

水资源短缺区地下水超采治理模式与成效分析研究

付芹芹¹ 李金龙^{2*} 杨帅² 李梦函¹ 孙桂腾¹

1. 山东鲁凯水利咨询有限公司, 中国·山东 滨州 256600

2. 博兴县城乡水务发展中心, 中国·山东 滨州 256500

摘要: 地下水超采已经构成了世界上水资源严重缺水区域, 特别是中国北方面积广大的干旱半干旱地区中, 因长期单纯使用地下水而导致地下水水位下降、水质恶化等现象, 已产生了严重的后果。为此, 论文论述了地下水超采的原因、造成水资源短缺区地下水超采的治理方案和治理效果。首先介绍了地下水超采的概念、定性标准、表现形式和治理方案, 分析治理方案的效果。这些方案主要包括严格水资源管理条例法规制度, 开展地下水回灌复填技术, 实施节水农业和灌溉技术, 推行水资源高效利用技术创新。

关键词: 地下水超采; 水资源管理; 节水农业; 水资源高效利用; 生态环境恢复

Research on the Management Model and Effectiveness Analysis of Groundwater Overexploitation in Water Shortage Areas

Qinqin Fu¹ Jinlong Li^{2*} Shuai Yang² Menghan Li¹ Guiteng Sun¹

1. Shandong Lukai Water Conservancy Consulting Co., Ltd., Binzhou, Shandong, 256600, China

2. Boxing County Urban and Rural Water Development Center, Binzhou, Shandong, 256500, China

Abstract: Groundwater overexploitation has constituted a serious water shortage area in the world, especially in the vast arid and semi-arid areas in northern China. The phenomenon of groundwater level decline and water quality deterioration caused by long-term simple use of groundwater has had serious consequences. For this reason, this paper discusses the causes of groundwater overexploitation, the treatment plan and the effect of groundwater overexploitation in water shortage area. Firstly, the concept, qualitative standard, manifestation form and treatment scheme of groundwater overdrawing are introduced, and the effect of treatment scheme is analyzed. These programs mainly include strict regulations and regulations on water resources management, the development of groundwater recharge and filling technology, the implementation of water-saving agriculture and irrigation technology, and the promotion of technological innovation in the efficient use of water resources.

Keywords: groundwater overexploitation; water resources management; water-saving agriculture; efficient use of water resources; ecological environment restoration

0 前言

党的二十届三中全会把深化生态文明体制改革作为全面深化改革的重要举措, 对完善落实绿水青山就是金山银山理念的体制机制作出系统部署, 提出健全生态环境治理体系, 为加快建设人与自然和谐共生的现代化指明前进方向。地下水超采综合治理是国家水安全保障的重要内容、区域可持续发展的重要基础、生态系统质量提升和地质环境稳定的有效手段, 持续深入推进地下水超采综合治理意义重大、影响深远。特别是在水资源短缺和地下水超采严重的区域, 采取有效的治理措施是实现可持续发展的关键, 是保障区域生态平衡和经济社会发展的重要支撑。地下水超采治理不仅需要科技支撑, 更离不开政策的引导和全民的共同努力。

1 地下水超采的定义

1.1 地下水超采的概念

所谓地下水超采就是指在某种时期内某地区地下被采

量超出了地下水的自然补给量, 而使地下水资源的可持续利用受到威胁。地下水主要来源于当地降雨入渗、地表河流补给及斜坡入渗等。但是如果过度的开采会减少其储藏量, 且中国有些地区地下水资源比较匮乏, 而且水资源比较缺乏, 所以在某地区过度依靠其进行农田灌溉等, 在长期的开采下极易打破地下水源稳定补给关系, 导致地下水位下降, 甚至地下水“枯竭”等情况出现。而在过度开采外, 地下水超采也容易引发一些诸如地面沉降、水质下降、环境污染质量等, 所以准确判断地下水开采过量情况及进行合理控制是可持续水管理的重点。

1.2 地下水超采的测量标准

通常地下水超采的判断是根据地下水动态变化和开采与补给关系等指标来判断的。第一步是确定当地的地下水储量基本数量, 这一过程通常基于长期观测记录的地下水埋藏深度、流动速度等水文数据。最基本的指标是地下水水位变化率, 对于重要的供水水源来说, 一旦水位下降的速度到达

一定的临界值以上时,即可认为是超采了。例如,每年的地下水平均水位下降速度大于 1m 即可认为是超采了。第二步是采用“水资源负担率”的评价方式,也就是从当地维持水位的补给能力来看,抽取的地下水占到的百分比,超过某临界值即认为是超采了。当然这种判断方式也会根据当地的生态环境、气象条件、地理特征等做出一定的调整。通过这种方式,就能够清楚地分析出当地的可开采量,同时也为我们解决地下水超采提供客观的数据依据。

