

天山北坡区域生态承载力与可持续发展 ——以阜康市为例

赵万羽^{1,2,3}, 李建龙², 陈亚宁¹

(1. 中国科学院绿洲生态与荒漠环境重点实验室, 乌鲁木齐 830011; 2. 南京大学生命科学院草学研究中心, 南京市 210093;
3. 中国科学院新疆生态与地理研究所)

摘要:应用生态足迹法剖析位于天山北坡的新疆阜康市近 20 多年来承载力变化及对可持续发展的影响, 结果表明: 20 世纪 90 年代以来市场对煤炭等本地优势资源需求和重新配置加速了本区域快速工业化进程, 工业化的结果引导了能源消费迅速增加和城市化发展, 生物资源消费快速增加, 生态消费足迹逐年显著增加。20 多年来, 林地人均承载力提高而草地和农耕地人均承载力下降, 土地总承载力略有下降。在工业迅速发展、城市化的带动和刺激下, 能源和草地消费足迹急剧增加, 生态由赢余转为赤字并呈现出赤字快速增加的趋势。草地需求旺盛导致了草地掠夺经营的现状愈演愈烈, 生态风险逐渐向草地倾斜, 已构成该区域可持续发展的最大障碍因素。天山北坡草地承载和可持续发展与牧业落后生产方式紧密联系, 也与人们的认识观念有关, 实现草地生态的逆转需要全社会的关注和支持。

关键词:生态足迹; 草地; 工业化; 能量消费; 生物资源消费; 城市化; 天山北坡

文章编号: 1000-0933(2008)09-4363-09 中图分类号: Q146, X22 文献标识码: A

Changes of eco-capacity and ecological sustainability in the north Tianshan Mountains region: taking Fukang county as a case of study

ZHAO Wan-Yu^{1,2,3}, LI Jian-Long², CHEN Ya-Ning¹

1 Key Laboratory of Oasis Ecology and Desert Environment, Chinese Academy of Sciences, Urumqi 830011, China

2 School of Life Science, Nanjing University, Nanjing 210093, China

3 Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences, Urumqi 830011, China

Acta Ecologica Sinica, 2008, 28(9): 4363 ~ 4371.

Abstract: An analysis of Ecological Footprint (EF) of Fukang county from 1981 to 2004 shows a yearly increased trend of EF including energy consumption and biological consumption in the north Tianshan Mountains region, China. The expanding of the energy consumption and biological consumption from a rapid urbanization is due to fast industrialization with blooming demand of energy resource and market restructuring of competitive product of natural resources in the mid-1990s. It also reveals a little decreased trend of total eco-capacity involving serious decreases of grazingland and till land although a little increases of forest land. The ecological deficit began in the early-1990s and has been enlarging since then. The increasing consumption of local production of livestock induces more and more overgrazing declined the capacity of

基金项目:国家自然科学基金资助项目(30770326); 中国科学院知识创新西部行动计划资助项目(KZCX2-XB2-03)

收稿日期:2007-02-31; **修订日期:**2008-06-10

作者简介:赵万羽(1965 ~), 男, 甘肃秦安人, 博士, 副研究员, 主要从事草地生态和生态恢复工作. E-mail: wanyuzhao@ms.xjb.ac.cn; wanyuzhao@hotmail.com

Foundation item: The project was financially supported by the National Natural Science Foundation of China (No. 30770326) and the CAS action-plan for west development and the knowledge innovative project (No. KZCX2-XB2-03)

Received date: 2007-02-31; **Accepted date:** 2008-06-10

Biography: ZHAO Wan-Yu, Ph. D., Associate professor, mainly engaged in grassland ecology and restoration ecology. E-mail: wanyuzhao@ms.xjb.ac.cn; wanyuzhao@hotmail.com

grassland seriously, and these become the most obstructive factor of sustainable development of Tianshan Mountains region. Unsustainability of grazingland use is closely related to extensive animal breeding and poor knowledge in reasonable utilization of grassland, as sustainable managing grasslands becomes a major challenge facing all of the people in our society.

Key Words: ecological footprint; grazingland; industrialization; energy consumption; biological consumption; urbanization; North Tianshan Mountain

承载力是指自然生态系统所提供的资源和环境对人类社会系统良性发展的一种支持能力^[1]。加拿大生态学家 Rees 教授和 Wacker-nagel 博士于 1992 年提出和发展起来的生态足迹(ecological foot print)法是一种测算人类对自然利用程度的新的方法,它是将某一特定人口区域生态消费足迹与其所拥有的生物承载力进行比较,考察其对生态系统的依赖性、人与自然的和谐性和生态系统的承受能力,并据此判断其发展状况的可持续性^[2,3]。目前,我国国内应用生态足迹法对不同区域土地资源承载力的定量研究大多还局限在国家和省级尺度上,对区域及县级土地承载分析^[4~6]主要集中在人口增长及不合理的土地利用方式对生态承载的冲击,而人类经济活动的显著增加对区域资源尤其是西部干旱农牧区林草地资源消费和承载影响的定量研究报道还很缺乏。本文以天山北坡典型区域阜康市(县)为代表,应用生态足迹分析法探讨近 20 多年来能源消费和生物资源消费足迹动态变化,比较草地与耕地、林地生态足迹供求关系变化,并剖析由于工业化和城市化过程对资源分配消耗、承载和林草地和谐发展的影响。

