

农田景观规划设计及 3S 技术应用

付梅臣¹, 陈秋计¹, 米 静¹, 谢宏全^{1,2}

(1. 中国矿业大学(北京校区); 2 河北理工学院)

摘 要: 农田景观规划设计是一项系统工程, 可用于协调农田生产与农田持续利用的关系, 是维护农田生物多样性的一个重要途径。在全球生态农业发展趋势下, 要求农田生态系统满足生产功能时, 合理协调农田的社会、经济、生态效益, 满足人与自然协调发展。通过对关于文献的分析, 结合可持续发展对农田景观规划设计的要求, 该文阐述了农田景观规划设计层次、原则、步骤、规划设计内容与方法, 并介绍了 3S 技术在农田景观规划设计中的应用, 以期对我国的农田景观规划设计起到借鉴和促进作用。

关键词: 农田景观; 规划设计; 3S; 生态

中图分类号: S-0; Q 149

文献标识码: A

文章编号: 1002-6819(2003)01-0197-04

1 引言

景观规划是在一定尺度对景观资源的再分配, 通过研究景观格局对资源利用过程的影响, 在景观分析、综合及评价的基础上, 提出景观资源的优化利用方案。目前, 景观规划主要集中于风景园林规划设计和城市景观规划设计领域。农田景观规划设计, 是在研究农田景观格局发展过程的基础上, 合理安排农田景观要素的空间格局和形态, 是景观规划的另一个研究和应用领域。发挥农田整体效应, 协调农田生物与环境间的关系, 促进农田生态系统能流、物流、信息流、资金流的良性循环, 是农田景观规划设计的新任务。要求必须从农田生态学的角度, 综合考虑农田景观干扰因素的空间作用、空间关系和干扰过程, 进行农田景观规划设计, 提高农田生产力、生态稳定性及美学价值。

2 农田景观规划设计的层次、原则及步骤

2.1 农田景观规划设计的层次

农田景观规划设计是应用景观生态学原理和农业生态学原理, 对农田景观要素的时空组织和安排, 制定农田景观利用规则, 维护农田生物多样性, 实现农田高产、稳产, 为人们创造优美休闲场所。

农田景观规划设计的内容具有整体性和层次性, 一般应包括区域总体规划、区片规划、细部规划设计三个层次。

农田景观区域总体规划是根据区域景观斑块适宜性, 优化景观格局, 提高区域景观整体功能。其内容包括: 景观干扰因素调查、景观过程分析、景观格局功能评价、景观功能区配置、主廊道布局、景观功能区利用规则确定等。

农田景观区片规划是依据区片景观利用方向和利用规则, 优化景观结构, 提高区片景观整体功能, 是区域景观总体规划的细化。其内容包括: 景观格局调查、基质适宜性评价、次廊道布局、斑块布局、斑块利用方向与利用规则确定等。

农田景观细部规划设计是实现景观的依据, 根据农田生态系统的功能要求, 合理组织景观内部结构。其内容主要有: 斑块设计、廊道设计、基质设计等。

2.2 农田景观规划设计的原则和步骤

农田景观规划设计应能体现出农田景观资源提供农产品的第一性生产、保护和维持生态环境平衡以及作为一种特殊的旅游观光资源 3 个层次的功能。农田景观规划设计对象和内容不同于一般景观, 其规划设计原则不同于园林景观和城市景观规划设计, 其主要原则有:

1) 整体优化原则: 农田景观是由相互作用的生态系统组成的, 它是一个整体, 规划与设计应把景观作为一个整体单位来管理, 达到整体最优、系统稳定, 而不必苛求且限于局部的优化。

