

关于海平面变化趋势及其对策

许启望 张玉淑 吕春花

(国家海洋局海洋情报研究中心)

近年来,关于全球气候变暖及由此可能造成的海平面上升问题,已经引起全世界越来越大的关注。最近,联合国环境计划署和美国环保局的一份联合调查报告指出,如果在本世纪末不能扭转全球变暖的趋势,逐渐上升的海平面可能淹没马尔代夫、塞舌尔和其他沿海低洼地区。孟加拉国将有六分之一地区被淹没,它的九千万人口中将有四分之一被迫背井离乡;埃及尼罗河三角洲的耕地中,也将有五分之一被水淹没,严重影响农业生产……,由此引起的“生态难民”大量外流,还可能造成政治上的混乱。这个报告并非危言耸听。实际上,自从70年代以来,

一些国际组织和科学家曾不止一次地对此发出警告和呼吁,不过现在是越来越紧迫罢了。今年我国国家气象局发表了《气温蓝皮书》,也涉及到这个问题,但它的重点是研究气候问题。在这里,专门就海平面变化问题,谈几点意见。

一、关于海平面变化趋势

在海洋学上,所谓海平面是指平均海平面而言。某个验潮站的平均海平面,是根据该站在特定年限内每小时潮位读数的平均推算出来的。这种平均海平面高程一经确认,便可以作为大地测量的高程基准面。例如,

首先,利用港口优势发展运输业。对外运输业是营口未来发展潜力很大的一个产业。营口经济地理位置优越,特别是海、河两港相互配套,加之铁路、公路、内河诸种运输配套,主客观条件较好。另外,大连港及中长铁路南段负担过重,以及对苏联、蒙古、南朝鲜技术经济关系的发展,都给运输业展示了光明的前景。如果能借助东北腹地城市和辽宁中部城市联合起来的力量,或与国外合作组建运输集团,开通国内外航线,不仅给港口带来繁荣,也可以带动其他产业的发展。

其次,利用港口优势,发展加工制造业。我们要充分利用鲅鱼圈新港的有利条件,发展港口机械、集装箱制造业、包装业和修造船业等港口工业和其他加工业制造业。

第三,利用港口优势发展商业和金融。随着港口和运输业的发展,商业和外贸必然有一个大发展,会涌现出一批各种国际性的商号、公司、银行及各种联合体和跨国集团等,这是港口兴旺的标志和发展的必然结果。

第四,利用港口优势,加速鲅鱼圈出口加工区的建设。目前鲅鱼圈出口加工区基础设施建设已具雏形,具备了一定的投资环境。要继续创造条件,吸引客商,使他们感到在这里投资安全、有利可图。对国外,要利用我们的劳动力优势,采取各种形式进行真诚的合作;对腹地,积极与各市联合开发,要把通过港口输出的物资和产品进行深加工后打入国际市场,要利用港口的优势,把鲅鱼圈加工厂区办成外引内联发展出口加工业的示范区和外向型经济的“小特区”。

我国大地测量基准面是根据青岛验潮站 1950—1956 年间的潮位观测值所确定的黄海平均海平面。现在人们所说的海平面变化,就是指这种海平面的长期变化。

影响海平面变化的因素很多,可分为两类:一类是自然因素,包括天文、气象、水文、地壳运动等;另一类是人为因素,如工业化、砍伐森林、土地利用的改变等影响到大气的气体成分变化,从而导致气候异常和海平面变化,特别是随着社会工业化的进程,各种化石燃料的使用量增加,造成大气污染和二氧化碳浓度迅速增长,引起温室效应,从而使气温升高,极地冰川融化,海平面升高。目前,大多数科学家认为,这是本世纪海平面变化的主要原因。

对于海平面变化,人类早在 2000 多年前就有觉察。1000 多年前,我国史书上也有“沧海桑田”之说,不过这都是对局部海平面变化的观察。对于全球海平面变化的研究,至今不过 100 多年的历史,特别是本世纪二、三十年代以来,这方面的研究逐渐广泛和深入,从地质时期到现代,从局地到全球,都进行了海平面变化的考察和研究,并且提出了一些阐明海平面变化的学说,如冰川型海平面升降理论,均衡效应理论等,迄今为止,大多数科学家认为,全球海平面变化趋势是上升中有起伏;对于未来 50 年内海平面变化的上升趋势,认识上也是一致的,尽管对上升幅度的估计有所不同。下面,首先扼要介绍目前国内外一些科学家对海平面变化的看法。

