



文章栏目：土壤污染防治

DOI 10.12030/j.cjee.202203079 中图分类号 X53 文献标识码 A

马妍, 史鹏飞, 彭政, 等. 国外污染场地制度控制及对我国场地风险管控的启示[J]. 环境工程学报, 2022, 16(12): 4095-4107. [MA Yan, SHI Pengfei, PENG Zheng, et al. Institutional control for contaminated site in foreign country and enlightenment for risk control of contamination site in China[J]. Chinese Journal of Environmental Engineering, 2022, 16(12): 4095-4107.]

国外污染场地制度控制及对我国场地风险管控的启示

马妍¹, 史鹏飞^{1,2}, 彭政^{2,✉}, 魏国³, 康日峰³, 熊忠⁴, 樊艳玲⁵, 刘增俊⁵, 王东⁶, 王丽芳²

1. 中国矿业大学(北京)化学与环境工程学院, 北京 100083; 2. 生态环境部对外合作与交流中心, 北京 100035; 3. 北京北投生态环境有限公司, 北京 101113; 4. Haley & Aldrich, Inc. 美国 加利福尼亚州 92612; 5. 北京市生态环境保护科学研究院, 北京 100037; 6. 重庆市固体废物管理中心, 重庆 401147

摘要 制度控制作为一种重要的污染场地风险管控措施, 被美国、加拿大等国家广泛用于场地治理。近几年我国污染场地治理也在尝试采用这种手段, 但我国制度控制目前存在理论研究不足、落地困难、应用不精细以及流程不完整等问题。为完善我国污染场地制度控制, 剖析了我国制度控制应用现状和问题, 研究了美国、加拿大等国家污染场地制度控制的理论体系与应用特征。通过借鉴国外经验, 结合我国实践, 尝试提出了包含各关键节点的制度控制框架流程, 包括制度控制必要性识别、制度控制方案编制、方案审批、实施、评估和调整终止等。提出了我国污染场地制度控制的完善建议: 多元化制度控制实施路径; 细化不同类型场地的制度控制限制性要求; 开展制度控制日常维护与监督, 以期为我国污染场地制度控制策略的精细化发展与应用提供支撑。
关键词 污染场地; 制度控制; 职责; 限制性要求; 实施机制; 定期评估

近 40 年来, 展开土壤污染治理工作较早的一些国家在污染场地治理的实践过程中, 逐步认识到土壤污染具有长期性和离散不均一性, 加之污染地块水文地质结构的复杂性使得受污染的土壤、地下水在修复之后仍存在一些残留污染物, 使得该场地及相关资源不能无限制地使用^[1]。另外, 场地修复高昂的成本给政府造成了很大的财政压力。面对上述现状, 美国、欧洲、日本等发达国家治理污染地块从过去彻底修复理念转变为风险管控理念, 基于风险管控措施下再开发为居住用地、绿地、商业用地, 实现了用地安全。作为一种重要的风险管控措施, 制度控制是指通过限制土地资源使用、地下水资源利用、人类行为和公开场地污染信息等方式, 将人体暴露于污染的可能性降至最低, 从而保护人体健康和环境安全, 该措施被美国、加拿大等国家广泛用于场地治理, 并取得了很好的成效^[2-3]。

随着我国产业结构的调整, 许多工业企业停产搬迁遗留了大量的污染场地, 修复治理任务繁重。近年来, 我国场地治理相关法律法规及技术标准文件陆续出台, 多种物理、化学及生物修复

收稿日期: 2022-03-10; 录用日期: 2022-11-15

基金项目: 国家重点研发计划项目(2018YFC1801405); 中央高校基本科研业务费专项资金项目(2022SKHH01); 中国矿业大学(北京)越崎青年学者资助计划(2019QN09)

第一作者: 马妍(1983—), 女, 博士, 副教授, mayan2202@163.com; ✉通信作者: 彭政(1978—), 男, 博士, 正高级工程师, peng.zheng@fcomee.org.cn

技术快速发展, 污染场地修复与风险管控体系已初步建立^[4-7]。借鉴国外经验, 制度控制这一措施也陆续在我国某些发达地区场地治理中被尝试应用。但目前我国针对制度控制尚无专门的实施和监管要求, 制度控制顶层法律设计待完善, 故导致制度控制地有效落实存在一定障碍^[8-10]。据不完全统计调查统计, 我国采取“风险管控和修复+风险管控”组合策略的污染场地数量比例呈稳步增长的状态^[11], 采取制度控制有助于快速、经济地管控场地风险。

美国、加拿大和澳大利亚等历经30多年的污染场地治理经验累积, 将制度控制广泛应用于污染场地修复过程, 制定了一系列关于制度控制识别、方案设计、实施和评估方面的指南, 相关法律法规明确了制度控制相关方职责, 已形成了较为精细化的制度控制体系^[12-14]。国外制度控制在技术和策略上对我国具有一定借鉴价值, 但中外不同土地制度和法律环境下制度控制实施与监管也存在显著差异^[15-16]。本研究通过案例调研和我国制度控制相关文件分析, 探讨我国制度控制的现状与不足; 梳理分析国外制度控制法律法规和技术标准体系、相关方职责、实施过程、实施形式及其制度控制的优劣, 针对性地提出基于我国污染场地管理体系下的制度控制建议, 以期为我国制度控制体系提供支撑。

1 我国污染场地制度控制现状

1.1 我国污染场地制度控制案例调研结果

通过网络检索、分析中国知网和建设用地土壤环境信息公开平台等数据库文献和案例, 调研了我国29个采取风险管控措施或修复与风险管控措施联用的场地。如表1所示, 我国典型土壤重金属污染场地实施风险管控, 一般采用阻隔填埋、原位固化稳定化等方式, 广东省污染场地采用的阻隔措施最多。针对化工厂、农药厂、焦化厂等典型有机污染以及有机污染与重金属复合污染场地主要采用“修复+阻隔”的修复治理模式, 修复措施一般有热脱附、原位化学氧化、地下水抽出处理等。从污染场地制度控制实施现状来看, 对上述场地的制度控制措施及应用现状进行分析, 针对土壤重金属污染采取原位固化稳定化的场地, 确保固化稳定化区域不受扰动和破坏、限制利用方式, 并设置了风险标识牌和隔离围栏进行制度控制。土壤中重金属和有机污染物复合污染采取阻隔措施的场地, 提出了保护阻隔层的完整性、限制利用方式的目标并设置风险标识牌和隔离围栏进行制度控制。而针对地下水介质的污染物, 地下水污染采取阻隔、抽出处理和原位修复和土壤气设置气体屏障的场地也存在长期残留污染物风险, 但在实际场地的后期管理中, 缺乏对此类场地采取场地和地下水利用限制性的制度控制管理。

