

# 耕地质量的概念和评价与管理对策\*

沈仁芳<sup>1</sup> 陈美军<sup>1</sup> 孔祥斌<sup>2</sup> 李永涛<sup>3</sup> 同延安<sup>4</sup>  
汪景宽<sup>5</sup> 李 涛<sup>6</sup> 鲁明星<sup>7</sup>

(1 中国科学院南京土壤研究所, 南京 210008)

(2 中国农业大学, 北京 100193)

(3 华南农业大学, 广州 510642)

(4 西北农林科技大学, 陕西杨凌 712100)

(5 沈阳农业大学, 沈阳 110866)

(6 山东省土壤肥料总站, 济南 250100)

(7 湖北省土壤肥料工作站, 武汉 430072)

**摘 要** 耕地是最重要的农业资源之一, 耕地质量是国家粮食安全和农产品质量安全的重要基础。本文根据文献资料, 归纳总结了耕地质量概念及评价方法的研究现状, 认为耕地质量是个多层次的概念, 包含耕地的土壤质量、空间地理质量、管理质量和经济质量四层涵义, 评价指标包含自然和社会经济两大因素。分析了我国耕地质量变化状况, 结果表明, 总体上我国耕地质量等级偏低, 其中肥力质量、管理质量及经济质量逐渐趋好, 但是健康质量和环境质量却日趋恶劣, 部分区域耕地质量问题严重。文章还提出了针对我国国情的耕地质量建设及管理建议。

**关键词** 耕地质量; 评价指标; 评价方法; 管理措施

**中图分类号** S152.4; X82 **文献标识码** A

人口增加和经济发展导致耕地减少是个世界性的问题, 我国情况尤为严重。2010 年第 6 次全国人口普查登记的我国总人口为 13.397 亿, 比 2000 年第 5 次人口普查数据的 12.658 亿多出 0.739 亿, 平均每年增加约 740 万人。而根据国家计划生育委员会 2007 年发布的《国家人口发展战略研究报告》预测, 2020 年我国人口将达到 14.58 亿, 2033 年将达到人口峰值 15 亿左右。与此相反, 我国耕地面积已从 1996 年的 19.51 亿亩 (折合 1.3 亿  $\text{hm}^2$ ) 减少到 2006 年的 18.27 亿亩 (折合 1.218 亿  $\text{hm}^2$ ), 逼近 18 亿亩 (折合 1.2 亿  $\text{hm}^2$ ) 红线, 人均耕地仅有 1.39 亩 (折合 0.09  $\text{hm}^2$ ), 不及世界人均水平的 40%<sup>[1]</sup>。不仅如此, 由于非农占用、农业结构调整和后备耕地不足, 耕地占多补少, 占优补劣现象突出, 优质耕地正大量流失。同时, 由于土壤污染、水土流失和不合理高强度利用, 导致部分存量耕地质量退化。总体而言, 我国耕地总体质量呈下降趋势。相对于耕地面积的有形减少而言, 耕地质量的下降是隐性的,

不易被人们所察觉, 但其影响绝不亚于耕地数量减少, 耕地质量的变化正在对粮食安全、生态环境和社会经济发展构成严重威胁<sup>[2]</sup>。

根据国务院 2009 年 4 月份通过的《全国新增 1 000 亿斤粮食生产能力规划 (2009 ~ 2020 年)》(以下简称规划), 到 2020 年, 我国粮食生产能力达到 11 000 亿斤以上, 比现有产能增加 1 000 亿斤。耕地保有量保持在 18 亿亩, 基本农田面积 15.6 亿亩, 粮食播种面积稳定在 15.8 亿亩以上。规划中对耕地数量作出了明确界定, 但是就耕地总量动态平衡而论, 没有质量为基础的耕地数量平衡是难以保障粮食供求平衡的。由于耕地质量在保障农田生产力中的重要性, 耕地质量的维持与提高已成为耕地管理中的一项极为重要的任务。目前我国高度重视耕地质量建设, 正在着手编制《全国高标准农田建设总体规划》, 农业部也于 2012 年 3 月 1 日颁布了《高标准农田建设标准》, 对我国农田建设质量作了统一要求。

