

5418 56.5021



渤海地质

中国科学院海洋研究所

海洋地质研究室



科学出版社

渤海地质

中国科学院海洋研究所

海洋地质研究室

科学出版社

1985

内 容 简 介

二十余年来,中国科学院海洋研究所海洋地质研究室对渤海的地质学进行了广泛系统的研究。本书全面地总结了该项工作所取得的研究成果,是渤海海洋地质学方面的研究成果专著。

全书分两编,共十章。第一编是现代渤海,共五章,是渤海现代地质作用的总结,系统地阐明了现代渤海的自然地理、海流、水文要素、海岸与海底地貌、沉积物与沉积作用及地球化学等基本特征。第二编是古渤海,共五章,详细地介绍了古渤海的深部地质、火山活动及渤海的形成历史。

本书可供从事海洋地质、海洋石油勘探和开发、海底和海岸工程、军事和航海方面的有关科技人员和教学工作者阅读与参考。

渤 海 地 质

中国科学院海洋研究所

海洋地质研究室

责任编辑 李增全

科 学 出 版 社 出 版

北京朝阳门内大街137号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1985年9月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

1985年9月第一次印刷 印张: 14 3/4

印数: 精1—1,200 插页: 精 7 平 6
平1—1,100 字数: 330,000

统一书号: 13031·2949

本社书号: 4506·13—17

布脊精装 5.10 元
定价: 平 装 4.10 元

前 言

在1982年出版的《黄东海地质》一书前言中曾提到,由于海洋地质科学所要研究的领域和对象是如此的广阔,所以它具有明显的全球性,但它如同其它地球科学一样又具有明显的区域性。可以说,区域海洋地质学的研究可为发展和建立完整的海洋地质学奠定坚实的基础。为此,我们将结合调查研究工作的进展,陆续总结一些区域海洋地质方面的资料。

三面环陆、仅以狭窄的海峡与黄海相通的渤海是我国的一个内海,具有十分优越的自然条件,大部分水域的深度都小于30米,为海底石油的勘探、开发在技术上提供了有利条件。塘沽新港、大连港和秦皇岛港等港口位于渤海沿岸,是发展我国海上航运事业的一个重要基地。渤海也是发展海洋水产业的良好场所。但是,举世闻名的黄河每年输进大量的泥沙,也给某些海洋开发及其前期工程和港口建设造成困难。所以,渤海的地质地貌状况的研究对我国的四化建设有着重要意义。

在五十年代末和六十年代初期,在当时的国家科委海洋组的统一组织指导下,我所与其它兄弟单位一起曾对渤海的表层地质地貌状况开始了调查,取得了不少资料,同时开始了人工地震和重力的试验性测量;随后又进行了几次系统的地质地貌和海底工程地质的调查研究。近几年又进行了海底第四纪地层的钻探取芯工作,为研究渤海的形成取得了重要的资料。本书即是根据这些调查研究取得的资料并参考兄弟单位的研究成果而编写的。

本书分两编,第一编为现代渤海,第二编为古渤海,共分成十章。参加本书编写工作的研究人员有:秦蕴珊、赵一阳、赵松龄、尤芳湖、杨治家、高明德、李成治、林美华、李凡、陈丽蓉、时英民、吴景阳、金翔龙、喻普之、黄庆福、张宏才、苍树溪、高良、郑铁民、申顺喜、孟广兰和管晨钟等,全部图件由李清、蒋孟荣等清绘。

秦蕴珊

1984年6月于青岛

目 录

前言

第一编 现代渤海

第一章 绪论	(1)
第一节 渤海自然地理特征	(1)
一、疆界	(1)
二、海底地形	(2)
三、组成	(2)
四、流入渤海的河流	(3)
五、渤海水文物理特征	(5)
第二节 渤海研究史	(6)
一、萌芽时期	(6)
二、近代时期	(7)
三、现代之研究	(8)
第三节 渤海沉积简史	(9)
一、古新世沉积	(9)
二、始新世沉积	(10)
三、渐新世沉积	(10)
四、中新世沉积	(10)
五、上新世沉积	(10)
六、更新世沉积	(11)
七、全新世沉积	(11)
第二章 海流与水文要素的基本特征	(13)
第一节 潮汐与潮流	(13)
一、潮波系统	(13)
二、潮汐性质和潮差	(14)
三、潮流系统	(15)
四、潮流性质和最大可能潮流	(16)
五、环流和水团	(17)
第二节 海浪	(19)
一、风况	(19)
二、海浪	(22)
三、风暴潮	(24)
第三节 水文要素的变异	(25)
一、海平面的变动	(25)
二、海冰的年变化	(27)
三、海水温、盐度的变异	(27)

