

浅谈 GIS 在农业和土地资源管理中的应用研究

潘元庆^{1,2}, 谷志云³, 李保贤¹, 陈伟强¹, 李天阁¹ (1. 河南省国土资源科学研究院, 河南郑州 450053; 2. 中国地质大学资源环境学院, 湖北武汉 430000; 3. 河南农业大学生命科学学院, 河南郑州 450002)

摘要 综述地理信息系统(GIS)的概念、功能和特征以及GIS的发展过程、应用领域,讨论了GIS在农业资源调查与管理、农业区划、农业土地适宜性评价、农业生态环境研究、农业灾害预防、农作物估产及精确农业等方面的应用现状,阐述了GIS在农业领域应用研究的重要性及在推广应用中的限制因素,并对GIS在农业领域未来的发展趋势进行了展望。

关键词 地理信息系统(GIS); 农业应用; 精确农业; 3S技术

中图分类号 S126; S127 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2007)28-09086-02

Preli minary Study on the Application of GIS in Agriculture and Land Resource Management

PAN Yuan-qing et al (Henan Academy of Land and Resources Science, Zhengzhou, Henan 450053)

Abstract The concept, function and character of GIS and its development process and application fields were summarized. The present status of applying GIS in the aspects of the investigation and management of agricultural resources, agricultural regionalization, agricultural land suitability assessment, agricultural eco-environment research, agricultural disaster prevention, estimation of crop yield and precise agriculture were discussed. And the significance of GIS in the application research in agricultural field and its limiting factors in popularization and application were elaborated and the development trend of GIS in agricultural field in the future were predicted.

Key words GIS; Application in agriculture; Precise agriculture; 3S technique

地理信息系统(Geographic Information Systems, 简称GIS)萌芽于20世纪60年代初,是一种采集、存储、管理、分析、显示与应用整个或部分地球表面与空间和地理分布有关数据的计算机系统,是分析和处理海量地理数据的通用技术,是一门集计算机科学、地理学、测绘遥感学、环境科学、城市科学、空间科学、信息科学和管理科学为一体的新兴边缘学科。它以地理空间数据库为基础,采用地理模型分析方法,适时提供多种空间的、动态的地理信息,为地理研究、地理决策服务。地理信息系统在近30多年取得了惊人的进展,功能不断扩展、完善,显示出强大的生命力以及广阔的应用前景,目前已被广泛应用于城市规划、交通运输、农业生产等诸多领域。

21世纪,GIS正向着集成化、产业化和社会化的方向迈进。它不但与全球定位系统(GPS)和遥感(RS)相结合,构成“3S”集成系统,而且与CAD、多媒体、通信、因特网、办公自动化、虚拟现实等技术相结合,构成了综合的信息技术。随着因特网的应用,网络GIS已成为当今社会的热点。

1 地理信息系统在农业领域的应用

农业生产系统是一个高度复杂的自然—社会复合体系,对资源环境的依赖性较重,系统内各资源环境要素及其相对应的社会经济状态既有垂直变化也有水平差异。这决定了其在时空中的复杂性和变异性极强。传统数据管理系统和方法面对这一复杂系统产生的海量数据,尤其是大量的空间信息数据,已越来越显得“有心无力”。与此同时,GIS凭借其特有的空间信息管理与处理加工能力成为农业现代化及其可持续发展强有力的技术支持。

1.1 农业资源调查与管理 农业资源是人们从事农业生产或农业经济活动所利用的各种物质与能量。农业资源调查就是针对农业资源的属性进行清查。GIS建立这些属性的空间和统计数据库,信息来源于土壤图、气候图、各种统计报表等。GIS将图形与数据库有机结合,可实现农业资源档案的

