地球化学块体——地球不均一性的地表显示*

Geochemical Blocks: Geochemical Surface Expression of Earth Inhomogeneity

刘大文 谢学锦

(国土资源部物化探研究所,河北 廊坊 065000) Liu Dawen and Xie Xuejing (Institute of Geophysical and Geochemical Exploration, CAGS, Langfang 065000, Hebei, China)

摘 要 地球是一个元素空间分布不均一的球体,地球的不均一性在地表的显示可以由地球化学块体表现出来。目前圈定地球化学块体所应用的基础数据是区域化探水系沉积物的分析数据,它能够真实的反映出露岩石地壳的元素成分的空间分布规律,并能够表现在地球太初形成时就存在物质成分的差异的不同大地构造单元,成矿物质空间分布的不均一也是决定空间上某些大型巨型矿(集区)不均一存在的原因。
关键词 地球化学块体 地球不均一性 大型巨型矿集区 出露岩石地壳 丰度

20世纪80年代以来,随着巨型矿床的寻找愈来愈受关注、大型超大型矿床研究的日益深入,人们发现空间上某种或几种矿产往往集中分布在一些不大的区域内,如我国白云鄂博区域稀土元素的聚集、华南钨矿、长江中下游的铜、铁矿、山东的金矿、贵州、湘西的汞、锑、砷的矿集区等,以及澳大利亚奥林匹克坝的超大型铜-铀-金-银矿床和分布于南北美科迪列拉山系的大型铜矿集区等。研究发现,这种导致矿产资源分布不均匀性的因素并不是成矿过程与成矿环境(构造环境)的差异,而是成矿物质供应量的大小制约的(Clark, 1993; 1995; Hodgson, 1993; Sillitoe, 1993)。这种物质供应量的大小能够用地球化学块体的方法技术来定量衡量和把握(Xie, 1995; 1993; 谢学锦, 1995)。

图1是大陆板块形成后聚合分散漂移的四个片段,可以看到,形成中国东部的主要大地构造单元兴安吉黑构造单元、华 北地台和华南地块,在地球演化和板块漂移拼合过程中分别来自不同的地方,甚至最初可能形成出现在赤道的南边,而当前 却位于北半球。这种聚合的板块在物质成分及元素的分布上是有差异的,这种差异反应在矿产上是矿产种类储量的分布极大 的不均一!

欧阳自远院士等在华北克拉通所进行的研究工作发现,不同陆核的同一种岩石类型具有不同的化学和同位素特征,但同一陆核、不同时代的岩石却具有较为相似的地球化学特征,也就是说,新、老岩石具有地球化学演化的继承性。同样,同一地质体上这种地球化学继承性也包括物质成分的继承,物质成分量众寡的差异在相同成矿环境的区域会形成矿床规模大小不同的矿床(或矿集区),大地构造单元可以看作是一些巨大的地质体,这些大的地质体同样存在着物质成分的差异,这种差异是大陆岩石地壳太初形成时就奠定的。

而目前在地球表面所观察到的东西是地球形成与演化至今的一个总的结果,显现出地球表面元素分布差异极大的不均一 性来。这种不均一性在地球形成与演化过程中、在陆壳形成之后就一直存在,这种存在现象可以用地球化学块体来表现。

这种自然的元素空间分布形式是由著名科学家谢学锦发现的(Xie, 1995; 1993; 谢学锦, 1995)。在谢学锦院士倡导下 所进行的全国区域化探扫面工作,进行了 20 多年覆盖了中国 600 多万平方公里的国土面积,取得了数以百万计的测试数据, 数据的统计分析表明,元素在空间上的分布是极度不均一的,可以划分出若干个元素的地球化学块体,而在同一地区,元素 在时间的演化上却表现出明显的继承性,例如华南钨的分布,尽管在局部地区会因时间的差异发生位置上的迁移,但总体的 分布仍不会超越地球化学块体的范围,而且这种区域化探所确定的地球化学块体与地质上所划分的构造单元具有一定的对应 关系。并认为这种富含某些元素的不同规模的地球化学块体(Geochemical blocks)是由地球太初的不均匀性所引起的(谢 学锦等, 1999; 2002)(图 2)。同时根据这一指导思想提出了一整套矿产勘查新战略:迅速掌握全局,逐步缩小靶区。

1 元素在不同大地构造单元分布特征

目前研究地球化学块体时,圈定地球化学块体所依赖的基础数据是化探扫面计划中水系沉积物的分析数据,那么这种水

^{*}基金项目:国家重大基础发展规划(编号:G1999043215)

