

Y 774158

分类号:

密 级:

单位代码: 10019

学 号: 277149

中国农业大学

农业推广硕士学位论文

中国北方旱区保护性耕作技术效果及其问题和对策

The Effects, Problems and Strategies of Conservation Tillage

In Northern Arid Region of China

研 究 生: 杜娟

指 导 教 师: 赵明 教授

合 作 指 导 教 师: _____

申 请 学 位 类 别: 农业推广硕士

专 业 领 域 名 称: 种植业

研 究 方 向: 作物栽培学与耕作学

所 在 学 院: 农学与生物技术学院

2005年2月

摘 要

为了探讨保护性耕作在解决我国北方旱区农业生产中存在的效益低、环境恶化、沙尘暴频发、农田土壤风蚀沙化等一系列制约区域经济和社会发展的实际问题中的作用,通过对该区域的典型保护性耕作技术试验区有关保护性耕作的技术效果及其问题与对策进行了调查和研究,并取得了以下结果:

1、保护性耕作具有多重技术效果:(1)在风蚀防治方面,通过对沙地、草地、传统翻耕农田和保护性耕作农田等不同地表覆盖 $<0.05\text{mm}$ 悬移质颗粒分析表明,传统翻耕农田占 30.87%,保护性耕作占 28.36%,草地占 18.99%,沙地占 0.62%。保护性耕作的农田土壤风蚀减少在 14%~88% 之间,进一步明确了裸露农田和退化草原是沙尘暴沙尘的重要来源;(2)在土壤生态改善方面的研究表明,保护性耕作农田土壤水分增加,表层土壤温度降低,土壤养分状况改善。这些结果进一步证明保护性耕作对土壤生态有正负不同效应,但总体效应更有利于农田生态保护和作物生长;(3)在增产方面的研究表明,保护性耕作条件下我国北方的几种主要作物都表现出不同程度的增产效果。其中增幅最高达 24.19% (籽瓜),玉米平均增产 8.2%,最低也有 5% (小麦),也有个别地区由于技术实施问题表现减产。在保护耕作中,深松玉米可增产 28.41%;免耕可增产 14.97%;(4)保护性耕作条件下几种主要作物都表现出不同程度的节本增效效果,其中尤以经济作物节本增效的优势突出。啤酒大麦其节本高达 70~110 元/亩,增收达 84.54 元/亩;从而进一步明确了保护性耕作在粮食增产、农民节本增效上均具有显著的效果。

2、保护性耕作在我国北方旱区存在着一系列制约其发展的问题,技术问题主要表现在:(1)技术体系发展不完善,其对策是利用农机与农艺的配套来打破传统的种植方式;(2)土壤低温问题,其对策是利用品种选择和深松等生物、生态和农艺措施进行有益补偿;(3)杂草控制问题,其对策主要是利用生物和化学以及农艺措施的综合方法来防治消灭杂草蔓延。认识问题主要表现在对保护性耕作认识不足和理解片面,其解决的对策是加强宣传和获得政府的大力支持。政策问题主要表现政策与外部环境没有根本的改观,其解决的对策是需要国家和各级政府制定相应的鼓励和扶植政策,多途径的投入,对推广工作进行组织和督导。

关键词: 北方,旱区,保护性耕作,效益,问题,对策

Abstract

In northern arid area of China there are many problems which have restricted the development of economy and society such as environmental deterioration, frequently occurred dust storm, cropland soil wind erosion and lower agricultural productivity. In order to study the effects of conservation tillage on resolving these problems, the economic, social and ecological benefit of conservation tillage in the 24 test regions in the North of China have been investigated. The results were as follows:

1. Multi effects were found in conservation tillage: (1) Conservation tillage can prevent soil wind erosion. The suspension transport granules (dia.<0.05mm) percentage in tundra, grassland, fields with traditional and conservation tillage were 0.62%, 18.99%, 30.87%, 28.76%, respectively. The conservation tillage can reduce soil wind erosion to 14-88% in different conditions. It confirmed that the uncovered cropland and degenerate grassland are the source of the dust storm. (2) Studies on soil characters showed that soil water content and nutrition status increased and surface layer temperature decreased. It indicated that conservation tillage had positive and negative effects on soil economy, but the total effects were in favor of cropland economy conservation and crop growth. (3) Yield of main crops in north China were improved in conservation tillage condition. Thereinto the amplitude of melon is the biggest (24.19%) while the amplitude of wheat is the smallest (5%); Different types of maize under conservation tillage usually got higher yield than those under conventional tillage and the amplitude is 8.2% in average. Under conservation tillage, the deep-plough gained a 28.41% yield improvement and no-till 14.97%. (4) Various degrees of costs saving and benefits increasing were showed in conservation tillage in several crops, especially in economic crops. For example malting barley under conservation tillage can save costs with 70~110yuan/666.7m² and increase benefits with 84.54yuan/666.7m². To sum up, conservation tillage can evidently improve the yield of crops, save costs and increase benefit.

2. There are a lot of problems which limited development of conservational tillage in northern arid area of China. The technical problems showed that: First, technical system was unperfected, and the countermeasure is to take advantage of agriculture technical to break the tradition cultivate form; Second, the soil temperature was low, and the countermeasure is to select appropriate cultivars and employ deep plough to compensate it; Third, weeds controlling were difficult, and the countermeasure is to use integrative methods of biological, chemical and agronomical ways to prevent and cure the weed spread. Propagandizing and government sustaining are the must to cope with the cognition problems on conservation tillage. The policy problems were that rudimentary changes were not occurred in policy and conditions, government must take charge of the project, establish an integrative service system of research, education, spreading, and promote the application and spreading of conservational tillage technologies.

Keywords: the North of China, Arid region, Conservation Tillage, Benefits, Problems, Strategies

独创性声明

本人声明所提交的论文是我个人在导师指导下进行的研究工作及取得的研究成果。尽我所知，除了文中特别加以标注和致谢的地方外，论文中不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果，也不包含为获得中国农业大学或其它教育机构的学位或证书而使用过的材料。与我一同工作的同志对本研究所做的任何贡献均已在论文中作了明确的说明并表示了谢意。

研究生签名：

时间：

年 月 日

关于论文使用授权的说明

本人完全了解中国农业大学有关保留、使用学位论文的规定，即：学校有权保留送交论文的复印件和磁盘，允许论文被查阅和借阅，可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存、汇编学位论文。同意中国农业大学可以用不同方式在不同媒体上发表、传播学位论文的全部或部分内容。

(保密的学位论文在解密后应遵守此协议)

研究生签名：

时间：

年 月 日

导师签名：

时间：

年 月 日

第一章 绪论

我国北方干旱、半干旱地区的总面积约占国土总面积的 52.5%，以旱作农业为主。其现有的翻耕模式加上大量的开垦荒山草地，造成了水土流失加大，风沙灾害频繁发生和生态环境恶化的后果，其中干旱少雨、风蚀沙化则是北方旱区近年更为突出的问题。为发展北方旱区农业，近年来国家推行了一系列的北方旱区发展的政策和措施，如退耕还林、退耕还草。这些策略与措施对恢复生态起到了积极作用。北方旱区除了保护生态，还要发展农业经济，维护土地生产能力，因此，保护性耕作则成为我国北方发展的重要技术。保护性耕作是相对于传统翻耕的一种新型耕作技术。它的定义是：“用大量秸秆残茬覆盖地表，将耕作减少到只要能保证种子发芽即可，主要用农药来控制杂草和病虫害的耕作技术”。由于它有利于保水保土，所以称为保护性耕作。保护性耕作已在我国北方旱区进行了多年的研究与示范，取得了重要进展，在此基础上如何进行技术效果综合分析并明确目前存在的问题和对策，对科学地在北方旱区实施保护性耕作和促进区域的农业发展以及生态保护将有着重要的指导作用。

1.1 保护性耕作研究起因与发展

美国是最早研究保护性耕作的国家，起因于 20 世纪 30 年代震惊世界的黑风暴事件。19 世纪初，欧洲工业技术革命促进了农用机械的快速发展，大规模使用拖拉机配带铧式犁深翻深耕，但是由于过度耕作和放牧、掠夺式经营，草原植被严重破坏，农田肥力日趋衰竭，产量逐年下降。到 20 世纪 30 年代，由于气候持续干旱、大风，裸露疏松的农田难以抵挡大风的袭击，形成了震惊世界的“黑风暴”。1934 年 5 月，一场典型的沙尘暴从地表植被破坏严重的西部刮起，连续三天，横扫美国 2/3 国土，把高达 3.5 亿吨的地表肥沃土壤卷进大西洋。仅这一年美国就毁掉 300 万 hm^2 耕地，冬小麦减产 510 万吨，16 万农民倾家荡产逃离西部，留下的人生活极其困难，对农业造成了沉重的打击^[1]。此后，1935 年美国成立了土壤保持局，对各种保水、保土的耕作方法进行了大量研究。实践证明，以秸秆覆盖和少、免耕为中心的保护性耕作法，大幅度地减少了水土流失，减少了大部分的田间起沙，在解决沙尘暴问题中起了突出作用。自 1955 年除草剂的发明和 1961 年除草剂的商品化以后，使得少耕、免耕成为现实。至此，现代的保护性耕作技术才开始出现^[2]。

目前保护性耕作已成为美国的主体耕作模式，1995 年统计全美 1.13 亿 hm^2 粮田面积中，保护性耕作和少耕已占 60% 以上，90% 的土地已取消铧式犁耕作；澳大利亚也于 20 世纪 70 年代试验成功并进一步推广保护性耕作法^[3]；英国的玉米栽培已有一半面积采用几年不翻的免耕法；在加拿大，保护性耕作从 20 世纪 80 年代就已成为一种重要的方法，90 年代被大量使用，到 1997 年加拿大免耕推广面积占可推广面积的 25%，同时，为了保证免耕法的实施，加拿大制定了免耕法实施有关法律；此外，日本、伊朗、菲律宾等国家也以立法的形式推广免耕法。

大量研究结果表明，保护性耕作在农业发展中具有良好的应用前景。Schwab 等^[4]1995-1999 年的试验结果则表明，采取合理保护性耕作措施，不仅能够增产，还能改善土壤条件。Sharon Durham^[5]根据 3 年的试验结果，认为采用条耕技术，能够使美国南部地区在有效防止土壤流失、

减轻环境污染、保证水分供给的同时,增加边际效益。David Chaney^[6]在加利福尼亚州连续4年的试验表明,与传统农业相比,保护性耕作显著提高了土壤有机质含量,微生物数量以及有机碳和氮素含量。Drury等^[7]1997-2000年连续4年的研究表明,通过红三叶草为绿肥的局部翻耕措施,可以较好地解决低温潮湿的粘土地上保护性耕作与玉米增产的矛盾。免耕技术不论是在大面积的平原上,还是在小型农场的应用中都获得了成功^[8,9]。在收割机、免耕播种机、深松机具等一系列农机具的配套研究方面,也取得了重大成果^[10,11,12]。

根据国际上保护性耕作发展状况和变化趋势是:由少免耕为主向多项农艺措施、农机与农艺相结合并突出农艺措施的方向发展;保护性耕作技术由以生态脆弱区应用为主向更大农区应用发展;由单纯的土壤作技术向综合性、规范化、标准化的可持续技术方向发展。

1.2 我国保护性耕作的研究与应用

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。60年代初,黑龙江国营农场开展了免耕种植小麦试验,江苏开展稻茬免耕播种小麦试验;70年代末,西南农业大学研究水稻自然免耕法;80年代初,北京农业大学、陕西省农科院、山西省农科院、河北省农科院等,开展了覆盖或少、免耕的试验研究,取得显著的增产效果。90年代中期,中国农业科学院等单位,开展了冬小麦北移研究。近年农业部组织农机部门在北方部分省、自治区、直辖市的30多个县开展了保护性耕作试验示范,取得了较好的效果。我国政府对发展保护性耕作高度重视。2002年6月5日,温家宝同志在一份关于保护性耕作的报告上批示:“改革传统耕作方法,发展保护性耕作技术,对于改革农业生产的条件和生态环境具有重要意义,农业部要制定规划和措施积极推进这项工作。”原农业部副部长路明也对这一技术体系予以高度评价,多次表示:“农业部下决心要推广这项技术”。现在已经在10多个省建立了试点,包括河北、辽宁、内蒙古、甘肃、陕西、北京、天津等十多个省和直辖市,面积达到了4~5万亩。农业部表示在7到10年间把我国的整个北方旱区建设成保护性耕作地区。

我国在保护性耕作技术对生态环境、作物生长发育规律及产量、农机具的引进、改进和研发、经济和社会效益等方面也进行了大量的研究^[13-29]。吉林省农科院在公主岭进行的免耕和连年翻耕长期定位试验结果表明,免耕增产显著,经济和社会效益明显^[30]。朱文珊等^[31]在我国北方一年两熟地区开展的秸秆覆盖免耕技术应用,表明一般年份免耕种植比常规种植增产10~20%,纯收入提高20~40%;丁玉川等^[32]对旱地玉米采用免耕整秸秆覆盖栽培研究表明,保护性耕作技术尤其在干旱年份增产效果显著,3年平均产量比传统耕作玉米增产57.7%,增产幅度23.8%~191.0%;王世学等^[33]在寒冷风沙区实施保护性耕作技术,种植小麦试验结果表明,在该区实施保护性耕作技术是可行的,取得了良好的增产效益、节本效益及社会效益。刘晓民等^[34]为我国北方旱区大面积实施保护性耕作的需要做出了合理区划,为因地制宜分类指导该区保护性耕作和合理配置资源提供基础数据和科学依据。

