农科智库要报

2022 年第 10 期（总第 22 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 9 月 2 日

国家农业科技战略研究院

科技动态

国内外保护性农业发展趋势与对策建议

当前我国农业进入了新发展阶段，面临着粮食安全、资源紧缺、碳达峰碳中和、耕地保护等多重挑战，亟需发展生态环境友好型的可持续农业生产体系。保护性农业（Conservation Agriculture, CA）是目前国际上大力推崇的可持续发展模式，具有保土保水、固碳培肥、省时省力等优点，从国情出发，加快保护性农业发展对于保障国家粮食安全和促进农业绿色转型具有重要意义。

一、保护性农业国际趋势

（一）保护性农业内涵不断丰富。保护性农业是在保护性耕作的基础上发展而来的。20 世纪 40 年代，“黑风暴（Dust Bowl）”过后，美国土壤保持局开始了免耕（No-till）技术研究，但发展缓慢；

直到 20 世纪 50~60 年代高效广谱除草剂的问世和免耕播种机的研制成功，推动了以免耕为主体的保护性耕作的发展；1996 年，美国保护性技术信息中心提出了保护性耕作（Conservation Tillage）即：至少保持 30%的地表覆盖度的耕作措施，降低土壤侵蚀。最初这个概念只从土壤保护的角度出发，并未考虑种植制度等因素。2001 年，联合国粮农组织（FAO）在世界保护性农业大会上提出了“保护性农业”的概念（Conservation Agriculture, CA），即以最低程度的土壤机械扰动技术（少免耕）、永久性地表覆盖技术和作物多样性化种植技术（轮作）为主体的技术体系。这一概念从土壤耕作、地表覆盖和种植制度等维度出发，通过减少耕作频度和面积，增加地表永久覆盖度和增强生物多样性以及地表以上和地下的自然生物过程。保护性农业的概念更注重系统性和综合性，是一项综合的技术体系，而非单一某项技术。随着保护性农业的发展，目前也有学者将养分综合管理技术纳入到保护性农业的第四项主要技术。

（二）保护性农业规模不断扩大。保护性农业自产生以来，其发展速度持续加快，应用的区域面积和应用的作物类型均呈增加的趋势。美国保护性农业实践项目的总结报告指出，在保护性农业实施的两个阶段（2003-2006 年和 2013-2016 年），应用面积从占美国耕地的 29%增加至 33%，如果考虑其他结构性防护措施，这一比例高达 81%。而在欧洲保护性农业联合会（ECAF）及其附属成员协会成立后，保护性农业在欧洲的推广、应用方面取得了较大的进展。从全球范围看，2008-2009 年，全球保护性农业在 36 个国家得到应

国家农业科技战略研究院

用，面积达到 1.1 亿公顷；2015-2016 年，全球有 70 多个国家发展保护性农业，面积达到近 1.8 亿公顷，占全球耕地总面积的 12.5%；到 2018-2019 年，保护性农业已推广至全球的 102 个国家，面积增加到 2.1 亿公顷，占全球耕地面积的 14.7%。平均来看，保护性农业的推广面积以每年 1000 万公顷的速度增长。

（三）保护性农业技术不断创新。机械化是推动保护性农业发展的重要动力。近年来，少免耕机械、表土耕作机械、秸秆残茬管理机械和深松机械等不断取得创新成果。国外学者在针对相关机械的设计和参数优化等方面的研究较早，我国学者近些年来也针对机械在实际运用过程中遇到的问题进行了大量研究，取得了包括秸秆/根茬粉碎还田技术、切茬防堵技术、秸秆流动防堵技术等一系列技术和机具创新。轮作技术作为保护性农业技术的重要一环，近年来取得了众多技术与理论创新。豆科作物轮作因其生物固氮作用使氮肥投入减少一直是研究的热点。尤其是在当前大豆振兴和黑土地保护的背景下，长期田间试验表明禾本科作物（如玉米）与豆科作物轮作更有利于黑土地保护和作物产量的提高。保护性农业在农田固碳减排方面的重要作用也受到越来越多的关注。其核心技术通过增加地表覆盖、减少土壤扰动，显著提高了土壤固碳能力，减少了温室气体排放。法国发起的“千分之四”国际倡议（指土壤中储存的碳水平每年增加 0.4%，强调了农业土壤在粮食安全和气候变化中的关键作用）等也为保护性农业的相关理论与技术创新的推广与发展提供了坚实的保障。

国家农业科技战略研究院

（四）保护性农业综合效应日益凸显。由于保护性农业减少了土壤扰动，增加了地表覆盖，增加了系统生物多样性，一般认为保护性农业具有保土保水、保肥增效、增碳减排等良好的生态效应。根据美国保护性农业实践项目的总结报告显示：在美国，保护性农业可使农田水蚀量、风蚀量和泥沙流失量每年分别减少了 7600 万、9400 万和 7400 万吨；土壤碳增益每年增加超过 880 万吨；地表途径的氮和磷年均损失分别减少了 3%和 6%。在欧洲，通过免耕每年可固碳约每公顷 0.4 吨，每年维持 2-10 吨秸秆还田可实现约每公顷 0.2-0.7 吨的土壤有机碳固持。根据这一数据保守估计，如果欧盟 27 国 30%的耕地实施保护性耕作，可实现每年每公顷 0.8 吨的碳固持、减少每公顷 44.2 升的燃油消耗。但保护性农业对作物产量、土壤固碳效应等方面的影响，目前学术界尚未达成一致。一项全球 Meta 分析的研究表明，与翻耕相比，免耕秸秆不还田会降低作物产量，但在适当的气候条件下，免耕与秸秆还田和作物轮作等配合使用能有效提升作物产量水平。保护性农业可通过减少机械作业和农资投入降低农业生产的温室气体间接排放。由于土壤碳储量与土层深度、土壤容重等性状间存在交互作用，长期免耕下的土壤固碳潜力尚不十分明确，有待进一步探讨。