计算机一体化,为农业资源自动化管理服务。利用GIS建成的信息系统较传统的数据库管理系统查询更科学、空间数据更及时,农业资源统计表和图形的同时输出使得信息更直观。

1.2 农业区划 利用GIS进行农业区划,将自然资源、社会经济数据库与GIS结合,快速形成各种农业区划统计图件;也可将遥感系统(RS)与GIS相结合,利用RS的遥感结果,借助GIS的先进功能对不同区划方案进行动态模拟与评价,编绘出各种综合评价图、区划图等,直观定量地显示区划结果。

1.3 农用地适宜性评价 农用地适宜性评价是通过对农用地自然属性的综合鉴定,将农用地按质量差异分级,以阐明在一定科学技术水平下,农用地在各种利用方式中的优劣及对农作物的相对适宜程度,是土地利用决策的一项重要基础性工作。利用GIS进行土壤适宜性评价就是将土壤类型、质地、有机质含量、氮磷钾含量等土地空间和属性数据进行整合,依据各个因素对作物生长的重要性赋予权重,在地理信息系统中分析运算,生成土壤适宜性评价图,也可根据实际情况建立数学模型,进行农用地适宜性的单因素评价和多因素综合评价,实现土地适宜性的分级。

1.4 农业生态环境研究 地理信息系统在农业生态环境研究中应用广泛,主要有环境监测、生态环境质量评价与环境影响评价、环境预测规划与生态管理以及面源污染防治等。就环境监测而言,依据GIS的模型功能,结合环境监测日常工作需求,建立农业生态环境模型,模拟区域内农业生态环境的动态变化和发展趋势,为决策和管理提供依据;就环境质量而言,由于污染源的区域性、污染物的流动性以及区域梯度变化,以GIS为支持系统可使得环境质量评价结果更加科学、直观。

1.5 农业灾害预测与控制 利用遥感、GIS和计算机等技术对重大农业灾害进行综合测评,为政府和有关机构提供及时有效、准确可靠的决策信息,为减灾、防灾、救灾等提供更充分的科学依据,为农业生产和农村经济稳定发展提供有力保证。对于有灾害发生的区域,可根据GIS空间信息计算出

的大致受灾面积,估算该区域的经济损失。根据GIS的空间特性,对某一区域历史数据的演变分析以及区域内灾害发生的基本规律、时空分布、危害程度等进行综合评价和模拟,并对灾害发展趋势进行预测,为防灾、减灾提供对策。

1.6 农作物估产与监测 农作物估产和监测对国家及时了解农作物产量、制定粮食进出口政策和价格至为重要。其内容主要包括以下方面: 估算作物种植面积; 由单产模型、长势遥感监测来确定估产模式。科学、准确地估产,提供数字化、图像化的农情,对政府进行科学、正确的决策具有重要意义。目前,由RS、GIS、GPS现代信息传输技术结合构成的“3S”技术体系已被许多国家用来进行农情监测分析。我国农作物遥感估产已应用于小麦、水稻、玉米和牧草等多种农作物。

1.7 在精确农业中的应用 精确农业是指运用遥感、遥测(如气温、土壤温度等的遥测)、GPS、计算机网络、GIS等信息技术、土壤快速分析技术、自动滴灌技术、自动耕作与收获技术、保存技术等定位到中、小尺度的农田,在微观尺度上直接与农业生产活动和管理相结合的高新技术系统。GIS在精确农业中的应用主要包括以下几个方面:

(1) GIS是精确农业整个系统的承载动作平台和基础。各种农业资源数据的流入、流出以及对信息的决策、管理都要通过GIS来执行。

(2) GIS作为精确农业的核心组件,将RS、GPS、专家系统、决策支持系统等组合起来,起到“容器”的作用。

(3) 在精确农业中,GIS可用于各种农田土地数据如土壤、自然条件、作物苗情、产量等的管理与查询,也可用于采集、编辑、统计、分析不同类型的空间数据。

(4) 作物产量分布图等农业专题地图的绘制和分析也都由GIS来完成。

1.8 在农业领域其他方面的应用 农业是与自然环境息息相关的产业,其中的很多问题都涉及到空间问题。GIS作为解决空间问题的有效工具,不仅在上述方面得到较深入的应用研究,而且还渗透到农业领域的其他方面,如将GIS用于评价农业化学品投入的效率、农业灌溉的空间预测、农业非点源污染的模拟、农业小流域治理、农业气象服务、农业生态规划等。