我国保护性耕作研究无论从深度、广度乃至宣传推广都与国际先进水平具有差距。这与我们这样一个生态正在恶化的大国的地位是不相符合的。作为一项农业生产技术措施,保护性耕作与区域资源状况、社会经济条件、农业主导产业等有着密切的关系。美国、澳大利亚等国家由于人少地多、土地规模大、农业集约化和机械化程度高,有利于少免耕等保护性耕作技术和轮耕休闲

的农作制度相结合,从而使保护性耕作技术得到广泛的应用。我国的国情特殊,人多地少,农户的耕地面积小而且分散,区域资源环境等条件地区差异大,农业集约化和机械化程度不高,限制了保护性耕作技术的大面积应用。另外,在认识上,由于受长期传统农业耕作方式的影响以及生态环境保护意识淡薄,加之该项技术对机械化的要求程度较高,农民主动采用该项技术的积极性不高。虽然经过多年的努力,保护性耕作专用的中小型农机具的研发有了一定的进展,保护性耕作在黄河中下游等多熟地区有了较为普遍的应用,但是在广大的水土流失严重的东北、华北、西北的干旱-半干旱地区和西南的山地丘陵地区保护性耕作应用还不够深入。

1.3 我国北方旱区发展的面临的重要问题

我国北方旱区发展面临着主要问题是干旱与风蚀。全国有近 11 亿亩的旱地农田的 70%以上集中在北方干旱、半干旱地区,由于自然降水不足、分布不均,特别是耕地土壤风蚀、水蚀、沙化十分严重,土壤质量退化,旱灾频发,造成农业生产的产量和效益长期低而不稳。传统落后的土壤耕作方式和耕作制度,更加剧了土壤侵蚀,流失和退化,已成为我国北方旱区农业和农村经济持续发展的主要障碍因素。

刘全友等^[38]对我国北方旱区比较典型的多伦县 1999 年的遥感图像和数据信息的分析指出,在农耕地中,旱地 11299.6hm²,占耕地面积的 96.40%,占总土地面积的 30.91%;在天然牧草地中,退化天然牧草地 110501.2 hm²,占天然牧草地的 78.43%,占总土地面积的 28.24%;在未利用土地中,沙地 86871.3 hm²,占未利用土地面积的 82.23%,占总土地面积的 22.28%。这种结构体现了多伦县的农业是建立在旱地基础上的,牧业建立在退化天然牧草地基础上,环境是建立在沙地基础上的。我国整个北方旱区的情况,也大致与之类似。

据有关资料表明,目前全国草地“三化”(退化、沙化、盐碱化)面积约 1.35 亿 hm²,占草地面积的 1/3,并以每年 200 万 hm²速度扩展。草原带是我国环境保护的一道天然屏障。但是随着草原带的退化,草地的多种生态功能都在减弱甚至消失;而同时土地荒漠化,水土流失等环境问题却愈演愈烈。据统计,20 世纪全国造成重大经济损失的沙尘暴达几十次,其中 60 年代发生 8 次,70 年代 13 次,80 年代 14 次,90 年代 23 次以上。特别是我国北方的沙尘暴近年来又有增长的势头。

沙尘暴就是一种强烈的土壤风蚀活动。迄今,人为地减弱乃至防止沙尘暴只有通过大面积的恢复植被、覆盖裸露地面来完成^[38, 37, 38, 39]。据研究报道我国北方沙尘暴的沙尘主要来源于受人为活动干扰后沙化的土地。中国科学院 2000 年的研究结果表明,沙尘暴中的浮尘有 30%来自旱作农田,52%来自沙质草地,而来自沙漠的则只占 2.56%。说明沙尘暴的尘源是退化的草原和裸露农田。我国北方 16 个省区占全国耕地总面积 1/3 的 3300 万亩旱地农田,因传统的铧式犁翻耕、地表裸露休闲的耕作方式,使土壤受到严重的水蚀风蚀,是地面扬沙、扬尘的重要来源的事实却常常被忽视。在控制农田土壤侵蚀的实践中,世界各国普遍采用了保护性耕作技术。因此,保护性耕作技术在中国,特别是在北部广大干旱、半干旱以及农牧交错地区更有其特殊意义。

朱震达^[40]研究表明,我国北方旱区的土地荒漠化发展迅速,虽然在局部地区进行治理已开始逆转,但总的趋势是在继续发展。而直至现在,生态环境所面临的这种严峻形势仍没得到根本改变。按照 Odum E.P. 的理论,我国北方旱区农业生态系统脆弱和不稳定的根本原因,就在于本来

就很低的同化光能水平,却还要以农产品形式输出,因而能够用于系统维护和修复的能量极少,远不足以使生态系统保持稳定^[41]。朱显谟等^[42]认为,土地利用一直是我国北方旱区(如黄土高原中、北部)治理的核心问题,也是当前农村产业结构调整的基础。我国北方旱区,特别是冀北区与京津接壤,其生态环境关系到两大城市的环境,对我国成功举办绿色奥运有重大影响。为了维护农业生态的良好恢复,国家实施了“一退双还”的战略措施。同时正在进行以农牧结合的农业发展战略。因此,我国北方旱区进行保护性耕作不论是发展经济还是恢复生态都具有十分重要战略意义。

在半干旱地带实行草地畜牧业是美国、澳大利亚、中南非洲一些国家的普遍做法。对年降水量再少一些(如<350mm)的地区,则采取移民或弃荒。在这些国家和地区,没有明显的农牧并存的大片旱区。相反在中国,迄今为止北方半干旱地带一直以旱作(雨养)农业为主,仅存的少量草地上覆盖的也早已不是原生的森林草原和典型草原植被,而是在反复的开垦、撂荒过程中形成的严重退化的次生草地^[43]。张立峰等^[44]指出,随着人口增长与资源的退化,粮草争地,草场超载严重,冬贮饲草短缺。粮草短缺成为区域农牧生产迈向市场经济的沉重包袱。我国北方旱区脆弱的生态环境、失衡的生物结构、乏力的社会投入,使区域农牧生产与社会发展处于“临界态”局面。这不仅影响着本区的演化趋向,而且由于作为生态屏障、水源区、食品基地的特殊地位而关系其毗邻的华北地区资源环境,甚至社会经济发展的各个方面。我国广阔的高寒半干旱区和北方旱区的环境稳定与综合治理,对于减轻毗邻华北地区国土承载压力、提高人均生存与生活质量是非常重要的。

1.4 北方旱区发展与保护性耕作

王守陆等^[45]从保护性耕作的技术效果以及在农业生态建设中的作用出发,分析了保护性耕作与风沙源治理、水土保持等农业生态建设的关系。指出保护性耕作是一项农牧业生态建设和可持续发展的技术措施。它在内容和范围上,涉及农业、畜牧、水利、林业、环保等多个部门和行业,在技术使用中还涉及农机、种子、植保、土肥、资源、环境等多个学科。这就决定了实行保护性耕作必须是建立在多部门、多行业、多学科相互配合、相互支持的基础之上。这就需要各级政府的高度重视和直接领导,使保护性耕作真正在农牧业生态建设中发挥作用。它与沿袭上千年的精耕细作的传统农业有着显著的区别,是农业发展过程中的重大技术变革^[46]。

1.4.1 我国北方旱区的风蚀与保护性耕作

我国北方旱区气候恶劣,是风、旱、冻、雪等灾害频繁发生地带,极易发生土壤的风蚀和沙化,是我国典型的生态脆弱带和环境敏感带。这里原始的以长芒草群系为主的干草原经过历史上多次大规模垦殖活动,已经逐渐退化成隐域性的沙生植被、灌丛植被,植被覆盖度大为降低;土壤也相应的由地带性草原土壤,即栗钙土逐步转化为风沙土^[9]。该区人们长期以来一直沿袭传统精耕细作的种植方式。耕、种、播、耙、收、翻一年一作的作物生产对农田的耕作却高达5~6次。特别是秋末春初正是该区风势强劲的时候,翻耕后的农田表土随风刮走,加剧了对京津及华北地区沙尘暴的危害。同时表层相对肥沃的土壤严重风蚀,使得原本贫瘠的土壤越发贫瘠。由此可见这种频耕寡护、只耗不养的土地利用方式,造成了以土壤侵蚀沙化、盐碱化与贫瘠化为特征的退

化演替,破坏了脆弱的生态平衡,加剧了荒漠化的进程。

造成风蚀的主要因素有高温、少雨和高风速,这些因素是不以人们意志而改变。农田土壤风蚀受土壤耕作方式、作物残茬、土壤粗糙度、土壤结构、裸露地表沿风向长度以及气候等因素的影响。因此,要控制风蚀必须通过土壤表面和作物残茬管理来实现。保护性耕作与传统深翻、深松、精耕细作的土壤耕作方式迥然不同,它强调最大限度地减少土壤耕作,将作物秸秆残茬留于地表。其技术核心是免耕播种和秸秆覆盖。秸秆残茬降低风速,根茬固土,秸秆挡土,可以有效地减少土粒运动和飞扬;保护性耕作使地表湿润、坚实,增加团粒结构,有利于减少风蚀。美国西部已广泛应用保护性耕作,证明对控制风蚀非常有效。因为具有覆盖物的粗糙表面可以减少风通过的速度,还可以防止水分蒸发。农田缺乏植被和翻松表土是风蚀的主要原因,所以残茬覆盖就相当于自然条件下的植被覆盖,起到了保护农田的作用。免耕保护了表土、减少风蚀,进而对抑制沙尘暴起到重要作用。

1.4.2 保护性耕作与北方旱区土壤生产力与生态恢复

使用化肥是提高粮食产量的方法之一。化肥进入土壤后会增加土壤中微量元素含量,同时没被植物吸收利用和没被根层土壤吸附固定的氮、磷等化学肥料养分,一部分在根层以下积累,板结土壤;一部分转入地下水,成为环境污染源之一的农耕污染。农耕污染主要是过多施用氮肥,其中有12.5%~45%的氮从土壤中流失并污染了地下水。传统耕作方式由于水土流失严重,造成有机质含量下降;保护性耕作由于土壤表面有秸秆或残茬覆盖,三年可增加土壤有机质含量0.03%~0.07%。朱文珊等在我国北方一年两熟地区的研究表明,免耕覆盖还田具有明显的物理、化学和生物学效应,使得土壤水肥气热等诸因素在一定条件下达到最佳状态,从而促进作物生长发育,具有明显的增产效果^[47]。可见保护性耕作能增加土壤营养成分,相应可减少化肥的使用量,减轻土壤板结及化肥对地下水的污染。

水土流失是导致旱地农业难以持续发展的重要因素,地表径流是土壤流失的主要驱动力之一。坡耕地长期以来采用传统的耕作方式,表面没有残茬或秸秆覆盖,造成土地板结,持水能力差和大量的雨水径流,导致水土流失严重,带走了大量的表土和有机质,造成土壤肥力下降。

旱坡地水土流失与雨强和雨型有密切关系,在降雨分散时,无论是否采用保护性耕作,缓坡地上的地表径流都不大;暴雨下的水土流失比较严重。研究表明:在保护性耕作中,由于地表覆盖秸秆或留有残茬,增加了地表的粗糙度阻挡了雨水在地表的流动,增加了雨水向土地的渗入,相应地就减少了地表径流量。因此,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。土壤水蚀有三个阶级:土壤颗粒的分散、运移和沉积物的淤积。水蚀主要是由于土壤表层疏松致使土壤抗蚀性减弱而引起的,雨滴则是土壤水蚀的主动动力。所以,只要能减少雨滴对土壤的打击碰撞,或者增加土壤的抗蚀性,即可减少侵蚀作用,保护性耕作正好不扰动土壤,增加了土壤抗蚀性,加上地表秸秆或残茬减弱了雨滴的冲刷击打作用。因此,就减少了土壤水(侵)蚀。尤其在雨大的地区作用更突出,多数研究表明这项作用可达50%~60%。

在传统种植方式中,多余的秸秆在耕地里被焚烧,不仅浪费了大量的秸秆资源,而且焚烧时的烟雾造成了严重的大气污染。实施保护性耕作技术,将秸秆或残茬覆盖土壤表面,可有效遏制秸秆焚烧,减少大气污染。另外,随着高科技的发展,干旱、半干旱地区资源丰富的太阳能、风

能等被大量开发利用。尤其是沼气等可再生能源的开发。这样就解决了广大农民的燃料能源问题。保护性耕作中的秸秆覆盖就可以顺理成章地利用,农民减少烧秸秆,也可以很大程度上减少了大气污染。