1.2 我国污染场地制度控制存在的问题

1) 我国上位法未明确制度控制相关方职责。我国场地环境管理体系一定意义上明确了制度控制实施方为土地使用权人。2016年《土壤污染防治行动计划》^[22]明确了土壤污染治理与修复主体, 造成土壤污染的单位或个人要承担治理与修复。2016年发布的《污染地块土壤环境管理办法》^[23](42号令)明确, 规定污染场地土地使用权人应当对暂不开发利用的污染场地, 实施以防止污染扩散为目的的风险管控; 对拟开发利用为居住用地和商业、学校、医疗、养老机构等公共设施用地的污染场地, 实施以安全利用为目的的风险管控。2018年《中华人民共和国土壤污染防治法》^[24]规定土壤污染风险管控和修复, 包括土壤污染状况调查和土壤污染风险评估、风险管控、修复、风险管控效果评估、修复效果评估、后期管理等活动; 风险管控、修复活动完成后, 需要实施后期管理的, 土壤污染责任人应当按照要求实施后期管理。制度控制从方案编制到落实全过程中, 需要土地使用权人承担编制制度控制方案、落实制度控制限制性要求以及定期向政府部门汇报制度控制实施情况的职责, 而我国现行管理框架尚未明确上述相关职责。

2) 我国制度控制实施的技术要求不明确。近年来我国国家和地方层面颁布了系列污染场地风

表 1 我国需要进行制度控制的污染场地类型及制度控制应用情况分析

Table 1 Analysis on the types of contaminated sites and the application of institutional control in China

环境介质	残留污染物	修复+风险管控方式	污染地块名称	制度控制实施现状	存在的问题
土壤	重金属	原位固化稳定化	CQ-R+RM-1 HN-RM-1 ^[17]	永久性风险标识牌； 设置隔离围栏	
土壤	重金属， 有机污染物	阻隔(垂直(钢板桩、 泥浆墙、防渗膜墙)、 水平阻隔(清洁土、工 程))	GD-R+RM-1 GD-R+RM-3 GD-R+RM-4 GD-R+RM-5 GD-R+RM-6 GD-R+RM-7 GD-R+RM-8 GD-R+RM-10 GD-R+RM-11 GD-R+RM-12 SH-RM-1 ^[18] ZJ-RM-1 ZJ-RM-2 ^[19]	风险标识； 设置隔离围栏； 阻隔区域日常维护与 跟踪监测	待进一步针对不同场 地类型、修复与风险 管控措施、场地再开 发利用情况制定精细 化的制度控制要求。
地下水	有机污染物	阻隔(渗流屏障、拦截 井或沟渠、泥浆墙和 可渗透性反应墙)	GD-R+RM-9 BJ-RM-1 TJ-R+RM+GW-2 JS-RM+GW-1	地下水污染区域后期 开发利用的要求	太过笼统，可操作性 低。
地下水	有机污染物	抽出处理	GD-RM+GW-2 GD-R+GW-13 GD-R+GW-16 GD-R+GW-17	—	
地下水	有机污染物	原位氧化	GD-R+GW-14 GD-R+GW-15 JS-R+RM+GW-2 ^[20]	—	未采取制度控制。
土壤或 地下水	挥发性有机污染物	设置气体屏障	SH-R+RM-2 ^[21] TJ-R+RM+GW-1 YN-R+RM-1	—	

注：地块代码构成为“省份代码-修复(R)和风险管控(RM)方式-地下水修复(GW)-数字序号”；省份代码为，广东(GD)、北京(BJ)、上海(SH)、天津(TJ)、重庆(CQ)、浙江(ZJ)、江苏(JS)、湖南(HN)、云南(YN)。

险管控的实施方法和技术标准，均包含介绍制度控制的内容。生态环境部发布的《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则》(HJ 25.5—2018)^[25]和《污染地块地下水修复和风险管控技术导则》(HJ 25.6—2019)^[26]明确了采取制度控制的3种情景：1)修复后土壤中污染物浓度未达到GB 36600—2018第一类用地筛选值的场地；2)修复后地下水中污染物浓度未达到《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017)地下水使用功能对应标准值的场地；3)实施风险管控场地，上述情景下的污染场地后期管理，其中包括长期监测和制度控制。2019年《建设用地土壤污染风险管控和修复术语》(HJ 682—2019)^[27]明确了制度控制定义：通过制定和实施各项条例、准则、规章或制度，防止或减少人群对场地污染物的暴露，从制度上杜绝和防范场地污染可能带来的风险和危害，从而达到利用管理手段对场地的潜在风险进行控制的目的。2021年山东省《污染地块风险管控技术导则(试行)》《天津市暂不开发利用污染地块风险管控技术指南(试行)》《河南省暂不开发利用污染地块风险管控技术指南》相继出台规定，提出了通过标识牌和网络平台等方式对污染场地的名称、地点、四至范围、污染情况、风险管控措施和限制性要求公开于众。我国技术层面提出了制

度控制包括限制场地使用方式、限制地下水利用方式、通知和公告场地潜在风险、制定限制进入或使用条例等方式,多种制度控制可同时使用。但是,针对不同类型场地具体的限制性要求尚未明确,例如采取阻隔的污染场地,地下水长期监测的场地,尚无对该类型场地的针对性的制度控制要求。此外,针对我国不同场地类型,制度控制未与我国修复与风险管控措施等工程措施相组合起来应用。

3) 我国制度控制实施路径待完善。通过调研发现,我国污染场地制度控制主要是风险公告牌、交地合同和第三方监管3种形式。相关技术标准提出的通过制定和实施各项条例、准则、规章或制度来实施制度控制在我国并没有建立起来。我国污染场地再开发利用全过程有我国特有的管理机制,生态环境部门组织污染场地调查评估、修复与风险管控以及效果评估等工作;自然资源部门负责土地收储,受理建设用地规划许可证、建设工程规划许可证、规划验收;住建部门受理建筑工程施工许可证、竣工验收^[28]。基于我国污染场地进入后期管理实施制度控制情况,制度控制限制性要求需要在场地再开发利用的各个环节中保障其有效性。目前,我国尚没有通过用地规划、建筑施工许可、地下水使用许可、通知和公告等方式来落实制度控制的机制,导致了我国制度控制有效性落实存在一定障碍。基于现有的管理机制,将制度控制契合在我国相关管理机制中是强化制度管控的有效途径。

4) 我国制度控制实施缺乏监督管理。制度控制作为长期风险管控的核心环节,需要相关监管部门对制度控制的落实情况进行持续的监督监管。生态环境部门应定期对制度控制的实施情况进行考核,并将制度控制的相关要求通过污染场地管理信息系统进行标识管理,并实现与自然资源部门和住建部门对场地制度控制信息的共享。自然资源部门需要根据制度控制的要求进行用地审批,住建部门需要根据制度控制要求对建设施工方案进行审批,对施工过程进行监督,以确保在场地修复和风险管控后仍然需要的制度控制管理要求得到严格执行。目前,我国相关的生态环境、自然资源和住建管理部门对制度控制的监管要求从国家到地方都尚没有明确,亟待确定各自的监管职责和工作机制。

2 国外污染场地制度控制经验与启示

制度控制源自20世纪80的美国,之后在加拿大、澳大利亚等国家被广泛应用起来。经过数十年的研究和实践,美国、加拿大和澳大利亚等发达国家形成了相对完善的制度控制实施和监管体系,该体系在美国较为完善和精细。经过近40年的发展和完善,制度控制在美国污染场地修复治理过程中发挥着日渐重要的作用。根据美国2020年度超级基金报告数据显示(图1),1984年美国开始实施制度控制,此后制度控制在修复治理措施所占比例稳步上升,到2017年占比超过了

