

场地与生产设施 环境风险评估及 修复验收手册

姜林 龚宇阳 等编著

RISK ASSESSMENT AND
REMEDATION VALIDATION HANDBOOK FOR
CONTAMINATED SITE
AND FACILITY



中国环境科学出版社

场地与生产设施环境风险评价及 修复验收手册

姜 林 龚宇阳 等编著

中国环境科学出版社·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

场地与生产设施环境风险评价及修复验收手册/姜林等编著. —北京: 中国环境科学出版社, 2011.5

ISBN 978-7-5111-0424-3

I. ①场… II. ①姜… III. ①场地—环境污染—风险分析—手册②场地—环境污染—污染防治—手册③工业生产设备—环境污染—风险分析—手册④工业生产设备—环境污染—污染防治—手册 IV. ①X820.4-62 ②X53-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 227404 号

责任编辑 黄晓燕 陈雪云
责任校对 扣志红
封面设计 玄石至上

出版发行 中国环境科学出版社
(100062 北京东城区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.com.cn>
联系电话: 010-67112765 (总编室)
发行热线: 010-67125803, 010-67113405 (传真)

印 刷 北京市联华印刷厂
经 销 各地新华书店
版 次 2011 年 5 月第 1 版
印 次 2011 年 5 月第 1 次印刷
开 本 787×960 1/16
印 张 10.25
字 数 180 千字
定 价 30.00 元

【版权所有。未经许可请勿翻印、转载, 侵权必究】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

前 言

近年来，随着我国产业结构的调整和城市规模的扩大，一些化工、轻工、冶金、机械、制药等污染企业逐渐搬出市区，大量原有工业用地置换成城市建设用地。这些企业在生产中由于化学品泄漏、废水废气排放以及固体废物随意倾倒和堆存，致使原场地土壤、地下水和生产设施受到污染，对未来居住者的身体健康构成风险。

发达国家对污染场地的管理始于 20 世纪 80 年代，已经各自形成较为完善的管理模式，各国的管理流程、技术文件等有所不同，但污染场地管理主要工作程序均包括污染识别、现场调查、风险评价、场地修复、风险控制、修复验收等，其中风险评价和修复验收是不可缺少的技术工作之一。对污染场地进行治理前，需要对其危害性进行全面评价，根据其对环境和人体危害的途径及程度，对污染场地采用不同的方法进行风险控制与管理，防止污染导致的各种健康影响与不良生态效应产生和扩散；同时应对修复效果进行检验和评价，保证场地修复效果，监督修复过程中二次污染的处理。

本手册对污染场地和生产设施风险评价与验收进行了全面的阐述。第 1 章对场地风险评价的研究进展、本手册的适用范围、相关术语定义等进行概述；第 2 章讲述了场地与生产设施环境风险评价的框架体系和工作程序，介绍了风险管理和风险评价的理念；第 3 章、第 4 章和第 5 章分别针对风险调查与风险评价的 3 个阶段展开，详细讲解了每个阶段的主要工作内容和技术要求；第 6 章和第 7 章分别阐述了生产设施无害化的关闭验收和场地修复验收的工作内容和技术要求。

随着我国城市化进程的加快，城区原有工业污染场地的治理和管理问题越来越引起有关部门的重视，本手册将有助于污染场地与生产设施风险评价和验收的规范化、科学化和系统化，有助于保护环境安全和人群健康，对污染场地全过程管理和开发利用具有重要的指导意义。

目 录

1	绪论.....	1
1.1	概述.....	1
1.2	适用范围.....	2
1.3	术语和定义.....	3
2	基于风险的场地与生产设施环境管理框架.....	7
2.1	基于风险的污染场地环境管理程序.....	7
2.2	风险评价与风险管理.....	9
3	第一阶段 场地与生产设施环境风险识别.....	13
3.1	第一阶段的目的和工作内容.....	13
3.2	资料收集与文献审核.....	13
3.3	现场踏勘.....	15
3.4	相关人员访谈.....	18
3.5	场地与生产设施环境污染初步分析.....	19
3.6	第一阶段报告编制.....	24
4	第二阶段 现场采样与风险筛选.....	26
4.1	第二阶段的目的和工作内容.....	26
4.2	制定采样与实验室分析计划.....	26
4.3	现场采样.....	30
4.4	样品检测结果分析.....	50
4.5	详细采样.....	51
4.6	不确定性分析.....	53
4.7	第二阶段报告编制.....	53

