

# 河北坝上农牧交错带生态经济型土地利用模式与技术

孙新章<sup>1</sup>, 张立峰<sup>2</sup>, 张新民<sup>1</sup>, 成升魁<sup>1</sup>

(1. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101; 2. 河北农业大学, 保定 071001)

**摘要:** 河北坝上地区处于中国北方农牧交错带, 由于长期大规模高强度地滥垦滥牧, 在近 100 年的时间里, 该区生态环境遭受了空前的破坏; 而该区域居民粮食不足和收入低的事实又使其经济发展显得尤为重要。因此, 该区的土地利用模式必须走生态、经济兼顾型道路。该文依据国家旱农张北试验区多年田间试验结果和作者的调查, 提出了以“乔灌成网、少耕留茬、高效集约、草畜一体”为内容的生态经济型土地利用模式与技术体系。

**关键词:** 农牧交错带; 生态经济型; 土地利用

**中图分类号:** F301.24

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1002-6819(2004)02-0255-04

## 0 引言

河北省坝上地区是指张家口、丰宁、围场以北地区, 包括张北、康保、沽源、尚义四县的全部及丰宁、围场部分地区, 为内蒙古高原的一部分。全区土地面积  $1.73 \times 10^4 \text{ km}^2$ , 人口 110.7 万人。由于长期不合理农作和超载过牧, 坝上地区草地退化、耕地沙化日趋严重, 沙化土地面积已占土地总面积的 34.65%, 成为距离北京最近的风沙源头之一<sup>[1-3]</sup>。2000 年以来, 以“一退双还”(退耕还林还草)为核心的坝上生态工程建设受到国家的高度重视<sup>[4]</sup>, 但区域居民食粮不足、收入低又决定了生态建设与经济发展必须同步进行。本文以生产调查、国家旱农张北试验区多年田间试验结果为基础, 对坝上地区生态经济型的土地利用模式进行了探讨, 并提出了相应的农牧发展技术体系。

## 1 河北坝上地区的资源环境与农耕历史

坝上地区海拔 1000~1700 m, 年平均温度  $1 \sim 3 \text{ }^\circ\text{C}$ , 降水量 350~450 mm, 蒸发量高达 1710~1980 mm, 干燥度 2.0~2.3, 属干旱——半干旱偏旱气候区。冬春季, 受蒙古高压天气系统控制, 加之区域地势高, 下垫面平缓且植被稀少, 大风频繁, 土壤风蚀强烈。坝上地区年平均风速  $4.5 \sim 5.0 \text{ m/s}$ , 春季大风日数超过 60 d, 风蚀模数高达  $3000 \text{ t/km}^2$ 。

该区土壤以玄武岩、花岗岩及其他岩石风化而成的残积物、坡积体为主, 土壤类型为栗钙土, 形成于距今 6000~8000 年的全新世时期<sup>[5]</sup>。由于成土作用弱, 土层浅薄、粗骨贫瘠, 土层厚度一般 20~60 cm, 耕层含砾 13%~21%, 土壤全氮  $0.8 \sim 1.5 \text{ g/kg}$ , 有效磷  $1.5 \sim 6.0 \text{ mg/kg}$ 。此外, 该区域为坡状高原地貌, 由岗梁、旱滩、二阴滩、下湿滩和湖淖滩相间分布而成, 在长期的风水侵蚀下, 发育形成了岗梁沙质栗钙土与滩地壤质草甸

栗钙土两种不同质地以及水分、养分、温度特征不同的地貌单元, 成为微域植被多样性的地学基础。

在古代, 河北坝上地区为游牧民族栖息地, 以牧为主的生产方式一直持续至晚清时期。清末以来, 随着人口增长, 清政府在光绪 28 年颁布了“垦荒令”, 明令放垦塞北地区。自此, 汉人大批北进并对该区域进行了第一次大规模垦殖。解放后, 为满足日益增长的粮食需求, 坝上地区分别在 50、60、70 年代又进行了三次有组织、有计划的大规模垦殖活动<sup>[6]</sup>。到 20 世纪 70 年代末, 垦殖达到高峰, 全区种植业用地  $799 \text{ 万 hm}^2$ , 占土地总面积的 46.2%; 草地面积则从 20 世纪 50 年代的  $867 \text{ 万 hm}^2$  减少到  $513 \text{ 万 hm}^2$ 。由于长期盲目垦殖、频耕寡护, 土壤肥力和作物产量呈明显下降趋势。坝上四县(张北、康保、沽源、尚义)作物单产在 50 年代平均为  $649.5 \text{ kg/hm}^2$ , 70 年代则降为  $528.0 \text{ kg/hm}^2$ , 农田氮素年均耗亏  $2.1 \sim 2.7 \text{ kg/hm}^2$ 。