\* 国家自然科学基金项目 (41001172) 资助

作者简介: 沈仁芳 (1965—), 男, 研究员, 博士生导师, 从事土壤学与植物营养学研究。E-mail: rfshen@issas.ac.cn

收稿日期: 2012-08-13; 收到修改稿日期: 2012-09-07

## 1 耕地质量的涵义

国外通常将“耕地”一词表述为“arable land”、“farmland”或“cultivated land”,前二者更接近国内的农业用地概念,比如“farmland”包括种植农作物的土地、牧草地、果园等农业用地,是农场范围的总称<sup>[3]</sup>,而“cultivated land”属于一种土地覆盖类型,包括行播和根用作物用地,比如玉米、大豆、烟草、花生、土豆以及甜菜等,而牧草、谷粒作物以及灌木作物(浆果等)用地放在草本覆盖和灌木一类。在国内,耕地一般被理解为用于种植农作物并经常耕耘的土地。依据中华人民共和国质量监督检验检疫局和国家标准化管理委员会于2007年联合发布的《土地利用现状分类》,耕地包括熟地,新开发、复垦、整理地,休闲地(含轮歇地、轮作地);以种植农作物(含蔬菜)为主,间有零星果树、桑树或其他树木的土地;平均每年能保证收获一季的已垦滩地和海涂。《辞海》中将耕地解释为“经过开垦用以种植农作物并经常耕耘的土地,包括种植农作物的土地、休闲地、新开荒地和抛荒未滿3年的土地”。综合以上,耕地是一种特定的土地,是人类活动的产物,是人类开垦之后用于种植农作物,并经常耕耘的土地,是农业生产最基本的不可代替的生产资料<sup>[4]</sup>。

目前耕地质量概念及内涵没有统一提法。赵登辉和郭川<sup>[5]</sup>从耕地的自然属性角度认为耕地质量是耕地的综合属性,主要由耕地土壤肥力和耕地位置决定,其中耕地土壤肥力是耕地的本质属性,包括满足农作物生长和发育所需要的水、营养、空气和热量的能力;耕地的位置由耕地空间地域性决定。刘友兆等<sup>[6]</sup>认为耕地质量是构成耕地的各种自然因素和环境条件的总和,表现为耕地生产能力的高低、耕地环境状况的优劣以及耕地产品质量的好坏。李丹等<sup>[7]</sup>认为耕地质量包含耕地本底质量、健康质量和经济质量3个方面,其中本底质量构成耕地质量的基础,是耕地质量的自然属性;健康质量是耕地质量的环境属性;经济质量是用来衡量经济发展对于耕地质量所带来的影响。赵春雨和朱永恒<sup>[8]</sup>则认为耕地质量是指满足人们生态需求和生产需求的耕地状况和条件。孔祥斌等<sup>[9-11]</sup>认为耕地质量是自然、社会、经济与技术进步综合影响结果,具有多种属性和功能表现形式。从国家层面来看,耕地质量集中表现在粮食生产能力上,其外在

表现形式就是单位面积的生产能力。而耕地生产能力集中在“天、地、人”综合影响,是从国家粮食安全方面的一个集中表现。为此,可以表现为耕地的自然生产潜力、可实现潜力和现实生产潜力,围绕三个层次的耕地生产能力,其内在表现为耕地的自然质量,利用质量和经济质量。吴群等<sup>[12]</sup>认为耕地质量是一个综合的概念,包括耕地的自然质量和耕地的利用质量两个方面,其中耕地的利用质量是指耕地利用的集约程度、投入产出能力、经济效益和环境污染状况。陈印军等<sup>[13]</sup>认为耕地质量是耕地土壤质量、耕地环境质量、耕地管理质量和耕地经济质量的总和。我国行业标准《全国耕地地力调查与质量评价技术规程》中将耕地质量定义为耕地满足作物生长和清洁生产的程度,包括耕地地力和土壤环境质量两个方面<sup>[14]</sup>。

从以上分析可以看出,不同研究角度对耕地质量的定义侧重点是不同的。例如从土壤研究角度,耕地质量主要是指耕地基础地力和耕地的土壤肥力,而从土地利用研究角度来看耕地质量主要是指土地环境、土地区位和土地的投入产出等方面。耕地基础地力是由耕地土壤的地形和地貌条件、成土母质特征、农田基础设施及培肥管理水平、土壤理化性状等综合构成的耕地生产力<sup>[15]</sup>。传统的土壤肥力概念是指土壤从营养条件和环境条件方面供应和协调作物生长的能力,肥沃土壤能平衡地向植物供应养分元素,并不引起毒害<sup>[16-17]</sup>。土壤肥力分为自然肥力和人为肥力。前者指在五大成土因素(气候、生物、母质、地形和年龄)影响下形成的肥力,后者指长期在人为耕作和其他各种农事活动影响下表现出的肥力。耕地质量、耕地基础地力及土壤肥力三者间既有联系又有区别,土壤肥力是耕地基础地力形成的基础,而耕地基础地力则是耕地质量的主要部分。

综合以上研究结果,笔者认为,耕地质量是多层次的综合概念,是指耕地的自然、环境和经济等因素的总和,相应地耕地质量内涵包括耕地的土壤质量、空间地理质量、管理质量和经济质量四个方面。具体而言,土壤质量是指土壤在生态系统的范围内,维持生物的生产力、保护环境质量以及促进动植物和人类健康的能力<sup>[18-19]</sup>,耕地的土壤质量是耕地质量的基础;耕地的空间地理质量是指耕地所处位置的地形地貌、地质、气候、水文、空间区位等环境状况;耕地的管理质量是指人类对耕地的影响程度,如耕地的平整化、水利化和机械化水平等;耕

