

加强综合研究工作 提高化探找矿效果

欧阳宗圻

冶金地质系统的化探工作是从一九五六年开始的。二十多年来，在各级党委的正确领导下，经过广大化探工作者的共同努力，化探工作取得了相当大的进展。化探队伍从无到有，从小到大，现已遍布各省物探大队及部分勘探队，并开始建立专业化探队。化探方法从单一的次生晕（金属量测量），发展到分散流（水化学）、原生晕等多种方法，并根据具体地质地理条件，逐步形成了各有特色的可应用于普查、详查、勘探各个阶段的综合方法。测试手段也从单一的比色分析，发展到以光谱分析为主、比色为辅的一整套手段。近几年在一部分单位陆续增加了测汞仪、离子选择电极、火焰光度计及pH测定仪等。测定的元素从只能测定铜、铅、钼、钨等少数元素，扩大到三十五个左右。同时，为了配合次生晕中金属元素存在状态及指示元素载体的研究，还试用了激光光谱分析，提出了适用于化探的某些相分析方法以及单矿物中多元素定量分析方法。在寻找有色金属及某些贵金属、稀有元素矿床过程中，化探和地质、物探相配合，在划分远景区、圈定赋矿地段、寻找盲矿体等方面，都收得了较好的效果，已经成为找矿的重要手段之一。近年来，为了适应找盲矿和在厚层外来堆积物掩盖条件下找矿的需要，还开展了汞气测量、卤素测定及其应用的试验研究工作，并已初获成效，即可推广用于生产。化探寻找无磁性铁矿的试验研究工作也已开始。应用电子计算机及各种数据处理方法整理化探数据，得到初步的推广应用。

但与我国实现四个现代化对金属矿产资源的要求相比，化探工作的差距还是很大

的。主要问题是：提高整个化探工作速度，缩短各个环节的工作周期；提高找矿效果，扩大工作领域（包括矿种、矿床类型和各种景观地球化学条件）。和国外先进的化探技术水平相比，我们的差距也很大。例如：测试手段落后，仪器分析比重小，手工操作多，效率低，精度差；由于没有形成综合配套的手段，因而能测元素少（国外先进化探分析水平为60~70个元素）；没有形成一套有效的分析质量监控系统。野外编录没有卡片化标准化，分析没有自动化，化探综合标准程序尚未建立，没有自动成图设备。整个室内工作效率低，质量也不理想。具有高速普查特点的航空化探工作，我们还是空白。数据处理工作也存在不少问题急待研究解决。各种异常形成机理的试验研究工作刚刚开始筹划。

在整个化探工作中，综合研究工作是当前的一个薄弱环节，远远不能适应找盲矿和开展区域普查找矿工作的要求。

二

随着地质找矿工作的进展，出露地表的矿体日益减少，如何寻找掩埋矿体（地表被外来堆积物如风成土、湖积物、崩积物等所掩盖）和盲矿体的问题就尖锐地提出来了。为了解决这个问题，近十年来金属化探这门应用科学也在不断发展。主要表现在：研究和应用找矿深度大的元素（如汞、卤素等）及元素垂向分带；研制轻便深部取样器，加大采样深度；由于高灵敏度测试手段的解决，使气体地球化学测量方法逐步形成；结合具体地理特点，总结研究不同景观地球化学条件下异常发育特征，提出相适应的工作方法；特别值得注意的是，在元素地球化

学,各种成矿作用地球化学的基础上,研究在原生及表生作用中金属元素富集的条件和环境,从而从理论上指出可能的地球化学找矿指标,扩大了应用范围,提高了找矿效果。

为适应找盲矿的需要,近年来国外大力开展了化探区域普查,进行地球化学编图预测远景区,地球化学图册已成为一项国家正式地质图件,有计划地全面的进行,把它作为战略性资料来应用。我国现有化探综合研究工作的内容和方法已不能适应区域普查找盲矿的需要,必须从技术思想上有所改变。现提出以下几个需要注意解决的问题,供参考。

