

黄河流域新乡地区气候变化及其对地下水位的 影响

李多多

原阳县气象局, 河南 原阳

收稿日期: 2022年6月20日; 录用日期: 2022年7月19日; 发布日期: 2022年7月26日

摘要

本文选取黄河流域新乡地区的原阳县、封丘县和长垣市三个国家气象站1986~2019年的气象资料及地下水位资料, 采用线性趋势法、MK检验法和t检验法等分析气温、降水、蒸发等气象要素及地下水位的变化趋势, 结果表明: 1) 黄河流域新乡地区三县多年来气候变化特征是: 年平均气温整体呈上升趋势, 年降水量呈下降趋势, 年总蒸发量呈下降趋势; 2) 气温的变暖对地下水位的变化有一定的影响, 温度升高的同时伴随蒸发量的增多和生活用水以及工业用水的增多, 从而导致地下水的减少; 3) 研究区域地下水主要以日常降水为补给, 降水在补给地下水的同时也在补给地表水资源, 地表水的多少也间接影响着地下水的存储。

关键词

黄河流域, 气候变化, 地下水

Climate Change and Its Impact on Groundwater Level in the Xinxiang Area of the Yellow River Basin

Duoduo Li

Yuanyang County Meteorological Bureau, Yuanyang Henan

Received: Jun. 20th, 2022; accepted: Jul. 19th, 2022; published: Jul. 26th, 2022

Abstract

The meteorological data and groundwater level data of three national meteorological stations in

Yuanyang County, Fengqiu County and Changyuan City in Xinxiang area of the Yellow River Basin from 1986 to 2019 were selected to analyze the variation trend of temperature, precipitation, evaporation and groundwater level using linear trend method, MK test method and T test method. The results show that: 1) The climate change characteristics of the three counties in Xinxiang area of the Yellow River Basin in recent years are as follows: the annual average temperature presents an overall rising trend, the annual precipitation presents a decreasing trend, and the annual total evaporation presents a decreasing trend; 2) The warming of air temperature has a certain influence on the change of groundwater level. With the increase of temperature, the increase of evaporation and the increase of domestic and industrial water use will lead to the decrease of groundwater; 3) The groundwater in the study area is mainly supplied by daily precipitation, which not only replenishes groundwater but also replenishes surface water resources, and the amount of surface water indirectly affects the storage of groundwater.

Keywords

Yellow River Basin, Climate Change, Groundwater

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

黄河被称为中国的“母亲河”，从古至今在中国都具有重要地位。其河流总长度达 5000 多公里，流域面积约 79.5 万平方公里。我国主要的粮食产区和人口密集区都分布在黄河流域，黄河流域气候变化不仅对我国的水资源存储及安全有着重要影响，还影响其整个流域的经济社会发展和生态环境，因此越来越多的学者将研究重点转移到黄河流域的气候变化上来。

地下水是我国的城乡生活用水和农业灌溉用水的主要来源。气候变化对地地下水变化的影响也越来越大。许多学者已经开始研究气候变化对地下水的影响[1] [2] [3] [4]。因此进行黄河流域气候变化对地下水影响的研究具有重要的意义。国内外针对黄河流域气候变化的研究已有一定成果：李国英[5]指出，从 20 世纪 50 年代到 90 年代，黄河流域的气温呈波动时变化。秦大河[6]等研究发现，在过去 100 年内，中国内地的年平均气温升高了 $0.6^{\circ}\text{C}\sim 0.8^{\circ}\text{C}$ 。

新乡市地下水补给来源主要是降雨以及各地表水体的补给。新乡市地下水动态区域划分由地下水埋深稳定区、上升区、下降区三个部分组成。地下水埋深稳定区是指地下水埋深本年末较上年末变幅在 -0.5 米到 0.5 米之间的区域，这个区域地下水埋深变化相对不大，趋于稳定；上升区是指本年末较上年末地下水埋深上升超过 0.5 米的区域，该区域地下水埋深整体有较明显的回升；下降区是指本年末较上年末地下水埋深下降超过 0.5 米的区域，该区域地下水埋深整体有较明显的下降。

2. 气候变化分析

2.1. 温度变化趋势

如图 1 所示，1986~2019 年间原阳县、封丘县和长垣市年均气温分别为 14.5°C 、 14.2°C 和 14.6°C 。三地区气温总体上呈明显上升趋势，线性相关系数均通过 0.01 的信度检验。

