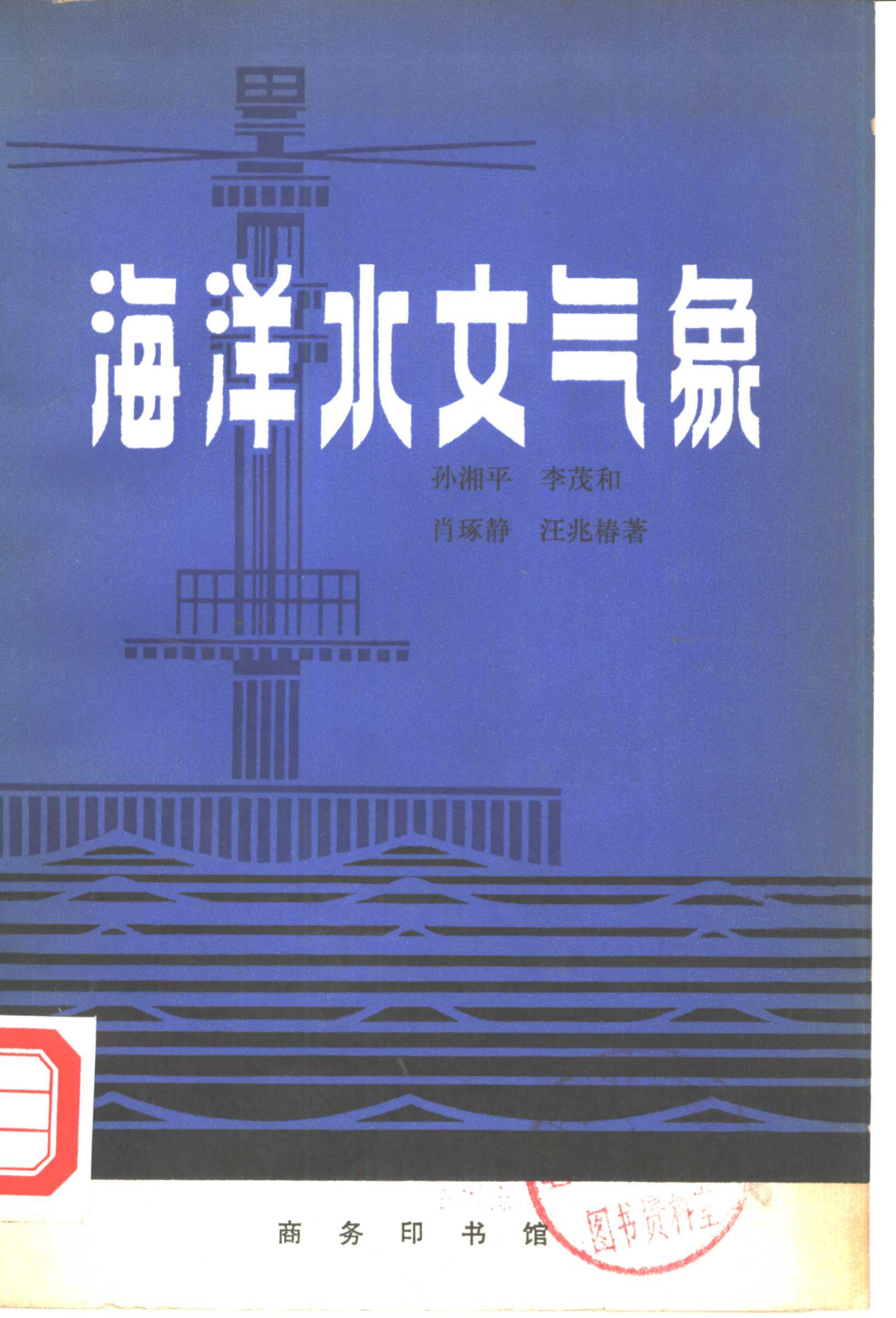




海洋水文气象

孙湘平 李茂和
肖琢静 汪兆椿著



商 务 印 书 馆

图书资料室

P731
596U

1004888

海 洋 水 文 气 象

孙湘平 李茂和 著
肖琢静 汪兆椿

商 务 印 书 馆

1979 年 · 北京

目 录

一、海洋水文气象与人类	2
二、海洋的形态	11
三、海水的盐度和温度	27
1. 海水为什么又苦又咸	27
2. 世界大洋的盐度分布	30
3. 海水的热量收支情况	33
4. 海水温度的变化	37
5. 我国近海的盐度和温度	42
四、守信用的潮汐	47
1. 潮汐的种类	48
2. 潮汐的原动力	49
3. 潮汐的不等现象	53
4. 潮汐的孪生兄弟——潮流	56
5. 潮汐预报	57
6. 河口潮汐和涌潮	61
7. 灾害性的高潮——风暴潮	63
8. 我国近海的潮汐	64
五、永不停息的海浪	67
1. 海浪是怎样传播的	68
2. 海浪的产生、发展和消失	71
3. 近岸的海浪	72
4. 特殊的海浪——地震海啸	75

5. 风浪的地理分布	76
6. 海浪预报	79
六、海洋中的巨河——海流	81
1. 海流是怎样产生的	82
2. 海流的运动规律	86
3. 世界最大的海流——黑潮和湾流	90
4. 寒流和暖流	94
5. 我国近海的海流	95
七、海冰	101
1. 海冰的形成	103
2. 海冰的分布和运动	106
3. 我国的海冰	109
八、千变万化的海洋气象	113
1. 海洋与大气环流	113
2. 海洋上风、云、降水的特性和变化	116
3. 水面上的茫茫云海——海雾	121
4. 热带海洋上的大气涡旋——台风	123
5. 举重的大力士——龙卷	133
九、观天测海	137
1. 海洋水文气象观测调查的方式	138
2. 调查船的观测项目和方法	143

