

文章编号: 1009-3850(2008)04-0050-07

中太平洋 (CP) 区全新世沉积环境探讨

杨 锐^{1,2}

(1. 中科院 广州地球化学研究所, 广东 广州 510640; 2. 广东工业大学, 广东 广州 510090)

摘要: 笔者利用在中太平洋 (CP) 区采取的 CP9 和 CP25 钻孔柱状样及 19 个站位的表层沉积物样品, 通过对沉积物的成分、类型、古生物化石、常微量元素含量等鉴定测试, 从地球化学特征对该区全新世以来沉积物中元素在垂向变化特点及相互之间的亲疏关系进行了详细分析和研究。通过 R 型因子分析与物源的研究, 认为该区沉积物主要受陆源碎屑及生物碎屑沉积的影响较大, 晚期火山物质供应比早期要充足, 全新世的沉积环境趋于比较稳定。

关键词: 中太平洋; 沉积物成分; 地球化学; 沉积环境

中图分类号: P512.2 文献标识码: A

CP 区位于中太平洋低纬度地区, 地形地貌比较复杂。为研究该区沉积环境与多金属结核之间的内在关系, 广州海洋地质调查局海洋四号科考船利用自返重力管采样器获得编号为 CP9 和 CP25 的柱状样, 长分别为 110 m 和 141 m。利用洋底拖网、自返式抓斗、箱式采样器采得 19 个站位的表层沉积物样品, 取样位置如图 1 所示。根据沉积物岩性的变化情况, 对所取样品进行了岩性、古生物化石、化学成分与含量的测试分析。测试标准为 GB/T 14505 仪器测量精度由多次测量国家标准物质样品 (GSD9、GSD10、GSS 和 GSS8) 控制, 其中常量元素的测试精度低于 1.6%, 微量元素的测量精度低于 2.96%; 同时采用 GBW-07313、GBW-07314 海洋沉积物标样作为样品分析的质量监控样。

1 矿物成分

1.1 粘土矿物

粘土矿物在沉积物中的变化比较明显, 研究表明 (表 1):

(1) 粘土矿物在沉积物中的含量最低为 42%, 最高可达 98%, 多变化于 80% ~ 90% 之间。

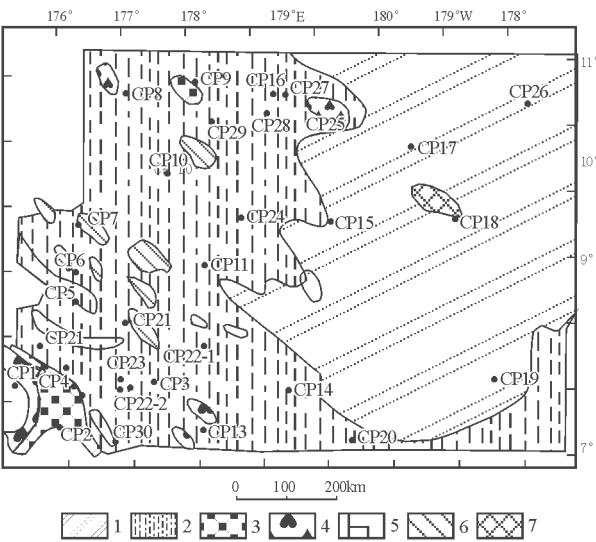


图 1 中太平洋 (CP) 区取样位置及沉积类型分布图
1. 深海粘土; 2 硅质粘土; 3 含钙硅质粘土; 4 沸石粘土; 5. 硅质软泥; 6 钙质软泥; 7 含钙硅质软泥
Fig 1 Sediment types and sampling sites in Central Pacific Ocean
1 = deep sea clay; 2 = siliceous clay; 3 = Ca-bearing siliceous clay; 4 = zeolitic clay; 5 = siliceous ooze; 6 = calcareous ooze; 7 = Ca-bearing siliceous ooze

(2) CP8 站位的伊利石含量高于 CP4 站位, 而蒙脱石含量则低于 CP4 站位。CP4 站位的蒙脱石含量略高于北太平洋平均值^[1], 并远高于南海的平均值。

