

我国粮食增产主要潜力区农业节水对策研究

邢西刚¹, 李 激¹, 李云玲¹, 任贺靖², 苗 平³, 郑和祥⁴

(1. 水利部水利水电规划设计总院, 100120, 北京;

2. 中国水利水电科学研究院流域水循环模拟与调控国家重点实验室, 100038, 北京;

3. 内蒙古自治区鄂尔多斯市河湖保护中心, 017000, 鄂尔多斯; 4. 水利部·中国水科院牧区水利科学研究所, 010020, 呼和浩特)

摘 要: 农业用水占我国总用水量的60%以上, 农业节水是强化水资源刚性约束的关键举措, 尤其在水资源较为短缺的粮食增产主要潜力区。通过解析农业节水内涵, 总结新时期节水内涵主要为处理好农业节水与粮食产能提升用水需求、农田生态系统、开源增供之间的关系, 提出新时期农业节水理念。系统分析我国耕地面积、粮食产量、高标准农田建设及耕地后备资源等情况, 科学识别出我国粮食增产主要潜力区为东北及西北地区。基于水-土-粮-生协同发展的农业节水特性, 开展粮食增产主要潜力区现状分析及问题识别, 发现存在新质生产力发挥不充分、农业节水科技推广应用与技术服务体系不够完善, 水-土-粮关系不匹配、粮食生产布局与水资源分布不均衡, 水-土-生关系不协调、农业过度开发加重区域水资源短缺、引发生态环境等问题。结合未来对粮食产能、生态修复及全面节约集约的形势需求, 提出发展绿色、高效、智慧农业, 东北地区节水增粮提档升级, 西北地区深度节水控水, 推进节水与开源并举, 为我国粮食增产主要潜力区发展规划、行业政策制定及水资源管理水平提升提供科学决策支撑。

关键词: 农业节水; 粮食增产主要潜力区; 水-土-粮-生; 形势需求; 发展对策

Studies on agricultural water conservation strategies in key potential areas for grain production increase in China//XING Xigang, LI Wei, LI Yunling, REN Hejing, MIAO Ping, ZHENG Hexiang

Abstract: Agricultural water use accounts for over 60% of the total water consumption in China, making agricultural water conservation a crucial measure for reinforcing the rigid constraints on water resources, particularly in key potential areas for grain production increase where water scarcity is more pronounced. By analyzing the connotation of agricultural water conservation, this study highlights that the focus in the new era lies in balancing water conservation practices with the water demand for enhancing grain production capacity, maintaining farmland ecosystems, and expanding water supply sources. A new concept of agricultural water conservation is proposed accordingly. Based on a systematic analysis of cultivated land area, grain yield, high-standard farmland development, and reserve land resources, the key potential areas for grain production increase have been identified as the northeastern and northwestern regions of China. Considering the integrated development of water, land, grain, and ecology, the study analyzes the current status and identifies key issues in these areas, including underutilization of new quality productive forces, inadequate promotion and service systems for water conservation technologies, mismatched water-land-grain relationships, uneven alignment between grain production layout and water availability, and poor coordination among water, land, and ecology, leading to aggravated water shortages and ecological risks due to excessive agricultural development. In response to future demands for grain productivity, ecological restoration, and comprehensive conservation and intensive utilization,

收稿日期: 2025-06-07 修回日期: 2025-06-26

作者简介: 邢西刚, 高级工程师, 主要从事水资源节约集约与水利规划战略研究。

通信作者: 李云玲, 正高级工程师, 主要从事水利规划与战略研究。E-mail: liyunling@giwp.org.cn

基金项目: 国家重点研发计划(2023YFC3206802); 水利部2025年度水资源节约项目(102126212140000009007)。

strategies are proposed to develop green, efficient, and smart agriculture, to upgrade water-saving and grain production capabilities in the northeast, and to intensify water conservation and control in the northwest. These strategies aim to support planning, policymaking, and water management enhancement in key potential areas.

Keywords: agricultural water conservation; key potential areas for grain production increase; water-land-grain-ecology; situation requirements; development strategies

中图分类号: TV213.4+S274 文献标识码: B 文章编号: 1000-1123(2025)13-0057-09

DOI: 10.3969/j.issn.1000-1123.2025.13.008

粮安天下,农稳社稷。近十年,我国粮食产量连续稳定在1.3万亿斤以上,人均粮食占有量达到500 kg,国家粮食安全总体上得到保障。党的二十大提出“全方位夯实粮食安全根基”“确保中国人的饭碗牢牢端在自己手中”,进一步明确了全方位夯实粮食安全根基的战略部署。水利是农业的命脉,水资源是影响粮食产能的关键因素。我国东北地区总体上水土资源条件较好,耕地资源丰富,但水土资源在空间上不匹配,且西辽河平原、三江平原等粮食主产区地下水超载严重,粮食增产受到一定影响;西北地区耕地后备资源丰富,但本地水资源十分匮乏,是影响区域粮食增产最主要的制约因素,且灌溉水资源与生态环境密切相关,生态环境受农业节水影响非常显著,未来西北及东北地区的农业生产将面临灌溉用水量难以保障和节水难度大幅增加的严峻挑战。

