

北海市海水入侵地质灾害 发展趋势与成因分析

李祖行

(广西北海地质环境监测站,广西 北海 536000)

[摘要] 海水入侵,是滨海地区最常见的一种地质灾害。文章分析了北海市水文地质特征、海水入侵的现状及其发展趋势、以及海水入侵的原因,在此基础上提出了相应的防止海水入侵的具体对策。

[关键词] 海水入侵;发展趋势;防治对策;北海市

北海市是一个滨海城市,地形平坦开阔,新近系和第四系松散地层厚度大,市政供水资源为地下水,但是由于不合理开采地下水,造成了北海市区局部地段发生海水入侵地质灾害。笔者负责《北海市地质灾害调查与区划》项目工作(2007~2008年),海水入侵成为笔者调查研究的重要内容。现把北海市海水入侵现状、入侵原因及其发展趋势介绍如下。

1 水文地质特征

北海市区为3面环海的半岛地形,地貌上多属滨海平原,地面标高为11~15m。沿海一带分布海积阶地,标高为5~8m,地层为松散的第四系全新统和更新统北海组、湛江组,以及新近系上新统尚村组,下伏的基岩泥盆系。

1.1 含水层特征

第四系全新统和更新统北海组、湛江组及新近系上新统尚村组以松散沉积土体为主,岩性为含粘土砂砾、砾砂、粗砂、粉质粘土、砂质粘土和粘土等。含水层结构复杂,具有多层结构,自上而下分为潜水含水层、第Ⅰ承压含水层、第Ⅱ承压含水层。

潜水含水层主要由北海组砂砾岩组成,厚度1.0~5.2m,靠近海岸和沟谷地带,潜水多被疏干。潜水含水层薄,水量中等一贫乏。

第Ⅰ承压含水层空间分布与湛江组地层相符,含水层岩性以粗砂、砾砂为主,其间夹薄层粘土透镜体。

第Ⅱ承压水含水层厚8~28m,单井出水量1000~2000m³/d,水量丰富。含水层顶板为粘土层,分布厚度不均,有尖灭再现现象,形成岩性“天窗”。

第Ⅲ承压含水层由砾砂、粗砂组成,其间夹有数层粘土透镜体,含水层厚20~90m,钻孔单位涌水量5.62~9.73L/s·m,水量丰富。

1.2 地下水补给、径流、排泄特征

北海市地下水的补给来源主要为大气降雨。含水层之间的补给主要以越流方式进行,在水位差的作用下潜水通过弱透水层越流补给或通过岩性“天窗”垂直补给第Ⅰ、第Ⅱ承压水。地下水的径流方向,由内陆向海域运动。潜水含水层被海岸或沟谷切穿而向沟谷及海域泄流排泄,承压水主要为人工开采和向海底排泄。

2 海水入侵发展趋势分析

北海市在水源地勘察时,划分了海城区、禾塘村、后塘村、龙潭村、高阳村5个水源地,目前发生海水入侵的有2个区域:一是位于北海市西北部的海城区西段海角大道一带,该海水入侵区域属于海城区水源地范围;二是北海市西南部侨港镇一带,海水入侵区域分布在禾塘村水源地范围。

海城区西段海角大道一带是最早遭受海水入侵的区域,发生时间为1979年,当时在该地段的降落漏斗内,有两井(S₁₉、S₂₁井)Cl⁻离子含量超过了生活饮用水标准(250mg/L);1989年3月,在该地段的海水入侵面积

[作者简介] 李祖行(1958—),男,1981年毕业于广西地质学校,水文及工程地质专业,现从事水文地质、工程地质、环境地质工作,工程师。

约为 1.25km² ,随着海水不断向内陆入侵推进 ,海水入侵面积由 1993 年的 3.00km² 扩大到 1996 年的 3.52 km² ,致使大批开采井因咸化而报废。此后 ,水厂及有关单位关闭了一批开采井并调节开采量 ,开采量由 1989 年的 5.33 万 m³/d(最大)降至 2003 年的 1.21 万 m³/d ,到 2007 年开采量降至 0.43 万 m³/d。