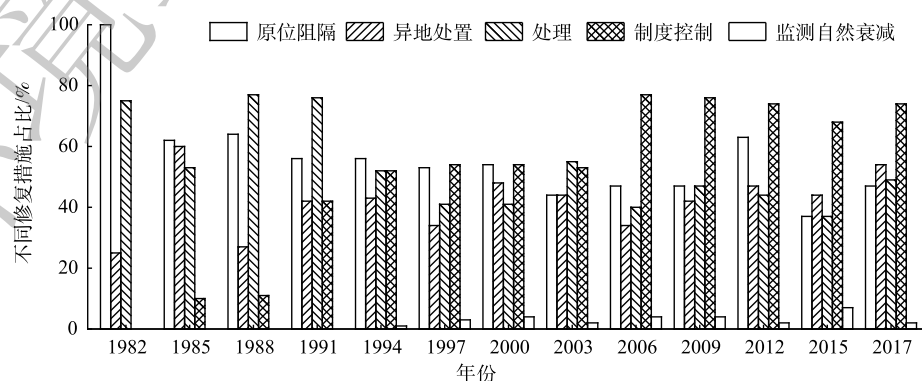


图1 美国超级基金污染场地修复模式趋势统计(1982-2017年)^[29]

Fig. 1 Statistics on trends in remediation modes at Superfund sites in US from 1982 to 2017

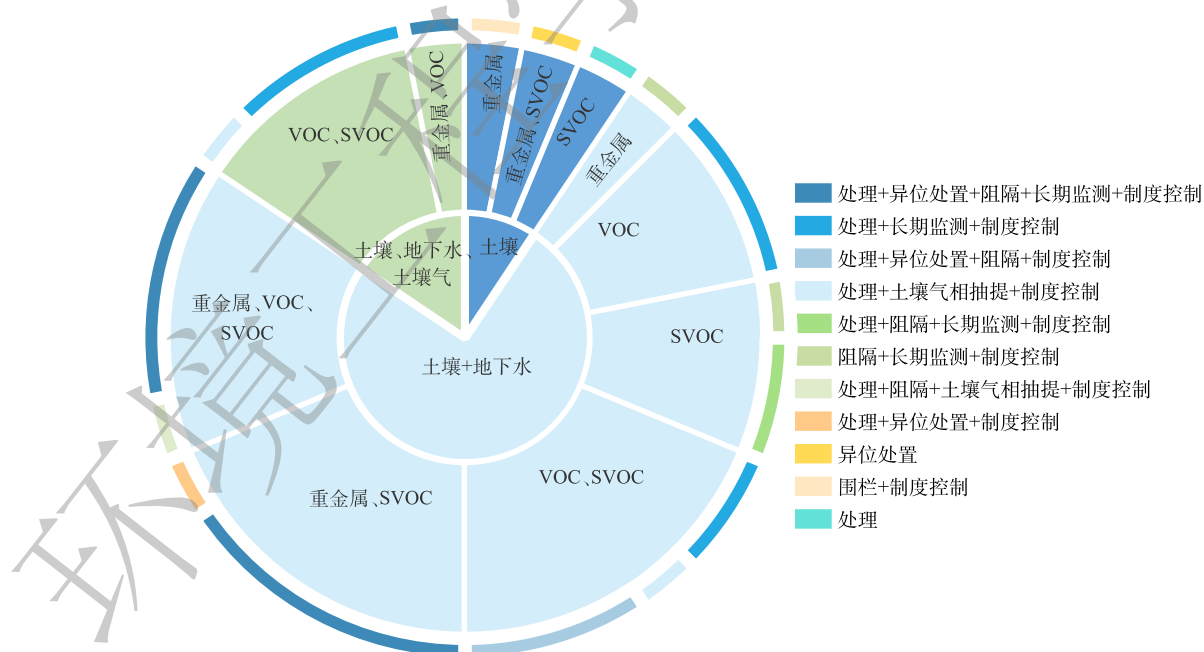
70%。制度控制的目的是利用行政、法律和信息公开手段，通过限制场地利用和人类行为方式阻断场地风险的暴露途径。制度控制的核心是针对不同类型污染场地，提出场地利用类型、人类行为、土壤及地下水使用限制性要求，通过明确制度控制实施方和监管方职责落实限制性要求，实现场地风险管控。另外，实施方未落实制度控制时，政府有关部门需采取有效手段进行执法，保证制度控制的有效性。

2.1 国外制度控制法律法规和技术标准体系

美国、加拿大等国家在实践中认识到制度控制有效落实面临以下问题：明确相关责任方；确保相关方承担制度控制实施与监管的职责；制度控制要求如被违反可有效执法；建立场地信息管理系统，公开污染信息让公众参与监督管理。为解决上述问题，美国相关法律规定：州政府确保制度控制建立并得到有效落实，土地拥有方承担落实制度控制要求的职责，环境管理部门定期评估其有效性，制度控制如被违反，管理部门则有权进行强制执行。围绕制度控制方案编制、实施、监督和评估，美国环保局通过编制技术标准建立起精细化的技术标准体系。加拿大于 2007 年颁布了再利用的工业场地法和再利用的工业场地规定，经济部负责建立和实施制度控制的建立和强制执行专项，该专项的最主要组成部分是制度控制登记系统和制度控制基金。澳大利亚 2018 年制定颁布了《制度控制实施指南》^[30] 用来指导污染场地制度控制的实施。

2.2 国外污染场地制度控制实施过程

美国超级基金污染场地从制度控制识别到评估全过程契合在污染场地管理步骤中。1) 在污染场地调查或修复可行性研究阶段，识别制度控制的必要性。场地经过治理修复后不能满足无限制使用和无限暴露条件，即修复后污染物浓度未能达到敏感用地(如居住用地)浓度水平时，通过制度控制管控场地残留的风险，提出制度控制保护的目标和限制性要求。本文随机调查了美国超级基金 33 个决策文件^[31-63] 污染场地的修复模式(图 2)，不同污染场地实施制度控制的有 30 个，占



注：处理包括固化稳定化、源去除、地下水抽出处理、原位化学氧化、原位生物修复、热脱附；长期监测包括监测自然衰减、加强监测自然恢复、地下水长期监测。

图 2 美国污染场地制度控制应用特征

Fig. 2 Characteristic of the application of contaminated sites IC in US

比90%以上。针对不同类型场地，美国制定了限制场地用途、限制人类行为、土壤管理和限制地下水使用的制度控制要求，并根据污染介质、污染物类型、再开发利用方式及敏感受体，4类要求下又分别细分了针对性的限制性要求，保证了制度控制精细化实施(图3)。2)在场地修复方案设计阶段，编制制度控制实施与保障计划，系统地建立制度控制实施和维护相关行动，明确负责行动的人员。3)签署制度控制法律文件，一般包括环境契约、用地规划许可、地下水使用许可、场地污染信息登记等，确保制度控制限制性要求通过有效手段得以落实。4)在后期管理阶段，美国环保局对制度控制实施情况开展5年评估，主要评估形式有文件审查、现场访谈和场地检查，重点是审查制度控制有效性是否存在问题，当制度控制终止条件满足即达到无限制使用和无限限制暴露时，管理部门告知土地拥有方终止制度控制措施^[64-65]。澳大利亚一般是完成污染场地修复工作后，利用制度控制措施进行土地规划来规范场地活动。



