

某些金属元素的地球化学分区及其 在普查找矿中的意义

雷国伟

(黄金指挥部)

中国东部多种金属矿床呈有规律的分布,这可用地球化学分金属元素区——金属区的概念加以解释。矿床产于两个控矿因素的叠合部位,即成矿物质基础——金属区和有利用某金属成矿的地质作用。在同一金属区内,矿床的形成具有明显的继承性,因此在同一地区应注意寻找不同类型、不同时代的同种矿床。

关键词: 金属元素地球化学分区; 成矿规律; 控矿因素; 成矿继承性

金属区与矿床分布规律

所谓成矿规律,包含三方面的意思,即金属的物质来源、富集成矿作用和矿产的分布规律。长期以来,为了寻求矿床的分布规律,人们大量地研究了矿床形成的构造控制条件、岩浆控制条件、地层控制条件以及次生富化控制条件等,获得了重要成果。但是,随着研究的深入,人们发现从一个地区得出的结论,并非总能用于另一个地区。尽管酸性花岗岩对钼、钨、锡、铋等金属元素的富集有一定的规律可寻,但是,并不是有这类岩石就一定会有矿;更不用说有某种成分的岩浆岩就一定会有某种金属矿床。以绿岩带含金问题而论,越来越多的人提出绿岩带对石英脉金矿化的专属性问题,渐已形成绿岩带型金矿的概念。但是,并不是绿岩带就一定有金,例如阿加丹地盾的绿岩带就无显著的金矿化,那儿并不缺少变质作用、岩浆活动、火山活动和构造运动。

另一方面,在同一地区常有多类型、多时代的同种矿床产出,且往往集中分布于某一地区。于是使我们想到了Petrascheck (1961)和谢家荣(1963)关于地壳成分本来就不均匀的论述,以及Spurr (1923), J.A.Nobel (1974), P.Routhie (1979)

关于金属元素的地球化学分区——金属区(Metal Province)的论述。

金属区是地球上集中一种或一组金属元素的区域,它反映了成矿物质基础的客观存在,地质成矿作用只是使这种或这组金属富集“呈现”出来的重要因素(P.Routhie, 1979),因而随着地质事件的不断发生,该区便形成了不同时代,不同类型的同种矿床的同地聚集,以及同一矿床不同成因的多次叠加,从而体现出矿床形成过程中继承性特点。这种继承性包括了新生继承性和再生继承性。

地质科学发展到今天,人们已认识到地球表面构造甚至岩石分布的不均匀性。但是,地球上层金属元素分布的不均匀性,以及由此而造成的矿产分布的不均匀性,尚未引起人们足够的重视。事实上,某种矿产集中分布现象是显而易见的,例如,我国两广地区以及马来西亚半岛一带的锡矿集中了全球锡储量的60%;美国科罗拉多的铀;苏联远东和西伯利亚地区以及美国南达科他州的黄金;赞比亚、扎伊尔、智利、秘鲁的铜;苏联库尔斯克—克里沃罗格、印度东部地区,以及苏必利尔湖区的铁等等。

在我国东部(以银川—昆明深断裂带为界)^[1]地壳成分分布的区域地球化学分区性

表现十分明显。华南地区的锡、钨；长江中下游地区的铜；华北及邻区的铁；北东部地区的黄金。依次可分别划分出不同的金属区。更有意义的是，跨越不同地球化学区域的深大断裂，其含矿性往往随所在区域而异。例如，北北东向的郯庐深断裂。北段在兴安华力西褶皱带内表现为金矿化，其分支密山—敦化断裂带南侧发育岩浆热液、变质热液型金矿床；进入胶东地区称沂沭断裂带，金矿化更为显著；中段在华北地台内部表现为铁（铜）矿化；进入扬子拗陷后则以铜铁矿化为特征；南段在江南古陆和华南加里东褶皱系递变为钨、锡矿化。显然，正是地壳（上地幔）金属元素地球化学分区分布，为这些地区金属矿产的区域性分布奠定了物质基础。

