

余贞寿 著

温州

WENZHOU
TAIFENG BAOYU YUQIANG TUJI

台风

暴雨

雨强

图集



气象出版社
China Meteorological Press

内部资料 注意保存

山东近岸海域环境 状况及修复

王茂剑 主编

海洋出版社

2012年·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

山东近岸海域环境状况及修复/王茂剑主编. —北京:
海洋出版社, 2012. 6

ISBN 978 - 7 - 5027 - 8288 - 7

I. ①山… II. ①王… III. ①近海 - 海洋环境 - 研究 -
山东省 IV. ①X145

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 123168 号

责任编辑: 杨传霞

责任印制: 赵麟苏

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

2012 年 6 月第 1 版 2012 年 6 月北京第 1 次印刷

开本: 889mm × 1194mm 1/16 印张: 22.5

字数: 560 千字 定价: 98.00 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

山东近岸海域环境状况及修复

山东省“908”专项领导小组组长：侯英民

主管专项工作的副组长：纪家苏

山东省“908”专项办公室：丁志习 贺 光 潘秀莲

项 目 承 担 单 位：山东省海洋水产研究所

山东省海洋生态修复重点实验室

主 编：王茂剑

副 主 编：马元庆 宋秀凯

编 委（以姓氏笔画排序）：

马元庆	于 宁	王茂剑	王叶堂
白艳艳	宋秀凯	任利华	孙 珊
孙玉增	邢红艳	吕振波	刘义豪
汤宪春	刘小静	李 斌	李 凡
张焕军	谷伟丽	李佳蕙	伯宁亮
贺 光	秦华伟	徐艳东	徐英江
陶慧敏	高玮婧	靳 洋	潘秀莲

前言

Foreword

近岸海域是自然界岩石圈、水圈、大气圈和生物圈相互作用最频繁的区域，也是人类开发活动最活跃的地带，海、陆各种营力的作用和人类开发活动势必会对近岸海域生态环境产生一定的影响；反过来，海域生态环境的改变又会制约人类的开发活动。随着陆域资源的日益匮乏、人口的膨胀和环境的变化，向海洋进军，科学开发、利用海洋，被赋予了更加现实和深远的内涵。

山东省是海洋经济大省，2010年实现海洋经济产值6 808.1亿元，占全省国民经济生产总值的17.3%，海洋经济的持续发展，对于全省经济社会的健康发展举足轻重。2011新年伊始，《山东半岛蓝色经济区发展规划》（以下简称《规划》）由国务院（国函〔2011〕1号文件）批复实施。《规划》的批复实施，标志着山东半岛蓝色经济区建设正式上升为国家战略，成为国家海洋总体发展战略和区域协调发展战略的重要组成部分，也是我国区域发展从陆域延伸到海域、实现陆海统筹的重大战略举措和战略步骤。如何合理、有效地开发利用海洋，使之最大限度地为经济社会发展服务、为人类造福，同时又能保护海域生态环境，最根本的就是要通过探索研究，充分了解海洋，掌握近岸海域生态环境现状及变化趋势，提出监管、保护以及修复措施，并加以实施，最终实现经济社会和环境保护的协调发展。

本书是在充分参考山东省“908”专项成果、多年来全省各级海洋环境监测机构的监测数据及众多海洋科研工作者相关研究成果的基础上编写的。全书主要研究分析了山东近岸海域环境状况，特别是入海河口、排污口、重点海湾、重点养殖区等敏感海域的环境状况，以及环境状况的演变规律和发展趋势，提出了修复的对策。本书的作用：一是为各级政府和主管部门在合理开发、科学利用海洋资源等提供科学的决策依据；二是满足海洋综合管理的需要，对保护海洋环境、保护海洋资源、制定海洋规划、进行海洋区域布局和海洋结构调整提供科学的数据；三是为海洋科技与教育工作者的研究、教学等提供较为全面的基础资料。

在课题组的共同努力下，主要完成了以下工作：

(1) 研究分析了山东主要入海河流数量、分布、径流量、流域面积、主要污染物及生态环境现状，并提出了修复建议。

(2) 研究分析了山东主要入海排污口现状，并提出监管及修复建议。主要包括入海排污口数量、分布情况；主要污染物种类、浓度、总量和来源；排污口邻近海域功能区类型、开发利用状况、生态环境现状；主要入海排污口及邻近海域水质、沉积物和生物质量现状评价。

(3) 研究分析了山东重点海湾的现状。主要包括自然地理情况、海湾及其沿岸的开发利用情况、海湾沿岸社会经济发展情况及保护措施等。

(4) 研究分析了山东增养殖区现状并提出保护措施。主要包括山东沿海主要增养殖区的分布、养殖类型、养殖品种、养殖密度、产量、产值等总体状况；增养殖区主要污染物种类、浓度、来源分析等；增养殖区水质、沉积物环境和生物质量现状。

(5) 研究了其他功能区用海的现状，并提出监管及保护、修复措施。主要包括山东沿海主要倾废区、旅游度假区、海洋保护区的分布及环境状况；山东沿海主要海洋灾害等。

项目开展以来，得到了山东省海洋与渔业厅领导及“908”专项办公室的关怀与大力支持，“908”专项其他子项目承担单位为本书提供了大量基础资料，项目组还参考了全省海洋环境监测工作者及科研工作者的监测与研究成果，在此一并表示感谢。

