

怀来山盆系统优化生态-生产范式

赵云龙^{1,2}, 唐海萍³, 李新宇³, 张新时^{3,4}

(1. 中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所, 北京 100081; 2. 国家农业信息化工程技术研究中心, 北京 100089;
3. 北京师范大学资源学院, 北京 100875; 4. 中国科学院植物研究所, 北京 100093)

摘要: 山盆系统是由山地和盆地组合而成的一种典型地貌组合。以河北怀来县为例, 通过对区域生态经济系统的评价分析, 以及对系统产业结构调整 and 土地利用结构优化的探讨, 以生态环境恢复重建和农业可持续发展为目标, 构建了怀来山盆系统“山间盆地-低山丘陵-中山山地”生态-生产范式。怀来山盆范式的功能带包括 3“圈”5“带”: (1) 山间盆地: 官厅水库, 环库水源保护带, 河谷平原高效农业经济带; (2) 低山丘陵: 低山丘陵舍饲养畜和人工林(果园)灌草带; (3) 中山山地: 中山山地林灌草生态保育带。

关键词: 山盆系统, 优化生态-生产范式, 中国北方农牧交错带

文章编号: 1000-0933(2006) 12-4234-10 **中图分类号:** Q148, Q178 **文献标识码:** A

Optimized eco-productive paradigm for mountain-basin system in Huailai County, Hebei Province

ZHAO Yun-Long^{1,2}, TANG Hai-Ping³, LI Xin-Yu³, ZHANG Xin-Shi^{3,4} (1. National Engineering Research Center for Information Technology in Agriculture, Beijing 100089, China; 2. Institute of Agricultural Environment and Sustainable Development, Chinese Academy of Agriculture Sciences, Beijing 100081, China; 3. College of Resources & Technology Science, Beijing Normal University, Beijing 100875, China; 4. Institute of Botany, CAS, Beijing 100093, China). Acta Ecologica Sinica, 2006, 26(12): 4234 ~ 4243.

Abstract: The mountain-basin system (MBS) is composed of two subsystems, altitudinal belt of montane vegetation and cycles of horizontal vegetative belt in basin. Huailai MBS, Hebei Province lying in farming-pastoral zone of North China, is one of the typical MBS physiognomy. It was chosen as our case study area to establish an optimized eco-productive paradigm. In the hope of realizing ecological restoration and agriculture sustainable development, a “Intermontane basin-Low mountain and hill-Mid-mountain” eco-productive paradigm of Huailai MBS was established through the evaluation and analysis on the local eco-economic situation, the agricultural structure adjusting and optimized landuse structure. Huailai MBS contains three “circles”: intermontane basin, low mountain and hill, mid-mountain, including five functional belts, viz. Guanting Reservoir, protective belt surrounding reservoir, high efficient agri-economic belt in river valley plain, raising livestock in sty and artificial woods (fruit tree)-shrub-grass belt in low mountain and hill, and forest-shrub-grass ecological conservation belt in mid-mountain.

Key words: mountain-basin system; optimized eco-productive paradigm; farming-pastoral zone of North China

山盆系统是由山地植被垂直带系统和盆地的同心环形(地质-地貌)植被地带构成的, 因而是气候地带(climatic zone)和非气候(非地带性)的地体地带(edaphic zone)的复合体^[1]。山盆系统是由山地和盆地组合而

基金项目: 国家重点基础研究发展规划资助项目 (G2000018607)

收稿日期: 2005-10-17; **修订日期:** 2006-09-28

作者简介: 赵云龙(1976~), 男, 安徽天长人, 博士, 主要从事区域农业发展、水资源可持续利用研究. E-mail: zhaoylcn2004@yahoo.com.cn

Foundation item: This project was financially supported by NKBRSF of China (No. G2000018607)

Received date: 2005-10-17; **Accepted date:** 2006-09-28

Biography: ZHAO Yun-Long, Ph. D., mainly engaged in regional agriculture development and sustainable use of water resource. E-mail: zhaoylcn2004@yahoo.com.cn

成的一种典型地貌组合,它的地貌类型造成了它有别于其它地貌的盆地效应和雨影作用。目前,国内外针对这类系统的综合研究还比较少,如何实现这种地貌类型脆弱生态区的可持续发展是亟需解决的科学问题。

优化生态-生产范式最早由张新时在《草地的生态经济功能及其范式》一文中提出^[2]。它主要针对具体的区域,根据景观的有规律重复出现的复合体及其能流与物流运转途径,合理地配置土地利用类型与管理方式,以发挥其最大或最佳的生态功能、生产潜力与经济效益。目前国内研究提出的主要有鄂尔多斯高原沙地“三圈”范式、天山北部的“山地-绿洲-过渡带-荒漠”范式、黄土高原范式等^[1,3~5]。上述研究,主要从区域自然生态特征(地形地貌、植被的地带性分布等)的相似性和差异性出发,配置功能带,在兼顾生态和生产功能的基础上,提出不同区域的优化生态-生产范式。从方法上而言,主要考虑到不同区域一系列生物地球化学循环、生物地球物理过程和生物地球社会经济关系,以各区的自然生态背景分析为主,定性探讨了区域生态-生产可持续发展的原则和方向。本文以怀来盆地为例,生态系统管理与社会经济系统管理相协调,定性与定量分析相结合,基于对怀来山盆系统现状持续性分析、生态环境和社会经济特征剖析、系统功能定位、区域农业产业结构调整以及土地利用格局优化等方面的探讨,结合前人已有的研究成果^[4,5],提出怀来山盆系统“山间盆地-低山丘陵-中山山地”生态-生产范式。以范式来指导区域生态环境重建和农业生产发展,从而推进区域可持续发展,并供其它相同地貌类型区借鉴。