汪洋大海，时而狂风怒吼，白浪滔天；时而风和日丽，碧波荡漾。海水永不停息地运动着，海洋水文气象千变万化。而它，与人们是息息相关的。

海洋水文气象，是海洋水文与海洋气象二者的合称，是研究海洋水文要素和海洋气象要素及其变化规律的科学。海洋水文要素包括：海水温度、盐度、海流、潮汐、海浪、透明度、水色、海发光、海冰等；海洋气象要素包括：能见度、云、风、气温、湿度、气压和天气现象等。由于海洋水文和气象之间关系特别密切，相互作用，彼此影响很大，人们常常将它们联系在一起，统称为海洋水文气象。

一、海洋水文气象与人类

海洋水文气象是海洋环境的重要组成部分，它与人们的生产斗争、阶级斗争和科学实验有着密切的关系。

渔汛为什么会延期？

在我国山东省的烟台和威海附近海域，每年秋天有一次渔汛。这时，海上渔歌嘹亮，机声隆隆；海面白帆点点，舱内鳞光闪闪，呈现出一片欢忙景象。这就是人们所说的“海市”。1959年秋季，按照往年“海市”的时间，人们又成群结队地出海了。但是，这次却并没有捕到鱼，这是什么原因？许多人都在纳闷。后来，过了五、六天，渔汛期才姗姗来迟，人们重又忙碌起来。为什么渔汛会推迟呢？

原来，鱼虾是一种变温性动物，它们的体温和周围海水的温度大体相等，并随着水温的变化而变化。各种鱼类对海水温度都有一定的适应范围，如大黄鱼喜欢生活在 $17-20^{\circ}\text{C}$ 的海水中，鲐鱼在 $13-20^{\circ}\text{C}$ 的海水里感觉舒适，带鱼则一般栖息在 $13-19^{\circ}\text{C}$ 水温中等等，当水温的变化超过了它们的适应能力时，鱼虾就只好搬家，去寻找水温合适的海域，这就叫鱼群的适温回游。每年秋天，渤海开始降温，大批鱼虾便纷纷离开，顺着山东半岛沿岸南下，到黄海南部温暖海区过冬。在鱼群路过烟威渔场时，渔民们便趁机捕捞，这就是所谓渔汛期。1959年秋季天气冷得晚，渤海的水温受气温的影响，比往年高 $1-2^{\circ}\text{C}$ 。因而，这年秋季鱼虾离开渤海

