

农业用地结构优化调整系统设计方法

高俊峰¹, 李 虎²

(1. 中国科学院南京地理与湖泊研究所, 江苏 南京 210008; 2. 新疆农业大学环境科学系, 新疆 乌鲁木齐 830052)

摘 要: 基于组件技术, 介绍了农业用地结构优化调整系统设计的技术, 并以吴县市横泾镇为例, 建立了分析评价指标和评价模型。在农业用地的空间数据库的基础上, 使用目标规划的方法, 以总体经济效益最高为目标, 得出优化方案, 结合 GIS 空间分析方法, 落实了空间位置。

关键词: GIS; COM; 空间分析

中图分类号: S126 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000 - 0267(2002)02 -

Designing Methodology of Optimization System for Agriculture Land Use

GAO Jun-feng¹, LI Hu²

(1. Nanjing Institute of Geography & Limnology, Chinese Academy of Science, Nanjing 210008, P. R. China; 2. Department of Environment Sciences, Xinjiang Agricultural University, Urumqi 830052, P. R. China)

Abstract: Based on component object model (COM) technology, agriculture land use optimization system is introduced in this paper. Land use assessment indexes, assessment methods, and system development methods are illustrated. As a case study, spatial database is constructed in Hengjin town, located in Wuxian County, Jiangsu Province. For the maximum benefit of economy, geography information system spatial analysis and mathematics methods are used.

Keywords: GIS; COM; spatial analysis

组件是开发计算机应用软件的一种技术, 其关键技术包括数据交换模型、自动化、结构化存储和基本对象模型, 各个组件之间不仅可以进行自由、灵活的重组, 而且具有可视化的界面和使用方便的标准接口。组件式平台主要有 Microsoft 的 COM(Component Object Model, 组件对象模型)/DCOM (Distributed Component Object Model, 分布式组件对象模型) 和 OMG 的 CORBA(Common Object Request Broker Architecture, 公共对象请求代理体系结构), 目前 Microsoft 的 COM/DCOM 占市场领导地位。基于 COM/DCOM, Microsoft 推出了 ActiveX 技术, ActiveX 控件是当今可视化程序设计中应用最为广泛的标准组件。COM 所建立的是一个软件模块与另一个软件模块之间的链接, 当这种链接建立之后, 模块之间就可以通过称之为“接口”的机制来进行通信。COM 标准增加了保障系统和组件完整的安全机制, 扩展到分布

式环境。ActiveX 是一套基于 COM 的可以使软件组件在网络环境中进行互操作而不管该组件是用何种语言创建的技术。作为 ActiveX 技术的重要内容, ActiveX 控件是一种可编程、可重用的基于 COM 的对象。ActiveX 控件通过属性、事件、方法等接口与应用程序进行交互^[1,2]。

目前比较通用的 ActiveX GIS 组件, 国外的有 Intergraph 公司的 GeoMedia、ESRI 的 MapObjects^[4]、MapInfo 公司的 MapX 等, 国内的北京朝夕公司推出了 MapEngine, 中国科学院地理信息产业发展中心的 ActiveMap 等。这些组件在研究和商业中都有成功的应用^[3]。

组件式构建农业用地结构优化调整系统的基本思想是把系统的各大功能模块划分为若干组件, 每个组件完成不同的功能, 各组件之间以及组件与非组件之间, 通过可视化的软件开发工具集成起来, 形成最终的系统。这样开发的好处是可以无缝地集成数据采集、管理、操作, 分析模型以及显示和打印; 开发效率高, 容易维护, 成本低。

由于粮食收购由统购统销、国家补贴转向市场化, 粮食收购价格持续走低, 直接影响了农民种地的

收稿日期: 2001 - 03 - 30
基金项目: 国家自然科学基金重点项目(49831007)、中国科学院南京地理与湖泊研究所领域前沿项目(CXNIGLAS - A02 - 11)和中国科学院区域开发前期研究项目(区域 IV - 9905)联合资助
作者简介: 高俊峰(1967—), 男, 副研究员, 研究方向为数字流域、流域过程模拟, 地理信息系统设计。

