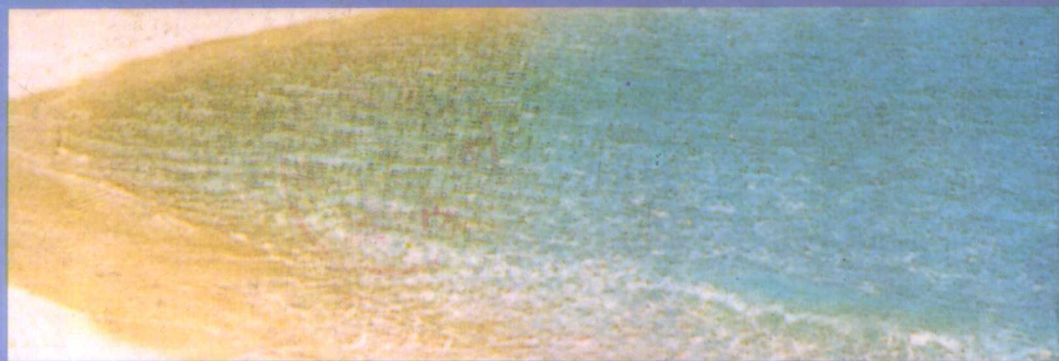


中国浅海 沉积物地球化学



赵一阳 鄢明才 著

科学出版社

中国浅海沉积物地球化学

赵一阳 鄢明才 著

科学出版社

1994

(京)新登字 092 号

内 容 简 介

本书为我国第一部关于中国海沉积物地球化学的专著,是首次对中国浅海沉积物地球化学的基本总结。全书共 17 章,分三大部分,首先简要地介绍了中国浅海有关的基本概况和关于沉积物地球化学分析研究的方法;进而突出元素各论,重点介绍了 60 余种元素的主要地球化学特征;最后在元素各论的基础上,总结了我国浅海沉积物地球化学的基本规律,论证了若干地球化学模式,提出了元素的地球化学效应。

全书的特色在于:研究海域广,样品有代表性,方法先进,测定元素多,资料丰富且具可比性,学术上有创新,可供从事地球化学、海洋地质学、海洋沉积学、海洋环境科学等科技工作者和有关高等院校师生阅读、参考。

中国浅海沉积物地球化学

赵一阳 鄢明才 著

责任编辑 谢洪源

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

北京黄坎印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1994 年 12 月第一版 开本: 787×1092 1/16

1994 年 12 月第一次印刷 印张: 13 1/2; 插页: 2

印数: 1—650 字数: 300 000

ISBN 7-03-004315-4/P·774

定价: 19.00 元

前 言

我国海洋沉积物地球化学的研究始于1958—1960年的“全国海洋综合调查”，¹⁾30余年来已有了长足的发展，作为我国在国内外正式公开发表的第一篇文章是《中国渤海沉积物中铀的地球化学》(赵一阳，1980)，之后公开陆续发表了一系列文章，其中具有开创性或重要性的文章如：《渤海沉积物中Fe、Al、Mn的分布及某些地球化学特征的研究》(郭津年等，1983)、《东海沉积物中若干元素的地球化学》(赵一阳等，1982a)、《东海大陆架海底沉积物稀土元素地球化学研究》(王贤觉等，1982)、《黄海沉积物地球化学分析》(赵一阳等，1983)、《南海北部沉积物的地球化学特征及元素赋存状态的研究》(陈绍谋等，1986)、《中国海大陆架沉积物地球化学的若干模式》(赵一阳，1983)等，但迄今尚没有一本关于中国海沉积物地球化学的专著。

值得指出的是，尽管我国对中国海沉积物地球化学的研究已作了大量的研究工作，并已取得可喜的成果，但美中不足的是研究工作多限于个别的海区；或所测的元素有限；或分析的样品较少；或分析的方法不同、误差各异、难以对比，总之，尚缺乏完整性、系统性和代表性，当务之急是应把中国浅海作为一个完整的体系来研究，选择有代表性的样品，采用先进的分析技术，测定更多的元素，总结中国浅海沉积物地球化学的基本规律，为世界作出应有的贡献，这正是本书写作之目的。

在中国海从北到南共选了286个沉积物样品，比较均匀地分布于渤海、黄海、东海和南海大陆架浅海区，采用中子活化分析、X射线荧光光谱分析、原子吸收分光光度分析等多种分析技术，测定了多达62种化学元素，其中一些元素的研究在我国尚属首次。

