

方知库  
Eco-Environmental  
Knowledge Web

# 环境科学

ENVIRONMENTAL SCIENCE

ISSN 0250-3301 CODEN HCKHDV

HUANJING KEXUE

■ 主办 中国科学院生态环境研究中心

■ 出版 科学出版社



## 2019

Vol.40 No.12

第40卷 第12期

目次(卷终)

研究报告

- 京津冀秋冬季 PM<sub>2.5</sub> 污染概况和预报结果评估 ..... 朱媛媛, 高愈霄, 刘冰, 王晓彦, 朱莉莉, 许荣, 汪巍, 丁俊男, 李健军, 段小丽 (5191)
- 2016 ~ 2017 年采暖期华北平原东部 PM<sub>2.5</sub> 组分特征及来源解析 ..... 张逸琴, 王杰, 高健, 徐仲均, 车飞, 马彤, 杨艳, 刘素, 闫璐璐 (5202)
- 霾不同发展阶段下污染气体和水溶性离子变化特征分析 ..... 王振彬, 刘安康, 卢文, 杨晓旻, 王红磊, 陈魁, 夏丽 (5213)
- 上海郊区家庭妇女 PM<sub>2.5</sub> 重金属组分暴露水平、来源与健康风险 ..... 罗燃燃, 戴海夏, 张蕴晖, 乔利平, 马英歌, 周敏, 夏斌, 朱清扬, 赵迎亚, 黄成 (5224)
- 固定污染源可凝结颗粒物测量方法 ..... 蒋靖坤, 邓建国, 王刚, 张莹, 李妍菁, 段雷, 郝吉明 (5234)
- 家具企业挥发性有机物排放特征及其环境影响 ..... 张嘉妮, 曾春玲, 刘锐源, 姚懿娟, 柯云婷, 范丽雅, 叶代启 (5240)
- 抗生素企业 VOCs 排放清单及影响范围模拟 ..... 竹涛, 吕怡蓉, 边文璟, 牛文凤, 袁前程, 段二红, 于洋, 林军 (5250)
- 新乡市机动车排放对道路灰尘中重金属与多环芳烃污染的影响 ..... 李琦路, 吴锦涛, 张颖, 孙玉静, 乔泓钦, 张子伟, 裴梦园, 张孟琼, 任明浩 (5258)
- 成都市道路积尘中全氟化合物的污染特征及暴露风险评估 ..... 方淑红, 朱和祥, 叶芝祥, 印红玲, 孙静 (5265)
- 祁连山北坡中段降水稳定同位素特征及水汽来源分析 ..... 张百娟, 李宗省, 王昱, 李永格, 吕越敏, 袁瑞丰, 桂娟 (5272)
- 长江南京段水源水中抗生素的赋存特征与风险评估 ..... 封梦娟, 张芹, 宋宁慧, 卜元卿, 杨正标, 刘艳华, 郭瑞昕, 陈建秋, 张圣虎 (5286)
- 夏秋季混凝剂对复合锰氧化膜去除地表水中氨氮和锰的影响 ..... 程丽杰, 黄廷林, 程亚, 张莎莎, 阮昭意, 卢磊 (5294)
- 浙江省 H 市供水系统消毒副产物及其健康风险评价 ..... 刘俊萍, 于建全, 李青松, 马晓雁, 杨玉龙, 贾佳 (5302)
- 三峡库区城镇化背景下河流 DOM 的吸收及荧光光谱特征 ..... 陈昭宇, 李思悦 (5309)
- 川西高原河流水体 CDOM 的光化学降解特性 ..... 刘堰杨, 孙辉, 刘琛, 王小沁 (5318)
- 三峡库区典型紫色土小流域径流及氮磷流失特征 ..... 曹瑞霞, 刘京, 邓开开, 先宇, 王伟, 方芳, 欧阳文娟, 郭劲松 (5330)
- 九龙江流域河流磷输出对土地利用模式及水文状况的响应 ..... 黄亚玲, 唐莉, 黄金良, 肖才荣 (5340)
- 不同尺度土地利用方式对鄱阳湖湿地水质的影响 ..... 方娜, 刘玲玲, 游清徽, 田娜, 吴燕平, 阳文静 (5348)
- 太湖草藻型湖区磷赋存特征及其环境意义 ..... 耿雪, 文帅龙, 孙培荣, 徐楚天, 李大鹏, 黄勇 (5358)
- 太湖竺山湾沉积物碳氮磷分布特征与污染评价 ..... 方家琪, 祁闯, 张新厚, 韩睿明, 黄和笑, 王卓森, 王国祥 (5367)
- 降雨强度对洱海流域凤羽河氮磷排放的影响 ..... 李晓虹, 雷秋良, 周脚根, 张亦涛, 李影, 胡万里, 武淑霞, 翟丽梅, 王洪媛, 刘宏斌 (5375)
- 外源 Ca<sup>2+</sup> 和 K<sup>+</sup> 作用下河口区碱蓬水质净化效果和耐盐碱提高机制 ..... 吴丹, 孙萍, 陈广琳, 陈友媛, 彭昌盛 (5384)
- 泽泻 (*Alisma orientale*) 对全氟化合物的吸收和传输特征-浓度的影响 ..... 王团团, 李贝贝, 王赛, 华佩, 陈军, 应光国 (5394)
- 复合人工湿地中反硝化除磷作用的发生及其稳定性 ..... 刘冰, 郑煜铭, 李清飞, 赵承美, 魏巍, 张凯 (5401)
- 铅、镉和铜改性沸石添加控制底泥磷释放的对比 ..... 刘婷, 赵钰颖, 林建伟, 詹艳慧, 秦琴 (5411)
- 生物炭结构性质对氨氮的吸附特性影响 ..... 陈梅, 王芳, 张德俐, 易维明 (5421)
- 溶解氧对悬浮与附着生长系统短程硝化反应的影响机制 ..... 王嗣禹, 刘灵婕, 王芬, 季民 (5430)
- 间歇恒定/梯度曝气对 SNAD 工艺启动的影响 ..... 李冬, 刘志成, 徐贵达, 李帅, 张杰 (5438)
- 共基质模式下铁盐脱氮反应器的运行性能及微生物学特征 ..... 王茹, 刘梦瑜, 刘冰茵, 赵治国, 袁林江 (5446)
- 阶梯曝气对城市污水好氧颗粒污泥系统的影响 ..... 李冬, 魏子清, 劳会妹, 李帅, 张杰 (5456)
- 酵母菌降解胞外聚合物提升剩余活性污泥的脱水性能 ..... 俞心怡, 向金豪, 刘英, 龚天翼, 张彬辉, 吕文洲 (5465)
- 基于 GEE 的 1998 ~ 2018 年京津冀土地利用变化对生态系统服务价值的影响 ..... 娄佩卿, 付波霖, 林星辰, 闭璐, 马瑞雪, 唐廷元 (5473)
- 基于 MDS 与 TOPSIS 模型的滨海滩涂围垦区土壤质量评价 ..... 解雪峰, 濮励杰, 朱明, 吴涛, 许艳 (5484)
- 淹水增加对闽江河口淡水潮汐湿地孔隙水地球化学特征及 CO<sub>2</sub> 和 CH<sub>4</sub> 排放通量的影响 ..... 李敬, 黄佳芳, 罗敏, 刘育秀, 谭季, 朱爱菊, 王声钰, 仝川 (5493)
- 养殖塘 CH<sub>4</sub> 排放特征及其影响因素 ..... 王娇, 肖薇, 张秀芳, 张弥, 张文庆, 刘强, 陈争, 董保华, 李旭辉 (5503)
- 施肥对高梁地土壤呼吸及其温度敏感性的影响 ..... 严俊霞, 张媛, 焦晓燕 (5515)
- 高硒高镉区土地安全区划方法 ..... 王锐, 侯宛苓, 李雨潼, 余涛, 陈娟 (5524)
- 不同配比复合材料对农田镉污染土壤的修复效果 ..... 陈树兰, 许晨阳, 耿增超, 王强, 祝乐, 龚园, 拓卫卫 (5531)
- 水铝钙石对不同镉污染农田重金属的钝化效果及机制 ..... 吴秋梅, 刘刚, 王慧峰, 胡文友, 黄标 (5540)
- 狮子山矿区不同土地利用类型对土壤微生物群落多样性的影响 ..... 黄健, 朱旭炎, 陆金, 孙雨, 赵兴青 (5550)
- 林地转型耕地对东北丘陵区白浆土 *cbbL* 细菌群落丰度和结构的影响 ..... 王蕊, 吴宪, 李刚, 修伟明, 王丽丽, 张贵龙 (5561)
- 粤港澳大湾区场地污染特征、治理修复与环境管理研究专辑
- 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 ..... 常春英, 董敏刚, 邓一荣, 肖荣波, 刘丽丽 (5570)
- 粤港澳大湾区土壤污染问题计量及可视化分析 ..... 张宁, 张盛, 杨海超, 张建通 (5581)
- 城市生活垃圾填埋场的物质存量特征及其环境影响: 以粤港澳大湾区为例 ..... 马仕君, 周传斌, 杨光, 赵志岚, 刘懿颀 (5593)
- 粤港澳大湾区丘陵区带某电镀场地重金属污染特征与迁移规律分析 ..... 侯文隽, 龚星, 詹泽波, 刘锋, 黄子航, 杨立宏, 林晓琛 (5604)
- 粤港澳大湾区典型化工场地苯系物污染特征及迁移规律 ..... 邓一荣, 陆海建, 董敏刚, 程洲, 庄长伟, 肖荣波, 钟音, 彭平安 (5615)
- 针铁矿-富里酸复合材料对铅镉污染土壤的钝化修复性能 ..... 刘千钧, 李想, 周阳媚, 唐杰鹏, 林亲铁, 姚琨 (5623)
- 广东大宝山矿区土壤植物体系重金属迁移过程及风险评价 ..... 陈洁宜, 刘广波, 崔金立, 肖唐付 (5629)
- Hydrus-1D 模型在推导基于保护地下水的土壤风险控制值中的应用 ..... 林挺, 罗飞, 朱艳, 杨坤, 郝秀平 (5640)
- 《环境科学》第 40 卷(2019 年)总目录 ..... (5649)
- 《环境科学》征订启事(5233) 《环境科学》征稿简则(5285) 信息(5357, 5420, 5429)



