

# MIKE BASIN 在麻栗坝灌区水资源配置中的应用

孔春梅<sup>1</sup>, 连泽俭<sup>2</sup>

(1. 云南省水利水电勘测设计研究院, 云南 昆明 650021; 2. 水利部综合事业局, 北京 100053)

**摘要:**为解决陇川县麻栗坝灌区在水资源开发利用过程中存在的水资源短缺、用水结构不合理、水质污染严重、用水效率低下、用水浪费等一系列问题,实现区域内水资源的可持续利用和合理配置,利用 MIKE BASIN 软件构建了区域内的水资源配置模型,并给出了  $P = 80\%$  保证率下的水资源配置结果。结果显示,通过对麻栗坝水库与边缘小水库和新建小水库的联合调度,区域内的需水量基本可以得到满足。

**关键词:**水资源配置;水资源系统网络;MIKE BASIN 软件;麻栗坝灌区

中图分类号:TV213.4

文献标志码:A

文章编号:1003-9511(2020)06-0050-04

水资源配置是根据区域水资源问题,对区域水资源进行科学调度与合理配置,并提出合理的配置方案,实现水资源在不同区域和用水户间公平有效分配,达到水资源可持续利用的目的<sup>[1-7]</sup>。MIKE BASIN 是由丹麦水利与环境研究所(DHI)开发的集成式流域水资源规划管理决策支持系统软件,其最大特点是基于 GIS 的开发应用技术,以 ArcGIS 为平台引导用户自主建立模型,具有不同时空尺度的水资源系统模拟计算以及结果分析展示、数据交互等功能<sup>[8-11]</sup>。

随着陇川县全面建设小康社会发展战略的实施,水资源短缺问题日益突出,用水结构不合理、水质污染严重、用水效益低下、缺水与用水浪费并存等问题普遍存在,这种粗放型的水资源利用方式对水资源管理提出了极大的挑战<sup>[12-13]</sup>。麻栗坝灌区是国务院确定的 172 项节水供水重大水利工程之一,灌区的建设对建设国家商品粮基地、促进边疆少数民族地区脱贫致富和地方经济社会发展具有十分重要的意义。

## 1 研究区概况

麻栗坝灌区处于高黎贡山西坡南部,位于云南省陇川县中南部南宛河河谷盆地——陇川坝。灌区土地面积 4.05 万  $\text{hm}^2$ ,耕地面积 2.61 万  $\text{hm}^2$ 。麻栗

坝灌区地势平坦,土地肥沃,区域雨量丰沛,光热条件优越,有较好的粮食、甘蔗、优质烤烟、反季蔬菜的生产种植条件,是发展农业生产的理想地区。麻栗坝灌区贯穿整个陇川坝子,陇川县已被列入《全国新增 500 亿 kg 粮食生产能力规划(2009—2020)》(国办发[2009]47 号)所确定的全国 800 个产粮大县名单中。

麻栗坝灌区水资源丰富,主要河流为南宛河,属伊洛瓦底江水系瑞丽江一级支流。灌区多年平均降水量 1 676 mm,但降雨时空分布不均,枯季 11 月至次年 4 月降水量仅占全年降水量的 9.3%。与降水量相应,12 月至次年 5 月径流量只占全年径流量的 18.8%。5—10 月为雨季,雨量丰沛,降水量占全年总降水量的 90.7%。

麻栗坝灌区虽然水利条件较差,但耕地条件较好,农业发展潜力巨大。统筹布局灌区工程,优化配置水资源,实现水源联合调度,才能充分发挥灌区的资源优势,使灌区的缺水状况得到根本改善,保证灌区经济社会的可持续发展。

## 2 MIKE BASIN 水资源配置模型的构建

### 2.1 MIKE BASIN 模型基本原理

MIKE BASIN 软件以河流水系为主干,以工程、用户以及分汇水点等为节点和相应水力连线构建流

基金项目:国家自然科学基金(41701022)

