

长江流域武穴北灌区水网规划探讨

陈奕林^{1,2} 聂思航^{1,2} 汪文超^{1,2}

- 长江勘测规划设计研究有限责任公司,湖北 武汉 430010;
- 水利部长江治理与保护重点实验室,湖北 武汉 430010)

【摘要】 长江流域已初步建成水网骨架,但由于“最后一公里”工程措施的缺失,难以高效利用水资源。本文以武穴北灌区工程为例,说明新建大型灌区在完善区域水网工程布局、织密国家水网之“目”中的重要作用。武穴北灌区通过新建扩建输配水渠系和连通通道,实现多水源间的联合优化调配,提高了区域水安全和粮食安全保障能力。本文通过工程建成前后水资源供需平衡分析,论证了新建大型灌区可实现水资源的优化调配,是区域性水网建设的重要手段。

【关键词】 灌区灌溉;水资源配置;水网建设规划

中图分类号: TV212

文献标志码: B

文章编号: 2096-0131(2023)11-001-07

Exploration of Water Network Planning in Wuxuebei Irrigation Area of the Yangtze River Basin

CHEN Yilin^{1,2}, NIE Sihang^{1,2}, WANG Wenchao^{1,2}

- Yangtze River Survey, Planning, Design and Research Co., Ltd., Wuhan 430010, China;
- Key Laboratory of Yangtze River Management and Protection, MWR, Wuhan 430010, China)

Abstract: The Yangtze River Basin has established a preliminary water network framework, but the absence of measures for the “last mile” poses challenges to the efficient utilization of water resources. This paper takes Wuxuebei Irrigation Area project as an example to illustrate the crucial role of newly constructed large-scale irrigation areas in enhancing the layout of regional water network projects and weaving the “eyes” of the national water network. Through the construction and expansion of water conveyance and distribution systems as well as interconnection channels, Wuxuebei Irrigation Area achieves joint optimization and allocation of multiple water sources, thereby enhancing regional water security and food security capabilities. This paper, through an analysis of water resource supply and demand balance before and after project completion, demonstrates that the establishment of new large-scale irrigation areas can achieve the optimized allocation of water resources and serves as a vital means for the development of the regional water network.

Key words: irrigation in irrigation area; allocation of water resources; water network construction and planning

收稿日期: 2023-04-24

网络首发地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/10.1326.TV.20231030.0935.008.html>.

基金项目: 国家重点研发计划资助项目(2021YFC3200202)

作者简介: 陈奕林(1992—),男,工程师,博士,主要从事水文水资源方面研究工作。

通信作者: 汪文超(1990—),男,高级工程师,博士,主要从事农业水利灌溉方面研究工作。E-mail:583230257@qq.com

1 研究背景

我国是人口大国、农业大国,把中国人的饭碗牢牢掌握在自己手中是国家粮食安全的根本战略方向^[1]。基于此,《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》和《中共中央 国务院关于全面推进乡村振兴加快农业农村现代化的意见》中明确指出要加强水利基础设施建设,坚持“节水优先,完善水资源配置体系”,把“供水灌溉”作为国家水网骨干工程的重点内容,提出“新建大型灌区”“灌区续建配套和现代化改造”等要求。目前我国30万亩以上的大型灌区共459处,设计灌溉面积3.2亿亩^[2]。近年来,国家开展了一系列灌区续建配套与节水改造的工作,但是,由于部分灌区早期建设标准低、运行时间长、历史欠账多,工程建设存在诸多短板,特别是一些灌溉水源工程建成后,相关输配水工程建设不完善,导致灌溉效益未得到充分发挥^[3]。如湖北省武穴市,现有中型灌区大多兴建于20世纪五六十年代,已经运行50多年,虽然中间进行了多次续建配套和节水改造,但是由于资金经费的限制,仅渠首段的渠道完好,大多数渠系堵塞损坏,导致水库有水供不出。

