

# 资源有效利用保障粮食安全的路径研究

穆月英

(中国农业大学经济管理学院,北京 100083)

**[摘要]**水资源的利用关系到粮食生产结构和要素配置效率,灌溉等水利设施是粮食生产的基础条件,水资源与粮食生产具有耦合关系。当前我国粮食生产存在水资源供需缺口、粮食生产与水资源时空错配及因水资源短缺带来的粮食生产脆弱性问题。与此同时,我国在粮食生产节水技术应用、粮食生产用水综合效率提升、粮食种植结构和区域布局优化等方面均有潜力可挖。应通过水资源有效利用提高土地产出率,强化农田水利建设保障粮食生产稳定发展,推广节水技术等实现粮食生产可持续发展,调整优化种植结构促进粮食生产和水土资源的匹配,以市场化机制优化水资源配置提高粮食生产竞争力。

**[关键词]**水资源;高效用水;粮食生产;粮食安全

**[中图分类号]**F323

**[文献标识码]**A

**[文章编号]**1002-3909(2022)06-0110-09

**DOI:**10.14110/j.cnki.cn-37-1059/d.2022.06.011

习近平总书记在党的二十大报告中指出:“全方位夯实粮食安全根基”<sup>①</sup>。水与耕地一样,是粮食生产的重要基础,也是农地综合生产能力得以发挥的先决条件。粮食生产是淡水消耗的主要环节之一,合理、高效的农业水资源利用符合“绿水青山就是金山银山”的绿色发展理念;有利于“藏粮于地,藏粮于技”,增强国家粮食安全;有助于实现“把饭碗牢牢端在自己手里”的总体目标。农业水资源合理、高效利用一直是各级政府、科研机构等相关部门共同推动的目标之一,备受社会各界关注。《“十四五”节水型社会建设规划》秉承习近平总书记提出的“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”的新时代治水理念,强调“以水定城、以水定地、以水定人、以水定产,把水资源作为最大的刚性约束”<sup>②</sup>。2022年中央一号文件着重强调抓好粮食生产和供给保障,其中水资源有效利用方面涉及以下内容:节水控水与提高用水效率以实现粮食稳产增产<sup>③</sup>;保护地下水超采区,用省水作物替代需水量大的作物来优化粮食种植结构;增加灌溉面积并强调高效节水灌溉面积的增加以建设高标准农田;通过水利基础设施建设与管护、水利和气象灾害监测预警体系等促进农业防灾减灾。关于粮食生产有效利用水资源的具体目标,2022年中央一号文件提出2022年高效节水灌溉面积从3.5亿亩增加到4亿亩。总之,在“以水定产”的总体规划下,发展节水型农业是我国政策着重引导的方向,基于水资源视角分析我国粮食生产与粮食安

**[基金项目]**本文系国家社科基金重大项目“我国粮食生产的水资源时空匹配及优化路径研究”(项目编号:18ZDA074)的阶段性成果。

**[作者简介]**穆月英,女,管理学博士,中国农业大学经济管理学院教授、博士生导师,研究方向为农业经济理论与政策。

<sup>①</sup> 习近平:《高举中国特色社会主义伟大旗帜 为全面建设社会主义现代化国家而团结奋斗——在中国共产党第二十次全国代表大会上的报告》,《人民日报》2022年10月26日。

<sup>②</sup> 国家发展改革委:《“十四五”节水型社会建设规划》(发改环资[2021]1516号),<https://www.ndrc.gov.cn/xgk/zcfb/ghwb/202111/P020211108630238124208.pdf>。

<sup>③</sup> 《中共中央国务院关于做好二〇二二年全面推进乡村振兴重点工作的意见》,《人民日报》2022年2月23日。

全具有重要意义。

关于粮食生产中水资源利用的已有研究主要集中于以下几个方面:一是关于粮食生产水资源地区特征的研究。杨鑫等的研究指出,北方地区粮食生产需水量持续增加,粮食生产与水资源利用的匹配程度下降<sup>①</sup>。刘聪结合虚拟水概念分析了粮食生产水资源利用的地区特征,指出河南、山东等省份用于粮食生产的水资源使用量较多,而浙江、福建等省份水资源使用量较少<sup>②</sup>。二是关于粮食生产用水效率特征及其影响因素的研究。有学者认为,提高粮食生产用水效率是破解粮食安全面临水资源约束的关键,我国粮食生产用水效率呈现出上升趋势<sup>③</sup>,区域粮食生产用水效率呈东、西、中地区逐步降低的分布格局<sup>④</sup>,技术进步、产业结构、供水结构、化肥价格等会对粮食生产用水效率产生影响。三是关于粮食生产节水技术采用及其效应的研究。有学者提出,政策激励、政策补贴、农技宣传、灌溉水价、农户特征等因素对粮食生产节水技术采用产生影响<sup>⑤</sup>,节水技术的采用实现了单位面积粮食生产节水,但由于水资源约束放松,灌溉面积扩张和种植结构变动进一步导致灌溉用水量的增加<sup>⑥</sup>,同时对粮食种植产生“挤出效应”<sup>⑦</sup>。总之,粮食生产中高效利用水资源,有利于粮食生产的可持续发展,有利于粮食安全。

