**食用林产品产地土壤污染**

**风险评价标准（竹笋）**

**编制说明**

**《食用林产品产地土壤污染风险评价标准（竹笋）》编制课题组**

**二****〇二一年八月**

目 次

[1 项目背景 3](#_Toc31289)

[1.1项目来源 3](#_Toc11979)

[1.2 课题组的成立 3](#_Toc26646)

[1.3编制过程 3](#_Toc10787)

[2标准制定的意义 4](#_Toc349)

[2.1维护食用林产品质量的安全 4](#_Toc11776)

[2.2支持我省林地土壤环境管理 4](#_Toc12756)

[3 国内外相关标准情况 6](#_Toc26380)

[3.1国内土壤环保标准情况 6](#_Toc11130)

[3.2国外及我国台湾地区标准情况 6](#_Toc32609)

[4 与相关标准的关系 7](#_Toc30662)

[4.1我国的土壤环境保护标准体系 7](#_Toc27451)

[4.2本标准定位 7](#_Toc4129)

[5 编制依据和技术路线 8](#_Toc9230)

[5.1法律、法规和规范性文件 8](#_Toc7960)

[5.2标准、技术规范、技术文件 8](#_Toc3448)

[5.3技术路线 8](#_Toc22538)

[6 评价标准说明 9](#_Toc23215)

[6.1 适用范围 9](#_Toc355)

[6.2 评价内容 9](#_Toc16462)

[7 主要技术内容 18](#_Toc28073)

[7.1关于标准名称 18](#_Toc23992)

[7.2关于标准适用范围 18](#_Toc16860)

[7.3关于标准术语和定义 18](#_Toc25193)

[8 评价标准实施建议 19](#_Toc7169)

[参考文献 20](#_Toc22251)

《食用林产品产地土壤污染风险评价标准（竹笋）》编制说明

# 1 项目背景

## 1.1项目来源

本项目由湖南省林产品质量检验检测中心申报，湖南省市场监督管理局于2020年3月立项，批准文号为湘市监标函[2020]21号。

## 1.2 课题组的成立

接受任务后，立即成立了标准起草课题组，课题组主要组成单位为：湖南省林产品质量检验检测中心、长沙环境保护职业技术学院、中国林业科学院亚热带林业研究所。课题组主要人员及分工见表1，同时标准起草小组在实施方案、仪器设备、试验用品方面做了充分准备。

项目主要参加单位为湖南省林产品质量检验检测中心，相关人员的分工情况见表1。

表1-1 项目主要参加单位及人员分工

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 姓名 | 工作单位 | 专业 | 职称 | 分工 |
| 1 | 佘佳荣 | 湖南省林产品质量检验检测中心 | 林产化工 | 高级工程师 | 土壤检测、数据分析、标准起草 |
| 2 | 岳超 | 湖南省林产品质量检验检测中心 | 森林培育 | 高级工程师 | 征求意见、标准审查 |
| 3 | 彭艳春 | 长沙环境保护职业技术学院 | 环境工程 | 工程师 | 数据分析整理、实地调研 |
| 4 | 刘毅华 | 中国林业科学院亚热带林业研究所 | 环境工程 | 博士 副研究员 | 征求意见、标准审查 |
| 5 | 喻宁华 | 湖南省林产品质量检验检测中心 | 生物化学 | 高级工程师 | 土壤检测、实地调研 |
| 6 | 张红 | 长沙环境保护职业技术学院 | 环境工程 | 工程师 | 数据分析整理、实地调研 |
| 7 | 李欢 | 长沙环境保护职业技术学院 | 环境工程 | 教授 | 数据分析整理、实地调研 |
| 8 | 黄 丽 | 湖南省林产品质量检验检测中心 | 木材科学 | 高级工程师 | 数据分析整理、实地调研 |
| 9 | 吴耀祥 | 湖南省林产品质量检验检测中心 | 林产化工 | 工程师 | 土壤检测、数据分析 |
| 10 | 黄 军 | 湖南省林产品质量检验检测中心 | 林产化工 | 研究员 | 征求意见、标准审查 |

2020年1月-3月，全面梳理国内外相关法律法规，通过深入分析食用林产品产地土壤安全利用与管理的实际需求，收集国内外食用林产品产地土壤污染防治相关的法规、规章或规范性法律文件，为本标准制定提供详实技术资料。

2020年4月-2020年8月，整理本行业连续多年对竹笋及其产地土壤监测数据，对省内鲜笋生产基地、合作社等组织进行调研取样，分析不同食用鲜笋产品与产地土壤污染的关联性，开展针对性地实地调研，收集实地资料。

2020年8月-2021年3月，根据实地调研资料提出食用鲜笋产地污染物安全阈值，以本中心历年竹笋产地土壤监控数据为依据，综合现行土壤污染防治法律、法规、标准等数据和资料，完成《食用林产品产地土壤污染风险评价标准》初稿。

2021年4月-9月，开展《食用林产品产地土壤污染风险评价标准（竹笋）》征求意见稿及编制说明编写及意见征集。

# 2标准制定的意义

## 2.1维护食用林产品质量的安全

土壤资源是人类赖以生存的重要基础，其质量直接影响到人类健康、农产品品质和土壤环境。受工业“三废”、城市生活、农用化学品投入等多种因素影响，导致土壤重金属含量增加，其污染已经成为全球性问题。土壤重金属污染具有富集性、持久性和隐蔽性特征，并通过食物链危害人体健康，其生态风险危害不可小觑。2016年国家出台《土壤污染防治行动计划》，即“土十条”，土十条明确要求摸清农产品产地污染底数，掌握土壤环境质量状况，并在此基础上进行土壤污染风险管控，做到对农产品产地分级分区分类科学管理。鉴于此，2018年8月生态环境部发布了《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018），新标准直接针对农用地土壤污染风险管控给出风险筛选值和管制值及其使用描述，相比以往评价标准具有其先进性和现实意义。

《国务院关于加强食品等产品安全监督管理的特别规定》中规定了除食品外，包括食用农（林）产品、药品等与人体健康和生命安全有关的产品监督要求，并赋予了农业（林业）等相关部门重要职责。中共中央、国务院在《关于加快林业发展的决定》中特别强调：“要建立健全林业质量标准和检验检测体系。”我国颁布了《农用地土壤污染风险管控标准》（试行）（GB15618-2018），该《标准》对农用地的定义为耕地、园地、草地，未将林地土壤涵盖在内。食用林产品品种丰富且对土壤中污染物响应存在多样性，因此建立根据不同产品对污染的敏感性不同进行食用林产品产地土壤污染风险评价标准及类别划分，是综合利用土壤资源，维护食用林产品质量安全的重点任务。