和到达烟威渔场的时间也就推迟了。由此可见，如果我们掌握了鱼群对水温的要求，又能准确地预报水温变化，就可以抓住渔汛期，大大提高渔获量。

有经验的渔民懂得，在寒暖流交汇处，多是优良的渔场，这里不仅饵料丰富，吸引鱼类群集，而且寒暖适宜，进退两便。冷时，鱼群可以跑到暖水中去；热时，它们又退回冷水里来。上升流能把底层海水里的营养盐不断地带到表层，使鱼群来此索饵。同时，潮汐的涨落，对于渔网放置深度、位置 and 方向，也都有关系。大潮时潮水流得急，鱼群容易分散；小潮时潮水流得慢，鱼群比较集中，是捕捞的好机会。有时，某些海区大小潮的产量相差达五倍之多。因此，熟悉潮汐性质，就可以提高渔获量。此外，渔民的经验还证明，在海水透明度较差的水域，捕到的鱼是会更多些的。

暴风雨的天气，会给渔船带来危险和麻烦，不便于海上作业，但有些鱼却喜欢在暴风雨前夕和过后栖群，如能“抢风头，赶风尾”，也可以提高捕鱼量。乍一听，你会认为这样做有点冒险，实际上只要能对风向、风速和到来的时间做出准确预报，选择有利的时机和航线，完全可以做到既安全又丰产。

对海洋捕捞最不利的因素，要算海冰了。海水结了一层厚厚的冰，既不好撒网，又无法下钩，甚至连渔船都无法航行。有时，因为冰情严重，某些鱼会明显地减少。1903年，欧洲北部的巴伦支海在5月份被封冻了一大半，冰界一直延伸到苏联摩尔曼斯克附近，使挪威海的海况发生了很大变化。本来，在挪威、丹麦等国沿海可以捕到大量的鳕鱼和鲱鱼，但这一年却很少见到。

海洋水文气象不仅与渔业生产关系很大，水产养殖也离不开它。

养殖海带，要选择在海水比较深，透明度较好，海水流动较快的海区。这里，单位时间内流过的水量多，海带所得到的肥料足，

海带能自由摆动,受光均匀充足,长得叶片长大厚实,产量高,质量好。珍珠贝喜欢在浪静水清,温暖流畅的沙底浅水中生活,盐分要适当。牡蛎喜欢在潮间带生长。按照这些条件选择海区,就能培育出更多更好的珍珠和牡蛎。

转 危 为 安

1975年5月,我国2万5千吨级的远洋轮“福海”号,在澳大利亚附近海区,突然遭到了11级以上的大风和暴雨的袭击,海上腾起17米多高的巨浪,船体在剧烈地颠簸着,船头多次被浪头压入水下难于上浮,锚机和油泵马达的铁门相继被打开进水,船员们顽强地同风浪连续搏斗了几个小时仍未脱险。在这危急时刻,“福海”轮同国内取得了联系,有关部门运用水文气象导航,使“福海”轮朝风暴中心来向冲去,终于摆脱了飓风的围困,安全返回祖国。

船只在海上遭遇台风的情况,总是少数;但遇到七、八级的大风,则是常事,如果驾驶不慎,很容易偏离航向,有搁浅或触礁的危险。当然,风也不总是与航海者捣乱,有时在风力不大,风向适宜时,还可作为航海的廉价动力。人们借助风力,可以大大缩短航行的时间。只要我们掌握了风的变化规律,选择正确的航线,就能变害为利,掌握航行的主动权。

台风能将船只掀翻,是航海的大敌。海雾也是一种灾害性的天气,对航海交通的危害也不浅。航船一旦进入茫茫的烟雾之海,就象瞎子一样,只能慢慢地摸索前进,虽有雷达导航,也麻痹不得,不然就可能发生事故。因海雾发生撞船的事是常见的。值得注意的是,海雾不仅因使大气能见度变坏而妨害航行,而且有的海雾还含有毒素,有害于人体健康。1962年12月,伦敦发生过一次毒雾,从12月3日到7日,4天中死伤1,000多人。当然这种毒雾

不一定是海洋本身发生的,多是因沿海城市空气被污染,含有毒素的尘埃飘移海上,与水汽结合而形成的。

海冰对航海的危害也很大。1969年渤海大冰封,仅天津港就有多艘客货轮被海冰夹住,甚至万吨轮也被海冰挤压变形。在冰区航行的船只,必须有破冰船开路。有时海面未被冰封,船只在航行中碰上流动的冰山或大冰块,也非常危险。1912年,当时世界上最大的邮船英国“铁坦尼克”号,在北大西洋航行时,突然碰上了大冰山,邮船很快沉没,死亡1,500人,是世界闻名的海上事故之一。