图3 美国污染场地制度控制的分类限制性要求

Fig. 3 Systematic restrictions for IC of contaminated sites in US

2.3 国外污染场地制度控制的实施形式

美国、加拿大和澳大利亚基于本国土地制度建立了本土化的制度控制实施形式。美国基于土地私有性，主要通过所有权控制、政府控制、强制与许可控制和信息公开4种方式对污染场地实施制度控制。所有权控制基于美国州环境契约法，是通过州政府与土地拥有方签署契约的形式让土地拥有方承担落实制度控制的职责。政府控制是通过土地规划分区、土地使用管理、地下水限制和建筑规定等方式实施制度控制。强制与许可控制是通过职能部门发布行政指令或许可要求等强制性法律文件，限制土地拥有方或使用者的行为，通常由职能部门运用此手段来实施制度控制的强制执行权。信息公开是通过污染信息登记、发布公告和向特定人群通告、公众参与的方式提供场地可能残留的污染物和制度控制要求信息，让公众参与监督制度控制实施过程。所有权控制是最常见的控制类型，基于环境契约法限制土地拥有方行为与权力，不仅对当前土地拥有方有效，对变更后土地拥有方同样有效；政府控制、强制与许可控制基于州和地方政府具有保护公众健康、安全和福祉的司法权。4种形式既可同时组合使用，也可以分阶段使用。加拿大在一些风险管控的污染场地，通过制度控制限制场地进出，如场地道路路障和警告标识牌。澳大利亚的制度控制措施主要包括产权控制、政府控制和信息手段。澳大利亚制度控制的实施主体是州政府，制度控制的具体措施一般包括：1)土地所有权标记；2)实施污染的土地登记和管理计划，对场地的

使用及在场地上开展的活动施加限制条件；3) 规划许可条件；4) 与规划部门达成协议；5) 公布清洁通告。

2.4 国外污染场地制度控制相关方职责

美国制度控制不同阶段相关方职责如图 4 所示。制度控制计划阶段，土地拥有方、州政府和公众充分评估制度控制实施形式及费用，联邦政府负责制定制度控制实施与保障计划。制度控制建立阶段，州政府不同职能部门确立制度控制实施路径和要求，如法院通过单方行政命令和判决书、规划部门进行土地分区规划场地用途、建筑管理部门颁发建筑许可证、卫生部门发布捕鱼禁令等提出制度控制限制性要求。确定实施路径后，土地拥有方负责落实制度控制要求，联邦政府检查并督促州政府确保制度控制的有效性，公众监督制度控制执行情况，如制度控制没有得到有效落实，公众有权向政府部门举报。制度控制维护与监管阶段，土地拥有方定期向政府部门报告制度控制完成情况，州政府部门进行审查，联邦政府对全国制度控制执行情况进行跟踪检查。若土地拥有方未有效落实制度控制，美国环保局有权要求土地拥有方支付相应费用，联邦政府可通过发布司法命令强制土地拥有方落实制度控制要求。州政府依据制度控制完成情况对其进行终止或修改。加拿大规定经济部负责建立和实施制度控制的建立和强制执行专项，该专项的最主要组成是制度控制登记系统和制度控制基金。登记系统包括：制度控制场地的地理位置、历史场地业主信息、场状况描述、场地历史活动记录、场地维护、监测和检查和允许的场地未来使用用途。制度控制基金支持制度控制实施过程所需要的运行资金需求，资金一部分作为制度控制例行运行资金支持日常维护和监测费用，另一部分为不可预见的活动费用。

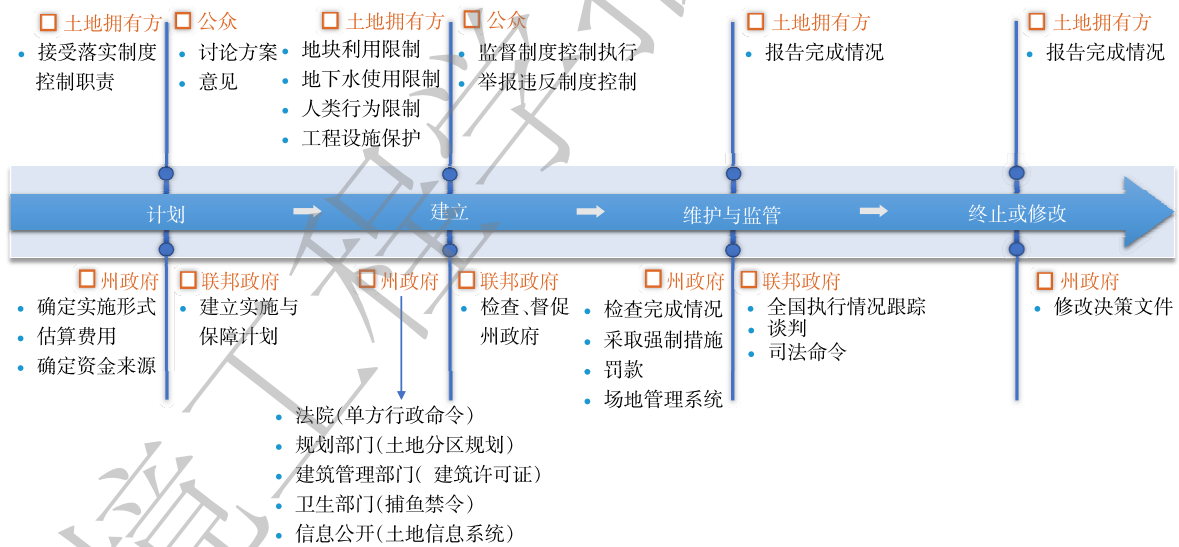


图 4 美国污染场地制度控制不同阶段相关方职责

Fig. 4 Responsibilities of relevant parties at different stages of IC in US

2.5 国外污染场地制度控制对我国的启示

美国、加拿大及澳大利亚等国家基于本国土地管理制度，构建了一套完善、高效的制度控制体系。借鉴吸收国外制度控制的经验，对推动完善我国制度控制具有一定的参考意义。

1) 国外污染场地修复后仍存在残留污染物，未能达到无限制使用和无限暴露，通过制度控制这种非工程手段有效管控场地残留风险，最大限度地节省了成本，实现了场地安全再开发利用。例如，存在地下水长期监测井和可渗透反应墙等工程设施的污染场地，通过制度控制保证工程设施的完整性和长期有效性。通过信息公开的方式告知公众风险可以提高公众主动规避风险的

意识，通过限制人类活动阻断风险暴露于人体的途径来保障人体健康，这对我国场地治理有很大的借鉴意义。

2) 制度控制实施形式和职责体系上，美国基于土地私有性，主要有信息公开非强制性手段及所有权控制、政府控制强制性手段，强制性手段通过契约、土地规划分区、土地使用管理、强制许可以及地下水限制等方式管控场地风险^[66]。而我国土地性质为公有制，有特有的场地管理机制和手段，不应照搬照抄美国制度控制，制度控制实施形式和职责划分应结合我国土地管理制度进行合理设计。

