The background of the cover is a photograph of a field with young green plants growing in rows, with a blurred background of trees and a bright sky. The text is overlaid on this image.

中国PE覆盖膜应用 现状分析报告

&

2021

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、珠海金发生物材料有限公司、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。



发行方

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
德国国际合作机构（GIZ）

审校

德国国际合作机构：侯靖岳，张宏艳

© 北京，2021年12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，但不对其中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，将由外部信息出版方对相关内容负责，德国国际合作机构不对此类内容承担任何责任。

目录

- 农膜使用现状
 - 一、农膜使用的必要性..... 5
 - 二、农膜使用总量..... 2
 - 三、地膜区域分布情况..... 7
 - 四、地膜材质及标准要求..... 11

- 地膜残留污染情况
 - 一、地膜残留污染的现状..... 16
 - 二、地膜残留的主要危害..... 19

- 废旧地膜的回收利用
 - 一、废旧地膜回收利用现状..... 20
 - 二、废旧地膜回收相关政策法规..... 22
 - 三、废旧地膜回收利用模式..... 30
 - 四、废旧地膜回收再利用技术..... 34
 - 五、主要问题与困难..... 37
 - 六、国际经验..... 38

- 地膜利用未来趋势与建议
 - 一、未来趋势..... 42
 - 二、发展建议..... 43

缩略语表

缩写	全称	说明
PE	Polyethylene	聚乙烯
PVC	Polyvinyl chloride	聚氯乙烯
EVE	Ethylene-Vinyl Acetate copolymer	乙烯 - 乙酸乙烯酯共聚物
HDPE	High-Density Polyethylene	高密度聚乙烯
LDPE	Low-Density Polyethylene	低密度聚乙烯
LLDPE	Linear Low Density Polyethylene	线性低密度聚乙烯



农膜使用现状

一、农膜使用的必要性

农膜，即农用塑料薄膜，主要包括地膜和棚膜，目前已广泛用于现代农业，是继种子、化肥和农药之后的又一项重要生产资料。以地膜为例，通过增温保墒、调节生长周期、防病抗虫和抑制杂草等功能，可以改善农作物的生产环境，有效提高农作物产量，使粮食作物增产 20% ~ 35%，经济作物增产 20% ~ 60%。农膜覆盖技术已成为中国北方地区农业生产第一大应用技术，以及旱作区域抗旱节水增量的主推技术。

● 1. 农膜覆盖可极大地改善生产条件，尤其是在增温保墒方面。

农膜覆盖有效解决了中国北方干旱、半干旱区和西南山区土壤水分不足以及春季低温和积温不足等生产难题，地膜覆盖玉米较常规种植水分利用效率提高 30%~70%。

● 2. 农膜覆盖可以扩大农作物的种植区域。

与常规种植相比，地膜覆盖不仅可以使农作物稳产早熟，还可以通过改变作物生长的小环境，扩大农作物的种植区域。一是可使部分喜温作物的栽培北界向北移 2~5 个纬度，即向北推进 500 多公里；二是可使作物种植海拔向上提升 500~1000 m，例如，西南地区的地膜覆盖可使烟草种植的海拔高度大幅度升高，有效解决了云贵川高原烟草种植区域的限制。

● 3. 农膜覆盖可缩短农作物生长周期。

在黄淮海平原、黄土高原、长江流域及以南等地区，地膜覆盖可使部分蔬菜的上市期提早 5~15 d，西（甜）瓜早熟 7~15 d；在东北、西北等低温寒冷地区，可以使主要蔬菜和瓜类的采收时间提早 7~20 d。在蔬菜生产上，地膜覆盖不仅使蔬菜早熟增产，同时还可改善蔬菜品质，缩短淡季，延长供应期，有效改善和提升蔬菜供应水平。



二、农膜使用总量

1. 农膜使用总体情况

农膜是中国农业生产的重要生产资料之一，近10年每年的使用量均在200万t以上，位居世界第一。根据《中国农业农村统计年鉴2020》，中国农膜使用量从2010年的217.30万t增加到2015年的260.36万t，6年增长了约43万t，年均增长率4.28%；自2016年起，随着《土壤污染防治行动计划》《农膜回收行动方案》等政策文件颁布实施，全国农膜使用量逐年下降，2019年农膜使用量为240.77万t，较2015年减少了约20万t，年均增长率-1.93%，具体如图1所示。

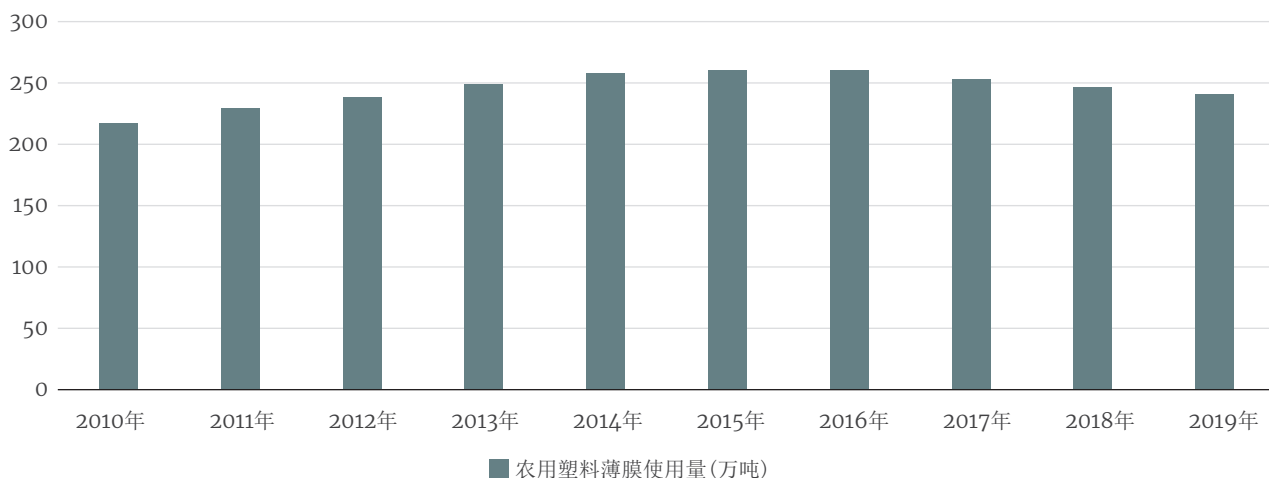


图1 2010-2019年中国农膜使用情况

受耕地面积、覆膜品种及设施农业发展影响，中国农膜使用存在明显的地域特征，集中分布在三大片区，即：中部片区，主要包括山东、河南等农业大省；西北片区，主要包括新疆、甘肃等省份；西南片区，主要包括四川、云南等省份。根据《中国统计年鉴2020》可知，中部片区的用量要高于其他片区，2019年山东、河南的农膜用量分别达到26.71万t和15.08万t；西北干旱和半干旱地区的农膜用量也比较高，2019年新疆、甘肃的农膜使用量分别达到26.27万t和15.23万t。西南片区的四川、云南等省份是经济作物种植面积大省，覆膜面较大，2019年两者的农膜使用量分别达到12.32万t和12.21万t。以上6个省份的农膜使用总量为107.82万t，占当年全国农膜使用总量的44.78%。详见表1。

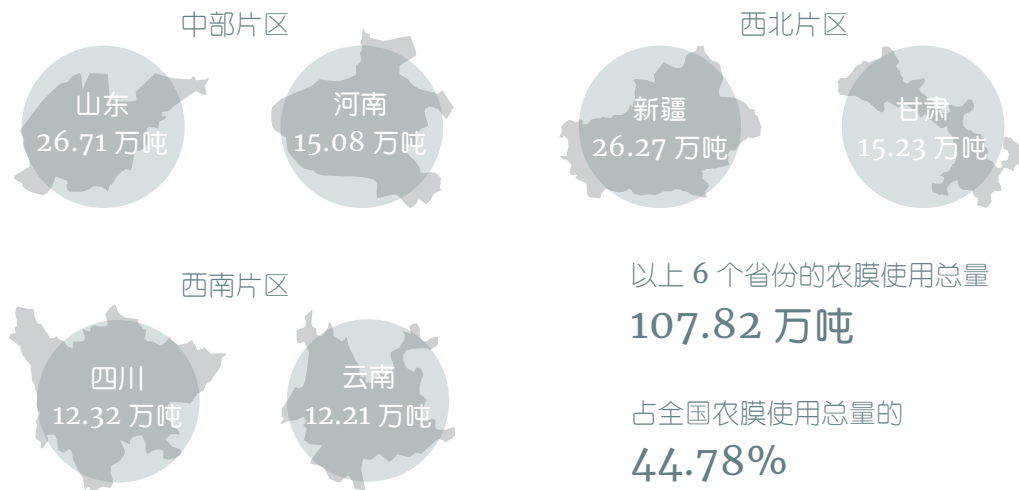


表 1 2019 年中国部分省份农膜使用情况

序号	省份	农膜使用量 (万 t)	在全国的占比
1	山东省	26.71	11.09%
2	新疆维吾尔自治区	26.27	10.91%
3	甘肃省	15.23	6.32%
4	河南省	15.08	6.26%
5	四川省	12.32	5.12%
6	云南省	12.21	5.07%
7	江苏省	11.42	4.74%
8	辽宁省	11.35	4.71%
9	安徽省	10.37	4.31%
10	河北省	10.32	4.29%

注：数据来自《中国统计年鉴-2020》

● 2. 地膜使用情况¹

20 世纪 70 年代初，中国部分地区利用废旧普通农膜对蔬菜、棉花等作物进行小面积栽培试验，取得一定效果，但由于经济、技术原因未能得到推广。1978 年，通过对外科技交流，从日本引进一整套的地膜覆盖技术，包括作业方法、专用地膜和覆盖机械。经过几年的消化吸收，与中国传统农业耕作技术相结合，形成了具有中国特色的地膜覆盖栽培技术体系。1979 年，中国试制成功地面覆盖专用膜，随后又试制成功了多种有色地膜、反光膜、除草膜、耐老化长寿膜、切口膜等新产品。1980 年试制成功了地膜覆盖机，1984 年已经可以生产不同动力牵引的各种覆盖机共 60 多种型号，同年成立了中国地膜覆盖栽培研究会。1985 年，中国地膜覆盖面积跃居世界第一位。1993 年以来，中国地膜产品不断稳定，应用模式日益成熟，覆盖作物扩大，配套膜机具重大突破且规模应用，目前地膜覆盖栽培已在 80 多种作物上获得成功。

近十年，中国地膜使用量情况与农膜使用总体情况的变化趋势基本一致，呈现先增后降的趋势。据 2010~2020 年《中国农业农村统计年鉴》《中国环境统计年鉴》数据显示，2010 年至 2016 年全国地膜使用量增长了约 27.11 万 t，年均增长率 3.70%，增速先快后慢，逐步趋于稳定，2016 年达到最高峰 147.01 万 t。此后，随着年《土壤污染防治行动计划》《农膜回收行动方案》等政策文件颁布实施，全国农膜使用量逐渐降低，连续 3 年负增长（年均增长率 -2.11%），2019 年地膜使用量为 137.92 万 t。从地膜覆盖的具体情况来看，地膜覆盖面积呈现出先快速增长，后保持稳定且缓慢降低的趋势，与地膜使用量趋势基本一致。2010 年中国农作物地膜覆盖总面积为 1559 万 hm²，2017 年达到最高（1866 万 hm²），占全国总耕地面积的 13.5%；之后略有减少，2019 年农作物地膜覆盖面积为 1743 万 hm²。详见表 2。

