

# Comparative Study on Soil Quality Monitoring Standards System between China and ISO

Yan Yang<sup>1,2</sup>, Hongqi Wang<sup>1\*</sup>, Li Shi<sup>2</sup>, Yang Zhao<sup>2</sup>, Qiwei Gu<sup>2</sup>, Ruhan Jiang<sup>1</sup>

<sup>1</sup>College of Water Sciences, Beijing Normal University, Beijing

<sup>2</sup>Environmental Protection Research Institute of Light Industry, Beijing

Email: \*liepi\_yang@163.com

Received: Apr. 2<sup>nd</sup>, 2019; accepted: Apr. 17<sup>th</sup>, 2019; published: Apr. 24<sup>th</sup>, 2019

## Abstract

This paper introduced China National Standards “Soil Environmental Quality Risk Control Standard for Soil Contamination of Agricultural Land (Trial) (GB15618-2018)” and “Soil Environmental Quality Risk Control Standard for Soil Contamination of Development Land (Trial) (GB36600-2018)”. We focused on the pollutants indices and the corresponding legal standards of soil monitoring methods, especially the standards of monitoring soil chemical characteristics, in comparison to the soil quality standard system of International Organization for Standardization (ISO). We found that the ISO standards can be adopted for future monitoring of chemical pollutants and the physical, biological and hydrological soil properties, and also extracting heavy metals and rapid screening. What we learned in this study can improve the soil quality monitoring standard system in China to meet the needs of soil investigation, evaluation, restoration and supervision.

## Keywords

Soil Quality Monitoring, Standard System, China, ISO, Comparison

# 我国与ISO土壤质量监测标准体系比较研究

杨艳<sup>1,2</sup>, 王红旗<sup>1\*</sup>, 史丽<sup>2</sup>, 赵阳<sup>2</sup>, 顾琦玮<sup>2</sup>, 姜茹菡<sup>1</sup>

<sup>1</sup>北京师范大学水科学研究院, 北京

<sup>2</sup>轻工业环境保护研究所, 北京

Email: \*liepi\_yang@163.com

收稿日期: 2019年4月2日; 录用日期: 2019年4月17日; 发布日期: 2019年4月24日

\*通讯作者。

文章引用: 杨艳, 王红旗, 史丽, 赵阳, 顾琦玮, 姜茹菡. 我国与 ISO 土壤质量监测标准体系比较研究[J]. 土壤科学, 2019, 7(2): 144-153. DOI: 10.12677/hjss.2019.72018

## 摘要

本文介绍了中国国家标准《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018)和《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018),并与国际标准化组织(ISO)土壤质量标准体系进行了比较,重点研究了土壤环境质量关注污染物项目和相应的法定土壤监测方法标准,特别是土壤化学特征监测标准。我们发现,在新型化学污染物监测,土壤物理、土壤生物、土壤水文指标监测,可提取态重金属监测,以及快速筛选监测等方面可借鉴ISO的经验,进一步完善我国土壤质量监测标准体系,以满足我国土壤调查、评价、修复、监管等需求。

## 关键词

土壤质量监测, 标准体系, 中国, ISO, 比较

Copyright © 2019 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

面对我国日益严峻的土壤污染现状,摸清土壤污染状况底数是土壤环境保护工作的基础,科学规范的土壤监测方法则是夯实这一基础的重要保障。2005年4月至2013年12月,我国开展了首次全国土壤污染状况调查,2014年4月17日,原环境保护部和国土资源部联合发布了《全国土壤污染状况调查公报》,全国土壤总的超标率为16.1%,土壤环境状况总体不容乐观[1]。2016年5月,国务院印发了《土壤污染防治行动计划》,“深入开展土壤环境质量调查”、“建设土壤环境质量监测网络”和“完善土壤中污染物分析测试方法”均被列为其中的重点任务[2]。《中华人民共和国土壤污染防治法》(自2019年1月1日起施行)规定“国家实行土壤环境监测制度”,“国务院生态环境主管部门制定土壤环境监测规范”[3]。

国际标准化组织(International Organization for Standardization, ISO)成立于1946年,从1993年起陆续颁布了一些与土壤质量监测有关的标准方法,在统一与规范土壤质量监测标准方面发挥了积极的作用[4]。为满足我国土壤污染防治工作的需要,近年来我国土壤质量监测标准更新较快,基本与国际接轨,初步建立了土壤质量监测标准体系。但与ISO标准相比,我国土壤质量监测标准体系相对薄弱,监测的污染物数量相对较少、种类相对单一。本文将介绍目前我国和ISO的土壤监测标准体系,比较其异同,寻找其差距,为进一步完善我国土壤质量标准体系提供国际经验和有益借鉴。

