

区域水网规划设计中的要点研究

周泽楷

中电建华东勘测设计研究院（郑州）有限公司 河南郑州 450000

摘要：在水资源紧缺和生态可持续发展的双重压力下，区域水网规划设计是实现水资源优化配置、提高防洪排涝能力和保障生态安全的重要途径。本文以城市群为例，以城市群生态系统为研究对象，探索其中的关键因素及其实施对策。

关键词：区域水网规划；要点；策略

一、综合考量与评估

1. 水资源供需分析

水资源供求关系是流域供水系统规划的基础，需要进行严密而又周密的工作。首先要准确计算各地区的水量，例如某市平均年供水量是二十亿，60%是地面水，40%是地下水。在此基础上，研究流域内多时空尺度上的时空分异特征，考虑流域内的季节变化和区域不均匀性，即：汛期流域内有丰富的地表水和丰富的地下水，而在枯水期，流域内主要依靠水库调蓄和地下水开发^[1]。同时结合已有的资料，对过去10年全球降水下降幅度进行预测，预测我国在过去10年内我国降水总量下降了5%左右，并对今后可能出现的缺水状况提出了警示。根据新疆的经济和社会发展态势，预测今后10年新疆的国内生产总值以7%的速度增长，人口的增长速度维持在1.5%左右，工业对水的需求量提高30%左右，对居民的生活用水量提高25%。应用模式预估，未来至2030，华北地区需水将达26亿立方米左右，远远超过现有可用水量，存在严重的供求矛盾。因此需要通过合理利用再生水、海水淡化等非传统水源，将水资源回收利用水平提升到30%以上，同时通过对农田灌溉模式进行合理的调整，降低水资源的损耗，保证在统筹考虑当下与将来发

展的同时，达到科学与可持续发展的目标。

2. 生态与环境影响评价

在水网规划设计初始阶段，应将其与生态和环境的综合评估进行有机结合，以保证供水工程能够在保证供水安全的前提下，不会给当地的自然环境带来无法挽回的破坏。为此提出了一系列生态基本流量限值，例如：为维护湿地的生物多样性和水体的生态功能，使其达到年均径流的30%以上；通过地理信息系统和卫星遥感等手段，对该地区的用地进行动态监测，并对其可能产生的环境效应进行预报，力争建成后的水体达到Ⅲ级或更高水平；通过构建以SWAT等为代表的高精度流域生态水文模式，对流域尺度上的径流、泥沙和营养盐等进行多情景数值分析，评价水系格局的变化对流域湿地面积、鱼类生境等的特定作用^[2]。落实相应的生态补偿制度，即按耕地面积折合0.8亩的标准增加人工湿地面积，保持生态平衡。在此基础上，提出“以水为本”，保障流域内的水环境。（如表1所示）

二、策略实施与管理

1. 多元化水源配置

在水资源紧缺和生态环境双重压力下，实现水资源多样化是提高水资源利用效率的重要途径。在实施过程

表1 生态流量设定、环境监测、模型应用、生态补偿措施及总体原则数据表

序号	内容领域	具体措施	目标/标准	实施工具/技术
1	生态流量设定	维护湿地生态	年均径流的30%+	现场监测与数据分析
2	环境动态监测	土地使用变化	地理信息系统（GIS）	卫星遥感技术
3	环境效应预报	水体质量级别	预报模型	环境影响评估（EIA）
4	生态水文模拟	水资源管理	SWAT模型	多情景分析
5	影响评价	湿地面积与鱼类生境	数值分析	生态系统服务评估
6	生态补偿制度	耕地与湿地转换	0.8亩耕地换算为人工湿地	政策指导与资金支持
7	总体原则	以水为本的流域管理	保障水安全与环境平衡	法规框架与规划导则