3) 值得注意的是，美国精细化的制度控制体系是逐步建立的，实施制度控制曾面临实施方和监管方是否有效落实职责问题。例如，历史上场地相关方通过契约(所有权控制)、分区规划(政府控制)和公共教育(信息手段)在决策文件中明确禁止对马萨诸塞州某超级基金场地开挖，但在1998年某公司未经环境部门事先批准开挖土壤，违反了制度控制限制性要求，导致制度控制没有有效落实。我国法律层面应明确制度控制相关方职责，保障制度控制有效落实^[67]。

3 我国制度控制的搭建

通过对国外污染场地制度控制管理体系的分析，基于我国土地管理机制，提出了包含各关键节点的制度控制框架流程，该流程包括制度控制必要性识别、编制制度控制方案、制度控制方案审批、制度控制实施、制度控制实施评估与调整终止(图5)。

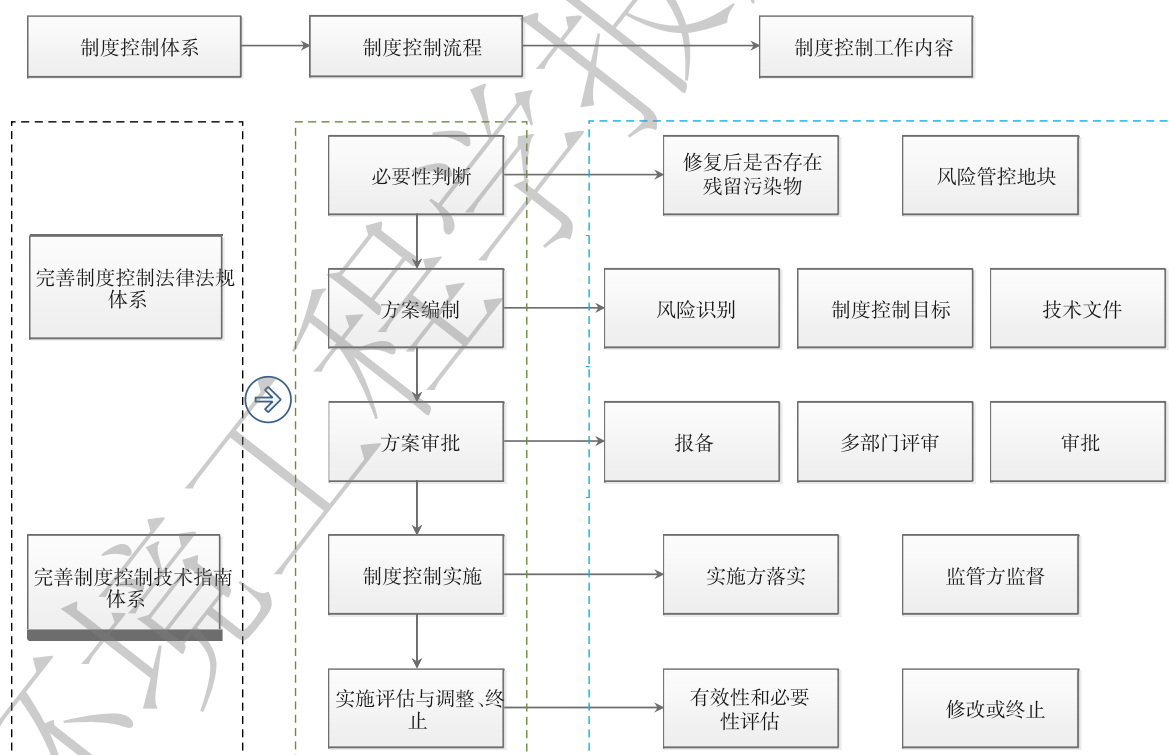


图5 污染场地开展制度控制的框架流程

Fig. 5 Procedures for IC of contaminated sites

基于我国土地资源使用规划和管理机制，建议将制度控制要求嵌入城市规划和供地管理，尽快完善土地所有权人落实制度控制的职责，并出台相关管理细则确保制度控制落实并进行有效监管(图6)。土地所有权人负责编制制度控制方案，该方案明确制度控制目标，提出场地使用方式、地下水利用方式、保护风险管控设施有效性、场地人员行为等制度控制要求。制度控制方案

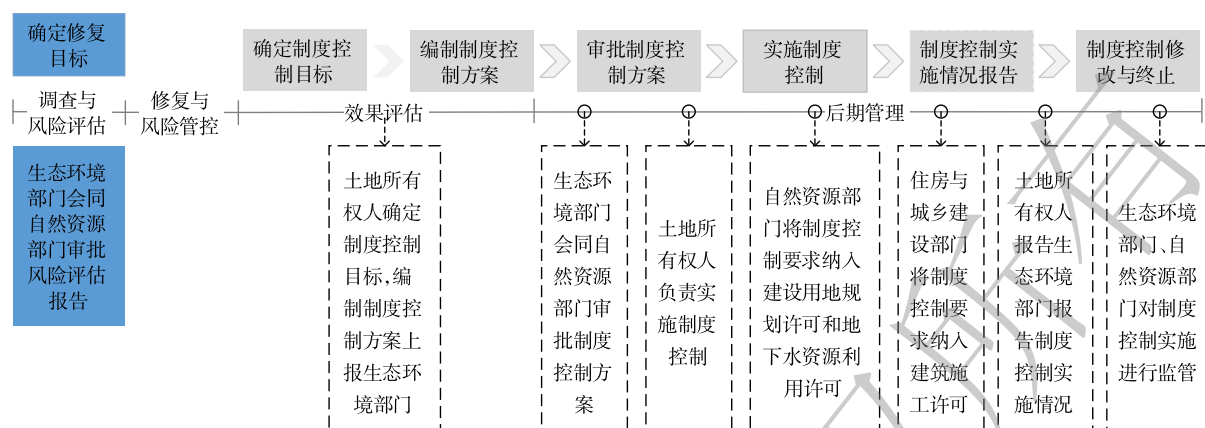


图 6 建议我国污染场地制度控制的实施流程

Fig. 6 Suggested implementation processes for IC of contaminated sites in China

由土地所有权人负责向场地所归属的生态环境部门备案，生态环境主管部门会同自然资源等主管部门对制度控制方案组织评审。污染场地再开发过程中，自然资源部门根据制度控制要求进行用地审批，住建部门根据制度控制要求对建设施工方案进行审批，确保制度控制限制性要求得到严格执行。场地后期管理阶段，土地所有权人落实制度控制方案中的限制性要求，并开展制度控制的有效性检查，目的是评估制度控制措施是否持续得到落实，持续地保护修复设施的完整性。土地所有权人向政府部门提供自检查报告，土地所有权人发生变更的，由变更后的土地所有权人承担制度控制职责。生态环境部门应对制度控制实施进行持续监督检查和定期评估，证实制度控制要求得到有效落实。