航船必须有停靠码头,而港口码头的设计,必须考虑波浪、潮流和潮汐的情况。波浪能冲毁堤岸,破坏岸边的建筑物。构筑防波堤一定要根据本港及其附近海区的波浪性质。潮流是搬运泥沙的能手,它能冲刷一些地方的海底,也能使另一些地方的海底淤浅。选择港址,应该根据潮流的这些特点。如果选在潮流回淤厉害的地方,港口启用后,就要经常用挖泥船将泥沙挖走,增加了很多麻烦。潮位的高低,直接影响船只进出港口。水位过低,吨位较大的船容易搁浅,应在涨潮时刻进出港口。水位过高,海水淹没了码头,会妨碍装卸。在确定建港地址和建设码头时,要掌握该处的最高和最低水位,综合考虑波浪、潮汐和潮流情况,既节省投资,工程又坚固耐用。

船体的结构和形状,船的主机性能,对于提高航速和续航力关系很大,而要搞好船体和主机的设计,必须妥善考虑波浪和水温等要素的影响。使设计的船体尽量减少航行的阻力,并避免船的固有振动周期和波浪之间发生共振。船体重心位置要适当,以减小摇摆,增加稳性,增强抗浪能力。设计主机,要照顾船只活动的海区的水温,否则会因冷却系统工作受影响,而降低主机的效能,甚至发生故障。经验证明,按照寒冷海区水温设计制造的主机,在热

带洋面上航行，航速会明显减小。

为什么不开炮？

1916年3月25日，第一次世界大战期间，英国巡洋舰“克里奥佩特”号与德国驱逐舰“G—194”号在北海相遇，双方立即进入战位，准备交锋。可是，奇怪得很，直到战斗结束，人们也没有听到炮声。原来，当时海上狂风大作，巨浪滔滔，双方舰只在波涛汹涌的海面上剧烈地摇幌，谁也无法使用自己的火炮武器。在这紧急情况下，英舰孤注一掷，采用撞击德舰的办法以决胜负。

巨大的风浪，不仅会使战舰的武器报废无用，还会连军舰一起掀到海里，葬身鱼腹。如果军舰在海上遭遇了强台风，比碰到敌情还严重，它所造成的损失，有时比一次海战还要大几倍。1780年，英、美海军在安的列斯群岛海战时，突然遭到一次大飓风的袭击。他们情知不妙，便丢开对方，各自逃命。但是，已经来不及了，在飓风卷起的狂浪面前，军舰象一片片微不足道的树叶，完全失去了行动的自由。不少舰只，几个浪头就被打入海水，再也浮不上来。有的舰只，虽然拼命挣扎，也无济于事，最后还是被卷入海底。结果双方共有400艘战舰沉没，死亡4万余人。

一般说来，海上的风浪大到能把战舰掀翻，或颠簸得舰体连武器都无法使用的程度，是比较少见的。但由于风浪而影响舰艇的行动和武器的命中率，却屡见不鲜，几乎在每一次海战中都可以找到这样的例子。

风浪能够危害舰艇安全，也能帮助舰艇在海战中克敌制胜。在平静如镜的海面上，施放鱼雷，容易被敌人发现而避开。倘若在海面有适当波浪起伏的掩护下，鱼雷的命中率可以明显地提高。海战时遭遇大风固然危险，但凭借有利的风向和适当的风力，运用火攻却常能获得成功。

1588年7月，西班牙“无敌舰队”入侵英国。双方海军从7月21日到29日，在英吉利海峡展开激战。当时，西班牙有130余艘军舰，海陆军3万多人投入这次海战，占有很大的优势。可是，英国海军充分发挥了自己军舰轻快机动的长处，利用有利的风向；对笨重的西班牙舰只实施火船攻击，大获全胜。遭到毁灭性打击的西班牙“无敌舰队”，从此一蹶不振。

