

中国北方农牧交错带农牧业选择适宜性分析

——以科尔沁沙地为例

张力小

(北京师范大学 环境学院 环境模拟与污染控制国家重点实验室, 北京 100875)

摘 要:北方农牧交错带是我国北方生态环境的关键区域。从气候与水土资源等方面对农牧业选择的自然生态适宜性作了综合分析,指出,该区具有发展旱作农业的一定生态适宜性,但是已经处于极端条件,使旱作农业种植具有一定的生产与生态风险,而发展草原畜牧业更适合其生态条件对物质与能量交换的要求。但社会经济因素利用气候变化的波动性、环境效应的滞后性以及科技进步改变局部微环境等,在一定程度上改变着农牧业选择的自然生态适宜区间,影响着农牧业选择的方向和空间。最后,提出了该区生产调整与生态建设的思路。

关键词:农牧交错带;生态适宜性;农牧业变化;沙漠化;科尔沁沙地

中图分类号:S181

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2007)05-0046-05

Study on Suitability for Transition between Cultivation and Pastoralism in Agro-pastoral Interweaving Belt of Northern China ——A Case of Kerqin Sandy Land

ZHANG Li-xiao

(School of Environment, Beijing Normal University, State Key Joint Laboratory of Environmental Simulation and Pollution Control, Beijing 100875, China)

Abstract: The author presents a suitability analysis for transition between cultivation and pastoralism in agro-pastoral interweaving belt of northern China, a key region for ecological security of northern China, by integrating the factors of climate, soil and water resources and taking Kerqin sandy land as a case. The results show that there exists an ecological suitable zone for dry farming, but at an extreme condition, whereas more suitable for rangeland use because its energy and mass exchange styles adapt to the demand of local ecological conditions. However, the reality can't accord with ecological adaptability because the social-economic conditions impose on ecological adaptability taking advantage of characteristics of climatic variation, detention of environmental effects and technology, which make blur of natural transition for cultivation and pastoralism. Some train of thoughts was put forward at last for production adjustment and ecological construction.

Key words: agro-pastoral interweaving belt; ecological suitability; transition between cultivation and pastoralism; desertification; Kerqin sandy land

“农牧交错带”的提法由来已久,学术界围绕“农牧交错带”这个区域和对象开展了大量的研究工作,特别是地理学与生态学领域非常活跃,从农牧交错带的形成机制、景观结构、产业带的发展模式以及生态—生产方式都有许多论述,发表了大量的成果^[1-4]。但是农牧交错带的演化过程及其现状凸现出如下的矛盾:(1)个体选择的最优并不能保证群体选择最优,如同局部模式的成功并不能遏制不断加强的土地退化趋势;实验田杨树生长参数的适宜,并不能保证在三北防护林中大面积种植杨树适宜。(2)对该区土地特别是草地的功能与价值定位一直局限于其生产功能,而忽视其生态功能;(3)探究问题的原因与解决途径,多基于生态学与地理学的角度,忽视社会经济因素的制约。问题的多重矛盾性导致在实践管理中的目标不确定性。简单来说,就是我们一直也没有彻底弄

明白在该区域到底是要“种地”还是“放羊”,以及如何看待“既种地又放羊”的农牧交错空间扩展问题。这显然不仅仅是一个自然生态的问题,同样涉及社会经济等方面。

正是基于上述考虑,本文希望在前人研究的基础上,从更加宏观、综合的尺度上,进一步论述农牧选择(本文更加关注农牧选择变化剧烈的区域)的生态适宜,并试图揭示社会经济因素对农牧业选择的影响。本研究选农牧交错带生态重点治理区域的科尔沁沙地作为研究区域。

1 科尔沁沙生态条件概述

1.1 气候条件

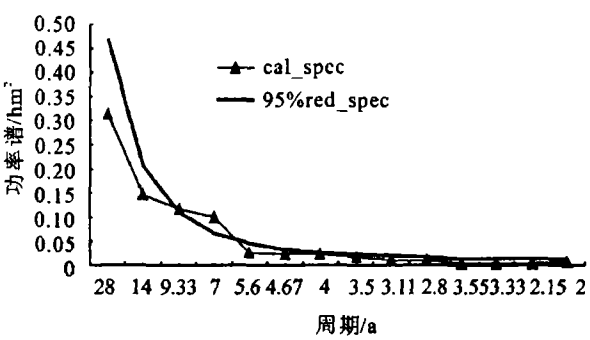
科尔沁沙地属半湿润与半干旱过渡性气候,多年平均降水量 250~500 mm,平均气温 3~7℃,1月平均气温 -12~

