

·综述与进展·

中国东部与全球大陆地壳化学成分的比较*

谢学锦

(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)

中图分类号: P596

文献标识码: A

文章编号: 1671-255X(2004)11-1057-02

鄢明才教授、迟清华博士和地球物理地球化学勘查研究所、中国地质大学的同事们从中国东部5个一级大地构造单元的大约500条标准地层剖面 and 800多个侵入岩体、变质杂岩体中系统地采集了28253个岩石样品,覆盖了东经105°以东大约330×10⁴km²的面积。将这些样品组合成了2718个组合样品,分析了周期表中64种常量、微量和痕量元素。另外,还用这28253个岩石样品按照不同大地构造单元中的岩石类型制备了150个大的组合样,分析了Br、I、Te、Re、Os、Ir、Ru、Rh等难测定的痕量和次痕量元素。

用INAA、XRF、ICP-MS、AAS、AFS等15种方法系统地定量分析了不同岩石类型中76种元素的平均含量。用世界公认的许多中国的地球化学标准参考物质实施了严格的数据质量监控措施。将中国东部76种元素的区域陆壳丰度^[1]与Wedepohl^[2]、Taylor等^[3]所发表的整个地球陆壳的元素丰度值进行了比较(表2)。从表2可以清楚地看出,对于地壳丰度值大于1×10⁻⁶的元素来说,鄢明才和迟清华的区域陆壳丰度值与Wedepohl的全球陆壳丰度值的log值偏差是很小的。相反,Wedepohl的全球陆壳丰度值与Taylor等值的log值偏差比鄢明才和迟清华的值与Wedepohl值的log值偏差要大得多(表1、表2)。

中国东部陆壳的化学组成与地球陆壳的化学组成总体上的相似性有力地证明,地球的化学组成在其通过星云凝聚与增生过程中最初是均匀的,因此,不同大陆块的化学组成在

总体上是相似的,只是经过核幔分异、陆壳生长和成矿作用的漫长历史后,各大陆块内部的分布模式才变得不均匀了。

从表1和表3可以看出,对于地壳丰度值小于1×10⁻⁶的元素来说,鄢明才和迟清华与Wedepohl的Ir、Ru、Rh、Re、Pd、Pt、Au、Hg、Se、I、Sb、Br、Mo、W、Ta值之间的所有偏差|ΔlogA_{YC-W}|都在0.2以上。Wedepohl(1995)与Taylor等(1995)所用的这些“困难”元素的数据是从不同的来源收集到的,是不同时期使用许多都已过时的分析方法得到的。这些数据的不一致性是致命的。鄢明才和迟清华所使用的这些次痕量元素数据是最近使用最新的、更灵敏的、能够检测出低得多的、过去不可能检测出含量的分析方法得到的。此外,他们所做的分析工作使用了世界公认的地球化学标准参考物质(CRMs,即岩石、沉积物、土壤、金和铂族元素系列)进行监控以保证分析结果的一致性,这也是Taylor等(1995)和Wedepohl(1995)不可能做到的。因此,有充足的理由相信,鄢明才和迟清华的数据是次痕量元素地球陆壳丰度值的可靠估算值,虽然这些数据仅是分析一大块地壳的样品所得到的。

本专著是《中国东部地壳与岩石的化学组成》(科学出版社,1997)的英文版。其英文版的发行将为国际上从事地球和地壳岩石化学组成研究的研究者提供可以利用的新信息。作者希望,大部分陆壳与整个地壳化学组成的这种相似性将会鼓励在其他大部分地壳中系统地采集有代表性的样品,采用

表1 地壳丰度值大于1×10⁻⁶的元素的偏差对数值的百分数

Table 1 Percentages of log deviations of the elements with the crustal abundance > 1×10⁻⁶

地壳丰度值 > 1×10 ⁻⁶ 的元素数	鄢明才和迟清华与 Wedepohl 的 ΔlogA _{YC-W} 偏差 > 0.20		Taylor 等与 Wedepohl 的 ΔlogA _{TM-W} 偏差 > 0.20	
	元素数	偏差	元素数	偏差
50	6	12.00%	20	40.00%

收稿日期 2004-08-03

作者简介: 谢学锦(1923-)男, 研究员, 中国科学院院士, 从事勘查地球化学、环境地球化学研究。

* 此文为鄢明才等著《中国东部地壳与岩石的化学组成》一书的英文版序, 译成中文发表, 仅对部分内容做了技术性处理——编者注。

表 2 中国东部与整个地球大陆地壳元素丰度的比较
 Table 2 Comparison of the abundance of the elements in the continental crust of eastern China with that in the whole Earth's continental crust

