

土地资源安全战略

——认知、目标、研究方向与关键技术

孙九林

(中国科学院地理科学与资源研究所,资源与环境信息系统国家重点实验室,北京 100101)

摘要: 土地资源开发与利用的主体和方法不同,使得土地资源战略画地为牢,各自为政的现象比较突出。从人与资源的关系上看,土地资源安全应该从“数量、质量、结构和均衡”四个维度去认识其根本意义。土地资源安全战略目标包括精准感知、精明利用、精细整治和智能管控四个维度。土地资源安全战略的构建需要从技术、工程和管理三个维度来理解管控的机理,结合土地自然系统与人类活动发展的规律认识土地资源安全格局。

关键词: 土地资源;土地资源安全;土地科学与技术

中图分类号: F285.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-2404(2019)93-0071-05

土地资源安全是国家可持续发展的根基,实施土地资源安全战略,是当前中国土地资源利用的不利形势下,不得已而为之。习近平总书记指出,中国资源约束趋紧、环境污染严重、生态系统退化的问题十分严峻。优化国土空间开发格局,加快实施主体功能区战略,构建科学合理的城市化格局、农业发展格局、生态安全格局是新时代下国土空间发展的国家战略布局。过多依赖增加土地资源消耗、过多依赖传统工业扩张和城市蔓延驱动、过多依赖大规模开发后备土地资源的粗放型发展已经难以为继,已经触及资源、生态、环境的天花板。中国不断加剧的资源过度消耗、后备资源短缺、空间错配、低水平建设等进一步激化了经济发展与资源环境之间的矛盾。基于土地资源保障的粮食安全与农业安全面临严峻挑战,土地数量、质量、生态“三位一体”支撑与监管技术尚未形成,由土地资源安全所引发的粮食不安全、生态不安全、经济不安全问题,甚至成为国家安全的重大隐患。优化国土空间开发格局,加快实施主体功能区战略,构建科学合理的城乡空间格局、农业发展格局、生态安全格局是国家土地利用的战略目标。

1 土地资源安全的概念认识

1.1 土地资源安全的概念认知

当前对土地资源安全的理解,国内学者主要从可持续发展的角度来认识土地资源安全的问题,随着工业化、城市化进程的加剧,人类活动对土地资源的影响广泛而深刻,土地资源的利用、类型和质量都发生了极为明显的变化。

基于国家粮食安全与农业安全的要求,学术界和实践工作者在耕地安全、生态安全等方面的研究取得了大量的研究成果。尤其是在关乎国家发展与社会经济安全领域,非常重视对土地资源的开发和保护。在土地用途管制、土地利用总体规划、建设开发强度、资源补偿机制、制度设置等方面得到长足发展,政策体系也得到不断完善^[1]。

从总体土地资源安全战略观来看,尚未形成统一的认识。土地资源开发与利用的主体和方向不同,使得土地资源战略“画地为牢、各地为政”的现象比较突出,对土地资源安全重要性的认识还远远不足,导致在制度创新、政策框架、核心技术研发、重大工程建设等领域有所裹足。国内学者认识土地资源安全,最早是从国外学者保护土地资源的可更新、可恢复以及可持续性理论引进的基础上逐渐认识和加强的。当前对土地资源安全的理解,国内学者主要从可持续发展的角度来认识土地资源安全的问题,通行的论点是:土地资源安全是指一个国家或地区可以持续、稳定、及时、经济地获取土地资源或土地资源产品,以保障生物群落健康和高效能生产及

收稿日期:2019-08-06

作者简介:孙九林,中国工程院院士,中国科学院地理科学与资源研究所研究员、博士生导师,主要从事土地资源等方面的研究。

高质量生活,同时不损害其未来保障能力的土地资源状态或能力,是资源安全问题的重要组成部分,是土地可持续利用的延续^[2]。如果进一步深入考究,国内学者对土地资源安全的关心,会扩展到涉及与土地资源开发利用密切相关的粮食安全、经济安全、生态安全和社会安全等方面。

