ICS 13.080.01
CCS Z05

T/SSSC

中 国 土 壤 学 会 团 体 标 准

T/SSSC 0 —2026

西北旱区农田土壤地膜源微塑料防控技术方案

（筛·评·管·控一体化技术体系）

Technical scheme for the prevention and control of mulch film-derived microplastics in farmland soils of arid northwestern China

An integrated technical system covering screening, assessment, management and control

（征求意见稿）

2026-XX-XX 发布　　2026-XX-XX 实施

中国土壤学会　发 布

目　　次

前　言 III
1 范围 1
2 规范性引用文件 1
3 术语和定义 2
4 土壤微塑料监测筛查与风险评估 5
5 土壤微塑料防控技术与效果评价 10
附录 A （资料性） 西北旱区土壤微塑料监测点位布设表 28
附录 B （规范性） 土壤微塑料风险分级评估标准表 29
附录 C （资料性） 残膜回收处置管理台账 30

前　言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国土壤学会提出并归口。

本文件起草单位：兰州大学、西北农林科技大学、石河子大学、华东师范大学、中国科学院南京土壤研究所、生态环境部土壤与农业农村生态环境监管技术中心、南开大学。

本文件主要起草人：熊友才、赵泽瑛、贾汉忠、何尔凯、郭学涛、赵岩、腾应、韩自玉、刘维涛、陶宏艳、李彦霈、段宏伟、何德富、王鹏洋、祝可成、代允超、刘鹏、强丽媛、宋渊、王一博、熊晓斌、卢晓宇、王艳华、涂晨、汪磊、卢琪、刘颖、李梦莹。

西北旱区农田土壤地膜源微塑料防控技术方案

1 范围

本文件规定了西北旱区农田土壤地膜源微塑料绿色消减的术语和定义、基本要求、绿色消减技术要求、技术效果要求及档案记录要求。

本文件适用于我国西北旱区，包括陕西省、甘肃省、青海省、宁夏回族自治区、新疆维吾尔自治区及内蒙古自治区西部的旱作农业区、灌溉农业区、设施农业区，以及其他气候、土壤、灌溉条件、覆膜栽培方式、覆膜强度和作物制度相似的旱作农田区域，以减少地膜源微塑料形成、输入、破碎和累积为目标的绿色消减技术应用。

本文件主要适用于玉米、小麦、马铃薯、向日葵、棉花、豆类、蔬菜、杂粮、林果和牧草等西北旱区主栽覆膜作物。其中，源头控量减量技术适用于玉米、棉花、设施蔬菜等采用覆膜滴灌、收获过程土壤扰动较小的作物；绿色替代减量技术适用于玉米、蔬菜、杂粮等具备秸秆、尾菜等生物质资源条件的旱作、灌溉或设施农田。对马铃薯、甘薯、花生等需挖掘收获、土壤扰动较大的作物，不宜采用一膜多年用技术。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。凡是注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 13735-2017 聚乙烯吹塑农用地面覆盖薄膜

GB/T 1040.1 塑料 拉伸性能的测定 第 1 部分：总则

GB/T 1040.3 塑料 拉伸性能的测定 第 3 部分：薄膜和薄片的试验条件

GB/T 6672 塑料薄膜和薄片厚度的测定 机械测量法

GB/T 25413-2010 农田地膜残留量限值及测定

GB/T 50485 微灌工程技术标准

GB/T 8321 所有部分 农药合理使用准则

GB/T 33469 耕地质量等级

NY/T 496 肥料合理使用准则 通则

NY/T 525 有机肥料

NY/T 1121 所有部分 土壤检测

NY/T 1276 农药安全使用规范 总则

ISO 24187 Principles for the analysis of microplastics present in the environment

T/SSSC 016-2025 土壤环境微塑料监测技术规范

《中华人民共和国土壤污染防治法》（中华人民共和国主席令第八号，2018 年 8 月 31 日公布，2019 年 1 月 1 日起施行）

GB 15618—2018《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》

《关于印发〈土壤、地下水和农业农村生态环境保护“十五五”规划〉的通知》（生态环境部、国家发展改革委、自然资源部、住房城乡建设部、水利部、农业农村部，环土壤〔2026〕40 号，2026 年 7 月 13 日）

《西北干旱半干旱区农业绿色发展规划》（现稿未提供发布主体、文号及日期，暂不作为规范性引用文件）

《关于印发〈农业面源污染治理与监督指导实施方案（试行）〉的通知》（生态环境部办公厅，环办土壤〔2021〕8 号）

《关于印发〈“十四五”塑料污染治理行动方案〉的通知》（国家发展改革委、生态环境部，发改环资〔2021〕1298 号）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

旱作农业区 Rainfed Agricultural Area

主要依靠天然降水满足作物生长需水，通常不具备稳定灌溉条件或仅进行少量补充灌溉的农业生产区域。

3.2

灌溉农业区 Irrigated Agricultural Area

具备相对稳定灌溉水源和灌溉设施，作物生育期可通过地面灌溉、喷灌、滴灌等方式补充水分的农业生产区域。

3.3

地膜源微塑料 Plastic Film-Derived Microplastics

农用聚乙烯地膜在生产、铺设、使用、残留、老化、回收及再利用过程中，破碎、裂解形成粒径小于5 mm的塑料颗粒、碎片、纤维。农用地膜在生产、铺设、使用、残留、老化、回收及再利用过程中形成的粒径小于5 mm且不小于所用检测方法检出粒径下限的塑料颗粒、碎片、纤维或薄膜状物，包括聚乙烯地膜及全生物降解地膜残体产生的微塑料。监测结果应同时报告检出粒径下限。

3.4

微塑料绿色消减 Green Reduction of Microplastics

在保障农业生产、资源节约利用和生态环境安全的前提下，实现减少地膜源微塑料形成、输入、破碎和累积风险的技术目标。

3.5

微塑料绿色消减技术路径 Technical Pathway for Green Reduction of Microplastics

通过源头控量、替代减量、过程减碎和规范处置等环境友好型措施实现上述技术目标的措施组合。

3.6

加厚易回收地膜 Thickened Easily Recoverable Plastic Film

厚度不小于 0.015 mm，力学性能符合 GB 13735-2017 要求，覆盖使用后完整性好、便于机械化揭膜和回收、不发生过度破碎的农用聚乙烯地膜。厚度为 0.012 mm 至小于 0.015 mm 的地膜不属于本文件所称加厚易回收地膜，不适用于一膜多年用技术。

3.7

一膜多年用 Multi-Year Use of Plastic Mulch Film

在膜体完整性和覆盖性能满足农业生产要求的条件下，将同一加厚易回收地膜连续用于两个及以上生产周期的覆盖方式。

3.8

地膜绿色替代 Green Substitution of Plastic Mulch Film

利用秸秆、尾菜及其他农业生物质资源，，部分替代或全部替代聚乙烯地膜使用的技术方式。

3.9

覆盖度 Coverage

覆盖材料在地表形成实际覆盖面积占地表总面积的百分比。

3.10

膜体完好率 Plastic Film Integrity Rate

在规定调查范围内，地膜保持连续、完整且未发生明显撕裂、孔洞、缺失或脆化破碎的面积占调查地膜总面积的百分比。膜体完好率按“完整膜体面积/调查地膜总面积×100%”计算。