2) 边缘异质性原则: 农田边缘异质性程度不仅影响农田生物多样性, 而且直接关系到农田边缘效应。

3) 生产功能原则: 生态农业在强调人与自然协调基础上, 还应注重农田生态系统的高效、持续、稳定, 达到社会、经济、生态三大效益的统一, 产出持续高效增长。

4) 互惠而安原则: 在长期自然选择协同进化中, 农田生态系统产生有多种生物共生现象, 合理安排多种共生互利关系, 能够增强物质循环、能量流动。另外, 根据不同生物的生态位, 合理配置生物, 可有效利用各空间尺度的养分, 提高农田生态系统产品输出量。

5) 结构稳定性原则: 农田生态系统要提供优质高产的农产品, 必须建立稳定生态系统结构, 保障系统功能正常运行。

6) 综合性原则: 农田景观是自然与历史文化的综合体, 其规划设计是一项综合性的研究工作。

农田景观规划设计一般步骤是: (1) 确定农田规划设计范围; (2) 农田景观勘测与资料的收集; (3) 农田景观观

收稿日期: 2002-07-15 修订日期: 2002-10-20

作者简介: 付梅臣(1966-), 男, 黑龙江省东宁县人, 副教授, 博士生, 主要从事不动产估价、土地利用规划教学与研究。北京市海淀区学院路丁 11 号 中国矿业大学(北京校区)资源学院测绘与土地科学系(127 信箱), 100083。Email: fumeichen@163.com

状图的编制; (4) 农田景观适宜性分析; (5) 农田景观规划与设计; (6) 制定农田景观利用规则; (7) 农田景观规划实施和调整。

3 农田景观规划设计与方法

3.1 斑块规划设计

农田斑块是农作物种植聚集地。农田景观的尺度不同, 划分斑块的廊道等级不同。斑块规划设计的内容与方法如下:

1) 斑块大小。斑块大小直接影响农田生产效率大小, 制约着农田能量和物质循环, 决定斑块甚至整个景观的功能。通常, 大型斑块比小型斑块内有更多的物种, 能提高碎裂种群的存活率, 更有能力维持和保护基因的多样性。小型斑块占地小, 分布在农田景观中, 可提高景观多样性, 起到临时栖息地的作用, 为农田景观带来大斑块所不具备的优点, 应当看作是对大斑块的补充^[1]。最优农田景观是由几个大型农作物斑块组成, 并与众多分散在基质中的其他小斑块相连, 形成一个有机的景观整体^[2]。对于农田生态系统而言, 过于分散的斑块导致农田生产效率降低, 也不利于物种多样性的生存。

农田区域景观总体规划与区片景观规划中的斑块大小, 由农田的基质与外部环境条件、社会经济条件决定。斑块的大小是根据景观适宜性、土地需求和生产要求综合确定的, 充分发挥景观优势。

细部景观规划设计中的农田斑块的大小取决于田块的大小。田块的长度主要考虑机械作业效率、灌溉效率、地形坡度等, 一般平原区为 500~ 800 m; 田块宽度取决于机械作业宽度的倍数、末级沟渠间距、农田防护林间距等, 一般平原区为 200~ 400 m, 山区根据坡度确定梯田的宽度。平原区田块的规模为 10~ 32 hm²。

2) 斑块数目。斑块数目越多, 景观和物种的多样性就越高; 斑块数目少, 就意味着物种生境的减少, 物种灭绝的危险性增大^[1]。从影响通过农田景观“流”的速率考虑, 一定区域中农田斑块数目多, 则田块规模小, 导致斑块密度大, 在很大程度上影响着斑块间物种、营养物质和能量的交流, 不利于农田集约利用。大尺度斑块数目规划设计, 由农田景观适宜性决定; 小尺度农田景观斑块数目取决于田块的规模, 平原区一般为 3~ 10 块/hm², 山区、丘陵地区数量将增加。

