

《保护地下水安全的土壤 1,2,3-三氯丙烷污染阈值

（征求意见稿）》编制说明

《保护地下水安全的土壤 1,2,3-三氯丙烷污染阈值》编制工作组

二〇二四年十二月

目 次

1	项目背景.....	4
1.1	任务来源.....	4
1.2	工作过程.....	4
2	标准制定的必要性分析.....	5
2.1	土壤 1,2,3-三氯丙烷污染源广泛且生态环境行为危害严重.....	5
2.2	土壤 1,2,3-三氯丙烷污染阈值推导可以为土壤风险评价与管控提供关键技术.....	5
2.3	土壤 1,2,3-三氯丙烷阈值标准制定可以为土壤环境管理提供理论与数据支撑.....	5
3	基准制定的原则与依据.....	5
3.1	编制原则.....	5
3.2	编制依据.....	6
4	国内外土壤 1,2,3-三氯丙烷污染阈值发展现状.....	6
4.1	国外土壤 1,2,3-三氯丙烷污染阈值标准概况.....	6
4.2	我国土壤 1,2,3-三氯丙烷污染阈值发展现状.....	7
5	标准的主要内容及说明.....	7
5.1	适用范围.....	7
5.2	规范性引用文件.....	8
5.3	术语和定义.....	8
5.3.1	地下水污染风险 Groundwater contamination risks.....	8
5.3.2	浓度衰减系数 Concentration reduction Factor.....	8
5.3.3	地下水埋深 Groundwater depth.....	8
5.4	总体要求.....	8
6	主要技术要点.....	9
6.1	土壤-地下水系统有机污染物运移过程.....	9
6.2	污染物相间分配过程.....	9
7	标准与国内相关技术标准的比较.....	10
7.1	与《土壤污染风险管控标准建设用地土壤污染风险筛选值（试行）》的区别与联系.....	10
7.2	与《地下水质量标准（GB/T 14848-2017）》的区别与联系.....	11
8	标准的预期作用与效益.....	11
9	对实施本标准的建议.....	12
	主要参考文献.....	13

1 项目背景

1.1 任务来源

《保护地下水安全的土壤 1,2,3-三氯丙烷污染阈值》编制工作组（下称编制工作组）面相持续改善我国生态环境和建设“美丽中国”的重大需求，瞄准土壤-地下水符合污染的科技前沿，聚焦精准治污、科学治污和依法治污，支撑“十四五”期间土壤污染防治行动计划，为全面提升土壤与地下水安全利用水平提供关键科技支撑。科技部会同有关部门及地方，制定了国家重点研发计划“场地土壤污染成因与治理技术”重点专项实施方案，由中国科学院生态环境研究中心牵头实施，组织中科院建筑设计研究院有限公司等单位，开展土壤 1,2,3-三氯丙烷污染阈值标准的制定工作。

在土壤-地下水系统污染风险管控方面，为符合我国土壤环境特征、切合土壤环境管理工作的实际需求，编制组在大量资料收集、实地调研、实验检测、数据分析和模型模拟的基础上，综合国内外有关经验，提出土壤有机污染物包气带垂直淋溶浓度衰减系数估算的研究框架与方法体系，优先制定并发布保护地下水安全的土壤 1,2,3-三氯丙烷污染阈值标准。

1.2 工作过程

2021 年 9 月，编制工作组承担科学技术部“场地土壤污染成因与治理技术”重点专项“场地土壤环境容量与承载力量化方法”项目场地土壤有机污染物环境容量与承载力精细化核算方法的研究任务（2021YFC1809103）。

自承担该研究任务以来，编制工作组申请并主持《保护地下水安全的土壤 1,2,3-三氯丙烷污染阈值》团体标准编制工作，在政策解读、前期项目研究、文献和实地调研等一系列准备工作的基础上，召开研讨会，讨论并且界定了开展本标准编制工作的原则、程序、步骤和方法，并最终编制形成《保护地下水安全的土壤 1,2,3-三氯丙烷污染阈值（征求意见稿）》（以下简称《阈值》）及其编制说明，经历了如下编制工作过程。

