

青岛沿岸海(咸)水入侵 灾害的成因与现状

肖菲^{1,2},周勇华³,陈小英^{1,2}

(1 国土资源部海洋油气资源与环境地质重点实验室,青岛 266071;

2 青岛海洋地质研究所,青岛 266071;3 北海海洋工程勘察研究院,青岛 266033)

摘要:海(咸)水入侵倒灌是各沿海城市的主要地质灾害之一。青岛市位于黄海之滨,海岸线绵长,海水入侵主要发生在辖区内主要河流的入海口周围。主要原因是入侵区附近地下水开采量过量,引起海水、古海水或高矿化地下咸水沿含水层向陆地方向侵入,从而侵染了地下淡水资源。论述了灾害成因机理及严重危害性,并提出相应的防治措施。

关键词:海(咸)水入侵;地下水;海岸带

中图分类号:P954

文献标识码:A

通常所说的海水入侵,一般指现代发生的、对沿海人类活动造成危害的海水侵入活动。既包括了因为风暴潮增水侵袭而形成的直接危害,也有海水侵入陆区后,渗入地下岩层中污染淡水资源的灾害,属于广义的海水入侵^[1](严格说来,风暴潮增水向内陆侵入的现象是风暴潮灾害,不在海水入侵灾害研究范围之内)。但目前一般认为,海(咸)水入侵是沿海地区地下水咸淡水界面向内陆推进的现象^[2],即海水、古海水或高矿化地下咸水沿含水层向陆地方向侵入、侵染地下淡水资源的现象。一般又把由现代海水直接引起的入侵称为海水入侵;由封存或半封存在地下的古海水引起的入侵称咸水入侵。海(咸)水入侵常发生在海岸带地区,会造成土壤盐渍化和饮用水污染等后果,影响人类正常的生产和生活,因此,是一种严重的海洋地质灾害。

1 青岛市海水入侵的灾害成因

海水内侵是一种发生在滨岸平原地带的地质

灾害,海岸带地区海、陆相互作用的复杂性,决定了其成因的复杂。与海水内侵最为直接相关的因子是地下水位的持续下降和陆地地下淡水动力的不断削弱,水资源不足则是海水内侵灾害的核心问题^[3]。总的说来,海水入侵不仅与当地的水文地质环境特点有关,还与全球气候变暖、海平面升高的全球环境变化有关,特别又与沿海地区不合理的人类经济、社会活动即人为因素影响有关。

1.1 全球环境变化因素

大量研究表明,工业革命以来,全球气候气候变暖,并导致海平面持续升高。20世纪70年代以来,中国海平面的变化有3个升高阶段:1971—1975年为第1个上升期,相对海平面从-3.9 cm上升到7.5 cm,升幅达11.4 cm;第2个上升期是1978—1983年,海平面从-2.6 cm上升到7.5 cm,升幅在10.1 cm;1986—1995年为第3个上升期,海平面从-2.5 cm上升到13.6 cm,升幅在16.1 cm。因此,可以说,气候变暖、海面升高成为了海水入侵的全球环境背景。根据政府间气候变化专委会(IPCC)预测(1996年报告),随着温室气体排放和全球气候变暖,全球海平面在21世纪将继续保持上升的趋势,至2030年时上升量将达到10~18 cm,到2070年将上升44 cm,2100年上升

收稿日期:2012-01-04

作者简介:肖菲(1978—),女,助理研究员,主要从事海洋地质科研管理工作。E-mail:xiaofei-hds@163.com

66 cm。观测发现,仅 2000—2003 年的 3 年间,山东省的海平面上升了 1.6 cm。

1.2 风暴潮

随着气候变暖、海面升高,风暴潮亦频繁发生。当风暴潮发生时,海水大面积侵染陆地滨海平原,海水沿河道和潮沟上溯几十千米^[4]。一方面通过入渗抬高咸水水位;另一方面盐分得到补给,使咸水保持有较高矿化度,加剧了海水入侵的强度和范围,对本区造成巨大影响。莱州湾是风暴潮发育海区,风暴潮时海水沿胶莱河上溯,咸水侵入边界可到达平度北部新河镇一带。