2 研究方法及其研究区域概况

2.1 研究区域社会经济发展现状

研究区域阜康市(县)位于天山北麓东端,准噶尔盆地东南缘,地处东经 87°46′~88°44′,北纬 43°45′~45°30′,距新疆首府乌鲁木齐市 60km。阜康市为传统的农牧业县,从山地到平原植被垂直带完整,耕地、草地、林地组份完整,所占比例适中,土地类型和土地利用结构多样化,山地-荒漠-绿洲农业综合特点典型突出^[7]。境内旅游资源极为丰富,天池自然风光迷人壮观,是天山北坡旅游产业优势区域。

1992 年 11 月经国务院批准阜康撤县设市,成为新疆最具活力和发展潜力的天山北坡经济带市(县)之一。近 10 多年来,东疆指挥部的建立使阜康成为新疆重要的原油生产基地之一,以此带动了工农业生产和消费增长,促进了土地利用结构转型。由于工业化和城市化快速发展,引导了县域农业结构调整分配,已初步形成了构成完备的典型内陆相对封闭性经济体系,在西部偏远的农牧结合区具有代表性。

2.2 阜康市(县)生态承载力与可持续测度方法

阜康生态足迹计算是将阜康市(县)土地按生态生产性分为耕地、草地、森林、建筑用地、水域、化石燃料地 6 个种类,分别计算生态消费足迹和生态承载力。

(1) 生态消费足迹

阜康市生态消费足迹计算主要由能源消费和生物资源消耗两个部分组成。

①生物资源消耗计算 生物资源消费账户采用计算公式: $EF_i = P_i/Ya_i$,式中: EF_i 为第 i 种资源的消费足迹(hm^2); P_i 为第 i 种生物资源的总消耗量; Ya_i 为世界上第 i 种生物资源的平均产量^[8,9]。其中耕地人均面积用当年种植的粮食经济等农作物总产量计算;草地人均面积以畜产品毛奶肉产量计算;由于阜康市的林地多为保护林、防风林及苗圃,其主要价值体现在对生态的维护作用上,当地木材产品消费较少,当地林地人均面积很难通过木材产品的产量计算出来,因此这部分林业人均面积未列入。由于阜康市与外界物资和能源交换很少,各项物资的进出口也没有详尽的统计,所以本文将每年进出口物资能源所引起的生态足迹变化暂且不计入内,而将生物资源消耗量直接作为净消费数据进行计算。

②能源消耗计算 由于能源的统计是以省区为单位的,缺乏县级各项能源总消耗的数据,所以在计算阜

阜康市能源消耗量时进行了折算。用阜康市与新疆维吾尔自治区当年人口的比值乘以全区当年各类型能源消耗量,再乘以阜康市与全区计算年人均工业产值的比值,得到阜康市能源消耗数据。

生态消费足迹计算

生态消费足迹计算公式^[10]为: $EF = Nef = N \sum r_i A_i$

式中, i 为消费项目的类型, ef 为人均生态足迹 (hm^2), N 为人口数, r_i 为均衡因子, 取值: 耕地和建筑用地为 2.8, 森林和化石燃料土地为 1.1, 草地为 0.5, A_i 为第 i 种消费项目折算的人均占有的生物生产面积 (人均生态足迹分量), 本研究中为能源消费和生物资源消费。

(2) 生态承载力

在生态承载力 (eco-capacity) 或生物承载力 (bio-capacity) 的计算中, 不同国家或地区的某类生物生产面积所代表的局地产量与世界平均产量的差异用“产量因子 (yield factor)”表示。

区域生态承载力计算公式: $EC = Nec = N(a_j \times r_j \times y_j)$ ($j=1, 2, 3, \dots, 6$)

式中, ec 为人均生态承载力 ($\text{hm}^2/\text{人}$), a_j 为人均生物生产面积, r_j 为均衡因子, y_j 为产量因子, N 为人口数。根据世界环境与发展委员会 (WCED) 的报告, 应留出 12% 的生态容量来保护生物多样性, 因此在生态承载力的计算中扣除了相应的面积。在计算草地人均占有面积时, 由于荒漠草地产量很低且所占比例很大, 按照阜康荒漠草地生物单位面积平均净产出折算, 将阜康市荒漠草地产量因子调整为 0.05, 其它草地仍采用全国统一产量因子标准 (0.5)。

