

台湾海峡中、北部表层沉积物中 若干元素的地球化学

许金树 李亮歌
(福建海洋研究所, 厦门)

提要 对1983年采集的样品进行 Si, Al, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn 的含量测定表明,大部分元素在泥质沉积物中富集,在砂粒级沉积物中含量较低。元素含量区域分布的总趋势是调查区北部闽江口附近高,南部低。元素以陆源为主。本调查区南部中央的水深40—60m,该处水动力较强,元素含量均较低。Al, Ti, Fe, Mn, V 元素含量之间存在一定的相关性,表明这些元素伴生共存。

台湾海峡是东海与南海的通道,是闻名中外的重要海峡,但对该海域的地球化学研究甚少。为此,我们选择具有代表性的75个站的沉积物样品进行 Si, Al, Ti, V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, Fe 含量测定,初步研究了它们的含量分布规律及其与沉积环境、沉积物类型、水动力等的关系。

一、调查范围与分析方法

调查范围: $24^{\circ}20'$ 至 $26^{\circ}00'N$, $119^{\circ}48'$ 至 $121^{\circ}00'E$ 。

分析方法: 用 ICP-AES 法^[1]测定铝及过渡元素;全硅用容量法^[2]测定。

二、结果与讨论

1. 沉积物中各元素的含量及其频率分布

(1) 元素含量 元素含量和频率分布分别见表1和图1。从图1看出, Fe, Co, Ni, Cu, Zn 的频率分布规律相类似,都是以中等含量的分布频率为最高; Cr, V 和 Ti 低含量的分布频率极小,中等和高含量的分布频率较大; Al 是高含量的分布频率高, Mn 则以较低含量的分布最多,高含量相对较少。

(2) 本海区元素含量与其他海区的比较 把若干海区元素的丰度与本海区各元素的丰度列于表2。由表2可以看出,台湾海峡中、北部表层沉积物中化学元素的丰度具有本身固有的特征: A. 与中国其他海区相比,常量元素相当,微量元素 Cu, Zn, Cr 略高; B. 与世界若干海区相比,本海区沉积物中诸元素的丰度与浅海区基本相当; C. 与大陆地壳、太平洋粘土相比,接近于大陆地壳。但地壳中 Mn, V, Cu, Co, Ni 比本海区含量高一倍左右,其余元素含量十分吻合。与太平洋粘土相比,含量差异较大,显示了台湾