第一作者简介 刘大文,男,1968年生,高级工程师,主要从事勘查地球化学理论与方法技术的研究工作。

系沉积物介质是否能够正确反映上岩石地壳的本来元素分布情况呢?本文选择中国东部作为研究区,选取 14 种金属元素作为研究对象来探讨这一问题。



图 1 世界大陆陆壳板块的漂移过程模拟片段(取自美国地质调查局大陆版块飘移模拟动画短片) 其中: A 为 500Ma; B 为 300Ma; C 为 200Ma; D 为 0Ma; 1 为兴安吉黑构造单元; 2 为华北地台; 3 为华南地块



图 2 地球化学块体与地球演化和矿床形成

图 3 是东经 105°以东中国东部的广大地区,该区域大地构造背景十分复杂,系有众多不同级次和不同构造演化历史的 块体拼合而成,包括传统上所划分的内蒙古兴安-吉黑造山带、华北地台、秦岭大别造山带、扬子地台和华南褶皱系等 5 个 大地构造单元(任纪舜等,1980)。这些不同的构造单元在元素的丰度上是有差异的,这种差异是地球形成、分异、演化到 目前状态下原始不均一性的总的体现(参照图1)。



图 3 中国东部构造单元的划分

从表1可以看出,中国东部不同大地构造单元其金属元素的背景含量是不一样的,华南地块上是典型的与酸性岩关系密 切元素组合(U、W、Mo、Sn、Pb、Zn等)的含量明显高于其他构造单元; 而秦岭构造单元典型的是基性元素组合高(Co、 Cr、Cu、Ni),可能代表该构造单元物质来源于相对深一些;华北地台由于是中国最古老的克拉通,基底出露区由变质岩和 中酸性侵入岩组成,变质岩约占 60%,在这种古老的出露岩石地壳上,水系沉积物中高温成矿元素 W、Sn、Mo、U 和亲硫 元素 Pb、Zn、Hg 等背景值偏低。而且这些元素组合在不同构造单元背景高低变化无论在水系沉积物或是在出露岩石地壳表 现都非常一致!

表1 中国东部不同构造单元金属元素在水系沉积物和出露岩石地壳中的丰度																												
	Ag	rAg	Au	rAu	Co	rCo	Cr	rCr	Cu	rCu	Hg	rHg	Мо	rMo	Ni	rNi	Pb	rPb	Sb	rSb	Sn	rSn	U	rU	W	rW	Zn	rZn
吉黑	95.1	64	0.98	0.76	11	7.2	49.5	37	17.1	12	31.9	12	1.17	0.64	18.1	22	22.1	17	0.45	0.35	2.73	2	2.68	2.2	1.78	0.76	73.2	65
华北	80.3	53	1.24	0.64	12.4	12	64.4	47	21.4	16	26.8	8.9	0.71	0.48	25.9	24	21.9	16	0.54	0.21	2.57	1.4	1.86	1.5	1.42	0.68	62.6	58
秦岭	73.3	57	1.68	1.16	14.9	12	74.2	52	26.1	26	39.4	27	0.76	0.63	31.9	24	24.2	19	0.78	0.4	3.01	1.8	2.22	1.8	1.73	0.98	78.1	62
扬子	87.4	63	1.82	0.93	13.9	8.7	64.7	47	25.3	19	71.2	20	0.85	0.71	27.3	22	26.5	18	1.01	0.51	4.05	2.3	2.65	2.5	2.44	1.34	73.5	62
华南	87.9	59	1.44	0.93	12.4	6.8	54.9	33	22.6	12	89.9	6.6	1.36	0.9	24.1	17	35.7	26	1.17	0.34	4.11	2.7	3.76	3.6	2.74	1.55	78.2	66
中国东部	84.8	60	1.43	0.81	12.9	9.1	61.5	42	22.5	15	51.8	13	0.97	0.62	25.5	22	26.1	18	0.79	0.33	3.3	1.9	2.64	2.2	2.02	0.91	73.1	63

注: 1 Ag为元素银在水系沉积物中的丰度, rAg为银在出露岩石地壳中的丰度(鄢明才等, 1997)。含量单位: Ag和Au为 10°, 其余元素为 10°。 2 表中黑色阴影表示某元素在中国东部 5 个构造单元的最大值。

图 4 为 14 种金属元素在中国东部不同构造单元水系沉积物中的丰度(对数横坐标轴)与出露岩石地壳中丰度(对数纵 坐标轴)的关系散点图,可以看出,这些金属元素在水系沉积物和出露岩石地壳中的背景值表现出非常好的正相关的关系。 说明用水系沉积物测量数据来勾绘表现元素空间分布特征的地球化学块体是能够正确反映出露岩石地壳的实际元素空间分 布情况。



