

平度市海水入侵成因及防治对策

管清花, 陈学群, 张婧

(山东省水利科学研究院, 山东 济南 250013)

摘要:平度市北胶莱河沿岸由于遭受海水入侵的影响, 给工农业生产和人民生活造成了严重的危害。通过调查分析平度市北胶莱河沿岸海水入侵的现状和特点; 针对海水入侵的演化特征分析了海水入侵的形成原因, 并分析海水入侵造成的危害, 提出相应的防治对策。

关键词:海水入侵; 超采地下水; 防治对策; 平度市

中图分类号: X143

文献标识码: B

平度市是山东省面积最大的县级市, 位于胶东半岛西部, 北胶莱河以东, 总面积 3 166.54 km², 地形由南向北、由东向西倾斜。西北部是由海相沉积物与河流冲积物叠次覆盖而成的滨海平原, 海拔高度一般在 10 m 以下, 滨海平原区面积 1 310.29 km², 占全市总面积的 41.4%, 平原区沉积层厚 30 余米, 第四系孔隙水广泛分布, 长期以来一直作为当地人民生活 and 工农业生产的主要供水水源。但是, 近年来因超量开采地下水而引发了海水入侵, 不仅严重破坏了自然生态环境, 而且影响到当地人民的生产和生活。因此, 对滨海平原区海水入侵灾害的发育现状、危害程度及形成原因进行调查研究和提出防治对策, 对于该市经济的可持续发展具有重要的现实意义^[1]。

1 海水入侵现状

平度市海水入侵始于 20 世纪 70 年代中期, 目前已经影响到北胶莱河下游的平度市新河镇、灰埠镇、张舍镇、马戈庄镇, 2009 年发现海水入侵进一步南移, 影响到马戈庄镇以南的明村镇。

1.1 海水入侵的演化过程

平度市 1980 年开始发现调查海水入侵现象, 入侵面积 35 km², 沿北胶莱河呈带状分布; 到 1989 年, 沿北胶莱河最大向南推进距离超过 3 000 m, 入

侵面积 50 km²; 1998 年入侵面积 80 km²; 2004 年入侵面积为 110 km², 2009 年调查统计, 海水进一步向南入侵, 入侵面积已经达到 160 km², 图 1 为近年来海水入侵变化曲线。

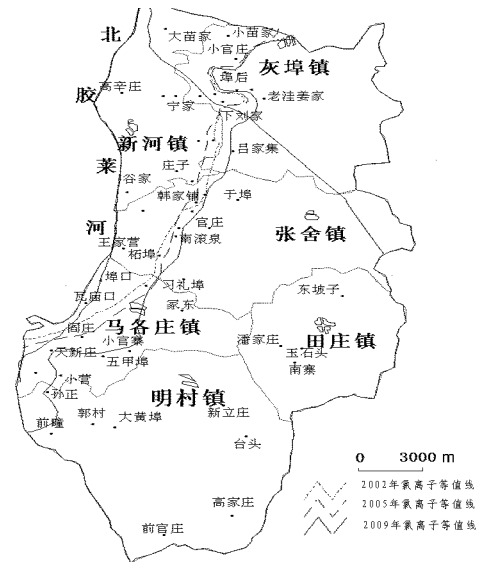


图 1 平度市海水入侵变化情况

1.2 海水入侵现状

在研究区内布设了 4 条监测剖面, 即庙后-下刘家剖面(1 号)、穆家-于埠两条横向剖面(2 号)、小苗家-官庄两条纵向剖面(3 号)、北胶莱河入海口-穆家剖面, 从 4 条监测剖面的观测水井取样化验, 对比

* 收稿日期: 2011-11-02; 修订日期: 2011-12-27; 编辑: 曹丽丽

基金项目: 水利部公益性行业科研专项经费(200901076); 国家自然科学基金(40776050); 山东省自然科学基金项目(Q2008F06)

