



硕士学位论文  
MASTER'S THESIS

---

# 硕士学位论文

## 论文题目：我国南方湿润地区保护性耕作 研究

论文作者：汪一凡

指导教师：刘目兴 副教授

学科专业：农村区域与发展

研究方向：保护性耕作

华中师范大学城市与环境学院

2015年4月



硕士学位论文  
MASTER'S THESIS



# Conservation tillage technology research in southern humid area of China

*A Thesis*

Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement  
*For the Master of agricultural extension Degree*

By

WangYifan

Postgraduate Program  
School of city and environment  
Central China Normal University

Supervisor: LiuMuxing

Academic Title: Associate professor

Signature *Liu Muxing*

Approved

April. 2015



## 华中师范大学学位论文原创性声明和使用授权说明

### 原创性声明

本人郑重声明：所呈交的学位论文，是本人在导师指导下，独立进行研究工作所取得的研究成果。除文中已经标明引用的内容外，本论文不包含任何其他个人或集体已经发表或撰写过的研究成果。对本文的研究做出贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式标明。本声明的法律结果由本人承担。

作者签名：汪凡

日期：2015年6月9日

### 学位论文版权使用授权书

学位论文作者完全了解华中师范大学有关保留、使用学位论文的规定，即：研究生在校攻读学位期间论文工作的知识产权单位属华中师范大学。学校有权保留并向国家有关部门或机构送交论文的复印件和电子版，允许学位论文被查阅和借阅；学校可以公布学位论文的全部或部分内容，可以允许采用影印、缩印或其它复制手段保存、汇编学位论文。（保密的学位论文在解密后遵守此规定）

保密论文注释：本学位论文属于保密，在\_\_\_\_年解密后适用本授权书。

非保密论文注释：本学位论文不属于保密范围，适用本授权书。

作者签名：汪凡

导师签名：刘月芳

日期：2015年6月9日

日期：2015年6月9日

本人已经认真阅读“CALIS 高校学位论文全文数据库发布章程”，同意将本人的学位论文提交“CALIS 高校学位论文全文数据库”中全文发布，并可按“章程”中的规定享受相关权益。同意论文提交后滞后：半年；一年；二年发布。

作者签名：汪凡

导师签名：刘月芳

日期：2015年6月9日

日期：2015年6月9日



## 摘 要

近年来,沙尘暴的频发、土壤侵蚀严重的问题引起了多方关注。长期采用简单粗放的耕作方式、生态环境脆弱、过度开垦等等因素,造成严重的水土流失,使得我国土地沙漠化愈来愈快。经过长期的研发,我国北方保护性耕作体系已相对成熟。保护性耕作技术和机具的研究也不断深入。我国南方湿润地区多山,雨水充沛,不同地区的经济水平和自然条件存在巨大差异。作为重要的粮食产地,保护性耕作的合理利用与有效推广,能保护生态环境,节约资源和促进生产增产。适合当前发展与长远发展的利国利民农耕技术。保护性耕作技术的出现,不仅有效地弥补了传统精耕细作的农耕方式的缺陷,还有利于生态环境的可持续建设,能够完善保护性耕作技术创新和建设保障体系,对开展现代化的农业建设有着重要影响。

本文通过对国内外保护性耕作研究进展的评述,了解国内外保护性耕作在中国南方湿润地区和北方的干旱地区的应用情况,然后对当前地区保护性耕作技术的实施进行深入研究,系统的分析在南方湿润地区实施保护性耕作的生态生产效益,在参考和总结国内外保护性耕作研究的基础上,系统地探讨了在中国进行保护性耕作的基本理论与实践的研究。以我国北方研究区域的实际情况为基础,与中国南方湿润地区保护性耕作研究现状相比较,分析在中国南方湿润地区实现广泛发展保护性耕作将面临的问题。通过进一步研究中国南方湿润地区的水土保持耕作措施,以及实施保护性耕作在中国南方湿润地区生产条件和生态效益,提出适合在中国南方湿润地区的水土保持耕作方式。

**关键词:** 南方湿润地区;免耕;少耕;生态效益;生产效益



## Abstract

In recent years, the problems of frequent sandstorms, serious soil erosion has attracted much attention. Long-term using simple extensive farming, fragile ecological environment, excessive reclamation, and so on factors, cause serious soil erosion, land desertification faster in China. After a long period of research and development, conservation tillage system in north China has been relatively mature. Conservation tillage technology and machinery research also unceasingly thoroughly. Southern humid regions in our country mountainous, the rain is abundant, economic level and natural conditions there is a huge difference. As an important food producing area, the rational use of conservation tillage and effective promotion, can protect the ecological environment, saving resources and improving production yield. Suitable for the current development and long-term development of a reasonably farming technology. The emergence of conservation tillage technology, not only effectively make up for the defect of the traditional mode of intensive farming, and conducive to ecological environment of sustainable construction, to improve the conservation tillage technology innovation and the construction of guarantee system, has important influence on construction to develop modern agriculture.

This article through to the conservation tillage research progress at home and abroad are reviewed, understand the conservation tillage in the humid regions in southern China at home and abroad and the application of the arid region in the north, and then to the current regional conservation tillage technology, in-depth study of the implementation of the system analysis of humid regions in the south of the implementation of conservation tillage ecological production benefit, in reference and summary on the basis of the conservation tillage at home and abroad, systematically discusses the conservation tillage in China by the basic research of theory and practice. On the basis of the actual situation of the study area in north China, and China southern humid area conservation tillage research status quo, analysis of implement widely development of conservation tillage in humid regions in southern China will face the problem. Humid regions in southern China through further research of soil and water conservation tillage measures, as well as the implementation of conservation tillage in humid regions in southern China production



conditions and ecological benefits, put forward suitable for humid regions in southern China soil and water conservation farming methods.

**Keywords:** The southern humid regions; no-till; Reduced tillage; Ecological benefits Production efficiency



## 目 录

摘 要	I
Abstract	III
1. 绪论	1
1.1 研究背景及意义	1
1.1.1 研究背景	1
1.1.2 研究意义	1
1.2 国内外保护性耕作研究综述	2
1.2.1 国外保护性耕作研究现状	2
1.2.2 国内保护性耕作研究现状	3
1.3 研究目标、方法及技术路线	4
1.3.1 研究目标	4
1.3.2 研究的方法	4
1.3.3 技术路线	6
2. 保护性耕作相关概念及发展历史	7
2.1 保护性耕作的相关概念	7
2.2 保护性耕作的开展历程	7
3. 南方湿润地区保护性耕作的现状分析	9
3.1 我国南方湿润地区的保护性耕作开展的现状	9
3.2 南方湿润地区保护性耕作的现有模式和技术	9
3.2.1 南方保护性耕作的现有模式	9
3.2.2 南方保护性耕作的现有技术	9
3.3 南方湿润地区保护性耕作存在的问题	12
3.3.1 种植模式复杂，耕作技术未形成体系	12
3.3.2 缺少与南方多山富水环境相匹配的保护性耕作机具	13
3.3.3 保护性耕作技术的保障体系并不完善	13
3.3.4 传统的农业耕作观念，不利于保护性耕作技术的推广	13
4. 南方湿润地区保护性耕作的实施条件分析	15
4.1 北方干旱地区和南方湿润地区保护性耕作的比较	15
4.2 南方湿润地区保护性耕作技术的实施条件分析	16



4.2.1 南方湿润地区有必要实施保护性耕作	16
4.2.2 南方生态环境特殊，迫切需要保护性耕作技术	16
<b>5. 南方湿润地区实施保护性耕作的效益分析</b>	<b>17</b>
5.1 南方湿润地区实施保护性耕作的生态效益	17
5.1.1 保护性耕作具有蓄水保墒的作用	17
5.1.2 增强了土壤的抗蚀性	17
5.1.3 改善土壤结构性质，培肥地力	18
5.1.4 减少了秸秆燃烧量及大气污染	19
5.2 南方湿润地区实施保护性耕作的生产效益	20
5.2.1 减少劳力投入，节省时间	20
5.2.2 节省能源，降低作业成本	21
5.2.3 加快农作物生产进程，提高农作物产量	21
<b>6. 推进南方湿润地区保护性耕作的开展途径</b>	<b>23</b>
6.1 完善实施保护性耕作的法律法规，促进其推广应用	23
6.2 组建专业的农业管理机构和服务机构	23
6.3 加大资金投入，形成有效的鼓励机制	24
6.4 重点开展技术攻关，加快研究成果转化	25
6.5 推广保护性耕作，实现农业信息化发展	26
6.6 重视国际交流与合作，实现信息共享	26
<b>7. 总结和展望</b>	<b>27</b>
7.1 基本结论	27
7.2 前景展望	27
<b>参考文献</b>	<b>29</b>
<b>致 谢</b>	<b>33</b>



## 1. 绪论

### 1.1 研究背景及意义

#### 1.1.1 研究背景

在我国有几千年的农业历史上,精耕细作的管理模式源远流长、运用广泛。由于人口的快速增长,非农业建设用地的极速膨胀,过分依赖化肥和除草剂等化学物质,生产程序的简单化,过分开垦林地、草地和湿地,造成耕地质量严重退化,使得土地荒漠化情况日益严重,农田土壤质量下降,生态环境的日益恶劣。人们不得不开始正视环境和经济发展的矛盾关系及如何合理的利用土地资源,发展我国自己特色的保护性耕作模式等问题。

近些年,我国保护性耕作在国外保护性耕作技术引导下,逐渐走上正轨。北方生态环境恶劣,大部分保护性耕作技术以改善环境为目标,更多的是应用在北方干旱地区。在 20 世纪 60 年代已经开始开展了单项技术的研究;在 70 年及以后,各大高校及农科院纷纷开始了对残茬覆盖技术和少耕免耕技术的试验和研究,并且效果显著;90 年代以后主要是在我国北方进行农艺农机结合的系统性试验的研究<sup>[1]</sup>。在之前,南方湿润地区环境问题与北方地区相比情况稍微不太恶劣,因此对保护性耕作技术的重视程度较弱,南方的保护性耕作技术相对发展较慢。而近几年,我国南方湿润地区也开始重视环境与经济的发展,逐步开始研究和推广保护性耕作。

#### 1.1.2 研究意义

我国人口众多人均资源少,多年来都采用的是精耕细作的耕作的耕作方式,致使土地利用过度,肥力衰竭,再加上注重发展过度开垦,使得土地沙漠化的速度愈来愈快,水土流失严重。为了抗旱增产,实现可持续发展,从 20 世纪六十年代我国就开展了保护性耕作的技术试验和推广。保护性耕作是我国重要的农耕技术之一,通过实行免耕少耕和秸秆留茬覆盖还田,减少了土壤风蚀水蚀、增强了抗旱节水能力、提高土壤肥力,具有节约资源、蓄水保墒的作用。随着我国保护性耕作技术研究与发展力度加大,我国已经建立了与国情相符的技术体系,保护性耕作的运行机制也已经初现雏形。但是由于种植技术模式复杂多样,缺乏配套机具,传统农业耕作观念根深蒂固、农民无法快速而准确的掌握及使用技术等因素,我国保护性耕作技术普及速度较慢。保护性耕作对我国北方旱地改良有着积极作用。目前



