

水资源水质水量优化配置分析

陈 雷 姜树君 王 霞 王 欣 王 潇
北京市官厅水库管理处 北京 102100

摘 要：本文针对水资源水质水量优化配置展开研究。当前水资源监测体系不完善、管理体制不健全、技术手段有局限且公众参与度低。对此，文章阐述了优化配置的基本理论，包含概念、原则及相关理论基础。同时提出针对性对策，如完善监测体系、健全管理体制、提升技术水平和提高公众参与度，旨在推动水资源科学调配，实现经济效益、社会效益与生态效益的最大化，为水资源可持续利用提供理论参考与实践指导。

关键词：水资源；水质水量；优化配置；面临的问题；对策

引言

水资源作为维系生态系统稳定、推动经济社会发展的关键要素，其合理配置至关重要。然而长期以来，传统水资源配置重水量轻水质，伴随经济发展，水污染加剧，可利用水资源量减少，生态环境与人类健康面临威胁。在此背景下，开展水资源水质水量优化配置研究刻不容缓。深入剖析当前优化配置中存在的问题，探索系统的理论与可行的对策，对实现水资源可持续利用，解决水资源供需矛盾具有深远意义。

1 水资源水质水量优化配置基本理论

1.1 概念

水资源水质水量优化配置，是指在一个特定区域内，遵循可持续发展原则，通过工程与非工程措施，综合考虑水资源的自然属性、社会经济属性和生态环境属性，对不同水质、不同用途的水资源进行科学合理的调配，以满足区域内生活、生产和生态用水需求，同时实现经济效益、社会效益和生态效益的最大化。

这一概念强调了多个关键要素。首先，特定区域是配置的空间范围，不同区域的水资源禀赋、社会经济发展水平和生态环境状况存在差异，因此配置方案必须因地制宜。其次，可持续发展原则是核心指导思想，要求在满足当代人需求的同时，不损害后代人满足其自身需求的能力。再者，综合考虑水资源的多种属性，意味着要从自然科学、社会科学和生态科学等多学科角度出发，全面认识水资源。最后，实现“三个效益”的最大化，体现了水资源配置的综合性和系统性目标。

1.2 原则

1.2.1 可持续发展原则

水资源配置必须充分兼顾当代人与后代人的用水需求，确保水资源的开发利用不超出其承载能力，维持生态系统的平衡与稳定，保障水资源的可持续供应。这就

要求在规划水资源开发项目时，开展全面、深入的水资源承载能力评估。评估过程中，要综合考虑水资源的可开采量、生态需水量以及水环境容量等因素，避免过度开采地下水、不合理拦河筑坝等行为对水资源和生态环境造成不可逆的破坏。同时，加大对水资源循环利用技术的研发和推广力度，通过建立中水回用系统、雨水收集利用系统等，提高水资源的重复利用率，减少对新水资源的依赖，从而实现水资源的可持续利用。

1.2.2 公平性原则

公平性原则要求保障不同区域、不同群体之间公平地享有水资源，同时协调上下游、左右岸之间的用水权益，避免因水资源分配不均引发社会矛盾。在实际操作中，需要建立科学合理的水资源分配机制^[1]。这一机制应充分考虑各地区的人口数量、经济发展水平、水资源需求以及水资源禀赋等因素，采用公平合理的分配方法，如按比例分配、按需求分配等。对于干旱地区和湿润地区，应根据其水资源的稀缺程度，制定差异化的分配方案，确保水资源相对匮乏的地区能够获得足够的用水保障。此外，还需关注弱势群体的用水权益，通过政策倾斜、补贴等方式，确保他们能够获得基本的生活用水。

1.2.3 高效性原则

高效性原则旨在通过优化配置，提高水资源的利用效率，减少水资源的浪费和损失，使单位水资源产生最大的经济和社会效益。实现这一目标可以从多个方面入手。在农业领域，推广滴灌、喷灌等节水灌溉技术，替代传统的大水漫灌方式，可大幅提高水资源的利用效率。在工业领域，鼓励企业采用先进的生产工艺，提高水的重复利用率，降低单位产品的耗水量。同时，合理调整产业结构，限制高耗水产业的发展，优先发展节水型产业，从产业层面提高水资源的利用效率。此外，还可以通过建立水资源利用效率评价体系，对各用水部门