本书共分17章，大体上可分三部分，第一部分首先简要地介绍了中国浅海有关的基本概况和关于沉积物地球化学分析研究的方法；第二部分是元素各论，即介绍每个元素的丰度、含量变化、区域分布以及赋存形态、比值、相关等；第三部分是在元素各论的基础上，总结中国浅海沉积物地球化学的基本规律，提出若干地球化学模式以及元素的地球化学效应问题。

由于至今还没有一个完美的元素地球化学分类，各家不同，各有所长，又不宜听一家之言，所以书中元素的归类只是相对的，因有的元素既可属这一类，也可归那一类。

任何一本专著都不是包罗万象的，沉积物地球化学研究的内容十分广泛，不宜面面俱到，本书只是力求突出总结自己所获得的第一手实际资料，不搞什么“旁征博引”，以奉献系统的、可靠的、可供比较的基本资料为宗旨。为了突出中国浅海沉积物地球化学的特征，同时还分析提供了黄河、长江、珠江、半深海(冲绳海槽)以及深海(西太平洋)沉积物元素的丰度，以资对比。

本书是中国科学院海洋研究所和地质矿产部地球物理与地球化学勘查研究所共同合

1) 秦蕴珊，1964，中国近海海底地形及海底沉积物的分布。

作的成果，是许多同志辛勤工作的结晶，如参加样品采集和处理的有张君元、何丽娟、杨惠兰、李坤业、徐善民等；参加化学分析的有李国会、曹群先、张锦茂、赵砚卿、袁玲等；江荣华、王冀敏、迟清华等协助资料整理；黄裕芳、高淑贤等清绘图件；薛胜吉抄稿，特此一并致谢。

最后应指出的是，鉴于著者学识有限，难免有挂一漏万之处，欢迎读者指正。

赵一阳 鄢明才

1993年夏

目 录

前言

第一章 中国浅海基本概况	1
第一节 中国海区划	1
第二节 中国入海三大河流——黄河、长江、珠江	1
第三节 中国浅海地形轮廓	4
第四节 中国浅海海流体系	6
第五节 中国浅海沉积物分布格局	8
第二章 中国浅海沉积物地球化学的研究方法	10
第一节 样品选择	10
第二节 化学分析	10
第三节 数据统计处理	14
第四节 地球化学图的编制	14
第三章 中国浅海沉积物中的造岩元素	15
第一节 硅 (Si)	15
第二节 铝 (Al)	18
第四章 中国浅海沉积物中的碱金属元素	23
第一节 钾 (K)	23
第二节 钠 (Na)	26
第三节 锂 (Li)	28
第四节 铷 (Rb)	31
第五节 铯 (Cs)	33
第六节 碱金属元素的地球化学特征	35
第五章 中国浅海沉积物中的碱土金属元素	37
第一节 镁 (Mg)	37
第二节 钙 (Ca)	40
第三节 锶 (Sr)	43
第四节 钡 (Ba)	46
第五节 碱土金属元素的地球化学特征	49
第六章 中国浅海沉积物中的铁族元素	50
第一节 铁 (Fe)	50
第二节 锰 (Mn)	53
第三节 钛 (Ti)	56
第四节 钒 (V)	59
第五节 铬 (Cr)	61
第六节 钴 (Co)	64

第七节	镍 (Ni)	66
第八节	铁族元素的地球化学特征	69
第七章	中国浅海沉积物中的亲铜元素	71
第一节	铜 (Cu)	71
第二节	铅 (Pb)	74
第三节	锌 (Zn)	76
第四节	金 (Au)	80
第五节	银 (Ag)	81
第六节	砷 (As)	85
第七节	锑 (Sb)	86
第八节	汞 (Hg)	88
第九节	亲铜元素的地球化学特征	91
第八章	中国浅海沉积物中的稀有元素	93
第一节	铍 (Be)	93
第二节	铌 (Nb)	94
第三节	钽 (Ta)	96
第四节	锆 (Zr)	100
第五节	铪 (Hf)	101
第六节	稀有元素的地球化学特征	105
第九章	中国浅海沉积物中的分散元素	107
第一节	镉 (Cd)	107
第二节	钪 (Sc)	109
第三节	镓 (Ga)	112
第四节	铟 (In)	114
第五节	铊 (Tl)	115
第六节	硒 (Se)	116
第七节	碲 (Te)	117
第八节	分散元素的地球化学特征	119
第十章	中国浅海沉积物中的钨钼族元素	120
第一节	钨 (W)	120
第二节	钼 (Mo)	121
第三节	锡 (Sn)	124
第四节	铋 (Bi)	126
第五节	钨钼族元素的地球化学特征	129
第十一章	中国浅海沉积物中的稀土元素	130
第一节	镧 (La)	130
第二节	铈 (Ce)	132
第三节	钕 (Nd)	133
第四节	钐 (Sm)	136
第五节	铕 (Eu)	137
第六节	铽 (Tb)	138
第七节	镱 (Yb)	140

