

辛宝恒 编著

FFFFF

黄海 渤海 大风 概论

气象出版社

黄海渤海大风概论

辛 宝 恒 编著

气象出版社

内 容 简 介

本书主要论述黄、渤海大风分布规律,海陆大风对比特征、影响系统及天气模式,大型天气过程的研究以及黄、渤海大风预报方法概述。书中还概括介绍了与海洋上大风紧密相关的中纬度海上气流、热带气旋等的研究现状和天气动力学的一些诊断技术。

本书可供气象、海洋、航海、海上石油、水产、水文、泊上、盐业等从事海洋天气预报、海上工程设计和海上生产活动等方面的专业人员和工程技术人员参考,也可供有关高等院校师生及有关科研部门人员参考。

黄海渤海大风概论

辛宝恒 编著

责任编辑 李如彬 成秀虎

* * *

气象出版社 出版

(北京西郊白石桥路46号)

中国科技情报研究所印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行 全国各地新华书店经销

* * *

开本: 787×1092 1/16 印张: 12.5 字数: 316千字

1991年5月第1版 1991年5月第1次印刷

印数: 1—800册 定价: 8.90元

ISBN 7-5029-0611-8/P·0341

序

海上天气，特别是灾害性天气和灾害性天气预报，是海洋气象学的重要内容之一。在世界许多沿海国家，多年来一直重视这方面的研究，特别是近二、三十年来，已有了很大的进展。我国海岸线漫长，海域辽阔，沿岸良港众多，进出口船只频繁，海上各种生产作业十分繁忙。因此，随着我国海洋开发和改革开放形势的不断深化，必然对海上灾害性天气预报，特别是海上大风天气预报提出了更高的要求。正在此时，《黄海、渤海大风概论》一书的问世，可谓是及时的。该书的内容主要有两大特点。其一是作者使用丰富的资料并运用丰富的预报经验和新技术对产生黄、渤海大风的天气过程、海陆大风对比特征、预报方法等进行了概括和总结。第二，重视大气动力学的诊断研究。书中还适当概括介绍了中纬度海上气旋、热带气旋等天气系统的演变机制的研究途径，这可为今后进一步研究海上大风的本质提供丰富的知识。因此，该书既注意了实际，而又兼顾了理论基础。

总之，该书的出版对于海上大风预报服务业务和科研水平的提高都是有力地促进，从而对于推进我国海洋气象学科的发展将是有益的。

仇 永 炎

1989年12月

绪 言

黄、渤海地处我国近海的北部，与辽宁、河北、天津、山东、江苏等省市相接，北起辽东湾，南至长江口，海岸线长达上千公里。沿岸良港众多，航运繁忙，渔业捕捞日益发展，滩涂养殖方兴未艾。随着黄、渤海经济开发区的建设和渤海石油开发事业的发展，提供更加及时、准确的海上大风预报服务和积极推进我国海洋气象科学的发展是摆在我们广大海洋气象工作者面前一项紧迫而光荣的任务。

多年来，在国家气象局和国家海洋局组织协调下，经过广大海洋气象工作者的共同努力，海上大风预报服务水平有了明显提高并获得了较为满意的服务效果。北方四省市（辽宁、河北、山东、天津）、中央气象台及有关气象台站组成的黄、渤海大风联防协作形式及其组织实施的1980—1981年（春、秋）黄、渤海大风观测试验所获取的加密观测资料，为进一步搞好海上大风预报服务和提高科研水平提供了有力保证。近10多年来，随着天气探测技术的发展和计算机在天气预报业务中的应用，黄、渤海大风预报业务和预报研究都有了新的进展，并取得了一些新的成果。在这个基础之上，作者结合自己的研究和实际预报工作经验，对黄、渤海大风研究成果和预报技术进行了系统的概括和总结，评述了有关海上大风诸问题研究现状、水平，还介绍了天气动力学有关的一些诊断研究方法，以供关心和从事这方面工作的同志参考。

应当看到，海上大风预报服务水平尽管已有了很大的提高，但还不能完全满足海上生产作业的实际需求。如同台风、暴雨等灾害性天气一样，有一些转折性、突发性大风过程还不能完全预报出来，一些海难性事故还时有发生。所以，努力提高黄、渤海大风预报服务水平和积极推进我国海洋气象事业的发展也正是本书写作的目的。不过，海上大风预报研究还不完全同于暴雨、冰雹等预报方法的研究，其着眼点主要侧重于大尺度环流背景调整演变及其所伴生的锋面、气旋、北上台风等大型天气过程上。五、六十年代的海上大风预报主要是纯天气学方法，并着重于天气分型和找模式、指标的作法。到了七十年代，随着统计预报的发展，形成了以天气统计预报和天气图方法共存的局面。进入八十年代以后，随着微型计算机和数值预报产品在气象业务中的应用，黄、渤海大风的天气动力统计方法特别是预报专家系统获得了迅速的发展。然而，应指出的是，无论是天气动力统计还是预报专家系统，都是紧密建立在环流演变特征和预报员的经验基础之上的，而且都是针对大尺度系统所产生的大风过程的。可以预料，以天气动力学理论和预报员经验所建立起来的天气分型及模式指标方法，仍是今后黄、渤海大风预报和科研工作的可靠基础和依据。

