极端气候下农业防灾减灾数智化路径研究

王　鹏

摘　要：极端气候事件频发，正在改变农业防灾减灾的任务边界。高温、强降雨和干旱等灾害影响作物生长和产量稳定，通过农业生产支撑体系继续传导影响粮食稳产保供和农业资源安全。传统农业防灾减灾较多依赖经验判断和灾后处置，风险研判与现场行动之间仍存在衔接不足，难以适应风险复合化和治理精细化的现实需求。本文立足国土空间治理和农业韧性提升要求，围绕智能感知与协同调度展开分析，梳理当前农业防灾减灾体系中的现实短板，并提出将数智化能力嵌入农业灾害治理全过程的优化思路。研究认为，农业防灾减灾数智化的重点不在于单项技术叠加，而在于把分散的风险信息转化为可执行的治理行动，推动农业灾害治理由被动应对转向主动防控。

关键词：极端气候；农业防灾减灾；国土农业资源；智能感知；协同调度；国土空间治理

一、极端气候正在重塑农业防灾减灾任务

气候变化正在改变农业风险的发生方式。以往的农业防灾减灾，更多关注单次灾害造成的减产和局部损失。但在极端气候频发的背景下，灾害影响往往不是一次性结束，而是在农业生产过程中继续累积和传导。其影响不再局限于作物生长环节，也会冲击农业生产基础和区域供给稳定，农业防灾减灾的任务边界因此被不断扩展。世界气象组织发布的《2025 年全球气候状况》指出，2025 年全球平均近地表气温较 1850–1900 年平均水平高出约 1.43℃。IPCC 第六次评估报告也指出，气候变化已经对自然和人类系统造成了广泛不利影响，复合风险和极端事件呈现加剧趋势。

这种压力在我国农业生产中已有明显体现。国家防灾减灾救灾委员会办公室、应急管理部发布的数据显示，2025 年全国农作物受灾面积达 6069.4 千公顷，直接经济损失 2416.17 亿元。洪涝和地质灾害造成直接经济损失 1665.76 亿元，约占全灾种直接经济损失的 69%。农业灾害风险已经不只是短期产量损失问题，而是在更深层面影响农业生产基础和区域供给能力。灾害发生后，受冲击的往往不只是田间作物，还包括排灌条件、设施运行和灾后恢复能力。在风险叠加背景下，我国粮食安全面临的挑战已经呈现出更强的复杂性和不确定性。因此，农业防灾减灾不能继续停留在灾后补救和局部处置层面，而需要更加重视灾前识别、过程响应和恢复能力建设。

二、当前农业防灾减灾存在系统衔接短板

随着农业灾害风险由局部冲击转向多环节传导，传统依靠经验判断和分散处置的方式难以及时把握风险变化。短板主要表现为灾前研判、预警响应与资源调度衔接不畅，制约处置速度和精准度。一些地区对低洼耕地、老旧灌排节点、设施农业集中区等易损区域掌握不足，隐患往往在灾害发生后才集中显现。气象水文、农田状态、设施运行和应急资源等数据来源分散，口径、时效和共享规则尚未统一，影响灾前研判和调度决策。预警发布后，研判结果若不能迅速转化为排灌调度、设施加固、抢收减损和供给保障等行动，将制约防灾减灾的实际效果。

数智化应用的关键问题，集中在技术感知与治理行动之间的转化不足[1]。遥感监测、物联网感知、无人机巡查和数字化管理平台逐步进入

农业防灾减灾实践，相关数据却常与风险研判、资源配置和灾后恢复脱节，难以稳定转化为现场处置能力。农业防灾减灾数智化不能停留在单项技术部署层面，打通数据采集、风险识别、预警响应和处置反馈之间的运行链条尤其关键。只有把风险识别前置，把预警信息转化为行动指令，并将资源调度嵌入处置流程，智能感知与协同调度才能真正发挥作用。