(3) 高岭石含量普遍较低, 仅占粘土矿物的 5% ~12%。伊利石含量多在 33% ~45% 之间, 并与蒙脱石呈明显的消长关系。

蒙脱石在深海沉积物中通常被认为由基性火山喷发经海解蚀变而成^[2], 其含量变化与周围火山活动有着密切的关系。由于该区蒙脱石含量远高于南海及北太平洋的平均值, 说明本区受火山活动的影响较大。

1.2 碎屑矿物

沉积物中的碎屑矿物一般含量都比较低, 通常为 1% ~5%。常见石英、长石、白云母、橄榄石、辉石和角闪石及磁铁矿等。从表 1 中可以看出, 石英与斜长石的含量一般都小于 1%, 通常斜长石含量比石英高。CP9 孔沉积物上部斜长石含量稍多, 下部则

稀少, 石英、斜长石远远小于 1。由于沉积物中斜长石含量的多寡与火山活动密切相关, 该孔斜长石含量在垂向上的变化趋势, 可能从一个侧面反映了该区当时海底火山喷发活动较强。

自生矿物主要为沸石、重晶石及铁锰微结核等。沸石往往呈浅黄至褐黄色球粒状集合体, 经 X 光分析有钙质沸石、麦钾沸石、斜沸石等 10 余种, 由于 CP9 和 CP25 孔均位于海山或丘陵区附近, 钙质沸石含量均较高, 可达 5%。从表 1 可知, 沸石在沉积物中含量变化很大, 表层沉积物每百克样品中多为 10 ~100 颗, 柱状沉积物中多在 100 颗以上, 且上部含量明显高于下部。

上述几种主要碎屑矿物和自生矿物在全新世沉积物中的变化比较明显, 特别是与火山物源关系比较密切的重晶石、沸石、斜长石等矿物含量的变化, 在柱状样沉积物中均具有明显的分段性, 说明了 CP 区沉积物中火山物源较充足, 全新世晚期沉积物受火山活动的影响比早期要大。

表 1 中太平洋 (CP) 区钻孔沉积物的成分含量
Table 1 Sediment compositions (%) in Central Pacific Ocean

站号	沉积物类型	粘土矿物	放射虫	硅藻	骨针	鱼齿	钙质生物	沸石	微结核	橄榄石	辉石	黑云母	石英	磁铁矿	斜长石	磁宙铁尘宇	宇宙球粒	火山(棕玻璃色)	重晶石
CP4	含钙硅质软泥	42~56	35~42	+	√	√		√	√	√		√	√	+	√	√	√		
CP6	硅质粘土	90~95	15~20	√	√	√	√							√	△			√	
CP8	含钙硅质粘土	70~90	10~15	√	√	√		√	√				√		√		√	√	
CP9	沸石粘土	90~98	<5			√		+	+		√	√	√		+			√	
CP10	深海粘土												√		△				
CP11	硅质粘土	80~90	10~20		√	√		+	△										
CP12	硅质粘土	80~90	10~20	√	√	√		√					√		+			√	
CP13	硅质粘土	90~95	10~15		√	√			△										
CP14	硅质粘土	85~95	10~15		√	√		+	△				√		△				
CP15	硅质粘土	85~95	5~15	√	√					√			√	√			√		
CP16	硅质粘土	80~90	10~20		√			√	△						+				
CP18	硅质软泥	60~70	30~40	√	√				△	△			√						
CP19	深海粘土	90~95	1~5		√			+	√										
CP20	硅质粘土	85~90	10~15		√				√				√		△				
CP21	硅质粘土	85~90	10~15		√			+	√										
CP23	硅质粘土	85~90	10~15		√			√	√										
CP24	硅质粘土	80~90	10~20		√	√		√	△				√						
CP25	沸石粘土	90~98	1~5		√	√			√		√	√			√			√	√
CP30	深海粘土	90~95	1~5			√	√	√				√			△			√	

* 本表中粘土矿物、放射虫为%, 其它 √≤ 1%, += 1% ~5%, △=5% ~10%

2 古生物化石

据黄永样、韩建修研究^[1-3], 本区沉积物中含有较丰富的钙质超微化石, 最常见的是大洋桥石 *Gephyrocapsa oceanica* Kampner, 其次是角石类 *Ceratolithus*, 化石保存较差, 大部分均不同程度地被溶蚀破坏。由于大洋桥石的抗溶蚀能力较强, 故其数量较为丰富, 约占全部化石的一半以上。上述沉积物中的化石是全新世的特有组合, 表明沉积物的形成时代为全新世。