3.11

有效覆盖度 Effective Coverage

在规定调查范围内，覆盖材料持续保持覆盖功能且未发生明显破损、缺失的面积占调查总面积的百分比。有效覆盖度的判定可结合膜体完好率进行；有效覆盖度按“保持覆盖功能的面积/调查总面积

×100%”计算；地膜覆盖区还应结合膜体完好率判定，当膜体完好率低于80%时，应视为有效覆盖功能不足。

3.12

风险评价值 Risk Assessment Value

根据土壤残膜量、地膜源微塑料丰度、粒径组成、形态特征、土壤质量变化和生态响应等指标，采用统一评价方法计算或判定的土壤塑料污染风险表征值。

3. 13

残膜回收率 Residual Plastic Film Recovery Rate

在同一地块或作业范围内，评价期内应回收地膜的实际回收净质量占该部分地膜投入质量的百分比。残膜回收率＝（评价期内应回收地膜的实际回收净质量÷评价期内应回收地膜的投入质量）×100%。

3. 14

含杂率 Impurity Rate

回收残膜或滴灌带中夹带的土壤、秸秆、根茬、石砾及其他非塑组分占回收物总质量的百分比。含杂率按“非塑组分质量/回收物总质量×100%”计算。

3.15

微塑料丰度 Microplastic Abundance

单位质量/面积土壤中微塑料的数量或质量，通常以“个/kg干土”、“mg/kg干土”或“个/m²”表示。风险分级统一采用个/kg干土，其他单位用于辅助表征并应同时报告采样深度、干土质量和换算方法。

4 土壤微塑料监测筛查与风险评估

4.1 基本要求

总体原则：应坚持源头控量、替代减量、减碎控残、规范处置、稳产减污的总体原则。

适用原则：应根据当地气候条件、作物类型、灌溉方式及农业废弃物资源特点，科学选择适宜

的技术路径。

禁止性要求：禁止使用劣质超薄地膜；禁止在绿色替代材料中混入塑料绳、包装膜等杂物；禁止露天焚烧或就地掩埋残膜碎片。

4.2 监测筛查技术体系

4.2.1 网格化监测布点

按照“县级控面、乡镇控片、村级控点”原则，构建三级网格化监测网络：

县级长期监测点：，每县原则上布设 3 个～5 个固定监测点，并根据县域覆膜面积、土壤类型、主要作物、灌溉方式和覆膜年限增加点位；每种主要土壤—作物—灌溉组合宜至少设置 1 个代表性点位。年度监测应固定在作物收获后进行,以掌握区域整体污染水平；

乡镇加密监测点：每 500 公顷连片农田布设 1 个监测点，重点覆盖连作覆膜区、老灌区、残膜累积区。结合地块连片程度和田块破碎情况，可在 350 ha～700 ha 范围内调整。原则上每 2 年监测 1 次，固定在作物收获后；对连续覆膜年限超过 10 年、连作重茬明显、残膜残留量较高或已有调查表明存在微塑料高风险的区域，可加密至每年 1 次，并适当增加监测点密度。

村级地块监测点：对残膜堆积、多年重茬、高强度覆膜、地膜回收不到位及疑似高风险种植地块开展地块级排查，建立地块级污染档案，记录覆膜历史、作物类型、残膜回收情况、微塑料丰度和治理措施等信息。

4.2.2 样品采集与预处理

背景对照点采样：每县设置 2～3 个背景对照点，优先选择与监测农田成土母质、土壤类型和地形条件相近、受农业塑料输入影响较小且无连续覆膜种植历史的林地、草地或多年撂荒地。点位应远离农膜堆放点、交通干道、塑料加工场所、灌溉渠系排口及生活垃圾堆放区；采样深度、时间和方法应与对应农田监测点一致。

（1）规范采样：按土壤微塑料赋存特征，主要在 0～15 cm、15 cm～30 cm 两层采样。样品采集采用五点混合法，按地块四角与中心布设 5 个采样点，采样点距地块边界应不小于 5 m；各点取等质量土样且单点不少于 200 g，单样重量≥1 kg，采样宜安排在播种前或作物收获后，避开降雨、灌溉和田间作业当天；待土壤达到可正常取样状态后采集，并记录采样日期及近期降雨、灌溉情况。采样铲、筛具应使用不锈钢等非塑料材质，样品宜装入洁净铝盒、玻璃容器或经空白验证的非塑料包装，禁止使用聚乙烯采样袋，防止外来污染导致数据失真；

（2）同步记录：通过调查访问，详细记录采样地块覆膜年限、地膜类型与厚度、种植作物、灌溉方式、残膜回收情况等信息；

（3）样品预处理：样品采集后，按常规技术流程转运到实验室。在实验室采用自然风干法处理，确需烘干时，温度不应高于 40 ℃并记录处理条件。风干样品先经 5 mm 不锈钢筛，保留并检查 2 mm～5 mm 粒级中的疑似塑料，再经 2 mm 不锈钢筛处理小粒级样品；不得将筛上物直接作为杂质弃除。以洁净、密闭的非塑料容器转运至实验室，记录接收状态，针对沙质土增加矿物颗粒分离步骤，消除检测干扰。

4.2.3 实验室分离与鉴定

土壤微塑料样品应按照统一的标准化流程开展实验室分离、富集、识别和成分鉴定。经 4.2.2 预处理后的样品，应按 T/SSSC 016—2025《土壤环境微塑料监测技术规范》规定称取风干土样并开展分离、富集和鉴定；称样质量、消解试剂浓度及反应条件应按该规范执行并记录，不得以未注明条件的“等温和消解方法”替代。对于有机质含量较高的样品，可采用过氧化氢等温和消解方法去除有机质干扰，避免破坏塑料颗粒结构。

微塑料分离宜采用密度浮选法。针对西北旱区地膜源微塑料以 PE 为主的特点，对聚乙烯（PE）等密度低于饱和 NaCl 溶液（约 1.2 g/cm³）的塑料，可采用饱和 NaCl 溶液浮；当需识别 PVC、PET 等高密度塑料时，应按 T/SSSC 016—2025 选择密度适配的 NaI、$ZnCl_2$等浮选液浮选后的上清液经滤膜抽滤富集，滤膜孔径可根据目标粒径和检测能力确定，监测比较宜统一采用 5 μm 滤膜；目标检出

粒径下限小于 5 μm 时，可选用相应更小孔径，并报告孔径及检出下限。采用不同孔径或浮选液获得的数据，应分别报告，不得直接作绝对值比较。

富集后的样品采用体式显微镜或显微成像系统初筛和计数，记录微塑料的数量、粒径、颜色和形态特征，形态可分为碎片状、薄膜状、纤维状、颗粒状等类型。对于疑似微塑料颗粒，应采用傅里叶变换红外光谱，FT-IR，或显微拉曼光谱，μ-Raman，进行聚合物成分鉴定，明确其材质类型，如 PE、PVC、PLA 或 PBAT 等，样品量过大无法逐粒鉴定时，应按 T/SSSC 016—2025 随机抽样，并记录鉴定比例及结果校正方法。