基于此,本文在水资源视角下,阐述水资源对生产与粮食安全的作用,分析在水资源制约下我国粮食生产面临的问题,探讨我国粮食生产有效用水的潜力,提出水资源合理利用视角下粮食生产可持续发展与增强粮食安全的对策。

## 一、水资源在粮食生产中的地位

农业是自然再生产与经济再生产的相互交织,水资源作为重要的农业自然资源,通过满足粮食作物生长中对水的需求而直接作用于粮食生产。与此同时,水资源利用中还关系到粮食生产中的耕地、劳动力及物资等要素的投入和配置,从而也会影响到粮食生产。

### (一)水对粮食生产的作用机制

一是水资源对种植结构和区域分布的影响。从水的需求看,不同作物对水的需求不同,因此水资源会作用于种植结构,比如水稻种植往往分布于水资源丰富的地区。从区域分布来看,水资源关系到北方粮食主产区的稳定发展。如,河北省是我国传统的小麦主产区,由于受到华北区域地下水超采造成的水压力影响,为缓解华北平原水资源短缺,政府针对河北冬小麦产区推出了休耕政策试点。而在没有条件灌溉的种植区,水资源更多地依赖于降雨,因此只能发展旱地农业。此外,水资源也是影响地区粮食生产比较优势的重要因素。

二是水资源对粮食生产要素配置的影响。“藏粮于地”是我国粮食安全战略的重要举措,而我国的

① 杨鑫、穆月英:《中国粮食生产与水利资源的时空匹配格局》,《华南农业大学学报(社会科学版)》2019年第4期。

② 刘聪:《中国粮食生产的水资源利用特征评价》,《华中农业大学学报(社会科学版)》2017年第4期。

③ 李玲、周玉玺:《基于DEA—Malmquist模型的中国粮食生产用水效率研究》,《中国农业资源与区划》2018年第11期。

④ 徐依婷、穆月英、张哲晰:《中国粮食生产用水效率的影响因素及空间溢出效应》,《华中农业大学学报(社会科学版)》2022年第4期。

⑤ 陈宏伟、穆月英:《政策激励、价值感知与农户节水技术采纳行为——基于冀鲁豫1188个粮食种植户的实证》,《资源科学》2022年第6期。

⑥ 陈杰等:《华北平原节水技术、灌溉用水量反弹效应与地区异质性——基于Malmquist和LMDI指数分析》,《自然资源学报》2022年第8期。

⑦ 王哲、陈煜:《技术进步一定会带来一个区域农业用水总量下降吗——基于河北省面板数据实证分析》,《农业技术经济》2020年第6期。

基本国情是人多地少,耕地资源相对有限,因此土地产出率的提高对粮食生产至关重要,而其中农田灌溉等水资源利用有利于提高粮食作物的土地产出率。此外,近几年政府提倡的与提高水资源利用相关的技术,如水肥一体化技术、节水灌溉技术等采用和普及,一方面可以促进化肥等物资投入的有效利用,另一方面传统大水漫灌相比,采用滴灌等节水灌溉与既因为节约水量而降低了生产成本,又因节约劳动时间而优化了粮食生产要素的综合配置。

### (二)灌溉等设施是粮食生产的基础条件

2000—2020年,我国农田灌溉面积从8.1亿亩增长至10.4亿亩,粮食总产量从4622亿公斤增加至6695亿公斤,增长率高达44.9%<sup>①</sup>,占全国耕地50%的灌溉耕地生产了全国大约75%的粮食。可见,高效用水对粮食生产具有支撑作用。近年来我国农业高效节水技术迅速发展、普及,高效节水灌溉面积逐年递增,2000—2020年间节水灌溉面积增长率高达130.6%;2020年节水灌溉面积达到5.7亿亩,占灌溉面积的比重为55%<sup>②</sup>。从细分农业高效节水灌溉类型来看,高效节水灌溉包括喷灌、微灌、低压管灌、渠道防渗以及其他节水灌溉。2019年低压管灌最为普及(1.7亿亩),其次是微灌(1.1亿亩)和喷灌(0.6亿亩);2013—2019年微灌技术普及最快,其次是低压管灌和喷灌<sup>③</sup>。可见,包括灌溉设施在内的设施投放和节水技术成为粮食生产发展的基础条件。

