

当今海洋科学五大热点问题

FIVE HOT-SPOT PROBLEMS ON OCEAN SCIENCE IN RECENT TIMES

莫 杰

(地质矿产部海洋地质研究所 青岛 266071)

进入 90 年代,一些海洋科技发达国家的海洋调查计划、科学研究项目和国际性学术性讨论会的主题,几乎都集中围绕与人类生存和社会发展密切相关的环境与资源问题。其中最热门的话题可谓:全球变暖、自然灾害、海面上升、生态环境和海洋资源。

1 全球变暖的趋势

科学家普遍认为,当今世界性工业的发展,大量能源的燃烧,向大气层排放超量的 CO_2 、 H_2S 及其他废气每年约 $50 \times 10^9 \text{t}$,形成的“温室效应”而引起的全球性增温影响越来越明显。据统计资料表明,从 1950~1985 年,全球排放的 CO_2 、 H_2S 、氮氧化物、氯氟烃等物质增加了 20 倍。其中世界 6 个工业化大国排放的“温室气体”占 45%。过去 100a 中气温最暖的 6 个年份都出现在 80~90 年代。世界气象组织的记录表明,1994 年成为世界有气温记录 130a 来最炎热的一年。在全球范围内热浪席卷各地,如以色列 4 月最高气温就达 41°C ,印度新德里 5 月 30 日气温高达 46°C ,印度北部地区 6 月 1 日气温高达 50°C ;巴基斯坦卡马利亚等地 6 月 20 日曾记录到 52.5°C 的百年罕见高温,奥地利维也纳 7 月平均气温达 29.4°C ,创 158a 来最高记录;中国上海市 7 月平均气温达 30.4°C ,打破百年气象记录,就连长冬无夏的漠河,7 月也出现了 38°C 的高温天气。气温测量结果表明,1994 年的气温比 1951~1980 年期间的平均气温高出 0.31°C ,当年全球范围出现了举世关注的酷热难耐的高温天气,其范围之广、程度之甚、时间之长均为历史所罕见。

现今全球气候总的趋势是气温升高,但变暖原因是否属人为的“温室气体”所引起,尚不能完全证实。综合国内外科学家的见解,引起全球升温的原因主要有:(1) CO_2 和其他 30 多种废气排放量的增多,加剧了温室效应;(2)地球表面对太阳辐射反照率变小,使地球吸收太阳热量变多;(3)太阳黑子活动周期(平均为 11a)变短(现仅为 9.6a),进而增强了太阳能量的

输出;(4)近 10a 来海洋对流的减弱,影响了地热量及 CO_2 向海底的传送;(5)海洋发生的厄尔尼诺现象至今并未结束,它可使地球部分地区气温升高。我国科学家首创的用地温做中长期天气预报的“气候变化地心说”认为,气候变化是地球内部作用的结果。火山、地震等所释放的能量足以引起大气圈的气候变化。

美国阿拉巴马大学和航天飞行中心的研究人员根据全球卫星系统 15a 来对地球大气的连续观测的数据指出,从 1979 年至今,地球大气层温度在不同年份中有升有降,其变化幅度与平均温度之差基本保持在 0.25°C 之内,并无持续变暖趋势。然而,目前观测数据一种是来自地球气象卫星系统;另一种是来自遍布世界各地气象台站的全球气象观测网。多数科学家认为,前者观测只有 15a 历史,尚不足以反映气候变化的趋势;而后者已积累了几十年甚至上百年来观测数据,地球气候自 70 年代中期以来确实在逐渐变暖。全球气候在本世纪经历了一个升温过程,地表平均温度自 1990 年以来上升了 0.56°C 。

1995 年 4 月,联合国“政府间气候变化小组”的报告说,“温室效应”气候的释放量必须降低 60%,才能逆转升温趋势、避免海平面上升、生态系统的失衡、沙漠化的扩大以及暴风雨或风暴潮的加剧等。

联合国政府间关于气候变化小组委员会(IPCC)在 1992 年的报告中指出,考虑到大气中“温室气体” CO_2 含量将增加一倍,到 2100 年时地球表面的平均温度将升高 $1.5 \sim 4.5^\circ\text{C}$ 。但最近来自 30 个国家的科学家在一份评估今后 100a 全球变暖可能带来的影响报告中说,到 2100 年,全球变暖将使地球表面的平均气温上升 $0.5 \sim 1.5^\circ\text{C}$,致使地球上 1/3 的冰川融化,海平面上升 50cm~1m。

