

农用地质量动态监测系统设计与应用

梁思源¹, 吴克宁¹, 郅文聚², 程 锋², 黄 勤¹, 赵华甫¹

(1.中国地质大学(北京)土地科学技术学院, 北京 100083; 2.国土资源部土地整理中心, 北京 100035)

摘 要: 为了保持农用地资源调查的现势性和实用性, 实现国土资源由数量管理向数量、质量并重管理, 以应用为目的, 进行农用地质量动态监测系统的分析与设计。采用系统分析法, 通过对农用地质量动态监测系统的构成和功能进行需求分析, 对农用地质量动态监测系统的构架及数据流程进行设计。农用地质量动态监测系统可以进行农用地质量评价, 动态变化分析, 为政府提供土地利用的决策支持。

关键词: 农用地质量; 动态监测; 系统设计; 系统分析

中图分类号: F301

文献标识码: A

文章编号: 1009-4210(2009)02-069-05

农用地质量动态监测是为实时掌握耕地质量状况, 持续定期地通过科学合理的空间取样, 调查影响耕地质量的主要指标或属性, 并结合其他数据的分析, 对耕地质量的变化做出评估。加拿大、澳大利亚、新西兰等都开展了以耕地或者土壤质量为对象的动态监测活动^[1], 世界银行、联合国粮农组织、联合国环境规划署、联合国开发计划署和国际农业研究咨询专家组合作, 对东非纳入 AEZ 区域国家的土地质量进行监测, 质量监测为改善土地质量, 消除贫困起到了积极的作用。其他许多发展中国家的土地质量监测活动也在逐步开展之中^[2]。目前我国开展的农用地分等定级和标准样地建设工作正在逐步完成, 其成果可以为实现耕地质量的动态监测提供基础资料和数据。为了更全面有效地进行农用地质量监测, 就必须借鉴国内外土地质量监测体系建设的经验, 同时借助土地信息系统技术与遥感技术, 设计一个适合我国国情的农用地质量动态监测系统, 从而进行农用地质量信息数据的申报、存储和管理, 为政府提供辅助决策支持。

1 系统需求分析

建立农用地质量动态监测系统, 首先要对其构成和功能进行分析, 明确系统的需求, 为后续的农用地质量动态数据申报、存储与管理方案设计提供依据。

1.1 农用地质量动态监测系统构成

农用地质量动态监测系统是一个全国性的监测系统, 必须有一个从上到下逐级控制, 从下到上逐级汇报的完整体系, 从而保证监测系统的有效运行。

按照我国的行政区划, 监测系统可以分为县(市)级、省级、国家级三个层次。县级负责数据的采集以及向省级申报; 省级负责对县级申报数据进行汇总, 并把数据申报到国家; 国家级负责数据的最终汇总与管理, 以及对农用地质量动态监测总体方案的制定。

1.2 农用地质量动态监测系统功能分析

从农用地质量动态监测系统的运行模式来看, 主要包括以下三个环节: 数据采集、数据申报、数据存储和管理, 这也是系统的三项基本功能。

收稿日期: 2009-02-11

作者简介: 梁思源(1985-), 女, 硕士研究生, 从事土地管理研究。

1.2.1 数据采集。采集到的数据是对农用地质量进行监测和管理的依据,因此数据采集是本监测系统的基础。根据农用地质量动态监测指标特性,考虑不同的监测周期,并结合地理信息系统数据存储和管理的特点,将所需采集数据分为:地理信息数据、本底数据、监测数据、相关图件。其中监测数据又分为生产潜能监测数据和现实产能监测数据。

地理信息数据是指监测点的地理位置信息,其中监测点(ID)是每个监测点的唯一标识,采集内容包括监测点(ID)、监测点级别、所在省、所在县、所在乡、所在村、X 坐标值及 Y 坐标值。

本底数据采集是在农用地质量动态监测系统建立之初,为建立农用地质量监测原始数据库而进行的采集,此种采集工作量大、数据多而全面。本底数据是较稳定,不易变动的数据,一般在首次采集后,在相对较长的时间内不会变动,不需要再重新采集,如光能、热量、水分条件等相关数据(表 1)。