在水土资源完备的区域开展大型灌区建设,是完善区域性水网的有效手段^[4,7]。④通过新建、扩建和改善已有渠道,可以有效降低渠系的输水渗漏损失,提高农业灌溉的节水水平;⑤通过水资源的统一调配,可以实现区域内水资源的高效综合利用,有效保障国家粮食安全;⑥通过新建量水设施和智慧化管理系统,可以提升灌区管理能力和服务水平,是深化农业水价综合改革的重要途径;⑦通过水量的精准计量,辅以一定减污降排的工程措施,可倒逼农药化肥的合理施用,实现农业的绿色发展。基于上述灌区建设的功效,本文针对武穴市的水土资源情况,提出了武穴北灌区大型灌区的规划方案,以有效实现水资源的集约高效利用,扭转农业灌溉设施逐年损毁的情况。

2 武穴市基本情况

武穴市位于大别山余脉南麓,长江中游北岸,黄冈市东部,面积1246km²。东与黄梅县毗邻,西北与蕲春

县接壤,西南与阳新县隔江相望,南与江西省瑞昌市、九江市柴桑区以长江为界。素有“三省七县通衢”“鄂东门户”“入楚第一港”之称。武穴市地理环境优越,长江、京九铁路、沪蓉高速公路都在这里交汇。武穴港是长江十大深水良港之一,发展优势明显,发展潜力巨大。

2.1 区域自然地理概况

武穴市北部为连绵起伏的低山,中、西部为丘陵,南部和东南为平原。武穴境内水网密布,主要支流有梅川河、荆竹河、大金河等,较大的湖泊有3个,分别为太白湖、武山湖、马口湖。武穴市地处中纬度区,属亚热带季风气候,四季分明,光照充足、气候温和、雨量充沛、无霜期长,农业气候条件比较优越,适宜粮、油作物生长。武穴市多年平均年降水量为1288~1443mm,最大年降水量为2407mm(1954年),最小年降水量为896mm(1978年)。降水年际变化大,降水年内分配不均匀,主要集中在每年的4—9月,占全年的65.9%,而11月至次年4月枯期降水量仅占全年的34.1%。区内常发生洪涝灾害。武穴市多年平均年径流深为533.3mm,多年平均地表水资源量为6.40亿m³,地下水资源量为2.18亿m³,地表水量与地下水量的重复量为0.60亿m³,多年平均水资源总量为7.98亿m³。

2.2 社会经济概况

武穴市辖12个镇(办事处)。2019年,武穴市常住人口65.40万,其中城镇33.04万人,农村32.36万人,城镇化率为50.52%;地区生产总值324.47亿元,人均GDP达4.96万元,在黄冈市处于领先地位。武穴市在全国中部县域经济百强县(市)考核中排第68位,是黄冈市唯一一个争进百强的县(市)。武穴市拥有中国园林绿化模范县(市)、中国油菜之乡、湖北省工业城市、湖北省文明城市等荣誉称号。武穴市是湖北省粮油大市,是湖北省46个粮食主产县(市、区)之一,也是“双低”油菜大市。

2.3 农业灌溉现状

武穴市土壤呈较明显的水平地带和垂直地带的分布规律,成土母质类型,多样而又复杂,北部主要是花岗岩古风化壳,为黄棕壤性水稻土,中部多为长片岩和

干梅岩等残积或坡积物,为红砂泥田壤和棕红壤性水稻土,沿江平原湖区主要是近代冲积物,为冲积湖积物水稻土。全市土壤肥力中等偏低,一般丘陵地区旱地肥力低于水田。根据第三次国土调查成果,武穴市现有耕园地 76.75 万亩,其中水田 50.14 万亩,旱地 24.01 万亩,2019 年农田有效灌溉面积 50 万亩,粮食产量 33.66 万 t。据统计,2019 年武穴市的复种指数为 1.64,主要种植农作物为水稻、油菜、蔬菜和小麦等。

20 世纪五六十年代,武穴市建设了梅川、荆竹、仙人坝、大金 4 座中型水库,1981 年群英洞引水工程建成通水,武穴市北部形成了“一洞连四库”的灌溉体系。武穴市南部为平坦湖区,20 世纪 50 年代开展了大规模的围湖造田活动,黄泥湖、城塘湖、连城湖、万丈湖被围垦为农田,70 年代建设了以武穴闸为龙头,以官桥大港、丰收大港、万丈湖大港为核心的“一港串五湖”的灌排体系。21 世纪以来,随着集体经济组织功能的弱化,缺乏必要的维护投入,灌溉设施损毁严重。大部分渠道仅渠首段较为完好,其余渠段均为土渠,跑冒滴漏和渗漏严重,灌面严重萎缩。同时,灌溉设施管理粗放,缺乏统一管理,信息化程度低,无法对武穴市的水资源进行有效管理和统一调度,导致现有农田的灌溉保证率低,与湖北省种植业“十四五”规划中“保障供给安全”的要求不符。

