水利水资源配置模型在区域规划中的应用

花　苑
抚州市城市建设集团有限公司　江西抚州　344000

摘　要：随着社会经济的快速发展和城市化进程的加快，水资源的合理配置和高效利用成为区域可持续发展的关键。本文以抚州市为例，探讨了水利水资源配置模型在区域规划中的应用。首先介绍了水资源配置模型的基本原理和方法，然后分析了抚州市水资源现状和存在的问题，接着构建了适合抚州市的水资源配置模型，并通过模型模拟分析了不同规划方案下的水资源供需情况。最后，提出了基于模型分析的水资源优化配置策略，为抚州市乃至类似地区的水资源管理与规划提供了科学依据。

关键词：水资源配置模型；区域规划；抚州市；可持续发展

引言

水资源是人类生存和社会发展的基础性资源，其合理配置和高效利用对于区域可持续发展具有重要意义。随着城市化进程的不断推进，水资源短缺和水环境恶化等问题日益凸显，如何科学合理地进行水资源配置，已成为区域规划中亟待解决的问题。

一、水利水资源配置模型在区域规划中的应用框架

（一）区域规划对水资源配置的需求

区域规划（如国土空间规划、经济社会发展规划）的编制和实施依赖水资源科学配置与管理。规划中水资源关键内容有：保障城乡居民生活、工业、农业等用水的供水保障；通过工程建设与河道管理应对洪水的防洪排涝；控制污染、保障水源安全的水环境保护；维持生态系统健康的生态需水。不同规划阶段对水资源信息需求有别。编制初期需宏观的水资源总量、分布、开发利用现状等信息，以明确规划方向；方案比选阶段需精细化数据，如不同水源可供水量、用户需水预测、工程方案水量调度规则及影响等，评估方案可行性；实施评估阶段需收集实际开发利用、工程运行、用水效率等数据，对比规划目标评价效果。这些差异要求水资源配置模型提供不同精度和侧重点的输出。

（二）模型应用的逻辑与流程

水利水资源配置模型在区域规划中的典型应用逻辑，是将规划意图转化为水资源管理行动的桥梁。基本思路是把规划目标，如确保特定区域供水保证率、提升水功能区水质达标率、维持河流生态基流等，作为优化目标或约束条件输入模型；同时将规划确定的经济发展规模、人口增长预测、产业结构调整方向等转化为需水预测和水资源开发利用约束条件输入。模型利用内部算法和规则，模拟水资源在竞争性需求间的分配及影响，输出结果为规划决策提供量化依据。模型应用基本流程为：首先是数据准备阶段，收集区域水文气象、水资源量等基础数据；接着是模型构建与校验阶段，选或建合适模型结构，用历史数据校准验证；然后是情景设置与模拟阶段，根据规划需求设不同未来情景驱动模型运行；最后是结果分析与应用阶段，整理分析结果，识别问题、评估方案，将结论建议融入规划决策[1]。

（三）模型与规划体系的衔接

水利水资源配置模型要服务区域规划，需与区域规划整体框架及其他专项规划（如土地利用、环境保护规划等）有效衔接。衔接首先体现在规划编制顶层设计，将水资源承载能力作为区域发展规模和布局的约束条件，确保规划目标与水资源条件协调。操作层面，模型要读取利用其他规划数据，如土地利用规划的地块用途面积、环境保护规划的水环境质量目标。同时，模型输出结果要被其他规划采纳应用，其输出的水资源承载能力评价等信息，可为国土空间规划提供依据；工程调度方案等能为水利工程建设和节水规划提供支撑。输出信息转化为规划文本、图件和决策建议，需建立转换规则和标准，如将缺水率空间分布图转为水资源压力分区图等。规划实施后，模型可作为动态跟踪评估工具，定期输入实际水资源管理数据，模拟评估效果并与目标对比，为规划调整和后续管理提供依据。