1.3 人为因素的影响

(1) 地下淡水资源过量开采是最根本的原因
超采使水力坡度逆转,破坏了水力平衡,使得海(咸)水常形成对淡水层的“补给”。地下水持续超量开采,导致淡水层咸化,负值区面积不断扩大,海水内侵速度逐年增加。

(2) 沿海资源开发及经济布局结构的影响

青岛 20 世纪初便开始了海水晒盐,90 年代更是大量抽取地下卤水晒盐,此外,八九十年代以来海水养殖业的大规模开展,这些生产开发活动均将海水引入内陆 5~15 km;长距离明渠提水,或直接抽取地下淡水,从而人为导致海水内侵;特别是在水源开发利用过程中,在河流中、上游建了大量的水库、塘坝、拦河闸等蓄水截流工程,使河流下游河道长期处于干涸状态,大大减少了下游平原区的地下水补给量;区域内化工、矿山、酿酒等企业,对广泛分布的浅埋型潜水的污染也加剧了地下水的开采。在工业布局上,工业、城镇、人口过度向海岸带地区发展、集中,也是形成海水入侵的一个主要社会因素^[5]。

总之,青岛海岸带地区海(咸)水入侵灾害是自然环境变化与人类经济活动共同引发的自然灾害,人为过量采取地下水是其直接原因。

2 灾情现状

随着经济社会的飞速发展,沿海城市青岛人口剧增,地下水开采日盛,海(咸)水入侵成为青岛所面临的主要地质灾害之一。青岛海水入侵大多

形成于 20 世纪 70 年代,80 年代中期最严重,至 90 年代末进入相对稳定发展阶段,主要原因是入侵区附近地下水开采量大幅减少,降水量较 80 年代增多,使地下水位有不同程度回升,部分漏斗平复,海(咸)水入侵势头得到遏制,入侵面积退缩。2002 年为特枯年,部分地区地下水位持续下降,入侵面积又有所扩大^[6]。由于海水入侵区多为经济发达区,人口密集,进入 21 世纪后,沿岸海水入侵的灾害性就更加明显。

青岛市海水入侵主要发生在辖区内各个河流的入海口周围,如大沽河下游、白沙河—城阳河、洋河下游、黄岛新安、平度新河—灰埠一带等地。这些河流为当地的主要水源地,由于超量抽取地下水,使得沿河两岸地下水位大幅下降,海水反向补给地下水,引发海水入侵。到 2000 年,青岛市海水入侵面积达 95.64 km²^①。

2.1 大沽河下游

大沽河水源地南端和东南边缘有大片咸水区分布,面积超过 50 km²,海相淤泥质沉积层一直北延至即墨蓝村一带。自 1981 年开发大沽河水源地向青岛市应急供水开始,因疏干开采在李哥庄一带形成面积约 100 km²的地下水降落漏斗,中心最低水位-8.18 m,因而引起南端及东南边缘的咸水逐渐内侵。同时,在大沽河下游近海的南庄东风闸因管理不善,造成大潮时海水顺河上溯至何营庄附近,距离入海口长达 12 km 以上,导致海水倒灌入渗,因地下水位较低,海水倒灌容易,致使水源地南端和沿河两岸地下水水质明显恶化。1988 年与 1981 年相比,咸水入侵锋面向内推移约 750 m,影响水源面积约 3 km²。1990 年后,随引黄济青工程输水,地下水开采减少,降水量也较 80 年代有所增多,1994 年丰水期漏斗平复后未再出现。1995 年咸水边界有所后退,1997 年在小麻湾施工地下防渗帷幕工程,使咸水范围未再扩大。总体看来,该区[Cl⁻]、矿化度均有下降趋势(图 1)。本段海(咸)水入侵,迫使大沽河水源地李哥庄采区缩小开采范围,降低了供水能力,并造成当地居民生活用水发生困难。据观测和研究发现,该区 2002 年以来海水入侵范围变化不大^[6]。

