

蒙城县西南部水资源配置研究

张文平¹, 韩玉杰²

(1. 安徽省水利水电勘测设计院, 安徽合肥 230088; 2. 安徽省(水利部淮河水利委员会)水利科学研究院, 安徽蚌埠 233000)

摘要 以安徽省蒙城县西南区三义镇、篱笆镇、楚村镇、乐土镇、小辛集乡 5 个乡镇为研究对向, 根据区域内孔隙承压水、孔隙潜水、地表水资源的特点, 结合用户需求, 预测了 2020 年生活需水量和农田灌溉需水量, 并制订了 2020 年生活用水和农田灌溉配置方案。

关键词 地下水超采; 孔隙承压水; 需水预测; 水源配置; 数值模拟

中图分类号 S181 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2016)12-056-03

Water Resource Allocation in Southwest Area of Mengcheng County

ZHANG Wen-ping¹, HAN Yu-jie² (1. Anhui Survey and Design Institute of Water Conservancy and Hydropower, Hefei, Anhui 230088; 2. Anhui & Huaihe River Institute of Hydraulic Research, Bengbu, Anhui 233000)

Abstract With Sanyi Town, Liba Town, Chucun Town, Letu Town, Xiaoxinji Village in southwest area of Mengcheng County as the research direction, life water demand and irrigation water requirement were forecasted in 2020 according to the characteristics of porous confined water, porous unconfined groundwater and surface water resources. According to the user requirement, we established the allocation plan of domestic water and farm irrigation.

Key words Groundwater overdraft; Porous confined water; Water-demand prediction; Water resource allocation; Numerical simulation

受区域大部分河流污染较严重的影响, 安徽省淮北平原西部的城乡生活集中供水与工业供水主要开采水质较好的深层孔隙承压水, 近 10 年来, 承压水开采量呈迅速、持续增长趋势。其中, 阜阳市因集中超采深层地下水, 已形成较大范围的水降落漏斗(蒙城县处于漏斗边缘), 甚至诱发了大范围的地面沉降。

蒙城县位于安徽省淮北平原西北部, 研究区位于蒙城县西南部, 包括三义镇、篱笆镇、楚村镇、乐土镇、小辛集乡共 5 个乡镇, 面积约 694.5 km²。研究区所在位置属于阜阳新生界盆地东北边缘, 被厚度为 500~800 m 的新生界松散地层覆盖, 发育有多套不同水力性质的孔隙含水层(组), 地表发育有茨淮新河、茨河等水系, 过境客水丰富。但该研究区对地表水资源的开发利用程度不高, 大量过境水资源未得到有效利用, 地表水的实际可供水量远小于过境的地表水资源总量。沿河灌区远未达到设计灌溉面积, 且提水能力与可供水量相比也存在一定差距。孔隙潜水资源的开采利用程度相对较低, 尤其是蒙城南部的, 仍有较大的利用潜力。研究区内的水资源利用结构存在问题, 水资源的配置未综合考虑用水户特点和水资源的分布、质量等多重特征, 供水结构比较单一。笔者以蒙城县西南部 5 个乡镇为研究对象, 对该地区的水资源优化配置进行了研究。

1 需水量预测

以收集统计资料比较全面的 2013 年作为现状水平年, 预测 2020 年研究区的需水量。综合分析研究区用水结构, 主要包括居民生活用水量、村镇企业及专业饲养用水量、公共建筑用水量及农田灌溉。研究区 5 个乡镇经济均以农业为主, 村镇企业及专业饲养户零星分布且未来没有加快发展的计划, 其用水量非常小, 因此不作考虑。

1.1 生活需水量预测 2020 年蒙城县西南区 5 个乡镇的生活需水量见表 1。

表 1 2020 年研究区生活需水量预测

Table 1 Prediction of life water demand in five villages and towns in Mengcheng County in 2020 m³/d

乡镇 Villages and towns	居民生 活用水量 Residents water con- sumption	公用建筑 用水量 Water con- sumption of public building	生活需 水总量 Total life water consumption
篱笆镇 Liba Town	3 191.34	319.13	3 510.47
楚村镇 Chucun Town	5 219.25	521.93	5 741.18
三义镇 Sanyi Town	4 360.95	436.10	4 797.05
乐土镇 Letu Town	4 886.30	488.63	5 374.93
小辛集乡 Xiaoxinji Village	3 987.00	398.70	4 385.70
合计 Total	21 644.84	2 164.49	23 809.33