## 2. 我国土壤质量监测标准体系

### 2.1. 我国土壤质量标准中规定的监测方法标准

我国现行有效土壤质量标准《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018代替GB15618-1995)和《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)中,规定使用的监测分析方法和标准编号见表1[5]。

**Table 1.** List of monitoring and analysis methods in China's soil quality standards [5]**表 1.** 我国土壤质量标准中规定监测分析方法一览表[5]

监测分析方法	标准编号	GB 15618 中 污染物项目	GB 36600 中 污染物项目
土壤质量 铅、镉的测定 石墨炉原子吸收分光光度法	GB/T 17141-1997	铅、镉	铅、镉
土壤质量 总汞的测定 冷原子吸收分光光度法	GB/T 17136-1997	汞	汞
土壤质量 铜、锌的测定 火焰原子吸收分光光度法	GB/T 17138-1997	铜、锌	铜
土壤质量 镍的测定 火焰原子吸收分光光度法	GB/T 17139-1997	镍	镍
土壤质量 总汞、总砷、总铅的测定 原子荧光法 第 1 部分: 土壤中总汞的测定	GB/T 22105.1-2008	汞	汞
土壤质量 总汞、总砷、总铅的测定 原子荧光法 第 2 部分: 土壤中总砷的测定	GB/T 22105.2-2008	砷	砷
土壤 总铬的测定 火焰原子吸收分光光度法	HJ 491-2009	铬	/
土壤和沉积物 汞、砷、硒、铋、锑的测定 微波消解原子荧光法	HJ 680-2013	汞、砷	砷、汞、锑
土壤和沉积物 铍的测定 石墨炉原子吸收分光光度法	HJ 737-2015	/	铍
土壤 氰化物和总氰化物的测定 分光光度法	HJ 745-2015	/	氰化物
土壤和沉积物 无机元素的测定 波长色散 X 射线荧光光谱法	HJ 780-2015	铅、铬、铜、镍、铜、铅、镍、钴、钒 锌	
土壤和沉积物 12 种金属元素的测定 王水提取 - 电感耦合等离子体质谱法	HJ 803-2016	砷	砷、锑、钴、钒
土壤和沉积物 总汞的测定 催化热解 - 冷原子吸收分光光度法	HJ 923-2017	汞	汞
土壤中六六六和滴滴涕测定的气相色谱法	GB/T 14550-2003	六六六总量	p,p'-滴滴滴、p,p'-滴滴伊、滴滴涕、 $\alpha$ -六六六、 $\beta$ -六六六、 $\gamma$ -六六六
土壤和沉积物 二噁英类的测定 同位素稀释高分辨气相色谱 - 高分辨质谱法	HJ 77.4-2008	/	二噁英(总毒性当量)
土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气相色谱 - 质谱法	HJ 605-2011	/	四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯乙烷、1,1-二氯乙烯、顺-1,2-二氯乙烯、反-1,2-二氯乙烯、二氯甲烷、1,2-二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、三氯乙烯、1,2,3-三氯丙烷、氯乙烯、苯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、间二甲苯 + 对二甲苯、邻二甲苯、萘、一溴二氯甲烷、溴仿、二溴氯甲烷、1,2-二溴乙烷
土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 顶空/气相色谱 - 质谱法	HJ 642-2013	/	四氯化碳、氯仿、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯乙烷、1,1-二氯乙烯、顺-1,2-二氯乙烯、反-1,2-二氯乙烯、二氯甲烷、1,2-二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、三氯乙烯、1,2,3-三氯丙烷、氯乙烯、苯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、间二甲苯 + 对二甲苯、邻二甲苯、一溴二氯甲烷、溴仿、二溴氯甲烷、1,2-二溴乙烷
土壤和沉积物 酚类化合物的测定 气相色谱法	HJ 703-2014	/	2-氯酚、2,4-二氯酚、2,4,6-三氯酚、2,4-二硝基酚、五氯酚
土壤和沉积物 挥发性卤代烃的测定 吹扫捕集/气相色谱 - 质谱法	HJ 735-2015	/	四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯乙烷、1,1-二氯乙烯、顺-1,2-二氯乙烯、反-1,2-二氯乙烯、二氯甲烷、1,2-二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、三氯乙烯、1,2,3-三氯丙烷、氯乙烯、苯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、间二甲苯 + 对二甲苯、邻二甲苯、一溴二氯甲烷、溴仿、二溴氯甲烷、1,2-二溴乙烷