检测全过程应设置程序空白、试剂空白和平行样，减少空气沉降纤维、实验器具和试剂带来的外源污染。样品处理和显微识别过程宜在洁净环境中进行，操作人员应穿着棉质实验服，避免使用易脱落纤维的塑料制品加标回收试验及空白、平行样的格判定按 T/SSSC 016—2025 执行；未规定的质量控制指标应在报告中说明。检测结果应明确表示单位，可采用“个/kg 干土”、“mg/kg 干土”或“个/m²”， 表达；风险分级统一采用个/kg 干土，其他单位用于辅助表征，记录采样深度、样品质量、提取方法、鉴定方法、检出粒径下限和质量控制结果。

微塑料检测方法宜参照 T/SSSC 016-2025《土壤环境微塑料监测技术规范》及相关国际技术文件执行，确保不同区域、不同年度监测数据具有可比性。

4.3 风险分级评估体系

4.3.1 评估指标体系

针对西北旱区典型区微塑料赋存特征，采用三类评估指标：

（1）污染程度指标：土壤微塑料丰度、农田残膜残留量；

（2）生态风险指标：土壤质地、风蚀强度、作物敏感性；

（3）管控难度指标：微塑料迁移潜力、治理实施难度、人群暴露风险。

综合评分的指标及分值上限按附录 B 表 B.2 执行：微塑料丰度 40 分、残膜残留量 20 分、土壤质地、风蚀强度、作物敏感性和治理难度各 10 分。各指标应使用可获得、可复核的数据；缺少关键数据时应说明，不得以主观估分替代监测结果。

4.3.2 等级划分与管控

I 级（安全区）：N＜250 个/kg 干土，常规监测。

II 级（警戒区）：250≤N＜800 个/kg 干土，源头减量。

III 级（轻度风险）：800≤N＜2500 个/kg 干土，强化回收与局部替代。

IV 级（中度风险）：2500≤N＜8000 个/kg 干土（且残膜缠绕严重），限期治理与系统修复。

V 级（重度风险区）: N≥8000 个/kg 干土，实施存量消减工程和系统修复。

微塑料丰度等级用于筛查和启动管控。最终风险等级应按附录 B 综合评分确定；丰度等级与综合评分等级不一致时，取较高等级作为管控等级。以 mg/kg 干土、个/m²或 mg/m²表示的结果不得直接套用上述阈值。

4.4 污染特征识别与数据质量要求

开展西北旱区土壤微塑料监测筛查与风险评估时，应重点识别地膜、设施农膜、滴灌带、农用塑料包装物、有机肥、灌溉水和大气沉降等潜在输入来源。其中，地膜和其他农用塑料制品破碎残留是西北旱区农田土壤微塑料的重要来源，应作为监测和防控重点。

监测筛查应重点关注 0cm～30 cm 耕作层土壤。对长期覆膜、连作重茬、残膜回收不到位、多年连片覆膜、绿洲灌区、风沙过渡区及灌溉渠系周边农田，应作为高风险区域开展加密监测。对风蚀强烈、沙质土壤分布广、灌溉水输入复杂的区域，应关注微塑料随风沙、水流和耕作扰动发生水平迁移和垂向迁移的风险。

风险评估时，宜结合微塑料丰度、残膜残留量、覆膜年限、作物制度、土壤质地、风蚀强度、灌溉方式和残膜回收水平等因素综合判定。土壤微塑料可能影响土壤团聚体结构、水肥涵养能力、通气透水能力、土壤动物和微生物群落、作物根系生长及农产品质量安全；有条件的地区可结合土壤

动物、微生物活性、土壤结构稳定性和作物生长指标开展生态风险辅助评价。

不同区域、不同年度监测数据比较时，应统一采样深度、样品前处理、分离提取、聚合物鉴定、粒径识别下限、质量控制和结果表达方式。对采用不同方法获得的微塑料丰度数据，应在报告中说明方法差异，避免直接进行绝对值横向比较。

5 土壤微塑料防控技术与效果评价

5.1 聚乙烯地膜减量技术（一膜多年用）

5.1.1 准备阶段

（1）地块选择

优先选择地面平整、土层深厚残膜污染较轻且前茬便于连续覆膜管理的地块。地块内部不宜存在大量石块、坚硬根茬及其他可能刺穿地膜或滴灌带的硬物。机械化程度较低或机具难以进入的地块，经确认能够人工完整揭膜、回收并完成免耕或轻扰动作业后，也可纳入评估；需挖掘收获、土壤扰动较大的作物地块不宜采用。

（2）地膜选用

应采用高强度加厚型聚乙烯地膜，其厚度不得低于 0.015 mm，拉伸力不低于 3.6 N。

（3）配套滴灌设施选用

在一膜多年用的模式下，建议配套选择可连续使用 2～3 年的内嵌式滴灌带。滴灌带需具备较强的抗机械损伤及抗堵塞能力，其壁厚应结合设计使用年限、田间作业状况及作物根系特点合理选取。

5.1.2 首年铺膜与播种

（1）播前整地

作业前需对田块进行平整处理，清理其中的碎石、坚硬根茬以及其他可能损坏地膜或滴灌带的杂物。整地完成后，地表应达到较为平整的状态，能够满足机械化平铺覆膜作业的基本要求。

（2）平铺覆膜与滴灌带铺设

建议采用集播种、铺膜、滴灌带铺设于一体的联合作业机械。滴灌带需布置在地膜下方，贴附于地表，并沿作物行间或靠近根系的区域铺设。依据作物行距的不同，可选用一膜两行或一膜四行的平作种植模式。地膜铺好后，膜面需保持平整并紧密贴合地面，膜边应压入土中 5 cm～8 cm。覆膜作业完成后，应及时检查膜面有无破损，发现局部破口应立即修补。

（3）首年播种操作

播种应在覆膜之后进行，采用精准穴播或条播方式。播种的深度、植株间距及行距安排均需符合当地高产栽培的技术规范。整个播种过程中，应注意减轻机械操作对地膜和滴灌带造成的损伤。

5.1.3 田间使用管理

（1）灌溉管理

全生育期内应借助滴灌系统实施精准补水。灌溉方案需结合区域水资源状况、作物阶段性需水特征及土壤湿度情况合理制定。以玉米滴灌为例，整个生育周期的推荐总灌水量约为 360 立方米。

（2）追肥策略

建议通过滴灌系统推行水肥一体化追肥。对于玉米种植，追肥可安排在 V6（拔节期/6 叶期）、V12（大喇叭口期/12 叶期）及 R1（抽雄吐丝期）三个关键生育时期进行。具体施用量需依据土壤基础肥力与预期产量水平灵活调整。

