



我国近海海洋综合调查与评价专项成果  
“十二五”国家重点图书出版规划项目



ZHONGGUO JINHAI  
HAIYANG  
—HAIYANG DIZHI

# 中国近海海洋 ——海洋底质

石学法 主编

我国近海海洋综合调查与评价专项成果

# 中国近海海洋 ——海洋底质

石学法 主编

海洋出版社

2014年·北京

**图书在版编目(CIP)数据**

中国近海海洋. 海洋底质/石学法主编. —北京:海洋出版社,2014. 4

ISBN 978 - 7 - 5027 - 8838 - 4

I. ①中… II. ①石… III. ①近海 - 海洋底质 - 中国 IV. ①P7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 057500 号

责任编辑:方 菁

责任印制:赵麟芬

**海洋出版社 出版发行**

<http://www.oceanpress.com.cn>

北京市海淀区大慧寺路 8 号 邮编:100081

北京画中画印刷有限公司印刷 新华书店北京发行所经销

2014 年 4 月第 1 版 2014 年 4 月第 1 次印刷

开本:889mm×1194mm 1/16 印张:36

字数:900 千字 定价:138.00 元

发行部:62132549 邮购部:68038093 总编室:62114335

海洋版图书印、装错误可随时退换

## 《中国近海海洋》系列专著编著指导委员会 组成名单

主任 刘赐贵  
副主任 陈连增 李廷栋  
委员 周庆海 雷波 石青峰 金翔龙 秦蕴珊 王颖 潘德炉  
方国洪 杨金森 李培英 蒋兴伟 于志刚 侯一筠 刘保华  
林绍花 李家彪 蔡锋 韩家新 侯纯扬 高学民 温泉  
石学法 许建平 周秋麟 陈彬 孙煜华 熊学军 王春生  
暨卫东 汪小勇 高金耀 夏小明 吴桑云 苗丰民 周洪军

## 本册编委会名单

主编 石学法  
副主编 刘焱光 李西双 姚政权  
编著者 石学法 刘焱光 李西双 刘升发 李传顺 王昆山 乔淑卿  
姚政权 李小艳 吴永华 许江 殷汝广 陈坚 初凤友  
蓝东兆 胡利民 陈金霞 王国庆 陈志华 胡毅 胡宁静  
石丰登 方习生 杨刚 朱志伟 王昕 葛淑兰 刘建兴  
王珊珊 徐勇航 杨海丽

# 总前言

2003年，党中央、国务院批准实施“我国近海海洋综合调查与评价”专项（简称“908专项”），这是我国海洋事业发展史上一件具有里程碑意义的大事，受到各方高度重视。2004年3月，国家海洋局会同国家发展与改革委员会、财政部等部门正式组成专项领导小组，由此，拉开了新中国成立以来规模最大的我国近海海洋综合调查与评价的序幕。

20世纪，我国系列海洋综合调查和专题调查为海洋事业发展奠定了科学基础。50年代末开展的“全国海洋普查”，是新中国第一次比较全面的海洋综合调查；70年代末，“科学春天”到来的时候，海洋界提出了“查清中国海、进军三大洋、登上南极洲”的战略口号；80年代，我国开展了“全国海岸带和海涂资源综合调查”，“全国海岛资源综合调查”，“大洋多金属资源勘查”，登上了南极；90年代，开展了“我国专属经济区和大陆架勘测研究”和“全国第二次污染基线调查”等，为改革开放和新时代海洋经济建设提供了有力的科学支撑。

跨入21世纪，国家的经济社会发展也进入了攻坚阶段。在党中央、国务院号召“实施海洋开发”的战略部署下，“908专项”任务得以全面实施，专项调查的范围包括我国内水、领海和领海以外部分管辖海域，其目的是要查清我国近海海洋基本状况，为国家决策服务，为经济建设服务，为海洋管理服务。本次调查的项目设置齐全，除了基础海洋学外，还涉及海岸带、海岛、灾害、能源、海水利用以及沿海经济与人文社会状况等的调查；调查采用的手段成熟先进，充分运用了我国已具备的多种高新技术调查手段，如卫星遥感、航空遥感、锚系浮标、潜标、船载声学探测系统、多波束勘测系统、地球物理勘测系统与双频定位系统相结合的技术等。

