

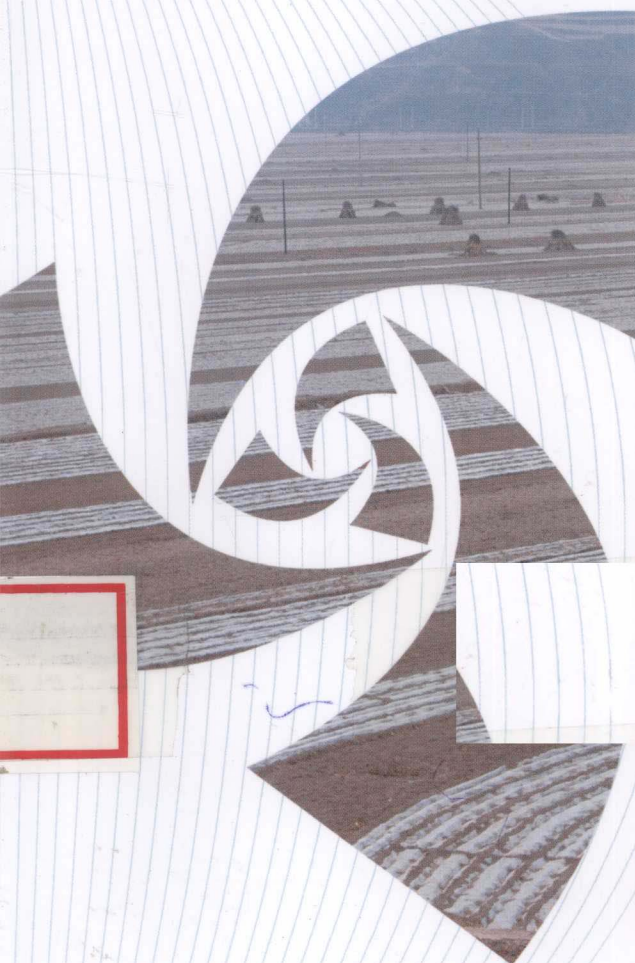


现代农业高新技术丛书

农用地膜的应用与 污染防治

Agricultural Application of Plastic Film
and Its Residue Pollution Prevention

严昌荣 何文清 梅旭荣 等 编著



科学出版社

www.sciencep.com

现代农业高新技术丛书

农用地膜的应用与污染防治

严昌荣 何文清 梅旭荣 等 编著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书从我国农用地膜的应用与地膜残留污染的角度,以丰富的资料和翔实的数据分区域介绍了地膜主要应用模式和关键技术,以及地膜污染的特点,对地膜覆盖栽培与地膜污染防治的未来发展进行了系统分析,以期促进地膜覆盖技术的合理应用和地膜污染问题的解决,为地膜应用与污染防治提供科学依据。

本书可供从事农业与环境管理、科研、生产等领域的研究人员、专业技术人员、教学人员和相关专业的研究生、大学生等参考。

图书在版编目(CIP)数据

农用地膜的应用与污染防治/严昌荣等编著. —北京:科学出版社,2010

(现代农业高新技术丛书)

ISBN 978-7-03-027501-1

I. ①农… II. ①严… III. ①农用薄膜-应用-中国②农用薄膜-污染防治-中国 IV. ①S316②X71

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 083195 号

责任编辑:李秀伟 王 静/责任校对:张 琪

责任印制:钱玉芬/封面设计:耕者设计工作室

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

天时彩色印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2010 年 5 月第 一 版 开本:B5(720×1000)

2010 年 5 月第一次印刷 印张:12 1/4

印数:1—2 500 字数:244 000

定价:48.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

编著者名单

(按姓氏汉语拼音排序)

曹肆林	常蕊芹	樊廷录	郭志利
何文清	李华鹏	李尚中	梁远发
刘定辉	刘宏彬	刘 勤	刘 爽
刘小俊	刘永红	吕世华	吕迎春
马富裕	马 辉	梅旭荣	司 强
孙立波	王 敏	王序俭	王耀林
严昌荣	杨 勤	张继宗	张小军
张忠学	赵彩霞	赵传良	郑文生
祝光富			

