

DOI:10.19751/j.cnki.61-1149/p.2022.03.029

# 陕西省主要盆地地下水动态特征分析

杨驰,陶福平\*,袁旭东

(陕西省地质环境监测总站,陕西 西安 710054)

**摘要:**通过国家地下水监测工程开展的地下水监测和省级地下水监测,获得了丰富的水位、水温、水质监测数据。笔者对监测数据分析研究,总结了陕西省主要盆地地下水水位、水温、典型离子动态特征。近年来,全省主要盆地水位总体基本稳定略有上升,局部区域水位有升有降。关中盆地潜水水位基本稳定略有上升,承压水水位总体上升明显,西安市建成区等部分区域承压水水位上升幅度较大,陕南主要盆地潜水水位基本稳定略有下降。主要盆地潜水水位变化受降雨量影响较大,承压水位变化受地下水开采影响较大,主要盆地地下水水温总体基本稳定有细微上升。关中、汉中盆地潜水地下水离子浓度总体基本稳定。关中盆地承压水典型离子含量基本稳定,部分离子含量近年逐渐降低。

**关键词:**地下水监测;地下水位;地下水温

中图分类号:P641.7

文献标志码:A

文章编号:1009-6248(2022)03-0345-10

## Analysis of Groundwater Dynamic Characteristics in Major Basin Areas of Shaanxi Province

YANG Chi,TAO Fuping\*,YUAN Xudong

(Shaanxi Institute of Geo-Environment Monitoring,Xi'an, 710054,Shaanxi China)

**Abstract:**Based on the national groundwater monitoring project groundwater monitoring and provincial groundwater monitoring, abundant monitoring data of water level, water temperature and water quality have been obtained. The monitoring data are analyzed and studied, and the dynamic characteristics of groundwater level, water temperature and typical ions in major basin areas of Shaanxi Province are summarized. In recent years, the water level in the main basins of the province has been basically stable and slightly increased, and the water level in some areas has risen and fallen. The diving water level in the Guanzhong Basin has basically increased steadily and slightly, and the confined water level has generally increased significantly. The confined water level in some areas such as the built-up area of Xi'an has increased significantly, and the diving water level in the main basins of southern Shaanxi has basically stabilized and decreased slightly. The change of diving water level in the main basin area is greatly affected by rainfall, and the change of pressure water level is greatly affected by groundwater exploitation. The groundwater temperature in the main basin area is basically stable and slightly increased. The ion concentra-

收稿日期:2021-10-13;修回日期:2022-05-07;网络发表日期:2022-08-15;责任编辑:贾晓丹

基金项目:中国地质环境监测院项目“国家地下水监测工程 2021 年度运行维护(陕西省部分)”(WT2021109B)。

作者简介:杨驰(1965-),男,正高级工程师,主要从事地下水监测与水文地质研究工作。E-mail:844833411@qq.com。

\* 通讯简介:陶福平(1983-),男,高级工程师,主要从事地下水监测与水文地质研究工作。E-mail:403732845@qq.com。

tion of submersible groundwater in Guanzhong and Hanzhong basins is basically stable. The typical ion content of confined water in Guanzhong Basin is basically stable, and some ion content has gradually decreased in recent years.

**Keywords:** groundwater monitoring; groundwater level; groundwater temperature

陕西省位于中国内陆腹地,纵跨黄河、长江两大流域,地势南北高、中间低,有高原、山地、平原和盆地等多种地形。陕西境内地貌自北而南可分为四个地貌单元,即:北部陕北沙漠高原、陕北黄土高原、中部关中盆地和南部陕南秦巴山地。陕西省受构造运动的控制,形成了一系列断陷及拗陷盆地,进而形成了秦岭南北各具特色的多个地下水盆地。陕西省地下水盆地主要包括:萨拉乌苏地下水盆地、洛川及长武地下水盆地、下白垩统志丹群自流水盆地、渭河地下水盆地、千陇地下水盆地、陕南汉中、安康等地下水盆地(周宗俊,1986)。

陕西省地下水动态监测工作开始于1956年(宁社教,1999)。20世纪50年代中期至60年代初,为全省地下水动态监测网的初步建立阶段;20世纪60年代至90年代初,为全省地下水动态监测网的发展阶段;20世纪90年代中后期至2016年,为全省地下水监测网的维持阶段。陕西省地下水动态监测为政府决策部门提供了大量的数据,在保障区域供水安全及地质灾害防治方面起到了重要作用(陶虹等,2012)。有学者对陕西省关中盆地地下水动态进行了分析(陶虹,2013;贺旭波等,2015),分析了西安市地下水动态变化对地面沉降的影响(董英,2019),对陕西秦岭北麓区地下水动态进行了分析(段磊等,2020),对陕北风沙滩区地下水动态进行了分析(陶虹等,2016)。

2016年以来,随着国家地下水监测工程开始实施,陕西省地下水监测步入了新的时代。国家地下水监测工程是经国务院同意,国家发改委批复,由自然资源部和水利部共建,中央预算内投资安排的中央直属国家基本建设项目。国家地下水监测工程(自然资源部分)在陕西省建立了360个国家专业地下水监测站点,初步形成了陕西省主要平原区的地下水监测站网。陕西省现有地下水监测站网初步覆盖了关中盆地(渭河盆地)、陕北榆林风沙滩区(陕北萨拉乌苏地下水盆地)、陕南汉中盆地等陕西省主要盆地。近年来,国家地下水监测工程的运行监测,获得了丰富的地下水动态监测资料,实现了对陕西省主要地下水盆地区的动态监测。“十三五”期

