

农业活动对浅层地下水环境地质特征的长期效应研究

邹少辉

新疆维吾尔自治区地质勘查管理中心, 新疆 乌鲁木齐 830001

[摘要]研究农业活动给浅层地下水环境地质特征带来的长期变化。分析农业灌溉、施肥、农药使用等活动, 研究这些活动对浅层地下水水位、水质和水化学特征的影响。经过研究可知, 农业活动改变了浅层地下水的补径排条件, 造成水位上升、水质变坏、元素迁移转化失常。明确这些长期效应, 有利于制订科学的农业水资源管理措施, 保证浅层地下水资源的可持续利用, 给农业和生态环境协调发展提供依据。

[关键词]农业活动;浅层地下水;环境地质特征;长期效应

DOI: 10.64635/ja.2026.1253

中图分类号: P641

文献标识码: A

Research on the Long-Term Effects of Agricultural Activities on the Environmental Geological Characteristics of Shallow Groundwater

Zou Shaohui

Xinjiang Uygur Autonomous Region Geological Exploration Management Center, Urumqi, Xinjiang 830001, China

Abstract: This paper studies the long-term changes in the environmental geological characteristics of shallow groundwater caused by agricultural activities. Activities such as agricultural irrigation, fertilization, and pesticide use are analyzed, and their impacts on the groundwater level, water quality, and hydrochemical characteristics of shallow groundwater are examined. The study shows that agricultural activities have changed the recharge, runoff, and discharge conditions of shallow groundwater, leading to groundwater level rise, water quality deterioration, and abnormal element migration and transformation. Clarifying these long-term effects is conducive to formulating scientific agricultural water resource management measures, ensuring the sustainable utilization of shallow groundwater resources, and providing a basis for the coordinated development of agriculture and the ecological environment.

Keywords: agricultural activities; shallow groundwater; environmental geological characteristics; long-term effects

引言

农业作为基础性产业, 其活动对浅层地下水环境地质特征有着深远影响。随着农业现代化的发展, 灌溉规模不断扩大, 化肥、农药大量使用的情况也越来越多。浅层地下水是重要的水资源, 它环境地质特征的变化同农业可持续发展、生态安全有关。研究农业活动对它的长期影响, 可以了解两者之间的相互作用机理, 给合理规划农业生产、保护地下水资源提供科学依据, 有重大的理论和现实意义。

1 农业活动概述

1.1 农业灌溉方式

农业灌溉是农田生产的基础作业环节, 也是扰动区域浅层地下水循环状态的主要农业活动, 不同的灌溉方式对地下水环境的扰动强度和作用形式存在较大差异。传统的农业大多采取粗放式的漫灌、畦灌等方式进行灌溉, 水资

源利用率不高, 大量的农田灌溉水通过土壤大面积下渗, 不断改变浅层地下水的补给节奏和补给总量。现代农业逐步推行节水灌溉模式, 用精细化灌溉手段精确控制农田用水量, 有效地减少了无效下渗水量, 弱化了对地下水的无序扰动。长期常态化的农田灌溉作业不断干扰区域水循环系统, 慢慢改变浅层地下水自然补给的规律, 形成不同于自然状态的人工补给模式, 持续打破天然水文平衡, 重塑区域地下水补给排泄格局, 对地下水水位和水文状态造成持续且深远的影响。

1.2 化肥农药使用情况

化肥和农药的长期使用是现代农业增产增收的主要方式, 也是造成浅层地下水水质变化的主要人为因素, 具有长期性、累积性和隐蔽性的特点。农业生产中为了保证作物的生长和防治病虫害, 会周期性、持续性地使用各种

化肥和农药,大部分化学物质不能被农作物全部吸收利用,会长期残留在农田耕作层土壤内。随着农耕活动的逐年持续开展,土壤中化学残留不断累积,在降水淋溶、灌溉水渗透的作用下,慢慢向浅层地下水迁移渗透。长期过量、不规范的施用方式,会不断加重土壤化学富集,慢慢造成浅层地下水水体组分改变,引发持续的水质演变问题。

1.3 农业废弃物处理

农业生产产生的各种废弃物处置方式,会直接影响到农田水土环境的稳定,是扰动浅层地下水环境地质特征的主要原因。农业废弃物包括农作物秸秆、畜禽养殖废弃物、农田残膜和各类农业生产垃圾,农村地区存在废弃物随意堆放、就地填埋、无序丢弃的现象。露天堆放的农业废弃物在雨水冲刷、浸泡分解之后会产生大量的有机质、污染物和腐殖质废液,这些污染液会一直渗透到土壤浅层,并最终流入地下水含水层。长期不规范的废弃物处置方式会造成污染物逐年积累下渗,不断改变浅层地下水的水质组分和水文生态,产生长时间的地下水环境负面影响。