第三章 渤海海岸与海底地貌	(31)
第一节 渤海海岸地貌	(31)
一、影响渤海海岸地貌发育的因素	(31)
二、渤海海岸的基本地貌类型	(34)
第二节 渤海海底地貌	(42)
一、渤海海底地形	(43)
二、渤海海底地貌类型	(48)
三、渤海海底地貌组合	(49)
第四章 海底沉积与沉积作用	(50)
第一节 海水中的悬浮体	(50)
一、悬浮体的研究方法	(50)
二、悬浮体的含量分布	(51)
三、悬浮体的物质组成及其来源	(56)
四、影响悬浮体含量分布的因素	(58)
五、关于黄河、辽河入海泥沙影响强度的估计	(59)
六、悬浮体对于海水颜色的影响	(60)
第二节 海底沉积作用的基本轮廓	(60)
一、沉积类型的分布	(61)
二、海底沉积的成因类型	(66)
三、海底沉积物分选系数 (S_0) 的分布	(69)
四、沉积物的来源及沉积过程	(70)
五、沉积作用速度和沉积模式	(73)
六、现代海底泥沙的动态	(74)
第三节 沉积物的碎屑矿物	(76)
一、工作方法	(76)
二、沿岸河流及河口沉积物的碎屑矿物	(79)
三、渤海海底沉积物的碎屑矿物	(80)
第四节 沉积物的粘土矿物	(97)
一、样品的制取	(97)
二、粘土矿物的分析和鉴定	(98)
三、渤海沉积物中的粘土矿物	(105)
四、渤海粘土矿物组分的变化与沉积分区	(106)
五、渤海粘土矿物的成因	(109)
第五节 海底沉积物的土力学性质	(109)
一、岩芯沉积物类型及其分布	(110)
二、岩芯中沉积物的物理性质及其指标	(112)
三、沉积物力学性质及其指标	(114)
四、沉积物岩芯工程性质简述	(115)
第五章 沉积地球化学	(119)
第一节 沉积物的化学成分	(119)
第二节 沉积物中化学成分分布	(119)
一、不同类型沉积物中化学成分分布	(119)

二、表层沉积物中化学成分的区域分布·····	(122)
三、沉积剖面中化学成分的垂向分布·····	(122)
第三节 沉积物中化学成分的赋存状态及相互关系·····	(127)
一、化学成分的赋存状态·····	(127)
二、化学成分的相互关系·····	(129)
第四节 沉积物的 $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ 比值及其氧化-还原特征·····	(130)
第五节 沉积地球化学作用的若干问题·····	(131)
一、化学成分的物质来源·····	(131)
二、化学成分沉积后的变化·····	(132)
三、化学成分的控制因素·····	(133)

第二编 古渤海

第六章 构造与地壳结构·····	(135)
第一节 基底、盖层与构造运动·····	(136)
第二节 区域大地构造单元的划分·····	(140)
第三节 区域构造的基本特征与演变·····	(143)
第四节 地壳结构与地震活动·····	(143)
第五节 地热与岩浆活动·····	(146)
第六节 深断裂与渤海盆地的形成·····	(147)
第七章 古渤海海底的火山活动与元素地球化学特征·····	(150)
第一节 古渤海海底的火山活动·····	(150)
一、渤海湾西岸第四纪火山岩的主要类型·····	(151)
二、渤海湾西岸火山岩的分期·····	(154)
三、渤海湾西岸第四纪火山岩的化学组成·····	(155)
第二节 古渤海地区元素地球化学的垂直分带·····	(156)
一、分析项目·····	(156)
二、垂直分带特征·····	(158)
三、渔供 ₃ 孔光谱分析·····	(158)
第八章 渤海中部B ₀₋₁ 孔的地层划分·····	(161)
第一节 概述·····	(161)
第二节 粒度分析·····	(161)
第三节 重矿物分析·····	(167)
第四节 动物群分析·····	(168)
一、软体动物群·····	(168)
二、微体动物群·····	(171)
第五节 孢粉组合及古气候·····	(175)
一、孢粉分析·····	(175)
二、植被演替与古气候变化·····	(180)
第六节 天然热释光测量与放射性测年·····	(180)
一、天然热释光测量·····	(180)
二、放射性测年·····	(183)
第七节 古地磁测量·····	(183)

