

地球化学负异常及其找矿意义

朴寿成 刘树田 连长云 杨永强

(长春地质学院·130021)

地球化学负异常的存在具有普遍性。完整的地球化学异常场应包括正异常场和负异常场。负异常按其规模和找矿意义可分为区域、矿床和矿体 3 个不同层次。区域负异常,可以指明区域找矿方向,圈定找矿靶区;矿床负异常指出矿床可能存在的地段;矿体负异常具体圈定矿体存在的空间位置。负异常与正异常的综合研究,有助于深化对矿床成因的认识,扩大找矿信息,提高找矿效果。

关键词 负异常 找矿意义 不同层次

地球化学找矿是通过发现和解释评价地球化学异常来进行找矿的。目前研究和应用较多的是地球化学正异常(简称正异常)。近年来对成矿元素负异常的研究和应用开始为人们所关注,但主要集中在探讨成矿物质来源及可能的成矿大致规模等方面。非成矿元素负异常的研究和应用较小,仅有一些零星的报导,对其找矿意义研究不多。

1 负异常的形成

地球化学负异常,本文定义为由于成矿作用形成的元素含量明显低于背景值的现象。根据柯尔仁斯基的交代理论,造岩组分在黄铁绢英岩化交代过程中由惰性组分转变为活动性组分的顺序为 H_2O 、 CO_2 、 S 、 O_2 、 K 、 Ca 、 Na 、 Si 、 Mg 、 Fe 、 Al 。常量元素对微量元素的迁移成晕具有控制作用。许多研究成果表明,在矿化、蚀变过程中不仅有常量元素的带人、带出,而且也伴随有微量元素的带人、带出。与壳源矿床有关的负异常,已为人们所认识,而对于与幔源矿床有关的负异常,却不为人们所熟知。在成矿成晕过程中只要有元素的带人,必然存在元素的带出,在形成正异常的同时会有负异常的形成。因此,负异常不仅

在热液矿床、而且在伟晶岩矿系、岩浆矿床中均可形成。负异常的形成时间较长,不仅在主要成矿阶段可以形成,而且在成矿前后的围岩阶段也可以形成。

2 负异常特征

正异常的元素组合一般是成矿元素及其主要伴生元素等在成矿成晕过程中带人富集的元素。负异常与正异常不同,除成矿元素由于从围岩中被萃取而亏损,在围岩中形成负异常外,更多的是那些亲铁元素和亲石元素等非成矿元素,它们在成矿成晕过程中被带出,在矿体、矿床中形成负异常。与正异常相比,负异常的指示元素含量变化幅度和异常强度较小,浓度分带也不很明显。

负异常的形状与正异常相似,其规模与元素性质有关。有些元素的负异常规模较小,仅分布在矿化中心附近,有些元素的负异常规模较大,分布较广,可超出正异常范围,从而形成负异常的组分分带。

3 不同层次的负异常

3.1 区域负异常

区域负异常的空间分布与区域正异常相

本文 1995 年收到,张启芳编辑。

似,通常以带状沿一定含矿层位、构造带或构造—岩浆带分布。例如,与层控矿床有关的负异常带沿一定的含矿层位分布,而与岩浆热液矿床有关的负异常则沿一定的构造—岩浆带分布。

主要成矿元素的区域异常通常是由于成矿元素从矿源层中活化转移、集聚成矿时发生大范围的亏损而形成,因而这类负异常形成在正异常的四周或一侧。非成矿元素的区域负异常,通常是由于在区域成矿及蚀变过程中有关元素以矿化、蚀变围岩内部向外活化转移而形成。由于某些元素活化转移到远离矿化中心处析出富集,所以在负异常的外围可形成环状或半环状正异常。元素的活动性不同,其负异常的空间分布和规模大小有差异,从而形成负异常的分带现象。