(3) 资料分析

鉴于新疆阜康市城乡建设方面的统计数据正在逐年完善, 本文以整个阜康市为研究对象并结合近年来开始正式统计的阜康市城市建设的一些指标分析工业化和城市化建设过程对不同资源消费趋势的影响, 对比人类对生态足迹的需求和生态承载力 (供给), 若前者小于后者, 则表现为生态盈余 (Ecological Surplus), 表明人类对自然生态系统的压力处于本地区所提供的生态承载力范围内, 生态系统是安全的; 反之, 则为生态赤字 (Ecological Deficit), 表明这一地区人们对本地区自然生态系统所提供的产品和服务的需求超过了其供给。

统计资料来源: 各年度人口、耕地面积及各行业基础数据均以新疆各年度统计年鉴数据为准^[11]。城市建设等方面资料取自阜康市统计年鉴 1997~2004 年。林业资料由阜康市林业局方惠娟提供, 草地面积取自李建龙所测算的面积^[12], 1992 年之后的草地面积仍采用此面积。

3 研究结果与分析

3.1 阜康市 (县) 人口、工业化与城市化发展

从 1981 年到 2004 年, 阜康市人口总数持续稳定快速增长 (如图 1 所示), 23a 共增加了 49.7%, 城市化水平 (以非农业人口比例计算) 在 20 世纪 80 年代初期变化不大, 进入 80 年代中期以后呈现快速增加趋势, 1998 年达到最高峰, 之后呈现平稳发展。在人口城市化发展之后, 市政道路、城市住宅面积建设、城市供水系统 (包括排水管线, 生活用水等)、城市液化汽供应量分别在 1998, 1999, 2000 和 2001 年 (1997 年以前没有相应的公开统计资料) 急剧增加, 之后变化很小, 但邮电业务量

一直在持续快速增加, 表明城市化已发展到一定阶段, 城市生活质量紧随人口城市化发展到一定阶段后逐步相应得到改善 (见表 1)。阜康工业总产值 (按 1990 年可比价计) 在全疆的比例 23 年增加了 50% (由 0.5% 到 1.0%)。火力发电、焦炭生产量近几年内大幅提升, 机动车数量明显增加, 农业机具总动力和农村电力消耗也有明显增加, 表明高能耗的工农业产品生产能力在近几年内得到大幅提升, 而且近年来工业产品产量增速明显快于农业。阜康地区工业总产值增速明显快于农业产值, 而且, 另据阜康统计资料, 从 1981 年到 1997 年

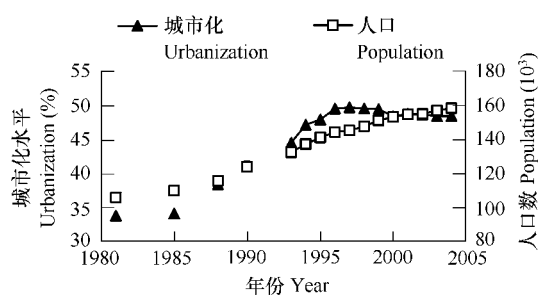


图 1 阜康市人口增长与城市化水平

Fig. 1 Change of urbanization and population of Fukang

阜康人均工业产值与全疆水平比值从 37.8% 提升到 84.0%, 平均值为 57.4%; 从 1999 年起, 这一比例迅速增加, 平均值达到 91.0%, 已经接近全疆总体水平。

表 1 近几年阜康工农业生产与城市建设指标对比增长情况

Table 1 Increase of industrial and urban construction of Fukang

项目 Item	年份 Year						
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
工业主要产品增长 Industrail production of high energy consume	对照 CK						
原煤生产量 Crude coal		1				0.97	1.32
焦炭产量 Coke		1				1.51	2.83
发电量(火电占 90% 以上) General electricity of coal power		1				4.14	7.77
农村主要能耗产品增长 Increase of agriculture production							
农机车辆 Farm vehicle		1				1.19	1.30
农机总动力 total power of farm vehicle		1				1.16	1.19
农村用电量 Electricity use of contryside		1				1.16	1.13
工业与农业产值比 Ratio of industry to agriculture production value		1				1.21	1.42
机动车数量 Number of vehicle		1				1.16	1.19
城市区生活服务设施建设 Construction of living service in Urban area	对照 CK						
道路面积 Road area	1	2.07	2.10	2.10	2.10	2.13	2.20
住宅居住面积 Residence living	1	2.00	5.27	6.81	6.81	6.81	6.81
园林绿地面积 Greenbelt	1	1.08	1.18	1.26	1.26	1.26	1.26
供水量 Water supply	1	1.13	1.35	2.12	2.12	2.21	2.21
液化汽供气总量 Liquefied gas supply	1	1.19	1.31	1.50	1.94	1.95	1.95
邮电业务总量 Mail and electrical operation	1	1.27	1.53	1.51	2.04	2.27	3.28