3 地球化学特征

3.1 垂向变化

从 CB9 孔沉积物常量元素氧化物含量垂向的变化情况来看 (图 2), SiO_2 、 Fe_2O_3 、 Al_2O_3 、 TiO_2 、 CaO 、 MgO 、 K_2O 、 Na_2O 含量在沉积物中变化不明显, P_2O_5 、 CaCO_3 在沉积物上部含量较高, 下部则减少。 MnO 的含量在上部沉积物中较低, 下部逐渐增大。 C_{org} 含量在沉积物中部最高, 而在上部和下部则较低。微量元素 Co 在 0~96 m 段含量无明显变化, 在 96~110 m 段含量最高。 N 在上部沉积物中含量明显增加并达到最大值, 中下部沉积物中含量则明显

减少。 Cu 含量在沉积物上部较高, 下部则较低。 Zn 含量在沉积物中呈波浪型变化, 总的趋势是上部沉积物中含量高, 下部沉积物中含量较低。

CP25 孔 (图 3) 中 SiO_2 、 Fe_2O_3 、 Al_2O_3 、 Na_2O 的含量在沉积物中自上而下变化不大。 TiO_2 、 MgO 在上部沉积物中含量较高, 下部含量较低。 CaO 、 CaCO_3 在上部沉积物中含量低, 下部沉积物中含量较高。 K_2O 的含量由上至下明显减少。 P_2O_5 含量在沉积物上部变化不明显, 中部含量最高, 下部趋缓。 MnO 在 11~27 m、43~59 m 层段含量最低, 而在 27~43 m 和 123~141 m 层段含量最高。CP25 孔的微量元素变化特征明显, Co 、 Ni 、 Cu 、 Zn 的含量在上部沉积物中较低, 中部最大, 下部则最小。

3.2 元素的相关性

由表 2 可看出 CB9 孔沉积物中 SiO_2 、 CaCO_3 、 P_2O_5 、 K_2O 、 CaO 、 C_{org} 为正相关关系, 它们与 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 MgO 、 MnO 、 Na_2O 为明显的负相关关系。从表 3 也可以看出, SiO_2 、 CaO 、 CaCO_3 、 P_2O_5 之间为正相关关系, 与 Fe_2O_3 、 MgO 、 C_{org} 、 TiO_2 为负相关关系, 表明两个元素之间的相关性不好, 沉积物源存在较大差异。

