

新疆玛纳斯县地下水动态分析研究

黄 潇

自治区昌吉水文勘测中心, 新疆 昌吉 811000

[摘要]玛纳斯县属干旱区,生态环境脆弱,区域大规模的地下水利用以使平原区地下水埋深大幅下降。玛纳斯县北、中部荒漠区,地下水天然补给微弱、基本无地表水灌溉入渗补给,生态环境较为脆弱,地下水开采相对较大对环境负面影响及危害程度相对较大。加强地下水监测与保护管理措施,为合理开发利用地下水资源,遏制地下水环境进一步恶化,防止新的地下水环境问题出现,对切实保护好地下水资源、从而了解地下水时空分布和动态变化规律,适时制定相应对策,对地下水资源的可持续利用具有实际意义。

[关键词]地下水; 动态分析; 水位变化; 矿化度

DOI: 10.33142/hst.v8i7.17095

中图分类号: P64

文献标识码: A

Research on Groundwater Dynamics Analysis in Manas County, Xinjiang

HUANG Xiao

Changji Hydrological Survey Center, Changji, Xinjiang, 811000, China

Abstract: Manas County is located in an arid area with a fragile ecological environment. The large-scale use of groundwater resources in the region has significantly reduced the depth of groundwater in the plain area. The desert areas in the north and central parts of Manas County have weak natural groundwater supply and almost no surface water irrigation infiltration supply. The ecological environment is relatively fragile, and the exploitation of groundwater has a relatively large negative impact and degree of harm on the environment. Strengthening groundwater monitoring and protection management measures is of practical significance for the rational development and utilization of groundwater resources, curbing further deterioration of groundwater environment, preventing the emergence of new groundwater environmental problems, effectively protecting groundwater resources, understanding the spatial and temporal distribution and dynamic changes of groundwater, and timely formulating corresponding countermeasures for the sustainable utilization of groundwater resources.

Keywords: groundwater; dynamic analysis; changes in water level; salinity

引言

地下水是水资源体系的关键组成部分,承担着生活、生产及生态供水不可或缺的功能。然而,由于其有限性认识存在不足,加之水资源供需紧张态势加剧,导致部分地区大规模开发地下水资源。在一些集中开采区域,由此引发了不同程度的地下水超采现象,部分地方已遭受显著危害。若不能及时治理超采问题,不仅会严重损害当前的经济社会发展和生态环境,更将对未来水资源的可持续利用以及经济社会的长远发展构成重大威胁。因此,为保障地下水资源的合理开发与有效保护,必须严格管控超采区开采活动,阻止超采范围扩大,改善并维护生态环境,推动地下水的可持续利用。加强超采区的水资源管理已是一项亟待展开的紧迫任务。

1 自然地理概况

1.1 地理位置

玛纳斯县位于天山北麓中段、准噶尔盆地南缘,玛纳斯河、塔西河冲积平原上,西以玛纳斯河为界与石河子、沙湾县相望;东与呼图壁县接壤;北以准噶尔盆地与和布克塞尔县、福海县相连;南以天山分水岭与和静县毗邻,

北纬 $43^{\circ} 28' 29'' \sim 45^{\circ} 20'$; 东经 $85^{\circ} 41' 16'' \sim 86^{\circ} 43' 10''$ 。南北长 244 公里,东西宽 88.7 公里,位于天山北坡经济带的中心地段,是昌吉州最西端的一个县,距离首府乌鲁木齐市 135 公里,北疆铁路、乌奎高速公路、312 国道、克榆高等级公路横贯全境,交通和区位优势明显,属于乌鲁木齐一小时经济圈。

1.2 地形地貌

玛纳斯县地域地形地貌复杂多样,整体呈现南高北低之势,由西南向东北倾斜。其地表形态可划分为三大单元:南部山区、中部平原区及北部荒漠区。其中,南部山区的天格尔峰为境内最高点,海拔 4562m;北部荒漠的洼地则构成最低区域,海拔约 400m,南北最大落差逾 4000m。按成因划分,该县地貌主要呈现三大类型:侵蚀剥蚀构造地貌、侵蚀堆积地貌以及构造侵蚀堆积地貌。