我国农业用水占总用水量的60%以上,存在较大节水潜力。农业节水是应对水资源不利演变形势、缓解水资源供需矛盾、保障国家粮食安全、统筹协调水-土-粮-生系统可持续发展的重要举措。农业节水的本质是通过科技、管理、制度、政策等多维度的系统性创新与变革,优化农业水资源的配置、利用、保护和再生循环路径,以更少的水资源消耗支撑更高质量、更可持续的农业发展。本研究通过解析农业节水内涵及特性,识别我国粮食增产主要潜力区,分析现状农业节水存在问题及需求形势,有针对性地提出粮食增产主要潜力区现代化农业节水体系战略发展方向和关键实践路径,为支撑粮食增产主要潜力区生态文明建设和农业强国目标的实现提供理论基础。

一、农业节水内涵及特性解析

1. 农业节水内涵解析

基于节水概念内涵分析,从机理角度看,农业节水的核心是在自然-社会水循环过程中,控制无效、低效和不合理的取用水行为,提高水的利用效率和效益,减少对水资源的取用、消耗,既维护水资源的良性循环,

又支撑经济社会的高质量发展和生态文明建设;从管理角度看,农业节水重点是采取经济、技术、管理、工程等措施降低水资源消耗和损失,防止用水浪费,优化农业用水过程,合理高效利用水资源。综上,农业节水是在自然-社会水循环过程中以促进水-土-粮-生可持续发展为前提,以提高水的利用效率和效益为目标,综合采取经济、技术、管理、工程等措施降低水资源消耗和损失,实现水资源节约集约高效利用。

农业节水是一个包括工程措施和非工程措施在内的综合技术体系,既包含农田水利学、水文水资源学、农学等多学科,又涵盖节水灌溉工程、农业种植结构、灌溉制度、技术、管理体制等多方面。解析农业节水内涵需处理好三方面关系,如图1所示。

一是处理好农业节水与粮食产能提升用水需求的关系。灌溉耕地的粮食产量通常是非灌溉耕地的2~4倍,持续提升耕地粮食生产能力关键在水。然而,我国水资源分布不均,水资源分布与土地资源和生产力布局不相匹配,作为粮食生产主产地的北方地区耕地占全国的64%,水资源仅占19%。农业用水节约集约利用水平较低,东北、西北地区目前农田灌溉水有效利用系数分别为0.607、0.567,与以色列等国家0.7~0.8的先进水平相比,农业用水水平仍有较大提升空间。因此,需坚持走农业节水化道路,综合考虑降水条件、水源结构、种植结构、工程措施、承载能力等影响因素,处理好农业节水与粮食产能提升用水需求的关系,以水资源高效利用保障农业用水需求,促进粮食产能提升。

二是处理好农业节水与农田生态系统的关系。水是生态环境保护修复的关键,西北地区有我国最大的棉花生产基地、最大的可用草场面积和最重要的耕地后备资源,但气候恶劣,干旱少雨,不合理的水土开发引发了一系列的生态问题,黑河、石羊河、喀什噶尔河等河流地表水开发利用已经接近或超过90%,河西走廊、天山南北麓及吐哈盆地地下水大量超采,导致生态系统退化、水资源危机加剧;东北部分地区因大面积

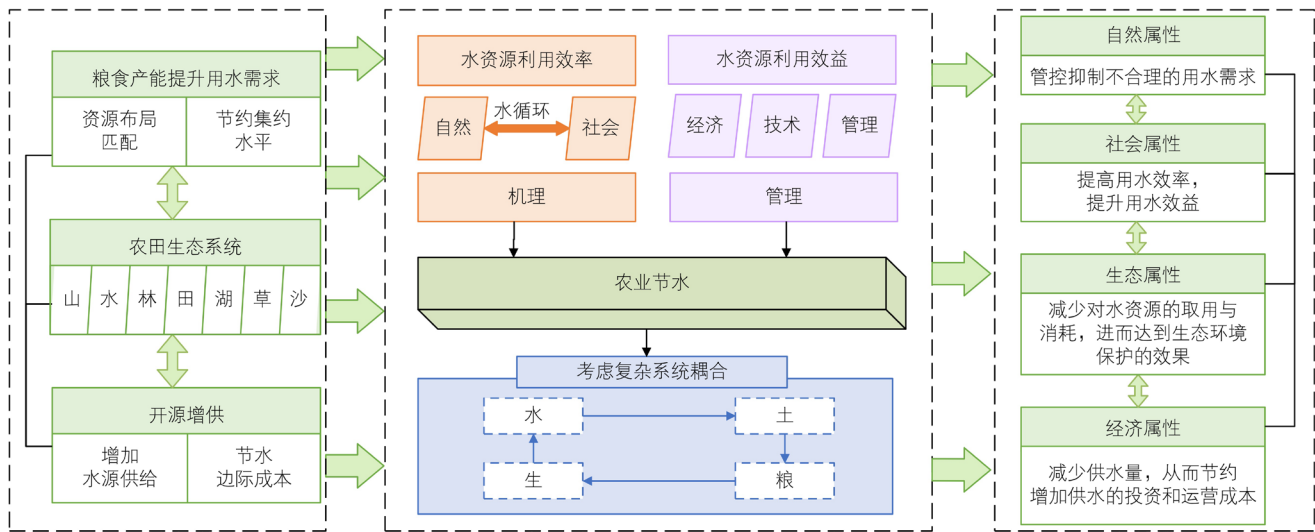


图1 农业节水内涵及特性关系示意

种植水稻，农业用水量大幅增加，导致地下水水位下降和湿地萎缩。农业节水对生态系统会产生积极的影响，如农业节水灌溉可大量减少农田退水、水肥流失和减轻盐渍化等。因此，农业节水需立足山水林田湖草沙生命共同体视角，将节水措施与农田生态系统保护深度融合，处理好农业节水与农田生态系统的关系，真正实现农业节水与生态保护的协同共进。