（3）膜面与滴灌系统维护

生长季节内，应尽量避免农机作业、牲畜走动及人为活动对膜面和滴灌带造成反复损伤。一旦发现膜面出现局部破损，应及时进行修补、压土或收拢处理，防止其进一步撕裂和碎片化。同时，需定期检查滴灌系统的运行状态，遇有堵塞、渗漏或接口松脱等情况，应及时排除故障。

5.1.4 收获后维护

（1）秸秆处理

收获后，地上残体宜采用高茬割晒或人工移除的方式进行清理。禁止通过全田翻耕破坏地膜及滴灌系统，同时不得对滴灌带所在区域进行机械碾压，也严禁牲畜入田踩踏。

（2）滴灌系统保养

作物收获后，应对滴灌系统进行冲洗，清除管道内的泥沙与生物黏垢，并排空残留水分，以防冬季低温造成冻裂。首部动力装置、过滤设备及可拆卸部件宜拆除后妥善存放。支管接口应及时密封，避免杂物进入管道。

（3）膜面覆盖维持

应尽可能保持地膜的整体完好与连续覆盖状态。地表地膜的有效覆盖比例宜控制在 80%以上。对局部出现破损的区域，应及时压土处理，以减轻风蚀作用导致膜下滴灌带暴露及受损的风险。

5.1.5 续用条件与续年播种

（1）续用原则

进入第二年和第三年生产时，宜采取不揭膜、免翻耕、不更换膜下滴灌带的方式继续使用。续用是否可行，应以地膜和滴灌系统仍能满足正常使用条件为前提进行判断。

（2）免耕播种操作

建议采用免耕穴播机，在原有旧膜位置或错开旧孔位进行播种。播种过程中，应尽可能减轻对旧膜和滴灌带的切割及撕裂损伤。

（3）系统复用流程

春季播种前，需重新连接滴灌首部系统，并开展试压检查。若管路因鼠害、人为损坏或冻胀出现破损，应及时予以修复。确认地膜有效覆盖度、膜体完好率和滴灌系统通水性能满足续用要求后，方可继续利用原地膜和原滴灌系统开展下一生产周期作物播种、灌溉、施肥及田间管理。

5.1.5 循环终点与回收处置

（1）终止使用判定

一膜多年用模式的连续使用年限宜控制在 2～3 年。续用前应应沿地块对角线设置不少于 5 个 1 m×1 m 样方，调查长度大于 5 cm 的裂口密度、有效覆盖度和膜体完好率；滴灌带应随机抽取不少于 3 段 10 m 样带检查漏水点。当地膜出现长度大于 5 cm 的撕裂口且密度超过 5 个/m²，或膜体老化脆化明显、膜下杂草丛生顶破地膜、地膜有效覆盖度或膜体完好率低于 80%，或滴灌带漏水点密度超过 3 处/10 m 且经维修后仍不能满足正常灌溉要求时，不应继续使用，应及时回收地膜和滴灌带。

（2）一体化回收操作

终止使用后应先拆除支管及滴灌带，随后利用残膜回收机对地膜进行回收。回收作业宜采取机械作业为主、人工辅助配合的方式，以提升回收的完整程度。

（3）回收质量要求

地膜的回收率应不低于 90%。滴灌带应力争实现全量回收，回收率宜控制在 95%以上。回收后的地膜与滴灌带须集中收集并进行规范处置，严禁露天焚烧、随意弃置或就地填埋。

5.2 聚乙烯地膜替代技术

5.2.1 技术原理

将作物秸秆、蔬菜尾菜等农业生物质材料粉碎后用于地表覆盖或浅层混土。具体作业参数见本节后文，其中表 1 及作业要求仅适用于浅混或浅埋方式。地表覆盖方式应结合当地水热、土壤和耕作条件开展对照验证，确认保墒效果、作物出苗和田间管理适宜后采用；未经验证不得直接套用浅混参数。全生物降解地膜应符合相应产品标准，并经区域试验确认有效覆盖期及降解效果后另行选用，本文件不将其作为无条件通用替代方式。

5.2.2 准备阶段

（1）材料分拣与分选

对秸秆及尾菜原料须进行严格清理与筛选，将混入其中的塑料绳索、包装薄膜、金属碎屑、石块以及带有明显病虫害的残体彻底清除。尾菜还需进一步分拣，剔除严重腐烂或霉变的部分，以保证所用替代材料的洁净度与安全性。尾菜浅混不宜单一大量施用高水分、易腐败材料，也不宜与高碳氮比材料搭配不当后集中深埋，以免因局部厌氧发酵产生有机酸、硫化氢等有害物质，影响作物根系生长和土壤环境安全。对于白菜、甘蓝等高含水率尾菜，宜经预萎蔫、沥水、高温堆沤或与粉碎秸秆等干性材料混合调节后再进行浅混还田。

（2）机械粉碎处理

秸秆粉碎：采用秸秆粉碎还田机进行作业。粉碎后长度应控制在 10 cm 以内，撕裂程度需满足要求，使秸秆呈丝状或短段状，便于抛撒并与土壤充分混合。

尾菜处理：宜采用机械方式对尾菜进行切段与压碎处理，切段长度以 3cm～5 cm 为宜。该处理可使尾菜内部水分分布趋于均匀，破坏原有大块组织结构，从而加快其后续腐解速度。

5.2.3 混土填埋作业流程

（1）均匀抛撒

采用抛撒机械或人工方式，将粉碎处理后的生物质材料均匀铺洒在田块表面。沿作业方向均匀设置不少于 5 个 1 m×1 m 样方，称量各样方材料质量，以“（1-样方质量变异系数）×100%”计算抛撒均匀度；均匀度须达到 85%以上，严禁出现局部材料堆积或大范围地面裸露的情况。

（2）机械化浅层混合作业

选用旋耕机、浅混机或带有混土装置的播种一体机进行作业。操作时宜采用低档位、高转速，促使生物质材料与土壤实现充分接触与混合。秸秆浅混深度宜控制在 0 cm～10 cm；尾菜浅混或浅埋深度宜控制在 8 cm～15 cm。

（3）地表平整处理

混土作业完成后，需进行镇压或耙平处理。地表平整度应保持在±3 cm 以内，以确保后续精准穴播作业不受影响。

5.2.4 播种与苗期管理

（1）播种时机与方式

完成浅混土填埋作业后，需结合作物种类、土壤湿度状况及生物质材料的腐解进度，适时安排播种。对于秸秆浅混区域，可在整地结束后直接进行播种；而尾菜浅混区域则宜预留一段腐解缓冲期，待材料部分分解后再行播种。播种方式推荐采用机械精量播种、条播或穴播。

（2）播种质量把控

播种前应确保种床表面相对平整，种子须播入湿润的细土层中，不可直接落入未充分混合的大块秸秆或尾菜残体内部。播种深度依作物类型和土壤条件合理设定，以保证种子与土壤紧密接触。播种过程中，应注意避免因浅混层过松、残体堆积或土壤架空等现象影响出苗的均匀性。

（3）苗期管理措施

出苗后应及时进行查苗与补苗，防止出现缺苗断垄。对于因秸秆或尾菜腐解不均、局部板结或通气不良而导致幼苗长势偏弱的区域，需及时采取松土、补水或调整施肥等措施加以改善。苗期应重点监测土壤墒情、幼苗生长状态及根际通气状况，为幼苗正常生长提供保障。

