

# 地下水开发利用现状及存在的问题

程梦婷

华北水利水电大学地球科学与工程学院, 河南 郑州

收稿日期: 2025年2月10日; 录用日期: 2025年3月13日; 发布日期: 2025年3月27日

## 摘要

在经济社会不断发展, 环境资源问题日益严峻, 水资源短缺的情况下, 在水、大气、土壤等污染较为严重的情况下。水资源污染现象如果持续发展下去, 对人类生存和社会发展不可或缺的重要资源——水资源, 必然造成不可挽回的影响。地下水资源是不同形式的水资源的总称, 埋藏在地表之下, 具有一定的利用价值。一直以来, 在印度、巴基斯坦、孟加拉国、尼泊尔等国家的水安全问题上, 地下水资源在我国都占据着重要的战略地位。因此, 要加强地下水资源的更合理的开发利用, 前提是要了解地下水资源开发利用的现状和问题。清楚了解各国目前的地下水状况, 它们还指出了正在出现的重要挑战和应对措施以及进一步努力的建议。

## 关键词

地下水, 开发利用现状, 存在的问题

# The Current Situation and Existing Problems of Groundwater Development and Utilization

Mengting Cheng

College of Geosciences and Engineering, North China University of Water Resources and Electric Power, Zhengzhou Henan

Received: Feb. 10<sup>th</sup>, 2025; accepted: Mar. 13<sup>th</sup>, 2025; published: Mar. 27<sup>th</sup>, 2025

## Abstract

With the continuous development of the economy and society, environmental and resource problems are becoming increasingly severe. In the context of water scarcity and severe pollution of water, air, soil, and other resources. If the phenomenon of water pollution continues to develop, it will

inevitably have irreversible impacts on the essential resource for human survival and social development—water resources. Groundwater resources refer to various forms of water resources that are buried beneath the surface and have certain utilization value. Groundwater resources have always held an important strategic position in China regarding water security issues in countries such as India, Pakistan, Bangladesh, and Nepal. Therefore, to strengthen the more rational development and utilization of groundwater resources, it is necessary to understand the current situation and problems of groundwater resource development and utilization. Having a clear understanding of the current groundwater conditions in various countries, they also identified important challenges and response measures that are emerging, as well as recommendations for further efforts.

## Keywords

### Groundwater, Development and Utilization Status, Existing Problems

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 绪论

地下水是水资源的重要组成部分，具有重要的资源保护和生态维护功能[1]，是我国水资源的重要组成部分。地下水相较于地表水，具备水质优良、分布范围广泛、且不易受到污染等多种优势，对确保人类用水安全起着不可替代的作用。由于气候变化和人为活动等原因，近年来一些地区地下水资源发生了变化，甚至出现了严重超采、污染等问题[2]，给地区的用水安全和生态安全带来了威胁。

地下水资源环境功能和环境污染问题是作为隐形资源的，长期以来人们一直忽略、低估地下水的资源环境功能及污染问题，人类活动已严重影响到地下水。并且地下水一旦发生人为破坏或污染就很难得到很好的修复处理，不但修复时间长而且造价昂贵，甚至不能得到充分的修复，所以人们对于开发利用地下水的资源越来越重视起来。在这些国家的许多地方，人们越来越关注地下水质量的恶化，尽管这种趋势并不总是被很好地记录下来，而且人们逐渐意识到，如果不对地下水质量方面给予适当的关注，我们将无法解决长期的威胁。

## 2. 地下水资源现状

### 2.1. 国内现状

全国多年平均地下淡水自然资源 8837 亿立方米，约占全国水资源总量的 1/3，根据新一轮地下水资源评价成果，全国地下水天然资源占全国淡水资源的 1/3 左右。地下水的形成和分布是受地质、气候和水文等自然因素的控制的。我国地下水资源分布区域差异明显，昆仑山 - 秦岭 - 淮河一线自西向东，既是我国自然地理景观的重要分界线，也是我国区域水文地质条件和地下水区域分布存在明显差异的分界线，这条线以南地下水资源丰富，而以北地下水资源相对缺乏，因此，我国地下水资源的分布与其他地区相比，以昆仑山 - 秦岭 - 淮河一线自西向东[3]。