# 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

常春英<sup>1</sup>, 董敏刚<sup>1</sup>, 邓一荣<sup>1\*</sup>, 肖荣波<sup>2\*</sup>, 刘丽丽<sup>1</sup>

(1. 广东省环境科学研究院, 广东省污染场地环境管理与修复重点实验室, 广州 510045; 2. 广东工业大学环境科学与工程学院, 广州 510006)

**摘要:** 防范污染场地环境风险和保障人居环境安全是粤港澳大湾区建设世界级城市群面临的重要挑战和工作内容之一。由于粤港澳在政治制度和土地管理等方面的差异, 以及珠三角9市内部城市化水平、产业结构以及环境管理能力的差别, 大湾区各地污染场地风险管控模式有明显的差异, 分析粤港澳大湾区典型城市污染场地风险管控特点, 对加强污染场地风险管控技术交流与合作, 优化大湾区污染场地风险管控制度具有重要意义。本文在简述我国污染场地风险管控制度体系的基础上, 重点介绍了广州、深圳、东莞、香港和澳门的污染场地风险管控制度体系、监管对象、污染评估与整治程序等特点, 对其风险管控制度体系进行了分析与对比, 并针对土地规划、政策反馈、信息公开及联盟机制探索等提出了思考与建议。总体来看, 香港及珠三角部分地市构建了行之有效的污染场地风险管控制度体系, 且体现了一定的地方特点, 但随着污染场地的进一步开发再利用, 打造粤港澳大湾区世界级城市群的建设目标将对污染场地风险管控策略的安全性、精细化和时效性等提出更高的要求, 互相借鉴和充分学习, 加强大湾区2区9市污染场地风险管控上的技术交流与合作, 是实现大湾区污染场地安全再利用与高效开发的有效路径。

**关键词:** 土壤污染防治; 粤港澳大湾区; 污染场地; 风险管控; 制度体系

中图分类号: X53 文献标识码: A 文章编号: 0250-3301(2019)12-5570-11 DOI: 10.13227/j.hjks.201906233

## Thoughts on and Construction of a Risk Management and Control System for Contaminated Sites in the Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area

CHANG Chun-ying<sup>1</sup>, DONG Min-gang<sup>1</sup>, DENG Yi-rong<sup>1\*</sup>, XIAO Rong-bo<sup>2\*</sup>, LIU Li-li<sup>1</sup>

(1. Guangdong Key Laboratory of Contaminated Environmental Management and Remediation, Guangdong Provincial Academy of Environmental Science, Guangzhou 510045, China; 2. School of Environmental Science and Engineering, Guangdong University of Technology, Guangzhou 510006, China)

**Abstract:** Preventing the environmental risks linked to contaminated sites and guaranteeing the safety of human settlements are some of the challenges and tasks involved in the construction of world-class city clusters in the Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area. Due to differences in the political systems and land property rights between Guangdong, Hong Kong, and Macao, as well as in the levels of urbanization, industrial structures, and environmental management capabilities of the nine cities in the Pearl River Delta, the risk management and control mode of contaminated sites varies considerably within the Greater Bay Area. In this context, an analysis of the features of risk management and control in the contaminated sites of typical cities can help strengthening technical communication and cooperation, optimizing risk management and control systems. This article briefly describes the risk management and control systems adopted for polluted sites in China; in particular it elaborates on the features of these systems in Guangzhou, Shenzhen, Dongguan, Hong Kong, and Macao, which have been subjected to monitoring, contamination assessments, and renovation procedures. During our study, the risk management and control systems adopted in different cities have been analyzed and compared; moreover, we elaborated thoughts and suggestions for land planning, policy feedback, information disclosure, and alliance mechanisms. We conclude that, overall, Hong Kong and several cities of the Pearl River Delta have established effective risk management and control systems for the polluted sites, which take into account certain local characteristics. However, with the further development and reuse of contaminated sites, the building of a world-class urban agglomeration in the Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area will require safer, more refined, and more efficient risk management and control strategies. We highlight the need to exchange information among researchers in order to promote technical exchange and cooperation. This is particularly important for the risk management and control of polluted sites distributed within the two regions and nine cities of the Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area, since it would allow their safe reuse and efficient development.

**Key words:** soil pollution prevention and control; Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area; contaminated sites; risk management and control; policy regime system

收稿日期: 2019-06-28; 修订日期: 2019-09-08

基金项目: 国家重点研发计划项目(2018YFC1801403, 2018YFC1800806, 2018YFC1800205); 广州市珠江科技新星项目(201806010086); 国家自然科学基金项目(41601616)

作者简介: 常春英(1983~), 女, 博士, 高级工程师, 主要研究方向为土壤重金属污染与控制、土壤环境管理, E-mail: xiaochong1219@163.com

\* 通信作者, E-mail: ecorydeng@163.com; ecxiaorb@163.com

粤港澳大湾区 (Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area), 是由香港和澳门 2 个特别行政区和广东省的广州、深圳、珠海、佛山、中山、东莞、惠州、江门和肇庆 9 市组成的城市群 (即“2 区 9 市”), 是国家建设世界级城市群和参与全球竞争的重要空间载体<sup>[1]</sup>。多年的社会经济发展既给大湾区带来了经济上的丰硕成果, 也带来了不容忽视的环境问题<sup>[2~4]</sup>, 占据大湾区主要地域的珠三角区域, 与长三角和京津冀地区是我国土壤污染防治的重点关注区域, 同时因其城市化进展及土地流转的巨大需求, 污染场地的环境监管问题日益凸显<sup>[5]</sup>。欧美等发达国家较早进入工业化时代, 逐渐形成了较为成熟的污染场地风险管控制度体系, 并结合监管需要采取了特异性的制度规范、管控程序及监管措施, 为我国污染场地风险管控制度建设提供了有效经验<sup>[6~9]</sup>。香港作为城市化进程较早的城市, 关注污染场地土壤污染及整治的时间早于内地, 尤其随着 20 世纪 70 年代末其制造业基地向珠三角城市的搬迁, 逐步将土壤污染政策纳入各专项法规, 并出台了相关管控规范, 污染场地风险管控制度体系逐步完善<sup>[10~13]</sup>。澳门因其土地稀缺和历史工业较少, 其土壤污染及整治有关的研究较少, 主要将污染场地评估与勘查工作纳入环境影响评价工作中实施。珠三角各市自 2016 年《土壤污染防治行动计划》(《土十条》) 实施以来土壤环境工作全面铺开, 珠三角各市结合本地实际, 因地制宜, 逐步建立了污染场地风险管控制度体系。大湾区 2 区 9 市因其地缘的相近性, 土壤特性和水文地质特性等自然条件相似, 呈区域性特征, 加上城市化进程和经济发展的相似性, 因此在土壤污染风险管控、治理与修复技术和管控策略等方面具有互通性、共用性和借鉴性。但与此同时, “一国两制”制度下, 粤港澳大湾区城市在污染场地再开发利用及其监管过程中因为在政治制度、环境标准乃至治理架构等方面的差异<sup>[14]</sup>, 使得污染场地风险管控法律法规、技术体系和管理体系等存在较大差异。另一方面, 珠三角内部城市之间由于其城市化进程、产业发展以及管控策略等的差异, 污染场地风险监管模式也体现了一定的差异性。为此, 研究粤港澳大湾区典型城市污染场地风险管控制度构建及其特点, 对于优化粤港澳 3 地污染场地管控政策, 加强污染场地土壤治理修复技术交流与合作, 建立高效、经济和安全的城市土地可持续开发模式具有重要意义。

## 1 我国污染场地风险管控制度体系概述

自 2016 年 5 月国务院印发《土十条》以来, 我国各地以此为行动纲领, 全面推进净土保卫战, 污染

场地风险管控制度体系逐步建立, 形成了涵盖污染预防、调查评估、风险管控或修复和效果评估等全过程的监管体系, 并针对地块用途变更、重点监管单位和关闭企业环保拆除等进行了充分衔接, 污染场地风险管控制度体系初步建立<sup>[15~18]</sup>。

### 1.1 风险管控制度体系

随着“退二进三”和“退城进园”等政策的实施, 我国工业企业搬迁、污染场地修复及再开发等问题逐步凸显<sup>[19, 20]</sup>, 国家及各省对污染场地的环境监管做出了积极响应, 较为快速地构建了污染场地土壤环境管控制度体系<sup>[17, 21]</sup>。总体上, 构建了以《中华人民共和国土壤污染防治法》(《土壤法》) 为专门立法, 以《土十条》和《污染地块土壤环境管理办法 (试行)》为具体实施要求, 配套场地调查评估、风险管控与修复和修复技术等系列技术指南的污染场地土壤管控制度体系 (图 1)。监管制度设置上, 主要体现了以下特点。

(1) 监管重点 重点针对从事过有色金属冶炼、石油加工、化工、焦化、电镀和制革等行业生产经营活动, 以及从事过危险废物贮存、利用和处置活动的用地, 且土地使用权拟变更或用途拟变更为居住用地和商业、学校、医疗和养老机构等公共设施用地进行管控。

(2) 责任主体确认 实施“污染者付费”, 确定了土壤污染人、土地使用权人作为土壤污染责任主体的承继顺序。针对存在责任人不明确或存在争议的, 需由相关行政主管部门认定, 相关的认定办法正在编制中。

(3) 治理修复标准 建立了针对 45 项基本项目 (必测指标) 和 40 项其他项目 (选测指标) 的建设用地土壤污染风险管控标准, 包括土壤污染风险管控筛选值和管制值。修复目标是综合考虑用地方式、暴露情景和风险可接受水平等因素, 通过健康风险评估结果指导治理修复。