“908专项”创造了我国海洋调查史上新的辉煌，是新中国成立以来规模最大、历时最长、涉及部门最广的一次综合性海洋调查。这次大规模调查历时8年，涉及150多个调查单位，调查人员万余人次，动用大小船只500余艘，航次千余次，海上作业时间累计17 000多天，航程

200 多万千米，完成了水体调查面积 102.5 万平方千米，海底调查面积 64 万平方千米，海域海岛海岸带遥感调查面积 151.9 万平方千米，获取了实时、连续、大范围、高精度的物理海洋与海洋气象、海洋底质、海洋地球物理、海底地形地貌、海洋生物与生态、海洋化学、海洋光学特性与遥感、海岛海岸带遥感与实地调查等海量的基础数据；调查并统计了海域使用现状、沿海社会经济、海洋灾害、海水资源、海洋可再生能源等基本状况。

“908 专项”谱写了中国海洋科技工作者认知海洋的新篇章。在充分利用“908 专项”综合调查数据资料、开展综合研究的基础上，编写完成了《中国近海海洋》系列专著，其中，按学科领域编写了 15 部专著，包括物理海洋与海洋气象、海洋生物与生态、海洋化学、海洋光学特性与遥感、海洋底质、海洋地球物理、海底地形地貌、海岛海岸带遥感影像处理与解译、海域使用现状与趋势、海洋灾害、沿海社会经济、海洋可再生能源、海水资源开发利用、海岛和海岸带等学科；按照沿海行政区域划分编写了 11 部专著，包括辽宁省、河北省、天津市、山东省、江苏省、浙江省、上海市、福建省、广东省、广西壮族自治区和海南省的海洋环境资源基本现状。

《中国近海海洋》系列专著是“908 专项”的重要成果之一，是广大海洋科技工作者辛勤劳作的结晶，内容充实，科学性强，填补了我国近海综合性专著的空白，极大地增进了对我国近海海洋的认知，它们将为我国海洋开发管理、海洋环境保护和沿海地区经济社会可持续发展等提供科学依据。

系列专著是 11 个沿海省（自治区、直辖市）海洋与渔业厅（局）、国家海洋信息中心、国家海洋环境监测中心、国家海洋环境预报中心、国家卫星海洋应用中心、国家海洋技术中心、国家海洋局第一海洋研究所、国家海洋局第二海洋研究所、国家海洋局第三海洋研究所、国家海洋局天津海水淡化与综合利用研究所等牵头编著单位的共同努力和广大科技人员积极参与的成果，同时得到了相关部门、单位及其有关人员的大力支持，在此对他们一并表示衷心的感谢和敬意。专著不足之处，恳请斧正。

《中国近海海洋》系列专著编著指导委员会

# 前言

## Foreword

中国近海位于西太平洋边缘，包括渤海、黄海、东海和南海四大海区，从北到南横跨 22 个纬度带。中国近海不仅蕴藏着丰富的能源和矿产资源，而且发育了独特的地质现象，记录了丰富的大陆边缘演化和环境气候演变信息，是进行海陆对比和沉积过程研究的理想场所。

中国近海沉积地质学的研究始于 20 世纪 50 年代，从那时至今，我国实施了多次大规模近海科学考察计划和多项海洋调查研究专项，而海洋沉积几乎每次都是调查研究的重要内容。20 世纪 80 年代以来，我国又在四大海区实施了多项海洋沉积学国际合作项目和国家自然科学基金项目。基于这些研究，发表了大量论文，编制和出版了一批图件和专著。迄今为止，出版的多部关于中国近海四大海区的区域海洋地质学著作都包括有关海洋沉积的内容。近年来，何起祥等（2006）编著了《中国海洋沉积地质学》一书，对中国海洋沉积学的研究成果进行了总结。应该说，上述著作比较系统地总结了我国近海沉积的基本特征，并探讨了沉积作用过程和成因机制，反映了截止 20 世纪末期的资料和研究成果。

