

文章编号:1000-3037(2001)03-0197-07

中国土地可持续利用指标体系的理论与方法

陈百明¹, 张凤荣²

(1. 中国科学院 地理科学与资源研究所, 北京 100101; 2. 中国农业大学 土地资源系, 北京 100094)

摘要: 制定土地资源可持续性指标体系是《21 世纪议程》中对各国提出的科学技术优先研究领域, 国土资源部已开始了该研究项目。论文就此对中国土地资源可持续利用指标体系的理论与方法从整体上进行了探讨。首先回顾了国内外土地可持续利用研究的进展, 分析归纳了国外可持续发展指标体系研究状况及可借鉴之处; 指出在土地可持续利用指标与评价的研究中, 必须从 3 个方面开展深入探讨。第一是土地利用分区及制定区域性土地可持续利用指标体系; 第二是研究制定主要土地利用系统可持续利用指标体系及其阈值; 第三是研究制定典型区域(以县域为单位)土地可持续利用指标体系及其阈值。只有把 3 个方面的研究有机融合起来, 互相反馈, 互为依存, 才能保证土地可持续利用指标体系的科学性、系统性和实用性。

关键词: 土地可持续利用; 指标体系; 阈值; 土地利用分区; 土地利用系统

中国分类号: F301.24

文献标识码: A

1 引 言

土地利用是人类为经济社会目的而进行的一系列生物和技术的活动, 是对土地进行的长期或周期性经营过程。土地利用既受自然条件的作用和制约, 又受经济、技术、社会条件的重大影响, 所以, 土地利用现状是在一个特定区域内的自然、经济、技术和社会条件共同影响的产物。实际上, 在人类社会开始土地利用活动的同时, 也开始了对土地利用问题的关注研究, 包括土地利用分类、区划、配置以及规划等。随着科学技术的进步和人口的不断增长, 我国对土地的利用无论是从广度上还是从深度上, 都有了巨大的发展, 但仍然存在着土地资源利用不充分或者不合理的现象, 从而导致了土地利用的非持续性问题。在“人口—资源—环境”系统中, 土地资源处于基础地位, 土地的可持续利用是我国实现可持续发展战略的基本保障。土地可持续利用理论研究及其在土地利用管理实践中的应用, 对于保证整个经济社会的可持续发展具有十分重要的意义。

20 世纪 60~70 年代以来, 世界经济取得了显著增长, 同时人口、资源、环境等危机又困扰着人类社会的发展, 因而可持续发展的思想得以迅速发展。1992 年, 世界环境与发展大会发表的《21 世纪议程》第 10 章(土地资源规划和管理综合方法)第 14 节提出: 应制定土地资源可持续性指标体系, 并需考虑环境、经济、社会、人口、文化和政治因素(Developing indicators of sustainability for land resources, taking into account environmental, economic, social, demographic, cultural and political factors), 以此作为科技发展的优先领域之一。我国是《21 世纪议程》的签约国, 建立我国土地可持续利用评价指标体系, 既是我国应尽的国际义

收稿日期: 2000-12-15; 修订日期: 2001-02-15。

基金项目: 国土资源部重点科技项目(批准号: 2000209): 土地资源合理利用指标体系与评价方法的研究; 国家自然科学基金项目(49871005): 黄淮海平原持续土地利用管理的评价指标体系与方法的研究和国家重点基础发展规划项目(G1999011810)资助。

第一作者简介: 陈百明(1951-), 男, 浙江上虞人, 研究员, 博士生导师, 主要从事土地资源调查、评价、开发利用及生产潜力研究, E-mail: chenbm@gsnrr.ac.cn。

务,也能为我国在有关土地利用的国际谈判中提供科学依据。

2 土地资源的可持续利用研究的进展

2.1 理论和方法

土地的可持续利用研究源于土地适宜性评价,它是对土地适宜性在时间方向的延伸趋势进行的一种判断和评估,是可持续发展思想在土地评价领域的体现。进入90年代,国际上一些土壤学家和土地评价专家将可持续发展的概念引伸到土地利用,提出了可持续土地利用管理(sustainable land management)的概念。可持续土地利用管理的思想是由印度农业研究会、美国农业部和美国 Rodale 研究中心共同组织的首次国际可持续土地利用系统研讨会(新德里,1990年2月)上正式确认的。该会议主要是讨论了不同地区的可持续土地利用系统的现状和问题,并建议建立全球可持续土地利用系统研究网络。

