

文章编号:1001-8166(2002)02-0161-08

# 加强我国土地利用/覆盖变化及其 对生态环境安全影响的研究 ——从荷兰“全球变化开放科学会议”看人地系统动力学研究的发展趋势

史培军<sup>1,2</sup>, 宋长青<sup>3</sup>, 景贵飞<sup>1,2</sup>

(1. 北京师范大学资源科学研究所, 北京 100875; 2. 北京师范大学环境演变与自然灾害教育部重点实验室, 北京 100875; 3. 国家自然科学基金委员会地球科学部, 北京 100085)

**摘要:**综述了在荷兰阿姆斯特丹召开的“全球变化开放科学会议”的主要学术成果,从中分析了在全球变化研究的各个领域,人类活动在全球变化中所起作用的重要方面。在此基础上,阐述了我国如何加强在全球变化和可持续发展研究中,开展土地利用/覆盖变化及其对生态环境安全影响研究的重要方向。以此研究揭示土地利用变化的驱动力,土地覆盖变化的生态效应,土地利用/覆盖格局对生态环境安全的影响机理。着眼我国生态系统对全球变化的可能响应,重构了我国生态环境安全条件下的土地利用/覆盖的空间宏观格局。

**关键词:**土地利用/覆盖变化;生态环境安全;人地系统动力学;全球变化

**中图分类号:**X144 **文献标识码:**A

## 0 引言

从 1986 年美国发表开展全球变化研究战略报告<sup>[1]</sup>,至今已有 15 年的历史,在这一期间,全球变化的研究已经成为带动地球科学以及相关学科研究的学科前沿论题,一直受到学术界的高度关注。为了总结过去 15 年在全球变化研究领域所取得的成就,并进一步从综合集成的角度,加深对全球变化过程的深入理解,特别是针对与年俱增的生态环境和灾害问题,提出人类适应性的对策,并减缓全球变化所带来的危害,由 IGBP、IHDP、WCRP 委员会共同发起并组织,于 2001 年 7 月 10~13 日,在荷兰阿姆斯特丹召开了国际性会议——变化着的地球的挑战(Challenges of a Changing Earth):全球变化开放科学会议。来自世界 100 多个国家和地区,近 2 500 名代表出席了会议。中国代表团是仅次于美国的第二大的代表团,共有 70 名代表出席了这次会议。本文依

据在此次会议上所得到的资料和会议中的所闻所见,就当前全球变化研究中对人类活动的广泛深入的考虑,特别是对土地利用/覆盖变化及其对生态环境安全影响的研究,提出了一些重要的研究方向,并着眼于我国生态系统对全球变化的可能响应,重构了我国生态环境安全条件下的土地利用/覆盖变化的空间宏观格局。

## 1 变化着的地球的挑战——全球变化开放科学会议

荷兰全球变化开放科学会议是在变化着的地球的挑战这一主题下,由大会报告、分会报告、专题论坛、国际项目成果和研究进展与成果展示 5 个部分组成。在正式开幕以前,还由大会秘书处组织参观和访问了与全球变化研究相关的荷兰科研机构、大

收稿日期:2001-12-07;修回日期:2001-12-25.

\*基金项目:国家重点基金研究规划项目(编号:2000018604);国家自然科学基金重大项目(编号:39899374);教育部跨世纪人才培养基金项目(1998)资助.

作者简介:史培军(1959-),男,陕西靖边人,教授,理学博士,主要从事自然地理学研究. E-mail:spj@bnu.edu.cn

学及实验站。

### 1.1 大会讨论交流的主要论题

大会交流分为 3 部分,即在全球变化研究中所取得的成就与挑战;对全球变化过程理解所取得的进展;对未来全球变化研究的展望(表 1)。

在大会开幕式上,IGBP 主席 B. Moore 系统地阐述了过去 15 年全球变化所取得的成就,并提出了所

面临的挑战。他认为我们所生活的世界面临一系列环境问题,诸如:淡水短缺、陆地和水生态系统的退化、土壤侵蚀的加剧、大气化学的变化、渔产量的衰减、气候的明显变化等。引起这些变化的主要原因是人口的增加、二氧化碳和甲烷排放量的提高、土地利用和土地覆盖的变化<sup>[2]</sup>。事实上,这些变化就是人与自然关系的变化,它们不论是现在还是以前