收益, 市场经济也促使农村走产业化的道路, 随着中国加入 WTO 的步子加快, 农业用地结构的调整已是势在必然。设计农业用地结构优化调整系统的目的就是在农业用地的空间数据库的基础上, 建立分析评价指标和模型, 通过方案分析确定在一定条件下的最优土地利用结构调整方案, 为社会经济发展与生态需求相协调的水土资源的可持续利用提供决策依据。本文以长江三角洲的吴县市横泾镇为例说明。

1 空间数据库建设

数字化时代的到来, GIS(Geography Information System 地理信息系统)技术为空间数据库的建立和管理提供了极大的方便。利用已经完成的土地利用现状图、土壤肥力图、土壤质量评价图等和相应的调查资料建立空间数据库是一个较理想的途径。它一方面可以提供图斑属性数据的统计与查询, 另一方面又建立了与数字图形连接的图形数据空间查询, 为进一步进行模型计算和空间分析建立良好的基础。

农业用地结构调整不仅包括土地数量的调整, 同时也包括空间结构格局的优化。农业用地结构优化调整系统中, 空间数据库的建设是极其重要的, 其直接关系到土地资源数量, 质量评价土地适宜性评价和用地结构的空间调整等。

空间数据库的内容包括: 土地利用现状、地面坡度、地面坡向、土地类型、土壤评级、土壤类型、土壤养分、土地质量评价, 以及行政界线等。

土地作为一种稀缺资源, 其不可再生性决定了其合理利用的重要性。土地利用现状调查是为了了解土地资源的各种特征和规律, 掌握土地资源的数量、质量及分布格局的主要手段, 是开展土地资源研究的基础性工作。土地利用现状图作为土地资源调查工作的主要成果, 反映了土地利用的特点和合理程度, 为改良土地、进行土地利用结构优化和进一步挖掘土地潜力提供科学依据。土地利用现状数据库的建立根据全国统一的普查技术规范, 分 8 大类, 32 小类。精确到每一个地块。

作物生长有其特定的土壤环境, 对土壤的评价因子涉及土壤生态环境因素, 土壤理化性状、生产性能等多方面。本系统选择并采用了土地类型图、土壤评级图、土壤类型图、土壤养分图、土地质量评价图等反映土壤理化性质和肥力状况的数据, 按照统一规范建立空间数据库。

根据调查地点的实际情况, 土地类型分为: 山坞、

红黄泥土低山、草渣土湖田、石板土湖田、鱼塘、粘质黄泥田、坡麓地等。根据其空间分布位置, 形成土壤养分空间分布图, 并建立土壤评级分布空间数据库。

作物生长受自然季节性和气候条件的限制, 在本系统选择的试验区内的差别主要是以高程、坡度、坡向等地形条件反映的。地形数据采用 1: 5 000 地形图输入高程点和等高线, 内插生成 DEM, 在此基础上计算出坡度与坡向。

其他地理要素包括水系图、交通路线、电网、居民点、公共设施等。

2 指标与评价

对江苏省吴县市横泾镇的土壤评级指标和分级参考了余之祥教授在 80 年代所做的吴县农业资源调查和农业区划, 其指标体系如下。

根据有机质、全氮、速效磷、速效钾进行土壤养分的综合评级, 将土壤养分分成 5 级, 如表 1 所示。

表 1 土壤养分分级
Table 1 Classification of soil nutrients

级别	有机质/%	全氮/%	速效磷/ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$	速效钾/ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$
1	3.0—3.5	> 0.200	> 20	> 100
2	2.5—3.0	0.150—0.200	15—20	75—100
3	2.0—2.5	0.125—0.150	10—15	50—75
4	1.5—2.0	0.100—0.125	5—10	30—50
5	< 1.5	< 0.100	< 5	< 30

