

# 徐州市2012—2021年地下水动态分析

王 伟,邓 科,任中杰,蔡文生

(江苏省水文水资源勘测局徐州分局,江苏 徐州 221018)

**摘要:**基于徐州市地下水开发利用现状,分析地下水埋深特征,结合徐州市近10年降水量、地下水开采量和承压地下水水位埋深资料,运用数理统计和曲线拟合等方法,分析降水量和地下水开采量与地下水埋深变化的影响程度及相关关系。结果表明,徐州市承压地下水埋深整体呈上升趋势,承压地下水埋深变化与降水量和开采量均有关,与降水量呈负相关,与地下水开采量呈正相关,地下水开采是造成地下水埋深变化的主要因素,影响程度大于降水量。通过探求承压地下水动态规律,为徐州市地下水资源利用与保护提供科学依据。

**关键词:**承压地下水;地下水埋深;地下水开采量;降水量;徐州市

中图分类号:TV213.4

文献标识码:B

文章编号:1007-7839(2023)10-0006-0003

## Dynamic analysis of groundwater in Xuzhou from 2012 to 2021

WANG Wei, DENG Ke, REN Zhongjie, CAI Wensheng

(Xuzhou Branche of Jiangsu Province Hydrology and Water Resources Investigation Bureau, Xuzhou 221018, China)

**Abstract:** Based on the current situation of groundwater development and utilization in Xuzhou City, the characteristics of groundwater burial depth were analyzed, and combined with the precipitation, exploitation and groundwater level burial depth data of Xuzhou City in recent 10 years, the influence degree and correlation between precipitation, groundwater exploitation and confined groundwater burial depth were analyzed by mathematical statistics and curve fitting methods. The results show that the burial depth of confined groundwater in Xuzhou city is on the rise as a whole, and the change of burial depth of confined groundwater is related to both precipitation and exploitation, and is negatively related to precipitation, but positively related to exploitation. Groundwater exploitation is the main factor causing the change of groundwater burial depth, and its influence degree is greater than that of precipitation. By exploring the dynamic law of confined groundwater, it provides scientific basis for the utilization and protection of groundwater resources in Xuzhou City.

**Key words:** confined groundwater; groundwater burial depth; groundwater exploitation quantity; precipitation; Xuzhou City

## 1 概 述

地下水资源是有限的自然资源,在经济社会发展和城市供水安全等方面起着不可替代的作用<sup>[1]</sup>。受自然条件限制,徐州市可用水量资源量不足,为重点缺水城市之一。随着社会经济的发展以及人民

日益增长的物质文化需求不断提高,城市需水量必将不断增加。为保障徐州市国民经济可持续发展,防止因地下水不合理开采而造成水资源枯竭、区域性水位下降、地面沉降与岩溶塌陷等环境地质问题<sup>[2-5]</sup>,开展相应的地下水水位变化研究有着一定的现实意义。

收稿日期:2023-02-08

作者简介:王伟(1990—),男,工程师,硕士,主要从事水资源、水文测量工作。E-mail:815828342@qq.com

地下水水位是地下水资源量变化最直接的表现,有关学者对地下水动态变化及影响因素作了许多研究工作,分析了地下水动态与降水量及地下水开采量的关系及影响地下水水位的主要因素<sup>[6-10]</sup>。本文结合研究区实际情况,以承压地下水埋深作为研究对象,分析了徐州市近10年承压地下水埋深动态变化情况,以探求地下水动态变化规律,期望找到影响该区域地下水埋深变化的主要影响因素及其之间的线性关系,更好地反映当前地下水状况,为城乡供水规划和地下水资源利用与保护提供科学依据。

## 2 地下水开发利用现状

徐州市境内地下水开采以孔隙水、岩溶水为主,开发利用起步较早,主要用于城镇工业、城乡生活和农业灌溉。孔隙承压水主要分为Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ层承压水,其中,第Ⅱ、Ⅲ承压含水层是徐州市的主要开采层。岩溶水主要分布在市区及铜山区,主要用于城镇生活。

以2021年为例,经统计徐州市现存承压地下水取水井共计3 216眼,其中城镇生活井353眼,农村生活井754眼,工业用水井651眼,农业灌溉井1 459眼。按取水用途统计,徐州市取水用途主要以农业灌溉为主,占比约43%,其次是农村生活和工业用水,分别占比约29%和23%。按含水层赋存条件统计,徐州市地下水按含水介质划分可分3个含水岩组,即孔隙含水岩组、裂隙岩溶含水岩组和裂隙含水岩组。孔隙承压水主要开采层位为Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ承压,其中Ⅰ承压取水井597眼,Ⅱ承压取水井402眼,Ⅲ承压取水井518眼,Ⅰ+Ⅱ承压取水井103眼,Ⅱ+Ⅲ承压取水井122眼,岩溶水取水井676眼,裂隙水取水井105眼。不同含水层开采量比例分别为:孔隙含水岩组占比约62.3%,裂隙岩溶含水岩组占比约34.7%,裂隙含水岩组占比约3.0%。