本书内容共分八章。第一章着重介绍黄、渤海水文、地貌、气候以及风灾的一些统计事实等。第二章重点介绍黄、渤海大风的气候概况和海陆大风对比分析特征，以便揭示出不同季节、不同风向下风场分布规律。第三章着重介绍黄、渤海偏北大风和偏南大风的影响系统及天气模式。第四章专门介绍北上影响黄、渤海热带气旋的一些统计特征及各种异常路径的分析。北上热带气旋是夏半年造成黄、渤海大风的主要天气系统之一，尽管其次数不多，但由于在北上过程中增强了其斜压性，往往会获得重新发展的机会，因而导致严重的灾害。第五章重点讨论产生黄、渤海大风的大型天气过程的研究。既讨论了不同的东亚环流型的演变

特征，又讨论了极涡对冷空气爆发的影响和亚洲冬季上空不同区域的能量学特征。第六章对黄、渤海大风预报研究进行了述评。简单回顾了黄、渤海大风预报业务和科研工作的演变，还概括介绍了近二十年来所取得的一些科研成果。第七章对发生于世界中纬度海洋上气旋的一些诊断技术进行了概括介绍，主要包括对气旋的各种收支技术以及大气边界层内热量、动量的输送计算等。此外，在本书的其它章节还适当对爆发性气旋和热带气旋的一些研究侧面进行了概括介绍，目的想使广大实际天气工作者对海上大风产生过程的认识和预报经验能加以丰富和深化，并为海上大风过程的研究提供参考手段和依据。第八章对强阵风产生条件和渤海风灾的预防提出了一些初步的设想，目的想引起人们的关心和兴趣。然而，本章所涉及到的内容不仅是常规天气预报的重要补充，也是今后进一步搞好海上大风预报服务的重要手段。

在本书的编写和出版过程中，丁照欣同志、刘佐治同志给予了很大的关心和支持。刘佐治同志还为本书第八章的编写提供了重要技术咨询和参考资料。仇永炎教授为本书撰写给予热情指导，并提出了宝贵意见，还为本书写了序言。翟继荣、刘红等同志也为本书作了大量有益的工作。对以上同志，在此一并表示衷心的感谢。

最后，限于编者的学识水平，本书一定存在不少缺点和错误，欢迎读者批评指正！

辛宝恒

一九八九年十二月

于天津气象科学研究所

目 录

绪 言

第一章 总 论	(1)
第一节 黄、渤海地貌.....	(1)
第二节 黄、渤海水文.....	(3)
第三节 黄、渤海气候.....	(9)
第四节 黄、渤海风暴潮.....	(12)
第五节 风灾的一些统计事实.....	(15)
第二章 黄、渤海与沿岸大风分布及对比	(18)
第一节 黄、渤海大风气候概况.....	(18)
第二节 海、陆大风对比变化特征.....	(24)
第三节 海、陆风速日较差.....	(26)
第四节 海、陆平均风速差.....	(28)
第五节 海、陆东北大风多点对比分析.....	(30)
第六节 西北大风多点对比分析.....	(31)
第七节 偏南大风多点对比分析.....	(32)
第八节 影响大风强度因子的讨论.....	(34)
第三章 黄、渤海大风影响系统及气旋概述	(40)
第一节 冷锋与偏北大风.....	(40)
第二节 气旋与偏北大风.....	(41)
第三节 黄、渤海偏南大风与蒙古气旋.....	(45)
第四节 黄、渤海偏南大风与东北低压.....	(48)
第五节 黄、渤海偏南大风与华北地形槽.....	(49)
第六节 黄、渤海气旋大风气候特征.....	(50)
第七节 国外有关爆发性气旋生成的一些研究.....	(52)
第四章 黄、渤海热带气旋概述	(63)
第一节 北上热带气旋的统计特征.....	(63)
第二节 西太平洋热带气旋路径分类.....	(66)
第三节 影响黄、渤海热带气旋的异常路径.....	(67)
第四节 黄海热带气旋突然西折.....	(68)
第五节 正面挺进黄、渤海并登陆辽东半岛的热带气旋.....	(70)
第六节 南方登陆北方入海的异常路径.....	(72)
第七节 影响热带气旋移行的因子.....	(73)
第八节 有关热带气旋的一些研究.....	(79)
第五章 黄、渤海大风大型天气过程的研究	(93)
第一节 黄、渤海强偏北大风的天气形势.....	(93)

第二节	东亚寒潮爆发的倒 Ω 流型	(97)
第三节	东亚阻塞形势	(98)
第四节	阻塞高压活动对东亚环流的影响	(101)
第五节	极地涡旋对东亚环流的影响	(104)
第六节	亚洲冬季季风源区域能量学特征	(106)
第七节	长波原理及其应用	(111)
第六章	黄、渤海大风预报研究综述	(118)
第一节	偏北大风过程环流特征及分型	(118)
第二节	预报方法的一些研究	(119)
第三节	由陆地风推算海上风场模式	(121)
第四节	黄、渤海气旋的动能收支分析	(126)
第五节	黄、渤海气旋的一些预报研究	(132)
第六节	黄、渤海强风中期过程的预报模型	(135)
第七章	中纬度海上气旋的诊断研究	(138)
第一节	局地动能平衡方程	(138)
第二节	局地有效位能平衡方程	(140)
第三节	准拉格朗日的热量收支	(142)
第四节	准拉格朗日的质量收支	(143)
第五节	准拉格朗日的涡度收支	(144)
第六节	准拉格朗日的动能收支	(145)
第七节	辐散风和无辐散风的动能收支方程	(146)
第八节	大气边界层中热量和动量的垂直输送计算	(157)
第九节	运动学量的计算	(159)
第八章	强阵风研究和渤海风灾预防	(168)
第一节	与强对流有关的中尺度天气系统概述	(168)
第二节	强对流天气系统发生、发展的物理条件和判据	(170)
第三节	中尺度天气的诊断分析	(173)
第四节	黄、渤海风灾预防	(179)
第五节	黄、渤海强风监测、跟踪预报服务系统	(181)
附录一	蒲福风力等级表	(185)
附录二	风浪风级表	(186)
附录三	波级表	(187)
附录四	渤海风浪对照表	(187)
附录五	黄、渤海冰情表	(188)
附录六	国际热带气旋名称和等级标准	(188)
附录七	等高面地转风速查算表	(189)
附录八	等压面地转风速查算表	(190)
附录九	单位换算	(191)