地经济质量是指耕地的综合产出能力和产出效率,是耕地土壤质量、空间地理质量和管理质量综合作用的结果,是反映耕地质量的一个综合性指标<sup>[13]</sup>。

## 2 耕地质量评价指标体系

### 2.1 选取评价指标的原则

影响耕地质量因素很多,必须选取对耕地质量影响大,稳定性强且能确切反映耕地质量差异的因子来进行评价。对于全国性耕地质量评价指标的选择应遵循以下原则<sup>[20-21]</sup>:(1)统一性原则,即各耕地样点应选取统一的评价指标,以保证它们具有可比性;(2)主导性原则,即选取能正确反映耕地基本功能的有代表性的物理、化学和生物性质,避免指标复杂化;(3)敏感性原则,即选取的评价指标对土壤利用方式、气候和管理的变化有比较敏感的反应;(4)实用性原则,即选取的指标应该容易定量测定、或者容易获得,能被大家理解和接受;(5)独立性原则,即所选的指标间不能出现因果关系,避免重复评价。从多元统计分析的过程来看,评价指标的相关程度越小,则分析结果的可信度越高;(6)稳定性原则,即所选的指标对耕地质量影响比较稳定,能真实反映耕地质量优劣。简而言之,在选择全国性耕地质量评价指标时,要做到简单、合理和实用。

区域性耕地质量评价指标的确定则需要根据区域特点,结合主导性原则和敏感性原则,选取能够真实反映区域耕地质量变化的评价指标,而不一一定拘泥于统一的评价指标和权重,目的是能够反映区域内部耕地质量之间的细微差别。

### 2.2 耕地质量评价指标

耕地质量评价过程中,评价指标体系的研究是重要环节。由于研究地域的差异性和指标的复杂性,目前在耕地质量指标体系方面尚未取得共识,但学术界对此有很多尝试。例如,田有国等用穷举法建立了中国耕地基础地力指标总集,分为气候、立地条件、剖面性状、耕地理化性状、耕地养分性状、障碍因素和土壤管理等7个大的方面,共64个因素<sup>[22-23]</sup>。赵春雨和朱永恒<sup>[8]</sup>根据耕地质量指标体系选取的依据,认为评价耕地质量的变化需要的指标体系应该包括2种功能5个层次24个具体指标,其中2种功能是指生态功能和生产功能,5个层次分别指土壤质量、气候质量、生物多样性质量、景观生态质量和耕地生产力。王瑗玲等<sup>[24]</sup>在考虑自

然条件和区域差异状况,并征求专家和当地农民意见的基础上,建立了莱芜里辛土地整理项目的耕地质量影响因素因子体系,包括5个因素和9个因子,其中5个因素是指面积、土壤、水分、地块和交通,9个因子指土地利用类型、田坎系数、土层厚度、质地、有机质、灌溉保证率、坡度、连片和田间道路通达度。方斌等<sup>[25]</sup>以耕地的环境条件与土壤条件为基础,建立了耕地质量均衡三级评价系统,分别从耕地的本底质量、健康质量和经济质量方面进行评价。

由上可见,目前各种类型耕地质量评价所构建的评价指标体系都以气候因素、地形自然条件因素和土壤物理化学性状因素等为主。根据耕地质量的概念和内涵,影响耕地质量的因子可分为自然因素和社会经济因素两类。自然因素是一种内在变化,需要长期积累。而随着人类活动对耕地质量的影响越来越显著,社会经济条件也成为耕地质量评价的重要环节<sup>[8]</sup>。

(1)自然因素指标主要包括耕地的立地条件、土壤质量和气候质量等。

立地条件指标包括:地形地貌、成土母岩或母质、坡度、坡向、表土层厚度和质地、土体构型、障碍层厚度和出现的位置、水土流失强度、沙化或盐渍化程度等。

耕地土壤质量包括耕地土壤的肥力质量、健康质量和环境质量<sup>[26]</sup>。肥力质量指标包括土壤物理、化学、生物学等指标。其中土壤物理指标包含土壤质地、土层和根系深度、容重、渗透率、团聚体的稳定性、土壤持水特征、土壤温度等参数;土壤化学指标包括有机质、pH、电导率、常量元素和微量元素(如锌、硼等)等;土壤生物学指标包括微生物生物量碳和氮、潜在可矿化氮、土壤呼吸量、酶、生物碳/总有机碳比值、微生物丰度及多样性、土壤动物的丰度、生物量及多样性等<sup>[26-27]</sup>。土壤环境质量和健康质量指标在不同的文献中有较大差异。曹志洪和周健民<sup>[26]</sup>认为土壤环境质量指标包括土壤碳、氮的储量及其向大气的释放量,及土壤磷、氮储量及其向水体的释放量,土壤健康质量指标包括污染物(重金属、农药、化肥残留)、中微量营养元素全量和有效性等。徐建明等<sup>[27]</sup>则认为环境质量指标应该包括污染物土壤环境容量、重金属元素全量、重金属元素有效性、有机污染物的残留量、土壤pH、土壤质地等,而健康质量指标主要包括有益有毒元素全量及有效性、人体健康必需的主要微量元素、全