第八节	镨 (Lu)	142
第九节	钇 (Y)	145
第十节	其它稀土元素	147
第十一节	稀土元素的地球化学特征	149
第十二章	中国浅海沉积物中的放射性元素	151
第一节	铀 (U)	151
第二节	钍 (Th)	153
第三节	镭 (Ra)	155
第四节	放射性元素的地球化学特征	156
第十三章	中国浅海沉积物中的非金属元素	158
第一节	硼 (B)	158
第二节	碳 (C)	160
第三节	磷 (P)	162
第四节	硫 (S)	165
第五节	氮 (N)	167
第六节	非金属元素的地球化学特征	169
第十四章	中国浅海沉积物中的卤族元素	170
第一节	氟 (F)	170
第二节	氯 (Cl)	172
第三节	溴 (Br)	173
第四节	碘 (I)	174
第十五章	中国浅海沉积物化学元素的丰度	175
第一节	元素的丰度表	175
第二节	元素的丰度特征	176
第十六章	中国浅海沉积物地球化学模式	179
第一节	元素的亲陆性	179
第二节	元素的粒度控制律	179
第三节	元素的近似丰度	183
第四节	元素的亲碎屑性	184
第五节	元素的地球化学区	185
第六节	元素的共生组合	187
第十七章	中国浅海沉积物元素的地球化学效应	194
第一节	元素的气候效应	194
第二节	元素的物源效应	197
第三节	元素的粒控效应	197
第四节	元素的生物效应	198
第五节	元素的热水效应	198
主要参考文献		201

Contents

Preface

Chapter 1 Basic outline of the China Shelf Sea	1
1. Division of the China Sea	1
2. The three large rivers entering the China Sea — the Huanghe (Yellow) River, the Changjiang (Yangtze) River and the Zhujiang (Pearl) River	1
3. Outline of topography in the China Shelf Sea	4
4. Current system in the China Shelf Sea	6
5. Distribution pattern of sediments in the China Shelf Sea	8
Chapter 2 Study method of sediment geochemistry of the China Shelf Sea	10
1. Sample collection	10
2. Chemical analysis	10
3. Statistical analysis	14
4. Geochemical mapping	14
Chapter 3 Rock-forming elements in sediments of the China Shelf Sea	15
1. Silicon (Si)	15
2. Aluminium (Al)	18
Chapter 4 Alkali metal elements in sediments of the China Shelf Sea	23
1. Potassium (K)	23
2. Sodium (Na)	26
3. Lithium (Li)	28
4. Rubidium (Rb)	31
5. Cesium (Cs)	33
6. Geochemical characteristics of the alkali metal elements	35
Chapter 5 Alkali earth metal elements in sediments of the China Shelf Sea	37
1. Magnesium (Mg)	37
2. Calcium (Ca)	40
3. Strontium (Sr)	43
4. Barium (Ba)	46
5. Geochemical characteristics of the alkali earth metal elements	49

Chapter 6 Iron family elements in sediments of the

China Shelf Sea	50
1. Iron (Fe)	50
2. Manganese (Mn)	53
3. Titanium (Ti)	56
4. Vanadium (V)	59
5. Chromium (Cr)	61
6. Cobalt (Co)	64
7. Nickel (Ni)	66
8. Geochemical characteristics of the iron family elements	69

Chapter 7 Chalcophile elements in sediments of the

China Shelf Sea	71
1. Copper (Cu)	71
2. Lead (Pb)	74
3. Zinc (Zn)	76
4. Gold (Au)	80
5. Silver (Ag)	81
6. Arsenic (As)	85
7. Antimony (Sb)	86
8. Mercury (Hg)	88
9. Geochemical characteristics of the chalcophile elements	91

Chapter 8 Rare elements in sediments of the

China Shelf Sea	93
1. Beryllium (Be)	93
2. Niobium (Nb)	94
3. Tantalum (Ta)	96
4. Zirconium (Zr)	100
5. Hafnium (Hf)	101
6. Geochemical characteristics of the rare elements	105

