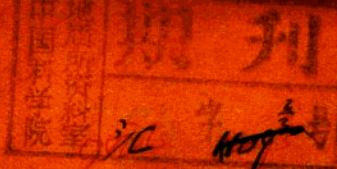


国外地质资料选编 (十三)



4) 741107-13

第四届国际化探会议文选

(193)

(专 辑)

地质科学院情报所编

1974年7月

编者说明

在毛主席革命路线指引下,我国的化探工作有了很大发展,特别从无产阶级文化大革命以来,取得了显著成绩,积累了丰富经验,对中共中央(1970)75号文提出的“四个改变,一个提早”做出了贡献。

1972年4月17日至20日,在伦敦召开了第四届国际化探会议,共发表论文和报告41篇,部分反映了目前国外化探理论、方法研究与实践的某些基本概况和水平。为了贯彻“洋为中用”的方针,地质科学院物探所情报室,湖北地质学院地质系和地质科学院情报所共同协作,在征求基层化探工作者意见的基础上,选译了其中33篇文章,汇成专辑,其中某些材料,水平并不高,但是为了比较全面反映情况,我们还是酌情选了一些,供广大化探工作者参改。

在编辑过程中,我们注意了名词术语的统一问题,但有些根据译者的意见没有更动。外文习惯的用法,如原生晕、次生晕等,都原样译出,未和国内提出的名词术语统一。有些文章的图件和文字,做了删减和摘编。由于我们水平所限,在处理上述问题时不免有问题和错误,请读者批评指正。

在本专辑编译工作中,还得到了地质科学院物探所化探室、中南矿冶学院地质系等兄弟单位的大力支持,在此表示衷心感谢。

编者

1974年7月

美国爱达荷州克尔-达冷矿区主要 金属与次要金属的分带性

G. B. 戈特 J. M. 博特布尔

本文提供了美国北爱达荷州克尔-达冷地区某些金属分带关系的一些初步地球化学资料。产于前寒武纪上贝尔特超群强烈褶皱石英岩和泥质板岩中的铅锌银交代矿脉，是本区主要的金属矿床。在克尔-达冷地区，出露的上贝尔特超群地层由整合的细粒碎屑岩层组成，厚度25000~30000呎。上贝尔特超群下部未出露，厚度不明。该岩系局部被白垩纪石英二长岩侵入(图1)。方铅矿、闪锌矿、黝铜矿为最重要的矿石矿物；大部分矿床中见有少量黄铜矿。菱铁矿为一种多见的脉石矿物，黄铁矿也很普遍。磁铁矿、磁黄铁矿和毒砂含量较少。本区是美国最重要的银产地。

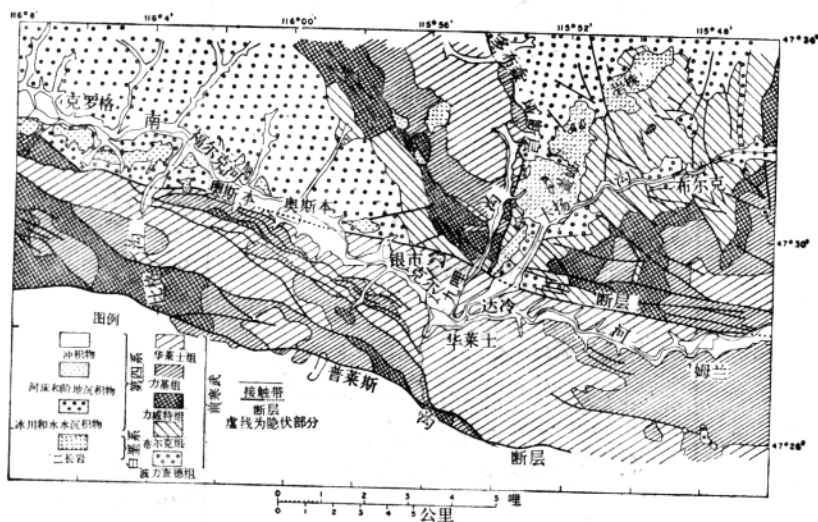


图1 爱达荷州舒郡克尔-达冷地区综合地质图
(取自赫伯斯等, 经修改)

为便于应用, 将大量的地球化学数据换算成了可以直接评价的形式。因此, 本文中许多图表全部或大部分是由计算机编成的。

地球化学研究

采样和分析流程

测区内共采集约8000土壤样和4000岩石样。由于露头不足, 开始便察觉到, 只有采集土

壤物质才能取够全区,并使样点达到足够的控制密度。试验研究表明,取自深度大于6吋的土壤样品,基本上没有受到污染;因此,所有的土壤样品采自这一深度或更深。为了评价土壤采样的正确性,也从露头 and 转石上采了一些岩石样品。

样品采集以0.1哩间距乘吉普车穿越,一般情况则以300到500呎间距步行穿越(图2)。为指导采样工作,大部分样品在野外流动实验室中分析几种元素。其余的分析工作,由地质调查所丹佛实验室完成。银、碲、镉、锌和铜经湿化学处理,应用原子吸收光谱进行分析。铋用另外的湿化学方法测定。所有其他元素用半定量光谱方法分析。