收稿日期:2006-07-05

基金项目:国家重点基础研究“973”项目(2006CB403303)

作者简介:张力小(1977—),男,山东沂水人,讲师,博士,主要从事生态系统评价与管理研究。E-mail:zhanglixiao@bnu.edu.cn

-17℃,最热月平均气温 20~24℃,极端最高气温 39℃,极端最低气温-29.3℃,≥10℃的积温 2 200~3 200℃,无霜期 140~160 d。据灰色和模糊分析的总体结果显示:科尔沁沙地区内气候相似性总体水平较高,最低关联度和模糊度分别为 0.758 和 0.89^[7]。通过对科尔沁沙地巴林左旗、赤峰、通辽和彰武等 4 个台站 1951~2000 年逐年积温、降水量等的分析发现:(1)科尔沁沙地≥10℃积温近 50 a 总体上呈增长趋势,在 20 世纪 50~80 年代基本保持稳定的波动变化,显著而持续增暖发生在 80 年代后期,并在 90 年代持续,其增加速率巴林左旗、赤峰、通辽和彰武分别为 99.2℃/10a,124.58℃/10a,134.26℃/10a,99.5℃/10a。(2)科尔沁沙地降水的年际变化较大,但从总体上看,降水并没有明显地增加或减少的趋势。对赤峰台站降水资料进行傅里叶变换并用汉宁窗平滑得到功率谱,用相应的红噪声标准谱检验。在 $\alpha=0.05$ 水平下,得到赤峰台站降水的计算谱和红噪声谱(图 1),从中可以看出赤峰台站近 50 a 降水具有的 9.33 a 和 7 a 显周期通过检验。同样,对巴林左旗、通辽和彰武台站降水进行的分析,也得出了相似的结论。由此可见,科尔沁沙地的降水具有 10 a 左右的变化周期。



资料来源:国家气象局气象中心全国地面气象资料

图 1 赤峰台站降水的功率谱和红噪声谱检验($\alpha=0.05$)

1.2 土壤与土地资源条件

根据气候和植被条件,本区应该是栗钙土地带,但实际上栗钙土分布并不广泛,且以砂质栗钙土为主。以奈曼旗为例,根据第二次土壤普查结果,全旗土壤分为 6 个土类,分别是草甸土、风沙土、栗钙土、盐土、沼泽土与褐土(表 1)。栗钙土、草甸土养分含量较高,保水保肥能力强,这类土壤单产可达 9 000 kg/hm²,这类土壤主要用于发展种植业。

表 1 奈曼旗土地资源类型与百分比^[8]

种类	草甸土	风沙土	栗钙土	盐土	沼泽土	褐土
面积/hm ²	161731.1	470163.9	68364.67	567.93	10020.87	97878.8
百分比/%	20	58.14	8.45	0.07	1.24	12.10

科尔沁沙地的总土地面积 14.0×10⁴ km²,其中现有草地面积 7.84×10⁴ km²,耕地面积 4.13×10⁴ km²,人均耕地是全国平均值的 3 倍^[9,10],土地资源相对比较丰富。

1.3 水资源条件

科尔沁沙地地表水主要为西辽河水系,主要河流有西拉木伦河、老哈河、教来河、乌尔吉木伦河等,年总径流量 22 亿 m³。沙地中还有常年或季节性积水的湖、泡 600 多个,蓄水量 14 亿 m³。且地下水水平埋深 1~4 m,补给充足。这种优越的水资源条件对发展的灌溉农业有一定的潜力^[11]。