球地区性食物中缺乏的主要元素、全球地区性食物中过量的元素、有毒元素等。

气候质量指标一般用于大尺度的耕地质量评价,如区域、国家和全球尺度。气候质量指标包括太阳辐射(辐射强度、季节分布、日照天数、日均照射时间)、温度(有效积温、年平均温度、月平均温度、年际变化)、降水量(年平均降水量、季节分配、年变率)和气象灾害(风沙、暴雨、霜冻、冰雹等)<sup>[8]</sup>。

(2)社会经济指标主要指交通状况、土地投入、耕作制度和政策措施等。

耕地的交通状况是由耕地空间地域性决定的。在农业生产中,耕地位置的远近,交通状况的好坏会对经济利益产生很大的影响。土地投入指标包括肥料投入(包括化肥、有机肥等)、灌排设施投入、农药投入和薄膜投入等。耕作制度包括粮食作物面积比例、经济作物面积比例、耕地利用类型、种植结构、轮作制度和规模利用程度等。政策措施指标主要指明晰土地产权,正确引导土地流转,提高农产品价格和进行种植补贴等。

总体而言,影响耕地质量的因素指标很多,且重要程度即权重各异,应结合实际,因地制宜地选择因素,利用合理的方法确定权重。

### 3 耕地质量评价方法

技术与手段的发展过程一般是定性一半定量一定量—数学统计与数学模型—新方法与技术综合集成。以往的传统耕地质量评价中,通常采用定性分析方法,这些方法主要建立在评价专家的经验上。随着科学技术方法的发展,定量研究已经成为必然趋势。目前耕地质量评价所采用的主要方法包括经验判断指数和法、层次分析法、模糊综合评价法、回归分析法和灰色关联度分析法等,其中应用较多的是经验判断指数和法、层次分析法、模糊综合评价法等。

#### 3.1 经验判断指数和法

经验判断指数和法在耕地质量评价中应用较早,是一种根据经验判断参评因素权重并进行耕地质量评价的方法。此方法以调查访问和经验为依据选定参评因素,并确定各参评因素的权重(经验权重)。然后,按评价单元累加各参评因素的指数获得指数和,再对照事先设定的不同耕地等级指数范围,评定各单元的地力等级<sup>[28]</sup>。

#### 3.2 层次分析法

层次分析法是美国运筹学家 Saaty 于 20 世纪 70 年代提出的一种定性与定量相结合的决策分析方法<sup>[29]</sup>。它是一种将决策者对复杂系统的决策思维过程模型化、数量化的过程。应用这种方法,决策者通过将复杂问题分解为若干层次和若干因素,在各因素之间进行简单的比较和计算,就可以得出不同方案的权重,为最佳方案的选择提供依据<sup>[30]</sup>。耕地质量评价是多种因素综合作用的结果,不仅每一种因素对耕地质量的影响是复杂的,而且因素之间是相互制约影响的,层次分析法可以增加赋值的科学性,降低主观性,是一种较为合理的方法。

#### 3.3 模糊综合评价法

耕地是在自然因素和人为因素共同作用下的自然综合体,存在明显的时空差异。目前,耕地的时空差异还难以用精确的数字来表达,这主要是由于耕地质量本身在“好”与“不好”之间的界限具有模糊性,因此,现已尝试用模糊评语评定耕地质量。虽然模糊综合评价法目前应用较广泛,但模糊综合评价法存在明显缺点,由于影响因素多,在相关信息取舍方面存在主观性,从而增加误判的可能性<sup>[28, 31-32]</sup>。

#### 3.4 基于实际测产的区域耕地质量评价法

主要考虑耕地土壤质量、环境条件及管理水平,包括自然环境、耕作利用、基础设施、空间关系以及社会经济等影响因素,针对区域特点,按适当比例选择一系列代表不同土壤类型、环境类型、管理水平的典型性田块实施作物测产,据此建立作物产量与参评因子的有机联系,确定合理的参评因子,建立参评因子的隶属度函数,确定参评指标最小数据集(Minimum Data Set, MDS)及权重,利用综合指数法确定耕地质量指数。