5 第三阶段 场地与生产设施环境风险评价	55
5.1 第三阶段的目的是和工作内容	55
5.2 场地健康风险评价	55
5.3 确定修复目标和修复范围	75
5.4 设施污染风险评价及表面浓度限值确定	77
5.5 不确定性分析	82
5.6 第三阶段报告编制	83
6 生产设施环境无害化的关闭验收	85
6.1 生产设施关闭验收监测方案	85
6.2 设备表面污染监测	85
6.3 建筑物污染监测	85
6.4 验收单位的资质要求	86
6.5 实验室的资质要求	86
6.6 生产设施环境无害化关闭的验收报告编制	86
7 污染场地修复验收	88
7.1 总则	88
7.2 文件审核与现场勘察	90
7.3 采样布点方案制定	91
7.4 现场采样	93
7.5 实验室检测	94
7.6 修复效果评价	94
7.7 验收报告编制	94
7.8 监督复核	95
附录 A (资料性附录) 参考与引用的规范性文件	96
附录 B (资料性附录) 土壤中污染物分析方法	99
附录 C (资料性附录) 美国 EPA 通用土壤筛选值	103
附录 D (资料性附录) 常见污染物毒性参数	126
附录 E (资料性附录) 修复效果评价案例	150
附录 F (资料性附录) t 分布临界值	153

绪 论

1.1 概述

风险评价可分为生态风险评价和健康风险评价。生态风险评价（ERA）是评价人类活动对生态系统中生物可能构成的危害效应，可以确定风险源与生态效应之间的关系，判断有毒有害物质对生态系统产生显著危害的概率，为环境管理和决策提供依据^①。健康风险评价（HRA）是表征因环境污染所致的潜在健康效应过程，评估区域内或场地污染对人体健康造成的影响与损害，以确定环境风险类型与等级、预测污染影响范围及危害程度，为风险管理提供科学依据与技术支持。本手册中的风险评价指的是健康风险评价。

20 世纪 80 年代以来，欧美国家先后建立了污染场地健康风险评价体系。美国国会先后通过《环境响应、补偿与义务综合法案》（超级基金）、《超级基金修正与授权法案》和《国家石油与有毒有害物质污染应急计划》等法律性文件^②，并制定了《健康风险评价手册》，详细规定了开展超级基金污染场地风险评价的方法，包括场地污染识别、暴露评估、毒性评估、风险表征的四步评价法。90 年代美国材料与试验协会（ASTM）出台了《石油泄露场地基于风险的校正行动标准导则》和《建立污染场地概念暴露模型的标准导则》，并于 2002 年和 2003 年重新审定。美国环保局先后发布《场地治理调查和可行性分析指南》、《超级基金暴露评价手册》、《土壤污染筛选导则》等一系列风险评价导则，形成了一整套完善的污染场地健康风险评价体系、建立了基于健康风险评价确定住宅、商业和工业等用地方式下土壤筛选值的技术方法^{③④}。英国环境署 2002 年发布了《污

① U.S.EPA. Framework for ecological risk assessment. U.S. Environmental Protection Agency. EPA/630/R-92/001. Washington, DC. 1992.

② U.S.EPA. National oil and hazardous substance pollution contingency plan. Proposed Rule, 53 Federal Register 51394, Washington DC. <http://www.epa.gov>, 1988.

③ U.S.EPA. Soil screen guidance. Office of Solid Waste and Emergency Response, Washington DC. <http://www.epa.gov>, 1996.

④ U.S.EPA. Guidance for conducting remedial investigation and feasibility studies under CERCLA. Office of Emergency and Remedial Response, Washington DC. <http://www.epa.gov>, 1988.