在地质时期,自 15000 年前以来,全球的海平面变化是以上升为主的,同时存在着起伏波动,其升降幅度和速度各地有所不同。在这方面,主要有两种观点:一是认为从距今 15000 年前到 6000 年前期间,全球海平面大约上升有 100 米,平均每年上升速度超过 10 毫米。特别是从距今 15000 年前到 11000 年前,海平面的上升速度更快。另外一种观点则认为,冰后期海平面的上升过

程是持续而稳定的,只是在后期上升速度有所减缓。这两种观点虽然有所差异,但总的来说,都认为从距今大约 15000 年前的冰盛期后,随着大陆冰川的消融,全球海平面发生了大规模上升,只是由于各国科学家所依据的资料取地不同,而海平面上升及冰川融化会使地球产生形变,这种形变反过来又造成各地海面变化的差异,致使有的研究表明海平面有所下降。其实,从实际上讲,也不可能存在一条统一的全球海平面变化曲线。

近代海平面变化研究是建立在科学观测的基础之上。遍布全球的验潮站,为各国科学家的研究提供了大量比较准确的海平面变化数据。其中连续记录最长的时间已超过 300 年。1941 年,古登伯格(B.Gutenberg)收集了世界各地的验潮站资料,首先进行全球海平面变化趋势的统计分析。其结果认为,世界各地的相对海平面正以每年 1.1 毫米的速度上升。随后,一批学者继续进行研究,他们的研究表明,到 60 年代为止的一百多年来,全球平均海平面呈上升趋势,其速率为每年 1.0~1.5 毫米,进入 70 年代则出现上下波动变化。1980 年,埃默里(K.O.Emery)对全球 725 个验潮站的资料(其中包括我国 6 个站)进行分析,其结论是:大陆沿岸海平面上升速度中值为每年 3 毫米,海洋岛屿沿岸为每年 2.5 毫米;而在 1970 到 1974 年的 5 年中,全球海平面上升速率更高,达到每年 14 毫米。

在我国,近年来也有不少科学技术人员从事世界和中国的海平面变化研究。多数研究成果与国外的看法比较一致,只有少数学者的观点与此相悖。例如,王志豪曾根据国内外 50 多个验潮站的资料,对 20 世纪的海平面变化做了阶段分析。他提出,本世纪 20 年代以前以及 20、30、40 年代,全球海平面变化除个别地点外,普遍呈上升趋势,其上升速度分别为 3.9 毫米/年和 4.1 毫米/年,后来他又对 50 年代以来中国的海平面相对变化作了分析,认为这个时期以来中

国海平面相对变化总趋势是继续上升的,其上升速度平均为 3.0 毫米/年。并认为就整个 20 世纪而言,除个别测站外,全球海平面一直处于上升过程中,其上升的平均速度为 3.8 毫米/年,陈宗镛等用特征分析法对我国从北至南共 9 个站的 1960—1982 年时段资料作了分析,得出结论也是海平面总趋势是上升的。郑文振等通过对全世界 100 个海洋站(我国 46 个,日本 22 个,各大洋 32 个)海平面资料的计算分析认为,在过去一百年中,大西洋海平面大约上升 29 厘米,太平洋上升 9~13 厘米,印度洋变化最为明显,上升 39.6 厘米。至于我国,根据沿岸 46 个站的资料分析,吕泗及长江口以南的浙江、福建沿岸,海平面虽有升有降,但总的趋势是上升的;整个中国东南沿海海平面也呈明显上升趋势,但山东半岛、渤海沿岸的海平面,除少数测站海平面上升之外,大多数验潮站的海平面稍有下降。所以,我国 46 个站的海平面年变率平均上升约为 1.15 毫米。但是,国内对此也有不同