## Continued

土壤和沉积物 挥发性卤代烃的测定 顶空/气相色谱 - 质谱法	HJ 736-2015	/	四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯乙烷、1,1-二氯乙烯、顺-1,2-二氯乙烯、反-1,2-二氯乙烯、二氯甲烷、1,2-二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、三氯乙烯、1,2,3-三氯丙烷、氯乙烯、一溴二氯甲烷、溴仿、二溴氯甲烷、1,2-二溴乙烷
土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 顶空/气相色谱法	HJ 741-2015	/	四氯化碳、氯仿、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯乙烷、1,1-二氯乙烯、顺-1,2-二氯乙烯、反-1,2-二氯乙烯、二氯甲烷、1,2-二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、三氯乙烯、1,2,3-三氯丙烷、氯乙烯、苯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、间二甲苯 + 对二甲苯、邻二甲苯、萘、一溴二氯甲烷、溴仿、二溴氯甲烷、1,2-二溴乙烷
土壤和沉积物 挥发性芳香烃的测定 顶空/气相色谱法	HJ 742-2015	/	苯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、间二甲苯 + 对二甲苯、邻二甲苯
土壤和沉积物 多氯联苯的测定 气相色谱 - 质谱法	HJ 743-2015	/	多氯联苯(总量)、3,3',4,4',5-五氯联苯(PCB169)、3,3',4,4',5,5'-六氯联苯(PCB169)
土壤和沉积物 多环芳烃的测定 高效液相色谱法	HJ 784-2016	苯并[a]芘	苯并[a]蒽、苯并[a]芘、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、蒽、二苯并[a,h]蒽、茚并[1,2,3-cd]芘
土壤和沉积物 多环芳烃的测定 气相色谱 - 质谱法	HJ 805-2016	苯并[a]芘	苯并[a]蒽、苯并[a]芘、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、蒽、二苯并[a,h]蒽、茚并[1,2,3-cd]芘、萘
土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱 - 质谱法	HJ 834-2017	苯并[a]芘	1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、硝基苯、苯胺、2-氯酚、苯并[a]蒽、苯并[a]芘、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、蒽、二苯并[a,h]蒽、茚并[1,2,3-cd]芘、萘、六氯环戊二烯、2,4-二硝基甲苯、2,4-二氯酚、2,4,6-三氯酚、2,4-二硝基酚、五氯酚、邻苯二甲酸二(2-乙基己基)酯、邻苯二甲酸丁基苯酯、邻苯二甲酸二正辛酯、3,3'-二氯联苯胺、
土壤和沉积物 有机氯农药的测定 气相色谱 - 质谱法	HJ 835-2017	六六六总量	氯丹、p,p'-滴滴涕、p,p'-滴滴伊、滴滴涕、硫丹、七氯、 $\alpha$ -六六六、 $\beta$ -六六六、 $\gamma$ -六六六、六氯苯、灭蚊灵
土壤和沉积物 有机氯农药的测定 气相色谱法	HJ 921-2017	六六六总量	氯丹、p,p'-滴滴涕、p,p'-滴滴伊、滴滴涕、硫丹、 $\alpha$ -六六六、 $\beta$ -六六六、 $\gamma$ -六六六、六氯苯、灭蚊灵
土壤和沉积物 多氯联苯的测定 气相色谱法	HJ 922-2017		多氯联苯(总量)、3,3',4,4',5-五氯联苯(PCB169)、3,3',4,4',5,5'-六氯联苯(PCB169)
土壤和沉积物 苯胺类和联苯胺类的测定 液相色谱 - 质谱法	无	/	苯胺、3,3'-二氯联苯胺
土壤 pH 值的测定 电位法	无	pH	/
土壤和沉积物 六价铬的测定 碱溶液提取/原子吸收分光光度法	无	/	铬(六价)
土壤和沉积物 烷基汞的测定 吹扫捕集/气相色谱原子荧光法	无	/	甲基汞
土壤和沉积物 阿特拉津和西玛津的测定 液相色谱法	无	/	阿特拉津
土壤和沉积物 杀虫剂 气相色谱法、气相色谱 - 质谱法或高效液相色谱法	无	/	敌敌畏、乐果
土壤和沉积物 多溴联苯的测定 气相色谱 - 质谱法	无	/	多溴联苯(总量)
土壤和沉积物 总石油烃的测定 气相色谱法	无	/	石油烃(C10-C40)