据吉林放牛沟多金属矿床的研究,该矿床受东西向构造带的控制,异常位于花岗岩

(γ_4)和石缝组(O_3s)地层的接触带,与矿床的空间位置吻合。从区域、矿床外围至矿床,成矿元素 Zn 和 Pb 在不同类型岩石中其含量逐渐增高,以矿床为中心形成正异常,而 Cr、Ti 等元素则以矿床为中心形成负异常(图 1)。Zn、Pb 等元素的正异常与 Cr、Ti 等元素的负异常重合,是该地区寻找多金属矿床的区域地球化学标志之一。不同类型岩石中负异常的指示元素组合有一定差别。在花岗岩中以 Cr、Ti、Ba、Sr、V 和 Co 的负异常组合为特征,在大理岩中则以 Cr、Ti、Ba 和 Sr 的负异常组合为特征,而在安山岩中只有 Cr 和 Ti 的负异常。矿区主要岩石类型从南向北总的分布顺序为花岗岩—大理岩—安山岩,因此根据异常的空间分布和规模大小,可排出负异常的分带序列(从大到小)为 Cr、Ti—Ba、Sr—V、Co。

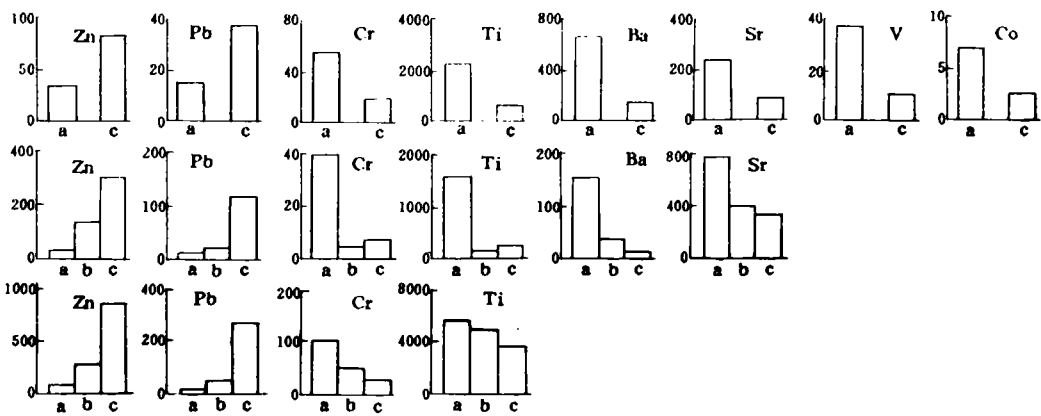


图 1 放牛沟矿区元素的含量变化(10^{-6})
a—区域;b—矿床外围;c—矿床。

样品数 花岗岩:区域—25,矿床—179;大理岩:区域—32,矿床外围—8,矿床—134;安山岩:区域—25,矿床外围—22,矿床—237 注:花岗岩在矿床外围没有样品。

3.2 矿床负异常

矿床负异常的形态、分布与矿化特征以及元素的性质有关。例如,在斑岩型矿床中,负异常的形态与矿化斑岩体的形态有关,多为等轴状,而在热液矿床中通常沿一定的含矿构造方向分布,呈带状。当成矿物质是由围

岩直接提供时,主要成矿元素在矿化发育处形成正异常,而在正异常外侧就会形成共轭的负异常。至于非成矿元素,尤其是亲铁、亲石元素的负异常,一般与成矿元素的正异常在空间上相吻合,可反映矿床存在的位置。如果元素活化转移再沉淀富集,可在负异常外

侧形成正异常。负异常在矿床范围内也可有分带现象存在。

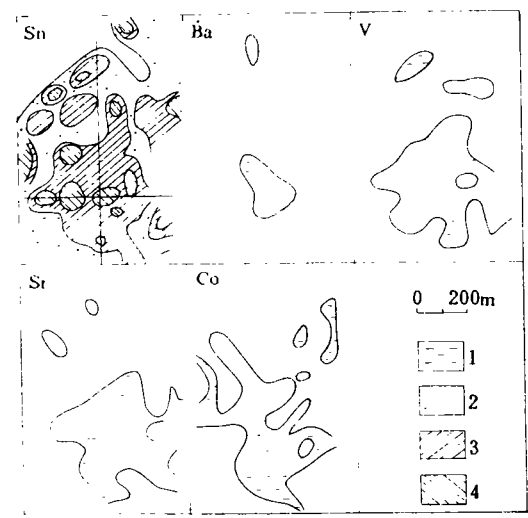


图2 银岩锡矿床原生异常图(10⁻⁶)

