵敏度，同时重現性（同一方法，同一样品，其第一次和第二次的分析結果，十分近似或一致，称为重現性好）也比較好。这二种方法都适用于大量分析，每个台班或組班可完成250—800分析样品。这些快速半定量方法的成本比正規方法便宜，特别是野外快速半定量比色分析，設备簡单，便于移动，用很小的投資就可把分析組建立起来。

但是光譜分析和比色分析各有一些优缺点。

光譜分析的优点是一次測定，可以同时观測多种元素；分析結果可以在相板上长期保存下来，既可供反复应用，也便于检查質量。它的仪器相当貴，設备也笨重，工作需要电源等等虽都是一些缺点，但一旦安装妥当，工作起来比較方便。

問題是光譜分析对砷、磷、硒、碲、鉭(鈮)、鋅、金、金汞鉰、鈦等等元素，分析灵敏度相当低，不能滿足化探要求。这方面虽已从方法上作了研究改进，但往往需加附屬設备或特定的攝譜条件，手續仍較麻煩，所以还不很令人滿意。

比色分析最大的优点是分析灵敏度一般比光譜为高，对灵敏度要求高的分析样品，就得采用比色；对某些組份，如SO_4''离子，光譜就无法进行分析。此外，野外快速比色条件的比色方法，其平均相对誤差也比快速半定量光譜分析为小（比色±20—30%，光譜在好条件下，仍在±50%左右），样品可以不必磨得光譜分析所要求那样細，这些都是优点。但比色分析也有不少缺点，它不能一次測定多种元素，要

測多种元素，就得多次操作，多次耗用試剂及时間。目前如錫、鎢、鈹、銻、鉍、釩、鎵、鍺、錮等等元素，也还缺乏較好的甚或沒有相当的比色方法，它需要供应較多的有机溶剂及試剂，需要做好酸类运輸工作，这些都增加了工作的困难。

目前我国在化探工作中采用的半定量光譜分析主要依据苏联金屬量測量規范的要求进行。野外快速比色方法，主要根据物探研究所历年所制定的方法进行。

近年来，我国也开始将斑点分析及紙色层分析在化探工作中加以应用，不过元素的种类还窄，个别元素的分析灵敏度也嫌不够，尚須加以改进。不过这些方法必須推广，不仅方法更为簡便，可以担負大量的詳查分析工作量，同时更主要的是它可以节省不少市場难以供应的有机溶剂。这些对化探工作的进一步开展，不能說不具有重要的意义。

第三节　化探的采样

有些人認为采样工作，就只是用鉄鍬或洋鎬挖一把土，打一些石头，此外也就沒有什么“学問”了。認为只要不把样品号碼搞錯，也就滿可以保証工作質量了。这至少是一种不全面的看法。这种看法，年来虽已有所糾正，但还沒有彻底解决。应該說，这种看法是有害的，对化探工作深入取得地質效果有一定的危害。

为了提高采样工作的水平，更好地发揮化探工作的作用，下面談談化探采样問題。

化探通常采三类样品：1.残积、坡积物（土壤）；2.岩石；3.水（地表水、地下水、泉水、……）。

关于采取岩石样品、水样样品的化探工作，目前还处于試驗性的生产阶段，用得不多，所以这方面的采样問題，以后另作討論。这里，我們只就生产中已广泛采用的金属量測量的采样問題，作一些說明。

采样工作，也应該根据多、快、好、省的要求办事，我們所采的样品，要保証能够反映“矿床分散暈”的存在，采的样品，要有代表性。这时候，也要講求采得多，采得快，講求效率。但只图快，不注意采样的基本要求或条件，那是錯誤的。因为所采的样品，如果不能反映矿床或矿化带的存在，那末采得再多，也不会有什么地質效果，也就是說我們白白花費劳力，分析了大量沒有意义的样品，这只会給工作带来返工浪費，造成时間的損失，也会导致工作作出錯誤的結論，漏掉有意义的矿体和矿床。当然，采样工作也不能神秘化，应該反对拘泥于所謂“学术理論”，而脫离生产的实践，形成裹足不前。一句話，可以采浅一些的，就不必費时間采深的；可以重量采少一些的，也不必加大“安全系数”，采得过多过重。只有这样，才有利于提高效率，确保应有的質量。

采样的基本要求

采取残积、坡积物（土壤）的样品时，一般应注意下列三方面的問題：（1）采多深？（2）采多重？（3）哪些

地方不采？

采多深　一般来說，干旱地区，可在地表深15—20厘米处采样；在潮湿的亚热带气候地区，可以深一些，在深40—80厘米处采样。据現有生产資料来看，这样的采样深度，当残积、坡积层小于10—15米时，可以有效地反映异常。

采样时，应該透过地表土的腐植层。我們常常說不采腐植层的样品，这是因为腐植层內，腐烂有树叶，草根等等植物質，它会产生有机酸，酸会促进金属盐的溶解，結果这一层內的金属含量发生了貧化。再者，植物有机質对光譜分析的激发燃烧，容易发生噴濺；对比色分析的溶液显色，容易发生混浊；所以对分析工作是不利的，故我們不采取腐植层的样品。

应該指出：残积、坡积层大于15米时，金属量測量，在一般条件下，已不可能取得好的效果。因此，前面所提到的采样深度，显然是不可能反映异常存在的，这时就应該加深采样的深度。

在残积、坡积物复盖不厚的地区，或者复盖厚的地区，在开始工作前，最好都能在已知矿区作一些試驗工作，以具体决定采样深度。光依靠經驗的采样深度去采样，由于地質、自然地理条件的变化，有时不可能最清晰地反映异常。試驗工作所采样品并不需要很多，只須通过有已知矿的探槽槽壁有目的地采一些样，作一些分析对比就可以了（关于合理确定采样深度的試驗工作方法，可参看O.A.薩瓦茨基“关于金属量測量方法的一些問題”見地球物理勘探1959年第4期）。当采样深度合理确定后，在野外不应任意改变，同时

