

土地利用优化配置中系列模型的应用 ——以乐清市为例

刘彦随

(中国科学院地理研究所, 北京 100101)

摘 要 土地利用优化配置, 既包括宏观数量与空间结构格局的优化, 也包括微观尺度生产要素的合理配比, 是一个多目标、多层次的持续拟合与决策过程。本文结合乐清市实证研究, 提出了运用系列模型研究县域土地利用优化配置的新方法。系列模型由空间分区模型、结构优化模型和微观设计模型, 按照土地资源优化配置目标的内在联系性组合而成。系列模型既能够发挥单个模型的作用, 也能充分利用它们在土地利用优化配置与决策中所具有的同一性与互补性, 在科学协调土地利用配置数量与空间、宏观与微观之间的关系中更好地发挥其综合优势, 因而具有广阔的应用前景。

关键词 土地利用优化配置 系列模型 乐清市

伴随着工业化、城镇化的快速发展, 土地资源经济供给的稀缺性与其社会需求的增长性之间呈失衡发展的态势, 导致土地资源利用的非农化倾向及其用途间竞争的矛盾不断加剧。与此同时, 由于土地资源的不合理利用造成土地污染和退化的问题也日益突出。面对即将到来的 21 世纪, 人们已经感觉到人类社会将要经历一场如何利用土地资源的变革和挑战。尤其是在可持续发展的战略主题下, 如何在国民经济各产业、各部门间合理分配有限的土地资源, 促进土地资源利用的集约化与可持续发展, 成为土地科学特别是土地利用学迫切需要研究的课题。面对日益复杂和不断变化的土地利用问题, 着眼于三项工作是必须的: 一是从土地生态属性出发, 重视对土地演替机理、分异规律和适宜利用方式的系统分析与评价; 二是结合区域发展背景与特点, 进行土地利用发展态势与类型转换的科学预测; 三是从可持续性角度, 对区域土地利用结构与布局进行优化模拟与生态设计^[1]。为此, 充分发挥模型分析的作用, 构建多途径、多目标的系列模型, 用以支持区域土地利用优化配置的研究, 既必要而又切实可行。系列模型是依据土地利用优化配置目标的内在联系性, 从不同的角度所构建的多元模型组合。本文以浙江省乐清市为例, 以县域土地资源优化配置与持续利用为目标, 建立了由空间、数量、时间等方面模型组合而成的系列模型, 并运用于土地利用优化配置研究的实践, 收到了较好效果。

1 空间分区模型

土地利用分区一般包括地域分区和类型分区。县域空间分区是以乡镇为单位, 依据土

* 获得中国博士后科学基金资助

来稿日期: 1998-11

地的自然条件与社会经济条件的空间差异性，划分出具有地貌特征、土地利用状况和土地生态经济功能相对一致性的区域。其实质是不同的土地生态经济类型区的划分，是县域土地利用优化配置的框架模型。

分区采用综合指数法：

建立指标体系，由指标类（3）、指标项（8）和具体指标（15）三级构成，并应用层次分析法（AHP），确定了各项指标（因子）的权重值。

建立数学模型，求出各单元土地利用综合指数。模型如下：

$$L_j = \frac{\sum_{i=1}^m V_{ij} \cdot W_j}{\sum_{j=1}^n V_{ij}} \quad (m = 15, n = 31)$$

式中 L_j 为 j 乡镇土地利用综合指数； V_{ij} 为 j 乡镇 i 指标的实测值； W_j 为 i 指标的权重值。
对 L_j 值进行统计分析，根据分布规律，确定综合指数相对集聚与离散的区间，并统计各个区间内的乡镇数。每个区间内乡镇即划为一类，全市共划分为三个类型区（表 1）。

表 1 乐清市土地利用分区

Tab. 1 Regional division of land use in Yueqing City

类 型 区	面积 (hm ²)	包 括 乡 镇
I 平原集约土地利用区	28 706.71	乐成、柳市、北白象、虹桥、象阳、石帆等镇
II 沿海优势产业开发区	17 999.6	磐石、七里、黄华、翁洋、南塘、南岳、蒲岐、清江镇和天成乡
III 山区生态景观利用区	93 459.1	大荆、雁荡、白石、淡溪、芙蓉、仙溪、湖雾镇和城北、四都、雁芙、岭底、龙西、福溪、双峰、智仁、镇安等乡