## 3 地下水动态分析

### 3.1 地下水埋深特征

徐州市位于黄淮海平原的南部,总体地势呈现西北高东南低,这种东西地势差异是造成地下水分布呈现西深东低特点的主要原因之一。西北部地区是整个徐州市最高的区域,因此地下水埋深普遍比其他区域要深,东南部地区地势较低,地下水流向该区域,使得东南部地区地下水埋深较浅。基于现有的承压水观测井的地下水埋深数据,可知徐州市西北部丰沛地区承压地下水埋深大多在30~50 m,

东南部地区承压地下水埋深大多在2~10 m。

承压地下水埋深变化主要受开采和补给的影响,开采量大于补给量时,地下水埋深下降,反之地下水埋深逐步回升,同时开采地下水井与周边区域的承压地下水也有一定程度的相互补给。经过近年来地下水的持续压采,徐州市承压地下水埋深明显回升,尤其是2018年底随着丰县付庄生活地表水厂的投入运行,丰县地下水超采区全面实施压采,丰县地下水埋深快速回升。经分析,徐州市2014年前承压地下水埋深逐年下降,2015年开始实施地下水压采计划,承压地下水平均埋深由2014年的最低17.09 m上升至2021年的12.56 m,上升了4.53 m。

### 3.2 降水量和地下水开采量与地下水埋深的相关性分析

为研究降水量和地下水开采量与承压地下水埋深的相关关系,对2012—2021年的降水量数据、开采量数据与地下水埋深数据进行两两分组,利用SPSS软件对数据进行相关性分析。相关系数是体现变量之间相关性密切程度的统计指标,正负号表明相关的方向,数值大小表明相关程度<sup>[11]</sup>。

结果表明,地下水埋深和地下水开采量呈现出正相关关系(即地下水开采量增大时,地下水埋深越大,水位降低),相关系数 $r$ 为0.844;地下水埋深和降水量呈负相关关系(降水量增大时,地下水埋深越小,水位上升),相关系数 $r$ 为-0.684。 $0.8 < |r| < 1$ ,属于高度相关,说明地下水开采是造成地下水埋深变化的主要因素,地下水开采量对地下水埋深的影响要大于降水量的影响。

### 3.3 降水量对地下水埋深的影响

相关系数及降水量与承压地下水埋深关系见图1,可以看出,降水量对承压地下水埋深的影响并

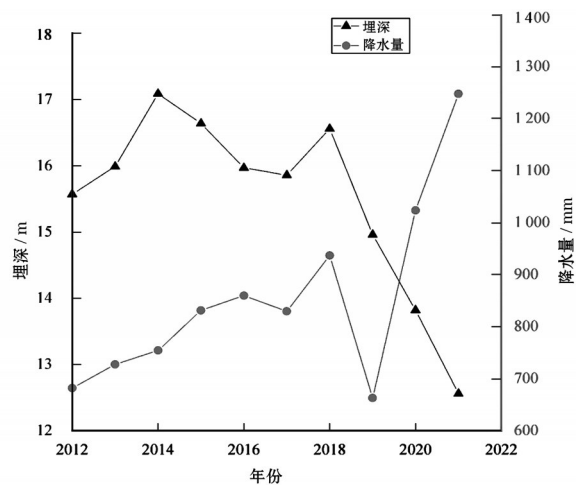


图1 降水量与承压地下水埋深关系

不明显。张晨晨等<sup>[12-14]</sup>的研究表明,浅层地下水埋深与降水量时间序列呈负相关关系。降水作为浅层地下水的主要补给来源,降水量的多少直接决定了补给量的多少。研究区取水用途以农业灌溉为主,在农业灌溉用水量一定的情况下,降水量越多,对地下水补给量越多,因农业灌溉而开采的地下水越少;同理,降水量越少,因农业灌溉而开采的地下水越多。因此,降水量对承压地下水水位直接影响不明显,它能够通过影响农业灌溉开采的地下水量从而影响承压地下水埋深变化。