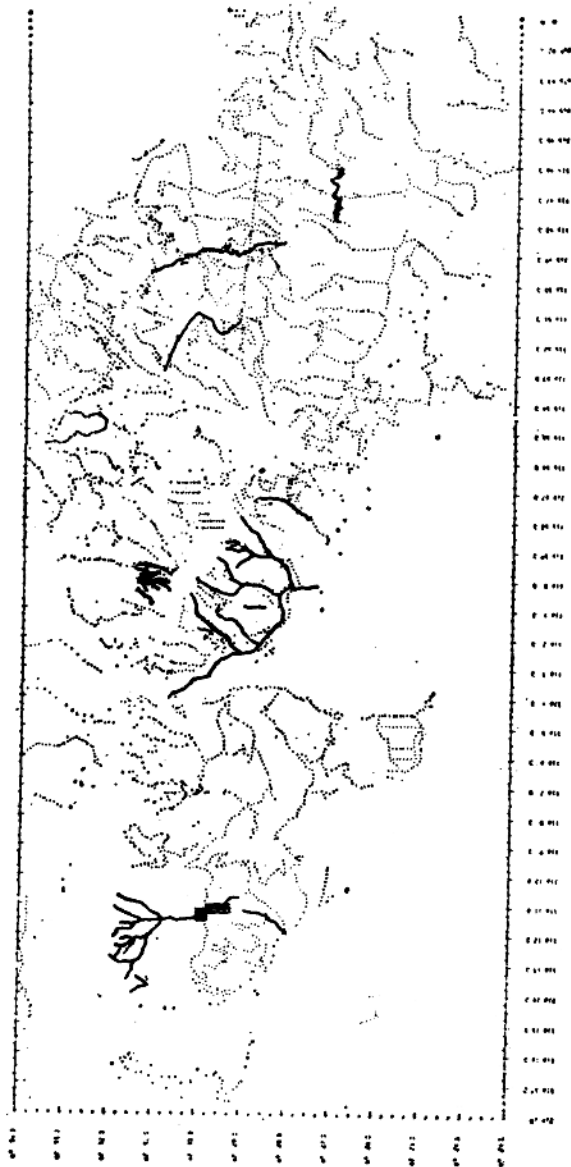


图2 土壤取样位置图。点表示土壤采样位置;线表示采样间距为100呎的路线

图解法

为阐明克尔-达冷地区各种地球化学关系,应用了两种计算作图技术。在图解处理之前,将原始分析数据加以推算,求出较常见的硫化物元素的比值和比值的倒数。然后将所有数据绘入网格状垂直坐标体系,其网点间距相当于地面 1000 呎。

原始数据标绘到格子坐标或网点系上的方法如下,先在每个网点周围以任意半径作圆,然后,把每一圆周之内的所有数据点经数学方法变换到网点坐标上。接着,每一个点根据其同网点间的距离加权,结果,近距离的数据点比远距离的点对变换到网点上的最后数值有更大的影响。当各数据点经加权被投影到一个网点上以后,在网点上引起了数值的多解性。所以,通过求比值变量的平均值,和选择元素变量的最高值的办法消除这种多解性。在数值间内插法的范围,取决于在每一个网点上作圆的直径大小。外切圆愈大,则由一个单值所代表的数据点的数目愈多。所以说,大的圆对求出的地球化学曲面具有平滑作用。文中绘出的大多数图表所应用的圆的半径为地面距离 1000 呎。

算出的地球化学数值,按坐标交点位置,标绘在带有一块 50×60 吋图板的 x-y 平面绘图仪上进行作图。为了能够对不连续的地层和构造进行推断,所有等浓度线用手绘出,而在样品密度低的地段,则应用外推法网在格的点间连线。

应用一种互感阴极射线管(CRT),显示出由克尔-达冷数据组计算得出的各种地球化学变量。在 CRT 上显示出来的是立视图。为了能直观此种立视图,设想一个弹性的网覆盖在硬的但却看不见的地球化学曲面的模型上。网的线条便展现出了不规则的地球化学曲面,而在互感电极的电视银屏上映示出的,正是这些线条。根据由 CRT 的键盘发出的一次指令,任何一个存储在计算机中的编排好的网格排列,都可以在几秒钟内在 CRT 上映示出来。为了准确地反映克尔-达冷数据组的地球化学曲面,需要大量的扫描线行数,而扫描线的这些行数,终归会使 CRT 中的存储缓冲器发生溢出。这个问题的唯一实际的解决办法,是缩小坐标系的幅度。因此,原先的 1000 呎的网格,被缩减为网点间隔为 4000 呎的格子。虽然会漏掉某些细节,但主要的地球化学形态还是保持着的,此种立视图适用于一种非常有益的目的——快速评价大量的变数。

互感电极容许从空间上任一点观察任一地球化学模型。此外,它可以灵活地使用:在多数情况下,通过放大垂直比例尺来夸大模型。一个模型在互感电极上得到满意的映示以后,给计算机一个简单的指令,就可摄下 CRT 上映像的 35mm 的微型底片。

矿物带

金属矿床可以划分为不同的矿物带。弗利克朗德曾将测区划分为 12 个矿物带和亚带;科斯贝提出过奥斯本断层以北地区的一些矿物带。这些矿物带有明显的一致性,图 3 表示的是岩石中银的分布和主要矿床。其他金属同样可以划分出类似的矿物带。

赫伯斯等提出的证据表明,沿奥斯本断层发生的右旋平移运动,强烈地改变了区内的几何关系。他们的资料证明,测区的北部相对于南部向东平移了 16 哩。起初,右旋平移运动总距约为 13 哩,其后运动又沿着多布森垭断层进行,此时地块的下盘继续向东错断了 3 哩。

有一种设想,试图说明本区在奥斯本和多布森垭二断层活动之前的可能状况(图 4)。根据地质和地球化学条件进行的十分吻合的复位表明,在发生右旋平移运动之前,有几条矿物带是横穿着现在的奥斯本断层线而连续的。按照这种复位,测区在当时比现在连结得更为紧密;不算西部和西南部,全区可能长达 12 哩,宽 3 哩。