由于潮汐的上涨下落明显地影响水深，在浅海区尤为显著，因而进行登陆、抗登陆作战时，必须掌握沿岸的潮汐情况，以选择有利的战机。通常在涨潮时登陆易于接近敌岸，缩短滩头冲击的距离；落潮时适得其反。1661年，我国民族英雄郑成功率兵2,500人，战舰100艘，就是利用台湾鹿耳门高潮时刻一举登陆成功，收复了台湾，驱逐了荷兰殖民主义者。潮汐水位的变化还会影响水雷的定深。落潮时，水雷可能因水深减小而暴露，涨潮时可能因为水深加大而失去作用。因此，在潮差变化较大的海区布雷，须详细了解潮汐变化情况。同样，扫雷时也须考虑潮汐的影响，否则便不能达到彻底清扫的目的，弄得不好还可能危及扫雷艇的安全。利用潮汐的高潮时刻，潜水艇可以通过敌港的布雷区和反潜障碍网。第二次世界大战期间，1939年10月14日，德国O—47号潜艇就是利用高潮时流速快的特点，关闭潜艇发动机，静声偷越英国的斯卡区—费洛港，击沉了英国3万吨旗舰“皇家橡树”号。

海雾所造成的很坏的能见度，能起到“烟幕弹”作用。作战时，可用海雾作掩护，在敌人毫无准备的情况下，突然接近敌人，使之猝不及防，夺取战斗的胜利。1920年，苏联国内战争期间，伏龙芝率领红军经普列科柏到克里米亚打击白匪。当时，普列科柏尚在敌手，为了首先夺取它，必须渡过开阔的海湾。碰巧，这时海水退潮，又逢大海雾，红军就趁夜间，借着海雾的掩护，从海底走到对岸，以迅雷不及掩耳之势歼灭了普列科柏守敌，为及时进军克里米

亚争取了时间。

潜艇是现代海战中一支重要的攻击力量。潜艇的活动，除了受海流、海浪的影响外，还受海水密度、盐度、透明度和水色等因素的制约。当水温或盐度的分布反常时，海水密度分布就会出现“跃层”。跃层会使水声传播发生折射，潜艇躲在跃层下面能避开声纳的侦察而不被发现。跃层有两种，一种是随深度增加密度飞快增大，这种跃层比较稳定，潜艇可以停机坐在上面，既节约燃料，又隐蔽安全，人们常称这种跃层为“液体海底”。还有一种跃层，是密度随深度增加而突然迅速减小，这种跃层极不稳定，一遇扰动，上层密度大的海水就会下沉，跃层就遭到破坏。如果潜艇在这种跃层上航行或停坐就很危险，可能会因突然下沉失去控制而堕毁海底，因而人们称之为“海中断崖”。掌握跃层的成因和变化，并能预报跃层分布，就可以灵活地利用它，达到保存自己消灭敌人的目的。

潜艇在水下航行，借海水的遮盖来隐蔽自己，海水透明度和海水颜色都与潜艇的安危有关。透明度好的海区，天气又晴朗，在飞机上很容易发现水下航行的潜艇。为了增加潜艇的隐蔽性，最好能根据海区的不同颜色来确定潜艇的伪装色。比如，有的国家就曾规定，潜艇在大西洋涂绿色，在地中海涂蓝色，在红海涂黑色等。

巨大的暖气管

法国的气候温暖宜人，情形大约与我国长江中下游相仿。然而，当你打开地图一看，却会大吃一惊。法国的地理纬度相当于我国的东北，北端约与黑龙江省大兴安岭所处的纬度差不多，最南端比沈阳的纬度还高。可是法国南部是属于亚热带气候，北部最冷月平均气温也只有1—7℃。而黑龙江北部却终年无夏，冬天滴水

成冰。如齐齐哈尔一月平均气温达零下20多度。为什么它们的地理纬度相同,气候却相差这样悬殊呢?

“秘密”在于墨西哥湾暖流。法国位于大西洋东北岸,墨西哥湾暖流经过这里,使该地区冬季比同纬度其它地区平均气温高出 $16-18^{\circ}\text{C}$ 。有人估计过,由于湾流的存在,这里每一米长的海岸所得到的热量,相当于燃烧6万吨煤的效果。对这些地区来说,湾流真好象是一根巨大的暖气管,把热量源源不断地送来。

