

# 我国土壤环境功能区划内涵及其框架<sup>①</sup>

刘作新, 谷 健

(中国科学院沈阳应用生态研究所, 沈阳 110016)

**摘要:** 土壤环境功能是土壤的重要属性之一, 正确理解土壤环境功能区划内涵, 恰当划分土壤环境功能区, 对于高效开发利用和管理土壤资源, 促进环境保护, 保障农产品生产和食品安全意义重大。土壤环境功能包括生产保障功能、生态保护功能、承载维持功能, 本文以此为依据, 建立了区划指标体系。土壤环境功能区划是指根据土壤的环境现状, 并根据国家或地区经济与社会发展的需要, 将土壤划分为不同类型的土壤环境功能区。本文以土壤环境功能区划内涵、基本思路和指标体系为基础, 提出了我国土壤三级环境功能体系的初步框架, 以为深入进行土壤环境功能区划工作奠定基础。

**关键词:** 土壤环境; 功能区划; 区划方法; 区划框架

**中图分类号:** S159; X3

土壤是人类赖以生存和发展的宝贵自然资源, 也是生态环境的重要组成部分。由于人口增长、过度开发和资源不合理利用导致土壤环境严重破坏, 特别是近些年矿山的滥垦、不合理地施用农药、污水灌溉、污泥农用等因素使各类污染物质通过多种渠道进入土壤。当污染物进入土壤的数量超过土壤环境容量时, 将导致土壤自净功能丧失, 土壤质量下降, 土壤环境恶化, 严重影响土壤的生产力<sup>[1-2]</sup>, 致使土壤环境功能下降。为了更好地利用土壤资源, 保护土壤生态环境, 必须在土壤环境功能区划的基础上, 分区对土壤进行规划利用和科学保护。因此, 土壤环境功能区划是土壤环境保护的基础性工作, 是实现土壤资源综合利用和加强保护与科学管理的前提, 对保障农业生产与食物质量安全、生态安全和人居环境安全, 促进国家全面建设小康社会和生态文明, 都具有重大的现实意义和深远的历史意义。

明确区域合理的空间结构、明晰的功能分区是解决区域环境问题的重要举措<sup>[3]</sup>。目前, 国外关于土壤保护方面一般是基于解决当前存在的某种环境问题为目的而开展的, 如对土壤有机污染物的空间分布调查<sup>[4-5]</sup>, 土壤风险评价<sup>[6]</sup>, 并且可能将其应用于环境规划以外的其他规划建设的指导中<sup>[7-8]</sup>, 但未见土壤环境功能区划的研究。国内土壤环境功能区划方面的研究尚较为少见, 只有政府部门和相关专家进行了一些探索, 没有明确的区划体系。如李志艺等<sup>[9]</sup>对南京

市进行了土壤环境功能区划; 沈阳市在分析土壤环境的基本特征、土壤环境质量现状及土壤生态敏感性的空间分异特性的基础上提出土壤环境功能三级分区体系<sup>[10]</sup>; 环保部生态司组织专家对南京环科所起草的土壤环境功能区划技术导则和土壤污染防治规划编制技术导则进行了认真研讨, 形成一个初步的方案<sup>[11]</sup>; 海南省启动了《海南省土壤环境功能区划》和《海南省土壤环境保护规划》编制工作<sup>[12]</sup>。综上所述, 关于土壤环境功能区划方面的相关研究工作仍处于起步阶段, 尚缺乏完整的相关理论体系指导及其系统划分原则。本文在探讨土壤环境功能区划内涵的基础上, 提出土壤环境功能区划的基本思路和指标体系的构建, 并提出我国土壤环境功能区划的初步框架。

## 1 土壤环境功能区划的概念及内涵

### 1.1 土壤环境功能

土壤作为独立的历史自然体, 被定义为位于地球陆地具有肥力、能够生长植物的疏松表层<sup>[13]</sup>。从环境科学角度看, 土壤不仅是一种资源, 还是人类生存环境的重要组成部分, 即作为环境的组成要素, 人类活动的方方面面都离不开土壤环境的支持<sup>[14-15]</sup>。国际上对土壤功能有着不同的划分与评价方法, 我国也正在进行探索性研究, 不同学者根据其研究需要对土壤功能有着不同划分, 综合国内外土壤功能分

基金项目: 环保公益性科研专项(201209030)资助。

作者简介: 刘作新(1954—), 男, 内蒙古赤峰人, 博士, 研究员, 主要研究方向为土壤物理与环境土壤学。E-mail: liuzuoxin@iae.ac.cn

