

地下水资源与地表水互补管理与优化路径

王海霞

新疆省昌吉市大西渠镇农业发展服务中心, 新疆 昌吉 831104

[摘要]新疆水资源受气候干旱、降水稀少以及时空分布不均等因素的影响,地下水和地表水的开发利用面临不少挑战。过度开采地下水和不稳定的地表水供应,给生态环境和水资源带来了压力。研究分析了新疆水资源的现状,并提出了技术手段,为新疆水资源的可持续管理提供了理论支持和技术方案。

[关键词]地下水资源;地表水;互补管理;优化路径

DOI: 10.33142/hst.v8i3.15842

中图分类号: TV93

文献标识码: A

Complementary Management and Optimization Path of Groundwater Resources and Surface Water

WANG Haixia

Xinjiang Changji Daxiqu Agricultural Development Service Center, Changji, Xinjiang, 831104, China

Abstract: The development and utilization of groundwater and surface water in Xinjiang are facing many challenges due to factors such as climate drought, scarce precipitation, and uneven spatial and temporal distribution of water resources. Overexploitation of groundwater and unstable surface water supply have put pressure on the ecological environment and water resources. The study analyzed the current situation of water resources in Xinjiang and proposed technical means, providing theoretical support and technical solutions for the sustainable management of water resources in Xinjiang.

Keywords: groundwater resources; surface water; complementary management; optimization path

引言

随着全球气候变化的加剧以及人口和工业活动的持续增长,全球各地区面临的重大挑战之一便是水资源的可持续管理。新疆,作为中国面积最大的省区,并且其气候复杂,水资源的分布呈现出显著的区域差异。地下水与地表水的时间与空间分布极为不均,尽管该地区水资源总量较为丰富,但水资源的利用仍然高度依赖于地下水和地表水的开发与调配。然而,地下水的过度开采以及地表水供给的不稳定性,常常导致水资源供需之间的矛盾,这种矛盾对农业、工业及生态环境的可持续发展产生了严重影响。为了有效地优化水资源的配置,缓解水资源短缺压力,探索地下水与地表水的互补管理策略显得尤为关键。这种互补管理不仅需要科学的水资源调度与优化配置,还要求提高水资源开发效率并保护生态环境。通过合理结合地下水和地表水的优势,优化其调度和利用,便可在水资源供应不足时,确保生态环境的基本需求得到满足,并推动农业生产与社会经济的协调发展。尤其是在新疆这一水资源时空变化较大的地区,水资源的合理配置与调度,对于提高水资源的利用效率以及促进区域经济的可持续发展具有深远的意义。本研究的目的,便是深入分析新疆水资源的现状,探索地下水与地表水互补管理的技术路径与优化策略,并结合新疆的实际情况,提出切实可行的水资源调度与管理方案,从而为该地区水资源的长期可持续利用提供理论依据与技术支持。

1 新疆地区水资源概况

新疆是中国荒漠化和沙化土地面积最大、降水稀少、蒸发量大的省份,面临着水资源相对短缺的问题。尽管如此,新疆的水资源总量位居全国第12位,人均水资源量则排在全国第4位。然而,新疆的水资源时空分布极为不均,呈现出区域性、季节性和工程性缺水的特点。新疆境内有570多条河流,其中塔里木河、伊犁河和额尔齐斯河等是知名河流。这些河流的水资源总量约为835亿立方米,但有300亿立方米水流经国际河流流向周边国家,如哈萨克斯坦和蒙古等。因此,新疆的水资源管理与利用面临诸多挑战。由于水资源分布的不均,新疆在春秋冬季常常面临水资源短缺,而夏季则容易出现洪水。