一、工作方法	(183)
二、B ₀₋₁ 孔古地磁测量结果的统计分析	(184)
三、渤海B ₀₋₁ 孔地磁地层的划分	(184)
四、渤海B ₀₋₁ 孔各海相层的时代与沉积速度	(188)
第八节 渤海B ₀₋₁ 孔海、陆相地层的划分	(189)
第九章 古渤海第四纪地层及其划分	(191)
第一节 古渤海动物群	(191)
一、古脊椎动物群	(192)
二、软体动物群	(192)
三、有孔虫动物群	(193)
四、介形类动物群	(195)
第二节 古渤海海侵与海相地层	(196)
一、渤海湾西岸的海相地层	(196)
二、下辽河平原沿岸的海相地层	(201)
三、渤海B ₀₋₁ 孔的海相地层	(202)
四、海相地层的形成时代	(202)
第三节 古渤海晚更新世以来的地层划分	(204)
一、中、晚更新世地层的分界	(205)
二、晚更新世地层的划分	(205)
三、晚更新世、全新世地层的分界	(206)
四、全新世地层的划分	(206)
第四节 古渤海第四纪地层的划分	(207)
一、渤海湾西岸的第四纪地层	(209)
二、下辽河地区的第四纪地层	(209)
三、渤海地区第四纪地层划分的原则	(210)
第十章 古渤海形成史	(212)
第一节 古渤海的最初形成	(212)
第二节 晚更新世以来的古渤海演化	(215)
一、沧州海侵	(215)
二、渤海海侵	(216)
三、献县海侵	(217)
四、黄骅海侵	(219)
第三节 古渤海的海面变化与岸线变迁	(220)
一、古海面变化	(220)
二、古海岸线变迁	(222)

GEOLOGY OF THE BOHAI SEA

*Department of Marine Geology, Institute of
Oceanology, Academia Sinica*

Contents

Preface

PART I MODERN BOHAI SEA

CHAPTER 1 INTRODUCTION	(1)
1.1 Physiographic characteristics	(1)
1.1.1 Boundary	(1)
1.1.2 Submarine topography	(2)
1.1.3 Provinces	(2)
1.1.4 Rivers around the Bohai Sea	(3)
1.1.5 Hydro-physical characteristics	(5)
1.2 Investigated history	(6)
1.2.1 Primary period	(6)
1.2.2 Middle period	(7)
1.2.3 Recent investigation	(8)
1.3 Brief sedimentary history	(9)
1.3.1 Palaeocene sediment	(9)
1.3.2 Eocene sediment	(10)
1.3.3 Oligocene sediment	(10)
1.3.4 Miocene sediment	(10)
1.3.5 Pliocene sediment	(10)
1.3.6 Pleistocene sediment	(11)
1.3.7 Holocene sediment	(11)
CHAPTER 2 BASIC CHARACTERISTICS OF CURRENTS AND HYDROGRAPHICAL ELEMENTS	(13)
2.1 Tides and tidal currents	(13)
2.1.1 System of tidal waves	(13)
2.1.2 The property of tides and tidal ranges	(14)
2.1.3 System of tidal currents	(15)
2.1.4 The property of tidal currents and maximum possible tidal current	(16)
2.1.5 Circulation and water masses	(17)

