

特大型矿床成矿偏在性研究的新进展

New Advances in the Study of Metallogenesis Preferentiality of Giant Ore Deposits

裴荣富 吴良士

(中国地质科学院矿床地质研究所, 北京)

特大型矿床系指其规模为大—超大型矿床。为掌握这类矿床储量规模的概念, 我们引用了 P Laznicka 提出的吨位堆积指数 (tai), 即用矿床的金属吨位 (10^6)/该金属的地壳平均含量来度量。大型矿床 $tai = 10^{10}$; 特大型矿床 $tai = 10^{11}$; 超大型矿床 $tai = 10^{12}$ 。应说明的是 tai 仅适用于金属矿床, 且其地壳平均含量如何合理取值也有一定困难, 但 tai 可以表明这类矿床在地壳中分布的多少, 也可以了解金属异常堆积的程度。另据统计, 全世界所需金属量的 75%~95% 是由为数仅占金属矿床总数 5% 的特大型矿床提供的 (P Laznicka, 1994)。据我们概略统计, 在中国, 提供全国 80% 金属储量的大型—特大型矿床, 其数量最多也不会超过 8%~10%。由此可见特大型矿床在国内外分布不多, 但经济意义重大。

近年来通过对特大型矿床成矿趋向和成矿轨迹的研究, 进一步深化认识它们的产出具有一定规律可循的, 尤其是在非 (异) 常连续的成矿作用过程中, 它们不仅表现由显微矿化→微矿化 (影)→矿化→矿点→矿汇→矿床和特大型矿床的成矿路径, 而且偏爱选择在一定的地质构造位置上产出, 我们称之为“成矿偏在性” (Metallogenetic preferentiality) (佐藤壮郎, 1993)。其偏爱产出的地质构造位置称为“异常成矿构造体” (裴荣富, 1994)。成矿构造体是 Laffitte 等人于 60 年代末研究法国成矿时提出的包括地质、构造、岩石和地球化学在内的综合控矿组合。深化认识和研究这种综合控矿的“异常”组合是解决特大型矿床易于发生偏在性的根本原因。

P Laznicka 按目前“成矿数据库” (DATA METALLOGENCA) 纪录的 260 处特大和超特大型矿床 (田) 的统计, 不同金属矿床的数目是不同的, 其排序是 Cu(60)—Au(32)—Fe(31)—Ag(19)—Cr(16)—Mo(15)—Zn(12)—Pb(11)—Sb(10)—As(9)、Hg(9)—PGE(6)、Mn(6)—W(4)、Ni(4)—Nb(3)—Bi、Zr、REE、V、Se (均为 2)—Co(2)—U(2)—Li、Cs、Ta、Tl、Ti (均为 1)—Th、Y、Te (均为 0)。这一不同金属具有不同矿床数的分配顺序明显也反映了不同金属的富集性是不同的。Cu 最易形成巨大金属堆积, 其次为 Au、Fe, 再次为 Ag、Cr、Mo 等等, 而 Th、Y 和 Te 则难以形成巨大堆积。如此不同金属堆积规律为勘查评价特大型矿床潜在远景提供依据。

另外, 据在不同构造格局产出的矿床数目统计也是不相同的, 其数目顺序: ①产在陆缘增生 (会聚) 带的特大型矿床分配数目高达 91 个, 其中与消减带有关的花岗岩类矿床数目最多, 为 50 个; ②产在陆内构造岩浆带的为 72 个, 其中以铁镁—超铁镁质岩浆矿床数最多, 达 29 个; ③产在克拉通至陆缘造山过渡带的为 56 个, 其中 SEDEX 矿床最多, 为 37 个; ④产

(下转接第 171 页)

裴荣富, 男, 65 岁, 研究员, 第九届国际矿床成因协会主席, 中国地质学会矿床专业委员会主任, 长期从事区域成矿规律研究。邮政编码: 100037

1994-1-20 收稿, 1994-2-16 修改回

intrusions and studying metallogenic geological environments of copper and polymetallic deposits. Electric methods and geochemical exploration are used as major approaches in mineral prospecting. High polarizability and low resistivity as well as composite anomalies of such elements as Cu, Ag, Zn and Co are regarded as indicators for detecting copper and silver deposits and revealing concealed orebodies.

