

江阴南部地区地下水禁采效应分析

王晓梅¹, 谢健宝², 李兆勤²

(1. 江苏省地质调查研究院, 江苏 南京 210018; 2. 江苏省地质工程勘察院, 江苏 南京 210012)

摘要 : 简要介绍了江阴南部地区地质、水文地质条件、地下水开发利用及封井情况, 阐述了区内地下水水位动态及地面沉降速率的变化趋势, 对地下水禁采所产生的水位及环境效应进行了分析与总结。初步认为: 江阴南部地区地下水开采量主要来自含水层的重力释水, 地面沉降量主要为含水砂层的压缩变形量, 地面沉降与地下水开采间的关系尤为密切, 表现为地下水禁采后随着水位的缓慢回升, 地面沉降速率迅速减缓。

关键词 : 地下水; 地面沉降; 禁采; 环境效应; 江阴市

中图分类号: P641.74 文献标识码: A 文章编号: 1004-693X(2007)05-0041-03

Effect of prohibition of groundwater mining in South Jiangyin

WANG Xiao-mei¹, XIE Jian-bao², LI Zhao-qin²

(1. Geological Survey of Jiangsu Province, Nanjing 210018, China; 2. Geo-engineering Investigation Institute of Jiangsu Province, Nanjing 210012, China)

Abstract : Based on a brief introduction of geological and hydrogeological condition, the development and utilization of groundwater and seal of pumping well in southern district of Jiangyin City, the change of groundwater level and land subsidence rate were discussed. The water level change and environmental impacts after prohibition of groundwater mining within the district was further analyzed and summarized. The yield of groundwater mainly comes from the gravity water released from the aquifer, and the land subsidence is mainly due to the compression of sand layer. The land subsidence is closely related to the groundwater mining. It proves that after the prohibition of groundwater mining, the land subsidence rate reduces and the groundwater level rises gradually.

Key words : groundwater; land subsidence; prohibition of groundwater mining; environmental effect; Jiangyin City

江阴市位于江苏省东南部长江河口带南侧, 自然地理条件优越, 经济实力雄厚。随着经济的高速发展, 为满足日益增长的用水需求, 自 20 世纪 80 年代初期开始, 江阴市地下水长期处于超量开采状态, 多年来地下水水位持续下降, 特别是江阴南部地区(月城—峭岐—长寿—华士—线以南地区)开采尤为强烈, 禁采前漏斗中心水位埋深已超过 70 m^[1]。

由于江阴南部地区地下水含水系统处于一种封闭状态, 补给条件较差, 地下水开采量主要来自含水层的重力释水, 致使局部地段已处于“疏干开采”状态, 因水位大幅持续下降而诱发的地面沉降地质灾害不断恶化^[2]。

为保护有限的地下水资源, 缓解地面沉降灾害, 2000 年江苏省政府作出了苏锡常地区 5 年内全面禁止开采深层地下水的决定。近年来的水位动态监测资料及地面高程测量资料反映, 禁采后南部地区水位逐年回升, 地面沉降速率迅速减缓。江阴南部地区封闭式的水文地质条件决定了该地区地下水开采与地面沉降关系尤为密切, 研究该地区禁采后所产生的地质环境效应对本地区乃至整个苏锡常地区具有一定的现实意义。

1 地质及水文地质条件

江阴市位于长江下游, 地处苏锡常“金三角”地

带,总面积 987.5 km²。区内地势西南低、东北高,西南部以圩区及平原为主,地面高程 2~5 m;东北部以基岩残丘及高亢平原为主,地面高程分别为 50~200 m 和 5~8 m。

受构造运动及海进海退的影响,江阴市第四纪沉积环境比较复杂,沉积物厚度主要受基底构造和古地貌形态所控制,一般变化于 130~170 m 之间,具平原区厚、山丘地带薄,凹陷区厚、隆起带薄的变化规律。在第四纪松散地层中发育有潜水、第 I、II、III 承压 4 个含水层组,其中由中更新世沉积砂层组成的第 II 承压含水层是区内的主要开采层。含水砂层岩性主要为细砂、粉细砂,间夹亚砂土、亚黏土薄层,颗粒较细,砂层厚度 15~38 m 不等。含水层富水性较好,单井涌水量一般为 1000~2000 m³/d,局部小于 1000 m³/d。但由于南部地区中更新世长江古河道相沉积以廊道式沉积为主,沉积区域明显受南北两侧基岩隆起的控制,砂层厚度由古河道中心向两侧呈明显变薄趋势,至山前地带含水砂层趋向尖灭,且 II 承压上部晚更新世和全新世沉积物以黏性土为主,含水砂层发育较差,导致第 II 承压含水层处于一个较为封闭的状态,地下水的补给条件较差。

2 地下水开发利用及封井情况

江阴市深层地下水的开采始于 20 世纪 80 年代,随着乡镇工业和城市化建设的迅速发展,地表水遭受污染严重,地下水开采量与日俱增,至 90 年代中期开采达到高峰。由于地下水长期处于超量开采状态,水位持续下降,进而引发了地面沉降、地裂缝等一系列环境地质问题^[3]。此后地方政府加强了地下水开采的管理力度,对部分超采区的开采量加以压缩,地下水开采出现了缓慢减少的态势。为了有效控制日益恶化的地质环境,江阴市在 2001 至 2005 年期间共封闭深井 460 多眼,地下水开采量由禁采前的每年 2900 多万 m³ 下降至零(图 1)。

