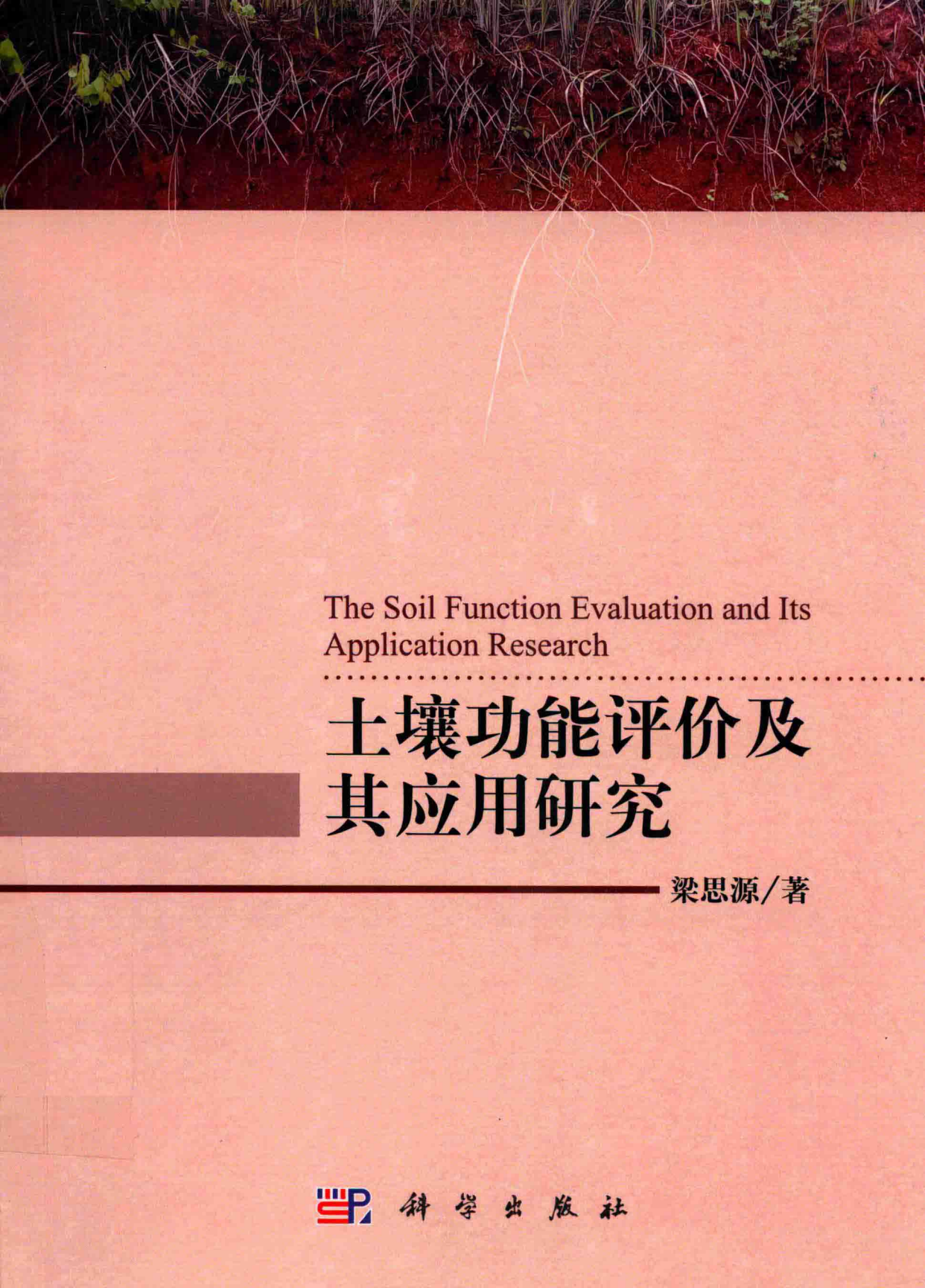




The Soil Function Evaluation and Its
Application Research

土壤功能评价及 其应用研究

梁思源/著



科学出版社

国家自然科学基金项目

“土地利用中的土壤功能价值评估方法与应用研究”（41601210）和

“土壤功能的表征指标与区域空间变异研究”（40971127）联合资助

土壤功能评价及其应用研究

梁思源 著



科学出版社

北京

内 容 简 介

土壤作为人类赖以生存和发展的物质基础与宝贵的自然资源,其具有多种功能。本书将土壤功能划分为环境交互(水分与养分循环、碳储存、缓冲过滤、分解转化)、动植物栖息地(基因库)、作物生产、人居环境、自然文化历史档案、原材料供给六大功能。在土壤功能分类的基础上,构建评价指标体系与方法,设计开发土壤功能评价软件,为土壤功能评价工作提供全面的支持。本书选取郑州市为研究区域,以土种为单元,对郑州市郊区土壤进行样品采集与分析。通过分析土壤功能与土地利用的关系,对土地利用规划的用途区进行划分,阐明土壤功能评价对土地利用规划的指导意义,指明土壤功能评价在我国土地利用规划及相关领域的应用前景。