(4) 信息化管理 构建了“全国污染地块土壤环境管理信息系统”, 疑似污染地块和污染地块的再开发过程均需在系统中进行, 针对不同环节, 由土地使用权人、县 (市、区) 生态环境部门、地市和省级生态环境部门会同有关部门进行信息录入及意见出具等, 实现污染场地再开发全过程监管。各级自然资源和住房城乡建设部门则根据自身职责查询有关信息, 强化污染场地信息沟通, 实行联动监管。

### 1.2 风险管控程序

需再开发的工业企业关闭搬迁地块, 从风险管控历程上经过疑似污染地块、污染地块、纳入土壤污染风险管控和修复名录的地块、达到风险管控或修



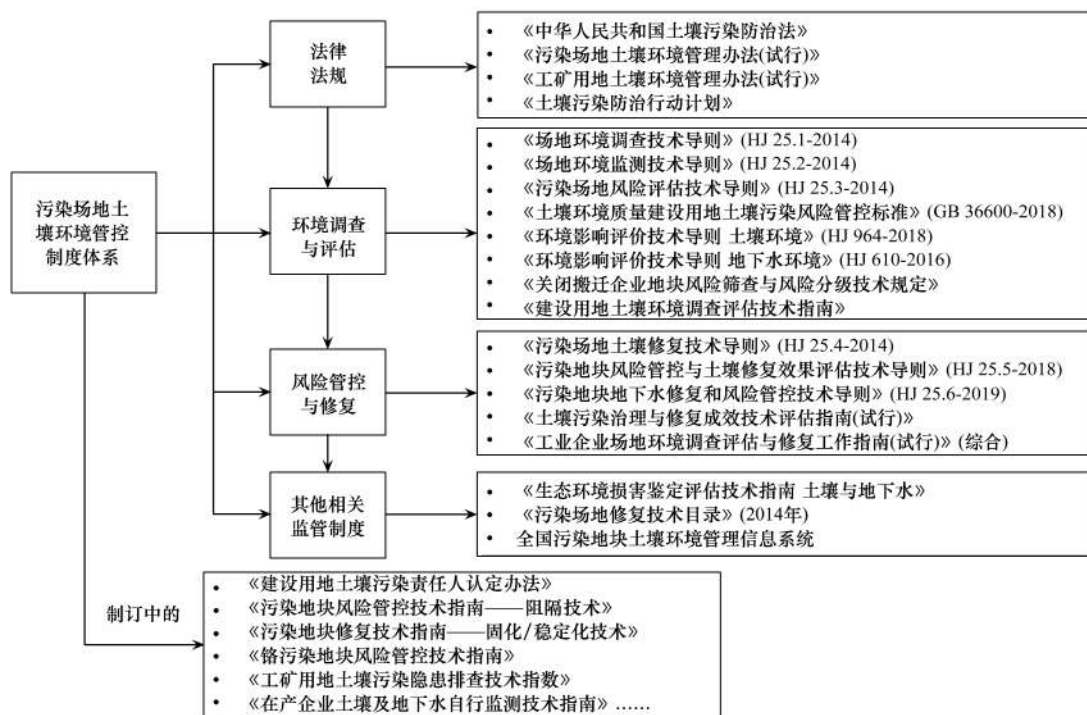


图1 我国污染场地土壤环境管控制度体系

Fig. 1 Soil risk management system of contaminated sites in China

复效果的地块等过程,最终实现安全再利用(图2). 纳入土壤污染状况调查的地块主要包括3类:经普查、详查和监测等表明有土壤污染风险的地块,用途变更为住宅和公共管理与公共服务用地的建设用

地块,以及土壤污染重点监管单位用途变更或土地使用权变更的地块. 评估报告和效果评估报告均需由生态环境部门会同自然资源等部门组织评审后才能开展下一步程序,需要治理修复的场地需编制土壤修

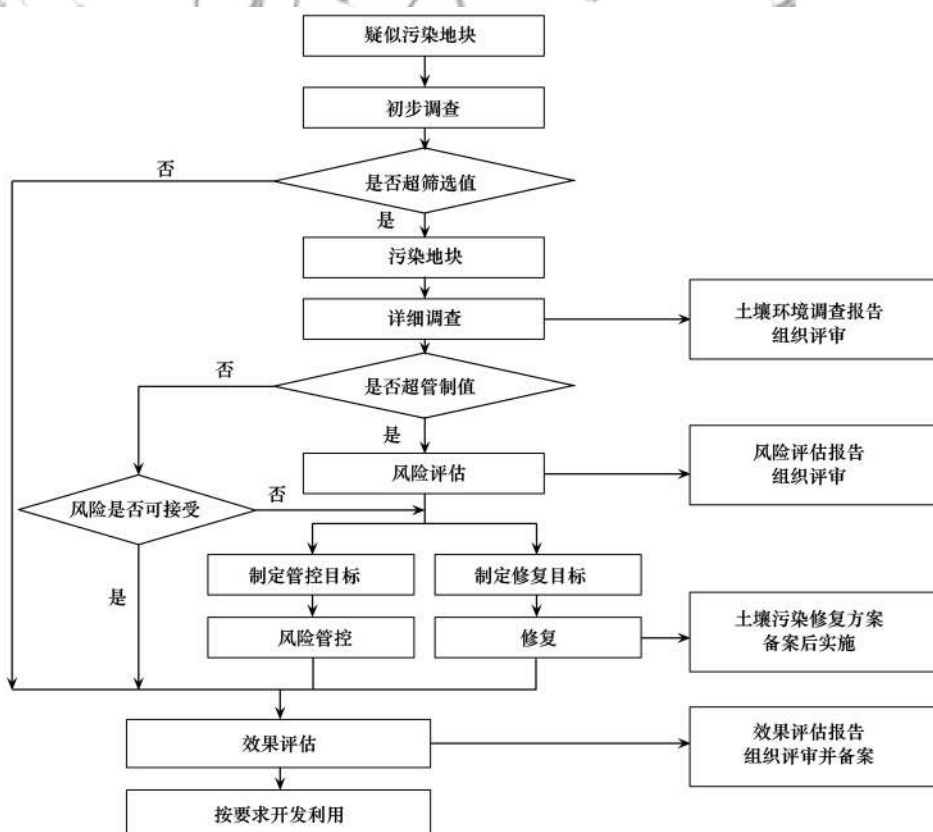


图2 我国污染场地土壤风险管控工作程序

Fig. 2 Procedure for soil risk management of contaminated sites in China

复方案,备案后实施。经过风险管控或修复及其效果评估后可以安全利用的场地,可移出建设用地土壤污染风险管控和修复名录后,开工建设有关项目。

### 1.3 相关衔接制度

(1) 与新关停企业地块管控的衔接 《工矿企业用地土壤环境管理办法(试行)》要求土壤污染重点监管企业终止生产经营活动前,开展土壤和地下水环境初步调查,编制调查报告;发现有污染的,应按要求开展详细调查、风险评估、风险管控或修复等活动。由此,在产企业地块与关闭搬迁企业地块进行了“无缝衔接”,新关停企业地块有效纳入到了污染场地的环境监管程序中。

(2) 与场地环保拆除活动的衔接 《土壤法》和《土十条》均要求拆除设施、设备或者建筑物、构筑物等需采取措施预防土壤污染,并制定残留污染物清理和安全处置方案,报生态环境、工业和信息化部门备案后实施。同时,印发实施《企业拆除活动污染防治技术规定(试行)》,明确拆除方案编制、拆除实施和拆除报告编制等的具体要求,并针对环保拆除活动中的废水污染、固体废物污染和遗留物料污染等情形进行了具体规范。

## 2 粤港澳大湾区主要城市污染场地风险管控体系

### 2.1 珠三角内地城市污染场地风险管控体系

#### 2.1.1 广州构建了全程覆盖、审查归一的清单式监管体系

广州市启动污染场地环境监管并不早,但相关

的监管措施构建及推进速度较快,一度成为我国污染场地环境监管的探路者<sup>[22]</sup>。2014 年组织开展部分工业企业场地调查,编制了《工业企业关停搬迁及原址场地再开发利用环境管理办法(征求意见稿)》,并明确“三备案”制度的具体要求。该办法旨在建立污染场地再开发环境监管的统一行动规范,指导各监管单位和从业单位开展土壤污染防治工作,但由于部门协调、市场成熟程度以及上位法支持等因素,未能颁布实施。之后,广州市污染场地环境监管体系逐步完善,在规范流程监管、技术要求、监测要求、从业单位和专家咨询等方面均出台了规范文件,呈现污染场地风险管控的清单式管理(图 3)。

(1) 工作流程 广州市实施的《污染地块再开发利用环境管理实施方案(试行)》明确了各部门职责、工作衔接及工作流程,其中将纳入监管范围的污染场地分为 4 类,分别为调查后无污染地块、有污染不需干预类、风险管控类和治理修复类,并分别明确和细化了监管程序和具体要求,只有当按要求完成各环节工作,并经环境保护、国土规划、住房和城乡建设 and 城市更新 4 部门联合确认后,方可进入用地程序。此外,明确了有关技术文件专家咨询论证工作程序,包括文件受理、会议程序、专家确定、咨询会及意见、文件修改与复核、评估意见上报和备案等 7 个环节,由市、区生态环境行政主管部门和 4 家下属技术支撑单位分工负责,有效完善和保障了技术文件专家论证的科学性、公正性和时效性。

