

河北沿海海侵灾害初探

萧嗣荣 穆仲义 李庆辰 王 刚 侯 明

(河北省科学院地理研究所 石家庄 050011)

摘 要 文中以包含海进、海岸侵蚀和海水入侵的广义“海侵”概念,论述河北沿海地区海侵现状及其危害,探讨海侵产生的自然原因和人为活动的影响,在此基础上,评估海侵发展趋势。

关键词 海侵 海平面上升 海岸侵蚀 海水入侵

分 类 中图法 X45

河北沿海地区(含天津岸段)位居渤海湾的西岸和北岸,除秦皇岛附近数十公里基岩岸线外,其余均为地势低平的沙质、泥质海岸。由于全球海平面上升、地面下沉等原因,本区已成为我国海侵威胁最严重的地区之一,海侵灾害日趋严重,已成为沿海地带经济发展的重要制约因素,引起了人们的高度重视。

1 “海侵”的内涵

“地理学词典”对“海侵”的定义是:海侵(transgression)又称海进,是陆地缓慢下降,海水入侵陆地现象^[1]。近年在讨论海侵时,人们时常提到海水入侵问题,认为海水入侵是指在长时间大范围持续性干旱少雨及人类不合理超采地下水作用下,海水侵染陆地地下水区所发生的环境恶化现象^[2];也有人把海水入侵河口现象也归入其中,认为海水入侵(Sea Water intrusion)是沿海地带海水侵入地下含水层或河口地带因海水倒灌使咸潮影响段扩大的现象^[3]。有人则把海进和海水入侵统一起来:从广义讲,海水入侵泛指海水向陆地一侧的运移,它包括海水沿地表、河口、河道的入侵和海水沿地下通道的入侵^[4]。笔者认为,无论从陆上侵进还是从地下侵染都是海水向陆地入侵的具体表现形式,海进是相对海平面持续上升的结果,它在微观上往往表现为海岸侵蚀。据此,广义的“海侵”内涵应包含海进、海岸侵蚀和海水入侵三个方面。

2 海侵现状及其危害

2.1 海岸侵蚀与海陆进退

海岸侵蚀是现代海陆进退的微观表现。当前本区岸段多处发生比较严重的侵蚀后退,对该地区的城市发展、港口建设、工农业生产和滨海旅游业产生一定影响。

2.1.1 饮马河以东岸段 根据 1954 年以来多期航卫片、地形图、海图的解译和对比结果, 结合近几年典型岸段定位观测分析, 发现除老龙头、鸽子窝——崖角一线基岩岬角海岸为基本稳定型海岸外, 海岸总体呈蚀退趋势。在沙河口至油码头岸段侵蚀相当严重, 1954

年~1993 年海岸后退 94.1 m, 其中 1954 年~1980 年、1980 年~1987 年、1987 年~1991 年和 1991 年~1993 年各时段年侵蚀速率分别为 2.0 m/a、2.64 m/a、3.25 m/a 和 5.14 m/a, 这说明该段海岸侵蚀仍在持续加剧。据查 50 年代在汤河口至山东堡修筑的十几个碉堡, 当时距离高潮线约 170 m, 现已沦入海中, 推算海岸线平均每年蚀退 4 m 左右。

侵蚀导致本区砂质海滩普遍变窄、变陡和砂质粗化。给旅游沙滩资源造成严重损失。例如戴河口东侧浴场 1954 年至 1993 年海滩变窄约 100 m, 局部岸段沙滩趋于消失。海滩沙原为细粉砂, 现已变成中粗砂 (表 1)。海滩普遍变陡, 坡度从原来 3°~7°增大到 4°~12°。

2.1.2 饮马河口至大清河口岸段 饮马河口至滦河口岸段分布有高大沙丘, 滦河口至大清河口岸属于典型的复式海岸。由于受到沙丘活动制约和离岸沙坝的保护, 岸线变迁相对较小。但从 80 年代以来, 滦河三角洲海岸由淤涨转为蚀退。据 1987 年至 1993 年卫星磁带数据分析对比, 6 年间侵蚀约 120 m, 平均每年蚀退约 20 m。大清河口岸附近二排闸日伪时期修建的碉堡, 1956 年距海边约 80 m, 现今已被海水淹没。北港附近的大清河盐场防潮堤及防潮闸均已受到不同程度的海浪侵蚀或破坏。在日坨和石臼坨向海一侧的高潮带附近出现高约 0.5 m 的侵蚀陡坎。