进入 21 世纪，我国实施了“我国近海海洋综合调查与评价”重大海洋专项（简称“908 专项”，2004—2011），其主要目的是针对海洋资源最为集中、开发效益最大、海陆相互作用最为强烈的近海，运用最新的科技手段进行系统的调查研究，查明我国近海海洋环境的基本状况，全面更新基础资料和图件，深化对海洋环境要素的时空分布、变化规律、形成机制等方面的认识，为海洋资源的合理开发利用、海洋环境保护、海洋防灾减灾以及海洋国防建设提供科学数据。海洋底质调查（包括沉积物、悬浮体和浅地层剖面调查）是“908 专项”的重要调查研究内容，其调查比例尺之大，调查精度之高，样品采集之密，资料之丰富都是史无前例的。以沉积物调查为例，在中国近海 57.6 万平方千米的调查区内，28.4 万平方千米达到了 1:10 万调查比例尺，29.2 万平方千米达到了 1:25 万比例尺，7.4 万平方千米达到了 1:5 万调查比例尺。“908 专项”调查共完成沉积物表层采样 21 768 站次，柱状样 1 254 站，悬浮体调查 15 220 站次，浅地层测线 75 318.5 千米。“908 专项”调查

发现了大量新的地质现象,积累了丰富的资料,可以说开启了中国近海陆架沉积地质研究的新阶段,因此有必要在这些新资料的基础上对中国近海沉积特征和演变规律进行总结。为了反映“908专项”海洋沉积和浅地层调查研究成果,“我国近海海洋底质调查研究”(908-ZC-I-05)课题组编纂了本专著。有关中国近海悬浮体的调查研究成果另有专著总结。

本书是在“908专项”《我国近海海洋底质调查研究》(海洋沉积和浅地层部分)报告的基础上,结合科技部基础性工作专项项目“我国近海及邻近海域地质地球物理图集编制(2008FY220300)”以及其他相关专项和项目的研究成果编写而成。本书力求比较准确地给出中国近海沉积地质的基本数据,比较精细地描述中国近海沉积特征,并对近海沉积作用过程、机制和控制因素进行了初步探讨,提出了对中国近海沉积地质的某些新认识。

全书共分6篇35章,由石学法主持编写。本书执笔人为石学法、刘焱光、李西双、刘升发、李传顺、王昆山、乔淑卿、姚政权、李小艳、吴永华、许江、殷汝广、陈坚、初凤友、蓝东兆、胡利民、陈金霞、王国庆、陈志华、胡毅、胡宁静、石丰登、方习生、杨刚、朱志伟、王昕、葛淑兰、刘建兴、王珊珊、徐勇航、杨海丽等。各章执笔人如下:

第1篇. 第1章:石学法、殷汝广;第2章:姚政权、石学法;

第2篇. 第3章:姚政权、乔淑卿;第4章:乔淑卿、刘焱光;第5章:王昆山、乔淑卿、李传顺、方习生;第6章:胡利民、胡宁静;第7章:李小艳;第8章:石学法、乔淑卿;第9章:李西双、刘焱光、杨刚;第10章:乔淑卿、陈金霞、姚政权。

第3篇. 第11章:刘升发;第12章:刘升发、刘焱光、朱志伟;第13章:王昆山、刘升发、石学法;第14章:刘升发;第15章:吴永华;第16章:石学法、刘升发、陈志华;第17章:李西双;第18章:刘建兴、葛淑兰、石丰登、石学法。

第4篇. 第19章:刘升发;第20章:刘升发、刘焱光、朱志伟;第21章:王昆山、刘升发;第22章:刘升发;第23章:吴永华;第24章:刘升发、王昕、王国庆、石学法;第25章:李西双、刘焱光、杨刚;第26章:刘升发、石学法。

第5篇. 第27章:李传顺;第28章:李传顺、刘焱光、朱志伟;第29章:王昆山、李传顺;第30章:李传顺;第31章:李小艳;第32章:李传顺、许江;第33章:许江、胡毅;第34章:初凤友、陈坚、李小艳、蓝东兆、王珊珊、徐勇航、杨海丽。