进入 20 世纪 80 年代后, 随着对区域资源环境及农牧生产特性认识的深入, 坝上地区全面禁止了开荒, 并依据农、林、牧关系, 提出了“保护性林业、自给性农业、商品性畜牧业”的发展战略。然而, 改革开放 20 多年的实践证明, 这种“农业自给、牧业创汇”的发展模式并没有取得太大的成功。至 2000 年, 坝上地区人均占有粮仅为全国平均水平的 80% 左右, 口粮不足一直是区域经济社会发展的瓶颈; 农民人均纯收入为全国人均收入的 60%, 许多农民生活在贫困线以下; 由于长时期农田的低投高耗和草地超载过牧, 致使农田沙化、草地“三化”日趋严重。

## 2 生态经济型农牧业发展模式

生态经济型农牧业发展模式是指以生态环境良性循环为前提, 以经济快速发展为目标, 农牧互依、集约持续型发展模式。坝上走生态经济型发展道路是区域资源环境与社会经济互作的必然结果。其一, 从区域生态环境讲, 长期的农田低投高耗、草场超载过牧已使耕地沙化、植被“逆行演替”, 加大生态建设力度是大势所趋, 众望所归; 其二, 从区域地理与地貌讲, 河北坝上高原处于内蒙古牧区向华北农区的过渡带, 而区域内波状起伏的

收稿日期: 2003-08-06 修订日期: 2003-11-25

基金项目: 国家重点基础研究发展规划项目(G2000018606); “十五”国家科技攻关计划项目(2001BA508B24)

作者简介: 孙新章(1975-), 男, 河北肥乡人, 博士生, 主要从事农业生态与区域农业发展研究。北京 中国科学院地理科学与资源研究所, 100101



地貌又使水土资源重新分配,具有植被多宜性,农牧各有地宜土宜基础;其三,从系统综合生产力讲,区域内建立以饲草饲料供应与粪肥资金反馈为基础的农牧结合、互依增效机制,是农业生产结构高级化的本质特征,而进一步建立坝上与周边地区之间农牧产品输出与人工辅助能输入的开放式农业结构,则是市场经济条件下,提高系统综合生产力的必由之路。在资源优化配置与比较经济效益规则作用下,坝上地区优势产业将在农牧之间交替、互补生长。由此,“农牧更迭 农牧兼业 农牧互依 集约持续”成为坝上农业发展的总体方向。而“农牧互依 集约持续”则是当前生态经济型农牧业发展战略的核心,其具体技术体系包括“乔灌成网、少耕留茬、高效集约、草畜一体”。

## 2.1 乔灌成网

乔灌成网,即在坝上地区具有一定网片林基础上,以乔灌结合方式进一步补植、完善,形成规范的林网生态防护框架体系。从坝上自然生态系统演替来看,该区顶极群落为干草草原植被,而非林地生态系统。通过在张北县小二台乡、郝家营乡调查,目前在梁地砂质栗钙土农田上的人工林(小叶杨)经 20 多年的生长,平均胸径仅为 8.3 cm,年均生物产量为 182.6 kg/hm<sup>2</sup>;滩地草甸栗钙土农田上的人工林平均胸径为 13.1 cm,年均生物产量为 619.5 kg/hm<sup>2</sup>,与草地、粮食作物相比,其生产力极低(表 1)。在坝上地区退耕还林只具有生态意义而难以形成经济林。另外,树木不仅耗水量大,而且显著减少附近地面径流量<sup>[8]</sup>,影响微域内水资源的重新分配。而事实上,也正是这种微域内水资源的重新分配,使低位滩地获得了更多的自然降水,为无客水水源的坝上地区发展灌溉农业提供了可能。所以,耗水量大又无经济意义的林地建设不应成为坝上及其同类型区的退耕主体。