表中对照为当年值为 1, 其它年份值为与对照相比的值 1 in table is base for the year of CK, other year's value is a proportion to the year of CK

3.2 阜康市(县)能源消费趋势

阜康能源消费(以人均工业产值之比折算)总体上呈指数上升趋势, 但不同年代起伏变化比较明显, 这与新疆能源消费平稳增长方式略有不同(图 2)。从 1981 年到 1991 年的前 10 年阜康总消耗能源增加了 30.5%, 而同期新疆总消耗能源增加了 1.01 倍; 从 1991 年到 2004 年的后 13a 内阜康总能源消费增加了 4.7 倍, 同期新疆增加了 1.3 倍, 尤其是近 3a 能源消耗增长势头迅猛, 表明近年来阜康的能源消耗增长势头快于新疆。从 1981 年到 2004 年 23 年中, 阜康市总消耗能源(折合)增长了 6.6 倍, 人均化石能源消耗面积增加了 3.5 倍,

人均建筑用地也增加了 3.5 倍, 远高于全疆平均水平。另外, 阜康市统计资料显示: 2004 年全年在原煤、汽油、柴油和电力四项能源消费中, 原煤和电力工业消费占到总能源消费的 99%, 非工业消费只占到 12%, 汽柴油工业消费占到 87%, 非工业消费为 13%。由此可知阜康地区能源消费主要是由高能耗的工业产品生产造成, 资源型经济表现的越来越明显。

3.3 阜康市(县)生物资源消费帐户

与 1981 年生物资源消费相比, 2004 年阜康粮食总产量增加了 72.9% (从 29701.5t 增加到 51346t), 油料

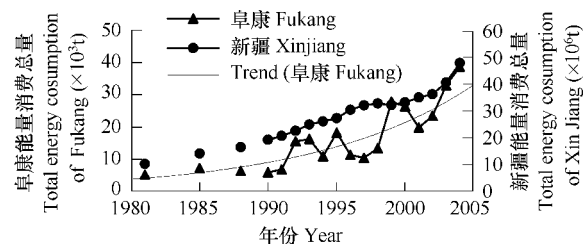


图 2 新疆能源消费总量年度增长情况

Fig. 2 The situation of different years' energy consumption in Xinjiang (Trend 为阜康能源变化的指数趋势线, Trend is a exponant trend of energy consumption of Fukang county)

总产大幅下降(从 20275t 到 2570t),而瓜果类增加了 12.5 倍(从 12920t 到 174346t),整个作物总产量增加了 2.9 倍;肉类、奶类、蛋禽总产量增加幅度很大,分别达到 13.1、15.2 倍和 9.2 倍,毛类总产增加 1.4 倍。

3.4 阜康市(县)生态足迹和生态承载力

从生态足迹消费需求(表 2)看:与 1981 年比,2004 年阜康耕地均衡面积基本不变,草地均衡面积增加了 4.5 倍,建筑用地均衡面积增加了 4.8 倍,化石能源均衡面积增加 4.1 倍,生态消费足迹增加 1.9 倍。2004 年阜康生态消费足迹比全国平均水平高 1.9 倍。

表 2 阜康市 1981 年和 2004 年生态足迹
Table 2 Ecological footprint of Fukang in 1981 and in 2004

土地类型 Land type	人均面积(hm ²) Area/person		均衡因子 Equilibrium factor	均衡面积(hm ²) Equilibrium factor		
	1981	2004		1981	2004	增(+)减(-) Up(+)down(-)
耕地 Crop land	0.2174	0.2181	2.8	0.6088	0.6106	+0.30%
牧草地 Grazingland	0.4927	2.7031	0.5	0.2463	1.3515	+449%
果类林地 Forest area	1.010	0.0091		0	0	
水域 Water area		0.05261	0.2	0	0.0105	
建筑用地 Building land	6.9267 × 10 ⁻⁵	0.00040	2.8	0.00019	0.0011	+478%
化石能源 Fossil energy land	0.1917	0.9745	1.1	0.2107	1.0720	+408%
生态足迹 Ecological footprint				1.0662	3.0458	+185%

从生态足迹供给看(表 3):从 1981 年到 2004 年,虽然实际耕地面积略有增加,但耕地均衡面积减少了 31.3%,草地均衡面积减少了 44.8%,而林地增加了 40.1%,实际生态承载力下降 14.8%。供给远小于需求,表明生态严重赤字。

