

# 土壤重金属污染防治的有效措施:土壤负载容量管控法

## ——献给 2015“国际土壤年”

王玉军<sup>1</sup>, 陈能场<sup>2</sup>, 刘 存<sup>1</sup>, 王兴祥<sup>1</sup>, 周东美<sup>1</sup>, 王慎强<sup>1</sup>, 陈怀满<sup>1\*</sup>

(1.中国科学院南京土壤研究所, 南京 210008; 2.广东省生态环境与土壤研究所, 广州 510650)

**摘 要:**土壤重金属负载容量管控法是指在土壤环境质量保护和农产品清洁生产过程中土壤重金属负载容量的全过程监测和控制方法。本文重点讨论了管控的必要性和可能性, 强调了法律依托的重要性, 即管控的合法性。它与标准管理法的差别在于(1)标准管理法为单一数值的终端控制, 而负载容量管控法为立体的、全方位的过程控制;(2)标准管理法为浓度控制, 而负载容量管控法为总量控制;(3)标准管理法责任主体不够明确, 具有较大的被动性和依赖性; 而负载容量管控法具有责任主体的主观能动性, 即使在无法获得统一标准的情况下都不影响土壤重金属污染的防控;(4)标准可能会产生保护不足和过保护的情况; 而负载容量管控法能够较好地发挥“土宜学”的精髓, 充分发挥土壤生产力;(5)标准管理法重金属赋值过于“统一”, 缺乏个性化; 而负载容量管控法针对特定对象, 有其自身的临界值, 可保障农产品安全。文章对土壤重金属负载容量管控法的特点和优势进行了较为详细的讨论, 它可作为相关标准的有益补充, 亦可在法律认可的前提下作为土壤污染防治的有效替代方法。

**关键词:** 重金属; 土壤负载容量; 管控法; 2015 国际土壤年

中图分类号: X53 文献标志码: A 文章编号: 1672-2043(2015)04-0613-06 doi:10.11654/jaes.2015.04.001

### Effective Measures to Prevent Heavy Metal Pollution: Management and Control Methods Based Loading Capacity of Soil: To International Year of Soils, IYS 2015

WANG Yu-jun<sup>1</sup>, CHEN Neng-chang<sup>2</sup>, LIU Cun<sup>1</sup>, WANG Xing-xiang<sup>1</sup>, ZHOU Dong-mei<sup>1</sup>, WANG Shen-qiang<sup>1</sup>, CHEN Huai-man<sup>1\*</sup>

(1. Institute of Soil Science, Chinese Academy of Science, Nanjing 210008, China; 2. Guangdong Institute of Eco-environmental and Soil Sciences, Guangzhou 510650, China)

**Abstract:** We would like to dedicate this paper to 2015 the International Year of Soil. Monitoring and control methods for the quality and the safety of soil environment and agricultural products based on loading capacity of soil for heavy metals were essentially a set of measures of cleaner production during entire process of farmland management. The method can reduce or avoid the negative effects of heavy metals on soil and crops. This article focuses on the necessity and possibility of the monitoring and control methods based loading capacity of soil for pollution management and control, emphasizing the importance of the legal backing, namely the legitimacy of the method. The differences between the loading capacity-based methods and the traditional management approaches based on environmental standards are (1) The environmental standard-based management only controls a single numerical endpoint; the loading capacity control method is three-dimensional, controlling the full range of processes. (2) The environmental standard-based management is concentration control; the loading capacity-based method is total amount control of pollutants. (3) The subject of liability in the environmental standard-based management is not clarified, led to great passive dependence on the authorities; the loading capacity-based method takes the initiative for differentiating the main responsibility will not affect the prevention and control of heavy metal pollutions whether the uniform criteria established or not. (4) The environmental standard-based management may cause inadequate control or over-protection in certain circumstances; the loading capacity-based method adopts the essence of "Land Suitability Science" and fully utilizes the soil productivity. (5) The criteria assignment of heavy metals in the environmental standard-based management is too "unified", without considering the specialities of regional environments; the loading capacity-based method supplies the critical levels for each particular region, aiming at the protection of the safety of agricultural products. The characteristics and advantages of the control methods based the loading capacity of soil are discussed in detail. It can be used as a beneficial supplement to the standards and as a substitute under the premise of the legal recognition for effective prevention and control of soil pollution.

