

中德农村塑料升级管 理项目总结报告 (缩减版)

&

2023

中欧循环经济可持续转型
系列报告

版本说明

中德农村塑料升级管理项目受德国联邦经济合作与发展部（BMZ）委托，在 develoPPP.de 计划框架下，由德国莱芬豪舍集团、珠海万通化工有限公司、莱茵技术（上海）有限公司联合德国国际合作机构（GIZ），于2020年9月正式开始实施。项目旨在解决因不合理的农膜管理而在中国导致的“白色污染”问题，一方面通过应用数字化追溯系统提高聚乙烯（PE）地膜的回收效率，另一方面意在推广全生物降解地膜的应用。项目将在甘肃、黑龙江、内蒙古、湖北和北京5个试点地区开展示范，通过总结项目经验，形成技术规范和政策建议，实现中国农村地区的塑料管理体系升级。



出版方

德国国际合作机构（GIZ）中德农村塑料升级管理项目
由德国联邦经济合作与发展部（BMZ）委托
受develoPPP.de计划资助

北京市朝阳区亮马河南路14号
塔园外交办公大楼2-5
邮编：100600
c/o

项目负责人

德国国际合作机构（GIZ）侯靖岳

作者

德国国际合作机构（GIZ）徐运赞，胡云峰，封韦帆

© 北京，2023年9月

本报告全文受版权保护。截至本研究报告发布前，德国国际合作机构和相关作者对出版物中所涉及的数据和信息进行了仔细研究与核对，但不对其所涉及内容及评论的正确性和完整性做任何形式的保证。本出版物中涉及到的外部信息，将由其发行方将对相关内容负责，德国国际合作机构不在此类内容承担任何责任。

德国国际合作机构驻华代表处

地址：中国北京市朝阳区麦子店街 37 号盛福大厦 1100

邮编：100125

电话：+86 10 8725 5180

邮箱：giz-china@giz.de

网址：www.giz.de/china

中德农村塑料升级管理项目

地址：中国北京市朝阳区亮马河南路 14 号塔园外交办公楼 2-5

邮编：100600

目录

| | |
|-----------------------------|----|
| ■ 前言 | 4 |
| ■ 第一部分 背景介绍 | 6 |
| 一、为什么中国地膜污染问题值得关注? | 6 |
| (一) 地膜对于中国农业不可或缺 | 6 |
| (二) 地膜残留问题带来污染和损失 | 6 |
| 二、中国针对地膜污染防治的系列举措成效明显 | 7 |
| (一) 地膜污染防治相关政策法规 | 7 |
| (二) 地膜污染防治工作成效 | 7 |
| 三、地膜管理仍面临挑战 | 8 |
| ■ 第二部分 项目执行 | 10 |
| 一、聚乙烯 (PE) 地膜部分 | 10 |
| (一) 试点概况 | 10 |
| (二) 产品标准与设计 | 12 |
| (三) 高强度耐候地膜田间试验 | 14 |
| (四) 追溯系统 | 22 |
| (五) 高值化回收再利用 | 26 |
| (六) EPR 机制 | 28 |
| (七) 主要结论及未来展望 | 29 |
| 二、全生物降解地膜部分 | 32 |
| (一) 基线情况 | 32 |
| (二) 试点执行情况 | 33 |
| (三) 标准与认证 | 45 |
| (四) 主要结论及未来展望 | 50 |
| 三、项目成果交流 | 51 |
| (一) 意识提升 | 51 |
| (二) 专家观点 | 55 |
| (三) 性别平等 | 56 |

前言

全球塑料污染谈判正如火如荼地进行；世界人口增长带来的粮食供应短缺问题仍未化解。地膜的使用，一头连着粮食安全，一头连着农村塑料污染，是中国正在面临的严峻挑战。针对这一问题，国家在科学减量替代、地膜产品质量标准制定与监督、回收利用、地膜污染监测等方面已相继采取了一系列举措，逐步推动地膜污染治理、提高地膜回收率。

为助力解决中国地膜污染难题，推动国际合作，自 2020 年 9 月起，受德国联邦经济合作与发展部（BMZ）develoPPP 专项资金委托，“中德农村塑料升级管理项目”开始实施。项目由德国国际合作机构（GIZ）联合德国莱芬豪舍集团（Reifenhäuser）、珠海金发生物材料有限公司（Zhuhai Kingfa Biomaterial）和莱茵技术（上海）有限公司（TÜV Rheinland Shanghai）一起，合作解决地膜带来的环境挑战，降低在农业领域使用地膜覆盖技术时的后顾之忧。项目借鉴吸收国际先进理念，在甘肃、黑龙江、内蒙古、湖北、北京 5 个地区开展试点示范活动，通过试点示范总结经验，形成技术规范和政策建议，推动中国农村地区的塑料管理升级。

项目执行团队希望以此报告为契机，在总结项目成果的同时，分享我们的思考；把地膜与农业生产的话题，用通俗易懂的语言，讲给大众；将中国农村的故事，讲给世界。我们真诚地希望地膜科学管理的话题能获得更多关注，也欢迎国内外专家、社会各界人士建言献策，集思广益，收获更多解题思路，共同为中国农村的绿色可持续发展贡献一份力量。





背景介绍

一、为什么中国地膜污染问题值得关注？

地膜，即农田土地上覆盖的一层塑料薄膜，具有增温、保墒、防杂草等功能，可改变农作物的生产环境，有效提高产量。从全球范围看，没有国家像中国一样广泛、大量使用地膜，而地膜使用后的塑料残留污染也随之产生。从某种程度上说，塑料污染是全球的，而地膜残留是中国特有的。

（一）地膜对于中国农业不可或缺

自上世纪 70 年代末从日本引进以来，中国目前已成为世界上地膜使用量最多、覆盖面积最广的国家，年使用量近 140 万吨，占全球总量的近 3/4，农作物覆盖面积 2.64 亿亩，占中国总耕地面积的 13% 左右。

地膜可以使农作物稳产早熟的同时，扩大农作物的种植区域，防止雨水冲刷、减少肥料流失，抑制杂草生长，减弱病虫害危害，有效改善农作物品质等。初步估算，我国地膜覆盖技术使农作物增产所带来的直接经济效益在 1200 亿—1400 亿元/年。

（二）地膜残留问题带来污染和损失

在研制国产地膜时，考虑经济因素和实际应用效果，中国地膜在日本地膜产品的基础上进行了薄型化改良。此后，随着地膜的广泛应用，在追求低成本的驱动下，地膜越吹越薄。2019 年，相关机构通过电商平台和农资销售市场随机获得了 104 个地膜样品，委托第三方检测机构按照地膜国标（GB13735-2017）对其相关指标进行检测，结果显示样品不合格率达 98.1%，甚至超过 60% 的地膜厚度小于 0.006mm。

根据第二次全国污染源普查公报，针对 721 个监测点的调查显示，2017 年全国地膜多年累积平均残留量为 34.0 kg/hm²，其中西北和华北地区的地膜污染情况较为严重。



二、中国针对地膜污染防治的系列举措成效明显

（一）地膜污染防治政策法规

□ 1. 法律法规

地膜的科学使用、污染防治、回收处理各环节，已被纳入多部法律，如《中华人民共和国土壤污染防治法》《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》《中华人民共和国乡村振兴促进法》《中华人民共和国产品质量法》《中华人民共和国农产品质量安全法》《中华人民共和国农业法》《中华人民共和国清洁生产促进法》《中华人民共和国循环经济促进法》等，2020年7月，农业农村部、工业和信息化部、生态环境部、市场监管总局联合印发《农用薄膜管理办法》，构建覆盖农膜全生命周期的全程监管体系。

□ 2. 政策文件

随着地膜污染防治工作的逐步开展，相关部委相继出台政策文件，如《农膜回收行动方案》《关于加快推进农用地膜污染防治的意见》《进一步加强塑料污染治理的意见》《农用薄膜管理办法》《供销合作社积极参与推进农膜治理工作方案的通知》《地膜科学使用回收试点技术指导意见》等，引导市场行为，建立健全农用薄膜回收利用体系。

□ 3. 标准规范

为规范废旧地膜回收流程，中国陆续制定了相关技术标准，至今已制订相关标准 18 项，其中国家标准 4 项、行业标准 3 项（其中 1 项已废止）、地方标准 11 项（其中 1 项已废止），这些标准规范的内容包括地膜与残地膜回收机产品标准，废旧地膜回收作业质量、操作规程、回收质量，残膜调查和残留量限值，以及废旧地膜加工等。除国家标准外，各省市也制定了相应的地方标准。

□ 4. 地方条例规章

自 2019 年起，以地膜治理示范县为代表的地区，浙江、甘肃、重庆等多地都相继制定出台了地方废旧地膜治理的政策法规省市级的法规。

（二）地膜污染防治工作成效

2012 年至今，国家中央财政累计投资 24 亿余元，相继实施农业清洁生产示范、农膜回收示范县建设等项目工作，建设了近 300 个地膜清洁生产示范县，100 个农膜污染治理示范县，700 余个地膜残留监测点，扶持建设废旧地膜回收加工企业 400 余家、回收网点 3000 余个。目前中国示范县及试点区域废旧地膜收集率达到约 80%，农田“白色污染”得到有效防控。

三、地膜管理仍面临挑战

在地膜管理问题上，但仍面临经济、技术、意识、机制等多方面的挑战。

从经济性上来讲，在地膜购买市场中，农民作为消费者对价格敏感度高，地膜越来越薄。但对于回收市场，废旧地膜含杂率高，回收加工成本高，缺少经济价值。

从地膜回收技术和设备这方面来说，现有回收技术和设备无法满足农业生产的需求，在连续规模化作业中收净率均低于 80%。

从地膜的应用规模和模式上来说，我国的农作物地膜覆盖比率高、涉及农作物种类多，多作物、多模式和广大区域也必然要求回收方法、工具和形式的多样性，没有统一的方法进行推广，难度大。

从农民回收地膜的意识 and 行为上看，地膜的回收需要投入时间和精力，农民缺少足够的经济激励；更重要的是，很多农民对地膜污染后果、地膜回收的环境效益和社会责任缺乏认识，认为地膜污染治理是政府的事，不愿意主动作为。

从政府和行业监管上来看，多部门管理的模式仍在磨合，未完全形成合力。





项目执行

为推动地膜科学使用与管理，“中德农村塑料升级管理项目”（以下简称“项目”）主要进行了两方面工作，一是提升传统塑料地膜的回收效率，二是促进全生物降解地膜的科学与标准化认证。

一、聚乙烯（PE）地膜部分

为提升传统聚乙烯 PE 地膜的回收效率，项目以系统性思维方式，从生产易回收的高强度耐候地膜产品入手，借助数字化追溯系统的全链条监管工具，试点有效的 EPR 生产者责任延伸制度实施方式，探索高值化的物理回收和化学回收路径，引导地膜生产和回收产业健康发展，试图为打通价值链、实现市场化运作提供借鉴方案。

（一）试点概况

1. 试点地区选择

鉴于西北地区地膜用量高，且农田地膜残留量高于全国平均水平，甘肃省是率先对废旧地膜污染治理工作制定政策法规的省份，各项工作走在全国前列，基础较好，项目传统聚乙烯地膜试点便选择在甘肃省主要地膜覆盖区陇中地区进行。

2. 试点地区概况

（1）甘肃省地膜使用情况

甘肃省以干旱、半干旱区为主，降雨是土壤水分的主要来源，年均降雨量仅有 300 多毫米，同时降雨时期与作物需水时期不一致，难以满足作物的生长需求，且早春温度较低，作物成熟晚。使用地膜可降低土壤水分的无效蒸发，充分接纳保蓄降水，提高耕作层的土壤温度，促进作物早熟与增产，因而被广泛使用。尤其在气候变化的大背景下，干旱等自然灾害增多，地膜更是稳定粮食产量不可或缺的生产资料。

近年来随着地膜技术的推广，甘肃省地膜使用强度由 2010 年的 $13\text{kg}/\text{hm}^2$ 提高到了 2020 年的 $20\text{kg}/\text{hm}^2$ ，覆盖面积接近翻了一番，地膜用量达 11 万吨，位列全国第二。地膜技术的成功应用，使甘肃省粮食产量连续 11 年稳定在 1000 万吨以上，2020 年突破 1200 万吨。

（2）甘肃省地膜污染防治政策与成效

在积极推广地膜技术的同时，甘肃省也高度关注废旧地膜污染问题，是全国最早开展地膜回收利用的省份之一，目前甘肃省也出台了系列政策与标准，支持建立覆盖全省所有农业 91 个县区的废旧地膜回收网络，扶持成立废旧地膜回收利用企业 297 家，设立回收网点 2312 个。根据定位监测统计结果，全省主要覆膜区的地膜残留量从 2018 年的 $2.03\text{kg}/\text{亩}$ （监测点 799 个）降至 2020 年的 $1.53\text{kg}/\text{亩}$ （监测点 1183 个），至今未造成地膜残留而无法种植的耕地。

(3) 甘肃省陇中地区概况

陇中地区是甘肃省主要地膜覆盖区，地区气候以温带大陆性气候为主，年平均降雨量在 220-600 mm 之间，年际间和不同季节降雨分布不均匀。区内农业生物资源较为丰富，优良品种多，作物以玉米、马铃薯为主，也有小麦、油菜、油菜、胡麻、中药材等。

(4) 项目示范区情况

甘肃农业大学试验站：试验区属于中温带典型的半干旱雨养农业区，年蒸发量 1531 mm，干燥度 2.53。多年平均降雨量为 390.9 mm，2021 是干旱年，全年降雨量为 317.3 mm，7 月和 8 月降雨量严重低于多年平均水平。

兰州市榆中示范区：榆中县位居甘肃省中部、省会兰州东郊。属于典型的温带干旱、半干旱大陆性气候，年均降水量 300 mm、蒸发量 1400 mm。目前全县每年地膜覆盖面积 50 余万亩，其中旱作全膜双垄沟播玉米种植面积 17 万亩，地膜玉米每亩覆膜 8kg，玉米使用地膜 1360 吨。

定西市安定区示范区：安定区位于甘肃省中部，属干旱半干旱雨养农业区。年平均气温 6.3℃，常年降雨量 400mm，蒸发量 1532mm，现有总耕地面积 172 万亩，其中山旱地 158 万亩，主要种植作物以马铃薯、玉米为主。其中，地膜用量每亩 10kg，种植玉米年使用地膜 4000 吨。

(5) 试点方案概述

a. 预实验

实验目的：测试不同地膜产品在使用前后的机械强度变化，以及对产量、收集效果的影响，筛选影响地膜收集和回收效果（主要表现在收集率、含杂率等参数上）的主要影响因素。

实验对象：项目在实际种植条件下对 4 款白色 PE 膜，包括 3 款不同配方的耐候地膜（T1-T3）、1 款普通地膜（T4），以及 1 款国产全生物降解地膜（T5）、5 款地膜厚度均为 0.010 mm，各项指标均符合国标要求，用不同收集方式进行了小规模田间对比试验。

实验范围与周期：试验在甘肃农大试验站进行，2021 年 4 月中下旬进行玉米播种，播种密度 3500 株 / 亩。由于 2021 年干旱严重，所有玉米至 9 月中旬全部青干，没能正常成熟，故 9 月 20 日提前收获。

b. 大田实验

实验目的：在榆中、定西示范区以及实验站对德国地膜和普通地膜进行了更大范围的对比试验，对比在经济效益、回收效果及地膜残留量等方面的效果。三个试验点的种植作物、面积、方式以及实施单位等信息如下。