1.3 地质构造

玛纳斯县从构造单元上,由南到北可划分为天山褶皱带、山前拗陷带和准噶尔地块三个单元。本次评价区在山前拗陷带,由于天山褶皱带及北侧深断裂带的活动,在其山前形成巨厚的中、新生界沉积。据有关资料,玛纳斯山

前拗陷区发育中有三排中、新生代背斜构造。自南向北,第一排为清水河鼻状构造和南玛纳斯背斜;第二排沿玛纳斯河有一个平移断层,把构造分为东西两部分,玛纳斯背斜西起沙湾县境内的乌奇布拉克河,东止河东 12 公里处的一条干沟,东接土谷鲁背斜,第三排为呼图壁背斜。

玛纳斯全境出露地层为晚古生代和中—新生代地层。自南至北由天山主脊到山麓依次为泥盆纪、石炭纪、侏罗纪、白垩纪、第三纪和第四纪地层。

侏罗纪地层在县境内分布较为广泛,主要出露在大西沟、煤窑沟至大白杨沟一带,为重要的成煤期;白垩纪地层分布在清水河乡以北,为一套河湖相泥质碎屑建造,与上侏罗纪为平行不整合接触,岩性为砾岩、砂岩、泥岩,在玛纳斯河一带所见岩性,下部为砾岩,中部以砾岩为主,上部为砾岩与砂岩互层;第三纪地层紧依白垩纪;第四纪地层分布最为广泛,出露全。

第四纪地层主要分布在山前丘陵区、山前倾斜平原、洪积—冲积平原区。按其成因可分为冲积洪积层,冲积湖积层和风积层。冲积洪积层主要分布山前倾斜平原区,岩性由南部的卵石层向北逐渐过渡为亚黏土和黏土层。冲积湖积层分布在广大冲积平原区,岩性为黏土、亚黏土,该区土壤盐渍化普遍。风积层分布在冲积平原北部,古尔班通古特沙漠的南缘地带,岩性为现代风积的粉、细砂层。从大地构造角度看,玛纳斯县位于准噶尔地块南缘的中部,南部是山地地槽的依连哈比尔复向斜,北部是准噶尔地块。

1.4 地下水的赋存与分布

玛纳斯县基岩山区主要分布有基岩裂隙水、碎屑岩类孔隙—裂隙水,分布在古生代、中生代地层中,碎屑岩类孔隙—裂隙水赋存于侏罗纪和第三纪砂岩中,由于泥岩和砂质泥岩互层的存在,其含水岩组富水性较弱。平原区广泛分布巨厚的第四系松散岩层,埋藏有孔隙潜水和承压水、承压—自流水。南部冲洪积扇区为大厚度单一潜水分布区;北部细土平原区上部为高矿化度的潜水含水层,下部为多元结构的承压—自流水含水岩组。

位于拗陷带的山前盆地内沉积着厚数十米至数百米的第四系冰水砾石层,给地下水的赋存提供了良好的空间,是较丰富的潜水分布区。

山前冲洪积扇构成与沉积结构相对应的地下水储集单元。其饱水带厚度介于 800~1150m,盆地核心位于头工乡二宫六队至凉州户三队区域。该区主体为单一结构的卵砾石潜水含水层,最大厚度达 1187m,并呈现显著的水文地质分带性:扇体上游(泉水溢出带以南)为大厚度、松散结构的卵砾石—砂砾石含水层,孔隙发育,渗透性强;下游(泉水溢出带以北)则过渡为潜水与承压水并存的双层乃至多层结构含水系统。自扇体中轴向扇缘、由轴向两侧,含水层颗粒粒径减小,单层厚度减薄。局部因隔水层增厚而形成稳定隔水顶板,浅层承压水常在此形成自流。

潜水位埋深在扇顶约 150m,向北逐渐抬升。受山前断层构造影响,玛纳斯河于出山口形成约 130m 的构造性跌水,河谷潜流在此集中渗漏补给扇区地下水。至玛纳斯大桥—园艺场—凉州户六队一线,水位埋深约 50m;接近泉水溢出带处,降至约 5m;溢出带以北区域,埋深普遍小于 3m。