5.2.5 生育期管理

（1）水肥调控措施

在秸秆浅混区域，播种时基肥中的氮素用量宜比常规增加 10%～15%，以调节碳氮比，避免因秸秆分解过程导致苗期缺氮。同时，应借助水肥一体化系统，在材料腐解高峰期（播种后 30 天～60 天）保持土壤处于适宜的湿度状态。

（2）病虫害及环境监测

需定期对土壤中的地下害虫（如蛴螬、地老虎）以及根际病害开展监测。尾菜还田区域还应加强对异味的观察。若出现明显的缺氧腐败情况，应适度进行划锄松土，以改善通气条件。

（3）农艺维护要求

后续田间机械作业时，应控制作业速度，避免因速度过快将尚未腐解的材料翻出土表，从而削弱表层覆盖效应。

5.2.6 技术指标要求

采用秸秆浅混土填埋技术时，施用量宜控制在 4500～7500 kg/ha，粉碎长度应<10 cm，浅混深度为 0cm～10 cm，土壤覆盖度≥70%，正常年型产量应为当地合规常规覆膜对照的 95%～105%，极端年型产量不应低于对照的 90%。

采用尾菜浅混土填埋技术时，施用量宜控制在 20～30 t/ha（鲜重），粉碎长度宜为 3cm~5 cm，浅混深度为 8cm～15 cm，土壤覆盖度≥70%，产量水平不低于当地常规覆膜产量的 90%，可实现聚乙烯地膜投入 100%消减。具体技术参数见表 1。

表 1 秸秆与尾菜浅混土填埋替代技术指标表

指标名称	秸秆浅混土填埋	尾菜浅混土填埋
施用量	4500 kg/ha ~ 7500 kg/ha，干基	20 t/ha ~ 30 t/ha，鲜重
粉碎长度	<10 cm	3 cm ~ 5 cm
浅混深度	0 cm ~ 10 cm	8 cm ~ 15 cm
土壤覆盖度	≥70%	≥70%
产量水平	≥当地常规覆膜产量的 90%	≥当地常规覆膜产量的 90%
消减目标	聚乙烯地膜投入消减 100%	聚乙烯地膜投入消减 100%

5.3 膜侧种植技术

5.3.1 技术原理

采用加厚聚乙烯地膜进行带状垄面覆盖，作物播种定植于地膜侧边裸露土层，形成垄面覆膜保墒、膜侧裸地种植的田间布局。依托地膜覆盖层阻断土壤水分无效蒸发、集聚降水、抑盐控草、调

节地温，作物在膜侧行间生长，兼顾覆膜保水增产效应与农事作业便利度，减少地膜全覆盖带来的膜体破损、碎片化问题，降低田间地膜用量，从而有效防控土壤地膜源微塑料累积输入。该方法宜用于能够在膜侧行间完成播种和田间管理的玉米、杂粮等宽行作物。陇东南等水热条件相对较好的地区可优先开展对照验证；在膜侧土壤墒情不足、风蚀强或作物需水难以保障的地块，不宜未经验证直接推广。

5.3.2 准备阶段

（1）地块筛选

优先选取地势平坦、土层深厚、土质均匀残膜存量较低且适宜膜侧播种和田间管理的西北旱区；田块地膜选用高强度加厚型聚乙烯地膜，厚度≥0.015 mm，拉伸力须达到 3.6 N 以上，具备良好抗老化、抗撕裂、抗风蚀性能，适配旱区田间长期覆盖及多季复用要求。

（2）垄型与带型规划

根据栽培作物行距、种植密度合理规划垄宽、膜宽、膜侧种植带宽度，规范垄体起垄规格，明确覆膜区域与膜侧种植区域边界，统筹保墒集雨、根系伸展及机械化作业空间。

5.3.3 垄覆膜及膜侧播种作业流程

（1）播前整地起垄

作业前对田块进行整平深耕，清除田间碎石、残茬及凸起杂物，按照预设规格机械起垄，垄体紧实规整，垄面平整无土块，满足后续平铺覆膜、贴垄压实作业要求。

（2）标准化垄面覆膜

采用机械垄上平铺覆膜，膜面舒展平整、紧密贴合垄面，膜边入土压实固定。覆膜完成后及时检查膜面完整性，对局部破口覆土修补，保障垄膜密闭保墒、集雨效果，预留垄侧裸露种植带。

（3）膜侧精准播种

播种作业统一在地膜侧边裸露带开展，不破坏垄面覆膜层。采用机械精量条播或穴播方式，播种深度、株距、行距严格遵循区域旱作高产栽培规范。作业机具避让垄面地膜，防止碾压、划破、撕扯膜体。

5.3.4 播种与苗期管理

（1）播种时机与方式

待田间起垄覆膜完成、垄体稳定、膜边压实固定后，结合区域气候、土壤墒情及作物生育节律适时开展膜侧播种。根据作物类型选用机械精量播种、条播或穴播方式，避开大风及土壤过湿时段作业。

（2）播种质量把控

播种前保证膜侧种床土层疏松平整，种子播入膜侧湿润土层内，播种深度依据作物特性合理设定，确保种子与土壤紧密接触。播种过程避免机具扰动垄面地膜，防止膜体移位、破损，保障出苗均匀整齐。

（3）苗期管理措施

出苗后及时开展查苗、补苗工作，消除田间缺苗断垄现象。定期巡查垄膜完整状态，对膜边松动、膜面破损部位及时覆土压实；清理膜侧行间杂草，减少杂草与作物争水争肥，防范杂草顶破地膜。同步监测土壤墒情与幼苗长势，根据苗情适度补水，保障苗期稳健生长。

5.3.5 生育期管理

（1）水肥调控措施

结合土壤基础肥力、目标产量及作物各生育阶段需水需肥规律开展水肥管理。肥料集中施于膜侧种植带，采用沟施、穴施或水肥一体化分次追肥，减少养分挥发与淋溶损失。依托垄膜集雨保墒效应减少灌溉频次，根据土壤墒情动态调控补水量，提升天然降水与灌溉水利用效率。

（2）病虫害及环境监测

生育期内定期监测田间作物长势、土壤墒情、地下害虫及根茎病害发生情况。严控田间农机通行路线，作业仅在膜侧行间进行，避免机械碾压、剐蹭垄面地膜。密切关注地膜老化、破损情况，及时加固覆土，降低膜体碎裂风险。

（3）农艺维护要求

田间农事作业严格控制机械行进速度与作业范围，禁止随意揭膜、破坏性翻动膜体；不扰动垄膜覆盖结构，持续维持垄面覆膜、膜侧种植的稳定模式，减少人为因素造成的地膜破损碎片化。

5.3.6 技术指标要求

采用膜侧种植技术时，选用厚度≥0.015 mm 加厚地膜，膜边覆土压实深度 5 cm～8 cm，田间地膜覆盖度控制在 45%～65%，膜侧种植带规整连续；地膜破损率低、复用性好，田间残膜产生量显著降低；作物产量水平不低于当地常规全覆盖覆膜种植产量的 90%，在地膜减量应用基础上实现西北旱区土壤微塑料源头防控。

