

论全球变化中的海平面上升及其灾情风险评估

On the Rise of Sea Level in the Global Change and Evaluation of Its Disaster Hazard

陈俊勇

(国家测绘局总工程师,中国科学院院士 北京 100830)

提 要 本文讨论了全球变化中海平面上升对我国沿海地区的危害,论述了由于海平面上升而对沿海地区进行灾情风险评估中的两个问题:相对海平面变化值和一般采用海平面上升速率低估计值的重要意义。文中还介绍了 90 年代国内外研究全球和我国海平面上升的主要数值结果。

一、前 言

全球变化中海平面上升的主要原因是地球气候变暖。从总体上讲,地球的温度(长期的、平均的)主要取决于地球接收、反射和保持太阳辐射热量的能力。太阳辐射中以短波形式传导的热能,可以穿透地球大气而到达地表,而地球大气也允许地球所反射的热能以长波形式(4~5 微米,9~11 微米,大于 20 微米)传导、折回并穿透自身而散射至太空。与此同时,大气也吸收一部分主要来自太阳辐射的以长波形式(6~8 微米,12~20 微米)传导的热能,和阻挡一部分由地球反射的太阳辐射能离开地球,从而使地球保持一定的温度,这就是所谓的温室效应,具有这一效应的气体称为温室(效应)气体。近几十年来,由于温室气体的浓度逐渐增高,因此大气的温室效应也日益增强,地球上积聚的热量愈来愈多,地球(大气)温度逐渐升高。地球变暖从三个方面增加海水的总体积而使海平面上升:一是海水体积的热膨胀,这一因素只占目前海平面上升速率的 10%左右;二是湖泊、地下水、山区冰川等由于地球变暖而增加汇入海洋的水,这约占海平面上升速率的 35%;三是南极和格陵兰冰盖加速融化所引起的海平面上升,这约占其上升速率的 50%。有的科学家曾测算,这两个地区的冰雪约占全球冰雪总量的 99.3%,极区冰冠融蚀 1 米,足以使全球海平面上升 40 毫米。冰盖的消融是未来海平面上升的主要因素。

据有关学者研究,全球海平面上升速率在近几十年来约为 1~2 毫米/年;我国沿岸海平面的上升速率约为 1.4 毫米/年,和全球海平面上升速率的量级一致。这些上升速率是缓慢的,但由于今后温室气体浓度将继续增高,全球变暖加速;此外,温室效应的后滞作用将日益表现出来,因此今后的海平面上升速率将达目前的 2~4 倍,这就必须引起人们的认真思考和采取对策。

我国海岸线长约 18 000 公里。沿海地区涉及 11 个省、自治区和直辖市,约占我国土地总面积的 14%,集中了我国 70%的大城市和 41%的人口。全国工农业总产值的 55%出自这一地区,其中 53 个滨海城市的工农业总产值就占全国的 18%。我国的大型工业企业主要分布在沿海地区,其工业总产值占全国的 65%左右。这些数字概括起来,就是不足全国土地面积 1/7 的沿海地区,创造了全国一半以上的财富。全国农民人均纯收入最高的省(市)90%在沿海地区,该地区占有全国 45%以上的国有资产、64%以上的乡镇企业资产、60%以上的我国全社会的财富。显然,沿海地区可以称为中国的财富带、生命带,是我国经济发展的要地、改革开放的前沿。在全球变化的研究中,探索今后海平面上升对这一地区在各方面的影响很有必要,特别是应对造成威胁的灾情进行风险评估,以及早提出对策。