要加强检查工作，保証采样深度的質量，不允許任意采浅的样品来代替。

采多重　样品可以少采而采多了，对野外工作的确是一个負担。样品采得多，势必增加每天从很远的工区背回到队部駐地的样品重量，也增加了远往分析站的不必要的运輸費用，和今后样品加工的麻煩。因此，合理确定样品采取的重量，是化探野外工作中的一个重要問題。

样品采多重，一般来說，硫化金属矿床元素，采50克左右就可以了。如果这时的残积坡积物質很細，粒質均匀，还可以适当減少（如20克左右）。規范規定采200克，看来是采得过多。不过，对某些不易风化的鎢、錫矿床的矿物元素来說，由于残积坡积物中碎屑物質較多，分布又不均匀，采样量还是应該多一些。根据經驗，采150克左右也就可以了。

样品采多重的問題，取决的因素相当多，下面所說到的金属元素在残积坡积物（土壤）中分布的均匀程度，以及金属元属富集于残积、坡积物(土壤)的那一类顆粒級中等等，都是值得重視的問題。

应該指出：均匀分布与残积坡积物的顆粒級的大小是有关系的。金属元素往往有規律地富集于相应大小的顆粒級中。所以，这两者是决定采样重量相当重要的因素。

現将几种金属元素在残积坡积物的哪一顆粒級中最为富集，以及样品所需采的重量（根据經驗的資料），列于表2。

从表2来看，比較稳定的、不易遭受风化的金属矿物元素，如錫、鎢等，它富集于較大的顆粒級，样品的重量采得

表 2

矿床类型	疏松物質中最富集的顆粒級	样品所需的原始重量
1.錫矿床		
伟晶岩-錫矿床	1—3 毫米	>150 克
石 英-錫矿床	0.1—0.5 毫米	> 30 克
2.鎢矿床		
石 英-黑鎢矿	1—3 毫米	>150 克
矽嘎岩-白鎢矿	0.25—1 毫米	>100 克
3.鉛矿床	0.25—1 毫米	> 30 克
4.鉬矿床	0.25—1 毫米	> 30 克
5.鋅矿床	0.1—0.25毫米	< 30 克
6.銅矿床	<0.1 毫米	< 30 克

比較大。活泼性較大的、易于风化的金属矿物元素，它富集于較小的顆粒級，样品的重量采得就比較小。元素相同，矿物成分不同，所富集的顆粒級也有差别。但总的看来，元素所富集的顆粒級的大小与样品所需采的重量之間，有一个成比例的关系。

这种情况，可以用数学公式来表明。在金属量測量工作中，目前常采用下列公式計算样品需采的重量。

$$Q=\frac{\delta_2\cdot C_p\cdot d^3}{C_n\cdot \Delta^2}$$

Q——样品的总重量；δ_2——金属矿物顆粒的重量；C_p——金属矿物中的金属含量；d^3——样品顆粒的体积（顆粒級^3）；C_n——样品中的金属含量；Δ^2——平均偏差。

①此公式的来源請參看北京地質学院E. M. 克維亚特可夫斯基专题化探講稿。

根据此公式，已可明显看出采样的重量和顆粒級大小之間存在着一定的比例关系。

因此，我們在討論采多重的时候，就不能不联系到金属元素在残积坡积物的哪一个顆粒級中最富集的問題。但是注意最富集的顆粒級，并不等于不必注意金属含量富集較差的顆粒級，因为往往由于考虑到加工上的經济和便利，我們有时候有意改变采样的重量。例如，錫、鎢在1—3毫米的顆粒級中最富集，在0.5—1毫米中富集度降低20%左右，但是后者的含量降低不大，所以仍能反映异常，这时，为了提高加工效率，我們就根据0.5—1毫米的顆粒級来采取样品，样品重量显然不必按1—3毫米的要求，采150—200克，而只采50—100克就同样可以完成工作任务。因此采得少，并不降低效果，但是却大为減少了运輸和加工量。

在不同的地区，不同岩矿条件下，試驗应以何种顆粒級来計算一下采样所需的重量（当然元素所富集的顆粒級与样品加工过程也有关系。这里不討論这方面的問題），也是有意义的。試驗的方法，可参見前面所提到的O.A.薩瓦茨基专家的同一篇文章。

从所列公式来看，也还应該提到样品金属含量的浓度問題。如果样品的浓度較高，所采样品的重量也可以适当減小。

总之，上述的一些情况和条件，只是企图說明一些簡要的道理，在生产实践中，按习慣或規范所訂的重量采样，一般并不致于造成漏失有意义的异常。

哪些地方不采　根据現有規范及資料，認为在巨砾及岩

块沉积——冰冻或沙漠风化产物（石流、石河）发育的地区，在地势陡削的地形地区以及分散量不能有規律地发育的条件下，运用金属量测量这一方法来普查矿床是很困难的。

在很厚的冲积及冰川沉积发育的地段，金属量测量往往也不能取得效果。

苏联的經驗認为：残积坡积物的厚度大于15米时，金属量测量的效果也很受限制。这时，要采用輕型的鑽具，鑽取深部的样品。这种做法，成本比較高，也較費事，也难适合用来进行大面积的普查。

近几年来，我們在西北黃土地区，內蒙风成物复盖的地区，进行了一些金属量测量的試驗性生产工作。初步証明，在这种地区进行工作的有效性，是不大的。看来，只有改进采样方法，直接采取被掩盖下部的残积、坡积物質，才可能有較好的效果。我国东北部大片原始森林区，表部腐植层厚达一米，这对金属量测量也是一个很大的困难。这些地区，不宜作面积性金属量测量，但有可能沿水系采取淤泥，进行水系金属量测量（分散流）的工作。