海流能影响气候,海冰对气候的作用也不小。1892—1897年,南极附近海域海冰突然增多,浮冰漂到澳大利亚和南美一带。就在这一年,印度和澳大利亚都发生了罕见的大旱,造成农作物的歉收。在东亚地区,白令海和鄂霍次克海冰量的多少,与日本北部的农业和渔业生产密切相关。1931年春,鄂霍次克海冰情转重,宗谷海峡的流冰结束期从4月中旬拖到6月,致使亲潮(一种冷流)势力增强,水温比常年低 $3-5^{\circ}\text{C}$,影响日本北海道一带气候反常,夏季气温偏凉,农作物生长不良,大量减产。同时,冰情严重温度偏低,又影响大气环流,使夏季鄂霍次克海高压出现频繁而持久,引起我国长江流域和日本九州、四国一带降水量增加,尤其是我国长江中下游地区,为解放前几十年中降水量最多的一年。上述这些现象使我们懂得,海冰,海水温度的异常与气温、气压和降水等要素间有着密切关系,为气象预报寻找到新的途径。近年来,许多气象工作者很重视研究海洋与大气的相互关系,以解决气候和长期天气预报的一些问题。

由于海洋和陆地的热性质不同,水温的日变化和年变化较小,整个海洋在冬半年比大陆暖,夏半年比大陆冷,海洋象一个巨大的热仓库,调节着世界的气候,并使周围地区相对于冷热多变的大陆性气候而言,具有冬暖夏凉的特点。

取之不尽的海洋资源

食盐是人们日常生活的必需品，也是化学工业的重要原料。然而，制盐也需要水文气象的帮助。在风暴天气，或在涨潮时，如果能及时把从外海流来的高盐海水纳入盐池，就可以缩短晒盐时间，提高产量，降低成本。也可以借着风力，用风车把海水抽到盐池里，节省人力物力。在气温高、湿度小、连续晴天和具有一定风力的情况下，盐池海水蒸发快，可以提高产盐量。

海底蕴藏着丰富的矿物资源。目前，正在开采的主要是浅海大陆架石油。为开采石油而设置的海中石油平台，经常受到波浪和潮流的冲击，特别是受到海冰的威胁。碰到冰情严重的海区或年份，巨大的冰块会象利刀一样，把平台支座的拉筋割断，甚至将整个平台推倒。所以石油部门很重视水文气象，特别是冰情的研究和预报。

海上的风力和水力能量很大，既能帮助生产，又能破坏生产。海水终日奔腾咆哮，波浪能把一块 13 吨重的岩石抛到 20 米高处，能将 1,700 吨重的岩石翻转。科学发展到今天，已经能利用波浪的力量，推动涡轮机，带动发电机发电。有人还设计了利用波浪作动力的舰艇。这种舰艇，既不用燃料，又能减小波浪对船体的摇摆。潮汐的涨落也可以发电。据初步计算，世界海洋所具有的潮汐能约有 10 亿多千瓦，如充分开发，每年可发电 12,400 万亿度。目前，有的国家已着手建立一些较大型的潮汐电站。法国朗斯潮汐发电站年发电量 4 亿度，1967 年已经投产。我国从 1958 年开始，在东南沿海一带建立了一些小型潮汐发电站。随着科学技术的发展，利用潮汐发电的前途越来越广阔。人们还利用表面和深层水温差别，进行温差发电，将热能转化为电能，供生产或照明之用。

二、海洋的形态

为了更好地认识水文气象在海洋环境中所处的地位，掌握海洋水文气象要素分布变化规律，了解一些海洋的基本形态是很有必要的。

从地球仪上，我们看到，地球表面的绝大部分被蔚蓝色的海洋所覆盖。据计算，海洋的总面积为 36,100 万平方公里，约占地球表面积的 70.8%。各大洲的陆地象几个散落在海洋中的“岛屿”，一共才占地球表面积的 29.2%。如果我们站在月球上来看遨游在太空的地球，它既不象太阳这么红，也不似月亮那样白，而是一个晶莹发亮的蔚蓝色天体。

海洋在地球表面上并不是均匀分布的。在北半球，海洋面积约占 60.7%；而在南半球，海洋却占了 80.9%。北半球的陆地比较集中，世界陆地的 67% 分布在这里，而世界海洋的 57% 集中在南半球。

