

一九八三年九月

我国倾废海区选划的原理和方法

当社会物质生产的发展进入一个新的阶段时，人们利用废弃物的程度将不断增大，但仍有相当数量的废弃物需要通过各种途径加以处理，而废弃物的生产与处理上的平衡，直接关系到物质生产的进程。因此，剩余废弃物的排放，特别是海洋倾倒，做为一种经济、安全、科学、合理的处理方法，是十分重要的。海洋，是一个极复杂的大系统，它能净化或削减那些系统中的反循环因素。一百多年来国外海洋倾废的实践，已经证明了这一点。但如何在海洋这个大系统中，合理地选择、利用有效空间，并把废弃物处理在这个空间里，使其不恶化或尽可能少恶化环境，维持和控制系统的良性循环，进而达到新的生态平衡，已成为海洋环境科学研究的一个新领域。

一、国外海洋倾废

(一) 国外海洋倾废的厂史

海洋在其物质循环过程中，对废弃物具有一定的稀释、扩散、氧化还原和生物降解的综合能力。这种能力通常称为海水的自净能力。科学地选择某一适宜的海洋空间，将予处理的废弃物排入其中，充分利用海洋自净能力以达到海洋倾废的目的。使用这种方法，往往比陆地处理经济、安全、危害小。因而，海洋倾废做为对废弃物处理的有效方法被世界上许多国家所利用。(图1)