我国地下水资源的区域分布极不均衡，华北、华中等地区人均水资源量远低于全国平均水平，且长期面临水资源供需失衡的局面。特别是华北地区，由于人口密集、农业用水需求大，地下水资源已被长期超采，形成了“地下水漏斗区”，地下水位持续下降，部分地区甚至出现河湖干涸、湿地退化等生态危机。华中地区由于地表水资源匮乏，地下水供水比例曾长期超过 50%，在城市化和工业化快速发展的背

景下,地下水超采进一步加剧,导致地下水资源枯竭、地面沉降等问题频繁发生。例如,西北地区虽总体水资源量较大,但降水稀少、蒸发强烈,水资源的时空分布不均现象尤为突出。由于农业灌溉需求巨大,地下水开采量持续增加,导致部分湖泊萎缩、地下水位下降、坎儿井等传统水利设施减少,生态环境不断恶化。地下水的过度开采不仅影响农业可持续发展,也威胁到区域生态安全。

除了数量上的短缺,地下水质量问题也是我国地下水资源管理的一大挑战。近年来,工业废水排放、农业化肥和农药使用过量、城市生活污水渗透等因素导致地下水污染问题日益严重。许多地区的地下水存在高氮、高盐、高重金属含量的问题,部分地区甚至出现了地下水不能直接饮用的情况,严重影响了居民的健康和社会经济的可持续发展。工业污染是地下水污染的重要来源之一,部分企业未经过严格处理便直接排放废水,导致重金属、挥发性有机物等有害物质渗入地下含水层,造成长期污染。农业面源污染同样不容忽视,大量化肥、农药的使用导致硝酸盐超标,影响了地下水的水质安全。此外,城市生活污水排放和垃圾填埋场渗漏也加剧了地下水污染,部分地区的地下水已受到不可逆转的污染。

地下水超采不仅影响水资源的可持续利用,还引发了一系列生态环境问题。地下水位的持续下降导致河湖水量减少,湿地萎缩,生物多样性减少,对区域生态系统稳定性造成严重影响。许多地区的地下水补给能力不足,导致地面沉降现象加剧,部分城市地面沉降幅度较大,影响了基础设施安全。此外,地下水超采还会导致土壤盐碱化,影响农业生产。尤其是在西北干旱半干旱地区,由于地下水开采量大,地表水补给不足,土壤含盐量升高,导致农田减产甚至土地荒漠化。长期来看,这种地下水资源的不合理利用将对农业生产和生态环境造成不可逆的破坏。

## 2.2. 国外现状

地下水使用的快速增长是世界水故事的一个核心方面,特别是自1950年以来。几千年来,浅井和肌肉驱动的提升设备在世界许多地方都很流行。在英属印度(包括今天的印度、巴基斯坦和孟加拉国),即使在1903年,水井占灌溉土地的30%以上,当时只有14%的耕地被灌溉([http://dsal.uchicago.edu/statistics/1894\\_excel](http://dsal.uchicago.edu/statistics/1894_excel))。随着管井和泵技术的兴起,地下水的使用量在1950年后飙升至以前无法想象的水平[4]。在西班牙,地下水的使用在1960~2000年期间从每年2立方公里增加到6立方公里,然后才稳定下来[5]。在美国,从1950年的23%到2000年的42%,地下水在灌溉中所占的比例。在印度次大陆,地下水的使用量从10%左右飙升1950年以前的20 km<sup>3</sup>到今天的240~260 km<sup>3</sup>(<http://water.usgs.gov/pubs/circ/2004/circ1268/>)。关于地下水使用的数据很少。地下水的总使用量在1980年代前后达到高峰,如美国、西班牙、墨西哥和摩洛哥、突尼斯等北非国家,而从1970年代开始的上升趋势在南亚和华北平原持续。在非洲许多地区以及一些南亚和东南亚国家,如越南和斯里兰卡,地下水使用量的第三波增长可能正在形成[6] [7]。

## 3. 目前的情况和地下水开采利用的问题

### 3.1. 华北地区(以河北为例)

水资源人均占有量不到全国人均1/8、水资源供需矛盾异常突出的河北,属于严重资源型缺水地区[8]。一方面是供方地区水资源可利用量发生变化,南水北调工程东、中线相继通水,过去10多年是河北省水资源开发利用变化最为剧烈的时期;另一方面,通过调整农业种植面积和结构、淘汰高耗水产业、提高各产业用水效率等措施,全面启动了《华北地下水超采综合治理行动方案》,要求用水方降低区域用水需求[9] [10]。