2024 年 5-7 月，编制工作组展开国内外相关文献调研，针对《阈值》的总体定位、使用范围、编制思路、技术需求等问题召开多轮内部讨论会。

2024 年 8-9 月，编制工作组汇总比较国内外相关研究基础，系统收集数据，构建并确定指南估算计算技术的概念模型，基于概念模型，开展保护地下水安全的土壤 1,2,3-三氯丙烷污染阈值研究。

2024 年 10 月，经编工作组申请、专家评审论证，中国土壤学会设立《阈值》团体标准编制项目。

2024 年 11 月，编制工作组汇总先前工作收集的有关资料进行撰写，初步形成《阈值（初稿）》。期间，编制工作组以视频会议和线下的形式组织召开多次专家咨询会，综合多方专家意见形成《阈值（初稿）》修改方案；组织召开内部讨论会，依据修改方案制定新一轮文献调研和土壤 1,2,3-三氯丙烷污染阈值研究的完善计划。

2024 年 12 月，根据专家咨询意见和内部讨论结论，对《阈值（初稿）》进行多角度汇总和完善，并最终形成了《阈值（征求意见稿）》及其编制说明。

2 标准制定的必要性分析

2.1 土壤 1,2,3-三氯丙烷污染来源广泛且生态环境行为危害严重

1,2,3-三氯丙烷是一种人工合成的脂肪族氯代烃，是环氧氯丙烷工业生产的中间产物，可作为前体物质用于生产土壤熏蒸剂、有机溶剂等，在工、农业生产中得到广泛应用。1,2,3-三氯丙烷具有脂溶性，其化学结构使其在环境中难以分解，能够在土壤和水体中长期存在，亦可以通过食物链传递，易于在生物体内积累，对高级消费者构成潜在风险。在环境介质中的 1,2,3-三氯丙烷不仅对水生生物、陆地生态系统产生负面影响，也对人体健康构成威胁。因此，研究 1,2,3-三氯丙烷的土壤中的迁移转化机制，推导并制定土壤 1,2,3-三氯丙烷的污染阈值至关重要。

2.2 土壤 1,2,3-三氯丙烷污染阈值推导可以为土壤风险评价与管控提供关键技术

随着我国快速城市化以及产业结构的调整，遗留下了大量的污染场地，污染问题突出，1,2,3-三氯丙烷已成为工业和农业生产中重点关注的典型污染物。影响地下水中 1,2,3-三氯丙烷含量的因素包括地下水流动、土壤孔隙结构、土壤类型、污染物浓度和降雨特征等环境因素。近年来，世界各国高度重视基于风险的土壤环境管理模式，积极开展土壤污染生态风险评价工作，但目前针对 1,2,3-三氯丙烷在土壤与地下水环境中的行为特征及其机理研究仍然较少，我国对其土壤污染的浓度阈值研究较为滞后。开展保护地下水的土壤 1,2,3-三氯丙烷阈值推导方法的研究，能够为我国土壤污染的风险评估和管理提供理论依据与关键技术。

2.3 土壤 1,2,3-三氯丙烷阈值标准制定可以为土壤环境管理提供数据支持

2010 年美国环保局将 1,2,3-三氯丙烷列为地下水中新污染物名录；2012 年欧盟化学管理局将其列为极高风险关注污染物。欧美国根据自身需求，相继制定了一系列监管与修复标准。我国作为 1,2,3-三氯丙烷主要生产国，已有研究报道 1,2,3-三氯丙烷在土壤和地下水中检出。然而，针对土壤 1,2,3-三氯丙烷监管与修复工作仍然面临挑战，关键在于缺乏科学推导的污染阈值作为量化与判定的依据。我国现行的《土壤污染风险管控标准建设用地土壤污染风险筛选值（试行）》（GB36600—2018）虽已提出了基于人体健康风险评估的暴露经验模型，并确定了土壤 1,2,3-三氯丙烷风险筛选值。但是在地下水风险评价方面，国内外现行标准大多未涵盖保护地下水的土壤污染风险阈值的评估方法。鉴于当前我国土壤污染防治工作的现实需求和土壤-地下水系统风险评价的研究进展，提出保护地下水的土壤 1,2,3-三氯丙烷污染阈值，能够为土壤环境管理提供理论与数据支撑。