1.2 农田灌溉需水量预测 研究区多为农业发展大镇, 农业是其主要经济来源, 按照较高的灌溉设计保证率计算其需水量, 取灌溉设计保证率 75%。按照蒙城县平均水平, 研究区灌溉需水量年增长率为 1.0%, 预计 2020 年灌溉用水篱笆镇 577.47 万 m³/a, 楚村镇 1 181.18 万 m³/a, 三义镇 866.20 万 m³/a, 乐土镇 1 102.43 万 m³/a, 小辛集乡 710.02 万 m³/a, 总灌溉需水量 4 483.23 万 m³/a。

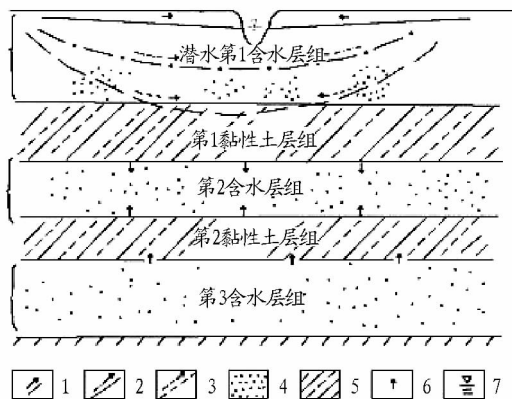
2 生活用水配置方案

2.1 生活用水现状开采方案 截至现状水平年, 研究区内 5 个乡镇共建集中供水工程 11 处, 水源选用深层孔隙承压水, 井深 300 m 左右, 采用集中供水方式。研究区未规划的地区, 居民仍使用家用压井取用浅层孔隙潜水, 由于浅层地下水水量、水质动态变化较大, 且缺乏相应的水质监测系统和处理设施, 导致饮水安全得不到有效保障, 存在隐患。为了模拟开采条件下的水位变化情况, 笔者应用 Visual Modflow 软件模拟地下水水流动态变化^[1-2]。

作者简介 张文平(1981-), 女, 湖北武汉人, 工程师, 从事水资源与水环境保护工作。

收稿日期 2016-03-21

根据地层分布情况及区域水文地质条件,结合地下水埋藏条件和水力性质,将研究区划分为3个含水层和2个隔水层(图1)。



注:1.第1含水层组水位及流向;2.第2含水层组水位及流向;3.第3含水层组水位及流向;4.砂层;5.黏性土层;6.越流层水流向;7.地表水。

Note: 1. Resistance level of flow direction of the first aquifer; 2. Resistance level of flow direction of the second aquifer; 3. Resistance level of flow direction of the third aquifer; 4. Sand layer; 5. Clay soil; 6. Flow direction of leaky aquifer; 7. Surface water.

图1 研究区水文地质概念模型

Fig. 1 Hydrogeology conceptual model in research region

图1中,第1含水层组为孔隙潜水含水层,埋深为30~50 m;第1隔水层,岩性主要为黏土,埋深为50~90 m;第2含水层组属于孔隙承压含水层,埋深为90~100 m,厚度不大;第2隔水层,主要为黏土层,埋深为100~200 m;第3含水层,属深部孔隙承压含水层,埋深300 m左右(为农饮工程现状开采的目标层位)。因现状开采深度为300 m左右,取水水源为上述水文地质分层中的第3含水层,笔者主要讨论第3含水层和与其存在水力联系的第2含水层的水位影响情况。

截至2020年,第3和第2含水层的水位变化情况分别见图2、3。第3含水层孔隙承压水水位下降,最大降深为14 m左右,研究区降深为8~14 m。区域降深不均匀,最大降深速率达到1.4 m/a。第2含水层2020年的水位降深最大在9 m以上,分布范围约5~9 m,说明含水层受到第3含水层的影响很大,降深明显。