表 1 三地种植作物、面积、实施单位及种植方式

| 类别 | 地点 | 作物 | 面积 | 技术指导单位 | 实施主体 | 种植方式 |
|-----|----------------|------|--|---------------|---------------|--------------------------|
| 试验站 | 定西市安定区李家堡镇 | 籽粒玉米 | 25 亩（德国地膜、家乐蜜膜、普通膜，春覆） | 甘肃农业大学 | | 全膜双垄沟播膜滴灌，密度 3500 株 / 亩 |
| 大田 | 榆中县新营镇大营村 | 青贮玉米 | 300 亩（德国地膜 260 亩，秋覆 150 亩、春覆 110 亩，普通膜 40 亩） | 榆中县生态环境保护站 | 榆中俊梅种植专业合作社 | 全膜双垄沟播膜，密度 4000 株 / 亩 |
| 大田 | 定西市安定区鲁家沟镇 / 村 | 鲜食玉米 | 200 亩（德国地膜 165 亩、春覆，普通膜 35 亩） | 安定区农业技术推广服务中心 | 定西沃土农业农民专业合作社 | 全膜双垄沟播膜下滴灌，密度 4400 株 / 亩 |

在实际执行中，榆中示范区对比了秋覆膜和春覆膜两种方式；定西示范区和试验站均延续预试验的方式进行春覆膜。秋覆膜时间为 2021 年 11 月上旬，春覆膜时间为 2022 年 4 月中旬（地表解冻后）。玉米于 2022 年 4 月下旬用点播器进行播种，10 月上旬收获。作物生长期，人工除草，施肥量同高产大田。

（二）产品标准与设计

□ 1. 产品标准要求对比

超薄膜、劣质膜使用后极易破碎，无法完整回收，是造成地膜残留污染问题的首要原因。表 2 总结了 5 项具有参考性的产品标准或要求，包括

- 1.2017 年新修订的国家强制标准 GB13735-2017《聚乙烯吹塑农用地膜覆盖薄膜》
- 2.2019 年甘肃省修订的地方标准《甘肃省聚乙烯吹塑农用地面覆盖薄膜（DB62/T2443-2019）》
- 3.2022 年农业农村部、财政部会同有关部门组织开展地膜科学使用回收试点工作提出的加厚高强度地膜标准
- 4.2022 年中国物资再生协会、中国石油和化学工业联合会联合高校与研究机构、从业企业等发起的团体标准《塑料制品的易回收易再生设计评价》
- 5.2018 年欧洲 CEN（标准化委员会）制定的非强制性标准《塑料-农业 / 园艺用可回收热塑性地面覆盖薄膜（EN 13655: 2018）》

重点对比了影响地膜回收的产品厚度、使用时间、力学性能、耐候性能等指标要求。

表 2 地膜产品标准对比

| 标准要求 | | 中国标准 GB13735-2017 | | 甘肃省标 DB62/T2443-2019 | 加厚高强度地膜要求 2022 | 双易团体标准 2022 | 欧洲标准 EN 13655: 2018 |
|------|--------------------|---|-------------------------------|--|----------------|--|--|
| 产品厚度 | | ≥ 0.010mm | | ≥ 0.010mm | ≥ 0.015mm | ≥ 0.010mm | ≥ 0.020mm |
| 使用时间 | | I 类 ≥ 180 天 II 类 ≥ 60 天 | | I 类 ≥ 540 天 II 类 ≥ 360 天 III 类 ≥ 180 天 | ≥ 180 天 | -- | N 级 ² : ≥ 65 天 A 级: ≥ 330 天 B 级: ≥ 585 天 C 级: ≥ 975 天 D 级: ≥ 1340 天 |
| 力学性能 | 断裂标称应变 (纵/横) | 0.010 - 0.015mm 0.015 - 0.020mm 0.020 - 0.030mm | ≥ 260% ≥ 300% ≥ 320% | ≥ 300% ≥ 320% ≥ 350% | 不低于国标 | 不低于国标 | 纵向 ≥ 250% 横向 ≥ 350% |
| | 拉伸负荷 (纵/横) | 0.010 - 0.015mm 0.015 - 0.020mm 0.020 - 0.030mm | ≥ 1.6 N ≥ 2.2 N ≥ 3.0 N | ≥ 1.7 N ≥ 2.3 N ≥ 3.2 N | 不低于国标 | 100 分: ≥ 2.5 60 分: ≥ 2.0-2.5 30 分: ≥ 1.6-2.0 0 分: ≥ 1.6 | ≥ 2.0 (根据 20 MPa 换算) |
| | 直角撕裂负荷 (纵/横) | 0.010 - 0.015mm 0.015 - 0.020mm 0.020 - 0.030mm | ≥ 0.8 | ≥ 0.8 ≥ 1.2 ≥ 1.5 | 不低于国标 | 不低于国标 | 其他指标 |
| 耐候性能 | 断裂标称应变保留率 | I 类: 纵向 ≥ 50% (老化试验 1a) | | 纵向 ≥ 50% (老化试验 1b) | ≥ 50% (使用后) | ≥ 60% (老化试验 1a) | ≥ 50% (老化试验) |
| 易回收性 | 按使用寿命回收时拉伸负荷 (纵/横) | -- | | | 保留率 ≥ 50% | 100 分: ≥ 1.8 50 分: ≥ 1.5-1.8 30 分: ≥ 1.2-1.5 0 分: ≥ 1.2 | -- |

说明: 1. 试验方法符合 GB/T16422.2-2014 的规定, 辐照方式采用方法 A, 辐照度为窄带 (340nm) 0.51 W/(m²·nm), 温度控制采用黑标温度计, 暴露循环采用循环序号 1, 持续时间 (a) 国标 I 类 600h; (b) 甘肃省标 I 类 800h, II 类 700h, III 类 600h。

2. 标准正文中给出的覆盖使用时间是人工照射条件下老化后纵向断裂标称应变保留率达到 50% 得出的测试数值, 根据标准附件中人工照射条件与自然光 (分 3 个不同 Climate Zone) 的关系以及中国所在气候区域, 折算出对应在中国 (除西南部小部分地区外) 的老化前可使用时间。

□ 2. 基线情况

尽管各级政府在严厉打击不符合强制性国家标准的地膜产品, 但在甘肃省陇中地区随机农户访谈调研中, 了解到仍有 20% 农户在使用旧国标 0.008mm 厚度地膜, 也说明市场上仍流通着未达到新国标要求的产品。

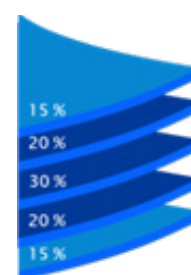
图 1 田间残膜情况



3. 试点创新设计

在示范试验阶段，项目设计并采用了创新设计的高强度、可追溯地膜。该产品（以下简称“德国地膜”）由项目合作方德国莱芬豪舍联合埃克森美孚与科莱恩共同开发设计，采用 0.0125mm 厚度，其创新的五层结构设计使其机械强度远高于同等厚度水平下的普通产品，同时添加一定比例的茂金属线性低密度聚乙烯以及耐老化、抗紫外线的添加剂，增强产品的力学与耐候性能。

图 2 五层结构设计



试验分别测试白色和黑色两款德国地膜。为进行对比，试验同时选取了出口日本的浙江家乐蜜公司的地膜产品（白色和黑色两款，厚度 0.015mm，以下简称“家乐蜜膜”）和甘肃省常用的高质量普通白色地膜（作为对照组，同基线试验的 T4，厚度 0.01mm）。

表 3 高强度地膜产品力学性能对比

| 地膜产品 | 德国地膜白 | 德国地膜黑 | 家乐蜜膜白 | 家乐蜜膜黑 |
|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 产品厚度 | 0.0125mm | 0.0125mm | 0.015mm | 0.015mm |
| 断裂标称应变（纵 / 横） | 359%/846% | 339%/822% | 506%/936% | 564%/900% |
| 拉伸负荷（纵 / 横） | 4.5N/4.1N | 4.1N/4.3N | 4.0N/4.3N | 4.8N/5.4N |
| 直角撕裂负荷（纵 / 横） | 1.4N/1.6N | 1.6N/1.6N | - | - |

由于疫情影响，2022 年 10 月玉米收获后未及时揭膜，2023 年 4 月在下一季播种前才揭膜。而在甘肃省的实际生产中，农户往往更倾向于这种做法，可一定程度上保持土壤湿度、减少蒸腾。这也符合甘肃省地膜产品标准的使用时间划分，即秋覆膜使用期为 18 个月，同甘肃省标的 I 类膜；春覆膜使用期为 12 个月，同甘肃省标的 II 类膜；而常规 6 个月地膜使用期同甘肃省标的 III 类膜。

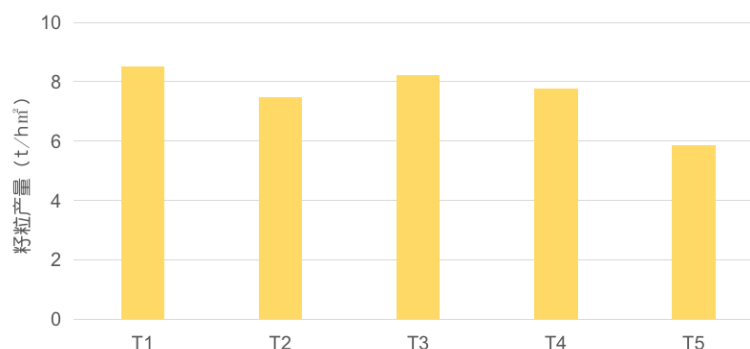
（三）高强度耐候地膜田间试验

1. 不同地膜对作物产量的影响

（1）预实验结果

试验阶段严重干旱，玉米未能完全成熟，故所有地膜的籽粒产量均低于正常生产年份（见图表 1）。从目前已有籽粒产量情况来看，耐候地膜（T1-T3）与高品质的普通地膜（T4）无显著差异，但明显高于全生物降解地膜（T5）。

图表 1 四种地膜玉米籽粒产量



说明：T1-T3：3款高质量耐候地膜、T4：高品质的普通地膜（T4）、1款国产全生物降解地膜（T5）

（2）大田实验结果

在甘肃的三个试验地点——试验站、榆中和定西示范区，相比于普通地膜，覆盖高强度耐候地膜的产量更高，但不同玉米类型的增产效果有差异。

试验站（籽粒玉米）。使用不同 PE 地膜对籽粒玉米产量影响不大。使用德国地膜比使用普通膜的产量仅高出 1-3%，每公顷产值仅多出 250-700 元。对于种自耕地的农民而言，单从经济角度，农民没有动力使用价格更高的高强度耐候地膜，而会维持使用普通地膜的现状。

榆中示范区（青贮玉米）。使用不同 PE 地膜对产量影响不大。使用德国耐候地膜每公顷纯收入仅多出 1-3%，即 170-400 元。若综合考虑地膜收集效率，收集总成本总体成本下降 150 元，农民合作社每公顷纯收入至多增加 550 元。单纯从增收角度来看对合作社吸引力不大。

定西示范区（鲜食玉米）。鲜食玉米的种植密度高，使用不同 PE 地膜对产量影响也略高。使用德国耐候地膜比使用普通地膜的产量高出 5%，每公顷纯收入高出 8%。即每公顷纯收入高出近 4900 元。若考虑地膜收膜效率，使用耐候地膜的总体成本下降 750 元。综合来看，合作社每公顷纯收入高出近 5600 元，有一定经济效益方面的吸引力。

表 4 榆中及定西示范区玉米种植产值、成本及收入

| 地点 | 地膜 | 产量 | 总产值 | 总投入 | 纯收入 |
|----|--------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | | kg/hm ² | 万元/hm ² | 万元/hm ² | 万元/hm ² |
| 榆中 | 普通白膜 | 56405 | 1.97 | 0.78 | 1.19 |
| | 德国白膜秋覆 | 57300 | 2.01 | 0.78 | 1.23 |
| | 德国黑膜秋覆 | 56900 | 1.99 | 0.78 | 1.21 |
| | 德国白膜春覆 | 57535 | 2.01 | 0.78 | 1.23 |
| | 德国黑膜春覆 | 57000 | 2.00 | 0.78 | 1.22 |

| 地点 | 地膜 | 总产量 | 穗产值 | 秸秆产值 | 总投入 | 纯收入 |
|----|--------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | | 穗 /hm ² | 万元 /hm ² | 万元 /hm ² | 万元 /hm ² | 万元 /hm ² |
| 定西 | 普通白膜 | 63000 | 8.82 | 0.20 | 2.22 | 6.80 |
| | 德国白膜春覆 | 66450 | 9.30 | 0.20 | 2.22 | 7.28 |
| | 德国黑膜春覆 | 66000 | 9.24 | 0.20 | 2.22 | 7.22 |

说明：鲜食玉米的出售价格为 1.40 元 / 穗；秸秆以 1950 元 /hm² 的价格出售（含人工、机械）。

| 成本费用（元 /hm ² ） | 榆中示范区 | 定西示范区 |
|---------------------------|-------|-------|
| | 青贮玉米 | 鲜食玉米 |
| 玉米种子 | 900 | 1200 |
| 化肥 | 1500 | 2400 |
| 地膜 | 1800 | 1800 |
| 覆膜机械 | 750 | 750 |
| 覆膜人工 | 750 | 750 |
| 果穗收获人工 | - | 3000 |
| 收膜机械 | 900 | 900 |
| 收膜人工 | 1200* | 2400* |
| 水电费及其他 | - | 9000 |
| 合计 | 7800 | 22200 |

说明：定西收膜人工高是因为采用膜下滴灌技术，揭膜更耗费人力。而榆中不具备滴灌条件。地膜机械强度变化与收集效果之间的关系

农业知识科普

在现代农业科学体系之中，根据对于玉米的收获物和用途，可以将玉米大致分为三类：

- 籽粒玉米：即普通玉米，目前在国内的种植量最大，主要收获籽粒，以作为粮食、饲料和部分工业用品的原材料；副产品干秸秆可做养殖饲料添加剂。
- 青贮玉米：籽粒未成熟时收获，把包括玉米穗在内的玉米植株全部收割经过粉碎、加工后，用发酵的方法制成动物的饲料，用来饲养牛、羊等牲畜。
- 鲜食玉米：即蔬果玉米，我们市场上可买到的水果玉米、糯玉米等，产量小，采摘成本高，经济效益最好。

□ 2. 地膜机械强度变化与收集效果之间的关系

(1) 预实验结果

- 地膜机械强度动态变化

使用前：4款高品质PE膜的初始机械强度均远高于国标，纵向拉伸负荷是国标（1.6N）的2倍以上。

使用后一个月：各种PE膜的耐候性物理参数在覆膜后一个月内与初始值相比无明显下降

使用后三个月：PE膜的物理参数开始出现明显下降。全生物降解地膜在3个月已破裂，无法满足功能期的机械强度需求。

使用后五个月：普通地膜的机械强度指标明显低于3款耐候地膜。3款耐候地膜的纵向拉伸负荷、断裂标称应变保留率均满足标准要求，普通地膜则未达标。

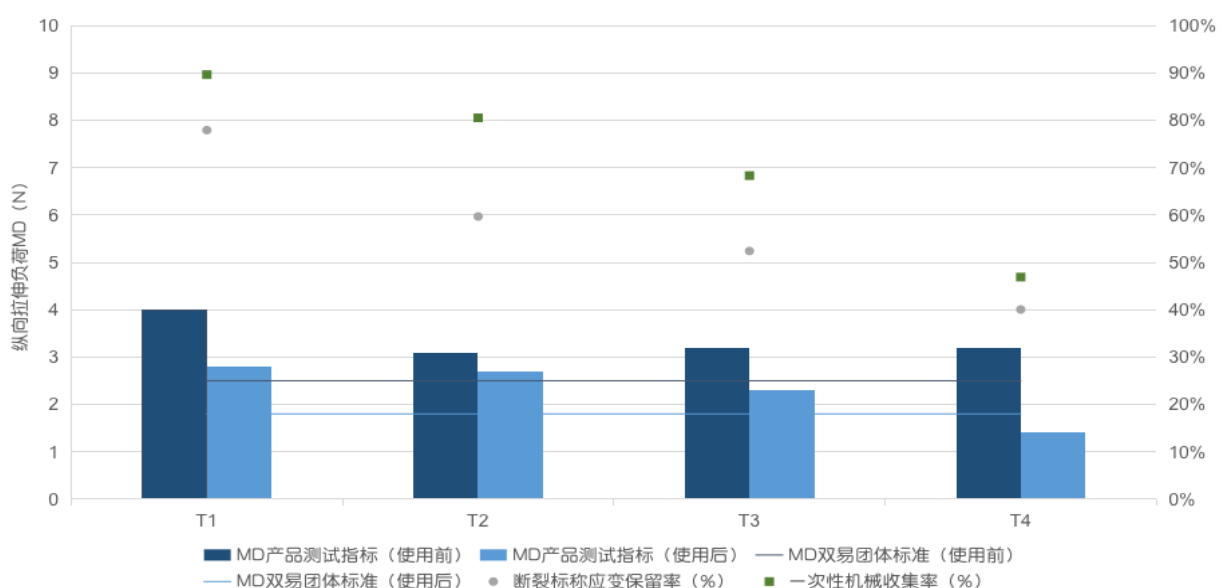
● 地膜的物理属性与收集率的关系

反映地膜机械强度的核心指标：地膜使用后的机械强度越高，收集率越高，主要看纵向拉伸负荷和断裂标称应变保留率2个指标，横向拉伸负荷的影响相关度不大。

本试验中，地膜使用后的纵向拉伸负荷、断裂标称应变保留率与一次性收集率（一次性机械揭膜/人工揭膜的去杂地膜重量与地膜使用量的比值）均为正相关。供测地膜在经过机械收集后，加上后续人工捡拾，均可满足85%以上的残膜拾净率的要求。