第一章 总 论

黄海、渤海与东海、南海一起都是太平洋西部与中国大陆相邻接的中国近海。中国近海面积共约473万平方公里，其中东中国海（渤、黄、东海）为123万平方公里，南中国海（南海）为350万平方公里。渤海与黄海的分界线为从辽东半岛南端老铁山角经庙岛群岛至山东半岛北端蓬莱角；黄海与东海以长江口北角至济州岛西南角之间连线为分界线。

渤海位于最北部，基本上为陆地所环抱，为一个近封闭的浅海，是我国的内海。在四个海区中，渤海面积最小，只有7.7万平方公里，平均水深为18米。在地质地貌上，渤海是一个中、新生代沉降盆地。这个陆缘浅海由于受到北东至北北东向地质构造的控制，整个海呈东北—西南纵长的不规则四边形。其西北一侧与燕山山地的东端及华北平原相连接，东南一侧紧靠山东半岛，东北一侧紧靠辽东半岛。渤海海底地形平缓，海底沉积物除靠近基岩海岸有粗砂、砾石外，主要为粉砂和细砂。注入渤海的主要河流有黄河、辽河、海河、滦河等，它们带来了大量的泥沙。

黄海是一个半封闭浅海，面积为38万平方公里。黄海平均水深为44米，黄海的北侧与西侧为我国大陆，东侧为朝鲜半岛，东南部通过济州海峡、朝鲜海峡与日本海相通。由山东半岛东端的成山角往东北至朝鲜半岛的长山串，其间海底为北东向基岩隆起带，将黄海分为南北两部分，北黄海海盆较浅，南黄海海盆较深。整个黄海海底地形开阔平缓，地势由大陆向东南微倾。注入黄海的河流有淮河、鸭绿江等海底沉积物主要是黄河、长江等大陆河流带来的粉砂、淤泥等物质。古黄河曾多次由苏北入海，并有巨大的古三角洲。

第一节 黄、渤海地貌

一、渤海地貌

根据海底地貌特征，渤海是一个大陆架上的浅海盆地，共有渤海海峡、辽东湾、渤海湾、莱州湾和渤海中央盆地5个海区构成。

1. 渤海海峡

渤海海峡位于辽东老铁山到山东蓬莱之间，宽57海里，庙岛群岛罗列其中，使海峡分割为若干水道，以北部的老铁山水道为主，该处最大水深78米，是黄海海水出进渤海的主要水道。从黄海出入渤海的潮流，路经海峡时，由于过水断面变窄，致使该处潮流速度高达5节。

南部的庙岛海峡水深18--23米，底质为粗大的砾石，成分为石英岩和硅质灰岩。

在南、北水道之间，还有几条水道，水深都超过20米。水道底部有基岩出露，也有砾石堆集。

2. 辽东湾

辽东湾位于渤海北部，在长兴岛与秦皇岛联线以北，海底地形自湾顶及东西两侧向中央倾斜，且湾东侧较西侧深，最大水深32米，位于湾口的中央部分。

辽东湾湾顶与辽河下游平原相连，水下地形平缓，沉积了由辽河带入海中的泥沙，湾顶为淤泥，其外侧为细粉砂，其东西两侧分别与千山山脉及燕山山地相邻，水下地形坡度较大。

辽东湾东部有一狭长的水下谷地，与辽东半岛西海岸平行向西南延伸，长约180公里。

3. 渤海湾

渤海湾是一个向西凹入的弧形浅水海湾，构造上与沿岸地区同为—拗陷区，整个渤海湾有厚达三千米以上的新生代沉积层，目前仍处于下沉堆积过程中，故水下地形平缓单调，等深线与海岸线平行，海湾水深一般小于20米。

渤海湾北部20米的深水区紧靠岸边，这里有一条呈西北—东南走向的水下谷地，上段与蓟运河河口相接，下段渐渐转为东西向，与老铁山冲刷槽相连，这是一条沿断裂构造发育的河谷，沉溺于海底，以后受潮流的冲刷改造，成为潮流进入渤海湾的主要通道。

黄河在渤海湾南侧入海，其大量泥沙入海后，一部分在潮流与东南向浪、流作用下，向北部运移扩展，加上历史上黄河曾自海河一带入海，以及现代海河水系泥沙的影响，因而渤海湾海水浑黄，堆积作用盛行。沉积物主要以淤泥为主。海底地形十分单调平缓。

4. 莱州湾

以黄河三角洲与渤海湾相隔开，海湾开阔，水下地形平缓单调。莱州湾的水深大部分在10米以内，最深处为18米，位于海湾的西部。莱州湾在构造上为一个凹陷区，新生代沉积厚度达8000米。

介于渤海湾与莱州湾之间的黄河三角洲是一个巨大的扇形三角洲。黄河入海径流量平均每年约为480亿立方米，平均年输沙量约为12亿吨。由于黄河河口经常改道，三角洲大致以天津为中心的扇形面向海推进，中段每年平均外伸200—370米。

5. 渤海中央盆地

它位于渤海三个海湾与渤海海峡之间，水深为20—25米，是一个北窄南宽，近似三角形的盆地。渤海中央盆地中心分布着细砂，而周围却分布着粉砂。这是因为有一支自海峡进入渤海的潮流，使沉积物中的细粒部分被潮流冲刷带走，而留下细砂。

