

农用地资源安全的监测-评价-预警系统

赵 焯¹, 袁顺全¹, 郇文聚², 关文荣³, 刘海鹏⁴

(1. 北京师范大学环境学院水环境模拟国家重点实验室, 北京 100875; 2. 国土资源部土地整理中心, 北京 100035;
3. 国土资源部土地利用司, 北京 100812; 4. 北京市土地整理储备中心, 北京 100013)

摘 要: 随着人口的迅速增长和经济的快速发展, 食物安全和农用地资源安全越来越受到学者和政府的关注。该文首先分析了农用地资源安全的含义及其产生原因, 论述了农用地分等标准样地体系及其基本功能; 结合全国农用地分等成果和现有的土地管理信息数据库, 建立了农用地资源安全状况的监测网络、评价指标体系和方法; 提出了确保农用地资源安全的监测-评价-预警-应急预案系统的结构框架, 并分析了它对完善土地资源管理、切实保护农用地的重要作用。

关键词: 农用地资源安全; 监测-评价-预警系统; 标准样地体系

中图分类号: F301.21

文献标识码: A

文章编号: 1002-6819(2007)1-0077-05

赵 焯, 袁顺全, 郇文聚, 等. 农用地资源安全的监测-评价-预警系统[J]. 农业工程学报, 2007, 23(1): 77-81.

Zhao Ye, Yuan Shunquan, Yun Wenju, et al. Monitoring-assessing-prewarning system for agricultural land resources security[J]. Transactions of the CSAE, 2007, 23(1): 77-81. (in Chinese with English abstract)

0 引 言

随着全球人口的持续增加和经济的持续快速发展, 人类对土地资源的压力与日俱增, 导致区域性土地资源结构被破坏、农用地资源的生产功能衰减, 从而使粮食安全和农用地资源安全成为国际政府界和学术界共同关心的问题^[1-4]。自 20 世纪 90 年代中期以来, 世界银行(WB)、联合国粮农组织(FAO)、联合国开发计划署(UNDP)、联合国环境规划署(UNEP)共同发起并实施了“创建土地质量指标体系(LQIs: Land Quality Indicators)”项目^[5-7], 以探索确保世界粮食安全、改善全球生态环境的措施。构建完善的土地质量预警体系是当今国际社会公共管理改革发展的重要方向, 也是中国优化政府管理职能的新措施。中国是一个人口众多的农业大国, 其基本国情是人均资源占有量少、自然环境复杂多变、生态环境承载能力较弱、城市化程度较低、经济社会发展程度区域差异较大。近 30 年来随着改革开放的不断推进, 经济社会发展取得了举世瞩目的巨大成就。但是, 基础设施建设、城镇化、工业化与保护耕地的矛盾突出, 使得农用地特别是耕地的紧缺成为中华民族的心腹之患。为此党中央国务院及时地确定了在全国建设资源

节约型社会的战略, 并出台了省级政府耕地保护责任目标考核办法。因此, 在总结中国农用地分等成果的基础上, 及时构建确保中国农用地资源安全的监测-评价-预警系统, 将是国土资源管理部门贯彻落实建设资源节约型社会战略和政府决策的重要保障, 也是提升国土资源管理水平、确保国家农用地资源安全的基础性工程。

1 农用地资源安全的概念

《中华人民共和国土地管理法》第 4 条中明确规定“农用地是指直接用于农业生产的土地, 包括耕地、林地、草地、农田水利用地、养殖水面等”。资源安全(Resource Security)是一个新术语, 国内学者 20 世纪 80 年代在森林资源管理工作中提出了森林资源安全的概念。资源安全问题源于资源的稀缺, 而稀缺性是资源的重要特征, 从这一点上来看资源安全是人类社会发展历程中的永恒主题^[8]。农用地资源安全问题出现的原因有 3 个: ①农用地是人类社会生存和发展中不可替代的基础性资源, 是人类食物及纤维的重要源泉。故农用地资源安全也是国家粮食安全的基石; ②农用地资源的稀缺性和有限性, 因农用地本身的不可移动性, 决定其本身的稀缺性和面积的有限性, 同时因农用地总是针对某些生物生长发育的适宜性, 这也就决定了农用地生产能力的有限性; ③农用地的社会功能和生态环境功能, 农用地作为人类最基本的生产资料, 人口密集区农用地被大量流转为建设用地, 一方面导致大量农民失地出现严重的“三农”问题, 另一方面导致区域土地利用方式和结构的恶化, 并引发多种生态环境问题。如联合国粮农组