2.4 现状供水体系

武穴市 2019 年用水量为 34312 万 m^3 ,其中城镇用水 8850 万 m^3 ,农村用水 25462 万 m^3 。武穴市内已建水库 100 座,总库容 26454 万 m^3 ,兴利库容 19452 万 m^3 ,集水面积 254.88 km^2 ,设计灌溉面积 43.38 万亩。其中,中型水库 4 座,总库容 19484 万 m^3 ,兴利库容 14257 万 m^3 ,集水面积 141.30 km^2 ,设计灌溉面积 29.10 万亩;小(1)型水库 16 座,总库容 4699 万 m^3 ,兴利库容 3626 万 m^3 ,集水面积 53.49 km^2 ,设计灌溉面积 8.57 万亩;小(2)型水库 80 座,总库容 2271 万 m^3 ,兴利库容 1569 万 m^3 ,集水面积 60.09 km^2 ,设计灌溉面积 5.71 万亩。已建塘堰 5457 座,总容积 3739 万 m^3 ,实际灌溉面积 7.77 万亩。已建引提水工程 46 处,取水流量 15.01 m^3/s ,最大年取水量 1527 万 m^3 。其中,引

水工程 13 处,取水流量 7.35 m^3/s ,最大年取水量 664 万 m^3 ;提水工程 33 处,取水流量 7.66 m^3/s ,最大年取水量 863 万 m^3 。已建机电井 24811 眼,其中,灌溉机电井 33 眼,供水机电井 24778 眼,地下水工程多年平均年供水量为 1263 万 m^3 。群英隧洞建成于 1980 年 10 月,设计流量为 8~10 m^3/s 。设计目标主要是解决梅川、荆竹、仙人坝、大金水库集水流域面积不足、来水量小、水库常年蓄水不足的问题,规划将蕲春县大同水库发电尾水及蔡寿河余水引入武穴,设计年引水量为 8300 万 m^3 。近年来,随着蕲春县蕲水灌区的建设,作为主要水源之一的大同水库已无余水供群英隧洞引水使用,目前群英隧洞引水多为蔡寿河余水,2013—2019 年群英隧洞多年平均年引水量为 1429 万 m^3 。武穴市现有 12 座自来水厂,水源主要来自水库蓄水和长江水。其中城区有 3 座自来水厂,水源均为长江水。农村乡镇主要为分散式供水,水源来自溪水、泉水和水库、沟塘、水井水等。

2.5 现状供水问题

武穴市的灌溉排水基础设施大多兴建于 20 世纪六七十年代,受当时的经济和技术条件限制,灌排设施缺乏,已有灌排配套设施简陋。灌溉渠道绝大多数为土渠,倒塌、冲坑、淤塞现象较为普遍。已有的骨干渠道虽然部分采用了干砌石衬砌,但经过 60 余年的运行,干砌石出现变形垮塌等病害,渠道渗漏严重。2019 年武穴市灌溉水利用系数为 0.450,低于湖北省大型灌区灌溉水利用系数 0.514 的平均水平,与《国务院关于实行最严格水资源管理制度的意见》(国发〔2012〕3 号)中“2030 年农田灌溉水有效利用系数提高到 0.600 以上”的要求差距较大,不符合国家建设节水型社会的要求。武穴市存在灌溉死角,中西部及余川镇东部大片优质耕地没有骨干渠道覆盖,只能依靠当地塘堰和小型水库灌溉,遇到干旱年份只能“望天收”。同时由于城镇发展、道路修建等原因,现有灌溉设施损毁严重,灌区末端只能从小型水库和塘堰取水,灌溉保证率低,各片区普遍达不到 85% 的灌溉保证率。北部丘陵地区渠道排水设施不足,山洪直接进入渠道,造成渠道损毁,对沿线居民区产生重大安全威胁;南部沿江滨湖