2.1.3 天津岸段 本区许多岸段已由堆积外伸型海岸变为侵蚀后退型海岸。涧河口附近和汉沽大神堂至蛭头沽一带海岸, 零米等深线 1958 年至 1983 年向陆后退 400 m~1 400 m。据当地老渔民回忆, 半个世纪以来大神堂被蚀去四条街, 约 1 250 m, 蚀退速率为 25 m/a, 蛭头沽近 60 年来蚀去 750 m, 蚀退速率为 12.5 m/a^[5]。近年修建海堤后, 海岸后退基本停止, 但海堤基部又受到海浪强烈冲刷, 危及海堤的安全。

2.1.4 沧州沿海岸段 本区海岸总的趋势是处于岸侵滩淤的演变过程。对比 1943 年美国版海图和 1866 年英国版海图可以发现, 徐家堡至大口河一段海岸被侵蚀 1 km~5 km。据 1954 年与 1985 年航片对比分析, 这期间冯家堡至狼坨子岸段的岸线表现为平行地向陆后退。其中狼坨子侵蚀最强, 31 年间岸线后退了 350 m, 以致在狼坨子上居住的渔民不得不搬迁。与岸线遭受侵蚀的同时, 冯家堡至歧口一带潮滩不断淤高和拓宽。歧口南部海岸, 1958 年~1984 年间零米等深线向海推进约 1.5 km。

2.2 海水入侵

截至目前, 河北沿海的海水入侵主要发生在秦皇岛市汤河、洋河、戴河河口地区, 以及抚宁沿海一带。

2.2.1 抚宁县沿海区 枣园水源地 1979 年发现有一眼水井变咸, 标志着海水开始侵染

表 1 海滩沙中值粒径变化*

Tab. 1 The median diameter changes of the beach sand

地 点	1964 年中潮位	1995 年中潮位
	M_d (mm)	M_d (mm)
金山嘴西海滩	0.355 1	0.560 5
面大寺南海滩	0.150 8	0.181 0
新子河口海滩	0.218 7	0.699 8
戴河口东海滩	0.510 9	0.667 1

* 冯金良等. 河北省海岸带环境工程地质及海岸工程问题研究, 1995

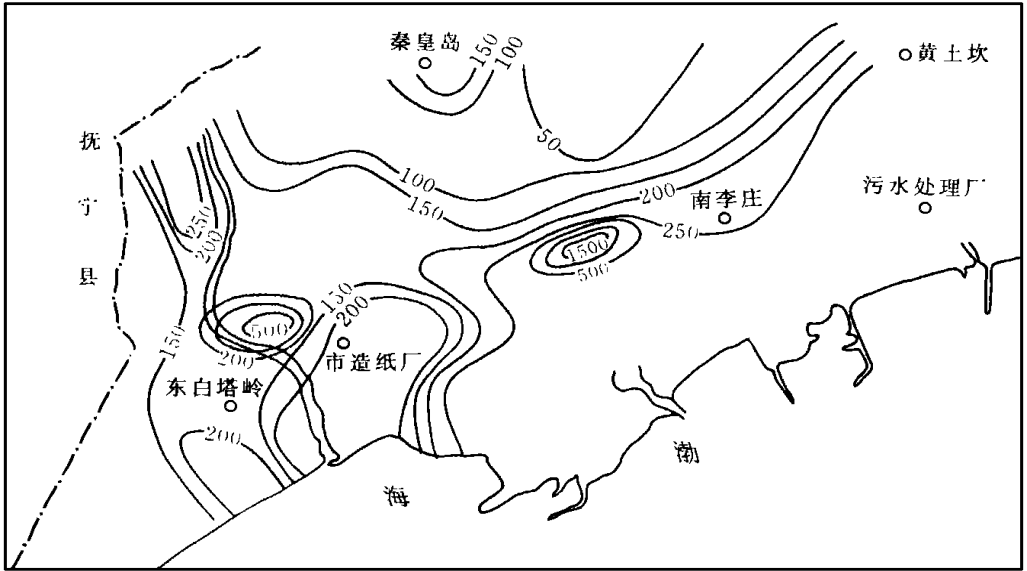


图 2 秦皇岛市海港区地下水氯离子浓度等值线图

Fig. 2 Isogram of chlorine ion concentration of ground water in Haigang (harbour) District of Qinhuangdao city