二、近代海平面上升的若干资料

不少专家对近代(几十乃至近百年来)全球理

论海平面的上升速率作过大量研究,现将其中部分研究成果列于表 1。

表 1 近代全球海平面上升速率测算值		
发表年份	全球海平面上升速率 (毫米/年)	作者和单位*
1987	1.2	戈尼茨(Gornitz)
1989	2.4	佩尔蒂埃(Peltier)
1989	1~1.5	普雷斯(Press, ICSU)
1990	1~2	沃里克(Warrick, IPCC)
1990	1~1.5	斯图尔特(Stewart, UNESCO)
1990	1.7	特鲁平(Trupin)
1991	1~2	伍德沃思(Woodworth, PSMSL)
1991	1.8	道格拉斯(Douglas, NOAA)
1992	2	迪基(Dickey, JPL)
1992	1~2	IGBP
1993	1.5	中科院地学部
1993	1.5	任美镔

* ICSU,国际科学联合会;IPCC,政府间气候变化委员会;UNESCO,联合国教科文组织;PSMSL,平均海平面服务局;NOAA,美国国家海洋与大气管理局;JPL,美国喷气推进实验室;IGBP,国际地圈生物圈计划。

我国在近代的沿海地区海平面上升速率可以采用近几年来国家海洋局提供的数值,即 1.4 毫米/年。其他学者也曾提出他们的研究成果,如中科院地学部 1993 年提出为 1.5 毫米/年,陈宗镛 1993 年算得为 2.1 毫米/年,赵明才 1990 年算得为 2.3 毫米/年等等。

对今后全球海平面上升速率的预测值见表 2。但表中只列出低估计或是低至高估计值的变化范围。

表中 IPCC 提供的数值是以温室气体排放仍同目前一样,且每十年气温将递增 0.3℃ 的条件下,对全球海平面上升所作出的预测值,若以它的低估计值为参考,则全球海平面的绝对上升值预测为 3 毫米/年。

表 2 今后全球海平面上升速率的预测值		
发表年份	全球海平面上升 速率预测值(毫米/年)	作者或单位
1990	3~10	沃里克(Warrick, IPCC)
1990	3~5	赵明才
1992	3~6	汉纳克(Hannak)
1993	8	任美镔
1993	4~7	施雅风

三、海平面上升是对沿海地区的一种渐进性和广泛性的灾害

相对于地震这类骤发性灾害而言,海平面上升

对于沿海地区是一种渐进性灾害,但它长期积累所造成的灾害性影响却比任何其他自然灾害的破坏性更广泛、更持久、更深远。现将其对沿海地区的灾害性影响择要叙述如下。

1. 灾害性风暴潮频度增加,洪涝渍等水灾加剧

气候变暖将使台风和风暴潮的频度增加、破坏力加大。据研究,气温每升高 1.5℃,在中国沿岸登陆的台风频率将增加 1.76 倍,若按政府间气候变化委员会(IPCC)1992 年预测,100 年后气温将升高 3℃,则我国登陆台风频率将增加三倍半。海平面上升,意味着风暴潮的基底增高,例如 1949 年台风袭击上海时,黄埔公园最高潮位为 4.77 米,到 80 年代末期,相应最高潮位为 5.22 米。海平面上升同时也意味着滨海地区最低水位的提升,这样就使那些按现有出水水位标高设计的排水系统,部分甚至全部失效,削弱了沿海地区排水排污能力,例如太湖和苏北里下河地区是属于低潮时排水、高潮时关闸的排水系统,若海平面比现在升高 0.5 米,则排水时间将由目前的 12~14 小时减少为 6~8 小时,这样将有大量的涝水和泥沙积聚腹地。海平面上升也意味着原有防灾设施如堤围等的预防标准降低,例如海平面上升 0.5~1 米,上海黄浦江防汛墙的实际防汛能力将由千年一遇降低至百年甚至 50 年一遇的预防水平,上海周围的江堤、海塘的防御能力将降低至 10 年甚至 2 年一遇的水平。海平面上升也意味着提高了河流的侵蚀基准面,也改变了河口入海水区的流体动力条件,这些都加速了河流下游和入海河口的淤积。据统计,珠江三角洲淤积速率是 70~130 米/年,黄河三角洲是 48 米/年,长江三角洲是 12~20 米/年。这使汛期排水不畅,特别是那些有挡潮闸的河口,更易形成河床回淤,形成涝渍。