(2) 技术要求 为明确和统一污染场地风险管控技术要求,印发实施《广州市工业企业场地环境

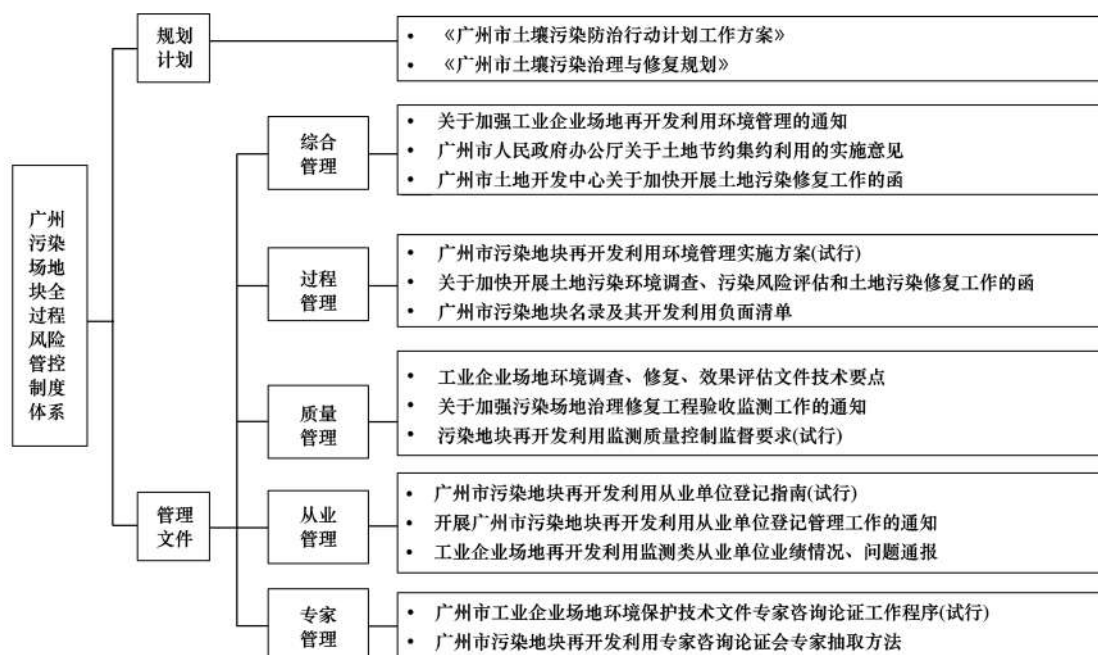


Fig. 3 Whole-process risk management system of contaminated sites in Guangzhou



调查、治理修复及效果评估技术要点》,细化和明晰了污染场地土壤环境初步调查、详查调查、风险评估、风险管控或修复以及效果评估等环节的技术要求。一方面明确提出5个阶段的多项量化要素的审查要求,技术要点的实施为从业人员、第三方机构和监管机构等提供了清单式的、量化的监管要点,使得工作开展更具操作性。另一方面,首次量化界定了审查要点的内涵,有效解决了污染场地有关报告技术审查中“因人而异、因事而异和因时而异”的现象,实现了污染场地全过程精准化管理。

(3) 监测监督 针对受委托开展污染场地监测的机构,除符合国家有关检测能力有关要求外,要求其须接受本市相关行政主管部门的监测质量监督,其检测能力需达到检测因子的75%以上,实际检测因子应达到检测因子的75%以上,承接有效检测工作量应达到检测工作量的75%以上。实施监测质量监督检查制度,针对污染场地土壤环境调查、风险评估和治理修复等活动,由技术单位负责开展地块的监督检查监测,并作为相关报告上会论证评审的前置条件。

(4) 从业单位及专家管理 针对在广州从事污染场地再开发利用活动的从业单位,需依程序进行登记,从业单位包括监测检测类、环境调查与风险评估类、风险管控与修复方案编制类、治理修复工程施工类、治理修复工程环境监理类和治理修复工程效果评估类6类。从业单位登记后方可在广州市从事污染场地再开发有关活动,但不作为从业的门槛,主要目的是掌握从业机构概况和相关能力,便于监督管理;针对从业过程中有重大失误和弄虚作假等行为的从业机构进行通报,且3a内禁止在本市从事相关活动。同时,建立了覆盖污染场地再开发各环节的专家库,用以支撑技术报告把关,目前专家库包含省内外业内专家100余名,并实施动态更新。

### 2.1.2 深圳建立了规划把关、准入严格的交互式监管体系

在省级层面的法律制度和技术框架下,深圳市结合本地实际,强化城市国土空间规划和工业用地供应管理,将污染场地土壤环境监管要求纳入城市总体规划和年度土地整备计划。在此基础上,印发实施《建设用地土壤环境调查评估工作指引(试行)》,明确了需开展地块土壤环境质量调查评估的项目范围和评估主体,规范了相关工作流程。

(1) 监管范围 主要包括土地整备项目和城市更新项目,以及用途拟变更为住宅等敏感用地的疑似污染地块和污染地块。纳入重点监管的用地包括重点行业企业用地和环境基础设施用地2类,前者包括电镀、线路板、铅酸蓄电池、制革、印染、化工、医

药和危险化学品储运等行业,后者指污染处理厂、垃圾填埋场、垃圾焚烧厂、危险废物及污泥处置等。

(2) 工作程序 针对拟开展土地整备的地块,土地整备部门需向生态环境部门提供辖区土地整备年度计划项目清单及实施范围图,其中被确认为疑似污染地块的项目,需启动建设用地土壤环境调查程序。针对拟纳入城市更新计划或拟批准用途变更的,应填写建设用地使用现状信息表等报生态环境部门,经判断属疑似污染地块的需启动建设用地土壤环境调查程序。经调查无风险,以及经风险管控或修复达到相应用地土壤环境质量要求的地块,方可进入整备入库、城市更新或用途变更审批程序。

(3) 工作要求 总体上,要求按照国家场地环境技术系列指南开展相关活动,要求土壤环境调查应在原企业完全停产,且可能造成土壤和地下水污染的设备、建(构)筑物等拆除后进行。针对未拆除的,需编制企业拆除活动污染防治方案,拆除活动需避免造成土壤环境污染;拆除后,需按要求对未采样调查的疑似污染区域开展补充采样,并将补充材料上传污染地块信息系统。同时,规定污染地块土壤环境调查报告等技术文件上传至污染地块信息系统即视为向生态环境部门备案,市、区土地整备、城市更新和规划国土等部门通过该系统查询相关信息,实现污染地块相关信息的共享共用。

### 2.1.3 东莞形成了流程清晰、职责分明的立体化监管体系

2018年以来,东莞市污染场地环境监管在《东莞市生态文明建设促进与保障条例》的引导下,以《东莞市建设用地开发利用土壤环境管理实施方案(试行)》为核心监管制度,辅以《关于加强建设用地审批管理落实土壤污染防治要求的通知》和《东莞市建设用地场地环境调查工作及评审技术要点》等规范性文件,形成了市级有关部门、镇街分局和相关责任人3个层面立体化的污染场地监管体系。东莞市注重整合生态环境、自然资源、城乡规划、土地储备、城市更新等部门职责,环环相扣,流程化地推进污染场地安全再利用。同时,强化概念界定,针对具体监管范围、管控标准的符合性判断、管理模式的选择等做了具体说明,并细化了市属部门与镇街部门的具体职责。

(1) 适用范围及判断 东莞创新性地提出“市级关注地块”的概念,用以清晰界定适用范围,并针对判断是否符合适用范围提出具体工作流程。整体上,在国家和省级要求监管的基础上,东莞又将涉及闲置和荒置等地块性质模糊且无法提供完整的污染识别资料的建设用地的流转、出让或用途变更纳入

环境监管范围(表1);细化和补充了住宅用地和公共管理与公共服务用地类型,前者主要包括城镇住宅用地和农村宅基地,后者具体包括机关团体用地、新闻出版用地、教育用地、科研用地、医疗卫生用地、社会福利用地、文化设施用地、体育用地、公园与绿地和公共设施用地等。

表1 污染场地风险管控的主要对象汇总<sup>1)</sup>

Table 1 Targets and categories of risk management for the contaminated sites

| 序号 | 东莞市污染场地风险管控的主要类别                               | 《中华人民共和国土壤污染防治法》 | 《污染地块土壤环境管理办法(试行)》 | 《广东省实施〈中华人民共和国土壤污染防治法〉办法》 | 《广东省土壤污染防治行动计划实施方案》 |
|----|------------------------------------------------|------------------|--------------------|---------------------------|---------------------|
| 1  | 对土壤污染状况普查、详查和监测、现场检查表明有土壤污染风险的建设用地             | √                | ×                  | √                         | √                   |
| 2  | 拟流转、出让或用途拟变更前后涉及重点行业企业用地                       | √                | √                  | √                         | √                   |
| 3  | 拟流转、出让或用途拟变更前后涉及相关公用设施用地                       | √                | √                  | √                         | √                   |
| 4  | 拟流转、出让或用途拟变更相关敏感用地                             | √                | √                  | √                         | √                   |
| 5  | 拟流转、出让或用途拟变更前涉及闲置、荒置等地块性质模糊且无法提供完整的污染识别资料的建设用地 | 拟开发为耕地的纳入监管      | ×                  | 重度污染转农用地的纳入监管             | 重度污染转农用地的纳入监管       |
| 6  | 各级生态环境部门认定疑似存在或确认存在土壤污染的建设用地                   | √                | ×                  | √                         | ×                   |

1) 各项法律法规及规范性文件所规定的重点监管行业及公用设施用地类别不完全一致;重点监管行业包括:有色金属矿采选、有色金属冶炼、石油加工、化工、焦化、电镀、制革、医药制造、铅酸蓄电池制造、废旧电子拆解、危险废物处理处置和危险化学品生产、储存和使用等行业;公用设施用地包括垃圾填埋场、垃圾焚烧厂、污泥处理处置设施、火力发电、燃气生产和供应和污水处理厂等

(2)管理模式选择 要求土壤污染责任人和土地使用权人根据地块风险评估结果和相关开发利用计划,确定实施风险管控或土壤修复,并按程序推进。实施风险管控的,需落实有关风险管控措施,定期向生态环境部门报告,活动结束后进行效果评估,经评审后报生态环境、自然资源和城乡规划部门备案(三部门备案)。实施土壤修复的,需结合土地利用规划等编制修复方案,并报三部门备案后实施;修复完成后,需开展效果评估,经评审后报三部门及住建部门备案。

(3)监管职责与分工 将生态环境、自然资源、城乡规划、住建、城市更新、土地储备和房管局7个部门按照市级和镇街(含园区)2级界定其污染场地再开发环境监管职责,使部门联动机制有效发挥作用。同时,提出园区管委会、镇人民政府和街道办事处应对辖区内地块土壤环境质量负责,制定土壤环境管理工作办事流程和土地年度开发利用计划等,必要时对污染场地进行规划调整以确保土壤环境质量符合相应规划用地要求。