河流比降, 使入海泥沙量减少。由于海洋动力条件的强化和海岸泥沙供给减少的综合效应, 使海岸侵蚀得到加强, 海岸发生后退。从 Bruun 定律可知, 微小的海平面上升可形成较大的岸线后退。海平面上升又为海水入侵提供了动力条件, 当海水水位高于陆地地下淡水水位时, 海水则在水力坡降作用下逐渐侵入淡水含水层。

3.2 地质构造和水文地质条件有利海侵的形成

渤海湾西岸是我国最显著的构造下沉区之一, 其构造活动幅度一般为 $1\text{ mm/a} \sim 3\text{ mm/a}$ 。自晚新生代以来沉积了巨厚的松散地层, 第四纪厚度为 $320\text{ m} \sim 570\text{ m}$, 形成地势低平、坡度小的大平原, 为地面下沉和容易发生海侵灾害提供了有利的地质地貌基础。本区还处在地震活动带, 常会发生突然的构造下沉。1976 年唐山大地震的震中附近形成三个强烈的沉降中心, 其中宁河最大下沉量达 $1\,551\text{ mm}$, 南堡至陡河口沿岸下沉量约 $100\text{ mm}^{[9]}$ 。这种快速下沉无疑同样是区域相对海平面上升的重要组成。

3.3 风暴潮是突发性海侵的动因

河北沿海是风暴潮多发区。风暴潮发生时往往引起海水向陆入侵。例如 1972 年 7 月 26 日台风潮, 乐亭县海水内侵 5 km , 淹没耕地 $2\,283\text{ hm}^2$ 。风暴潮对海岸的影响很大, 它通过海岸增水形成强大的垂直环流或侵蚀性裂流, 把被波浪掀起的泥沙和本身侵蚀的底沙带到离岸很远的深处堆积下来或被潮流带走。一次强风暴潮对海岸的侵蚀量, 往往与全年正常波浪侵蚀量相当。

3.4 区域性持续干旱

河北沿海属半干旱气候区, 水资源匮乏。自 60 年代后期以来, 自然降水持续偏少, 地

下水位下降, 有利于海水向内陆含水层浸移。气候干旱少雨, 径流和入海水量势必减少。华北地区河流历来“大水挟大沙, 小水挟小沙”。丰水的 1959 年, 滦河输沙量达 $8\,790 \times 10^4 \text{ t}$, 而枯水的 1968 年仅有 $161 \times 10^4 \text{ t}$, 前者是后者的 54.6 倍。因此, 自进入干旱期以来, 入海水沙量大幅度减少, 使海洋动力作用相应增强, 有利于海岸侵蚀的发育。

3.5 超采地下水和挖砂采石的影响

由于工农业的发展和水资源的严重短缺, 本区普遍超强度开采地下水, 导致采补失调, 地下水位不断下降, 以致上层含水组被疏干, 引起地层压缩。如天津市新港区 1985 年 11 月至 1986 年 10 月间地面沉降值大多在 20 mm 左右, 其中由过量抽用地下水引起的地面沉降约占 90%^[10]。据统计, 几十年来天津市地面沉降高程损失达到 0.3 m ~ 2.6 m, 部分地区地面高程已降至零米以下。