1.4.3 保护性耕作与北方旱区畜牧业发展

近年来,我国北方旱区已出现了可喜的苗头,畜牧业开始由传统的放牧改为舍饲或半舍饲。但这种对该地生态建设具有历史意义的转折,需要有优质饲草饲料足量供给,仅靠生产力已很低的天然草地和很小的人工草地难以满足需求。提高农业生态系统生产力的一个可能途径在于,本着对我国北方旱区特殊的气候条件,扬长避短,充分和合理利用气候、土地等资源的指导思想,从根本上改变传统的以粮为主要生产目标的方式,围绕以作为饲料的生物量,而不是传统的粮食或牧草种植,“为牧而农”式地进行农牧结合。在我国北方旱区,指望天然草地的产出发展畜牧业几乎是不可能的,即便是产草量比天然草地高8倍的人工草地,生物产量水平仍然偏低。在条件较好的土地上种“料”以及粮油作物副产品的利用,建成舍饲或半舍饲畜牧业;同时是大部分土地退耕封育、自然恢复,才有可能走出一条具有中国特别是我国北方旱区特色的、切实可行的生态重建之路^[46]。

1.5 明确保护性耕作技术效果、问题和对策是促进北方旱区保护性耕作发展的关键

保护性耕作是农业生产发展过程中的重大技术变革,保护性耕作技术是一项从保护农田、治理沙尘暴角度出发把生产和生态环境保护结合起来的重大新型土壤耕作技术,既有生态环境保护功能,又有增产功能。在我国有着特殊的意义,是我国北方旱区发展的重要出路。

关于保护性耕作的技术效果已有了大量报道。李洪文等^[49]在连续7年的旱地玉米保护性耕作试验研究基础上,根据投入和农产品的价格,对比分析了保护性耕作技术和传统耕作的经济效益。结果表明,保护性耕作不但能够增产、增收,减轻劳动强度,而且机械投资的回收期低于传统耕作的投资回收期。魏钟林对我国北方旱区的生态效益与经济效益的辩证统一做了详细的阐述^[50]。但也有许多相反的据证。Brown等^[51]和Burmester等^[52]在亚拉巴马北部的研究表明,与传统耕作方式相比,保护性耕作条件下,棉花产量降低8%-15%。Norfleet等^[53]研究指出,采用保护性耕作方式往往造成早春该地区有效积温积累缓慢,不利于棉花生长。Graven等^[54],Fortin等^[55,56]在低温潮湿的粘土上,保护性耕作研究虽然进行了好多年,但是玉米减产的问题仍然没有得到较好地解决,特别是残茬存在时,问题则更加突出。

虽然,有关保护性耕作的技术效果以及问题与对策的研究与分析已有了一定基础,但针对我国北方旱区农业生态和生产存在问题,基于实际研究和调查数据进行综合保护性耕作的技术效果以及问题与对策的研究还很缺乏,也限制了北方旱区的保护性耕作的研究与推广。

为了探讨保护性耕作在解决我国北方旱区农业生产中存在的效益低、环境恶化、沙尘暴频发、农田土壤风蚀沙化等一系列制约区域经济和社会发展的问题的实际作用。本研究于基于2002年~2004年对我国北方旱区24个保护性耕作示范区的不同作物、不同类型保护性耕作监测和研究的结果,对该区域的典型保护性耕作技术试验区有关保护性耕作的技术效果及其问题与对策进行了

调查和研究。针对研究内容拟采取以田间试验结果为主要数据来源，同时结合生产实际调查，利用当地的各种资源库的数据，参考已有结果，进行技术效果综合具体分析，同时提出针对保护性耕作在我国北方旱区存在的问题以及相应的解决对策。具体技术路线见下图：

主要目的是科学全面地进行中国北方旱区保护性耕作技术效果，并明确保护性耕作在北方旱区发展存在的问题和解决对策，为探讨在我国北方旱区通过保护性耕作技术调节和缓解生存发展与生态环境矛盾、生态和经济效益兼顾的发展道路提供科学依据。

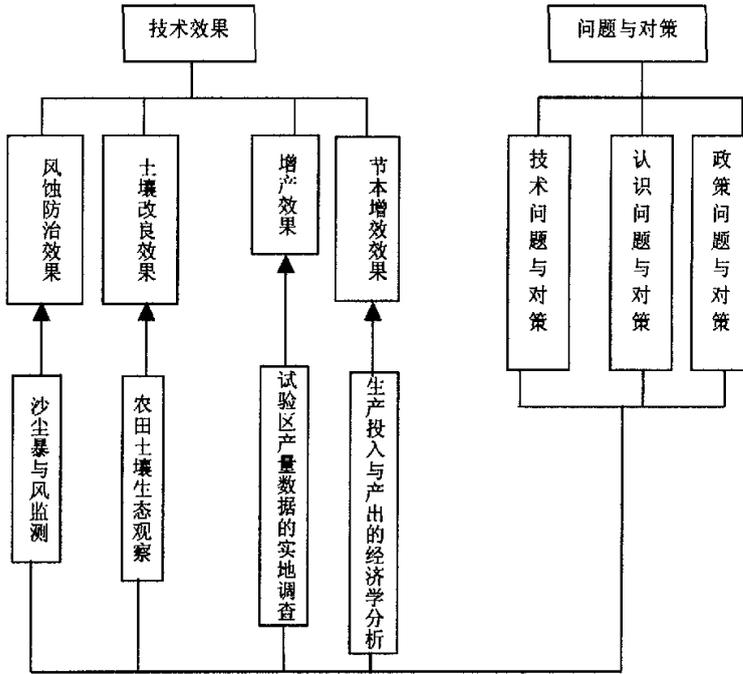


图 1-1 研究技术路线框图

第二章 保护性耕作在我国北方旱区的风蚀防治效果

我国北方沙尘暴的沙尘主要来源于受人为活动干扰后裸露农田干燥松散的地表土和沙化的土地。中国科学院的 2000 年的研究表明沙尘暴的尘源是退化的草原和裸露农田。实行保护性耕作不仅能减轻土壤风蚀危害减少农田扬尘量,而且对改善土壤理化性质起到重要作用。本试验从北方旱区的主要区域进行了沙尘暴尘源与地表类型、保护性耕作风蚀防治效果研究与分析。

2.1 材料和方法

2.1.1 沙尘暴尘源调查

实验区选择内蒙古高原的东部正蓝旗境内。该地区位于北京北部,当地的土壤风蚀和沙尘暴直接影响京津地区的空气质量和水源质量。国内的一些研究表明,内蒙古中东部的退化草地、翻耕农田及沙地是形成京津地区沙尘暴的主要沙尘源区之一。本研究的野外观测主要是四种不同类型地表,即沙地、草地、传统翻耕农田和保护性耕作农田等不同地表覆盖、地表土壤颗粒组成等因素。

在不同类型地表取 0—3cm 土壤表层土样进行分析。即采用筛分法,在风蚀前和风蚀后取不同试验地表层 0—3cm 深的土样,分别测定土样中粗沙(粒径 0.5—0.25mm)、细沙(粒径 0.25—0.1mm)、极细沙(粒径 0.1—0.05mm)、粉粒(粒径 0.05—0.02mm)和粘粒(粒径<0.02mm)含量。

2.1.2 农田土壤风蚀观察

2.1.2.1 保护性耕作土壤风蚀情况调查

以河北省丰宁试区为例,观察保护性耕作对农田土壤风蚀防治效果。设置 4 种处理的内容如下:

- ①免耕覆盖(NTC):秋季用收割机收割小麦,留茬 20cm 左右,浮秆移走,地表残茬覆盖率为 51.3%;
- ②免耕覆盖+耙地(NTCH):秋季用收割机收割小麦,留茬 20cm 左右,移走浮秆,春季播种前用圆盘耙耙地,耙深 5cm 左右,地表残茬覆盖率为 35.5%;
- ③免耕不覆盖(NTN):秋季收获后收走全部秸秆,不留根茬;
- ④传统耕作(CK):秋收后用铧式犁翻耕 20cm 左右,用圆盘耙整地。

试验采用“中农”土壤风蚀测定仪收集测定土壤风蚀量。按入风口距地表 0.10、0.25、0.60、1.00、1.50m 高度安装 5 个采样盒,收集不同高度风蚀土壤颗粒。每一类型试验地块选定垂直上风向距上风口 150m 平行设置 3 个测试点,而且 3 个测试点之间的距离为 43m,以免在采集沙尘过程中互相干扰。野外测试仪器布置如图 2-1。

2.1.2.2 保护性耕作减轻土壤风蚀原理试验

以内蒙古鄂尔多斯试区为例,从地面起沙速度、雪后土壤水分和风蚀扬尘量三个方面调查保护性耕作的防风蚀效果,分析保护性耕作减轻土壤风蚀原理。

2.1.3 各地保护性耕作土壤风蚀效果调查

本研究调查了河北张北、丰宁,辽宁彰武,内蒙古喀喇沁旗,陕西榆林,山西浑源,甘肃金昌和青海共和等 8 个试验区的保护性耕作农田和传统耕作农田的土壤风蚀量。

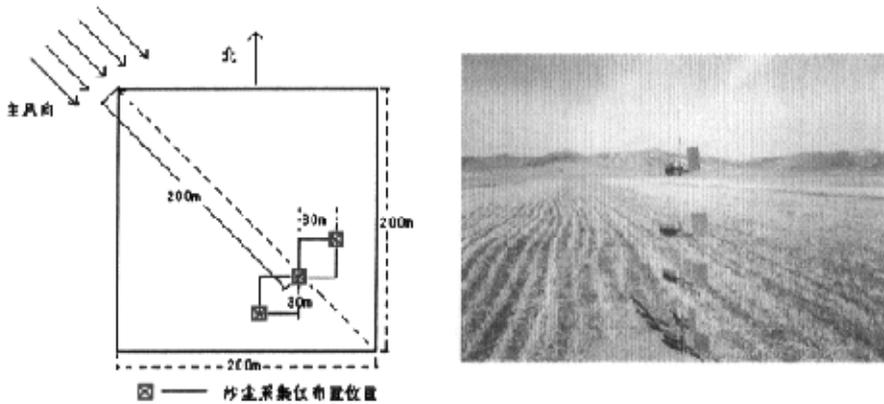


图 2-1 沙尘采集仪野外布置示意图

2.2 结果与分析

2.2.1 沙尘暴与地表类型

土壤遭受风蚀主要为表层土壤,因此不同地表的颗粒组成是影响土壤风蚀的关键因素之一。对不同地表 0—3cm 深度土壤的物理机械组成进行的测定分析,于试验区沙尘天气到来之前,采集的不同地表 0—3cm 深的土壤,经充分混合后进行筛分分析不同粒径颗粒含量的结果(表 2-1)显示:沙地土壤颗粒组成与农田、草地不同。沙地颗粒主要分布在 0.05mm—2mm 之间,其中: < 0.05mm 的颗粒占 0.62%, <0.002mm 的颗粒占 0.24%,表明沙地可悬浮颗粒含量很少。传统翻耕农田、保护性耕作农田和草地三种类型地表的颗粒组成有二个特点:一是颗粒组成分布范围较广,从 <0.002mm—>2mm 的颗粒都有分布;二是可悬移颗粒数量大,粒径 0.05—0.02mm 的颗粒在传统耕作农田占 16.22%、保护性耕作农田占 14.77%、草地占 12.62%,而粒径 <0.002mm 的粘粒含量则是传统农田占 14.65%,保护性耕作农田占 13.59%,草地粘粒含量为 6.37%。农田、草地与沙地的最大区别是含有丰富的可悬浮细小颗粒,这些颗粒是沙尘暴的主要沙尘源。草地的地表土壤颗粒构成中与传统耕作农田和保护性耕作农田基本一致,但在草地的地表土壤颗粒构成中, <0.05mm 的粉粒和 <0.02mm 的粘粒占的比例也明显低于传统翻耕农田和保护性耕作农田。

中国科学院沙漠研究所朱震达研究员认为,对某一个具体地点来说,土壤受风蚀时,损失的是可蚀因子部分,但对于一个大的区域来说,损失的主要还是悬移质粉尘,粒径 <0.05mm,只有

这一部分颗粒才能随气流飘扬出去。本实验对土壤颗粒粒径分析的结果表明 $<0.05\text{mm}$ 悬移质颗粒, 在传统翻耕农田占 30.87%, 保护性耕作占 28.76%, 草地占 18.99%, 沙地占 0.62%。因此认为: 沙地(包括沙漠)不是沙尘暴的沙尘源, 沙尘暴的主要沙尘源是来自丁裸露农田和严重退化的草地。

表 2-1 不同类型地表 0~3cm 土壤表层颗粒的百分含量

地表类型	不同粒径 (mm) 颗粒含量百分数 (%)							
	>2	2~1	1~0.5	0.5~0.25	0.25~0.1	0.1~0.05	0.05~0.02	<0.02
传统翻耕	0.64	1.59	12.64	6.19	13.6	34.47	16.22	14.65
保护性耕作	1.25	3.43	15.76	8.42	13.26	29.52	14.77	13.59
草地	2.26	2.02	16.66	10.04	15.62	34.71	12.62	6.37
沙地	1.24	9.26	19.97	42.28	18.31	8.32	0.38	0.24

注: 数据来源于内蒙古正蓝旗试区

2.2.2 保护性耕作土壤风蚀防治效果

据对照和不同方式保护性耕作土壤风蚀情况调查结果(图 2-2)表明: 免耕覆盖(NTC)、免耕覆盖+耙(NTCH)和免耕无覆盖(NTN)三种处理与传统耕作(CK)相比, 总扬尘量分别减少 73.75%、75.31%和 14.17%, 以地表覆盖对于减轻土壤侵蚀具有较大的作用, 免耕覆盖和免耕覆盖+耙之间的农田扬尘量变化差异较小。扬尘量的减少表明了沙尘流强度的降低。从扬尘量的减少可见, 由秸秆覆盖和少免耕相结合的保护性耕作技术可明显地减少农田扬尘, 保护地表。