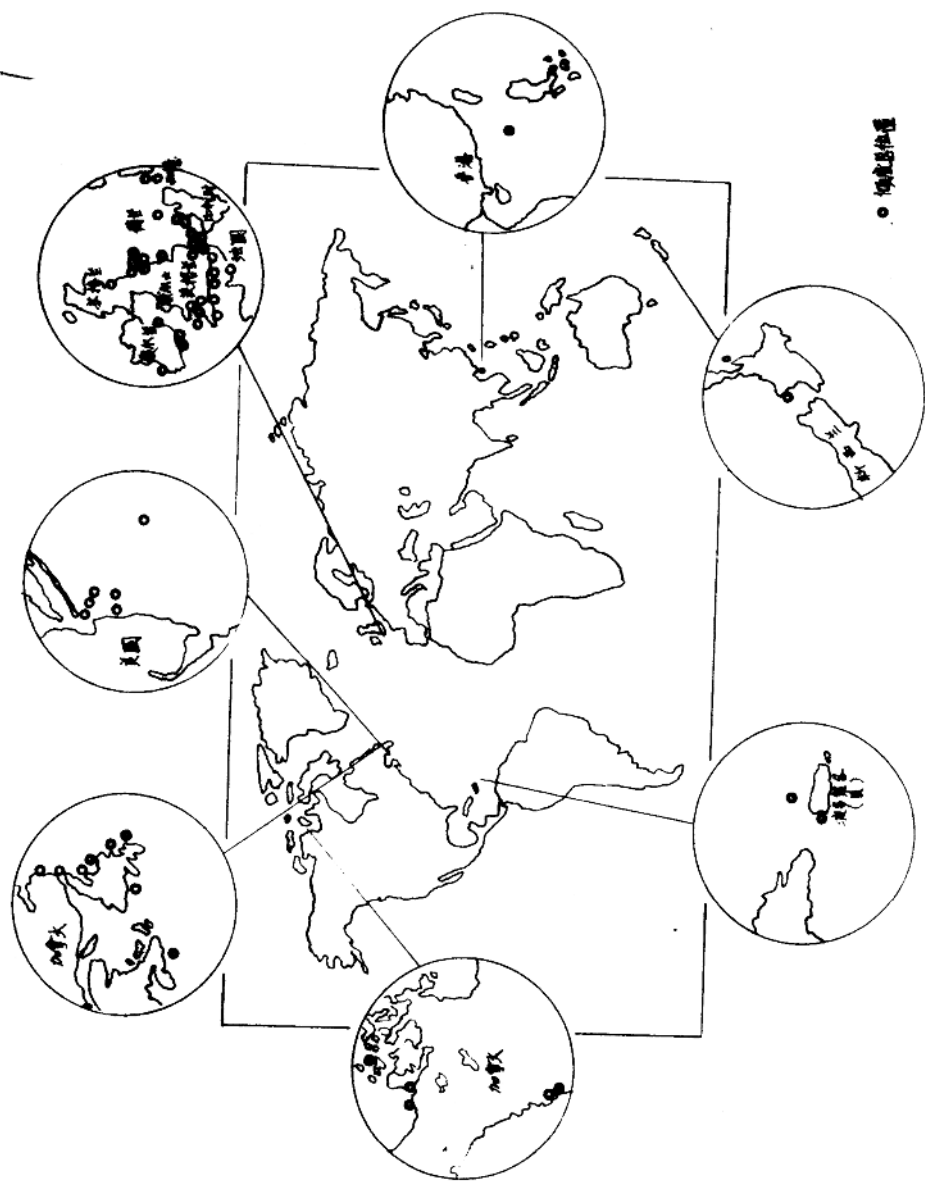


图1 各国海洋倾废区位置图

人类利用海洋处理废弃物已有 108 年的历史了。

海洋倾废最早的国家是美国。美国在海上的倾废活动，大体上可以划分为八个大的区域（图 2）。



图 2 美国海洋倾废区位置图

① 纽约湾

纽约湾的倾废活动，始于 1924 年。在新泽西州、纽约外海大西洋内，选定了四个倾废区：（1）特拉华海岸以东 12 海里的工业废酸倾废区（北区），面积 7×10 海里；（2）在北区东南 20 公里处，有一个城市污水污泥倾废区（南区），面积 7×10 海里；（3）106 倾废区。1965 年建立，离岸 196 公里，座标 $72^{\circ}30'W$ ； $38^{\circ}50'N$ ，面积 1500 平方公里，位于大陆坡近坡底；（4）离特拉华湾 36 海里的费城倾废区。

整个纽约湾的倾废活动，以处理垃圾、疏浚物、泥浆、污泥、废酸、化学废物、化学毒物、和低剂量放射性废物、军用废物为主。据统计，仅在1972年的12个月里，美国陆军工兵部队总共颁发了463分许可证，倾废活动4870个航次，1572万8千多立方米（约合1202.7万立方米）的废弃物。纽约港疏浚物每年达600万~2000万立方米

2、南卡罗来纳州的查尔斯顿倾废活动始于1875年。主要是疏浚物的处理。1942年以前，倾到的数量不多，以后逐年增加，达到每年倾废1000万立方米（约合764.6万立方米）。

3、墨西哥湾沿岸

墨西哥湾沿岸的倾废区位于佛罗里达州至得克萨斯州的伊萨贝拉靠近墨西哥湾大陆架和大陆坡海域。1926年开始倾废疏浚废渣。1952年开始处理化学药品。每年在近岸33个活动地点倾废疏浚废渣4000万吨，在另外指定的两个深水地点，每年处置116万1千吨散装的化学药品和用55加仑圆桶包装的6650吨化学药品。

4、加利福尼亚南部

加利福尼亚南部的倾废活动，始于1931年。位于洛杉矶以南的两个倾废点。主要处理垃圾和工业废物、失效的弹药混杂物，年处理量为623万吨。

5、旧金山

旧金山倾废活动的历史也很悠久。主要倾废的是航道疏浚物。倾废位置在5英里以外的淹没砂坝上，附近水深10.9米~15.24米。由

于当地管理条例和经济上的压力以及环境方面利害关系的约束，多数倾废活动业已停止。

6、普吉特海峡

普吉特海峡倾废活动始于1920年。包括胡安—德富卡海峡、普吉特海峡以及加拿大边界以南和以东的相互连接的入口处和毗邻海湾。主要倾倒的是香草黑液化学药品、疏浚物、西雅图市的垃圾等，其中爆炸物的处理地点从1970年以来未曾使用过。倾倒在胡安—德富卡海峡的香草黑液化学药品，年约22万5千吨；另有由华盛顿州自然资源部指定的12个倾废地点，每年大约倾倒250000立方码（约合191000多立方米）的疏浚废渣。

7、波多黎各

波多黎各倾废活动主要处理美国在波多黎各创办工业所产生的废物。1972年建立。位于波多黎各岛以北8公里，6100米水深处。主要处理工业废物，供七个工矿企业倾倒废物。仅1977年就处理了28万5千吨的废渣。

8、波士顿^东以马萨诸塞湾

马萨诸塞湾设立了低剂量放射性废物投置区。1946年~1970年间，美国原子能委员会允许在大西洋和太平洋海域投置了108000个低剂量放射性废物罐。在海上共使用25个以上的倾废区，其中⁹⁸~~88~~%是投置在五个倾废区内，其中一个位于马萨诸塞湾。该区位于波士顿以东约40公里处，共容纳了4000只罐，约占总量的4%。