1 区域概况

怀来县地处河北省张家口市东南部,毗邻首都北京,位于北京西北约 120 多 km 处。其地理位置在东经 115°16'48"~115°58'0",北纬 40°04'10"~40°35'21"。怀来县总面积 1801.08 km²;年平均降水量 391.3 mm,主要集中在 6~8 月份,占全年降雨量的 70%;年平均温度为 9.3℃;年辐射总量为 5883.7 MJ/m²,全年平均日照时数为 3057.7 h。官厅水库置于县中部,境内南北群山起伏,山势北高南低,中间为自然盆地,形成独特的“V”字形山地盆地结构。怀来盆地处于我国 400 mm 等雨线区域的东部边缘,属于森林草原带,主要植被类型有森林和灌草丛。多年来,由于人类活动频繁影响,自然植被遭到严重破坏,除深山地区植被较好外,其它地区原生植被所剩无几,平原丘陵地带尤甚,取而代之的是人工植被和灌草丛。

2 怀来山盆系统现状评价与分析

运用生态足迹模型对 2001 年怀来山盆系统的可持续性进行定量分析,结果表明:怀来县生物资源利用率比较低,人均生态足迹的供需结构具有明显的不对称性,2001 年怀来县的人均生态足迹需求为 1.4990 hm²/人,而其当年人均生态足迹供给仅为 0.7745 hm²/人,人均生态赤字达 0.7245 hm²/人^[6]。人类对区域生态经济系统的影响已经远远超出其生态承载能力,系统发展不可持续。通过对系统生态环境和社会经济特征的分析,对系统存在的问题进行甄别。

系统面临的生态环境问题:(1)自然生态系统退化严重。全县风蚀面积达 910 km²,水土流失面积达 1115 km²,每年有 2.9×10⁹ kg 泥沙注入官厅水库,是水力侵蚀和风力侵蚀交替和混合发生的区域^[7]。(2)土壤和水资源均难以满足农业高产的需求。土壤贫瘠,表现为缺磷少氮、有机质低、钾够用、微量元素不足;可用水资源难以满足土地利用现状需求。(3)居民点和工交用地绝大部分位于西部河谷平原,人类活动对生态环境扰动强烈。此外,裸地虽然数量有限,但分布集中,且具备一定规模,不及时治理,易引起沙丘扩张、水土流失加剧。

系统面临的社会经济问题:(1)经济发展水平相对滞后。二三产业已成为怀来地区生产总值构成的主导方面,但第三产业发展缓慢。(2)产业结构单一,土地利用方式不合理。目前农业形成规模的只有葡萄产业,但葡萄园多分布于河川沙地,冬春季节地表裸露,而冬春季节正是怀来县风季,缺乏地表覆盖的葡萄园在春季解冻后极易受风力影响就地起沙。(3)区内经济发展极不平衡,乡镇之间差别明显。全县人口和聚落主要集中于官厅水库周边以及河道两侧的河谷平原,人类活动对河谷平原的影响远远高于低山丘陵及中山山地。随着社会经济的发展,这些人口密度、经济密度较高地区的集聚效应将更加明显。(4)农业生产面临的其它问题。如农村新技术的普及程度和农户掌握程度不足,乡村农技推广体系近乎瘫痪;传统的种植业生产比较效益低下;葡萄和其它果品销路不畅;舍饲圈养缺乏充足的饲草料等。

3 怀来山盆系统的产业结构调整与土地利用结构优化

3.1 系统产业结构调整

3.1.1 系统产业结构变化与现状 怀来县 2001 年国内生产总值(当年价)构成中一、二、三产业的比例是 1 2.63 3.22,第三产业对国内生产总值的贡献已经跃居首位。产业结构比例变动显示,自 1986 年以来,怀来县产业结构处于升级换代期,1999 年是其转折点,初步实现了产业结构由“231”向“321”的转变(图 1a)。

从农业总产值(当年价)内部构成来看,2001 年种植业、林业、牧业、渔业分别占农业总产值的 62.30%、2.83%、31.22%和 3.62%,种植业和畜牧业是怀来县农业生产的主体(图 1b)。从 1981~2001 年,种植业总产值占农业总产值比重下降了近 20%;而畜牧业总产值则上升了近 16%;林业和渔业比重较小,其变化对农业总产值影响不明显。

从种植业结构看,2001 年粮食作物、经济作物、蔬菜和瓜类播种面积占种植业总面积的比例分别为 82.5%、6.7%和 10.8%。近 20a,种植业生产总面积下降了近 30%。其中,粮食作物播种面积占种植业总面积比重在 80%左右徘徊,而经济作物呈直线下降趋势。在种植业生产面积下降的同时,果园面积大幅度增加,由 1981 年的 8630.3 hm^2 增加到 2001 年的 32051 hm^2 ,增长了 2.7 倍。其中,苹果所占比例最高,占果园面积的 37.6%;葡萄初具规模,占果园面积的 20%左右(图 1c,d)。