间,陕西省经济持续、快速、健康发展,综合经济实力进一步增强,地下水变化规律呈现出与以往不同的变化特征。笔者主要对近5年地下水动态监测最新成果进行总结,系统分析陕西省主要盆地区的地下水动态变化特征,为陕西省地下水相关研究与生态文明建设提供参考依据。

## 1 研究区地下水概况

### 1.1 水文地质单元

陕西省南、北自然条件和地形地貌差异明显,有显著的分带性。根据气候、地形地貌和大地构造进行水文地质单元分区,划分为陕北黄土高原、关中盆地、陕南秦巴山地3个不同特征的水文地质单元。

关中盆地行政辖区有宝鸡市、咸阳市、西安市及渭南市大部,面积约 $2.21 \times 10^4$  km<sup>2</sup>。关中盆地是一个三面环山向东敞开的断陷盆地,沉积了大量巨厚的松散岩类,由于地势平坦,岩层透水性好,接受降水、河水、灌溉水等渗入补给,蕴藏着较丰富的松散岩类孔隙水。另在盆地北部还埋藏着较丰富的碳酸盐岩类裂隙岩溶水。关中盆地潜水含水层主要有:河谷冲积砂砾石层、山前冲洪积上更新统至全新统冲洪积砂卵石与粉质黏土层、黄土台塬风积中更新统黄土层;关中盆地承压水含水层主要由中、下更新统冲湖积砂和砂砾石层构成(张茂省等,2005;周阳等,2020)。

陕北黄土高原行政辖区有榆林市、延安市,依地下水赋存条件,主要分布碎屑岩类孔隙裂隙水和松散岩类孔隙水。除较宽阔的河谷川道、黄土塬、沙漠草原区稍富水外,其他地区均属贫水或极贫水。潜水主要含水层有沙漠滩地冲湖积层、河谷区全新统冲积砂卵石层、黄土塬区中更新统黄土、三叠系侏罗系和白垩系碎屑岩孔隙含水层。承压水主要含水层为碳酸盐岩类裂隙岩溶水含水层。

陕南秦巴山地区面积较大的盆地有汉中盆地、西乡盆地、安康盆地、商丹盆地。山间盆地含水层主要为第四系冲积砂卵石层潜水,汉中、安康盆地内还分布有承压水,含水层为中一下更新统冲湖积砂砾石层,安康盆

地为砂卵石层(陕西地矿局第一水文地质队,1976)。

## 1.2 含水岩组分布特征

陕西省地域南北狭长,受地质构造、地貌、气候等因素控制,各含水岩类的分布及富水性均有较大差异,形成陕北黄土高原、关中盆地、陕南秦巴山地3个不同特征的水文地质区,主要包括松散岩类孔隙裂隙含水岩组、碳酸岩岩溶裂隙含水岩组、碎屑岩孔隙裂隙含水岩组、岩浆岩变质岩裂隙含水岩组4类含水岩组。松散岩类孔隙裂隙含水岩组主要分布于关中、陕北广大地区及陕南山间盆地,含水层主要为第四系冲洪积、湖积孔隙含水岩组和黄土、黄土状土孔隙裂隙含水岩组。其中,第四系冲洪积、湖积孔隙含水岩组主要分布于毛乌素沙地、关中盆地、汉中盆地及各大河流河谷区,含水层岩性主要为砂、砂砾(卵)石。黄土、黄土状土孔隙裂隙含水岩组主要分布于陕北黄土高原、关中黄土塬区,陕南部分盆地有零星分布。含水层岩性主要为黄土、黄土状土。碳酸盐岩岩溶裂隙含水岩组主要分布于陕北东北部、关中北部及陕南秦巴山地,含水层岩性主要为震旦系、寒武系、奥陶系、泥盆系、二叠系和三叠系碳酸盐岩。碎屑岩孔隙裂隙含水岩组主要分布于陕北黄土梁峁沟壑区以及陕南部分山间盆地边缘,含水层主要为二叠系、三叠系、侏罗系和白垩系砂、泥岩,陕北白垩系含

水岩组以孔隙裂隙含水为主,其他地区含水岩组以构造裂隙、风化裂隙含水为主。岩浆岩变质岩裂隙含水岩组主要分布于陕南秦巴山地,含水层岩性主要为元古代至中生代各类岩浆岩及太古界、元古界至古生界变质岩(陕西省地质调查院等,2020)。

## 2 地下水监测站网分布

陕西省自然资源部门管理的国家级和省级监测站点共有550个,其中,国家级站点360个,省级站点190个。国家级站点分布于10个设区市、西咸新区和韩城市(计划单列市),主要在陕西省关中盆地、陕北风沙滩区、陕南山间盆地等主要盆地形成区域骨干监测站网,监测区总控制面积约 $3.5 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。国家地下水监测工程站点在关中盆地内分布有245个(图1),在关中盆地初步形成4横20纵的骨干监测剖面,实现对盆地内各主要水文地质分区的第四系松散层潜水、承压水以及渭北岩溶水的全面监测。主要监测剖面见图2。

国家地下水监测工程(陕西省部分)监测站网监测内容为水位、水温和水质。水位水温监测采集频率为1小时/次,全部实现自动化监测、实时传输,水质监测为1年1次单点37项(部分年份为97项),