看法,例如,郭旭东认为,1970 年以来,中国沿海 30 多个验潮站资料表明,除少数观测站出现海平面稍有升高的现象外,绝大多数站的观测结果是趋于下降的。

关于未来的海平面变化趋势问题,目前已有不少研究,这些预测研究的主要根据是导致气候变暖的“温室效应”。据研究,大气中的二氧化碳和甲烷目前正分别以 0.5% 和 1% 的速度增加。在 1950 年至 1986 年间矿物燃料消耗量增加了二倍,排放到大气中的二氧化碳也因此增加了 25%。据估计,今后 50 年内二氧化碳还会增加一倍。根据气候模拟研究,那时全球气温将升高 1.5~4.5℃,超过人类有史以来的最大幅度(在 50 年~100 年自然界的變化中,全球平均气温变化从来没有超过 1℃)。而气候变暖,必然导致极地冰川融解及海水体积膨胀,从而引起海平面大规模上升。1978 年,默瑟(Mercer)在“南极洲西部冰盖和二氧化碳的温室效应”一文中提出,由于大气中二氧化碳含量增加,有可能在今后 50 年内使全

表 1 各国学者得出的海平面上升速率

人 名	发表年份	结果(mm/年)	方法及所用资料情况
Thorarinsson	1940	0.5	冰川学
Gutrenberg	1941	1.1±0.8	大量海平面资料分析
Kunen	1950	1.2—1.4	综合法
Valentin	1954	1.1—3.9	各国海平面资料
Lisitsin	1958	1.12±0.36	精选 6 个站资料
Wexler	1961	1.18	冰川学
Fairbridge	1961	1.12	海平面资料分析
Morner	1973	0—1.1	精选三个站资料
Kluze	1978	1.4—1.5	1500 个验潮站资料
尤芳湖	1979	5.5	
Emery	1980	2.5—3	725 个验潮站资料
郑文振等	1986	1.1—1.4	100 个验潮站资料统计分析
王志豪	1986	3.8	50 个验潮站资料
赵明才等	1986	2.3±0.9	10 年周期法
Dennss	1986	1.4	历史记录
加拿大部分学者	1989	2.45	
张祖胜等	1989	0.4—1.3	中国验潮站资料
史瑞海	1989	0.5—1.4	世界 37 个验潮站资料统计分析

球海平面上升 5 米。他的这一看法震惊了全世界, 引起各国的重视, 促进了世界海平面研究工作的进一步发展。随后, 许多学者投入这个领域的研究, 相继发表了一些研究报告 (表 2)。从这部分研究报告看, 默瑟的结论可能有些言过其实, 然而绝大多数学者对于未来海平面将会有明显的上升的看法, 则是共同的。按照世界气象组织的报告, 估计海平面将上升 20~140 厘米。

线长达 44 万公里, 约有一半的人口和 1/3 的工业城市处在沿海地带。我国大陆海岸线长 18 000 多公里, 沿海也是人口密集、工农业较发达的地区; 而沿海地带又大都地势低洼, 因此, 海平面上升直接威胁着这一地区的生存和发展。这可从以下几方面来看:

1. 淹没土地, 侵蚀海岸

海平面上升的直接后果, 是沿海低洼地带被淹没, 同时由于波浪向海岸推进, 加剧

表 2 部分学者对未来海平面变化的预测

学 者 或 机 构	预 测 年 份	上升量(cm)
世界气象组织	2030	20—140
Mercer	2030	500
日本环境厅	2030	26—165
斯德哥尔摩国际科协理事会	2030	20—150
Bloom	2030	100
欧洲共同体	下个世纪	20—165
Barth 和 Titus	2025	13—55
高建国	2100	-2.20—0.69

表 3 霍夫曼(Johns、Hoffman) 等对 2000—2100 年海平面上升的估计 (cm)

(相对于 1980 年海平面的升高)

年 份	保守估计	适中估计	较高估计	最高估计	历史外推
2000	4.8	8.8	13.2	17.1	2—3
2025	13.0	26.2	39.3	54.9	4.5—8.25
2050	23.0	52.3	78.6	116.7	7—12
2075	38.0	91.2	136.8	212.7	9.5—15.5
2100	56.2	144.4	216.6	345.0	12—18