4 进一步完善我国污染场地制度控制的建议

1) 多元化制度控制实施路径。我国已经实行建设用地土壤污染风险管控和修复名录制度，污染场地再开发利用全过程有我国特有的管理机制和手段。基于我国国情下，我国职能部门应该更多地承担制度控制的落实职责，有以下 3 种类型：①行政审批，相关管理部门，包括但不限于生态环境部门、自然资源部门、住房建设部门、各级地方政府通过建设用地规划许可、建筑施工许可、地下水资源使用许可等行政审批等措施，将场地的制度控制要求纳入相关审批环节的审批依据；②交地合同，场地所有权人落实制度控制职责，场地的使用权人(制度控制的实施方)负责落实场地使用方式、地下水利用方式、风险管控设施有效性、场地上人员活动等制度控制要求；③通知和公告(信息公开)，将场地潜在风险和限制要求向公众予以公布，多种制度控制方式可同时使用。

2) 细化不同类型场地的制度控制限制性要求。制度控制目的是为了阻断残留污染物对敏感受体的暴露途径，达到保护人体健康和环境安全。制度控制目标应充分结合场地残留污染物范围、修复方式、场地上相关的基础设施、场地的规划用途和环境敏感点，确定制度控制实现的场地和地下水管控目标。根据场地土壤风险识别，确定限制污染土壤的扰动、禁止对场地开挖，禁止场地作为居住用地开发使用等制度控制目标。根据地下水的风险识别，确定禁止地下水作为饮用水源使用、禁止对地下水阻隔墙的破坏等制度控制目标。为实现我国污染场地风险管控下再开发的目标，根据制度控制目标制定切实可行的制度控制限制性要求是必不可少的。为了阻断残留污染物对敏感受体的暴露途径，保护风险管控设施的完整性和有效性，主要通过管控场地及地下水用途及利用方式，管控场地上人类行为活动，保护风险管控设施等方面实现风险管控目的即制度控制目的。具体的管控要求见表 2。

表2 污染场地制度控制目标及限制性要求分类
Table 2 Classification of objectives and restrictive requirements of IC

制度控制目标	限制性要求分类
管控场地、地下水用途及利用方式	①禁止制度控制区域作为第一类用地,包括不能用于GB50137规定的城市建设用地中的居住用地(R)、公共管理与公共服务用地中的中小学用地(A33)、医疗卫生用地(A5)和社会福利设施用地(A6),以及公园绿地(G1)中的社会公园或儿童公园用地等 ②禁止地下水作饮用水源使用
管控场地上人类活动	①禁止对风险管控设施例如阻隔层、监测井、可渗透反应墙等进行扰动、损害的行为 ②禁止在采取固化/稳定化修复方式的区域进行开挖和打钻 ③禁止平整、清挖、回填等可能将污染土壤带到地表的活动 ④当存在地下水污染,禁止以使用地下水为目的的地下水井,禁止抽取利用地下水 ⑤对场地周边区域可能影响风险管控设施效果的建设施工活动进行审批,并采取必要工程措施防止因为临近区域的建设活动,例如基坑开挖 ⑥禁止其他可能影响修复和风险管控效果的人类活动
保护风险管控设施	①对阻隔层(土壤阻隔、工程阻隔)进行定期巡检与维护 ②对固化/稳定化的修复方式的区域建设保护系统(在固化/稳定化区域上方覆土或铺设沥青层),防止固化/稳定化产物受到风化的影响 ③对地下水长期修复设施(可渗透反应墙)和风险管控设施(监测自然衰减)进行定期巡检与维护 ④对土壤气导排设施进行定期巡检与维护 ⑤对长期跟踪监测设施如地下水监测井进行定期巡检和维护

3) 开展制度控制日常维护与监督。制度控制的维护工作包括制度控制实施情况的检查和报告。制度控制有效性检查的目的是评估制度控制措施是否持续得到落实,是否按照制度控制实施方案的要求发挥作用,持续地防止风险暴露、保护修复或风险管控设施的完整性。一般由场地的所有权人或责任人开展自检查,提供自检查报告,自检查工作包括场地的现场检查和文件评审。现场检查应对工程控制设施的完整性进行检查;验证场地的使用限制得到有效落实;识别制度控制是否存在不足。文件评审应检查制度控制的相关法律文件是否签署,场地的使用限制要求是否遵守。负责检查的人员或机构需要向场地所属的生态环境管理部门报告,检查报告对制度控制执行的状况和有效性及不足进行评价。场地制度控制实施情况年度自检报告,向后期管理工作监管的部门报送,年度的检查报告将用于制度控制实施效果的评估。

5 结语

制度控制作为场地风险管控的重要措施之一,在美国、加拿大及澳大利亚等国家污染场地治理过程中发挥积极有效的作用。在制度控制框架设计上,美国首先在上位法层面明确了制度控制是一种非工程的行政手段用于场地治理,并规定了相关方的职责,再通过制定技术导则逐步建立了制度控制实施机制。我国首先在技术导则中提出了制度控制,相关法律法规中未明确地提出“制度控制”一词,管理层面对于制度控制监管方职责尚未清晰明确的地位。我国污染场地制度控制体系应着重从技术和管理2个层面进一步加强和完善,技术上对不同类型污染场地编制科学有效的制度控制技术文件,包括制度控制方案、制度控制实施、报告和定期评估、终止与修订;管理上完善我国上位法对制度控制的定位,明确制度控制监管方职责,建立完善的监管体系。