我国沿海地区中平均海拔低于 2 米的有老黄河三角洲、苏北沿海平原、长江三角洲和珠江三角洲中的一部或大部,总计面积约 2 万余平方公里,而其中低洼地和易涝地约占 50%。因此沿海地区,特别是沿海低洼地在遇到台风和风暴潮时的灾情风险将由于海平面上升而大大增加,连同洪、涝、渍等水灾的危害度和频度都会相应增加。

2. 海岸受侵蚀和后退

相对于其他自然的和人为的因素,海平面上升对海岸的侵蚀特点是范围大、作用力持久和作用时间连续,所以温室效应的加剧对于有较长海岸线的国家如我国来说,海岸受侵蚀和后退的最主要原因是海平面上升,这种现象在砂质海岸表现得尤为明显,如山东半岛是我国平直砂质海岸的主要岸段之一,近几十年沿海侵蚀岸线后退平均已达 2 米,辽东半岛和福建的砂质岸段平均蚀退率也在同一量级。黄河入海河口附近,在最近 7 年里,岸线蚀退达

2.5 公里。按著名的布隆(Brunn)公式计算,海平面上升与秦皇岛市沿海岸线蚀退的比例约为 1:700,但根据实际航片对比(1954~1980),该市区海岸普遍后退较快,其中退蚀速率最高的达 4.1 米/年,也就是说一般还要高于上述比例。海岸的自然发育中,岸线的前进和蚀退诚然是海岸自身演化规律的一种表现,海平面上升对某些岸段的加速蚀退起了直接或间接的促进作用,成为海岸自身演化的一种不能忽视的因素。

3. 滨海地区的淹没、盐侵和淡水资源污染

海平面上升将导致部分海岸带、沿海低地沦为泽国或变为沼泽地,据估计,若海平面上升 1 米后,我国将要有 40% 的滩涂面积(约 3.5 万平方公里)低于这一海平面。以珠江三角洲为例,若按今后 5 毫米/年的海平面上升速率推算,到 2050 年,该三角洲就有 500 平方公里田地低于当时海平面。至于这些低地是否会被淹没还要视所在地区入海河流的输沙量和滨海围堤的实际情况而定,但可以肯定的是,海平面上升使沿海低地被淹没的风险增大,并需要增加对防护设施的投资。

海平面上升将导致它高于或持平于滨海地区的地下水位,这是咸水加速入侵沿海陆地的主要原因,其后果严重的将使滨海地区的淡水资源受到污染,水质下降。以受此灾害比较严重的黄渤海沿海城市为例,大连市咸水入侵面积平均每年增加 7 平方公里;秦皇岛一带,咸水以年平均 30~50 米的速率推进;胶东湾地区的咸水入侵速率已达 400 米/年,典型地段竟达 760 米/年;莱州市已由 80 年代初 90 米/年的咸水入侵速率增加到目前的 400 米/年。对于入海河口,海平面上升也导致盐水沿河入侵上溯,使上游顶托范围扩大,不仅使河口地区水质咸化加剧,也影响到河流入海河段两岸地下水的水质恶化。以上海吴淞口处的长江入海河口为例,若海平面上升 0.5~1 米,2‰咸水等值线将向长江的咸潮河段上游推进 15~20 公里。珠江若仍按至 2050 年海平面上升 25 厘米推算,则盐水将上溯 4 公里,广州将成为咸水包围的岛区,现有的自来水厂,将要全部迁出珠江三角洲。

滨海地区珍贵的淡水资源受到海平面上升的破坏,不仅影响到居民的生活,而且会对工农业生产带来严重影响。根据莱洲湾调查,近几十年来,已有近 50 万亩耕地失去浇水条件,6 万亩耕地变成盐荒地,这些土地上农业减产达 20~40%。