表 1 全球变化开放科学会议大会讨论与交流的论题  
Table 1 The issues of "Global Change Open Science Conference 2001"

| 讨论主题                           | 主要内容                          | 大会报告题目  |
|--------------------------------|-------------------------------|---|
| 1. 全球变化研究中所取得的成就与挑战            | 1-1 粮食、土地与海洋——生产生态系统能否可持续     | ·土地变化的中心与复杂性:神话与现实<br>·气候变率和海洋生态系统动力学:可持续资源利用的含意<br>·21 世纪的食物:全球气候的差别   |
|                                | 1-2 还能呼吸吗——21 世纪空气质量          | ·人类时代的大气化学<br>·火与雾:东南亚空气质量的社会与政治的不平等  |
|                                | 1-3 管理行星地球的新陈代谢——全球二氧化碳循环     | ·海洋和陆地二氧化碳动力学<br>·二氧化碳和科学政策的关系:东京宣言的挑战<br>·产业对二氧化碳响应的挑战   |
|                                | 1-4 变化着的全球系统中的水——21 世纪水资源的挑战  | ·人类有足够的有效水资源量吗?<br>·需要水的人们能够得到水吗?<br>·被控制的水与共享净水:大坝工程的法律(公正)影响  |
| 2. 理解全球变化过程所取得的进展              | 2-1 全球生物地球化学——理解行星地球的新陈代谢系统   | ·海洋生物地球化学:变化着的海洋<br>·陆地二氧化碳的过去、现在与未来<br>·能够有新的机构解决大气圈的问题吗? 酸雨、臭氧洞与气候变化案例  |
|                                | 2-2 陆地与海洋的相互作用——区域与全球的联系      | ·来自海洋与沉积于海洋:生物地球化学的相互作用与反馈<br>·大坝对渔业的影响:三峡大坝案例研究<br>·全球海岸带的变化:南亚的案例   |
|                                | 2-3 气候系统:预报、变化与变率             | ·气候变化的前因后果:我们去地球上哪个地方?<br>·气候变化 1000 年<br>·变化着的冰冻圈:全球变暖对高纬度的影响<br>·二氧化碳倍增的气候系统:变率与可预报性  |
|                                | 2-4 土地利用变化的热点地区和地球系统:区域或全球的考虑 | ·陆地表面与气候有什么关系:概论<br>·北非:绿色撒哈拉<br>·东南亚 I:理解变化着的亚洲季风系统:大尺度植被和土地利用在水循环和气候中的作用<br>·东南亚 II:如何模拟由人类引起的土地覆盖变化所导致的亚洲季风气候?<br>·土地利用与东亚季风<br>·亚马孙流域与土地利用变化:未来可以平衡吗?<br>·陆地表面与气候有什么关系:综合 |
| 3. 对未来全球变化研究的展望——地球系统科学与全球可持续性 | 3-1 模拟与地球观测系统                 | ·对地球系统复杂性与不规则性的探讨<br>·监测地球系统长期趋向与短期的不稳定性<br>·过去、现在与未来的可视化写真   |
|                                | 3-2 地球系统需要多样性吗?               | ·为什么地球系统科学需要海洋生物多样性<br>·陆地生态系统过程及服务与生物多样性有什么关系  |
|                                | 3-3 有不破坏行星地球的技术吗?             | ·对自然的大力恢复:原因与途径<br>·产业转变:在生产与消费发展系统中的变化   |
|                                | 3-4 趋向于全球的可持续性                | ·区域与全球可持续性的挑战与十字路口<br>·趋向于可持续性转变的研究系统   |

所发生的变化,但都在加速。在过去的 3 个世纪,人口增加了 10 倍,仅 20 世纪,人口就增加了 40 亿。自从 1900 年以来城市化也提高了 10 倍,接近 1900 年以前的全部城市化水平;仅几代人就消耗了过去几亿年所形成的化石燃料;近 50% 的地表已被人类改造,并产生了影响生物多样性、营养物循环、土壤结构、生物和气候的明显后果;目前在农业肥料中所固定的氮还比在陆地生态系统自然固定的氮多;由人类直接或间接使用的水资源已超过所有净水资源量的一半,在许多地区,地下水资源也面临枯竭;对气候起着重要作用的温室气体,如  $\text{CO}_2$  和  $\text{CH}_4$ ,在大气圈中的含量明显提高,现在已完全可以识别人类对全球气候的影响;海岸与海洋生境已被(人类)大大地改变,50% 的红树林消失,湿地也缩小了一半;海洋鱼类已有 22% 被过度捕捞或已经捕竭,已有 44% 的海洋鱼类已被捕捞到极限;围绕在世界周围的海洋和陆地生态系统灭绝的速率在明显提高。地球现在正处于由单个生物种所引起的先期大灭绝期。由以上的事实可以看出由于人类所引起的生态环境的变化,已经超过了由于行星地球自然变率所引起的变化,由此,就必然影响到过去和现存的人类冲突、贫穷、疾病和营养不良。

### 1.2 分会讨论与交流的主要论题

分会交流分为三个单元,第一个单元包括:全球碳循环、大城市与全球变化、在过去和未来气候变化(不稳定)系统中的厄尔尼诺与南方涛动、地球系统的地面写真、全球生物多样性变化、全球变化与火、海岸带的人海相互作用。第二单元包括:食物生产与环境之间的非贸易行为,理解、重建、描述或预测土地覆盖变化中的土地利用变化、冰冻圈与全球变化——机制与指标,地球系统分析、陆地生物圈与全球变化、社会转变过程、海洋和气候变化。第三单元包括:水资源对环境变化的脆弱性——系统探讨,把人类纳入地球系统之中——牺牲品或恶魔、干扰或解决问题的途径,大气圈与全球变化、对全球变化的非线性响应与突变、生态系统可持续性管理的长期透视、科学与政策过程:IPCC 和更多的途径、全球变化与山区。所有这些专题讨论大多为 ICBP、IHDP、WCRP、DIVERSITAS 的核心研究项目的研究主题,分会讨论和介绍、交流了这些核心研究项目已取得的成果及存在的问题或努力的方向<sup>[2]</sup>。