土壤评级所选择的项目有: 土壤环境条件、土体构型及障碍层次、土壤养分(有机质、全氮、速效磷、速效钾)、土壤物理性质(容量、总空隙度、非毛管空隙度、耕层质地)、耕层厚度、酸碱度、生产性能等。对每一个项目给出定量或定性的评价指标, 将土壤养分分成 5 级, 如表 2 所示。

根据以上分类原则和指标, 统计了横泾镇各类土壤评级和养分条件的面积如表 3。

根据 DEM 做出横泾镇的坡度图, 由此统计出不同坡度下的面积如表 4 所示。

土地质量评价选择的项目有: 土地类型、农田基本建设、主要土壤类型、土壤养分(有机质、全氮、速效磷、速效钾)、土壤障碍层次、土地利用、粮食年产量等。对每一个项目给出定量或定性的评价指标, 将土壤养分分成 6 级。有关的定量指标参见表 1、表 2。

气候条件对作物的生长有重要影响, 但对小试验区, 气候条件没有太大的差别, 还不足以影响作物的空间布局, 所以本系统不作为考虑因素。

表 2 土壤评级

Table 2 Classification of soils								
级别	土体结构	养分 级别	容重 /g·cm ⁻³	总空隙度 /%	非毛管 空隙度/%	耕层质地 /cm	耕层 厚度	酸碱度 /pH
1	无障碍层次,渗渍层发育典型,厚度大于 40 cm	1	1.10—1.2	> 55	> 10	中壤—重壤	> 17	6.5—7.5
2	障碍层次在 70 cm 下,渗渍层发育尚好,厚度大于 30 cm	2	1.20—1.2	53—55	8—10	重壤—轻粘土	15—17	6.0—6.5
3	障碍层次在 50 cm 下,渗渍层发育较差,厚弃小于 30 cm	3	1.25—1.3	51—53	5—8	砂壤、粘土	13—15	5.5—6.0
4	障碍层次在 30 cm 下,渗渍层发育差,有青泥潜育现象	4	1.30—1.4	48—51	3—5	砂壤、粉土、重粘土	10—13	5.0—5.5
5	耕层差,或耕层下有障碍层,无渗渍层,青泥潜育现象明显	5	> 1.40	<48	<3	轻粘土	<10	<5.0

表 3 各类级别下的分类面积 (km²)

Table 3 Area of subclassification of farmland (km ²)			
级别	土壤养分	土壤评级	土地质量评价
1		2.4	
2	20	4.3	2.4
3	17	20	8.1
4	2	16.4	20.8
5	4		3.2
6			11.7
	43	43	46.2

表 4 横泾镇不同坡度下的面积

Table 4 Areas of various sloped lands in Hengjin Town	
坡度	面积/km ²
<5°	57.46
5°—10°	0.64
10°—23°	1.84
> 23°	0.06

表 5 横泾镇各类作物最大可能生长面积

Table 5 Maximum potential areas of various plants in Hengjing Town							
品种	稻麦	虾蟹	家鱼	蚕	桃	草坪	蔬菜
面积/km ²	18	12	12	11	23	18	1