本书主要针对具有一定土壤、土地资源管理等学科背景的学者和工作人员,可以作为土壤和土地评价、土地利用与规划相关研究人员的参考用书,同时也可以作为土地管理、城市规划、环境保护等实践部门的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

土壤功能评价及其应用研究/梁思源著. — 北京:科学出版社,2017.6
ISBN 978-7-03-052774-5

I. ①土… II. ①梁… III. ①土壤-功能-评价-关注 IV. ①S159.261.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第102584号

责任编辑:李 敏 杨逢渤/责任校对:彭 涛

责任印制:张 伟/封面设计:无极书装

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京建宏印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2017年6月第 一 版 开本:720×1000 1/16

2017年6月第一次印刷 印张:11 1/2

字数:222 000

定价:88.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

本书旨在在掌握基本土壤及其地域信息的基础上,能够快速地对土壤功能的高低做出评判,为土地资源的合理利用提供依据。本书以国家自然科学基金资助项目“土壤功能的表征指标与区域空间变异研究”(40971127)和“土地利用中的土壤功能价值评估方法与应用研究”(41601210)为依托,在笔者博士学位论文的基础上修改完成。本书在导师吴克宁教授的指导下,明确研究目标和主体框架,为了解国际最新动态,笔者在博士期间到德国霍恩海姆大学进行了为期一年的访学,在 Karl Stahr 教授和 Andreas Lehmann 博士的帮助和指导下完善了本书的评价体系。回国后笔者曾先后两次到研究区域进行采样,并在制样和指标测定中亲力亲为。当然,在样品采集和指标测定的过程中还得到了同门的很多帮助,才能够让本书顺利完成。评价中涉及大量的计算,为了提高计算效率,甚至还开发了土壤功能评价软件(software of soil function evaluation, SSFE),本书的完成可以说花费了大量的心血。研究区域选择郑州市的原因如下:第一,郑州市是笔者从小长大的地方,笔者对于郑州市非常熟悉;第二,郑州市位于丘陵向平原的过渡地带,北靠黄河,土壤类型丰富,很适合作为区域性研究样本;第三,近年来郑州市城市化进程较快,研究结果可以对土地利用现状和规划的合理性提供参考。

本书分为7章,包括绪论、土壤功能分类框架与评价体系、土壤功能评价方法、土壤功能评价软件(SSFE)开发、郑州市郊区土壤功能评价、土壤功能评价在土地利用规划中的应用和结论。各部分之间是逐层递进的关系。绪论是对研究背景的介绍。土壤功能分类框架是评价的基础,在此基础上,构建土壤功能评价体系,进行评价指标选取。之后,对各项功能逐一开展评价方法与原则制定。土壤功能评价软件为提高工作效率提供技术支撑。在该评价体系下,选取郑州市为评价区域,进行应用研究,并进行土壤功能制图表达。最后,将完善后的土壤功能评价体系所得结果与土地利用现状与规划相结合,提出有效的土壤保护和合理的土地利用建议。

本书涉及管理学、土壤学、制图学、软件开发等多个领域，研究具有交叉性和综合性，评价结果及其应用属于探索尝试。书中还存在许多不足之处，恳请各位同行和读者不吝赐教。

梁思源

2017年3月17日

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 研究背景与项目依托	1
1.2 研究现状与存在问题	2
1.3 研究目的与研究内容	12
1.4 技术路线与研究方案	13
第 2 章 土壤功能分类框架与评价体系	15
2.1 土壤功能分类框架	15
2.2 体系构建与评价指标选取	16
第 3 章 土壤功能评价方法	21
3.1 环境交互功能评价	21
3.2 动植物栖息地功能	31
3.3 生产功能	33
3.4 人居环境功能	38
3.5 自然和文化历史档案功能	43
3.6 原材料供给功能	44
第 4 章 土壤功能评价软件 (SSFE) 开发	46
4.1 软件目标与任务	46
4.2 软件功能设计	46
4.3 数据模型设计	47
4.4 数据结构设计	48
4.5 软件实现	50
4.6 系统功能	51