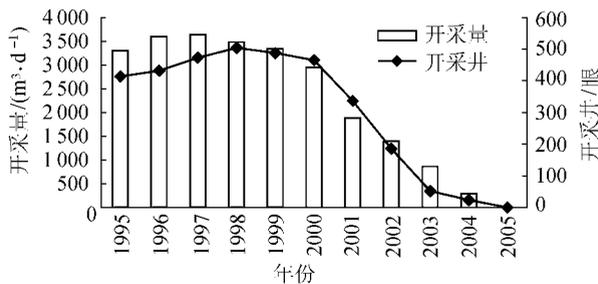


图 1 江阴市历年来地下水开发利用变化趋势

3 地下水禁采后水位恢复效应分析

江阴市深层地下水水位多年来一直呈持续下降

的趋势,20 世纪 90 年代中期在开采达到高峰时,地下水水位降幅也达最大值。1996 年压缩开采后,地下水水位急速下降的趋势得以缓解,局部地区地下水水位还有所回升。2001 年禁采后,江阴市地下水水位出现全面回升态势,但因含水系统处于相对封闭状态,补给条件较差,禁采后水位并没有象预先想象的那样很快恢复,而是呈缓慢回升的态势(图 2)。

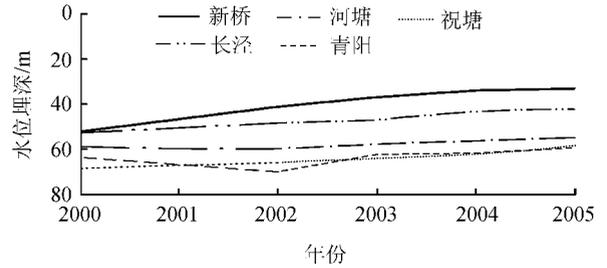


图 2 江阴市南区历年水位变化趋势

从区域水位降落漏斗的变化趋势来看,禁采后漏斗区形态明显缓和,与 2000 年禁采前相比,60 m 水位埋深降落漏斗区面积已由原来的 272 km² 缩小至 118 km²;50 m 埋深漏斗区范围由原来的 433 km² 缩小至 309 km²;40 m 埋深漏斗区范围也由原来的 535 km² 缩小至 407 km²(图 3)。

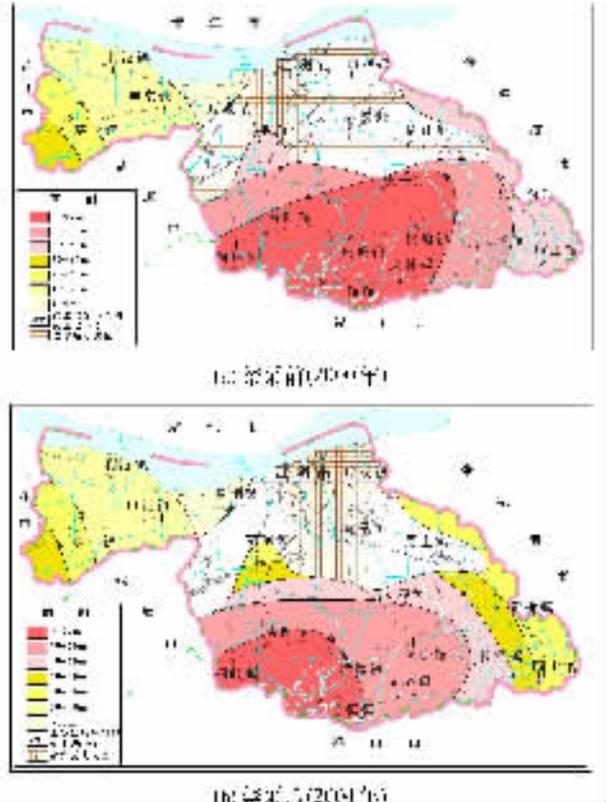


图 3 江阴市主采层禁采前后水位降落漏斗演变

4 地下水禁采后地质环境效应分析

地面沉降主要是由于过量开采孔隙承压水,地层中形成有效应力所致^[4]。大量监测数据表明,苏

锡常地区主采层(第Ⅱ承压含水砂层)及其顶底板软土层是压缩变形的主要层位^[5-6]。由于江阴南部地处祝塘凹陷,基底起伏不平,导致含水层被切割,加之其东部为基岩隆起区,成为隔水边界,使得该地区地下水在开采状态下,能够获得的补给量很少,相对隔水边界加快了承压水头的下降速度,致使含水砂层长期处在较大应力失衡状态,而导致含水砂层压缩固结^[7],而该地区第Ⅱ承压含水层顶板以冲湖积相沉积为主,为致密黏土,可塑—硬塑,抗压强度较高,其产生的压缩变形量十分有限,因此,江阴南部地区的地面沉降量主要以含水砂层的压缩变形量为主,表现这一地区地面沉降与地下水开采之间的关系较之其他地区更为密切。