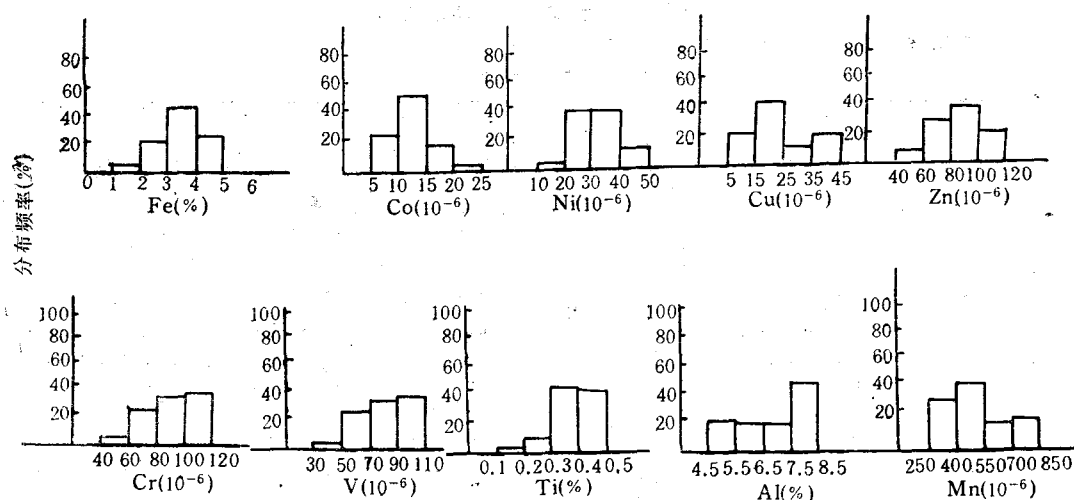


图 1 频率分布

Fig. 1 Distribution of frequency

表 1 沉积物中元素含量

Tab. 1 Element contents in sediment

元 素	变 化 范 围	平 均 值
Si (%)	25.71—33.44	29.44
Al (%)	2.70—9.49	6.87
Fe (%)	1.36—5.47	3.52
Ti (%)	0.17—0.51	0.38
Mn (%)	0.030—0.087	0.050
V (10 ⁻⁶)	29—116	81
Cr (10 ⁻⁶)	37—159	96
Cu (10 ⁻⁶)	10—98	27
Zn (10 ⁻⁶)	41—173	87
Co (10 ⁻⁶)	6—22	13
Ni (10 ⁻⁶)	19—55	33

海峡表层沉积物中金属元素的亲陆性。

(3) 沉积物元素的比值 将诸元素与 Fe 的比值,微量元素与 Mn 的比值以及微量元素之间的比值同国内外其他海区进行比较,见表 3。可见本海区 Cu 与 Fe, Mn, Ni 的比值较大, Ti 与 P 的比值与帕里亚湾^[1]相当, 大于东海^[3]、台湾浅滩^[4], P 与 Mn 的比值与东海一致。

2. 元素含量的区域分布

所研究的 11 个元素中,除了 Si 和 Al 外,均属于化学元素周期表中的第四周期过渡元素(原子序数 $Z_{22}-Z_{23}$),元素之间具有相似的性质,在含量分布图上显示出以下共同特征(如图 2—4)。

(1) 北部含量较高(平潭岛以北到闽江口),南部含量较低(平潭岛以南),从闽江口附

表 2 本区含量与其他海区对比

Tab. 2 The element contents in the middle and northern Taiwan strait compared with other sea areas

元 素	本海区	南海 ^①	黄海 ^[6,7]	东海 ^[9,7]	日本海 ^[20]	日本七尾湾 ^[18,19]	华盛顿顿俄勒冈大陆架 ^[17]	帕里亚湾 ^[10,11]	巴泽兹湾 ^[14]	黑海 ^[12]	大陆地壳 ^[19]	太平洋粘土 ^[9,13]
Si	29.44		31.36	26.28		23.10	30.29	30.02		22.86	28.15	23.0
Al	6.87		6.43	5.69		7.7	6.89	9.6	3.68	6.77	8.23	9.20
Fe (%)	3.52	2.35	3.06	3.20	3.72	4.62	3.01	3.96	1.52	3.87	5.63	5.44
Ti	0.38	0.32	0.33	0.35	0.29	0.49	0.54	0.35	0.30	0.35	0.57	0.47
Mn	0.050	0.05	0.082	0.052	0.10	0.023	0.062	0.090	0.023	0.080	0.095	0.74
V	81		120		101.5	39	93	95.1	45	22.5	135	215
Cr	96		53		46.7	30	191	53	33	143	100	102
Cu(10 ⁻⁶)	27	12.6	18	13	24.8	18	28	11.8	18	38	55	338
Zn	87		64	74	64	139			47	98	70	
Co	13		13			5	12	9.1	3	26	25	87
Ni	33		24	41	25	20	100	22	41	82	75	224