综上所述,海平面上升将使沿海地区的风暴潮、洪涝渍等灾害频度增加,破坏力加大;沿海低地和岸线受到侵蚀和后退;滨海城市用水受到污染;农地加速盐碱化;建筑物的地基易于软化;给排水难度增加;港口、码头、堤围等相应设施的功能受到影响。

四、海平面上升的灾情风险评估中的两个问题

1. 采取未来全球海平面上升的低估计值

在作出未来海平面上升的预测值时,主要依据两方面的资料:一是过去的验潮资料(含或不含验潮站所在地的地壳垂直运动资料);二是温室效应所导致的全球变暖的趋势估计。前者由于全球验潮站分布很不均匀,潮汐记采时间不一致,验潮设施和成果处理的非规范化,地壳运动影响等,从而验潮结果的全球代表性不够好,不确定性比较大。至于根据温室效应加剧而对未来的全球变暖的估计方面,最新的认识是:过去对甲烷进入大气的数量估计过高,另一方面对煤和石油燃烧后进入大气的硫具有一定的冷却大气的作用认识不足。因此,对前几年作出的未来全球变暖的估计值要进行修正,即全球变暖速率不会像原来预计那样快。例如 1983 年美国环保局按当时所认识的全球变暖的幅度,估计未来全球海平面上升速率为 4 毫米/年(低估计)和 29 毫米/年(高估计),其他国际组织也有类似的想法。至 1990 年人们对全球变暖的认识更为全面,认为即使对温室气体照常排放而不加限制,由此而发生的未来海平面上升速率,也应修正为 3 毫米/年(低估计)、6 毫米/年(中估计)、10 毫米/年(高估计)。

此外,对于温室气体和气候变暖,由于海洋的吸收和滞后作用的机制、冰盖消蚀速率的确定等,都还远未被充分了解。因此,联合国教科文(UNESCO)和政府间气候变化委员会(IPCC)等国际组织都认为,对于今后全球海平面上升的估计值,在一般情况下以采用低估计值为宜,例如取 3~4 毫米/年。在重要的沿海地区才可考虑采用中估计值,但也不必超过 6~7 毫米/年。

2. 采用相对海平面变化值

相对海平面变化是指沿海局部地区陆地地壳垂直运动和该地区相应的实际海平面(垂直)变化的叠加值。

由于海洋是流动的液体,其长期性的垂直运动必然都呈现在大区域范围内,而陆地的地壳运动或局部地面升降,相对海洋来说,其垂直运动的速率和在相同时间段内所涉及的空间范围一般都要小些。也就是说,对于一个特定的沿海局部地区的经济和社会发展来说,只研究绝对的全球海平面变化或是平均的海平面变化,来对该地区作出灾情风险评估是远远不够的,必须结合该地区的实际海平面变化和相应的陆地地壳运动(含局部地面升降),作相对海平面变化的研究,才有实际意义。不同沿海地区的相对海平面变化,有不同的数值,也必然有不同的影响和后果。UNESCO 在关于海平面变化的

研究报告中,曾直率地指出“我们不研究绝对海平面(即理论海平面),而研究相对海平面”。该组织的另一本关于海洋科学的研究报告中也曾提出“研究

海平面变化必须包括海面 and 陆地的变化”。
若以 IPCC 的低估计值 3 毫米/年作为我国沿海地区海平面的上升速率的预测值,结合我国沿海

表 3 我国主要沿海地区的相对海平面上升速率预测值

地区名称	海平面上升速率 (毫米/年)	陆地下降速率 (毫米/年)	相对海平面上升速率 (毫米/年)	至 2050 年上升值 (厘米)
老黄河三角洲	3	10	13	72
现代黄河三角洲	3	3	6	33
废黄河三角洲	3	2	5	32
苏北沿海平原	3	2	5	29
长江三角洲	3	2	5	28
珠江三角洲	3	3	6	33

