



农科智库要报



2024年第4期（总第44期）

中国农业大学国家农业科技战略研究院
全国农业科技发展战略智库联盟

2024年4月26日

【新增 1000 亿斤粮食产能调研系列报告】

之一 全球气候变化对我国粮食安全影响分析与应对策略

习近平总书记强调，保障粮食和重要农产品稳定安全供给始终是建设农业强国的头等大事。我国已经取得连续二十年粮食丰产的奇迹，但是，必须清醒地认识到，我国是季风气候国家，受全球气候变化的影响比较明显，自然灾害是影响粮食持续稳定的重要因素，其中 60% 为气象灾害。21 世纪的前 20 年间，全国共发生 577 起灾害事件，居全球首位。在全球气候变化背景下，我国极端天气气候事件的发生频率、影响范围、持续时间等均不断增加，进一步加剧了粮食安全的风险性以及提升粮食产能的不确定性。因此，科学评估气象灾害对粮食产量的潜在影响，加强气象防灾减灾的能力建设，

是新时期粮食产能提升的重要内容。本报告在研判当前（2011—2020年）和未来两个关键节点（2025年和2035年）气象灾害变化趋势的基础上，评估了未来气象灾害对我国粮食产能可能的影响程度，并对新增1000亿斤粮食如何做到防患于未然，提出了应对可能气候变化的建议。

一、全球气候变化趋势及其对我国的影响分析

（一）全球气候呈持续增暖趋势，极端天气气候事件发生频率显著增加。气候变化是当今世界面临的最大挑战之一。政府间气候变化专门委员会（IPCC）第六次评估报告指出，2011—2020年全球地表温度较工业革命以前（1850—1900年）高 1.1°C ，且增温速率显著高于过去的两千年。气候变化背景下全球极端天气气候事件总体呈显著加剧的趋势，包括极端高低温、强降水、干旱、台风、复合型灾害事件等。特别是21世纪前20年极端天气气候事件较20世纪增加近1倍。未来全球平均温度预计将持续升高，强降水和洪水事件也将加剧并变得更加频繁，全球范围内农业和生态干旱将更加严重。

（二）当前我国气候总体呈现暖干化趋势，区域间差异明显，年际间波动大。当前我国气温增暖速度每10年达 0.27°C ，变暖程度高于全球平均水平，且北方的增温速率高于南方，冬春季高于夏秋季；年降水量变化不显著，但年际间波动较大，西部干旱和半干旱地区近30多年趋于变湿，但其干旱气候格局并未发生根本改变；到达地面的太阳辐射量显著减少。我国极端天气气候事件呈现出增

多增强的趋势，暴雨洪涝、高温干旱、低温冷害、热带气旋、强对流、沙尘等呈现极端性强、区域性阶段性明显、异常情况多发频发重发等特点，例如 2021 年 7 月 21 日的河南郑州暴雨和 2022 年 8 月由于持续高温引发的重庆山火等。

（三）未来我国气候将呈现暖湿化趋势，高温热害、干旱、洪涝及复合型灾害将持续增强。根据第六次国际耦合气候模式比较计划（CMIP6）评估，与当前（2011—2020 年）相比，到 2025 和 2035 年，我国平均温度将分别增加 1.1~1.2℃和 1.8~2.0℃，北方地区增温幅度大于南方；全国降水量将分别增加 2.4~4.0%和 2.3~4.2%，华北平原和内蒙古增加幅度最大。随着气候的持续变暖，低温冷害的发生频率将显著减少，但华北和东北低温冷害仍时有发生；与此同时，高温热害发生频率将显著增加，东北三省、内蒙古、黄土高原和关中平原等区域高温日数（日最高气温>35℃）和热积温增加最明显；尽管全国平均降水量有所增加，但降水的变异性也同步增加，极端降水事件的发生频率和强度、持续时间、影响范围等将同步增加。

二、气候变化对我国粮食生产的可能影响分析

（一）近 10 年来气候变化影响趋势分析及应对成效。根据模型分析，假定在不采取任何应对措施的情况下，2011—2020 年全国范围内气象灾害导致水稻、玉米、小麦、大豆和马铃薯等主要作物单位面积产能可能会平均减少 1.8%、50.1%、47.8%、17.9%和 5.6%。其中，水稻主要受高温热害的影响，其中西南地区单季稻和