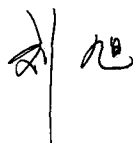
序

20 世纪中期以来，随着资源、环境、人口和食物的多重压力，尤其是水土资源的日趋短缺，如何高效利用有限自然资源生产足够的食物已经成为当前人类面临的一个巨大挑战。我国作为世界上人口最多、水土资源相对缺乏、农业生产气候条件存在很大不确定性的国家，如何实现农业生产的稳定发展是解决 13 亿人口食品安全的关键。近几十年来，随着科技发展和技术进步，我国农业生产方式发生了巨大的变化，设施栽培和地膜覆盖栽培已经成为解决我国粮食、蔬菜等食物的关键措施之一。地膜已经成为化肥、种子、农药以外最重要的农业生产资料之一。为了应对不利于农业生产的气候条件和扩大农作物种植区域，地膜已成为一种新的、必需的农业投入品，其使用范围和使用量正在迅速增加，被广泛应用于蔬菜、棉花及烟草等经济作物和玉米、小麦及水稻等粮食作物的生产中。地膜覆盖栽培技术在农业生产中适应范围广、适用作物种类多、增产幅度大、经济效益高、发展速度快，深受广大农民欢迎。农业科技人员将传统农业技术与地膜覆盖技术有机结合，在地膜覆盖机理与覆盖栽培模式的研究方面进行了大胆创新，形成了能够适应各地实际情况的地膜覆盖栽培模式，尤其是地膜植棉技术、盐碱地地膜覆盖栽培技术、水稻地膜覆盖育秧技术、玉米地膜垄覆沟种技术、玉米双垄沟地膜覆盖栽培技术等在上都处于领先地位。在当前我国农业正向集约化、设施化、标准化、产业化和特色化的现代农业方向转变过程中，地膜覆盖技术在促进区域农业生产、保障食物安全和增加农民收入方面起到了不可或缺的作用。

与此同时，地膜在农业生产上的广泛应用，特别是在大田作物上的推广应用后带来的环境污染问题已经日益凸显出来。主要表现在以下几个方面。第一，地膜生产材料一般降解性极差，这些高分子聚合材料在自然条件下完全分解往往需要上百年时间，加之地膜的增塑剂可能产生的一些有害物质对作物和人类产生危害，因此，地膜污染已经成为一个社会公害。第二，由于地膜应用的普遍性和残膜分布的广泛性，这给残膜回收带来极大的困难，如新疆、甘肃等省（自治区）的部分耕地中残留的大量地膜已影响到播种和农作物生长，农民不得不进行手工清理或机械清理，不仅影响和耽误了农时，

而且还增加了农业生产成本。第三，对残膜危害缺乏深入系统的研究，到目前为止，虽然有些科学家在地膜污染方面开展了一些工作，但都比较零碎，残膜的区域分布特点，对土壤、农作物生长发育方面的危害仍缺乏长期、系统的跟踪研究，对残膜的危害认识还存在不少盲区。第四，残膜污染防治技术的研究亟待加强，目前，在我国实际应用的农用残膜回收技术极其简单，技术含量很低，主要依靠人工和简单机械进行回收，作业效率和回收率都存在很大问题，回收技术和机具严重滞后无法满足农业生产的实际需要，如何从根本上解决这个问题已经是一个迫在眉睫的大问题。

近几十年来，我国在地膜覆盖栽培技术研究与应用方面走在了世界前列，但同时残膜给农业生产和环境带来的一系列负面影响也越来越严重，因此，加强农用地膜应用与污染综合防治研究，将有利于促进我国现代集约化农业的可持续发展。为此，严昌荣研究员组织全国有关专家，以“十五”和“十一五”国家科技支撑计划课题及“863”计划课题的研究成果为基础，共同完成了《农用地膜的应用与污染防治》的撰写，具有重要的参考价值和学术意义，我相信，这本书的出版一定会受到广大读者的欢迎，也将促进地膜栽培技术在我国农业生产上的合理应用，并在解决地膜污染问题方面发挥积极作用。