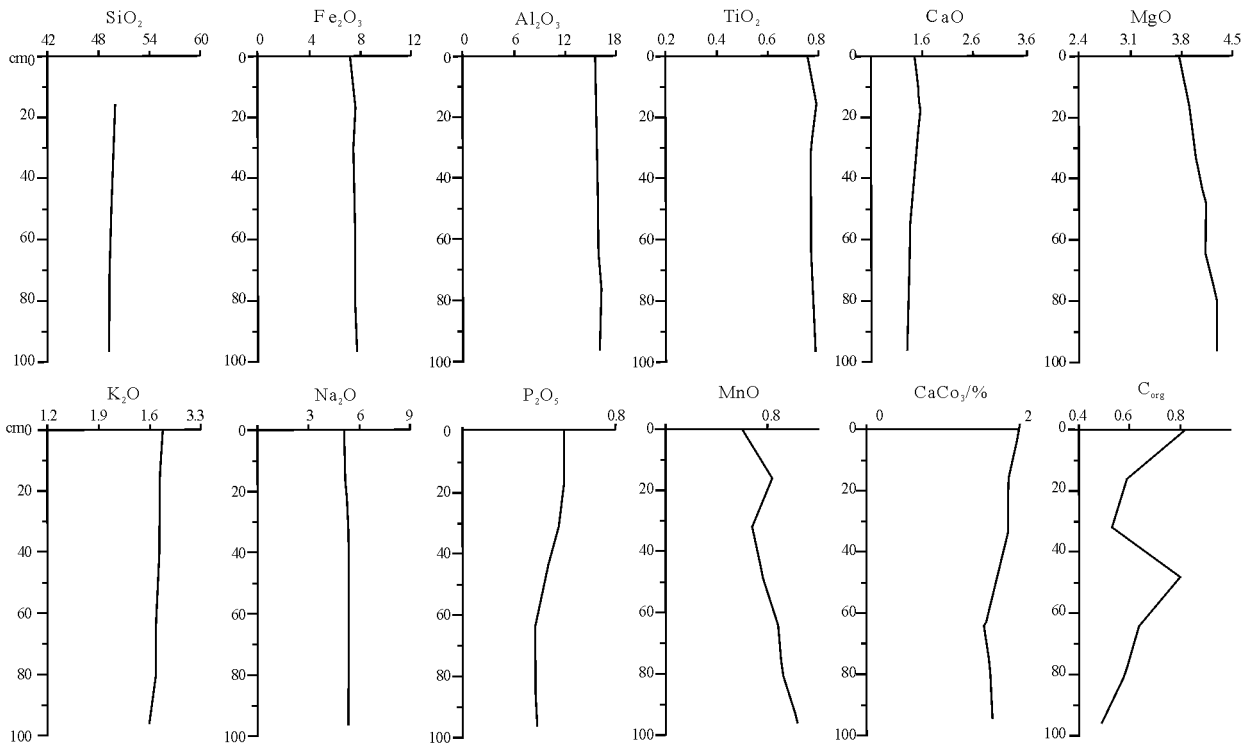


图 2 CB9 孔沉积物常量元素氧化物含量 ($w_B/\%$) 垂向变化特征

Fig 2 Vertical distribution of major element contents ($w_B/\%$) in the sediments from the CB9 well

3.3 因子分析

为了较客观地反映元素在沉积作用中的亲疏关系,笔者选择了 CP9孔和 CP25孔 16个具有成因指示意义的常微量元素进行了 R型因子分析。根据特征值大于 1的原则,经方差极大正交旋转后,剔除有缺陷的观测量,最后得到 3个主因子,其累计方差贡献占总方差贡献的 90%和 89.95%。说明 R型因子

分析能较好地揭示元素之间的共生组合特点,探讨元素组合在成因方面的专属性。

在 CP9孔中(表 4), F₁因子的方差贡献为 49.83%。正载荷元素为 P₂O₅、CaCO₃、SiO₂、CaO,负载荷元素为 Al₂O₃、MgO、MnO、Na₂O、Fe₂O₃。据研究沉积物中的钙主要由钙质生物碎屑引起,说明 CaO、CaCO₃ 主要与生物作用有关^[4]。磷是重要的营养元