## 2.2支持我省林地土壤环境管理

环境保护部和国土资源部2014年4月17日发布的《全国土壤污染状况调查公报》显示，全国土壤环境状况总体不容乐观，我国1.2亿公顷耕地土壤几乎都不同程度地被农药、化肥、除草剂、生长素、抗生素等化学合成物质所污染，部分地区土壤污染较重。目前，这种污染正逐渐向3.06亿公顷林地土壤蔓延。林地土壤的点位超标率为10.0%，其中轻微、轻度、中度和重度污染点位比例分别为5.9%、1.6%、1.2%和1.3%，主要污染物为砷、镉、六六六和滴滴涕。林地是国家重要的自然资源和战略资源，是森林赖以生存与发展的根基，国务院明确要求“要把林地与耕地放在同等重要的位置”。湖南省作为我国林业大省，和福建、江西、浙江3省的竹林面积占全国的65%。据湖南统计局数据显示，2019年湖南新增竹林面积0.01万公顷。

课题组通过现场调研并分析长沙环境保护职业技术学院分析中心和湖南省林产品质量检测中心多年积累的监测数据，结果表明：湖南的竹笋产地土壤重金属污染主要以复合型污染为主（见图2-1）。与《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618）中的风险筛选值相比：1）省内竹笋产地土壤中Cd的含量普遍超标，在邵阳、永州等地市产地较多，其中湘西土家族苗族自治州土壤中Cd的含量超标最为严重；2）湘西土家族苗族自治州土壤中Pb的含量也有超标，其他地市的土壤中未发现Pb超标现象；3）土壤中Cr只在益阳桃江县的某个竹笋产地土壤中检测出有轻微超标；4）土壤中Hg的含量均未有超标情况；5）As的含量在岳阳、湘潭、衡阳、郴州、长沙等竹笋产地土中均有超标；6）Cu的含量在湘潭、邵阳和湘西土家族苗族自治州的竹笋产地土壤中均有轻微超标的现象存在。

结合2017-2020年国家和湖南省林业和草原局分别对湖南省竹笋产地的土壤和竹笋中的重金属（Cd、Pb、As、Hg、Cr、Cu）的监测结果来看，Hg、Cu和Cr在竹笋中几乎未检测出，可能是由于以上三种重金属在土壤中的含量较低和竹笋中的富集能力较弱两个因素导致的。Cd、Pb和As在竹笋和其产地土壤中都存在超标现象，说明土壤中的Cd、Pb和As与竹笋中的重金属含量呈正相关。湘西土家族苗族自治州矿区土壤和竹笋中Cd的含量均较高，可能是因为植物的适宜性导致竹笋内Cd含量偏高。

分析2017-2020年国家和湖南省林业和草原局分别对湖南省竹笋产地的土壤和竹笋中的重金属（Cd、Pb、As、Hg、Cr、Cu）的监测结果，对比土壤和竹笋中的重金属含量，两者相差数十甚至数百倍，说明竹笋对土壤中的重金属和农药残留的富集能力均较弱。但土壤重金属污染修复是一个长期工程，土壤将长期处于污染状态。考虑到我国林地资源紧张与全面建设小康社会的要求，在污染林土壤上生产重金属和农药残留等含量不超标的安全林产品成为了适合我国当前实际情况的治理方法。土壤污染风险评价是土壤环境管理的重要手段，本标准的制定可为林地土壤资源的综合利用、制定土壤环境管理政策等提供科学依据。



图2-1 湖南省竹笋产地土壤污染物超标示意图

图例：-铅-镉-汞-砷-铬 图片1-铜

注：有图例的区域表示某类污染物有超标现象

# 3 国内外相关标准情况

## 3.1国内土壤环保标准情况

1995年，原国家环境保护局发布《土壤环境质量标准》（GB 15618-1995），适用范围为农田、蔬菜地、茶园、果园、牧场、林地、自然保护区等地的土壤。

2006年，原国家环境保护总局制订发布了《食用农产品产地环境质量评价标准》（HJ332-2006）和《温室蔬菜产地环境质量评价标准》（HJ333-2006），分别规定了食用农产品产地和温室土壤、灌溉水和空气环境质量的各个项目及其浓度限值和监测、评价方法。

2018年8月1日起实施《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618）后，《土壤环境质量标准》（GB 15618-1995）废止。

2004年，原国家环境保护总局制订发布了《土壤环境监测技术规范》（HJ/T166-2004）。自1997年以来，我国制订发布了一系列土壤污染物分析方法，截止目前为止，共有40多项。

## 3.2国外及我国台湾地区标准情况

国际上，目前尚未有国家和地区提出林地土壤污染风险评价的相关标准，仅有少数国家和地区针对农用地制定了土壤环境质量类标准。不同国家和地区的农用地土壤环境质量类标准保护目标各不相同，有的是保护农产品质量安全，有的是保护农作物生长（防止减产），有的是兼顾保护人体健康和土壤生态；对标准的使用也各不相同。同时，各国关于土壤中重金属污染物的分析测试方法不尽一致。由此各国关于农用地的土壤环境质量类标准值差异较大，可比性差。一是污染物项目选取上，多少不一；二是同一污染物标准值甚至存在数量级的差异。

（1）美国

没有制定农用地土壤环境质量类标准。

（2）德国

德国针对农用地制定了三类土壤标准：一是针对农用地及菜园。为保证农产品质量，制定了关于汞、砷、铅、铊、苯并[a]芘的触发值；制定了镉的行动值（内涵是超过该值的，需要采取管制行动）。二是针对草场，主要为保证牧草的质量，制定了砷、铅、镉、铜、镍、汞、铊、多氯联苯的行动值。三是针对农用地，为保护农作物的生长，制定了关于砷、铜、镍、锌的触发值。

德国土壤触发值类似于风险筛选值，低于该值，说明风险可以忽略；高于该值，说明可能存在不可接受的风险，需要进行进一步的调查和风险评估。如果超过行动值，则表示存在有害的土壤改变，需要采取管制措施。

德国农用地土壤重金属的分析方法有2种：一是硝酸铵法，主要表征土壤中可被作物根系吸收的重金属含量。二是王水法，主要表征土壤中除晶格以外的重金属含量。

（3）加拿大

加拿大农用地土壤质量指导值（SQGs）共有80余项污染物，分别以人体健康和生态为保护目标来推导指导值，取其最小值为最终的指导值。关于生态保护，主要考虑保护与土壤直接接触的土壤微生物、土壤无脊椎动物，通过吃草直接摄入土壤污染物的食草动物等，淡水生物（因土壤污染物迁移污染水体）等。