中国工程院院士

2010年3月

前 言

农业是国民经济发展的基础，同时也是一个社会和技术问题的交织体。一方面，我国农业生产面临严重的资源束缚，水资源和土地资源有限，自然灾害频发，农业以外的污染加剧；另一方面，又面临社会经济发展对农产品与生态环境保护的巨大需求和农业生产自身产生的污染问题。为了保证我国农业生产发展和农产品持续稳定的供应，广大农业科研工作者倾注巨大的心血开展了农业技术研究与应用，并取得了巨大的效益，地膜覆盖栽培技术作为众多技术中的一种，为保证城乡食物供应起到十分积极的作用。地膜已经成为农业生产的重要物质资料之一，是除化肥、种子、农药以外的第四大农业生产必需品。同时，为了应对不利于农业生产的气候条件和扩大农作物的种植区域，农用地膜正在逐渐成为一种新的、必需的农业投入品，使用范围和使用量都在迅速增加。地膜覆盖栽培技术是过去 20 多年来适应范围广、适用作物种类多、增产幅度大、经济效益高、发展速度快、深受广大农民欢迎的一项成功技术。广大农业科技人员在地膜覆盖机理与覆盖栽培实用技术的研究方面进行了大胆创新，地膜覆盖栽培技术的深度和广度都远远超过引进技术水平，特别是在地膜植棉、盐碱地地膜覆盖栽培技术、水稻地膜覆盖育秧技术等方面。与常规种植相比，地膜覆盖栽培技术不仅可以使农作物稳产早产 5~20d，还可使部分喜温作物的栽培极限范围北移 2~5 个纬度，即向北推进 500 多千米或海拔向上延伸 500~1000m。我国地膜应用规模增长迅速，2008 年我国地膜覆盖面积已经达到 1560 万 hm^2 ，涉及农作物达 40 多种，地膜覆盖栽培技术对改善和提升城镇居民生活质量，促进农业增效、农民增收及农村社会经济快速发展作出了重要贡献。但同时地膜污染也日益成为一个新的问题，局部地区甚至已经严重影响到正常的农业生产活动和区域农业可持续发展。为此，加强地膜覆盖栽培技术和地膜污染防治技术的研究已成为一个重要的议题。

目前，我国在地膜覆盖栽培技术的研究和应用方面已经走在世界的前列，处于国际领先地位，相比之下，关于地膜污染的研究严重滞后，近年来国内关于残留地膜污染防治技术的研究成果十分有限。“十五”以来，我们在地膜覆盖栽培技术研究的基础上，开展了地膜残留及污染问题的研究，通

过与全国主要地膜应用与污染重点区域科学家的合作,探讨各区域目前主要地膜覆盖种植技术模式和地膜污染现状和特点,获得了大量第一手的材料和数据。在过去几年研究工作的基础上,我们组织有关专家进行了《农用地膜的应用与污染防治》的编著。现就有关本书编著的若干问题进行简要说明。

第一,编著本书的主要目的。当今我国农业正处于日新月异的时代,农业新技术的研究与应用正在改变农业的生产方式和模式,地膜覆盖栽培技术作为 20 世纪 70 年代以来应用最广泛的技术之一,给中国的食物供应结构带来了革命性的改变,极大提升和改善了城乡人民的生活水平,同时地膜覆盖栽培技术的应用也带来一些新的问题,尤其是在新疆和西北其他地区已经形成令人触目惊心的污染问题,作者希望本专著的出版,一方面可以推进与区域自然条件相适应的地膜覆盖栽培技术的应用,另一方面通过介绍我国典型地区地膜污染的现状和主要防治技术,推动地膜污染防治技术的应用和地膜污染问题的解决,为促进区域农业的可持续发展摇旗呐喊。

第二,本书的基本结构和内容。全书以实践应用为目的,主要介绍了我国地膜发展和应用现状、各区域主要覆盖栽培模式、污染特点和防治技术。全书共分五章,第一章介绍了农用地膜发展和应用现状,包括农用地膜发展历史、主要种类和性能、国外地膜研究的状况;我国农用地膜应用状况,包括农用地膜概况、地膜覆盖的作用机理、地膜对农业生产影响等。第二章按照东北、华北、西北和西南四大区域介绍了各区域主要地膜覆盖栽培模式及各种模式的技术指标和应用范围等。第三章介绍了地膜污染现状及防治技术,具体包括地膜残留的现状、特点和发展态势,残留地膜对土壤及农作物的影响,地膜污染的主要成因和主要防治技术等。另外具体介绍了新疆和河北棉田地膜污染情况。第四章介绍了残膜回收机械的研究与应用,主要包括国内外残膜回收机械发展历史、国内主要残膜回收机及其特点,以及未来残膜回收机械研发趋势。第五章介绍可降解地膜及其应用,主要包括可降解地膜的类型和特点、国内外在可降解地膜方面的研究现状与发展趋势,另外还介绍“十一五”国家科技支撑计划课题研制的生物降解地膜。为了使本书更具指导性,附录部分列出了作者编写的《农田地膜污染调查技术规程》和《可生物降解地膜的生产和应用技术标准(草案)》。