南方水资源充沛，但地处丘陵地带，多山富水环境，加之雨水充沛，容易形成泥石流等灾害。保护性耕作通过培根固土，培植土壤肥力，能有效地改善土壤结构，减少水土侵蚀，促进资源环境的可持续发展。对我国南方水土资源的合理利用有着重要的调整作用，也能有效地缓解生态环境恶化的局面。

## 1.2 国内外保护性耕作研究综述

### 1.2.1 国外保护性耕作研究现状

从宏观上来看，保护性耕作的发展随着概念的扩大，范围也更加广泛。国际上的保护性耕作技术的起点是 20 世纪 30 年代美国等国家在遭遇严重水土流失和风沙危害，深刻认识到保护性耕作的重要性之后，开始研究实验，然后逐渐发展起来的。

美国的农业保护性耕作技术从提出到发展成熟大约用了 30 年，目前已被国内大部分农民接受并采用。随着科学技术的进步，耕作技术、新型机械、化学药剂、相关耕作制度等方面的革新与发展，促使保持性耕作的应用和发展的范围进一步扩大。近年来，美国又提出了保护性农业的概念，主要以永久性绿色覆盖、作物轮作等方式，在减少对土壤的人为干扰的同时，在减少资源和劳力过多投入的基础上保持和提高作物产量，增加农民的经济收入。现如今，美国大部分耕作地区均采用了保护性耕作，其中采用得最多的保护性耕技术是作物残茬覆盖耕作，其次是免耕<sup>[2]</sup>。目前保护性耕作已成为美国的主体耕作模式，截止到 1995 年，美国 60% 以上的耕地采用了保护性耕作技术，大概 90% 的土地已经不再使用传统的农耕方式<sup>[2]</sup>。美国为了研究出更适合的保护性耕作技术，在技术、机具，除草剂等方面做了大量研究实验，特别是降低耕作强度、简化机械作业，目前田间作业次数由 7~8 次减到 1~3 次<sup>[3]</sup>。另外，美国的保护性耕作被其它众多国家广泛使用。

在澳大利亚，已经在大部分地区均采用了保护性耕作技术。由于澳大利亚土地松散，多降雨且量大，雨水冲刷导致水土流失情况十分严重，已经威胁到农业的可持续发展。因此，更加注重对土壤及生态环境的保护。目前在澳大利亚大部分地区都采用免耕少耕、秸秆覆盖、旱田轮作等保护性耕作技术。旱田区域的农田耕具早已采用翼形铲而替代了铧式犁，其中最受农民喜爱和接受的技术是秸秆还田覆盖技术，并发展了适合自己国情的保护性耕作技术<sup>[4]</sup>。政府的大力支持与推进使得保护性耕作在澳大利亚发展速度快、实施面积广阔。

在上世纪 50 年代之前，加拿大采用的是以铧式犁为主要工具的农耕方式。铧式犁的频繁运用、土壤过度耕作，导致土壤肥力的严重透支，无力抵抗风蚀和水蚀的



侵袭。再加上加拿大农田休耕的传统，导致土壤肥力严重不足，加剧了土壤盐碱化程度。为了改善土壤环境，加拿大引进了保护性耕作技术并加以研究，从政策上支持保护性耕作技术的推广，废止了铧式犁的使用。依据国情，加拿大比较注重以土壤深松技术为主的机械化保护性耕作技术措施的研制与使用，而免耕播种、秸秆残茬处理、保护性耕作技术也在国内受到政策支持得以快速推广<sup>[5]</sup>。

前苏联 20 世纪 50 年代首先研究的是马尔采夫无壁犁耕作法，但是效果并不明显，现在多是采用马尔采夫耕作法与加拿大抗旱留茬耕作法相结合的无壁犁深松或浅松取代传统有壁犁耕作法，收割后保留大部分麦茬留茬和残株，最后直接用专用的播种机进行播种。这种技术基本不会对土壤结构造成破坏，既简化工序，又具有培根固土减轻风蚀水蚀的效果。因此在前苏联被广泛采用。日本 20 世纪 40 年代开始研究水稻旱地直播，90 年代初，就拥有了完善的配套机具和成熟的农艺，其做法是实施少耕播种机一次性完成种植稻麦，行间大面积不耕并以残茬覆盖。

由此可知，保护性耕作作为一种对传统耕作技术的革新，因其良好的经济效益和生态效益而成为重要的耕作技术在我国进行推广。在国际上，保护性耕作以多项农艺措施、农机与农艺相结合为主要的发展模式，能够稳定土壤的结构、减少土壤的风蚀和水蚀、培肥地力、节约资源，不仅能提高劳动生产率，还对生态脆弱地区起到重要作用。在多数国家被采用。

### 1.2.2 国内保护性耕作研究现状

在我国关于保护性耕作的研究与应用与其他国家相比来说，是处于起步较晚的情况。它是在引进外国先进技术和成熟经验的基础上，结合本国实际情况继续深入试验、研究而发展起来的，最初主要的研究目的是保护生态环境和实现农业可持续发展。对于我国来说，这是农业技术的一种革新，因此同时这技术也广受国内相关研究人员瞩目。从上世纪 60 年代开始，我国就已经开始对少耕、免耕、深松、秸秆覆盖等保护性耕作技术进行试验和研究，但由于缺乏适宜机具、技术尚不完善、社会经济发展不均等问题，无法广泛进行推广。这一时期，保护性耕作技术的发展是处在刚刚萌芽的阶段。到了 70 年代，北方部分高校和农业科学院开展残茬覆盖和少耕免耕等技术的试验研究，实现了农作物增产的科技成果，这一时期，由于保护性耕作技术具有增产的效果，更有利于技术的推广和应用<sup>[6]</sup>。在 90 年代，我国农业科技技术逐渐进步，对保护性耕作的研究速度加快，转而深入系统性的进行农艺农机结合的试验和研究，主要成就是开发和研制了适应我国国情的保护性耕作机械设计 and 耕作技术，从国外引进了相对成熟的保护性耕作技术和先进的耕作机具，



提出了一年一熟地区的耕作技术体系，在不同气候环境地区的 11 个省市先后建立了保护性耕作试验区：“在华北灌溉两熟区，发展了小麦秸秆还田及玉米免耕覆盖耕作技术；在东北一熟旱作区，开始研究示范玉米垄作少耕及留茬覆盖耕作技术；在南方稻麦两熟及双季稻区，也开展了以免耕覆盖轻型栽培为主要形式的保护性耕作技术示范工作”<sup>[7]</sup>。21 世纪起，国内各级政府开始高度重视并支持保护性耕作技术研究与示范推广工作。“九五”到“十五”期间，农业部设立了专项资金，启动国家级示范县项目，着重开展保护性耕作推广建设。2005 年，中央发布的一号文件宣告了对保护性耕作的重视。2006 年底，加大了地方资金投入，在北方 15 省建成了 167 个国家级保护性耕作示范县，262 个省级项目县。到 2007 年年底，我国北方地区太部分地区均已实行保护性耕作技术，范围达到约三千亩，受益农户达到四百万户。

在国内的试验研究里，主要的保护性耕作技术有：残茬覆盖技术、深松耕作、少(免)耕，主要是少免耕技术和覆盖技术搭配起来进行耕作，如：深松覆盖、灭茬覆盖、秸秆粉碎免耕播种、免耕覆盖、立杆铁茬播种、秸秆粉碎还田少耕播种等多元化覆盖保护性耕作技术<sup>[1.8-13]</sup>。

评述，当前国内外对保护性耕作技术的应用及研究问题：南方地区地形复杂、多山地丘陵，国外或北方的机械不能应用，而且缺少与南方地形环境相适应的耕作机具。但是相对于北方干旱地区，南方气候湿润，雨水充沛更适宜于农作物的生长。作为重要的粮食产区，南方更应该重视保护性耕作技术的发展与推广，实现南方地区粮食产量的增产，促进南方生态环境的优化，实现生态与生产的双赢发展。

## 1.3 研究目标、方法及技术路线

### 1.3.1 研究目标

本文通过研究国内外保护性耕作研究进程，对保护性耕作在国内国外、我国南方湿润地区和北方干旱地区的分析，进而了解目前各区实际情况，对我国南方湿润地区保护性耕作的实施条件及生态生产效益进行契合实际的分析，以探索促进保护性耕作在我国南方湿润地区深度研究与广泛发展的有效对策，促使保护性耕作的研究获得合理长足的发展。

### 1.3.2 研究的方法

本文的研究方法总体采用理论分析与实证分析相结合的方法，本文的研究方法



主要为文献资料分析法。

(1) 文献分析法

在写论文之前收集了大量文献，进行了分类研读，并整理吸收文献里面的知识要点，融入自己的观点来进行总结，为本研究奠定了理论基础。

(2) 数据收集法

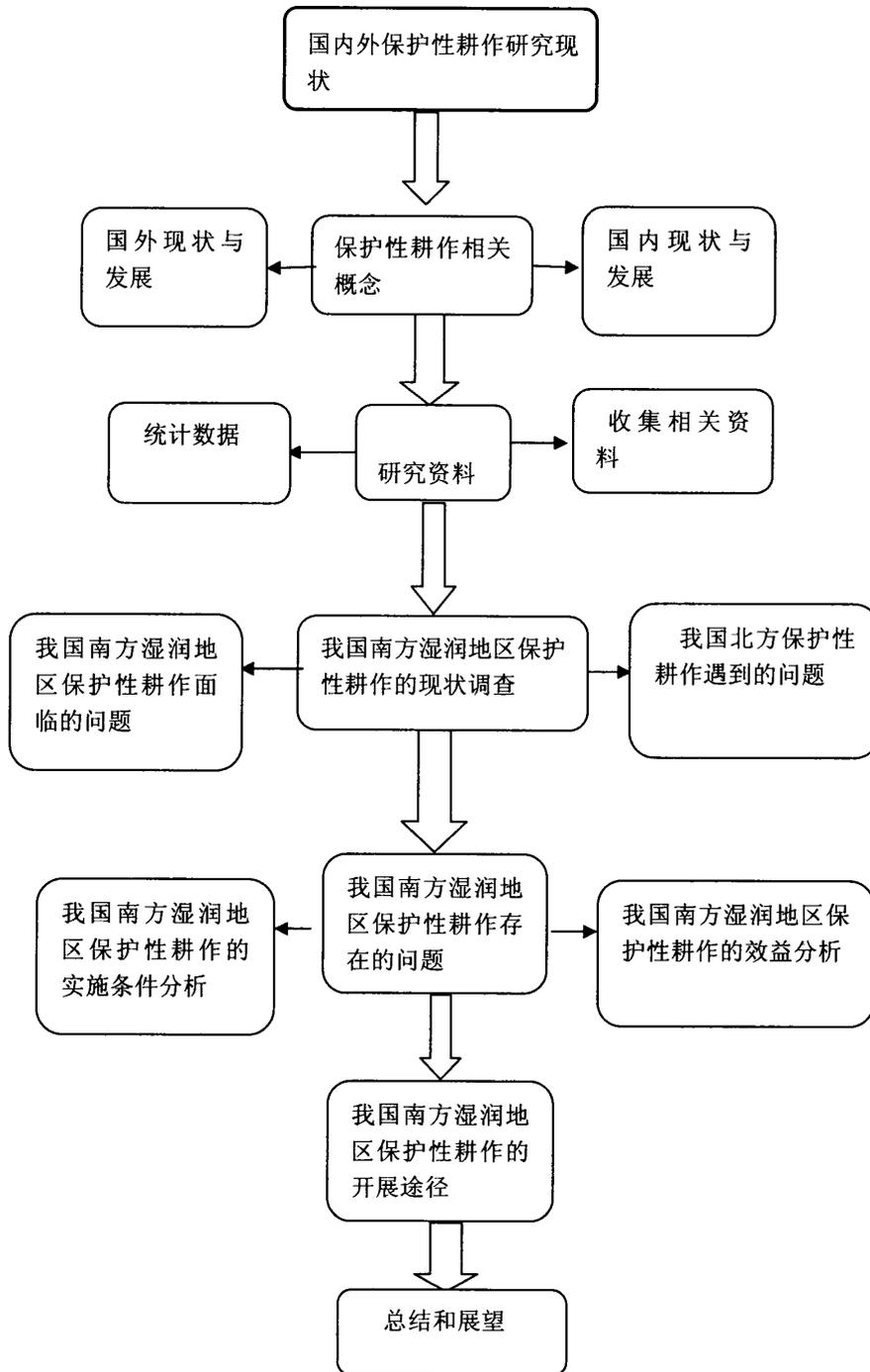
在写论文以前进行了详细的数据收集，并对资料文献做了总结和整理，进而提取了数据，以备论文需要。