地区地势低洼,排水泵站老化病害严重,同时装机容量不足,暴雨洪水导致耕地淹没时间长、受灾程度严重,部分地区年年出现涝灾,甚至一年多次受涝。武穴市地势北高南低,耕地南多北少。北部山区缺乏修建大型水库的地形条件,调配水资源的能力较差,水资源供需矛盾突出;南部平原区河湖港与长江相连,水资源比较丰沛。为统筹调配水资源,武穴市已建成了“一洞连四库”“一港串五湖”的灌溉体系。但是,城镇化建设和交通设施发展导致渠系损毁,南北地区不通、东西地区割裂,湖库间水力联系不畅。中西部地区缺水严重,而水资源较为丰富的东部、南部地区的水库却产生大量弃水,水资源浪费严重,未实现水资源的统一优化调度。

3 需求分析

3.1 灌区范围及灌溉面积

武穴市西部新建有蕲水灌区,其设计灌溉面积并未包含武穴市现有耕地。武穴市东部现有小部分永安水库灌溉面积,但永安水库主要灌溉面积位于黄梅县,其支渠仅对武穴市东部龙腰村和徐政村的耕地进行灌溉,武穴市东部的大片耕地依然无稳定水源覆盖。

武穴市现状水土资源良好,90%以上的耕地坡度在20°以下,80%耕地高程在60m以下,耕地高程差异不大,有大量集中连片的耕地,且大部分耕地都在耕作,种植有水稻、油菜等作物,具有较强的构建大型灌区的土地资源基础。《武穴市城乡总体规划(2018—2035)》提出要在沿江地区集中建设沿江新城,武穴市沿江规划城区内耕地比较零星,城市规划未打破现状土地布局。武穴市水资源时空分布不均,素有北部“旱包子”、南部“水袋子”、南北水资源分布不均的问题。现有水库间灌片通过已有渠道工程已部分连通,但由于渠道淤塞损毁、管理体系混乱,无法实现水资源的统一调配。

根据地形条件、耕地分布和水资源条件,拟定武穴灌区范围为:北至武穴市北部山区,西至武穴市西部行政边界,东达武穴市境内永安水库灌面边缘,灌区内共有耕地面积69.06万亩,去除高程较高的耕地和零星

耕地,设计灌溉面积61.02万亩。通过武穴北灌区建设,实现武穴市内水资源统一调配,构建“多源联调、南北互济”的灌溉格局,保障粮食增产稳收,实现武穴市区域水网的建设,助力武穴市的高质量发展。

3.2 需水预测

规划2035年武穴市的种植结构参考武穴市农业发展规划和当地种植习惯、土壤构成综合制定。2035年灌区内的复种指数由1.64提升至1.92,主要增加了大豆和油菜的种植比例,同《中共中央 国务院关于做好2022年全面推进乡村振兴重点工作的意见》中大力实施油料产能提升工程,在长江流域开发冬闲田扩种油菜的要求相符。参考附近灌溉实验站的数据制定了不同作物的种植制度。利用1980—2019年长系列逐日气象数据,结合水量平衡公式和联合国粮农组织(FAO)1998年修正的Penman-Monteith模型计算了灌区内的灌溉需水^[8-10]。蒸发计算公式为

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)} \quad (1)$$

式中:ET₀为逐日参考作物腾发量,mm/d;R_n为作物表面上的净辐射,MJ/(m²·d);G为土壤热通量,MJ/(m²·d);T为2m高处的日平均气温,℃;u₂为2m高处的风速,m/s;e_s为饱和水汽压,kPa;e_a为实际水汽压,kPa;Δ为饱和水汽压曲线斜率;γ为湿度计常数,kPa/℃。

采用FAO-56推荐的单作物系数法计算作物逐日需水量^[9,8],作物需水量计算方法如下:

$$ET = K_c ET_0 \quad (2)$$

式中:ET为作物逐日需水量,mm/d;K_c为作物系数;ET₀为参考作物蒸发量。

水稻的水量平衡公式如下:

$$h_2 = h_1 + P + m - ET - C \quad (3)$$

式中:h₁为时段初田面水层深度,mm;h₂为时段末田面水层深度,mm;P为时段内的降水量,mm;m为时段内的灌水量,mm;ET为时段内的作物需水量,mm;C为时段内的排水量,mm。