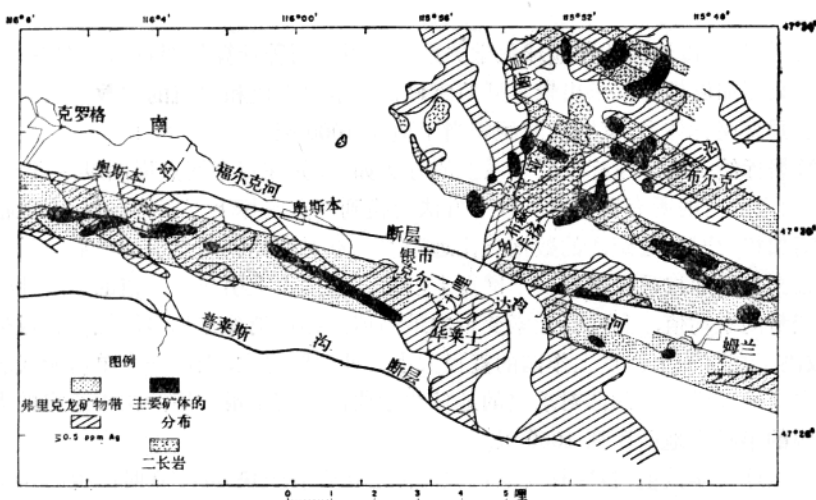


图 3 克尔-达冷地区矿物带, 银在岩石中的分布以及各主要矿体地段

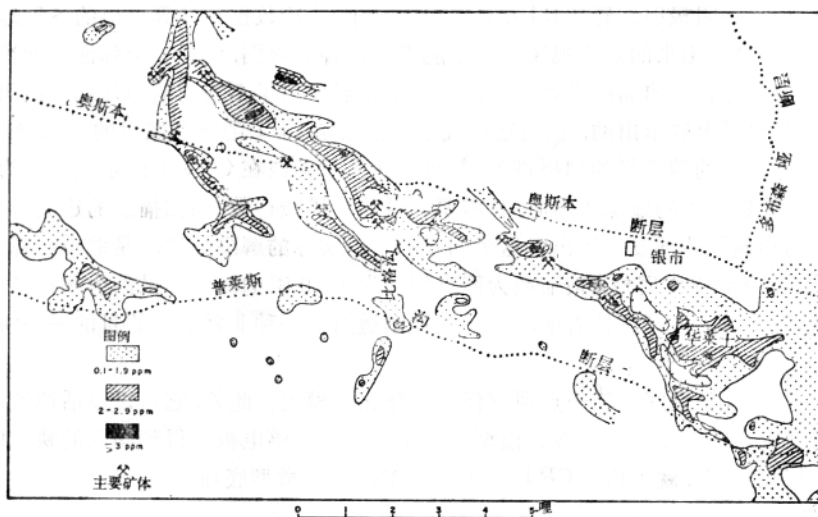


图 4 在奥斯本断层、多布森垭断层和普莱斯沟断层活动以前
主要矿体和银分散晕的复原位置示意图

由于沿多布森垭断层的运动, 致使盖姆岩株离开了其孤立分布的岩枝顶端, 而错开在东部出露, 如图 5 所示。断层运动的结果, 许多矿脉出露在断层以东的地表上, 并成为过去广泛采矿活动的地方。矿脉中间部分所处的一段贝尔特地层已被剥蚀掉了。如果这种推断正确, 那么, 在多布森垭断层以西的上盘, 在盖姆岩株原始位置的上方有可能存在类似的脉型矿床。下面将说明, 这一推断被广泛发育的碲晕和现代地表土壤中镉与锌的比值情况所证实。

金属的分带性

初期资料表明, 许多金属在横向和垂直方向上相对于该区的矿化中心和主要地质构造呈现分带现象。银、镉、碲和锰的分散模式以及 Zn/Cd 比值的分带规律最为清楚。铅、锌、铜和

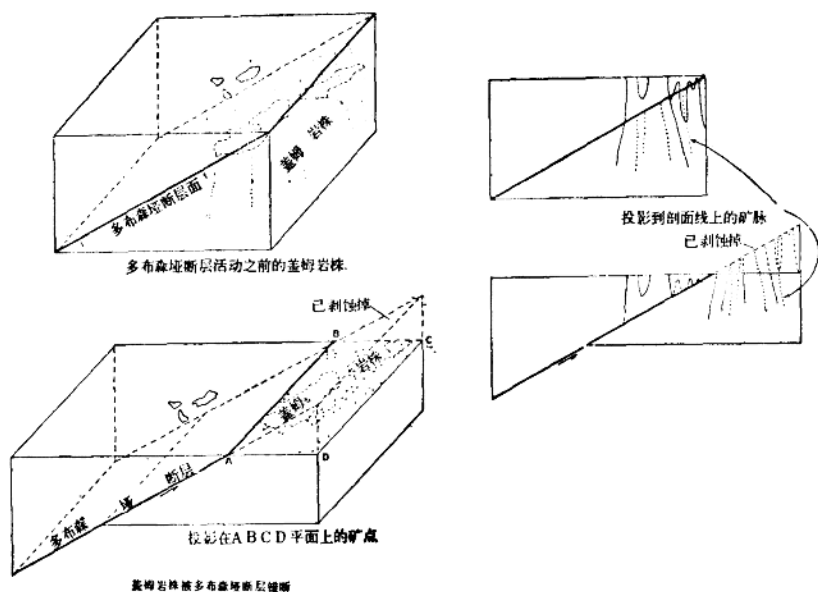


图 5 盖姆岩株在多布森垭断层活动前后的情况

砷是矿石矿物的组成成份,但按其本身来区分不同矿床和矿物带,则不如它们与银和铜的比值来得清晰。微量汞同样明显地存在于一些硫化物的晶格中,但由于汞在氧化带中不规则的分布特点,它不能单独地作为探途元素。一般说来,银和(或)锑的分散晕可指示浅部和中深部的金属矿床,而碲、锰的分散晕以及镉与锌的比值可很好地指示深部矿床。

在矿区北部矿床埋藏较浅或已出露,银可特别清楚地圈出矿物带(图6)。在奥斯本断层以南华莱士和克罗格之间的地区,金属矿床一般都较深,银的分散晕不怎么明显突出,但总的看还是清楚的。在姆兰以东大约1哩的洛克福德矿山周围的地区,银显然不适用于作指示元素,因为在这里主要的矿床都深于2000呎。这种关系好像可以证明,银是浅部和中深矿床的

