

岩石化学元素丰度在地球化学块体研究中的意义

迟 清 华

(中国地质科学院 地球物理地球化学勘查研究所, 河北 廊坊 065000)

摘 要:以 Au、Ag、Cu、Pb、Zn、Sb、Hg、W、Sn、Mo、U、Cr、Ni、Co 等 14 种成矿元素为例,利用中国东部不同构造单元的出露地壳和不同类型岩石的元素丰度阐明其在水系沉积物地球化学块体划分与研究中的意义。利用岩石元素丰度对地球化学块体进行研究,既可查明不同地球化学景观区水系沉积物地球化学块体的成因,又可为地球化学块体的研究对比提供条件。因此,应建立不同大地构造单元或不同地球化学景观区的岩石元素丰度并加强其与水系沉积物元素含量的对应关系的研究,这将会对地球化学块体的划分与推断解释提供重要的更加合理的依据。

关键词 岩石 水系沉积物 化学元素丰度 地球化学块体 地球化学景观区

中图分类号: P632

文献标识码: A

文章编号: 1000-8918(2003)06-0428-03

以岩石元素丰度作为水系沉积物和土壤元素含量对比的基准,对地球化学块体的划分与推断解释具有重要意义。鄯明才、迟清华以中国东部岩石元素含量的实测数据为依据系统地提出了内蒙古兴安—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 5 个大地构造单元出露地壳、地层和不同岩石类型 60 余种元素的丰度^[1]。以全国区域化探水系沉积物扫面样品中 39 种元素的含量数据为基础,谢学锦根据含量分布提出了地球化学块体的概念^[2],任天祥等系统地提出了全国不同景观区水系沉积物 39 种元素的含量值^[3],刘大文等提出了中国东部 5 个大地构造单元水系沉积物 14 种成矿元素的含量值^[4]。中国东部岩石元素丰度的提出可以为中国不同构造单元、不同景观区的水系沉积物地球化学块体的划分与研究提供了重要的基本含量对比条件。

作者以上述研究为基础,以 Au、Ag、Cu、Pb、Zn、Sb、Hg、W、Sn、Mo、U、Cr、Ni、Co 等 14 种成矿元素为例,利用中国东部不同构造单元的出露地壳和不同类型岩石的元素丰度阐明其在不同景观区水系沉积物地球化学块体研究中的意义。

1 不同构造单元地球化学块体出露地壳元素丰度

利用中国东部水系沉积物 14 种成矿元素含量

分布在对地球化学块体进行研究时发现,我国南方与北方之间许多元素的含量存在显著差异。造成这种差异的原因可能由南、北方不同的地理气候条件引起,也可能由岩石本身元素含量的差异造成。究竟是哪种因素占主导作用呢?在此,利用中国东部不同构造单元出露地壳的元素丰度与水系沉积物元素含量(表 1)做比较和探讨。从表 1 中可以看出,不同构造单元中水系沉积物与出露地壳相比,水系沉积物中大部分成矿元素的含量有不同程度的富集,并与出露地壳元素丰度有较好的相关性。其中高温成矿元素 W、Sn、Mo、U、Cr、Ni、Co 从原岩向水系沉积物的转变过程中含量变化较为稳定(二者比值一般 < 2 ,大部分比值 < 1.5),这说明水系沉积物中元素的分布主要受原岩元素含量的影响,其次受地球化学以及地理气候条件的控制;而一些低温热液成矿元素 Sb、Hg 则受地球化学及地理气候条件的影响较大,富集系数可分别达到 3.44 和 13.64。

2 不同景观区地球化学块体岩石元素丰度

水系沉积物中的元素含量背景值从我国北方半干旱荒漠区、半湿润低山丘陵区到南方湿润低山丘陵区、岩溶区和热带雨林区逐渐增高(表 2),其中大部分元素在半干旱荒漠区背景值最低,在岩溶区背景值最高,二者一般相差 2 倍左右,但低温热液成矿元素 Sb、Hg 受地球化学及地理气候条件的影响颇

