

关于超大型矿床预测方法问题探讨

王世称

(长春地质学院)

孟宪伟

(中科院地球化学研究所)

本文试图用综合信息矿产预测的经验,对超大型矿床预测方法问题进行初步探讨。

超大型矿床的特点是:矿床规模大、品位富,它不是群体的集合,而是巨大的个体,具有独特的空间域和相应的边界条件;矿床分布极少,甚至“独一无二”,但其工业类型可能较多;多是隐伏和半隐伏矿床,难发现;超大型矿床的形成是地质作用的普遍性和特殊性的统一,是继承、演化和叠加的结果。

上述特点决定其预测方法的特殊性,但任何矿床的形成都是各种地质作用的综合效应,超大型矿床也不例外,这又是普遍性。因此,从矿产预测普遍性出发,找出超大型矿床的特殊性,预测超大型矿床便成为可能。而控制超大型矿床形成的地质因素及标志必然在地质、地球化学和地球物理等综合信息上得到反映,形成所谓的地质异常和物化探异常,因此,应用地质异常理论和综合信息方法探索超大型矿床特殊性是可行的预测途径。

一、地质异常的基本理论

赵鹏大教授 1989 年提出了地质异常这一概念,以后又系统地建立了地质异常理论(赵鹏大,1991)。地质异常是一种与周围环境迥然不同的地质结构。在概念上,它泛指在成分、结构、成因及演化方面与周围地质背景有显著差异的局部地段。在此基础上,我们认为以下几点是值得强调的:

①地质异常的时空演化及相对性 异常是相对背景而言的,对于地质异常场而言也存在地质背景场。地质异常是空间实体,具有一定的形态、规模和产状。但是其分布具有一定的空间专属性。某一类地质异常专属于一定的地质构造背景;相同的地质体或地质

单元在不同的地质构造背景中有异常和非异常之分。如果赋与成矿意义,地质异常的这种空间相对性表现得更为突出。同时,我们所说的地质构造背景又都经历了漫长的地质历史演化。不同的大地构造单元的演化历史不尽相同,相应的地质异常也存在着演化问题。后一期地质事件都可能成为相对于前一期地质事件的异常。地质异常随时间演化必然导致空间上的叠加。地质背景的时、空演化,决定了地质异常的时、空相对性。

②地质异常的等级性和有序性 地质异常赋存于地质单元或地质体中,不同的地质单元或地质体具有不同的等级。因而,我们对地质单元和地质体采用了不同的观测尺度,所确定的地质异常也具有了不同的等级,如全球性地质异常、区域性地质异常、局部地质异常和显微地质异常等。同时,地质历史的演化决定了地质异常的等级性和有序性。例如,不同的构造序幕、不同的性质和等级的构造,分别对应着不同性质和不同规模的地质异常,而不同级别的地质异常在空间上的分布必然随地质历史的演化而成有序状态。

③成矿地质异常 对于成矿预测而言,我们所感兴趣的是成矿地质异常。成矿地质异常指与矿产形成有关的地质异常,泛指控矿因素及矿床存在的地质标志。

成矿地质异常具有地质异常的普遍特点。但是,与非矿地质异常相比,它的复杂程度更高,具体表现为叠加程度高、等级性和变量的有序性更强。

二、地质异常与物化探异常的关系

①地质异常与物化探异常的区别 尽管地质异常也能按某一标准(如熵信息)与圈

定物化探异常相类似地圈定出来,但地质异常与物化探异常之间存在根本区别。地球物理异常(如重磁)基于地球物理的场论,建立了确定性模型而确定的,是完全定量化的;地球化学异常是在确定元素统计分布模型基础上而确定的,具有统计意义,也是完全定量化的。而地质异常实际是定性地质因素的综合,与前二者相比,量化程度低而更抽象。对于成矿地质异常来说,反映控矿因素较形象、具体,而物化探异常却能定量表征矿化规模。

②地质异常与物化探异常的关联 地质异常反映的是成分、结构及演化方面的差异,而这种差异必将在地球物理场和地球化学场上得到反映;地质异常的演化和叠加,必将导致地球物理场和地球化学场的叠加;地质异常的等级性也导致了地球物理场和地球化学场的分级。因此,地质异常是一切物化探异常的根源。反之,物化探异常也必将反映具有一定几何形态的空间地质异常实体。特别是对于成矿地质异常,控矿因素及矿化标志往往被掩盖(如,深埋等)而不易被发现时,相应的物化探异常却具有贯穿性和可测性。因此,进行地质异常与物化探异常之间的关联研究,对成矿预测意义重大。

③用综合信息标度地质异常 综合信息指以地质异常为前提的,地球物理、地球化学及遥感等信息的综合。它不仅包含了定性地质因素和矿化标志,同时,也兼顾了定性标志与定量变量的转换,最后以间接的物化探信息反映地质异常体。对于成矿地质异常,综合信息预测不仅能够为其定位,而且能够给出矿化规模。