3 基准制定的原则与依据

3.1 编制原则

（1）符合性原则

以《中华人民共和国环境保护法》《土壤污染防治法》《土壤污染防治行动计划》以及我国现行的土壤环境保护法律法规、条例、标准、指南、导则的相关规定和要求为主要编制依据，了解国内土壤-地下水系统污染过程研究现状和最新研究成果，确保土壤 1,2,3-三氯丙烷在包气带污染过程模拟与阈值推导符合我国政策法规的相关要求和研究发展趋势，与现有土壤环境标准体系相互补充、相互支持。

（2）适用性原则

对国外发达国家土壤有机污染物安全阈值推导的方法、体系、技术文件和研究现状等进行系统调研和深入梳理，充分借鉴国外发达国家先进经验和最新研究成果，结合我国现实国情特点进行集成创新，确保土壤 1,2,3-三氯丙烷污染阈值推导的科学性、合理性和可操作性。

（3）导向性原则。

充分考虑我国土壤环境特征和风险管理需求，以服务土壤环境质量的保护与改善为总体目标，建立健全土壤污染的风险评价机制，通过科学的生态风险评价加强土壤环境质量预警管理，制定针对性的土壤污染防治策略。

3.2 编制依据

保护地下水安全的土壤 1,2,3-三氯丙烷污染阈值推导技术是土壤污染生态环境风险评价的关键技术，因此本标准编制依据的法律、法规和规章主要是《中华人民共和国土壤污染防治法》和中共中央国务院《关于加快推进生态文明建设的意见》等。《中华人民共和国土壤污染防治法》对有关土壤污染生态环境风险的危害及标准体系提出具体要求，其中，第二章第十二条：“国务院生态环境主管部门根据土壤污染状况、公众健康风险、生态风险和科学技术水平，并按照土地用途，制定国家土壤污染风险管控标准，加强土壤污染防治标准体系建设”；第三章第二十条：“国务院生态环境主管部门应当会同国务院卫生健康等主管部门，根据对公众健康、生态环境的危害和影响程度，对土壤中有毒有害物质进行筛查评估，公布重点控制的土壤有毒有害物质名录，并适时更新”。《关于加快推进生态文明建设的意见》也提出了“全面推进污染防治，制定实施土壤污染防治行动计划，建立以保障人体健康为核心、以改善环境质量为目标、以防控环境风险为基线的环境管理体系，建立环境风险防范与应急管理工作机制的要求”。

4 国内外土壤 1,2,3-三氯丙烷污染阈值发展现状

4.1 国外土壤 1,2,3-三氯丙烷污染阈值标准概况

发达国家土壤环境质量标准的制定主要着眼于保护人体健康和地下水安全，部分国家亦将生态受体的保护纳入考量范围。制定旨在保护人体健康的土壤标准时，各国通常根据土地的不同用途（例如住宅用地、工业用地等）设定风险筛选值。若土壤中污染物浓度低于该筛选值，则认为地块的风险处于可接受水平，无需采取额外措施；若超过，则表明可能存在人体健康风险，需进行深入调查与风险评估。在推导风险筛选值时，一般采用较为保守的参数，以确保有足够的**安全边际**。对于尚未制定具体筛选值的污染物，可以参照已有筛选值的推导方法进行风险评估，以确保环境健康风险得到妥善管理。

美国环境保护局（US EPA）根据跨机构协议，整合 US EPA 第三区风险表、第六区人类健康和生态风险筛选表以及第九区污染响应组表，提出了超级基金场地化学污染物区域筛选水平（RSLs）^[1]。目前，RSLs 为住宅和工业土地利用类型下的土壤、空气和自来水（饮用水）的暴露提供了比较值，已成为 US EPA 区域土壤污染筛选的主要工具，该筛选阈值但不作为清理标准或清理水平使用。此外，US EPA 使用统一的超级基金场地的化学物质，促进了全国环境介质污染筛选值使用的规范性。RSLs 的筛选阈值基于 US EPA 超级基金风险评估的文件，讨论了阈值与初步修复目标之间的关系^[2-4]。化学品特定的筛选水平主要来自两种来源：（1）基于潜在适用的或相关且适当的要求的浓度，该浓度主要包括其他环境法规设定的浓度限制，例如土壤的最大污染物水平（MCLs）；（2）基于风险评估的浓度，通过风险的计算，使用致癌性或系统性毒性值在特定暴露下设定浓度限制。