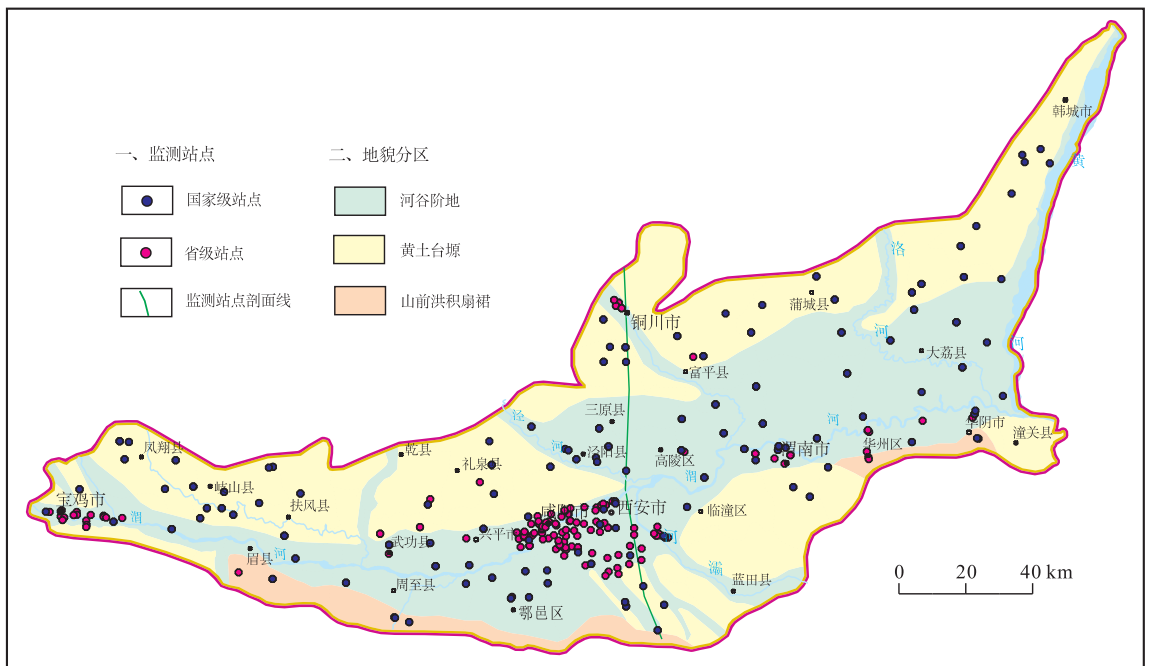


图1 关中盆地地下水监测站点分布图

Fig. 1 Distribution map of groundwater monitoring stations in Guanzhong basin

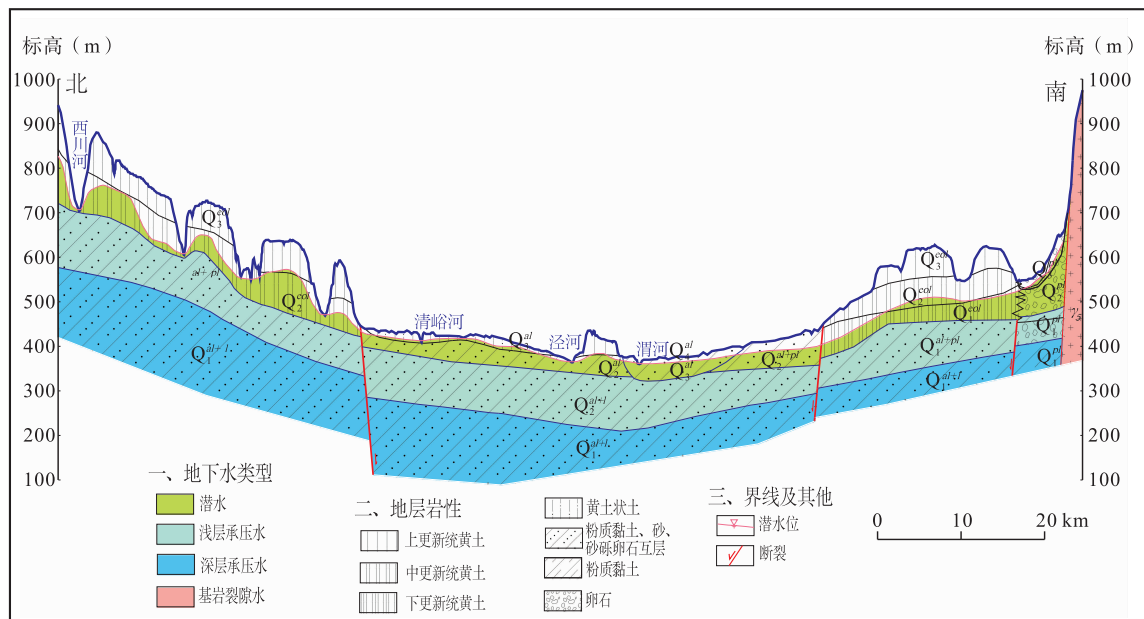


图2 关中盆地骨干剖面水文地质剖面图示意图

Fig. 2 Schematic diagram of hydrogeological profile of the backbone section of the Guanzhong Basin