随着海城区水源地地下水开采量的逐年减小 ,部分供水井的 Cl 离子含量也呈逐年下降趋势 ,原来咸化的开采井水质出现慢慢淡化迹象。以北海太平洋冷冻厂开采井 BCI-12 为例 ,该井建于 20 世纪 80 年代 ,地下水为承压水 ,建井之初 ,井水的 Cl 离子含量小于 10mg/L ,20 世纪 80 年代末至 90 年代 ,由于老城区海角路一带地下水被过度开采 ,导致海水入侵 ,使该井的 Cl 离子含量于 1991 年升至 51.23mg/L ,1992 年达 106.8mg/L ,1993 年升至最高 ,为 440.56mg/L ,之后因海城区水源地的开采量逐年减小 ,该井的 Cl 离子含量也随之下降 ,由 2003 年的 306.4 mg/L 降至 2005 年的 235.9 mg/L ,到 2007 年该井的 Cl 离子含量为 205.67 mg/L。

由于地下水开采量逐年减小 ,开采井 Cl 离子含量跟随下降 ,海水入侵面积也在缩小。1996 年海水入侵面积为最大 ,达到 3.52 km² ,到 2004 年为 2.1 km² ,2007 年减小到 1.81 km² ,比 1996 年减小了 1.72 km² ,海城区西段海角大道一带海水入侵势头得到了遏制。

在侨港镇一带海水入侵区 ,海水入侵始发于 1994 年 9 月。1992 年是禾塘村水源地开采量最大的一年 ,达到了 7.6 万 m³/d ,对该水源地允许的开采量 5.83 万 m³/d 来说已超采了 30.4% ,而该地段随后于 1994 年 9 月才出现海水入侵 ,这是海水入侵的一种滞后现象。1994 年、1995 年禾塘村水源地开采量分别为 7.49 万 m³/d、6.17 万 m³/d ,超采了 28.5%和 6.8%。受其影响 ,位于侨港镇一带的侨港镇军分区哨所 88-3 号井 ,自 1994 年 5 月起 Cl 离子含量急剧上升 ,到 9 月时该井因 Cl 离子含量达 735.46 mg/L 而报废 ;侨港镇冰厂

BCI-19 号开采井 ,1995 年 3 月 Cl 离子含量达 504.95 mg/L ,这一年侨港镇一带海水入侵面积为 0.57 km²。之后几年禾塘水源地(水厂)开采量进行了调整 ,2003~2007 年 ,开采量在 2.75~3.09 万 m³/d 之间波动 ,但由于近海一带仍有几家冰冻厂抽取地下水制冰 ,2007 年海水入侵面积大致与 2004 年海水入侵面积相当 ,约为 0.50 km²。个别近海开采井因停抽(如 BCI-20 井)而使局部地段海水入侵范围略有缩小 ,但变化不大。

北海市区海水入侵现状见图 1。

3 海水入侵造成的危害

海水入侵对北海市来说 ,造成的危害有以下几方面 :

(1) 海水入侵使地下水水质变咸 ,从而不能作为生活用水和工业用水 ,给市民生活带来不便 ;厂矿企业自备井水也因水质变咸而不能使用 ,对生产带来了影响 ,造成经济损失 ;同时咸水对输水管道等铁制品产生腐蚀而大大缩短了其使用寿命。

(2) 城市供水井报废 ,直接造成较大的经济损失。据不完全统计 ,到目前为止 ,由于海水入侵而造成的深井报废 32 眼、大井 3 眼、还有众多的民井 ,直接经济损失超过 450 万元。另外因水资源供给方向调整 ,需铺设新的自来水管线路而增加投资 1000 万元。



图 1 北海市海水入侵现状略图

1—海水入侵区;2—海水入侵范围及年份;3—水源地分界线;4—开采井及编号;5—钻孔及编号;
6—潜水井(孔)及其编号,Cl 离子含量(mg/L);7—承压水井(孔)及其编号,Cl 离子含量(mg/L)

(下转第 39 页)

