

## 附件 4

# 《土壤污染风险管控标准 农用地 土壤污染风险筛选值和管制值(试行)(征求意见稿)》 编制说明

为落实《土壤污染防治行动计划》(以下简称《土十条》)关于 2017 年底前发布农用地土壤环境质量标准的要求,环境保护部土壤环境管理司组织标准编制单位,在前期工作的基础上,制定了《土壤污染风险管控标准 农用地土壤污染风险筛选值和管制值(试行)(征求意见稿)》(以下简称《农用地筛选值和管制值》)。现说明如下:

### 一、标准起草过程

2006 年,环境保护部科技标准司启动《土壤环境质量标准》制订工作。2009 年,环境保护部向社会公开征集《土壤环境质量标准》修订意见,结合全国土壤污染状况调查成果和数据分析,编制单位于 2015 年完成了《农用地土壤环境质量标准》征求意见稿。2015 年 1 月,环境保护部办公厅印发《农用地土壤环境质量标准(征求意见稿)》(环办函〔2015〕69 号)第一次征求意见;8 月,印发《农用地土壤环境质量标准(二次征求意见稿)》(环办函〔2015〕1320 号)再次征求意见;10 月,环境保护部科技标准司组织召开了《农用地土壤环境质量标准(征求意见稿)》专家审议会,原则通过审

议；12月29日，环境保护部部长专题会审议了《农用地土壤环境质量标准（送审稿）》，要求第三次征求意见。2016年3月10日，环境保护部办公厅印发《农用地土壤环境质量标准（三次征求意见稿）》（环办科技函〔2016〕455号）第三次征求意见。

2016年5月28日，国务院发布《土十条》。环境保护部土壤环境管理司根据《土十条》的要求，进一步对《农用地土壤环境质量标准（征求意见稿）》进行了修订完善。经反复研究讨论，多次召开专家研讨会听取意见，形成《农用地筛选值和管制值》。

## 二、发达国家和地区农用地土壤标准概况

多数国家和地区的土壤环境质量标准主要针对建设用地，少数国家和地区针对农用地。针对农用地的土壤环境质量标准，保护目标有的是人体健康，有的是生态环境（如土壤生物），有的是农产品质量安全，有的是作物生长（防止减产）。在制定方法上，以保护人体健康和生态环境为目标的，主要基于人体健康风险评估方法和生态风险评估方法制定（如加拿大）；以农产品质量安全为保护目标的，主要基于有关土壤/作物数据，利用统计方法制定（如德国）。

## 三、标准的定位和保护目标

根据《土十条》要求，我国现阶段农用地土壤污染防治工作的目标和任务是确保农产品质量安全；实施农用地分类

管理，按照农用地土壤污染程度，结合农产品协同监测情况，将农用地划分为优先保护类、安全利用类、严格管控类。

落实上述要求，《农用地筛选值和管制值》以保护食用农产品质量安全为主，兼顾保护农作物生长和土壤生态的需要，确定了两级标准：

一是风险筛选值。其基本内涵是土壤中污染物低于该值时，农产品超标等风险很低，可以忽略，该农用地原则上可以划为优先保护类。

二是风险管制值。其基本内涵是土壤中污染物高于该值时，农产品超标风险很高，且难以通过农艺调控、替代种植等措施降低超标风险，该农用地原则上可以划为严格管控类。介于筛选值和管制值之间的，农产品存在超标风险，具体需要通过结合农产品质量协同调查确定，一般可通过农艺调控、替代种植等措施达到安全利用。

#### 四、标准的主要内容

《农用地筛选值和管制值》共分八个部分。第一部分为适用范围；第二部分为规范性引用文件；第三部分为术语和定义；第四部分为农用地土壤污染风险筛选值，规定了镉、汞、砷、铅、铬、铜、锌、镍等常规项目，以及六六六、滴滴涕、苯并[a]芘等选测项目的风险筛选值；第五部分为农用地土壤污染风险管制值，规定了镉、汞、砷、铅、铬5项污染物风险管制值；第六部分规定了标准使用；第七部分

