极端天气频发正在改变农业产业发展的风险结构，农业面临的挑战已不只是灾后减损和生产恢复，而是如何在气候不确定性加剧的条件下保持稳定运行。农业产业韧性可理解为产业系统在外部冲击下及时识别风险、维持基本功能、分担损失并完成恢复调整的能力。就现实情况看，当前农业产业韧性不足主要表现为风险识别不够充分，资源和设施支撑偏弱，经营主体协同不足，保险、金融、气象和应急管理等制度衔接不够顺畅。未来韧性建设应从单一防灾减灾转向全过程风险治理，把气候风险纳入产业规划、生产布局、基础设施建设、主体组织和制度供给之中，通过提高风险识别能力、夯实资源设施基础、强化主体协同和完善制度保障，增强农业产业在极端天气背景下维持生产、稳定供给和可持续发展的能力。这不仅关系农业灾害应对，也关系粮食安全、乡村产业振兴和农业高质量发展。□

参考文献：

[1]刘洋,岳晓鹏,唐孝宇,等.气候变化情景下农业绿色生产转型路径研究[J].中国生态农业学报(中英文),2025,33(9):1882-1894.

[2]张玉梅,龙文进.大食物观下农业产业链韧性面临挑战及提升对策[J].中州学刊,2023,4:54-61.

[3]杨建,陈家恒.武陵山区县域农业产业链韧性演进及障碍诊断[J].经济地理,2025,45(12):166-177.

[4]郑沃林,高鹏,陈小知.增强农业韧性的机制研究:农地确权－农业保险－人力资本的框架[J].农业现代化研究,2026,45(6):938-951.

[5]黄文山,杜成信,梁继清.现代农业发展建设的支撑体系与保障措施[J].今日国土,2022,(Z1):37-40.

作者单位：武汉工程大学

第二十八届中国科协年会学术论文

极端气候冲击下农业适应性循环与韧性演化机制研究

王　伟　翟海亚

摘　要：极端气候事件的频发正深刻改变农业系统的运行逻辑与发展轨迹。传统研究多将农业韧性视为一种静态的抗冲击能力，忽视了韧性在系统应对气候扰动过程中的动态演化特征。本文引入社会－生态系统适应性循环理论，将农业韧性解构为“开发—保存—释放—重组”四个阶段的动态演化过程，系统分析了极端气候冲击如何驱动农业系统在适应性循环各阶段之间转换，以及韧性在不同阶段的演化规律与内在机制。研究发现，极端气候冲击既是触发农业系统从保存阶段向释放阶段转化的动机，也是推动系统进入重组阶段并实现韧性跃迁的重要因素；韧性在适应性循环中呈现先降后升的U型演化轨迹，重组阶段的制度创新与技术突破是韧性跃迁的关键窗口。

关键词：极端气候；农业韧性；适应性循环；韧性演化

一、引　言

气候变化是当今世界面临的最严峻挑战之一。联合国政府间气候变化专门委员会最新评估报告指出，全球平均气温较工业化前已上升约1.1℃，极端高温、干旱、洪涝等灾害性天气的发生频率和强度均呈显著上升态势。农业作为对气候条件高度敏感的产业，首当其冲地承受着气候变化的冲击，极端高温、极端低温和极端降水等气候因子均对粮食生产产生显著的负向影响[2]。在此背景下，如何提升农业系统应对极端气候冲击的能力，即农业韧性，成为保障粮食安全的核心议题[1]。

然而，现有研究对农业韧性的理解存在一个重要的认识局限，大多将韧性视为农业系统的一种静态属性或存量特征，侧重于测度某一时点系统抵抗、适应和恢复的能力。这种静态视角虽然有助于评估农业韧性的现状水平，却难以揭示韧性在系统应对气候冲击过程中的动态变化规律。

事实上，农业系统并非被动地承受气候冲击，而是在反复的冲击—响应过程中不断学习、调整和演化。为突破这一认识局限，本文引入社会－生态系统领域的适应性循环理论，该理论由生态学家 Holling 于 20 世纪 70 年代提出，后经 Gunderson 等人发展完善，将复杂系统的演化过程概括为“开发—保存—释放—重组”四个阶段[3,4]，为理解系统在扰动下的动态适应提供了有力的分析工具。本文旨在构建“极端气候冲击—适应性循环—农业韧性演化”的分析框架，系统探讨极端气候如何触发农业系统在适应性循环各阶段之间转换，以及韧性在这一过程中如何动态演化。