第 5 章 郑州市郊区土壤功能评价	53
5.1 研究区域概况	53
5.2 样点布设与样品采集	57
5.3 样品描述与实验分析方法	60
5.4 郑州市土壤状况	62
5.5 郑州市郊区土壤功能评价结果	67
5.6 典型样区土壤功能评价	105
第 6 章 土壤功能评价在土地利用规划中的应用	122
6.1 土壤功能与规划类型	122
6.2 土壤功能与规划层次	124
6.3 基于土壤功能评价的土地利用规划——以郑州市为例	125
6.4 土壤功能评价发展与应用前景展望	133
第 7 章 结论	138
7.1 主要结论	138
7.2 创新性	141
7.3 讨论	141
参考文献	143
附表	147
附表 1 有效田间持水量与空气容量	147
附表 2 土壤饱和导水率	149
附表 3 土壤类型对照表	150
附表 4 土壤样品描述与分析数据表	156
附表 5 全国第二次土壤普查统计数据	168

第1章 绪 论

1.1 研究背景与项目依托

1.1.1 研究背景

土壤作为人类赖以生存和发展的物质基础与宝贵自然资源,其有着多种功能,对土壤的重视与利用,古则有之。通过感官认识与生产实践,古人就已对土壤功能有了朴素认识。

首先,土壤的生产功能很早就被人们所认可,尤其是在农业生产方面。土壤作为农业生产的基本要素之一,对农业生产的重要性是不言而喻的。我国很早就有对土壤与农业生产关系的明确论述。例如,百谷草木丽乎土(《周易·离·彖辞》,公元前11~公元前3世纪);天覆万物而制之,地载万物而养之(《管子·形势解》,公元前5~公元前3世纪);地者,万物之本原,诸生之根菀也(《管子·水地》,公元前7世纪);夫民之所生,衣与食也;食之自所生,土与水也(《管子·禁藏》,公元前7世纪)。

其次,土壤作为动植物栖息地的功能,也得到了肯定。孔子曾经这样形容土壤:深扬之而得甘泉焉,树之五谷而蕃焉,草木殖焉,禽兽育焉,生则立焉,死则入焉(《荀子·尧问》引孔子语,公元前4~公元前3世纪)。

此外,土壤很早就被当做生产原材料,被人们加以利用,如对黏土的利用等。黏土是制作陶器的主要原料,陶器的出现,体现了土壤的原材料供给功能。考古资料显示,距今约1万年前,陶器就已经在我国出现。我国的陶瓷制品在世界范围内享有盛誉,并因此而得名“China”。由此可见,在某种程度上,土壤是中华子孙的重要生产资料和财富来源。总之,人们把土壤视为万物之所由生,财富之所由出,农业之所依。

近50年来,随着世界人口增长,资源枯竭、环境恶化等问题加剧,人们逐渐认识到土壤不但是孕育万物之本,更是维持陆地生态系统的重要组成部分,是维持其可持续性的至关重要的有限资源(徐建明等,2010)。在1972年颁布的《欧洲土壤宪章》(European Soil Charter)中指出:土壤是人类最宝贵的财产,

其为动植物和人们提供栖息和居住场所和环境；土壤是易受破坏的有限资源，人们在对其进行农业、工业等其他用途利用时，必须进行区域规划以满足当下和将来的需要；农场主和林场主必须保护土壤的质量；防治土壤侵蚀、土壤污染；在规划过程中，必须评价城市发展对周边土地的影响，从而采取有效的保护措施；各级政府必须开展土壤保护工作，并接受公共的监督。

1982年联合国粮食及农业组织（Food and Agriculture Organization of the United Nation, FAO）、联合国环境规划署（United Nations Environment Programs, UNEP）和国际土壤学会拟定《世界土壤宪章》（*World Soil Charter*），强调土壤资源与粮食安全、土壤圈与全球变化的相关性。宪章中指出，土地资源是有限的，土地生产粮食的能力也是有限的，该能力还受到土壤、气候和管理水平的限制。该宪章呼吁政府和民众参与土壤保护活动，并根据土壤功能考虑合理的土地利用方式和社会经济发展。

土壤的功能不仅局限于农业生产，在维护区域和全球环境质量方面也起着重要作用。土壤是生物系统进行全球性能量和物质循环的重要场所，并与人类生活紧密相连，其变化也深刻影响着各个国家和整个世界的社会经济持续发展。土壤保护与持续利用已经在国际上达成共识，而土壤保护必须要重视土壤的多功能性。在明确土壤功能分类的基础上，对土壤功能进行评价，从而反映土壤功能的空间变异情况，为土壤资源保护和土地利用合理规划提供科学依据。