### 1.3 研究成果展示

利用展板的方式,展示了世界各国研究者在全球变化的各个领域所取得的最新成果。这一部分共

包括 8 个论题。即:地球系统、行星系统的新陈代谢和全球元素的循环,从过去看未来:古地球系统的研究,水循环、水资源与水安全,气候变率(不稳定性)与气候变化,海洋与海岸,大气圈及其界面:空气质量,可持续发展的土地:食物、生物多样性、其他服务(作用),人类企业和全球可持续发展:工业、运输、机构的脆弱性。上述展示的这些成果,系统而全面地反映了与会 2 000 多名代表关于全球变化研究的最新成果。

除以上三部分外,还举行了两个专门的论坛,即可持续发展科学与全球变化科学能力的建设。

### 1.4 全球变化研究的基本结论与努力的方向

在大会通过的“全球变化阿姆斯特丹宣言”中指出,地球系统是一个由物理、化学、生物和人类要素共同组成的一个单一的自组织行为系统。在地球系统中的各个要素之间的相互作用和反馈是复杂的,存在着多种时空尺度的变率(不稳定性)。最近几年来对地球系统动力学的认识,已取得了很大的进展,为评价人类活动对地球系统的影响和结果,提供了扎实的科学基础。人类活动在温室气体排放和气候变化等许多方面明显影响着地球的环境。人类对地球表面、海洋、海岸、大气圈、生物多样性、水循环、生物地球化学循环等方面的改变已明显地超过了自然的作用。人类对地球的作用及影响已与自然作用相当,并在许多方面还表现出加速的作用,目前,全球变化确实存在并正在发生。全球变化不能简单地用因果范式来理解。人类的作用以复杂的方式对地球系统造成多方面的突出影响。这些影响之间的相互作用,以及在地方和区域尺度上以多种模式的变化,使人们更加难以理解,以及对这种变化模式更加难以预报,突变常常发生。地球系统动力学是受临界值域和突变所左右,人类活动能够引起地球系统巨大的变化,并导致地球环境及生境的严重后果。地球系统在过去 500 万年以来,被不同的状态所控制,并有时在两个状态之间伴随着突发性的转变(10 年或更短)。人类活动具有调控地球系统渐变与突变交替发生的潜在作用,而这种交替作用的模式又对人类或其他生命起着一种不可逆转和友善的影响。人类所引起地球环境的突变的可能性到现在还难以定量,但必须予以考虑。作为一些关键的环境参数,地球系统至少已超过过去 500 年以来的自然变化幅度。地球系统现在发生的可以模拟的变化性质,以及它的强度和速率均难以把握。地球以一种与以往非类似的状态在运转。基于这些认识,阿姆斯特丹

宣言呼吁:急需建立一个伦理性的全球组织框架和对地球系统予以管理的战略,以及建立全球环境科学的新系统。

## 2 加强人与自然关系的深入研究——发展人地系统动力学已成为全球变化研究的一个重要综合研究领域

为了深入揭示人类活动对生态环境的影响机制,5年前我们曾提出建立地球表层人地系统动力学的建议<sup>[3]</sup>。从这次荷兰全球变化开放科学会议的大会与分会报告以及展板展示、专题论坛等学术交流活动情况,可以清楚地看到,加深对人类活动在全球变化过程中的作用机制的认识,在揭示人类活动与自然相互作用机理和过程的基础上,建立人地(自然环境系统)系统动力学,正在成为当前全球变化研究的一个重要综合研究领域,亦是探求有序人类活动模式<sup>[4]</sup>的科学基础。

### 2.1 温室气体的排放与全球变暖

自从工业革命以来,地球上的人类以不同的产业方式向大气排放各类气体,其中  $\text{CO}_2$ 、 $\text{CH}_4$  作为这种温室气体的标志, $\text{SO}_2$  作为形成酸雨的主要大气化学成分,受到世界各国科学家的关注。大气化学过去已经或正在发生着对人类影响明显的变化过程。陆地上大气中的  $\text{CO}_2$  增加了 30%,依据不同的模型预报,这些温室气体的增加使大气温度增加了 1.4~5.8℃;陆地上  $\text{SO}_2$  的平均排放量提高了 7 倍,全球 NO 的平均含量增加了 1 倍,由此引起了严重的区域环境问题,如酸雨、光化学烟雾以及臭氧洞等。就全球范围来看,这些环境问题在亚洲显得尤为突出<sup>[5]</sup>。2001 年火灾在全球频繁发生,已经成为一些区域大气环境质量恶化的另一个重要原因,如频发的印度尼西亚火灾,造成这一地区严重的大气烟尘污染,目前这种大气污染已影响到 2 500 多万人口,造成 120 亿美元的损失,并造成区域性的气候异常<sup>[6]</sup>。温室气体的排放不仅与工业化的水平有密切关系,还与城市和区域性的产业结构相连,诸如能源和矿物的消耗、食品供给、城市供水与交通、信息与通讯服务、运输过程等,都从生产与消费两个方面影响着城市和区域产业的新陈代谢过程,其结果必然影响到大气质量和加速全球和区域气候的变化<sup>[7]</sup>。这种变化在微观层面与市场相关,在中观层面与区域经济有关,在宏观层面,则与全球经济与体制变革密不可分,要想管理全球环境变化,就必须将