第6篇,第35章:石学法、姚政权、刘升发、王昆山、李传顺、吴永华、乔淑卿、李小艳、李西双。

第1篇统稿人为石学法、姚政权;第2篇统稿人为姚政权、乔淑卿;第3篇统稿人为石学法、王昆山、刘升发;第4篇统稿人为刘升发、石学法、刘焱光;第5篇统稿人为李传顺、李小艳。参加全书统稿的人员有石学法、刘升发、姚政权、李传顺、王昆山、刘焱光、乔淑卿、吴永华。全书最后由石学法、姚政权汇总、修改。

本书是集体研究的成果,在编写过程中参考和使用了“908专项”23个底质调查区块的沉积物资料和30个浅地层调查区块的资料,在此谨向上述研究报告的编写人、资料采集人表示衷心的感谢。吴世迎研究员审阅了书稿并提出了宝贵的修改意见,王春娟、于永贵、徐涛玉、曹鹏等为本书的制图和数据处理提供了帮助,曹鹏整理编排了全书的参考文献。

本书的编写得到了国家海洋局科技司和“908专项”办公室的大力支持。“908专项”办公室孙煜华研究员为本书的编写做了大量协调工作,在此一并致谢。

由于著者水平所限,对“908专项”资料与历史调查资料数据的分析整合研究尚不够深入,因此本书可能存在着很多不足乃至错误。应该特别说明的是,本书使用的各海区黏土矿物的测试分析结果还存在一定问题,仅供参考,因为不同单位黏土矿物的测试数据差别很大,难以同化处理,而且与目前已经发表的有关中国近海的黏土矿物数据可对比性也比较差,该问题需要进一步深入研究。

需要说明的是,本书主要是基于“908专项”获得的数据资料来反映中国近海沉积的基本特征和新发现、新认识,仅仅是一个阶段性的成果。对“908专项”调查资料的深入分析研究需要一个较长的阶段,有许多问题需要进一步研究。希望本书的出版能为同行的研究提供新的视角和新的资料,进而促进中国近海沉积地质学研究的深入。

石学法

2012年

## CONTENTS 目次

中国近海海洋——海洋底质

## 第1篇 绪论

<b>第1章 绪论</b> .....	(3)
1.1 国外近海底质调查研究动态与趋势 .....	(3)
1.2 中国近海底质调查研究简史 .....	(4)
1.3 “908 专项”底质调查研究概况 .....	(10)
<b>第2章 沉积物实验测试与数据分析</b> .....	(13)
2.1 沉积物粒度分析 .....	(13)
2.2 沉积物碎屑矿物鉴定 .....	(14)
2.3 沉积物黏土矿物测试 .....	(15)
2.4 沉积物地球化学成分测试 .....	(16)
2.5 沉积物微体古生物鉴定 .....	(17)
2.6 沉积柱样沉积速率测定 .....	(18)

## 第2篇 渤海沉积

<b>第3章 渤海概况</b> .....	(23)
3.1 地理位置与海底地形 .....	(23)
3.2 海洋水文特征 .....	(24)
3.3 渤海周边主要河流概况 .....	(25)
3.4 渤海盆地构造特征 .....	(26)
<b>第4章 渤海沉积物分布</b> .....	(27)
4.1 数据来源 .....	(27)
4.2 表层沉积物不同粒级分布特征 .....	(27)
4.3 表层沉积物粒度参数分布特征 .....	(29)

4.4	渤海表层沉积物类型及其分布规律	(33)
4.5	海底底质类型的分区特征	(39)
<b>第5章</b>	<b>渤海矿物特征与组合</b>	(47)
5.1	数据来源	(47)
5.2	碎屑矿物特征及组合	(47)
5.3	黏土矿物特征及组合	(57)
<b>第6章</b>	<b>渤海沉积地球化学特征</b>	(62)
6.1	数据来源	(62)
6.2	表层沉积物元素地球化学特征	(63)
6.3	表层沉积物常、微量元素相关性与共生组合	(72)
6.4	沉积物元素地球化学分区及其控制因素	(74)
6.5	渤海沉积物重金属元素环境地球化学特征	(75)
6.6	渤海沉积物中持久性有机污染物的环境地球化学研究	(79)
<b>第7章</b>	<b>渤海微体古生物特征</b>	(88)
7.1	数据来源	(88)
7.2	底栖有孔虫分布特征	(88)
<b>第8章</b>	<b>渤海沉积作用和沉积环境</b>	(94)
8.1	沉积速率	(94)
8.2	渤海表层沉积物输运趋势	(101)
8.3	渤海现代沉积环境和沉积特征	(104)
8.4	渤海沉积模式	(109)
<b>第9章</b>	<b>渤海海域浅地层层序</b>	(114)
9.1	末次冰消期以来渤海近岸层序地层特征	(114)
9.2	渤海全新世海相沉积厚度分布	(128)
<b>第10章</b>	<b>渤海全新世以来古环境与古气候演化</b>	(129)
10.1	数据来源	(129)
10.2	全新世以来海平面变化和黄河河道摆动的沉积记录	(130)
10.3	渤海地区全新世孢粉序列及古环境和古气候演化	(132)