2.2	Waves	(19)
2.2.1	Winds	(19)
2.2.2	Waves	(22)
2.2.3	Storm tides	(24)
2.3	Variations of the hydrographical elements	(25)
2.3.1	Sea level changes	(25)
2.3.2	Annual changes of sea ice	(27)
2.3.3	Variations of temperature and salinity	(27)
CHAPTER 3 COAST AND SUBMARINE GEOMORPHOLOGY		(31)
3.1	Coastal geomorphology	(31)
3.1.1	Effect factors of development of coastal geomorphology	(31)
3.1.2	Main coastal types	(34)
3.2	Submarine geomorphology	(42)
3.2.1	Submarine morphology	(43)
3.2.2	Geomorphological types	(48)
3.2.3	Geomorphological assemblages	(49)
CHAPTER 4 SUBMARINE SEDIMENTATION		(50)
4.1	Suspended matter in sea water	(50)
4.1.1	Investigated methods	(50)
4.1.2	Distributions of concentration	(51)
4.1.3	Compositions and sources	(56)
4.1.4	Effect factors on concentration of suspended matter	(58)
4.1.5	Load discharge from Huanghe River and Liaohe River	(59)
4.1.6	Relationship between concentrations of suspended matter and sea water colors	(60)
4.2	Outline of submarine sedimentation	(60)
4.2.1	Distribution of sediment types	(61)
4.2.2	Genetic types of sediments	(66)
4.2.3	Distribution of sorting coefficient (S_0)	(69)
4.2.4	Sediment sources and its processes	(70)
4.2.5	Sediment rates and its model	(73)
4.2.6	Sediment movement on sea floor	(74)
4.3	Detrital minerals of sediments	(76)
4.3.1	Investigated method	(76)
4.3.2	Detrital minerals of sediments in the estuaries and river bed	(79)
4.3.3	Detrital minerals of submarine sediments	(80)
4.4	Clay minerals in marine sediments	(97)
4.4.1	Sample preparation	(97)
4.4.2	Analysis and identification of the clay minerals	(98)
4.4.3	Clay minerals in sediments of Bohai Sea	(105)

4.4.4	Change of clay mineral composition and its division.....	(106)
4.4.5	Genesis of clay mineral in the Bohai Sea	(109)
4.5	Mechanical properties of submarine sediment.....	(109)
4.5.1	Sedimentary types and its distribution.....	(110)
4.5.2	Physical properties and its indicator.....	(112)
4.5.3	Mechanical properties and its indicator.....	(114)
4.5.4	Brief of engineering properties.....	(115)
CHAPTER 5	GEOCHEMISTRY OF SEDIMENTS	(119)
5.1	Chemical composition.....	(119)
5.2	Distribution of chemical composition.....	(119)
5.2.1	Distribution of chemical composition in various types.....	(119)
5.2.2	Regional distribution of chemical composition in surface sediments	(122)
5.2.3	Vertical distribution of chemical composition in sediment columns	(122)
5.3	Existence-state and relationship of chemical composition in sediments	(127)
5.3.1	Existence-state of chemical composition.....	(127)
5.3.2	Relationship of chemical composition.....	(129)
5.4	$\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ ratio and oxidation-reduction characteristics of sedi- ments.....	(130)
5.5	Some problems on geochemical process of sediments	(131)
5.5.1	Material source of chemical composition.....	(131)
5.5.2	Post-sedimentary variation of chemical composition.....	(132)
5.5.3	Controlling factors of chemical composition.....	(133)

PART II THE PALAEO-BOHAI SEA

CHAPTER 6	TECTONICS AND CRUSTAL STRUCTURE.....	(135)
6.1	Basement, cover and structural movement.....	(136)
6.2	Division of regional geotectonic elements.....	(140)
6.3	Basic characteristics of tectonics and evolution.....	(143)
6.4	Crustal structure and seismic activity.....	(143)
6.5	Geothermal heat and magma activity	(146)
6.6	Deep fracture and Bohai basin formation.....	(147)
CHAPTER 7	VOLCANIC ACTIVITY OF SUBMARINE AND CHARACTERISTIC OF ELEMENT GEOCHEMISTRY IN THE PALAEO-BOHAI SEA.....	(150)
7.1	Volcanic activity of submarine in the Palaeo-Bohai Sea.....	(150)
7.1.1	Major types of Quaternary volcanic rock in western coast of the Bohai Bay.....	(151)
7.1.2	Stage of volcanic rock in western coast of the Bohai Bay	(154)