尽管对土地资源安全还未形成一致认识,但是随着中国工业化和城市化进程的加剧,人类活动对土地资源的影响日趋广泛而深刻,土地资源的使用类型与质量都发生了极为显著的变化^[3]。气候变化因其前所未有的严重性、复杂性和紧迫性而成为当前人类面临的最严峻的全球性问题之一。从学者到实践工作者,尽管认识到了土地资源安全所面临的严峻性,但由于存在土地资源开发与利用的主体和利益问题,使得土地资源战略画地为牢,各自为政的现象比较突出,导致耕地保护失控,资源紧缺与资源浪费并存。

1.2 土地资源安全的认识维度

对土地资源安全的考察与判断,一般认为存在四个纬度,数量安全、质量安全、结构安全、均衡安全。土地资源安全的根本意义在于保障人类发展的根基。从人类活动形态和规律上看,可以狭义地认为是国家与民族发展的基础。若简单地从土地利用的后果上看,那么土地资源安全可认为是人类可持续发展和良好的社会经济效应^[4]。从人与资源的关系来看,土地资源安全应该从“数量、质量、结构和均衡”四个维度来认识其根本意义。一是数量安全,即土地资源量要充裕,既有总量的充裕,也有人均水平的充裕,而且后者较之前者更为重要;二是质量安全,即维持土地资源具有长期、可持续和稳定生产能力的土地资源质量;三是结构安全,即土地资源系统结构的稳定性,包括耕地、林地、草地之间稳定的结构,及各类用地内部结构的稳定,土地资源供给的多样性是结构稳定的基础,没有多样性就谈不上土地资源的结构安全;四是均衡的含义,包括土地资源分布的地区均衡,以及个体与群体之间的分配均衡,土地资源分布或分配不均衡,会增加资源供给的时间和成本,严重时导致阶段性和区域性土地资源安全问题。

1.3 中国土地资源安全战略的国际差距

在土地资源安全战略的认识上,由于中国土地资源禀赋不足,区域差异突出,人均资源占有偏低等

现实,总体来说在国际上属于比较重视的。但是,在土地资源安全战略的实施和问题破解方面存在明显差距,国际上土地资源开发、利用、整治、保护的理论知识水平不断深化,技术上重视信息技术、生物技术、新材料技术、新能源技术的融合,重视绿色化、智能化的技术支撑,打破传统学科界限,向整体全面、精细深入的土地资源安全技术框架发展。

差距一:土地信息技术发展遇到瓶颈。空天地立体感知方面,航天航空无人机协同监测与通信、导航等的物联网融合等研究不够深入,缺乏集成化、实时化和一体化的系统平台,缺乏全球、全国尺度土地信息快速获取技术,数据自动聚合和尺度自由转化技术,面向土地资源安全与管控的大数据分析技术急需提升,社会感知信息自动获取和应用仍处于起步阶段。中国还无法实现在线或原位测量关键参数,地面原位测量网络体系尚未形成,土地信息采集装备参数单一且寿命较短,土地质量和生态评价关键参数难以准确监测,缺乏对全参或多参数数据采集传感器的研发与集成。

差距二:耕地质量研究与提升技术创新不足。耕地质量内涵、影响机理、提升途径等方面的系统研究不足;基础数据不完整、分散、数据密度与耕地数量质量指标不匹配;技术装备的效度和精度存在明显差距。由于中国耕地资源分布广、类型多、利用强度大,国际上较为成熟的技术难以直接利用,自主研发的智能化、成套化基本空缺;集成技术与工程模式、监测管控技术及其相关设备的研发还远远达不到支持快速精确、监测预警、智能管控的要求。

差距三:土地利用演化机理研究和认识不足。土地利用变化演化基础理论和机理研究较少,土地利用变化研究不够深入,缺乏对土地利用变化机理综合分析的多视角探索和整体上动力机制的表达描述。