2.2 香港污染场地土壤污染防治体系建设

2.2.1 监管体系

香港没有专门的土壤污染相关法律,但与土壤污染相关的法例中均涉及有关管控要求,如《建筑物(贮油装置)规例》中规定拆卸贮油装置须进行土地污染评估及整治,《环境影响评估条例》规定工程项目须进行土地污染评估及整治,《废物处置条例》

中将不当处置废物而导致土地污染列为非法行为,一定程度上针对土壤污染预防提供了法律保障。随着香港城市土地供应的逐步紧张,棕地开发被认为是中短期内土地供应的一个主要解决方案<sup>[23, 24]</sup>,在土地供应及污染地块安全开发的双重驱动下,香港逐渐形成了一套受污染土地再开发利用工作程序及制度体系,为受污染土壤的风险管控与再开发提供了制度保障。1994年,香港环保署发布专业人士环保事务咨询委员会专业守则第3/94号《受污染土地的评估及补救》,该守则中提出采用荷兰《土壤修复技术导则》中的B标准进行受污染土壤的评估及整治。随着污染土壤风险评估及整治方法的发展,2007年12月香港颁布实施《按风险厘定的土地污染整治标准使用指引》,该标准结合香港实际制定了市区住宅、乡郊住宅、工业用地和公园用地4种土地用途整治标准,以此保障人居环境健康<sup>[12]</sup>。同年8月,香港环保署颁布实施《受污染土地的评估与整治指引》,总体上就污染土地的监管范围、污染评估和土地整治等具体要求进行了明确,并就样品采集与分析、整治措施和采用标准等进行了说明<sup>[11]</sup>。1999年,香港颁布实施《受污染土地勘察及整治指引》,适用于曾作为加油站、船厂、车辆维修与拆卸工场的土地再开发整治要求,后被《受污染土地勘察及整治实务指南》(2011年8月)代替<sup>[10]</sup>。以上3部文件组成了香港污染场地环境监管的核心制度,并与其他有关法律法规共同发挥监管效用(图4)。



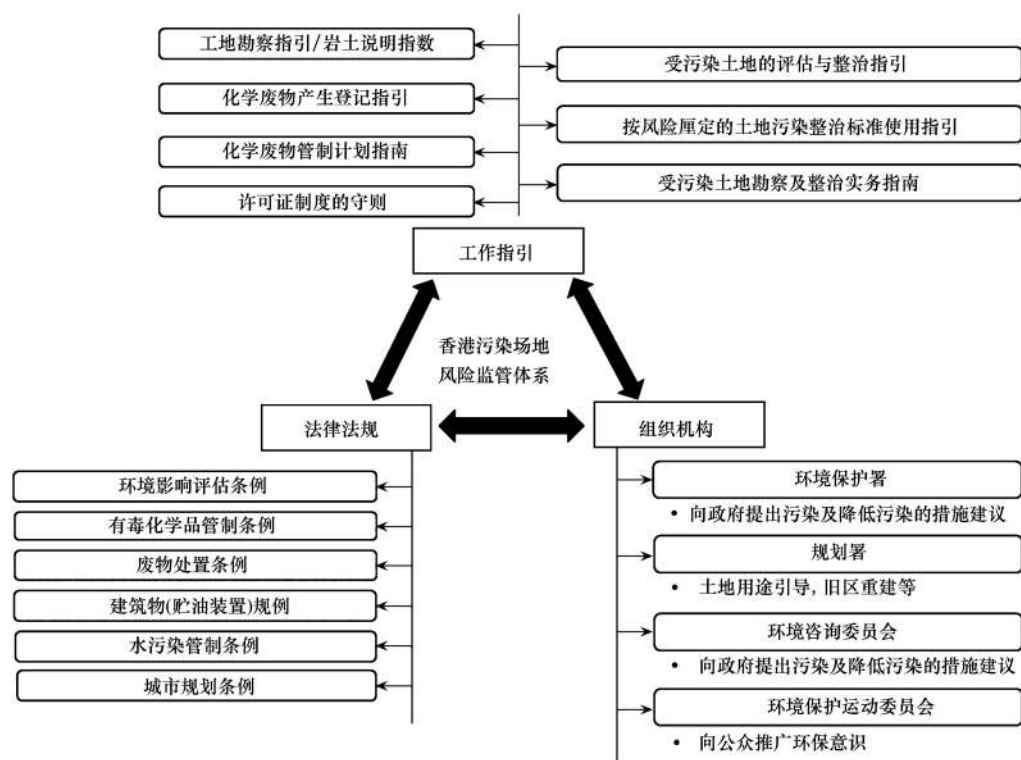


图4 香港污染场地土壤风险管控制度体系

Fig. 4 Soil risk management system of contaminated sites in Hong Kong

### 2.2.2 重点监管情景

(1) 重点监管行业 香港明确规定可能造成土地污染的工业企业地块包括燃油设施(油库、加油站)、煤气厂、发电厂、船厂与船埠、化学品制造及加工、钢铁厂、金属工场、汽车修理工场及拆车工场和废铁场等,体现了香港污染场地再开发的主要用地来源及关注重点。此外,香港填海造地的比例也较高,占建成区扩展总面积的30%以上,填海土壤层中由从前的海床组成的部分可能受到污染,特别是针对市区附近由填海而得的土地,其环境质量状况也是香港土壤风险管控的关注情形之一<sup>[25]</sup>。

(2) 重点用地情形 香港结合实际制定的市区住宅、乡郊住宅、工业用地和公园用地这4种修复后土地用途的整治标准,反映了香港民众可能的受污染土壤或地下水的典型暴露环境。某场地将来土地用途如果不属于以上4种用途,则倡议把场地的污染暴露特征与4种土地用途情景比较,根据地块具体使用及特征,确定出认为最接近场地特征的一种进行污染评估与整治,如将政府、团体及社区用地、设施用地归为市区住宅用地,将学校用地归为乡郊住宅。如果场地用途尚未确定或污染土壤外运,则需采用最严格(乡郊住宅用地)的整治标准进行场地风险管控活动。

### 2.2.3 污染评估与整治程序

针对污染场地或棕地,均需按照图5所示的工

作流程完成污染评估与整治后,才能进行土地的开发利用,主要程序包括场地评估、规划及设计场地勘察方案、场地勘察、污染状况分析、规划及整治方案、污染土地整治和土地开发利用7个步骤。其中,针对场地污染评估阶段需要编制污染评估计划书和污染评估报告,报环保署批准后实施;针对污染整治阶段需编制整治计划书和整治报告,报环保署批准后实施,该4项审批是香港场地污染评估与整治的重要监管手段。此外,香港结合土地开发实际制定了土壤污染评估简化程序,针对历史上曾经用于极小规模,且仅涉及局部污染的工业地块,如小型修车场和五金工场等,或运行少于2a的短期用地等特殊个案,可以采用土壤污染评估简化程序,即在有可能受污染的重点区域采样,并进行基本的分析。评价一个场地是否可以土壤污染评估简化程序,需填写采用简化场地勘察的准则表,对于与场地无关或不适用的准则需说明理由,当针对所有适用简化程序的准则判定均为“是”时,该场地即可进行采用简化程序进行评估。

### 2.2.4 信息公开及公众参与

香港历来重视信息公开及公众参与,以减少由于不知情而产生的抵触情绪,提高公众对决策的信任度和接受度<sup>[26, 27]</sup>。香港没有专门针对场地污染评估与整治的公众参与规定,相关内容融合于城市规划和建设项目环境影响评价2个阶段。针对城市

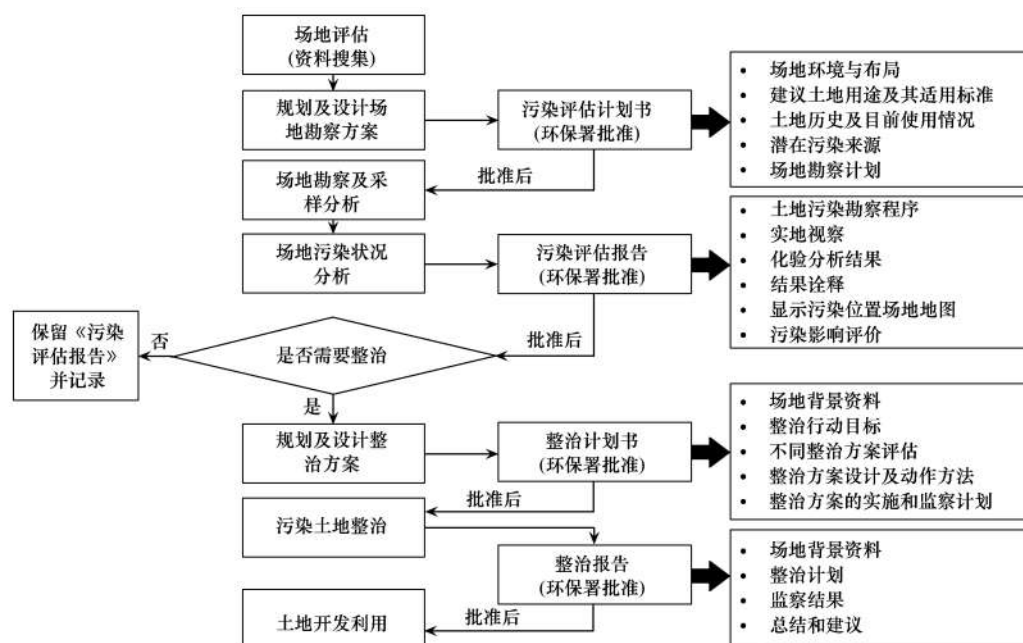


图5 香港污染场地土壤风险评估与整治工作程序

Fig. 5 Procedure for soil risk assessment and remediation of contaminated sites in Hong Kong

规划,有关的规划文件需征求公众意见,并开展问卷调查和公开报告,公众可以随时访问或提出质疑;针对建设项目环境影响评价,需开展公众咨询,公开建设项目有关的文件。香港提供了大量场馆和办事处等实体信息公开场所,并设访客中心,提供无障碍网络沟通服务,网站及时更新项目进度及活动实况,可供民众方便和快捷地获得各种信息,彻底避免了民众“蒙在鼓里”<sup>[28]</sup>。