二、我国保护性农业发展现状

（一）发展历史源远流长。我国保护性农业发展经历了保护性耕作—保护性农作制—保护性农业的发展阶段。20 世纪 60 年代初，东北国营农场率先开展了保护性耕作的研究；70 年代末，原北京农

国家农业科技战略研究院

业大学耕作教研组在黄淮海平原开展了夏玉米免耕技术的研究与推广，为我国保护性耕作的研究奠定了坚实的基础；90 年代，农艺农机结合的保护性耕作研究在全国范围内开展，同时稻田区域也逐渐探索出了以多熟高效种植为主要模式的稻田保护性耕作制度。进入 21 世纪，我国保护性耕作逐渐进入了系统集成和分区域实践应用阶段。农业农村部先后制定了多项技术文件及管理规范，推动了保护性耕作技术的快速发展。2002-2010 年间，中国农业大学研究团队进一步明确了保护性耕作的技术内涵，即通过减少耕作增加地表覆盖度实现土壤的“少动土”“少裸露”，达到土壤“适度湿润”和地表“适度粗糙”。近年来，我国进入了保护性耕作常态化应用实践阶段，已形成了较为成熟的、适应我国国情的技术模式和推广保护性耕作的政策机制。

（二）技术模式多元多样。目前，我国的保护性农作制技术模式主要有:（1）东北地区：主要针对该区土壤风蚀、水蚀退化严重，耕层逐年严重变浅的问题，在垄作平原区研究推广的主要有“秸秆全覆盖还田等行距原垄种植”（“双辽模式”）和“秸秆全覆盖还田宽窄行种植”（“梨树模式”）等，其中“梨树模式”得到了习近平总书记的肯定；在干旱风沙区研究推广的有“留茬覆盖免耕播种”和“旱地免耕坐水播种”等。（2）西北地区：主要针对该区坡耕地的水土流失与水分高效利用问题，在黄土高原区研究推广了“坡耕地沟垄蓄水保土耕作”“坡耕地留茬等高耕种”“地膜覆盖耕作”“小麦高留茬秸秆全程覆盖耕作”和“旱地玉米免耕整秸秆半覆盖”等；

国家农业科技战略研究院

在绿洲农业区研究推广了“留茬覆盖少免耕”和“沟垄覆盖免耕种植”等。（3）华北地区：针对华北长城沿线区生态条件脆弱、降水少等特点，研究推广了马铃薯“带状种植与带状留茬覆盖”模式；针对黄淮海两茬平作区麦玉一年两熟集约高产资源紧缺问题，研究推广了稳产节水型保护性耕作技术模式，主要包括“小麦—玉米秸秆粉碎还田少免耕播种技术”和“小麦—玉米留高茬周年免耕技术”等；（4）南方地区：针对南方平原区劳动力资源紧缺，秸秆资源浪费严重，研究推广水稻—水稻与稻麦轮作模式下省时省工高效的保护性耕作技术，主要包括稻茬麦（油）平作免耕抛秧、冬水田平作免耕抛秧等模式；针对南方丘陵区水土流失严重，季节性干旱突出等问题，发展减少土壤水蚀的保水抗旱保护性耕作技术体系。

三、问题与建议

总体上，我国保护性农业还处于区域小规模示范发展阶段，区域保护性农业技术的布局规划和技术适应性研究依然不足，不同区域适用的主导技术和配套体系有待进一步完善，尚未形成系统性、整体性的技术体系。从少免耕技术看，高秸秆量防缠绕、防堵、高播种质量的机械化免耕机还没有完全突破；从覆盖技术上看，以秸秆为主的多元覆盖技术体系还没有完全建立；间作套种与轮作技术尚未纳入到保护性农业体系中。在生产实际中，目前对保护性农业的认识不足，导致新技术接受度低，推行缓慢。为此建议：

一是组织开展国家保护性农业区域布局研究。保护性农业的发展要与区域农业特征紧密结合，针对区域关键问题，基于共性关键

国家农业科技战略研究院

技术突破，创新集成适应于区域特定环境的关键技术体系，构建具有区域特色的保护性农业模式，充分发挥保护性农业保水、保土、增肥、提质和固碳减排的功能。提高保护性农业各项技术规范性，完善我国保护性农业适应性和区域布局，因地制宜开展保护性农业技术的推广应用。

二是加强保护性农业技术的系统性研究。注重我国保护性农业技术与多样化种植制度的相适应，不仅要实现保护性农业技术与高产栽培及其配套技术的合理组配，还要考虑复合农村经济与农民生计发展需求，通过技术集成创新形成系统化解决方案。重点需要从机械、耕作、种植、管理等单一技术环节研究向保护性耕作技术、保护性农业装备、地表覆盖技术、轮作技术及养分综合管理等的综合化、集成化、系统化的转型。

三是加大保护性农业技术推广力度。加强保护性农业技术的科普，广泛宣传应用保护性农业的重要意义，形成社会共识。通过对农民和基层技术骨干进行培训，提高农民的认识程度。进一步完善在农业保险、农机补贴等方面对保护性农业技术与装备的支持政策力度。

国家农业科技战略研究院

研究专家：

张海林 中国农业大学农学院 教授

赵　鑫 中国农业大学农学院 副教授

陈源泉 中国农业大学农学院 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

国家农业科技战略研究院

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：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