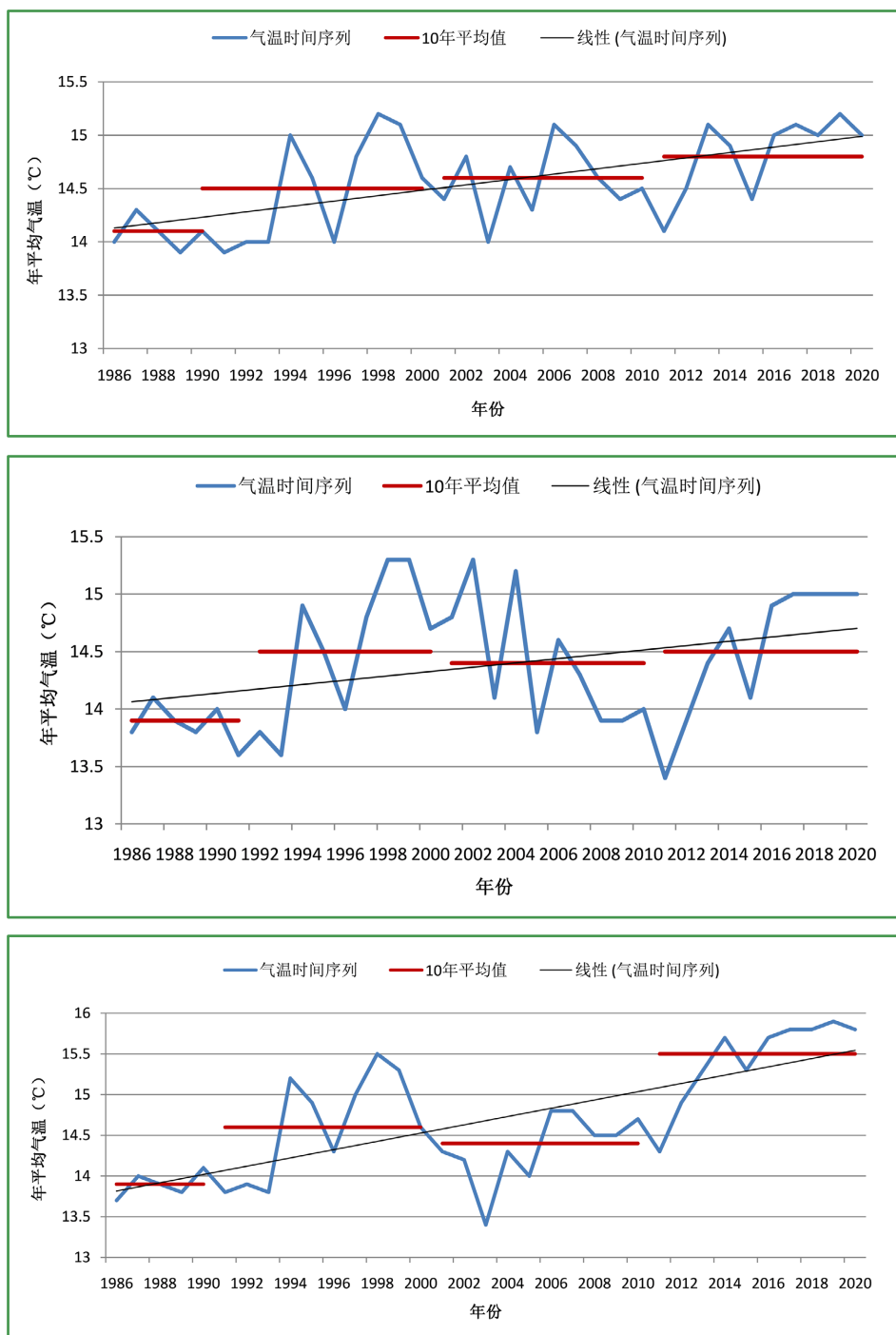


Figure 1. Variation trend of annual mean temperature in Xinxiang area of the Yellow River Basin from 1986 to 2019
图 1. 1986~2019 年黄河流域新乡地区年平均气温变化趋势

2.2. 降水变化趋势

如图 2 所示, 1986~2019 年间原阳县、封丘县和长垣市年均降水量分别为 555.3 mm, 574.4 mm, 591.8 mm。的年降水量均上呈下降趋势, 但趋势不明显。原阳县和封丘县年最高降水量均出现在 2000 年, 分别为 1027.3 mm 和 826.8 mm。长垣市则出现在 2010 年, 年降水量达 973.6 mm。