2 浅层地下水环境地质特征

2.1 水位动态变化

浅层地下水水位动态变化是区域水文地质环境最直接的反映,受自然水循环和人为活动两大方面的影响,有明显的季节性、年际变化特点。自然状态下浅层地下水水位是大气降水、地表径流补给、自然蒸发、侧向径流排泄四个因素共同作用维持动态平衡的,在总体上波动小。由于长期的农业活动干预,地下水补给和排泄的平衡被不断破坏,农田灌溉的人工补给、地下水开采排泄等行为一直干扰着水位的状态,使得浅层地下水水位的季节波动幅度变大,年际变化的趋势更加明显。水位的动态变化可以体现农业活动给浅层地下水循环系统造成的扰动程度,是评价地下水环境变化的基本指标^[1]。

2.2 水质基本状况

浅层地下水水质基本状况包含水体纯净度、理化性质、杂质组分等综合特性,是评判地下水环境质量和生态状况的主要参照,能够全面反映地下水水体的整体健康水平与环境适配状态。自然原生状态下浅层地下水水质稳定,水体组分平衡,杂质含量低,能保持较好的水文生态结构。由于长期的农业活动不断的影响,农田土壤中各种污染物、化学残留物逐渐渗透到含水层里,使得地下水原有的水质状况发生变化,出现水体浑浊度、酸碱性质、可溶性成分等指标的改变。浅层地下水水质状况的不断变化,可以很好地反映农业污染的累积效应,也是判断地下水环境污染

程度和演化趋势的基础特征,为区域地下水生态保护与污染治理提供重要的研判依据。

2.3 水化学特征分析

浅层地下水水化学特征主要是指水体各种离子组分、化学类型、矿化特征和元素富集规律,是地下水长期演化微观核心表征。自然状态下浅层地下水水化学组分比较稳定,离子配比基本一致,具有一定的水化学类型和演化规律。长期的农业灌溉、化学物资施用和废弃物下渗,会不断地把各种化学离子和有机物带入地下水中,使地下水原来的化学组成发生变化,产生离子富集、矿化度变化、水化学类型转化等现象^[2]。水化学特征细微的变化具有累积性和长效性,可以准确反映农业活动给地下水内部结构和化学体系带来的深层扰动,是地下水环境演变的主要判断依据。

3 农业活动对浅层地下水水位的长期影响

3.1 灌溉对水位的影响机制

农田灌溉对浅层地下水水位的影响,主要是通过改变地下水的人工补给量和土壤水分的运移规律来实现的,形成长效性的水文扰动机制。粗放式灌溉会造成大量的田间渗水,不断补充浅层地下水,提高区域地下水补给总量,造成局部地下水水位逐年上升,容易引起土壤次生盐渍化等衍生地质问题。节水灌溉可以精确控制田间渗水量,减少无效地下水补给,农田耕作需水会消耗土壤水分,间接调节地下水补给节奏。长期连续的灌溉活动会彻底改变地下水自然补给周期,重新塑造区域地下水收支平衡,形成稳定的、人为干预型的水位变化机制,持续对浅层地下水储水状况产生影响。

3.2 不同季节水位变化规律

受季节性农业生产节律和自然气候条件共同影响,浅层地下水水位有比较明显的季节性波动,但是长期稳定地出现波动。农作物播种、生长旺季,农田灌溉次数和用水量大大增加,人工补给量增大,使浅层地下水水位出现年度峰值。农作物收获之后的休耕时段,灌溉作业大幅度下降,地下水依靠自然补给和径流排泄,水位慢慢缓慢下降。长期的季节性农耕活动的循环往复,使得浅层地下水水位具有明显的季节变化规律,比自然状态下波动更加有规律、更易于人为控制,季节变化特点逐年积累越来越明显^[3]。

3.3 长期水位变化趋势

由于常年不断的农业灌溉和农田开发的干预,浅层地下水水位一直保持稳定的长期演变趋势,不再受自然演化的制约。长期粗放灌溉的农耕区,地下水人工补给量一直

大于自然排泄量,水位一直呈缓慢上升的趋势,水文储层水量一直不断富集。长期使用地下水灌溉并且补给不足的地区,人工开采量大于灌溉下渗补给量,水位就会出现逐年缓慢下降的变化趋势。多年的农业活动不断干预,使得区域地下水水位形成了稳定的长期演化趋势,水文地质结构和水循环状况逐渐固定下来,从而产生了不能自行恢复的长效性水文变化。

4 农业活动对浅层地下水水质的长期影响

4.1 化肥农药残留对水质的污染

长期规模化施肥用药会造成面源污染,慢慢破坏浅层地下水原生水质体系,产生长效污染效应。逐年积累的化肥农药残留在土壤里不断富集,经由长期的雨水淋溶、灌溉水渗透以及土壤迁移,慢慢渗透到浅层地下水含水层,源源不断地向水体输送含氮、含磷以及其他各种有机化学组分。该类污染物质在地下水缓慢流动环境中很难自行分解,会一直保留下来并不断扩散,使污染范围不断扩大,地下水的理化性质也会发生改变。经过长时间的积累作用,小的污染隐患慢慢变成持续性的水质变坏问题,造成无法修复的地下水化学污染长效效应^[4]。