2 新疆地下水与地表水的利用现状

2.1 地下水开发现状与问题

过去几十年,新疆地下水的开发与利用取得了显著进展,并成为该地区,尤其是在农业灌溉和城市供水方面,重要的水源之一。由于新疆位于干旱半干旱地区,地表水资源相对短缺,地下水在水资源供给中发挥了至关重要的作用。塔里木盆地、准噶尔盆地和吐鲁番盆地等地,是新疆地下水资源的主要分布区域,地下水的开发利用集中在这些地区,尤其在农业灌溉和工业用水方面,表现尤为突出。大量地下水为农业灌溉提供了水源,支撑了广泛的农田灌溉,特别是在棉花、葡萄等经济作物的种植中,地下水发挥了重要作用。同时,城市及其周边地区的供水也依

赖于地下水,尤其是在缺乏可靠地表水资源的地区,地下水成为了供水的关键来源。然而,地下水的过度开采逐渐暴露出一系列问题,成为水资源管理中的一大挑战。随着开采强度的不断增加,特别是在农业用水领域,地下水位在许多地区显著下降,甚至出现了地下水枯竭的现象。地下水位的下降不仅威胁到了农业灌溉的可持续性,还引发了土地盐碱化、土壤质量下降等一系列生态环境问题^[1]。除此之外,地下水水质问题也日益严重,部分地区由于长期的过度开采,水质遭受污染,盐分和矿物质含量的升高,已对农业灌溉和饮用水安全造成了不利影响。在地下水的开发过程中,还存在着资源浪费和管理不到位的情况,部分地区缺乏有效的地下水监测与管理系统,导致水资源的利用效率低下。

2.2 地表水资源利用现状

新疆的地表水资源利用呈现出显著的区域性差异。由于该地区以干旱和半干旱气候为主,地表水资源不仅稀缺,而且其分布极为不均。主要的地表水来源,包括山区的冰雪融水和降水,集中在天山、阿尔泰山、昆仑山等高山地区的河流之中。塔里木河、伊犁河、额尔齐斯河等是新疆的主要河流,也是农业灌溉和城市供水的重要水源。然而,地表水资源的时空分布不均,使得一些内陆干旱区面临着水资源严重短缺的困境。大多数农业灌溉依赖地表水,特别是在北疆及西北部的灌溉区,地表水的利用相对广泛,但由于部分地区水源有限,水资源的利用不均以及过度开采的现象日益严重。随着气候变化的加剧和水需求的持续增长,地表水的利用压力逐年加大。为了满足农业、工业及城市的用水需求,已加强了部分地区对地表水资源的调度与管理。然而,由于水资源本身的有限性和分布不均,过度开发已导致水源枯竭及生态环境恶化等问题。

2.3 水资源过度利用与生态环境压力

新疆地区水资源的过度利用问题日益加剧,尤其在农业和城市用水需求不断增加的背景下,地下水和地表水的过度开发对生态环境造成了巨大的压力。新疆位于干旱和半干旱地区,降水量本就有限,水资源在时空上的分布极为不均。南疆地区特别依赖地下水进行灌溉,这一现象尤为突出。然而,地下水的过度开采导致水位大幅下降,部分地区的地下水资源几乎枯竭,这严重影响了当地农业生产及居民生活用水的供应。在地表水方面,水资源调配的不均衡问题尤为严重,特别是上游地区的水资源被过度开发,而下游地区则面临水量不足的困境,导致一些河流出现了断流现象^[2]。水资源的紧张局面愈加加剧,进一步破坏了生态环境。此外,过度开采水资源还引发了土地盐碱化、湿地退化、水土流失加剧等一系列问题,生物多样性遭到严重威胁。

2.4 水资源开发与管理中的挑战与矛盾

新疆地区在水资源开发与管理过程中面临着多重挑

战与矛盾。水资源的开发与利用与区域经济发展的需求之间,存在着明显的冲突。随着农业、工业和城市化进程的加速,水资源需求持续增加,但有限的水资源及其不均匀的分布使得供需矛盾愈发突出。尤其在南疆地区,地下水的过度开采已严重威胁到水资源的可持续性。此外,由于水资源管理体制的不完善,以及水利基础设施建设和水资源调配的不足,部分地区出现了水资源浪费和不均衡利用的问题。在水资源的开发过程中,生态环境保护与经济发展之间也存在冲突。水资源的过度开发,不仅可能对生态系统造成长期影响,还可能破坏水源地与湿地的生态环境,加剧土地盐碱化和水土流失等问题。气候变化带来的不确定性,进一步增加了水资源管理的难度,极端天气事件与水资源短缺的风险也因此加大。