的水资源利用效率进行评估和考核,促进水资源的高效利用。

1.2.4 水质水量统一原则

水质水量统一原则要求将水质和水量视为一个整体,在水资源配置过程中,综合考虑水质对水量的影响,以及不同用水部门对水质的要求,实现水资源的合理利用。不同的用水部门对水质的要求存在差异,例如,饮用水对水质的要求极高,必须优先保障其水量和水质的安全。而工业冷却用水对水质的要求相对较低,可以使用经过初步处理的中水。通过合理安排不同水质的水资源用途,既能充分利用水资源,又能降低水处理成本。在实际配置过程中,需要建立水质水量联合调度模型,综合考虑水资源的供需关系、水质变化以及水处理成本等因素,实现水资源的最优配置。

1.3 相关理论基础

1.3.1 系统工程理论

水资源系统是一个复杂的大系统,包含多个子系统,如水资源开发系统、水资源利用系统、水环境系统等^[2]。系统工程理论通过建立数学模型,对水资源系统进行整体分析和优化,协调各子系统之间的关系,以实现整个系统的最优目标。在实际应用中,常用的模型包括水资源多目标优化配置模型、水资源系统动力学模型等。这些模型能够综合考虑水资源的供需关系、工程建设成本、环境影响等因素,为水资源配置决策提供科学依据。

1.3.2 经济学理论

运用经济学原理,如边际成本理论、机会成本理论等,对水资源的开发、利用和保护进行经济分析,确定水资源的合理价格,引导水资源的合理配置,使水资源的利用达到经济效益最大化。例如,根据边际成本理论,当水资源的边际开发成本等于边际使用效益时,水资源的配置达到最优状态。通过制定合理的水价政策,能够促使用户节约用水,提高水资源的利用效率。同时,运用机会成本理论,对不同的水资源开发利用方案进行比较,选择机会成本最小的方案。

1.3.3 生态学理论

依据生态学原理,研究水资源与生态系统之间的相互关系,确定维持生态系统健康稳定所需的水资源量和水质标准,在水资源配置过程中,优先保障生态用水需求,保护生态环境。例如,通过研究河流的生态需水量,确定合理的河流流量,避免因过度取水导致河流断流、生态退化。此外,还需关注水资源污染对生态系统的影响,加强水污染防治,保护水生态环境。

2 水资源水质水量优化配置面临的问题

2.1 监测体系不完善

部分地区的水资源监测网络覆盖范围不足,监测站点分布不合理,难以全面、准确地掌握水资源的水质和水量状况。由于监测网络的不完善,一些地区的水资源信息存在盲区,无法及时获取水资源的动态变化情况。此外,监测技术和设备相对落后,数据采集的精度和时效性较低,无法为水资源优化配置提供及时、可靠的数据支持。数据的不准确和不及时,使得水资源配置决策缺乏科学依据,容易导致决策失误。

2.2 管理体制不健全

水资源管理涉及多个部门,如水利、环保、农业等,各部门之间职责不清,协调配合不够,导致水资源管理工作存在条块分割、各自为政的现象。这种分散的管理体制难以实现水资源的统一规划、统一调度和统一管理,影响了水资源水质水量优化配置的实施效果。在实际工作中,由于各部门之间缺乏有效的沟通和协调,常常出现工作重复或推诿的情况,降低了水资源管理的效率。

2.3 技术手段有待提升

虽然在水资源优化配置方面已经开展了大量的研究工作,但现有的一些模型和方法在实际应用中仍存在一定的局限性^[3]。部分模型过于简化,未能充分考虑水资源系统的复杂性和不确定性;一些求解算法效率较低,难以在大规模问题上实现快速求解。这使得在面对复杂的水资源配置问题时,现有的技术手段难以提供有效的解决方案,限制了水资源优化配置的实施效果。

2.4 公众参与度低

水资源优化配置与公众的切身利益密切相关,但在实际工作中,公众对水资源配置的参与度较低,缺乏有效的沟通和反馈机制。这不仅影响了公众对水资源保护的积极性和主动性,也使得水资源配置方案在实施过程中可能面临较大的阻力。由于公众对水资源配置方案缺乏了解,容易对方案的实施产生误解和抵触情绪,增加了方案实施的难度。

3 水资源水质水量优化配置的对策

3.1 完善监测体系

加大对水资源监测网络建设的投入,扩大监测网络的覆盖范围,优化监测站点的布局。根据不同地区的水资源特点和需求,合理增加监测站点数量,确保能够全面、准确地掌握水资源的水质和水量状况。在偏远山区和农村地区,可以采用分布式监测技术,建设小型、便捷的监测站点,降低建设和维护成本。同时,引进先