如何抑制或消除“温室效应”将是科学家 21 世纪研究的重要课题。近年来,俄罗斯学者在研究大气层、绿色植被和海洋之间的演化规律中取得了重大进

收稿日期:1996 年 6 月 17 日

展。他们发现海洋具有“吞噬”CO₂的特殊功能,对阻止“温室效应”的形成和发展起着决定性的作用。计算结果表明,太平洋扣除自身排向大气的CO₂量之外,每年吸收CO₂的总量高达40×10⁸t。因此,海洋既是人类生命的摇篮,也是人类生存空间的保护者。

1994年2月18~23日,在美国召开的国际气象与生态学讨论会上,科学家们研讨生态学的重点集中在人类能否“修正”气候,以阻止气候恶化的趋势。一部份“修正论”者建议,把陆地上发电站的CO₂直接输送到海底或者栽培植被,包括海上浮游植物。然而这种设想代价太高,难以实现。于是约翰·马丁等人提出,在海洋中增加铁质这种既简易代价又低的办法(海水中含有多多种基本营养,唯独缺铁)。如铁质增加就可以繁殖大量浮游生物,这些生物在吸收营养的同时吸取CO₂。但另一些科学家对“修正论”则持怀疑态度,他们担心盲目地用不科学的技术方法去“修正”,可能会导致人们无法预料的副作用或给人类的生存带来严重的后果。

2 气候变化带来的自然灾害

1994年6月1日,绿色和平组织在伦敦发表一份报告指出,全球变暖正在引起严重的气候变化,并由此给陆地和海洋带来诸如暴风雨、风暴潮、海啸、飓风、干旱、火灾、沙漠化等自然灾害。在过去的5a里,由于气候变化所造成的损失达10×10⁸美元的自然灾害多达15起。气象学家预测,由于气候变化异常,在全球范围内将导致更多的自然灾害。

经全球性的长期研究发现,由于气候的变化,导致各区域的降雨量发生明显的减增。北半球热带高纬度区(50°N以上)包括降雨和降雪在内的平均降水量,从50年代起便出现上升趋势,到80年代更是本世纪以来的最高峰期;相反,低纬度(23.5°N到北回归线以下)地区的降水量则出现减少趋势,特别在80年代这一区域的平均降雨量大约比以前减少了10%左右。中纬度(23.5°~50°N)地带的降雨量几乎没有明显变化。英国科学家以全球8300多个雨量观测站记录所做的研究证实,北半球降雨带有向北高纬度区移动的明显趋势。气象学家认为,全球气温哪怕是升高1~2℃加上降雨量分布的变化,对农村、城市、沙漠、森林、耕地和供水等都可能带来严重的后果。

关于气候变化,特别是海洋与气候变化关系问题的探讨,极大地增进了人类对厄尔尼诺及南方涛动(ENSO)现象的认识。美国研究人员发现,地球大气层温度略有上升的年份与厄尔尼诺现象的出现在时间

上是基本吻合的。他们认为厄尔尼诺现象引发了全球各地气温的升高。科学家研究赤潮的成因与发生机理的初步结果表明,其主要控制因素有三个:物理、化学和生物因素。

此外,科学家们认为,世界各大洲一些严重的自然灾害都与厄尔尼诺现象有关。最为突出的是1993年的厄尔尼诺造成从日本到美国密西西比的暴雨、非洲南部的干旱、澳大利亚新南威士州的森林大火、印尼的干旱、秘鲁和厄瓜多尔沿海地区的暴风雪,巴西本世纪以来最严重的旱灾和1994~1995年全球性的热浪和暴风雨连续袭击世界各地。

目前我国已知的两次最严重的厄尔尼诺出现在1982~1983年和1986~1987年间,仅这两次就造成1500人死亡和约500×10⁸元的经济损失。有人还认为,我国沿海地区因污染造成的“赤潮”,其周期性发生可能与气温上升出现的厄尔尼诺有关。1989年8~10月仅在渤海沿岸发生一次范围较大的“赤潮”,对海洋渔业资源和近岸水产养殖业等造成严重的危害和3.4×10⁸元的巨大经济损失。