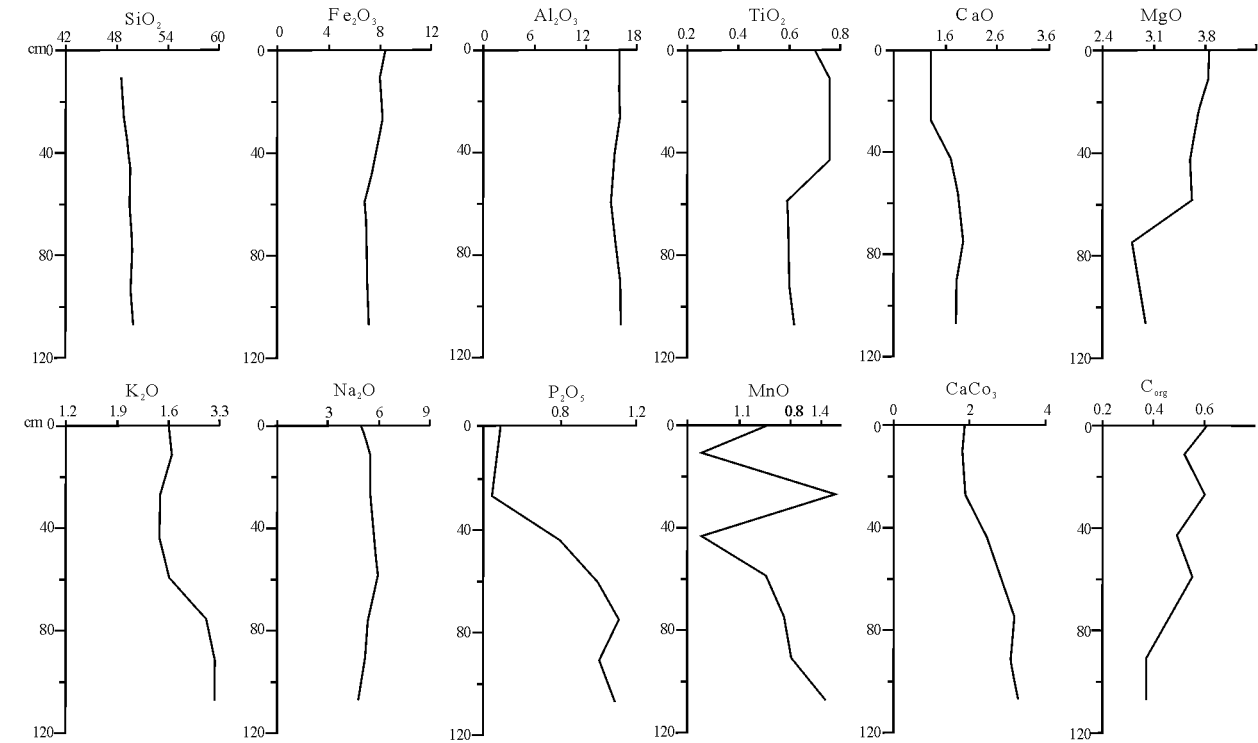


图 3 CP25孔沉积物常量元素氧化物含量 (w_B%) 垂向变化特征

Fig.3 Vertical distribution of major element contents (w_B%) in the sediments from the CP25 well

表 2 CP9孔沉积物常量元素氧化物的相关性

Table 2 Correlation coefficients of major element contents in the sediments from the CP9 well

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	MnO	TiO ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O	Na ₂ O	CaCO ₃	C _{org}	Co	Ni	Cu	Zn
SiO ₂	1.000															
Al ₂ O ₃	-0.848	1.000														
Fe ₂ O ₃	-0.824	0.672	1.000													
CaO	0.672	-0.708	-0.319	1.000												
MgO	-0.931	0.959	0.726	-0.711	1.000											
MnO	-0.813	0.827	0.902	-0.515	0.830	1.000										
TiO ₂	-0.417	0.472	0.753	0.069	0.476	0.798	1.000									
P ₂ O ₅	0.923	-0.906	-0.661	0.874	-0.922	-0.741	-0.220	1.000								
K ₂ O	0.825	-0.787	-0.746	0.667	-0.845	-0.920	-0.636	0.767	1.000							
Na ₂ O	-0.846	0.621	0.511	-0.509	0.776	0.420	0.077	-0.743	-0.515	1.000						
CaCO ₃	0.955	-0.843	-0.817	0.737	-0.879	-0.789	-0.327	0.956	0.741	-0.743	1.000					
C _{org}	0.551	-0.441	-0.601	-0.015	-0.494	-0.643	-0.714	0.277	0.646	-0.381	0.346	1.000				
Co	-0.412	0.422	0.387	-0.472	0.493	0.658	0.556	-0.371	-0.840	0.139	-0.287	-0.501	1.000			
Ni	-0.147	-0.109	0.077	0.437	0.004	-0.231	-0.091	0.099	0.293	0.501	-0.026	-0.272	-0.548	1.000		
Cu	0.119	-0.273	0.244	0.302	-0.231	0.273	0.540	0.322	-0.283	-0.413	0.207	-0.478	0.540	-0.296	1.000	
Zn	0.089	-0.167	-0.262	-0.343	-0.227	-0.366	-0.754	-0.151	0.364	-0.044	-0.141	0.703	-0.504	-0.131	-0.458	1.000

表 3 CP25孔沉积物常量元素氧化物的相关性
Table 3 Correlation coefficients of major element contents in the sediments from the CP25 well

