

东海区域地质

李家彪 主编



海洋出版社

东海区域地质

李家彪 主编

海洋出版社

2008年·北京

图书在版编目(CIP)数据

东海区域地质/李家彪主编. —北京:海洋出版社,2008.6
ISBN 978-7-5027-7045-7

I. 东… II. 李… III. 东海-区域地质-研究 IV. P561.826

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第094247号

责任编辑:王 溪

责任印制:刘志恒

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 新华书店发行所经销

2008年6月第1版 2008年6月北京第1次印刷

开本:880mm×1230mm 1/16 印张:41 插页:2

字数:1153千字 定价:230.00元

发行部:62147016 邮购部:68038093 总编室:62114335

海洋版图书印、装错误可随时退换

前 言

作为濒临我国东部的一个大型边缘海,东海具有复杂的陆架盆地、特殊的沉积构成,以及西太平洋大陆边缘典型的沟-弧-盆构造体系,是海陆地质对比和现代构造活动研究的理想场所,记录了大量盆地形成、大陆边缘演化和环境气候演变的信息,蕴藏着富有区域特色的地质科学问题和资源环境问题。东海地质研究始于 20 世纪的初期,50~70 年代进行了大规模的科学调查,1987 年秦蕴珊等主编出版了我国第一部东海地质专著——《东海地质》,系统总结了东海沉积物特征、沉积动力作用及其演化规律,之后刘光鼎(1992)和金翔龙(1992)分别主编出版了《中国海区及邻域地质地球物理特征》和《东海海洋地质》,系统阐述了东海的地质、地球物理特征和构造演化规律,这些著作对东海地质研究起到了重要的奠基性作用,至今仍是东海地质研究的经典。20 世纪 90 年代以来,随着东海地质调查的深化,新的研究成果不断涌现,尤其是 1997~2001 年实施的国家海洋勘测专项,使用了高分辨率多波束测深系统和数字化地球物理等新设备、新手段,发现了大量新的地质现象,积累了丰富的地质资料,开启了东海区域地质研究的新阶段,因此有必要在新的基础数据和科学问题的基础上对东海区域地质进行系统总结,以期反映该领域研究的最新发展。

本书是在国家海洋勘测专项东海区域地质调查研究成果的基础上,结合“中国边缘海的形成演化及重要资源的关键问题”973 项目和其他相关专项、项目的研究进展,对东海地形地貌、沉积记录、层序地层、地质构造、动力机制和海底资源等方面进行了系统研究总结,力求完整表达新的数据资料,提出东海区域地质研究的新认识。

全书共分十章,历时四年,并在多次研讨的基础上三易其稿完成。本书由李家彪提出详细撰写提纲,各章主要撰写人为:第一章由路应贤撰写,第二章由黄振宗、夏小明撰写,第三章由吴自银、王小波撰写,第四章由王永吉撰写,第五章和第六章由唐保根撰写,第七章由高金耀、杨文达撰写,

第八章由高金耀、方银霞、吴振利撰写,第九章由刘建华、赵金海撰写,第十章由王振宇、刘季花撰写。全书最后由李家彪汇总、修改、定稿,并对部分章节内容进行了调整、补充甚至改写,统一了各章的地质构造演化框架,重新厘定了地球物理特征的地质含义。

本书的编辑出版得到了国家海洋局科技司的大力支持,在编辑过程中金翔龙院士给予了大力支持和热心指导,陈焕疆教授、陈邦彦教授和吴必豪教授提出了宝贵建议,在此表示衷心地感谢。同时孙煜华为本书的编辑统稿做了大量组织协调工作,丁巍伟为本书翻译了相关英文,尚继宏补充、完善了本书的参考文献,徐小微、汪培莉、张异彪、王舒畋、周普志、陈美为本书的图件编绘和数据处理等工作提供了帮助,在此一并致谢。本书在撰写过程中重点强调在新的数据资料的基础上反映东海区域地质研究中的新发现和新认识,但作为十年研究的总结仍应被理解为是一个阶段性成果,有不少问题还需进一步深化,希望本书的出版能为同行的相关研究提供新的数据和新的视角,引发新的问题和新的认识。