研究中国各种矿床的成矿规律，可以得出这样的结论；如果只有这些金属元素在地壳中的不均匀分布，而无使这些金属富集成矿的地质作用，显然不会有矿床产生。因此，金属矿床产出在二种因素一起出现的部位，一是成矿物质基础——金属区，二是发生了有利于该种金属物质富集成矿的地质作用。

我国北东部金矿床 分布特征

中国北东部是重要的金矿集中分布区。在构造单元上，金的这个金属区跨越了中朝准地台、延边褶皱系、吉黑褶皱系以及内蒙—兴安褶皱系。从地层出露情况来看，这部分地壳前寒武纪即已存在。太古代含金地层主要由一套中—深变质的变质岩组成，主要含金岩石为斜长角闪岩、角闪岩、角闪斜长片麻岩、二辉麻粒岩等，原岩主要为拉斑玄武岩系和钙碱系列的火山熔岩，某些地区的杂岩性段具有科马提岩特征^[2,3,4,5]。太华群含金地层硫同位素平均值为 $\delta^{34}\text{S} = +$

3.39%，夹皮沟地区鞍山群为 +2.9%^[5]，张家口地区桑干群为 +2.5%^[6]，显示了幔源硫的特征。下表中列出了我国北东部地区前寒武纪主要含金地层的含金性。尽管各家分析精度不统一，取样位置多在金矿区附近等客观上的误差原因，但含金地质体如此广泛的分布，数量如此之多的分析结果，仍然不失为北东部地区地壳含金丰度值高的有力证据。在该区，太古代是地壳以下的金被带到地表的第一个高峰期。

正是在这种地质背景之下，发育了我国一系列重要的石英脉型再生金矿床。矿体直接赋存在含金老地层之中，成矿物质依赖于围岩。这类矿床的硫同位素 $\delta^{34}\text{S} = -3.1 \sim +7.0\%$ ，多种矿床偏离陨石值不超过 $\pm 5\%$ （王义文，1980）。例如，夹皮沟金矿矿石中黄铁矿 $\delta^{34}\text{S} = +3.6 \sim 8.2\%$ ，河南文峪金矿为 +2.1 $\sim$ +4.0%，河北小营盘金矿为 -14.36 $\sim$ +6.90%，金厂峪本区为 -5.0 $\sim$ +3.2%。

在该区，中生代大规模的岩浆活动又一次把金带到了地壳上部，据赵源诚（1982，1985）的研究，这一时期的安山岩含金 0.01 $\sim$ 0.09g/t，流纹岩达 0.04 $\sim$ 0.26g/t，闪长岩为 0.04g/t，花岗斑岩和石英斑岩为 0.04 $\sim$ 0.11g/t。在这一地质背景之下，形成了一系列与火山—次火山岩有关的金矿床。小西南岔金矿、团结沟金矿、刺猬沟金矿、香炉碗子金矿等均属之。刺猬沟金矿矿石铅模式年龄与火山岩体大体一致，约为 2 亿年，矿石中黄铁矿的 $\delta^{34}\text{S} = -1.3 \sim 1.3\%$ ，平均 -1.16%。五凤金矿 $\delta^{34}\text{S} = +1.9 \sim +2.9\%$ ，平均 +2.3%。火山岩的 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 为 0.7048。这些数据说明，这一时期火山岩中金的来源应是深源的。由此不难看出，北东部地壳和上地幔金丰度值一直就高，为这一地区金矿床的形成提供了丰富的物质来源。

