

盲矿预测(一)

邓尔新

(成都理工学院, 成都 610059)

p62

【摘要】本文笔者在提出成矿五向特征规律性学说的基础上,对涉及盲矿预测的广泛理论基础作了全面、系统的论述,从而阐明了盲矿预测理论研究系统及方向。此外,还首次全面论述了地质、遥感、地球物理、地球化学各学科最新技术方法综合地运用于预测盲矿。并在上述二方面基础上对盲矿预测模式进行了完整的分类,列举了各类盲矿国内外勘查成功的实例,从而概括了全球盲矿类型,建立了崭新的“盲矿预测”学科的思想理论、技术方法体系。

关键词:盲矿 隐伏矿床 隐藏矿床 矿产预测

1 盲矿预测特点及其理论基础

1.1 盲矿及其预测的特点

盲矿预测是成矿预测中的一种,并常常是大比例尺成矿预测的一种特殊类型。它是针对在地表没有任何露头的矿体或矿体群,即人们通常称之为“盲矿”所进行的科学找矿和预测。因盲矿具有被掩盖和其它一系列的特点,所以一方面在找矿工作中它造成许多难题,另一方面又确是很有必要而也有可能去寻找它。这是因为目前找矿已进入现代化阶段,地表矿也逐渐要查完采尽,进行盲矿预测已是当务之急。找矿工作必然会逐渐转移到找盲矿方面来。而且由于广大找矿工作者的努力,已经或正在勘查大量的盲矿,这不仅证明盲矿预测是可能的,而且还积累了许多宝贵盲矿预测的经验。

盲矿是一个总称,包括盲矿田、盲矿床和盲矿体,但一般盲矿勘查是指针对盲矿体和盲矿体群的勘查而言的。盲矿及其预测有以下几方面的特点:

1.1.1 盲矿或其中任一矿体或矿体的任

一部分未与地表相通,也即盲矿是未出露地表的矿体和矿体群。以往矿产勘查学者一般将盲矿按其掩盖特征分为两大类即:(1)隐伏盲矿,盲矿体被疏松沉积物或新地层所伏盖;(2)隐藏盲矿,盲矿赋存在含矿岩系中隐藏而从未出露地表,第一种情况是整个含矿岩系都未出露地表;第二种情况是含矿岩系局部可能出露地表,但矿体未出露。上述可见这种分类是极其单纯和粗略的,它往往将自然界盲矿的复杂性人为地简单化。而且事实上这种分类对盲矿预测的实践意义不很大。况且这仅仅是盲矿的特点之一,还是被简化了的。盲矿及其预测还存在着其它一系列的特点:

1.1.2 盲矿被覆盖和被隐藏的性质和程度有很大的差异,因此反映在找寻上述不同特点盲矿的难度以及找矿方法方面也都必然有很大的差别。例如同样是隐伏类盲矿,如它被迁移土所覆盖则寻找它的难度将大大于寻找被残积土覆盖的盲矿的难度,应综合采用的找矿方法也大大不同,因为迁移土的性质与被其覆盖的盲矿及其围岩的性质之间是毫无内在联系的。又如另

一种覆盖情况是在土壤覆盖之下,还又有年轻的沉积层或火山岩层覆盖在盲矿之上,那么,可以想象找导这样的盲矿的难度必然会随着覆盖层性质的变化,覆盖程度的加大而增大,与之相应采用的综合找矿方法也随之变化。隐藏类型的盲矿也是如此,例如含矿岩系与其中的矿体均未出露地表且隐藏深度又大时,可以想象这种情况找矿的难度必然是十分大的。目前勘查一般水平是能探到数百米深的盲矿,再深则难以发现。然而如果隐藏盲矿或上述被年轻覆盖层或火山岩层覆盖的隐伏盲矿被后期断裂切割,则盲矿的勘查又会产生新的不同情况,或是更复杂,或是因可能产生有次生晕(因断裂使次生晕能沿其通道而发育)而使深处盲矿能为人们较易地发现。从上述可见,盲矿还有以上这些不同特征,对盲矿预测的难易和勘查方法的选用均将起到很大影响。

1.1.3 盲矿与其所赋存的地质介质之间,在物理和化学性质方面有不同程度的差异性。这种差异性可以决定盲矿勘查的难易程度和应采用技术手段和方法。因此这一特点又是盲矿预测中最重要的关键因素之一。由于盲矿具有上述不同性质和不同程度被掩盖或隐藏的这些特征,因而必须采用能穿透掩盖或隐藏盲矿的地质介质的技术方法,这种技术方法还能辨别盲矿与周围介质的物理或化学差异并利用这些差异所产生的信息而发现盲矿。这种具穿透性能强的找矿方法将是盲矿预测和勘查的最重要技术手段。因此研究这类技术方法和提高其运用效果将是使盲矿预测获得成功的重要途径之一。例如物探重、磁力、地震以及超声波等具穿透性能的勘查手段的进一步提高其探测精度和运用效率对盲矿预测将是至关重要的。除此之外,在某些情况下,盲矿虽与其周围的介质存在着物理性