目 次

第一章 绪 论	(1)
第一节 自然地理环境	(1)
一、地形特征	(1)
二、水文状况	(2)
三、气候特点	(4)
四、主要径流和输沙	(4)
第二节 周边地质概况	(5)
一、华东沿海地区	(5)
二、南黄海	(11)
三、朝鲜半岛南部	(14)
四、日本九州和琉球群岛	(16)
五、台湾岛	(19)
第三节 调查研究简史	(21)
一、20 世纪 50 年代至 70 年代的区域普查阶段	(21)
二、20 世纪 80 年代的专题调查阶段	(23)
三、20 世纪 90 年代以来的专项调查阶段	(24)
第二章 海洋动力过程与物质输运	(27)
第一节 海洋水文概况	(27)
一、温、盐结构	(27)
二、温、盐跃层	(41)
三、水团与海洋锋	(46)
第二节 海洋流场及相互作用	(54)
一、潮汐、潮流和海浪基本特征	(55)
二、基本环流体系	(63)
三、黑潮水的入侵、分离与混合	(66)
第三节 物质输运规律	(72)
一、悬浮物质来源及变化特征	(72)
二、悬浮物质浓度分布与变化特征	(73)
三、悬浮物质输运与现代沉积过程	(78)
第三章 地形地貌特征与成因	(81)
第一节 地形地貌分区特征	(82)
一、地貌分类原则和分类系统	(82)
二、主要地形地貌界线	(86)
三、陆架地形地貌区	(88)

四、陆坡地形地貌区	(107)
五、“沟-弧-盆”系地形地貌区	(113)
第二节 地形地貌剖面分析	(123)
一、典型地形剖面分析	(123)
二、典型地貌剖面分析	(129)
第三节 地形地貌发育的制约因素及成因探讨	(133)
一、东海陆架线状沙脊的演化	(133)
二、海底地形地貌的沉积响应	(139)
三、海底地形地貌对海平面变化的记录	(144)
四、“沟-弧-盆”系地形地貌成因与演化	(152)
第四章 表层沉积特征与沉积作用	(154)
第一节 沉积物粒度组成及粒度参数分布特征	(154)
一、沉积物粒度定义及分析技术	(154)
二、沉积物粒度组成	(155)
三、沉积物粒度参数分布特征	(159)
四、主要沉积物类型及分布特征	(163)
第二节 沉积物碎屑矿物、黏土矿物、岩石的特征及分布	(167)
一、碎屑矿物	(167)
二、黏土矿物	(179)
三、岩石	(184)
第三节 沉积物地球化学	(194)
一、沉积物元素地球化学特征	(194)
二、地球化学元素分布特征及组合分区	(198)
第四节 沉积物微体古生物	(202)
一、有孔虫	(202)
二、钙质超微化石	(211)
三、硅藻	(215)
四、孢粉	(219)
第五节 沉积作用	(224)
一、东海陆架沉积作用	(224)
二、冲绳海槽沉积作用	(227)
三、物质来源	(230)
四、沉积速率	(242)
第五章 柱状沉积及地层意义	(250)
第一节 沉积物类型及垂向变化	(251)
一、东海西部海区	(251)
二、东海东部海区	(257)
三、冲绳海槽海区	(262)
第二节 矿物成分特征	(265)
一、碎屑矿物	(265)

二、黏土矿物	(270)
第三节 地球化学特征	(277)
一、常量元素特征	(277)
二、微量元素特征	(282)
三、元素地球化学控制因素分析	(287)
第四节 微体古生物特征	(288)
一、有孔虫与介形虫	(288)
二、孢粉组合特征	(296)
第五节 柱状沉积物地层时代讨论	(300)
一、东海西部海区	(300)
二、东海东部海区	(302)
三、冲绳海槽海区	(303)
第六章 浅层结构与古环境演化	(305)
第一节 浅钻地层划分、特征及其对比	(305)
一、地层划分	(307)
二、地层特征	(307)
三、区域地层对比	(322)
第二节 单道地震剖面层序划分及其特征	(327)
一、东海陆架中深层地震层序	(327)
二、冲绳海槽地震层序特征及其地质解释	(335)
第三节 浅地层剖面层序划分及其地质解释	(339)
一、东海西部海区	(342)
二、东海东部海区	(349)
第四节 上新世以来沉积环境演化	(359)
一、上新世沉积环境演化	(359)
二、第四纪沉积环境演变	(360)
第七章 地球物理场特征	(364)
第一节 重力异常特征	(365)
一、重力异常分区	(365)
二、重力异常地质构造解释	(374)
第二节 磁力异常特征	(376)
一、磁力异常分区	(376)
二、磁力异常地质构造解释	(381)
第三节 热流异常特征	(383)
一、海底热流调查研究现状	(383)
二、海底热流分布特征	(384)
三、深部温度场特征	(387)
第四节 地震波组特征	(390)
一、地震波组特征及层序划分	(390)
二、地震层序面及层序的地质属性	(397)