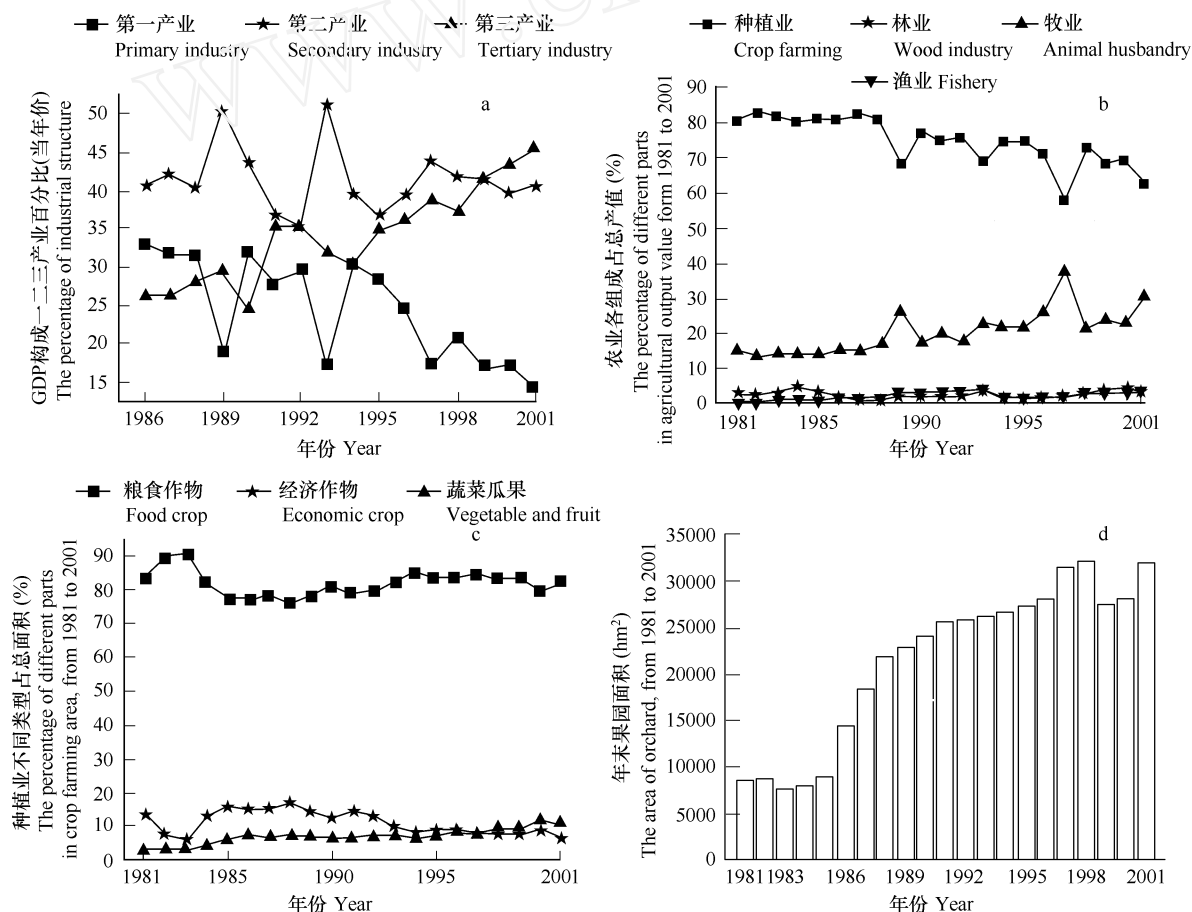


图1 怀来县产业结构变化分析

Fig. 1 Analysis of industry structure in Huailai County

(a) 怀来县 GDP 构成中一二三产业百分比(当年价) The percentage of industrial structure in Huailai country; (b) 怀来县 1981~2001 年农业各组成占总产值百分比 The percentage of different parts in agricultural output value, from 1981 to 2001; (c) 怀来县 1981~2001 年种植业不同类型占总面积百分比 The percentage of different parts in crop farming area, from 1981 to 2001; (d) 怀来县 1981~2001 年果园面积动态 The area of orchard in Huailai country, from 1981 to 2001

