

土地利用结构优化方法述评¹⁾

刘荣霞 薛 安 韩 鹏 倪晋仁

(北京大学环境工程系,水沙科学教育部重点实验室,北京,100871)

摘 要 土地是人类生存和发展且不可替代的、短期内不可再生的自然环境资源,它既是环境的重要组成部分,又是其他自然环境资源和社会环境资源的载体。在对全球土地利用结构优化研究背景进行回顾的基础上,系统分析了土地利用结构优化过程的逻辑体系、土地利用数量结构与空间结构的优化决策模型,比较了这些模型在应用上的优点与局限性,指出多目标优化模型在土地利用结构优化应用中的实践意义与土地利用空间格局优化研究匮乏的问题。

关键词 土地利用;结构;优化;模型

中图分类号 F 293.2

0 引 言

土地资源的可持续利用是实现可持续发展的重要环节之一。然而传统的土地利用只注重土地本身的经济价值,即以单位土地面积产值为最终目标,追求利润的增长,物质财富的增加。在这一观念的支配下,为追求最大的经济利益,人们投入各种技术手段,化肥、农药等技术革命时代诞生的产物。

土地资源是稀缺的经济资源,为了增加有限的农用地资源,人们开始围湖造田,砍伐森林,结果引发全球性的森林退化、生物多样性丧失、土地退化等生态问题。据估计,人类活动导致约有 40% 的农业用地退化^[1]。随着环境问题的不断加剧,土地资源的环境生态效益逐渐得到重视。20 世纪 80 年代可持续发展思想的提出,促使土地资源的可持续利用与有效管理成为世界各国共同关注的目标^[2]。为此,实现土地资源生态优化,研究土地利用结构优化对实现土地资源持续利用,具有至关重要的作用。

关于土地利用结构优化的概念,Plummer L. N. 在 1993 年给出了定义的具体表述:“土地利用结构优化是为了达到一定的生态经济最优目标,依据土地资源的自身特性和土地适宜性评价,对区域内土地资源的各种利用类型进行更加合理的数量安排和空间布局,以提高土地利用效率和效益,维持土地生态系统的相对平衡,实现土地资源的可持续利用^[3]”,其过程是在地区性土地适宜性评价的基础上优化研究区内土地利用的数量结构及空间格局,优化目的是实现区域土地资源的可持续利用。但迄今为止,土地利用结构优化研究多关注土地利用数量结构优化,却忽视了土地利用空间格局对诸多生态过程的影响。本文系统阐述了近几十年在土地

1) 国家自然科学基金重点资助项目(50239080 和 90102016)

收稿日期:2004-03-29;修回日期:2004-10-28

利用结构优化研究中所形成的主要模型方法,并指出了目前土地利用结构优化研究中空间格局优化的弱势。

1 土地利用结构优化研究背景

1.1 20 世纪 70 年代联合国粮农组织(FAO)《土地评价纲要》的提出

从土地利用结构优化的基本定义看,区域内的土地利用结构优化建立在土地适宜性评价基础之上。土地评价是进行区域土地利用结构优化的先决条件,并为优化提供必要的土地适宜性信息支持。

现代土地评价实践由农用地承载力分级发展形成。早在 20 世纪 50 年代,大多数欧洲土壤学家就对土地评价实践开展了研究工作。在此期间联合国粮农组织(FAO)多次发起土地评价调研活动,并于 1976 年出版了《土地评价纲要》一书^[4]。随后,FAO 多次组织国际研讨会,旨在制定出版一系列土地评价方针,为各地区土地评价实践提供必要的理论依据^[5-9]。此后,FAO 的《土地评价纲要》被认为是农用地评价的参考标准。