收稿日期: 2006-02-23 修订日期: 2006-09-04

基金项目: 国土资源大调查土地资源监测调查工程—国家农用地分等定级与估价项目(2005-2-4)

作者简介: 赵 焯(1963-), 男, 陕西乾县人, 教授, 博士生导师, 主要研究方向为土地资源与土壤环境、土地规划及其环境影响评价。北京 北京师范大学环境学院水环境模拟国家重点实验室, 100875。Email: zhaoye@bnu.edu.cn

织和环境规划署专家组的研究表明,环境退化是土地利用的产物(Environmental degradation: the product of land use)^[11,21]。综上所述,当今中国经济社会持续发展面临的粮食安全、“三农”问题和生态环境问题,究其根源都源于区域农用地资源安全问题。

2 农用地分等标准样地体系及其功能

中国农用地分等定级研究始于20世纪80年代,经过20多年的探索与实践已形成了适合中国国情的农用地分等体系^[9,10]。2003年国土资源部正式颁布了《农用地分等规程》,并规定了全国农用地分等标准样地设置应遵循的三个原则^[11,12]:一是分层设置原则,标准样地按国家级、省级和县级分别设置,其标准样地设置数量如表1所示。二是生产条件最优原则,标准样地是区域内气候、地形、土壤、灌溉排水、土地利用、农业生产条件等综合条件最优的分等单元。三是稳定性原则,标准样地是土地利用总体规划确定为基本农田的分等单元。因此,标准样地的设置具有层次性、分布广泛性、布局合理性、永久性等特点,与土地动态监测站点的布设要求非常一致,已经形成了全国农用地分等标准样地体系。

表1 农用地分等标准样地体系

Table 1 Standard plot system of agricultural land

标准样地类型	设置区域及数量	内 容
国家级标准样地	分省布设,每省10~15个	农用地分等参数、等别、产能、土壤剖面样本
省级标准样地	分县布设,每县5~10个	农用地分等参数、等别、产能、土壤剖面样本
县级标准样地	分乡布设,每乡至少1个	农用地分等参数、等别、产能及利用景观图片

借鉴国际学术界常用的标准地层、标准矿样(具有正确分析结果的矿样称为标准矿样)的概念,农用地分等标准样地必须依据《农用地分等规程》,建立统一的等别、属性指标以及等别与生产能力的相关性。使农用地分等标准样地具有下列功能:①标准样地是刻画区域农用地等别评定与比对的标尺。标准样地具有详细、统一的土地属性及其景观特征信息,其他农用地地块的土地属性及景观通过与标准样地的比较,并结合《农用地分等规程》就可以准确地确定其等别。②标准样地是进行农用地分等成果校正的依据。通过分析区域标准样地的分布、土地属性与粮食产量的相关性,就可以验证或校正区域农用地分等成果,确保农用地分等成果的客观性和现实性。③标准样地是进行不同区域农用地分等成果汇总的节点。为了确保不同省市区或县市农用地分等成果的统一性和可比性,就需要综合比较分析不同省市区或县市的各级标准样地及其指标体系,才能构建全国统

一、可比的类比体系,依次汇总不同省市区的农用地分等成果,形成国家级农用地分等成果。④标准样地是监测区域农用地等别变化的参照系。农用地分等标准样地具有分布广泛、布局合理、持久稳定等特点,这就为进行农用地等别的动态监测提供了参比的基础,为进行全国农用地等别时空变化的监测-评价-预警,确保国家农用地资源安全提供了可靠的数据。

3 农用地资源安全的监测-评价-预警系统

3.1 监测网络子系统

监测网点布设是进行农用地监测的首要任务,监测网点布设是否科学、合理则直接关系到农用地资源安全监测-评价-预警结果的可靠性和准确性。美国早在20世纪中期就开始对国家自然资源进行调查和监测,从1977年开始,以立法形式确立了每5年进行一次国家资源清查(National Resources Inventory, NRI)的制度,并分别在1977、1982、1987、1992和1997年进行国家资源调查和监测,2000年后开始每年清查,根据调查和监测结果编制国家资源清单,予以发布。美国农用地监测网点布设的依据是均匀分布原则,采用网格法进行设置,样地覆盖全美50个州的所有地域^[7,13]。但网格-均匀布点法对于中国农用地监测的适用性较差,其主要原因有:①美国在地形上以平原和高原为主,农业生产规模大且具有显著的地带性分布特征,再加其州际行政界线比较平直,有利于采用网格法布点。中国在地形上以山地、丘陵为主,自然环境条件空间差异巨大,农业开发历史悠久,在空间上农用地与非农用地多呈现镶嵌结构,再加省际行政界线曲折,难以采用网格法均匀布点。②中国农用地生产能力的空间差异性巨大,高等别的农用地对粮食总产量贡献大。如根据对宁夏自治区农用地及其与粮食产量的相关研究,占全区耕地总面积30%的优质耕地,生产的粮食总量占全区粮食总产量的70%;而其余70%的耕地只生产了全区30%的粮食。如果采用网格法均匀布点,对于估算区域农用地粮食生产能力会引入更多的“噪音”信息,这样会降低农用地监测的准确性。③中国农业生产方式、规模和经营管理水平的空间差异性巨大,如果采用网格法均匀布点,农用地监测与管理难以做到全国各地协调一致,同时也难以利用国土资源部已初步建立的全国农用地分等标准样地体系。因此,应该创建适应中国国情和农用地空间分布特征的国家级农用地资源安全监测网络子系统。

