

# 咸阳试验区气候变化对地下水影响因素分析

和留宪, 罗宏伟

(咸阳市地下水管理监测站, 陕西 咸阳 712000)

**摘要:** 应对气候变化,进行了咸阳试验区地下水位随降水等主要气候因素变化的关系研究。研究表明,地下水位埋深较小、开采量较小时,气候因素变化与地下水位变化的关系密切;地下水位埋深较大、开采量较大时,二者关联性较差。人类长期不断增加地下水开采,是导致试验区地下水位持续下降的主要原因。研究结论可为制定应对气候变化的具体措施提供科学依据。

**关键词:** 气候;地下水;影响;变化

**中图分类号:** P641.2

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1672—1144(2012)05—0158—03

## Analysis on Influencing Factors of Climate Change on Groundwater in Xianyang Test Site

HE Liu-xian, LUO Hong-wei

(Groundwater Management and Monitoring Station of Xianyang City, Xianyang, Shaanxi 712000, China)

**Abstract:** The research on the groundwater level varying with climate factors was carried out in Xianyang test site in order to deal with climate change. The results show that the climate factor change is in close relationship with the groundwater level change when the groundwater burying depth and groundwater exploitation are small, and their relationship is poor when the groundwater burying depth and groundwater exploitation are large. The increase of long-term groundwater exploitation is the main reason for continuous drawdown of the groundwater level at the test site. The conclusion could provide scientific basis to concrete measures formulation for responding climate change.

**Keywords:** climate; groundwater; influence; change

气候是影响地下水的主要因素之一,过去几十年,由于气候的不断变化对地下水产生了相应影响,从而也引起了地下水资源的变化<sup>[1]</sup>。为应对气候变化,根据联合国千年发展计划,为实现2015年全球缺乏安全饮用水的人少一半的目标,联合国儿基会与水利部合作在我国开展“气候变化对地下水影响研究”工作,并在全国进行典型示范研究工作。陕西咸阳试验区是三个试验示范区之一,围绕研究总体目标要求,开展了项目区地下水位随降水等主要气候因素变化的分析研究。

## 1 咸阳试验区基本情况

试验区由咸阳市秦都区 and 渭城区组成,位于陕西省关中中部渭河两岸,距西安市30 km,行政区面积约523 km<sup>2</sup>。

### 1.1 气象

试验区地处暖温带半湿润季风区,为平原区,地形开阔平坦,由南向北呈台阶状,多年平均降水量567.9 mm,多集中在7、8、9三个月,占全年的50%~60%;多年平均气温南部13℃,北部9℃,相差4℃;无霜期南部212 d~223 d,北部172 d~205 d;全市光照时数多年平均2 223 h,水面蒸发量957 mm,干旱指数1.68。

### 1.2 水文地质条件

该区主要地貌形态类型属渭河阶地,北部为黄土台塬。由北向南呈台阶状降低,依次可划分为三级、二级、一级阶地及漫滩。主要含水层为上更新统砂卵石层,富水性随距渭河远近而不同,地下水位埋深一般小于20 m,单位涌水量大于20 l/(h·m),地下水主要接受降水、灌溉、径流补给,局部地区接受渭

河的季节性侧向补给。

根据资料分析,试验区地下水中  $F^-$  含量普遍较高,且在较大范围内超过了国家饮用水标准( $1.0 \text{ mg/L}$ );地下水中  $Cr^{+6}$  局部地段亦超过了国家饮用水标准( $0.05 \text{ mg/L}$ ),与上游黄土台塬区  $Cr^{+6}$  含量高的地下水缓慢径流补给,以及与地层岩性、隐伏断裂有关<sup>[2]</sup>。

### 1.3 地下水开发利用现状

研究区供水除北部黄土台塬宝鸡峡灌区有少量地表水引水灌溉外,工业与生活用水均取自地下水。地下水开采区主要分布在城区的市中心区水源地、西郊水源地、东郊水源地、陈阳寨水源地及沔东水源地等。目前,咸阳市城市规划区内有自备水源井达364眼,日地下取水量达  $23 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。据2008年统计,咸阳市总的供水量为  $15\,392 \times 10^4 \text{ m}^3$ ,其中地下水供水量为  $14\,311 \times 10^4 \text{ m}^3$ ,占到总供水量的92.98%。随着城市的发展,需水量呈逐年递增,地下水过度开采,致使地下水持续下降,降落漏斗急剧扩大,供需矛盾日益紧张,目前该市城区已形成四大超采区,分别为:①咸阳市城区中心严重超采区;②西北橡胶厂水源地严重超采区;③咸阳市郊区超采区;④秦都区沔东超采区,总面积达  $52.37 \text{ km}^2$ ,年均超采量达  $1\,479.95 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。水资源问题已成为城市发展的瓶颈,制约着社会经济的快速发展。