染土地暴露评估模型：技术基础和算法》、《污染土地管理的模型评估方法》等技术文件，初步建立了英国污染场地风险评价的框架体系，并于 2009 年进行修订完善。另外，荷兰、加拿大、澳大利亚和芬兰等基本沿用美国的风险评价方法，同时构建了适合本国的健康风险评价体系^①。欧盟于 1996 年完成污染场地风险评价协商行动指南，加强欧盟国家污染场地调查和治理的理论指导和技术交流^②。

近年来，国内的污染场地评价和修复工作相继展开，相关技术规范也逐渐编制完善。原国家环境保护总局于 2004 年 6 月发布了《关于切实做好企业搬迁过程中环境污染防治工作的通知》（国家环境保护总局办公厅文件环办[2004]47 号），要求所有产生危险废物的工业企业、实验室和生产经营危险废物的单位，在结束原有生产经营活动、改变原土地使用性质时，必须经具有省级以上质量认证资格的环境监测部门对原址土地进行监测分析，报送省级以上环境保护部门审查，并依据监测评价报告确定土壤功能修复实施方案，由原生产经营单位负责治理并恢复土壤使用功能。北京市环境保护局于 2007 年 7 月发布《北京市环境保护局关于开展工业企业搬迁后原址土壤环境评价有关问题的通知》（京环发[2007]151 号），2007 年发布了《场地环境评价导则（暂行）》并进行修订，于 2009 年作为地方标准发布，对规范污染场地评价方法和污染场地的修复与管理起到一定的指导作用。

虽然我国一些科研院所正逐渐开展污染场地及生产实施风险评价的研究，并开展多个大型场地调查与风险评价工作。但是，目前对场地风险评价缺少比较完整的技术总结，相关的专业书籍极少。为了满足国内在这方面的需求，我们根据国外的成熟经验，并结合国内污染场地和生产设施的污染调查与风险评价，编写了该技术手册，希望对我国污染场地风险管理具有一定的推动作用。

1.2 适用范围

本手册详细阐述了污染场地与生产设施环境风险评价的工作程序（包括环境风险识别、现场采样与风险筛选、环境风险表征三个阶段）和技术方法，以及污染场地修复验收和生产设施环境无害化的关闭验收的一般性工作流程、技术方法和基本要求。

① Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME). Canada wide standards for petroleum hydrocarbons in soil. <http://www.ccme.ca>, 2001: 128.

② COL IN C F. Assessing risk from contaminated sites: Policy and practice in 16 European countries. Land Contamination and Reclamation, 1999, 7 (2): 33254.

本手册适用于工业用地开发再利用时的场地和设施环境风险评价和验收，其他类型的风险评价可参照本手册。本手册不适用于放射性污染场地的风险评价。

本手册的使用对象主要是进行污染场地与生产设施环境风险评价、污染场地修复和生产设施环境无害化、污染场地修复验收和生产设施环境无害化验收的技术人员和管理人员，例如政府相关机构、生产设施的所有者，生产设施关闭承包商以及有关的技术人员。

1.3 术语和定义

场地 (site)

某一地块范围内一定深度的土壤、地下水、地表水，以及场地上所有构筑物、生产设施和生物的总和。本手册中的场地仅限于某一地块范围内一定深度的土壤和地下水。

生产设施 (facility)

指曾经用于产品生产的设施，包括建筑物和设备。

建筑物 (building)

指建筑物的墙体、屋顶、地面、地基基础以及门窗配件。建筑物的范围包括生产车间建筑物、仓库、废物处理用房、办公和管理建筑物、宿舍、门卫值班室与围墙等。

设备 (equipment)

指包括各种反应器（如裂解装置、反应釜、蒸馏塔）、动力设备、换热器、各种泵、储槽、容器、管道、阀门、设备平台与框架等在内的生产线上的所有设备。

危险物质 (hazardous substances)

国家安全生产监督管理局公布的《危险化学品名录》（2008 年版）和国家环境保护部与国家发展和改革委员会共同发布的《国家危险废物名录》中包含的物质。

关注污染物 (contaminants of concerns)

第二阶段风险筛选过程中确定的可能对人体健康产生不利影响的污染物，即为超出风险筛选值的污染物，是风险评价的关键污染物。

污染物表面浓度 (pollutant surface concentration)