差距四:土地综合功能协同研究滞后。土地综合开发与系统研究滞后,多元需求下的各类空间协同利用差异性、系统性研究不足;土地利用弹性空间探索不够,导致大城市用地成本高企、职住分离、钟摆式交通等问题突出,土地利用与社会发展需求严重错位。缺乏土地复合利用的综合理论与引导技术,尤其是当前单一用途土地已经难以满足产业融合发展、经济转型升级的现实需要,迫切需要探索土地复合利用模式,创新土地用途管制方式。土地利

用局限于二维平面上的土地利用结构与布局,缺乏立体开发的技术体系,地上与地下空间的衔接无序,土地大规模立体开发还存在技术瓶颈。

2 土地资源安全战略目标

粮食安全、经济社会稳定发展、生态文明是中国当前及未来相当长时期内可持续发展的重大战略。其中,土地资源安全战略是重要基础支撑,其战略目标包括精准感知、精明利用、精细整治、智能管控,为国家可持续发展、实现“两个一百年”目标提供土地资源基础和根本支撑。

2.1 从土地问题到土地资源安全战略

土地资源安全问题在当前人地关系日趋紧张、区域间发展合作更加紧密、人口与资源要素流动更加活跃的背景下更加凸显。长期以来,由于缺乏整体的土地资源安全战略布局,在土地资源安全科技创新各领域分散布局,没有形成聚合力。为此需要重新理清思路,着眼于未来发展,构建统一的大土地、大自然、大生态的土地资源安全格局,实施“创新技术引导、重大工程推动、制度革新实施”的三轮驱动,保障土地资源安全战略实施,变被动管理向主动布局,支撑未来社会经济发展。

2.2 土地资源安全战略目标取向

贯彻落实国家粮食安全战略、经济社会持续稳定发展战略、生态文明战略,根据土地科技创新发展战略定位,战略目标应围绕“精确感知、精明利用、精细整治、智能管控”,全面实现耕地资源安全、土地高效利用、土地生态安全,按照“全产业链、全创新链”原则整体设计,系统提供支撑土地资源安全的解决方案,向土地资源要生存、要保障、要安全,最终保障人民福利不断提升,支撑国家持续发展。

2.3 实施土地资源安全战略的三大要素

技术、工程与制度创新是实施与保障土地资源安全战略的三大要素。技术引导革新是土地资源安全战略实施的基础。尤其是改善耕地资源保障能力、优化国土开发空间格局、生态用地保障、城乡建设用地优化布局等共性技术的研发和应用。重大工程是土地资源安全战略的重要抓手。重大工程是解决当前资源禀赋不足困境的基本手段,也是未来技术超前布局的基础和关键环节,重点聚焦在大数据下的土地信息工程、土地系统模拟与应用、土地功能协同提升、土地综合整治工程、智能装备工程、智能

管控工程等。制度创新与政策配套是土地资源安全战略的根本保障。土地资源安全不是单纯的技术或工程的问题,科学与技术的发展需要相应的制度创新与政策配套,具有社会、经济、政治、文化、生态多重属性的土地资源,更需要在制度创新和政策上进行支撑。

3 土地资源安全战略的重大研究方向

3.1 土地资源安全与耕地保护

土地资源已从承载食物生产和城市建设拓展到新时代下的生态安全与乡村振兴等重大需求,需要从土地资源安全的角度,强化重点区域土地资源演化格局模拟、演化过程及其机理来建立不同土地退化类型下的生态阈值和环境容量的土地资源承载力研究与监测机理,服务国家粮食安全下的耕地保护与其他自然资源耦合关系的生态保障。土地资源关键圈层演化过程和质量修复提升研究;不同利用压力和退化类型下的生态阈值和环境容量测算方法研究;基于耕地多功能的理论方法体系基础,研究国家级和重点区域的耕地利用产能时空分布及资源约束与风险评价,开展耕地产能提升与保护技术体系研究;研究耕地利用系统要素组成、结构与功能;研究基于多功能的耕地质量评价指标体系和耕地产能评价指标体系,开展基于多功能需求的耕地质量评价、监测与预警的理论与技术体系研究;对典型观测点开展流域水文、生态、土壤等土地利用过程综合观测试验研究;开展气候与人类活动对土地生态变化影响和土地资源演化的多要素综合研究。