1.1.2 项目依托

本书以区域土壤功能分类与评价为研究方向，以国家自然科学基金资助项目“土壤功能的表征指标与区域空间变异研究”（40971127）和“土地利用中的土壤功能价值评估方法与应用研究”（41601210）为依托，对土壤功能的类别划分、表征指标选取、评价框架构建、空间变异与制图表达进行研究。

1.2 研究现状与存在问题

1.2.1 研究现状

1.2.1.1 国内外土壤功能分类研究

1) 国外对土壤功能的相关表述

土壤作为一种有生命的动态资源，不仅是生产粮食、纤维、水果、蔬菜等作

物的基地,同时也有维持全球生态平衡的功能。国际上对土壤功能的界定,多见于土壤保护的相关政策法规中。从过去的文献和相关法律的表述中,可以发现人们对土壤功能的认识不断深化。

土壤是林木存在的基础,对土壤生态功能的鉴别开始于林学。Endres 通过“福利效应”总结了林木对人文景观、公共环境的保护和对人类文化的影响。随后,“福利效应”被森林学家 Dieterich 提出的“社会功能”这一术语所取代。Hansten (1970) 描述了(土壤)生态功能划分在林业规划中的应用。德国土壤学家 Schlichting 认为土壤功能与能量和物质流动有关,他将土壤的多功能性描述成不同物质与能量的缓冲媒介,如温度、水分、养分平衡和污染消纳。

在 1972 年颁布的《欧洲土壤宪章》中,虽然没有明确土壤功能定义,但是从相关表述中,可以总结出土壤所发挥的功能。宪章中指出,土壤影响植被、水循环,是人和动物的主要食物来源,是植物、动物、人的栖息地;有农业、林业生产功能;土壤为现代社会(城市、工业、农业、旅游)提供景观、植被,有美学和文化价值。

在土壤保护方面,1971 年德国就将其列入政治行动的目标。1985 年 2 月 6 日,德国联邦政府通过了一个土壤保护构想,以此为基础,德国第一部州土壤保护法于 1991 年 6 月 24 日在巴登-符腾堡州(简称巴符州)通过。在 1991 年颁布的德国《巴符州土壤保护法令》中,明确指出土壤有以下六项功能:生物栖息地、自然植被生长地、经济作物生产地、水循环缓冲媒介、污染缓冲过滤媒介、景观历史档案。

在 1992 年美国土壤质量会议中,认为土壤主要有三个方面的功能:①生产力,即土壤提高植物和生物生产力的能力;②环境质量,即土壤降低环境污染物和病菌损害,调节新鲜空气和水质量的能力;③动物健康,即土壤质量影响动植物和人类健康的能力。因此,土壤在生态系统的范围内,具有维持生物的生产力、保护环境质量及促进动植物健康的能力(赵其国等,1997)。

Blum 和 Santelises (1994) 认为土壤有六大功能:3 个与其物理、化学和生物性质紧密联系的生态功能和 3 个与人类活动相关的功能。即土壤是植物生长的介质,是生产粮食、纤维、糖料等的基地;是物质过滤、缓冲和转换的反应器;是动植物和微生物栖息地与基因库;是社会经济活动的自然介质;是原材料的来源;是文化遗产的一部分。

德国《联邦土壤保护法》于 1998 年 2 月 6 日通过,并于 1999 年 6 月颁布施行。其中,从自然、记录、利用三个方面,阐述了土壤的功能:①自然功能。作为人类、动植物、土壤生物的生活栖息地;作为自然系统的组成部分,尤其是作

为水循环和氮循环的组成部分；通过过滤缓冲和物质转化特性，作为分解、平衡和存储的媒介，具有保护地下水功能。②自然文化历史档案功能。③供人类使用功能。原材料存储媒介；居住和休闲娱乐场所；农业和林业利用场所；其他经济和公共利用、运输、供给和利用场所。

在2002年的《欧盟土壤保护战略》中，描述了土壤的多功能性，即土壤在环境、经济、社会和文化中扮演的重要角色，并将其分为5个大类：食物和其他作物生产，存储、过滤和转换，栖息地与基因库，作为人类的物理与文化环境，原材料来源。

在2003年欧盟《欧洲土壤宪章》修订版中，认为土壤作为生物媒介，有其固有的内在价值，其功能主要体现在生态和相关人类活动两方面：①生态功能。作物生产，人类、动物、植物和微生物的生活基础——食物供给、能源更新和原材料供给功能；过滤、缓冲和转化——对地下水、食物链污染的防护功能。②源于人类活动的功能。作为社会经济和文化活动的媒介，体现在城镇、工业区、运输、农业、垃圾填埋和休闲娱乐等方面；作为原材料来源，体现在水源、黏土、沙石、矿物供给等方面；作为文化遗产，保持了大量的自然和人类历史，如古生物、人类历史遗迹，土壤是景观的基础，并促使了景观的形成。