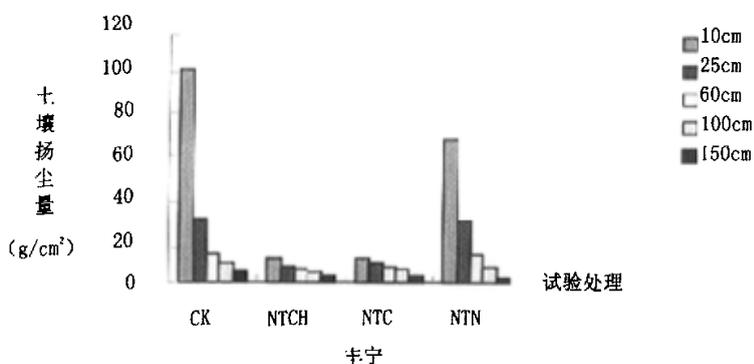


图 2-2 不同处理各高度层的扬尘量

2.2.2.1 保护性耕作减轻风蚀原理

1) 留茬地与传统耕翻地粗糙度比较

由表 2-2 可以看出, 留茬免耕的粗糙度高于传统耕翻地, 表明留茬处理可以提高零风速出现高度, 从而减少地面起沙风速的出现, 降低地表风蚀量。

表 2-2 不同地表类型的粗糙度与风速

处理	200cm 高风速 (m/s)	5cm 高风速 (m/s)	风速比 (V_{200}/V_5)	粗糙度
传统耕翻	11.4	5.8	1.97	0.11
留茬免耕	13.3	3.5	3.80	1.34

注：数据来源于内蒙古鄂尔多斯试区

2) 土壤风蚀扬尘监测

在大风起尘时，在测试区的秋后裸地，留茬条播作物地和留茬穴播作物的下风处，分别在 10cm, 30cm, 50cm 三个高度，各安装一组风蚀收集器，分层进行风蚀扬尘收集结果（见表 2-3）表明：

表 2-3 飞扬尘土收集量

收集高度 (cm)	留茬条播作物			留茬穴播作物			秋后裸露		
	10	30	50	10	30	50	10	30	50
收集量 (g)	0.31	0.18	0.08	0.45	0.3	0.19	0.52	0.34	0.22

注：数据来源于内蒙古鄂尔多斯试区

由于受土壤粒级和风速大小的影响，各类型试验地的 10cm, 30cm, 50cm 高产处的尘土收集量随收集高度由低至高逐步减少，以留茬条播作物地收集尘土量最少，秋后裸露地收集量最大。留茬条播作物地较秋后裸露地减少风蚀量 47.2%，留茬穴播作物地较秋后裸露地减少风蚀量 13.9%。证明免耕留茬地的抗风蚀能力高于裸露农田，以留茬条播作物方式抗风蚀效果最好。

2.2.2.2 各地保护性耕作土壤风蚀防治效果调查

表 2-4 保护性耕作比传统耕作农田土壤风蚀减少量 (%)

试验示范区	土壤风蚀减少量	试验示范区	土壤风蚀减少量
河北张北	25~40	陕西榆林	37~47
河北丰宁	14.2~75.3	山西浑源	18~77
辽宁彰武	31.8~87.1	甘肃金昌	25~82
内蒙古喀喇沁旗	30	青海共和	34

从各 8 个试验区的试验结果看（表 2-4）可以看出：保护性耕作与传统的耕翻相比，能不同程度地减少农田土壤风蚀。由于各地自然条件不同，以及保护性耕作方式的差别（茬口、覆盖率、免耕、少耕），各地土壤风蚀减少量差异很大，大致范围在 14%~88% 之间。

据在丰宁满族自治县研究表明，保护性耕作通过留茬覆盖、减少耕作和保持较高的表土含水量，可以显著减少农田扬尘。其中起主要作用的是留茬覆盖，风速在 10m/s 以下时，只要有 10cm 以上的留茬覆盖，即可控制农田基本无扬尘；风速大于 10m/s 时，25cm 左右的留茬能减少风蚀量 70% 左右，有效地控制住田间沙尘飞扬。

据对甘肃八一农场土壤侵蚀程度的调查测定，也证明了采取保护性耕作能有效减少土壤侵蚀。其中免耕高留茬和免耕秸秆覆盖的土壤侵蚀程度明显低于传统耕作，较传统耕作土壤侵蚀减少 82%；而免耕播前耙和深松处理的土壤侵蚀程度也低于传统耕作，较传统耕作土壤侵蚀减少

36%~63.6%。

陕西榆林地区在玉米秸秆还田之后,根据防沙治沙技术的经验以及沙区农田风蚀量的测定方法,在不同处理区安装转动式积沙仪、固定式积沙仪和标竿法同时进行观测,分析出秸秆还田与对照处理以及各不同秸秆还田处理之间地表的的风蚀情况。其风蚀量变化在同一时段内的较为明显,整秆还田、1米秆还田、33厘米茬秆还田分别比对照风蚀量减少47%、43%、37%,显现出不同秸秆还田对地表风蚀量的不同影响。

保护性耕作与其他技术相结合对改善区域内生态环境发挥重要作用。宁夏盐池试区通过保护性耕作、人工牧草种植、冬小麦种植、草原围栏等技术的示范推广,目前示范区植被覆盖率已由基期的25.6%提高到了目前的72.1%,96%左右的沙丘得以固定,起沙风阈值明显增大,生态景观显著改善。在部分农村彻底结束了农民利用秸秆柴草做饭的历史,有效遏制了滥砍、滥伐、粪草焚烧与草原植被破坏等恶性循环的现象。达到了既发展农业生产,增加农民收入,又有效防止土地沙化,保护了生态环境,实现了农业与农村经济协调发展的目标。

通过农田扬沙模型的建立与估算可知,示范推广保护性耕作后,每年可减少土壤风蚀、水蚀2000万吨以上。以免耕玉米为代表的沙质旱作农田起沙风速由基期的2.8m/s提高到5.4m/s,提高了92.86%,地面粗糙度提高了近30倍;各土地类型封育草场一年四季无风蚀起沙现象,草场风蚀降低了65%以上。生态景观从根本上得以改善。

2.3 小结

本试验通过对沙地、草地、传统翻耕农田和保护性耕作农田等不同地表土壤颗粒中 $<0.05\text{mm}$ 悬移质颗粒量分析表明,传统翻耕农田占30.87%,保护性耕作占28.36%,草地占18.99%,沙地占0.62%。进一步明确了裸露农田和退化草原是沙尘暴沙尘的重要来源。保护性耕作与传统的耕翻相比,能不同程度地减少农田土壤风蚀。本研究通过对河北丰宁、甘肃八一农场、陕西榆林地区的监测,一致证明免耕高留茬、免耕秸秆覆盖能有效地控制农田土壤风蚀危害。受到地表粗糙度及各地自然条件的不同,农田土壤风蚀减少在14%~88%之间。可见保护性耕作不仅降低了风速,而且根茬可以固土,秸秆可以挡土,同时还增加土壤水分,减少蒸发,增强表层土壤之间的吸附力,改善团粒结构,使可风蚀的小颗粒含量减少,从而有效地减少农田扬尘。

第三章 保护性耕作在我国北方旱区的土壤生态改良效果

保护性耕作技术显著的特征就是免耕和秸秆覆盖。免耕由于不对土壤进行大量耕作，土壤结构破坏小，土壤水分不易蒸发，微生物种类和数量多、活动频繁；而秸秆覆盖由于阻断了太阳辐射与土壤温湿的交换，再加上其有机质部分还田，因而也能起到与免耕类似的作用。这两种技术作用的结果使得保护性耕作条件下农田土壤得到不同程度的改良。本研究从土壤生态环境（水分、温度、容重的理化性质）变化等方面入手，分析我国北方旱区保护性耕作对土壤生态改良效果。

3.1 材料与方法

3.1.1 保护性耕作农田土壤水分测定

采用称重烘干法测定。用土钻钻取一定深度的土壤。每隔 5 或 10cm 取样一次，装入已知重量的铝盒 (W_1)，带回室内立即用天平称重 (W_2) 后放入烘箱烘至恒重 (W_3)，利用以下公式计算土壤含水量：

$$\text{土壤含水量 (\%)} = \frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1}$$

3.1.2 保护性耕作农田土壤温度测定

采用曲管地温计法测定。把曲管地温计分别埋于土壤 5cm、10cm、15cm、20cm 处，每天记录 8:00、14:00、20:00 的温度值后取平均值作为该土层的地温值。

3.1.3 保护性耕作农田土壤容重测定

采用环刀法。用体积 (V) 已知的环刀切取不同深度的土壤，放入已知重量的铝盒中 (W_1)，放入烘箱烘至恒重 (W_2)，利用以下公式计算土壤容重：

$$\text{土壤容重 (g/cm}^3\text{)} = \frac{W_2 - W_1}{V}$$

3.2 结果与分析

3.2.1 农田土壤水分变化

保护性耕作对农田土壤有保墒作用，能提高土壤水分含量。在新疆阿克苏农一师试区的 0-120cm 土层的九个时期土壤容积含水量测定结果（表 3-1）表明：免耕覆盖土壤含水量最高，免耕留茬次之，传统耕作和耕作覆膜最低；耕作方式对不同深度土壤含水量的影响不一致，0-20cm 土层差异明显，20-120cm 差异不大。从 0-20cm 土层来看，免耕覆盖和免耕留茬土壤含水量明显高于传统耕作和耕作覆膜，以 0-5cm 据含水量差异最大，随着深度增加差异减少；免耕覆盖高于

免耕留茬, 而传统耕作和耕作覆膜差异不明显。免耕地平均较传统耕作地 0-5cm 土层的土壤含水量高 8.67%, 5-10cm 土层高 4.48%, 10-20cm 土层高 3.48%; 免耕覆盖 0-5cm 较免耕留茬高 4.78%, 5-10cm 高 3.41%, 10-20cm 高 1.54%。20-120cm 土层中, 20~40cm 土层含水量是免耕覆盖 > 免耕留茬 > 传统耕作 ≥ 耕作覆盖; 40~60cm 土层含水量则耕作覆盖 > 传统耕作 > 免耕留耕 > 免耕覆盖; 60~120cm 土层含水量, 不同耕作方式间土壤含水量差异不大。以上测定结果说明免耕比耕作农田保水效果好, 主要表现为表层土壤含水量较高, 而深层差异不大, 免耕覆盖比免耕留茬更突出, 这是免耕覆盖有效的抑制了土壤水分蒸发的结果。

表 3-1 不同耕作方式对土壤水分含量的影响 (%)

土壤深度 (cm)	免耕覆盖	免耕留茬	传统耕作	耕作覆膜
0-5	24.35±3.25	19.57±2.08	13.78±2.12	12.80±1.58
5-10	23.90±3.66	20.49±1.48	18.13±1.76	17.31±1.11
10-20	23.37±3.24	21.83±1.09	19.81±2.84	18.43±1.83
20-40	23.96±5.54	23.45±2.49	22.89±2.30	21.67±1.69
40-60	19.68±1.74	21.95±6.25	25.57±1.63	26.22±0.81
60-80	22.47±3.05	21.31±1.10	22.06±3.53	22.63±1.93
80-100	20.42±2.72	18.14±2.58	19.30±4.11	19.42±4.44
100-120	28.21±2.47	26.33±5.01	25.46±4.17	26.38±3.40
平均	23.29±3.21	21.64±2.76	20.88±2.81	20.61±2.10

注: 数据来源于新疆阿克苏试区

3.2.2 留茬聚雪保墒作用

留茬免耕地还有滞雪保墒作用。在一次雪后实测表明留茬免耕地 0~10cm 土层含水量比传统耕翻地显著增加 (见表 3-2), 而且背风面受根茬的保护, 土壤中也有一定的增墒。在干旱多风的早春增加的这点水分往往就决定了播种后能否出苗。2004 年 3 月在河北沽源保护性耕作试区的观察, 由于保护性耕作的留茬免耕滞雪保墒, 明显地表有积雪, 而传统翻耕则地表无雪 (图 2)。

表 3-2 雪后土壤含水量

测定位置	0~5cm 土壤含水率 (%)			5~10cm 土壤含水率 (%)		
	含量	净增量	相对增量	含量	增量	相对增量
传统耕翻地	5.5	—	—	7.7	—	—
留茬地外 1.5m	9.6	4.1	74.55	8.0	0.3	3.90
留茬地内	15.3	9.8	178.18	13.7	6.0	77.92

注: 数据来源于河北沽源试区

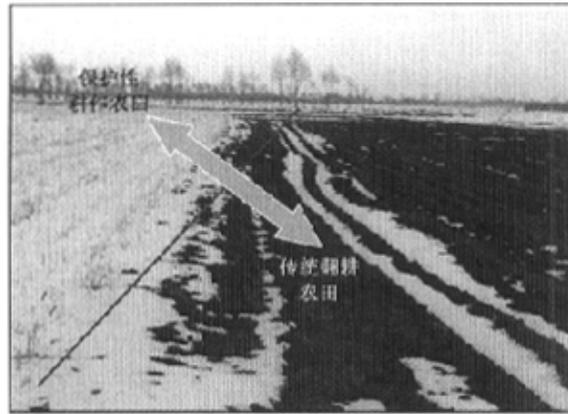


图 2 保护性耕作与传统翻耕农田早春地寒土壤积雪状况对比
(图左为保护性耕作农田, 图右为传统耕作农田。河北坝上, 2004. 3)