## 2.2. 我国土壤质量监测方法标准体系的特点

### 2.2.1. 我国土壤质量标准规定监测的污染物项目

在监测内容上,我国土壤质量标准规定的监测项目以土壤化学污染物为主。

1) 在 GB 15618 中,土壤污染物项目共 10 种。

① 无机及污染物 8 种:镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌;

② 有机污染物 3 种:六六六总量、滴滴涕总量、苯并[a]芘。

2) 在 GB 36600 中,土壤污染物项目主要选择了我国已制定的环境质量和排放标准中规定的项目、污染地块调查中检出率较高的污染物、毒性高且移动性强的污染物、地方土壤标准关注的污染物等,共 85 种。

① 重金属与无机物 13 种:锑、砷、铍、镉、铬(六价)、钴、铜、铅、汞、甲基汞、镍、钒、氰化物;

② 挥发性有机物 31 种:一溴二氯甲烷、溴仿、四氯化碳、氯仿、氯甲烷、二溴氯甲烷、1,2-二溴乙烷、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯乙烷、1,1-二氯乙烯、1,2-顺式-二氯乙烯、1,2-反式-二氯乙烯、二氯甲烷、1,2-二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2 四氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、三氯乙烯、1,2,3-三氯丙烷、氯乙烯、苯、氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、间二甲苯+对二甲苯、邻二甲苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯;

③ 半挥发性有机物 21 种:六氯环戊二烯、苯胺、2-氯酚、2,4-二氯酚、2,4-二硝基酚、2,4-二硝基甲苯、硝基苯、五氯酚、2,4,6-三氯酚、苯并[a]蒽、苯并[a]芘、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、蒽、二苯并[a,h]蒽、茚并[1,2,3-cd]芘、萘、邻苯二甲酸二(2-乙基己基)酯、邻苯二甲酸丁基苄酯、邻苯二甲酸二正辛酯、3,3'-二氯联苯胺;

④ 有机农药类 14 种:阿特拉津、氯丹、p,p'-滴滴涕、p,p'-滴滴伊、滴滴涕、敌敌畏、乐果、硫丹、七氯、 $\alpha$ -六六六、 $\beta$ -六六六、 $\gamma$ -六六六、六氯苯、灭蚁灵;

⑤ 多氯联苯、多溴联苯和二噁英类 5 种:多氯联苯(总量)、3,3',4,4',5-五氯联苯(PCB126)、3,3',4,4',5,5'-六氯联苯(PCB169)、二噁英(总毒性当量)、多溴联苯(总量);

⑥ 石油烃类 1 种:石油烃(C10-C40)。

### 2.2.2. 我国土壤质量监测方法标准匹配情况

我国土壤质量标准中污染物项目分析方法标准采用现行有效国家标准(GB, 共 7 个)或环保行业标准(HJ, 共 22 个)并随之更新。同一种污染物项目有多种分析方法的,所列测试方法均为有效方法,但按照标准执行惯例,优先采用排序靠前的方法。

1) GB 15618 中,11 个污染物项目均有国家标准(共 7 个)或环保行业标准(共 10 个)监测方法。

2) GB 36600 中,85 个污染物项目中,有 74 个项目存在国家标准(共 7 个)或环保行业标准(共 21 个)监测方法并能与之完全匹配;有 2 个项目(苯胺、3,3'-二氯联苯胺)存在可采用的国家环境标准监测方法但方法标准中未将其列入,需经过方法验证后方可使用;有 2 个项目(3,3',4,4',5-五氯联苯(PCB126)、3,3',4,4',5,5'-六氯联苯(PCB169))存在可采用的国家环境标准监测方法但是定量限不满足筛选值;有 7 个项目(铬(六价)、甲基汞、阿特拉津、敌敌畏、乐果、多溴联苯(总量)、石油烃(C10-C40))的监测方法正在制定中。

### 2.2.3. 我国土壤质量监测方法技术原理选择

我国土壤质量标准中,同一种污染物项目可选用技术原理不同的多种监测方法标准,同一监测方法标准也可适用于多个污染物项目,主要污染物项目监测方法技术原理选择如下。

1) 土壤中的重金属项目分析方法, 主要采用了光学法, 如: 原子吸收光谱法、原子荧光光谱法、X 射线荧光光谱法等; 少量采用仪器联用法, 如: 电感耦合等离子体-质谱法(ICP-MS)。其中光学分析法适用范围较广, 灵敏度较高, 操作较便捷; 仪器联用法检测灵敏度高、重现性好, 但仪器较昂贵。