注: ①根据中国科学院南海海洋研究所 1977 研究报告。

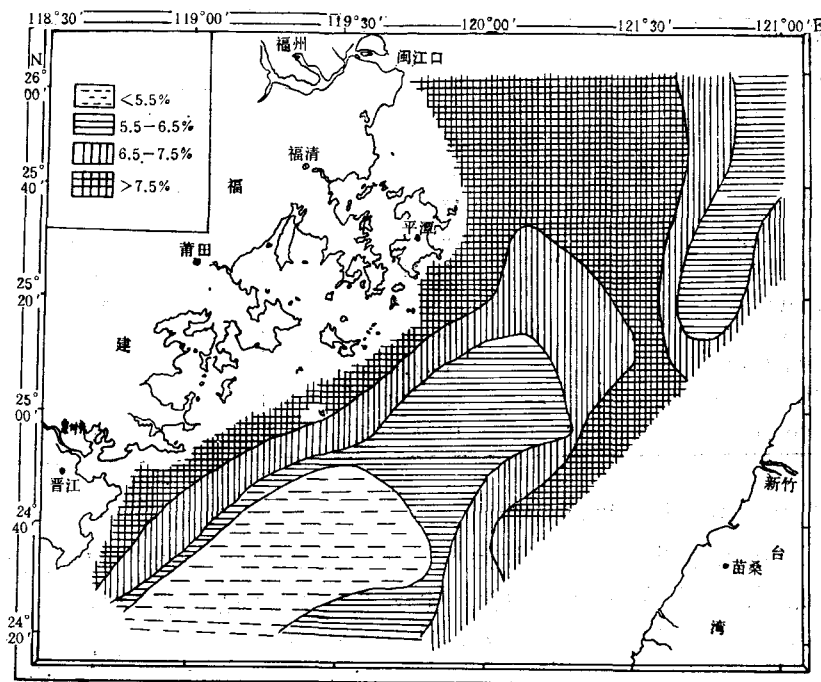


图 2 Al 的分布

Fig. 2 Distribution of Al

近往东方向含量逐渐减少。

(2) 福建近岸含量高, 调查区南部海峡中央含量较低, 往台湾岛方向元素含量又增高, 推测靠近台湾岛沿岸应有高含量区。

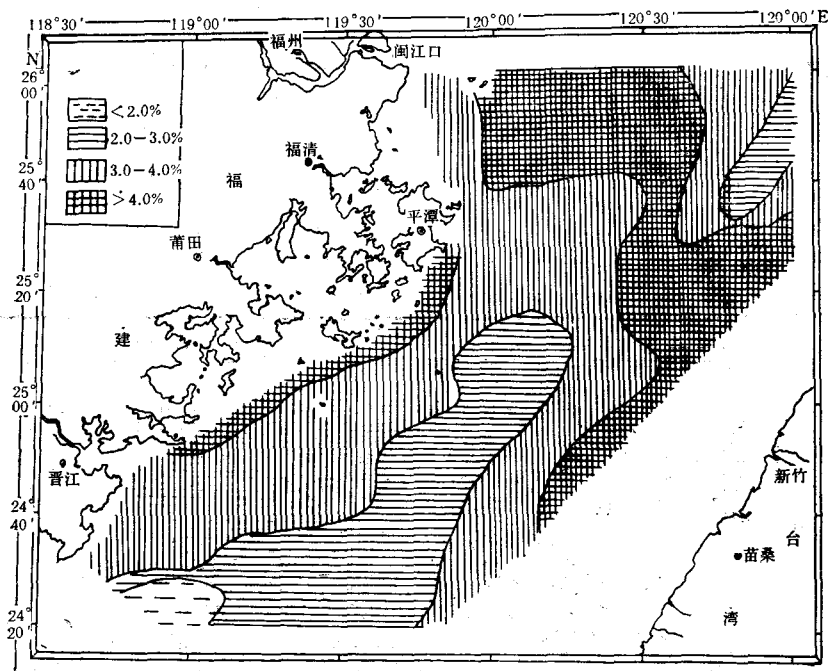


图3 Fe 的分布

Fig. 3 Distribution of Fe

(3) 本海区南端有一个东北走向“舌状”低值区。

(4) 在 121°E 以西, 26°N 左右, 有一个东北-西南方向的较低含量区。

3. 不同沉积物类型中各元素含量的变化

本海区沉积物主要分为4类: 中砂、细砂、粉砂、泥。随着沉积物粒度由粗变细, 诸元素的含量则由低增高, 只是各元素之间含量变化的幅度不同(图5)。

为了进一步了解元素含量与沉积物粒度的关系, 以 Ti 和 Co 为例, 绘制元素含量与沉积物各粒级含量的相关图(见图6)。由图6可见, 元素含量均与砂粒级的含量呈负相关(Ti-砂, $R = -0.82$; Co-砂, $R = -0.54$); 与粉砂粒级的含量略呈正相关(Ti-粉砂, $R = 0.68$; Co-粉砂, $R = 0.29$); 与粘土粒级的含量呈正相关(Ti-粘土, $R = 0.61$; Co-粘土, $R = 0.69$)。说明台湾海峡中, 北部沉积物中金属元素富集于细粒级的粉砂和粘土中, 所以细粒级沉积物中金属元素的含量较高, 符合粒度控制律。这与黄海、东海、东海外大陆架及中国台湾浅滩的地球化学研究中所得结果一致^[3-6]。

