



# 农科智库要报



2022年第7期（总第19期）

中国农业大学国家农业科技战略研究院  
国家农业科技发展战略智库联盟

2022年8月4日

## 专家建议

### 藏粮于水 藏水于技 —发展高水效农业 保障国家粮食安全

粮食安全是国家安全的基本保证，水安全是粮食安全的基础。当前，水资源短缺已成为我国粮食安全和农业可持续发展的刚性约束。如何应对新形势下的新挑战？关键是要坚持藏粮于水，夯实国家粮食安全的农业用水保障，坚持藏水于技，促进高水效农业快速健康发展。

#### 一、水资源短缺对我国粮食安全形成严峻挑战

水安全与粮食安全是人类社会可持续发展的最基本支撑点。水资源短缺将直接导致食物生产的波动，从而在源头上导致真正的食物危机。确保水和粮食安全，已成为人类面临的重大挑战。2016年美国发布的《2016-2045年新兴科技趋势报告》指出，到2045年，

---

全球将有超过 40%的人口面临水资源短缺。我国多年平均水资源总量 2.8 万亿  $m^3$ ，居世界第 6 位，但人均水资源量仅 1983 $m^3$ ，不足世界人均水平的 1/3；单位耕地面积的水资源量仅为世界平均水平的 1/2。特别是我国水资源空间分布不匹配，国土、耕地面积、人口、GDP 分别占全国 64%、46%、60%、44%的北方地区，水资源量仅占全国的 18.6%。我国北方的海河、黄河、西北内陆诸河、西辽河等流域的缺水状况更为严峻。

在水资源短缺背景下，我国为了发展灌溉农业，先后建成多种类型的蓄、引、提水灌溉工程，有效灌溉面积从新中国成立时的 2.4 亿亩扩大到当前的 11.18 亿亩，位居世界第一。灌溉对粮食增产的直接贡献率约为 36.27%。灌溉农业成为我国农业生产的主力军和保障国家食物安全的基石。但是，我国的农业发展与区域水资源承载力不相适应。例如，一方面国家花巨资建设南水北调工程，以缓解北方的水资源短缺，另一方面又通过“北粮南运”把水资源运回南方。而且，在一些水资源短缺地区，农业的过度开发导致农业用水量，加之用水效率低，进一步加重了区域水资源短缺，引发了突出的生态环境问题。如华北平原，由于灌溉发展和农业熟制变化，在农业产能大幅度提高的同时，出现了严重的地下水水位下降，形成世界上面积最大的地下水漏斗区；西北内陆干旱区塔里木河、石羊河、黑河等流域，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。这些都对农业可持续发展和人类生存环境形成了严峻的挑战。

## 二、藏粮于水 夯实国家食物安全的农业用水保障

(一) 确立农业用水安全红线, 为国家食物安全提供用水保障。农业用水安全红线是指保障国家食物安全和农产品有效供给所需要的净耗水量、农业用水量、单位粮食产量净耗水量和灌溉水利用系数等指标。统计数据表明, 2021 年我国粮食年消费量 8.1 亿 t, 粮食总自给率为 82.6%。预计 2035 年, 粮食总需求量约为 9.4 亿 t。若保持粮食自给率不变, 届时我国的粮食产量需达到 7.8 亿 t。基于保障粮食自主安全的生产目标, 对我国未来农业用水安全的关键性指标预测如下: 按照过去 21 年间的年均用水下降速率, 预计 2035 年我国灌区单位粮食产量的净耗水量达到  $0.362\text{m}^3/\text{kg}$ ; 根据国民经济与社会发展规划的刚性约束指标, 到 2030 年我国的灌溉水利用系数将达到 0.60, 预计 2035 年要提高到 0.625。确保未来 75% 的粮食增加量仍由灌溉地生产, 则建议国家要在粮食需求高峰期 2035 年前后的农业用水安全红线宜定为: 农业净耗水 2422 亿  $\text{m}^3$ , 农业总用水 3875 亿  $\text{m}^3$ 。

(二) 加快建设国家农业水网, 提高食物安全供水保证率。在大力发展适水农业的同时, 为了保障国家食物安全, 迫切需要加快国家水网工程建设, 实现水资源南北调配、东西互济的配置格局, 促进水土资源有效匹配, 为耕地后备资源的合理开发利用提供必要的用水保障, 同时也可有效缓解现有耕地的缺水限制, 提升产能。农业水网是国家水网的毛细血管和重要组成部分, 而灌区灌溉渠(管)网则是农业水网的主要载体。应把农业水网纳入国家水网建设规划, 做好顶层设计, 研究制定国家水网框架下系统畅通的农业水网格局, 以利于全国各省、各地区的灌区现代化改造、高标准农

