

日照市海水入侵现状与治理方案

李振函^{1,2}, 朱伟²

(1. 中国矿业大学, 北京 100083; 2. 山东省第八地质矿产勘查院, 山东日照 276826)

摘要:通过遥感解译对日照市海水入侵现状进行分析,对海水入侵程度进行评价,发现养殖池和河滩面积在大幅增加,盐田、滩涂、沙滩等均在减少。在日照沿海地区,地下水的储备与人类的用水需求之间存在矛盾,人类过量开采地下淡水是产生海水入侵的主导因素。建议采取兴建地下水库、减少地下水开采和人工回灌等措施防治海水入侵。

关键词:海水入侵;遥感解译;防治措施;日照市

中图分类号:TV211.1

文献标识码:A

日照沿海是山东省的黄金海岸,近几年由于工业、农业、生活及海水养殖业用水量逐年增加,地下水开采不够合理,致使地下水位下降。加之无限制的河道采砂,河床下切,含水层厚度减小,导致海岸带部分地段海水入侵加剧,地下咸水面积不断加大,已严重影响了日照市主要水源地及工农业生产,防治海水入侵已成为燃眉之急。该文在查明日照市海水入侵现状的基础上,开展回灌试验研究,提出海水入侵防治对策,为日照生态城市的发展及工农业生产,特别是沿海生态旅游带的建设提供保障,以促进当地经济可持续发展。

1.1 海水入侵现状

日照海岸线全长 98.77 km,其中砂质海岸 66.4 km,砂岩相海岸 18.2 km,岩质海岸 14.1 km,据钻孔资料显示 -15 m 以浅的地区晚更新世以来的海相地层平均厚度为 3~11 m,该区 -25~35 m 海域或海域地层更薄,有的地方不足 10 cm。

通过分析 3 个时相的遥感解译,对海岸线、岛屿、盐田、养虾池、淤泥、滩涂、沙滩、稻田、植被、新增高速公路、库塘等内容进行解译^①(表 1),发现养殖池和河滩面积在大幅增加,盐田、滩涂、沙滩等均在减少。

1 日照市海水入侵现状及原因

表 1 日照沿海遥感解译(hm²)

内容	1988年11月+1989年11月			1996年3月+1996年5月			2005年4月		
	①	②	③	①	②	③	①	②	③
盐田	388.83	19.95	408.78	371.18	19.26	390.44	382.3	20.35	402.38
养殖池	767.63	291.53	1059.2	1672.34	382.71	2055.1	1759.77	583.39	2343.16
未开发区与养殖池埂	1440.57	326.43	1767	930.71	136.78	1067.5	1164.3	162.08	1326.38
沙滩	538.27	194.83	733.1	123.59	176.02	308.61	118.06	154.4	272.46
滩涂	2137.3	0	2137.3	403.67	0	403.67	686.95	0	686.95
河流淤泥	112.54	0	112.54	31.49	15.24	46.73	25.07	0	25.07
河滩	120.57	0	120.57	57.43	0	57.43	245.82	735.7	981.52
岛屿	18.64	0	18.64	25.61	0	25.61	6.81	0	6.81

注:①为-6 m 水域与海岸线之间;②为海岸线与陆地 10 km 之间;③为合计。

* 收稿日期:2009-04-14;修订日期:2009-05-12;编辑:陶卫卫

作者简介:李振函(1963—),男,山东潍坊人,研究员,主要从事水工环地质工作。

①山东省第八地质矿产勘查院,山东省沿海日照—青岛段湿地资源地质环境保护调查,2006年。

1.2 海水入侵类型

根据野外调查及取样分析、物探剖面测量等资料,将日照市海水入侵类型划分为3大类、8个亚类。

表2 日照市海水入侵类型

主类	亚类	典型地区
第四纪沉积型	洪积冲积砂层入侵型	两城河、付疃河、绣针河、巨峰河两岸地带
	现代河床、河漫滩入侵型	两城河、付疃河、绣针河一带
	古河道沉积入侵型	涛雒一带
	古泄湖沉积滞留扩散型	王家滩、巨峰河一带
基岩构造型	基岩风化壳入侵型	蔡家滩、大古镇一带
	构造裂隙入侵型	陶家村、高旺一带
人为作用型	人为地面垂直入渗扩散型	张家熬头一带
	人为地下水扩散型	付疃河口养殖区

其中日照市以第四系沉积型为主,其次为基岩构造型,人为作用型。在第四系沉积型中又以洪积冲积砂层入侵及现代河床、河漫滩入侵型为主。

1.3 海水入侵原因分析

海水入侵主要原因除了人为因素影响之外,自然环境诱发影响也不能忽视。

1.3.1 人为因素

引起日照市海水入侵的人为原因除了人为过量抽取地下水外,入海河流上游修建蓄水截潜工程、陆地海水养殖、盐田晒盐的影响也是显著的。

近几年,由于连年干旱以及对工程的破坏,日照沿海蓄水工程干涸或报废,河道断流,工农业生产大部分利用地下水,超采现象十分严重。地下水是日照市区工农业及城镇居民生活的主要水源,海岸带段可供开采的水源地主要有丁家楼水厂段,开采能力为2.0万m³/d;在付疃河小古镇段日照电厂有开采能力为1.5万m³/d的原厂一处,另外,该区内用于农田灌溉的机民井308眼,2006年地下水开采量见表3。