1—Ba<300,V<70,Sr<10,Co<5;2—Sn 25~100;
3—Sn 100~300;4—Sn>300

据广东银岩斑岩锡矿床的研究,该矿床地表广泛发育 Sn、W、Mo、Bi 等元素的正异常和 Ba、Sr、V、Co、Ni 等负异常,其正、负异常中心均位于隐伏含矿斑岩体(距地表约 100m 深)的上部(图 2),可指示深部盲矿床的存在。由于元素活化转移过程中活动性的差异,所形成的负异常在规模和空间分布上均有一定差异。根据负异常的规模大小可排出分带序列(从大到小)为 Sr、V—Co—Ba。

从图 3 可以看出,Ba、Sr、V、Ni、Co 等元素的含量变化规律与主要成矿元素 Sn 相反,从围岩到含矿岩体方向含量逐渐降低,其含量降低方向可以指示矿体存在的方向。

因子分析结果(图 4)反映了上述正、负异常的成因联系。 F_2 因子代表绢英岩化, F_6 因子代表 Sn 矿化和萤石化、硅化。Sn 矿化与萤石化、硅化正相关,并伴随有 W 的带入和 Co、Ti、Ba、V、Ni、 Al_2O_3 等组分的带出。在绢英岩化过程中, K_2O 、 Al_2O_3 、 Na_2O 、V 等组分从斑岩体带出,伴随有 Mo 的矿化和 F、W、Sn 等元素的带入。

综上所述,矿床负异常与正异常是在同一成矿成晕作用过程中形成的。和正异常一样,负异常不仅能够对出露矿床有指示意义,而且对盲矿床也有指示意义。负异常组分的含量降低方向,可指示矿体存在的方向。

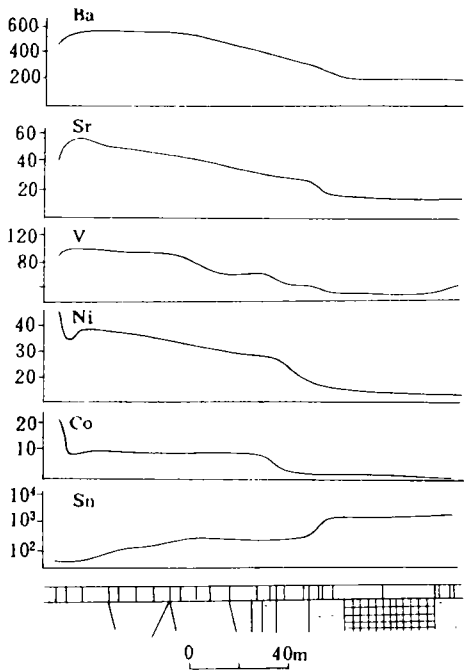


图3 银岩锡矿床 PD₁ 坑道原生异常(10⁻⁶)

3.3 矿体负异常

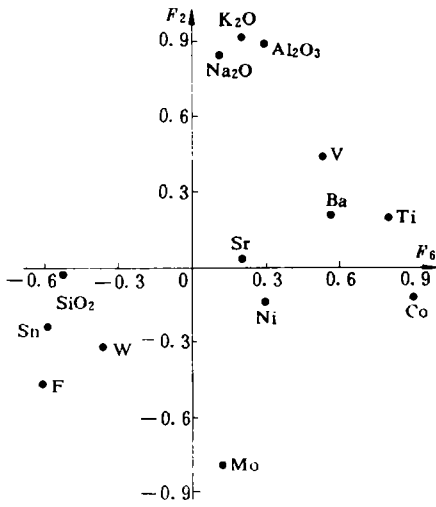


图4 银岩锡矿床蚀变带样品因子分析图解
(部分元素)