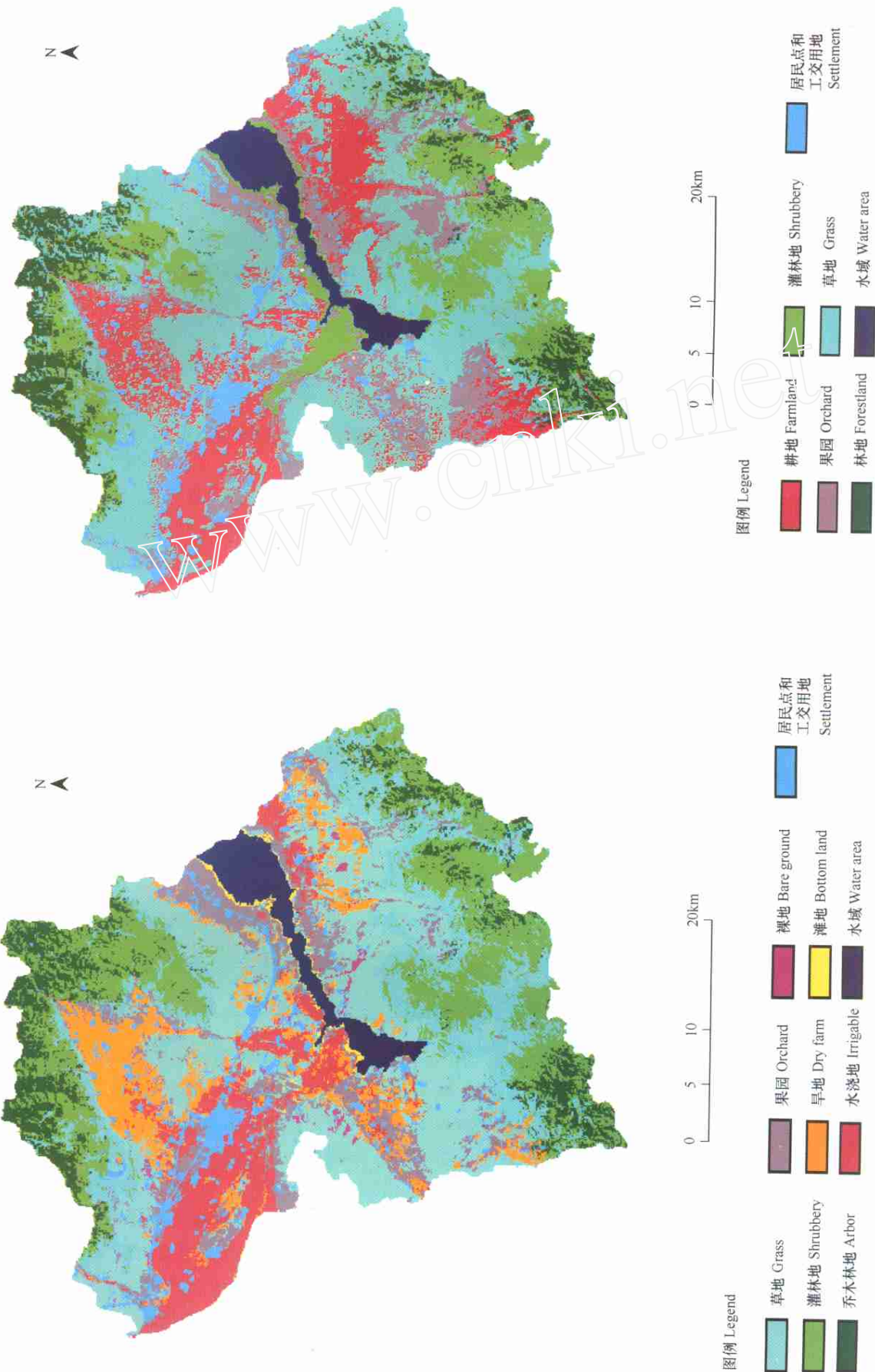


图 2 怀来县 2000 年土地利用景观分类

Fig. 2 Classification of landuse landscape of Huailai County in 2000

图 3 怀来山盆系统土地利用优化格局

Fig. 3 Optimized pattern of landuse of Huailai Mount-Basin system

从畜牧业来看,2001 年怀来县畜牧业产值为 10972 万元,占农业总产值的 27.6 %。其畜牧业生产主要是猪、羊和家禽。全县可用草场面积 43333 hm²,约占全县总面积的 1/4,但目前草场退化严重。在畜牧业由放牧向舍饲转变的过程中,如何发挥其地缘和资源优势,在促进草地生态系统恢复的同时,进一步推动畜牧业的发展是当前面临的紧迫问题。

3.1.2 系统产业结构调整方向 基于系统的区位特点和资源优势,怀来盆地的功能主要体现在生态、经济和社会等 3 个方面:(1) 其生态功能为水源涵养、水土保持、水源净化、防风固沙。如中山山地的乔灌林地具有良好的水源涵养和水土保持功能,低山丘陵的灌林地和荒草地、河谷平原的农田防护林网和公路防护林具有水土保持与防风固沙的功能。(2) 经济功能为农产品生产与生态旅游。在农产品生产方面,不仅为区内提供丰富的农牧产品,也可以作为西部牧区饲草料基地,为其提供人工饲草料,抑或作为西部牧区架子畜的育肥基地,为东部农区提供牧产品。同时,利用其毗邻京津地区的优势,可以发展形式丰富多样的生态旅游业。(3) 社会功能是作为区内人类经济活动和娱乐活动的载体。

在系统功能定位的基础上,结合系统存在的问题,提出怀来农业产业结构调整的方向:突出葡萄、畜牧、果品、蔬菜四大产业,大力推进以沙生中药材为主的特有植物的生产经营、以绿色无公害产品为主的蔬菜设施种植、以葡萄为代表的地方特色系列果品生产经营、以舍饲养畜为主的畜产品生产经营以及具有区域特色的生态旅游业等生态产业建设和发展。

3.2 系统土地利用结构优化

3.2.1 系统土地利用格局现状分析 图 2 为基于 2000 年 7 月 Landsat-TM 遥感影像解译的土地利用景观分类图,由图 2 及表 1 可知,怀来县现阶段的土地利用类型以草地为主,占幅员面积的 36.07 %;其次是灌林地和耕地(包括水浇地、旱地),分别占幅员面积的 18.16 %和 17.89 %;其它土地利用类型有果园、乔木林地、居民点和工交用地、水域、裸地、滩地,占幅员面积百分比分别为 10.00 %、7.85 %、5.04 %、3.92 %、0.56 %和 0.51 %。

表 1 怀来县 2000 年土地利用景观结构及其特征

Table 1 Structure and character of landuse landscape of Huailai County in 2000					
景观类型 The type of landscape	面积(km ²) Area	占总面积 % Percentage of total area	斑块数(个) Number of patches	斑块平均面积(km ² /个) Average of patches area	斑块平均周长(m) Average of patches perimeter
乔木林地 Arbor	139.03	7.85	938	0.15	1473.49
灌林地 Shrubbery	321.60	18.16	2184	0.15	1664.49
草地 Grass	638.95	36.07	1500	0.43	2285.95
果园 Orchard	177.06	10.00	1057	0.17	1638.59
旱地 Dry farm	148.57	8.39	830	0.18	1520.62
水浇地 Irrigable land	168.22	9.50	393	0.43	1697.81
裸地 Bare ground	9.95	0.56	119	0.08	1211.29
滩地 Bottom land	8.96	0.51	84	0.11	1857.34
水域 Water area	69.50	3.92	3	23.17	31759.43
居民点和工交用地 Settlement	89.34	5.04	813	0.11	1282.99

土地利用景观分类图与怀来县地貌类型图的叠加结果,可以反映不同地貌类型的土地利用状况(表 2)。怀来县土地利用类型垂直分异明显。随着地形地貌变化,其土地利用类型由河谷平原坡度平缓的水浇地、果园逐渐过渡到低山丘陵的坡耕旱地、果园和以灌木及荒草地为主要利用方式的荒山草坡;随着海拔增加,进一步过渡到中山山地的灌林地及乔木林地。耕地和果园主要集中分布在海拔 600 m 以下的河谷平原,在海拔 600 ~ 1000 m 的低山丘陵,水库南岸有耕地零星分布,而在北岸,分布着成片的旱地,同时,存在少量较为集中的果园;草地主要分布于低山丘陵以及中山山地和低山丘陵过渡区域;乔木林地集中分布在海拔 1000 m 以上的南北中山山地;裸地、沙地主要分布于低山丘陵,毗邻耕地。居民点和工交用地以及对交通运输条件要求较好的农业用地类型(如果园)主要分布在河谷平原,而且离县城越近,这类用地类型越趋于集中。

