

# 南雄盆地灌区水资源优化配置的策略

沈志鹏

南雄市水利工程建设管理中心 广东 韶关 512400

**摘要:** 灌区水资源优化配置对水资源的可持续利用和保障粮食安全至关重要。本次研究选择广东南雄盆地灌区作为研究区域,研究运用系统动力学与线性规划方法构建了以提高水资源利用效率为目标的广东南雄盆地灌区水资源优化配置模型并对其可持续发展进行了预测。通过对节水技术的运用,均衡优化配置方法的创新和决策支持系统的建设等方面,有针对性地提出一系列策略。通过实践案例分析,证明该策略有效,可为灌区水资源优化配置提供理论依据与实践指导。

**关键词:** 灌区水资源;优化配置;系统动力学;线性规划;节水技术

## 引言

水资源是农业生产中的关键因素,水资源优化配置对确保粮食安全和区域经济可持续发展至关重要。广东南雄盆地灌区地处南岭山脉南麓、浈江上游,蕴藏着丰富的水资源,但南雄地处亚热带季风气候区,雨量丰、枯年相差较大,区域水资源供需端时空分布不均,因此对南雄盆地灌区水资源优化配置变得尤为关键。但目前南雄盆地灌区还存在着系统配套不足,现代化水平较低等问题,致使水资源配置率低,很难适应可持续发展对水资源管理的要求。为此,研究目的是通过对广东南雄盆地灌区水资源的现状进行深入剖析,辨识出其中的问题和不足,并对灌区水资源优化配置策略进行探讨,从而为灌区水资源管理工作提供科学参考。

## 1 南雄盆地灌区水资源现状与问题分析

### 1.1 南雄盆地灌区水资源现状概述

南雄市位于广东省北部、北江流域上游,属亚热带季风气候区,国土面积2326.18km<sup>2</sup>。南雄市共有河流135条,主要河道有一级河道浈江,总长96.3km,集雨面积为1756km<sup>2</sup>,年均流量43.53m<sup>3</sup>/s;二级河道为凌江、南山水、瀑布水、新龙水、江头水、大坪水、大源水、黄坑水、邓坊水、下洞水、宝江水、南亩水等12条,总长356.7km,河网密度5.21km/km<sup>2</sup>,径流总量18.333亿m<sup>3</sup>。南雄市共有水库118座,总库容2.29亿m<sup>3</sup>。南雄市多年平均年降水量1511.0mm,折合年降水总量35.67亿m<sup>3</sup>;多年平均水资源量18.85亿m<sup>3</sup>,多年平均地下水资源量4.38亿m<sup>3</sup>。2023年南雄市年降水量为1763.7mm,折合年降水总量为41.64亿m<sup>3</sup>。地表水资源量为22.33亿m<sup>3</sup>,折合年径流深为945.8mm。地下水资源量5.43亿m<sup>3</sup>。中型水库年末蓄水量为0.89亿m<sup>3</sup>。2023年,南雄市供用水量18.06亿m<sup>3</sup>,其中地表水源占95.3%,地下水源占1.4%,其它水源占

3.3%。总用水中:农业用水占75.9%。全市用水消耗量为9.07亿m<sup>3</sup>,水资源利用率为9.0%。

### 1.2 南雄盆地灌区水资源管理存在的问题

灌区水资源管理在实践中面临着很多挑战,不仅会影响到水资源的合理配置,也会对生态环境及农业生产产生负面影响。首先灌区水资源管理没有统一规划协调机制造成水资源配置效率不高。其次灌区水利设施年久失修,缺少有效养护与更新,使水资源在运输过程中流失严重。另外,灌区水资源管理没有科学数据支撑,很难实现水资源精准调度。灌区水资源管理也面临法律法规不够完善,水资源产权不够清晰,水资源价格机制不尽合理等制约水资源优化配置落实。

灌区水资源分配通常向经济价值高的农作物倾斜,而忽略生态用水与生活用水要求,造成水资源不合理配置。另外灌区水资源管理面临气候变化与人类活动共同作用,例如干旱,洪涝等极端气候事件频繁发生,再加上城市化与工业化进程对水资源需求过大,这些因素均给灌区水资源管理带来了很高要求。

### 1.3 南雄盆地灌区水资源配置率低的原因分析

南雄是长江水系及珠江水系的源头,无外来客水,所有的供水均靠盆地四周山区的集雨面降雨,但南雄降雨时空分布不均匀。建国后,该市在盆地周边建设了孔江水库、横江水库、瀑布水库、宝江水库、中坪水库、苍石水库等6宗中型水库及大源水库、杨梅水库、围背水库、蛇岭水库、罗田水库等多宗小型水库,各水库的主要工程任务多为农业灌溉,经六十余年的逐步建设,现已于南雄盆地区形成了较为完善的灌溉系统。因灌区成型于上世纪七八十年代,虽各灌区多有连通,但受限于交通、通信、管理等因素限制,为便于灌区管理,南雄市将连片的南雄盆地大型灌区划分成了以瀑布灌区、宝

