

纳米科学与隐伏矿藏

——一种寻找隐伏矿的新方法、新技术

Nanometre Science and Hidden Mineral Resources

任天祥、刘应汉、汪明启

(地矿部物化探研究所, 河北廊坊 102849)

随着科学技术的迅速发展,经济竞争的日趋激烈,自然资源尤其是地表矿产资源的过度消耗,已引起越来越多的人们的关注。自然资源作为国民经济发展的基础和保障,有其有限性和不可再生的特点,过度消耗,储备不足,均将制约国民经济的发展。而地表矿产等自然资源的日益枯竭,已成为我国乃至世界各国共同面临的形势,研究寻找隐伏矿的新方法、新技术,已成为地质勘查学家必须解决的紧迫课题。

一、地表矿产资源危机

我国 90% 以上能源和 70% 以上原材料来源于矿产资源。据预测,到 2000 年,我国国民经济发展急需的 45 种矿产资源中,将有 1/4 不能满足需要。其中石油、铜、金、钾、铬等 15 种主体矿产,7 种有缺口。到 2020 年,除煤、钨、钼等少数有色金属稀土矿产、建材、非金属能基本保证需要,铁和磷部分保证需要外,其它矿产几乎都缺乏资源储备保证。

矿产资源的紧缺同样也是世界性问题。全世界石油目前的证实储量为 1 365.8 亿吨,按目前的年产量,其储量寿命约为 46 年,天然气按目前的消费量可用 64 年,铜矿储量可保证生产 33 年,而铅、锌、金、银和金刚石等矿产保证生产年限更短,约 20 年左右。

随着资源的消耗,地表矿产的日益枯竭,隐伏矿(掩埋的和盲矿)的勘查,自 80 年代开始,已日渐重要。事实上,容易找的、出露的矿产资源大多数已找到,而隐伏矿的寻找则限于方法、技术等多方面的问题,突破不大,导致矿产后备储量不足。要改变这种现状,就必须拓展领域,深化基础研究,发展新方法和新技术。

二、国外寻找隐伏矿产资源新方法的研究及问题

自 80 年代开始,国内外便有相当多的地质学

家、勘查地球物理学家、勘查地球化学家在致力于隐伏矿的寻找。尽管他们在理论、方法和技术等方面进行了许多工作,但至今多为间接信息,尚缺乏获取直接找矿信息的手段。

如何在地表或近地表测得深部矿化的信息,如成矿元素和伴生元素异常等,国外已经率先开始了研究。80 年代中后期,瑞典的 Boliden 公司(K. 克里斯蒂森等)推出了一种寻找隐伏矿的新技术——地气法(Geogas 地气测量):在野外挖几十厘米宽的小坑,将捕集器埋置其中,捕集器用一倒置漏斗形器皿汇集气流,在其顶端放一聚苯乙烯膜捕集气流携带的物质;埋置 40~60 天(最长 91 天)后,取回捕集器,在实验室用质子激发 X 射线发射光谱(PIXE)分析薄膜上粘附的物质(元素含量),据此圈定异常地带,寻找隐伏矿。该方法因其找矿直接性和深测深度大等特点,刚一问世,就引起国内外勘查界的广泛关注和热烈反应。稍后,原苏联、捷克、德国等也相继开展了地气法的研究工作。

但目前,该方法在国外几乎处于停顿状态。主要原因有:(1)地气法中采用聚苯乙烯薄膜捕集上升气(泡)流携带物质,而聚苯乙烯膜主要是起粘附作用,其捕集能力有限;(2)国外地气法野外工作周期长(40~60 天),捕集器易丢失,且难寻找;(3)分析方法为 PIXE(质子质谱),价格昂贵,一般的实验室没有此种设备;(4)所捕集物质究竟是什么及其如何迁移上升到地表的机理不清楚。其中尤其是捕集材料和迁移机理等问题妨碍该方法的迅速发展。

三、国内隐伏矿产资源的寻找

国内部分专家学者于 80 年代末期开始此方法的试验研究。成都地质学院童纯菡 1989 年首先在国内进行地气法试验并使用中子活化分析,地矿部物化探所王学求、伍宗华等人在此之后也进行了地气法试验,并提出和使用主动抽气累积法,以提高

