

# 农牧交错带综合治理及生态保护型农业技术体系与模式研究进展

郑大玮 王砚田 潘学标 林启美

(中国农业大学 资源与环境学院, 北京 100094)

**摘要** 北方农牧交错带是我国生态脆弱与贫困主要地区之一,也是影响内地大气环境的主要沙尘源地。我校师生与当地科技人员经过近 20 年的长期攻关研究,针对水蚀、风蚀和春旱等主要生态障碍因素,提出了一系列突破性关键技术,并在此基础上构筑以防沙为主的生态保护型旱作农业技术体系,提出了以丘陵为单元和遵循生态学原理的区域生态综合治理基本模式,总结了农牧交错带系统结构调整与优化的基本途径,同步取得显著的生态效益与经济效益,可供国内其他生态脆弱与贫困地区借鉴。本文还总结了近 20 年攻关研究取得重大成果的主要经验,并展望了农牧交错带的发展前景与研究方向。

**关键词** 农牧交错带; 综合治理; 生态保护型农业技术体系

中图分类号 S 342.1

文章编号 1007-4333(2005)04-0055-07

文献标识码 A

## Progresses on integrated management and dryland farming technical system for ecological protection in ecotone of the North China

Zheng Dawei, Wang Yantian, Pan Xuebiao, Lin Qimei

(College of Resources and Environmental Science, China Agricultural University, Beijing 100094, China)

**Abstract** The northern ecotone is one of the ecological fragile and poor regions in China. It becomes the main source of sand and dust storm which deteriorates the environment of Chinese inland. Aiming at the main ecological obstacles, e. g. water erosion, wind erosion and spring drought, a series of key techniques and the system of dryland farming technology for ecological protection were developed and suggested during nearly 20 years' research by CAU and the local scientists. A regional model based on ecological management for a hill as a basic unit was established. And the way of optimizing system structure was also developed and summarized. High benefit and ecological benefits were obtained during the research project. The experience and techniques obtained have some potentials in ecological management of other fragile and poor area. The prospect and future research of this area are also discussed in this paper.

**Key words** ecotone between agricultural and grazing areas; integrated management; dryland farming technical system of ecological protection

## 1 研究背景

### 1.1 区域概况

内蒙古阴山北麓位于北方农牧交错带中段,包括 11 个旗县 173 个乡镇,190 余万人口,面积 4.17 万 km<sup>2</sup>,耕地 150.06 万 hm<sup>2</sup>,占全自治区 20% 以上;属中温带大陆性半干旱偏旱气候,年平均气温 1.5 ~ 3.7 ℃,年较差在 30 ℃ 以上,大于 0 ℃ 积温 2 241

~ 2 900 ℃·日,无霜期 83 ~ 109 d;年降水多在 250 ~ 350 mm,夏季集中且多阵性降水,太阳辐射十分丰富;地貌由南向北依次为低山、缓坡丘陵和波状高原,土层厚度与肥力自南向北递减。<sup>[1]</sup>

本地区原为纯牧区,近百年来陆续开垦,草原植被破坏导致生态环境不断恶化,1994 年自治区调查水土流失面积已占到 75%,70% 以上耕地草场沙化,并以每年 2.5% 的速度扩展,少数乡村已丧失生

收稿日期: 2005-05-17

基金项目: 国家重点攻关课题资助项目(2004BA508B10)“北方旱区防沙型农业持续发展模式与技术研究”

作者简介: 郑大玮,教授,博士生导师,主要从事作物气象、农业区域发展与生态综合治理、农业与城市减灾研究。

存条件。人均占有粮食从20世纪50年代的685 kg下降到80年代的348 kg,由自治区重要商品粮产区一度沦为缺粮区。每公顷草地生产肉类仅57.5 kg,与发达国家相差几十倍。基础设施和教育、科技事业落后也极大制约了社会经济发展,1994年国家制定“八七”扶贫攻坚计划时,本地区国家级贫困县占到全自治区的2/3。

## 1.2 项目来源和研究意义

旱作农业遍布北方16个省、市、区的741个县,耕地面积约占全国38%。“七五”起国家设立“旱地农业增产技术”重点攻关课题,先后建立8个试验区。武川旱农试验区代表我国旱农区北部边缘和农牧交错带,生态环境最为严酷,以往研究基础最为薄弱。