1991年9月在泰国举行了“发展中国家可持续土地利用评价国际研讨会”^[1],1993年6月又在加拿大召开了“21世纪可持续土地利用管理国际研讨会”^[2]。两次会议都出版了论文集(ACIAR/IBSRAM,1991;University of Lethbridge,1993),许多学者从自然、环境、经济和社会等各个方面探讨了土地可持续利用评价的指标和方法。

在这些国际会议的基础上,FAO于1993年颁布了《可持续土地利用评价纲要》(《FESLM》)等指导性文件^[3],《FESLM》确定了土地可持续利用的基本原则、程序和5项评价标准(pillars),即:土地生产性(productivity)、土地的安全性或稳定性(security)、水土资源保护性(protection)、经济可行性(viability)和社会接受性(acceptability),并初步建立了土地可持续利用评价在自然、经济和社会等方面的评价指标(indicators)。《FESLM》提出的土地可持续利用评价的基本思想和原则,成为指导各国土地可持续利用管理的纲领。但是《FESLM》只是一个高度概括的框架,在具体的评价指标体系和评价方法上还有待深入研究。而且即使可持续土地利用的基本思想原则一致,由于各国、各地区的自然条件和社会经济条件不同,所面临的问题也不一样,在具体的评价指标(特别是阈值)上肯定不同。为此,不同国家和地区的研究都以此为指导,探讨适宜本国的土地可持续利用评价的指标体系和方法。1994年,杜曼斯基(J. Dumanski)调查了加拿大影响农业土地利用的因素,以《FESLM》为依据,评价了该国萨斯喀彻温省的农业土地利用的可持续性^[4]。约翰(John)等评价了肯尼亚莫卡科斯地区1930~1990年间土地利用的可持续性^[5]。帕雷利(Preri)等根据国际上土地可持续利用评价的研究进展,总结了评价中土地质量方面的评价因素^[6]。提斯德尔(Tisdell)认为,土地可持续利用在经济方面的评价因素很难确定,因为一个农业生产系统的经济可行性取决于许多因素,包括土地的自然质量^[7]。哈特密克(Hartmink)通过5年的定位实验研究了土壤化学和土壤物理性质方面的可持续土地利用管理指示因素,包括有机质、容重等^[8]。波曼(Bouman)等通过经济因素(投入、产出、效益)和自然因素(N、P、K平衡,硝酸盐淋失,温室气体释放等)两者的结合,综合分析土地利用可持续性^[9]。

国际上有关土地可持续利用评价的研究成果集中体现在1997年8月在荷兰恩斯赫德召开的“可持续土地利用管理和信息系统国际学术会议”上^[10]。在这次会议上,一些学者提出“选择指标应遵循3个原则,即数据的现成性、灵敏性和可量化性”,并认为土地可持续利用评价指标有三类:“一类为环境和技术指标,二类为经济指标,三类为社会指标”;帕雷利等主要研究了可持续土地利用管理评价指标中有关土地质量方面的评价因素或指示因素(indicators)^[11],如水土流失、土壤肥力下降、林地退化、草地退化、地下水下降、盐渍化等;德利森(P. M. Driesen)认为,评价一个土地利用方式是否可持续,可简单地用“产量差”,即目前的产量和最大潜在产量的差值来衡量^[10];林珀(A. Reenberg)更强调了地权等社会经济方面的重要性^[10];杜曼斯基把有关土地质量的指示因素分为短期内可观测到的易变化的指示因素和在较长时期才发生变化的指示因素^[12]。伽美达(Gameda)等探讨了加拿大农场水平上的可持续土地利用管理在生产性、安全性、保护性、可行性和接受性5个方面的指示因素和评价指标^[13]。贝罗特朗(Berroteran)和辛克(Zinck)以委内瑞拉为例探讨了国家级水平上可持续农业(土地利用)的某些指示因素和评价指标^[14]。从这次会议看,对土地质量和环境方面的指示因素有了大体一致的意见,但关于经济可行性和社会接受性方面的评价因素研究较少,争议颇多。大多数与会专家认为,评价一个土地利用系统是否可持续,必须全面分析土地利用在自然资源、生