加拿大农用地土壤质量指导值可以作为筛选值，也可以作为修复目标值。加拿大土壤质量指导值分析方法类似于王水法。

（4）日本

日本《农用地土壤污染防治法》规定的农田土壤标准有3个指标。一是镉，主要防止大米镉超标，用大米中的镉含量超标来评判土壤镉污染，而不是直接测定土壤中镉的含量。二是砷，三是铜，砷和铜主要考虑是保护作物生长。

（5）我国台湾地区

台湾地区制定了土壤污染监测标准和管制标准，其中，针对镉、铜、汞、铅、锌等重金属，特别规定了食用作物农用地的标准值要求。台湾地区对土壤污染物浓度超过监测标准的农用地，要求定期监测；超过管制标准的农用地，要求对因土壤污染致污染或有受污染嫌疑的农渔产品进行检测；必要时，进行管制或销毁，限制农地耕种特定农作物。台湾地区使用王水法测定土壤中重金属含量。

# 4 与相关标准的关系

## 4.1我国的土壤环境保护标准体系

我国正在建立和完善土壤环境保护标准体系，由以下几类标准组成：

第一类：分区制定的土壤环境背景值。

第二类：国家制订农用地土壤环境质量标准和建设用地土壤污染风险筛选指导值。有条件的地方可以根据实际需要制订地方标准。此类标准是为管理而设定的、判断是否需要进一步的调查或其它行动的土壤污染物含量临界值。

第三类：国家制订土壤环境调查、评估和修复等技术标准。

第四类：国家制订土壤环境监测规范，包括土壤环境监测点位布设、样品采集、分析测试、质量控制等要求。

第五类：国家制订土壤环境基础标准，规范土壤环境术语、定义、标识和土壤环境标准制修订技术原则、体例、方法等，即“标准的标准”。

## 4.2本标准定位

本标准是属于上述第二类中的省级标准。食用林产品(竹笋)产地土壤污染评价标准的定位和保护目标确定为：

一是以保护食用竹笋质量安全为主要目标，兼顾保护竹笋生长和土壤生态的需要。

二是分别制定食用林产品（竹笋）产地土壤污染风险筛选值和管制值，为林地分类管理提供技术支持。风险筛选值基本内涵是土壤中污染物浓度低于该值时，食用林产品（竹笋）不符合质量安全标准等风险低，一般情况下可以忽略；风险管制值基本内涵是土壤中污染物浓度高于该值时，食用林产品（竹笋）不符合质量安全标准等风险很高，该林地原则上划为严格管控类。土壤污染物浓度介于筛选值和管制值之间的，存在食用林产品（竹笋）不符合质量安全标准等风险，一般可通过林艺调控、替代种植等措施达到安全利用。

# 5 编制依据和技术路线

## 5.1法律、法规和规范性文件

（1）《中华人民共和国环境保护法》（中华人民共和国主席令第九号，2014年修订版，2015年1月1日施行）

（2）《中华人民共和国森林法》（中华人民共和国主席令第3号，1998年修正本，1998年7月1号施行）

（3）《中华人民共和国森林法实施条例》（中华人民共和国国务院令第666号，2016年2月6日施行）

## 5.2标准、技术规范、技术文件

（1）相关土壤环境调查、评价、监测等技术规范和术语规范：

GB 2762 食品安全国家标准 食品中污染物限量

GB 2763 食品安全国家标准 食品中农药最大残留限量

GB10111利用随机数骰子进行随机抽样的办法

GB 15618 土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）

GB/T 18834 土壤质量—词汇

GB/T 21010 土地利用现状分类

HJ332 食用农产品产地环境质量评价标准

HJ333 温室蔬菜产地环境质量评价标准

HJ/T 166 土壤环境监测技术规范

NY/T 395 农田土壤环境质量监测技术规范

（2）其他依据：

《全国重金属污染防治重点区域竞争性评审》（财办建〔2015〕38 号）

《全国土壤污染状况评价技术规定》（环发[2008]39 号）

《全国土壤污染状况调查公报》（2014年4月17日）

《土壤污染防治行动计划》 国发〔2016〕31号

《湖南省2012年森林资源统计年报》

《湖南省土壤污染防治工作方案》　湘政发〔2017〕4号

《湖南省土壤污染状况调查总体方案》（2017）

《湖南省土壤污染源、污染地块调查方案》（2017）

《土壤环境质量评价技术规范》（二次征求意见稿）2016

## 5.3技术路线

本项目主要通过基础资料调研、实地调研和专家咨询的方式，了解国内外土壤污染现状、土壤污染风险评价现状，编制《食用林产品产地土壤污染风险评价标准（竹笋）》。标准编制技术路线见图5-1。



图5-1技术路线框架图

# 6 评价标准说明

## 6.1 适用范围

本标准规定了湖南省食用林产品(竹笋)产地土壤污染风险筛选值和管制值，以及监测、实施和监督要求。

本标准适用于食用林产品(竹笋)产地土壤污染风险筛查和分类。

## 6.2 评价内容

### 6.2.1评价项目的确定

食用林产品产地土壤污染物项目确定的基本原则是：立足当前我省产地土壤污染实际情况和土壤环境管理需求。主要考虑以下因素：土壤中检出率和超标率较高的项目；国家食品安全标准中控制项目；相关环境标准中控制项目；当前重点防控环境污染物项目等。确定的主要依据如下：

（1）湖南省土壤及竹笋中污染物检出率情况

国家在“七五”、“十一五”期间组织开展了全国范围内土壤环境背景调查和土壤污染状况调查。湖南省按照国家的规范要求，土壤环境质量状况调查监测项目包括必测项目22个（含土壤理化性质、无机污染物和有机污染物），选测项目16个（含无机污染物有效态、稀土元素总量、多氯联苯和石油烃等）；重点区域土壤污染调查必测项目22个，选测项目70个。无机类项目主要有：砷、镉、钴、铬、铜、氟、汞、锰、镍、铅、硒、钒、锌等；有机类项目主要有：有机氯农药类、多环芳烃类、邻苯二甲酸酯类、多氯联苯类、石油烃类、其他农药类等。