2 生态条件对旱作农业的支撑与限制

2.1 气候条件对旱作农业的适宜性

从表 2 中可以看出,250~500 mm 降水区间基本能满足大多旱作农作物的生长;国外研究也发现,在降水量 400 mm 附近,大豆产量和氮的产量有增长的突变(图 2),250~500 mm 降水也是影响大豆生长气候过渡区间^[12]。但是该区降水年内、年际变化率较大,降水主要集中于 6~8 月,占全年降水量的 60%~70%,1~3 月降水量不足全年降水量的 10%;大部分旗县丰雨年份降水量可达 500 mm 以上,干旱年份则低于 250 mm,甚至不足 100 mm,很显然如果降水跌破 250 mm 就很容易导致农业生产的减产甚至绝产。就积温而言,该区≥10℃的积温 2 200~3 200℃,也正好是玉米生长的下限条件(表 3),其波动性变化对作物的影响和降水是一致的。由此可见,该区旱作农业存在很大的生产风险。

综上所述,科尔沁沙地的光、热和水分等可以一定程度上满足种植业的需求,正常年份能保证一年一熟的旱作农

耕,但是该区的自然条件就种植业适宜性来说处于极端水平。由于处于极限条件,农业种植对气候变化非常敏感,例如降雨量降低几十毫米在其他地方的影响可能不大,但是在该区就有可能使农业减产或绝产。气候的年内、年际大幅度变化也决定了该区旱作农业种植处在“适宜”与“不适宜”的过渡区间内。

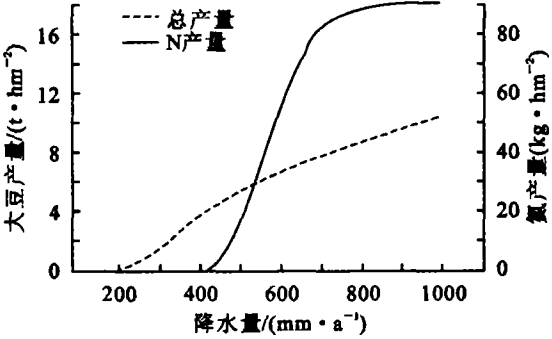


图 2 大豆产量与降水量变化关系

2.2 土地资源对旱作农业的适宜性

土地资源对旱作农业适应的方面体现在:(1)如前所述,该区存在一定数量的栗钙土与草甸土,养分含量较高,保水保肥能力强,单产可达 9 000 kg/hm²,这类土壤可以用于发展种植业。(2)土地资源相对比较丰富,为该区横向农业垦殖提供了空间。(3)砂性土壤有其适宜旱作耕种的一方面,其水释力低,当土壤湿度为 10%~12%时,黏土地里的玉米就已经枯萎了,但是在砂性土地里,玉米仍可以出苗(表 4)。

表 2 主要农作物全生育期需水量情况^[13]

作物	水稻	春小麦	玉米	高粱	谷子	糜子	马铃薯	亚麻	甜菜
需水量	700~750	300~500	300~450	300~450	250~300	225~300	300~450	300~500	250~500

表 3 玉米临界气候条件与适宜气候条件^[14]

临界气候条件	适宜气候条件
≥10℃积温生育期<1 600~1 800℃,全年<2 000℃,生育期日平均温度<16℃,>35℃,抽穗至成熟期<17℃,>30℃,最暖日平均气温<18℃,>30℃,≥0℃日数<120 d	≥10℃积温生育期>2 000℃,全年>3 000℃,生育期日平均温度 24~30℃,抽穗至成熟期 24~28℃,最暖日平均气温>24℃,≥0℃日数>140 d

表 4 玉米干旱等级的土壤湿度指标^[15] %

土壤	出苗下限	轻旱	重旱	枯萎
黏土	17	18	13~14	10~12
沙壤土	12	14~15	10~11	1~9
沙土	10	12	9	6

但是,科尔沁大部分土壤为风沙土,约占总土壤面积的 84.3%。风沙土属于发育初期的土壤,其质地粗,结构差(甚至无结构),养分含量低,保水保肥能力弱。需要说明的是,虽然科尔沁沙地大多耕地并不在风沙土之上,但是除南部少部分黄土台地之外,大部分耕地为砂质栗钙土。草牧场上层往往是草甸土或栗钙土,水肥条件较好,下层往往是第四纪松散的沉积物,这往往也给农牧民一种错觉,认为土地“肥沃”,可以开垦种植农业。特别是在社会环境容易激发农牧民“急功近利”的情况下,人们萌发的谋生需求和侥幸心理的交互作用会不断开垦草场^[6],将这种表面的“肥沃”转化为现实的利益,使第四纪松散的沉积物完全暴露,土壤结构变为松散,导致沙漠化的不断发展。这种农牧业选择变化导致非地带性风沙土的不断形成。所以,该区旱作农业种植存在很大的生态风险。

