

doi:10.3969/j.issn.1674-3636.2010.03.283

苏北沿海地区潜水淡化特征及成因分析

陆 华, 陆徐荣, 杨 磊, 王茂亭, 周爱国

(江苏省地质调查研究院, 江苏 南京 210018)

摘要: 苏北沿海地区自晚更新世到全新世多次发生海水入侵, 造成区内潜水咸化, 被咸化的潜水在后期大气降水入渗、地下水开采、农业灌溉、补给地表水等自然条件和人类活动的共同作用下, 水质逐步发生了淡化作用。利用苏北沿海地区 20 世纪 80 年代和 21 世纪初的潜水资料, 从潜水矿化度、氯化物、总硬度、水化学类型以及水化学三线图等 5 个方面的分布特征作对比分析, 充分证明了区内潜水水质 20 年来发生的淡化作用。对淡化成因也作了分析。

关键词: 潜水; 淡化; 沿海地区; 江苏北部

中图分类号: P641.4⁺43 文献标识码: A 文章编号: 1674-3636(2010)03-0283-06

0 引 言

晚更新世—全新世时期, 苏北沿海地区多次发生海水入侵, 造成本区晚更新世及全新统中的地下水几乎全部为咸水或半咸水。随着时间的推移, 被海水咸化的地下水在后期自然条件及人类活动的作用下, 水质逐渐发生了淡化作用, 潜水水质淡化尤其明显。笔者收集了 20 世纪 80 年代及 21 世纪初(2003 年)的潜水资料, 从潜水的矿化度、氯化物、总硬度、水化学类型及水化学三线图等 5 个方面的分布特征作对比分析, 以证明该地区潜水 20 年来发生的淡化作用。

1 潜水水质变化特征

1.1 矿化度分布特征

据 20 世纪 80 年代资料显示, 区内潜水多为矿化度大于 1 000mg/L 的微咸水, 分布面积 7 142km², 约占总面积的 74.53%(表 1), 主要分布在射阳—盐城—东台一线以东沿海的大部分地区(图 1)。次之为半咸水约占 1 533km², 占总面积的 16.00%, 主要分布在射阳—上冈以西、大冈以东、时堰以南及特庸—盐城—大丰以东沿海地区。此外, 还包含小范

围矿化度大于 5 000mg/L 的咸水区。

而 21 世纪初(2003 年)的资料分析显示, 区内潜水矿化度发生了明显变化, 其中半咸水、咸水分布范围明显减少, 由原先的 2 068km² 陡降至 465km², 降幅达 77.51%, 盐城以东半咸水、咸水区被淡化, 已转变为矿化度小于 3 000mg/L 的微咸水, 淡水分布范围明显增加, 由原先的 358km² 增至 2 396km²。总体而言, 微咸水分布界限明显东移, 分布于龙冈—刘庄—时堰一线以东沿海地区。

表 1 苏北沿海地区潜水矿化度分布面积统计

分区/(mg/L)	<500	500 ~ 1 000	1 000 ~ 3 000	3 000 ~ 5 000	>5 000
20 世纪 80 年代/km ²	15	358	7 142	1 533	535
21 世纪初(2003 年)/km ²	0	2 396	6 722	408	57

1.2 氯化物分布特征

20 世纪 80 年代, 区内绝大部分地区潜水氯化物含量大于 1 000mg/L, 约 4 507km², 占总面积的 47.03%(表 2)。分布范围包括射阳、大冈以西、千秋—黄沙港以东、盐城—大丰—三仓一线以东地区(图 2), 只有龙冈以北和东台以东小范围地区符合生活饮用标准, 分布面积 394km², 仅占总面积的 4.11%。

收稿日期: 2009-11-05; 修订日期: 2009-11-12; 编辑: 侯鹏飞
基金项目: 中国地质调查局“江苏平原区地下水污染调查评价”项目(1212010634504)
作者简介: 陆华(1977—), 男, 工程师, 主要从事水文地质与环境地质工作。

