

气候变化背景下农业灌溉需水量变化及应对措施研究

董 杰

山东省青岛市平度市明村镇人民政府 山东 青岛 266722

摘要：本文聚焦气候变化对农业灌溉需水量的影响，系统梳理了全球及中国不同区域的气候变化特征，深入分析了气温升高、降水格局改变、极端气候事件频发等因素对农业灌溉需水量的驱动机制。研究表明，气候变化导致多数地区农业灌溉需水量呈上升趋势，但区域间存在显著差异。基于工程、农艺、管理和政策等多维度，提出了发展高效节水灌溉技术、优化种植结构、完善水资源管理制度等应对措施，旨在为保障农业水资源安全、促进农业可持续发展提供理论支持与实践指导。

关键词：气候变化；农业灌溉；需水量变化；应对措施

1 引言

全球气候变化已成为21世纪人类社会面临的重大挑战，其引发的气温升高、降水格局改变、极端气候事件频发等现象，对农业生态系统产生了深远影响。农业作为高度依赖水资源的产业，灌溉需水量受气候变化的影响尤为显著。中国作为农业大国，农业用水量占总用水量的60%以上，而灌溉用水效率仅为52%，远低于节水先进国家70%—80%的水平。在气候变化背景下，合理评估农业灌溉需水量的变化趋势，并制定科学有效的应对措施，对于保障国家粮食安全、实现农业可持续发展具有重要意义。

2 气候变化对农业灌溉需水量的影响机制

2.1 气温升高对灌溉需水量的影响

气温升高是气候变化最直接的表现之一，其对农业灌溉需水量的影响主要通过增加作物蒸散量实现。作物蒸散量是作物从土壤表面和叶片向大气中散失水分的过程，是决定灌溉需水量的关键因素。根据联合国粮农组织（FAO）推荐的单作物系数法，作物蒸散量与气温呈正相关关系。研究表明，温度每上升1°C，农业净灌溉需水将增加约1%—3%。以中国黄河流域为例，模型预测显示，到2030年，黄河流域水资源的供需缺口将达到276亿立方米，占需水总量的比例将从2010年的14%增加到2030年的42%，其中气温升高导致的蒸散量增加是重要原因之一。

2.2 降水格局改变对灌溉需水量的影响

降水是农业水资源的主要来源，其时空分布格局的改变直接影响灌溉需水量的变化。气候变化导致全球降水格局发生显著变化，表现为降水总量增加但分布不均，干旱和洪涝灾害频发。在干旱和半干旱地区，降水减少导致土壤水分亏缺加剧，作物生长依赖灌溉的程度提高，灌溉需水量相应增加。例如，中国北方六大流域

（松花江、辽河、淮河、海河、黄河和西北内陆流域）的径流均趋于减少，预计到2030年，所有流域的农业用水量将呈现上升趋势。而在湿润地区，降水增加可能减少灌溉需水量，但降水强度的增加和季节性分布不均也可能导致干旱期间灌溉需水量激增。

2.3 极端气候事件对灌溉需水量的影响

极端气候事件（如干旱、洪涝、高温热浪等）的频发对农业灌溉需水量产生了复杂影响。干旱导致土壤水分严重亏缺，作物生长受阻，为维持作物正常生长，需增加灌溉次数和灌溉量，从而显著提高灌溉需水量。例如，2006—2010年黄河流域作物年均播种面积1672万公顷，其中灌溉面积占总播种面积的50%，干旱导致灌溉面积减少0.18%，但相应雨养面积增加0.18%，作物单产和总产量均降低1.16%，这表明干旱对灌溉需水量的需求具有刚性约束。洪涝灾害虽然短期内可能增加土壤水分，但长期来看，洪涝导致的土壤侵蚀、养分流失和作物倒伏等问题，会降低作物产量，间接增加灌溉需水量以弥补产量损失。

3 气候变化背景下农业灌溉需水量的区域差异

3.1 北方干旱和半干旱地区

中国北方干旱和半干旱地区是气候变化影响农业灌溉需水量的敏感区域。该地区降水稀少，蒸发强烈，农业灌溉高度依赖地下水。气候变化导致该地区气温升高、降水减少，地下水补给量下降，而灌溉需水量增加，进一步加剧了地下水超采问题。例如，中国北方六大流域的径流均趋于减少，预计到2030年，黄河流域水资源的供需缺口将达到276亿立方米，其中农业用水缺口占比超过60%。为应对这一问题，北方地区需大力开展节水灌溉技术，提高灌溉水利用效率，同时加强地下水保护与管理，防止过度开采。