表 1 中国东部不同构造单元出露地壳和水系沉积物中 14 种成矿元素丰度

元素 含量	介质	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	华南褶皱系	中国东部	$\frac{X_{\max}}{X_{\min}}$
$\frac{w(\text{Au})}{10^{-9}}$	出露地壳	0.76	(0.64)	1.16	0.93	0.93	0.81	2.23
	水系沉积物	(0.98)	1.24	1.68	1.82	1.44	1.43	1.86
	R	(1.29)	1.94	1.45	1.96	1.55	1.77	
$\frac{w(\text{Ag})}{10^{-6}}$	出露地壳	0.064	(0.053)	0.057	0.063	0.059	0.060	1.27
	水系沉积物	0.095	0.080	(0.073)	0.087	0.088	0.085	1.30
	R	1.48	1.51	(1.28)	1.38	1.49	1.42	
$\frac{w(\text{Cu})}{10^{-6}}$	出露地壳	(12)	16	26	19	(12)	15	2.20
	水系沉积物	(17)	21	26	25	23	22.5	1.53
	R	1.42	1.31	(1.00)	1.32	1.92	1.50	
$\frac{w(\text{Pb})}{10^{-6}}$	出露地壳	17	(16)	19	18	26	18	1.74
	水系沉积物	(22)	(22)	24	26.5	36	26	1.64
	R	1.29	1.38	(1.26)	1.47	1.38	1.44	
$\frac{w(\text{Zn})}{10^{-6}}$	出露地壳	65	(58)	62	62	66	63	1.29
	水系沉积物	73	(63)	78	73.5	78	73	1.24
	R	1.12	(1.09)	1.26	1.19	1.18	1.16	
$\frac{w(\text{Sb})}{10^{-6}}$	出露地壳	0.35	(0.21)	0.40	0.51	0.34	0.33	2.30
	水系沉积物	(0.45)	0.54	0.78	1.01	1.17	0.79	2.60
	R	(1.29)	2.57	1.95	1.98	3.44	2.39	
$\frac{w(\text{Hg})}{10^{-9}}$	出露地壳	12	8.9	27	20	(6.6)	13	2.40
	水系沉积物	32	(27)	39	71	90	52	3.30
	R	2.67	3.03	(1.44)	3.55	13.64	4.00	
$\frac{w(\text{W})}{10^{-6}}$	出露地壳	0.76	(0.68)	0.98	1.34	1.55	0.91	3.27
	水系沉积物	1.78	(1.42)	1.73	2.44	2.74	2.02	1.93
	R	2.34	2.09	(1.77)	1.82	(1.77)	2.22	
$\frac{w(\text{Sn})}{10^{-6}}$	出露地壳	2.0	(1.4)	1.8	2.3	2.7	1.9	2.78
	水系沉积物	2.7	(2.6)	3.0	4.0	4.1	3.3	1.58
	R	(1.35)	1.86	1.67	1.74	1.52	1.74	
$\frac{w(\text{Mo})}{10^{-6}}$	出露地壳	0.64	(0.48)	0.63	0.71	0.90	0.62	2.38
	水系沉积物	1.17	(0.71)	0.76	0.85	1.36	0.97	1.92
	R	1.83	1.48	1.21	(1.20)	1.51	1.56	
$\frac{w(\text{U})}{10^{-6}}$	出露地壳	2.2	(1.5)	1.8	2.5	3.6	2.2	3.19
	水系沉积物	2.7	(1.9)	2.2	2.65	3.8	2.6	2.00
	R	1.23	1.27	1.22	(1.06)	(1.06)	1.18	
$\frac{w(\text{Cr})}{10^{-6}}$	出露地壳	37	47	52	47	(33)	42	2.59
	水系沉积物	(50)	64	74	65	55	62	1.48
	R	(1.35)	1.36	1.42	1.38	1.67	1.48	
$\frac{w(\text{Ni})}{10^{-6}}$	出露地壳	22	24	24	22	(17)	22	1.85
	水系沉积物	(18)	26	32	27	24	25.5	1.78
	R	(0.82)	1.08	1.33	1.23	1.41	1.16	
$\frac{w(\text{Co})}{10^{-6}}$	出露地壳	7.2	12	12	8.7	(6.8)	9.1	1.96
	水系沉积物	(11)	12	15	14	12.4	12.9	1.36
	R	1.53	(1.00)	1.25	1.61	1.82	1.42	