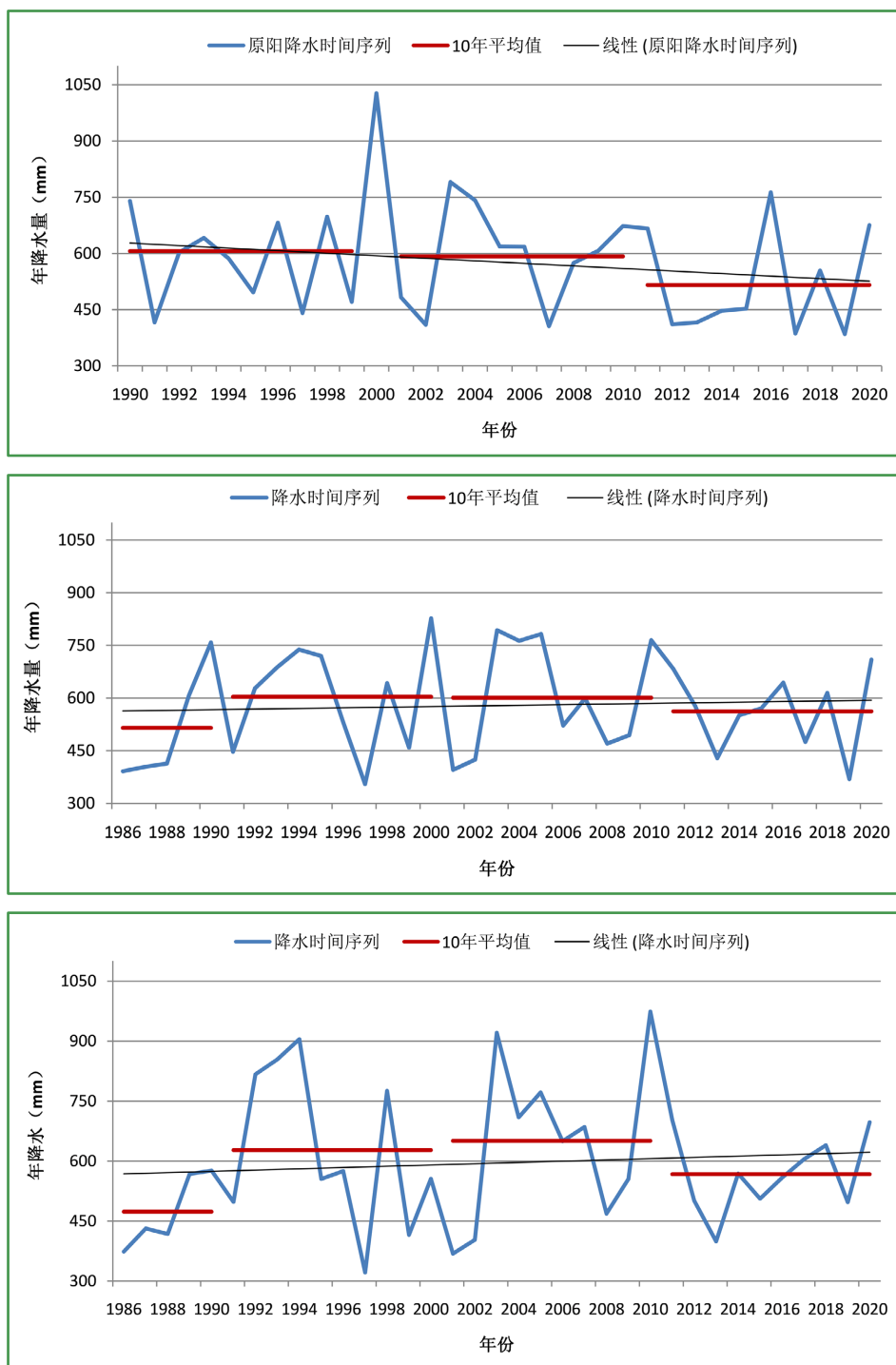


Figure 2. Variation trend of annual precipitation in Xinxiang area of the Yellow River Basin from 1986 to 2019
图 2. 1986~2019 年黄河流域新乡地区年降水变化趋势

2.3. 蒸发量变化趋势

如图 3 所示, 1986~2019 年间原阳县、封丘县和长垣市年蒸发量分别 1523.4 mm、1549.3 mm 和 1454.9 mm。为原阳县和封丘县蒸发量总体上呈下降趋势。长垣市呈上升趋势。

