

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

中国的海洋

BOOK
中国资料 中国书

责任编辑/周舜武
装帧设计/李有良

《中国自然地理知识丛书》

内容提要

中国是世界最大的国家之一，不仅疆域辽阔，人口众多，自然地理环境亦极其复杂而丰富多彩。5000 多年前，中华民族的祖先就在这片土地上劳动、生息、繁衍；在漫长的岁月里，又不断地开发、利用和改造着周围的环境。今天，中国人民正面临着新的考验——建设有中国特色的社会主义，就需要我们每一个人进一步认识这片土地。这套丛书，系统介绍中国的自然地理基本知识，广及地形、气候、水文、生物、土壤、资源、环境等各个方面，内容丰富，资料新颖，文字流畅。广大读者，特别是青年同志，将会从中学到多种知识，加深对祖国的了解，更增强民族的自豪感和自信心，以极大的爱国热忱，投入祖国的建设中去。

出版者的话

1980~1986年间，我们曾组织出版了一批地理知识读物，着重介绍中国的自然地理基础知识。这些书出版以后，引起了国内外广大读者的注意和好评。但因时隔多年，不少读者要求重印，有的建议进行修订，增补更新的资料。为了满足广大读者的要求，同时适应新时期发展的需要，我们约请了原作者对原书进行修订，增补了新的科研成果并更新资料，修改了原书中一些不必要的或不够准确的内容和提法，文字表述上也进行了修饰。书中的插图作了部分调整，还新增了彩色照片，以增加读者的感性认识。

为了突出主题，我们将《中国的地形》、《中国的气候及其极值》、《中国的河流》、《中国的湖泊》、《中国的沼泽》、《中国的土壤》、《中国的森林》、《中国的草原》、《中国的沙漠》、《中国的海洋》和《中国的自然保护区》这11种书汇总起来，组成一套“中国自然地理知识丛书”出版，在开本设计上与原书相比亦有一些变化。我们还将继续组织编写一些有关的专题，纳入这套丛书之中。

这套丛书适合于中等文化程度的读者自学阅读，又可作为中小学教师和高年级学生的教学参考资料，是一份进行爱国主义和国情教育的好材料。我们希望这套丛书能受到广大读者的欢迎。

商务印书馆编辑部
1992年5月

中国不仅陆域幅员广大，资源丰富，而且又是一个濒临海洋的国家，海域辽阔，岸线曲折漫长，岛屿星罗棋布，海洋资源富饶。环列于中国大陆东面和南面的海域有黄海、东海和南海；渤海是中国的内海；中国台湾岛东岸直临太平洋。这些自然海域，在本书中统称为中国近海及毗邻海域。中国的领海宽度为 12 海里。由于海洋是一个完整的水体，许多自然现象和变化规律与邻近海域是有机联系的整体，无法截然断割，故本书虽取名为《中国的海洋》，实际上着重介绍中国沿岸及近海的海区地理、海水性质、海水运动、海区气候、海洋资源以及海洋环境保护等方面的海洋知识。有时，为了便于说明问题，也涉及邻近海域的一些情况，这纯属阐明海洋现象的需要，不能作为自然现象以外的某些依据，更不能把黄海、东海、南海以及台湾省以东洋域全部都理解为中国的海域。

一、中国海洋的基本形态

渤海、黄海、东海、南海，四海相连，跨温带、亚热带和热带，自北向南呈一弧状分布，是北太平洋西部的边缘海，环绕亚洲大陆的东南部。上述4个海域因紧邻中国大陆，故有“中国海”之称。其中渤、黄、东海位于中国大陆之东，又统称为“东中国海”（国外又常把东海称为东中国海）；南海处在中国大陆之南，所以也叫“南中国海”（国外也有人把南海称为“中国海”）。

（一）海区划分

中国近海及毗邻海域（不包括台湾以东洋域），北以中国大陆为界，南到大巽他群岛，西起中国大陆、中南半岛和马来半岛，东至朝鲜、韩国、日本九州、琉球群岛、中国台湾、菲律宾群岛等。东西横跨经度32度，南北纵越纬度44度，总面积达470多万平方公里。

渤海三面被陆地环抱，仅东面出口处经渤海海峡与黄海相连，自古以来就是中国北方的海上门户表1 渤、黄、东、南海的面积和深度

海区	渤海	黄海	东海	南海
面积（平方公里）	77000	380000	770000	3500000
平均深度（米）	18	44	349	1100
最大深度（米）	80	103	2717	5567

和海防要区。渤海形似一个侧放着的葫芦，从北面的辽河口到南面的弥河口，长约480公里，东西最宽处约300公里，面积7.7万平方公里。通常把渤海分为4个部分。

（1）辽东湾，位于渤海北部，以河北大清河口到辽东半岛南端老铁山一线为其南界。有辽河、滦河等河流注入。

（2）渤海湾，位于渤海西部，以大清河口至新黄河口一线为东界，北接辽东湾，南邻莱州湾。有黄河、海河等河流注入。

（3）莱州湾，位于渤海南部，以新黄河口到龙口的岬岛一线为其北界。有黄河、小清河等河流注入。

（4）渤海中央区，为渤海的主体部分，界于辽东湾、莱州湾、渤海湾之间，东边以辽东半岛南端老铁山角经庙岛群岛至山东半岛北岸蓬莱角的连线与黄海分界。

黄海的命名起源于海水呈浅黄色。它位于中国大陆与朝鲜半岛之间，为一半封闭性的浅海。北接中国辽宁省和朝鲜平安南、北两道，东以朝鲜半岛并经其西南的珍岛至济州岛西北角为界，西北经渤海海峡与渤海相通，西滨中国山东半岛和江苏省北部，南以中国长江口北岸启东嘴与济州岛西南角连线为界，与东海相连。若从山东半岛成山角至朝鲜半岛长山串联成一线（长约104海里），则可把黄海分为两部分。连线以北称为北黄海，以南称为南黄海。黄海东西宽约300海里（最窄处104海里），南北长约470海里。面积38万平方公里，其中北黄海面积约7.1万平方公里，南黄海为30.9万平方公里。注入黄海的河流，中国沿岸主要有鸭绿江，淮河、灌河等，朝鲜沿

岸有大同江、汉江等。

东海为一比较开阔的边缘海，西北接黄海，东北以韩国济州岛东端至日本九州长崎野母崎角一线，与朝鲜海峡为界，东临日本九州、琉球群岛及中国台湾，西濒中国上海、浙江和福建等省市，南至中国广东省南澳岛与台湾省南端猫鼻头的连线。东北至西南长约 700 海里，东西宽约 400 海里，面积为 77 万平方公里。

东海有许多海峡将其与邻近海域及太平洋沟通，东有大隅、吐噶喇、冲绳等海峡及与那国水道等与太平洋沟通，东北有朝鲜海峡与日本海连接，南有台湾海峡与南海沟通。汇入东海的河流主要有长江、钱塘江、甌江、闽江及浊水溪等。

南海北界为中国台湾、广东、海南和广西等省区，东以中国台湾、菲律宾的吕宋、民都洛及巴拉望岛等为岸，西至中南半岛和马来半岛，南抵印度尼西亚的苏门答腊与加里曼丹岛之间的隆起地带。南海四周几乎全被大陆和岛屿所包围，所以曾有人把南海、地中海和加勒比海称为世界三大“内海”。

南海面积约 350 万平方公里，几乎等于渤、黄、东海总面积的 3 倍。南海有两大海湾：北部湾和暹罗湾。北部湾位于南海西北部，形如新月，湾的北岸为中国广东、广西，东临广东雷州半岛和海南省，西濒越南，南以中国海南省莺歌海与越南来角的连线为界。面积约 11.7 万多平方公里，为一深度小于 100 米的浅海盆地。暹罗湾位于南海西南部，三面也被陆地包围，仅东南以开阔的湾口与外海相连，湾口从金瓯半岛金瓯角至马来半岛北大年附近连线为界。面积约 23.9 万平方公里。湾内大部分水深不足 50 米，也是一个半封闭的内陆浅海。

南海四周有许多海峡与太平洋及邻近海域沟通，北有台湾海峡与东海相连；东有巴士、巴林塘、巴布延、民都洛以及巴拉巴克等海峡沟通太平洋及苏禄海；南有加斯帕、卡里马塔等海峡与爪哇海沟通。汇入南海的主要河流有中国沿岸的珠江、韩江以及中南半岛上的红河、湄公河、湄南河等。

台湾以东洋域指琉球群岛以南、台湾和巴士海峡以东的太平洋水域。它与上述各海域不同，海域开阔，无明显的自然边界，并具有大洋性特征。这里海底地形复杂，既有大陆架，又有大陆坡和深海盆，但陆架（岛架）很窄，大陆坡较陡，距岸不远即为深海盆。黑潮终年流经这里，使其海洋水文状况与渤、黄、东、南海有很大差异。

（二）地质构造

渤、黄、东、南四海位于亚洲大陆和太平洋岛弧之间，在欧亚板块与太平洋板块的长期、复杂的相互作用下，形成了一系列北东—南西向的隆起和沉降等构造带，它们的地质时代自西向东由老到新依次排列。

渤海是一个中、新生代沉降盆地，它的轮廓受构造断裂所控制。东侧为一条北北东向的大断裂，从辽河口经辽东半岛、庙岛群岛以西至莱州湾，与郯城庐江大断裂相联；西侧也是一条北北东向的断裂，从辽西沿岸延伸到渤海湾与黄河口一带。这两条大断裂带之间的沉降拗陷，即为渤海盆地。

渤海的基底是寒武纪变质岩。古生代沉积以下古生界为主的海相碳酸盐层，上古生界极薄。中生代时渤海四周大部分地层上升隆起，而渤海则相对下沉。到新生代的早第三纪，渤海地区受老地形差异影响，因断陷作用形成了分割性拗陷，拗陷内沉积了几千米厚的灰绿砂岩等。到了晚第三纪时，渤海急剧地拗陷下沉，沉积中心由渤海边缘向渤海湾及渤海中央转移，上第三系厚达 2 000 米以上。渤海在第三纪堆积了厚层河湖相地层，地层中夹有火山堆积和局部的海相沉积。第四纪沉积厚度达 300 ~ 500 米，第四系下部主要为河相沉积，上部普遍覆盖有现代海相沉积。

黄海和东海大陆架的地壳构造为大陆型，而东海大陆斜坡为过渡型结构。黄、东海在地质构造上表现为几条相间排列并呈北北东向的隆起带和沉降带，自西向东分别为北黄海—胶辽隆起带，南黄海—苏北沉降带，福建—岭南隆起带，东海沉降带，东海陆架边缘隆起带，冲绳海槽张裂带以及琉球岛弧—海沟带。

北黄海—胶辽隆起带它从胶东半岛经黄海伸至辽东半岛和朝鲜北部。基底主要由前震旦纪和震旦纪的变质岩系组成。中生代的基底遭到断裂破坏，有火成岩及火山岩喷发；侏罗纪以来局部地区形成构造盆地。北黄海是隆起带上的一个小构造盆地。盆地内存在着两个小的沉降中心，其基底由中生代以前的变质岩组成。基底上的中生代地层厚约 1000 多米，第四纪和现代松散沉积层厚约 300 米。

南黄海—苏北沉降带它从南黄海向东北伸至朝鲜半岛的中、南部。基底为巨厚的古生代和中生代岩层，屡遭构造变动，构造性质不甚稳定。沉降带在南黄海自北向南又分出两个次一级的构造带：北部和南部拗陷，而中部隆起。

福建—岭南隆起带它从广东、福建和浙江南部山地经东海和黄海海底，越过济州岛至朝鲜半岛南部。基底岩系下部为前寒武纪的变质岩，上部为中生代的火山碎屑岩系。在海域中，基底岩系之上覆盖着厚约 800 ~ 1200 米的新生代地层，多为上第三系和第四系。第四纪以来隆起带遭到分裂，海水逐渐浸入并漫过破裂的隆起带而进入黄海。

东海沉降带它几乎包括了整个东海大陆架，基底可能是中生代和古生代变质的沉积岩和火山岩。基底岩系之上是巨厚的第三纪和第四纪地层，总厚度大于 4 000 米，最厚达 9 000 米左右。该新生代地层的下段为经过构造变动的早第三纪地层；下段为晚第三纪和第四纪地层。该构造带可能是早第三纪时扩张形成的沉积带，这是很有希望的海底油气远景区。

东海陆架边缘隆起带在东海大陆架的外缘，构造走向为北北东。隆起带的盖层由褶皱、巨厚的上第三纪和第四纪地层组成。海底上面是 800 米左右

的未固结沉积层。该隆起带形成于早第三纪，为残余岛弧。

冲绳海槽张裂带冲绳海槽在构造上是一条扩张构造带。海槽本身可能由复杂变质的下第三系等岩层组成，厚度在 1200 米以上，受褶皱和断裂的破坏而不断被火山切断。槽内年轻地层相当发育，显示出扩张初期的裂谷构造。

琉球岛弧—海沟带是太平洋西部一条典型的岛弧—海沟构造带，顺琉球群岛分布，由琉球群岛和琉球海沟组成。琉球岛弧为双列岛弧；内弧位于琉球群岛及冲绳海槽之间，主要由中新世—上新世的安山岩组成；外弧为琉球群岛，由古生代、中生代变质岩和褶皱的第三系组成，有花岗岩、辉长岩侵入及现代火山活动。琉球岛弧以东便是琉球海沟。

南海海底构造复杂，大致以西缘北西向红河深大断裂与南北向越东滨海深大断裂的连线为界：以东以北东至北东东向构造线为主；以西以北西至北西西向构造线为主。上述两组断裂构造线，把东西两地壳块体切割成不连续的大小断块。红河—越东滨海深大断裂以东海域，被北东至北东东向断裂切割，为新生代形成的隆陷相间的构造区，由北往南有两广陆架断陷带，西沙—东沙断隆带，中央海盆张裂带，南沙断隆带，岛弧边缘断陷带等。红河—越东滨海深大断裂以西海域被北西向断裂切割，于新生代形成的隆陷自北而南有北部湾西南断陷带，印支断隆带，湄公河口外断陷带，纳土纳断隆带，暹罗湾断陷带等。

两广陆架断陷带位于南海西北缘向陆一侧。基底可能是陆区的变质岩及火成岩向海延伸部分。构造以北东东的张性断裂为主，自新生代渐新世晚期以来，断裂急剧，基底陷落，形成北部湾，莺歌海、琼东南、雷州湾、珠江口外、粤滨、台湾浅滩等一系列拗陷盆地。

西沙—东沙断隆带北与上带相连，南以中央海盆北缘北东东向断裂及中沙东部的北北东向断裂带的连线为界。此带海底起伏甚大，出露一系列海脊，为陆坡区域。

中央海盆张裂带位于南海中央海盆，四周为断层所限，北界、西界与上带相邻，东为马尼拉海沟近南北向断裂，南界为南沙北断裂。基底岩层属大洋型地壳的玄武岩类物质。上部覆有火山喷发物、块状珊瑚、固结沉积层以及顶部松散的沉积层。

南沙断隆带位于中央海盆张裂带以南，东以卡拉绵断裂与岛弧边缘断陷相邻，南以曾母北断裂与曾母暗沙拗陷相接。该带内断块构造发育，以张性地堑式断层为主，将该带切割成中业、礼乐，立威等不同高度的断块和断陷。

岛弧边缘断陷带位于南海东部，与吕宋、巴拉望、加里曼丹岛大致平行，呈北北东向延伸。是新生代发生的俯冲和断陷而成的边缘断陷带。带内有海槽与海脊，如吕宋海脊、北吕宋海槽、西吕宋海槽、马尼拉海沟等。

(三) 海底地形

中国近海及毗邻海域尤其是渤、黄、东海的海底地形，总的特点是自西北向东南倾斜。从中国海南省南面经台湾省至日本九州以西的五岛列岛联成一线，可把渤、黄、东海及南海北部的海底地形分成两个不同的区域：西面的海底起伏甚微，坡度小，地势较平坦；东面的海底地势急转直下，坡度骤然变陡，并有海沟、海槽和海脊。至于南海，是一个深度较大、较为封闭、地势复杂、四周浅中央深的大海盆，盆地中央平均深度在 3 000 米左右，海盆中还有几处隆起的礁岛。

中国海不仅有广阔的大陆架，还有大陆坡、深海盆和深海槽。

大陆架是围绕大陆周围、向海缓倾延伸的浅水地带。它虽被海水淹没，实为大陆的自然延伸部分，水深一般在 200 米以内，其宽度从低潮线起算向海伸至坡度显著增大的地方为止。大陆架具有深度浅、坡度平缓、为大陆地形的延伸等特点。渤海和黄海全属大陆架，东海约 2/3 的区域属大陆架，南海的大陆架也很宽广。

中国海的大陆坡，除东海大陆架东南侧有一小块外，主要分布在南海。深海盆地只存在于南海。

1. 渤海的海底地形

渤海为一东北—西南向的浅海。海底地势从 3 个海湾向渤海中央及渤海海峡倾斜，坡度平缓，平均坡度只有 0.28°。沿岸区水深都在 10 米以内，辽河口，海河口附近水深约 5 米，黄河口最浅处水深不过半米。渤海平均水深 18 米，最大深度在渤海海峡老铁山水道附近，约 80 米。辽东湾的地势是从湾顶及两岸向中央倾斜，且东侧较西侧深，最深处 30 余米。渤海湾地势也从湾顶向渤海中央倾斜，湾内水深很浅，一般均小于 20 米。莱州湾以黄河三角洲向海凸出而与渤海湾分隔开，湾内地势平坦，略向渤海中央倾斜，水深一般为 10~15 米，最深约 18 米。渤海中央盆地是一个北窄南宽近于三角形的浅水洼地，地势较平坦，中部低下，东北部稍高，水深 20~25 米。

2. 黄海的海底地形

黄海为一近似南北向的半封闭浅海。海底地势由北、东、西三面向黄海中央及东南方向倾斜，但坡度不大，平均坡度为 1.21°，地势比较平坦。深度由东南向北逐渐变浅，如同一个口朝南的簸箕。它有一个明显的由东南向北的低槽——黄海槽，海槽水深 60~80 米，自济州岛以南开始沿黄海中部向西北伸延，分别进入北黄海、青岛外海和海州湾。

黄海近岸水深多在 60 米以内，唯南黄海中央及东南水深在 80 米以上，最深处在济州岛北侧，水深 103 米。黄海平均水深 44 米，其中北黄海平均水深 38 米，南黄海平均水深 46 米。

黄海西岸的苏北海岸是一片广阔的滩涂、浅水地带，水深不足 20 米，并有一些水下三角洲，如古黄河水下三角洲及长江水下三角洲等，因此浅滩、沙洲很多，如大沙、北沙、金家沙、郎家沙、勿南沙等。黄海东侧朝鲜半岛沿岸的水深大于西侧沿岸，北部有许多与海岸近于垂直的水下沙脊，南部岛屿林立，水下地形复杂。黄海南部地势向东南倾斜，但存在几个水下小岩礁，如苏岩礁、虎皮礁等，它们与济州岛联成一条东北向的岛礁线，构成黄

海与东海的天然分界线。

3. 东海的海底地形

总的说是西北高、东南低。海区平均水深 349 米，最大深度 2 717 米。依海底地形趋势，可分为两个区域：西部大陆架浅水区和东部冲绳海槽深水区。

东海大陆架特别发育，最大宽度达 640 公里，是世界上最宽阔的陆架之一。大陆架面积约占整个海区的 66%，北宽南窄。海底地势向东南缓倾，平均坡度 $1 \sim 17^\circ$ 。平均水深 72 米，大部分海域水深 60~140 米。陆架外缘在水深 120~140 米处。东海大陆架又可以 50~60 米水深分为东、西两部分：西部岛屿众多，水下地形复杂，坡度稍陡；东部开阔平缓，只在其东南边缘处有些水下高地，中国钓鱼岛等岛屿便位于其上。东海大陆架上延展着长江的沉溺河谷，它从长江口向东南方向延伸，穿过大陆坡，进入冲绳海槽。

沿东海大陆架外缘分布的大陆坡呈东北—西南向延伸，向东南方向成弧带状，约占东海总面积的 33%。地形陡峻，坡度 $3 \sim 10^\circ$ 。陆坡主体为冲绳海槽，是一个深水槽，形似新月，向东南方向凸出。海槽南深北浅：北部水深 600~800 米，坡度较小；南部水深 2000~2 500 米，坡度也大，最大深度 2 717 米。海槽在剖面上呈“U”字形，谷底平缓，两侧斜坡陡峭，西坡约 3° ，东坡可达 10° 。冲绳海槽以东，为露出海面的琉球群岛、九州及各岛屿在水下的岛架¹。岛架宽度狭窄，九州处为 30~50 海里，琉球群岛附近为 2~20 海里。岛架地形复杂，沙滩、岩滩众多。琉球群岛是西太平洋边缘岛弧的一部分，为东海与太平洋的天然界线。

4. 南海的海底地形

南海的深度比渤、黄、东海要大。除北、西、南三面靠大陆附近深度较浅外，中部和东部水深大都在 2 000 米以上。南海平均水深 1100 米，最大深度 5 567 米。

南海的海底地貌类型齐全，既有宽广的大陆架，又有较陡的大陆坡和辽阔的深海盆地。海底地势西北高，东部和中部低。海盆四周边缘分布着大陆架；大陆架以外为阶梯状下降的大陆坡，中国东沙、西沙、中沙和南沙群岛等即为分布在大陆坡山脊上的礁岛；在大陆坡的终止处进入南海深海盆地。在南海东部，从我国台湾岛至吕宋、巴拉皇岛等地，出现一系列岛弧和海槽（沟）相伴分布的格局。

南海大陆架非常宽广，主要分布在北、西、南三面。其中，南部大陆架宽度最宽，北部次之，西部和东部狭窄。北部和西北部大陆架，大致为中国台湾南端至海南岛以南的华南沿岸及越南北部沿岸的浅水区，海底坡度平均为 $3 \sim 40^\circ$ 。陆架宽 190~280 公里，一般超过 250 公里。北部湾为水深小于 100 米的浅海，平均水深 40 米左右，全属大陆架。该湾地形与渤海颇为相似，北部和西部较浅（20~40 米），中部和东南部较深（50~60 米）。该湾海底地势由西北向东南倾斜，最深处在海南岛西南近海，达 90 多米。南海西部越南沿海大陆架较窄，南北两端宽约 50 公里，中间仅 20 公里；坡度较大。南

¹ 岛架也称岛棚，其含义与大陆架相似，指岛屿或群岛周围比较平缓的海底地带。它从海岸向深海方向倾斜，直到坡度急剧增大的岛坡为止。

海东部均为岛架，台湾岛至吕宋岛一带岛架很窄，仅 5~10 公里，坡度达 $50^{\circ} \sim 1^{\circ} 40'$ 。巴拉望附近岛架宽 30~60 公里，坡度一般为 17° 。南海南部和西南部大陆架为巽他陆架的一部分，是世界上最宽的陆架之一，宽度超过 300 公里。南海西部和东部陆架是以侵蚀为主的侵蚀—堆积型陆架，而南部和北部的大陆架则为堆积型陆架。

南海的大陆坡分布在水深 150~3 600 米之间，呈阶梯状下降，大致从 150 米开始，海底坡度明显地逐渐变陡，由平坦的大陆架变为陡坡，并隔以深沟。约在 1000~1800 米深处，地形转缓，成为断续相连的平坦面，宽达数百公里。在平坦面的外侧，又是个急陡坡，至 3600 米附近大陆坡终止，到达南海深海平原。

南海大陆坡围绕着海盆四周可分为 4 个区：北陆坡、西坡阶地、南陆坡和东陆坡。

北陆坡约位于中国台湾以南至珠江口大陆架的外缘。陆坡上为波状起伏的平原，并有隆起的暗礁。在东沙群岛附近水深增至 1000~2 000 米，地势向南凸出。

西坡阶地又叫海南岛南部大陆坡，宽达 300 海里，位于珠江口外的深海洼地和越南南部陆坡之间，水深 1000~1500 米处。它具有显著的阶梯状，坡度较大 ($5^{\circ} \sim 10^{\circ}$)，等深线密集，呈南北向分布。西沙和中沙群岛就分布在西坡阶地上。西坡阶地上有许多水下峡谷，把阶梯状的陆坡分割为许多地块。西坡阶地的坡麓有一狭长拗陷，深 5 567 米，为目前已知南海的最深处。

南陆坡也是阶梯状的大陆坡，南部与巽他陆架相接，东南部与巴拉望海槽相邻。陆坡中部有一海底高原，水深 1000~2 000 米，中国南沙群岛即位于这个高原的山脊上。因地形复杂，水深变化多端，成为航海上的“危险地区”。

东陆坡位于吕宋、民都洛及巴拉望西侧的岛架外缘。陆坡范围很窄，坡度陡峻 (10° 之多)，呈狭窄的阶梯状下降，并受许多水下峡谷切割，形成许多海峡与通道。

介于中国西沙、中沙与南沙群岛的大陆坡之间，有一个东北—西南向的狭长海盆，称为南海中央盆地，纵长 1600 公里，最宽处达 700 公里，水深约 3 600 米。由于海盆内大部分地区比较平坦，故可视作一个“深海平原”（实际上地形仍很复杂），大体上可分为平坦的北部和多山的南部。北部较浅，约 3400 米；南部较深，约 4 200~4 400 米。海盆地势由北向南倾斜。在深海平原中央有一群孤立的丘陵和海山，大部分不露出海面，可能是由海底火山喷发形成的。

在南海东部岛坡内和坡麓下，分布着巨大的长条洼陷，自北而南为吕宋海槽、马尼拉海沟及巴拉望海槽。

吕宋海槽位于吕宋岛以西的岛坡中部，呈南北向延伸，与海岸平行。大致以北纬 $16^{\circ} \sim 17^{\circ}$ 间的海底隆起及阶地为界，北段称北吕宋海槽，南段称西吕宋海槽。后者长约 225 公里，平均宽约 50 公里，槽底平坦，水深 2500 米左右；前者长约 620 公里，水深约 3400 米。

马尼拉海沟位于马尼拉湾外的岛坡坡麓之下，也呈南北向延伸。长约 350 公里，沟底宽仅 10 公里，深约 4800 米，最深 5377 米。海沟西壁坡度平均为 $1^{\circ} 30'$ ，而东壁坡度达 13° 。

巴拉望海槽位于巴拉望岛西南方，正处于南沙台阶隆起地块与巴拉望—

加里曼丹岛地块之间的狭长洼地部位。长约 675 公里，槽底宽约 65 公里，深约 2800 ~ 3000 米，最大深度 3211 米。槽底平缓，局部有小丘陵。

(四) 表层沉积物分布

中国近海及毗邻海域海底表层沉积物的分布,明显地反映出陆源物质的特点。这些陆源碎屑是河流的搬运及岛屿、海底剥蚀等综合作用的产物,并以河流输入为主(图1)。

渤海和黄海,由于具有封闭的特性和复杂的轮廓,加之大陆径流较强,表层沉积物大部分以粒度较细的软泥和沙质泥为主。东海的表层沉积物与渤、黄海有较大的差异,很少有软泥沉积物,而以沙底占优势。南海是一个较封闭的深海盆,在热带、亚热带海洋及气候影响下,表层沉积物不仅有陆源物质,同时还有生物的影响。粒度较细的沉积物广泛分布在离大陆较远的南海中央,以沙质软泥为主,又聚集着动物群的残余小贝壳和珊瑚等。

1. 渤海的沉积物分布

近岸粒度较细,海区中央粒度较粗,这是渤海海底沉积物分布的总趋势。这一现象可能与渤海的潮流较强有关。渤海湾、辽东湾和莱州湾分布着粒度较细的粉沙质粘土软泥和粘土质软泥,渤海中央则出现细粉沙、粗粉沙和细沙等粒度较粗的沉积物。渤海西北部从辽东湾到渤海湾岸边,分布着一条沙质沉积带。辽东半岛南端的外围为沙质沉积物。渤海海峡地区北粗南细:北面除有细沙、粗沙外,还有砾石和破碎的贝壳等;南面的沉积物以粉沙为主。长兴岛附近也有砾石出现。粉沙和淤泥是渤海海底表层沉积物的主要成分。

渤海边缘沉积物的颜色一般为黄褐色,随着深度的增加,颜色也逐渐由黄褐色变为青灰色甚至灰黑色。

由于渤海四周几乎被大陆所包围,有黄河、海河、辽河、滦河等大河注入,因此,渤海的表层沉积物全为陆源碎屑物质。如渤海湾的碎屑物质,主要来自黄河、海河与滦河。而黄河入海的泥沙除部分堆积在河口处以外,其它呈悬浮状态向莱州湾、渤海深水区和渤海湾扩散。

2. 黄海的沉积物分布

黄海北部沉积物分布的空间状态与渤海有些相似,呈明显但不规则的斑状分布,沉积物粒度相互交替出现。东部近岸地区以细沙和粗粉沙为主,向西则粒度变细,逐渐被粘土软泥所代替。

黄海南部表层沉积物呈规律的带状分布,西岸近海及河口处,为沙质沉积物,然后随离岸距离的增加而沉积物的粒度变细,从细沙、粗粉沙、细粉沙过渡为粘土质软泥,并略成南北向的带状分布。其中粘土质软泥分布最为广泛。东岸朝鲜半岛沿岸为细沙和粗沙,并有砾石和基岩出现,因朝鲜半岛地势较高,山地河流携带着较粗的物质入海,加之潮流较强,所以东岸的粒度大于西岸。

黄海海底表层沉积物的颜色大致是,渤海海峡及黄海北部多青灰色和灰黑色,粗粒沉积物则多黄褐色,偶见灰黑色。

因黄海接受了中国大陆和朝鲜半岛各大河流带来的泥沙,各河流的泥沙和悬浮物质就逐渐成为黄海海底表层沉积物的主要来源,所以黄海的现代沉积物大都为陆源物质。

3. 东海的沉积物分布

由于东海的轮廓、地形及水文特征与黄、渤海不同，所以东海的沉积物分布与黄、渤海有着本质上的差异。东海的软泥沉积物很少，沙质沉积物分布很广，表层沉积物分布的特点，大致以 50 米等深线为界把陆架区的沉积物分为东、西两个区。西部的沉积物较细，为粉沙、粘土质软泥和粉沙质粘土质软泥；东部除琉球群岛附近外，几乎全是沙质沉积物。琉球群岛附近为沙、砾石、珊瑚和石枝藻等。

在长江口和杭州湾一带，沉积物类型比较复杂，变化也大，分选度差，这里主要是粉沙和粉沙质粘土软泥。舟山以南沿岸的沉积物分布呈与海岸相平行的窄长带状。在近岸岛屿间为粉沙质粘土软泥，向外水深 20~50 米之间，则为粘土质软泥，再往外为粒度较粗的粉沙和细沙。

台湾海峡的底质分布，西岸除岬角和岛屿附近有比较粗的粗沙、砾石外，主要是粒度较细的粉沙质粘土软泥；东岸则以细沙占优势，并偶有粗沙；海峡中部为细沙。澎湖列岛附近主要是沙质，并有砾石和基岩出现。与此同时，沿浙江、福建沿岸，分布着细粒的沉积物，并通过台湾海峡一直延续到广东东部沿岸至海南岛附近。东海稍外含有贝壳的沙质沉积物，也是通过台湾与南海北部的沙质带相连。因此，除浙江沿岸覆盖有细沙外，东海表层沉积物类型的空间分布，实际上是南黄海和南海的延续。

东海沉积物类型与其颜色间有一定的关系：细沙沉积的颜色较深，多灰褐色和灰黑色；软泥类型的沉积物多灰黄和浅灰色。两类颜色的界线即是沙和软泥的分界线。

东海黑潮区域的沉积物为沙质，可能与流速较强的黑潮有关。强流速易把细沉积物带走，留下的是较粗的沙质和贝壳等。

4. 南海的沉积物分布

南海北部陆架区的表层沉积物分布与东海有些相似，内侧为呈带状的细粒沉积，外侧为较粗粒度的沙质。广东沿岸一带沉积物的空间分布呈带状，为东北—西南向，底质为细沙和粉沙质粘土软泥。汕头附近的粉沙质粘土软泥分布较窄；向外为沙质沉积，是南海北部沙质分布最广的地带。珠江口外有较大范围的粉沙质粘土软泥。琼州海峡地区多为细沙和中沙，呈平行于海岸的带状分布，深水槽内有砾石出现。北部湾的表层沉积物分布与渤海有些类似：岸边粒度细，中央粒度较粗。湾内底质以粉沙质粘土软泥为主。北部和西南部为粉沙底质；中为沙质；东部较复杂，细沙、粉沙皆有，偶有砾石出现。

南海北部陆架区细粒沉积物的颜色一般为黄褐色，随着粒度变粗，颜色渐渐加深，多为灰黑色和青灰色；沙质沉积的颜色常为绿色和灰白色。

南海西部越南沿岸的底质以软泥及粘土质软泥占优势，在湄公河及红河河口附近有一条淤泥带。南海南部其他陆架的表层沉积物以沙和泥质沙为主，并有砾石、贝壳、珊瑚和石枝藻等。南海东部岛屿附近的底质较复杂，有沙、沙质软泥、岩石、贝壳、珊瑚、石枝藻及根足类——抱球虫等。

南海大陆坡上的沉积物，主要为软泥及粘土质软泥。南海中央深海盆地的底质，多为含抱球虫、放射虫与火山灰的粘土质软泥，近期还发现有锰结核或锰壳。

二、中国的海岸、海港、岛屿及海峡

我国的海洋环境条件十分优越，除了辽阔的海域外，还有类型多样 蜿蜒漫长的海岸线，沿海众多的港湾，星罗棋布的岛屿，资源丰富的海涂，以及不少沟通海域与海域、大陆与岛屿的“海上走廊”——海峡和水道。这些都为中国工业、农业、商业、交通、水产、对外贸易、科学文化以及其他海洋资源的开发利用，提供了极大的便利，在国民经济和国防上占有重要的地位。