CONTENTS 目次

山东近岸海域环境状况及修复

第1章 山东近岸海域概况	(1)
1.1 山东海域的范围和面积	(1)
1.2 潮间带和不同水深海域面积	(4)
1.3 气候与气象	(5)
1.4 水文	(7)
第2章 山东主要入海河口	(11)
2.1 简介	(11)
2.2 主要入海河口概况、污染现状	(11)
2.3 入海河流环保措施和修复建议	(75)
第3章 山东陆源入海排污口总体状况	(80)
3.1 入海排污口数量及地域和类型分布情况	(80)
3.2 主要排污口及其邻近海域环境质量状况	(83)
3.3 入海排污口环境质量总体状况	(115)
3.4 各类型排污口环境质量总体状况	(126)
3.5 排污口环境质量状况综合评价分析及修复建议	(135)
第4章 山东重点海湾	(137)
4.1 山东海湾概况	(137)
4.2 海湾的气候特征	(144)
4.3 海湾的海浪特征	(144)
4.4 海湾的潮汐、风暴潮、假潮	(147)
4.5 海湾的潮流特征	(155)
4.6 重点海湾环境质量现状及修复建议	(157)
第5章 山东重点海水增养殖区	(227)
5.1 自然条件	(227)

5.2	山东海水养殖现状	(227)
5.3	山东海水增养殖区环境质量评价	(244)
5.4	海水增养殖区综合分析与评价	(264)
第6章	山东滨海旅游度假区	(266)
6.1	山东滨海旅游度假区简介	(266)
6.2	山东滨海旅游度假区评价方法	(270)
6.3	山东滨海旅游度假区质量现状	(283)
6.4	山东滨海旅游度假区影响因素及对策	(289)
第7章	山东海洋保护区	(294)
7.1	保护区建设情况	(294)
7.2	海洋自然保护区	(295)
7.3	海洋特别保护区	(299)
7.4	存在的主要问题	(305)
7.5	保护、修复措施	(305)
第8章	山东主要海洋灾害	(307)
8.1	概述	(307)
8.2	海洋地质灾害	(309)
8.3	海洋环境灾害	(322)
8.4	海洋生物灾害	(334)
8.5	海洋污染事故	(346)
8.6	海洋防灾减灾建议	(351)

第1章 山东近岸海域概况

山东半岛是我国最大的半岛，位于渤海与黄海之间，东与朝鲜半岛、日本列岛隔海相望，西连黄河中下游地区，南接长三角地区，北临京津冀都市圈，是环渤海地区与长江三角洲地区的重要接合部、黄河流域地区最便捷的出海通道、东北亚经济圈的聚能中心。

2009年4月，胡锦涛总书记视察山东时指出，要大力发展海洋经济，科学开发海洋资源，培育海洋优势产业，打造山东半岛蓝色经济区。10月，胡锦涛总书记再次视察山东时强调要建设好山东半岛蓝色经济区。2011年，《山东半岛蓝色经济区发展规划》（以下简称《规划》）由国务院国函〔2011〕1号文件批复实施。《规划》的批复实施，是我国区域发展从陆域延伸到海域、实现陆海统筹的重大战略举措和战略步骤，标志着山东半岛蓝色经济区建设正式上升为国家战略，成为国家海洋总体发展战略和区域协调发展战略的重要组成部分。山东半岛蓝色经济区规划主体区范围包括山东全部海域和青岛、东营、烟台、潍坊、威海、日照六市及滨州市的无棣、沾化2个沿海县所属陆域，海域面积 $15.95 \times 10^4 \text{ km}^2$ ，覆盖整个山东海洋国土面积，陆域面积 $6.4 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。

本课题主要研究对象为山东近岸海域。近岸海域是指我国领海基线向陆一侧的全部海域，尚未公布领海基线的海域及内海，指-10 m等深线向陆一侧的全部海域。山东近岸海域面积约为 $2.6 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。

1.1 山东省海域的范围和面积

依据《联合国海洋法公约》和我国的海洋法律制度，确定山东省海域的内海、领海、毗连区、专属经济区的范围和面积。

1.1.1 山东海域内领海基线

按照《中华人民共和国政府关于中华人民共和国领海基线的声明》（1996年5月15日），领海基线在山东荣成山东高角以南为下列各相邻基点之间的直线连线。

- (1) 山东高角①： $37^\circ 24.0' \text{ N}$ ， $122^\circ 42.3' \text{ E}$ 。
- (2) 山东高角②： $37^\circ 23.7' \text{ N}$ ， $122^\circ 42.3' \text{ E}$ 。
- (3) 镆耶岛①： $36^\circ 57.8' \text{ N}$ ， $122^\circ 34.2' \text{ E}$ 。
- (4) 镆耶岛②： $36^\circ 55.1' \text{ N}$ ， $122^\circ 32.7' \text{ E}$ 。
- (5) 镆耶岛③： $36^\circ 53.7' \text{ N}$ ， $122^\circ 31.1' \text{ E}$ 。
- (6) 苏山岛： $36^\circ 44.8' \text{ N}$ ， $122^\circ 15.8' \text{ E}$ 。
- (7) 朝连岛： $35^\circ 53.6' \text{ N}$ ， $120^\circ 53.1' \text{ E}$ 。
- (8) 达山岛： $35^\circ 00.2' \text{ N}$ ， $119^\circ 54.2' \text{ E}$ 。