中国境内农用地等别及其面积的时空变化较大,在构建农用地资源安全监测网络子系统时,应充分利用农用地分等标准样地的系统性、代表性、区域性和直观性,以农用地分等标准样地为基点,在综合分析样地所在区

域自然环境特征和土地利用现状的基础上, 借助生态学研究中的样带调查法, 建立农用地走廊样带或标准样带, 即以全国近期将建成的 33 万个农用地分等标准样地为基点, 采用 GPS 技术确定 100 m × 1000 m 或 300 m × 2000 m, 即面积为 10~ 60 hm² 的标准样带(区) ABCD, 如图 1 为北京市粮食主产区农用地资源安全监测的标准样区示意图, 运用 2001 年和 2004 年农用地分等图, 结合 GIS 技术和样地调查可获得样区内农用地类型及其等别的变化结果, 即样带区域内 3 年间各类土

地面积比重变化为 10 等耕地增加 0.4%、11 等耕地减少 6%、9 等园地增加 2.8%, 在短时期内耕地等别未发生显著变化。为了确保农用地资源安全监测结果的客观性和准确性, 其标准样区的坐标及其空间布局由专门负责农用地资源安全的国土资源部直接管理, 并按照每 5 年对 33 万个农用地分等标准样地普查一次, 每年度按照 1% 或 5% 的比例进行随机抽样调查的方法, 获得农用地等别、面积变化状况, 并依据等别- 生产能力核算得出全国农用地资源安全状况, 并及时向社会发布。

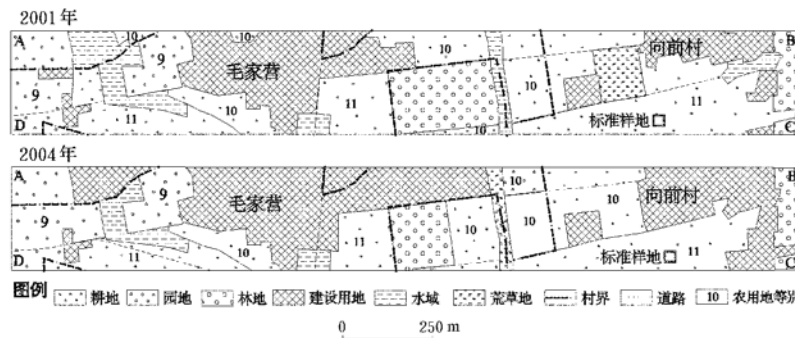


图 1 农用地资源安全监测的标准样区示意图

Fig. 1 Sketch map of standard zone of agricultural land resources security monitoring

3.2 评价指标体系与方法

监测之目的是为了获得农用地资源安全的变化信息, 如何刻画这种变化信息, 就需要建立农用地资源安全的评价指标体系。评价指标体系的建立应利用全国农用地分等的成果, 围绕农用地资源安全的这个中心概念, 建立简单易行、便于操作的量化指标体系, 如图 2 所示。区域农用地资源安全的指标体系包括 4 大类指标: ①土地利用类型评价指标 $X_{1,n}$, 主要评价监测区域内农用地转变为非农业用地及农用地内部地类的转变及其程度, 可用土地利用转化率来表示; ②农用地数量评价指标 $X_{2,n}$, 可用特定时段内区域各类农用地及其面积变化速率来表示; ③农用地的等别指标 $X_{3,n}$, 可用特定时段内区域农用地自然等、利用等或综合等及其变化来表示; ④农用地的生产能力指标 $X_{4,n}$, 是农用地资源安全评价的综合反映, 基于农用地分等研究中的等别与生产能力相关性, 建立特定时段内区域农用地资源变化所引起粮食生产能力变化趋势的预测模型。