### 4 我国耕地质量总体状况和变化趋势

#### 4.1 我国耕地质量总体状况

在国土资源部(2009)发布的《中国耕地质量等级调查与评定》中,根据自然条件、耕作制度、基础设施、农业生产技术及投入等因素综合调查与评定,我国耕地评定为 15 个等级,1 等耕地质量最好,15 等最差。调查显示,全国耕地质量平均等级为 9.8 等,等别总体偏低。优等地、高等地、中等地、低等地面积占全国耕地评定总面积的比例分别为 2.67%、29.98%、50.64%、16.71%。我国中部和东

部地区耕地平均质量等别较高,而西部和东北地区耕地平均质量等别较低。根据农业部调查资料,2007年在我国1.2亿 $\text{hm}^2$ 耕地中,耕地质量总体偏低,其中中产田和低产田面积分别占耕地总面积的39%和32%。

#### 4.2 我国耕地质量变化趋势

根据耕地评等定级结果,我国耕地质量状况并不理想,而且普遍认为我国耕地质量总体水平有下降趋势<sup>[26, 33-34]</sup>,主要依据为:中低产田比例大,水土流失严重,土壤退化、沙化、酸化、盐渍化加剧,耕地污染严重;由于耕地过度利用,重用轻养,培肥不力,施肥结构不合理,耕地养分失衡,土壤缺素现象严重;在耕地占补平衡中,多数地区重耕地数量平衡、轻质量平衡,占优补劣现象普遍;耕地质量管理存在重视程度不够、管理意识淡薄、法规建设滞后,经营耕地没有长期的、良好的盈利预期,导致掠夺式利用或随意撂荒等。

但耕地质量是个多层次的概念,从耕地的四个涵义出发,全面分析后可以看出我国耕地质量发展趋势既存在有利的一面,也存在不利的一面<sup>[4, 7, 21]</sup>。有利面表现为耕地土壤质量中的肥力质量呈上升趋势,耕地管理质量有较大提高,耕地经济质量也有明显提高。根据全国农业技术推广服务中心等对我国国家级长期定位监测点1985~2006年耕地土壤主要营养成分含量的监测数据来看,土壤全氮与碱解氮、有效磷、速效钾和有机质含量均稳中有升<sup>[21]</sup>;耕地的平整化、机械化和旱涝保收水平等管理质量得到了明显提高。耕地的经济质量即耕地综合产出能力和产出效率也表现出明显的增长。不利面表现为耕地土壤质量中的环境质量和健康质量下降,局部区域耕地质量恶化问题突出。例如,全国性的耕作层变浅、土壤酸化和压实现象日趋严重,北方农区耕地盐碱化和沙化问题日益突出,占优补劣问题普遍,部分城镇化高速发展区域耕地由集中、连片、优质逐步向破碎、零星、劣质转变。

### 5 耕地质量的管理措施和对策建议

耕地是社会经济发展最重要的基础资源之一,耕地质量建设与管理关系到国家粮食安全、农产品质量安全以及社会经济的可持续发展。耕地质量管理不仅包括中低产耕地的培育、高产耕地的保育以及退化耕地的修复,还应通过科学安排耕地空间

布局,合理优化耕地利用结构,同时构建覆盖全域的耕地质量等级变化监测体系,指导区域尺度耕地质量的综合管理<sup>[8, 35]</sup>。为确保我国社会稳定发展,具体而言建议采取以下措施建设和提高耕地质量:

1. 贯彻《土地管理法》等法律法规和有关政策,制订新的针对耕地质量管理的法律法规。耕地质量保护不能只停留在一般性层面上,必须上升到法律法规层面来加以解决。但是我国现有的耕地质量保护方面的法律、法规等存在一定的缺失。如我国《农业法》、《土地管理法》、《基本农田管理条例》等法律法规对耕地质量管理作了一些原则性的规定,但不具体,操作性不强,因此有必要制定新的耕地质量管理针对性法律法规,如《耕地质量管理条例》,以完善耕地质量保护的政策和法律体系。

2. 建立较为完整的评价体系,开展耕地质量调查,建立耕地质量保护长效机制。建立耕地质量监测网络,摸清地力水平是实施耕地质量管理的基础。建立耕地质量动态监测体系,以全国耕地地力调查与评价等工作成果为基础,并结合相关数据分析,对耕地质量变化作出分析与评估,全面掌握耕地质量状况。通过建立耕地质量动态监测体系及管理体系,形成质量监测与管理的长效机制,将耕地质量监测日常化、制度化,进一步促进耕地质量建设与管理,有效遏制耕地质量下降势头。

3. 加快推进高标准农田建设,确保耕地数量稳定和质量总体提高。集中连片推进土地整治,实行田、水、路、林综合治理,大规模开展中低产田改造,提高高标准农田比重。通过土地整理等高标准农田建设,不仅能够增加耕地面积,而且能改善农业生产条件,提高耕地质量,有利发展规模经营。同时,加强农村环境建设和农业环境保护,严格控制农村地区工业污染,加强对污水灌溉的监管,提高耕地环境质量和健康质量。这些是提高农业综合生产能力,确保粮食安全,保障社会经济发展,改善农村生态环境推进城乡统筹发展的必然要求。