① 据青岛市国土资源和房屋管理局报告,2002 年。

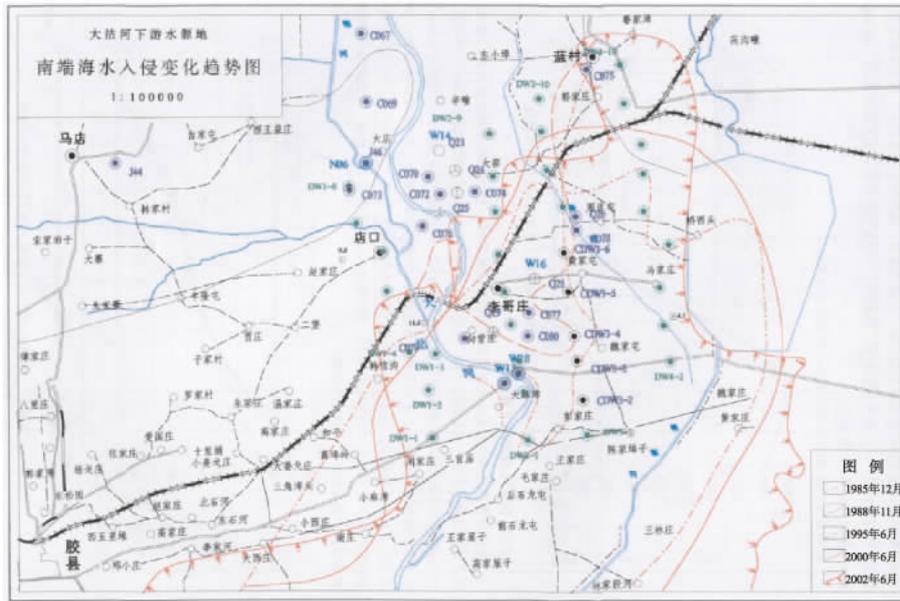


图1 大沽河下游水源地南端海水入侵变化趋势(据文献[6])

Fig. 1 Sea water intrusion along the south end of the Dagou River(according to refrence [6])

2.2 白沙河—城阳河下游

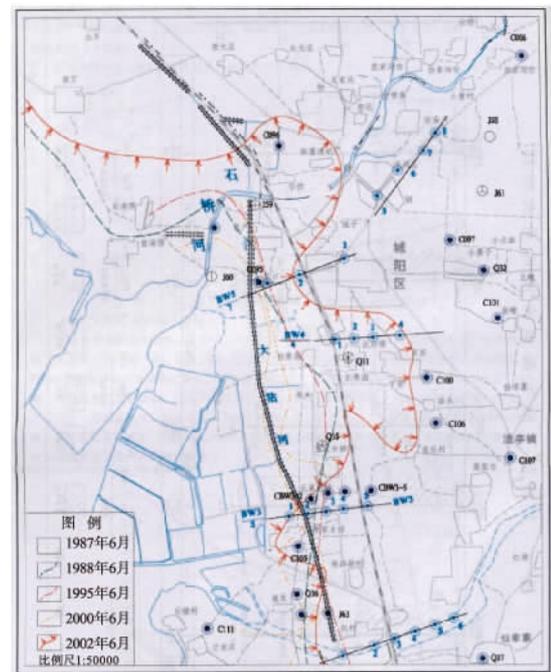
该区是青岛近郊水源地,含水层为冲洪积层。20世纪60年代水质优良,70年代地下水过度开采,地下水位逐渐下降,引发海水入侵。1984年漏斗面积达到25 km²,中心最低水位-9 m,成为青岛市海水入侵最早、危害最大的地区。80年代中期,海水入侵面积达85 km²,1985年受9号台风影响灾情有所缓解,之后又继续缓慢发展。1990年为丰水年,形成20多年的地下水开采漏斗被平复。后来的几年中,地下水开采量减少,地下水得以补偿,海水入侵区有所后退(图2)。2002年为特枯年,海水入侵范围又有所扩大。本区海水入侵导致菜田不能种植,大路菜减产70%,粮田大幅减产甚至绝产,大批水井报废^[5]。