3.2 南方湿润地区

南方湿润地区降水充沛，但降水季节性和年际变化较大，气候变化导致该地区极端降水事件频发，洪涝和干旱灾害交替出现。在干旱季节，灌溉需水量显著增加，而在洪涝季节，灌溉需水量可能减少，但洪涝导致的土壤养分流失和作物病害等问题，会间接增加灌溉需水量以恢复作物生长。例如，长江流域是中国重要的水稻产区，气候变化导致该地区气温升高、降水不均，水稻灌溉需水量总体呈下降趋势，但极端气候事件导致的灌溉需水量波动加剧。南方地区需加强水利基础设施建设，提高防洪抗旱能力，同时优化灌溉制度，实现灌溉需水量的精准调控。

3.3 西北内陆地区

西北内陆地区是中国气候变化的敏感区和生态脆弱区，该地区降水稀少，蒸发强烈，农业灌溉高度依赖冰川融水和地下水。气候变化导致该地区冰川退缩、雪线上升，冰川融水减少，同时气温升高导致蒸发加剧，土壤水分亏缺严重，灌溉需水量显著增加。例如，新疆塔里木河流域是中国重要的棉花产区，气候变化导致该地区气温升高、降水减少，棉花灌溉需水量呈上升趋势，而水资源总量却在下降，导致水资源供需矛盾加剧。西北内陆地区需加强水资源保护与管理，合理开发利用冰川融水和地下水，同时推广节水灌溉技术，提高水资源利用效率。

4 应对气候变化背景下农业灌溉需水量变化的措施

4.1 工程措施

发展高效节水灌溉技术是提升水资源利用效率的关键举措。应大力推广滴灌、微喷灌、渗灌等先进节水灌溉方式，这些技术通过精准控制水量输送，可大幅减少灌溉过程中的水分蒸发和渗漏损失，显著提高灌溉水利效率。以滴灌技术为例，其通过铺设在作物根区的滴灌带，将水以水滴形式缓慢、均匀且精准地输送到植物根部土壤，有效避免了传统漫灌、畦灌等灌溉方式中因大面积湿润土壤表面而导致的水分浪费和蒸发损失，节水效果可达40%—60%，尤其适用于干旱缺水地区和需水精准的作物种植。

加强水利基础设施建设对于保障灌溉用水稳定至关重要。一方面，需因地制宜修建水库、塘坝、水窖等蓄水工程，增强水资源调蓄能力，有效缓解降水季节性和年际变化对灌溉需水量的影响，确保在干旱时期也有充足水源用于灌溉。另一方面，要加强渠道衬砌防渗、管道输水等工程建设，通过采用混凝土、塑料薄膜等防渗材料对渠道进行衬砌处理，或使用管道代替明渠输水，

减少输水过程中的水分渗漏损失，提高输水效率。

雨水集蓄利用是补充灌溉水源的有效途径。在降雨充沛地区，应积极建设雨水集蓄工程，通过修建倒流渠等设施，将降雨径流收集并储存于水池、水窖、塘坝等蓄水设施中，待农业灌溉需水时加以利用，从而增加可利用的水资源量，缓解水资源供需矛盾。

4.2 农艺措施

在全球气候变化加剧、水资源日益紧张的背景下，农业可持续发展面临严峻挑战。为有效应对这一难题，可从以下三方面构建节水抗旱的农业体系：

选育抗旱耐盐作物品种是提升农业适应能力的核心手段。通过分子标记辅助选择、基因编辑等现代遗传育种技术，科研人员可精准定位抗旱耐盐相关基因，培育出兼具环境适应性与经济价值的作物新品种。这类品种通过优化根系构型增强水分吸收能力，通过调节气孔开闭减少蒸腾耗水，显著降低对灌溉的依赖。以水稻为例，选育出的早熟耐旱品种生育期可缩短15-20天，在关键需水期避开高温干旱时段，配合干湿交替灌溉技术，可使单季灌溉量减少40%以上，同时保证稳产高产。

优化种植结构需建立在水资源精准评估基础上。通过构建区域作物需水模型，结合降水量、地下水埋深等参数，可划定不同作物的适宜种植区。在年降水量低于400mm的干旱区，应将水稻种植面积压缩80%以上，小麦种植比例下调30%，转而扩大耐旱性强的玉米、苜蓿等作物种植。这种结构调整可使区域农业用水效率提升25%，同时通过粮草轮作体系改善土壤肥力，形成生态与经济的良性循环。

土壤蓄水保墒技术体系包含多重创新措施。深耕深松通过打破犁底层构建“土壤水库”，使0-100cm土层储水量增加15%-20%；秸秆覆盖技术形成5-8cm保护层，在抑制蒸发的同时增加土壤有机质含量；生物降解地膜覆盖则通过提高地温2-3°C促进微生物活动，加速养分转化。这些措施的综合应用可使农田水分利用效率提升30%以上，特别是在春旱频发地区，可保障作物出苗率达到90%以上，为稳产奠定基础。