Chapter 9 Dispersed elements in sediments of the

China Shelf Sea	107
1. Cadmium (Cd)	107
2. Scandium (Sc)	109
3. Gallium (Ga)	112
4. Indium (In)	114
5. Thallium (Tl)	115
6. Selenium (Se)	116
7. Tellurium (Te)	117
8. Geochemical characteristics of the dispersed elements	119

Chapter 10 Tungsten-molybdenum family elements in sediments of the

China Shelf Sea	120
1. Tungsten (W)	120
2. Molybdenum (Mo)	121
3. Tin (Sn)	124
4. Bismuth (Bi)	126
5. Geochemical characteristics of the tungsten-molybdenum family elements	129

Chapter 11 Rare earth elements in sediments of the

China Shelf Sea	130
1. Lanthanum (La)	130
2. Cerium (Ce)	132
3. Neodymium (Nd)	133
4. Samarium (Sm)	136
5. Europium (Eu)	137
6. Terbium (Tb)	138
7. Ytterbium (Yb)	140
8. Lutetium (Lu)	142
9. Yttrium (Y)	145
10. Other rare earth elements	147
11. Geochemical characteristics of the rare earth elements	149

Chapter 12 Radioactive elements in sediments of the

China Shelf Sea	151
1. Uranium (U)	151
2. Thorium (Th)	153
3. Radium (Ra)	155
4. Geochemical characteristics of the radioactive elements	156

Chapter 13 Nonmetallic elements in sediments of the

China Shelf Sea	158
1. Boron (B)	158
2. Carbon (C)	160
3. Phosphorus (P)	162
4. Sulfur (S)	165
5. Nitrogen (N)	167
6. Geochemical characteristics of the nonmetallic elements	169

Chapter 14 Halogen family elements in sediments of the

China Shelf Sea	170
1. Fluorine (F)	170
2. Chlorine (Cl)	172
3. Bromine (Br)	173

4. Iodine (I)	174
Chapter 15 Abundance of chemical elements in sediments of the	
China Shelf Sea	175
1. Element abundance table	175
2. Characteristics of element abundance	176
Chapter 16 Geochemical patterns of sediments of the	
China Shelf Sea	179
1. Philo-continental property of elements	179
2. Law of grain-size control of elements	179
3. Approximate abundance of elements	183
4. Philo-detrital property of elements	184
5. Geochemical province of elements	185
6. Assemblage of elements	187
Chapter 17 Geochemical effect of elements in sediments of the	
China Shelf Sea	194
1. Climate effect of elements	194
2. Source effect of elements	197
3. Grain-size effect of elements	197
4. Biogenic effect of elements	198
5. Hydrothermal effect of elements	198
References	201

第一章 中国浅海基本概况

第一节 中国海区划

中国海, 海域辽阔, 资源丰富, 举世闻名。中国海是介于东亚大陆和西太平洋之间的最大边缘海之一, 通常分为渤海、黄海、东海和南海四个海区, 自北至南略呈弧形靠中国大陆分布, 海岸线绵延曲折, 其中仅大陆海岸线就长达 18 000km, 为世界上海岸线最长的国家之一, 地跨温带、亚热带、热带三大气候带, 总面积约 $4.73 \times 10^6 \text{km}^2$ 。

渤海, 位于中国海之北端, 三面环陆, 东面出口处山东半岛和辽东半岛呈南北对峙, 像一对蟹钳把渤海环抱起来, 形成渤海海峡, 以辽东半岛南端的老铁山与山东半岛北端的蓬莱角连线为界与黄海分开¹⁾。渤海为我国的一个内海, 从地形轮廓看, 似是黄海伸入内陆的一个大海湾, 故也有人将整个渤海称为“渤海湾”(Bohai Gulf)。渤海北部狭窄, 南部宽阔, 一般分成 5 个部分, 即北部的辽东湾; 西部的渤海湾(Bohai Bay); 南部的莱州湾; 东部的渤海海峡, 以及中部的渤海中央盆地。渤海南北长约 555km, 东西宽约 346km, 面积约 $7.7 \times 10^4 \text{km}^2$, 是中国海四个海区中面积最小的一个。

黄海, 介于中国大陆和朝鲜半岛之间, 为一半封闭型浅海, 仅西北端经渤海海峡与渤海相通, 南面以长江口北岸的启东嘴与济州岛西南端连线为界与东海分开。黄海又常以山东半岛成山角与朝鲜半岛长山串连线为界分成两部, 北部称北黄海, 南部称南黄海。黄海南北长约 870km, 东西宽约 556km, 面积约 $3.8 \times 10^5 \text{km}^2$ 。