1.1.2 山东海域的内海

山东省海域的内海位于渤海南部 12 n mile 以内海域和黄海基线向陆一侧的海域。根据《县际间海域技术导则》，海域界线起始点一般为海岸界点。渤海海域的县际间海域行政区域界线终点：

海域界线起始点为非河口时，海域界线终点自 0 m 等深线沿大体垂直海岸线向海方向延伸 12 n mile。

海域界线起始点为河口时，海域界线终点自海域界线起始点沿大体垂直海岸线向海方向延伸 12 n mile。

- 据此测算，山东省海域的内海的面积为 $3.59 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。包括：
- (1) 渤海山东海域。西起冀鲁交界处的大口河口 ($38^{\circ}17'00''\text{N}$, $117^{\circ}51'30''\text{E}$)，至渤海海分界线以东，海岸突出部位向海推至 12 n mile 连线以内海域。12 n mile 以外有管辖岛屿的，自岛屿外侧岸线向海推至 3 n mile。渤海山东海域面积为 $1.21 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。
 - (2) 黄海山东海域。面积约为 $2.38 \times 10^4 \text{ km}^2$ ，其中：
 - ①北黄海海域。自渤海海分界线以西依次连接山东和辽宁勘界线东边界点、烟台至威海界线终点、威海山东高角北部 12 n mile 处与海岸线围成的区域，面积为 $0.63 \times 10^4 \text{ km}^2$ ；
 - ②南黄海海域。按照领海基线到海岸线之间的区域，面积为 $1.75 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。

图 1-1 为山东内海示意图。图 1-2 为山东省海域分布情况。

1.1.3 山东海域的领海

领海宽度为从领海基线量起向外 12 n mile。山东海域的领海面积约为 $1.42 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。

1.1.4 山东海域的毗连区

毗连区的宽度为 12 n mile。毗连区的外部界限为一条其每一点与领海基线的最近点距离等于 24 n mile 的线，其面积为 $1.43 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。

1.1.5 山东海域的专属经济区

专属经济区指领海以外并邻接领海的区域，从测算领海宽度的基线量起延至 200 n mile。山东海域的专属经济区面积为 $9.51 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。

按照《联合国海洋法公约》和我国的海洋法律制度，确定山东海域的海域面积为 $15.95 \times 10^4 \text{ km}^2$ ，见表 1-1。

表 1-1 山东省海域面积统计（据《联合国海洋法公约》）

范 围	面 积 ($\times 10^4 \text{ km}^2$)
山东海域内海	3.59
山东海域领海	1.42
山东海域毗连区	1.43
山东海域专属经济区	9.51
总面积	15.95