质的差异性,但又被其它各种介质产生的现象所干扰。因此排斥干扰性与加强多学科的综合研究预测盲矿又是重要的一方面。如果能对具体某一类盲矿采用针对性强的综合性勘查手段,则盲矿预测将建立在更科学的基础上,从而可以取得更高的效率和更好的效果。

1.1.4 盲矿之间以及它们与各类地质体之间除了物理、化学等等性质差异之外,还存在着一些根本的共同点,即它们均是地质和成矿作用的产物。因此它们在成矿的过程中均受到各种地质和地球化学和物理化学环境的制约,这样盲矿在地下的分布也是有规律的。所以人们可以通过深入地研究成矿规律,以预测盲矿在地下总体或概略分布规律,并藉助于地面中大比例尺成矿规律及预测的研究和制图可以初步预测深部存在着的盲矿。如果再经其它先进手段的运用及少量深部勘查工作,如钻探等,相互配合地进行,则深部盲矿预测将可能会更有把握。

由于盲矿及其预测有如上述这些特点,故从事盲矿预测工作必须对其所涉及的自然地理、地质和科学技术方法的理论和应用,进行研究、实践和总结,这样方能成功地行进盲矿预测。

1.2 盲矿预测的地质理论基础

盲矿预测中的地质理论的研究是十分重要的,虽然盲矿有着被掩盖和隐藏的特点而使直观找矿法完全失效,找矿难度增加,但是如果对成矿规律的研究十分深入,那就可以大大减少因上述原因带来的盲目性。为此,首先应在研究成矿区或成矿带的成矿规律的前提下,着重研究矿田或矿床范围内的成矿规律,查明矿田内成矿物质来源和矿产在时、空分布以及矿床之间或有用元素之间的共生等规律。其次对矿田内每一已知工业矿床、矿点或矿化地段均

需要研究其形成条件和它们所属类型以及这些已知矿体与现有矿化信息之间的成因和空间关系。并尽可能在上述研究的基础上力求对下列各类控矿因素和矿化信息作出定性和初步的定量评价。

1.2.1 研究矿体与含矿岩体或矿体的火成及与其有关的围岩介质的相互关系:(1)矿体与含矿岩体或含矿火成岩石建造有明显和固定的成因联系,从而决定了它们之间也有明显和固定的时、空关系。例如,铬铁矿体常产于富含镁的纯橄榄岩一类的超镁铁质岩中,矿体和岩体有明显和固定的物质共同来源,并且是大体同时成岩成矿,矿体分布于岩体之中,具有明显而固定的关系。此外如辉长岩一类的镁铁质岩中的含钒、钛磁铁矿床,岩浆铜—镍硫化物矿床,金伯利岩筒中金刚石矿床等等都与上述情况相类似。其它如斑岩铜矿、铜—钼矿、斑岩金矿、斑岩锡矿和某些矽岩矿床等等也是与岩浆岩有明显而固定的成因和时、空分布关系。对这类矿床进行盲矿预测时一般都可将靶区集中在含矿岩体或含矿的火成岩石建造上,然后再在其中勘查矿体,这样对找寻盲矿就要容易得多。(2)矿体与含矿岩体或火成岩石建造有一定的成因和时、空联系,但在空间分布关系上显得不十分确定。例如许多矽岩型矿床,或气成高温热液矿床等等。它们有的呈矿脉分布在岩体之中,在岩峰、岩株、岩枝顶部,或以各种形态分布在岩体与围岩的接触带以及岩体周围的各类岩石中而与岩体有一定距离。另外一些矿床的矿体与某些含矿建造从总体角度来看有一定的时、空关系,但有时亦很复杂,如某些层状浸染型金矿和脉状金矿与前寒武纪硅铁建造及火山岩系的关系即是如此。这一类的盲矿预测可同时追索含矿岩体或含矿建造和矿体本身,如成矿规律研究清楚则先追索有特殊物、

化性质的岩体和含矿建造其靶区较大且易于追索,这对于预测盲矿亦是有利的。(3)含矿岩体或含矿建造与矿体之间关系复杂,不易确定。例如有些花岗岩类的后生改造作用形成的一些成因复杂的矿床,或受花岗岩浆热力作用,某些有用元素在围岩中活化富集的矿床等等,对这类盲矿需根据具体情况的研究尽可能确定盲矿与岩体或含矿建造的成因和时、空联系,在盲矿预测时必须在判断较有把握之基础上进行,即矿体的分布究竟受什么地质条件所制约。如果认为矿体与某岩体或含矿建造的空间分布关系能够较有把握的确定,则可通过对含矿岩体,火成岩石建造等矿源层进行追索,并通过它们进一步勘查盲矿,这时运用勘查手段针对性和综合性要很强,例如澳大利亚奥林匹克坝铜—钼矿床的发现是先追索地下数百米深的玄武岩,然后再勘查与其有空间关系的铜—钼盲矿。这即是极大胆而成功的实例(详见后述)。成矿规律理论判断预测盲矿当然存在着一定的风险,即有可能发生理论分析和判断错误。为避免风险太大,最好对可能存在于地下的盲矿类型亦进行分析和判断,运用综合的方法同时对矿体直接进行某种物、化探方法的追索,如获得了矿源层和矿体本身这二者均可能存在的信息,则可靠性将会更大。