### (三)水资源与粮食生产的耦合关系

水资源与粮食生产具有耦合关系,提高水资源利用效率有利于增加水资源安全和粮食安全。通过高效用水来提升粮食生产效率是加强粮食安全的重要手段,加强粮食安全也是水资源合理利用的前提条件。在水资源安全与粮食安全双要求的背景下,匮乏的水资源和加强粮食安全具有协调关系。提高水资源利用效率是加强水资源安全和粮食安全的必要途径。2021年我国农田灌溉水有效利用系数为0.568,单方灌溉水的粮食产量达到1.5公斤;而发达国家灌溉水利用系数在0.7至0.8之间,单方水粮食产量可达2.5~3公斤<sup>④</sup>。若我国农田灌溉水有效利用系数提升至0.7,约可节约水资源488亿立方米,按当前单方水粮食产量,可增加粮食产量500亿公斤<sup>⑤</sup>。

## 二、我国粮食生产水资源利用面临的问题

当前我国粮食生产面临着农业水资源供不应求,水资源利用与粮食生产存在着空间错配和时间错配现象,水资源短缺导致的干旱灾害等问题不容忽视。

### (一)粮食生产用水供需不匹配

农业对水资源的依赖性较强,是用水大户。我国农业水资源供不应求,出现各方争水局面。2020年我国总供水量为5813亿立方米,略低于上年供水量,其中农业用水量为3612亿立方米,农业用水中85%左右属于灌溉用水,达3116亿立方米。近年来,工业用水和生活用水大量挤占农业用水,2001到2020年农业用水占比从68.7%减少至62.1%。2013年农业用水达到峰值3921亿立方米,此后农业用水量总体呈现出下降趋势(见图1)。由于我国供水总量呈下降趋势,增加灌溉用水的难度极大,而水资源

① 《中国统计年鉴2001》《中国统计年鉴2021》,http://www.stats.gov.cn/tjsj./ndsjs/。

② 《中国农村统计年鉴2001》《中国农村统计年鉴2021》,https://navi.cnki.net/knavi/yearbooks/YMCTJ/detail?uniplatform=NZKPT。

③ 《中国水利统计年鉴(2014)》《中国水利统计年鉴(2020)》,https://slnj.digiwater.cn/index.jspx;JSESSIONID=147bb532-151d-4b82-bc8a-2d54d6fb17b0? locale=zh\_CN

④ 《2021中国水资源公报》,http://www.mwr.gov.cn/sj/tjgb/szygb/202206/t20220615\_1579315.html。

⑤ 康绍忠:《水安全与粮食安全》,《中国生态农业学报》2014年第8期。

供不应求导致各方争水,进一步导致粮食用水短缺:一方面,工业用水和生活用水挤占农业用水;另一方面,随着居民对动物食品的需求快速上升,畜牧业蓬勃发展,出现畜牧业与种植业争水的局面。与此同时,还出现了种植业内部高收益经济作物与粮食争水、粮食内部非主粮与小麦玉米水稻等主粮争水的局面。

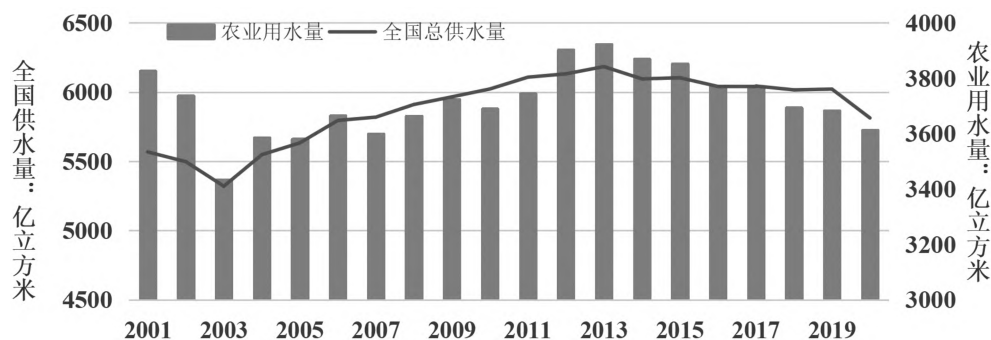


图1 全国总供水量和农业用水量

数据来源:《中国水利统计年鉴》

(二)粮食生产与水资源时空错配

从空间维度看,我国水土资源区域分布极为不均,“地在北方,水在南方”,导致粮食生产水资源空间错配。水资源紧缺的北方是我国主要粮食生产地区,13个粮食主产区中有7个在北方,北方作物播种面积占全国的53%,生产了全国60%的粮食(如图2所示)。2000—2020年,北方地区粮食种植面积由8.3亿亩增加到10.2亿亩,南方地区由8亿亩减少至7.3亿亩,粮食种植逐渐向北方转移。2020年黑龙江和河南的粮食产量占全国粮食总产量的比重均超过10%。南方的水资源拥有量占全国的80%,但水资源丰富的南方耕地面积相对较少,仅生产了全国粮食的35%。北方地区的水资源禀赋低,且水资源进一步开发的空間也很有限,成为粮食生产的一大制约因素,尤其是河南、河北和山东等北方粮食生产大省,水资源相对匮乏,粮食生产与水资源之间呈现不匹配状态。