---

田建设和山水林田湖草沙系统治理的有序稳步推进，避免重复投入和低效建设。在北方水资源紧缺区，特别是新疆和河西走廊等地势落差较大、水源水质良好的区域，以及华北井灌区，应适度推进灌溉供水自来水管网化，采用大口径聚乙烯、聚氯乙烯管材或加筋聚乙烯复合管材建设管道输水系统不会显著增加工程成本，但可以减少输水损失、少占耕地。在建设农业水网的过程中，还应加强计量监测设施、信息化工程等建设，使农业水网系统管控逐渐向信息化与智慧化方向发展，加速智慧农业水网构建的进程，提高灌溉供水保证率、农业用水效率和效益。

（三）充分挖掘南水北调工程给粮食生产供水的潜力。华北地区在我国粮食生产特别是优质小麦等口粮生产中具有不可替代的重要作用，同时也是我国水资源最紧缺地区之一和南水北调东、中线工程的主要受水区。在国家粮食安全紧平衡的背景下，需要继续利用好华北地区良好的耕地条件，稳定甚至适度扩大粮食生产。要充分利用南水北调工程的外调水，提高粮食生产用水保证率，对确保国家口粮绝对安全意义重大。南水北调东、中线工程贯穿黄淮海地区，在沿线引黄灌区范围内一定程度上具备向农业供水的工程条件。据调查，河北农业水价的承受上限约为 0.65 元/m<sup>3</sup>，山东、河南也大体相当。河北全省亩均灌溉用水 165m<sup>3</sup>/亩。据有关推算，南水北调东线二期工程向农业终端供水水价大约为 2.14 元/m<sup>3</sup>，大约每亩需补贴 245.85 元。近年来国家投入京津冀地下水超采区治理的小麦休耕补贴是 500 元/亩，但由于休耕项目区之外的种植面积增加，节水数量有限。由于南水北调工程水价高于当地直接开采利用地下水的水价，加之工程配套不完善，导致计划供给河北的南水

---

北调水源没有充分利用。因此，建议把每亩 500 元的休耕补贴直接用于南水北调工程水价补贴，把目前河北没有用足的南水北调水直接用于水资源极度紧缺的衡水、沧州等地下水严重超采区的粮食生产，特别是小麦等口粮生产用水。对经济作物和蔬菜生产用水仍需考虑市场对水价的调节作用。

（四）加快实施南水北调西线工程，充分挖掘河西走廊等地的后备耕地资源潜力。南水北调西线工程是从根本上解决黄河流域及西北地区水资源短缺的战略工程。河西走廊生态区位重要，光照充足、气候适宜，是我国最大的玉米、蔬菜、瓜类、花卉等对外制种基地，占全国种子出口量的 75%，全国 60% 以上的玉米种子来自这里，对保障国家食物安全意义重大。如果将南水北调西线调水量适量引入河西走廊，可充分利用当地后备耕地资源，无疑对保障国家食物安全、促进当地现代农业跨越式发展、助推“一带一路”建设具有重大而深远的意义。建议国家尽快纳入规划，支持开展前期工作并及早启动实施。

（五）利用丰富的太阳能资源，合理开发利用新疆内陆干旱区咸水资源。据有关调查，新疆矿化度大于 3g/L 的咸水资源约为 100 亿  $m^3$ 。随着科技进步，采用低温膜蒸馏技术，将苦咸水通过太阳能聚热加温、过滤，淡化成符合标准的灌溉水已不再是难题。新疆太阳能资源十分丰富，利用太阳能进行咸水淡化利用前景广阔。2018 年 8 月，美国能源部（DOE）支持的太阳能光热海水淡化技术研发项目，使低容量、高盐度水（如石油和天然气生产中的卤水）淡化处理成本降至 1.5 美元/ $m^3$ ，大容量、低盐度的海水或者市政盐水淡化处理成本降至 0.5 美元/ $m^3$ 。若仅淡化为可灌溉农作物或生态植被