三、地震波速度特征	(400)
第八章 地球动力学特征	(414)
第一节 地壳结构	(414)
一、东海陆架地壳结构	(414)
二、冲绳海槽地壳结构	(418)
三、琉球岛弧与海沟地壳结构	(420)
第二节 地震层析成像	(421)
一、地震层析成像原理	(421)
二、数据处理	(423)
三、层析成像剖面特征	(427)
第三节 地壳应力场模拟	(432)
一、构造应力场基本特征	(432)
二、构造应力场的模拟研究	(439)
第四节 地幔流场与板块动力学特征	(445)
一、由卫星重力场确定地幔流应力场	(445)
二 东海及其邻域地幔流场与构造动力特征	(448)
第九章 区域地质构造与新生代盆地演化	(452)
第一节 基底与盖层	(452)
一、基底构造	(452)
二、新生代地层	(472)
第二节 断裂构造与岩浆活动	(481)
一、断裂构造	(481)
二、岩浆活动	(494)
第三节 区域构造格架	(500)
一、构造单元划分与命名	(501)
二、陆架盆地构造单元特征	(503)
三、钓鱼岛隆褶带构造单元特征	(509)
四、冲绳海槽盆地构造单元特征	(509)
第四节 新生代盆地演化机制	(510)
一、东海构造演化的动力学背景	(513)
二、陆架盆地演化的动力学特征	(515)
三、冲绳海槽盆地成因机制探讨	(517)
第十章 矿产资源远景评价	(520)
第一节 石油天然气资源	(520)
一、陆架盆地新生界油气形成地质条件	(520)
二、陆架盆地新生界油气成藏分析	(530)
三、陆架盆地新生界油气藏与含油气系统	(533)
四、陆架盆地中生界及冲绳海槽盆地油气形成地质条件	(537)
第二节 海底煤层、浅层气及 CO ₂ 资源	(539)

一、海底煤层	(539)
二、浅层气	(543)
三、海底 CO ₂ 气	(545)
第三节 冲绳海槽热液矿产资源	(548)
一、调查研究现状	(548)
二、热液沉积物及成矿特点	(549)
三、热液矿产资源量估算	(554)
第四节 冲绳海槽天然气水合物资源远景预测	(555)
一、调查研究现状	(557)
二、成矿地质条件	(560)
三、成矿标志分析	(562)
四、资源量预测	(573)
第五节 滨海浅海砂矿资源	(575)
一、调查研究现状	(575)
二、滨海砂矿	(577)
三、浅海砂矿	(586)
四、砂矿成矿的控制因素	(594)
第六节 海底淡水资源初探	(600)
一、海底找水地质依据	(601)
二、海底水文地质调查	(606)
三、海底淡水资源初步评价	(614)
参考文献	(616)

