中英污染土地管理合作伙伴

中国土地污染与棕色地块管理政策发展：汲取英国经验

Frederic Coulon、Paul Bardos、Nicola Harries、Kate Canning、Mengfang Chen、胡清、Kevin Jones、Fasheng Li、Hong Li、Diogo Gomes、Ming Liu、刘荣霞、Xia Yang

2016 年 3 月

UK Science & Innovation Network

Foreign & Commonwealth Office

执行摘要

过去30年，中国的快速城市化以及制造业的大幅扩张带来了严重的水土污染问题。同时，监管机构实施了一系列环境保护政策，以阻止有意污染以及在更大范围内从源头上防治污染。

自从20世纪50年代末以来，中国的政策讨论中就包含了土壤保护和管理。然而，最近在制定新政策时，这一话题特别引人关注，尤其是有关土壤作为一种资源的作用。土壤发挥多种重要功能，如提供食物和原材料、城市发展和人类福祉的平台以及作为水、营养物质和碳的过滤转换媒介。

然而，正如全国人民代表大会环境与资源保护委员会副主任袁驷指出的那样（中国日报2016年3月11日），空气和水政策制定采用的整体管理方法不太适用于土壤管理，主要是因为土壤发挥多种功能。这一点在国际上也是如此，体现在土壤污染、建设、农业和便利设施价值等推动土壤保护的各种因素上。

中国正开始发布十三五规划的详细内容，特别是将与土壤管理有关的土地污染防治作为当前的工作重点。根据十二五规划，环境保护部从中央财政拨出300亿元人民币支持全国土地修复项目，预计环境行业将实现每年15%的增长，产生45亿元人民币的营业额。同时，2014年环境保护部与国土资源部发布的中国首个全国土壤质量调查公报强调了维护和修复土壤功能及质量的严峻挑战。中国政府刚刚开始为市场增长打下基础，从而为企业创造各种机会。然而，中国的土壤保护和修复仍处于发展早期。同时，中国政府部门认识到仍需提供支持，制定和实施全面法律框架和筹资制度（Coulon等人，2016年）。因此，与其他新兴的土地污染市场一样，中国也受益于系统全面的、基于风险的土地管理规划，该规划涵盖污染土壤和地下水。

在过去40年英国的“环境革命”推动下，围绕污染防治和基于风险的管理，建立了全面的框架。经过总结多次教训，英国目前已形成了一套成熟的政策框架和可持续性整体修复战略的成功记录。英国污染土地法律体系采用基于风险的方法，进一步推动成本效益更高的创新方法的使用，在这方面胜过世界上其他任何地方。因此，中国可对英国经过几十年努力建立起来的最佳做法进行调整后加以利用，从而获得受益。中国将利用现有的知识和技术，加快制定有效政策和规范。此外，中国需要开发全面的风险和可持续性评估系统和流程来支持土地污染管理计划，从而支持：

1. 风险管理决策；
2. 验证修复结果；
3. 污染问题备案、保存并将其纳入用地规划的系统，以及确保修复项目考虑健康和安全因素的程序；
4. 在棕色地块再开发中的修复成本与效益及整体可持续性的有效评估。

从本报告可得出以下主要结论：

- 中国需要共享修复技术经验，这与英国1999年建立独立的非赢利组织CL:AIRE（污染土地实际环境应用组织）之前的情形类似。
- 还需共同努力促进科学的土地管理和土壤保护的发展，以保障中国快速城市化的可持续性。

- 要认识到土壤修复需要的不仅仅是技术创新和风险管理，因为土壤修复很大程度上取决于将科技成果转化为实际解决方案的商业模式。因此，中国需要借鉴英国及其他国家的经验，建立可持续的、切实可行的土地修复和再开发融资机制。
- 由于英国已经发展出成熟的市场和土地污染管理体系，所以中国与英国应在将来继续开展土地污染管理和政策方面的合作。
- 此外，建议拓展现有的快速城市化背景下中英土壤修复技术合作，并将其转化为一个“创新与示范平台”，协调和支持示范和创新项目，加强污染土地管理和可持续发展方面的国际合作，从而助力实现政策融合和共同行动并提供国际培训，以满足中国土地修复和管理开放市场的急切需求。

目录

执行摘要 1

1 概述 8

2 中国受污染影响的土地现状：挑战和目标 **10**
2.1 中国土壤环境保护、污染控制与环境管理的发展 11
2.2 规划 12
2.3 筹资 14
2.4 环境保护法 14
2.5 废物立法 16
2.6 环境保护缺口
Error! Bookmark not defined.
2.7 修订和制定新的土壤标准 18
2.8 中国土壤环境管理面临的主要机遇与挑战 20
2.8.1 建立有效的土壤污染防治监管框架 20
2.8.2 加强环境管理能力，制定整体风险管理制度 20
2.8.3 改善土壤环境标准体系 20
2.8.4 制定和论证整体修复方法 21
2.8.5 促进公共参与和利益相关方联合行动
Error! Bookmark not defined.
2.8.6 为土壤修复寻找有效的资金来源 22

3 英国棕色地块土地的再利用 22
3.1 推动棕色地块再利用的因素 22
3.1.1 法律法规 23
3.1.2 绿带政策 23
3.1.3 住房需求 23
3.1.4 税收政策 24
3.2 过去与现在的障碍 24
3.2.1 对技术的信心 24
3.2.2 垃圾填埋税 25
3.3 再利用的机遇 26
3.3.1 建成再利用 26
3.3.2 软性再利用 29
3.3.3 禀赋 31

4 英国监管框架和指南 32
4.1 风险管理方法 32
4.2 英国处理土地污染的监管体制 34
4.2.1 污染土地体制——1990 年环境保护法第 IIA 部分 34
4.2.2 规划体制 35

4.2.3 自愿行动 35
4.3 其他应对污染的英国监管体制 35
4.3.1 《2010 年环境许可条例》 35
4.3.2 《2009 年环境损害条例》 35
4.3.3 《2010 年英国建筑规范》 35
4.4 主要欧洲法律 36
4.5 指南 36
4.5.1 《土地污染典型管理程序》（《11 号污染土地报告》） 36
4.5.2 风险评估 37
4.5.3 方案鉴定 39
4.5.4 修复策略的实施 39
4.5.5 其他指南 40
4.6 从英国体系学到的经验 40

5 英国棕色地块开发融资和交付 41
5.1 法定修复 41
5.2 自愿修复 41
5.2.1 合作伙伴关系 41
5.2.2 资金补贴 45
5.3 质量保证 51
5.4 环境责任保险 51
5.5 分期开发 51
5.6 成本估算 51