本书是长期从事地膜覆盖栽培、地膜污染防治技术研究专家和学者多年心血的结晶,其撰写和出版得到了中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所、中国农业科学院农业资源与区划研究所、新疆农垦科学院、四川省农业科学院、甘肃省农业科学院、东北农业大学、广东上九生物降解塑料有限

公司等科研院所和企业的大力支持。中国农业科学院蔬菜花卉研究所王耀林研究员、中国塑料工程学会降解塑料研究会理事长唐赛珍女士对本书给予了建设性的指导意见，在此一并致谢。同时还要特别感谢“十一五”国家科技支撑计划课题[“可生物降解地膜开发”(2006BAD07A06)、“农田水分生产潜力及适度开发研究”(2006BAD29B01)和“农田污染关键治理技术研究”(2006BAD17B04)]和“863”计划课题[“全降解保水地膜”(2006AA100216)和“山西晋中半干旱区现代节水农业研究与集成”(2006AA100220)]的资助。

作为一本比较全面介绍地膜覆盖栽培技术与地膜污染防治技术的专著，尤其是地膜污染特点与防治技术方面的首部专著，加之地膜覆盖栽培技术应用区域的广泛性及地膜污染研究的复杂性和不系统性，作者深知书中难免出现各种错误、遗漏和片面性，因此，殷切希望广大同仁和读者不吝赐教，给予批评指正，以促进地膜覆盖栽培技术的合理应用和地膜污染问题的早日解决，推动我国农业实现可持续发展。

严昌荣 何文清 梅旭荣

2010年1月

Preface

As the foundation of the national economic development, agriculture is an interweaver of social and technical problems. On one hand, there are serious resources scarcities such as limited water and soil resources that affect production in China. In which natural calamities occur frequently and pollution outside agriculture is aggravating. On the other hand, agriculture is confronted with the huge demand of agro-products and eco-environmental protection from socioeconomic development as well as the pollution problems seen in agriculture.

In order to guarantee the development of production and the sustainable supply of agro-products, scientists have done much painstaking work to carry out techniques research and application, and have obtained huge benefit. The technique of plastic film mulching is one of those important techniques that have played a positive role in food supplies for urban and rural areas. The application of this technique has significantly changed production mode, especially in inputs. The plastic film has already been one of the most important materials needed for agricultural production. It is the fourth necessity after chemical fertilizer, seed and pesticide.

At the same time, to combat the climate conditions adverse to production and enlarge crop planting area, the plastic film is gradually becoming a new and essential input in agricultural production. Because the application of plastic mulching film can be used in a wide range for many crops as well as can increase yield and help to bust economic benefit, with its fast development, the amount and scope of the plastic mulching film application are rapidly increasing and this technique has become very popular with farmers. Combining the traditional farming and modern technology, scientists have made innovations in the mechanism of plastic film mulching and mulching cultivation technique whose depth and width is far beyond the level of introduced technique, particularly the techniques for cotton planting, applied on saline alkali land

and rice seeding cultivation.

Compared to the regular planting method, the plastic film mulching technique is not only able to make crops stably ripe 5—20 days earlier, but also able to make the cultivation limit scope of some thermophilic crops shift 2—5 latitude northwards, it means, shift 500 kilometers northwards or altitude extends 500—1000 meters upwards, and as a result the application scale of plastic film mulching technique is rapidly increasing in China. In 2008, the plastic film mulching area reached 15.6 million hectares with more than 40 different crops. The plastic film mulching technique has made great contribution in improving quality of life, promoting the efficiency, increasing the farmers' income and accelerating the socioeconomic development in rural areas.

However, the pollution of plastic film residue has become a new problem. In some regions, this kind of problem has already affected the normal production activities and regional sustainable development. Therefore, it is very important to improve the plastic film mulching technique and develop the prevention and treatment technique of the pollution caused by plastic film residue.

China has been in the leading position in the world in the field of research and application on plastic film mulching technique since 1970s. However, the research on how to deal with the pollution of plastic film residue falls behind even there have been some research results in recent years. Experts from Chinese Academy of Agricultural Sciences (CAAS) have done some further experiments and studies of the pollution control based on the plastic film mulching technique researches since the 10th Five-Year Plan (2001—2005). A large number of first-hand materials and data were obtained via the cooperation among scientists who study the major mulching film application regions and key polluted areas and the discussion on main pattern of plastic film mulching technique and residue data collection.