5.4 末端生物修复储备技术（探索性验证）

本节所述菌株筛选、菌剂制备及盆栽和大田评价仍属研究验证内容，不作为成熟可推广技术或强制性验收指标。只有在菌剂质量、施用剂量、生态安全及多点田间效果完成验证并形成适用条件后，方可结合当地条件开展试验示范。

5.4.1 技术原理

本技术针对采用 PLA 全生物降解地膜的农田，在自然降解基础上，通过外源接种具有高效协同降解能力的微生物菌剂，旨在显著缩短地膜及残留微塑料在土壤中的矿化周期，实现原位深度修复。该技术通过构建多菌株降解体系，定向强化对 PLA/PBAT 共混材料中酯键的水解与裂解能力，在保障作物正常生长的前提下，加速地膜残体与土壤微塑料的生物消减，从末端治理环节有效降低地膜源微塑料的土壤累积风险。

5.4.2 准备阶段

（1）降解菌株的筛选与活化

选取经前期研究证明对聚乙烯（PE）或聚乳酸（PLA）等塑料具有潜在降解能力的菌株作为出发菌株。将供试菌株接种于 LB 液体培养基中进行活化培养，恢复其生物学活性。随后，将活化菌液接种于以 PLA/PBAT 微塑料（等质量混合）为唯一碳源的无机盐筛选培养基上，于 28℃恒温培养。通过喷洒碘-硼酸显色剂，观察并测量菌落周围透明圈直径与菌落直径之比（D/d），以此为评价指标，筛选出对 PLA 及 PBAT 均具有显著降解潜力的优势菌株。

（2）菌株产酶能力测定

鉴于 PLA 和 PBAT 分子结构中富含酯键，其高效降解依赖于微生物分泌的胞外水解酶（主要为蛋白酶和酯酶）。应分别采用脱脂奶粉固体培养基和三丁酸甘油酯固体培养基对新筛选的优势菌株进行产蛋白酶和产酯酶能力测定。通过观察并测量菌落周围形成的透明圈大小，定性并半定量评价各菌株的水解酶活性，以评估其降解潜力。

5.4.3 降解菌群构建及菌剂制备

（1）菌株间拮抗关系评价

为保障降解菌群的稳定性与协同增效，需对所有候选菌株进行平板对峙试验。具体操作为：将各供试菌株培养至相同生长状态（OD600 值统一为 0.8），取等量菌液分别涂布或点接于同一 LB 平板。于 28℃共培养 48 小时后，观察菌落交界处是否形成明显的抑菌圈。若菌株间无明显拮抗作用（即无抑菌圈形成），则认为其具有良好的共存能力，适宜共同构建复合菌群。

（2）降解菌群构建及菌剂制备

将经筛选及拮抗试验验证的、具有高效降解能力且无相互抑制的菌株，作为核心菌株。分别将各菌株在 LB 液体培养基中培养至对数生长期，调节菌液浓度至 OD600=0.8。随后，按等体积比将各菌株发酵液均匀混合，制备得到微生物菌剂。

5.4.4 人工构建体系中菌剂对地膜微塑料的降解效果评估

为验证微生物菌剂的降解效能，应在受控的人工构建体系中进行初步评估。具体步骤如下：将表面灭菌处理后的 PLA/PBAT 共混地膜膜片（已知初始质量）加入以无机盐培养基为主的培养体系中，按 1%（v/v）的接种量接入微生物菌剂（Syn），以不接菌的处理作为对照。置于 28℃、180 rpm 的恒温震荡培养箱中培养 60 天。培养结束后，回收膜片，经严格清洗（2% SDS 超声清洗，75%及 95%乙醇依次浸泡）和干燥后称重，计算失重率。同时，采用扫描电子显微镜观察膜片表面微观形貌变化，并利用傅里叶红外光谱仪分析膜片表面官能团的变化。根据失重率、表面侵蚀程度及特征官能团（如羰基 C=O、羟基-OH）的强度变化，综合评估菌剂的降解效果。

5.4.5 盆栽体系中降解菌剂对地膜微塑料的降解效果评估

（1）地膜失重率测定：在更接近真实土壤环境的盆栽条件下进行验证。在装有农田土壤（350 g/盆）的花盆中添加占土壤干重 0.5%的 PLA/PBAT 地膜碎片（已知初始质量）。移栽长势一致的小白菜幼苗，并按每盆 5 毫升的剂量将微生物菌剂（Syn）接种于盆栽土壤表面，以不接菌为对照。于植物培养间（25℃，光暗比 14 h/10 h）培养 49 天后，回收土壤中的塑料碎片，进行清洗、干燥和称重，计算失重率，评估菌剂在土壤环境下的实际降解能力。

（2）盆栽作物生长指标测定：在评估降解效果的同时，同步监测菌剂施用对作物的安全性。于收获时测定小白菜的地上部分与地下部分的鲜重和干重，与对照组进行差异显著性分析，评估微生物菌剂施用对作物生长是否存在不良影响。

5.4.6 降解菌剂生产工艺优化

为实现技术的规模化应用，需对微生物菌剂的生产工艺进行优化。重点在于：（1）培养基配方优化：通过单因素试验，筛选低成本碳源、氮源及无机盐，替代实验室级试剂，降低菌株发酵成本。（2）发酵条件优化：确定最佳发酵温度、pH 值、溶氧量及发酵周期，以提高单位体积发酵液中的有效活菌数。（3）菌剂剂型确定：根据应用场景（液体喷施或固体撒施），研究菌剂的浓缩、吸附

（如使用草炭、硅藻土等载体）及保护剂配方，确保菌剂在储存、运输及田间应用中的活性与稳定性。

5.4.7 大田体系中降解菌剂对地膜微塑料的降解效果评估

在前述评估基础上，应选择西北旱区典型覆膜农田开展大田验证试验。设置对照区（常规自然降解）和菌剂处理区，每个处理不少于 3 个重复小区。定期按 4.2.2 规定的 0 cm～15 cm 和 15 cm～30 cm 两个土层采集土壤样品，分别测定土壤中 PLA/PBAT 残留微塑料的丰度及其表面形貌变化。评估在大田复杂环境条件下（非无菌、温湿度波动、土著微生物竞争等），微生物菌剂对目标地膜微塑料的原位降解效率，从而全面验证技术的实用性与有效性。