4.3 管理措施

4.3.1 完善灌溉制度，实现精准调控

完善灌溉制度是农业节水的基础环节。这要求依据作物需水规律和气候变化趋势，对传统灌溉模式进行优化升级，精准确定灌溉时间、灌溉次数和灌溉量，达成灌溉需水量的科学精准调控。

不同作物在各生长阶段对水分的需求存在显著差异。例如，小麦在拔节期和抽穗期对水分极为敏感，此

时充足的水分供应能促进穗粒形成和发育；而水稻在分蘖期需水量较大，合理灌溉可增加有效分蘖数。依据这些规律，结合当地气候条件，如降雨量、气温等，制定个性化的灌溉方案。

非充分灌溉技术是完善灌溉制度的重要手段。该技术打破传统“充分灌溉”理念，在作物生长关键期保证充足供水，以保障作物产量和品质；在非关键期则适当减少供水，激发作物自身抗旱能力，减少水分浪费。如在玉米生长后期，适当减少灌溉量，不仅不会影响产量，还能提高玉米籽粒的蛋白质含量。通过这种精准灌溉方式，既能满足作物生长需求，又能显著节约水资源。

4.3.2 加强水资源管理，保障灌溉需求

在制度层面，明确各部门在水资源管理中的职责和权限，打破部门分割、多头管理的局面，实现水资源的统一规划、调配和管理。根据区域水资源总量和用水需求，合理分配农业、工业和生活用水比例，优先保障农业灌溉用水需求。特别是在干旱等特殊时期，通过科学调度，确保农田得到及时灌溉。加强水资源监测和预警体系建设至关重要。利用现代信息技术，如物联网、大数据等，对水资源进行实时监测，及时掌握水位、水质、水量等动态变化信息。建立水资源预警机制，当水资源量接近或低于安全阈值时，及时发布预警信息，为灌溉决策提供科学依据。例如，通过监测土壤湿度和气象数据，预测作物未来一段时间的需水量，提前调整灌溉计划，避免盲目灌溉造成的水资源浪费。

4.3.3 推广农业水价综合改革，激发节水动力

合理的水价应综合考虑水资源稀缺程度、供水成本以及农民承受能力等因素。实行阶梯水价制度是一种行之有效的方式，对用水量在定额以内的部分，按较低价格收费；对超定额用水部分，则逐级加收水费。这种价格机制既能保障农民基本用水需求，又能对超量用水行为形成经济制约，促使农民主动采取节水措施，如采用滴灌、喷灌等高效节水灌溉技术，减少水资源浪费。

完善灌溉制度、加强水资源管理和推广农业水价综合改革，是推动农业节水增效的三大重要举措。只有三

者协同推进，形成合力，才能实现农业用水的科学管理和高效利用，保障农业可持续发展，为国家粮食安全和水资源安全奠定坚实基础。

4.3.4 政策措施

制定节水政策法规：制定和完善节水政策法规，明确节水目标和任务，落实节水责任，为农业节水提供法律保障。例如，出台《农业节水条例》，规范农业用水行为，促进农业节水技术推广和应用。

加大节水投入：政府应加大对农业节水的投入，支持节水工程建设、节水技术研发和节水宣传培训等工作，提高农业节水能力和水平。例如，设立农业节水专项资金，对采用节水灌溉技术的农户给予补贴，鼓励农民积极参与农业节水。

加强国际合作与交流：气候变化是全球性问题，农业节水也需要加强国际合作与交流。通过参与国际节水项目、开展国际学术交流等方式，引进国外先进的节水技术和管理经验，提升中国农业节水的国际化水平。

5 结论与展望

气候变化对农业灌溉需水量产生了深远影响，其机制复杂多样，区域差异显著。为应对气候变化背景下的农业灌溉需水量变化，需从工程、农艺、管理和政策等多维度出发，采取综合措施，提高农业水资源利用效率，保障农业用水安全。未来研究应进一步深化气候变化对农业灌溉需水量的影响机制研究，加强区域差异性和不确定性分析，为制定科学合理的农业节水策略提供更加精准的理论支持。同时，应加强农业节水技术的集成创新与推广应用，推动农业节水向智能化、精准化方向发展，为实现农业可持续发展和粮食安全提供有力保障。

参考文献

- [1]梁冰洁,杨芸,王军涛,等.基于3S的小开河灌区农业灌溉需水量预测研究[J].人民黄河,2023,45(08):26-31.
- [2]尚学灵,司昌亮,张生武.水田高效节水配套关键技术优化集成研究[J].农业与技术,2023,43(01):13-17.
- [3]杨德军,杨超,魏堃.智能化农业灌溉控制系统研究进展[J].南方农机,2023,54(01):27-30.