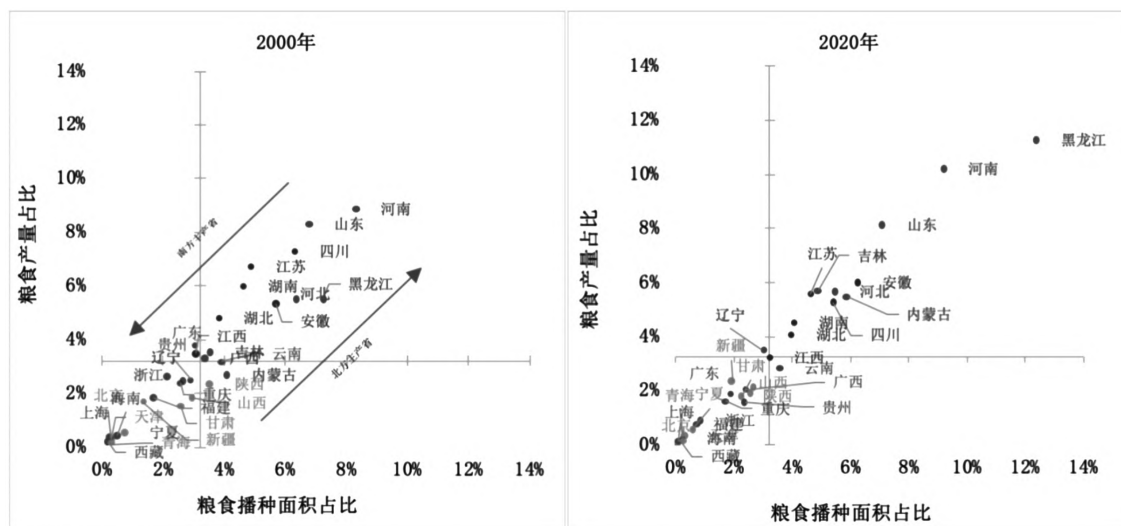


图2 我国粮食生产地域变迁

数据来源:《中国农村统计年鉴》。注:原点为占比均值。我国粮食主产省包括河北、河南、山东、辽宁、吉林、黑龙江、内蒙古(以上为北方主产省),湖北、湖南、安徽、江苏、四川、江西(以上为南方主产省)。

历史上我国粮食供应区域分布一直是“南粮北运”的格局,但近年来由于粮食生产向北方聚集,产生了“北粮南运”的新格局。从粮食输出来看,北方粮食主产区可以调出的粮食量,2000年为15亿公

斤,2012年约为50亿公斤,2015年为116.4亿公斤,2019年提高到118.6亿公斤<sup>①</sup>。13个粮食主产区的粮食调出量占全国调出总量的90%,粮食调出量最大的主产省为黑龙江、吉林、安徽、内蒙古和河南,2014年5省粮食净调出量占13个粮食主产区净调出量的99.9%<sup>②</sup>;粮食省际贸易呈现出从北向南流动的格局。如果用虚拟水衡量,我国的“北粮南运”意味着虚拟水的“北水南调”。“北粮南运”引发“北水南调”,即水资源贫乏区域向水资源丰富区域“调水”,导致北方粮食主产区水供需缺口进一步加剧。我国粮食生产与水资源利用在空间匹配上的错配,势必阻碍粮食生产的可持续发展。

时间维度上,北方粮食主产区主要种植模式是“冬小麦—夏玉米”两熟制,而小麦需要越冬水,冬季正值用水高峰期,即冬小麦的生长高峰时期在干旱少雨的冬季,但北方冬季却寒冷缺水。据统计,我国北方冬小麦种植省份,冬小麦全生育期的降雨充足率普遍低于50%<sup>③</sup>,发展抗旱节水小麦是缓解北方水资源短缺的关键。总之,粮食生产的水资源利用在时间上的错位问题应引起高度重视。从一定意义上讲,水资源的有效利用是促进粮食生产发展的必要条件。因此在注重粮食生产总量的同时,有必要注重粮食生产种植制度和种植模式优化。