三、以智能感知提升农业灾害风险识别精度

智能感知对应农业防灾减灾数智化链条的识别端，重点在于提高灾害风险的空间定位能力和提前预判能力。核心任务围绕耕地、灌排设施、设施农业和作物生长状态，形成面向地块和关键设施的风险判别依据。近年来，遥感监测、物联网感知、智能农机、无人机巡检和农业大数据平台加快应用，为农业灾害风险识别提供了技术支撑[2]。其中，卫星遥感更适合把握区域尺度的耕地分布、水体变化和植被长势，无人机巡查可用于核查低洼积水、沟渠堵塞、棚体损毁等局部隐患，田间传感器则能够连续跟踪土壤水分、温湿度和作物生长状态。结合现场核验和经营主体反馈，补充技术监测难以覆盖的细节，提高风险识别结果的可靠性。

智能感知还需要与具体农业风险场景相匹配。低洼耕地判断积水扩展、排水受阻和泵站运行异常等风险，丘陵坡地关注墒情波动、水土流失和坡面失稳隐患，设施农业集中区加强对棚体结构、通风降温和供电保障状态的监测。灌区水源储量、渠道通畅度和灌排效率直接关系到旱涝应对能力，也应纳入持续监测范围。已有研究表明，可解释人工智能工具能够识别多种农业相关气候灾害及其驱动因素，为农业风险识别提供了新的技术支撑。因此，监测数据需要转化为可执行的风险判断，使预警信息能够对应具体位置、关键设施和处置优先序，为灾前准备和现场处置争取时间。只有将风险识别结果转化为行动依据，智能感知才能真正发挥防灾减灾的前端支撑作用。

四、以协同调度打通农业防灾减灾响应链条

农业灾害风险识别的价值，最终体现在其对处置组织、资源配置和减损行动的支撑能力上。预警信息只有进入具体作业流程，才能从风险提示转化为实际减损能力。暴雨洪涝临近时，调度重点应围绕低洼地块排水、关键设施运行和成熟作物抢收展开，避免田间积水演变为作物损失和设施损毁。持续高温过程中，灌溉补水、设施降温、电力保障和农技指导也需要同步安排，降低高温胁迫对作物生长和设施农业运行的影响。协同调度把风险位置、影响范围和处置优先序转化为明确的行动安排，使预警从信息提示进入处置流程。

农业防灾减灾涉及多类参与主体，灾前预警、现场状态和保障资源应在同一调度框架下汇集校验，减少重复报送、判断迟滞和多头指挥。针对演变速度快、影响范围不确定的天气过程，可通过多情景预案推演检验处置方案的适用边界。围绕灾害强度、持续时间和影响区域设置情景，有助于提前识别响应堵点，明确重点保护对象和资源配置顺序。已有研究指出，多灾种预警系统的有效运行，依赖识别能力、预案设计和反馈机制之间的协调。协同调度应由一般性组织协调转向场景化处置安排，风险识别结果对应责任主体、关键流程和资源配置，推动农业防灾减灾从预警发布走向精准响应。

五、面向国土空间治理完善农业防灾减灾推进路径

农业防灾减灾数智化不能只围绕单次灾害处置展开，还应服务于农业生产空间安全和粮食稳产保供。农业农村现代化是保障国家粮食安全与战略自主的重要依托，推进农业科技、装备和体系升级，也是提升重要农产品供给能力的重要支撑[3]。中国粮食安全系统正处在结构转型过程中，资源约束、气候扰动和区域差异共同影响粮食安全格局[4]。风险底图建设应回到农业生产空间本身，重点识别耕地质量、地形条件和灌排能力所决定的基础脆弱性，并结合主要作物布局、历史灾情和生态环境变化，判断不同区域的风险来源。关键基础设施的数字化改造也应与日常管护结合起来，使农田水利、泵站设施和设施农业在灾前预警和灾时处置中发挥更稳定的支撑作用。

数智化路径的推进，需要稳定的数据基础和业务协同机制。2024年政府工作报告提出开展“人工智能+”行动，强调深化大数据、人工智能等研发应用，推动数字技术与实体经济深度融合。农业农村部随后出台《农业农村部关于大力发展智慧农业的指导意见》和《全国智慧农业行动计划（2024—2028年）》，明确提出加快智慧农业技术装备推广应用，推动智慧农业建设从试点探索走向系统实施。政策支撑下围绕风险底图、监测预警、预案推演、农技服务和应急保障，完善跨部门数