评价现有的土地资源,可以获取制定农业土地利用决策方案所需的土地适宜性信息。McHarg 曾建立了基于适宜性评价的土地资源优化配置模型,该方法的核心是构建区域土地生态适宜性图件,为合理分配土地资源提供信息依据^[10]。Wood 等人根据 FAO 评价体系建立了 LECS 系统,用于农业土地利用配置管理^[11]。David 分析了土地评价理论框架体系,指出进行土地评价并进而建立合理的土地利用规划方案是解决土地利用问题的一部分措施^[11]。一旦土地使用潜力等信息被确定,土地利用结构优化就能在合理的基础上进行,因此土地评价成为土地利用结构优化的必要提前依据。

1.2 农业生态分区优化法(AEZ)

在 1976 年的《土地评价纲要》基础上,FAO 与 IIASA 联合建立了农业生态分区优化法(AEZ)。20 世纪 80 年代,两个机构又联合拓展了该方法的功能模块,建立了土地利用数量结构优化决策支持工具,该工具核心技术为线性优化技术。最初,决策工具只分析基于单目标函数的土地利用情景,譬如在特定物质环境、社会经济条件约束下,寻求单位面积农产品产量最大化或农业生产成本最小化。然而,只基于具体单目标函数的土地利用情景分析不能完全反应决策者的偏好解,资源规划问题本身就含有多目标的本质,涉及社会、经济、生态环境等方面内容,多目标优化方法在解决土地利用优化问题上具有更现实意义。为此,FAO 与 IIASA 机构在原有 AEZ 优化方法的基础上耦合多目标决策分析技术(MCDA),应用于 Kenya 的土地利用规划研究中。在分析多种土地利用情景时,同时考虑多个目标例如粮食与牲畜生产收入的最大,最大化区域农业生产的自立性,生产成本最低,水土流失等环境破坏最低等,获得了成功^[12]。

1.3 20 世纪可持续发展思想的推动

20 世纪 80 年代可持续发展思想的提出,推动着人类转变传统发展模式 and 生活方式,使土地资源的可持续利用与管理也成为世界各国共同关注的目标。要实现土地资源可持续利用,土地决策者面临两大挑战:扭转现有耕地资源的退化趋势;阻止新开发土地资源的退化。如何解决两大问题,21 世纪议程第 10 章中强调:“综合的土地资源规划管理措施是合理配置土地利用,提高土地利用可持续性的关键因素。”^[12] Yongyuan Yin 等人也指出,传统的发展模式只追

求经济利益最大化,它已经不能满足多目标的发展趋势。摒弃旧有模式,建立新的方式是发展的本质,实施多目标优化方法成为实现土地资源可持续利用的有效途径^[13]。

2 土地利用结构优化逻辑体系

土地利用结构优化是一个庞大的系统工程,由许多子系统组成,其边界模糊,逻辑关系复杂。处理好系统内外各种逻辑关系是土地利用结构优化的先决条件。关于土地利用结构优化逻辑关系的描述可参考的文献较少。David G. Rossiter 曾分析了土地评价过程的逻辑关系^[11],但没有给出对整个优化过程的描述。图 1 表示了整个土地利用结构优化过程逻辑框架图。