态环境、社会经济、习惯与法制等各个方面的效应。但对于具体的评价指标和评价方法还处于探索阶段。特别是由于各国、各地区的自然条件和经济社会条件不同,所面临的问题不一样,土地可持续利用的具体评价指标会有差异。如在当前化肥农药投入已经引起或将要引起水土污染的情况下,是应继续增加土地投入,进一步提高单位面积上的产量,以保证人民温饱,还是限制投入,控制水土污染的进一步加剧;发达国家和发展中国家在“生产性”和“保护性”评价指标的“阈值”上肯定不同,其社会“接受性”也肯定不同。因此,要开展区域性土地可持续利用评价指标体系的研究,针对具体地区的特点,提出切合实际的区域性的评价指标体系,以指导区域的可持续土地利用。此外,国家、地区和农户等不同层次(尺度)的土地所有者或利益集团对于土地可持续利用的指示因素和评价指标的认识肯定不同。如对于水土流失问题,国家、地方政府和具体的农户肯定有不同的标准;国家往往从比较长期的生态经济利益考虑,而农民则更关心眼前的温饱问题。因此,关键是针对一个国家、一个地区的实际情况,提出切实可行、便于操作、容易定量的区域性的不同尺度的评价指标体系。

目前,国际土地质量指标体系 LQIS (land quality indicators) 研究已被土地科学研究领域中最为活跃的世界银行、联合国粮农组织 (FAO)、联合国环境规划署 (UNEP)、联合国发展计划署 (UNDP) 确定为优先研究项目。其核心是土地利用的压力、土地退化等问题,实质就是实现土地利用的可持续性^[15]。

2.2 可持续指标体系研究的进展

国际上在可持续发展研究方面,更为注重制定指标体系,这对土地可持续利用指标体系有着直接的借鉴意义。目前,就已经提出的众多方案而言,大致可分为几类^[16]:

(1) 单一指标类型:如联合国开发计划署 (UNDP) 提出的人文发展指数 (HDI) 仅有 3 个综合指标组成;世界银行提出的新国家财富指标也是如此。这种类型的优点是综合性强,容易进行区域间的比较,缺点是反映的内容少,需要许多假设的条件,提供信息量不够充足,难于全面反映态势与问题。

(2) 综合核算体系类型:联合国曾开发出环境经济综合核算体系 (SEEA),把经济增长与环境核算纳入一个体系,荷兰把环境、资源核算、国民经济核算、社会核算结合在一起,建立综合指标体系。这种类型的优点是基本解决了度量问题,也就是各个指标可以直接相加,缺点是一些资源、环境、社会指标的货币化计算依据还有很大争议。

(3) 菜单式多指标类型:如联合国可持续发展委员会 (CSD) 提出的可持续发展指标体系中有 142 个指标,英国政府提出的有 118 个指标,这种类型的优点是覆盖面广,有很强的描述功能,灵活性、通用性较强,许多指标容易做到国际一致性和可比性等,缺点是综合程度低,在进行整体性比较上有一定困难。

(4) 菜单式少指标类型:针对上述指标较多的状况,环境问题科学委员会提出的可持续性指标比较少,如环境方面的指标只有 4 个 (资源净消耗率、混合污染、生态系统风险、对人类福利影响),经济方面也是 4 个 (GDP 增长率、存款率、收支平衡、国家债务)。北欧国家、荷兰、加拿大等国根据多少不等的几个专题,每个专题下设二三或四个指标,组成指标体系。这类指标多是综合指数,直观性差一些,与目标、关键问题联系不太密切。