江阴市地面沉降始发于20世纪80年代初,当时地面沉降发育轻微。此后,随着地下水开采规模的不断增大,地下水水位急速下降,并逐渐形成了一定范围的水位降落漏斗,此时地面沉降急剧发展。至1994年,江阴南部不少乡镇区年沉降速率均超过了100mm/a,并逐渐与锡西地区沉降漏斗相连,地面累计沉降量一般超过600mm;1995年后,在地下水开采有所控制的情况下,地面沉降速率仍保持在80mm/a左右,至2000年青阳、璜塘、马镇一带的累计沉降量均已超过1000mm,沉降速率仍在50mm/a左右。2001年地下水禁采计划实施以后,江阴南部地区地下水水位呈现出回升的态势,但由于该地区主采含水砂层呈相对封闭状态,地下水补给较微弱,水位回升速度缓慢。在这种低水位持续的动态下,水应力与土应力仍继续保持在失衡的状态,地面沉降仍在延续发生,但沉降速率已明显减缓(表1、图4)。监测资料显示,江阴南部大部分地区地面沉降速率已由最严重的110mm/a降至目前的10~20/a之间(图5)。同时随着地面沉降速率的减缓,地裂缝地质灾害的发展也得到控制,近年来江阴市没有发现新的地裂缝灾害点,已发现的地裂缝灾害点也基本趋于稳定。

表1 江阴南部典型监测点历年地面沉降速率

年份	沉降速率/ (mm·a ⁻¹)	年份	沉降速率/ (mm·a ⁻¹)	年份	沉降速率/ (mm·a ⁻¹)
1984	30	1992	90	2000	53
1986	25	1994	110	2002	24
1988	40	1996	80	2004	17
1990	55	1998	70		

5 结 语

综上所述,江阴南部地区含水砂层补给条件较差,地下水开采量主要来自含水层的重力释水,地面

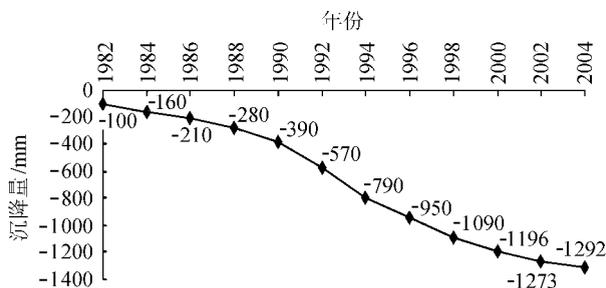


图4 江阴南部典型监测点历年地面累计沉降量趋势

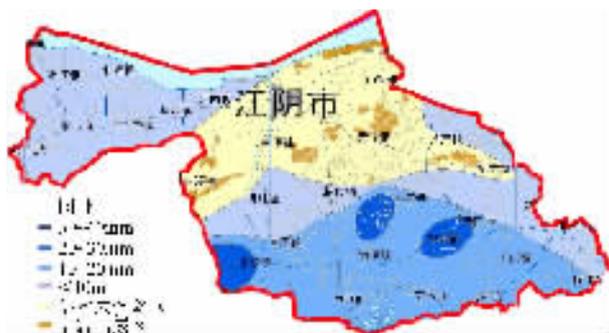


图5 江阴市地面沉降速率(2005年)

沉降量主要为含水砂层的压缩变形量。地下水禁采后,随着开采量的逐年减少,水位呈现缓慢回升态势,而与之关系密切的地面沉降速率迅速减缓,因不均匀沉降而导致的地裂缝地质灾害也得到有效抑制,该地区地质环境明显改善。可见,地下水的禁采工作已取得了初步成效,对促进江阴南部地区经济和社会建设的可持续发展具有重要意义。

参考文献:

- [1] 王晓梅,朱国荣,余勤,等. 苏锡常地区主采层地下水流数值模拟[J]. 水文地质工程地质, 2003, 30(1): 26-29.
- [2] 张云. 苏南地区地面沉降概述[J]. 地质灾害与环境保护, 1999, 10(3): 66-71.
- [3] 于军, 王晓梅, 苏小四, 等. 苏锡常地区地裂缝地质灾害形成机理分析[J]. 吉林大学学报: 地球科学版, 2004, 34(2): 236-241.
- [4] 黄旭林, 倪菊水. 地下水开采与地面沉降因果关系的剖析和探讨[C]//上海市地质调查研究院. 全国地面沉降学术讨论会论文集. 2002: 100-105.
- [5] 王责任. 苏锡常地区地面沉降灾害的发生、危害及防治[J]. 中国地质灾害与防治学报, 1998(2): 27-29.
- [6] 袁铭. 苏州市地面沉降灾害及其成因分析[J]. 地质灾害与环境保护, 2001, 12(2): 21-25.
- [7] 薛禹群. 地下水资源与江苏地面沉降研究[J]. 江苏地质, 2001(4): 193-195.

(收稿日期 2006-05-15 编辑 高渭文)