这三个层面综合考虑。由此可以看出,温室气体的排放,正是全球、区域与地方产业结构变迁、技术经济变革的产物。

### 2.2 土地利用/覆盖变化与生态环境安全

土地利用/覆盖变化不仅客观地记录了人类改变地球表面特征的空间格局,而且还再现了地球表面景观的时空动态变化过程。土地利用/覆盖变化与生态环境安全水平密切相关。中国三峡大坝修建突出地影响中国的东海生态环境安全水平,其中最突出的影响是近海养殖业的衰退<sup>[8]</sup>。东南亚是全球变化的热点区域,目前人口已达到 5 亿,在 40 年间人口翻了一番,90%的人口居住在近海 100 km 的范围内,从而使这一地带的近海生态系统发生了巨大的改变,土地利用格局的变化,使海岸湿地生态系统受到了明显的破坏,人类活动已成为这一地区生态环境安全水平下降的主要驱动因素<sup>[9]</sup>。中美洲南于卡坦(Yucatain)区域土地利用/覆盖变化不仅记录了人与自然的相互作用的脆弱性及风险水平的变化,而且还表现出以基本的社会单元对区域环境变化的响应过程。正因为如此,恢复退化的生态系统,解决食物安全问题,都必须从经济和文化等各个方面建立适应区域环境变化的社会组织体系<sup>[10]</sup>。北非撒哈拉地区,土地利用/覆盖变化与气候干湿变化形成了非常明显的反馈关系。中全新世期适宜整个撒哈拉沙漠的大面积收缩,地表植被覆盖使整个沙区中的流沙得以固定。然而由于 5.5 ka BP 前后的气候突变,导致地表植被覆盖度迅速下降,结果不仅影响到本区的土地利用格局,而且对整个气候系统的演变产生了深刻的影响,最终导致这一地区荒漠化过程加剧,使生态环境安全水平大幅下降<sup>[11]</sup>。东亚地区受季风气候影响,已人所共知,但近年的研究表明,人类活动对季风气候的影响也是非常明显的。在东亚地区以土地利用/覆盖变化为突出标志的人类活动,在过去 3 ka,60%以上的自然植被转变为农田,草地转变为半荒漠,并发生了大面积的土地退化。由于土地利用/覆盖变化,使地表反照率、粗糙度、植被叶面积指数和地表植被覆盖度发生了明显的改变。模拟的结果表明,由于上述下垫面特征的变化,弱化了夏季风,并强化了冬季风,从而进一步导致了干旱化的过程<sup>[12]</sup>。南美洲亚马孙河流域的土地利用变化,不仅反映了热带雨林的森林退化,同样导致了气候条件的变化,其突出表现为气候系统的不稳定,结果导致水旱灾害的发生频繁增加,流域生态安全水平大大下降,特别是生物多样性受到破坏<sup>[13]</sup>。

由以上案例可以看出,仍需要加深理解环境与发展之间的内在联系。自然界与社会的相互作用,正如土地覆盖与土地利用格局的变化,二者之间是反馈作用的关系,二者有机协调,有利于生态环境安全,二者不协调,则导致生态环境恶化,引发灾害并使灾情加剧。自然与社会之间相互作用,突出表现在人类活动对自然生态系统的结构与功能影响,其中诸如人口的变化所造成的生态影响过程是明确的,但技术的变化是如何影响经济、消费以及全球化的机制,至今仍了解甚少。因此,加深对包括技术变化在内的人类活动对自然生态系统的影响机制的认识,乃是可持续发展科学的核心问题<sup>[14]</sup>。