表 3 1981 年和 2004 年阜康市生态承载力
Table 3 Biocapacity of Fukang in 1981 and in 2004

土地类型 Land type	土地总面积(hm ²) Total land area		人均面积(hm ²) Area /person		产量因子 Yield factor	均衡因子 Equilibrium factor	均衡面积(hm ²) Equilibrium area	
	1981	2004	1981	2004			1981	2004
耕地 Crop land	18313	18830	0.1729	0.1188	1.66	2.8	0.8039	0.5522
草地 Grazingland	765470	651236					0.2486	0.1374
荒漠草地 Desert steppe	542608	468930	5.1238	2.9585	0.019	0.5	0.0487	0.0281
其他牧草地 Other grassland	222862	182306	2.1044	1.1502	0.19	0.5	0.1999	0.1093
林地 Forest zrea							0.4004	0.5609
平原人工林地 Aforestation in plain	989	10313	0.0093	0.0974	0.91	1.1	0.0093	0.0975
灌林林地 Shrub land	26667	34333	0.2518	0.3242	0.91	1.1	0.2521	0.3245
山区林地 Forest in montain	14400	14400	0.1360	0.1360	0.91	1.1	0.1361	0.1361
河谷林 Forest around river	300	300	0.0028	0.0028	0.91	1.1	0.0028	0.0028
水域 Water area	4613	140	0.0435	0.0009	1.00	0.2	0.0087	0.0002
建筑用地 Building land	743	743	0.0070	0.0047	1.66	2.8	0.0326	0.0218
EEC							1.4940	1.2724
BD							0.1793	0.1327
AEC							1.3147	1.1397

3.5 生态足迹消费需求动态变化

从 1981 年到 2004 年,阜康耕地均衡面积变化趋势表现为先降后升再降,20 世纪 90 年代中后期达到最大,之后又逐渐下降;草地消费面积在整个 20 世纪 80 年代呈小幅增加,1995 年以来迅猛增加,而且增加幅度

很快;能源消费呈现持续快速增加势头(如图3所示)。从1981年至今,生态消费足迹持续增加,生态承载力一直呈下降趋势(如图4所示),80年代呈现生态赢余,进入90年代初开始生态赤字,之后,生态赤字急剧增加。

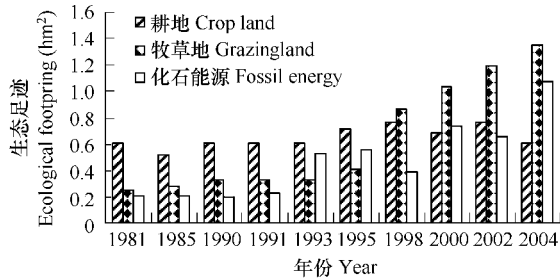


图3 新疆阜康市耕地、草地和化石能源所耗生态足迹年度变化

Fig. 3 Temporal change of ecological footprint of cropland, grazingland and fossil energy in Xinjiang

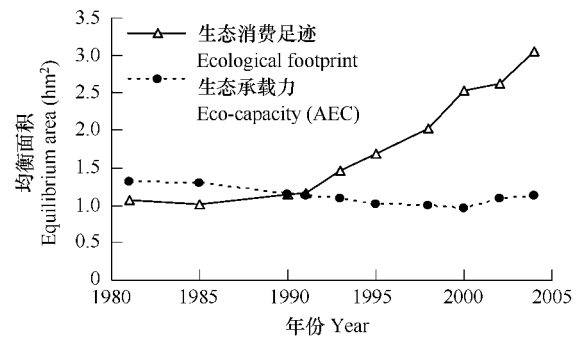


图4 阜康市生态足迹供求动态变化

Fig. 4 The Dynamics of demand and supply of ecological footprint in Fukang

4 讨论

4.1 工业化和城市化对土地利用结构及承载的影响

从生态经济的角度看,人类社会系统结构和功能的好坏取决于自然生态系统的结构和功能的状态,自然生态系统提供的资源 and 环境支撑起整个人类社会系统^[1]。但在人类积极干预下,社会经济系统又会反作用于自然系统,加速了自然资源的开拓和生态系统物流能流运转,并带动了区域经济发展和人口富裕程度提高。但当人类干预活动超过其生态系统的阈值后,就会出现生态资源的过度开发利用,损坏生态良性循环机制,表现出生态系统的自然资源供给的匮乏和人地关系紧张^[13]。