地区地壳垂直运动资料,将几个主要沿海地区的相对海平面上升速率预测值列于表 3。从表中可见,我国沿海地区的相对海平面上升速率为 5~6 毫米/年,至 2050 年相对海平面会上升 30 厘米左右,在个别地段如老黄河三角洲可能上升约 70 厘米。
相对海平面上升对于沿海地区是一种渐进性灾害,容易受到人们的忽视,但它的长期累积对这类地区所造成的灾害性影响,却比任何其他自然灾害的破坏性更加广泛、持久和深远。沿海地区对它所导致

的灾情风险评估所涉及的因素多,目前比较一致的意见是,以全球性理论海平面上升预测值的低估计值为背景,结合当地各沿海地区的陆地地壳运动和局部海平面变化值,作出该沿海地区由于相对海平面升降而引发灾情风险的评估和预测,联系本地区经济和社会发展程度以及防灾设施优劣进行综合评价,提出预防和减轻这一灾害的对策。
(责任编辑 王宏章)

科技动态

关于 21 世纪显微外科发展的
几点建议

程绪西
(北京积水潭医院显微外科)

我国显微外科的发展是自 1963 年陈中伟等在世界上首次报告断肢再植成功开始的,30 多年来不仅在断肢(指)再植,而且在修复再造、颅脑外科、周围神经外科、眼科等领域内均发展较快。实验研究也取得相当的进展。为了更好地推动这方面的发展,着眼于 2000 年及下个世纪,以下几个问题可能应引起重视,并加以解决。
1. 我国开展显微外科在临床方面的广度有很大优势,但与国外相比深度却远远不够。如断指再植 1984 年全国不完全统计就有 2 604 例,已普及至县医院,其中不乏断指条件差的病例,而且可接活自指甲始近 1/2 的平面断指。但断指再植毕竟不是显微外科的主要内容。
根据今年 3 月美国整形与重建外科杂志一篇自德州一家医院的报导,仅 4 年间对头颈部恶性肿瘤根治后进行的游离皮瓣移植总数就达 308 例。这样丰富的经验即便是中国医学科学院肿瘤医院的头颈外科也难相比。
2. 我国建有独立的显微外科的医院仅有数家(广州、北京及天津等),建有该专业的医院(包括培养进修医生)则可能有 20~30 家。但专门培训显微外科技术的实

验室可能还没有建立。根据 1990 年美国显微外科杂志一篇对美国显微外科训练中心的调查报告,受训者的训练时间平均为 32~40 小时。55 个训练中心中,受训者每年少于 20 人的占 35%,20~50 人的占 42%,51~100 人的占 10%,多于 100 名的占 13%。1986 年对 38 个训练中心的统计报告结果表明,学员共有 1392 人,其中 50%为住院医师。按专业分整形科 23%,妇产科 22%,骨科 21%,泌尿科 18%,耳鼻喉科 8%,血管外科 5%,神经外科 3%。训练内容为血管吻合。
从以上不难看出我国与美国相比,在基本功训练方面差距很大,也表现出我国后继乏人。其中原因很多,这和美国医学教育扎实及继续教育也不无关系。在我国至少应建立几个像样的显微外科培训中心。创造条件所需经费并不很多,因为手术显微镜、缝针、各种器械等国产货即能满足要求。
3. 显微外科特别是整形与重建外科手术,吻合血管是最关键的技术。任何有丰富临床经验的医师都难免有过失败的病例。
多年来我曾设想,如果设计一台特殊的机器,使它具有人工心肺机和人工肾的功能,将要移植的组织动脉和静脉与机器相联,就不必用手工吻合血管。等移植的组织与受区基底及周围组织建立起有效的侧枝循环,机器即可不用。如果能实现这一理想,将大大提高组织移植的成功率。但至今在国内和国外我都没有找到协作的单位。因此,设想虽好,而且有可能成功,但没有多学科的合作是不可能的。如果成为现实,将给世界显微外科带来一个全新的纪元。
(中国科协学会部供稿)