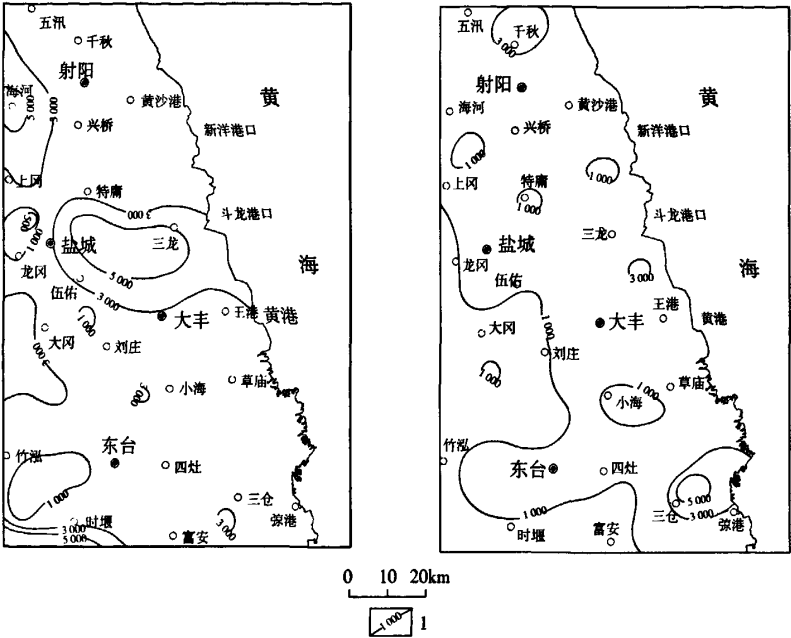


图 1 苏北沿海地区潜水矿化度等值线分布图
(左图为 20 世纪 80 年代,右图为现状)
1-矿化度分布等值线及注记

而 21 世纪初(2003 年)的潜水资料表明,潜水氯化物含量大多小于 250mg/L,分布面积与 20 世纪 80 年代相比有了大幅增加,分布面积为 4 049 km²,约占总面积的 42.25%,主要分布在兴桥—盐城—富安一线以西地区;氯化物含量大于 250mg/L 的分布区相比 21 世纪 80 年代明显减少,面积由 9 189 km² 缩减至 5 534 km²,降幅达 39.78%;大于 1 000 mg/L 的区域仍有分布,集中在射阳以北、大丰以东和东台三仓一带。

表 2 苏北沿海地区潜水氯化物含量分布面积统计

分区/(mg/L)	<100	100 ~ 250	250 ~ 500	500 ~ 1 000	>1 000
20 世纪 80 年代/km ²	16	378	1 043	3 639	4 507
21 世纪初(2003 年)/km ²	948	3 101	2 473	2 172	889

1.3 总硬度分布特征

20 世纪 80 年代,区内潜水总硬度大部分地区为极硬水(大于 450mg/L),约 6 688 km²,占总面积的 69.79% (表 3),分布区域主要包括射阳—盐城—东台一线以

东沿海的大部分地区(图 3)。大冈—竹泓—小海一线以东、盐城—大丰一线周边以及时堰以南地区大于 700mg/L,分布面积 1 437 km²。有小范围总硬度大于 1 000mg/L,分布面积 729 km²,占总面积的 7.61%。其他地区大多包括硬水和微硬水 2 种类型的潜水,且以硬水分布为主,面积 2 270 km²,占总面积的 23.69%。

21 世纪初(2003 年)的潜水总硬度分布特征则发生较大变化,以小于 450mg/L 为主,分布在王港—四灶—三仓一线以西大部分地区,面积 7 549 km²,占总面积的 78.77%。极硬水的分布相比 20 世纪 80 年代减少很多,其中以大于 1 000mg/L 区域最为明显,分布范围由原先的 729 km² 陡降至 8 km²,以点状分布为主。