在《英国土壤保护实施规划（2004—2006）》中，简述了土壤的社会服务功能：农业、林业生产；与水和空气的交互作用；生物多样性；景观和文化遗产；矿物提取；建设和建筑环境。

在2006年发布的《欧盟土壤保护修复指导框架》中，列出了土壤在环境、经济、社会和文化等方面的功能：作物生产，包括农业和林业；存储、过滤和转化营养、物质和水；维持生物多样性，如作为动植物栖息地和生物基因库；人类活动的物理、文化环境；原材料来源；作为碳存储库；地质档案和考古遗产。其中，碳存储被作为土壤功能之一，首次被列入指导框架。

在城市土壤方面，Lehmann（2006）列出了基于城市环境需要的土壤功能：①灾害防护。暴雨和洪水防护、有机污染物降解、无机污染物绑定。②更新资源（净化水和空气）。③植物生长。④改善环境质量。灰尘吸附、碳吸附、气候缓冲（主要通过蒸发降温）、稀有植被生长、运动休闲绿色空间。⑤文化遗产。史前和人文历史档案。

2) 国内对土壤功能的研究

我国在法律上对土壤功能没有明确的界定，但在相关文献中，可以看到国内学者对土壤功能的认识。

赵其国等（1997）根据1992年美国土壤质量会议内容，首次将土壤功能与

土壤质量概念引入中国。土壤质量即土壤在目前和未来其功能正常运行的能力,而土壤功能主要包括生产能力、维持环境质量和动物健康的能力。

土壤的缓冲功能,在诸多研究中得到了肯定。华珞(1992)探讨了机械组成在土壤对镉的缓冲性中的影响,比较了不同土壤对重金属的抵御能力;刘伟和尚庆昌(2001)研究了长春地区不同类型土壤的缓冲性;陈翠玲等(2006)研究了豫北地区的潮土和石灰性褐土的缓冲性能。邓仕槐等(2006)综述了土壤对污染物的缓冲性研究进展。

姜明等(2006)在探讨湿地土壤环境功能时,参考 Costanza 等(1997)对生态系统服务功能的划分,提出湿地土壤具有四大功能:维持生物多样性;分配和调节地表水分;过滤、缓冲、分解、固定和降解有机物和无机物;维持历史文化遗产。

为探讨城市化过程中人为活动对环境的影响,何跃等(2007)在研究中关注了土壤作为自然历史档案的记录功能。

着眼于探讨不同土壤功能及其转换关系,孙志英等(2007)在城市化过程对土壤功能的影响研究中,重点考虑了土壤的生产功能、生态功能和承载功能。

王秀丽(2008)在区域土壤主要功能评价研究中,认为土壤主要有如下功能:生产功能、缓冲与过滤功能、栖息地与基因库功能、承载功能、原材料功能和历史档案记录功能。

韩春建等(2009)在城市化进程中土壤功能演变及其生态环境效应研究中,将土壤功能分为3个方面:生产功能(粮食、蔬菜、果品生产)、生态功能(生物栖息、养分循环/径流调节/水源涵养、气候调节、土壤保护/气候调节、废物处理)、承载功能。

崔巍等(2011)在湿地土壤生态功能研究概述中,阐述了湿地土壤的生态功能,主要包括维持生物多样性功能、养分维持功能、碳储存功能、净化功能、水文调节功能及指示功能。

结合国内外土壤功能分类,可以看出,国外的土壤功能分类体系较为全面,并上升到法律的高度;相比而言,国内还没有关注土壤功能分类本身的研究,大多为不同学者根据其研究需要而对土壤功能进行了不同划分。综上所述,建议将土壤功能主要分为6个方面:①环境交互(缓冲、过滤、转化和循环)媒介功能。包括对重金属的缓冲过滤,对有机污染物的转化分解;作为水分、养分和碳循环的组成部分,在水分和养分供给、碳存储方面有重要的作用。②动植物栖息地(基因库)功能。作为动植物栖息地和基因库,土壤对维持生物多样性、保护稀有动植物有重要意义。③作物生产功能。包括农业、林业生产,粮食作物和经济作物生产。④人居环境功能。作为人类生活和居住的环境,土壤有提供建筑、休闲娱

乐场所,维护人类健康发展的功能。⑤自然文化历史档案功能。土壤有作为历史档案、记录自然变化和人文历史的功能。⑥原材料供给功能。土壤具有供黏土、沙石、矿物提取的功能,但该功能不具有可持续性(梁思源和吴克宁,2013; liang et al., 2014)。