2.2 孔隙承压水控制开采方案 结合安徽省地下水超采区评价及蒙城县基本情况,控制研究区深层承压水下降速率不得超过1.0 m/a,即控制2020年第3含水层的水位降深为10 m之内。通过上述拟合情况良好的模型,利用试算法思想,分别改变各水厂2015~2020年的取水量,模拟2011~2020年孔隙承压水在第3含水层的水位降深情况。2020年水位降深分布情况预测见图4,研究区三含水层降深最大值在9.8 m以上,但未超过10.0 m,整体降深差异不大。

经过反复调试,5个乡镇已建水厂控制开采孔隙承压水水量分别为篱笆镇2 800 m³/d,楚村镇5 300 m³/d,三义镇

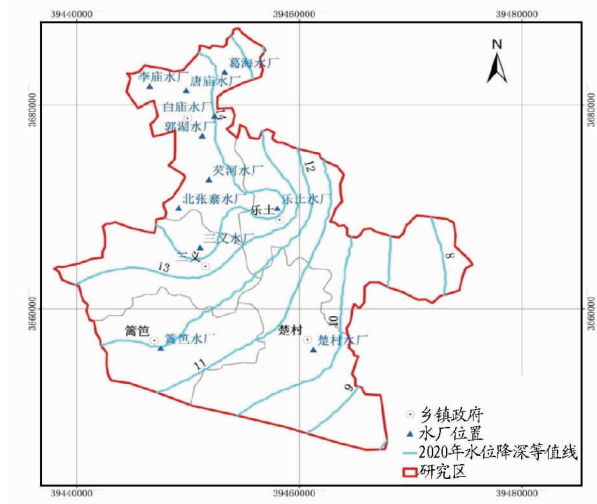


图2 2020年第3含水层水位降深

Fig. 2 Drawdown of the third aquifer in 2020

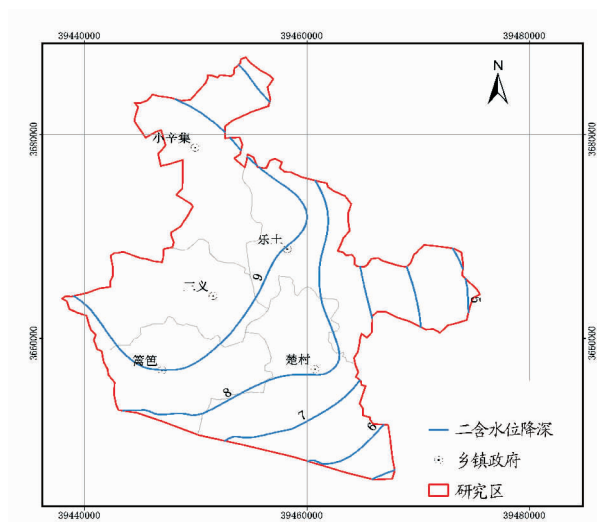


图3 2020年第2含水层水位降深

Fig. 3 Drawdown of the second aquifer in 2020

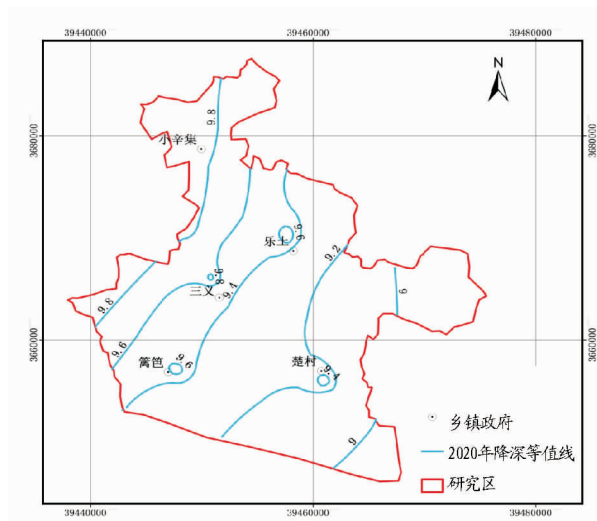


图4 2020年第3含水层控制降深等值线

Fig. 4 Drawdown contour the third aquifer in 2020

2 500 m³/d,乐土镇 2 300 m³/d,小辛集乡 1 200 m³/d。孔隙承压水控制开采总量为 14 100 m³/d,即 514.65 万 m³/a,小于研究区 2020 年各年的生活需水量,因此开采量难以完全满足生活用水需求。