农牧交错带综合治理曾被长期忽视,防沙治沙和荒漠化研究把重点放在沙漠边缘的造林固沙,畜牧研究注意力在草原牧区,农业区域发展研究重点在商品粮主产区。近几年沙尘暴频频袭击内地,遥感监测表明,由于失去草原植被保护后的农田裸露时间长达7~8个月,已使农牧交错带成为影响内地大气环境的主要沙尘源地之一。发达国家在年降水量350 mm以下的草地大都只用于放牧,在350~500 mm地区采取留茬免耕、秸秆粉碎覆盖、深松耕和化学除草措施,营造防护林,实行保护性耕作。国内丘陵地区主要是打水平梯田。但这些措施简单照搬到我国北方农牧交错带的效果都不好。

本项研究的理论与实践意义在于:首先是建成我国北方最重要的防沙生态屏障,其次关系到近200万人民的脱贫致富和区域社会经济发展,第三还关系到民族团结和边疆稳定。本项研究还将丰富我国旱作农业和农田防治风蚀沙化的技术体系。

## 1.3 研究过程

自1986年立项以来,“七五”和“八五”期间在已故龚绍先教授主持下,对本地区旱地农田主要胁迫因素调查分析,研制干旱预测系统,建立了抗干扰技术体系,包括种植结构小麦、牧草、杂粮“四三三”优化模式、有机无机结合以肥调水的土壤培肥施肥制度、等高耕作和引进和筛选抗旱品种,总结出“三建、六改、五配套”的农牧业综合发展技术体系等,获农业部科技进步三等奖2项。但3位课题主持人在90年代初中期积劳成疾先后在职去世,给试验区攻

关研究带来极大困难。

“九五”和“十五”期间我们调整了技术路线,重点转移到研究克服主要生态障碍的关键技术,构筑防沙型农业技术体系与模式,先后获自治区科技进步一、二等奖各一项,农业部科技进步三等奖一项及丰收计划一、二等奖各一项,各项技术累计推广愈50万 $\text{hm}^2$ ,经济效益6亿多元,武川县人均粮食占有量达800 kg以上,全县整体脱贫。武川旱农试验站批准为自治区旱作农业重点实验室主要基地,并成为我校的野外教学和科研试验重要基地。

## 2 主要研究进展

### 2.1 技术路线与研究思路

在生态脆弱和贫困地区开展农业区域发展和生态治理攻关研究,既要进行生态环境建设,又要发展生产脱贫致富,必须坚持可持续性与可行性的统一。我们制定了以下的攻关研究技术路线:“以生态经济学和系统科学理论为指导,从分析导致本地区农业低产不稳和贫困落后的生态障碍因子和社会经济因素入手,集中力量试验研究,提出针对主要生态障碍因子的关键技术,组装配套构建生态保护型旱作农业技术体系并大力推广,力求生态、经济效益的同步实现。调整优化系统结构,建立以防沙型农业系统带动县域经济发展的模式。”<sup>[2]</sup>

### 2.2 旱作农田防风蚀沙化基本原理

根据风沙物理学原理与生产、科研实践总结出旱作农田防治风蚀沙化的基本技术途径:

1) 营造防风林或农田生物篱网或修建挡风墙,增大下垫面粗糙度,降低近地面风速,使之小于起砂风速阈值<sup>[3]</sup>。如实测顺坡地迎风面粗糙度0.004 cm,同一坡面相邻建成等高田粗糙度0.27 cm,相差60多倍,使近地面2 cm高度风速比顺坡地降低55%。留茬带粗糙度1.34 cm,比裸地增大12倍以上。2004-10-20—2005-04-15在武川旱作试验站的田间试验结果表明,受油葵秆生物篱保护的留茬地和裸地的风蚀量均比对照裸地明显减少(表1)。

2) 增施有机肥和耕作保墒,促进土壤团粒结构形成和增强土粒团聚性,使其起砂风速阈值抬高到大于环境风速。风洞试验表明砂质壤土在含水率4%时的起砂风速为11.0 m/s,含水率10%时可提高到15.6 m/s。

表 1 不同地块距篱不同位置风蚀量(2004-10-20—2005-04-15, 武川)

Table 1 Wind erosion quantity measured at different positions from the fence at different places t/hm<sup>2</sup>