目前工作中，我們还有一些难以采样的地区。广大复盖有第三紀第四紀近代沉积的平原当然不能采样，而許多种有植物的庄稼地、水稻田，由于人的活动，人工搬运和人为沾污的可能大为增加了，所以这些地区都不宜采样。

在废矿堆、古代炼渣地区，一般不必采样，但在采样記录本上应加以記載，并标明相应的位置。但是有时有目的地为了研究废渣的干扰問題，就有必要采一些样品，以便用来对比异常，查明引起异常的可能的原因。

那些地方不采样，还是一个值得討論的問題。这个工作，还有待从大量生产資料中，系統地作一次总結，作出更为切合实际的結論。

采样必須做好記录

不仅要采合乎要求的样品，也必須重視采样的記录。做好記录，对提高化探工作的質量和效果，起着重要的保証作用。不做好記录工作，不仅容易搞錯或找不到异常，也容易使我們在获得一堆异常之后，难以先在室內整理工作阶段，分辨主次，从中选择有意义的异常先作检查，或先删除肯定为无意义的或沾污干扰所引起的异常。在面积性的普查工作中，发現的异常往往不在少数，如不能先在室內，根据剖面的采样記录先就异常作一些对比分析，那确实是很难迅速指出下一步的工作方向。

記录的內容，不外乎二部分。

一、主要是說明采样的位置、点綫距、点号綫号、測綫的方向、以及决定采样点的地物因素等等。这时，最好繪成地形剖面，用一定的比例尺标明点距，标明采样点位于山頂，抑或位于山坡山麓等等；还应在图上标明坡度、水的流失方向；采样点附近有无河流、坑道；以及有无村庄及其他重要地物标志。这对以后找寻异常以及評价异常，都是很有用的資料。

二、主要是說明地質的以及对化探异常有干扰的因素。这里首先要作好地質描述应繪制地質剖面。事实上，化探采样人員，在采样过程中，应該将每一条剖面，繪制有相应的

地質地形剖面。这时，沿剖面綫所察覚到的岩性变化，矿化現象及矿化找矿标志，残坡积层的岩石成分，地表沉积物的特性等等，都应作比較仔細的描述，用符号标明在剖面上，或記載于記录中。对废矿硐，炼渣以及近代人的活动所造成的干扰（如矿山排水、近代化学施肥、各种农药的使用……），可能造成假异常的种种因素，在采样的过程中，都应注意分析观察，記录中也应有所反映。

应該特别强調一下地質記录。这个工作我們做得相当差，应加以改善。否則对成果的解释来說，会造成不少困难。

我国的地質工作，建国十年来有了飞跃的发展，但是我国幅員辽闊，很多有希望的成矿构造区，都还缺乏地質图。不少化探工作，是根据已知矿点向外围扩大作普查的，既少相应比例尺的地形图，更缺少相应比例尺和合乎要求的地質图。因此在进行工作时，沿每一条剖面作必要的地質观察，就更为迫切需要。作好化探記录，不仅对今后解释成果，可以提供有力的地質依据；同时根据化探每一剖面的記录，我們也可以綜合成不合正規要求的“地質草图”。我們只要在采样所經过的每一条剖面上，順便观察一下地質現象，然后根据化探测綫剖面构成的地質草图。事实上这已完全可以滿足化探成果解释的需要。特别是在1:50000—1:25000之間的工作，这种地質草图的需要更为迫切。这个工作，不少省的物探大队已經取得了一些經驗，証明这种做法能符合多快好省的要求，是十分适合我国目前条件的需要的。

我国各金属矿区，地形一般均切割相当剧烈，因此就是

在残积、坡积发育的地区，出露的情况也是比較好（至少在山坡山麓可以見到出露）这对編制“地質草图”十分有利。

应該指出：有了地質草图，有了每一条采样剖面的地形地質剖面图和采样記录等等資料，我們就可以用来解剖异常，开始作室內的資料解释工作。这时，我們对异常的解释，就不会只停留于描述异常的大小、异常值的高低，而可以更深入一些作出某些有关矿产成因上，和矿体可能存在的具体位置的推論。更明确一点說，在进行室內資料解释时，凡是有异常反映的剖面，我們都得翻一翻原始記录本或地質地形資料，結合地質描述进行各化探剖面的对比，看看附近是不是有造成沾污的客观因素，有沒有与异常有关的矿化現象，是些什么岩石和矿物，他們之間有无不同，在同一剖面上或相互之間岩性是否有变化，是否有接触带，或其他构造带的存在……通过这些研究，我們就可以得出一些地質的初步想法。这样，再經过作一些精測工作，和实地的检查，我們就可以較有把握地作出勘探建議或結論。

采样記录是很重要的工作。采样員不能說野外沒有什么可記的，而是应該說有可記的，問題是努力提高地質业务，使自己不仅是一个有經驗的化探采样員，同时也是一个有經驗的地質員。每一个化探采样員，必須明确自己的工作，是采样員，也是地質員。

加强采样記录工作，对采样效率会有一些影响。这些影响，随着采样記录水平的提高，逐漸趋于減小。做好記录工作，表面上是影响了采样效率，但是沒有好的記录，就难以作出正确的地質評价；記录不做好，就不能取得好的地質效

果。因此，必須明确采样工作的目的是为了取得地質效果，不是为工作量而采样。問題是要多做工作量，也要多作記录；这是相輔相成，互相促进的关系，是可以統一的，不是对立的。