三是处理好农业节水与开源增供的关系。走农业节水化道路，提高水资源利用效率和效益，是解决农业用水短缺的关键举措。但是，随着节水水平不断提升，后续节水潜力空间越来越小，单纯依靠节水无法从根本上解决农业用水短缺问题，无法满足粮食增产主要潜力区粮食产能提升的用水需求，且随着节水程度不断提高，节水边际成本将大幅增加。因此，农业节水需因地制宜、因时制宜，科学分析节水边际成本，处理好农业节水与开源增供的关系。

2. 农业节水特性解析

新发展阶段赋予了农业节水新的内涵，分析其特性，主要包括自然、社会、生态及经济四种属性（见图1）。自然属性方面，通过农业节水管抑制制不合理的用水需求，减少无效低效用水、损耗，减少取水量和用水量，从而减少对水资源的消耗量，有利于维系水循环的稳定和水资源的可持续利用。社会属性方面，农业节水可提高用水效率，提升用水效益，实现规范化利用；建章立制，强化水资源刚性约束和用水定额标准管控，加强计划用水，优化水量调配，实施用水全过程的节水管理，严格考核和责任追究，规范用水行为，可实现规范化利用。生态属性方面，农业节水可以减少对

水资源的取用与消耗，进而减少河流湖泊生态水量挤占量或地下水超采量，达到水资源保护和生态环境保护的效果，实现减量化利用；可减少灌溉退水，进而减少农药、化肥进入河道或渗入地下含水层，有效减轻面源污染和地下水污染；田间节水有利于土壤改良，有利于土壤物理性质和微生物环境的改善。经济属性方面，农田灌溉涉及水源、输配水、田间灌溉等工程，需要持续投入，农业节水可减少供水量，从而节约增加供水的投资和运营成本，达到减缓供水压力并降低水资源开发利用程度的效果，实现高效化利用。

二、粮食增产主要潜力区的主要识别要素

1. 耕地面积变化情况

耕地是保障国家粮食安全的根本所在，根据第三次全国国土调查数据分析，全国耕地面积19.13亿亩（1亩=1/15 hm²，下同），与第二次全国国土调查数据相比，我国耕地面积减少了近1.18亿亩，平均每年减少约984万亩。从全国六大分区耕地面积来看，呈现北方耕地增加、南方耕地大幅减少的趋势。其中，东北地区、西北地区耕地面积分别增加2747万亩、4397万亩，增幅分别为5.1%、16.3%；其他四大分区耕地面积共减少18 945万亩，减幅均在9%以上，东南沿海地区、西南地区甚至减少22%左右（见表1）。

2. 粮食生产情况

2020年，我国粮食产量13 390亿斤，从全国各分区粮食产量统计来看，东北地区、西北地区、华北地区等北方地区粮食产量占全国粮食总产量的比重从2010年的54.0%增加至2020年的59.2%，表明我国粮食生

产重心逐步向北方转移,已逐渐形成“北粮南运”格局。同时,与2010年相比,我国粮食产量增加2460亿斤,其中东北地区、西北地区、华北地区等北方地区粮食增产总量约占全国粮食增产总量的82.0%,进一步说明我国粮食增产潜力较大的区域在北方。

同时,我国粮食生产集聚效应更加明显,粮食产能向东北、华北主产区集中。按照全国主体功能区划,我国有13个粮食主产区(主要集中在东北、华北地区)、11个产销平衡区(主要集中在西北、西南地区)、7个粮食主销区(主要集中在京津冀、西南沿海地区),主产区、产销平衡区、主销区2020年粮食产量较2010年增幅变化情况分别为27.7%、13.2%、-13.6%。2020年,13个粮食主产区粮食产量占全国总产量的78%以上,比2010年增加3%,成为保障粮食安全的“大粮仓”。此外,13个粮食主产区外销原粮占全国的85%以上,其中黑龙江省净调出原粮居全国首位。我国粮食产区在北、销区在南,“北粮南运”格局已经形成,并成为促进粮食产销有序衔接的大动脉,未来北方地区尤其东北地区在保障粮食安全中的地位将更加重要。

3. 高标准农田建设情况

建设高标准农田,是巩固和提高粮食生产能力、保障国家粮食安全的关键举措。从全国看,建成的高标准农田亩均粮食产能一般增加10%~20%。我国当前建成的高标准农田面积占永久基本农田面积比例为57.5%,其中东北、西北地区高标准农田面积占永久基本农田面积比例均仅43.9%,远低于全国平均水平,未来加快两区域高标准农田建设是提高我国粮食综合生产能力、促进农业高质量发展的关键。田的命脉在水,旱涝保收、高产稳产是高标准农田建设的基本要求,根据第三次全国国土调查数据,我国尚有约8.69亿亩耕

地未灌溉(见表1),其中东北、西北地区未灌溉面积共约5.12亿亩,占比58.7%。

4. 耕地后备资源开发情况

2022年中央一号文件明确提出,积极挖掘潜力增加耕地,支持将符合条件的盐碱地等后备资源适度有序开发为耕地。根据盐碱地等耕地后备资源综合利用规划有关成果,我国2/3的耕地后备资源分布在东北、西北地区。

综上,东北、西北地区不仅是我国现阶段重要的粮食生产基地,也是粮食产能提升主战场和耕地后备资源的主要分布区,更是未来我国粮食增产主要潜力区,在保障我国粮食安全中具有不可替代的地位和作用。