河北省地处渤海之东,西靠太行山邻山西省,南濒河南、山东,北濒内蒙古自治区,东北临辽宁省,中嵌北京、天津两市,地处北临渤海,西接太行山,南接山西。由于地理气候的特点,造成天然降水在时

间和空间上的分布极为不均匀,因此,我国目前处于严重的地上气候条件下。全年降水占到 80%,集中在汛期,从西北、东南两侧分别减少太行山、燕山迎风坡多的雨区,区域分布较为集中。

根据国家第三次水资源调查评估,河北省多年平均水资源量为 176.3 亿立方米,而人均水资源量仅为 237 立方米,低于全国 2003 立方米的人均水平的 12%,是我国第七次全国人口普查资料显示的极度缺水地区。作为全国 13 个主要产粮区之一,河北省在保持粮食丰产的同时,由于过度开发利用水资源,也造成地下水超采、河湖干涸等严重生态问题,以占全国 2%的水资源、4.70%的耕地面积贡献了 5.67%的粮食。贯彻新的发展理念,实现新时期优质发展的必要条件是破解水资源供需矛盾,保障经济社会与生态环境的用水协调。

存在的问题:① 河北属于典型的资源型缺水地区,人口、经济发展与水源的矛盾由来已久,各行业用水需求竞争激烈,在短期内难以扭转长期供给紧平衡态势,水资源的供给紧平衡态势难以扭转,水资源供给的紧平衡态势仍将长期处于紧平衡状态,因此,河北省属于典型的资源型缺水地区[11]。② 粮食生产与水资源禀赋不匹配河北省既是全国粮食主产区之一,担负着粮食生产任务,又是地下水严重超采区,水资源极度紧缺,当前面临的突出矛盾是粮食生产与水资源禀赋不匹配,是我国粮食生产面临的突出问题,也是我国粮食资源禀赋不匹配的主要组成部分,是我国水资源资源匮乏的主要组成部分之一,也是我国水资源缺乏的主要组成部分[12]。③ 生态环境需水保障问题依然突出虽然目前河北生态环境用水历史欠账较多,但仍未达到地下水位回升、河湖生态修复的目标,尽管通过地下水超采综合治理、河湖生态补水等措施取得了明显成效,但未来水资源供给需求缺口依然较大[13]。

河北省属于严重资源型缺水地区,水资源供需矛盾突出,主要原因包括:① 自然禀赋:河北地处半干旱气候区,降水量时空分布不均,丰枯年差异显著;② 过度开发:长期以来,为保障粮食生产和工业发展,河北省地下水被过度开采,形成超采区;③ 外调水影响:南水北调工程提供了一定的外调水资源,但仍无法完全满足需求,同时影响了本地水资源管理策略的调整;④ 生态欠账:由于长期超采地下水,导致地下水位下降、河湖干涸,生态环境恶化。以上问题可能给河北省带来地下水危机加剧、生态环境持续恶化、经济社会发展受限等严重后果。

### 3.2. 华中地区(以郑州为例)

长期以来地下水供水占总供水一半以上的郑州市地表水资源短缺,地下水超采严重,局部地区已出现地下水资源枯竭、地面沉降,区域内湿地退化,大部分河流基流消失,基本靠生态补水来维持水生态环境,目前我国郑州市地表水资源严重缺乏,地下水超采现象严重,地表水体超采严重,大部分河流基流已经消失。目前,我国郑州市的地表水体已经出现了严重的超采现象,因此,郑州市的地表水环境已经发生了严重的超采。要从水资源与社会经济发展、生态环境保护的关系上进行统筹考虑,从严管理水资源,遏制地下水超采现象,走可持续发展道路,是当前我国郑州市面临的严峻形势[14]。