关于混样問題

在作大量金属量測量样品的光譜分析之前，混合相邻的样品可以得到很大的經济效果，这样作可以減少分析的工作量和时間。混合相邻样品不等于放寬点距，二者取得的地質效果是不同的，放寬点距时有漏掉异常的可能，混合样品能取得与不混样相同的地質效果，只是分散暈的强度和形状稍有出入而已。合併样品的数目由异常的含量与背景值的大小来决定，以在混合样品中含有一个异常的样品，其混样后仍能与背景样品明显的区分出来为原則。写成公式就是：

$$\frac{C_{max}+C_{\text{下}}+(n-2)C_0}{n} > C_{\text{下}}$$

这里C_{max}是分散暈中心的含量；

$C_{\text{下}}$是异常的下限；

C_0是背景值；

n是最大允許合併样品数。

根据上面公式可以求出样品最大混合的数目来：

$$n < \frac{C_{max}+C_{\text{下}}-2C_0}{C_{\text{下}}-C_0}$$

实际上样品混合的数目不能达到最大混合样品数n。还要决定下列条件的成立：

$$n \leqq \sqrt{\frac{N}{m}}$$

式中：N是分析原始样品总数；

m是具有异常含量的合併样品数。

若是用上列公式計算混合样品数时，要做三五千个样品試驗后，推广到地質情况相同的邻区来应用。計算出来的混合样品数可以是两个，三个五个甚至更多。但是应該指出，較多的样品混合后，得出的分散暈的形状、位置与眞实的情况会有誤差，所以以后还需要把异常样品重新作单样分析。故在这种情况下要保留单个原始样品，以便补作单样分析。这时，混合样品也只能在室內进行。把每个样品用量具取一定的体积，互相混得很匀，然后磨細、編以新的分析号。較多样品的混合在普查和詳查中都应用得不多。因为普查的异常較弱，一个高点就往往有意义，許多样品混合后易于漏掉异常。反过来說，詳查时，异常虽較多，如样品混合数过大，則发現异常后也要重新分析单样，那末分析工作量減少得并不多。所以一般混样时，以两个或三个样品混样的方法，应用最为广泛。这时，发現异常以后，一般也就不再进行单样分析。混合样品的手續也可以在野外进行。在野外取样时每两个样品放入一个袋中，（可以适当的容具，分别采取等体积的样品）。分析工作量粗計可減少二分之一至三分之二。

混合样品在普查和詳查中都可以应用，原則是只要混合样品后，异常不会消失。如果异常与正常的含量相差較小，混样后异常有消失的可能时，是不允許混样。

这个問題，还需要大家作一些試驗对比的工作。意見是

否恰当，也还希望大家討論。

几 点 补 充

一、采样人員在发現有矿化露头、接触变質或热液变質岩石、鉄染、角砾带或破碎带、废矿堆、老硐等等时，都应及时加密点距、綫距。在明显的矿化現象的近处，应該加密采集3—5个样品。这种加密工作，是順便性質的，操作虽可以根据地質情况就地作出加密的决定。

二、采样員应該采集原生露头、老矿堆，及各不同岩层的块状样品。将这些块状样品进行分析，所得数据对进行資料解释工作是重要的参数。采样时应注意所采样品的代表性、分配的均匀性，以及应采的合理的数量。无目的采集，会造成浪費。

三、在有废石堆或其他原因沾污的地段采样时，采样員要善于在这一地段內，找寻未受破坏或沾污的疏松沉积层中去采样。实在不可能时，只好不采，或有意挪移一定的距离，以避免沾污。如果避而不采，应在記录本上注明不能采集的原因，并将这些剖面加以删除。

（四）普查采样，常常穿山越岭，容易迷失方向，或发生其他事故。因此，組織采样員出发工作时，应积极加强防护設备，并制定必要的保安技术規程。

第四节 化探的应用

根据A.A.薩烏可夫及A.И.別列尔曼的資料，利用地球

化学方法可以普查銅、鉛、鋅、鉬、鈷、鎳、錳、釩、鉻、鎢、錫、鈾、鈦等矿床（表3）。

利用地球化学方法普查的金屬矿床　　表3

化学元素	岩石化学方法（金屬量測量）				水化学方法
	基岩	土壤	坡积，冲积物及其他第四紀沉积物（次生晕）	湖成褐鉄矿及沼鉄矿	
鋅	+	+	+	+	+
銅	+	+	+	+	+
鉛	+	+	+		+
銀		+	+		+
金		+	+		
汞	+		+		
鉬					
鎢		+	+		+
錫		+	+		
鎳		+	+	+	+
鈷		+	+	+	
鉻		+	+		
釩	+	+	+		
鈾		+			

銅、鉛、鋅、鎳、鈷、鉬的硫化矿物以及鈾的矿物，在表生带不稳定，易于被风化，因此采用金属量測量方法，一般都可以取得良好的效果。鉻、錫、鎢的矿物，在表生带是稳定的，不易被风化，因此以采用淘洗重砂矿物的重砂測量方法为好，不过近年来的工作証明，寻找这些元素的矿床，在采样时，如适当注意所采样品的顆粒級，也可以采用金属量測量方法，至少可以作为重砂方法的輔証方法；而在圈定砂錫的范围时，金属量測量方法显然比重砂方法的效率高，

而且成本也更便宜。

至于某些矿物的伴生元素，特别是热液和气成矿床的时期的汞、砷、銻、鉍、氟等元素，往往在基岩中形成分散范围很广的原生分散晕。因此，在金属量测量工作中，注意分析这些元素，可以引导我們找到热液或气成时期的有用金属矿床。这方面工作，我国还很缺少經驗，但在若干矿区的試驗工作，已注明这一以分析基岩为主的金属量测量（原生晕方法）方法，是值得注意推广和很有前途的一种方法。

近年来，用金属量测量找寻鋰、鈹、鉭（鈮）等稀有元素的工作，也有了新的发展。据不完全的資料来看，这方面工作的效果虽还不很显著，但是也是一种大有希望的途径，值得加强試驗研究工作，以迅速取得經驗。