进的监测技术和设备,提高数据采集的精度和时效性。推广使用自动化监测设备,实现对水资源的实时监测和数据自动传输。利用物联网技术,将监测设备与数据中心连接起来,实现数据的实时共享和远程监控。此外,利用大数据、云计算等技术,对监测数据进行处理,挖掘数据背后的规律和趋势,为水资源优化配置提供科学依据。通过建立水资源监测数据管理平台,实现数据的集中管理和统一分析,提高数据的利用效率。

3.2 健全管理体制

建立健全统一的水资源管理体制,明确各部门的职责和分工,加强部门之间的协调配合。成立专门的水资源管理协调机构,负责统筹协调各部门的工作,制定统一的水资源管理政策和规划。该机构应定期组织召开部门联席会议,加强信息沟通和工作协调,及时解决水资源管理中出现的问题。建立健全水资源管理信息共享平台,实现各部门之间的数据共享和信息互通。通过统一的数据标准和规范,确保各部门的数据一致性和准确性。同时,加强对水资源管理工作的监督和考核,建立健全考核评价机制,对各部门的工作绩效进行评估和奖惩,激励各部门积极履行职责,协同推进水资源管理工作。

3.3 提升技术水平

加强对水资源优化配置技术的研究和创新,开发更加科学、合理的模型和方法。充分考虑水资源系统的复杂性和不确定性,运用先进的数学理论和方法,建立更加精确的水资源模型。例如,采用随机模拟方法、模糊数学方法等,对水资源的供需关系、水质变化等进行模拟和预测。随机模拟方法可以考虑水资源系统中的各种随机因素,如降雨的随机性、用水需求的不确定性等,提高模型的预测精度。模糊数学方法则可以处理水资源系统中的模糊信息,如水资源评价中的模糊概念,使模型更加符合实际情况。同时,提高求解算法的效率,开发适用于大规模问题的快速求解算法。利用并行计算技术、智能算法等,提高计算速度和精度。并行计算技术可以将复杂的计算任务分解为多个子任务,同时在多个处理器上进行计算,大大缩短计算时间。智能算法如遗传算法、粒子群算法等,具有全局搜索能力和较强的适

应性,能够在较短的时间内找到最优解,为水资源配置决策提供更加高效的技术支持。

3.4 提高公众参与度

加强对公众的宣传教育,提高公众对水资源问题的认识和重视程度。通过开展各种形式的宣传活动,如公益广告、科普讲座、主题展览等,普及水资源保护知识,增强公众的节水意识和环保意识^[4]。利用新媒体平台,如微信、微博等,发布水资源相关信息,引导公众关注水资源问题,参与水资源保护行动。建立健全公众参与机制,拓宽公众参与渠道,鼓励公众积极参与水资源配置方案的制定和实施。在制定水资源配置方案时,通过问卷调查、听证会等方式,充分听取公众的意见和建议,保障公众的知情权、参与权和监督权。同时,建立公众反馈机制,及时处理公众的意见和建议,对合理的建议予以采纳,并向公众反馈处理结果,增强公众对水资源管理工作的信任和支持。通过提高公众参与度,凝聚社会共识,为水资源水质水量优化配置营造良好的社会氛围。

结束语

综上所述,水资源水质水量优化配置对保障水资源可持续利用不可或缺。尽管当前在配置过程中遭遇诸多难题,但通过完善理论体系、强化技术支撑、健全管理机制以及提升公众参与度,有望逐步攻克难题。未来,需持续深化对水资源优化配置的研究与实践,不断探索创新,为人类社会的可持续发展筑牢水资源保障根基。

参考文献

- [1]马宇皓.对灌区高标准农田水资源优化配置分析与研究[J].黑龙江水利科技,2024,52(12):63-66,87.
- [2]海日姑·阿布都热西提.水库灌区水资源优化配置研究[J].海河水利,2024(2):12-16.
- [3]袁缘,陈星,许钦,等.基于量质一体化的多目标水资源优化双层配置研究[J].中国农村水利水电,2021(12):129-134.
- [4]韩雁,张小玲.张家口水资源优化配置与可持续利用研究[J].草业科学,2020,37(7):1376-1385.