利用上述指标体系进行区域农用地变化状况抽样调查, 借助相关分析法和层次分析评价法, 即可获得区域农用地资源安全状况。但因农用地资源安全是粮食安全的基础, 粮食生产能力在很大程度上取决于农用地等别及数量结构系统这个“木桶”的“最短边”。故运用层次分析评价法, 对图 2 中影响农用地资源安全的因素层

$X_{1,n}$ 、 $X_{2,n}$ 、 $X_{3,n}$ 和 $X_{4,n}$, 组织相关专家进行判断打分, 建立判断矩阵, 并计算其特征向量和功能重要性系数^[14], 就可以定量地掌握区域农用地资源安全状况。

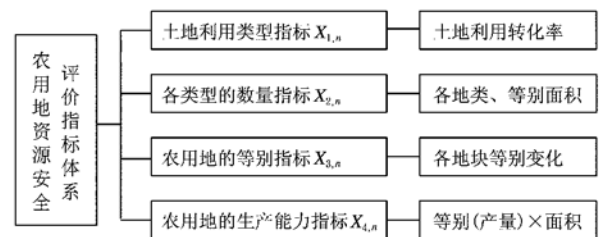


图 2 农用地资源安全评价指标体系

Fig. 2 Indicator system for agricultural land resources security evaluating

3.3 预警应急子系统

在监测和评价的基础上, 分析农用地资源安全的变化情况, 确定警情, 预报警度, 分析警情, 寻找警源, 并根据不同的警源制定相应的农用地资源安全对策和整改措施, 这是预警应急子系统的主要任务。其核心内容是制定农用地资源安全各评价阈值, 通过比较各指标的阈值与监测结果来分析警情, 预报警度。警度是对土地用途、数量、质量等变化的定量刻画, 以判断警度指标变化是否有警情或警情如何^[2, 15]。农用地资源安全监测的警度可分为无警、轻警、中警和重警, 每项指标对不同的警

度有不同的阈值,需要在综合分析基础上进行分析确定,其中农用地生产能力的阈值是一个重要的判断指标(如图3)。

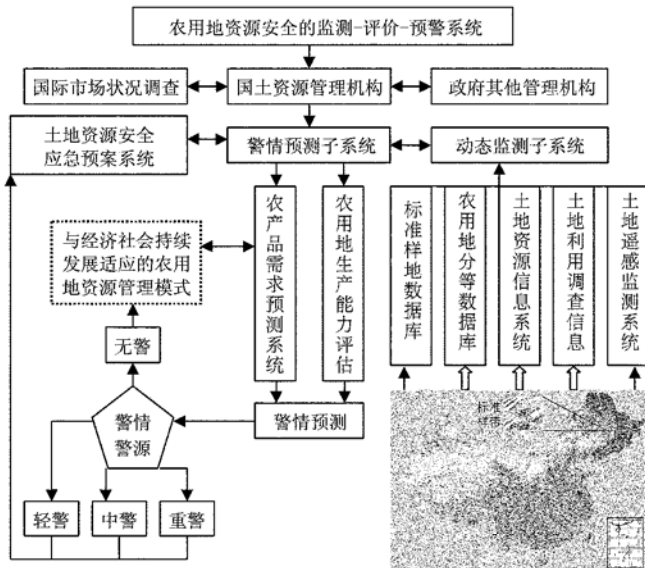


图3 农用地资源安全的监测-评价-预警系统的结构示意图

Fig. 3 Structure of monitoring-assessment-early warning system for agricultural land resources security

警源指导致农用地数量、质量等变化的根源,可分为自然警源和人为警源。自然警源主要指各种自然灾害引起的农用地数量、质量的变化;而人为警源主要指人类活动导致的,如不合理的土地利用,违背土地利用的土地利用行为等。在警度和警源分析基础上,针对不同地区的特征,制定相应的预案应急措施。无警,说明土地利用活动完全符合土地利用规划,农用地质量不断提高,向着良性循环发展。轻警,表明该区土地利用基本符合土地利用规划,农用地资源安全的个别指标略有下降,应针对局部存在问题进行适度整改。中警,表示该区农用地资源的生产能力与经济社会发展需求有较大偏差,国土资源部及省级政府应该启动相应的保护农用地资源安全的应急预案,运用法律、行政和经济多种手段以确保经济社会发展对农产品的需求和农用地资源的安全。重警,区域土地利用背离了土地利用规划,出现严重的农用地资源紧缺或生态环境问题,中央政府及时启动保护农用地资源安全的应急预案,动员全社会力量逐步改善农用地资源安全状况,确保经济社会的持续发展。