中，我们将着重推动下列非常规水资源开发：一是采用集雨管网，特别是在城区。比如，北京一所住宅建筑采用屋面绿化和透水面铺设的一体化集雨体系，每年可以实现7000m³的集雨，用于绿化灌溉和道路清扫等，可以大大降低对自来水的依赖性。通过前期排出工艺，保证了所采集的雨水水质，达到了回收和再利用的目的。其次，在城市和行业中，中水的回收利用是一个很好的选择。天津滨海新区已建成中水回用管网，每天可回收使用近20000 t工业污水，用于工业降温、绿化、路面喷洒等，使用水回收率达到45%，大大减少了淡水资源的使用^[3]。另外，在滨海区域，脱盐是一种可行的选择，它的潜在价值正在逐步显现。沙特阿拉伯是世界上脱盐大国，其脱盐能力居世界之首，每天可产出七百万立方左右的新鲜水，可供全国多数城市饮用，并可解决我国淡水供应不足的问题。对地下水进行补给和治理，对补充地下水资源，防治地面沉降，具有十分重要的意义。日本东京采用严密的地下水治理体系和有效的补给方法，保证了城市地下水资源的稳定和可持续开发。通过项目研究，既可以提高水资源供应的灵活性，又可以实现水资源的有效回收，提高整体水资源的抵御风险。通过智能供水系统的精细调度，实现供水系统在应对极端天气和人口增加等情况下的供水能力，保证供水系统的正常供水以及城市经济和社会可持续发展。

2. 智能监控与调度系统

基于物联网传感器网络、大数据分析、云计算和人

工智能等多学科交叉融合的智能化监测与调度系统，是提高流域区域水网规划设计现代化的重要环节。比如，安装在各个重要节点上的智能仪表、水质监控设备可以将水量、压力、水质等相关指标以实时、准确的形式传输到控制中心，其数据获取的频次是常规模式的5倍以上，保证了实时、准确的信息。利用大数据技术对历史用水格局、气象资料和社会经济行为等进行综合利用，对今后24个月乃至以后的用水变化进行预测，准确率可达90%以上。在缺水或需要水高峰时，及早进行供水调度，以防止供求不平衡。并将其与GIS相融合，实现了各个地区用水情况的可视化显示，帮助管理人员进行更为准确的决策。在紧急情况下，该系统还配备了各种紧急情况下的应对措施，如果遇到了严重的水灾或者是管道爆炸，都会立即启动警报，并且会及时向有关部门发出警报，同时对管道的方向进行调节，让受灾地区的阀门被封闭，随后启动后备供水，全过程的反应速度不超过五分钟，大大提高了紧急情况的处置速度。另外，通过人工智能的学习，可以对调度政策进行持续优化与实时修正，使其性能每年提高10%左右^[4]。在实践中，例如深圳市的“智慧给水”工程，将管网渗漏损失减少到5%以内，并可有效地应对多种极端气候，确保了市政用水的安全和高效。该项目的成功实施，将为流域供水管理向智能化和精细化方向发展奠定坚实的基础，也为我国的区域水网规划设计提供了有效处理手段。（如表2所示）

表2 引进先进技术和系统前后变化数据表

指标	传统模式	智能化监测与调度系统
数据采集频次	每日/周	实时，比传统高5倍以上
预测准确率（未来24个月用水变化）	60-70%	90%以上
供水调度响应时间（紧急情况）	30分钟-1小时	不超过5分钟
管网渗漏损失率	10%-15%	5%以内
年度调度策略优化提升	依赖人工，缓慢	自动，约10%性能提升
决策支持可视化程度	低，依赖报表	高，GIS集成，实时可视化

3. 防洪排涝一体化设计

结合当地的地形、地貌特点，进行防洪排涝一体化设计，是保障水环境安全的重要措施。比如，在易涝区，参照“海绵城市”概念，通过修建下沉式绿地、透水铺装和雨后园林，使其可容纳的降雨总量大于10000立方/平方公里，使其峰值径流减少30%；同时，将已有河道湖泊改造为集蓄、滞于一体的武汉东湖绿色通道工程，其水面面积可达5%左右，既可改善城区风貌，又可大幅提高其防洪容量。在山地和丘岗地区，通过建立多期库

群和引水渠体系，根据历史资料和气象模式预报，保证单座水库具有不少于100年的能力，例如三峡库区221.5亿立方米的汛限水位，可有效缓解长江中下游洪涝灾害。其中，南京的“智慧水务”通过融合气象和水文信息，有效地将暴雨积水反应时间压缩到30分钟之内，大幅提升了突发事件的处理能力^[5]。同时，规划、国土、环保等部门之间也要进行多部门协作，推动城市污水处理设施与自然水体的高效连接，比如深圳市开展的“正本清源”项目，对27000 km的排水管网进行改建，实现了