另外, 霍夫曼(J.S.Hoffman)等甚至对整个 21 世纪的海平面上升做了预测, 他从 2000 年开始, 对每隔 25 年的海平面上升值做了估计, 一直推测到 2100 年(表 3)。当然, 这个超长期的展望, 其可靠性是没有把握的, 但是我国的高建国却持相反的观点, 他从天—地关系对海平面变化做了研究, 认为在未来 100 年、几百年内, 海平面不仅不会上升, 反而可能下降, 可谓独树一帜。

二、关于海平面上升的影响

海平面变化虽然是一个环境问题, 但它对社会经济的危害是很显然的。全世界海岸

了海滩的侵蚀。据国外估计, 如果未来海平面上升 20~140 厘米, 纽约、马尔代夫、塞舌尔、威尼斯等地将被水吞没; 荷兰、孟加拉国、埃及、中国等许多国家的沿海低洼地带, 也将被海水淹没, 海岸线后退。在这种情况下, 我国沿海地带究竟有哪些地区、有多少国土可能被淹没, 现在还不能做出准确的评价, 因为我们缺乏估计这种影响所需的海岸带精细地形图。从现有的一点资料看, 至少沿海几个大城市, 如上海、天津、广州将有部分被淹。上海市地势低平, 一般海拔不超过 5 米, 其东部沿岸为滨海平原, 海拔 1~3 米, 有水淹之虞。天津市沿海滩涂海

拔为 1~3 米,肯定有相当大片滩涂损失;塘沽区新港码头高程平均 4.1 米,海河段堤顶高程为 2.7—3.0 米,区内某些地区高程甚至低于海平面,显然存在着隐患。广州市珠江三角洲也存在类似危险。至于南海诸岛,多数岛屿为浅滩和岛礁,其中南沙群岛、中沙群岛、东沙群岛,除了少数岛屿海拔 4—5 米外,多数为礁滩,如果海平面上升 20—140 厘米,一些礁滩就可能在地图上消失。

由于海平面上升,可能导致沿海某些现有经济设施和国防设施,因无可挽救而不得不迁移或弃置而造成损失。这方面的可能损失会有多大,现在也是无法估计的。

更为严重的后果,可能在于因海岸线后退和某些岛礁消失而造成的领海和 200 海里经济区范围缩小;特别是在南海的南沙群岛、东沙群岛和中沙群岛部分礁滩在海图上消失之后,将造成海洋国土损失,从而影响我国在南海水域的某些权益。

此外,由于海岸带“沧海桑田”的变迁,还会引起沿海生态环境的变化,也是应该事先看到的。

2. 风暴潮灾加剧

有些沿海地区,由于台风、大风和低压引起的风暴潮,常使该区域水位猛增,有时增水高达数米。海平面升高无疑将导致风暴潮位的抬高,从而使遭受潮灾的频率增加,灾情加重。例如,地处印度洋北部的孟加拉国,其沿海地势低洼平坦,热带风暴频繁,几乎年年遭受风暴潮的袭击,损失惨重。如果未来海平面逐渐升高,不仅沿海 1/6 土地被吞没,而且每次风暴潮入侵的范围必将更加扩大,受灾地区有可能涉及三分之一国土。我国沿海也是多风暴潮地区,许多沿海城市和低洼地区,历来面临着风暴潮的威胁。近年来还有些沿海城市过度抽取地下水,造成地面明显沉降,风暴潮灾日益严重。如果海平面上升,势必进一步抬高风暴潮位,灾情将更加严重。如上海市,地面高