1.2.1.2 国内外土壤功能评价研究

1) 国外土壤功能评价概述

在古代,人们更关注土壤的生产功能。在第一个农业社会时期,人们已经可以根据他们所感兴趣的土壤生产能力来估算土壤价值。最早的有关土壤生产功能评价记录手稿是用梵文写的,发现于印度,可追溯到公元前1000年。这些记录区分了土壤的肥沃与否,反映了土壤生产功能的大小。远在公元前1世纪的罗马诗人 Virgil 详细提出了一种测定黏粒含量的方法,通过这种方法他推测土壤的肥力。在欧洲中部,土壤评价的历史可以追溯到 Hildegard von Bingen (1098 ~ 1179 年)。她结合土壤颜色与土地利用情况,进行了土壤功能类型的定义,扩充了对古代土壤的认识。直到20世纪70年代,土壤评价方法的有效性还在不断提高。但是,这些方法仅用在农业、园艺和育林等土壤生产功能价值方面的评估。1976年,联合国粮食及农业组织引入了“土地评价框架”(framework for land evaluation)。这个框架扩展了对土壤评价的相关指标,如“市场可及性”和“机械化需求”。该框架直至2007年时仍在推行。但其侧重点仍为土壤生产功能的评价。

近年来,随着人们对土壤多功能性及其价值认识的不断深入,土壤保护立法的完善,相关的评价工作与研究也随之开展。

为了贯彻落实《联邦土壤保护法》,德国柏林城市发展部参议院(Senate Department for Urban Development and the Environment Berlin)根据德国土壤法令,从2002年开始,对柏林区域土壤的自然植被栖息地功能、作物生产功能、缓冲过滤功能、水平衡调节功能、自然历史记录功能进行了评价。在针对区域土壤功能进行评价时,采用先单项后综合的方法。具体评价方法如下:第一,针对不同的功能构建评价指标体系;第二,根据这些指标对该项功能所产生影响的优劣,进行定性打分,并以“高、中、低”3个值表示功能等级;第三,所有单项功能评价完毕后,开展综合评价,将每个单项评价的得分相加,并记录每个评价单元被评为高等别的次数;第四,对加合分值进行等别划分,综合评价结果仍然用“高、中、低”3个值表示,以示土壤所发挥功能的大小。之后,又分别于2006年和2009年更新了评价结果,并在土壤缓冲过滤功能评价中,将土壤的碳存储功能作为子项。在稀有和自然植被栖息地功能方面,主要考虑土壤植被群落的稀有性,

注重极端环境中的植被保护,如在潮湿或养分匮乏干燥的极端环境中,土壤具有植被栖息功能;在作物生产功能中,主要考虑表土的水分和养分供给状况;在缓冲过滤功能方面,主要考虑土壤对重金属的物理-化学吸附,以及对有机污染物的分解;在水分调节功能方面,主要考虑土壤的保水和持水能力;在自然历史记录功能方面,主要考虑能否反映地理历史景观的变化,如反映冰河时期地貌变化的区域稀有土壤。最后,将各项功能进行加权,得出区域功能综合等级。在应用上,柏林市根据土壤功能等级,沿水域的林地和城郊绿地的土壤功能等级较高的地带修建绿色廊道和放射状水域保护带等,并在这些区域进行景观与生态建设。

Tzilivakis 等(2005)采用关系分析法对土壤功能进行风险评价。通过构建活动、土壤属性和土壤功能关系(activities-properties-functions, APF)分析框架,找出影响土壤功能变换的因素,判别土壤功能有关表征指标的变化方向、强度、速度和恢复可能性,依据土壤功能表征指标的变化,结合一定的土壤功能变化情景,判定影响土壤某功能的所对应的土壤性质和原因。

2005年,英国环境部粮食与乡村事务所(Department for Environment, Food and Rural Affairs, DEFRA)为保护土壤资源,以英国南部的汉普郡(Hampshire)为例,开展了土壤功能评价,对同一区域土壤的不同功能进行评价,并根据评价结果选出最适宜当地的土地利用方式。

2008年,美国农业部自然资源保护委员会土壤质量技术组(USDA Natural Resources Conservation Service Soil Quality National Technology Development Team)发表了评价土壤功能的主要物理性质指标草案。

Borut 等(2008)开发了针对不同土地利用的城市土壤评价体系。该体系主要根据土壤质量指数(土壤质量对特定土地利用的土壤适应性)和土壤环境质量指数(按照土壤生态功能划分的土壤环境值)进行土壤质量评价。