从以上的倾废活动看，美国在海上的倾废是频繁的。据不完全统计美国每年向海洋倾废总量达⁶²⁰⁰~~6740~~万吨^{废物}。

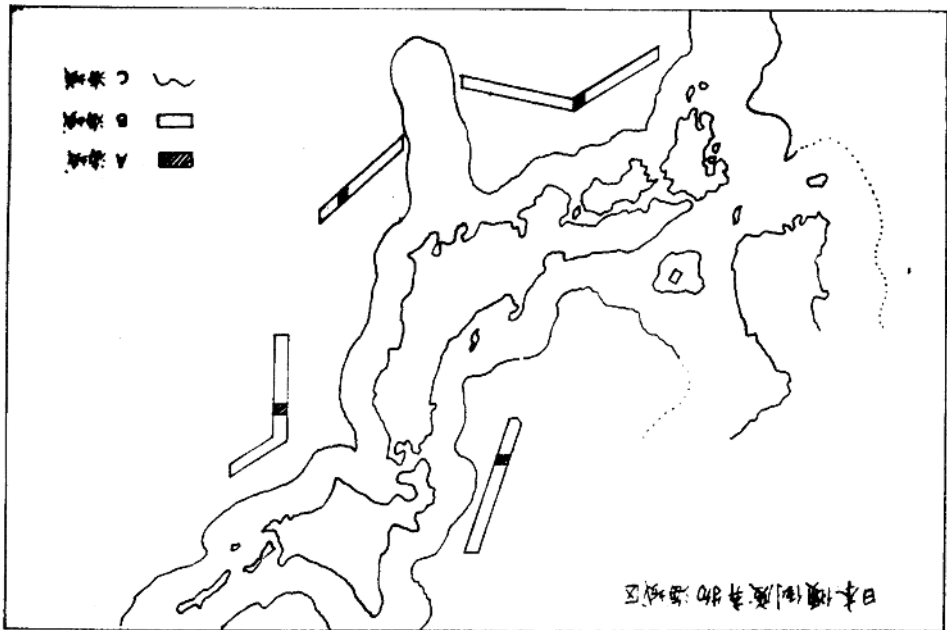
1973年底，美国环境保护局在海上共划定118处倾废场，多半用于倾废疏浚弃土及泥砂和化学废物。有三个区指定用于倾废有毒废物，一个在马萨诸塞州岸外；一个在特拉华湾附近；还有一个在洛杉矶岸外。两个燃烧区，分别在墨西哥湾西部170海里和新泽西州以东130海里处。

英国向海洋倾废始于1887年。开始是在外泰晤士河口海湾倾废伦敦市的垃圾。后来，又向该海湾倾废废矿浆，其中含铜5000吨/年、锌100吨/年、铬200吨/年、镍70吨/年、镉14吨/年。另外，在克莱德港及其周围长期倾废大量的矿泥，每年倾废废矿浆约100万吨。英国还在大西洋多次倾废了许多固体废物和多氯联苯等废弃物。

西德曾经把塑料和农药生产的废物装进容器非法倾入大西洋海底。二次大战后不久，西德把芥子气容器倒入波罗的海。

日本曾把大量的港湾疏浚污泥倒在近海，把多氯联苯废渣倒在公海。1970年日本政府划分了不同性质废弃物的倾废海域。在日本国土的东北和西南海域划定三种类型的倾废区，即A海域、B海域和C海域。

(图3)



A 海域和 B 海域距岸 100~300 海里，水深 4000~9000 米。

A 海域设置经固化的含毒废物（如汞、镉等有害物质）。海底为水平洼地，以防滚动；

B 海域指定为集中投弃比重在 1.2 以上的矿渣、金属屑等废物，不能采用行驶中排出的方式；

C 海域是距岸 50 海里以远的海域，水深在 300~1000 米。以充分利用海洋的自净能力，原则上采取扩散方式倾倒。

1977年底日本政府在小笠原群岛东北 147°E 、 30°N 的B试验区，划定为放射性废物投置区。

西班牙在地中海西南一个海湾倾倒了2000~3000吨矿物废渣。

欧洲八国在1967年~1976年间在核能机构监督下，向距法国拉罗舍尔SWW300公里处，水深5000米的海域，投置了大量放射性废物。

欧洲原子能机构向北大西洋三次投放含放射性能总量为41000居里的固体废物。

一些欧洲国家把7000吨铀用混凝土包装起来，投放在波罗的海。还把包装的化学武器、放射性废物倾倒在地中海。

此外，意大利、爱尔兰、新西兰、香港等都相继在海上进行倾废活动。

（二）国外海洋倾废立法

在研究和防治由于非法倾倒所造成的危害的同时，海洋倾废立法也日趋完善。

1970年，美国政府认识到，需要有海洋倾废的国家政策和法律。美国前总统尼克松在1970年4月15日致美国国会的咨文中，要求环境质量委员会研究制定立法和管理措施。1971年6月美国首先向联合国政府间海洋污染工作组提交了《海洋倾倒运输规定条文草案》，“草案”规定国家机关可以批准海上倾废活动。