### 2.3 澳门污染场地评估与勘查制度

澳门的污染场地评估与勘查主要整合于环境影响评价工作中,环境影响评估系列指引中有专门的《土壤污染评估指引》,针对污染场地环境监管进行了原则性的规范。2014年,澳门制定了《环境影响评估 土地污染评估指引》,初步提出了土地污染评估应包括评估现有土地污染和评估拟开发项目在施工及营运期期间的潜在土地污染两部分,前者即为场地污染评估与管控,经确认发现拟开发项目土地受到污染时,则需修复至与土地类型相对应的整治目标后才能进行土地开发。后来,该指引经过2017年和2019年两次修订,最后一次修订指引于2019年9月1日起实施。同时,制定出台了《澳门环境质量标准 商住用地、工业用地和公园绿地之上土壤管控标准(试行)》,其与《土地污染评估指引》构成了澳门污染场地风险管控的核心制度。

监管范围上,除常规污染监管企业用地外,澳门结合实际需求将曾用作或现在被作为机场及飞机修理工场、船厂/船埠、火葬场、高尔夫球场和露天射击场等用地的均视为潜在污染场址,需按程序开展污

染评估和场地修复活动。监管程序上,与内地城市类似,包括潜在污染场址经过污染源识别、土地用途及敏感受体分析、场地勘察与分析、识别污染范围和场地修复与整治等环节,各环节技术要求以参考内地有关技术导则及规范为主,受污染的土壤修复至整治目标后可开发利用。管控标准上,针对商住用地(居住、商业、旅游娱乐和共用设施)、工业用地(工业和公共基础设施)和公园绿地(绿地和公共开发空间区)3类制定了土壤污染物浓度参考值和土壤饱和度参考值,包括常规项目22项和选测项目19项<sup>[29]</sup>。

## 3 粤港澳大湾区城市污染场地管控制度体系思考与启示

城市污染场地的风险监管及其体系构建是土壤污染防治工作最活跃的内容之一,受自然、社会和经济等诸多因素的影响,污染场地多位于城市人口密集的地区,存在较大的环境安全隐患,需足够重视。粤港澳大湾区各市自然地理条件相近,其主体居民是华人的特征明显,加上国家粤港澳大湾区建设的战略定位,大湾区2区9市的联系将更加紧密<sup>[30, 31]</sup>,研究大湾区各城市污染场地制度体系构建的经验,有助于形成大湾区区域性污染场地风险管控和制度体系,对建立健全我国现行污染场地风险管控制度具有重要意义。

### 3.1 重视土地规划及土壤环境质量符合用地要求

《香港规划标准与准则》中极其重视将环境因素和标准纳入考虑,并要求环境因素的考虑需在规



划工作开展初期纳入,但针对污染场地再开发的规划及其调整问题暂未有专门的规定<sup>[32, 33]</sup>。香港环境保护署和环境咨询委员会分别作为环境保护事务的执行机构和法定非官方组织,充分参与建设规划项目的审批环节,并向土地规划与管理部建议采取的污染整治措施和审核土地利用计划的环评结果等,当涉及可能存在土壤与地下水污染时,要求土地开发前必须进行土地污染评估和完成必要的整治工程。内地涉及城市规划和土地利用规划方面的要求与香港类似,要求编制土地利用总体规划、城市总体规划和控制性详细规划时,要充分考虑污染场地污染风险,合理确定土地用途。因此,在具体实践中,针对土壤污染严重的场地,或污染情况较复杂、难以彻底管控风险且规划为敏感用地类型的地块,可以探索建立土地利用规划调整的特殊通道,构建形成基于经济性、安全性和时效性综合考虑的土地利用规划调整路径,对在规划执行中发现的高风险污染场地的合理利用具有巨大意义。

### 3.2 管理与技术策略实施的效果反馈与借鉴

香港已进入后城市化阶段,其城市高度发展,土地利用高度集约,短中期(10 a)内急需依靠棕地开发来缓解目前建设用地紧缺的现状,其城市污染场地再开发流转较为迫切<sup>[23]</sup>,其所构建的管理机制和技术体系等的应用均早一步实施,其应用效果反馈可作为珠三角各市的有效借鉴与参考。①用地类型的归类 香港针对市区住宅、乡郊住宅、工业用地和公园用地这4种用地类型建立了修复整治标准,而其他用地(市区多层大厦、乡村底层楼宇、学校和设有运动场馆的公园等)需根据用地情形和暴露途径等划分到4类中进行修复整治,这种方式的实施及其效果反馈可为珠三角地区复杂的土地利用类型提供借鉴。②土壤污染评估简化程序 珠三角城市污染场地,尤其针对部分土地开发较为迫切且污染来源清晰简单的地块,可探索建立污染场地再开发的简化模式,在保障安全的前提下,简化流程,有效提速土地流转及再开发。

### 3.3 信息公开与公众参与需更具操作性

借鉴香港完善、有效的信息公开和公众参与模式,有效提升污染场地再开发过程中的信息公开与公众参与,使公众实质性参与到再开发全过程中,提高公众对决策的支持度<sup>[28]</sup>。《土壤法》和《土十条》等均对土壤污染防治信息公开和公众参与提出了原则性要求,为公众有序参与土壤环境监管提供了制度环境。然而,在实践中公众参与和有关信息公开依然不足,内地城市的土壤污染防治信息发布渠道较为单一,网站建设水平不高,公开信息少,公众参

与形式、参与环节及参与深度与香港还有较大差距<sup>[34~36]</sup>。因此,珠三角城市基于对信息公开与公众参与的法律制度实施和有关决策公众支持度的双重考虑,做好有关的配套措施。①加强公众引导与沟通,强化正确的风险认识和环保参与意识,有效缓解要么“事不关己”,要么“邻避思想”严重的公众极端反映。②明确工作程序、要求与方式,进一步明确信息公开的具体内容、期限、范例和获得途径等,进一步明晰公众参与的工作节点、参与主体和具体形式等,并建立具体的意见反馈机制。③推动非政府环保社会组织发挥作用,规范运行,为土壤污染风险及防治提供专业培训、政策和技术咨询和协助宣传活动等。

### 3.4 探索构建污染场地风险管控区域制度及联盟机制

2019年2月,中共中央和国务院印发《粤港澳大湾区发展规划纲要》,提出加强大湾区环境保护和治理,开展粤港澳土壤治理修复技术交流与合作,积极推进受污染土壤的治理与修复示范,强化受污染地块的安全利用。粤港澳大湾区建设已提升至国家战略的高度,这为推进粤港澳大湾区污染场地风险管控制度体系和安全保障技术体系构建及集成提供了良好的机遇。随着珠三角各市城市更新的深入推进,将对污染场地风险管控策略的安全性、精细化和时效性提出更高的要求,充分借鉴和学习香港有关做法,强化大湾区2区9市在污染场地风险管控上的技术交流与合作,采用行政协议、区域规划和联合技术攻关等手段,探索建立大湾区污染场地风险管控的区域联盟机制。

## 4 结论

(1)在国家污染场地风险管控要求下,以广州、深圳和东莞为代表的珠三角城市在实践中逐步构建了切实有效的污染场地风险管控体系,体系覆盖了城市规划、监管范围、技术要求、监测监管、从业单位管理和联动监管等方面,各市结合实际需求有所侧重。但实际执行中,需进一步明确和细化要求,强化制度配套,有效支撑管控体系发挥实效。

(2)香港较早构建了系统的污染场地风险管控体系,形成了以评估整治指引、基于风险的土壤治理标准和土地勘察整治实务为核心的制度规范,并结合实际需求形成了土壤污染评估简化程序,有效保障了特定地块再开发的安全性和时效性。公众参与和信息公开在香港污染场地评估与整治中发挥了充分的作用,有效提高了公众对决策的支持度。

(3)香港对棕地再开发的迫切性以及珠三角各

市场对场地再开发的巨大空间,将对污染场地风险管控策略的安全性、精细化和时效性等提出更高要求,互相借鉴和充分学习,加强大湾区2区9市污染场地风险管控上的技术交流与合作,探索建立大湾区污染场地风险管控的区域联盟机制,最终实现大湾区污染场地的安全再利用和高效开发。