（一）海洋的边缘——海岸

海岸系指现代海岸线以上狭窄的陆上地带。中国的大陆海岸线北起辽宁的鸭绿江口，南达广西的北仑河口，全长 18 000 多公里。按从北到南沿海各省、市、区的所属计算，辽宁 2100 多公里，河北约 500 公里，天津 100 多公里，山东 3 000 多公里，江苏 1000 多公里，上海约 200 公里，浙江 2 200 多公里，福建 3 300 多公里，广东 4 300 多公里，广西约 1500 公里。若把沿海的岛屿海岸线也计算在内，我国的海岸线总长度则为 32 000 多公里。

控制中国海岸发育的因素主要有：地质构造、海平面变化、“地动”和“水动”的相互作用等。中国的海岸地貌，从整个海岸的轮廓线，到海湾形状、岛屿排列、海峡走向及河口入海，都与北东向及北西向两组呈 X 形的断裂构造体系密切相关。如辽东半岛、山东半岛及浙江、福建海岸，与控制中国东部的新华夏系（北东向）构造一致；舟山群岛，在排列上呈北北东向，但单个岛屿长轴则作北北西伸展；黄河口呈北东向延伸，而长江口、珠江口则为北西向；杭州湾呈北东向，但胶州湾、三门湾和三沙湾又略呈北西向。

中国的海岸形势大体以杭州湾为界；杭州湾以北，海岸线穿过几个隆起带及沉降带，表现为上升的山地港湾海岸与下降的平原海岸交错的格局；杭州湾以南，海岸线基本处于同一隆起带，所以具有较一致的特点。

按海岸的形态和成因来分，中国的海岸有平原海岸、山地港湾海岸及生物海岸三类。每一类中又可分为若干次一级的类别。

1. 平原海岸

曾有“沙岸”之称，系由巨厚而松散的沉积物组成。这种海岸的岸线平直、单调，岸上地势平坦，有些地方多沙洲、浅滩，潮间带宽阔，缺乏天然良港和岛屿。

平原海岸包括三角洲及三角湾海岸、淤泥质海岸及沙质海岸，以分布在大河入海处的三角洲最为典型，如黄河、长江、珠江、辽河等下游都有广阔的三角洲分布。中国有长达 2 000 多公里的平原海岸，主要分布在渤海西岸和江苏沿岸，此外，松辽平原外围，浙江、福建、广东以及台湾西南的一些大河口与海湾顶部也有局部分布。

平原海岸分为沉积类型和冲蚀类型。塑造平原海岸的主要因素是泥沙和潮流。当海岸带有大量泥沙供给时，海岸线迅速增长；反之，泥沙供给少或中断时，海岸受海水侵袭而塌崩后退。巨量泥沙主要来源于河流。例如，黄河每年输沙至下游约 10 多亿吨，大部分在河口沉积，小部分被潮流输送至沿岸逐渐沉积。由于黄河多沙、暴流性强，河床游荡、摆动于海河与淮河之间，

每次改道都在河口区发育出三角洲。现在的黄河三角洲，就是 1855 年黄河在铜瓦厢决口后夺大清河故道入海形成的。平直的苏北平原海岸也是古黄河三角洲向海扩展的例子。但自黄河北归注入渤海后，苏北海岸因泥沙供给减少，岸线不断后退，后退速度为每年 10~100 米。长江、珠江、闽江、钱塘江、辽河、淮河等，每年都把大量泥沙从内陆输送至河口及海岸带，因此，中国的海岸线是逐年向海扩展的，仅少部分地区如旧黄河口、长江口以北、钱塘江北岸等地段，受冲刷而后退。

2. 山地港湾海岸

也叫基岩海岸，主要由比较坚硬的基岩组成，并同陆上山脉或丘陵毗连。这种海岸的特点是：地势险峻，岸线岬湾曲折，坡陡水深，岛屿星罗棋布，多天然良港。

山地港湾海岸主要分布在辽东半岛南端，山海关至葫芦岛一带，山东半岛以及杭州湾以南的浙江、福建、台湾、广东和广西沿海，台湾东岸绝大部分属悬崖峭壁的断层海岸。

由于各地海岸带的地质构造、岩石性质、河流情况以及海浪作用的效果不同，因而岬湾的大小轮廓、朝向和海蚀速度也不一样。

山地港湾海岸以辽东半岛南端最为典型。那里岬湾曲折，港阔水深，海蚀地形险要。旅顺口外有峭壁，老虎滩为结晶岩断崖，黑石礁是突起在岩滩上的岩柱，小平岛有穿通的海蚀穴。而堆积地形范围很小，只有一些狭窄的沙砾海滩以及小型的砾石沙嘴和连岛沙坝。

山海关东西两侧也有一些小型的山地港湾海岸。但由于长期接纳附近河流泥沙的供给，渐渐使海湾淤浅而成为平原。沙坝不仅围封了海湾，还越过岬角，使岬角海蚀崖与海水隔开，长期受不到海浪的作用，因而成为崖坡缓倾、崖面长草的死海蚀崖，并已逐渐转变为填平的沙质海岸。

山东半岛因有些多沙性中小河流入海，丘陵区的风化壳较厚，这里的山地港湾海岸与辽东半岛有些差异：它既有典型的海蚀岬角和峡谷式的海湾（如成山角、马山崖、崂山头及青岛的石老人等），也有一定规模的沙嘴、沙坝和陆连岛等堆积地形。

浙江、福建、广东、广西的山地港湾海岸，在成因上与北方基本相同，但各地条件不一，南方的山地港湾海岸还有它自己的特色。其中浙江、福建以大小港湾相连、岛屿众多、岸线曲折为其特点。此外，南方还有一些大型的狭长形海湾伸入内陆，因河流短小或无淡水注入，故以海水为主，这种以潮流为主的山地港湾海岸又称潮汐汊道。广东的广州湾、镇海湾、广海湾、汕头湾，福建的湄州湾、平海湾以及浙江的乐清湾等皆属此类型。

3. 生物海岸

在中国南方北回归线以南海区，生物生长和繁殖迅速，沿岸的植物和动物群落对海岸轮廓或景观发生很大影响，这种生物对海岸的附加作用称为生物海岸，它主要指珊瑚礁海岸和红树林海岸两种。

珊瑚礁海岸主要是由珊瑚的骨骼聚积而成的礁石海岸。因珊瑚只能在暖水、高盐、水质清晰的海区生存，故珊瑚礁海岸只在热带、亚热带海域才见。中国的珊瑚礁海岸大致以台湾北部、澎湖列岛、南澳岛一线为界，该线以北只有少量的造礁珊瑚生长，构不成礁石；以南，才发育各种类型的珊瑚礁。

珊瑚礁是附着在岩石基底上发育起来的。珊瑚礁海岸主要有 3 种类型，即岸礁、堡礁和环礁。

岸礁是中国珊瑚礁海岸中主要的一种，它常以礁坪形式沿岸分布，紧靠陆地，似一条花边镶在海岸上。台湾、澎湖列岛、雷州半岛西南、海南岛及广西沿岸均有广泛分布。

堡礁像一条长堤，环绕在海岸外围，与海岸隔一宽阔的浅水区或泻湖。中国的堡礁不太典型，仅澎湖列岛、海南岛有堡礁存在。

环礁是出露于海面、但海拔不高的珊瑚礁岛。外形呈花环，中央是个礁湖，湖水浅而平静，环礁外缘为大海。中国南海诸岛中绝大部分岛、礁、滩由环礁组成，以东沙岛最为典型。

红树林海岸是由红树科植物与泥沼结合的海岸，是热带海岸特有的地貌类型之一。红树林是热带、亚热带海边特有的常绿灌木或小乔木丛林。红树可耐盐、耐碱，树干上生长许多气根，以适应长期浸泡在海水或泥滩里缺乏空气的环境。红树植物以“胎生”来繁殖，果实在树上还未脱落，种子就在果实内发芽，吸取母树养分成长幼苗。幼苗脱落后插入淤泥滩中，几小时内就能生根成长新树株。

红树林在中国主要分布在北回归线以南。台湾海峡以北个别地点虽也有红树植物，但不能成林，构不成大面积林区，不能称为红树林海岸。中国红树林海岸分布在福建、台湾、两广和海南，大致从福鼎开始，往南经基隆、厦门、珠江口、阳江、电白、徐闻、海安、铺前、清澜、冯家南北、三亚、新英、新盈、钦州湾等，皆有断续分布。

（二）海洋的门户——海港

沿着中国绵延曲折的海岸，散布着许多优良的海港，它们象一颗颗明珠镶嵌在中国大陆和岛屿的边缘。自北向南主要有：丹东、大连、旅顺、营口、秦皇岛、天津、龙口、烟台、威海、青岛、连云港、上海、宁波、温州、福州、基隆、厦门、高雄、汕头、香港、黄埔、湛江、海口、北海及三亚。

大连港是东北地区水陆运输的枢纽，也是中国北方最大的港口。位于辽东半岛大连湾内西南侧，南、西、北三面被陆地环抱，湾口外有大、小三山岛成为天然屏障。港内宽阔水深，码头、货场、铁路、机械化装卸、大型储油罐、造船、修船等都很先进。

天津港为华北最大的港口，位于渤海湾西岸。由天津内港、塘沽港和新港三部分组成。天津内港距海河口 36 海里，港区沿海河两岸并与市区相联；塘沽港距海河口 4.7 海里，在海河左岸与塘沽区相联；新港地处海河口外大沽坝北侧，是天津港的主体。新港由两条长达 10 公里的南北防波堤合围而成，港口有 15 公里长的深水航道，港内建有多个大型码头，是世界最大的人工港之一。

青岛港是利用天然港湾建成的良港。位于山东半岛胶州湾东岸，有灵山、崂山两角环抱，形势险要。该港分大港、小港两部分，大港水深，低潮时也可停泊万吨级海轮，是青岛港的主体；小港在大港南面，停泊小船。

上海港是中国最大的港口，居全国南北沿海航线的中枢，是中国内河、海运及国际贸易的枢纽港，其吞吐量居全国首位。位于黄浦江与苏州河的交会处，它以黄浦江为天然航道，横穿上海市。从吴淞口到闵行沿江两岸码头、仓库毗连，吊杆、装卸设备林立，港区绵延 60 公里。江宽水深，万吨级海轮终年可候潮通行；唯长江口航道淤浅，现已进行整治。

基隆港位于台湾东北端，扼台湾海峡北口。港的东、南、西三面为山岭环绕，港外有社寮、中山等岛屿成为天然屏障。港内风平浪静，自然条件优越，是优良的商港、军港和渔港。

高雄港位于中国台湾省西南，扼台湾海峡南口。港口两端有旗后山、寿山环绕，口窄内宽，形势险要。高雄港分内港和外港两部分，外港为主体部分，有两条长 930 米的长堤伸向大海，可防沙、防波。自从建成中岛新商港区 and 红毛港附近第二港口后，10 万吨以上的巨轮可通航。

基隆港与高雄港在国内与国际海运中都具有重要地位。

厦门港是中国东南沿海重要港口之一。位于福建南部的金门湾内、九龙江入海处，港区在厦门半岛西南端，港外有大、小金门岛、大担、二担、青屿等岛屿屏峙。厦门港包括外港和内港，外港在厦门岛南面，有东、西两条航道进入内港。厦门原为一个海岛，新中国成立后建了高（崎）集（美）海堤和杏林海堤，使厦门岛与大陆相连，成一人工半岛。火车、汽车、行人可直达厦门，使厦门港成为一个重要的水陆联运枢纽。

黄埔港是中国华南最大的河口港，也是珠江流域最大的水陆联运枢纽。位于珠江口内，距广州约 17 海里，该港以珠江干流为进出口航道。

湛江港是华南第二大港，也是中国通往南亚、非洲、欧洲各国海运距离最短的大港。位于雷州半岛东北侧广州湾内，外有硃洲岛、东海岛、南三岛等作屏障，港口深居麻斜海内。水域开阔，风平浪静，是新中国成立后中国自己设计、自己建造的现代化海港。

(三) 海防的前哨——岛屿

岛屿系指面积较小、四周环水的陆地。中国有大小岛屿 6 000 多个，总面积约 8 万平方公里，占全国领土总面积的 0.8%。中国的岛屿按其成因可分为大陆岛、冲积岛、火山岛和珊瑚岛四类。

大陆岛原是大陆的一部分，后因地壳下沉或海面上升，低洼的地方被海水淹没，较高的滨海土地或丘陵露出海面成为岛屿。这类岛屿一般距陆地较近，地质构造和地貌形态与邻近大陆关系密切。主要分布在山地丘陵临海附近，如台湾岛、海南岛等。

冲积岛主要因河流挟带下来的泥沙遇到海潮的顶托，在河口附近沉积而成。它的物质组成和地貌形态与附近的平原相似。中国的冲积岛较少，主要分布在冲积平原的临海地区，以长江口的崇明岛最为典型。

由海底火山爆发喷出的岩浆物质堆积而成的岛屿叫火山岛。中国的火山岛较少，主要分布在台湾周围，如火烧岛、兰屿、棉花屿以及澎湖列岛的大部分。

由造礁珊瑚的骨骼及其他贝壳堆积起来的岛屿称珊瑚岛。因珊瑚虫不能离开海面生活，故珊瑚礁滩一般不超出海面。珊瑚岛具有地势低平、面积较小的特点。中国的珊瑚岛主要分布在南海中。

中国沿海的岛屿分布很不均匀，主要集中在浙江、福建、广东、海南四省，其次是辽宁、山东、台湾三省。上述各省之和，占全部岛屿的 90% 以上。除南海诸岛距离大陆较远外，绝大部分岛屿环绕在中国大陆海岸线的东南边缘。

中国岛屿众多，但各岛屿的面积一般都较小，90% 以上的岛屿面积不足 1 平方公里，超过 200 平方公里的只有 8 个（台湾岛、海南岛、崇明岛、舟山岛、平坛岛、东山岛、东海岛及长兴岛）。

长山群岛位于辽宁的东南沿岸，由 3 个岛群约 50 个岛屿组成。北群称石城列岛，有石城岛和大、小王家岛等；中群岛礁较多，称里长山列岛，有大、小长山岛和广鹿、哈仙、乌蟒等岛；南群称外长山列岛，有海洋、獐子、塔连等岛。其中大长山岛最大，约 26 平方公里；海洋岛最高，约 385 米。

庙岛群岛位于渤海海峡中部和南部，由 30 多个岛屿组成。按其位置分为北、中、南三群。北群主要有北、南隍城岛及大、小钦岛等；中群有砣矶、高山、猴砣、车由等岛和大、小竹山岛；南群主要有大、小黑山岛和庙岛以及南、北长山岛等。庙岛群岛中以南长山岛最大，约 20 平方公里。

崇明岛是中国第三大岛，也是中国最大的沙岛。岛长约 80 公里，宽 10 ~ 15 公里，面积 1083 平方公里。它原是河口的一些沙洲，至明末才形成现在的基本轮廓。由于长江主流南北摆动，有时北岸坍塌南岸伸展，有时相反，使崇明岛的位置游移不定。现今，崇明岛有逐渐向北游移的趋势，南岸不断受冲刷崩坍，而北岸和东西两端伸展很快。这样，崇明岛北面长江北支有淤塞的趋势，长江主流则由南支排泄。

舟山群岛为中国沿海最大的群岛，由 600 多个大小岛屿组成，位于长江口以南、杭州湾以东的浙江北部沿海。南北延伸约 150 公里，东西横跨 100 公里左右，群岛总面积约 1200 平方公里。主要岛屿有嵊泗、嵊山、岱山、大长涂、舟山、普陀山、朱家尖、桃花、金塘山、六横岛等。其中以舟山岛最大，约 524 平方公里（长 40 公里，宽 15 公里），也是中国第四大岛。该

岛四周除局部狭窄的冲积平原外，土地丘陵为本岛的主要地貌，高度一般为100~400米。

台湾岛是中国第一大岛。南北长380多公里，东西宽约20~140多公里，面积35700多平方公里。岛上地势中部最高，东部次之，西部低平。山地、丘陵占全岛面积的2/3，平原约占1/3。山脉走向为北北东—南南西，自东向西主要有台东山脉、中央山脉、玉山山脉和阿里山脉。中央山脉纵贯南北，为东西各水系的分水岭。河流多发源于中部山地，向四方分流入海，流路短，坡度陡，流量大，多险滩、瀑布，水力资源丰富，但航运价值差。主要河流有浊水溪、下淡水溪，淡水河等。台湾地跨北回归线，又受黑潮影响，具有亚热带海洋性季风气候特点。终年高温，常夏无冬，多雨多风，但遭台风侵袭频繁。岛上水、热资源丰富，土地肥沃，物产丰富。台湾岛是东亚岛弧中的一个环节，至今地壳仍不甚稳定，火山温泉较多，地震活动频繁。

台湾省包括台湾岛及其附近的澎湖列岛、钓鱼岛、黄尾屿、赤尾屿、彭佳岛、兰屿、火烧岛、七星岩等100多个岛屿，总面积36000平方公里。澎湖列岛是台湾省最大的群岛，位于台湾海峡南部偏东，由几十个岛屿和一些岩礁组成，总面积127平方公里。其中以澎湖岛最大（64平方公里），其次是渔翁岛（18.2平方公里）和白沙岛（14.1平方公里），三岛成三足鼎立之势。

大万山群岛位于珠江口外，由100多个岛屿组成。较大的岛屿有香港、大濠、大横琴、三灶、高栏、南水、大万山、担杆岛等。香港岛位于珠江口外东侧，面积83平方公里。

海南岛是中国第二大岛，长约300余公里，最宽约180公里，面积33920平方公里。该岛周围还散布有30多个大小不等的岛屿。海南岛的地势中央高、四周低，呈环状结构。以五指山为中心向四周依次降为山地、丘陵、台地和滨海平原。水系多呈放射状，主要河流有南渡江、昌化江和万泉河等。河流短促、落差大、含沙量小，有丰富的水力资源。地下矿产资源丰富，种类繁多。海南岛具有热带季风气候特点，热量丰富，光能充足，长夏无冬，全年高温，雨量充沛，干、湿季明显，季风盛行，台风频繁。该岛是中国理想的热带作物种植区。本岛周围海域，水产资源亦很丰富。

南海诸岛在海南岛东面与南面海域，散布着数百个由珊瑚礁构成的岛、礁、滩、沙和暗沙，依位置不同分为四群：东沙群岛、西沙群岛、中沙群岛、南沙群岛以及黄岩岛，总称南海诸岛。除东沙群岛属广东省管辖，其余各岛均隶属海南省管辖。

东沙群岛主要由东沙岛及南卫滩、北卫滩等组成。以东沙岛最大（长2.8公里，宽约700米），位于一座环形珊瑚礁盘西部，形如新月，又叫“月牙岛”。岛上植物茂密，热带常绿灌木丛生，附近海域水产资源丰富。

西沙群岛由30多个岛、礁、滩组成。按其分布又分为东西两群。东群称宣德群岛，主要有赵述、北岛、中岛、南岛、石岛、永兴、东岛和高尖石等岛屿，以永兴岛最大，面积1.85平方公里，也是南海诸岛中最大的岛屿。西群称“永乐群岛”，由珊瑚、甘泉、金银、晋卿、琛航、广金、森屏和中建等岛、礁、滩组成。西沙群岛气候湿热，植物茂密，密林中栖息无数的海鸟。附近海域又是我国重要的渔场之一。

中沙群岛是由中沙环礁上20多座未出露水面的暗沙、暗滩组成。环礁范围长约75海里，最宽处33海里。这里的海水呈微绿色而不是蓝色，就是由

于水下衬托着珊瑚礁的缘故。

南沙群岛是中国南海诸岛中分布最广、数目最多和位置最南的群岛，由 100 多座岛、洲、礁、沙、滩组成。分布范围南北长 500 多海里，东西宽 400 余海里。其中露出海面的岛屿和沙洲有 20 多座。这些岛、礁、滩依地理位置可分为东北群、西北群和南群 3 个部分。东北群大致在北纬 $8^{\circ}30'$ 以北、东经 $115^{\circ}15'$ 以东一带，岛屿和暗礁、暗沙分布较少；西北群大致在北纬 9° 以北、东经 $115^{\circ}15'$ 以西，是南沙群岛中群礁最集中、岛屿和沙洲最多的部分；南群在东北群和西北群以南，岛、洲、礁、沙、滩的数量虽较多，但绝大多数潜伏于水下。南沙群岛中主要的岛礁有北子岛、南子岛、中业岛、南钥岛、太平岛、鸿麻岛、景宏岛、西月岛、马欢岛、费信岛、南威岛、曾母暗沙等，其中太平岛长约 1400 米，宽约 400 米，面积 0.43 平方公里，平均高出海面 3 米多，是南沙群岛中最大的岛屿。

在南沙群岛及其海域，不仅有石油、磷矿和水产等资源，而且还有多种热带经济作物和各种海鸟，真不愧为宝岛。

(四) 海上走廊——海峡

海峡是指两块陆地之间连接两个海或洋的狭窄水道，它往往伸入大陆与大陆、大陆与岛屿或岛屿与岛屿之间。在中国沿海，主要的海峡有渤海海峡、台湾海峡以及琼州海峡。

1. 渤海海峡

指辽东半岛南端老铁山西南角至山东半岛蓬莱登州头一段水域，宽约 57 海里，长 115 公里，最大深度 78 米。西与渤海相连，东与黄海毗邻。庙岛群岛散布于海峡中、南部，把渤海海峡分成 8 个主要的水道。各水道的宽度和深度不一，大体是北宽南窄，北深南浅。8 个水道中有 6 个呈东西走向，它们是：

老铁山水道——老铁山西南角至北隍城岛一带水域，是渤海海峡最主要的通道，宽约 24 海里、水深 50~65 米，最大水深 83 米。

大、小钦水道——南隍城岛至大钦岛一带水域，宽 4 海里，水深 25~50 米。

北砣矶水道——大钦岛至砣矶岛一带水域，宽约 6 海里，水深 35~45 米。

南砣矶水道——砣矶岛至猴矶岛一带水域，宽约 8 海里，水深 20~40 米。长山水道——猴矶岛至北长山岛一带水域，宽约 5 海里，水深 25~30 米。

登州水道——南长山岛至登州头一带水域，宽约 4 海里，水深 10~30 米。

渤海海峡在地质时代曾为陆地，与辽东半岛和山东半岛连在一起，后因地壳变动及海浸运动才滔为海底，成为渤海海峡，而庙岛群岛就是露出海面的古代山脉。

2. 台湾海峡

位于中国台湾与福建之间，是纵贯中国南北海运的要道。它的范围目前尚无一致的划法，较多的说法是：福建闽江口黄岐半岛北茭嘴与台湾的富贵角联线为其北界，南界为台湾南端的猫鼻头至广东的南澳岛联线。海峡走向大致为北北东—南南西，南北长约 380 公里，东西宽约 200 公里（最窄处 130 公里），面积约 7 万多平方公里。

台湾海峡位于中国大陆架上，地形起伏不平，平均水深约 60 米，最大深度 1680 米。海峡中有一东北—西南向的隆起带，由台中浅滩、澎湖列岛和台湾浅滩将海峡分为两部分。西北部较平坦，水深约 50 米；东南部坡度较大，水深 70~160 米。澎湖列岛是海峡中主要的岛群，扼台湾海峡南部的咽喉。澎湖列岛与台湾西南的水域称澎湖水道，宽约 23 海里，水深 50~160 米。台湾浅滩是海峡内最大、最浅的浅滩，系许多水下沙丘组成，距水面约 30~40 米，形如椭圆，位于澎湖列岛西南，面积约 8800 平方公里，是各种经济鱼类产卵群集的场所。海峡西岸多岩岸，岸线曲折，港湾幽深，山地一般直逼海滨，多天然良港；东岸多沙岸，海岸平直，地势低缓，沙滩广阔，多沙丘、潟湖，缺乏天然良港。

台湾海峡在地质时期曾经历过多次海陆变迁。古生代和中生代时还是“华

夏古陆”的一部分。第三纪始新世的一次大规模海浸，使整个海峡两岸均成为海面；中新世喜马拉雅造山运动中，台湾和澎湖列岛才又耸起成为陆地，形成台湾海峡的基本轮廓；第四纪冰期以后，世界性的海浸才又形成现今的台湾海峡。

3. 琼州海峡

位于广东省雷州半岛和海南岛之间，西接北部湾，东连南海北部。为一近似于东西向且长度大于宽度的横向长型海峡，长约 80 公里，宽 20~40 公里，面积约 2370 平方公里，平均水深约 44 米，最大深度 120 米。

海峡两岸的岬角和海湾基本上是交替出现的。北岸自东向西有红崖角、排尾角、屿角、溜尾角、红坎湾、海安湾及溜尾湾；南岸相应铺前角、白沙角、澄迈角、玉包角、铺前湾、海口湾及澄迈湾。北岸广泛分布着低平的玄武岩台地，南岸为磨蚀-构造熔岩台地。两岸都广泛分布有火山岩。

琼州海峡的海底地形是从两岸向海峡中央逐渐变深，并可用 50 米等深线绘出一个北东东向的狭长矩形深水盆地。深水盆地中央有深 80~100 米的深水槽。海峡东西两口地形逐渐平坦，深度变浅。向西过渡到平坦的北部湾海底，水深 20 米左右；向东通过一片不规则的浅滩过渡到水深约 30 米的南海北部大陆架。

海峡地区海流较强，多数季节的流向是由东向西，唯夏季西南风盛行时才由西向东流动。东流速度大于西流速度。东流时间短，西流时间长。

琼州海峡可能是在中更新世时期，因地壳发生差异性运动，发生断裂而形成的。

三、海水的性质

海水的性质包括海水的各项物理性质及化学性质。内容繁多，牵涉面广，但最基本的要素是海水温度和盐度，许多海洋现象无不与温、盐度有关。此外，海水密度、海冰、透明度及水色也是重要的海洋要素。

(一) 海水温度

海水不断地从各个方面吸收热量（主要是太阳辐射），同时又以各种形式散发自己的热量（主要是蒸发），这种热量的收支情况就叫海洋的热量平衡。

中国近海海水的温度状况，除取决于热量平衡的分布与变化外，受气象条件、海流、地形等影响也较大。渤海和黄海北部易受大陆气候的影响，水温的季节变化最大；黄海南部和东海的水温与海流、水团的分布关系密切；南海的水温状况显示出若干热带深海的特征——终年高温，地区差异和季节变化都小。

根据中国近海水温分布的特点，可把水温归结为冬季型、夏季型和过渡型 3 种类型。冬季型出现在 11 月至翌年 3 月，为全年水温最低季节。此时表面水温高于气温，陆上气温低于海上气温，故沿岸水温低，外海水温高。表面水温自北向南逐渐递增。等温线密集，水平梯度大，等温线分布大致与海岸平行，高温水舌与水流方向一致。夏季型于 6~8 月出现，这时太阳辐射增强，使中国近海表层水温普遍升高，成为一年中水温最高的季节。因气温高于水温，沿岸水温高于外海，所以水温分布比较均匀，水平梯度小，等温线分布规律性差，南北温差小（图 2）。过渡型发生在 4~5 月和 9~10 月季节交替时期，其中春季为增温期，秋季为降温期。过渡型的主要特点是温度状况复杂多变且不稳定，规律性差。

1. 水温的水平分布

渤海辽东湾冬季表层水温为 -1 左右，渤海南部为 0 左右，渤海中央水温约 2 ，温度自中央向四周递减，东部高、西部低，沿岸浅水区并有冰冻出现。表层以下各层水温分布趋势基本相同。夏季渤海沿岸浅水区及表层水温增温很快，使辽东湾、渤海湾及莱州湾都成为高温区，水温达 $26\sim 28$ ，而渤海中央成为相对的低温区，水温为 $24\sim 26$ 。低温中心在辽东半岛西南及渤海海峡北部，中心值低于 24 。在黄河口附近，黄泛水的高温水舌向渤海中央伸展。跃层以下的水温分布与表层不同，被深层冷水所控制，冷中心出现在辽东湾中部和渤海中央，水温为 18 左右。

黄海冬季各层水温分布都较规则，沿岸低，外海高，黄海中央为一高温水舌由南向北伸展。黄海北岸表层水温 $-1\sim 2$ ，东岸 $2\sim 6$ ，西岸 $3\sim 5$ ，中央为 $5\sim 12$ 。黄海夏季表层水温升至 $26\sim 28$ ，但在成山角和朝鲜半岛西南部附近，各自出现一个低温区，中心温度低于 24 ，这可能由于深层冷水上升的缘故。跃层以下至海底，基本上被黄海冷水团盘踞，使各层水温分布趋势一致，呈现出四周高中间低的低温特性（图 3）。整个黄海深处存在几个冷中心：北黄海一个，南黄海东、西侧各一个。前者位置比较稳定，年际变化小，中心值在 6 以下；后者位置各年不一，既有经向摆动，又有

纬向移动，中心值低于 7 。

东海冬季表层水温以等温线密集和冷、暖水舌清晰为其主要特征。浙、闽沿岸仅 6~14 ；台湾暖流区水舌伸向西北，直冲杭州湾附近；黑潮区水温最高，达 19~23 ，等温线分布与流向一致；对马暖流区水温 14~19 ，暖水舌伸向朝鲜海峡；黄海暖流区水温 12~16 ，暖水舌指向西北伸入南海。与此同时，来自黄海西部的冷水舌南下伸向东南，插入东海北部的中央，与暖水构成明显的锋面，成为东海表层水温水平梯度最大的区域。夏季沿岸水温升至 27~28 ；除长江口附近有一弱而极薄的暖水向东北方向伸出外，东海表层水温均在 27~29 ，分布极为均匀。但在个别地区出现上升流，形成低温区。如舟山群岛附近，8 月表层水温为 23~25 ，比周围海域低 2~3 。台湾海峡地区冬季等温线密集，呈东北—西南向分布西部表层水温 14~16 ，东部为 17~23 ；夏季表层水温达 27~28 。

台湾以东海域终年受黑潮控制，四季高温，冬季表层水温 24~25 ，夏季为 28~29 。

南海北部浅水区和北部湾，水温易受陆地及气象条件的影响。冬季水温较低，一般在 16~22 ，等温线分布大致与海岸平行，温度由岸向外海递增，到南海中部表层水温达 25~26 。由于受东北季风漂流的影响，南海表层水温的分布并非与纬度平行，而与海岸有一交角，呈东北—西南向。南部距赤道较近，表层水温仍达 27 左右。南海夏季表层水温均达 28~29 ，但因西南季风的作用，导致越南中部、南部以及中国海南岛东岸等出现深层冷水涌升现象，造成夏季的低温区，温度分别为 25 和 23 。

2. 水温的垂直分布

中国近海水温的垂直分布受气象因子的影响很大，冬季主要受变性极地大陆气团的控制，海面经常遭到强劲的偏风吹刮，海面失热，表层水温冷却密度增大，产生上下水层的对流混合。在混合所及的深度内，水温的垂直分布趋于均匀一致。冬季愈严寒，海面失热愈大，垂直对流过程就愈强，其混合所及深度也愈大。因此，使浅海区的水温自海面到海底呈均一状态，具体时间是，渤海自 10 月至翌年 3 月，黄海为 11 月至翌年 4 月，东海陆架浅水区为 12 月至翌年 4 月，南海北部浅水区为 12 月至翌年 3 月。东海、南海深水区也可形成 75~150 米的均匀层。均匀层形成和持续时间是随海区而异的，北部海域出现早，持续时间长；南部海域出现晚，而持续时间短。

冬季过后，太阳辐射增强，天气变暖，表层水温逐渐升高；加上风力引起的海水混合往往不能到达下层，均匀一致状态渐渐消失，开始出现微弱的温度垂直梯度（跃层）。随着时间的推移，跃层逐渐增强，至 7、8 月间温跃层达最强。在跃层的上面，风的混合形成高温的上均匀层；跃层之下，因受跃层的屏障作用，太阳辐射不易往下传递，海水仍保留着冬季的低温特征。这种现象尤以黄海最为显著。深层冷水与跃层之上的暖水形成显明的对照，其温差可达 15~20 之多，人们常把这一深层冷水叫黄海冷水团。夏季黄海的水温垂直分布分为三层：上层为高温暖水，深层为低温冷水，中间为跃层（图 3）。跃层的深度主要取决于风的强度，跃层强度主要由前一年冬季的降温以及当年夏季的增温程度而定。若去冬严寒，今夏又很炎热，则会出现很强的温跃层。渤海跃层位于水下 5~15 米处，黄海位于 10~25 米处，东海

位于 20~100 米处，南海位于 20~150 米处。

随着秋季的到来，海面开始降温，密度增大，又出现对流混合，使跃层强度减弱，上均匀层厚度增大，跃层厚度下沉，跃层遭到破坏。至 12 月或 1 月，50 米以内海域的跃层几乎完全消失，又恢复到冬季型的垂直均一状态。

在东海和南海的深水区，因海流及混合较强，夏季上均匀层可达 50 米左右，冬季可达 100~150 米。在此深度以下，水温的垂直分布几乎终年不变。在近岸岛屿众多和地形复杂的海域，如渤海海峡、成山角、舟山群岛以及朝鲜半岛西南端等，潮混合强，水温的垂直梯度终年很小，夏季也难以形成强跃层。另外，夏季骤然大风天气，也会使浅水区水温在短时间内重新分布。强劲的大风往往产生强烈的垂直涡动混合，使高温的上层水温迅速降低，下层水温升高，造成上下水层温度几乎趋于均匀一致。

3. 水温的变化

水温除有显著的地区差异外，还有明显的日变化、季节变化和多年变化。影响中国近海水温日变化的因子主要有太阳辐射、天气条件以及内波等。

一般说来，在晴天风平浪静之时，表层水温的日变化与气温的日变化趋势一致。日最高水温出现在午后 13~15 时，日最低水温发生在日出前的 4~6 时。水温极值出现的时间比气温要落后 2 个小时左右。但在多数情况下并非都是这样。例如天气突然变化时，气温变化较大，但这种短时间的天气突然变化，并不能使保守性较大的水温也发生较大的变化，使水、气温的日变化趋势难以趋于一致；相反，偶然的天气变化如大风引起的垂直涡动，还会破坏水温正常的日变化规律。