矿体负异常的分布、形态与正异常相似，主要受矿体形态、产状的控制。当成矿元素及主要伴生元素是由矿体围岩直接提供时，在矿体上、下盘围岩中可形成共轭的负异常。非成矿元素的负异常，则与主要成矿元素的正异常在空间上相吻合，因而可反映矿体存在的空间位置。

据内蒙乌拉山金矿原生异常的研究，在矿体及近矿围岩中不仅有 Au、Ag、K₂O 等组分的正异常，而且也伴随有 Na₂O、Ni、Ba、Rb、K₂O 等组分的负异常(图 5)。这种正、负异常的套合产出作为该区寻找含矿体的地球化学标志之一。值得注意的是，K₂O 和 Rb 在矿体处含量较高，而在矿体近矿围岩中含量降低形成负异常，说明 Rb 可能主要以类质

同象置换 K，且在矿化—蚀变过程中成矿溶液萃取了围岩中的 K 和 Rb，使 K 和 Rb 从围岩中活化转移，在构造破碎带(矿体处)由于物化条件的改变而沉淀富集。

事实上，不同层次的负异常之间存在着一定的内在联系。据伊连金矿床和达尔逊金矿床的研究，由于早期的热液作用使得矿田内的金发生活化、迁移、再分布而形成外部负异常和正异常；在晚期热液作用下，正异常中的局部地方形成构造软弱带，使金活化、迁移、再分布，从而形成了矿体和(矿体)接触带负异常。因此，矿体—接触带负异常—正异常—外部负异常这种组构的原生异常，反映了两期热液活动成晕成矿的叠加过程。

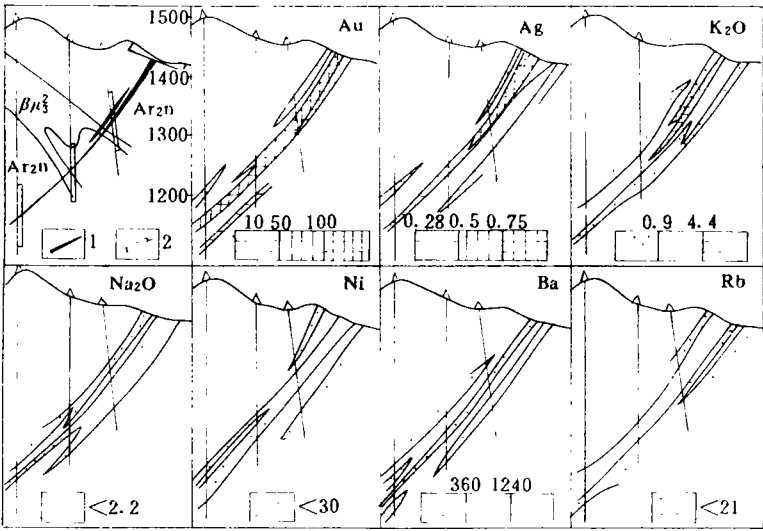


图 5 乌拉山金矿 M113 矿脉 O 线地球化学异常图

Ar_{2n}—斜长角闪岩、斜长角闪片麻岩、黑云斜长片麻岩；β₂—辉绿岩；1—金矿体；2—采样地段；含量单位：Au 为 10⁻⁹；K₂O 和 Na₂O 为 10⁻²；其它为 10⁻⁶。

4 结论

(1)负异常的存在具有普遍性。负异常不仅存在于壳源矿床，而且也存在于幔源矿床、热液矿床、伟晶岩矿床、岩浆矿床等；不仅成矿元素可以形成负异常，而且非成矿元素也可以形成负异常。一个完整的地球化学异常

场，应包括正异常场和负异常场。

(2)在区域、矿床和矿体 3 个层次上均有负异常存在。区域负异常的研究，可以查明区域矿质来源，指明区域找矿方向，圈定找矿靶区；矿床负异常的研究，可以深化矿床成因的研究，查明成矿控制因素，评价未知异常的含矿性，指明矿床可能存在的地段；矿体负异常