长江中下游地区双季早稻受影响最大，影响程度为 7.4~8.0%；玉米的产能提升主要受到干旱、低温和高温的影响，影响程度平均为 38.8%；小麦的产能主要受到干旱灾害的影响，影响区域包括黄土高原及关中平原、华北平原、东北三省，影响程度平均为 38.2%；大豆产能在全国范围内都受到干旱的影响，特别是西北内陆、内蒙古和黄土高原及关中平原地区等干旱地区，雨养生产会导致大豆绝收，东北三省和华北地区干旱对大豆产量的影响在 35%以上。而现实情况是我国仍取得了史无前例的“二十连丰”，连续九年粮食总产量稳定在 1.3 万亿斤以上，这主要得益于国家农业粮食补贴政策、高标准农田建设、保护性耕作措施实施、气象监测和预警以及防灾减灾技术等科技和生产条件的改善，有效减缓了气象灾害带来的负面影响。

（二）未来 10 年气候变化对主要作物产能的可能影响分析。

在国际社会积极应对气候变化的背景下，我国也全面积极落实“碳达峰 碳中和”战略，通过控制温室气体排放缓解气候变暖的进程。我们基于 IPCC 最新的未来气候变化预估资料，评估了低排放（SSP1-2.6）和高排放（SSP5-8.5）情景下未来两个关键时间节点（2025 和 2035 年）气象灾害对我国 5 种粮食产能的限制程度。假设在没有采取任何适应措施的情况下，气象灾害将可能造成水稻 4.4%~10.7%的减产，其中高温热害对水稻产能的影响程度在各主产区均显著增加。干旱仍将是限制玉米产能提升的主要灾害，且限制程度较当前将增加 11.0~19.8 个百分点；高温热害将影响

5.9%~10.6%的产能，且华北平原的影响最大。气象灾害对小麦产量的影响程度将增加 6.1~14.5 个百分点；干旱仍将是限制小麦产能提升的主要灾害，西北地区和华北平原受其影响最大。气象灾害对大豆产量的影响程度将增加 2.8~8.3 个百分点；干旱和高温是限制各区域产能的主要因素，对产能的限制因素平均为 20%左右，且影响程度不断增加。因此，未来我国极端天气气候事件呈现出增多增强的趋势，气象灾害极端性强、区域性阶段性明显、异常情况多，是我国进一步提升粮食产能的重大挑战。

三、应对路径与建议

2023 年 12 月 1 日，在《联合国气候变化框架公约》第二十八次缔约方大会（COP28）上，134 个国家签署了《关于韧性粮食体系、可持续农业及气候行动的阿联酋宣言》，粮食安全成为世界各国应对气候变化国家战略的优先事项。面对全球变化背景下我国气象灾害出现的新特点、面临的新问题和我国新一轮千亿斤粮食产能提升的新要求，应全面贯彻落实习近平总书记关于防灾减灾救灾工作提出的“两个坚持、三个转变”重要指示（即坚持以防为主、防抗救相结合，坚持常态减灾和非常态救灾相统一，努力实现从注重灾后救助向注重灾前预防转变、从应对单一灾种向综合减灾转变、从减少灾害损失向减轻灾害风险转变），牢固树立“防灾就是增产、减损就是增粮”的理念，高质量、高效益、高水平应对气象灾害，实现粮食产能提升。具体建议：

（一）大力提高农业气象监测和预警能力。“十二五”以来，

我国逐渐形成了立体化的综合气象灾害监测网，气象灾害的监测手段、水平、精度、效率得到极大提升，但与发达国家还存在一定差距，仍需在气象灾害的精度和准确率上下功夫。此外，还应加强农业气象灾害综合指标的研究，构建农业气象灾害立体、动态监测体系，加强敏感领域和重点地区的定量化、动态化气候变化影响和风险评估，提供气象预报、天气分析、防灾减灾方案指导等服务，能够帮助各类农业生产主体及时采取应对措施，适应当地天气变化和灾害特征，减少灾害带来的影响。

（二）大力加强农业应对气候变化基础设施建设。2022 年底，全国累计建成 10 亿亩高标准农田，占总耕地面积的一半以上，平均耕地质量可提高约 1 个等级，亩均粮食产能增加 10~20%，大大提高粮食产区抵御自然灾害的能力和国家安全保障能力。针对未来农业气象灾害发生的新特点新规律，应因地制宜，优先配套应对区域灾害和粮食产能提升的基础设施，保障粮食产区真正能够做到遇灾不减产或者少减产。