5.5 效果评价指标

采用本文件所规定的绿色消减技术后，应极大降低农田土壤中源于地膜的微塑料输入量及其累积风险，实现聚乙烯地膜用量减少、土壤质量改善以及作物产量稳定三方面的协同效果。

5.5.1 核心消减指标

与当地现行合规常规覆膜方式（采用 0.010 mm 厚地膜且每年更换一次）相比，实施本文件技术后需达到以下核心消减目标：

地膜源微塑料增量消减率：在 0cm～30 cm 耕作层土壤范围内，地膜源微塑料丰度的年均增加量应减少 30%以上。

聚乙烯地膜投入强度消减率：借助一膜多年用或绿色替代等技术手段，单位面积上聚乙烯地膜的年均投入质量应减少 30～60%。

土壤残膜累积速率消减率：土壤中粒径大于 5 mm 的残膜量，其年均累积速度应降低 50%以上。

微塑料生态风险消减率：有条件的实施区域可开展微塑料生态风险消减评价。微塑料生态风险指数可由微塑料暴露水平、残膜残留量、土壤结构稳定性、土壤微生物生物量和土壤多功能性等指标综合计算。

微塑料生态风险消减率按式（1）计算：

$$R_r=\frac{ERI_0-ERI_t}{ERI_0}\times 100\% \quad (1)$$

式中：R_r，微塑料生态风险消减率，%；ERI_0，实施前或当地常规覆膜对照地块的生态风险指数；ERI_t，技术实施后生态风险指数。

生态风险指数可按式（2）计算：

$$ERI=0.40S_{MP}+0.20S_{RF}+0.15S_{SA}+0.15S_{MB}+0.10S_{MF} \quad (2)$$

式中：S_{MP}，微塑料丰度风险标准化得分；S_{RF}，农田残膜残留量风险标准化得分；S_{SA}，土壤结构稳定性风险标准化得分；S_{MB}，土壤微生物生物量风险标准化得分；S_{MF}，土壤多功能性风险标准化得分。

各指标得分可采用 0～100 分标准化方法。正向风险指标按 S=100×(x-L)/(U-L)计算，反向保护指标按 S=100×(U-x)/(U-L)计算，结果限定在 0～100 分；L 和 U 应取同一区域经验证的低风险与高风险参考值，并在报告中列明。式（2）所列 0.40、0.20、0.15、0.15、0.10 为推荐权重，分别突出微塑料暴露、残膜存量和土壤生态响应；应用时应开展权重±20%的敏感性分析。缺少参考值或关键指标时，不应强行计算 ERI。其中，微塑料丰度和残膜残留量为正向风险指标，数值越高风险越高；土壤结构稳定性、微生物生物量和土壤多功能性为反向风险指标，数值越低风险越高。各指标应采用实施前后同一监测方法、同一采样深度和同一评价口径进行计算。

通过生物质浅混替代、加厚易回收地膜、一膜多年用和规范回收处置等措施，微塑料生态风险消减率宜达到 30%以上。

5.5.2 生产与生态配套指标

（1）源头控量减量技术实施要求：在采用源头控量减量技术时，厚度不小于 0.015 mm 的加厚易回收地膜所占比例须达到 100%。厚度 0.012 mm 至小于 0.015 mm 的地膜不得作为本文件规定的一膜多地膜，地膜有效覆盖度（覆盖面积占农田总面积的比例）应维持在 80%以上，膜体完好率不低于 80%，地膜回收率也应达到 90%及以上。

（2）绿色替代覆盖指标：采用秸秆或尾菜浅混土填埋方式进行替代覆盖后，浅混处理区应具备稳定的保墒抑蒸能力。在连续无有效降水条件下，浅混处理区 0～20 cm 土壤日均含水量按“（起始含水量-终止含水量）/监测天数”计算，下降速率不宜高于当地常规覆膜对照区的 1.2 倍；播种至苗期关键阶段，浅混处理区 0～20 cm 土壤含水量宜保持在作物适宜出苗和幼苗生长范围内，且不应出现因浅混层过松、局部厌氧腐败或土壤架空导致的明显缺苗断垄。土壤含水量可采用烘干法、便携式土壤水分仪或固定监测传感器测定，处理区与对照区应在固定时刻、相同土层采用同一方法测定，监测频次宜为每 3～5 天一次，连续监测不少于 15 天，并记录土壤含水量和气象条件。

（3）作物产量目标：在正常气候年型下，作物产量波动幅度宜控制在±5%以内；在干旱、低温等极端气候年型下，产量水平不应低于当地常规覆膜产量的 90%。

（4）土壤质量提升指标：连续实施 3～5 年后，耕作层土壤中水稳性大团聚体（粒径>0.25 mm）的比例宜提高 10%以上，土壤微生物生物量碳宜提升 15%以上。

5.6 西北旱区典型区分区分类防控技术模式

5.6.1 黄土丘陵旱作区（甘肃中部、陕北）

适用作物：玉米、马铃薯；

核心痛点：坡耕地多、风蚀严重、残膜回收难；

技术组合：加厚地膜或膜侧种植+机械化残膜回收；具备秸秆资源和适宜墒情条件时，可采用秸秆浅混替代。

5.6.2 绿洲灌溉农业区（河西走廊、新疆南疆）

适用作物：棉花、小麦、特色林果；

核心痛点：连作重茬、灌溉水次生污染、残膜累积重；

技术组合棉花、小麦和特色林果可结合连作年限及残膜状况，选用加厚易回收地膜或经评估的一膜多年用，配套滴灌水过滤拦截和集中回收处置。储备技术完成安全性、菌剂质量和多点大田验证前，不纳入常规技术组合；具备验证依据后，可按程序开展试验示范。

5.6.3 风沙旱滩区（宁夏中部、内蒙古西部）

适用作物：旱作杂粮、牧草；

核心痛点：生态脆弱、风沙大、地膜回收价值低；

技术组合：优先评价秸秆等生物质地表覆盖或浅混替代；适宜宽行作物可试用膜侧种植。确需覆膜时，采用加厚易回收地膜并配套回收处置，不将机械化条件作为唯一准入条件。

5.7 监管环节：全链条制度与运行监管体系

5.7.1 源头准入监管

（1）严格执行地膜标准，严禁生产、销售、使用厚度＜0.01 mm 非标超薄地膜，强制推广≥0.015 mm 加厚高强度地膜；

（2）实行农用塑料农资生产、销售、使用三联单制度，实现全程溯源；

（3）鼓励探索地膜“押金制、以旧换新”等回收激励机制。押金标准宜参考地膜购买价格的10%～20%确定，并与残膜交回数量、回收质量和资源化利用去向挂钩，引导农户主动交回残膜。