三、粮食增产主要潜力区节水现状及问题

1. 粮食增产主要潜力区农业节水现状

(1) 西北地区农业用水占比为全国最高

2023年,西北农业总用水量934亿m³,为全国最高,占全国农业总用水量的25%。灌溉亩均用水量416 m³,较2010年下降了24%,在全国降幅最大,但与其他分区相比仍然较高。长期以来,西北地区农牧业发展消耗了大量水资源,部分流域水资源开发利用率甚至超过100%,引发了一系列生态问题。西北地区农田灌溉用水占总用水量的近70%,部分地区高达90%以上,虽然近年来随着产业结构调整,农业灌溉用水比例逐步下降,但因其农业用水总量基数大,且灌溉亩均用水量偏高,未来在提升灌溉技术、优化用水结构等方面仍具备较大的节水挖潜空间。2010年和2023年全国及各地区农业用水量、灌溉亩均用水量变化情况见表2。

(2) 东北地区用水增长较快

2023年,东北地区农田灌溉水有效利用系数为0.608,处于全国较高水平,与2010年相比提升了

表1 全国及各地区耕地面积统计

分区	耕地面积情况			未灌溉耕地面积情况	
	第二次全国国土调查数据(万亩)	第三次全国国土调查数据(万亩)	第三次较第二次变化比例(%)	第三次全国国土调查数据(万亩)	各分区占比(%)
全国	203 077	191 275	-5.8	86 861	100
东北地区	53 378	56 125	5.1	37 647	43
华北地区	40 747	36 325	-10.9	11 675	13
东南沿海地区	17 090	13 272	-22.3	1376	2
华中地区	27 681	24 931	-9.9	5950	7
西南地区	37 257	29 302	-21.4	16 641	19
西北地区	26 924	31 321	16.3	13 572	16

注:第二次全国国土调查数据采用2009年数据,第三次全国国土调查数据采用2020年数据。

0.032, 用水效率有较大提高,这一增长主要归因于大力发展灌溉面积。据统计,随着东北地区对粮食产能提升的需求,新增了不少灌溉项目,使得灌溉面积不断扩大,进而导致农业用水量上升。为控制过快的用水增长趋势,实现水资源可持续利用,东北地区未来急需加强节水控水工作。一方面,可以通过推广更加高效的节水灌溉技术,如滴灌、喷灌等,进一步提升灌溉水有效利用系数;另一方面,需合理规划灌溉面积的扩张,避免盲目开发,综合考虑水资源承载能力,制定科学的农业用水方案,以此平衡农业发展与水资源保护之间的关系。2010年和2023年全国及各地区灌溉水有效利用系数变化情况见表2。

2. 粮食增产主要潜力区的农业节水问题

(1) 新质生产力发挥不充分,农业节水科技推广应用与技术服务体系不够完善

2025年中央一号文件明确提出“因地制宜发展农业新质生产力”的战略部署。加强科技创新和推广应用,充分挖掘农业节水新质生产力,发展高效节水农业,实现农业节水产业化,是落实习近平总书记提出的“农业要节水化”,协同保障国家水安全、粮食安全、生态安全的重要举措。然而,目前我国农田灌溉水有效利用系数为0.580,大中型灌区面积仅占全国灌溉面积的50%,喷灌、微灌、管道输水灌溉等高效节水灌溉面积4.1亿亩,农业用水节约集约利用水平较低。科技支撑农业节水高质量发展的能力仍不足,针对不同区域需解决的实际问题缺乏有效对接,重大公共科研与示范平台匮乏,多单位协同的联合攻关不够,区域性长期科学定位试验研究缺乏,科技成果转化率低。节水产业发展不完善,产、学、研、用结合不紧密,高效节水科技推广与服务体系不够完善。因此,在东北、西北地区粮食增产主要潜力区建设中,应注重农业节水科技推广应用与技术服务,以

新质生产力促进农业用水节约集约利用水平提升。

(2) 水-土-粮关系不匹配,粮食生产布局与水资源分布不均衡

随着我国耕地分布重心持续北移,“北粮南运”的粮食生产格局已经形成,未来粮食产能提升、耕地后备资源开发的关键区域主要分布在东北、西北等地区,北方在粮食安全保障中的地位将更加重要。然而,东北、西北地区水资源严重超载,涉及的西辽河、汾河、西北诸河等部分流域水资源开发利用程度超过80%,天山南北麓、西辽河平原、内蒙古高原、三江平原等地区存在浅层地下水超采现象,且局部出现新的超采、超采范围扩大或地下水水位持续下降等情况。随着北方地区水资源演变形势愈加不利、粮食产能提升任务不断增加,未来区域水土资源布局不匹配性将进一步加剧,区域水安全保障面临新的挑战。因此,在东北、西北地区粮食增产主要潜力区建设中,需统筹水-土-粮关系,促进水资源与粮食生产空间均衡。

(3) 水-土-生关系不协调,农业过度开发加重区域水资源短缺,引发生态环境问题

我国是农业灌溉大国,灌溉可提高农作物单产,调查数据显示,有灌溉条件地区的小麦单产是旱地单产的1.6~1.9倍,有灌溉条件的玉米单产是旱地单产的1.4~1.5倍,且产量相对稳定。因此我国先后建成了多种类型的蓄、引、提水灌溉工程,耕地有效灌溉面积从新中国成立时的2.4亿亩扩大到2024年的10.75亿亩,位居世界第一。然而,长期以来我国农业发展重开发、轻保护,农业灌溉规模大幅增加,农业用水存在浪费现象,继而进一步引发生态环境问题。如西北内陆干旱区的塔里木河、石羊河等流域,农业开发规模超过了水资源承载力,导致流域下游土地沙化、沙进人退、绿洲萎缩;东北西辽河流域,大规模抽