从表 1 可以看出，即使在规模并不大的县域范围内，由于地形、土壤、水文、植被等自然要素的分异，土地利用结构及其功能的差异也十分明显。因此从土地利用适宜性的角度，研究各类型区土地利用优化配置的机理与途径，更具有可操作性和实践意义。

I 区土肥地平，为农耕地集中利用区。其主导分异因素是水文条件，即由于农田排水和灌溉设施状况及其能力的不同而产生土地利用的内部分异，最明显的区分是水田和旱地。由于水文状况又直接影响着土壤类型的发育，从而决定着不同土壤类型上适生作物的种类。这种结构受控与反馈的路径长，结构复杂，系统相对稳定。尤其在农业生产的微观布局方面，对于合理选择水田、旱地以及水旱轮作制经营方式具有重要指导作用。

II 区是沿海地区特有的用地类型。沿海滩涂主要受高盐度的制约，不利于农业生产，但适合于耐盐的大米草、盐蒿等植物生长。植物成为土壤、水文条件的重要“指示器”。这种系统结构型式决定了利用方式的相对单一性，但也比较稳定。适合于发展水产养殖业和滨海畜牧业。经围垦淡化的滩地作为重要的后备土地资源，部分可逐步向园地和农耕地利用方向转换。

III 区的主导因素是地形。地形格局控制着土壤的发育、水文状况的分异和植被类型的分布，形成地形与土壤、水文及植被等要素之间的直接支配关系。这种结构型式比较简单，土地系统的稳定性较差。因而，土地利用配置随地势呈现出带型层叠分布格局。一般形成缓坡旱耕地—低丘、岗园地—山地有林地的土地利用形式。

2 结构优化模型

2.1 模型构建

土地利用结构优化是土地利用配置的核心。从宏观到微观需要解决两类问题: 一是在一定生产力条件下, 如何在区域各产业间、部门间合理分配有限的土地资源 (宏观配置形式); 二是如何在产业内实现人力 (劳动力)、物力 (土地) 和财力 (资本) 等生产要素的合理配比 (微观配置形式)。对于前一类问题线性规划模型的应用比较理想^[2]。

乐清市土地结构优化的线性规划模型, 选择了 13 个变量, 18 个约束条件, 目标函数为:

$$S(X)=3\ 650X_1+4\ 280X_2+1\ 025X_3+1\ 650X_4+6\ 890\ 500X_5+182\ 400X_6+4\ 541\ 200X_7+78\ 642X_8+53\ 605X_9+428\ 400X_{10}+64\ 526X_{11}+2\ 860X_{12}+X_{13}$$

2.2 优化方案

运用 Mathematica 2.2 for Windows 软件运行求解, 得出了同时满足约束方程和目标函数最大的优化方案 (表 2)。

表 2 乐清市土地利用结构优化方案
Tab. 2 Optimal result of land use structure in Yueqing City

用地类型 (变量 X_i)	现状面积 /hm ²	比重 /%	优化面积 /hm ²	比重 /%	增减 (+ -) /%
X_1 耕地	26 648.23	19.01	30 126.7	21.5	2.49
X_2 园地	8 640.14	6.16	8 533.6	6.09	- 0.07
X_3 林地	55 509.18	39.6	43 826.8	31.27	- 8.33
X_4 牧草地	0.00	0.00	868.3	0.63	0.63
X_5 城镇用地	1 622.96	1.16	1 672.99	1.19	0.03
X_6 村庄用地	5 333.76	3.81	8 302.61	5.93	2.12
X_7 独立工矿用地	1 079.97	0.77	7 379.9	5.27	4.50
X_8 特殊用地	751.63	0.54	751.63	0.54	0.00
X_9 道路用地	1 492.0	1.06	5 855.86	4.18	3.12
X_{10} 港口用地	2.24	0.00	48.84	0.00	0.00
X_{11} 水利与水产养殖	3 257.87	2.32	11 975.0	8.54	6.22
X_{12} 其它水域	20 254.71	14.45	16 235.4	11.58	- 2.87
X_{13} 未利用地	15 572.73	11.11	4 587.8	3.28	- 7.83
合计	140 165.42	100	140 165.42	100	0.00