(5) “压力—状态—响应”(P-S-R) 指标类型:这是加拿大统计学家最早提出,后被广泛应用的指标类型。他们认为,人类的经济、社会活动与自然环境之间存在相互作用关系:人类从自然环境取得各种资源,通过生产消费又向环境排放,从而改变了资源的数量和环境的质量,进而影响了人类的经济社会活动及其福利,如此循环往复,形成了人类活动与自然环境之间的压力—状态—响应关系。据此设计的指标的优点是较好地反映了自然、经济、环境、资源之间的相互依存、相互制约关系,但在可持续性方面并不都存在这种关系,从而不能都纳入指标体系,实际上 UNCS D 的菜单式多指标体系基本上也是遵循这一框架设计的,而有相当一部分指标并不严格存在着压力—状态—响应关系。

2.3 国内的相关研究评述

国内在相关领域也开展了许多研究工作,对土地可持续利用的指标体系也开展了一些工作,如在土地合理利用、农业可持续发展、农业资源高效利用研究以及所建立的指标体系中都涉及到可持续利用的内容。随着生态农业、可持续农业研究的进展,可持续农业评价的研究也在逐渐展开。张凤荣在《持续土地利用管理的理论与实践》一书中,全面介绍了《FESLM》,在自然资源、环境、经济和社会几个方面阐述了可持续

土地利用管理的原理,并应用《FESLM》的原理,对黄土高原丘陵沟壑区土地利用系统、干旱区绿洲土地利用系统、珠江三角洲基塘土地利用系统等进行了典型分析评价^[17,18]。傅伯杰等也探讨了可持续土地利用的评价指标体系和方法^[19]。田学东在其硕士论文《土地持续性评价的理论与实践》应用《FESLM》对曲周县进行了土地可持续性评价的典型研究;中国土地学会 1997 年年会以“耕地保护与可持续发展”为主题,发表了一批可持续土地利用研究的成果,其中有些作者提出的我国可持续农业土地利用评价指标体系对研究农业土地的可持续性具有参考意义。1999 年,谢俊奇吸收和发展了国内外有关研究成果,在其博士论文《可持续性土地利用系统的指标、评价和规划实践系列研究》中提出了可持续性土地利用系统的指标体系,包括目标指标、诊断指标和结果指标,初步研究了 11 种土地利用方式的可持续性土地利用系统的指标体系和指标值。

总体而言,在土地资源可持续利用及其指标体系的研究方面,我国还存在着一定的差距,缺少全国性的、系统完整的、既具有普适性又有区域性的指标体系。目前,围绕着评价指标的研究中,评价方法以短期的纵向比较为主,没有充分反映出可持续性的动态特征。所以,吸取国际上一些重要研究计划的精华,并尽可能与之接轨,应该是我国土地可持续利用与指标体系研究中必须注意的问题。也就是说,我国在建立评价指标体系时,应与国际上的主要评价指标体系进行比较,阐明我国与国际上有哪些指标是相同的,有哪些不同,特别是在某些评价指标阈值上的异同,并能阐明其科学依据。

3 土地可持续利用评价指标体系的设置

土地可持续利用可以理解为在生态(自然)方面应具有适宜性,经济方面应具有获利能力,环境方面能实现良性循环,社会方面应具有公平和公正性。由于土地可持续利用研究成果是土地利用规划的重要基础,以及作为土地管理决策支持与效果评价的主要依据。所以,土地可持续利用研究应突破土地利用研究停留在概念和一般理论以及局部性案例研究的局面,通过全面的具体指标体系及其评价标准研究使可持续利用走向实质性深入,同时要密切服务于应用目标,突出可操作性;在重视现状分析的基础上,注重生态经济社会过程的研究,探讨土地利用可持续与否的深层次原因。

土地可持续利用评价具有系统的复杂性、多因素关联性、实现机制的多元性,以及区域的差异性与特殊性。所以,土地可持续利用指标体系和评价方法的理论架构是关键的科学技术问题。为此,应以土地利用的目标—土地利用的方式—影响土地利用的要素—可持续利用的指标—诊断标准(范围和阈值)为主线,突出土地利用对生态经济社会过程的影响。