表2 全国及各地区农业用水变化

分区	农业用水量			灌溉亩均用水量			灌溉水有效利用系数		
	2010年 (亿m ³)	2023年 (亿m ³)	2023年较 2010年变化(%)	2010年 (m ³)	2023年 (m ³)	2023年较 2010年变化(%)	2010年	2023年	2023年较 2010年变化(%)
全国	3689	3672	0	421	347	-18	0.51	0.576	+13
东北地区	413	412	0	459	359	-22	0.56	0.608	+9
华北地区	484	397	-18	202	158	-22	0.61	0.645	+6
东南沿海地区	774	654	-16	570	492	-14	0.53	0.589	+11
华中地区	642	704	+10	433	395	-9	0.48	0.553	+15
西南地区	519	572	+10	517	447	-14	0.42	0.511	+22
西北地区	857	934	+9	544	416	-24	0.49	0.581	+19

取地下水发展浅埋滴灌,引起地下水水位大幅下降、草地退化和土地沙化;东北三江平原,大面积改种水稻导致地下水水位下降和湿地萎缩。我国目前维持的粮食安全水平,是以长期大量消耗水资源和破坏生态环境为代价的。因此,在东北、西北地区粮食增产主要潜力区建设中,需协同水-土-生关系,重视提高粮食综合生产能力与水资源适度开发、灌区生态建设协同推进的问题。

四、粮食增产主要潜力区的节水形势需求

1. 持续提升粮食产能、保障粮食安全的需要

民为国基,谷为民命。粮食安全是国家安全的重要基础,关系中华民族永续发展和前途命运,是“国之大者”。2023年,我国粮食产量创历史新高,人均粮食占有量474 kg,超过国际公认的400 kg粮食安全标准线,实现了谷物基本自给、口粮绝对安全。但自2008年以来,我国已由粮食净出口国转变为粮食净进口国,粮食进口量呈逐年上升趋势,粮食缺口较为严重。与此同时,伴随着食物结构转型、农民老龄化加剧、国际局势不确定性波及粮食价格等因素影响,仍需持续提升粮食产能。2024年国务院出台《新一轮千亿斤粮食产能提升行动方案(2024—2030年)》,明确了分品种增产思路,提出巩固提升优势产区,挖掘其他地区潜力,调整优化粮食生产格局,下一步将聚焦720个粮食产能提升重点县,指导地方加快实施农业节水供水、高标准农田建设、种业振兴、粮食单产提升、农业机械化提升、农业防灾减灾等支撑性重大工程,旨在实现到2030年新增粮食产能千亿斤以上。因此,面对我国粮食安全严峻形势,需深入做好水土资源平衡分析,研究粮食增产主要潜力区农业节水战略,为持续提升粮食增产主要潜力区粮食产能、保障国家粮食安全提供支撑。

2. 助力生态环境保护修复、推进生态文明建设的需要

习近平总书记指出:“生态文明建设事关中华民族永续发展和‘两个一百年’奋斗目标的实现。保护生态环境就是保护生产力,改善生态环境就是发展生产力。”东北、西北地区是我国三北防护林的重要组成部分,还涉及全国重要生态系统保护和修复重大工程规划的“三区四带”生态格局中的东北森林带、北方防沙带、青藏高原生态屏障区和黄河重点生态区,是保障国家生态安全的重要绿色屏障,对防止沙漠化扩张、维护生态平衡和

人类健康具有重要作用。水是生态环境保护修复的关键,但西北地区气候相对干旱,水资源极度短缺,部分地区生态严重退化;东北部分地区因大面积改种水稻,农业用水量大幅上升,导致地下水水位下降和湿地萎缩,区域经济社会用水和生态用水的矛盾愈发凸显。因此,应在确保国家粮食安全前提下,全面加强农业节水,研究粮食增产主要潜力区农业节水战略,统筹好粮食增产主要潜力区农业用水与北方生态安全屏障建设的关系,助力国家生态安全屏障质量提升和生态文明建设。

3. 全面加强资源节约、协同推动区域高质量发展的需要

在以中国式现代化全面推进中华民族伟大复兴的全局中,东北地区是东北振兴战略的实施主体,西北地区是推进“一带一路”、新时代西部大开发、黄河流域生态保护和高质量发展等重大战略的主力军,具有十分重要的地位和作用。农业现代化是中国式现代化的重要内容,未来将对水资源提出更高需求,但西北地区水资源严重匮乏,东北地区农业用水效率偏低,强化农业用水安全保障、以节水扩大农业发展空间,是推动区域高质量发展的必然要求。因此,要统筹水-土-粮-生关系,研究粮食增产主要潜力区农业节水战略,提高水资源节约集约水平,促进区域高质量发展。