1.4 水化学类型分布特征

20 世纪 80 年代,区内潜水以微咸水和半咸水为主,在水平分布上随离海岸线的远近,呈现规律性的变化(图 4),西部地区大多为 HCO₃·Cl—Na(·Ca)(·Mg)型的微咸水,四灶—时堰—富安一线以东地区则为 Cl·HCO₃—Na(·Ca)(·Mg)型的微咸水,北部海河—盐城—小海一线以东地区为 Cl—Na 型水的半咸水。

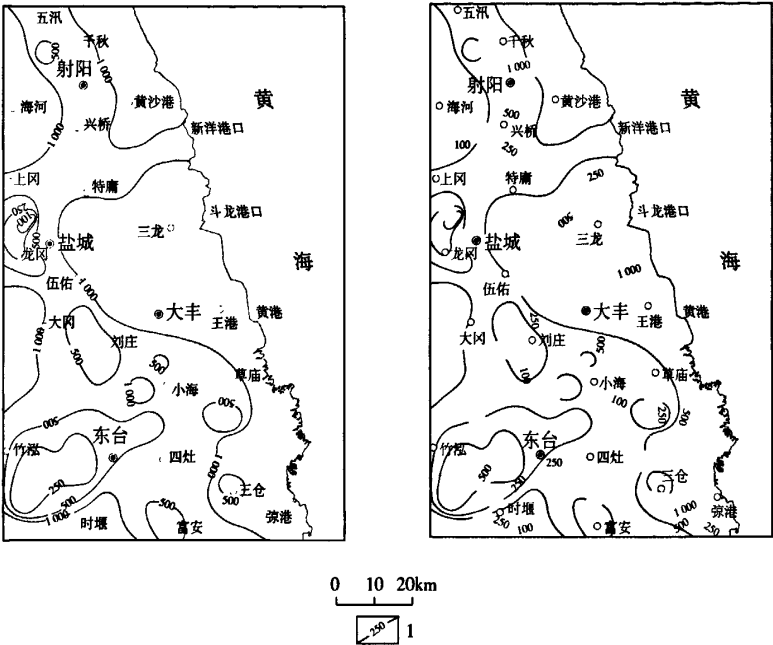


图 2 苏北沿海地区潜水氯化物含量等值线分布图
(左图为 20 世纪 80 年代,右图为现状)
1-氯化物含量分布等值线及注记

表 3 苏北沿海地区潜水总硬度分布面积统计

分区/(mg/L)	<300	300 ~ 450	450 ~ 700	700 ~ 1 000	>1 000
20 世纪 80 年代/km ²	625	2 270	4 522	1 437	729
21 世纪初(2003 年)/km ²	3 229	4 320	1 718	308	8

21 世纪初(2003 年),区内潜水以微咸水为主,西部地区为 $\text{HCO}_3-\text{Na}(\cdot\text{Ca})$ 型的淡水。东部特庸—刘庄一线以东沿海、东台—四灶以南小范围地区为 $\text{HCO}_3\cdot\text{Cl}-\text{Na}(\cdot\text{Ca})(\cdot\text{Mg})$ 型的微咸水。北部射阳以北以及大丰以北有小范围的 $\text{Cl}\cdot\text{HCO}_3-\text{Na}(\cdot\text{Ca})(\cdot\text{Mg})$ 型的微咸水分布, $\text{Cl}-\text{Na}$ 型的微咸水则为点状分布。

1.5 水化学三线图

对比 20 世纪 80 年代和 21 世纪初(2003 年)潜水的水化学三线图(图 5)不难发现,20 世纪 80 年代潜水的 $\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-}$ 变化在 27% ~ 93% (毫克当量百分数), $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ 变化在 30% ~ 83% (毫克当量