3.2.3 农田土壤温度变化

表 3-3 保护性耕作对土壤温度的影响

各处理土壤温度 (°C)	测定深度 (cm)					较对照降低	
	5	10	15	25	平均	°C	%
免耕留高茬	20	14	10	8	13.0	2.0	13.3
免耕秸秆覆盖	19	13	10	8	12.5	2.5	16.7
免耕秸秆覆盖+小麦播前耙	20	13	11	8	13.0	2.0	13.3
传统耕作 (CK)	22	15	13	10	15.0		

注: 数据来源于甘肃金昌试区

保护性耕作由于秸秆覆盖和其他方面的影响, 通常使土壤温度降低。以区试验为例: 在小麦播种后 (3月15日) 至小麦出苗时 (4月5日), 每隔5天测定一次0-25cm内的土壤温度, 共测定5次, 将每次测定结果 (表3-3) 表明, 采用保护性耕作的土壤5cm处温度较传统耕作的降低1-3°C, 各处理的0-25cm土壤平均降低2-2.5°C, 降低13.3-16.6%, 以免耕秸秆覆盖降低最多。

3.2.4 土壤容重及养分变化

保护性耕作采用少、免耕的土壤耕作方式, 不扰动耕层土壤, 使其维持了相对较好的结构性。各地试验结果表明, 免耕覆盖后土壤容重有不同程度的增加, 但土壤养分状况好转。

免耕覆盖有利于提高土壤养分利用率, 据测定: 玉米收获后0~20cm的土壤, 免耕覆盖处理的全氮含量为68.8mg/kg, 比常规耕作的62.2mg/kg多6.6mg/kg, 提高了10.61%; 免耕覆盖的速效磷(P)含量为8.6mg/kg, 比常规耕作的7.5mg/kg多1.1mg/kg, 提高14.67%。

据在甘肃安西试区的试验结果表明, 免耕覆盖300kg的麦秸相当于每亩增加0.02%的有机质。又由于免耕覆盖能够明显减缓有机质的矿化作用, 对土壤有机质的积累起到积极的作用。据安西

县布隆吉乡九上村取土测定：连续2年实行免耕覆盖的田块与传统耕作不覆盖相比，土壤有机质每年增加0.1%，水稳性团粒结构提高30%，为玉米生长创造了良好的土壤生态环境。

3.3 小结

综合分析保护性耕作土壤生态改善的效果，主要集中在以下两个方面：①保护性耕作由于增加了地表覆盖，减少了土壤水分的蒸发。使得北方旱区的作物生长可避免或减轻春旱的危害，保证了作物苗期的正常生长；②保护性耕作采取免耕或少耕的方式，对土壤的结构破坏小，微生物活动活跃加上秸秆不同程度的还田，因而土壤肥力高，促进作物的生长。但与此同时，保护性耕作农田土壤表层温度降低，对作物生长不利。土壤容重略有增加，对作物生长也能产生不利影响。综合利弊，北方干旱半干旱地区主要问题是风蚀和干旱，因此，保护性耕作在解决主要问题上利大于弊，有着发展前景。

第四章 保护性耕作在我国北方旱区的增产效果

北方旱地农业区面积大,是我国粮、经、饲耕作的重要产区。但这些地区干旱缺水严重,土壤风蚀、水蚀加剧,耕地质量下降问题突出。在这些地区实行保护性耕作技术措施,利用其保土保墒,培肥地力,减少土壤风蚀和水土流失等技术效果优势,能切实增强旱区节水抗旱能力,保护和提高粮食生产能力,保护生态环境,促进农业生产可持续发展。本研究在我国北方旱区 24 个保护性耕作示范区从 2002 年到 2004 年的不同作物、不同类型保护性耕作进行了保护性耕作的产量效应分析。

4.1 材料与方法

4.1.1 试验区分布与产量调查

本研究基于农业部“发展生态农业,治理沙漠化土地”项目布置的北方旱区 24 个保护性耕作试验区,布置的试验区分布在我国北方 11 个省、市(自治区)的 24 个县(旗)区域类型可分为冀北农牧交错区、东北旱作农业区、陕北长城风沙区、西北干旱绿洲区。本研究的产量数据来源于主要几个典型区(表 4-1),保护性耕作增产效果与品种类型的关系研究,选取东北吉林试验区玉米保护性耕作不同品种进行分析;保护性耕作方式的增产效果研究,于 2003 年在怀来县 3 个地点安排了深松、免耕和耕翻对比试验。

4.1.2 产量调查内容和方法

对试验区保护性耕作农田主要作物:玉米、春小麦、苜蓿、荞麦、食用葵花、籽瓜、谷子、苏丹草的增产效果进行对比;以东北吉林玉米为例对不同类型品种保护性耕作的增产效果进行对比;从中分析保护性耕作的增产效应。

4.2 结果与分析

4.2.1 保护性耕作农田不同作物增产效果

根据我国北方旱区种植的主要作物,选取几个典型的保护性耕作试验区,调查其与传统翻耕的增产率。结果表明保护性耕作条件下我国北方的几种主要作物:玉米、春小麦、苜蓿、荞麦、食用葵花、籽瓜、谷子、苏丹草都表现出不同程度的增产效果(见表 4-1)。由表 4-1 查证:除内蒙古正兰旗青贮玉米、宁夏盐池玉米、山西左玉胡麻减产外,增产幅度最高的为籽瓜 24.19%,最低也有 5%以上(小麦)。分析其原因是保护性耕作可以增加播前土壤含水量,同时免耕播种还缩短作业期、降低农耗、减少失墒,抗旱能力明显提高,可有效的克服我国北方旱区早春土壤含水少、播种出苗难的问题。保护性耕作农田作物出苗率高、苗壮,生育期水分供应较好,因而比传统耕作增产。

表 4-1 北方旱区主要作物保护性耕作比传统翻耕的增产率

区域类型	省、区、市	县、旗	调查作物	增产%
冀北农牧交错区	河北	涿源	青贮玉米	12.1
	河北	怀来	春玉米	14.9
	河北	张北	小麦	5.0
	河北	丰宁	春小麦	9.1
	北京	延庆	玉米	5-10
东北旱作农业区	内蒙古	乌拉特中旗	春小麦	8.4-10.6
	内蒙古	喀喇沁旗	玉米	8.0
	内蒙古	正蓝旗	青贮玉米	-10
	内蒙古	阿鲁科尔沁旗	苏丹草	9
	内蒙古	鄂尔多斯	谷子	22.0
	吉林	松源	春玉米	8.2
	辽宁	彰武	春玉米	11.2
陕北长城风沙区	陕西	榆林	玉米	7.5
	陕西	靖边	小麦	8.2
	山西	浑源	苜蓿	7.6
	山西	右玉	胡麻、莜麦	-12.5、16.5
	宁夏	盐池	玉米	-4.0
西北干旱绿洲区	新疆	和田	玉米	17.1
	新疆	阿克苏	小麦、玉米	7.3、19.7
	新疆	石河子	-	-
	甘肃	安西	籽瓜	24.2
	甘肃	金昌	食用葵花	13.8
	甘肃	环县	荞麦	14.2
	青海	共和	小麦	5-10

4.2.2 不同类型作物品种保护性耕作增产效果

为了研究保护性耕作增产效果与品种类型的关系,选取东北吉林试验区玉米保护性耕作不同品种进行分析。试验结果表明,供试的3个品种45亩春玉米,采用整套的保护性栽培技术均比常规栽培有较明显的增产作用,平均增产8.2%,以吉油1号增产幅度最大,达11.3%(见表4-2)。说明保护性耕作的增产效果具有普遍性,但不同品种对保护性耕作的反应有差别,因而增产率略有不同。

表 4-2 不同类型品种保护性耕作增产效果

	吉单 180	四单 19	吉油 1	平均
常规栽培(kg/亩)	385.6	509.2	371.5	422.1
保护性耕作(kg/亩)	410.8	546.2	413.5	456.8
增产量(kg/亩)	25.3	37.0	41.9	34.7
增产率(%)	6.5	7.3	11.3	8.2

注:数据来源于吉林松源试区

4.2.3 不同保护性耕作方式的增产效果比较

2003年在怀来县3个地点安排了深松、免耕和耕翻对比试验，其中：试点1、2分别位于怀来县东水泉村丘陵和石门洼河滩地，试点3位于黑土洼村河滩地；试点2、3为纯旱地。各点各处理面积都在4.5亩以上，秋后各处理均3点取样测产。结果（表4-4）表明：深松处理后播种玉米产量651.4 kg/亩，较耕翻CK（507.3 kg/亩）增产28.41%；免耕处理平均产量583.2 kg/亩，较耕翻CK增产14.97%。经方差分析，免耕处理比耕翻增产显著（ $F[1,2]=34.02>F_{0.05}$ ）。从玉米株高看出：试点1（农大108）深松处理平均株高比耕翻CK增加8.9%，免耕处理比CK增加6.15%；试点2（陕单911）免耕处理增高6.19%；试点3免耕处理（农大108）略有提高（0.8cm）。免耕玉米增产的主要原因是提高了玉米抗旱能力。

表 4-3 深松、免耕与耕翻播种产量比较 单位：kg/亩

处理	试点1	试点2	试点3	平均
深松	651.4	—	—	651.4
免耕	582.6	556.7	601.3	583.2
耕翻	528.8	509.9	483.0	507.3

注：数据来源于河北怀来试区

4.3 小结

本研究在我国北方旱区布置了24个不同区域类型、不同作物、采用不同耕作方式的保护性耕作试验区。从各试验区调查显示的数据来看，不同作物的保护性耕作都基本上表现出不同程度的增产效果，有的甚至增产幅度很大。保护性耕作条件下我国北方的几种主要作物：玉米、春小麦、苜蓿、荞麦、食用葵花、籽瓜、谷子、苏丹草都表现出不同程度的增产效果。其中增幅最高达24.19%（籽瓜），最低也有5%（小麦）；不同玉米品种类型采用整套的保护性栽培技术均比常规栽培有较明显的增产作用，平均增产8.2%；不同耕作方式保护性耕作结果表明深松处理后播种玉米产量651.4kg/亩，较耕翻CK（507.3 kg/亩）增产28.41%，免耕处理平均产量583.2kg/亩，较耕翻CK增产14.97%；

第五章 保护性耕作在我国北方旱区节本增效的分析

保护性耕作突出的优势和特点就是能够减少机械进地和土壤耕作次数，动力消耗小，人畜力用工少，因而可以节省农业生产性成本。在作物不减产或略有增产的情况下，比传统翻耕表现出明显的节本增效作用。在我国北方旱区，农业生产条件恶劣的情况下，保护性耕作的这种优势是否能够发挥是一个值得研究评价的内容，这直接影响和决定了保护性耕作在该区的推广和应用。

5.1 材料与方法

5.1.1 保护性耕作投入和产出比较内容

以为例计算试验区保护性耕作与传统耕作农田投入和产出，比较的经济指标包括：动力投入、人工投入、生产资料投入、粮食增产、效益增收情况等。通过对几个典型试验区几种主要作物：玉米、春小麦、荞麦、啤酒大麦节本增效情况进行对比；对不同作物、不同耕作方式保护性耕作的经济效益进行对比，从中计算分析保护性耕作的经济效益。

5.1.2 相关指标计算方法

5.1.2.1 保护性耕作生产投入指标计算：

(1) 新增（或节约）农业生产成本

节约农业生产成本 = 应用原技术的单位面积生产费用 - 应用新技术的单位面积生产费用

节约总成本 = 亩节约成本 × 作业面积

(2) 农机作业成本与新增单位面积农机作业纯收益

农机作业成本包括：机具折旧费、油料费、人员工资和维修费。

拖拉机折旧亩摊费 = 拖拉机成本 (1 - 10%) / 年工作日 × 折旧年限 × 日工作量

农具折旧亩摊费 = 农具成本 (1 - 10%) / 年工作日 × 折旧年限 × 日工作量

柴油费 = 油价 × 亩耗油 (油价年平均按 4.2 元/kg 取)

副油费 = 柴油费 × 10% (按主油费的 10% 取)