郑州市是河南省的省会,地处河南省中北部,坐标范围为东经 112°42'至 114°14',北纬 36°16'至 34°58'。北面临近黄河,西面靠近嵩山。东南方是广袤的黄淮平原。国家中心城市和国家历史文化名城郑州市古称为商都,今为绿城。辖 6 个区 5 个市 1 个县,总面积 7446 km<sup>2</sup>。城镇化率 73.4%,年生产总值 10143.3 亿元,2018 年末总人口 1013.6 万人。

郑州市的供水水源主要为地下水和跨流域调水(黄河水、南水北调水),在整体供水中占比相对较小的地方,包括本地地表水和污水回用和雨水利用等。其中,地下水年平均供水量占总供水量的 48.6%,占供水总量的 48%,占自来水总量的 48%。2010~2016 年地下水供水量变化幅度较小,随着水源置换工程压采地下水政策的不断推进,地下水供水从 2017 年开始大幅下降,供水量从 2016 年的 9.36 亿立方米下降到 7.46 亿立方米,2018 年继续下降到 7.01 亿立方米。郑州市地下水的开采量下降,与南水北调中线工

程通水有很大关系,南水北调工程通水量在 2015 年以后逐步增大,总外调水量在 2018 年达到 8.80 亿立方米。其中,黄河进京水量为 3.24 亿立方米,南水北调进京水量为 5.56 亿立方米。

出现的问题:① 涉及多个部门的地下水管理,各科室之间业务有一定的交叉,在工作和信息的分散上有一定的难度;② 地下水动态监控设施不足,有的地区监测点还不能全部加密;③ 没有建立“双控制度”,即用水总量控制和水位控制,目前还没有建立[15]。

郑州市水资源短缺问题突出,主要由以下因素导致:① 地表水资源短缺:郑州市地表水体匮乏,供水主要依赖地下水;② 地下水超采:长期以来,郑州市地下水供水量占比过高,导致地下水位持续下降;③ 城市化快速发展:城市人口增长和经济扩张加剧了水资源的需求压力;④ 水资源管理问题:地下水管理涉及多个部门,协调难度较大,动态监控设施不足,管理体制尚不完善。可能会造成郑州市水生态环境进一步恶化、城市供水安全风险增加、可持续发展受限等后果。

### 3.3. 西北地区(以新疆为例)

湖泊萎缩、坎儿井条数下降是近年来新疆地下水可利用资源不断下降的趋势。并通过实地考察和研究发现,这一现状的出现与实际利用新疆地下水有很大的关联,而造成这一现象的主要原因是区域范围内的过度入水开采[16]。要找出新疆地下水利用存在的问题,并采取相应的解决策略,这对有效改善这一恶劣现状尤为重要。

作为中国五个少数民族自治区的新疆维吾尔自治区,地处西北。面积约占全国六分之一的 166.49 万平方公里的国土面积,是中国国土面积最大的省级行政区。新疆地处东经 73°40'~96°18',北纬 34°25'~48°10'之间。新疆位于内陆,远离海洋,周围被高山环绕,因此海洋气流难以到达,导致其气候呈现出明显的温带大陆性特征。气温波动较大,年日照时间丰富,达到 2500 至 3500 小时,降水量较少,气候偏干燥。

习近平总书记 2017 年 3 月明确提出要促进水资源可持续发展,要求新疆地区为制约水资源可持续开发,采取有力措施限制地下水开采量。然而,从 2018 年新疆地下水利用的有关资料显示,虽然开采量有所下降,但新疆地区地下水位在总体上仍处于较高水平,且呈不断下降态势。据有关统计资料显示,新疆城镇居民生活用水、工业用水和农村生活用水分别占新疆地区地下水利用总量的 8.56%、6.15%、84.26%、1.03%。

存在的问题:① 农业用水在新疆地区所占比重过大,其价值已远远超出全国平均水平,地下水开采利用结构存在不合理问题。这种局面的出现,固然与新疆地区经济发展的侧重点有关,但也是目前亟待解决的问题之一,这一问题在地下水开采利用方面显得过于突出。② 地下水开采总量控制不到位 2005 年新疆地区地下水开采总量为 68.45 亿立方米,2010 年上升至 96.81 亿立方米,而 2015 年上升至 120.04 亿立方米。2018 年在政策调控下,虽然开采总量有所下降,但仍在 110 亿立方米左右,地下水开采总量仍未得到有效控制,使得新疆地区地下水资源总体仍处于下降状态,需进一步加大对实际应用中地下水开采量的控制力度[17]。③ 地下水开采管理体制不健全,要取得好的成绩,离不开健全的管理体制。