作者简介: 管清花(1981—), 女, 山东济南人, 工程师, 主要从事水工环、地质工程、地质矿产工作; E-mail: qhguan0120@163.com。

Cl⁻浓度的多年变化情况,图 2 为监测剖面位置图,图 3—图 6 为监测剖面 Cl⁻浓度变化图。

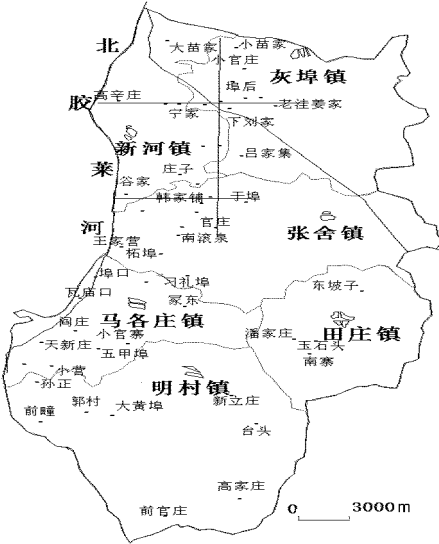


图 2 监测剖面位置图

图 3 和图 4 为沿北胶莱河向东布设的两条横向剖面,随着与北胶莱河距离的加大,Cl⁻浓度逐渐降低;图 5 沿北胶莱河自北向南 Cl⁻浓度逐渐降低,到明村镇的韩村附近北胶莱河的河水的氯离子浓度为 516 mg/L,表明海水沿河上溯已经影响到明村镇;图 6 为小苗家-官庄的纵向监测剖面的 Cl⁻浓度变化曲线,由图 2,图 6 可以看出在下王家附近 Cl⁻浓度较低,而在李家铺和祝家铺附近 Cl⁻浓度呈增大趋势,这与下王家北部为丘陵地区,基岩埋深较浅有关。这一现象说明,研究区海水入侵主要为沿北胶莱河向东岸入侵,而且海水入侵现状已经影响到明村镇。

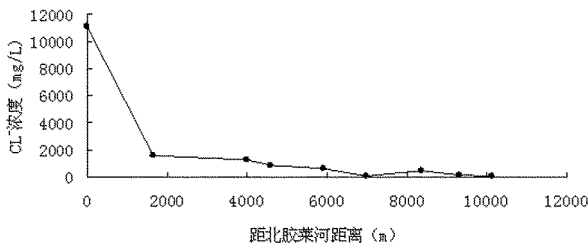


图 3 庙后-下刘家剖面(1号)Cl⁻变化曲线

2009 年平度市海水入侵面积达到了 160 km²,占平度市平原区总面积的 12.2%。位置自北向南沿胶莱河向东岸入侵,庙后-下刘家剖面向东最大入侵距离为 8 km;沿北胶莱河向南影响到明村镇。其中海侵面积超过 20 km² 的乡镇为新河镇、灰埠镇、张舍镇和马戈庄镇。