水质监测采取井内取水样送检化验的方式进行。陕西省国家级监测站点于2016年开始建设,2018年建设完成并开始运行监测(陶福平等,2020)。

陕西省省级地下水监测站点190个,分布于西安市、咸阳市、宝鸡市、渭南市、铜川市、安康市、汉中市和榆林市等8市的30余个城市集中供水水源地,以集中供水水源地监测为主。同时,对城市之间的区域地下水动态变化也有一定控制,监测控制面积1300 km<sup>2</sup>。

省级监测站点仅部分站点实现水位自动化监测,大部分监测站点通过人工监测。水位监测频率为3~6次/月,水质监测频率为1次/年。

### 3 主要盆地地下水位动态分析

#### 3.1 关中盆地区域地下水位动态特征

关中盆地为黄河流域中游区的重点监测区域,2000年前,关中盆地地下水经过50多年的开采后,地下水位总体呈下降趋势,特别是在主要城市集中供水水源地,水位下降幅度更大。2000年后,随着黑河水利枢纽主体工程启用,西安市彻底告别水荒。由于地表水的大量使用,地下水使用量相对减少,用水结构的变化,导致西安地区地下水位降幅减缓,西安城区部分区域水位逐渐回升(表1)。

2016~2020年5年期间,关中盆地潜水地下水

位总体保持稳定状态略有上升,水位总体波动幅度不大,部分地区受开采和降水的影响,区域水位升降不一。2016~2020年,关中盆地潜水枯水期水位对比分析,平均水位上升0.81 m(表2)。2017、2019和2020年3个年度平均降雨量均超过600 mm,相应年份的水位均处于小幅上升状态,2019年度降雨量最大,相应平均水位上升幅度最大,平均水位上升0.43 m。关中盆地地下水潜水水位各季度总体规律为第四季度平均水位最高,第二季度平均水位最低,第三季度略高于第一季度。

2016~2020年,关中盆地承压水枯水期水位对比分析,平均水位上升2.86 m。水位变化与地下水开采关系密切,随着黑河水利枢纽工程与城市地下水开采管控等生态保护措施的实施,近年来部分承压水站点所代表的区域水位有一定幅度上升。关中盆地承压水位各季度总体规律为:第四季度平均水位最高,第二季度平均水位最低,第三季度略高于第一季度。承压水年内平均变幅大于潜水。

#### 3.2 汉中盆地地下水位动态分析

2016~2020年,汉中盆地潜水平均水位下降1.08 m。其中,2016年平均水位下降0.11 m,2017年平均水位下降1.71 m,2018年平均水位上升0.76 m,2019年平均水位上升0.32 m,2020年平均水位下降0.34 m。

表 1 陕西省主要盆地代表性监测站点水位埋深监测结果一览表(水位埋深:m)

Tab. 1 List of monitoring results of water level burial depth of representative monitoring stations in major basin areas of Shaanxi Province (Water level burial depth: m)

点位	地下水类型	1991	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	近年变幅
西安市未央区 尤家庄	承压水	25.59	31.25	35.75	35.49	36.82	36.84	37.89	37.00	37.02	36.00	+0.82
西安市灞桥区 东渠村	承压水	34.75	34.29	37.23	39.15	49.53	52.21	51.74	49.57	57.82	57.12	-7.59
西安市未央区 天台一路	潜水	14.03	17.46	18.06	19.67	19.26	19.64	18.85	18.79	19.59	19.40	-0.24
西安市雁塔区 鱼化寨	承压水	/	/	/	/	/	89.23	80.35	52.74	37.41	36.86	+52.37*
西安市雁塔区 鱼化寨	潜水	/	/	/	/	/	19.93	20.65	18.88	13.48	14.31	+5.62*
宝鸡市陈仓区 同心村	潜水	/	/	/	/	/	7.05	6.84	8.30	6.80	6.55	+0.50*
宝鸡市陈仓区 同心村	承压水	/	/	/	/	/	8.40	7.43	8.12	6.65	6.42	+1.98*
渭南市临渭区 双王镇罗刘村	承压水	/	11.61	11.26	9.71	9.50	10.55	10.18	11.63	11.64	11.16	-1.66
汉中市汉台区 湛家井村	承压水	/	/	9.98	/	11.15	12.84	14.75	15.72	15.43	16.74	-5.59

注:各年份水位为 12 月份水位;近五年变幅为 2020 年 12 月水位与 2015 年 12 月水位对比,“+”表示上升,“-”表示下降,\* 表示 2020 年 12 月水位与 2016 年 12 月水位对比。

表 2 陕西省主要盆地水位埋深监测结果分析统计表

Tab. 2 Statistical table for analysis of monitoring results of water level burial depth in major basin areas of Shaanxi Province

分析区域	地下水类型	点数(个)	平均水位埋深(m)		水位变幅(m)		
			2015/12	2020/12	上升最大值	下降最大值	平均变幅
关中盆地	潜水	179	23.58	22.77	5.70	-5.88	0.81
关中盆地	承压水	191	38.28	35.42	26.26	-7.59	2.86
汉中盆地	潜水	16	12.62	11.54	0.74	-3.03	-1.08