试验区地处咸阳市城区,三废排放量日益增多,农业引灌灌溉、化肥、农药大量使用和生活污染,使区内潜水遭到不同程度的污染。主要表现为潜水中矿化度、总硬度的增高和氯化物、硫酸盐、“三氮”含量超起始值或超标。

## 2 气候变化对地下水的影响分析

### 2.1 降水对地下水的影响

试验区近50a来降水量呈周期性变化规律明显,出现了相间的四个丰水期和四个枯水期,但总体降水序列未出现突变,降水量减小趋势不显著,仅呈现微弱的减少趋势;通过试验区年降水量功率谱分析出有两个波动,这两个波动对应的周期分别是8.7a和4.3a。

绘制了试验区13眼监测井的降雨-埋深关系曲线,其中004号井、003号井年际埋深变化曲线分别如图1、图2所示,由图1、图2可知,1999年以前,地下水位对降水的响应比较明显,总的规律是,随着降水量的逐年减少,降水对地下水补给量减少,地下水量总体减少,地下水位埋深相应增大。1999年以

后,试验区降水量有逐年增大的趋势,003号井水位随之出现回升,埋深减小。但004号井埋深不随降水的逐年增加而回升,而是出现持续下降态势,可能是由于该两眼井所处地区持续大量开采地下水,开采量远远超过了降水补给量,因而地下水位不能随着降水量的逐年增加而回升。

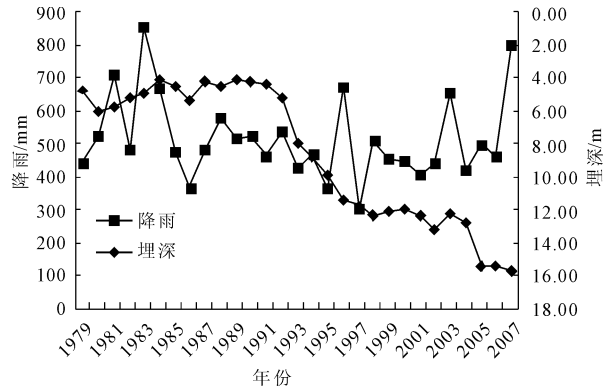


图1 004号井埋深与降水关系曲线

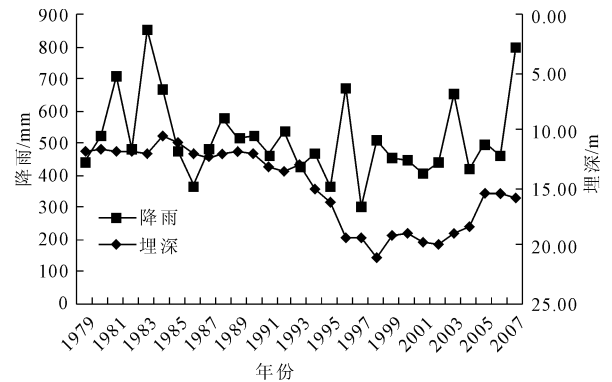


图2 003号井埋深与降水关系曲线

### 2.2 气温对地下水的影响

试验区近30a来的年平均气温有上升的趋势,其倾向率为  $0.10^\circ\text{C}/10 \text{ a}$ ;通过对30a温度序列Mann-Kendall方法突变检验,年气温序列有一突变,在1997年气候变暖的季节主要在秋冬两季,气温变化倾向率分别达到  $0.3^\circ\text{C}/10 \text{ a}$ 、 $0.25^\circ\text{C}/10 \text{ a}$ 。

由013号井气温埋深关系曲线可知(图3),20世纪90年代以前,随着气温的逐年升高,地下水位相应随之升高,但进入21世纪,随着气温逐年的缓慢回升,地下水埋深仍持续增大,这表明对从地下水的影响上来看,气候因素并不成为最后的决定因素。

### 2.3 蒸发对地下水的影响

试验区年平均蒸发量在1997年同样是一个突变点,在以此为界限的两个较长周期内(1979—1997年、1997—2005年)呈显著的下陷趋势,其中以夏季和春季下降趋势最为明显。