¹ 由于中国的棚膜基本可以实现高比例回收利用。因此本报告的分析讨论均只针对地膜。

表 2 2010-2019 年中国地膜使用情况

年份	耕地总面积 (万公顷)	地膜覆盖面积 (万公顷)	地膜使用量 (万吨)	地膜使用量增速 (%)
2010 年	13526.8	1559.56	118.38	-
2011 年	13523.9	1979.05	124.48	5.16%
2012 年	13515.8	1758.25	131.08	5.30%
2013 年	13516.3	1765.70	136.18	3.89%
2014 年	13505.7	1814.03	144.15	5.85%
2015 年	13499.9	1831.84	145.48	0.93%
2016 年	13492.1	1840.12	147.01	1.05%
2017 年	13788.1	1865.72	143.66	-2.28%
2018 年	13788.1	1776.47	140.94	-1.89%
2019 年	13788.1	1762.81	137.92	-2.15%

注：数据来自《中国农业农村统计年鉴》《中国环境统计年鉴》

根据 2010~2020 年《中国农业农村统计年鉴》《中国环境统计年鉴》，可以计算得到全国地膜使用强度²，其平均值与地膜使用量变化趋势一致，由 2010 年的 8.75 kg/hm² 增加到 2016 年的 10.90 kg/hm²，达到峰值，之后缓慢降低，2019 年全国地膜使用强度平均值为 10.00 kg/hm²。受覆膜品种、耕作方式、地膜类型的因素影响，单位面积覆膜量³ 平均值略有浮动，但基本保持在 77-79.4 kg/hm² 范围内。详见表 3。

表 3 2010-2019 年中国地膜使用强度及单位覆膜量情况

年份	地膜使用强度 (kg/hm ²)	地膜使用强度增速 (%)	单位面积覆膜量 (kg/hm ²)	单位面积地膜覆膜量增速 (%)
2010 年	8.75	-	75.90	-
2011 年	9.20	5.14%	62.90	-17.13%
2012 年	9.70	5.43%	74.55	18.52%
2013 年	10.08	3.92%	77.12	3.45%
2014 年	10.67	5.85%	79.46	3.03%
2015 年	10.78	1.03%	79.42	-0.05%
2016 年	10.90	1.11%	79.89	0.60%
2017 年	10.42	-4.40%	77.00	-3.62%
2018 年	10.22	-1.92%	79.34	3.04%
2019 年	10.00	-2.15%	78.24	-1.39%

注：数据来自《中国农业农村统计年鉴》《中国环境统计年鉴》

² 地膜使用强度是指某区域地膜使用量与该区域总耕地面积的比值，是反映一个地区地膜使用量的指标。

³ 单位面积覆膜量是指地膜施用量与覆膜面积的比值，是反映单位面积覆膜强度的指标。

随着地膜覆盖栽培技术理论与生产实践的不断发展，地膜覆盖应用的作物种类迅速增加，由最初主要用于经济价值比较高的蔬菜、花卉种植，现已扩大到花生、西瓜、甘蔗、烟草、棉花等多种经济作物。此外，在干旱及冷凉地区，为实现保墒保温生产，也采用覆膜栽培种植玉米、小麦等大宗粮食作物。在新疆、山东、山西、内蒙古、陕西和甘肃等高寒冷凉、干旱及半干旱地区，地膜覆盖技术已推广应用到大部分种类的农作物种植上，并呈现持续增长趋势。



图 2 常见作物覆膜品种

三、地膜区域分布情况

● 1. 地膜使用量

根据 2010~2020 年《中国统计年鉴》中地膜使用量分析可以看出，中国地膜使用区域由 2010 年的新疆、山东两省，逐步扩大到北方干旱、半干旱地区和西南经济作物种植区。截至 2019 年，基本形成三大区域，即以山东为主的设施蔬菜覆膜区，以新疆、甘肃、内蒙古为主的保温保湿功能覆膜区，以四川、云南为主的经济作物除草功能覆膜区。总体看，中国地膜使用区域已从北方干旱、半干旱地区扩展到南方的高山、冷凉地区。

此外，受干旱程度、海拔与气温、覆膜品种等影响，不同区域的地膜使用量也具有明显的地域特征。其中，干旱、半干旱地区地膜用量明显高于其他区域，以新疆、内蒙古、甘肃为例，2019 年地膜使用量分别达到 24.27 万 t、8.08 万 t 和 11.6 万 t，三者之和占当年全国地膜使用总量 31.5%；此外，该 3 省使用的主要是地膜，地膜使用量在农膜中的占比分别为 92.4%、85.7% 和 73.3%。在南方高山、冷凉地区，以除草、保温为主要功能的地膜广泛推广应用，其中四川、云南 2 省的地膜使用量占当年全国地膜使用总量 12.9%。在蔬菜等播种面积大的省份，地膜使用量也较高，如山东、河南 2 省的地膜使用总量占当年全国地膜使用总量 12.2%。详见表 4。

表 4 2019 年中国部分省份地膜使用情况

序号	省份	地膜		地膜覆盖面积		主要覆膜作物品种
		使用量 (万 t)	在全国的占比	覆盖面积 (万亩)	在全国的占比	
1	新疆	24.27	17.6%	354.80	20.1%	棉花、蔬菜、西甜瓜、玉米等
2	甘肃	11.16	8.1%	129.86	7.4%	玉米、马铃薯、西瓜、山药、蚕豆等
3	山东	10.16	7.4%	176.78	10.0%	蔬菜、棉花、花生、马铃薯
4	云南	9.68	7.0%	107.74	6.1%	蔬菜、茶树、马铃薯、玉米、油菜等
5	四川	8.13	5.9%	94.46	5.4%	蔬菜、水稻育秧、蚕豆、水稻、西瓜、花生等
6	内蒙古	8.08	5.9%	141.59	8.0%	玉米、马铃薯等
7	河南	6.61	4.8%	99.53	5.6%	蔬菜、花生、棉花等
8	湖南	5.52	4.0%	63.90	3.6%	蔬菜、马铃薯、谷子、烟叶等
9	河北	5.03	3.6%	77.38	4.4%	蔬菜、花生、棉花等
10	安徽	4.52	3.3%	48.49	2.8%	蔬菜、水稻、甘薯、花生等

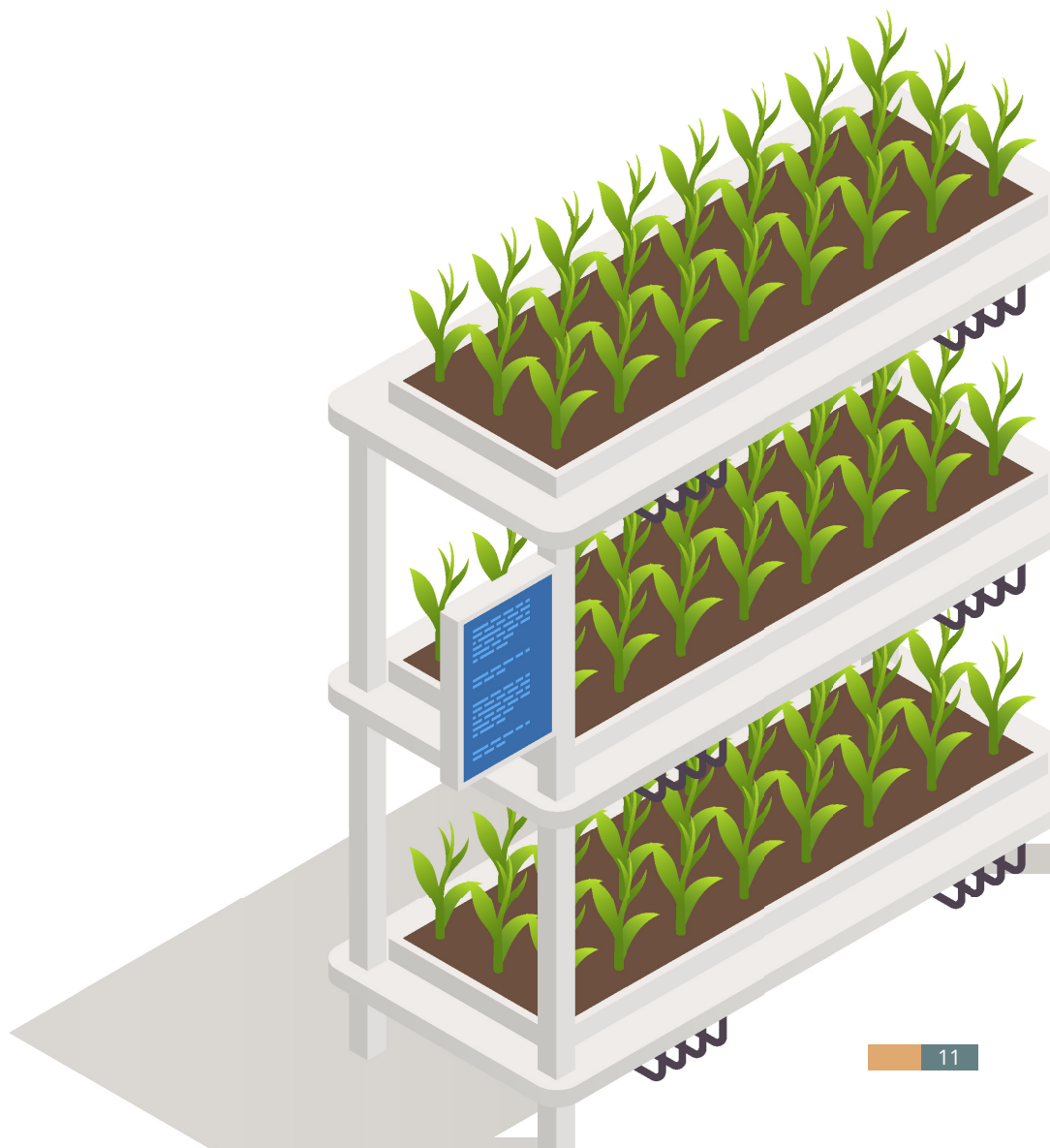
注：数据来自《中国农业农村统计年鉴》《中国环境统计年鉴》

● 2. 地膜使用强度

根据 2010~2020 年《中国统计年鉴》《中国农业农村统计年鉴》《中国环境统计年鉴》耕地总面积、地膜使用量数据可以看出，中国地膜使用强度总体呈现先增加后降低的趋势。与 2010 年相比，2019 年中国地膜使用强度有所增加。分区域来看，各省地膜使用强度呈现不同程度的变化趋势。山东、河南、湖北、黑龙江、北京、上海、天津等 8 个省（市）的地膜使用强度出现不同程度的降低；其他省（市、自治区）的地膜使用强度均出现不同程度的增加。

其中，北京、天津、上海等 3 个直辖市的农业种植以经济作物为主，近年来随着城市发展，农业属性逐步弱化，受农业生产结构调整、种植习惯及生产技术水平等因素影响，覆膜面积降幅明显，近十年地膜使用强度分别降低了 57.6%、46.3% 和 53.5%。其中，北京市覆膜面积由 2010 年的 2.12 万公顷 hm^2 降至 2019 年的 0.92 万 hm^2 ，地膜使用量、地膜使用强度明显下降。

根据《中国统计年鉴》《中国农业农村统计年鉴》数据，受棉花等主要覆膜品种种植面积调整等因素影响，湖北省棉花种植面积由 2010 年的 48.01 万 hm^2 降至 2019 年的 16.28 万 hm^2 ，导致地膜使用量由 3.62 万 t 降至 2.17 万 t，地膜使用强度由 6.82 kg/hm^2 降低至 4.14 kg/hm^2 ，降幅为 39.2%。受玉米主产区和机械化、规模化水平不断提升等因素影响，甘肃省的覆膜面积增大，地膜使用强度显著增加，由 2010 年的 13.70 kg/hm^2 提高到 2019 年的 20.76 kg/hm^2 ，增幅为 51.5%。