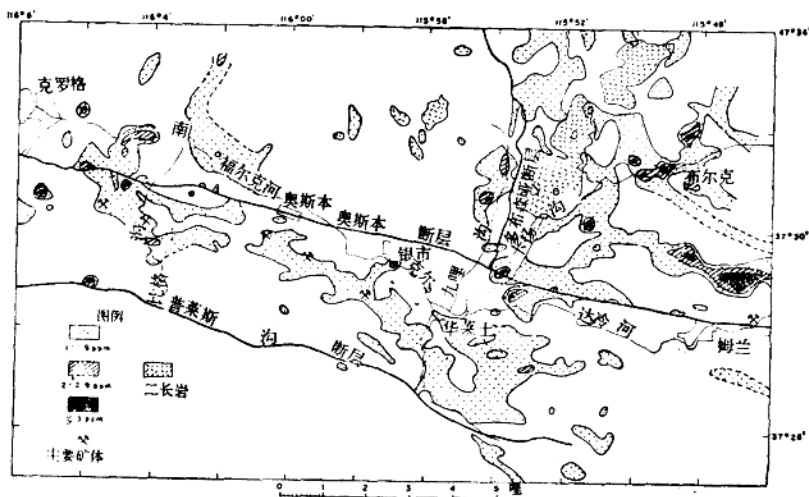


图 6 克尔-达冷地区土壤中银的分布

最有效的指示元素。

铈，当它与银共生时可指望用作黝铜矿矿床的指示元素。在整个华莱士——克罗格矿物带，其中金属矿床是浅到中深矿，铈的地表分散晕似乎反映出了所有以黝铜矿为主要矿物的矿床(图7)。在测区东北部布尔克附近，银的高含量可以指示辉铋矿的存在，据报告在斯坦利矿曾开采过辉铋矿。在奥斯本断层以北，铈的分布与矿物带关系不明显。

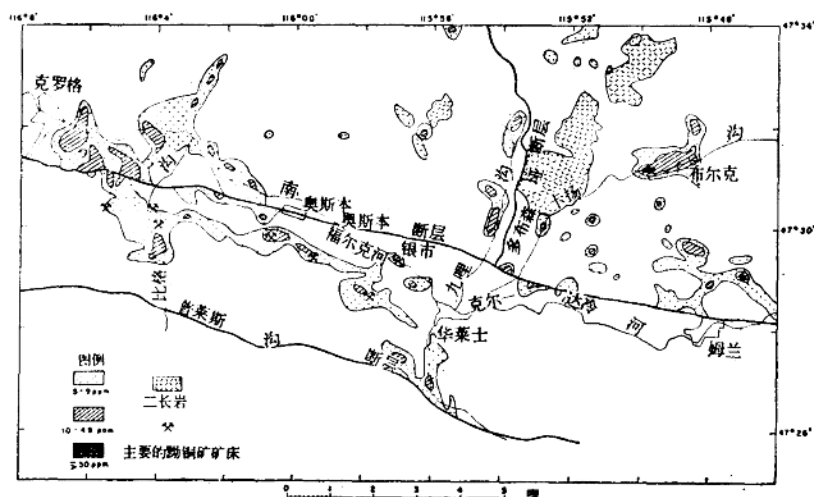


图7 克尔-达冷地区土壤中铈的分布

在测区北部矿物带上，银、铈的分布没有相关关系，说明黝铜矿较稀少，以及银在此区大概产在方铅矿中。通过确定铈和银的分散晕，或许可以把黝铜矿矿床与含银方铅矿矿床区分开来。

在测区北部，土壤中的铈不能确定埋藏浅的矿物带，但它在华莱士——克罗格地段与一些中深矿床的分布有关(图8)。在姆兰以东一哩的洛克福德矿床之上有一个铈晕，该矿床的主

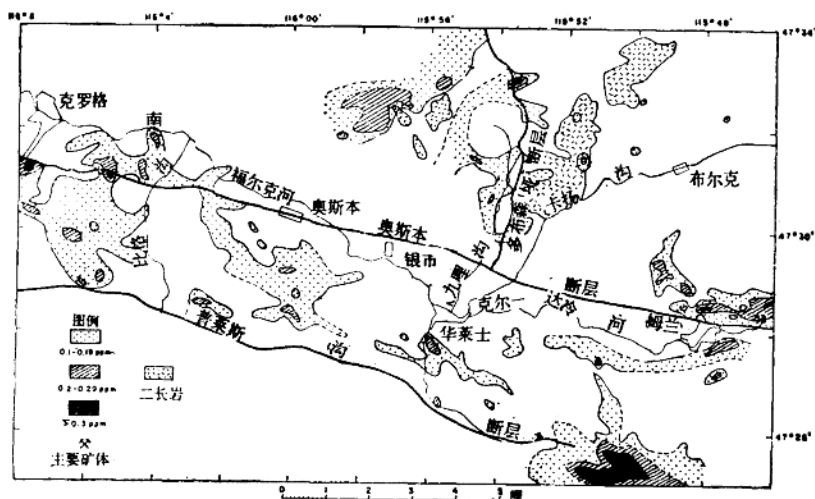


图8 克尔-达冷地区土壤中铈的分布

要矿体在地面以下 2000 多呎深处。这证明,在成矿过程中碲可从矿化中心迁移很远。虽然剥蚀作用剥掉了浅部矿体顶上的碲晕,但剥蚀深度还不足以剥掉深部矿体上的晕。

在盖姆岩株周围有几个开采的低银铅—锌矿床。在其附近并没有碲晕,有可能碲都迁移到硫化物矿体的外围和上部,后来被剥蚀掉了。如上述,在盖姆岩株侵入的时候,它们曾处在目前位置的西面大约 3 哩的地方,现在出现在多布森垭断层以西的小块零星的二长岩露头,就是留在断层上盘中的岩株被切开的断头。这样,与这些零星的二长岩共生的碲,就是直接位于盖姆岩株原来位置上部的碲晕。多布森垭断层面面向西倾 29° , 沿此断层分布着岩株侵入体。如果在深部具有同样倾角的话,则断层面将在深处 5000~7000 呎左右切断二长岩。这样,碲在垂直方向上可以迁离铅锌银矿体以外达数千呎。

银、碲和锌/镉比值分带性的推测(图9),根据的是盖姆岩株现在所处地区,以及在盖姆岩株以西的那些二长岩露头周围地区的地球化学资料。这些资料曾被用来复原设想在多布森垭断层活动之前就存在的带状分布形式。