如果设备和建筑物表面受到污染，且表面污染层下面坚硬密实，则用单位面积上污染物质的质量表示表面受到污染的程度，并称为污染物的表面浓度，以 mg/m^2 为计量单位。

筛选值 (screening values)

在确定了开发场地土地利用功能的情况下, 土壤污染物检测值低于该筛选值时, 该场地不需修复即可直接开发利用。而检测值超过筛选值时, 必须进行风险评价, 根据具体的风险评价结果确定该场地是否需要实施修复及修复的目标值。

健康风险评价 (health risk assessment)

指分析场地受污染土壤、地下水、建筑物中的污染物对人体健康产生危害风险水平的过程。

场地概念模型 (site conception model)

综合描述场地污染源释放的污染物通过土壤、水体、空气等环境介质, 进入人体并对场地周边及场地未来居住、工作人群的健康产生影响的关系模型。场地概念模型包括污染源、污染物的迁移途径、人体接触污染的介质和接触方式等。

暴露点 (exposure point)

人体接触关注污染物的介质 (土壤、地下水、建筑物、空气等)。

暴露浓度 (exposure concentration)

暴露点关注污染物的浓度, 如土壤、地下水、建筑物和空气中污染物的浓度。

暴露途径 (exposure pathway)

污染源或污染区域释放的污染物接触到场地及场地周边受体的途径。每一个暴露途径将包括污染源及关注污染物的释放源、暴露点、受体及受体接触污染物的方式。如果污染源与暴露点不在同一位置, 则暴露途径还应包括污染物在环境中的迁移过程。

接触方式 (exposure route)

人体接触或摄入污染物的方式。通常情况下, 与人体健康相关的污染物接触方式包括: ①直接不慎摄入污染土壤; ②经皮肤接触污染土壤而吸收土壤中的污染物; ③通过呼吸系统吸入污染的土壤尘; ④吸入土壤及地下水中的挥发性有机污染物; ⑤饮用受污染的地下水和地表水。

风险表征 (risk characterization)

以场地风险识别、暴露评估和毒性评估的结果为依据, 把风险发生概率与危害程度以一定的量化指标表示出来, 从而确定人群暴露的危害度。

参考剂量 (reference dose)

指环境介质 (空气、水、土壤等) 中化学物质的日平均接触剂量的估计值, 用于非致癌物的危害度评价。依据毒性资料中, 取得的无明确不良反应剂量或最低反应剂量来确定并计算, 单位为 $\text{mg}/(\text{kg}\cdot\text{d})$ 。

参考浓度 (reference concentration)

在人的生命周期中经持续地吸入暴露而不会产生明显的毒性效应的浓度, 单

位是 mg/m^3 。

斜率因子 (slope factor)

将人一生中的平均日摄入量与增加的致癌概率值直接相联系。通常是化学物质单位摄入量与对应致癌概率曲线的上限斜率值，单位是 $[\text{mg}/(\text{kg}\cdot\text{d})]^{-1}$ 。

单位致癌系数 (unit risk factor)

指暴露于每一单位致癌物质会导致癌症的可能性，单位为 $(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$ 。

风险可接受水平 (risk acceptable level)

一定条件下，人们可以接受的健康风险水平。致癌风险水平以场地土壤、地下水和建筑物污染可能引起的癌症发生概率来衡量，非致癌危害熵以场地土壤和地下水、建筑物中污染物浓度超过污染可容许接受浓度的倍数来衡量。

可接受的污染水平或污染物浓度限值 (acceptable concentration limit)

当场地土壤、地下水或设施经过修复或无害化处理后，其污染物浓度降低到对人体健康的风险小于某一可接受风险值时，定义此时的场地或设施污染程度为可接受的污染水平。可用质量浓度值表示，如土壤和建筑物用 mg/kg 表示，地下水可以 mg/L 或则 $\mu\text{g}/\text{L}$ ，建筑物也可用污染物表面浓度值 mg/m^2 表示。

修复目标值 (remediation target values)