**Keywords:** heavy metals; loading capacity of soil; management and control method of pollution; IYS 2015

收稿日期: 2015-03-24

基金项目: 国家自然科学基金(41422105; 41171189); 江苏省杰出青年基金(BK20130050)

作者简介: 王玉军(1977—), 男, 研究员, 主要从事化学物质的环境土壤化学过程与控制研究。E-mail: yjwang@issas.ac.cn

\* 通信作者: 陈怀满 E-mail: hmchen@issas.ac.cn

2002年,国际土壤科学联合会(IUSS)理事会提议,将每年的12月5日作为世界土壤日(World Soil Day)。这一提议得到联合国(UN)粮农组织(FAO)的支持,并提议将2015年定为“国际土壤年(International Year of Soils, IYS)”。2013年12月第68届联合国大会正式通过决议,将12月5日定为“世界土壤日”,2015年定为“国际土壤年”。2014年12月4日,中国土壤学会在其网站上发布了“世界土壤日”和“国际土壤年”的有关信息([http://www.csss.org.cn/news\\_detail.asp?id=1164](http://www.csss.org.cn/news_detail.asp?id=1164))。土壤是孕育万物的摇篮,人类文明的基石。土壤是农业发展、基本生态系统功能和粮食安全的基础,也是维持地球上生命的关键。土壤在粮食安全、水安全、能源安全、减缓生物多样性丧失以及气候变化等方面都起着重要作用,这就迫切需要提高人们对有限土壤资源的认识并提高其可持续性。联合国秘书长潘基文先生指出,“没有健康的土壤,地球上的生命则不可持续。”“土壤是一种难以再生的自然资源,对于可持续土壤管理,人人都应予以重视。”可见土壤环境质量的保护已经成为世界性的重大环境问题。

2014年4月17日,我国环境保护部和国土资源部共同发布了《全国土壤污染状况调查公报》,调查采用统一的方法、标准,基本掌握了全国土壤环境总体状况。调查结果显示,全国土壤环境状况总体不容乐观,部分地区土壤污染较重,耕地土壤环境质量堪忧,工矿业废弃地土壤环境问题突出。全国土壤总的点位超标率为16.1%。从土地利用类型看,耕地土壤点位超标率为19.4%。从污染类型看,以无机型为主,无机污染物超标点位占全部超标点位的82.8%。从污染物超标情况看,镉的问题最为突出,点位超标率为7.0%。公报同时指出,针对土壤污染现状,国家将编制土壤污染防治行动计划,加快推进土壤环境保护立法进程,进一步开展土壤污染状况详查工作,实施土壤修复工程,加强土壤环境监管。随后,国家有关部门在2015年年初发布了《农用地土壤环境质量标准》(征求意见稿),以便为土壤污染的管控提供法律依据。

科学、有效、简便、具有良好可操作性的管控措施,是土壤污染防治的核心内容。有关土壤环境质量的有效管控问题,人们曾经从法律法规的建立<sup>[1]</sup>、环境标准或基准基础研究<sup>[2]</sup>、土壤环境质量重金属影响研究中的突出问题<sup>[3]</sup>等进行过较为系统的讨论,但到目前为止,主要的关注点大多集中于有关标准的建立。事实已经表明,由于土壤类型的复杂性,不同区域经

济、社会和生态的差异性,土壤环境质量标准要取得公众的一致认识十分困难,故建立一个统一的国家标准实属不易。最近环境保护部发布的“农用地土壤环境质量标准”(征求意见稿),就引起了值得关注的讨论<sup>[4-5]</sup>。人们十分焦急的是到目前为止,眼看着土壤重金属污染问题愈来愈严重,却没有一个可为政府和公众所接受的管控土壤重金属污染的标准。既然如此,在缺乏合适标准的情况下,不妨换一个思路进行考虑,去寻找可替代的、合适的管控措施加以解决。我们在全面考量土壤重金属环境质量标准赋值的独立性和依存性的基础上<sup>[6-7]</sup>,曾经建议土壤重金属污染的防治可以采用负载容量管控法,从单一依靠质量标准的重金属终端控制,过渡到以负载容量为依据的新的管理模式,一方面以对接2015年中央一号文件中的“实施耕地质量保护与提升行动”、“提升农产品质量和食品安全水平”的要求;另一方面也是为了响应国际土壤年的有关号召,在土壤的安全和可持续发展方面尽一份努力,本文对土壤重金属负载容量管控法的有关问题进行了较为系统而全面的讨论,为有效管控土壤环境的重金属影响问题提供参考,并以此献给2015“国际土壤年”。