3.2.2 系统土地利用格局优化 农业产业结构的调整与区域土地资源的优化配置相辅相成。土地资源优化

为产业结构的调整提供了基础,产业结构调整则为土地资源的优化配置指明了方向。怀来县土地利用/覆盖类型主要有乔木林地、灌木林地、草地、水浇地、旱地、果园、裸地、水域、居民点及工交用地等。这里主要考虑乔木林地、灌木林地、草地、耕地和果园等 5 种类型。以生态系统服务价值最大和经济产出最大为目标,运用多目标线性规划模型优化区域土地利用结构。

表 2 怀来县 2000 年不同地貌类型区景观结构

景观类型 The type of landscape	山间盆地 Intermontane basin			低山丘陵 Low mountain and hill			中山山地 Mid-mountain		
	斑块数(个)	面积	占总面积 %	斑块数(个)	面积	占总面积 %	斑块数(个)	面积	占总面积 %
	Number of patches	(km ²) Area	Percentage of total area	Number of patches	(km ²) Area	Percentage of total area	Number of patches	(km ²) Area	Percentage of total area
乔木林地 Arbor	3	0.09	0.01	159	14.20	2.10	407	122.77	27.90
灌木林地 Shrubbery	42	2.38	0.37	617	87.81	13.01	1142	229.10	52.07
草地 Grass	328	147.06	22.64	502	415.38	61.54	361	76.64	17.42
果园 Orchard	361	124.27	19.13	294	47.39	7.02	61	4.97	1.13
旱地 Dry farm	382	63.44	9.76	172	80.80	11.97	23	3.80	0.86
水浇地 Irrigable land	206	160.30	24.67	56	8.02	1.19	1	0.02	0.00
裸地 Bare ground	61	7.97	1.23	21	1.71	0.25	1	0.02	0.01
滩地 Bottom land	50	8.81	1.36	—	—	—	—	—	—
水域 Water area	2	69.54	10.70	—	—	—	—	—	—
居民点和工交用地 Settlement	268	65.84	10.13	194	19.69	2.92	42	2.66	0.61

线性多目标规划模型可以描写为如下形式：

$$\max(\min) Z = AX \tag{1}$$

$$BX = b \tag{2}$$

式中, $X = (X_1, X_2, X_3, \dots, X_n)^T$ 为规划决策变量向量, n 为决策变量个数; A 为 $k \times n$ 矩阵, k 为目标函数的个数; B 为 $m \times n$ 矩阵, m 为约束方程的个数; b 为 m 维的向量。

本研究主要考虑两个目标:一是生态目标,生态系统服务价值最大(3 式);二是经济目标,经济产出最大(4 式)。

$$\max Z_{esv} = \sum_{i=1}^5 esv_i \times X_i \tag{3}$$

式中, esv_i 为不同土地利用类型单位面积每年生态系统服务价值量, X_i 为不同土地利用类型面积, $i = 1, 2, 3, 4, 5$ 。

$$\max Z_{out} = \sum_{i=1}^5 pv_i \times X_i \tag{4}$$

式中, pv_i 为不同土地利用类型单位面积产值, X_i 同上。

结合具体约束条件,运用效用最优模型求解。优化后,乔木林地、灌木林地、草地、耕地、果园及其它类型土地利用/覆盖面积所占比例分别为 7.84 %、16.88 %、37.05 %、17.25 %、12.00 %、8.98 % (表 3)。与现状相比,怀来盆地生态系统服务价值由 2.921×10^8 元/(km²·a) 上升到 2.975×10^8 元/(km²·a),增加了 5.4×10^6 元/(km²·a);土地总产出由 3.040×10^8 元上升到 3.320×10^8 元,增加了 9.21 %;人均生态足迹供给由 0.7074 hm² 增加到 0.7324 hm²,增长了 3.53 %;需水量由 5.066×10^8 m³ 减少到 4.591×10^8 m³,减少了 9.4 % (表 4)。生态系统服务价值、土地总产出以及人均生态足迹供给的增加,主要来自果园面积上升 2 个百分点的贡献。

土地利用结构的多目标优化,仅仅实现了土地利用类型在数量上的调整。在土地利用结构优化的基础上,借助遥感和 GIS 手段,建立土地利用空间分配模型,可以进一步实现土地利用空间布局的优化。

土地利用优化结构空间分配的原则:(1) 适宜性原则。耕地、果园和乔木林地适宜土地参考各农业生态经济区最大可能分布面积;水域、居民点和工交用地保持现状;灌木林地除沙地和裸地外均可分布;草地分布没有限制。(2) 最优性原则。在适宜性分析和土地利用现状基础上,以多目标优化结果为分配目标,以土壤、坡度、

水分为约束条件,对各土地利用/覆盖类型进行空间分配,使得“地尽其用,水尽其力”。

表 3 怀来盆地土地利用结构优化结果

Table 3 The optimization result of landuse structure of Huailai Basin						
土地类型 Type of landuse		乔木林地 Arbor forest	灌林地 Shrubbery	草地 Grass	耕地 Farm	其它类型 Other types
面积百分比 (%)	优化后 After optimized	7.84	16.88	37.05	17.25	8.98
The percentage of area	现状 Status in quo	7.84	18.14	36.08	17.89	10.05

土地利用结构优化基于 2000 年 Landsat-TM 遥感影像解译的土地利用景观分类图 The optimization of landuse structure was based on the landscape map derived from remote sensing Landsat-TM images

基于怀来县 DEM、坡度、坡向、降水、土壤类型、2000 年土地利用现状等地学信息图谱(所有数据都被重采样为 30 m ×30 m 栅格大小的 GRID),运用 C 语言依据上述原则编程,实现土地利用优化结构的 空间分配(图 3)。耕地主要分布在西部河川平原、水库南岸河川阶地及北部的低山丘陵区;果园主要分布在河道和水库两岸以及南部和东南部部分低山丘陵区;乔木林地主要分布在南北两山海拔较高的中山山地,灌林地在中山山地和水库周边有着较为广泛的分布。