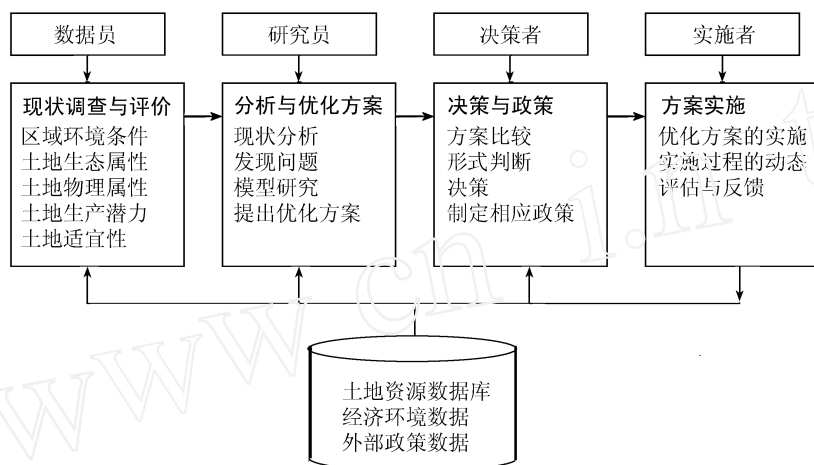


图 1 土地利用结构优化逻辑框架图

Fig. 1 Logistic framework of land use structure optimization

对于给定的一个研究区域,在实施土地利用结构优化过程中,为求其优化方案可行,应遵循一套合理的逻辑体系。(1)土地资源现状调查与评价。了解区域本身的环境条件:包括自然、社会、经济多方面,不同区域由于其地理位置分布不同,区域内部环境条件存在巨大差异,这些差异也造就了区域内部土地生态属性、物理属性、土地生产潜力、土地适宜性多方面的不同。为建立合理的土地利用结构优化方案,必须建立评价指标体系,进行土地现状评价,构建土地资源数据库,包括现有可用土地资源数量、质量、土地使用潜力、土地适宜性、土地生产力。数据库为实施土地利用结构优化提供信息依据。(2)土地资源现状分析,发现存在的核心问题。主要是通过参照环境指标,分析评估现有土地资源的生态物理属性,发现现有土地利用中存在的主要结构布局问题,以及多因素作用下的土地退化现状和趋势,例如土壤侵蚀,土壤肥力下降等。(3)建立优化模型,提出优化方案。根据区域的土地利用基础数据和评估数据、区域的社会经济环境条件,以及区域社会经济发展政策建立土地利用结构优化模型,提出优化方案。(4)优化方案评估与实施。对提出的优化方案的中长期影响进行分析与评估,并由决策者和优化方案实施群体如土地使用者、土地利用规划人员对进行优化的区域实施优化方案,动态评估优化方案的实施过程。

3 土地利用结构优化模型

3.1 多目标优化模型

多目标分析是近 30 年来迅速发展起来的一门新兴学科,它主要研究在某种意义下多个目标的同时最优化问题。1951 年, Koopmans 从生产与分配的活动分析中提出了多目标最优化问题,并且第一次提出了 Praeto 最优解的概念。1968 年, Johnsen 系统地提出了关于多目标优化模型的研究报告,成为研究多目标决策的最早专著^[14]。进入 70 年代以后,多目标决策分析开始被广泛应用于解决工程技术、经济管理和系统工程等众多方面的问题。最早将多目标决策分析应用到土地研究的是加拿大,1984 年加拿大的一个土地评估小组用多目标分析方法对土地利用评价进行研究。此后,1990 年多目标分析被用于解决空间土地利用规划问题。模型的基本方程表达式为:

$$\max Z = c_1 x_1 + c_2 x_2 + \dots + c_n x_n, \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq (=, \geq) b_i, \quad (2)$$

$$x_1, x_2, \dots, x_n \geq 0 \quad (3)$$

方程(1)为模型目标函数,(2)和(3)为约束条件,其中(3)是非负约束条件,变量 x_j 可以表示各行业用地规划面积。由于土地利用结构优化研究涉及环境、经济、政策等多个领域,多目标分析方法在土地利用结构优化过程中得到广泛的应用^[15-21]。

3.2 目标规划模型(GP 模型)

1961 年 Abraham Charnes 和 W. Cooper 首次提出了目标规划(Goal Programming)的基本概念^[14]。其基本思想是在一定约束条件下完成一组包含不同优先等级的可能是互相矛盾的目标。该方法的特征是首先由决策者设置目标值(期望目标达成值),然后引入目标偏差变量(也即实际与设置的目标值之间的差异),最后求各偏差变量之和最小时的解作为决策者的偏好解。