### (三)水资源不足产生的粮食生产脆弱性

水资源不足引发的粮食生产脆弱性指的是受水资源刚性约束产生的粮食生产脆弱性。受全球气候变暖的影响,我国干旱受灾面积和绝收面积居高不下。据《中国水旱灾害防御公报》统计,2011—2020年,农作物干旱受灾面积累计达1035.4万公顷,我国因旱灾平均每年农作物绝收面积达508.8万公顷,因旱成灾率高达50%。2020年全国因旱造成粮食损失236亿公斤,占当年粮食总产量的3.5%。在水资源的利用方面,有传统的灌溉方式与节水灌溉方式,而两者在粮食生产中的水资源利用效率有很大差异。当前我国粮食生产中节水灌溉的普及面还很有限,因此水的利用方式也影响到粮食生产的持续稳定发展。总之,我国粮食生产受到水资源短缺的刚性约束,由此导致的粮食生产脆弱性值得关注。

表1 水资源粮食生产脆弱性指数评价体系

一级指标	二级指标	指标解释	均值	标准差
粮食生产能力	粮食产量	粮食产量/粮食播种面积	64447.22	2662.99
	粮食产量波动	(当年粮食产量-上年粮食产量)/上年粮食产量	1103.79	1128.92
水资源约束	年均降水量	年均降水量(毫米)	63367.89	3611.36
	水资源总量	水资源总量	28531.00	2526.46
	水旱受灾面积	农作物水旱灾害面积	19193.58	3688.62
水资源生产条件	粮食水资源用量	农业用水量*粮食播种面积占比	2654.34	89.64
	有效灌溉面积	有效灌溉面积	65967.04	2643.14
	水库总库容量	水库总库容量	8597.30	605.88
	Ⅲ类以上河流占比	Ⅲ类以上河流占总评价河流比重	75.42	7.43
水资源短缺应对能力	节水灌溉面积	采用节水灌溉的耕地面积	32574.12	3671.92
	除涝面积	易涝耕地免除淹涝耕地面积	23087.45	1135.00
	水土流失治理面积	治理水土流失耕地面积	120492.61	13576.23

① 《中国农村统计年鉴》, <https://navi.cnki.net/knavi/yearbooks/YMCTJ/detail?uniplatform=NZKPT>。

② 辛翔飞、王济民:《须高度重视我国粮食净调出省份过度集中》,《宏观经济管理》2016年第10期。

③ 孙爽等:《中国冬小麦需水量时空特征分析》,《农业工程学报》2013年第15期。

我国粮食生产脆弱性评价指标体系如表 1 所示。将粮食生产脆弱性分解为粮食生产能力、水资源约束、水资源生产条件、水资源短缺应对能力四大部分,其中,粮食生产能力、水资源生产条件、水资源短缺应对能力越高,总体脆弱性指数越低;水资源约束越高,总体脆弱性指数越高。

具体测算采用面板熵权法,数据来源于《中国统计年鉴》《中国水利统计年鉴》和《中国环境统计年鉴》2011—2020 年的相关数据,并根据相关性和标准化方法进行了指标的归一化处理。因水资源短缺造成的粮食生产脆弱性测算及其分解结果如图 3 所示。