地膜初始机械强度高，并不意味着其使用后的机械强度必然高，更便于收集。普通地膜（T4）的初始机械强度甚至高于T2耐候地膜，但在过程中的机械强度下降更为明显，耐候性能不足，以致揭膜时破损多、收集率低。特殊的膜结构设计，或使用抗紫外线等添加剂，可大大提高地膜的耐候性能

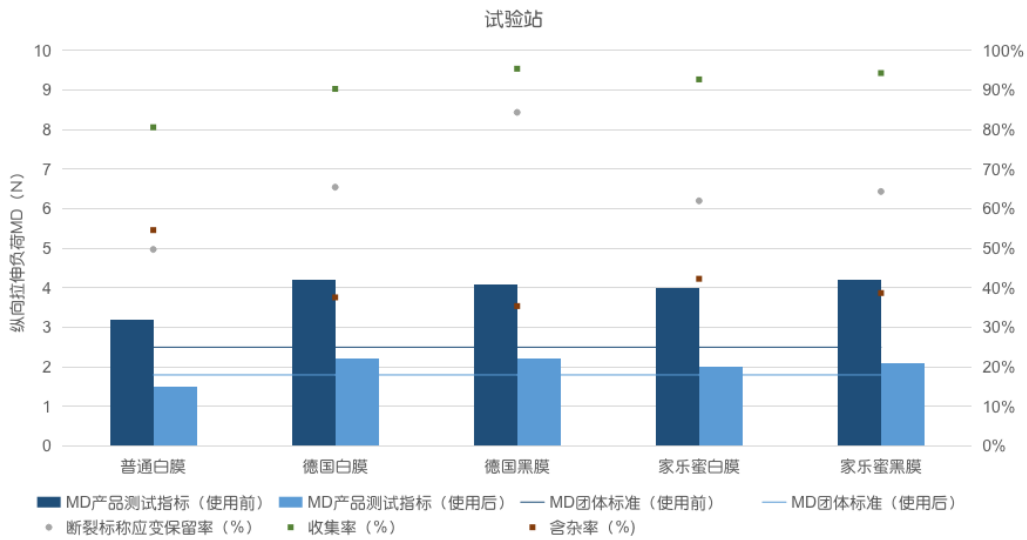
图表2 四种地膜使用前参数对照



(2) 大田实验结果

● 地膜使用后的机械强度：覆膜 12 个月后，德国地膜和家乐蜜地膜的纵向拉伸负荷和断裂标称应变保留率均维持在较高水平，高于常见标准要求，并整体高于预试验时使用 5 个月的三款 0.010mm 国内市场出售的耐候地膜。

图表 3 五种地膜使用前参数对照



说明：本试验使用的家乐蜜膜系出口日本的地膜。

● 地膜收集效果：在试验站，德国地膜和家乐蜜地膜揭膜时一次性收集率在 90% 以上，含杂率 40% 左右（包括玉米根茬）；揭膜后农田基本无残膜，如下图所示。普通白膜出现一些破损，在机械揭膜与人工捡拾后，旧膜收集率达到 80%，含杂率 55%。

图 3 德国地膜和家乐蜜地膜在揭膜时状态



● 在大田，不同的农田管理方式、种植方式对地膜收集效果影响很大。

定西示范区：采用膜下滴灌的种植方式，种植密度高，且多次人机进田作业，秸秆收割设备一般，导致地膜破洞多，含杂率也高。因疫情影响，定西在来年的整地耕作前才进行揭膜，且在雨后土壤较为潮湿。本次试验中，定西的旧膜收集率为 90%，含杂率为 80%。

榆中示范区：未采用滴灌方式，种植密度较低，机械化程度高，人员践踏少。同时，农户对土地的关注程度更高，管理更为精细，人工捡拾时更仔细。揭膜时选择土壤干燥时进行，但缺点是不可避免地产生扬尘。本次试验中，榆中的旧膜收集率达 95%，含杂率为 60%。

图 4 定西示范区揭膜



图 5 榆中示范区揭膜



● 覆膜前后地膜残留量对比：两个示范区的残膜量总体低于甘肃省定位监测点的平均水平（1.53kg/亩，即 22.95kg/hm²）；榆中的残膜量远低于定西，符合旧膜收集率情况。

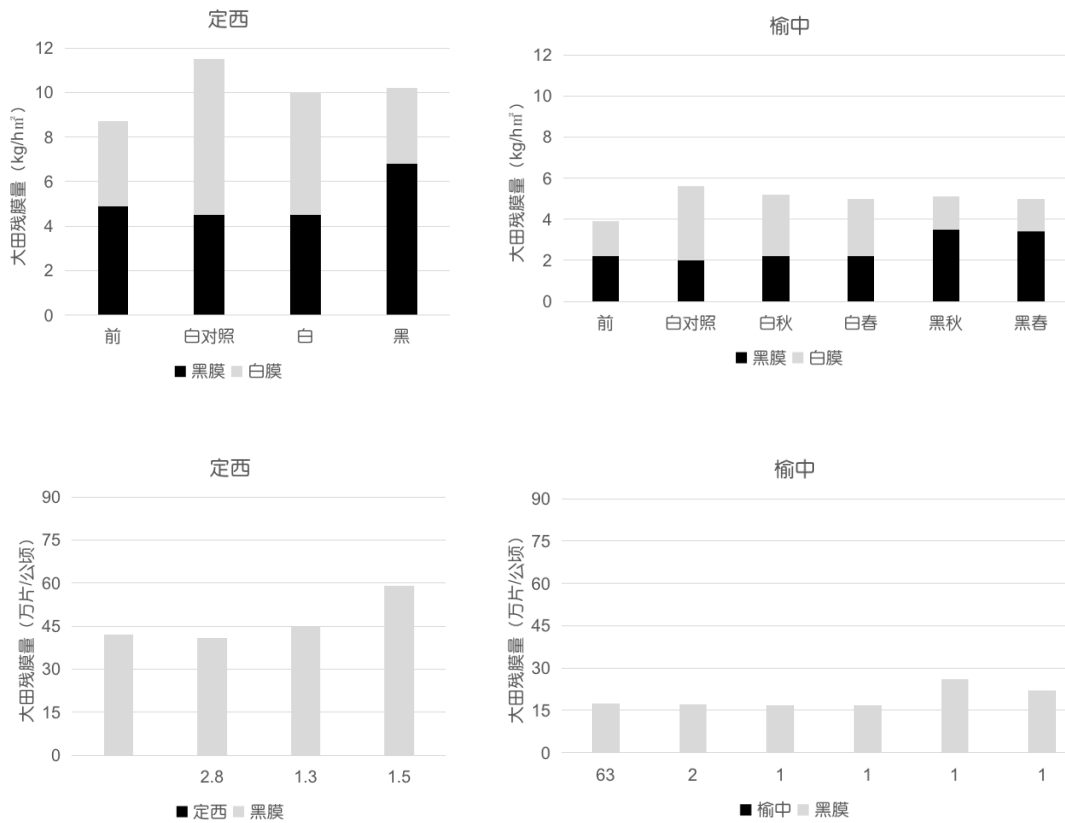
图 6 样方中残留地膜



● 对于不同的地膜，德国地膜比普通膜的揭膜完整度高，收集率高，能明显降低地膜残留。榆中的秋覆膜比春覆膜的残留更多，说明覆膜时间久，会导致地膜老化与破碎程度更高，残膜更多，不利于收集。

图表 4 试点铺膜前和收膜后的地膜残留量

(前：铺膜前，白对照：普通白膜，白：德国白膜，黑：德国黑膜，秋：秋覆，春：春覆)



● 地膜残留预测：农田使用地膜会增加土壤中的塑料残留。在管理精细的榆中示范区，使用高质量耐候膜使用 12 个月，地膜残留量也会增加 1.1kg/hm²，若按此量每年递增，且不清理农田中既有残膜，在 2022 年 3.9kg/hm² 残膜量的基础上，地膜使用 65 年后，农田地膜残留量就会达到 75kg/hm² 的限值（GB/T25413-2010）。若按定西使用普通膜计算，达到这一限值的年限将缩短为 24 年。因此，地膜回收问题需要引起我们更多关注。

3. 不同覆膜方式对收集效果的影响

在项目试验期间，我们发现对于甘肃全膜双垄沟播技术，机械化覆膜的方式更利于机械揭膜，而人工覆膜更适合人工揭膜。

在人工覆膜时，农户一般会采取“膜压膜”的方式覆膜，一定程度上增加了用膜成本，后期机械揭膜会有遗漏“膜压膜”两层结构下层，或增加膜破碎的概率，因此更适合人工揭膜。

图 7 人工覆膜



相较而言，机械覆膜，会根据设定好的幅宽自动翻土做畦，不存在两膜互压的情况。在此方式下，更有利于发挥机械揭膜效率高、揭膜更完整的优势。

4. 不同收集方式对收集效果的影响

大田试验使用的地膜收集机械为当地常用的“旋折式残膜回收机”(见图8),已属当地收膜效果较好的机械设备。

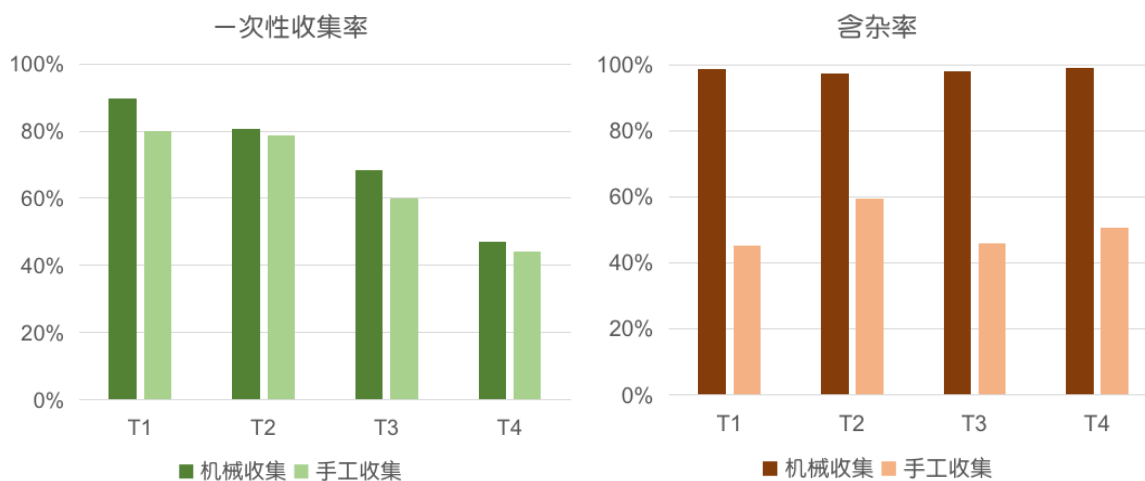
图8 旋折式残膜回收机



- 不同收集方式对旧膜收集率的影响：机械揭膜的收集率普遍高于人工揭膜，且机械揭膜速度比人工揭膜快接近一倍。
- 不同收集方式对旧膜含杂率的影响：机械揭膜的含杂率已接近 100%，而人工揭膜的含杂率在 40-60%。

在实际农业生产实践中，在面积比较大的农田，基本都是先机械揭膜，后人工捡拾残膜，以最大程度地减少地膜在农田中的残留。

图表5 一次性收集率和含杂率



（四）追溯系统

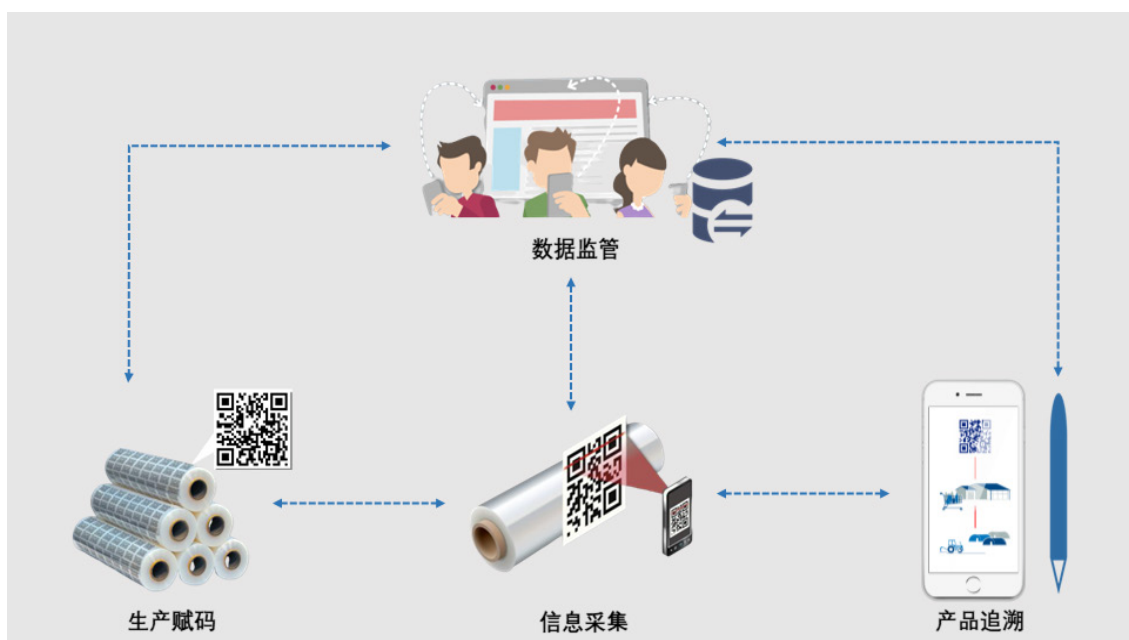
□ 1. 基线：地膜使用回收台账制度

我国已建立地膜使用回收管理台账制度，构建了覆盖农用薄膜生产、销售、使用、回收等环节的全链条监管体系。

□ 2. 试点执行情况

在我国地膜台账制度的基础上，借鉴欧洲“产品电子护照”的溯源管理思路，项目开发了地膜追溯系统，对试点区使用的 PE 地膜的生产、销售、使用和回收信息进行电子化记录，为全球首次尝试利用数字化工具对农用塑料进行全过程管理。

图 9 追溯系统示意图 (Copyright: Reifenhäuser R-Cycle Initiative)



（1）地膜追溯系统

项目开发的地膜追溯系统是基于 GS1 EPCIS 标准，面向地膜生产企业、农户、回收商、监管等角色的信息记录与统计的数字化平台，项目针对不同相关方开发了网页版与微信端小程序。

图 10 地膜追溯系统网页端与微信端登录界面



追溯系统在其他各环节、针对不同角色的功能如下：

- 在生产制造环节，生产企业为地膜产品赋予唯一的追溯码，记录产品的基础信息，包括材料组成（如成分表，添加剂清单，可回收材料、生物基含量等）、物理属性（如长度、宽度、厚度、表面重量、密度、力学性能等）、生产批次、日期、厂商等信息，为地膜创建一个可供追溯的“数字孪生”。