(上接第155页)

在陆内隆起边缘沉积区的为47个, 其中浅水沉积矿床最多, 为33个。以上分配规律明显地反映了不同类型特大型矿床与一定构造格局的依存关系, 也为地质勘查在那一地区寻找何种矿种提供启示。

在上述特大型矿床的不同金属元素富集性和不同类型矿床具有不同产出构造格局的分析基础上, 深入研究了“异常成矿构造体”。后者主要的控矿表现, 是在一定构造背景上, 发生成矿环境的突变, 也就是在成矿路径的开放系统非平衡态演化过程中, 成矿作用由非平衡的物理化学条件骤然转变为相对平衡条件, 从而促进成矿构造体的地质、岩石、构造和地球化学综合控矿因素的非(异)常组合场形成。这种非(异)常场是最有利的成矿场(Metallogenic field)。因为这种骤然的综合控矿异常组合将释放大量成矿能量, 是有利的成矿构造动力, 也是巨大金属偏爱选择的堆积区。这和自然界地震在积蓄大量能量暴发地震后, 再次进入相对稳定震间期重新积蓄能量是相似的道理, 是符合事物由量变到质变自然规律的。这一现象的推断也可以应用地球化学动力学的实验理论给予印证。据张荣华(1993)在开放系统进行水-矿物反应的实验, 发现矿物溶解的反应过程将出现震荡和混沌相间演化, 这个实验结果可作为“异常成矿构造体”控矿特征的理论解释。

“异常成矿构造体”促成特大型矿床成矿偏在性的实例是很多的, 现列举如下三例:

1. 据近期对南岭与中生代壳源花岗岩类有关钨锡矿床成矿演化的研究, 发现无论是在区域上, 或是矿带及矿床上, 均出现震荡成矿现象, 其持续时间长达 $40 \times 10^6 \sim 140 \times 10^6$ a, 在此期间金属组分重复多次补余分异成矿(complementary differentiation metallogeny)(裴荣富, 1983)。尤为重要的是在柿竹园特大型矿床中发现了与成矿有关的花岗岩呈现由黑云母花岗岩→白云母花岗岩→BEBLIF花岗岩的异常演化。BEBLIF花岗岩是富Be、B、Li、F花岗岩。这种特殊花岗岩的出现将意味着该熔体的固相线比黑云母花岗岩和白云母花岗岩, 甚至比水饱和花岗岩都大有提高, 可以上升到更浅的高位, 能延缓固结, 更完善分异与成矿, 所以, 柿竹园形成特别强烈的双模式(钙、铁、镁矽卡岩化和长英质云英岩化)的矿化蚀变带, 是和其在相对平衡态条件下长时间持续振荡成矿以及BEBLIF花岗岩形成的“异常成矿构造体”的控矿密切相关的。

2. 我们最近研究了锡矿山铋矿床(占世界铋金属45%)认为, 它是产于华南褶皱系的次级褶皱带上, 属于陆内隆起边缘沉积区, 并受区域性深断裂及其派生的次级断裂所围限的地垒式穹状复背斜和低序次背斜轴或倾伏端控制。赋矿岩石为上泥盆统中段的泥灰岩、页岩、灰岩、砂岩等多岩性组合, 并与其前泥盆纪褶皱基底岩系组成一个类似石油“生”、“储”、“盖”的“成矿构造体”。过去认为这个“成矿构造体”仅是一般断隆形成的宽缓褶皱区, 但

(下转接第180页)

SO_4^{2-} in liquid phase and the reduction environment of the fluid ($f_{\text{O}_2}=10^{-40}$) imply that there exists HS^- in the fluid, and that gold in this fluid can easily form $\text{Au}(\text{HS})_2^-$ and might be transported as $\text{Au}(\text{HS})_2^-$. It can be therefore concluded that the ore-forming fluid in this gold field is a low-medium salinity (0.2~6 NaCl wt% eq.), low-medium temperature (200~240°C) hydrothermal fluid with low-medium pressure (60~160 MPa), with gold probably transported in the form of $\text{Au}(\text{HS})_2^-$.