2.3 水资源对旱作农业的适宜性

该区水资源相对较为丰富,且埋藏较浅,可以支撑一定程

表 5 不同类型草原产草量与降水量^[19]

类型	歉 年		平 年		丰 年	
	降水量/mm	产草量/kg	降水量/mm	产草量/kg	降水量/mm	产草量/kg
草甸草原	300	800	300~400	800~1000	400	1000
典型草原	250	600	250~350	600~800	350	800
荒漠草原	150	400	150~300	400~600	300	600
荒 漠	50	200	10~100	200~300	100	300

表 6 几种牧草返青至开花、成熟期积温^[20] ℃

牧草名称	返青日期 平均气温	返青— 开花积温	返青— 成熟积温
苜蓿/2 a	7~12	900~1300	200~2400
苜蓿/3 a	—	800~1100	1500~2100
草木樨	7~12	900~1200	1800~2100
豆科牧草		800~1200	1800~2300
多年生			
禾本科牧草		100~1500	1500~1900

该区最大的特点是,虽然土地面积相对很大,但总体质量较差,即单位面积上的水肥含量较低,土地利用应体现“横向扩展,低强度”的要求。草原畜牧业对土地条件要求较低,除

度上的农业灌溉。但是,毕竟处在半干旱区,农业垦殖不断扩展必然导致旱作农业的边界不断北移,为降低农业生产的风险,对灌溉的依赖会越来越强,灌溉农田的增加势必造成用水量的增加,而粗放的灌溉方式和水资源管理又可能造成巨大的浪费,导致河流断流以及次生盐渍化的发生,甚至土地沙漠化与生态系统的退化。对当地农民的调查发现,玉米灌溉耗电逐年增加(图 3)。当地农民认为越来越多的玉米灌溉是造成地下水下降、水井出水缓慢的主要原因。同时,随着灌溉农业的发展,大量抽取地下水浇灌农田和园地,水资源向村庄附近及农田聚集,使离村庄较远的草场、林地更加缺水,并使大量的积水洼地干涸,导致沙漠化的发展^[16]。

3 生态条件对草原畜牧业的支撑与约束

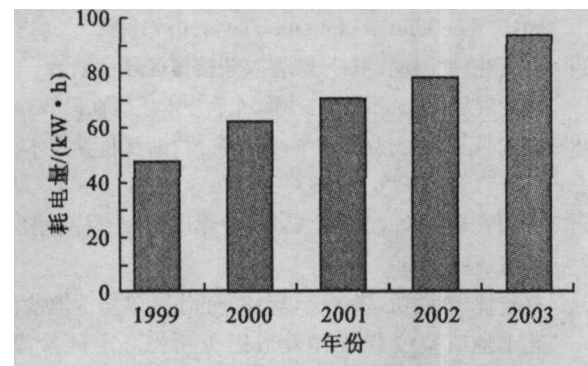
从表 5、表 6 可以看出,科尔沁沙地气候变化区间的底线基本上能满足牧草平年与丰年生长的要求。尽管气候变化对牧草生长和产草量有一定影响,但相对于种植业来讲,影响较小。因牧草植被经过长期对该区半干旱环境的适应,有着广阔的生态适应性^[17]。应用贝叶斯准则对农牧交错带粮食作物和天然牧草进行分区,生态气候适应性综合评价分析也表明,牧草自然生态适应性明显优于粮食作物和春小麦^[18]。

基岩、重盐碱地和流沙地之外,只要能生草的土地。如退耕草地、荒山荒坡草地和林下草地等,都可放牧利用,草原畜牧业对土地使用的域宽较高,草原畜牧业与土地之间物质和能量的交换更缓和、更均匀,即从单位面积索取的物质和能量较低。“大面积、低密度”的生态条件与草原畜牧业之间构成了最强的适应关系。同时,由于砂性土地透水性较好,相比较黄土、黏土等土壤而言,该区的土壤组合更适合放牧活动。