百分数),水样多集中于三线图中部偏右侧区域,为微咸水、半咸水。而 21 世纪初(2003 年)潜水的 $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ 变化在 29% ~ 94% (毫克当量百分数), $\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-}$ 变化在 18% ~ 81% (毫克当量百分数),分布集中区整体南移,多为淡水,由此可以判定潜水发生明显的淡化作用。

2 淡化成因分析

2.1 大气降水入渗

大气降水是潜水主要补给来源,潜水水位的升降明显受降水控制,且上升幅度直接受降水量多少的影响,每次降水后 24h ~ 48h 地下水即出现峰值。区内多年平均降雨量在 1 100mm 左右,自西向东降水量略有增加,全年雨日约达 110d ~ 120d,丰富的雨水为区内提供了大量充足的潜水资源。

2.2 地下水开采

20 世纪 80 年代前,区内工业发展比较落后,居民大多选择地表水作为主要生活饮用水水源。20 世纪 80 年代后,工业发展速度不断加快,大多数河

水受到了不同程度的污染,于是潜水成了多数居民选择的新水源,潜水井的数量得到了大幅增加。至 20 世纪 90 年代,部分地区已达到了每户 1 井的水平。潜水开采将土壤中的高矿化度水不断地抽出,

形成了水力差,促使低矿化度的雨水、地表水和灌溉用水的不断入渗和补充,从而大大降低了潜水水体的矿物质含量,尤其是氯化物含量,由此逐渐形成了潜水淡化效果。

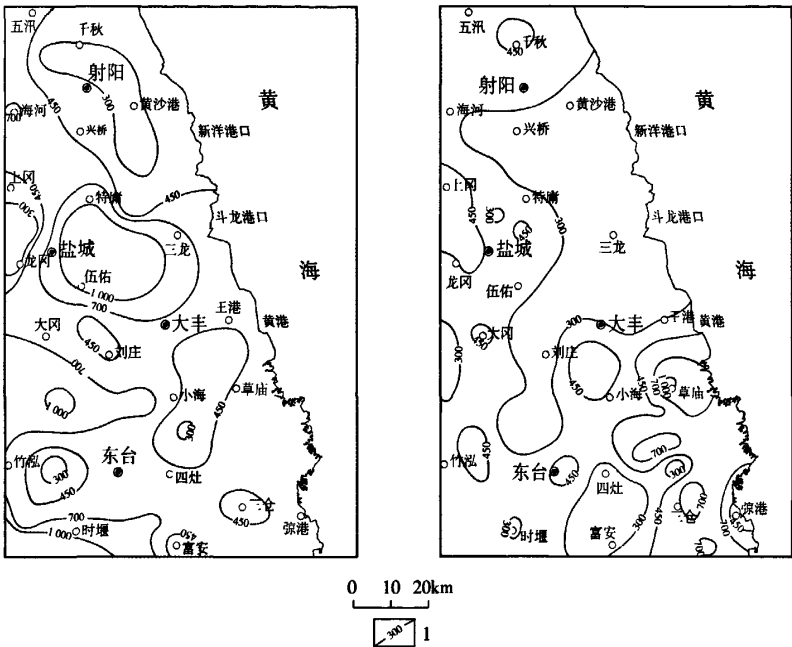


图3 苏北沿海地区潜水总硬度等值线分布图
(左图为 20 世纪 80 年代,右图为现状)
1-总硬度分布等值线及注记

2.3 农业灌溉

20 世纪 60 年代,区内及周边地区开始兴建各类排水泵站,经过 40 年的建设,现已建成多座正规泵站,有效提高了农田灌溉面积,总面积已达上百万公顷。由于灌溉面积的大量增加,使得原先土壤中的盐分逐渐溶解于灌溉水中被排泄掉,从而起到了洗盐的作用,广泛分布的盐碱地也逐步得到了根治,潜水失去了一个大量提供盐分的补给来源。