（三）合理调整种植制度合理优化作物布局。气候变化导致农业气候资源变化，为粮食产能提升带来了一定的机遇。气候变暖导致作物的生长季延长，多熟种植制度北界北移西扩，复种指数的提升潜力进一步增加，作物播种面积和单位面积产能提升的潜力均大大提高。然而，气象灾害的频发重发又增加了不确定性。因此，应当系统全面地评估种植制度调整和作物布局优化的科学性和可行性，趋利避害。

(四) 大力加强农业应对气候变化科技创新与人才培养。当前我国在农业应对气候变化和防灾减灾的科技创新较国际先进国家仍显薄弱, 高层次人才缺乏。应加强气候变化与防灾减灾基础研究, 制定重点领域防灾减灾科技发展的专项规划与科研平台建设; 针对区域气候变化与灾害新特征, 建立防灾减灾的专家人才库; 在相关高校设置更多气象等专业学位点, 加快气候变化与气象灾害领域高层次创新型科技人才培养。

研究专家:

杨晓光 中国农业大学资源与环境学院教授

高旺盛 中国农业大学国家农业科技战略研究院 院长/教授

赵 锦 中国农业大学资源与环境副教授

刘志娟 中国农业大学资源与环境副教授

赵 闯 中国农业大学资源与环境教授

之二 南方沿海四省（区）提升粮食产能的对策建议

为贯彻落实习近平总书记关于粮食安全的重要指示精神，围绕新一轮新增千亿斤粮食产能战略部署，中国农业大学国家农业科技战略研究院组织专家围绕广东、福建、海南、广西等南方沿海四省（区）的粮食产能开展专项研究，在系统分析南方沿海四省（区）粮食产能历史变化特征的基础上，深入剖析了限制该区粮食产能提升的关键性制约因素，并结合农业发展新趋势，提出了该区保障粮食与食物生产的“新定位”以及粮食产能提升的战略目标和实现路径建议。

一、南方沿海四省（区）粮食生产基本态势

广东、福建、海南、广西等南方四省（区）位于南方沿海地区，不仅是我国重要的粮食生产基地，也是我国重要热带作物的生产基地。该区属热带、亚热带季风气候，地理位置优越，经济基础较好，是我国经济建设的前沿，对外开放的窗口。近二十年来，该区域粮食产能变化特征主要表现为“四个下降”（即粮食总产量、粮食自给率、稻谷播种面积和双季稻种植面积皆下降）与“两个增加”（即再生稻面积增加、食物供给能力增加）。

（一）粮食总产量下降，自给率则远低于全国水平。2000—2022年，南方沿海四省（区）粮食总产量从4342.93万吨下降到3339.97万吨，在全国粮食总产量中的占比从9.4%下降到4.8%。其中，福建省下降幅度最大（40.48%），其次是广东（26.62%）和海南（26.57%），广西降幅相对较低（8.86%）。2015—2018年间，福

建、广东、广西、海南粮食自给率分别为 25.70%、22.05%、58.3%、33.1%，均远低于全国平均水平（95.35%）。

（二）稻谷单产有提升，但种稻面积与生产力下降。水稻是南方沿海四省（区）主要粮食作物。2000—2022 年，四省（区）稻谷单产提高 4.68%—32.42%，但仍明显低于中国稻谷单产平均水平（6.26 吨/公顷）。稻谷总产量从 3432.91 万吨下降到 2658.36 万吨，降幅达到 22.56%，在全国稻谷总产量中的占比降低到 12.75%。稻谷总产量下降的主要在于播种面积的快速下降。近 20 年间，该区域稻谷播种面积从 635.88 万公顷下降到 442.21 万公顷，降幅达到 30.46%。2000 年，广东稻谷播种面积在全国排第 3 位，但到 2022 年就下降至全国第 8 位。广西从第 4 位下降到第 9 位，福建从第 11 位下降到 16 位。

