

西安地区地下水位下降及其环境负效应

王慧芳¹, 岳彩琴², 石建胜³

(1. 西安市水利水土保持工作总站, 西安 710016; 2. 长安区水政水资源管理办公室, 西安 710100;
3. 陕西省地勘局第二综合物探大队, 西安 710016)

摘要: 本文通过西安地区多年地下水位动态资料, 分析区域潜水及城郊自备井集中开采区承压水水位持续下降状况, 阐述了地下水位持续下降对水环境、农业环境及城市地质环境所产生的负效应。

关键词: 地下水; 水位下降; 环境负效应

中图分类号: P641.8

文献标识码: A

文章编号: 1000-3665(2005)03-0078-03

西安地区处于渭河平原中部, 南依秦岭, 北临鄂尔多斯台地, 渭河自西而东穿流其中, 平原地区堆积了巨厚的第四纪松散沉积物, 为地下水的赋存、运移提供了有利条件。但是, 由于人们对地下水的合理开发利用缺乏足够的认识, 在开发利用地下水的过程中, 造成了地下水位持续下降, 并引发了一系列环境负效应。

1 地下水位下降历程

1.1 区域潜水位持续下降

1988 年以前西安地区潜水整体处于稳定状态, 年末平均埋深在 8.6m 左右波动。1989 年以后潜水位逐年下降, 1989~2002 年间潜水位平均下降了 5.7m; 在不同地貌单元, 潜水位下降情况又有所不同(表 1)。

1.2 城郊集中开采区承压水位持续下降

西安市城郊区自 20 世纪 50 年代开采承压水, 到 1960 年仍未改变承压水位初始流场势态, 从 1970 年~1997 年, 西安市城郊集中开采区承压水位普遍下降 20~100m^[1,2](图 1)。

表 1 西安地区各地貌单元潜水历年年末平均埋深(m)

Table 1 Average depths to the water table of different physiognomic units in the Xi'an area

年份	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
冲积平原	5.89	5.96	5.81	5.86	6.16	6.59	6.76	7.12	7.9	9.21	8.83	10.4	9.92	10.3	10.2	11.2	11.6
洪积平原	9.3	8.39	7.9	8.61	8.5	9.01	8.47	8.97	9.99	11.3	10.9	10.6	10.1	10.4	10.3	11.6	12.3
黄土台塬	28.25	29.9	29.5	29.6	30.8	31.8	32.5	32.9	33.9	35.2	35.7	36.5	37.3	38.0	38.2	38.7	38.9
西安地区	8.68	8.7	8.46	8.65	8.95	9.46	9.55	9.93	10.8	12.1	11.8	13.4	12.6	13.0	12.9	13.9	14.4

1971 年开始从西北工业大学至东北郊胡家庙出现 NE-SW 展布的宽浅型水位下降漏斗, 面积为 45km², 漏斗中心水位与 1960 年相比下降近 20m, 平均下降速率达 1.0~2.0m/a。1972~1980 年间, 由于开采量增长过快, 使承压水位迅速下降, 漏斗迅速扩大加深, 并出现新的漏斗, 此间降落漏斗中心区水位下降 25~40m, 平均下降速率达 3.5~5.0m/a。1980 年区域性承压水下降漏斗区面积为 132 km², 其中包括了胡家庙、西工大等四个小漏斗。1981~1990 年, 承压水开采每年平均净增量虽不断减小, 但总量仍不断增加, 承压

水位持续下降, 降落漏斗中心区水位下降 30~50m, 平均下降速率达 2.31~6.46m/a。1990 年, 区域性承压水下降漏斗面积扩大至 154km²。1991 年起西安市实现黑河引水, 承压水开采量逐年减少, 但仍大于可开采量, 承压水位持续下降, 到 1997 年开采量减至接近可开采量, 承压水位才趋于稳定。1995 年时降落漏斗面积扩大至 234.75 km², 1997 年承压水位最大埋深达 157m, 均为历年最大。1997 年以后, 一方面黑河引水工程供水量大大增加, 超过 50 × 10⁴ m³/d, 另一方面采取了封停城区自备井的有力措施, 承压水持续下降的局面才得到有效控制, 大部分地区承压水位趋于稳定或呈上升态势。