1.2.2 研究矿体和含矿火成岩体与褶皱断裂构造的关系:这种关系对盲矿预测最为重要的是空间关系,盲矿在空间依存构造的特征性亦有下列几种情况:(1)矿体与含矿火成岩体与褶皱构造的关系很明显而且相当确定,有时甚至可以通过对地下褶皱核部(背斜轴部)的勘查来追索盲矿体。许多汞、锑矿床位在背斜的核部,本文前叙述的许多金属矿床也是极其典型的实例,例如加拿大矿诺瓦斯科夏戈登维尔金矿田

与戈登维尔背斜等空间密切依存关系,在 Salmon Rive 金矿田 Dufferin 矿山,金矿位于背斜核部虚脱部位,其中往往赋存富矿体,这种系列的鞍状矿脉称之为垛式鞍状矿脉^[1,2]。在澳大利亚维多利亚区的本迪戈金矿田也同样具有类似的极其典型的垛式鞍状矿脉,它们在背斜轴鞍部形成矿筒群^[1,2]。这类背斜核部必然被认为是预测盲矿的重要靶区。与这种特点相关联的是(2)矿体和矿体群或含矿火成岩不仅与背斜核部有关而且还与断裂切割背斜核部,二者交汇的地区关系最密切,垛式鞍状矿脉在有断裂切割的背斜核部最为发育,上述本迪戈金矿田就是典型实例。(3)盲矿田与区域线型和环状或环块状构造的关系以及盲矿体或含矿火成岩体与局部断裂裂隙构造之间的关系这是预测深部或近地表盲矿的分布的重要基础理论之一。区域构造体系的线性特征主要是在陆地卫星中被发现和研究。陆地卫星所发现的线性特征所指示的往往是深部规模较大(一般为10~200公里长)并隐伏的断裂(深大断裂)和裂隙构造,它们成组发育所围限的地区,或沿线型构造某一长度段内以及线型构造相互交叉的汇结点等,往往为隐伏的盲矿带或盲矿田所分布的地区,这在世界各国和我国找矿学者中,对已知矿区的分布与断裂裂隙构造等的关系都已作了大量统计和论证^[3,4,5],在此不一一详述。此外由卫星图象所圈定的环状构造或块状构造对预测地下各种斑岩或火成岩有关的盲矿体或盲矿体群也具有很重要的意义。对于环状构造这一大类的区域构造关键是应进一步研究其成因和构造分类及其对含矿火成岩体及矿体群的控制,并藉以查明它们对盲矿预测的实际意义^[3,4,5,6]。刘燕君(1991)综合分析了我国金堆城钼、多金属成矿区;铜陵铜铁成矿区;个旧锡—多金属成矿区;富

贺钟钨、锡成矿区的卫片影像资料,认为与酸性侵入体有关的矿床,遥感圈定成矿有利的环状构造地段模式应为区域偏心多层环形影像的内外环之间,发育有几组线性构造及复杂小环形的部位是寻找此类型富矿床的有利地段^[3,4,6]。至于局部断裂等线型构造一般规模较小,其长度一般小于10公里。它们能在航空摄影图中清楚地辨别出来,但却很少在卫星图象中被发现。对这种局部线型构造的研究,可以导致发现各个盲矿体所处的地下构造位置。对于控矿构造而言,除上述褶皱轴部之外,常常是断裂裂隙带、较大断裂派生的羽状断裂裂隙带、不同岩体接触带以及大型岩脉分布地区等控制了盲矿体或盲矿体群的分布位置。这类构造的发现可以导致近地表条件下盲矿群的分布,但很少能指示深处被掩盖的盲矿。此外,它们很容易由地质分析和物化探测量所判别有无盲矿赋存于其中。(4)在加强研究和判断矿体与褶皱断裂有无明显空间关系的同时,还应重视研究盲矿富集的圈闭环境,如页岩或某些不透水层覆盖于断层或透水性强的砂砾岩类;或易被交代的灰岩类等等有利成矿的岩石之上而成为圈闭构造,或某些断层本身性质可造成不透水的遮挡层,如断层泥、挤压紧密的剪切压性断裂等等,这些圈闭层层之下如有有利成矿的各种地质条件存在时,则应对其注意,并收集该区矿化信息以供进一步勘查。