4.2 微生物指标的长期变化

农业生产活动会不断改变浅层地下水微生物群落结构和指标状态,产生长期的微生物环境变化特点。农业废弃物、残留有机质和农田表层土壤微生物都会随着水体下渗而不断进入浅层地下水环境,破坏了地下水原有的微生物平衡系统。长期农耕环境里,外源微生物不断涌入,有机污染物不断积累,给水体微生物的繁殖赋予了充裕的养分,造成地下水微生物总量及群落结构持续发生变动。微生物指标的变化具有累积性,短期影响小,长时间的叠加作用下,会慢慢造成水体生物稳定性失调,影响地下水水质安全和水文生态健康。

4.3 水质恶化的累积效应

农业活动造成的浅层地下水水质变坏有明显的累积效应和滞后性,是长时间持续干扰慢慢累积起来的。单次农业生产活动对地下水水质影响很小,不能直接反映水质变化,但是长期的化学施用、废弃物下渗和有机质富集会使得污染组分在地下水环境中逐年积累,形成量变到质变的过程。随着污染物质的不断富集、扩散和叠加,地下水化学失衡、微生物超标、水体浑浊等问题越来越突出,水质恶化程度不断加深。累积造成的水质损害具有很强的顽固性,自然修复周期长,给浅层地下水环境带来长期、不可逆的影响。

5 应对策略与建议

5.1 优化农业灌溉模式

优化农业灌溉方式是调节浅层地下水水位、弱化水文扰动的源头性措施,可以改善农业活动造成的地下水水文失衡问题。抛弃传统的粗放式漫灌方式,大力推广高效节水的精细化灌溉技术,按照农作物生长需水规律准确控制灌溉水量和灌溉频率,削减田间无效渗水和地下水过量的人工补给。根据区域水文地质条件和地下水水位变化趋势来制定灌溉周期和用水方案,使地下水的补给和排泄达到协调。采用科学化、规范化的灌溉控制措施,削弱季节性水位急剧变化的影响,慢慢恢复浅层地下水自然水循环系统,达成农业生产同地下水水文环境相协调的目的。

5.2 合理使用化肥农药

规范化的管控化肥农药的使用方式和使用量,是源头控制浅层地下水化学污染、阻断污染累积效应的主要方法。根据土壤肥力情况和农作物的需要,实行精准化、配方化的施肥方式,杜绝无节制的施肥和乱施化肥的现象,减少化肥对土壤的污染。坚持绿色防控理念,优先采取生物防治、物理防治的方式防控农田病虫害,削减化学农药使用次数和数量,挑选低残留、易分解的环保型农药产品。科学控制农业化学物资的使用,不断削减土壤污染的富集水平,渐渐切断污染物向下渗的途径,改善浅层地下水水质持续恶化的长期状况。

5.3 加强浅层地下水监测

创建起一个常态化的、系统的浅层地下水环境监测体系,可以准确地掌握农业区地下水水文和水质变化的动态,给生态管控和治理修复提供数据支持。根据农耕集中区域的实际情况,在该区域内布设标准化的监测点位,对地下水水位动态、水质组分、水化学特征等主要指标进行长期的监测,建立连续性的监测数据。根据长时间的监测数据来分析农业活动同地下水环境变化之间的联系,准确地预测水质变差、水位异常的发展走向,及时找出可能存在的水文地质问题。按照监测结果来动态调整农业管控方案,使农业生产同地下水环境保护形成动态调节机制,从而有效地防止浅层地下水环境长期衰退的危险^[5]。

6 结语

农业活动给浅层地下水环境地质特征带来的影响是长久的。水位、水质的变化都会对地下水资源的可持续性产生影响。为了达到农业和地下水环境协调发展的目的,需要采取科学有效的应对措施。经由改良农业生产方式、加强监测管理等手段,削减农业活动给浅层地下水带来的

不良影响,保证地下水资源的合理利用,推动农业生态系统健康稳定发展。

[参考文献]

- [1]郭蕾蕾,李学明,龙艺.峨眉山农业保护区浅层地下水污染特征与健康风险评估[J].四川水利,2025,46(6):216-220+229.
- [2]赵荣博,汪洋,蔡绪贻,等.河套灌区典型农业区浅层地下水氮磷变化特征及来源分析[J].水利水电技术(中英文),2024,55(11):98-109.
- [3]陈德云.徐州东南农业区浅层地下水氮污染特征及污染

源解析[D].中国矿业大学,2024.

- [4]杨凯华,阮春燕.农业活动对地下水文及地质构造影响的长期观测与分析[J].生态与资源,2024,(5):123-125.
- [5]傅笛,金鑫,金彦香,等.巴音河中下游农业灌溉对地下水补给量与排泄量的影响[J].水电能源科学,2021,39(10):63-67.

作者简介:邹少辉(1991.02—),男,汉族,陕西宝鸡人,本科学历,工程师,研究方向为水文地质、工程地质、环境地质。