2) 土壤中的无机物项目氰化物分析方法, 采用了光学法(分光光度法)。

3) 土壤中的有机物, 分析方法主要为色谱法和色谱-质谱联用法, 包括: 气相色谱法(GC), 高效液相色谱法(HPLC), 气相色谱-质谱联用法(GC-MS)和液相色谱-质谱联用法(LC-MS)等。

### 3. ISO 土壤质量监测标准体系

#### 3.1. ISO 土壤质量标准体系

ISO 制定了超过 22572 项国际标准, 并全部收录在 ISO 标准目录中, 按照国际标准分类法(International Classification for Standards, ICS)进行等级制分类, 原则上由三级分类组成: 一级类按标准化所涉及的专业领域划分, 设 40 个大类, 以 2 位数字表示; 40 个一级大类再分为 407 个二级类, 以 3 位数字表示; 在 407 个二级类中, 有 134 个被进一步细分成三级类, 以 2 位数字表示。

现行有效 ISO 土壤质量标准共 209 个, 属于 ICS 中第 13.080 分类, 进一步细分为 7 个三级类, 每个三级类中发布的、制定中的、撤销的、删除的国际标准数量统计详见表 2 [6]。

**Table 2.** List of classification statistics of ISO soil quality standards [6]

**表 2.** ISO 土壤质量标准分类统计一览表[6]

ICS 三级 分类号	分领域	内容备注	国际标准数量(个)				
			发布的	制定中的	撤销的	删除的	小计
13.080.01	土壤质量和普通土壤学	包括污染、侵蚀、退化等	17	9	10	0	36
13.080.05	对土壤的一般检查	包括采样	36	7	11	0	54
13.080.10	土壤的化学特征		65	4	15	1	85
13.080.20	土壤的物理性质		26	3	29	0	58
13.080.30	土壤的生物学特性		48	10	17	0	75
13.080.40	土壤的水文特性		12	1	1	0	14
13.080.99	其他与土壤质量有关的标准	包括与土壤有关的农业和土壤材料的再利用	5	2	2	0	9
	合计		209	36	85	1	331

#### 3.2. ISO 土壤质量化学特征监测方法标准

现行有效的 ISO 土壤质量国际标准中, 涉及化学特征监测的主要是 13.080.10 类, 该三级分类下现行有效标准(65 个)目录如表 3 [7]。

#### 3.3. ISO 土壤质量化学特征监测方法技术选择

ISO 土壤质量化学特征监测标准中, 主要污染物项目监测方法技术原理选择如下。

1) 土壤中的重金属项目分析方法, 主要采用了光学法, 如: 原子吸收光谱法、原子荧光光谱法、X 射线荧光光谱法等; 少量采用仪器联用法, 如: 电感耦合等离子体原子发射光谱法(ICP-AES)、电感耦合等离子体-质谱法(ICP-MS)。

2) 土壤中的无机物项目分析方法, 采用了折射法、干烧法、容量法、分光光度法、萃取法、连续流动分析法、离子色谱法、计算法等。

**Table 3.** List of ISO standards for monitoring chemical characteristics of soil quality [7]**表 3.** ISO 土壤质量化学特征监测标准一览表[7]