Nowadays, agriculture in China is in an era with dramatic changes as the production mode and pattern have been changed by new techniques researches and applications. The plastic film mulching technique, as one of the most widely used techniques in last 30 years, has brought revolutionary changes to China's food supply structure, it also greatly enhanced and improved the living standards of urban and rural people. Meantime, the new problems have been

occurred while using the plastic films, especially the shocking pollution in Xinjiang Uygur Autonomous Region and northwest areas of China.

It is a right time to compile such a monograph on plastic film mulching techniques and pollution control. According to the circumstances of plastic film mulching application and its pollution control, we organized experts to compile this book *Agricultural Application of Plastic Film and Its Residue Pollution Prevention*. And the main purpose of writing this book are:

To promote application of plastic film mulching technique, adapting to the local natural conditions;

To introduce the status-quo of residue of plastic film in typical areas and current pollution control technology, in order to acquire solutions for the pollution problems;

To promote the regional sustainable development.

The book, mainly focused on practice and application, introduces the status-quo of the mulching film's development and application in China, the different regional mulching patterns, pollution features and control technology. There are 5 chapters in this book. Chapter 1 mainly introduces the development and status-quo of the film mulching, including the history, types, functions and the situation abroad. Besides, it also introduces the situation of film mulching application in China, which includes the general information, function and mechanism that influences production. Chapter 2 introduces the patterns of film mulching, technical indicators of different patterns and application scope according to the 4 large regions, which are Northeast, North, Northwest and Southwest. Chapter 3 introduces the status-quo of the mulching film pollution and the pollution control technology, including the status-quo, feature and developing trend of residue mulching film. Moreover, this chapter introduces the influence of plastic film residue on soil and crops and explains the main causes of mulching film pollution and its control technologies. The pollution situation in Xinjiang and Hebei is also stated in Chapter 3. Chapter 4 introduces the characteristics and developing trend of the residue mulching film harvesting machines. Chapter 5 introduces the degradable mulching films and its application, which includes types, characteristics, research status-quo and developing trend at home and abroad. Besides, it also introduces the bio-

degradable mulching film developed by the 11th Five-Year Plan of National Key Technologies R & D Programs. To make this book more instructive, the author also attached “the Technical Regulations of Pollution Investigation in Farmland” and “the Production and Application Technology Standards of Biodegradable Mulching Films”.

This book's composition and publication took many experts' years of hard work, and get a lot of support from Institute of Environment and Sustainable Development in Agriculture (CAAS), Institute of Resources and Regional Planning (CAAS), Xinjiang Academy of Reclamation Sciences, Sichuan Academy of Agricultural Sciences, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Northeast Agricultural University, Guangdong Shangjiu Biodegradable Plastics Co. Ltd. Dr. Wang Yaolin from the Institute of Vegetables and Flowers (CAAS) and Ms. Tang Saizhen, the director general of the Degradable Plastics Seminar, China Processing Plastic Industry Association gave the constructive suggestion, which are all very much appreciated. This book also funded by the 11th Five-Year Plan of National Key Technologies R&D Programs “Industrial Development of Biodegradable Plastic Films” (No. 2006BAD07A06), “Water Balance and Crop Potential Productivity in Field Scale” (No. 2006BAD29B01), “Study on the Key Preventing and Controlling Technology of Farmland Pollution” (No. 2006BAD17B04), and 11th Five-Year Plan of National High-tech R&D Program “Study on the Biodegradable Water Conserving Plastic Mulching Film” (No. 2006AA100216), “The Demonstration Site of Modern Water Saving Technology of Agriculture in Shanxi Province” (No. 2006AA100220).

Since this is a comprehensive monograph introducing film mulching technique and mulching film pollution control technique, especially with the introductions of characteristic of pollution of mulching film residue and its control, as well as for the universality of mulching film applied regions and complex and unsystematic mulching of plastic film's researches, it is inevitable to have mistakes in this book. Therefore, feel free to forward your comments.