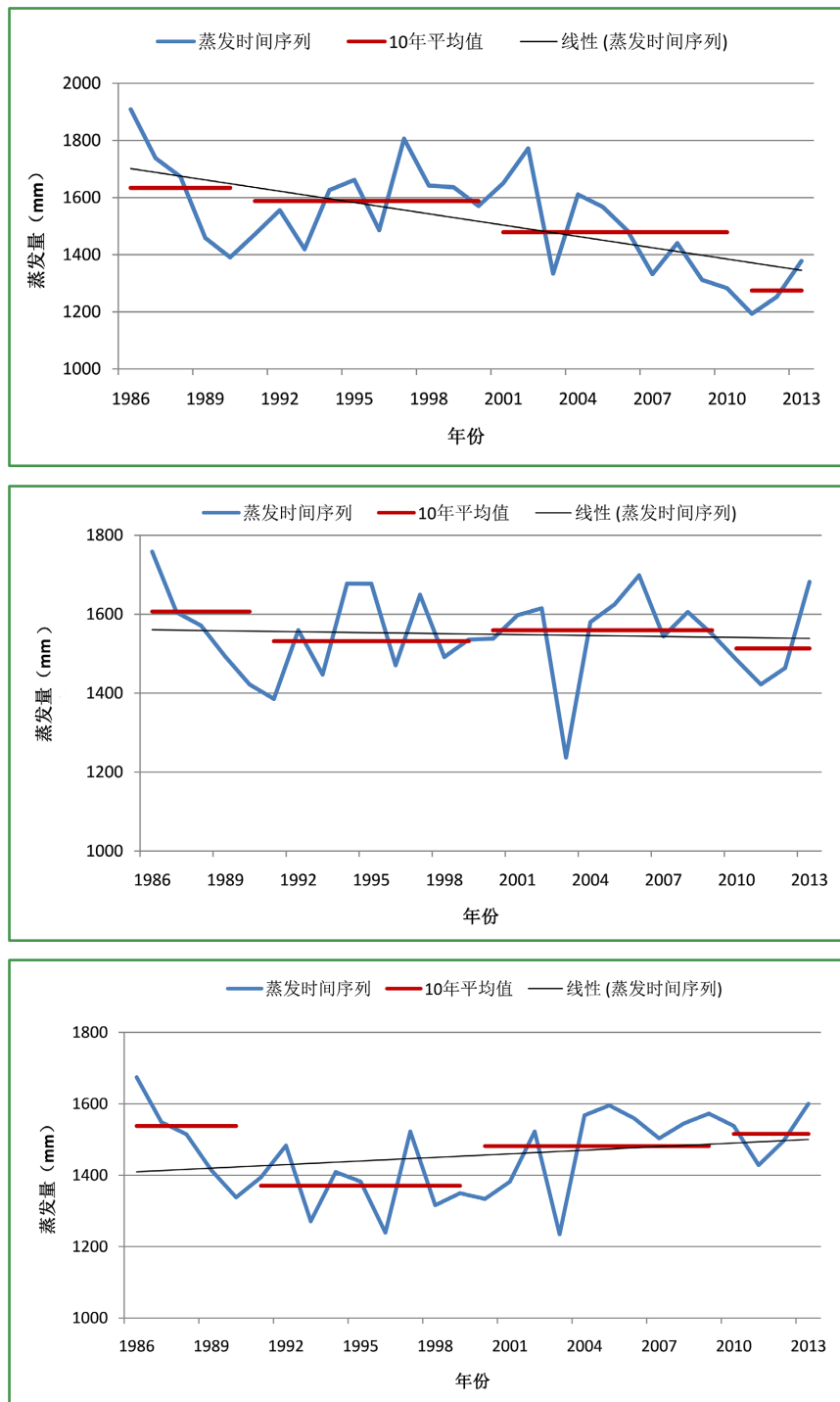


Figure 3. Variation trend of annual evaporation in Xinxiang area of the Yellow River Basin from 1986 to 2014
图 3. 1986~2014 年黄河流域新乡地区年蒸发量变化趋势

3. 地下水位变化分析

地下水位变化情况分析

采用 Morlet 复数小波分析 2000 年到 2020 年所有站点的月均值，对原阳、封丘和长垣各县地下水位

的年均值和汛期(5~9月)年均值进行突变和周期特征分析。结果表明原阳、封丘和长垣各县地下水位的年均值和汛期(5~9月)年均值均不存在周期性。

通过 M-K 突变检验方法对地下水位进行突变分析, 研究在不同时间序列中的变化特点, 图 4 为地下水位年均值、长垣均值和长垣汛期均值 M-K 突变图(未产生突变的图略)。从图 4(a)中可知, 年均突变的 UF 与 UB 曲线在置信区间内交于 2014 年, 之后 UF 曲线继续上行并在 2016 年接近显著性水平的临界线, 表明此后上升趋势显著。从图 4(b)中可知, 长垣年均突变的 UF 与 UB 曲线在置信区间内也是交于 2014 年, 之后 UF 曲线继续上行并在 2016 年接近显著性水平的临界线, 表明此后上升趋势显著。从图 4(c)中可知, 长垣汛期突变的 UF 与 UB 曲线在置信区间内交于 2015 年, 之后 UF 曲线继续上行并在 2016 年接近显著性水平的临界线, 表明此后上升趋势显著。

从图 5 中可知, 年平均气温在 2016 年产生突变, 突变后呈显著的上升趋势。年平均降水在 2010 年产生突变, 突变后未产生明显的变化趋势。长垣年平均气温 UF 和 UB 曲线在置信区间内无交点, 故长垣年平均气温未产生突变。长垣年平均降水在 2009 年和 2011 年产生突变, 突变后未产生明显的变化趋势。通过分析地下水位和平均气温和降水的相关性可知, 年均地下水位和年均气温的相关系数为 0.687, 在 0.01 上呈显著性相关; 年均地下水位和年均降水量的相关系数为-0.231, 未通过显著性检验。