6 可持续土地利用 52
6.1 推动因素、定义和活动 52
6.2 可持续性修复的落实 54
6.3 可持续性修复、政策和规范 57

7 结论和建议 58

8 其他阅读材料 59

9 附录 60
9.1 填埋指令 60
9.2 垃圾框架指令 60
9.3 《垃圾定义：发展行业规范》 61
9.4 垃圾框架指令 61

图目录

图 1：中国土壤环境保护和污染控制发展阶段概览 12

图 2：中国棕色地块再开发各利益相关方之间的关系 25

图 3：场地南部（现为伦敦斯特拉特福德水上运动中心）历史航空照片 31

图 4：场地简易概念模型中的污染物关联示意图 38

图 5：《11 号污染土地报告》主要阶段及关键组成部分 43

图 6：英国肯特泰晤士河口区 55

图 7：英国可持续性修复论坛框架概览 62

图 8：可持续性评估框架 63

表目录

表 1：中国土壤和地下水相关政策和标准 17

表 2：中国土壤质量标准与最近的全国土壤污染状况调查中超过 II 级标准的土壤样品占比 22

表 3：对污染土地造成影响的主要国内法律 40

表 4：其他与土壤和地下水相关的欧洲法律及其在英格兰和威尔士的转换汇总表 42

表 5：风险评估的三个阶段 44

表 6：方案鉴定阶段 45

表 7：实施修复策略的阶段 46

表 8：英国可持续性修复论坛指标类别 61

表 9：英国可持续性修复论坛可持续性修复原则 64

缩略词和缩写词

ASTM	美国材料与试验协会
BREEAM	英国建筑研究所环境评价法
CEEQAL	土木工程环境质量评价体系
CL:AIRE	污染土地实际环境应用组织
CLEA	污染土地暴露评价
CLR 11	《11 号污染土地报告》，《土地污染典型管理程序》
DDT	二氯二苯三氯乙烷
DoWCOP	《垃圾定义：发展行业规范》
EB	合格机构
EDC	内分泌干扰物
ELD	环境责任指令
ELI	环境责任保险
ERA	生态风险评估
EPR	《环境许可条例》
ERDF	欧洲区域发展基金
GDP	国内生产总值
HCA	家庭与社区机构
HCH	β-六氯环己烷
ISO	国际标准组织
LCF	填埋处理基金
LEP	当地企业合作伙伴
LEZ	当地企业区
MEP	环境保护部
MLR	国土资源部
MSW	生活垃圾
MWR	水利部
NHBC	国家房屋建筑理事会
NPPF	《英国国家规划政策框架》
PAE	酞酸酯
TDS	总溶解固体
SURF-UK	英国可持续性修复论坛
UNCED	联合国环境与发展大会

致谢

本报告是中国繁荣战略项目基金（SPF）《加强快速城市化背景下中英土壤和地下水管理及修复的政策融合、技术合作与商业机会》（项目编号 15SU32）的成果之一。本报告的编写人员为 Paul Bardos（r3 environmental Ltd）、Kate Canning（奥雅纳公司）、陈梦舫（中国科学院南京土壤研究所）、Frederic Coulon（克兰菲尔德大学）、Nicola Harries（污染土地实际环境应用组织）、胡清（南方科技大学工程技术创新中心）、Kevin Jones and Hong Li（英国兰卡斯特大学）、李发生（中国环境科学研究院土壤污染与控制研究室）、刘荣霞（中国 21 世纪议程管理中心）。

Ming Liu（英国驻广州总领事馆科技与创新处）、Xia Yang（中国 21 世纪议程管理中心）和 Paul Wills（英国贸易投资总署）参加了本报告的讨论和修订。Diogo Gomes 还为图表制作及编辑提供了支持。

本报告作者感谢包括中国和英国合作者与顾问在内的中国繁荣战略项目基金所有合作伙伴在本项目两个研讨会上的讨论和贡献。政府、学术界、行业和公共机构通力合作推动结构改革远远超出单一组织的范围。

我们还感谢外交及联邦事务部繁荣基金项目的资金支持。

1 概述

中国过去三十年的快速城市化以及令人瞩目的工业化扩张带来了严重的环境问题，这是由长期的环境和废弃物管理策略错误做法造成的。随着城市不断地快速扩张，城市边缘地带或城市内的工业设施被关闭或迁移到指定的工业园区。工业设施内部及其附近的土壤和地下水受到了影响。同时，城市边界和城市管辖区域主要通过征用周边农村土地并将其纳入城区的方式，不断向外扩张，使过去几十年的土地利用模式发生了变化。另一个主要的区域问题是使用化肥、工业采矿和精炼厂活动造成的大面积农业用地的扩散性污染。

中国环境保护部和国土资源部 2014 年 4 月发布的最新国土调查公报表明，中国在维护和恢复土壤功能和质量方面面临严峻挑战。从土壤调查可以推断，受重金属污染的耕地总面积达到了 2000 万公顷，约占中国耕地总面积的 16%。最为明显的是，工业污染场地附近可能有大面积（36%）的潜在污染场地。

最近发布的一系列应对土地污染的技术导则和政策使土壤修复市场上涌现出很多中国企业。然而，这些导则主要来源于美国材料与试验协会（ASTM）的国际标准，而这些国际标准没有考虑到中国的实际情况，比如缺乏风险管理框架，法律体系与美国不同等。

同时，许多场地恢复项目选用的场地勘测技术已过时，修复技术不合适，从而导致二次污染或不完整的修复结果。这主要归因于缺乏整体指导框架和经验来支持中国的修复决策。因此，在制定基于风险的污染土地特征描述、评价和修复方法中开展技术合作将给中国带来巨大的受益。在城市规划阶段，中国需要得到支持来制定系统、全面的土壤保护和风险管理规划。这一进程需要进一步得到全面风险评估系统（包括修复后监控、安全与人体健康评估）以及场地所有权与土地质量记录系统的支持。

英国有超过 50 年的积极的土地修复计划。二十世纪 70 年代末，英国成为第一个制定污染土地管理（包括土地质量标准）详细导则的国家。同时，英国还制定、详细阐述并完善了大量与基于风险的土地管理相关的研究和导则，特别是 2004 年出台的《土地污染典型管理程序》，即《11 号污染土地报告》（CLR 11）。

二十世纪 90 年代末，英国还设立了共享污染土地研究、技术和示范信息的中央组织。该组织被称为污染土地实际环境应用组织，在制定英国污染土地管理规范方面发挥了主要作用，确保了良好做法在英国的快速推广以及可验证的技术性能信息的提供。