(3) 综合分析法

运用各种统计的综合指标和社会经济现象来对事物和现象进行剖析，在正确理解的基础上，抓住各种统计数据的主导因素，灵活运用综合与分析，把现象与特征结合为一个整体的概念，得出自己的观点。



### 1.3.3 技术路线





## 2. 保护性耕作相关概念及发展历史

### 2.1 保护性耕作的相关概念

保护性耕作在国外被称为保持耕作，它是指在上一季农作物收获后，残茬覆盖地表的几率超过土地的三分之一，来减少土壤侵蚀的耕作方式<sup>[14]</sup>。保护性耕作的主要技术有：少（免）耕法、残茬覆盖、垄作、带状耕作等。从狭义上看，保护性耕作是通过秸秆或植被覆盖土壤来保护耕作及土壤的一种耕作方式。而在广义上看，保护性耕作技术的发展是为了减少生态环境恶化、避免土壤环境恶性循环引起的各种灾害问题的发生。保护性耕作方式取代了传统的精耕细作的方式，采用秸秆、残茬或其他植被覆盖地表的方式，避免对土壤的过分扰动，提高了土壤的抗蚀性，减轻水土流失和风蚀，减少土壤中水分的蒸发，达到保护土壤、培肥地力、增加蓄水量、改善土壤结构的目的，建立了配套的保护性种植制度、栽培技术，形成统一完善的农田保护性耕作体系。不仅实现资源节约型社会的要求，还达到了生态环境友好发展的要求，从根本上解决了土地资源的利用与保护之间的矛盾，长此以往，必会实现农业生产和生态环境保护的双赢<sup>[15]</sup>。

保护性耕作的主要技术有：免耕技术，是指在尚未经过翻耕的土壤上直接进行农作物播种、栽插，能够简化机械工作次数，节约成本；秸秆残茬覆盖技术，是指在土壤上铺放秸秆或残茬，能够巩固土壤，增加土壤的抗蚀性，提高雨水使用率；绿色覆盖技术，在未经翻耕的土壤上种植农作物来补充土壤肥力，改善土壤结构，保护土壤不被侵蚀<sup>[16]</sup>。保护性耕作改革了多年来运用铧式犁翻耕裸耕的传统耕作制度，首先可以保护农田，减轻土壤风蚀和水蚀，对沙尘暴和水土流失的防治也起到重要作用；然后通过残茬覆盖，增加地表及土壤中有机质的含量，培肥地力，改变土壤的结构；还节省资源和成本，提高了农业经济效益；最后有效的增加了农作物产量。保护性耕作具有生态效益和社会效益，被当前社会视为重要的可持续农业发展技术。

### 2.2 保护性耕作的开展历程

最初的保护性耕作概念和内容都较为狭窄，主要是以确保种子能够发芽为目标，只包括土壤免耕播种和作物残茬覆盖等较少的内容。以壁犁为核心的传统耕作方式在最初时期的农业生产上发挥了重要作用，然而传统耕作法不仅浪费时间、浪



费劳力，过于频繁的土壤耕作，容易造成了土壤结构的破坏，导致土壤肥力降低，有机质含量减少，出现水土流失、土地荒漠化等等一系列问题。

在20世纪30年代，美国发生了令人震惊的黑风暴事件，“黑风暴”的侵袭造成美国中部平原表土的风蚀严重，使得接近3000平方公里的土壤被毁。“黑风暴”事件发生以后，美国便开始研究免耕技术。20世纪40年代开始采用残茬固土的方式，用凿式犁、圆盘犁、残茬覆盖机等工具代替铧式犁。20世纪70年代末到80年代，科学技术的进步与发展，保护性耕作开始采用广谱、高效、低毒、选择性强的多种除草剂，通过运用除草剂以减少土壤的翻耕。经过五十多年的发展、进步，认为：“保护性耕作是在某种种植制度下，能维持最少 30%土壤覆盖，并减少水土流失，提高耕地产量的一种耕作方式”<sup>[17]</sup>。

国外使用保护性耕作技术主要重视的是对生态环境的保护和修复，与他们不同的是我国面临人口众多、资源匮乏的严峻形势，这就注定了我国不得不重视作物的单产和经济因素，必须发展符合我国国情的保护性耕作，不仅要注重生态环境的保护与发展，更要注重生产效率和农作物产量的发展。2002年，我国农业部提出了推广保护性耕作的新含义：结合少免耕、化学除草剂的使用，保证农作物出芽率的提高，不仅要注重保护性耕作在经济发展方面的重要作用，也提出了农业发展的新方向，要尽可能保持作物残茬覆盖地表，减少水土流失，实现生态环境的可持续发展<sup>[18]</sup>。主要目标是保护土壤结构体系的不被破坏的同时，希望在降低人力资源的投入的并获得农作物的高产，实现低投入高收获的模式，是一种具有生态价值的可持续性农耕方式<sup>[19]</sup>，2005年保护性耕作技术的概念更为完善：“保护性耕作是将土壤轮作技术和多元化覆盖技术相结合的技术，是以保护农田水土资源、环境健康为核心，减少水土流失，维持土地生产力，改善农田生态系统功能的可持续农作制度”<sup>[20]</sup>。不断随着社会进行更新的保护性耕作技术，在这一时段更接近于我国生态环境和经济社会的需求，坚持当前发展与长远规划相结合，注重生态效益和生产效益的双赢发展，符合当前社会对资源节约和生态环境可持续发展的要求。主要分为四个方面：一是免（少）耕；二是秸秆覆盖；三是免耕播种；四是运用除草剂或机械表土作业控制杂草。



## 3. 南方湿润地区保护性耕作的现状分析

### 3.1 我国南方湿润地区的保护性耕作开展的现状

从上世纪 60 年代开始,我国南方开始研究垄作、厢作<sup>[8]</sup>等稻田保护性耕作技术。20 世纪 70 年代末期至 80 年代初期开始了免少耕技术的研究。进入 80 年代,西南农业大学土壤学家侯光炯院士结合免耕,运用土壤肥力生物学理论与生态农业系统理论,形成了具有我国南方稻区特色的稻田自然免耕技术“水田自然免耕技术”<sup>[21]</sup>,在我国南方多个省进行推广和应用。90 年代后,南方的保护性耕作工作主要方向是实现免耕秸秆覆盖技术相结合的技术模式的广泛推广,如四川省先后提出了稻茬麦(油)平作免耕抛秧等保护性耕作技术模式。近些年,小麦免耕露播稻草覆盖栽培技术、水稻免耕覆盖抛秧技术在成都平原普遍应用。江汉平原耕偏向于对稻麦套播免耕秸秆覆盖技术和水稻免少耕旱育抛秧技术等的推广,稻田越冬休闲期的绿色覆盖技术研究也已有初见成效。目前形成了多种覆盖技术与免少耕相结合的稻田保护性耕作技术体系。到 2005 年,南方集约多熟稻区各种类型的保护性耕作技术推广面积已累计达到数百万亩。近年来,保护性耕作技术在中国南方发展较快,休闲期的绿色覆盖技术已逐渐被大部分农户所接受。

### 3.2 南方湿润地区保护性耕作的现有模式和技术

#### 3.2.1 南方保护性耕作的现有模式

南方气候适宜雨水充足、地形地复杂,多丘陵、湖泊、河流,是我国主要的粮食产地。由于地形特点,耕地大小各异,导致种植模式多样化。主要模式是集约多熟稻田模式。注重粮食作物的多元化种植。该模式又分为以粮食作物为主的模式、以粮食和蔬菜、经济作物搭配的模式、以粮食作物和中草药、绿色覆盖作物搭配的模式。南方主要的种植方式是水旱轮作模式,在一年内可以达到两熟甚至三熟,实现保护性耕作的增产效果,与北方的种植模式相比存在差距。

#### 3.2.2 南方保护性耕作的现有技术

在南方保护性耕作的核心技术主要是免少耕保护性耕作技术、秸秆还田覆盖保护性耕作技术、休闲期保护性耕作技术。



### (1) 免(少)耕保护性耕作技术

免耕法是指在土地上不进行翻耕等操作直接播种或种植作物的方法,也可称为直接播种法、零耕法等<sup>[16]</sup>。少耕法是减少翻耕次数或进行隔年翻耕的种植方式,在我国使用最频繁的是少耕法。免耕法主要包含水稻免耕直播栽培技术、水稻免耕抛秧技术、水稻免耕套播技术、免耕稻田小苗移栽种植技术等<sup>[22]</sup>。

水稻免耕直播栽培技术是“不经翻耕犁耙,使用灭生性除草剂消除水稻作物、杂草、稻田内的稻茬和落粒谷芽苗后,放水沤田,然后进行直播栽培的一项轻型耕作新技术”<sup>[23]</sup>。它是免耕技术与直播技术的进一步发展,具有显著的节省人力成本、高效简便特点。关于免耕水稻是否能够增加产量,吴洁远、黄示瑜得出结论:水稻免耕直播的方式比常规直播方式产量略有增加但增产效果并不显著,由于未经翻耕犁耙,节省了成本和开支,经济、生态效益较高<sup>[23]</sup>。

水稻免耕抛秧技术是指在未经翻耕犁耙的稻田上进行水稻抛栽的保护性耕作方法,相对于抛秧栽培技术,更为具有节本增效、环保便利等特点的栽培技术。它是免耕、抛秧、除草、节水、秸秆还田等技术的统一结合体<sup>[24-26]</sup>。