（三）双季稻种植面积缩减，再生稻种植面积有所增加。双季稻种植是南方沿海四省（区）长期以来的主要稻作制度。然而，该区域双季稻种植面积下降趋势明显，与 2000 年相比，2022 年其降幅分别达到广西（23.85%）、广东（23.92%）、福建（39.73%）和海南（42.35%）。近年来再生稻在四省（区）发展比较迅速，广西桂林市灌阳县采用“超级稻+再生稻+绿肥”种植模式，实现了“吨半稻”目标；福建省尤溪县创建“优质稻+再生稻+绿肥”种植模式，全年合计亩产达 1336.8 公斤，最高达 1449.7 公斤。与种双季稻相比，种再生稻不用抢季节，省工省时，节本增收 600 元以上。

（四）区域水稻育种能力强，制种生产对全国贡献大。南方沿海稻作区跨热带和亚热带气候，已培育出一批具有自主知识产权和重大应用前景的水稻品种。福建省杂交水稻制种收获面积达 35.8

万亩，生产种子 7600 万公斤，平均亩产 212 公斤，三项指标均居全国第一，满足了全国杂交水稻种植面积 25%以上用种需求，稳居全国杂交水稻制种第一大省位置。南方沿海四省（区）虽是水稻生产的“小省”，但正逐渐发展为我国水稻育种“强省”和水稻制种“大省”，对全国贡献度较大。

（五）大食物生产潜力较大，多元化农产品供应全国。南方沿海四省（区）除了传统的粮食作物水稻之外，甘蔗和蔬菜等也是四省（区）的主栽作物。2014—2022 年，该地区蔬菜产量从 7538.77 万吨增加到 1.06 亿吨，在全国总产量中的占比提升到 13.24%。四省（区）甘蔗播种面积达到 100 万公顷，其中广西种植面积全国最大，糖料作物总产量占到全国产量的 80%以上。水产品近 10 年间稳定在全国产量的 35%左右，茶叶和水果分别占到 23.67%和 21.92%。总体上，四省（区）农业多样化程度高，热带亚热带特色农产品和沿海地区特色水产品供给量在全国总产量中的占比大，该区域大食物供给能力显著提高，极大地丰富了全国市场多样化供应。

二、影响南方沿海四省（区）粮食产能提升的主要挑战

（一）种粮收益低导致耕地非粮化趋势加剧。水稻生产成本近年来持续增加，农民种粮收益一直走低。2020 年，早、晚籼稻种植成本分别为 1144.0 元/亩和 1200.3 元/亩，加之南方沿海地区非农就业机会相对较多，城乡收入差距促使农业生产人口不断向非农行业转移，弃耕撂荒和隐性撂荒现象日益突出。以广东为例，2017—2019 年间，撂荒耕地激增到 8—10 万公顷，且呈逐年扩大趋势。水稻生产收益空间不断挤压，对粮食生产形成较大压力。

（二）再生稻发展潜力大但制约因素也明显。目前有以下突出

制约因素：一是适宜机收的再生稻品种较少，二是农机与农艺融合程度依然有限，三是栽培技术仍不能满足再生稻生产需求。此外，在现行统计方式下，再生稻被列为中稻，仅计算一季播种面积，在粮食订单收购、播种面积统计等方面，再生稻未能获得与双季稻同等的优惠政策，很大程度上制约了再生稻的发展。

（三）耕作改制滞后限制资源潜力充分发挥。该区域农田复种指数相比于本世纪初明显下降。在“双改单”趋势快速变化的现实背景下，传统的双季稻、单季稻、蔬菜连作等单一的种植制度很大程度上限制了该地区光热水资源的集约化利用，耕作改制滞后，影响了区域食物产能潜力挖掘与效益的提升。

（四）南方红黄壤障碍限制了粮食产能提升。南方沿海四省（区）中低产田面积约为 614 万公顷，占该区耕地总面积的 74.67%，“瘦、酸、板、蚀”是该地区提升土壤质量的关键障碍因子，且存在成因复杂、过程耦合、风险叠加等基础性、复杂性的问题，严重制约了南方沿海四省（区）农田粮食产能提升。

（五）规模化与机械化短板限制了种粮效益。南方沿海四省（区）人多地少，且耕地中丘陵、坡地面积大，小田块耕地居多，不利于机械化装备的应用。受地形地貌等条件制约，该地区耕地碎片化、农场经营规模小等现象突出。据 2020 年调查数据显示，广东近 2/3 的水稻种植户经营面积在 3 亩以下，10 亩以上粮食规模经营主体仅 4.1 万户（家），仅占全省粮食种植面积的比重仅为 7.2%。在乡村劳动力少、种粮规模小、机械化难度大的多重压力下，种粮效益低严重限制了产能提升。

