

黑河流域中游荒漠区地下水水位动态变化

薛春, 张虎, 肖明敏, 刘建海 (甘肃省祁连山水源涵养林研究院, 红沙窝荒漠化综合防治试验站, 甘肃张掖 734000)

摘要 利用红沙窝荒漠化综合防治试验站 2006—2019 年地下水监测井的地下水位观测数据, 结合该试验站的气象数据, 分析荒漠区地下水位标高的月动态和年动态变化及其与降水量的关系。结果表明, 地下水位标高在 3—7 月呈逐渐上升的趋势, 7—12 月呈逐渐下降的趋势。地下水位标高在 14 年间是不断减小的。地下水位标高月动态变化与降水量呈显著相关 ($P < 0.01$), 而年动态变化与降水量相关性不显著 ($P > 0.05$)。

关键词 荒漠区; 地下水位; 动态变化; 降水量; 黑河流域中游

中图分类号 P 641.8 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2021)02-0036-02

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2021.02.011

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Dynamic Changes of Groundwater Level in Desert Areas in the Middle Reaches of Heihe River Basin

XUE Chun, ZHANG Hu, XIAO Ming-min et al (Academy of Water Resource Conservation Forests of Qilian Mountains in Gansu Province, Test Station of Prevention and Control of Desertification in Hongshawo, Zhangye, Gansu 734000)

Abstract Based on the observation data of groundwater level from the groundwater monitoring wells of Hongshawo experimental station for comprehensive control of desertification from 2006 to 2019, and combined with the meteorological data of the experimental station, the monthly and annual dynamic changes of groundwater level elevation in desert areas and their relationship with precipitation were analyzed. The results showed that the groundwater level gradually increased from March to July and gradually decreased from July to December. The groundwater level elevation had been decreasing continuously in 14 years. The monthly dynamic change of groundwater level elevation was significantly correlated with precipitation ($P < 0.01$), while the annual dynamic change was not correlated with precipitation ($P > 0.05$).

Key words Desert area; Groundwater level; Dynamic change; Precipitation; Middle reaches of Heihe River Basin

地下水作为水循环的重要组成部分, 在稳定区域水资源、维系生态系统功能、保护生物多样性、保障经济发展等方面扮演着非常重要的作用^[1-2], 特别是地处荒漠区的地下水起着关键作用, 其多分布在山前冲—洪积倾斜平原区和大型断陷地河谷平原区^[3-4]。分布在黑河流域中游荒漠区的地下水受构造条件、沉积物和地貌等条件的制约, 地下水属于典型的“河流—含水层”水资源系统^[5]。目前, 对黑河中游地下水的时空变化异质性^[6]、水文过程模拟^[7]、土地利用对水资源的响应^[8]等方面进行了研究, 这些研究多集中在较大尺度或者在中等流域尺度上进行的地下水资源研究, 而小尺度包括荒漠区地下水资源研究少见。因此在荒漠区环境下对地下水的合理利用非常关键, 如近年来注重在荒漠区发展沙产业、建立农业生态示范基地、进行植被生态恢复等都需要利用地下水资源, 加上在近年来对荒漠区地下水动态研究更少。该研究依托建在黑河流域中游荒漠区的红沙窝荒漠化综合防治试验站地下水观测数据, 结合气象观测数据, 分析荒漠区的地下水位标高月动态和年动态变化规律, 并分析二者的变化与降水量的关系, 以期在黑河流域中游荒漠区地下水资源的合理利用和管理提供参考。

1 资料与方法

1.1 研究区概况 研究区位于黑河流域中游的荒漠区, 因地处大陆腹地且远离海洋, 加上大气环流的控制及周边高原和沙漠的影响, 形成了典型的温带大陆性干旱气候, 建在该荒

漠区的国家级红沙窝荒漠化综合防治试验站(100°31'56"E、39°01'46"N)^[9]气象监测数据表明, 近 10 年来荒漠区地温(5 cm)均值为 11.8 °C, 土壤湿度均值为 3.6%, 大气温度均值为 8.5 °C, 大气湿度均值为 43.4%, 年均降水量为 144.2 mm, 年均蒸发量为 1 124.3 mm, 盛行西北风, 年均风速为 0.9 m/s。天然植被分布稀疏, 主要分布红砂(*Reaumuria songarica*)、泡泡刺(*Nitraria sphaerocarpa*)、白刺(*Nitraria tangutorum*)等旱生植物。研究区人为活动明显, 特别是为发展工农业, 消耗了当地的大量水资源, 加上不合理的开采和分水政策的实施造成了地下水资源的强烈变化。