总之，渤海为胶辽两半岛环抱的大陆架内海，深度小，海底地形平坦，在平缓海底上的地貌类型却各具特色。如渤海南部的巨大黄河水下三角洲，砂坝围封的滦河水下三角洲，沉溺于海底的古辽河谷地，延伸至渤海中央盆地的蓟运河—海河水下河谷，渤海海峡老铁山水道西北侧的潮流冲刷槽，以及深槽北端出口处巨大的“潮流三角洲”等。

二、黄海地貌

黄海和东海的海底地貌都是以宽阔的大陆架为其特点。这个大陆架与中国大陆相连，是世界最宽的大陆架之一。黄、东海大陆架的地形变化规律、地貌特征与地质基础充分说明，它是中国大陆向海的自然延伸部分，它自黄、东海我国海岸带的低潮线开始，以平缓的坡度（ $1'10''$ — $1'20''$ ）向海倾斜，直到水深为140—180米处坡度发生突然转折，坡度倍增60倍以上（平均坡度 $1^\circ10'$ ），直到进入冲绳海槽为止。

黄海是一个浅海，全部在大陆架上，海面宽度最大达378海里，面积约38万平方公里。黄海平均坡度为 $1'21''$ ，平均深度44米（北部平均深度38米，南部平均深度46米），最大水深140米，出现于朝鲜济州岛北侧。

1. 黄海北部的地貌

虽然以成山角至朝鲜半岛长山串以北为黄海北部海区，但在海州湾以北，海底地貌无显

著差异。所以，这里所指的黄海北部是指海洲湾以北的黄海部分。

黄海南宽北狭，沿北纬 35° ，宽度为378海里。由于山东半岛突起，海面向北变狭，成山角—长山串断面，海面宽仅114海里，自此向北又渐拓宽，西与渤海相接。

黄海海底平缓开阔，深水轴线偏近朝鲜半岛，其深度大多为60—80米。

黄海以渤海海峡与渤海相接。由于海面束狭、岛屿丛峙、潮流迅急，海底受到冲刷，形成较深的水道。老铁山水道是一个涨潮流冲刷槽，庙岛水道则以落潮流占优势。沿岸流沿山东半岛北岸流出，受到山脉和岬角的影响，形成局部涡动，产生局部深潭，如威海遥远嘴附近深达61米；成山角附近，涡动强烈。沿岸海底冲刷出一个规模很大的深槽，最大水深达80米。

黄河虽然目前不在黄海入海，但通过渤海海峡或历史上在苏北入海扩展而来的泥沙，使黄海北部海区相对混浊。

2. 黄海南部的地貌

黄海南部东侧与东海相通，地势向东南倾斜。西侧地势平坦，平均坡度只有 $15''$ 左右，水深为30米，那里存在着一些水下三角洲。黄海南部有一系列小岩礁，如苏岩礁、鸭礁、虎皮礁等，它们与济州岛联成一条东北方向分布的岛礁线，是黄海与东海的天然分界线。

长江和黄河都以输沙量巨大而著称，长江平均每年输沙量4.7亿吨，黄河入海的泥沙高达12亿吨。更新世时，长江曾有相当长时间在苏北入海，在河口堆集成三角洲，并不断向海扩展。历史上黄河曾有727年（公元1128—1855年）从苏北入海，所携巨量的泥沙使苏北海岸迅速向海推进。上述两个交互重叠的三角洲，组成了复式古三角洲。

第二节 黄、渤海水文

黄、渤海和东海大部分海域都属于大陆架浅海，每年注入本区的径流量近15,000亿立方米。大量的淡水经与海水混合变性，在气候影响下，形成了具有明显的低盐特征的沿岸水系，其水文状况受陆地水文气象的影响很大，变化极为复杂。东部深水区有强大的黑潮暖流经过，平均流量达 35×10^6 立方米/秒。黑潮主干及深入到大陆架上的支流给本区带来高温、高盐的黑潮暖流水系。

黄、渤海的潮汐现象较其它海域更为突出，其潮差及潮流均较大。受到台风，寒潮袭击时，在一些地段成为风暴潮的多发区。

一、黄、渤海海流

海水在水平和垂直方向上的大规模流动称为海流。在此，不包括周期性潮流。海流是海洋中热量和物质的输送者，它直接参予海洋中的热量分配，因而对大陆的气候影响很大，它还将海洋中的营养物质汇集于某些海区的表层，从而造成有利的渔场。其次，较强的海流对航海也起着重要的作用。此外，海洋中一切水文特征的形成都与海流密切相关。

生成海流的因素很多，其中最重要的是风对海面切应力的作用，而海水密度分布的不均匀性则是海流形成的另一重要原因。就大范围而论，上层海洋环流主要起源于大气环流，而深层环流主要取决于海水密度分布的不均匀性。

中国近海的海流，可分为两大系统，即外来洋流系统——黑潮暖流及其分支，当地生成的海流系统——沿岸流与季风漂流。黄、渤海的海流，在很大程度上受黑潮暖流系统的控制，

全区冬、夏两季环流方向基本相同。

黄、渤海的海流主要由黑潮暖流和沿岸流两个系统构成，具有气旋式环流性质。如图1.1所示，黑潮暖流由太平洋进入东海。在台湾省东北，黑潮暖流向北分出一支冲入浙闽浅海，称为台湾暖流。黑潮主干则沿东海大陆坡流向东北，至日本九州以南又分出一支分支，沿九州西岸继续北上，称为对马暖流。主干在此转折向东，并通过吐噶喇海峡流回太平洋。对马暖流在济州岛东南海面又分为两支，其主支经朝鲜海峡进入日本海，其分支转向西北进入黄海，称为黄海暖流。黄海暖流继续向西北方向挺进，通过渤海海峡进入渤海。在黄、渤海的西部是沿岸流控制的区域，黄海沿岸流自北向南流动，至黄海南部逐渐向东偏转，逐渐与黑潮流系相接，从而构成气旋式海水循环。