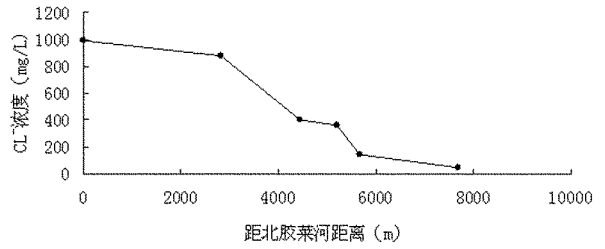


图 4 穆家-于埠剖面(2号)Cl⁻变化曲线

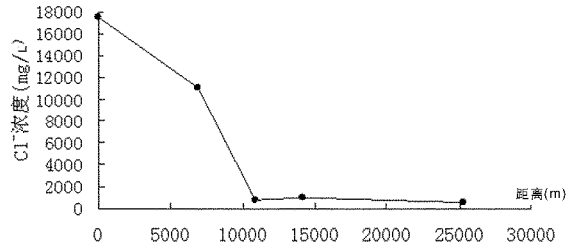


图 5 北胶莱河入海口—穆家剖面 Cl⁻变化曲线

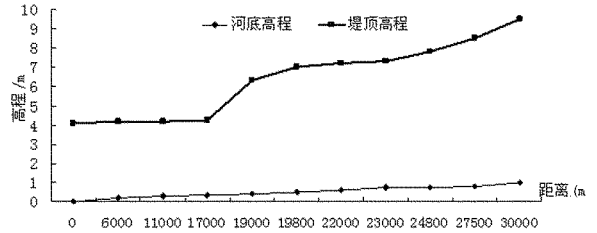


图 6 小苗家-官庄剖面(3号)Cl⁻变化曲线

2 海水入侵形成原因

北胶莱河下游地势低平,海积层发育,良好的砂质为海水入侵提供了良好的条件,地下水长期超采导致区域地下水位持续下降,产生负值降落漏斗,这是海水入侵及大规模形成的主要原因,连续枯水年使得地下水补给量减少,则是海水入侵的又一原因^[2]。另外,由于北部莱州湾沿岸分布大量的古卤水,也是海水入侵的一个重要原因。

2.1 北胶莱河沿岸地貌特征

北胶莱河入海口附近区域地处莱州湾南部湾顶岸段,主要受沿岸几条入海河流来沙的影响,部分湾底泥沙受海洋动力作用参与了沿岸地貌的塑造,广泛发育了全新世中期以来形成的海积平原,地势低平,海积层发育。入海口潮滩平均宽 4~6 km。沿岸大部分地段已修筑海堤,岸线以此为界,其外至低潮线即为潮滩地带,可分为上中下 3 个亚带。主要潮滩地貌类型有:潮间河道、潮沟、潮间沙堤等,其中河潮间河道是贯穿潮滩的主要负地形。北胶莱河下

游研究区内(海仓-前房家)地势变化曲线如图 7 所示。研究区地势平坦,河底地势坡降为 0.027×10^{-3} ,河岸地势坡降为 0.32×10^{-3} 。至平度市新河闸,北胶莱河桩号 12+870(以海仓为零点),闸底高程为 0.35 m,新河拦河闸下游的海水高潮时水位 3.7 m,低潮时水位 1 m。因此平坦地形为海水沿河上溯提供了有利的条件。

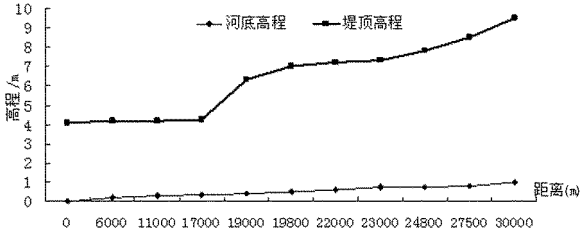


图 7 北胶莱河海仓—前房家河段地势变化

受海水上溯的影响,北胶莱河新河闸下游水质以咸水为主,经过历史资料的调查分析,绝大多数的月份 Cl^- 浓度在 $500 \sim 1\ 000\ mg/L$ 之间,只有 2002—2003 年期间 Cl^- 离子的含量超过了 $10\ 000\ mg/L$ 以上。自海仓为零点向上游进行了北胶莱河水水质调查, Cl^- 浓度沿河变化趋势线如图 8 所示。