元素	A_{YC}	A_W	A_{TM}	$\Delta \log A_{YC-W}$	$\Delta \log A_{YC-TM}$	$\Delta \log A_{TM-W}$	元素	A_{YC}	A_W	A_{TM}	$\Delta \log A_{YC-W}$	$\Delta \log A_{YC-TM}$	$\Delta \log A_{TM-W}$
Ir	0.00002	0.00005	0.0001	-0.40	-0.70	0.30	Sm	4.9	5.3	3.5	-0.03	0.15	-0.18
Rh	0.000035	0.00006		-0.23			Th	6.0	8.5	3.5	-0.15	0.23	-0.39
Ru	0.00004	0.00010		-1.40			Pr	6.5	6.7	3.9	-0.01	0.22	-0.24
Os	0.00004	0.00005	0.00005	-0.10	-0.10	0.00	Nb	10	19	11	-0.28	-0.04	-0.24
Re	0.00012	0.0004	0.0004	-0.52	-0.52	0.00	B	11	11	10	0.00	0.04	-0.04
Pd	0.00075	0.0004	0.001	0.27	-0.12	0.40	Pb	15	14.8	8	0.01	0.27	-0.27
Pt	0.0008	0.0004		0.30			Li	17	18	13	-0.02	0.12	-0.14
Au	0.0009	0.0025	0.0030	-0.44	-0.52	0.08	Sc	17	16	30	0.03	-0.25	0.27
Te	0.006	0.005		0.08			Y	17	24	20	-0.15	-0.07	-0.08
Hg	0.007	0.040		-0.76			Co	19	24	29	-0.10	-0.18	0.08
In	0.045	0.050	0.050	-0.05	-0.05	0.00	Ga	19	15	18	0.10	0.02	0.08
Ag	0.055	0.070	0.080	-0.10	-0.16	0.06	Cu	26	25	75	0.02	-0.46	0.48
Se	0.070	0.12	0.050	-0.23	0.15	-0.38	Nd	26	27	16	-0.02	0.21	-0.23
I	0.070	0.80		-1.06			La	29	30	16	-0.01	0.26	-0.27
Cd	0.082	0.100	0.098	-0.09	-0.08	-0.01	Ni	31	56	105	-0.26	-0.53	0.27
Bi	0.15	0.085	0.060	0.25	0.40	-0.15	Ce	57	60	33	-0.02	0.24	-0.26
Sb	0.18	0.30	0.20	-0.22	-0.05	-0.18	N	60	60		0.00		
Br	0.25	1.0		-0.60			Rb	70	78	32	-0.05	0.34	-0.39
Lu	0.33	0.35	0.30	-0.03	0.04	-0.07	Cr	76	126	185	-0.22	-0.39	0.17
Tm	0.34	0.30	0.32	0.05	0.03	0.03	Zn	76	65	80	0.07	-0.02	0.09
Tl	0.42	0.52	0.36	-0.09	0.07	-0.16	Cl	112	472		-0.62		
Mo	0.50	1.1	1.0	-0.34	-0.30	-0.04	V	112	98	230	0.06	-0.31	0.37
W	0.60	1.0	1.0	-0.22	-0.22	0.00	Zr	160	203	100	-0.10	0.20	-0.31
Ta	0.65	1.1	1.0	-0.23	-0.19	-0.04	S	250	697		-0.45		
Tb	0.69	0.65	0.60	0.03	0.06	-0.03	Sr	350	333	260	0.02	0.13	-0.11
Ho	0.77	0.80	0.78	-0.02	-0.01	-0.01	F	540	525		0.01		
Ge	1.2	1.4	1.6	-0.07	-0.12	0.06	Ba	620	584	250	0.03	0.39	-0.37
Eu	1.3	1.3	1.1	0.00	0.07	-0.07	P	750	757		0.00		
U	1.3	1.7	0.91	-0.12	0.15	-0.27	Mn	810	716	1400	0.05	-0.24	0.29
Be	1.4	2.4	1.5	-0.23	-0.03	-0.20	C	3800	1900		0.30		
Sn	1.4	2.3	2.5	-0.22	-0.25	0.04	Ti	4000	4010	5400	0.00	-0.13	0.13
Cs	2.0	3.4	1.0	-0.23	0.30	-0.53	Mg	19000	22000	32000	-0.06	-0.23	0.16
Er	2.2	2.1	2.2	0.02	0.00	0.02	K	19200	21400	9100	-0.05	0.32	-0.37
Yb	2.2	2.0	2.2	0.04	0.00	0.04	Na	25500	23600	23000	0.03	0.04	-0.01
As	2.4	1.7	1.0	0.15	0.38	-0.23	Ca	38400	38500	52900	0.00	-0.14	0.14
Dy	3.7	3.8	3.7	-0.01	0.00	-0.01	Fe	45800	43200	70700	0.03	-0.19	0.21
Gd	4.3	4.0	3.3	0.03	0.11	-0.08	Al	78500	79600	84100	-0.01	-0.03	0.02
Hf	4.5	4.9	3.0	-0.04	0.18	-0.21	Si	283300	288000	268000	-0.01	0.02	-0.03

注 $\Delta \log A_{YC-W} = \log A_{YC} - \log A_W$; $\Delta \log A_{YC-TM} = \log A_{YC} - \log A_{TM}$; $\Delta \log A_{TM-W} = \log A_{TM} - \log A_W$; A_{YC} 据 鄯明才等, 1997; A_W 据 Wedepohl, 1995; A_{TM} 据 Taylor 等, 1995; 元素丰度: 10^{-6}

表 3 地壳丰度值小于 1×10^{-6} 的元素的偏差对数值的百分数

Table 3 Percentages of log deviations of the elements with the crustal abundance $< 1 \times 10^{-6}$

地壳丰度值 $< 1 \times 10^{-6}$ 的元素数	鄯明才和迟清华与 Wedepohl 的 $ \Delta \log A_{YC-W} $ 偏差 > 0.20	
	元素数	偏差
26	15	47.69%

现代化的分析技术分析这些样品并用地球化学标准参考物质进行严格的数据质量监控。

张立生 译

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. 292.
 [2] Wedepohl K H. The composition of the continental crust [J]. Geochim. Cosmochim. Acta, 1995, 59(7): 1217~1232.
 [3] Taylor S R, McLennan S M. The geochemical evolution of the continental crust [J]. Rev. Geophys., 1995, 33: 241~265.