东海, 为一比较开阔的海区, 位于中国大陆之东, 故称东海(East China Sea), 但由于渤海、黄海、东海均位于中国大陆之东, 故国外有人把三者统称为“东中国海”(The East China Sea)。东海基本由东海大陆架和冲绳海槽组成, 南面以广东的南澳岛与台湾岛南端的鹅銮鼻连线为界与南海分开, 东海的东北端以朝鲜海峡与日本海沟通, 东面以琉球诸水道与西太平洋沟通。东海南北长约 1 300km, 东西宽约 740km, 面积约 $7.7 \times 10^5 \text{km}^2$ 。

南海, 地处中国大陆之南故名。南海东通西太平洋、苏禄海, 南通爪哇海, 南北长约 3 330km, 东西宽约 1 670km, 面积约为 $3.5 \times 10^6 \text{km}^2$, 为中国海最大的一个海区。

第二节 中国海入海三大河流 ——黄河、长江、珠江

河流是供给海洋物质的主要渠道, 大量陆源物质源源不断地由河流输入海洋。流入

1) 孙湘平, 1975, 中国海的地理概况。

中国海的大小河流众多，但起最重要作用的有三条，即黄河、长江和珠江¹⁾。

黄河，以输沙量居世界第一而著称于世。黄河发源于青藏高原，穿过黄土高原，流经我国 9 个省区，汇集 40 多条主要支流，流域面积达 $7.5 \times 10^5 \text{km}^2$ ，流程 5 464km，注入渤海。黄河以多次改道为特征，如 1855 年前曾在苏北注入黄海，至今那里有“老黄河口”之称，1855 年改道进入渤海。黄土高原为黄河提供了大量物质基础，河口段平均含沙量高达 25.4kg/m^3 ，径流总量为 $4.23 \times 10^{10} \text{m}^3$ ，约 $1 \times 10^9 \text{t}$ 泥沙送入海洋，大部分沉积在河口地带，形成三角洲，河口附近的海岸平均每年推向海洋 150—420m，造陆 23km^2 。在黄河口未沉积余下的少部分泥沙，主要去向有三，一是部分向西北运移，进入渤海湾；