的研究,有助于深化矿体形成作用的认识,指出矿体存在的空间位置。

(3)正、负异常的综合研究,有助于全面

了解成矿成晕过程,深化矿床成因的认识,扩大找矿信息,提高找矿效果。

Geochemical Negative Anomaly and Its Prospecting Significances

Piao Shoucheng,Liu Shutian,Lian Changyun,Yang Yongqiang

The geochemical negative anomaly exists wide. A completely geochemical anomaly should include two parts; one is the positive anomalous field, the other is the negative anomalous field. The negative anomaly can be divided into three different gradations according to its scale and prospecting significance, that is region, deposit and orebody. The negative anomaly on the region can guide us regional exploring direction and delineate the prospecting target area. The deposit's negative anomaly is conducive to point out the section in which the deposit probably exists, and the orebody's negative anomaly may delineate concretely the spatial location of orebodies. The comprehensive study of negative and positive anomalies is helpful to deepen the understanding on deposit genesis, broaden exploring information and improve prospecting effect.

Key words negative anomaly, prospecting significance, different gradation

第三届全国岩土钻掘设备仪器学术研讨会在安徽黄山召开

第三届全国岩土钻掘设备仪器学术研讨会于1995年10月15日~19日在安徽黄山召开。中国地质大学的李世忠教授致了开幕词,地矿部集团总公司王达汇报了参加德国慕尼黑“95宝马国际建筑工程机械博览会”的情况,最后由地矿部高咨中心的刘广志院士作了大会总结。

会上针对国内现有施工设备,提出几点看法:

1. 国内现有基础工程机械的性能与施工技术的发展不相适应。表现:

(1)机械的工艺性能陈旧,不适应新工艺的要求。

(2)机型单一,能力不足,难于适应复杂多变的工况和选择合理的施工方法。

(3)主执行机构绝大多数为机械传动,主机均为平面结构底座安装,

(4)连续墙施工机械和高压旋喷、锚固、微桩施工机械及配套注浆泵、机具等现可供选择的产品极少,且性能、能力均不适应当前市场发展的需求。

2. 我国的基础工程施工机械与国外发达国家相比差距较大。表现:

(1)桩孔、连续墙设备向大型化发展。全部为履带吊车底盘,功率配备宽裕。

(2)自动化、电脑化程度高。控制系统和传动系统均为电液伺服控制,相当多的设备采用电脑来辅助操作,使复杂动作变得简便。

(3)非开挖技术发展迅速。与此相关的气动及液动地矛、各种直径的夯管锤、导向钻进钻机、钻具和测控仪表应运而生。

(4)锚固工程的钻机、钻具和锚固种类繁多。要求具有能打各种角度的孔,能实现双回转、跟套管、输送锚杆、灌浆以及拉拔锚索等一系列特殊功能。

为此,建议:

1. 我国基础施工设备的研制人员应熟悉基础工程施工的总体要求及不同施工法的技术要求和工艺特性,注意了解掌握国内用户的经验、意见和要求,并类比国外机型的总体型式、结构参数和主要技术性能,使新机型的开发能更好适应工程施工的要求。

2. 基于各类工程钻机向大型化发展,已难于由钻机制造厂家独自解决,建议各厂家应联合协作,充分发挥自身的优势、扬长避短,杜绝低水平重复制造。

3. 国内基础工程施工市场对各类施工设备的要求极为迫切,为此必须采用引进改造和自主开发并举的方针,引进可使我国新产品的研制起点高,并可缩短研制周期,以便尽快拿出适销对路、价格适中的产品,满足国内工程的需要,关键或国内不过关的元件(如液压件、主动转盘)应大胆引进,确保产品质量。

4. 在新产品开发过程中,应走研制、制造、使用三者相合的道路,联合投资,共担风险,受益合理分配,提高开发的成功率。

[本刊报道]