4 农牧业选择的社会经济维度

农牧业生产选择不仅仅是纯自然的生态过程,必然受到经济效益、土地政策、贫困以及技术进步等社会经济因素的影响,这些因素在一定程度上改变了农牧业选择的生态适宜区间,其改变的空间是利用生态条件变化的波动性、环境效

应的滞后性,以及科技进步改变局部微环境的生态适宜性等。这些作用关系体现在如下方面:



资料来源:2003 实地调查资料
图 3 玉米灌溉均耗电量的变化

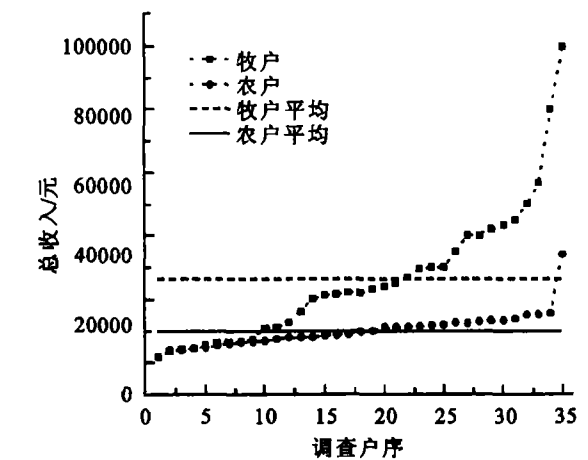


图 4 农牧区家庭收入的分布情况 (n=70)

4.1 经济产出差异

单位土地面积上农业的生产效益要比牧业高,这一点由林德曼定律很容易得知。在对土地定位限于生产功能的前提下,农牧民的整个生产过程是以获取粮食生产和畜牧产品为目标的过程。农牧民根据粮食和畜牧产品的自给程度和所要达到的经济收入目标对土地进行利用^[21],其目标自然是个人经济收益的最大化,并不考虑整个过程的环境成本。

4.2 财富的差异

相比较而言,该区旱作农业低投入、低收入、高风险,牧业则是高投入、高收入、低风险^[22]。除了土地资源的限制外,选择牧业或者重建畜群需要一定的资金,而且必须有足够的资金抵制风险和维持流转(牧业生产进入的门槛高)。比如一个牧民要养 5 只羊,至少需要投入 $5 \times 300 + 500$ (羊圈建设投入) = 2 000 元。而农业生产则不同,有钱可以多投入,没钱可以少投入甚至不投入。除了一般的农业生产工具外,所需要的投入主要是种子和化肥(在沙荒地一般不施化肥),几十块钱的投入就能从事农业生产。这也可以解释“放牧的都是有钱的,有钱的都放牧”的现状(图 4)。虽然该区农业比牧业受气候的限制更大,但是为了生存,它为大多数贫困的农牧民所接受。一般来说,越是贫困的地区,其对自然资源与环境的依存度越高。

4.3 政策不稳定

政策是确定土地使用边界的重要社会经济因素,但是指令

性计划经济时期的政策对该区近 50 a 的农、牧业变化产生了深远影响。在“牧民不吃亏心粮”、“深挖洞,广积粮”、“以粮为纲”等政策驱动下,在人民公社化、大炼钢铁和文化大革命浪潮下,科尔沁沙地经历了几次大面积的草场开垦。建国以后该区的农牧业政策和土地产权调整变化频繁,直接表现为鼓励农垦与鼓励退耕的交替变化。政策在时间上不稳定、不连续,导致农牧民没有预期。没有预期必然会追求短期效益,因为每个牧民都预期土地的分配会改变,所以就加大对土地的耕垦,因为最终的调整无疑又是一次生态成本的大平摊,导致了该区在很长一段时间内保持着较高的农垦水平。

4.4 技术进步

土地利用的开发史就是人类生产技术进步的历史。生产技术的影响有其两面性。一方面,技术的进步确实提高了农、牧业生产的效率,增强了改造自然的能力;另一方面,技术的进步特别是低水平的技术进步也提高了人类破坏自然的能力,改变了自然条件决定的农、牧业生产格局。例如,化肥的使用改变了土壤结构,加速了土地的退化;地膜的使用改变了自然的热量平衡,使本来就处在边缘农业的科尔沁沙地强化了“可农、可牧”的概念,而忽略了“可以种植农作物,但不能大力发展农业”的尴尬;农机的使用增强了灌溉的能力、开垦草场的速度和深度等等,都使该区旱作农业的自然边界变得模糊,农耕的边界不断往北推移。