四、地膜材质及标准要求

1. 地膜材质

根据不同的应用需求，PE地膜由40%的LDPE（低密度聚乙烯）、30%的LLDPE（线性低密度聚乙烯）、15%的HDPE（高密度聚乙烯）和15%的其他添加剂组成，具有质地轻、柔软、易造型、透光性好、无毒等优点，但耐候性及保温性差，不易粘接。按照功能不同，地膜分为普通无色透明膜、有色膜、转光膜、除草膜、保温膜、可降解膜、耐老化膜、浸水膜（含小孔膜、微孔膜）等。

2018年5月1日，《聚乙烯吹塑农用地面覆盖薄膜》标准正式实施，规定地膜厚度不得小于0.010 mm，偏差不得高出0.002 mm，厚度有0.010 mm~0.030 mm等多种规格。从地膜的发展趋势来看，机械化回收是当前及以后的发展方向，因此，地膜材质除了注重地膜厚度外，还要考虑地膜强度影响，使用高强度地膜可有效提高地膜可回收性。在农业生产中，地膜偏薄或偏厚均不适宜，大多学者建议的厚度介于0.008 ~ 0.012 mm，但为了后期收集考虑，具体应统筹考虑地膜覆盖的经济效益与生态效益来选择使用。目前免耕耕作、旱作耕作模式中，覆膜方式主要包括一膜两季、一膜三年覆盖、全膜覆盖等，在旱作区推广应用，为了应用此类覆膜方式，一定要使用优质、高强度地膜。

近年来，随着我国高产、高效、优质农业的迅速发展，各种有色农膜已被广泛地应用到农业生产中。有色农膜具有苗齐、苗壮、早熟、增产、保水、增光、灭草、抗病、避虫等效果，但不同颜色的农膜对光的吸收、折射和反射不同，对农作物的影响也不同，其经济效益相差悬殊。针对不同农作物，选择合适颜色的农膜，才能收到增产增收的效果。常见10种典型有色农膜及适用作物如表5所示。

表5 典型有色农膜的特点与适用作物品种

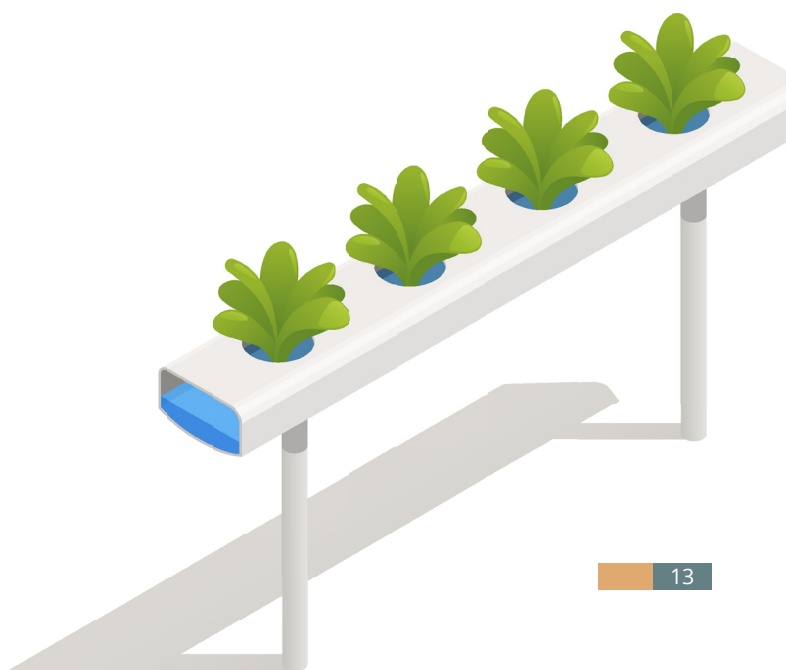
序号	有色膜类型	特点及适用品种
1	红色膜	适于水稻、甜菜、韭菜、黄瓜、西红柿等作物，可促早熟，能增产。
2	蓝色膜	主要用于水稻，还可用于棉花、土豆、茄子、甜椒、草莓等，透光率高，成苗率高、苗壮。
3	黑色膜	能有效地防止土壤中水分蒸发和抑制杂草生长，适于夏萝卜、白菜、菠菜、秋黄瓜等。
4	紫色膜	适用于冬春季温室或塑料大棚的茄果类和绿叶蔬菜，可提高质量、促早熟。
5	绿色膜	增加绿色光照，抑制杂草生长，主要用于茄子、草莓和瓜类作物。
6	黄色膜	适用于茶树、芹菜、莴笋、矮秆豆类、黄瓜等作物。生长旺、早熟、增产。
7	银灰膜	光的反射率可达40%，能反射紫外线，驱避蚜虫、白粉虱，有减轻病虫害，保持水土和除草等功能，适于黄瓜、西瓜、西红柿、芹菜、菠菜、棉花、烤烟等作物。
8	黑白双面膜	覆盖时白色在上，黑色在下，主要用于夏秋季蔬菜、瓜果类的防病抗热栽培，具有降温、保水、增光、灭草等功能。
9	银黑双面膜	覆盖时银面朝上，黑色朝下，有反光驱避蚜虫、防病和除草保水等多种功能，主要用于夏秋蔬菜、瓜类等防病抗热栽培。 根据设施生产需要，目前部分厂家提供可重复利用的预制打孔膜。
10	银色反光膜	具有隔热反光和降地温的作用，反光率达80-100%，用于果园覆盖，能使果树生长良好，增产明显；如悬挂在温室栽培畦北侧，可改善温室内的光照条件，促早熟增产。

● 2. 地膜相关标准

目前，中国现行的地膜国家标准为《聚乙烯吹塑农用地面覆盖薄膜 GB13735-2017》（2017年修订）。该标准对产品分类、技术要求、试验方法、检验规则及标志、包装、运输、储存、贮存等方面进行了规定，并在1992年的版本上对地膜的适用范围、分类、产品等级、厚度和偏差、拉伸性能、耐候性能等多项指标进行了修订，详细要求如表6所示。

表6 聚乙烯吹塑地膜标准详细指标表

指标	具体内容
分类	I类（耐老化地膜）：厚度（mm）：0.010、0.012、0.014、0.015、0.016、0.018、0.020、0.025 II类（普通地膜）：厚度（mm）：0.010、0.012、0.014、0.015、0.016、0.018、0.020、0.025、0.030
覆盖使用时间	I类：≥180天 II类：≥60天
厚度	厚度不小于0.001mm
厚度极限偏差	厚度（mm）：0.010≤d0 < 0.015 极限偏差（mm）：[-0.002, +0.003] 厚度（mm）：0.015≤d0 < 0.020 极限偏差（mm）：[-0.003, +0.004] 厚度（mm）：0.020≤d0 < 0.025 极限偏差（mm）：[-0.004, +0.005] 厚度（mm）：0.025≤d0≤0.030 极限偏差（mm）：[-0.005, +0.006] 平均厚度偏差：[-12%, 15%]
物理机械性能	厚度（mm）：0.010≤d0 < 0.015 拉伸负荷（纵、横向）/N:≥1.6 断裂标称应变（纵、横向）/%:≥260 直角撕裂负荷（纵、横向）/N: ≥0.8 厚度（mm）：0.015≤d0 < 0.020 拉伸负荷（纵、横向）/N:≥2.2 断裂标称应变（纵、横向）/%:≥300 直角撕裂负荷（纵、横向）/N: ≥1.2 厚度（mm）：0.020≤d0 < 0.030 拉伸负荷（纵、横向）/N:≥3.0 断裂标称应变（纵、横向）/%:≥320 直角撕裂负荷（纵、横向）/N: ≥1.5
耐候性能	I型地膜老化后纵向断裂标称应变保留率应不小于50%



此外，部分省份也制定了地膜相关的地方标准。例如甘肃省出台了地方标准《甘肃省聚乙烯吹塑农用地面覆盖薄膜 DB62/T2443-2019》，该标准于2014年颁布，2019年修订，是中国第一个农用地膜地方标准，整体指标水平高于国家标准，其中大部分指标与国家标准保持一致，覆盖使用时间、物理机械性能等关键指标高于国家标准。青海省、新疆自治区也分别出台了地方标准《青海省聚乙烯吹塑农用地面覆盖薄膜 DB63/T 1468-2016》《新疆维吾尔自治区聚乙烯吹塑农用地面覆盖薄膜 DB653189-2014》，指标整体水平与甘肃省持平。其中，甘肃省的地方标准对于产品的分类全、种类多，厚度极限偏差、平均厚度偏差指标略低于青海省地方标准，部分厚度规格产品的拉伸负荷和直角撕裂负荷略低于青海省和新疆自治区地方标准，而覆盖使用时间、断裂标称应变等指标则优于青海省和新疆自治区地方标准。

通过对国家标准和上述3个地方标准农用地膜涉及的关键指标为产品厚度及分类、厚度极限偏差、物理机械性能、覆盖使用时间、耐候性能等5个关键指标进行对比发现：

(1) 产品厚度及分类

甘肃省地方标准和国家标准规定的地膜厚度种类最多，厚度范围从0.010 ~ 0.030mm共计17种，最厚为0.030mm，且甘肃省地方标准提出了有色地膜的产品厚度要求；新疆自治区地方标准要求的厚度种类最少。

(2) 厚度极限偏差

从厚度极限偏差角度来看，甘肃省地方标准与国家标准保持一致，均低于青海省地方标准要求，0.014mm厚度规格产品的厚度极限偏差为 $\pm[-0.002\text{mm}, +0.003\text{mm}]$ ，指标略高于新疆地方标准要求的 $\pm 0.003\text{mm}$ ，0.010mm和0.012mm厚度规格产品的极限偏差与新疆地方标准保持一致，0.020mm厚度规格产品的极限偏差低于新疆地方标准要求。从平均厚度偏差角度来看，甘肃省、新疆自治区地方标准和国家标准要求均为 $[-12\%, 15\%]$ ，低于青海省地方标准要求的 $\pm 10\%$ 。

(3) 物理机械性能

农用地膜的物理机械性能主要分为拉伸负荷、断裂标称应变和直角撕裂应变。甘肃省地方标准和国家标准均未对老化地膜和普通地膜的物理机械性能做出区分，而是给出了统一指标要求，其余比对标准均是按照产品中加入耐候剂和未加耐候剂给出不同的指标要求。从3项指标对比来看，甘肃省地方标准所有厚度规格产品的拉伸负荷和断裂标称应变均优于国家标准，直角撕裂负荷与国家标准持平，0.012mm、0.014mm厚度规格不加耐候剂产品的拉伸负荷、直角撕裂负荷以及0.012mm加耐候剂产品的拉伸负荷低于青海省地方标准要求，其余厚度规格产品的3项指标均优于青海省地方标准；和新疆自治区地方标准对比来看，甘肃省地方标准所有厚度规格产品的断裂标称应变均优于新疆自治区地方标准， $[0.010\text{mm}, +0.015\text{mm}]$ 厚度规格产品的拉伸负荷和直角撕裂负荷低于新疆自治区地方标准要求。

(4) 覆盖使用时间

甘肃省地方标准对产品覆盖使用时间分类多要求高，对无色和有色地膜产品均做了要求，共分为三类，其余标准均为两类且同等厚度规格产品的覆盖使用时间均优于或等于其余比对标准。