程仅 3 米,1981 年一次台风风暴潮袭击,高于地面 2 米之多,仅靠逐渐加高的防潮坝才得以幸免于难,如果未来 50 年内海平面上升 20—140 厘米,现有的防潮坝将彻底瓦解,风暴潮长驱直入,其危害之严重可想而知。再如黄河三角洲,1969 年一次风暴潮,羊角沟的潮位高达 6.64 米,最大增水 3.55 米,超过警戒水位 1.74 米。当时现有的防潮坝缺口 50 多处,潮水侵入内陆 40 公里之遥,造成严重的损失。如果未来海平面上升 20—140 厘米,潮位将相应抬高,遭受潮灾的区域范围将更为广大。总之,由于海平面升高,本来风暴潮影响不大的地区,有可能出现潮灾,本来有潮灾的地区,受灾区域将扩大,灾情加重,损失更惨。另外,潮水泛滥还可能对沿海环境造成不利影响。如某些地区作为有害物质倾废场,由于海平面升高,风暴潮可能冲毁倾废场堤坝,泛滥的潮水使有害废物四处扩散,造成临近水域和陆地污染,其后果也是严重的。

3. 盐水内侵加剧

海平面上升还会引起盐水内侵:一方面,由于海平面升高,海岸线向陆地移动,咸、淡水边界也随之向前推进,使海岸和河口盐度增大,影响临近城市和农村的淡水供应。特别是在干旱期间,盐水可能深河流更远,使水荒加剧,严重影响人民生活 and 工农业生产。另一方面,沿海地下水位的高程与海平面密切相关,随着海平面上升,地下淡、咸水边界也随之升高,造成土地盐碱化和地下水源的破坏。另外,盐侵对于某些海洋生物种群也是一种威胁。有些生物种群有定期溯河洄游的习性,尽管鱼类可以适应海平面升高而向更远的上游洄游,但是城镇的大量排污,常常阻止了鱼类的这种努力,结果必然影响生物正常生活。

总而言之,海平面上升对于人类的影响可能是灾难性的,因为,虽然它每年上升只有几毫米,变化是缓慢的,但是它涉及的问题却是带根本性的和宏观的,包括沿海开发

利用、城乡建设规划和布局、海岸工程设施及其标准、工农业生产和人民生命财产安全等一系列全局性的重大问题,影响是广泛而深远的。这些问题我们不可能等到面临“没顶之灾”时来解决,必须进行超前研究,远景规划,统筹安排,逐步实施,才能适应未来的任何局面。为此,提出如下对策建议。

三、关于海平面上升的对策

对付未来海平面上升的策略,无非有两种:一是积极进攻,一是积极防御。积极进攻就是从根本上来解决问题,也就是针对造成海平面上升的主要原因采取主要对策。目前人们对海平面变化的基本认识是:人类大量使用化学燃料→大气中二氧化碳浓度增加→气候变暖→冰川融化→海平面上升。根据这个模式,防止海平面上升的最根本办法,当然是设法阻止地球变热。但是,鉴于人类对矿物燃料的依赖程度,现在看来已不能对减少二氧化碳排放进行全球一致的有效控制,气候变暖至少在今后几十年内是无法抑制的。因此,积极进攻的对策在一定时期内显然是行不通的。在这种情况下我们最好的选择只能是积极防御的策略。下面所谈的几点对策建议,都是属于这个范畴的。

1. 加强海平面监测和预测

海平面监测是海平面预测的基础。由于海平面变化是多种因素综合作用的结果,其关系甚为复杂。因此海平面研究需要有长期的验潮资料。目前世界上一些主要沿海国家已建立了一个验潮站网,有的验潮站进行了上百年的连续观测,积累了一批宝贵资料。但作为一个全球监测系统来说,其数量还不足,测站分布也不尽合理,技术设施也参差不齐,多数验潮站观测资料的时间序列比较短。因此,国际上已建立了全球海平面观测系统,进行国际合作,以求不断充实和完善。我国的验潮站大部分是建国以后发展起来的,历史较短,目前仪器设备也比较落后,加上这些验潮站管理上分属不同部门,

缺少统一的规范,观测质量难以保证。另外,有些验潮站观测资料时有间断,分布也不尽合理。因此,为做好海平面研究和预测工作,首先必须加强全国验潮站的管理和建设,建立一个国家级的统一管理的验潮站网,并对其进行技术改造,更新仪器设备,提高自动化水平和观测质量,形成一个现代化的海平面监测系统。这个系统既能为当前的经济建设、国防建设和海洋开发服务,又能为海平面研究和预测提供可靠的数据。同时要积极收集和充分利用国内外现有资料,开展我国和世界海平面变化原因、规律及趋势研究;对我国一些重要地区未来一、二十年的海平面变化进行预测,以便为对付未来的海平面变化的决策服务。