为监测要求，规定了监测点位和样品采集、土壤污染物分析方法；第八部分为实施与监督，规定本标准由各级环境保护部门会同相关主管部门监督实施。

## 五、主要技术问题说明

### （一）适用范围

根据《土十条》提出的我国现阶段农用地土壤污染风险管控的目标和任务，本标准适用范围以耕地为主，园地、牧草地参照执行，不包括林地。

### （二）土壤污染物指标确定

现行《土壤环境质量标准（GB15618-1995）》中土壤污染物指标 10 项，包括 8 种重金属（镉、汞、砷、铜、铅、铬、锌、镍）和 2 种有机氯农药（六六六、滴滴涕）。本标准规定风险筛选值的污染物项目包括 8 种重金属（镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌）和 3 种有机污染物（六六六、滴滴涕、苯并[a]芘）共 11 项指标；规定风险管制值的污染物项目包括镉、汞、砷、铅、铬 5 项指标。土壤污染物指标确定的主要理由是：

一是保留 8 种重金属指标作为常规项目。包括重在保护农产品质量安全的 5 种重金属污染物（镉、汞、砷、铅、铬），以及影响农作物生长的 3 种重金属污染物（铜、锌和镍）。

二是保留六六六、滴滴涕两项指标作为选测项目。我国自 1983 年禁止六六六和滴滴涕在农业生产中使用以来，上述

两种污染物在农用地土壤中残留量已显著降低，基本不会成为影响稻米和小麦等农产品质量安全的污染物。鉴于全国土壤污染状况调查结果表明，六六六和滴滴涕在部分地区土壤中仍有一定的检出率，保留上述两种污染物作为选测指标，根据实际情况监控其含量变化及风险。

三是增加苯并[a]芘指标作为选测项目。我国食品安全国家标准中规定了农产品苯并[a]芘含量限值。我国土壤中苯并[a]芘有一定检出率。虽然目前尚无研究表明土壤中苯并[a]芘是稻米和小麦等农产品中苯并[a]芘的重要来源，但监控土壤中苯并[a]芘含量变化及风险仍有一定的必要性。

### **（三）土壤标准制定方法体系**

农用地土壤污染风险筛选值制定方法体系见表 1。在现行《土壤环境质量标准（GB15618-1995）》制定方法基础上，以保护农产品质量安全为主要目标，兼顾保护农作物的正常生长和土壤生态的良性循环，分别推导保护农产品质量安全、农作物生长、土壤微生物的土壤污染物阈值（或临界含量），作为土壤筛选值的确定依据。同时，结合土壤环境管理目标、技术经济可行性等情况，综合确定土壤风险管制值。

**表 1 农用地土壤污染风险筛选值制定方法体系**

体系	土壤-植物体系 (作物效应)		土壤-微生物体系 (微生物效应)	
保护目标	保护农产品 质量安全	保护农作物正 常生长	保护土壤生态良性循环	
指标	敏感农产品 出现超标时 的土壤临界 含量	农作物产量变 化率	一种以上的生 化指标出现的 变化率	微生物数量出 现的变化率
阈值 确定依据	食品安全国 家标准	农作物减产小 于 10%	生化指标出现 明显变化小于 25%	微生物数量出 现明显变化小 于 50%

## 1. 保护农产品质量安全的土壤阈值确定方法

### (1) 基于土壤与作物的回归模型推导土壤阈值

采用盆栽或者田间小区试验，在土壤中添加不同剂量的重金属，根据土壤重金属浓度与作物吸收的剂量-效应关系进行线性回归，建立预测模型，依据食品中重金属限量标准，推导重金属的土壤阈值。水稻、小麦、根茎类蔬菜等农产品中重金属限量标准值采用《食品安全国家标准食品中污染物限量》(GB2762-2017)(表2)。

表2 农产品中重金属限量标准值 (mg/kg)

项目	农产品种类	标准限量值
镉	水稻	0.2
	小麦、玉米、蔬菜(根茎类)	0.1
汞	水稻、小麦、玉米	0.02
砷	水稻	0.2(以无机砷计)
	小麦、玉米	0.5
铅	水稻、小麦、玉米、蔬菜(根茎类)	0.2
铬	水稻、小麦、玉米	1.0

### (2) 基于外源添加试验的物种敏感性分布法(SSD)推

## 导土壤阈值

采用盆栽试验或田间小区试验方法，将外源富集系数（The added bioaccumulation factors,  $BCF_{add}$ ）与土壤理化性质如 pH、有机碳（organic carbon, OC）等因素进行线性回归建立预测模型，量化土壤性质与外源富集系数的关系。