二、农业适应性循环理论概念界定

1.韧性理论与适应性循环理论

韧性理论最早由生态学家 Holling 于 1973 年提出，首次区分了工程韧性与生态韧性[3]。其中工程韧性强调系统在受到冲击后迅速恢复原状的能力，关注稳定性与效率，往往适用于可预测、封闭系统，而生态韧性关注系统维持其基本功能和结构的能力，即使状态发生变化也能维持整体生存，适用于复杂、开放、非线性的生态系统。这一概念的提出打破了传统生态稳定性理论的范式，开启了对不确定性下系统行为的重新思考。

在此基础上，Holling(2001)进一步提出了适应性循环理论[5]，将复杂社会－生态系统的演化概括为四个阶段：第一阶段：开发阶段。这是系统快速成长的阶段，其特征是资源被迅速开发利用，系统结构趋于复杂化。第二阶段：保存阶段。随着系统不断成熟，资源逐渐被少数主导要素所掌控，系统结构趋于稳定和僵化。第三阶段：释放阶段。当外部扰动超过系统的承受阈值时，积累的系统脆弱性被引爆，系统结构发生崩溃或剧烈重组。第四阶段：重组阶段。这是系统在释放之后的再生与重构阶段。

2.适应性循环理论在农业研究中的应用

适应性循环理论最初应用于自然生态系统和一般社会－生态系统的分析，近年来开始被引入农业领域，并将适应性循环周期理论拓展到农业韧性的分析中，考察农业系统在不同阶段的韧性特征及其转变规律[7,8]。然而，现有研究大多将适应性循环作为测量农业韧性的背景框架，较少深入分析极端气候冲击如何具体驱动农业系统在适应性循环各阶段之间转换，以及韧性在这一动态过程中的演化机制，本文引入社会－生态系统适应性循环理论，将农业韧性解构为“开发—保存—释放—重组”四个阶段的动态演化过程，系统分析了极端气候冲击如何驱动农业系统在适应性循环各阶段之间转换，以及韧性在不同阶段的演化规律与内在机制。

三、极端气候冲击下农业适应性循环的触发与加速

1.极端气候作为释放阶段的触发机制

在适应性循环的框架下，从保存阶段向释放阶段的转变需要外部扰动的触发。极端气候事件正是这样一种强有力的触发机制[2]。在保存阶段，农业系统经过长期发展形成了相对稳定的生产结构和经营模式，即特定的作物品种、固定的种植制度、成熟的供应链条。这种稳定性的另一面是系统弹性的逐渐丧失，品种单一化增加了病虫害和气候灾害的暴露风险，技术路径锁定限制了应对新挑战的灵活性，制度惯性阻碍了必要的变革[9]。然而，当极端干旱、极端洪涝导致主要作物大面积减产时，系统原有的资源配置方式瞬间失效，此时，系统被迫从保存阶段进入释放阶段，表现为旧的结构被打破，旧的规则被颠覆。

2.极端气候对适应性循环的加速效应

除了触发从保存到释放的转变，极端气候冲击还对适应性循环的整个过程产生加速效应。首先是极端气候冲击的频率和强度不断增加，压缩了农业系统在开发阶段和保存阶段的停留时间。在气候变化背景下，传统的品种选育周期可能跟不上气候条件的变化速度，系统尚未充分发育就被迫进入下一轮循环。

其次是极端气候冲击的复合性和不确定性增加了系统重组的难度。当系统同时面对干旱、高温、洪涝等多种冲击时，重组的路径选择和方向判断变得更为复杂。

最后是极端气候冲击的跨尺度传导效应使得农业韧性演化不再是一个局部的、孤立的过程。一个地区的气候冲击可能通过农产品市场、产业链条等渠道传导到其他地区，形成跨区域的韧性联动效应[10]。这意味着，某一农业系统的适应性循环可能受到其他系统循环状态的影响。

四、农业韧性在适应性循环中的演化机制

1.韧性演化的 U 型轨迹

在适应性循环的不同阶段，农业韧性呈现出差异化的特征和演化轨迹。开发阶段是韧性的高位起点。在系统刚刚经历重组、进入新一轮开发阶段时，韧性处于相对较高的水平。这是因为重组阶段引入了新的要素、新的技术和新的制度安排，系统的多