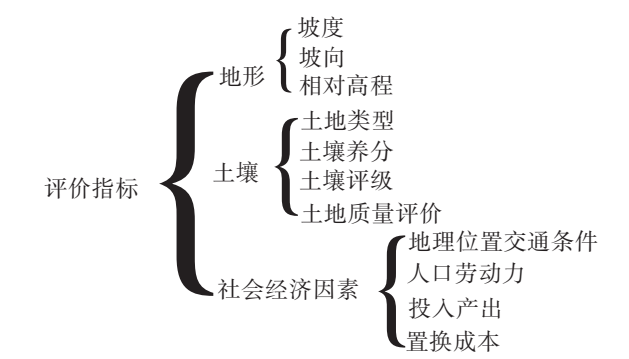


图 1 评价指标体系

Figure 1 Assessment indicator system utilized in the study

本系统参照参考文献 [9] 得到横泾镇适宜种植、养殖的各类农副产品的最大可能面积,如表 5 所示。

本系统所选择的评价指标如图 1。

3 评价模式

进行农业用地评价的方法有定性和定量两种,其中定性分析法往往是不够可靠和不准确的,目前使用

的定量分析法大都采用线性回归法^[12]。

由于农用地的适宜性评价与地理环境有十分密切的关系,单纯使用线性回归数据模型缺乏空间分析能力,无法圆满地解决土地适宜性的空间分布问题。本系统先使用参考文献[12]所提供的方法,计算出优化面积,然后依据空间约束条件,落实空间分布位置。根据效益最大的原则列出目标方程为:

$$\text{Max } B = 650 X_1 + 1000 X_2 + 600 X_3 + 500 X_4 +$$

$$2004 X_5 + 1\,600 X_6 + 450 X_7 + 2\,000 X_8 + 3\,800 X_9$$

式中: X_1 为稻麦, X_2 为虾蟹, X_3 为家鱼, X_4 为蚕, X_5 为桃, X_6 为苗圃, X_7 为蔬菜, X_8 为茶, X_9 为草坪。

由此计算出可能的最大收益可达 1.6 亿元。其中各类种养面积分别为: 稻麦 19 km², 虾蟹 12 km², 桃 4 km², 草坪 11 km²。

进行土地利用结构空间布局调整时,要考虑用地类型的置换。用地类型的相互置换指某一用地类型转换为其他用地类型。气候条件、土壤的理化性质、投入水平、预期效益等,决定对土地的利用方式。如桑园置换为耕地,就须考虑土壤的肥力条件、地面坡度、投入土地平整的成本、预期收益等等是否合算。如将耕地置换为水产养殖,需要开挖池塘、配置养殖设施、购买种苗和饵料、进行技术培训等,这些费用均算作置换成本。但这是很复杂的过程,而且难以精确统计,根据在横泾镇的调查,主要的基础改造投入来自县和市财政,村和镇的投入很有限,而且这些投入是无偿的,所以,在计算村镇的收益率和投入产出时没有考虑。

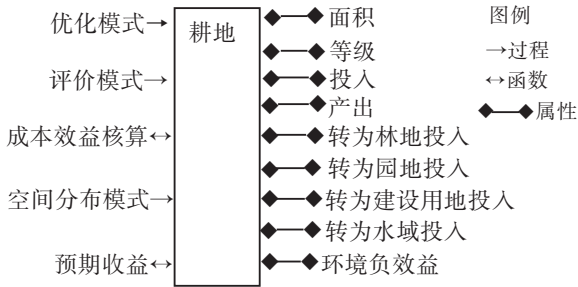


图 2 耕地类的属性与方法

Figure 2 Classification of farmland and plowing methods

被置换土地的空间分布根据不同土壤的适宜性和收益率采用对象设计方法, 同意以类 (Class) 模型来处理, 现以耕地为例, 说明其设计方法, 如图 2 所示。耕地是试验区的一种主要用地类型, 其主要作物是水稻。耕地本身具有面积、等级、年投入、年产出等属性。如果将耕地置换为其他土地利用类型, 则需要相应的投入, 以及施肥和喷洒农药等使其具有的环境负效益 (如为值负, 则为环境正效益, 如林地)。此数据将影响置换类型和置换图斑的空间分布。