海洋是全球气候变化的巨大调节器。专家们认为,只要海洋温度略有升高,就会引起气候的巨变,因为洋流的形式改变了,就会使全球的热分布状况发生变化。除了使海水蒸发产生变化外,全球变暖还会给海洋带来深远的影响,其中深海洋流形式是最可能出现的影响之一。目前科学家正在试图探索气候变化的原因及其规律,来预防和减小自然灾害给人类带来的损失程度。

3 缓慢的海平面上升

全球海平面上升首先给海洋国家的沿岸地区带来灾难。据联合国环境规划署提供的资料,世界人口的1/3约18×10⁸人口居住在沿海地区50km范围内。80年代末,世界海洋产业的产值6700×10⁸美元,占世界经济总产值的5%,预计到2000年可达到15000×10⁸美元,占15%。

我国沿海地区或靠近海岸的42个城市(其中经济特区5个、沿海开放港口城市14个)和乡镇总人口逾1.7×10⁸,其经济产值占国民经济总产值的55%。无疑,包括海平面上升在内的,发生在近海域的飓风、风暴潮、海啸、海冰等灾害都会给沿岸地区人民的生产和生活带来极大的危害和巨大的经济损失。

海平面上升是一种缓慢的过程,不易为肉眼所察觉,因而人们往往忽视它。现在这一问题已引起各海洋国家的极大关注。美国和法国科学家利用最精确

海洋科学

的“海神”号卫星,经过 2a 的监测发现,全球海平面正在以每年 3mm 的速度升高。1993 年 10 月,在荷兰举行的世界海岸会议,来自 95 个国家的科学家通过交流研讨认为,到 2050 年,由于气候变暖,极地冰川的融解和海水增温使水体膨胀等因素的影响,全球海平面将升高 0.3~0.5m;预测到 2100 年甚至会升高 1m 之多。全世界目前有 350 000km 海岸线、6 400km 的城市海岸线、10 700km 位于旅游区的海滩及 1 800km 的港口地带急需采取防范措施。联合国环境规划署认为,如果海平面升高 1m,一些沿海国家将有 1/3 以上城市被淹没,约有 10×10^8 人口要背井离乡、流离失所。

我国海洋科技工作者,最近通过分析近 10a 来全国沿海近千个验潮站的实测资料,并利用精密水准仪测定,监测海平面变化的结果:我国海平面从北到南总体呈上升趋势,每年平均悄悄升高 1.5~2mm。1993 年我国的海洋学家对沿海地区进行的实地考察后得出结论:在未来的 50a 内,南部沿海地区海平面将上升 0.4~0.5m;而东部沿海地区的海平面将会有 0.5~0.6m 的上升幅度。一些经济发达的珠江、黄河、长江三角洲,天津、上海地区和处于低地的沿岸城市将受到严重威胁,沿岸的平原地区也将被淹没。

4 环境污染日趋恶化

目前全球每年向海里倾倒的垃圾多达 200×10^4 t,其中包括塑料制品、各类生活垃圾、工业废料、放射性物品。一些化工有毒物质造成的海洋污染使近海鱼、虾、贝类和其他海洋生物量减少或死亡,甚至灭绝。海洋污染形成的“赤潮”遍及美、澳、亚各洲,已使全世界渔业蒙受巨大的损失。由于海水质量超标和海洋环境的恶化,致使生态环境遭受破坏。

世界上总共有 35 个主要海域,其中波罗的海、地中海、黑海、白令海、黄海和南中国海等 7 个海域在不同程度上反映出 35 个海域遭受破坏的情况。以目前世界上污染最严重的黑海为例,就可窥视一斑了。黑海遭到的最严重破坏是一种“富营养”疾病,这是由各河流把陆上农田的化肥和城市的垃圾粪便等携入所致。由于水体富营养化,海藻和细菌迅速繁殖,在水面形成厚而密集的漂浮层,使阳光无法透射到水下,破坏了黑海水体的自然生态平衡。此外,还有工业倾倒废物和城市垃圾、洗涤废水等。流入黑海的多瑙河每年向黑海注入大约 600 000t 磷、340t 氮。近 25a 来多瑙河水中的硝酸盐和磷酸盐的含量分别增加了 5 倍和 3 倍。从 1986~1992 年间,黑海每年的捕鱼总量