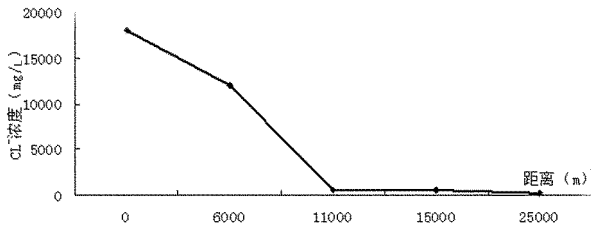


图 8 北胶莱河沿河 Cl^- 浓度变化曲线

新河拦河闸下游的海水高潮时水位 3.7 m,低潮时水位 1 m,新河闸闸顶高程 3.85 m,高于一般海水高潮时的水位。但是新河闸年久失修,目前海水涨潮时仍能通过新河闸上溯至马戈庄前房家一带,对上游沿岸地下水形成威胁。

2.2 北胶莱河水文地质条件

含水层的结构、岩性、厚度、渗透性及水力性质直接影响海水入侵的形成。平度市滨海平原区上覆第四系孔隙水,含水层分布连续,富水性较强,地下水埋深较浅,岩性上部为砂质粘土,下部为砂层,底部为砂砾层,含水层厚度 $3 \sim 10\ m$,主要赋存在砂层、砂砾层中,渗透性强。含水丰富,易开采,单井出水量约 $1 \sim 20\ m^3/h$,受古河道分布的影响,研究区西北部为双山河、淄阳河流域,古河道呈东西向,因

此,第四系砂层以及古河道的走向为海水入侵提供了通道。

第四系下部基岩碳酸盐类岩溶裂隙水岩石风化深度达 50 m。在 $15 \sim 30\ m$ 深处岩溶裂隙发育,地下水呈线状分布,连通性好,含水丰富,单井出水量约 $5 \sim 30\ m^3/h$,水质较好,目前尚未发现海水入侵的现象。

2.3 过量开采地下水

由于乡镇工业的迅猛掘起,高产高效农业的快速发展,小城镇建设规模不断扩大,人口急剧膨胀,用水量越来越多,地下水开采强度较大,地下水长期处于超采状态。据统计,平度市多年平均地下水资源量为 $37\ 882\ 万\ m^3$,地下水资源可利用量为 $30\ 827.4\ 万\ m^3$,1975—1981 年,地下水开采强度不大,地下水位平均埋深为 2.81 m;1982—2003 年,随着工业的发展,用水强度较大,地下水平均埋深 7.76 m;近 20 年间,地下水位下降了 4.95 m,2004 年以后地下水位略有回升。由于超采地下水引起地下水位的不断下降,使之形成大面积负值水位区^[3],破坏了地下水的天然流畅,促使海水南移而侵染地下淡水(图 9)。

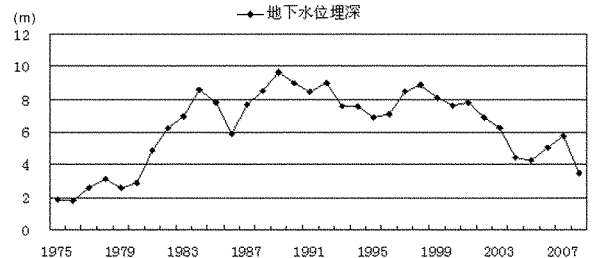


图 9 平度市北胶莱河东岸地下水埋深图

2.4 连续枯水年

干旱年份降水量偏小,而地下水开采量反而增大,因此势必造成地下水位下降速率增大,海水入侵速度也变大。据调查分析,1981—1989 年属于连续偏枯年份,年平均降雨量为 $497.6\ mm$,占多年平均降雨量的 79%,平度市海水入侵最初在这段时间加剧;2002 年和 2006 年平度市为枯水年份,降雨量分别为 $334.3\ mm$ 和 $377.6\ mm$,占多年平均降雨量的 61.3%和 54.3%,2002 年和 2003 年地下水位较低,据实际观测资料,海水入侵面积在这 2 个年份入侵速度加快。因此,枯水季节淡水水位的下降会加速北胶莱河沿岸海水入侵的速度和面积。