3.2 土地空间治理与乡村振兴

快速发展的城镇化和社会转型下土地利用变化剧烈,为支撑新型城镇化和乡村振兴战略,需要重点研究土地利用时空变化过程的基本理论,构建分析土地利用驱动因素的空间定量模型,对不同时空尺度土地利用变化驱动因子及其变化机制进行研究;探索土地利用变化的最佳时空尺度和变化驱动力机制,将土地利用演化模拟纳入国土空间规划及相关政策应用,推动理论研究与土地政策制定深度融合应用;研究土地资源的经济与公共属性,探索土地制度与土地利用的互作机理、土地公共政策体系及其作用机制;深化城乡地价监测与技术体系研究,系统探索土地资源资产核算的理论与方法;布局开展土地治理体系研究,在体系架构与治理指标量测方法

方面形成系列成果,促进土地制度完善与政策优化,支撑乡村振兴与美丽中国建设;研究区域土地利用空间格局优化技术和大数据支持下的空间规划技术,为优化都市圈土地利用结构、大幅提升土地资源利用效率和综合保障能力提供科技支撑。

3.3 土地整治工程与生态文明

生态文明与美丽中国建设战略要求必须通过工程与技术手段实现土地合理利用,土地整治是重要抓手。需要重点推动山水林田湖村综合整治工程技术研究,加强土地利用水平空间格局与垂直演变过程的机理研究,突破长期的碎片化、分割化、单一化模式;基于区域社会经济与资源禀赋特征,研究农村建设用地减量集约与农林、农牧、种养多元、景观协同重塑综合整治技术,形成资源安全格局下的多尺度综合整治技术;针对生态基础薄弱难题,开展干旱区荒漠化土地整治技术研究,对土地沙化的自然人文耦合分析,形成退化荒漠植被保护、恢复技术,特色沙生植物筛选、保护、繁育、保存技术,构建基础研究-技术研发-产业发展三位一体的沙化土地综合整治技术体系;开展小尺度区域的水、林、田、村等土地利用子系统的耦合机制与作用过程研究,支撑生态景观修复及村级土地利用空间规划工程技术创新。

3.4 土地感知技术与智慧国土

围绕土地数量、质量、生态一体化管理和生态建设要求,利用卫星遥感、无人机遥感与地面传感器网络、社会感知手段,获取土地数量、质量、生态、用地结构、作物、灾害等定量信息,实现土地多层次多尺度数据快速、高效和立体的感知。研究基于互联网、移动终端、物联网等技术探索土地数据获取新技术,实现多尺度多层次土地信息立体感知技术融合与集成;研究多源遥感(光学、雷达与高光谱数据)数据融合的土地/植被遥感精细分类方法,构建多源多尺度遥感数据智能处理与云计算共享平台,为土地利用调查、规划,地理国情调查、耕地质量评价与监管、农业灾害监测提供基础数据支撑;基于卫星遥感数据,结合地面传感器网络数据,研究参数定量反演与机理模型数据同化的耕地质量关键参数获取技术;针对耕地/农村土地数据存在的海量、多源异构等问题,研究分布式环境下耕地/农村土地空间数据划分原则和策略以及基于Hbase的大数据高效存储技术、基于格网编码规则的高效索引技术以及空间矢

量大数据分布式存储索引和并行构建算法;在智能化、云环境和大数据计算平台支持下,研究农村土地空间大数据模式下的数据清洗、转换、查询和分析方法,重点挖掘农村土地利用过程、状况和耕地质量信息;研究不同生态区域和地理尺度下,影响作物分布与耕地利用过程变化的地理、气候、灾害、人口、政策、经济等自然与社会驱动因素;揭示耕地质量的时空变化规律,分析农村土地利用和管理发展变化模式,构建耕地/农村土地利用的预测预警模拟模型。