2. 加强国际合作

全球海洋是一个整体,中国海平面变化是全球海平面变化的一个组成部分,因此在观察和研究我国海平面变化的同时,也必须分析研究全球海平面的分布和变化规律,这就需要加强国际合作。

自从 1974 年开始,联合国教科文组织已把海平面变化列为一项重要研究课题,在国际地质对比委员会中设立了海平面工作组,实施海平面研究的国际合作计划。我国于 1981 年加入该组织。同时,在政府间海洋委员会的支持下,建立了全球海平面观测系统(CLOSS),它作为一个永久性的国际系统,在海平面测量、资料收集和交换、支持世界气候计划所需的海平面产品制作等方面发挥了重要作用。另外,海委会和世界气象组织共同制定的全球海洋观测服务系统(IGOSS)的太平洋海平面实验计划,自 1984 年以来已有 29 个国家和地区的 80 多个海平面观测站参加,其中包括我国 1985 年以来陆续加入的 5 个验潮站。根据计划,在没有岛屿站和岸站的大洋区域,将由卫星测高仪的遥测资料来补充,参加国均可以从 IGOS 太平洋海平面实验计划或世界资料中心得到该系统的所有资料,曾在分析和监

测埃尔尼诺事件中起到重要作用。它的成功还促进了大西洋类似的海平面实验计划的诞生。无疑,随着全球海平面观测系统的实施和发展,人们将可获得越来越多的海平面情报资料。现在我国每月为该系统提供5个验潮站海平面资料,同时我们也可获得该系统提供的70多个观测站的海平面资料,以很小的代价换来了很大的收益。因此,今后我们应继续积极参加国际海平面合作计划,特别是联合国组织的各种大型合作项目。通过国际合作和交流,获取更多的资料和成果,改善我国的技术条件,提高我国海平面研究水平。

3.加强防灾措施

根据海平面上升可能造成的灾害,应及早采取有效的防灾措施。这些措施按其功能,大致可分为三种,即适应、防御和控制。

(1) 适应,或者叫退却。这主要是指沿海工程规划上讲的。就是说,在规划沿海工程建设、经济区、居民区发展布局时,要考虑到未来海平面上升的后果。根据海平面上升预测和沿海地势情况,分别采取不同的计划方案:①在可能被海水淹没或海岸侵蚀严重的地带,应避免作开发区使用;已列入计划但尚未开工或初步开工的危险地带,应重新调整布局。②在目前风暴潮灾频繁和严重地区,对那些人口密度不大的居民区,可向陆地方向后撤一定距离,以防后患,又能保持原有海滩的娱乐用途。③为适应可能增强的风暴潮破坏,居民楼走向设计应使其长度与主波向平行,结构上要加强桩基和防水能力;办公楼和生产房设计应考虑使贵重设备置于未来上升海平面之上,以确保安全。④为适应风暴潮灾和海岸侵蚀,各种沿岸建筑物建造时所需的海平面上升预测时效,应比建造防护设施所需的预测时效更长。

(2) 防御,乃是指建造人工防护工程来防止海平面上升的危害。这种防护工程主要有两类:一类防潮工程,包括防潮坝、防洪

堤、挡水墙等海岸建筑物,可以有效防止海潮水的侵袭,特别是前者,不仅可以起到防潮的作用,还能抑止波浪对海岸的侵蚀;如果能把防潮工程同沿海滩涂围垦、海水养殖等工程结合起来,实行开发和保护并举,则可能获得更佳的综合效益。但是,防护工程必须建立在准确可靠的海平面变化情报基础上。只有掌握准确可靠的海平面变化情报,才能确定有效而又经济的海岸工程的高程和结构设计,确保工程使用寿命期内的安全性和经济性。当然,由于防御工程投资大,所以一般是实行重点防御,就是选择有重大价值的地区,如大城市、国防设施、有重要历史意义的遗址和环境保护区等,进行重点保护。