三、稳步提升南方沿海四省（区）粮食产能的对策建议

（一）重新审视该区域粮食与食物供给新定位。要从区域实际出发，发挥区域比较优势，统筹考虑国家“粮食安全”和“大食物观”战略需求，处理好国家战略与区域战略的协调发展，科学客观认识南方沿海四省（区）在国家粮食安全中的新定位。一是尽力提高区域自给率，减少粮食对外依存度。四省（区）要强调粮食总产量稳产增产目标，着力提高粮食自给水平，保持目前区域粮食种植面积不再减少、产能有提升，人均粮食占有量在 250 公斤以上。二是优化大农业结构，增加多元化食物产能。要进一步发挥冬种优势和食物来源多元化特色，以资源禀赋和技术创新为基础，拓展食物来源与供给新途径，不断提高向全国输出热带亚热带优质特色食物能力，在调入粮食之同时，以调出食物为弥补，在全国一盘棋中保持新的平衡。三是强化大种业，以做大区域种业赋能全国粮食增产。要进一步发挥该区域种业优势，依靠科技创新驱动，从粮食生产小省向优良品种选育强省与水稻繁育制种大省跨越。

（二）全面实施“藏粮于技”战略提升粮食技术水平。一是依靠科技因地制宜地开展区域化中低产田改造技术研究，研发并优化创立南方红黄壤消障增产关键技术模式。二是着力挖掘耐盐水稻种植潜力，进一步开展耐盐水稻机理研究、种质创制、新品种选育和栽培耕作技术创新，将南方沿海部分滩涂改造为粮食产区。三是实施粮食生产县“吨粮田”示范工程，以示范工程为核心，扩大辐射带动作用。四是加快研发与丘陵山区农业生产模式配套的先进适用装备，突破地形匹配技术，加快粮食生产机械化、规模化，标准化、智能化进程。五是优化区域增产增收耕作制度改革，充分利用冬闲田种植薯类、鲜食玉米、蔬菜等作物，构建多样化的复种制度，利

用冬种饲草构建草畜循环，减轻该区饲料粮需求强度，缓解口粮、饲料粮争地矛盾，延长产业链并实现多元化食物增产。

（三）因势利导实施“区域优质蛋白替代”战略。践行大农业观、大食物观，发挥四省（区）独特的区域资源优势，向森林要食物，向海洋要蛋白，缓解该区域食物蛋白供给压力。要着力从耕地资源向整个国土资源拓展，挖掘四省（区）的“蓝色粮仓”及森林食品开发潜能。要加快布局滩涂、内海、外海渔业，利用丰富的海洋资源开发富含高蛋白的优质水产品，更好满足人民群众日益多元化的食物消费需求，同时向区域外输出水产品等优质蛋白质，优化调整省域之间蛋白质食品供应链，为全国优质食品供应做出更大贡献。

（四）完善粮食安全政策保障措施。一是按照复耕难易程度，分批对撂荒耕地进行多途径绿色科学复垦复种，深入探索山区小流域立体种养模式，延伸产业链，增加农民收入。二是创新稻田农业保险政策，保障稻农抗风险能力，促进稻作面积增加。三是改革完善补贴政策，科学界定再生稻补贴环节与补贴方式，在现有一季稻区鼓励发展再生稻，提高农民种粮积极性。四是探索稻田碳汇补偿与交易制度，引入农业碳交易机制，实现稻农多途径增收，推动粮食安全和双碳目标协同实现。

调研专家：

- 高旺盛 中国农业大学国家农业科技战略研究院 院长/教授
翁伯琦 福建省农业科学院原副院长/研究员
王义祥 福建省农业科学院资环与土肥研究所副所长/研究员
王小龙 华南农业大学农学院 副教授
陈源泉 中国农业大学国家农业科技战略研究院 副院长/教授
林树恒 广西农业科学院副院长/高级农业经济师
黄坚雄 中国热带农业科学院 副研究员
陈 华 福建省农业科学院水稻研究所副所长/副研究员

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

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：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