### 第3篇 黄海沉积

<b>第11章</b>	<b>黄海概况</b>	(139)
11.1	地理位置与海底地形	(139)
11.2	入海河流及流系格局	(139)
11.3	构造特征	(140)

<b>第 12 章 黄海沉积物分布</b> .....	(142)
12.1 数据来源 .....	(142)
12.2 表层沉积物不同粒级分布特征 .....	(142)
12.3 表层沉积物的粒度参数特征 .....	(145)
12.4 表层沉积物类型及其分布规律 .....	(148)
<b>第 13 章 黄海矿物特征与组合</b> .....	(152)
13.1 数据来源 .....	(152)
13.2 碎屑矿物特征及组合 .....	(152)
13.3 黏土矿物特征及组合 .....	(163)
<b>第 14 章 黄海沉积地球化学特征</b> .....	(168)
14.1 数据来源 .....	(168)
14.2 常量元素分布特征 .....	(168)
14.3 微量元素分布特征 .....	(177)
14.4 元素地球化学相关性分析 .....	(182)
14.5 元素地球化学控制因素分析 .....	(184)
<b>第 15 章 黄海微体古生物特征</b> .....	(186)
15.1 数据来源 .....	(186)
15.2 底栖有孔虫分布特征 .....	(186)
15.3 黄海现代沉积环境分析 .....	(195)
<b>第 16 章 黄海沉积作用和沉积环境</b> .....	(197)
16.1 陆架低能沉积环境及其沉积体系 .....	(197)
16.2 陆架高能环境及其沉积体系 .....	(200)
16.3 北黄海物质来源与沉积模式 .....	(202)
16.4 南黄海物质来源与沉积模式 .....	(204)
<b>第 17 章 黄海海域浅地层层序</b> .....	(211)
17.1 黄海浅地层层序研究概况 .....	(211)
17.2 末次冰消期以来黄海(西岸)近岸层序地层特征 .....	(212)
<b>第 18 章 黄海全新世以来古环境演化</b> .....	(224)
18.1 南黄海中部泥质区全新世年代框架与地磁极性漂移 .....	(224)
18.2 南黄海大西洋期以来的孢粉组合及其古环境意义 .....	(230)

## 第 4 篇 东海陆架沉积

<b>第 19 章 东海概况</b> .....	(237)
19.1 地理位置与海底地形 .....	(237)
19.2 流系格局 .....	(239)