锰看来也是埋藏较深矿床的指示元素,有情况表明它也像碲一样迁离矿化中心较远。在测区东北部,许多埋藏较浅的矿床分布区域内,土壤中并不含锰。在华莱士——克罗格之间,中深矿床上方锰的浓度有所增高,而在姆兰以东较深的洛克福德矿的上方,锰含量进一步增高(图 10)。

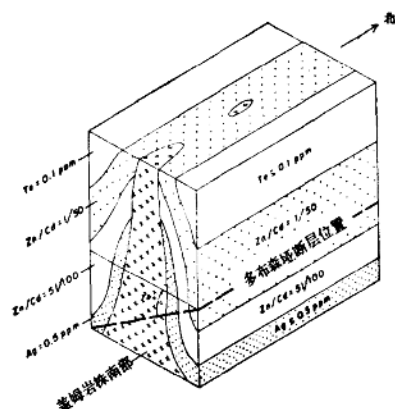


图 9 克尔-达冷地区南盖姆岩株周围银、碲和锌/镉比值的分带性

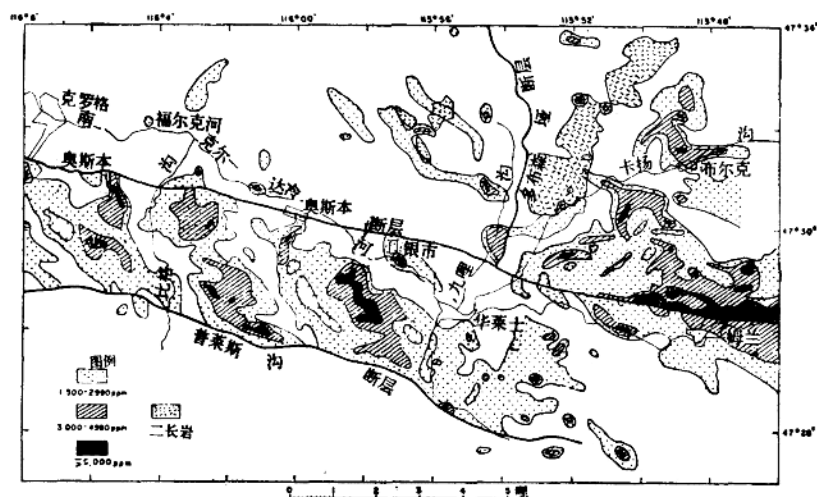


图 10 克尔-达冷地区土壤中锰的分布

在华莱士以西奥斯本和普莱斯沟断层之间的地带,锰形成一排呈阶梯状的分散晕,局部与岩石中银的分散晕相吻合(图 3 和 10)。这些分散晕的分布,有斜切地质图上的断层(图 1)和

华莱士——克罗格地段内矿床的趋势。据我们所知，图中实测的断层或裂隙系统没有同这些分散晕相吻合的，因此它们的成因还不清楚。然而可以推测，锰以及在每一“梯级”北端的银，最初是当一组早期裂隙系统张开的时候形成的。后来，在后期构造运动中产生的新的应力方向影响了奥斯本和普莱斯沟二断层间的地段，明显地控制了整个华莱士——克罗格范围内较晚形成的矿床的产状。在这一点上应当指出，在华莱士——克罗格区域内已知的金属矿床(图3和10)都分布在锰的高浓度带，而在锰晕的凹隔地段没有矿。

克尔—达冷地区土壤中 Zn/Cd 比值范围在 15~1150 之间。镉作为一个强亲硫元素，在硫化物矿床中跟锌的关系比跟铅、铜要密切得多，因而主要含于闪锌矿中。根据戈尔德施密特的观点，高温形成的闪锌矿的晶格不如低温闪锌矿容易含镉。盖姆岩株周围的镉晕(图11)，大概是由于侵入体温度上升，造成镉从闪锌矿中分异出来的结果。此晕完全封闭了南岩株，并切穿了北岩株；这似乎指明，在南岩株形成的时候北岩株就已经存在了。这一推断已被绝对年龄测定资料所证实：南岩株为 49 百万年，北岩株为 116 百万年。

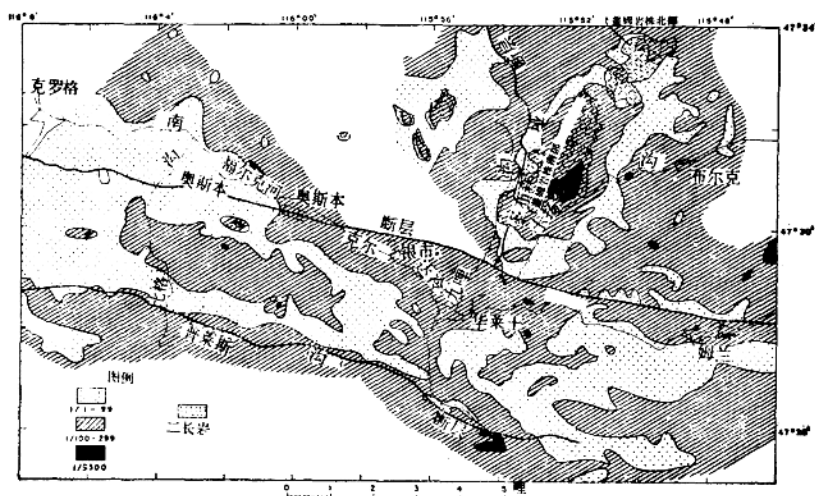


图 11 克尔-达冷地区土壤中 Zn/Cd 比值

如上面所讨论的，野外的证据证明，盖姆岩株较其原来位置向东错断约 3 哩。西部二长岩小断块周围的富镉晕与南盖姆岩株的晕相似，这个晕可能代表盖姆岩株原来位置上方的镉晕。在断层上盘的二长岩小断块附近地区的现地表，处在多布森垭断层之上 5000~7000 呎。推测锌和镉因受深部热影响，通过这一段距离而发生了分异。

锌、镉分异的另一例见于洛克福德矿区。由赫克莱矿业公司采自直到 3650 呎中段的矿脉和围岩样品表明，矿脉是贫镉的，而围岩则大大地富含镉。到 2000 呎中段的数据载于图 12 中。在图上，矿脉两侧的围岩以 50、100 和 150 呎的间距采样。在此距离内围岩中的镉比矿脉增高 10 倍。由这种晕提供的找矿靶区比实际矿脉提供的靶区多得多。