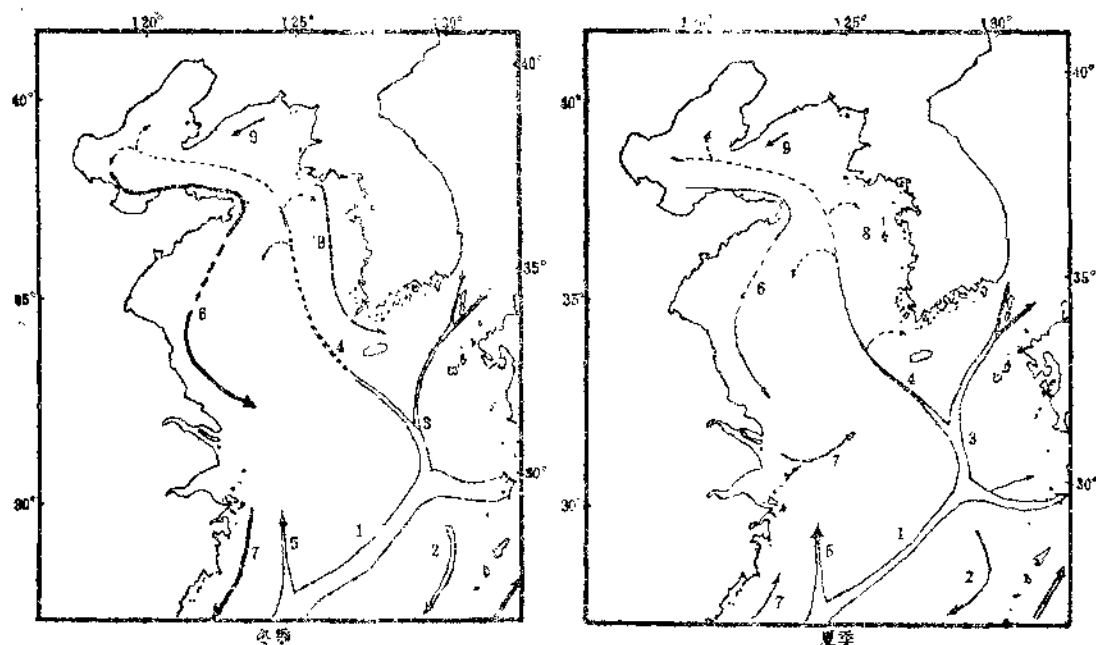


图1.1 黄、渤海及东海海流示意图

1. 黑潮主干；2. 黑潮延伸；3. 对马暖流；4. 黄海暖流；5. 台湾暖流；6. 黄海沿岸流；
7. 东海沿岸流；8. 西朝鲜沿岸流；9. 东朝鲜沿岸流

二、黄、渤海暖流与沿岸流

黄、渤海都是潮流强烈的海区，海流很弱，其流速通常只相当于最大潮流的1/10左右，尤其是表层流向极易受风的影响而多变，流场比较紊乱。平均来讲，该区的海流是由二支基本海流组成，一支是循着黄海水下洼地北上的黄海暖流，另一支是沿着本区西部南下的黄海沿岸流。

黄海暖流是对马暖流在济州岛东南方伸入黄海的一个分支，大致沿水下洼地向西北流动，其平均流速只有0.1节，最大也不过0.2节左右。在北上途中，因受到地形和水文气象条件的影响而逐渐消弱。在北纬35°附近，向左侧分出一股，并与南下沿黄海沿岸流汇合，到成山角以东又向右分出一股，汇入西朝鲜沿岸流。进入黄海北部的暖流余脉向西转折，经老铁山水道进入渤海，此时势力已相当微弱。

黄海沿岸流是一支流经山东和江苏沿岸的冲淡水流，其方向不随季节改变。它自渤海湾起，沿着鲁北沿岸东流，直达成山角。在此，一部分与黄海暖流交汇混合，而大部分则绕过成山角冲入黄海南部。黄海沿岸流的地区差异是相当显著的，在鲁北沿岸一带流幅较宽，夏季时最宽达30余海里。在成山角一带，受险峻地势的影响，流幅变狭，流速加快。越过成山角后，海流散发，流速剧减。

黄海沿岸流与黄海暖流一起构成了黄、渤海的主要环流。这两支海流的变化是相互关联的。

夏季，潜居于黄海中、下层的冷水团，缓慢向东南方向扩展，阻塞了黄海暖流北上的通道，暖流被浮置于上层，厚度变薄，流动减弱。

冬季，黄海沿岸流和黄海暖流都会得到加强。冬季偏北风的作用，助长了沿岸流的发展，同时海水的强烈垂直混合使得海流深度加大。冬季海流强化的原因，首先在于黄海沿岸流的加强。在鲁北沿岸，偏北季风所造成的坡度流，沿鲁北沿岸东流至烟台和威海外海同黄海暖流相遇并结成锋面。当绕过成山角以后，其流向与季风气流一致，使黄海沿岸流得到强化，黄海暖流也相应增强。