表 1 本底数据

指标分类	监测指标	
气候	太阳辐射	总辐射、逐月总辐射、有效辐射
	日照	日照时数、日照百分率、云量
	温度	日平均气温、月(年)最高气温、月(年)最低气温、年均温、 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温、 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 积温、无霜期天数、霜害发生频率
	降水	逐月(日)平均降水量、月(年)平均降水量、实际蒸散量、潜在蒸散量、湿润指数、干燥度、暴雨雨情况
地形		地貌类型、海拔高度、坡向
土壤	剖面性状	土壤砾石含量、土壤质地、土壤厚度、剖面构型、障碍层埋深
	土壤物理	土壤水分、孔隙度、容重、渗透度、氧化还原电位
	土壤侵蚀	土壤侵蚀性、水蚀指数、风蚀指数
	土壤化学	pH 值、阳离子交换量、N/P/K 含量、可溶盐总量、钠吸附比
	化学危害	毒性物质、酸性硫酸盐危害
	土壤生物	有机质、碳氮比、土壤生物量
	土壤矿物	可风化矿物、粘土矿物
水文地质		地表径流量、年径流变差系数、排水状况
植被		植被群落组成、覆盖度、植物产量
田间工程条件		地面平整度、田块大小、田块平整度和破碎度

监测数据采集是根据不同监测目标的不同监测周期,为了更新数据库数据,保持数据的现势性而进行的采集工作。监测数据又分为生产潜能监测数据和现实产能监测数据,其中生产潜能监测数据属于相对稳定因素,一般监测周期为 5 年;现实产能监测数据属于易变因素,一般监测周期为 1 年^[3](表 2)。

表 2 监测数据

指标分组		监测指标	监测周期 (年/次)
生产潜能	地形	地形坡度、地表岩石露头度	5
	土壤	土壤质地、剖面构型、有效土层厚度、有机质含量、盐渍化程度、pH值、障碍层深度、土壤污染元素 pH 值、障碍层深度、土壤污染元素含量	
	水文	水质、潜水埋深、潜水矿化度	
	田间工程	灌溉保证率、排水条件	
	区位条件	距区域经济中心的距离、最近道路级别、距最近田间道路距离	
现实产能	农业生产背景	种植制度、耕地播种面积 养分含量(速效 N、P、K)	1
	技术投入	作物品种、机械化程度	
	资本投入	种籽投入、农家肥、化肥投入、除草剂、农药、灌溉、塑膜、机械作业	
	劳动投入	活劳动投入、平均工资	
	产出	平均单产、市场价格、副产品产量、副产品价格	

相关图件是指与监测有关的图件信息数据。相关图件信息,尽量在每次采集时都进行收集和制作,各地区可以根据自己的情况来确定。采集内容包括剖面照片、景观照片、地形图与遥感资料和相关影像材料。

1.2.2 数据申报。数据申报是把采集到的数据进行汇总后向上级申报的过程。数据申报的内容包括原始和汇总数据、农用地质量监测图以及质量监测报告。具体内容见表 3。

表 3 农用地质量动态监测数据申报内容

主要内容	具体内容
申报数据	原始数据、汇总数据
农用地质量监测图	县级的比例尺为 1:5 万农用地质量监测图;省级 1:50 万农用地质量监测图;国家级 1:450 万农用地质量监测图
农用地质量监测报告	区域概况、技术路线、农用地质量现状及分析(现状概述、评价结果、统计分析、变化分析、趋势分析和应对措施)等

(1) 原始数据和汇总数据,即采集到的所有原始数据,汇总整合后的所有数据。

(2) 农用地质量监测图,反映农用地质量及其变化情况的图件。县级图的比例尺为 1:5 万,省级图的比例尺为 1:50 万,国家级的比例尺为 1:450 万。

(3) 农用地质量监测报告,是系统在数据申报的相关说明性内容。递交的质量监测报告,包括区域概况、技术路线、农用地质量现状及变化分析等内容。其中农用地质量现状及分析是报告的重要内容,主要包括现状概述、统计分析、变化分析、趋势分析和应对措施等。

1.2.3 数据存储和管理。数据的存储方式与管理方案,要便于存储大量的数据,完成及时更新。对所存储数据进行有效组织和管理,提高管理的效率和效率。结构合理,功能全面,易于理解,便于操作。可以方便地进行资料的输入输出,能够快速查询趋势数据与历史数据,并能够对数据进行统计分析。

2 系统设计

2.1 指导思想与基础依据

2.1.1 指导思想。利用土地信息系统等高新技术,建立农用地质量动态监测系统,对农用地的质量状况进行动态监测,提供有关农用地质量的及时、准确的数据资料,便于土地管理部门能科学、及时、客观、全面、准确地了解和掌握农用地质量的变化信息,为党和政府的决策及执法监察工作提供科学依据,为土地管理提供有效、系统的技术支持。