水稻免耕套播技术是种特殊的稻田耕作方式,在前茬为收获的情况下,在免耕土壤上套播水稻种子,前茬收获以后进行配套管理的模式。能够节省资源、缓解资源紧张<sup>[27]</sup>。从江苏省对麦田套播技术进行的试验看来,与常规移栽稻田技术相比,麦田套播更节省人力资源;但是套播稻田的作物产量相对于常规移栽稻苗要低一些,但它具有节省人工、资源、成本等效果。从顾权志对免耕套播、麦(油菜)秸秆自然还田技术的试验中我们能得到以下数据:“平均每  $\text{hm}^2$  水稻增产 570kg,增产约 6%;节约化学原料约 30%,机械作业费节约 35%,用工节约 46%,成本总投入约减少 1587 元,减 25%;净经济收入增加 2237 元,增加 59%”<sup>[28]</sup>。

免耕移栽水稻秧苗种植技术在上季作物收割以后采用化学除草而不用翻耕,将矮壮小苗带土直接移植到稻田耕作方法。因为稻田表层泥土稀薄,不利于播种育苗,种植,影响成活率;反过来翻耕田内育苗移栽,又由于泥层过深,导致移栽太深,不利于苗木成活,对插秧、分蘖具有影响。免耕移栽秧苗能够更快的固定秧苗,使秧苗根系能快速生长,促进小苗移植的快速返青、增产以及免耕的节省人力资源、环保作用的优势<sup>[29]</sup>。

### (2) 秸秆还田覆盖技术

在传统耕作方式里,一般将稻草进行堆田或者是直接还田。在水稻收割后,直接将稻草残株、秸秆割断铺撒在田里,进行牛犁翻耕,这就是直接还田。在稻草上泼一层人粪尿和适量的石灰水或用微生物菌肥促其腐烂后还田,这属于堆沤还田。



不管是直接还田还是堆沤还田，都是利用稻草覆盖来补充土壤补充土壤肥力，但这两种传统的方式相对繁琐而费力，劳动强度大而成本高<sup>[30]</sup>。而秸秆覆盖栽培技术与传统耕作技术相似，也是将稻草覆盖在耕地表面，不进行其它操作，不仅操作便利还降低劳动力，目前被大多数农户所接受和使用。

秸秆覆盖免耕栽培水稻技术具有良好的生态效益和生产效益。它是用农作物收获以后的秸秆直接覆盖的耕地，采取直播、栽插、抛秧等方式种植水稻的技术。在秸秆的覆盖下，免耕稻田能够保持低于平常温度的水温和土温，有利于晚稻返青和分蘖。在土壤的表面，秸秆的腐烂，给土壤增加了有机质，土壤中真菌数量增加，促进农作物的萌芽生长，加快了农作物的生长进程。土壤肥力也获得增长，促进作物的分蘖和结实，具有增产效果。

稻草覆盖免耕旱作技术是指在上一季水稻收获以后，直接播种农作物，实现水旱轮作，并在作物上覆盖上一季稻草的保护性耕作技术。免耕旱作技术具有以下优点：通过多季稻草覆盖，腐烂稻草的分解，增加了土壤有机质的含量，加快了土壤腐殖化程，培肥地力；随稻草覆盖次数增加，土壤孔隙度、田间持水量等也逐渐增加，使得土壤容重降低，改善了土壤内部结构；稻草覆盖是通过稻草覆盖不仅能遮蔽阳光直射减少杂草的光合作用，同时还能在覆盖后进行稻草的腐化和分解，有效地抑制了杂草的萌芽与生长，还为化学除草提供了有利条件。对小麦播种后稻草覆盖的试验，得到以下结果：“稻草覆盖可明显减少土壤水分蒸发，土壤含水率增加 13.5~19.0%，小麦平均增产 12.5%”<sup>[31]</sup>。关于稻草覆盖技术的研究，杨显云 有如下结果：“用稻草覆盖免耕直播技术能够明显地促进油菜的营养生长；油菜的冬前各种指数均比常规栽培增加，油菜籽增长 129kg/hm”<sup>[32]</sup>。中国稻研究所的试验表明，采用马铃薯稻田免耕全面覆盖栽培技术，不仅节省人力物力、劳动强度低，该技术将马铃薯放在稻田里，避免耕作动土，直接用稻草覆盖，收获时简单方便，增产效果明显<sup>[33]</sup>。通过持续 3 年的早稻草还田和种植旱地作物，高云超等得到以下结论，稻草覆盖还田下的马铃薯每公顷产量均有明显提高<sup>[34]</sup>。蔬菜地覆盖稻草技术的运用，加快了秸秆的腐烂速度，提高土壤肥力，促进农作物的根系生长，增加产量，还能调节土壤温度，有利于减少水分蒸发，防止水土流失，避免土壤板结<sup>[35]</sup>。

### (3) 休闲期的保护性耕作技术模式

休耕是指在某一时期如冬季暂停耕作不种植任何作物，使土壤得以休养生息的技术模式。在我国人均资源少，一般以精耕细作为主，多数时期实行的是集约农业，只有在不适合作物生长的季节才会进行休耕。中国南方的休闲期是指冬季和春季休闲，晚稻收割以后，停耕一个冬季(春季)，然后第二年实行水稻生产。目前南方地区



冬季休耕土壤的面积广阔，并且在不断扩大，快达到水田总面积的一半<sup>[36]</sup>。尽管休耕使耕地在短暂的时段得以休养生息，土壤肥力能够短暂恢复，但由于休耕时期，土壤表层缺乏作物，无法稳固土壤，容易被雨水冲蚀和风蚀，形成水土流失现象。休耕时期土壤风化以及受雨水冲击容易使得稻田稀少物质流失。在冬闲时期种植绿肥，不仅能防止水土流失，而且还能培肥地力<sup>[37]</sup>。

休闲期绿色覆盖技术。就如字面意思，是指在休耕时期种植绿肥来培植地力。我国历来就有使用绿肥进行农业耕种习惯。在休闲时期，将绿肥覆盖在地表，避免了阳光直射，减少了土壤水分蒸发，不仅能够保护土壤不受侵扰，还能增加土壤有机质，对培肥地力和改良土壤结构都有重要的作用。在南方地区多致力于运用高效低投入的经济型绿肥，如豌豆、蔬菜等。在休闲期栽培豌豆等作物，不仅培肥地力，而且能够增粮增收。利用水旱轮作的冬闲时期，种植适应当地土壤情况的蔬菜绿肥，在我国南方被广泛采用。绿肥生成的有机肥，促进农田土壤化学结构的改善，提高了土壤的肥力，稻田内有害生物得到有效控制，保持和提高了稻田的可持续生产能力。

### 3.3 南方湿润地区保护性耕作存在的问题

#### 3.3.1 种植模式复杂，耕作技术未形成体系

我国南方气候湿润，河流湖泊丰富，水源充沛，但由于地域幅员辽阔，地形复杂多样，各个不同地区在自然条件、经济水平上存在重大差异，导致区域发展不平衡。不同地区采取农业生产形式、耕作制度也存在不同。尽管在部分地区对保护性耕作技术的操作进行了规范，但保护性耕作技术的适宜区域并未详细而明确的进行划分。虽然保护性耕作技术的研究已具有一定的基础，但存在种植模式复杂、分散、缺乏统一、成熟的总体规划方案，缺少完善、先进、适用的保护性耕作技术体系等问题。由于这些弊端，导致保护性耕作技术得不到有效地推广和应用。

保护性耕作对土壤质量变化过程的调控技术、水肥高效利用、杂草和病虫害的防治与监测、农作物多产高效培植技术等研究薄弱；配套技术更新速度也制约着保护性耕作技术的推广；关键技术缺乏创新型研究，具有中国特色的南方稻田保护性耕作制度、模式及其技术体系尚未形成<sup>[38]</sup>。目前缺少与种植模式相配的统一耕种体系及制度；秸秆覆盖下，农作物早期生长进程慢、农作物产量增加效果不明显等问题还未解决；农作物秸秆等覆盖导致病虫害等灾害现象频发；过分依赖除草剂等化学药剂给环境造成的污染、土壤表层培根固土技术及其它相关技术能否配套等



问题都亟待解决。

### 3.3.2 缺少与南方多山富水环境相匹配的保护性耕作机具

缺少适合不同生态区、不同耕种制度的专用配套机具；已有机具性能不完善，配套机具的研发滞后<sup>[1]</sup>。我国南方土地条件先天不足，地处丘陵地带，山多坡陡，地势崎岖复杂，河流湖泊众多，交通也并不发达。气候环境湿润，降雨多而集中。而同时长期的乱砍滥伐及不合理开荒，形成水土流失等灾害现象，水灾频繁。这些特殊环境因素，导致在南方地区无法使用大型农业耕作机具，直接影响了农业作业的效率 and 效益，使农业保护性耕作技术无法深层次的推广，市场规模狭小。在一定程度上也造成农业保护性耕作技术在推广过程中存在各种各样的困难。土地条件的先天不足，还直接影响农作物产量，进而使得这种特殊区域的农民更不愿接纳新技术。南方丘陵较多，占地面积广阔，因为无法进行大型作业又缺乏小型适宜爬坡的机具，致使大部分草山坡地未被利用。坡地作业机具与平地农田作业机具存在较大差距，且要求不同，必须因地制宜的推广适用的农机具，系统地研制开发适用于坡地作业的机具。坡地作业机具不仅要求能够在平地进行普通作业，还必须具备爬坡、能够快速适应地形、良好的越野性能等多种能力，且能够达到一机多用。既节省人力，又节约物资。

### 3.3.3 保护性耕作技术的保障体系并不完善

保护性耕作技术的推广是一个艰巨而耗时长久的过程。在技术推广运用的初期，政府无一例外需要担当了引导角色。保护性耕作的推广必须有一定的技术基础，首先必须重视深入的研究保护性耕作技术和促进农民自愿采取保护性耕作，保护性耕作技术才能够广泛的被农民接受，并被使用。但是南方湿润地区地块小而多，种植模式复杂，与保护性耕作技术的应用及相关的监测、评价和保障体系并不完善，也缺乏与保护性耕作技术的实际操作相配套的要求标准。在后期，技术服务和推广等保障体系也存在尚未成型的问题。没有强有力的技术支撑，将会制约着技术的推广。不仅如此，现有的机具产品的性能并不完善，这也是我国农业保护性耕作技术的推广的一大难题<sup>[39]</sup>。因此，必须得建立在政策和法律方面进行强制推广，由政府加以引导，建立完善、统一、实用性强的保护性耕作技术的监测、评价、推广等保障体系，促进保护性耕作技术有效快速的推广壮大。

### 3.3.4 传统的农业耕作观念，不利于保护性耕作技术的推广

由于对传统农业耕作技术的过分依赖，保护性耕作技术无法快速被农户所接



受、及时被应用和推广。保护性耕作技术与传统耕作技术有本质的区别，要想得到农户的认可，促使农户自觉使用保护性耕作是一件难事。同时，在我国的保护性耕作技术的推广过程中，大多数农民对于保护性耕作的认知程度不高，农民需要长期的过程去理解进而使用少耕或免耕的种植技术，这将会直接导致保护性耕作技术在南方的使用与推广相对缓慢<sup>[40]</sup>。目前，我国大部分农民的文化程度相对来说不高，在实地耕种过程中，无法进行符合科学规范的技术要求的操作，导致保护性耕作技术的效果减退。目前大部分农户取得农业技术的主要来源是技术人员的技术推广和新闻媒体。因此，需要建立一个长效的机制，首先组建优秀高效的农业技术推广队伍，将农机、农艺、植保等部门联合起来，深入基层进行宣传示范，向农民讲解技术要领，并对农民进行系统的培训，高效的解决实地操作中面临的技术问题。利用新媒体快速、有序的宣传保护性耕作技术，实现信息的传递，提高农民农业生产水平，让农民看到保护性耕作的优越性，并自发的推广运用保护性耕作技术。