4 土地资源安全战略的关键技术需求

土地资源安全战略的构建需要从技术、工程和管理三个维度来理解管控的机理,结合土地自然系统与人类活动发展的规律认识土地资源安全格局。要面向未来实施科学管控。这需要通过科技创新,揭示土地资源要素构成与互惠机理、土地系统演化过程、土地利用驱动机理与社会经济效应,建立生态安全与国土空间安全格局下面向未来的土地资源安全技术支撑体系、解决瓶颈问题的重大工程实践和实现安全保障与社会公平的制度创新。

4.1 耕地数量、质量、生态“三位一体”保护机理

基于耕地资源的可持续利用,健全包容完整、科学系统,与国际体系接轨,与管理体制相适应的耕地质量调查评价体系。研究建立一个包容协调完整的耕地质量和耕地产能评价指标体系。研究耕地系统内部和外部环境的要素构成、属性、功能及其协同作用机制,揭示耕地数量质量生态之间的耦合机理,建立多维度、立体化的耕地质量特征体系,形成全要素耦合的耕地保护理论树,为实现耕地数量、质量、生态“三位一体”保护提供理论支持。

4.2 土地空间系统要素耦合作用与优化

研究国土空间系统差异形成机制,揭示地域功能差异规律、跨区域要素互馈机制与均衡调控机理;研究典型地域空间主导性开发活动影响与自然系统的响应规律,揭示自然系统与开发活动的互馈机制;研究重点流域不同梯度与功能分区的社会经济发展同资源环境保护之间的协同机理;研究资源梯度错配与生态环境约束的流域综合交通网络优化、城镇发展格局与产业空间布局之间的协同作用机理;研究资源约束对国土空间开发利用强度的影响机理,揭示不同资源禀赋条件下人类开发活动的强度限制;研究区域国土空间开发格局演变过程、动力机制

及调控机理,揭示国土空间开发格局演变规律与优化调控机制。

4.3 自然资源要素构成与互馈机理

研究水土气生等自然资源与社会经济要素的构成、空间格局及演变机制,揭示多要素时空关联规律;测度自然资源系统多要素耦合状态,识别国土空间基本单元和类型;探讨自然资源与社会需求时空匹配特征,厘清国土空间要素-结构-功能-效应协同机制;明晰自然资源综合评价框架,揭示资源环境限制性和开发强度适宜性。

4.4 土地资源安全与管控时空模型

研究基于新一代信息技术的土地资源安全与管控总体框架和技术体系;研究土地资源安全与管控

应用模型与管控规则;研究土地资源安全与管控平台构建技术;研究土地资源安全与管控的功能模型;构建土地资源安全与管控的时空数据库智能系统。

参考文献

- [1] 王志强,于磊,张柏等.吉林省西部土地利用变化及其农业生态安全响应[J].资源科学,2006,28(4):58-64.
- [2] 丰雷,郭惠宁,王静等.1999-2008年中国土地资源经济安全评价[J].农业工程学报,2010,26(7):1-7.
- [3] 谢高地,封志明,沈镭等.自然资源与环境安全研究进展[J].自然资源学报,2010,25(9):1424-1431.
- [4] 刘彦随.中国土地利用战略创新及其模式体系[J].中国土地科学,2009,23(2):4-10.

Introduction for Land Resource Security Strategy

——Recognition, Target, Research Direction and Key Technology

SUN Jiulin

(The State Key Laboratory of Resources and Environmental Information Systems,
Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing100101, China)

Abstract: The main body and method of land resource development and utilization are different, which makes the land resource strategy restricted and its individual politics more prominent. From the perspective of the relationship between people and resources, the fundamental significance of land resource security should be understood from the four dimensions of quantity, quality, structure and equilibrium. The strategic objectives of land resource security include four dimensions: precise perception, smart use, fine remediation and intelligent control. The construction of land resource security strategy needs to comprehend the mechanism of management and control from three dimensions of technology, engineering and management, and understand the land resource security pattern based on the laws of land natural system and human activity development.

Key words: land resources; land resource security; land science and technology