沉积物中 SiO_2 是其主要化学成分, 其含量占70%左右, 在粗粒级沉积物中 SiO_2 含量较高, 细粒级沉积物 SiO_2 含量相对低些, 而 SiO_2 含量与金属元素含量的关系呈负相关, 如图7 ($\text{Mn}-\text{SiO}_2$, $R = -0.69$; $\text{Fe}-\text{SiO}_2$, $R = -0.78$; $\text{Ti}-\text{SiO}_2$, $R = -0.35$)。可见 SiO_2 起着“稀释”作用。 SiO_2 主要为石英, 粗粒级的砂中含量较多, 所以沉积物粒度由细变粗则各元素含量相应地由高变低。

4. 不同水深元素含量的变化

根据取样时测深的资料, 台湾海峡中, 北部水深在100m以内, 按不同深度分为: 10—

表 3 本海区元素比

Tab. 3 The element ratios in the middle and northern

元素比 区 域	Mn/Fe	Ti/Fe	P/Fe	Cu/Fe	Ni/Fe	Zn/Fe
本海区	0.014	0.11	0.015	0.0008	0.0009	0.0025
东海	0.016	0.11	0.016	0.0004	0.0012	0.0023
台湾浅滩	0.020	0.035	0.014			
帕里亚湾	0.014	0.089	0.012	0.0004	0.0006	