3 海水入侵危害

3.1 影响地下饮用水水质

新河、灰埠、张舍三镇在1982年和1983年建饮水工程4处,铺设地下管道10万余米,取用地下水作为饮用水水源。近几年,由于工农业用水量的加大,造成地下水位不断下降,咸水入侵范围逐年扩大,水质变咸,导致张舍、新河两镇已建成的引水工程闲置。为了解决饮水问题,2001年青岛、平度及新河、张舍两镇投资500余万元,在新河镇新建苦咸水淡化工程1处,在张舍镇建设胶东调水工程。

3.2 破坏土壤生态系统

由于地下水位下降,水质盐碱化,使区内500余眼机井不能利用,有效灌溉面积逐年减少,2002年比1985年减少了800余公顷。另一方面,海水入侵造成地下水含盐量增高,破坏了地下水环境,同时地下咸水沿毛细管进入耕作层土壤,使耕作层中氯离子增加,土壤结构变差,肥力下降,形成盐碱荒地,农作物损失严重,每年损失达4000余万元。

3.3 海水入侵导致工业企业停产

工业企业水源地水质的咸化,使该区不少可行的项目因缺乏淡水而不能上马,新河镇在前几年考察论证年产值600多万元,利润达60多万元的硅胶厂与人造板厂,因缺乏淡水,而不能投产。已投产的企业因缺乏淡水而被迫停产。新河第五草制工艺品厂,原是平度市出口创汇厂之一,自投产以来,效益一直很好,因受海水入侵的影响,厂内所有自备井全部变成了咸水,由此而停产。

3.4 对生态环境的影响

海水入侵对生态环境的影响十分显著。一是破坏了沿海淡水由内陆流入海洋,淡水与海水间的平衡关系;二是破坏了区域生态平衡关系,使植物群落萎缩,一些地下蛰居越冬的益虫失去生存条件,生物群落发生退化,加重了该区的生态灾难。

4 防治对策

4.1 建立海水入侵动态监测网络体系

动态监测是根据需要,在较短的时间内获得当前状况下全区域与海水入侵相关的指标,包括地下水位、地下水水质、咸淡水界面位置、海水入侵范围等。

动态监测较之传统的测量分析,其最主要特点就是迅捷性,可以克服信息相对滞后的弊端。山东省滨海平原海水入侵动态监测网络,管理机构自上而下可设三级,即监测总站(滨海地市联合机构)、监测分站(各地市)和监测子站(各县区)。具体监测点的布设应紧紧围绕海水入侵防治“三区”划分的成果,并以乡镇为单元实施。监测点、监测子站、监测分站和监测总站之间利用互联网进行信息的交换。

4.2 建立预报预警机制

建立预报预警机制有利于增强社会各界的关注,恰当的预警信号可以促进广大群众积极参与海水入侵的防治工作^[4]。具体做法是,主管部门及时分析海水入侵监测结果并对其发展趋势给予判断,在此基础上发布预警信号。一般来说,可以采用“三色”来显示预警级别。当海水入侵呈回退态势时,预警系统显示绿色,表明各项防治措施发挥作用,在保持现有措施基础上可不新增措施;当海水入侵保持现有状态时,预警系统显示黄色,要求考虑采取新措施以预防其恶化;当海水入侵呈前进态势时,预警系统显示红色,要求立即采取相关措施遏制其发展。

4.3 加强河流水利工程建设

有效的兴建拦蓄补源工程,实施以淡压咸,该区汛期多以暴雨形式降水,年降水的2/3在汛期,应在该区域内的北胶莱河、泽河以及小型河道上,兴建蓄水工程,把汛期降水全部拦蓄起来,用于非汛期兴利,以此补充地下水,抬高地下水位,以淡压咸,缓解水资源供需矛盾,防止海水的继续侵入^[5]。同时,在开发利用河流时,应当确保河流与其上下游、左右岸的生物群落处于一个完整的生态系统中,依此进行统一的规划和设计。