总之，黄海暖流和黄海沿岸流是黄、渤海的二支基本海流，虽然其流速有冬强夏弱的变化，但其平均流向不随季节而改变，全年比较稳定。

三、黄、渤海沿岸水团

水团是指形成于某一源地而理化性质相对均匀、变化趋势及运动状况基本相同的水体。其含义类似于大气中的气团。实际上，海洋中的水体就是由一些性质不同的水团所组成的。水团的交界区（或称锋区）两侧海水性质差异很大，往往影响水下通讯和反潜活动，并关系到渔场的形成等。来自太平洋的黑潮暖流称为外海水团。在大陆沿岸，入海的江河淡水与海水混合，形成了具有低盐度特征的沿岸水团。外海水团与沿岸水团是中国近海最基本的两类水团。

1. 渤海沿岸水团

该水团来源于黄河、滦河、辽河等河流的冲淡水，分布在渤海水深20米以内的区域，外侧与伸入渤海中央的黄海水团为邻。它的盐度终年比附近的黄海水团为低，而温度年较差很大，最高可达27℃左右。它的盛衰主要取决于河川入海径流和渤海环流的变化，季节变化明显。

2. 北黄海沿岸水团

该水团主要来自鸭绿江的冲淡水，分布在辽东半岛南岸和朝鲜北部西岸约30米等深线以内的海域，外侧直接与黄海水团毗邻。其盐度低于黄海水团，表层温度也总是低于黄海水团的。

黄海水团是外海水团与沿岸水团混合后，在当地水文气象条件下形成的混合水团。它分布在黄、渤海和东海北部水深30米或150米以浅的海区。在渤海它被渤海沿岸水团所环抱。

四、黄、渤海水文要素的分布

在海洋水文诸要素中，最重要和最基本的要素是海水的温度和盐度，绝大部分海洋水文现象都直接或间接与水温、盐度有关。另外，海水的盐度不仅集中地代表了海水里的理化性质，而且还是划分水团的重要指标。密度的跃层现象还会影响到潜艇活动和水下通讯。海洋中的冰冻，特别是流冰会对海上船只和海洋工程造成威胁。

1. 水温的分布变化

黄、渤海最容易受大陆气候的影响,水温季节变化最大,其北部海域冬季常出现冰冻现象。

中国近海表层温度分布的特点是,自北向南逐渐增高,而年较差自北向南逐渐减小。

渤海,三面靠地,平均水深只有18米,水温状况受陆地影响最大。冬季,各水层温度基本相同,等温线大体上与等深线平行分布。由于陆海分布及海流的影响,水温自中部向周边递减。冬季海水的对流混合可及海底,故水温的垂直分布近似呈均匀状态。在沿岸浅滩区域,每年均出现短期的结冰现象。海冰的消融对于局部海域的水文状况会产生显著的影响,如春季辽东湾出现的低温中心,多为融冰所致。夏季,随太阳辐射的加强,各水层温度均见显著上升,表层水温可达 28°C 左右。在辽东半岛以西海面 and 海峡北端,由于潮流垂直混合较强而形成低温区,水温低于 24°C 。在黄河口附近,随黄河入海径流增大,冲淡水的高温水舌朝东北方向一直冲到渤海中部,这一带10米以浅的海水显著层化,10米以深的水温仍然较低,而沿岸浅滩区上下层均匀,并且皆为高温水所占据。

黄海,为一半封闭的浅海,大体上中部为南北伸展的平坦洼地,这一地形特点对夏季水温影响极大。冬季,各水层温度分布极为相似,黄海暖流自南经北伸入本区,等温线呈明显的舌状分布,水温自南而北,自中部向近岸逐渐递减。近岸区域,1—2月份水温最低,约为 $1-5^{\circ}\text{C}$,中部海区2—3月份最低,约为 $4-11^{\circ}\text{C}$,此时温度的垂直分布同渤海一样,也大致呈现上下均匀一致。夏季,表层水温分布均匀,8月表层水温最高 28°C ,山东半岛成山角附近,因强烈垂直混合而形成低温区。表层以下各水层最高温度出现的时刻,随深度增加而渐次滞后(图1.2)。

由图1.2看出,10米以深各水层最高温度出现时间均推迟到9月份以后。20米以浅各水层温度分布趋势差别较大,但20米以深直至海底,各层水温分布趋势则基本相似,这是因为本区中下层大部分空间为黄海冷水团所占据,冷水团的温度只有 $6-12^{\circ}\text{C}$ 。在此冷水团的顶界,乃是本海区夏季温跃层特强所在。

2. 盐度的分布变化

盐度分布与变化主要决定于入海河川径流的多寡、蒸发与降水量之差、环流的强弱和水团的消长。沿岸海区多为江河径流形成的低盐水系所控制,外海则主要是来自太平洋的高盐水系,此二系的消长运动,构成了本海区盐度分布的特点,即表层低、下层高和自近岸向外海增大的趋势。中国近海全区盐度变化具有明显的季节变化,夏半年降水量增大,表层盐度普遍降低,最低盐度出现在7—9月。冬季,表层盐度普遍增大,最高盐度出现在3—6月。近岸区域因江河径流影响,盐度变幅最大。

渤海,盐度最低,年平均值约30‰。本区盐度的分布与变化,主要取于渤海沿岸水的消长。东部受黄海水团控制,盐度较高,约31‰。近岸尤其是河口地区,终年为低盐度区,盐

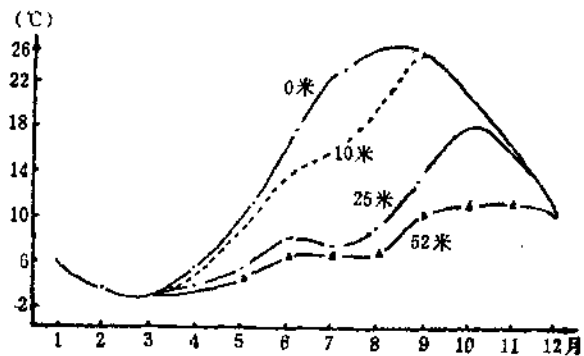


图1.2 黄海北部水温季节变化曲线(单位: $^{\circ}\text{C}$)