外源富集系数（ $BCF_{add}$ ）是指外源添加污染物条件下生物体内污染物的变化与其生存环境中该污染物浓度变化的比值，计算公式如下：

$$BCF_{add} = \frac{C_{植物} - C_{对照植物}}{C_{土壤} - C_{对照土壤}} \quad (1)$$

式中： $C_{植物}$ 、 $C_{对照植物}$  分别是处理和对照下作物可食部位中污染物含量（mg/kg）， $C_{土壤}$ 、 $C_{对照土壤}$  分别是处理和对照下土壤中污染物含量（mg/kg）。生物富集系数的归一化经验方程如下：

$$\lg(BCF_{add}) = a \times \text{pH} + b \times \lg(\text{OC}) + k \quad (2)$$

式中：pH 为土壤 pH 值，OC 为土壤有机质含量（g/kg）；a 和 b 为无量纲参数，表示土壤性质对外源富集系数的影响程度；k 为方程的截距，表征物种内在敏感性的差异。

由于不同农作物品种间的富集系数差异，采用物种敏感性分布法（species sensitivity distribution, SSD）推导不同农作物品种累积概率下土壤中污染物危害阈值（hazardous concentration, HCp）。通常以 HC5 作为保护 95% 的物种安全

的外源添加法土壤阈值，以 HC95 作为 95%的物种受到危害的外源添加法土壤阈值。最后以 HC5 或 HC95 加上土壤背景值作为土壤阈值。

### (3) 基于大田调查数据的物种敏感性分布法 (SSD) 推导土壤阈值

通过野外大田调查数据获得土壤-作物污染物富集效应敏感性分布，可按照保护不同比例水稻品种，推导土壤阈值。水稻对土壤污染物的富集效应采用富集因子 (BCF, %) 描述，即稻米污染物含量 ( $C_{\text{稻米}}$ , mg/kg) 与土壤中污染物含量 ( $C_{\text{土壤}}$ , mg/kg) 的比值，如公式 (3)。

$$BCF = \frac{C_{\text{稻米}}}{C_{\text{土壤}}} \times 100\% \quad (3)$$

大田调查采集的作物对土壤中污染物富集效应敏感分布应遵循“S”型曲线分布，利用逻辑斯蒂克分布模型(logistic)对作物富集因子和累积概率进行拟合，方程式 (4) 如下：

$$y = \frac{a}{1 + \left(\frac{x}{x_0}\right)^b} \quad (4)$$

$x$  为  $1/BCF$ ， $y$  为对应  $x$  值作物样品的累积概率 (%)， $a$ ， $b$ ， $x_0$  为常数。

通过公式 (4) 反推不同比例水稻存在超标风险的  $1/BCF$  值，如公式 (5)。以镉为例，根据《食品安全国家标准食品中污染物限量》中规定的稻米中镉标准限值 0.2mg/kg，按公式 (6) 推导获得土壤中镉阈值 ( $C_{\text{土壤}}$ ):



$$\frac{1}{BCF} = 10^{\frac{\lg(\frac{a}{y}-1)}{b} + \lg x_0} \quad (5)$$

$$C_{\text{土壤}} = \frac{1}{BCF} \times C_{\text{稻米}} \quad (6)$$

#### (4) 基于大田调查数据回归模型推导土壤阈值

采用野外土壤和农产品协同（点对点采样）调查数据，对土壤和农产品中重金属含量以及土壤理化性质（如 pH）进行多元回归分析，建立预测模型，依据食品中重金属限量标准，推导土壤重金属阈值。回归方程如公式（7）：

$$\lg(C_{\text{农产品}}) = a \times \lg(C_{\text{土壤}}) + b \times \text{pH} + c \quad (7)$$

式（7）中： $C_{\text{农产品}}$ 为农产品中污染物含量（mg/kg）； $C_{\text{土壤}}$ 为土壤中污染物含量（mg/kg）；pH为土壤 pH 值（无量纲）；a, b, c 为方程中参数。

### 2. 保护农作物生长的土壤阈值确定方法

采用盆栽或者田间小区试验的方法，在土壤中添加不同剂量的重金属，依据土壤重金属浓度与作物产量的剂量-效应关系建立预测模型，推导农作物减产 10% 时的重金属土壤阈值。

### 3. 保护土壤微生物的土壤阈值确定方法

采用盆栽或者田间小区试验的方法，在土壤中添加不同剂量的重金属，依据土壤重金属浓度与土壤微生物（细菌、真菌、放线菌和固氮菌）数量或者生化指标（酶活等）抑制

率的剂量-效应关系建立预测模型，推导土壤微生物（细菌、真菌、放线菌和固氮菌）数量减少 50%或者生化指标（酶活等）抑制率达到 25%时的土壤阈值。

#### **（四）筛选值和管制值确定原则**

##### **1. 风险筛选值确定原则**

本标准的筛选值确定原则：一是从保护农产品质量、保护农作物生长和土壤生态环境的系列土壤污染物阈值中，原则上选择最小值作为确定筛选值的依据；二是在保护农产品质量的土壤阈值中，优先考虑基于大田调查数据推导的土壤阈值；三是对现行土壤环境质量标准中的标准定值，若有新的土壤阈值研究数据，则进行修订完善，若没有新的土壤阈值研究数据或数据不足以支撑标准的修订，暂时不作调整。