序号	标准编号	标准名称
1	ISO 10382:2002	土壤质量 有机氯农药和多氯联苯的测定 气相色谱 - 电子捕获检测法(GC-ECD)
2	ISO 10390:2005	土壤质量 pH 的测定
3	ISO 10693:1995	土壤质量 碳酸盐含量的测定 容量法
4	ISO 10694:1995	土壤质量 干燃烧后有机碳和总碳的测定(元素分析法)
5	ISO 11047:1998	土壤质量 镉、铬、钴、铜、铅、锰、镍、锌的测定 火焰和电热原子吸收光谱法
6	ISO 11048:1995	土壤质量 水溶性和酸溶性硫酸盐的测定
7	ISO 11260:2018	土壤质量 用氯化钡溶液测定 有效阳离子交换容量和碱饱和水平
8	ISO 11261:1995	土壤质量 总氮的测定 修正的凯氏定氮法
9	ISO 11262:2011	土壤质量 总氧化物的测定
10	ISO 11263:1994	土壤质量 磷的测定 溶于碳酸氢钠中磷的分光光度法
11	ISO 11264:2005	土壤质量 除草剂的测定 高效液相色谱(HPLC)紫外(UV)检测法
12	ISO 11466:1995	土壤质量 王水中可溶性痕量元素的提取
13	ISO 11916-1:2013	土壤质量 几种炸药和相关化合物的测定 第 1 部分: 高效液相色谱(HPLC)紫外(UV)检测法
14	ISO 11916-2:2013	土壤质量 几种炸药和相关化合物的测定 第 2 部分: 气相色谱 - 电子捕获检测法(GC-ECD)或气相色谱 - 质谱法(GC-MS)
15	ISO 12404:2011	土壤质量 筛选方法的选择和应用导则
16	ISO 12914:2012	土壤质量 微波辅助提取王水中可溶性组分用于元素的测定
17	ISO 13196:2013	土壤质量 土壤元素筛选手持或便携式能量色散 X 射线荧光光谱法
18	ISO 13536:1995	土壤质量 用 pH 8.1 的氯化钡缓冲溶液测定潜在阳离子交换量和可交换阳离子
19	ISO 13859:2014	土壤质量 多环芳烃(PAH)的测定 气相色谱法(GC)和高效液相色谱法(HPLC)
20	ISO 13876:2013	土壤质量 多氯联苯(PCB)的测定 气相色谱 - 质谱法(GC-MS)和气相色谱 - 电子捕获检测法(GC-ECD)
21	ISO 13878:1998	土壤质量 总氮含量的测定 干烧法(元素分析)
22	ISO/TS 13896:2012	土壤质量 直链烷基苯磺酸盐(LAS)的测定 高效液相色谱(HPLC)荧光检测法(FLD)和液相色谱 - 质谱法(LC-MS)
23	ISO/TS 13907:2012	土壤质量 壬基酚(NP)、单乙氧基壬基酚、二乙氧基壬基酚的测定 气相色谱 - 质谱法(GC-MS)
24	ISO 13913:2014	土壤质量 几种酞酸酯类化合物的测定 毛细管柱气相色谱 - 质谱法(GC-MS)
25	ISO 13914:2013	土壤质量 二噁英、呋喃及二噁英类多氯联苯的测定 气相色谱 - 高分辨质谱联用法(GC-HRMS)
26	ISO 14154:2005	土壤质量 几种氯酚的测定 气相色谱 - 电子捕获检测法(GC-ECD)
27	ISO 14235:1998	土壤质量 有机碳的测定 重铬酸钾法
28	ISO 14254:2018	土壤质量 可交换酸度的测定 氯化钡提取法
29	ISO 14255:1998	土壤质量 风干土中硝态氮、铵态氮和总溶解氮测定 氯化钙溶液萃取法
30	ISO/TS 14256-1:2003	土壤质量 田间潮湿土壤中硝酸盐、亚硝酸盐和氨氮的测定 氯化钾溶液萃取法 第 1 部分: 手工法
31	ISO 14256-2:2005	土壤质量 田间潮湿土壤中硝酸盐、亚硝酸盐和氨氮的测定 氯化钾溶液萃取法 第 2 部分: 连续流动自动分析法
32	ISO 14388-1:2014	土壤质量 酸性硫酸盐土壤中酸碱度计算程序 第 1 部分: 引言、定义、符号、缩略语、取样和试样制备