2.3 水源补充方案 已建水厂控制开采量以后,研究区第 3 含水层的承压水水位降深均为 9~10 m,新建水厂不宜继续取用第 3 层的孔隙承压水。

对现状开采的影响预测发现,第 2 含水层与第 3 含水层水力联系密切,在上述控制三含降深的开采方案下,2020 年第 2 含水层降深分布在 5.5~7.0 m。因该含水层厚度不大,且开采利用程度已经很高,因此不作为优先考虑的水源。

孔隙潜水含水层厚度较大,与承压水之间存在连续稳定的隔水层,且孔隙潜水能够得到外界水量补充,水质较地表水体优良,考虑将孔隙潜水作为首先选择的补充水源。根据研究区生活需水量预测及孔隙承压水的可控开采量,2020 年生活用水仍需补充的水量为篱笆镇 710.47 m³/d,楚村镇 441.18 m³/d,三义镇 2 297.05 m³/d,乐土镇 3 074.93 m³/d,小辛集乡 3 185.70 m³/d,总需补水量 9 709.33 m³/d。

参考蒙城县水务局采用 P-III 型曲线适线法对各分区的降雨量进行的频率计算结果,研究区降雨保证率 $P_y = 95\%$ 的降雨入渗量为篱笆镇 1 137.35 万 m³,楚村镇 1 866.66 万 m³,三义镇 1 270.37 万 m³,乐土镇 1 951.86 万 m³,小辛集乡 1 383.90 万 m³,总降雨入渗量 7 610.14 万 m³/a。蒙城县地下水可开采系数 0.57,保守估计潜水允许开采量为 $7 610.14 \times 0.57 = 4 337.78$ 万 m³/a。允许可开采量远远大于生活用水量的需求,可以保障水量。

孔隙潜水的水资源丰富,可以适当开采利用,但是单井取水量不宜过大,否则可能造成局部水位骤减的现象。篱笆镇、三义镇、楚村镇单井取水规模可达 1 000 m³/d,最大降深不超过 10 m,且逐渐趋于稳定;小辛集、乐土镇单井取水量不超过 500 m³/d 时,水位最大降深也保持在 10 m 以内。

3 农田灌溉配置方案

2013~2020 年研究区内孔隙承压水的开采程度很大,上述生活用水配置方案下,可控制利用的孔隙承压水水量有限,不能作为农田灌溉的水源。孔隙潜水利用度不高,在供给生活用水后仍有可开采的潜力。地表水资源的开发利用程度较低,大量过境水资源尚未得到有效利用。因农田灌溉对水质要求较低,地表水水质可以满足其要求,因此农田灌溉考虑充分利用地表水,在供水量不足的情况下再考虑使用孔隙潜水进行补充。

3.1 地表水可利用量 借鉴《安徽省水资源评价》和《亳州市水资源综合规划》最新成果,采用地表水资源可利用率为 41%。其中在 $P_0 = 95\%$ 频率年的不可利用系数尚需用河流的最小生态环境需水量进行校核,即水资源可利用量 = 河川径流量 - 河流最小生态环境需水量, $P_0 = 95\%$ 年型河流的最小生态环境需水量取多年平均径流量的 10%,其他年型按 15% 计。

根据对 2020 年农田灌溉需水量的预测可知(表 2),只有

在丰水年($P_{水} = 20\%$),地表水体资源量可以完全满足灌溉需求。当遭遇平水年($P_{水} = 50\%$)、偏枯年($P_{水} = 75\%$)以及特枯年($P_{水} = 95\%$),农田灌溉不能完全依靠地表水资源。

表 2 2020 年研究区地表水资源可利用量预测

Table 2 Available quantity of surface water resources in research region in 2020 万 m³/a

乡镇 Villages and towns	多年平均 Multi-year mean	$P_{水} =$ 20%	$P_{水} =$ 50%	$P_{水} =$ 75%	$P_{水} =$ 95%
篱笆镇 Liba Town	696.59	1 050	577	323	108
楚村镇 Chucun Town	1 150.87	1 747	943	518	145
三义镇 Sanyi Town	792.53	1 207	646	351	90
乐土镇 Letu Town	1 227.13	1 860	1 010	557	165
小辛集乡 Xiaoxinji Village	865.51	1 318	706	384	98
合计 Total	4 732.63	7 182	3 882	2 133	606