• viii •

7.1.3	Chemical composition of Quaternary volcanic rock in the western coast of the Bohai Bay.....	(155)
7.2	Vertical zone distribution of element geochemistry in the Palaeo-Bohai Sea	(156)
7.2.1	Analytical items.....	(156)
7.2.2	Character of vertical zone	(158)
7.2.3	Spectroanalysis of Yugong-3 core.....	(158)
CHAPTER 8 STRATIGRAPHIC DIVISION OF THE BOHAI SEA B _{c-1} CORE		
8.1	Generalization	(161)
8.2	Granulometry.....	(161)
8.3	Heavy minerals analysis.....	(167)
8.4	Fossil fauna determination.....	(168)
8.4.1	Mollusc fossil fauna.....	(168)
8.4.2	Microfossil fauna.....	(171)
8.5	Spore-pollen society.....	(175)
8.5.1	Spore-pollen analysis	(175)
8.5.2	Plant succession and paleoclimatic variations.....	(180)
8.6	Natural thermoluminescent measure and C ¹⁴ dating.....	(180)
8.6.1	Natural Thermoluminescent measure.....	(180)
8.6.2	C ¹⁴ dating.....	(183)
8.7	Palaeomagnetic measurements.....	(183)
8.7.1	Measuring method.....	(183)
8.7.2	Sample's statistical analysis.....	(184)
8.7.3	Magnetic-stratigraphic division of the Bohai sea B _{c-1} core	(184)
8.7.4	Marine formation age and sedimentation rate of the Bohai Sea B _{c-1} core	(188)
8.8	Stratigraphic division of marine and continental facies.....	(189)
CHAPTER 9 QUATERNARY SEDIMENT AND STRATIGRAPHIC DIVISION IN THE PALAEO-BOHAI SEA		
9.1	Palaeo-Bohai sea fossil fauna	(191)
9.1.1	Fossil vertebrates	(192)
9.1.2	Fossil mollusc.....	(192)
9.1.3	Fossil foraminifera.....	(193)
9.1.4	Fossil ostracod	(195)
9.2	Palaeo-Bohai sea transgression and its marine formations.....	(196)
9.2.1	Marine formation in the western coast of the Bohai Sea Bay	(196)
9.2.2	Marine formation in the coastal plain region of Xialiaohe River.....	(201)
9.2.3	Marine formation of the Bohai sea B _{c-1} core.....	(202)

9.2.4 Age of marine formation.....	(202)
9.3 Stratigraphic division since the late Pleistocene of the Palaeo- Bohai Sea.....	(204)
9.3.1 Stratigraphic boundary between the middle and late Pleistocene	(205)
9.3.2 Stratigraphic division of late Pleistocene	(205)
9.3.3 Stratigraphic boundary between Holocene and Pleisto- cene	(206)
9.3.4 Stratigraphic division of Holocene	(206)
9.4 Quaternary stratigraphic division of palaeo-Bohai sea.....	(207)
9.4.1 Quaternary formations of the west coastal region of the Bohai sea	(209)
9.4.2 Quaternary formations of Xialiaohe River region.....	(209)
9.4.3 Principle of Quaternary stratigraphic division.....	(210)
CHAPTER 10 FORMATION HISTORY OF THE BOHAI SEA.....	(212)
10.1 Original formation of Palaeo-Bohai Sea	(212)
10.2 Bohai sea's succession since the late Pleistocene.....	(215)
10.2.1 Cangzhou transgression	(215)
10.2.2 Bohai Sea transgression	(216)
10.2.3 Xianxian transgression.....	(217)
10.2.4 Huanghua transgression	(219)
10.3 Sea level change and coastline movement of the Palaeo-Bohai Sea.....	(220)
10.3.1 Sea level change of Paleo-Bohai sea.....	(220)
10.3.2 Coastline movement of Palaeo-Bohai sea	(222)

第一编 现代渤海

第一章 绪 论

第一节 渤海自然地理特征

一、疆 界

渤海位于北纬 $37^{\circ}07'$ — $41^{\circ}0'$ 、东经 $117^{\circ}35'$ — $121^{\circ}10'$ 之间。它的东面有渤海海峡与黄海相通，其余三面均为大陆所围。在我国行政区划上，它的北界属辽宁省，西界属河北省和天津市，南界为山东省，东以辽东半岛的老铁山西南角与山东半岛的蓬莱间的连线——渤海海峡为界（图1-1-1）。从地形轮廓来看，渤海好像北黄海伸入内陆的一个