## 4 主要城市建成区地下水位动态特征

选取监测资料丰富的陕西省主要盆地——关中盆地和汉中盆地涉及的主要城市建成区西安市、宝鸡市、渭南市、汉中市等地下水水位特征进行论述。

### 4.1 西安市建成区地下水动态特征

2016~2020 年,西安市建成区潜水平均水位上升 0.9 m,承压水平均水位上升 6.41 m(表 3)。潜水水位总体基本稳定略有上升,承压水水位上升明显。

2016~2020 年,西安市建成区潜水平均水位上升 0.9 m。水位上升变化典型区域为西安市城区及东南部,水位上升幅度较大,大部分站点水位为上升状态,最大上升幅度 5.70 m。水位下降变化显著典型区域为西安市东郊灞河水源地、北郊渭滨水源地一带。城西区域潜水水位平均上升 0.5~1 m,鱼化寨地区及沔皂河水源地潜水水位上升幅度大于 2 m。渭滨水源地潜水平均水位下降 1~2 m,浐灞河水源地及长安区南部潜水水位降幅大于 2 m。其余站点覆盖区域水位总体稳定。

表3 陕西省主要城市建成区水位埋深监测结果分析统计表

Tab. 3 Statistical table for analysis of monitoring results of water level burial depth in build-up areas of major cities in Shaanxi Province

分析区域	地下水类型	点数(个)	平均水位埋深(m)		水位变幅(m)		
			2015/12	2020/12	上升最大值	下降最大值	平均变幅
西安市	潜水	40	18.03	17.41	5.62	-3.27	0.62
西安市	承压水	35	43.23	36.82	26.26	-7.59	6.41
宝鸡市	潜水	7	8.46	7.94	1.26	-0.72	0.52
宝鸡市	承压水	15	10.35	9.53	2.62	-0.30	0.82
渭南市	潜水	10	12.14	11.79	1.03	-1.44	0.35
渭南市	承压水	8	12.23	12.91	0.29	-1.66	-0.68
汉中市	潜水	8	11.01	12.32	1.30	-3.64	-1.31

西安市城区潜水典型站点长序列水位(1990~2020年)呈波动状态总体稳定略有下降,1990~2018年水位下降0.25 m,2018~2020年水位下降0.86 m,水位埋深曲线见图3。

2016~2020年,西安市建成区承压水水位总体呈上升趋势,平均水位上升6.41 m。水位上升典型区域为西安市城区及东南部,水位上升幅度较大,城区东南部承压水水位均呈为上升状态,水位呈区域性上升趋势,西安市城区东南部上升区15个监测站点平均上升值为6.72 m。水位下降变化典型区域为西安市东郊灞河水源地、北郊渭滨水源地一带。西安市建成区大部分区域水位上升幅度较大,以鱼化寨为代表的高新区承压水水位上升幅度超过10 m,局部区域承压水水位上升超过20 m。承压水

水位上升幅度超过10 m的区域主要分布在碑林区及雁塔区中西部区域。

西安市建成区承压水典型站点长序列水位(1990~2020年)总体稳定有一定幅度上升,近30年水位上升46.69 m,其中1990~1996年水位下降26.06 m,1996~2020年水位上升71.75 m,水位埋深曲线见图4。

#### 4.2 宝鸡市建成区地下水动态特征

2016~2020年,宝鸡市建成区潜水监测站点平均水位上升0.04 m。2016年度水位上升0.48 m,2017年度水位下降0.76 m,2018年度水位下降0.68 m,2019年度水位上升0.41 m,2020年度水位上升0.59 m。2019、2020年度水位呈上升趋势。

2016~2020年,宝鸡市建成区承压水平均水位

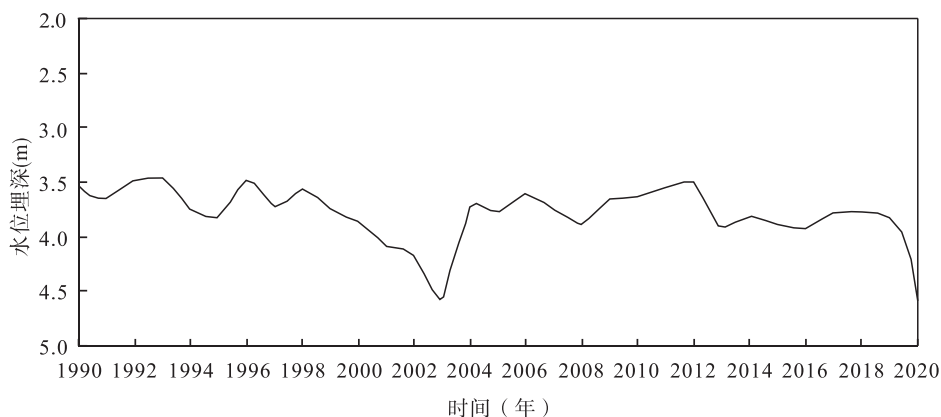


图3 西安市建成区潜水典型监测站点水位埋深曲线图

Fig. 3 Curve of water level buried depth of typical diving monitoring stations in Xi'an built-up area

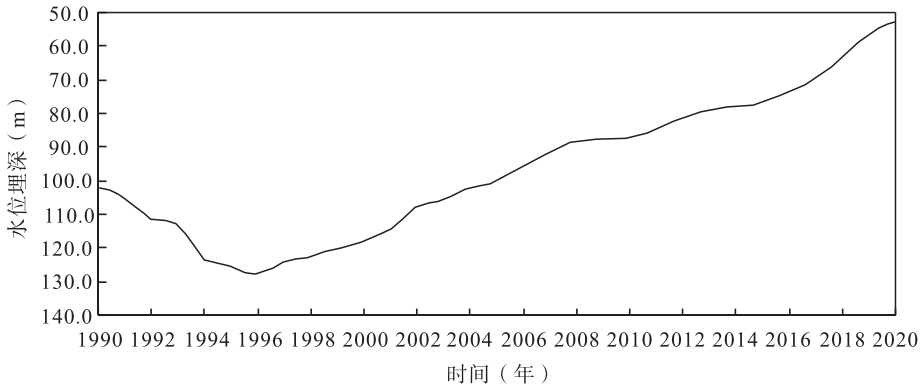


图4 西安市建成区承压水典型监测站点水位埋深曲线图

Fig. 4 Curve of water level buried depth of typical monitoring stations for confined water in Xi'an built-up area