GP 模型是一种综合性的分析工具,它可以提供多因子的分析机制,包括社会因子、经济因子、生态因子,例如在优化过程中同时兼顾物质生产水平及环境质量因子的可持续性。GP 模型可为不同资源生产部门提供有效的规划工具,尤其是对具有复杂组分关系的土地利用系统,GP 技术的优越性更为突出。在土地利用优化模型中,GP 的基本结构包括目标函数与约束条件,其具体方程可以归结为:资源限制、供需平衡、目标约束、土地变化约束以及目标函数。Yongyuan. Yin 等人基于 GP 模型建立了 ILAS 系统,应用于哥伦比亚 peace 河流域的湿地规划中,模型建立过程中同时考虑了生态、物理、社会和经济等多因子的影响,该系统的数学核心模块可简单表示成:

目标函数:

$$\min Z = [g_1(d^-, d^+), g_2(d^-, d^+), \dots, g_k(d^-, d^+)], \quad (4)$$

约束方程:

$$\sum x_{pj} + \sum x_{ij}^1 - \sum x_{ji}^1 \leq A_j, \quad (5)$$

$$\sum_j \sum_p (R_{pj} \cdot x_{pj}) + \sum_i \sum_j \sum_p (R_{pij}^1 \cdot x_{pij}^1) + d_r^- - d_r^+ = b_r, \quad (6)$$

$$\sum_j \sum_p \left[Y_{pj} \cdot \left(x_{pj} + \sum_i x_{pij}^1 \right) \right] + d_y^- - d_y^+ = b_y, \quad (7)$$

$$\sum_j \sum_p \left[E_{pj} \cdot \left(x_{pj} + \sum_i x_{pij}^1 \right) \right] + d_e^- - d_e^+ = b_e, \quad (8)$$

$$\sum_j \sum_t \left[E_{tj} \cdot \left(x_{tj} + \sum_i x_{itj}^1 \right) \right] + d_f^- - d_f^+ = b_f, \quad (9)$$

$$\sum_j \sum_c (V_{cj} \cdot x_{cj}) + d_v^- - d_v^+ = b_v, \quad (10)$$

$$\sum_j x_{ji}^1 \leq A_j^1, \quad (11)$$

$$x, x^1, d^-, d^+ \geq 0. \quad (12)$$

模型中 $\min Z$ 目标函数为求所有偏差变量的最小, 定义为背离预期目标水平的最小值; $g_k(d^-, d^+)$ 表示处于不同优先等级背离变量的线性函数, 下标变量 $k=1, 2, \dots, k$ 代表优先权次序; x 为土地利用面积; x_{pj} 表示部门 j 中土地利用类型 p 的面积; x^1 表示土地利用变化变量; x_{ij}^1, x_{ji}^1 为决策变量, 分别表示部门 i 转化到部门 j 的土地利用面积及从部门 j 转化到部门 i 的土地利用面积; x_{pij} 为土地利用类型 p 从部门 i 转化到部门 j 的土地面积; A_j 表示部门 j 的资源可用性; R_{pj} 表示部门 j 中土地利用类型 p 产生的纯收益; R_{pij} 表示对于土地利用类型 p 从部门 i 转到部门 j , 由部门间土地变化产生的纯收益; Y_{pj} 表示部门 j 中土地利用类型 p 的单位产量; E_{pj} 表示部门 j 中由土地利用类型 p 引起的土壤侵蚀率; x_{tj} 代表部门 j 中的树种或农作物种类 t ; x_{itj} 表示为栽种 t 部门 i, j 间的土地变化; x_{cj} 表示部门 j 中 c 类自然保护区的面积; V_{cj} 表示 c 类保护区中某物种的生态价值 (例如观赏价值); 等式右边的 b_y, b_r, b_e, b_f, b_v 向量分别表示目标 y, r, e, f, v (资源产量、经济回报、水土流失、森林覆盖、自然保护区) 的目标值; d^-, d^+ 为偏差向量, d^- 为负偏差, 表示达到目标值的变量, d^+ 为正偏差, 表示超过目标值的变量; A_j^1 表示从部门 j 变化的土地总量^[13]。