1.3 地下水超采的表现形式

多种类型的地下水超采现象出现,最明显的表现形式有地下水水位下降、地面塌陷、水源污染、环境退化等。地下水水位下降是最直观的影响因素,地下水超采会使得每年地下水水位均有下降的趋势,最终将会造成“枯井”的出现,不仅会对居民生活用水生活性取水、工农业生产和农业取水造成困难,还会对城镇发展和相关设施建设造成破坏。另一种较为明显的地下水采掘过程是地面塌陷,尤其是在塌陷区域内由于大量地下水的抽出使得土壤出现下沉,从而破坏了原有的建筑物和设施,并且会影响区域内的地形地貌。水源被污染也是隐形的地下水超采形式,如果时间过长过度采掘地下水将会使水质受到严重污染,尤其是含有多种有毒有害物质或者农药类的地下水更容易受到污染侵害而使地下水的水质进一步恶化。

2 水资源短缺区地下水超采治理的策略

2.1 水资源管理政策与法律措施

地下水超采需依靠有效的水资源管理政策与法律措施进行管理。中国颁布了一系列关于合理用水和可持续用水的法规,如《水法》《水资源管理条例》都清楚地阐述了职责的履行、用水申请和防治地下水超采的区域应制定何种限制措施。对于严重缺水的地区,地方政策可以采取政策指导和立法来控制地下水开采。建立地下水取水许可制,并且严格管控地下水开采量的多少。例如,河南省在 2015 年就出台了地下水超采治理,制定了超采区地下水取用最大许可开采量,建立了地下水超采区动态监测报告制度,要求在该区域内的任何水利设施单位或者公司和个人的农业灌溉工程项目按照规定限量取用地下水,并且定期监测地下水水位动态变化。此外,调整水资源的消费价格也是一种引导用水量的方式,利用增加地下水的消费费用来鼓励人们节约用水。一些地区用地下水使用权交换和地下水使用权拍卖的形式,使水资源的分配更加合理。以上所说的政策与法律措施都是防治地下水超采的基础政策法规,但仍需进一步完善和严格执行。

2.2 地下水回灌与补给技术

针对地下水超采现状,采取地下水回灌及补给技术,能够有效地恢复地下水位,改善地下水利用形势。当前中国西北干旱地区将地下水回灌、补给技术作为解决地下水问题的主要手段。地下水回灌、补给技术的本质为把地表水或处

理过后的水输送至地下水中,从而增加地下水的储量,提升补给量。例如,甘肃地区建设了大量的回灌井和回灌池,将其引至回灌设施中,夏季用水高峰时便能将其多余水分补充至地下,在冬季水分缺乏时便能弥补地下水位下降问题,既可明显改善地下水资源位问题,也能缓解水资源短缺问题。该项技术的关键在于优质的水资源与精准管理,回灌水分不受到污染,同时要使注入水量的规模符合地下水源层补给量。需观察地下水位、水质量的调整情况,要依据实际情况调整回灌手段。近年来,借助遥感技术、地质勘探技术对地下水回灌效果实施监测跟踪,为更精准地编制方案。

2.3 节水农业与灌溉技术的应用

采用节水农业和灌溉技术应用被认为是降低地下水超采的重要手段。例如,滴灌和微喷灌等精准的水利灌溉技术可大大提升水的利用率,同时减少水土流失问题,从而减少地下水依赖度。例如,在河北南部地区已应用滴灌技术在小麦、玉米等农作物的种植过程中,其高精细化的水流量调节性能保证农作物根系充分利用水分,极大节约水源、增加农产品产出。相比大范围灌溉,滴灌不仅具有高水利用效率,同时对土壤结构改进也有利,最终提高土地产出率。采用智能化灌溉系统,通过天气预报、土壤水分仪监测等方式实施精准灌溉,无疑将增强节水效果。如宁夏推行精准灌溉后农田灌溉用水减少 20% 左右,从而降低了地下水超采压力。最后,大力推进节水农业技术时,通过政策倡导、农技培训等方式引导农民采取高效率灌溉技术,以减少地下水依赖程度。

2.4 水资源高效利用的技术创新

随着科学技术的发展,创新的水资源利用技术被应用到过量开采地下水的地区,提高了水的利用效率。再生水利技术是解决水资源短缺问题的有效途径之一,很多城市的居民区和农田地区都在使用这种办法满足自身的供水需求。例如,山东的济南就采用了这种方法,建了一个污水处理厂对它的水质进行了二次深度处理,然后用管网输送给工厂或者农场,用于各种用途。还有膜技术、废水回收技术等,均被广泛应用在农业、工业和城市用水中。农业灌溉方面可将经过处理后的城市污水用于灌溉农田,这样既可以减少抽取地下水的依赖性,还可以增加水的重复利用率。另外,一个重要的创新是水资源管理与监测,可以进行远程监控、数据处理、智能化分配,从而对水的使用进行精确计算,避免浪费水资源的情况发生。通过科技进步和管理改革,有效缓解水资源短缺地区的地下水过度开采,并可持续开发水资源。

3 水资源短缺区地下水超采治理的成效分析

3.1 地下水位恢复的效果

地下水位恢复是衡量地下水超采治理成效的主要指标之一。例如,甘肃部分地区采用地下水补给与节水灌溉后,地下水的水位有上升趋势,在黄土高原部分超采区进行了十余年的地下水再补给试验。结果显示,该区的地下水位年均回升了 1.2m。灌溉采用水位回补再补给技术,即把农田中