## 4. 南方湿润地区保护性耕作的实施条件分析

### 4.1 北方干旱地区和南方湿润地区保护性耕作的比较

我国正式开展保护性耕作的试验与研究有将近 40 多年的历史。我国北方干旱地区在长期的粗放耕作下,土壤问题日渐严重,水土流失、土地沙漠化等问题引起了重视。为了改善土壤问题,实现生态发展与经济发展并驾齐驱,在 20 世纪 60 年代从国外引进了先进的保护性耕作理念,并在在黑龙江等地开展了小麦的免耕种植技术的实验研究;而在 60 年代末至 70 年代初,才开始在江苏等地开展了稻茬免耕播种小麦试验。在 70 年代末,候光炯教授在总结前人经验基础上研究出“水稻自然免耕法”<sup>[21]</sup>。在 80 年代初,北方多个高院校与农科院开展了对旱地农业耕作体系的研究,主要研究方向是覆盖或少、免耕技术。在 90 年代开始,以减少水土流失、抵抗干旱、增加产量为目的,系统地开始研究农机农艺相结合体系。北方地区这一时期主要是开展了冬小麦北移研究。南方则是在四川省开展了免耕与秸秆覆盖相结合的稻田保护性耕作培植技术。而农机部门在北方多省市县开展了保护性耕作试验示范,效果良好。进一步扩大了试点范围,面积约到了 5 万亩,但仍是北方地区的技术发展和推广为主。在 2002 年温家宝同志提出:要发展保护性耕作技术,对农业进行改革。这一报告批示表现了党中央对保护性耕作的支持。在 2005 年,国家发布了中央 1 号文件显示了对保护性耕作的高度关注。2006 年,在十七届三中全会上通过了《中共中央关于推进农村改革发展若干重大问题的决定》<sup>[41]</sup>,农村实行保护新耕作技术有了指导标准和方向。2008 年,农业部发布了《保护性耕作工程建设规划(2009—2015 年)》规划。将加大在北方地区的多个保护性耕作类型区建设投入,并通过项目带动片区技术发展。同时提出了一系列保障措施。

我国南方湿润地区和北方干旱地区实施保护性耕作技术总的来说,是以北方干旱地区为主,这是因为北方地区生态环境恶劣、存在严重的水土流失、土地荒漠化等问题,保护生态环境、改善土壤环境的要求亟待解决,实行保护性耕作迫在眉睫。但是,随着南方地区经济的发展加快,环境问题必须防患未然,积极推广保护性耕作能够促进南方生态环境的良性发展。



## 4.2 南方湿润地区保护性耕作技术的实施条件分析

### 4.2.1 南方湿润地区有必要实施保护性耕作

我国南方地区是鱼米之乡,是我国主要的粮食产地,占据十分重要的地位。多年以来,我国重工业发展、轻农业发展,走先发展后治理的道路,对环境造成了恶劣的影响。长期以来,南方地区实行精耕细作的传统耕作方式,导致稻田耕作停留在表层,而深层土壤由于长期的机械压实形成了坚固的犁底层,出现了土壤的通透性变差,土壤容重逐渐上升,土壤结构恶劣等问题,致使稻田水分无法渗透,作物根系无法向下生长,土壤有机质的含量下降,导致土壤的培肥能力减弱。稻田的严重透支导致土壤可持续生产能力下降,对稻田粮食产量造成严重影响。长此以往,水土的严重流失会造成资源的浪费,还会形成恶性循环。在如此情况下,在南方走可持续发展道路,实施保护性耕作具有必要性。

### 4.2.2 南方生态环境特殊,迫切需要保护性耕作技术

我国南方湿润地区长期采用传统的翻耕耕作方式,过分利用土地,造成了严重的水土流失,化肥、水资源、作物秸秆等资源利用效率低、浪费严重。南方雨水充沛,丘陵地区干旱地块多,容易形成泥石流等自然灾害。传统的耕作方式带来的严重的水土流失等问题使人们充分认识到保护性耕作推行的迫切,虽然部分地区推广的少耕法,但依然采用的还是全面浅耕技术。这对土壤的保持性应用并不具有良好效果。而通过保护性耕作技术,能够实现土壤结构的变化,保护土壤不受水土风沙侵蚀成为必然,对环境也具有良好的生态效益。摒弃以前只完全注重经济效益,重用土、轻护土路线,推行依靠农机、农艺等多学科的密切配合的农业保护性耕作,改变传统的耕作方式,实现经济效益、社会效益和生态效益并重的社会目标。就必须重点推行适应我国生产发展生态环境可持续发展的保护性耕作技术。



## 5. 南方湿润地区实施保护性耕作的效益分析

### 5.1 南方湿润地区实施保护性耕作的生态效益

#### 5.1.1 保护性耕作具有蓄水保墒的作用

一般大部分土壤中的水分来自天然降水,其中径流、蒸发、渗漏和作物消耗是水分的消耗的主要原因,在不可避免的渗漏和作物消耗因素下,要增加土壤蓄水量就必须从减少径流及蒸发方面出发。

保护性耕作能够增强土壤持水能力,具有提高降水利用率,蓄水保墒,节约水资源等作用。保护性耕作技术通过在地面覆盖秸秆,不扰乱土壤,保持了地表的完整性,使得土壤中的毛细孔通畅,不仅有效减少了地表径流,加快了地表水源的入渗。土地更快的吸收雨水,减少了地表水流的蒸发,充足了地下水源,提高了水分的利用率。保护性耕作技术的使用使得干涸的水源,恢复状况良好。而暴雨过后,保护性耕作地块的含水量和土壤蓄水量都要比常规耕作地块土壤的含水量和蓄水量相对提高。经研究表明:采用小麦秸秆全程覆盖耕作技术,可以促进雨水的入渗,提高土壤的含水量<sup>[42]</sup>。相对于传统耕作技术来说,免耕保护性耕作技术可以增加土壤蓄水量,减少土壤水分蒸发、涵养水源,有助于水分利用效率提高<sup>[43]</sup>。Roldan 等在半干旱地区的试验得出:保护性耕作的免耕覆盖技术具有涵养水源,增加土壤含水量的作用<sup>[44]</sup>。

保护性耕作通过不翻动土壤,保持了团粒结构的完整,有效的改善土壤中毛细管的通畅,农作物残茬覆盖地表遮挡了阳光,一定程度避免了土壤表层的温度的上升,使土壤表层的呈现温度较低的状态,同时阻挡水汽的上升和蒸发,使土壤保持湿润,防止了地表板结,减缓的地表水流速,增加了水分的入渗,扩充了土壤贮水量,提高了水分利用率,具有保墒作用。

#### 5.1.2 增强了土壤的抗蚀性

传统的农耕多是以铁犁牛耕等精耕细作的方式为典型形态。长期的连续开垦,使得土地出现水土流失、农田扬土等情况,在养地和用地问题上矛盾日久。我国南方湿润地区作为我国粮食重要产区,注重土地良性发展迫在眉睫。虽然土地问题没有北方严重,却也需要防患未然。

增强土壤的抗蚀性,减少风蚀,抑制沙尘暴、农田扬土。在土壤比较松散的地



表, 由于土壤缺水、过分干旱, 在一定风力条件下被风吹扬容易形成风蚀。要想保护土壤不受风蚀影响, 首先要从土壤表面入手, 实行作物残茬管理。秸秆残茬运用根茬巩固土壤, 具有覆盖物的粗糙表面减少了风通过的速度, 不仅有效地减少土粒运动和飞扬, 还可以防止水分蒸发, 使地表湿润, 这也有利于减少风蚀。缺乏植被覆盖而表层土壤松散, 容易形成风蚀现象, 而残茬覆盖起到了植被覆盖的作用, 保护农田不被风蚀。非深层的耕作方式不仅保护土壤不受翻扰, 还给种植的农作物提供的适宜的生长环境, 有效防止由于过度压实而产生犁底层现象的出现, 减少了水土流失及风蚀沙化。

增强土壤的抗蚀性, 保护土壤不受水蚀。从我国北方多点试验示范结果看, 保护性耕作具有减少土壤水分流失、减少土壤水蚀, 加强雨水向土壤入渗的作用。与传统翻耕相比, 运用免耕耕作方式在地表覆盖秸秆或作物残茬, 可以增加地表的阻力, 阻挡了地表水的流失, 增加了雨水向深层土壤的渗入, 防止了地表水流的过度蒸发, 加强了土壤的蓄水能力。研究表明: “保护性耕作可比传统耕作减少径流 60% 左右, 尤其在降水较少的干旱和半干旱区表现的更为明显”<sup>[45]</sup>。干旱半干旱地区土壤的表层松散, 缺乏足够的抗蚀性, 极易被风蚀水蚀, 特别是雨水冲蚀现象严重。而保护性耕作以秸秆覆盖土壤、农作物根茬培根固土的方式, 减少了土壤的表层扰动, 增加了土壤的抗蚀性, 减弱了雨滴的冲刷、侵蚀。这一作用效果明显, 一般可达 50%~60%, 特别适用于雨大的地区。

### 5.1.3 改善土壤结构性质, 培肥地力

粗放的翻耕模式对土壤实行的是长期过度频繁の利用, 其土壤表层遭受严重破坏, 稻田表层的肥沃土壤容易被雨水等水流冲蚀, 大量营养矿质也随着流失。本来松散的土壤在雨水的冲击下, 淤积在周边河流、池塘、湖泊, 使得河流、湖泊调水和蓄水能力下降, 长期的淤积导致周边水域富营养化问题严重, 生态环境恶化。保护性耕作中的秸秆根茬还田覆盖的技术方式, 减少对土壤的扰动, 以根茬固土, 使土壤不容易被侵蚀, 增加土壤有机质进而改善了土壤结构。

秸秆根茬覆盖, 能够改善土壤结构, 培肥地力。秸秆覆盖技术是将种植物的秸秆及根茬直接粉碎还田, 在没有进行化学分解的情况下在田中的自然分解。这一过程中, 秸秆残茬通过自然分解, 富含的有机质的含量会相应增加, 形成了较多的新鲜腐殖, 促进了土壤中的生物活性的增强, 通过化学性状的变化, 培肥了地力。另外, 秸秆覆盖减少了对土壤的扰动, 使土壤中形成一个相对封闭的状态, 土壤内的氧化速度大大降低, 减缓了有机物的分解, 提高了土壤内有机质的含量, 尤其在土壤浅表