- 在使用环节，农户需在购买地膜、覆膜、揭膜三个不同时间点进行信息录入，通过录入地膜米数信息，可以自动核算用膜与收膜的具体长度，再通过新膜重量系数、旧膜含杂重量计算出收集率以及旧膜含杂率。

- 在回收环节，回收商需要对收到的含杂旧膜进行称重，录入重量信息。同时，回收商可查看地膜的产品基础信息、使用情况等上游信息，为废旧地膜的加工再利用提供精准依据。

- 监管者可随时查看全链条追溯信息（如下图），在数字化平台的支持下，监管者可方便有效识别出地膜回收管理的薄弱环节，提高地膜回收率；可与地膜质量合规性监管相结合，对不合格地膜进行追溯追责，促进地膜产品市场的良性发展。

图 11 地膜全链条追溯信息



(2) 产品二维码

1) 不同数字化打码技术对比

追溯系统的基础是被赋码标识的地膜。生产商需要在地膜产品上印制专属二维码，赋予其“电子身份证”。

数字化打码方案：

喷码印刷：德国莱芬豪舍集团此次使用的是喷码印刷，可在随时调整印刷的内容，每米地膜上的二维码及信息都可以不同。但工艺整体的成本较高。同批次地膜生产 100 吨，喷码印刷是 0.85 元 / 亩。

凹版印刷：凹版印刷需要对每一批次做一个凹版，印刷同样的信息，浙江家乐蜜公司供膜采用的是该工艺。如果一个批次生产数量不大，制造凹版的平均摊销成本就高。但该工艺其他成本相对较低。同批次地膜生产 100 吨，凹版印刷对地膜增加的成本是 0.283 元 / 亩。

按国内目前的成本计算，对比地膜购买成本 120 元 / 亩，作为追溯管理手段，数字化打码的成本占比不足 1%，对价格影响微乎其微，极具应用前景。

图 12 地膜外包装追溯码与膜面上追溯码

德国莱芬豪舍产品：



浙江家乐蜜产品：



2) 不同条件下二维码的可识别性

滴灌种植方式、过多人为踩踏或机械作业将极大影响二维码的持久性。

图 13 田间扫码



表 5 二维码可识别性

| 地点 | 地膜 | 覆膜时 | 2个月 | 3个月 | 4个月 | 5个月 | 6个月 | 7个月 | 8个月 |
|-----|---------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 榆中 | 德国白膜秋覆 | 100% | 90% | 80% | 80% | 40% | 20% | 10% | 0% |
| | 德国黑膜秋覆 | 100% | 90% | 80% | 80% | 50% | 30% | 20% | 0% |
| | 德国白膜春覆 | 100% | 80% | 80% | 80% | 40% | 10% | 0% | |
| | 德国黑膜春覆 | 100% | 90% | 80% | 80% | 50% | 20% | 0% | |
| 定西 | 德国白膜春覆 | 100% | 80% | 80% | 50% | 20% | 0% | | |
| | 德国黑膜春覆 | 100% | 90% | 80% | 60% | 30% | 0% | | |
| 试验站 | 德国白膜春覆 | 100% | 100% | 100% | 80% | 60% | 40% | 10% | |
| | 德国黑膜春覆 | 100% | 100% | 100% | 80% | 70% | 50% | 20% | |
| | 家乐蜜白膜春覆 | 100% | 100% | 100% | 90% | 70% | 50% | 30% | |
| | 家乐蜜黑膜春覆 | 100% | 100% | 100% | 90% | 70% | 50% | 40% | |

说明：二维码的可识别性 = 扫码成功的次数 / 扫码次数 × 100%，本试验中，扫码次数为 10 次（随机）。

(3) 主要发现与优化空间

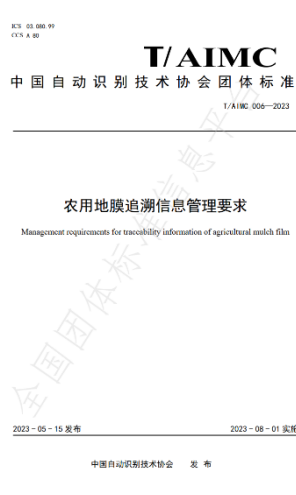
生产赋码：滴灌种植方式、过多人为踩踏或机械作业将极大影响二维码的持久性，建议将地膜膜面上的二维码适度放大尺寸，颜色适度加深，提高可识别性。另外，白色地膜二维码由于反光，扫码困难，建议将白膜上二维码改为黑底白码，增加可识别性。

信息采集：目前版本的系统对农户要求较高，录入信息操作不够便捷；目前很多农户年纪较大、受教育水平不高，不熟悉手机扫码操作，使该系统使用受到较大限制。建议将追溯环节设为生产、物流、销售使用和回收环节。覆膜和收膜环节信息不仅可通过农户录入，也允许由销售者、回收网点代为录入，以保证全产业链信息完整性与准确性。

产品追溯：通过地膜追溯系统，产业链任一环节均可查看产品溯源信息。农户可查看地膜是否符合使用需求和产品标准；回收商可查看地膜的产品基础信息、使用情况等上游信息，为废旧地膜的加工再利用提供精准依据；监管者可对不合格地膜进行追溯追责，促进地膜产品市场的良性发展。

数据监管：监管者可通过地膜追溯系统可监测任一区域地膜的收集率和含杂率（系统自动计算），随时查看地膜使用和回收全链条的追溯信息，方便有效识别出地膜回收管理的薄弱环节。追溯系统可极大提高地膜全生命周期的精确追踪与可视化呈现。

图 14 《农用地膜追溯信息管理要求（T/AIMC 006—2023）》



通过项目各合作方的沟通交流，地膜溯源管理系统这一技术工具被编制为团体标准《农用地膜追溯信息管理要求（T/AIMC 006—2023）》，于 2023 年 5 月正式发布。以上项目经验与建议均反映在该团体标准中。

（五）高值化回收再利用

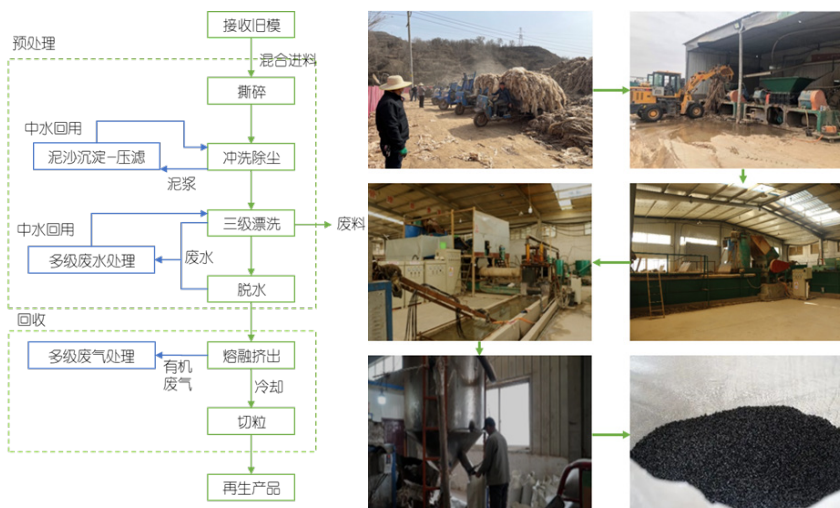
对于含杂量极高的废旧地膜，回收处理的意义十分有限，因此现行的处置方式主要为焚烧。对于相对洁净的废旧地膜，现有的较为成熟的回收方法为物理回收，或称机械回收，行业相关方也在讨论化学回收的技术与经济可行性。

1. 物理回收的高值化应用

（1）试点执行情况

物理回收是将废膜破碎、清洗、熔融、造粒后直接用于成型加工。得益于地膜的单一材质，地膜的物理回收无需分选环节。下图为试点当地最大的废膜回收加工企业——兰州金土地塑料制品有限公司（以下简称“金土地公司”）的回收处理流程。

图 15 地膜物理回收加工流程图



对于德国地膜在回收加工流水线上的表现及再生料品质，金土地公司的金鑫海总经理有着很高的评价：

- 德国地膜膜面的除静电哑光处理，使得废膜在冲洗除尘环节非常容易洗净，大大降低了冲洗次数和成本。
- 德国地膜在使用后膜面完整（除玉米根茬处的破洞外）、机械强度仍然很高，在三级漂洗阶段，不会产生碎小膜片，废料比例少，提高再生料产率。
- 德国地膜的再生颗粒品质更好，测试性能高于其企业一级使用标准，可以用于更高值的再生产品。达到企业一级使用标准的颗粒，可用于生产三层复合再生膜中间层、三层大液体容器、塑料袋、管材、板材等；达到企业二级使用标准的颗粒，用于生产果树周转筐、土工膜、PE 给排水管、穿线管等；达不到热熔造粒再生产塑料颗粒的要求，可添加其他材料如增塑剂、润滑剂、稳定剂、着色剂等辅助材料，用于生产井盖、树篦子、电桩标志外壳、树篦子等。

图 16 废膜高值化与低值化利用产品示例

高值化产品：



低值化产品：



(2) 国际经验借鉴

日本：其地膜再生颗粒大部分出口到日本国外，少部分在日本国内制成托盘、人造树、建筑土木工程和园艺材料。

欧洲：法国 A.D.I.VALOR 联盟在 2022 年初启动 CLEANFILM 农膜预处理工厂建设，年产能 1 万吨，可以向市场提供纯度极高的废旧 LDPE 塑料碎片，直接用于生产新薄膜类产品。西班牙 Green World Compounding 公司拥有年产能 10 万吨的农膜回收厂，引入了一条专门清洁地膜的预处理线，回收附着在地膜上的泥土，并加工处理以作混凝土料。目前，欧洲地膜常见的应用是垃圾袋、建筑用薄膜和厚型材（如生产公园长椅的“塑化木”）。

2. 化学回收探索

化学回收是将废塑料经过化学反应或催化裂解，将其分解为单体或低分子化合物，再利用这些化合物合成新的塑料或其他产品。作为新兴的塑料回收技术，全球都在探索不同技术路径的化学回收。

在项目执行阶段，我们了解到国内目前已有企业开展了地膜化学回收的试验，取得了良好效果，但技术的经济性仍在验证中。

日本很早就有 LDPE 农膜的化学回收利用，即作为高炉喷吹还原剂（含氢物质）使用。

（六）EPR 机制

□ 1. 基线情况

（1）我国地膜 EPR 制度发展现状

地膜生产者延伸责任制，是以地膜生产企业为核心，将环境责任延伸到地膜整个生命周期，该机制要求，地膜生产企业在源头端应该从原材料选择、制膜工艺等方面提高地膜的质量，确保提高可回收性；在末端承担相应的回收责任，确保生产销售的地膜能够有效回收。

2017 年，农业农村部（原农业部）将生产者责任制引入废旧地膜的回收，在全国选择了 4 个县进行试点。2020 年，农业农村部、工业和信息化部、生态环境部、市场监管总局联合发布了《农用薄膜管理办法》，明确规定了地膜生产者的回收责任。

（2）试点 EPR 制度实行情况

EPR 制度的核心原则是由生产商承担废弃物收运与回收利用的全部净成本。地膜 EPR 制度设计的难点就在于，在地膜售价已经很低的情况下，生产商不愿承担相对高的回收处理成本。中国在实际实行 EPR 试点过程中，主要采用“以奖代补”的方式，政府对地膜生产者、使用者、回收网点和回收企业在完成回收目标后，给予不同形式的奖励，因此地膜回收利用对政府补贴依赖度高。

□ 2. 试点执行情况

（1）新 EPR 模式

2022 年初，经与各专家的多轮讨论，试点区域开始实施新的 EPR 模式。结合地膜由政府采购的实际情况，将“地膜生产企业开展废旧地膜回收利用”作为企业参与采购招标的必要条件，即将地膜回收作为市场准入门槛。

（2）新模式下的全产业链经济分析

以榆中县为例进行的全产业链经济效益分析：

- 对于地膜生产企业，出售高强度耐候地膜使其销售收入增加了 960 万元。
- 对于回收网点，废膜回收价格上涨，每吨价格可上浮 100 元，整体增加收入 15 万元。
- 对于地膜回收加工企业，在试点中与地膜生产企业为同一家，初加工再生颗粒每吨价格可上浮 500 元，净增利润 175 万元。

- 农民合作社在地膜使用与回收环节上，节省成本 90 万元，若考虑使用高强度耐候地膜的增产效果，根据试点结果，每亩玉米地可增加产值 35-320 元不等。

□ 3. 主要发现与优化空间

地膜生产者履行的回收责任，并不代表无限责任，地膜回收机制同样需要使用者、回收网点等其他环节的支持。

废膜加工企业的经济效益对再生颗粒价格的敏感性极高，当再生料市场繁荣、价格高涨时，物理回收废旧残膜的经济效益相对较好，但是如果再生料价格跌入低谷，那么回收的积极性也会被严重打击。为此我们提供了以下思路：

- 为地膜回收利用提供价格保护机制。通过经济成本分析，为了保证回收利用企业可盈利，确定再生颗粒的价格空间。如果再生颗粒的市场低迷，回收企业无法自主盈利，政府可以考虑为回收企业提供差额补贴。

- 开发针对残膜回收的国家核证自愿减排项目（CCER）。面对回收利用环节的收入受限，应该考虑将其打包开发为合规的 CCER 项目，为回收利用企业尽早储备碳资产，用于在国内市场、甚至是未来在国际市场的碳交易。

（七）主要结论及未来展望

项目开发设计了新型高强度耐候地膜产品，示范了全新的管理工具，由此得出的经验和建议总结如下。

□ 1. 提高地膜产品标准中的机械强度和耐候性能要求

建议提高聚乙烯地膜的产品标准，厚度可以不拘泥于 0.015mm 的要求，但力学性能和耐候性能的指标需要进行大幅提升，例如拉伸负荷（纵 / 横）高于 2.5N，断裂标称应变高于 300%，断裂标称应变保留率高于 60% 等；同时，可增加按使用寿命回收时的拉伸负荷等指标要求。以上指标的确定，仍需通过对我国典型应用作物与气候环境的实地试验，兼顾农业生产效果与地膜收集回收情况进行研究确定。

❏ 2. 加大地膜回收机械以及农机农艺融合技术的研究与推广应用

目前的收膜设备还不具备清洁旧膜功能，导致含杂率非常高，影响后续回收加工环节的经济效益。一项创新的拖拉机拖件 RAFU 揭膜机具已在法国试点，可在作物收获的同时，同步完成揭膜、清洁地膜上下表面、卷膜作业。卷膜速率会自动适应车速，以确保合适的膜张力，使地膜不至破裂。该技术可将旧膜含杂率 75-80% 减少到 40% 左右，且潮湿条件同样适用。目前，研究人员已为胡萝卜、沙拉、洋葱等多种作物定制出适合其农艺的不同揭膜机具。但与发达国家相比，我国的农业机械化 and 农机装备产业仍需进一步转型升级，更要加大力度支持地膜回收机械的研究与推广。

图 17 法国 RAFU 揭膜机具



图 18 我国揭膜设备举例



甘肃农大发明的残膜回收拖拉机拖件

针对小地块、山地的卷膜设备

❏ 3. 探索可减少地膜残留的农田管理方式

结合农艺要求，探寻最佳的揭膜时机。在实际生产中，尤其是西北干旱地区，农民往往更倾向于在接近下一季播种前再揭膜，因为使用后的地膜还保留一定的性能，可在一定程度上保持土壤湿度、减少蒸腾。但这会导致地膜曝晒时间进一步延长、断裂伸长率降低，导致老化和破碎程度更高，残膜更多，不利于收集。在科学用膜与回收要求中，适时揭膜至关重要。在榆中示范区的试验显示，即便是使用高强度耐候地膜，覆膜 18 个月后机械强度仍高于标准要求，但比膜覆 12 个月的残膜量也增加 2-4 万片 / 公顷。因此，在作物收获后，应尽早揭膜。