根据编出的图 6、7、8、10 和 11，把土壤取样扩大到多布森垭断层以西和奥斯本断层以北的地段，以及测区南东方向的广阔地区。这些补充资料都包括在图 13~22 所示之立视图中。除了图 15、16、17 是从南东方向观察外，所有的立视图都是从北西方向来观察的。

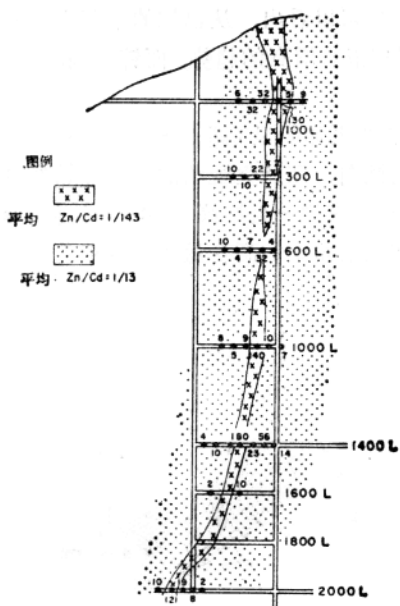


图 12 洛克福德矿中 Zn/Cd 比值

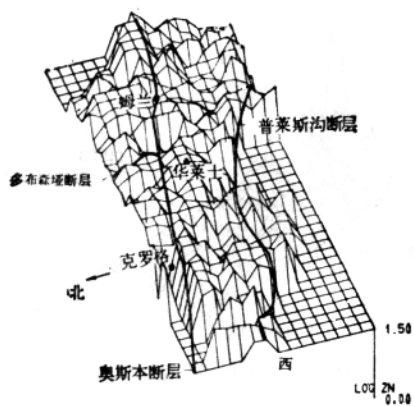


图 14 锌的分布

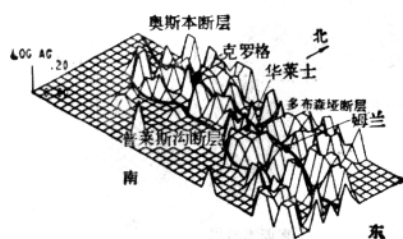


图 16 银的分布

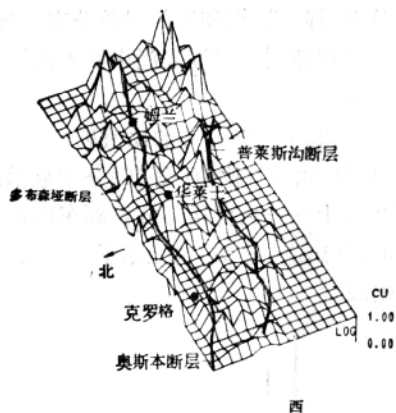


图 13 铜的分布

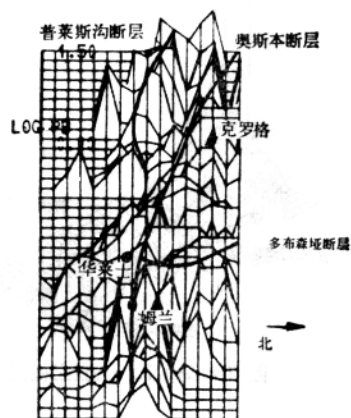


图 15 铅的分布

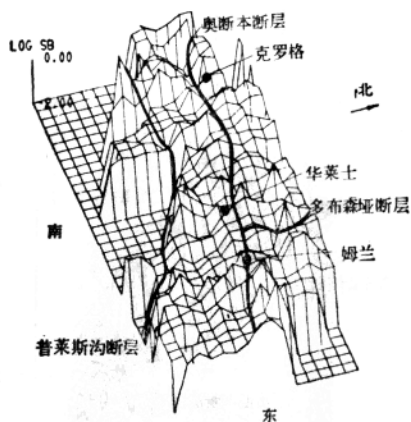


图 17 铋的分布

从铜、锌、铅、银和锑的对数分布立视图(图 13~17)可以看出, 从已知的华莱士——克罗格矿物带延伸到相对说来尚未勘查的测区东南角, 铜和银有增高的趋势, 而锌、铅和锑则有降低的趋势。

当用银、铜与铅、锌的比值进行考查时, 这一趋势便更加明显(图 18~21)。Ag/Zn 比值(图 18)和 Ag/Pb 比值(图 19)分别显示出一个明确的倾向, 即从立视图的西面开始经过已知矿区华莱士——克罗格部分直到东南角, 银相对于铅和锌来说一直增高。Cu/Zn 比值(图 20)和 Cu/Pb 比值(图 21)也显示了类似的趋势, 同时, 在东南角银的高含量周围分布着锑的高值带(图 22)。