作用明显。农作物的根茬残株和其他覆盖物在土壤中产生化学反应,使得土壤内有利于农作物生长的营养物质大大增加,改善了土壤的结构性质。

其次免耕减少了对土壤的扰动,增加土壤中的微生物的数量和活性。Edwards 和 Hendrix<sup>[46-48]</sup>等人认为,免耕能够使土壤中生物的数量和活性增加。免耕的耕作方式减少了对土壤的扰动,给土壤生物和微生物提供了一个适宜生长的稳定环境,使得土壤里面的生物和微生物的数量和活性增加,土壤生物和微生物在土体中的运动、生长、排泄,改善了土结构,增加了土壤里有机质含量。土壤内生物种群的数量增加,土壤的活力也随之增强。免耕覆盖时间越长,土壤中的有机质含量就越高。这给土壤中微生物提供了一个合适的生存环境。有机质含量的增加、微生物种群的增多,都给土壤增加了活力。而且作物秸秆和根茬中含有大量的有机物质,可以为土壤微生物提供生长所需的养分,促进其健康富有活力的生长。因此,免耕技术增加了土壤的生物活性,改善了土壤化学性状,提高了土壤有机质含量。在保护性耕作技术的运用下,自然和人力相互作用,相辅相成。土壤结构的改善,促进农作物的良性生长。

再者保护性耕作有利于降低土壤容重。传统的耕作技术使用人力和牛犁进行翻耕,破坏了土壤的结构,长期使用机械,久而久之压实了土壤,使土壤中毛细孔逐渐减少,土壤水分流失,增加了土壤的容重,跟着就形成了犁底层,土壤被压实以后,导致种植物根系无法向下生长。土壤所处的地理环境、质地,土壤内有机质含量、微生物聚集体的多少都是使得土壤容重发生各种不同变化的因素,不同的因素造成的容重的变化也不同。大多数研究认为保护性耕作能够长期而稳定降低土壤容重,并且在不同技术下降低容重的程度也相对稳定。也有人认为保护性耕作技术不会对土壤容重造成影响。朱文珊等的研究表明:“在免耕技术下,合理、规范的土壤上层的种植方式,使得土壤里层的空隙分布较为合理,在不同时期其土壤的孔隙度都能保持相对的稳定,而当土壤中孔隙大小的变化保持相对稳定时,更有利于土壤上下层的水流运动和气体交换”<sup>[49]</sup>。土壤孔隙度的大小与土壤容重有着密切的关系。保护性耕作在不扰动土壤的情况下,对土壤深层不会产生压实作用,促进了土壤毛细管数量的增多,与此同时,没有了过度的土壤容重的压力,土壤孔隙度明显增大,相应的大孔隙数量却明显下降,有效的毛细孔的含水量明显增多。这说明保护性耕作技术减少了对土壤的扰动,降低了土壤的容重,促进了土壤内毛细孔的增加,加快了雨水的入渗,减少了土壤表层的水分流失,具有蓄水保墒的作用。

#### 5.1.4 减少了秸秆燃烧量及大气污染



在传统农业耕作中，一般采用焚烧或堆沤法的方式来处理作物秸秆。大量的焚烧秸秆会产生热气和废气，使得空气和环境受到了严重的污染，同样对温室效应也有一定的影响。随着现代高科技的发展，高新科技能源的开发与利用，为广大农民解决了燃眉之急。但是对于秸秆的处理还是仍是一大问题。通过保护性耕作的运用，将秸秆还田，用做肥料或留茬的方式进行有效的利用，不仅合理的利用了农业资源，有效的解决了秸秆利用的问题，补充了土壤肥力，使土壤更适合农作物种植生长，避免了燃烧秸秆污染空气，具有良好的社会生态效益。

总结，保护性耕作技术是在传统耕作技术基础上进行革新与改良，对生态环境恶化局面的缓解有着重大作用。通过以种植物的残茬覆盖地表，不仅改善了土壤结构，增加了土壤含水量，减少了水蚀风蚀，而且增加了土壤中的有机质含量和微量元素含量，涵养了水分，保持了土壤温度稳定，给农作物的生长发育提供了合适的环境。它促进农业用地、养地相结合，同时还合理的利用资源，避免了资源的浪费。促进了土壤环境的可持续发展。

## 5.2 南方湿润地区实施保护性耕作的生产效益

### 5.2.1 减少劳力投入，节省时间

保护性耕作技术能够节省人力，简化田间作业，有利于提高农业生产水平。保护性耕作有别于传统的耕作方式，主要是以少耕免耕的耕作方式为主，对人力畜力的需求相对减少。只有在少数机械无法完成的工作时才需要人畜力。传统耕作多使用人力和低效率机械，与保护性耕作相比较，生产成本高于保护性耕作。这样既能减少了劳力投入，解放了劳动力，为农村劳动力的转移提供了前提条件，也节省了劳动成本。有相关数据表明：“保护性耕作技术下，能够节省劳动力，节省出来的劳动力大部分都外出务工，假设平均每个劳动力每天收获是 40 元，则 100 万劳动力则创造出 4000 万元的社会价值<sup>[50]</sup>。通过有关数据我们可以得出，保护性耕作技术多采用高效率的机械耕作，大部分时间避免了人力资源的运用，这样既节省人力，也促进避免了人力资源的浪费，使多余的劳动力物尽其用，给农村创造了其它财富，也给社会提供了更多的劳动力资源。

保护性耕作是一项低投入高产出的先进技术，用少耕免耕的方式，减少对土壤的侵扰，不仅具有保护土壤不被侵蚀、培肥地力、蓄水保墒、增加农作物产量等作用，还能够减少作业程序，降低作业成本，避免了劳动力的浪费，提高了农业生产水平，增加农民收入。



### 5.2.2 节省能源，降低作业成本

保护性耕作简化了机械作业，减少了机械磨损，节省燃油费。保护性耕作技术结合秸秆粉碎还田作业，改变了传统耕地里繁琐的作业方式，只需要简单的机械作业，就可以一次性完成播种施肥。保护性耕作不仅省了劳力，简化了机械作业，还节约了资源。与传统作业方法相比，保护性耕作技术简化了机械作业次数，节省了燃油和人力投入。根据相关数据统计得到：“保护性耕作技术下，平均每亩可节约 1.45kg 燃油，假如保护性耕作在某市累计推广达 40 万亩，就可以节省燃油 58 万 kg，如燃油价格按最低价格 4 元/kg 计算，约可节省燃油费 230 万元”<sup>[50]</sup>。其次保护性耕作还能节约种子费。保护性耕作一般采用机械化播种技术。其中最主要的是精量播种。精量播种是选取优良的种子，严格按照保护性耕作的要求，科学的进行播种，实现农机农艺的结合，满足种子行距、每一颗间距、播种深度的标准要求，避免了幼苗参差不齐，一次性完成播种的同时确保了种子均能够获得足够均衡的养分，减少了对种子的浪费。采用精量播种的土壤，平均每亩比传统耕作下的土壤要节省 1kg，如果累计示范推广 100 亩，就能节约 100 万 kg 的种子。如果种子价格按 10 元/kg 计算，可节约种子费 1000 万元<sup>[50]</sup>。

### 5.2.3 加快农作物生产进程，提高农作物产量

保护性耕作影响作物的根系发育。农作物的生长及根系发育与土壤情况是息息相关的。不管是土壤的温度还是土壤的松紧状况，都影响着农作物的根系能否向下延伸和生长程度。秦红灵、高旺盛等人试验得出：“免耕低稻田根系情况受土壤温度和土壤紧实状况的影响，在作物最初的生长的关键时期，作物根系生物量只是翻耕地的 50%”<sup>[51]</sup>。张立峰通过研究表明：“在土壤浅表层，免耕技术下的小麦扎根没有传统耕作下的小麦扎根深；在间隔深松技术下，小麦扎根比传统耕作下的要深，这说明间隔深松能促进根系往土壤深层生长”<sup>[52]</sup>。黄国勤等人试验指出“免耕水稻比常耕水稻根冠比大，水稻根系活力提高，水稻的籽粒产量与根系活力有着直接的关系”<sup>[53]</sup>。由此说明，保护性耕作技术的施行初期，农作物根系较弱，土壤温度和土壤地块板结都会影响农作物的根系发育。

保护性耕作能够加快农作物生长进程。长久以来的试验和研究发现，保护性耕作具有加快农作物生长进程的作用。陶诗顺指出：“在保护性耕作技术下的育秧移栽的全生育期和营养生长期相对来说有较大幅度的缩短，虽然株高相比较降低了，但单株分蘖能力增强，低节位分蘖多，而且生长动态平稳，后期绿叶面积多，不易早衰”<sup>[54]</sup>。根据冯常虎数据能够得知：“在保护性耕作技术的作用下，麦苗生长进



程加快，出苗、分蘖、抽穗比常规翻耕套作早，生长优势明显”<sup>[55]</sup>。萧复兴等人研究表明：“秸秆覆盖能够有效抵御严寒冻害，具有保温作用，能够保证冬小麦安全越冬，麦苗返青速度相对较慢，在起身拔节后，长势则由弱变强，生长发育良好，相比较不管是生长态势还是生长质量均有明显提升”<sup>[56]</sup>。由此说明，不管是免耕、套播、还是秸秆覆盖技术均能减短农作物生长进程，长期使用保护性耕作技术，对农作物根系的生长进程存在促进作用。

保护性耕作能够提高作物产量，这也是人们最为重视的经济效益。经过长期的研究发现，保护性耕作技术能够促进农作物的产量的增加，实现增产的效果。虽然作物在保护性耕作技术的作用下，呈现出前期的生长发育较为缓慢，后期生长进程加快的特点，但是仍能体现出保护性耕作技术具有提高农作物产量的效果。另有研究认为，免耕覆盖技术在短期内对于作物生产的效果并不明显。但保护性耕作在长期的使用下，通过保护土壤不受水蚀、提高土壤活性、涵养水分等作用，改善了农作物的生存环境，生存环境的优化进一步促进了农作物产量的提高。由此说明，在保护性耕作技术的应用下，作物的分蘖能力增强并且生长态势良好，提高农作物产量的效果明显。

总结可知，根据多年来对保护性耕作技术的实验情况来看，保护性耕作实行少耕免耕的技术模式，直接播种简化程序，减少农业机械使用次数，降低农机作业成本，降低劳动力资源投入，促进农作物生长进程加快，提高农产品质量。在减少农业投入、减少农业用工，降低农业劳动力投入等作用外，还具有粮食增产的作用。保护性耕作技术的施行初期，农作物根系较弱土壤温度和土壤过分紧实都会影响农作物的根系发育，但长期使用保护性耕作技术，对农作物根系的生长进程存在促进作用。在保护性耕作技术的应用下，作物的分蘖能力增强并且生长态势良好，对农作物产量的提高有着显著地作用。作为现今科技发展下，研究开发出来的耕作技术，保护性耕作技术是对传统精耕细作制度的一种革新与完善，不仅具有节约成本、增加效率的作用，对提高农业产业经营效益也具有重要的意义。



## 6. 推进南方湿润地区保护性耕作的开展途径

### 6.1 完善实施保护性耕作的法律法规，促进其推广应用

技术的发展推动政策的创新。保护性耕作技术作为与传统耕作技术迥然不同的技术成果，体现的是社会科技的发展，但是技术发展速度的加快，无法避免的是与它相关的法律政策更新速度跟不上来。因此，相关的法律法规并不完善。随着技术的发展与应用，政府应该承担起引导和推行的作用。从法律上进行规范，在政策方面促进其推广和应用。在政府的主导下，引导农民正确的使用保护性耕作技术。促进保护性耕作技术的合理应用与广泛推行。