从 900 000t 下降到 100 000t,海豚、鲟鱼、鳊鱼、鲑鱼的数量均剧减。据估计,渔业捕捞和加工业每年经济损失达数亿美元。此外,由于海藻疯长和海水的卫生状况不良,造成沿岸一些海滨浴场和休养娱乐场所关闭,旅游业每年损失 3×10^8 美元收入。难怪当地居民和外来的旅游者都说:“黑海已经死亡”。

我国对海洋开发提出了“环境、生态、效益”三统一的海洋环境保护原则。虽然经过 10 多年的努力取得了一定的成效,但目前海洋环境,特别是河流入海口和一些濒临城市的海湾,其海水污染问题仍然比较严重。主要是近岸海域污染总体水平没有根本缓解;不少河口、海湾及大中城市毗邻的沿岸海域污染严重,并有加剧趋势。其中陆源污染物排入海里是海洋环境恶化的主要祸根。海域水质和底质污染或含有毒化学元素,直接影响海洋生物的栖息与繁衍,使经济鱼虾贝类产量连年降低,养殖滩涂荒废。由于污染,近岸海域赤潮发生次数增多(1990 年,我国沿海共记录到 34 次),持续时间较长,严重损害海水养殖业。我国海洋环境正面临污染的威胁,目前沿海地区有 80 000 多家企业的工业污水和 1.7×10^8 人口的生活污水大多未经达标处理就直接排入海里。

1995 年中国环境状况公报指出,我国四大海区以渤海和东海污染较重,南海较轻;近海海域水质恶化日趋明显,重点河口、海湾、港口、大中城市毗连水域的污染比较严重。

目前包括海洋环境在内的全球环境问题,主要是发达国家在近 100 多年来实现工业化过程中造成的。美国和其他富国是世界环境灾难的主要根源。1992 年联合国环发大会通过的《21 世纪议程》,规定了发达国家每年要拿出占其国民生产总值 0.7% 的资金(约 1250×10^8 美元)来帮助发展中国家治理和改善环境。发达国家虽已原则上接受了这一规定,但何时能够兑现,尚要拭目以待。因而如何抑制陆源污染,治理和改善环境,保持一个良好的海洋生态环境,将是海洋科学家一项长期的研究任务。

5 海洋资源开发

海洋资源大体可分为海洋生物、海水溶解物和海底矿物三大类。这些“取之不尽、用之不竭”的资源蕴藏在占地球面积 71% 的蓝色宝库之中。

5.1 海洋再生能源

海洋中包括潮汐、海流、波浪、热梯度和盐梯度,是一种可再生的巨大能源。仅以可利用的潮汐能一项估计就达 30×10^8 kW,其中可供利用的电量为 2

600×10⁸度;我国潮汐能总蕴藏量约1×10⁸kW,可供利用的发电量达900×10⁸度。1986年在浙江东南乐清湾建成的江夏潮汐电站,装机总容量为3200kW,年发电量可达1000余万度,其规模在世界上仅次于法国朗斯电站和加拿大安娜波里斯电站,居第三位。该电站既发电,还进行海涂围垦,海水养殖综合开发利用,经济效益很高。科学家曾作过计算,沿岸各国尚未被开发利用的潮汐能要比目前世界全部的水力发电量大一倍。

5.2 海洋生物资源

海洋生物种类繁多达10多万种,其中鱼、虾、贝、藻类等具有经济价值的上千种,可捕获量达千万到数亿吨。联合国粮农组织说,世界范围内的17个主要海洋渔场中,由于海水污染和过度滥捕,其中9个渔场资源严重减少。1989年的海洋年捕鱼量高达8600×10⁴t,到1993年已下降至8000×10⁴t左右。据估计,随着人口的增长,人类要维持对鱼类目前水平的需求量,平均每年要比上一年多捕捞1600×10⁴t。预计到2000年世界鱼类需求量将高达近1×10⁸t,而这样大的年增长量只能通过养殖来获取。