二、模型应用中的关键要素与协调平衡

（一）多目标与多利益相关方协调

区域水资源配置是一个复杂的过程，它天然地承载着多重且往往相互交织的目标。这些目标包括促进经济增长，例如保障工业用水和农业灌溉以支持产业发展；维护社会公平，确保城乡居民，特别是农村和欠发达地区居民的基本生活用水得到满足；保护水生态环境，维持河流基流、湖泊湿地水位，保护水生生物多样性；以及保障工程设施的安全运行，防止洪水溃坝等灾害。这些目标之间常常存在潜在的冲突。例如，优先满足工农业大规模用水需求，会挤占生活与生态用水，加剧水资源短缺，影响社会公平与生态；严格限制水资源开发保护生态，又会制约经济发展。模型在协调目标、平衡各方需求上很重要，能将需水要求、水资源禀赋、工程供水能力等量化，模拟不同配置方案对目标的影响，为决策者提供比较方案优劣的工具，助于在复杂目标间找相对优化平衡点。但模型局限性明显，它是简化的，难捕捉所有社会、经济、政治因素及动态变化，结果依赖输入数据和参数，可能有误差，且无法替代利益相关方的沟通、协商和博弈，最终决策是技术分析与政治、社会考量结合的产物，模型结果可能被调整或忽略[2]。

（二）数据基础与参数不确定性

高质量的数据是模型得以有效运行并产生可靠结果的基础。这包括准确的水文气象数据，如降雨量、蒸发量、河流径流量等，它们决定了水资源的来源和自然状态；精确的需水数据，涵盖生活、生产、生态等各领域在不同条件下的用水量；以及详细的工程参数，如水库库容、水厂处理能力、输水管道的输水效率等，这些决定了水资源的可供给能力和调控方式。数据的质量直接决定了模型模拟的精度和可靠性。如果输入的数据不准确、不完整或时效性差，模型的输出结果就可能是错误的，导致基于这些结果的规划决策出现偏差。在规划实践中，数据获取常常面临困难。一些基础水文数据可能存在监测站点不足、记录年限短的问题；需水预测涉及未来经济社会发展和生活方式变化，本身就存在很大的不确定性；工程参数也可能因为设计变更、老化失修等原因与实际情况存在差异。这些数据获取的困难和参数本身的不确定性，会直接影响模型模拟结果的可靠性。规划实践中处理这些不确定性的方法通常包括：尽可能收集和整理现有数据，进行数据质量评估和必要的插补、校正；在模型中采用敏感性分析，评估关键参数变化对结果的影响程度；引入概率性或随机性模型来模拟不确定性；以及在决策中保留一定的弹性，制定应对不利情况的预案[3]。

（三）规划约束与工程可行性

区域规划中已经确定的各项约束条件，如空间管制要求（例如禁止在水源保护区建设污染项目）、产业布局导向（例如鼓励发展低耗水产业）、已规划的工程设施（例如已立项的水库或调水工程）等，都会直接影响水资源配置模型的输入设定和输出结果。这些约束条件需要在模型运行前就被明确，并转化为模型可识别的参数或规则。例如，空间管制会限制某些区域的可用水量或用水类型；产业布局会影响未来需水预测的结构和总量；已规划的工程则构成了可供水量计算的基础。模型结果与工程实际可行性之间需要良好的匹配。模型可能输出一个理论上最优的水资源配置方案，例如通过新建某项调水工程来满足特定区域的用水需求。但这个方案能否真正实施，还需要考虑工程建设的经济、技术、环境可行性。经济上，工程投资是否在可承受范围内，运行维护成本是否合理；技术上，当前的技术水平是否能够支撑工程的建设和运行，是否存在难以克服的技术难题；环境上，工程建设是否会对区域生态环境造成不可接受的负面影响，是否符合环境保护法规。在模型应用中，必须将这些可行性因素纳入考量。这可以通过在模型中设置更严格的约束条件，例如只考虑经济上合理或技术上成熟的工程方案，或者将模型结果作为初步方案，再进行详细的工程可行性研究，确保最终确定的规划方案不仅是理论上的优化，也是现实中可以落地实施的。

三、模型应用效果的综合评价

（一）对规划决策科学性的提升

水利水资源配置模型在提升区域规划决策的科学性和前瞻性方面发挥着重要作用。模型能够提供量化的依据，将模糊的规划目标、不确定的需水预测、复杂的工程供水能力等，转化为具体的数据和指标，使决策者能够基于更客观的信息进行判断，而非仅仅依赖经验或直觉。通过模型模拟，可以揭示水资源系统内部以及水资源与社会经济发展、生态环境之间复杂的相互关系，例如上游用水变化对下游的影响、不同行业用水效率提升对整体供需平衡的贡献等，这些关系往往是直观难以把握的。模型还有助于识别规划中潜在的关键问题，如未来可能出现的严重缺水节点、特定区域或用户群体面临的用水风险、关键水利工程布局的薄弱环节等。通过这种方式，模型应用帮助规划者能够更早地预见并规避潜