□ 4. 使用高强度耐候地膜的经济成本讨论

对于种自耕地的农民，揭膜亲力亲为，无雇工成本，在计算整体经济账时，可能仅会考虑购买地膜成本的增加，以及增产效益。单从经济角度，在没有补贴的情况下，农民没有动力做出改变。在“公正转型”的原则下，对于低收入农民群体，根据实际整体经济账测算情况，可给予适当的购膜补贴。

对于农民专业合作社、种植大户这类主体，除增产效果外，使用高强度耐候地膜在揭膜时机械强度更高，二次捡拾人工成本更低，即使地膜购买价格有一定提高，其纯收入也高于使用普通地膜，但对不同品种作物的增收效果不尽相同。对高经济价值作物，使用高强度耐候地膜比普通地膜的整体经济账更好，使用者有经济动机做出改变。

□ 5. 升级数据追溯系统，强化全过程监管与评价

在欧盟“绿色新政”各项政策的逐步细化落地的形势下，“产品电子护照”中将更多披露产品环境/碳足迹信息，电子化手段已成为一种不可逆的趋势。我国一直试图建立地膜使用回收管理台账制度，对地膜生产、使用、回收进行全过程信息统计，局部地区正在尝试将地膜使用回收情况纳入已有农业管理信息平台。借鉴欧盟“产品电子护照”的溯源管理思路，建议尝试使用产品二维码等信息化工具，将管理台账升级为全国/地区统一的信息化管理平台，整合包括农药、肥料、地膜在内农资产品，实现系统性管理。

□ 6. 科学规划生产者责任延伸制

生产者责任延伸制是建立地膜回收长效机制的核心。试点实行的市场准入模式的EPR制度，在较大范围内通过政府招标形式确定有限的地膜生产企业，负责提供全部地膜，要求其确保回收利用并承担相应成本。随着市场机制的健全，政府补贴可逐步退场。

二、全生物降解地膜部分

全生物降解地膜被认为是可能替代传统塑料地膜的环境友好型产品，但因其使用效果、降解性能和安全性存在不确定因素，市场也充斥着各种类型自诩降解的产品。为此，项目将从田间试验和标准化认证两方面入手，促进全生物降解地膜的科学使用。

（一）基线情况

□ 1. 全生物降解地膜的法规政策

2017年，制定了产品技术标准《GB/T35795—2017 全生物降解农用地面覆盖薄膜》，明确了定义、产品功能性指标、试验方法、标志、包装、运输和储存等方面的要求。2019年，《土壤污染防治法》正式实施，明确提出“国家鼓励和支持农业生产者使用生物可降解农用薄膜”。2020年，《固体废物污染环境防治法（修订草案）》明确鼓励研究开发、生产、销售、使用在环境中可降解且无害的农用薄膜。2022年，《地膜科学使用回收试点技术指导意见》中指出，在重点用膜地区将向各地推广全生物降解地膜500万亩。

□ 2. 全生物降解材料及地膜产品市场

（1）全生物降解材料及地膜产品概述

全生物降解材料是在自然环境或堆肥条件下（地膜产品要求在土壤环境下），由自然界存在的微生物作用引起降解，并最终完全降解变成二氧化碳或/和甲烷、水及其所含元素的矿化无机盐以及新的生物质材料。

全生物降解地膜是以全生物降解材料为主要原料的地膜产品，在配方中加入适当比例的淀粉、纤维素以及其他无环境危害的无机填充物、功能性助剂。全生物降解地膜产品中的常见主要成分为PBAT、PLA、PPC等，含量在80%-98%，部分含有碳酸钙、淀粉等添加物质。目前全生物降解地膜只有三种颜色可供选择：黑色、乳白色和绿色（防杂草功能）。

（2）全生物降解材料与地膜产业发展情况

随着对全生物降解材料和地膜产品的认知和推广，近年来，生物降解材料产业快速发展、技术不断突破、产能迅速扩大，价格逐步回归（见下表）。

表 6 常见生物降解材料的产能、主要供应商与价格

| 生物降解材料 | 国际供应商 | 国内供应商 | 产能 | 价格 (万元/吨) |
|--------|--|---|-------------------|--------------|
| PLA | 美国 NatureWorks, 荷兰 Total Corbion, 芬兰 Hycail, 日本武藏野化学 | 浙江海正、吉林中粮、恒天长江、光华伟业、安徽丰原、河南金丹、五粮液集团、三江航天、河南天仁、友诚控股等 22 家 | > 百万吨 | 2.4 |
| PBAT | 德 BASF, 意 Reverdia, Novamont, 泰国 PTTMCC Biochem, 日本三菱、昭和电工, 韩国 S K Chemical, Ire Chemical, | 珠海万通, 蓝山屯河, 金晖兆隆, 鑫富科技, 安庆和兴, 光华伟业, 南通龙达, 莫高聚和; 在建的有鹤壁莱润、山东兰典、内蒙东源等 9 家, 还有拟建的 7 家 | 23 万吨, 在拟建 >50 万吨 | 2.0 |
| PPC | - | 中科金龙, 河南天冠, 吉林博大 | 7 万吨 | 1.8 |
| PHA | 美国 Metabolix, 日本 Kaneka, Mitsubishi Gas Chemical 巴西 Biocycle, PHB INDUSTRIAL S/A, 德国 Biomers | 宁波天安、天津国韵, 北京蓝晶, 意可曼等 4 家 | < 万吨 | |

(3) 全生物降解地膜产品市场还有待规范

由于全生物降解地膜产品价格高、国家推广力度大、农民认知不足等现状,一些商家为谋取更多利润,混淆概念,售卖“生态降解地膜”等伪生物降解地膜,属于国家明确禁止销售、使用的产品。

除伪产品外,全生物降解地膜产品的质量也参差不齐,实际应用效果完全不同。有的产品会使用工业堆肥、家庭堆肥等生物降解认证标准,此类场景的降解条件远好于土壤环境,在堆肥场景下降解的产品不一定能在土壤环境中降解。而目前国内尚未要求对全生物降解地膜进行强制认证,认证标准也与国际脱轨。

□ 3. 全生物降解地膜产品市场接受度有限

按目前原材料的价格,全生物降解地膜的购膜成本高,约是传统 PE 地膜的 2-3 倍,市场接受度不高。国家在适宜应用区大力推广全生物降解地膜产品,但目前仍在较大程度上依赖财政补贴。

(二) 试点执行情况

□ 1. 黑龙江插秧水稻试点

此次试验将测试全生物降解地膜是否可满足当地水稻生产需要,并达到节水、节药的目的。

(1) 试验方案

试验用膜由合作伙伴珠海金发生物材料有限公司（以下简称“珠海金发”）提供。根据当地水稻生产特点，珠海金发提供了3款K系列产品进行测试。供试地膜为黑色，厚度0.012mm，其基本性能均符合国标要求（见表5）。

表7 黑龙江试验用膜基本性能

| 产品编号 | 厚度 (um) | 水蒸气透过量 g/(m ² ·24h) | 拉伸负荷 (N) | | 断裂标称应变 (%) | | 直角撕裂负荷 (N) | |
|------|---------|-----------------------------------|----------|------|------------|------|------------|------|
| | | | MD | TD | MD | TD | MD | TD |
| K8 | 12 | 261.8 | 3.20 | 3.11 | 386 | 548 | 1.8 | 1.7 |
| K9 | 12 | 366.3 | 3.10 | 2.57 | 378 | 490 | 1.4 | 1.6 |
| K10 | 12 | 224.8 | 3.12 | 2.74 | 320 | 543 | 1.3 | 1.8 |
| 国标 | 10≤d<15 | <800 A类 | ≥2.0 | ≥2.0 | ≥150 | ≥250 | ≥0.8 | ≥0.8 |

此试验示范面积为800亩。4月中下旬使用当地合作社发明的覆膜插秧一体机完成“铺膜、膜面打孔、孔内插秧”连贯操作。整个水稻种植过程中，没有采取任何防除杂草工作，但由于试验地水源自附近小兴凯湖、经其他农田流入，而其他农田喷洒了除草剂，因此可能有少量除草剂随灌溉水流入试验田。9月底水稻收获。

图19 黑龙江试点水稻机械覆膜插秧现场



(2) 主要结果

1) 全生物降解地膜的降解情况

覆膜3个月后：三款地膜都十分完整，有部分处于水层下面，露出水面的地膜可见少许孔洞。随着时间的推移，三款地膜逐渐破裂和降解，露出水面的地膜出现大量孔洞，或大面积破裂，在水层下的部分总体比较完整，但稍一用力就会破裂。

覆膜5个月时：在没有外力作用下，所有地膜在形态上还是保持比较完整的状态，但一遇外力就会破裂。土壤失水后开裂，地膜也随着土壤开裂的地方破裂，说明地膜失去了强度；其中，K10的降解程度最好，达到3级，其余均为2级。

覆膜 5 个月后：几种地膜的降解情况较好，已失去拉力，机械收获时地膜不会缠绕作业设备。

整体而言，三款地膜的有效使用寿命为 90 天，对应国标的 II 类全生物降解地膜，降解开始时间满足水稻生长需求，但与旱地种植相比，淹水条件下的地膜破裂和降解速度更慢，可进一步试验更薄、抗老化剂更少的全生物降解地膜，有望进一步降低地膜使用成本。

表 8 全降解地膜的降解情况

| 日期 | K8 地膜 | K9 地膜 | K10 地膜 |
|------|---|--|---|
| 7.30 |  |  |  |
| 8.19 |  |  |  |
| 9.10 |  |  |  |
| 9.20 |  |  |  |

2) 全生物降解地膜对水稻生长及产量的影响

节水效果：不覆膜地块灌溉用水量达 370m³/ 亩，3 种地膜覆盖的稻田灌溉量在 298-309m³/ 亩（K10 最低），较不覆膜每亩节约灌溉用水约 20%。主要原因是地膜覆盖大幅度降低了稻田水分蒸发量；同时，因地膜覆盖降低了杂草丰度和生长速度，减少了杂草对水分的消耗。

增温效果：覆膜水稻提前 10 天收获。

除杂草效果：在不使用除草剂的情况下，在收获时，未覆膜地块的杂草密度达到 125 株 /m²，而覆盖地膜的杂草密度只有 1-2 株 /m²。

产量影响：地膜覆盖后使水稻产量增产 10-18%。覆膜与不覆膜处理的水稻产量之间存在显著性差异，但各覆膜处理水稻产量之间差异不显著。

3) 全生物降解地膜的经济性

综合来看，使用全生物降解地膜可增产 10-18%，提前 10 天收获，节约灌溉用水 20%，节省除草剂 100 元 / 亩。未使用除草剂的水稻，在其他条件符合的情况下，可作为更高价值的有机水稻出售，价格增幅 50%，比人工除草节约成本 400-600 元 / 亩。

□ 2. 内蒙古旱直播水稻试点

本实验旨在评估全生物降解地膜在内蒙古旱直播水稻地膜覆盖种植模式下应用的可能性。

(1) 试验方案

本试验生物降解地膜产品以珠海金发提供的 PBAT 为主要原料，分别交由 3 家企业 / 机构生产成地膜产品（以生产者名称缩写作为地膜编号），要求地膜为黑色、厚度为 0.010mm、膜宽 170cm，安全期在 65d 以上，基本性能符合国标（三款产品的力学性能如下表所示）。三款全生物降解地膜与 0.008mm 厚的 PE 地膜进行大田对比测试。

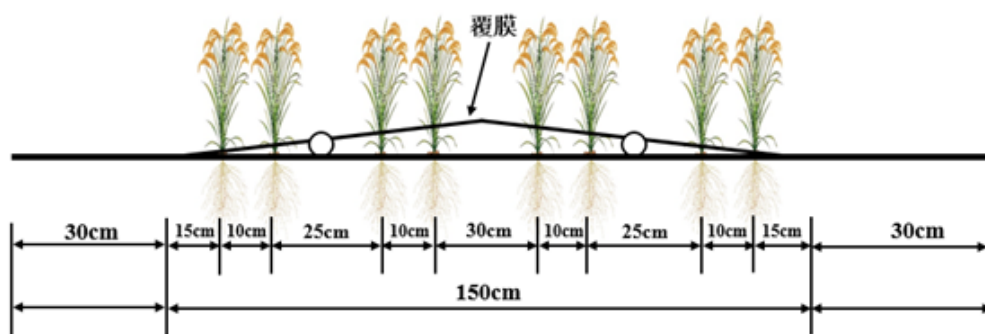
表 9 内蒙古试验用膜基本性能

| 地膜 | 厚度 (μm) | 拉伸负荷 (N, 纵 / 横) | 生产企业 |
|------|---------|-----------------|-------|
| SDQT | 10 | 3.3/2.1 (>1.5) | 山东清田 |
| SHHR | 10 | 4.2/1.7 (>1.5) | 上海弘睿 |
| CAS | 10 | 3.1/1.6 (>1.5) | 中国农科院 |

注：括号中为国标要求

此试验示范面积为 2000 亩。按照旱直播水稻种植的常规操作进行，4 月中下旬进行机械覆膜、播种，采用水肥一体化膜下滴灌，9 月底人工收获。

图 20 内蒙古旱直播水稻覆膜种植模式



(2) 主要结果

图 21 内蒙古试点早直播水稻覆膜播种现场



1) 全生物降解地膜的降解情况

根据田间观测，三款地膜的诱导期（即出现自然裂缝或孔洞）均在 65 天以上，符合产品测试情况。如下表所示，不同生物降解膜的降解情况存在一定差异。可见，用相同的全生物降解材料生产的不同地膜产品在降解性能方面存在差异。

9 月底水稻收获时，即覆膜 5 个月后，三款地膜均崩裂成小片，不影响收割作业。经长期观测，全生物降解地膜在 2-3 年内会全部降解，且不影响来年耕作。





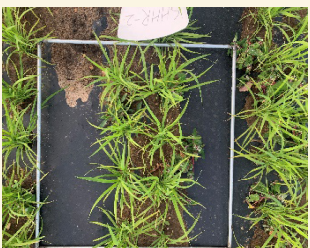


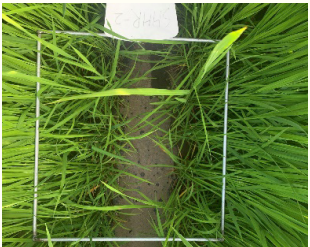




表 10 地膜田间降解情况

单位：覆膜后天数

| 处理 | 诱导期 (A) | 开裂期 (B) | 大裂期 (C) | 碎裂期 (D) | 无膜期 (E) |
|------|---------|---------|---------|---------|---------|
| SDQT | 65 | 73 | 82 | 98 | 2~3 年 |
| SHHR | 68 | 77 | 87 | 104 | 2~3 年 |
| CAS | 72 | 80 | 92 | 107 | 2~3 年 |

说明：降解阶段划分依据农业行业标准《生物降解地膜评价技术规范》。诱导期，即从覆膜到垄（畦）面地膜出现多处（每延长米 3 处以上） $\leq 2\text{cm}$ 自然裂缝或孔洞（直径）的时间；开裂期，即垄（畦）面地膜出现 $\geq 2\text{cm}$ 、 20cm 自然裂缝或孔洞（直径）的时间；大裂期，即垄（畦）面地膜出现大于 20cm 自然裂缝的时间；碎裂期，地膜柔韧性尽失，垄（畦）面地膜出现碎裂，最大地膜残片面积 $\leq 16\text{cm}^2$ 的时间；无膜期，垄（畦）面地膜基本见不到地膜残片的时间。

表 11 三种地膜降解情况

| 日期 | SDQT 地膜 | SHHR 地膜 | CAS 地膜 |
|------|---|--|---|
| 5.15 |  |  |  |
| 6.15 |  |  |  |
| 7.15 |  |  |  |
| 8.15 |  |  |  |