胶东地区与类花岗岩有关的金矿床成因问题正在讨论之中。朱奉三认为^[7]玲珑花

中国东部金的金属区前寒武纪主要含金建造地层的含金性表

时代	构造运动	地 层 ^①	采样地区	主 要 岩 石	Au平均 品位(g/t)	资 料 来 源
元 古 代	2500Ma ^②	辽河群	古楼子	含炭凝灰质千枚岩、变质砂岩、变粒岩、大理岩	0.075 (249) ^③	冶金 107 队、 关广岳等
		麻山群 ^④	桦南地区	石英绿泥石片岩、绢云石英片岩、大理岩、黑云斜长变粒岩	0.136 (34)	王之彬 (1984)
		黑龙江群 ^⑤	林口县太平沟一带	绢云石英片岩、二云石英片岩、变粒岩、绿泥石片岩、黑云角闪片岩	0.18 (19)	王之彬(1984)、 战玉良等(1919)
太 古 代	阜平运动 ^②	胶东群	西林地区	斜长角闪岩、斜长角闪片麻岩、黑云变粒岩、混合岩化片麻岩	0.019 (46)	山东第 6 地质 队 (1982)
			招远一带	变质岩类	0.123 (21)	朱奉三等(1982)
			郭家岭一带	斜长角闪岩、斜长角闪片麻岩	0.124 (22)	胡兆清等(1982) 王鹤年
		太 华 群	灵宝到 鲁山一带	斜长角闪岩、斜长片麻岩、混合岩化变粒岩、浅粒岩、混合岩化斜长角闪岩	0.0286 (276)	栾世伟(1985)、 王亨治等(1987)
		鞍山群 三道沟组	夹皮沟 地区	角闪岩、角内斜长片麻岩、斜长角闪片麻岩、条痕状混合岩	0.107 (68)	王义文、 朱奉三等(1984)
		鞍山群	延边木 兰屯地区	斜长角闪岩、斜长角闪片麻岩、含磁铁斜长角闪岩、黑云斜长片麻岩、磁铁角闪岩	0.0316 (419)	
		建平群 小塔子沟组	昭盟红 花沟一带	角闪片麻岩、辉石斜长片麻岩、石榴二辉角闪麻粒岩、混合岩化片麻岩	0.132 (64)	朴道永(1964)、 王有志等(1984)
		清 原 群	辽宁清 源县一带	角闪片岩、磁铁角闪片岩、黑云母片岩、角闪斜长变粒岩	0.023 (125)	孙道中等(1982)
		阜 平 群	河北涞 源一带	角闪斜长片麻岩、斜长角闪岩、大理岩、白云母片岩	0.0105 (77)	徐光荣(1985) 汪学纯等
		桑 干 群	河北小 营盘	角闪斜长片麻岩、斜长角闪岩、斜长麻粒岩、变粒岩、混合岩化片麻岩	0.122 (68)	宋端先(1983)、 彭岚 (1984)
		3500Ma ^② 迁 西 群		斜长角闪岩、辉石麻粒岩、斜长角闪片麻岩	0.162 (174)	河北第五地质 队

注：① 据国际地质学会； ② 据地质科学院地质研究所； ③ 在同一时代栏中，地层未作上下排列；
④ 刘效良等认为应放在晚震旦世； ⑤ 括号内为样品数。

岗岩体硫同位素平均值， $\delta^{34}\text{S} = +9.5\%$ ，胶东群地层为 $+7.4\%$ ，焦家金矿体为 10.1% ，三者接近，说明硫源一致，成矿物质来源于胶东群含金地层。姚凤良等人认

为^[8]，岩体石英中见熔融体包裹体，区内含矿热液 $\delta^{18}\text{O}$ 平均值为 6.89% ，众值为 7.3% ，石英脉中气液包裹体 δD 为 -76.80% 属原生岩浆水，研究后认为成矿物质来源于深部而非

胶东群地层。

这种成矿物质来源似“深源”，又似“浅源”的现象，实质上反映了这一地区地壳和上地幔一直就存在高丰度的金异常。随着地质事件的不断发生，造成了这种再生和新生成矿特点共存，同生和后生找矿标志兼备的复杂矿床类型。