##### **2. 风险管制值确定原则**

本标准中的风险管制值主要针对水稻而制定的，确定的主要原则：一是 95%的水稻品种存在超标风险；二是基于目前技术水平、经济承受能力难以确保稻米质量安全。

#### **（五）土壤背景值采用的原则**

采用盆栽试验、田间小区试验方法，是基于外源添加重金属进行的试验结果，在推导土壤阈值时，需要考虑土壤背景值因素。一般可采用全国土壤环境背景数据的 50%顺序统计值（中位数）或 95%顺序统计值作为背景值取值（见表 3）。根据我国土壤环境背景的区域分布特点，对于重金属来说，

一般南方地区背景值高于北方地区，所以对于水田（以水稻为主，主要分布在南方地区），背景值宜采取 95%顺序统计值，对于旱地（以小麦为主，主要分布在北方地区），背景值宜采取 50%顺序统计值（中位值）。

表 3 全国土壤背景含量统计（A 层土壤）（mg/kg）

元素	样点 数	顺序统计量									最大 值/最 小值 倍数	95% 值/ 5% 值倍 数
		最小 值	5% 值	10% 值	25% 值	中位 数	75% 值	90% 值	95% 值	最大 值		
镉	4095	0.001	0.016	0.024	0.046	0.079	0.121	0.187	0.264	13.4	13400	16.5
汞	4092	0.001	0.009	0.012	0.020	0.038	0.079	0.148	0.221	45.9	45900	24.6
砷	4093	0.01	2.4	3.5	6.2	9.6	13.7	20.2	27.0	626	62600	11.3
铅	4095	0.68	10.9	13.6	18.0	23.5	30.5	43.0	55.6	1143	1680	5.1
铬	4094	2.20	17.4	23.7	40.2	57.3	73.9	94.7	118.8	1209	550	6.8
铜	4095	0.33	6.0	8.8	14.9	20.7	27.3	36.6	44.8	272	824	7.5
镍	4095	0.06	5.7	9.0	17.0	24.9	33.0	42.4	51.2	627	10450	9.0
锌	4095	2.60	25.1	35.0	51.0	68.0	89.2	116.0	140.0	593	228	5.6

数据来源：《中国土壤元素背景值》中国环境科学出版社，1991。

### （六）本次标准制订的数据支撑

本次标准制订主要基于以下几个方面的数据支撑，包括“七五”期间全国土壤环境背景值研究成果；国内科研机构上世纪八十年代以及最近几年关于土壤污染物临界含量或阈值的研究成果；上次全国土壤污染状况调查成果；国内已开展的野外大田调查成果，即大田实际条件下土壤污染对农产品质量影响的数据等。

### （七）土壤污染风险筛选值确定依据

#### 1. 土壤镉风险筛选值的确定

基于不同保护目标的土壤镉阈值见表 4。由于大田调查的数据比添加镉的盆栽试验数据更接近实际情况，因而在最终确定土壤镉筛选值时，水田优先参考大田调查数据的推导结果，小麦因缺少新的数据，采用现行土壤环境质量标准的二级标准值作为筛选值。

表 4 土壤镉污染风险筛选值的确定 (mg/kg)

确定依据		土壤 pH			
		pH≤5.5	5.5 < pH≤6.5	6.5 < pH≤7.5	pH>7.5
水田	保护农产品质量 (大田水稻, SSD)	0.33	0.44	0.58	0.78
	保护农产品质量 (盆栽水稻, SSD)	0.31	0.36	0.41	0.51
	保护农产品质量 (盆栽水稻, 回归模型)	0.26	0.56	0.95	1.8
	保护农作物生长 (水稻)	3	8	10	13
	保护微生物	2.07	1	3	3
	筛选值定值	0.3	0.4	0.6	0.8
旱地	保护农产品质量 (盆栽根茎蔬菜, SSD)	0.36	0.42	0.52	0.67
	保护农产品质量 (盆栽小麦, 回归模型)	-	-	0.3	0.6
	保护农作物生长 (小麦)	1	15	10	10
	保护微生物	46.1	10	3-4	10-50
	筛选值定值	0.3			0.6