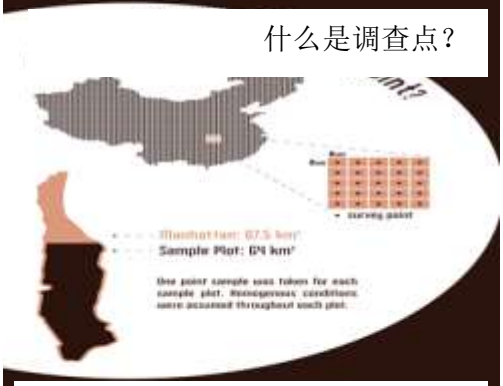
英国目前已经确立了成熟、全面的基于风险的管理方案，其中包含各种土壤和地下水修复技术。英国已经积累了大规模土壤整体修复工程的宝贵实践经验。

作为土壤和水环境保护的领军者之一，英国拥有成熟、成功的商业模式和修复经验，可供中国借鉴。在协作努力下，通过共同研究和交流，根据中国的国情对英国的模型系统进行必要的调整和优化后可加以利用。与此同时，中国土壤修复行业开发的商业模式、法律、管理系统、技术方法以及案例经验也将为其他发展中国家提供好的示范。

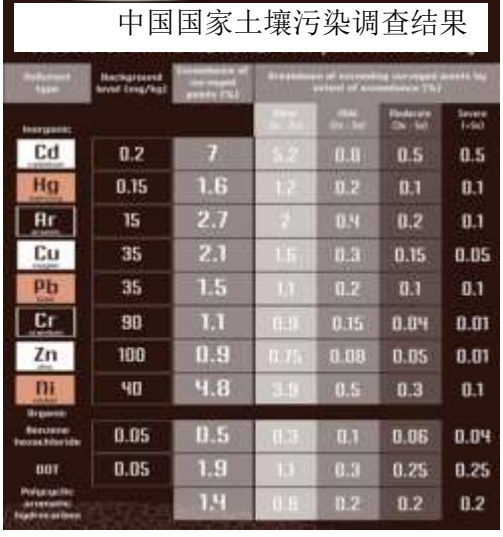
2 中国受污染影响的土地现状：挑战和目标

根据 2014 年在中国环境保护部和国土资源部资助下开展的全国土壤污染状况调查，高达 16%的调查场地未达到土壤环境质量标准。此外，土壤质量超标的耕作土比例达到 19%，其中 14%为轻微污染，2.8%为轻度污染，1.8%为中度污染，1.1%为重度污染。

主要污染物为镉、镍、铜、砷、汞、铅、β-六氯环已烷、二氯二苯三氯乙烷及其他传统残留性农药。多环芳烃、多氯联二苯和二恶英类毒物也被确定为农用地的关注化学物。此外，调查还发现存在新的污染物，如稀土金属、酞酸酯（PAE）、抗生素、内分泌干扰物（EDC）荷尔蒙、放射性核素和致病菌，这些污染物均对土壤和水质标准与安全构成威胁。除对土壤和水环境质量产生严重影响外，农田污染还对食品安全、人体健康及生态安全构成直接威胁。由于对国内农产品外贸以及环境外交利益造成的影响，这一问题进一步恶化。



同时，城市工业场地污染的复杂性和严重性阻碍了土地再开发。2014 年发布的《全国土壤污染状况调查》发现，中国超过 20%的原工业场地（包括工业地产、固体废弃物处理场和油田开采场地）环境质量超标，涉及重金属和杀虫剂、苯系物、卤代烃、多环芳烃和石油衍生品等各种有机污染物。此外，在工业场地内发现的污染结果表明，污染和/或污染羽通常位于地下深处，因而导致地下水受到污染。



在中国，大约有 80,000 家国有采矿企业和 200,000 座集体所有的矿山。约 4000 个矿区位于中国南方各省，如广西、湖南、云南和广东省，这些省份均拥有丰富的矿产资源。重金属污染来自废水排放、土壤侵蚀、径流、采矿废弃物的渗透和浸出、填埋和垃圾焚烧。由于没有相应的污染防治计划，这些活动使矿场内部及下游的环境状况受到了损坏。

据悉，地下水受到重金属的严重污染。《2014 年中国环境状况报告》显示，4,896 口监测井中，有 45%的监测井水质差，16%的监测井水质极差。测量的关键参数包括总硬度、总溶解固体（TDS）、铁、锰、亚硝酸盐氮、硝态氮、氨氮、氟化物和硫酸盐。此外，发现部分监测井含过量重金属。值得注意的是，中国北方的地下水质量在下降。地下水污染已被确定为中国的一个非常严重且普遍的问题。

2.1 中国土壤环境保护、污染控制与环境管理的发展

过去三年，中国土壤保护在资本投资、环境管理和监理以及技术研究方面取得了进展。虽然随着中国社会经济的快速发展和人口的不断增加，中国政府不断加强其环境保护管理体系，但现有的土壤污染控制法律法规、标准和技术仍然无法满足土壤环境工程快速增长的需求。中国南方比北方的污染程度更加严重，引起人们对土壤、水、食品质量和安全以及人类和环境健康的极大担忧；因此，土壤污染被确定为未来十年中国要优先解决的主要问题。土壤环境保护、污染控制和管理已成为中国政府的头等大事之一。

自 1949 年以来，土壤环境保护和污染控制可大致分为下列三个阶段（图 1）。

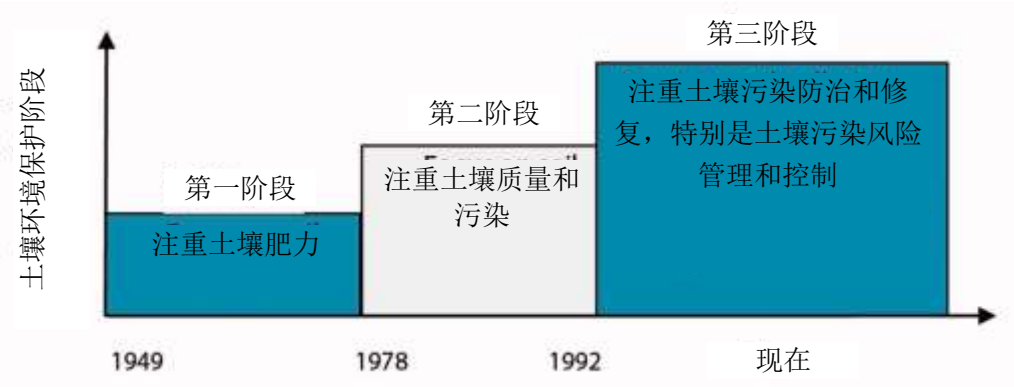


图 1：中国土壤环境保护和污染控制发展阶段概览

- **第一阶段（1949 年～二十世纪 70 年代）**注重提高生产力和粮食产量，以应对人口增长带来的严峻挑战。从 1960 年开始，有机氯农药和化肥在中国得到广泛使用，二十世纪 70 年代早期人们开始关注土壤环境问题。1973 年召开的第一届环境保护大会上首次讨论了中国的环境问题。之后，中国政府逐步开展了一系列活动（比如全国重点地区污染源调查、环境质量评估和污染控制），以掌握环境问题的程度。