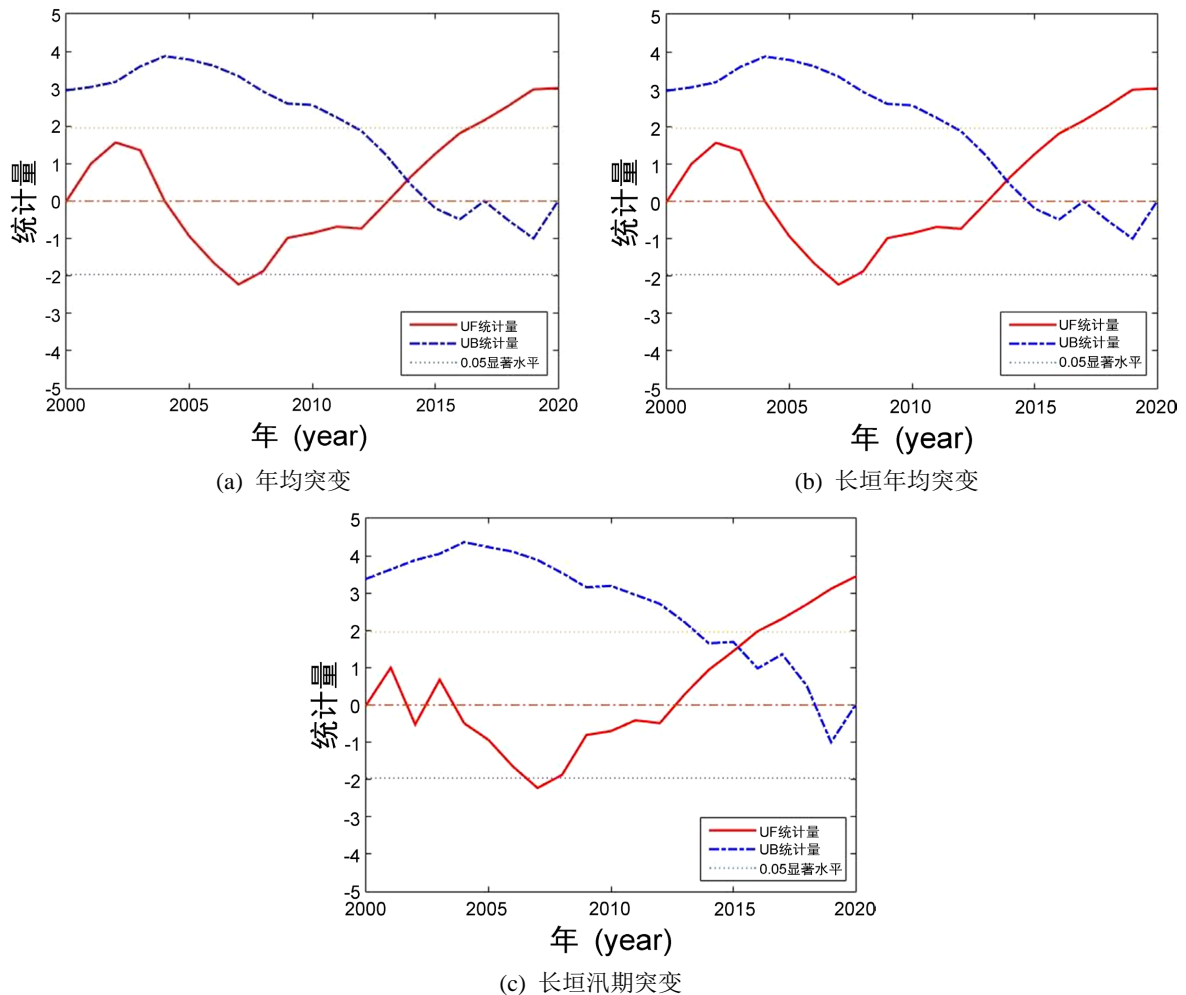


Figure 4. M-K test diagram of groundwater level in Changyuan from 2000 to 2020

图 4. 2000~2020 年长垣地下水位 M-K 检验图

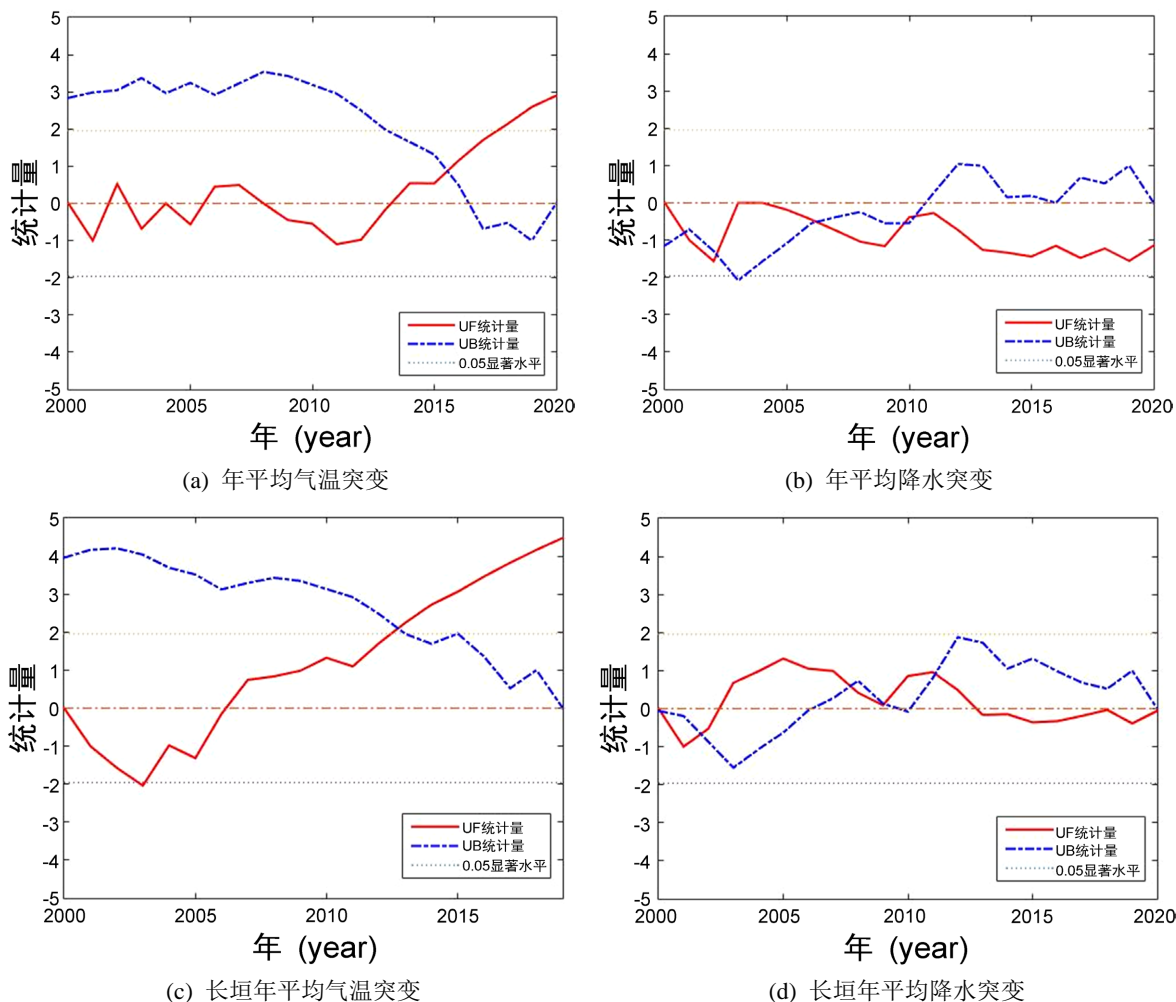


Figure 5. M-K test diagram of mean air temperature in Changyuan from 2000 to 2020

图 5. 2000~2020 年长垣年平均气温 M-K 检验图

4. 气候变化对地下水资源的影响

4.1. 气温对地下水的影响

对于地下水的存储来说，通常是通过降水进行补给，蒸发进行流失。气温通过对研究区域的降水量和蒸发量的影响，从而间接的对地下水的存储的进行影响。图 6 为原阳县 1 号井和 12 号井，封丘县 8 号井和 27 号井，长垣市 14 号井和 22 号井的地下水位变化和气温变化的关系图。从图中可以看出，气温的高低与地下水位的变化基本上是呈反比关系，气温升高是导致日常用水和农业、工业用水用增加，同时导致蒸发的增加，进而导致地下水的减少。三地区的地下水整体表现位下降的趋势。

4.2. 降水对地下水的影响

通过研究发现新乡地区地下水的总补给以降水补给为主，日常降水量的多少直接影响地下水存储量的多少。因此，分析降水对地下水的影响显得尤为重要。

选取黄河流域新乡地区原阳县、封丘县、长垣市三地的特定地下水观测井和附近的气象观测站点所观测的地下水位值和年降水量进行研究分析，确定降水对地下水位变化的影响。

1) 原阳地区。图 7 是原阳 17 号井和 22 号井观测水位与降水量关系图。从图 7 中我们可以看出, 17 号井和 22 号井的地下水水位观测值均随着降水量的降低而增高, 由于观测的地下水数据是水面到地面的值, 也就是观测值越大地下水水位越低。因此地下水水位实际是随着降水量的减少而减少。在 2008 年以前, 地下水水位基本持平, 变化不大。2008 年以后地下水水位整体呈下降趋势。2016 年降水量增多, 导致地下水水位逐步升高, 但回升不明显。