该区上部为粉土类(亚砂土、粉质黏土)构成的潜水弱含水层,下部则为砂砾石层与黏土互层的多层承压含水系统。平原北部浅部(100m 以浅)发育两层较稳定含水层,局部因天然或开采形成的“天窗”导致层间水力联系。含水层厚度通常为 10~25m,其中:第一承压含水层顶板埋深 3~34m,第二层 62~73m,第三层 65~90m。在 100~200m 深度范围内,普遍存在 2~3 层含水层,单层厚 7~41m;200m 以深可见五层含水层,单层厚度 12~45m。

2 玛纳斯县地下水动态监测点分布

2 玛纳斯县地下水监测井主要布设在山前冲洪积平原区,累计共有地下水监测井 30 眼,其中有 8 眼为 2014 年 9 月建成投入使用,数据较少,故本次评价仅供参考。有 22 眼监测井布设于流域冲洪积平原上游单一潜水区,监测年限均在 30 年以上。玛纳斯河流域 13 眼监测井,塔西河流域 9 眼监测井。

3 地下水水位动态分析

3.1 地下水埋深变化分析

根据 2014 年 12 月与 2015 年 12 月浅层地下水水位监测结果,玛纳斯县 30 个分析点中,水位年变化上升点 12 个,占分析点总数的 54.5%,上升平均值 1.61m,上升最大值 4.3m,上升最小值 0.20m,水位年变化上升区分布在县城西部及兰州湾乡南部的部分地区,县园艺场一带上升幅度最大,升幅为 1.23m;地下水位年变化下降点 10 个,占分析点总数的 45.5%,下降平均值 1.08m,下降最大值 3.7m,下降最小值 0.2m;水位年下降幅度较大的地区在县城以东至乐土驿镇的乌伊公路沿线南北宽约 4~6km 范围内,年下降幅度多为 0.2~1.2m。下降幅度最大的地区分布在兰州湾镇潜 11 长观井,下降幅度为 3.7m。

3.2 地下水动态过程线分析

在玛纳斯县评价区,地下水年度开采规模已达 1.551 亿 m^3 ,而其可开采资源量为 1.6788 亿 m^3 。开采系数高达 0.92,表明该区域地下水位动态主要受开采活动主导,呈现人工开采型特征。区内地下水位埋深变化与开采量存在显著相关性。为量化这一关系,采用该县市属地下水年开采量与评价区年水位埋深数据建立了相关方程。玛纳斯县市属地下水开采量与长观井记录的埋深值对应关系详见表 2。

潜 1 监测井地下水埋深与年开采量相关关系见图 1;潜 2 监测井地下水埋深与年开采量相关关系见图 2;潜 3 监测井地下水埋深与年开采量相关关系见图 3。

表 1 玛纳斯县评价区监测井多年平均地下水埋深变幅统计表

井号	地 址	2006 年 12 月埋深	2014 年 12 月埋深	2015 年 12 月埋深	2014—2015 年变幅	2006—2015 多年变幅
		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
1	园艺场西二工村	59.17	66.50	64.2	-2.30	5.03
2	凉州户镇丰益宫村	72.6	79.10	78	-1.10	5.40
3	凉州户镇西凉州户村	123.77	129.30	128.4	-0.90	4.63
4	包家店镇石家庄村	70.42	88.80	88.5	-0.30	18.08
5	乐土驿镇俊龙幼儿园	52.43	65.10	66	0.90	13.57
6	水电预制厂	55.97	65.50	61.2	-4.30	5.23
7	平原林场	37.13	47.08	47.8	0.72	10.67
8	玛县水源地 5 号井	18.27	23.90	22.5	-1.40	4.23
9	头工乡上二工村	65.2	71.90	70.2	-1.70	5.00
10	乐土驿镇冬馆地村	26.65	35.40	36.2	0.80	9.55
11	兰州湾镇二道树村	23.37	31.80	35.5	3.70	12.13
12	兰州湾镇夹河子村	7.27	11.90	8.3	-3.60	1.03
13	包家店镇柴场村	16.11	20.90	21.1	0.20	4.99
14	广东地乡苇沟村	5.53	10.10	10.3	0.20	4.77
15	玛县水源地 66 井	23.27	29.80	31	1.20	7.73
16	玛县水源地 53 井(头工乡山丹户村南)	33.23	40.30	39.8	-0.50	6.57
17	乐土驿变电所	37.65	45.10	45.3	0.20	7.65
18	包家店镇塔西河村(新光六队)	17.57	37.20	38.3	-1.10	20.73
19	包家店镇王传文井	69.8	78.90	79.4	-0.50	9.60
20	兰州湾镇头阜村(广西二队)	7.87	12.50	9.8	-2.70	1.93
21	包家店镇油坊村	54.79	58.10	57.8	-0.30	3.01
22	包家店镇前哨村	19.37	28.90	28.7	-0.20	9.33
23	塔西河乡西凉户村供水站		96.20	96.60	0.40	
24	包家店镇芳群农场		10.10	10.30	0.20	
25	包家店镇黑梁湾三队石家庄文化室后院		104.60	108.80	4.20	
26	园艺场郎家庄村		79.50	76.70	-2.80	
27	六户地镇梁干村		34.10	34.60	0.50	
28	六户地镇永丰七村水塔		36.20	36.60	0.40	
29	北五岔镇油坊庄村		37.70	37.50	-0.20	
30	北五岔镇镇区路南		30.20	35.50	0.30	