在资源规划中, GP 技术的应用主要是为资源规划部门提供资源优化配置模式, 它能够处理在有矛盾的多目标中分配有限的资源问题, 但由于受到规划工作者的知识水平、思维方式等的影响, 在处理多个不同优先等级目标的问题上较难把握。

3.3 系统动力学模型

前面提到的两种模型基本属于静态模型。然而由于土地利用需求要受到经济、社会和政策等多种因素的影响, 因此要求规划目标和规划方案也要不断地随之调整, 系统动力学模型可以解决这一问题。系统动力学模型通过规划目标与规划因素之间的因果关系建立信息反馈机制, 模型的行为模式与结果主要取决于模型结构而不是参数值的大小, 模型具有动态性、仿真模拟性。根据系统论的原理, 通过分析土地利用的结构和系统内部各组成成分之间的反馈关系, 可以建立反映土地利用结构优化度的系统动力模型。但是系统动力学模型的建立需要对模拟的系统具有充分的研究, 对系统内部各种反馈机制已经非常的了解, 在因果关系不明确的情况下, 不便使用本模型。

3.4 土地利用空间格局优化模型

区域土地利用优化配置,不仅要求宏观土地利用数量结构的优化,也要保证土地利用结构空间布局趋于优化^[22,23]。基于空间格局分析的土地利用结构优化模型,从目前已有的研究看主要是把景观格局整体优化作为模型的核心,其中以 Habber 和 Forman 的研究成功为主要代表^[24-26]。

德国生态学家 Habber 建立的土地利用分异战略 DLU,其整体过程包括:(1)进行土地利用分类;识别研究区域内土地利用主要类型,并划分区域自然单位(RNU),每个 RNU 有自己的生境特征组,并形成可反映土地用途的模型。(2)评价、确定空间格局:对每个 RNU 进行评价和制图,确定每个 RNU 的土地利用的面积百分率。(3)敏感度分析:识别 RNU 中对环境影响表现最敏感地区及最具保护价值的地区。(4)空间关系分析:分析了每个 RNU 中的所有生境类型间的空间关系,特别侧重于连通度的敏感性及不定向或相互依存关系等。(5)影响分析:利用以上所得信息,评价每个 RNU 中不同区域对环境表现出的敏感度,特别强调影响的敏感性和影响范围。Habber 提出的这一分异战略以区域自然单元为主题,强调了 RNU 中生境间的空间关系,但对各 RNU 间空间联系的分析仍缺乏方法与手段,没有完全反映土地利用结构空间布局关系。

Forman 的格局优化理论,其核心主要围绕以下几方面展开:(1)背景分析:了解研究区域的自然、人文背景,并关注区域中的景观空间配置。(2)关键地段识别:对于具有关键生态作用或生态价值的景观地段给予特别重视。(3)生态属性规划:明确景观生态优化和社会经济发展的具体要求,如维持那些重要物种数量的动态平衡、土地肥沃度以及其他社会经济指标。(4)空间格局优化:将前述的生态和社会需求落实到规划设计的方案之中,即通过空间格局配置的调整实现上述目标。Forman 的格局优化理论把生态学理论融入空间格局规划过程中,是目前土地利用空间格局优化中较为明确的理论依据。

4 结 论

人类依土而生,各类经济活动都建立在土地之上,同时人类不合理的开发对生态系统造成的负面影响也作用在土地之上。如何合理配置有限的土地资源以满足经济、社会、生态环境等多方面的发展,已成为土地科学研究的重点。土地利用结构优化是土地利用优化配置的核心,它涉及诸多的因素,如经济发展、地区开发、自然环境等,其优化目标具有多样性,而这些目标的利益是相互制约的,各目标的重要性不同,需要进行协调性的综合优化,传统的单目标线性优化早已不能满足决策者的需要,而生态环境的恶化也迫使决策管理者寻找更优的方法替代单目标线性优化方法。目标规划模型、系统动力学模型、土地利用空间格局优化模型和多目标优化模型常用于替代单目标线性优化模型进行土地利用结构的优化。其中利用多目标决策分析方法建立目标函数和约束方程而获得的土地利用结构优化方案不但能够较好地协调利益相互竞争的多种目标,而且由于优化算法具有可靠的数学基础和简便的软件实现,在土地利用结构优化中受到了越来越多的重视,成为区域土地利用优化配置研究中的主要研究方法。