计算方法为:如果时段初的农田水分处于适宜水

层上限(H_{\max}),经过一个时段的消耗,田面土层降至适宜水层下限(H_{\min}),这时如果没有降水,则需进行灌溉,灌至适宜水层上限(H_{\max})。如时段内降水较大,时段消耗后的田面土层大于降水后最大蓄水深度(H_p),则需排水,排至降水后最大蓄水深度(H_p)。

旱作物的水量平衡公式如下:

$$W_t = W_0 + P_0 + K + M - ET \quad (4)$$

$$M = 10^2 \gamma H (\theta_{\max} - \theta_{\min}) \quad (5)$$

$$P_0 = \sigma P \quad (6)$$

式中: W_t 、 W_0 分别为时段末、时段初 H 深度土层内的储水量,mm;ET为时段内作物需水量, m^3/hm^2 ;P为实际降水量,mm; P_0 为时段内有效降水量, m^3/hm^2 ;K为时段内地下水补给量, m^3/hm^2 ; γ 为 H 深度内土壤平均容重, t/m^3 ;H为土壤计划湿润深度,m;M为灌水定额, m^3/hm^2 ; θ_{\max} 、 θ_{\min} 分别为 H 深度内土壤含水率上限、下限; σ 为降雨入渗系数,参考《灌区规划规范》(GB/T 50509—2009),当 P 小于5mm时, $\alpha = 0$;当 P 在5~50mm之间时, $\alpha = 1.0$;当 P 在50~100mm之间时, $\alpha = 0.8$;当 P 在100~150mm之间时, $\alpha = 0.75$;当 P 在150~200mm之间时, $\alpha = 0.7$ 。

根据已有中型水库的实际渠道情况、现场实地调查,确定灌区现状灌溉水利用系数为0.450。预计2035年干渠水利用系数为0.870,支渠水利用系数为0.900,斗渠水利用系数为0.920,农渠水利用系数为0.940,渠系水利用系数为0.674,田间水利用系数为0.950,根据上述参数综合计算,2035年灌溉水利用系数为0.640。

根据武穴市历史人口经济发展情况,结合武穴市的城市发展规划,预测2019—2035年人口增长率为0.5%,城镇化率为66%,经济增长率为7%。至2035年,武穴市人口增长至70.83万,其中城镇人口46.56万;GDP为886.45亿元,其中工业为331.83亿元。利用定额法计算2035年武穴北灌区非灌溉需水,各行业定额参考《湖北省工业与生活用水定额(2017)》选取,2035年管网漏损率选取8%。

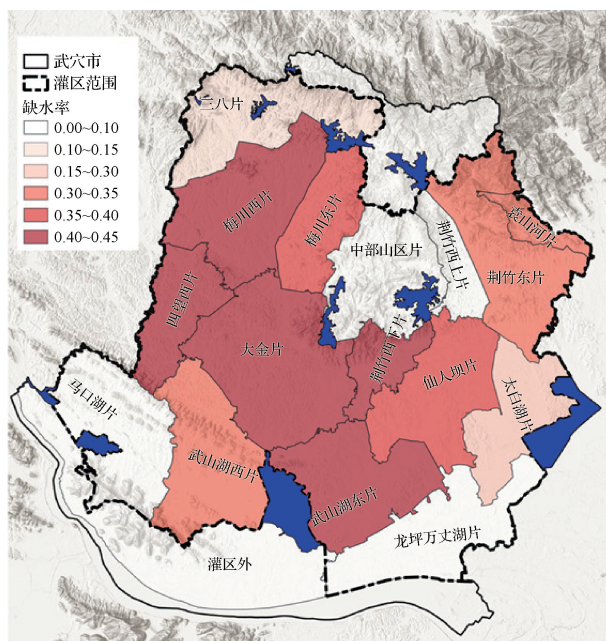
通过以上计算确定武穴市2035年需水量(渠首)为43530万 m^3 ,50%、85%和90%保证率需水量(渠