表 2 玛纳斯县市属地下水开采量与长观井地下水埋深关系表

井号	流域	地 址	2006 年 12 月埋深	2007 年 12 月埋深	2008 年 12 月埋深	2009 年 12 月埋深	2010 年 12 月埋深	2011 年 12 月埋深	2012 年 12 月埋深	2013 年 12 月埋深	2014 年 12 月埋深	2015 年 12 月埋深	2006—2015 多年变幅	年均变化率	超采度划定
			(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/a)	
1	玛纳斯河	园艺场西二工村	59.17	59.65	58.9	61.22	63.03	63.7	63.77	64.9	66.5	64.2	5.03	0.5	一般超采区
2		凉州户镇丰益宫村	72.6	72.72	74.35	76.2	77.17	76.5	76.46	77.5	79.1	78	5.4	0.54	一般超采区
3		凉州户镇西凉州户村	123.77	124.97	124.64		126.9	128	128.1	129.3	129.3	128.4	4.63	0.46	一般超采区

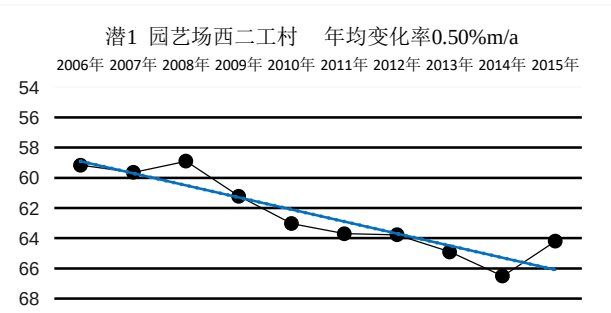


图1 潜1监测井长观井地下水埋深与地下水年开采量相关图

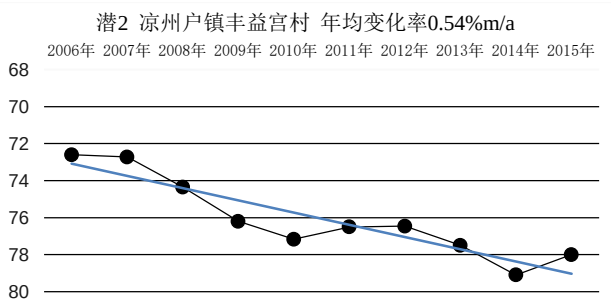


图2 S2监测井长观井地下水埋深与地下水年开采量相关图

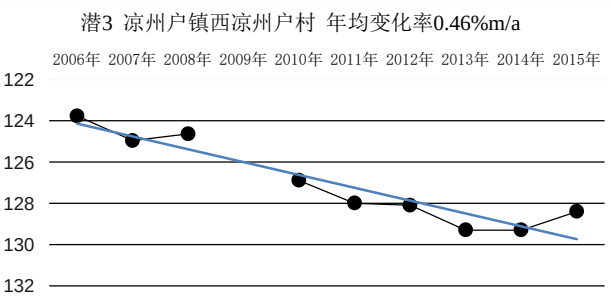


图3 S1监测井长观井地下水埋深与地下水年开采量相关图

图1至图3显示,玛纳斯县市属地下水开采量与潜1、潜2、潜3监测井的相关系数(r)依次为0.98、0.93和0.96。这些 r 值均通过了自由度为8、显著性水平 $\alpha=0.01$ (临界值0.765)的统计检验。以上结果表明,该县地下水位埋深变化与开采量之间存在显著的线性关联,具体表现为埋深随开采量增加而加大。地下水开采对玛纳斯县水位埋深具有主导性影响。评价区内机井水位埋深的年均变化速率介于0.68m/年至0.74m/年之间(负值指示水位下降趋势),监测井显示明显的下降动态。过量开采导致地下水位持续下降,引发了地下水漏斗区,并进一步诱发了水土流失、土壤次生盐渍化及土地沙化等生态环境退化问题。