区域土地利用优化配置,不仅要求达到宏观土地利用数量结构的优化,也要保证土地利用结构空间布局趋于优化^[23,27,28]。空间格局的优化是以往土地利用结构优化配置中的薄弱环节。长期以来,国内外土地利用配置研究多关注土地利用数量结构及土地面积的优化,如林地

覆盖率、坡耕地比例等,却忽视了土地利用空间格局对诸多生态过程的影响,如动物的迁徙,地表水的径流、侵蚀,物种的多样性,以及干扰的传播或边缘效应等^[2]。我国学者倪晋仁等人所建立的基于土地利用结构的快速评估法,确立了土地利用数量结构与水土流失、沙漠化等环境因子的相对量化关系,并能预测土壤侵蚀相对变化趋势^[29,30]。方法中建立的土地利用结构特征指标 SI 能反应出各类土地利用类型面积百分比对水土流失等环境因子的影响,但指标本身不能表示各类土地利用空间位置相关信息。基于已有研究成果我们利用 Arcgis 空间分析拓展功能对 SI 进行最小距离纠正及地形影响因子修正^[31],并试着把修正后的土地利用特征指标 SI^2 作为参数引入土地利用优化模型中,目前模型正在调试当中。

近十多年,遥感与 GIS 技术的不断发展以及景观生态空间格局优化理论的不断完善为模拟区域空间演化过程与实施区域空间格局优化提供了必要的技术条件和理论参考,使得深入进行土地利用空间格局优化的研究日益有了较好的基础^[32]。在多目标优化模型的基础上以数量优化结果为约束条件,并在 GIS 空间分析技术的支持下,建立基于约束性单元分析的空间格局优化模型可能会更全面地体现土地资源可持续利用的目标。

参 考 文 献

- 1 Oldeman L R, Hakkeling R T A, Sombroek W G. World Map of Human Induced Soil Degradation. ISRIC, Wageningen, The Netherlands, UNEP, Nairobi, 1990
- 2 张惠远,王仰麟. 土地资源利用的景观生态优化方法. 地学前缘, 2000, 7(增刊): 112—120
- 3 Plummer L N, 周文斌译. 水—岩相互作用地球化学模型的回顾与展望. 华东地质学院学报, 1993, 16(2): 128—135
- 4 FAO. A Framework for Land Evaluation. Soils Bulletin 32. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1976
- 5 FAO. Guidelines: Land Evaluation for Rainfed Agriculture. Soils Bulletin 52. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1983
- 6 FAO. Land Evaluation for Forestry. Forestry Paper 48. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1984
- 7 FAO. Guidelines: Land Evaluation for Irrigated Agriculture. Soils Bulletin 55. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1985
- 8 FAO. Guidelines: Land Evaluation for Extensive Grazing. Soils Bulletin 58. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1991
- 9 FAO. Guidelines for Land Use Planning. FAO Development Series 1. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1993
- 10 McHarg I L. Design with Nature. NY: Doubleday, Garden City, 1969
- 11 David G R. Discussion Paper: A Theoretical Framework for Land Evaluation. Geoderma 1996, 72: 165-190
- 12 Acques Antoine, Gunther Ficher, Marek Makowski. Multiple Criteria Land Use Analysis. Applied Mathematics and Computation, 1997, 83: 195-215
- 13 Yongyuan Yin, John T Pierce, Ernie Love. Designing a Multisector Model for Land Conversion Study. Journal of Environmental Management, 1995, 44, 249-266
- 14 左军主编. 多目标决策分析. 浙江, 浙江大学出版社, 1991
- 15 Smith C S, McDonald G T, Thwaites R N. TIM: Assessing the Sustainability of Agricultural Land Management. Journal of Environmental Management, 2000, 60: 267-288