新疆地处干旱区,水资源稀缺,近年来水资源问题日益严峻,主要原因包括:① 自然条件限制:新疆远离海洋,降水量少,气候干旱,水资源主要依赖冰川融水和地下水;② 农业用水比例过高:农业用水占地下水利用总量的绝大部分,灌溉方式相对落后,导致水资源浪费严重;③ 地下水开采过度:近年来,地下水开采总量持续增加,导致水位下降,湖泊萎缩、坎儿井减少;④ 水资源管理体制不完善:地下水总量控制不到位,管理机制不健全,导致开采难以有效约束。可能导致新疆农业的可持续性受威胁、生态环境恶化、水资源竞争加剧等严重后果。

### 3.4. 国外部分地区

#### 3.4.1. 孟加拉国

所有以水资源为基础的政策以及与诸如农业、渔业和环境等水资源有关的政策的目的是分配资源和

允许以这样一种方式发展，即最大限度地为人口带来利益，并为可持续发展增加资源本身。

1999年制定的GoB国家水政策(NWPo)强调了地表水和地下水联合使用的必要性。《西北流域规划》为水资源的开发和在不同约束条件下的合理利用提供了广泛的原则。这项政策将确保采取一切必要的手段和措施，以全面、综合和公平的方式管理国家的水资源。这一政策在水资源与农村生计之间建立了联系，并最终与减轻贫困建立了联系。

《全国水资源规划》强调的目标是：发展一种知识和能力状态，以有效、公正的方式解决与地下水利用开发和与水资源一般管理有关的经济效率、性别平等问题，使国家能够自行设计未来水资源管理计划；通过广大市民的广泛参与，提高了群众的公正性和环保意识，促进了水管理目标的实现。

1) 通过多种形式的地表水和地下水的联合使用，提高资源利用效率，进行灌溉和供水。将雨水、地下水和地表水相结合的适宜技术进行开发和传播。2) 为跟踪地下水的补给、地表水及地下水的使用情况及地表水的质量变化，要强化适当的监测组织。保护主要市区的天然洼地和水体，以补充地下含水层。做好水质保护和用水效率保障措施。3) 鼓励未来通过公共和私营部门开发用于灌溉的地下水，但须遵守政府可能不时制定的法规。

### 3.4.2. 印度

印度每年地下水补给总量估计为4320亿立方米。在扣除对系统的自然损失后，该国每年的地下水可利用量为3610亿立方米。全年累计抽水150亿立方米为地下水。在哈里亚纳、旁遮普邦和拉贾斯坦邦，85%以上的地下水开发处于发展阶段，大量的地下水开采也导致了哈里亚纳和旁遮普邦地下水的大量开采，这也是为什么哈里亚纳与旁遮普邦的地下水处于开发阶段。

除了动态资源之外，大量的存储资源(不可补充)在更深的层次上是可用的。初步估计该水库在大陆的总蓄水量为10,812亿立方米左右。在印度北部和东北部分布的印度河-恒河-布拉马普特拉河谷的冲积矿床中，储存的地下水储量尤其丰富。

以可持续的方式开发和管理这一资源带来了许多挑战。由于岩层的固有性质及其他地区的家庭、农业和工业污染造成的地下水的质量问题是印度地下水开发和管理的主要问题是：有前景地区的低开发以及导致地下水枯竭的高地下水的开发速度。虽然开发地下水资源有望帮助许多地区减轻贫困，但最艰巨的地下水挑战是在资源受到威胁的地区实现地下水的可持续利用和管理。

地下水枯竭正成为全国许多地区的一大顽疾。地下水超采有许多与之相关的负面后果。地下水枯竭和水质恶化的最终影响是直接依赖水井作为唯一饮用水供应来源的广大农村人口的健康。地下水位的枯竭导致人们钻更深的井，开采这些含水层的成本也在不断增加。

### 3.4.3. 巴基斯坦

巴基斯坦现有的私人管井数量超过60万口。年新增20,000口管井。私人管井的流量为0.8立方厘米(23升/秒)。运河地下水位从1998年至今，几乎全线回落。这表明目前的地下水净采掘量高于补给量。因此，以目前的速度开发地下水是不可持续的。