CONTENTS

CHAPTER 1 INTRODUCTION	(1)
1.1 GEOGRAPHIC ENVIRONMENT	(1)
1.1.1 Topography	(1)
1.1.2 Hydrology	(2)
1.1.3 Climate	(4)
1.1.4 Main runoff and sand transport	(4)
1.2 GEOLOGICAL BACKGROUND OF THE ADJACENT AREAS	(5)
1.2.1 Coastal areas of the Eastern China	(5)
1.2.2 Southern Yellow Sea	(11)
1.2.3 Southern Korean Peninsula	(14)
1.2.4 Kyushu and Ryukyu islands of Japan	(16)
1.2.5 Taiwan	(19)
1.3 BRIEF HISTORY OF THE INVESTIGATION AND RESEARCHES	(21)
1.3.1 Primary investigation period from 1950s to 1970s	(21)
1.3.2 Project investigation period in 1980s	(23)
1.3.3 Detailed investigation period since 1990s	(24)
CHAPTER 2 OCEAN DYNAMIC PROCESS AND MATERIAL TRANSPORT	(27)
2.1 OCEANIC HYDROLOGIC SITUATION	(27)
2.1.1 Structures of water temperature and salinity	(27)
2.1.2 Thermoclines and haloclines	(41)
2.1.3 Water mass and oceanic fronts	(46)
2.2 OCEANIC FLOW FIELDS AND INTERACTIONS	(54)
2.2.1 Basic characteristics of tides, currents and waves	(55)
2.2.2 Basic circumfluence systems	(63)
2.2.3 Inbreaking, separating and mixing of Kuroshio water	(66)
2.3 MATERIAL TRANSPORT CHARACTERISTICS	(72)
2.3.1 Origin and variation of suspended materials	(72)
2.3.2 Concentration and its variation of suspended materials	(73)
2.3.3 Suspended material transport and modern sedimentary process	(78)
CHAPTER 3 TOPOGRAPHY, GEOMORPHOLOGY AND THEIR ORIGIN	(81)
3.1 DIVISION OF TOPOGRAPHY AND GEOMORPHOLOGY	(82)
3.1.1 Principles and systems of geomorphological classification	(82)
3.1.2 Main boundaries of topography and geomorphology	(86)
3.1.3 Continental shelf area	(88)
3.1.4 Continental slope area	(107)

3.1.5	“Trench – arc – basin” system area	(113)
3.2	PROFILE ANALYSES OF TOPOGRAPHY AND GEOMORPHOLOGY	(123)
3.2.1	Typical topographic profile analysis	(123)
3.2.2	Typical geomorphological profile analysis	(129)
3.3	CONTROLLING FACTORS AND ORIGIN OF TOPOGRAPHY AND GEOMORPHOLOGY	(133)
3.3.1	Evolution of liner sand ridges in continental shelf	(133)
3.3.2	Sedimentational response to the topography and geomorphology	(139)
3.3.3	Records for sea level change to the topography and geomorphology	(144)
3.3.4	Topographic and geomorphological origin and evolution of “trench – arc – basin” system	(152)
CHAPTER 4	SURFACE SEDIMENTS AND SEDIMENTATION	(154)
4.1	SEDIMENT GRAIN SIZE COMPOSITION AND ITS PARAMETERS DISTRIBUTION	(154)
4.1.1	Definition and analysis technics of sediment grain size	(154)
4.1.2	Sediment grain size composition	(155)
4.1.3	Sediment grain size parameter distribution	(159)
4.1.4	Main sediment types and their distribution	(163)
4.2	CHARACTERISTICS AND DISTRIBUTION OF DETRITAL MINERALS, CLAY MINERALS AND ROCKS IN SEDIMENTS	(167)
4.2.1	Detrital minerals	(167)
4.2.2	Clay minerals	(179)
4.2.3	Rocks	(184)
4.3	SEDIMENT GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS	(194)
4.3.1	Sediment element geochemical characteristics	(194)
4.3.2	Distribution and assemble division of geochemical elements	(198)
4.4	SEDIMENT MICROPALAEOBIOLOGY	(202)
4.4.1	Foraminifera	(202)
4.4.2	Calcareous nannofossils	(211)
4.4.3	Diatom	(215)
4.4.4	Sporo – Pollen	(219)
4.5	SEDIMENTATION	(224)
4.5.1	Sedimentation of continental shelf	(224)
4.5.2	Sedimentation of Okinawa Trough	(227)
4.5.3	Sediment sources	(230)
4.5.4	Sedimentation rate	(242)
CHAPTER 5	CORED SEDIMENTS AND STRATIGRAPHIC SIGNIFICANCE	(250)
5.1	SEDIMENT TYPES AND VERTICAL VARIATION	(251)
5.1.1	Western area of East China Sea	(251)
5.1.2	Eastern area of East China Sea	(257)