表 1 砂质栗钙土与草甸栗钙土农田林、草、粮年生物产量比较

Table 1 Biomass of forest, grassland and crop in sandy and meadow chestnut brown soil kg/hm<sup>2</sup>

土壤类型	生物产量比较	林地	天然草地	人工草地	莜麦
砂质栗钙土	生物产量	182.6	645.0	2188.5	5078.4
	与林地比值	1.0	3.5	12.0	27.8
草甸栗钙土	生物产量	619.5	1473.6	3186.9	6382.0
	与林地比值	1.0	2.4	5.1	10.3
	草甸栗钙土/ 砂质栗钙土	3.4	2.3	1.6	1.3

## 2.2 少耕留茬

少耕留茬是指在坡梁农田实施少、免耕技术并辅以作物高留茬的保护性耕作。坝上地区有近 450 万 hm<sup>2</sup> 的坡梁地,约占总耕地面积的 65%。即使将全部坡梁地退耕还草,坝上人均耕地面积也仍可达全国人均耕地面积的 2 倍,这也正是坝上地区敢于提出“全面退耕还林还草”的基础。但事实并不那么简单。其一,坝上地区滩梁分布不均,有的村滩多梁少,有的村梁多滩少,部分村根本就没有滩地,全部是坡梁地,所以,坡梁地全部退耕不符合社会规律;其二,退耕补贴是一种扭曲性的利益

驱动,从不同作物在坡梁栗钙土农田的生物产量与经济效益比较来看,坡梁地全部退耕也不符合经济规律<sup>[9]</sup>;其三,改变现行农耕制度与作物栽培技术完全可以实现防沙型作物生产,“一退双还”不是坝上地区生态建设的唯一途径。据中国农业大学在丰宁县坝上的田间试验表明,采用免耕播种具有减少成本和保墒蓄水的作用,春小麦产量比传统耕作增产达 45.48%;免耕覆盖、免耕覆盖+耙和免耕无覆盖三种处理分别比传统翻耕减少风蚀量 73.75%、75.31% 和 14.17%,由秸秆覆盖和少、免耕相结合的保护性耕作可明显地减少农田土壤损失<sup>[10-12]</sup>。而在张北试验区田间观测表明,从 2000 年 4 月 25 日~5 月 25 日一个月间,传统翻耕农田的风蚀量达到 1150 t/km<sup>2</sup>,而同期垄作留茬风蚀量仅 550 t/km<sup>2</sup>,高留茬地块风蚀基本受到控制而表现出滞沙效应。少耕留茬技术是坝上地区防沙型作物种植制度的重要组成部分。

马铃薯是目前坡梁农田上经济效益最高和种植面积较大的作物,但马铃薯的收获特点使少耕留茬技术难以实施。因此,若能通过作物种类引进替代坡梁地上的马铃薯种植,该问题就可解决。在张北试验区进行的作物引种试验表明,采用聚水集肥方式种植小南瓜是一种较为成功的方式。聚水带宽 1.5 m,高 0.3 m,种植带宽 0.5 m 并覆盖地膜。聚水带常年免耕,种植带在秋季收获后留茬,第二年播前耕翻施肥并加盖地膜。这种方式使种植带的南瓜可获得相当于近 1000 mm 降雨量水分,肥料可集中施用,通过地膜又可增加地温,而南瓜自身的稀植特性又没有浪费耕地。在 2002 年大旱情况下,聚水集肥的南瓜产量 14625 kg/hm<sup>2</sup>,产值 5850 元/hm<sup>2</sup>,而该年马铃薯的产值在 4500~5000 元/hm<sup>2</sup>。2003 年是丰水年份,预期产量和产值可比 2002 年提高 50% 左右,也将超过马铃薯的产值。

## 2.3 高效集约

高效集约是指在土壤质地与肥力均较好的滩地,集约利用有限的浅层地下水,发展高经济价值作物生产,使坝上地区农业生产纳入国内国际经济大循环。这也是区域生态经济型农牧发展战略中最具活力的组成部份。