---

的水，其成本还可大大降低。

### 三、藏水于技 促进高水效农业快速健康发展

(一) 加快发展高水效农业，缓解我国农业用水紧缺状况。高水效农业是未来农业的发展方向，它是在一定的区域产量或效益目标下，在空间和时间上设计作物种植和耗水过程，使区域作物耗水最小，最大限度地提高水生产力和水生产效益。高水效农业是依托生物技术、信息技术和智能装备，实现单株、农田和区域不同尺度水与作物表型信息的智能感知、用水智能决策与智能控制，达到区域水土适配和水生产力时空格局优化，通过技术和制度创新，实现农业用水效率的全链条调控、多过程耦合和多要素协同提升。据中国工程院“农业资源环境若干重大战略问题研究”重大咨询项目预测，在当前技术水平下，2025年全国农田灌溉缺水量为136.6亿 $m^3$ ，在充分挖掘现有高效用水潜力的前提下，全国潜在节水量约为350亿 $m^3$ ，其中东北地区的节水潜力最大，为85亿 $m^3$ ，西北地区和黄淮海地区次之，分别为47亿 $m^3$ 和45亿 $m^3$ 。在未来降水量不低于多年平均水平及充分挖掘降水利用潜力的前提下，若将上述节水量用于合理扩大灌溉面积进行粮食生产，全国粮食产能增加潜力约6800万吨。发展高水效农业无疑是保障国家食物安全的战略选择。

(二) 积极推进国家农业用水监测网络建设，为高水效农业“四条红线”控制提供保障。农业用水监测计量是推动高水效农业技术应用、评价高水效农业发展效果和实施农业用水、净耗水、单位粮食产量净耗水和灌溉水利用系数“四条红线”控制管理的重要前提和基础。但是，目前95%以上的地表水灌区没有安装田间用水计量

---

设备，大部分机井缺乏计量装置，影响了高水效农业的有效实施。建议加快建设和完善区域联网的农业用水监控系统，加强农业用水的有效监测和定量控制。

（三）建设以县域为单元的高水效农业综合试验区，整体推进高水效农业快速健康发展。需要在全国重点缺水地区率先推进以县域为单元的高水效农业综合试验区建设，积极推动农业用水、净耗水、单位粮食产量的净耗水和灌溉水利用系数“四条红线”控制，把农业水效纳入经济社会发展的考核指标范畴。重点推进黄淮海地下水严重超采区、西北内陆干旱区、东北三江平原稻作区、西辽河流域玉米浅埋滴灌区、黄河中上游提灌区、宁蒙河套灌区等重点区域以县域为单元的高水效农业综合试验区建设，全链条多过程系统推进，多种技术优化组合，实施全域蓝绿水资源统一配置，由用水管理转变为耗水管理。科学确定县域农业用水、净耗水、单位粮食产量的净耗水和灌溉水利用系数指标，通过“四条红线”控制，整体推进高水效农业快速健康发展。

（四）加强高水效农业“卡脖子”技术攻关和创新平台建设，为高水效农业快速健康发展提供科技保障。在数字化、网络化、智能化的发展格局下，数字赋能节水，发挥实时遥测感知、同步传输、数据融合、实时预报等现代技术，提升农业高效用水科技创新能力。以解决水减粮增、农业用水紧缺问题为导向，以攻克高水效农业核心关键技术与重大关键产品“卡点”为核心，创新高水效农业科技攻关范式，以“团队一体化、技术标准、模式集成化、考核场景化、成果可视化”为导向，加强面向应用主体的项目实施效果监测与考核。推进全国农业水资源高效利用重点实验室建设，彻底破解

---

作物生命需水信息高通量表型诊断与高水效靶向立体调控、农业水资源转化过程与智慧管控、绿色高效节水装备与制剂、区域水生产力协同提升与适水农业模式等基础性和技术性“卡脖子”难题，为高水效农业快速健康发展提供科技支撑。

建议专家：

康绍忠 中国工程院院士、中国农业大学中国农业水问题研究中心主任

中国农业大学国家农业科技战略研究院

联系方式：010-62734913 [tast@cau.edu.cn](mailto:tast@cau.edu.cn)

如有转载、摘要、引用或批示等请与我们联系

责编：崔振岭 陈源泉

主编：高旺盛

主审：田见晖

---

报送：中共中央办公厅、全国人大办公厅、国务院办公厅、全国政协办公厅及国家相关部委

---