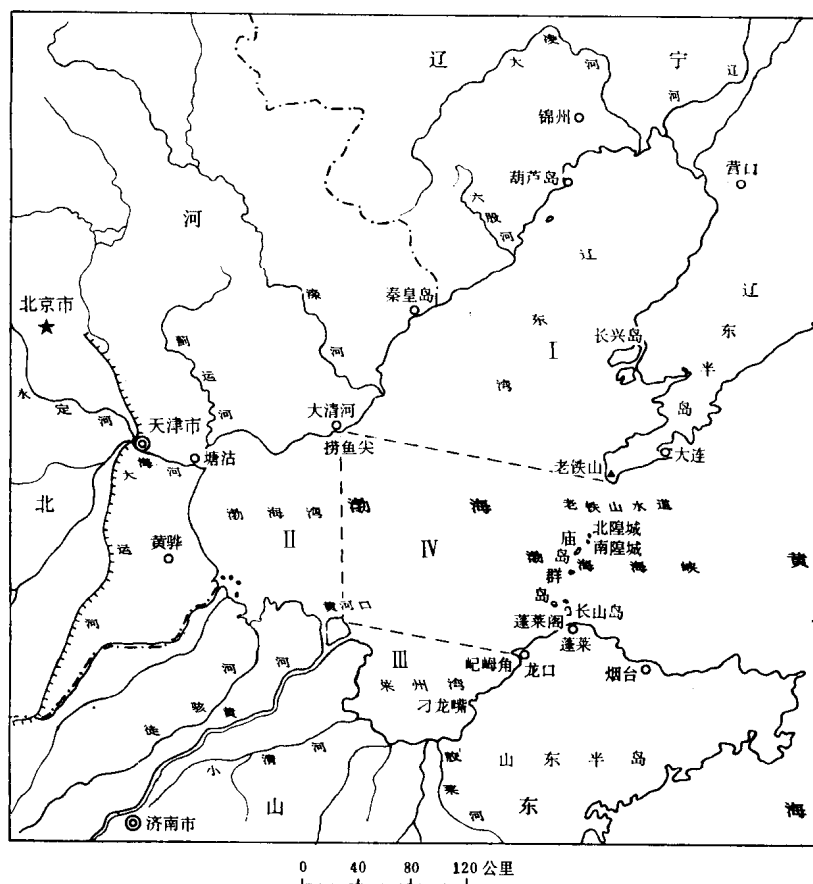


图1-1-1 渤海位置图

大海湾，故过去亦有人将整个渤海叫做渤海湾或称内黄海。渤海南北长约300海里，东西宽约160海里，岸线所围的形态，好似一个葫芦。

二、海底地形

从渤海水深分布特征来看，它为东北-西南向的浅海，海底地形从三个海湾向渤海中央及渤海海峡方向倾斜，坡度平缓，平均坡度为 $0^{\circ}0'28''$ 。渤海是我国水深最浅的领海，平均水深只有18米，有26%的海域在水深10米以内，中央海盆最深处的水深只有30米，在渤海海峡的老铁山水道，由于进出潮流的冲刷作用，局部可出现水深达80米左右的冲刷潮沟。在海河和辽河河口附近，由于河口水下三角洲的堆积作用，致使等深线远远向海突出，5米等深线距岸分别为30公里和45公里。在黄河口由于大量泥沙的影响，除形成陆上三角洲外，还形成特有的水下三角洲地形。用一根4米长的竹杆，可轻易伸进拔出，这是黄河口地区所特有的泥浆沉积区，在那里，几乎无法量出水深。

三、组成

整个渤海由以下五部份组成：辽东湾、渤海湾、莱洲湾、中央盆地和渤海海峡。

辽东湾位于渤海北部，如图1-1-1中的I，它从河北省的大清河口至辽东半岛南端的老铁山一线为其南界。从旅顺老铁山角至盖县一带为基岩砂质海岸，盖县以北经营口至小凌河口之间为淤泥质海岸，小凌河口起向南至北戴河一带又为基岩砂质海岸。从盖县到小凌河口为辽河平原区^[1]。辽东湾的地形从湾顶及两岸向中央倾斜，而且它的东侧又较西侧为深，最大水深30余米。辽东湾分布着粒度较细的粉砂质软泥和粘土质软泥。