## 2. 土壤汞风险筛选值的确定

基于不同保护目标的土壤汞阈值汇总于表 5。水田按照水稻 SSD 推导的 HC5 值作为土壤汞筛选值，旱地参照根茎类蔬菜 SSD 推导的 HC5 值作为土壤汞筛选值。

表 5 土壤汞污染风险筛选值的确定 (mg/kg)

确定依据	土壤 pH
------	-------

		pH≤5.5	5.5 < pH≤6.5	6.5 < pH≤7.5	pH>7.5
水田	保护农产品质量（盆栽水稻，回归模型）	0.30		0.50	1.00
	保护农产品质量（盆栽水稻，SSD）	0.52	0.52	0.62	0.77
	保护农作物生长	-	-	10	-
	保护微生物	-	-	0.5	3
	筛选值定值	0.5	0.5	0.6	1.0
旱地	保护农产品质量（盆栽根茎蔬菜，SSD）	1.25	1.75	2.38	3.34
	保护作物生长	-	-	30	30
	筛选值定值	1.3	1.8	2.4	3.4

### 3. 土壤砷风险筛选值的确定

基于不同保护目标的土壤砷阈值汇总于表 6。鉴于目前数据局限性，暂时以现行土壤环境质量标准中的二级标准作为水田和旱地的土壤砷标准值为基础，适当调整后作为土壤砷筛选值。

表 6 土壤砷污染风险筛选值的确定 (mg/kg)

确定依据		土壤 pH			
		pH≤5.5	5.5 < pH≤6.5	6.5 < pH≤7.5	pH>7.5
水田	保护农产品质量（盆栽水稻，回归模型）	45	45	56	67
	保护农产品质量（盆栽水稻，SSD）	42	37	32	32
	保护农作物生长	35	35	35	20
	保护土壤微生物	30 ~ 200	30 ~ 200	30 ~ 60	27
	筛选值定值	45	40	35	30
旱地	保护农产品质量（小麦盆栽，回归模型）	46	46	49	30
	保护农产品质量（盆栽根茎蔬菜，SSD）	104	84	70	59
	农作物生长	82	82	30	25
	微生物	-	-	40 ~ 60	54
	筛选值定值	55	50	40	30

#### 4. 土壤铅风险筛选值的确定

基于不同保护目标的铅的土壤阈值见表 7。水田按照水稻 SSD 推导的 HC5 值作为土壤铅的筛选值，旱地参照根茎类蔬菜 SSD 推导的 HC5 值作为土壤铅的筛选值。

表 7 土壤铅污染风险筛选值的确定 (mg/kg)

确定依据		土壤 pH			
		pH≤5.5	5.5 < pH≤6.5	6.5 < pH≤7.5	pH>7.5
水田	保护农产品质量 (盆栽水稻, SSD)	80	100	140	240
	保护农作物生长	287	342	1500	500
	保护土壤微生物	500	500	300	500
	筛选值定值	80	100	140	240
旱地	保护农产品质量 (盆栽根茎蔬菜, SSD)	70	90	120	170
	保护农作物生长	-	500	500	350
	保护土壤微生物	-	300	300	325
	筛选值定值	70	90	120	170

#### 5. 土壤铬风险筛选值的确定

基于不同保护目标的铬土壤阈值见表 8。鉴于目前数据不足以支撑标准的修订，暂时保持现行土壤环境质量标准中的二级标准值作为水田和旱地的土壤铬筛选值。

表 8 土壤铬污染风险筛选值的确定 (mg/kg)

确定依据		土壤 pH			
		pH≤5.5	5.5 < pH≤6.5	6.5 < pH≤7.5	pH>7.5
水田	保护农产品质量 (盆栽水稻, SSD)	159	164	189	229

确定依据		土壤 pH			
		pH≤5.5	5.5 < pH≤6.5	6.5 < pH≤7.5	pH>7.5
	保护农产品质量 (盆栽水稻, 回归模型)	780	-	1750	10152
	保护农作物生长 (水稻)	375	400	380	500
	筛选值定值	250	250	300	350
旱地	保护农产品质量 (盆栽根茎类蔬菜, SSD)	648	421	292	219
	保护农产品质量 (盆栽小麦, 回归模型)	-	-	-	607
	保护农作物生长	-	150	-	295
	筛选值定值	150	150	200	250

## 6. 土壤铜风险筛选值的确定

基于不同保护目标的铬土壤阈值见表 9。鉴于土壤铜有新的保护生态阈值研究数据, 对 pH 小于 6.5 的铜的筛选值作了调整, pH 大于 6.5 以上的保持现行土壤环境质量的定值作为筛选值。由于果园没有新的研究数据, 保持现行土壤环境质量标准值不变。