1.2.3 研究矿体或盲矿群与某时代地层或岩石建造的成因联系。有些矿床和矿体明显固定于某一定地层层位,或地层的某些岩性段,或是受到某类矿源层的控制而成确定的层控类型的盲矿。例如某些沉积、火山喷气沉积、沉积变质以及与矿源层有关的各种成因的盲矿。对它们的预测应着重研究地层控矿特征,含矿建造中各类岩

石的岩性和岩相特征以及矿体分布于何种岩石、岩性和岩相的特定的空间部位等等。因此,预测这类盲矿一般总是先运用间接追索的方法,即先追索含矿的地层或岩石建造,然后再利用矿体在特定岩性、岩相中的分布规律追索盲矿。某些层控类型的盲矿还与褶皱或断裂构造以及岩浆岩体的活动有一定关系,因此,追索这类盲矿时应考虑更多的介质控矿因素。

1.2.4 研究矿体与各类矿化信息的关系:例如盲矿体与原生晕或次生晕的成因和空间分布关系,这方面的研究往往作为现代找矿最有成效的方法手段的依据之一。再如物探异常、围岩蚀变等等这些矿化信息与盲矿的关系,虽很不确定故常被找矿工作者称之为间接找矿标志,但若把这些矿化信息加以综合分析,并与成矿规律相联系起来,如各类矿化信息显示重合或迭加性能良好,且它们在空间的分布又与有利成矿的地质条件相吻合,则无疑这便构成预测盲矿的最重要的基础和根据。

根据上述诸方面我们可以充分评价被勘查区深部盲矿的可能赋存位置及靶区选择的可靠程度,并根据矿与介质的各种性质差异选择针对性强的技术手段进行有效的勘查,还可以根据上述研究给予各种控矿因素以定量的评价,最后以电子计算机计算最优勘查方案。

1.3 盲矿预测的理化运用技术理论基础

这主要是研究盲矿或含矿岩体与地质介质的物理化学性质差异性。如物理差异性包括光波在介质中的传播、吸收和反射,磁性、电性、重力反映、地震波速和其他物理性质等的差异性。化学性质差异性是指矿体和含矿岩体、含矿介质或受矿体直接间接影响而产生某种化学性质特征与其它同矿毫无关系的介质之间的差异性,它们常以地球化学元素分散晕或围岩蚀变等等

方式表现出来,对它们的研究就构成物、化探预测盲矿的全部理论基础。根据这些理论基础一方面可以进一步组织技术手段的研制、更新;另一方面则可根据现有技术手段,针对盲矿与介质存在的具体差异性,加以综合合理地运用。正如前述在矿体和含矿岩体、含矿建造与周围介质的地质关系确定之后即可研究它们之间的物理、化学性质的差异性和各种地球化学晕存在的可能性,以便针对靶区不同情况采用不同的方法进行勘查,这样盲矿预测成功的可能性就会更大些。

1.4 盲矿预测中对自然地理和气候条件的研究

不同区域自然地理和气候条件不同可以影响盲矿在该地区被覆盖或被隐藏的程度,因此对预测区自然地理景观和气候条件的分析和研究对确定该地区盲矿分类的类型和预测的方法及其难易程度均有很大的影响:(1)对不同区域自然地理条件的研究最重要的一个方面就是分析盲矿预测区地势起伏的特征,地势起伏高低不同会影响该区覆盖特征。如地势起伏相对很高的地区,其地形切割必然是很深的,水系因而发育,剥蚀强度相应加大,这都对基岩的出露提供有利的条件;地势起伏中等的地区则相应土壤、植被会较普遍发育,但覆盖不会很深,且有的地区仍被切割,基岩可以在一些地方出露;地势起伏相对很低的地区则由于地形平坦,土壤和植被发育,基岩被均匀地覆盖而一般不会出露。(2)各种自然地理景观条件还涉及具不同气候条件的影响。气候条件对土壤、植被的发育影响很大。如气候条件温暖潮湿,区域地势起伏低,这样的条件下,土壤和植被均会很好的发育,覆盖程度会是很深的。由于化学风化作用进行较为有利,气候温暖潮湿多雨可以促进地势平坦化。但如果某地区气候干

燥炎热,那么,物理机械风化作用强烈,剥蚀强度增大,土壤剖面不易发育。如果地处热带,红土层大量覆盖,或处于严寒地区,冻土带发育,这些条件对于盲矿预测的难易程度影响颇大,同时还决定着一些重要的找矿方法能否在该区适用,例如遥感遥测方法、重砂找矿法以及一些地球化学找矿方法能否在上述各种不同地理、气候条件下有效运用问题。