## Continued

33	ISO 14388-2:2014	土壤质量 酸性硫酸盐土壤中酸碱度计算程序 第2部分: 铬还原性硫(CRS)法
34	ISO 14388-3:2014	土壤质量 酸性硫酸盐土壤中酸碱度计算程序 第3部分: 悬浮液过氧化物酸硫复合氧化法(SPOCAS)
35	ISO 14869-1:2001	土壤质量 测定总元素含量的消解法 第1部分: 氢氟酸和高氯酸消解法
36	ISO 14869-2:2002	土壤质量 测定总元素含量的消解法 第2部分: 碱熔法
37	ISO 14869-3:2017	土壤质量 测定总元素含量的消解法 第3部分: 氢氟酸、盐酸和硝酸的微波加压消解法
38	ISO 14870:2001	土壤质量 痕量元素的提取 DTPA 缓冲液法
39	ISO 15009:2016	土壤质量 挥发性芳香烃、萘和挥发性卤代烃含量的测定 吹扫捕集气相色谱法
40	ISO 15178:2000	土壤质量 总硫含量的测定 干烧法
41	ISO 15192:2010	土壤质量 固体材料中铬(六价)的测定 碱熔消解离子色谱光谱检测法
42	ISO 16558-1:2015	土壤质量 基于风险的石油烃类 第1部分: 挥发性石油烃中脂肪族和芳香族组分的测定 气相色谱(静态顶空)法
43	ISO/TS 16558-2:2015	土壤质量 基于风险的石油烃类 第2部分: 半挥发性石油烃中脂肪族和芳香族组分的测定 气相色谱火焰离子检测法
44	ISO 16703:2004	土壤质量 C10~C40 之间碳氢化合物含量的测定 气相色谱法
45	ISO/TS 16727:2013	土壤质量 汞的测定 冷蒸汽原子荧光光谱法(CVAFS)
46	ISO 16729:2013	土壤质量 硝酸可溶性元素的消解
47	ISO 16772:2004	土壤质量 土壤王水提取物中汞的测定 冷蒸汽原子光谱法/冷蒸汽原子荧光光谱法
48	ISO/TS 16965:2013	土壤质量 痕量元素的测定 电感耦合等离子体质谱法(ICP-MS)
49	ISO/TS 17182:2014	土壤质量 几种酚类和氯酚类的测定 气相色谱质谱法
50	ISO 17183:2016	土壤质量 土壤中异丙醇可萃取有机化合物的筛选 光衰减测定乳化指数法
51	ISO 17184:2014	土壤质量 碳、氮的测定 近红外光谱法
52	ISO 17380:2013	土壤质量 总氰化物和易释放氰化物的测定 连续流动分析法
53	ISO 17586:2016	土壤质量 痕量元素的稀硝酸萃取法
54	ISO/TR 18105:2014	土壤质量 水溶性铬(六价)的测定 试剂盒法
55	ISO 18227:2014	土壤质量 元素组成测定 X 射线荧光法
56	ISO 18287:2006	土壤质量 多环芳烃(PAH)的测定 气相色谱-质谱法(GC-MS)
57	ISO/TR 19588:2017	环境氰化物分析的背景信息和导则
58	ISO 19730:2008	土壤质量 土壤痕量元素的硝酸铵溶液提取法
59	ISO 20244:2018	土壤质量 含水量的筛选折射法
60	ISO 20279:2005	土壤质量 铊的提取和测定 电热原子吸收光谱法
61	ISO 20280:2007	土壤质量 土壤王水提取物中砷、锑、硒的测定 电热/氢化物发生原子吸收光谱法
62	ISO 20295:2018	土壤质量 土壤中高氯酸盐的测定 离子色谱法
63	ISO 22036:2008	土壤质量 土壤提取物中痕量元素的测定 电感耦合等离子体原子发射光谱法(ICP-AES)
64	ISO 22155:2016	土壤质量 挥发性芳香族和卤代烃及几种醚的测定 静态顶空气相色谱法
65	ISO 23161:2018	土壤质量 几种有机锡化合物的测定 气相色谱法



3) 土壤中的有机物, 分析方法主要为色谱法和色谱-质谱联用法, 包括: 气相色谱法(GC)、高效液相色谱法(HPLC)、气相色谱-质谱联用法(GC-MS)和液相色谱-质谱联用法(LC-MS)等。

4) 无机痕量元素前处理方法, 采用了酸消解法(硝酸, 氢氟酸和高氯酸, 氢氟酸、盐酸和硝酸等)、碱熔法、提取法(王水, DTPA 缓冲液, 硝酸铵溶液)等。

## 4. 我国与 ISO 土壤质量监测标准体系的比较

### 4.1. 我国与 ISO 土壤质量监测标准体系的相同点

比较我国与 ISO 环境质量监测标准体系, 主要有以下相同点:

1) 主要污染物种类覆盖较全面, 均包括了重金属、挥发性有机物、半挥发性有机物、多氯联苯、二噁英等对生态环境或人体健康具有潜在危害的污染物项目。

2) 选用的仪器分析技术均较先进, 如: 重金属污染物分析技术采用了光学法和仪器联用法, 有机污染物分析技术主要采用了色谱法和色谱-质谱联用法。

3) 我国土壤质量标准中尚在制定监测方法标准的 7 个项目中, 有 5 个(甲基汞、阿特拉津、敌敌畏、乐果、多溴联苯(总量))在 ISO 中也没有现行有效方法标准, 均有待补充完善。