5.7.2 过程使用监管

（1）规范农户覆膜行为，推广机械覆膜、膜边压实、破损修补，减少地膜田间破碎；

（2）分类指导种植模式：高需水作物主推加厚膜+机械回收，特色作物主推可降解膜替代，低覆盖区主推无膜栽培；

（3）严控有机肥、灌溉水微塑料输入，杜绝农用塑料包装物田间丢弃。

5.7.3 回收处置监管

（1）构建“村级回收点—乡镇中转站—县级处置中心”三级回收网络，实现全域覆盖；

（2）严禁田间残膜焚烧、随意掩埋，规范残膜清洗、造粒、资源化利用流程；

（3）引导市场化运营，培育残膜回收处置主体，形成闭环产业链。

5.7.4 考核监督监管

（1）地方可结合现行考核机制，将残膜回收率和土壤微塑料防控成效纳入相关评价；

（2）建立政府监管、第三方评估、群众举报监督相结合的监督机制；

（3）定期开展专项督查，对违规行为依法依规追责，通报整改落实情况。

5.7.5 实施保障

（1）组织保障

成具备条件的地区可建立跨部门协调机制，统筹农业农村、生态环境、市场监等部门，按现行职责分工，展开协作、定期会商、督办落实机制，是否设立工作专班及其层级由地方确定

（2）资金保障

地方可依据现行预算管理和项目管理规定，统筹现有资金渠道支持监测、技术推广和残膜回收；是否设立专项资金及具体投入规模由有权部门依法依规确定。

（3）技术保障

组建专家技术团队，联合科研院校开展旱区适配技术研发；建设标准化示范基地，开展技术培训、现场观摩；培育第三方技术服务机构，提供专业监测、治理服务。

（4）监督评估保障

建立年度监测、中期评估、终期考核机制，定期通报防控成效；动态优化技术方案，形成“监测-评估-治理-整改”闭环管理。

5.8 档案记录管理

5.8.1 记录内容

技术实施过程应建立记录档案，内容宜包括：

（1）地块编码、地理位置、面积、所属区域类型及地块责任人；

（2）种植作物种类、种植模式、覆膜方式及灌溉方式；

（3）所实施的绿色消减技术具体方式；

（4）地膜类型、厚度、生产企业、产品批号、质量合格证明，或替代材料种类、来源及用量；

（5）覆膜、覆盖、浅混、播种、灌溉、回收等关键作业时间；

（6）滴灌系统类型、铺设时间、连续使用年限及维护情况；

（7）地膜与滴灌带的回收数量、回收率、含杂率、回收方式及处置去向；

（8）作物产量、产值、投入成本和收益情况；

（9）异常状况及采取的处理措施；

（10）土壤残膜残留量及地膜源微塑料监测结果，包括监测单位、检测方法、检测时间、采样深度、采样点数、重复次数、结果表达单位等；

（11）地膜源微塑料增量消减率、残膜残留控制效果或生态风险降低率评估结果；

（12）实施单位、技术负责人、地块责任人签字或电子确认信息。

5.8.2 电子化与动态台账管理

实施记录应采用纸质台账与电子台账相结合的方式管理。具备条件的地区，宜依托农业农村信息平台、地理信息系统（GIS）或农业物联网平台，建立“一县一档、一乡一册、一块一表”的动态管理台账，搭建区域土壤微塑料监测与防控数据库。

电子台账内容宜包括地块信息、投入品信息、覆膜和替代材料使用情况、作业过程、残膜与滴灌带回收处置情况、土壤残膜残留量、微塑料监测结果、风险等级、治理措施及实施进展等。相关数据应定期更新，实现污染状况、防控过程和治理成效可追溯、可查询、可统计和可评估。

5.8.3 保存期限

相关记录应保存不少于 5 年。

附录 A

（资料性）

西北旱区土壤微塑料监测点位布设表

表 A.1 县级长期固定监测点位信息表

责任单位：　　监测深度：0~15 cm 为 A，15~30 cm 为 B

序号	县域名称	乡镇片区	村组地块	经纬度	土壤类型	主要作物	覆盖年限	监测深度	布设类型	监测频次	备注
1											
2											
3											
4											
5											
6											

表 A.2 监测样品信息记录表

责任单位：　　监测深度：0~15 cm 为 A，15~30 cm 为 B

样品编号	采样日期	采样地点	种植制度	样品质量	检测方法	检出粒径下限	质量控制结果	地膜类型	灌溉方式	微塑料丰度	主要成分	粒径分布	风险等级	采样人	审核人
1															
2															
3															
4															
5															
6															

附录 B

（规范性）

土壤微塑料风险分级评估标准表

表 B.1 西北旱区农田土壤微塑料风险分级标准

风险等级	等级区	微塑料含量浓度（个/kg 干土）	残膜残留情况	生态影响程度	核心管控措施
I级	安全区	N＜250	<10 kg/ha (GB/T 25413-2010)	水稳性大团聚体>60%，容重 <1.2 g/cm³	常规监测、规范覆膜
II级	警戒区	250≤N＜800	10～50 kg/ha	水稳性大团聚体 50%-60%，容重 1.2～1.3 g/cm³	源头减量、机械回收
III级	轻度风险区	800≤N＜2500	50～200 kg/ha	水稳性大团聚体 40%-50%，容重 1.3～1.4 g/cm³	强化回收、局部修复
IV级	中度风险区	2500≤N＜8000	大量残膜、耕层缠绕 200～500 kg/ha	抑制作物生长，水稳性大团聚体 30%-40%，容重 1.4～1.5 g/cm³	限期治理、系统修复
V 级	重度风险区	N≥8000	严重污染、团聚体破碎>500 kg/ha	水稳性大团聚体<30%，容重>1.5 g/cm³，作物产量显著下降	存量消减工程、系统修复

表 B.2 风险评估综合打分表

评估指标	分值	评分标准	得分
微塑料含量浓度	40	＜250：0-5 分；250～800：6-15 分；800～2500：16-25 分；2500～8000：26-35 分；＞8000：36-40 分	
残膜残留量	20	<10 kg/ha：1-5 分；10～50 kg/ha：6-10 分；50～200 kg/ha：11-15 分；>200 kg/ha：16-20 分	
土壤质地	10	黏质土 1-3 分；壤土 4-6 分；沙质土 7-10 分	
风蚀强度	10	弱（无明显地表迁移）1-3 分；中（季节性迁移）4-6 分；强（频繁起沙且有明显迁移）7-10 分	
作物敏感性	10	低（与对照相比无可识别不良效应）1-3 分；中（轻微且可恢复的生长或生理）4-6 分；高（出现显著或持续的不良生长、生理或产量效应）7-10 分	
治理难度	10	易（机械可进入且回收体系完善）1-3 分；较易（需局部改造或补充设施）4-6 分；难（地形、碎片化或处置条件明显制约）7-10 分	
综合得分	100	＜40 分为I级（安全区），低优先治理区；40-59 分为II级（警戒区），一般治理区；60-74 分为III级（轻度风险区），重点治理区；75-89 分为IV级（中度风险区），强化治理区；≥90 分为V级（重度风险区），紧急修复区	

附录 C

（资料性）

残膜回收处置管理台账

表 C.1 村级回收点残膜回收登记表

日期	农户姓名	地块位置	回收地膜重量（kg）	回收方式（人工/机械）	回收人员	交旧领新情况	备注

表 C.2 乡镇残膜中转台账

日期	来源村（回收点）		回收地膜重量(kg)	含杂率（%））	暂存位置	转运日期	接收单位	经办人

表 C.3 县级残膜资源化处置台账

日期	接收乡镇	接收总量（kg）	清洗量（kg）	造粒量（kg）	资源化利用去向	处置负责人	备注

表 C.4 区域年度残膜回收防控汇总台账

县域	覆膜面积（ha）	当期应回收地膜投入量（t）	实际回收净量（t）	回收率（%）	监测点位数量	超标点位数量	风险等级分布	整改完成情况