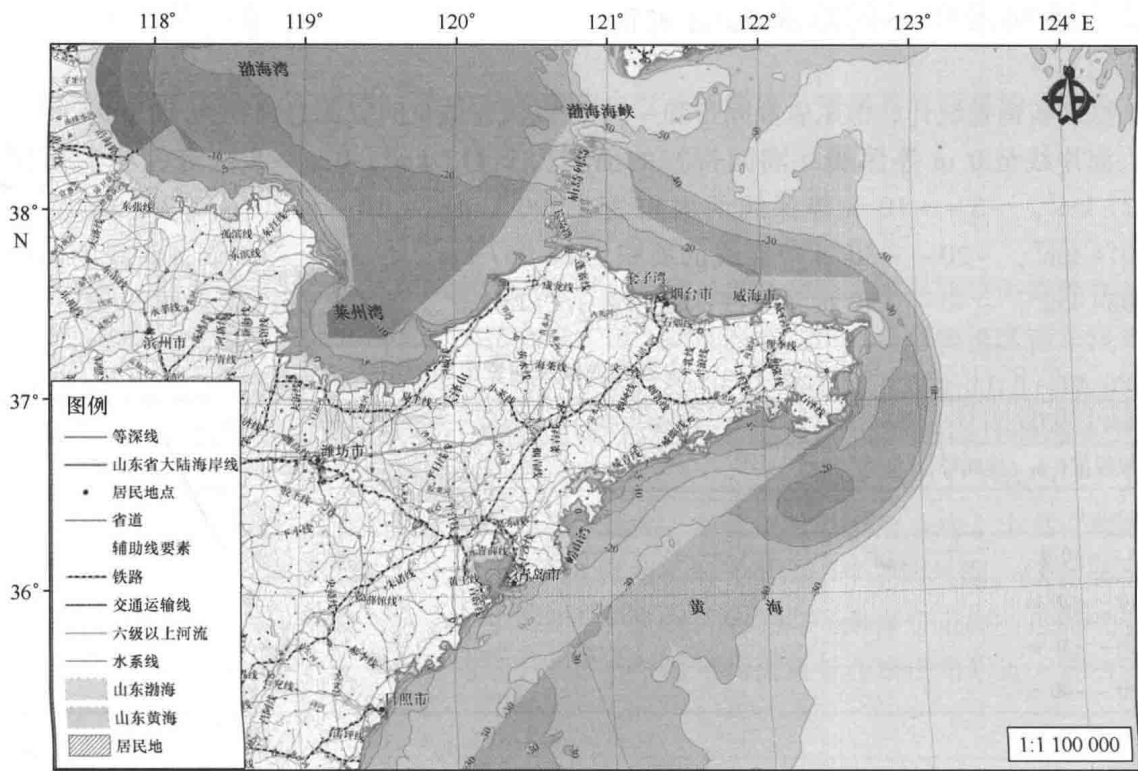


图 1-1 山东内海示意图

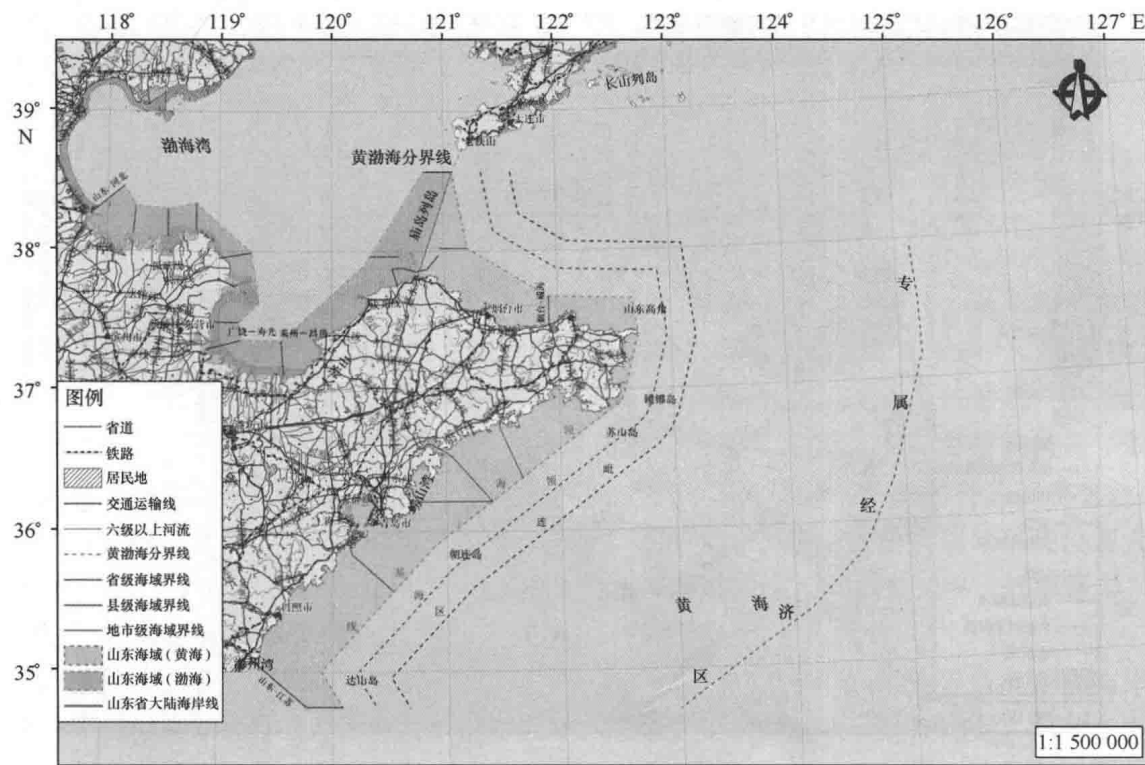


图 1-2 山东省海域分布

1.2 潮间带和不同水深海域面积

据最新调查统计，山东省潮间带和-50 m以浅海域空间资源总面积为97 469 km²。其中，海岸线至0 m等深线（潮间带）的面积为2 412 km²，0 ~ -5 m等深线的面积为5 127 km²，-5 ~ -10 m等深线的面积为4 590 km²，-10 ~ -20 m等深线的面积为20 014 km²，-20 ~ -30 m等深线的面积为28 967 km²，-30 ~ -40 m等深线的面积为19 634 km²，-40 ~ -50 m等深线的面积为16 725 km²。具体见表1-2和图1-3。

表 1-2 山东省海域空间资源面积统计

范 围	面 积 (km ²)
海岸线至0 m（潮间带）	2 412
0 ~ -5 m	5 127
-5 ~ -10 m	4 590
-10 ~ -20 m	20 014
-20 ~ -30 m	28 967
-30 ~ -40 m	19 634
-40 ~ -50 m	16 725
总计	97 469