类<sup>[16-18]</sup>,可以看出,土壤功能主要分为:作物生长、缓冲过滤、栖息地和基因库、自然景观和文化遗产、原材料生产、承载维持等几个方面<sup>[19]</sup>。土壤功能及其分类与评价相关研究,可以为农业、环保、国土资源等部门制定土壤资源合理利用与管理提供科学依据<sup>[19]</sup>。

土壤环境功能是土壤为了保障人类生存与发展所提供的资源环境功能,结合土壤功能分类研究,提炼土壤主要的环境功能,笔者认为,土壤环境功能应当分为生产保障功能、生态保护功能、承载维持功能。生产保障功能是为土壤保障植物生长和生产正常进行的环境功能;生态保护功能是为了维持土壤生态、自然景观和文化遗产、美学价值等而提供的保护功能;承载维持功能是保障建设场地正常使用的土壤支撑功能。

### 1.2 几个重要的分区概念辨析

区划是计划与管理中最简单的、最普遍的工具,同时也是最权威的。区划的理论依据是空间分隔和控制原理,它可应用于不同情况,并能根据不同的社会、经济、政治、环境条件的改变而改变。

环境功能区划是一项重要的部门性区划,需要对被区划区域有全面、深刻的认识,主要强调改善区域环境质量,维护区域环境安全,最终目的是实现环境保护与经济社会发展相协调<sup>[20]</sup>。海热提和王文兴<sup>[21]</sup>认为环境功能区划是从整体空间观点出发,以人类生产和生活需要为目标,根据自然环境特点、环境质量现状、以及经济社会发展趋势,把规划区分为不同功能的环境单元。它是对环境实施科学管理的一项基础工作,主要目的是保护环境和发展经济。编制环境功能区划是环境保护部门实施环境分区、分类和科学管理,提高环境保护综合决策能力的一个重要手段。

国家“十一五规划纲要”明确提出编制全国主体功能区划,要根据“区域的资源环境承载力、现有国土开发密度和未来发展潜力等因素”进行综合分析,准确定位各区域的主体功能。主体功能区划是把我国的国土空间划分为“优化开发区、重点开发区、限制开发区和禁止开发区”四类新型战略发展格局的区域分工行为,其划分依据是“资源环境承载能力、国土现有开发密度及其未来发展潜力”,同时统筹考虑“未来人口分布、经济布局和城镇化格局”,是一种综合性和政策性很强的区划,是地理区划的新方向<sup>[22]</sup>。在此基础上系统分析我国环境功能区划体系,理顺环境功能区划与区域发展主体功能的关系,对于构造新时期主动引导发展的环境保护战略体系,实现环境保护的三大历史性转变,具有重要意义。

因此,针对土壤环境功能区划而言,土壤环境功能区划是环境功能区划体系中“单要素”环境功能区划,是属于功能区划层次中的第三层,即“主体功能区划-环境功能区划-土壤环境功能区划”<sup>[23]</sup>。土壤环境功能区划应是在主体功能区划的基础上进行的区划,是对主体功能区划中土壤环境方面的管理区划,其区划目标也是主体功能区划目标中环境方面目标的实现。两者在技术层面上可以相互借鉴,政策方面可以相互协调,主体功能区划为制定土壤环境功能区划提供参考依据<sup>[24]</sup>。在编制土壤环境功能区划的同时必须以主体功能区划为基础,背离它们,必将导致土壤环境功能区划难以操作。

### 1.3 土壤环境功能区划

土壤功能区是指根据土壤的自然资源条件、环境状况、地理区位、开发利用现状、并考虑国家或地区经济与社会持续发展的需要,所划定的具有最佳功能的区域,是土壤功能区划最小的功能单元。土壤功能区划是指根据土壤功能区划的标准,将土壤划分为不同类型的土壤功能区,是为土壤开发、保护与管理提供科学依据的基础性工作。通俗地讲,土壤功能区划就是依据土壤资源条件、环境状况和地理位置等自然属性,结合土壤开发利用现状和社会发展等社会属性,合理界定土壤资源利用的主导功能和适用范围。土壤功能区的实质就是在于以功能为标准将土壤进行划分为若干个相对独立的区域,区域之间有着不同的功能定位和利用方向。通俗地说,就是按照自然特征,将土壤划分为具有不同自然属性的不可再分的区块,以解决各个区块用来“做什么”的问题。