## 1 负载容量与负载容量管控法

环境科学的研究表明,只限制污染物排放浓度,不能保证生态环境的长期稳定,因而提出了总量控制的设想。总量控制的科学依据必然在污染物环境容纳能力范围内寻找,因而在20世纪70年代初期提出了环境容量及其应用研究。土壤负载容量是环境容量研究的重要内容之一,是指一定环境单元、一定时限内遵循环境质量标准,既保证农产品产量和生物学质量,同时也不使环境污染时,土壤所能容纳污染物的最大负荷量。如从土壤圈物质循环来考虑,可将其定义为“在保证土壤圈中良性循环的条件下,土壤容纳污染物的最大允许量”<sup>[8]</sup>。

负载容量管控法是从负载容量的研究结果衍生而来的。在20世纪70年代,国家有关部门曾经组织过土壤污染物负载容量攻关研究<sup>[8-12]</sup>,并取得了虽然是初步的、但却十分重要的部分基础性资料,包括1995年我国第一个土壤环境质量标准的形成<sup>[13]</sup>,都是在负载容量的数据基础上建立起来的。长期以来,人们似乎忽略了土壤负载容量的重要性,一方面是因为原有的工作偏重于基础性,而在土壤环境保护方面的实际应用缺乏深层次的考虑;另一方面,缺乏不同类

型土壤重金属负载容量较为完整的基础性资料。其实,土壤负载容量在土壤环境质量管理、环境损害赔偿、负载容量的有偿使用以及土壤环境保护责任主体的认定等方面都具有良好的可操作性,对于土壤的可持续利用、坚守 18 亿亩耕地红线和保障粮食安全具有重要意义。但是,如何将容量管理法在土壤环境质量的管控中取得成效则需要认真思考,并进行必要的试验与示范研究。相对于大气和水而言,土壤是一个相对固定的环境要素,虽然组成十分复杂,但在特定条件下表观负载容量的确定却相对简单;同时,从管理角度考虑它具有一定的优势。

土壤重金属负载容量管控法是指在土壤环境质量保护和农产品清洁生产过程中土壤重金属负载容量的全过程监测和控制方法。它与标准管理法的差别如表 1 所示,由表可见:

(1)标准管理法为终端控制,负载容量管控法为过程控制。虽然终端控制是污染管控的重要组成部分,但它与过程控制比较时,在土壤污染管控的有效性方面有着明显的差异。就标准管理法而言,只要在标准值以内均认为“合格”,即使处于“临界”状态;事实上此时潜在风险已经较为严重,因为一旦达到标准值才采取措施,一般为时已晚,错过了管控的最佳时机;而负载容量管控法为立体的、全方位的过程控制,包括源头控制,可及时发现污染物的影响,从而可更为有效地进行土壤污染的防控,它实质上是一种清洁生产模式,可保障土壤的可持续利用;

(2)标准管理法为浓度控制,受土壤空间变异性的影响较大,由于采样和分析误差,有可能夸大或缩小外源污染物的影响;而负载容量管控法为总量控制,可根据外源污染的累积,能够在一定的时空范围内较为准确地反映变化情况;

(3)标准管理法依赖于统一的标准,没有标准便无法管理,具有较大的被动性和依赖性;而负载容量

法具有责任主体的主观能动性,是依据背景值和特定利用条件下的临界值,两者均可通过试验自行确认,即使在难以获得国家统一标准的情况下都不影响土壤重金属污染的防控。

(4)标准具有很强的法律效力和权威性,可较为直观地用于土壤污染的判别,简单易行,理直气壮,但可能会产生保护不足和过保护的情况;而负载容量管控法需要立法部门确认为法定管理程序,它不能够简单地用于污染土壤的判别,而是较好地发挥了“土宜学”的精髓。土宜学是研究土壤与植物,特别是与栽培植物间相互关系的科学,研究耕作土壤与作物品种间的演替规律以及土壤组合与品种组合间的关系等,不但是地尽其力、均衡增产的重要途径,也是用地与养地的基本问题。我国远在先秦时代便已系统地论述了一些地区的土宜问题,明确指出了不同土壤上适宜种植的作物品种是不同的<sup>[14-17]</sup>。在现今采用负载容量管控土壤重金属污染时,应该根据特定的土壤,选择合适的品种,采取相应的土壤改良和管理措施,兼顾产量与品质,则有可能使土地得以合理利用,而不是简单、粗暴地“禁产”。