#### 参考文献:

- [1] 覃成林,刘丽玲,覃文昊. 粤港澳大湾区城市群发展战略思考[J]. 区域经济评论, 2017, (5): 113-118.
- Qin C L, Liu L L, Qin W H. On the development strategy of the urban agglomeration in the Guangdong-Hong Kong-Macao greater bay area[J]. Regional Economic Review, 2017, (5): 113-118.
- [2] 骆永明,章海波,赵其国,等. 香港土壤研究 I. 研究现状与展望[J]. 土壤学报, 2005, 42(2): 314-322.
- Luo Y M, Zhang H B, Zhao Q G, et al. Hong Kong soil researches I. an overview[J]. Acta Pedologica Sinica, 2005, 42(2): 314-322.
- [3] 陈同斌,黄铭洪,黄焕忠,等. 香港土壤中的重金属含量及其污染现状[J]. 地理学报, 1997, 52(3): 228-236.
- Chen T B, Huang M H, Huang H Z, et al. A study on heavy metal pollution in soils in Hong Kong[J]. Acta Geographica Sinica, 1997, 52(3): 228-236.
- [4] Wilson M J, He Z L, Yang X E. The red soils of China: their nature, management and utilization[M]. Dordrecht: Springer, 2004.
- [5] 廖晓勇,崇忠义,阎秀兰,等. 城市工业污染场地: 中国环境修复领域的新课题[J]. 环境科学, 2011, 32(3): 784-794.
- Liao X Y, Chong Z Y, Yan X L, et al. Urban industrial contaminated sites: a new issue in the field of environmental remediation in China[J]. Environmental Science, 2011, 32(3): 784-794.
- [6] 龚宇阳. 国际经验综述: 污染场地管理政策与法规框架[R]. 华盛顿: 世界银行, 2010.
- [7] 李晨. 中外比较: 污染场地土壤修复制度研究[M]. 北京: 法律出版社, 2013.
- [8] Brombal D, Wang H Y, Pizzol L, et al. Soil environmental management systems for contaminated sites in China and the EU. Common challenges and perspectives for lesson drawing[J]. Land Use Policy, 2015, 48: 286-298.
- [9] 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.
- Chen M F, Luo Y M, Song J, et al. Comparison of USA, UK and Chinese risk assessment guidelines and the implications for China[J]. The Administration and Technique of Environmental Monitoring, 2011, 23(3): 14-18.
- [10] 香港特别行政区政府环境保护署. 受污染土地勘查及整治实物指南[R]. 中国: 香港, 2011.
- [11] 香港环境保护署. 受污染土地评估与整治指引[S]. 中国: 香港, 2007.
- Environmental Protection Department of Hong Kong. Guidelines for assessment and regulation of polluted land[S]. China: Hong Kong, 2007.
- [12] 香港特别行政区政府环境保护署. 按风险厘定的土地污染整治标准的使用指引[R]. 中国: 香港, 2007.
- [13] Chiu S W, Ho K M, Chan S S, et al. Characterization of contamination in and toxicities of a shipyard area in Hong Kong[J]. Environmental Pollution, 2006, 142(3): 512-520.
- [14] 殷晴. 香港地区市区重建策略研究及对广州市旧城更新的启示[D]. 广州: 华南理工大学, 2014.
- Yin Q. Urban renewal strategy study of Hong Kong and inspiration for urban renewal in Guangzhou[D]. Guangzhou: South China University of Technology, 2014.
- [15] 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.
- Wang G Q, Lin Y S. A preliminary study on development of soil environmental management and environmental standards system in China in accordance with the SPPCAP[J]. Chinese Journal of Environmental Management, 2016, 8(5): 39-43.
- [16] 丁远昭,沈欣,曾辉,等. Triad, 污染场地管理的新模式[J]. 环境科学, 2011, 32(3): 803-808.
- Ding Y Z, Shen X, Zeng H, et al. Triad, a new approach for contaminated site management[J]. Environmental Science, 2011, 32(3): 803-808.
- [17] 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.
- Chen W P, Xie T, Li X N, et al. Thinking of construction of soil pollution prevention and control technology system in China[J]. Acta Pedologica Sinica, 2018, 55(3): 557-568.
- [18] Li X N, Jiao W T, Xiao R B, et al. Contaminated sites in China: countermeasures of provincial governments[J]. Journal of Cleaner Production, 2017, 147: 485-496.
- [19] 尧一骏. 我国污染场地治理与风险评估[J]. 环境保护, 2016, 44(20): 25-28.
- Yao Y J. Risk assessment and remediation of soil contamination in China[J]. Environmental Protection, 2016, 44(20): 25-28.
- [20] 常春英,肖荣波,章生健,等. 城市工业企业搬迁遗留污染场地再开发环境管理问题与思考[J]. 生态经济, 2016, 32(8): 191-195.
- Chang C Y, Xiao R B, Zhang S J, et al. The problems and thoughts on environmental management in redevelopment of contaminated sites of relocated industrial enterprises in urban centers[J]. Ecological Economy, 2016, 32(8): 191-195.
- [21] 崔轩,李志涛,王夏晖,等. 污染地块再开发利用准入管理机制探讨[J]. 环境污染与防治, 2019, 41(1): 118-123.
- Cui X, Li Z T, Wang X H, et al. Study on the admittance management mechanism for the redevelopment of contaminated sites[J]. Environmental Pollution & Control, 2019, 41(1): 118-123.
- [22] Li X N, Xiao R B, Chen W P, et al. A conceptual framework for classification management of contaminated sites in Guangzhou, China[J]. Sustainability, 2017, 9(3): 362.
- [23] 土地供应专责小组. 土地供应专责小组研究报告[R]. 中国: 香港, 2018.
- Task Force on Land Supply of Hong Kong. Task force on land supply: research report[R]. China: Hong Kong, 2018.
- [24] 香港政府. 长远房屋策略 2018 年周年进度报告[R]. 中国: 香港, 2018.
- [25] Lai L W C, Lu W W S, Lorne F T. A catalytic framework of government land reclamation: the case of Hong Kong and Shenzhen[J]. Habitat International, 2014, 44: 62-71.
- [26] Sun L L, Zhu D J, Chan E H W. Public participation impact on environment NIMBY conflict and environmental conflict management: comparative analysis in Shanghai and Hong Kong[J]. Land Use Policy, 2016, 58: 208-217.
- [27] 岳小花. 土壤污染防治信息公开与公众参与的立法保障——兼议《中华人民共和国土壤污染防治法(草案)》(二次审议



- 稿)[J]. 中国政法大学学报, 2018, (3): 89-97.
- Yue X H. Legal guarantee of information disclosure and public participation in soil pollution prevention and control: concurrent review on the law on the prevention and control of soil pollution of the people's republic of China (second draft for approval)[J]. Journal of CUPL, 2018, (3): 89-97.
- [28] Wan C, Shen G Q, Choi S. Differential public support for waste management policy: the case of Hong Kong[J]. Journal of Cleaner Production, 2018, **175**: 477-488.
- [29] 澳门环境保护局. 澳门环境质量标准: 商住用地、工业用地和公园绿地之土壤管控标准[S]. 中国: 澳门, 2019. Environmental Protection Department of Macao. Environmental quality of Macao: risk control standard for soil of commercial and residential land, industrial land and park land[S]. China: Macao, 2019.
- [30] 辜胜阻, 曹冬梅, 杨媚. 构建粤港澳大湾区创新生态系统的战略思考[J]. 中国软科学, 2018, (4): 1-9. Gu S Z, Cao D M, Yang M. The strategic thinking of building innovation ecosystem in Guangdong-Hong Kong-Macao greater bay area[J]. China Soft Science, 2018, (4): 1-9.
- [31] 王玉明. 粤港澳大湾区环境治理合作的回顾与展望[J]. 哈尔滨工业大学学报(社会科学版), 2018, **20**(1): 117-126. Wang Y M. Retrospect and prospect of cooperation on environmental governance for Guangdong-Hong Kong-Macao greater bay area[J]. Journal of Harbin Institute of Technology (Social Sciences Edition), 2018, **20**(1): 117-126.
- [32] 凌嘉勤. 造城建家——香港城市规划回顾与展望[J]. 国际城市规划, 2017, **32**(3): 6-10.
- Ling J Q. Building a town for home: review and perspective of urban planning in Hong Kong[J]. Urban Planning International, 2017, **32**(3): 6-10.
- [33] 肖扬, 杜坤, 张泽. 全球城市视角下《香港 2030》城市发展战略解析[J]. 国际城市规划, 2015, **30**(4): 29-33. Xiao Y, Du K, Zhang Z. Analyzing the Hong Kong 2030 planning vision and strategy in the global city framework[J]. Urban Planning International, 2015, **30**(4): 29-33.
- [34] Li W X, Liu J Y, Li D D. Getting their voices heard: three cases of public participation in environmental protection in China[J]. Journal of Environmental Management, 2012, **98**: 65-72.
- [35] 梁婧婧. 土壤污染防治中公众参与行为影响因素研究——以公众参与污染场地修复项目为例[D]. 杭州: 浙江工商大学, 2018. Liang J J. Study on influencing factors of public participation in soil pollution control[D]. Hangzhou: Zhejiang Gongshang University, 2018.
- [36] 严厚福. 公开与不公开之间: 我国公众环境知情权和政府环境信息管理权的冲突与平衡[J]. 上海大学学报(社会科学版), 2017, **34**(2): 99-109. Yan H F. Between disclosure and nondisclosure: conflicts and balance between the right to environmental information and government authority to manage the environmental information[J]. Journal of Shanghai University (Social Sciences), 2017, **34**(2): 99-109.