1972年2月15日，邻接北海的西北欧12国在挪威首都奥斯陆签

署了《防止船舶和飞机倾倒污染海洋的公约》，即奥斯陆公约。

1972年12月19日，在英国伦敦召开了政府间海上倾废会议，79个国家的代表签署了《防止倾倒废物和其他物质污染海洋的公约》即伦敦公约。

1974年3月22日，在芬兰的赫尔辛基，签署了《保护波罗的海区域海洋环境的公约》，即赫尔辛基公约。

1976年2月16日，在西班牙的巴塞罗那签署了《保护地中海免受污染的公约》，即巴塞罗那公约。

海洋倾废国际公约的诞生，为海洋倾废立法树立了榜样。世界许多国家在国际公约问世期间或前后，相继制定了专门的倾废法律或有关条款。

1970年6月24日，日本颁布了《海洋污染及海上灾害防止法》；1970年6月26日，加拿大颁布了《防止北极水域污染法》；1971年1月25日，新加坡颁布了《防止海洋污染法令》；1971年12月17日，瑞典颁布了《关于禁止向水域排放（倾倒）污染物质的法令》；1972年6月7日，丹麦颁布了《防止油以外的物质污染海洋的措施》；1972年10月23日，美国第92次国会会议，颁布了（公法92—532）《1972年海洋保护、研究及自然保护区法》，亦称为《海洋倾废法》；1973年10月15日，美国颁布了《环境保护局关于海洋倾废的规则》；1974年6月27日，英国颁布了《海洋倾废法令》；1983年3月1日，中国颁布了《中华人民共和国海洋环境保护法》等等。这些法规都~~规定~~^{规定}有倾废的条款。

总之，海洋倾废的国际公约和国家法规的诞生，对海上合理倾废，起到了管制作用。

（三）国外海洋倾废研究概况

海洋倾废的研究，起萌于六十年代末期，但真正系统的研究，是在海洋倾废立法以后，即七十年代初。

海洋倾废研究主要着手于两个方面。一是倾废技术的研究；另一是倾废效应的研究。前者包括：废物的予处理、包装及包装材料、装运、倾倒方式、废弃物冲撞、包装物抗压强度等的研究；后者包括废弃物倾倒后，在海区里的扩散、沉降、及在海底的长期运移等物理、化学过程，环境对废物理、化学过程的影响和废物对环境的各种影响。

七十年代初，日本组织气象厅、海上保安厅、水产厅等进行了海洋调查，选择最优最合理地倾废地点。1972年原子能委员会成立专门分会，翌年6月发表了实施方案。1975年9月设立了放射性废弃物对策技术专门分会，对倾废海区进行评价其内容主要为低放射性固化废弃物投弃处理时的安全情况以及对生物和人体的影响。

向海洋投弃的安全评价，包括海上运输事故的影响评价，以及投弃时各种冲击的影响（包括装运、水面碰撞）。对固化体安全坚实性的研究，主要是寻求最有效的固化材料和它的配制、制造、质量、结构、固化条件、固化体的力学性质等等。

1973年，日本进行了对深海坚实性试验系统监视的基本设计和试制。在水深30米到100米的海域进行海洋试验的同时，对固化体下降

运动进行计算和模拟，对深海用试验系统进行了研究、制造。

1974年改装了监控结构的装置，扩大深海电视或照相范围。

1975年完成了1974年设计深海电视卷扬机的制造，于水深约1000米的海域进行了实验。

1976年完成了改良型监视用机架及投入全长7900米的同轴电缆的试制，并在水深约6200米的海域进行了海洋试验。

1977年在太平洋海域，东经 147° 至东经 160° 、北纬 25° 至 36° 的深水区的四个试验点中选择水深6200米的B区进行了最后试验，试验证明，对封顶的固化体没有引起破裂或变形，在强度上也没有劣化。