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	MnO	TO ₂	P ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	CaCO ₃	C _{org}	Co	Ni	Cu	Zn
SiO ₂	1.000															
Al ₂ O ₃	-0.251	1.000														
Fe ₂ O ₃	-0.878	0.378	1.000													
CaO	0.763	-0.304	-0.888	1.000												
MgO	-0.796	-0.172	0.763	-0.773	1.000											
MnO	0.277	0.501	-0.223	0.356	-0.513	1.000										
TO ₂	-0.602	0.099	0.840	-0.787	0.753	-0.490	1.000									
P ₂ O ₃	0.781	-0.186	-0.891	0.987	-0.832	0.432	-0.836	1.000								
K ₂ O	0.618	0.370	-0.674	0.701	-0.927	0.525	-0.764	0.788	1.000							
Na ₂ O	0.083	-0.771	-0.099	-0.141	0.400	-0.552	0.240	-0.256	-0.601	1.000						
CaCO ₃	0.758	-0.083	-0.851	0.972	-0.850	0.503	-0.818	0.993	0.824	-0.338	1.000					
C _{org}	-0.770	-0.208	0.706	-0.605	0.831	-0.196	0.550	-0.681	-0.849	0.333	-0.694	1.000				
Co	0.278	-0.092	-0.556	0.609	-0.473	0.301	-0.827	0.668	0.566	-0.428	0.643	-0.358	1.000			
Ni	0.530	-0.454	-0.807	0.821	-0.482	0.192	-0.835	0.816	0.471	-0.023	0.768	-0.398	0.846	1.000		
Cu	0.262	-0.872	-0.452	0.343	0.138	-0.407	-0.276	0.275	-0.237	0.561	0.175	0.047	0.410	0.683	1.000	
Zn	-0.406	0.124	-0.010	0.167	0.099	0.120	-0.358	0.183	0.179	-0.403	0.197	0.109	0.619	0.460	0.143	1.000

表 4 CP9孔柱状样常量元素和微量元素因子分析
Table 4 R-mode factor analyses of major and trace elements in the core samples from the CP9 well

公因子	F1	F2	F3
SiO ₂	0.959	-0.220	-0.094
Al ₂ O ₃	-0.911	0.166	-0.093
Fe ₂ O ₃	-0.708	0.531	0.040
CaO	0.809	0.312	0.461
MgO	-0.951	0.221	-0.013
MnO	-0.753	0.561	-0.264
TO ₂	-0.274	0.889	-0.108
P ₂ O ₃	0.989	0.070	0.116
K ₂ O	0.770	-0.496	0.367
Na ₂ O	-0.815	-0.004	0.449
CaCO ₃	0.965	-0.039	-0.002
C _{org}	0.348	-0.832	-0.187
Co	-0.352	0.556	-0.637
Ni	-0.021	0.064	0.986
Cu	0.325	0.740	-0.391
Zn	-0.065	-0.878	-0.098
特征值	7.973	4.187	2.239
特征值 %	49.833	26.167	13.996
累计特征值 %	49.833	76.000	89.996

素,海洋生物自海水中摄取磷,死亡的生物碎屑在深水中大部分被分解,只有抗侵蚀较强的磷酸盐物质可加入海底沉积物保存下来。磷可在铁锰结核中富集,含量大约是深海沉积的3倍,而富磷沉积物则主要形成于有上升流的近岸环境。铝主要存在于铝硅酸盐碎屑矿物中,在深海沉积中铝硅酸盐以陆源沉

积为主,是典型的“亲陆源碎屑元素”。Fe₂O₃、MgO元素氧化物在表生环境下地球化学性质比较稳定,主要赋存于陆源碎屑和黏土矿物中。因此说明 F1因子为陆源、生物成因组合。

F2因子的方差贡献为26.17%,正载荷元素为TO₂、MnO、Fe₂O₃、Cu、C_{org}负载荷元素为Zn、C_{org}、K₂O由于TO₂与Na₂O之间为正相关关系(表3),而Na₂O多与海底火山作用或深海物质组分关系密切,因此推断TO₂受火山活动的影响较大^[3]。Cu是火山源成因组合的重要物质,说明本孔F2元素组合主要受到了火山热液活动的影响^[4],陆源碎屑来源比较充足。

F3因子的方差贡献为14%,正载荷元素为Ni、CaO负载荷元素为Co。由于Ni和CaO之间为正相关关系,而CaO主要与生物作用有关^[2]。Co在表生环境下地球化学性质比较稳定,主要赋存于陆源碎屑和黏土矿物中,说明F3元素组合为陆源、生物源成因。