野外工作效率。

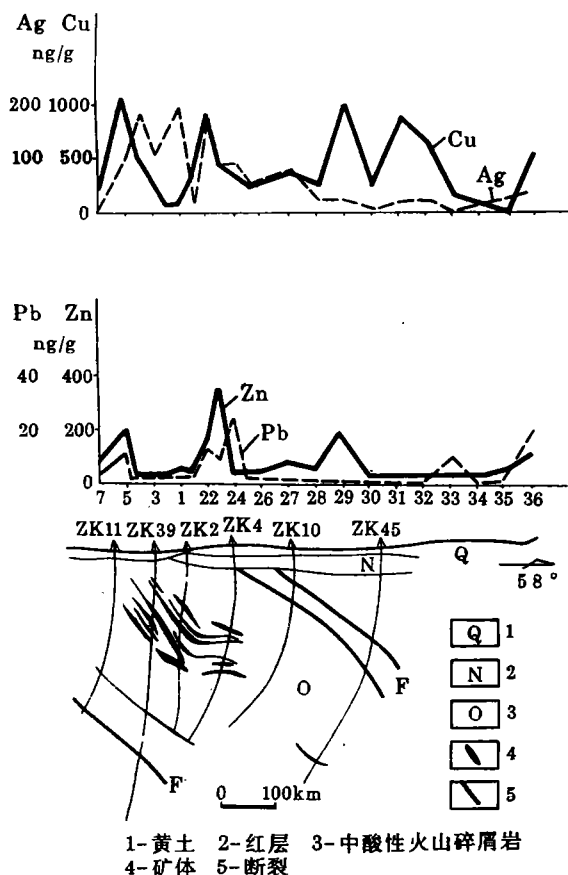


图1 甘肃黄土覆盖区地气中元素含量变化曲线

我们于1993年在厚层黄土覆盖区开始地气测量研究:利用附着定量活性炭的聚氨泡沫塑料作为捕集材料,大大地提高了捕集能力,采用常规的原子吸收分析方法以降低成本,进行主动抽气法和被动埋置法的试验研究。试验研究获得较大的成功。图1为甘肃黄土覆盖下多金属矿(Cu、Zn、Pb和Ag)上方地气中元素异常图(纵坐标为地气中元素含量,横坐标为采样点位)。结果表明在覆盖厚度达40~200米的多金属矿区(以Zn为主),主要成矿及伴生元素Zn、Cu、Pb和Ag等在矿体上方出现明显异常。在青海拉水峡以红层覆盖为主的Ni、Cu矿区,也发现极明显的Ni、Cu、Co、Zn、Ag、Mn元素异常。此外在一些金矿区的试验,发现盲矿体上方出现了Au、Cu、Ag等元素的地球化学异常。这些异常不仅能圈出矿化体位置,还能初步确定矿化体的分布和走向。而在这些隐伏矿区用常规的地球化学测量方法(如土壤测量)则无上述异常显示。

四、纳米物质测量的提出及发展前景

尽管上述研究是初步的,但已可看出,这一方

法已给隐伏矿的寻找带来了前景。但来自地下矿源的物质(元素)是如何向地表迁移的?究竟以什么形式向上迁移的呢?目前较普遍的观点是整个地球存在一种上升的气(泡)流,当上升的气(泡)流穿过矿源层时,矿源层中一些微细粒物质,可能包括离子态和气溶胶,将随气(泡)流一起向地表迁移。我们认为这些微细粒物质主要是超微粒级的纳米物质,地气测量实质上是对地下纳米级物质的测量。

近年来,纳米科学的兴起给许多学科和领域的发展带来革命和深远影响,同样,也给地质学科及其找矿技术带来了生机。事实上,当物质处于纳米尺寸时,一半以上的原子处在表面上,其物理化学性质(尤其是地球化学特性)与传统的结晶块体有很大的差异,使纳米物质具有很强的固态迁移能力(类气体性质)、极高的扩散速度和化学反应速度。

我们在内蒙某隐伏金矿上所做的粒级试验表明,用220纳米滤膜过滤后,捕集器中Au、Ag、Cu等主要成矿及伴生元素的地球化学异常规律性明显好转,能更好地指示金矿体的赋存部位。这从另一方面证实地气测量中所捕集的“痕量物质”处于纳米尺寸范围内。

传统的观点认为温度越高,元素的化学活性越大,越易迁移成矿;反之,迁移能力差,不易成矿。如化学性原来就不活泼的金元素,在较低温度下,它的化学活性更小,更难迁移成形,这样的观点导致人们对金的“地球化学行为”迷惑不解。同样地,地气测量中金属元素的含量变化能反应下面的隐伏矿体,令许多地质学家迷惑不解。如果这些反常现象用纳米科学中“纳米的地球化学属性”来解释,则一些问题易于得到解决。

展望可能出现的新的寻找隐伏矿的有效方法——纳米物质测量(现称地气测量),前景看好,有可能在寻找隐伏矿产资源方面获得突破,解决10余年来国内外寻找隐伏矿产资源徘徊不前的局面。与此同时,也可能形成对传统地学成矿理论观点等的冲击,导致成矿观点的改变或新的认识,推动地学新理论、新技术方法的前进。

但是,在纳米物质测量应用于寻找隐伏矿产资源过程中,尚存在着一些问题需要解决,如纳米物质的类气体性质(包括强的迁移能力和穿透能力),纳米物质(天然)的存在形式(不同矿种存在形式不一致),来自隐伏矿产的纳米物质在向地表或近地表迁移中的相态变化及表生作用的影响等。

总之,纳米科学和地质找矿结合,将有可能推动两大学科向前发展并促使新边缘学科的诞生。

(责任编辑 蔡德诚)