1.5 盲矿预测中对深风化剖面发育及保存程度的研究

它是研究土壤风化剖面风化程度的深或浅,另一方面是研究在深风化剖面形成整个过程中被剥蚀以及保存的情况,因为这些方面代表着风化作用在整个风化剖面形成中的历史经历和现状,这与古、今地理、气候条件均有密切的关系,例如预测区是否经历地壳稳定上升,从而遭受均一化的剥蚀过程;地区的高低起伏及气候条件对深风化剖面在风化程度上和保存程度上的影响等等。以上这些问题直接影响到盲矿的预测和方法的选择。在现今地势和气候宏观条件一致的情况下,各具体预测区其风化剖面发育和保存程度也是各不相同的,因此应对其进行深入的具体研究。一般来说在地势平坦地区,高差起伏小,如果气候温暖、潮湿多雨,则在这类地区深风化剖面发育完整;如果保存完整未经剥蚀,则这类剖面一般都发育有基岩风化层,它在新鲜基岩之上,向上风化程度逐渐加深,然后在基岩风化层之上,又有深风化的残积土壤发育。有时这种残积土壤层会混进少量外界迁入物质,如风成物、冲积物或崩塌物之类。有时土壤被部分迁移,其局部残留的土壤之上或又为外来迁移土壤所覆盖,这种情况就要复杂得多。如果深化风剖面中均为较纯的残积层,那么在这种残积土中,由于深风化作用而不再保留有活动性组

分,因为它们的绝大部分皆从铁帽或矿化、矿床的氧化带中被淋滤而迁移走。如果有极少数活动性元素或活动组分保留下来,也仅能在这些土壤中形成很微弱的异常。此外在这类土壤中可能发育有由外来引起的“假铁帽”,从而可能出现一些假异常。因此,在这类土壤中利用地球化学方法找矿,就必须慎重考虑采用何种指示元素,这显得十分重要。这类土壤中“稳定元素或组分”即化学性稳定、物性坚硬的元素或矿物,是指示盲矿最为有用的元素。如在干旱地区砂原发育,则重砂矿物找矿法包括残坡积重砂等找矿法是很有用的。此外,如能正确地选择一些有用的指示元素,则仍然能在深风化发育的剖面中利用它们的异常,指示深部被埋藏的隐伏矿床的作用。例如西澳地区找矿工作者常用金的紧密共生元素As作指示元素起到很好效果。他们发现As不仅在土壤中的细砂和粗砂中存在,且能在粘土中以铁的氧化物方式存在,故在与金矿床、金矿化的风化相关联的土壤中(基岩风化层中当然条件更好)能形成较清楚,有时为很广阔的神(As)异常。他们在西澳寻找金矿,常在褐色土或红土中的某些含铁石、红土砾石中的粗粒碎屑中测量As晕,并证实它确实都能被作为很好的找金的指示元素。另外一种情况是:如果深风化剖面保留不完全,有部分被剥离,其基岩风化层之上仍有残积土壤覆盖,像这样的情况在大多数太古代地层分布地区即所谓“地盾”区是常有的,这是由于地壳在该区稳定上升并经受剥蚀深风化剖面因而保存不完整,但有时仍保留有残积土覆盖。这类残积土经历深风化后与前述情况仍很类似,活动性组分一般被强烈淋蚀,少数元素可残留而形成相对较弱的晕,最有用的找矿指示元素或矿物即是同前述的“稳定组分”。但另一方面,由于这些区域经

历了剥蚀,深风化剖面保存不完整,残积土壤便较接近基岩风化层,故土壤中相对应发育有较广泛的次生分散晕,包括在土壤层中应保留有原有铁帽、矿床氧化带或矿床原生晕等经风化残留的一些碎屑,以及土壤从各种成因的水晕中,所获取的一些成矿物质。在这种情况下,如越是剥离程度高,土壤中金属次生晕值也越高,且其中包括有许多具指示矿体存在的指示元素分散晕。我们所需的矿化异常可以在土壤中各种粒度的颗粒中发现,当然在粗的粒度中,次生晕发育最为强烈。如果剥蚀程度再高,矿床氧化带或铁帽都被剥露出来,这种状况就成为地表矿而非盲矿预测的范围了。在上述部分被剥离的深风化剖面的土壤中,如有外来物混入甚至外来的迁移土又覆盖在残积土之上,则应避免在外来迁移土壤覆盖层中取样,如果这类地区气候潮湿多雨则应充分了解其水晕特征。上述可知进行盲矿预测时,为了更好的采用有针对性的找矿方法,对土壤的深风化剖面应进行上述内容的充分研究,并结合对地势起伏高低及气候条件等进行综合分析以判断该区何种晕最为发育以便采用相应的找矿方法^[8]。