注 R(富集系数)为水系沉积物与出露地壳的元素含量比值; $X_{\max}/X_{\min}$ 为高值与低值的比 括号内数值为低值,黑体数值为高值,下同。出露地壳的元素丰度值引自参考文献[1] 水系沉积物的平均含量引自参考文献[4]。

表 2 中国不同景观区水系沉积物中 14 种成矿元素背景值(几何平均值)

元素	半干旱 荒漠区	半湿润低 山丘陵区	湿润低山 丘陵区	岩溶区	热带雨林区	水系沉积物 平均值	$\frac{X_{\max}}{X_{\min}}$	水系沉积物块体 含量下限值
样品数	1610	6418	12048	2995	1190	44422		
Au	(0.75)	1.31	1.66	1.67	1.49	1.37	2.23	2.00~2.50
Ag	(0.080)	0.083	0.090	0.087	(0.080)	0.081	1.12	0.12
Cu	(12.8)	22.1	21.4	31.9	20.1	21.6	2.49	32.0
Pb	(20.7)	22.5	30.8	33.9	28.7	24.9	1.64	35.0
Zn	(52.6)	64.4	74.0	103	62.6	69.6	1.96	92.0
Sb	(0.53)	0.54	0.74	2.73	0.72	0.76	5.15	2.0
Hg	(12)	29	62	140	46	36	11.7	80
W	(1.31)	1.52	2.59	2.17	2.15	1.97	1.98	3.00
Sn	(2.03)	2.80	4.41	3.45	4.16	3.22	2.17	5.00
Mo	0.85	(0.72)	1.04	1.41	0.78	0.90	1.96	1.50
U	(1.66)	1.98	3.16	3.42	3.09	2.63	2.06	4.00
Cr	(33.0)	67.4	53.4	81.3	59.5	56.4	2.46	85.0
Ni	(14.5)	26.8	21.9	34.6	24.2	23.7	2.39	38.0
Co	(7.0)	12.7	12.0	17.3	12.1	11.8	2.47	17.0

注 水系沉积物的元素背景值引自参考文献[3] 水系沉积物块体含量下限值引自参考文献[2] 元素含量单位同表 1。

大,背景值可相差 5.15 倍和 11.7 倍。

不同景观区化学元素的表生作用存在明显的差

异。由于不同景观区的地理气候条件不同,使岩石转变为水系沉积物和土壤时的物理化学条件也不

同,导致元素在地表迁移、分散、组合、富集的程度不同,即使同一岩性在不同景观区转变为土壤的过程中元素的表生作用也存在差异。以 2 个特殊景观区为例 北方的半干旱荒漠区,由于气候干旱,降雨量小,蒸发作用强烈,物理风化作用较强,形成的荒漠土常呈碱性环境,普遍发育盐渍层,受风成沙的干扰,成矿元素在地表多被稀释,常常使水系沉积物中成矿元素的含量普遍低于原岩 而南方的岩溶区,由于气候潮湿,降雨量大,蒸发作用强烈,化学风化作用较强,表生作用下形成的红土呈酸性环境,并普遍发育呈胶体状态存在的硅胶、氢氧化铁、氢氧化铝、

氢氧化锰及各种粘土矿物,而这些胶状物对成矿元素具有很强的吸附作用,导致水系沉积物中大部分成矿元素富集,且含量普遍高于原岩。因此,在以全国水系沉积物块体含量下限圈定地球化学块体时,必然导致很多元素的地球化学块体在岩溶区圈出,而在干旱-半干旱荒漠区很少甚至不能够被圈定出来。如果针对各地理地球化学景观区提出不同岩类和出露地壳的元素丰度,必将对各景观区水系沉积物元素含量的解释及地球化学块体的划分具有重要的意义。