表 9 土壤铜污染风险筛选值的确定 (mg/kg)

确定依据		土壤 pH			
		pH≤5.5	5.5 < pH≤6.5	6.5 < pH≤7.5	pH>7.5
水田	保护生态 (SSD 法)	81	84	88	94
	保护农作物生长 (剂量-效应)	45	-	136	100
	保护土壤微生物	60	-	130	160
旱地	保护农作物生长 (剂量-效应)	-	-	123	100
	保护土壤微生物	60	-	230	185
筛选值定值		80	85	100	100

## 7. 土壤镍风险筛选值的确定

本次标准制定时, 结合土壤镍生态阈值的最新研究成果,

确定土壤镍的风险筛选值见表 10。

表 10 土壤镍污染风险筛选值的确定 (mg/kg)

土壤 pH	pH≤5.5	5.5 < pH≤6.5	6.5 < pH≤7.5	pH>7.5
保护生态 (SSD)	58	70	102	189
筛选值定值	60	70	100	190

## 8. 土壤锌风险筛选值的确定

现行土壤环境质量标准制定时，主要参考国外土壤标准确定了 pH < 6.5 为 200mg/kg, 6.5 < pH < 7.5 为 250mg/kg, pH > 7.5 为 300mg/kg。鉴于目前国内对锌的污染研究资料仍然缺少，本次标准没有可利用的新数据，所以保留现行土壤环境质量标准中的二级标准值作为土壤锌风险筛选值，见表 11。

表 11 土壤锌污染风险筛选值的确定 (mg/kg)

土壤 pH	pH≤5.5	5.5 < pH≤6.5	6.5 < pH≤7.5	pH>7.5
筛选值	200	200	250	300

## 9. 土壤六六六和滴滴涕风险筛选值的确定

现行土壤环境质量标准中六六六和滴滴涕限值为 0.5mg/kg，主要根据上世纪八十年代我国土壤六六六和滴滴涕污染状况和残留水平确定的。目前《食品安全国家标准食品中农药最大残留限量》(GB 2763-2014) 中规定粮食作物六六六和滴滴涕标准为 0.05mg/kg，比上世纪八十年代粮食作物六六六 (0.3mg/kg) 和滴滴涕 (0.2mg/kg) 加严了 4-6 倍。因此，适度加严土壤中六六六和滴滴涕含量限值是必要的，《食用农产品产地环境质量评价标准》(HJ 332-2006) 规定为 0.1mg/kg，本次标准继续沿用 0.1mg/kg 作为土壤六六六和滴



滴涕风险筛选值。

## 10. 土壤苯并[a]芘风险筛选值的确定

我国现行土壤环境质量标准中没有苯并[a]芘项目，国内对农用地土壤苯并[a]芘危害阈值研究较少，有少量文献报道，农产品中苯并[a]芘主要由大气污染导致的，农作物直接从土壤中吸收利用苯并[a]芘可能性很小。多数国家重点关注土壤中苯并[a]芘对人体健康的风险。

全国土壤调查数据显示，我国土壤中苯并[a]芘的含量最小值为  $0.005\mu\text{g}/\text{kg}$ ，最大值为  $750\mu\text{g}/\text{kg}$ ，顺序统计量 75% 的值是  $4.14\mu\text{g}/\text{kg}$ 、95% 的值是  $9.33\mu\text{g}/\text{kg}$ 。

为监控苯并[a]芘的污染风险，增加农用地土壤苯并[a]芘的标准值。参照正在起草的建设用地有关土壤标准中，第一类用地（敏感类用地）关于苯并[a]芘的筛选值，取  $0.52\text{mg}/\text{kg}$  作为农用地苯并[a]芘土壤风险筛选值。

### （八）土壤污染风险管制值确定依据

#### 1. 土壤镉风险管制值的确定

基于水稻盆栽试验的 SSD 法推导的土壤镉 HC95 值、HC5 值的 5 倍值和基于大田调查水稻富集系数 SSD 法推导的土壤镉 HC95 值进行比较，参考全国土壤污染状况调查镉重度污染的划分依据，最终确定土壤镉管制值见表 12。