样性增加，对未知扰动的适应能力增强。新作物品种的引入、新灌溉技术的采用、新经营模式的探索，都使得系统在面对气候冲击时有更多的应对选项。

保存阶段表征为韧性的渐进侵蚀。随着系统不断成熟和专业化，韧性开始逐渐下降。农业系统中，这表现为少数高产作物品种的广泛种植、特定生产技术的标准化推广、固定销售渠道的依赖等。这些做法虽然在短期内提高了生产效率，却也使系统在面对气候异常时缺乏缓冲和替代方案。

释放阶段表征为韧性的急剧下降与创造性破坏。当极端气候冲击触发系统进入释放阶段时，韧性急剧下降。生产设施被毁、作物绝收、供应链中断，系统维持基本功能的能力受到严重威胁。然而，释放阶段也是创造性破坏的过程。那些在保存阶段被压抑的创新潜力，在释放阶段获得了释放的契机。

重组阶段，是韧性实现跃迁的关键时期。在这一阶段，系统有机会打破旧的路径依赖，引入新的要素和规则。从品种层面看，气候韧性作物的育种和推广成为可能。从技术层面看，精准农业、智慧农业等新技术可以在系统重组时被更广泛地采纳。从制度层面看，农业保险、气候补贴等政策工具可以在重组阶段发挥更大的引导作用。

综合来看，农业韧性在适应性循环中呈现出一条先降后升的 U 型演化轨迹，从开发阶段的高位逐渐下降到保存阶段的低位，在释放阶段触底，再在重组阶段实现跃迁式回升。这一 U 型轨迹揭示了一个重要的理论命题，农业韧性的提升往往不是渐进改进的结果，而是系统性重塑的产物。

2.韧性演化的关键机制

（1）学习与记忆机制

适应性循环并非简单的周而复始，系统在每一次循环中都会积累经验、形成记忆[5]。农业系统中，这种记忆体现为农户的知识积累、技术规范的更新、制度安排的优化。然而，学习机制的有效性取决于系统是否具备将经历转化为知识的制度化渠道，这正是许多脆弱农业系统所欠缺的。

（2）资源重组与再配置机制

释放阶段虽然伴随着破坏，但也释放了被旧结构锁定的资源如土地、劳动力、资金等。这些资源在重组阶段可以被重新配置到更有效率的用途上。例如，极端干旱可能导致传统作物种植失败，但也可能促使农民转向抗旱作物或设施农业，实现生产结构的优化升级。资源重组的关键在于是否存在有效的资源配置机制，如土地流转市场、技术推广体系、金融服务网络等[6]。

（3）跨尺度交互机制

适应性循环具有多尺度嵌套特征[4]。农业系统的韧性演化不仅受制于系统内部的动态，还受到更大尺度循环的制约和塑造。国家层面的农业政策、全球层面的气候变化、市场层面的价格波动，都会通过跨尺度交互影响农业系统的韧性演化轨迹。

五、结论与政策启示

1.结论

本文基于社会－生态系统适应性循环理论，构建了“极端气候冲击—适应性循环—农业韧性演化”的分析框架，得出以下主要结论，第一，农业韧性不是一个静态的系统属性，而是在适应性循环“开发—保存—释放—重组”四个阶段中动态演化的过程性特征。第二，极端气候冲击在农业适应性循环中扮演着双重角色，既是触发系统从保存阶段进入释放阶段的动机，也是推动系统进入重组阶段并实现韧性跃迁的推手。第三，农业韧性在适应性循环中呈现先降后升的 U 型演化轨迹。重组阶段是韧性跃迁的关键窗口。农业韧性的实质性提升往往不是渐进改进的结果，而是系统性重塑的产物。第四，农业韧性演化受到学习与记忆、资源重组与再配置、跨尺度交互三个关键机制的驱动。这三个机制的有效运作，决定了系统能否在经历释放之后实现成功的重组与韧性跃迁。