依据降雨规律进行种植制度调整一直是旱农研究的一个重要方向。在上世纪 80 年代,“以肥调水”的成功曾认为是旱农研究的重大突破。然而,这种局限于农田的人工调控终因自然降水在时空分配的多变而收效甚微。自 90 年代中期以来,张北试验区尝试通过在低位滩地打井补水、种植高经济价值作物的方式来发展种植生产,却取得了意想不到的成功。坝上地区在年降雨只有 400 mm 左右又无客水水源的情况下发展灌溉农业,有其内在的科学依据。首先,坝上地区降雨集中,而稀疏的植被和坡状起伏的地貌使自然降水通过径流方式重新分配;其次,砂质栗钙土比草甸栗钙土渗漏性强,降水的地下渗漏虽降低了农田作物的水分生产潜力,但其潜水储运为发展灌溉农业提供了资源,这也正是坝上地区林地建设规模不宜过大的重要原因。

依据本区域夏季冷凉的气候特点,张北试验区从

1996 年开始在有限的水浇地上试种喜凉蔬菜并获得了成功。2000 年, 坝上喜凉蔬菜面积推广到 2 万  $\text{hm}^2$  并首次走出了国门, 这标志着坝上农业向产业化和国际化迈出了重要一步。喜凉蔬菜之所以能成为坝上农业迈向市场的突破口, 主要是因为它实现了对资源的集约高效利用。从对耕地资源利用来看, 喜凉蔬菜单位面积产值高达 25067 元/ $\text{hm}^2$  (图 1), 是区域传统高经济价值作物甜菜和马铃薯的 3.1 倍, 是传统粮油作物的 4.9~6.4 倍; 从对资金利用来看, 蔬菜产投比高达 4.5 元/元, 而其他作物仅为 1.6~2.7 元/元; 从对水资源利用来看, 蔬菜的水分利用效率高达 26.3 元/( $\text{mm} \cdot \text{hm}^2$ ), 而其他作物为 13.1~19.4 元/( $\text{mm} \cdot \text{hm}^2$ )。2002 年, 坝上地区蔬菜面积接近 2.67 万  $\text{hm}^2$ , 虽不足耕地总面积的 4%, 但其产值却超过了区域种植业总产值的 1/4。

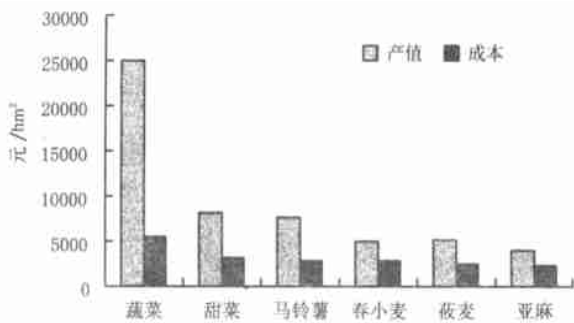


图 1 水浇地各种作物产值与成本

Fig. 1 Output value and cost of crops in irrigation farmland

当然, 坝上的水资源状况决定了不可能将全部滩地变为水浇地。但是试验结果表明, 在地下潜水位较高的滩地, 通过地膜旱作种植的大白菜、白萝卜产值达到水浇地的 65% 左右 (平水年), 而在丰水年份下接近水浇地产值, 这与坝上地区雨热同步有关。地膜旱作为喜凉蔬菜在没有灌溉条件地区的发展提供了技术支持。

#### 2.4 草畜一体

草畜一体是指对坡度较大或沙化严重的坡梁农田退耕种草, 对已明显退化的草滩进行人工改良, 同时, 舍饲圈养牲畜。草畜一体是坝上“一退双还”的根本目的。

坡梁地退耕可采用的措施是建立以多年生豆科牧草为主的人工草地或发展青刈莜麦。青刈莜麦实施高留茬, 改传统的秋耕为春季播种前耕翻或采取少、免耕。由于莜麦播期一般在 5 月 20 日前后, 发展青刈莜麦可将播期延迟至 6 月上旬, 春耕日期也可推迟至 5 月底, 而强沙尘天气主要发生在 3、4 月份, 进入 5 月以后, 风势日减, 此时耕翻不会导致沙尘暴。多年田间试验表明, 坡梁栗钙土农田人工草地 (紫花苜蓿) 的产草量 (风干重, 下同) 可达 2188.5  $\text{kg}/\text{hm}^2$ , 是自然植被生物产量的 3.4 倍 (表 1), 青刈莜麦的产草量可达 4062.7  $\text{kg}/\text{hm}^2$ , 是自然植被的 6.3 倍, 若再采用秸秆补氮碱化技术可使青刈莜麦的饲用价值与苜蓿相媲美<sup>[7]</sup>。苜蓿草地通过减少耕作次数, 青刈莜麦通过高留茬和推迟耕翻时期均有防沙化效果。