多余的水通过灌溉回补井输送到补给地下水,能有效提高储水的补给容量。灌溉过程利用智能灌溉系统控制节水耗水量,减少了不必要的用水,使地下水的超采强度减缓下来。例如,宁夏采用“灌水回补—地下水回灌”技术,使地下水位继续下降的趋势得以遏制。这种方法不仅提高了区域地下水的供给可持续性,也为区域内的农、灌活动和生态提供了稳定的水资源供给来源,促进了流域水资源的循环利用。

3.2 水资源利用效率的提升

加强对水资源的利用率是缓解超采地下水的主要目标之一。例如,陕西省的渭河地区,利用节水农业、高效节水灌溉方式实践,已有效缓解了当地的水资源利用率。在渭河地区,已经普及运用滴灌、微喷灌等先进的灌溉技术,这些技术有效控制了灌水量和灌溉流动的范围,从而有效避免了不必要的水消耗,而且实现了对农作物的节水 25% 左右。同时,推广节能型农业高科技技术手段如抗旱植物品种运用、铺设覆盖等能有效提高土壤平面上的用水效率。相比漫灌技术,这一先进技术手段能显著降低对地下水资源的需求,明显提高水的利用率,从而保证农业生产稳步顺利发展。在地下水超采的区域,如果实施了“节约—高效”的水资源利用模式,就可使得水资源总体利用率平均提高 30% 以上。最终智能化水资源管理系统能有效安排好整个流域的水资源分配,保障所有资源类型被充分利用。

3.3 生态环境改善的成果

在中国北方地区的河北渭北平原,由于长期过度取水带来的诸如地下水位下降、湿地干涸、植被破坏等一系列严重恶化生态的问题早已引起人们的广泛关注。但通过一系列有针对性的解决方案如回灌地下水、保护湿地、恢复植被等方式,当地的生态环境已呈现明显好转局面。当地地下水位上升以后,湿地得到恢复,也由此扩大了区内水生动物和野生动植物的生存环境,有利于生物多样性增加。同时,植被的恢复也有利于减少土壤的流失,从而有利于提高当地储水能力。此外,在这一过程中我们还运用了水土保持与生态恢复的工程技术来进行整体的生态优化。最后当地地下水位达到一定的高度后,当地天然生态体系得以自身修复,从而使水资源得到循环利用。这种生态效应也进一步提高了河流的水资源涵养能力,同时也有利于改善当地的气象条件,为区域的可持续发展奠定了基础。

3.4 社会效益的提高

对地下的过度开采对自然环境和社会经济发展都有着

正面的影响。如对新疆地下水过度开采区域,采用节水灌溉技术和回灌技术后,农田生产不减产,农业产值大幅增长。以阿克苏地区为例,由于推广滴灌技术,农作物产量有所增产,农田生产水量减少 30%,这种转变直接带动了种植户的收入和农业生产的效益。从社会角度而言,具有配套的社会经济价值,如水资源使用更可持续,可以规避因地下水开采导致水源污染、土壤沉降的危害,进而保证社会安全、保护基础设施建设等。同时,通过回灌技术以及节水灌溉技术的应用可以显著降低水利设施维修费用,同时降低因地下水资源管理带来的地方财政成本,进而帮助地方政府的水利管理工作更加高效。长远来看,通过高效水资源管理,还可以让地方政府从水资源保护、农业补贴、生态修复等项目中获得投资回报,带来社会、环境和经济的多赢局面。

4 结语

地下水超采是水资源短缺地区亟须解决的关键问题,治理成效直接影响区域的水资源可持续利用和生态环境恢复。通过科学用水、有效的地下水回灌手段、节水型农业生产方式和提高水资源高效利用技术等实施,许多水资源短缺区有效控制了地下水超采状况,实现了地下水位回升、改善环境效益和创造经济效益等目的。这些举措的实施不但对农业的生产起到了保障作用,同时也给社会发展的经济作用提供了持续的动力源泉。在未来,随着科技的进步和政策的完善,地下水超采治理还会覆盖更多的地区,从而实现水资源的合理调配与高效利用。

参考文献:

- [1] 徐晓琳,马秀梅,张天宇,等.甘肃省地下水超采状况及治理成效探讨[J].地下水,2022,44(4):68-71.
- [2] 卢尚菁.白银市平川区地下水资源开发利用问题研究[J].中国资源综合利用,2023,41(8):75-77.
- [3] 王倩,李高超,翟磊,等.典型地下水漏斗区超采综合治理与关键技术优化设计[J].水力发电,2023,49(6):14-19.
- [4] 杨会峰,孟瑞芳,李文鹏,等.海河流域地下水资源特征和开发利用潜力[J].中国地质,2021,48(4):20.

作者简介: 付芹芹(1984-),女,中国山东德州人,本科,工程师,从事水资源、水土保持研究。

通讯作者: 李金龙(1975-),男,中国山东滨州人,本科,高级工程师,从事水资源、水土保持研究。