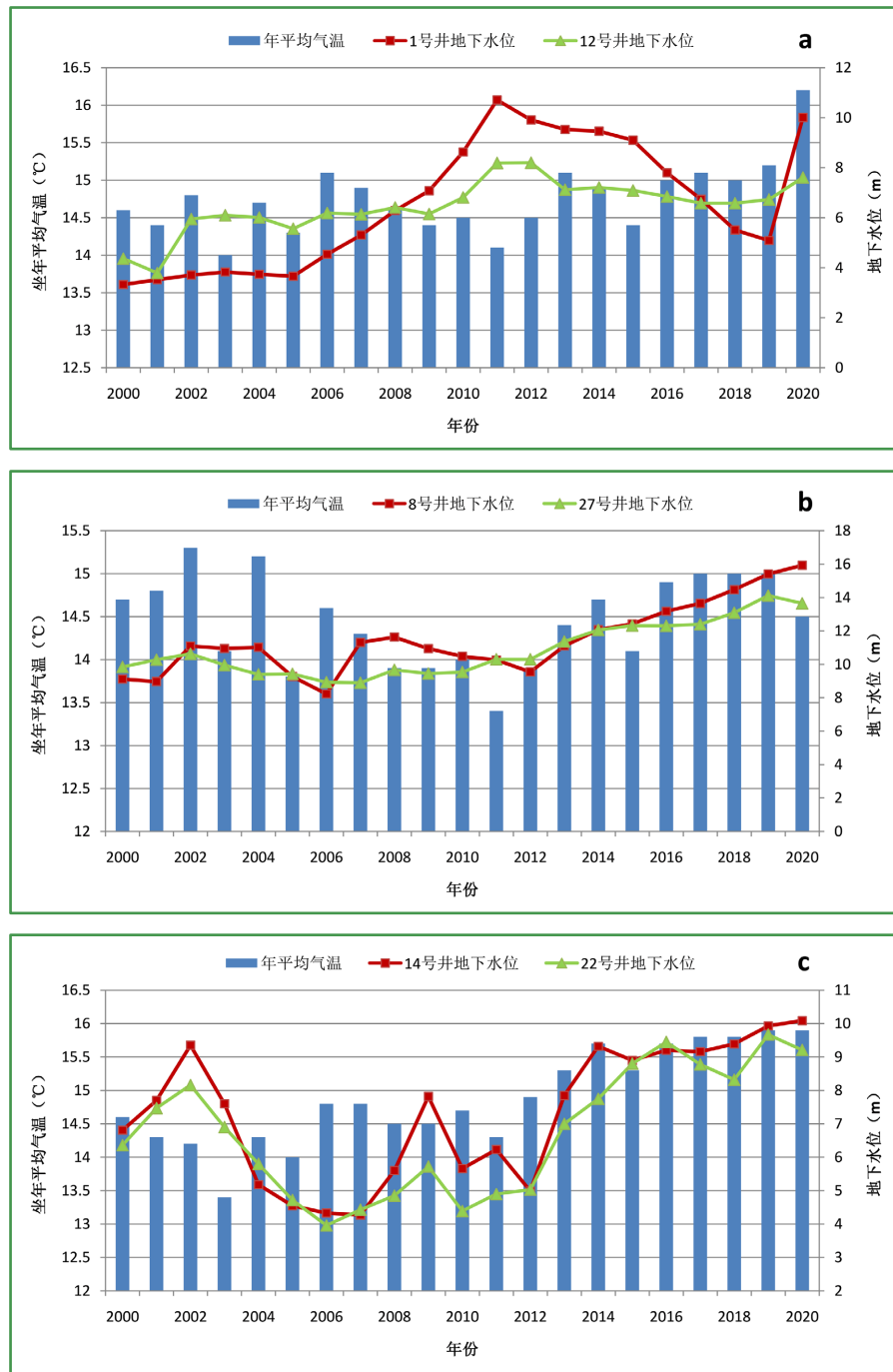


Figure 6. Dynamic curves of air temperature and groundwater level

图 6. 气温和地下水水位动态曲线

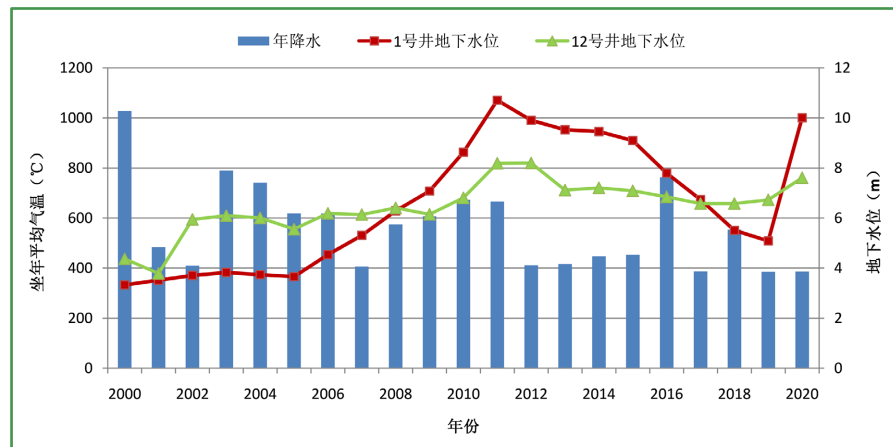


Figure 7. Variation of groundwater level in Yuanyang with precipitation
图 7. 原阳地下水水位随降水变化

2) 封丘地区。封丘地区选择 8 号井和 27 号井进行降水对地下水水位变化的影响分析。从图 8 中可以看出，两个观测井的地下水水位是随着年降水量的变化而变化。2000~2012 年之间，随着降水的增多和减少地下水水位升高和下降。2012 年以后地下水水位整体持续下降。