通常，沿岸浅水区水温的日变化较大（有的达 3~4℃），海区中央及深水区的水温日变化较小。表层的水温日变化大，深层日变化小，各层水温日变化的幅度随深度的增加而减小。以海区而言，渤、黄海的水温日变化较大，东海次之，台湾以东海域及南海水温日变化最小。增温的春季和降温的秋季是表层水温日变化最大的季节，而日变化最小发生在冬季和夏季。深层水温的日变化最大、最小值出现的时间，将落后于表层。某些温跃层强的海区如黄、渤海和东海西部，夏季受内波及潮流影响，使跃层附近水温的日较差增大。内波可使跃层作上下周期性运动，造成某一固定水层具有很大的日变化，甚至超过表层水温的日变幅，有时 5 米层水温的日变化竟达 8℃ 之多。这种内波引起的日变化只限于中层。

海水温度的年变化主要取决于太阳辐射、气象要素的年变化以及海流或水团的影响。依其影响因素，中国近海水温年变化可归纳为两类。第一类为太阳辐射和海面—大气间热交换引起的年变化，具有与气温变化相对应的一年周期，水温年变曲线规则，接近正弦曲线，但降温期比增温期短，海面冷却比升温要快。第二类是太阳辐射—平流引起的年变化，它是在第一类的基础上叠加了不同水系（水团）的消长，使正常的水温年变化遭到破坏，水温年变曲线显得不规则，表层以下水温年变化出现两个或两个以上的高峰和低谷。

据资料分析得知，中国近海水温年变化以 8~9 月最高，1~3 月最低。最高值出现以表层最早，表层以下最高值出现时间随深度增加而推迟，底层最晚。表、底层最高温度出现的时间可相差 1~4 个月。与最高水温出现的时间不同，最低水温出现的时间从表到底基本上是同时的，相差仅 1 个月左右。

(图4)。这是因冬季对流混合向下传递热量较快的缘故。

渤海表层水温以8月最高,约28℃;1~2月水温最低,约-1~2℃。3~6月增温最快,增温率平均每月4~5℃;10~12月降温最快,降温率平均每月5~6℃。

黄海表层水温与浅水区的水温年变化与渤海相似,但南黄海深水区的中、下层因受黄海冷水团影响,破坏了正常的水温季节变化规律,出现两峰两谷现象。以中层为例,最低值在3月上、中旬,约7~10℃;4~6月逐渐升高,至7月达次高,约14~18℃;7月以后因冷水团侵入势力最强,水温又下降,到9~10月水温最高,约18~23℃;10月后又转入降温时期,水温急剧下降。

东海水温年变化的地区差异较大。以表层为例,黑潮区最高水温出现在7月下旬至8月中旬(29~29.7℃),最低水温发生在2月中、下旬(21~23℃)。对马暖流区水温以8月中旬最高(28~29℃),比黑潮区推迟半个多月;最低水温出现在2月中旬至3月中旬(14~20℃)。黄海冷水南伸海域,8月上、中旬水温最高(25~26℃),3月上、中旬最低(9~12℃)。台湾暖流区于8月中旬至9月中旬水温最高(27~29℃),3月中旬最低(14~18℃)。由于降温率与增温率不等,水温年变曲线也就不对称。这种不对称性在黑潮区最小,愈往北不对称现象也愈强。

南海北部和南部的水温年变化有较大的差异,前者仍以年周期为主,最高水温出现在8月(约29℃),最低值发生在2月(约21℃)。9月至翌年1月为降温期,降温率为每月1~2℃;2~6月为增温期,增温率为每月0.5~3.0℃。后者距赤道较近,水温年变化具有半年周期的特点。一年中有两峰两谷。最低水温仍出现在2月(约27℃),最高水温出现在4~5月(约29℃)和11月(28.5℃)。显然,水温的这种半年周期与太阳辐射量有关。

（二）海水盐度

海水盐度的分布与变化，主要与海区的盐量平衡有关。对于外海或大洋来讲，影响盐度的主要因子有蒸发、降水、环流、水团以及海水混合等。但在近岸地区，除上述因子外，河川径流是影响盐度的重要因子。中国近海的沿岸地区，为江河径流所形成的低盐水系，外海则为黑潮及其分支所带来的高盐水系，这两大水系的消长运动，就构成中国近海盐度的空间分布。近岸地区，尤其是河口附近盐度变化剧烈，水平梯度大，在垂直方向上产生很强的盐跃层。外海的盐度变化缓慢，水平梯度小，盐跃层弱。

如同温度一样，中国近海的盐度分布与变化也存在着显著的季节变化。盐度的季节变化，也具有明显的一年周期，夏半年为降盐期，冬半年为增盐期。表层及河口附近盐度的年较差较大，深层和外海较小。除河口地区外，盐度地区差异远比温度的地区差异小。

1. 盐度的水平分布

近岸低，外海高，河口地区最低，黑潮区最高，这是中国近海表层盐度水平分布的总趋势。冬季因天气寒冷干燥，风强、蒸发大，降水及河川径流量小，表层盐度普遍增高。在渤、黄、东海及南海东北部等盐线分布与同期表层温度的分布趋势相似，受海流的影响较大。黄海、东海北部、台湾暖流区、黑潮区以及南海东北部，各自都有明显的高盐水舌。水舌的位置大致与高温水舌的位置相当，与海流流向一致。此现象尤以黄海最明显。夏季天气炎热潮湿，蒸发小，降水量大，正值江河汛期，表层盐度普遍都比冬季低。特别在河口地区，表层盐度特低，并有低盐水舌由岸向外冲溢。除黑潮区域外，海流、水团的分布对表层盐度的影响已不如冬季那么明显，改变了冬季的盐度分布趋势（图5）。

渤海盐度最低，表层盐度年平均值为 29.0 ~ 30.0‰。渤海沿岸受沿岸水控制，中央及东部受外海水支配。冬季的等盐线分布趋势基本上与海岸平行，盐度值由岸向外、自西向东递增。渤海海峡北部又高于南部，其中辽东湾为 29.0 ~ 30.0‰，渤海湾为 28.0 ~ 29.0‰，莱州湾为 27.0 ~ 28.0‰。夏季除表层盐度降低外，冲淡水的范围也扩大；渤海东部和中央盐度为 30.0‰，其余 3 个海湾的表层盐度均低于 29.0‰，尤其是黄河口附近，黄泛水的低盐水舌向渤海中央伸展，最低盐度在 24.0‰以下。

黄海因入海的大河较少，盐度的分布主要取决于黄海暖流高盐水的消长。除鸭绿江口附近表层盐度值较低外（年平均值为 27.0 ~ 29.0‰），黄海盐度比渤海要高，年平均表层盐度为 30.0 ~ 32.0‰。冬季等盐线分布大致也与海岸平行，高盐水舌由南向北伸展，并向西伸至渤海海峡附近。北黄海表层盐度为 29.0 ~ 31.0‰，南黄海东侧为 31.0 ~ 32.0‰，西侧为 30.0 ~ 31.0‰，中央为 32.0 ~ 34.0‰。夏季除黄海北岸呈现为低盐区外，其它水域的盐度分布形势与冬季相似，但高盐水舌的控制范围比冬季要小。高盐水舌的位置也稍有不同，冬季偏西，夏季偏东，表明夏季黄海暖流在表层，并紧贴朝鲜半岛西岸北上；冬季黄海暖流的流向偏西。

东海的盐度分布主要取决于黑潮及其分支带来的高盐水及长江冲淡水的消长。除长江口、杭州湾及浙闽沿岸的盐度较低外，东海盐度比黄、渤海均高。表层盐度年平均为 32.0 ~ 34.0‰。冬季除东北部海域外，等盐线分布呈

东北—西南向。西部表层盐度在 31.0‰以下。黑潮区在 34.5‰以上。对马、黄海暖流区的高盐水舌分别指向东北和西北，西部沿岸水的低盐水舌（低于 31.0‰）伸向东南，从而形成气旋式的切变分布。浙闽沿岸为低盐区。夏季在长江口附近有一很强的低盐水舌（盐度仅 10.0‰）伸向东北，与东南部台湾暖流区、黑潮区的高盐水形成鲜明的对照。在长江径流最大的季节，长江口附近的最低盐度为 5.0‰左右，以长江口到杭州湾为中心，形成一个半圆形的淡水区。某些洪水年份，长江冲淡水可伸至济州岛以西，遍布东海西北部和影响南黄海南部。但冲淡水仅浮置于 5 米以内的表层，愈向东北，离岸愈远，低盐水舌的厚度也愈薄。台湾海峡地区的盐度分布趋势为东高西低和南高北低。冬季海峡西侧盐度为 30.0~31.0‰，东南侧为 33.0~34.0‰；夏季受南海季风漂流影响较大，盐度分布较均匀，约 32.5~33.5‰。台湾以东海域终年高盐，表层盐度为 34.0~34.5‰。

南海除河口地区外，表层盐度年平均值为 32.5~34.0‰。盐度分布地区差异小，分布较均匀。海区中央终年出现高盐。冬季东北季风使海水蒸发增强，加上太平洋高盐水经巴士、巴林塘海峡进入南海，使南海北部盐度升高，出现 34.0‰的高盐水舌由东北向西南伸展，并在南伸过程中逐渐降盐。南海中部盐度为 33.2~33.6‰，南部为 32.0~33.0‰，广东沿岸为 30.0~32.0‰，北部湾为 32.0~33.0‰。夏季西南季风给南海带来雨季，降水大于蒸发，大陆径流增大，表层盐度普遍降低，尤以河口及南海南部浅水区降盐最甚。同时，西南季风漂流把南部低盐水输向北方，河口冲淡水向外扩展的势力也最强，使高盐的范围向海区中央退缩。因此，夏季南海表层盐度的分布趋势尽管仍是北高（33.6~34.0‰）南低（32.0~33.0‰），但规律不如冬季那样明显。珠江口、湄公河口均有低盐水舌向外冲溢，洪水年份珠江口的最低盐度在 7.0‰以下。

2. 盐度的垂直分布

表面盐度低，下层盐度高，盐度值随深度的增加而增大，这是盐度垂直分布的总趋势。中国近海的大陆架区，盐度的垂直分布与温度的垂直分布有些类似，即盐跃层的形成、发展及消失过程与温跃层相同。但盐跃层的强度一般不如温跃层大，其分布状况较温跃层复杂。

表层海水冬季密度增大，引起强烈的对流混合，除长江口、珠江口及鸭绿江口外，盐度的垂直分布与水温的垂直分布相同，上下均匀，垂直梯度几乎为零。有时在近表层出现暂时的道盐现象。上层盐度垂直均匀层出现的时间与温度一样，因为它们都是同一过程形成的。随着温度垂直梯度的形成，盐度垂直梯度也开始形成。在深水区，如东海的东南海域，上层盐度的垂直均匀层可达 200 米左右，200~600 米之间盐度随深度增加反而减少，600 米以下盐度又上升。

夏季，表层海水被冲淡，盐度随深度而增大，其分布正好与夏季水温垂直分布趋势相反。通常，出现温跃层最强的时间，往往也是盐跃层最盛的时间；盐跃层的位置大体上同温跃层的位置相当，约出现在 50 米以内的水层，50 米以下盐度垂直梯度就比较小了。盐度的垂直梯度一般为每米 0.02~0.04‰。盐跃层最强发生在河口地区，如长江口，其表层和底层盐度差达 20.0‰左右。由于大陆径流影响极微，黑潮区的海流作用能使盐度垂直梯度减小而无明显的跃层。在两种水团交汇的区域，盐度的垂直分布常因二水团在不同

层次互相楔插而形成“多变”或“双跃层”现象，但总趋势仍是随深度而增大。

3. 盐度的变化

中国近海盐度的日变化颇为复杂。近岸地区主要由潮汐引起的盐度日变化比较规则，具有潮汐周期的特点：一日内有两峰两谷或一峰一谷的起伏，涨潮时增盐，落潮时降盐，最大、最小值发生在潮流最弱时刻。外海的盐度日变化比较缓慢，日较差小，规律性差。因此，盐度日变化是近岸大，外海小；表层大，深层小。表层以下的某个水层，常出现比表层盐度日变化要大的短周期变化，此现象主要由内波引起的，其变化周期大致与内波的周期相同。

从季节性来看，夏季日较差最大，约 0.3~0.4‰；春季次之；秋、冬季最小，约 0.2‰以下。就海区而言，东海西部沿岸日较差最大（最大为 4.0‰左右），其次是南海北部沿岸，然后依次为渤、黄海、东海外海及南海外海，台湾以东海域盐度日较差最小，约 0.10‰以下。

表层盐度的季节变化也具有年周期特点，但影响盐度季节变化的因子。不如影响水温季节变化的因子那样稳定，所以盐度季节变化不象温度那样规律性较强，极值出现的时间也不固定。秋末到初春为增盐期，春末到初秋为降盐期，高盐期持续时间较低盐期持续时间长，近岸及河口地带盐度年较差大，外海盐度年较差小（图 6）。

比较图 5 和图 7 后可以看出，盐度的季节变化趋势大致与水温相反，年内盐度的最高、最低值出现时间，随海区、地点和层次而异。最高盐度出现的时间，从表层到底层基本上同时，但最低盐度值最早在表层出现，随着深度的增加而推迟，底层出现最晚。盐度的季节变化大致可归纳为 3 种类型，即河口型、外海型和混合型。河口型受河川径流影响最大，盐度的年较差也最大，如长江口、珠江口等。外海型主要受高盐水控制，年较差较小，如黄海中央、东海黑潮区及南海海盆等。混合型主要取决于沿岸水和外海水的消长，既具有外海型的若干特点，也有某些河口型的性质，如浙闽沿岸与台湾暖流交汇处即属此类型。

渤海中央表层盐度最高值（31.20‰）出现在 2 月，最低盐度（约 29.00‰）出现在 8 月。黄海最高盐度（32.0~32.6‰）出现在 2~4 月，最低盐度（30.6~31.4‰）发生在 7~8 月。东海黑潮区盐度季节变化很小，1~2 月盐度最高（34.7‰），7~8 月盐度最低（33.7‰）。浙闽沿岸与上述不同，7~8 月盐度最高（约 33.5‰），10 月至翌年 1 月盐度最低（23.7~31.5‰）。台湾海峡北部以 5 月盐度最高（约 34.7‰），2 月最低（32.8‰）。南海最高盐度出现在 1~3 月（约 34.5‰），最低盐度发生在 9~10 月（约 33.5‰）。珠江口以 6 月盐度最低，约 7.0‰，11 月、2 月最高，约 30.70‰。长江口以 1~2 月盐度最高，约 22.7‰，6~7 月盐度最低，约 11.5‰。表层盐度年较差以长江口、杭州湾一带最大，达 25.0‰左右；珠江口为 20.0‰左右；黑潮区盐度年较差最小，仅 1‰左右。

(三) 海水密度

海水密度是指单位体积中所含的海水质量。它不同于海水温度和盐度，除表层可用比重计外，不能直接测定，需根据海水温度和盐度计算求得。所以海水密度是属于第二性的。

海水密度是温度、盐度和压力的函数，可以 $\rho_{s,t,p}$ 表示温度 t 、盐度 s 和压力 p 时的海水密度。对于固定深度来讲，海水密度只是温度和盐度的函数，它随盐度的增加而增大，随温度的增高而减少。因此，凡是影响水温和盐度的因子，都对海水的密度有影响。由于海水的密度均大于 1，且密度数值的前二位数字对所有的海水密度都是相同的，因而为简便起见，常把密度减 1，再将小数点向后移动三位，所得的密度值称为条件密度，即 $\sigma_{s,t,p} = (\rho_{s,t,p} - 1) \times 10^3$ 。若 $\rho_{s,t,p} = 1.02526$ ，则 $\sigma_{s,t,p} = 25.26$ 。

由于中国近海多为浅海，除某些深度较大的海域需进行压力订正外，多数海域的海水密度分布与变化，可不考虑压力的影响。近岸地区特别是河口附近，海水盐度变化较大，密度主要取决于海水盐度；在外海，尤其是盐度分布比较均匀的下层，密度值主要取决于海水温度。

中国近海的表层密度以冬季最大，夏季最小，春季为降密期，而秋季为增密期。由于密度是海水温度和盐度综合作用的结果，所以密度的分布不如温度和盐度分布那样规则，但总的趋势仍是沿岸低，海区中央密度大，河口地区密度最小（图 7）。

冬季的海水由于温度最低，盐度升至最高，所以密度也最大。渤海中央及渤海海峡表层密度为 25.0 左右，辽东湾为 24.5，渤海湾及莱州湾分别为 23.5 及 21.5。黄海的表层密度值与渤海差不多，黄海中央为 25.0~25.5，鸭绿江口及西朝鲜湾分别为 23.0 及

22.0，成山角附近为 24.0。朝鲜半岛西岸表层密度大于中国的鲁、苏沿岸，前者为 25.0~25.5，后者为 24.5 左右。东海的表层密度呈东高西低分布形式，西部沿岸表层密度为 24.0 以下，尤以长江口—杭州湾一带为中国沿海的最低密度区，表层最低密度在 15.0 以下；黑潮及对马暖流区为 24.5~25.5。台湾海峡地区表层密度为 23.5~24.0。南海的表层等密度线几乎呈纬向分布，密度值由北往南随着纬度的递减而降低。北部陆架区的密度为 23.5~24.0，南海中部为 21.5~23.0，北部湾为 23.0~23.5。

夏季海水表层密度分布的总趋势与冬季有些相似，但由于此时盐度降至最低，水温升至最高，所以夏季的表层密度普遍降低，为一年中密度最低的季节。渤海中央海域表层密度为 19.0~20.0，沿岸地区为 16.0~18.0，河口地区在 15.0 以下。黄海东部仍为高密区，表层密度为 20.0~20.5，西部相对低密，表层密度为 19.0。鸭绿江口和西朝鲜湾为 18.0。东海大部分海域的表层密度分布为东北—西南向，黑潮区及对马暖流区表层密度为 21.0~21.5；而长江口—杭州湾一带有一明显的低密水舌伸向济州岛方向，低密水舌的伸展范围远比冬季要大，中心值小于 10.0，从而在那里出现很强的水平梯度。台湾海峡地区表层密度为 21.0~21.5。南海北部表层密度为 18.0~21.0，珠江口附近也有一支低密度水舌向外伸展，但向外伸展的势力比长江口—杭州湾那支要小，仅限于沿岸的狭窄地带。海南岛东部也有一个范围很小的相对高密区，可能是由于那里有深层冷水涌升的缘故。南海中部表层密

度为 21.0，北部湾为 18.0 ~ 20.0。

温度和盐度的垂直分布类型，相应地决定了海水密度的垂直分布类型。由于温度、盐度在表层变化最大，因而海水密度的变化也以海洋表层为最大。海水密度通常随深度变化的趋势，是和盐度随深度变化的趋势相一致，而和温度随深度变化的趋势相反。冬季，由于对流混合和涡动混合增强，使浅海地区的密度垂直分布趋于上下均匀一致的状态。夏季，在温、盐度出现跃层的附近，也相应地出现了密度的跃层现象，密跃层的位置大体与温跃层和盐跃层的位置相当。

引起密度日变化的因子也主要是太阳辐射、内波和潮流。当盐度变化大时，密度的日变曲线与盐度的日变曲线一致；当温度变化剧烈时，密度的日变化与温度的日变曲线相近。在河口地区，密度的年变化主要取决于盐度的年变化；而在外海，温度变化要比盐度剧烈，所以密度的年变化又主要取决于温度的年变化。

(四) 海冰

一切出现在海上的冰统称为海冰。它包括由海水冻结而成的咸水冰，以及江河入海或大陆冰川滑入海中的淡水冰。依运动形态，海冰可分为固定冰及浮（流）冰两大类。

中国近海的海冰只限于渤海及黄海北部沿岸。这些地区因所处的地理位置及受气象条件影响，每年冬季皆有程度不同的结冰现象。在气候正常的年份，冰情并不严重，对航行和海上生产危害不大。但在某些“冷冬”年份，冰冻现象严重，沿岸浅水区堆积着厚冰，某些海面被海冰覆盖，致使航道封冻，交通中断。对于“暖冬”来说，冰情很轻，只在辽东湾北部及其它沿岸港湾河口附近才见有冰。

1. 一般冰情

通常，渤海及黄海北部沿岸于11月中、下旬或12月上、中旬由北往南逐渐结冰，翌年2月下旬或3月上、中旬，由南往北逐渐融解消失，冰期3~4个月。其中1月至2月上旬，冰情较重，称“盛冰期”。辽东湾冰期最长，冰情也最严重，其次渤海湾和莱州湾。浮冰漂流方向大多与海岸平行，或与最大潮流方向接近；流速一般在1节以内，最大2~3节。

辽东湾沿岸于11月中、下旬见初冰，次年3月中、下旬终冰。除长兴岛外，冰期105~120天。该湾北部东岸的冰期较西岸要长；而南部相反，西岸冰期较东岸要长。长兴岛以南除个别海湾外一般无固定冰，只有少量浮冰。长兴岛以北至盖平角一带，1月初至2月下旬出现固定冰，宽度几百米至2公里，冰厚10~40厘米。盖平角至小凌河口一带冰情严重，为辽东湾沿岸冰情最重地区：固定冰于12月初至来年2月底出现，宽2~8公里，冰厚30~50厘米。小凌河口至秦皇岛于1~2月有固定冰，宽200~2000米，冰厚20~40厘米。秦皇岛以南至滦河口附近冰情较轻，固定冰于1月中旬至2月下旬出现，宽100~300米，冰厚10~30厘米。辽东湾的浮冰冰界一般距岸20~40公里，最大距湾顶100公里左右；冰厚15~30厘米；流冰速度0.4~0.8节，营口附近较大，最大达3节。

渤海湾沿岸初冰在12月上、中旬，终冰在翌年2月下旬或3月初，冰期90~110天。1月上旬至2月中旬出现固定冰，宽200~2000米，个别浅滩处达3~4公里，冰厚15~40厘米。浮冰范围约距岸10~20公里。浮冰厚度10~30厘米。海河口附近因盐度较低，又有河冰流入，冰情较重，流冰速度约0.6节，最大2节。

莱州湾沿岸一般在12月上、中旬见初冰（初冰日出现有自西向东逐渐推迟的趋势），终冰在翌年2月下旬或3月上旬，冰期3个月左右。固定冰宽500~2000米，西宽东窄：黄河口附近为2~4公里；小清河口以北为1~2公里；小清河口至刁龙嘴一带为数百米至1公里；刁龙嘴以东至龙口一带一般无固定冰，只有浮冰。固定冰于1月中、下旬至2月中旬出现，厚15~30厘米。黄河口附近及莱州湾西部浮冰范围距岸10~20公里，莱州湾中部距岸8~15公里，东部5~10公里。浮冰厚度5~30厘米，流冰速度0.6~1.0节，最大1.8节。莱州湾海冰东界一般到龙口附近，龙口以东无冰。

黄海北部沿岸的冰情比辽东湾轻。初冰在11月下旬或12月上旬，终冰在翌年3月上旬，冰期3个多月。冰情以鸭绿江口附近及西朝鲜海湾湾顶较严

重。冰区范围距岸 15~40 公里，并自鸭绿江口向西冰情逐渐减轻，冰界逐渐向岸退缩，鸭绿江口宽约 20~40 公里，里长山列岛一带距岸 10~20 公里，三山岛到大连湾以北只有几公里至 10 公里，大连以西无冰。浮冰厚度 10~20 厘米，流冰速度 0.4~0.6 节，最大 2 节。辽南沿岸于 1 月上旬到 2 月底出现固定冰，宽几百米至数公里，东面稍宽，西面较窄，厚 10~30 厘米。西朝鲜湾的冰界自北向南变窄，一般至长山串附近无冰，冰期 2~3 个月，冰厚 10~30 厘米，其中大同江口冰厚 18~32 厘米，盛冰期间冰上可行人。有时，浮冰也越过长山串至江华湾内。

2. 异常冰情

所谓异常冰情，系指重冰年和轻冰年两种情形而言（图 8）。

历史上渤海的严重冰封现象发生过 3 次，1936 年、1947 年和 1969 年。重冰年的特点是冰期长（比一般年份的冰期长 15~25 天），结冰范围大（比一般年份大 1~2 倍），冰层较厚，港湾及航道被封冻，冰质坚硬，冰的堆积现象严重，船只被冻在海上，海上建筑物遭到破坏，气候偏冷，冷空气势力强而活动频繁。

渤海除海区中央及渤海海峡外，几乎全被海冰覆盖。辽东湾绝大部分海域被封冻，几千吨的海轮无法通行。该湾南部湾口处有大量的浮冰块，冰块大小不一，小者几平方米，大者达几十平方公里。除湾口附近冰厚 8~20 厘米外，湾内冰厚 30~100 厘米，最厚达 2.5 米。

渤海湾沿海岸海冰堆积现象严重，一般为 2~3 层海冰重叠在一起，多者 4 层，冰厚 30~70 厘米，最厚 1.5 米。堆积高度 2~4 米，以致在大沽口外形成“冰丘”。冰情由渤海湾西岸向东逐渐减轻，塘沽新港被封冻，破冰船几乎停止作业，海上生产困难，许多船

只被冰围困而无法航行，随风和冰流而漂移。有的船只被海冰推移搁浅；有的被海冰挤压而船舱进水和船体变形；海上建筑物被海冰推倒或割断支柱而倒塌。有时海轮被冰围困后，旅客下船在冰上步行而登岸。渤海湾的结冰范围甚广，海河口外结冰宽达 200 多公里，直至东经 121° 附近，海面还有 4~5 厘米厚的薄冰。

至于莱州湾，沿岸结冰宽达 25~30 公里，许多渔船被冻结在海上，渔民下船后在冰上可步行登岸，甚至牛车也可在冰上通行。

渤海的轻冰年份有 1935 年、1941 年、1954 年和 1973 年。轻冰年的特点是结冰范围小，冰薄，冰期短，对海上生产无影响，气温较高，气候偏暖。

除河口、浅滩、个别海湾及岸边地区有冰外，大面积的冰区只出现在辽东湾北部，而渤海的广阔海面无冰。据计算，轻冰年的冰区面积只及常年的 1/3 至 1/2，常年的冰区面积为渤海相对面积的 40% 左右，而轻冰年只占渤海相对面积的 10~20%。轻冰年份除营口、鲅鱼圈等地有固定冰外，许多地方无固定冰出现。冰层较薄，堆积现象也较轻，航道基本无封冻，船只通行无阻。冰期普遍较常年冰期缩短 5~40 天。从气象条件看，轻冰年份强冷空气活动较少，强度也弱，大风次数少，持续时间短，月平均气温比多年平均气温高 3~4℃，渤海及黄海的海面水温比多年平均值高 1~2℃。降温不明显，不利于海水结冰。

寒潮侵袭造成的长时间持续低温是中国海冰生成的主要原因。海冰形成后，伴随着天气回暖，气温和水温上升，海冰也逐渐融解消失。因此，中国

的海冰都是当年度生消的，无“二冬冰”及“多年冰”。

中国海冰的形成、发展和消失过程，对应着初冰—发展期、盛冰期及融冰期 3 个阶段。这些过程主要取决于热力和动力因子，热力因子在海冰形成和消失过程中起主导作用；当海冰形成后，动力因子对海冰的运动和堆积现象起着决定性作用。所以，中国北方沿岸的堆积冰是个普遍现象。因热力、动力因子都存在着随时间的变化，故冰情也有日变化、月变化和多年变化。

异常冰情的出现，与大气环流、天气与气候的异常有关。冰情的轻重程度主要视气候的冷暖和寒潮的路径、强度和持续时间而定。冰情严重的地方往往在河口、浅滩和港湾地区，像辽河口、海河口、黄河口及鸭绿江口等均为中国冰情严重的地区。

(五) 海水透明度及水色

透明度及水色是水光学因子的两种不同表达方式。前者表示海水能见程度的一个量度,后者是由海水的光学性质及海洋中悬浮物质所决定的海水颜色。二者都是反映海水浑浊程度的指标,关系极为密切,水色高(水色号小),透明度就大;透明度小,水色就低。

影响透明度及水色的因子有:海水中的悬浮物质,浮游生物的含量,江河入海径流,天空中的云量,海水的涡动与混合,以及风、浪、流、潮等。由于近岸海区悬浮物质、浮游生物的含量较高,又受大陆径流等影响,因此中国近海及毗邻海域的透明度(图9)及水色分布的特点是:近岸低,外海高;浅海水色黄绿,深海深蓝;河口区水色浑浊,透明度最低。在陆架浅水区,低透明度所占据的范围大致与沿岸水团的位置相当;而在深水区,主要受暖流体系及外海水团所控制,具有水色高、透明度大的特色。整个中国近海自北往南,由近岸到外海,水色由浑浊逐渐过渡到清晰,透明度由小逐渐增大。除河口地区外,等透明度线分布趋势大致与海岸平行,外海与海流的主轴方向一致。由于长江、黄河携带大量泥沙入海,在长江口和黄河口附近,各自形成一个显著的低透明度或黄色的浑浊水舌。水舌方向分别指向济州岛和渤海中央,与上述地区低盐水舌的分布相似。

渤海因有黄河、海河、辽河及滦河等注入大量泥沙,温度又比较适宜,浮游生物丰富,是中国近海透明度最小、水色低的海区。近岸一带海水浑浊,多呈黄色,透明度小于5米;尤其在黄河口附近,海水似泥浆水,透明度只有1~2米,有时甚至不足半米。仅海区中央透明度稍大,在10米左右,海水多呈绿色。

黄海的透明度大于渤海,沿岸多黄绿色,透明度一般小于8米;黄海中央透明度稍大,约10~15米,最大20米。

东海的透明度及水色分布与渤、黄海不同,等透明度线分布呈东北—西南向(与海流、水系的分布有关)。大致以台湾—济州岛一线为界,把东海分为两个明显不同的透明度区。以西为低透明度区,一般为3~15米,水色多呈绿色,尤其长江口附近水色最低,透明度不到3米;以东为高透明度区,主要受黑潮及对马暖流影响,悬浮物质少,透明度较高,约20~30米,水色呈蓝色。黑潮主干区透明度最大,高达40米左右,海水呈深蓝色。台湾海峡及南海北部近岸的等透明度线分布趋势与海岸平行,也呈东北—西南向,透明度较低,在5~15米之间,水色为黄绿色。

除珠江口、红河口及湄公河口附近为低透明度区外(透明度只有3~10米),南海的透明度及水色都比较高,一般为20~30米,水色呈蓝和深蓝色。南海透明度的分布特点是西部大陆沿岸低于东部岛屿沿岸,前者为绿色,透明度为10~20米;后者为20~30米,多呈深蓝色。造成这一现象的原因是由于西部大陆沿岸多源远流长的江河入海。在北纬14~20°及东经110~120°的范围内,水色深蓝,透明度25~30米,最大35米,为南海高透明度区。北部湾及暹罗湾的透明度为5~20米,其分布趋势是由湾顶向湾口逐渐增大。

透明度及水色也存在着明显的季节变化,冬季海水冷却下沉,对流混合强烈;加之风大,浪大,水层不稳定,海水变浑,水色低,透明度小。夏季

因海水增温，垂直稳定度增大，水色和透明度都比较高。至于河口地区，一般在江河入海径流小的枯水季节透明度较大；洪水时期则相反，水色、透明度均比较低。

四、海水的运动

海水运动的形式多种多样，有大范围的和局部性之分，有周期性和非周期性之别，还有规则的和杂乱无章之异。归结起来，主要有潮汐、波浪、海流以及海水混合等几方面。

（一）潮汐和风暴潮

潮汐是海水在天体引潮力作用下产生的周期性运动，它包括海面的周期性垂直涨落及海水的周期性水平运动，前者叫潮汐，后者称潮流。

中国近海的潮振动主要来自太平洋潮波。潮波在传播过程中受地球偏转力、水深、地形等影响，使中国近海的潮汐现象复杂化。加上中国近海及毗邻海域沿岸有许多大小河川入海，在河口地区受河床变形、摩擦效应及上游下泄径流的影响，因而又形成复杂的河口潮汐。除天文因子引起的周期性“天文潮”外，还有气象因素引起的“风暴潮”。中国近海经常遭受台风、寒潮等灾害性天气系统的侵袭，所以中国又是世界上多风暴潮灾的国家之一。

1. 潮波的传播

中国近海的潮振动由两部分组成，一是月球、太阳引潮力在本海区产生的独立潮；二是太平洋潮波传入本海区的协振动。因中国海的容积相对于太平洋来讲很小，中国海自身由天体引潮力所产生的潮汐很微。据计算，黄海的独立潮约为黄海潮汐的3%；南海在朔望时引潮力产生的大潮振幅仅8厘米。可见，中国近海的潮汐主要是太平洋潮波传入本海区的协振动，海区本身无独立的潮波系统。

太平洋潮波分两路传入中国近海，一路经日本九州与中国台湾之间进入东海；另一路穿过台湾与菲律宾吕宋间的海峡入南海。

进入东海的潮波分南北两支，主支向西北进入南黄海、北黄海，然后又分出一小股经渤海海峡入渤海，最后到达辽东湾及渤海湾，分别构成黄海及渤海的潮振动。另一小支分别向浙、闽沿岸及台湾海峡北部传播，构成浙、闽沿岸及台湾海峡北部的潮振动。

由巴士、巴林塘、巴布延海峡进入南海的潮波，除小部分向西北进入台湾海峡南部外，绝大部分向西南方向传播，构成南海的潮振动。在传播过程中又分若干支，一支在南海北部向广东沿岸传播，另一支在越南中部近海分出后向西北进入北部湾，构成北部湾的潮振动。还有一支在马来半岛以东近岸分出两股，一股向西北进入暹罗湾；另一股继续往南，经卡里马塔、卡斯帕海峡进入爪哇海。