- **第二阶段“改革开放”（1970～1990 年）。**二十世纪 70 年代末开始的政府改革之后，随着经济社会的快速发展，土壤保护问题受到公众关注，进入了新时期。同时制定了环境保护政策和法律制度。颁布了几部具有里程碑意义的法律，包括第一部有关土壤保护的法律《中华人民共和国环境保护法（试行）》（1979 年）、宪法《中国人民共和国宪法》（1986 年）、规定的土地管理法律《中华人民共和国土地管理法》（1986 年）和明确土壤污染防治相关规定的法律《中华人民共和国环境保护法》（1989 年）。

- **第三阶段（1992 年至今）**1992 年联合国环境与发展大会（UNCED）之后，可持续发展战略崭露头角。中国国务院 1996 年颁布了《国务院关于环境保护若干问题的决定》，为中国土壤环境保护和污染控制指明了可持续发展的方向。国务院在

2005 年颁布了《国务院关于落实科学发展观加强环境保护的决定》，强调土壤保护应注重污染防治和修复，特别是加强农村环境保护。2006 年环境保护总局和国土资源部联合启动了全国土壤调查与污染防治项目。这是中国最大的全国土壤调查与污染防治项目，有助于提供全国土壤污染状况。自 2008 年以来，中国国务院与环境保护部陆续颁布了加强城乡环境土壤污染防治的导则。

为了评估中国土壤环境质量状况及有效落实防治措施，过去几十年来中国政府开展了一系列全国性调查：

- 全国土壤环境背景值调查研究；
- 副食品供应中的土壤环境质量；
- 主要污染污水灌溉调查；
- 全国土壤污染状况调查。

根据这些基本调查，制定了一系列标准和技术规范，如《土壤环境质量标准》和《土壤环境监测技术规范》，对农田与工业污染场地（即棕色地块）土壤污染控制起到了积极作用。中国政府还不断加强污染控制，特别是点源污染控制，并积极着手制定地区性土壤环境质量评估、土壤污染风险管理及污染场地修复战略。

2.2 规划

中国正开始发布十三五规划的细节，其中涉及应对大量环境挑战，包括再次被列为当务之急的污染土地。十三五规划还使企业在管理其环境影响方面承担更大的责任，并在业界大幅提高企业的责任意识。十三五规划重点涉及下列方面：

- 改进土壤和地下水污染调查和评价标准；
- 提高保护和修复土壤与地下水的区域优先地位；
- 深入研究土壤和地下水修复管理模式；
- 监测典型的土壤和地下水污染源；
- 最终从源头上控制土壤和地下水污染；
- 推广农田、工业场地和矿区的土壤和地下水修复示范项目；
- 开发一系列土壤和地下水修复技术。

除上述重点外，还明确了一系列任务，包括：

- **任务 1：加强土壤和地下水保护立法，探究土壤和地下水监管体系**

该任务注重推动土壤和地下水保护特别立法、建立相关规则和制度并制定土壤和地下水污染防治整体法律体系。该任务将加强对污水灌溉区、工业用地、填埋场、危险废弃物处置场、加油站和矿区等主要污染源的监测。还将进一步支持环境保护部（MEP）、水利部（MWR）和国土资源部（MLR）的共同努力，促进土壤和地下水修复统一监管体系的建立。

- **任务 2：研究土壤和地下水环境标准，建立完整的土壤和地下水评估体系。**

该任务有助于通过现场调查研究建立模型数据库，制定土壤和地下水风险评估方法。该任务将采用基于风险的标准方法，针对土壤和地下水污染防治，建立土壤和地下水风险评估技术框架。还将进一步使现有的土壤和地下水质量标准与背景值融入全国和地区性环境标准的制定中。

- **任务 3：开展土壤和地下水环境调查，评估污染现状。**

仍然需要进一步调查土壤，以评估农田、城市工业场地、矿区、地下水补给区的污染现状和污染程度，从而充分掌握中国土壤和地下水的污染状况，确立土壤和地下水环境质量背景。

- **任务 4：明确土壤和地下水污染防治标准水平，落实地区保护标准。**

该任务将依托现有的土壤和地下水污染防治标准，进一步探索针对不同用地（如农田、城市工业场地和矿区）制定区域性保护标准的方式。推动全国土壤和地下水保护区的划分，以及分级分区管理的落实。

- **任务 5：识别主要污染源，逐步从源头上防治土壤和地下水污染。**

该任务涉及优先关注区的全面监测和确定最佳管理方法，以控制和缓解污染影响以及从源头上减少土壤和地下水污染物的排放。

- **任务 6：加强农田、工业场地和矿区土壤及地下水防治与修复。**

中国南方的两座城市（广西柳州和湖南郴州）被选为代表城市。这两座城市将作为试点示范城市实施全面风险评估体系，建立支持风险管理决策的结构、修复结果验证程序、污染问题备案、保存并将其纳入用地规划的系统，以及确保修复项目考虑健康和安全因素的程序，并开展成本与效益及整体可持续性有效评估。还将重点关注中度和轻度污染农田，推动重金属修复项目，进而大规模推广。同时，中国北方和西北、西南地区的典型地下水污染场地将在各种水文地质条件下实施一系列污染地下水修复示范项目。

- **任务 7：加强饮用水源环境保护，提高当地地下水质量。**

该任务注重寻找和促进可持续水管理，制定水资源处理设施标准。还将有助于明确和统一划分饮用水源保护区，协调土壤和地下水污染防治，加强补给区及其上游污染源的监测和保护。该任务的所有行动计划均将确保保护区地下水水质不受影响。还需要制定化学品调查计划，对新污染物的进入进行评估和控制，逐步提高地下水水质，从而保证饮用水水质和安全。

- **任务 8：加强土壤和地下水环境保护人才队伍的建设和管理能力的提高。**

该任务旨在培养拥有专业技术和管理能力的创新人才，领导中国土地修复行业走向技术和设备创新与突破，推动污染土地的有效管理，从而形成一套适应中国污染现状和国情的修复技术与管理模式。该任务将依靠国际经验，促进中国经济社会发展。