草场改良是将目前坝上地区已经出现退化、沙化、盐碱化的天然草场进行人工改良。由于这些草场分布在

下湿滩和湖淖滩, 地下水位浅, 土壤质地较好但存在盐碱, 因此可选用豆科与禾本科牧草混播的方式进行改良。田间试验表明, “油草混播” (油菜籽+ 苜蓿+ 老芒麦) 是一种较好的改良方式。采用一年生作物油菜籽与多年生豆科牧草杂花苜蓿、老芒麦混播, 种草当年除可生产 4000~6000  $\text{kg}/\text{hm}^2$  生物量外, 还可收获 466.5~541.5  $\text{kg}/\text{hm}^2$  油菜籽, 其产值足以补偿种草费用。多年平均产草量为 3186.9  $\text{kg}/\text{hm}^2$ , 是天然草地产草量的 2.2 倍。从多年产草量变化规律看, 草场改良一次有效期在 7~10 年左右。

对坝上牲畜生产状况的调查表明, 在完全圈养情况下, 奶牛、肉牛和小尾寒羊的饮食状况稳定, 细毛羊和绒山羊表现出厌食情绪, 但经过一个多月后细毛羊和绒山羊的厌食情绪开始缓解。根据这五种牲畜在圈养情况下的饮食特点、饲草利用率及由此导致的毛 (绒) 产量、母畜与仔畜增重, 估算出各畜种在圈养情况下的经济效益 (表 2)。结果表明, 在草畜一体生产情况下, 奶牛的经济效益最高, “青刈莜麦—奶牛” 一体生产的产值高达 4688.3 元/ $\text{hm}^2$ , 其次是肉牛和绒山羊, 小尾寒羊和细毛羊的效益较差。因此, 坝上地区草畜一体生产的畜种应首选奶牛, 其次是肉牛和绒山羊。另外, 针对坝上冬春饲草奇缺而毗邻华北农区大量玉米秸秆被焚烧的现实, 坝上地区也许可以尝试走“南秸北饲”的畜牧业发展模式。

表 2 草畜一体生产的产值结果

Table 2 Output value of integration of forage and animal  
元 ·  $\text{hm}^{-2}$

草地类型	细毛羊	肉牛	绒山羊	小尾寒羊	奶牛
梁地苜蓿	752.5	1040.1	946.3	824.5	2525.5
青刈莜麦	1396.9	1930.6	1749.2	1531.5	4688.3
改良草滩	1095.8	1514.6	1375.2	1204.7	3677.6

### 3 结论与讨论

从以上分析可以看出, 近百年来河北坝上地区的生态环境破坏严重, 但由于该区经济落后, 居民收入低, 因此, 该区的生态恢复必须与经济发展同步进行, 必须走以生态良性循环为前提, 经济快速发展为目标的生态经济型农牧发展之路。本文依据多年田间试验和生产调查结果, 提出了“乔灌成网、少耕留茬、高效集约、草畜一体”的技术体系, 即在田间以乔灌结合的方式建立防护林网, 用于防风固沙; 在坡梁旱作农田实施少耕留茬技术, 减少冬春地表裸露面积; 在质地与肥力较好的滩地充分利用可更新的浅层地下水发展灌溉农业, 种植高经济价值的喜凉蔬菜, 提高区域农民收入水平; 在沙化严重的坡梁农田和退化草滩建立以豆科牧草为主的人工草地或发展青刈莜麦, 同时舍饲圈养奶牛、肉牛和绒山羊, 实现草畜生产一体化。