作者简介:孔春梅(1985—),女,高级工程师,主要从事水资源规划与经济研究。E-mail: kem103@163.com

域系统图,通过用户建立的系统和各类对象实现动态模拟。模拟考虑多水源联合供水,以不同方式下的水库运行以及库群联合调度为计算方法,并对系统中农业灌溉、生活及工业用水进行计算,通过可修改调整的优先次序或规则进行水量分配计算。

MIKE BASIN 模型遵循基本的水量平衡,在各个物理元素位置,其水量的进、出和蓄量变化之间是平衡的。首先根据各用水户的重要性、用水的经济效益和用水户的社会影响等因素,制定好用水节点的优先顺序。在水资源模拟演算过程中,MIKE BASIN模型采用局部优先性原理,优先性最高的用水节点先获得水,而且只有在其需水得到充分满足的情况下,第二优先性的用水节点才能获得供水,其余节点以此类推。

## 2.2 研究区水资源系统网络构建

整个麻栗坝灌区按照“多水源联合调度、共同解决灌区内生产生活用水的”总体目标,发挥麻栗坝水库“水量大、调节能力强”的优势,发挥周边小水库“水质好、位置高”的特点,构建以“麻栗坝水库为核心,以东、西低、西高3条干渠为动脉,以连通工程、引水工程为通道”的联合供水系统。

按照“高水高用、近水先用、已有水库先供、规划水库后供”的原则,综合考虑小水库所在位置及水质条件,对灌区内水源工程及用水户进行水资源配置。根据现有水库供水能力复核成果,海岗、丙寅水库供水能力较大。规划水平年对其供水任务进行调整,海岗水库优先满足景罕镇生活、一般工业、蔗糖园区用水后再进行农业灌溉;丙寅水库优先提供工业用水再进行农业灌溉,其余小水库保持原有农业灌溉供水任务不变。

麻栗坝水库由于自身水质原因且干渠输水过程中可能存在面源污染的风险,不考虑作为灌区内生活用水。规划水平年,在优先满足糖厂干流取水不足水量及一般工业用水的前提下,与周边小水库进行水量联合调度,共同满足3条干渠内农业灌溉需水。

东干渠以上有4座小(一)型水库,分别为在建的弄回水库和新建的近允、壮赛、南麻水库。弄回水库水质条件较好,首先保证章凤镇县城生活用水后再进行农业灌溉;南麻水库位置较高且距离特色工业园区较近,优先满足工业用水再进行农业灌溉;近允、壮赛水库供水任务均为农业灌溉,近允水库在满足本区灌溉需水条件下,通过连通工程向麻栗坝东干渠补水。西高干渠以上规划建设户岛、邦外两座小(一)型水库。户岛水库优先满足陇把镇生活用水,再提供本区农业灌溉需水;邦外水库除提供本区

灌溉需水外,与麻栗坝西高干渠连通向干渠内补水。麻栗坝水库上游的清平片区,通过引水工程来解决农业灌溉用水需求,规划新建蔗叶坝水库补充枯季引水灌溉不足水量,详见表1。

表1 麻栗坝灌区水资源配置概化

供水水源	供水对象	状态
南宛河干流	糖厂、进出口加工区	
蔗叶坝水库	清平灌片	拟建水库
麻栗坝水库	糖厂、一般工业、西低灌片、西高灌片、东干渠灌片	已建水库
磨水水库	二级台地灌片	已建水库
近允水库	东干渠灌片、二级台地灌片	拟建水库
壮赛水库	东干渠灌片、二级台地灌片	拟建水库
丙寅水库	一般工业、西高灌片、二级台地灌片	已建水库
海岗水库	景罕镇生活用水、一般工业、糖厂园区、二级台地灌片	已建水库
户岛水库	陇把镇生活、二级台地灌片	拟建水库
邦外水库	二级台地灌片	拟建水库
西湖水库	西低灌片	已建水库
曼允水库	二级台地灌片	已建水库
弄灌水库	西高灌片	已建水库
南麻水库	二级台地灌片、特色工业园区	拟建水库
章凤水库	二级台地灌片	已建水库
弄回水库	县城生活用水、二级台地灌片	已建水库