2.3 筹资

目前还缺乏正规的筹资机制来支持中国的土壤和地下水修复。在中国实施“污染者付费原则”也很困难，因为土地所有权由政府控制。此外，频繁的土地使用和工业活动使识别污染责任方变得十分复杂。迄今为止，许多潜在污染场地悬而未决，不清楚谁应当负责承担修复费用。同时，还缺乏污染土地管理的商业动力和政府激励，这意味着目前为止开展的大部分大规模修复项目均由中央政府和地方政府提供资金。然而，这一趋势不大可能持续下去，因为经济上是不可持续的，尤其是政府难以负担。

最近有一些场地修复工程，主要是由国有环境修复企业融资，这些企业希望如果修复取得成功，它们能够收回投资。然而，这种筹资体制使国有环境修复企业承担重大财务风险，同样可造成小型修复企业无法参与的单一市场。同时，正在积极探讨通过废水处理工业采用的公私合营（PPP）模式来为场地修复提供资金，但目前为止还没有任何公私合营方案应用于中国的场地修复。

建立有效的融资机制需要时间，还需要广大利益相关方提供支持及获得实惠，这些利益相关方包括受影响方（problem holder）、土地开发商、保险公司、银行、监管者和政府等。

2.4 环境保护法

中华人民共和国宪法规定，“国家保护和改善生活环境和生态环境，防治污染和其他公害”与“国家保障自然资源的合理利用，保护珍贵的动物和植物。禁止任何组织或个人用任何手段侵占或者破坏自然资源”。

《中华人民共和国环境保护法》是中国环境保护的基本法。该法确立了经济建设、社会进步和环境保护协调发展的基本原则，明确了各级政府、各单位和个人在环境保护方面的权力和责任。

中国制定并颁布了许多环境保护特别法以及与环境保护相关的自然资源法。这些法律包括《水污染防治法》、《空气污染防治法》、《固体废物污染环境防治法》、《循环经济促进法》、《清洁生产促进法》、《海洋环境保护法》、《森林法》、《草地法》、《渔业法》、《矿产资源法》、《土地管理法》、《水资源法》、《水土保持法》和《农业法》。基本涵盖了环境的各个要素，包括与环境保护主要领域相关的基本法（表 1）。

表 1：中国土壤和地下水相关政策和标准

类型	内容
法律法规	《中华人民共和国环境保护法》（2015-01-01）
	《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2005-04-01）
	《危险化学品安全管理条例》（国务院令第 591 号）
政纲	《关于切实做好企业搬迁过程中环境污染防治工作的通知》（环境保护部第【2004】47 号文件）
	《关于加强土壤污染防治工作的意见》（环境保护部第【2008】48 号文件）
	《关于保障工业企业场地再开发利用环境安全的通知》（保护保护部第【2012】140 号文件）
	《关于加强工业企业关停、搬迁及原址场地再开发利用过程中污染防治工作的通知》（环境保护部第【2014】66 号文件）
标准	《土壤环境质量标准》（GB 15618-1995）
	《地下水质量标准》（GB/T 14848-93）
	《地表示环境质量标准》（GB 3838-2002）
	《生活饮用水卫生标准》（GB 5749-2006）
	《土的工程分类标准》（GB/T 50145-2007）
	《土工试验方法标准》（GB/T 50123-1999）
	《水文观测标准》（GB/T 50138-2010）
	《地下水资源分类分级标准》（GB 15218-94）
	《供水水文地质勘察规范》（GB 50027-2001）
	《岩土工程勘察规范》（GB 50021-2001）
	《区域水文地质工程地质环境地质综合勘查规范》（GB/T 14158-93）
规范与技术导则	《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166-2004）
	《地下水环境监测技术规范》（HJ/T 164-2004）
	《场地环境调查技术导则》（HJ 25.1-2014）
	《场地环境监测技术导则》（HJ 25.2-2014）
	《污染场地风险评估技术导则》（HJ 25.3-2014）
	《污染场地土壤修复技术导则》（HJ 25.4-2014）
	《地下水环境调查技术导则》（试行，2014）
	《地下水模拟预测技术导则》（试行，2014）
	《地下水风险评估技术导则》（试行，2014）
	《地下水修复技术导则》（试行，2014）
	《环境影响评价技术导则：地下水环境》（HJ 610-2011）
	《开发土地土壤污染风险筛查导则》（征求意见稿，2015）
	《农业用地土壤环境质量标准》（征求意见稿，2015）
	《工业场地环境调查和修复》（试行，2014）

- **《中华人民共和国宪法》和《中华人民共和国环境保护法》**

规定了政府、单位和个人防治固体废物污染的责任和义务，明确了固体废物污染防治不仅涉及工业及生活固体废物的防治，还与清洁生产、循环经济和危险化学品污染密切相关。

- **《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》、《循环经济促进法》、《清洁生产促进法》和其他单行法**

这些法律是固体废物污染防治的主要法律依据。《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》系统描述了政府部门防治固体废物污染的职责，对防治工业固体废物、城市生活垃圾和危险废物污染做出了特别规定。该法包含固体废物污染防治计划、固体废物污染监测、环境影响评价和固体废物项目“三同时”、限制进口固体废物等基本规定，同时对工业固体废物登记和垃圾回收做出了特别规定。针对危险废物管理，该法给出了危险废物清单、危险废物标签、营业执照和注册申请、危险废物转运单、应急计划及危险废物污染事故相关法规。

除了通用法和相关单行法外，行政规范、规定及其他规范性法律文件也对于固体废物污染防治相关的具体工程作出了特别规定，通过制定相关技术规范来确保法律文件的落实。行政规范主要包括危险废物清单、转运单系统、危险化学品安全管理、危险化学品污染防治、废弃电子电气设备的回收和污染防治、固体废物进出口管理、可再生资源回收、医疗废物管理、尾矿污染防治及生活垃圾处理等。技术规范包括危险废物识别技术标准、化学品危害评估、工业固体废物取样、医疗废物处理、废弃电子电气设备的利用和处置以及进口废物、工业固体废物、固体废物焚烧和农业废物处置的环境保护标准。

2.5 废物立法

中国快速的经济社会发展伴随着固体废物污染和管理问题。泰州靖江危险废物填埋或兰州饮用水污染等非法环境事件的频繁发生引起人们对固体废物管理和危险废物处理处置的极大关注。

中国每年产生的废物大约为 3 亿吨，其中大部分来自城市。目前，城市废物管理服务一般收集未分类，生活垃圾（MSW）运至填埋场或城市周边的垃圾焚烧炉或运到农村。即使为可回收垃圾和不可回收垃圾分别提供不同的垃圾桶，政府垃圾服务目前也不具备运营回收的能力。中国城市垃圾的成分和数量给填埋场和垃圾焚烧带来诸多问题。中国的填埋场与世界上其他地方的填埋场类似，有机物在填埋场厌氧条件下无法适当地分解，造成温室气体甲烷的排放。