Lehmann(2008)在《自然和人为土评价与分类技术手册》(*Technique for Soil Evaluation and Categorization for Natural and Anthropogenic Soils*, TUSEC)中,根据欧盟委员会以及德国土壤保护法令中的土壤功能分类与定义,针对欧洲中部地区制订了对土壤功能单项评价方案。TUSEC提供了一种土壤功能评价方法,并可以以城市规划为应用对象进行土壤性能(soil performance)评价。采用了A、B两种评价过程:A过程适用于比例尺从1:10000到1:1000的区域规划;B过程适用于比例尺小于等于1:25000带郊区的大都市土壤功能评价,利用ArcGIS软件,得出概念土壤图,并在该基础上确定评价指标,但评价过程中未考虑土壤层次。在评价过程中,根据欧盟委员会,德国土壤保护法令中的土壤功能分类与定义分别对土壤的每项功能进行单项评价。Lehmann等指出,空间规划需要一种可以满足不同尺度的、简化的土壤评价方法,从而满足合理土地利

用规划的不同需求。并随后发表了以规划为导向的土壤功能评价应用前景分析。

2010年,德国巴符州环境监测与自然保护部为了保护土壤资源,减少土地利用对土壤的破坏,为区域规划提供参考,开展了土壤功能评价,分别以1:50000土壤图和地籍图为底图,主要对土壤的生产功能、水平衡调节功能、缓冲过滤功能和稀有自然植被栖息地功能进行评价,并通过对比找出异常区域,进行实地调查,最终完成区域土壤功能评价。

意大利土壤文化遗产数据库建设时,分别从土壤剖面 and 土壤景观两方面考虑了土壤的文化遗产功能(Edoardo et al., 2010)。对于某一土壤剖面或者景观区域来说,如果包含古土壤、考古和古生物遗迹、或者显示土壤的自然或人为成土过程,那么这些土壤就具有历史文化遗产意义。并依据在判定时主要根据区位、科学价值、保护状态、类型、环境风险、认知程度、地质年代、保护和拟进行的保护措施、交通可及性、可观赏性等指标,对具有自然文化遗产功能的土壤与景观建立了地理信息数据库。此外,澳大利亚也积极开展了基于空间规划的土壤功能评价(Haslmayr et al., 2016)。

2) 中国土壤功能评价的发展

中国的土壤评价历史可以追溯到先秦时代,并在随后的1000多年中不断深化。

中国夏朝的《尚书·禹贡》,将全国分为九州,根据土壤的颜色、质地和水文状况,把土壤划分为十类。又按肥力、地势把九州之土分为三级九等。以“地力”对土壤进行分类,以便确定赋税。“贡”是纳税的意思。

周朝的《周礼》,根据土壤肥瘠程度和生产能力将土地划分为“上地”“中地”“下地”,目的也是为了定赋税。

春秋时期《管子》中的《地圆篇》,有土壤颜色(赤、青、白、黑、黄)和质地的记载,还有土壤性状(结构、水分)、土壤动物活动的描述,关注了土壤的水文状况,并且阐明了不同土壤所宜作物品种。以草木和土壤的关系分类,包含了朴素的生态学。

北魏贾思勰所著的《齐民要术》,谈的是土宜。土壤及其立地条件对特定栽培植物的生长发育和经济性状的适宜状况。

元代的《王祯农书》在进行土壤评价时,不仅考虑了土壤的肥力、水文、地形状况,同时也对人改造土壤活动的因素加以考量,形成了区田(旱地挖区而种,能提高保水保肥能力)、圃田(专供蔬菜和果树的田)、围田(在低洼地、沼泽地、陂塘、湖泊、河道旁边滩地等,用挑土筑堤岸的办法,将地围起来开辟为农田)等类型。

以上这些均是人们对土壤生产功能及土壤评价原始的朴素的认识。土壤的评

判标准以土壤的生产能力为主,根据土壤的性状及其相关条件,划分了土壤肥力等级,同时也关注了土壤和植物群落、农业生产的关系。其特点是实事求是的根据土壤的直观特性,并联系相关事物,进行土壤生产功能评价,为赋税和农业生产服务。

1949年新中国成立以后,土壤的生产功能仍是土壤学者主要关注的领域,学者致力于保障食品安全的相关研究。例如,为了增加耕地而开发荒地,1954年年初我国政府邀请苏联专家进行荒地调查和评价工作,比较客观地反映了荒地的质量。在20世纪60年代的农业区划中也进行了部分区域的农业土壤评价工作。与此类似的还有热带、亚热带地区的橡胶、紫胶等宜林地评价。适宜性评价将生产潜力与适宜性相结合,评价以土壤自身因素为主,农用地是主要研究对象。

1958年开展的全国第一次土壤普查,明确了中国土壤资源和土壤类型对特定作物的适宜性。土壤评价的研究区域从平原到高山,从森林到湿地,非常广泛(郑振源,1985;李孝芳,1986;安萍莉等,2005;吴克宁等,2010)。