2014年全国土壤污染状况调查结果显示，林地土壤点位超标率为10.0%，其中轻微、轻度、中度和重度污染点位比例分别为5.9%、1.6%、1.2%和1.3%，主要污染物为砷、镉、六六六和滴滴涕。

湖南土壤污染状况调查结果显示，重金属类污染物在各地土壤中普遍检出，根据2017-2020年湖南竹笋产地土壤监测结果，重金属监测项目为镉、汞、砷、铜、铅、铬，全省竹笋产地土壤总的超标率为39.8%，其中轻微（超标倍数在1倍至2倍之间）、轻度（超标倍数在2倍至3倍之间）、中度（超标倍数在3倍至5倍之间）分别为86.5%、12.2%和1.3%，无重度超标（超标倍数大于5倍以上）现象出现。

2017-2020年国家和湖南省林业和草原局对湖南省竹笋连续四年的检测结果显示，所有检测样品中只有极少数样品中的铅含量超过《食品安全国家标准 食品中污染物限量》（GB2762）中的限值，连续四年的超标率介于2.67%-4.17%之间，汞、铬、砷、铬等均未超标或者是未检出，汇总结果如表6-1所示。

表6-1 2017-2020年湖南省竹笋检测重金属超标项目汇总表

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 样品数（个）  年份 | 汞 | 镉 | 铅 | 砷 | 铬 | 超标率% |
| 2017 | 未检出 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2.67 |
| 2018 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 2.46 |
| 2019 | 未检测 | 0 | 7 | 0 | 未检测 | 4.17 |
| 2020 | 未检测 | 0 | 9 | 0 | 未检测 | 3.37 |

农药残留方面，2017-2020年间的监测结果显示，只有2017年检测出有10个样品氯氰菊酯超标5-6倍，其他农药成分均未检出或低于限量值。2019年，只有甲基对硫磷有检出但未超过《食品安全国家标准 食品中污染物限量》（GB2762）中的限量值，其他农药均未检出。2020年国家林业和草原局抽测了湖南省竹笋样品，均未检出农药残留（乙酰甲胺磷、氧乐果、甲基对硫磷、杀螟硫磷、水胺硫磷、杀扑磷）。同年，湖南省抽测的所有竹笋样品中，也仅测出6份样品（氧乐果3份、甲基对硫磷2份、杀螟硫磷1份）有农药残留，但检测值均远低于《食品安全国家标准 食品中污染物限量》（GB2762）中规定的限量值。

但通过食物链传递风险是健康风险评估中关注的重点内容，特别是林产品的质量安全与林地土壤重金属污染有着密不可分的关系，人们食用竹笋等林产品，林产品含有的重金属进入人体内富集，进一步危害人类身体健康，所以应评估人们经口膳食竹笋中的重金属等污染物对人体健康所造成的健康风险。

目前通过的健康风险评价模式，都是根据美国环境保护局（USEPA）推荐的健康风险评价模型。评价非致癌化学物质对人体健康的危害时，通常假定它存在阈剂量，低于阈剂量时，健康危害不发生，高于阈剂量时，则会有健康危害出现。即当健康风险指数HQ＜1时，风险较小或可以忽略；HQ＞１时，存在潜在健康风险。根据2017-2020年四年的统计数据分析可知，湖南省的竹笋中重金属和农药残留的含量，除了铅其他重金属和农药残留均未超过GB2762中的限值。故编制组采用健康风险指数HQ=1，分别反推儿童和成人食用竹笋中的重金属含量限值，反推的结果表明：会产生健康风险的化学物质浓度，除了砷的浓度低于GB2762中的限值（但湖南省2017-2020年竹笋中均未检测出砷超标），反推出的其他重金属浓度限值均远远高于GB2762中的限值，均不会造成健康风险，故本标准不对竹笋中重金属的限值及其造成的风险进行评价。

由于连续四年竹笋中的铅含量均有超标，Pb为化学致癌物，故应对铅进行致癌风险评价。根据USEPA的致癌风险评估模型，当污染物经口摄入污染物的致癌风险CR＜10-6时，不会对人体产生致癌风险；当10-6≤CR＜10-4时，致癌风险处于可接受的水平；当CR＞10-4时，致癌风险不可接受，会对人体健康产生致癌风险。同理，编制组采用CR=10-4反推竹笋中的铅含量，结果为6.017mg/kg，远高于GB2762中规定的限值0.1mg/kg，且湖南省近四年竹笋中检测出的铅含量最高为0.3mg/kg，不会造成致癌风险，故本标准不对竹笋中重金属的限值及其造成的致癌风险进行评价。

（2）重金属污染重点防控项目

近年来，我国重金属污染事件呈高发态势，《重金属污染综合防治“十二五”规划》提出了重金属污染防控的重点行业和重点防控的重金属污染物。依据重金属污染物的产生量和排放量，确定重金属污染防控的重点行业是：重有色金属矿（含伴生矿）采选业（铜矿采选、铅锌矿采选、镍钴矿采选、锡矿采选、锑矿采选、汞矿采选业等）、重有色金属冶炼业（铜冶炼、铅锌冶炼、镍钴冶炼、锡冶炼、锑冶炼、汞冶炼等）、铅畜电池制造业、皮革及其制造业（皮革鞣制加工等）、化学原料及化学制品制造业（基础化学原料制造和涂料、油墨、颜料及类似产品制造等）。重点防控的重金属污染物是铅、汞、镉、铬、砷、镍、铜、锌、银、钒、锰、钴、铊、锑等其他重金属污染物。

（3）农产品质量标准污染物控制项目

《食品安全国家标准 食品中污染物限量》（GB2762）规定了食品中限量指标中涉及污染物项目有：铅、镉、汞、砷、锡、镍、铬、苯并[a]芘、多氯联苯等。《食品安全国家标准 食品中农药最大残留限量》（GB2763）中规定的食品中污染物限量指标中涉及六六六和滴滴涕**。**

（4）土壤环境质量-农用地土壤污染风险管控标准污染物控制项目

2018年5月17日生态环境部批准了《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618），于2018年8月1日起开始实施。该版本标准中土壤污染物项目11个，其中：8个为无机污染物（镉、汞、砷、铜、铅、铬、锌、镍），3个为有机污染物（六六六、滴滴涕、苯并[a]芘）。