2.1.2 基础依据。根据其中的农用地质量监测点布设标准、监测指标体系、数据采集方法和质量监测评价体系,组织数据结构,建立农用地质量监测系统数据库。已进行的农用地分等定级与估价的结果可以作为一个基础数据,以便与以后获取的农用地质量信息进行对比。此外,农用地分等定级与估价的方法也可以为农用地监测系统方法研究提供借鉴经验。

2.2 设计原则

为使农用地质量监测系统能更好的发挥其作用,系统的设计必须考虑和遵循如下原则:

2.2.1 整体性。农用地质量监测系统中涉及的土地的指标很多,系统各个部分的数据获取、处理等都会相差很大,所以系统的设计应遵照整体性原则。另外,农用地质量监测系统还会和土地管理系统等其他系统联系紧密,在系统设计时要明确数据共享与交换的标准。

2.2.2 规范化。在系统设计与实施的过程中,各种数据的分类与编码应尽可能与现有的国家、行业和地方标准相一致。

2.2.3 完备性。要确保数据的完备性和系统功能的完备性。

2.2.4 先进性。系统的功能设计应立足于较高的起点,在考虑性价比的同时必须着重考虑系统的先进性。在软硬件平台和网络系统的选择上瞄准国内外新技术。

2.2.5 实用性。系统的设计要充分了解系统的实际需要,明确系统的应用方向,重视系统数据的来源、管理与更新的问题;另外系统的界面要友好,易于使用。

2.2.6 可扩充性。在系统的网络、硬件、软件及应用系统的设计与系统的要素、编码、功能和数据库等方面都必须考虑系统以后的扩充性。

2.3 监测系统设计

2.3.1 监测体系构架设计。农用地质量动态监测系统是一个地理范围分布很广的分布式监控系统,从监测中心的硬件设备到各个监测区域和监测点的布设都必须进行统一协调的管理。系统可分成一个国家级监测中心和若干省级和县(市)级监测中心的多级分层的分布式网络构架。数据采集以县(市)级为单位,县(市)级监测中心将采集的数据申报到省级监测中心,省级监测中心汇总县级数据再申报到国家级监测中心,国家级监测中心汇总省级的数据并对所有数据进行统一管理。国家级监测中心通过数据统计分析,对农用地质量与产能进行评价,根据评价结果制定调整农用地质量管理措施与方案,并将评价结果与决策以及新一轮数据采集任务逐级分发,从而形成一个三级金字塔式监测体系。

2.3.2 系统数据流程设计。从农用地质量动态

监测的数据流程来看,主要包括数据采集、申报、存储和管理以及质量评价。通过监测系统结构和功能需求分析,可以得到整个系统的数据流程,其过程如图 1 所示。

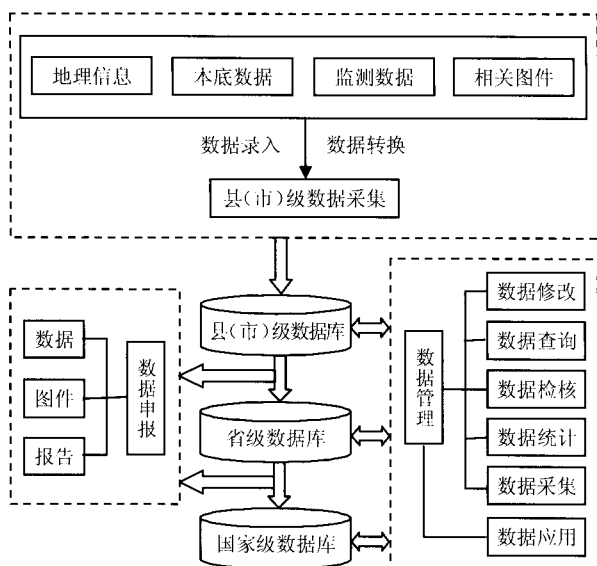


图 3 系统数据流程

首先由县(市)级数据监测中心,对监测点的地理信息、本底数据、监测数据、相关图件数据进行采集和收集工作;然后将采集的数据按照统一的格式进行整理,并形成县(市)级数据库。县(市)级监测中心将数据申报到省级监测中心,申报内容除县(市)级数据库,还要有县级 1:5 万农用地质量监测图,以及相关的技术报告等成果。省级监测中心对县(市)级数据进行验收后,进行省级汇总,形成省级数据库,并将其成果申报给国家级监测中心。申报内容包括省级数据库、省级 1:50 万农用地质量监测图、省级技术报告等成果。国家级监测中心对省级数据进行验收汇总后,形成国家级数据库和国家级成果。