渤海湾位于渤海西部，属河北省和天津市，其南部归山东省，如图1-1-1中的II所示，东以河北省大清河口到山东半岛北岸的黄河口一线为界。关于渤海湾的海岸类型，简单来说，从河北省北戴河口至南堡一段为沙岸，从南堡南下经黄河口到山东掖县虎头崖一带为淤泥质海岸，也是华北大平原所在之处。渤海湾的海底地形从湾顶向渤海中央倾斜，湾内水深较浅，一般均小于20米。由于受黄河和海河带来的物质的影响，在渤海湾形成了我国规模最大的潮间带，同时也形成了范围最广和岸线最长的淤泥质海岸。在渤海湾和辽东湾之间有一条砂质沉积带，它把辽东湾和渤海湾的淤泥质海岸分开。

莱洲湾位于渤海南部，如图1-1-1中的III，它的北界从黄河口至山东半岛龙口 岬岬岛一线。该湾为粉砂淤泥质海岸。莱州湾因黄河三角洲向海凸出而与渤海湾分开，成为独立的海湾。可以认为在黄河三角洲形成以前，莱州湾乃为渤海湾的一部分，只是在历史时期中，逐渐独立成新的海湾，湾内地形平坦，略向渤海中央倾斜，湾内水深一般为10—15米。

渤海中央盆地位于渤海中央地区，如图1-1-1中的IV，它是渤海的较深部分或曰中心地区。它以辽东湾的南界为其北界，以莱州湾的北界为其南界，以渤海湾的东界为其西界，它的东部则以渤海海峡的西部为界，这样，它的平面形态为一四边形(图1-1-1)。渤海中央盆地的地形比较平坦，水深一般为20—25米左右，最大水深近30米。由于渤海的四周几乎为大陆所包围，并有黄河、海河、滦河和辽河等河流，每年都带来大量泥

砂，除就近沉积于河口及湾内以外，其余部分则被漂移至渤海中央盆地，最后终将沉降下来。因此，渤海中央盆地中的砂质粘土软泥和粘土质软泥主要源于黄河及其他一些河流所带来的陆源物质。

渤海海峡指我国辽东半岛南端老铁山西南至山东半岛蓬莱县登州头一段水域，宽约57海里。海峡中散布着著名的庙岛列岛，这些岛屿把渤海海峡分成六个主要的水道，各水道的宽度与深度各不相同。但从总的情况来看，北面水道宽而深，南面的水道窄而浅。各水道的主要特征列于表1-1-1。很显然，渤海海峡中的最主要地形为庙岛列岛横亘于海峡中部。在地质构造上，它们都是辽东半岛和山东半岛在海中的延伸部分。在第四纪期间，凡处于冰期海退时，它们与陆地相连，成为山东丘陵或辽东丘陵的一部分，而在间冰期时便成为海中岛屿。现在的庙岛列岛乃为全新世海侵发生之后，方才为海水所淹，而沉沦于海峡之中。

庙岛群岛据不完全统计，系由几十个面积不等的岛屿所组成，北自北隍城岛，南到登州头，长约35海里左右。按其位置分布又可分为北、中、南三群；北群位于列岛的北部，主要由北隍城岛、南隍城岛、大小钦岛等；中群位于列岛中部，主要由砣矶岛、高山岛、猴矶岛、车由岛、大小竹山岛等；南群位于列岛南部，主要由大、小黑山岛、庙

表1-1-1 渤海海峡各水道数据*

水道名称	地 区	海峡宽度 (海里)	海峡水深 (米)
老铁山水道	老铁山西南角—北隍城岛间	22	50—65(最大水深达80米)
小钦水道	北隍城岛—大钦岛间	10	约45
大钦水道	小钦岛—大钦岛间	2	34
北砣矶水道	大钦岛—砣矶岛间	5—6	30—45
南砣矶水道	砣矶岛—北长山岛间	10	20
登州水道	南长山岛—登州头间	3—4	12—20