（5）其他相关标准污染物控制项目

《农灌水水质标准》（GB5084）中污染物控制项目：镉、汞、砷、铬、铅、铜、锌、硒、氟化物和石油烃。《地表水环境质量标准》（GB3838）中污染物控制项目：镉、汞、砷、铬、铅、铜、锌、硒、氟化物、苯并[a]芘和石油烃。《地下水质量标准》（GB/T14848）中污染物控制项目：镉、汞、砷、铬、铅、铜、镍、锌、锰、钴、硒、钼、氟化物、六六六和滴滴涕。《环境空气质量标准》（GB3095）中污染物控制项目：铅和苯并[a]芘。

从以上几个标准所要求控制的项目来看，基本以控制重金属和农药为主。依据国家林业和草原局食用林产品产地土壤监测数据和湖南省食用林产品产地土壤中污染物环境基准数据的状况、土壤环境管理的普遍性和特殊性，并结合湖南土壤污染状况调查的结果来看，《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618）中所要求控制的项目能代表湖南省食用林产品产地土壤污染物种类，因湖南省暂时没有食用林产品产地土壤环境质量相关标准，故本标准中的食用林产品产地土壤污染风险评价项目以《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》公布项目为准。

本标准对食用林产品产地土壤环境质量标准的项目分了基本项目和其他项目两类。

一类为基本项目。指食用林产品产地土壤中普遍存在土壤污染问题，对林地土壤环境安全意义重大，适用于所有农用地土壤环境保护与污染防治优先控制和管理的污染物项目，主要有镉、汞、砷、铜、铅、铬。

另一类为其他项目。指在某些特定地区土壤中存在土壤污染问题，对当地公众健康和生态环境安全等意义重大，适用于特定地区土壤污染风险管控的污染物项目，本标准主要确定了六六六、滴滴涕和苯并[a]芘。

### 6.2.2关于土壤pH的分组

土壤酸碱性是土壤的一个重要化学属性，是其形成过程中长期受气候、植被、动物、微生物、母质、水文等综合因素作用产生的属性。土壤的酸碱度不仅影响土壤本身的理化性质和生物因素，还影响植物对养分的吸收和生长发育、生理生化指标、抗病性以及产量和品质。

土壤pH是影响土壤中重金属活性的首要因子。通常情况下，土壤pH值越低，重金属活性越强、越容易在土壤中迁移，并被作物吸收。土壤pH也影响土壤固相表面电荷，尤其对于我国南方红壤地区的酸性土壤，pH越低，土壤固相表面正电荷增多，从而影响土壤固相对重金属的吸附与解吸。土壤pH也影响重金属在土壤中的化学沉淀与溶解过程。同时，土壤pH对植物生长、土壤微生物、动物等有影响。相关研究显示，近20多年来降水、大气沉降等长期积累加剧土壤酸化，我国南方地区土壤酸化面积增加、程度增大，有些地区土壤pH下降了接近1个单位。土壤酸化结果进一步加剧了土壤重金属（尤其是镉）的活性和生物有效性，这与目前我国南方地区的大米镉超标现象关联性强。

对全国土壤污染调查采集的土壤样品pH分组进行统计的结果显示，土壤pH大于7.5的土壤样品比例占45.5%，土壤pH6.5-7.5的土壤样品比例占15.6%，土壤pH6.5-5.5的土壤样品比例占16.7%，土壤pH小于5.5的土壤样品比例占22.2%。第二次全国土壤普查时，湖南省所采土壤样品，表土以微酸性土壤为主，占总样本的56.7%；底土以微酸性土和中性土为主，占总样本的62.7%；底层土壤维持在中性范围内。

由《湖南林地土壤酸碱性分析》可知，湖南省的土壤整体偏酸性，湖南林地土壤酸碱度呈现区域性变化。海拨较高的山区土壤多呈中性；强碱性土壤主要分布在洞庭湖周围的县市区；强酸性土壤主要分布在丘陵或山区的红壤地带。因此，有必要在土壤标准中细化pH并进行分档，增强对酸化地区土壤评价的针对性，结合土壤pH条件开展土壤污染风险评价是体现土壤分区评价的重要方式。

### 6.2.3评价标准值的确定

鉴于土壤环境基准值不确定性大，影响因素多，基于室内盆栽试验获得的研究结果难以预测野外林间实际情况。因此，需要建立基于野外大数据获得的剂量—效应关系模型，从统计学意义上确定最大概率保护大部分植物生长和林产品质量安全以及其他环境效应的标准值。目前完善定值方法的土壤污染风险管理理念逐步成熟，但基于野外大数据获得的剂量—效应关系模型还不能有效建立，限制本标准自主定值的程度。

一直以来我国对土壤环境质量评价和污染土壤治理评价都在应用我国《土壤环境质量标准》（GB15618），经济林产品及森林环境下生产的食用菌、山野菜等食用林产品产地环境要求采用的是《食用林产品产地环境通用要求》（LY/T1678）。通过对比《食用林产品产地环境通用要求》（LY/T1678）中土壤环境质量指标和《农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）中农用地土壤中其他土壤污染物基本项目和其他项目的含量限值，《食用林产品产地环境通用要求》（LY/T1678）中土壤环境质量指标要远远严于《农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）中农用地其他土壤污染物的风险限值。依据采用最小值原则，对比以上两个标准所采用污染物限值，并结合近四年的湖南省食用林竹笋产地的土壤和竹笋样品抽检数据分析，本标准中评价标准值的确定如下：

**1.镉**

2017年检测土壤pH<6.5的所有样品中，镉含量<0.3mg/kg不超标的占66.67%，镉含量在0.3-0.6mg/kg轻微超标（超标1倍）的占26.67%，轻度超标（超标2倍）的占6.66%。

2018年检测土壤pH<6.5的所有样品中，镉含量<0.3mg/kg不超标的占82.5%，镉含量在0.3-0.6mg/kg轻微超标（超标1倍）的占17.50%。

2019年检测土壤pH<6.5的所有样品中，镉含量<0.3mg/kg不超标的占16.67%，镉含量在0.3-0.6mg/kg轻微超标（超标1倍）的占72.73%，轻度超标（超标2倍）的占4.54%，重度超标（超标5倍以上）的占6.06%。

2020年检测土壤pH<6.5的所有样品中，镉含量<0.3mg/kg不超标的占60%，镉含量在0.3-0.6mg/kg轻微超标（超标1倍）的占60%。

2017-2020年土壤6.5<pH<7.5的所有样品中镉含量在0.3-0.8mg/kg轻微超标（超标1-2倍）的占85.71%，重度超标（超标5倍以上）的占14.29%。土壤pH>7.5的样品都是轻微超标。