每级都需建立自己的数据库,维护监测中心的数据管理。在此过程中需要运用具有数据采集、申报、存储管理、数据应用功能的软件来辅助完成。进行数据采集,需要有数据录入和数据转换功能。由于数据采集工作主要由县(市)级来完成,所以对此项功能需求较多。数据申报时,需要使用网络技术,保证数据传出的安全性和稳定性。每一级监测中心

都需要对数据进行管理,包括数据的输入输出、修改、检核、查询、统计等操作,并根据需要进行数据的应用。

3 系统应用

系统应用是对农用地质量动态监测的各种数据进行运用,从数据中得出预警分析与趋势预测,为土地管理提供决策支持。系统可以应用于质量评价、动态变化分析、质量改良决策支持等方面。

3.1 质量评价

3.1.1 专家系统评价。将农用地质量动态监测系统与专家系统相结合,进行农用地质量专家系统评价,首先要有一个评价指标与参考体系,这就需与专家系统结合。专家系统是以专家经验和知识为基础,它有更强的分析和表达复杂问题的能力。

3.1.2 综合评价。设定好评价指标后,将要进行评价的数据输入,通过评价模型,系统就会根据评价指标和权重等因子对农用地进行评价。通过评价可以再次对其划定等级,判断通过农用地质量监测是否完成了农用地质量不下降的目标。

3.2 动态变化分析

通过对农用地的各项指标和历史数据的比较分析,得出变化趋势以及变化的强烈程度等等。它将孤立的点和历史数据进行联系,反映了一个动态变化的过程。通过分析发现变化趋势和变化规律,以利于发现问题和解决问题。动态变化分析包括两个部分:

3.2.1 农用地数量的变化分析。通过遥感影像资料,可以在大范围内发现土地覆盖变化,例如土地荒漠化、盐渍化等以及在大范围上土地利用形态的变化。通过遥感影像叠加,提取变化信息,得到直观的数量变化信息。

3.2.2 农用地质量变化分析。利用定位监测资料,即监测点信息可以得到土壤肥力、土壤污染等指标的变化。一般来说,长期监测内容,如土壤有机质、pH 值、土层厚度、剖面构型、地下水埋深等,这些都不易发生变化。较易发生变化的为一些短期检测内容,如投入产出水平、土地利用强度、土地利用

条件变化等。还有一类是环境质量检测内容,如重金属、农药污染等,若在短期内发生重大变化则需要引起高度的重视。其变化趋势可以用各种图表表示。

3.3 土地利用决策支持

通过基准年和目标年的农用地质量监测数据的差异,找出农用地质量动态变化的特点。通过建立分析模型,给政府提供土地利用的决策支持。

参考文献:

- [1] 伍育鹏. 基于农用地分等成果的耕地质量动态监测体系研究设计[J]. 国土资源导刊, 2004, (2): 14-16.
- [2] 姚兰, 孔祥斌, 等. 国外经验对建立我国国家级标准样地质量监测体系的启示[M]. 武汉: 湖北科学技术出版社, 2006: 25-28.
- [3] 吴克宁, 付宗堂, 等. 基于标准样地的农用地质量动态监测探讨. 农用地分等标准样地建设与可持续土地利用[M]. 北京: 国土资源部土地利用管理司, 2006.

Design and Application of Dynamic Monitoring System of Cropland Quality

LIANG Si-yuan¹, WU Ke-ning¹, YUN Wen-jv², CHENG Feng², HUANG Qin¹, ZHAO Hua-fu¹

(1. School of Land Science and technology, China University of Geosciences, Beijing 100083, China;

2. Land Consolidation and Rehabilitation Center, Ministry of Land and Resources, Beijing 100035, China)

Abstract: To keep the reality and practicability of land resource and variation investigation and to pay equal attention to the quantity and quality of land resources management, this paper analyzes and designs the dynamic monitoring system of cropland quality for the purpose of application. By analyzing the structure and function of the cropland quality dynamic monitoring system, it designs the architecture and data flow of the system, which can be applied to cropland quality evaluation, dynamic change analysis, providing decision-making support for land resources management.

Key words: cropland quality; dynamic monitoring; system design; system analysis