3) 斑块形状。斑块的形状不仅影响生物的扩散和动物的觅食以及物质和能量的迁移, 而且对径流过程和营养物质的截流也有显著影响; 斑块形状的主要生态学效应是边缘效应^[3]。斑块形状与许多生态过程有密切关系, 弯曲的边界通过环境内物种活动加强了与相邻生态系统间的联系^[1]。为了给机械作业和田间管理创造良好条件, 田块的形状力求规整, 结合现有廊道合理划分。农田斑块形状以长方形、方形为佳, 其次是直角梯形、平行四边形, 最劣为不规则三角形和任意多边形。

4) 斑块位置。农田斑块的位置基本由农田景观适应性决定。在细部斑块农田景观设计中, 以连续的斑块为

宜, 利于农作物种植和生产效率。

5) 斑块的朝向。农田斑块朝向是指田块长的方向, 对作物采光、通风、水土保持、产品运输等有直接影响。实践表明南北向田块比东西向种植作物能增产 5%~ 12%^[4]。田块朝向应利于作物采光、机械化作业、水土保持、降低地下水水位、防风和运输, 一般以南北向为宜。

6) 斑块基质。斑块基质优劣, 直接关系到农作物生长量和经济效益。斑块基质条件主要包括土壤、土地平整度、耕作方式等。需对质地差的进行土壤改良设计、施肥设计; 土地平整程度直接影响耕作集约化、灌溉、排水、作物通风和光合作用, 一般以平坦为宜; 耕作方式以提高地力为目的, 安排作物轮作方式和间作方式。

3.2 廊道规划设计

廊道是具有通道或屏障功能的线状或带状的景观要素, 是不同于两侧斑块基质的线状斑块。农业景观中, 廊道主要是河流、防护林、树篱、农村道路、机耕路、沟渠等。廊道的数量、构成、宽度、质量及连续性决定了斑块之间物质与能量流的运送效率、农田生物多样性、野生动物迁移效率和用地效率。

1) 廊道的数目。廊道数目除考虑相邻斑块的利用类型, 还要考虑经济的可行性和社会的可接受性^[1]。农田廊道数目由景观尺度、生产的便利性、规模、利用方向决定, 一般为 3~ 4 条, 即斑块的边缘通道。随着景观尺度缩小, 斑块的分割, 数目增加。

2) 廊道的构成。相邻斑块利用类型不同, 廊道构成也不同。农田廊道构成因规划设计景观尺度与廊道的功能而异。大尺度景观规划的廊道由河流、高级别公路、铁路等构成, 其中自然廊道基本不变, 遵循自然选择规律; 小尺度景观规划的廊道构成, 除大尺度景观规划涉及的廊道以外, 还有沟渠、低级别公路、生产路、防护林等。

3) 廊道的宽度。根据规划目的和区域的具体情况, 确定适宜的廊道宽度。农田廊道的宽度由廊道功能与性质决定, 影响范围越广, 廊道宽度越宽。一般道路宽度 4.5~ 26.0 m, 与其等级呈正相关; 主要田间道路路面宽度 4~ 6 m, 辅助田间道路路面宽度 2 m 左右; 沟渠宽度 0.5~ 2.0 m, 与其功能、流量呈正相关; 乔木防护林带行距为 2~ 4 m, 株距 1~ 2 m, 林带宽度取决于树木行数, 一般为 2~ 20 m。

4) 廊道的形状。农田景观廊道形状多为直线型。对地形坡度起伏大、景观基质差异大、斑块形状不规则、斑块分布凌乱的, 且难以整理的区域, 为了充分利用各斑块的资源, 廊道的形状需要采用多种形式, 满足物质与能量流通需要。

5) 廊道朝向。自然廊道的朝向由地形、地球重力和人为干扰决定; 人工廊道朝向受物质与能量流动方向、廊道功能影响。道路以产品输出方向为主; 主林带与主风向垂直为宜。

6) 廊道的基质。影响农田廊道基质的因素主要有经济条件、廊道功能和生态要求。在满足道路基本功能要求下, 道路基质尽量以砂石、土石为主, 利于野生动物穿行;