1.2 数据采集和数据处理 数据来源于黑河流域中游荒漠区的国家级红沙窝荒漠化综合防治试验站, 试验站建有地下水监测井 2 眼, 其中一眼观测时间较迟, 始于 2014 年, 该研究利用的数据来自另一眼地下水位监测井, 该地下水位监测井观测始于 2006 年, 地理位置为 100°30'54"E、39°00'40"N, 监测井口径大小为 30 cm, 深度为 20 m。每月 15 日观测地下水监测井水位标高。降水量数据来源另一眼地下水位监测井附近的一套移动式的气象站, 观测频率为每小时观测一次。

将所有的观测数据利用 Excel 2016 软件进行数据整理和统计, 并进行地下水位标高时间动态变化和年份变化的趋势预测分析; 利用 SPSS Statistics 软件对地下水位标高和降水量进行了简单的两两相关分析, 识别地下水位标高对降水量的响应程度。

2 结果与分析

2.1 地下水月动态变化 对地下水动态监测井的水位标高月动态变化进行了统计分析, 结果发现(图 1), 研究时段内地下水位标高的月动态变化呈现明显的单峰型变化特性。1—3 月份, 地下水位标高变化不明显, 其水位大小为 83.5~98.9 cm;

基金项目 国家林业和草原局项目“黑河流域荒漠化和沙化定位监测”; 甘肃省林业和草原局林业科技计划项目“张掖市北部荒漠植被生态效益监测研究”(2015kj014)。

作者简介 薛春(1981—), 男, 甘肃张掖人, 助理工程师, 从事荒漠生态和森林生态研究。

收稿日期 2020-05-26

从3月份开始,地下水位标高逐渐升高,到7月份,其地下水位标高达到最大值,即从3月份的83.5 cm升高至541.4 cm;从7月份开始,除11月份有较小的波动外,地下水位标高逐渐下降,即从7月份的541.4 cm下降至12月份的114.0 cm。

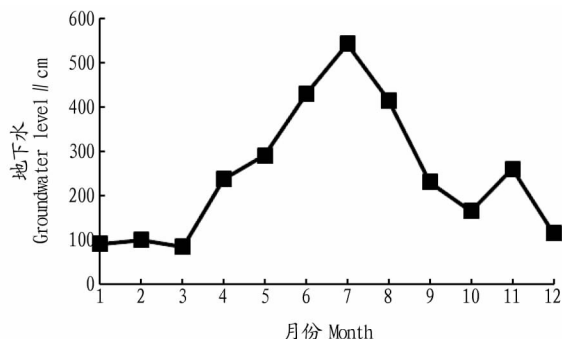


图1 地下水水位月动态变化

Fig.1 Monthly dynamic changes of groundwater level

2.2 地下水年动态变化 对地下水监测井的水位标高年动态变化进行了统计分析,结果发现(图2),研究时段内地下水位标高呈不明显的波动性变化特性,地下水位标高最小值是193.8 cm(2015年),最大值是353.7 cm(2013年),研究时段内的地下水位标高总体上呈下降的变化趋势,地下水位下降将导致地下水位埋深的不断增加。

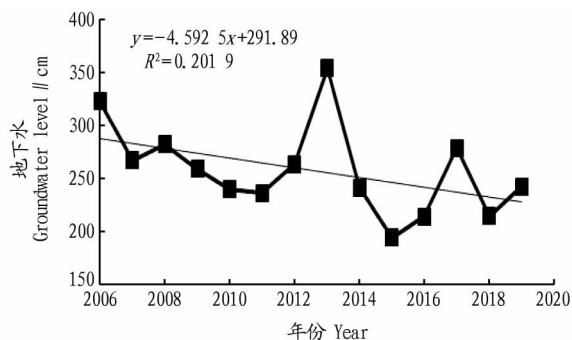


图2 2006—2019年地下水水位年动态变化

Fig.2 Annual dynamic changes of groundwater level from 2006 to 2019

2.3 地下水与降水量的相关性分析 对地下水动态监测井的水位标高月动态变化和月降水量进行相关性分析,Spearman相关系数为0.911,水位标高月动态变化和月降水量呈极显著相关性($P < 0.01$),表明地下水位标高月动态变化取决于月降水量。同时对地下水动态监测井的水位标高年动态变化和年降水量进行相关性分析,Spearman相关系数为0.109,水位标高年动态变化和年降水量相关性不显著($P > 0.05$),说明地下水位标高的年动态变化与年降水量的影响无关。