2 GIS技术在土地利用数据库中的应用

土地信息主要分为地理位置信息和属性信息。土地利用数据库的建设是一个庞大的系统工程,涉及多学科知识的综合运用。其工程运作的覆盖面广、数据量大、精度要求高、系统性强。数据库除要达到常规制图的需要外,必须能进行动态更新管理,具有大数据量处理能力,所以必须选择一个合适的GIS平台及数据库系统。

2.1 建库技术路线 针对各地市的实际情况,结合成熟的GIS技术,确定各地市土地利用数据建库的主要技术路线。根据国土资源部《县市级土地利用数据库标准》、《县市级土地利用数据库建设技术规范》等有关技术要求,综合考虑当前土地利用现状调查、变更调查业务规范要求 and 用户需求,制定资料预处理、分幅数据扫描处理、图形数据采集处理、属性数据录入处理、图形拼接处理、数据库分析处理的一套完备的技术方案,通过套合检查、挂接检查、数据统计成果检查

等方式进行自查、互查、抽查三级检查,确保土地利用数据库的正确性和准确性。

2.2 软、硬件环境 根据土地利用数据库建设的需要,配备以下硬件设施:网络服务器1台,客户机多台。另外,系统硬件配置还应包括图形输入、输出设备,数据存储、处理设备及相关的辅助设备。

GIS软件平台的选择是关系到土地利用数据库能否成功建立与质量的关键。根据国土资源部《县市级土地利用数据库标准》和《县市级土地利用数据库建设技术规范》的要求,选用如下软件: 操作系统,选用微软公司Windows系列平台; 图形采集,一般选用国土资源部推荐的武汉中地公司的MapGIS软件,对分幅数据进行图形采集,建立拓扑关系、图形拼接等处理; 属性录入,采用自行编制的基于Access的属性录入软件进行属性数据的录入; 图数检查,采用自行编制的检查软件进行图形数据和属性数据的一致性检查,实现图形数据和属性数据的挂接检查; 数据管理,选用已通过国土资源部测评的中国土地勘测规划与武汉中地公司联合开发的“爱地”土地利用数据库管理系统,以实现数据方便、快捷、高效的管理。

2.3 数据建库 在管理空间数据时,为了提高数据检索的效率,需要建立空间数据索引。土地利用数据库的空间数据索引包括份幅索引和行政区索引。为确保数据的规范性、高效性和可维护性,通常将土地利用数据中的相关属性字段名和字段值以及数据描述等以统一规定的形式进行定义,建立数据字典。由于“爱地”土地利用数据库管理系统已定义了一系列的缺省数据层,入库时按系统提示,添加相应数据项即可完成相应数据层的入库。

3 地理信息系统推广应用的限制因素及发展趋势

3.1 主要限制因素

3.1.1 软、硬件的不相适应性。 新硬件开发和投入使用速度很快,而软件系统开发费用高、周期长。这种不平衡发展使得在旧硬件基础上开发的GIS软件对新硬件存在着某些不相适应性,从而一定程度上限制了GIS的推广应用。

3.1.2 信息数据更新迟缓。 适时地更新数据是GIS系统功能持续发挥的前提。但由于收集地理信息的成本非常昂贵,往往使得原有信息和数据不得不在GIS中毫无变动地保持相当长时间。这使得GIS失去了活力。

3.1.3 系统质量有待提高。 理想的GIS系统是数据存储、分析、显示功能的完美组合。目前获得长足进步的主要还在于地理信息的调查与采集,而利用GIS进行复杂系统的模拟、分析还不成熟。