19.3	构造特征 .....	(240)
<b>第20章</b>	<b>东海陆架沉积物分布 .....</b>	<b>(242)</b>
20.1	数据来源 .....	(242)
20.2	表层沉积物不同粒级分布特征 .....	(242)
20.3	表层沉积物粒度参数分布特征 .....	(245)
20.4	东海陆架表层沉积物类型及其分布规律 .....	(247)
<b>第21章</b>	<b>东海陆架矿物特征与组合 .....</b>	<b>(251)</b>
21.1	数据来源 .....	(251)
21.2	碎屑矿物特征及组合 .....	(251)
21.3	黏土矿物特征及组合 .....	(264)
<b>第22章</b>	<b>东海陆架沉积地球化学特征 .....</b>	<b>(271)</b>
22.1	数据来源 .....	(271)
22.2	常量元素分布特征 .....	(271)
22.3	微量元素分布特征 .....	(278)
22.4	元素地球化学相关性分析 .....	(288)
22.5	元素地球化学控制因素分析 .....	(288)
22.6	元素地球化学的环境指示意义 .....	(290)
<b>第23章</b>	<b>东海陆架微体古生物特征 .....</b>	<b>(292)</b>
23.1	数据来源 .....	(292)
23.2	底栖有孔虫分布特征 .....	(292)
23.3	现代沉积环境分析 .....	(297)
<b>第24章</b>	<b>东海陆架沉积作用和沉积环境 .....</b>	<b>(303)</b>
24.1	悬浮体空间分布特征 .....	(303)
24.2	东海表层沉积物运移趋势 .....	(317)
24.3	沉积速率 .....	(323)
<b>第25章</b>	<b>东海海域浅地层层序 .....</b>	<b>(331)</b>
25.1	东海浅地层层序研究概况 .....	(331)
25.2	末次冰消期以来东海层序地层特征 .....	(331)
<b>第26章</b>	<b>东海陆架全新世古环境演化 .....</b>	<b>(346)</b>
26.1	中全新世以来东亚冬季风的高分辨率记录 .....	(347)
26.2	近2 ka 以来高分辨率的生物硅记录及其古生产力意义 ..	(351)
26.3	高分辨率颜色反射率指示的近百来的东亚季风演化过程 .....	(354)

## 第5篇 南海北部沉积

<b>第27章</b>	<b>南海概况 .....</b>	<b>(363)</b>
-------------	-------------------	--------------

27.1	地理位置与海底地形 .....	(363)
27.2	海洋水文特征 .....	(365)
27.3	南海周边主要河流概况 .....	(366)
27.4	南海北部构造特征 .....	(366)
<b>第28章</b>	<b>南海北部沉积物分布 .....</b>	<b>(368)</b>
28.1	数据来源 .....	(368)
28.2	表层沉积物不同粒级分布特征 .....	(368)
28.3	表层沉积物粒度参数分布特征 .....	(371)
28.4	南海北部表层沉积物类型及其分布规律 .....	(375)
<b>第29章</b>	<b>南海北部矿物特征与组合 .....</b>	<b>(381)</b>
29.1	数据来源 .....	(381)
29.2	碎屑矿物特征及组合 .....	(381)
29.3	黏土矿物特征及组合 .....	(391)
<b>第30章</b>	<b>南海北部沉积地球化学特征 .....</b>	<b>(401)</b>
30.1	数据来源 .....	(401)
30.2	表层沉积物元素地球化学特征 .....	(402)
30.3	元素相关性及其元素组合 .....	(420)
30.4	元素比值特征 .....	(425)
<b>第31章</b>	<b>南海北部微体古生物特征 .....</b>	<b>(428)</b>
31.1	数据来源 .....	(428)
31.2	底栖有孔虫分布特征 .....	(428)
31.3	浮游有孔虫分布特征 .....	(436)
<b>第32章</b>	<b>南海北部沉积作用和沉积环境 .....</b>	<b>(438)</b>
32.1	南海总体沉积特征及分布规律 .....	(438)
32.2	南海沉积物输运特征 .....	(439)
32.3	南海北部陆架沉积模式 .....	(441)
32.4	南海沉积物物质来源 .....	(443)
<b>第33章</b>	<b>南海北部海域浅地层层序 .....</b>	<b>(445)</b>
33.1	南海浅地层层序研究概况 .....	(445)
33.2	末次冰消期以来南海北部层序地层特征 .....	(445)
<b>第34章</b>	<b>南海北部陆架晚第四纪古环境演化 .....</b>	<b>(462)</b>
34.1	南海北部陆架沉积速率 .....	(462)
34.2	南海北部陆架晚第四纪古环境演化 .....	(466)
34.3	珠江三角洲晚第四纪古环境演化 .....	(474)

## 第6篇 结 论

<b>第35章 中国近海沉积特征与变化规律</b> .....	(483)
35.1 中国近海沉积粒度变化特征 .....	(483)
35.2 中国近海矿物分布特征 .....	(490)
35.3 中国近海沉积地球化学特征 .....	(514)
35.4 中国近海沉积微体古生物特征 .....	(523)
35.5 中国近海浅地层层序特征 .....	(526)
35.6 中国近海晚第四纪以来古环境、古气候变化 .....	(529)
<b>参考文献</b> .....	(534)

# 第1篇 绪论