而土壤环境功能区划是“土壤环境功能区的划定”,土壤环境功能区,是指为适应土壤环境保护工作的需要,依据土壤的自然属性和社会属性以及土壤自然资源开发利用现状,结合本行政区国民经济、社会发展计划与规划,按照规定的程序,对土壤按照不同的使用功能和保护目标而划定的土壤区域。因此,土壤环境功能区划是指根据土壤的环境现状,并根据国家或地区经济与社会发展的需要,将土壤环境划分为不同类型的功能区,通过划分每个功能区的环境适宜性,规范土壤开发利用活动,制定各功能区的保护目标,并综合考虑自然环境特征和社会经济活动对生态系统的干扰和影响,实现环境区划和功能区划的统一。土壤环境功能区划综合考虑自然环境特征和过程,也充分考虑社会经济活动对土壤生态系统的干扰和影响,综合土壤、经济、环境和社会发展诸多方面,是环境区划和功能区划的综合统一,其目的是为了保护土壤的生产供给功能、生态服务功能和承载维持功

能而划分的具有特定功能的土壤环境区域,为国土资源的合理利用和生态环境可持续发展提供科学依据。

## 2 区划基本思路

依据土壤环境功能区划的概念及内涵,土壤环境功能区划的基本思路如下:

### 2.1 构建土壤环境功能区划的指标体系

首先,构建土壤环境功能相关指标集;其次,针对土壤的环境功能,筛选评价指标,确定指标权重,构建土壤环境功能区划的指标体系。

### 2.2 土壤环境功能评价

根据选取的指标,通过区域土壤调查和采样分析获取的土壤相关数据,结合土地利用方式,采用层次分析、模糊评价等评价方法进行土壤环境功能评价,并按照评价结果,参照国家现有土壤环境质量标准或制定评价标准,确定不同的土壤环境功能区。

### 2.3 土壤环境功能区划成图

依据土壤环境功能评价结果,利用 ArcGIS 等地理信息系统的分析功能,以区划图的形式表示不同的土壤环境功能区,为保护土壤资源,制定土壤资源合理利用与管理提供科学依据。

## 3 区划指标体系

依据土壤环境功能,即生产保障功能、生态保护功能和承载维持功能,土壤环境功能区划指标体系应该包括生产保障功能指标体系、生态保护功能指标体系、承载维持功能指标体系。区划指标体系按照三级叠加,逐层收敛,统一排序的层次分析方法,分为目标层、准则层、指标层三级。目标层综合表达土壤环境功能状态,准则层将指标解析成生产保障功能、生态保护功能、承载维持功能三因素;指标层为可测的、可比的、可以获得的指标或指标群,共 16 个指标。其中,目标层由准则层加以反映,准则层由指标层予以直接地度量,见表 1。

### 3.1 生产保障功能区指标体系

土壤生产保障功能区既包括为保障土壤生产力发挥的功能,同时还包括土壤生态环境保护的功能,如土壤对污染物的缓冲、过滤功能,土壤的保护、保持功能等。因此,在考虑土壤生产保障功能区的指标体系时,既要考虑保障土壤生产力的指标,还要考虑影响该区生态功能正常发挥的因素,如土壤污染、生态环境变化、农业生产污染等。结合上述考虑,选取的指标包括:土壤质量指数(包括土壤质地、体积质量、有机质、全氮、速效磷、速效钾、阳离子代换量)、

表 1 土壤环境功能区划指标体系  
Table 1 Index system of soil environmental function regionalization

目标层	准则层	指标层	
土壤环境功能状况	生产保障功能	土壤质量指数	
		气候指数	
		人均耕地面积	
		土壤现实生产力	
		土壤退化状况	
		污染指数	
	生态保护功能	农业生产污染指数	
		景观生态稳定性指标	
		景观异质性指标	
		潜在生态危害指数	
		承载维持功能	污染指数
			植被覆盖度
地质灾害发生率			
防洪能力			
地面承载率			

气候指数(包括太阳辐射、降水量、温度、气象灾害)、人均耕地面积、土壤现实生产力(单位面积产量)、土壤退化状况(退化类型和程度)、污染指数(有机污染与重金属污染状况)、农业生产污染指数(农药、化肥、农膜)等。

### 3.2 生态保护功能区指标体系

生态保护功能区,主要是指一些自然保护区、水源涵养区、风景名胜区、未利用地区等的生态功能发挥的保护,这些区域不发挥土壤生产功能,只是维持生态环境、体现美学价值的作用,因此,对于该区域的指标选取应尽量选择与生态环境保护相关的指标。其指标主要有:景观生态稳定性指标(土壤退化面积比、自然灾害发生频率、水土流失率、林木覆盖率)、景观异质性指标(多样性指数、优势度指数、破碎化指数)、潜在生态危害指数等。