1.内因与外因相结合。要注意研究金属元素富集的条件和环境。对于被剥蚀出露的矿体,在地表进行分散流、次生晕普查详查,一般都能出现一定规模的主要金属元素的异常,而对于盲矿体来说,主要金属元素及伴生元素的异常可能并不明显,或严格受成矿前构造控制,有时只有远程指示元素才出现异常。因此,应当重视反应深度大的元素的研究。

化探主要是研究元素的分散和集中这样一对矛盾。一个矿床的形成,即金属元素的富集,既有内因又有外因。内因就是要有矿源层或一定丰度金属量的岩体、热液。这可以用主要金属及与其密切伴生的元素来指示。外因是成矿不可缺少的条件,即金属元素富集的条件和环境,如一定的空间、酸度、氧化还原条件、温度及其它地球化学条件(包括各个成矿阶段金属络合物中的阳离子、阴离子、携带剂,也包括促使金属络合物解体和与金属相结合形成金属矿物的元素及条件)。例如,镍的富集并形成可利用的金属矿物,硫是必不可少的元素。锡的早期络合物中含有大量的氟,以后由于各种地球化学条件的变化析出氟形成锡石,因而氟是锡盲矿的指示,其含量与锡矿规模有一定的关系。斑岩铜矿的赋存部位具有钾、钠(铷、铯)比值高,锰低的特点。沉积铁矿的形成有时要有高氯的环境为条件,等等。因此,我们不但要研究主要金属元素,而且要扩大到研究和应用更多的伴生微量元素、阴离

子,甚至某些常量元素等(我们可以把它叫作控矿元素,运矿元素),还要研究和应用更多的地球化学参数(如pH值、Eh值、测温等),具体内容则需根据具体情况而定。

2.直接找矿与间接找矿相结合。要注意研究各种构造、岩层、岩浆岩的地球化学特征。由于矿体的形成需要一定的条件,因而对某些地质条件的了解,在找矿工作中能起到很重要的作用。例如:进行层位对比确定矿源层含矿层;评价岩体、露头深部的含矿性;圈定运矿及含矿构造;判断矿体、岩体剥蚀程度等,这些都属于间接找矿,但它对预测远景区、寻找盲矿体都能起到一定的作用。

因此,我们在研究化探资料时,就不能只注意金属元素高含量异常,而必须以区域地球化学场的观点来研究各种有关元素的整体分布特征(当然在这个场的形成和变化过程中,影响因素是很复杂的),包括研究和应用构造地球化学、岩浆作用、热液作用、沉积成矿作用的地球化学等。要注意各种岩性、岩浆岩的背景值。要研究区域背景和局部背景。因为这些资料能反映出各个成矿阶段活动的内容、范围和背景。要注意各种元素的含量和组合的变化特征,研究它们与各种地质条件如岩性,岩浆岩的时代、性质、剥蚀程度,构造的性质和方向,金属矿物组合的变化,各种蚀变,各种矿化类型等等之间的关系,从中总结出各种直接和间接的找矿信息。

我们应当注意摸索总结各种矿种、不同成因类型矿床的地质和地球化学这两种资料的互相转化的方法和规律。首先要从已有的地质资料,研究可能的地球化学特征,例如从研究岩石化学成份了解各阶段元素带出带入的情况,提出可能与金属富集有关的元素;从研究与成矿有关的蚀变矿物及主要金属矿物组合,提出可能的找矿指示元素等等。所得到的化探资料,又需要密切结合上述结果及具体地质条件,对各种地球化学特征作出地质解释。