输水渠道采用节水基质,排水采用土石基质,地质边坡需加固处理的采用水泥等,在满足降低地下水位与泻洪功能基础上,沟底可按凸凹方式建设,适当保存少量水分,利于水生动植物生存;防护林基质尽量选用与农作物共生或互惠树种、草种。

4 3S 技术在农田景观规划设计中的应用

随着经济、社会和人口的发展,环境、资源、人口等问题日益突出,可持续发展的观点至关重要,对传统农田规划设计提出新的挑战。在农田景观规划设计过程中涉及大量空间信息的采集、存储、分析、查询和决策。常规的数据采集方法和处理方式已不适应海量数据的分析、管理,甚至规划设计结果难以满足持续农业发展的需要。3S 的出现为合理决策、辅助农田景观规划设计和管理提供了先进的技术工具。

3S 技术在农田景观规划设计中应用的主要内容如下。

1) 全球定位系统(GPS)用于景观规划设计中的工程空间定位

GPS 能够准确把握农田景观变化区域的位置。同时,GPS 数据对遥感信息也是一个必要的、有益的补充,可为 GIS 及时采集数据、更新和修正数据。

2) 遥感(RS)为规划设计获取景观平面位置

遥感数据提供了多波段、多时相反映地表自然资源的数据,为农田景观规划提供了丰富的信息。通过遥感图像,可分析农田景观的斑块特征、空间格局、动态变化等。基于遥感图像还可制作农田景观现状图,其工艺流程如图 1 所示。

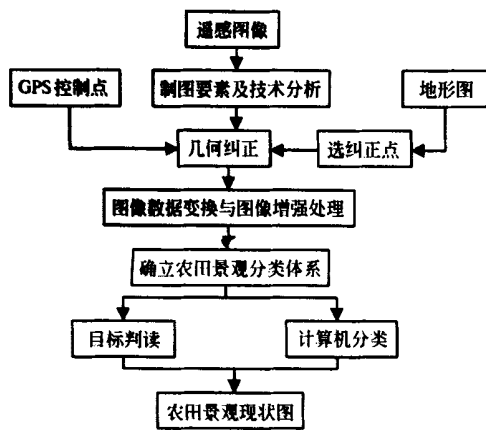


图 1 农田景观现状图制作工艺

Fig 1 Procedure of making an up-to-date fam landscape map

3) 地理信息系统(GIS)为景观规划设计存储、分析数据、方案决策和模拟

基于 GIS 建立农田景观空间信息系统,为农田景观规划设计提供翔实的资料,借助 GIS 强大的空间分析能力,可以进行景观的适宜性评价,辅助农田景观规划设计。结合景观设计中的各种应用模型,利用 GIS 的可视化功能,对景观规划的结果进行模拟显示和分析,对进一

步完善规划设计提供信息。

图 2 描述了 GIS 在农田景观规划设计中的应用框架。

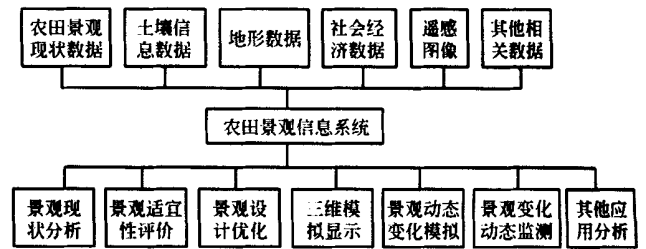


图 2 GIS 在农田景观规划设计中的应用框架

Fig 2 Application framework of GIS in the fam landscape design and planning

目前 GIS 在农田景观规划设计领域的应用和发展趋势主要集中在以下几个方面: 1) 专题分析。现在 GIS 在农田景观规划设计已成功运用来做大量的专题分析,如: 农田景观适应性评价、斑块规划平衡分析、规划技术指标分析、规划廊道网分析、规划方案评价等。加大了分析的深度和广度,提供规划区域的实时信息。