阜康地处西北内陆,经济欠发达,为传统农牧区。20世纪80年代生态赢余,说明该地区生产方式对自然生态系统的冲击不大,资源供给可支撑起县域人口经济良性循环发展,经济是可持续的,自然生态是安全的。诚然,这种利用方式是一种传统的、经济的、接近自然的生产方式,其存在有其固有的合理性,但由于工业化水平很低,对资源开发程度低,自然系统的物资产品开发不足,这种主要依托低消费低能耗的生产方式是以人口贫困化为代价,而这种贫困化是不符合可持续发展理念。进入20世纪90年代,阜康配合国家工业发展布局,新建立了以东疆石油指挥部为首的石油重工业企业,带动了其它工业如煤炭电力工业的迅猛发展,大量的工业能耗使能源消费足迹快速增加。另一方面,煤炭电力工业消费需求大幅增长吸纳了大量农村剩余劳动力,促进人口转移,1992年阜康彻县改市后,人口城市化水平开始迅速提高。同时工业发展的积累又加快了农村产业结构调整和城市生活设施建设,城乡居民生活质量得到改善,生活消费层次明显提升,促使草地畜产品消费足迹显著提高。

20世纪90年代阜康能源消费足迹呈现的起伏波动特点与我国市场经济结构转型同步。在国家市场经济改革的带动下,90年代阜康工业资源也开始按市场供求关系重新配置。由于县域城市企业小,自身改造和抗风险能力低,市场竞争力弱的一些中小国营企业如天龙钢铁厂和天龙食品厂开始连续亏损和最终破产倒闭,而具有竞争优势的煤炭、焦炭、电力企业效益提升,特别是焦炭生产已成为首府乌鲁木齐八一钢铁集团股份公司的下游原料供应源,这种工业产品竞争的结果导致了阜康能源消费足迹上升过程中的震荡性。市场配置完成后,阜康生态消费足迹迅速成长也正是市场经济刺激能源需求的结果。近几年阜康依靠较高附加值的焦炭生产和城乡电力需求的稳定快速增长,大幅提升当地工业能耗产品消费量和城乡经济发展,但能源消耗迅速提升,生态赤字加剧。目前,阜康的经济发展已跃居全疆主要县市的前列^[14],而阜康地处天山北坡经济带最东边,其发展历程反映出天山北坡工业化和城市化扩张导致的能源消费和生态赤字加剧的一个基本

过程。

工业化过程和人口膨胀转移带动能源消费和生物资源消费需求的迅速增加,其中生物资源又以畜产品尤其是羊马等反刍动物产品消费的快速增加为主。而牛羊消费产品绝大部分是由草地来完成(部分农区饲养牲畜的吊架子育肥阶段也是由草地来完成),需求旺盛和草地供给能力严重不足以及利益驱动决定了对草地生态功能的损害远远大于农田和森林。经过 20 余年国家对林业资源的严格保护和阜康市林业基本建设,森林面积(尤其是平原荒漠农业区)在增加,林业生产由部分产品输出已转入产品净投入,林地已成为改善环境提高生态承载能力的潜在主要土地。尽管如此,在工农业生产消费迅速增加的压力下,由于本地相对封闭性的自然经济环境的局限性,必然引起对非林地资源的扩张经营。首先是农业耕地的扩张,但受水源限制达到一定规模后,继而转向对草地资源的超负荷地掠夺性经营。超过草地自身承载能力的过度放牧利用后,使草地环境条件尤其是靠近城市及周围农村绿洲区两侧的荒漠区环境却变得更加脆弱,优质饲草种类多样性减少^[15],可利用面积出现萎缩或荒芜,产量下降,草地供给能力减弱,草地出现严重退化。面积广袤的草地和水域由于承受过大的生态消费而显示出逐渐萎缩的趋势,生态承载力下降。为了满足能源和草地消费旺盛需求,对本地草地资源掠夺式的开发不可避免,由此产生一定的外部性效果,那么本地区的生态系统就是不安全的,该地区当前的发展也是不可持续的。为了改变这一现状,首先需要纠正以往许多县域提出的发展“高能耗高附加值重工业”、以“工业强市”等片面的城市发展思路,大力提倡低能耗低污染的生态城市建设,如充分利用水利资源建立水力发电等寻求新的或替代能源,在维持适度经济增长的前提下尽量减少化石能源损耗。

4.2 天山北坡生态承载与可持续发展过程

以阜康为代表的天山北坡各市(县)区域属于天山-准噶尔盆地结构体系内,在典型大陆性气候和水资源分配作用下发育成绿洲城市和农耕区、森林区和面积广袤的草地区及盆地中心沙漠区。县城均位于山前平原带绿洲区主要交通干线上,山地-城市系统耦合特征明显,城市经济发展都有赖于自治区首府及石油城市克拉玛依工业消费需求的引导和拉动作用,能源消费结构类似,天然林地、草地和绿洲农耕区土地形成和利用格局基本相同。生态承载与可持续发展主要体现为绿洲城市农耕区、草地和林地系统三者物质能量的流转耦合性包括人与自然的相互关系协调与稳定性^[16]。绿洲城市农耕区(包括平原林区)处于平原盆地边缘,是人类活动中心和人们关注的热点,是经济系统的核心,但绿洲的发展受水资源的限制其自然承载开拓潜力有限。近些年,山地和平原天然林区作为自然风景区和生态功能保护区也受到了人们的切实关注,而且随着人们生活水平的提高,农牧区家用燃料结构发生变化,林地面积增加,其林地生态系统结构和功能趋于稳定和良性循环,但由于人口膨胀和草地退化使农耕地和草地的承载能力下降,总的承载力呈现小幅下降。