地下水管理面临以下挑战：1) 因透支而枯竭；2) 农业、工业和人类活动造成的污染(高污染城市)；3) 由于水管理和排水不善以及不受管制的联合使用导致的涝灾和二次盐渍化；4) 地下水管理不善。

## 4. 国内针对问题应采取的对策

在开发利用和保护地下水资源的过程中，我们必须深入贯彻习总书记提出的生态文明思想，全面落实“节水优先、空间均衡、系统治理、两手抓、两不误、两促进”的治水方针。要坚持“以水定城、以水定地、以水定人、以水定产”的原则，将水资源作为最大的刚性约束，坚决遏制不合理的用水需求。要把

水资源建设摆在首要位置，作为优先任务、优先保障、优先保护、优先发展的核心方针，切实将水资源建设作为重中之重，确保其优先推进和落实。

#### 4.1. 坚持节水为先，节水型社会建设不断

在保障粮食安全的基础上，通过调整种植结构，减少高耗水作物面积，推广耐旱节水型作物；推广高效节水灌溉技术，如滴灌、喷灌和智能灌溉系统，提高农业用水效率；建立农业用水定额管理制度，对灌溉水量进行严格考核，减少浪费等措施，提升农业用水效率。同时，优化产业结构和布局，推进工业节水，推广节水技术和生产工艺，例如强制推广水循环利用系统，提高工业用水重复利用率；鼓励企业采用节水型生产工艺，如干法加工、节水冷却技术等，减少单位产品水耗；设定行业用水指标，对高耗水、高污染企业实施限额管理，推动落后产能退出。此外，推动节水型城市建设，加快老旧供水管网改造，减少漏损，提高城市供水效率；推广智能水表和阶梯水价制度，引导居民节约用水；推广节水型设备，如节水马桶、节水龙头、智能喷灌等，提高居民节水意识。

#### 4.2. 水源统筹调度，外引效益提升

把外调水用活，加强南水北调、引江济淮、引黄调水等工程的统筹调度，提高调水效益。我们将加强推进地表水厂升级改造，提高供水能力，优化供水管网建设，减少输配水损失。结合季节性水资源调度计划，在枯水期向河湖湿地生态补水，维持生态系统健康。利用无人机、卫星遥感等技术加强河湖水体监测，确保补水效果和水质安全。

#### 4.3. 非常规律性地积极做大水源，推动用水规模

大力拦雨蓄洪，科学规划城区排水防涝、雨水蓄水等设施，推进海绵城市建设，完善雨水收集、净化和回用系统，提高雨水利用率；在城市建设过程中，加强雨水蓄滞设施建设，提高雨水调蓄能力；采用透水铺装、雨水花园、下凹绿地等方式，增强城市雨水渗透能力，补充地下水。对汛限水位动态调整、调蓄能力增加的大中型水库，在调度洪水、调度供水等方面做到应调尽调、应收尽收。加大再生水开发利用力度，新建、改建、扩建污水处理设施，提升再生水水质，扩大再生水利用比例，在生态景观、城市绿化、城市环卫、工业生产、居民生活等领域，加大再生水开发利用力度[18]。

#### 4.4. 督导考核从严，优化激励惩戒机制

在“三条红线”考核目标的指导下，通过高分影像、遥感技术以及地面水土监测技术，进一步完善水资源管理体制，构建“天地一体化”监测体系，不断提升水行政部门的执法效能。同时，建立水资源管理绩效考核体系，将地下水保护和利用情况纳入地方政府考核指标；对地下水超采、违规取水、污染严重的地区 and 责任人实施严格问责；设立水资源管理红线，对超标开采、污染严重的企业实行限产、停产或处罚。将水资源利用和保护纳入政府年度考核，促使各级政府对水资源的重视和优化配置进一步提升，确保水资源的可持续发展，充分发挥考核的“指挥棒”作用。

为了保障地下水的可持续发展，并为高质量发展提供水安全保障，必须积极开展地下水综合治理与保护措施，严格执行地下水管理制度。

### 5. 结论

综上，应引起各国对当前地下水利用存在的问题的高度重视，积极加强对现状的分析，从中找出问题的原因，有针对性地对其采取改进措施，使地下水资源的开采应用和自然生成能够保持一个良好的平衡状态，从而保证其可持续发展。