上升 0.82 m。2016 年度水位下降 0.55 m,2017 年度水位上升 0.18 m,2018 年度水位上升 0.05 m,2019 年度水位上升 0.67 m,2020 年度水位上升 0.47 m。

#### 4.3 渭南市建成区地下水动态特征

2016~2020 年,渭南市建成区潜水监测站点平均水位上升 0.56 m。2016 年度水位下降 0.02 m,2017 年度水位上升 0.24 m,2018 年度水位下降 0.07 m,2019 年度水位下降 0.15 m,2020 年度水位上升 0.56 m。

2016~2020 年,渭南市建成区承压水平均水位下降 0.68 m。2016 年度水位下降 1.03 m,2017 年度水位上升 0.11 m,2018 年度水位下降 0.44 m,2019 年度水位上升 0.06 m,2020 年度水位下降 0.62 m。

#### 4.4 汉中市建成区地下水动态特征

2016~2020 年,汉中市建成区潜水水位基本稳定略有下降,平均水位下降 1.31 m。2016、2017 年 2 个年度,平均水位下降 0.92 m,2018 年度平均水位下降 0.46 m,2019、2020 年 2 个年度平均水位上升 0.07 m。2016~2018 年度,水位有小幅下降,2019、2020 年度水位基本稳定。

研究分析,近 5 年来关中盆地与汉中盆地主要城市建成区地下水位动态成因为:①西安市建成区地下水位明显受开采量、开采季节影响,潜水和承压水水位有着不同的动态特征。潜水地下水位下降变幅较小,总趋势基本稳定。承压水受开采量影响较大,随着城市地下水开采量控制措施的不断落实到位以及用水结构变化,水位回升明显。②宝鸡、渭南

市、汉中建成区潜水和承压水主要受降雨及地表水补给等自然因素影响,水位基本处于稳定状态。

## 5 主要盆地地下水水温动态分析

国家地下水监测工程建成并运行以来,陕西省各监测站点获取了持续的水温监测资料。选取 2018~2020 年主要盆地代表性监测站点每半年水温结果进行动态分析,具体见表 4。

### 5.1 关中盆地地下水水温动态分析

水温监测结果显示,2020 年度关中盆地潜水水温为 14.20~20.68℃,平均水温为 15.83℃。关中盆地潜水低于 15.0℃的低温区,分布在宝鸡市千河—渭河河谷阶地及蟠龙塬、凤翔塬,扶风县西部黄土台塬区及岐山县北部地带,周至县及郿邑区渭河河谷阶地,泾阳县泾河以北区域及三原西部区域。高于 17℃的高温区分布在岐山县城及其西部黄土塬中部地带、礼泉县北部黄土台塬地带、西安市郿邑区南部洪积扇地带和大荔县渭河冲洪积平原中部地带。关中盆地潜水 2020 年度相对 2019 年度平均水温上升 0.13℃,相对 2018 年度平均水温上升 0.11℃。水温区域分布明显,四季水温基本稳定。

2020 年度关中盆地承压水水温范围为 14.14~21.42℃。低于 15℃的低温区分布于宝鸡市渭滨区、金台区河谷阶地及黄土台塬地带和西安市郿邑区东北部渭河冲洪积平原地带。水温高于 17℃的高温区分布于扶风县、岐山县黄土台塬中部地带和兴平北部、礼泉南部、武功北部黄土台塬中部地带,

表4 陕西省主要盆地区代表性站点水温监测结果一览表(水温:℃)

Tab. 4 List of water temperature monitoring results of representative stations in major plain areas of Shaanxi Province (Water Temperature:℃)

点位	地下水类型	2018/6	2018/12	2019/6	2019/12	2020/6	2020/12	2018/12~2020/12 变幅
西安市未央区中官亭村	潜水	16.30	16.31	16.41	16.43	16.50	16.50	上升0.19
西安市长安区岳村	承压水	15.89	15.91	15.90	16.00	16.00	15.92	上升0.01
宝鸡市陈仓阳平镇	潜水	15.20	15.24	15.27	15.28	15.49	15.42	上升0.18
宝鸡市岐山县益店村	承压水	19.90	19.86	19.82	19.86	19.91	19.87	上升0.01
渭南市合阳县路井镇	潜水	15.10	15.11	15.12	15.20	15.19	15.19	上升0.08
渭南市大荔县沙底村	承压水	19.66	19.85	20.03	20.13	20.07	20.08	上升0.23
汉中市汉台区大河坎镇	潜水	16.42	16.42	16.59	16.56	16.61	16.57	上升0.15

户县东部、西安市城区西南部,临渭区南部、华州区南部山前洪积扇地带,大荔县东南部渭河冲洪积平原地带和富平县北部、蒲城县北部山前洪积扇地带及韩城芝川塬北部。关中盆地承压水2020年度平均水温为16.35℃,相对2019年度平均水温上升0.04℃,相对2018年度平均水温上升0.02℃。关中盆地承压水水温相对较为稳定,随季节变化微弱,黄土塬区一般波动较弱,个别监测井有一定波动。