### 2.3 生物多样性变化与食物保障

生物资源是人类食物与健康的基本战略资源。全球变化对生物多样性的影响是极为广泛和深刻的。1992年,在巴西里约热内卢联合国环境与发展大会上,签署了国际生物多样性协议,到2000年8月,已有178个国家和地区批准执行这一协议。在执行这一公约的过程中,仍然存在很多的问题,诸如海洋生物多样性如何保护<sup>[15]</sup>,生物多样性资源作为不同国家和地区的战略资源,如何在保护过程中共享这些资源,特别是作为食品或药品开发的自然物源,应如何实现跨行政区域的保护和利用,目前仍难达成一致。生物多样性对地球系统功能的维持到底起多大作用?首先提供给人类的基本服务是食物、净水、娱乐;其次是维持全球气候系统稳定的重要因素;第三是区域生态环境安全与否的标志。生物多样性常常与人类社会的活动密切相关,其中人造物种的出现,对自然物种的进化影响愈来愈突出,这就从根本上改变了自然生态系统的功能,进而影响到食物的质量,特别是食物的安全水平<sup>[16]</sup>。对自然生态系统的恢复,一直是恢复生态学的一个主题。20世纪中叶,人类开始改变地球表面生态系统分布的格局,人类需要从自然生态系统中获取更多的物质,如食物和生产原料,并使许多的自然生态系统消失,转而成为城市或工厂。到21世纪,地球上的人口可能达到100亿,伴之持久的农业化、工业化和城市化过程,必然还会对自然生态系统产生更为广泛的影响,从而使部分生态系统退化,又使部分生态系统得以恢复。无论在陆地还是海洋,恢复与重建退化的生态系统,对确保人类食物安全,以及人类娱乐都有着极为重要的作用<sup>[17]</sup>。由于全球变化,特别是气候变暖,再加上全球一体化进程中所引起的贫富悬殊,进而所产生的一系列社会、经济的变化,人们似乎认

识到地球系统变得更加脆弱。因此,就会从广度和深度等方面影响全球生物多样性的安全,转而影响人类赖以生存的生物多样性资源,进而导致在一些地方发生灾荒。为此,加强对生物多样性的保育,在某种程度上,就是保护人类的生存。

## 3 探求我国生态环境安全条件下的土地利用/覆盖的空间宏观格局

我国处在欧亚大陆的东部,受多种气候系统的影响,自然状况下的土地覆盖就存在着明显的地域差异。诸如东部沿海地区,受海陆过程的影响,形成明显的海岸带环境,海洋生态系统与沿海陆地生态系统交错分布;广大东部平原、丘陵及低山组成的陆地生态系统与湿地(主要是河流与湖泊)生态系统交替分布;西北内陆山地与盆地相间,山区垂直带谱组成的森林、草原、草甸生态系统与盆地以流动沙丘及干燥剥蚀高(平)原戈壁组成的荒漠生态系统镶嵌分布;青藏高原山原相间,在缺氧环境下形成的高寒荒漠及湿地生态系统与其边缘高山峡谷垂直带谱组成的森林、草原、草甸生态系统呈成层分带展布。自从8~6 ka BP以前,所有这些理想的天然地表覆盖的空间分布格局,受到人类活动的逐渐影响。经过近6 ka的持续人类影响,在我国的大部分地区自然生态系统的空间格局已被人类各种土地利用所改变,土地利用/覆盖空间格局在很大程度上记录了人与自然相互作用的过程,并逐渐形成了具有典型特征的区域土地利用/覆盖格局的空间模式。诸如珠江三角洲地区的“桑(果)基鱼塘密布”、长江三角洲地区的“城乡河湖交错”、华北及东北平原地区的“都市乡村环状展布”、广大中西部平原、河谷地区的“城乡带状延伸”等。然而由于人口的与年俱增,农业化、工业化与城市化过程的广泛而深入的推进,我国不同区域的土地利用/覆盖格局与本来自然的土地覆盖格局愈来愈相差甚远,在一些地方导致了违背自然规律的土地利用布局,结果酿成严峻的生态环境问题,严重的地区则导致灾害频发,灾情加重。诸如两湖地区的“围湖造田”、沿海地区的“围海造地”、草原地区的大面积开垦、干旱半干旱地区城镇化引起“地下水超采”等,都突出地表现为区域土地利用布局及强度已严重地破坏了原有的天然生态系统的安全性,导致了区域性的生态环境灾害。全球变化特别是气候变暖突出地影响我国生态环境的安全状况,近10年来,我国北方深受气候变暖的影响,加速了北方以风蚀沙化为特征的荒漠化过程<sup>[18,19]</sup>。由

此可以认为,只有大幅度地调整我国土地利用的空间布局,才能够使我国生态环境从整体上向着安全的方向转移,否则“局部改善、整体恶化”的生态环境变化趋势难以扼制。

### 3.1 建立符合区域自然生态系统空间格局的“生态—生产范式”

张新时院士提出,为了协调区域发展与生态环境退化的矛盾,改变过去区域土地利用布局的不合理现象,应针对区域自然生态系统的空间分布规律,建立既能促进生产发展,又能满足生态安全的“生态—生产范式”,如内蒙古鄂尔多斯高原毛乌素沙区的“三圈模式”,新疆地区的“山盆模式”等<sup>[1]</sup>。区域生态—生产范式的确定,需要进行大量的野外观测工作。这些工作主要包括如何恢复重建天然状态下,区域生态系统的空间分布格局(历史土地覆盖格局的恢复与重建),如何明确区域产业结构,特别是农林牧业之间的比例,如何确定区域生态系统安全条件下的土壤侵蚀临界值和植被覆盖度的临界值域,如何重新调整区域土地利用的全面布局,以使其既能满足区域经济目标的实现,又能使生态系统的安全水平得以恢复。为此,我们在中国北方草原和农牧交错带地区选择了能够代表本区域的高平原草地、黄土丘陵、华北山间盆地、沙地、低湿盐碱地 5 种景观类型,尝试建立满足这些地区生态环境安全条件下的生态—生产范式<sup>[2]</sup>。区域生态—生产范式的建立,使我们能够为区域可持续发展找到一条切实可行、可操作的途径,也为寻求适应全球变化、解决区域生态系统响应管理的科学方法、并为开展生态区评价奠定了基础。