1.6 盲矿预测中对土壤覆盖层中生物的研究

目前研究土壤中的生物主要是针对植物而言。植物在土壤中的生长习性、生态变异以及植物的吸收土壤和水中的微量元素而使其所具有的特征成分,对这些方面的理论研究和实际考察均能有助于盲矿的预测工作。某种动物的特征也能指示一些矿化现象,但较少实际运用。研究植物用以判断下覆盲矿是否存在包括以下几方面:(1)是研究某些种属的植物其生长习性与土壤中某些元素高含量有依存关系,例如众所周知的海州香薷(铜草)的发育与铜矿上土

壤富铜(我国长江中、下游一带)有关。除此之外,现已研究与金矿有关联的土壤中发育有很多种植物的种属,其它金属矿产之上的土壤中也或多或少有某些特殊植物的生长。它们均具一定的指示作用;(2)是研究植物在某些富含特定金属的土壤中生长会发生生态变异现象。变异现象可以是树干高大、树叶巨大,也可以是使植物的花、叶变色等等;(3)是研究植物群体生长发生变异,如在硫化物矿体之上的土壤中植物枯萎,盐和石膏矿上的土壤植物矮小,磷矿上土壤中植物却生长特别繁茂等。在航片上还可根据观察到的植物群体的各种属分布和排列以及它们展现的上述各种变异现象,用以判断土壤下有无盲矿的存在。对于植物吸收土壤中的异常元素而引起植物的根、茎、叶等微量元素增多而产生的异常便是生物地球化学找矿方法的基础。为此,研究不同植物种属、年龄、不同器官及其开花前后时节、各季节等等植物吸收和富集微量元素的能力以及对草本或木本植物分别其不同枝体应采取样品的器官位置等等,均能导致对覆盖层下盲矿预测工作的充实和有效的进展。

1.7 盲矿预测中年轻覆盖层透出矿化信息的可能性的研究

这也是预测在土壤之下还有年轻的沉积岩和火山岩层覆盖于盲矿之上,找矿难度加大的情况下应予加强研究的一个极重要的方面。因为在这种情况下,在地面土壤中来找寻盲矿体的矿化信息就很困难或不可能,因此必须全面分析研究这些年轻覆盖层的物性特征以求通过对成矿规律的研究来查明地下盲矿的特征及其可能与年轻覆盖层的物性差异以便通过其穿透性能强的物探方法或其他方法来圈定含矿岩石和盲矿体。另外方面由于年轻覆盖层可能会遭受新构造运动的影响其岩石会产生断裂

裂隙构造或者其本身岩性具孔隙度,这样深部盲矿所派生的一些次生矿化信息就可能通过它们而透出于地表。这些矿化信息是与盲矿有关通过断裂裂隙和覆盖层中高孔隙带上升的含各种与成矿有关元素的水、气晕以及放射性特征。查明它们的分布范围,可以指示地下盲矿的可能位置。有时这种水、气晕或放射性产物可以透过年轻覆盖层在其上的土壤中聚集,或者气体可以上升到邻近大气层中,放射性影响也可达到高空。因此,查明年青覆盖层的断裂裂隙等新构造带和岩层中高孔隙度带便成为研究覆盖层的特性的另一重要方面。在地表或在土壤中可以通过物探、水晕、气晕或放射性及其衰变的产物在土壤中的聚集来推断土壤之下年青覆盖层中断裂裂隙带的位置。例如,有人提出用土壤中 ^{210}Pb 的含量异常即 ^{210}Pb 的含量异常即 ^{210}Pb 。法测得的 α 强度异常来推断新构造断裂在土壤下的位置(石玉春,1982)等等。这样我们便可更进一步对年青覆盖层中的断裂裂隙带中可能存在的各类矿化信息进行直接研究,藉以判断其下是否存在盲矿。

1.8 盲矿周围介质中水、气体及放射性特征的研究

与成矿有关的水溶液、气体和挥发性组分以及放射性成分具有向上活动的性能,它们能利用岩石孔隙、断裂裂隙穿透各类覆盖层而达地表,因而研究它们中所有的成分及其与盲矿的关系以及在地表用何方法以捕获它们乃是在难度较大的盲矿预测中重要的一个方面的理论和技术方法研究领域。现代对于盲矿周围介质中的气体研究较为成熟并能用之于找寻盲矿的是下列与成矿密切有关的一些气体和挥发分组分: H_2S 、 CO_2 、 SO_2 、 N_2 、 CH_4 等气体以及 Hg 、 As 、 Sb 、 F 、 Cl 的气态化合物以及惰性气体类,尤其是其中的 He 、 Ar 、 Rn ,它们有

时与放射性成因有一定关系,例如 Rn 可由 U 和 Ra 衰变而来,可在气体和土壤中聚集,不仅如此,它还能继续不断地衰变产生一系列子体如 ^{210}Pb 等, ^{210}Pb 又可聚集在土壤和气体中,这些气体还可与深部来源的惰性气体等等汇集成更大的气晕。这为直接预测盲矿和间接通过先寻找到覆盖层中的断裂裂隙、高孔隙带并对其加以研究,然后再找寻盲矿,提供了基础。