参考文献

- [1] HOU D Y, GUTHRIE P, RIGBY M. Assessing the trend in sustainable remediation: A questionnaire survey of remediation professionals in various countries[J]. *Journal of Environmental Management*, 2016, 184(Pt 1): 18-26
- [2] 姜林, 梁竞, 钟茂生, 等. 复杂污染场地的风险管理挑战及应对[J]. *环境科学研究*, 2021, 34(2): 458-467.
- [3] 李云祯, 董荐, 刘妹媛, 等. 基于风险管控思路的土壤污染防治研究与展望[J]. *生态环境学报*, 2017, 26(6): 1075-1084.
- [4] 陈卫平, 谢天, 李笑诺, 等. 中国土壤污染防治技术体系建设思考[J]. *土壤学报*, 2018, 55(3): 557-568.
- [5] 常春英, 董敏刚, 邓一荣, 等. 粤港澳大湾区污染场地土壤风险管控制度体系建设与思考[J]. *环境科学*, 2019, 40(12): 5570-5580.
- [6] 王国庆, 林玉锁. 结合《土壤污染防治行动计划》探讨中国土壤环境监管制度与标准值体系建设[J]. *中国环境管理*, 2016, 8(5): 39-43.
- [7] 姜林, 张文毓, 钟茂生, 等. 危险物质泄漏场地污染应急响应与清理制度及关键技术[J]. *环境科学研究*, 2021, 34(10): 2438-2445.
- [8] 焦文涛, 方引青, 李绍华, 等. 美国污染地块风险管控的发展历程、演变特征及启示[J]. *环境工程学报*, 2021(5): 1-10.
- [9] 马妍, 董彬彬, 谢云峰, 等. 美国污染场地制度控制经验及实践应用[J]. *环境保护*, 2016, 44(Z1): 98-101.
- [10] 马妍, 董彬彬, 柳晓娟, 等. 美国制度控制在污染地块风险管控中的应用及对中国的启示[J]. *环境污染与防治*, 2018, 40(1): 100-103.
- [11] 李笑诺, 陈卫平, 吕斯丹. 国内外污染场地风险管控技术体系与模式研究进展[J]. *土壤学报*, 2022, 59(1): 38-53.
- [12] LI F, ZHANG J D, JIANG W, et al. Spatial health risk assessment and hierarchical risk management for mercury in soils from a typical contaminated site, China[J]. *Environmental Geochemistry and Health*, 2017, 39(4): 923-934.
- [13] LUO Q, CATNEY P, LERNER D. Risk-based management of contaminated land in the UK: lessons for China?[J]. *Journal of Environmental Management*, 2009, 90(2): 1123-1134.
- [14] HOU J, TEO T S H, ZHOU F, et al. Does industrial green transformation successfully facilitate a decrease in carbon intensity in China? An environmental regulation perspective[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2018, 184: 1060-1071.
- [15] 苑克帅. 我国污染场地再开发风险管控法律规制研究[D]. 重庆: 西南政法大学, 2016.
- [16] 陈梦舫, 骆永明, 宋静, 等. 中、英、美污染场地风险评估导则异同与启示[J]. *环境监测管理与技术*, 2011, 23(3): 14-18.
- [17] 刘凯, 马英, 杨大卜, 等. 某典型冶炼场地重金属污染风险管控方案及效果评估[J]. *中国环保产业*, 2020(5): 46-50.
- [18] 黄沈发, 杨洁, 吴健, 等. 城市再开发场地污染风险管控研究及实践[J]. *环境保护*, 2018, 46(1): 31-35.
- [19] 郑阳, 余湛, 胡佳晨, 等. 浙江省某退役工业场地修复治理及风险管控工程实例[J]. *广东化工*, 2019, 46(10): 115-117.
- [20] 周杜牧, 范秀娟, 李雯香, 等. 污染场地风险控制性修复设计的应用研究[J]. *广东化工*, 2018, 45(5): 194-196.
- [21] 杨洁. 基于安全利用的污染地块风险管控与治理修复模式在上海的探索与实践 [EB/OL]. [2021-11-5]. <http://huanbao.bjx.com.cn/news/20200618/1082174-2.shtml>, 2020
- [22] 国务院. 土壤污染防治行动计划 [EB/OL]. [2021-11-5]. http://www.gov.cn/zhengce/content/2016-05/31/content_5078377.htm, 2016
- [23] 环境保护部. 污染地块土壤环境管理办法(试行) [EB/OL]. [2021-11-5]. https://www.mee.gov.cn/gkml/hbb/bl/201701/t20170118_394953.htm, 2017
- [24] 第十三届全国人民代表大会常务委员会. 中华人民共和国土壤污染防治法 [J]. [EB/OL]. [2021-11-5]. https://www.mee.gov.cn/ywgz/fgbz/fl/201809/t20180907_549845.shtml, 2018
- [25] 生态环境部. 污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则(试行): HJ 25.5-2018 [S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2018.
- [26] 生态环境部. 污染地块地下水修复和风险管控技术导则: HJ25.6-2019 [S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2019.
- [27] 生态环境部. 建设用土壤污染风险管控和修复术语 HJ 682-2019 [S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2019.
- [28] 张俊丽, 王芳, 余勤飞, 等. 工业企业场地再开发的多部门联合监管机制探讨[J]. *环境污染与防治*, 2014, 36(12): 1-5.
- [29] U. S. Environmental Protection Agency. Superfund remedy report 16th Edition [EB/OL]. [2021-11-5]. <https://www.epa.gov/sites/default/files/2020-07/documents/100002509.pdf>, 2020
- [30] AUSTRALIA. Guideline on implementing institutional controls [EB/OL]. [2021-11-5]. 2018
- [31] U. S. Environmental Protection Agency. Creese & Cook tannery (former) Superfund Site record of decision [EB/OL]. [2021-11-5]. <https://www.epa.gov/superfund/search-superfund-decision-documents>, 2019
- [32] U. S. Environmental Protection Agency. H&H burn pit Superfund Site record of decision amendment [EB/OL]. [2021-11-5]. <https://www.epa.gov/superfund/search-superfund-decision-documents,2020>
- [33] U. S. Environmental Protection Agency. North alcoa (alcoa properties) Superfund alternative site operable unit 2 record of decision [EB/OL]. [2021-11-5]. <https://www.epa.gov/superfund/search-superfund-decision-documents,2020>
- [34] U. S. Environmental Protection Agency. Operable unit 2 of the semet residue ponds subsite of the onondaga lake Superfund Site record of decision [EB/OL]. [2021-11-5]. <https://www.epa.gov/superfund/search-superfund-decision-documents,2019>
- [35] U. S. Environmental Protection Agency. West troy contaminated aquifer Superfund Site record of decision [EB/OL]. [2021-11-5]. <https://www.epa.gov/superfund/search-superfund-decision-documents,2020>
- [36] U. S. Environmental Protection Agency. Arsenic mine Superfund Site