由于大多数城市固体废物流由有机废物组成，所以城市废物流是低效的焚烧燃料。即使建立了适当的堆肥、回收及填埋场废物削减系统，仍需要城市居民改变其消费和垃圾处置行为，废物管理系统才能有效发挥作用。这与其他许多国家的经验和社会转型类似。

迄今为止，仍有大量固体废物被埋入地下而未采取任何污染防治措施。城市化、人口增长和工业化是中国废物产生总量大幅增加的三大主要原因。中国的固体废物管理涉及固体废物回收、处理技术和管理策略，任重而道远；中国必须大力进行改革，以在生活垃圾收集、回收和处置方面取得进展。

2.6 环境管理需求

如上所述，1979 年中国通过了第一部环境法律。《环境保护法》（试行）是中国环境立法的里程碑。在随后的三十年中，中国的环境法律从空白状态发展成最活跃的法律领域之一，同时在中国的法律体系中发挥着重要作用。到 2014 年 8 月底，全国人民代表大会常务委员会通过了三十部关于环境保护和资源保护的法律。

然而，中国环境法律仍有不足需要弥补。环境管理制度和政策落实尚未达到有效和高效的要求。环境政策通常成了宣言而不切实际。低效的环境政策还受到以下因素的影响：环境法规之间缺乏一致性、各级政府之间的利益冲突以及环境机构履行职责可用的技术能力和资源不足。重发展轻环境的总体政策框架不利于地方执法机构开展工作，从而导致普遍违反环境要求。由于让行业机构和公众参与解决环境问题的进展缓慢，这些问题进一步恶化。加强环境政策落实的具体问题包括：

(1) 需要提高政策体系的系统性、有效性和可操作性

目前的环境法律太多而且分散，这些法律的系统设计常常是不合理的。中国的环境立法中尚未全面落实可持续发展理念。同时，“预防为主，防治结合”原则应注重“预防为上策”和“治理为下策”。然而，现有法律体系常常局限于“事后治理”，这意味着在最后环节进行污染物排放控制，而不是“从源头上控制”。

同时，环境保护局（EPB）在体制和财务上隶属于省政府和地方政府，它们在政府中的等级较低，这意味着环境保护局的行动通常更多地由政府而非环境保护部来指导，而地方政府往往注重经济发展，轻视环境考虑。此外，对地方政府官员的绩效考核标准注重国内生产总值的增长，而很少考虑或者根本不考虑环境绩效。

虽然《固体废物污染环境防治法》提供了固体废物再利用、废物回收利用和尽量减少废物产生的框架，但《循环经济法》和《清洁生产促进法》主要是激励性法规，提供了大量激励，但很少采取强制性措施。《固体废物污染环境防治法》相关条款更像是原则，因此实际效果甚微。

(2) 政策体系需要加强环境法律法规之间的协调。

中国的环境立法中仍有许多缺口，法律法规之间不协调的现象较为突出。许多法律缺口存在于众多重要的环境保护领域。例如，尚未针对土壤污染控制、有毒化学品管理、核安全、生物安全、自然保护、环境破坏赔偿等领域制定具体的法律，同时缺乏环境技术规范和标准。特别是土壤污染方面的法律，土壤污染已经成为中国最严重的环境问题之一，但不幸的是，现行法律法规仍未充分应对这个问题。此外，部分法律常常难以落实，因为法律要求的许多相关的具体法规未按时完成。许多支持性规范和条例完成的时间严重落后于执法，这很显然不利于法律的正常运行。

同时，政策体系还受到中国环境治理结构破碎和重复的阻碍。目前，环境法律体系由几个部门监管，包括环境保护部、水利部、国土资源部、农业部、住房和城乡建设部以及卫生部，这通常不利于采取一致的行动。

(3) 技术规范难以满足实际需求。

目前的固体废物污染防治技术规范主要涵盖样品制备、污染物识别、危险评估、处置技术和处置的环境标准。然而，这些规范不够详细，不够全面，未形成统一的技术规范框架。这不利于发挥固体废物污染防治法的效力。同时，现行的技术规范通常不适于处理新的污染问题，因此需要尽快进行修订。

(4) 对污染企业的责任调查不充分。

中国的污染者注册和环境许可比较零星，未得到全国性有约束力的规定和程序的支持。环境许可方面，仅考虑环境标准，而环境标准的方法依据比较薄弱，并且在全国范围内未得到一贯地应用。排污费尽管最近有所增加，但仍远远低于降低污染的费用。此外，实际收费率较低，估计平均低于应收排污费的 50%，从而降低了排污费的激励效果。

2.7 修订和制定新的土壤标准

自 1995 年以来，中国针对有机和无机污染物制定了不同的土壤标准《土壤环境质量标准》（GB15618-1995， 1995 年）。制定这些标准的最初目的是为了保护农产品安全和人体健康。它们还包含土壤背景值。然而，该标准仅涵盖 8 种重金属（镉、汞、砷、铜、铅、铬、锌和镍）以及两种有机物（六六六和滴滴涕）。虽然这些标准值仍然普遍用于土壤修复和监管，但受监管的化学物质数量有限，无法满足清理污染土壤的需要，也无法起到保护农田的作用。应注意的是，目前正在对国家标准进行修订，预计新标准将涵盖城市场地和农村土壤。

本节以重金属（包括准金属）为例，探讨如何对土壤标准进行改进，以保护土壤资源。

土壤中的重金属来自自然和人为过程。因此，对土壤污染的评估并不总是简单直接的。在最近的全国土壤污染状况调查中，通过比较土壤中重金属浓度与 1995 年颁布的《土壤环境质量标准》（表 2）来确定土壤污染状况。

表 2：中国土壤质量标准与最近的全国土壤污染状况调查中超过 II 类标准的土壤样品占比

金属/准金属	I 类（天然背景值）	II 类 pH < 6.5	II 类 pH 6.5 - 7.5	II 类 pH > 7.5	III 类 pH > 6.5	% 超标百分比
Cd	0.2	0.3	0.3	0.6	1.0	7.0
As （水稻土）	15	30	25	20	30	2.7*
As （山地）	15	40	30	25	40	-
Hg	0.15	0.3	0.5	1.0	1.5	1.6
Cu （农田）	35	50	100	100	400	2.1*
Cu （果园）	-	150	200	200	400	-
Pb	35	250	300	350	500	1.5
Cr （水稻土）	90	250	300	350	400	1.1*
Cr （山地）	90	150	200	250	300	-
Zn	100	200	250	300	500	0.9
Ni	40	40	50	60	200	4.8