## 参考文献

- [1] 李福林, 陈华伟, 王开然, 等. 地下水支撑生态系统研究综述[J]. 水科学进展, 2018, 29(5): 750-758.
- [2] 李怀恩, 贾斌凯, 成波, 等. 海绵城市雨水径流集中入渗对土壤和地下水影响研究进展[J]. 水科学进展, 2019, 30(4): 589-600.
- [3] 刘佳. 我国地下水资源保护制度研究[D]: [硕士学位论文]. 赣州: 江西理工大学, 2011.
- [4] Cortina, L.M. and Mora, N.H. (2003) The Role of Groundwater in Spain's Water Policy. *Water International*, **28**, 313-320. <https://doi.org/10.1080/02508060308691704>
- [5] Shah, T., Roy, A.D., Qureshi, A.S. and Wang, J. (2003) Sustaining Asia's Groundwater Boom: An Overview of Issues and Evidence. *Natural Resources Forum*, **27**, 130-141. <https://doi.org/10.1111/1477-8947.00048>
- [6] Shah, T. (2005) Groundwater and Human Development: Challenges and Opportunities in Livelihoods and Environment. *Water Science and Technology*, **51**, 27-37. <https://doi.org/10.2166/wst.2005.0217>
- [7] Molle, F., Shah, T. and Barker, R. (2003) The Groundswell of Pumps: Multilevel Impacts of a Silent Revolution. *ICID-Asia Meeting*, Taiwan Region, 14-19 November 2003, 1-20. [https://www.researchgate.net/publication/303786805\\_The\\_groundswell\\_of\\_pumps\\_multilevel\\_impacts\\_of\\_a\\_silent\\_revolution\\_paper\\_prepared\\_for\\_the\\_ICID-Asia\\_meeting](https://www.researchgate.net/publication/303786805_The_groundswell_of_pumps_multilevel_impacts_of_a_silent_revolution_paper_prepared_for_the_ICID-Asia_meeting)
- [8] 赵伟, 张晓辉, 张文, 等. 河北省地表水开发利用现状及优化配置利用研究[J]. 水利规划与设计, 2021(12): 1-4, 26.
- [9] 赵伟, 张封. 南水北调中线工程对河北地下水超采综合治理的作用分析[C]//中国水利学会 2019 学术年会论文集: 第二分册. 河北省水利水电第二勘测设计研究院: 南水北调中线干线工程建设管理局河北分局, 2019: 57-59. <https://doi.org/10.26914/c.cnkihy.2019.097578>
- [10] 于翔, 解建仓, 姜仁贵, 等. 河北省地下水超采治理效果过程化评价[J]. 排灌机械工程学报, 2021, 39(4): 364-371.
- [11] 吕长安, 郑连生, 英若智. 面向 21 世纪的河北水资源利用战略[J]. 河北水利水电技术, 2001(3): 19-22.
- [12] 马素英, 贾兆宾, 段国芳, 等. 加快实施河北省节水农业发展战略的对策建议[J]. 中国水利, 2021(5): 17-20, 30.
- [13] 石锦丽, 王博欣, 王靖. 河北省河湖生态水量保障的实践与思索[J]. 水利发展研究, 2019, 19(1): 40-42, 81.
- [14] 胡珊, 李纯洁. 郑州市地下水资源开发利用现状及对策[J]. 水资源开发与管理, 2020(4): 33-37.
- [15] 陈飞, 于丽丽, 侯杰, 等. 地下水管理立法分析与制度研究[J]. 人民黄河, 2018, 40(1): 46-49.
- [16] 雷米, 周金龙, 曾妍妍, 等. 干旱区绿洲城市地下水超采区综合治理研究——以新疆库尔勒市为例[J]. 南水北调与水利科技, 2019, 17(2): 67-74.
- [17] 王芳. 新疆地下水利用问题与对策分析[J]. 能源与节能, 2019(2): 83-84, 106.
- [18] 张子元, 张博雄, 周普松. 河北省水资源开发利用存在的问题及建议[J]. 水资源开发与管理, 2022, 8(11): 12-17.