五、粮食增产主要潜力区的节水发展战略

1. 新时期转变农业节水理念,发展绿色、高效、智慧农业,助力实现高质量发展

绿色农业方面,坚持以水定地,推进适水种植、量水生产,统筹考虑流域(区域)水资源条件和粮食安全,充分考虑水资源承载能力,宜农则农、宜牧则牧、宜林则林、宜草则草,在科学确定水土开发规模基础上,调整农业种植和农产品结构,推动农业绿色转型。在400 mm降水线西侧区域等地区,降低耕地开发利用强度,压减高耗水作物种植面积,扩大优质耐旱高产农牧品种种植面积,优化农作物种植结构,实施深度节水控水,因水制宜、因地制宜推行轮作等绿色适水种植。

高效农业方面,技术上,推广滴灌、微喷等高效节水灌溉及智慧农业技术,提升资源利用率。管理上,深化农业水价改革,建立“基本水价+计量水价”机制与超定额累进加价制度,落实精准补贴和节水奖励;推进水权制度改革,开展初始水权分配与交易试点,创新交易模式。机制上,健全基层管护体系,发挥用水户协会作用,强化农民参与;完善信息化监测网络,实现用水

实时监控。同时,加大对粮食潜力区财政倾斜力度,推广合同节水等模式,引导社会资本投入,促进技术集成与区域协调发展。

智慧农业方面,加强农业节水科技创新,利用数字技术、数据分析和人工智能等先进技术手段,对农业生产用水进行精细化管理和智能化决策。基于物联网、大数据、人工智能等信息技术手段,驱动构建智能化农业灌溉系统,实现对农作物全生命周期需水状况全面感知、可靠传输、智能分析、精准决策,实现精准定额、高效灌溉。强化数字赋能,促进数字技术与农业生产深度融合,结合智慧水利建设,积极推进数字孪生灌区建设,根据来水状况、农作物种植情况、农产品市场需求等,预判农作物灌溉需水,预演水流路径与水量分配,制定最优灌溉策略和水量调度方案,科学精准动态调配水资源,减少农业生产用水过程中水的无效或低效损失和消耗,以农业节水增效助力农业强国建设。

2. 推进东北地区节水增粮提档升级,巩固粮食安全“压舱石”

统筹发展和安全,统筹水-土-粮关系,通过骨干水源工程建设、合理农业节水措施和经济节水定额管控,提升灌溉供水能力,有序发展灌溉规模,促进农业产业布局及规模优化调整,推进东北地区破解水资源瓶颈,实现节水增粮提档升级。

“水”方面,提高用水效率,优化水资源配置。东北地区要深入落实全面节约战略,进一步细化水资源节约目标任务,大力推进农业节水,加快大中型灌区配套与现代化改造,发展节水农业,中西部地区合理发展滴灌、喷灌,积极采用深松整地、抗旱坐水种等措施,具备规模化耕作条件的地区集中连片发展高效节水灌溉;东部三江平原等地区加大水田节水改造力度,减少地下水开采。

“土”方面,开发后备耕地,发展灌溉耕地。要坚持以水定地,统筹水土资源条件,适度开发耕地后备资源,合理发展农田灌溉面积。综合考虑水资源条件、灌排设施体系,合理确定东北地区耕地后备资源开发规模和布局。

“粮”方面,优化作物结构,提升粮食产能。对标国家粮食安全战略需求,东北地区要巩固优势产区水稻产能,以提高单产来提升玉米产能,以扩大种植面积和提高单产来提升大豆产能。发展灌溉面积和提高灌溉保障水平可以有效提升作物单产,通过合理调控农业节水定额,回答“种什么、种多少、种在哪”的问题,进一步

优化东北地区作物种植结构和农业产业布局,确保实现粮食产能提升目标。

3. 推进西北地区深度节水控水,筑牢北方生态安全屏障

西北地区总体水资源短缺,未来水资源演变形势愈加不利,将会进一步加剧水资源供需矛盾。节水是解决西北地区用水安全保障的根本出路,迫切需要统筹水-土-生关系,通过推进深度节水控水,走强化节水道路,缓解用水矛盾,实现西北地区安全稳定和生态不退化。

“水”方面,坚持量水而行,实施深度节水控水。从供给侧定水,严守水资源开发利用上限,水资源超载地区适度退减灌溉用水量,地下水严重超采区逐步退还超载水量,严格限制开采深层地下水用于农业灌溉,探索推动将符合灌溉水质条件的再生水用于农业灌溉;从需求侧定需,以可用水量确定经济社会发展的布局、结构和规模,量水而行、以水定需,抑制和削减对水资源的不合理需求;从全领域、全过程、全方位节水,全面实施农业深度节水,推动用水方式由粗放向节约集约转变。

“土”方面,优化农业生产布局,严格控制灌溉规模。坚持以水定地,结合西北地区水资源短缺等实际情况,确定土地用途、规模与开发利用强度,匹配好水土资源,农业生产布局要因水制宜,宜农则农、宜牧则牧、宜林则林、宜草则草。生态环境问题突出的内陆河区,合理调整农业生产布局,严格限制种植高耗水作物,积极退减灌溉面积,地下水严重超采区实施轮作休耕,有序实现耕地、河湖和地下水的休养生息;黄河流域水资源超载地区,原则上不再扩大灌溉面积和新增灌溉用水量,发展高效旱作农业;农牧交错带地区要大力推进农业种植结构调整,有序退减种植面积。

“生”方面,坚持系统治理,守好生态底线。坚持系统观念,尊重区域自然地理格局,把灌区生态纳入农业节水综合考虑,既要发展节水灌溉,又要与保护生态相结合,找到两者适度平衡点,以节水增绿促进生态效益和经济效益统一。加强黑河、石羊河等河湖湿地和天然绿洲生态保护与恢复,避免农田区域生态林衰退。对内陆河上下游水量实行统一调配,严格按照水资源配置总量控制灌溉发展规模;对牧区以保护为主,保建并举,以建促保,坚持生态效益和经济效益相结合,提高农业发展质量和效益,以增加效益促进建设,保护生态环境。在自然湿地保护区,以维持现状湿地面积为