### 3.3 承载维持功能区指标体系

在承载维持功能区,土壤环境功能主要是对各种建设、设施提供维持的场所、条件,包括将要建设的土地场污染指数;还有已经是建设用地的场地污染,即棕地(褐地)。因而该区域可能发生的土壤环境问题主要是污染以及抵御各种自然灾害的能力方面。选取的指标有:污染指数、植被覆盖度、地质灾害发生率、防洪能力、地面承载率等。

## 4 土壤环境功能区划框架

本研究在对土壤环境功能区划内涵、基本思路和指标体系研究的基础上,初步提出了我国土壤环境功

能区划框架,主要分为3级区划体系。

一级区划将全国分为东部湿润土壤环境功能区、西部干旱土壤环境功能区、中部干润过渡土壤环境功能区,主要选取的分区指标是土壤类型、气候、地理条件以及对环境的敏感性。因为土壤的类型分布与气候、地理等因素的关系不仅较好地反映了我国自然环境条件的区域特征分异,而且较好地反映了我国土壤的形成、演变和分布规律;在3个土壤系列的土壤组合和类型特征里,同时还较好地反映出我国3大自然资源的环境特征以及现有的和潜在的重要环境问题。

二级区划在一级功能区划的基础上,将每一个区域进一步细化成土壤生产保障功能区、土壤生态保护功能区、土壤承载维持功能区。划分选取的区划指标主要有土地利用类型和变化状况。在每个一级大区里面,由于土壤利用类型的不同,城市、农村土壤主要使用方式的不同,可以按照土壤的生产、生态、承载功能,进一步细化。

三级区划在二级区划的基础上,按照《土壤环境质量标准(2008 修订草案)》,将各区进一步细化。土壤生产保障功能区细化为优秀区(绿色、有机食品生产)、良好区(维持正常生产)、不合格区(需进行污染治理后才能进行生产);生态保护功能区细化为清洁区(正常发挥其生态、美学等功能)、敏感区(需进行监测,以防出现生态环境退化)、修复区(土壤退化严重,正在进行修复治理);承载维持功能区细化为开发利用区(可以正常开发建设)、优先保护区(可以边治理边维持开发建设)、禁止开发区(只能进行土壤治理)等。划分选取的指标主要见表1中的指标体系。

## 5 结论与讨论

本文在辨析土壤环境相关概念的基础上,给出了土壤环境功能区划的内涵,提出了土壤环境功能区划思路,对区划关键过程——指标体系进行了设计,并初步探索了我国土壤环境功能区划框架,为国家和区域土壤环境保护与污染防治提供技术指导和决策依据,对保护土壤资源永续利用,维护土壤环境安全,统筹谋划全国土壤环境保护格局等方面也有重要意义。

同时应当看到,进行土壤环境功能区划是一项开拓性工作,国际、国内都没有成型的理论和方法体系。本文虽然对土壤环境功能区划的基本内涵和框架做了一些初步的分析和探讨,但是在具体的落实和实践过程中,面对出现的问题需要具体分析,对所提出的框架体系需不断补充完善和提高。比如如何量化环境

功能区划,如何利用指标体系对土壤环境功能进行评价,如何利用具体数据的支撑进一步细化区划方案;如何协调土壤环境功能区划与其他区划和规划的关系,等等,这些问题都需要深入研究以待进一步突破和解决。