2.政策启示

（1）建立农业系统脆弱性的早期预警机制

既然极端气候冲击的破坏性部分源于保存阶段积累的系统脆弱性，就有必要建立一套能够识别农业系统脆弱性累积程度的指标体系，包括种植结构多样化程度、基础设施老化水平、技术路径依赖强度等。在脆弱性达到临界水平之前实施预防性干预，可以降低系统被迫进入破坏性释放的风险。

（2）把握重组阶段的政策干预窗口

重组阶段是韧性跃迁的关键时期，但这一窗口往往短暂而混乱。政策制定者需要在极端气候灾害发生后迅速识别重组机会，通过灾后补贴、技术援助、保险理赔等工具引导系统向更具韧性的方向重组，而非简单地恢复旧有状态。农业保险在这一过程中不仅可以发挥损失补偿功能，还可以通过差别化费率设计引导农户采纳韧性增强措施。

（3）构建多尺度协同的韧性治理体系

农业韧性的提升不能仅靠农户或地方政府的努力，还需要在国家层面构建支持性的制度环境。这包括：将气候韧性纳入国家粮食安全战略；建立跨区域的农业气候风险分担机

制；推动农业科技创新体系向气候韧性方向倾斜。不同尺度的政策工具需要形成合力，而非各自为政。□

参考文献：

[1]陈帅，杨昕沄. 适应气候变化的粮食安全保障体系构建[J].南京农业大学学报（社会科学版），2025，25(4)：81-90.

[2]郭珊，蒋博，吉雪强.极端气候对粮食生产的影响及其作用机制——兼论农地流转的调节与门槛效应[J].生态学报，2025，45(7)：3169-3182.

[3]Holling C S.Resilience and Stability of Ecological Systems[J].Annual Review of Ecology and Systematics，1973，4：1-23.

[4]Gunderson L H，Holling C S. Panarchy：Understanding Transformations in Human and Natural Systems[M].Washington：Island Press，2002.

[5]Holling C S.Understanding the Complexity of Economic，Ecological，and Social Systems[J].Ecosystems，2001，4(5)：390-405.

[6]吕雅辉，袁佳伟，张斯琪，等.农业产业链韧性、区域差异及动态演进[J].统计与决策，2025，41(3)：87-93.

[7]陈毅辉，李敏杰.中国农业绿色韧性的时空格局演化及影响因素研究[J]. 经济体制改革，2024，(5)：70-78.

[8]袁世一.黄河流域生态保护下的农业韧性时空转变与障碍因素——以陕西省为例[J].北京农学院学报，2024，39(3)：91-97.

作者单位：首都经济贸易大学城市经济与公共管理学院

第二十八届中国科协年会学术论文

极端气候下农业生产性服务组织的韧性赋能机制与协同治理研究

郭俊琪　李相瑾

摘　要：在全球气候变化加剧、极端天气频发背景下，农业生产性服务组织作为联结小农户与现代农业的桥梁，面临韧性建设困境。本文在界定组织类型功能、韧性内涵及协同治理维度的基础上，分析了服务组织的韧性短板与制度障碍，从资源整合、技术扩散、信息预警和制度保障四方面阐释了赋能机制及耦合效应，并从政府引导、市场驱动、社会与农户参与等层面提出协同治理路径。研究认为，提升服务组织韧性需多重机制协同与多元主体整合，应以平急结合为理念，构建“监测预警—快速响应—灾后恢复”的全链条韧性治理体系。

关键词：极端气候；农业生产性服务组织；组织韧性；赋能机制；协同治理

一、引　言

全球气候变暖引发极端事件频发，严重威胁农业安全。我国年因灾损粮超600亿斤，气候风险已成为首要非传统威胁，2025年中央一号文件要求加强防灾减灾能力建设，提升农业气候韧性刻不容缓。在“大国小农”背景下，农业生产性服务组织是带动小农户的关键力量，全国已有超百万经营性主体服务近亿农户。但极端气候对其应急、资源调配和制度保障能力构成巨大挑战，如何构建组织韧性以在冲击中维持功能并快速恢复，成为亟须破解的命题。此外，极端气候的跨域复合性要求政府、市场、社会组织和农户协同应对，然而当前存在主体协调意愿不强、目标失谐、信息不畅等困境。为此，本文以农业生产性服务组织为对象，从韧性赋能与协同治理双重视角，探讨其韧性困境、赋能机制与治理路径，为增强农业气候韧性提供参考。

二、核心概念界定与理论基础