## 5.2 汉中盆地地下水水温动态分析

2020年度,汉中盆地潜水水温为15.97~18.57℃,平均水温为17.02℃。相对2019年平均水温上升0.09℃,相对2018年度平均水温上升0.11℃。汉中盆地承压水水温为16.53~16.61℃,

平均水温为16.57℃,相对2019年平均水温上升0.12℃,相对2018年度平均水温上升0.14℃。

## 6 主要盆地地下水典型离子特征

### 6.1 关中盆地地下水典型离子特征

关中盆地潜水水质监测结果显示,2017~2020年硫酸盐、镁、钠、钙、氯化物、溶解性总固体等离子平均含量基本稳定。其平均含量及变化曲线见图5。

关中盆地承压水水质监测结果显示,2017~2020年镁、钙、氯化物等离子平均含量总体稳定,硫酸盐、钠、溶解性总固体等离子含量呈下降趋势。其平均含量及变化曲线见图6。

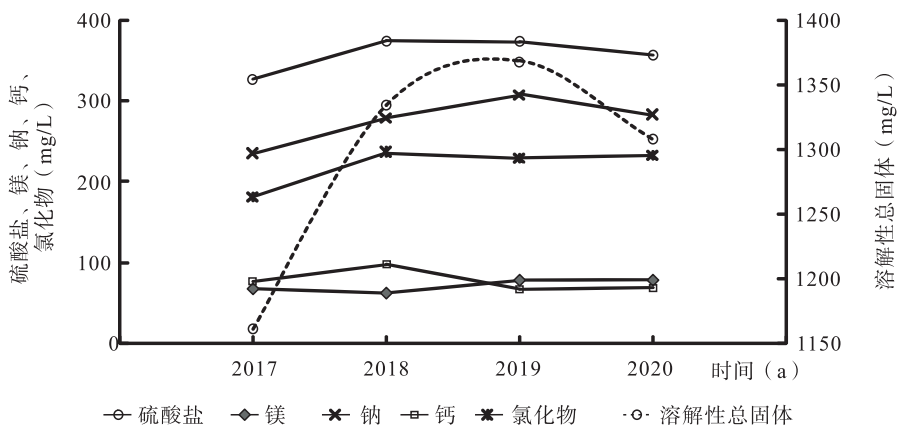


图5 关中盆地潜水典型离子平均含量变化曲线图

Fig. 5 Variation curve of average content of typical diving water ions in Guanzhong basin



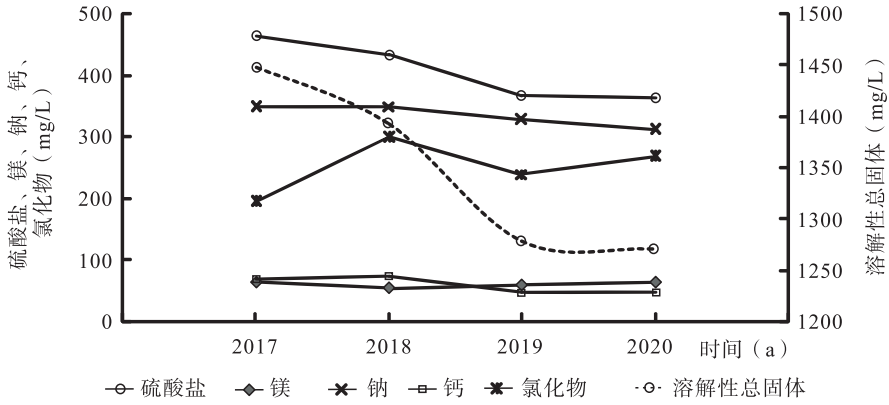


图6 关中盆地承压水典型离子平均含量变化曲线图

Fig. 6 Variation curve of average content typical ions of confined water in Guanzhong basin

### 6.2 汉中盆地地下水典型离子特征

汉中盆地潜水水质监测结果显示,2017~2020年硫酸盐、镁、钠、钙、氯化物等离子平均含量

基本稳定,溶解性总固体平均含量(除2018年数值较大外)有上升趋势。其平均含量及变化曲线见图7。

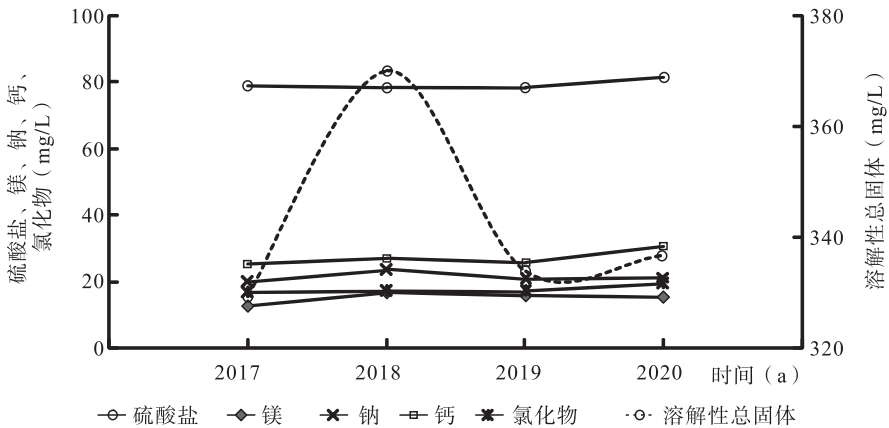


图7 汉中盆地潜水典型离子平均含量变化曲线图

Fig. 7 Variation curve of average content of typical diving ions in Hanzhong basin