表 3 为中国东部不同类型岩石 14 种成矿元素

表 3 中国东部不同类型岩石中 14 种成矿元素丰度

岩性	花岗岩	流纹岩	闪长岩	安山岩	辉长岩	玄武岩	碎屑岩	泥质岩	碳酸盐岩	片麻岩	$X_{\max}/X_{\min}$
Au	0.48	(0.42)	0.81	0.96	0.90	0.75	1.0	1.4	0.47	0.65	3.33
Ag	0.060	0.070	0.054	0.050	0.067	(0.046)	0.052	0.050	0.056	0.057	1.52
Cu	5.5	4.5	27	40	58	52	15	29	(4.0)	22	14.50
Pb	26	21	16	14	15	9.6	18	23	(8.0)	16	3.25
Zn	40	55	88	100	104	120	51	80	(18)	65	6.67
Sb	0.13	0.34	0.14	0.26	0.16	0.16	0.43	0.58	0.24	(0.12)	4.83
Hg	6.4	7.0	6.4	8.6	9.0	6.4	15	27	18	(6.0)	4.50
W	1.0	1.1	0.46	0.49	0.50	0.45	1.1	1.7	0.27	(0.41)	4.15
Sn	2.2	2.2	1.3	1.2	(1.0)	1.2	1.1	3.0	0.50	1.2	3.00
Mo	0.70	0.84	0.60	0.53	(0.45)	0.90	0.54	0.93	0.57	0.49	2.07
U	2.9	3.0	1.2	1.0	(0.70)	0.73	2.1	3.1	1.2	1.05	4.43
Cr	6.6	(4.5)	76	106	223	203	39	72	7.5	53	49.56
Ni	5.2	(4.0)	31	44	100	120	17	34	4.8	24	25.00
Co	3.0	2.2	21	26	46	47	8.0	14	(1.5)	13	21.36

注 数据引自参考文献[1] 元素含量单位同表 1。表 4 同。
的丰度。表中列出的岩性可在不同构造单元及不同地理地球化学景观区呈大面积分布,表明不同岩性中同一元素含量可以存在极大的差异,差异最为明显的是 Cr、Ni、Co、Cu,其次为 Zn。这些元素与基性-超基性岩密切相关,其在基性岩中的含量是流纹岩或碳酸盐岩的 50、25、21、14 和 6.7 倍。在一些高温成矿元素 W、Sn、Mo、U 和低温热液元素 Sb、Hg 以及 Au 明显在泥质岩中富集,此外,花岗岩中也富集 Pb、U、W、Sn、Mo 等元素。

在不同大地构造单元中同一岩性的元素含量也存在着较大的差异。例如表 4 中,华南褶皱系明显

表 4 中国东部不同构造单元花岗岩中 14 种成矿元素丰度

元 素	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	华南 褶皱系	$\frac{X_{\max}}{X_{\min}}$
Au	0.78	0.39	0.81	(0.35)	(0.35)	2.31
Ag	0.070	0.055	(0.053)	0.060	0.065	1.32
Cu	(4.5)	5.5	8.7	9.9	6.5	2.20
Pb	(19)	22	33	27	30	1.74
Zn	43	(38)	43	49	49	1.29
Sb	0.23	0.14	(0.10)	0.16	(0.10)	2.30
Hg	12	6.6	7.9	(5.0)	5.6	2.40
W	0.62	(0.51)	0.63	1.27	1.67	3.27
Sn	2.1	(1.4)	1.8	3.3	3.9	2.78
Mo	0.54	(0.47)	0.56	0.59	1.12	2.38
U	2.41	(1.74)	2.93	3.69	5.55	3.19
Cr	8.5	8.4	12	14	(5.4)	2.59
Ni	5.1	(4.7)	8.7	7.3	6.5	1.85
Co	3.6	3.1	4.4	5.5	(2.8)	1.96

富集 W、Sn、Mo、U 等高温成矿元素,其含量为华北地台的 2.38~3.27 倍。

Ag、Au 在不同大地构造单元、不同景观区的岩石、水系沉积物、土壤等介质中含量差异较小,对其地球化学块体的圈定划分及推断解释影响较小。而其他成矿元素则差异较大,如 Sb、Hg 由于表生富集作用较强,导致水系沉积物或土壤较岩石含量高。因此在探讨不同地球化学景观区水系沉积物或土壤元素丰度时,必须研究岩石的元素丰度,这样能更有助于地球化学块体的正确划分及其成因研究。