3.2 孔隙潜水可利用量 由上述生活用水配置方案,计算得出孔隙潜水的允许开采量为 4 337.78 万 m³/a,其中有一部分水量需供给生活用水,剩余可利用量 3 983.39 万 m³/a。若遭遇丰水年,2020 年研究区的农田灌溉全部引地表水体。笔者分别分析了 5 个乡镇预测年份遭遇平水年、偏枯年及特枯年的水量配置情况。

3.2.1 平水年水源利用方案($P_{水} = 50\%$)。当预测年份遭遇平水年,根据各乡镇农田灌溉需水量预测及地表水可供量,2020 年 5 个乡镇的农田灌溉水量配置情况见表 3。由表 3 可知,2020 年平水年研究区地表水资源总配置水量为 3 882.00 万 m³/a。预测年份孔隙潜水利用量为 555.30 万 m³/a,水量上能够得到满足。

表 3 2020 年研究区平水年灌溉用水量分配情况

Table 3 Distribution of irrigation water capacity in normal year in 2020 万 m³/a

乡镇 Villages and towns	总需水量 Total water demand	地表水 利用量 Utilized quantity of surface water	孔隙潜水 利用量 Utilized quantity of porous unconfined groundwater
篱笆镇 Liba Town	577.47	577.00	0.47
楚村镇 Chucun Town	1 181.18	943.00	238.18
三义镇 Sanyi Town	866.20	646.00	220.20
乐土镇 Letu Town	1 102.43	1 010.00	92.43
小辛集乡 Xiaoxinji Village	710.02	706.00	4.02
合计 Total	4 437.30	3 882.00	555.30

3.2.2 偏枯年水源利用方案($P_{水} = 75\%$)。遭遇偏枯年,2020 年 5 个乡镇的农田灌溉水量配置情况见表 4。由表 4 可知,2020 年偏枯年研究区用于农田灌溉的地表水资源量为 2 133.00 万 m³/a,2020 年孔隙潜水利用量 2 304.30 万 m³/a,水量上能够得到满足。

(下转第 74 页)

表1 洱海水体入湖总量和净化总量

Table 1 Water inlet and purifying volume of Erhai Lake

指标 Index	春季 Spring		夏季 Summer		秋季 Autumn		冬季 Winter		全年合计 Total of the whole year	
	入湖总量 Water inlet volume	净化总量 Purifying volume	入湖总量 Water inlet volume	净化总量 Purifying volume	入湖总量 Water inlet volume	净化总量 Purifying volume	入湖总量 Water inlet volume	净化总量 Purifying volume	入湖总量 Water inlet volume	净化总量 Purifying volume
TN	186.81	166.43	840.10	621.94	339.32	300.05	83.29	70.34	1 449.52	1 158.76
TP	38.37	33.04	182.12	165.09	70.24	72.24	16.59	17.36	307.32	287.73
有效去除率 Effective rem- oval rate//%	89.09	86.12	74.03	90.65	88.56	102.84	84.45	104.67	79.94	93.63

3 结论

该研究基于元胞自动机模型对洱海水体 TN、TP 的净化能力进行模拟研究,结果表明:洱海水体 TN、TP 的净化效果良好,且对洱海自身的水质改善、水资源保护和利用具有积极作用,具体表现为:①对洱海水体入湖河流所携带的 TN、TP 具有良好的净化能力。春末到秋初,对洱海水体 TN、TP 的净化能力较强;秋末到春初,对洱海水体 TN、TP 的净化能力较弱。②对洱海水体入湖河流所携带的 TN、TP 具有良好的净化效果。对 TN、TP 的全年净化总量分别为 1 158.76、287.73 t,净化效率分别为 79.94% 和 93.63%;③洱海水质净化、控制效果明显,对洱海水体的外源污染具有屏障作用。

参考文献

- [1] 卫志宏,杨振祥,吕兴菊,等.洱海动态水环境容量模拟研究[J].生态科学,2013,32(3):282-289.
- [2] 潘继征,李文朝,李海英,等.人工增氧型复合湿地污染物净化效果[J].生态与农村环境学报,2010,26(5):482-486.
- [3] 王沛芳,胡斌,王超,等.湖荡湿地对输水河道磷的截留净化作用[J].水资源保护,2013,29(1):665-673.