根据场地和设施可接受污染水平、场地背景值、经济技术条件和修复方式（修复和工程控制）等因素综合确定的场地和设施中的污染物的修复目标值。

环境无害化 (environment decontamination)

指通过各种物理、化学或其他措施，将受污染设施中（包括设备和建筑物）或设施表面上的污染物清除，并且达到对人体健康相对没有危害的标准（即可接受水平）。

生产设施关闭 (production facility closure)

原生产设施完全停止生产活动，并且按照法律、法规、政策、标准或其他有关规定采取措施消除或削减这些设施对环境和人体健康的有害影响。

原位修复 (in situ remediation)

指不移动污染土壤和地下水的空间位置，仅在污染的原地点采取一定工程措施的修复方式。常用的原位修复技术包括生物通风、土壤淋洗、气象抽提、空气注射等。

异位修复 (ex situ remediation)

指移动污染土壤和地下水到邻近地点或其他地点采取工程措施的修复方式，包括原地异位修复和异地异位修复。常用的异位修复技术包括生物堆、泥浆反应器、热解等。

修复实施现场 (remediation site)

指污染修复方案实施所在地，包括原位修复现场和原地异位修复现场。

场地修复验收 (site remediation validation)

污染场地修复完成后对场地内土壤和地下水进行的调查和评价过程，以确定是否达到修复标准。

基于风险的场地与生产设施环境管理框架

2.1 基于风险的污染场地环境管理程序

从美国建立超级基金场地管理制度开始，污染场地管理和研究逐渐深入，但是初期通常运用严格的场地修复目标值进行管理，在实际修复过程中，往往导致修复成本极高。随着美国 ASTM《基于风险的校正行动标准指南》等文件的发布，基于风险的场地管理理念逐渐被各国采用，许多国家不再强制进行污染场地修复和治理，而是从风险控制的角度，选择采用制度限制（如限制场地用途）、工程控制措施（如采取阻隔技术），或采用修复，将场地风险降低到人体健康安全限度之内，以达到最为经济有效的控制场地的风险。

污染场地与设施环境管理过程一般可划分为 4 个阶段，包括风险识别、现场采样与风险筛选、风险评价及风险管理，见图 2.1。

第一阶段为风险识别。主要工作为通过文件审核、现场调查、人员访问等形式，对场地与生产设施过去和现在的使用情况，特别是对污染活动有关信息进行收集与分析，识别和判断场地与生产设施环境污染的可能性、潜在污染物、疑似污染区域、可能的暴露途径和受体，初步分析场地与生产设施的环境风险。

第二阶段为现场采样与风险筛选。主要工作为通过在疑似污染地块和生产设施上进行确认采样分析，确认场地与生产设施是否存在污染，并应用相关的风险评价基准值进行风险初步分析和筛选；如果确定场地存在污染或场地存在潜在的健康风险时，则需进行更详细地调查和采样分析，为下一步风险评价作准备。

第三阶段为场地风险表征。主要工作为根据采样结果、场地特征、暴露途径、用地规划，分析场地与生产设施污染对现在或未来用地规划可能带来的健康风险，为风险管理决策提供技术支持。