近来对一些放射性异常指示地下金、银等贵金属和各类有色金属盲矿的性能展开了研究,并取得了不少进展。正如本文前述及,一些基性—中基性—中酸性火山岩类包括熔岩流和火山碎屑岩类与成矿有密切内在联系。在成矿过程中,矿体的一些组分中,和火山岩类蚀变而形成的诸如钾化、青盘岩化、泥化等岩石中的一些组分有些就含有放射性元素如 Th 和 U 等,其中如果含 U 高,则可以利用测定 U 的异常以指示有盲矿存在的可能性(这是指放射性矿床以外的其它金属盲矿床)。据报导,在前苏联常以 Th/U 和 K/U 比值低作为圈定存在盲矿的指标之一。至于众所周知的 Hg 和 As 和其它一些易挥发的组分所形成的气晕对找寻各类盲矿的有效程度也是很高的。例如 Hg ,由于它的地球化学性能极其活泼,尤其是在岩浆和热液条件下,汞的化合物一般能被二价铁离子还原成金属,金属汞高度的活泼性,能使它容易向上运行,在热液作用晚期,中低温条件下,它将主要与硫结合而固定下来。除了因汞金属富集形成汞矿床之外,汞还能与很多有色金属如 Cu 、 Zn 、 Pb 、 Sb 等,贵金属 Au 、 Ag 等矿床,尤其是其中的中、低温硫化物矿床有极密切的共生关系。在这些矿床中,有时汞虽不能作为有益组分提炼,但却能形成异常含量。硫化汞氧化后常形成上述极活泼并具向上穿透能力强的气体状态的汞,于是

在上述有色和贵金属矿床的上方,形成原生晕、范围较大的气体晕、水晕以及土壤中盐晕、壤中气晕等等。气体和水晕分布于岩石、土壤孔隙、裂隙中,气晕还可在近地表或高空的气体中测得,因此对预测深部盲矿就有很大价值。上述可见,壤中气晕或气晕中的一些指示元素例如 Hg、As 等,其含量的升高,一般是与各类金属矿的主金属元素的高含量有关,亦与原生晕发育的强度大、分布广有关,并且它们常与土壤中的次生 Hg、As 晕成正相关^[9]。过去对于气晕中的汞晕在变质程度高的地区能否发育的问题存在着争论,但现阶段国外一些新的研究成果认为,由于 Hg 常被保持在闪锌矿和方铅矿内的黝铜矿包裹体中,故当区域变质程度达到变粒岩相、矿石发生再结晶时,包裹体中的 Hg 含量都不会受影响,只有当硫化物进入氧化带,矿物氧化、晶体破坏, Hg 才释放出来,这样就形成了大量 Hg 的次生分散晕和气晕。因此,即使在变质程度较高的地区内 Hg 晕、气晕也仍可作为找矿指标^[9,10]。关于气晕的应用效果和发展趋势国内外的情况都比较明朗。例如对于气晕国外发展趋势(吴传壁等 1990 年报导)一方面是从理论上探索气体垂向迁移的机制,如微气泡上升说以及沉积层中微裂隙的存在为微气泡的迁移创造条件等假说;另一方面是发展检测技术以先进仪器引入气体测量工作,以达到可同时测定数十种气体或元素,这样就能全面的利用各种气体指标以指示地下盲矿,其效果必然会更加良好。例如美国和其他一些国家用 O_2 、 CO_2 寻找硫化矿体,用硫元素找金,其中尤其注意用高价硫的富集以发现金矿,烃气作为铅锌矿床的指标,用 H_2 、 CH_4 、He 和 Ar 气晕查明隐伏的金伯利岩筒(环状、弧状气晕)等。这均说明运用气晕中的多种指标在寻找深部具高难度隐藏盲

矿方面的效果日益显著。如果测试手段进一步改善,则可以想像气晕的找矿运用前景将会更好。

与气体特征相近似能携带地下盲矿中某些组分而向上迁移的还有各种水溶液。硫化物矿床中的一些金属组分如 Cu、Pb、Zn、Mo、Ni、Co、Hg 等以及盐类、油气和放射性铀等矿床中的一些组分,能溶于地下水中,它们通过能上升的渠道被带到地表露头中,其中有的成为水晕,有的在岩石裂隙壁上或土壤中沉淀下其中的金属或有用组分形成“盐晕”。水晕在盲矿周围发育的情况和能否被利用作为找矿的指示剂是与预测区地形起伏和气候条件、地下水露头、水网密度、水的活动性及汇水特征以及矿体中组分特征等等有密切的关系。由于水的活动性较大能形成长晕,泉水能上升很远,故它对寻找深部盲矿有一定意义。在地形切割的山区,深部水可能出露。然而由于有些金属溶解度本来就很小,如果水量太大,汇水条件复杂等各种因素可导致水晕极其微弱而不易被发现。目前对水化学找矿法的运用尚有许多条件限制,使其运用还不十分广泛,但它对预测盲矿也是不可忽视的一个方面。