所有抽检的竹笋样品中只有2个样品检出镉含量超标。

综上，选定以表6-2所规定的镉的限值作为湖南省食用林产品产地土壤隔的风险筛选值是可行的。

**2.汞**

2017年土壤pH<6.5的所有样品中，汞含量<0.25mg/kg不超标的占94.44%，汞含量在0.25-0.5mg/kg轻微超标（超标1倍）的占5.56%。

2018年土壤pH<6.5的所有样品中，汞含量<0.25mg/kg不超标的占95%，汞含量在0.25-0.5mg/kg轻微超标（超标1倍）的占5%。

2019年土壤pH<6.5的所有样品中，汞含量<0.25mg/kg不超标的占93.94%，汞含量在0.25-0.5mg/kg轻微超标（超标1倍）的占4.54%，轻度超标（超标1-2倍）的占1.52%。

2020年土壤pH<6.5的所有样品中，汞含量<0.25mg/kg不超标的占96%，汞含量在0.25-0.5mg/kg轻微超标（超标1倍）的占4%。

2017年-2020年土壤6.5<pH<7.5的所有样品中汞含量<0.3mg/kg不超标占85.71%，轻微超标（超标1倍以内）的占14.29%，土壤pH>7.5的样品轻微超标。

竹笋的所有抽检样品中没有检出汞含量超标。

综上，选定以表6-2所规定的汞的限值作为湖南省食用林产品产地土壤汞的风险筛选值是可行的。

**3.砷**

2017年土壤pH<6.5的所有样品中，砷含量<40mg/kg不超标的占94.44%，砷含量在40-80mg/kg轻微超标（超标1倍）的占5.56%。

2018年土壤pH<6.5的所有样品中，砷含量<40mg/kg不超标的占90%，砷含量在40-80mg/kg轻微超标（超标1倍）的占10%。

2019年土壤pH<6.5的所有样品中，砷含量<40mg/kg不超标的占72.73%，砷含量在40-80mg/kg轻微超标（超标1倍）的占21.21%，轻度超标（超标2-3倍）的占4.54%，重度超标（超标5倍以上）的占1.52%。

2020年土壤pH<6.5的所有样品中，砷含量<40mg/kg不超标的占92%，砷含量在40-80mg/kg轻微超标（超标1倍）的占8%。

2017年-2020年土壤6.5<pH<7.5的样品和土壤pH>7.5的样品砷含量均不超标。

竹笋的所有抽检样品中没有检出砷含量超标。

综上，选定以表6-2所规定的砷的限值作为湖南省食用林产品产地土壤砷的风险筛选值是可行的。

**4.铅**

2017年土壤pH<6.5的所有样品中，铅含量<50mg/kg不超标的占61.11%，铅含量在50-100mg/kg轻微超标（超标1倍）的占37.78%，轻度超标（超标2-3倍）的占1.11%。

2018年土壤pH<6.5的所有样品中，铅含量<50mg/kg不超标的占64.26%，铅含量在50-100mg/kg轻微超标（超标1倍）的占33.24%，轻度超标（超标2-3倍）的占2.5%。

2019年土壤pH<6.5的所有样品中，铅含量<50mg/kg不超标的占83.33%，铅含量在50-100mg/kg轻微超标（超标1倍）的占12.12%，轻度超标（超标2-3倍）的占4.55%。

2020年土壤pH<6.5的所有样品中，铅含量<50mg/kg不超标的占42.25%，铅含量在50-100mg/kg轻微超标（超标1倍）的占57.75%。

2017-2020年土壤6.5<pH<7.5的样品中铅含量<60mg/kg不超标占85.71%，轻度超标（超标1-2倍）的占14.29%。土壤pH>7.5的样品均不超标。

竹笋的所有抽检样品中检出铅含量超标，只占4.17%。

综上，选定以表6-2所规定的铅的限值作为湖南省食用林产品产地土壤铅的风险筛选值是可行的。

**5.铬**

2017年土壤pH<6.5的所有样品中，铬含量<120mg/kg不超标的占100%。

2018年土壤pH<6.5的所有样品中，铬含量<120mg/kg不超标的占100%，铬含量在120-200mg/kg轻微超标（超标1倍）的占1.52%。

2019年土壤pH<6.5的所有样品中，铬含量<120mg/kg不超标的占98.48%，铬含量在120-200mg/kg轻微超标（超标1倍）的占1.52%。

2020年土壤pH<6.5的所有样品中，铬含量<120mg/kg不超标的占100%。

2017年-2020年土壤6.5<pH<7.5的样品和土壤pH>7.5的样品铬含量均不超标。

竹笋的所有抽检样品中没有检出铬含量超标。

综上，选定以表6-2所规定的铬的限值作为湖南省食用林产品产地土壤铬的风险筛选值是可行的。

**6.铜**

2017年土壤pH<6.5的所有样品中，铜含量<50mg/kg不超标的占92.22%，铜含量在50-80mg/kg轻微超标（超标1倍）的占7.78%。

2018年土壤pH<6.5的所有样品中，铜含量<50mg/kg不超标的占100%。

2019年土壤pH<6.5的所有样品中，铜含量<50mg/kg不超标的占93.94%，铜含量在50-80mg/kg轻微超标（超标1倍）的占6.06%。

2020年土壤pH<6.5的所欲样品中，铜含量<50mg/kg不超标的占96%，铜含量在50-80mg/kg轻微超标（超标1倍）的占4%。

2017年-2020年土壤6.5<pH<7.5的样品和土壤pH>7.5的样品铜含量均不超标。

竹笋的所有抽检样品中没有检出铜含量超标。

综上，选定以表6-2所规定的铜的限值作为湖南省食用林产品产地土壤铜的风险筛选值是可行的。

**7.六六六和滴滴涕**

“95 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。自从1983年我国禁止使用六六六和滴滴涕以后，经过30多年自然消解，土壤中六六六和滴滴涕含量水平已显著降低。根据上次全国土壤污染状况调查数据，耕地土壤中六六六检出率为59.8%，含量范围为0.006-533μg/kg，75%分位数值为4.01μg/kg。滴滴涕检出率64%，含量范围为0.01-1720μg/kg，75%分位数值为12.4μg/kg。按照目前土壤中六六六和滴滴涕农药残留的水平，不会对作物农产品质量造成影响。但目前《食品安全国家标准食品中农药最大残留限量》（GB 2763-2016）中规定农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，适度收严土壤中六六六和滴滴涕含量限值。《食用农产品产地环境质量评价标准》（HJ 332-2006）规定为0.1mg/kg，第一次全国土壤污染状况调查评价标准也采用0.1mg/kg，竹笋的168个抽检样品中没有检出六六六和滴滴涕含量超标，所以本次标准将采用0.1mg/kg作为湖南省食用林产品产地土壤六六六和滴滴涕风险筛选值。