2.3 洋河下游

该区海水入侵亦发生在河流入海口附近,海水沿河道顶托上溯,倒灌引起海水入侵。入侵导致粮田减产,水井报废。

2.4 黄岛辛安

海水入侵发生在辛安河下游入海口附近。该区原为黄岛区水源地,与海岸距离最近不足



1995 年开采量逐年减少直至彻底停采。入侵导致土地盐渍化、农田受害、农村用水困难,现填海后改建工业用地,供水以远距离引水为主。

2.5 平度新河—灰埠

在平度市西北部的新河—灰埠一带有约 64 km² 的咸水入侵区。形成的主要原因是地下水径流迟缓,以垂直蒸发排泄为主,加之莱州湾海潮影响,地下水含盐量较高,多为咸水或卤水。咸水区之南为山前冲洪积平原,地下水径流畅通,水质为低矿化淡水。近 20 年来,该平原区大量开采地下水资源,已形成区域性地下水超采漏斗,改变了地下水径流条件,造成北部咸水向内陆侵染。

除上述主要海(咸)水入侵地区外,小规模的海水入侵还有多处,如胶南寨里大洋、周疃河下游、张村—李村河下游、沙子口沿海、王哥庄河下游、即墨丁字河流域的金口镇附近等,因规模较小,不再详述。

3 海水入侵的危害

海水入侵造成的危害是广泛、严重和持久的。

(1) 农业方面的危害 农业是受害的重要方面:海水入侵使地下水水质恶化、矿化度增加、土壤发生盐渍化;大批浅井报废,耕地不能灌溉,导致水田面积减少,旱田面积增加,农田保浇面积减少,荒地面积增加,农业产量急剧下降。据报道,辽宁和山东已经成为全国沿海省份中受海水入侵灾害最为严重的两个省。

(2) 工业方面的危害 海水入侵还影响到青岛沿海乡镇工业生产的发展。由于淡水量减少,工业用水不得不转移至新井或采取远距离调水,迁移和停产使企业蒙受严重损失。另外,海水入侵造成工业用水水源地水质恶化,水中氯离子含量增加,其结果一是影响产品质量和产量,二是锈蚀仪器设备,导致使用寿命缩短,大大降低了企业经济效益^[3]。

(3) 饮用水的危害 海水入侵,使水质变咸,淡水不足,造成人畜用水困难。另外,由于长期饮用被海水侵染的劣质水,增加了地方病的发病率,使甲状腺肿大、氟斑牙和部分肝病的患者人数增加。

总之,海水入侵对胶州湾沿岸、即墨金口地

区、胶南琅琊台湾与灵山湾沿岸以及平度市西北部新河镇等地造成了严重危害,但长期以来相应的统计数字不详,有待今后加以统计。

4 防治措施

为应对以上海水入侵带来的危害,人们采取了相应的防治措施。这些措施的根本目的都在于补充沿海的陆地地区(海岸带地区)地下淡水层,促使咸水和淡水相接触的界面达到动态的平衡,以达到阻挡淡水流失、阻挡咸水回灌的效果。

4.1 修筑拦蓄工程

采用拦蓄工程,增加地下水补给量,提高地下水位。“地下水库”工程是目前世界上控制海水入侵最有效的措施,充分利用某些受灾地区某些地段地下含水层容水性较好和透水性较强的储水构造条件,建造地下水库,是一项提高地下水位的重要措施。采用高压定向摆喷灌浆法建造的混凝土地下坝,具有良好的隔水性,能有效地发挥双阻水的作用,既有阻击库区淡水排向库外,又能阻止库外海(咸)水进入库内。同时,在地下水库区通过建补源渗井或渗渠,改善地表水的渗透补给条件,促进地表水向地下水转化能收到可观的补给源效果^[2]。

4.2 地下水人工回灌

利用本流域地表水、客水等在开采区回灌地下水;减少汛期地表径流泻入大海造成水资源的浪费,增加地下水补给量,平复漏斗;选择适宜地带开挖渗渠,引河水或二级处理污水回灌地下,在咸淡水界面附近形成淡水帷幕,阻挡海水内侵。

4.3 发展循环经济,优化产业布局

坚持资源开发与环境保护并举的方针,发展循环经济,走可持续发展之路。有效、合理利用淡水资源,减少对地下水的开采。调整工业结构与布局,大力加强发展生态工业的建设。

参考文献:

- [1] 孟广兰,韩有松.莱州湾南岸海水入侵类型及其分区[J].海洋科学进展,1997,15(2):25-32.