5.1.3	Okinawa Trough	(262)
5.2	MINERAL COMPOSITIONAL CHARACTERISTICS	(265)
5.2.1	Detrital minerals	(265)
5.2.2	Clay minerals	(270)
5.3	GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS	(277)
5.3.1	Main elements	(277)
5.3.2	Trace elements	(282)
5.3.3	Controlling factors of element geochemistry	(287)
5.4	MICROPALEOBIOLOGICAL CHARACTERISTICS	(288)
5.4.1	Foraminifera and Ostracoda	(288)
5.4.2	Sporo - Pollen assemble characteristics	(296)
5.5	DISCUSSION ON STRATA DATE OF CORED SEDIMENTS	(300)
5.5.1	Western area of East China Sea	(300)
5.5.2	Eastern area of East China Sea	(302)
5.5.3	Okinawa Trough	(303)
CHAPTER 6 SHALLOW STRUCTURES AND PALEO - ENVIRONMENT		
	EVOLUTION	(305)
6.1	DIVISION, CHARACTERISTICS AND COMPARISON OF BORE HOLE STRATA	(305)
6.1.1	Strata division	(307)
6.1.2	Strata characteristics	(307)
6.1.3	Regional strata comparison	(322)
6.2	SINGLE - CHANNEL SEISMIC SEQUENCE DIVISION AND ITS CHARACTERISTICS	(327)
6.2.1	Middle - deep seismic sequences of continental shelf	(327)
6.2.2	Seismic sequences of Okinawa Trough and their geological interpretations	(335)
6.3	SUBBOTTOM PROFILING SEQUENCE DIVISION AND ITS GEOLOGICAL INTERPRETATION	(339)
6.3.1	Western area of East China Sea	(342)
6.3.2	Eastern area of East China Sea	(349)
6.4	SEDIMENTARY ENVIRONMENT EVOLUTION SINCE PLIOCENE	(359)
6.4.1	Sedimentary environment evolution in pliocene	(359)
6.4.2	Sedimentary environment evolution in Quaternary	(360)
CHAPTER 7 GEOPHYSICAL FIELD CHARACTERISTICS		
7.1	GRAVITY ANOMALIES	(365)
7.1.1	Division of gravity anomalies	(365)
7.1.2	Geotectonic interpretations of gravity anomalies	(374)
7.2	MAGNETIC ANOMALIES	(376)
7.2.1	Division of magnetic anomalies	(376)
7.2.2	Geotectonic interpretations of magnetic anomalies	(381)
7.3	HEAT FLOW ANOMALIES	(383)

7.3.1	Status of submarine heat flow investigation and researches	(383)
7.3.2	Submarine heat flow distribution	(384)
7.3.3	Characteristics of deep temperature field	(387)
7.4	REFLECTION SEISMIC WAVES	(390)
7.4.1	Seismic reflection wave characteristics and sequence division	(390)
7.4.2	Seismic sequence boundaries and their geological significances	(397)
7.4.3	Characteristics of seismic wave velocity	(400)
CHAPTER 8 GEODYNAMIC CHARACTERISTICS		(414)
8.1	CRUSTAL STRUCTURE	(414)
8.1.1	Crustal structure of continental shelf	(414)
8.1.2	Crustal structure of Okinawa Trough	(418)
8.1.3	Crustal structure of Ryukyu Island and Trench	(420)
8.2	SEISMIC TOMOGRAPHY	(421)
8.2.1	Theory of seismic tomography	(421)
8.2.2	Data processing	(423)
8.2.3	Seismic tomographic profiles	(427)
8.3	CRUSTAL STRESS FIELD SIMULATION	(432)
8.3.1	Basic characteristics of tectonic stress field	(432)
8.3.2	Simulation for tectonic stress field	(439)
8.4	MANTLE FLOW FIELD AND PLATE DYNAMICS	(445)
8.4.1	Mantle flow field deduced from satellite gravity	(445)
8.4.2	Regional mantle flow field and tectonic dynamics of East China Sea and adjacent areas	(448)
CHAPTER 9 REGIONAL TECTONICS AND CENOZOIC BASIN EVOLUTION		(452)
9.1	BASEMENT AND CENOZOIC STRATA	(452)
9.1.1	Basement structures	(452)
9.1.2	Cenozoic strata	(472)
9.2	FAULTS AND MAGMATIC ACTIVITIES	(481)
9.2.1	Faults	(481)
9.2.2	Magmatic activities	(494)
9.3	REGIONAL TECTONIC FRAME	(500)
9.3.1	Division and definition of tectonic units	(501)
9.3.2	Tectonic characteristics of continental shelf basins	(503)
9.3.3	Tectonic characteristics of Taiwan – Sinzi folded uplift zone	(509)
9.3.4	Tectonic characteristics of Okinawa Trough basins	(509)
9.4	CENOZOIC BASIN EVOLUTION AND ITS MECHANISM	(510)
9.4.1	Dynamic background on tectonic evolution of East China Sea	(513)
9.4.2	Dynamic characteristics of continental shelf basins' evolution	(515)
9.4.3	Discussion on mechanism of Okinawa Trough basins	(517)