(5)标准管理法重金属赋值过于“统一”,缺乏个性化和针对性;而负载容量管控法可针对特定对象,考虑土壤背景值和临界值,除了可保障农产品安全外,还可根据不同的敏感度来选择合适的指标,从而可保障与农产品产量、水质或大气环境质量相匹配的土壤环境质量。

## 2 土壤重金属负载容量管控法的特点

有关土壤负载容量管控法的特点和优势曾进行过讨论<sup>[7]</sup>,为了论述的系统性,有益于对这一管控方法较为全面而深入的理解,本文再次强调了负载容量管控法的特点和优势,它既适用于正常土壤环境质量的管控,又适用于问题土壤的恰当利用。

### 2.1 从正常土壤考虑,可从单一标准过渡到双界面的过程管控

无论是以地球化学法还是以生态效益法为依据所制订的土壤环境质量标准,都是在特定利用条件下的土壤污染起始值,但不应该视为土壤允许污染的限量值,故单一标准的管理在土壤资源的保护和可持续利用方面有一定的局限性;而负载容量管理法是双界面的过程控制,既考虑了污染物的临界值(基准值、标准值),又考虑了土壤背景值(自然质量基准值、标准值),是控制污染物在一定范围内的动态平衡,兼顾了

表 1 土壤标准管理法和负载容量管控法的比较

Table 1 The comparison of management and control methods between the environmental standard and the loading capacity of soil

| 项目     | 标准管理法 | 负载容量管控法 |
|--------|-------|---------|
| 控制节点   | 终端    | 全过程     |
| 控制方法   | 浓度    | 总量      |
| 依赖性    | 强     | 弱       |
| 针对性    | 弱     | 强       |
| 污染控制能力 | 有限    | 全面      |

土壤的自然环境质量和资源的可持续利用性。作为例证,我们根据有关资料<sup>[9-17]</sup>表列了一些土壤 Cd 的表观静容量(表 2)<sup>[7]</sup>,该结果由公式(1)计算:

$$Q_a = S_w \times (C_{ci} - C_{ni}) \quad (1)$$

式中  $Q_a(\text{g} \cdot \text{hm}^{-2})$  为土壤表观静容量,  $S_w$  为耕层土壤重量 ( $2250 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ ),  $C_{ci}(\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1})$  为外源物质  $i$  的临界值,  $C_{ni}(\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1})$  为土壤中  $i$  的自然质量基准值(表观背景值),它表明在外源物质对土壤污染的管控中,应该同时考虑背景值和临界值(基准值、标准值),才能有效地进行土壤环境质量管理。

表 2 表明同一土壤 Cd 的负载容量是可变的,对于同一种土壤,例如红壤当以晚稻和早稻为指示作物、添加 Cd 的化合物同为  $\text{CdCl}_2$  时,其晚稻的静容量大约为早稻的 1.8 倍;同一添加  $\text{CdCl}_2$  的草甸褐土,其小麦的静容量仅为水稻的 1.3%;而同为红壤性水稻土的早稻,添加  $\text{CdSO}_4$  的静容量为  $\text{CdCl}_2$  的 17.5%,可见在实践中应因地制宜地选择灵敏者,从而可切实保证农产品安全和充分发挥土壤的生产力。

## 2.2 从污染和高背景值土壤考虑,有利于修复标准的确定和土壤的合理利用

对于被污染的耕地土壤而言,修复的最终目标是恢复其原有的容量;而高背景值土壤的关键是“土宜”问题,即因土而宜(土壤类型与质量)、因地而宜(地点、地形与气象条件)、因物而宜(作物品种)和因人而宜(人的主观能动性和技术水平)。由于临界值受多种因素的影响,如采用的修复或者改良措施能减少有害物质的量或有效性,从而减少作物可食部分的吸收量,或者提高特定指示作物的临界值,使得容量值处于动态平衡状态,则特定农产品质量安全便可获得基本保证。同时,根据土壤重金属的容量状况,可评估种植结构调整、禁产地或弃耕地的合理性;亦可随时跟