自1953年以来，地質系統物探部門的化探工作，主要是进行了大量的以分析残积、坡积物为主的金屬量測量工作。工作的比例尺一般采用：(1)1:25 000—1:50 000；和(2)1:10 000（間或1:5000，很少1:2000）。我們的工作中，除了由于布置在复盖过厚或其他不利条件地区沒能取得效果外，目前工作中所取得的异常，剔去經检查已肯定为废硐、炼渣或其他沾污干扰所引起者外，大部分均反映了不同的矿化情况，取得了一定的效果。

为了便于进行工作，現根据И.И.金兹堡及其他一些資料，分别介紹找寻下列矿产时的某些知識。

鉛矿　鉛是一个很好的指示元素。鉛的原生矿物形成硫酸鉛、碳酸鉛等难溶的盐类，因此他們残留在残积坡积层內，不象銅、鋅、銀等元素很易于被溶解而被淋失了。因

此，鉛暈的存在，常与矿体相距不远，形成的范圍也不很大。鉛的脉状矿床的分散暈是长条状的，浸染型矿床的分散暈則不規則，但也呈綫状伸长。

因为鉛的次生矿物也是較难溶解的，故鉛分散暈常从坡积过渡为冲积，因此沿水系冲积层追索鉛金属含量的搬运源，其成效也常常是很显著的。

由于晶体化学的性質，鉛是和鋅紧密共生的，因此有鉛暈时，也常常伴随有鋅暈。但鋅易于淋失，形成的分散暈范围就比鉛暈为寬闊，而且含量也显然比鉛为低。

鉛分散暈附近，还常伴随有鉬、鍶，有时还有銀、鉍的分散暈，砷的分散暈較少；銻、鉈和釩的分散暈更少。这些分散暈，在一定矿区內，常相互重合。

鋅和鋅矿　鋅在地表的地球化学行为十分复杂。一方面閃鋅矿易于氧化成硫酸鋅，硫酸鋅的溶解度很大。另一方面鋅也易于被碳酸岩、矽酸和粘土所吸附，从而又被固定下来。即鋅化合物在酸性溶液中易于溶解（pH<5时），而在中性或碱性介質中沉淀下来。

如果从土壤剖面垂直分带的影响以及风化剖面的影响来考虑，一般来說，上部各层的酸性介質在往深处过渡时，酸性就見低，或成为中性和弱碱性的介質。这时鋅矿物又重新淀出，故在不大深的地方，鋅元素又可能富集。因此，找鋅矿时，更須注意采样問題，这就沒有鉛那么容易取得好的效果。

由于鈣的光譜譜綫的干扰，鋅的光譜分析灵敏度很低。因此，目的是找鋅矿，应采用比色分析方法。一般普查找矿

工作，利用鉛元素，就足可找到鉛鋅矿，不必单独分析鋅元素。

鎘是閃鋅矿晶格中的类質同象混入物。鎘比鋅还易氧化，鎘的硫酸盐更易溶解，不容易被沉淀下来。所以，根据有些人的研究，Cd:Zn 的比值和鎘在閃鋅矿物中与鋅的比值相差越大，則鋅是外来的（沾污等）可能越大，也就是与矿无关。据苏联的研究資料認为与矿有关的，Cd:Zn 的最大比值等于1:600，而一般土壤中，这一比值可达到1500、3000、甚或 12000 以上。在工作中，我們如果发現符合上述条件的閃鋅矿区的 Cd:Zn 的比值时，就可以利用它来初步判断鋅量是否与矿有关。

銀矿　找鉛、鋅矿时順便进行，因此最好在光譜順便測定中作銀元素的观察。当然銀矿也不一定只是在找鉛鋅时才被找到，有时它是和銅矿、鉍矿一同存在的。

硫酸銀虽易溶于水，但氯化銀、碳酸銀都是难溶性化合物。所以利用銀元素作为化探工作的指示元素是有利的。

銅矿　銅矿的类型繁多，銅元素的地球化学性質又极活泼，地壳中銅含量的分布又极其广泛，所以找銅矿对化探方法来說，也就比較复杂了。用化探方法找銅，首先要了解所找的銅矿属于那一种类型，这时，你就可以考虑一下选择那一些有利的伴生指示元素。

銅的地球化学特性与鋅相近。硫酸銅是有色金属中最难溶的盐类，但銅的碳酸盐、矽酸盐（孔雀石、蓝銅矿、矽孔雀石）在中性和碱性溶液中难溶，而在酸性溶液中却易溶。銅也容易被粘土吸附，或在酸性介質条件下被置換出来。銅

在基性岩中的含量一般比酸性岩要高十倍以上。强酸性土壤比弱酸性或碱性土壤的含銅量要低。一般发育在含銅量較高的基岩上的土壤中，銅含量較高。

在干旱（年降雨量200—250毫米）地区，碱性风化产物条件下，銅的迁移力小，并以碳酸盐、含水矽酸盐和矽孔雀石的形式富集，这时候可以生成清晰的銅暈。粘土的吸附能力在这种条件下也更为有利。上述矿物，由于具有脆性，易于磨碎，因此富集在細顆粒的組份里，有利于坡积搬运或冲积搬运。这时，它不仅在有工业价值矿床的周围能生成分散暈，一些沒工业价值的浸染状矿体周围也会生成分散暈。

为了易于肯定异常的性質，对找銅来說，也要結合利用銅矿物及其与伴生元素（鉛、銀、鉍、鉬、砷、銻）之間的比值关系，以查明分散暈的来源。这时，就应該研究一下当地基岩的岩性，进行一些参数性質的測定，从原生矿类型問題上作分析。或对复盖层进行必要的矿物鑑定，以查明成因。