最低目标,确定地下水最低水位控制指标,严禁地下水开采。年降水量400 mm以下干旱半干旱地区的绿化规划要经过水资源论证,以雨养、节水为导向,以恢复灌草植被为主,提倡低密度造林育林,防止过度用水造成生态环境破坏。

4. 坚持系统观念推进节水与开源,促进水土资源空间均衡

水资源格局决定发展格局,“北缺南丰”是我国水资源分布的显著特点。在逐步挖掘存量节水潜力的同时,要坚持系统观念,同步推进开源工程战略研究,促进水土资源空间均衡,支撑生态保护和高质量发展。视水资源安全保障需求和水源工程布局情况,梯次谋划西北地区开源工程。近期推动建设南水北调西线工程,供水对象主要为生活和工业,兼顾河西内陆河生态补水;远期扩大南水北调西线调水规模,逐步实现地表水还水于河,地下水采补平衡,提升粮食安全保障水平,为西部大开发提供水资源保障。围绕粮食安全用水保障需求和水资源演变形势,系统谋划东北地区开源工程。近期针对三江平原、松嫩平原、西辽河平原等地下水超采区综合治理,适度开发地表水资源,实施水源置换;远期围绕农田灌溉发展和巩固提升粮食产能等对水资源的需求,谋划建设南北调配、东西互济的水资源配置工程体系,逐步实现水资源空间均衡。

粮食增产主要潜力区节水发展战略示意如图2。

六、结 语

农业节水是我国破解水资源短缺与粮食安全矛盾的战略支点,尤其在水资源严重短缺的粮食增产主要潜力区。科学明晰农业节水内涵,明确新时期节水关键在于协调农业节水与粮食产能提升用水需求、农田生态系统、开源增供三者关系,进而分析农业节水兼具自然、社会、生态和经济等多重属性,创新提出新时期农业节水理念。

通过系统梳理我国耕地状况、粮食产量、高标准农田建设、耕地后备资源等情况,分析出我国耕地面积总体减少,仅东北、西北地区耕地面积增加,粮食生产重心北移,形成“北粮南运”格局,且未灌溉耕地、后备耕地主要分布在东北、西北地区,识别出东北、西北地区为我国粮食增产主要潜力区。

基于水-土-粮-生协同的农业节水特性及新时期农业节水理念,剖析粮食增产核心潜力区面临的形势,存在以下需求:统筹好粮食增产主要潜力区农业用水与北方生态安全屏障建设的关系,强化农业用水安全保障,以节水扩大农业发展空间,统筹水-土-粮-生关系以提高水资源节约集约水平。解析粮食增产主要潜力区存在问题主要包括:新质生产力发挥不充分,农业节水科技推广应用与技术服务体系不够完善;水-土-粮关系不匹配,粮食生产布局与水资源分布不均