Yan Changrong He Wenqing Mei Xurong

January, 2010

目 录

序

前言

第一章 农用地膜发展和应用现状	1
第一节 农用地膜覆盖研究与发展	1
一、国外农用地膜概况	1
二、我国农用地膜研究与应用	3
第二节 农用地膜的种类和作用	4
一、农用地膜的种类	4
二、地膜覆盖的作用机理	6
三、地膜覆盖对农业生产的影响	9
第三节 我国地膜应用现状及存在问题	11
一、我国地膜应用现状与特点	11
二、地膜覆盖方式及存在的问题	16
参考文献	22
第二章 地膜主要应用技术模式	24
第一节 东北地膜覆盖主要技术模式	24
一、玉米大垄双行地膜覆盖栽培技术	24
二、玉米膜下滴灌栽培技术	26
三、大豆行间地膜覆盖栽培技术	28
四、玉米地膜垄覆沟播栽培技术	30
五、玉米秋覆膜保墒技术	32
第二节 华北地膜覆盖主要技术模式	34
一、棉花地膜覆盖栽培技术	34
二、棉花/洋葱地膜覆盖间套栽培技术	37
三、秋播大蒜地膜覆盖栽培技术	39
四、春大豆地膜覆盖栽培技术	41
五、春谷子地膜覆盖栽培技术	43
六、玉米垄覆（膜）沟播栽培技术	45

第三节 西北地膜覆盖主要技术模式	47
一、小麦地膜覆盖穴播栽培技术	48
二、玉米宽膜平铺穴播种植技术	49
三、小麦垄盖膜际栽培技术	50
四、夏休闲期覆膜秋播冬小麦栽培技术	52
五、玉米秋覆膜春播栽培技术	53
六、玉米“一膜两年用”栽培技术	54
七、玉米全膜覆盖双垄沟集水种植技术	56
八、棉花膜下滴灌栽培技术	57
第四节 西南地膜覆盖主要技术模式	61
一、玉米宽行全膜覆盖栽培技术	61
二、玉米窄行覆盖膜侧栽培技术	63
三、小麦地膜覆盖栽培技术	65
四、蔬菜地膜覆盖栽培技术	66
五、马铃薯垄作覆膜栽培技术	69
六、水稻覆膜节水栽培技术	70
七、烟草地膜覆盖栽培技术	72
参考文献	73
第三章 地膜污染现状及防治技术	76
第一节 我国地膜污染概况	76
一、地膜污染的现状和特点	76
二、地膜污染的发展态势	77
第二节 残留地膜对土壤及作物的影响	78
一、残留地膜对土壤的影响	78
二、残留地膜对农作物的危害	79
三、残留地膜的其他危害	82
第三节 地膜污染的成因与防治途径	83
一、地膜污染的主要成因	83
二、主要防治技术与措施	86
第四节 实证研究——典型农区棉田地膜污染研究	88
一、华北地区棉田地膜污染	88
二、新疆地区棉田地膜污染	92
三、不同农区地膜污染的比较研究	96

参考文献	100
第四章 农田残膜回收机械研究	102
第一节 残膜回收机械	102
一、国外残膜回收机械	102
二、国内残膜回收机械	102
第二节 主要残膜回收机型及特点	104
一、苗期残膜回收机	104
二、秋后残膜回收机	113
三、播前残膜回收机	126
第三节 残膜回收机械研发趋势	135
一、残膜回收机研究要解决的主要问题	135
二、影响残膜回收机推广应用的因素	135
三、残膜回收机的发展方向	135
第四节 实证研究——两种联合式残膜回收机的研制	136
一、4SJ-2.0 残膜回收与茎秆粉碎联合作业机	137
二、1QZ-5.4 清膜整地联合作业机	140
三、效益分析与应用前景评价	143
参考文献	144
第五章 可降解地膜研究及应用评价	146
第一节 可降解地膜的类型和特点	146
一、光降解地膜	146
二、生物降解地膜	147
三、光/生物降解地膜	148
第二节 国内外研究现状与发展趋势	148
一、可降解塑料地膜的发展历史	148
二、研究现状与发展趋势	149
第三节 实证研究——全生物降解地膜评价试验	153
一、试验区概况	153
二、材料和方法	154
三、结果与分析	155
参考文献	162
附件	163
附件 1 农田地膜污染调查技术规程	163

一、适用范围	163
二、调查时间的选择	163
三、调查工具的准备	163
四、调查对象的选择	164
五、采样点的选择	164
六、残膜样品的收集和处理	165
七、残膜统计和报告撰写	166
附件 2 可生物降解地膜的生产和应用技术标准（草案）	167
一、生产技术方案	167
二、基本性能及生产工艺流程	169
三、可生物降解地膜的应用标准	170