踪修复效果,监测修复的时效性,有利于对承担修复者终身追责制的推行。

对于高背景值土壤的改良或者污染土壤修复涉及重金属的总量和有效态(可提取态)问题,一些土壤虽然在特定条件下从总量考虑已经不具有容量,但如果从有效态考虑仍然有剩余容量,如何理解和处理好总量与有效态的关系是一个值得思考的问题。由于负载容量管控法是总量控制,是对外源污染的最为严格的管控,但在总量管控的前提下它并不排斥其他土地利用价值的评价方法,例如对于土壤改良和修复效果的评判,有效态(可提取态)是一种常用的方法,因而总量控制(容量因素)和有效态(强度因素)的有机结合,对于污染的管控和土壤资源的合理利用是客观而有效的。只有强调总量控制,才能杜绝土壤净化功能的不合理利用,否则土壤可能成为固体废弃物的堆积场,例如曾有案例表明(未发表资料),在堆满铬渣的土壤中种植水稻,其大米 Cr 的含量并未超过食品卫生标准,因为当时土壤有效态铬特别低。采用土壤负载容量管控法的情况下,则可避免总量和有效态管控中可能引起的矛盾。

## 2.3 从污染源影响的赔偿考虑,可为量化有偿利用和恢复容量的经济评估提供依据

根据外源物质所消耗的容量值,可将外源物质输入造成的容量损失作为经济赔偿的依据。作为例证,表观静容量的消耗可根据式(2)和式(3)计算:

$$Q_x = S_w \times [C_{ci} - (C_{ni} + R \times X / S_w)] \quad (2)$$

式中  $Q_x(\text{g} \cdot \text{hm}^{-2})$  为一定外源输入量  $X$  年后的表观静容量,  $S_w(\text{t} \cdot \text{hm}^{-2})$  为每公顷耕层土壤的重量,  $C_{ni}(\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1})$  为土壤中  $i$  的自然质量基准值(表观背景值),  $C_{ci}(\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1})$  为土壤中物质  $i$  的临界值,  $R$  为年输入量(不考虑净化作用)。

$$Q_L = 1 - Q_x / Q_a \quad (3)$$

式中  $Q_L$  为一定外源输入量  $R$  的情况下  $X$  年所消耗的表观静容量,  $Q_a$  为土壤原有的表观静容量。研究表明<sup>[7]</sup>,不同土壤和作物在相同年输入量的情况下,静容量的消耗有着较大的差别。在相同外源输入量、而 Cd 的化合物不同时,以  $\text{CdSO}_4$  为人为污染源和早稻为指示作物的红壤性水稻土,在不到 10 年的时间内即已超过了容量值;而以  $\text{CdCl}_2$  为人为污染源、其余条件相同的情况下,同样的土壤经过 35 年静容量的消耗值为 73%,因而单位容量值的经济损失前者与后者无疑有着较大的差别,故在追溯污染源的经济赔偿或者修复成本评估时亦应采用不同的尺度。此外,根

表 2 指示物和 Cd 化合物对土壤 Cd 临界值和表观静容量的影响<sup>[6]</sup>

Table 2 The influence of indicator and the compound of Cd on soil Cd critical value and the apparent static loading capacity

| 土壤     | 指示作物 | 添加 Cd 的化合物      | 临界值/<br>$\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ | 背景值/<br>$\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ | 静容量/<br>$\text{g} \cdot \text{hm}^{-2}$ |
|--------|------|-----------------|------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 红壤     | 晚稻   | $\text{CdCl}_2$ | 2.16                                     | 0.11                                     | 4613                                    |
| 红壤     | 早稻   | $\text{CdCl}_2$ | 1.28                                     | 0.11                                     | 2633                                    |
| 红壤性水稻土 | 早稻   | $\text{CdSO}_4$ | 1.13                                     | 0.68                                     | 1013                                    |
| 红壤性水稻土 | 早稻   | $\text{CdCl}_2$ | 3.25                                     | 0.68                                     | 5783                                    |
| 草甸褐土   | 水稻   | $\text{CdCl}_2$ | 18.01                                    | 0.122                                    | 40 248                                  |
| 草甸褐土   | 小麦   | $\text{CdCl}_2$ | 0.36                                     | 0.122                                    | 536                                     |
| 草甸棕壤   | 水稻   | $\text{CdCl}_2$ | 2.18                                     | 0.086                                    | 4712                                    |