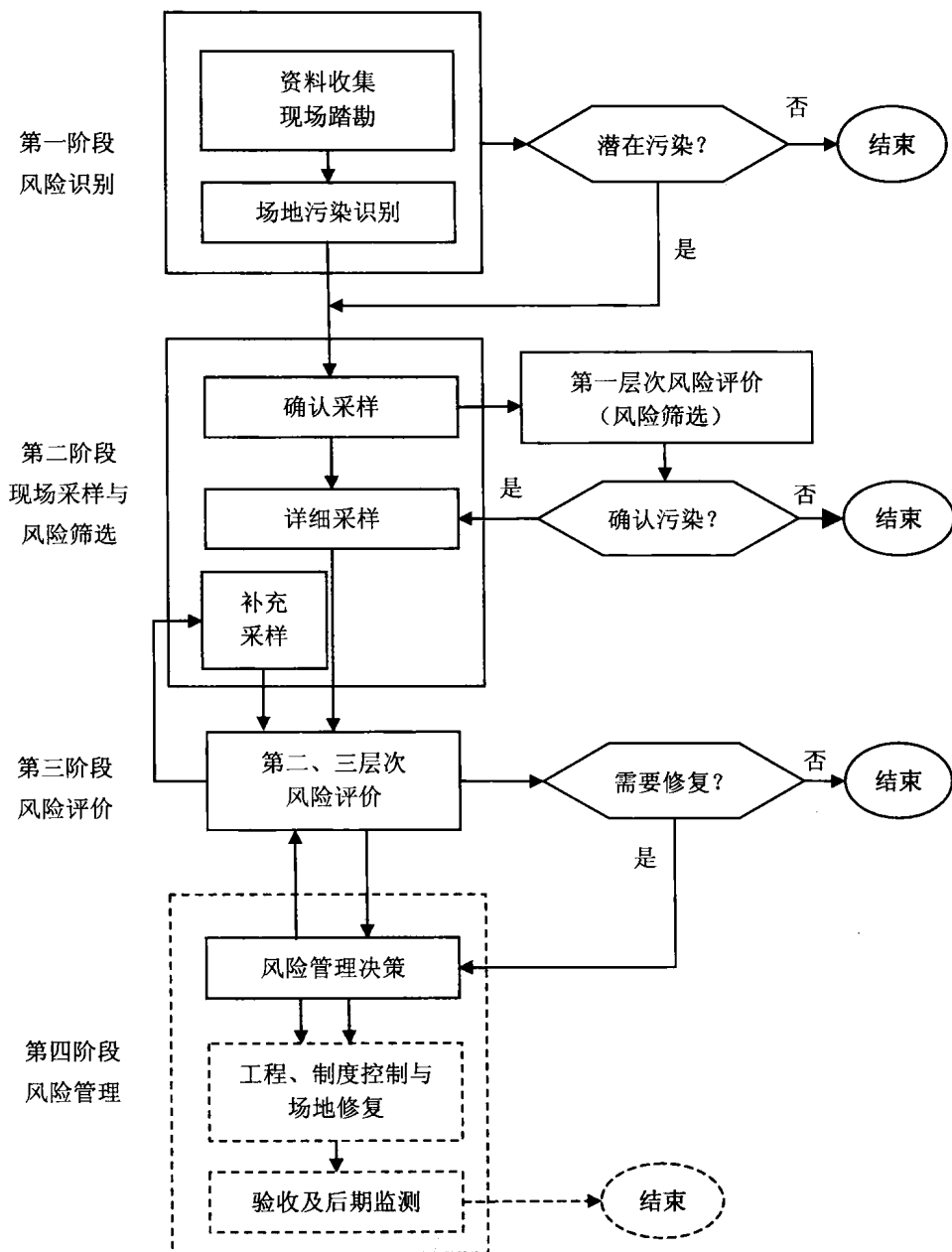


图 2.1 基于风险的污染场地环境管理框架程序

第四阶段为风险管理。根据风险评价的结果，综合考虑法律法规、技术与经济可行性，选择和实施工程控制、制度控制或/和修复来降低或消除场地与生产设施对人群健康和生态环境的影响。

第一阶段场地与生产设施环境风险识别认为场地与生产设施可能存在污染或健康风险时，则应进入第二阶段工作；在第二阶段工作中，首先通过现场采样和实验室检测进行风险筛选，若确定场地与生产设施已经受到污染或存在健康风险时，则需进行详细的采样分析和第三阶段的风险评价。根据场地污染状况，场地与生产设施环境风险评价可以终止于任何一个阶段。

从图 2.1 和整个程序介绍来看，污染场地环境管理的实质是风险管理，因此，污染场地环境管理过程也常常被称为广义上的地风险管理过程。

2.2 风险评价与风险管理

2.2.1 层次化的风险评价方法

场地与生产设施风险评价是在对场地污染风险来源和污染程度识别与调查基础上，评价人群和环境暴露在场地污染物的健康和生态风险或危害。场地与生产设施风险评价是场地与生产设施风险管理决策的工具之一。从风险评价的深度来看，风险评价可以划分为三个层次^①。