## 参考文献:

- [1] 林玉锁,李波,张孝飞.我国土壤环境安全面临的突出问题[J].环境保护,2004(10):40-43
- [2] 李花粉,隋方工.环境监测[M].北京:中国农业大学出版社,2011:137-140
- [3] 许开鹏,黄一凡,石磊.已有区划评析及对环境功能区划的启示[J].环境保护,2010(14):17-20
- [4] Hangen E, Olbricht W, Joneck M. Regionalization of organic pollutants in Bavarian soils: The performance of indicator Kriging[J]. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 2010, 173: 517-524
- [5] Villanneau EJ, Saby NPA, Marchant BP, Jolivet CC, Boulonne L, Caria G, Barriuso E, Bispo A, Briand O, Arrouays D. Which persistent organic pollutants can we map in soil using a large spacing systematic soil monitoring design? A case study in Northern France[J]. Science of the Total Environment, 2011, 409(19): 3 719-3 731
- [6] Tzilivakis J, Lewis KA, Williamson AR. A prototype framework for assessing risks to soil functions[J]. Environmental Impact Assessment Review, 2005, 25(2): 181-195.
- [7] 邵俊.上海城郊快速城市化过程中的环境功能区划研究——以宝山区为例(硕士学位论文)[D].上海:华东师范大学,2005
- [8] Geneletti D, Duren I. Protected area zoning for conservation and use: A combination of spatial multicriteria and multiobjective evaluation[J]. Landscape and Urban Planning, 2008, 85: 97-110
- [9] 李志艺,温晴,陈然,熊小丽,赵言文.南京市土壤环境功能区划研究[J].水土保持通报,2011(4):163-166
- [10] 辽宁环保.沈阳市土壤环境功能区划与规划通过专家论证 [OL]. [2009-02-16]. <http://www.lnhb.nen.com.cn/76011437851410432/20090216/2066401.shtml>
- [11] 环境保护部.生态司召开土壤环境功能区划与土壤污染防治规划编制技术研讨会 [OL].[2009-12-21]. [http://sts.mep.gov.cn/gzdt/200912/t20091221\\_183212.htm](http://sts.mep.gov.cn/gzdt/200912/t20091221_183212.htm)
- [12] 海南环保.海南省2011年环境状况公报[OL].[2012-06-05].[http://www.hq.xinhuanet.com/news/2012-06/05/Content\\_25346548.htm](http://www.hq.xinhuanet.com/news/2012-06/05/Content_25346548.htm)
- [13] 黄昌勇.土壤学[M].3版.北京:中国农业出版社,2010
- [14] 李天杰.土壤环境学:土壤环境污染防治与土壤生态保护[M].北京:高等教育出版社,1996
- [15] 王红旗,刘新会,李国学.土壤环境学[M].北京:高等教育出版社,2007
- [16] 赵其国,孙波,张桃林.土壤质量与持续环境 I. 土壤质量的定义及评价方法 [J]. 土壤,1997,29(3):113-120
- [17] Nannipieri P, Ascher J, Ceccherini MT, Landi L, Pietramellara G, Renella G. Microbial diversity and soil

- functions[J]. *European Journal of Soil Science*, 2003, 54(4): 655–670
- [18] 孙波, 解宪丽. 全球变化下土壤功能演变的响应与反馈[J]. *地球科学进展*, 2005, 20(8): 903–909
- [19] 吴克宁, 梁思源, 鞠兵, 赵华甫, 党胤. 土壤功能及其分类与评价研究进展[J]. *土壤通报*, 2011(4): 218–223
- [20] 王金南, 张惠远, 蒋洪强. 关于我国环境功能区划体系的探讨[J]. *环境保护*, 2010(10): 29–33
- [21] 海热提, 王文兴. 生态环境评价、规划与管理[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2004
- [22] 卢亚灵, 蒋洪强, 王金南, 徐毅. 环境功能区划与主体功能区划关系的思考[J]. *环境保护*, 2010(20): 29–31
- [23] 许振成, 张修玉, 胡习邦, 赵晓光, 王俊能. 全国环境功能区划的基本思路初探[A] // 中国环境科学学会 2010 年学术年会论文集[C]. 北京: 中国环境科学出版社, 2010: 1 022–1 026
- [24] 彭晓春, 刘红刚, 许振成, 董家华, 贺涛, 陈志良. 基于区域发展主体功能区的国家环境功能区划体系研究[A] // 中国环境科学学会环境规划专业委员会 2008 年学术年会论文集[C]. 北京: 中国环境科学出版社, 2008: 357–363

## Concept and Framework of Soil Environmental Function Regionalization in China

LIU Zuo-xin, GU Jian

(*Institute of Applied Ecology, Chinese Academy of Sciences, Shenyang 110016, China*)

**Abstract:** Soil environmental function is one of the important soil properties. Correct understanding of soil environmental function regionalization connotation and appropriate soil environmental function division enable effective use and management of soil resources, which is much most stratagem significance to the environment protection and food safety. Soil environment function includes production security function, ecological protection function and carrying maintenance function, on the basis of which the index system is established. Soil environmental function regionalization refers to divide into different types of soil environmental function area according to the soil environment present situation and the national or regional economic and social development needs. Based on the soil environmental function regionalization connotation, basic thought and index system, the preliminary framework of soil environment function regionalization system in China is proposed, which provides the foundation in-depth for soil environmental function regionalization.

**Key words:** Soil environment, Function regionalization, Regionalization index system, Regionalization framework