2.3 方案特点

该方案系乐清市土地利用类型宏观优化配置方案。具有三个特点: 经济合理性与可行性。预测土地利用最大经济收益为 507.9 亿元, 这与《乐清市社会经济发展“九五”计划和 2010 年远景规划》中提出的国民经济发展战略目标 (500 亿元) 比较一致; 政策约束性。作为约束条件, 充分体现了耕地总量动态平衡和严格控制建设用地规模的原则和要求。城镇居民点用地立足于内涵挖潜, 不断提高土地使用效率, 增量土地受到严格限制;

地域特殊性。在“温州模式”下,区域经济发展没有大城市的带动,农村家庭工业、个体私营工矿企业 and 专业市场蓬勃发展^[3]。因此,适应市场经济发展的需要,鼓励和尽量满足农村用地和独立工矿用地势在必行。由于家庭工业与农村居民住宅大都融于一楼,所以农村用地实际上是一种工业与居住用地混合类型,这也是重要的地域特点之一。此外,本市近海滩涂资源潜力较大,水产养殖业已成为农村经济发展的重要主导产业。因此,在用地配置上应向主导产业有所倾斜,即水利水产养殖用地将在现状基础上增加 6.27%。

3 微观设计模型

微观土地利用设计模型是对上述两种模型的进一步延展与深化,它重点解决具体地块之间及其内部土地利用的时空匹配关系,具有对象的明确性和实施的可操作性。下面以农作物种植为例,来探讨微观土地利用配置的问题。

3.1 轮作时序模型

农作物轮作换茬是根据特定地块自然、经济条件和作物的生物学特性,按照一定时序合理种植各种作物的重要经营形式。余之祥于 80 年代初对太湖平原一年三熟制作物的生长发育期与作物配置进行了系统研究^[4],对于指导作物科学轮作配置的实践具有重要意义。

乐清市地处北亚热带大陆性气候区,大田作物的经营具备稻麦一年三熟的潜力。目前平原耕地复种指数仅 2.42,农田土地和集约利用水平低,今后若能按照科学的轮作时序安排(图 1),合理和有效利用土地资源,粮食生产有望增产 28.7%,并通过增加绿地种植,培肥地力,极大地提高土地生产力水平。

小 麦													S						H				
早 稻	S												R		H								
晚 稻													S		R		H						
绿肥或油菜													S(W)					H					
时 间	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二	一	二	三	四	五								

注: S: 播种 R: 移栽 H: 收割 W: 冬肥

图 1 乐清市农作物轮作时序模型

Fig. 1 The planting time-order model of agricultural crops in Yueqing city

3.2 功能匹配模型

在一定范围的作物生产区内,由于土壤属性、水分条件及微地形的影响,往往适合于多种作物的复合布局,而且从农业生产多产品需求出发,进行不同作物间的合理搭配也是必需的。

农作物按其主体功能效益,可区分为社会型作物、经济型作物和生态型作物等类型(表 3)。需要说明的是,划分这些作物的功能效益类型,并不具有严格的分类意义,其主要目的在于依据效益构成来进行作物间功能复合布局的实践提供指导。

表 3 乐清市主要农作物功能类型
Tab. 3 Functional types of main crops in Yueqing City

类 型	特 性	基本物种类型
社会型作物	高社会效益的大宗性和低收益性	食物类: 水稻、小麦、玉米、薯类等, 其它类: 棉花、油菜籽、蔬菜等
经济型作物	高经济价值的小宗性和灵活性	食物类: 瓜果、花生、糖蔗等, 其它类: 花卉、药材、草莓等
生态型作物	生态环境效益高效性和经济收益低效性	肥料类: 苜蓿、红花草、草籽种等绿肥, 豆类: 大豆、豌豆、蚕豆等