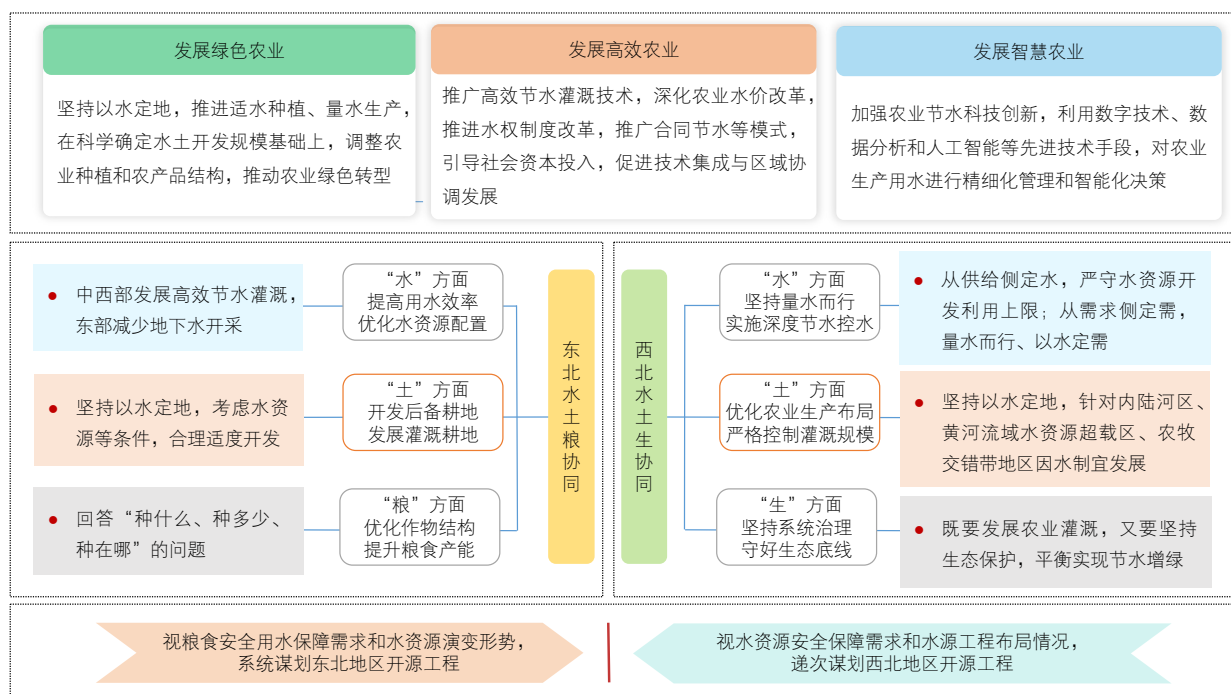


图2 粮食增产主要潜力区农业节水发展战略示意

衡;水-土-粮-生关系不协调,农业过度开发加重区域水资源短缺,引发生态环境问题等。为此提出粮食增产主要潜力区农业节水发展战略:新时期应转变农业节水理念,发展绿色、高效、智慧农业,助力实现高质量发展;未来在东北地区需推动节水增粮提档升级,巩固粮食安全“压舱石”,西北地区需深度节水控水,筑牢北方生态安全屏障;考虑水土资源不匹配问题,提出坚持系统观念推进节水与开源,视水资源安全保障需求和水源工程布局情况,递次谋划西北地区开源工程,视粮食安全用水保障需求和水资源演变形势,系统谋划东北地区开源工程,促进水土资源空间均衡。本研究为粮食增产主要潜力区发展规划制定、行业政策完善及管理能力提升提供科学决策依据,助力增强支撑粮食安全与生态安全的水资源保障能力,稳固国家粮食安全根基与北方生态屏障。

参考文献:

- [1] 康绍忠.中国农业节水十年:成就、挑战及对策[J].中国水利,2024(10):1-9.
- [2] 沈彦俊,齐永青,罗建美,等.地理学视角的农业节水理论框架与水资源可持续利用[J].地理学报,2023,78(7):1718-1730.
- [3] 康绍忠.藏粮于水 藏水于技——发展高水效农业保障国家粮食安全[J].中国水利,2022(13):1-5.
- [4] 董义阳,翟家齐,赵勇,等.宁夏引黄灌溉绿洲农业节水的水平衡效应及其生态影响模拟分析[J].应用基础与工程科学学报,2024,32(6):1720-1739.
- [5] 张光辉,费宇红,刘春华,等.华北平原灌溉用水强度与地下水承载力适应性状况[J].农业工程学报,2013,29(1):1-10.
- [6] 王增丽,董平国,樊晓康,等.膜下滴灌不同灌溉定额对土壤水盐分布和春玉米产量的影响[J].中国农业科学,2016,49(12):2345-2354.
- [7] 王浩,汪林,杨贵羽,等.我国农业水资源形势与高效利用战略举措[J].中国工程科学,2018,20(5):9-15.
- [8] XIE W, ZHU A, ALI T, et al. Publisher Correction: Crop switching can enhance environmental sustainability and farmer incomes in China[J]. Nature, 2023, 618(7966): E26.
- [9] XUE S, FANG Z, RIPER C V, et al. Ensuring China's food security in a geographical shift of its grain production: Driving factors, threats, and solutions[J]. Resources Conservation and Recycling, 2024, 210: 107845.
- [10] 樊杰.中国主体功能区划方案[J].地理学报,2015,70(2):186-201.
- [11] 王浩,汪林,杨贵羽,等.我国农业水资源形势与高效利用战略举措[J].中国工程科学,2018,20(5):9-15.
- [12] 李激,何国华,赵勇,等.供水工程影响下中国北方地区耕地后备资源开发潜力[J].农业工程学报,2024,40(5):264-274.
- [13] 李云霞,范军亮,关新元,等.新疆灌区农业节水发展现状与对策建议[J].华中农业大学学报,2024,43(2):93-98.
- [14] 李原园,李云玲,何君.新发展阶段中国水资源安全保障战略对策[J].水利学报,2021,52(11):1340-1346+1354.
- [15] 翟家齐,赵勇,刘宽,等.干旱区灌溉绿洲农业节水潜力形成机制与评估方法[J].水利学报,2023,54(12):1440-1451.
- [16] 任贺靖,路凯超,蔡甲冰,等.基于水热耦合的冬小麦-夏玉米产量响应与变化预测[J].农业机械学报,2025,56(2):429-443+484.
- [17] 邢西刚,汪党猷,李原园,等.新时期节水概念与内涵辨析[J].水利规划与设计,2021(3):1-3+52.
- [18] 王浩,姜珊,朱永楠,等.中国水-能-粮耦合系统协同安全发展战略研究[J].中国水利,2024(17):5-12.
- [19] 左其亭,李佳敏,马军霞,等.“四水四定”研究 I:概念内涵及理论依据[J/OL].南水北调与水利科技(中英文),1-10[2025-06-05].<http://kns.cnki.net/kcms/detail/13.1430.TV.20250421.1440.006.html>.
- [20] 李原园,李云玲,邢西刚,等.《节约用水条例》立法思路与制度设计[J].水利发展研究,2025,25(2):55-60.
- [21] 李原园,李云玲,马睿,等.以“四水四定”统筹推进水资源与经济社会及生态环境协调发展的特征及规律认识[J].中国水利,2024(24):21-25.
- [22] 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.
- [23] 郭旭宁,刘为锋,邢西刚,等.国家水网的理论内涵与战略策略关系[J].南水北调与水利科技(中英文),2023,21(6):1055-1063.
- [24] 张义强,白巧燕,刘琦.河套灌区农业深度节水的思考和建议[J].灌溉排水学报,2023,42(S1):180-183.

责任编辑 熊 璠