表 12 土壤镉污染风险管制值的确定（mg/kg）

确定依据	土壤 pH			
	pH≤5.5	5.5 < pH≤6.5	6.5 < pH≤7.5	pH>7.5

大田水稻 SSD 法 HC95 值	1.51	2.01	2.43	3.53
盆栽水稻 SSD 法 HC95 值	0.85	1.67	1.77	3.88
盆栽水稻 HC5 的 5 倍值	1.55	1.80	2.05	2.55
管制值定值	1.5	2.0	3.0	4.0

## 2. 土壤汞风险管制值的确定

基于水稻盆栽试验的 SSD 法推导的土壤汞 HC95 值、HC5 值的 5 倍值，同时参考上次全国土壤污染状况调查汞重度污染的划分依据，最后确定土壤汞风险管制值见表 13。

表 13 土壤汞污染风险管制值确定 (mg/kg)

确定依据	土壤 pH			
	pH≤5.5	5.5 < pH≤6.5	6.5 < pH≤7.5	pH>7.5
盆栽水稻 SSD 法 HC95 值	0.95	1.15	1.41	1.75
盆栽水稻 SSD 法 HC5 的 5 倍值	2.6	2.6	3.7	5.4
管制值定值	2.0	2.5	4.0	6.0

## 3. 土壤砷风险管制值的确定

基于水稻盆栽试验的 SSD 法推导的土壤砷 HC95 值、HC5 值的 5 倍值，同时参考上次全国土壤污染状况调查砷重度污染的划分依据，最后确定土壤砷风险管制值见表 14。

表 14 土壤砷污染风险管制值确定 (mg/kg)

确定依据	土壤 pH			
	pH≤5.5	5.5 < pH≤6.5	6.5 < pH≤7.5	pH>7.5
盆栽水稻 HC95	114	94	87	71
盆栽水稻 HC5 的 5 倍值	210	185	160	160
管制值定值	250	200	170	150

## 4. 土壤铅风险管制值的确定

基于水稻盆栽试验的 SSD 法推导的土壤铅 HC95 值、HC5

值的 5 倍值，同时参考上次全国土壤污染状况调查铅重度污染的划分依据，最后确定土壤铅风险管制值见表 15。

**表 15 土壤铅污染风险管制值确定 (mg/kg)**

确定依据	土壤 pH			
	pH≤5.5	5.5 < pH≤6.5	6.5 < pH≤7.5	pH>7.5
盆栽水稻 HC95 值	138	224	399	753
盆栽水稻 HC5 的 5 倍值	430	480	705	1180
管制值定值	400	500	700	1000

## 5. 土壤铬风险管制值的确定

基于水稻盆栽试验的 SSD 法推导的土壤铬 HC95 值、HC5 值的 5 倍值，同时参考上次全国土壤污染状况调查铬重度污染的划分依据，最后确定土壤铬风险管制值见表 16。

**表 16 土壤铬污染风险管制值确定 (mg/kg)**

确定依据	土壤 pH			
	pH≤5.5	5.5 < pH≤6.5	6.5 < pH≤7.5	pH>7.5
盆栽水稻 HC95 值	233	289	374	503
盆栽水稻 HC5 的 5 倍值	795	820	945	1145
管制值定值	800	850	1000	1300

### (九) 关于土壤重金属分析测试方法

本次标准筛选值和管制值定值均为土壤中重金属总量。

我国关于土壤中重金属总量分析的国家和行业标准，样品消解有四酸法（硝酸-盐酸-氢氟酸-高氯酸）和王水法（硝酸-盐酸）。四酸法能够提取土壤中所有重金属；王水能够提取除晶格外的所有重金属。因晶格内的重金属在可预见的环境过程中不会释放到环境中去。二者比较，四酸法相对偏保

守；王水法相对能更好地体现土壤风险的实际情况。

国际上，在有关土壤风险评估中，多数国家和地区对重金属采用王水法消解，尚未发现有采用四酸法的情况。

从全国土壤重金属测试能力来看，四酸法沿用多年，质控体系基本建立；王水法的测试能力正在形成。考虑到我国实际情况，本标准推荐四酸法和王水法可并用。

### **（十）其他说明**

一是关于 pH 及分档。污染物的活性与土壤特性，特别是 pH 相关。本标准细化了有关 pH 分档。测定的是风干土的 pH，是相对固定的值。

二是标准制定对其他污染因素的考虑。农产品的超标与大气、土壤、灌溉水污染等有关。本标准中有关基于大田调查数据推导的污染物标准值已经涵盖了其他污染影响因素；其他未通过大田调查数据推导的标准值，鉴于研究基础薄弱，目前暂未考虑。在后续工作中，将根据最新研究成果不断完善。