* 孙湘平，1975，中国海的地理概况，海洋科技通讯，国家海洋局第一海洋研究所。

岛，北长山岛和南长山岛等。其中南长山岛（面积204平方公里）为庙岛群岛中最大的岛屿。在渤海范围内，渤海海峡是地形起伏最骤之处，也是海流流速最大之处。在海峡底部，几乎很少沉积，大部分为基岩裸露，或具有少量砾石停积于此，只有在靠近南部的长山水道底部才有薄层第四纪松散沉积^[2]。

四、流入渤海的河流

黄河为中国第二大河，也是世界含沙量最高的河流，它源于我国西部青海省的巴颜喀喇山北麓的古宗列渠，流经九省，最后在山东省利津县东北注入渤海，全长4845公里，流域面积为745100平方公里。黄河在下游河床非常不稳定，据有史可查的记载，近两千多年来，黄河大小决口达1590次，大改道8次。改道范围北达天津，南至淮河，影响面积达25万平方公里。现在的黄河三角洲是在1855年黄河在河南兰封（今兰考）铜瓦

厓决口，夺大清河故道入海后堆积而成的。黄河的年平均径流量为482亿立方米，为长江的1/20，珠江的1/8。黄河平均含沙量每立方米达37.6公斤，年平均输沙量约为12亿吨，促成了黄河三角洲的迅速形成。

同时其年径流量与年输沙量的最大值与最小值相差较大，最大年径流量为973.1亿立方米（1964年），最小年径流量为91.5亿立方米（1960年），相差九倍。最大年输沙量为21亿吨（1958年），最小年输沙量为2.42亿吨（1960年），相差也是9倍。

黄河平均流量为1400立方米/秒，最大为10400立方米/秒（1958年7月25日），其年内水沙情况分配也极不均衡，如表1-1-2所示（据1950年—1977年观测资料）。

表1-1-2 黄河河口段水沙月平均统计表¹⁾

月 份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
项 目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
径 流 量	13.69	12.26	22.57	24.70	23.43	19.46	50.56	77.61	71.61	65.01	41.17	20.78
(亿立方米)												
占 年 量	3.1	2.8	5.1	5.6	5.3	4.4	11.4	17.5	16.2	14.7	9.3	4.7
(%)												
输 沙 量	0.037	0.048	0.227	0.302	0.271	0.245	1.71	3.49	2.61	1.47	0.635	0.125
(亿吨)												
占 年 量	0.3	0.4	2.0	2.8	2.4	2.2	15.3	31.2	23.4	13.2	5.7	1.1
(%)												

从表1-1-2可见，黄河来水来沙主要在秋汛，即7—10月。由于黄河源远流长，中游地区暴雨洪水下泄，于这一时期常形成全年最大径流与输沙。

海河为华北平原上最大的河流，它由南运河、子牙河、大清河、永定河和北运河五大河流共同汇合而成。严格说来，上述五条河流在天津汇合后直到入海的河段，才称之为海河。海河流域西起太行山，东临渤海，北跨燕山，南界黄河，流域面积达265000平方公里，流域内的年平均降水量在400—600毫米之间；旱年只有200毫米，洪水年多达1300—1400毫米。全年雨量分布不均，春季风多雨少，夏秋雨量集中，年雨量的60—80%集中在7、8、9三个月。海河流域的这种气候特征，基本上也能代表渤海湾地区的气候特征。海河的年径流量为154亿立方米，年输沙量约600万吨。

辽河为我国东北地区南部的最大入海河流，它的上源有二：西辽河源于河北省七老图山脉之光头山，东辽河发源于吉林省的哈达岭西侧，东西辽河在三江口附近汇合后才称辽河。流贯辽宁省中部，在南下途中汇纳了柳河、浑河、太子河等支流到营口附近注入渤海辽东湾，流经河北、吉林和辽宁三省。全长1430公里，流域面积219000平方公里。

辽河流域冬季严寒漫长，夏季炎热短促，年平均降水量为465毫米左右，主要集中于每年7月和8月。辽河的年径流量为165亿立方米，5—6月流量开始上升，7、8两月径流量最大，9月以后逐渐减小，12月—2月为枯水期，也为结冰期，3月融冰流量渐增。辽河的输沙量高达2000—5000万吨。

滦河发源于巴延图古尔山，流经内蒙高原和燕山山地，在滦县出山区进入平原，至