2) 全生物降解地膜与传统地膜对水稻生长及产量的影响

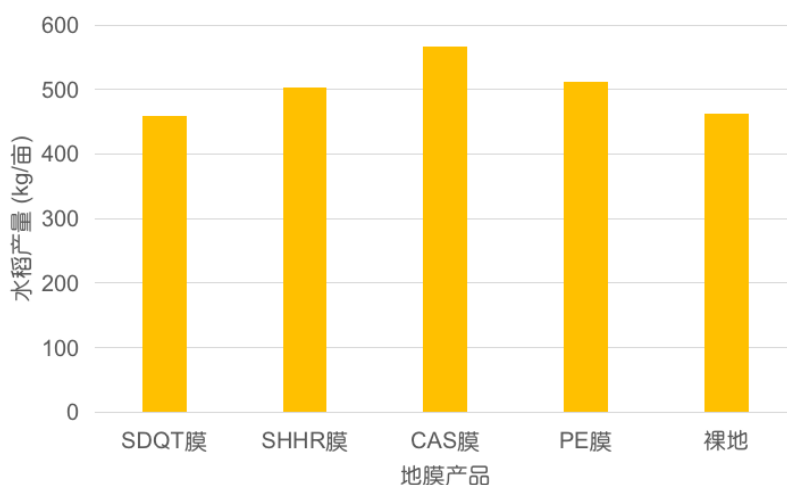
节水效果：覆膜早直播的种植方式较常规灌溉水稻总体节水 40%，比不覆膜的早直播种植节水 13%。尽管生物降解地膜产品在保水性能上与 PE 地膜相比略有不及，但实践中不同覆膜地块的总耗水量无明显差异。

增温效果：土壤温度监测显示，由于播种后 0 ~ 100d 覆膜（包括全生物降解地膜）处理土壤积温比裸地处理高 140 天左右，导致覆膜栽培的水稻拔节期和抽穗期比裸地提前 5 ~ 7 天。

除杂草效果：内蒙古早直播水稻田杂草主要集中在中前期，随着水稻生育期进程，杂草数量显著减少。

产量影响：不同地膜地块的水稻产量差别较大。传统 PE 膜覆盖的早直播水稻产量比不覆膜栽培提高 10%；降解速度较慢的 CAS 膜的产量最高，甚至高于 PE 膜；SHHR 膜的产量与 PE 膜相似，基本满足早直播水稻生长需要；SDQT 膜产量与不覆膜类似，说明该膜无法满足早直播水稻生长需要。

图表 6.不同地膜对水稻产量的影响



3) 全生物降解地膜与传统地膜的经济性比较

用相同的全生物降解材料生产的不同地膜产品在性能方面有很大差异。即使 CAS 膜的力学性能不及其他两款，但降解安全期长，可满足本试点旱直播水稻生长需要，且增产效果明显，经济效益好于 PE 膜。

表 12 内蒙古试点旱直播水稻产值、成本及收入

| 处理 | 产量 | 总产值 | 总投入 | 纯收入 |
|------|----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | (t/hm ²) | (万元 /hm ²) | (万元 /hm ²) | (万元 /hm ²) |
| SDQT | 6.89 | 2.62 | 1.63 | 0.99 |
| SHHR | 7.54 | 2.86 | 1.63 | 1.23 |
| CAS | 8.51 | 3.23 | 1.63 | 1.60 |
| PE | 7.67 | 2.91 | 1.52 | 1.39 |
| 裸地 | 6.75 | 2.57 | 1.46 | 1.11 |

说明：稻米收购价 3.8 元 /kg。

单位：万元 /hm²

| 处理 | 农资投入 | | | | | 租地和人力 | | | 小计 |
|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|
| | 肥料 | 地膜 | 种子 | 农药 | 水电 | 劳力 | 租地 | 地膜回收 | |
| SHHR | 0.16 | 0.29 | 0.13 | 0.05 | 0.11 | 0.14 | 0.75 | 0.00 | 1.63 |
| CAS | 0.16 | 0.29 | 0.13 | 0.05 | 0.11 | 0.14 | 0.75 | 0.00 | 1.63 |
| SDQT | 0.16 | 0.29 | 0.13 | 0.05 | 0.11 | 0.14 | 0.75 | 0.00 | 1.63 |
| PE | 0.16 | 0.12 | 0.13 | 0.05 | 0.11 | 0.14 | 0.75 | 0.06 | 1.52 |
| 裸地 | 0.16 | 0.00 | 0.13 | 0.11 | 0.16 | 0.20 | 0.75 | 0.00 | 1.46 |

说明：本试点地膜用量 550m²/亩，全生物降解地膜单价 31 元 /kg，PE 地膜 12 元 /kg。

3. 北京大棚草莓试点

此次试验将验证全生物降解地膜在设施草莓生产应用的可能性。此外，试验也将把草莓收获后的秸秆与全生物降解地膜进行家庭堆肥处理，探寻小规模农业生产情景下的农业废弃物资源化方案。

(1) 试验方案

试验选取了 6 款地膜进行对比试验，包括 3 种国产全生物降解地膜、1 种国产银灰色功能膜、1 种澳洲进口的阳光收缩地膜和 1 种当地采购的普通地膜。所有地膜宽度为 150cm，颜色、厚度等信息详见下表。

表 13 北京试验用膜基本情况

| 地膜种类 | 编号 | 颜色 | 厚度 (mm) | 生产企业 |
|---------|-------------------------|-----|---------|----------|
| 全生物降解地膜 | Bio-film-1 (BF1) | 黑色 | 0.014 | 珠海金发 |
| | Bio-film-2 (BF2) | 黑色 | 0.012 | 珠海金发 |
| | Bio-film-3 (BF3) | 无色 | 0.014 | 中国科学院长春所 |
| 功能膜 | Function film1 (FF4) | 银灰色 | 0.010 | 云南宣威 |
| 普通地膜 | Conventional film (PE5) | 黑色 | 0.010 | 当地采购 |
| 阳光收缩膜 | Solar shrink film (SF6) | 银灰色 | 0.12 | 澳洲 |

此示范规模为 20 个大棚，试验大棚长 50 m、宽 8 m，大棚已连作草莓十年，上茬草莓于 2021 年 5 月收获。本次试验于 2021 年 10 月定植草莓，10 月中下旬大棚扣膜并覆盖地膜，并立即人工破膜放苗（如下图），2022 年 4 月收获。

图 22 北京昌平设施草莓覆膜现场



草莓收获后，将残余秸秆和全生物降解地膜混合，放进置于大棚外的家庭堆肥桶内进行堆肥，并设置了三组对比试验，包括添加生物质炭、添加微生物菌剂和无添加。所有堆肥桶定期进行翻堆与取样监测。

图 23 北京昌平试点所用家庭堆肥桶



(2) 主要结果

1) 全生物降解地膜的降解情况

覆膜 5 个月内，三款全生物降解地膜均较完整，满足草莓的生长需求。

草莓收获后，全生物降解地膜与草莓秸秆的家庭堆肥试验显示，无添加的堆体温度维持在 25-30℃，添加生物炭和生物菌剂的堆体在前 10 天升温很快，温度可上升至 45℃，此后 2 个月内基本可保持在 30℃ 以上，随后维持 25℃ 以上。

经过 3 个月，有添加的堆肥已达到肥料标准，比无添加的堆体早 1 个月。

该试验证明，草莓秸秆与全生物降解地膜进行家庭堆肥可行，且添加生物炭或生物菌剂可缩短发酵周期，提高堆肥质量，较大型工业堆肥成本低、操作灵活，适合草莓大棚这类小规模农业生产。

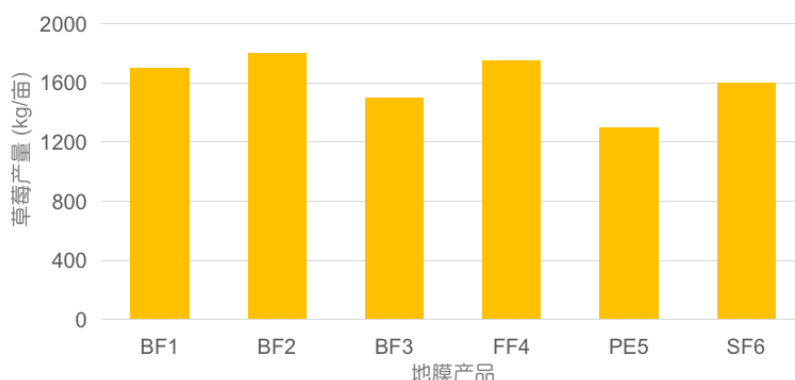
2) 全生物降解地膜与传统地膜对草莓生长及产量的影响

节水效果：由于北京市昌平区草莓种植中采用滴灌技术，在农业生产上并没有显示出全生物降解地膜在保墒效果上与 PE 地膜的区别。

增温效果：与其他 PE 膜相比，供测的全生物降解地膜增温效果差异不大。

产量影响：不同地膜对草莓产量的影响显著。所有供测地膜产量均高于当地采购的 0.010mm 黑色普通地膜。0.012mm 黑色全生物降解地膜 (BF2) 处理的草莓商品产量最高，也高于 0.014mm 同款产品 (BF1) 和 0.014mm 无色全生物降解地膜 (BF3)。

图表 7 北京昌平不同地膜产品对草莓产量的影响



4. 湖北冬播马铃薯试点

农户收集回收马铃薯用 PE 地膜的意识不高，因此，本试验将探讨全生物降解地膜替代 PE 地膜的可能性。

(1) 试验方案

试验用膜是由项目伙伴珠海金发提供的全生物降解地膜专用料生产的产品，以及由湖北光合源森塑料制品有限公司生产的“春淼”牌无色 PE 地膜，二者基本指标如下，均符合国标要求。

表 14 不同地膜产品参数指标

| 地膜种类 | 厚度 (um) | 拉伸负荷 (N) | | 断裂标称应变 (%) | | 直角撕裂负荷 (N) | |
|----------|---------|----------|-----|------------|-----|------------|-----|
| | | 纵 | 横 | 纵 | 横 | 纵 | 横 |
| Bio-film | 8.3 | 3.4 | 2.0 | 215 | 505 | 1.3 | 0.9 |
| GBT35795 | 10 | 1.5 | 1.5 | 250 | 250 | 0.5 | 0.5 |
| PE | 10 | 1.8 | 1.5 | 280 | 360 | 1.4 | 1.0 |
| GB13731 | 10 | 1.6 | 1.6 | 260 | 260 | 0.8 | 0.8 |

此试验示范面积为 500 亩。2022 年 1 月 17 日进行马铃薯播种，1 月 21 日机械覆膜，为有效利用地膜增温作用，覆膜后暂保持地膜上方不覆盖。直到马铃薯出苗后，进行人工放拱苗，并另外在垄上搭建拱棚，并于 4 月将拱棚撤下，进行回收处理。5 月中旬根据马铃薯的生长状况，观察确定收获时间，防止出现热激芽（二次生长）。

图 24 荆门屈家岭地膜覆盖马铃薯种植现场



(2) 主要结果

1) 全生物降解地膜的降解情况

在覆膜 2 个月后（3 月中旬），供测全生物降解地膜便出现一些小的降解孔洞（见下图）；

3 个月后（4 月中旬）现较大破裂；

5 月份以后（覆膜 4 个月）地膜大量破裂、强度大幅度降低，失去韧性，用手轻轻触碰都会破裂；

5 月中旬在马铃薯收获时完全不影响机械作业。

图 25 荆门屈家岭不同地膜状态

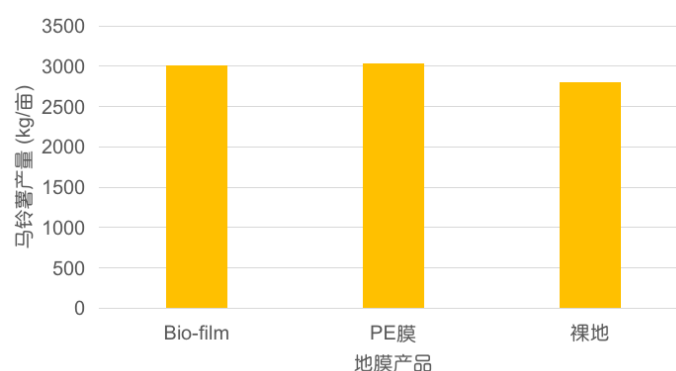


2) 全生物降解地膜与传统地膜对作物生长及产量的影响

增温效果：全生物降解地膜和 PE 地膜在有小拱棚的情况下，增温效果完全一致，马铃薯生育期也基本一致。

产量影响：本试点应用地膜覆盖的冬马铃薯产量达 3000kg/ 亩以上，比裸地种植的产量高 8%，在湖北试点中应用全生物降解地膜与 PE 地膜之间的产量差异不足 1%。

图表 8 铺设三种地膜的作物产量



3) 全生物降解地膜与传统地膜的经济效益比较

相比地膜覆盖，裸地种植除绝对产量低 8% 外，马铃薯商品率也低 10%（实物图如图 26 所示）。而全生物降解地膜和 PE 地膜在商品率的表现上也无差异。

图 26 2022 荆门屈家岭地膜覆盖对马铃薯青头的影响



但由于全生物降解地膜的购买价格是 PE 地膜 3 倍，本试点中全生物降解地膜的应用成本为 3015 元 / 亩，在考虑了地膜回收成本的基础上，仍高出 PE 地膜 90 元 / 亩，纯收入差距为 4%。

表 15 2022 荆门屈家岭冬马铃薯生产经济效益

| 处理 | 成本 (元 / 亩) | 产量 (kg / 亩) | 商品率 (%) | 产值 (元 / 亩) | 纯收入 (元 / 亩) | 纯收入增加 (%) |
|----------|------------|-------------|---------|------------|-------------|-----------|
| Bio-film | 3015 | 3010.8 | 85 | 6121.0 | 2857.5 | 48.1 |
| PE 膜 | 2925 | 3034.2 | 85 | 6168.5 | 2984.0 | 54.7 |
| 裸地 | 2785 | 2800.5 | 75 | 4815.5 | 1928.9 | |

单位：元 / 亩

| 成本类型 | 投入 | Bio-film | PE | 裸地 |
|------|-----|----------|-----|-----|
| 农资投入 | 种薯 | 640 | 640 | 640 |
| | 滴灌带 | 150 | 150 | 150 |
| | 地膜 | 180 | 60 | - |
| | 棚膜 | 360 | 360 | 360 |
| | 肥料 | 600 | 600 | 600 |
| | 农药 | 50 | 50 | 50 |
| | 水电 | 30 | 30 | 30 |

| 成本类型 | 投入 | Bio-film | PE | 裸地 |
|--------|------|----------|------|------|
| 租整地和人工 | 租地 | 300 | 300 | 300 |
| | 整地 | 50 | 50 | 50 |
| | 播种铺膜 | 150 | 150 | 100 |
| | 灌溉 | 35 | 35 | 35 |
| | 人工 | 50 | 50 | 50 |
| 采运和回收 | 收获 | 420 | 420 | 420 |
| | 地膜回收 | - | 30 | - |
| 小计 | | 3015 | 2925 | 2785 |

(三) 标准与认证

□ 1. 技术规范

全生物降解地膜在不同地域（不同气候土壤条件）、不同作物上的使用效果存在很大差异，且对地膜功能的要求不同，需要适应当地作物的农艺措施。项目总结示范试验区的经验，形成了3套代表性区域与代表性作物的应用技术规程，包括《旱作直播水稻生物降解地膜技术规程》《华北施草莓生物降解地膜覆盖栽培技术规程》《长江中游冬马铃薯生物降解地膜覆盖技术规程》，为推广应用提供了客观科学的依据。其中，水稻旱直播全生物降解地膜覆盖节水增效技术被纳入农业农村部2022年粮油生产主导品种主推技术。

图 27 全生物降解地膜应用技术规程的部分应用证明

农业农村部办公厅关于推介发布2022年粮油生产主导品种主推技术的通知

发布时间：2022年09月06日

字体：[大 中 小]