南极大陆周围海域生物资源丰富,鲸鱼存活量最多,盛产特有的磷虾,其数量足以满足目前全世界的蛋白质需求。据估计每年实际捕捞0.5~1×10⁸t磷虾,对南极生态系统影响甚微。

5.3 海水中金属元素

在辽阔的海洋水体(13.7×10⁸km²)中,溶解了80多种总量达5×10¹⁶t的化学金属元素。单就海水中的盐就有3.77×10¹⁶t,按目前全世界每年平均生产海盐1×10⁸t计,海洋中的盐可用近4×10⁸a。据初步估算,海水含有:

化学元素	Cu	45	储量 (×10 ⁸ t)
	Sn	41	
	Al	127	
	Fe	137	
	Mn	150	
	Br	92	
	K	550	
	B	640	
	I	800	
	Mg	1767	
	Rb	1800	
	F	2000	
	Li	2500	
	U	45	
	Ag	4	
	Au	0.15	

目前海水提K、Mg、I和Br已进入小规模生产。海洋矿物资源如此巨量,人们一旦找到技术经济可行的方法,未来的海洋将成为一座开发不尽的“水中矿

山”。

5.4 滨海砂矿

在近岸和浅海区蕴藏着丰富的各类滨海砂矿,如钛铁矿、金红石、锆石、石令铈镨矿、磁铁矿、铬铁矿、锡石、独居石、金、铂、金刚石和石英砂等。这些砂矿的储量都在数百万~数千万~数十亿吨。目前世界上有30多个国家在近岸带和浅海区的100多个砂矿区勘探和开采,其中最引人注目的有印尼、泰国和马来西亚的砂锡矿,澳大利亚、美国、前苏联和印度的锆石、钛铁矿和独居石砂矿,以及南非的金、铂、金刚石砂矿。

我国滨海砂矿主要分布在海南、广东、广西、福建、台湾和山东等省区。目前已探明具有工业价值或储量的砂矿有:锆石、锡石、独居石、金化石、钛铁矿、磷钇矿、铬铁矿、磁铁矿、铌钽铁矿、褐钨铌矿、石英砂、砂金和金刚石共13种。据不完全统计,现已探明的主要矿产地有上百处,各类砂矿床191个(其中大型35个、中型51个、小型105个),矿点135个。沿岸各类砂矿1990年总地区储量15.27×10⁸t。探明储量约2500×10⁴t(不含石英砂)。

5.5 海洋油气资源

在世界陆架区近海的含油气盆地面积约1500×10⁴km²,具有开发远景的面积约500×10⁴km²。现已发现800多个海洋油气盆地,共计1600多个油气田。据估计石油资源量达3000×10⁸t,约占世界石油总储量的1/3;天然气为140×10¹²m³,但现探明海洋石油储量仅200多亿吨。近10多年来,全世界发现的新油气田有60~70%是在近海陆架区。现有80多个国家在40多个国家的海域中的150多个油气田进行勘探开发活动。近年来海洋石油的产量已达9×10⁸t,预计到2000年产量可增至10×10⁸~10.5×10⁸t。一些技术先进的国家海上油气勘探工作已向大于200m水深的陆坡区扩展。

我国海域7大沉积盆地中含油气盆地面积约50×10⁴km²。估计石油资源量255×10⁸t、天然气资源量14×10¹²m³。近15a来对外合作和自营勘探开发,海洋石油产业已形成相当规模。至今除黄海外,在渤海、东海和南海北部的近海陆架区已发现含油气构造88个、探明油气田30多个,累计获石油地质储量12.6×10⁸t、天然气1800×10⁸m³。现已建成投产的油气田18个。1995年海上原油产量841.6×10⁴t,天然气3.75×10⁸m³。创历史最高水平。预计到1997年海上油气产量可分别达到7000×10⁴t和40×10⁸m³的高峰。1998~2000年海上石油将稳产在800~1000