对规划区的供需水建立拓朴关系图,将水库及水源、各水利工程取水与分水口、各用水户等概化为节点,将河道概化为有向线段,形成“规划区水资源配置节点网络图”(图1)。

## 2.3 目标函数、配置水平年、保证率及原则

以供水优先性准则作为目标函数,综合考虑各用水户的社会影响、经济效益、社会效益等多方面因素制定供水先后顺序。结合区域社会经济发展及水资源概况,确定本次配置的现状基准年2011年,规划水平年2030年。麻栗坝灌区灌溉设计保证率取 $P=80%$ ,城镇生活、农村生活和工业供水设计保证率取 $P=95%$ 。配置过程中遵循如下原则:

- 灌区水资源供需平衡方案应是经济效益、社会效益和环境效益最优的方案,实现总体效益最佳。
- 灌区内用水部门主要分为3类,即生活、工业及农业灌溉,供水水源优先满足生活和工业用水,然后满足农业灌溉用水。
- 充分挖掘现有水利工程的潜力,并考虑节约用水措施。
- 由于麻栗坝水库的东、西低、西高3条干渠已在建设实施中,在配置时按“以水定地”的原则进行;其他范围则采用“以地定水”的原则进行。
- 各工程可供水量复核要首先满足河道下游生态最小需水,河道内生态用水量按控制断面多年平均天然径流量的20%预留下放。

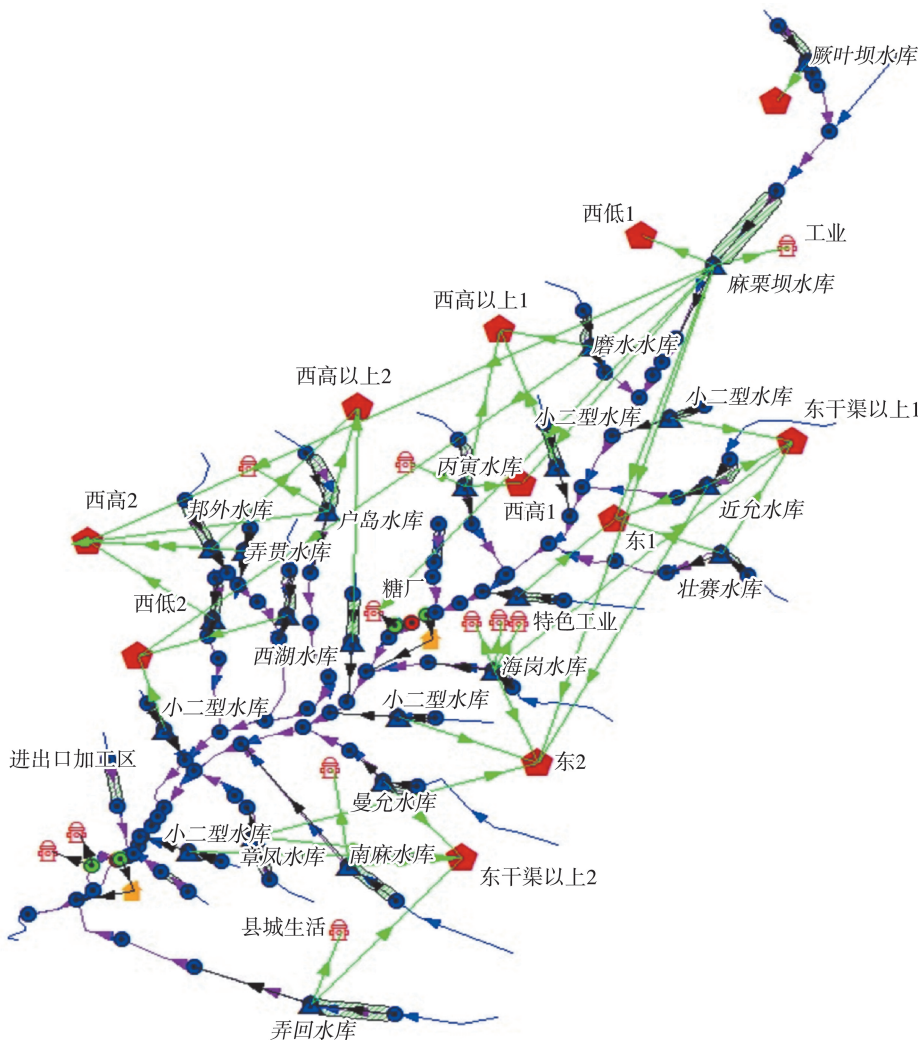


图1 基于 MIKE BASIN 的灌区水资源配置模拟模型节点网络

### 3 配置结果分析

规划水平年水资源配置及供需平衡分析结果见表2。2030年,麻栗坝灌区用水结构有了较大的调整,表现为农业用水所占比重下降,而城乡生活和工业用水所占比重增加。通过水资源优化配置,生活