各省、自治区、直辖市及计划单列市农业农村（农牧）厅（局、委），新疆生产建设兵团农业农村局，北大荒农垦集团有限公司，广东省农垦总局：

为深入贯彻落实习近平总书记重要指示精神和中央有关决策部署，加快粮油优良品种和先进适用技术推广应用，提升科技对稳粮保供的支撑引领作用，全面提高粮油综合生产能力，农业农村部组织遴选了2022年粮油生产主导品种128个，主推技术114项，现予推介发布。

各省级农业农村部门要高度重视，围绕保障国家粮食安全和重要农产品有效供给，结合我部发布的粮油生产主导品种主推技术，遴选推广本地区年度重要粮油作物品种技术，确保好品种好技术及时推、及时用。

国家现代农业产业技术体系、基层农技推广体系、高素质农民培育体系，以及公益性推广机构和社会化服务组织，要发挥各自优势，组织力量在关键农时开展技术指导 and 培训服务，推动主导品种主推技术落地应用。

各地区主导品种主推技术遴选情况、推广应用成效以及遇到的重大问题等，请及时报送我部科技教育司，我们将不定期进行研究和组织抽查督促。

附件：1. 2022年粮油生产主导品种
2. 2022年粮油生产主推技术

农业农村部办公厅
2022年8月18日

附件：[附件：2022年粮油生产主导品种主推技术.pdf](#)

2. 认证标准

建立透明的标准、认证和测试体系对全生物降解产品的应用和推广至关重要。

《GB/T35795-2017 全生物降解农用地面覆盖薄膜》国家标准规定了全生物降解地膜的功能性技术要求，包括规格与规格尺寸偏差、外观、力学性能、水蒸气透过量人工气候老化性能、生物降解性能、重金属含量等。

国际上对全生物降解地膜有更新的产品标准，包括欧洲现行标准《EN 17033: 2018 塑料—农业和园艺用生物降解地膜—要求和试验方法》（Plastics — Biodegradable mulch films for use in agriculture and horticulture—Requirements and test methods）以及国际标准认证《ISO 23517:2021 塑料—农业和园艺地膜用土壤可生物降解材料—关于生物降解、生态毒性和成分控制的要求和试验方法》（Plastics — Soil biodegradable materials for mulch films for use in agriculture and horticulture — Requirements and test methods regarding biodegradation, Eco toxicity and control of constituents）。相较于国标，EN 和 ISO 两个标准在土壤中的生物降解性能、受控金属和其他禁用成分上有更细致的规定，且明确了生态毒性测试（包括对植物、蚯蚓、微生物等），以验证产品的安全性。

为完善我国的全生物降解地膜产品标准，并与国际接轨，项目联合合作方莱茵认证（TÜV Rheinland）与农业农村部农膜污染防控重点实验室（以下简称“农膜重点实验室”）起草了《全生物降解地膜降解性和生态安全性评价技术方法》，以规范全生物降解地膜产品及原材料的成分构成、生物降解性与环境安全性。经多轮讨论，最终于 2021 年 12 月完成专家评审，2022 年 1 月提交农业农村部相关主管部门。

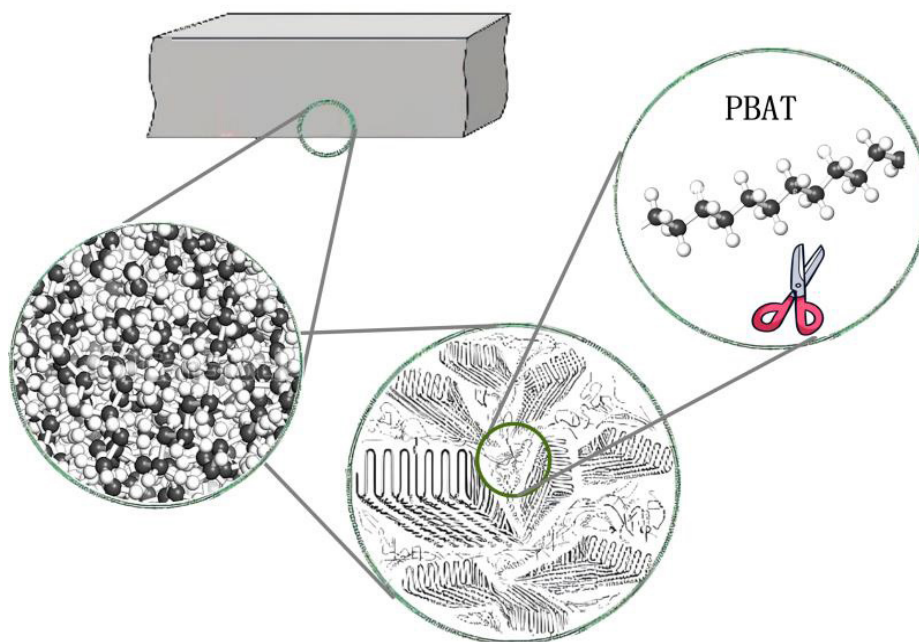
3. 实验室验证情况

项目合作方莱茵认证与农膜重点实验室还依据国内、国际标准，平行进行全生物降解地膜的材料安全性、降解性与生态毒性等方面的测试。

生物降解塑料的降解过程是一系列先崩解后生物矿化的过程。第一阶段的崩解过程，聚合物链的某些化学键会在热、湿度、阳光和 / 或酶的作用下断裂，形成较短的聚合物链。第二阶段的生物矿化过程，微生物会在有氧或厌氧的条件下，完全将塑料碎片完全分解为二氧化碳和水，同时生成少量的生物质。

德国 TÜV 莱茵上海实验室是多个国际生物降解发证机构认可的实验室，在本项目中将根据 EN、ISO 对全生物降解地膜给出的方法进行测试。首先，实验室进行了生物降解性能测试，但经过 3 次尝试，还未得到最终结果。EN、ISO 标准对生物降解性能的标准要求是绝对或相对生物降解率 $\geq 90\%$ ，测试时间不超过 24 个月。第一次尝试自 2021 年 5 月开始，使用了项目黑龙江试点的天然土壤，经过 6 个月后，供测材料的生物降解率为 42.9%，但供测产品和参比样降解率不断降低，测试终止。第二次更换测试土壤，尝试使用符合 EN 和 ISO 标准的标准土壤，经近 5 个月后，供测材料和参比样降解率尚不及第一次尝试的结果，测试再次终止。2023 年 7 月更换测试设备仍然使用标准土进行第三次优化尝试，由于测试时间太短，尚无法得出结论，但参比样的平行性好于前两次尝试。根据 EN、ISO 标准要求，供测材料生物降解率需达到 50% 后配置的土壤可以用于后续的生态毒性测试。

图 28 生物降解地膜分解过程



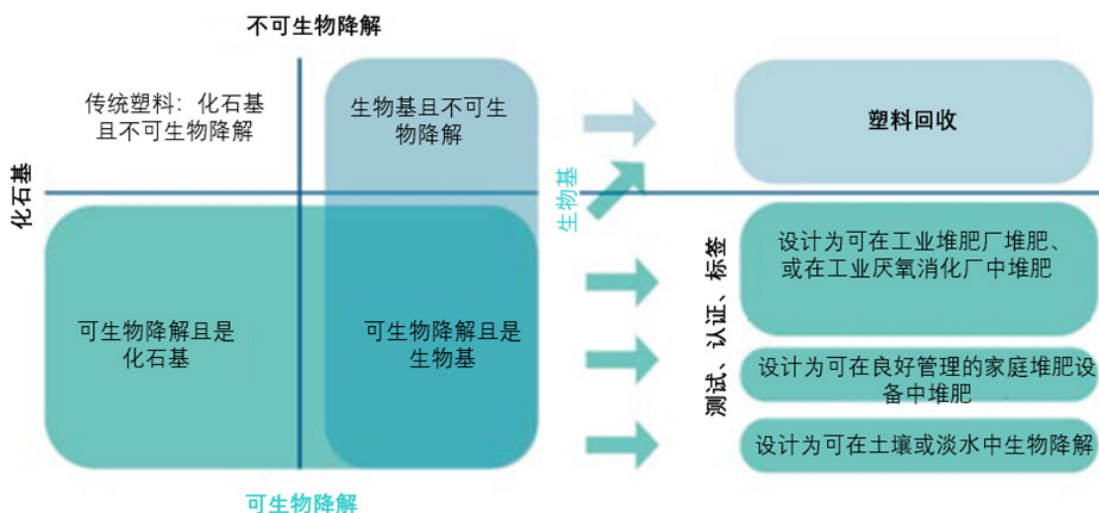
来源：李真等。农业科学学报 2019

农膜重点实验室进行了全生物降解地膜的蚯蚓回避试验，以测试其生态毒性。根据测试结果，在项目试点中，全生物膜降解地膜崩解产生的微塑料浓度不会影响蚯蚓存活。

4. 国际认证体系

在我国全生物降解地膜市场上，存在大量使用仅有“生物基”、“可工业堆肥降解”或“可家庭堆肥降解”认证的生物降解材料用于生产地膜产品的情况。这些概念的混淆也从侧面印证了，我国全生物降解地膜评价认证体系亟待完善。

图 29 可生物降解和生物基塑料的不同类别



来源：欧洲环境署 EEA 2020

关于可生物降解与生物基概念的区别以及产品的三类不同认证，欧洲环境署给出了很好的总结。图 29 左侧矩阵中描述了两个材料特征（来源和可降解性）的四种可能组合：“生物基”或“化石基”说明了其材料来源，而“可生物降解”说明了聚合物的可降解性。图 29 右侧指出了根据相应特性材料可遵循的生命周期结束后的处理路径。

生物降解性不仅与材料的性质有关，更要考虑“系统特性”，主要是与特定的环境条件和充足的降解时间有关。可生物降解的塑料在不同环境中的降解表现会有差异，因此会有不同类型的测试标准：工业堆肥、家庭堆肥、可土壤降解、可淡水降解、可海水降解（见表 16）。

表 16 不同降解环境与不同标准的比较

| 测试目标 | 规范 / 标准 | 对生物降解性的要求 |
|----------------------------------|---|---|
| 工业堆肥 (58±2°C) | EN 13432, ISO17088*, EN 14995, ISO 18606*, ASTM D6400*, AS 4736 | 在最多 6 个月内，产品至少降解 90% |
| 家庭堆肥 (20-30°C) | AS 5810, NFT 51-800 | 在最多 12 个月内，产品至少降解 90% |
| 可在土壤中生物降解 (20-28°C) | EN 17033, ISO 23517:2021 | 在最多 24 个月内，产品至少降解 90% |
| 可在淡水中生物降解 (20-25°C) | EN 13432, EN 14995, 适用于淡水环境； EN 14987 (水溶性、可分散聚合物) | 在最多 56 天内，产品至少降解 90% |
| 可在海水中生物降解 (30°C) | ASTM D7081 (已撤回) | ASTM D6691 (30°C) : 在最多 6 个月内， 产品至少降解 90% ISO 22403 (15-25°C) : 在最多 24 个月内， 产品至少降解 90% |
| * 如果这些有机组分的干重占比超过 1，则需要对其进行单独测试。 | | |

来源：改编自德国联邦环境局 UBA (2018)

不同的降解测试环境，也对应着不同的认证标识。表 17 列出了常见的可生物降解产品认证标志及其认证类型。其中，可堆肥塑料的设计，应是用于特殊设施中、在受控条件下进行生物降解；而工业堆肥与家庭堆肥的条件也会有很大差异。

对于全生物降解地膜而言，其生命周期结束后更大的可能性是在农田土壤中自然降解，因此应使用“可土壤降解”进行产品认证。若产品通了“工业堆肥”、“家庭堆肥”，仍可能无法在土壤环境下降解。在所有的认证中，仅有 DINCERTCO 的 DIN-Geprüft Biodegradable in Soil 和 TÜV Austria 的 OK Biodegradable SOIL 两个认证适用。OK Biodegradable SOIL 认证以 EN 13432 和 EN14995 工业堆肥的测试要求为基础，加入了适应土壤降解的测试调整，未设置物理指标要求。DIN-Geprüft Biodegradable in Soil 认证基于 EN 17033 和 ISO 23517 全生物降解地膜标准，比 OK 认证多出了生态毒性测试，以及力学性能等功能性测试。

迄今为止，获得以上两个认证证书的产品仅有 151 个，包括 93 个原材料、25 个添加剂或中间物和 34 个成品。获得适宜地膜应用的全生物降解材料、添加剂等产品的认证远没有我们想象中的多。

表 17 可生物降解产品常见认证标志

| 可生物降解产品认证标志 | 认证类型 | 标志版权所有方 | 评估方 | 认证标志 (以工业堆肥为例) |
|--------------------------------|---|---|--------------------|---|
| Seedling | 工业堆肥 | 欧洲生物塑料协会 EuBP (European Bioplastics e.V.) | |  |
| DINplus DIN-Geprüft | 工业堆肥 家庭堆肥 可土壤降解 添加剂 | 德国标准协会认证中心 DINCERTCO | |  |
| BPI | 工业堆肥 | 美国生物降解产品学会 BPI (Biodegradable Products Institute) | DINCERTCO |  |
| ABA AS4736 ABA AS5810 | 工业堆肥 家庭堆肥 | 澳大利亚生物塑料协会 ABA (Australasian Bioplas- tics Association) | |  |
| OK compost OK biodegradable | 工业堆肥 家庭堆肥 可土壤降解 可淡水降解 可海水降解 | TÜV 奥地利集团 (比利时) | TÜV 奥地利集团 (比利时) |  |
| Biodegradablepla | 工业堆肥 | 日本生物塑料协会 JBPA (Japan BioPlastics Associa- tion) | JBPA |  |

（四）主要结论及未来展望

❏ 1. 全生物降解地膜成熟产品具有良好的应用前景，可推广到特定区域特定作物。

（1）全生物降解地膜无法完全替代传统地膜，只适用于部分区域的部分作物。

项目在某些区域与作物上示范的结果证明，全生物降解地膜的经济效益明显高于传统地膜，但在有些试点中，全生物降解地膜无经济优势，难以被市场主动接受。

（2）目前国内主流产品已满足功能性、降解性等需求。

项目进行田间试验的大部分全生物降解地膜产品，可以满足机械覆膜的作业要求以及特定区域特定作物的生产需求；同时根据田间观测，供测地膜均具有良好的崩解效果，并能在 2-3 年内完成降解，或在与草莓秸秆协同家庭堆肥时，4 个月内完成降解。

（3）重点推介有多年田间试验的成熟产品，未经田间试验的产品有减产风险。

在项目试点中，使用同一家材料供应商提供的 PBAT 为主要原料，在相同的基本性能要求下，3 家不同加工企业生产出的全生物降解地膜产品却有着完全不同的降解性能和使用效果，有的产品甚至无法满足作物的生长需要，造成损失。

❏ 2. 全生物降解地膜产品标准和评价认证体系亟待完善，并作为强制监管要求

透明的产品标准、认证和评价体系是全生物降解地膜应用和推广的基础。

（1）建立国内外统一、互认的全生物降解地膜评价与认证标准。

目前国标 GB/T35795-2017、EN 17033: 2018 和 ISO 23517:2021 在产品功能性、生物降解性与环境安全性方面的要求不尽相同，建立统一的标准可以实现互信互认，打破市场和行业壁垒，促进贸易便利化，减少制度性交易成本。

（2）严格对全生物降解地膜的产品与测试标准，引入强制监管。

全生物降解地膜市场存在鱼龙混杂、产品质量参差不齐的情况，更严格和细化的产品与测试标准将会极大规范市场。欧盟已认识到对生物基和生物降解塑料进行强制监管的重要性，并正在努力推进相关立法。该框架提出的几项建议值得我们吸取：

- 有必要确保在产品上标注“可生物降解”标识，并必须始终标明指定接收的环境以及实现生物降解所需的时间，以周、月或年为单位。在地膜产品上，采用符合土壤环境降解的认证方法与标识，而非“工业堆肥”、“家庭堆肥”，并标明降解时间。
- 确保生物降解测试涵盖了产品中所有的组成部分，包括添加剂。