事实上，在北东部成矿的再生继承性和新生继承性特点是较为明显的。例如，河北小营盘金矿区的赵家沟金矿，成矿物质来源于桑干群地层，其硫同位素 $\delta^{34}\text{S} = -6.9 \sim -10.3\%$ ，平均值为 -8.6% （5个样），相邻约7km小张家口金矿，矿体赋存于基性岩体中（主要为透辉岩、角闪辉石岩等），金矿物以银金矿和自然金为主，矿石中黄铁矿中硫同位素 $\delta^{34}\text{S} = +2.73 \sim 2.98\%$ ，平均值为 $+2.83\%$ [9]，硫来自深源，成矿物质来源于深部。正是这一地区地壳（上地幔）金具有较高的丰度值。因而，同一地区才有不同类型和不同时代金矿床同地产出的现象。

在北东部，有的金矿床是太古代含金地层中矿质经后期地质作用富集成矿的。这是再生继承性的表现。有的金矿床矿质直接来源于深部一下地壳甚至上地幔，这是成矿新生继承性的表现。有时，同一矿床同时具备新生和再生继承性的特征，从而使矿床的成因面目显得复杂。无论是火山活动形成的金矿床，岩浆侵入作用形成的金矿床，还是由沉积作用、热液活动形成的金矿床，尽管矿床类型不同，成矿作用也各异，但它们同产于一个金属区内，彼此间存在直接同源或间接同源的继承关系。这正是同一金属区内成矿继承性的表现，也是金属区存在的特性。

金属区与找矿

近年来地幔成分不均一性的概念得到了发展。根据不相容元素和Sr、Nd及Pb同位素比值的地球化学研究，甚至太古代地幔也是不均一的 [10]；由于交代作用使地幔产生

了一些相对富含某些元素的地域 [11]。同时，人们通过对大洋玄武岩的研究发现，它是一个巨大玄武岩田的复杂集合体，每个子岩田都有自己的地球化学、稀土元素、同位素模型（张秋生，1984）。P.R.Keys (1976) 报道，北纬30°大西洋中脊打捞上来的枕状玄武岩金、银含量分别为北纬26°处玄武岩的7.8和4.1倍，表明金含量有明显的区域性变化。这些情况间接地说明地幔物质成分也是不均一的。

中国东部地球表面矿种分布呈现出明显的不均匀性，从北而南依次为金、铁、铜、钨、锡，实质上是地壳（包括上地幔）的某一部分特别富含某种或某组金属元素所致。这可用区域地球化学分区——金属区概念解释。在同一金属区内，由于其成矿继承性的特点，会有多类型、多时代的同种矿床产生。在普查找矿中，一旦找到某时代的某类型矿床，应当注意继续寻找是否还有其他时代、其他类型的同种矿床。同时应充分注意在老矿区附近寻找新类型的同种矿产。在研究成矿规律时，应充分考虑金属元素集中分布的区域地球化学分区。

本文吸收了梁厚峰、孙书山、蒋志的一些观点、看法。文中的某些问题曾与赵礼进行过讨论，在此一并表示感谢。

参考文献

- [1] 郭文魁，中国地质科学院地质研究所刊，1982，第5期，第1—31页。
- [2] 钱祥麟等，《冀东前寒武纪铁矿地质》，河北科学出版社，1985年。
- [3] 李继亮等，《国际交流地质学术论文集》，地质出版社，1980年，第122—131页。
- [4] 涂少雄等，中国地质科学院院报，1984，第8期。
- [5] 王秀章，中国科学(B)，1985，第5期。
- [6] 雷国伟，地质找矿论丛，1987，第2期。
- [7] 朱奉三，地质与勘探，1980，第7期。
- [8] 姚凤良，长春地质学院学报，1983，第4期。
- [9] 彭岚，矿床地质，1987，第3期。
- [10] Condie, K. C., Plate tectonic and crustal evolution, 1st. and 2nd. ed Pergamon Press.
- [11] Schilling, J. G., Upper mantle heterogeneities and dynamics, Nature, 1985, Vol.314, №6006, p. 62—67.