3.空间与时间相结合。要注意研究各个成岩成矿阶段的地球化学特征。大量实际资料说明,矿床的形成常是多期多阶段甚至是

多源的产物。一个内生矿床,包括成岩和成矿过程在内,都是如此。也有的是沉积后改造或是活化再造成矿、后期叠加等等。

不同成因类型的矿床,由于地球化学异常的形成机理不同,因而工作的摆布、方法、指示元素的选择也就不同。例如,研究夕卡岩矿床要注意岩体与碳酸岩的接触部位;寻找斑岩型矿床要注意岩体本身及接触带;晚期岩浆矿床可能形成和岩浆期后矿床类似的地球化学异常,而对早期岩浆矿床则必须注重研究岩石地球化学;对热液矿床应密切注意构造的控矿作用,而对层控矿床则需研究矿源层含矿层以及它们形成的地球化学环境。过去只注意寻找内生有色金属矿床,而对沉积岩、变质岩中大面积出现的零星弱异常,则多认为是区域性无工业意义的矿化引起的。寻找层控矿床,应详细了解各种地球化学背景,进而研究这些异常。对于已被剥蚀出露的矿床来说,不论是哪种成因类型,只要地表为残坡积物所覆盖,在矿体上方都能出现明显的主要金属元素的异常,这是在寻找盲矿体时必须注意的。

地球化学异常是多期或多阶段的最终综合反应,其中只有一部分与成矿关系最密切。为了确定异常的指示意义,除了研究这些异常与矿体的空间关系外,更重要的揭示其时间关系,即剖析整个演化过程,找出各阶段元素带出带入围情况,进而确定成矿阶段的主要指示元素,明确各种组合及含量的指示意义。例如,研究加拿大某含有四个斑岩铜钼矿床的大岩体化探资料说明:硅、钠含量的增加,铁、钛、铝、镍、锌、钒、钴等元素含量的减少,反应了岩体的分异程度,钡、铷、锶、锰等元素的含量变化反应了蚀变程度,铜、钼、硫、硼(氯、汞)才反应了直接的矿化作用。

4.点与面相结合。要注意研究区域地球化学控制因素。目前,我们比较注意研究一个矿体上方或是一个钻孔剖面上元素的分布特征,这是必要的,但只是初步的。今后应当特别注意同一类型所具有的共同特点以及产生这些特点的原因,做到点面结合。同时,为了解决普查及勘探基地紧张的问题,必须在综合资料的基础上,加强普查预测工

作,不但要研究矿床自身的地球化学特征,而且必须研究产生矿床、矿田所必须的区域性地球化学控制因素。一个矿床或矿田的形成不是偶然的,它需要一定的区域控制因素,因而除了研究矿体自身的地球化学特征,还必须注意区域地球化学控制因素。例如斑岩铜矿需要高硫低氧适度富铁的环境。从统计资料来看,不少矿床或矿田的形成都与一定时代的岩浆岩或一定的层位、某个方向的构造有关等等,这都需要通过加强面上的综合研究工作来解决。

三

为了开展上述工作,建议建立和加强以下四项基础工作。

1.建立测定地球化学参数的制度。开展化探工作前,应当测定地球化学参数,了解工作地区各种主要地质体的元素分布分配特征,以作为选择指示元素和解释异常的重要依据。这项工作可采取随机取样或路线剖面的方法来进行。对工作区内的各种岩浆岩、地层、矿化类型和蚀变岩石都应采取一定数量的标本,进行岩矿鉴定和光谱扫描,以初步了解各种地质体的特征元素组合和含量,主要金属元素带出带入围情况,主要指示元素的主要载体。这些数据可随着工作的深入不断进行补充和修正。全部资料应作为不可少的技术资料来对待。建议在三、五年内逐步积累并建立我国各主要成矿带(区)各种地层、各种岩浆岩的地球化学背景资料。

2.扩大地质资料的收集范围和研究深度。对地质资料及情况掌握的愈多愈深入,对异常的解释就愈确切。因此,除一般地质内容外,还应收集岩石化学分析成果,了解矿床的可能成因类型及其依据,收集与矿床形成过程有关的资料(如成矿期、成矿温度、矿物组合等),矿床形成的控制因素,主要找矿标志(包括围岩性质、时代、构造、岩浆岩、蚀变等),杂质元素分布分配情况等。这些资料对化探成果的地质解释都是很重要的。