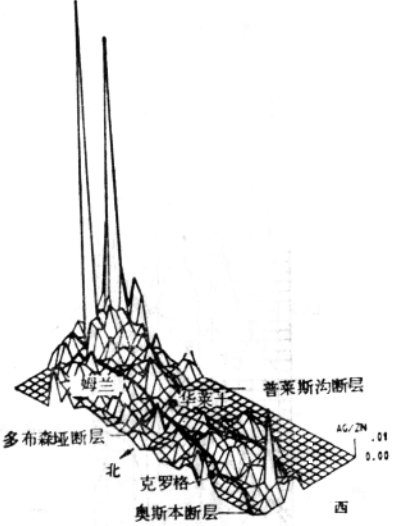


图 18 Ag/Zn 比值立视图

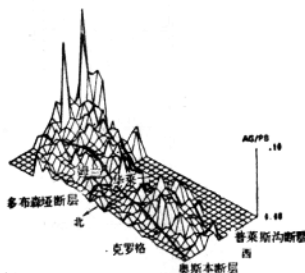


图 19 Ag/Pb 比值立视图

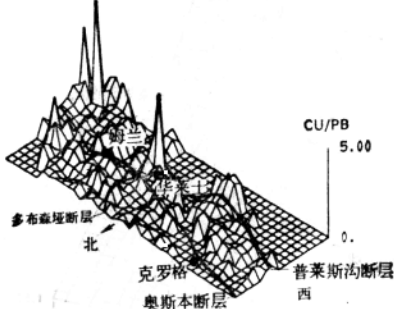


图 21 Cu/Pb 比值立视图

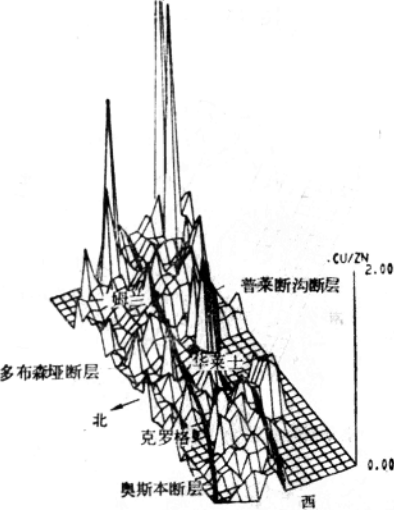


图 20 Cu/Zn 比值立视图

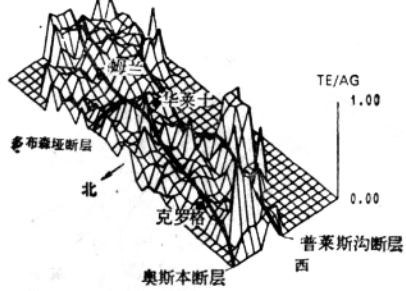


图 22 Te/Ag 比值立视图

小 结

本次地球化学研究证明,土壤中部分金属的分布模式,在区域范围内和空间上与矿物带有关。金属元素之间在横向和垂直方向上的分带性同样很清楚。根据矿床的埋深不同,矿物带可由银、碲和锰的异常带圈定,其他金属则次之。应用 Zn/Cd 比值可以定性推测闪锌矿的形成温度。锑和银的分散晕能够指示存在黝铜矿的有利地段。而通过研究银、碲和锰的相对浓度和分布,有可能粗略估计矿床的埋深。计算机得出的立视图能够经济快速地描绘大量的地球化学资料。

赵仑山译 阮天健校

硫与镍的分析数据在地球化学 普查上的应用

D. M. 豪森 J. W. 阿尔里奇斯 J. R. 奥德柯克

近几年,在加拿大和澳大利亚特别热衷于找超基性与基性岩中的低品位镍矿床。1970年,就在澳大利亚西部的芒特·基思和魁北克西北部的杜蒙特发现并开发了两个大型的低品位镍矿床。镍的平均品位0.2~0.7%。这种浸染状矿床的普查,采用了各种地质、物探和化探方法。

如大量发表的文章所证实的,地球化学家们已在致力研究这一课题。在试图揭示矿化趋势的工作上,应用了各种分析数据来解释成矿岩石类型及其成因。值得分析的元素经常是硅、铝、金属铁及含铁成分、铬、镁、钙、钠、钾、硫、镍、铜及其它贱金属。但在多数情况下,纽蒙特公司只测定少数几个元素,如镍,硫,铜,铬及镁。

本文介绍硫和镍的分析方法及其应用。这些分析工作(结合对澳大利亚和加拿大绿岩带超基性和基性岩系的矿物学和岩石学的研究),为对比这两个地盾区的岩石地球化学提供了方便。对几个地区作为矿化标志的特定岩类的硫和镍的丰度,进行了对比。

介绍了在双对数格纸上对比几个找矿租地的每一种岩类的镍和硫分析结果和绘图方法。并将不同地区强烈矿化与略有矿化蛇纹岩的硫-镍比值做了对比。

概 况

纽蒙特公司在澳大利亚及加拿大勘查了几个镍矿找矿租地:其中三个称为A, B, C。从区域地球化学的角度,把这些租地与几个已知矿区(翁加瓦的卡廷尼克矿化岩床及麦克沃特斯矿床)的已发表资料进行了对比。

除了矿物学的研究工作之外,对A, B, C找矿租地的所有样品,进行了硫和镍的分析。首先是分析硫,以便:(1)评价硫作为找矿标志的有效性,(2)除了估计硫化物里的镍外,粗略地估计出硅酸盐里的镍。在研究过程中,特意将硫和镍的数值按岩类分开。从而绘制出硫-镍值图,以评价其在岩类的划分上的意义。

同时也对纽蒙特的勘测区蛇纹岩的硫-镍比值与芒特·基思,杜蒙特、汤普森及泰克斯蒙特等地的浸染型镍矿的硫-镍比值作了对比。很典型的是,大部分这些找矿租地,硫-镍及磁黄铁矿-镍黄铁矿比值都很低。通过这些研究,提出了找蛇纹岩镍矿的有利的硫-镍比值。

不打算详尽地介绍这些岩类的矿物学及岩石学。岩类的划分依据是X射线衍射分析,并配合每一种岩类的部分样品的薄片研究。为了将不同的矿化勘测区做对比,特别强调了对岩类的分析方法及数据作图的方法。硫和镍全量的双对数作图,看来是初步评价镍矿的成矿岩类和有利成矿环境的一种方法。

分析方法

镍全量分析

为了快速而低成本地取得大量样品的镍全量分析数据,研究了几种方法,其中也包括综合应用原子吸收光谱及x射线荧光方法。唯有原子吸收光谱方法成本比较高并且费时间,因为要使镍完全溶解,样品需事先熔融。

用计算机控制的x射线荧光技术,结合应用原子吸收方法进行必要的检查,可取得可靠的镍的数值,采自澳大利亚及加拿大的几百个基性及超基性岩样品就是用这种方法进行分析的。为使镍的数值准确,要求成分已知的标准样品的基质应该与待分析样品的类似。虽然不同地点的样品基质不同,但是,当对样品组分别进行分析时,它们并不影响分析的准确度。用原子吸收光谱仪分析每组中5至10个样品,作为x射线荧光分析的标准样。

x射线荧光分析镍时,镍峰值的 2θ 角为 48.70° ,背景值的 2θ 角为 47.70° ,每一份样品10秒钟读5个脉冲数。将数据穿孔在计算机纸带上,然后输入IBM 1130计算机,最后得出镍的百分含量。大约每第10个或12个样品,就用原子吸收光谱进行一次检查。