1977年底，日本政府将太平洋北纬 30° 、东经 147° 的深水点B区宣布为放射性废弃物投置区。日本在第十一次原子能安全研究综合报告会上，总结了放射性废物向海洋处置的几点意见时说：进行海洋倾倒时需要研究倾废地点、投放方法、容器的坚实性、特别是固化体的坚实性。在进行试验倾倒或正式倾倒之前，需要在实际的海洋环境中验证。

美国在1973年5月、11月和1974年3月、分别对纽约湾“北区”和“南区”进行了研究。这两个区域，都在大陆架上，离岸12海里以外，平均水深45米，底质由细砂、卵石组成，海底呈线状隆起和凹陷，走向NE—SW，底部有间隙水流，从海岸到倾废场，海水的^全径流方向一般为朝海的方向。北区每周接受三百五十万加仑含高浓度的硫酸铁化合物的硫酸废液，通过无人驾驶的无线电控制的驳船，由船尾以重力法排入尾波。南区每周接受四百五十万加仑城市污水污泥。它们都

带有重金属。从沉积样品的金属分析表面^引：由于北区投放废酸，造成铁、锰、铬、铅、镍和锌的增加，而城市污泥倾废场海底栖息动物群落没有变化。

106号倾废区，在纽约市东南离岸196公里，水深1300~2700米，面积1500平方公里。位于大陆坡的近坡底附近。该处的需氧量为 $0.46\text{Cm}^3\text{O}_2/\text{m}^2\text{小时}$ （海底），比浅海处低好几个数量级，证明深海底部的微生物新陈代谢缓慢。在一次深潜器沉没事故发生后10个月打捞上来时，船内的船员午餐食品，包括三明治、苹果以及装在热水瓶中的咖啡、牛肉汤，均未腐败变质。106区的远洋沉积及顺坡重力运动比近海大得多，海底流速很低，约为 $5\text{Cm}/\text{秒}$ ，而且沉积物的抗切强度很低表明是一个沉积区，即废弃物来到这里会停留，是“稳定区”而不是“活动区”。1975年末，得出结论：106号倾废区的海底条件与未倾废时相比，没有改变。因此，从对环境影响角度衡量，是最合适的倾废点这里的生物生存很少，生物密度比近岸区低。

1974年，美国对大西洋、太平洋6个倾废点（都不超过200海里水深不足2000米）进行了环境调查，发现有的地点底质有放射性污染但其影响并没有超过规定的限度。

（四）国外倾废海区划分的原则

国外海上倾废实践大都出现在海洋倾废立法之前。从1875年至1969年94年间，基本上属于非法倾废，因此，没有形成划分倾废海区的原则。国外早期的倾废海区都是大企业财团~~据~~需要，以经济上合算

为前提，但也遵循一般的道义要求，比如，躲开航道、海下电缆、旅游等控制海域。当发现有利影响时，再相应的移动位置。现有的倾废点，基本上是长期以来历史习惯形成的。1970年以后，海洋倾废法问世，倾废活动严格受法规约束，人们在进行实践和理论研究的同时，对选择倾废海区原则，做了一般性的归纳，而这些原则又侧重于理论上的论述缺乏实践验证。现有“原则”的提出，主要是考虑水产资源保护、航道、海底管道、海洋自然条件及海底矿物开发、海上娱乐、旅游等因素。

1977年美国环境保护局（EPA）提出选划倾废海区考虑以下因素：

- 1、倾废区的地理位置；
- 2、倾废区与生物资源在亲体或幼体阶段的繁殖、产卵、育成、索饵或回游区域的相关位置；
- 3、与旅游区相关的位置，例如海水浴场等；
- 4、投放废弃物的方法、类型、数量、包装；
- 5、监视与监测的可能性；
- 6、海区的扩散、稀释、混合作用；
- 7、以前倾废的效应（包括累积效应）；
- 8、与海运、捕鱼、海生物的繁衍、娱乐、矿物提取、海水淡化、水产养殖的妨碍以及对具有特殊科学意义的海区和其他合法用途的妨碍；
- 9、该海域的水质情况及生态学情况；
- 10、有害物质在该海域的存在趋势或补给的潜在趋势；
- 11、文化或古迹地址的因素。

1976年国际原子能机构(IAEA)建议,选划放射性废物倾倒地的主要准则是:

- 1、采用象拖网这样的操作方法,使废物重新被拖出的机会应当减到最小程度;
- 2、区域深度至少有2000米,并且应当完全没有大陆架的存在;
- 3、区域内必须没有已知的正在使用的海底电缆;
- 4、应当避开在开发或将要开发的海底资源的区域;
- 5、倾倒地场所的数量应当严格限制;
- 6、该区域必须便于倾倒地作业的进行,所选择的区域必须达到这种程度:应当避免使频繁航行发生困难或与其他船舶航行时发生碰撞危险。所选择的区域最好能被电子导航装置所监视。

此外^{of}之外,伦敦公约附件II、赫尔辛基公约附件V、巴塞罗那公约附件III,为海上倾废选址和批准倾倒地,提出了一些要求。

二、我国倾废海区选划的原理和方法

(一)我国海洋环境立法前倾废活动概况

我国海岸线漫长、沿海工业发达、类型繁多。据不完全统计,沿岸工矿企业有四万三千多家。1975仅秦皇岛、天津新港、烟台、青岛、连云港、上海、黄埔、湛江八大港口向海洋倾倒地疏浚物就达1112万立方米。大连、葫芦岛、天津、青岛、上海、广州、湛江等地的工业废渣和生活垃圾,不断地倒入海洋或堆积在海滩。广东的铬矿渣原计划运至

珠江口附近海域倾倒，有的运载船只竟然将²⁵铬渣偷偷倒入珠江。福建沿海渔民曾在沿岸海域中打捞出桶装的氰化物废弃物，一些科研、医疗单位也不时地将放射性废弃物装入陶瓷罐中，偷偷置入近岸海域；大连化工厂的碱渣堆满围堤溢出流失入海，使臭水套海底堆积了几米厚。香港曾在南海倾倒过不少工业废物和生活垃圾。

过去，海上倾废没有法规约束，放任自流随意倾倒，造成港口淤积、航道堵塞、滩涂损害、海水污染，对海洋环境和水产资源造成不同程度的危害。

目前，沿海许多工矿企业废渣日趋增多，急待解决出路问题。大连化学工业公司每年30多万吨的碱渣干基、青岛化肥厂每年36万吨的碱渣，和天津碱厂堆积如山的碱渣无法排出，上海不少厂家也纷纷提出要求，为废渣寻找出路。港英当局希望我方尽快划出海上倾废场。

1983年3月1日《中华人民共和国海洋环境保护法》生效实施后，沿海不少单位，提出向海洋倾倒废弃物，要求国家海洋局尽快划出海上倾废区，实现以保护海洋环境为前提的海上倾废处理方案。

（二）我国倾废海区选划的原理

倾废海区选划的原理，主要包括三个方面。即倾废海区选划的依据；合理选择海区有效空间；倾废海区选划的^则原理。

1、倾废海区选划的依据

倾废海区选划的依据，首先应该考虑到废弃物向海洋倾倒的可能性包括废物排放前理化性质的予处理；处理后的理化特性及其在海区可能

产生的效应或循环；包装与运输；排放方式与排放技术等，若在经济上可行，方能构成海排（倾倒）方案的确立。

其次，应着重考虑预选海区的地理位置及其与可选划海域的经济区划的关系，换言之，就是考虑本海区的经济功能特点，包括水产资源、海底矿产资源开发、海底管线工程、海上交通和助航设施、海上自然保护区、风景区、旅游区、重要科学研究区、各种合法划定的禁区以及其他合理开发利用的海区。

我国海域广阔，水产资源丰富，200米以内的大陆架面积22亿亩大陆架渔场面积约有150万平方公里，有可能划归我国管辖的大陆架和专属经济区的面积约有300万平方公里。广阔的陆架浅海，地处温带、入海河口多，养分丰富，是天然的鱼虾产卵、孵化和繁殖场所。沿海海底平坦又有寒暖流交汇，形成很多优良渔场。我国沿海渔场面积占整个世界渔场的23.74%。海水养殖到1985年产量达55万吨，产值4.5亿元；1990年产量达90万吨，产值8亿元；2000年产量180万吨，产值13亿元。

我国海区沉积盆地发育，中新世代沉积巨厚，海底石油资源蕴藏丰富。予计1992年以前的产量达3000万吨。石油资源成为主要开发对象。1963年在莺歌海第一次海上开钻，开创了我国海上采油新时期。珠江口、北部湾、黄东海大陆架、苏北、南海陆架都在加快勘探开采。

我国的海上交通发达，到目前为止，已与101个国家和地区的427个港口发生往来业务。海港吞吐能力到1985年为2.6亿吨。