- record of decision[EB/OL]. [2021-11-5]. <https://www.epa.gov/superfund/search-superfund-decision-documents,2020>
- [37] U. S. Environmental Protection Agency. Barrels, Inc. Superfund Site record of decision[EB/OL]. [2021-11-5]. <https://www.epa.gov/superfund/search-superfund-decision-documents,2020>
- [38] U. S. Environmental Protection Agency. Cabo rojo groundwater contamination Superfund Site record of decision[EB/OL]. [2021-11-5]. <https://www.epa.gov/superfund/search-superfund-decision-documents,2019>
- [39] U. S. Environmental Protection Agency. Centredale manor restoration project Superfund Site explanation of significant differences[EB/OL]. [2021-11-5]. <https://www.epa.gov/superfund/search-superfund-decision-documents,2020>
- [40] U. S. Environmental Protection Agency. Chlor-alkali facility (former) Superfund Site record of decision, Doc ID 649279[EB/OL]. [2021-11-5]. <https://www.epa.gov/superfund/search-superfund-decision-documents,2020>
- [41] U. S. Environmental Protection Agency. Declaration for explanation of significant differences new hampshire plating company Superfund Site [EB/OL]. [2021-11-5]. <https://www.epa.gov/superfund/search-superfund-decision-documents,2020>
- [42] U. S. Environmental Protection Agency. Del amo facility Superfund Site soil and NAPL operable unit record of decision[EB/OL]. [2021-11-5]. <https://www.epa.gov/superfund/search-superfund-decision-documents,2020>
- [43] U. S. Environmental Protection Agency. Devil's swamp lake Superfund Site record of decision [EB/OL]. [2021-11-5]. <https://www.epa.gov/superfund/search-superfund-decision-documents,2020>
- [44] U. S. Environmental Protection Agency. Explanation of significant differences allied chemical iron ton coke Superfund Site [EB/OL]. [2021-11-5]. <https://www.epa.gov/superfund/search-superfund-decision-documents,2019>
- [45] U. S. Environmental Protection Agency. Final zone 3 record of decision amendment for vapor intrusion[EB/OL]. [2021-11-5]. <https://www.epa.gov/superfund/search-superfund-decision-documents,2020>
- [46] U. S. Environmental Protection Agency. Industrial operations area record of decision[EB/OL]. [2021-11-5]. <https://www.epa.gov/superfund/search-superfund-decision-documents,2020>
- [47] U. S. Environmental Protection Agency. Interim record of decision for operable unit 1 at the Barite Hill / Nevada goldfields Superfund Site [EB/OL]. [2021-11-5]. <https://www.epa.gov/superfund/search-superfund-decision-documents,2020>
- [48] U. S. Environmental Protection Agency. Kerr-mcgee Columbus operable unit 2 Superfund Site record of decision[EB/OL]. [2021-11-5]. <https://www.epa.gov/superfund/search-superfund-decision-documents,2020>
- [49] U. S. Environmental Protection Agency. Montrose Superfund Site dense non-aqueous phase liquid operable unit record of decision[EB/OL]. [2021-11-5]. <https://www.epa.gov/superfund/search-superfund-decision-documents,2020>
- [50] U. S. Environmental Protection Agency. MRP site 1-former carr point shooting range record of decision[EB/OL]. [2021-11-5]. <https://www.epa.gov/superfund/search-superfund-decision-documents,2020>
- [51] U. S. Environmental Protection Agency. Nyanza chemical waste dump Superfund Site operable unit 02 record of decision[EB/OL]. [2021-11-5]. <https://www.epa.gov/superfund/search-superfund-decision-documents,2020>
- [52] U. S. Environmental Protection Agency. Old roosevelt field contaminated groundwater area Superfund Site record of decision [EB/OL]. [2021-11-5]. <https://www.epa.gov/superfund/search-superfund-decision-documents,2018>
- [53] U. S. Environmental Protection Agency. Operable unit (OU) 12 amendment for vapor intrusion record of decision [EB/OL]. [2021-11-5]. <https://www.epa.gov/superfund/search-superfund-decision-documents,2019>
- [54] U. S. Environmental Protection Agency. PCE former dry cleaner site operable unit 1 – sitewide groundwater record of decision[EB/OL]. [2021-11-5]. <https://www.epa.gov/superfund/search-superfund-decision-documents,2020>
- [55] U. S. Environmental Protection Agency. Post and lumber wood preserving Superfund Site record of decision[EB/OL]. [2021-11-5]. <https://www.epa.gov/superfund/search-superfund-decision-documents,2020>
- [56] U. S. Environmental Protection Agency. Quendall terminals Superfund Site operable units 1 and 2 record of decision[EB/OL]. [2021-11-5]. <https://www.epa.gov/superfund/search-superfund-decision-documents,2020>
- [57] U. S. Environmental Protection Agency. Recommended evaluation of institutional controls: supplement to the “comprehensive five-year review guidance”[EB/OL]. [2021-11-5]. <https://nepis.epa.gov/Exec/QueryPDF.cgi/P100PHRW.PDF?Dockey=P100PHRW.PDF,2011>
- [58] U. S. Environmental Protection Agency. Record of decision amendment 2 (interim remedy) operable unit 2 (groundwater) davis liquid waste Superfund Site[EB/OL]. [2021-11-5]. <https://www.epa.gov/superfund/search-superfund-decision-documents,2020>
- [59] U. S. Environmental Protection Agency. Record of decision for an interim action at universal oil products operable unit 2 [EB/OL]. [2021-11-5]. <https://www.epa.gov/superfund/search-superfund-decision-documents,2019>
- [60] U. S. Environmental Protection Agency. Record of decision for operable unit 1 keystone corridor ground water contamination Superfund Site [EB/OL]. [2021-11-5]. <https://www.epa.gov/superfund/search-superfund-decision-documents,2020>
- [61] U. S. Environmental Protection Agency. Sherwin-Williams/Hilliards creek Superfund Site operable unit 2 record of decision[EB/OL]. [2021-

- 11-5]. <https://www.epa.gov/superfund/search-superfund-decision-documents,2020>
- [62] U. S. Environmental Protection Agency. Teledyne semiconductor and spectra-physics, Inc. Superfund Sites record of decision [EB/OL]. [2021-11-5]. <https://www.epa.gov/superfund/search-superfund-decision-documents,2020>
- [63] U. S. Environmental Protection Agency. Walton & Lonsbury, int. Superfund Site record of decision[EB/OL]. [2021-11-5]. <https://www.epa.gov/superfund/search-superfund-decision-documents,2019>
- [64] U. S. Environmental Protection Agency. Institutional controls: a guide to planning, implementing, maintaining, and enforcing institutional controls at contaminated sites [EB/OL]. [2021-11-5]. https://www.epa.gov/sites/default/files/documents/final_pime_guidance_december_2012.pdf,2012
- [65] U. S. Environmental Protection Agency. Institutional controls: a guide to preparing institutional control implementation and assurance plans at contaminated sites[EB/OL]. [2021-11-5]. https://www.epa.gov/sites/default/files/documents/iciap_guidance_final_-_12.04.2012.pdf,2012
- [66] U. S. Environmental Protection Agency. Institutional controls: a site manager's guide to identifying, evaluating and selecting institutional controls at Superfund and RCRA corrective action cleanups[EB/OL]. [2021-11-5]. <https://www.epa.gov/sites/default/files/documents/icfactfinal.pdf, 2000>
- [67] National Research Council. Alternatives for Managing the Nation's Complex Contaminated Groundwater Sites[J]. Washington, D. C. :The National Academies Press, 2012: 125-127.
- (责任编辑: 金曙光)

Institutional control for contaminated site in foreign country and enlightenment for risk control of contamination site in China

MA Yan¹, SHI Pengfei^{1,2}, PENG Zheng^{2,*}, WEI Guo³, KANG Rifeng³, XIONG Zhong⁴, FAN Yanling⁵, LIU Zengjun⁵, WANG Dong⁶, WANG Lifang²

1. School of Chemical & Environmental Engineering, China University of Mining & Technology-Beijing, Beijing 100083, China; 2. Foreign Environmental Cooperation Center, Ministry of Ecology and Environment, Beijing 100035, China; 3. Beijing Beitou Eco-Environment Co., Ltd., Beijing 101113, China; 4. Haley & Aldrich, Inc. CA, U.S. 92612; 5. Beijing Municipal Research Institute of Eco-Environmental Protection, Beijing 100037, China; 6. Chongqing Solid Waste Management Center, Chongqing 401147, China

*Corresponding author, E-mail: peng.zheng@fecomee.org.cn

Abstract Institutional control (IC), as an important risk control technology for contaminated site, has been widely used in the United States, Canada and other countries. In recent years, China has tried to apply this method for contaminated site, but there are some obstacles with IC application in China, such as insufficient theoretical research, difficulty in practicing, imprecise application and incomplete process. In order to improve IC of contaminated sites in China, this paper analyzed the application status and problems of IC in China by literature research, case investigation and statistical analysis, and studied the theoretical system and application characteristics of IC in the United States, Canada. Based on foreign experience and Chinese practice, this paper tries to put forward the process covering several key nodes, including IC necessity identification, IC scheme formulation, scheme approval, implementation, evaluation, adjustment and termination, etc. Finally, suggestions for the improvement of IC in China were put forward: the implementation path of diversified IC, refining IC restriction requirements of different types of sites, carrying out routine maintenance and supervision of IC, in order to provide support for the development and application of IC strategies for contaminated sites in China.

Keywords contaminated site; institutional control(IC); responsibilities; restrictive requirements; implementation mechanism; regular evaluation