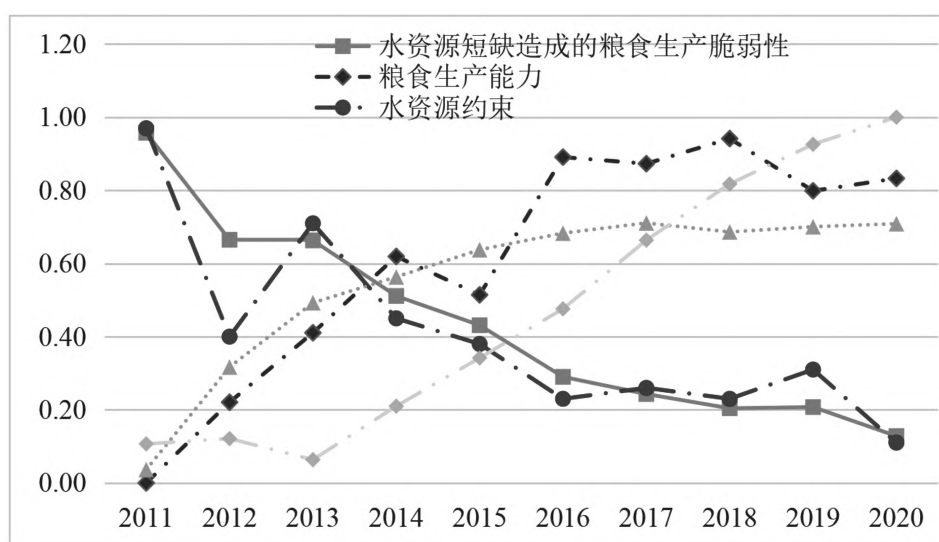


图 3 2011—2020 年全国水资源短缺造成的粮食生产脆弱性

从图 3 可见,2011—2020 年全国水资源短缺造成的粮食生产脆弱性总体呈现递减趋势,粮食生产系统趋于稳定。这说明,近年来全国粮食生产面临的水资源刚性约束逐步放松、生态压力降低,水资源对粮食产业的承载能力上升,自然环境与经济社会对粮食生产的负面冲击有一定减弱。究其原因,主要是近年来政府大力推广农业节水行动、强化农业节水设施建设,在高脆弱性地区实行总量控制和定额管理,提升了粮食生产的用水效率;特别是生态环境的改善,使得全国因水资源短缺造成的粮食生产脆弱性总体呈现递减趋势。但是通过分析也可以看出,粮食生产能力指数在 2016 年之前上升趋势显著,近两年则出现一定程度的下降,同时水资源约束指数整体呈现下滑趋势,水资源生产条件不足与水资源短缺下的应对能力上升幅度显著。

总之,目前我国的粮食生产用水仍然面临供不应求及工业、生活、农业内部各方争抢水资源,水资源利用与粮食生产空间错配和时间错配,因水资源短缺导致的干旱灾害、地表水流失、地下水超采等问题,对粮食生产及粮食安全带来的冲击仍不容忽视。

### 三、粮食生产有效利用水资源的潜力

要充分发挥粮食生产节水技术、提升用水效率、优化种植结构和区域结构等方面的潜力,尽可能做到“物尽其用”,提高粮食生产中水资源的利用效率。本文分析认为,我国粮食生产有效用水的潜力,突出表现在如下几个方面(见图 4):

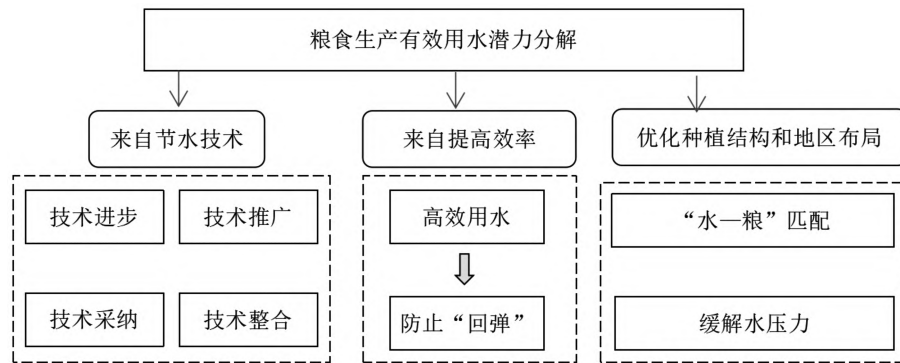


图4 粮食生产有效用水潜力解析图

#### (一)来自粮食生产节水技术的潜力

利用节水技术,对灌溉过程、作物生长过程进行系统的节水管理是水资源高效利用的核心。粮食生产节水技术包括工程节水、农艺节水、生物节水、管理节水、田间节水等,细分来看主要有蓄水工程、渠道防渗、管道输水、地膜覆盖、深耕深翻、田间增水、抗旱品种、水资源配置和调度等。在粮食生产用水的整个过程中(包括水源取水、输送配水、田间灌水、作物吸收、形成产量),输送配水、田间灌水、作物吸收三个环节是技术节水的核心,输送配水过程中需要减少渠道渗漏、水分蒸发、田间灌水过程中需要防止深层渗漏、地表流失,作物吸收过程中需要避免土壤蒸发,作物过度蒸腾。可见,促进节水技术进步可以有效提高粮食生产用水效率。

目前我国节水灌溉面积和高效节水方面仍有较大提升空间。从经济学视角看,粮食生产节水技术同时具备技术和要素等属性,采纳节水技术是农户、社区、政府等部门共同推动的结果。2000—2020年,我国节水灌溉面积占耕地灌溉面积的比重从30%提高至55%<sup>①</sup>,这当中,各级政府推动了低压管灌、微灌、喷灌等高效节水设施和技术的应用,大部分灌溉软管的应用则是农户自发行为,高效节水灌溉面积仍有较大增加空间。从微观视角的节水技术采纳来看,农户对节水技术的认知和采纳程度有待提高,节水技术推广空间较大。调查显示,部分粮食主产区的农户对各项节水技术表示“很不了解”和“不了解”的比例均在50%以上,部分节水技术的采纳程度非常低,如滴管、渠道防渗等;对留茬免耕、地下管道、抗旱品种、深松整地4种节水技术的了解程度和采纳比例最高,分别达到43%、37%、31%和25%<sup>②</sup>。从技术层面看,为增加节水效率,仍需提高不同技术之间的配套。节水技术与物联网等信息技术、农用无人机等自动化技术、人工智能等计算机技术和其他技术之间具有关联性,节水技术与各项技术之间、节水技术相互之间需要协调配合才能更好地提高效率,比如节水设施硬件系统和软件系统的配合,开发灌溉的移动端软件等。另外,发展和推广节水技术仍需攻克各方面困难,包括自然资源约束、经济因素制约、人文意识水平限制、其他社会因素和政策制度障碍等。