收稿日期: 2004-06-07; 修订日期: 2004-10-15

作者简介: 王慧芳(1967-), 女, 学士, 工程师, 从事地下水动态监测及水资源论证工作。

2 地下水位持续下降的主要因素

2.1 潜水位持续下降的主要因素

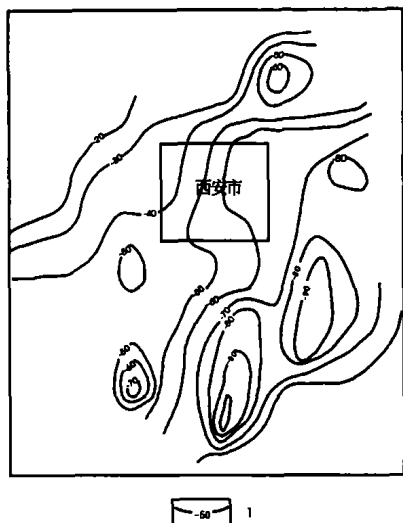


图1 西安市1970~1997年承压水位下降幅度等值线图^[3]

Fig.1 Contour map of the lowering in water levels in the confined water in the Xi'an area from 1970 to 1997

1—承压水位下降幅度等值线(m)

持续干旱,降水减少。西安市1986~2002年系列平均降水量为513.2mm,与1956~1985年系列平均降水量587.5mm相比,减少了74.3mm,地下水补给长期严重不足。另一方面,西安市平原地区的农业灌溉、乡镇工业及生活用水长期以开采浅层地下水为主。随着60、70年代农用机井的迅速发展,地下水的开采量到1984年已达到 $34\,362 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$,2001年已增至 $78\,495 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$,多年来农业灌溉、乡镇工业及生活用水对地下水的开采量占其用水总量的70%,地下水长期受到大量开采。

2.2 导致承压水位持续下降的主要因素

20世纪70、80年代为了满足城市社会经济发展的要求,各单位自凿水井,大量开采埋深150~350m的深层承压水,1970年城区已有自备深井96眼,年开采量 $2\,196 \times 10^4 \text{ m}^3$,但由于城市供水逐年增加,单位自备新井继续增加,1980单位自备井猛增至451眼,年开采量达 $8\,395 \times 10^4 \text{ m}^3$,1990年单位自备井发展到550眼,年开采量达 $11\,223.75 \times 10^4 \text{ m}^3$,而《西安市地下水开发利用规划》采用疏干漏斗体积法校核的自备井集中开采区1984~1993年承压水可开采量为 $5\,960 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$,深层承压水长期大量超采,从而引起承压水位剧降。

3 地下水位持续下降的环境负效应

3.1 水环境恶化

(1)河流水循环条件被破坏 平原区潜水位持续下降,打破了雨季河流补给地下水、干旱季节地下水补

给河流的良性循环,河流不但因为长期干旱得不到补给,而且向地下径流的转化加大,导致河流径流量进一步减少。

(2)加速渭溺、渭泾河流三角洲湿地功能丧失 渭溺、渭泾河流三角洲为季节性湿地,其地下水和地表水存在明显的相互补给关系,尤其是地下水对湿地具有重要的顶托作用,因此地下水位的变化明显影响着这一类湿地的生态系统^[4]。上世纪后期的持续干旱使渭溺、渭泾河流三角洲地带地下水位埋深由60、70年代的1m左右,下降至目前的6m左右,大大超过了植物生长所需要的地下水埋深下限,天然植被逐渐衰退,植被覆盖率降低,土壤涵养水分能力降低,从而加速了湿地功能丧失。

(3)泉水干涸 秦岭北麓洪积扇前缘潜水溢出带在60、70年代曾有多处泉水出露,但随着整个平原区地下水位下降,特别是洪积扇区地下水位的下降,泉水逐渐断流,洪积扇前缘溢出带消失,目前在洪积扇前缘仅有个别地区地下水位埋深小于1.0m。

3.2 农业环境恶化

由于平原区潜水位持续下降,导致大量农用机井出水量锐减,甚至井泵吊空,机井报废。另一方面,适宜的土壤含水率是农作物正常生长的保证,土壤含水率主要受地下水位埋深的影响。地下水位持续下降,耕土层土壤含水率将大大降低。1994、1997年特大干旱时,耕土层土壤含水率最低仅为7.6%,远低于农作物正常生长17%~20%的含水率要求。