首先，要在法律上明确的规定保护性耕作技术的范围，保障保护性耕作技术有效实施。法律实施到基层的力度减弱，土地资源的分配利用长期以来得不到保障，无法确保保护性耕作的推广和利用。因此应该合理的界定土地的权利，确保土壤能长期的使用保护性耕作，形成一个在合理规划下的土壤保护性耕作的长效利用机制。其次建立一个立体的保护性耕作法律保障体系。保护性耕作不仅仅是对土壤实施保护，还对生态环境和社会经济发展有着重要作用，它具有特殊性和多面性。因此，还需要建立更多元化的保障性法律，从不同的层面保障该技术得以广泛使用的推广，不管是在环保方面还是经济方面，不管是大的发展走向还是微观的地区发展的层面，都需要合理的法律政策支持，实现政府的主导作用，发展保护性技术。注重技术的推广，依法构建保护性耕作的补助体系，从农业保险、贷款及相关补助等方面入手，用合理有效的补助政策促进保护性耕作的发展。并明文规定只有采取保护性耕作的相关技术，才能得到政府的资金补贴，确保保护性耕作的有效利用。通过鼓励机制，这样能快速的推广保护性耕作。

### 6.2 组建专业的农业管理机构和服务机构

在保护性耕作推广的过程中，目前面临农民整体受教育程度较低、学习能力弱、使用技术的能力差等问题。因此，首要的是需要建立相应的农业管理机构和服务机构，形成配套的管理系统。建立统一一体化的管理机构，不管是从农作物的生长还是生成产品以后的生产、销售、服保障方面都包含在内。对保护性耕作下的产品实行统一的管理方式，并指导农民正确的使用和操作保护性耕作技术。



重视市场对保护性耕作的引导作用，运用经济手段，促进农业生产的发展。重视管理部门职能的具体分工，对不同环节实行有效到位的规范性管理，形成在销售、运输、质量、服务等方面监管严格、层次分明的透明化管理体系。建立农产品质量监管系统，严格掌控农产品的质量检查。成立快速便捷的运输体制，以保障农产品快速运送到客户手中。形成良好的销售服务体制，在保证农户的利益的同时，促进农户推广保护性耕作技术。重视发展保护性耕作过程中的售后服务工作，宣传推广保护性耕作技术。建立知识培训点，教授农户正确的使用保护性耕作技术，促进农户自觉、接受并运用保护性耕作，使保护性耕作能获得到大众的认可，并获得长足的发展。

### 6.3 加大资金投入，形成有效的鼓励机制

保护性耕作因为其本身特有的性质，需要长期的过程去实现它特有的价值，在保护性耕作的初始阶段，农民可能得不到或发现不了保护性耕作带来的好处。政府作为主导，应该发挥其主动精神，建立相应的保障措施和鼓励机制来激励农民采用保护性耕作技术，坚持以农民的利益为出发点，通过政策引导农民采用保护性耕作技术，让农民认识到了保护性耕作的切实好处，提升他们的自主性。为了更好的扶持农民，推广保护性耕作技术，政府可以加大资金的投入，建立农业保障制度或农业保险政策，加大资金投入，促动农民的积极性。

加大资金投入，建立有效到位的鼓励机制。保护性耕作需要机械的运用，但对于部分农户来说机械购买存在难度。建立适宜的农业保障制度，运用经济手段提供适宜的贷款方式，确使农民有能力购买机具，保障农民能够无阻碍的运用保护性耕作的机具，增强使用保护性耕作技术的积极性，促进农民推广保护性耕作技术。建立农业灾害保险，在农民推行保护性耕作技术过程中遇到自然灾害时，保障农民能得到及时的赔付，农民在遇到农业灾害是也能够及时的得到政府的帮助，解除农民在农业生产中的后顾之忧。建立合理的贷款方案，农民在技术推行的过程中遇到资金困难难以以为继的情况下，政府实行无息贷款或低息贷款的方式，保障农民顺利运用保护性耕作技术。实行补助方案，给实行保护性耕作技术的农民低额度的补助，加强农民使用保护性耕作技术的积极性。

运用经济手段，支持保护性耕作技术的发展。政府设立专项科研或推广经费，建立专项的预算基金或资金投入计划，促进保护性耕作的技术研究、机械研究等方面的研究与发展。保护性耕作技术的研究与发展，是需要通过设立一些科研项目，对保护性耕作技术进行深入、切合实际、高效的探究，而这一过程中不可避免的会



建立一些实验基地、实验室，就需要加大资金的投入，保障相关技术科研项目的有效实施。这样才能确保技术的深入发展。设立专业技术宣传小组，加强理论与实地技术信息的交互，让农民深入的了解和运用保护性耕作技术的好处。

保护性耕作作为一种农业耕作技术，并不是在短期就能获得明显的效果的。需要将长期的深入研究和实地发展相结合，才能促进该技术有效地发展。在这一发展过程中，政府占据主动位置，需要发挥其导向作用，加大资金的投入，保障保护性耕作的在推行过程中能够顺利的被农户所认可，保护性耕作技术在推行过程中技术研究能够有效地被保障。

## 6.4 重点开展技术攻关，加快研究成果转化

保护性耕作作为一种先进的耕作技术，必须深入研究种植物生长进程中会面临的问题和相应的应对技术，还需要统兼顾农作物种植方式和机械配套问题。目前以少免耕多元结合覆盖技术的稻田保护性耕作技术体系已初步形成，但仍需进一步的探索技术增产、增效的机理，进一步加强技术集成、示范力度，重点研究和推广配套机具。

积极开展高产、高效保护性耕作关键技术研究，加快技术集成和推广。在 20 世纪 60 年代，南方地区就已经开始在政府的支持和引导下研究垄作、厢作等稻田保护性耕作技术，稻田保护性耕作技术研究取得了长足的进步，形成了少耕、秸秆还田覆盖、休闲期保护性耕作等技术模式。但是在南方湿润地区特别是四川、贵州、云南等省市，地处丘陵山区、地形崎岖、社会经济并不发达、农业产业结构太过复杂，这些都将是该地区发展保护性耕作的拦路虎。南方丘陵地区必须重视农耕制度的创新和保护性耕作技术的使用，才能实现生态环境的可持续发展和经济的蓬勃发展。因此首先要贴近当地情况，积极发展适宜的高产高效保护性耕作技术，研究具有提高粮食产量、农民增收等轻简、实用、廉价的播种、收获性强的技术。通过农业科研院所和农技推广部门的协同攻关，从土壤类型、种植制度、耕作措施、气象特点等角度，对不同种植模式的保护性耕作技术及增产增效机理的研究，采用合理的评估方法，筛选出不同稻作生态区域的最适保护性耕作技术模式。

重视保护性耕作配套机具研制。我国南方土地条件先天不足，具有特殊性。一方面，地处丘陵地带，山多坡陡，地势崎岖复杂，山区众多，交通也并不发达；另一方面，气候湿润，降雨量大而集中，长期滥砍乱伐和过度开荒，出现严重的水土流失现象，水灾频繁。这些特殊环境因素，导致在南方地区无法使用大型农业耕作机具，直接影响了农业作业的效率 and 效益，使农业保护性耕作技术无法深层次的推



广，市场规模狭小。在一定程度上也造成农业保护性耕作技术在推广过程中存在各种各样的困难。因此必须因地制宜的推广适用的农机具，系统地研制开发适用于坡地作业的机具。

## 6.5 推广保护性耕作，实现农业信息化发展

农业的发展是离不开政府和人民的共同努力的。如今是信息化高度发展的社会，新的技术传播也要靠信息化，农业也一样需要信息的传递与流通。假如想要保护性耕作获得长足的发展，首先要重视推广过程中遇到的问题，接着应该注重与农户的沟通与交流，及时解决农户在种植生产过程中遇到的问题。政府应该成立相关技术知识培训小组，专门对农户进行科学专业的培训，增强农户相关专业的技术理论知识，并指导农户结合农机农艺进行生产。设立相关信息收集机构，获取保护性耕作技术在实施过程中遇到的问题和相关数据。通过收集信息并对数据进行梳理和整合，完善的记录不同农作物在不同耕作技术、不同环境下不同的生长状况，并编成专门的实地评估报告。通过对保护性耕作技术研究和实地推广成果的总结，给农民提供正确的意见和种植模式。不仅如此，还要长期的邀请专家对农户进行有针对性的指导，使农户对农耕技术的了解更为完善，促进保护性耕作技术的推广。

## 6.6 重视国际交流与合作，实现信息共享

在发展保护性耕作的过程中，与其他国家相比，我国研究保护性耕作技术起步晚，而其他国家发展在发展过程中已存在许多良好成果。要想发展保护性耕作，必须积极向其他发达国家学习与合作，引进他国优秀技术和先进经验，同时发展我国保护性耕作技术。比如聘请其他国家优秀的技术人员来指导我国技术研究，或者可以派专业人员进行访问。不仅要引进他国先进经验，同时还得和其它国家进行技术成果的交流，传播自己的优秀经验，促进多方技术的共同发展。我国政府在 20 世纪 90 年代就开展了与澳大利亚保护性耕作技术的协同合作，不仅从澳大利亚引进了先进的农业耕作技术，还学习了优秀的实际经验<sup>[57]</sup>。通过信息的交流与合作，实现信息的共享，共同研究保护性耕作，并在我国建立了研究基地，取得了不错的效果。政府应该充分认识到自己在推广保护性耕作过程中的作用，发挥主观能动性，重视国际交流与合作，学习他国先进的保护性耕作技术，积极采用保护性耕作，保障我国粮食安全，改变我国的农业现状。



## 7. 总结和展望

### 7.1 基本结论

我国南方是重要的粮食产地，但由于南方地理环境的特殊性导致机具性能不够完善。要想实现保护性耕作技术的有效推广，一是应该从南方地区情况出发，进一步完善保护性耕作技术模式及技术体系，应该注重南方地区自然及社会经济特点因地制宜，分别研究筛选适宜技术及技术标准，完善适宜农作物的保护性耕作技术，并从种类、地区、气候等方面进行详细的分类综合研究。建立适宜的相应地区的技术体系和发展模式，为相关政策、资金扶持提供科学依据。二是因地制宜的发展保护性耕作机具，推广和完善保护性耕作技术。保护性耕作技术需要机械来支撑发展，南方地势崎岖多山地、地块小而分散，经济条件不平衡的实情，使得我国南方无法使用昂贵而大型的国外机具，而且与南方农民购买能力不符。因此，必须得开发具有当地特色的小型机具。

我国保护性耕作今后研究的重点与核心不仅重视保护性耕作在北方的发展，也要重视南方保护性耕作技术的发展与推广，必须协同南北区域，完善不同生态经济区的农机与农艺相结合的耕作技术体系，因地制宜的开发不同生态经济区的适用机具，并合理制定相应的技术规程及标准，进行适应我国基础国情的全方位系统研究，促进南保护性耕作技术的广泛推广和利用。