根据 Ghyben—Herzberg 原理可知^[11], 只要淡水水位有较小幅度的下降, 咸淡水界面将大幅度上移, 并引起海水体在渗透性强的含水层里向淡水体一个较大的推进。秦皇岛市海港区和抚宁县等滨海地区以第四纪冲积、洪积为主, 一般砂层颗粒较粗, 具有强透水性, 海水可通过第四系覆盖层松散孔隙或风化岩层孔隙与陆地淡水相通。因过量开采地下水, 秦皇岛枣园水源地和海港区已形成了数处低于海平面的地下水降落漏斗, 为海水入侵提供了动力条件。由于近几十年来, 海滦河流域兴建了大量水库, 拦洪蓄水灌溉, 使河流入海水沙量急剧减少。如 1979 年滦河上游建成潘家口和大黑汀水库, 启用后 (1980 年 ~ 1992 年) 滦河入海水量已由多年平均 (1950 年 ~ 1992 年) 的 $32.0 \times 10^8 \text{ m}^3$ 减少到 $9.1 \times 10^8 \text{ m}^3$; 同期入海沙量也已由多年平均 $2\,010 \times 10^4 \text{ t}$ 减少到 $103 \times 10^4 \text{ t}$ 。加之自 50 年代以来, 大强度地在沿海沿河道挖砂采石, 使水砂平衡严重失调, 这已成为本区海岸侵蚀后退的重要因素。

通过以上分析可知, 本区海侵灾害主要是由于人类超采地下水等不合理经济活动所致, 而气候变化和地质构造下沉则加重了海侵灾害的发生。

4 海侵发展趋势评估

4.1 海平面变化及海进可能趋势

下世纪内, 由于温室气体排放量将持续增加, 海平面有加速上升的趋势。根据政府间气候变化委员会 (IPCC) 正常排放 (A) 方案的最佳估计, 全球海平面上升值在 2030 年为 18 cm, 即上升率为 4.5 mm/a, 是过去 100 年平均上升率的 3 倍。河北沿海地区大多属于拗陷区, 构造沉降增大了相对海平面上升的幅度。特别是随着沿海地区人口增加和经济高速发展, 将使河北沿海地区水资源供需矛盾更加突出, 对地下水和油气资源的大量开采, 势必加快地面沉降的速度。依据未来气候变化趋势、构造下沉和地面沉降变化的评估, 可预测 2030 年秦皇岛沿海海平面上升幅度最佳可能值为 14 cm, 本省其他岸段海平面上升值 30 cm ~ 42 cm, 天津沿海上升 50 cm ~ 78 cm。也就是说, 21 世纪中期, 本区沿海海平面将平均上升 0.5 m 左右。这时自然海岸线高程将相应升至海拔 2 m (黄海基面) 左右。唐山和沧州沿海海岸线将平行现今海岸线后退 2 km ~ 5 km, 其中唐山南堡岸段将后退 5 km 左右。在此高程以下的临海低地将被大潮水淹没。虽然有海堤的保护, 海岸线受人工约束, 海面升高无法保持原状向陆位移, 但会引起潮滩下蚀, 危及海堤和海港等工程设施, 沿海湿地将

受海水地下浸染而加剧盐碱化。

4.2 海岸侵蚀趋势

今后,随着经济的高速发展、上游水利工程的兴建(如兴建桃林口水库)和水土流失治理,入海水沙量将会逐步减少,加上相对海平面上升的影响,本区海岸侵蚀将有加剧的趋势。秦皇岛岸滩主要呈蚀退趋势,其中沙河口至油码头,丁码头至冷冻二厂、戴河口至洋河口和大蒲河口至滦河冲积扇北岸段尤为严重。那里的海岸将变陡,海滩将束窄,组成粗化。若按 4 m/a 蚀退速率发展,到 2030 年,局部海岸侵蚀后退 150 m,北戴河海滨浴场将可能遭受到严重破坏。在昌黎黄金海岸和七里海一带,高潮线位置将不断向陆后退,预测后退幅度平均 5 m/a 以上。涧河口—大神堂—蛭头沽—歧口一带海岸每年以 $10\text{ m/a} \sim 20\text{ m/a}$ 的速度发生蚀退。

4.3 海水入侵趋势

随着本区水资源供需矛盾日益严重,超强度开发地下水将持续下去,再加上相对海平面的上升,今后海水入侵灾害势必加重。按保守估计,即工农业用水开采量不变,地下水补给量保持现状的情况下,用趋势外推法预测,抚宁县海水入侵面积 2000 年将达到 52 km^2 。如果不及时采取措施,下世纪抚宁沿海地下水有可能全部遭受海水的侵染,海港区海侵面积也将扩大。