由 013 号井蒸发与埋深关系曲线(图 4)可知,该曲线与气温埋深关系曲线有类似规律,20 世纪 90 年代以前,随着蒸发量的逐年增大,地下水位相应随之降低,但进入 21 世纪,随着蒸发量逐年缓慢回升,地下水埋深仍持续增大,同样证明从对地下水的影

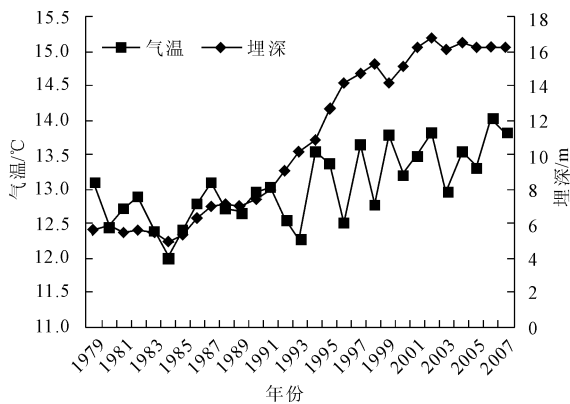


图 3 013 号井气温与地下水埋深关系

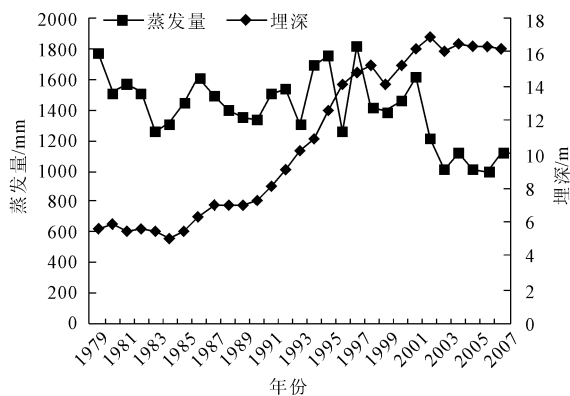


图 4 013 号井蒸发量与地下水埋深关系图

## 3 结论与建议

### 3.1 结论

#### (1) 地下水位变化情况

地下水埋深总体上呈加大趋势,说明地下水位逐年下降;20 世纪 90 年代末期到 2004 年、2005 年处于下降强烈期,2005 年之后有所回复。地下水多年平均埋深的趋势表明:人为的开采因素对于地下水的影响是巨大的,有时甚至是具有决定性的作用的。

#### (2) 气候变化总体影响

试验区近 30 a 来降水量呈微弱减少趋势,总体上周期性比较明显,降水量的减少致使地表径流量和地下水资源呈减少趋势;近 30 a 来气温逐年升高,致使蒸发量也随之加大,这也加剧了水资源总量的减少。

#### (3) 地下水位对气候变化因子的响应

1999 年以前,地下水位对降水的响应比较明显,总的规律是:随着降水量减少,降水对地下水补给量减少,地下水量总体减少,埋深相应增大。1999 年以后,试验区降水量有逐年增大的趋势,井水位随之出现回升。但部分井的水位仍保持持续下降态势,分析可能是由于持续大量开采地下水,开采量远远超过了降水补给量所致。

20 世纪 90 年代以前,随着蒸发量的逐年增大,地下水埋深相应加大。2001—2005 年间,虽然蒸发量降低,但地下水埋深仍持续增大,分析可能与开采量的不断增加有关,表明从对地下水的影响上来看,气候因素并不是最后的决定因素,人类活动的影响是主因。

### 3.2 建议

(1) 地下水动态变化不仅受气候作用的影响,也受不同下垫面情况的影响,同时咸阳试验区由于自然条件因素,市区工业和城市生活长期依靠地下水,长期开发利用地下水,人类活动对地下水有非常显著的影响。因此,地下水动态变化受自然和人类活动综合作用的影响,如何对综合作用的结果,考虑某单一因素影响所占比例需要在研究中进一步考虑。

(2) 为实现地下水资源的可持续利用,建议应进一步采取措施,构建咸阳区城乡公共供水管网体系,优化地表地下各类水源配置、严格用水管理,协调水资源开发与经济发展的关系,杜绝地下水超采。

### 参考文献:

- [1] 刘彦随,吴传钧.中国国土资源态势与可持续食物安全[J].自然资源学报,2002,17(3):270-275.
- [2] 蓝俊康,郭纯青.水文地质勘察[M].北京:中国水利水电出版社,2008.