驾驶员工资 = 日工资 / 日工作量 = 35 (元/亩) / 60 亩

拖拉机维修费 (年维修费按购机价格 10% 提取) = 年维修费 / 年作业量

机具维修费 (年维修费按购机价格 10% 提取) = 年维修费 / 年作业量

亩作业成本 = 拖拉机折旧亩摊费 + 农具折旧亩摊费 + 柴油费 + 副油费 + 驾驶员工资 + 拖拉机维修费 + 机具维修费

新增单位面积农机作业纯收益 = 应用新技术农机作业收费价格 - 农机作业成本

(3) 技术推广费

推广费一般取值在 0.1 ~ 0.3 元/亩，由于该项技术是以改良土壤环境达到增产粮食的目的，我们取最高值 0.3 元/亩。

5.1.2.2 保护性耕作产出指标计算：

(1) 单位面积增产量

单位面积增产量 = (应用新技术单产 - 应用原技术单产) × 缩值系数 0.8

(2) 有效使用面积

按有效使用面积 = 新增推广应用面积 × 保收系数 0.9

(3) 计算取值

根据参加项目各乡镇的实际情况取值：按玉米：每 kg1.00 元；人工：每个人工每天 15 元；推广部门效益比例：30%。

5.1.2.3 保护性耕作直接经济效益分析指标计算：

(1) 新增总产量 = 单位面积增产量 × 有效实施面积

(2) 新增总产值 = 产品价格 × 新增总产量

(3) 单位面积农业增收值 = 平均单位面积增产量 × 产品价格 + 节约生产成本

(4) 农业经营总增收值 = 单位面积农业增收值 × 有效实施面积

(5) 农机服务增收值 = 新增单位面积农机作业纯收益 × 有效实施面积

(6) 农民总增收值 = 农户总增收值 + 农机户总增收值

(7) 项目成果纯收益 = 农民总增收值 - 技术推广费

(8) 推广费用新增收益率 = 新增纯收益 × 新成果推广单位在新增纯收益中占的份数额系数 / 推广费用。

5.2 结果与分析

5.2.1 保护性耕作生产投入情况

(1) 新增（或节约）农业生产成本

保护性耕作与传统耕作生产投入情况及其总成本节约情况计算（如表 5-1）结果表明：

表 5-1 保护性耕作与传统耕作生产投入情况 (元/亩)

项 目	作 业 费 用					投 入 物 质 值			合 计
	整地	播种 施肥	打药	田间 管理	收获	种子	化肥	除草剂	
保护性耕作	7	8	4	42	25	28	75	10	199
传统耕作	22	8	0	49	32	28	75	0	214

注：数据来源于辽宁彰武试区

保护性耕作节约农业生产成本 = 214 元 - 199 元 = 15 元/亩。

按示范推广 6 万亩计算，节约总成本 = 90 万元

(2) 农机作业成本与新增单位面积农机作业纯收益

农机作业成本包括：机具折旧费、油料费、人员工资和维修费。

该保护性耕作示范推广项目作业，每亩收费 17 元，拖拉机以 60 马力为例，价格 60000 元/台，精量播种机以 2BY-2 型为例，秸秆还田机以 4JGH-1.4 型为例，价格分别为 1500 元/台、

4500 元/台，其复利分别按年利率 3% 计算；拖拉机与农具残值分别按机具价格 10% 计算，驾驶员工资 35 元/天，拖拉机作业平均亩耗油 1.7kg，拖拉机成本 60000 元/台，农具成本 7700 元（秸秆还田机+灭茬机+播种机）。报废年限为 10 年。

拖拉机折旧亩摊费 = $60000 \text{ 元} \times 90\% / 100 \text{ 天} \times 10 \text{ 年} \times 60 \text{ 亩} = 0.9 \text{ 元/亩}$

农具折旧亩摊费 = $7700 \text{ 元} \times 90\% / 55 \text{ 天} \times 10 \text{ 年} \times 45 \text{ 亩} = 0.28 \text{ 元/亩}$

柴油费 = $4.2 \text{ 元/kg} \times 1.7 \text{ kg/亩} = 7.14 \text{ 元/亩}$

副油费 = $7.14 \text{ 元/亩} \times 10\% = 0.71 \text{ 元/亩}$

驾驶员工资 = $35 \text{ (元/亩)} / 60 \text{ 亩} = 0.58 \text{ 元/亩}$

拖拉机维修费（年维修费按购机价格 10% 提取） = $60000 \text{ 元} \times 10\% / 100 \text{ 天} \times 60 \text{ 亩} = 1.0 \text{ 元/亩}$

机具维修费（年维修费按购机价格 10% 提取） = $7700 \text{ 元} \times 10\% / 55 \text{ 天} \times 45 \text{ 亩} = 0.31 \text{ 元/亩}$

亩作业成本 = $0.9 + 0.28 + 7.14 + 0.71 + 0.58 + 1 + 0.31 = 10.92 \text{ 元/亩}$

保护性耕作新增单位面积农机作业纯收益 = $17 \text{ 元/亩} - 10.92 \text{ 元/亩} = 6.08 \text{ 元/亩}$

（3）技术推广费

推广费一般取值在 0.1~0.3 元/亩，由于该项技术是以改良土壤环境达到增产粮食的目的，我们取最高值 0.3 元/亩 $\times 6 \text{ 万亩} = 1.8 \text{ 万元}$ 。

5.2.2 保护性耕作产出情况

（1）单位面积增产量

在同等条件下进行保护性耕作技术示范推广地块与传统方法作业地块进行对比试验。即同年同一地块、同一品种、同时播种以及相同的其它农艺措施下进行对比试验。经实际测算出平均产量，经加权平均计算出实施技术示范推广地块对比田地块产量，其中技术示范推广地块平均亩产量 2002 年为 465kg，2003 年 530kg，而对比田地块平均亩产量 2002 年 406kg，2003 年 468.5kg。

2002 年单位面积增产量 = $(465 \text{ kg} - 406 \text{ kg}) \times 0.8 = 47 \text{ kg}$

2003 年单位面积增产量 = $(530 \text{ kg} - 468.5 \text{ kg}) \times 0.8 = 49 \text{ kg}$

（2）有效使用面积

2002—2003 年试验区虽然遭遇严重春旱，但后期雨水调顺，加上采用新技术作业，实施地区精心组织，措施得力，虽实施面积不大，但示范地块基本丰收，故保收系数取 0.9。

2002 年有效使用面积 = $2 \text{ 万亩} \times 0.9 = 1.8 \text{ 万亩}$

2003 年有效使用面积 = $4 \text{ 万亩} \times 0.9 = 3.6 \text{ 万亩}$

总有效使用面积 = $1.8 \text{ 万亩} + 3.6 \text{ 万亩} = 5.4 \text{ 万亩}$

（3）计算取值

根据参加项目各乡镇的实际情况取值：按玉米：每公斤 1.00 元；人工：每个人工每天 15 元；推广部门效益比例：30%。

5.2.3 保护性耕作直接经济效益分析

按 2002 年示范 18000 亩，平均增产 47kg/亩、2003 年示范 36000 亩，平均增产 49kg/亩计算，

（1）新增总产量 = $84.6 \text{ 万 kg} + 176.4 \text{ 万 kg} = 261 \text{ 万 kg}$

- (2) 新增总产值 = 1.00 元 × 261 万 kg ≈ 261 万元
- (3) 单位面积农业增收值 = 平均单位面积增产产量 × 产品价格 + 节约生产成本
 2002 年单位面积农业增收值 = 47kg × 1.00 元 + 15 元 = 62 元/亩
 2003 年单位面积农业增收值 = 49kg × 1.00 元 + 15 元 = 64 元/亩
- (4) 农业经营总增收值 = 62 元 × 1.8 万亩 + 64 元 × 3.6 万亩 ≈ 342 万元
- (5) 农机服务增收值 = 6.08 元 × 5.4 万亩 ≈ 32.83 万元
- (6) 农民总增收值 = 342 万元 + 32.83 万元 = 374.83 万元
- (7) 项目成果纯收益 = 374.83 万元 - 1.8 万元 = 373.03 万元
- (8) 推广费用新增收益率 = 373.03 万元 × 30% / 1.8 万元 = 62.17 元/元
 即投资 1 元推广费, 可获得 62.17 元收益。

5.2.4 保护性耕作投入产出对比

二年亩产粮食经加权平均计算出技术示范推广地块平均亩产 498kg, 对照田常规作业地块平均亩产粮食 438kg。

实施技术示范推广地块亩投入为 199 元, 亩产出为 398 元, 投入产出比为 1 : 2。

对照田常规作业亩投入为 214 元, 亩产出为 350 元, 投入产出比为 1 : 1.6。

5.2.5 主要作物保护性耕作的节本增收效果分析

选取我国北方旱区的几个典型保护性耕作试验区主要作物与传统翻耕农田主要作物的节本增效情况对比。结果表明保护性耕作条件下我国北方的几种主要作物: 玉米、春小麦、荞麦、啤酒大麦都表现出不同程度的节本增效效果(见表 5-2)。尤其是在经济作物上其节本增效的效果十分突出。例如啤酒大麦其节本高达 70~110 元/亩, 增收达 84.54 元/亩。分析证明保护性耕作可以显著减少工序和能耗, 节省人力, 抗旱增产。因而具有突出的节本增效作用。

表 5-2 几个典型试验区主要作物保护性耕作节本增收情况比较

典型试验区	主要作物	节本 (元/亩)	增收 (元/亩)
东北吉林	玉米		26.05
河北怀来	玉米	5~10	35.5
辽宁彰武	玉米		31.09
河北丰宁	春小麦	6	16~20
甘肃环县	荞麦	18.5	
甘肃金昌	啤酒大麦	70~110	84.54

5.2.6 玉米不同保护性耕作方式的经济效益比较

本研究对玉米三种保护性耕作方式: 深松、免耕机插、施耕机播的增产增益效果进行比较分

析。

2003 年怀来县推广保护性耕作面积共 5.25 万亩，其中旋耕机播面积 4.12 万亩，较对照耕翻人工点播产量（473.1kg/亩）平均增产 33.6kg/亩；免耕机播 1 万亩，较耕翻人工点播的 CK 平均增产 44.5kg/亩；深松 0.12 万亩，较耕翻人工点播的平均增产 89.4kg/亩；合计新增总产 194 万 kg，新增产值 201.8 万元（玉米单价 1.04 元/kg）；免耕机播节支按 5 元/亩计算，2003 年总新增效益 206.8 万元。2004 年完成机械化保护性耕作面积 6.09 万亩，其中旋耕机播面积 4.44 万亩，较对照耕翻人工点播（482.5kg/亩）平均增产 34.2kg/亩；免耕机播 1.5 万亩，较耕翻人工点播平均增产 38.2kg/亩；深松 0.15 万，较耕翻人工点播的 CK 平均增产 52.3kg/亩；合计新增总产 216.9 万 kg，新增产值 225.6 万元；免耕机播节支共 7.5 万元，2004 年总新增效益 233.1 万元。项目实施两年，平均新增单产 36.3kg/亩，合计新增总产 410.9 万 kg，新增效益 432.4 万元（见表 5-3）。以上说明玉米实行保护性耕作的经济效益是十分显著的。其增产增益效果以深松 > 免耕机播 > 旋耕机播。

表 5-3 玉米不同耕作方式保护性耕作增产、节本和增效情况（2003 年~2004 年）

耕作方式	增产 (kg/亩)		节本 (元/亩)		增效 (元/亩)	
	2003 年	2004 年	2003 年	2004 年	2003 年	2004 年
旋耕机播	33.6	34.2				
免耕机播	44.5	38.2	5	1.2	39.4	38.3
深松	89.4	52.3				
合计	27.4 万 kg		33.75 万元		432.4 万元	

注：上述结果指与传统翻耕（单产：473.1kg/亩（2003）；482.5kg/亩（2004））相比，数据来源于河北怀来试区

5.2.7 春小麦不同保护性耕作方式的经济效益比较

试验区选取甘肃永昌县东寨镇。设四种处理：①免耕高留茬、②免耕高留茬+秸秆覆盖、③免耕高留茬+秸秆覆盖+播前耙、④传统耕作-铧犁式翻耕（CK）。播前用化学除草剂除草。各处理的其它管理同大田。

试验结果：四种处理的春小麦产量结果均在 465 kg/亩以上，其中传统耕作的产量最高为 477.6kg/亩，免耕播前耙次之为 470.9kg/亩，免耕高留茬和免耕秸秆覆盖产量分别为 465.7 kg/亩和 468.3 kg/亩，从产量结果看，四个处理差别不大。从经济效益看，虽然传统耕作比免耕处理产量略高，但免耕每亩能节约生产成本 60-90 元左右，其中处理①、处理②、处理③分别比传统耕作亩增收 30.96 元、35.12 元、39.23 元。

5.2.8 不同经济作物保护性耕作的经济效益比较

除啤酒大麦外、食用葵花和籽瓜采用保护性耕作后，产量均高于传统耕作。啤酒大麦免耕处理产量为 407.89 kg/亩，低于传统耕作 458.71 kg/亩，差异达显著水平，但免耕每亩能节约成本 90 元，经济效益高于传统耕作，为 310.52 元/亩，亩增纯收益 5.36%；食用葵花免耕处理的产量为 326.41 kg/亩，较 CK 增产 13.8%，产量差异达显著水平，亩节约成本 60 元，纯收益 757.70 元/亩，亩增纯收益 37.46%；籽瓜免耕处理产量为 169.27kg/亩，较 CK 增产 24.19%，产量差异达显著水平，亩节约成本 60 元，纯收入 909.16 元/亩，亩增纯收入 55.30%。说明保护性耕作技术

体系具有显著的增产增收效果,

5.3 小结

保护性耕作技术的推广应用,可减少机车进地次数。再配合精量或半精量播种及深施化肥等项技术集成从播种到收获的一整套先进综合技术,与传统作业方法整地、人畜力播种、中耕除草等田间管理等作业环节相比较,省工效果较明显。这样就达到了节本增效,增加农民收入的目的。