目前, 学术界对北方农牧交错带的土地合理利用问题仍存有争议。有些学者认为, 该区应把生态建设放在首位, 大规模退耕还林还草, 同时实行牲畜舍饲圈养, 走以牧为主的发展模式; 但也有的学者认为, 当地居民大肆盲目垦殖的根本原因是迫于生存压力, 如果不先解决

粮食短缺、收入低等社会经济问题,片面的生态建设并不能取得成功。笔者认为,生态效益与经济效益本身相互矛盾,完全实现二者的统一是不可能的。在生态环境恶化而社会经济又十分落后的北方农牧交错地区,必须而且也只能走生态效益与经济效益兼顾的土地利用方式。本文基于河北坝上地区生态环境与社会经济状况所提出的土地利用模式,对其他农牧交错地区具有一定的参考意义,但并不具备普遍意义。各地应当依据其具体的资源环境条件确定生态效益与经济效益的最佳平衡点,进而确定最佳的农牧林比例关系。在主导产业建设上,无论是种植业还是养殖业,只要具备区域比较优势或产业比较优势,都可以作为本区的主导产业加以扶持,农牧交错带只应当重点发展牧业的思想是不科学的。

#### [参 考 文 献]

- [1] 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[J]. 应用生态学报, 2002, 13(11): 1503 - 1506
- [2] 海春兴, 付金生, 王学萌. 气候和人类活动对河北坝上丰宁县土壤风蚀沙化的影响[J]. 干旱区资源与环境, 2003, 17(1): 69- 76
- [3] 韩素卿. 河北坝上沙尘暴危害的环境经济思考[J]. 生态经济, 2001(12): 95- 96
- [4] 安淑萍, 郭树华. 河北省坝上地区退耕还林试点示范工程的背景及问题解析[J]. 林业经济, 2001(11): 45- 51
- [5] 刘良梧, 周建民, 刘多森. 半干旱农牧交错带栗钙土的发生与演变[J]. 土壤学报, 2000, 37(2): 174- 181
- [6] 张北县志编纂委员会. 张北县志[M]. 北京: 中国社会科学出版社, 1994
- [7] 刘树庆, 刘玉华, 张立峰. 高寒半干旱区农牧业持续发展理论与实践[M]. 北京: 气象出版社, 2001
- [8] 李文华. 森林对径流影响研究的回顾与展望[J]. 自然资源学报, 2001, 16(5): 398- 406
- [9] 孙新章, 张立峰, 张新民. 冀西北坝上高原退耕还草可行性探讨[J]. 耕作与栽培, 2001(3): 5- 8
- [10] 路 明. 我国沙尘暴发生成因及其防御策略[J]. 中国农业科学, 2002, 35(4): 440- 446
- [11] 臧 英, 高焕文, 周建忠. 保护性耕作对农田风蚀影响的试验研究[J]. 农业工程学报, 2003, 19(2): 56- 60
- [12] 赵 举, 郑大玮, 妥德宝, 等. 阴山北麓农牧交错带带状留茬间作轮作防风蚀技术研究[J]. 干旱地区农业研究, 2002, 20(2): 5- 9

## Land use pattern and technique characterized as eco-economic type in the ecotone between agriculture and animal husbandry of Bashang areas of Hebei Province

Sun Xinzhong<sup>1</sup>, Zhang Lifeng<sup>2</sup>, Zhang Ximin<sup>1</sup>, Cheng Shengkui<sup>1</sup>

(1. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China; 2. Hebei Agricultural University, Baoding 071001, China)

**Abstract** Bashang area of Hebei Province is located in ecotone between agriculture and animal husbandry of North China. Its ecological environment had been destroyed heavily in the last 100 years because of over-reclaiming and overgrazing in a long period; at the same time, its economic development is very urgent because of grain shortage and low farmer's income. Therefore the land use pattern of the region must follow a way to pay attention to both ecological benefits and economic profits. Aimed at these problems, this paper put forward a strategy of land use characterized as eco-economic type based on the field experimental results and agricultural household survey data in Zhangbei County. Its main contents are as follows: build a field protective net using arbors and shrubs; adopt less tillage and high crops' stubble in sandy chestnut brown soils; grow vegetables in meadow chestnut brown soils; integrate the production of forage and animals.

**Key words** ecotone between agriculture and animal husbandry; eco-economic type; land use