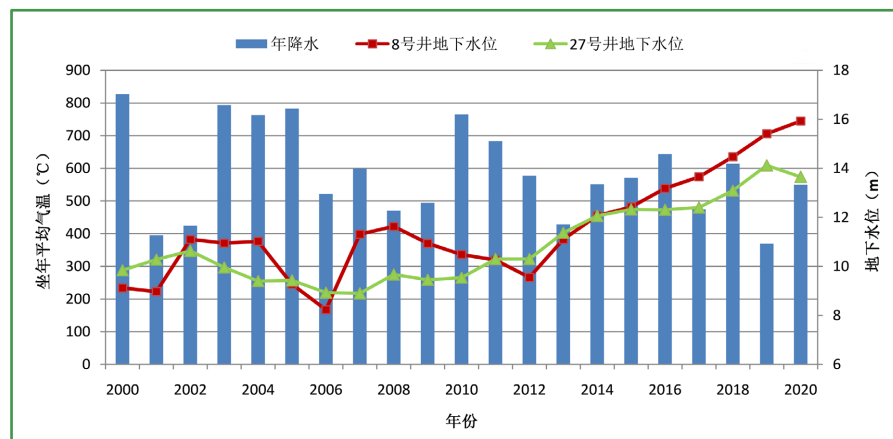


Figure 8. Variation of groundwater level in Fengqiu with precipitation
图 8. 封丘地下水水位随降水变化

3) 长垣地区。长垣地区选择 14 号井和 22 号井来分析降水对地下水变化的影响，见图 9。地下水水位整体呈波动变化。从图 9 中可以看出，2002~2014 年地下水位的升高和降低跟年降水量的增多和减少基本上保持一致。2014 年以后年降水量变化不大，地下水水位整体保持不变。

4.3. 蒸发对地下水的影响

地球水资源是一个不断循环的过程。其中包含水分的蒸发。多年来蒸发量不断呈减少的趋势，造成空气中水分含量减少，间接也影响了当地的降水量，同时导致地下水的补给量也不断减少。蒸发量减小，降水量减少，导致地下水资源减少。

综合来看，气候变化对地下水的影响主要在降水量方面，降水量减少导致地下水补给减少，使得地下水水位不断下降。气温升高导致各方面用水增加，间接导致地下水水位下降，蒸发对地下水也有影响，但与气温和降水相比影响相对较小。

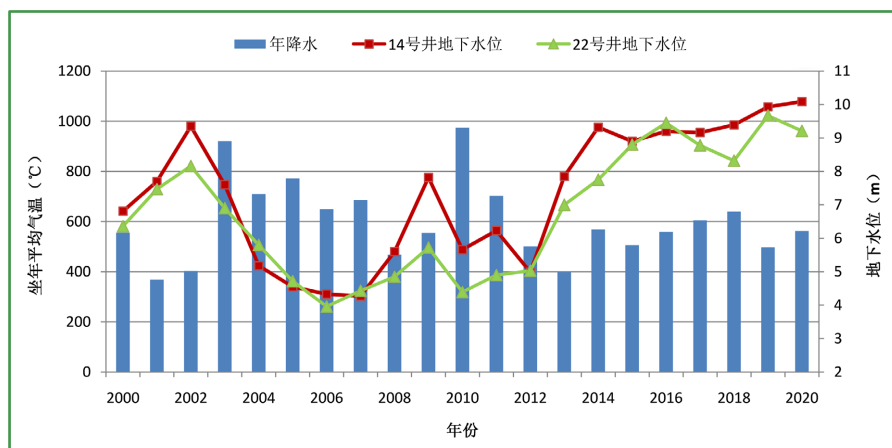


Figure 9. Variation of groundwater level in Changyuan with precipitation

图 9. 长垣地下水水位随降水变化

5. 结论

1) 黄河流域新乡地区三县多年来气候变化特征是：年平均气温整体呈上升趋势，年降水量呈下降趋势，年总蒸发量呈下降趋势。

2) 气温的变暖对地下水水位的变化有一定的影响，温度升高的同时伴随蒸发量的增多和生活用水以及工业用水的增多从而导致地下水的减少。

3) 研究区域地下水主要以日常降水为补给，降水在补给地下水的同时也在补给地表水资源，地表水的多少间接也影响着地下水的存储。

参考文献

- [1] 春蓁, 刘志雨, 谢正辉. 地下水对气候变化的敏感性研究进展[J]. 水文, 2007, 27(2): 1-6.
- [2] 刘军臣, 刘荣花, 王良启. 河南气候变化对水资源的影响及对策[J]. 河南气象, 2000(4): 23-24.
- [3] UNISCO (2008) Groundwater Resources Assessment, under the Pressures of Humanity and Climate Changes. 6th GRAPHIC Expert Meeting Report, 2008, Toyama, 115-118.
- [4] 刘昌明. 黄河流域水循环演变若干问题的研究[J]. 水科学进展, 2004, 15(5): 608-614.
- [5] 王建生, 张世法, 黄国标, 等. 气候变化对京津唐地区水资源及供需平衡的影响[J]. 水科学进展, 1996, 7(1): 26-36.
- [6] 任国玉. 气候变化与中国水资源[M]. 北京: 气象出版社, 2007: 48-77.