表2 水资源配置结果 万 $m^3$

	生活		工业			灌溉	合计
	农村	城镇	糖厂	一般工业	工业园区		
需水量	545	867	1610	2443	2094	16381	23940
现有水利工程	545	308	1042	537	49	1988	4469
麻栗坝水库			568	1904		10066	12538
弄回水库		444				218	662
新建水利工程		115		2045		3073	5233
供需分析		0		0		-1036	-1036

用水(包括农村生活用水和城镇生活用水)、工业用水(包括糖厂用水、一般工业用水和工业园区用水)

均能得到满足。但农田灌溉用水仍缺1036万 $m^3$ ,可通过调整区域内作物种植结构、发展低耗水的旱作农业、兴建小水窖等五小水利工程等措施来缓解。

根据水资源配置成果,得出保证率 $P=80\%$ 条件下3条干渠内边缘小水库与麻栗坝水库之间的水力联系,见图2~4。可以看出,东干渠灌片麻栗坝

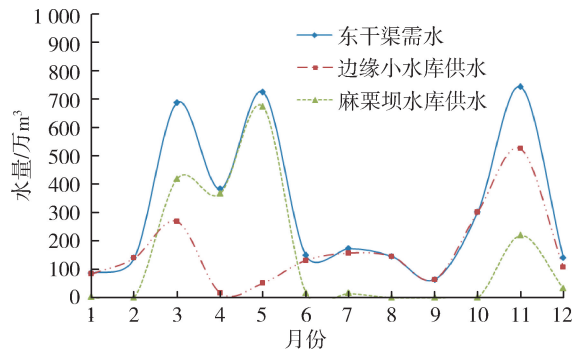


图2 边缘小水库与麻栗坝水库联合向东干渠供水过程( $P=80\%$ )

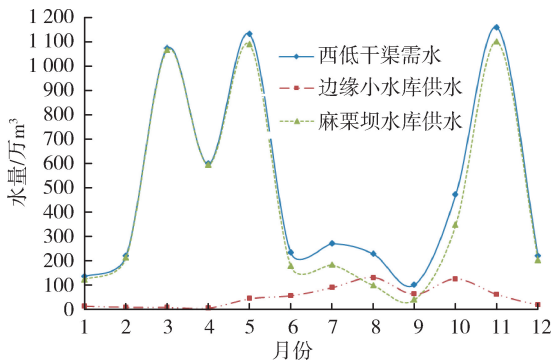


图3 边缘小水库与麻栗坝水库联合向西低干渠供水过程 ( $P = 80\%$ )

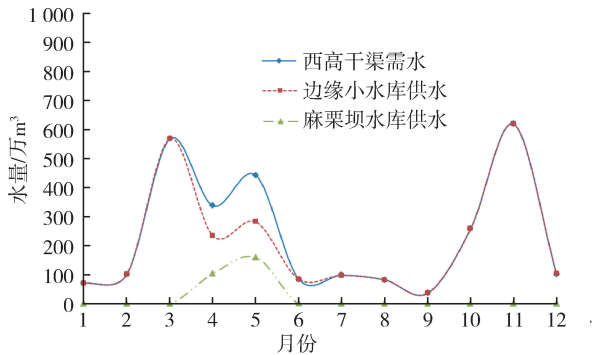


图4 边缘小水库与麻栗坝水库联合向西高干渠供水过程 ( $P = 80\%$ )