(5) 耐候性能

甘肃省地方标准与国家标准是用试验方法测试地膜耐候性能，其余各省地方标准均是根据地膜实际覆盖使用后得出耐候性数据。



地膜残留污染情况

一、地膜残留污染的现状

地膜残留污染，是指在农作物生长过程中使用地膜覆盖后没有妥善有效回收，地膜在土壤中残留，由于地膜难以在短期内降解，逐渐积累，影响和破坏土壤结构以及危害动植物的现象。当前，中国当季地膜回收利用率不足 $2/3$ ，特别是超薄地膜，老化后易脆难回收，而且含有的秸秆、土壤等杂质较多，回收后再利用成本高，很多废旧地膜不能及时回收，由此导致地膜残留污染。

农田地膜残留不仅破坏土壤结构，影响农作物生长发育，而且残膜老化降解过程中可能产生巨量微塑料。根据相关调查结果，使用地膜覆盖农田都存在不同程度的残留污染问题，农田土壤中地膜残留量小于 30 公斤 / 公顷的点位不足 40%，大于 90 公斤 / 公顷以上的点位占调查点位 30.1%。西北内陆、北方农牧交错带、云贵高原是残留污染较严重的区域，三级和四级污染点位主要分布在上述区域，如新疆部分地区地膜残留量 265.3—381.1 公斤 / 公顷，而东南地区农田土壤地膜残留污染相对较轻，地膜残留量一般在 30 公斤 / 公顷以下⁴。



⁴ 数据来源：<https://caas.cn/xwzx/zjgd/300299.html>

地膜不科学使用以及缺乏有效的回收利用环节，特别是作物收获后地膜破碎严重、机械强度差，回收率较低，导致地膜残留污染日益严重。地膜残留在土壤层的空间污染分布与覆膜年限、耕作模式、地膜厚度等因素存在一定关联，具有以下特点：

(1) 土壤中地膜残留量具有累加性

残留在土壤中的地膜在土壤中可以残存长达 200-400 年，这就使得土壤中的地膜量存在时间上的累积，这是地膜残留的最大特点。根据覆膜棉田地膜残留特点的相关研究表明，由于回收强度不足，随着覆膜年限的增加，土壤耕层中的地膜残留量会越来越大，覆膜年限越长，就会导致土壤中残留污染情况越来越严重。

(2) 地膜残留在土层中呈梯度差异分布

据研究，残膜主要集中在 0 ~ 30 cm 土壤中，呈现层状空间分布特点，按耕作结构呈现 3 层分布，即地表、0 ~ 12 cm、>12 ~ 30 cm 耕层分布。其中，地表和深层土壤中的残膜残留量较少，地表残膜约占总耕作层残膜量的 6% ~ 8.33%；0 ~ 12 cm 土层中残留量最高，约占残留总量 53.99% ~ 68%；>12 ~ 30 cm 约占残留总量 26% ~ 37.68%⁵。不同覆膜年限农田中的残膜残留量分布特点基本一致，随着覆膜年限的增加，农田土壤耕层残留量也在逐年上升，这与深耕、旋耕等耕作模式相关。此外，对土壤剖面中残膜碎片分布进行动态分析发现，随着地膜覆盖年限的增长，残膜在土壤耕层中变得更加分散并呈现向土壤深层移动的趋势。

(3) 地膜裂解形成微塑料的迁移转化性

残留地膜经裂解后形成微塑料残留在土壤中，在陆地环境中通过微生物的降解与转化或被生物摄取吸收累积，从而进入食物链，在不同食物链环节中累积与传递；部分微塑料在风力、河流等外力作用下进行远距离迁移，经农田径流等方式进入陆地水体，随着水流迁移并最终进入海洋。由于微塑料的颗粒小、比表面积大、疏水性强、表面会附着微生物等特点使其富集持久性有机污染物和重金属等污染物的能力增强，从而成为污染物的载体。污染物被吸附到塑料上以后，可以在洋流作用下长距离迁移，影响污染物的全球分布。



⁵ 新疆农田残膜污染现状及防控策略 [J], 农业工程学报, 2019

二、地膜残留的主要危害

地膜残留（又称为农田“白色污染”）严重影响农机播种施肥作业和作物生长，破坏土壤结构，降低耕地质量，危害畜牧生产，还影响村容村貌。随着地膜覆盖面积和用量的持续增加，地膜残留问题将长期持续存在，地膜残留导致的污染已成为影响农业可持续发展的隐患之一。其主要危害包括以下几方面：

● 1. 影响土壤物理性质及透气透水能力，降低土壤肥力

残留在土壤中的地膜，导致土壤容重和孔隙度发生变化。随着残膜量的增加，土壤容重逐渐上升，土壤孔隙度逐渐下降。地膜残片阻挡了水分和空气的正常运行，导致土壤含水量降低。土壤的通气性能降低，透水性能减弱，养分分布不平衡，土壤微生物活动能力降低，正常土壤结构遭到破坏，不利于土壤养分的矿化释放和肥力的提高，最终降低土壤肥力水平。

● 2. 影响农事操作，降低耕作质量

大量普通残膜存在于耕作层，在进行整地、耕地、播种等农事活动时，残膜缠绕在农机具上，堵塞播种机和点播机的播种孔，影响农事操作，降低播种质量，造成缺苗断垄。

● 3. 造成植物和作物污染

土壤中地膜残留还会影响植物和种植作物发芽、生长发育，并造成污染物在植物体内富集等；地膜残膜在分解过程中分解出的有毒有害物质进入土壤，随水分和养分进入作物体内，影响作物的生长发育及农产品品质。

● 4. 导致塑料和微塑料污染

地膜残留还会带来塑料和微塑料污染。地膜使用后，随着风化破碎可成为大塑料和微塑料，并进入大气环境和水环境，有研究表明，土壤是陆地微塑料的主要储存场所和地下水的主要污染来源载体。

● 5. 带来其他负面影响

地膜残留还会对农业生产和农业环境带来一系列其他负面影响。地膜残膜散落于湖泊塘库、河流水溪，飘荡于林间树梢、各种线缆，对田边、运河和林间也会造成“视觉污染”，污染农村环境。焚烧残膜可产生有害气体排放污染大气。牛、羊等牲畜食用混有残膜的农作物秸秆和草料可能会诱发胃肠功能障碍，出现严重厌食症甚至造成死亡。地膜残留会造成土壤二次污染，如带来邻苯二甲酸酯污染以及可引起农药和重金属在土壤中的残留增加等。



废旧地膜的回收利用

一、废旧地膜回收利用现状

近年来，随着地膜用量和使用年限的不断增加，由地膜造成的农田“白色污染”成为了农业绿色发展面临的突出问题，受到国家和社会的广泛关注和重视。回收后的废旧地膜由于含杂率高、清洗除杂困难，资源化利用率低⁶。由于长期重使用、轻回收，中国局部地区地膜残留污染严重。废旧地膜综合利用和污染治理是一项系统工程，影响因素多、涉及方面广，治理难度大。因此，加快推进地膜回收利用行动，提高废旧地膜资源化利用水平，是防治地膜残留污染，推动农业绿色发展的必要举措。

为加快推进废旧地膜回收利用工作，提高废旧地膜资源化利用水平，农业农村部联合其他部委陆续出台了地膜回收的相关政策措施，实施废旧地膜回收及再利用试点项目，开展废膜再利用技术的实践和探索，不断完善废旧地膜回收利用体系建设。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、旱作农业技术推广等项目工作，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⁷。目前中国废旧农膜回收率稳定在80%以上，示范县及试点区域废旧地膜回收率达到约80%，农田“白色污染”得到有效防控⁸。

全国各地各级农业部门也积极推进地膜回收利用工作，废旧地膜回收率不断提高，农膜回收利用体系不断健全。甘肃省于2011年在全国率先设立了省级财政废旧农用薄膜回收利用专项资金，扶持省内主要用膜地区的加工企业和回收网点，目前已建成废旧地膜回收利用企业200余家，回收网点2000多个，基本建立了涵盖捡拾、回收、资源化利用等环节的废旧农用薄膜回收利用网络体系，地膜回收利用率达到81%以上。内蒙古扶持培育回收加工的企业、合作社共计21家，新设乡村回收网点225个，2019当季地膜回收率达到72%，其中15个农膜回收行动示范旗县当季回收率达到80%。河北省在24个县（市、区）实施了农业清洁生产示范项目，建设废旧地膜回收加工企业24家和一批回收网点，重点区域地膜回收率达到80%以上。陕西省在5个试点县共建立废弃农膜回收网点288个，带动全市建成废弃农膜回收点、垃圾兑换银行326个，回收地膜、反光膜10209.18吨。浙江省围绕国家农业绿色发展先行试点区创建，从责任划定、体系构建、模式创新、考核评价、试点试验等方面全面抓好农膜回收利用工作，地膜回收率约达到80%。宁夏积极索建立覆膜收膜一条龙服务、残膜回收奖励机制、“以旧换新”等机制，新建回收网点220个，扶持加工企业28家。全国各省区不断深入实施农膜回收行动，加大地膜污染治理力度，积极有效地推动农膜回收再利用工作。

⁶ 数据来源：<https://caas.cn/xwzx/zjgd/300299.html>

⁷ 数据来源：<https://caas.cn/xwzx/zjgd/300299.html>

⁸ 数据来源：<http://country.people.com.cn/n1/2020/1110/c419842-31925424.html>

二、废旧地膜回收政策法规

近年来，为加强地膜污染防治，中国相继制定、颁布和实施了一系列农膜污染防治、回收处理等方面的相关法律法规、政策文件、地方条例与规章、相关标准等，推动农膜回收利用工作。

● 1. 国家法律法规与政策措施

(1) 相关法律法规

相关法律法规主要涉及农膜的使用、污染防治、回收利用、科学处置等方面，主要如下。

《中华人民共和国农业法》第五十八条规定，农民和农业生产经营组织应当保养耕地，合理使用化肥、农药、农用薄膜，增加使用有机肥料，采用先进技术，保护和提高地力，防止农用地的污染、破坏和地力衰退。

《中华人民共和国环境保护法》第四十九条规定，各级人民政府及其农业等有关部门和机构应当指导农业生产经营者科学种植和养殖，科学合理施用农药、化肥等农业投入品，科学处置农用薄膜、农作物秸秆等农业废弃物，防止农业面源污染。

《中华人民共和国农产品质量安全法》第十九条规定，农产品生产者应当合理使用化肥、农药、兽药、农用薄膜等化工产品，防止对农产品产地造成污染。

《中华人民共和国清洁生产促进法》第二十二条规定，农业生产者应当科学地使用化肥、农药、农用薄膜和饲料添加剂，改进种植和养殖技术，实现农产品的优质、无害和农业生产废物的资源化，防止农业环境污染。

《中华人民共和国循环经济促进法》第三十四条规定，国家鼓励和支持农业生产者和相关企业采用先进或者适用技术，对农作物秸秆、畜禽粪便、农产品加工业副产品、废农用薄膜等进行综合利用，开发利用沼气等生物质能源。

《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》第五章“建筑垃圾、农业固体废物等”第六十五条规定，产生秸秆、废弃农用薄膜、农药包装废弃物等农业固体废物的单位和其他生产经营者，应当采取回收利用和其他防止污染环境的措施。国家鼓励研究开发、生产、销售、使用在环境中可降解且无害的农用薄膜。