CHAPTER 10	PROSPECTIVE EVALUATION OF MINERAL RESOURCES	(520)
10.1	OIL AND GAS	(520)
10.1.1	Geological conditions on forming oil and gas in Cenozoic continental shelf basins	(520)
10.1.2	Reservioring analyses of oil and gas in Cenozoic continental shelf basins	(530)
10.1.3	Oil and gas reservoirs in Cenozoic continental shelf basins and their oil and gas bearing systems	(533)
10.1.4	Geological conditions on forming oil and gas in Mesozoic continental shelf basins and Okinawa Trough basins	(537)
10.2	SUBMARINE COAL, SHALLOW GAS AND CO ₂	(539)
10.2.1	Submarine coal	(539)
10.2.2	Shallow gas	(543)
10.2.3	Submarine CO ₂ gas	(545)
10.3	THERMAL MINERAL RESOURCES IN OKINAWA TROUGH	(548)
10.3.1	Status of investigation and researches	(548)
10.3.2	Thermal sediments and mineralization characteristics	(549)
10.3.3	Resource estimation for thermal minerals	(554)
10.4	PROSPECTIVE FORECASTING OF GAS HYDRATE IN OKINAWA TROUGH	(555)
10.4.1	Status of investigation and researches	(557)
10.4.2	Geological conditions on forming gas hydrate	(560)
10.4.3	Indicators' analyses of gas hydrate existence	(562)
10.4.4	Resource forecasting	(573)
10.5	LITORAL AND NERITIC SAND DEPOSITS	(575)
10.5.1	Status of investigation and researches	(575)
10.5.2	Litoral sand deposits	(577)
10.5.3	Neritic sand deposits	(586)
10.5.4	Controlling factors of sand deposits	(594)
10.6	PRIMARY STUDIES ON SUBMARINE FRESH WATER RESOURCES	(600)
10.6.1	Geological foundations on finding submarine fresh water resources	(601)
10.6.2	Submarine hydrogeological investigation	(606)
10.6.3	Primary evaluation for submarine fresh water resources	(614)
References		(616)

第一章 绪 论

第一节 自然地理环境

东海作为中国东部的大型边缘海,分布于 $21^{\circ}54' \sim 33^{\circ}17'N$, $117^{\circ}05' \sim 131^{\circ}03'E$ 之间。地理上东海北以长江口北岸的启东嘴至韩国济州岛西南角的连线与黄海相连;东北以济州岛东南端至日本福江岛及长崎半岛野母崎角的连线为界,并经朝鲜海峡、对马海峡与日本海相通;东及东南以日本九州岛、琉球群岛及我国台湾岛的连线与太平洋相接;西濒上海市、浙江省、福建省;西南由广东与福建海岸线交界处至台湾猫鼻头的连线与南海相通。自东北向西南长约1 300 km,自西向东宽约740 km,面积约 $77 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。平均水深370 m,最大水深2 322 m。东海是宽大陆架海区,其大陆架和大陆坡面积约 $55 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。

一、地形特征

东海西部为宽阔的大陆架,面积约占海区总面积的66%。北宽南窄,北缓南陡。一般宽约400 km,最宽处位于崇明岛至男女列岛附近,约640 km;瓯江口至钓鱼岛宽350 km;闽江口至花瓶屿宽240 km。地形自大陆岸线向东南缓缓倾斜,平均水深72 m,平均坡度0.037%。50~60 m等深线以西为内陆架,约占陆架面积的20%,南部较北部地形起伏稍大;以东为外陆架,地形很平坦。以 $30^{\circ}N$ 为界,北部由西向东平缓倾斜,南部由西北向东南平缓倾斜,其坡度在0.001%~0.1%之间变化。在外陆架上有一系列规模巨大、NW-SE向排列、脊洼相间的线型沙脊群,一般长13~40 km、宽3~12 km,高差3~9 m。在 $26^{\circ}52'N$, $123^{\circ}25'E$ 至 $26^{\circ}23'N$, $124^{\circ}05'E$ 之间,有一个长约80 km、宽约3~8 km、水深为165~172 m的构造洼地。