*超标百分比适用于所有土壤类型。

- **I 类值**代表保护地区自然生态系统不受污染采用的天然背景值。
- **II 类值**用于通过食物链保护农业生产和人体健康，可应用于农业、果园和牧场用地。II 类值取决于土壤 pH 值和土地用途。在环境保护部和国土资源部最近开展的土壤污染状况调查中，如果污染物超过 II 类值，则视为污染土壤；浓度为 1-3、3-5 或大于基准值 5 倍时，污染程度分别为轻度、中度或重度污染。
- **III 类值**用于保护作物或森林免受植物毒性的破坏，还可用于天然背景值较高的区域。

然而，中国土壤质量标准的适宜性仍是一个具有争议性的问题。对于中国这样幅员辽阔、地球化学多样性丰富的国家来说，重金属和准金属的天然背景浓度不是一个单一值，而可能在全国范围内存在巨大差异。土壤背景值水平取决于土壤母质和土壤形成过程，因此不同土壤类型之间的差异很大。例如，蛇纹岩形成的土壤富含天然镍和铬。有几种重金属的浓度与土壤中的氧化铁或氧化铝浓度关系密切，反映出成土作用对这些元素的影响。进行的泛欧比较表明，南欧风化程度较严重的土壤中，有几种重金属和准金属的背景值水平比北欧较年轻的土壤高，浓度变化与最近冰川作用的最大范围一致。二十世纪 80 年代早期开展的全国土壤状况调查表明，中国西南地区的贵州和广西的 A 土层和 C 土层中第 90 个百分位的镉浓度明显比中国其他地区要高。此外，沉积母质形成的土壤，特别是沉积石灰岩，往往含有比其他土壤更高的镉浓度水平。

有人指出，该标准中 II 类值可能有保护过度或保护不足的问题。最近采用土壤-植物转化模型开展的研究表明，对于近中性～碱性 pH 值土壤来说，II 类镉限值可能设置得太低（即保护过度）。当然，0.3-0.6 mg kg^{-1} 土壤镉限值（表 1）低于欧盟污水污泥土地利用采用的 1-3 mg kg^{-1} 限值或美国环保署生物固体土地利用规范采用的 39 mg kg^{-1} 限值。欧盟的镉风险评估得出的保护人体健康、哺乳动物、鸟类、植物和土壤生物体的预测无效应浓度（PNEC）为 0.6-2.3 mg kg^{-1}，而美国环保署建议筛查值（ECOSSL）采用 0.4-0.8 mg kg^{-1}。然而，在高酸性土壤中，即使当土壤镉浓度低于 0.3 mg kg^{-1} 时，也

有可能超过食品镉限值。另一方面，有证据表明 II 类铅限值可能设置得太高了，可能造成超出食品铅限值。设定铅限值时，也未考虑人类摄取土壤的暴露途经。

很显然，未来对中国土壤质量标准的修订应考虑自 1995 年标准颁布以来积累的证据，特别是土壤风险评估证据。评估中国土壤污染现状时，要注意的是，评估应对照土壤质量标准中基准值的类别。此外，制定土壤标准时应考虑土地用途，无论是用于食品生产还是建设或其他用途。对于农业土壤，食品质量标准应成为修订土壤质量标准的基线。

2.8 中国土壤环境管理面临的主要机遇与挑战

中国的土壤保护与污染防治取得了积极的成效。然而，相对于空气和水污染控制，土壤（包括棕色地块）环境保护和污染控制仍有改进和提升的潜力。

2.8.1 建立有效的土壤污染防治监管框架

近年来，中国中央政府越来越越重视土壤污染问题，采取了若干有效措施加强土壤调查、风险评估和修复工作。然而，尚未针对土壤环境质量管理建立起系统、合理的监管框架。目前，中国正在起草土壤污染防治基本法草案。同时，用于管理农田和场地污染的部分监管工具已经成形。在这一过程中，需要向发达国家学习大量经验（包括英国经验）。

2.8.2 加强环境管理能力，制定整体性风险管理制度

目前，由于历史污染，对土地现状的认识不足，中国的土壤环境监测监管系统尚未完全形成。同时，到目前为止，对土壤污染物类型（特别是有机污染物）的特征描述和识别不够明确，缺乏一套得到认可的、严格的风险评估和管理制度。

2.8.3 改善土壤环境标准体系

如前所述，现行的《土壤环境质量标准》（GB 15618-1995）仅适用于农业土壤环境管理，提供的少量污染物项目，特别是缺乏有机污染物关键项目，无法满足地区和具体场地土壤污染的情况。该标准仅提供了统一的全国值，而未充分反映土壤背景值的地区差异。此外，制定的污染场地土壤环境标准监测系统仍然相对薄弱。与欧洲国家相比，缺乏与污染场地调查相关的、系统性的全面评估标准，场地恢复治理标准以及技术规范缺失。因此，现行标准无法满足土壤环境评估和管理的需要。

目前的标准中，土壤监测和分析方法仅包含部分重金属和农药监测方法。另一方面，标准取样和质控将形成另一套分析方法。目前的环境监测标准分析方法和土壤标准样品无法满足全面实施土壤环境监管的要求，所以难以实现“污染物可测量、试验结果精确”的目标。

2.8.4 制定和论证整体修复方法

目前中国的土壤环境监管技术支持系统仍未成熟。中国缺乏修复技术实际操作的经验。许多技术开发仍处于实验室或试点阶段，尚未进行广泛试验和在实际场地条件下投入使用。中国对结合修复干预制定整体风险管理对策（例如，整合源头治理和路径管理或者管理各种源头-路径-受体关联）的重要性认识不足。通常采用“单一方法”解决复杂问题，取得的整体效果十分有限。由于中国普遍存在复杂的污染问题，因此急需研究、开发和论证整体修复方法（即生物、化学和物理技术处理的联合应用）。

2.8.5 促进公众参与和利益相关方联合行动

中国与欧洲或北美国家的一个主要区别是，中国的土地所有权属于国家。土地所有权及其性质直接影响到污染土地的再开发流程以及地方政府、社区居民、企业和开发商（图 2）等所有直接利益相关方的利益。鼓励公众参与环境决策应继续成为国家和地方环境主管部门的主要目标之一。通过提高环境意识、鼓励发展环境协会和提供培训，公众可成为一支积极的执行力量。因此，实现有效的公众参与并建立各利益相关方之间和谐的关系是中国棕色地块再开发的关键。