江灌区、中坪灌区、孔江灌区、横江灌区、大源灌区、围背灌区、杨梅灌区、凌江灌区等9宗中型灌区分片为代表的连片灌区灌溉体系，各灌区分片多有连通，实为一大型灌区。虽有利于各灌区分片的细化管理及责任划分，但不利于水资源的统一优化配置，如孔江总干渠直接串联的围背水库片区、杨梅水库片区、大源水库片区及横江水库片区，每遭遇枯水年均需利用孔江总干渠由孔江水库调水补充，因涉及多个灌区管理所及多个乡镇，调水纠纷多有发生；如中坪片区规划建设有东干渠向大坝水库灌区乌迳镇黄洞村、水松村供水，有西干渠向坪田镇官陂村供水，受调水纠纷、灌区划定及投资限制，现中坪片区东、西干渠仍为土渠，因渠线较长，调水漏损量较大，东干渠横岭村渡槽损毁后现已基本丧失功能；如南水北调干渠由中坪水库取水向界址镇十八斗坑水库引水灌溉界址片区，因渠线较长，多数沿山坡修筑，主要为土渠，年久失修，现已逐渐荒废。随着经济社会的快速发展，盆地内农业等相关产业高速发展，各类粮食作物、经济作物用水需求日益提高，部分片区用水需求与水资源量不平衡矛盾日益突出，成为南雄市区域发展不平衡不充分的关键制约因素；盆地内现状基础设施较为完善，但各片区未形成统一的水资源统筹调配机制，极大制约了各片区的供水保障能力和用水安全；盆地内水资源集约利用程度较低，因各片区水资源分布不均，水资源相对丰富的片区，丰水期出现大量水库水量下泄，而水资源紧张的片区，却存在水量严重不足的情况。

## 2 灌区水资源优化配置的理论基础与方法

### 2.1 系统动力学在水资源优化配置中的应用

系统动力学是从系统思考出发，通过模拟系统内部反馈机制对复杂系统行为进行研究的一门科学。将系统动力学应用于灌区水资源优化配置研究，有利于揭示水资源系统内相互作用及其动态变化规律。通过构建模型可模拟水资源系统在不同管理策略下的变化情况，为决策者科学决策提供支持。

系统动力学模型考虑了水资源供需关系，水价机制和节水措施。该模型采用反馈循环的方法，模拟了上述因素对水资源配置与使用的影响方式。如模拟节水措施执行情况，可预测对水资源供需平衡所产生的作用，并在此基础上评价节水措施所带来的收益。另外，该系统动力学模型能较好地模拟出气候变化，人口增长和其他外在因素对系统的影响程度，从而给灌区水资源管理带来了一个综合角度。

### 2.2 线性规划在灌区水资源配置中的作用

线性规划作为数学优化方法之一，通过目标函数及约束条件的设定解决最优化问题。灌区水资源配置时，可采用线性规划的方法来确定满足多种约束时如何对有限水资源进行配置才能使效益达到最大。<sup>[1]</sup>这些利益可以是农业产量，经济效益和生态效益。

线性规划的运用首先要确定目标函数，是灌区水资源配置追求的首要目标。这样既能实现作物产量的最大化，又能实现水资源浪费的最小化，还能兼顾经济效益和生态效益。然后，需明确约束条件，主要包括水资源可用量、作物需水量和水质要求。通过构造线性规划模型可求解给定约束下水资源最优分配方案。

将线性规划运用于灌区水资源配置，既能提高水资源利用效率又能促进水资源合理配置。比如说，在干燥的季节里，利用线性规划方法可以优先满足关键农作物的灌溉需求，同时也能最大限度地减少对其他农作物的不良影响。另外线性规划也有助于决策者面对水资源短缺问题制定合理的水资源调配策略来处理突发事件。

### 2.3 多目标优化在灌区水资源配置中的实践

多目标优化为求解灌区水资源配置提供了一种有效途径之一。灌区水资源配置时，一般要兼顾提高水资源利用效率，保证农业产量和保护生态环境几个目标。<sup>[2]</sup>多目标优化可以兼顾上述目标并找到平衡点，使灌区水资源达到最优配置。

多目标优化问题可形式化地表示成有多个目标函数存在的数学模型。这些灌区水资源配置的目标函数可有：水资源利用效率最大化，农业产量最大化和环境污染最小化。对这些目标函数求最优解就能获得权衡各目标的解集，即Pareto前沿。