3.3 城市地质环境恶化

(1)地面沉降 随着强烈开采承压水,地面沉降最严重的南郊大环河以南地区沉降速率从20世纪70年代的10~20mm/a增加至90年代的100~200mm/a。1991年以后,虽然地下水开采量在逐年缩减,但是承压水位仍持续下降,地面沉降速率仍不断增加,直到1995年地面沉降速率才基本稳定。1997年全区地面沉降总面积约200km²,同时已形成了辛家庙、小寨等多个沉降中心,沉降区内沉降量大于100mm的地区面积为168km²,大于500mm的面积为76km²,沉降量超过1000mm的面积为43km²,南郊大环河以南沉降量最大达1700~2680mm(图2)。1997年以后由于水务部门措施得力,承压水位才得到有效控制,虽然地面沉降仍在持续发展,但沉降速率在逐年减小。

(2)地裂缝 西安地区由于特定的地质构造存在隐伏的地裂缝,目前已查出的地裂缝有10条,地裂缝总出露长度约64.6km、延伸长度约101.4km。水位下

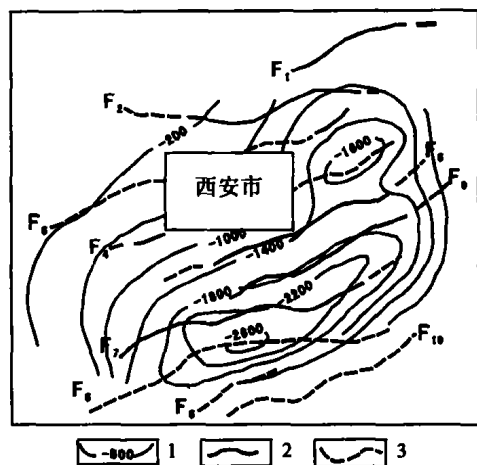


图2 1970年~1997年西安市地面沉降量等值线图^[3]

Fig.2 Contour map showing landsubside in the Xi'an city from 1970 to 1997

1—地面沉降量等值线(mm); 2—出露地裂缝; 3—隐伏地裂缝

降引起地裂缝两侧不均匀沉降迭加于地裂缝垂直活动过程中,造成地裂缝强烈活动、急剧变形,对道路、供水供气管道、地面建筑物造成了不同程度的损坏,严重影响了城市规划与建设。

(3)承压水水质恶化 城郊区潜水已严重污染,潜水中的有害物质通过越流或通过天窗进入承压水,使局部地段承压水受到污染;承压水位大幅度下降也使地下水的溶滤作用增加,从而使地层中的有害物质进

入承压水中,使承压水水质恶化。历年来的水质检测结果表明,局部地段承压水中除有毒元素砷、氟有地质背景原因,其余六价铬、酚、硝氮、氨氮和总硬度的变化均是人类污染所致。

4 结语

西安市地下水位持续下降不但使水环境恶化、农业生产环境更加恶劣,并引发了地面沉降、地裂缝及水质恶化等城市环境地质问题,已成为制约地区经济发展、生态环境保护的重要因素。

因此,西安市水资源的开发利用应中,以生态环境良性循环为前提,科学地制定地表水、地下水联合调度方案,充分考虑水资源的承载力和水环境承载力,选择适应生态、环境的适宜开发限度。

参考文献:

- [1] 陕西省地质矿产局第一水文地质工程地质队. 西安地区地下水资源勘察报告[R]. 1988. 390-421.
- [2] 陕西省地质环境监测总站. 西安地区地下水动态分析报告 1986~2002[R].
- [3] 西安市地下水资源管理办公室. 西安地区地下水动态综合报告(1995~1997年)[R]. 1998.
- [4] 邓伟,潘响亮,栾兆擎. 湿地水文学进展[J]. 水科学进展, 2003, 14(4): 521-525.

Lowering of groundwater level and its negative environment effects in the area of Xi'an

WANG Hui-fang¹, YUE Cai-qin², SHI Jian-sheng³

(1. Xi'an Soil and Water Conservation Station, Xi'an 710016, China;

2. Chang'an Administrative Office of Water Resource, Xi'an 710100, China;

3. Geophysical Prospecting Team No.2 Shanxi Exploration and Development Bureau of Geology and Mineral Resources, Xi'an 710016, China)

Abstract: Based on data of groundwater regime of many years, the status of continual lowering in the regional phreatic water levels and the confined water levels in the concentrative exploring area have been analyzed in this paper. The negative effects of the continual lowering in water levels on water environment, urban geological environment and agricultural environment have also been described.

Key words: groundwater; groundwater level lowering; negative environment effects