地块地类	距篱	距篱	距篱	距篱	距篱 7.5 m	距篱 9.0 m	距篱 10.5 m
	1.5 m	3.0 m	4.5 m	6.0 m	(距茬 1.5 m)	(距茬 3.0 m)	(距茬 4.5 m)
篱+草谷子留茬+裸地	3.15	5.06	7.18	5.5	7.78	5.66	5.02
篱+油菜留茬+裸地	9.16	10.3	8.7	2.55	4.35	3.96	6.08
篱+翻耕裸地+莜麦留茬	7.81	7.51	5.33	4.56	-1.01	8.56	11.17
对照裸地	10.8						

3) 镇压或施用表面成膜剂使土面光滑,减小地面微观粗糙度和土粒受风面积。

4) 使用地膜或表面成膜剂将土壤与大气隔离<sup>[4]</sup>(表 2)。

表 2 喷施地膜 PAM 减轻土壤风蚀的效果  
(2003-10—2004-03, 武川)

Table 2 The effect of PAM on reducing wind erosion

处 理	起沙风速/ (m s <sup>-1</sup> )	2 年平均风蚀量/ (t hm <sup>-2</sup> )
裸露土壤	11.39	6.50
喷施 PAM 2.5 %	12.00	3.15
喷施 PAM 5 %	12.53	1.50

5) 增大风蚀季节的植被覆盖度具有增大下垫面宏观粗糙度、增强土壤结构性、隔离土壤与大气等综合防蚀效应,在农牧交错带以灌木效果最好,多年生牧草次之,乔木林因生长不良效果较差,一年生作物因冬春土壤裸露,风蚀最为严重。

### 2.3 生态脆弱与贫困地区综合治理的突破口——3 项关键技术

1) 针对水蚀——在缓坡丘陵推广渐进式等高田。农牧交错带夏季多阵性降水,丘陵水土流失严重。由于土层薄,适宜施工季节短和人少地多,照搬内地经验修建水平梯田费工耗资,把生土翻上来还造成减产,难以被农民接受。经 10 余年试验研究提出修筑渐进式等高田的配套技术,要点是:全面规划,实地勘测,等高一次筑埂,逐年定向耕翻,经 3~5 年由坡式梯田渐变为水平梯田。保水保土保肥效应显著,兼有防风蚀效果,耗资少且省工。建成当年增产三成以上,以后逐年递增到八成,受到农民普遍欢迎。自治区 1998 年发文要求在全区 200 万 hm<sup>2</sup> 丘陵旱坡地全面推广<sup>[5]</sup>。

2) 针对风蚀——推广以带状留茬间作轮作为中

心的保护性耕作技术。由于干旱多风、土壤贫瘠和大量种植马铃薯,内地和国外营造防风林、秸秆粉碎还田、留茬免耕等防风蚀技术在本地区简单照搬的效果不好。经试验研究提出多种形式的带状间作为中心的保护性耕作技术,包括——麦类油菜等条播作物留茬与马铃薯等穴播作物间作轮作技术,以留茬带保护牧草带;灌草间作,以灌木带保护牧草带;粮草间作轮作,以多年生牧草带保护作物带;田间间作向日葵、饲料玉米、草木樨等高秆作物或牧草,秋后留茬作为生物保护篱网。同时还提出了适宜的间作轮作组合及带宽。目前该项技术已推广 15 万 hm<sup>2</sup>,农田被保护带风蚀量减少 5~8 成,留茬带风蚀基本控制,甚至小于降尘量,并兼有聚雪保墒效果,一般增产 15% 以上,还促进了种植结构的优化和畜牧业发展<sup>[4]</sup>。

3) 针对春旱——推广带水带肥伴药机播复合作业。玉米等条播作物座水抗旱播种技术早已在北方普及,但农牧交错带以麦类等条播作物为主,且人少地多,不能实行座水播种。试验在 6 行播种机安装水箱,每 667 m<sup>2</sup> 注水 100~200 kg 到播种沟,可使种子周围 2 cm 土柱含水量在 20 d 内保持在发芽所需临界水分之上,确保一般早年全苗。化肥和农药溶解后还可随水入土,既高效省工还解决了春早年怕烧苗不敢投肥的问题。大面积示范出苗率增加 20% 以上,带水播种增产 26.5%~35.9%,带水带肥又比带水播种增产 18.5%,每台播种机安装水箱和注水管只需投资 300 元。已推广 4 万 hm<sup>2</sup><sup>[6]</sup>。