### 4.2. 我国与 ISO 土壤质量监测标准体系的不同点和差距

比较我国与 ISO 环境质量监测标准体系, 主要有以下不同点和差距。

1) 我国土壤监测指标种类不如 ISO 丰富。我国土壤质量监测标准以化学污染物指标为主, 而 ISO 除化学特征指标外, 还有土壤物理、土壤生物、土壤水文等指标的监测方法标准。在 ISO 现有化学特征监测方法标准中, 除有我国正在制定的石油烃(C10-C40)、铬(六价)监测方法标准外, 还有我国土壤质量标准中未涵盖的炸药、直链烷基苯磺酸盐(LAS)、壬基酚类等新型污染物的监测方法标准。此外, 我国和 ISO 均有的农药类指标, 我国只有有机氯农药有监测方法标准, ISO 则还包括其它除草剂的监测方法标准。

2) 我国土壤质量重金属项目前处理方式局限性较强。我国重金属监测多采用前处理和分析方法一体集成的标准方法, 而 ISO 是将前处理和分析方法分离, 形成相对独立的标准, 有利于自由组合。我国重金属前处理方式主要为四酸消解或碱熔等全量消解方式, 而 ISO 除全量消解方法外, 还有用不同溶剂(王水, DTPA 缓冲液, 硝酸铵溶液)提取可提取态重金属的前处理方法。

3) 我国土壤质量监测缺少原位快速筛选方法标准。我国土壤质量监测标准主要是实验室内异位精准定量的分析方法, 而 ISO 有少量可用于现场原位快速筛选的监测方法标准, 如: 用于土壤元素筛选的便携式能量色散 X 射线荧光光谱法, 用于含水量筛选的折射法, 用于土壤中异丙醇可萃取有机化合物筛选的光衰减测定乳化指数法等。

## 5. 结语

我国 2018 年新发布的两个土壤环境质量标准(GB 15618 与 GB 36600)中建立的土壤质量监测标准体系, 主要化学污染物种类覆盖较全面, 分析技术与仪器较先进, 基本与国际 ISO 标准接轨。

我国土壤质量监测标准体系与 ISO 相比还存在一些差距, ISO 土壤质量监测标准体系可为我国提供国际经验和有益借鉴。例如, 在新型化学污染物检测, 土壤物理、土壤生物、土壤水文指标监测, 可提取态重金属监测, 以及快速筛选监测等方面, 可以借鉴 ISO 经验, 进一步完善我国土壤监测标准体系, 以满足我国土壤调查、评价、修复、监管等需求。

## 基金项目

国家自然科学基金(批准号: 41772234)。

## 参考文献

- [1] 环境保护部, 国土资源部. 全国土壤污染状况调查公报[EB/OL]. <http://www.gov.cn/foot/site1/20140417/782bcb88840814ba158d01.pdf>, 2014-04-17.
- [2] 中国政府网. 国务院关于印发土壤污染防治行动计划的通知[EB/OL]. [http://www.gov.cn/zhengce/content/2016-05/31/content\\_5078377.htm](http://www.gov.cn/zhengce/content/2016-05/31/content_5078377.htm), 2016-05-28.
- [3] 全国人民代表大会. 中华人民共和国土壤污染防治法[EB/OL]. [http://www.npc.gov.cn/npc/xinwen/2018-08/31/content\\_2060158.htm](http://www.npc.gov.cn/npc/xinwen/2018-08/31/content_2060158.htm), 2018-08-31.
- [4] 刘廷良, 王晓慧, 齐文启. 国内外土壤环境监测标准现状[J]. 中国环境监测, 1996(5): 43-45.
- [5] 生态环境部. 关于发布《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准(试行)》等两项国家环境质量标准的公告[EB/OL]. [http://www.mee.gov.cn/gkml/sthjbgw/sthjbgg/201807/t20180703\\_445969\\_wap.shtml](http://www.mee.gov.cn/gkml/sthjbgw/sthjbgg/201807/t20180703_445969_wap.shtml), 2018-06-28.
- [6] (ISO) IOFS (2019) ISO Standards Catalogue: 13.080-Soil Quality. Pedology. <https://www.iso.org/ics/13.080/x/>
- [7] (ISO) IOFS (2019) ISO Standards Catalogue: 13.080.10-Chemical Characteristics of Soils. <https://www.iso.org/ics/13.080.10/x/>

### 知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>  
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2329-7255, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>  
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>  
期刊邮箱: [hjss@hanspub.org](mailto:hjss@hanspub.org)