3 地下水与地表水互补管理的技术路径与优化策略

3.1 水资源合理配置与优化调度技术

水资源的合理配置与优化调度技术,是地下水与地表水互补管理的关键手段,尤其在水资源短缺、过度开发及水质污染日益加剧的背景下,这一技术显得尤为重要。该技术依赖于精准的水文水资源监测系统,以及先进的计算机模拟与预测模型,通过全面分析区域内水资源的供需状况、地下水与地表水的动态变化、气象及水文条件等因素,科学合理的水资源配置方案得以制定。通过优化调度技术,不同水源(如地下水、地表水、回用水等)的调配可以得到有效协调,从而确保水资源在不同时间、空间和用水需求下得到高效利用。例如,通过智能化调度系统,地下水位变化与地表水流量波动可以被实时监控,根据农业灌溉、工业生产、居民用水等需求,水源分配比例将被动态调整,从而减少对单一水源的依赖,避免地下水的过度开采以及地表水的浪费。同时,优化调度技术还需与水库、灌溉系统、供水管网等水利基础设施紧密衔接,构建一个多层次、全方位的水资源调配网络。随着大数据、云计算与物联网技术的不断发展,水资源优化调度技术的应用前景愈发广阔。通过实时数据分析与精准预测,水资源调度策略可在遭遇突发气候变化或自然灾害时迅速调整,从而确保区域水资源的可持续供应。

3.2 联合调度与水利工程建设

联合调度与水利工程建设,是实现地下水与地表水互补管理的重要技术路径之一。在水资源调配过程中,联合调度涉及全面考虑地下水与地表水的可利用量、时空分布及其相互作用,从而实现两者的协调与优化分配。水利工程建设则为这一过程提供了基础设施保障。通过建设完善的水库、调节池、输水管道及灌溉系统等水利设施,水资源的流动与分配得以有效调节,水资源利用效率得以提升。在联合调度中,水库及其他调水设施的蓄水与放水,可根据实际需求与气候变化灵活调整,既能充分利用季节性丰

水期的地表水,又能确保在枯水期地下水的稳定供应。水利工程建设还包括地下水补给的管理,采用人工补水、渗透池等手段,地下水的持续补充得以促进,避免了其过度开采。此外,联合调度技术还依赖于先进的信息化管理系统,通过实时监测与数据分析,调度策略得以及时调整,确保了不同水源之间的协调配合,以应对气候变化及水资源短缺的挑战。水利工程建设为这一调度过程提供了坚实的物理设施支持,通过构建多功能的水利设施,增强了水资源的储存与分配能力,减少了水资源的不确定性,从而优化了区域内水资源的配置。

3.3 智能水资源管理与信息化技术

智能水资源管理与信息化技术在地下水与地表水互补管理中占据着重要地位。通过整合现代信息技术、数据采集与处理手段、人工智能等技术,水资源的精准监测、动态管理及高效调度得以实现。通过安装传感器、遥感设备以及智能流量计等技术设施,关于水源、土壤湿度、水位、降水量等关键数据能够被实时收集,从而建立一个全面的水资源监控网络。这些数据在云计算与大数据分析处理后,可为水资源的精确预报与决策提供支持,优化水资源的配置与利用。信息化技术帮助决策者获取不同水源的可用量及其流动状况,基于实时数据,科学合理的水资源调度与分配决策得以做出,从而实现地下水与地表水的合理互补。人工智能技术则通过机器学习算法预测水资源需求与气候变化趋势,为水资源管理提供更加精细化的方案^[3]。例如,智能算法可模拟多种水资源调度方案,评估各方案对水资源供给与生态环境的影响,从而选择出最优的调度策略。智能化管理还能够提升灌溉效率,水量投放精确控制,从而避免了资源浪费。