采用分析銅的伴生元素（鉍、鎳、砷、鉛、鋅）以及硒、碲等元素的方法，可以用来区别黃鉄矿成因的鉄帽，和沉积鉄矿及其他鉄矿。沉积鉄矿鉄帽中往往含錳、鎳、鈷、鋅等元素。

在找斑岩銅矿时，应同时測鉬的含量。

在找矽嘎岩型或含銅电气石型的多金屬矿床时，应注意硼的分布，这时硼是矿体周围介質的一切指示元素。

土壤如系下伏岩石直接变成的地方，則土壤中的銅含量和原生岩中的銅含量近似。山坡上的土壤，如复盖不厚，且

其上方有矿体存在时，易被銅的次生矿物所富集。但复盖厚度大，或存在貧矿体时，則土壤中銅量易貧化和被沾污。山麓的土壤，有时形成銅的机械分散暈。

鉬矿　由于光譜分析或比色分析对鉬的分析灵敏度都很高（0.0005—0.001%）；对找鉬来說，是很有利的。

鉬在残积坡积物中分布均匀；分散暈明显；分散暈的浓度值在十万分之几到千分之几；淋濾带中矿脉的金屬含量与分散暈中的含量有肯定无疑的关系；在具工业价值地区的中心，鉬分散暈中的金屬含量比矿体氧化带还要高。

由于主要的鉬矿物輝鉬矿和鉬鎢鈣矿，易于被雨水冲刷时冲走，飄走，故找鉬矿不适合用重砂方法。

鉬的次生分散暈中，矿物成分很复杂，有輝鉬矿，鉬鎢鈣矿和鉄鉬华，以及被吸附作用所吸附了鉬的产物。

根据我国工作成果来看，金屬量測量找鉬矿是卓有成效的。东北某地的工作結果，不仅成功地圈定了矿体的范围，同时工作結果說明残积积物中鉬含量的大小，与該区石英岩化蝕变强度之間有着比例的系关，即蝕变强度越高，鉬的含量越高。

鎢矿　光譜分析对找鎢是不灵敏的（0.01%），这对找鎢矿不利。

黑鎢矿和白鎢矿，在风化带是稳定的矿物，但是受机械作用粉碎为細末状态时，也会被风化，故金屬量測量也可以用来找鎢。这方面国內也已有过成功的例子，但是否可以說完全以金屬量測量代替重砂方法，則还有待研究。看来，鎢的金屬量測量方法还只能是重砂方法的一种补充。

錫矿　这也是一种稳定的矿物。金属量测量方法只能是重砂法的一种补充。我国曾在某錫矿区，用金属量测量方法来圈定砂錫矿的范围，成效是好的，值得今后工作中注意。

金矿　一般均采用重砂方法。但对某些不生成机械分散晕，而由于植物根系或在植物器官中以胶体状态而形成的盐晕的金来說，在适当从分析技术上作改进后，也是可能利用金属量测量方法的（見地質部物探研究所科学情报第一号，內部文件）。

应該提到測定硫化矿物中的金，可以采用地球化学方法，根据金的伴生元素去寻找金矿。伴生元素的决定，应根据其矿床类型来考虑。

在检查黃銅矿型鉄帽中是否有金时，也应同时检查黃銅矿型矿床的伴生元素，如銀、鉛、鋅、砷、銻、硒、碲等。检查斑岩銅矿中的金时，也应同时注意鉬。检查金的脉状矿床时，应同时分析銀、硒、碲、銻。总之，同时注意伴生元素，对工作成果的解释是重要的佐証和帮助。

鎳矿　金属量測量对找鎳矿是有利的。一般来說，分析残积坡积物的方法可以得出好的效果，但在浮土厚、沼泽多的地区，可以采用分析植物的生物化学方法。从文献来看，找鎳的生物化学方法，效果是好的。

这几年来，我們也进行了不少目的为找鎳的金属量測量工作。在很多超基性岩、基性岩地区，鎳量測量常常能明显的取得填图的作用。例如在四川地区，鎳分散晕与銅晕共同存在时，往往系指示基性岩体的存在（这里，附带介紹一下，在四川的工作中，基性岩地区，有鎳及銅的异常，也有

磁异常。但无鎳、銅量，而有磁异常时，往往只是反映中、酸性的火成岩；从而就把这二种岩层作了区别）。

应該指出超基性岩、基性岩地区，鎳的含量一般都相当富集。当含量高达0.2%—0.30%时，仍可能为正常含量。这一点，在解释成果时应該加以注意。

鈷矿　对鈷矿我們还沒有經驗，但是应該扩大这方面的范围。不过据文献資料来看，用化探方法找鈷也是有成效的。Л.П.馬柳加（1954）指出：在苏联土瓦地山地的栗鈣土、暗灰色山地森林土和山地黑鈣土中，鈷含量（0.001—0.03%）比克拉克值高。在鈷矿区中，矿带上的土壤中，鈷量达0.046—0.11%；而冲积扇上，則为0.007—3%。土壤中鈷含量的增高，和植物中鈷的积聚之間，也有着明显的关系。

美国安大略地区，也曾圈定了厚1.5—3米的冰川沉积下的鈷异常，这种异常反映了鈷金属的热液矿床。

美国爱达荷州黑鳥矿区矿化带上的残积土壤中（厚1—2米），也发現了鈷、銅和銀的含量，从而发現了矿体。該区伴生的砷分散量，成狹长状，形成比鈷更明显的富集。

螢石　找螢石矿不只是为了直接找矿的目的，也是为了追踪热液作用現象。这时，我們采用光譜分析。光譜分析的分析对象，不是氟元素，而是氟化鈣。因为氟化鈣的坚固性差，能变成为顆粒直径0.25毫米的細粒組份。螢石脉的分散量位于坡积层的上部层位中。腐植层的氟含量則极貧。