海陆在各个纬度上

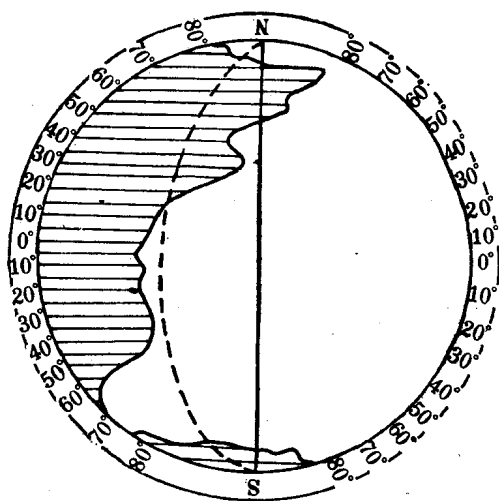


图 2-1 海陆随纬度的分布示意图

图中虚线为 25% 的界线，直线为 50% 的界线，空白部分为海洋，横线部分为陆地。

的分布也不均匀。除了北纬 45° 到 70° 之间,以及南纬高于 70° 的南极洲地区,陆地面积大于海洋之外,其余大多数纬度上,海洋面积均大于陆地。而在南纬 56° — 65° 之间,几乎没有陆地,整个地球都被汪洋大海包围着(图 2-1)。

海洋的家族

我们平时说的“海洋”,是把海和洋混在一起的。其实,在海洋这个大“家族”中,海和洋是两个不同的成员。除了海与洋之外,还有海峡、海湾等。

洋是海洋的主要部分,约占海洋总面积的 89%。它远离大陆,面积广阔,深度大,一般在 3,000 米以上。大洋有独立的风、潮汐和洋流系统,不受大陆的影响。盐度、温度等水文要素变化小,比较稳定。海水呈深蓝色,透明度较好。地球上共有四个大洋:即太平洋、大西洋、印度洋和北冰洋。

太平洋是地球上最古老,也是最深最大的洋。它在亚洲、大洋洲、南极洲和美洲之间,北起白令海,南到南极的罗斯海;东自巴拿马,西至菲律宾的棉蓝老岛,面积 17,968 万平方公里,约占世界海洋总面积的 49.8%,把世界上所有的陆地面积加在一起,还比它小。太平洋也是世界最深的洋,其平均深度为 4,028 米,最大深度为 11,033 米。太平洋西部,经马六甲海峡可通往印度洋,东面由巴拿马运河与大西洋相连接。

大西洋在欧、非、美和南极洲之间,形状细长,类似“S”状,两头宽中间窄。大西洋是四大洋中南北长度最长的洋,北通北冰洋,南达南极洲。东西宽度很窄,在赤道附近只有 1,500 海里左右。平均深度 3,627 米,最大深度 8,382 米。面积为 9,336 万平方公里,是世界第二大洋。

由大西洋南端绕过好望角向东,就是印度洋。它是一个热带

洋,大部分洋区在赤道附近,洋面平均温度为20—26℃之间。面积7,492万平方公里,位居第三。平均深度3,897米,最大深度7,725米。印度洋在亚洲、非洲、大洋洲和南极洲之间,形状扁平,东西长,南北短。

北冰洋位于欧亚和北美大陆之间,基本上是以北极为中心的寒带洋,面积只有1,310万平方公里,不到海洋总面积的4%,是世界最小的洋。平均深度为1,296米,最大深度为5,449米。北冰洋是四大洋中温度最低的洋,是一个千里冰封的世界。

洋四周的边缘部分称为“海”。它濒临大陆,面积小,约占海洋总面积的11%。海的水温、盐度等水文要素,受大陆和季节的影响,变化较大。水色混浊,透明度小。潮汐和海流受大洋的支配,没有自己独立的系统。海的历史短,海岸变化大。海有边缘海与地中海之分。介于大陆之间的海为陆间海,如红海、地中海等;深入大陆内部的海称为内陆海,如我国的渤海等。陆间海和内陆海都是地中海,水文状况受陆地影响更大。位于大陆边缘,一边以大陆为界,另一边以半岛或岛屿为界,与大洋分开,称为边缘海,如临近我国的东海和南海等。边缘海靠大陆的一边受大陆影响显著,靠大洋的一边受洋的影响大些。

洋或海的一部分延伸入大陆,其深度逐渐减小的水域称为海湾。海湾的水文气象状况,与其相通的洋或海的水文气象状况相似。由于海湾不断变窄变浅,常容易发生最大潮汐。

相邻海区之间的狭窄水道称为海峡。海峡地区的最大特点是潮流速度大。海峡有深有浅,有宽有窄,它们是连接洋与洋、洋与海或海与海的咽喉。如马六甲海峡是太平洋与印度洋的通道,直布罗陀海峡是地中海与大西洋之间的要冲。