因潮波的传播速度主要取决于水深，故陆架海区高潮发生的时间不在月中天，而有“滞后”现象。如半日潮潮波（图10）的大潮日期，琉球群岛附近于6时发生高潮，台湾—温州、舟山群岛—济州岛一带于9时发生，表明高潮线由东南向西北——从太平洋逐渐向东海、黄海推进。半日潮潮波在东海大部分海域为前进波性质，只在浙江沿岸因岛屿众多，岸线曲折，入射波与反射波的干涉，使那里的半日潮潮波具有驻波特性。台湾海峡北部和南部以前进波为主，中部因南、北向来的潮波相遇而显示出驻波性质。进入黄海的半日潮潮波，分别遭到山东半岛南岸及黄海北岸的反射，使黄海的半日潮

潮波变为驻波性质。在地球偏转力作用下，驻波绕节点（无潮点）旋转。由于受海底摩擦影响，无潮点偏于入射波左侧。当然，黄海潮波也并非纯粹的驻波，南黄海带前进波成分较北黄海要大，南黄海东部前进波成分又较西部要大。同样，半日潮潮波在渤海辽东湾及渤海湾—莱州湾形成两个逆时针向的旋转驻波系统，无潮点分别位于秦皇岛及黄河口附近，也偏于入射波的左侧。渤海海峡及渤海中部半日潮潮波带有前进波成分。

南海潮波来自4个方向：（1）太平洋潮波经巴士、巴林塘、巴布延海峡传入；（2）从台湾海峡传入；（3）从爪哇海经卡里马塔、卡斯帕海峡传入；（4）来自苏禄海。其中半日潮波能量的70%来自巴士、巴林塘、巴布延海峡，15%来自台湾海峡；全日潮波能量从台湾海峡输入的仅5%，85%来自巴士、巴林塘、巴布延海峡。半日潮潮波在南海中央为前进波，只在海湾及沿岸多为驻波性质。北部湾潮波以驻波占优势，主要是湾口北上的入射波与反射波相互干扰的结果。同潮时线密集的地方相当于波节处，稀疏的地方为波腹地带；但在湾口带有前进波成分。暹罗湾和南海南部半日潮潮波为驻波性质，前者有两个无潮点，旋转方向为逆时针，并位于入射波右侧，这可能是地球偏转力在低纬地区不起作用的缘故。后者系南下的半日潮潮波与爪哇海北上的半日潮潮波相遇形成的，同潮时线不对称，主要集中在西部。

全日潮潮波的传播情形与半日潮潮波相似，但全日潮潮波的波长比半日潮潮波长，同时黄、渤海的全日潮成分较弱，所以能量消耗比半日潮要小，反射波相对讲要强。在渤海海峡西侧、黄海南部、北部湾和暹罗湾口，各自均有一个逆时针旋转驻波系统，无潮点位置均靠陆地一侧。南海南部因来自爪哇海的全日潮潮波太弱，不足以形成旋转驻波。

2. 潮汐类型

潮汐涨落是因时因地而异的，但综合起来有4种类型。在一个太阴日内，最常见的是两次高潮和两次低潮，且两涨两落的高度相差不大，称正规半日潮。一个太阴日内只出现一次高潮和一次低潮，称正规全日潮。有的以半日潮为主，并夹有全日潮者叫不规则半日潮。有的以全日潮为主，间有半日潮出现，称不规则全日潮。

中国近海潮汐类型的地理分布（图11），大致可以中国台湾为界：以北，渤、黄、东海以半日潮及不规则半日潮为主；以南，整个南海以不规则全日潮占优势；台湾以东海域为不规则半日潮。

渤海大部分地区属不规则半日潮类型，但渤海海峡为全日潮潮波波节和半日潮潮波波腹所在地，该处出现正规半日潮。秦皇岛附近为全日潮类型，因该地处于半日潮潮波波节与全日潮潮波波腹带的缘故。黄河口附近也有一小块为不规则全日潮。

由于半日潮波在东、黄海占的比重大，黄、东海无正规全日潮和不规则全日潮。除成山角以东到长山串一带，以及海州湾以东有一小块海域为不规则半日潮外，黄海其余地区皆为正规半日潮。

东海的潮型分布与渤、黄海不同，主要表现在东、西两部存在着显著的差异。西半部陆架浅水区，除镇海、舟山附近为不规则半日潮外，其余均为正规半日潮；东半部海区，如济州岛、九州西岸南部及琉球群岛等皆为不规

则半日潮。中国台湾东岸、南岸也为不规则半日潮；台湾西岸的潮型以澎湖列岛为界，以北为半日潮，以南为不规则半日潮。

在南海，虽然半日潮波输入的能量远比全日潮波要大，但因南海所处地理条件使海区的固有周期与全日潮周期接近而产生共振，造成大部分地区全日分潮振幅大于半日分潮振幅，结果南海潮汐错综复杂，以全日潮和不规则全日潮为主，且有显著的日不等现象。其中，汕头附近，巴士、巴林塘、巴布延海峡，珠江口到雷州半岛，越南中部近岸，湄公河口，北大年附近，马来半岛东南端及达士湾等为不规则半日潮；北部湾、暹罗湾北部、加里曼丹岛米里附近、卡里马塔、卡斯帕海峡及吕宋仁牙因一带为正规全日潮外，其余广阔的南海均为不规则全日潮。

3. 潮差分布

相邻两个高、低潮间的水位高度差称潮差。中国近海的潮差分布(图 11)有以下特点：(1) 近岸大，外海小，潮差随岸边到海区中央的距离增大而减小；(2) 旋转潮波系统中心潮差小，边缘潮差大；(3) 海湾顶端的潮差比湾口要大；(4) 潮波传播方向，右岸的潮差比左岸的要大；(5) 黄、东海潮差大，渤、南海潮差小。

渤海中央的潮差一般为 1.5 米左右，岸边为 2~3 米，如秦皇岛潮差为 2 米，龙口为 2.2 米；辽东湾及渤海湾顶端的潮差可达 4 米以上，如营口为 5.4 米，塘沽为 5.1 米。

黄海中央及山东半岛北岸的潮差较小，一般为 2~3 米；辽南沿岸、山东半岛南岸及苏北沿岸潮差为 4~7 米，如大连为 4.1 米，青岛为 5.3 米，连云港为 6.4 米。黄海潮差以朝鲜半岛西岸为最大，如西朝鲜湾和江华湾顶端潮差达 8 米以上，仁川港达 10 米之多。黄海东岸潮差大于西岸的原因有二，一是朝鲜半岛西岸岸线曲折，岛屿众多，地形复杂，海湾逐渐缩窄；二是受地球偏转力影响，使潮波前进方向的右岸潮差增大。

东海潮差分布与黄海不同，是由东向西逐渐增大的。这与东海为一开阔的边缘海有关。朝鲜海峡附近的潮差为 1~3 米，九州西岸为 2~3 米，琉球群岛一带潮差较小，仅 1.5 米左右。东海西岸浙、闽一带的潮差较大，一般为 4~7 米，如石浦为 6.9 米，闽江口为 5.2 米，厦门为 4.9 米。特别是杭州湾，澈浦的潮差达 8.9 米，为中国潮差最大的地方。台湾海峡西侧潮差大于东侧，西侧为 4~6 米，东侧约 4 米。台湾以东的潮汐属大洋性质，潮差小，仅 2 米左右。

南海的潮差较小，东岸为 1~1.5 米，西岸 1~4 米。汕头至大鹏一带潮差为 1~1.5 米，大鹏到雷州半岛一带为 2~3 米。北部湾的潮差由湾口向北逐渐增大，湾顶达 7 米。海南岛东岸潮差 1~2 米，西岸 3~4 米。中南半岛及加里曼丹岛西北岸的潮差约 3 米。暹罗湾除湾顶潮差达 4 米外，其余为 1~2 米。马来半岛东岸、邦加岛、坤甸、巴拉望及吕宋西岸潮差仅 2 米左右。

4. 潮流

潮汐和潮流为一对孪生兄弟，是同一潮波现象的两种不同表现。潮流的分布与潮波的传播是相对应的，流速大小与潮汐振幅密切相关，波节地带潮流强，波腹地带潮流弱。沿岸地区，通常潮流强，外海潮流弱。在开阔海区，受地球偏转力影响而形成旋转流。在近岸、河口、水道及海峡地区，受地形

约束多为往复流。尤其在群岛中的狭窄水道，不仅潮流状况复杂，同时还出现急流。

在渤海、黄海，因水浅海流弱，潮流显得更重要了。渤海大部分地区潮流类型为不规则半日潮流。半日潮和全日潮分潮流的最大流速分别为 30~40 厘米/秒和 10~20 厘米/秒。渤海潮流流速一般在 2 节以内，但在渤海海峡及辽东湾湾顶，潮流很强，有时达 5 节左右。渤海海峡附近全日潮流大于半日潮流，所以带有全日潮流类型。

黄海为中国近海潮流最强的海区，其潮流类型大致以东经 124° 划界，以东为半日潮流，以西为不规则半日潮流。在成山角—大连一线以西，因全日潮潮波的节点和半日潮潮波波腹处位于烟台附近（见图 10），该区为不规则全日潮流。苏北五条沙东北也属半日潮流类型。黄海潮流的流速分布东部强，西部次之，中央弱。最大值出现在朝鲜半岛沿岸的海湾顶端，如仁川港外，潮流为 2~3 节，有的水道甚至达 10 节。成山角至长山串一带是黄海另一个强潮流区，成山角附近为 2 节，长山串附近达 5 节。黄海西部潮流一般为 2 节左右，黄海中央潮流较弱，约 1 节。黄海潮流大部分地区为旋转流，长轴与岸线或等深线趋势一致，尤以近岸最明显。

东海潮流比黄海要弱，潮流类型分布也比较简单。除西部浙、闽沿岸属正规半日潮流外，其余皆属不规则半日潮流。近岸多往复流，外海多旋转流，但长江口、余山附近也为旋转流。浙、闽沿岸一般涨潮流向北，落潮流向南，特别是杭州湾，潮流湍急，最大流速达 8 节。琉球群岛一带潮流复杂，奄美大岛附近最大潮流达 3 节，久米岛附近可达 3.5 节。九州西岸潮流较强，个别水道可达 7 节。台湾海峡地区大部分潮流类型为半日潮流，但海峡东岸后龙一带为不规则半日潮流，台湾东南端为不规则全日潮流。该海峡地区潮流流速为 1~2 节，最大 3 节，澎湖水道达 3 节以上。台湾海峡南部和北部潮流流向相反。北部涨潮流向南，落潮流向北；南部涨潮流向北，落潮流向南或西南。海峡中部为辐合和辐散带。

南海潮流较弱，除大陆沿岸较强外，大部分地区流速在 1 节以内象北部湾等强潮流区也不过 2 节，只有琼州海峡潮流很强，出现 5 节左右。除广东沿岸为不规则半日潮流外，大部分地区以全日潮流占优势。与渤、黄海相反，南海全日潮分潮流最大流速远大于半日潮分潮流流速，在北部湾东部、南部，雷州半岛以东，暹罗湾北部及马来半岛南端都可见到较强的全日潮流。其中，北部湾东部和南部全日潮分潮流最大流速为 30~70 厘米/秒，暹罗湾北部为 30~40 厘米/秒，雷州半岛以东为 30~70 厘米/秒。半日潮分潮流只在雷州半岛以东、湄公河口附近及达士湾附近较大，约 20~30 厘米/秒，其余地区均很弱。

5. 河口潮汐

海洋潮波传至河口引起河口水位的升降运动，叫河口潮汐。河口潮汐除具有海洋潮汐的一般特性外，因受河口形态、河床变化、下泄径流等影响，使潮历时、高低潮间隙及潮差等与海洋潮汐不同。

中国是一个河流众多的国家，在河流下游的河口地段都不同程度地受到海洋潮波的影响。在平原地区，河流的潮区界通常较远，这是因为河床坡度较平缓，潮波上溯时阻力较小。例如长江，枯水季节潮区界可达距河口 624 公里的大通，洪水季节也可抵距河口 540 公里的芜湖。珠江在枯水季节潮波

可上溯到德庆(距河口 279 公里),洪水季节也可达天河(距河口 79 公里)。相反,山区河流的潮区界较短,如鸭绿江潮区界一般只在距河口约 30 公里的九连,闽江在枯水季节潮波可上溯到距河口 65 公里的候官,洪水期可上溯至江南桥(距河口约 76 公里)。

河口潮的第一个特点是涨潮时间短,落潮时间长。潮波沿河道逆流而上时随着水深逐渐变浅,传播速度减慢;同时又受河床、河流摩擦影响,使潮波逐渐变形。前坡增大,后坡平缓,造成涨潮时比落潮时短。愈向上游涨潮时愈短,落潮时愈长,如表 2 所示。

第二个特点是高、低潮间隙自河口向上游递增。如长江口横沙,高、低潮间隙分别为 0 时 36 分及 6 时 38 分,天生港分别为 3 时 41 分及 11 时 55 分,到南京则为 10 时 16 分及 18 时 53 分了。

第三个特点是潮差沿河程而变化。平直的河道潮差沿河程递减。如长江口横沙,潮差 2.6 米,江阴 1.91 米,至南京只有 0.55 米了。对于喇叭形河道,因口门向上紧缩,使潮能集中,潮差向上游反而递增。如钱塘江口绿华山潮差为 2.53 米,到澉浦增至最大,达 8.94 米。

特点之四是潮流为往复流,因受河岸的约束,不存在旋转流。与潮位相似,涨潮流流速随河程增加而减小,直至潮流流速与径流流速相等、潮水不再倒灌为止。同时,涨潮流历时比落潮流历时要短,愈往上游愈甚。但潮位与潮流的涨落过程之间存在着一定的位相差,潮流受河流径流的影响很大。如长江枯水期潮流影响可达镇江,而洪水期只抵江阴附近。

谈到河口潮时,人们常会想到壮丽奇观的钱塘江涌潮。涌潮现象的发生是与杭州湾的特殊地形分不开的。杭州湾为一喇叭形,口大里小,潮差从湾外表 2

长江下游的潮汐特征

站名	横沙	堡镇	天生港	江阴	镇江	南京	芜湖
涨潮历时	5时11分	4时37分	4时12分	3时42分	3时24分	3时49分	3时28分
落潮历时	7时14分	7时48分	8时14分	8时51分	9时14分	8时36分	8时47分
平均潮差(米)	2.60	2.40	2.26	1.91	1.64	0.55	0.28
高潮间隙	0时36分	0时12分	3时41分	4时33分	3时02分	10时16分	12时51分
低潮间隙	6时38分	8时00分	11时55分	13时25分	17时04分	18时53分	21时37分

向湾内增大,流速也变大。尤其在澉浦以西,河床急剧缩狭,河底迅速抬高。当潮波传入此段河槽后,大块水体挤入窄道,能量高度集中。潮峰传播速度大于潮谷传播速度,峰、谷愈向前传播,两者位置愈接近。到了大尖山附近,潮峰赶上潮谷,潮波前坡趋于陡立,发生破碎。后浪赶前浪,一层叠一层,进入海宁盐官正值高峰,成为一道直立的白色水坝,举世闻名的海宁潮就此产生。

海宁涌潮高度一般 1~2 米,最大 3.7 米。潮头过后一刻钟潮位暴涨至 4 米,2 小时后上升至 5 米,3 小时后达高潮。涨潮流流速达 9~12 节,甚至 16~20 节,威力甚大。涌潮虽在每次涨潮皆可发生,但以秋潮最大。俗话说,“八月十八,海宁观潮”,就是因为秋分前后朔望潮差大,又正逢东南季风时机,钱塘江水量丰富,江水东流与海潮西进相遇,风起潮涌,形成壮观无比的秋分大潮。

6. 风暴潮

也叫“气象海啸”或“风暴海啸”，系指大风或气压剧变而引起的海面异常升降现象。有时，它伴随台风或寒潮而来，尤其是当风暴潮发生的时间与天文潮高潮时间相重，就易造成特大增水而成灾。

中国沿海多数地区是风暴潮多发区。据不完全统计，渤海湾沿岸于解放前 400 多年时间内，发生过较大的潮灾约 30 余次。其中以 1895 年 4 月 28 ~ 29 日的风暴潮最为严重，水位高达 6 米，几乎毁掉大沽口的全部建筑物，整个地区成了“泽国”，死亡 2000 余人。莱州湾沿岸也是多次发生风暴潮的地区之一，1644 ~ 1911 年的 268 年中，潮灾发生过 45 次，较大的 10 次，特大的 3 次，最大增水在 3 米以上，超过警戒水位 1.5 米，海潮侵入内陆数十公里。东南和华南沿海是中国受台风侵袭最多的地区，所以广东、广西、福建、台湾、浙江和上海是台风风暴潮的多发区。就华南沿海而言，解放前的 1000 年内，受台风灾害计 1000 多次，其中大部分是由台风引起的风暴潮灾，尤以 1862 年 7 月初发生在珠江口及 1922 年 8 月初发生在汕头地区的台风风暴潮最为严重。据记载，汕头地区灾区淹及澄海、饶平、潮阳、揭阳、南澳、惠来、汕头等县市，7 万多人丧生，更多的人无家可归。由此可见，风暴潮是异常凶猛的自然灾害。加强风暴潮的观测与研究，提高风暴潮的预报准确率，对防潮抗灾具有重大的意义。如 1974 年第 13 号台风在浙江三门附近登陆，浙江、上海、江苏沿岸分别出现历史上最高潮位，由于预报及时，防潮抗灾措施有力，大大减轻了潮灾的损失。

中国的风暴潮有哪些特点呢？

第一，从时间上看，中国风暴潮一年四季皆可发生，特别是台风季节长，次数频繁，强度和影响范围大，台风风暴潮也最盛。夏秋两季台风风暴潮可遍及整个中国沿岸，冬春两季受寒潮大风、冷空气及气旋活动的影响，在渤、黄海沿岸也常发生较强的风暴潮。

第二，从频率来看，中国风暴潮发生的次数最多。据统计，西太平洋沿岸是世界上发生风暴潮最频繁的地区，而中国风暴潮的发生次数和发生率，比多风暴潮的日本大 5 倍以上。以 1970 ~ 1973 年为例，在中国登陆和受影响的台风计 66 次，都形成了程度不同的风暴潮。其中，最大增水值在 1 米和 1.5 米以内的港口分别为 76 个和 16 个，最大增水值在 2 米以上的港口也有 4 个。

第三，从强度来看，中国风暴潮的高度最大。由于中国近海具有广阔的大陆架，水浅滩涂广，为风暴潮的充分发展提供了有利条件，因此，从现有记录来看，中国最大风暴潮的增水值超过日本、荷兰、英国、美国，成为风暴潮位最高的国家（表 3）。

第四，从规律性看，中国风暴潮极其复杂。中国沿海岸线曲折，地形复杂；潮汐类型多样；天气多变，各个气旋、台风、反气旋的移动路径、强度、速度、风力大小与方向等各不相同。因此，中国沿海天文潮与风暴潮的相互作用过程极其复杂，风暴潮的规律性也远比其他国家复杂，这就给风暴潮的研究、预报服务工作带来许多困难。表 3 中国与其他多风暴潮国家的最大风暴潮增水值之比较

国 家	最大增水 值 (米)	出现时间	地 点	原 因
中国	(台风) 4.57	1956年8月2日	杭州湾乍 浦	风力50米/秒以上强台风在浙 江象山登陆
美国	(台风) 4.5	1954年8月31日	新英格兰 州	强飓风袭击
孟加拉国	(台风) 3.9	1970年11月12日	孟加拉湾	强飓风袭击孟加拉湾
日本	(台风) 3.41	1959年9月26日	伊势湾	伊势湾台风
中国	(寒潮) 3.55	1969年4月23日	莱州湾羊 角沟	寒潮大风, 最大风力12级
英国与荷 兰	(寒潮) 3.0	1953年1月31日至 2月1日	英国与荷 兰沿海	冬季强低压系统袭击

(二) 海浪

出现在海洋表面及其内部的各种波动现象称波浪。海洋中的波浪可按其成因、周期(或频率)、水深相对于波长的大小以及受力的情况等进行分类。其中,由风直接作用于海面而形成的波浪称风浪。风浪的外貌极不规则,波峰较尖,宽度和波长都比较短,周期较小,波面上经常出现被风削去的浪花飞沫,传播方向与风向一致。因引起风浪的风显著减弱、消失,以致改变方向而遗留下来的波浪,或因当地无风而从邻近海区传来的波浪,都称涌浪。涌浪的外形圆滑规则,波面较平坦,波峰宽度及波长都比较长,波形接近摆线。风浪或涌浪传至岸边的浅水区便形成近岸浪。近岸浪的传播主要受水深的影响。当水深为波长的一半时,波浪开始“触底”,波峰线与海岸平行,波谷展宽变平,波峰发生倒卷现象。

风浪、涌浪及近岸浪统称为海浪。它们的周期介于1~20秒之间。复杂的海浪现象可通过一些海浪要素把它描述出来,其中波长、波高和周期称为海浪的三大要素。

海浪的形成,发展与消失主要视风的盛衰,浅海风浪的大小主要取决于风速、风时、风区和水深。因此,海浪的分布与风的特征基本上是对应的。

1. 浪向的地理分布

浪向和风向均指来向,与流向正好相反。浪向有风浪浪向和涌浪浪向,因两者的分布有许多相似之处,故仅就风浪浪向作一说明。

中国近海及毗邻海域处于东亚季风气候区域内,风向具有明显的季风特征:冬季盛行偏北风,夏季盛行偏南风,春、秋季盛行风向不稳定。风浪浪向与此相应,冬季盛行偏北浪;夏季盛行偏南浪;春、秋季浪向多变,盛行浪向不明显(图12)。

冬季偏北季风约出现在9月至翌年4月,各海区出现的时间不一,是由北向南逐步推移的。偏北浪也是如此。9月,偏北浪首先在渤海及黄海出现;10月,遍及东海、台湾以东海域、南海北部和中部,11月才南伸到暹罗湾及南海南部。

1月是冬季风最盛时期,浪向多自西北向东北方向偏转,渤海及北黄海以西北浪及北浪为主,频率约30%。南黄海及东海北部西北浪频率减少,北浪成分增加,频率为30%,到北纬28°附近,北浪频率达最高,约45%。北纬28°以南盛行的北浪被东北浪代替。如东海南部及台湾以东海域,东北浪频率为40%。台湾海峡地区因地形影响,东北浪频率,高达70%。整个南海以东北浪占优势,其次是北浪。其中南海北部东北浪频率为50%左右,北部湾东北浪频率为40%,特别是西沙群岛至南沙群岛一带东北浪频率最高,达60~70%。唯有暹罗湾东北浪频率较低,约30%,但东浪频率有的地方可达40%。南海南部东北浪和北浪频率几乎相等,各占40%左右。

偏北浪在各海区持续的时间是不等的。渤海及北黄海,9月到翌年4月以西浪和北浪为主。在同一时期内,南黄海及东海以北浪为主,其次是西北浪及东北浪。台湾海峡地区因狭管效应,东北浪盛行时间最长,始于9月,终于翌年4月,长达9个月之久。台湾以东海域东北浪盛行期为9月至翌年3月。南海北部及北部湾,9月至翌年3月,以东北浪为主,其次为北浪和东

浪。暹罗湾有些特殊，湾口与湾顶不同，前者自 11 月至翌年 4 月以东浪为主，后者只有 11 月至翌年 1 月才以东北浪居多。南海南部盛行东北浪时间最短，11 月到翌年 3 月，约 5 个月。

夏季，中国近海及毗邻海域主要受东南和西南两股季风气流的影响，因此，夏季盛行偏南浪。它始于 6 月，终于 9 月。偏南浪向多表现为由西南向东南偏转的趋势。与冬季相反，偏南浪首先在南部海域出现，然后逐渐向北推进。5 月，南海南部最早出现南浪；6 月，随着西南风的兴起，西南浪普及整个南海；7 月向北伸展到渤海；到了 9 月，偏南浪撤回到台湾以南海域；10 月又开始出现偏北浪。

7 月是偏南浪最盛时期，南海大致以北纬 15° 为界：以南海域盛行西南浪，频率约 30%，其次为西浪和南浪略多；以北，西南浪成分减少，南浪频率增加，占 30% 左右，其次为东南浪和西南浪。台湾海峡盛行南浪和西南浪，频率为 50%。台湾以东海域以南浪占优势，频率为 30%，其次为东南浪。东海和南黄海以南浪占优势，频率约 30%。北黄海和渤海南浪成分减弱，东南浪增强并盛行。

偏南浪持续的时间也随海区而异。南海南部，偏南浪始于 5 月，终于 9 月，前后共 5 个月，频率 30~50%。南海中部西南浪始于 5 月，9 月结束，频率 20~50%。南海北部 6~8 月盛行偏南浪，频率约 40%。台湾海峡只有 7、8 两月盛行西南浪。台湾以东海域、东海及南黄海 6~8 月盛行南浪，频率 30~40%。北黄海及渤海只有 7、8 两月以东南浪及南浪占优势。

2. 波高分布

波峰到相邻波谷的垂直距离叫波高。波高除有地区差异外，也随时间而变。南海、东海及台湾以东海域，因海域辽阔，风向又比较稳定，有利于海浪的成长，风大，浪大，涌也大，以涌浪为主。而黄海及渤海则由于风区受到限制，风浪和涌浪都比较小，海浪中以风浪占优势。

冬季因偏北风持续时间长，风力大，影响范围广，大浪、大涌（指波高 2 米）频率都较高。除南海南部及暹罗湾外，大浪、大涌频率均在 20% 以上。特别是济州岛以南、东海东部、台湾周围海域以及东沙、西沙至南沙群岛一带，成一东北—西南向的大浪、大涌带，频率在 30% 以上，并出现济州岛以南、台湾以东及吕宋东北 3 个大浪中心。

夏季偏南季风风力弱，持续时间短，大浪、大涌频率较低，一般在 15% 以下。但在台风发展和经过的海域，大浪、大涌频率增大，尤以南海中部和台湾以东海域，各自都形成一个大浪、大涌中心，频率为 20% 左右。

渤海年平均波高 0.5~1.0 米。冬季常受寒潮的侵袭，风浪为全年最大，平均波高 1.5~1.7 米，最大 3~5 米。其他季节风浪较小，如夏季平均波高为 0.7~0.8 米；春、秋季为 1.0~1.3 米（表 4）。

黄海南部和北部的海浪有些差异，前者以涌浪居多，波高较大；后者以风浪为主，波高较小。冬季黄海波高 1.6 米，当寒潮侵袭时黄海最大波高可达 5~6 米。夏季渤海及黄海北部平均波高 0.8~0.9 米，表 4 海浪波高

（米）的地理分布

海区		渤海	黄海北部	黄海南部	东海	台湾海峡	台湾以东海域	南海北部	北部湾	南海中部	暹罗湾	南海南部
1月	风浪	1.6	1.6	1.6	1.7	1.7	1.6	1.6	1.6	1.7	1.0	1.1
	涌浪	1.7	1.9	1.9	2.2	2.5	2.1	2.5	1.0	2.4	1.3	1.6
4月	风浪	1.3	1.1	1.2	1.2	1.3	1.2	1.1	1.3	0.8	0.6	0.5
	涌浪	1.2	1.2	1.3	1.5	1.5	1.5	1.5	0.9	1.2	0.8	0.8
7月	风浪	0.8	0.9	1.1	1.1	0.9	1.2	1.0	1.0	1.1	0.8	0.8
	涌浪	1.2	1.2	1.6	1.7	1.6	1.7	1.6	1.2	1.6	1.2	0.9
10月	风浪	1.3	1.2	1.1	1.5	1.8	1.6	1.6	1.5	1.2	0.7	0.6
	涌浪	1.4	1.4	1.5	1.9	2.4	2.0	2.3	1.1	1.7	1.0	1.0

黄海南部约 1.2 米，但当台风过境时，最大波高可达 6~7 米。黄海有两个大浪区，一是在成山角以东海面，另一个在黄、东海交界的济州岛附近。

东海海域比较开阔，风浪、涌浪较大。在寒潮和台风期间，可观察到 7~8 米的涌浪波高。东海年平均波高约 1.3 米，冬季为 1.2~2 米，夏季为 1.1 米，春、秋季分别为 1.2 米和 1.5 米。除济州岛附近为一大浪区外，长江口、嵎泗列岛附近冬季风浪也较大，浙、闽交界处也易出现大浪。台湾海峡地区大风、大浪多见，年平均波高 1.3 米，冬季平均波高 1.7 米，最大 7 米，为东海南部东北浪频率最高的地区。

南海除广东沿岸、北部湾、暹罗湾及南部靠赤道附近海浪较小外，大浪、大涌经常出现在南海北部和中部，且涌浪波高大于风浪波高。南海北部年平均风浪波高 1.4 米，涌浪波高 2 米。在台风和寒潮影响下，巴士海峡、巴林塘海峡及吕宋以西海域最大波高达 8~10 米。南海中部年平均波高 1.3 米，涌浪波高 1.7 米，台风入侵时最大波高可达 7~8 米。南海南部，年平均风浪波高 1.0 米，涌浪波高 1.3 米。暹罗湾是南海海浪最小的区域，年平均风浪波高仅 0.8 米，涌浪波高 1.1 米。至于北部湾，因四周几乎被陆地、岛屿环抱，涌少，海浪以风浪为主，年平均风浪波高为 1.2 米，最大 3~4 米。该湾南部海浪大于北部，西部比东部略大。5~6 月和 9~10 月为南海海浪最小时期，海面比较平静。

3. 海浪的周期分布

两个相邻的波峰或波谷，相继通过一个固定点所需的时间间隔称周期。中国近海及毗邻海域的海浪周期分布，与波高的分布有些相似。以年平均周期而言，渤海和北黄海海浪年平均周期小于 5 秒，南黄海为 6 秒，东海、台湾海峡、台湾以东海域及南海北部年平均周期为 6~7 秒，为中国近海海浪年平均周期最大的区域，北部湾、南海南部及暹罗湾海浪年平均周期也为 5 秒左右。周期的年内分布，一般以春、夏季较小，秋季开始增大，冬季达最大，这可能与风力的季节分布不同有关。与此同时，最大周期常出现在频率最多的波向上。

(三) 海流

海水在水平及垂直方向作大规模的非周期性运动叫海流，通常以流速和流向来描述其特征。中国海的海流，从大的环流系统来看，渤、黄、东海为一环流系统，南海为另一个环流系统。

1. 渤、黄、东海的海流

渤、黄、东海的海流，总的来看有两大流系——外海流系及沿岸流系。两大流系的消长构成了渤、黄、东海的环流，如图 13 所示。

外海流系由黑潮及其分支——台湾暖流、对马暖流及黄海暖流组成，因它给本海区带来高温、高盐的大洋水，故有外海流系之称。

沿岸流系由江河入海的径流、春季融冰以及盛行季风所产生的风海流等组成。流动范围主要在中国沿岸和朝鲜半岛西岸。

外海流系的主要特征是盐度高，水色清晰，透明度大，流速强，流向稳定，厚度大。沿岸流系则不同，具有低盐，水色浑浊，透明度小，厚度薄（约 5~15 米）等特色。有的沿岸流的流向、流速，随季风和大陆径

图 13 中国近海及毗邻海域冬、夏季表层流分布

1 黑潮主干，2 黑潮西分支，3 对马暖流，4 台湾暖流，5 黄海暖流，6 鲁北沿岸流，7 西朝鲜沿岸流，8 浙闽沿岸流，9 南海季风漂流

流大小而变。

(1) 黑潮 是太平洋地区最强的海流，因水色深蓝，看起来似黑色而得名。相对于它所流经的海域来讲，具有高温、高盐的特征，故有黑潮暖流之称。它起源于台湾东南、巴布延群岛以东海域，是北赤道流向北的一个分支的延伸。主流沿台湾东岸北上，经苏澳—与那国岛间的水道进入东海；然后沿东海大陆架边缘与大陆坡毗连区域流向东北，至奄美大岛以西约北纬 29°、东经 128° 附近开始分支，主流折向东，经吐噶喇和大隅海峡离开东海返回太平洋，沿日本南岸向东北至北纬 35° 附近。

进入东海的黑潮有若干分支。按传统说法，奄美大岛以西沿九州西岸北上的一支称对马暖流。约在五岛列岛以南又分两股：主流向东北通过朝鲜海峡流入日本海；西分支又在济州岛南进入南黄海，构成黄海暖流。黑潮主干在钓鱼岛附近有一小股指向西北，朝浙江近海流动，抵达舟山群岛外折向东，与黄海南伸的冷水混合变性，这支海流叫台湾暖流。

黑潮在台湾东南海域分为两支。主流向北。另一支向西北进入巴士、巴林塘海峡（黑潮西分支），然后在台湾以南又分两支：较大的一支向西南流入南海，构成南海冬季环流的一部分；另一小支入台湾海峡，沿海峡东侧北上。

黑潮以流速强、流幅窄和厚度大而著称。流速一般 1~3 节，苏澳以东达 3.5 节。进入东海后，流速有所减弱，通常 1~2 节；至北纬 26°、东经 126° 附近，流速又复增，可达 2.5~3 节；至屋久岛西南达 3.4 节。在流速断面上，黑潮常有两个向北或东北的流核，中间隔着一个反向的流核，较强的流

黑潮从源地到吐噶喇海峡这一段称黑潮主干。

核位于靠近海岸一侧，表明大洋环流向西岸强化的特征。在冲绳、奄美附近，因与地形摩擦，使黑潮主干右侧经常发生逆流现象。逆流流速不大，约 0.3~0.5 节；厚度较浅，平均流量只有主流的 1/5 左右。

黑潮的流幅较窄，平均不到 100 海里，2 节以上的强流带也不过 25 海里。

黑潮的厚度大约 800 米，自上而下可分为 4 个水层：表层水、次表层水、中层水和深层水。

黑潮在东海的平均流量约 35×10^6 立方米/秒，相当于长江径流的 1000 倍，亦即长江一年所输送的径流量，黑潮只要 8 个小时就输送完毕。可见黑潮的流量是何等巨大！