4. 实行严格的耕地占补平衡政策,加大对耕地质量建设的投入力度。目前我国在土地管理中,实行耕地占补平衡政策,即非农建设经批准占用耕地,按“占多少,垦多少”的原则,由占用耕地单位负责补充数量和质量相当的耕地。在实际耕地占补平衡过程中,存在着“重视数量平衡、忽视质量平衡”、“占优补劣”的现象。因此,为确保耕地质量不下降,必须要实行严格的耕地占补平衡政策,即不仅要实行数量平衡,更要注意质量平衡。

5. 实行耕地适度规模经营,提高农业生产的产业化水平。随着年轻农民大批进城务工,老农户逐渐减少,“空心村”越来越多,耕地撂荒问题越来越严重。为了解决这些问题,有必要建立严格科学的农村土地财产保护制度,推进农村土地使用权的合理流转,在保护农民利益、保障农民生活、维护农村家庭土地承包经营基本制度稳定的基础上,扩大土地规模经营,推广先进的农业生产技术,实现现代化生产。

6. 建立耕地质量建设激励机制,对提高耕地质量的有关措施实行补贴。采取相关政策措施,鼓励耕地承包经营者保护耕地,培肥地力,提升质量。如秸秆还田补贴,种植绿肥补贴,有机肥补贴,保护性耕作补贴等,并制订具体的补贴额度,大规模实施中低产田改造,强化耕地质量建设。

**致谢** 本文稿形成过程中,承蒙中国科学院南京土壤研究所的李忠佩、孙波、李德成、潘贤章研究员提出宝贵意见,在此表示衷心感谢。

## 参考文献

- [ 1 ] 龚子同,陈鸿昭,张甘霖,等. 保护耕地:问题、症结和途径——谈我国 1.2 亿公顷耕地的警戒线. 生态环境, 2007, 16(5):1 570—1 573. Gong Z T, Chen H Z, Zhang G L, et al. Protection of arable land: Problems, causes and approaches—Discussion on protecting 1.2 hectare of arable land in China (In Chinese). Ecology and Environment, 2007, 16(5):1 570—1 573
- [ 2 ] 倪绍祥,刘彦随. 试论耕地质量在耕地总量动态平衡中的重要性. 经济地理, 1998, 18(2): 83—85. Ni S X, Liu Y S. The importance of the quality of arable land in the dynamic equilibrium of the total arable land (In Chinese). Economic Geography, 1998, 18(2):83—85
- [ 3 ] 朱德举. 中国耕地保护. 北京:中国大地出版社, 1997. Zhu D J. Arable land protection of China (In Chinese). Beijing: China Land Press, 1997
- [ 4 ] 段武德,陈印军,翟勇,等. 中国耕地质量调控技术集成研究. 北京:中国农业科技出版社, 2011. Duan W D, Chen Y J, Zhai Y, et al. The study on control technology of arable land quality in China (In Chinese). Beijing: China Agricultural Science and Technology Press, 2011
- [ 5 ] 赵登辉,郭川. 对耕地定级与估价几个问题的思考. 中国土地, 1997, 11(12):18—19. Zhao D H, Guo C. The thinking of problems of cultivated land appraisal (In Chinese). China Land, 1997, 11(12):18—19
- [ 6 ] 刘友兆,马欣,徐茂. 耕地质量预警. 中国土地科学, 2003, 17(6):9—12. Liu Y Z, Ma X, Xu M. Preliminary study on the early warning of cultivated land quality (In Chinese). China Land Science, 2003, 17(6):9—12
- [ 7 ] 李丹,刘友兆,李治国. 耕地质量动态变化实证研究——以江苏省金坛市为例. 中国国土资源经济, 2004, 17(6):22—25. Li D, Liu Y Z, Li Z G. Positive study on dynamic change of farmland quality—Taking the city of Jintan in Jiangsu Province as example (In Chinese). Natural Resource Economics of China, 2004, 17(6):22—25
- [ 8 ] 赵春雨,朱永恒. 耕地质量指标体系的构建. 资源开发与市场, 2006, 22(3):224—227. Zhao C Y, Zhu Y H. Construction of cultivated land quality indicators (In Chinese). Resource Development & Market, 2006, 22(3):224—227
- [ 9 ] 孔祥斌,李翠珍,梁颖,等. 基于农户用地行为的耕地生产力及隐性损失研究. 地理科学进展, 2010, 29(7):870—877. Kong X B, Li C Z, Liang Y, et al. Arable land productivity and its elastic loss on the basis of farm household land use behavior (In Chinese). Progress in Geography, 2010, 29(7):870—877
- [ 10 ] 孔祥斌,李翠珍,赵晶,等. 乡镇尺度耕地生产能力实现程度分析与实证. 农业工程学报, 2010, 26(12):345—351. Kong X B, Li C Z, Zhao J, et al. Method and empirical research on the realization degree of arable land production capacity at town level (In Chinese). Transactions of the CSAE, 2010, 26(12):345—351
- [ 11 ] 孔祥斌. 粮食安全:不能忽视耕地的作用——对茅于軾先生的“18 亿亩红线与粮食安全无关”的回应. 中国土地, 2011(6):57—60. Kong X B. Food security: Can not ignore the role of arable land—Respond to Mr. Mao Yushi's idea: The red line of 18 million acres has nothing to do with food security (In Chinese). China Land, 2011(6):57—60
- [ 12 ] 吴群,郭贯成,刘向南,等. 中国耕地保护的体制与政策研究. 北京:科学出版社, 2011. Wu Q, Guo G C, Liu X N, et al. Study on system and policy of cultivated land protection in China (In Chinese). Beijing: Science Press, 2011
- [ 13 ] 陈印军,肖碧林,方琳娜,等. 中国耕地质量状况分析. 中国农业科学, 2011, 44(17):3 557—3 564. Chen Y J, Xiao B L, Fang L N, et al. The quality analysis of cultivated land in China (In Chinese). Scientia Agricultura Sinica, 2011, 44(17):3 557—3 564
- [ 14 ] 彭世琪,田有国,辛景树,等. 耕地地力调查与质量评价技术规程. 北京:中国标准出版社, 2002. Peng S Q, Tian Y G, Xin J S, et al. Rules for soil quality survey and assessment (In Chinese). Beijing: Standards Press of China, 2002
- [ 15 ] 王蓉芳,曹富友,彭世琪,等. 中国耕地的基础地力与土壤改良. 北京:中国农业出版社, 1996. Wang R F, Cao F Y, Peng S Q, et al. The basic land capacity of soil amelioration in China (In Chinese). Beijing: China Agriculture Press, 1996
- [ 16 ] 熊毅,李庆逵. 中国土壤. 北京:科学出版社, 1987. Xiong Y, Li Q K. Soils of China (In Chinese). Beijing: Science Press, 1987
- [ 17 ] Foth H D, Ellis B G. Soil fertility. Tokyo: Lewis Publishers, 1997: 1—290
- [ 18 ] Doran J W, Coleman D C, Bexdick D F, et al. Defining soil quality for a sustainable environment. SSSA Special Publication Number 35. Madison, WI, USA: Soil Sci Soc Am, Inc. and Am Soc Agron, Inc., 1994: 1—244