方面分类的知识很多,分类的方法也很复杂,如何确保知识的准确、丰富,同时也能够灵活进行扩充,是建立知识库必须面对的难题。

计算机辅助进行土地利用分类,可以提高分类自动化程度,但自动化程度的提升是一个无止境的过程,除了考虑速度,还需要考虑准确性。目前分类准确性还不能达到人工识别的水平,因此要必须考虑采用人机交互的方式进行补充,这样开发的知识库和分类系统,

才能真正在确保分类准确的前提下,提高分类的速度,并最终达到减轻工作量,提高工作效率的目的。

[参考文献]

- [1] 张永生, 巩丹超. 高分辨率遥感卫星应用 [M]. 北京: 科学出版社, 2005.
- [2] 周成虎, 骆剑承, 杨晓梅, 杨存建. 遥感影像地学理解与分析. 北京: 科学出版社, 2003.

(上接第 36 页)

(3) 海水入侵使地下水资源和地质环境遭受破坏, 这个损失难以估量。

4 海水入侵原因分析

从发生海水入侵的过程及其发展趋势来分析, 海水入侵主要由以下几个因素造成。

4.1 不合理开采地下水

海城区水源地西部海岸地带的开采井过于集中, 开采量过大, 局部出现严重超采, 使地下水位持续下降, 降落漏斗“0”米标高等水位线越出海岸线, 井区与海域间的地下分水岭消失, 使咸水倒灌补给井水形成海水入侵; 同样, 在城区南部的禾塘村水源地于 1992 年开始超采, 降落漏斗“0”米标高等水位线于 1994 年越出南部海岸后, 水源地南部近海的开采井 Cl 含量急剧上升, 使侨港镇一带地下水(承压水)开始变咸, 发生海水入侵。

4.2 补给量减少

北海市地下水的补给源除了大气降水外, 湖海运河水也是水源地的重要补给来源, 据渗漏观测资料, 湖海运河单位长度对地下水的渗漏补给量为 $2.8 \text{ m}^3/\text{d}\cdot\text{m}$, 由于城市建设, 海城区、禾塘村和后塘村水源地的运河渗漏补给量因运河被填平和毁坏而不复存在, 被填平和毁坏的运河长度约 7.36km, 仅此项就使每年地下水补给量减少了 2.06 万 m^3/d ^[1]。而城市建筑和道路铺设的覆盖面积日益增大, 一定程度上也使降雨入渗补给量减少, 成为海水入侵的影响因素之一。

4.3 水文地质条件的影响

承压含水层的顶板粘土隔水层向海底延伸, 起到

阻止海水入侵含水层的作用, 但在海城区水源地西段存在顶板粘土层缺失的岩性“天窗”, 有利于海水入侵承压含水层。因此, 该地段附近的供水井先行遭受海水入侵的危害。

5 海水入侵防治对策

从水文地质条件和海水入侵的原因等分析, 要防治海水入侵, 采用人工回灌、设抽水槽和灌筑隔水墙等方法, 需投入的资金多, 技术难度大。而根据北海市实际情况, 其地下水的可开采资源总量大于现状开采量, 因此, 防治北海市海水入侵的有效措施是合理布局开采地下水。

(1) 调整布局, 合理开采。在海城区水源地, 关闭近海岸的开采井, 远离海岸的其他开采井适当减小开采量; 在禾塘村水源地, 关闭南部侨港镇近海地带的开采井, 减少乃至关停远离海岸的一些自备井的开采量; 相应地增大龙潭水厂开采量或开发北部高阳村水源地。

(2) 严禁在海水入侵区内及其附近布井开采地下水, 不在发生海水入侵的两个水源地范围随意增大开采量, 保证目前来之不易的缓解局面, 并使其向更好的方向发展。

(3) 根据《广西北部湾经济区发展规划》2020 年北海城市人口要发展到 120 万人。要解决北海市中、远期供水不足的问题, 市政供水机构可考虑开发北海市区东部的三家村、白龙等后备水源地地下水, 工业用水则可开发利用合浦水库等地表水。

[参考文献]

- [1] 周川, 王举平. 广西北海市海水入侵原因及防治对策初探 [J]. 中国地质灾害与防治学报, 1997, 8(2).