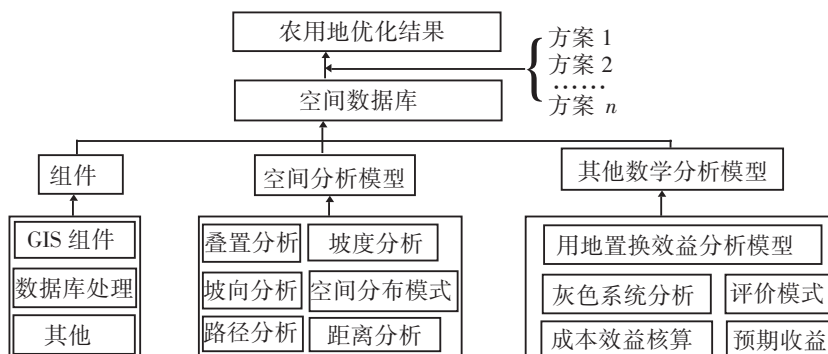


图 3 系统结构框图

Figure 3 Structure frame of the system

4.2 空间分析模型

空间分析模型主要完成与水土资源利用有关的空间分析^[6,9,10]。叠置分析完成多图层的综合分析; 坡度和坡向分析 DEM (根据数字地形模型); 最短距离是空间分析模型的辅助分析方法。

4.3 数学分析模型

数学分析模型完成与水土资源利用有关的成本效益分析、评价模式、预期收益等对数字的分析。

此部分已有的研究成果较多, 如参考文献 [4-9], 在此不做赘述。

5 实例

本系统选择长江三角洲太湖流域的吴县市横泾镇作为试验区, 面积约 63 km², 其特点是地处长江三角洲腹部, 地形齐全, 有山地、平原稻田和水网。土地类型比较齐全, 具有三角洲社会经济发展的典型特征, 在长江三角洲地区具有典型性, 适合进行水土资源利用分析。本地土地利用集约化程度比较高, 非利用土地很少。

通过实地调查, 得到不同用地类型相互置换的投入和作物的年投入和产出, 根据地籍评价和统计年鉴赋予每一个图斑经济和等级属性, 计算得到的现状农

4 开发模式

利用组件开发水土资源利用管理信息系统的结构框图如图 3 所示。

系统由三大部分组成: 组件部分、空间分析模型和数学分析模型:

4.1 组件

组件按照 COM 标准设计, 有 GIS 组件和相关的数据库处理如 ADO, 以及与成果输出有关的图形与文字、实现与用户交互的其他组件组成。

用地的年收入与上报的收入基本一致, 说明调查数据和参数基本正确, 可以进行各种方案的比较计算。

参考文献:

- [1] 高俊峰, 林泽新, 李毅. Component 在流域管理信息系统设计中的应用[J]. 水科学进展, 1997, 8(4).
- [2] 钟耳顺, 宋关福, 王尔琪, 等. 香港综合地理信息系统研制概要[J]. 图形图像学报, 1997, 6.
- [3] ESRI, MapObjects™, GIS and Mapping Components, GIS by ESRI™. 1996.
- [4] 陈文瑞, 朱大奎. 长江三角洲土地资源可持续利用[J]. 自然资源学报, 1998, 13(3).
- [5] 张光宇, 刘永清. 基于模糊相似关系的土地资源空间分布系统递阶结构模型[J]. 自然资源学报, 1998, 13(4).
- [6] 王良健, 陈浮, 包浩生. 区域土地资源可持续管理评估研究[J]. 自然资源学报, 1999, 14(3).
- [7] 康慕谊, 姚华荣, 刘硕. 陕西关中地区土地资源的优化配置[J]. 自然资源学报, 1999, 14(4).
- [8] 谈建国, 陆贤. GIS 在上海蔬菜生产资源评价与合理布局中的应用[J]. 应用气象学报, 1999, 1.
- [9] 黄跃进, 唐锦春, 等. 基于 GIS 的农用地适宜性评价模型的建立[J]. 浙江林学院学报, 1999, 16(4).
- [10] 苏州市国土管理局, 苏州市土地资源, 中华地图学社. 1998.
- [11] 杨修, 李文华. 农业生态系统种养结合优化结构模式的研究[J]. 自然资源学报, 1998, 13(4).