上述 3 项关键技术在很大程度上克服了本地区的主要生态障碍,且都具有成本低廉、简便易行、增产显著,因而受到当地政府和农民的欢迎,得以在大面积生产上迅速推广。同时也成为我们在生态脆弱与贫困地区生态综合治理与旱作农业发展研究的重要突破口。

## 2.4 农牧交错带防沙型旱作农业技术体系的基本框架

以3项关键技术为骨架,与其他适用技术组装

配套,构筑农牧交错带防沙型旱作农业技术体系的基本框架如下:<sup>[2]</sup>

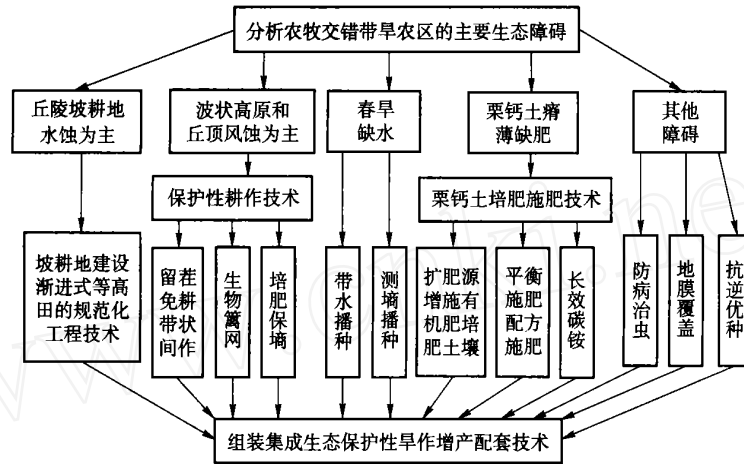


图1 农牧交错带生态适应性旱作增产配套技术框图

Fig. 1 Technical scheme of rain-fed crop production in ecotone of Northern China

## 2.5 农牧交错带生态综合治理的基本模式

### 1) 以丘陵为单元的生态综合治理模式。

针对农牧交错带丘陵区地貌和土地利用特点,提出以丘陵为单元综合治理的模式,主要内容是“草业冠、等高田、树封沟”<sup>[7]</sup>。

在试验站附近典型丘陵不同部位分别测定植被生长状况和生物量、土壤质地、肥力与风蚀量等,表明丘陵顶部与北坡中上部风力和风蚀量最大,土层薄,植树一般不能成活,应退耕种草;丘陵中下部土层较厚风蚀减轻,但存在水土流失,应修建渐进式等高田作为基本农田;丘陵底部的冲沟应植树封堵。

农牧交错带的缓坡丘陵是比小流域更小的地貌单元,这一模式与以小流域为单元综合治理水土流失的基本模式并不矛盾,是其重要补充。该模式坚持因地制宜的基本原则,既反对把梯田修到丘陵顶部,也反对把整个丘陵连体退耕,目前在内蒙古阴山北麓已推广 20 万  $\text{hm}^2$ 。

农牧交错带既不能延续滥垦过牧的掠夺性开发,也不能忽视农民生计全部退耕。要掌握好科学合理退耕的分寸,必须进行实地考察研究。我们根据典型丘陵不同部位生境和作物生长状况的调查观测,提出阴山北麓栗钙土典型缓坡丘陵退耕部位的技术指标:

从土壤水分储量看,退耕应包括阳坡上部 64% 和阴坡上部的 24%;

从粒级看,退耕应包括阳坡上部 27.5% 和阴坡上部的 66.5%;

从生物量看,退耕应包括阳坡上部 50% 和阴坡上部的 38%。

不同丘陵的土壤质地、肥力和侵蚀程度不同,具体掌握还要因地制宜调整比例。土层厚和坡度缓的可少退耕,土层薄和坡度陡的应多退耕。考虑到农牧交错带兼有水蚀和风蚀,植被稀疏固土能力差,生态环境更加脆弱,气候干寒也不利于植被的恢复,坡度在 15° 以上的丘陵或其陡坡部位就应退耕。