- [19] 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. 土壤,1997,29(3):113—120. Zhao Q G,Sun B,Zhang T L. Soil quality and sustainable environment: I. The definition and assessment of soil quality (In Chinese). Soils,1997,29(3):113—120
- [20] 周佳松,刘秀华,廖兴勇,等. 南方丘陵区土地整理新增耕地质量评价研究. 西南农业大学学报: 社会科学版,2004,2(1):30—33. Zhou J S, Liu X H, Liao X Y, et al. Research of the appraisal of the quality of newly-increased cultivated land in hilly regions of south China (In Chinese). Journal of Southwest Agricultural University: Social Science Edition, 2004, 2(1): 30—33
- [21] 全国农业技术推广服务中心,中国农业科学院农业资源与农业区划研究所. 耕地质量演变趋势研究. 北京:中国农业科技出版社,2008. The National Agricultural Technology Extension Service Center, Institute of Agricultural Resources and Regional Planning of CAAS. The study on cultivated land quality evolution trend (In Chinese). Beijing: China Agricultural Science and Technology Press,2008
- [22] 田有国. 基于 GIS 的全国耕地质量评价方法及应用. 武汉:华中农业大学,2003. Tian Y G. GIS-based national soil quality assessment methodology and its application (In Chinese). Wuhan:Huazhong Agricultural University,2003
- [23] 田有国,辛景树,栗铁申,等. 耕地地力评价指南. 北京:中国农业科技出版社,2006. Tian Y G,Xin J S,Li T S,et al. Guide on assessment of farmland productivity (In Chinese). Beijing: China Agricultural Science and Technology Press,2006
- [24] 王瑗玲,胡继连,刘文鹏,等. 土地整理耕地质量评价和经济潜力评价比较研究——以莱芜里辛土地整理项目为例. 山东农业大学学报: 自然科学版,2011,42(2):269—274. Wang A L,Hu J L, Liu W P, et al. Comparative study on arable land quality and economic potential evaluation of land consolidation (In Chinese). Journal of Shandong Agricultural University: Natural Science Edition,2011,42(2):269—274
- [25] 方斌,吴次芳,吕军. 耕地质量多功能技术评价指标研究——以平湖市为例. 水土保持学报,2006,20(1):177—180. Fang B,Wu C F,Lü J. Multifunctional technology evaluation indicator of cultivated land quality-A case study of Pinghu City (In Chinese). Journal of Soil and Water Conservation,2006,20(1): 177—180
- [26] 曹志洪,周健民. 中国土壤质量. 北京:科学出版社,2008. Cao Z H,Zhou J M. Soil quality of China (In Chinese). Beijing: Science Press,2008
- [27] 徐建明,张甘霖,谢正苗,等. 土壤质量指标与评价. 北京:科学出版社,2010. Xu J M, Zhang G L, Xie Z M, et al. Indices and assessment of soil quality (In Chinese). Beijing: Science Press,2010
- [28] 鲁明星,贺立源,吴礼树. 我国耕地地力评价研究进展. 生态环境,2006,15(4):866—871. Lu M X,He L Y,Wu L S. The review of researchs on the assessment of farmland productivity (In Chinese). Ecology and Environment,2006,15(4):866—871
- [29] Saaty T L. The analytical hierarchy process: Planning, priority setting, resource allocation. New York: McGraw Hill,1980
- [30] 危向峰,段建南,胡振琪,等. 层次分析法在耕地地力评价因子权重确定中的应用. 湖南农业科学,2006(2):39—42. Wei X F,Duan J N,Hu Z Q,et al. Applying analytic hierarchy process to determining farmland productivity evaluation factors' weight (In Chinese). Hunan Agricultural Sciences,2006(2): 39—42
- [31] 王建国,杨林章,单艳红. 模糊数学在土壤质量评价中的应用研究. 土壤学报,2001,38(2):176—183. Wang J G, Yang L Z, Shan Y H. Application of fuzzy mathematics to soil quality evaluation (In Chinese). Acta Pedologica Sinica,2001,38(2): 176—183
- [32] 杜红悦,李京. 土地农业适宜性评价方法研究与系统实现. 资源科学,2001,23(5):41—45. Du H Y, Li J. Agricultural land suitability evaluation: Model and system implementation-A case study of Panzhuhua (In Chinese). Resources Science, 2001,23(5):41—45
- [33] 余振国,胡小平. 我国粮食安全与耕地的数量和质量关系研究. 地理与地理信息科学. 2003,19(3):45—49. Yu Z G, Hu X P. Research on the relation of food security and cultivated land's quantity and quality in China (In Chinese). Geography and Geo-Information Science, 2003,19(3):45—49
- [34] 赵其国. 土地资源 大地母亲——必须高度重视我国土地资源的保护、建设与可持续利用问题. 土壤,2004,36(4):337—339. Zhao Q G. Land resources, mother earth-Protection, construction and sustainable utilization of the land resources of China, issues that deserve high attention (In Chinese). Soils, 2004,36(4):337—339
- [35] 张凤荣,安萍莉,王军艳,等. 耕地分等中的土壤质量指标体系与分等方法. 资源科学,2002,24(2):71—75. Zhang F R, An P L, Wang J Y, et al. Soil quality criteria and methodologes of farmland grading (In Chinese). Resources Science, 2002, 24(2):71—75