重晶石　某些重晶石脉中含鉛，故可以用鉛作为指示元素（有时重晶石矿，在鉛量够时，也可作鉛矿开采）。

重晶石脉附近的土壤中，鋇含量一般增高。

鋰矿　在有利条件下，土壤下层或土壤层能富集鋰，所以分析富含鋰的伟晶岩地区的土和土壤，对发現含鋰伟晶岩或圈定富集鋰的地区是有意义的。

稀有元素　用化探方法找稀有元素是有可能的。目前重要問題之一，是制定野外用的高灵敏度的分析方法。找矿方面已經有一些国外資料发表，如以光譜分析利用鋰、鈹元素指示找与之共生的鈮、鉭（見地質部物探研究所科学情报第一期）等等，但材料还是很少，国內也已开始了这方面的試驗研究工作。

……

最后，应該指出金属量測量方法，虽然是一种較直接的找矿方法，但他毕竟不是万能的，因此必須与其他勘探方法密切結合起来应用。

在物探有利的金属矿区，磁法、电法、放射性法所得出的地質效果，也能很确切的說明地質問題，有时还沒有化探方法那样由于覆的位移的影响，而造成难以解释的那种情况。

复盖厚过10—15米时，一般来說，对金属量測量是不利的。这比磁法、电法的局限性显然大了很多。

根据現有的成果来看，开展沿水系进行水系金属量測量（分散流方法，采取河底淤泥沉积）的方法，对提高普查工作效率有重要的意义。在进行水系金属量測量时，应該同时进行重砂矿物分析，这对提高成果解释的可靠性是十分必要的。

第五节　化探資料的解釋

如何利用工作中所取得的大量化探数据，从而作出相应的地質解释，这方面我們还很缺少經驗。我們一般还只能就主要矿化元素分散暈的含量評价矿化强弱，而不善于利用伴生元素及观察多种金属元素之間的相互共生的关系。在大量生产工作成果中，我們評价异常所付出的劳动較少，一般对异常（即指分散暈）的地質观察做得不够細致，甚或沒有做，同时也較缺少做相应的輕型山地工作的检查。我們对异常中金属含量的浓度与矿化强度、复盖厚度、介質的酸碱性等的条件、地形地貌等等之間的关系；金属元素的分散范围、型式、暈的位移情况等等的数据，也还缺少根据不同的自然地理的条件，有区别地从事系統积累資料、积累經驗，以总結其中的規律。

化探成果的解释，归根到底也就是化探資料的地質岩矿的分析，即地質解释。要加强这方面的工作，需要有岩石、矿物、矿床、以及地球化学方面的知識，但当前首要的問題，是大力加强异常检查工作。只有通过加强检查异常，加强地質观测，才有利于找出和总結形成异常的岩矿方面的原因及地質构造方面的原因。要提高化探成果的解释水平，应該从目前已有的大量生产实践的資料着手，而不是泛談“理論”。当然这里并不排斥和反对化探人員学习必須具备的地質理論知識。

一般来說，在普查工作中所发現的有意义的异常，都应

加大比例尺（加密点綫距）作詳測。在詳查工作所发現的异常上，应作一些检查剖面，一方面用来肯定异常的是否存在及位置，另一方面，在必要时，增作一些物相分析、重砂分析或岩矿鑑定工作，以更有力地作好地質解释工作。在工作地区內，如有老硐，古代炼渣时，最好也作一些分析对比的检查，不要簡单地籠統地把异常称之为干扰所引起，这样有时也易导致錯誤。在解释工作中，由于我們的測量（敷設測网的測量工作）工作不够精确，根据图上的点、綫号及地形等高綫，并不完全能确切反映眞实的地形地理位置，因此正如上面已經說到的要重复采些样品，加作检查性測量。这时，还应很好注意地形、地貌与异常之間的关系，以便解释时加以考虑（地形对量的发育，发展方向等有关）。

在分析残积、坡积物为对象的金属量測量工作中，特别是寻找硫化矿床的次生分散暈工作，研究化学元素在氧化带中的地球化学行为，对工作成果的解释，有重要的实用意义。这会帮助我們作出正确的評价。这里，不再列举上述資料，請讀者参閱：C.C.斯米尔諾夫写的“硫化矿床氧化带”第二篇各节（地質出版社譯印出版）。

为了加强化探資料的地質解释，也建議讀者参考最近出版的南京大学地質系編写的“地球化学找矿法基础”第五章各节，更多了解各个元素的地球化学特征。（这里順便介紹一下，这本“地球化学找矿法基础”的內容是相当丰富的，不仅搜集了苏联的經驗，作了系統的叙述，同时也包括了我国近年来化探工作中的一些經驗。这本書，是地質人員編写的，因此較富有地質“气味”，对我們的工作有帮助，是一

本較好的参考書。）

下面，就化探成果解释时应注意的几个問題，提供同志們参考。

（一）每一个化探人員，包括分析站的光譜分析人員，比色分析人員，都应熟悉主要矿化元素的平均克拉克值。只有这样，才能及时发現高于克拉克值几十倍甚至几百倍的异常含量。对光譜分析人員来說，在观測多种元素时，这一点更为重要。因为这样可以增加发現有意义的增高了含量的异常元素，包括稀有分散元素在內。这对增加地質效果，具有重要的意义。这实質上是解释工作的第一步。在过去工作中，我們曾漏讀了一个优質錳矿的錳量异常，也曾将高于克拉克值几百倍的含鈹花崗岩地区，只看作是一般的花崗岩区，但是有时却为地壳中分布很广的克拉克值并不低的鈦元素，錯認为是有意义的鈦异常，因而增加了不少不必要的工作量。这些显然都是化探人員对克拉克值不熟悉的緣故所造成的。

这里，再就“背景值”的确定問題作一点补充。在我們工作中，只是凭借克拉克值是不够的，因为克拉克值是整个地壳的各种岩石的平均含量，而对某一种岩石或一个地区来来說，元素的含量和地壳平均含量之間，还是有差别的。因此，在工作地区內，有代表性地均匀分布地采取必要的样品，从而确定“区域的克拉克值”，或称之为“背景值”，是一件重要的工作。确定背景值的方法，通常用統計法。横坐标表示元素的含量，縱坐标表示样品个数，从而繪出各个不同元素的含量与出現的百分率的曲綫，曲綫最高点处的含