3.4 高效节水技术与精准灌溉

高效节水技术与精准灌溉是实现地下水与地表水互补管理的关键手段。随着水资源日益紧张,传统灌溉方式常常伴随水资源浪费与效率低下的问题,而精准灌溉技术则通过先进的传感器、遥感技术及自动控制系统,基于土壤湿度、气候变化、作物需求等多维数据,水的使用量得以精确控制。滴灌、微喷灌等高效节水技术,已在农业生产中得到广泛应用,水被直接输送到植物根部,从而减少了水分的蒸发与渗漏,显著提高了水的利用效率。这些技术不仅节省了水资源,还优化了作物生长环境,支持了农田生态的可持续发展。结合物联网技术与智能控制系统,精准灌溉能够实时监控灌溉效果,灌溉量自动调整,从而避免了过度灌溉或水分不足的情况,减少了对地下水与地表水的过度依赖。特别是在干旱与半干旱地区,如新疆,高效节水技术与精准灌溉的应用,不仅缓解了水资源紧张问题,还提升了农业生产的可持续性,保障了粮食安全。

3.5 水文气象模型与地下水补给研究

水文气象模型与地下水补给研究是地下水与地表水

互补管理中的核心技术路径之一。水文气象模型,通过模拟降水、蒸发、径流等水文过程,结合气象数据与地理信息,能够对不同区域的水文条件变化进行预测与评估,为水资源的合理配置及优化调度提供科学支持。在地下水补给方面,降水、地表水流域的渗透与蒸发等因素对地下水位及储量的影响,被水文气象模型揭示,从而帮助深入理解地下水的动态变化与补给机制^[4]。通过精确模拟降水对地下水补给的影响,地下水的补给能力与水位变化趋势能够被有效预测,为地下水资源的可持续利用提供可靠的数据支持。随着气候变化逐渐对水文气象模式产生深远影响,水文气象模型与地下水补给研究必须纳入气候变化的预测,考虑其对降水与蒸发的长期效应,从而为地下水调度与预测方案提供更加精确的依据。通过持续监测与分析水文气象数据,地下水补给的动态管理与预警得以实现,减少了因过度开采导致的地下水位下降及水资源枯竭问题。与此同时,遥感技术与地理信息系统(GIS)的不断发展,使得水文气象模型与地下水补给研究能够更高效地获取与处理空间数据,进一步提升了地下水资源管理的科学性与精准度。

4 结语

新疆地区的地下水与地表水资源,具有丰富的潜力和显著的利用价值。然而,在水资源的实际开发与应用过程中,过度开采、时空分布不均等问题,已对生态环境及社会经济的可持续发展造成了不小的压力。为应对这一挑战,地下水与地表水的互补管理与优化调度,迫切需要加强。通过科学合理的水资源配置与高效的管理策略,水资源的可持续利用可以得到有效推动。在未来,现代信息技术在水资源管理中的智能应用,必须深入探索,推进精准灌溉和节水技术的进一步发展,从而提升水资源的利用效率,并确保生态保护与社会经济的协调发展。通过多方共同努力及技术创新,新疆地区的水资源,将能够实现长期的可持续利用。

【参考文献】

- [1] 王梦云. 新疆水资源承载力探析[J]. 水利技术监督, 2024(11): 216-219.
 - [2] 朱燕红, 张宁, 吴学伟. 奏响新疆科学治水管水新乐章[N]. 中国水利报, 2024-08-24(01).
 - [3] 彭书艳, 陆峰, 吴婷婷, 等. 地下水-地表水集成模型研究进展[J]. 水文地质工程地质, 2024, 51(6): 60-73.
 - [4] 吕雯改, 江宇威, 马兴羽, 等. 昆仑山北坡车尔臣河流域平原区地表水和地下水水化学特征[J]. 干旱区地理, 2024, 47(10): 1617-1627.
- 作者简介: 王海霞(1977.1—), 毕业院校: 西北农林科技大学, 所学专业: 水利水电工程, 当前就职单位名称: 新疆省昌吉市大西渠镇农业发展服务中心, 职称级别: 高级工程师。