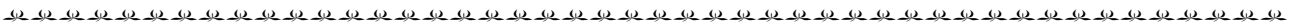
3 结果与讨论

水系沉积物地球化学块体的形成,取决于很多因素,诸如地壳的原始不均一性、不同大地构造单元出露地壳中元素丰度的差异、不同景观区中呈大面积分布的岩石中元素含量的差异、不同地理地球化学景观区元素表生作用强度的差异及不同矿集区中矿床类型的差异。岩石元素丰度作为地球化学元素含量的基准,可以揭示水系沉积物地球化学块体形成的原因、大型矿集区的主要物质来源以及地球化学块体中巨量物质供应和聚集。这些研究不仅可以

Abstract : Multi-elements primary geochemical anomalies are well developed in the Qulong porphyry Cu-Mo deposit. The anomalies of ore-forming elements Cu and Mo(Ag) are characterized by high intensity and large size, and accord quite well with the mineralization. The anomalies of associated elements Au, Bi, Pb, As, Sb and Hg are mainly distributed on both sides of the ore anomalies, whereas the anomalies of B-Co and Ni-Mn-Zn are spread around the ore anomalies. Na₂O occurs as negative anomalies while K₂O appears as positive anomalies in the ore district. Based on the above – mentioned association of elements, the horizontal zoning, and the Na₂O-poor and K₂O-rich ore-forming environment, it is considered that the Qulong Cu – Mo deposit is a typical porphyry deposit subjected to strong denudation.

Key words : association of elements, primary geochemical anomaly and zoning, Qulong porphyry Cu-Mo deposit

作者简介 : 刘崇民(1955 –),男,1979 年毕业北京大学地质地理系,硕士学位,高级工程师,现主要从事矿产勘查的地球化学研究工作。



上接 430 页

丰富地球化学块体理论,还可为勘查地球化学、成矿学与找矿学、大地构造学提供有价值的基础资料。

根据上述研究,作者认为应加强不同大地构造单元和不同地球化学景观区中出露地壳、岩石元素丰度及相应水系沉积物元素丰度之间对应关系的研究,为地球化学块体的划分与推断解释提供更加合理的依据。

参考文献 :

[1] 鄯明才,迟清华. 中国东部地壳与岩石的化学组成[M]. 北

京:科学出版社,1997,11 – 155.

[2] 谢学锦. 用新观念与新技术寻找巨型矿床[J]. 科学中国人, 1995, (5) :14 – 16.

[3] 任天祥,伍宗华,羌荣生. 区域化探异常筛选与查证的方法技术[M]. 北京:地质出版社,1998,16 – 17.

[4] 刘大文,向运川,连长云,等. 水系沉积物中的金属元素在中国东部不同构造单元的分布特征[J]. 地质与勘探,2002,38(增刊):156 – 163.

[5] 谢学锦,向运川. 巨型矿床的地球化学预测方法[A]. 谢学锦,邵跃,王学求,走向 21 世纪矿产勘查地球化学[C]. 北京:地质出版社,1999,61 – 91.

**THE SIGNIFICANCE OF ELEMENT ABUNDANCES OF ROCKS
IN THE STUDY OF GEOCHEMICAL BLOCKS**

CHI Qing-hua

(Institute of Geophysical and Geochemical Exploration, CAGS,Langfang 065000, China)

Abstract : The abundances of 14 ore-forming elements such as Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Sb, Hg, W, Sn, Mo, U, Cr, Ni and Co in exposed crust and various rocks within different geochemical landscapes have obvious significance in the division and study of geochemical blocks of stream sediments. The application of abundances of chemical elements in rocks to the study of geochemical blocks can not only find out the geneses of geochemical blocks of stream sediments in different landscape regions but also provide the comparison conditions for the study of geochemical blocks. Therefore, the abundances of chemical elements in different tectonic units or geochemical landscape regions should be set up, and the study of their relationship with abundances of chemical elements in rocks and stream sediments should be strengthened so as to provide important and more rational evidence for the division and interpretation of geochemical blocks.

Key words : stream sediment ; abundance of chemical element ; geochemical block ; geochemical landscape region

作者简介 : 迟清华(1964 –),男,高级工程师。1997 年毕业于长春科技大学,获博士学位,长期从事岩石、地壳化学元素丰度和区域勘查地球化学研究工作。
万方数据