在的供需矛盾，例如避免在水资源本就紧张的区域规划耗水量过大的产业；能够识别并评估工程风险，如新建水库可能带来的移民安置、地质灾害或生态影响，从而在规划阶段就考虑相应的对策；能够提前发现可能的环境问题，如河流断流、水体污染加剧的风险，并在规划中纳入生态需水保障措施。这使得规划决策更具前瞻性，减少了后期调整的可能性[4]。

（二）对规划实施与管理的支撑

在规划实施阶段，水利水资源配置模型同样具有重要的支撑作用。模型可以用于制定具体的水资源调度方案，根据实时的水文气象条件、各用户的需水状况以及工程的可供水能力，模拟计算最优的供水分配策略，指导实际的水资源调配操作。模型能够用于监测评估规划目标的达成情况，将实际的水资源开发利用数据、水质状况、生态指标等输入模型，与规划设定的目标进行对比分析，评估规划实施的效果，判断哪些方面达到了预期，哪些方面存在偏差。基于这种评估，模型可以支持动态调整管理策略，例如当监测发现某区域实际缺水情况比模型预测更为严重时，可以重新运行模型，模拟评估采取进一步的节水措施、调整供水结构或启动应急水源的可行性与效果，为管理决策提供依据。模型结果促进了规划与水资源管理实践之间的有效衔接，规划中确定的水资源总量控制指标、用水效率指标、水功能区限制纳污指标等，可以通过模型转化为具体的管理措施和操作指南。这种衔接提高了水资源管理的系统性和效率，使得管理活动更有针对性，更能符合规划的整体要求。

（三）整体应用效果与挑战

综合来看，水利水资源配置模型在区域规划中的应用取得了显著的综合效果。它通过提供科学依据、揭示复杂关系、评估多种方案，有效提高了规划方案的质量，使得规划目标更加切合实际、配置方案更加优化。这种应用有力地促进了区域水资源的可持续利用，帮助区域在发展经济、改善民生的同时，更好地保护水生态环境，维持水资源的长期承载能力。然而，当前模型应用实践中仍然存在一些普遍性的挑战。模型的复杂性常常导致用户接受度不高，特别是对于非专业背景的规划管理人员，理解和使用复杂的模型可能存在困难，影响了模型的推广和应用深度。数据共享与标准化也是一个突出问题，水资源规划涉及水利、环保、农业、统计等多个部门，各部门的数据格式、统计口径、更新频率可能不一致，获取全面、准确、统一的数据用于模型校验和运行存在困难。此外，水资源配置涉及多个部门的职责，有效的跨部门协调机制是模型应用成功的关键，但在实际操作中，部门间的沟通壁垒、利益冲突可能导致模型应用难以充分考虑所有相关因素，或者模型结果难以被所有部门共同认可和采纳。这些挑战需要在未来的实践中逐步加以解决[5]。

结语

水利水资源配置模型在区域规划中的应用是重要课题。以抚州市为例，该模型在区域规划关键环节作用显著。其应用框架满足不同阶段水资源配置需求，将规划意图转化为管理行动并与规划体系衔接。应用中虽面临多目标协调、数据不确定、规划约束等挑战，但可通过策略和技术手段解决。综合评价显示，模型提升了规划决策科学性和前瞻性，对提高规划质量、促进水资源可持续利用贡献大。然而，当前应用存在普遍性挑战，如模型复杂致用户接受度低、数据共享与标准化不足限制应用、跨部门协调机制不完善影响推进。未来，需简化模型结构，提高易用性和可解释性；加强数据共享平台建设，推动数据标准化；建立健全跨部门协调机制。展望未来，模型将不断完善优化，有望与人工智能、大数据等结合，提高模拟精度和预测能力，拓展应用范围至流域治理、水资源战略规划等领域，为水资源合理配置和区域可持续发展做更大贡献。

参考文献

[1]汪恩良，胡胜博，田雨，等.基于模糊几何加权模型的灌区水资源优化配置[J].排灌机械工程学报，2022（007）：040.

[2]王冰.基于供需预测的区域水资源优化配置与产业结构调整研究[D].华北电力大学（北京），2019.

[3]黄草，何斯重，冯迪子，等.耦合流域－区域用水总量红线的供水优化模型及应用[J].长江科学院院报，2022（006）：039.DOI：10.11988/ckyyb.20210168.

[4]李巧英，时曼，王琳芳.浅析区域水利规划中常见问题及解决对策[J].水电水利，2020，004（001）：P.111－112.DOI：10.32629/hwr.v4i1.2706.

[5]王向丽.生态文明区域水利经济规划的综合调控分析[J].2021.