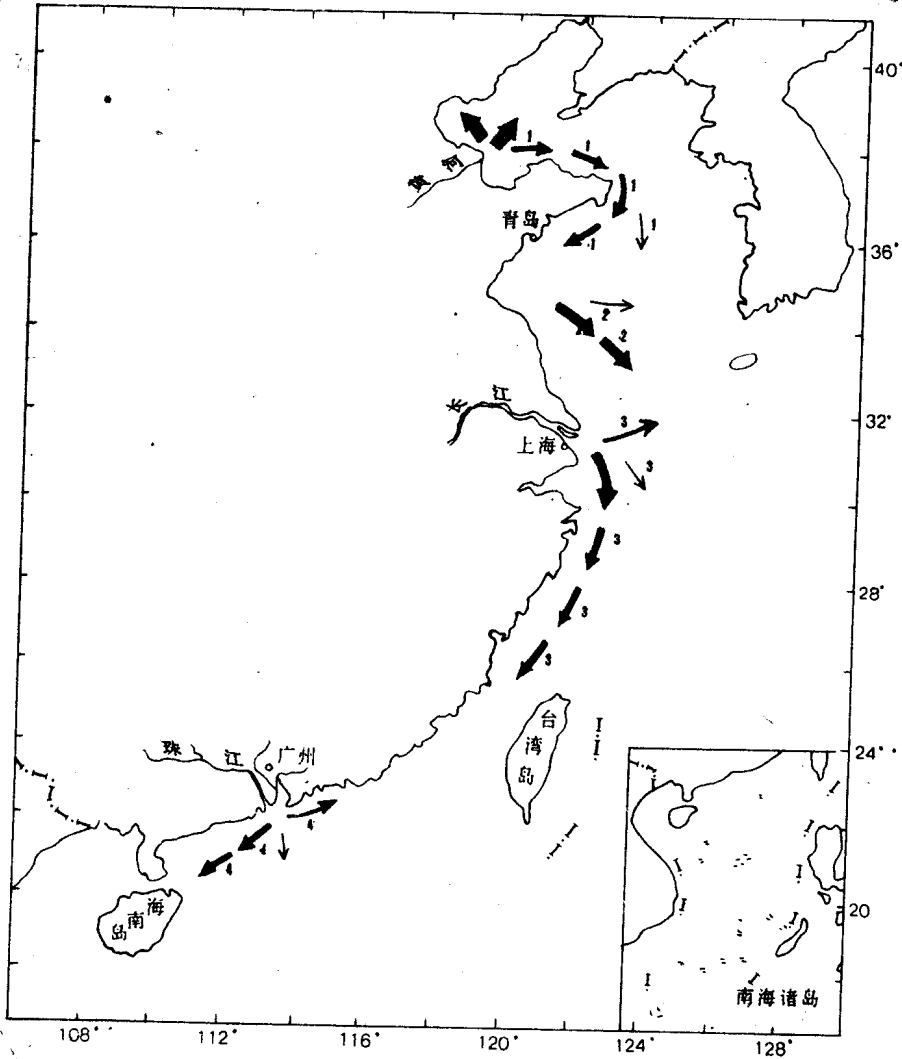


图1 黄河、长江、珠江入海
物质主要运移方向示意图

1. 现代黄河物质；2. 老黄河物质；3. 长江物质；4. 珠江物质

1) 关于河流资料主要引自黄锡基等，1982，我国的河流。

二是部分向北运移，进入渤海中部；三是所剩少部分在沿岸流携带下向西运移，沿山东半岛北岸，绕过成山角，进入南黄海，主要在山东半岛南侧沉积，少量向南黄海中部继续运移。而苏北老黄河口三角洲沉积体系，一直处于强烈侵蚀阶段，大量老黄河物质在沿岸流作用下，大部分向东南方向运移（图1）。

长江，以世界第三大河而闻名。长江横穿我国中部，源自唐古拉山，流经10省区，汇集700多条大小河川，流域面积 $1.8 \times 10^6 \text{ km}^2$ ，全长约6300km，从上海注入东海。长江水量丰富，年径流总量 $9.24 \times 10^{11} \text{ m}^3$ ，平均含沙量 0.54 kg/m^3 ，长江的含沙量远比黄河少，但因水量巨大，平均每年输入海的泥沙近 $5 \times 10^8 \text{ t}$ 。入海泥沙除大量堆积于河口三角洲外，余下的大部在南下的沿岸流搬运下，沿浙、闽海岸顺流南下；另有部分泥沙在长江冲淡水的作用下，向东偏北方向运移，移至向北的黑潮分支——黄海暖流区，即可随波逐流进入南黄海；仅有少部分细粒物质顺东南方向朝外海扩散（图1）。

表1 黄河、长江、珠江沉积物化学元素丰度表 ($\mu\text{g/g}$)^{*}

元素	黄河	长江	珠江	元素	黄河	长江	珠江
Li	23	43	26	Sr	220	150	100
Be	1.7	1.9	2.3	Y	28	28	30
B	52	63	60	Zr	354	246	270
C	1.13	1.63	0.90	Nb	15	19	22
N	500	600	—	Mo	0.50	0.80	0.92
F	410	560	520	Ag	60	100	113
Na	1.63	0.91	0.35	Cd	0.077	0.25	0.09
Mg	0.84	1.33	0.90	In	0.05	0.056	—
Al	4.87	6.51	6.80	Sn	2.5	3.5	4.0
Si	29.30	28.79	28.90	Sb	0.62	0.83	1.35
P	600	650	680	Cs	4.0	7.3	7.4
S	100	170	—	Ba	540	512	340
Cl	0.03	0.03	—	La	37	40	46
K	1.61	1.83	1.50	Ce	72	78	86
Ca	3.29	2.86	1.66	Nd	30	34	36
Sc	8.8	13.0	16.5	Sm	6.0	6.3	7.5
Ti	0.36	0.55	0.65	Eu	1.2	1.4	1.5
V	60	97	105	Tb	0.89	0.87	0.97
Cr	60	82	86	Yb	3.2	2.8	3.0
Mn	450	810	820	Lu	0.45	0.46	0.48
Fe	2.20	3.85	4.52	Hf	12.0	8.1	8.4
Co	9	17	18	Ta	1.0	1.2	1.7
Ni	20	33	35	W	1.3	1.8	2.0
Cu	13	35	38	Au	1.1	1.5	0.9
Zn	40	78	85	Hg	15	80	93
Ga	11	16	18	Tl	0.45	0.49	—
As	7.5	9.6	17.0	Pb	15	27	30
Se	0.12	0.20	0.25	Bi	0.13	0.42	0.45
Br	1.7	1.9	2.4	Th	13.0	12.4	15.0
Rb	70	100	93	U	2.1	2.6	2.8