在现有的评价指标研究中,经济学家偏重于经济可行性的研究,注重的是利润或投入产出率等方面的评价指标;生态环境学者特别注意水土质量的保护,着重水土质量评价指标的研究;土地资源学者注重的是资源有效性、土地退化和资源利用效率方面的评价指标研究;社会学者注重的是社会公平与效率方面评价指标的研究。今后应在评价中将这些方面的评价指标有机地结合起来。在指标设置上,既要突出系统性,也要注意实用性。所以可采取上述“菜单式少指标类型”,同时在具有压力—状态—响应构想的指标中,采用“P-S-R 指标类型”的思路,并注意增加直观性,密切与目标和关键问题的联系。在具体建立指标体系和相应的评价方法方面,根据土地可持续利用的涵义,可以从生态(自然)、经济、社会 3 个方面设置合理利用指标体系,并制定各项指标的评价方法和综合集成方法。

(1) 生态(自然)指标:反映土地资源利用方式的适宜性,即分析和确认其对土地资源的基本属性和演变过程的影响及结果,从生态过程(水分循环、养分循环、能量流动和生物多样性)分析土地利用方式的合理性。相关的综合指标有:环境条件、资源条件、生物多样性、立地条件等。作为基础的定量指标有:土壤条件、水资源、气候状况、地貌特征、自然灾害等方面的具体要素等。

(2) 经济指标:反映土地资源利用方式在不会使土地退化的基础上所产生的经济效益,即从经济效益角度分析土地利用的合理性;综合指标方面,城镇用地将采用单位城镇用地所产出的城镇社会总产值与土地地价之比;农村用地将采用单位农业用地所产出的农村社会总产值与土地地价之比,或按不同等级土地的单位产出状况,以及不同投入水平收益状况(如现行农作物与当地适种的高收益经济作物)进行比较。作为基础的定量指标有:GDP、地价、利润率、产量、成本、商品率等。

(3) 社会指标:反映土地资源利用方式是否具有比较完善的社会调控体系,如行政管理力度、土地资源

保护程度(基本农田保护程度)、政策法规效力,以及土地资源利用方式的社会可接受性,即从社会利益分配上分析土地利用方式是否会损害其它地区(或群体)的利益以及损害程度和补偿情况,直接指标有水土流失和环境污染等引起的外部成本、社会承受能力、政策保障程度(有效性、稳定性)等。

当然,也可以区分为前述《FESLM》提出的5个方面,即土地资源生产力方面的指标体系、土地资源生产稳定性方面的指标体系、土地资源保护方面的指标体系(包括土地利用对生态与环境影响的量化指标)、土地资源利用经济效益(包括土地利用外部性经济与不经济的评价指标)等方面的指标体系、土地资源利用社会接受性方面的指标体系。

4 土地可持续利用指标体系的研究框架

在土地可持续利用指标与评价的研究中,必须从3个方面开展深入探讨。第一是土地利用分区及制定区域性土地可持续利用指标体系。根据不同土地利用区域的经济、生态和社会状况差异性,确定土地可持续利用的判别标准,建立区域土地可持续利用指标阈值,对各土地利用区域的土地利用方式进行评价;第二是研究制定主要土地利用系统可持续利用指标体系及其阈值。探讨建立的评价指标阈值是否反映土地利用系统的特点,可以客观评价同类土地利用系统的可持续性;第三是研究制定典型区域(以县域为单位)土地可持续利用指标体系及其阈值。通过在典型区域调查指标类别是否完整,是否足以揭示土地资源可持续利用的本质特征,以及指标之间的相互关系,并通过模拟研究等方法确定各直接指标与相关间接指标、等级划分标准和方法,最终量化上述建立的指标体系。只有把3个方面的研究有机融合起来,互相反馈,互为依存,才能保证土地可持续利用指标体系的科学性、系统性和实用性。