由此可见,CP9孔沉积物主要反映火山源、生物源及陆源的成因。

在CP25孔中(表5),F1主因子的方差贡献为49.09%,是影响该孔沉积物元素组合变化的主要地质因素。正载荷元素为SiO₂、P₂O₃、CaO、CaCO₃、K₂O、Ni、C_{org}负载荷元素为Fe₂O₃、MgO、C_{org}、TO₂。由于SiO₂、CaO、CaCO₃、P₂O₃沉积主要来源于生物作用,Ni、C_{org}、Fe₂O₃与陆源碎屑沉积作用有关,因此,F1因子主要反映生物成因及陆源碎屑成因。

F2因子的方差贡献为21.88%,正载荷元素为

Na_2O 、 Cu 负荷荷元素为 Al_2O_3 、 MnO 、 K_2O 。由于 Na_2O 、 Cu 多与海底火山作用或深海物质组分关系密切,因此推断受火山活动的影响较大^[5],而 Al_2O_3 、 K_2O 、 MnO 是在表生条件下比较稳定的元素,主要与陆源碎屑密切相关。由此说明 F_2 元素组合主要受到了火山热液活动及陆源碎屑作用的影响^[9]。

F_3 因子的方差贡献为 18.99%,正负荷元素为 Zn 、 Cu 、 Ni 负荷荷元素为 TiO_2 。由于 Zn 含量的大小与火山热液活动有关^[5]。因此, F_3 因子主要反映了火山源的成因。以上分析显示, CP_{25} 沉积物元素组合主要反映了 CP区在第四纪受火山活动的影响较大,而受生物作用、陆源碎屑沉积作用的影响相对较弱。

表 5 CP_{25} 孔柱状样常量元素和微量元素因子分析
Table 5 R-mode factor analyses of major and trace elements in the core samples from the CP_{25} well

公因子	F_1	F_2	F_3
SO_2	0.945	0.170	-0.222
Al_2O_3	-0.123	-0.968	-0.067
Fe_2O_3	-0.925	-0.281	-0.175
CaO	0.884	0.134	0.326
MgO	-0.925	0.314	-0.013
MnO	0.390	-0.606	0.194
TiO_2	-0.768	0.024	-0.534
P_2O_5	0.914	0.021	0.345
K_2O	0.816	-0.489	0.208
Na_2O	-0.139	0.857	-0.365
CaCO_3	0.905	-0.084	0.335
C_{org}	-0.834	0.238	0.090
Co	0.467	-0.013	0.822
Ni	0.640	0.358	0.668
Cu	0.166	0.885	0.359
Zn	-0.155	-0.149	0.925
特征值	7.855	3.500	3.038
特征值 %	49.093	21.875	18.986
累计特征值 %	49.093	70.968	89.954

4 物 源

据 Bischoff (1979)的研究^[7], Al_2O_3 在大洋沉积物中对其它元素起着“稀释”作用。因此,其它元素氧化物值与 Al_2O_3 的比值(标准值),可以有效地反映沉积物的组成和物源特征。若以 PPC代表陆源

性质的太平洋深海粘土,以 APT比值 (Engel, 1965) 代表火山碎屑特征的太平洋玄武岩,以 BNL (Baker, 1979)代表生物或生物吸收物质的太平洋底栖浮游层,由 CP_9 、 CP_{25} 孔主要沉积物元素氧化物经与 Al_2O_3 标准化后的数值可以明显看出:

若以 $\text{SO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3=3.3$ 代表陆源性质的太平洋深海粘土^[8], $\text{SO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3=2.97$ 代表火山源, $\text{SO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3=7.63$ 代表生物源。将标准值与 CP_9 、 CP_{25} 孔的 $\text{SO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 比值比较,不难看出两孔的 $\text{SO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 的比值都大于 3.0 且多数值在 3.01~3.20 之间变化,说明该区在全新世的沉积物源应主要为深海粘土,并受到火山活动的影响较大。

若以 $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{Al}_2\text{O}_3=0.46$ 代表深海粘土, $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{Al}_2\text{O}_3=0.55$ 代表火山碎屑岩, $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{Al}_2\text{O}_3=1.18$ 代表胶体或生物的吸附成分。将标准值与 CP_9 、 CP_{25} 孔 $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{Al}_2\text{O}_3$ 比值进行比较,其比值的最小值为 0.45,最大值为 0.53,多数值在 0.46~0.53 之间变化,说明沉积物源仍以深海粘土为主,并稍受火山活动的影响。