5 海侵灾害防治对策

如上所述,海侵灾害是人口、资源和环境的恶性循环在沿海地区的具体表现,是过度利用水资源和海岸资源的结果。因此,在防治对策上,应抓住这一主要矛盾。

(1) 强化综合管理机制,完善法规建设。提高综合管理机构的权威性,协调好各行业的管理;制定海岸带和地下水资源开发利用保护法规;运用法律、行政、经济等手段,严格执法保护海岸带。加强宣传教育,提高全民减灾和可持续发展的意识。

(2) 开源节流,保护地下水资源。提倡节约用水,科学用水,严格限制滨海地下水开采量,扩大海水资源开发利用途径。

(3) 采用建筑工程和生物工程、控制沙源等措施进行保滩护岸。巩固和加高海堤,防潮标准应能抵挡 50 年一遇的风暴潮;在沿海沿河道禁止乱挖砂石,并定期从上游水库排水排沙,增加入海泥沙量,对重要的旅游海滩可采用人工养滩工程,人为回填沙砾补充海滩。

(4) 在海水入侵地方修建地下水挡水墙,进行地下水的人工补给,阻止海水入侵进一步发展。

(5) 建立健全海侵灾害监测、预报和预警系统,组织科研力量进行海侵灾害的系列研究。

参 考 文 献

- 1 “地理学词典”编辑委员会. 地理学词典. 上海 上海辞书出版社, 1983. 611
- 2 赵德三. 山东沿海地区海水入侵灾情、趋势及其对策. 见 论沿海地区减灾与发展. 北京 地震出版社, 1991. 53 ~

3 崔宗培. 中国水利百科全书. 北京 水利电力出版社, 1992. 695

4 胡政等. 山东省莱州湾地区海水入侵灾害及其综合防治. 自然灾害学报, 1995, 4(1) 104 ~ 109

5 胡景江. 中国沿海岸线侵蚀灾害分析. 见 中国地质科学院 562 综合大队集刊第 11k 12 号. 北京 地质出版社, 1994. 73 ~ 83

6 张振雄等. 冀东沿海海水入侵问题及防治措施的研究. 河北水利水电技术, 1993 (2) 14 ~ 18

7 政府间气候变化专门委员会编. 气候变化科学评估. 气科院情报所中文版, 1991. 190 ~ 207

8 杜碧兰. 海平面上升对中国沿海地区影响初析. 海洋预报, 1993, 10(4) 1 ~ 7

9 王景明等. 华北地震灾害与对策. 北京 地震出版社, 1993. 153 ~ 154

10 任美镔. 黄河长江珠江三角洲近 30 年海平面上升趋势及 2030 年上升预测. 地理学报, 1993, 48(5) 385 ~ 393

11 林振耀等. 海水入侵防治研究(一). 北京 气象出版社, 1991. 17 ~ 24

TRANSGRESSION DISASTERS ON
THE COAST OF HEBEI PROVINCE

Xiao Sirong Mu Zhongyi Li Qingchen Wang Gang Hou Ming
(Institute of Geography, Hebei Academy of Sciences, Shijiazhuang, 050011)

Abstract

The broad sense of transgression includes transgress, coast bank erosion and sea water intrusion. The sea water intrusion under ground on the coastal areas of Hebei Province has taken place mainly in the Haigang (harbour) District of Qinhuangdao city and the coastal areas of Funing county since 1979. The sea water intrusion under ground has covered over 55.4 km² and caused enormous local economic losses. The coastal erosion which would decrease the tourist resources has made the famous Beidaihe beaches to be steepened, narrowed and coarsened. The irrational human activities such as excessively use of the groundwater, as well as the climate changes and hydrogeological factors are firmly believed to be the main factors which lead to the present transgression in the Hebei coastal areas. The forecast that transgression will intensify has been reached based on the synthetical appraisal of the coming climate changes, ground subsidence and the change tendency of water and silt flowing into the sea.

Key words transgression, sea level rise, coastal bank erosion, sea water intrusion

作者简介

萧嗣荣, 男, 1942 年生, 副研究员。1966 年毕业于南京气象学院天气动力专业。长期从事气候和环境研究工作, 发表有“旱涝指标研究”等 30 篇论文。