与 2000 年土地利用现状相比,耕地、灌林地和果园的分布有明显变化。现有耕地主要分布在河谷平原西部以及北部低山丘陵,优化后,这两个区域的耕地面积都有较大幅度减少,而官厅水库南岸的河谷平原出现了成片分布的耕地。发生变化的现有耕地主要转变为灌林地和草地。水库周边的河谷平原是现有果园的主要分布区。优化后,水库北岸河谷平原的果园面积有较大幅度减少,西南部、南部和北部的低山丘陵,果园面积较大,且集中连片分布。当然,优化结果只是一种理论上的探讨,考虑到当地的可接受程度及土地的现实归属问题,实际操作会有相当难度,但可作为今后的发展方向。

4 怀来山盆系统生态-生产范式体系构建

怀来山盆系统“山间盆地-低山丘陵-中山山地”生态-生产范式以山盆系统地形地貌的垂直性分异为基础,以系统内部及其与外部关联的生物地球化学循环、生物地球物理过程和生物地球社会经济关系为驱动因素,以生态环境恢复重建和农业可持续发展为目标,优化配置区域土地利用格局、调整产业结构。其核心是从生态功能和经济效益两方面综合进行优化的功能带配置,以生态功能为主。怀来山盆范式的功能带包括 3“圈”5“带”(图 4,表 5):(1)山间盆地:官厅水库,环库水源保护带,河谷平原高效农业经济带;(2)低山丘陵:低山丘陵舍饲养畜和人工林(果园)灌草带;(3)中山山地:中山山地林灌草生态保育带。

4.1 官厅水库

官厅水库位于怀来盆地的中部,怀来县境内面积 69.50 km²,约占全县幅员面积的 3.9%。官厅水库是首都北京的重要水源地之一,承担着为北京地区提供工农业及城市生活用水的功能,这种特殊的地理区位,使怀来盆地的环境状况与首都北京的生态安全密切相关。同时,官厅水库还有渔业生产、排洪泄洪、吸纳三废以及作为水体旅游项目载体等功能。本区面临的主要问题有以下 3 点^[8,9]:(1)有机污染、富营养化;(2)水库淤积;(3)水库来水量逐年减少。减少水库淤积、提高水质及增加来水量是官厅水库生态环境建设的关键,其途径主要有:(1)采取积极的清淤措施;(2)库区生态防护林建设;(3)治理废水,制订地方性的污水排放标准;(4)推广

表 4 怀来盆地土地利用结构优化前后生态经济特征

Table 4 The eco-economic characters of status quo and optimization of landuse structure of Huailai Basin

类型 Type	特征指标 Index property			
	生态系统服务价值 (10 ⁸ 元/ (km ² a)) Service value of ecosystem	土地总产出 (10 ⁸ 元) Total output of land	需水量 (10 ⁸ m ³) Water requirement	人均生态空间供给 (hm ² /人) Accommodation of ecosystem space/per capita
土地利用现状 Status in quo	2.921	3.040	5.066	0.7074
土地利用优化 The optimization of landuse	2.975	3.320	4.591	0.7340

需水量不包括其它土地利用/覆盖类型耗水;人均生态空间供给的计算基于 2000 年 Landsat-TM 遥感影像解译的土地利用景观分类图 “Water requirement” did not include water requirement of the landuse type in “other types”;The “accommodation of ecosystem space/per capita” was based on the landscape map derived from remote sensing Landsat-TM images

节水技术、节水工艺,提高水资源利用效率,减少上游地区水资源消耗量。本区的生态经济发展方向为渔业生产及水体生态旅游开发。

4.2 环库水源保护带

官厅水库库区周围土质大部分为沙质土壤,团粒结构差,加之夏秋季降雨集中,土壤不能及时吸收渗透,造成径流冲刷地表。同时,由于库区淤积,库水顶托作用,地下水埋深较浅,经过冻融循环,土质变得疏松,经风浪冲刷,易造成坍塌。据 1999 年调查,周边塌岸长度 37.96 km,坍塌土地面积达 233 hm²^[8]。本区目前主要土地利用类型是荒草地、滩地、果园。设立环库水源保护带的目的是通过建设人工林灌草带来保护水源。初步考虑在水库周围建立 200 m 宽的环库水源保护带,同时,考虑到水库周边有部分山地,在坡度 > 10° 的地段,环库带宽度设为 400 m。环库水源保护带位于水体向河谷平原过渡区域,面积 21.56 km²,约占全县幅员面积的 1.2%。本区的土壤主要为草甸土、草甸褐土、碳酸盐褐土。生态建设的重点是林灌草种的选择与配置比例以及林带的宽度和方向。本区中,水库西南部分毗邻低山丘陵,可以考虑采用水平沟、鱼鳞坑等形式植树种草;在地形平缓的河谷平原,可以考虑种植果树及人工牧草。

4.3 河谷平原高效农业经济带

河谷平原是人类经济活动的主要区域,面积 559.77 km²,约占全县幅员面积的 31.6%。本区是怀来县的主要农业产区,其土壤主要为碳酸盐褐土,在西北部还有草甸土、草甸灌淤土和潜育型水稻土等宜耕高产土壤。目前土地利用类型主要有耕地、果园、荒草地、居民点和工交用地。本区是高效农业经济带,主要功能是提供丰富的农牧产品,并作为人类其它经济活动主要场所。当前农业生产中的主要问题:(1)土地利用方式不合理,主要土地利用类型——耕地、果园冬春地表裸露,自然生态系统退化严重;(2)产业结构单一,种植业所占比重过大且结构不合理,畜牧业生产亟待提高;(3)传统的种植业生产比较效益低下;(4)水资源供需矛盾突出。

本带农业结构调整的主要目标是发展优质、高效、集约管理且合理配置的农、林、牧、加复合系统,系统运行的关键是不断提高资源利用效率,把传统的、依赖资源净消耗线性增加的发展模式,转变为依靠生态型资源循环的发展模式。