表3 付疃河沿海地区2006年地下水开采量(万m³/a)

农业	工业	生活用水		水厂	电厂 泵站	养殖业 排除 淡水	合计
		农村 居民	城镇 居民				
2416.3	260.4	229.95	117.38	730	547.5	262.8	4564.33

根据调查统计,2006年养殖(24小时不间断抽水)用水量为2628万m³,这相当于一个大型水源地的供水量,随着24小时不间断抽水,部分淡水亦随着咸水排出,淡水约占排水量的10%左右,约为262.8万m³/a,使该区淡水资源越加缺乏。通过调查发现,咸水井在逐年向内陆靠近,目前已经在夹仓村前2km的范围内形成降落漏斗,面积约5km²,这种人为向内陆引用咸水的现象必然使海水进一步入侵。水源地开采现状见表4。

表4 日照市2006年海岸带各水源地开采量

水源地	开采资源量 (万m ³ /a)	实际开采量 (万m ³ /a)	剩余量 (万m ³ /a)	开采程度 %	备注
付疃河	3270.4	4564.3		140	中下游
绣针河	854	651.5	202.5	76	中游
两城河	547.5	404	143.5	74	下游

1958年以来,日照市在入海河流的上游修建了大型水库1座,中型水库3座。上游的蓄水一般不往下放,因此一般年景下游河道已无径流,大大减少了下游平原地区的地下水补给量,加速了海水入侵,尤其是付疃河更为严重,在距204国道大桥上500m建有拦水闸,在204国道大桥下1000m还建有挡水坝,目前除丰水期外,付疃河早已断流。

日照市盐田近几年来有减小趋势,但大多转为海产养殖场,大量的海水人为地引入内陆,使地下卤水(咸水)再次转化成地表咸水污染内陆地下水。

1.3.2 地质原因

日照市滨海平原由海积、冲洪积地层组成,沉积层中砂层较厚,颗粒较粗,透水性良好,渗透系数一般在50~100m/d,这种强透水层为海水入侵创造了极为有利的条件,高旺金矿、陶家村一带断裂构造发育,与海岸成垂直相交,为海水入侵提供了有利的空间条件。

1.3.3 气候原因

气候变化对海水入侵的影响是至关重要的自然因素,主要表现在2方面:一是气候干旱,降水减少,是影响海水入侵最主要因素;二是灾害性气候,风暴潮的发生造成的海水地面入侵,对地下水入侵进程有加强作用。

1.3.4 地理环境因素

日照市海岸带的河流皆属源短流浅的季节性河流,最大河流为付疃河,水力坡度一般为千分之一,

另外,日照市付疃河口一带养殖规模逐年扩大,

最大千分之二。汛期排水迅速,对降水入渗补充地下水不利。日照市两城镇王家滩、涛雒镇一带,由于陆源物资比较丰富,局部地区河口岸浅有向外推进的现象。

2 海水入侵综合治理方案

海水入侵最根本的原因是地下水的过量开采,破坏了地下水的平衡,使含水层中淡水水位低于海水水位。因而,控制和防止海水入侵最简单的手段是减少地下水开采量,使含水层水位不再继续下降。对于已被海水入侵的含水层,通过布置补给坑塘和回灌井的方法进行人工回灌,增大地下水的补给量。有条件的地区,应因地制宜地建造水利工程,拦蓄和利用地下径流和地表径流,充分利用流入海的河水,扩大水资源的调蓄利用率。

2.1 兴建地下水库

地下水是一种可调蓄的再生资源,且具有年内和年际间调蓄功能^[1],日照市降水年际变化剧烈。6—9月的降水量占全年的60%~80%,而这几个月的降水也只是集中在若干天内,并且部分形成洪水径流,因此有必要在付疃河、两城河、绣针河的下游修建地下水库,拦蓄地表水,提高水资源的有效利用率,扩大地下水开采量。

日照市东部水系由西北向东南注入黄海,属鲁东低山丘陵松散岩、岩浆岩类水文地质区。河流均属雨源型河流,修建地下水库的地质条件和水源条件均较理想。

在日照付疃河、两城河、绣针河的下游兴建地下水库进行地下水人工调蓄,既能缓解水资源短缺的矛盾,又能防止水土流失,增加湿地面积,阻挡海水入侵,改善生态环境,是一举多得的系统工程。根据测算仅固河与付疃河交汇处兴建的地下水库每年可增加地下水储量5 000万 m^3 。