据调用规则和业务协同流程，使不同来源的数据服务于同一防灾减灾目标，提升监测预警、风险研判和应急处置之间的衔接效率。

风险治理还需要与灾后恢复和保障机制衔接。极端天气过程具有不确定性，单靠技术监测和应急调度难以覆盖全部损失风险。完善气象指数保险、巨灾保险等工具，优化灾后定损和理赔流程，增强经营主体恢复生产的能力。对耕地修复、灌排设施重建和设施农业恢复等环节，建立更稳定的资金和项目支持机制。2026 年中央一号文件提出，促进人工智能与农业发展相结合，拓展无人机、物联网、机器人等应用场景，并强化农业防灾减灾体系建设。农业防灾减灾数智化已经从单项技术应用进入制度化推进阶段。未来推进重点，应放在风险底图、基础设施、数据机制和恢复保障的协同上，使数智化真正嵌入农业生产空间治理全过程。

六、结　语

农业防灾减灾正由灾后处置转向贯穿生产全过程的风险治理。极端气候使农业受灾不再只是产量波动问题，而是关联到农业生产基础、区域供给能力和灾后恢复韧性。数智化建设的关键在于能否把监测数据纳入风险研判，把预警信息转化为现场处置，并使灾后恢复建立在更准确的损失识别和资源配置基础上。只有真正进入农业生产管理过程，数智化才能成为农业防灾减灾的有效支撑。面向国土空间治理，农业防灾减灾数智化应服务于农业生产空间的安全管护，在增强农业韧性、维护农业资源安全和保障粮食安全中发挥支撑作用[5]。□

参考文献：

[1]殷浩栋,霍鹏,肖荣美,等.智慧农业发展的底层逻辑、现实约束与突破路径[J].改革,2021,(11):95-103

[2]崔宁波,刘紫薇,董晋.智慧农业助力粮食生产减损的内在逻辑与长效机制构建 [J]. 农业经济问题,2023,(10):116-128.

[3]张海鹏.农业农村现代化关系中国式现代化全局和成色[J].人民论坛,2026,(01):18-22.

[4]杨一单,姚成胜,刘伟芳.中国粮食安全系统转型的时空特征及驱动因素 [J]. 地理学报,2024,79(09):2372-2388.

[5]马克卫,刘思懿.农业新质生产力的理论建构、政策部署与保障机制——兼论“十五五”农业农村现代化的实施路径[J].世界农业,2026,(04):46-58

作者单位：四川航天系统工程研究所

第二十八届中国科协年会学术论文

（上接第 47 页）的同名点匹配建立转换关系，同名点选取道路交叉口、建筑物拐角等稳定地物，匹配点数量不少于 20 个。历史房产图面积数据按照现行规范重新计算，建立新旧面积对照表，差异超过 2%的逐宗核查原因，必要时进行补充测量。建立历史数据质量分级评价体系，根据数据来源可靠性、现势性、精度等级划分为 A、B、C 三级，A 级数据直接采用，B 级数据经校核后采用，C 级数据需重新测量，分级采用率分别为 60%、30%、10%，历史数据利用率达到 90%以上，避免重复劳动造成的资源浪费。

五、结　论

针对界址测量精度保障、海量数据质量控制、权籍调查效率提升等核心问题，通过建立北斗地基增强系统、深度学习地物分类算法、智能化数据处理平台等技术体系，实现了确权登记测量工作的精准化、智能化转型。未来应进一步加强测量新技术与不动产登记业务的深度融合，推动人工智能、大数据等前沿技术在权籍调查中的创新应用，构建天空地一体化的立体测量技术体系，为自然资源统一确权登记和国土空间治理现代化提供更加坚实的技术保障。□

参考文献：

[1]赵正绪.国土空间工程测量中无人机测绘技术分析[J].中国战略新兴产业,2025,(23):130-132.D

[2]李海超.国土空间工程测量中测绘地理信息技术运用研究[J].城市建设,2025,(08):65-67.

[3]蒋晓敏,陈旷帆,徐华君.国土空间规划背景下城乡规划专业的课程教学改革探索——以“工程测量”课程为例[J].科技风,2025,(11):83-85.

[4]雷永平.无人机测绘技术在国土空间工程测量中的应用分析[J].中国资源综合利用,2024,42(10):58-60.

作者单位：山东省鄄城县自然资源和规划局