20世纪80年代开始,食品安全与环境保护成为人们所面对的重要课题,如何将两者结合,是土壤学者面临的难题。现有的土壤评价大多关注土壤退化和复垦,基于物理、化学和生物的属性,主要是土壤肥力。土壤质量的概念由赵其国在1997年引入中国,并指导了其后十多年的土壤评价方法的发展。针对过去单一关注土壤肥力这一传统目标,土壤质量还包括土壤环境和土壤健康等方面内容。研究区域,也由早期主要关注农村地区,扩展到城郊和城市区域(Zhao et al., 2011)。

对城市土壤的关注始于20世纪90年代。城市土壤的研究主要关注3个方面:第一,城市土壤污染的状况与分布格局;第二,土壤污染对环境、生态和动植物健康的危害与影响;第三,城市土壤的更好使用与管理。因此,进行土壤污染控制和更好的城市土壤与环境管理十分重要,有关城市土壤环境风险评价的研究也随之开展(Zhang et al., 2007)。

进入21世纪以来,土壤的多功能性成为针对土地利用的研究新方向。姜明等(2006)以湿地为研究对象,利用层次分析法构建了湿地环境功能评价指标体系及土壤环境功能评价方程,但他只是搭建了一个评价框架,并没有开展实证性的研究。在城市化过程中,土壤生态功能的丧失被提及。

王秀丽(2008)在区域土壤主要功能评价研究中,对郑州地区的土壤生产与缓冲过滤功能进行了评价。根据“活动—土壤性质—土壤功能”分析框架,以土壤性质为桥梁,将各种自然和人为活动等驱动力因子与土壤各项功能相联系,并以此为基础,采用单因子评价与综合评价两种方法,首先建立起单因子评价的等级评判标准,依据等级评判标准,进行单因子的等级评价,借助MapGIS软件对样点数据进行空间插值分析形成单因子评价等级图;其次采用层次分析法与加权指数平均相结合的方法进行土壤功能的综合评价,在确定评价指数时,对因子级

别为Ⅰ级评价指数赋值 50, Ⅱ级评价指数赋值 30, Ⅲ级评价指数赋值 20, 即可得到各因子的初始评价指数;最后采用频率直方图法,选择曲线突变点进行综合评价的等级划分,并将评价结果图示化。

综上所述,国内外土壤功能评价从早先的只关注土壤生产功能,逐渐向全方位的土壤功能评价转变,单项和综合评价并用,构建土壤功能评价框架。大多以满足某种特定的目的为出发点,以定性为主,结合定量方法开展土壤功能评价(Herrmann et al., 1999; Rodrigues et al., 2005; Philip, 2009; Nelson et al., 2009; Powelson et al., 2011)。国内该领域的研究也在逐步开展,有些限于土地覆被研究理论和方法而不够深入,有些就土壤某一两种功能进行评价而不够全面。这些研究关注农村和城市地区的自然和人为土壤,以及关注其边缘交错地带——城市郊区。但应该看到,国外已有研究所述及的评价框架、评价方法及成果制图方法与研究思路,为开展我国的土壤功能评价和变化分析提供了借鉴。这些研究,展示了国内外学者对生态系统中的土壤功能的更好理解,以及对区域发展中土壤功能的关注与保护。然而,更多的研究与应用仍需要进一步开展,不断深化。

1.2.2 存在问题

要进行土壤功能评价,首先要明确土壤功能分类,并以此为基础构建土壤功能评价体系,在指标选取时还要考虑数据获取的难易程度,以及评价结果的合理性和实际应用问题。

1) 土壤功能的分类

目前,国际上还没有一个统一的土壤功能分类方案。有的学者从生态和人类活动两方面去考虑土壤功能分类;有的则从土地利用的角度进行土壤功能的划分;有些则是以法律条文为依据,确定土壤的不同功能。然而,明确土壤功能分类是进行土壤功能评价的基础。因此,需要根据实际情况和应用方向,明确土壤功能的划分,以及了解不同层次和区域土壤功能的细化与侧重点。

2) 土壤功能与土地功能的异同

土壤作为土地的重要组成部分,土壤功能与土地功能在很大程度上具有重叠性。在进行土壤功能评价时,土地利用因素必须考虑,有时土壤功能和土地功能很难区分。例如,建筑承载功能是否应该属于土壤功能有待商讨,一般意义上的建筑承载功能多考虑地质条件,而非土壤层。目前的土壤评价是土地评价的主要内容,但土壤功能评价更强调土壤自身的固有属性和其自然性。