### 7.2 前景展望

伴随着经济的快速发展，我国越来越重视农村、农业的发展与建设。经过长期的革新和改善后，保护性耕作在促进生态环境良性发展的同时在生产效益方面也能降低耗费增加产量，能够有效地对我国现有的农业产业模式进行调整，缓解我国生态环境逐渐恶化的局面。在我国部分地区已经结合当地情况因地制宜的发展了保护性耕作技术并形成一定的发展体系，保护性耕作专用机具的研发也颇具成效，保护性耕作的运行机制也初现雏形。但保护性耕作在我国普及的速度相对较慢，尚未在我国所有地区得以实施，因此保护性耕作的技术拥有广阔的前景。

保护性耕作技术作为一种现代化技术，合理地结合了农业生产和生态发展，符合我国当前经济社会的发展要求，具有满足生态环境发展和经济发展要求的特点，



如何实现可持续发展这一命题，将会成为我国日后主要的发展方向。保护性耕作在我国具有广阔的发展空间，将会获得长足的发展。



## 参考文献

- [1]师江澜, 刘建忠, 吴发启. 保护性耕作研究进展与评述[J]. 干旱地区农业研究, 2006, 24(1):205-212.
- [2]享耳. 美国和澳大利亚的保护性耕作农村机械化[J]. 1998 (12):42.
- [3]涂建平, 徐雪红, 夏忠义. 南方农业保护性耕作的进展[J]. 农机化研究, 2004, (2):30-31.
- [4]吴兰. 澳大利亚机械化旱作节水农业和保护性耕作情况[J]. 四川农机, 2001(2):20-21.
- [5]王延好, 张肇鲲. 保护性耕作在加拿大的研究及现状[J]. 安徽农学通报, 2004, 10(2):5-6.
- [6]张飞, 赵明, 张宾. 我国北方保护性耕作发展中的问题[J]. 中国农业科技导报, 2004, 6(3):36-39.
- [7]保护性耕作工程规划与建设(2009-2015年)[R], 农家参谋(种业大观), 2009.
- [8]李宝筏, 杨文革, 王勇等. 东北地区保护性耕作研究进展与建议[J]. 农机化研究, 2004, (1):9-13.
- [9]贾延明, 尚长青, 张振国. 保护性耕作适应性试验及关键技术研究[J]. 农业工程学报, 2002, 18(1):78-81.
- [10]付增光, 杜世平, 廖允成. 渭北旱地小麦留茬深松膜侧沟播技术体系研究[J]. 干旱地区农业研究, 2003, 21(2):13-17.
- [11]杜兵, 李问盈, 邓健等. 保护性耕作表土作业的田间试验[J]. 中国农业大学学报, 2000, 5(4):65-67.
- [12]张宝乾, 赵昌娜. 天津市两茬平作保护性耕作技术发展现状及模式探讨[J]. 新疆农机化, 2004, (2):23-24.
- [13]余泳昌, 刘晓文, 李明等. 夏玉米免耕秸秆覆盖机械化栽培技术的研究[J]. 河南农业大学学报, 2002, 36(4):309-312.
- [14]朱彦辉, 周桂霞, 邵振军. 保护性耕作下的秸秆还田技术[J]. 现代化农业, 2005, (9):16.
- [15]邓琳. 新疆保护性农业保证性政策的研究[D]. 湖南大学. 2005.
- [16]王亚雷. 保护性耕作对土壤理化性状及作物产量与品质的影响[D]. 扬州大



学. 2009.

[17] 杨捷, 梅旭荣, 严昌荣. 保护性耕作技术的发展和效益研究[C]. 中国农学会农业气象分会. 2006.

[18] 韩宾, 王芸, 史忠强等. 土壤耕作及秸秆还田对冬小麦生长状况及产量的影响[J]. 农业工程学报, 2007, 23, (2): 48-53.

[19] 蔡典雄, 王小彬, 高绪科. 关于持续性保持耕作体系的探讨[J]. 土壤学进展, 1993, 21(1): 1-8.

[20] 高旺盛. 论保护性耕作技术的基本原理与发展趋势[J]. 中国农业科学, 2007, 40(12): 2702-2708.

[21] 侯光炯, 谢德体. 水稻自然免耕可获高产[J]. 农业科技通讯, 1986(11): 2-41.

[22] 邹应斌, 李克勤, 任泽民. 作物复种的免耕直播栽培研究进展[J]. 中国农学通报, 2004, 20(1): 90-951.

[23] 吴洁远, 黄示瑜. 水稻免耕直播栽培技术试验示范[J]. 广西农业科学, 2004, 35(3): 193-1941.

[24] 胡超潜, 陈荔宁, 陈建森等. 水稻免耕直播高产栽培技术[J]. 福建农业, 2004(3): 8.

[25] 钟礼明, 林敏, 林翰昕. 免耕抛秧及其优化技术[J]. 江西农业科技, 2004, (4): 14-15.

[26] 彭春瑞. 水稻免耕抛秧技术[J]. 江西农业科技. 2004(3): 17-19.

[27] 张永泰, 谢云峰等. 超高茬麦田套稻高产配套栽培技术探讨[J]. 江苏农业科学, 2002(2): 9-12.

[28] 顾志权. 水稻免耕套播生态技术与应用效果[J]. 土壤肥料, 2004(1): 31-331.

[29] 彭春瑞. 免耕稻田小苗移栽的优势及高产栽培技术[J]. 江西农业科技, 2004, (4): 15-16.

[30] 吴玉林. 稻草覆盖栽培技术与农业可持续发展[J]. 作物研究, 2002, (4): 168-169.

[31] 高云超, 朱文珊, 陈文新. 秸秆覆盖免耕土壤微生物生物量与养分转化的研究[J]. 中国农业科学, 1994, 27(6): 41-49.

[32] 高云超, 朱文珊, 陈文新. 秸秆覆盖免耕土壤细菌和真菌生物量与活性的研究[J]. 生态学杂志, 2001, 20(2): 30-36.



- [33]杨显云. 稻草覆盖免耕直播油菜对地力与产量的影响[J]. 土壤肥料, 2001, (6):38-41.
- [34]高云超, 朱文珊, 陈文新. 秸秆覆盖免耕土壤真菌群落结构与生态特征研究[J]. 生态学报, 2001, 21(10):1704-1710.
- [35]顾世梁, 朱庆森, 杨建昌等. 不同水稻材料籽粒灌浆特性分析[J]. 作物学报, 2001, 27(1):7-14.
- [36]关松荫. 土壤酶学研究方法[J]. 北京农业出版社, 1986:220-249.
- [37]韩庆华, 马永清. 小麦秸秆中生化他感化合物的研究概况. 生态农业研究, 1994, 2(4):71-76.
- [38]章秀福, 王丹英, 符冠富等. 南方稻田保护性耕作的研究进展与研究对策[J]. 土壤通报, 2006, 37(2):346-351.
- [39]赵宝良. 农业保护性耕作技术的推广与应用[J]. 吉林农业, 2012(9):160.
- [40]周勇. 我国农业保护性耕作技术推广应用存在的问题及对策[J]. 现代农业科技, 2014.
- [41]王峥. 农业类高等职业教育的发展机遇与思路[D]. 科技信息, 2008, 10. 15.
- [42]李立科. 小麦留茬少耕秸秆覆盖新技术[J]. 陕西农业科学, 1999, (40):40-41.
- [43]张海林. 保护性耕作研究现状、发展趋势与对策[J]. 中国农业大学学报, 2005, 10(1):16-20.
- [44]Roldan A, Caravaca F, Hernandez M T, et al. No-tillage, crop residue additions, and legume cover cropping effects on soil quality characteristics under maize in patzcuaro watershed (Mexico) [J]. Soil & Tillage Research, 2003, 72:65-73.
- [45]常旭红. 保护性耕作技术的效益和应用前景分析[J]. 耕作与栽培, 2004(1).
- [46]王法宏, 冯波, 王旭清. 国内外免耕技术应用概况[J]. 山东农业科学, 2003, (6):49-53.
- [47]贾延明等. 保护性耕作适应性试验及关键技术研究[J]. 农业工程学报, 2002, 18(1):78-81.
- [48]邹应斌. 国外作物免耕栽培的研究与应用[J]. 作物研究, 2004, (3):127-132.
- [49]朱文珊等. 北方一年两熟地区秸秆覆盖免耕技术原理及应用效果研究[J]. 中国少耕免耕与覆盖技术研究, 科学技术出版社, 1991, 11-20.



- [50] 孙玉珍. 浅谈保护性耕作技术的社会效益和生态效益[J]. 农业经济, 2007, 5.
- [51] 秦红灵, 高旺盛, 马月存等. 免耕对农牧交错带农田休闲期土壤风蚀及其相关土壤理化性状的影响[J]. 生态学报, 2007, 27(9): 3778-3784.
- [52] 张立峰, 樊秉戌等. 高寒半干旱区松免少耕技术效应研究[J]. 干旱地区农业研究, 1995, 13(4): 75-79.
- [53] 黄国勤, 黄小洋等. 免耕对水稻根系活力和产量性状的影响[J]. 中国农学通报, 2005, 27(5): 170-173.
- [54] 陶诗顺, 陈红春. 杂交水稻免耕沟旱植秸秆覆盖节水栽培新模式[J]. 节水灌溉, 2004, (5): 36-37.
- [55] 冯常虎等. 麦棉两熟地连续少免耕对作物生产的影响初探[J]. 仲恺农业技术学院学报, 1994, 7(1): 38-44.
- [56] 萧复兴, 李海金等. 旱地麦田二次秸秆覆盖增产模式及机理研究[J]. 水土保持研究, 1996, 3(3): 70-71.
- [57] 林兴路. 促进保护性耕作法律制度研究[D]. 西北农林科技大学. 2014.



## 致 谢

开始的写论文的时候，感觉很难，面对论文抓耳挠腮、不知所措，那时候期待着早日能够完成。但是当论文接近尾声的时候，心情也开始变得奇怪。尽管在校园里待的时间并不是很长，经常窝在寝室，以至于同学过来华师办事找我问路我竟然不知道该怎么描述。但是在华师两年的学习生活，短暂却又愉快。突然觉得将要离开华中师范大学美丽的校园和丰富而宝贵的学习资源、离开和蔼博学的老师们和曾经同舟共济的同学们以及室友们的不舍。

在此，首先要感谢的是我的导师刘目兴副教授。写论文对我来说不是特别容易，尽管我写的论文自我感觉不太好，但是刘老师一直以他专业的精神辅导我，从选题到写作，从开题到答辩，工作繁忙还抽出时间帮我修改论文，为此倾注了大量心血，让我受益匪浅。刘老师治学严谨的工作态度、待人随和、兢兢业业，无论在学习工作还是在做人处事上都我学习的榜样！毕业论文的顺利完成，得益于刘老师的悉心辅导、严格要求，非常感谢！感谢城环学院的罗静老师、龚胜生老师、胡静老师等，能够聆听你们的教诲是我的荣幸！感谢所有老师，是你们的辛苦成就了我们学子的未来！

人生是一个成长的过程，总是需要我们昂首阔步勇往直前！在接下来的新旅程，我将把您的期望和教导铭记在心，风雨兼程，穿越海浪！

汪一凡

2015年5月于华师