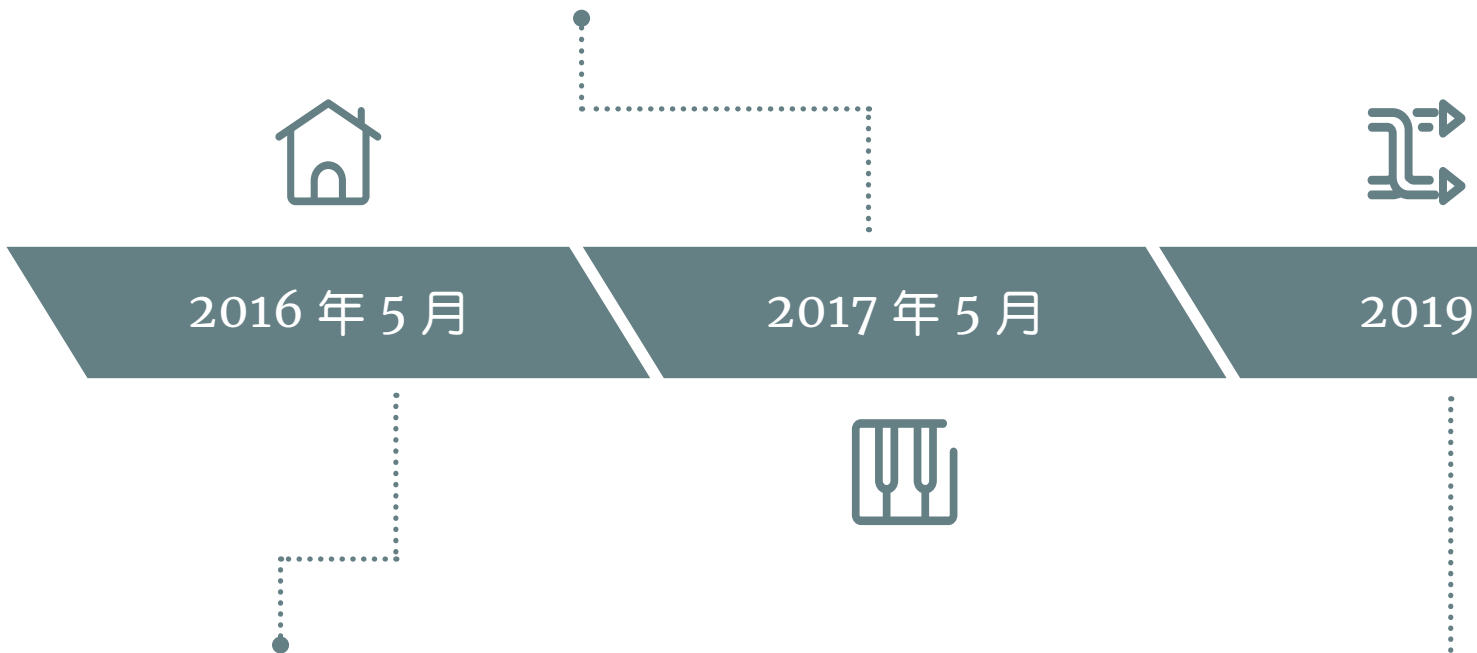
《中华人民共和国土壤污染防治法》于 2019 年 1 月 1 日起正式实施，明确要求加强农用薄膜使用控制，落实各主体回收废弃农用薄膜的法律责任，对于未按照规定及时回收农用薄膜的行为第一次有了罚则。

(2) 相关政策文件

近年来，国家有关部门高度重视地膜污染治理工作，陆续出台了系列相关政策文件，地膜回收治理体系制度不断健全。

原农业部印发《农膜回收行动方案》

提出在甘肃、新疆和内蒙古启动建设 100 个地膜治理示范县，利用 2~3 年的时间，实现示范县加厚地膜全面推广使用、回收加工体系基本建立、当季地膜回收率达到 80% 以上，率先实现地膜基本资源化利用。到 2020 年，全国农膜回收网络不断完善，资源化利用水平不断提升，农膜回收利用率达到 80% 以上。农膜回收行动要以西北为重点区域，以棉花、玉米、马铃薯为重点作物，以加厚地膜应用、机械化捡拾、专业化回收、资源化利用为主攻方向，完善扶持政策，加强试点示范，强化科技支撑，创新回收机制，推进农用薄膜回收，提升废旧农用薄膜资源化利用水平，防控“白色污染”。



国务院印发《土壤污染防治行动计划》

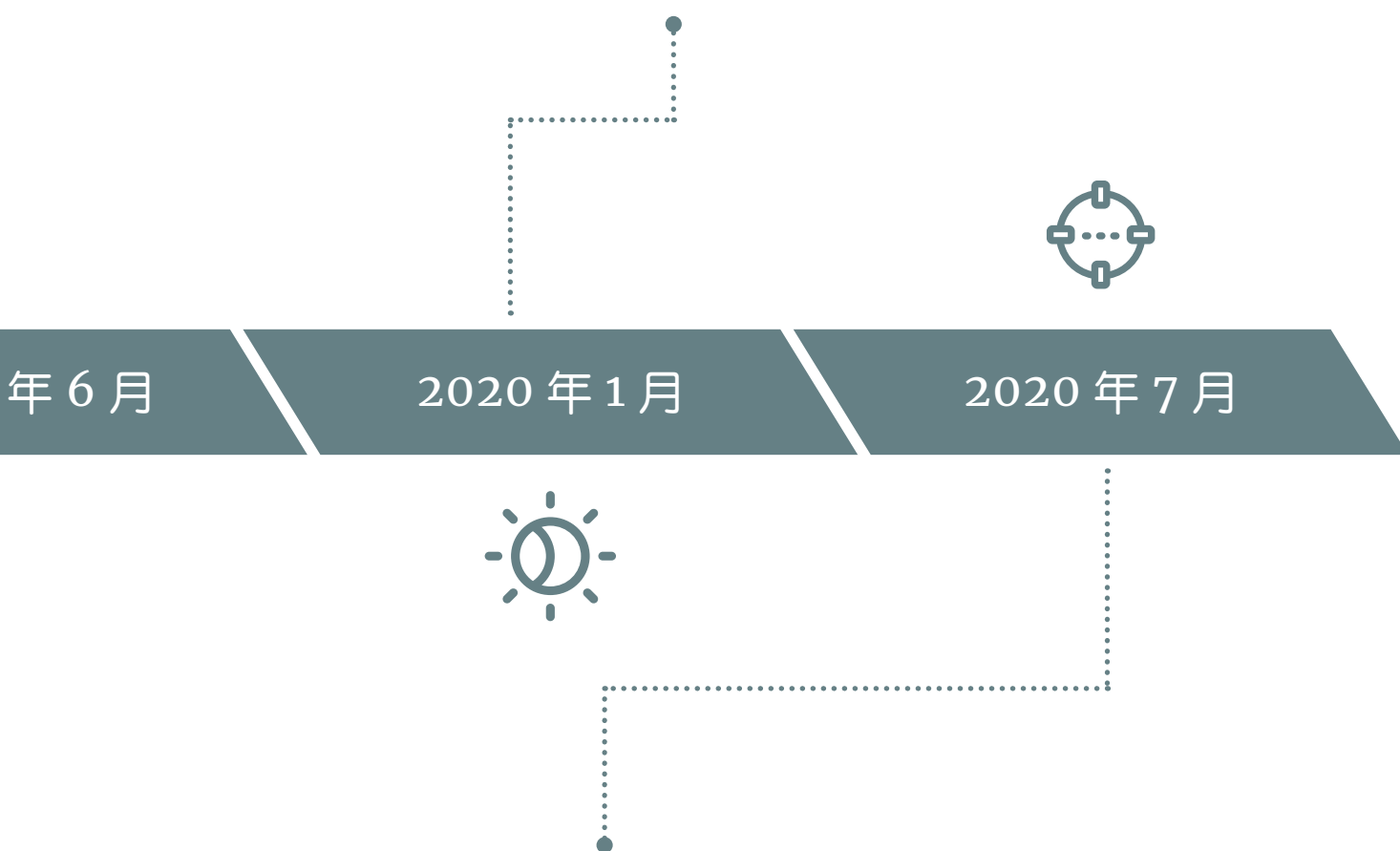
要求尽快出台废弃农膜回收利用部门规章，修订农膜标准，提高厚度要求，研究制定可降解农膜标准，并规定了以下目标：加强废弃农膜回收利用，严厉打击违法生产和销售不合格农膜的行为，建立健全废弃农膜回收贮运和综合利用网络，开展废弃农膜回收利用试点，河北、辽宁、山东、河南、甘肃、新疆等农用薄膜使用量较高省份到 2020 年力争实现废弃农用薄膜全面回收利用。

农业农村部会同国家发展改革委等 5 部门联合印发《关于加快推进农用地膜污染防治的意见》

提出到 2020 年建立工作机制，明确主体责任，回收体系基本建立，农膜回收率达到 80% 以上，全国地膜覆盖面积基本实现零增长；到 2025 年，农膜基本实现全回收，全国地膜残留量实现负增长，农田白色污染得到有效防控。明确了地膜污染防治的总体要求、制度措施、重点任务和政策保障。

国家发展改革委、生态环境部印发《进一步加强塑料污染治理的意见》

意见中对于农田地膜有多条明确要求，如禁止生产和销售厚度小于 0.01 毫米的聚乙烯农用地膜；在重点覆膜区域，结合农艺措施规模化推广可降解地膜；建立健全废旧农膜回收体系；推进农田残留地膜清理整治工作，逐步降低农田残留地膜量；开展废旧农膜回收利用试点示范；以降解安全可控性、规模化应用经济性等为重点，开展可降解地膜等技术验证和产品遴选。



为防治农用薄膜污染，加强农用薄膜监督管理，保护和改善农业生态环境

农业农村部、工业和信息化部等 4 个部门联合印发《农用薄膜管理办法》，对农用薄膜的生产、销售、使用、回收、再利用及其监督管理等方面进行了规定。其中指出，地方各级人民政府依法对本行政区域农用薄膜污染防治负责，组织、协调、督促有关部门依法履行农用薄膜污染防治监督管理职责；县级以上人民政府农业农村主管部门负责农用薄膜使用、回收监督管理工作，指导农用薄膜回收利用体系建设；禁止生产、销售、使用国家明令禁止或者不符合强制性国家标准的农用薄膜；鼓励和支持生产、使用全生物降解农用薄膜。在农膜回收利用方面，提出：农用薄膜回收实行政府扶持、多方参与的原则，各地要采取措施，鼓励、支持单位和个人回收农用薄膜；农用薄膜使用者应当在使用期限到期前捡拾田间的非全生物降解农用薄膜废弃物，交至回收网点或回收工作者，不得随意弃置、掩埋或者焚烧；农用薄膜生产者、销售者、回收网点、废旧农用薄膜回收再利用企业或其他组织等应当开展合作，采取多种方式，建立健全农用薄膜回收利用体系，推动废旧农用薄膜回收、处理和再利用。

(3) 相关标准

截至目前，中国已制订的涉及废旧地膜回收利用的相关标准共 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、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，基本形成了覆盖废旧地膜回收利用完整产业链条的标准体系框架。

《GB 13735-2017 聚乙烯吹塑农用地面覆盖薄膜》为强制性国家标准，代替 GB 13735-1992，已于 2018 年 5 月 1 日起实施。按照保护环境、节约资源的要求，对地膜的适用范围、分类、产品等级、厚度和偏差、拉伸性能、耐候性能等多项指标进行了修订，提高了地膜厚度、力学性能、耐候性能，特别是明确规定了地膜的厚度下限，要求地膜厚度不得小于 0.010 毫米，有利于地膜机播作业和回收再利用。

《GB/T 25412-2010 残地膜回收机》国家标准对残膜回收机的产品要求、试验方法、检测规则等内容进行了规定，并提出了“表层拾净率”“深层拾净率”“苗期拾净率”“伤苗率”“缠膜率”等作业性能指标及检测方法。

《GB/T 25413-2010 农田地膜残留量限值及测定》国家标准规定了地膜在农田土壤中残留量的限值、地膜残留测定方法，适用于待播农田土壤中地膜残留量的测定。

《GB/T 35795-2017 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农用地膜一些重要性能技术要求，包括规格与规格尺寸偏差、外观、力学性能、水蒸气透过量、重金属含量、生物降解性能、人工气候老化性能等。