黑潮虽是一支稳定的强大海流，但流速、流量和流幅都有明显的变化，流轴也有摆动和弯曲。从时间上讲，有长、中、短各种周期；从空间上看，有中、小尺度的变化。如台湾以东，黑潮向北的流量和流速存在着半年周期，最大值发生在春、秋（流速为 120 厘米/秒），最小值出现在冬、夏（流速为 50 厘米/秒）。此外，黑潮两侧还有几处冷涡和暖涡出现。

(2) 对马暖流 流量为 $2 \times 10^6 \sim 4 \times 10^6$ 立方米/秒，流速为 0.5~1.0 节，最大 1.8 节，流幅 40~80 海里，最大 100 海里，夏季稍宽，冬季较窄。它在北上流入日本海的过程中，随着深度变浅而厚度也变薄，在海峡处可达海底；九州以西冬季达 200~300 米，夏季仅 50~100 米。因对马岛横立于海峡中，把海峡中的对马暖流分隔为东、西两支。西支势力较强，流幅窄，厚度深而流速强。夏季表层最大流速 1.5~1.8 节，下层 0.5~1.0 节；冬季只及夏季的 1/3。流量占流入朝鲜海峡总流量的 70%。东支势力较弱，厚度浅，流幅较宽，流速小。夏季表层最大流速 1~1.3 节；冬季表层 0.5~0.6 节，下层流速均为 0.4 节左右。流量占朝鲜海峡总流量的 30%。

传统看法认为，对马暖流与黑潮的分叉点约在北纬 $28^{\circ}30' \sim 29^{\circ}30'$ 、东经 $128^{\circ} \sim 129^{\circ}$ 范围内。流轴位置各年不一，有时差异很大，大致有两种情形。一是自黑潮分出后，直接北上流入朝鲜海峡；二是自黑潮分出后，先指向九州方向，再转向西北，最后折向东北进入朝鲜海峡。当黄海水团向南扩展时，对马暖流的路径偏西且平直；当黄海水团向东伸展时，其路径偏东多弯曲。

对马暖流除流速具有夏强冬弱的年周期外，还有 7~9 年的长周期变化。近期，有人对对马暖流的来源问题提出了新的见解，认为不能简单地解释为黑潮的分支，而把它看作为黑潮水与大陆沿岸水在东海中部相遇时所形成的混合水的一支海流。

(3) 黄海暖流 是对马暖流在东南向西伸入黄海的一个分支，大致沿“黄海槽”北上，在向北流动过程中，因受沿岸水文气象因子的影响逐渐变性，暖流的特性也随着进入黄海的距离增大而减弱。因黄、渤海是强潮流区，相比之下，海流很弱，以潮流为主。海流流速只及潮流的 1/10 左右（约 0.2~0.3 节），所以，海流常被潮流掩盖而不易辨别。但在温度和盐度分布上，特别是冬季，明显地存在着高温、高盐水舌，从南黄海一直伸到渤海。夏季，因黄海深层冷水盘踞在黄海深处，阻碍了暖流的北上，使这支海流可能仅限于表层。也有人认为，夏季不存在这一支海流。按传统的概念，暖流抵达北纬 35° 附近，向左侧分出一小股，与南下的沿岸流构成一个逆时针的小环流。主流继续北上，在成山角以东又分出一小股往东，汇入西朝鲜沿岸流南下。进入北黄海的暖流余脉，主要向西从渤海海峡北部进入渤海，此时，势

力已非常微弱。当它抵达渤海西部时，受陆地阻挡而分为两小股，一股向东北入辽东湾，另一股往南入渤海湾。

渤海的环流由两部分组成。南部终年为一个左旋环流，系由北面的暖流余脉与南面的鲁北沿岸流构成。辽东湾的环流随季风更替。冬季偏北季风把辽河入海的径流吹向辽东湾东岸并南下，与北上的暖流余脉构成一个顺时针环流；夏季偏南季风又把辽河冲淡水推向辽东湾西岸，暖流余脉沿该湾东岸北上，构成一个逆时针环流。

黄海暖流的季节变化为冬强夏弱，这除了与黄海冷水团有关外，还与对马暖流通过朝鲜海峡的流速、流量有关。当朝鲜海峡处流速减弱时，黄海暖流就加强；反之，则减弱。黄海暖流的流向比较稳定，终年偏北，大致沿高盐水舌轴线方向流动。

(4) 台湾暖流 指出现在长江口以南和浙闽近海，终年具有高温、高盐特征的海流。它自黑潮主干在台湾东北海域分出后，沿东海大陆架底坡北上，沿途受海底地形影响，流速逐渐减弱，约0.5节。该海流除表面易受季风影响外，中、下层的流向比较稳定，终年向北。其前锋在长江口外与南下的沿岸水混合，然后折向东北，其中一部分海水汇入对马暖流，另一部分汇入黄海暖流。夏季西南季风盛行时，迫使海水离岸输送，这时台湾暖流与沿岸流同向，两者汇成一片，流幅宽而势力强，几乎遍及东海西部的浅水区，流速0.3~0.4节，冬季东北风盛行时，迫使海水向岸输送，暖流方向与沿岸流方向相反，此时台湾暖流势力减弱，流幅变窄，流速0.1~0.3节。浙江近海的暖流和沿岸流之间形成明显的锋面，锋面以西为沿岸流南下，以东为暖流北上。

(5) 中国沿岸流 是构成整个海区环流的一个部分。它始于渤海湾西部，沿中国海岸南下，主要是由江河入海的径流所组成的低盐水流。因它在南下的流动中并不完全连续，故按所在地区不同而有不同名称，自北向南有辽南沿岸流、鲁北沿岸流、苏北沿岸流、浙闽沿岸流和广东沿岸流。

辽南沿岸流指辽东半岛南岸自鸭绿江口向西南流动的一股海流，系北黄海气旋环流的一个组成部分。它主要由鸭绿江的径流组成，其季节变化主要取决于鸭绿江的径流量和辽南一带的风。该沿岸流的特点是流向终年不变，夏季流速稍大，流幅较窄，强盛时可越过渤海海峡进入渤海口；冬季流速较小，流幅较宽。

鲁北沿岸流由黄河、海河等入海的径流组成。从渤海湾西部起，沿山东北岸东流经成山角南下，以流动路径终年不变为其主要特征。在成山角附近，除小部分汇入黄海暖流外，绝大部分海水往南或西南流动。成山角以南，因进入宽阔海面，势力减弱，流速减小。

苏北沿岸流起源于海州湾附近，沿岸南下至长江口以北，然后离岸转向东南越过长江浅滩进入东海北部。在南下过程中，一部分海水与黄海暖流构成一个气旋式环流；另一部分南下至长江口附近，逐渐转向东北与长江冲淡水混合。混合后的海水，一部分在济州岛以南汇入对马暖流；大部分则随同黄海暖流北上。冬季因风场稳定，风力较强，助长了沿岸流的发展，沿岸流的势力比夏季要强。在沿岸流增强的同时，因补偿缘故，北上的黄海暖流也加强。

浙闽沿岸流主要分布在长江口以南浙、闽沿岸。起源于长江口和杭州湾一带，由长江、钱塘江的径流入海后构成，沿途还有瓯江和闽江的径流加入。

该沿岸流的主要特点是盐度低，水平梯度和年变幅大，流幅夏宽冬窄，范围北部大、南部小，流速夏强冬弱，路径随季节而异。除夏季外，长江径流大多汇集在杭州湾附近，穿过舟山群岛而南流。冬季，在强劲的东北风吹刮下，沿岸流往南势力很强，可顺着海岸进入台湾海峡抵达南海北部。夏季，正值长江汛期，大量淡水入海后向外冲溢，在偏南季风的作用下，长江冲淡水的低盐水舌指向济州岛方向，且台湾暖流也以夏季较强，所以沿岸流南下势力大减，一般进不了台湾海峡。

台湾海峡地区的海流强而复杂，一方面受狭管效应影响季风增强，另一方面受黑潮西分支、南海季风漂流及浙闽沿岸流的控制和影响。冬季，海峡东侧为紧贴台湾西岸北上的黑潮西分支支流，海峡西侧和中部被南下的浙闽沿岸流控制。两者之间有一左旋涡流带，它的位置随沿岸流的强弱而异。夏季，整个海峡被流向东北的南海季风漂流（西侧）和黑潮西分支支流（东侧）所占据。因此，台湾海峡东、西两侧的流速、流向均随季节而异：流向，东侧终年向北，西侧于冬季南下，夏季一律流向东北；流速，冬季西强东弱，夏季东强西弱。

西朝鲜沿岸流主要由大同江、汉江等入海的径流组成。起源于西朝鲜湾南部，沿朝鲜半岛西岸终年南流。它与黄海暖流构成一个弱的反气旋环流。因朝鲜半岛西岸无太大的江河入海，西朝鲜沿岸流的势力一般不强，仅局限于离岸 20~30 海里的范围内。当它到达朝鲜半岛西南端时，一部分被黄海暖流牵引北上，一部分经济州海峡流入朝鲜海峡。因朝鲜半岛西南岸岸线曲折，岛屿星罗棋布，那里潮混合特强，形成下层冷水上升的涌升现象。这里 5~7 月多雾，其原因可能与此有关。

2. 南海的海流

南海是一个长轴为东北—西南向的菱形海盆，位于热带季风气候区域内。盛行风向与海盆长轴方向一致，表层海水的流动主要受季风的控制。海流的路径、强度和方向均随季风而变，表现为漂流的性质——南海季风漂流。6~8 月为西南季风盛行时期，海流为东北流；11 月至翌年 3 月为东北季风时期，大部分海域为西南流。4~5 月和 9~10 月，分别为西南季风与东北季风的转换时期，风向多变，流系混乱。

在西南季风期间，海水主要从爪哇海经卡里马塔、卡斯帕海峡进入南海。主流靠南海西部近岸，从西南流向东北。起初，流幅较窄，至越南中部近岸及南海北部，流幅分散。强流区出现在马来半岛及越南南部沿岸，流速 1 节，最大 2 节。至南海北部，大部分海水经巴士海峡及巴林塘海峡流出南海汇入黑潮主干，小部分继续北上进入台湾海峡。

在广东沿岸，珠江冲淡水随西南季风而向东北漂移，部分海水受西南季风漂流的牵引入台湾海峡。6 月，吕宋岛西岸有一小股来自苏禄海的海流，沿岸北上直抵巴士海峡。在加里曼丹岛附近也有一股来自苏禄海的海流与南海中部的逆流汇合，形成一支补偿流返回西南，至纳吐纳群岛附近又折向东北。

西南季风漂流的主流在由西南向东北流动的过程中，还有若干分支。一是在马来半岛北面和金瓯半岛南面分出一小股进入暹罗湾，与那里的沿岸流构成一个顺时针的环流。二是在海南岛南面、越南中部近海分出一小股流入北部湾，与北部湾沿岸流构成顺时针的环流，流速约 0.2~0.4 节。三是在越

南南部近海的强流带以东，于 8 月分出两股，一股往南，与强流带流向相反，成为一股逆流；另一股往东，与抵达巴拉望岛北面及吕宋岛西岸后又与来自苏禄海的那支海流汇合，再沿吕宋西岸北上。

由于西南季风漂流不断把南部的海水向北输送，造成南部的海面下降，北部海水堆积以致海面上升。如 8 月，新加坡附近的水位比中国台湾高雄低 11 厘米；同样，南海北部东岸的水位也比西岸要高，如中国海南岛东岸及越南中部沿岸的水位要比吕宋西岸低 10 厘米左右。这些水量单靠爪哇海供给是不够的。因此，在南海东南、加里曼丹岛的西北沿岸，产生一支向南的补偿流。这支补偿流大部分海水来自苏禄海，少部分来自上面所述的逆流。

东北季风漂流于 10 月中开始形成，至翌年 4 月衰退。这一时期的海流路径与夏季正好相反。南海北部因受东北季风的影响，黑潮的一小部分经巴士、巴林塘海峡进入南海，并折向西南成为漂流；同时，来自台湾海峡的浙闽沿岸流与广东沿岸流也汇入于漂流中，沿南海西部大陆近海流向西南。主流仍靠越南和马来半岛近岸，绝大部分海流经卡里马塔、卡斯帕海峡流入爪哇海，少部分海水进入马六甲海峡。

南海北部的北纬 $19 \sim 22^\circ$ 范围内，表层以下还存在一支强劲的狭带状东北流，以终年自西南流向东北为其特征。它的表面虽被季风漂流所掩盖，但其流速却很强，达 2 节左右；主轴宽约 80 ~ 85 海里，厚度约 300 米，流量为 10×10^6 立方米/秒，等于台湾以东黑潮流量的 $1/3$ 左右。由于这股海流具有暖流的特性，故称“南海暖流”。

东北季风漂流的主流在海南岛以南，分出一小股进入北部湾，在那里与沿岸流一起构成一个逆时针的环流，流速 0.2 ~ 0.6 节。金瓯半岛以南也有一小部分海水从主流中分出向西进入暹罗湾，因该湾受局部地区的影响很大，暹罗湾的环流终年为顺时针方向。

南海东部的海流比西部要弱，流速通常在 1 节以内，流向不稳定，经常向北或向西北。那里的海流主要来自苏禄海，苏禄海的海流分两支进入南海。北支经民都洛海峡及其南面的水道流入，流向北和西北，最后汇入主流。南支从巴拉巴克海峡流入，开始向西，然后往北汇入主流；也有一部分海流不转向，继续流向西南汇入南部的主流。

因东北季风风力较大，且漂流方向向西南偏转，所以东北季风漂流的西向强化比西南季风漂流要强。强流区仍出现在越南中部近海，如 12 ~ 1 月，越南近海经常出现 2 节以上的海流，最大 3 节。在强流带以东，有一明显的逆流区。逆流的位置、强度和范围各月不同：12 月，因主流加强，逆流位置偏东；2 月，逆流减弱，范围缩小；4 月，东北季风减弱，黑潮西分支经巴士、巴林塘海峡进入南海的成分减少，这时南海环流主要靠苏禄海流入的海水来维持，主流分裂成两个逆时针的大涡旋。

由于东北季风漂流把北部的海水输送到南部，造成东北—西南向的海面倾斜。如 12 月，新加坡附近的水位就比中国台湾高雄附近高 22 厘米；中国海南岛东岸、越南中部沿岸的水位比吕宋西岸高 16 厘米。

暹罗湾的流速较弱，一般为 0.2 ~ 0.8 节。

构成南海环流的另一组成部分——南海沿岸流，它间断地分布在南海的四周。依所在地区，分别称为广东沿岸流、北部湾沿岸流、中南半岛南岸沿岸流等等，这里不再赘述。

五、海区气候与天气

气候与天气是既有联系又有区别的两个概念。天气是指某地短时间内大气变化的状况，天气现象变化多端，不但今天的天气可能与昨天或明天不同，甚至在同一天内也会出现几种不同的天气。气候是指某地长时间内天气现象的综合，即多年平均的天气状况，或者说是多年常见的和特有的大气物理现象和变化过程。

(一) 形成气候的主要因子

形成中国近海气候的因子很多，归结起来主要有太阳辐射、大气环流以及地表性质（下垫面）3个方面。

1. 太阳辐射在气候形成中的作用

太阳辐射是供给大气最主要的热源，也是大气活动的基本动力，所以它是形成气候的基本因素。不同地区的气候差异以及各地气候的季节交替，主要是由于太阳辐射在地表分布不均及其随时间变化的结果。太阳辐射量的纬度差异，是中国近海热量自南向北递减的基本因素。

中国近海太阳辐射总量在 $2.08 \sim 6.25 \times 10^8$ 焦耳/平方米·月之间（冬季 $2.08 \sim 5.42 \times 10^8$ 焦耳/平方米·月，夏季 $4.17 \sim 6.25 \times 10^8$ 焦耳/平方米·月），比中国大陆太阳辐射量小。其四季分配是：夏季最大，冬季最小，而秋季在多数海域大于春季。就海区而言，渤海西部、南海中部和南部四季都比较高；东海西部沿岸夏、秋、冬季均为高值区，春季为低值区；东海东部春、秋、冬季为低值区，而夏季为高值区；黄海太阳辐射总量较邻近海域要低。

冬季太阳辐射总量从南向北递减，气温由南向北迅速降低。渤、黄、东海辐射总量的分布趋势为西高东低。渤海为 $2.92 \sim 3.33 \times 10^8$ 焦耳/平方米·月；黄海为 $2.08 \sim 2.92 \times 10^8$ 焦耳/平方米·月，最低值出现在济州岛附近，中心值低于 2.08×10^8 焦耳/平方米·月；东海西部沿岸为 2.92×10^8 焦耳/平方米·月，东部为 $2.50 \sim 2.92 \times 10^8$ 焦耳/平方米·月，低值区出现在台湾省东北海域，中心小于 2.50×10^8 焦耳/平方米·月；南海太阳辐射总量几乎呈纬向分布，北部低南部高，前者 $3.33 \sim 3.75 \times 10^8$ 焦耳/平方米·月，后者 $4.17 \sim 4.59 \times 10^8$ 焦耳/平方米·月。

夏季白昼时间随纬度增高也加长，辐射总量的地区差异较小，辐射总量分布比较均匀。渤海为 $5.42 \sim 6.25 \times 10^8$ 焦耳/平方米·月；黄海为 $5.00 \sim 5.84 \times 10^8$ 焦耳/平方米·月；东海为 $5.84 \sim 6.25 \times 10^8$ 焦耳/平方米·月；南海北部 $4.59 \sim 5.84 \times 10^8$ 焦耳/平方米·月，南部为 $5.00 \sim 6.25 \times 10^8$ 焦耳/平方米·月。

南海的辐射总量终年比较高，表明南海储存着大量热量，对天气和气候有一定的作用。

2. 大气环流在气候形成中的作用

大气中各种气流的综合叫大气环流。影响中国近海天气、气候的主要活动中心，冬季为蒙古高压和阿留申低压，夏季有北太平洋高压、印度低压和蒙古低压。夏季整个海区被热带海洋性气团和赤道海洋气团所盘踞，冬季主

要受变性极地大陆气团和变性热带海洋气团所控制。春、秋两季是冬、夏大气活动中心消长和转换时期。冬季风是由蒙古高压所吹出的西北气流，而产生和维持冬季风的大气活动中心则是蒙古高压和阿留申低压。冬季风的强弱和进退主要取决于这两个气压系统的相对位置、发展强度和高空的环流形势。产生和维持夏季风的大气活动中心是太平洋高压、印度低压。

季风的影响可造成特殊类型的气候，冬季风期间，中国近海天气晴朗、干燥、低温和少雨；夏季风期间则潮湿、阴雨和高温。

中国雨季起迄和雨带的移动都是在季风的背景下进行的，季风的进退、强弱与雨季长短、雨量多少有关。在夏季风期间，中国降水区域大体成一条东西向的带状，雨带位置表示极锋（热带海洋气团与变性极地大陆气团的界面）的位置。5月，极锋滞停在南岭附近，造成华南的雨季；6月中，极锋首次北跳至长江流域，并再次滞留，造成江淮地区的梅雨季节；到7月中旬，极峰再次北跳进入华北和东北南部，作第三次停留，又造成华北和东北南部的雨季。8月下旬后，雨带很快南移，又退至华南沿海。假如没有季风的调节，我国黄河流域以南包括长江流域及华南大部，都在副热带高压控制下，那么这些区域势必会形成干旱的沙漠。

再如中国沿海的海陆风，它是沿海地区特有的一种局部性的环流，是由海陆之间的热力差异引起的。与季风相似，只不过涉及范围大小和时间长短不同罢了。白天陆上增温比海上快，气温高，空气上升；海上气温相对要低，密度大，空气下沉。下沉的空气流到陆上以补充上升的空气，陆地上升的空气则从高空流到海上补充下沉的空气，这样就形成一个完整的环流。风从海面吹向陆地称海风；夜间，环流方向正好相反，风从陆地吹向海洋叫陆风。由此可见，大气环流是气候形成的另一基本因子。

3. 地表性质在气候形成中的作用

地表性质包括海洋、海流、陆地、地形、土壤、植被等，因它们的辐射收支状况和温湿特征不同，对气候形成也有不同的作用。

海陆分布对气候形成的重大影响，除季风、海陆风、气旋等外，突出地表现在海洋性气候与大陆性气候的差异上。

（1）气温的差别 由于海水的热容量比空气大3000多倍，所以海水温度的变化比空气温度变化小得多。陆上气温的日变化和年变化都很急剧，日较差、年较差都较大；而海上气温升降迟缓，日较差、年较差都较小。海洋上冬暖夏凉，陆地上冬冷夏热。大陆上最高气温出现在7月，最低气温发生在1月；海上最高、最低气温分别发生在8月及2月。陆上春温高于秋温，海洋上秋温高于春温。陆上取4、10月为春、秋季代表月，而海洋上分别取5、11月为其代表月。因此，海洋上季节划分比大陆要推迟1个月左右。

（2）降水的差别 大陆性气候的降水多由暖季时热对流引起，降水量少而集中，变化大；海洋上不同，因降水来自海洋性气流，空气潮湿，气旋活动也多，所以降水多，季节分配较均匀，变化小。海洋上降水以一日、一年中最冷的时刻或季节最多；大陆上则以一日、一年中最热的时刻或季节最多。海洋上对流性阵雨多发生在暖流附近冬季的夜间或清晨，而大陆上对流性阵雨多出现在夏季的午间。

（3）其它要素的差异 海洋上湿度大，云、雾多，阴天较多，雾以平流雾为主；大陆上空气干燥，云、雾较少，天气晴朗，日照丰富，雾以辐射雾

为主。因海面较光滑，摩擦小，海上风速一般较陆地上要大。

山脉、丘陵、平原及岛屿的分布，对辐射、温度、气流、降水、风、云、雾等均有一定的影响。如中国东南沿海的丘陵和山地，其年降水量要比附近的平原地区大。渤海辽东湾冬季按理应盛行西北风。但因长白山的阻挡，冷气流在长白山西麓转向，沿辽东半岛南下变成东北风盛行。烟台地处山东丘陵北侧，故烟台有山谷风出现。山东半岛南部春夏沿海多雾，北部沿海雾较少，其原因就是北部相对于夏季风为背风面，南部为迎风面所致。台湾、海南两岛的北、东面沿海，年降水量要比西部平原地区多，就是因为两岛北、东部有迎风坡形成的地形雨，西部出现背风雨影区的缘故。澎湖列岛受台湾海峡狭管效应的影响，风强，成雾机会少，所以年平均雾日只有3天。海南岛因地形影响，使厚为500米以下的冷空气难以越过，致使冷锋静止于岛的北部。南岭对气流也起阻碍作用，常使冷锋静止于岭北，或使冷气团逐渐变性减弱，或者聚集一定势力后突然加速南袭，造成南海北部大风或坏天气。台湾海峡为东北—西南走向，所以该地区冬季多东北风，夏季盛行西南风，又因狭管效应而成为有名的大风区，风力一般比邻近地区大1~2级。中国沿海岛屿的年降水量比邻近大陆要少，其原因是由于海上空气稳定度较大，岛屿面积小，地势低平，地形的抬升作用小。相反，岛屿上风速又比邻近陆地上要大，大风日数也多。以澎湖列岛为例，大风日数达138天/年。台湾是个山多平原少的海岛，山区气候与平原的差异很大，如从台西平原到玉山高峰，犹如从热带到温带或寒带。

（二）主要的灾害性天气系统

中国近海的主要灾害性天气有寒潮、大风、台风、龙卷风及海雾等。为了叙述方便，把大风和海雾留在气候要素中去介绍。

1. 寒潮

是指北方的寒冷空气大规模地向南侵袭的过程，但决不是每次冷空气的南侵都叫寒潮。按中国气象部门规定为“凡24小时内气温下降10℃以上，而最低气温在5℃以下的冷空气爆发过程叫寒潮”。实际上这个标准太高，故又补充规定为“长江中下游及其以北地区，48小时内气温下降10℃以上，长江中下游最低气温达4℃或以下，陆上相当于3个行政区出现5~7级大风，海上有3个海区出现6~8级大风”的才叫“寒潮”。未达到上述标准的，一般称为冷空气活动或冷空气南下。

侵入中国的寒潮，其突出的天气表现是：大风和剧烈降温，常伴有雨雪、暴冷、霜冻或冰冻等天气现象，有时还带来沙暴等恶劣天气，直接影响和危害到人们的正常活动和生产，是灾害性天气之一。

据1951~1976年的资料统计，影响中国的寒潮平均每年5次。但各年的差异很大，最多为10次（1968~1969年），最少仅1次（1974~1975年）。寒潮主要出现在11月至翌年4月，其中11月和3~4月出现次数最多；而12月至翌年2月隆冬时期并不是寒潮最活跃的月份。

影响中国近海的寒潮路径主要有三（图14）：

西路——强冷空气自源地出发，从中国新疆侵入，沿河西走廊、青藏高原东侧南下，有时横扫华北平原后向东出海；有时向东南抵达长江流域；有时还可南侵达北部湾、雷州半岛一带。后者在北部湾出现6~8级偏北大风，随后琼州海峡也出现6级偏东大风，甚至珠江口附近海面也有大风出现。每年入秋后爆发的第一次较强的寒潮，大多沿西路南下。这类寒潮除对内陆有较大影响外，中国沿海都有可能受其影响。

中路——发源于极地、西伯利亚等地的强冷空气，经蒙古国侵入中国。此路径距中国路程较短，气团变性增温不明显，所以势力较强，降温剧烈。自北向南倾泻，经河套、华北平原直冲长江流域；有时可越过南岭侵入南海北部，使南海北部出现6级以上的大风。这条路径较为常见，主要出现在冬季。到达时气温可下降20℃或以上，有严重霜冻。由此路而来的较弱的寒潮，有时到了淮河流域后转而向东出海，造成黄、东海6~8级的偏北大风。

东路——发源于西伯利亚东北部和鄂霍次克海的强冷空气，有时从中国东北地区入侵；有时经日本海、朝鲜半岛、黄海南下，影响中国东南沿海；有时也从东海穿过台湾海峡侵入南海。使渤、黄、东海甚至南海北部出现降温和大风。就冷空气本身的强度而言，一般比上述两条路径的寒潮要弱，次数也少；但因它经过的是光滑海面，风力较大。此路径的寒潮多发生在晚冬和早春。

此外，还有两股冷空气同时从两路侵入中国。东路从黄河下游南下，西路从青海东部南下。两股冷空气常在黄河以南、长江一带汇合，再侵入长江以南，影响江南和华南地区，这种情况称东路加西路。此路径的冷空气，首先造成中国大范围的雨雪天气，随着两股冷空气合并南下，出现大风和降温。

一般说来，冬季的较强冷空气常可影响到华南沿海及南海北部，而晚秋或早春的冷空气影响往往比较偏北。有的强寒潮中心还在河套附近时，其前锋已达华东。随着寒潮中心的移动，各种灾害性天气相继发生。首先是风灾，一般有6~8级偏北大风，最大达12级或以上；接着是暴冷霜冻，特别是晚秋及早春，天气突然变冷，造成连阴雨和低温。

寒潮南下的速度各次均不相同，平均而言，在准噶尔盆地为50公里/小时，河套地区为10~20公里/小时，华北、江淮平原为50公里/小时以上，两湖盆地大于100公里/小时，西南山地和东南丘陵为10公里/小时。

2. 温带气旋

气旋是指中心气压低于四周的大气涡旋。一般中高纬度的气旋是有锋面的，叫锋面气旋。无锋面的气旋有热带气旋和热带低压。在中国沿海地区，某些锋面气旋和局部性低压槽移动也可造成大风。例如，东北低压和黄河气旋入海，常会造成渤、黄海大风；江淮气旋入海，使渤、黄、东海出现大风；东海气旋加深时，往往有大风影响东海海面；西南低槽发展时，南海西北部可产生较强的西南大风。因此，温带气旋是中国近海的另一种重要天气系统。

就温带气旋影响的范围来看，基本上局限于北纬20°以北的海域和陆地，北纬20°以南一般不会出现或受其影响很小。中国沿海地区一年四季都有低压活动，并以锋面气旋为主，如东北低压、黄河气旋、江淮气旋、东海气旋和西南低压等。

东北低压活动于东北地区，一年四季都可能出现，以春、秋季最多，尤以4、5月最为频繁。东北低压生成于当地的不多，多数是从蒙古气旋或黄河气旋发展而来的。东北低压的天气主要是大风。该低压南部暖区可影响到整个黄海和渤海，造成渤、黄海出现西南大风，渤海北部受其影响的机会最多，风力一般6~7级，瞬间8级以上。持续时间1~2天，低压东移转为北风后，风力随之减弱。

黄河气旋生成于黄河流域，一年四季均可出现。冬半年产生在河套北部较多，夏半年（5~9月）产生在黄河下游较为频繁。前者大部分向东北或偏东方向移动，一般无多大发展。后者的移动路径有二：一是向东入黄海，经朝鲜半岛北部或中部再入日本海，这条路径的气旋一般不大发展；二是入渤海后，向东北方向进入东北地区，气旋往往能得到发展，常在渤海、辽东半岛及黄海北部出现暴雨和大风，风力一般5~7级，最大8级，持续时间1~2天。

江淮气旋主要生成于长江中下游（约占60%）和淮河流域（约占30%）。一年四季皆有，春、夏季较多，尤以6月最活跃。它是造成江淮地区暴雨的重要天气之一。该气旋多为江淮地区的准静止锋。因高空槽移来，槽前下方减压发展而成，在静止锋上出现连续的气旋波动，造成江淮地区的梅雨天气。江淮气旋分南北两支入海，入海后又获得加强和发展，不仅产生暴雨，而且可产生大风。北支在苏北沿岸入海，造成黄海中部、南部6~8级偏东大风；南支在长江口附近入海，可使东海北部产生6~8级偏北或偏南大风。同时，在阴雨区域内，能见度较坏。春季和初夏海上还常有大面积的雾区。

东海气旋生成于东海海面及西部沿岸地区。春、冬季较多，夏、秋季较少。生成后向东北方向移动，并逐渐加深发展。这是中国近海最频的气旋路径。气旋后部使东海出现6级以上偏北大风，大风到来亦很突然。

3. 台风

是发生在热带海洋上强大而深厚的热带气旋。因它出现的地区不同而有不同的名称。中国和东亚地区的一些国家，把西北太平洋和南海的热带气旋通称为台风。为了区分其强度，中国按台风中心附近最大风力划分为3个等级：风力在12级（大于32.7米/秒）以上的称强台风，风力为8~11级（17.2~32.6米/秒）的叫台风，风力在6~7级（10.8~17.1米/秒）的称热带低压（弱台风）。另外，为了区分各个台风，又把出现在北太平洋东经150°以西的台风（包括南海台风），依每年出现的先后次序进行编号，如8204号台风，指1982年出现在东经150°以西的第4号台风。

台风是灾害性的天气，常伴有狂风、暴雨、巨浪和暴潮，具有很大的破坏力，可造成人民生命财产的巨大损失，严重威胁着航海及航空的安全。但台风也有它有利的一面，可带来大量降水，解除旱象和酷热。

影响中国的台风，生成于西北太平洋北纬5°~20°的热带海面上。它的源地有三：菲律宾群岛以东、关岛附近以及南海中部。台风在源地形成后，一方面作旋转运动，另一方面作位置移动。由于各个台风的源地、强度和内部结构等不同，又受太平洋副热带高压等影响，所以台风的移动路径很复杂。平均而言，大致有3条典型的路径（图15）：

西移路径——台风从菲律宾以东洋面一直向西，经菲律宾或巴士海峡进入南海，在中国广东、海南沿海或越南北部登陆。中国除两广、海南受其较大影响外，其余省市无大影响。

西北路径——也叫登陆路径。台风从菲律宾以东洋面向西北方向移动，穿过台湾海峡或琉球群岛，在中国福建、浙江、上海、江苏沿海一带登陆。登陆后在中国境内消失，或者再转向东北。走这条路径的台风，对中国东南沿海的影响最大。

转向路径——台风从菲律宾以东洋面向西北方向移动一段距离后，再转向东北朝日本移去。这条路径呈抛物线形，也是最常见的路径。因距中国较远，对中国影响较小。

通常，盛夏季节以西北路径为主，春、秋季则以西移和转向路径为主。

南海台风是由南海热带低压或从太平洋移入南海的热带低压发展而成，多在南海中部偏东约北纬12~20°、东经112~120°海面上生成。一般从4月开始出现，12月结束。以8、9月最集中。其强度较弱（风力往往不到12级），水平范围较小（平均半径为300~500公里，最小不足100公里，故有“豆台风”之称），次数也少。

南海台风有两种特殊情形：一是小而强的台风，水平范围很小，但风力很大（最大达50公里/小时），具有较大的破坏力；二是“空心台风”，它的外围比中心风力大，破坏力较小。南海台风约有半数是在中国华南沿海登陆，平均每年4.6个。登陆时间大多集中在7~9月。南海台风的移动路径大致也有3条（图15）：

正抛物线型——台风在南海中部形成后，缓慢西行，然后向北在广东中部、东部或福建南部沿海登陆，走这条路径的多见于5~6月。

倒抛物线型——台风生成后向东北或偏北方向移动，到达南海北部后折向西移，在广东中部、西部和海南、广西沿海及越南北部登陆。这条路径多见于7~8月。

西移型——台风生成后稳定地向西或西北方向移动，在中国海南及越南北部、中部登陆。其中，西移型一类多见于6~9月；西移型二类多见于10~11月。

台风中心移速大约25~30公里/小时。一般说来，台风转向后比转向前移动要快些，转向时移动速度减慢，转向角度越大，减速也越明显。

台风不仅年年有，且一年四季均可发生，并有显著的季节性。全年以7~10月为台风盛行季节，占全年总数的68%，尤以8~9月最多；12月至翌年4月台风最少，只占4%左右。据1949~1969年的统计，21年间发生在西北太平洋及南海的台风共778个，平均每年29个，最多达40个（1967年），最少为20个（1951年）。

西北太平洋出现的台风，并非全在我国沿海登陆。据21年间的统计，在中国登陆的台风共有138个，平均每年6.6个，最多11个，最少3个。主要集中在7~9三个月，约占全年登陆中国的台风总数的80%；12月至翌年4月无台风在中国登陆（表5）。最早登陆日期为5月11日（1954年），最晚为11月27日（1952年）。