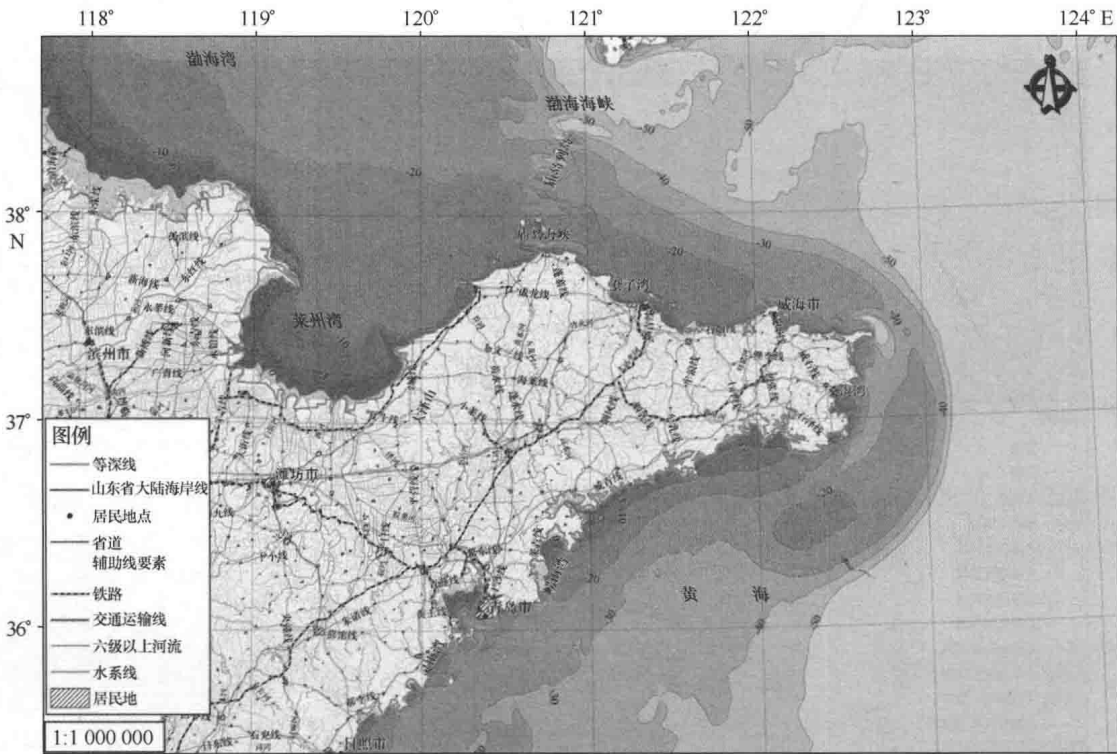


图 1-3 山东省海域空间资源

1.3 气候与气象

山东沿海属暖温带季风气候,受地理环境和大气环流影响,气候具有明显的季节性及区域性差异。

1.3.1 气温

山东省三面环海,气温受海洋影响比较明显。黄河三角洲和胶东半岛夏季海洋性气候更为显著。年平均气温 $11.0 \sim 15.0^{\circ}\text{C}$,南部高于北部,西部高于东部,黄海暖流区高于浅海及滨海区。莱州湾、渤海海峡的西部及成山角为气温的低值区,年平均气温在 $11.0 \sim 12.0^{\circ}\text{C}$ 之间,以成山角近海为最低。海州湾和黄海中部为气温高值区,其年平均气温在 $13.0 \sim 15.0^{\circ}\text{C}$,最高值出现在黄海中部的暖流区。

该海区气温的年变化显著,海上平均气温的最高、最低值较陆上落后约1个月,即最低气温在2月,最高气温在8月,整个海区5—10月的平均气温高于年平均气温,11月至翌年4月则相反。远岸开阔海面处,等温线与纬线近乎平行,年平均气温高于近海。近海气温等温线与岸线走向趋于一致,其年均气温高于岸带。气温年均值最低在成山角附近,石臼所外海远岸区为最高值区。

1.3.2 季风

山东海区及其沿岸的多年平均风速一般为 $4.0 \sim 7.0 \text{ m/s}$ 。渤海、黄海的平均风速大于沿岸。渤海、黄海的平均风速为 $4.7 \sim 7.4 \text{ m/s}$,沿岸为 $3.9 \sim 6.9 \text{ m/s}$ 。莱州湾西部至渤海湾一带平均风速最小,孤岛的平均风速仅 3.9 m/s ;渤海海峡至黄海中部以及石岛以南的附近海域,为平均风速的高值区,最大值为 7.4 m/s 。

山东沿海具有显著的季风特点。冬季盛行偏北风,夏季盛行偏南风,春、秋为过渡季节,南北风交替出现,但因各地纬度、地形不同,受天气系统影响程度各异,也形成一些局部地区的特殊风向。渤海西部,春季风速较大,最大值在4月,月平均风速一般为 $4.4 \sim 6.7 \text{ m/s}$,冬季次之。夏季风速较小,一般在 $3.2 \sim 4.4 \text{ m/s}$ 之间。山东半岛北部沿岸,秋末和冬季受冷空气影响,风速较大,11月出现全年最大值,月平均风速一般在 7.1 m/s 以上,春季次之,夏季较小,月平均风速一般为 $2.9 \sim 5.7 \text{ m/s}$ 。山东半岛南部秋冬季受冷空气影响,春季江淮气旋活动频繁,一年之中以10月至翌年5月风速较大,最大值在11月,月平均风速一般在 $4.8 \sim 6.3 \text{ m/s}$ 之间,夏季风速较小,月平均风速一般为 $3.7 \sim 4.7 \text{ m/s}$ 。另外,因狭管效应,渤海海峡及山东半岛东端风力较周围其他海区大,是两个强风区。成山头每年平均出现大风日数达121 d,居黄海、渤海之冠,其他地区一般为40~50 d。大风次数以冬、春季最多,约占全年的1/3,夏季最少,只占全年的1/10左右。

沿岸年均风速为 5.4 m/s ,海域年均风速一般为 $7.1 \sim 7.5 \text{ m/s}$,风速等值线走向与岸线平行。年均风速分布趋势为岛屿大于相邻近岸,海域大于沿岸陆域,离岸越远,风速年均值越大。黄海南部近海风速大于黄海北部,渤海海峡和东部近海又高于西部。岸带风速年均值则北黄海沿岸高于南黄海沿岸,渤海沿岸最小。全省沿岸风速在 3 m/s 以上的时数为4 496 (胶南)~7 499 h (青岛)。超过8级以上大风天数一般为15~35 d,多发生在4月。山东省