**8.苯并[a]芘**

“95 标准”中没有苯并[a]芘污染物指标，国内对农用地土壤苯并[a]芘危害阈值研究较少。有文献报道，农产品中苯并[a]芘主要由大气污染途径导致的，农作物直接从土壤中吸收苯并[a]芘导致大米、小麦超标的可能性很小。根据上次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 0.005μg/kg，最大值为 750μg/kg，顺序统计量 75%的值是 4.14μg/kg、95%的值是9.33μg/kg。全国土壤污染状况调查主要参照当时加拿大的农用地土壤质量指导值0.1mg/kg作为评价标准，评价结果显示，总点位超标率为1.4%。其中轻微超标为0.8%，轻度超标为0.2%，中度超标为0.2%，重度超标为 0.2%。2010 年加拿大已将保护人体健康苯并[a]芘的土壤质量指导值调整为 0.6mg/kg。鉴于其保护人体健康为主要目标，本次标准与我国《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准》中的筛选值保持一致，取0.55mg/kg作为湖南省食用林产品产地苯并[a] 芘土壤风险筛选值。

关于食用林产品产地，由于经济林产品及森林环境下生产的食用菌、山野菜等食用林产品，林业部门只有一个相关的专门标准《食用林产品产地环境通用要求》（LY/T 1678-2014），其中包括了对食用林产品产地相关土壤环境要求。但《食用林产品产地环境通用要求》（LY/T1678）中没有对土壤污染物的风险管控制值提出要求，而从世界范围来看，尚未发现有国家对林地和自然保护区等其他土壤制定环境质量类标准。国内外实践中，也极少有对林地和自然保护区土壤进行环境质量评价的案例，因而缺乏对食用林产品产地土壤污染风险管控制值的研究，缺少科学数据支持上述污染物风险管控制值标准的制定，条件也不成熟。鉴于《土壤环境质量标准》（GB 15618）的前三次征求意见稿中其适用范围都包含林地，因此本标准考虑湖南省食用林产品产地土壤污染和林产品超标实际情况，结合技术、经济因素进行综合考虑确定食用林产品产地土壤污染风险管控制值借鉴参照《农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）中农用地土壤污染风险管制值，见表6-3。

表 6-2食用林产品产地土壤污染风险筛选值（基本项目）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 风险筛选值 | | |
| pH<6.5 | 6.5< pH≤7.5 | pH>7.5 |
| 镉/（mg/Kg） ≤ | 0.30 | 0.30 | 0.35 |
| 汞/（mg/Kg） ≤ | 0.25 | 0.30 | 0.35 |
| 砷/（mg/Kg） ≤ | 40 | 30 | 25 |
| 铅/（mg/Kg） ≤ | 50 | 60 | 70 |
| 铬/（mg/Kg） ≤ | 120 | 140 | 160 |
| 铜/（mg/Kg） ≤ | 50 | 80 | 80 |

表6- 3 农用地土壤污染风险管制值

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 污染物项目 | 风险管制值 | | |
| pH<6.5 | 6.5< pH≤7.5 | pH>7.5 |
| 1 | 镉 | 1.5 | 3.0 | 4.0 |
| 2 | 汞 | 2.0 | 4.0 | 6.0 |
| 3 | 砷 | 200 | 120 | 100 |
| 4 | 铅 | 400 | 700 | 1000 |
| 5 | 铬 | 800 | 1000 | 1300 |

### 6.2.4布点和采样

#### 6.2.4.1 布点方法

1. 简单随机

将监测单元分成网格，每个网格编上号码，决定采样点样品数后，随机抽取规定的样品数的样品，其样本号码对应的网格号，即为采样点。随机数的获得可以利用掷骰子、抽签、查随机数表的方法。关于随机数骰子的使用方法可见 GB10111《利用随机数骰子进行随机抽样的办法》。简单随机布点是一种完全不带主观限制条件的布点方法。

1. 分块随机

根据收集的资料，如果监测区域内的土壤有明显的几种类型，则可将区域分成几块，每块内污染物较均匀，块间的差异较明显。将每块作为一个监测单元，在每个监测单元内再随机布点。在正确分块的前提下，分块布点的代表性比简单随机布点好，如果分块不正确，分块布点的效果可能会适得其反。

1. 系统随机

将监测区域分成面积相等的几部分（网格划分），每网格内布设一采样点，这种布点称为系统随机布点。如果区域内土壤污染物含量变化较大，系统随机布点比简单随机布点所采样品的代表性要好。

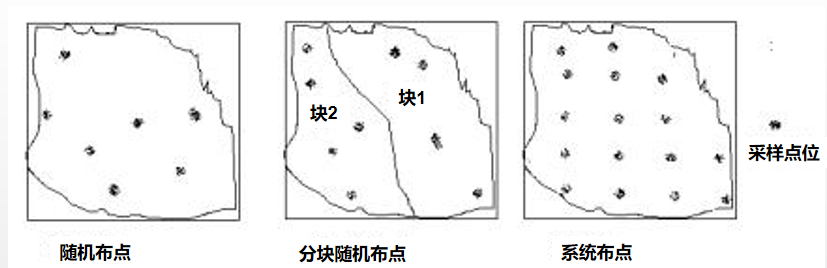


图 3 布点方式示意图

#### 6.2.4.2 样品采集

样品采集一般按三个阶段进行：

前期采样：根据背景资料与现场考察结果，采集一定数量的样品分析测定，用于初步验证污染物空间分异性和判断土壤污染程度，为制定监测方案（选择布点方式和确定监测项目及样品数量）提供依据，前期采样可与现场调查同时进行。

正式采样：按照监测方案，实施现场采样。

补充采样：正式采样测试后，发现布设的样点没有满足总体设计需要，则要进行增设采样点补充采样。

#### 6.2.4.3 采样

采样点可采表层样或土壤剖面。一般监测采集表层土，采样深度0～20cm，特殊要求的监测（土壤背景值高等）必要时选择部分采样点采集剖面样品。剖面的规格一般为长1.5m，宽0.8m，深1.2m。挖掘土壤剖面要使观察面向阳，表土和底土分两侧放置。

一般每个剖面采集A、B、C三层土样。1967年国际土壤学会提出把土壤剖面划分为：O层（有机层）、A层（淋溶层）、B层（淀积层）、C层（母质层）和R层（基岩）等6个主要图层。