此外，在地膜回收作业和再生加工方面，各省市也制定了相应的地方标准，包括调查技术规范 2 项、操作技术规程 2 项、回收质量 2 项、回收或再生利用技术规范 5 项，其中涉及再生加工或利用的有 2 项。这些标准的制定对废旧地膜回收利用标准体系进行了丰富补充，也为相关国家标准的制定提供了相应的技术支撑。

这些标准的发布对于解决中国农田地膜残留问题、减少农田“白色污染”、逐步改善土壤环境质量等具有重要意义。

● 2. 地方条例与规章

近年来，全国各地尤其以地膜治理示范县为代表的地区根据国家有关法律法规，结合各地实际，相继制定出台了地方废旧地膜治理的政策法规。

甘肃省高度重视废旧农膜污染治理工作，相继出台了《关于加强废旧农膜回收利用推进农业面源污染治理工作意见的通知》《关于集中治理残留废旧农膜的通知》以及《甘肃省废旧农膜回收利用与尾菜处理利用行动方案》等。2021年，甘肃省修订了《甘肃省废旧农膜回收利用条例》，规定县级以上人民政府负责本行政区域废旧农膜的污染防治，实行废旧农膜回收利用污染防治环境保护目标责任制，将废旧农膜回收利用所需经费纳入本级财政预算，加强废旧农膜回收利用体系建设，扶持企业、其他组织和个人回收利用废旧农膜。

2019年浙江省研究制定出台《关于加快推进废旧农膜回收处理工作的意见》，明确使用者是废旧农膜归集回收的责任主体，发挥农资购销网络体系优势，合理设置回收站点，开展废旧农膜的专业化回收与资源化利用，推动无利用价值的废旧农膜纳入农村生活垃圾处理体系。

2019年重庆市制定《重庆市废弃农膜回收利用管理办法（试行）》，建设区县废弃农膜回收利用网络体系，加强农膜应用和残留污染基础数据统计，引导农户和各类新型农业经营主体科学使用农膜，并及时捡拾交售所产生的废弃农膜，严禁随意弃置、掩埋或焚烧，组织对回收利用推广任务完成情况开展督查和绩效评估。

2020年广西壮族自治区出台了《广西农用薄膜管理办法》，分别从规范生产、销售和使用行为，明确回收责任，鼓励废旧农用薄膜再利用，建立健全监督管理体系，明确法律责任等方面建立健全农用薄膜监督管理体系。

2021年内蒙古乌兰察布市出台市级农用地膜污染防治条例《乌兰察布市农用地膜污染防治条例》，从适用范围、经费保障、职能职责、防治措施、回收机制、法律责任等方面进行了规定，从根源上解决地膜污染。

三、废旧地膜回收利用模式

根据地膜应用的区域性特点，各地积极引导相关主体开展废弃地膜回收，完善废旧地膜回收网络，鼓励地膜回收利用体系与可再生资源、垃圾处理、农资销售体系等相结合，构建废旧地膜回收利用体系。经过多年探索，形成了以下几种废旧地膜回收典型技术模式。

● 1. “加工企业 + 回收网点 + 农户 + 补贴”运行模式

依托废旧农膜再利用企业，因地制宜建立固定回收网点和流动回收网点。采取固定回收网点模式的县按照辐射面广、方便收购的原则，统一规划固定网点，建设村级回收网点，回收网点具备一定的贮存场地和固定人员，可以是种植户、专业合作社、专门回收组织、农资销售户等，农户将废旧农膜售给回收网点，网点负责废膜清洁度检验，安全存放和及时转运至加工企业。采取流动回收网点模式的县设立具备一定的运输能力流动网点，直接到田间地头回收废膜后运送至加工企业，提高了回收效率，企业负责对废膜清洁度进行检验。



案例 1:

湖南省宁乡市推广烟田地膜回收进厂制作再生膜，再加工成烟苗托盘。农户将废旧地膜回收，按规定的时间内送到合作社指定的就近回收点，平均每亩烟田需地膜约 5.5 公斤，回收后烟农可得补贴 13.2 元，横市镇黄金叶烟叶专业合作社 240 户烟农，平均每户种烟 31.3 亩，可得补贴 413 元。该合作社分别在铁冲、横市和黄材设立 3 个回收点，还能得到每亩 4 元的归集、装车费用，拓展了烟叶专业合作社的服务业务。宁乡市采取的是“烟草补贴 + 烟农捡拾 + 合作社回收 + 企业加工”运作模式。全市种植烤烟和晒烟 3.2 万亩，涉及回收旧膜总量 170 多吨，市烟草公司将直接补贴给烟农 40 多万元、补贴给烟叶合作社 12 万多元。由合作社对烟农废弃地膜进行统一回收后，市烟草公司再归总交给供应地膜的南雄金叶地膜公司回收，如制作再生膜、再加工成烟苗托盘或别的产品，实现废膜生态循环利用，社会效益非常显著。

● 2. “谁生产、谁回收”责任延伸机制

为鼓励和引导地膜生产企业积极参与废旧地膜回收利用工作，在旱作农业区补贴地膜政府采购时，推行充分考虑回收因素并予以相应加分的做法，将开展废旧地膜回收利用作为加分项列入政府补贴地膜招标采购评分指标之中，并逐步加大分值占比，优先采购开展废旧地膜回收加工利用的企业生产的强度高、耐候期长、易回收的高标准地膜，倒逼其提高地膜产品质量，为地膜回收利用创造基础性条件，以此引导探索“谁生产、谁回收”机制。经过几年的实施，目前较大的地膜生产企业基本都开展了废旧地膜回收利用相关业务，部分地区还在相关政策资金的扶持下建成了拥有先进工艺设备的废旧地膜加工利用企业，起到了积极的示范带动作用。

案例 2:

甘肃省合水县结合县情实际，全面落实地膜生产者责任延伸制度，先后制定出台了《合水县实施农用地膜生产者责任延伸制度指导意见》、《合水县地膜生产企业、经销商登记备案制度》等制度，严把“参标企业必须具备相应的废旧地膜回收加工能力”关口，与企业签订农用地膜生产者责任延伸协议，要求中标地膜生产企业必须全部回收中标数量（折纯量）相当的废旧地膜，推动地膜生产企业落实资源环境社会责任，使“谁生产、谁回收”的工作机制逐步再提升并制度化。2017年，该县责任企业销售符合甘肃省地方标准的地膜产品 650 t，回收废旧地膜 530 t，实现当地当季废旧地膜回收率达到 80% 以上的既定目标。

● 3. “以奖代补”机制

针对废旧地膜回收难度大、费时费力、利润微薄的现状，在财政奖补政策中，紧扣企业是回收加工地膜主体这个关键，采用“以奖代补”的方式，政府对回收企业、农户根据其回收加工量给予一定资金奖励，调动企业与农户回收地膜的积极性。

案例 3:

甘肃省各地农业环保机构结合当地覆膜区域、面积、用量，按照企业申报、乡镇推荐、审核公示的遴选程序，确定承担废旧地膜回收利用工作，与企业签订废旧地膜包片回收责任书，确定废旧地膜回收区域、最低保护价和加工总量目标，年终根据加工企业回收加工总量、回收台账、用电量等为依据进行考核验收，对完成任务的加工企业按每生产 1 t（折纯量）聚乙烯颗粒奖励 100 元的标准给予一定资金奖补，提升企业回收及加工生产能力。2018年，利用省级财政农业生态环境保护专项资金 2000 万元对 78 个县区的回收加工企业实行“以奖代补”，废旧地膜做到了应收尽收、应收可收。此外，对农户进行奖补。有劳动能力且愿意捡拾地膜的农户从事废旧地膜的捡拾交售工作，由回收企业详细记录和保留农户交售废旧地膜时的交易台账、交售凭证等资料，年终经农业环保站检查小组审查、考核无误后，给予农户一次性发放 20 元 /m³ 的资金补助或回收车辆的激励政策。同时，积极探索引入激励机制，按照年度回收总量，对排名靠前的网点和商贩，按 30% 比例进行一次性奖励补贴。

● 4. “以旧换新 + 以膜易物” 机制

设立废旧农膜兑换超市，探索“以旧换新 + 以膜易物”模式。该模式要求各地根据实际情况制定详细的兑换办法，根据农民交售的废旧地膜数量进行折价，兑换新地膜、化肥、有机肥以及洗衣粉、肥皂、食盐等生活用品，该模式中的兑换超市在兑换物品上不局限于地膜这一生产资料，更能调动农民群众的积极性。

案例 4:

甘肃省秦州区紧扣农村小商品店在农村分布较广的特点，发动有意愿的个体经营者在村内主动开办了全省首家财政补贴扶持的以兑换小商品为主的废旧地膜兑换超市。为保证废旧农膜兑换超市长期稳定运营，秦州区农业环保机构与超市签订协议，分配具体的废旧农膜回收任务，针对工作任务制定了人员、兑换标准、台账等方面的管理制度，从省级废旧农膜示范区建设资金中安排支持资金配置了 1 万元的货品，超市根据农民交售废旧农膜的数量，按照回收标准进行折价后，兑换相应价值的生活用品。2018 年 2 家回收超市共回收地膜 16 t，兑换小商品价值 1.3 万元。

● 5. “谁使用、谁治理” 机制

针对当前农村经济体制改革下土地经营日益集中化、规模化，地膜无序使用、旧膜残留突出、监管难度大的问题，部分地区探索“谁使用、谁治理”机制，指导和监督流转方与承包方在签订土地流转合同时，由承包方每亩地预付一定金额的地膜回收责任履行保证金，推动地膜回收与地膜使用成本联动，有效遏制土地流转大户对耕地“只用不管”的现象。

案例 5:

甘肃省临泽县根据当地实际情况，在各村社与种植农户签订协议时，每公顷预扣制 1500 元作为地膜和秸秆回收保证金，推动落实地膜使用者回收责任，确保秋收后地膜和秸秆及时清理回收。选定地膜使用量大、预期残留严重的种植合作社等经营主体为试点，与其签订回收保证协议，收取回收保证金，在春秋两季督察合作社种植区域以及周边田间、道路、河道、树杈等重点地带废旧地膜清理整治情况，对达到回收目标要求的退还保证金并给予资金奖励；未达到要求的，使用保证金请废旧地膜收购经纪人或回收企业等第三方进行回收清理，倒逼新型经营主体承担农田环境保护义务，主动捡拾农田残膜。2018 年通过该制度的实行共回收废旧地膜 15 t。

四、农用塑料回收再利用技术

包括地膜常用的聚乙烯材料在内，农业塑料涉及多种材质。目前制约农用塑料回收利用的主要壁垒之一是回收利用技术不完善。目前，农用塑料主要通过资源化和能源化以实现高值化利用。对现有技术进行归纳梳理如下：

● 1. 资源化利用技术

资源化即通过对废弃农膜进行清洗、研磨、造粒或与秸秆、木粉、沥青等物质混合，生成再生产品；或者通过溶解、合金化、改性等技术，制成建筑涂料、塑料合金、改性材料等产品。

（1）再生造粒技术

再生造粒基本原理是通过物理变化，即在不改变塑料物理特性的情况下，融化挤压成型获得二次母粒进行重新加工。这种加工工艺可以用来制作安全帽、行李箱等产品。主要加工工艺包括湿法造粒和干法造粒两种。湿法造粒主要包括破碎、清洗、脱水、熔融造粒等技术环节，该方法能够有效地清除杂质。干法造粒由于没有重复进行清洗和脱水，一般用于生产对产品特性要求不是很高的低档塑料制品。