水库与边缘小水库实现水量互补,西低干渠内只有一座小(一)型水库,供水基本靠麻栗坝水库解决,麻栗坝水库优先灌溉两岸片东、西低干渠内耕地,而对于西高干渠灌片,麻栗坝水库可供水量已经很少,灌溉水量很大程度依靠边缘小水库满足,这也体现了边缘小水库的重要性与新建小水库的必要性。麻栗坝水库3条干渠每年均留出一个半月检修,在此期间,边缘小水库能够保证干渠内保秧保苗所需水量。

#### 4 结论

在充分分析区域社会经济发展条件及水资源开发利用条件的基础上,利用 MIKE BASIN 软件构建了区域内的水资源配置模型,并给出了  $P = 80\%$  保证率下的水资源配置结果,具体如下:

a. 通过水资源优化配置,生活用水和工业用水均能满足,但农田灌溉用水仍缺水  $1036 \text{ 万 m}^3$ ,可通过调整区内作物种植结构、发展低耗水的旱作农业、兴建小水窖等五小水利工程等措施来缓解。

b. 麻栗坝水库与边缘小水库具有较好的水量互补关系,说明兴建边缘小水库对于缓解区内缺水状况至关重要。

#### 参考文献:

[1] 王珊琳,李杰,刘德峰. 流域水资源配置模拟模型及实例应用研究[J]. 人民珠江,2004(5):11-14.

[2] 刘玘玘,崔尧,赵雪,等. 基于用水户满意度准则的流域水资源合理配置研究[J]. 水利经济,2019,37(6):60-65.

[3] 郑垂勇,赵敏,史安娜. 南水北调一期工程水资源配置关键技术研究概述[J]. 水利经济,2013,31(3):1-5.

[4] 于义彬. 水资源配置的内涵与关键环节探讨[J]. 水利经济,2011,29(2):46-48,61.

[5] 王冠军. 深入推进水利供给侧结构性改革的对策措施[J]. 水利经济,2018,36(1):20-23.

[6] 翟正丽,桑学锋,顾世祥,等. 基于水资源配置平衡的云南省水系连通格局效果分析[J]. 水资源保护,2019,35(3):48-52.

[7] 马平森,雷艳娇,卯昌书,等. 基于用水总量与效率控制的云南省水资源配置[J]. 水利水电科技进展,2015,35(1):49-53.

[8] 莫铭,李军,贾鹏. MIKE BASIN 水资源模型对复杂水库调度程序的开发及应用[J]. 水科学与工程,2008(5):24-27.

[9] 吴俊秀,郭清. 大凌河流域 MIKE BASIN 水资源模型[J]. 水文,2011,31(1):70-75.

[10] 肖志远,陈力. 基于 MIKEBASIN 平台的汉江流域径流预测模型初探[J]. 长江科学院院报,2008,25(6):43-47.

[11] 王晓妮,王晓昕,侯琳. MIKE BASIN 模型在松花江流域的应用研究[J]. 东北水利水电,2011(4):4-6.

[12] 周云,谢波,罗涛,等. 云南省陇川县麻栗坝灌区工程规划报告[R]. 昆明:云南省水利水电勘测设计研究院,2013.

[13] 黄德春,任也平,张长征. 强度-总量控制下的水资源利用效率对人水和谐的影响[J]. 水利经济,2019,37(2):1-7.

(收稿日期:2019-02-20 编辑:罗丹)

(上接第24页)

[23] BULKELEY H, MOL A. Participation and environmental governance: consensus, ambivalence and debate[J]. Environ. Values, 2003, 12(2): 143-154.

[24] 袁纯清. 共生理论及其对小型经济的应用研究(下)[J]. 改革,1998(3):75-85.

[25] 肖金成,刘保奎. 国土空间开发格局形成机制研究[J]. 区域经济评论,2013(1):53-57.

[26] 李良贤. 基于竞合关系的中小企业成长过程中的共生行为研究[D]. 南昌:江西财经大学,2011.

[27] 袁纯清. 共生理论及其对小型经济的应用研究(上)[J]. 改革,1998(2):100-104.

[28] 严洪. 产业资本与金融资本结合:优化方向及职能边界[J]. 社会科学研究,2018(6):59-67.

(收稿日期:2020-03-20 编辑:陈玉国)