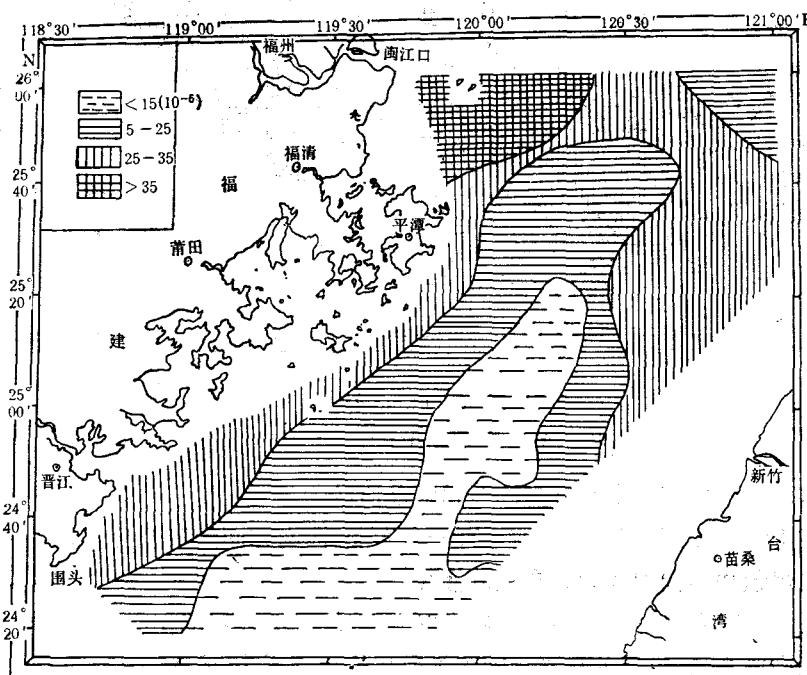


图 4 Cu 的分布

Fig. 4 Distribution of Cu

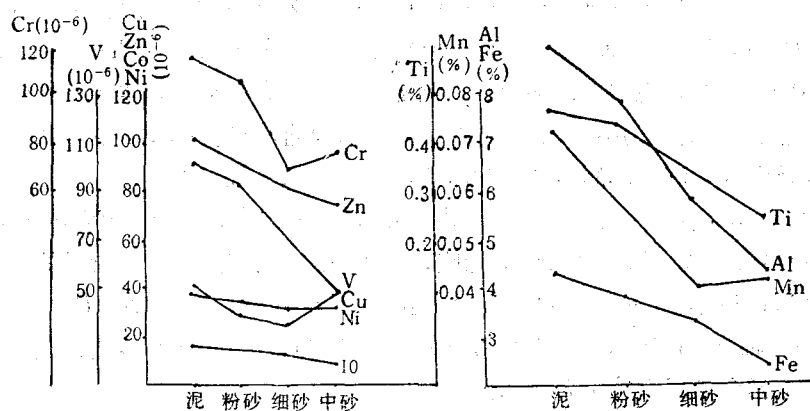


图 5 元素含量与沉积物类型关系

Fig. 5 Relation between element contents and sediment types

值与其他海区的比较

Taiwan Strait compared with other sea areas