是中国风能资源较丰富的省份。成山角年均风速为 6.7 m/s ，最大风速达 30 m/s ，8 级以上大风天数为 125 d，曾有过 12 级大风。长岛附近每年大风天数约 80 d，冬季平均风速达到 $6 \sim 7 \text{ m/s}$ ，也是山东省大风区。

沿海最大风速为 $18 \sim 33 \text{ m/s}$ ，多发生在春季，风向多为 NW—N—NE。近海最大风速为 $19.0 \sim 30.6 \text{ m/s}$ ，多在 11 月至翌年 2 月出现，一般为 N—NW 向风。

1.3.3 降水量

山东南部沿海的降水量较北部沿海多。南岸石臼所最多，年降水最多为 847.8 mm ；其次是乳山口，为 811.4 mm ；小麦岛最小，为 723.8 mm 。北岸以烟台最多，年降水量为 704.2 mm ；龙口最小，仅 529.2 mm 。东部沿海的降水量较西部沿海多。成山角的年降水量为 763.1 mm ，孤岛和马山子的年降水量分别为 611.3 mm 和 583.7 mm 。

沿海区域年平均降水量在 $580 \sim 916 \text{ mm}$ 之间，其中，渤海 600 mm 左右，黄海 $650 \sim 916 \text{ mm}$ ，降水量的分布南多北少。山东半岛东、南部沿岸，成山头至石臼所一带为一个多雨区，年降水量一般为 $840 \sim 930 \text{ mm}$ ，最大中心在石臼所，常年平均降水量 930 mm 。山东半岛北部沿岸降水量一般较小，为 $560 \sim 775 \text{ mm}$ 。其次是莱州湾的龙口至羊口，为 $581 \sim 618 \text{ mm}$ 。降水量最少的是海峡地区的长岛和烟台。年降水量在 $471 \sim 553 \text{ mm}$ 之间，胶南、日照是稳定的降水量较高地区，分别为 644.7 mm 和 743.6 mm 。

年平均降水量大于等于 0.1 mm 的日数，渤海为 $65 \sim 80 \text{ d}$ ，黄海为 $80 \sim 90 \text{ d}$ ；年平均降水量大于等于 10 mm 的年平均日数，渤海为 $15 \sim 18 \text{ d}$ ，黄海为 $18 \sim 25 \text{ d}$ ；年平均降水量大于等于 25 mm 的年平均日数，渤海为 $6 \sim 7 \text{ d}$ ，黄海为 $7 \sim 11 \text{ d}$ 。

一年之中雨量主要集中在夏季，6—9 月降水量占全年的 70% 以上，11 月至翌年 3 月降水量只占全年的 10% 左右，冬旱现象十分明显。

1.3.4 日照强度

山东海区全年可能太阳辐射总量为 $1\,043.35 \sim 1\,102.80 \text{ kJ/cm}^2$ ，一年中各纬度的可能太阳辐射量均以 7 月最大，12 月最小。

年日照时数在 $2\,438 \sim 2\,827 \text{ h}$ 之间，北部由于云、雾、雨较少，年日照时数是全省最高地区，长岛 $2\,760 \text{ h}$ ，烟台 $2\,633 \text{ h}$ 。日照百分率为 50% ~ 65%。5 月、6 月月均日照量是一年中最多的，为 $240 \sim 300 \text{ h}$ ；最少月份是 12 月至翌年 2 月，为 $142 \sim 193 \text{ h}$ 。

太阳年总辐射量为 $535.91 \sim 586.15 \text{ kJ/cm}^2$ ，其中，烟台龙口以西的山东半岛北部沿海较为丰富，均在 565.22 kJ/cm^2 以上，山东半岛东部及海州湾北岸较少，均在 544.28 kJ/cm^2 以下，其他沿海地区介于 $544.28 \sim 565.22 \text{ kJ/cm}^2$ 之间。各月到达地面的总辐射量，一般为 $20.93 \sim 66.99 \text{ kJ/cm}^2$ ，全年以 5 月最大，12 月最小。

全年海面的吸收辐射有两个高值区：一个是渤海；另一个是自海州湾向东至 123°E 一带海域。自胶州湾西岸向北至烟台以东沿海的邻近海域，吸收辐射量平均都在 $1\,423.51 \sim 1\,465.38 \text{ kJ}/(\text{cm}^2 \cdot \text{d})$ 之间，后者达 $1\,507.25 \text{ kJ}/(\text{cm}^2 \cdot \text{d})$ 。

1.3.5 蒸发

年蒸发量自威海向西渐增，威海以西的山东半岛北部沿海年平均蒸发量为 $1\,750 \sim$

2 340 mm, 威海为 1 750 mm, 烟台为 1 920 mm, 到埗口达最大, 为 2 430 mm, 其他岸段一般为 1 434 ~ 1 600 mm, 最小值在青岛。

半岛北部月均蒸发量最高月份多出现在春末 (5 月), 为 250 ~ 408 mm, 南部多出现于夏季, 为 167 ~ 240 mm。月均蒸发量最低在 1 月, 为 45 ~ 69 mm。