首)分别为42643万 m^3 、50045万 m^3 和51360万 m^3 。武穴北灌区2035年需水量(渠首)为27622万 m^3 ,50%、85%和90%保证率需水量(渠首)分别为26755万 m^3 、33948万 m^3 和35182万 m^3 。

3.3 现状供水体系下供需平衡分析

对现状供水水源工程条件下,2035年武穴北灌区内供需平衡态势进行分析。2035年,灌区内总需水量为36888万 m^3 ,其中,城乡生活和工业需水量为3032万 m^3 ,农业需水量为33856万 m^3 。总供水量为26818万 m^3 ,其中城乡生活和工业供水量为2985万 m^3 ,农业供水量为23833万 m^3 。缺水量为10070万 m^3 ,其中,城乡生活和工业缺水为47万 m^3 ,缺水率为1.56%;农业缺水为10023万 m^3 ,缺水率为29.60%。地表水资源供水量为26519万 m^3 ,其中,小型水库和塘坝供水量为7668万 m^3 ,中型水库和湖泊供水量为16230万 m^3 ,引提水工程供水量为2621万 m^3 。由计算结果可知,在对渠道不进行修整的情况下,现状供水工程远远不能满足2035年的用水需求。

现状供水体系下2035年不同灌溉片区缺水率分布见图1。由于灌区渠道损毁、破坏、淤塞,导致农业用水量较大,农业缺水为10023万 m^3 ,占整体缺水的99.53%,缺水最严重的区域仍为武穴市中西部。除



审图号:鄂S(2023)009号

图1 现状供水体系下2035年不同灌溉片区缺水率分布

了龙坪万丈湖片,所有灌片都未能达到85%的保证率,灌区缺水量很大,现有灌溉条件无法支撑灌区的农业发展。到2035年,假定现状供水体系不变的情况下,由于渠道损毁淤塞严重,工程能力无法充分发挥,武穴市中小型水库产生大量的弃水,总弃水量为3723万 m^3 ,其中,中型水库弃水967万 m^3 ,小型水库弃水2756万 m^3 。荆竹水库、百元水库、彭河水库和龙门冲水库弃水量大,分别为964万 m^3 、561万 m^3 、1034万 m^3 和627万 m^3 。

4 解决方案

现有供水工程布局,不能满足武穴北灌区城乡居民生活和工农业生产的用水需求。缺水的片区可分为中西部的大金、四望镇区域,中东部石佛镇、花桥镇区域,西北部梅川镇区域。

为解决武穴北灌区缺水问题,可从湖泊提水以及对水库进行联合调度。具体配置方案为:①对中西部缺水片区,可由武山湖向大金水库的渠道进行补水,并将大金水库的渠道延长至四望镇,解决大金、四望镇的缺水问题;②对梅川镇的缺水问题,可从百元水库和荆竹水库向梅川水库补水,解决缺水问题;③对中东部缺水片区,可由太白湖向北引水,并从荆竹水库向仙人坝补水,解决缺水问题,增加自流灌溉范围。

湖库间的调度方式为:①武山湖和大金水库间的调度规则为,丰水年大金水库优先供给大金镇和四望镇,枯水年由武山湖泵站提水至大金水库原有渠道,保障灌溉用水;②百元水库和梅川水库间的调度规则为,百元水库按照枯水期0.1 m^3/s 、汛期0.2 m^3/s 的引水规模向梅川水库补水;③荆竹水库和梅川水库间通过荆竹-梅川连通工程进行连接,供给梅川镇西部的农业用水;当梅川水库接近死水位(58m)时,荆竹水库向梅川水库补水;当荆竹水库水位消落至63m时,停止补水;④荆竹水库、仙人坝水库和太白湖间的调度规则为,太白湖通过丰收大港对仙人坝片及太白湖片15m高程以下耕地进行灌溉;仙人坝水库和荆竹水库对仙人坝片15m高程以上耕地进行灌溉,增加自流灌溉范围,当仙人坝水库水位达到死水位时,荆竹水库通过荆竹-仙人坝水库连通渠对仙人坝水库补水,仙人坝水库补水