Cu/Mn	Ni/Mn	Zn/Mn	Ti/Mn	P/Mn	Ti/P	Cu/Ni	Cu/Zn	Ni/Zn
0.055	0.064	0.172	7.6	1.02	7.45	0.86	0.32	0.37
0.025	0.080	0.15	3.44	1.01	3.51	0.30	0.20	0.55
			1.92	0.70	2.69			
0.013	0.024		7.78	0.56	8.14			

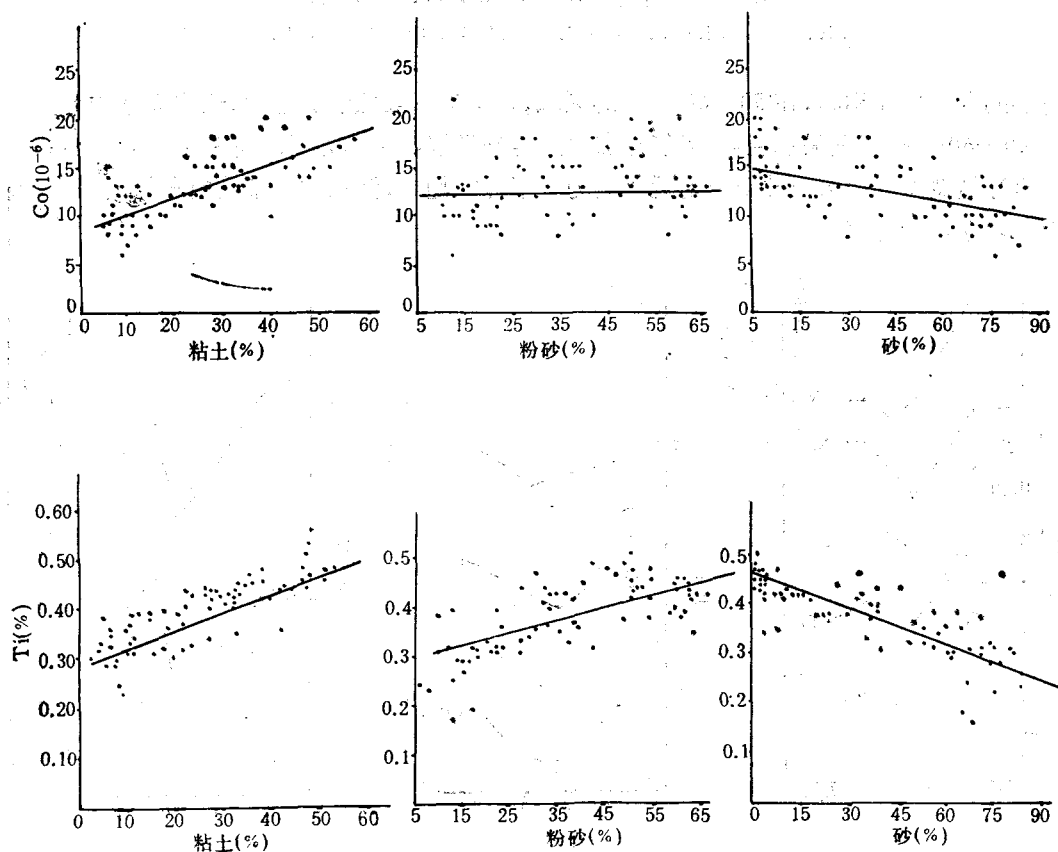
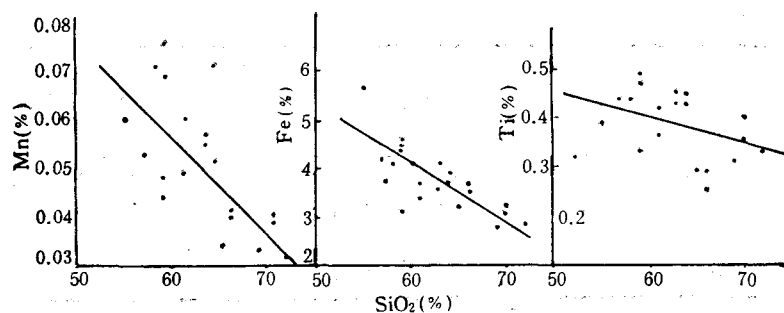