1.3.6 主要灾害性天气

山东沿海虽然气候条件比较好, 但仍会时常遭受灾害性天气影响, 且造成的经济损失呈逐年递增趋势。影响山东省的主要灾害性天气有海雾、热带气旋、强雷暴、冰雹、风暴潮、寒潮、暴雨、海冰、干旱、大风等。

1.4 水文

1.4.1 海水温度

1) 季节变化

山东近海水温的分布具有明显的季节性, 而且在一定的时间内, 各地点 (区域)、各水层具有不同的温度状况。山东沿海自秋后水温迅速下降, 至翌年 2 月达最低。渤海湾南部和莱州湾最低在 $-1 \sim -2^{\circ}\text{C}$ 之间, 半岛北部烟威外海次之, 在 $0 \sim 5^{\circ}\text{C}$ 之间。山东南部近海最高在 $1 \sim 10^{\circ}\text{C}$ 之间。温度值由近岸向远岸递增, 由北向南递增, 等温线在近岸与海岸平行, 外海呈舌状由南而北伸展, 在垂直方向上水温处等温状态, 表底层温度一致; 春季, 太阳辐射逐渐增强, 水温明显回升, 由原冬季水温分布特征开始向夏季水温类型过渡。

春季 (5 月) 水温分布状况为: 近岸增温快于远岸, 其值一般高于远岸, 上层增温快于下层, 出现层化现象。沿岸几个低温区变为高温区 (如莱州湾、海州湾及乳山口近岸海域)。表底层的几个低温区, 除成山头外海低温区外, 烟威外海低温区和青岛近海低温区从表层至底层低温现象均很明显。5 月渤海湾南部、莱州湾表层 $7 \sim 15^{\circ}\text{C}$, 底层 $6 \sim 14^{\circ}\text{C}$, 烟威外海, 表层 $8 \sim 12^{\circ}\text{C}$, 底层 $5 \sim 10^{\circ}\text{C}$ 。山东南部近海, 表层 $11 \sim 14^{\circ}\text{C}$, 底层 $7 \sim 13^{\circ}\text{C}$ 。

夏季, 随着太阳辐射加强, 各层水温均显著升高, 表层水温最高达 27°C 左右。其水平分布, 除渤海海峡北部及成山头外海水温较低外, 其他海域均较高, 整个海区水温在 $23 \sim 27^{\circ}\text{C}$ 之间。表层水平梯度较小, 底层梯度较大, 其水温为 $6 \sim 12^{\circ}\text{C}$ 。表层至 20 m 的各层水温分布格局差别较大, 层化现象十分明显。20 m 至底层的各层温度分布格局基本相似, 这是由于中下层大部分空间为黄海深层冷水所盘踞, 冷水顶界的温度垂直梯度最大, 因此, 不仅有温跃层存在, 而且跃层强度全年最大。

秋季水温明显下降。11 月莱州湾水温已降至 11°C 以下, 并出现沿岸低于外海且垂直等温的趋势。烟威外海表层已降至 $11 \sim 13^{\circ}\text{C}$, 底层为 $9 \sim 13^{\circ}\text{C}$ 。山东南部近海表层为 $13 \sim 17^{\circ}\text{C}$, 底层为 $9 \sim 17^{\circ}\text{C}$ 。山东南北沿岸水温仍高于外海。表底层温差已较夏季大为减小。此时, 黄海冷水团冷水中心向南移动, 中心值在 8°C 以下。随着沿岸水温剧烈下降, 水平梯度较夏季大为减小, 并且由于降温影响, 各海区的温跃层已很微弱, 近岸海区大都消失。

2) 水温的年变幅

表层水温最大值大都出现在8月,渤海湾南部莱州湾沿岸为 $25\sim 26^{\circ}\text{C}$ 。最小值出现在1—3月,山东南部五垒岛近岸出现在1月,外海出现在3月,其他海域均出现在2月。表层最小值在 $-1\sim 9.5^{\circ}\text{C}$ 之间。底层最大值出现在8—12月,沿岸浅水海域一般出现在8月,其他海区随深度增加而推迟,最晚可出现在12月,温度最大值在 $8\sim 28^{\circ}\text{C}$ 之间,最小值除 34°N 附近外海出现在8—9月外,其他海域大部分出现在1—3月,温度最小值在 $1.5\sim 9.5^{\circ}\text{C}$ 之间。

水温年变幅反映了海区温度年变化特点,山东近海水温年变幅值,表层在 $17\sim 27^{\circ}\text{C}$ 之间,底层在 $2\sim 27^{\circ}\text{C}$ 之间,底层温度年变幅水平差较大。

1.4.2 水系

山东近海有沿岸低盐水系和外海高盐水系两大水系,沿岸低盐水系是由大陆江河径流入海后聚积于沿岸一带的低盐水体,外海高盐水系是对马暖流的西分支进入黄海的高盐水体,沿岸水和外海水之间为混合水体。