① 第一层次风险评价。第一层次目的是识别是否存在潜在暴露和摄入风险，并判断污染物浓度是否超过相关的标准值。第一层次风险评价一般用于风险的初步分析或风险的筛选。通常采用最大污染浓度作为暴露浓度，和国家地区已经确定土壤筛选值或修复指导值建立进行比较。筛选值和修复指导值是比较保守的，一般来说场地的最大浓度低于筛选值或修复指导值，则不需要开展进一步的调查与评估；如场地最大浓度超过选定的筛选值或修复指导值，则应开展进一步的调查和第二层次的风险评价，或则进入修复阶段。

② 第二层次风险评价。通过更深入的资料研究、更详细的现场勘察，获取场地土壤、水文地质等场地特征资料，根据不同场地具体的暴露情景、暴露途径、

① 目前各国在进行污染场地风险管理与决策时，注重与分层次的风险评价相结合。例如美国 ASTM，第一层次为风险筛选值（RBSLs），第二层次和第三层次可以计算场地特征修复值（SSTLs）。层次越高，采用的场地特征参数越多，使用的模型越复杂，评价的成本提高，但不确定性因素降低，实际操作中，一般衡量继续进行风险评估需要投入的成本和深层次风险评估可以节省的费用，决定风险评价层次。GSI 公司根据这一理论体系开发了 RBCA 软件，进行人体健康风险和修复目标值的计算。

英国的污染场地评价也包括三个层次，初步风险评估、普通定量风险评估和详细定量风险评估；澳大利亚污染场地风险评估分为风险筛选评估、中级风险评估和详细风险评估三个层次；新西兰污染场地风险评估分为定性、半定量、定量三个层次；加拿大和我国台湾等，也一般分为三个层次进行风险评价。

受体特征、污染介质和环境条件，采用相对简单的场地污染物迁移和风险计算模型，确定场地特征修复目标值（SSTLs），并进行风险分析。

③ 第三层次分析评价。对于部分面积较大、污染问题比较复杂的污染场地，可能需要开展第三层次风险评价。相对于第二层次风险评价，污染物的迁移采用更为复杂的迁移模型，即在通过更详细的现场调查，获得更多的土壤、水文地质参数、受体特征基础上选择更为复杂的迁移模型或引入概率评估模型；或依赖于现场的测试（如对土壤中 VOC 的挥发，依赖于土壤气的现场测试或利用现场测试结果来矫正模型计算结果）。

在每一层次场地风险评价过程中，如果场地所有采样得到的污染物浓度低于确定的修复目标，则场地调查和风险评价结束，但当场地部分样品污染物浓度高于确定修复目标，则可能进入下列 3 种情况：

- ① 补充场地调查数据，减少不确定性，并重复同一层次的风险评价。
- ② 接受风险评价确定的修复目标，实施场地修复。
- ③ 进入下一层次的风险评价。

场地风险评价递进的 3 个层次从本质意义来讲是一个不断减少不确定性因素的过程。第一层次分析相对简单，但不确定性较大，所确定修复目标相对保守，可能会导致修复成本偏高，因此主要用于场地风险筛选或用于污染修复量较小的污染场地的修复目标值。随着层次的递进，不确定性变小，但所需调查工作要求更高，工作量更大，所确定修复目标更接近实际，可以大幅度地节省大型污染场地的污染修复量和修复成本。因此，具体场地风险评价应该到哪一层次，应该综合考虑调查时间、调查费用和修复费用之间的权衡。一般而言，由于第三层风险评价所需要工作量大，时间较长，只有极个别大型复杂污染场地需要开展第三层次风险评价，大多数污染场地一般只需要开展到第二层次的风险评价。风险评价层次及特点见图 2.2 和图 2.3。

从场地风险评价的层次方法来看，时间上场地调查、风险评价和风险管理是一个相互交替的过程，而不是一个简单的线性过程。

2.2.2 风险评价在风险管理中的作用

依据在风险管理中的作用，风险评价可分为基础风险评价、确定修复目标和修复方案风险评价。

① 基础风险评价。分析现在或将来不采取控制或削减措施情况下的场地污染健康风险，有助于描述场地特征、确定开发利用方式和场地修复方法。基础风险评价的结果主要用于：分析场地风险的来源和程度；确定场地是否需要治理；帮助确定初步修复目标及选择适当的修复技术。