同时，我们建议，未来全生物降解地膜市场采用强制产品认证的方式，由国家认可的实验室对产品进行第三方认证，并定期抽检、更新换证。

中德农村塑料升级项目历时三年。期间，我们举办了试点培训、科普工作以及项目会议等推广和宣传活动，并在其中穿插互动性活动，以增进对外交流，使公众更好地认识、关注我们的工作，推动项目进展，提升项目知识的传播范围。

（一）意识提升

□ 1. 项目报告

在过去的几年中，基于项目调研与实践、对国内外的行业分析，产出了一系列报告，致力于为行业传播最优实践与国际思路。

表 18 项目报告一览

| 报告名称 | 封面图示 | 报告简介 | 链接二维码 |
|----------------------------|---|---|---|
| 1. 《地膜使用及回收管理的国际经验——传统地膜篇》 |  | 随着地膜的规模化使用，欧盟、日本以及北美都面临着地膜残留的风险。欧盟是否有相关的研究成果、实践经验可供我们参考？日本又建立了哪些综合管理机制值得我们学习？北美现状的处理现状如何？ |  |
| 2. 《循环经济融资——从业者洞察报告》 |  | 为何要再次聚焦在循环经济领域开展投融资？常用的金融工具有哪些？又存在着哪些障碍与潜在的切入点呢？ |  |

| 报告名称 | 封面图示 | 报告简介 | 链接二维码 |
|----------------------------|---|--|---|
| 3. 《传统地膜与全生物降解地膜的比较研究》 |  | <p>我们谈了这么久的地膜污染防控，你知道地膜技术的发展历程吗？面对传统地膜带来的环境挑战，全生物降解地膜的前景如何？两类地膜的功能有何差异？环境安全影响如何？价格与成本是否划得来？</p> |  |
| 4. 《中国 PE 覆盖膜应用现状分析报告》 |  | <p>中国目前的地膜使用与残留现状如何？现有哪些相关的政策法规、收集模式、回收利用现状？目前还遇到了哪些关键问题与挑战？面向未来，我们又该做些什么？</p> |  |
| 5. 《传统塑料与生物降解塑料在农业生产中的相关性》 |  | <p>农用塑料在欧盟的使用情况如何，有何变化趋势？废弃后的传统农用塑料现有的收集模式与回收工艺是否令人满意？不当收集的后果到底如何？全生物降解塑料带来了哪些优势与风险？欧盟的生产者责任延伸制度的执行效果怎样？未来欧盟可能会选择哪些政策措施？</p> |  |

2. 国际经验分享

“中德农村塑料升级管理项目”希望能够基于世界实践经验，为中国的农业环保实践提供支持。在微信公众号中，我们介绍了国外的管理制度，翻译了相关主题报告，供相关人士参考。

在《EPR 制度如何助力农膜回收?》：德国、法国、爱尔兰、日本四个国家使用 EPR 制度助力地膜回收的实践经验。



在《EPR 制度如何助力农膜回收?》：德国、法国、爱尔兰、日本四个国家使用 EPR 制度助力地膜回收的实践经验。



《全生物降解地膜在欧洲的故事》：从定义、使用场景、认证标准等方面介绍了欧洲全生物降解地膜应用的流程。



译文《Minderoo-Monaco 塑料与健康委员会系统阐述塑料对健康的影响（第二章）》：对全球塑料生产现状，以及塑料生产、使用和处理的全生命周期对人类健康和环境的影响进行了系统回顾与审视。



《循环经济进程中的政策管理措施》：国际上为促进循环经済常用的政策方案，生产者责任延伸制度的内核以及带来的实际成本变化。



《欧盟对可生物降解塑料的政策框架解读》：欧盟针对全生物降解塑料出台的倡议中的具体要求与建议。



3. 科普系列

“中德塑料升级管理项目”推出了科普系列，采用了多种形式以帮助公众认识和理解地膜的管理问题。

1) 专家访谈。中德农村塑料升级管理项目专家顾问、国际农业塑料协会主席严昌荣在《财经国家周刊》的采访中，对地膜“白色污染”进行了系统解读，提出了自己对当前地膜回收、管理问题的思考和建议。



2) 科普文章。项目推出的多篇文章详细讲解了塑料地膜的回收利用问题。《农膜的物理回收和化学回收》一文从多个方面详细地介绍了塑料地膜主要的回收方式；三篇系列文章（《让地膜不再成为“地魔”》）结合国家当前政策，向读者普及了地膜的覆膜和收集方式以及回收利用等知识。



3) 科普漫画。《画说生物降解地膜旱直播水稻》，以内蒙古旱直播水稻试点的地膜使用为例，介绍了全生物降解地膜在现实使用中的情况、经济效益等。



4) 流媒体云课堂。2022年7月至9月，中德塑料升级管理项目共举办了六次“中欧循环经济云课堂”，紧扣地膜主题，邀请行业内的专家对当前农村传统塑料地膜应用情况、地膜管理系统的创新和循环利用以及全生物降解地膜的应用情况等进行系统梳理与讲解。

5) 创意艺术作品。项目面向公众与行业相关方收集残膜，与艺术家合作，制成艺术作品《五谷》，废旧地膜被塑造为高粱、玉米等多种作物的形态，并利用红线体现出生命命脉受到侵蚀风险的悲壮。

4. 会议与培训

表 19 会议和培训内容概览

| 会议名称 | 会议内容 | 图片 | 二维码链接 |
|----------------------------------|--|--|---|
| 中德农村塑料升级管理项目启动会 2020.11.18 | 探讨中国农村塑料中地膜的使用现状与问题，共同探究解决之道，展望中国地膜污染防治的前景 |  |  |
| 黑龙江有机水稻生物降解地膜覆膜示范会 2021.05.12 | 田间演示水稻覆膜插秧，并围绕生物降解地膜应用的政策背景及应用思路等进行了讨论 |  |  |
| 第一届地膜管理与污染防治研讨会 2021.12.06 | 中外专家从政策法规、科学研究、技术创新、模式探索、中外合作各个方面探讨方案，解决地膜的不当使用与废弃带来的“白色污染”，促进农村地区的绿色发展。 |  |  |
| 德国农业塑料管理分享会 2022.09.27 | 项目组与德国农业部、德国环境部以及德国行业代表分享项目产出以及中国在地膜管理方面做出的贡献。 |  | |
| 第二届地膜管理与污染防治研讨会 2022.12.06 | 邀请国内外专家学者与企业代表，交流项目阶段性成果，分享国内外实践经验，共同探究地膜污染防治解决之道。 |  |  |
| 甘肃试点农民现场培训会 2023.04.12 | 为提高农民对残膜危害的意识，项目举办现场会，介绍残膜收集的必要性与操作方法。 |  |  |

（二）专家观点

在项目开展过程中,为更全面地探讨地膜污染的生态环境风险问题,我们邀请了多位业内专家就地膜的微塑料、塑化剂以及减排问题展开讨论,介绍学界最新研究成果,并发表自己的观点和看法,让公众对地膜污染和治理方案有更深入的认识和理解。

□ 1. 地膜的微塑料问题

微塑料是指直径小于 5mm 的塑料碎片和颗粒。

据中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所研究员严昌荣博士介绍,中国典型地膜使用农区的耕地层微塑料丰度在 1.57-3.61 万 N/kg,主要为小粒径(50-250 μ m)薄膜或颗粒,组成以 PE 为主,其次为 PP、PA、UF。微塑料来源除农业塑料(地膜、棚膜、各类农资包装、塑料管道等)外,还包括灌溉水、大气沉降、有机肥。结合土壤微塑料的生物毒性试验测试,严博士认为目前我国土壤的微塑料浓度对土壤生物的影响可忽略不计。

德国联邦环境局 UBA 土壤污染保护处 Tatjana Schneckenburger 博士介绍了德国及欧洲在土壤微塑料方面的最新发现。据估计,德国每年有 16 万吨微塑料进入土壤,其中 90% 来自车辆轮胎碎屑,农业源的微塑料来源主要是有机肥、农膜等。典型的农膜覆盖区检测到的微塑料含量为 6.1-99.4 mg/kg PE 及 1.2-2.9 mg/kg PET。对欧洲而言,研究结果已证实,整个欧洲的土壤中均发现了微塑料,在某些地区,农膜是很重要的来源之一。同时,欧洲科学界也达成共识:纳米塑料可以被土壤微生物和植物吸收,但影响结果还需进一步研究。

欧盟资助的 iMulch 项目专门对地膜与土壤微塑料问题展开研究,并建立了检测方法。研究显示,在使用地膜过程中(揭膜前),未检测到土壤中微塑料含量增加。由此说明,地膜对土壤微塑料的贡献主要来自地膜残留。通过 0.030mm PE 地膜碎片的吸附试验,发现并未观察到地膜对重金属和农药有明显的吸附作用。

□ 2. 地膜的塑化剂问题

塑化剂,也称增塑剂,是为增加塑料制品的可塑性而被广泛使用的高分子材料助剂,以邻苯二甲酸酯(PAEs)为主。然而,塑化剂类似荷尔蒙,具有雌激素的作用,被称为“环境荷尔蒙”,同时也有致癌风险。

农业农村部农膜污染防治重点实验室随机抽检了近 70 份在售地膜进行 PAEs 检测,包括 PE 地膜和全生物降解地膜(PBAT 为主要成分)。其中,地膜样品的 6 类 PAEs 总含量平均为 13.4 mg/kg,全生物降解地膜样品的 PAEs 含量达到 32.5 mg/kg,且除检出有 DEHP、DBP 之外,还检出少量 DMP 和 DEP。不同区域、不同颜色的地膜样品 PAEs 含量无显著差异。研究还表明,6 种塑化剂含量与地膜厚度和物理机械性能无明显相关性。根据抽检结果,实验室认为地膜应用对土壤塑化剂的贡献基本可以忽略不计。

学者们在“土壤微塑料”国际会议上的共识是,塑料添加剂的泄露问题和环境健康风险仍需要进一步研究。

□ 3. 地膜的温室气体减排问题

温室气体减排,是国际社会为应对气候危机而采取的共同行动。

甘肃农业大学农学院院长李玲玲教授，以项目甘肃试点区域的数据为基础，对地膜的全生命周期进行了碳足迹分析。结果证实，地膜的供应链和生产环节是地膜应用的主要碳排放环节。最后无论是何种处理方式，其碳排放占总排放量的比例很小，地膜焚烧也仅占总排放量的 4%；若进行回收处理，将产生一部分减排量。因此，若使用加厚地膜，地膜应用的整体碳排放是增加的。

欧洲 iMulch 项目对 PE 地膜和全生物降解地膜进行了全生命周期碳排放分析对比。在使用 0.030mm PE 地膜，其中 80% 焚烧、20% 回收，以及 0.010mm PLA/PBAT 全生物降解地膜的情况下，二者的温室气体排放效应无明显差别。

中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所节水新材料与农膜污染防控团队和生物节水与旱作农业团队，以项目内蒙古试点的数据为基础，对不同水稻种植方式的温室气体排放效应进行了分析。结果表明，与传统灌溉的插秧种植方式相比，旱直播水稻减少了水稻种植过程中的 CH₄ 排放量，增加了 N₂O 排放，但总体降低了温室气体强度和全球增温潜势指标，提高了水分利用率。

（三）性别平等

GIZ 环境与循环经济团队长期以来一直高度关注性别平等话题，团队通过进行性别分析和性别平等评估，确保项目的规划和实施能够充分考虑到不同性别群体的需求和利益。在 2022 年，GIZ 环境与循环经济团队在项目中以农业和农民为重心，组织了 5 场农民培训，给 94 位女性带来积极影响。此外，还有多位女性演讲者在各项重大会议中发表观点，充分体现了 GIZ 的女性领导力。

□ 1. 专题培训：“女性力量”

项目为荆门市高素质女农民专题培训班上开展了“女性力量：农村与可持续发展”主题讲座，通过互动游戏，知识分享与课后练习，不断重申农村女性和男性具有同样潜力的号召——如果农村女性们在其耕作的土地上使用与男性相同的资源水平与机会，她们将达到同样的成就。

图 30 “女性力量”专题培训



□ 2. 演讲：性别与可持续发展

2022年12月6日，项目组在2022中欧循环经济发展大会-第二届地膜管理与污染防控研讨会上就“性别与可持续发展”这一话题发表演讲：

性别问题的重要性：全球小学和初中的学业完成率中，男性比女性高出6个百分点（2015年后）；识字率方面男性平均高于女性12个百分点；女性在高层管理岗位上的比例仍然很低；有84个国家对妇女从事某些职业或行业有限制；女性无偿家务和护理工作上花费的时间是男性的三倍；在中等收入和高收入国家中，因不安全的饮水、卫生设施和缺乏卫生条件而死亡的女性人数比男性多出10%（2019年）；全球妇女享有的法律权利平均只有男性的75%；在一些地区，女性甚至不能像男性一样自由地申请护照或旅行。

国际议程上的性别问题：1946年，联合国成立了专门关注妇女地位的委员会，每年监测两性平等的发展情况；1948年，《世界人权宣言》诞生，宣布妇女权利是人权的一部分；1985年，全球范围内的女权运动兴起，让妇女遭受的暴力问题成为一个可以公开讨论的议题，使性别平等问题得到全球认同；1995年，北京举办了第四次联合国世界妇女大会，通过了北京宣言和行动纲领；2010年，联合国设立了专门负责妇女事务的机构联合国妇女署；2015年，推动女性权利正式成为可持续发展目标的一部分。

国际发展中的性别问题应用及其案例：从性别语言的角度优化，包容性意味着说话和写作的方式不歧视特定的性别、社会性别或性别认同，并且不延续性别定型观念；定期评估性别平等的发展程度，通过定期更新报告和数据库，以不同指标作为测量依据；国际组织在设计项目时，需要考虑环境、保卫监督、性别管理（项目是否危害女性权益或危害男女平等的目标）方面是否符合指标。

□ 3. 调查问卷与数据评估

团队通过针对女性农民的调查问卷，从教育程度、家庭规模、收入分配、适应现代化农业情况等方面收集了相关信息，并总结了一些与女性视角相关的现象。

- 女农民中高等教育的普及率仍旧偏低，且家庭规模偏大，再加上不充分的职业技能，使得女性的发展受到一定程度的局限。
- 除了传统的农业耕作，农村女性在商业活动方面表现出了多样性，如企业或工厂工资和家庭作坊收入也是农村女性的主要收入构成部分。
- 在家庭经济收支方面，66%的主要收入来源方为配偶，也就是男性，而只有23%的女性在家庭中扮演主要收入来源的角色。同时，男性为主要资金支配方，比例为43%，女性为34%，这反映了农村家庭中女性的决策权往往小于男性。
- 同时还有很多与环境、循环经济方面的发现，欢迎扫描下方二维码。



致谢

严昌荣教授，国际农业塑料协会，主席

卢艳，莱茵技术（上海）有限公司，高级技术主任

郭德凡，珠海金发生物材料有限公司，战略项目总监

Heino Claussen-Markefka, ProData 集团 /R-cycle 倡议，总经理

为项目设计与开发做出的努力！

刘勤副研究员，农业农村部农膜污染防控重点实验室，主任

李玲玲教授，甘肃农业大学，农学院院长

谢军红，甘肃农业大学，副研究员

金鑫海，兰州金土地塑料制品有限公司，总经理

樊元辰，科莱恩公司，添加剂业务亚太区农膜与包装应用市场开发经理

曾铮，埃克森美孚化工，市场开发经理

赵福建，浙江家乐蜜园艺科技有限公司，总经理

贾建华，中国物品编码中心，产品信息与追溯应用工作室主任

为项目执行付出的时间与精力！

中德农村塑料升级管理项目总结报告



联系我们

德国国际合作机构 (GIZ)
中德农村塑料升级管理项目



地址

北京市朝阳区亮马河南路14号
塔园外交人员办公大楼2-5
邮编: 100600



联系方式

联系人: 侯靖岳
电话: +86(0)10 8527 5589转185
邮箱: jingyue.hou@giz.de
网站: <http://transition-china.org/waste>

网站



微信