3.2 发展趋势 地理信息系统在农业生产、经营和管理决策的广泛应用与农业领域各学科的发展相辅相成。一方面,GIS的应用促进了学科的知识创新和理论深入研究;另一方面,各学科的不断发展和反过来促使GIS系统的不断完善。GIS作为一项具有广阔应用前景和强大生命力的高新技术,未来在农业领域的发展趋势主要有以下方面:

(1) “3S”技术的集成成为一种必然趋势。建立基于“3S”的空间决策支持系统,实现系统各部分间利用管理一体化、实时化、空间化。基本思想是由RS提供最新的图像信息、由

(上接第9087页)

GPS 提供精确的空间信息、由 GIS 为各种信息的存储、处理、分析和应用提供技术支持。

(2) GIS 与专家系统结合而成的智能 GIS 系统,将成为未来解决农业领域空间复杂问题的重要途径。

(3) 建立基于 WebGIS 的应用系统。WebGIS 是 GIS 与互联网的有机结合,是 GIS 在广域网环境下的一种应用,最终目标是实现空间信息网络化。随着 Internet 的发展,以网络为平台、采用分布式体系结构的 WebGIS 系统将在全球范围内得到广泛应用。利用这种技术,人们可以浏览互联网上各种分布式的、具有超媒体特性的地理空间和属性数据,实现空间信息的查询、分析,从而辅助决策和管理。

4 结语

21 世纪是一个信息时代。信息化落后的我国农业面对着发达国家的强力挑战,尤其是在加入 WTO 以后,任务变得更为艰巨。可以预见,GIS 将以其特有的存储、处理、传输空间信息的能力,担负起加速我国农业走向现代化的重任。因此,深入开展地理信息系统在农业领域的应用研究将是必然趋势。

参考文献

[1] 饶卫民,章家恩,肖红生,等.地理信息系统(GIS)在农业上的应用现状概述[J].云南地理环境研究,2004,16(2):13-17.

- [2] 孙成明,袁登荣,王余龙.地理信息系统的农业应用与进展[J].上海农业学报,2004,20(3):99-101.
- [3] 褚庆全,李林.地理信息系统(GIS)在农业上的应用及其发展趋势[J].中国农业科技导报,2003,5(1):22-26.
- [4] 傅肃性.地理信息系统的理论与应用发展[J].地理科学进展,2003,20(2):192-199.
- [5] 梁红莲,刘登忠.GIS应用现状及发展趋势探讨[J].物探化探计算技术,2003,23(1):68-73,92.
- [6] WANG X H, STAUFFER B. Application of gis for environmental impact analysis in a traffic relief study[J]. Computers, Environment and Urban Systems, 2003,19(4):275-286.
- [7] 费龙,朱志龙.地理信息系统的发展趋势—WebGIS[J].长春师范学院学报,2003,22(2):81-84.
- [8] 李磊,李小娟.基于GIS和RS的县级土地利用动态监测系统研究[J].地理学与国土研究,2003,17(2):28-32.
- [9] 黄杏元,马劲松,汤勤.地理信息系统概论[M].北京:高等教育出版社,2001.
- [10] 李满春,余有胜.土地利用总体规划管理信息系统研制[J].测绘通报,2002(10):23-24.
- [11] 邬伦.地理信息系统——原理、方法和应用[M].北京:科学出版社,2001.
- [12] 徐志红,盛乐山,陈勇.浅谈土地利用数据库建设[J].浙江测绘,2003(3):11-13.
- [13] 陈述彭,鲁学军,周成虎.地理信息系统导论[M].北京:科学出版社,2002.
- [14] 陈常松.我国GIS技术应用现状的调查与分析[J].测绘科技动态,2003(1):26-34.
- [15] 胡存,田佳桂.GIS在农业信息管理与农业区划中的应用[J].天津农业科学,2004,4(2):34-37.
- [16] 李德仁.论RS,GPS与GIS集成的定义、理论与关键技术[J].遥感学报,2003,1(1):64-68.