至36.00m水位时,停止补水;⑤三八水库通过三八-陶斯连通渠道向梅川水库陶斯支渠相应灌片补水,当梅川水库降低到死水位时开始补水,补到三八水库达到死水位为止。2035年水资源调配情况见图2。

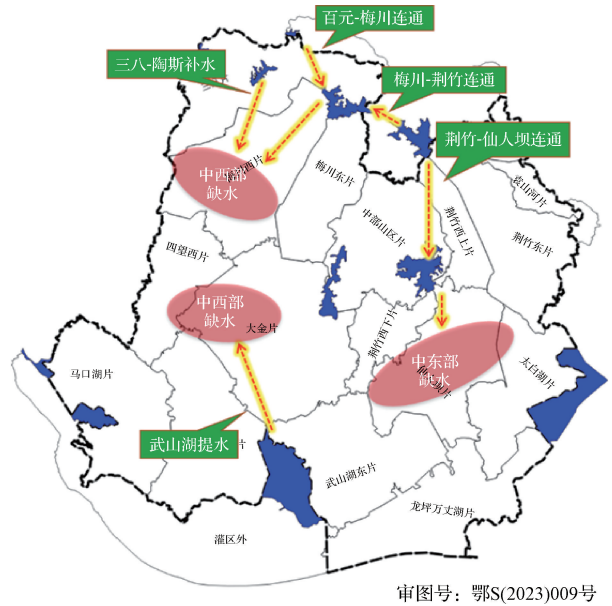


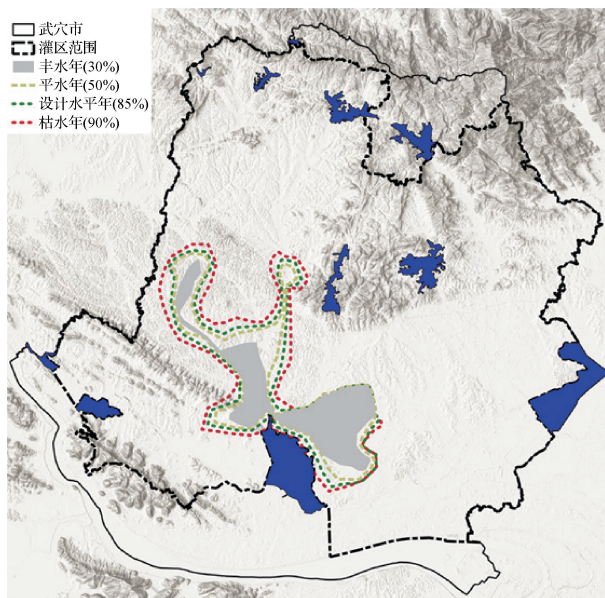
图2 2035年水资源调配示意图

多年平均情况下,灌区内总需水量为27442万 m^3 ,其中,城乡生活和工业需水量为3032万 m^3 ,农业需水量为24410万 m^3 ;供水量为27232万 m^3 ,其中,城乡生活和工业供水3029万 m^3 ,农业供水量24203万 m^3 。缺水量为210万 m^3 ,其中,城乡生活和工业缺水为4万 m^3 ,缺水率为0.13%;农业缺水为206万 m^3 ,缺水率为0.84%;总体缺水率为0.77%。地表水资源供水量为27232万 m^3 ,其中,小型水库和塘坝供水量为7925万 m^3 ,中型水库和湖泊供水量为17231万 m^3 (武山湖泵站供水量为1386万 m^3),引提水工程供水量为2076万 m^3 。由计算结果可知,在修整渠道并新建武山湖泵站和连通工程的情况下可以弥补灌区供水缺口,达到85%的灌溉保证率。

经计算,规划工程实施后,武穴市中小型水库弃水可大幅减少,总弃水量为2763万 m^3 ,其中,中型水库弃水720万 m^3 ,小型水库弃水2043万 m^3 ,可以看出,通过新建提水工程和连通工程减少了水库弃水量,有效利用了灌区内的水资源。荆竹水库向仙人坝水库多年平均补水485万 m^3 ,向梅川水库多年平均补水71万 m^3 ,