地下水位较高时，剖面挖至地下水出露时为止；山地丘陵土层较薄时，剖面挖至风化层。

对B层发育不完整（不发育）的山地土壤，只采A、C两层；干旱地区剖面发育不完善的土壤，在表层5～20cm、心土层50cm、底土层100cm左右采样。

A层特别深厚，沉积层不甚发育，一米内见不到母质的土类剖面，按A层5～20cm、A/B层60～90cm、B层100～200cm采集土壤。

采样次序自下而上，先采剖面的底层样品，再采中层样品，最后采上层样品。测量重金属的样品尽量用竹片或竹刀去除与金属采样器接触的部分土壤，再用其取样。剖面每层样品采集1kg左右，装入样品袋，样品袋一般由棉布缝制而成，如潮湿样品可内衬塑料袋（供无机化合物测定）或将样品置于玻璃瓶内（供有机化合物测定）。

# 7 主要技术内容

## 7.1关于标准名称

为了充分体现《土十条》风险管控思路和林地分类管理要求，本标准名称采用《食用林产品产地土壤污染风险评价标准（竹笋）》。

## 7.2关于标准适用范围

根据国家林草局《2020年食用林产品及其产地土壤质量安全监测方案》与《食用林产品质量追溯要求 通则》的适用范围，《食用林产品产地土壤污染风险评价标准（竹笋）》将适用食用林产品（竹笋）产地土壤污染风险筛查和分类。

## 7.3关于标准术语和定义

本标准共有4个术语定义。其中：

### 7.3.1食用林产品产地土壤 soil in production areas of edible forest products

本标准定义：指能获得的可食用的植物、微生物及其初级产品的天然林、次生林和人工林覆盖的土地，是陆地上具有肥力并能生长植物的疏松表层。

### 7.3.2食用林产品产地土壤污染风险 risk of soil contamination in production areas of edible forest products

本标准定义：指因土壤污染导致食用林产品质量安全、食用林作物生长或食用林产地土壤生态环境受到不利影响。

### 7.3.3食用林产品产地土壤污染风险筛选值 risk screening values for soil contamination in production areas of edible forest products

本标准定义：指食用林产品产地土壤中污染物含量等于或者低于该值的，对食用林产品质量安全、食用林作物生长或食用林产品产地土壤生态环境的风险低，一般情况下可以忽略；超过该值的，对食用林产品质量安全、食用林作物生长或食用林产品产地土壤生态环境可能存在风险，应当加强土壤环境监测和食用林产品协同监测，原则上应当采取安全利用措施。

### 7.3.4食用林产品产地土壤污染风险管制值 risk intervention values for soil contamination in production areas of edible forest products

本标准定义：指食用林产品产地土壤中污染物含量超过该值的，食用林产品不符合质量安全标准等食用林土壤污染风险高，原则上应当采取严格管控措施。

# 8 评价标准实施建议

根据项目协议书的要求，本标准为推荐性省标准，建议省质量技术监督局发布与实施该标准时，及时组织有关市（县）林业局标准管理部门、科研和生产单位等进行宣传、推荐该标准，并配套出台相关的管理文件，指导、督促林地土壤环境污染风险评价工作的开展。

# 参考文献

1. 《中华人民共和国环境保护法》（中华人民共和国主席令第九号，2014年修订版，2015年1月1日施行）
2. 《中华人民共和国森林法》（中华人民共和国主席令第3号，1998年修正本，1998年7月1号施行）
3. 《中华人民共和国森林法实施条例》（中华人民共和国国务院令第666号，2016年2月6日施行）
4. 中华人民共和国卫生部.食品安全国家标准 食品中污染物限量:GB 2762-2012 [S].http://www.121jk.cn/api/attach.pHp?url=http://www.121jk.cn/file/uplo...
5. 中华人民共和国卫生部.中华人民共和国农业部.食品安全国家标准 食品中农药最大残留限量:GB 2763-2014 [S]. <http://www.360doc.com/content/14/0603/14/5699947_383254839.shtml>
6. 生态环境部.国家市场监督管理总局.土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）:GB 15618-2018 [S]. www.mee.gov.cn/gkm/sthjbgw/sthjbgg/201807/t20180703\_ 445969.htm
7. 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. 土壤质量—词汇:GB/T 18834-2002 [S]. <http://www.mep.gov.cn/image20010518/1747.pdf>
8. 土地利用现状分类：GB/T 21010-2007 [S]. https://wenku.baidu.com/view/6fc662ab7c1cfad6195fa789.html
9. 国家环境保护总局.食用农产品产地环境质量评价标准:HJ332-2006 [S]. https://wenku.baidu.com/view/5ec11546be1e650e52ea99cc.html
10. 国家环境保护总局.土壤环境监测技术规范:HJ/T 166-2004 [S]. https://wenku.baidu.com/view/3fb9932cbd64783e09122b25.html
11. 中华人民共和国农业部.农田土壤环境质量监测技术规范:NY/T 395-2012 [S]. <http://www.docin.com/p-871880780.html>
12. 《全国重金属污染防治重点区域竞争性评审》（财办建〔2015〕38 号）http://jjs.mof.gov.cn/zhengwuxinxi/tongzhigonggao/201506/t20150602\_1248397.html
13. 《全国土壤污染状况评价技术规定》（环发[2008]39 号）， https://zhidao.baidu.com/share/bedd729842329ff49f5f8d0d666b560b.html
14. 《全国土壤污染状况调查公报》（2014年4月17日）http://www.gov.cn/foot/2014-04/17/content\_2661768.htm
15. 《土壤污染防治行动计划》:国发〔2016〕31号<http://www.gov.cn/zhengce/content/2016-05/31/content_5078377.htm>
16. 《湖南省2012年森林资源统计年报》
17. 《湖南省土壤污染防治工作方案》: 湘政发〔2017〕4号. http://www.hngy.gov.cn/web/guiyang/zwgk/fggw/content\_114045.html
18. 《湖南省土壤污染状况调查总体方案》.2017.

http://www.hngy.gov.cn/web/guiyang/zwgk/fggw/content\_114045.html

1. 《湖南省土壤污染源、污染地块调查方案》. http://max.book118.com/html/2017/0301/94049934.shtm
2. 环境保护部.国家质量监督检验检疫总局.《土壤环境质量评价技术规范》（征求意见稿）
3. USEPA. Exposure factors handbook.Edition (Final). Washington:US Environmental Protection

Agency,2011.