2.4 补给地表水

潜水除了以地表蒸发、人工开采排泄外,侧向补给地表水也是其主要排泄途径之一。本区降雨量较丰沛,潜水水位常年高于地表水水位,自然条件有利于土壤中盐分的排出,再加上 1949 年以后区内大规模兴修水利,开挖河渠及为提高三麦产量和治理盐渍化而采取的水利措施,更加速了潜水质度的淡化。

3 结 语

苏北沿海地区自晚更新世到全新世多次发生海水入侵,造成区内潜水咸化,被咸化的潜水在后期大气降水入渗、地下水开采、农业灌溉、补给地表水等自然条件和人类活动的共同作用下,水质逐步发生了淡化作用。通过对潜水矿化度、氯化物、总硬度、水化学类型及三线图等 5 个方面的分布特征作对比分析,有力证明了区内潜水水质自 20 世纪 80 年代至今 20 年来所发生的淡化作用。

相信随着区内潜水质淡水作用的不断加大,其有望得到根本改良,加以合理的处理后,以形成潜水质良性循环,弥补区内水资源的不足,从而推动苏北沿海地区地方经济的发展。

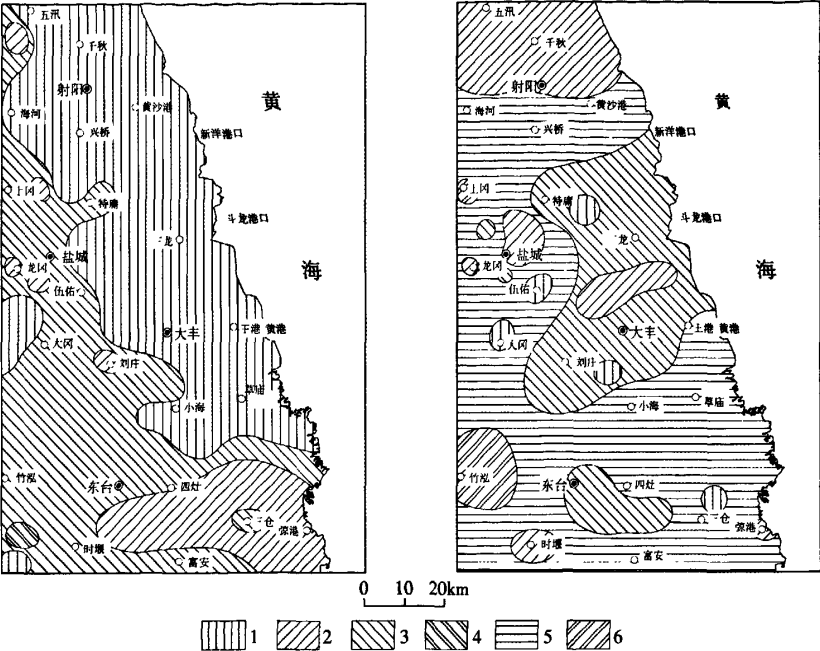


图 4 苏北沿海地区潜水水化学类型分布图
(左图为 20 世纪 80 年代,右图为现状)

1-Cl-Na 型水;2-Cl·HCO₃-Na(·Ca)(·Mg)型水;3-HCO₃·Cl-Na(·Ca)(·Mg)型水;
4-HCO₃·Cl-Ca(·Na)型水;5-HCO₃-Na(·Ca)型水;6-HCO₃-Ca(·Na)型水