对于土壤 1,2,3-三氯丙烷筛选阈值，US EPA 基于风险的筛选水平表格中最新的毒性值、默认暴露假设、物理和化学性质计算得到的 1,2,3-三氯丙烷居民区用地和工业用地土壤筛选值分别为 5.1×10^{-3} mg/kg 和 0.11 mg/kg^[1]；对于土壤 1,2,3-三氯丙烷的移除管控水平，US EPA 基于毒性值和暴露假设，分别计算出通用风险的土壤管控水平。区域清除管理水平对应致癌物的 10^{-4} 的风险水平或非致癌物的危害系数（HQ）为 3 的计算，最终得到土壤 1,2,3-三氯丙烷致癌风险的修复目标值为 5.1×10^{-1} mg/kg^[5]。

4.2 我国土壤 1,2,3-三氯丙烷污染阈值发展现状

《土壤污染风险管控标准建设用地土壤污染风险筛选值（试行）》（GB36600—2018）为加强建设用地土壤环境监管，管控污染地块对人体健康的风险，保障人居环境安全，规定了保护人体健康的建设用地土壤污染风险筛选值和管制值，以及监测、实施与监督要求。

根据我国国情，《土壤污染风险管控标准建设用地土壤污染风险筛选值（试行）》（GB36600—2018）的保护目标主要是在建设用地上生活居住和工作的人群健康，该阈值参考 US EPA 方法与系数，基于人体健康风险评估方法，外推土壤污染风险筛选值。根据《污染场地风险评估技术导则》（HJ 25.3-2014），住宅用地代表敏感用地，工业用地代表非敏感用地。对于致癌污染物，以 10^{-6} 致癌风险作为单一污染物（经所有暴露途径）的可接受风险。该标准首次将 1,2,3-三氯丙烷作为污染物项目，规定第二类用地的土壤 1,2,3-三氯丙烷的筛选值和管控制分别为 0.5 和 5 mg/kg。

然而，在地下水的污染阈值标准中，我国现阶段执行的《地下水质量标准（GB/T 14848-2017）》尚未将土壤 1,2,3-三氯丙烷作为有机污染物的项目。当前我国亦没有基于保护的地下水安全的土壤 1,2,3-三氯丙烷阈值标准，且鲜有将地下水安全作为土壤修复目标的土壤三氯丙烷阈值等有机污染物的阈值推导方法的研究。

5 标准的主要内容及说明

5.1 适用范围

本文件规定了保护地下水安全的土壤 1,2,3-三氯丙烷污染阈值及监测要求。

本文件适用土壤 1,2,3-三氯丙烷污染地下水风险评价。

5.2 规范性引用文件

本标准引用了下列文件或其中的条款。凡是不注日期的引用文件，其有效版本适用于本标准。

GB/T 32722	土壤质量 土壤样品长期和短期保存指南
GB/T 36200	土壤质量 城市及工业场地土壤污染调查方法指南
HJ 25.1	建设用地土壤污染状况调查技术导则
HJ 25.2	建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则
HJ 605	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 642	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 735	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 741	土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 顶空/气相色谱法
HJ 736	土壤和沉积物 挥发性卤代烃的测定 顶空/气相色谱-质谱法则

5.3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

5.3.1 地下水污染风险 Groundwater contamination risks

土壤污染物通过包气带垂直淋溶过程进入地下水层导致地下水污染的概率，无量纲。

5.3.2 浓度衰减系数 Concentration reduction Factor

土壤表层孔隙水与潜水层中污染物的浓度之比，无量纲。

5.3.3 地下水埋深 Groundwater depth

从地表到地下水潜水面或承压水面的垂直深度，米。

5.4 总体要求

- (1) 本标准中 1,2,3-三氯丙烷污染源存在于土壤表层，且在源处不发生衰减；
- (2) 本标准假设 1,2,3-三氯丙烷在土-水分配过程中瞬间达到平衡且吸附可逆；
- (3) 本标准中含水层为非承压含水层；
- (4) 本标准不考虑非水相液体的存在。