4 环境地质灾害或生态环境恶化现象分析

玛纳斯县平原区环境地质灾害的研究基础相对薄弱,相关资料收集亦存在不足。鉴于此,本研究仅能依据该领域的普遍共性规律进行探讨,概要分析因地下水开采引发的环境地质效应。地下水动态受地球系统内外部因素共同驱动,使其成为记录环境变迁的“印记”;反之,其变化也会直接或间接作用于环境系统。在玛纳斯县地下水-生

态-环境系统的协调发展过程中,存在的突出失衡问题包括土地荒漠化、植被退化以及土壤次生盐渍化。

4.1 土地沙漠化

土地沙漠化构成玛纳斯县显著的生态挑战,其形成与高强度人为活动密切相关。沙漠化过程与气候系统之间存在显著的双向反馈机制,可能诱发气候条件恶化并提升自然灾害发生频次。观测数据表明,过去二十年该县风沙天气日数增多,地表因植被覆盖降低而趋于沙质化,荒漠地帯持续向绿洲区域侵袭。大面积土地开垦加剧了沙尘暴灾害的频度与强度,例如1998年曾发生特强沙尘暴事件。沙尘暴天数上升、降水量减少的现象,与下游地下水位显著下降及荒漠化范围扩展相关联。值得注意的是,这种连锁反应可能进一步加速沙漠化进程,在水土资源严重失衡的区域表现得尤为突出。

4.2 绿洲边缘生态环境恶化

自20世纪80年代以来,在玛纳斯县北部准噶尔盆地南缘荒漠区,过量开采地下水、过度垦殖放牧及滥采药材等人为活动,驱动了区域性地下水位持续下降。这一过程触发了植被大面积枯死和动物种群数量锐减。直至近五年,当地政府投入巨额财政与人力资源实施生态修复,方便该区域植被覆盖水平恢复至40%。

5 结语

玛纳斯县评价区地下水水位埋深变化与开采量之间存在显著的线性负相关,表现为埋深值随开采量上升而加大。近年来,该区地下水开采强度持续高位运行,过量开采行为引发水位急剧下降,并直接催生了一个面积占评价区总面积94.4%的大型地下水超采区。评价区大范围严重超采状况触发了生态环境的持续性恶化,具体表现为水土流失、土壤次生盐渍化、土地沙化以及绿洲边缘地带生态退化等系统性退化现象。

【参考文献】

- [1]柳俊杰,刘海静,白玉芹.赤峰市地下水资源及动态分析研究[J].内蒙古水利,2002(4):67-68.
- [2]徐淑清,梁晓红,宋丽.林甸县地下水动态研究分析[J].黑龙江水利科技,2010,38(2):185-186.
- [3]李晓玲,党志良.陕西省地下水动态分析及其利用研究[J].陕西工学院学报,1998(3):67.
- [4]赵晓东,李云让.陕西省地下水水位动态变化特征分析[J].地下水,2025,47(3):77-78.
- [5]邓茂林,梁之康,王国法,等.顺层碎裂岩质滑坡地下水动态迁移规律及变形机理——以三峡库区木鱼包滑坡为例[J].长江科学院院报,2025,42(5):215-222.
- [6]刘猛,姚梅,黄蕾,等.安徽省淮北平原浅层地下水动态变化特征分析[J].江淮水利科技,2025(2):56-60.
- [7]赖莉莎,卢丹,刘浩.荆门市地下水动态变化特征及影响因素分析[J].水利技术监督,2025(6):221-225.

作者简介:黄潇(1982.3—),男,籍贯:甘肃永昌县,现在的职称:工程师,最高学历:大学本科,主要从事水文水资源监测管理工作。