$\times 10^4$ t, 天然气可望建成年产 $100 \times 10^9 \text{m}^3$ 产能的水平。

5.6 大洋多金属结核

世界大洋底(水深 4 000~6 000m)广泛分布着具有经济价值的多金属结核(壳), 据估算总储量达 3×10^{12} t。其中 $\text{Mn} 4\,000 \times 10^8 \text{t}$ 、 $\text{Ni} 164 \times 10^8 \text{t}$ 、 $\text{Cu} 88 \times 10^8 \text{t}$ 、 $\text{Co} 98 \times 10^8 \text{t}$, 分别为陆地同类矿储量的数千倍。仅太平洋多金属结核的储量为 $1.7 \times 10^8 \text{t}$, 从中可提取 $\text{Mn} 2\,000 \times 10^8 \text{t}$ 、 $\text{Ni} 90 \times 10^8 \text{t}$ 、 $\text{Cu} 50 \times 10^8 \text{t}$ 、 $\text{Co} 55 \times 10^8 \text{t}$, 按目前国际市场价格算, 价值约 3×10^{12} 美元。有人计算, 如果大洋多金属结核得到合理的开发利用, 其中 Cu 可供人类用 600 多年、 Ni 150a、 Mn 2 400a、 Co 则可使用 136 000a。而且这种结核还以每年 $1\,000 \times 10^4 \text{t}$ 的速度不断生长, 此增长量的 Cu 可供全世界用 3a、 Co 用 4a、 Ni 用 1a。这种“连续生长”的结核为人类的未来开辟了美好的前景。此外, 近 10 多年来新发现的海底多金属软泥、块状热液硫化物矿床, 其金属含量相当高, $\text{Cu} 1 \sim 10\%$ 、 $\text{Pb} 0.1 \sim 0.35\%$ 、 $\text{En} 10 \sim 50\%$ 、 $\text{Fe} 10 \sim 43\%$ 、 $\text{Mn} 20 \sim 40\%$ 、 $\text{Ag} 1.5\%$ 、 $\text{Au} 1\%$ 。由于这类矿床赋存深度比多金属结核浅(一般水深 $< 4\,000 \text{m}$)开采要容易些。因此, 其商业性开采有可能要比大洋多金属结核来得早些。

我国对深海大洋多金属结核进行调查研究始于 70 年代末。自 1986 年以来, “海洋四号”、“向阳红 16 号”和“向阳红 9 号”, 先后在太平洋赤道水域、中太平洋海盆和东太平洋海盆进行了 10 个航次调查, 概查面积 $200 \times 10^4 \text{km}^2$ 。在太平洋 $7^\circ \sim 13^\circ \text{N}$ 、 $138^\circ \sim 157^\circ \text{W}$ 的范围内圈出了具有商业开采价值, 可进行两个采矿

作业的开辟区共 $300\,000 \text{km}^2$, 获湿多金属结核量约 $20 \times 10^8 \text{t}$ 。

80 年代以来, 世界海洋调查、勘察和开发活动日益增长, 资源开发规模也越来越大。21 世纪世界将全面进入“海洋开发”时代。然而, 海洋资源的开发会带来海洋环境的破坏。因此在开发海洋资源同时, 如何使开发和保护问题科学合理, 做到可持续开发利用, 这将是一个重要的研究课题。

主要参考文献

- [1] 莫 杰, 1990. 海洋科学 1: 54~58.
- [2] 地矿部广州海洋地质调查局, 1990、1992、1993. 太平洋地质科学调查, (一)、(二)、(三), 地质出版社.
- [3] 孙 岩、谭启新, 1992. 中国海区地质地球物理特征. 科学出版社, 385~390.
- [4] 史久恩、彭 茹, 1992. 中国减轻自然灾害研究. 气象出版社, 160~164.
- [5] 周天华等, 1992. 海洋学报 14(2): 1~8.
- [6] 何起祥、莫 杰, 1993. 中国海洋科学研究及开发. 青岛出版社, 343~348.
- [7] 黄立人、马 青, 1993. 海洋学报 15(6): 76~82.
- [8] 莫 杰, 1993. 地球科学进展 8(3): 14~20.
- [9] Diamants, J. M. *et al.*, 1987. Global Change and the Measurement of Absolute Sea Level, Progress in Oceanography, Pergamon Press, 18: 1-21.
- [10] Christensen, T., 1992. Report from the First Annual Conference of the National Institute for Global Environmental Change, Polar Record. 28(165), 162-164.