4.1 土地利用分区及区域土地可持续利用指标体系

我国幅员辽阔,各地的自然条件和经济社会条件不同,土地利用所面临的问题也不一样。因此,需要建立不同土地利用区域的可持续利用的指标体系及其阈值。首先应以自然特征和利用状况的相对一致性为原则,特别注重使所划分的区域之间在重要指标或相同指标的阈值方面具有显著差异性,并兼顾行政区域的完整性,全面分析不同区域的土地利用特性、生态环境条件、经济社会状况以及利用管理措施等,进行全国土地利用分区。通过对各区域土地利用和主要土地利用类型的综合分析,包括对土地利用有可能产生影响的所有自然、社会和经济各方面的因素,也包括土地利用可能影响到的所有自然、社会和经济各方面的反应结果,进行分类、筛选与量化,建立符合实际的土地可持续利用评价指标体系和科学可行的评价方法。区域评价指标阈值应具有鲜明的区域特点,判别方法科学可行,其中的尺度转化方法应达到不同层次之间的平滑衔接,上下呼应。该指标体系在土地资源空间尺度上,既有普适性指标,也包括区域性指标,在科学原理上要与国际上的评价指标接轨,切实可行、时效性强、重现性好、量化。应反映区域土地利用系统特点,依据建立的评价指标体系阈值可以客观评价区域土地开发利用的可持续性,而且可以据此监测土地利用,为国家土地资源宏观管理提供科学依据。

4.2 主要土地利用系统的指标体系及其阈值

所谓土地利用系统即是土地利用方式与土地单元(土地类型)的组合。不同的土地利用系统肯定有较大的差异。为此,应选择主要土地利用系统作为对象,对该系统的土地资源质量、生态环境、社会经济方面的变化或效应进行分析,通过揭示土地利用系统的结构、功能、特征、系统运行特点和管理措施,在众多的因素中选择反映土地可持续利用的指示因素,建立指示因素与土地利用系统变化之间的关系,对指示因素进行定量分级,即确定各指示因素的指标值(关键是确定阈值)研究和建立土地可持续利用指标体系。

目前可选择主要土地利用系统,即耕地(分为灌溉的和非灌溉的)、林地(分为用材林、防护林、经济林)、草地(分为放牧草地和割草地)和居民点建设用地(分为城镇和农村)四大类,并在主要土地利用系统中选择典型土地利用系统,通过实地调查和模型研究等方法量化指标体系,建立典型土地利用系统的可持续利用指标阈值。所建立的典型土地可持续利用评价指标阈值要反映典型土地利用系统特点,可以指导所代表的土地利用系统的可持续利用。该评价指标阈值还可以为建立区域土地可持续利用标准或阈值提供科学基础和方法。

4.3 典型县土地资源可持续利用指标体系

在划分全国土地利用区域和确定主要土地利用系统的基础上,应选择典型县进行实例研究,拟定县级土地可持续利用指标体系,及其在土地质量、生态环境、经济社会发展,包括土地合理配置方面的等级标准。所建立的指标体系应反映县域范围土地利用的特点,摸索大比例尺条件下的评价方法,包括评价指标的筛选与量化方法、阈值确定方法、不同尺度的指标转换方法、主要土地利用系统的分析和综合方法。研究建立的指标体系和评价方法可以推广到同类地区,为分区土地和主要土地利用系统可持续利用指标体系研究提供理论和方法的支持。

指标的量化与确定阈值是较复杂的过程,它需要参考国内外已有有关土地利用方面的研究成果,通过一系列的数学处理方法,所以,要在县域范围进行控制性实验,以确定在资源、环境、经济和社会各个方面评价指标的阈值。

要确定不同指标在土地可持续利用评价中的贡献率或权重也是很困难的技术问题。目前在类似研究中常常采用特尔菲(Delphi)法,这是一个不得已的方法,所以在县域范围也应安排控制性实验,尽可能不采用特尔菲等类似方法,而是依据实验通过指示因素的因果分析方法确定。此外,在土地可持续利用指标体系中涉及到的资源、环境、生态等信息多具有空间性,而经济社会信息则时间性更强,在典型县进行实例研究中,也应通过试验解决两者之间的匹配问题。

参考文献:

- [1] ACIAR/IBSRAM. Proceedings of the International Workshop on Evaluation for Sustainable Land Management in the Developing World[C]. Vol. 2 Technical Papers, Chiang Rai, Thailand, 1991.
- [2] University of Lethbridge. Proceedings of the International Workshop on Sustainable Land Management for 21st Century[C]. Vol. 2 Plenary Papers, Lethbridge, Canada, 1993.
- [3] FAO. FESLM: An International Framework Evaluating Sustainable and Management[R]. World Soil Resources Report 73. 1993.
- [4] J Dumanski. Assessing the sustainable of saskatchewan farming system[J]. *CLBRR Technical Bulletin*, 1994.
- [5] E John, M Tiffen, M Mortimore. Land Resource Management in the Machakos District, Kenya 1930 ~ 1990[Z]. World Bank Environment Paper 5. 1994.
- [6] C Preri J Dumanski, A Hamblin, A Young. Land Quality Indicators[Z]. World Bank Discussion Papers. 1996.
- [7] Clem Tisdell. Economic Indicators to Assess the Sustainability of Conservation Farming Projects: An Evaluation[J]. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 1996, 57(2 ~ 3).
- [8] Alfred E Hartmink. Soil chemical and physical properties as indicators of sustainable land management under sugar cane in Papua New Guinea[J]. *Geoderma*, 1998: 85(4).
- [9] Bas A M Bouman *et al.* A framework for integrated biophysical and economical land use analysis at different scales[J]. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 1999, 75(1 ~ 2).
- [10] ISSS/ITC. Sustainable Land Management & Geo-information(abstract)[Z]. ITC. Enschede, Netherlands, 1997.
- [11] Pieri C. Planning of Sustainable Land Management: the Hierarchy of User Needs. Geo-Information for Sustainable Land Management[Z]. ISSS/ITC, Enschede, Netherlands, 1997.
- [12] J Dumanski. Criteria and Indicators for Land Quality and Sustainable Land Management. Geo-Information for Sustainable Land Management[Z]. ISSS/ITC, Enschede, Netherlands, 1997.
- [13] S Gameda J Dumanski, D Acton. Farm Level Indicators of Sustainable Land Management. Geo-Information for Sustainable Land Management[Z]. ISSS/ITC, Enschede, Netherlands, 1997.
- [14] J Berroteran, A Zinck. Criteria and Indicators of Agricultural Sustainability at National Level. Geo-Information for Sustainable Land Management[Z]. ISSS/ITC, Enschede, Netherlands, 1997.
- [15] 陈百明. 土地资源学概论[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1996. 138 ~ 143.
- [16] 王伟中, 等. 地区可持续发展导论[M]. 北京: 商务印书馆, 1999.
- [17] 张凤荣. 持续土地利用管理的理论与实践[M]. 北京: 北京大学出版社, 1996.
- [18] 张凤荣, 等. 中国土地资源及其可持续利用[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2000.

[19] 傅伯杰. 土地可持续利用评价的指标体系与方法[J]. 自然资源学报, 1997, 12(2): 112 ~ 118.

Theory and methodology for sustainable land use indicator system in China

CHEN Bai-ming¹, ZHANG Feng-rong²

(1. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China;

2. Dept. of Land Resources, China Agricultural University, Beijing 100094)

Abstract : Developing indicator system of sustainability for land resources is one of the superiority fields of study of science and technology put forward in Agenda 21st for each country. The Ministry of Land and Resources has started to deal with this project. The paper probes into the theory and methodology for developing the indicator system of sustainable land use in China. It firstly reviews the domestic and overseas evolvement in the study on sustainable land use, then analyzes and summarizes the current conditions and experience about indicator system for sustainable land use in foreign countries. It points out that three aspects must be taken into consideration to researches of the indicator system for sustainable land use. They are: 1) to divide land use regions and establish territorial indicator system for sustainable land use; 2) to classify main land use systems and set up their indicators and threshold for sustainable land use; 3) to select indicator system and threshold of sustainable land use in typical areas for case study. Only to integrate the three aspects organically can the scientific meaning, systemalization and practicability be assured.

Key words : land for sustainable use; indicators; threshold; division of land use region; land use system