* C、Na、Mg、Al、Si、Cl、K、Ca、Ti、Fe的丰度以%表示；Ag、Au、Hg以ng/g表示。

珠江，为我国南方的最大“动脉”。珠江系西江、北江、东江三江之总称，西江发源

于云南马雄山东麓；北江源自南岭山地；东江源自江西安远、寻乌一带，珠江汇集大小河流 770 余条，注入南海，流域面积为 $4.5 \times 10^5 \text{ km}^2$ ，干流总长 2 216 km，珠江流域处于亚热带季风区，终年湿热多雨，水量较丰，平均年径流总量达 $3.458 \times 10^{11} \text{ m}^3$ ，在全国仅次于长江，而高于黄河，含沙量为 $0.14-0.31 \text{ kg/m}^3$ ，平均年输沙量近 $1 \times 10^8 \text{ t}$ ，除堆积三角洲外，入海泥沙大部被终年盛行的西向沿岸流带向西方；另有一部分泥沙向东搬运；仅少量细粒物质向南朝外海扩散（图 1）。

中国浅海物质主要来源于黄河、长江和珠江，三者输沙占中国入海主要河流输沙总量的 90% 以上，海底沉积物之分布基本上是三大河流入海物质在海流水力作用下进行分配和组合的结果，为了廓清中国浅海沉积物的地球化学特征，首先查明三大河流沉积物化学元素的丰度极为必要，为此在三大河流的不同地区按不同沉积物类型（砂、粉砂、泥）组成组合样，在分析浅海沉积物样品的同时进行分析，其结果列入表 1，供作参考对比。

已知黄河和长江相比，黄河沉积物以高 Ca、Sr、Zr、Hf、Na 为特征（赵一阳、鄢明才，1992）。黄河、长江、珠江三者相比，黄河仍然保持这一特色。Ca、Sr、Na、Ba 的丰度从黄河、长江到珠江依次递减；相反，Al、Ti、Fe、Be、As、Nb、Ta 等依次递增。事实表明：

1) 黄河沉积物以高 Ca、Sr、Zr、Hf、Na、Ba，低 Al、Ti、Fe、Be、As、Nb、Ta 等为特征。

2) 珠江沉积物以高 Al、Ti、Fe、Be、As、Nb、Ta，低 Ca、Sr、Na、Ba 等为特征。

3) 长江沉积物对上述递变元素而言，丰度居中，但由表 1 不难看出，长江沉积物以高 Cu、Co、Cd、Ag，低 Zr、Hf 等为特征。

第三节 中国浅海地形轮廓

大陆架浅海海底是大陆向海中的自然延伸部分，因此中国浅海地形基本继承了中国大陆地形的特征，总的趋势是随大陆向东和东南微倾斜（图 2），各个海区的地形轮廓可分述如下：

渤海是一个近封闭型的浅海，海底地形从三个海湾（辽东湾、渤海湾、莱州湾）向渤海中央及渤海海峡倾斜，坡度平缓，平均坡度为 $0^\circ 0' 28''$ 。渤海为我国水深最浅的海区，平均水深仅 18 m，近 1/3 的海域水深 $< 10 \text{ m}$ ，中央海盆最深处水深只有 30 m，在渤海海峡北部老铁山水道，由于水流速大有冲刷作用，局部出现渤海最大水深约 80 m。黄河口由于大量泥沙的堆积，形成特殊的三角洲地形。辽东湾口的东侧有辽东浅滩，为分选良好的细砂残留沉积在现代潮流冲刷改造下形成潮流沙脊与潮沟体系（秦蕴珊等，1985）。

黄海为一近南北向的浅海盆，地形由北、西、东三面向中部及东南部倾斜，坡度变化不大、平均为 $0^\circ 0' 12''$ 。黄海的水深自北向东南变深，存在一个明显的低槽，通称“黄海槽”，槽内水深约 60—80 m，黄海近岸大部分水深 $< 60 \text{ m}$ ，一般东岸比西岸深，最深处在济州岛西北，水深可达 140 m，黄海平均水深 44 m，其中北黄海平均水深 38 m，南黄海平均水深 46 m。就黄海整体看，有西浅东深、北浅南深的特征。值得提及的是北黄海东部西朝鲜湾一带有潮流沙脊体，南黄海西岸有老黄河口水下三角洲，苏北琼港以东海域