- 16 Sarker R A , Quaddus M A. Modelling a Nationwide Crop Planning Problem Using a Multiple Criteria Decision Making Tool. *Computers & Industrial Engineering* , 2002,42 :541-553
- 17 Zander P , Kachele H. Modelling Multiple Objectives of Land Use for Sustainable Development. *Agricultural Systems* , 1999 ,59 :311-325
- 18 王万茂,但承龙. 海门市土地利用结构优化研究. *国土与自然资源研究* ,2003 ,1(1) :44—46
- 19 修贵,王博. 多目标决策在土地利用规划中的应用. *农业现代研究* ,1994 ,15(4) :226—228
- 20 Yin Y, Xu X. Applying Neural Net Technology for Multiobjective Land Use Planning. *Journal of Environmental Management* ,1991 ,32 :349-356
- 21 Yin Y, Pierce J. Integrated Resource Assessment and Sustainable Land Use. *Environmental Management* ,1993, 17(3) :319-327
- 22 刘彦随. 山地土地结构格局与土地利用优化配置. *地理科学* ,1999 ,19(6) :504—509
- 23 刘彦随. 土地利用优化配置中系列模型的应用——以乐清市为例. *地理科学进展* ,1999 ,18(1) :26—31
- 24 Forman R TT, Godron M. *Landscape Ecology*. New York: John Wiley & Sons , 1986 1-40
- 25 Forman R TT. *Land Mosaics: the Ecology of Landscape and Regions*. Cambridge: Cambridge university press , 1995
- 26 Haber W. Using Landscape Ecology in Planning and Management. In: Zonneveld I S, Forman R TT, eds. *Changing Landscapes: An Ecological Perspectives*. New York: Springer-Verlag , 1990 ,217-231
- 27 Ralf Seppelt , Alexey Voinov. Optimization Methodology for Land Use Patterns Evaluation Based on Multiscale Habitat Pattern Comparison. *Ecological Modeling* ,2003 ,168 :217-231
- 28 Ralf Seppelt , Alexey Voinov. Optimization Methodology for Land Use Patterns Using Spatially Explicit Landscape Models. *Ecological modeling* ,2002 ,151 :125-142
- 29 倪晋仁,李英奎. 基于土地利用结构变化的水土流失动态评估. *地理学报* , 2001 ,56 (5) :612—621
- 30 吴薇,倪晋仁,刘荣霞,等. 基于土地利用结构变化的沙漠化动态评估——以内蒙古自治区奈曼旗为例. *北京大学学报(自然科学版)* , 2003 , 39(4) :482—488
- 31 Li T H, Ni J R, Ju W X. Land-Use Adjustment with a Modified Soil Loss Evaluation Method Supported by GIS. *Future Generation Computer Systems* , 2004 ,20 :1 185-1 195
- 32 Wang Xinhao , Yu Sheng , Huang G H. Land Allocation Based on Integrated GIS Optimization Modeling at a Watershed Level. *Landscape and Urban Planning* , 2004 , 66 : 61-74

Optimization of Landuse Structure :Commentary of Methods

LIU Rongxia XUE An HAN Peng NI Jinren

(Department of Environmental Engineering , College of Environmental Sciences , Peking University ;
The Key Lab of Water and Sediment Sciences , Ministry of Education , Beijing , 100871)

Abstract Land resource is one of the irreplaceable resources that human beings rely on. It is not only the main component of our environment , but also the carrier of other natural and social resources. Based on an overview of the worldwide research background for optimization of land use structure , the authors analyze the logistic framework of the optimal procedure and compare various kinds of relevant models. As a result , advantages and limitations in applications of the models are revealed. Meanwhile ,significance of multrobjective optimal model in land use structure optimization application and scarce of land use spatial structure optimization are indicated.

Key words land use ; structure ; optimization ; model