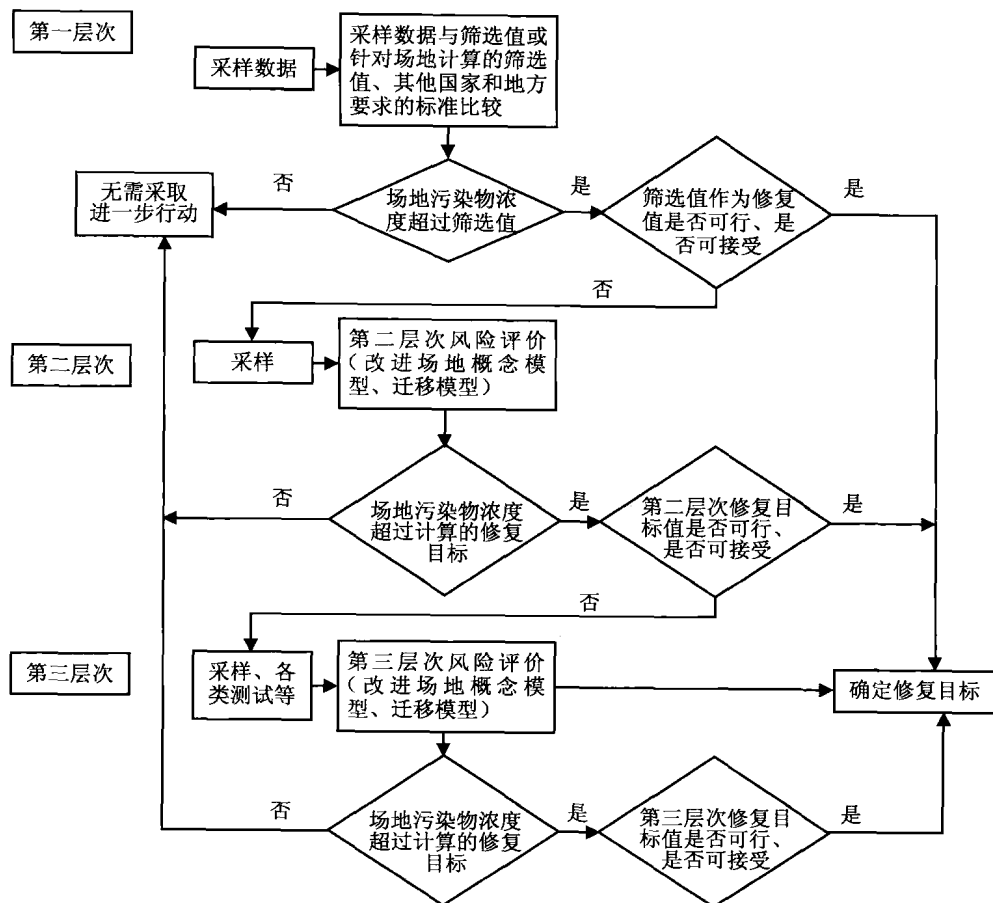


图 2.2 风险评价层次流程

风险评价层次	内容和方法	特点与作用	适用性
第一层次	① 假定暴露点直接位于污染场地上 ② 选用污染物浓度最大值和筛选值进行比较	评价周期短、费用低，但不确定性较高，所确定修复目标和范围往往过于保守	风险筛选和修复量很小的小型污染场地
第二层次	① 应用场地特征参数 ② 采用场地迁移及风险模型计算		大多数污染场地的风险评价只需做到第二层
第三层次	① 基于现场测试值修正污染物毒性参数和污染物在环境中的迁移状况 ② 或/和采用更为复杂的迁移模型	评价周期长、成本高，但确定的修复目标和范围相对客观，一般可大大减少修复成本	仅当污染场地复杂且需修复量很大、修复费用高的情景

图 2.3 风险评价层次特点