表5 各月在中国登陆的台风次数统计
(1949~1969年)

月 份	1~4	5	6	7	8	9	10	11	12	合计
次 数	0	5	11	33	34	41	8	6	0	138
每年平均	0	0.2	0.5	1.6	1.7	2.0	0.4	0.3	0	6.7

台风在中国沿海登陆的范围很广，南起海南，北至辽宁，均有登陆的可能（表6）。但在广东、海南登陆的次数最多，其次是台湾、福建。可见台风对中国华南和东南沿海地区的影响最大。

表6 沿海各省台风登陆次数统计（1949~1969年）

登陆地区	广西	广东	台湾	福建	浙江	上海	江苏	山东	辽宁	合计
总 次 数	5	79	44	34	6	2	1	5	2	178
年平均数	0.2	3.8	2.1	1.6	0.3	0.1	0.0	0.2	0.1	8.4
频率(%)	3	44	25	19	3	1	1	3	1	100

注：表中登陆次数中包括台风多次登陆的次数，如台风在台湾省登陆后，穿过台湾海峡又在福建登陆，则算两次登陆。所以合计次数比表5中偏大。广东包括海南。

由于台风路径随季节而异，因而在不同季节，台风在中国登陆的地点也不相同。5月，台风多在汕头以南登陆；6月，登陆地点北移扩大至温州以南沿海；7~8月，中国沿海各地均有台风登陆的可能；到了9月，登陆地点又南退至温州以南；10~11月，又多在汕头以南地区。全年约35%的台风在汕头以南登陆，50%在汕头与温州之间，温州以北登陆的约占15%。

4. 龙卷

是出现在积雨云底部小范围而猛烈的旋风。发生在海上，犹如“龙吸水”

现象，称“水龙卷”；出现在陆上，卷扬尘土，常把石块、房屋、树木卷至空中，叫“陆龙卷”。

龙卷具有以下特点：（1）范围小。通常水龙卷的直径仅 25~100 米，陆龙卷稍大，约 100~1000 米，个别达 1000 米以上；（2）生命短。来去匆匆，从开始到消失一般只有几分钟，最长也不超过几小时；（3）移动路径多为直线。“鼻子”方向就是移动方向，移动速度为 15 米/秒，最快达 70 米/秒。路径长度一般为 5~10 公里，最短只有 30 米，最长 300 公里；（4）风力大。这是龙卷最重要的特征。风速为 100 米/秒的不足为奇，甚至达 175 米/秒；（5）中心气压极低。比周围的气压低几十至几百毫巴，有的龙卷中心气压只有 400 毫巴，甚至 200 毫巴；（6）破坏力大。所经之处常把大树拔起，车辆掀翻，建筑物摧毁。如 1956 年 9 月 24 日上海发生的一次龙卷，把一座三层楼房吹塌，一座钢筋水泥的四层楼房被削去一个角，一个重达 11 万公斤的大油罐被举到 15 米高处，再甩到 120 米以外的地方。

一般在具有强烈上升气流的积雨云中，或在两条飑线交点上容易出现龙卷。春末和夏季，中国沿海各地均可出现龙卷。琼州海峡和闸坡、水东、外罗等港内及北部湾沿岸，年年可见龙卷，多者 8~10 次/年。江苏射阳、上海、浙江庵东、乍浦、福建以及海南岛沿岸也有龙卷出现。西沙群岛是一个多龙卷区，一年四季均可出现，有时龙卷可成群出现，尤以 8、9 月的 6~14 时最为多见。它与陆龙卷不同，出现在浓积云云底而不发生在积雨云云底。当积雨云发展极盛时，反而无龙卷出现。西沙的水龙卷一般不到达海面或地面，多数出现在离地（海）面 400~500 米的低空。

(三) 主要气候要素的特征

1. 风

(1) 风向 中国近海风向以一年为周期变化的季风现象极为显著。冬季, 亚洲大陆为冷性高压所盘踞, 高压前缘的偏北气流就成为中国近海盛行的偏北季风。夏季, 亚洲大陆为热低压所控制, 同时, 太平洋高压西伸北进, 高低压之间的偏南气流就成为中国近海盛行的偏南夏季风。春、秋季, 各为一个过渡性转换季节, 风向多变, 盛行风不明显, 频率较低。渤、黄海因海区面积和地理位置的缘故, 盛行季风不如南海显著(图 16)。

冬季, 蒙古高压强大、稳定, 气旋活动也较少, 所以冬季风一般比较强劲而稳定, 是中国近海季风最强劲的季节。因各海区所处蒙古高压的部位不同, 在地转偏向力影响下, 由北向南风向有自西向东作顺时针旋转的趋势。渤、黄海多西北风和北风, 东海多东北偏北风, 南海以东北风和东北偏东风为主。

冬季风一般由北向南逐渐推进, 经几次冷空气的爆发才稳定下来。通常冬季风从 9 月开始, 首先在渤、黄海出现, 10 月初向南遍及南海中部, 10 月下旬至 11 月初南伸遍及南海南部约北纬 4° 附近。由北往南冬季风遍及所需时间约 3 个月。

渤海于 9 月至翌年 3 月盛行北和西北风, 其中辽东湾盛行东北风, 渤海中部和西部以西北风和北风为主, 莱州湾以西北风和东北风居多。

黄海冬季风也始于 9 月, 终于翌年 3 月。这一时期主要盛行北风和西北风。

东海也于 9 月出现冬季风, 但不盛行。10 月以北风和东北风较多, 11 月至翌年 3 月盛行北风, 其次为东北风和西北风。台湾海峡于 12 月和 1 月冬季风最盛行, 以北和东北风占优势, 频率达 75% 左右。

南海因纬度较低, 受蒙古高压影响较少; 同时, 热带太平洋气团也间断地侵入南海, 从而减少了南海偏北风的频率。冬季风在南海北部于 9 月出现, 北部湾和南海中部于 10 月出现, 南海南部要推迟到 11 月才出现。南沙群岛一带因受赤道辐合线的影响, 东北风频率约 50%。从 12 月到 3 月, 南海盛行东北风。

冬季风盛行的频率以东海最高, 南海次之, 渤、黄海最低。冬季风持续时间也随海区而异, 渤、黄海长达 8 个月, 东海和南海北部为 7~8 个月, 南海南部为 6 个月。

与冬季风相反, 夏季风是从南向北逐渐推移的。其发展过程也较冬季风缓慢, 出现以后也不甚稳定, 经常有加强或中断的现象。因热带低压的气压梯度不如冬季冷高压前部的气压梯度大, 所以夏季风比冬季风弱。夏季风有两个来源: 一是来自太平洋的热带海洋气团, 称东南季风; 二是来自印度洋的赤道气团, 叫西南季风。前者主要影响渤、黄海和东海北部, 后者主要影响东海南部和南海北部。当太平洋高压西伸加强时, 高压西北部的偏南气流也会影响南海和东海。

4~5 月, 偏南夏季风首先在南海南部出现; 5 月, 北伸至南海中部; 6 月, 夏季风可遍及整个中国近海; 7、8 月, 中国近海偏南季风最为盛行。9 月, 偏南风又退缩至北纬 20° 附近。自南向北偏南风遍及所需时间只需 2 个

月左右。表明西南季风形成要比东北季风快。

南海南部通常于5~10月为西南季风季节,6~9月最盛行,风向多西风 and 南风。南海中部6~8月西南风盛行,以偏南风为主,频率达50%。南海北部和北部湾夏季风盛行于6~8月,西南风和南风占优势。台湾海峡于6~7月盛行夏季风,以南风和西南风为主。东海夏季风盛行于6~8月,以7月最强,南风和西南风为主,频率占50%。黄海南部6~8月盛行夏季风,南风占优势。渤海和黄海北部6~8月多南风和东南风。

春季是冬季风转为夏季风的过渡时期。此间,蒙古高压逐渐减弱,太平洋高压西进并加强,印度低压也逐渐加强,因而偏北气流逐渐减少,偏南气流逐渐增多。由于南北气流交换复杂,气旋、反气旋、锋面活动频繁,各种方向的气流交迭出现,风向远不如冬季风那样稳定,显得零乱分散;天气反复无常多变,多阴雨天气。

秋季为夏季风向冬季风过渡季节。这一时期,蒙古高压迅速加强,太平洋高压东移减弱,印度低压也迅速减弱并趋于消失。偏南气流逐渐减少,偏北气流逐渐增多,最后由夏季风变为冬季风。因冬季风爆发南下迅疾势猛,所以风向的转变远比春季要快,犹如“秋风扫落叶”一样干净彻底,并常在长江中下游地区形成秋高气爽天气。大体上从9月起,中国近海自北向南风向转变以偏北风为主,但西沙和南沙群岛要延至10月才转变。10月以后,经几次冷空气侵袭,偏北风频率增多,风力强劲,变成盛行的冬季风了。

另外,中国沿海一带在没有强的天气系统侵入时,还能观察到小规模的风向以一日为周期的海陆风。纬度愈低愈明显。海风一般大于陆风。冬季由于冬季风很强,海陆间的日温差较小,不易产生海陆风。夏季则不同,夏季风较弱,海陆间的日温差也较大,容易发生海陆风。但当台风来临时,这种海陆风环流就遭到破坏。在一般情况下,陆风于上午转为海风,13~15时海风最强;日落后逐渐减弱,并转为陆风。各地的海陆风方向视当地海陆分布及地形而定。例如厦门,早晨吹1~2级西南风和西风,中午转为3~4级东南风,傍晚风速又减弱。烟台,夜间风向以偏西南风占优势,而白天又以偏北风居多。

(2) 风速 冬强、夏弱,近岸弱,外海强,东、南海强,黄、渤海弱,这是中国近海风速分布的总趋势(图17)。

冬季(1月)渤海月平均风速为5~7米/秒,西部沿岸较小,东部及渤海海峡地区较大。等风速线分布几乎与海区岸线平行。黄海风速比渤海略大,月平均风速7~8米/秒,沿岸小,海区中央大,等风速线分布也几乎与海区岸线平行。东海月平均风速7~10米/秒,东西两侧小于中部。东海有两个大风区:一是济州岛至九州以西海域,中心值大于11米/秒,位于济州海峡附近;二是台湾海峡,中心值大于10米/秒。南海月平均风速与东海相似,北部(包括北部湾)一般为7~8米/秒,南部6~7米/秒,南海中部风速较大,约9~10米/秒。南海也有两个大风区,巴布延海峡以西海域及南海中部,中心值均大于10米/秒。

夏季(7月)风速普遍减弱,等风速线分布不如冬季规则,风速随海区差异变化不大,显得比较均匀。渤海风速最小,月平均值4米/秒;渤海海峡地区为5米/秒;黄海为5~7米/秒;东海为6~7米/秒;唯台湾海峡地区由冬季的强风区转成弱风区,风速5米/秒。南海北部和南部月平均风速约6

米/秒；中部7米/秒。

(3)大风 大风(指6级以上的风)是中国近海主要的灾害性天气之一。寒潮、台风、气旋、反气旋、雷暴和龙卷等都可带来大风。中国近海一年四季均有大风出现,但强度以冬季最强,次数以春季最多。从年平均大风日数看,东海最多,黄、渤海次之,南海最少;岛屿附近又比邻近大陆多。造成中国沿海大风的天气类型,主要有冷锋大风、低压大风、台风大风以及高压后部的偏南大风等。

渤海以春季低压大风居多。大风日数,春季多,夏季少。大风较多出现在辽东湾西岸和渤海海峡附近,年平均70天以上,渤海湾48~60天/年,辽东湾东岸大风日数较少,为25~45天/年。

黄海多冷锋大风和低压大风。大风日数以冬季多,夏季少。黄海北部在70天/年以上,以成山角最多,达128天/年。黄海南部较少,如山东半岛南部沿岸19~56天/年;苏北沿海除连云港(83天/年)外,一般在20天/年以下。

冬季黄、渤海偏北大风主要是由冷锋南下造成的,海上经常出现6~7级偏北大风,阵风8~9级。若冷锋前有低压入海与冷空气配合,风力更大,可达9~10级或10级以上。有时,冷高压中心南下东移入海,渤海海峡及黄海北部也可出现偏西大风。

东海是中国近海大风最多的海域。沿岸大风日数在100天/年左右,尤以台湾海峡西岸大风最频繁,如平潭、东山分别为123天/年和135天/年,平均每3天就有一次大风。但海峡东岸风力比西岸小1~2级。造成东海大风的天气系统除台风外,还有冷锋大风、低压风及高压后部偏南大风等,以冷锋大风和低压大风为主。其中偏北大风多于偏南大风,前者多出现在9月至翌年4月;后者多发生在4~8月。当冬季强冷空气南侵时,东海常出现6~8级大风。尤其东海南部大风持续时间较长,6~7级大风持续一周是常有的。

南海大风以台风大风居多。大风日数夏季多、冬季少。华南沿海以粤东大风日数较多,每年72~113天;粤西和北部湾较少,一般30天/年左右。西沙群岛约80天/年。冬季冷空气南下可造成范围不同、程度不等的东北大风,每年5~7次。4~7月受西南槽影响时,北部湾、海南岛及西沙群岛一带会出现6级左右的西南大风,尤以6~7月最多,月平均3~5天。

4~9月为南海雷暴季节,沿海港湾附近常有局部的雷暴大风,风力6~8级,阵风10级。持续时间几分钟至数十分钟。尤其北部湾,一个月可出现10多次,有时一日几次,但不是每次雷雨前的阵风都能达到大风程度。

春末和夏季,华南沿海还有龙卷出现。

2. 气温

中国近海气温的地理分布为北凉南暖,气温随纬度的递增而降低。渤、黄海等温线分布与海区岸线平行,并显示了海陆温差引起的等温线弯曲现象。东海等温线分布略呈东北—西南向,南海则大致呈纬向分布。

因太阳辐射和各个季节控制的气团性质不同,所以中国近海气温的分布与量值都有明显的季节差异(图18)。

冬季太阳辐射随纬度变化的梯度最大,故年内气温以冬季最低。等温线分布很密集,温度的南北地区差异也最大,从南海南部至渤海北部温差达28之多。辽东湾气温最低,只有-2~-4,渤海湾为-2,莱州湾为0~-1

，渤海中央为 0 左右。黄海北部气温为 -2 ~ 2 ，南部 2 ~ 7 。东海北部气温为 8 ~ 12 ，南部 10 ~ 20 。台湾以东海域气温 18 ~ 20 。南海气温地区差异小，北部湾及南海北部 16 ~ 20 ，中部 22 ~ 24 ，南部气温最高，达 25 ~ 26 。

夏季气温分布与冬季不同。太阳辐射南北差异小，海域上空又被热带海洋气团控制，气温最高，温度随纬度递增而下降的差值也最小，南北温差仅 4 左右。等温线分布比较稀疏。渤海气温为 24 ~ 26 ；黄海北部为 23 ~ 24 ，南部为 24 ~ 26 ；东海为 26 ~ 29 ，台湾以东海域为 29 ；南海为 28 ~ 29 。

春季太阳辐射的南北地区差异值逐渐减少，气温处于增温时期，等温线分布趋势处于过渡阶段。南北气温差值减为 21 左右。渤海气温为 7 ~ 10 ，黄海为 8 ~ 12 ，东海为 12 ~ 20 ，台湾以东海域为 20 ~ 24 ，南海为 20 ~ 28 。

秋季与春季正好相反，太阳辐射的南北差值又重新增大，冬季风又开始兴起，气温处于降温时期。南北气温差值由夏季的 4 ~ 5 又增至 13 左右。等温线梯度开始加密。渤海气温为 14 ~ 16 ，黄海为 15 ~ 19 ，东海为 18 ~ 24 ，台湾以东海域为 24 ~ 26 ，南海为 24 ~ 27 。

渤海因纬度较高，受大陆影响较强，气温年较差也最大，达 27 ~ 28 。黄海的气温年较差为 20 ~ 21 。东海北部为 18 ~ 20 ，南部为 16 。台湾以东海域为 7 ~ 8 。南海地处热带、亚热带，终年高温，季节变化小，年较差也最小，北部为 10 ，南部仅 2 左右。

3. 云

云和降水是大气中最引人注目的现象。中国近海及毗邻海域的云量和云状除有季节变化外，陆上和海上有较大区别。冬季风期间海上经常多云，岸边和陆上常为晴空；夏季风时期陆上多云，海上相对云少（图 19）。

冬季渤、黄、东海的总云量为 3 ~ 8 成，分布趋势由北往南逐渐增多。东海云量最多，约 6 ~ 8 成；渤海云量最少，约 3 ~ 4 成；黄海北部为 4 ~ 5 成，南部为 6 ~ 7 成。东海有两个多云区。一是济州岛附近，二是台湾省东岸洋面上，它们的总云量都在 8 成或以上。南海气温高、湿度大，云量较多，总云量 5 ~ 7 成，南部略多于北部。北部湾及南海北部云量一般在 6 成左右。南海中部为 5 ~ 6 成，少云区出现在吕宋岛以西海域，总云量约 4 ~ 5 成；南海南部云量较多，约 6 ~ 7 成。

渤、黄、东海冬季的云状多层状云，低云以层积云为主。在寒潮侵袭时，沿岸和海上除有锋面云外，锋后还有冷流低云，常伴有阵雪。南海云状以低云为主，北部低云以层积云较多，淡积云和层云次之，云层稳定，有时伴有小雨和毛毛雨。南部以浓积云、淡积云和积雨云较为多见，其次为层积云。

夏季，中国沿岸的云量普遍比海上要多，多云区主要集中在沿岸的狭长地区，呈带状分布。辽东湾沿岸、辽南沿岸及山东半岛南岸均为多云区，云量 7 ~ 8 成，个别在 8 成以上。渤海中部和黄海中部总云量为 6 成左右。东海的云量分布西多东少，由西向东逐渐减少。多云区在舟山群岛附近，云量约 7 成。东海中部云量约 6 成，琉球群岛附近只有 5 成左右。南海北部云量约 6

成；而中部云量分布与冬季相反，自东向西减少，吕宋岛以西海域由冬季的少云区变为多云区，云量7成以上；南海南部云量分布均匀，为7成左右。

渤、黄、东海夏季积状云得到发展，沿岸多于海上，渤海多于黄海，东海又比黄、渤海多。东海6~7月正值梅雨季节，经常阴雨连绵，低云多雨层云和碎云。在台风侵袭时，多台风云系。夏季南海云状也以积状云为主，尤其沿岸地区，午后积状云很盛；海上多见于夜间。云层不稳定，有雷电出现。

4. 降水

北部降水少而南部多，降水量自南向北随纬度递增而减少，这是中国近海降水量分布的总趋势（图20）。

渤海年降水量约500毫米。辽东湾地区较多，年降水量超过600毫米；渤海海峡最少，约471~553毫米；渤海湾和莱州湾为575~600毫米之间。

黄海年降水量比渤海多。北部和西部约为500~750毫米；山东半岛成山角到石臼所一带年降水量为843~930毫米，系中国北方沿海的多雨区之一；山东半岛北部及辽南沿岸年降水量为562~775毫米，黄海东部朝鲜半岛沿岸降水量比较多，年降水量在1000毫米以上。

东海东部降水量大于西部，前者1500~2000毫米（如长崎为1940毫米，那霸2100毫米，石垣岛2202毫米），后者800~1200毫米。西部降水量最多出现在浙江石浦至洞头一带，年降水量1080~1343毫米，为中国沿海多雨区之一。浙、闽沿岸的岛屿地区，降水量要小于邻近的陆地。台湾海峡地区年降水量为1000~2000毫米，且东岸大于西岸。中国台湾的北、东、南沿岸年降水量约2000毫米，基隆高达2900毫米，年降水日数达214天，素有“雨港”之称。但其西部沿岸年降水量在1200毫米以下，澎湖列岛为该省降水最少的地区，年降水量为988毫米。

南海雨量充沛，年降水量1000~3000毫米。广东甲子至珠海一带为1504~1775毫米。海南岛沿岸年降水量在1000~2000毫米之间，西部和南部最少（1000~1200毫米），北部次之（1400~1700毫米），东南部较多（2000毫米左右）。西沙群岛年降水量约

图20 中国近海及毗邻海域年降水量（毫米）分布

1500毫米，最多2458毫米，最少729毫米。南沙群岛年降水量1800~2200毫米，年降水日数约170天，南部降水又大于北部。

中国近海降水的季节性很强。冬季来自内陆的干冷气流盛行，降水一般很少。夏季东南季风和西南季风把海上大量水汽带至沿岸和大陆，往往形成大量降水。中国沿海夏秋之交经常遭台风侵袭，使降水量猛增。春季海上暖湿空气开始活跃于中国沿海，与内陆干冷空气相遇，常造成锋面雨和气旋降水。因此，中国近海的降水以夏季最多，春秋次之，冬季最少。

渤、黄海降水主要集中在夏季，约占全年降水的50~70%，尤以7月最多。如成山角年降水量863毫米，7月为293毫米，占全年降水的34%；而冬季降水仅43毫米，占全年降水5%。可见，渤、黄海冬干夏雨现象显著。

东海沿岸降水主要出现在4~9月，占全年降水的70%左右。在此期间，有春雨、梅雨和台风雨3个阶段。春雨的降水日数多，但雨量少，福建沿岸为2~4月，浙江沿岸为3~4月，上海为4~5月。梅雨降水日数和雨量增多，有时出现暴雨，福建、浙江沿海于5~6月出现，长江口于6~7月出现。台

风雨雨量大而集中，出现在 8~9 月。干季发生在 10 月至翌年 1 月。

台湾东岸降水主要集中在 5~10 月，如花莲，5~10 月的降水占全年的 72%，而冬季只占 10%。台湾西南岸降水以 6~8 月最多，如高雄，全年降水的 78%集中在 6~8 月，1 月仅 9 毫米，还不到 1%。台湾东北沿岸全年多雨，冬季雨量甚至大于夏季。

南海沿岸降水集中在 4~9 月，占全年降水的 75%左右，俗称南海汛期。前汛 4~6 月，多为极锋造成，雨量大，降水日数多，并有暴雨；后汛 7~9 月，主要受台风影响，多暴雨。因季风影响，南沙群岛干、雨季分明。6~10 月为雨季，月平均降水量在 90 毫米以上；11 月至翌年 3 月为干季，月平均降水量约 40 毫米。

5. 海雾

雾是水汽在低空大气中的凝结现象。严格讲，纯粹由海洋条件影响而成的雾才叫海雾。但海上有些雾是多种原因生成的，有些雾也难以严格区分，因此实际上常把出现在海上的雾都作为海雾统计了。

中国近海是西太平洋的多雾区之一。就出现的海雾来看，主要是平流雾和锋面雾，以前者为多见。暖湿空气流经冷海面逐渐冷却形成的雾叫平流雾。锋面雾多发生在暖锋锋线前后，一般随锋一起移动。

春、夏两季多东南风和东风，海上暖湿空气源源不断地被吹至沿岸的冷海面上，于是常出现海雾。海雾的特点是范围广，厚度大，持续的时间长，在沿岸呈带状分布，并有明显的季节性（图 21）。

（1）海雾的地理分布 中国近海的海雾主要出现在冷、暖水团或近岸流系与外海流系交汇附近。雾区北宽南窄。各海区的雾区面积如表 7 所示。以黄、东海雾区最大，南海次之，渤海最小。海雾比较集中在黄、东海，黄海多于东海，东海又多于南海。尤以中国沿海海雾最多、最集中，并以琼州海峡、闽浙沿岸和山东半岛为中国沿海的 3 个多雾区。冬季到初春时雾区通常在南海北部和西部沿岸，春季到初夏雾区移至东海，夏季雾区主要在黄、渤海。雾区是由南向北逐渐推进的。

南海海雾主要集中在华南沿岸和越南沿岸，且沿岸港湾的海雾多于近海，近海又多于外海。约离岸 50~130 公里外多为轻雾。雾区宽度 100~200 公里。海雾多出现在琼州海峡、广州湾及汕头附近海表 7

渤海、黄、东、南海的海雾面积统计

项 目	渤 海	黄 海	东 海	南 海
海区面积（平方公里）	77000	380000	770000	3500000
海雾面积（平方公里）	10000	380000	400000	200000
海雾面积占海区面积百分比	13	100	52	5.7

面，年平均雾日约 30 天。其中琼州海峡东口达 40 天以上，北部湾涠洲岛附近、珠江口一带为 20 天左右。海南岛沿岸很少有海雾出现，海南岛南端终年无雾。东沙群岛、西沙群岛附近，偶有海雾出现。

入春后至盛夏前，东海自南向北相继进入雾季。东海海雾分布的总趋势是西部多，东部少，东南部更少。海雾主要集中在浙、闽沿岸（北纬 26~30

。)。在此雾区内，似乎有两个多雾中心，一是在福州和温州之间，年平均雾日约 80 天；二是在舟山群岛附近，年平均雾日约 60 天。东海东部如琉球群岛、九州西岸，海雾显著减少。台湾省沿岸以西南部海雾较多（如高雄年平均雾日约 34 天），东北部较少（基隆年平均雾日仅 14 天），东岸全年很少有雾。东海的海雾分布不象南海那样限于中国沿岸的狭长地带，也不象黄海那样全区都有，而是从中国沿岸向东延伸至东经 126° 附近，宽约 300~400 公里的范围，呈现出不规则的零碎雾块和雾堤。它不是均匀地由西向东递减，而是大致以进入东海黑潮的分支为界，分支以西多雾、以东海雾明显减少。

黄海南部沿海 3 月下旬开始有成片海雾出现，随后雾区逐渐北移；6 月雾区最大，遍布整个黄海。浓度大，持续时间长，厚度数十米至 500 米，东西两岸多于中部，这些就是黄海海雾的主要特点。黄海两个多雾中心都在沿岸，为山东半岛成山角（年平均雾日 83 天）及朝鲜半岛西南木浦附近。这可能与那里深层冷水涌升有关。黄海西岸年平均雾日 20~30 天，黄海北部沿岸为 31~48 天/年。

渤海不仅雾区小，雾日也少，浓度也不及黄海。渤海海雾主要出现在 4~7 月，东部（包括渤海海峡）海雾较多，西部较少。西部沿岸年平均雾日 5~13 天；海峡地区 15~37 天/年，尤以海峡中部为最，雾日多达 74 天/年。

（2）海雾的变化 中国近海的海雾一年四季均可出现，但以春、夏两季最盛。由于各地的条件不一，海雾出现的时间南北也不相同。南海 1 月中旬开始有雾，台湾海峡延至 2 月中旬，东海 3 月始雾，黄海又延至 3 月中旬以后始雾。亦即南方海域海雾来得早，北方海域始雾晚。始雾期前后相差两个月左右。但雾期持续时间南方短（3 个月），北方长（5 个月）。台湾海峡和东海分别为 4 个月和 4 个半月（图 22）。南海终雾于 4 月中旬，台湾海峡推至 6 月中，东海终雾在 7 月中旬，黄海又延迟到 8 月中旬以后。初雾和终雾的时间间隔也不等，前者拖得很长，后者却很迅速。

通常，1 月中旬在北部湾开始有雾，随后琼州海峡、雷州半岛东岸雾日增多，2~3 月最盛。3 月前海雾集中在珠江口以西海面，3 月雾区东移至粤东海面，4 月又北伸到汕头附近海面，然后逐渐北移。闽南、闽中沿海于 3~5 月进入雾季，雾日以 4 月最多。闽北、浙江和上海以 3~6 月为雾季，5~6 月雾日最多，浓度也最大。黄海南部 3 月下旬有雾，6~7 月雾季最盛。黄海北部和东部 8 月仍有海雾出现，直至 8 月底结束。由此可见，中国近海的海雾 1 月从北部湾、琼州海峡开始，然后向东海、黄海逐渐北移，最后在黄海北部及渤海告终，南北蔓延 1 万多公里，历时 7 个月之久。雾区随纬度的递增而扩大，时间是随纬度递增而推迟。

海雾除有上述月际变化外，日变化也很显著。但在距岸较远的海域，日变化就不太明显了。一般海雾多在夜间和清晨出现，中午最少，有些地方傍晚前后也有海雾出现。

海雾的另一特点是持续时间长。在海雾最盛时期，可持续几十个小时不消散。以青岛为例，一般持续 2 个小时左右，最长达 884 个小时（1942 年 6 月 29 日~8 月 4 日，共 37 天）。山东半岛成山角至石岛一带，7 月间可终日被海雾笼罩，成山角一次海雾竟 26 天（1962 年 7 月 8 日~8 月 2 日）不消散。东海也曾有连续 9 天的海雾记录。广东碓州岛一带海雾曾持续 12 天。

六、富饶的海洋资源

海洋有巨大的能量和无数的宝藏，是风雨的“故乡”和各国人民友谊的通道。海洋空间将是海上运输、海上城市、海上机场、海上公园、海底管道、海底仓库、海上牧场及海洋军事等的重要基地。海洋科学已被列为当代的三大科学之一。有人预言，21世纪将是海洋的世纪。

中国的海洋资源是极其丰富的，大致可分为化学资源、矿产资源、动力资源、生物资源和其它资源五类。

(一) 海洋化学资源

陆地上已发现的化学元素有100多种，而海洋中大约有80余种元素。表8列出了渤、黄、东、南海海水主要元素的数量。拿食盐（氯化钠）来说，每立方公里海水中含2000多万吨。如把渤海海水中的氯化钠全部提取出来，即达583亿吨，足够全国人民吃10多万年。表8 渤、黄、东、南海海水所含主要元素的数量

元素名称	元素总量(吨)	元素名称	元素总量(吨)
氧(O)	3.35×10^{15}	镍(Ni)	0.8×10^7
氢(H)	0.4×10^{15}	钡(Ba)	0.8×10^7
氯(Cl)	7.2×10^{13}	铝(Al)	0.8×10^7
钠(Na)	4.0×10^{13}	锰(Mn)	0.8×10^7
镁(Mg)	0.5×10^{13}	钛(Ti)	0.4×10^7
硫(S)	0.3×10^{13}	锑(Sb)	1.9×10^6
钙(Ca)	0.2×10^{13}	钴(Co)	1.9×10^6
钾(K)	0.1×10^{13}	铈(Ce)	1.5×10^6
溴(Br)	2.5×10^{11}	钨(W)	0.4×10^6
碳(C)	1.1×10^{11}	氙(Xe)	0.4×10^6
锶(Sr)	3.1×10^{10}	锗(Ge)	2.7×10^5
硼(B)	1.8×10^{10}	铬(Cr)	1.9×10^5
硅(Si)	1.1×10^{10}	钍(Th)	1.9×10^5
氟(F)	0.5×10^{10}	银(Ag)	1.4×10^5
磷(P)	2.7×10^8	铅(Pb)	1.1×10^5
碘(I)	2.3×10^8	汞(Hg)	1.1×10^5
钼(Mo)	0.4×10^8	氦(He)	1.9×10^4
铁(Fe)	0.4×10^8	金(Au)	1.5×10^4
锡(Sn)	1.1×10^7	铍(Be)	2.3×10^3
铜(Cu)	1.1×10^7	镭(Ra)	0.4

1. 海水制盐

中国的海盐生产历史悠久，又是我国盐业生产的重点。海盐产量大，耗能少，成本低，运输方便，经济效益大。目前，中国海盐产量约占全国盐总产量的80%。

北起辽东半岛，南至海南岛，中国沿海12个省、市、自治区都有海盐生

产，盐场星罗棋布(图 23)。大致分为：东北、华北、华东和华南四大盐区。渤、黄海沿岸因蒸发大、降水少，干旱季节明显，加之这里多沙岸，海滩平坦阔广，有大量土地可开辟为盐田。东海和南海沿岸降水多、雨季长、气温高，所以海盐生产不如北方。

东北盐区主要分布在辽东半岛两岸至山海关一带，以普兰店、复州湾、盖平、营口等地晒盐最重要。本区气候干燥，晒制海盐适宜。每年雨季到来之前(4、5、6月)，蒸发旺盛，是晒盐的好时机。9~11月是另一个晒盐季节。本区的海盐品质好，含氯化钠达 95%。

华北盐区分布在渤、黄海西岸沿海地带。其中长芦盐区(北起山海关，南到黄骅县)是中国最大的产盐区。该区滨临渤海湾，地势低平，岸线较平直，便于引纳海水；加上这里晴天多，雨天少，蒸发强，均有利晒盐。尤以塘沽、汉沽、南堡新王及黄骅等几个盐场产盐质量好，产量最高。羊角沟盐区包括沾化、广饶、寿光、昌邑县等盐场。莱州湾一带地势平坦，滩涂面积广，土质粘重，不易漏水，多晴天，蒸发强，具有良好的晒盐条件。淮盐主要指苏北沿海生产的海盐。淮河以北的称淮北盐，产地主要有灌云、阜云等；淮河以南的称淮南盐，盐场主要分布在盐城、东台、如皋和南通等地。

华东盐区北起上海，南至福建、台湾。崇明、南汇、奉贤、金山、平湖、海盐、海宁、慈溪等地的盐场所产海盐又称浙盐，品质也较好。福建的盐场主要分布在莆田、晋江、龙溪和厦门等地，特别是惠安、同安、莆田三地的产量最高。台湾省盐场主要分布在西南岸，因为那里冬季干燥，风大，日照强，蒸发大。著名的盐场有布袋、北门、七股、台南和乌树林。

华南盐区指两广和海南的盐场而言。主要分布在广东阳江、电白，海南岛西、南岸及广西合浦等地。海南省三亚至东方一带雨量少，气温高，冬春季较干燥，是理想的天然盐场，华南著名的莺歌海、榆亚和东方三大盐场均分布于此，尤以莺歌海盐场产量最高。

2. 海水淡化

水是宝贵的自然资源。淡水的主要来源是降水。中国年降水量总共约 80000 亿立方米。因各地降水不均衡，降水时间分配不均，雨季时难以大量贮存，干季时显得供不应求；城市人口集中，工业集中，用水也高度集中；某些场所，如舰船、海岛等，难以利用雨水；有些水源已经遭受到污染，因此，不少地区淡水供应紧张仍很严重。