85%的雨水和污水混合排放,使排水效率和水质得到极大提高。最终形成集“蓄、滞、渗、净、用”于一身的“防洪排洪”系统,为城市的安全运营提供可靠的保证。

4. 公众参与与教育

在区域水网规划设计中,公众参与与教育是不可或缺的一环,旨在通过增强项目的社会接受度与公众的水资源保护意识,共同推动水资源的可持续管理。具体而言,主要有以下三个方面:一是保证城市供水管网的设计方案、环评等重要资料均可通过网络发布,以便于社会各界的监督和反馈。比如,深圳市在实施“海绵城市”的过程中,通过数字化的方式将工程详情公布于众,收到了2000多条群众意见,充分吸收了群众智慧。其次,构建多层面的公共参与体系,从立项到环评到施工监理,通过听证会、工作坊或网上问卷调查等方式,为不同年龄、不同职业的人群提供意见和建议。杭州西湖引江工程在前期就进行了12次公开座谈会,听取了周边居民、商户和游客建议,对3个设计进行了修改,增强了其与市民的契合度。此外,还可以通过各种方式进行水教育,例如,在校园里实施“节约用水小守护者”活动计划,通过互动展览和科普讲座等方式,对水资源状况、节水技术和环境保护的法律、法规等进行宣传。数据显示,这种形式的活动对青年节约用水的行为有明显的促进作用,多达40%。同时,积极配合当地居民开展“世界水日”和“中国水周”等系列活动,开展节水设备展示和家庭节水竞赛,使家庭节水意识深入到每一个家庭,在家庭中营造节约用水氛围。四是充分发挥大众传媒和社会网络优势,通过拍摄系列短视频和公益广告等方式,传播节约用水的小故事,展现节约用水的科技成就。数据显示,通过新媒体进行节约用水宣传,其受众可达到百万级别,使广大群众节约用水的意识得到了极大提高。通过以上措施,不仅能够提高城市用水效率,增强城市居民节约用水责任意识,建设节水型社会,还为实现城市供水系统可持续发展打下良好的社会基础。

5. 政策法规支持与持续优化

建立健全的区域水网规划设计制度,是区域水网规划设计体制改革和区域水网规划设计体制改革的重要保证。首先,要根据《水法》和《防洪法》等相关法律和法规,根据当地的具体情况,制订详细的实施办法和实施细则,例如,建立流域内的最小生态水位上限,保证流域内各水系的水量不少于其多年均值的20%,并对违反该流域的违法行为承担相应惩罚。其次,加强法律层

面支撑,例如在欧洲水利架构指示(WFD)的基础上,通过各会员国共同制订流域治理方案,以保证水环境质量达到“良好”水平;在长江和黄河等关键区域,建立专门的法律体系,加强对水环境的保护和治理^[6]。同时,通过在重点河道设置水质和水量实时跟踪等先进信息技术手段,开展《区域水网运行与环境影响报告》等,以开放、透明的方式向公众展现计划实施成效。比如,深圳市利用“智慧水务”系统,对城市水域进行24小时监测,发现问题后进行预警和治理,取得了明显效果。城市发展规划并非静止不变,它需要根据监测资料、社会经济发展和科学技术发展等因素,不断进行动态调整。就像新加坡的ABC水务项目一样,从一开始着眼于缓解缺水问题,到后来逐步融入城市美化和社区参与等新概念,体现出了更大的弹性和前瞻性。同时,通过五年一次的综合评价,引入第三方组织介入,保证规划目标和方法能够随时代变化而变化,应对气候变化、人口增长等外在因素,保证水资源可持续开发。

总结

综上所述,区域水网规划设计是一项多学科、多领域复杂的系统工程。通过对水资源的多元化利用、智慧管理与防灾减灾一体化的综合规划,提高水资源的综合利用效率,推动水资源的可持续管理与利用,为构建绿色韧性的城市水环境打下良好的基础。

参考文献

- [1]侯松,瞿嗣澄.基于遥感图像三区光谱特征的水网城市区域规划协调控制方法[J].计算机测量与控制,2023,31(11):167-172+180.
- [2]潘廷宾,郑涛.湖泊水网地区乡村建设中的鸟类栖息地保护规划[J].绿色科技,2020,(07):23-25+33.
- [3]科学规划优化配置 为沿海经济社会发展提供用水保障[J].河北水利,2011,(10):11+14.
- [4]郭伟立,周江,李景文,龙福堂.负空间规划在土地利用总体规划中的应用[J].地理与地理信息科学,2009,25(04):61-63.
- [5]牛锋,韩焕庆,高勇.浅析“十一五”泰安市区域水网建设规划[J].山东水利科技论坛,2006,(00):528-531.
- [6]张乃良,孙宗池.复合形法在一种非稳态水网区域水质规划中的应用[J].工科数学,1989,(01):19-24.