### 2) 遵循生态规律合理退耕的模式。

近年来国家实施退耕还林还草,有效遏制了生态脆弱地区水土流失不断恶化的趋势。但有些地区为追求虚假政绩,盲目引种耗水树种或大搞形象工程,成活率很低,造成极大浪费。石元春院士曾尖锐指出,在退耕中存在的“林草、点面、标本、天人”四大误区,即只重树不重草,重视点上树样板而忽视面上见实效,治标不治本,重视人为措施而忽视利用生态系统的自然恢复能力。我们结合在农牧交错带的实地调查,认为还存在“沙尘、进退”两个误区,即片面强调沙漠边缘的防沙,但实际影响内地大气环境的是主要来自农牧交错带裸露农田和退化草地的尘土,应科学确定治理的重点区域;片面强调退耕而忽视基本农田的建设和保护,不利于生态脆弱地区生态治理成果的巩固和可持续发展。只有遵循生态与

经济规律,才能处理好生态环境建设与区域社会经济发展的矛盾,实现可持续发展的目标<sup>[8]</sup>。

遵循生态规律,在空间上,主要是遵循生态适应性原理,即适地适树适草。尽量以本地区或同一生态区域的原生物种为植被恢复重建的基础,引种外地树种草种必须经过生态气候相似分析和严格的植物检疫。在时间上,主要是遵循生态演替规律,选择耐旱耐瘠物种作为先锋植物,并选择适宜的后续植物。而在严重沙化的退耕地上一开始就试图种植高产优质牧草,不但成活率很低,还有可能加速土地的沙化。在结构上,要考虑物种之间的相互关系,应尽可能选择互补互利的物种组合,因为单一物种抗逆性差且不稳定。

我们的书面建议经科技日报和内蒙古自治区副主席郝益东采用发表后,对一度出现的短期行为起到了一定遏制作用<sup>[9]</sup>。

## 2.6 农牧交错带调整结构优化系统功能的基本途径

北方农牧交错带原有的生态经济系统结构,既不适应恶劣的生态环境,也不适应当前的市场需求。调整的目标是突出地区优势,建立市场与生态双重适应的生态农牧业结构。

系统科学思想的一条基本原则是结构决定系统的功能,优化结构可以提高系统的总体功能。扭转农牧交错带的恶性循环,首先要通过调整系统结构,抛弃传统的掠夺性开发战略。对于生态环境胁迫不明显的内地,结构调整主要是市场取向。但对于农牧交错带这样的生态脆弱地区,单纯适应市场需求还不够,还必须适应生态环境,只有对市场与生态双重适应的系统才是健康和可持续发展的。

农牧交错带作为一个复杂的生态经济系统,可分解成若干层次和子系统。结构调整不仅指种植结构或产业结构,也是指全方位的系统结构调整<sup>[1]</sup>。

1) 土地利用结构。改广种薄收为建设基本农田,实行精种高产,以区域主要农产品基本自给来支撑社会经济系统;中低产田退耕还草,退化草地限牧或禁牧封育,促进生态恢复,并为将来草地畜牧业的大发展创造条件。

2) 产业结构。从单一种植以粮为纲转变为以草食畜牧业及畜产品加工业为主导产业,带动二、三产业的发展,确立为牧而农,即种植业为畜牧业服务的方针。

3) 种植结构。压缩雨热不协调的小麦面积,扩

大种植饲料玉米、马铃薯、优质杂粮和油料作物,建立饲经粮三元结构,实行为养为卖而种<sup>[10]</sup>。

4) 畜群结构。压缩耗粮型畜禽和役畜,发展羊、兔等草食动物,交通沿线重点发展奶牛业。根据饲料资源和转化效率确定牲畜承载量,促进畜牧业从低效数量型向高效优质型的转变。

5) 饲料结构。通过秸秆利用、种植饲料作物、人工种草和农副产品利用扩大饲料来源,弥补天然草地退化造成的草料不足。以舍饲、半舍饲养替代单纯放牧。在技术支撑方面重点推广马铃薯和玉米等粮饲兼用作物的地膜栽培配套技术和秸秆青贮氨化技术。随着天然草地和退耕地植被的恢复,再逐步增加放牧比重。