随着人口不断增长和工农业的日益发展，中国淡水需求量还在急剧增加，淡水供应问题急待解决。除了积极采取“节流”措施外，“开源”更为重要。海水取之不尽，用之不竭，海洋是巨大的“水库”。海水淡化，已成为人类用水的组成部分。据计算，1000 吨海水中含有 965 吨淡水。

海水淡化，是指把海水脱盐变为人民生活及工农业用的淡水。从海水中提取淡水，或从海水中分离出盐分，都可达到海水淡化的目的。海水淡化的方法很多，主要有蒸馏法、电渗析法、离子交换法和冷冻法等。中国的海水淡化工作始于 1958 年，相继开展了电渗析法、反渗透法和蒸馏法的研究，已研制成多种海水淡化器，并将淡化技术广泛引入化工、电力、轻工、冶金、石油、铁路、机械、食品、医学、环保、综合利用等许多部门。在制取饮用水、锅炉给水、机车给水、医用纯水、工业用纯水、电子工业和电厂用超纯

水、造纸废液处理、浓缩卤水及有机分离等方面，均收到良好的经济效益。如西沙海水淡化站所装大型电渗析海水淡化器已正式投产使用，日产淡水200吨，水质符合国家饮用水标准，总耗电量每吨淡水约16~17度，淡化水成本约为水船运水费用的1/4。

3. 海水提“宝”

海水是各种盐类物质的水溶液。据计算，1000吨海水中含有32吨食盐，3吨氢氧化镁，4吨芒硝，0.5吨钾，65公斤溴，26公斤硼，3克铀，170克锂。从海水中除提取大量食盐和淡水外，还可提取和制造纯碱（碳酸钠）、烧碱（氢氧化钠）、盐酸、硫酸、氯、溴、硫酸镁、芒硝（硫酸钠）、卤块（氯化镁）、硫酸碱、硫代硫酸钠、氢氧化镁、碳酸镁、氯化钙、氧化钾等化工原料；提取并制造钾镁肥、钠镁肥、硫酸钾、氯化钾、氯化铵、氢镁肥、钙镁磷肥等农业肥料；提取和制造氧化镁、镁砖等耐火材料；提取和制造石膏（硫酸钙）、镁水泥、人造大理石等建筑材料；还可提取镁、钠、钾等以及铀、钍、镭、重水等稀有贵重物质。

镁是工业上的重要原料之一。镁在海水中的含量很高，浓度为1290ppm，仅次于氯和钠，居第三位。海盐产量高的国家多利用制盐的苦卤生产各种镁化物，缺乏陆地镁矿的国家，直接从海水中生产金属镁和各种镁盐。海水中的镁主要以氯化镁和硫酸镁的形式存在。目前，世界镁的年产量约760万吨，有1/3是从海水中提取的。

溴是一种赤褐色液体，具有刺激性的臭味。地球上除石油废水、井盐苦卤、地下温泉等有少量的溴外，99%以上的溴都存于海水中。溴是一种纯海洋物质，故有“海洋元素”之称。溴主要以溴化镁、溴化钠等形成存在于海水里。中国海盐生产发达，提溴的原料丰富。主要采用空气吹出法，并已在全国推广应用。另外，树脂吸附法也获得成功，有实现工业化生产的可能。

海水中许多化学元素（如钾、镁等）均可制成肥料，海水制肥是中国沿海各地大搞海水综合利用的重要方面。估计中国海水肥料的年产量在几千万吨以上，其中钾镁肥是沿海各地生产最多的一种。钾镁肥的原料是晒盐后的苦卤。利用苦卤可生产几十种化工产品。生产1吨盐，可得0.5~1吨苦卤。

（二）海洋矿产资源

海洋的底部埋藏着丰富的矿产资源，现已开采的有石油、天然气、锰结核、煤、滨海砂矿、铁、铜、磷钙石、海绿石等 20 余种，前 4 种被称为“海底四大矿产”。

1. 大陆架油气

中国大陆架都属陆缘的现代拗陷区。因受太平洋板块和欧亚板块挤压的影响，在中、新生代发育了一系列北东和东西向的断裂，形成许多沉积盆地。陆上许多河流（如古黄河、古长江等）挟带大量有机质泥沙流入海，使这些盆地形成几千米厚的沉积物。构造运动使盆地岩石变形，形成断块和背斜。伴随构造运动而发生岩浆活动，产生大量热能，加速有机物质转化为石油，并在圈闭中聚集和保存，成为现今的陆架油田。中国海自北向南有渤海、北黄海、南黄海、东海、冲绳、台西、台西南、珠江口、琼东南、莺歌海、北部湾、管事滩北、中建岛西、巴拉望西北、礼乐太平、曾母暗沙—沙巴等 16 个以新生代沉积物为主的中、新生代沉积盆地（图 24）。这些盆地面积之广、沉积物之厚、油气资源之多是少见的，因此，引起许多国家的关注。有的人说，中国沿海的石油、天然气最终可与北海及东南亚争一高低；有人认为，中国海底石油储量与伊朗相比有过之而无不及；还有人提出，中国海、陆石油储量，几乎等于沙特阿拉伯的储量。

国外有人估计，中国近海石油储量约 40 亿吨（300 亿桶），其中渤、黄海各为 7.47 亿吨（56 亿桶），东海为 17 亿吨（128.4 亿桶），南海（包括台湾海峡）为 11 亿吨（80.3 亿桶）。有的外国人则认为，仅渤海湾海底石油储量即达 50~100 亿吨（375~750 亿桶），钓鱼岛周围东海大陆架一个地区约 150 亿吨（1125 亿桶）。就按国外的估计数，中国近海的石油储量大约与中国陆上的石油储量相当，约 40~150 亿吨（300~1125 亿桶）。无疑，中国是世界海洋油气资源丰富的国家之一。

渤海是中国第一个开发的海底油田。渤海大陆架是华北沉降堆积的中心，大部分新生代沉积物厚达 4000 米，最深达 7000 米。这是很厚的海陆相交互层，周围陆上的大量有机质和泥沙沉积其中，浅海的沉积又是在新生代第三纪适于海洋生物繁殖的温暖气候下进行的。这对油气的生成极为有利。由于

断陷伴随褶皱，产生一系列的背斜带和构造带，形成各种类型的油气藏。渤海油田与陆上大港油田、胜利油田、辽河油田同属一个大油气区，是陆上油田的海底延伸。中国石油部门已开始对渤海进行开发，打出了一批高产油气井。1980 年开始，中法、中日在渤海中部、西部和南部进行联合勘探开发，发现日产原油千吨、天然气 60 万立方米的高产井，展示了渤海石油开发的乐观前景。

黄海海底是个大的封闭盆地，从大陆流注入海的大量泥沙不断在此沉积。北黄海地质与渤海相似，其东南部盆地可能堆积有较厚的老第三纪含油气及煤的沉积层。南黄海拗陷更深，海相地层更为发育，新生代地层深达 5000 米，其隆起和断裂构造发育对油气生成与储集十分有利。南黄海盆地是苏北含油气盆地向海的延伸，与陆地构成苏北—南黄海盆地，面积约 8.7 万平方公里。盆地有可储油气的构造圈闭达 40 多个，产生油岩的厚度达数千米。

东海大陆架宽广，第三纪开始地壳下沉，沿台湾海峡至五岛列岛形成一狭长的东海盆地。古长江带来的泥沙在此下沉，堆积厚度很大。钓鱼岛附近和台湾海峡的沉积厚度达 9000 米和 7000 米。东海盆地面积约 46 万平方公里，含油气构造圈闭成群成带，是中国发现 7 个大型沉积盆地中面积最大、油气远景最好的沉积盆地。东海大陆架的岩性比黄海复杂，有海相、陆相及海陆交互相沉积，这对第三纪的油气生成极为有利。第三纪地层中，广泛发育着背斜和向斜构造的褶皱带，为形成贮油构造创造良好条件。钓鱼岛周围盆地中的油气，也在第三纪地层中。台湾西部是东海沉积盆地的一部分，新竹、鹿港附近发现海底油田，高雄以西钻到 60 米厚的天然气储集层。表明东海新第三纪至更新统地层，油气含量丰富，在老第三纪及中生代地层中也富含油气资源。因此国外有人认为，东海是世界石油远景最好的地区之一，东海天然气储量潜力可能比石油还要大。

南海陆架新生代地层厚约 2000~3000 米，有的达 6000~7000 米。第三纪沉积有海相、陆相及海陆交互相，具有良好的生油和储油岩系。有三角洲、生物礁、古潜山等多种储油类型。珠江口盆地面积约 15 万平方公里，沉积厚度为几千米，盆地中心部分达 7500~11000 米，沉积岩主要由上、下第三系组成，并有良好的生油层、储油层和成群的构造圈闭。北部湾盆地面积约 4 万多平方公里，沉积层厚度为数千米，最大 7000 米，且生油、储油条件好，水浅、离岸近，是油气丰富、投资少、易开发的油气盆地。莺歌海盆地面积约 7 万平方公里，沉积层厚达 6000~7000 米，主要为第三系地层，有 8 个二级构造和 2 个礁块带。1977~1980 年，中国石油部门对上述 3 个盆地分别进行钻探，获得工业油气流。1980 年开始，中国又与法国、英国、美国等合作打出若干口原油质量好、比重轻、含硫低的高产油气井。从长远来看，南海深水石油储量潜力比东海、黄海要大。南海石油潜力最大的地段是中国台湾与海南岛之间的大陆架一带。另外，越南到加里曼丹岛之间的最宽陆架区，中生代和第三纪的沉积厚度很大，已探明石油储量为 6.4 亿吨，天然气储量 9800 亿立方米，是世界海底石油的富集区。某些国外石油专家认为，南海可能成为另一个波斯湾或北海油田。

2 滨海砂矿

在滨海的砂层中，常蕴藏着大量的金刚石、砂金、砂铂、石英以及金红石、锆石、独居石、钛铁矿等稀有矿物。因它们在滨海地带富集成矿，所以称“滨海砂矿”。滨海砂矿在浅海矿产资源中，其价值仅次于石油、天然气，居第二位。

滨海砂矿用途很广，例如从金红石和钛铁矿中提取的钛，具有比重小、强度大、耐腐蚀、抗高温等特点，在导弹、火箭和航空工业上广泛应用。锆石具有耐高温、耐腐蚀和热中子难穿透的特点，在铸造工业、核反应、核潜艇等方面用途很广。独居石中所含的稀有元素，像铀可用于飞机、火箭外壳，钽可用在反应堆和微型电渡上。据统计，世界上 96% 的锆石、90% 的金刚石和金红石、80% 的独居石和 30% 的钛铁矿都来自滨海砂矿，故许多国家都十分重视滨海砂矿的开发。

因经受多次地壳运动，中国大陆东部岩浆活动频繁，为形成各种金属和非金属矿床创造了有利条件，钨、锡、铜、铁、金和金刚石等很丰富。在大面积分布的岩浆岩、变质岩和火山岩中，也含有各种重矿物。现已发现有钛、

锆、铍、钨、锡、金、硅和其他稀有金属，分布在辽东半岛、山东半岛、福建、广东、海南和广西沿海以及台湾周围，台湾和海南岛尤为丰富，主要有锆石—钛铁矿—独居石—金红石砂矿，钛铁矿—锆石砂矿，独居石—磷钇矿，铁砂矿，锡石砂矿，砂金矿和砂砾等。

台湾是中国重要的砂矿产地，盛产磁铁矿、钛铁矿、金红石、锆石和独居石等。磁铁矿主要分布在台湾北部海滨，以台东和秀姑峦溪河口间最集中。北部和西北部海滩年产铁矿砂约 1 万吨。在西南海滨，独水溪与台南间的海滩上分布着 8 条大砂堤，最大的长 10 里，为独居石—锆石砂矿区，已采出独居石 3 万多吨，锆石 5 万多吨，南统山洲砂堤的重矿物储量在 4.6 万吨以上，嘉义至台南的海滨又发现 5 万吨规模的独居石砂矿。

海南岛沿岸有金红石、独居石、锆英等多种矿物。

福建沿海稀有和稀土金属砂矿也不少。锆石主要分布在诏安、厦门、东山、漳浦、惠安、晋江、平潭和长乐等地。独居石以长乐品位最高，每立方米 2 公斤。金红石主要分布在东山岛、漳浦、长乐等地。诏安、厦门、东山、长乐等地均有铁钛砂。铁砂分布很广，以福鼎、霞浦、福清、江阴岛、南日岛、惠安和龙海目屿等最集中。至于玻璃砂和型砂，不仅分布广，质量好，含硅率亦高。平潭的石英砂含硅率达 98% 以上。辽东半岛发现有砂金和锆英石等矿物，大连地区探明到一个全国储量最大的金刚石矿田，山东半岛也发现有砂金、玻璃石英、锆英石等矿物，广东沿岸有独居石、铈钽铁砂、锡石和磷钇等矿。

有些滨海砂矿已向大陆架延伸，如台湾橙基煤矿已在海底开采多年，辽宁大型铜矿也从陆上进行到海底开采，山东的金矿、辽宁某些煤矿以及山东龙口、蓬莱的一些煤层也伸至海底。

(三) 海洋动力资源

海水运动永不休止，拥有用之不竭的动力资源。目前正研究和利用的海洋动力资源有：潮汐发电、波浪发电、温差发电、海流发电、海水浓度差发电以及海水压力差的能量利用等，通称为海洋能源。在海洋能的利用中，潮汐发电比较普遍，并具有较大规模的实用意义。

中国沿海和近海的海洋能蕴藏量估计为 10.4 亿千瓦（表 9），这可作为沿海和岛屿的重要补充能源。

潮汐发电是利用海水涨落潮差的势能，通过水库控制落差，推动水轮机带动发电机变为电能。中国大陆沿岸的潮汐能资源蕴藏量为 1.9 亿千瓦，年发电量为 2700 亿度左右。1957 年以来，中国相继建了一批小型潮汐发电站，主要分布在辽宁、山东、上海、表 9 中国海洋能源的总蕴藏量

名称 数量	潮汐能	波浪能	温差能	海流能	盐差能	合计
理论蕴藏量 (亿千瓦)	1.9	1.5	5.0	1.0	1.0	10.4
可开发利用的装机容量 (万千瓦)	2000	3000 ~ 3500				

浙江、福建和广东沿海。现已开发利用的潮汐能合计装机容量为 4000 多千瓦。规模最大的为浙江江厦潮汐电站，设计装机容量为 3000 千瓦，年发电量为 1070 万度；其次是山东乳山白沙口潮汐电站，设计装机容量为 960 千瓦，年发电量为 230 万度。

从潮汐能资源的普查结果表明，杭州湾、长江口北段、浙江乐清湾三处是中国最有希望建立大型潮汐电站的地方。

杭州湾潮汐潮差 8.9 米，潮汐能蕴藏量达 590 亿度/年，居全国首位。若在乍浦建站，装机容量为 450 万千瓦，年发电量为 186.5 亿度，可超过葛洲坝水电站的电力。

上海崇明岛与苏北之间的长江口北段的最大潮差 5 米，潮汐能蕴藏量为 78 亿度/年。若在庙港建站，装机容量为 80 万千瓦，年发电量为 22.8 ~ 29.3 亿度，几乎等于一个新安江水电站的发电量。

浙江乐清湾潮汐平均潮差 4.54 米，如建电站，装机容量为 55 万千瓦，年发电量可达 16 ~ 20 亿度。

此外，象山港、沙埕港、三都澳、兴化湾等地的潮汐能蕴藏量也十分可观。

波浪具有很大的破坏力，但把它利用起来，潜力无穷。所谓波浪发电，是利用波浪起伏的力量，或将波浪运动转化为机械旋转并带动发电机发电。据计算，在 100 × 30 平方米的海面上设置波轮机发电装置，当波高为 2 米时，可发电 2420 千瓦。如果波高为 3 米、周期为 7 秒的海浪，在 10 公里宽的海面上产生的功率相当于中国新安江水电站的发电量。中国沿海波能的开发利用大有前途，初步估算，仅沿岸地段的波能资源约 1.5 亿千瓦，可开发利用的能量约 3000 ~ 3500 万千瓦；而渤、黄、东、南海的总波能约为 806.3×10^{13} 焦耳，总功率为 57.4×10^{13} 瓦（表 10）。如将其全部转换为电能，每年可发

电 5~50 万亿度，约相

表 10 渤、黄、东、南海的波能资源估算

海 区 \ 波 能	能量 ($\times 10^{13}$ 焦耳)	功率 ($\times 10^{13}$ 瓦)
渤 海	12.9	1.1
黄 海	60.1	4.7
东 海	185.5	13.3
南 海	547.8	38.3
合 计	806.3	57.4

当于中国 1981 年发

电量 (3052 亿度) 的 16~160 倍。

目前，中国波能开发还处于小型发电装置的研究阶段。1980 年已研制成功一种新型波能发电装置，在风力 3 级、波高 0.2 米情况下，发电最大功率为 60 瓦，一天的发电量可供一只航标灯用电 3 天。

温差发电是借助海水表层水温和深层水温之间热量差而驱动发电机进行发电，是海洋热能的利用。辽阔的南海表层水温约 26~28℃，1000 米深处约 5℃。若把 1 公斤 5℃ 的深层海水提到表层 28℃ 时，可提供 120 千焦/米的能量。估计南海温差能蕴藏量在 5 亿千瓦左右。因此，中国南海诸岛具有利用海洋热能的良好条件，是温差发电的天然场所。东海黑潮区表层与深层的温度差可达 15~20℃，可开发的温差能将在 2000 万千瓦以上。黄海冷水团处也可进行温差发电。

海流发电是利用海流冲击水轮机的螺旋桨，带动发电机发电。日本提出了黑潮发电计划，估计黑潮的总能量为 1700 亿度，功率为 1900 万千瓦。黑潮终年流经中国台湾以东海域，流向稳定，流速较强，中国台湾以东是海流发电的良好场所。在兰屿与绿岛（火烧岛）之间形成天然的大堤坝。台东新港附近的三仙台更是利用海流发电的理想之地，估计在三仙台与绿岛的南寮可发电 200~500 万千瓦。中国沿岸强潮流区约 20 多处，如渤海海峡、杭州湾、舟山群岛附近、台湾海峡西侧及琼州海峡等均是有名的强潮流区，上述强潮流区可开发利用的潮流能粗估约 1200 万千瓦左右。

中国河川众多。在江河入海处，淡水与海水的盐度差较大，尤以长江口、珠江口最甚。初步估算，中国主要大河口的盐差能在 1.0 亿千瓦以上，其中长江口和珠江口分别占 45% 和 15% 左右。

海洋能与其他能源比较，具有资源丰富、不会污染、占用陆地少、可搞综合利用及可再生产等优点。但它的不足之处是密度小，稳定性差，环境复杂，设备、材料及技术要求高，开发利用困难，成本较高。然而，海洋能的优点正是现有常规能源的弱点。中国沿海人口稠密，工、商、轻纺、交通、贸易等行业在沿海城镇占有相当大比重，能源消耗大，正是目前能源短缺的地方。沿海海洋能资源丰富，可“就地取材”，不失为一种重要的补充能源。尤其对海岛建设来讲，海洋能具有重要的意义，一方面可解决边远岛屿的用电，另一方面可搞海水淡化，解决淡水供应的困难。

(四) 海洋生物资源

富饶的海洋是生命起源的摇篮，地球上许多生物就是从海洋中发展起来的，至今仍有 80% 的动、植物生活在海洋中。在动、植物界的 63 个纲中，海洋中竟有 51 个纲。海洋生物约有 20 多万种，按其性质不同分为海洋植物、海洋动物和海洋微生物。依其生物习惯又分为浮游生物、游泳动物和底栖生物。海洋生物资源的种类尽管很多，但构成海洋生物的主体仍是鱼类，因此，我们首先从海洋鱼类资源谈起。

1. 海洋鱼类

中国的海洋鱼类，在区系性质上大多数属于热带和亚热带性，寒带性的很少。就鱼种而言，大约有 2000 种左右（渤、黄海约有 300 种，东海约 600 种，南海约 1000 种），约为世界海洋鱼类种数的 1/8。其中经济鱼类约 300 种，常见而产量较高的约 70~80 种。在这些经济鱼种中，有栖居于底部移动较小的木叶鲷、条鳎和孔鳐，有栖息于中下层并进行近距离洄游的带鱼、大黄鱼、银鲳、真鲷等，有生活在在中上层作中程洄游的鳓鱼、鲈鱼、太平洋鲱等，有适应在上层作远程洄游的青干金枪鱼，有习惯上溯江河的鲥鱼、凤鲚等，有喜欢降河入海的鳗鲡，有寒带性的鳕鱼，有温带性的小黄鱼、日本方头鱼，还有热带性的黄鲱鲤、紫鱼、长颌鲳等。重要的经济鱼类中，多数年产量在 1~5 万吨，少数可达年产量 10 万吨以上，一般在 1 万吨以下。北方海域鱼类种数少于南方，而高产鱼种南方又少于北方。

中国近海气候多种多样，沿岸有沿岸流、上升流外海有暖流，水温条件适宜，海水水质肥沃，生长着茂盛的海藻和大量浮游生物，这些均为各种鱼类的繁殖、生长提供了良好的环境。近海分布着许多渔场。就浅海渔场来说，面积约 150 万平方公里，占世界浅海渔场面积的 1/4 左右，居世界首位。

中国的主要海洋经济鱼类，多数在春季从越冬场结群向产卵场进行生殖洄游。此时，水温逐渐上升，性腺也逐渐成熟，到达产卵场后，汇集成群，排卵放精进行生殖，直至初夏。这一时期，形成年内第一个渔汛——春汛或春夏汛。鱼群生殖结束时，正值水温最高、饵料丰盛的夏季，它们通常分散索饵直到秋季。随着水温下降，鱼群又集群洄游到越冬场，这样，又形成捕捞生产上的另一个渔汛——秋汛或秋冬汛。

渤、黄海是中国海洋渔业的重要作业区。大部分渔场为近海渔场，主要有辽东湾渔场、渤海湾渔场、莱州湾渔场、海洋岛渔场、烟威渔场、石岛渔场、吕四渔场和大沙渔场等。主要经济鱼类有大黄鱼、小黄鱼、带鱼、太平洋鲱、鲈鱼、银鲳、蓝点马鲛，鳓鱼、鳕鱼、鳀鱼、黄姑鱼、叫姑鱼、白姑鱼、虫蚊东方鲀、短鳍红娘鱼、牙鲆、扁头哈那鲨和孔鳐等 40 种，另外，还有对虾、墨鱼、毛虾、梭子蟹等无脊椎动物。年产量万吨以上的有 10 种，10 万吨以上的有小黄鱼、太平洋鲱和毛虾 3 种。渔汛一年两次，3~6 月为春汛，9~11 月为秋汛。

东海经济鱼类资源比渤、黄海要丰富，盛产带鱼、大黄鱼、小黄鱼、马面鲀、鲈鱼、蓝圆鲹、金色小沙丁鱼、脂眼鲱、银鲳、鳓鱼等。还有较重要的捕捞对象，如 鱼、海鳗、鲥鱼、凤鲚、鲻鱼、短尾大眼鲷、日本方头鱼、竹 鱼、乌鲳、棘黄姑鱼、白姑鱼、黄鲷、蓝点马鲛、短鳍红娘鱼、鲷鱼、姥鲨、白点星鲨、许氏犁头鳐、孔鳐等。该海区渔场广阔，近海、外海渔场

面积都较大，是中国传统的“四大渔业”主要作业区。

近海渔场主要有长江口渔场、舟山渔场、鱼山渔场、温台渔场、闽东渔场、台北渔场、闽南渔场等。其中：舟山渔场是中国最大的渔场，有中国“天然鱼仓”之称，也是世界闻名的渔场之一。那里有暖流与沿岸流交汇形成的锋面，饵料丰富，温、盐、流、底质条件均适宜各种鱼类的洄游、栖息、索饵和产卵，终年聚集着 100 多种鱼类和其他水生动物。渔汛四季皆有，春季小黄鱼、鲐鱼、马鲛鱼，夏季有大黄鱼、墨鱼、鲷，秋季为海蟹、海蜇等，冬季为带鱼、鲨和鳗等。

闽东渔场是福建三大渔场中最大的一个经济鱼虾产卵场，不仅有亚热带性鱼种，还有温带性鱼种。主要经济鱼类有带鱼、大黄鱼、小黄鱼、鳓鱼、鲳鱼、海鳗、鱼、鲨等以及毛虾、海蜇、梭子蟹等经济无脊椎动物。由于闽东渔场具有许多优越条件，所以一年四季鱼汛连续交替，为福建海洋捕捞量最多的渔场。

闽南渔场位于台湾海峡南部。捕捞对象主要是亚热带和热带性鱼种。春汛有带鱼、大黄鱼、蓝圆鲹、鳀、鲐鱼、墨鱼、马鲛、鳓鱼、鲨、金色小沙丁鱼、脂眼鲱和文昌鱼等，夏汛有鳀鱼、鲑鱼、青鳞鱼、鳓鱼、鲨、乌鲷和对虾等，秋汛有大黄鱼、海鲈、蛇鲻、鲷、对鱼、鲨和文昌鱼等，冬汛有鳗鱼、带鱼、鲷、鲨、墨鱼、梭子蟹、毛虾等。

台湾东岸和南岸沿海多热带性鱼种，主要有鳮类、遮目鱼、黄鱼、鲳鱼、鳓鱼、鲷、墨鱼、金枪鱼等。

东海外海渔场的上层鱼类资源丰富，潜力很大，有待进一步开发利用。

南海渔业资源的特点是鱼种繁杂，潜力很大，但非食用鱼的比例较大。主要经济鱼类有蓝圆鲹、金色沙丁鱼、白腹小沙丁鱼、独角鲀、绿鳍马面鲀、马六甲鲱鲤、条尾鲱鲤、长条蛇鲻、金线鱼、红鳍笛鲷、二长棘鲷、短尾大眼鲷、长尾大眼鲷、石鲈、大黄鱼、大白姑鱼、带鱼、银鲳、点带石斑鱼、刺鲳、鲐鱼、海鳗、乌鲷、海鲈、鳓鱼、神仙青鳞鱼、尖吻小公鱼、康氏小公鱼、中华小公鱼、斑点马鲛、青干金枪鱼、圆舵鲳、白卜鲷、鲨、鳐等。

南海的渔场很多，当前主要开发利用的是一些近海渔场，而大片的外海渔场尚待开发利用。近海渔场有粤东渔场、粤西渔场、北部湾渔场、清澜渔场、西沙渔场等，其中北部湾渔场是以涠洲岛为中心的大渔场，终年均可捕捞。

中国的海产鱼类中，带鱼、大黄鱼、小黄鱼素有中国“家鱼”之称。

带鱼为中下层鱼类，属暖水性鱼种。分布很广，渤、黄、东、南海皆产。喜微光、畏强光，因此，一般夜间上升至表层，白天下降至深处。有集群洄游的习性。在东、黄海的群体通常于初春结群北上进行生殖洄游，陆续产卵至夏季，生殖完毕后在近海索饵，冬季冷空气南下、水温降低时，又集群返回越冬场越冬。带鱼寿命较短，但生长迅速，补充群体数量多，恢复能力强。产量高，年产约 50 万吨，居中国海产经济鱼类首位。

大黄鱼是亚热带暖水性鱼种，为一般栖息在 60 米左右的中上层鱼类。分布在东、南海及黄海南部，为东海和南海的重要经济鱼类。大致以舟山群岛为界，可把大黄鱼分成南北两大种群：北称北洋大黄鱼，体大，鱼龄大，渔场广，资源量多；南称南洋大黄鱼，以体小，鱼龄小，渔期早和资源量少为其特点。大黄鱼是结群性发声鱼类，尤以生殖季节会在水中发出较强的声音。每年春季洄游到江苏、浙江和福建沿岸产卵，冬季又到东海外海越冬，从而

在渔业生产上形成两个旺季——春汛和秋汛。东海以春汛为主，南海则以秋汛为主。主要渔场有吕四、舟山、温州、三都澳和汕头等。

小黄鱼是温水性鱼种，一般栖息在泥质或泥沙质海区，水深不超过 100 米。生活的海域比大黄鱼偏北些，分布在渤、黄、东海，约北起辽东湾，南到台湾海峡。鱼群有明显的垂直移动现象，黄昏上升，黎明下沉，白天栖息在底层或近底层。产卵期间也发出“喀喀”、“沙沙”的声音。通常，小黄鱼的洄游种群有三：一是在黄海南部济州岛以西越冬，春季北上进入渤海湾、辽东湾及鸭绿江口附近产卵；二是在黄海南部和东海北部，主要在江苏吕四洋产卵；三是分布在东海，在浙江温州外海域越冬，于长江口外余山东北海域产卵。

2. 经济无脊椎动物

中国近海除有丰富的鱼类资源外，还有许多如对虾、毛虾、鹰爪虾、海蟹、扇贝、乌贼（墨鱼）、海蜇等重要的无脊椎动物资源。无脊椎动物的门类很多，经济价值较高的约百余种。

乌贼、章鱼等动物属头足类，因头部有长的腕手起着手和足的作用而得名。头足类数量很大，在海洋渔业中占有重要地位。中国近海的头足类主要由乌贼科和枪乌贼科的种类组成。目前构成中国主要捕捞对象的有东海的曼氏无针乌贼，黄、渤海的金乌贼、日本枪乌贼以及南海的中国枪乌贼。其中曼氏无针乌贼的产量最高，约占中国乌贼总产量的 70%。

乌贼也有我国“家鱼”之称，与带鱼、大黄鱼、小黄鱼并列，为中国的“四大渔业”。

乌贼的生命期很短，但生长迅速，一年达性成熟。生殖后，亲体大多死亡，生殖群体基本上由补充群体组成。乌贼性嗜火光，平时喜生活在深海底。春季，成群地洄游到 18~30 米深的浅海区产卵；产卵后，亲体大批死亡，幼体在近岸摄食成长。秋后，随着水温下降，又离岸进行越冬洄游至越冬场。曼氏无针乌贼在浙中、浙南和闽东沿岸水与台湾暖流交汇处附近越冬；金乌贼在黄海中部成山角以南至北纬 35° 的狭长海域越冬；日本枪乌贼越冬在黄海中部北纬 34~37°、东经 122~124° 海域内。

贝类也称软体动物，其身体全由柔软的肌肉组成，身体外部大多数有壳。贝类的种类很多，比较普遍和珍贵的有牡蛎、贻贝、扇贝、蚶、蛤、蛏、香螺、鲍鱼及珍珠贝等。许多贝类不仅味道鲜美，而且营养价值高，含有丰富的无机盐和多种维生素。有些可作为医药材料，有些外形奇特，色彩鲜艳，为人们喜爱的装饰品。

牡蛎，北方叫海蛎子，南方叫蠔。在中国沿海分布很广，有 20 多种，常见的有褶牡蛎、近江牡蛎、密鳞牡蛎和大连湾牡蛎。前两者分别为浙江、福建、台湾和广东的主要养殖对象。大连湾牡蛎仅为渤、黄海出产的一种，以大连湾产量最多。牡蛎养殖在中国贝类养殖中占的面积最广，约 28 万多亩。

贻贝，又名“壳菜”，北方叫“海红”。干制品叫“淡菜”，是富有营养的珍贵海产食品。贻贝在中国沿海广泛分布。现已发现的有几十种。其中进行人工养殖的主要有紫贻贝、厚壳贻贝和翡翠贻贝。紫贻贝主要产地在辽宁和山东沿海；厚壳贻贝产于辽宁、山东、浙江和福建；翡翠贻贝主要产于广东和福建。

扇贝，因它的贝壳似扇面而得名。扇贝闭壳肌发达，味道鲜美，干制品

称“干贝”。是名贵的海产食品。中国沿海约 10 多种，主要有栉孔扇贝、日本日月贝和长肋日月贝。前者仅产于黄、渤海，后两者分布于南海，以广西沿岸最多。

蚶子，中国沿海有 20 多种，其中资源丰富、产量高的是毛蚶和泥蚶。毛蚶个体较大，栖息在 20 米以内的近岸浅水区，以渤海产量最高。泥蚶生活在潮间带的泥滩上，是山东、浙江、福建和广东较重要的采捕和养殖对象。

鲍鱼，为名贵的海产食品。鲍鱼不是鱼，而是爬附在浅水低潮线以下岩石上的一种单壳软体动物，栖息在沿岸水质清晰、水流急湍、藻类丛生的岩礁地区。中国沿海分布甚广。北方最多的是皱纹盘鲍，也是最重要的养殖对象，产量占鲍鱼总产的 70%。南方常见的是杂色鲍和耳鲍。在辽宁、山东、福建、台湾和广东都进行了人工养殖鲍鱼。

珍珠贝喜欢生活在热带、亚热带海域。中国福建、台湾、广东和广西沿海皆有分布，主要产地广东。以广西合浦出产的珍珠贝最为闻名。中国主要有珍珠贝、大珍珠贝、马氏珍珠贝、企鹅珍珠贝等品种，并以马氏珍珠贝最普遍。

中国近海的甲壳类资源也很丰富，仅南海就有 200 多种，常见的有几十种，最主要的有毛虾、对虾、新对虾、墨吉对虾、斑节对虾、鹰爪虾、仿对虾、长臂虾、龙虾、三疣梭子蟹、远游梭子蟹、红星梭子蟹、锯缘青蟹、日本蟳、双斑蟳、绒毛细足蟹、日本关公蟹等。

对虾因过去市场上以对（两只）论价出售而得名。肉味鲜美，富有营养，虾肉含蛋白质 20.6%，脂肪仅 0.7%，并有多多种维生素及人体必需的微量元素，是高级滋补品。中国对虾主要分布在黄、渤海。喜温惧寒，随季节作洄游移动。越冬场在黄海南部（北纬 34~36°、东经 122°30'~124°30'）。春季随着水温回升，对虾性腺（雌）逐渐发育，分散在越冬场的对虾开始集群。3 月进行生殖洄游，除两支游向海州湾及乳山近岸于 5 月产卵外，主群北上，绕过成山角后分成两支：一支游向辽东半岛东岸、鸭绿江口一带；另一支进入渤海海峡后，分别游向辽东湾、渤海湾及莱州湾河口附近产卵。产卵后，亲虾大多死亡，幼虾在河口附近觅食成长。到 10 月中，当年幼虾已基本成熟，开始交配。以后，随着水温下降，对虾开始越冬洄游，游向黄海中部分散越冬。对虾体型较大，繁殖力强，生长期快，产量较高，渤、黄海最高产量达 4 万吨/年。中国已大力发展对虾的人工养殖，现已发展到 50 多个县、市，面积达 10 多万亩。