## **六、标准审议及征求意见处理情况**

### **（一）第一次征求意见情况**

2015 年 1 月 13 日，第一次书面征求意见。包括国务院相关部委，各省（区、市）环境保护厅（局）及其环境监测中心（站），各重点城市环境保护局，环境保护部相关直属单位，其他相关科研院所等 245 家单位，并在环境保护部政府

网站和《中国环境报》上公布征求意见文本。

共有 96 个单位回函反馈了书面意见，其中 52 家提出书面修改意见；另有 20 个单位或个人通过电子邮件或公开评论等方式提出了意见。共收到 298 条意见，主要涉及标准制订的目的、标准名称和作用、标准体系结构、土壤污染物控制项目、标准确定方法和依据、土壤 pH 分区、土壤镉、铅、六六六和滴滴涕标准值调整、新增土壤污染物项目标准值确定、土壤重金属有效性、土壤污染物分析方法和实施与监督等内容。经研究，采纳、部分采纳和原则采纳 230 条，占 87%。

## （二）第二次征求意见情况

2015 年 8 月 14 日，第二次征求意见。征求意见单位数量 245 个，共有 58 个单位回函反馈意见，其中 17 个单位提出书面修改意见。另有 5 个其他非主送单位或个人提出了意见。共收到 105 条意见（包括无意见），大部分涉及标准文本中相关表述的准确性和理解性等问题。

经研究，86%的意见（占 105 条意见）采纳或部分采纳。未采纳的意见及理由如下：

一是关于增加标准项目的意见，如增加稀土元素、铝、当前正在使用的农药、二恶英类、挥发性有机污染物（苯、甲苯、二甲苯等）、铍、钡、钛、银、狄氏剂等。编制组认为增加上述指标的技术条件不成熟。

二是关于无需加严六六六和滴滴涕标准值的意见。编制

组认为，食品中六六六和滴滴涕含量限值国家标准加严，土壤中六六六和滴滴涕应同步加严。

### **（三）专家审议情况**

2015年10月23日，环境保护部科技标准司组织召开标准审议会，形成如下技术审查意见：

一是本标准的制定对于保护农用地土壤环境，控制土壤污染风险，保障农产品质量安全具有重要意义。标准主编单位开展了大量的支撑性研究，对我国土壤环境现状及管理需求进行了深入分析，系统研究了主要国家和地区农用地土壤环境质量标准现状，提供的标准编制材料完整，内容详实。

二是本标准修订后适用于耕地、园地、林地和草地等农用地的土壤环境质量评价与管理，标准修订的总体思路和技术路线科学合理，充分利用了全国土壤污染状况调查数据和最新的科研成果，充分考虑各部门和单位关于标准修订的意见和建议，选择的常规项目和其他项目及其限定值符合我国现实情况，总体上合理可行，可满足当前土壤环境管理的迫切需求。

三是同意标准通过审议，建议进一步修改完善标准文本及编制说明相关表述。

### **（四）第三次征求意见情况**

2016年3月10日，第三次征求意见。征求意见单位数量253个，共有58个单位回函，其中20个单位提出书面修

改意见。

共收到意见 108 条（包括无意见），大部分为标准文本中相关表述的准确性和理解性等问题，无新的重大修改意见。

经研究，采纳、部分采纳、原则采纳的 85 条（80%）。

### **（五）本标准征求专家意见情况**

2017 年 8 月 3 日，环境保护部土壤环境管理司在北京邀请中国环境监测总站、中国农业科学院、中国科学院南京土壤研究所、中国科学院沈阳应用生态研究所、中国农业大学、北京农林科学院、广东生态环境技术研究所等单位专家召开了研讨会，听取专家对本标准修改情况的意见。专家一致认为，本标准划两条线的思路正确，符合《土十条》农用地分类管理和风险管控需求，标准值推导方法总体科学合理。

### **七、第三次征求意见后的主要修改情况**

与《农用地土壤环境质量标准（三次征求意见稿）》相比较，本标准主要修改有以下几个方面：一是明确标准定位是为农用地分类管理提供依据，名称相应由《农用地土壤环境质量标准》修改为《农用地筛选值和管制值》，适用范围不包括林地。二是规定了农用地两级标准，即风险筛选值和管制值。三是删除了农用地土壤污染物其他项目总锰、总钴、总硒、总钒、总锑、总铊、总钼、氟化物（水溶性氟）、石油烃总量、邻苯二甲酸酯类总量等。四是将镉、汞、铅筛选值分为水田和其他两个情形分别定值。五是规定了土壤污染物分

析方法，引用了已发布的最新土壤污染物分析方法。