有典型的裙状地形,为老黄河-古长江复合三角洲体系,其上巨大辐射状潮流沙脊发育,这里俗称“苏北浅滩”(秦蕴珊等,1989)。

东海拥有世界上最宽阔的大陆架之一,宽达580km。东海平均水深349m,最大水深2719m。大陆架浅海区地形比较平坦,略呈由西北向东南方向倾斜,平均坡度为 $0^{\circ}0'17''$,水深平均72m,海底发育三级阶地,分别位于水深40m、60m和110m处,各等深线几乎一致为东北-西南向平行海岸分布,通常大致以50—60m等深线将东海大陆架又分成内大陆架及外大陆架。长江口外偏北有一大沙滩,称“长江口外大沙滩”,这里水深较浅。东海大陆架之外即进入冲绳海槽,海槽为一东北-西南向舟状半深海的弧后扩张盆地,槽长840km,平均宽约70km,总体特征是北窄南宽、北浅南深、西缓东陡,最深处在西南部的宫古洼地,深及2719m,海槽有梯状地形、海底火山、峡谷以及海底热液溢出口等(秦蕴珊等,1987; Kimura et al., 1988)。

南海具有大陆架、大陆坡和海盆,平均水深1140m,最大水深5377m。南海大陆架浅海区分布广泛,本书所涉及的南海浅海仅指北部我国华南沿岸的浅水区,这里大致

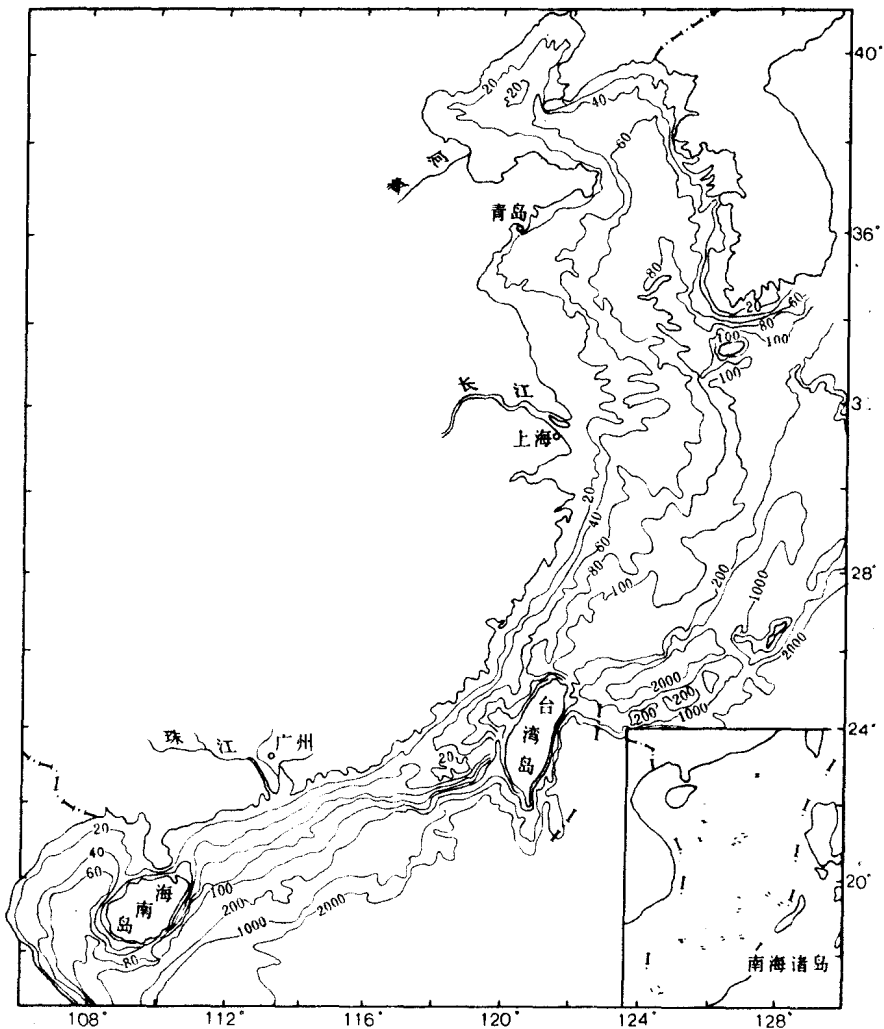


图2 中国浅海地形简图