天山北坡土地的承载和可持续发展问题与生产方式、风险躲避机制等有关。随着国家对林业资源的保护和建设,山区及平原以经营为主的林场转化成为生态保护区,林地的生态功能得到维护和增强,但人口的承载压力也同时转嫁到耕地和草地上。该区域农耕生产方式沿袭我国传统优势的农业开发经营方式,通过农业技术应用开发来提高土地承载和规避风险。草地畜牧业面临着相对落后的生产方式、天然草地时空分布不均衡及自然灾害所带来的危机和灾难,通过游牧、饲草储备、水土开发等措施来转移灾害和躲避风险。但近年来,在平原绿洲外围水土资源开发已达到或超过(部分地区)其合理开发的限度,牧民通过新的开发走向稳定定居的过程受到挑战,自然系统承载已呈现出严重亏缺。而且不合理的开发造成的生态危机与灾难已经开始显现,定居点附近又产生了新的土地退化问题。

天山北坡土地的承载和可持续发展问题还与人们对农、林、草地的认识理念有关。从我国历史和现实看,农业(主要指种植业)已经确立了在我国国民经济基础地位,并得到国家农业研发技术的支撑和保护。随着林业执法监督的执行和切实落实,“严格执法,保护森林”,“先种后伐”的理念已经深入人心,变成人们的自觉行动和行为规范,而且随着农牧区家用燃料结构变化,砍伐森林的现象已得到根本扭转,但护草爱草的行动只是开头。尽管我国的草原法于 1982 年颁布,但草原监理工作还只停留在防止人为采挖等违法现象的治理阶

段,还远没有进入依法监管草地合理利用的程度,落后的生产现状使得这一状况将长期维持。由于草地是放牧民族赖以生存的基本生产资料,长期的放牧生活蕴涵了一定的文化内涵和草地情结,这一属性决定了现阶段草地资源的连续过度使用格局不会有很大的改变,虽然国家大量投资在一些地段实行围栏封育禁牧等措施以保证草地牧草得到适当的修养生息的机会,但由于牧业人口压力使得可调换的资源 and 实施效果非常有限。近年来,沙漠前缘的荒漠草地实行禁牧措施对保护风沙源区草地植被,防止进一步退化,缓解沙漠化进程起到巨大的推动作用。但禁牧后牧民的安置问题较为突出,虽然牧民得到了新的土地,生活得到了补偿甚至改善,但新安置地域土地开发和改良效果较不理想,长期游牧的生产方式转变成为农耕劳动为主的种植农业生产方式,优势生产领域转移到劣势生产领域,为了生存,大多数新定居的牧民将开发的土地承包给当地有经验的农民(主要是汉族)经营,长期演变的结果可能导致牧民失去了对土地的依赖而产生绝对贫困化,由此产生了新的生态不稳定因素困扰着草地的和谐可持续发展。20 世纪 80~90 年代草地完成承包经营和土地使用权性质的变化,调动了牧民的生产积极性,但却造成了草地掠夺经营的现状愈演愈烈,改革开放后社会经济的发展 and 牧民的相对贫困,市场需求的旺盛,使得依靠牧民自身实施草地合理放牧利用的方案不现实也无实现的可能。因此,实现草地生态的逆转不仅需要建立草地利用监督机制和技术管理,更需要全社会给予广泛关注和支持。

5 研究结论

①以新疆阜康市为代表的天山北坡区域能源消费足迹上升过程是与我国市场经济转型过程密切关联。市场对煤炭等本地优势资源重新配置和强烈需求导致区域快速工业化,而工业化的结果引导了能源消费迅速增加和城市化发展,生物资源消费快速增加,生态消费足迹逐年显著增加。

②国家对林地资源的保护建设提高了林地承载力,但由于人口膨胀和草地退化使得耕地和草地的承载力下降,土地总承载力略有下降。20 世纪 80 年代为生态赢余;进入 90 年代后由于能源消费和草地消费能力的快速增加,生态由赢余转为赤字并呈现出快速增加的趋势。

③草地因素在生态足迹演变过程中的作用越来越突出。20 余年来,在工业迅速发展、人口城市化的带动和刺激下,草地消费需求急剧增加导致了草地掠夺经营的现状愈演愈烈,草地承载力下降,生态风险逐渐向草地倾斜,草地脆弱性加剧,已构成该区域可持续发展的最大障碍因素。

References:

- [1] Long A H, Cheng G D. Ecological footprint, urbanization and circular economy — taking Shanghai as a case of study. *Jourml of Shanghai Normal University (Natural Sciences)*, 2005, 34(1): 87—94.
- [2] Wackernagel M, Rees W E. Perceptual and structural barriers to investing in natural capital: Economics from an ecological footprint perspective. *Ecological Economies*, 1997, 20: 3—4.
- [3] Wu L J, Yang L, Su X, Xu J M. Advances in ecological footprint. *Journal of China Agricultural University*, 2006, 11(3): 1—8.
- [4] Deng B, Hong F Z, Gao H W. A New Subject of the studies on Sustainable development of Grassland Region: Ecological Carrying Capacity. *Journal of Jilin Agricultural University*, 2003, 25(5): 507—512.
- [5] Zi T, Pan Z H. Ecological footprint analysis of Wuchuan county. *Journal of China Agricultural University*, 2005, 10(1): 64—68.
- [6] Wang X Q, Lu Q. Natural Capital Accounting with the Ecological Footprint Concept in Gonghe County as a Desertification Area, Qinghai Province. *Scientia Silvae Sinicae*, 2005, 41(3): 12—16.
- [7] Fukang Science Technology Programme Committee. Agricultural programming draft in Fukang county. Fukang Programming Committee Press in Fukang, Xinjiang, China, 1983, 3—20.
- [8] Venetoulis J, Talberth J. Sustainability indicators program. *Ecological Footprint of Nations 2005 UPDATE*, 2005.
- [9] Zhao L H, Xu J P. Forecast model of ecological footprint and its application to county cycle economy. *World Journal of Modelling and Simulation*, 2007, 3(1): 10—19.
- [10] Haberl H, Erb K H, Krausmann F. How to calculate and interpret ecological footprints for long periods of time: The case of Australia, 1926—

1995. *Ecol. Econ.*, 2001, 38, 25—45.

- [11] Xinjiang Statistic Bureau. *Xinjiang Statistic Almanac*. Beijing: China Statistic Press, 2000.
- [12] Li J L. The study on dynamic monitoring and controlling of forage livestock balance in Fukang, Xinjiang. *Forage Livestock*, 1996, (S1): 32—35.
- [13] Cui S H, Hong H S, Huang Y F, Xue X Z. Progress of the ecological security research. *Acta Ecologica Sinica*, 2006, 25(4): 861—866.
- [14] Wen J, Xiong H G, Chang C H. The urbanization levels of some main cities in Xinjiang and their development countermeasures. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2006, 20(4): 102—110.
- [15] Zhao W Y, Li J L, Qi J G. Changes in vegetation diversity and structure in response to heavy grazing pressure in the northern Tianshan Mountains, China. *Journal of Arid Environments*, 2007, 68(3): 465—479.
- [16] Zhao W Y, Li J L, Qi J G, Liu X. Analysis on the problems and actuality of the steppe ecological security in Xinjiang and the solving measures, *Arid Zone Research*, 2005, 22(1): 45—50.

参考文献:

- [1] 龙爱华, 陈国栋. 生态足迹、城市化与循环经济——以上海市为例. *上海师范大学学报(自然科学版)*, 2005, 34(1): 87~94.
- [3] 吴隆杰, 杨林, 苏昕, 徐建明. 近年来生态足迹研究进展. *中国农业大学学报*, 2006, 11(3): 1~8.
- [4] 邓波, 洪绂曾, 高洪文. 草原区域可持续发展研究的新方向——生态承载力. *吉林农业大学学报*, 2003, 25(5): 507~512.
- [5] 紫檀、潘志华. 内蒙古武川县生态足迹分析. *中国农业大学*, 2005, 10(1): 64~68.
- [6] 王学全, 卢琦. 生态足迹理论在青海省共和县荒漠化自然资本核算中的应用. *林业科学*, 2005, 41(3): 12~16.
- [7] 阜康科学技术委员会. 新疆阜康县农业区划报告(汇编). 阜康科学技术委员会, 1983.
- [11] 新疆维吾尔自治区统计局编. 新疆统计年鉴 1989~2004 年. 北京: 中国统计出版社, 1989~2005 年.
- [12] 李建龙. 新疆阜康县草畜平衡动态监测与调控研究. *草食家畜*, 1996(增刊): 32~35.
- [13] 崔胜辉, 洪华生, 黄云凤, 薛雄志. 生态安全研究进展. *生态学报*, 2006, 25(4): 861~866.
- [14] 温江, 熊黑钢, 常春华. 新疆主要城市城市化水平及其发展对策. *干旱区资源与环境*, 2006, 20(4): 102~110.
- [16] 赵万羽, 李建龙, 齐家国, 刘旭. 新疆草地生态安全问题、现状与对策分析. *干旱区研究*, 2005, 22(1): 45~50.