图 4 不同构造单元金属元素在出露岩石地壳和水系沉积物中丰度的相关散点图 (其中拟合直线公式为: logY≈logX-0.08,亦即相关系数 R=1)

2 中国东部地球化学块体与大地构造单元的空间分布关系

图 5 是中国东部 W 和 Sn 的地球化学块体分布图,可以看到,在中国华南地区存在着巨大的 W 和 Sn 的块体,反映了扬 子地块华南褶皱系与华北地台和内蒙-黑吉造山带在元素空间分布上的差异,这种差异反映的是元素在地球上空间分布的不 均一性。这种不均一性能够为大型巨型矿(集区)的形成提供巨量的成矿物质供应:在同一个区域内高含量的某种或某几种 元素,随着地质历史的演化,在有利的时间、空间、动力等因素的耦合下,形成空间上某种或几种矿产往往集中分布在一些 不大的区域内的大型巨型矿集区。如图 5 的中国华南的钨矿集区,没有例外都位于地球化学块体圈定的范围内,而如此巨量 的钨的储量在世界上也是独一无二的!这种现象恐怕与华南构造单元 W、Sn 元素的高含量的分布是分不开的。图 6 是 Ni 和 Ag 元素在中国东部地球化学块体分布图,可以看到,基性元素 Ni 块体多分布在在秦岭构造单元和华北地台,表明该区 域是物质来源较深和最古老基底的特征;而 Ag 地球化学块体的分布正好与 Ni 元素块体的分布相反,在华北地台分布较少。 可以看到,中国东部一些巨型银矿床无一例外位于地球化学块体内。由此可见,不同大地构造单元由于在地球太初形成它们 时就存在物质成分的差异,这种差异在地球演化阶段是继承和延续下去的,这种差异可以由地球化学块体来直观的表现出来。

3 结 论

通过上述的讨论可以看出,地球是一个元素空间分布不均一的球体,这种不均一性在不同大地构造单元、在地球太初形 成它们时就存在,这种元素空间分布的差异也是决定空间上某些大型巨型矿(集区)存在的根本原因。地球的不均一性在地 表的显示可以由地球化学块体表现出来。目前圈定地球化学块体所应用的基础数据是区域化探水系沉积物的分析数据,它能 够真实的反映出露岩石地壳的元素成分的空间分布规律。

参考文献

- 任纪舜,姜春发,张正坤,等.1980.中国大地构造即演化.1:400万中国大地构造图简要说明.北京:科学出版社.1980.1~124.
- 谢学锦,刘大文.2002. 地球化学块体——概念与方法学的发展. 中国地质, 2:1~7.
- 谢学锦,向运川.1999. 巨型矿床的地球化学预测方法.见:谢学锦等编,进入21世纪的勘查地球化学.北京:地质出版社.61~91.

谢学锦.1995. 用新观念与新技术寻找巨型矿床. 科学中国人, 5:14~16.

鄢明才,迟清华.1997.中国东部地壳与岩石的化学组成.北京:科学出版社.591页.

Clark A H. 1993. Are outsized porphyry copper deposits either anatomically or environmentally distinctive . In: Whiting B H, Hodgson C J and Mason R, ed. Giant Ore Deposits. Kingston: SEG Spec. Pub. Queen's University. 213~284.

Clark A H. 1995. Introduction to giant ore deposits (II). In: Hodgson C J and Clark A H, ed. Giant Ore Deposits II. Kingston: Queen's University. 1~3.

Hodgson C J. 1993. Introduction to giant ore deposits . Whiting B H, Hodgson C J and Mason R, ed. Giant Ore Deposits. Kingston: SEG Spec. Pub. Queen's University. 1~2.

Sillitoe R H. 1993. Giant and bonaza gold deposits in the epithermal environment: Assessment of potential genetic factors. In: Whiting B H, Hodgson C J and

Mason R, ed. Giant Ore Deposits. Kingston: SEG Spec. Pub. Queen's University. 125~156.

Xie X J and Yin B C. 1993. Geochemical patterns from local to global . J. Geochem. Explor., 47: 109~129.

Xie X J. 1995. The Surfacial Geochemical expressions of Giant Ore Deposits [A]. In: Whiting, B.H., Hodgson, C.J. and Mason, R., Giant Ore Deposits II. Kingston: Queen's University. 479~492.



图 6 中国东部 Ni、Ag 地球化学块体分布图