6 主要技术要点

6.1 土壤-地下水系统污染物 1,2,3-三氯丙烷运移过程

根据基于地下水安全的土壤有机污染物安全阈值的推导技术框架主要包括：

- (1) 土-水分配过程计算；
- (2) 包气带衰减过程计算；
- (3) 地下水稀释过程计算；
- (4) 土壤安全阈值的推导。

6.2 有机污染物相间分配过程

土壤系统是由固相、气相和水相构成的非均质的复杂体系,有机污染物进入土壤系统后可以在固相、水相和气相介质之间发生分配和迁移行为,既可以溶于水相或者挥发到气相中,又可以吸附到固体颗粒内部或表面。若污染浓度低于饱和溶解度,则可以不考虑非水相液体的存在^[6]。

土壤水相中的有机污染物 1,2,3-三氯丙烷移动性强,在三相中最为活跃。在土-水分配系数 K_{sw} 的计算公式(1)中,固-液分配系数 K_d 受环境变量的影响最大,同一有机物的 K_d 值可能有数量级的差距^[7]。 K_d 值反映了有机污染物在土壤颗粒和土壤水相之间的分配情况,是量化污染物土-水分配以及随后淋溶过程的关键参数,如公式(2)所示。

$$K_{sw} = \frac{\theta_{ws} + (K_d + \rho_b) + (H' + \theta_{as})}{\rho_b} = \frac{C_s}{C_e} \quad (1)$$

$$K_d = K_{oc} \times f_{oc} \quad (2)$$

式中, K_{sw} 为土壤-水中污染物分配系数, L/kg; ρ_b 为包气带土壤容重, kg/L; θ_{ws} 为包气带土壤中孔隙水体积比, 无量纲; θ_{as} 为包气带土壤中孔隙空气体积比, 无量纲; H' 为污染物亨利常数, 无量纲; K_d 为土壤固相-液相中污染物分配系数, L/kg; K_{oc} 为有机碳归一化的分配系数, L/kg; f_{oc} 为有机碳含量, %。 θ_{ws} 、 θ_{as} 和 H' 分别使用《建设用地土壤风险评估技术导则》(HJ 25.3-2019) 推荐值 0.342、0.038、0.014; K_d 根据公式(2) 进行计算, 其中 K_{oc} 使用 EPI 计算获得为 93.27 L/kg (计算结果来自 LogKow), f_{oc} 使用 SoilGrids 土壤数据库生产, SoilGrids 土壤数据库来自全球约 240000 个地点的土壤观测数据和 400 多个描述植被、地形形态、气候、地质和水文的全球环境协变量为输入^[8], 该数据库使用最先进的机器学习方法以中等空间分辨率(250 米单元大小)生成整个地球的土壤特性图, 以生成必要的模型。分别确认 f_{oc} 在 0~2.2 m, 2.2~4.2 m, 4.2~8.9 m 埋深的值, 根据公式(2) 计算获得不同土壤深度的 1,2,3-三氯丙烷 K_d 值。

在局部饱和孔隙介质中, 采用 Richards 方程描述土壤一维平衡水流运动, 公式如式(3):

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left[K \left(\frac{\partial h}{\partial \theta} + \cos \alpha \right) \right] - S \quad (3)$$

$$K(h, x) = K_s(x) \times K_r(h, x) \quad (4)$$

式中, h 为压力水头, m ; θ 为体积含水率, 无量纲; t 为时间, a ; S 为源汇项, $m^3 \cdot (m^3 \cdot a)^{-1}$; α 为水流方向与纵轴夹角, 假设土壤水流为一维连续垂向入渗, 则 α 取值为 0; $K(h)$ 为非饱和渗透系数函数, $m \cdot a^{-1}$, 可由方程 (4) 计算, K_s 为饱和渗透系数, $m \cdot a^{-1}$; K_r 为相对渗透系数, 无量纲。