2) 辅助农田景观规划设计。运用遥感数据和 GIS 对农田地理空间信息强大的管理和分析功能,能准确计算农田规模和环境容量,进行有关农田景观规划设计的各项技术经济指标和生态指标分析,完成农田景观规划设计、廊道建设、基质改良过程中工程量等指标计算,从而有效确定各斑块利用方向,辅助农田景观布局和景观结构合理选择。运用 GIS 技术可以极大提高规划的科学性、准确性和工作效率,指导规划的编制和具体规划设计,辅助生产单位作出种植发展决策。

3) 规划设计方案虚拟。虚拟 GIS 具有观察立体细节的能力,景观规划设计者通过虚拟 GIS 能观察斑块、廊道各层实际景观,估算可以容纳的生物量、光透射率情况等,结合 GIS 数据库实时对斑块与廊道定位,获得规划设计区域的三维图像。利用 VR 技术建立相应电脑模型,增强了三维 GIS 的功能,提高农田景观仿真与模拟精度。规划设计者可对农田景观规划设计进行身临其境的感受,由此作出正确评价和筛选,辅助进行形象思维和空间造型。

4) 3S 集成技术应用。目前 3S 的研究和应用正在向集成化发展。三种技术相互作用,取长补短,可以为农田景观规划设计提供直接的数据服务,可以快速地追踪、观测、分析和模拟被观测对象的动态变化,并可高精度地定量描述这种变化。

5 结语

农田景观规划设计是一项系统工程,可用于协调农田生产与农田持续利用的关系。随着全球生态农业的发展、精确农业与生态农业的发展以及景观生态学研究的深入,农田景观规划设计将进入合理协调农田的社会、经济、生态效益,满足人与自然协调发展新的研究阶段。特

别是 3S 技术的发展为其提供了新的研究手段。本文简要阐述了农田景观规划设计层次、原则和步骤, 详细分析了农田景观规划设计的内容与方法, 并提出了 3S 技术在农田景观规划设计中的应用模式, 研究了利用 RS 制作农田景观现状图的工艺流程, 提出了基于 GIS 建立农田景观信息系统应具有的功能模块, 总结了目前 GIS 在农田景观规划设计领域的应用和发展趋势。随着 3S 技术的集成化, 将推动其在农田景观规划设计中的应用进程。

[参 考 文 献]

- [1] 王 军, 傅伯杰, 陈利顶 景观生态规划的原理和方法[J] 资源科学, 1999, 21(2): 73~ 76
- [2] Forman R. T. 景观与区域生态学的一般原理[J] 李秀珍, 肖笃宁译 生态学杂志, 1996, 15(3): 73~ 79
- [3] 傅伯杰, 陈利顶 景观多样性的类型及其意义[J] 地理学报, 1996, 51(5): 454~ 464
- [4] 鲍海君, 吴次芳, 叶艳妹等 土地整理中田块设计和“3S”技术应用研究[J] 农业工程学报, 2002, 18(1): 196~ 172

Farm landscape design and planning and application of 3S

Fu Meichen¹, Chen Qiuji¹, Mi Jing¹, Xie Hongquan^{1,2}

(1. China University of Mining and Technology, Beijing 100083, China;

2. Hebei Institute of Technology, Tangshan 063009, China)

Abstract Farm landscape design and planning is a systematic project, which can harmonize the relationship between farm land productivity and the sustainable utilization of farm land. It is also important in order to maintain a diversity of species on the farm land. There is a developing trend in global eco-agriculture that requires farm land ecosystems not only to satisfy production functions but also to harmonize social, economic and ecological benefits in a reasonable manner. This trend recognises the need for harmony between human beings and the natural environment. The paper discussed the arrangement, the principles, the steps, the contents and the methods of farm landscape design and planning. It also introduced the application of 3S in farm landscape design and planning, in order for it to be promoted and used in reference to farm landscape design and planning in China.

Key words: farm land landscape; design and planning; 3S; ecology