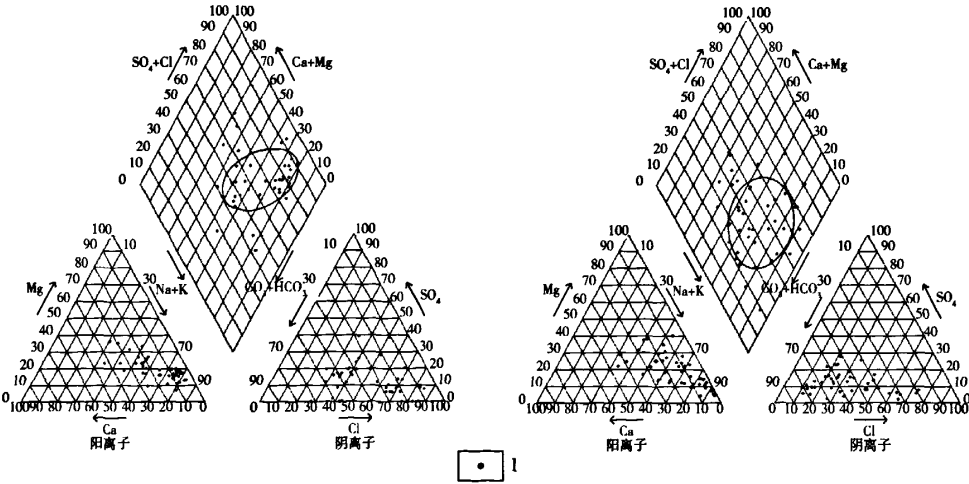


图 5 苏北沿海地区潜水三线图
(左图为 20 世纪 80 年代,右图为现状)
1-潜水样水质分析点

参考文献:

报告(盐城幅、东台幅)[R].南京:江苏省地质矿产局,1982.

[1] 黄金生,贾灿如.中华人民共和国区域水文地质普查

[2] 陆徐荣,黄敬军,陆华,等.淮河流域(江苏段)环境地

- 质调查报告[R].南京:江苏省地质调查研究院,2008.
- [3] 黄敬军,陆华.江苏沿海地区深层地下水开发利用现状 & 环境地质问题[J].水文地质工程地质,2004,31(6):64-68.
- [4] 单卫华,邢卫兵.南通沿海地区主采层地下水咸化特征[J].地质学刊,2008,32(4),286-291.
- [5] 华明,陈宝,翁志华,等.江苏淮扬地区浅层地下水环境质量评价与分析[J].地质学刊(原江苏地质),2006,30(3),196-199.
- [6] 张润贤.盐碱区地下水淡化问题的研究[J].水利科技与经济,1999,5(2),77-80.

Study on desalination characteristics and origin analysis of phreatic groundwater in coastal area of North Jiangsu

LU Hua, LU Xu-rong, YANG Lei, WANG Mao - ting

(Geological Survey of Jiangsu Province, Nanjing 210018, China)

Abstract: There were many times of marine transgressions since late Pleistocene Epoch to Holocene Epoch in coastal area of North Jiangsu, which inevitably led to the salinization of the phreatic groundwater. Due to combined activities like permeation of precipitation, agricultural irrigation, exploitation of groundwater, surface water supply and human activities, the phreatic groundwater turned to be desalinated. Compared with the available data of the last century, the authors made contrasts on the salinity, chloride, total hardness, chemical types and trilinear diagram, suggesting an obviously desalinated trend in the last two decades.

Keywords: Phreatic groundwater; Desalination; Coastal area; North Jiangsu

华夏龙谱(55)——神州戈壁巨龙 (*Gobititan shenzhouensis* You, et al., 2003)

2003年,中国地质科学院地质研究所尤海鲁等古生物学家,描述并报道了中国甘肃省肃北县和内蒙古自治区交界马鬃山地区下白垩统新民堡群地层,发现的大型蜥脚类恐龙的骨骼化石,鉴定为是一种新的基础泰坦巨龙类恐龙,化石包括脊椎骨和一根肢骨残部。这是一种相当原始的泰坦巨龙类(Titanosauria)恐龙,说明泰坦巨龙类可能在早白垩世或更早的年代就已经在亚洲游戈。

分类:蜥臀目(Saurischia),蜥脚形亚目(Sauropodomorpha),蜥脚下目(Sauropoda),泰坦巨龙形类(Titanosauria),神州戈壁巨龙(*Gobititan shenzhouensis*)。

时代:早白垩世。

分布:甘肃省北部马鬃山地区滨湖丛林。



(钱迈平)