（2）溶解技术

塑料虽然能够在自然环境下保持相当长时间的稳定性，但是遇到合适的溶解介质时也会溶解。溶解介质包括二甲苯、醇和水的混合物以及有机溶剂等，人们利用塑料的这一特性，通过添加各种颜料制成各色建筑涂料。含有苯系的溶剂能够溶解聚苯乙烯（PS）制成树脂胶，但该技术的关键步骤是对废弃塑料进行严格的分类，在分类过程中如果杂质含量过多，会直接影响涂料和粘结剂的性能。

（3）塑料合金化

塑料合金化是指收集到的废旧塑料在回收利用过程中与其它塑料混合或是加入某些添加剂，以加强不同聚合物之间的结合，提高原有塑料的物理特性。其关键技术在于提高各个阶段共混物的相容性，改善共混物界面应力传递不良和机械性能差等问题。在制作塑料合金过程中，由于回收的聚丙烯（PP）与树脂二者不相容，某些关键结构无法与树脂结合为新的结构，导致共混物的性能较差，所以需要一定的增容改造技术。

（4）改性再生利用

塑料改性是指废旧聚乙烯通过高能量辐射、硅烷偶联剂、紫外线法进行交联，大幅度提高其物理性能、化学性能和力学性能的一种回收聚乙烯的方法。交联改性后，其耐候性大大提高，应力开裂现象变得微乎其微，温度等级可以增加至 90℃，短路温度可达 130~250℃，其产品广泛应用于电线管、热水器和热收缩管等。

● 2. 能源化利用技术

能源化即通过热分解或催化分解等方式获得高热值燃料、电力以及进入农村垃圾处理系统进行焚烧能量回收等。

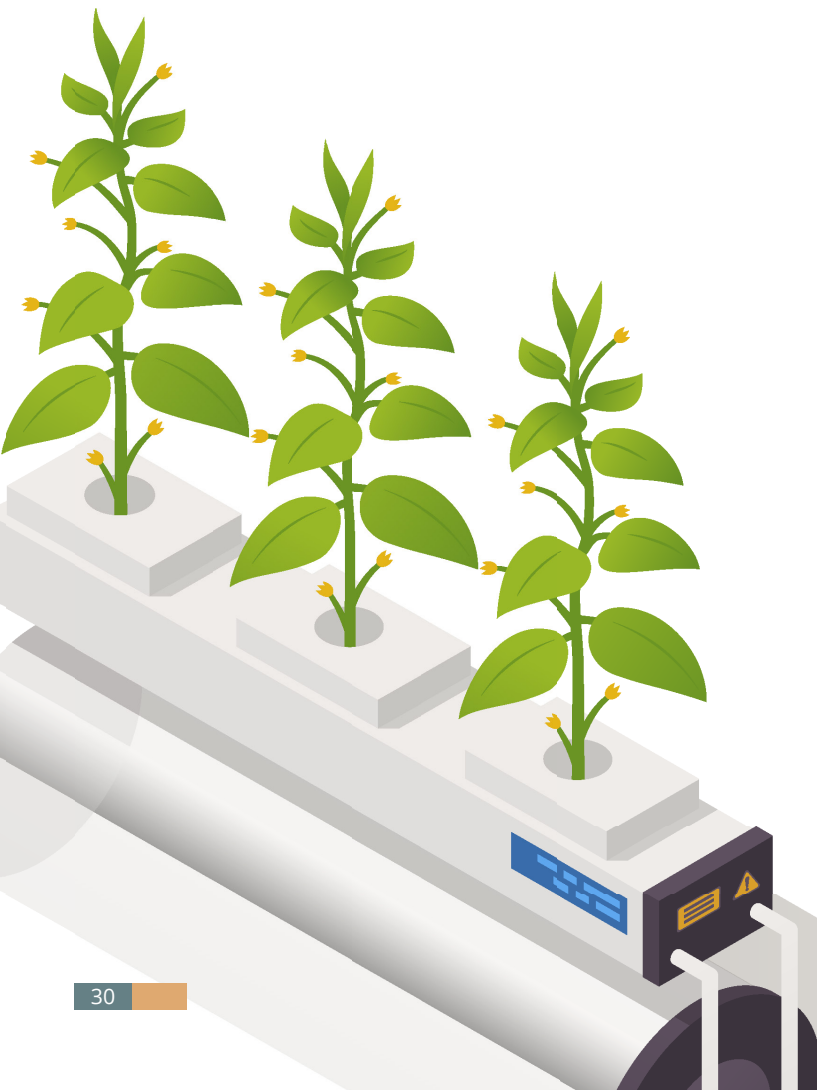
(1) 油化回收技术

塑料产品主要是由石油加工合成的一种高分子化合物。理论上可以通过切除或切断高分子中的某些化学键和原子团使其重新得到类似于油分子的化合物，具有和油分子相似的物理特性和化学特性。相关实验证明，这种类似油分子的产品能够作为燃料使用，可用作燃油锅炉用油，实现能量回收的目的，并且转化率达到 **75%~80%**。目前，该技术受到处理难度大、技术要求高、投资成本高、所获利润低等条件的限制，还未推广应用。

(2) 化学回收技术

化学回收是通过分解聚合物结构以获得原单体或其它有价值的化学品的过程。通过解聚（甲醇解、糖酵解和水解）、部分氧化（气化）和裂解过程来实现化学回收目的。热解（热催化）也能用于聚烯烃和其它加成聚合物回收，通过对加成聚合物塑料进行热解后，得到液体和气体产物，收集后可用作燃料，甚至通过后续加工得到塑料单体，重新生产塑料制品。但操作成本往往太高，并且残留的 **30%** 固体残渣没有任何价值，若处置不当会严重危害环境。

总体来看，目前中国的废旧农用塑料回收处理技术与装备尚不成熟，需进一步加大研究力度。针对农用地膜，需要研制可行的机械化回收清除技术及配套装备，推广残膜回收机械化生产技术，研发低成本高效率的废旧地膜资源化与能源化利用技术装备，提高废旧地膜的回收利用率，减少土地污染，实现农业可持续发展。



五、主要问题与困难

废旧地膜的回收利用作为一项节约资源、保护环境的措施，已经受到了世界各国的普遍重视。目前，地膜回收利用主要存在以下问题与困难：

● 1. 地膜生产标准化程度低，回收难度大

与国外相比，中国对地膜的厚度要求偏低。相比较于欧洲对地膜使用的标准，中国对农膜的厚度要求不高，中国地膜主要成分是聚乙烯，生产工艺简单，品质一般，附加值高的功能性复合膜较少，市场上生产流通的地膜抗拉能力低，机械性能差，易碎且易老化，残留在土壤中，人工和机械都很难清除，回收利用难度大。且地膜生产企业存在小散乱现象，生产企业众多，生产准入门槛低，存在生产超薄地膜、再生料地膜的企业，从源头上增加了地膜回收难度。新制定的地膜标准在实际推广实施中仍存在难点。

● 2. 地膜回收作业面复杂，回收作业难度大

由于作业方式、自然条件、作物需求等差异，导致作物种植模式多种多样，多样化的覆膜手段和种植模式对地膜回收机具提出了更高要求，使得地膜回收机具研发难度大，成本高，从整体上导致地膜回收难度增大。同时，作物地膜覆盖种植规模化和高密化，使得地膜回收作业难度增大，作业机械要求高，现有回收机具作业效率低、稳定性差，无法满足多种生产的需要。

● 3. 收购加工体系不完善，农民企业回收积极性不高

中国残膜固定的收购网点较少，分布不平衡，特别是许多农村地区还未被覆盖，固定回收点远，农民售卖旧膜不便利，旧膜本身的收购价格又较低，农村劳动力缺乏，使得农民捡拾交售废旧地膜的积极性普遍不高。目前地膜的加工企业少而小，地膜回收加工行业盈利空间有限。而农户在捡拾旧膜时，方式粗放，掺杂杂质多，增加了回收加工企业分拣、清洗废旧地膜的成本，极大的影响到了回收利用企业的积极性。

● 4. 多头监管，缺乏有效的监管体制机制

在中国，地膜生产、销售、使用、污染以及回收利用分别由不同的部门管理：地膜生产和销售主要归口工业与信息化部和市场监管总局，地膜使用归口农业农村部，农膜污染主要归口生态环境部，而在回收利用方面没有明确的监管部门，并且有针对性的政策和标准相对较少。因此，缺乏有效的监管机制也是重要的原因，因此迫切需要加强管理机制和体制的改进与完善。

六、国际经验

由于经济成本及使用便捷性等原因，普通塑料地膜仍然具有不可替代性，是世界地膜市场的主流产品。日本、美国及欧洲各国对地膜生产标准、废旧地膜回收率等要求相对较高，其颁布的相关生产标准、法律和政策对于中国加强农膜回收利用具有很好的借鉴意义。

为从根源减少“白色污染”的影响，美国、欧洲、日本等发达国家均颁布了地膜相关的生产标准，对地膜的厚度等指标做出了严格的要求。美国将薄膜以厚度为指标划分为 10 个等级，厚度范围为 0.025-0.25 mm，平均厚度允许误差为 $\pm 20\%$ ，美国地膜生产标准中最薄的允许厚度为 0.025 mm，按照极限厚度偏差计算，最薄的地膜的厚度也达到了 0.02 mm。欧洲标准也是以地膜厚度作为分类指标，将厚度介于 0.025-0.2 mm 的地膜分为 5 类，允许平均偏差 $\pm 5\%$ ，允许的地膜厚度最低为 0.025 mm，最薄的地膜的厚度也达到了 0.024 mm。日本标准中规定了厚度值介于 0.02-0.1 mm 的 5 种薄膜的材料、质量、尺寸、厚度以及允许的偏差范围等，5 种薄膜中厚度要求最低的为 0.02 mm，平均厚度允许误差为 $\pm 15\%$ ，最薄的地膜的厚度需要达到 0.017 mm。而中国的标准规定聚乙烯地膜的厚度值为 0.008-0.02 mm，最薄地膜的厚度为 0.0068 mm，相比较于发达国家的生产标准，可以看出，日本、美国以及欧洲的标准均高于中国 2 倍以上。

在欧美日等发达国家，废弃农膜一直是作为产业垃圾在处理和对待，通过政府引导建立了农膜回收处理体系。农膜回收处理责任延伸制在欧美日国家已基本建立，生产商、分销商、消费者共同承担农膜回收处理责任；并通过政策、经济等制度措施鼓励农膜生产回收企业对废弃物进行循环利用或能源回收，促进资源和经济价值的最大化。建立以政府为主导，由生产企业、回收企业、科研部门等共同参与的生产者责任组织。研究建立标准化回收方法、回收机具，协调回收处理过程，加强行业监管，提高废弃物回收处理效率。如日本农协、法国 Adivalor、西班牙 Cicloagro、德国 ERDE、德国 RIGK、爱尔兰 IFFPG、瑞士 Sveg Retur、挪威 GRANT PUNKT、加拿大 Cleanfarms、美国塑料回收协会 APR 等。