4.4 建设现代化水系联网工程体系

在水资源总量有限的情况下,实施区域水资源的统一调度和优化配置是克服水资源不合理开发利用的最佳途径,也是滨海平原防治海水入侵的有效手段。要实现水资源的合理开发利用,就必然要实施区域水资源的统一调度和优化配置,将取水与用水统一起来考虑,既满足用水户的基本要求又避免不合理取水的存在。要实现上述目的,就要和当地的社会经济发展协调起来,建设高效的现代化水系联网工程体系,并按照水资源优化配置方案进行管理和实施。

4.5 全面推进节水型社会建设

建设节水型社会应是滨海地区基本的策略之一。在滨海平原区范围内结合海水入侵防治工作大力开展创建节水型社会的宣传、教育和研究工作,在生活用水方面,提高广大群众对节水与海水入侵防治相关性的认识,从而在日常生活中能够自觉节水;工业用水要通过技术改造和产品的更新换代,搞好废污水的处理回用,提高水的重复利用率;农业要调整种植结构合理安排耕作制度,搭配作物品种,发展生态农业,推广渠道防渗和管灌、喷灌、滴灌、微灌等先进节水技术,实行经济灌溉定额,提高单方水的经济效益,加快建设节水型社会步伐。

5 结论

(1)近年来,平度市海水入侵进一步加剧,以 Cl^- 浓度 250 mg/L 作为咸淡水界面线,通过调查,海水入面积从 1980 年的 35 km^2 发展到 1998 年的 80 km^2 ,2009 年入面积已经达到 160 km^2 。其中庙后-北肖家剖面的入侵距离达到了 5 500 m。海水来源是莱州湾的海水沿着北胶莱河上溯,向东岸入侵,其中海侵面积超过 20 km^2 的乡镇为新河镇、灰埠镇、张舍镇和马戈庄镇,枯水年海水入侵进一步加

剧。

(2)北胶莱河下游地势低平,海积层发育,良好的砂质地层均为海水上溯造成两岸的海水入侵提供了良好的条件,地下水长期超采导致区域地下水位持续下降,产生负值降落漏斗,这是海水入侵及大规模形成的主要原因,连续枯水年份使地下水补给量减少,则是海水入侵的又一原因。

(3)从加强地下水动态观测网络、河流拦蓄、节水、合理开采水源、大力发展雨水水源、加强动态监测等方面提出了北胶莱河沿岸海水入侵的防治对策。

参考文献:

- [1] 李国敏,陈崇希. 海水入侵研究现状与展望[J]. 地学前缘, 1996,3(1,2):1-5.
- [2] 尹泽生. 莱州市滨海区域海水入侵研究[M]. 北京:海洋出版社,1992:137-142.
- [3] 李福林,赵德三,陈学群,王永吉. 海水入侵防治研究与实践进展[A]//海岸带地质环境与城市发展研讨会论文集[C]. 北京:中国大地出版社,2005.
- [4] 姚春梅,颜景生. 龙口市海水入侵灾害及防治对策[J]. 山东地质,2000,16(12):45-49.
- [5] 寇英杰,王颖. 辽宁省海水入侵成因及防治措施[J]. 辽宁地质,2000,(3):68-71.

Origin and Prevention Countermeasures of Seawater Intrusion in Pingdu City

GUAN Qinghua, CHEN Xuequn, ZHANG Jing

(Shandong Provincial Water Resources Research Institute, Shandong Jinan 250013, China)

Abstract: Due to seawater intrusion along Beijiaolai river in Pindu city, industrial and agricultural production and peoples' living have been damaged seriously. Through survey and analysis on present condition and characteristics of seawater intrusion along Beijiaolai river, pointing to the evolution characteristics of seawater intrusion, the origin of seawater intrusion and its damage have been analyzed, and relative protection countermeasures have been put forward as well.

Key words: Seawater intrusion; over-exploitation of groundwater; prevention countermeasures; Pingdu city