在污染物初始浓度 C_0 给定的前提下, 由 Hydrus-1D 模型计算污染物到达潜水面时的浓度 C_1 , 从而推导污染物在包气带的衰减系数^[9], 见公式 (5):

$$AF = \frac{C_0}{C_1} \quad (5)$$

式中, AF 为污染物在包气带的衰减系数, 无量纲; C_0 为污染物在土壤淋溶液中的初始浓度, mg/L ; C_1 为污染物到达包气带与地下水接触面时的浓度, mg/L ; DF 值反映了有机污染物穿越土壤表面层进入地下水的的能力, 是评估地下水污染风险的关键指标之一。仅考虑污染物在地下水中的稀释作用, 采用地下水稀释模型进行预测^[4]。 DF 参数使用 US EPA 的推荐值 20。其公式如式 (6):

$$DF = 1 + \frac{K \times i \times \delta_{gw}}{I \times W_{gw}} = \frac{C_d}{C_{gw}} \quad (6)$$

式中, δ_{gw} 为混合层厚度, m ; W_{gw} 为污染源宽度, m ; d 为含水层厚度, m ; K 为含水层水里传导度, m/s ; i 为水力梯度, 无量纲; I 为内渗率, m/s ; L 为平行于地下水流的源区长度, m ; C_d 为地下水表面与包气带交换深度处土壤淋滤液中 1,2,3-三氯丙烷浓度, mg/L ; C_{gw} 为经过稀释后地下水中 1,2,3-三氯丙烷浓度, mg/L 。

耦合土-水分配系数、包气带衰减因子和地下水稀释因子, 推导我国保护地下水安全的土壤 1,2,3-三氯丙烷污染阈值。该方法不仅将包气带衰减因子纳入到推导模型中, 使推导结果保守性降低。根据 Hydrus-1D 模型耦合地下水稀释模型推导基于保护地下水的土壤风险控制值的计算公式如式 (6):

$$C_s = MCL \cdot K_{sw} \cdot AF \cdot DF \quad (7)$$

式中, C_s 为基于保护地下水的土壤风险阈值, mg/kg ; MCL 为污染地下水质量标准, mg/L , 该标准采用美国环境保护局发布的土壤污染修复目标—化学污染物筛选值。该模型考虑了土壤孔隙结构、水分运移和土壤有机质含量等因素, 从而准确估计了有机污染物在土壤层中的衰减程度。

7 标准与国内相关技术标准的比较

7.1 与《土壤污染风险管控标准建设用地土壤污染风险筛选值（试行）》的区别与联系

(1) 本标准针对 1,2,3-三氯丙烷这一特定有机污染物, 旨在保护地下水安全, 其应用范围限定为土壤中的 1,2,3-三氯丙烷对地下水产生的风险; 《土壤污染风险管控标准建设用地土壤污染风险筛选值（试行）》则涵盖了多种污染物, 包括但不限于 1,2,3-三氯丙烷, 还包括重金属、其他类型的有机污染物等, 其目的是对建设用地土壤污染进行人体健康风险筛选, 该标准适用于各种建设用地土壤污染的风险评估和管理。

(2) 本标准中风险评估方法基于地下水安全, 侧重于通过模拟土壤 1,2,3-三氯丙烷的垂直运移和衰减过程来推导保护地下水安全的土壤污染阈值; 后者则基于人体健康风险评估方法, 采用暴露情景模型,

外推土壤污染风险筛选值。此外，上述标准均详细规定了土壤 1,2,3-三氯丙烷的监测要求和分析方法。

综上所述，两个文件在污染物项目、保护目标、模型原理和应用范围上有所区别，但在环境保护和风险管理的总体框架下，它们是相互联系和补充的。拟制定的标准提供了针对特定污染物的详细指导，而后者则提供了更广泛的土壤污染风险评估和管理的基础。本标准的提出是对现行的土壤风险筛选值标准的有效补充和完善。