辽宁试区的测试结果,实施保护性耕作技术作业的地块,平均亩耗油 1.7kg,而传统作业方法,平均亩耗油 2.0kg,平均亩节省燃油 0.3kg。二年累计推广 6 万亩,可节省燃油 1.8 万 kg。如燃油价格二年平均按最低价格 4.2 元/kg 计算,可节省燃油费 7.56 万元,同时减少了对环境的污染和对土壤的压实,特别是燃油紧张的今天显得尤为重要。

丰宁满族自治县 2 年小区试验和大规模生产实践证明:以免耕、高茬覆盖、播前除草(机械或喷除草剂)相结合的抗旱、防沙、节本增收的综合效益最好。免耕高茬覆盖(25cm),减少农田风蚀效果好,扬尘减少量达到 70%。春小麦和莜麦的产量提高 8.6%~9.6%,成本降低 6 元/亩,节本增收 16~20 元/亩。

吉林省保护性耕作比常规栽培平均增产 4.5%,每亩节约生产性成本 9.7 元,节本增效 28.4 元/亩。

总之,保护性耕作技术既能提农作物产量,又可节约生产成本,增加农民收入,是一项生态与经济效益双收的作物高效生产技术。

第六章 保护性耕作在我国北方旱区存在的问题与对策

我国北方正在大范围的开展保护性耕作研究,这对当地经济发展和生态保护具有深远的意义。但是由于技术、认识和引导问题很大程度地限制了保护性耕作的进一步发展。

6.1 保护性耕作在我国北方旱区发展技术问题与对策

6.1.1 保护性耕作在我国北方旱区发展技术问题

北方旱区保护性技术问题是关键技术有待突破,尚未形成相对完善的技术体系。目前,我国保护性耕作的许多农艺技术问题还未解决,直接影响了保护性耕作的技术效果及其综合效益的发挥。其中早期地温偏低,苗期杂草难控已经成为保护性耕作的突出问题亟待解决。

(1) 体系问题:保护性耕作在我国北方旱区发展相对滞后,虽然近年来北方旱区经过研究初步形成了一些具有区域特色的保护性耕作技术模式,如北方农牧交错区“河北沽源青贮玉米高双早保护性耕作技术体系”、吉林省的“玉米宽窄行交互休闲种植”,辽宁省的“行间秸秆铺放”解决种床低温的技术、内蒙古自治区的苗带旋耕和播种联合作业的工艺、河北省的小麦免耕播种技术等。但是这项工作在该区起步较晚,技术尚不成熟,加之其特殊的生态环境和生产条件,目前还没有形成较为完善的北方旱区保护性耕作技术体系,表现出保护性耕作的技术措施效果不稳定,农机具还未配套。主要问题是由于秸秆较粗、根茬较大,一般机具难于适应,且作业成本增加。由于经济发展水平的限制,一些群众仍将秸秆作为生活燃料,农机具的引进、改造和研发需要较长的时间。

(2) 低温问题:秸秆覆盖是保护性耕作的核心技术之一,秸秆覆盖减弱了光对地面的照射强度,使土壤吸热少升温慢。多数研究表明,采用保护性耕作常常导致土壤低温,从而延缓作物生长。我国一年两熟区的冬小麦免耕栽培中暴露出一些问题,主要表现为早春土壤温度回升较慢,直接影响到小麦的返青和早期生长;秸秆覆盖量大时,麦苗发黄,分蘖时间推迟,分蘖少,幼苗素质差,最终都造成有效穗数减少,产量降低。我国北方旱区保护性耕作的玉米的出苗率及苗期的生长速率因温度降低也稍影响。

(3) 杂草控制问题:有效控制杂草是保护性耕作的重要课题。保护性耕作与传统耕作相比在耕作方式和农田生态环境上有很大变化。残茬覆盖地表使土壤温度降低、土壤水分增加、杂草不能掩埋、多年生杂草有增加趋势。这一方面使得杂草的数量在开始的几年常常增多;另一方面杂草种类可能发生变化。因此有针对性地开展保护性耕作农田的杂草防治研究显得非常必要。普遍认为传统翻耕更有利于控制多年生杂草,并打断一些害虫的生活史和掩埋病原物。因此采用保护性耕作一般要加大农药的用量。保护性耕作常常使多年生杂草增加。这主要是由于多年生杂草常常有很大的地下根茎繁殖体,免耕不能像翻耕那样对其进行撕扯、切割、曝晒;其次,农田一般在苗前或苗期喷除草剂,而此时多年生杂草的地上部分刚刚开始生长,由于庞大的地下营养体对除草剂的稀释作用,喷到叶片上的除草剂很难使整个营养体死亡。这样就势必加大除草剂的用量,可是这又导致加大残留和污染环境等一系列负作用。由于缺乏专用除草剂和抗除草剂的作物品种,保护性耕作中一些作物伴生的恶性杂

草不能有效防治。例如,河北坝上地区莠麦田中的野燕麦,用已有的除草剂还不能有效防除(莠麦亦称裸燕麦与野燕麦同属燕麦属),因此,如果莠麦田中野燕麦很多则只能靠轮作换茬并配合除草剂来控制。总之,在保护性耕作杂草防治方面,多年免耕农田杂草种子库的动态变化、免耕与翻耕在除草剂的用量方面的差异和保护性耕作中多年生杂草的防治等还需要进一步研究。

6.1.2 保护性耕作在我国北方旱区发展技术问题解决的对策

针对北方旱区保护性耕作的技术问题,解决的对策主要是深入研究保护性耕作技术,建立具有区域特色的保护性耕作技术体系。

(1) 技术体系对策:针对区域特色的保护性耕作技术模式,进行农艺与农机配套是解决北方旱区保护性耕作中目前体系不完善的主要对策。北方旱区地理位置、生态条件与生产状况不同,从而形成了多种具有特色的保护性耕作体系,由于保护性耕作在我国北方起步晚,投入小,许多技术不完善,这就需要进行深入细致的研究。首先要突破农艺技术单项技术创新和综合技术的配套,如研究局部深松深施一体化播种技术为农牧交错区青贮玉米“高双早保护性耕作技术体系”、吉林省的“玉米宽窄行交互休闲种植”等提供农艺与农机配套技术。保护性耕作固定道作业、保护性耕作的条带种植与轮作技术、保护性耕高产高效作物选择与规划技术、区域化特色保护性耕作配套机械研制等都将是有益于解决北方旱区的技术体系问题。而且对其它区域的保护性耕研究都有重要的参考价值。机械化的保护性耕作涉及到免耕播种机、喷药机械和深松机械等,对农机的质量和应用技术都有较高的要求。根据农户小规模经营的特点开发小型、多功能保护性耕作机具将是今后农机研制中的重要方面。

(2) 解决低温对策:针对保护性耕作的温度降低问题,要充分利用生物、生态和农艺措施进行有益补偿。生物性补偿包括作物类型和品种选择,据研究玉米对低温的反应存在着明显的差异,农牧交错区青贮玉米“高双早保护性耕作技术体系”通过选择低温高效品种取得了明显效果;同时早春选择耐低温的作物,如小麦也可以克服保护性耕作的低温问题。生态补偿包括多重生态间有利不利因素间的补偿,如充分发挥保护性耕作的保水作用以补偿温度降低的不利效应。在营养生长期末期或生殖生长期早期免耕玉米的生长速率超过传统犁耕,其原因可能是残茬覆盖使土壤水分增加造成的。在河北坝上地区的试验表明,残茬覆盖量 $108\text{kg}/667\text{m}^2$ 时,玉米播种后35天内,免耕土壤温度比翻耕降低 2.1°C ;在播种后第35天到第75天内,土壤温度只降低 0.7°C ,土壤低温只对玉米苗期有短期影响,而最终产量仍然是免耕高。农艺措施可通过深松和局部翻耕,保护性耕作的盖膜的双项覆盖栽培可补偿低温的不利效应。总之,土壤低温问题在各地的情况不尽相同,针对具体情况需要在保护性耕作的研究中加以采取不同的具体措施。

(3) 杂草控制对策:有效控制杂草是保护性耕作的突出问题,解决对策应重点首先要研究适应于保护性耕作专用的高效低毒的化学除草剂和相应的施用的方法和机具。特别是针对一些多年生的恶性杂草需要进行综合防治,以控制其在保护性耕作农田的蔓延和繁殖,其次要结合生物方法进行杂草有效防控,如在白茅多的地块种植小麦,利用化感原理进行杂草的防治。此外,作物不同和不同的品种与杂草的竞争能力也不相同,选择与杂草有较强竞争能力的作物,如玉米、小麦一些苗期速生快长品种尽快在农田形成绝对优质种群,通过建立

空间优势冠层可抑制杂草的滋生。第三,要采取农艺除草也是需要研究的,结合作物轮作和采取适度中耕技术进行杂草的防治。

6.2 保护性耕作在我国北方旱区发展认识问题与对策

6.2.1 我国北方旱区的保护性耕作认识问题

目前我国北方旱区对保护性耕作普遍认识不足,理解片面。传统的翻耕、耙耱、播种、镇压种植模式在农民心中根深蒂固,农民强烈的种粮、存粮情结难以改变^[55-56]。保护性耕作正反两方面的研究结果,再加上知识和信息的缺乏,使人们对保护性耕作技术仍然心存疑虑。即使是认识到保护性耕作的综合效果,而人们往往受习惯思维的影响,把保护性耕作片面的理解为免耕,有的干脆就认为保护性耕作就是铁茬播种。在这些片面、错误认识的指导下各地在实行保护性耕作的时候常常只注重技术层面的细枝末节,而忽视对保护性耕作内涵的认识和理解,而造成保护性耕作技术的效果不能很好发挥或者不稳定。近年来,保护性耕作在我国北方旱区取得了一定的成绩。河北坝上地区青贮玉米“高双早”技术体系的形成,解决了该区的饲草饲料问题,使舍饲养殖业得以健康地发展,进而使农牧民的收入提高以及生活条件的改善成为可能。但是实行保护性耕作的土地面积仍然很小,我国北方旱区环境持续恶化的局面仍然没有得到彻底改变。作为一种与传统耕作技术迥然不同的耕作方式,尤其要在观念认识上需要一个相对较长过程。

6.2.2 保护性耕作在我国北方旱区发展认识问题解决的对策

加强保护性耕作的示范、宣传和推广,提高人们对保护性耕作的认知是解决北方旱区保护性耕作认识不足的主要对策。政府的决策和科研机构的研究在保护性耕作发展中的作用是有限的。从长远来看,在北方推广保护性耕作技术需要转变政府和农民的传统耕作观念。发展保护性耕作具有一定的社会公益性,需要调动更多的关心环境保护和农业发展的社会各界的参与,尤其需要政府的大力支持。提倡人人关心我国北方旱区面临着严峻的风蚀沙化和干旱问题,这是关系到北方旱区后代生存和居住问题,是关系到区域经济发展的大事。我们相信随着相关管理的更加科学化和研究的更加深入,我国北方的保护性耕作事业终将取得成功。虽然保护性耕作有不足之处,但它的优点却远大于缺点,且不足之处可以通过科学研究得以解决。况且我国的秸秆资源丰富,保护性耕作能使得这一宝贵资源有效地利用起来,并且可以减少火灾的发生。因此,若相应的配套技术措施得以解决,我国保护性耕作将有广阔的应用前景。

6.3 保护性耕作在我国北方旱区发展政策问题与对策

6.3.1 保护性耕作在我国北方旱区发展政策问题

目前保护性耕作的政策与外部环境急需改善。保护性耕作是一项带有明显生态和社会效益功能的技术措施,这就决定了保护性耕作具有社会公益性质。因而需要国家和各级政府要从社会发展的整体来认识和定位保护性耕作的地位和作用。然而在实际中保护性耕作的政策

扶持力度还十分有限,全社会对保护性耕作的重视明显不足,保护性耕作发展的外部环境急需改善。应该说保护性耕作是与退耕还林还草、农业结构调整等政策措施具有相同或类似功能的技术途径,尤其对改善我国北方旱区人们生产和生活环境,保护生态具有独特的作用。但是我们遗憾的看到保护性耕作仍然没有被提到政策的高度,只是部分农学家们在呼吁。这种局面尤其不利于保护性耕作的深入研究和推广,也不利于引导人们正确认识保护性耕作的地位和作用。我们知道同样是生态工程建设,退耕还林还草国家有相应的政策,而对于实施保护性耕作则没有任何的鼓励和扶植政策。同时保护耕作也需要合理规划与布局。也不是所有条件都适应于保护性耕作。任何耕作制度均有一定的局限性,不能采取一刀齐政策。

6.3.2 保护性耕作在我国北方旱区发展政策问题解决的对策

解决保护性耕作在我国北方旱区发展政策问题的主要对策是:制定保护性耕作相应鼓励和扶植政策,改善保护性耕作的外部环境和合理化布局。尽管保护性耕作有着改善和提高土壤质量,减少水土流失、风蚀等一系列的优点,许多种植者仍不愿意大面积应用。因此我国北方旱区保护性耕作技术的研究和推广,需要政策上予以大力扶持,需要较大资金的投入,需要由政府出面进行推广工作的组织和督导工作。需要通过试验示范以及广泛宣传和培训,来扩大保护性耕作的影响。而需要指出的是,对保护性耕作的综合效益分析在促进保护性耕作研究与推广的过程中,起着不可忽视的作用。要通过综合效益分析,使相关部门领导对保护性耕作有一个整体的了解,看到该技术的优势以及它所带来的成效,使其在该技术的推广中充满信心和热情;也让农民认清保护性耕作真正利益之所在,使其在得到实惠的同时,实现思想观念的转变,自觉接受新的耕作技术,从而改善保护性耕作的外部环境。