### 3.2 探求“小面积搞生产、大面积搞生态”的高效且安全的土地利用模式

我国由于人口多,又分布不均,广大东部地区人口稠密,西部地区绿洲或河谷地区除外,人口稀少,在青藏高原和内陆极端干旱荒漠地区至今还属荒芜人烟的地区。由于近年来城镇化速度加快,全国城市化水平由改革开放前的 18% 增加到目前的 31%,东西部条件较好的平原和河川涧地中的耕地,大面积被城镇建设用地所占用;因此在广大东部地区大面积的低湿地高水灾风险区近年被广泛开发利用,低湿地面积中未被利用的比例明显下降;在广大西部地区,大面积的高原天然草地或山地林缘草地被开垦,天然放牧场多被挤在年降水量小于 300 mm 以下或海拔 3 000 m 以上,本不该作为放牧的荒漠草原、荒漠或高寒荒漠地区,由于大面积的生态脆弱

(生态灾害高风险)地区被开发利用,加速了区域生态环境安全水平的下降。针对这一现实,我们曾提出调整目前不同生态脆弱地区的土地利用空间格局,即“从大面积土地搞生产(农业、林业、牧业)转向小面积土地搞生产(集约化经营)”,与此同时,从小面积土地搞生态(生态综合治理试验示范区)转向大面积土地搞生态(以封育、禁垦、禁牧、禁伐为措施的大范围生态恢复与重建过程);在我国近年的政府文件中,则倡导丘陵山区雨养农业“退耕还林还草”或低湿地地区的“退耕还湖、平垸行洪”,或过牧天然草场地区的“退牧还草”等<sup>[20]</sup>。近年在一些区域生态环境改良的试验示范区,已经看到了实施“小面积搞生产,大面积搞生态”这一高效而安全的区域土地利用模式所取得的成效。在内蒙古锡林郭勒草原,低缓高原地下水位较浅的汇水谷地或盆地,小面积的人工饲草料地产草量,相当于大面积高原或波状高原上天然草地产草量的 100 倍左右。小面积的人工草地建设,可承养原来大面积天然放牧的载畜量,做到了既缓解了天然草原过牧,又确保了牲畜出栏。在河北坝上的张北地区,小面积的集约化无公害经济作物种植区,其单位面积上的经济收入比大面积的雨养旱作农业高出 100 多倍,同样实现了既“退耕还林还草”恢复了生态,又发展了当地的经济,生态建设与生产得以同步发展。由此可以看出,必须针对区域景观的分布规律,在实现建立区域“生态—生产范式”的目标下,首先调整区域土地利用格局,即寻求“小面积搞生产、大面积搞生态”的高效而安全的区域土地利用模式。

### 3.3 不同区域生态环境安全条件下的土地利用/覆盖的空间宏观格局

近年大量的研究工作,逐渐使人们认识到,必须针对不同的区域景观,重建生态环境安全条件下的土地利用/覆盖空间宏观格局。

在沿海及海岸带地区,逐渐建立一个以港口城市、海岸湿地、海防林网相交织的土地利用/覆盖的空间格局,三者的用地比例,虽各地不一,但一般可分别控制在 20%、30%、40%。实现这一土地利用结构的调整,以确保近海水域不受到超标污染,海岸带加速土壤侵蚀的速率得以控制,台风、洪水、风暴潮、赤潮灾害所造成的灾情趋于减轻。

在广大东部平原地区,逐渐形成一个以城镇、良田、河湖组成的湿地、防护林网相镶嵌的土地利用结构/覆盖的空间格局,四者用地比例,一般可分别控制在 15% (包括 5% 左右的绿地)、55%、15%、15%。

通过这一土地利用结构的调整,以确保东部平原地区无公害食物(粮食及农副产品)生产、水域(河湖、地下水等)及土壤不受到超标污染,水旱灾情加剧的趋势得以扼制,城市与年俱增的热害得到缓解。在广大东部低山丘陵地区,逐渐形成一个以城镇与农村聚落、基本农田、人工饲草料基地、林灌草地相交织的土地利用/覆盖的空间格局,四者用地比例,在各地有所差异,但一般可分别控制在5%、10%、30%、55%。通过这一土地利用结构的调整,以确保东部山地丘陵地区水土流失的加剧趋势得以控制,基本农田的生产能力逐渐提高,农村经济实现可持续发展。