鹰爪虾是一种中型经济虾类，甲壳厚而粗糙，呈棕红色，干制品称“海米”。中国沿海广泛分布，以山东沿岸产量最大。黄、渤海的鹰爪虾于 12 月至翌年 2 月在石岛东南水深 60~80 米的海域越冬。3 月开始生殖洄游，一支游向山东半岛南岸；一支越过成山角，除部分向北至辽东半岛东岸外，主支游至烟威产卵场或通过渤海海峡，游至渤海三大海湾各河口附近产卵。幼虾在附近较深水区索饵。10 月水温下降，又开始越冬洄游，12 月陆续进入越冬场分散越冬。

三疣梭子蟹是中国蟹类中产量最大的食用蟹，其头胸甲呈梭形。中国沿海均有分布，以渤、黄、东海较多，尤以渤海产量最大。每年 4~10 月，在浅水区或河口附近产卵，4~5 月间产卵最盛，冬季便游至较深海区。

海洋无脊椎动物的另一类重要的捕捞对象是海参与海蜇。

海参属棘皮动物门。味道鲜美，营养丰富，含有大量蛋白质，为珍贵的

营养品。海参在中国分布很广，渤、黄、东、南海皆产。种类很多，中国近海就有 100 多种，仅西沙群岛附近产有 20 余种。中国常见的海参有刺参、棘锚海参、柯氏瓜参、纽细海参、黑乳参、梅花参、海老鼠、蛇目白尼参、二斑白尼参、辐江参等。刺参产于黄、渤海，以辽宁、山东沿岸产量较大。梅花参产于南海，以海南岛、西沙群岛和南沙群岛产量较大。

海蜇是一种透明膜质的腔肠动物，属水母类。它具有生命期短、生长快及繁殖力强等特点。中国沿海常见的海蜇有 4 种：海蜇、面蜇、沙蜇和黄斑海蜇。前 3 种主要分布在渤、黄、东海，尤其第一种，是分布广、数量最多的种类（东海最多，黄、渤海次之），它的产量占中国海蜇总产量的 85% 左右。黄斑海蜇是一种热带性水母，主要分布在南海。海蜇喜栖息于高温、低盐海域，水深 5~40 米深处。以浮游生物为食物，自游能力差，随波逐流移动。每年夏季当台湾暖流势力增强或东南季风盛行时，海蜇漂游北上，6~8 月到达东、黄、渤海沿岸，形成渔汛。

3. 海藻

海洋中较常见的植物，绝大部分属于较低等的藻类植物。海藻是无胚的，具有叶绿素自养叶状体的孢子植物。是重要的海洋生物资源之一。

海藻的种类很多，按所含的色素、形态、构造与繁殖可分为九门：绿藻门、眼虫藻门、甲藻门、硅藻门、金藻门、黄藻门、褐藻门、红藻门及蓝藻门。除绿藻、褐藻、红藻及蓝藻四门为群体或多细胞体的底栖藻类外，其余五门绝大多数为单细胞的浮游藻类。浮游藻类约占所有藻类的 99%。它们是海洋中有机物的主要生产者，代表海洋里的初级生产力，构成食物链的第一个环节。但因它们个体甚小，不能被人们所利用，所以一般说的海藻资源主要指褐藻、红藻、绿藻和蓝藻等定生藻而言，其中有生产价值的是前两者。

褐藻种类有 1500 种左右。中国北方海域的种数多于南方。常见的褐藻有海带、裙带菜、水云、黑顶藻、网地藻、团扇藻、铁丁菜、酸藻、萱藻、囊藻、幅叶藻、鹅肠菜、点叶藻、鹿角菜及马尾藻等。

红藻的种类更多，约 3 000 种之多。常见的有紫菜、江蓠、石花菜、红毛藻、海索面、鸡毛菜、珊瑚藻、蜈蚣藻、海萝、麒麟菜、叉枝藻、红皮藻、软骨藻、仙菜等。

海带呈褐色而有光泽，藻体由“根”（假根）、柄、叶三部分组成。其“根”并非用来吸收养料，仅起固定作用。养料全靠叶片吸收。海带是两年生的寒带性藻类。喜欢生活在水流畅通、水质肥沃、夏季水温不超过 20 的海域，因此，过去多在北方海区养殖。1957 年，中国成功地把海带养殖移到南方。海带有极高的经济价值，除食用外，可医治甲状腺肿大，还可提碘、甘露醇、褐藻胶等工业原料。

裙带菜为一年生植物。藻体也分“根”、柄、叶、内部构造大致与海带相似，但不同于海带，它是温带性藻类，生长在离岸较远、受淡水影响较小的岩礁上。中国辽宁、山东和浙江沿海均有分布。

紫菜是一种营养价值较高的食用海藻，叶子扁平，薄如蝉翼，粘滑，下部有盘状或半球状的固定器（假根）附着在岩礁上。中国的紫菜约有 10 种，分布很广，南从海南岛、北到辽东半岛沿海皆有生长，比较常见的有圆紫菜、长紫菜、甘紫菜、边紫菜和坛紫菜等。过去中国的紫菜养殖多停留在自然采

苗和人工繁殖保护，现已实现人工采苗养殖法，使紫菜的人工养殖投入大规模生产。

江蓠也为一年生植物，色暗红或褐绿，多分枝，呈圆柱和扁形，生长在低潮线附近的砂砾上。我国沿海各地均有分布。种类很多，常见的有真江蓠、绳江蓠、脆江蓠、粗江蓠、鞭江蓠等。江蓠藻体含有大量藻胶，也是制作琼胶的良好原料，若与石花菜混合可制冻粉。中国沿海各地已大规模养殖。

石花菜有紫红、深红等色，为多年生温带性海藻。体内含有大量胶质，除食用外，是制作琼胶的良好原料。在医学、纺织、造纸、印刷、食品工业上均有广泛的用途。石花菜喜欢生活在水清流急、低潮线下1~10米的岩礁上。主要产于渤、黄、东海沿岸。

除上述四大类资源外，我国沿海和近海还有许多其他资源，诸如海岸带及海涂资源，港口资源，旅游资源以及海洋空间资源等等。

七、海洋环境保护

中国沿海地区人口稠密，行业繁多，经济发达，工业密集。随着工农业的蓬勃发展和人口的增长，特别是海上油田的开发，海运和其他各种船只的增多，以及大批港口、城市的兴起和扩建，大量有毒有害物质倾泻入海，使优美洁净的海洋环境及海洋资源受到污染损害，并已造成许多不良的后果。为了更好地开发海洋、利用海洋，防止污染和资源损害不再恶化，保护和改善海洋环境，促进良性的生态循环，保障人体健康，维护国家权益，海洋环境保护已成为当务之急，也是中国现代化建设的一项重大国策。

（一）海洋环境保护的重要性

海洋是一个完整的水体。海洋本身对污染物有着巨大的搬运、稀释、扩散、氧化、还原和降解等净化能力。但这种能力并不是无限的，当局部海域接受的有毒有害物质超过它本身的自净能力时，就会造成该海域的污染。

海洋污染是一个国际性的问题。据不完全统计，世界上每年把 1000 万吨石油排入海洋；约有 100 万吨滴滴涕已滞留在海水中。保护海洋环境，防止海洋污染是各国的共同要求。海洋污染的特点是污染源广，有毒有害物质的种类多，扩散范围大，危害深远，控制复杂，治理难度大。因此，海洋污染比起陆上的其它环境污染要严重和复杂。

海洋污染的直接受害者是海洋生物资源的损害。如河北南堡渔场，在近岸未受污染以前，捕捞鲆鱼、鲽鱼多集中在秦皇岛沿岸 5~10 米等深线以内，现在已移至 15~23 米水深作业。过去在营口、塘沽、羊角沟附近的浅水区产毛蚶最多，现在也大大外移了。莱州湾的小清河口附近，过去盛产河蟹及银鱼，现因小清河成为排污河，使河蟹和银鱼绝迹。大连湾由于海水受污染，引起海带腐烂和贝类死亡。甘井子区柳柴沟原有 7 个海水养殖场，现在只剩下一个；污染荒废的滩涂达 5 000 多亩；过去棉花岛一带盛产海参、扇贝，现也基本绝迹。胶州湾原是一个多种鱼虾产卵、索饵场，生产多种经济鱼虾，现在产量也下降了，每年经济损失约 150 万元。1978 年 4 月，南黄海北部发生一次大面积的漂油事件，事故发生后的 10 多天内，在收购的 376 万斤海产品中，受污染的鱼虾达 56 万斤。福建沙埕港也因农药厂的污水排入，致使八尺门以内海口的贝类养殖一度大幅度减产。赤潮在中国沿岸也多次发生，辽河口（1975、1976 年）、大沽河口（1977 年）、黄河口（1952 年）、大连湾（1979、1980、1981 年）、青岛沙子口近岸、东海（1972 年）以及湛江港（1980 年）等相继出现过。尤以 1952 年 5 月在黄河口由夜光虫形成的赤潮最为严重，持续 2 个月时间，影响范围长 70 公里、宽 20 公里。

此外，海洋污染还直接危害沿海人民的身体健康。卫生部门调查指出渤海、黄海沿岸的渔民头发中发现的汞、镉含量高于内地居民。北戴河、大连、青岛、烟台等地一些著名的风景游览区、疗养区和海水浴场，近几年来也有过油膜或油块的污染。

中国筑海塘及其它围海工程的历史悠久，遍及沿海各省，这对防止海潮泛滥，围垦滩地和发展生产起着重要的作用。但盲目的、不切实际的围垦，任意建造海洋工程，随意挖沙采石，乱砍滥伐防护林，都可能损害近岸的海洋环境，会造成海岸后退，水土流失，破坏鱼虾等栖息、繁殖的场所，使滨

海地区和生态平衡失调。浙江、福建、广东、海南沿海兴办围海造田，出现过围后积水过多或缺乏淡水等围而不用现象。如海南岛四周围垦了7万亩土地，但已利用的还不到10%。莆田湄州湾围垦后，把渔船的避风港也围掉了，机帆船都无法靠岸。广东饶平县洪洲乡，原有牡蛎养殖滩涂3万亩，因围海造田把海水养殖挤掉，使农民生活下降。福建诏安下河围垦后，每年损失蚶苗12亿粒，价值30万元。厦门港内，自从修建集美、杏林、马銮、筭笪港海堤，因水文状况发生变化，冲刷区变为淤积区，东渡新港尚未建成，却已出现淤浅现象。自集美海堤建成及策槽、东坑滩涂围垦后，刘五店一带生态环境发生很大变化，砂砾底质变为淤泥底质，使中国稀有珍贵的文昌鱼难以栖存，有的死亡，有的外游。在建造海河闸工程时，由于没有建造相应的过鱼设施，致使溯河而上产卵的鱼蟹濒于绝迹。浙江姚江建闸后，反而导致涌江下游的严重淤积，影响宁波港的航运。在海南岛东岸和南岸的沿海沙滩和沙堤中含有钛铁成分，许多农民进行盲目任意的挖凿开采，其后果是不堪设想的。辽宁旅顺柏岚子砾石堤，每年约开采5000立方米砾石，以致引起岸线后退现象。盖县鲎鳃窝的岸线逐年后退，侵蚀土地和公路，原因也是过量开采滨海砂石引起波能剧增的结果。海南岛还有人下海打捞珊瑚，以珊瑚作原料来烧石灰，这是直接破坏水产资源的行为。

近几十年来，中国海洋渔业资源明显衰退，渔获量下降，质量受到影响，除与海洋环境受污染有关外，渔业结构不合理，重捕轻养，捕捞过度，酷鱼滥捕是一个重要原因。过度捕捞，往往造成滥捕未成熟的小鱼，破坏渔业资源的再生能力，使经济价值高的鱼种逐渐消灭，代之而起的小杂鱼和劣质鱼上升。

海洋里提供给人类的渔业资源是有限度的。在渤、黄、东、南海大陆架区域内，估计可能提供的渔业资源大约1000万吨，其中可捕量为500~600万吨，而目前近海的捕捞量已达600万吨以上。即实际捕捞量已大大超过容许捕捞量，尤其在渤、黄、东海，过捕现象更加严重。中国很多经济鱼类，如大黄鱼、小黄鱼、鳕鱼、真鲷、黑口、白姑、黄姑、红姑、绿翅、鳊鱼、牙鲆、高眼、舌鳎、太平洋鲱鱼等资源均已严重衰落，一些高质量的经济鱼类产量大幅度下降。小黄鱼最高年产量达17万吨，目前年产量仅2万吨。以吕四渔场为例，原是一个最大的小黄鱼产卵场，早在50年代后期资源就已遭到破坏，到60年代中期就逐年失去捕捞的价值。鱼的最大年龄从18龄缩减为近期的3~4龄。小黄鱼资源衰落后，接着又开发了吕四大黄鱼产卵场，10多年后，年产量由原来的6~7万吨降为1~2万吨，鱼龄由29龄缩至近年的10龄左右。著名的舟山渔场，1974年大黄鱼、小黄鱼、带鱼、墨鱼的产量为1000多万担，1978年降至600多万担。渤海除对虾、毛虾外，许多经济鱼类几乎绝迹；黄海带鱼、小黄鱼已形不成鱼汛；东海、南海的大黄鱼、带鱼产量也大幅度下降；南海的产量也以幼鱼占多数。

渔船和网具也发生了很大的变化。船只越来越多，马力越来越大，网眼愈来愈小，渔场单位海域面积的捕捞次数愈来愈频繁。以70年代与60年代相比，近海拖网船马力数增加2.47倍，而捕捞产量只增长57%。以渤海渔场秋捕对虾过程时损害的幼鱼情况为例，1994年仅272对渔轮拖网，共损害幼鱼4517.8吨，计58068.7万尾。两年后，若成活率为50%，则可提供的可捕量达27935.39吨。1976年1073对拖网机帆船，共损害幼鱼15376.1吨，计192595.9万尾，两年后，能提供104983.8吨产量。其中小黄幼鱼

损害最为严重，约占 50%，达 7 693.4 吨，计 87 095 万尾，两年后可提供 43 547 吨产量。由此可见，过度捕捞对渔业资源的破坏是十分严重的。拖网渔业对经济鱼类的幼鱼损害很大。

渔业资源一旦遭到破坏，恢复是极不容易的。如黄、渤海的真鲷，1920~1935 年间被日本渔轮滥捕后至今尚未恢复。小黄鱼资源自 50 年代破坏后，亦长期得不到恢复。

上述情况说明，保护海洋环境，防止海洋污染，保护海洋资源，防止恶性循环继续发生，是一项刻不容缓的任务。

海洋环境保护不仅指海洋污染的防治，而且涉及海洋资源的保护，海洋资源的合理开发利用，以及工业布局、能源结构、产品结构等许多问题，即涉及政治、经济、法律和科学技术等各个方面。从根本上讲，保护环境就是保护资源，就是为促进经济发展提供物质基础。资源和环境是一个有机的统一整体。自然资源对环境起着重要的调节作用，破坏资源，就是破坏人们的正常生活环境，保护自然资源，并不是消极地保持自然的天然面貌，而是有效地、充分地利用自然环境及其资源。保护自然资源 and 合理利用自然资源，二者是统一的和互为因果的。要以生态平衡的整体观和经济观，科学地、全局地、长远地正确处理海洋资源的开发与环境保护的关系。开发是为了人民的需要，为人民造福；保护是保护资源再生产能力，防止污染，防止生态系统恶化。保护是为了更好地开发利用，而开发利用必须注意保护。要从环境的全局出发，使经济建设、城市建设和环境建设做到同步规划、同步实施、同步发展，实现经济效益、社会效益和环境效益的统一，做到海洋开发事业既能全面发展，海洋环境又能得到保护。

(二) 中国海洋环境污染的现状

目前,总的来看,中国的海洋环境,基本上还是处于良好状态。但在某些沿岸的海湾、河口及局部海域,如大连湾、辽河口、锦州湾、渤海湾、莱州湾和胶州湾等环境污染比较严重;某些海洋水产资源衰落,渔获量减少,少数珍贵海产品受损,一些海洋水产资源质量受到影响;部分滩涂荒废,滨海环境遭到损害。就海区而言,渤海沿岸污染较严重,东海和黄海次之,南海污染较轻,基本尚属正常。

当前,污染和损害中国海洋环境的因素主要有以下几个方面:

(1) 陆源污染物。据有关部门统计,中国沿海地区每年排放入海的工业污水和生活污水约 60 亿吨。在生活污水中,以东海沿岸的排放量最大,其次为南海沿岸和渤海沿岸,黄海沿岸最小。在工业污水中,也以东海沿岸排放量最大,占总量的 50%;渤海沿岸和南海沿岸其次,黄海沿岸最少。

(2) 船舶排放的污染物。中国拥有各种机动船只 10 多万艘,每年进入中国港口和航经我国管辖海域的外轮几万艘次,有大量含油污水排放入海。如 1979 年巴西油轮在青岛油码头作业,一次跑油 380 吨。

(3) 海洋石油勘探开发的污染。中国沿岸分布着几个大油田和十几个石油化工企业,跑、冒、滴、漏的石油数量很可观,每年有 10 多万吨石油入海。

(4) 人工倾倒废物污染。过去把海洋当作大“垃圾箱”,任意倾倒废物。如大连香炉礁海岸、葫芦岛、青岛、温州、湛江等地,把垃圾、矿渣、炉渣和其他废物堆放在海边或直接倒入海中。

(5) 不合理的海洋工程的兴建和海洋开发,使一些深水港和航道淤积,局部海域生态平衡遭到破坏。

中国沿海各种类型的主要污染源有 200 多处,渤、黄海沿岸有 100 多处,东、南海沿岸 100 处左右。这些污染源排放入海的主要污染物有石油烃、重金属污染物及有机物污染物。河流携带是污染物入海的主要途径。

石油污染中国沿海油污染比较严重,石油是各种污染物中入海量最大的一种。石油污染对海洋生物资源危害极大,油在水面容易形成薄膜,阻止海气交换,使海水中的溶解氧减少,故油污染能引起大面积的缺氧现象。油膜、油块能粘住大量鱼卵和幼鱼,使其窒息死亡;能使卵化的幼鱼畸形,导致鱼、贝蓄积某些致癌物质。

中国沿海油污染面积约 12 万平方公里。相对而言,渤海和东海油污染比较严重,分别占石油排放入海量的 34% 和 33%;南海占 19%;黄海最少,占 14%。

渤海油污染面积约 4 万平方公里,其中辽东湾为 1.8 万平方公里,油浓度(几何均值)为 0.049ppm;渤海湾为 0.9 万平方公里,油浓度为 0.050ppm;莱州湾为 0.6 万平方公里,油浓度 0.059ppm;渤海中部海域为 0.7 万平方公里,油浓度 0.041ppm。可见,渤海湾和莱州湾的油污染比较严重,而辽东湾的污染面积最大。

黄海的油污染面积为 2.6 万平方公里,北黄海的油浓度为 0.059ppm;南黄海北部油浓度为 0.052ppm;南黄海南部油浓度为 0.026ppm;大连湾和胶州湾分别为 0.085ppm 和 0.062ppm。表明北黄海污染程度较重,尤以大连湾最为突出;南黄海以胶州湾油污染较重。

东海油污染面积约 3.4 万平方公里,其中长江口至杭州湾一带的油浓度

为 0.059ppm；浙南至闽东一带油浓度为 0.078ppm。东海油污染以浙南至闽东一带较重，而污染范围则以长江口至杭州湾一带为广。

南海油污染面积约 1.7 万平方公里。珠江口一带的油浓度为 0.055ppm，粤西沿岸为 0.052ppm。因此，珠江口附近油污染程度略重于粤西沿岸，而粤西沿岸油污染范围较大。

重金属污染主要指汞、镉、铅等。中国沿海汞的主要污染源有 60 多处，尤以长江、珠江、鸭绿江、五里河等为汞的主要污染源。汞以排放入东海的量最大，其次南海和黄海，渤海最少。但汞的平均浓度以东海最高，渤海次之，南海最低。渤海以辽东湾汞的浓度最高，均值为 0.05ppb；渤海其它海域的汞的浓度为 0.01ppb 左右。锦州湾、辽河口等是渤海汞浓度较高的地区。北黄海、南黄海北部和南部汞浓度分别为 0.04、0.02 和 0.01ppb；大连湾和胶州湾为 0.02ppb。黄海以鸭绿江口汞浓度较高。东海汞浓度为 0.01 ~ 0.23ppb，长江口至杭州湾一带为 0.07ppb，浙南至闽东一带为 0.04ppb。南海汞浓度为 0.02ppb。

中国沿海镉的主要污染源也有 60 多处。镉也以河流携带入海为主，珠江、长江、滦河和漠阳江所携带入海的镉占总量的 80%。镉以排放入南海的量为最大。整个中国沿海镉的浓度范围为 0.02 ~ 0.45ppb，平均浓度为 0.10ppb，以南海最高，东海最低。渤海中以辽东湾和渤海湾浓度较高，黄海以大连湾较高。

中国沿海铅的主要污染源有 80 多处。以流入南海的排污量最大，约占总量的 60%；东海和渤海次之；黄海最少。铅的入海途径也主要靠河流携带。中国近海表层水中铅的浓度为 0.05 ~ 51.44ppb，平均值为 1.60ppb。其中：渤海铅浓度平均值为 2.95ppb；黄海为 1.34ppb；东海平均浓度低于分析方法的最低检出限，但浙江南部曾达 10 ~ 30ppb；南海铅浓度平均为 7.68ppb，珠江口高达 150ppb，为中国近海铅浓度最高区，粤西沿海为 4.85ppb。

有机物污染海水的有机物污染通常可用化学耗氧量 (COD) 衡量。主要有有机物污染源在中国沿海有 150 多处。每年入海的有机物以 COD 计，达 700 多万吨。其中流入东海的约占 50%，其余一半分别流入渤、黄、南海。河流也是有机物排污入海的主要途径。渤海 COD 的平均值较高，为 1.63ppm。其中又以莱州湾最高，达 2.08ppm；其次是辽东湾；渤海中部最低。莱州湾沿岸、辽东湾北部和滦河口等地 COD 已达“标准”，有些已超标，如辽河口达 10ppm。黄海 COD 值平均为 1.10ppm，其中大连湾高于黄海其他海域，鸭绿江口、北黄海沿岸和江苏近海局部地区也有超标现象。东海 COD 值较低，约 0.89ppm，长江口—杭州湾一带稍高于浙南至闽东沿海。南海 COD 无一超标现象，平均值最低，为 0.45ppm。

总之，石油是中国近海最主要的污染物，东海近岸和渤海是油污染的两个严重区。从总体来看重金属污染并不严重，但在辽东湾北部、鸭绿江口及珠江口等局部海域，浓度较高，应引起注意。至于有机物污染，在中国渤海及某些海湾有明显反映，COD 值有自南向北增高的趋势。

(三) 中国保护海洋环境的基本政策和主要措施

海洋环境与陆上不同，一旦被污染，即使采取措施，其危害也难以在短时间内消除。因为治理海域污染比治理陆上污染所化费的时间要长，技术上要复杂，难度要大，投资也高，而且还不易收到良好效果。所以保护海洋环境，应以预防为主，防治结合，合理开发，综合利用。这应该说是保护海洋环境的基本策略。保护海洋环境不仅需要有正确的海洋开发政策和先进的科学技术，还需要有一整套科学的、严格的管理制度和办法，尤其是要抓好污染源的管理，这是海洋环境保护的重要环节。海洋的自净能力也是一种资源，我们应该充分利用海域的自净能力，以利于降低治理“三废”的成本，发展生产，同时有效地控制污染物的入海量，要避免走先污染后治理的弯路。

许多年来，中国在工农业蓬勃发展的同时，积极治理工业“三废”，大搞技术革新，广泛开展综合利用，为消除污染，保护和改善环境，保障人民健康，促进社会主义建设，做出了很大成绩。在广泛地调查研究和积累许多宝贵经验的基础上，制定出中国环境保护的基本方针：“全面规划，合理布局，综合利用，化害为利，依靠群众，大家动手，保护环境，造福人民”。实践证明，这也是搞好海洋环境保护的正确方针。

“全面规划，合理布局”，是保护环境，防患于未然的极其重要的措施，也是贯彻预防为主、防治结合方针的体现。在安排国民经济计划和发展工农业生产时，必须统筹兼顾，全面规划，正确处理好工业和农业、重工业和轻工业、沿海工业和内地工业、城市和农村、生产与生活、经济发展和保护环境等关系。要把保护自然资源和合理利用自然资源结合起来，加强计划性、科学性和预见性，避免盲目性和片面性。要把近期利益和长远利益结合起来，力求避免或减少开发后对自然资源的破坏及对环境的影响。在工、农、林、牧、渔、盐、副业、养殖以及其它海洋资源开发的布局上，除注意原料、动力、水源、交通等条件外，还需考虑地质、地形、海洋水文、气象条件以及生物资源的特点，要综合研究，权衡利弊，协调统一，反对各行其是，不能只顾生产，忽视环境保护，既要注意短期的效益，又要充分估计到今后可能会带来的长远的影响。不能只顾利用，不顾资源和环境的保护。

“综合利用，化害为利”，是发展社会主义企业和消除环境污染的有效途径。“害”与“利”是对立统一的矛盾，它们在一定条件下可以相互转化。“害”是由生产中的“废”所造成的，“废”与“宝”又是对立统一的矛盾，在一定条件下，它们也可以相互转化。促进这个转化的条件，就是综合利用。综合利用的内容很广，一方面是指资源本身的综合利用，另一方面要建立经济、合理的联合企业。只有把治理工业“三废”同开展企业技术改造和资源的综合利用结合起来，才能尽量做到把“三废”中的有害物质消灭在生产过程中，许多原来弃之为害的“三废”，把它充分利用起来，大搞工艺改革和技术革新，就能变“废”为“宝”，化“害”为“利”，达到投资少、收益大、品种多、危害小的合理开发的目的。

“依靠群众，大家动手”，这是党的群众路线在海洋环境保护工作上的体现，也是加强环境保护工作的重要保证。保护和改善环境，关系到广大人民群众的利益，涉及每个人和各个方面。只有依靠群众，充分调动广大人民群众的积极性，人人动手，个个关心，大家齐心协力，海洋环境保护工

作才能顺利进行，许多海洋环境保护措施才能落实，海洋环境保护工作才能搞好。因此，海洋环境保护工作必须坚持群众路线，放手发动群众。

“保护环境，造福人民”，这是环境保护工作的根本目的和最重要的宗旨。保护环境，从根本上讲，是为了保护人民的身体健康和发展社会主义生产，造福于人民，为人民谋取更多的幸福，把中国建设得更加美好富强。

中国有优越的社会主义制度，为防止和消除污染及迅速发展海洋环境科学，提供了最大的可能和极大的有利条件。中国政府历来重视环境保护和改善环境的工作。早在新中国成立初，政府即要求在实施增产节约的同时，必须注意职工的安全、健康和必不可少的福利事业。要求在搞社会主义工业建设的同时，必须注意对环境的保护和改善，绝对不能做贻害子孙后代的事。中国政府多次指示：要合理利用自然资源，积极开展综合利用，正确处理资源开发与环境保护的关系。以后又针对中国出现环境污染的情势，制定了符合中国国情的环境保护工作的三十二字方针，颁布了中国工业“三废”的排放和防止沿海水域污染的规定，采取许多有力措施，如应用新技术、新工艺，缩短流程，不让废水流失，根治污染源，大搞综合利用以及装备环境污染物的处理设施等。对于一些不适宜在城市的工厂，进行搬迁和转移；对那些目前还难以治理或有碍市容的企业进行合理的关、停、并或改造。采用多种方法，来控制污染源。因为工业废水是海洋污染的重要来源，控制工业废水的排放仍是减少海洋污染的重要途径。与此同时，大搞植树造林、整顿厂容、绿化环境和开展爱国卫生运动，从而出现了一大批“花园式”的工厂，为大型工厂找到了整顿治理的良好方法。

在组织落实方面，国务院成立了环境保护的主管机构和“三废”的治理机构，各省、市、区也成立了相应的专门领导管理机构，负责领导和管理中国各地和沿海水域的环境保护工作。在健全领导机构的同时，还设置了一系列的海洋环境科研机构和监测机构，积极组织广大科技人员，开展中国沿海、重点港湾及河口区的污染调查监测工作，为控制和治理海洋污染提供了科学依据。沿海的石油化工等企业，按照“三废”治理的措施，不仅设有污水处理的装置，还设有监测机构。有关的环保部门正加强监督和检查，因地制宜地实行有效的防治和管理。目前，中国已建立了沿海污染的监测网，发布海域污染通报，评价海域环境质量。如国家海洋局下属的“中国海监 11”号，就是一艘对渤、黄海进行海洋环境监测、监视和执法管理的执法船，船上装有海洋环境调查、监测的专用仪器设备和海洋水文、化学、地质、生物等实验室，进行溶解氧、pH 值、化学耗氧量等现场分析和油类、汞、铬、铅、镉以及有机氯农药等的室内分析。

除进行了大量环境基础调查外，中国还大力开展海洋环境科学方面的研究工作，如在海洋环境质量评价，海洋污染监测技术与方法，海洋污染对生物资源的影响，海洋开发对环境的影响，石油和金属污染物迁移规律，海水水质标准和渔业水质标准的测定以及海洋污染航空遥感等等方面，都取得一定成绩。为了统一中国的海洋污染调查方法及其各项技术规定，编印了中国的“海洋污染调查规范”。此外，有关高等院校还设置和开设了海洋污染的专业课，培养有关专业人材，以适应我国海洋环境保护工作的需要。

保护海洋环境的另一重要措施，就是管理海洋环境，制定和健全必要的法制和规章制度。早在 50 年代中期和 60 年代初期，中国先后颁布了一系列关于船舶、港口、航运和海事处理等管理规定；1974 年，国务院批准了《中

华人民共和国防止沿海水域污染暂行规定》，并在内部试行。

为了保护中国水产资源，1955年6月国务院公布了《渤海、黄海、东海机轮拖网渔业禁渔区》的命令。1957年8月国务院又作了补充规定。1956年11月颁发了“关于贯彻资源保护政策，有力地安排渔场和改造船网工具的指示”。1957年4月颁发了“水产资源繁殖保护暂行条例（草案）”。沿海各省市根据此条例，分别制定了繁殖保护措施。1957年7月颁布了“对机轮侵入禁渔区的处理指示”。1979年2月，国务院正式颁布了《水产资源繁殖保护条例》。这些均充分说明党和政府对水产资源保护的重视。《水产资源繁殖保护条例》中明确规定：对带鱼、大黄鱼、小黄鱼、蓝圆鲹、沙丁鱼、太平洋鲱鱼、鳓鱼、真鲷、黑鲷、二长棘鲷、红笛鲷、梭鱼、鲆、鲽、鲟、石斑鱼、鳕鱼、狗母鱼、金钱鱼、鲳鱼、鱼、白姑鱼、黄姑鱼、鲈鱼、马鲛、海鳗等海水鱼类；对虾、毛虾、青蟹、鹰爪虾、中华绒螯蟹、梭子蟹等虾蟹类；鲍鱼、蛭、蚶、牡蛎、西施舌、扇贝、江瑶、文蛤、杂色蛤、翡翠贻贝、紫贻贝、厚壳贻贝、珍珠贝等贝类；紫菜、裙带菜、石花菜、江蓠、海带、麒麟菜等藻类以及鲸、海龟、玳瑁、海参、乌贼和鱿鱼等重点加以保护。“严禁炸鱼、毒鱼、滥用电量捕鱼以及进行敲作业等严重损害水产资源的行为”。禁止向渔业水域排弃有害水产资源的污水、油类、油性混合物等污染物质和废弃物”。对产重危害资源的渔具，加以禁止或限期淘汰；对危害资源较轻的渔具，应有计划、有步骤地予以改进。各种主要渔具，应按不同捕捞对象，分别规定最小网眼尺寸。禁止制造或出售不合规定的渔具。等等。

特别是1983年3月1日施行的《中华人民共和国海洋环境保护法》，是用法制来管理中国的海洋环境，保护国家权益的大事；是中国第一部综合性的保护海洋环境的法律，适合于中国管辖的一切海域。《海洋环境保护法》的公布和实施，标志着我国海洋环境立法工作进入了一个新的历史时期。《海洋环境保护法》主要对防止海洋污染损害从法律上作了规定；一是防止海岸工程对海洋环境的损害，主要指在海岸建造港口、油码头和兴建入海口的水利工程等；二是防止海洋石油勘探开发对海洋环境的污染，主要指爆破勘探、钻井、试油、输油等；三是防止陆源污染物对海洋环境的污染，主要指向海洋排放污染物、在海岸滩涂设置废弃物堆放处理场等；四是防止船舶对海洋环境的污染；五是防止倾倒废弃物对海洋环境的污染损害，规定了向海洋倾倒废弃物的限制条件、申请、批准和监督的程序。上述方面做到了，则基本上可以达到保护海洋环境的需要。凡违反本法，造成海洋环境污染和损害的，将区别不同情况，承担赔偿责任、行政责任和刑事责任。无疑，《海洋环境保护法》的施行，是一项促进中国海洋事业发展、保护海洋环境的重大措施。

经过多年的努力，中国的海洋环境保护工作有了显著的进展，治理工业污染取得较大成绩，城市的环境状况有一定的改善，生态环境保护初见成效，环境管理体系已初步形成，环境监测工作迅速发展，环境科学的研究、教育事业得到加强，海洋环境保护法已得到了充实和完善。