据负载容量的变化情况,可明确规定外源输入的允许量,控制外源输入物质,例如磷肥中Cd含量和肥料施用量,在农产品质量和产量之间有一个良好的平衡。

#### 2.4 从责任主体考虑,有利于责任主体的认定和保护措施的落实

土壤环境质量的保护除了政府部门的主导作用之外,一个重要的方面是具体责任的落实。2015年中央一号文件要求“落实生产经营者主体责任”、“创新土地流转和规模经营方式”、“耕地红线不突破”。在耕地使用制度和流转制度中,人们往往关注的是耕地土壤的肥力质量,而忽略了土壤的环境质量。在实行负载容量管控法的基础上,可明确土地使用者即为土壤环境保护的主体,对承包土地的环境质量具有不可推卸的保护义务,并可通过负载容量的测算量化保护的目标,明确赔偿责任。若能如此,则可强化责任主体的环境保护意识,“严格农业投入品管理,大力推进农业标准化生产”(2015年中央一号文件),有益于肥料的施用量和质量的控制、污染源的追踪和举报网络的形成。有益于“加强县乡农产品质量和食品安全监管能力建设”(2015年中央一号文件)。

在责任主体的认定中有一个“原貌”和“现状”的问题,原貌是指某一种土壤原来的背景状况;现状是指勘查时的实际情况。负载容量管控法追求的目标是在距离背景状况一定范围内的动态平衡,如此才能保障良好的土壤环境质量,才能将“土壤可持续利用”的美好愿望变为现实。在主体责任认定时,“原貌”和“现状”两者并不矛盾,因为责任主体只对剩余容量负责,如果已经占用的容量到达或超过警戒线,则责任主体应严加管控,即原貌是管控的目标,现状是实事求是的责任认定。

由于负载容量管控法是全过程、全方位的监控措施,注重污染物的溯源性,表明方法本身具有一定的主动性或主体性,因为农产品中的污染物不一定都来自于土壤<sup>[6,18]</sup>,例如Pb在一些情况下可能有相当一部分来自于大气的影 响,从而可辨别土壤自身对农产品品质的影响程度,有针对性地采取污染治理措施,避免由于情况不明而去做无用功。

#### 2.5 从方法的简便性和可操作性考虑,简单易行

2015年中央一号文件要求“探索建立粮食生产功能区,将口粮生产能力落实到田块地头、保障措施落实到具体项目”,“深入开展测土配方施肥”。结合粮食生产功能区的建设和测土配方施肥,基层有关组

织,例如环境监测站、土肥站等均可在专业机构指导下,从田块地头入手,在负载容量的获取中发挥作用。不少土肥站在测土施肥方面已经形成了良好的网络咨询体系,若能补充地区主要污染物和不同类型土壤的负载容量值,则可十分有益于耕地土壤环境质量的保护。表观负载容量的确定可采用盆栽试验来完成,实践表明,虽然模拟结果与大田实际情况有一定的差异,然而用添加纯化学试剂的方法来模拟污染土壤对生态与环境的影响时,操作较为简单,在实验条件下它对供试植物的影响最明显,所确定之土壤负载容量相对安全,并在区域环境评价中有一定的可比性<sup>[19]</sup>;当然这仅仅是一个例证,并不排除其他更为科学而合理的方法。此外,容量管理法可以不涉及统一的国家标准,基层单位可在有关法律法规的授权下主动进行相关工作,小到一块农田,大至区域尺度均可进行,以弥补统一标准的不足。