开展保护性耕作的地区范围和规模的大小,需要农业区划部门进一步科学合理的规划。因为只有明确哪里最需要开展保护性耕作,相应的资金和技术支持才可能流向那里,相应的政策制定才能更加科学合理。在规划保护性耕作的区域范围时,土壤侵蚀严重的地区要优先,增产增效显著的地区要优先,容易实现规模化经营的地区要优先。保护性耕作是一项永续性的长期的耕作改革,重点区域是西北干旱、半干旱农区和农牧交错地区,华北平原,东北平原和长江中下游平原的水土流失、耕地退化地区。我国气候与生态条件地区差异大,与美国等发达国家比较,种植制度多种多样、保护性耕作的技术类型多,尚未建立技术标准和规范化技术体系,限制了大面积、大范围推广应用。因此研究建立适合不同区域特点的保护性耕作配套技术体系和技术标准是研究工作中的重点,同时进行保护性耕作技术的生态适应性和效益评价。以进一步提高保护性耕作技术水平,推动保护性耕作技术作生态脆弱区和粮食主产区的发展。

各试区的研究表明:在一些人均土地相对较多的东北地区如辽宁试区、吉林试区;北方中西部地区如河北试区、北京试区有利于率先实现机械化配套的保护性耕作。所谓机械化配套指从播种到收获的主要农事操作都利用农业机械。比如种植饲用玉米需要玉米免耕播种机、喷药机械、中耕起垄机械、青贮收割机。机械化配套的保护性耕作在草原牧区、农牧交错区都是传统翻耕作业的良好替代。同时机械化配套的保护性耕作有利于产生规模效益,有利于吸引农村以外的社会资本投入。

我国北方旱区实施保护性耕作研究是当地经济发展和生态保护重要工程。技术、认识和

引导问题复杂交错，需要多学科协作攻关、行政管理与科技人员的配合、政策扶植与积极引导相结合，形成可持续的保护性耕作的技术与管理体制，为我国北方旱区的长期发展提供重要的保障。

参考文献

- [1] Cairns J. 1991. The status of the theoretical and applied science of restoration ecology [J]. *Environ. Professional*. 13 (3): 186-194
- [2] Javier Ekboir, (ed.) 2001. Developing No-till Packages for Small-Scale Farmers. World Wheat Overview and Outlook 2000-2001. CIMMYT, 2001. Mexico
- [3] 享耳. 美国和澳大利亚的保护性耕作. 农村机械化. 1998(12):42
- [4] Schwab E. B., Reeves D. W., Burmester C. H., and Raper R. L.. 2002. Conservation Tillage Systems for Cotton in the Tennessee Valley. *Soil Science Society of America Journal*, 66:569-577.
- [5] Sharon Durham. 2003. Drought survival with conservation tillage. *Agricultural Res.* 51(5): 22
- [6] David Chaney. 2002. On-farm assessment of soil quality in California' s Central Valley. *Sustainable Agriculture Research and Education Program*. 14 (2):15-24
- [7] Drury C. F., Tan C. S., Reynolds W. D., Welacky T. W., et al., 2003. Impacts of zone tillage and red clover on corn performance and soil physical quality. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 67(3): 867-877
- [8] Beck D. L., J. L. Miller, and M. P. Hagny. 1999. Successful no-till on the Central and Northern Great Plains of the United States. *In Proceedings of the 7th National Congress of AAPRESID*, 18-20 August, Mar del Plata, Argentina.
- [9] John Leidner, 2002. No-till on a small farm. *Progressive farmer*. P8-9
- [10] Adam Hayes. 1988. Ridge tillage planters. *Ministry of Agriculture and Food*. Ontario.
- [11] Robert Traut. 1990. Planter modification for no-till. *Ministry of Agriculture and Food*. Ontario.
- [12] Rod Swoboda. 2000. Strip till makes no-till corn work. *Wallaces Farmer*. p12-15
- [13] 赵举, 郑大玮, 妥德宝, 等. 阴山北麓农牧交错带状留茬间作轮作防风蚀技术研究. 干旱地区农业研究 2002, 20(2):5-9)26.
- [14] 王邗, 姜广杰. 保护性耕作技术的应用研究. 辽宁农业职业技术学院学报. 2003, 5(1):25-27
- [15] 王晋生. “一年两茬保护性耕作”探讨, 科技情报开发与经济, 2003, 13 (17):150-151
- [16] 杜兵, 李问盈, 邓健等. 保护性耕作表土作业的田间试验研究. 中国农业大学学报. 2000, 5 (4): 65-67
- [17] 王作华, 李文. 春玉米机械化保护性耕作技术研究. 农村牧区机械化. 2002(4): 59-60
- [18] 张进. 固定道保护性耕作的试验研究. 《山西农机》学术版. 2002(总 16):22-25
- [19] 王晓燕, 高焕文, 李洪文. 旱地保护性耕作地表径流和土壤水分平衡模型. 干旱地区农业研究. 2003, 21(3):97-103

- [20] 武克敬. 旱地机械化保护性耕作的作用效果浅析. 《山西农机》学术版. 1998(总9):66-68
- [21] 郭占虎, 胡会平. 旱地机械化保护性耕作技术的作用和效果. 农村牧区机械化. 2001(1):29-30
- [22] 韩剑宏, 倪文, 宋存义. 河北坝上农牧交错区水资源优化配置探讨. 中国农村水利水电. 2003(8):99-100
- [23] 王晓燕, 高焕文, 杜兵, 等. 用人工模拟降雨研究保护性耕作下的地表径流与水分入渗. 水土保持通报. 2000, 20(3):23-25
- [24] 王俊勇. ZBY-3型玉米免耕播种机面世. 动态信息, 1996, (2):26
- [25] 王凤花, 王卫华, 李素欣, 等. 2BFM型小麦免耕施肥播种机的开发及意义. 2003, (1):10-12
- [26] 许显滨, 冯振, 矫江, 等. 农牧交错带农业可持续发展模式的研究. 黑龙江农业科学. 1998(4):17-20
- [27] 张凤荣, 宋乃平, 李超, 等. 农牧交错区的荒漠化防治与土地持续利用途径探讨. 水土保持学报. 2003, 17(1):19-22
- [28] 赵廷祥. 农业保护性耕作与生态环境保护. 农村牧区机械化. 2002(4):7-8
- [29] 程海富. 浅谈保护性耕作与可持续发展农业. 《山西农机》学术版. 2002(总16):24-25
- [30] 边少锋, 何奇镜, 张健. 东北松辽平原中部黑土地区保护性耕作的探讨耕作与栽培. 2002(5):12-13
- [31] 朱文珊, 王晓芳, 高云超等. 免耕条件下秸秆覆盖还田的土壤生态效应研究, 秸秆还田的机理与技术模式, 中国农业出版社, 2000:115-123
- [32] 丁玉川, 王树楼, 王笏. 免耕整秸秆半覆盖对旱地玉米生长发育及产量的影响. 玉米科学. 1994, 2(1):28-31
- [33] 王世学, 高焕文, 李洪文. 冷寒风沙区保护性耕作种植试验. 农业工程学报, 2003, 19(3):120-123
- [34] 刘晓民, 郭跃, 张梦光. 保护性耕作区划探讨. 农村牧区机械化, 2002(4):13-15
- [35] 刘全友, 童依平. 北方农牧交错带土地利用现状对生态环境变化的影响——以内蒙古多伦县为例. 生态学报, 2003, 23(5):1025-1030
- [36] 海春兴, 马礼, 王学萌, 等. 农牧交错带典型地段土地沙化主要因素分析. 地理研究. 2002, 21(5):543-550
- [37] 杨泰运, 李启森. 农牧交错地区沙漠化土地整治与开发利用. 干旱区资源与环境. 1994, 8(2):77-86
- [38] 马玉霞. 我国北方农牧交错地区沙漠化原因及防治措施. 中国农业气象. 2002, 23(2):6-8
- [39] 廖允成, 付增光, 贾志宽, 等. 中国北方农牧交错带土地沙漠化成因与防治技术. 干旱地区农业研究. 2002, 20(2):95-98
- [40] 朱震达. 最近十年来中国北方农牧交错区土地沙质荒漠化发展趋势的一例(丰宁北部及多伦南部). 中国沙漠, 1994, 14(4):1-6

- [41] Odum E. P.. 1983. Basic Ecology. Philadelphia: Saunders College publishing. p 487-498
- [42] 朱显谟. 1991. The formation and abatement of Loess Plateau. 水土保持通报, 1: 1-17
- [43] 程序. 中国北方农牧交错带生态系统的独特性及其治理开发的生态学原则. 应用生态学报, 2002, 13(11):1503-1506
- [44] 张立峰, 徐长金. 北方高寒半干旱农牧交错带资源环境障碍与农牧生产力开发. 资源科学, 1999, 21(5): 62-65
- [45] 王守陆, 赵淑华. 保护性耕作是农牧生态建设的重要内容. 农村牧区机械化, 2002(4): 4-6
- [46] 高焕文, 李问盈, 李洪文. 中国特色保护性耕作技术. 农业工程学报, 2003, 19(3):1-4
- [47] 朱文珊, 高云超. 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. 中国少耕免耕与覆盖技术研究, 中国耕作制度研究会, 北京科学技术出版社 1991: 11-20
- [48] 程序, 毛留喜. 农牧交错带系统生产力概念及其对生态重建的意义. 应用生态学报, 2003, 14(12): 2311-2315
- [49] 李洪文, 高焕文, 周兴祥, 等. 旱地玉米保护性耕作经济效益分析. 干旱地区农业研究. 2000, 18(3):44-49
- [50] 魏钟林. 阴山北麓农牧交错带上生态效益与经济效益的辩证统一. 内蒙古大学学报(哲学社会科学版). 1994(4):78-82
- [51] Brown S. M., Whitwell T., Touchton J. T., and Burmester C. H.. 1985. Conservation Tillage System for Cotton Production. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 49:1256-1260
- [52] Burmester, C. H., Patterson M. G., and Reeves D. W.. 1993. No-till cotton growth characteristics and yield an Alabama. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 30-36
- [53] Norfleet, L., Reeves D. W., Burmester C.H., and Monks D.. 1997. Is planting cotton before May risky business in North Alabama? *Highlights Agri. Res.* 44(4): 14-17
- [54] Graven L. M., and Carter P. R.. 1991. Seed quality effect on corn performance under conventional and no-till systems. *J. Prod. Agri.* 4:366-373
- [55] Fortin M. C., and Pierce F. G.. 1990. Developmental and growth effects of crop residues on corn. *Agron. J.* 82:710-715
- [56] Fortin M. C., and Pierce F. G. . 1991. Timing and nature of 666.7m². lch retardation of corn vegetative development. *Agron. J.* 83:258-263

致 谢

本论文研究和撰写是在导师赵明教授的悉心指导下完成的。三年来，赵老师严谨的治学态度、忘我的敬业精神、深厚的科学人文底蕴、渊博的学识，对科学前沿深邃的洞察力，特别是他那种促进交叉学科发展的责任感和强烈的创新意识，使我受益非浅，是本论文顺利完成的基础，在此谨表示最诚挚的谢意！

本研究基于农业部“发展生态农业，治理沙漠化土地研究与示范”项目，论文的完成得到了该项目 24 个试验区的同仁们及本课题组李建国、张宾、王志永、陈传永、刘丹丹等同学的大力支持和帮助，在此深表感谢。

求学期间，家人给予理解、支持、鼓励和帮助，值此论文完成之际，向所有关心和帮助过我的人表示深深的谢意！

杜娟

2005 年 2 月

个人简介

杜娟，女，1957年11月出生，河北省博野县人，1978年至今在中国农科院作物科学研究所工作。1993年6月北京高等教育自学考试农学专业毕业。1995年晋升农艺师，2001年晋升高级农艺师。1978年3月以来主要从事小麦遗传育种工作并参与选育“冬小麦丰抗13单体的育成及易位染色体的鉴定”获中国农科院科技进步二等奖，“奶牛饲用小黑麦示范推广”项目，获全国农牧渔业丰收奖二等奖。参与选育的两个粮用小黑麦和两个饲用小黑麦分别通过陕西省、北京市品种审定委员会审定。1993年从事中国作物学会工作以来，主要负责《作物杂志》麦类作物责任编辑、中国作物学会办公室管理工作以及中国作物学会副秘书长工作。并参与组织“关于加强总结研究推广城郊型农业科技发展经验的建议”获中国科协第三届优秀建议奖二等奖。2001年5月被评为第三届中国科协先进工作者。发表的论文有“提高青年学术会议的质量”、“提高学术质量开拓学会工作的新局面”、“农业科技期刊如何适应市场经济”、“优化品种，提高质量——高层专家谈品种调整”等。2003年5月中国作物学会获中国科协第三届国内学术交流先进学会奖。现参与组织“发展生态农业治理沙漠化土地研究与示范”项目的立项和实施工作。

1996年1月至今任中国作物学会第五、六、七届理事会的副秘书长。2004年5月至今任中国农科院作物科学研究所期刊编辑室副主任（主持工作）。