## CONCEPTION AND EVALUATION OF QUALITY OF ARABLE LAND AND STRATEGIES FOR ITS MANAGEMENT

Shen Renfang<sup>1</sup> Chen Meijun<sup>1</sup> Kong Xiangbin<sup>2</sup> Li Yongtao<sup>3</sup> Tong Yanan<sup>4</sup>

Wang Jingkuan<sup>5</sup> Li Tao<sup>6</sup> Lu Mingxing<sup>7</sup>

(1 *Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China*)

(2 *China Agricultural University, Beijing 100193, China*)

(3 *South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China*)

(4 *Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China*)

(5 *Shenyang Agricultural University, Shenyang 110866, China*)

(6 *Shandong Provincial Soil and Fertilizer Total Station, Jinan 250100, China*)

(7 *Hubei Provincial Soil and Fertilizer Work Station, Wuhan 430072, China*)

**Abstract** Arable land is one of the most important resources for agriculture. Quality of the arable land is an important basis for food security of the nation, and quality safety of agricultural produce. Based on the literature available, the status quo of the study on conception of and evaluation methods for arable land quality was generalized and summarized. It is held that arable land quality is a multi-level conception, containing four levels of connotations, i. e. soil quality, geographic quality, management quality and economic quality, and its evaluation indices include natural and socio-economic factors. On such a basis, changes in the arable land quality of China were analyzed. It was found that on the whole the arable land quality of the country is quite low. However, its fertility quality, management quality and economic quality are gradually turning good while its health quality and environmental quality are getting worse and the problems of arable land quality in some areas are very serious. In light of the situation of the country, proposals are brought forward for construction and management of the arable land quality in China.

**Key words** Arable land quality; Evaluation indices; Evaluation method; Management measures