7.2 与《地下水质量标准（GB/T 14848-2017）》的区别与联系

（1）本标准针对土壤 1,2,3-三氯丙烷的污染阈值进行规定，旨在保护地下水安全，适用于土壤 1,2,3-三氯丙烷污染的地下水风险评价；《地下水质量标准（GB/T 14848-2017）》基于人体健康风险，提供了地下水质量的分类和标准值，适用于评估和保护所有地下水体的质量，但并未将 1,2,3-三氯丙烷列入标准中的污染物项目。

（2）本标准在制定过程中参考了 US EPA 发布的土壤污染修复目标的化学污染物筛选值，以及国内的多项环境监测和风险评估技术导则；后者则是根据中国的国情和环境保护需求，结合国内外的科学研究和实践经验制定的。

（3）本标准详细规定了土壤 1,2,3-三氯丙烷的监测要求，包括调查监测和分析方法，以及如何根据地下水埋深进行阈值分级；而《环境影响评价技术导则 地下水环境》则侧重于地下水的采样、分析和评估方法，以确保地下水质量符合标准要求。

综上所述，本标准与《地下水质量标准（GB/T 14848-2017）》在保护地下水安全方面具有密切的联系，但侧重点和应用范围有所不同。《基于地下水安全的土壤三氯丙烷污染阈值》更侧重于土壤中特定污染物的污染控制和风险评估，而《地下水质量标准（GB/T 14848-2017）》则提供了相对更加广泛和普适性的地下水质量保护标准。后者可以成为前者制定的理论基础与依据，两者在实际应用中需要相互配合，共同服务于我国地下水资源保护。

8 标准的预期作用与效益

（1）土壤污染生态环境风险评估

地下水是土壤污染生态环境风险的主要受体之一，本标准规定的土壤 1,2,3-三氯丙烷的污染阈值能够为特定有机污染物提供阈值标准，以判断土壤与地下水系统污染与否。

（2）污染场地土壤修复目标值制定

保护地下水的土壤 1,2,3-三氯丙烷的污染阈值能够为污染场地土壤修复目标值制定提供依据，本标准与不同水文地质条件下土壤有机污染物包气带垂直淋溶过程密切联系，有利于相关利益方结合场地的水文地质条件，综合土壤污染程度及土壤性质制定土壤 1,2,3-三氯丙烷的修复目标值。

（3）土壤环境基准值的完善

本标准提出的土壤 1,2,3-三氯丙烷的污染阈值进一步完善了土壤污染防治标准体系建设，直接服务于污染土壤的环境保护监督与管理，防控污染场地风险，保障土壤-地下水资源的安全利用。

9 对实施本标准的建议

本指南为首次制定，对土壤-地下水风险评价的管理提供前瞻性的认识，拟为开展的针对污染场地及周边土壤的有机污染物地下水污染风险评价提供技术支撑。

本标准为指导性标准，建议标准发布实施后，在实施过程中，继续广泛听取和收集各方面的意见与建议，并根据实际应用情况，适时对本标准不断地补充、修订与完善，使其实用性和可操作性与时俱进，为污染土壤修复行动的提供重要参考依据。

主要参考文献

- [1]US EPA., Regional Screening Levels (RSLs) for Chemical Contaminants. Summary Table. 2024.
- [2]US EPA., Risk Assessment Guidance for Superfund: Volume 1-Human Health Evaluation Manual(Part B, Development of Risk-based Preliminary Remediation Goals) Interim. 1991.
- [3]US EPA., Soil Screening Guidance: User's Guide. 1996.
- [4]US EPA., Soil Screening Guidance: Technical Background Document. 1996.
- [5]US EPA., Regional Removal Management Level (RML) Resident Soil Table. 2024.
- [6]陈梦舫等., 污染场地土壤与地下水风险评估方法学. 2017: 污染场地土壤与地下水风险评估方法学.
- [7]Li, Z., et al., Occurrence and risk assessment of pharmaceuticals and personal care products and endocrine disrupting chemicals in reclaimed water and receiving groundwater in China. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 2015. 119: p. 74-80.
- [8]Poggio, L., et al., SoilGrids 2.0: producing soil information for the globe with quantified spatial uncertainty. *SOIL*, 2021. 7.
- [9]杨洋等., HYDRUS-1D 软件在地下水污染源强定量评价中的应用. *环境工程学报*, 2014(12): p. 6.