度仅为26‰左右。冬季，各水层盐度分布基本相同，等盐线大致与海岸平行。夏季，表层盐度降低，8月不到30‰，而河口区常低于24‰。此时，黄河冲淡水舌可及海区中部，形成一范围较广的浅薄低盐层，而在此冲淡水舌之下约10米以深的水层，仍为黄海高盐水所占据，并形成盐度跃层。

黄海盐度高于渤海，平均约为32‰。黄海暖流流经的东南部，盐度通常大于32‰。鸭绿江口附近盐度最低，一般小于28‰。随着高盐的黄海暖流向北伸入，自南而北盐度逐渐减小。在成山角附近，南下的黄海沿岸流与北上的黄海暖流在此相遇，盐度水平梯度加大，连云港附近盐度分布很低。冬季，随黄海暖流势力加强，高盐水舌一直伸向黄海北部，水平梯度较大。这时的盐度垂直分布与渤海一样，也是到处上下一致的。夏季，随鸭绿江径流增大，北部近岸出现低盐区，而中部和南部仍受黄海暖流影响，盐度较高，表层约为31‰，10—20米层为高盐黄海水。海区中部20米以深水层为高盐的黄海深层冷水，层化现象显著，垂直梯度很大。

五、黄、渤海海冰

渤海及黄海北部沿岸海区，每年皆可出现海冰现象。冰情严重的年份，在连云港以北的黄海南部沿岸浅滩和伸入内陆的海湾也可见到海冰。在河口附近海域因有大量淡水及河冰注入，冰情加重。

海冰的消长主要取决于冬半年偏北大风的强度和频数。其次，与海区的深浅及海流变化等因素也有一定关系。海冰的消长过程大致可以分为初冰期、冰封期和融冰期三个阶段。通常，每年11月中旬至12月上旬，由北而南先后开始结冰，1—2月冰情最重。3月中旬以后，海冰由南而北先后融化消失，冰期持续约3—4个月。海冰按其存在的形式可分为固定冰和流冰。固定冰形成于近岸的浅滩区域，宽度可达数公里。流冰是处于流动状态的浮冰，是本海区海冰存在的主要形式。海冰，尤其是具有破坏力的流冰，对于海上交通、渔业生产及海洋工程的安全威胁很大。图1.3为黄、渤海海冰的一般分布情况。

由图1.3看出，渤海三个湾（辽东湾、渤海湾和莱州湾）中均有冰情出现，辽东湾冰情最重，每年都有大面积固定冰出现。而且其东岸又较西岸为重，其原因在于冬季盛行西北

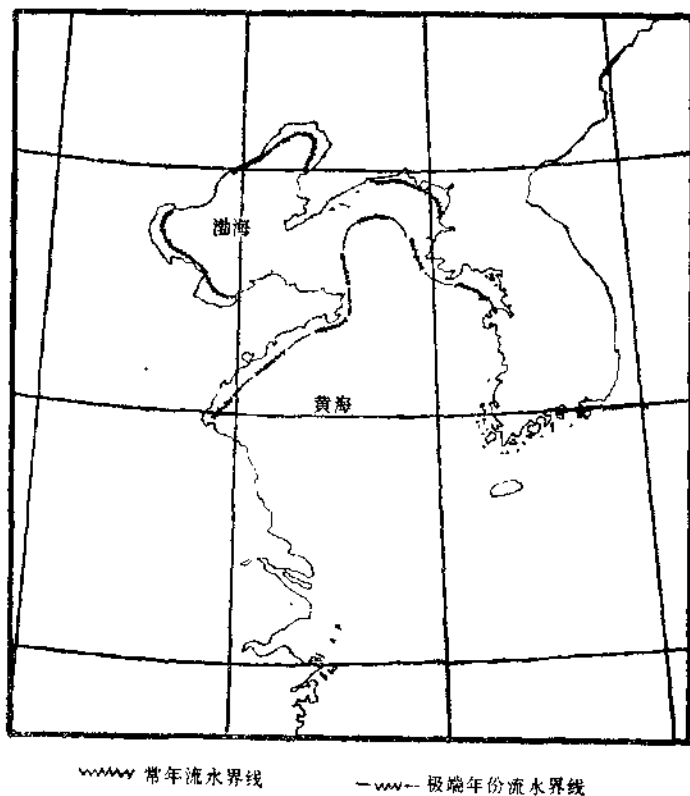


图1.3 渤海及黄海北部结冰状况

风, 东岸迎风易于海冰堆积, 其次由于黄海暖流余脉的影响, 导致东岸水温低于西岸。

黄海北部沿岸, 除鸭绿江口一带及伸入内陆的海湾冰情较重外, 一般冰情较轻。山东半岛南部沿岸个别深入内陆海湾, 如乳山口、胶州湾等有时也会出现轻度结冰现象。

渤海与黄海北部的冰情, 在通常年份并不严重, 冰情范围仅限于沿岸浅滩区域。但是, 在其严重的年份(如1936年, 1947年, 1969年), 渤海曾发生过严重冰冻, 给海上交通和海上工程带来严重困扰和破坏。