在西部河谷台地地区,逐渐形成一个以城镇、良田、河网等水域组成的湿地、防护林网相镶嵌的土地利用/覆盖的空间格局,四者的用地比例一般可控制在10%、45%、5%、40%。通过这一土地利用结构的调整,以确保西部河谷台地地区区域性粮食生产基地的可持续发展,水旱灾害增加的趋势得以扼制,水域不受超标污染,土壤侵蚀加剧的局面得以控制。

在西部干旱区的绿洲地区,逐渐形成一个以城镇、良田、防护林网相交织的土地利用/覆盖的空间格局,三者的用地比例一般可控制在15%、55%、30%。通过这一土地利用结构的调整,以确保西部干旱区绿洲地区粮食生产基地的稳步发展,城乡风沙危害加剧趋势尽快缓解,生态用水得以保证。

在西部高原、丘陵地区,逐渐形成一个以城镇与农村聚落、基本农田、人工饲草料基地、林灌草地相交织的土地利用/覆盖的空间格局,四者用地比例在各地有所差异,但一般可分别控制在5%、10%、35%、50%。通过这一土地利用结构的调整,以确保西部高原、丘陵地区水土流失的加剧趋势得以控制,基本农田生产能力持续提高,农村经济实现可持续发展。

在西部高原、山区,逐渐形成一个以小城镇、农村牧区聚落、人工饲草料基地、改良草地、天然林灌草地相交替的土地利用/覆盖的空间格局,四种用地比例虽在高原和山区有差异,但一般可分别控制在1%、5%、15%、79%。通过这一土地利用结构的调整,以确保西部高原、山区土地退化加剧局势得以扼制,农村牧区经济实现可持续发展,江河源区生物多样性、水源地生态环境安全水平逐渐提高。

西部极端干旱、高寒荒漠地区,逐渐形成一个以自然保护区、自然覆盖相交织的土地利用/覆盖的空间格局,二者的比例分别控制在20%和80%。通过

这一土地利用结构的调整,以确保我国极端环境地区天然物种基因资源的战略储备,以及维护这一地区自然生态系统具有较强的适应全球变化的机制,进而确保这一地区生态系统的再生能力。

我国区域自然景观有明显的地域差异,恢复其在自然状态下的土地覆盖格局,虽然取得了不少成果,但对于具体的地区,仍然是一项极具挑战性的学术前沿课题。上述8类地区生态环境安全条件下的土地利用比例的拟定,仅是一项初步的工作结果,还需进一步开展深入细致的研究。至于对上述8个地区生态环境安全条件下的土地利用/覆盖的空间布局,则刚开始研究,目前仅在一些区域生态—生产示范区得出初步结果。

## 4 结 论

本文综述了2001年7月在荷兰阿姆斯特丹召开的全球变化开放科学会议的主要学术成果。并在此基础上,分析并阐述了人类活动对自然生态系统影响的机理与过程,进一步倡导发展人地系统动力学的重要性。通过对我国人地系统相互作用机理与过程的分析,提出了我国生态环境安全条件下土地利用/覆盖空间格局厘定的基本原则,即建立区域“生态—生产范式”,实现由“大面积搞生产,小面积搞生态”向“小面积搞生产,大面积搞生态”的区域土地利用宏观空间格局的大调整。并初步拟定了8种典型自然景观区的宏观土地利用/覆盖格局的土地利用比例。加强我国土地利用/覆盖变化及其对生态环境安全影响的研究,应作为我国“全球变化区域响应”、“区域可持续发展”研究重点领域的关键项目,予以加快组织实施。

## 参考文献(References):

- [1] Eddy J A. Gobar Change in the Geosphere[M]. Washington D C: National Academy Press, 1986.
- [2] IGBP, IHDP, WCRP. Abstracts of Gobar Change Open Science Conference [C]. 10-13, July, 2001 Congres Holland BV, Amsterdam, the Netherland, 2001.
- [3] Shi Peijun. Today and future of the dynamics of human-earth (Earth surface) system[J]. Earth Science Frontiers, 1997, 4(1-2):201-202. [史培军. 人地系统动力学研究的现状与展望[J]. 地学前缘, 1997, 4(1-2):201-202.]
- [4] Ye Duzheng, Fu Congbin, Ji Jinjun, et al. Orderly human activities and subsistence environmeng[J]. Advance in Earth Sciences, 2001, 16(4):453-460. [叶笃正, 符淙斌, 季劲钧, 等. 有序人类活动与生存环境[J]. 地球科学进展, 2001, 16(4):453-460.]
- [5] Paul J Gratzen. Atomospheric chemistry in the "Anthropocene" Era [A]. Abstracts of Global Change Open Science Conference [C]. 2-3, 10-13 July, 2001 Congres Holland BV, Amsterdam, the Netherland,