设计水平年($P=85%$)则需补水 630 万 m^3 ;百元水库向梅川水库多年平均补水 488 万 m^3 ,武山湖泵站多年平均提水 1386 万 m^3 。这一系列工程措施实施后,可有效缓解灌区中西部缺水情况,减少水库弃水量,促进灌区内水资源的高效利用。

武穴市北高南低,北部水资源紧张、南部水资源丰沛。本着“高水高用”原则,丰水年尽量利用北部山区水库的水实现自流灌溉,节省工程提水运行费;枯水年北部水库水资源不足时,从南部湖港提水灌溉,提高中西部地区灌溉保证率。优化调度可最大限度地提升自流灌溉的面积,降低整个灌区的运行费用。从枯水年到丰水年,蓄水工程向沿江滨湖地区供水比例逐步提升,从武山湖提水灌溉的面积逐渐减少。丰水年($P=30%$)相对于特枯年份($P=90%$),武山湖提水量从 4222 万 m^3 减少到 1484 万 m^3 ,提水灌溉面积从 10.56 万亩减少到 3.71 万亩,丰水年 90% 以上的耕地可以实现自流灌溉。可见,通过新建引水工程和连通工程,合理调配水资源,可有效地增加自流灌溉的比例,降低灌区的运行费用。2035 年不同频率提水灌溉范围见图 3。



审图号:鄂S(2023)009号

图 3 2035 年不同频率提水灌溉范围

5 结 语

通过修复改造武穴北部“一洞连四库”及沿江滨

湖区“湖港连通”灌溉工程,优化调整灌溉渠系布置,新建武山湖提水泵站,建立南北向水力联系,最终形成“多源联调、南北互济”的灌溉工程总体布局。通过修复改善渠系,降低渠道渗漏损失,可有效提高灌溉节水水平,2035 年灌溉总需水从未改造前的 33856 万 m^3 降低到 24410 万 m^3 。同时,可大幅提高农业灌溉保障率,耕地灌溉保证率提升至 85%,有力保障区域粮食安全。

新建大型灌区,能有效促进水资源的有效调配,保障粮食安全,扭转南方粮食播种面积逐年下降趋势,缓解全国水土资源不匹配的不利形势。同时,大型灌区的建设可以有效提高灌溉节水水平,为外调水至缺水地区提供可能性。新建的智慧化、现代化灌区管理系统也可有效提高灌溉用水计量水平,保证农药化肥的合理施用,促进绿色农业的发展。◆

参考文献

- [1] 杨贵羽,王浩,吕映,等. 国家水网建设对保障国家粮食安全战略作用研究[J]. 中国水利,2022(9):34-37.
- [2] 尹熙博. 浅论现代化灌区面临的问题和发展思路[J]. 湖南水利水电,2022(3):100-102.
- [3] 吴洪伟. 中国重点(中)型灌区节水配套改造发展战略研究[D]. 北京:中国农业科学院,2012.
- [4] 康绍忠. 加快推进灌区现代化改造 补齐国家粮食安全短板[J]. 中国水利,2020(9):1-5.
- [5] 齐学斌,黄仲冬,乔冬梅,等. 灌区水资源合理配置研究进展[J]. 水科学进展,2015,26(2):287-295.
- [6] 谢维,宋博,邹体峰. 新时期实施大型灌区建设和现代化改造的重要意义与总体考虑[J]. 中国水利,2021(18):33-35.
- [7] 陈明忠. 加快推进灌区现代化改造 促进灌区高质量发展[J]. 中国水利,2021(17):1-3.
- [8] ALLEN R G, PEREIRA L S, SMITH M, et al. FAO-56 dual crop coefficient method for estimating evaporation from soil and application extensions [J]. Journal of irrigation and drainage engineering, 2005, 131(1):2-13.
- [9] ALLEN R G, PEREIRA L S, RAES D, et al. Crop evapotranspiration-guidelines for computing crop water requirements-FAO irrigation and drainage paper 56 [M]. Rome: Food and Agriculture Organization, 1998.
- [10] 丁加丽,彭世彰,徐俊增,等. 基于 Penman-Monteith 方程的节水灌溉稻田蒸散量模型[J]. 农业工程学报,2010,26(4):31-35.