### 3.4 地下水开采量对地下水埋深的影响

根据相关系数分析,地下水开采量与承压地下水埋深具有高度相关性。为进一步明确地下水开采量对承压地下水埋深的影响,对两者关系进行回归分析。回归方程为 $H=12.465+0.637Q$ ( $H$ 为埋深, $Q$ 为开采量)。复相关系数 $R$ 为0.844,调整后的 $R^2$ 为0.677,其值越接近1,说明拟合度越好。显著性系数为0.002,其数值小于0.005,说明地下水开采量对承压地下水埋深具有显著性影响。

2012—2021年徐州市承压地下水开采量与承压地下水埋深的关系,可以看成线性关系。承压地下水埋深会随着地下水开采量的变化上下波动。2014年后,由于实施地下水封井压采以及严格遵守地下水取水总量控制,徐州市封存了大量地下水取水井,将骆马湖、微山湖地表水源作为工农业用水的替代水源,承压地下水取水量得到严格控制,地下水埋深随着开采量减少而稳步回升,说明了开采量对承压地下水埋深具有显著性影响。

## 4 结 语

(1)随着地下水压采、最严格水资源管理条例的实施,以及新建地表水厂投入运营,水资源丰沛地区及水源地地下水水位回升明显,徐州市承压地下水埋深整体呈上升态势,年均上升0.6 m。

(2)承压地下水埋深变化与降水量和地下水开采量均有关系,与降水量呈负相关,与地下水开采量呈正相关。

(3)降水量对承压地下水埋深影响并不明显,它能够通过影响农业灌溉用水,间接减少因农业生产而开采承压地下水的数量,影响承压地下水埋深变化。

(4)通过对近年来的降水量、开采量与地下水埋深之间的简单相关关系分析,量化了地下水开采量与承压地下水埋深之间的相关关系,模型拟合程度较好,得出地下水开采是造成地下水埋深变化的

主要因素、且影响程度大于降水量的结论。

(5)在确定承压地下水埋深与地下水开采量相关关系时,使用的数据时间序列较短,故拟合曲线的准确性和实用性还有待提高。同时,本文尚未计算河道径流量对地下水埋深的影响,由于影响承压地下水埋深的因素较多,因此在今后工作中还需不断跟踪河道径流量等因素对地下水埋深的影响,不断积累相关监测数据,不断优化回归方程,才能更加准确地分析徐州市地下水埋深的动态变化。

### 参考文献:

- [1] 徐丽丽,束龙仓,李伟,等. 2000—2020年中国地下水开采时空演变特征[J]. 水资源保护, 2023, 39(4): 79-85, 93.
- [2] 黄敬军,张丽,缪世贤. 江苏省地下水开发利用中的环境地质问题及对策[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2014, 25(4): 101-107.
- [3] 黄敬军,武鑫,缪世贤,等. 江苏徐州新生街岩溶塌陷形成条件与岩溶水水位变化的关系探讨[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2017, 25(4): 101-107.
- [4] 熊彩霞,刘沂轩. 徐州市区地面塌陷与岩溶水开采关系研究[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2009, 20(1): 80-82.
- [5] 魏永耀,孙树林. 徐州岩溶塌陷时空分布规律及成因分析[J]. 中国岩溶, 2015, 34(1): 52-57.
- [6] 钱剑平,赵建平. 策勒绿洲生态与灌溉用水对地下水埋深的影响[J]. 水土保持通报, 2018, 38(1): 96-102.
- [7] 袁磊,韩双宝. 黄河流域灌溉发展演变及对地下水资源的影响[J]. 人民黄河, 2022, 44(4): 80-84.
- [8] 王向飞. 河北省渤海新区深层地下水动态分析[J]. 地下水, 2016, 38(4): 84-85.
- [9] 崔英杰,魏永富. 基于标准地下水指数的地下水动态及其对降水变化的响应[J]. 科学技术与工程, 2020, 20(16): 6336-6342.
- [10] 赵振,陈惠娟,段隆臣. 巴音河冲洪积扇前缘地下水位上升灾害特征及影响因素[J]. 水资源保护, 2023, 39(3): 142-147.
- [11] 袁野,张翼龙. 呼和浩特市平原区地下水水位动态与降水量及开采量的互馈效应[J]. 中国农村水利水电, 2013(7): 40-43.
- [12] 张晨晨,黄翀. 黄河三角洲浅层地下水埋深动态与降水的时空响应关系[J]. 水文地质工程地质, 2020, 47(5): 21-30.
- [13] 卫磊,杨桂莲. 华北平原超采区浅层地下水埋深变化及控制因素分析[J]. 水资源与水工程学报, 2019, 30(6): 39-44.
- [14] 牛欣怡,鲁程鹏,卢佳赞,等. 机器学习模型在地下水埋深模拟中的适应性分析[J]. 河海大学学报(自然科学版), 2022, 50(4): 74-82.