六、黄、渤海海浪

海浪通常包括风浪和涌浪, 在风的直接作用下形成的海浪称为风浪; 当风浪离开风的作用区域后, 在风力甚小或无风水域中传播时则形成涌浪。

海浪对于海上活动的影响是很大的, 大浪不仅影响船只的航行, 而且会使船体结构产生种种应变。当波长与船长接近时产生共振, 严重时可使舰船断裂。海浪对海岸具有很大的破坏和侵蚀作用, 巨浪可推动巨大石块并能激起数十米高的水柱等。

由于渤海海浪的成长受到区域的限制, 主要以风浪为主。渤海风浪冬季最大, 通常为3、4级。其它季节一般都是2—3级。遇有寒潮、台风、气旋影响时最大可达6级浪。

黄、渤海年平均波高总的趋势是北部低而南部高。季节变化明显, 秋、冬季较高, 夏季较低。渤海、黄海北部的年平均波高为0.5—1.0米。

黄海北部一般以风浪为主, 南部则涌浪多见, 黄海风浪秋、冬两季最大, 常有5—6级浪出现。1月黄海北部平均风浪波高一般在1.5米以下, 黄海南部为1.4—2.0米, 当有寒潮、台风和气旋过境时, 有时会产生6、7级浪。本区以成山角和济州岛附近海区风浪最大。成山角以东海面, 特别是在冬季风浪较大, 加之此处的海流湍急, 常给航船带来困难。济州岛附近全年风浪月平均波高都在1米以上, 1月可超过2米。

黄海的涌浪, 夏、秋大于冬季, 一般多为1—3级涌浪。当风力在7级以下时, 风停后36小时内还会有涌浪; 当风力在7级以上时, 风停后50—60小时还会有涌浪。受台风侵袭时, 可出现5—6级涌浪。

表1.1 各海区波浪周期(秒)

月 份	海 区 要 素	渤海海峡	黄海南部	东 海	南海北部	南海中部
1月	平均周期(秒)	4.9	7—8	7—8	7—8	7—8
	最大周期(秒)	13.6	>15	>15	>15	>15
	方 向	NNE	NNW	N-NE	NE	NE
4月	平均周期(秒)	3.2	6—7	6—7	6—7	5—7
	最大周期(秒)	12.7	13—15	13—15	>15	>15
	方 向	NW	N	NNE	NE	NE
7月	平均周期(秒)	2.8	5—6	6—7	5—8	5—7
	最大周期(秒)	9.3	11—13	13—15	13—15	13—15
	方 向	NE	NE		NE	E
10月	平均周期(秒)	3.8	5—6	7—8	6—8	6—7
	最大周期(秒)	10.2	13—15	13—15	13—15	13—15
	方 向	NNE	S	S	SSW	SW

大浪大涌均指波高 ≥ 2 米(波级 ≥ 5 级)的风浪和涌浪。1、4、7、10各月份浪高 ≥ 2 米的出现频率大致代表四季的情况。同理,波浪周期分布与波高分布有共同之处,渤海、黄海北部波浪周期年平均小于5秒。表1.1为1、4、7、10各月份各海区海浪的平均周期、最大周期和最大周期的浪向。

第三节 黄、渤海气候

由于海水较陆面热容量大、透射能力强,而且反射率远比陆面小,使得进入海水的辐射能比陆面要多10—20%,加之海洋巨大的面积和体积,使得海洋成为气候的主要调节器和维持大气运动的主要水汽和热量的源地。因此,海气之间的能量交换在气候形成中具有重要作用。

一、海-气能量交换

1. 潜热交换

海面每时每刻都在蒸发过程中消耗热量,当水汽进入大气后,在一定条件下又会发生凝结,把热量释放出来。以上的过程称作海气之间的潜热交换。

计算结果指出,中国近海的潜热交换最高可达850卡/(厘米²·天)以上,最低也在100卡/(厘米²·天)左右,在黑潮暖流主干附近海面,最大值中心在850卡/(厘米²·天)以上。7月,黄海中部一带出现了潜热交换的零值区,这主要是由海雾和南来的湿热气流造成的。

总之,潜热交换的数值主要取决于水面和空气的水汽压差以及风速的大小,而水汽压差又受气温和海-气温差的制约。一般冬季最大,春秋次之,夏季最小。由于渤海、黄海水温较低,蒸发量也小,相对南部海区潜热交换数值也小,且以秋季最大,冬季次之,夏季最小。

2. 感热交换

由于海面水温和气温的差异而引起的海-气之间的热量交换称为感热交换。根据计算结果得知,秋冬季黄、渤海的感热交换全部为正值,即都是由海面向大气输送热量。最大值出现于黑潮暖流及其分支所在的海面。如1月最大中心数值在350卡/(厘米²·天)以上,位于济州岛附近海面,高值区主要是由强大的暖流和其上空冷空气之间形成的海气温差和高风速形成的。渤海和黄海北部数值相对较小。

夏季,除黑潮主干附近为较小的正值区外,全部为负值区,即由大气向海面输送热量。春季,黄、渤海也有时为负值。可见,对黄、渤海来说,由海洋对大气的感热输送主要发生在秋冬季。

3. 总热量交换

总热量交换是指通过海面的大气和海洋之间总的热量交换。它是辐射平衡、潜热交换和感热交换的代数和。

结果表明,1月份中国近海都是由海面向大气输送热量的,为四季中海面散失热量最大的月份。高值带常出现在黑潮暖流及其分支的海面,黄海的最高值中心,位于济州岛附近,数值在1000卡/(厘米²·天)以上。7月,中国近海的大部分海区由大气向海面输送热量。海面获取热量主要有两种方式,一个是吸收辐射,一个是逆温时感热向下输送。海面散失热