4.3.1 农业子系统生态建设 农业子系统在保证粮食安全的同时,提供了丰富的粮、油、果、蔬等农副产品,其主要模式包括粮/果、粮/蔬、果/草、果/蔬间作模式及粮/蔬、粮/草轮作模式等。生态建设的重点为:(1)保证基本农田;(2)推广设施栽培、立体多熟种植等高效农业模式;(3)推广免耕留茬、果园保护性覆盖等防风蚀措施;(4)建设绿色无公害农产品基地;(5)筛选优良适宜的作物、果树与葡萄品种;(6)粮油果菜等配置与比例。表 4 给出的土地利用优化格局中,耕地和果园约占河谷平原总面积的 51%,耕地(包括粮食用地和经济作物及蔬菜用地)和果园面积的比例关系约为 5:2。

4.3.2 林业子系统生态建设 林业子系统在为人类提供木材等产品的同时,也为整个生态系统提供了天然的生态屏障,对整个生态系统的稳定起着决定性的作用。河谷平原林业子系统建设的重点是农田防护林网和公路防护林建设。需要考虑以下关键问题:(1)林带的方向。怀来县冬春季节盛行西北风,林网的主林带应与西北风垂直,为东北-西南向。副林带与主林带垂直,形成林网。(2)林带的结构:为保护农田、果园、葡萄园以及防风固沙,采用紧密结构型,乔灌草相结合的立体防护体系。(3)树种的选择:为了尽快遏制怀来县的起沙扬尘,生长快、林冠大的树种为首选树种。乔木可以考虑毛白杨、旱柳,灌木可选择沙棘和紫穗槐。这两种灌木都很耐旱,生长较为迅速,对风沙都有明显的抑制作用。同时,沙棘的果实还是营养元素十分丰富的饮料加工原料。

4.3.3 牧业子系统生态建设 牧业子系统是整个产业结构的重要环节,不仅促进生态系统中的物质循环和能量流动,还为农业子系统提供充足的有机肥,同时生产动物蛋白。牧业子系统生态建设的重点是发展舍饲畜牧业。表 4 给出的土地利用优化格局中,草地面积约占河谷平原总面积的 30%,受人类活动影响,这部分草地退化严重,保护退化草地,促进草地生态系统的恢复是本区牧业子系统建设的一个关键方面;此外,在保

证基本农田的基础上,辟出部分耕地发展人工草地是河谷平原牧业子系统建设的另一个关键方面。

表5 怀来山盆系统优化生态-生产范式体系概略

Table 5 The system outline of the optimized eco-productive paradigm for Huailai Mountain Basin system					
	山间盆地 Intermontane basin			低山丘陵 Low mountain and hill	中山山地 Mid-mountain
	官厅水库 Guanting Reservoir	环库带 Belt surrounding reservoir	河谷平原 River valley plain		
面积 (km ²) Area	69.50	21.56	559.77	677.60	441.17
占幅员面积 (%) Percentage of total area	3.9	1.2	31.6	38.3	24.9
主要土壤类型 Mainly soil type	—	草甸土、草甸褐土、 碳酸盐褐土 Meadow soil , meadow cinnamon soil , carbon cinnamon soil	碳酸盐褐土、草甸 土、草甸灌淤土、潜 育型水稻土 Carbon cinnamon soil , meadow soil ,Meadow cumulated irrigated soils , Gley paddy soils	碳酸盐褐土 Carbon cinnamon soil	棕壤、淋溶褐土、残坡 积物碳酸盐褐土 Brown earths , leached cin- namon soil , carbon cinnamon soil of slope deposit
主要土地利用类型 Main land use	水体 Water area	荒草地、滩地、果园 Barren grass , bottom land , orchard	耕地、果园、荒草地、 居民点和工交用地 Farm orchard , settlement	草地、耕地 Grass , farm	林地、灌林地、草地 Wood land , shrubbery , grass
功能 Functions	北京市备用水源地; 渔业生产;水体旅游 项目载体;排洪泄洪; 吸纳三废 Beijing's spare water source , water tourism attraction , drain floods , absorb wastes	水库防护 Defending reservoir against erosion	提供丰富的农牧产 品,并作为人类其它 经济活动主要场所 Highly efficient economy	水土保持、饲草料加 工和舍饲育肥基地 Water and soil conservation , forage , grass processing , raising livestock in sty	水源涵养、水土保持 Water and soil conservation
主要问题 Main issues	有机污染、富营养 化;水库淤积;来水 量减少 Water eutrophication	水土流失 Water and soil loss	土地利用低效,耕地 冬春裸露起沙,肥力 低 Low efficient land use , sand drift from bare farmland in the winter and spring , poor fertility	广种薄收、土壤沙化 严重 Extensive cultivation with low harvest , land desertification	森林破坏严重,地表植 被覆盖率低;水土流失 Severe forest destruction , low vegetation coverage , water and soil loss
发展模式 Modes	渔业生产、水体生态 旅游业 Purifying water , tourism on the water	人工林灌草带建设 Tree-shrub-grass ecological shelter belt	优质、高效、集约管 理且合理配置的农 林牧加复合系统 Basic farmland , medicinal herb , cash crops-grain crops (forage) , grass and crop rotation	舍饲畜牧业;人工草 场建设及退化草地 的生态恢复与重建 Convert farmland for forestry and pasture (include artificial grassland)	植树种草,恢复松栎 林、灌丛和草的覆盖 Trees and grasses planting , recovering pine and oak forest , with shrub and grass
关键 Key points	清淤、提高水质及来 水量 Reduce the alluvium materials and improve water quality	林灌草种的选择与 配置比例及林带的 宽度和方向 Width and direction of forest belts	提高资源利用效率, 发展生态产业 Selection of adaptive and high quality breeding variety , assembly and proportion of all kinds of land use pattern	林草品种的选择;集 水、节水灌溉等集约 化高效技术推广 Breed variety selection of trees and grass , intensive and highly efficient technologies of catchment , water saving etc.	生态公益林;适宜的植 物种类和林灌草的配 置比例 Appropriate plant species and assembly ratio of tree-shrub-grass