三、用综合信息标度超大型矿床

超大型矿床与中、小型矿床相比,无论是从成矿条件,还是从识别标志上看,都有其特殊性。但是,我们始终坚持“特殊性是寓于普遍性中的特殊性”这一辩证原则。综合信息能够定量地表征成矿地质异常,同样也能大致刻划出超大型矿床。但也有其特殊性。针对

这些特殊性,我们提出用诸多上升变量极值的组合标度超大型矿床。

所谓上升变量是指综合信息中具有递进演化特征的变量,它与地质异常理论中所强调的地质异常的演化叠加和等级性、有序性相对应。用上升变量的极值组合标度超大型矿床就是试图反映超大型矿床所具有的继承、演化和叠加这一特征。例如,镍矿产出的一般条件为:a. 辉长岩,b. 地球化学指标: $Ni/Cu > 1$,c. 具有斜磁化场的大型岩体,d. 深大断裂发育。但就我国金川超大型镍矿而言,不仅具有上述的普遍规律,而且突出表现其特殊的控制因素。其产出的条件为:a. 辉长橄榄岩,b. 地球化学指标: $Ni > Cu$ (早期), $Cu > Ni$ (晚期),c. 岩体地球物理场表现为斜磁化场上的叠加场,d. 深大断裂的复活部位。经过对比,超大型镍矿的产出条件可以进一步综合为:a. 辉长岩→辉长橄榄岩,b. 地球化学指标: $Ni/Cu > 1$ (早期)→ $Ni/Cu < 1$ (晚期),c. 斜磁化场→斜磁化场上的叠加场,d. 深大断裂→深大断裂的复活部位。这些变量实际上反映了岩浆、构造的演化和叠加,亦即为上升变量,它们的极值(演化的终态)组合控制了我国金川超大型镍矿的产出。以此类推,我们就可以把研究综合信息的上升变量做为预测超大型矿床的普遍原则。

四、用地质异常理论和综合信息方法预测超大型矿床

超大型矿床预测的根本问题是找出促使矿床规模变大、品位变富的地质因素和综合信息标志。依据地质异常理论的基本观点,矿床规模变大,品位变富的直接动态成因是地质异常的继承、演化和叠加。这种演变的趋势表现为综合信息中控矿标志的有序上升(递进演化)。综合信息预测超大型矿床就是捕捉上升变量的集合。

综合信息预测超大型矿床的基本方法:

①模型法 尽管超大型矿床的产出极少、“独一无二”,但是,在“只见星星,不见月

亮”的预测区,模型研究对预测超大型矿床也具有重要的意义。

综合信息矿产预测建立的找矿模型是多个同类矿床实体的规律总结,是个统计模型,具有普遍的指导意义。但是,各个矿床实体又都是规模不等、品位不均的。因此,在坚持统计规律的基础上,解剖各个矿床实体,就能够搞清矿床规模变大和品位变富的特殊性。做到普遍性与特殊性相结合,控矿规律与规模变大、品位变富的因素相贯通,就能有效地预测超大型矿床。另外,模型研究是实现控矿因素—预测标志(综合信息)转换的桥梁。只有通过模型研究才能搞清控矿因素的演化过程,进而弄清各变量的递进演化,预测超大型矿床才成为可能。

②求异法 求异法是建立在地质异常理论基础之上的,它的根本思想就是在研究各种异常空间分布规律基础,按照不同的地质构造级次,把复杂的各种叠加异常场进行分解,以使用综合信息对异常的性质及其可能的矿化规模进行评价。

超大型矿床预测的实质是寻找特殊性及其标志,求异法是探求特殊性的根本方法。

在无模型区用求异法预测超大型矿床的关键所在就是区别开区域地质异常和超大型矿床所引起的地质异常。为此,必须注意以下两个标志:a,超大型矿床的形成是地质作用多期演化的结果,所形成的地质异常突出地表现为复杂的叠加场;b,超大型矿床所形成的地质异常是个空间实体,其矿化信息必然在地球物理、地球化学三维空间场上留下复杂的遗迹,只有用综合信息才能有效地反映超大型矿床的存在。

求异法不仅对超大型矿床给予定位标度,更重要的是能定量的、如实地刻画出成矿异常的规模和储量。相反,以相似类比为基础的任何定量预测方法都不能预测出比模型规模大的新矿床。超大型矿床的特征标志是规模巨大,因此,求异法的这种优点对预测超大型

型矿床尤为重要。

五、综合信息预测超大型矿床的准则

如前述,超大型矿床的形成是地质异常不断继承、演化和叠加的结果。因此,我们应用综合信息,仅从演化角度给出预测超大型矿床的准则。

①矿源准则 超大型矿床的形成必须有足够的矿源。在综合信息标志上,矿源往往表现为:地球化学的高背景场,地球物理特征为连续稳定的某种物性标志层。例如,在华北地台区,稳定的结晶基底(出露面积大、重磁延拓不消失、金及铁族元素高背景场),对于金矿预测来说,可能为金矿的初始矿源。