### 3 “土壤负载容量管控法”需要立法认定

我国虽然尚无土壤污染防治法,然而关于土壤环境质量保护的法律法规并非空白,例如《中华人民共和国农业法》第八章第五十八条规定:“农民和农业生产经营组织应当保养耕地,合理使用化肥、农药、农用薄膜,增加使用有机肥料,采用先进技术,保护和提高地力,防止农用地的污染、破坏和地力衰退。县级以上人民政府农业行政主管部门应当采取措施,支持农民和农业生产经营组织加强耕地质量建设,并对耕地质量进行定期监测”。《中华人民共和国土地管理法》第三十五条规定:“各级人民政府应当采取措施,维护排灌工程设施,改良土壤,提高地力,防止土地荒漠化、盐渍化、水土流失和污染土地”。但这些相关规定散落于多部法律之中,碎片化、分散重复、不衔接的问题比较突出,规定比较原则,缺乏具体的实施程序、法律责任要求和可操作性措施,如能以法律条文或者地方立法部门的相关规定将“土壤负载容量管控法”明确赋予具有法律效力之管理措施,为具体措施的落实提供必要的法律保证,才能将其变为制度性的法律手段。

### 4 结语

从基础和原理出发,土壤负载容量管控法可以有效地管控土壤重金属污染和农产品安全,因为土壤不再是被动的、污染物的受体,而是一个为自身保护而主动发声的生命体;然而是否可行,则有必要进一步进行验证和试验示范研究,从而取得经验和教训,形

成具有科学性、简单易行的操作规程。土壤环境质量的保护,特别是重金属污染问题,已经成为全民关注的重大环境问题,作者希望土壤重金属负载容量管控法或者其他更为合适的管理方法,能够从根本上解决我国土壤重金属污染的防治问题。土壤负载容量管控法在重金属污染防治方面可作为农田土壤环境质量标准的有益补充,在目前没有合适标准的情况下,土壤负载容量管控法不失为一种有效的替代方法,有望使得“健康的土壤带来健康的生活(Healthy Soils for a Healthy Life)”(2015 国际土壤年口号)。