以上所涉及的各方面的理论研究问题如土壤及其透出矿化信息可能性的研究;土壤覆盖层中植物、含盲矿区域内介质中的水、气体及放射性特征等等方面的研究,除了对选择物、化探预测盲矿有着重要影响之外,由于上述问题所涉的物质成分在介质中的变化又可以诱导致介质中物理性质—如光学性质的变化,这样就使在遥感卫星或航片图象上产生各种暖信息、岩类结构信息或在各种假彩色照片上产生明显颜色差异,从而使找寻盲矿工作中,进一步获得重要的遥感和航空影象找矿信息。



作者后记:百余年来,矿产地质勘查加速地发展,随着矿产开发量的与日俱增,出露地表的矿产日趋减少。现实的找矿任务必须是针对隐伏和隐藏的盲矿。虽然执行这一任务难度加大、耗资大增,但为了国民经济建设的持续高速发展,这乃是不可回避的必然趋势。国内外地质矿产勘查工作者却早已在探讨这一疑难问题,但从已获成果来看,多是反映个别矿种或局部地段盲矿的勘查实例,对于技术手段用之于盲矿预测,也常限制在较狭窄的单一学科中技术手段的综合运用,致于对盲矿预测模式分类的讨论,前人重复陷入单纯以盲矿的隐伏特征,被动而片面地划分盲矿类型,使根据第二性原则的分类,无助于盲矿预测实际。鉴于上述,笔者在数拾年研究中,对盲矿预测涉及的理论基础、各种先进技术手段的综合运用以及盲矿预测分类、各类型盲矿的综合找矿方法及其国内外已有勘查的成功实例作了全面、系统地论述从而填补了这一学科研究领域的空白,建立了成矿规律及盲矿预测这一学科完整的思想理论、技术方法和分类学的体系。希望这些理论的深入研究、技术方法的不断完善将会促进盲矿信息的发现与捕获,并导致盲矿最终地开发,为开发矿业、繁荣经济作出贡献。笔者对《四川有色金属》编辑部全文连载“外生成矿规律”及“盲矿预测”专论,表示最衷心的感谢!

编者后记:随着露天矿、近地表矿和易识别矿的日益减少,寻找埋藏较深的各类隐伏矿床的任务已提到地质工作者面前。找矿难度日益加大,找矿率日益降低,在这种形势下,开展以理论找矿、综合找矿、定量找矿和立体找矿结合为一体的科学找矿是十分必要的,这也是有效地寻找隐伏矿床的必由之路。邓尔新教授的文章(成矿规律及盲矿预测,均载于本刊),恰恰是回答如何进行理论找矿的有力佳作。文章内容丰富、资料翔实、论点明确、见解新颖,是对成矿规律和成矿预测和矿产普查与勘探学科的重要贡献,必将为推动隐伏矿床预测理论研究和找矿实践发挥重要作用。

主要参考文献

[1] R. W. Boyle, The Geochemistry

of Gold and Its Deposits, Geological Survey Bulletin 280, Canada, 1979.

[2] C. F. Park, R. A. MacDiarmid, Ore Deposits, W. H. Freeman and Company, San Francisco and London, 1975.

[3] 邓尔新,矿产预测,找矿勘探地质学(第二章, P. 21~71),地质出版社,1984年北京第二版。

[4] L. C. Rowan, E. H. Lathram, Mineral Exploration, Remote Sensing in Geology, Chapter 17, Edited by B. S. Siegal, A. R. Gillespie, by John Wiley & Sons, New York Chichester Brisbane Toronto, 1980.

[5] E. A. Radkevith, The Faults and Their Role in Mineralization Association of The Genesis of Ore Deposits, (Papers and Proceedings of The Tokyo Meetings) 1971.

[6] 刘燕君,遥感找矿的原理和方法,冶金工业出版社,1991年4月北京第一版。

[7] 邓尔新,纪念冯景兰教授要更深入地研究成矿规律,冯景兰教授诞辰90周年纪念文集, P. 231~236,地质出版社,1990年11月北京第一版。

[8] C. R. M. Butt and Raymond E. Smith (Compilers and Editors), 1980, Conceptual Models in Exploration Geochemistry Australia, Journal of Geochemical Exploration, May 1980, Volume 12, No2/3, P89—365, Section D, Idealized Models P139—158, Section E, P184—211, P304—343.

[9] 邓尔新,非成矿微量元素地球化学特征及其找矿意义,物探与化探,1982年第六期第5期,地质出版社出版。

[10] W. R. Ryall, Mercury in the Broken Hill (N. S. W., Australia) Lead—Zinc Silver Lodes, Journal of Geochemical Exploration, 1979, Volume 11, P. 175~194.