硫化物和硅酸盐中镍的分析

在纽蒙特公司的实验室内,为测定硫化物和硅酸盐里的镍,对几种部分提取法做了评价。下面列出其中三种方法使硫化物矿物完全溶解所需时间:

方法	溶解硫化物的时间
(1) 抗坏血酸—— H_2O_2	18 小时
(2) 水——溴	2 小时
(3) 酒精——溴	18 小时

用原子吸收光谱分析含硫化物镍的溶液。溶解出来的镍与镍全量之差等于硅酸盐里的镍。用显微镜方法评价每一种方法的准确度。利用不同时间间隔反复几次试验,确定了溶解硫化物所需时间:水-溴方法只需要2小时,而抗坏血酸- H_2O_2 方法则需要18小时。但是,通过在显微镜下观察这两种方法残渣里的硅酸盐,发现溶解的程度不同,可能有一些硅酸盐的镍也被溶解了。为了确定抗坏血酸- H_2O_2 及水-溴方法能溶解所有的硫化物而对硅酸盐的溶解又最小的最合理的时间,还需要做补充工作。

硫全量的分析

据作者的看法,在很多情况下,硫和镍全量的分析比部分提取技术更可靠。对蛇纹岩的观测表明,如果有足够量的硫存在,硅酸盐的镍含量便最小。在岩浆熔融体里,大量的镍是亲硫的。所以,镍总是形成镍黄铁矿,与硅酸盐一起结晶的镍较少。如果硫过量,就产生磁黄铁矿,可能还有黄铁矿。如果热液作用带进了足够数量的硫,那么,镍就可能从较早期的硅酸盐里迁移出来,而沉淀为硫化物。

卡梅伦及其合作者介绍,从加拿大61个地段所收集的样品的成矿元素的统计处理表明,除了铜之外,硫是评价超基性岩含矿性极其有用的一种元素。

这里所报导的样品中硫的全量是由一般的重量分析方法进行分析的。眼下是用Leco燃烧炉测定硫,效果更快速。在表1,2及3里,对比了A,B及C找矿租地的镍和硫全量的分析结果。

表 1 A 找矿租地各岩类的镍和硫的分析结果

地点 (深度, 呎)	岩 类	镍%	硫%
GS 勘测区			
GP-10 (604)	橄榄岩	0.15	0.991
" (754)	"	0.80	0.337
" (763)	"	0.13	1.03
" (779)	"	0.10	1.12
" (785)	"	0.08	0.82
" (787)*	橄榄岩中的块状硫化物	0.25	5.35
" (788)	橄榄岩	0.08	1.25
DD/D1 (680)*	橄榄岩中的块状硫化物	0.31	2.38
" (681)	橄榄岩	0.24	1.97
MP 勘测区			
MPD1 (100)	石榴石闪岩	0.003	0.012
" (235)	"	0.005	0.205
" (240)	"	0.008	0.011
" (288)	"	0.010	1.59
" (295)	"	0.011	0.016
" (448)	石英斜长石榴石片麻岩	0.002	0.023
MPD3 (321)	石榴石闪岩	0.010	0.019
" (338)	"	0.005	0.408
" (434)	辉石斜长片麻岩	0.010	0.010
G2 勘测区			
G2H (243)	辉石岩	0.033	0.025
G2H3 (171)	"	0.036	0.059
" (172)	"	0.13	0.109
G2H14 (221)	闪 岩	0.037	0.019
G2H15 (208)	"	0.022	0.093
G2H16 (222)	石英斜长黑云母片麻岩	0.003	0.014
NA 勘测区			
NAH3 (140)	橄榄岩	0.099	0.080
NAH4 (172)	闪 岩	0.017	0.037
NAH9 (181)	辉石变粒岩	0.009	0.052
NAH13 (164)	"	0.007	0.014
NAH14 (66)	辉石变粒岩	0.007	0.104
TB3D 勘测区			
TBD4 (308)	辉石岩中的块状硫化物	0.38	3.32

(续)

地点 (深度, 呎)		岩 类	镍%	硫%
TBD4	(339)*	橄榄岩	0.20	0.18
TBD5	(442)	"	0.18	0.19
TWD 勘测区				
TWD1	(378)	辉石岩	0.021	0.078
"	(388)	蛇纹岩	0.38	0.052
"	(413)	"	0.35	0.111
"	(431)	直闪蛇纹岩	0.045	0.016
TWD2	(728)*	含块状硫化物的石榴石闪岩	0.05	4.84
γ1 勘测区				
γ1H1	(202)	二云石英斜长片麻岩	0.005	0.026
γ1H2	(182)	"	0.004	0.201
"	(183)	"	0.003	0.008
γ1H4	(170)	石榴石闪岩	0.018	0.012
γ1H12	(125)	辉石变粒岩	0.005	0.063
γ1H15	(172)	石榴石闪岩	0.020	0.012
γ1D1	(286)	蛇纹岩	0.39	0.044
"	(380)	"	0.35	0.052
"	(397)	"	0.45	0.037
"	(434)	"	0.41	0.054
"	(439)	石榴石闪岩	0.08	0.005
"	(444)	"	0.01	0.041
GRO 群				
GRO-101		斜长岩	0.001	0.030
GRO-102		正长片麻岩	0.002	0.046
GRO-104		"	0.004	0.046
GRO-105		闪 岩	0.009	0.041
GRO-107		辉石变粒岩	0.005	0.077
GRO-108		"	0.004	0.045
GRO-109		"	0.004	0.049
GRO-110		"	0.004	0.051
GRC-111		"	0.005	0.13
GRO-112		交代苏长岩	0.026	0.049
GRO-113		"	0.049	0.044
GRO-114		辉石岩	0.065	0.037

* 含块状硫化物样品, 计算时未加利用。