正是在上述各种复杂因素的共同作用下,导致“农牧交错带内农业生态位极大的扩张重叠于牧业系统生态位之上,使牧业生态位被大大的压缩或被迫转移到条件更差的地区,农业在不断侵吞牧业的生态位,结果不仅使原承载力较低的牧业生态位不堪农业生态位的重压而被破坏,就连那些植被较差的半固定、半流动草地因承受不了牧业生态系统的重压也遭到破坏^[23],农牧交错带的边界不断北移,其结果却是牧业生产的“两败俱伤”以及生态环境的不断退化。

5 结 语

科尔沁沙地的生态条件决定了该区具有发展旱作农业的一定生态域宽,但是已经处于极端条件。生态条件的时间与空间波动变化使其处在“适宜”与“不适宜”之间波动,其生产活动与生态环境具有一定的风险。相比较而言,该区具有发展草原畜牧业更广的生态域宽,草原畜牧业的利用方式更符合该区人地作用界面中对物质与能量交换规律与强度的要求。但是,单位面积农业的产出远大于草原畜牧业的产出,是生态适宜性与社会经济条件约束矛盾冲突的症结所在。社会经济因素利用生态条件变化的波动性、环境效应的滞后性,以及科技进步改变局部微环境,一定程度上改变着农牧业选择的自然生态适宜区间,自然也就改变着农牧业选择的方向与区域,使农牧民在特定的时期和阶段进行“生态投机”活动变为可能,将草原开垦为耕地。

综上所述,该区生产调整与生态建设,必须重视对草原使用的重新定位,模式的设计与效益核算应该具有普适性,或者说应该留有余地。毕竟我们不能忽视了过去对该区阶段性的利用方式及其生态效应的累积性,导致目前处在一种“生态负债”的状态。调整的思路就是力图使其自然生态的

适宜性与社会经济的适宜性相统一,或者说调整社会经济结构,强调该区农牧业选择的自然生态边界,留出波动性带来的风险空间。

参考文献:

- [1] Sara B, Zhao X Y. Rural Reforms and Changes in Land Management and Attitudes: A Case Study from Inner Mongolia, China[J]. *Ambio*, 2002, 31(3): 219—225.
- [2] 赵哈林,赵学勇,张铜会,等. 北方农牧交错带的地理界定及其生态问题[J]. *地球科学进展*, 2002, 17(5): 739—749.
- [3] 苏志珠,马义娟,刘梅. 中国北方农牧交错带形成之探讨[J]. *山西大学学报(自然科学版)*, 2003, 26(3): 269—273.
- [4] 江源,高清竹,何立环,等. 基于 Landsat-TM 数据的农牧交错带景观结构研究—以内蒙古自治区兴和县为例[J]. *应用生态学报*, 2002, 13(4): 403—408.
- [5] 陈海,康慕谊,曹明明,等. 中国北方农牧交错带生态—生产范式区划研究[J]. *水土保持通报*, 2005, 25(5): 37—39.
- [6] 董光荣,苏志珠,马义娟. 中国北方农牧交错带农业经营方向初探—以晋陕蒙甘宁青地区为例[J]. *中国沙漠*, 2002, 22(5): 428—438.
- [7] 常学礼. 科尔沁沙地主要旗县气候相似性分析[J]. *中国沙漠*, 1998, 18(增刊): 80—83.
- [8] 内蒙古奈曼旗农业区划委员会办公室. 内蒙古奈曼旗农业区划资料汇编(内部资料)[Z]. 1987.
- [9] 郑根昌,翟祥,杨恒山,等. 内蒙古西辽河平原农业气候资源持续利用途径研究[J]. *农业环境与发展*, 2001, (4): 31—33.
- [10] 赵哈林,赵学勇,张铜会,等. 科尔沁沙地沙漠化过程及其恢复机理[M]. 北京:海洋出版社,2003.
- [11] 赵学勇,黄学文,张铜会. 科尔沁沙地生态系统与农牧业经济脆弱性研究[J]. *中国沙漠*, 1997, 17(增刊): 115—119.
- [12] Breman H. Opportunities and constraints for sustainable development in semi-arid Africa[M]. *Net herlands: The United Nations University*, 1995.
- [13] 郭绍礼,杜国垣,王钟建. 晋陕蒙接壤区环境整治与农业发展研究[M]. 北京:中国科学技术出版社,1995.
- [14] 崔读昌. 中国农业气候学[M]. 杭州:浙江科学技术出版社,1999.
- [15] 中国农业科学院. 中国农业气象学[M]. 北京:中国农业出版社,1999.
- [16] 赵哈林,李胜利,张铜会,等. 80 年代科尔沁沙地沙漠化土地时空变化规律及成因分析[J]. *中国沙漠*, 1998, 18(增刊): 1—9.
- [17] 任继周. 草地农业生态系统发展过程与展望[J]. *草业学报*, 2001, 10(专辑): 36—44.
- [18] 吕玉华,郑大玮. 北方农牧交错带牧草与作物生态气候适应性研究—以内蒙古自治区中东部地区为例[J]. *中国生态农业学报*, 2003, 11(4): 103—133.
- [19] 中国科学院内蒙古宁夏综合考察队. 内蒙古自治区及其东西部毗邻地区气候与农牧业的关系[M]. 北京:科学出版社,1976.
- [20] 《内蒙古农业地理》编辑委员会. 内蒙古农业地理[M]. 呼和浩特:内蒙古人民出版社,1982.
- [21] 海春兴,周心澄,关文彬. 社会发展与科技进步对农牧交错带土地利用方式变化驱动研究综述[J]. *北京林业大学学报(社会科学版)*, 2005, 4(1): 69—72.
- [22] 史培军,王静爱,等. 内蒙古自然灾害系统研究[M]. 北京:海洋出版社,1992.
- [23] 赵哈林,赵学勇,张铜会. 我国北方农牧交错带沙漠化的成因、过程和防治对策[J]. *中国沙漠化*, 2000, 20(增刊): 22—28.

(上接第 25 页)

博览会、休闲博览会、动漫节等活动都促进了杭州经济和社会的发展,因此后天条件也很好。

杭州作为一个生态市,就要注重环境的保护工作,放弃过去那种传统经济方式,利用杭州本身的特点来发展。自然环境优美—西湖,发展旅游业以及相关的服务业;人力资源丰富—大学城,发展高科技产业;社会活动丰富—休闲博览会,促进经济发展。

5 结 语

“生态学是研究自然结构和功能的科学”(Odum, 1971),生态学关于城市规划理论核心就是对土地の利用,重视土地的自然属性。城乡空间发展是社会、经济、文化、环境诸要素综合作用的空间表现,城乡空间生态规划的理论主体是空间规划,是结合了生态理念、融入了生态规划手法的空间规划方法。生态学对于城乡规划理论的启发还相当多,拓展了城市规划理论研究的领域。同时,将城市和乡村的优势利用生态学结合到一起,有利于创建一个可持续发展的城市,而杭

州市的研究有助于理论的实践和检验。

参考文献:

- [1] 杨培峰. 城乡空间生态规划理论与方法研究[M]. 北京:科学出版社,2005. 8—9, 47.
- [2] 王家骥,等. 区域生态规划理论、方法与实践[M]. 北京:新华出版社,2004. 362—364.
- [3] 黄亚平. 城市规划、城市空间环境建设与社会发展[J]. *城市发展研究*, 2005, (2): 14—18.
- [4] 景普秋,张复明. 城乡一体化研究的进展和动态[J]. *城市规划*, 2003, (6): 30—35.
- [5] 李杨帆,朱晓东,黄圣金. 生态城市系统的概念模型与等级结构研究[J]. *城市发展研究*, 2005, (4): 39—42.
- [6] 甄峰. 城乡一体化理论及其规划探讨[J]. *城市规划学刊*, 1998, (6): 28—31.
- [7] 朱玉春. 生态城市规划的立法原则[J]. *郑州大学学报*, 2005, (5): 63—66.