● 1. 美国

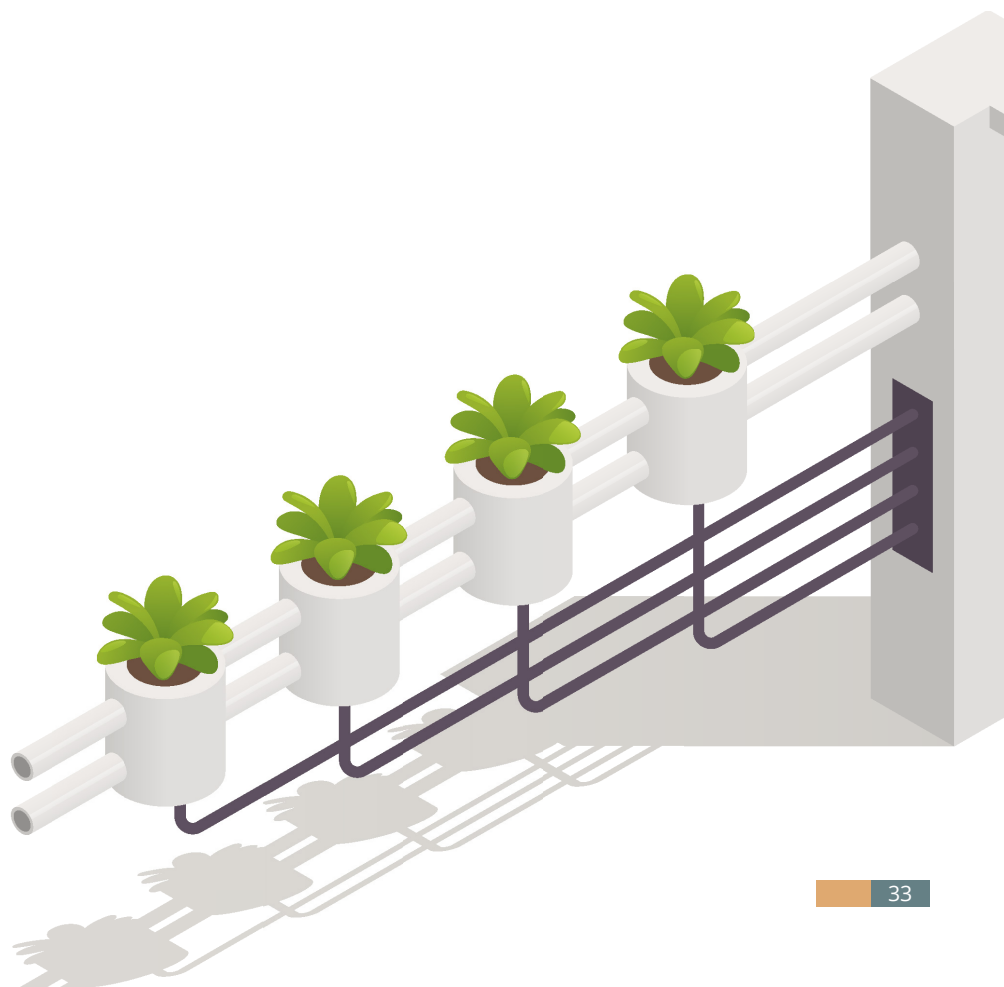
美国是全世界较早制定废旧地膜回收立法的国家，在 1970 年就颁布了《资源回收法》，对废旧农膜的回收主体、回收方法、相关主体的义务都做了较为详尽的规定。该方案提出，农民有义务回收废旧的农用薄膜，并将废旧的农用薄膜送到废膜中转配送中心或者废物处理厂，农用薄膜制造商和进口商也有义务收集和处理废旧农用薄膜，美国各州都有政府批准并公示在相关网站上的回收企业。目前，美国 30 个州政府已出台农用塑料法规，促进农用薄膜废弃物的回收。同时，美国很多州成立了农用薄膜管理协会，通常会以附加销售农用薄膜费用的方式收取回收费用，也有很多州建立了鼓励优惠政策，以上交的回收量为依据，收取农民更加便宜的回收处理费用，收取的费用再由协会负责用于协助回收塑料。

● 2. 欧洲

欧洲很多国家如法国、德国、意大利等都颁布了相关的农用废弃物处置法，例如，废物框架指令（2008/98/EC）、垃圾填埋指令（1999/31/EC）和包装废物指令（94/62/EC）等。为了提高收集后废弃农业塑料的回收率，欧盟曾启动“农业塑料废弃物标签项目”，主要在西班牙、意大利和希腊等大规模地进行覆盖种植农业的国家进行示范推广。农用塑料废弃后，会在专门的收集区对塑料进行分类、清洁和整合，如果收集的废弃农膜在清洁度、材质和性能上符合要求，便将其标记为可以转化为有价值的商品，同时具备这项标签准许的农业废塑料可以在欧洲市场进行运输和交易，实现了回收利用效益的最大化，同时通过标签管理，不单可以实现质量控制，同时可以对废弃物产品进行有效追踪。这将为农民、中小企业提供有关如何收集和分类废物的准则，并且使废弃农膜的销售形成标准化产业链，为实现 100% 的废物收集率提供强有力的动力，从而实现更加清洁的环境。

● 3. 日本

在日本，废旧地膜回收处理纳入农业塑料回收处理系统，日本农协是组织地膜覆盖技术应用和地膜回收的主体。日本基层农业协会按照《日本废弃物处理及清扫法》的有关规定，组织地膜使用后的回收处理工作。地膜从田间到地头的回收，直接由农民自己完成。因地膜强度较高，回收较为容易，农民既有用小型卷膜回收机回收的，也有直接手工回收的。回收到田头的地膜，需要农民清杂处理，余下的转运和处理环节，交由日本农协下属的农业废旧塑料回收处理公司进行。在日本农村，地膜以村镇为单元分散或集中回收，农业废旧塑料回收处理公司每年发放 2-3 次传单提前告知农民。回收处理费用每公斤 30-35 日元，加上事务性费用，每公斤共需 40-50 日元。这笔费用大部分由农民承担，在一些地方也有村镇政府、日本农协和农民各自承担 1/3。一般情况下，农协往往比村镇政府承担得更多一些。据日本《每日新闻》报道，日本政府的新政策旨在到 2035 年实现新塑料的 100% 回收，并鼓励使用来自植物的生物塑料。





地膜利用未来趋势 与建议

中国是农用塑料薄膜生产和使用最多的国家，地膜的广泛应用，对促进农产品产量的提高、保障“菜篮子”工程起到了重要的支撑作用，但同时也带来了土壤“白色污染”等生态环境问题。

一、未来趋势

2015年以来，中国针对农用薄膜制定出台了一系列政策措施，促进行业向绿色环保、可持续发展。2020年，国家发展改革委等部委相继制定出台《关于进一步加强塑料污染治理的意见》《农用薄膜管理办法》《关于坚决杜绝“两薄”塑料制品流通的通知》等政策文件，鼓励各企业发展高端农用薄膜，鼓励生产企业技术创新，建立健全废旧农膜回收体系，推广可降解地膜的应用等。下一步，源头减量与治理、新型地膜替代、回收利用将成为中国农用地膜发展的重点方向。

● 1. 源头减量与治理

随着地膜残留污染问题的日益突出，国家将进一步加大地膜污染治理，尤其是在源头上进行减量化。针对不需要进行地膜覆盖的区域及作物品种，出台指导性的政策文件，减少地膜的源头使用量；加强倒茬轮作制度，通过粮、棉、油等轮作倒茬，减少地膜单位面积的平均覆盖率，减少地膜用量。强化对地膜产品治理的监督管理，要求地膜生产企业按照国家强制性标准进行生产，规范原料供应和质检过程，利用法律法规等，并动用处罚手段限制超薄地膜和劣质地膜的生产和销售，为农膜源头治理提供依据和保障。

● 2. 新型地膜替代

从地膜产品的发展趋势来看，一方面可降解地膜在政府部门的推动下将迅速发展，逐步替代不可降解地膜。降解地膜主要有生物降解、纸膜等，德国、美国、日本等发达国家已经开展了较多的研究，中国的相关科研机构也正在研发。另一方面目前中高档农膜的产量太少，而低档农膜产品供过于求。地膜产品将进一步向保墒、增温、除草、防虫等功能化发展，在应用方向上向特定农作物品种等专业化上发展。

● 3. 回收利用

从农膜回收再利用行业来看，需要提高农膜的可回收与降解技术能力，开发农膜回收再利用技术和配套装备。在技术方面，将进一步研发先进适用的技术，通过合理有效的推广适期揭膜，可以缩短覆膜期限 20 ~ 30 d，地膜仍然保持较好的质量，回收难度大幅降低，但需要较大的劳动力和资金投入。在装备方面，将研发出废旧地膜捡拾机等系列专用装备，进一步降低回收成本，提高捡拾废膜的机械化水平。

二、发展建议

● 1. 完善相关法律法规，明确产业相关者责权利

目前，中国现有的法律法规对废旧农膜回收再利用具体过程，以及再生产品安全性监测评价等方面仍基本处于空白状态。建议进一步完善法律体系，按照废旧农膜的综合利用方式与工艺流程，建立收集、运输、贮存、处理及资源化利用等全过程资源利用的综合立法，界定并落实废旧农膜回收 - 再利用全过程中不同从业者（即农膜生产者、农膜销售者、农膜使用者、政府主管部门等）的责任与义务。进一步加大地膜市场的监管力度，严禁超薄、低强度、易老化地膜的销售使用，从源头上提高地膜回收利用的可操作性和可行性。参照新国标关于农膜厚度、强度、组份、抗老化等质量标准，制订废旧农膜回收工艺、回收质量，以及回收地膜存放、储运和资源化利用等相关技术标准，促进废旧地膜安全高效处理，以及资源化与能源化利用。

● 2. 健全地膜回收利用体系，提高各方参与积极性

当前，废旧地膜回收利用渠道总体不畅，很多地区没有残膜回收站或回收利用加工企业，不少回收后的废膜也只能原地堆放、焚烧、填埋，难以从根本解决农膜残留污染问题。建议根据农膜回收工作特点，从补贴内容、挂钩方式、目标考核等环节着手，进一步加大对规范使用地膜、回收作业费用、有效回收的政策支持力度，提高地膜回收利用各方的积极性。鼓励残膜回收再利用行动，完善残膜回收 - 运输 - 再利用环节的基础建设，打通废旧地膜回收加工渠道，形成长效治理机制；探索建立相关补贴资金与地膜回收挂钩的补贴机制。例如，政府部门出台废旧农膜回收补贴政策，建立专项补贴资金，明确回收标准与回收物品纯度要求，支持企业开展废旧地膜“以旧换新”（例如采取 5 公斤废旧农膜兑换 1 公斤新农膜的方式），设置废旧农膜分片集中回收兑换站点，覆盖所辖区域，形成“收集有网点，收购有专人”的废旧农膜回收利用工作模式，充分调动农户回收地膜的积极性，企业也由于政府的补贴资金和税收等优惠政策能够盈利运行。

● 3. 加强技术装备研发，减少地膜残留污染

中国大部分地区地膜回收主要以人工捡拾为主，难度大、成本高。部分地区残膜回收机械研发有突破性进展，但残膜回收率、机械作业效率、残膜与秸秆等的分离效率等仍有待进一步提高。建议加强地膜回收与再利用技术装备的研发支持力度，研究回收地膜多途径利用的关键技术和设备，突破回收地膜除杂技术和专用设备，解决地膜与混杂秸秆的分离问题；开展回收地膜资源化利用技术，包括作为燃料的熔融压缩挤出工艺与设备、作为电厂燃料利用技术与设备，开展回收地膜热裂解利用技术和设备的研究；开展回收地膜作为建筑材料方面的研究，包括作为道路填充物、墙体等；开展回收地膜再生化利用可能造成二次污染的技术研究；研发回收地膜无水清洗技术和设备、基于回收地膜的混杂塑料秸秆纤维增强复合材料强韧化成套技术及装备等。鼓励科研院所和企业加快全生物可降解地膜的研发和应用，推进生物降解地膜产业的发展，同时强化全生物降解材料的降解监测，保障土壤安全。积极推动装备与技术的产业化，大力培育农膜等废塑料综合利用骨干企业，促进农膜行业规模化、绿色化发展。

中欧循环经济 可持续转型系列报告



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