4 结论

预警应急预案系统是一套对规划目标进行实时监测的科学体系,也是当今国际社会公共管理改革发展的

新方向。而作为农用地资源安全的监测-评价-预警网络系统,其涉及经济社会发展的各个方面,再加其时空变异性强,故世界各国均还没有现成的先例可供借鉴。中国作为世界上人口最多的农业大国,优先启动农用地资源安全监测-评价-预警-应急预案系统,为建立国家土地督察制度、实施土地资源垂直管理提供技术支撑体系。本论文在综合分析当前国土资源部农用地分等工作的基础上,面向国土资源管理的需求、结合现有工作基础提出切实可行的农用地资源安全监测-评价-预警模式和农用地资源管理的理念,这对于有效贯彻落实省级政府耕地保护责任目标考核办法,做好农用地资源管理的纵向和横向协调配合工作,明确各方面的职责、确保组织有效、反应快捷、运作高效、临危不乱的国土资源管理体系具有重要的意义。

[参 考 文 献]

- [1] William B Honachefsky. Ecologically-based Municipal Land Use Planning[M]. New York: New York, CRC Press, 2001: 1- 2.
- [2] John Randolph. Environmental Land Use Planning and Management[M]. Washington: Island Press, 2004: 1- 8.
- [3] Keith Wiebe. Land quality, Agricultural productivity and food security[M]. Northampton: Edward Elgar Publishing, Inc, 2003: 3- 15.
- [4] Lichtenberg, Erik, Chengri Ding. Land use efficiency, food security and farmland preservation in China[J]. Land Lines (Lincoln Institute of Land Policy), 2006, 18(2): 3- 7.
- [5] 冷疏影, 李秀彬. 土地质量指标体系国际研究的新进展[J]. 地理学报, 1999, 54(2): 177- 185.
- [6] 张凤荣, 王 静, 陈百明. 土地持续利用评价指标体系与方法[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003: 325- 341.
- [7] 李天杰, 赵 焱, 张科利, 等. 土壤地理学(第3版)[M]. 北京: 高等教育出版社, 2004: 286- 300.
- [8] 谷树忠, 姚予龙, 沈 镭, 等. 资源安全及其基本属性与研究框架[J]. 自然资源学报, 2002, 17(3): 280- 285.
- [9] 胡存智. 农用地分等定级理论与方法研究[A]. 国土资源部土地利用司. 农用地分等定级估价理论- 方法- 实践[C]. 北京: 地质出版社, 2004: 8- 18.
- [10] 高向军, 马仁会. 中国农用地等级评价研究进展[J]. 农业工程学报, 2002, 18(1): 165- 169.
- [11] 中华人民共和国国土资源部. 农用地分等规程[M]. 北京: 中国标准出版社, 2003: 18- 19.
- [12] 郎文聚, 王志刚. 农用地分等国家数据库系统总体设计与关键技术[J]. 农业工程学报, 2005, 21(4): 61- 64.
- [13] National Resources Inventory. A statistical survey of land use and natural resource conditions and trends on U. S. non-Federal lands [EB/OL]. <http://www.nrcs.usda.gov/technical/NRI>, 2005-12-5.

- [14] 张海涛,周 勇,汪善勤,等. 利用 GIS 和 RS 资料及层次分析法综合评价江汉平原后湖地区耕地自然地力[J]. 农业工程学报, 2003, 19(2): 219- 224.
- [15] 赵 焯,杨燕敏,刘 锋. 北京市土地利用总体规划实施管理预警系统的构建[J]. 干旱区资源与环境, 2006, 20(1): 23 - 26.

Monitoring-assessing-prewarning system for agricultural land resources security

Zhao Ye¹, Yuan Shunquan¹, Yun Wenju², Guan Wenrong³, Liu Haipeng⁴

(1. State Key Laboratory of Water Environment Simulation, Beijing Normal University, Beijing 100875, China;

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

3. Department of Land Use, Ministry of Land and Resources, Beijing 100812, China;

4. Land Consolidation and Rehabilitation Center of Beijing, Beijing 100013, China)

Abstract: With the explosive growth of population and rapid development of economy, the security of food and agricultural land resources have been paid more and more attention by researchers and government. The implication of agricultural land resources security and its causes were analyzed. The standard plot system of agricultural land classification and its function were discussed. According to the national agricultural land classification result and the current land management information database, the monitoring-network, evaluation method and index system of agricultural land resources security were established. Finally, this paper put forward the establishment of monitoring-evaluation-warning system framework to ensure agricultural land resources security, and this system would play important role to improve land resources management and protect agricultural land.

Key words: agricultural land resources security; monitoring-assessment-prewarning system; system of standard plot