3 结论与讨论

研究区监测井地下水位标高从春季的3月份到夏季的7月份逐渐升高,说明地下水的补给量大于其开采利用量,其补给量主要来源于出山河水、引灌河水的垂向入渗补给和山区侧向流入量、降水、凝结水入渗补给,其开采利用量在研究区主要是农业灌溉(特别是4—6月份)、城市工业和生活用水^[5]。7—12月份地下水位标高呈逐渐下降的趋势,说明开采利用量大于其补给量;其他月份的波动不是太大,即1—3月份开采利用量较小。水位标高年动态变化表明,地下水位是逐年减少的,原因一方面是农田和治沙林地灌溉面积的增加,另一方面是地表水发生了再分配^[10],地表水的减少,使得荒漠区的地下水资源补给能力减弱,为了满足农田和林地需要保证,就需要开采大量的地下水,导致了区域地下水位的下降。影响地下水位变化的原因有多种因素,该研究对地下水位和降水量的相关性分析表明,月降水量明显地影响地下水位标高的变化,可见,研究区的地下水位标高变化在一定程度上受控于区域降水量,研究结论与牛赞等^[9]的研究结论一致。而年降水量对地下水位标高变化无影响,说明在研究区降水对地表水的作用弱于其他因子的作用,如土地利用变化的影响、水资源利用率。

因此,通过该研究认为在荒漠区地带做好扭转地下水位的下降,考虑从以下方面着手,调配地表水和地下水资源的合理利用;调整产业结构,避免农业和林业用地的扩张,引进生态农业灌溉技术,节约水资源;做好地表水和地下水交换区的生态治理,如荒漠区周边的湿地生态恢复治理。

参考文献

- [1] 王思佳,刘鹤,赵文智,等.干旱、半干旱区地下水可持续性研究评述[J].地球科学进展,2019,34(2):210-223.
- [2] 李福林,陈华伟,王开然,等.地下水支撑生态系统研究综述[J].水科学进展,2018,29(5):750-758.
- [3] 胡汝骥,樊自立,王亚俊,等.中国西北干旱区的地下水资源及其特征[J].自然资源学报,2002,17(5):321-326.
- [4] 王磊,方维萱,刘增仁,等.新疆乌恰干旱荒漠区生态水文景观类型及分区[J].矿产勘查,2020,11(10):2283-2292.
- [5] 米丽娜,肖洪浪,朱文婧,等.1985—2013年黑河中游流域地下水位动态变化特征[J].冰川冻土,2015,37(2):461-469.
- [6] 周剑,李新,王根绪,等.黑河流域中游地下水时空变异性分析及其对土地利用变化的响应[J].自然资源学报,2009,24(3):498-506.
- [7] 李江.基于景观单元的黑河中游绿洲水文过程模拟研究[D].北京:中国农业大学,2017.
- [8] 周剑,程国栋,王根绪,等.综合遥感和地下水数值模拟分析黑河中游三水转化及其对土地利用的响应[J].自然科学进展,2009,19(12):1343-1354.
- [9] 牛赞,刘建海,张虎,等.黑河中游绿洲荒漠过渡带降水-土壤水-地下水相关性分析[J].中南林业科技大学学报,2016,36(11):59-64.
- [10] 盖迎春,李新,田伟,等.黑河流域中游人工水循环系统在分水前后的变化[J].地球科学进展,2014,29(2):285-294.

(上接第35页)

- [5] 张万儒,许本彤.森林土壤定位研究方法[M].北京:中国林业出版社,1986.
- [6] 郑先坤,冯秀娟,陈哲,等.离子型稀土矿开采环境问题及废弃地修复治理研究进展[J].应用化工,2019,48(3):681-684.
- [7] 刘剑,姚康,黄健.赣南某地离子型稀土矿体边坡稳定性研究[J].世界有色金属,2017(9):172,174.
- [8] 汤润忠,李茂楠,杨殿.原地浸析采矿在龙南稀土矿区的应用和推广

- [C]//中国黄金学会,中国金属学会,中国有色金属学会,等.第六届全国采矿学术会议文集.北京:《中国矿业》杂志社,1999:96-98.
- [9] 黄瑞农.环境土壤学[M].北京:高等教育出版社,1994:145-146.
- [10] 向万胜,黄敏,李学垣.土壤磷素的化学组分及其植物有效性[J].植物营养与肥料学报,2004,10(6):663-670.
- [11] 李寿田,周健民,王火焰,等.不同土壤磷的固定特征及磷释放量和释放率的研究[J].土壤学报,2003,40(6):908-914.
- [12] 鲁鹏,刘定芳,马梅,等.外源稀土微肥对土壤氮磷养分的影响[J].环境科学学报,1999,19(5):532-535.