2.2 减少地下水开采量

长期以来,日照市城市生活供水、工业和农业用水,基本是以地下水源为主。越是大旱年景,全市对地下水的依赖性越强,过度开采地下水引发了一系列环境地质问题。

日照市地下水储量较小,可供集中开采的水源地也较少,目前海岸带已探明的水源地主要分布在付疃河、绣针河、两城河中下游地段,其开采模数均

为10万~20万 m^3/km^2 。其中以付疃河水源地最大,可开采资源量为3 270.4万 m^3 。根据日照市城市规划及国民经济计划,预计到2010年,日照市将缺水4 134万 m^3 ,这相当于一个大型水资源地的水量,减少地下水开采量是防止海水入侵的一种有效办法,特别在枯水期,因为开采量偏大、地下水补给量偏小的情况下,将造成地下水位大幅度下降,并出现大面积地下水位低于海平面的负值区,海水入侵则沿负值区发展^[2]。经过分析与调查,付疃河水源地每年应减少开采1 300万 m^3 ,其他水源地基本处于采补平衡状态(开采潜力接近80%,水资源总量较小)。

2.3 人工回灌

日照市水资源是全省较丰富的地区之一,多年平均水资源总量为11.15亿 m^3 ,但以地表水为主,地表水资源量为6.59亿 m^3 ,占总水量的59.1%,地下水资源量为2.35亿 m^3 ,占总水量的21.1%,其他部分为过境水,约有2.21亿 m^3 ,占总水量的19.8%。为了确定回灌水文地质参数^[3],进行人工管井回灌试验,为合理布局人工调蓄地下水防治海水入侵提供依据。试验自2007年4月25日至2007年5月2日,历时8天。

2.3.1 试验场地水文地质条件

该试验场位于付疃河下游南岸日照市林业科技园内。地势呈西北高、东南低,地面平坦,起伏较小,为丰产耕田。处于古河道的下游部位,地层以第四纪冲洪层为主,含水层主要岩性为含砾砂、中细砂,地下水径流条件良好。近年来由于地下水的过量开采,形成了以南树村—西灶村为中心的开采漏斗,面积达10 km^2 (指区内枯水期),水位埋深由2000年前的3~5 m到2006年的20 m以上。地下水流向为北西至南东,地下水补给源的自然条件主要为大气降水及沟渠渗漏,排泄以工业开采、地下水径流为主,农业开采及地面蒸发为辅,地下水类型属孔隙潜水局部承压。

2.3.2 回灌试验结果

(1)采用傍河地下水,利用管井导虹吸回灌,由于水质较好不用回扬,试验期间没有发生堵塞现象。

(2)该区单井回灌影响半径为35 m,灌量平均为14.12 m^3/h 。

(3)回灌水文地质参数均小于抽水水文地质参数1~5倍,说明回灌较抽取地下水难度大。

(4)单井回灌量与涌水量相同时(抽水量为 $11.99\text{m}^3/\text{h}$,回灌量为 $14.12\text{m}^3/\text{h}$),抽水水位降深只有 0.51m ,而回灌水位上升值达到 2.65m 。说明单井无压状态下回灌效果不如抽水效果。

(5)根据回灌试验资料计算的各种水文地质参数均达到透水性、富水性较强的含水层标准。

3 结论

(1)日照市水资源愈来愈短缺,保护好各地水源地意义重大。预计2010年日照市将缺水 $4\ 143\text{万}\text{m}^3$,相当于一个大型水源地的供水量。

(2)日照市海水入侵呈缓慢扩张趋势,枯水期加重,丰水期会减轻,但总体在缓慢加重,故应引起足够重视。

(3)日照市付疃河、绣针河、两城河的污染应引起足够的重视,它们是主要的排污通道,通过综合评

价将日照市地下水划分为4种类型,即地下水质量优良区、良好区、较差区、极差区。

(4)日照市海水入侵有人为因素、气候因素、地质因素、地理环境因素等。目前现有手段,只有先从人为因素抓起,水资源环境是引发海水入侵灾害发生的基础,过度开采地下水资源会导致地下水位下降,河道采砂破坏含水层。以及无序的海产养殖加工,人为引取海水倒灌,都是海水入侵的重要途径。

参考文献:

- [1] 赵德三. 山东沿海地区海水入侵灾情、趋势及其对策//论沿海地区减灾与发展[M]. 北京:地震出版社,1991.
- [2] 马凤山. 海水入侵机理及其防治措施[J]. 中国地质灾害与防治学报,1997,8(4):16-22.
- [3] 王春义,张尚武. 地下水人工回灌防治海(咸)水入侵研究//赵德三. 海水入侵灾害防治研究[M]. 济南:山东科学技术出版社,1996.

Study on Disasters Caused by Sea Water Intrusion in Rizhao City and Protection Countermeasures

LI Zhen-han^{1,2}, ZHU Wei²

(1. China Mining University, Beijing 100083, China; 2. No. 8 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong Rizhao 276826, China)

Abstract: Through remote sensing interpretation, present condition of seawater intrusion in Rizhao city is analyzed and intrusion degree is evaluated. It is found that the square of breeding ponds and flood area is increasing greatly, while the square of salt area, mud flat, beach is decreasing gradually. In coastal areas of Rizhao city, there is a contradiction between underground water reserves and human demand. This contradiction It is mainly caused by over-exploitation of underground fresh water. Thus, it is very effective in carrying out some countermeasures to prevent sea water intrusion, such as constructing underground reservoirs, reducing groundwater extraction and recharging artificially.

Key words: Sea water intrusion; remote sensing interpretation; protection countermeasures; Rizhao city