4.3.4 加工业子系统生态建设 加工业子系统使农林牧产品得到加工转化,能极大地提高农林牧产品的附加值,有利于农产品在市场中的销售,使农民能做到增产增收,整个复合生态系统持续、高效、协调发展,进入生态与经济的良性循环^[9]。加工子系统建设的重点是龙头企业的引入与扶持,龙头企业发展的好坏直接关系到“公司+基地+农户”农业产业化模式的实施效果。目前,怀来县葡萄产业化体系基本形成,在有效推进葡

萄产业化体系发展的同时,引进和培育养殖、蔬菜、果品等其它优势产业的龙头企业,是加工业子系统今后发展的主要内容。

4.4 低山丘陵舍饲养畜和人工林(果园)灌草带

低山丘陵是怀来山盆系统分布最广的地貌类型,面积 677.60 km²,约占全县幅员面积的 38.3%。本区的主要土壤类型是碳酸盐褐土,其中北部丘陵主要是黄土母质碳酸盐褐土和壤质洪冲积物碳酸盐褐土,可用作旱地;南部丘陵主要是残坡积物碳酸盐褐土,这部分土壤大部分是坡度 25°以上的坡地,不适宜农业耕作,利用的重点是林牧业发展。本区目前主要土地利用/覆盖类型是草地,北部丘陵区存在部分耕地。其优化格局中,草地占幅员的 55.38%,耕地、果园、灌林地分别占 15.54%、12.75%和 11.15%。本区的生态功能为水土保持,生产功能为果品生产、饲草料加工和舍饲育肥基地。农业发展的主要问题是广种薄收、土壤沙化严重。舍饲畜牧业是区域农业产业发展的方向,人工草场的发展则是舍饲畜牧业发展的保障。在土壤退化严重的耕地种植豆科或者禾本科牧草,一方面可以提供饲草料,另一方面可以培肥土壤。本区生态建设的重点是退化草地的生态恢复与重建及人工草场建设。林草品种的选择以及集水、节水灌溉等集约化高效技术是本区生态建设的关键。

4.5 中山山地林灌草生态保育带

中山山地位于怀来盆地的南北两端,面积 441.17 km²,约占全县幅员面积的 24.9%。本区土壤类型主要有棕壤、淋溶褐土和残坡积物碳酸盐褐土,土壤肥力水平较高,目前主要土地利用/覆盖类型是林地、灌林地和草地。其优化格局中,林灌草分别占幅员面积的 28.36%、38.78%和 27.04%。本区的生态功能为水源涵养和水土保持。当前面临的主要问题:(1)森林破坏严重,地表植被覆盖率低;(2)水土流失。区域发展的方向是植树种草,恢复松栎林、灌丛和草的覆盖。其中适宜的植物种类和林灌草的配置比例是林灌生态保育带综合建设的重点,而生态公益林建设是本区建设的关键。

References:

- [1] Zhang X S. Ecological Restoration and Sustainable Agricultural Paradigm of Mountain-Oasis-Ecotone-Desert System in the North of the Tianshan Mountains. *Acta Botanica Sinica*, 2001, 43(12): 1294~1299.
- [2] Zhang X S. Eco-economic functions of the grassland and its patterns. *Science and Technology Review*, 2000, 146(8): 3~7.
- [3] Zhang X S. Principles and optimal models for development of Maowusu sandy grassland. *Acta Phytocool Sin*, 1994, 18(1): 1~16.
- [4] Doctoral Dissertation of Lou An-ru. The study on ecological and productive structure optimum pattern of ecotone between agriculture and animal husbandry in northern China——taking Huailai County of Hebei Province as example. Beijing Normal University, 2001.
- [5] Tang H P, Zhang X S. Establishment of optimized eco-productive paradigm in the farming-pastoral zone of northern China. *Acta Botanica Sinica*, 2003, 45(10): 1166~1173.
- [6] Zhao Y L, Tang H P, Li X Y, et al. Ecological footprint of Huailai County, Hebei Province for sustainability. *Journal of Natural Resources*, 2004, 19(1): 128~135.
- [7] Song Z S. Tentative plans on construction of Quanting ecological gardens in northwest Beijing. *Journal of China Agricultural Resources and Regional Planning*, 2001, 22(3): 60~61.
- [8] Zhang W G, Yang Z F, Yi F, et al. Regional economic development pattern and sustainable use of water resources. *China Soft Science*, 2002, 9: 87~92.
- [9] Yang J P. Agricultural ecological engineering and technology. Beijing: Environment Science and Engineering Publishing Center, Beijing: Chemical Industry Press, 2001.

参考文献:

- [1] 张新时. 天山北部山地-绿洲-过渡带-荒漠系统的生态建设与可持续农业范式. *植物学报*, 2001, 43(12): 1294~1299.
- [2] 张新时. 草地的生态经济功能及其范式. *科技导报*, 2000, 146(8): 3~7.
- [3] 张新时. 毛乌素沙地的生态背景及其草地建设的原则与优化模式. *植物生态学报*, 1994, 18(1): 1~16.
- [4] 姜安如. 我国北方农牧交错带生态-生产结构优化模式研究——以河北省怀来县为例. 北京师范大学博士学位论文, 2001.
- [6] 赵云龙, 唐海萍, 李新宇, 等. 河北怀来县可持续发展状况的生态足迹分析. *自然资源学报*, 2004, 19(1): 128~135.
- [7] 宋宗水. 关于建立京西北官厅生态园区的设想. *中国农业资源与区划*, 2001, 22(3): 60~61.
- [8] 张文国, 杨志峰, 伊锋, 等. 区域经济发展模式与水资源可持续利用研究. *中国软科学*, 2002, 9: 87~92.
- [9] 杨京平. 农业生态工程与技术. 北京: 化学工业出版社环境科学与工程出版中心, 2001.