从可持续发展的角度考虑, 作物匹配一般应以社会型作物为主导 (基础), 辅以发展经济型和生态型作物。由于在一定的生产力条件下, 它们各自的功能具有不可替代性。因此, 不同类型作物的兼顾发展具有重要的意义。乐清市三类作物现状播种面积比例为 65 6 0. 2。显然, 生态型作物比例太小, 经济型作物也因比例较小而不能满足土地经营者高经济收益的期望。今后应通过复合种植的形式, 逐步扩大后两者的种植面积比例, 特别应充分利用冬闲田扩大种植绿肥的面积, 努力提高土地利用效率和综合功能效益。

4 结论与讨论

(1) 区域土地利用优化配置, 不仅要求宏观土地利用数量结构与空间布局趋于优化, 而且要求土地利用的微观要素组合结构趋向合理, 而集数量与空间、宏观与微观于一体的优化模型是很难构建出来的。然而, 依据模型之间所具有的同性和互补性, 把它们有机组合起来, 既能发挥它们各自的功能作用, 又发挥了系列模型的优势, 可以达到良好的效果。

(2) 虽然各种模型着眼点不同, 但都是以寻求土地利用最佳结构效应为核心。它们通过围绕建立非农建设用地的适度扩展和耕地有效保护的协调机制及其微观土地集约利用的激励机制, 来揭示不同用地规模、类型转换机制及其模式, 最终将土地利用优化配置的问题, 落实在两种驱动力的协调运作, 即城镇建设用地向外扩展与基本农田保护调控约束的最佳结合上来。

(3) 土地利用优化配置, 是土地生产力组织与生产关系协调的统一。不仅应结合优化配置方案的落实, 促使区域产业结构的升级和优化布局。而且, 还须依靠科技进步和健全市场机制, 促使土地利用微观生产要素的合理配比。依据新的《土地管理法》, 进一步加大政府宏观调控力度和发挥各产业主管部门的中观组织作用, 是实施优化配置方案的重要保障。

参 考 文 献

1 Jeroen C, Van den Bergh J M. Ecological economics and sustainable development Edward Elgar, 1996
2 严金明 土地利用结构的系统分析与优化设计. 南京农业大学学报, 1996, 19(2) 88~ 95
3 刘彦随, 屠俊勇 温州沿海地区经济运行机制及可持续性对策 地域研究与开发, 1997, 16(4) 37~ 41
4 余之祥 太湖平原土地利用初步研究 地理学报, 1981, 36(4) 404~ 412

FAMILY MODELS USED IN OPTIMAL ALLOCATION OF REGIONAL LAND USE

Liu Yansui

(Institute of Geography, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101)

Abstract

The optimal allocation of land use not only include the macroscopic optimization of the structural pattern of quantity and space, but also include the reasonable matching of productive factors in microcosmic scale. Thus, it is a multi-objective and hierarchic sustainability process of fitted measure. Taking Yueqin city as an example, the new method to study the optimal allocation of land use in county region using family model is put forward in this paper. The family model are composed of three patterns, namely, spatial zone, structural optimization and microcosmic design model according to the internal relation of optimal allocation objectives of land use, which can give play to itself single action and synthetic advantage to coordinate relation between quantity and space, macroscopic and microcosmic in the light of their identity and complementary in the allocation and measure. Therefore it has wide application prospect.

Although there are different visual angles among three models, they own common center to seek for the topgallant structural effects of land use. Their combinative way is to build harmonious mechanism between the suitable expansion of non-agricultural constructive land and efficient preservation of cultivated land and microcosmic stimulant mechanism of intensive use of various lands. Its essence is that the optimal combination of two powers, expanding out of constructive land in town and the regulative constraint of basic farm, will be put into together.

The optimal allocation of land use is a unity between land productivity organization and land production-relation coordination. Therefore, its tasks are not only to promote regional industrial structure upgrade and optimal layout by carrying out the plan of optimal allocation of land use, but also to actuate the reasonable matching of microcosmic productive factors in land use depends on the progress of science and technique and the perfection of market mechanism.

Key words Optimal allocation of land use, family model, Yueqin city

作者简介

刘彦随, 男, 1965 年 5 月生, 博士后。主要从事土地评估、土地规划与土地利用优化配置, 以及农业与农村持续发展研究。已发表学术论文 50 余篇, 专著 1 部, 主编(合著)书 3 部。