6) 区域经济结构。发挥农牧交错带作为农区与牧区桥梁和纽带的作用,实行资源优势互补和优化配置。推广北繁南育,易地育肥,促进农区与牧区的共同繁荣。

阴山北麓地区 20 世纪 90 年代后期以来实行上述 6 个层次的系统结构调整已取得初步成效,马铃薯、饲料玉米和经济作物面积迅速扩大;80 年代后期的干旱年农牧交错带曾发生大范围灾民扒火车南下逃荒要饭的风潮;1999—2001 年的持续干旱中,单一种粮农户减产 5~8 成,种植饲料作物,以畜牧业为主的农户收入下降不多甚至仍有增长,加上政府救济及时,社会秩序稳定,农民安居乐业。近几年阴山北麓各旗县已先后整体脱贫。

## 3 在生态脆弱与贫困地区攻关研究的基本经验

我校过去在黄淮海平原中低产田综合治理中曾取得重大成果,但在生态脆弱与贫困地区的农业区域发展与生态治理方面工作基础比较薄弱。武川旱农试验区经过近 20 年的艰苦奋斗,取得了显著进展,积累了丰富的经验,主要是:

1) 以系统科学思想和生态经济学理论为指导,从系统分析入手,克服主要生态与经济发展障碍,发挥区域资源优势,调整和优化系统结构,发展特色产业,增加农民收入。

2) 从当地实际出发,针对主要生态障碍因素,研究简便易行,成本低的关键技术为突破口和骨干技术,组装配套形成以防沙为主的生态保护型适用技术体系,力争生态效益与经济效益的同步实现,坚持可行性与可持续性的统一。

3) 农业生物技术与农业工程技术相结合,以农业生物技术为主;利用自然生态恢复能力和人工物质投入相结合,以利用自然恢复能力为主。

4) 有选择的基础性研究、应用研究与开发研究相结合,以应用研究和开发研究为主;单项研究与多学科综合研究相结合,以多学科综合为主。

5) 试验、研究、示范推广相结合,教学与科研相结合,与地方政府、农业技术推广部门相结合,加快攻关研究成果的转化。

6) 中央科研机构与地方科研机构之间,不同学科人员之间和老中青科技人员之间相互尊重,形成各自发挥优势和互补互助的结构与机制。

7) 利用试验区的舞台,对内外开放,吸引更多的相关项目,把农牧交错带的生态治理与区域发展的科技事业逐步做大做强。

8) 心系三农,以为农业科技事业献身的先驱者的事迹教育青年科技工作者,坚持艰苦奋斗、严谨务实和勤俭办科研的工作作风。

#### 4 农牧交错带的发展前景与研究方向

农牧交错带作为农区与牧区两大生态经济系统的过渡地带,既具有系统边界所特有的不稳定性与脆弱性,又具有与外界环境物质、能量、信息交流相对活跃的特征。北方农牧交错带一方面具有干旱少雨、风蚀沙化、水土流失、高寒多灾、植被稀疏、远离经济中心的闭塞等劣势,同时又具有人均土地面积大、盛夏气候宜人以及生物、景观、人文历史等特色资源。特色资源是否能形成优势,很大程度上在于人们能否正确认识、趋利避害、巧妙利用。

1) 全面建成北方最重要的生态屏障。

随着科学实施退耕还林还草、退牧还草等工程和生态保护型旱作农业技术的普及,农牧交错带严重的风蚀沙化可望得到有效的遏制,将能重现风吹草低见牛羊的景观。

2) 发展特色产业和生态旅游。

气候冷凉对于种植喜温作物固然是劣势,但对于种植马铃薯一类喜凉作物却是优势;无霜期短热量不足不利于高产,但盛夏凉爽宜人和各种作物花期集中却为农牧交错带发展以田园景观为特色的生态旅游创造了条件;干旱多风导致多灾,但又提供了丰富的太阳能和风能等可再生能源;远离中心城市和闭塞是导致社会经济发展滞后的根本原因,但现代信息技术在一定程度上可以弥补这一缺陷,基

本没有污染的环境本底却有利于发展有机农畜产品和创汇农业,自然景观也因此得以完整保留;再者,许多药用植物和具有特殊营养保健价值的品种资源更是其他地区所没有的。

3) 农牧耦合可以释放出巨大生产潜力。

任继周院士指出,农牧交错带在系统学上是大规模混沌边缘,既有使生命系统产生强烈震荡的新生因素,也有使系统不至于陷于无序状态的稳定因素。农牧交错带要在农林牧三个系统之间找到平衡,其系统空间结构特征是按景观或成分配置的带状或镶嵌状土地利用格局。系统耦合即两个或两个以上性质近似的生态系统具有互相亲和的趋势,条件成熟时可以结合为一个新的高一级结构功能体,可以导致生态系统的进化和系统生产潜力的解放<sup>[11]</sup>。