东海大陆坡北起男女群岛,南至台湾岛北端,呈窄带型弧状分布于东海陆架和冲绳海槽之间,长达1 100 km。地形陡峻,北宽南窄,平均宽约35 km;北缓南陡,坡度介于1.0%~25%之间,最大可达50%。其上发育了众多从陆架一直切穿至冲绳海槽槽底的海底峡谷。在陆坡下部发育了一些水下台地、海山海丘和浊积扇体。海山相对高差在400~1 200 m之间。

冲绳海槽北浅南深,北段水深700~1 000 m,中段1 000~2 000 m,南段一般大于2 000 m。平均坡度0.15%。槽底发育了大量海山、海丘、槽谷和洼地。北部和南部多以孤立海山为主,中部多以海山链出现。海槽南部(先岛诸岛以北)有一大型槽中洼地,以2 200 m等深线圈闭,东西长约120 km,南北宽约7~11 km。位于 $25^{\circ}13.2'N$, $124^{\circ}45.0'E$ 处的最大水深为2 322 m。南部海槽中央的小野寺海山长约35 km,宽约8~12 km,相对高差近1 100 m。

琉球岛弧自日本九州岛一直延伸至我国台湾岛,位于冲绳海槽东侧,呈向太平洋凸出的弧形,长约1 200 km。岛弧分外弧和内弧,外弧由一系列较大岛屿组成,内弧由众多较小岛屿和水下暗礁组成。在内、外弧之间,分布有弧间洼地。受NW-SE向水道的穿切,海槽侧岛坡折线十分曲折,其南段岛坡较窄,坡度较大,中段和北段较宽,坡度较小。在 $25^{\circ}20' \sim 26^{\circ}30'N$ 之间的岛坡下部坡麓,分布着许多耸立于海底的海山、海丘,有的呈孤立状分布,有的与海槽内的海山、海丘连成一体,构成线状海山(海丘)群(刘忠臣等 2005)。

二、水文状况

(一) 海水温度

冬季,表层水温自南向北、自外海向近岸递减,长江口和杭州湾附近为 $4\sim 8^{\circ}\text{C}$,浙、闽沿岸为 $9\sim 12^{\circ}\text{C}$,台湾海峡为 $12\sim 23^{\circ}\text{C}$,陆架区为 $11\sim 20^{\circ}\text{C}$,黑潮区为 $20\sim 23^{\circ}\text{C}$ 。50 m层及底层水温因对流混合强烈,75 m以浅水域水温分布与表层基本一致,只有陆架边缘底层水温较表层低约 $4\sim 5^{\circ}\text{C}$ 。

春季,表层水温东北部为 $17\sim 20^{\circ}\text{C}$,西北部为 $15\sim 17^{\circ}\text{C}$,浙、闽沿岸为 $18\sim 23^{\circ}\text{C}$,台湾海峡为 $22\sim 27^{\circ}\text{C}$,陆架区为 $15\sim 25^{\circ}\text{C}$,黑潮区为 $24\sim 26^{\circ}\text{C}$ 。在长江口与济州岛之间有一个低于 14°C 的封闭冷水块。长江口外还存在一个低于 17°C 的孤立冷水块。50 m层水温,南部高于 24°C ,西北部低于 11°C ,陆架外侧200 m等深线附近为 $22\sim 25^{\circ}\text{C}$,冲绳海槽南部水域达 26°C 以上。底层水温,大部分陆架区为 $12\sim 20^{\circ}\text{C}$,台湾海峡为 $22\sim 25^{\circ}\text{C}$ 。在济州岛西南有一个自苏岩向东南延伸的低于 13°C 的低温水舌,其前峰接近 31°N 。在澎湖列岛附近,有一个高于 25°C 的高温水团。