②构造演化与叠加准则 丰富的物源是超大型矿床形成的必要条件之一,不同层次的构造演化和叠加方是成矿物质进一步浓集而使矿床规模变大、品位变富的直接动因。

构造的演化和叠加及相应的成矿物质的不断浓集,在综合信息特征上能够体现出来。通过地球物理场解译所编制的地质构造纲要图全面地反映了地质构造的等级、序次及演化历程;多级(不同含量级次)地球化学场图在某种程度上反映了元素迁移、富集的演变趋势;构造纲要图与地球化学图的关联,能够反映构造序次与元素各级地球化学富集域的对对应关系,从而对各级别的地质构造赋予了成矿意义;地球化学场也具有了动态演化特色。超大型矿床产出的有利部位便是各级构造发育,且与多级地球化学场的叠加部位。

③多种上升有序变量的极值集合域 所谓上升有序变量的极值泛指地质异常演化过程中,标度其演化的变量在成矿意义上达到最佳状态。多元素高级次地球化学富集场与各级控矿因素的关联是识别该控矿因素是否为最佳状态的标准。各种变量同步最佳的集合域,便是超大型矿床产出的最有利场所。

必须强调,超大型矿床预测与以往矿产预测是有区别的,它不仅是立体预测,而且是个形体预测,而只有用综合信息才能客观标

中国大陆科学钻探的准备工作和展望

张良弼

许志琴

郭立鹤

(地矿部科技司)

(地科院地质所)

(地科院矿床所)

中华人民共和国成立以来,中国政府十分重视地质调查研究工作。40多年来,在基础地质调查方面取得了十分丰富的地质资料和创新认识,为在中国开展大陆科学钻探提供了必要的地质地球物理依据。

从1985年开始,中国开展深部地球物理探测,它的目的—是研究地震危险区或地震带的深部地质构造,为地震预报服务,二是勘察油气构造,寻找石油天然气资源。进入80年代以后,中国逐步加强了岩石圈结构、构造和动力学机制研究,并同国际地学组织和许多国家的地学机构建立了密切的合作关系。1983年成立了中国岩石圈计划委员会,1986年7月又成立了中国岩石圈委员会地学断面协调组,使中国岩石圈计划研究工作在更大的范围展开。到1992年,以探测岩石圈为目的的陆壳地震探测剖面完成了1万多公里,其中深反射地震近1000km。在青藏高原,康滇裂谷区,华北、华南和新疆地区,秦岭等主要造山带和主要沉积盆地开展地质地球物理综合研究,对中国地壳和上地幔结构、构造特

度超大型矿床的立体边界,任何单一信息都无法做到这一点。

上述理论和方法尚需不断通过实践来补充和完善。但是,我们确信,以地质异常理论为基础,运用综合信息方法进行超大型矿床预测不失为科学的方向。

参 考 文 献

[1]王世称、王於天著,1989,综合信息解释原理与矿产预测图编制方法,吉林大学出版社

[2]赵鹏大,1991,初论地质异常,中国地质大学学报, NO. 3

征,取得了许多新发现和新认识。针对中国大地构造特征,在全国计划进行11条地学断面研究,总长度23.581km,现已完成9条,长16.771km(计划完成14.365km),并编制出版了地学断面图,预计1995年可累计完成10条,长近20000km。与此同时,还开展了天然地震岩石圈探测,以及主要造山带结构、构造和沉积盆地演化研究。中国岩石圈计划新进展不仅为大陆科学钻探选区提供了条件和依据,而且增强了通过大陆科学钻探解决一些关键地质科学问题的重要性和迫切性。中国提出大陆科学钻探计划的时机日益成熟。

一、中国大陆科学钻探计划的前期准备工作

1979年11月7日刘广志教授在北戴河举行的中国地质学会探矿工程专业委员会上,首次介绍了国外超深钻探的发展概况与前景。

1985年11月,地质矿产部科技司和情报所联合出版了《国外深部地质研究》专辑,到1992年底已出版8集,详细介绍了美国、前苏联、加拿大、德国、法国等国的深部地质研究和科学钻探情况。

1988年,顾功叙教授在《中国科学导报》第一期著文,建议中国在近期制定大陆科学深钻井的长期规划。

1988年8月刘广志教授主编的《超深钻孔地质信息资料专辑》(后改称《深部陆壳勘察系列丛书》)出版,有计划地介绍了国外大陆科学钻探进展和国际会议情况,现已出版7集。

1989年8月,地矿部科技司组织制订了《中国大陆科学深孔地质钻探科学研究规