量，也就是出現頻率最大的含量，就是平均背景值。另一种确定背景值的方法，是在某一地区中大批含量較低样品，計算其平均含量做为背景值。这样可以对各种不同岩石分布地区分别計算，可得出小区的背景值。

（二）注意多种金属元素在疏松物質中的浓度梯度变化。不同的金属元素，在不同介質中，有它們各不相同的迁移能力。因此在一定类型的次生分散暈中，应观察元素依次淀积的情况。每一元素在疏松物質中的平均迁移距离，主要是受当地的雨量、气候及介質的酸碱度、氧化还原条件所影响的，因此区别元素扩散远近的范围，及不同元素分散暈的分布型式，多少有可能指出和推测与原来的矿床相距多远，这方面我們过去注意得不够，但国外或国內已有的資料，已提供了一些这方面的数据，应引起我們的注意。最近地質出版社已譯印出版了“金属矿地球化学探矿論文集”第二輯，在这新的一輯里，主要是列举了苏联近几年的工作成果，其中有不少資料，值得我們借鏡和参考。

（三）异常遭受干扰，有多方面的原因，这对測定异常（次生分散暈）面积的范围、形状和边界，增加了困难。增加这些困难的最主要的因素有下列几个方面。

1.异常（次生分散暈）不只是被掩蔽矿体的次生风化作用所生成的，基岩中矿化及其氧化带、褪色带，都有可能生成异常。应該指出基岩中的矿化（这是所謂原生的），有时也可生成有次生分散的現象。

2.由于古代氧化带和风化壳的存在，使矿体的形状发生弯曲。这些古代氧化带和风化壳，經过不同程度的淋溶和破

坏，所出露地表的，只是侵蚀后保留下来的含不同矿物的层位。

3.金属量的变化，和水的流泻，残积坡积物的沉积，以及分散量中金属含量随斜坡而下滑等原因有关。

4.毛細管作用和不均匀的蒸发作用，結果使得氧化带的各种金属元素上升至地表，造成地表含量增高（富集）。

5.由于金属氧化物向已遭受风化的围岩中淋濾和渗透，这些围岩又具有吸附上述金属的性能时，往往形成分散成为斑点状的一个个孤独的异常。

6.原来有异常的地段，异常中的金属量被地表逕流或地下水所带走。

7.由于风的搬运，和其他农业施肥、耕种、开采、冶炼（老硐、废炼渣等）活动等的原因，使地表受到了沾污。

上述几方面，并不能說是异常遭受干扰的全部因素，显然还是不全面的。但是这些現象，对我們进行化探成果的解释，是值得引起注意的。我們工作中有些异常，显然就是这些原因所造成的，是一些对找矿沒有意义假异常。这些异常，經过地面检查或研究，有些我們就可以比較快地加以否定，当然有一些也不是一下可以查明原因的，这就有待于积累經驗，进一步掌握其規律。由于异常常遭受多种原因的沾污干扰，解释异常时，就不能放松实地检查。检查时，不要怕异常見矿率低，事实上也不可能每个异常都是矿所引起的。

（四）弱的异常，不一定都是沒有意义的，强的异常，也不一定都是有意义的。因为异常的强弱，与复盖的厚度、

淋溶程度的强弱，都有着密切的关系。有时候异常虽弱，实际还是反映着矿体的存在的。反之，貧的网状矿脉和矿脉、鋅泥、錳壳、含銅的风化产物、白鉛矿、各种鉛鋅矿物、鈮鉭矿物，有时常产生与矿化强度不相适应的强异常，这一点必須引起我們工作中的注意。

（五）在研究資料时，不应只滿足于异常和矿化带或矿体間大致符合的解释。不少地区，常出現大部分异常是与矿化带符合的，但局部异常地区却并无引起矿化的原因，因而既无規律，也难解释。有时在一个化探地質的綜合剖面上，异常与已知矿体很符合，但也常出現局部地区与矿无关的"高跃"点或高峯，这些我們也应注意对比，以便找出可能的解释或原因。

上面所提到的五个方面，是目前我們解释成果时一些值得加以注意的問題。由于我們还缺乏經驗，地質知識水平很低，上述有些看法也会是不正确的，但是肯定可以說，工作成果的进一步研究，必須結合其他勘探方法一起綜合进行，前边已經提到过在个别地段应該引进重砂測量工作（了解原生的特别是稳定矿物）、物相分析（区分原生矿物，次生矿物等）、同时我們也应該尽可能利用有利的物性条件，引进物探方法。物探方法对了解复盖厚度、确定矿体掩蔽露头的位置等等，較化探成果所反映的更为确切，这些对确定探槽、浅井的位置很为重要，故在进行化探成果山地检查之前，采用适当的物探方法，是完全必要的。

最后，化探工作的成果，除了直接找矿，有时也用来填图或解决一些地質构造問題，例如半定量測定金属量測量

样品中的鉀、鈣、鈉、鎂或其他任意元素，可以用来說明被掩盖的不同矿物成分的岩石接触带，进行地質填图，对比地层剖面，确定侵入体的时代及断裂时代，对矿化現象进行矿物或成因的鑑定等等。这些工作，我們目前还沒有进行。

結束語

这个講話，編写过程較短，材料很不充足，很多地方可能說得有錯誤，希望讀者提出指正。作者想写得通俗易懂，事实上却沒有能够做到，这是一件憾事，但无論如何这是一个开始，希望讀者提出意見，以便修正或补充。

在編写过程中，作者参考了克維亚特柯夫斯基专家的化探講稿，及И.И.京茲布尔格“有色稀有金屬地球化学找矿法理論基础的經驗探討”（俄文）一書中的有关資料。