图 6 Ti, Co 含量与各粒级的关系

Fig. 6 Relation between Ti, Co Content and grain sizes

40m, 40—50m, 50—60m, 60—70m 和 70—90m。分析结果表明,随着深度不同,各元素含量有规律地变化,其规律性与 Goldschmidt 的分类一致^[2,8]。图形可分为三类(图 8): 亲石元素 Al, Ti, V, Cr, Mn 随着深度不同,它们的含量变化相似,元素含量均在 40—60m 处有一最低值,水深增加含量增大,但水深大于 70m 时含量又降低;亲铜元素 Cu, Zn 的变化规律与亲石元素基本类似; 亲铁元素 Fe, Co, Ni, 随着水深不同,

图7 沉积物中 SiO_2 与 Mn, Fe, Ti 相关图Fig. 7 Relation between SiO_2 and Mn, Fe, Ti in sediment

它们的变化规律相同,在 50—60m 深的区域,含量有一最低值。总之,这些元素的含量都在 40—60m 处出现最小值。可能与那里的地理环境、水动力状况有关。因为 40—60m 处恰好是调查区南部海峡中央附近水动力较强烈的地方,沉积的大都是粗颗粒沉积物,因而出现含量最低值。

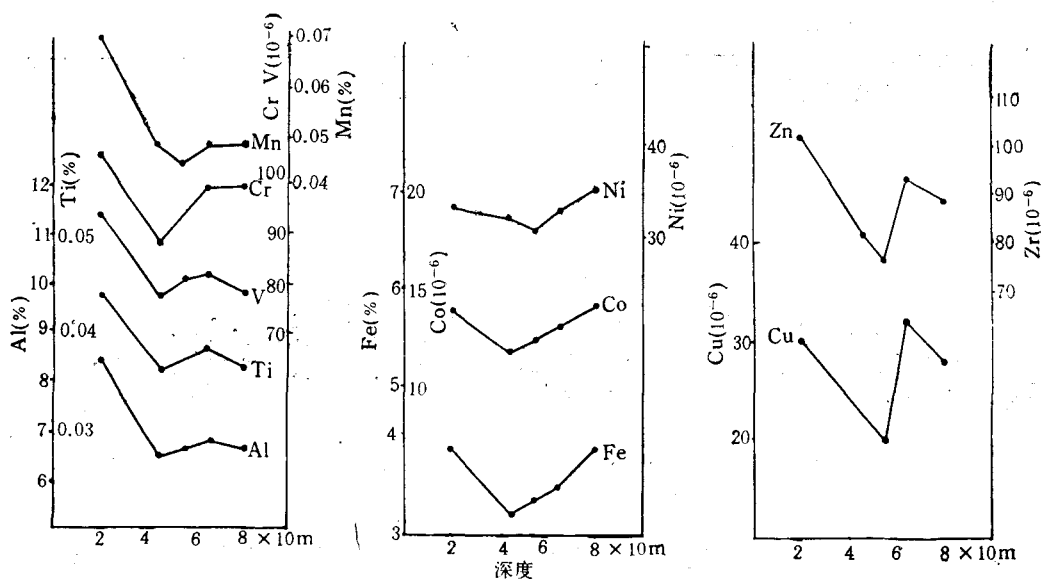


图8 元素含量与水深关系

Fig. 8 Relation between element contents and water depth

5. 沉积物中各元素的相关性

本海区这些元素主要来源于陆地,部分元素是伴生于矿物中,如磁铁矿和钛铁矿,经过风化以碎屑状态由河流迁移入海;部分元素在陆地虽非伴生共存,但随着河流以溶解态形式输入海中。由于元素的化学性质相似,在某一条件下共同沉积,形成伴生的沉积物。

从元素含量的相关性看,显示它们之间的关系密切(见表4)。除了 Cu, Zn 与其他各元素的相关性较差外,其余各元素含量关系均呈明显的正相关。微量元素 Ni, Co, Cr, Cu, Zn 之间也呈正相关关系,其中 Co 与 Ni, Co 与 Cr 呈明显的正相关。

表4 10种元素含量的相关矩阵

Tab. 4 Matrix of correlation coefficients for 10 elements

1	1		2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Al	Al	Ti	V	Cr	Fe	Co	Ni	Mn	Cu	Zn
2	Ti	0.940 1									
3	V	0.947 9	0.934 5								
4	Cr	0.714 7	0.691 6	0.732 6							
5	Fe	0.775 1	0.727 5	0.796 1	0.742 4						
6	Co	0.643 3	0.606 8	0.673 1	0.671 5	0.816 0					
7	Ni	0.476 1	0.457 3	0.484 9	0.697 2	0.523 0	0.719 9				
8	Mn	0.776 5	0.716 5	0.707 2	0.652 8	0.648 5	0.623 3	0.502 8			
9	Cu	0.136 0	0.147 9	0.115 3	0.154 3	0.124 1	0.109 6	0.134 3	0.191 8		
10	Zn	0.389 8	0.402 5	0.350 8	0.458 0	0.396 1	0.140 5	0.148 1	0.417 9	0.303 6	

三、小 结

1. 沉积物中金属元素含量与粒度密切相关,总趋势是随着沉积物粒度变粗而含量降低,在细粒级的粘土中含量最高。说明金属元素含量很大程度上受沉积物粒度控制。

2. 不同水深的沉积物,各元素的含量有规律地变化,所有元素均在 40—60m 水深处含量出现最小值。这可能与该处的地理环境、水动力状况等有关。

3. 沉积物中各元素之间存在着一定的相关关系,如 Al, Fe, V 与其他元素含量呈明显正相关(除与 Cu, Zn 外);微量元素中 Co 与 Ni, Co 与 Cr 呈明显正相关。表明这些元素的化学性质相似,它们的沉积作用可能基本相同。