(3) 控制,指控制沿海地面沉降。由于沿海工业和城市缺水而大量开采地下水,也由于沿海石油开采的发展,造成地面严重下沉,从而加重了因海平面上升可能带来的威胁。例如,上海市在1921—1956年间,市区地面累计沉降达2.63米,平均年最大沉降量为110毫米,1962年遭受一次大风暴袭击,黄浦公园潮位涨到4.76米,由于地面下沉,过去建造的防汛墙发生46处决口,结果上海半个市区被淹,造成5亿元的经济损失,灾后不得不加高防汛墙。再如天津新港地区,1974—1985年间每年地面沉降44—102毫米,由此造成港口工程地势标高低于设计标高,减弱了港口建筑抵御风暴潮的能力。1985年连续两次遭受风暴潮袭击,新港码头全部上水,大部分货场、仓库被淹,港区直接损失两千万元以上,整个天津沿海估计损失达一亿元以上。所以,在考虑预防海平面上升危害时,也必须注意控制沿海地区,特别是港口城市的地面沉降。目前控制地面沉降的办法,主要有两个:一是控制开发水井或采取灌井的办法,这种办法在上海和天津等地实行过,证明是行之有效的。另一种办法是使地球表面的海水转移并储存在陆地的洼地和干旱地区的蓄水层中,

以起到减缓海平面上升的目的。据国外纽蒙等人计算, 自从 1957 年至 1982 年, 地球上每年有 0.75 毫米的海平面上升, 被转移并储存在水库和灌溉工程中。至于盐侵, 一般可将抗旱的方法和对付海平面上升的办法结合起来, 因为海水内侵往往是这两者造成的。在河流下游建造水库, 在干早期把水库的水放出去, 以减缓咸水沿河入侵; 在依靠河流供水的地区, 干早期应限制水的消费量, 以控制咸水入侵的最小流速。另外, 为保证某些生物种群适应海水内侵而向上游洄游, 必须控制来自上游城市区的水污染。

4. 重视沿海地区的测绘工作

以上各项防灾措施, 都离不开对海岸带地形地势的了解, 需要有这个地带精细的地形图件。特别是一些沿海城市、港口、经济开发区等工业和人口密集地带, 尤其需要有这种地形图件, 以作为城市和工业发展布局的依据, 也为防灾工程建设、转移、疏散提供基本资料, 这是防灾工作的基本建设、百年大计, 是必不可少的。可是目前国内还没有这种精细的地形图件, 以致我们现在还拿不出海平面上升 20—140 厘米, 沿海城市有哪些地区、有多少面积将被淹没的数据。因此, 从长期防灾考虑, 作为其前期工作, 应该把海岸带精细地形测绘纳入国家规划, 有计划的逐步开展这项工作。近期内重点要把

一些沿海重要地带的地形测绘工作抓起来, 争取在本世纪末完成一套我国沿海重点海岸带精细图件, 以便为沿海防灾决策提供准确可靠的依据。

主要参考文献

- (1) James C. Titus and Michael C. Barth, An Overview of the Causes and Effects of Sea Level Rise, Greenhouse Effect and Sea Level Rise, 1984.
- (2) John S. Hoffman, Estimates of Future Sea Level Rise, Greenhouse Effect and Sea Level Rise, 1984.
- (3) Robert M. Sorensen, Richard N. Weisman, and Gerard P. Lennon, Green house Effect and Sea Level Rise, 1984.
- (4) Strubo, Mean Sea-Level.
- (5) 林观得、孙亨伦, 海平面, 1987年。
- (6) 王志蒙, 中国的海平面与基准面, 1986年。
- (7) 赵明才、章大初, 近三十年来我国海区平均海平面变化研究, 第一届潮汐与海平面学术讨论会论文集, 1986年。
- (8) 史瑞海等, 近百年来世界海平面的变化, 海洋通报, 1985年12月。
- (9) 高建国, 沿海经济发展战略和未来海平面趋势。
- (10) 天津海岸带开发咨询服务公司, 天津新港地面沉降与防强潮侵袭对策研究报告, 1987年12月。