在实际应用中，多目标优化方法一般需根据灌区具体情况定制。例如，为了解决多目标优化问题，可以使用遗传算法、粒子群优化算法等先进的优化技术。这些算法可以从复杂搜索空间内搜索出近似最优解，从而为灌区水资源配置工作提供科学依据。

### 2.4 灌区水资源优化配置的决策支持系统构建

决策支持系统（DSS）被视为帮助决策者做出科学选择的关键辅助工具。在灌区水资源优化配置问题上，建立高效的决策支持系统对提高水资源管理水平至关重要。灌区水资源优化配置决策支持系统一般由数据收集、模型构建、方案评价、决策支持几大关键环节组成。首先灌区水资源数据需进行采集，主要有降雨量、河流流量、地下水位和农业用水需求。这些数据为构建模型，开展决策分析提供了依据。<sup>[3]</sup>其次灌区水资源优化配置数学模型有待构建。其中可包括线性规划，多目标

优化和系统动力学。利用这些模型模拟灌区水资源流动与变化情况,可供决策参考。基于模型构建,需评估不同水资源配置方案。评价指标可包含水资源利用效率,农业产量和生态环境影响。综合评价可优选水资源配置方案。最后决策支持系统还要提供决策支持的功能。其中包括方案比较,风险分析和情景模拟。通过这些作用,决策者能够充分地认识到各种方案的利弊并作出科学、合理的决策。

### 3 灌区水资源优化配置的策略与实践

#### 3.1 节水技术在灌区水资源优化中的应用

节水技术对于灌区水资源优化配置具有十分重要的意义。通过使用滴灌,喷灌以及微喷灌这些先进灌溉技术能够有效地降低水资源浪费以及提升水资源利用效率。另外通过完善灌溉管理例如推行精准灌溉、智能灌溉系统等措施能够进一步优化水资源配置与利用。推广应用节水技术需根据灌区实际,综合考虑作物需求,土壤条件及气候因素等才能达到最佳节水效果。节水技术应用在灌区中既可以降低水资源消耗又可以降低农业生产成本、增加农作物产量与品质。同时,推广节水技术也有利于改善灌区生态环境、减少地下水超采、保护与修复灌区生态平衡。所以节水技术对灌区水资源优化配置有着战略意义。

#### 3.2 灌区水资源均衡优化配置方法的创新

灌区水资源均衡优化配置对水资源的可持续利用至关重要。传统水资源配置方法通常忽略水资源时空分布特性而造成水资源配置与使用不合理。要解决这一难题,就必须对灌区水资源配置方法进行革新,使水资源达到均衡优化配置。创新水资源配置方法主要有:构建了以水资源供需平衡为基础,兼顾灌区水资源供给,需求及环境承载力配置模型;利用多目标优化技术对水资源配置进行多目标优化,兼顾经济效益、社会效益与生态效益;决策支持系统的研制为水资源的分配提供了科学的决策依据。这些手段的创新与运用有利于灌区水资源高效利用与可持续发展。

#### 3.3 灌区水资源科学配置促进可持续发展的案例分析

灌区水资源科学配置实践案例,可为灌区优化配置水资源提供有价值的经验与启发。以都江堰灌区为例,通过对水资源实行科学配置,在提高水资源利用效率的同时,也推动了灌区经济发展与生态环境保护。在都江堰灌区实际工作中采取如下措施:首先开展灌区水资源综合调查与评价,理清水资源供需状况及潜力。其次制定科学水资源配置方案包括水资源配置,调度及保护措施等。再者节水灌溉与水资源保护工程得到落实,水资源利用效率与保护水平得到提升。最后构建水资源管理长效机制保障水资源可持续利用。

### 4 结束语

文章在对广东南雄盆地灌区现状进行深入剖析的基础上,对水资源优化配置策略进行探讨,目的在于促进水资源利用效率的提高,推动灌区可持续发展。国内外学者普遍认为水资源优化配置问题不仅关系到农业产量提高,也是灌区生态平衡与地区社会经济发展至关重要的问题。该研究运用系统动力学与线性规划相结合的方法构建灌区水资源优化配置决策支持体系,以期为灌区水资源管理工作提供科学参考。

研究结论说明灌区水资源优化配置需要兼顾节水技术应用,水资源均衡分配和可持续发展需要。在对不同灌区水资源配置策略进行比较分析的基础上,该研究揭示出影响水资源优化配置有灌区工程状况,引水状况,管理状况和灌区现代化水平的诸多要素。这些要素之间的相互影响,对于灌区水资源合理配置与高效利用有着重要的作用。

### 参考文献

- [1]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.
- [2]郝国栋.浅谈景电灌区水资源优化配置[J].农业灾害研究,2024(2):238-240.
- [3]苏振辉,降亚楠,吕婧好,等.基于水量水质耦合模拟优化的渠井结合灌区多目标水资源优化配置模型与方法[J].节水灌溉,2023(5):46-55.