2001. 2-3.
- [6] Simon S C Tay. Fire and haze: The social and political framework of air pollution in Asia [A]. Abstracts of Global Change Open Science Conference [C]. 10-13 July 2001, Congres Holland BV, Amsterdam, the Netherland, 2001. 2-3.
- [7] Pier Vellinga. Industrial transformation: Exploring system change in production and consumption [A]. Abstracts of Global Change Open Science Conference [C]. 10-13, July, 2001 Congres Holland BV, Amsterdam, the Netherland, 2001. 10-11.
- [8] Chen-Tung Arthur Chen. The impacts of dams on fisheries: The three corges dam case study [A]. Abstracts of Global Change Open Science Conference [C]. 10-13 July, 2001 Congres Holland BV, Amsterdam, the Netherland, 2001. 4-5.
- [9] Liana Talane-Mcmamus. Global change in the coastal zone: The case of southeast Asia [A]. Abstracts of Global Change Open Science Conference [C]. Congres Holland BV, Amsterdam, the Netherland, 2001.
- [10] Turner II B L. Vulnerability as a human-environment interaction: Examples from southern Yucatan [A]. Abstracts of Global Change Open Science Conference [C]. 10-13, July, 2001 Congres Holland BV. Amsterdam, the Netherland, 2001. 6 - 7.
- [11] Victor Brovkin, Martin Claussen. North Africa: A green Sahara, 2001 [A]. Abstracts of Global Change Open Science Conference [C]. Congrex Holland BV, Amsterdam, the Netherland, 2001.
- [12] Fu Congbin. How much can the Asian monsoon be modified by human-induced land cover changes? Land use and east Asia monsoon [A]. Abstracts of Global Change Open Science Conference [C]. Congrex Holland BV, Amsterdam, the Netherlands, 2001.
- [13] Carlos Nobre. The Amazon basin and land-use change: A future in balance? [A]. Abstracts of Global Change Open Science Conference [C]. Congrex Holland BV, Amsterdam, the Netherland, 2001.
- [14] Robert W Kates. Nature-society interaction: Understanding environments and development [A]. Abstracts of Global Change Open Science Conference [C]. Congres Holland BV, Amsterdam, the Netherland, 2001.
- [15] Katherine Richardson. Why does Earth system science need marine biodiversity? [A]. Abstracts of Global Change Open Science Conference [C]. Congrex Holland BV, Amsterdam, the Netherland, 2001.
- [16] Sandra Diaz. Does biodiversity matter for terrestrial ecosystem processes and services? [A]. Abstracts of Global Change Open Science Conference [C]. Congres Holland BV, Amsterdam, the Netherland, 2001.
- [17] Jesse H Asubel. The great restoration of nature: Why and how [A]. Abstracts of Global Change Open Science Conference [C]. Congres Holland BV, Amsterdam, the Netherland, 2001.
- [18] Shi Peijun, Li Xiaobing, Zhou Wuguang. Examining the impact of climate change on vegetation in the north of China based on "3S" [J]. Quaternary Sciences, 2000, 20(3): 220-228. [史培军, 李晓兵, 周武光. 利用 3S 技术检测我国北方气候变化的植被响应 [J]. 第四纪研究, 2000, 20(3): 220-228.]
- [19] Shi Peijun, Yan Ping, Yuan Yi, *et al.* The driving force analyses of the blown-sand activity in northern China [J]. Quaternary Sciences, 2001, 21(1): 41-47. [史培军, 严平, 袁艺, 等. 中国北方风沙活动的驱动力分析 [J]. 第四纪研究, 2001, 21(1): 41-47.]
- [20] Shi Peijun, Zhang Hong, Wang Ping, *et al.* The regional patterns for combating sandification in sandy disaster affected area in China [J]. Journal of Natural Disasters, 2000, 9(3): 1-8. [史培军, 张宏, 王平, 等. 我国防沙治沙的区域模式 [J]. 自然灾害学报, 2000, 9(3): 1-8.]

## STRENGTHENING THE STUDY OF LAND USE/ COVER CHANGE AND ITS IMPACT ON ECO- ENVIRONMENTAL SECURITY ——The Trend of the Study of the Dynamics of Human-Nature System Based on “Global Change Open Science Conference 2001” in Amsterdam, Netherlands

SHI Pei-jun<sup>1, 2</sup>, SONG Chang-qing<sup>3</sup>, JING Gui-fei<sup>1, 2</sup>

(1. *Institute of Resources Science, Beijing Normal University*; 2. *Key Laboratory of Environmental Change and Natural Disaster, Ministry of Education of China, Beijing Normal University*;  
3. *Department of Earth Sciences of National Natural Science Foundation of China*)

**Abstract:** The paper reviewed firstly “Global Change Open Science Conference 2001” held in Amsterdam, Netherlands, and analyzed the important parts of the impact of human activities in the global change in various fields of the study of global change. Then, the author set forth the important direct of the study of land use/ cover change and its impact on eco-environment security in the study of global change and sustainable development in China, so as to reveal the driving force of land use change, ecologic affect of land cover change, and the mechanism of land use/ cover pattern on the eco-environmental security. With a view to the effect of the ecologic environment of China on the global change, under the condition of the eco-environmental security of China, the spatial macro-pattern has been reestablished.

**Key words:** Land use / cover change; Eco-environmental security; Dynamics of human-nature system; Global change.