若以 $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3=0.05$ 代表陆源性质的太平洋深海粘土, $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3=0.09$ 代表火山源, $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3=0.11$ 代表生物源,由比较可知, CP_9 、 CP_{25} 孔中 $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 的比值最小为 0.04,最大值为 0.05,绝大部分数值均为 0.05,说明主要为陆源性质的深海粘土沉积,未受火山活动及生物作用的影响。

5 结 论

(1) CP区全新世沉积物主要有粘土矿物、碎屑矿物、自生矿物和微体生物化石等组成。粘土矿物在沉积物中的含量通常变化为 80%~90%,且各站之间变化不大。 CP_{25} 站位的蒙脱石含量略高于北太平洋平均值,并远高于南海的平均值。

(2) 沉积物的碎屑矿物一般含量都比较低,通常为 1%~5%。常见的碎屑矿物主要为石英、长石、白云母、橄榄石、辉石和角闪石及磁铁矿等。与火山物源关系密切的自生矿物如重晶石、沸石等矿物含量的变化,在每个柱状样的沉积物中都具有明显的分段性,说明 CP区沉积物中火山物源较充足且火山活动有明显的分期性,全新世晚期沉积物受火山活动的影响比早期要大。

(3) CP区全新世沉积物中常量元素 SO_2 、 Fe_2O_3 、 Al_2O_3 、 Na_2O 的含量在垂向上变化不明显,揭示其沉积环境一直比较稳定。 SO_2 、 CaCO_3 、 P_2O_5 、 K_2O 、 CaO 、 C_{org} 之间为正相关关系,且与 Al_2O_3 、

FeO 、 MgO 、 MnO 、 Na_2O 之间为明显的负相关关系,二者呈互为消长关系。

(4)该区沉积物在全新世主要受陆源碎屑及生物碎屑沉积的影响较大,同时在一定程度上受到火山热液活动的影响。CP区全新世沉积物主要来源于陆源碎屑及生物碎屑沉积,晚期火山物资供应比早期要充足,但沉积环境在全新世一直相对比较稳定。

参考文献:

[1] 地质矿产部广州海洋地质调查局,太平洋地质科学调查(一)[M].北京:地质出版社,1990.

[2] 地质矿产部广州海洋地质调查局,太平洋地质科学调查(二)

[M].北京:地质出版社,1992

[3] 地质矿产部广州海洋地质调查局,太平洋地质科学调查(三)[M].北京:地质出版社,1993

[4] 赵振华.微量元素地球化学原理[M].北京:科学出版社,1995

[5] 熊应乾,刘振夏,等.东海陆架EA01孔沉积物常量微量元素变化及其意义[J].沉积学报,2006,24(3):356—364

[6] 方习生,石学法,等.琉球群岛以东海域表层沉积物元素地球化学特征[J].海洋科学进展,2006,24(1):110—115

[7] BISCHOFF J L, HEATH G R, LENEN M. Geochemistry of deep-sea sediments from the Pacific manganese nodule province DOMES sites A, B, C [A]. Bischoff J L and Piper D Z. Marine Geology and Oceanography of the Pacific Manganese Nodule Province[C]. New York: Plenum Press, 1997—436

[8] 韩建修,等.古海洋环境与多金属结核形成的关系[M].武汉:中国地质大学出版社,1997

Holocene sedimentary environments in Central Pacific Ocean

YANG Rui

(1. Guangzhou Institute of Geochemistry, CAS, Guangzhou 510640, Guangdong, China; 2. Guangdong University of Technology, Guangzhou 510090, Guangdong, China)

Abstract: The vertical distribution of the major and trace elements from the Holocene deposits are elucidated on the basis of mineralogy, organic fossils, geochemistry and provenance analysis of the core samples from the CP9 and CP25 wells and surficial sediments samples from 19 well sites in Central Pacific Ocean. The R-mode factor analysis and provenance analysis have disclosed that the deposits in the study area consist significantly of terrigenous clastic and bioclastic deposits. The supply of volcanic deposits is more sufficient in the later stages than in the early stages. On the whole, the Holocene sedimentary environments are relatively stable.

Key words: Central Pacific Ocean; sediment composition; geochemistry; sedimentary environment