#### 参考文献:

- [1] 王学军, 龙文静. 我国农产品产地环境安全法规和政策的现状与展望[J]. 农业环境科学学报, 2014, 33(4): 617-622.  
WANG Xue-jun, LONG Wen-jing. Current status and prospect of environmental safety legislations and policies for farming lands in China[J]. *Journal of Agro-Environmental Science*, 2014, 33(4): 617-622.
- [2] 周启星, 滕涌, 展思辉, 等. 土壤环境基准/标准研究需要解决的基础性问题[J]. 农业环境科学学报, 2014, 33(1): 1-14.  
ZHOU Qi-xing, TENG Yong, ZHAN Si-hui, et al. Fundamental problems to be solved in research on soil-environmental criteria/standards [J]. *Journal of Agro-Environmental Science*, 2014, 33(1): 1-14.
- [3] 王玉军, 陈怀满. 我国土壤环境质量重金属影响研究中一些值得关注的问题[J]. 农业环境科学学报, 2013, 32(7): 1289-1293.  
WANG Yu-jun, CHEN Huai-man. Several critical issues in the studies of soil environmental quality affected by heavy metals[J]. *Journal of Agro-Environmental Science*, 2013, 32(7): 1289-1293.
- [4] 陈能场. 农用地土壤环境质量标准修订之我见[N]. 彭拜新闻网, 2015.  
CHEN Neng-chang. Thoughts on the draft amendment to soil environmental quality standards for agricultural land[N]. 2015. [http://www.thepaper.cn/newsDetail\\_forward\\_1297112](http://www.thepaper.cn/newsDetail_forward_1297112) (2015-01-24)
- [5] 陈能场. 再谈土壤环境质量新标准: 答中国环境修复网评论[N], 彭拜新闻网, 2015.  
CHEN Neng-chang. Revisiting the draft amendment to soil environmental quality standards for agricultural land: A discussion with Chinese environmental remediation forum[N]. 2015. [http://www.thepaper.cn/newsDetail\\_forward\\_1299229](http://www.thepaper.cn/newsDetail_forward_1299229) (2015-01-30)
- [6] 周东美, 王玉军, 陈怀满. 论土壤环境质量重金属标准的独立性和依存性[J]. 农业环境科学学报, 2014, 33(3): 205-216.  
ZHOU Dong-mei, WANG Yu-jun, CHEN Huai-man. Independence and dependence of soil environmental quality standard for heavy metals [J]. *Journal of Agro-Environment Science*, 2014, 33(3): 205-216.
- [7] 王玉军, 刘存, 周东美, 等. 客观地看待我国耕地土壤环境质量的现状: 关于《全国土壤污染状况调查公报》中有关问题的讨论和建议[J]. 农业环境科学学报, 2014, 33(8): 1465-1473.  
WANG Yu-jun, LIU Cun, ZHOU Dong-mei, et al. A critical view on the status quo of the farmland soil environmental quality in China: Discussion and suggestion of relevant issues on report on the national general survey of soil contamination[J]. *Journal of Agro-Environment Science*, 2014, 33(8): 1465-1473.
- [8] 陈怀满. 土壤-植物系统中的重金属污染[M]. 北京: 科学出版社, 1996.  
CHEN Huai-man. Heavy metal pollution in soil-plant system[M]. Beijing: Science Press, 1996.
- [9] 夏增禄. 土壤环境容量研究[M]. 北京: 气象出版社, 1986.  
XIA Zeng-lu. Studies on soil loading capacity for contaminants [M]. Beijing: Meteorological Press, 1986.
- [10] 夏增禄. 土壤环境容量及其信息系统[M]. 北京: 气象出版社, 1991.  
XIA Zeng-lu. Soil loading capacity for contaminants and its information system[M]. Beijing: Meteorological Press, 1991.
- [11] 夏增禄. 中国土壤环境容量[M]. 北京: 地震出版社, 1992.  
XIA Zeng-lu. Loading capacity of soil for contaminants in China[M]. Beijing: Seismological Press, 1992.
- [12] 许嘉琳, 杨居荣. 陆地生态系统中的重金属[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1995.  
XU Jia-lin, YANG Ju-rong. Heavy metals in terrestrial ecosystem[M]. China Environmental Science Press, 1995.
- [13] 夏家淇. 土壤环境质量标准详解[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1996.  
XIA Jia-qi. Explanation of soil environmental standard in detail[M]. China Environmental Science Press, 1996.
- [14] 徐琪, 费正文, 陆彦椿. 谈江苏省稻麦两熟地区的土宜问题. 土壤通报, 1963(1): 1-14.  
XU Qi, FEI Zheng-wen, LU Yan-chun. Discussing on land suitability of rice and wheat double cropping area in Jiangsu Province[J]. *Chinese Journal of Soil Science*, 1963(1): 1-14.
- [15] 龚子同. 名特优农产品的土宜[M]. 长春: 吉林人民出版社, 1994.  
GONG Zi-tong. Land suitability of Native Agro-specialities [M]. Changchun: Jilin People's Publishing House, 1994.
- [16] 林培, 孙丹峰. 试论现代土宜科学与地区名优农产品开发[J]. 中国农业大学学报, 2002, 7(1): 33-39.  
LIN Pei, SUN Dan-feng. On land suitability science and development of native agro-specialities[J]. *Journal of China Agricultural University*, 2002, 7(1): 33-39.
- [17] 史同广, 郑国强, 王智勇, 等. 中国土地适宜性评价研究进展[J]. 地理科学进展, 2007, 26(2): 106-115.  
SHI Tong-guang, ZHENG Guo-qiang, WANG Zhi-yong, et al. Progress in research on land suitability evaluation in China[J]. *Progress in Geography*, 2007, 26(2): 106-115.
- [18] 陈能场. 农产品超标来自土壤污染? 这 10 方面说明没那么简单 [N]. 澎湃新闻网, 2015-3-2.  
CHEN Neng-chang. Does food contamination all come from soil pollution? Ten aspects of the complexity of their relationships [N]. 2015. [http://www.thepaper.cn/newsDetail\\_forward\\_1307007](http://www.thepaper.cn/newsDetail_forward_1307007). (2015-03-02).
- [19] 陈怀满, 郑春荣, 王慎强, 等. 不同来源重金属污染的土壤对水稻的影响[J]. 农村生态环境, 2001, 17(2): 35-40.  
CHEN Huai-man, ZHENG Chun-rong, WANG Shen-qiang, et al. Effect of soils polluted by different heavy metal sources on rice[J]. *Journal of Ecology and Rural Environment*, 2001, 17(2): 35-40.