夏季,表层水温分布较均匀, 26°N 以北的近岸水域在 28°C 以上,台湾海峡在 27°C 左右,其他大部分水域为 $27\sim 29^{\circ}\text{C}$,黑潮区在 28°C 以上,对马暖流区为 $25\sim 27^{\circ}\text{C}$ 。在长江口与济州岛之间有一个低于 26°C 的封闭冷水块,在长江口外有一个范围不大的高温水舌,舌根部水温大于 29°C ,在奄美大岛西部有一个高于 29°C 的孤立高温水团。50 m层水温近岸低于远海。长江口附近和浙江沿岸,低于 20°C ,福建沿岸低于 23°C ,对马暖流区为 $16\sim 21^{\circ}\text{C}$,且等温线密集分布;在济州岛西南侧有一个深入东海北部的低温水舌,周围等深线较密集,舌前端出现一个低于 14°C 的封闭冷水块,即东海北部冷窝;台湾东北有一个中心水温低于 22°C 的低温水块,黑潮区域为 $26\sim 27^{\circ}\text{C}$,在冲绳海槽中部和南部出现高于 27°C 的高温水团。底层水温,浙、闽沿岸在 25°C 以上,台湾海峡为 $23\sim 25^{\circ}\text{C}$,东北部济州岛以南为 $13\sim 18^{\circ}\text{C}$,黑潮区低于 18°C 。在东海南部存在两个非常明显的向北伸展的水舌,一个是自台湾岛东北侧向北伸展,水温低于 18°C 的冷水舌,向北可达 $31^{\circ}30'\text{N}$ 附近,水温增至 22°C ,另一个是台湾海峡向北伸展的高温水舌,最高温度 25°C 以上,向北可达 $27^{\circ}20'\text{N}$ 附近,暖水舌两侧存在明显的温度锋。

秋季,表层水温在浙、闽沿岸为 $17\sim 21^{\circ}\text{C}$,长江口水域低于 16°C ,等温线走向大致与岸线平行;陆架区为 $18\sim 24^{\circ}\text{C}$,等温线走向WS-EN,水温自东南向西北递减;台湾海峡 $21\sim 24^{\circ}\text{C}$,黑潮区 $24\sim 26^{\circ}\text{C}$;在冲绳海槽南部钓鱼岛和与那国岛之间,有一个高于 26°C 的孤立高温水团。50 m层水温,陆架区水温分布较均匀,等温线大致呈SW-NE走向,自东南向西北递减,水温在 $21\sim 24^{\circ}\text{C}$ 之间;黑潮区在 24°C 以上,冲绳海槽南部高于 26°C 的孤立高温水团依然存在,但范围有所缩小;台湾海峡为 $22\sim 25^{\circ}\text{C}$ 。底层水温,浙、闽沿岸低于 19°C ,北部被一个范围较大的暖水块占据,水温高于近海和东海,水温在 $19\sim 22^{\circ}\text{C}$ 之间;东海南部向北伸的暖水舌与夏季一致,舌根部水温高于 23°C (郭炳火等 2004)。

(二) 海水盐度

冬季,表层盐度,西部沿岸区为 $20.0\sim 32.0$,长江冲淡水向南汇同浙江沿岸水南下,并在浙、闽沿岸形成强盐度锋。在北部有一个自苏北外海沿长江堆向东南延伸的低盐水舌,其前部 34.0 等盐线达 30°N , 127°E ,其他陆架海域为 $33.5\sim 34.7$,黑潮区为 $34.5\sim 34.75$ 。而黑潮区400 m以深水盐度低于 34.5 。

春季,表层盐度,长江口和杭州湾近岸低于 13.0 ,浙、闽沿岸为 $28.0\sim 31.5$,陆架区为 $30.0\sim 34.0$,陆架以东外海为 $34.5\sim 34.8$ 。50 m层盐度,长江口以东低于 33.0 ,浙、闽近海及台湾海峡为 $34.0\sim 34.5$,冲绳海槽大于 34.5 ;在 $28^{\circ}42'\text{N}$, 125°E 附近有一低于 34.0 的低盐水块。底层盐度,浙、闽沿岸低于 32.5 ,并形成沿岸强盐度锋;陆架区为 $32.5\sim 34.5$,黑潮区在 34.5 以上。自苏北外