## 7 结论

(1)关中盆地潜水水位近5年总体稳定,略有上升,潜水水位变化与降雨量关系密切,降雨量较大年份水位上升幅度相对较大。关中盆地潜水典型离子平均含量基本稳定。

(2)关中盆地承压水水位近5年水位总体有一定幅度的上升,局部地区上升幅度较大。关中盆地承压水水位变化与地下水开采关系密切,开采量减小幅度较大的区域,地下水水位上升幅度明显。关中盆地承压水典型离子平均含量基本稳定,部分离

子含量近年逐渐降低。

(3)汉中盆地地下水位相对较为稳定,主要受降雨量影响较大。

(4)关中盆地与汉中盆地水温基本稳定,近年水温略有升高。

### 参考文献(References):

周宗俊. 陕西省地下水盆地及其水文地质特征[J]. 陕西地质, 1986, 4(01): 61-69.

ZHOU Zongjun. The hydrogeological characteristics of groundwater basin in Shaanxi [J]. Shaanxi Geology,

- 1986,4(01):61-69.
- 宁社教. 陕西省地下水动态监测网点调整及意义[J]. 水文地质工程地质, 1999, 26(3): 41-42.
- NING Shejiao. Adjustment and significance of groundwater dynamic monitoring network in Shaanxi Province [J]. Hydrogeology, Engineering geology, 1999, 26(3): 41-42.
- 陶虹, 丁佳, 刘文波. 关中盆地地下水动态监测网络设计与应用[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2012, 23(2): 122-126.
- TAO Hong, DING Jia, LIU Wenbo. Design and application of groundwater dynamics monitoring network in Guanzhong Basin [J]. Chinese Journal of Geological Disasters and Prevention, 2012, 23(2): 122-126.
- 陶虹, 陶福平, 刘文波. 关中城市群 50 年地下水动态变化及影响因素研究[J]. 水文地质工程地质, 2013, 40(6): 37-42+61.
- TAO Hong, TAO Fuping, LIU Wenbo. Characteristics and influencing factors of groundwater dynamics in Guanzhong urban agglomeration during the last 50 years [J]. Hydrogeology and Engineering Geology, 2013, 40(6): 37-42 61.
- 贺旭波, 陶福平, 陶虹, 等. 关中平原地下水水位变化规律与影响因素分析[J]. 地下水, 2015(3): 52-54.
- HE Xubo, TAO Fuping, TAO Hong, et al. Analysis on groundwater level variation regulation of Guanzhong Plain and its influencing factors [J]. Groundwater, 2015(3): 52-54.
- 王浩, 段磊, 王文科. 秦岭北麓地下水动态特征与影响因素[J]. 西北地质, 2020, 53(02): 280-288.
- WANG Hao, DUAN Lei, WANG Wenke. Dynamic features of groundwater level in northern qinling and its influence factors [J]. Northwestern Geology, 2020, 53(02): 280-288.
- 董英, 张茂省, 刘洁, 等. 西安市地下水与地面沉降地裂缝耦合关系及风险防控技术[J]. 西北地质, 2019, 52(02): 95-102.
- DONG Ying, ZHANG Maosheng, LIU Jie, et al. Coupling relationship between groundwater and ground fissures of land subsidence in Xi'an City and risk prevention and control technology[J]. Northwestern Geology, 2019, 52(02): 95-102.
- 陶虹, 宁奎斌, 陶福平, 等. 陕北典型风沙滩地区浅层地下水动态特征及对煤炭开采响应分析[J]. 煤炭学报, 2016, 41(09): 2319-2325.
- TAO Hong, NING Kuibin, TAO Fuping, et al. Shallow groundwater dynamic characteristics and response to coal mining in the typical blown-sand region of the Northern Shaanxi Province [J]. Journal of Coal Science, 2016, 41(09): 2319-2325.
- 陕西省地质调查院, 中国地质调查局西安地质调查中心编. 陕西省自然资源图集[M]. 西安: 西安地图出版社, 2020: 066.
- Shaanxi Institute of Geological Survey, Xi'an Center of China Geological Survey. Atlas of Natural Resources in Shaanxi Province [M]. Xi'an: Xi'an Map Publishing House, 2020: 066.
- 张茂省, 朱立峰, 王晓勇. 关中盆地地下水系统分析与地下水资源可持续开发利用对策[J]. 第四纪研究, 2005, 25(1): 15-22.
- ZHANG Maosheng, ZHU Lifeng, WANG Xiaoyong. Groundwater systems and sustainable development countermeasures of groundwater resources in the Guanzhong Basin [J]. Quaternary Studies, 2005, 25(1): 15-22.
- 周阳, 王友林, 杜少少, 等. 关中盆地地下水系统的划分与特征[J]. 中国地质调查, 2018, 5(04): 67-75.
- ZHOU Yang, WANG Youlin, DU Shaoshao, et al. Division and characteristics of groundwater system in Guanzhong Basin [J]. China Geological Survey, 2018, 5(04): 67-75.
- 陶福平, 杨驰, 李勇, 等. 陕西省国家地下水监测工程运行维护与水质监测成果报告(2019~2020年)[R]. 西安: 陕西省地质环境监测总站, 2019~2020.