(上接第171页)

经系统工作后发现,宽缓褶皱的局部发育有层间断裂、虚脱、网裂、破碎、角砾等,尤其是这些破碎带和韧(钙质)、脆(硅质)性不同岩石组合的层间底辟穿刺构造耦合在一起,同时进一步又发现这些现象是层间突发的不协调褶皱(disharmonic fold)构造造成的,并且受同生长断裂(growth fault)运动的推移而被镶嵌在抗渗透的泥质岩石下部,从而形成一个典型的“异常成矿构造体”。此外,该矿床是单一的锑矿床,通过对其矿石溶解度实验,证明其在弱碱性、低温热水中具有较大溶解度和稳定搬运能力。因此认为其无论在何种流体介质和一般地球化学动力机制下,都易于在上述典型“异常成矿构造体”中发生巨大的金属堆积。

3. 在长江中下游九瑞地区,通过矿床矿物共生和矿物共生组合的矿物学研究,发现该区有八组矿物共生序列和四次与成矿有关的地质事件,从而反映该区成矿作用在非平衡态演化中出现五次相对平衡态的连续演化,每次相对平衡态都分别代表一次成矿物理化学条件的平衡,相应地形成了由早期到晚期的胶黄铁矿块状硫化物型→矽卡岩型→斑岩型→爆发角砾岩型→石英脉或热水堆积型“多位一体”的成矿综合体。它是“异常成矿构造体”综合控矿的结果,也可用宏观的成矿振荡和混沌相间的地球化学动力学实验结果解释的。

最后应该提出的是,特大型矿床成矿偏在性的研究内容是很多的,但主要应研究:①特大型矿床巨大金属堆积环境和成因;②特大型矿床“异常成矿构造体”的形成、演化与控矿规律;③特大型矿床形成的非平衡态—相对平衡态的地球化学动力学;④特大型矿床成矿趋向和轨迹。

在研究上述主要内容时,应特别强调控矿因素异常组合关系的研究,即重视成矿构造的协调与不协调的演化机制;容矿岩石组合的有序与无序的组合形式;矿床矿物共生和矿物共生组合的线性与非线性关系和成矿地球化学演化稳定与混沌的动力学机制。

参 考 文 献

- 1 庄锦良. 锡矿山锑矿地质特征及成因探讨. 岩相古地理文集. 北京: 地质出版社, 1987.
- 2 裴荣富, 吴良士. 我国开展超大型矿床若干基础研究问题. 矿床地质, 1990, 9(3): 287~289
- 3 常印佛等. 长江中下游铜铁矿带. 北京: 地质出版社, 1991.
- 4 Guilbert J M. The geology of ore deposits. New York: Freeman and Company, 1986.
- 5 Laznicka P. Derivation of giant ore deposits. 28th IGC. Abstracts, 1989, 2 of 3
- 6 Pei R, Wu L. On the emplacement of granite and a metallogenetic model of Dajishan tungsten deposits, Jiangxi Province, China. Current research in geology applied to ore deposits. Jose Torres-Ruiz & Ferrlando Gervilla, 1993.
- 7 Mao J. Spacio-temporal relationship of multiple of granitic rock to multiple periods of mineralization in the Shizhuyuan W-polymetallic deposits, South Hunan, China. Current research in geology applied to ore deposits, Jose Torres-Ruiz & Fernando Gervilla, 1993.