4. 本海区沉积物中各金属元素的丰度相对接近于大陆地壳的丰度而异于深海粘土,显示了台湾海峡沉积物中化学元素的亲陆性。

参 考 文 献

- [1] 国家建材部建材研究所编,1971。水泥快速化学分析。中国工业出版社,132—135页。
- [2] 南京大学地质系编,1979。地球化学。科学出版社,120—125页。
- [3] 赵一阳、车承惠、杨惠兰,1978。东海外大陆架沉积物地球化学的初步研究。东海大陆架论文集,69—84页。
- [4] 赵一阳、车承惠、杨惠兰等,1981。中国台湾浅滩海底沉积物中铁、锰、钛、磷元素的地球化学。地质学报 2: 118—126。
- [5] 赵一阳、车承惠、杨惠兰等,1982。东海沉积物中若干元素的地球化学。黄东海地质。科学出版社,141—159页。
- [6] 赵一阳、喻德科,1983。黄海沉积物地球化学分析。海洋与湖沼 14(5): 432—445。
- [7] 夏青,1985。黄海及东海沉积物中铝的地球化学特征。海洋科学 9(2): 23—27页。
- [8] Goldschmidt, V. M., 1954。地球化学(沈永直 1959 年译)。科学出版社,200页。
- [9] Cronan, D. S., 1969。Average abundance of Mn, Fe, Ni, Co, Cu, Pb, Mo, V, Cr, Ti and P in Pacific clays. *Geochim. Cosmochim. Acta* 33: 1562—1565。
- [10] Hirst, D. M., 1962。The geochemistry of modern sediments from the Gulf of Paria-I. the relationship

- between the mineralogy and the distribution of major elements. *Geochim. Cosmochim. Acta* 26: 309—334.
- [11] Hirst, D. M., 1962. The geochemistry of modern sediments from the Gulf of Paria-II. the location and distribution of trace elements. *Geochim. Cosmochim. Acta* 26: 1147—1187.
- [12] Hirst, D. M., 1974. Geochemistry of sediments from eleven Black Sea cores. In: *The Black Sea-Geology, Chemistry, and Biology* (E. T. Degens and D. A. Ross eds.), pp. 430—455.
- [13] Krishuawami, S., 1976. Authigenic transition elements in Pacific Pelagic clays. *Geochim. Cosmochim. Acta* 40(4): 425—434.
- [14] Moore III, J. R., 1963. Bottom sediments studies, Buzzards Bay, Massachusetts. *J. Sed. Petrol.* 33(3): 511—558.
- [15] Taylor, S. R., 1964. Abundance of chemical elements in the continental crust: a new table. *Geochim. Cosmochim. Acta* 28(8): 1273—1285.
- [16] Walsh, J. N., 1980. The simultaneous determination of the major minor and trace constituents of silicate rocks using inductively coupled plasma spectrometry. *Spectrochimica Acta* 35B: 107—111.
- [17] Whete, S. M., 1970. Mineralogy and geochemistry of continental shelf sediments off Washington-Oregon Coast. *J. Sed. Petrol.* 40(1): 38—54.
- [18] Yamamoto, Y., 1968. Minor element in shallow-water deposits from Nanao Bay, Japan. *J. Oceanogr. Soc. Japan* 24(4): 160—166.
- [19] Yamamoto, Y., V. Tanaka and S. Ueda, 1977. The chemical composition and nicle, Cobalt, copper, zinc and lead contents of Nanao Bay sediments. *J. Oceanogr. Soc. Japan* 33(5): 242—246.
- [20] Страхов, Н. М., 1976. Проблемос Геохимия Современного океанского Литогенеза, цд, Наука Стр. 230—283.

THE GEOCHEMISTRY OF SOME ELEMENTS IN SURFACE SEDIMENT IN THE MIDDLE AND NORTHERN TAIWAN STRAIT

Xu Jinshu and Li Liangge

(Fujian Institute of Oceanology, Xiamen)

ABSTRACT

The regularity of the content distribution of each element and its relationship with sedimentation environment, topography and landform and hydrodynamics is studied in this paper by analysing quantitatively the contents of Al, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn from 75 samples of surface sediment in middle and northern Taiwan Straits with the ICP-AES method.

In the study area, the content of metal elements in sediment increases with the decrease of grain size of sediment. The content of each element regularly varies with change of depth, reaching a minimum at the depth of 40—60 meters. These phenomena are relative to geographical environment and hydrodynamic conditions.

The abundance of metal elements in sediment in this study area is relevant to their abundance on the continent, showing the continental origin of the chemical elements.