3.开展精测剖面的工作。在有代表性的化探异常上方,应尽可能进行精测剖面工

作,包括原生晕和次生晕两种。作原生晕剖面的目的,是弄清指示元素的确切指示作用,提高找矿效果。要尽快改变目前只从地表剖面图来推测它与深部盲矿体关系的作法,要结合前两项资料,有条件时还要作钻孔或坑道原生晕剖面,以确切了解这些指示元素与矿体的内在联系,提高推断解释的质量。因为异常可能是盲矿体或是地表矿化所引起,也可能只直接反映某种蚀变,或是伴生矿物所引起,因而只有明确它们的指示作用才能提高找矿效果。在有条件的地区,还应了解主要金属矿物中元素分布情况以及主要指示元素的主要载体。

我国地域辽阔,地理条件变化较大,形成了各种地球化学景观。各种元素由于其地球化学性质不同,因而在不同的景观条件下,受到的表生作用也不同,从而引起不同的行为。所以,必须采用相适应的取样方法,加工方案,适宜的溶剂,才能获得有意义的异常。不同景观异常的发育特征也不同,只有根据其特点进行推断解释,才能提高找矿效果。

我们要注意积累本省、本地区所具有的景观条件下,主要指示元素的次生晕发育剖面图,认真整理层位试验、粒度试验剖面的资料,尽力作一些相分析,了解金属元素受到表生作用后的含量变化情况和各种相中所含比例的变化,结合表生地球化学作用,逐步总结出具有我国特点的一套相应的工作方法和异常评价方法。

4.提高数据质量,建立质量监控系统。样品的采取和分析质量是决定化探整个工作质量的基础。有的地区有时出现异常“搬家”,时隐时现的问题。批次之间,单位之间,样品分析的系统误差(偏倚)造成不能接图,数据不能广泛应用的情况还不是个别的。组份影响的问题尚未彻底解决,有的元素分析灵敏度还不能满足要求,为此需尽快建立质量监控系统,建立与国际和我国化探标样进行过对比的冶金地质系统化探管理样,建立统一的化探编录要求及各种质量检查标准和制度。

对化探资料进行数据处理,是进行异常

评价工作的一项重要手段,它有助于较快地提取出各种找矿信息;可以定量地描述各种地质和化探现象,并对其进行判别和归类;可以比较合理地消除偶然误差,反应出区域性的各级矿化范围和强度,因此应当大力推广。但是,这并不能代替各种基础工作,相反,只有在对各种地质和地球化学现象详细观察,掌握尽可能多的资料后,才能合理地选择数据处理方法,作出比较符合客观实际的推断解释。应当在弄清方法本身数学基础和假定条件的基础上,联系地质、化探的实际,搞清应用条件,才能更好的发挥各种数据处理方法的作用。当前急需加强方法的应用条件和变量选择研究。

四

今后一个时期内。化探找矿的一个急需解决的问题,就是要加强综合研究,尽快提高异常评价水平(包括岩体和露头深部含矿性的评价),不断提高找矿效果。

当然,对化探工作来说,速度问题(主要是样品加工,分析测试,成图自动化,研究引进航空化探设备和技术等)以及扩大方法和工作领域的问题(如水化学,气测,层控矿床化探方法等),也是十分重要的。

就综合研究工作本身来说,无论是一个地区或是一种成因类型的矿床,要想得到异常评价的准确指标,必须通过多次的实践和认识,其中包括必要时用工程验证。验证结果无论是否达到预期目的,对所得资料都要认真收集和研究,使认识不断深化。对大量工程验证结果不进行研究总结,实在是极大的浪费。

要做好上述各项工作,需要采取必要的组织措施和技术措施。例如,化探队伍要配备一定的岩矿鉴定设备和人员;提高现有队伍的地球化学理论水平和地质调查技能;建立冶金地质化探测试系统和质量监控系统;研究扩大测试项目,解决微区微量元素测定手段和方法;加强和调整化探科研和综合研究力量;等等。