## CONTENTS

|                                                                                                                                                                                                             |                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| Concentration Characteristics and Assessment of Model-Predicted Results of PM <sub>2.5</sub> in the Beijing-Tianjin-Hebei Region in Autumn and Winter .....                                                 | ZHU Yuan-yuan, GAO Yu-xiao, LIU Bing, <i>et al.</i> (5191)         |
| Chemical Composition Characteristics and Source Apportionment of PM <sub>2.5</sub> During the Heating Period of 2016-2017 in the Eastern Part of the North China Plain .....                                | ZHANG Yi-qin, WANG Jie, GAO Jian, <i>et al.</i> (5202)             |
| Change in Characteristics of Pollution Gas and Water-soluble Ions at Different Development Stages of Haze .....                                                                                             | WANG Zhen-bin, LIU An-kang, LU Wen, <i>et al.</i> (5213)           |
| Exposure Levels, Sources, and Health Risks of Heavy Metal Components of PM <sub>2.5</sub> in Housewives in Rural Shanghai .....                                                                             | LUO Ran-ran, DAI Hai-xia, ZHANG Yun-hui, <i>et al.</i> (5224)      |
| Measuring the Condensable Particle Matter from a Stationary Source .....                                                                                                                                    | JIANG Jing-kun, DENG Jian-guo, WANG Gang, <i>et al.</i> (5234)     |
| Volatile Organic Compound Emission Characteristics of Furniture Manufacturing Enterprises and the Influence on the Atmospheric Environment .....                                                            | ZHANG Jia-mi, ZENG Chun-ling, LIU Rui-yuan, <i>et al.</i> (5240)   |
| VOCs Emission Inventory and Impact Range Simulation of Antibiotic Enterprises .....                                                                                                                         | ZHU Tao, LÜ Yi-rong, BIAN Wen-jing, <i>et al.</i> (5250)           |
| Effects of Vehicle Emissions on Heavy Metals and Polycyclic Aromatic Hydrocarbons Pollution in Road Dust in Xinxiang .....                                                                                  | LI Qi-lu, WU Jin-tao, ZHANG Ying, <i>et al.</i> (5258)             |
| Pollution Characteristics and Exposure Risk Assessment of Perfluoroalkyl Substances in Road Dust, Chengdu .....                                                                                             | FANG Shu-hong, ZHU He-xiang, YE Zhi-xiang, <i>et al.</i> (5265)    |
| Characteristics of Stable Isotopes and Analysis of Water Vapor Sources of Precipitation at the Northern Slope of the Qilian Mountains .....                                                                 | ZHANG Bai-juan, LI Zong-xing, WANG Yu, <i>et al.</i> (5272)        |
| Occurrence Characteristics and Risk Assessment of Antibiotics in Source Water of the Nanjing Reach of the Yangtze River .....                                                                               | FENG Meng-juan, ZHANG Qin, SONG Ning-hui, <i>et al.</i> (5286)     |
| Effects of Different Coagulants on Co-manganese Oxides Filter Media for Removing Ammonium and Manganese from Surface Water in Summer and Autumn .....                                                       | CHENG Li-jie, HUNAG Ting-lin, CHENG Ya, <i>et al.</i> (5294)       |
| Disinfection By-products and the Relevant Health Risk in the Water Supply System in H City of Zhejiang Province .....                                                                                       | LIU Jun-ping, YU Jian-quan, LI Qing-song, <i>et al.</i> (5302)     |
| Absorption and Fluorescence Spectra of Dissolved Organic Matter in Rivers of the Three Gorges Reservoir Area Under the Background of Urbanization .....                                                     | CHEN Zhao-yu, LI Si-yue (5309)                                     |
| Characteristics of Chromophoric Dissolved Organic Matter (CDOM) in Natural Rivers of Western Sichuan Plateau .....                                                                                          | LIU Yan-yang, SUN Hui, LIU Chen, <i>et al.</i> (5318)              |
| Characteristics of Nitrogen and Phosphorus Losses and Runoff in a Typical Purple Soil Watershed in the Three Gorges Reservoir Area .....                                                                    | CAO Rui-xia, LIU Jing, DENG Kai-kai, <i>et al.</i> (5330)          |
| Responses of Riverine Phosphorus Exports to Land Use and Hydrological Regime in the Jiulong River Watershed .....                                                                                           | HUANG Ya-ling, TANG Li, HUANG Jin-liang, <i>et al.</i> (5340)      |
| Effects of Land Use Types at Different Spatial Scales on Water Quality in Poyang Lake Wetland .....                                                                                                         | FANG Na, LIU Ling-ling, YOU Qing-hui, <i>et al.</i> (5348)         |
| Environmental Significance of Phosphorus Fractions of Phytoplankton-and Macrophyte-Dominated Zones in Taihu Lake .....                                                                                      | GENG Xue, WEN Shuai-long, SUN Pei-rong, <i>et al.</i> (5358)       |
| Spatial Distribution and Pollution Evaluation of Carbon, Nitrogen, and Phosphorus in Sediments of Zhushan Bay at Taihu Lake .....                                                                           | FANG Jia-qi, QI Chuang, ZHANG Xin-hou, <i>et al.</i> (5367)        |
| Effect of Rainfall Intensity on the Content of Nitrogen and Phosphorus Components in Plateau Areas: A Case Study of the Fengyu River Watershed .....                                                        | LI Xiao-hong, LEI Qiu-liang, ZHOU Jiao-gen, <i>et al.</i> (5375)   |
| Water Purification Effect and Saline-alkali Tolerance Improvement Mechanism of <i>Suaeda salsa</i> in the Estuary Area .....                                                                                | WU Dan, SUN Ping, CHEN Guang-lin, <i>et al.</i> (5384)             |
| Concentration-dependent Accumulation and Translocation of PFASs by Wetland Plant <i>Alisma orientale</i> .....                                                                                              | WANG Tuan-tuan, LI Bei-bei, WANG Sai, <i>et al.</i> (5394)         |
| Occurrence of Denitrifying Dephosphatation in a Hybrid Constructed Wetland System and Its Stability .....                                                                                                   | LIU Bing, ZHENG Yu-ming, LI Qing-fei, <i>et al.</i> (5401)         |
| Comparison of the Control of Sedimentary Phosphorus Release Using Zirconium-, Lanthanum-, and Lanthanum/Zirconium-Modified Zeolites as Sediment Amendments .....                                            | LIU Ting, ZHAO Yu-ying, LIN Jian-wei, <i>et al.</i> (5411)         |
| Effect of Biochar Structure on Adsorption Characteristics of Ammonia Nitrogen .....                                                                                                                         | CHEN Mei, WANG Fang, ZHANG De-li, <i>et al.</i> (5421)             |
| Effect of Dissolved Oxygen on Partial Nitrification of Suspended and Attached Growth Systems .....                                                                                                          | WANG Si-yu, LIU Ling-jie, WANG Fen, <i>et al.</i> (5430)           |
| Effects of Different Intermittent Aeration Strategies on the Start-up of SNAD Process .....                                                                                                                 | LI Dong, LIU Zhi-cheng, XU Gui-da, <i>et al.</i> (5438)            |
| Operational Performance and Microbiological Characteristics of an Iron-Salt Denitrification Reactor in Co-substrate Mode .....                                                                              | WANG Ru, LIU Meng-yu, LIU Bing-yin, <i>et al.</i> (5446)           |
| Effect of Step Aeration on a Municipal Sewage Aerobic Granular Sludge System .....                                                                                                                          | LI Dong, WEI Zi-qing, LAO Hui-mei, <i>et al.</i> (5456)            |
| Improvement of the Dewaterability of Excess Activated Sludge with Mixed Yeasts by Degrading Extracellular Polymeric Substances .....                                                                        | YU Xin-yi, XIANG Jin-hao, LIU Ying, <i>et al.</i> (5465)           |
| Influence of Land Use Change on Ecosystem Service Value Based on GEE in the Beijing-Tianjin-Hebei Region from 1998 to 2018 .....                                                                            | LOU Pei-qing, FU Bo-lin, LIN Xing-chen, <i>et al.</i> (5473)       |
| Assessment of Soil Quality in Coastal Tidal Flat Reclamation Areas Based on MDS-TOPSIS Model .....                                                                                                          | XIE Xue-feng, PU Li-jie, ZHU Ming, <i>et al.</i> (5484)            |
| Effect of Increasing Tidewater Inundation on Porewater Geochemistries and CO <sub>2</sub> and CH <sub>4</sub> Effluxes in the Tidal Freshwater Marshes of the Minjiang River Estuary, Southeast China ..... | LI Jing, HUANG Jia-fang, LUO Min, <i>et al.</i> (5493)             |
| Methane Emission Characteristics and Its Influencing Factors over Aquaculture Ponds .....                                                                                                                   | WANG Jiao, XIAO Wei, ZHANG Xiu-fang, <i>et al.</i> (5503)          |
| Effect of Fertilization on Soil Respiration and Its Temperature Sensitivity in a Sorghum Field .....                                                                                                        | YAN Jun-xia, ZHANG Yuan, JIAO Xiao-yan (5515)                      |
| Land Safety Zoning Method in High-Selenium and High-Cadmium Areas .....                                                                                                                                     | WANG Rui, HOU Wan-ling, LI Yu-tong, <i>et al.</i> (5524)           |
| Remediation Effects of Different Composite Materials on Cadmium-Contaminated Farmland Soil .....                                                                                                            | CHEN Shu-lan, XU Chen-yang, GENG Zeng-chao, <i>et al.</i> (5531)   |
| Hydrocalumite Passivation Effect and Mechanism on Heavy Metals in Different Cd-Contaminated Farmland Soils .....                                                                                            | WU Qiu-mei, LIU Gang, WANG Hui-feng, <i>et al.</i> (5540)          |
| Effects of Different Land Use Types on Microbial Community Diversity in the Shizishan Mining Area .....                                                                                                     | HUANG Jian, ZHU Xu-yan, LU Jin, <i>et al.</i> (5550)               |
| Effects of Conversion of Forest to Arable Land on the Abundance and Structure of the <i>cbbL</i> -Harboring Bacterial Community in Albic Soil of the Hilly Region of Northeast China .....                  | WANG Rui, WU Xian, LI Gang, <i>et al.</i> (5561)                   |
| Thoughts on and Construction of a Risk Management and Control System for Contaminated Sites in the Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area .....                                                         | CHANG Chun-ying, DONG Min-gang, DENG Yi-rong, <i>et al.</i> (5570) |
| Visualized Quantitative Research of Soil Pollution in the Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area .....                                                                                                  | ZHANG Ning, ZHANG Sheng, YANG Hai-chao, <i>et al.</i> (5581)       |
| Characteristics and Environmental Impacts of Materials Stored in Municipal Solid Waste Landfills: A Case Study of the Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area .....                                      | MA Shi-jun, ZHOU Chuan-bin, YANG Guang, <i>et al.</i> (5593)       |
| Heavy Metal Contamination and Migration in Correspondence of an Electroplating Site on the Hilly Lands of the Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area, China .....                                       | HOU Wen-juan, GONG Xing, ZHAN Ze-bo, <i>et al.</i> (5604)          |
| Pollution Characteristics and Migration of BTEX at a Chemical Contaminated Site in the Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area .....                                                                     | DENG Yi-rong, LU Hai-jian, DONG Min-gang, <i>et al.</i> (5615)     |
| Immobilization Impact of Goethite-Fulvic Acid Composites on Pb-Cd Contaminated Soil .....                                                                                                                   | LIU Qian-jun, LI Xiang, ZHOU Yang-mei, <i>et al.</i> (5623)        |
| Mobilization of Heavy Metals in a Soil-Plant System and Risk Assessment in the Dabaoshan Mine Area, Guangdong Province, China .....                                                                         | CHEN Jie-yi, LIU Guang-bo, CUI Jin-li, <i>et al.</i> (5629)        |
| Calculation of the Soil Risk Control Value through a Hydrus-1D Model for Groundwater Protection .....                                                                                                       | LIN Ting, LUO Fei, ZHU Yan, <i>et al.</i> (5640)                   |
| INDEX HUANJING KEXUE CONTENTS 2019, Vol. 40 .....                                                                                                                                                           | (5659)                                                             |