#### (二)来自粮食生产用水综合效率的潜力

2011—2021年,我国农田灌溉水有效利用系数从0.510提高到0.568,提高了11.4%,农业节水工作成效显著。与此同时,发达国家灌溉水利用系数在0.7至0.8之间。我国的灌溉水有效利用系数与发达国家相比仍有一定的差距,我国有44.1%的水在输送和灌溉过程中浪费,不能被作物吸收利用<sup>③</sup>,由此可见,我国粮食生产节水潜力巨大。如2022年中央一号文件就强调,通过提升用水效率、发展旱作农业,稳定粮食播种面积,推进黄河流域农业深度节水控水。

① 《中国农村统计年鉴》, <https://navi.cnki.net/knavi/yearbooks/YMCTJ/detail?uniplatform=NZKPT>。

② 根据调研数据计算得出。

③ 《2021中国水资源公报》, [http://www.mwr.gov.cn/sj/tjgb/szygb/202206/t20220615\\_1579315.html](http://www.mwr.gov.cn/sj/tjgb/szygb/202206/t20220615_1579315.html)。

在资源利用效率方面,有“回弹效应”现象,即资源利用效率提升,资源利用却没有像预期的那样出现下降。当前我国粮食生产用水效率提高后,灌溉用水并没有下降到预期水平。究其原因,从微观层面看,在利润最大化驱动下,农户在作物选择、轮作方式、灌溉面积等方面会作出调整行为,灌溉面积扩张与种植结构需水化变动可能导致耗水增加,如种植结构由粮食作物向蔬菜等高耗水作物转变所导致的灌溉水增加幅度远高于滴灌等现代节水技术可实现的节水潜力;从宏观层面看,几乎所有粮食主产省都属于高耗水省份,粮食生产过程中使用节水技术带来的“节约水”与技术便利、改变种植结构、规模扩张带来的“多浇水”相互对冲,导致节水技术带来的节水效果变差甚至造成更加耗水的结果。联合国粮食及农业组织(FAO)也曾就此发出风险预警,若不加以管控,水资源利用效率的提高可能无法实现粮食安全与水资源压力的脱钩。

### (三)来自种植结构和地区布局优化的潜力

粮食生产向水资源较少的北方区域进一步集聚已成为现实,如果将水纳入粮食生产地区的比较优势因素中,粮食主产区的比较优势将进一步下降,粮食生产的时空不匹配程度进一步加剧。优化种植结构不仅可以促进节水、加强粮食安全,也是提高“水—粮”时空匹配度的手段之一。在我国,旱作农业发展相对滞后,在400毫米降水线西侧水资源相对匮乏的区域依然种植着高耗水作物比如水稻(参见《“十四五”节水型社会建设规划》)。水资源约束下,考虑经济效益、社会效益和生态效益,华北地区可降低高耗水作物如小麦和稻谷的种植比例,增加低耗水作物的种植<sup>①</sup>。吉林省是我国的产粮大省,模拟研究发现,在吉林省现有的生产条件下,通过优化农业种植结构,在保证粮食产量提升5.3%的同时,经济效益、生态效益、生物质均有增加,并且能够减少水足迹和能源消耗<sup>②</sup>。

我国幅员辽阔,各地粮食生产的资源和条件不同,政府划定了粮食生产功能区和重要农产品生产保护区的粮食生产区域。在一个地区布局作物种植时,不仅要重视耕地资源和气候条件等因素,也要重视水资源因素。2022年中央一号文件指出,在“黑龙江省部分地下水超采区、寒地井灌稻区推进水改旱、稻改豆试点”;“加大大中型灌区续建配套与改造力度,在水土资源条件适宜地区规划新建一批现代化灌区,优先将大中型灌区建成高标准农田”。总之,通过优化粮食种植区域布局促进水资源的有效利用,将反过来推动粮食生产可持续发展。

## 四、对策建议

综上,水资源对农业生产和粮食安全具有十分重要的作用。要解决当前我国农业生产面临的水资源约束,合理高效利用水资源,提高粮食生产能力和竞争力,保障粮食安全,实现把“饭碗牢牢端在自己手里”的总体目标,应从以下几个方面入手提高水资源利用效率:

### (一)通过水资源有效利用提升土地产出率

一是通过“宜灌化”扩大有效灌溉面积,提高土地生产率。在农业统计中的有效灌溉面积是指具有一定的水源、地块比较平整的耕地。北方是我国重要的粮食主产区,而北方的气象特点是十年九旱,灌溉对粮食生产非常重要。2020年底,我国耕地面积19.2亿亩,耕地灌溉面积10.4亿亩,耕地灌溉面积占总耕地面积的比重仅为54.1%。这意味着有一定坡度的地区较难实现灌溉。值得指出的是,近几年推广的微灌、管道输水等灌溉技术,降低了灌溉对地块平整度的要求,带来了坡地实现灌溉的变革性突

<sup>①</sup> 高明杰、罗其友:《水资源约束地区种植结构优化研究——以华北地区为例》,《自然资源学报》2008年第2期。

<sup>②</sup> 仇蕾等:《基于水—能—粮关联关系的粮食主产区农业种植结构优化研究——以吉林省为例》,http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3513.s.20220225.1133.008.html。



破,在我国西北和华北地区已经开始试点示范这类灌溉技术,下一步很有必要在其他地区扩大推广。二是将水资源利用纳入高标准农田建设等现行农业支持政策框架中,在评价各级政府农业各项政策的实施以及政策效果时,应将用水和粮田的匹配因素予以充分考虑。

#### (二)强化农田水利建设保障粮食生产稳定发展

我国粮食生产容易受到水旱灾害的影响而大起大落,从而波及到国家粮食安全。近几年极端气候现象频繁发生,对粮食生产的影响不容忽视。为此,加大农田水利投入是水资源有效利用的关键。农田水利设施作为公共物品,具有投资大、见效慢、回收期长、利润低等特点,政府应设立财政专项资金统筹农田水利建设及维护,同时引入多元化投融资主体加强农田水利建设。要完善小型农田水利工程产权制度改革,创新运行管控模式。有的地方推行采取“两证一书”即农田水利工程产权证、农田水利工程使用权证和农田水利工程管护协议书形式,明晰产权和管护责任,有效调动了农户在农田水利设施管护中的积极性,应加大推广力度。在农田水利设施建设方面,还要充分考虑粮食种植结构、水资源情况等,增强农田水利设施建设的精确度和适用性。

#### (三)推广节水技术利用保障粮食生产可持续发展

我国用6%的淡水资源,生产了全球1/4的粮食。在我国粮食生产用水极为有限的前提下,节水技术的利用关系到粮食生产的可持续发展。要从工程、农艺和生物等多方面采取措施,筛选培育抗旱小麦、玉米、杂粮等耐旱节水型新品种,完善农田节水技术推广机构,改善技术服务手段,规范农田节水技术。同时,通过提高节水技术补贴力度,对于经营规模较小且地块分散的粮食种植户,一方面可以通过补贴节水设备初期投入与供给、日常维护服务等,降低农户节水技术采纳成本和技术风险,提高农户采纳节水技术的积极性;另一方面要协调实现节水技术利用与粮食增产和农民增收目标,推动和保障节水技术推广普及。

#### (四)调整优化粮食种植结构促进粮食和水土资源的匹配

以区域水资源可持续利用为目标,根据各地区水资源承载能力,合理调整农业生产作物布局,提升粮食等农产品的供给能力。在灌溉农业区稳定粮食播种面积,优化粮食作物种植结构,提高粮食的水生产效率。在水资源短缺地区严格限制种植高耗水农作物,鼓励种植耗水少、附加值高的农作物,其中在工程性缺水地区实施水旱轮作,发展间作套种;在资源性缺水地区扩大低耗水作物种植面积。例如,河北省实行冬小麦季节性休耕、旱作雨养种植试点以及推广节水型种植和旱作农业新模式等,效果十分明显,值得在北方地区推广。

#### (五)以市场机制优化水资源配置提高粮食产业竞争力

健全合理的水价形成机制,发挥经济杠杆对水资源的配置和导向作用,这既有利于水资源的高效利用,又有利于节约生产成本,提高产业竞争力。在调研中有农户反映,因灌溉成本加大抵消了因产出增加带来的好处,容易造成有灌溉条件却不灌溉的现象。因此,在节约利用水资源方面,应建立精准补贴和节水奖励机制,超罚节奖,增强农户节水的自觉性。与此同时,要加快推进水权制度改革和农业水价综合改革,建立和完善水权转换和交易制度,通过建立农业水价合理分担机制,国家、地方政府、农民及相关受益者分担与其相适应的费用,提高农户节约用水的积极性,提升水资源利用效率和效益,进一步提高我国粮食生产的质量效益和竞争力。

[责任编辑:赵丽娜]