- [4] SKINNER K, WRIGHT N, PORTER-GOFF E. Mercury uptake and accumulation by four species of aquatic plants[J]. Environmental pollution, 2007, 145(1):234-237.
- [5] 高阳俊,阮仁良,孙从军,等.淀山湖千墩浦河口生态浮床试验工程净化效果[J].水资源保护,2011,27(6):28-31.
- [6] 郭萧,柯凡,赵安娜,等.梯级河滩湿地对贾鲁河水的净化效果研究[J].中国给水排水,2010,26(9):41-45.
- [7] 任泽,杨顺益,汪兴中,等.洱海流域水质时空变化特征[J].生态与农村环境学报,2011,27(4):14-20.
- [8] 孙伟华,徐长城,严谷芬,等.洱海总磷、总氮时空变化规律分析[J].环境科学导刊,2013,32(S1):46-48.
- [9] 卫志宏,唐雄飞,杨振祥,等.洱海主要污染物允许排放总量的控制分配[J].湖泊科学,2013,25(5):665-673.
- [10] 李维斗,钟益民,徐力进,等.洱海北部“两江一河”水污染治理调研报告[J].大理学院学报,2014,13(11):22-27.
- [11] 周成虎,孙胜利,谢一春.地理元胞自动机研究[M].北京:科学出版社,2001.
- [12] 马志涛,谭云亮.岩石破坏演化细观非均质物理元胞自动机模拟研究[J].岩石力学与工程学报,2005,24(15):2704-2708.
- [13] 王璐,谢能刚,李锐,等.基于元胞自动机的水体污染带扩散模拟[J].水利学报,2009,40(4):481-485.
- [14] 韩龙喜,周毅,朱党生.小浪底水库水环境质量预测模拟研究[J].水资源保护,2002(1):23-25.

(上接第 58 页)

表4 2020年研究区偏枯年灌溉用水量分配情况

Table 4 Distribution of 23 irrigation water capacity in dry year in 2020

乡镇 Villages and towns	总需水量 Total water demand	万 m ³ /a	
		地表水 利用量 Utilized quantity of surface water	孔隙潜水 利用量 Utilized quantity of porous unconfined groundwater
篱笆镇 Liba Town	577.47	323.00	254.47
楚村镇 Chucun Town	1 181.18	518.00	663.18
三义镇 Sanyi Town	866.20	351.00	515.20
乐土镇 Letu Town	1 102.43	557.00	545.43
小辛集乡 Xiaoxinji Village	710.02	384.00	326.02
合计 Total	4 437.30	2 133.00	2 304.30

水量上能够得到满足。

表5 2020年研究区特枯年灌溉用水量分配情况

Table 5 Distribution of irrigation water capacity in extraordinary dry year in 2020

乡镇 Villages and towns	总需水量 Total water demand	万 m ³ /a	
		地表水 利用量 Utilized quantity of surface water	孔隙潜水 利用量 Utilized quantity of porous unconfined groundwater
篱笆镇 Liba Town	577.47	108.00	469.47
楚村镇 Chucun Town	1 181.18	145.00	1 036.18
三义镇 Sanyi Town	866.20	90.00	776.20
乐土镇 Letu Town	1 102.43	165.00	937.43
小辛集乡 Xiaoxinji Village	710.02	98.00	612.02
合计 Total	4 437.30	606.00	3 831.30

3.2.3 特枯年水源利用方案($P_w = 95\%$)。遭遇特枯年,2020年5个乡镇的农田灌溉水量配置情况见表5。由表5可知,2020年特枯年研究区用于农田灌溉的地表水资源量为606.00万 m³/a,2020年孔隙潜水利用量3 831.30万 m³/a,

参考文献

- [1] 孙从军,韩振波,赵振,等.地下水数值模拟的研究与应用进展[J].环境工程,2013(5):9-13.
- [2] 薛禹群.中国地下水数值模拟的现状与展望[J].高校地质学报,2010(1):1-6.