我国大多数牧区草原退化相当严重,冬春饲草不足使得人为减少越冬牲畜承载势在必行。根据吕玉华的调查,内蒙古牧区现实载畜量为适宜载畜量1.15~2.60倍,而农区大部旗县的现实载畜量仅为适宜载畜量的35%不到。传统放牧生产的致命弱点是牲畜与牧草生长不同步:夏秋牧草旺盛生长营养丰富,一般不存在超载问题;冬春牧草枯萎,使牲畜普遍掉膘甚至死亡。农区的饲料资源恰好相反:夏季作物生长期可利用饲料不多,秋收后秸秆和作物副产品等饲料资源却十分丰富。所以,实行北繁南育,易地育肥,可以实现两地资源优化配置高效利用,又有利于减轻负担保护草原。在退耕地和撂荒地恢复草原的本来面貌后,北方农牧交错带的草地畜牧业还将得到更大的发展<sup>[12]</sup>。

4) 率先实现规模经营。

农牧交错带的人均土地面积较大。除少数沙化严重地区已基本丧失生存条件需要移民外,大部地区仍具有一定的承载力;一些盆地与河滩的土壤相对肥沃,增产潜力很大;由于地貌多为缓坡丘陵、波状高原或高平原,基本不影响机械作业。因此,随着区域经济发展和大部农村人口的城镇化,有可能比人均耕地很少的内地提前达到较高水平的机械化,大幅度提高劳动生产率,从而实现区域社会经济的跨越式发展。

本项目准备在武川旱农试验站的基础上进一步建成以防沙型旱作农业技术和农牧交错带生态治理为主要内容的开放式的科研、教学基地,吸收国内外相关学科的研究项目,建成我国北方荒漠化防治与

旱作农业研究的重要基地。

### 参 考 文 献

- [1] 郑大玮,妥德宝,王砚田主编. 内蒙古阴山北麓旱农区综合治理与增产配套技术[M]. 呼和浩特:内蒙古人民出版社,2000. 176-182
- [2] 郑大玮,妥德宝. 农牧交错带防沙型农业模式与技术体系的初步研究[A]. 中国耕作制度研究会、农业部科技发展中心编. 区域农业发展与农作制度建设(全国区域农业发展与农作制度建设学术讨论会论文集)[C]. 兰州:甘肃科学技术出版社,2002. 101-107
- [3] 陈广庭编著. 沙害防治技术[M]. 北京:化学工业出版社,2004. 36-63
- [4] 妥德宝,段玉,赵沛义,等. 带状留茬间作对防止干旱地区农田风蚀沙化的生态效应[J]. 华北农学报,2002,17(4):61-65
- [5] 妥德宝,马思延,郑大玮,等. 内蒙古武川旱农试验区等高田水土保持效应的研究[J]. 华北农学报,1998,13(旱作农业专辑):53-62
- [6] 赵沛义,妥德宝. 带水播种提高旱地条播作物稳产性[J]. 华北农学报,1998,13(旱作农业专辑):21-25
- [7] 妥德宝,郑大玮. 内蒙古阴山北麓农牧交错带农业生态重建模式的研究[A]. 高炳德等主编. 迈向21世纪的土壤科学—提高土壤质量促进农业持续发展. 中国土壤学会第九次全国代表大会论文集(内蒙古卷)[C]. 呼和浩特:内蒙古人民出版社,1999
- [8] 郑大玮,妥德宝. 表面文章做不得. 科技日报,2002年1月10日第8版新世纪农业专版
- [9] 郑大玮,妥德宝. 退耕还林还草的问题和对策[A]. 郝益东主编. 内蒙古实施西部大开发战略评说[C]. 呼和浩特:内蒙古人民出版社,2002
- [10] 郑大玮,妥德宝,赵举,等. 后山地区农业和种植结构调整的思路——以武川县为例[J]. 华北农学报,1998,13(旱作农业专辑):123-131
- [11] 任继周. 系统耦合在大农业中的战略地位[J]. 科学,1999,51(6):12-14
- [12] 吕玉华,郑大玮. 北方农牧交错带牧草和作物生态气候适应性研究[J]. 中国生态农业学报,2003(1)