1) 沿岸低盐水系

山东沿岸水系主要包括渤南沿岸水、苏北沿岸水。

渤南沿岸水是由渤海南部黄河等入海河流的径流与海水混合形成的,渤南沿岸水的分布、消长和演变的情况比较复杂。5—9月,河流的入海径流增大,渤南沿岸水主要向渤海中央扩展,它的东界除5月和9月可伸展至烟台附近外,一般于渤海海峡附近。10月至翌年4月,受强劲偏北风作用,渤海沿岸水经渤海海峡南端向山东半岛北部沿岸伸展,其中,12月至翌年3月间可经成山头南下扩展至石岛东南的 $36^{\circ}39'\text{N}$ 附近海区。冬季渤南沿岸水一般顺岸分布于水深20 m以浅的水域,表底层的分布范围大致相同,渤南沿岸水的平均盐度在 $29.5\sim 30.7$ 之间。

苏北沿岸水是由灌河、射阳河等入海径流与沿岸海水混合形成的。在山东近海出现的是苏北沿岸水的北缘部分,主要分布于连云港至岚山头附近沿岸20 m等深线以浅的海域,它的水平分布范围并不大,但各月略有不同,其中以夏季较大,冬季较小,春、秋季居中。

2) 外海高盐水系

外海高盐水系是一支由济州岛西南流进南黄海的高盐水体。主体存在于 $35^{\circ}00'\text{N}$ 以南, $123^{\circ}30'\text{E}$ 以东的黄海南部海域,盐度在33以上。进入黄海的高盐水体有明显的季节变化,冬季势力最强,可扩展至表层,并沿着黄海槽北上,可影响至渤海海峡附近。在北上过程中与周围海水混合,盐度逐渐降低,但所处海域仍为高盐水体性质。夏季由于降水增加,淡水覆于海洋表层,使表层盐度降低,而深层仍为高盐水体所占据。

山东近海水系除沿岸低盐水系及外海高盐水系之外,还有一支介于两者之间的混合水系,又称中央混合水系。混合水系的强弱及运移随沿岸低盐水系及外海高盐水系的消长而变化。

1.4.3 冷水团

山东近海的冷水,有黄海冷水团和青岛外海冷水团。

黄海冷水团, 冬季为高温水体, 入春以后, 由于周围海水增温的过程及海洋水温随深度分布差异, 而演变为低温性质的水体。5月出现在北黄海烟威外海, 其温度低于 5°C , 此后逐渐增强, 范围也逐渐向南扩大。8月范围最大, 南、北黄海中央形成了巨大的冷水团, 冷水区温度在 $6\sim 10^{\circ}\text{C}$ 之间。8月以后, 随着海水的降温及垂直对流加强, 冷水团不仅向深层, 同时向南龟缩, 其强度也逐渐减弱。11月冷水团温度在 $8\sim 10^{\circ}\text{C}$ 之间, 顶深下降至 $30\sim 50\text{ m}$ 之间, 直到12月消失。

青岛外海冷水团是由渤海南部沿岸水冬季流入青岛外海的低温水体逐步扩散而形成的冷水团。2月即具雏形, 温度值在 2°C 左右, 随着低温水体的扩散混合, 4月冷水团初具规模, 温度小于 6°C , 5月冷水团范围最大, 温度增至 $6\sim 8^{\circ}\text{C}$ 。5月以后, 冷水团开始向深层龟缩、东移。7月与扩大了的黄海冷水团合并, 成为黄海中央冷水团的边缘部分而消失。

1.4.4 海流

山东近海海流有沿岸流(主要为渤莱沿岸流和苏北沿岸流)与黄海暖流。沿岸流的特点是低盐、低温(夏季为高温), 由北向南流动。黄海暖流是由济州岛西南向北流向黄海的一支外海暖流水, 它具有高盐、高温的特点。这两种不同方向的海水流动形成了黄海、渤海反时针方向的环流。沿岸流与黄海暖流都是冬季强, 夏季弱。

1) 渤莱沿岸流

渤莱沿岸流是由渤海西南部沿岸的海河、黄河径流入海形成的。除渤海湾沿岸水春季沿渤海岸向北流动外, 其他季节均与莱州湾沿岸低盐水汇合, 经莱州湾东岸出渤海海峡南部水道, 向山东半岛北部沿岸流动, 后绕过成山头南下, 并常年存在。这支沿岸流以12月至翌年3月、9—10月为最强, 最大流速达 20 cm/s 以上。另外, 12月至翌年2月在成山头附近出现逆流现象, 这可能与沿岸流流速及冬季季风有关。

2) 苏北沿岸流

渤莱沿岸流进入黄海、南部后, 与苏北沿岸流汇合南下, 这支沿岸流常年存在, 在季风与环流作用下, 季节性变化较为明显, 冬季流速强, 最大流速可达 20 cm/s , 10月至翌年3月流经长江口外入东海。夏季流速较弱, 受偏南季风及长江冲淡水的影响, 其流向由长江口北部转向东北方向。

3) 黄海暖流

黄海暖流即对马暖流西分支, 由济州岛西南进入黄海南部。沿黄海槽北上, 在北上途中, 因受当地水文环境和气象条件的影响, 逐渐变性, 即外海水的特性逐渐减弱。黄海暖流具有冬强夏弱的趋势。冬季与高盐、高温水舌相吻合, 由底及表向北延伸, 其余脉可达渤海中部。夏季由于黄海冷水团的存在, 暖流显得很微弱。

1.4.5 波浪

山东省沿海风浪季节变化十分明显, 总的趋势是冬季多北向浪, 夏季多南向浪, 波高一般在 $2\sim 3\text{ m}$, 最大波高可达 9 m (成山头)。