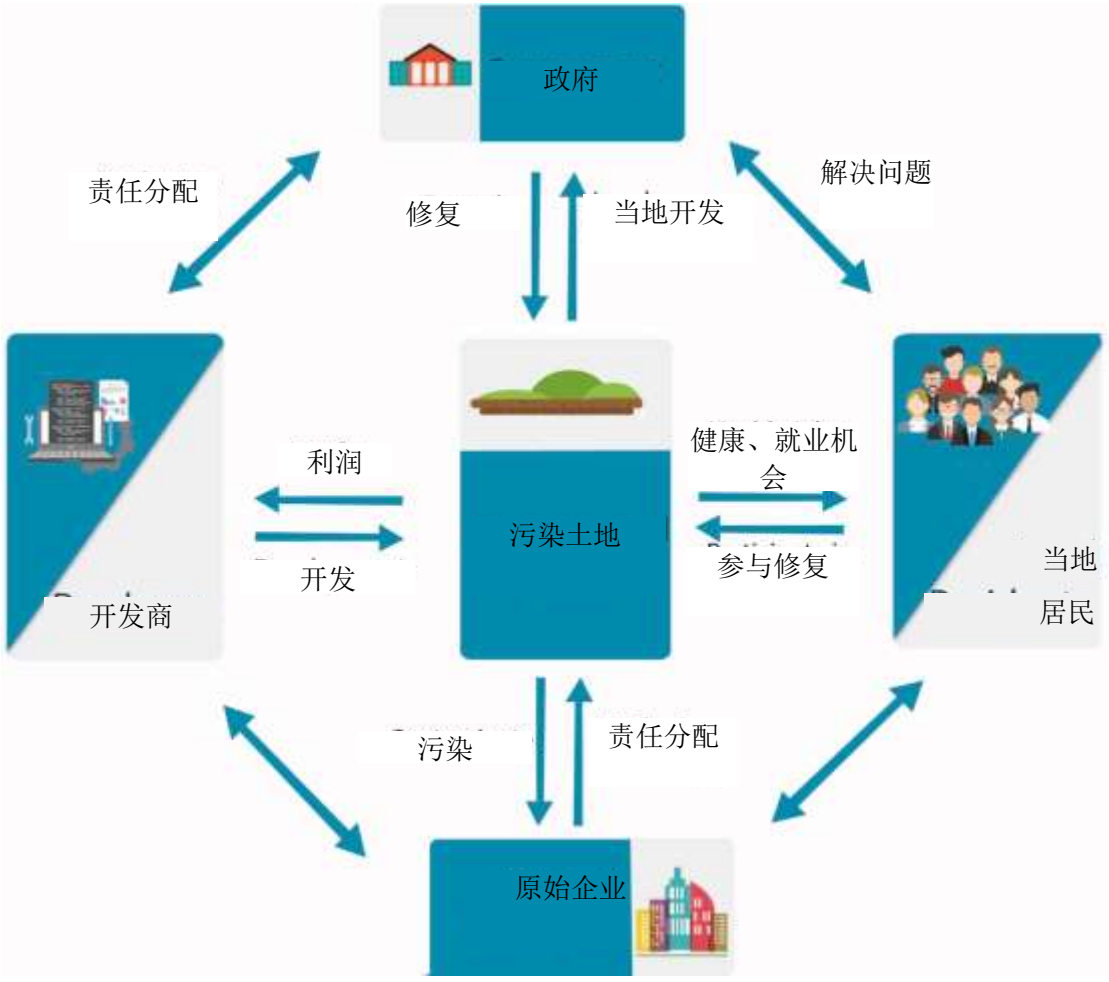


图 2：中国棕色地块再开发各利益相关方之间的关系

2.8.6 为土壤修复寻找有效的资金来源

目前，对场地调查和修复的投资主要来自国家和相关地方政府部门，这一点是难以持续的。因此，中国土地修复筹资体制是土地再开发的主要障碍之一。急需借鉴英国等欧洲国家的经验，建立可持续的融资机制。

3 英国棕色土地的再利用

英国获得在再开发棕色土地方面的专业知识具有必然性。作为世界上第一个工业化国家，英国开发了许多场地，这些场地作为英国工业革命的遗产，现在可能已经被废弃，需要再生。许多场地同样经历了几个再利用的周期。二十世纪七八十年代之前，土地污染尚未被广泛认为是一个环境问题，所以部分污染场地可能存在遗产问题。然而，棕色地块场地不一定都受到了污染。这一术语仅指之前开发过、再利用被拖延或再利用处于次优状态的土地。在英国，之前开发过的土地被不断地轮用，其中仅有一小部分变成了棕色地块。

3.1 推动棕色地块再利用的因素

对于英国这样拥挤的国家，土地经历不同的利用周期司空见惯。许多情况下，土地的商业价值意味着这种转换进行得较快，而土地污染问题通过规划系统进行管理。棕色地块土地通常指完全再利用被拖延的、利用不足的土地，大部分是因为使其恢复全面功能的成本高于其经济价值。这种现象常常发生在经济变化较快的地区，这些地区已经建立起来的第一产业和第二产业崩溃了。地区内缺乏新的经济活动形式意味着不存在再开发土地的经济激励因素，而棕色地块土地本身则成了当地的一块瑕疵，进而更加无法吸引投资。土地变成棕色地块也有可能是因为之前的使用，例如，之前用于开采矿产资源（如砾石）的土地后来成为垃圾填埋场，而垃圾填埋场的性质意味着对场地进行新开发（建成开发）的经济成本较高。

确定棕色地块可行性的经济因素中另一个主要因素是绿地的可用性。棕色地块经济后果对当地社区产生的社会影响也很重要，尤其是那些受工业变革影响的社区。这些后果可能严重到影响政治决策将公共资金投入到建成再利用（built re-use）（如工业园区）或软性再利用（soft re-use）（如公用场地）土地开垦中。

虽然棕色地块土地的存在可视为英国市场失效的表现，即无力吸引再开发的资金和/或投资，但棕色地块的再利用可发挥关键作用，提供用于各种目的的可持续发展场地以及减少绿地场地的使用。棕色地块再开发为改善和增加新房供应、建设可持续社区所需的基础设施和便利设施提供了机遇。

有众多关键推动因素促进了棕色地块土地的再利用。主要包括：

- **地方/地区土地供应，**从纯市场方面推动土地价值上升，从而增加棕色地块再生可行性
- 限制绿地场地使用的**成熟政策**（如力图防止城市无限制扩张的“绿带”政策）和/或鼓励棕色地块再利用的城市政策（如为住房提供新空间）
- **明确、综合的法律法规支持**
- 鼓励土地开垦投资和开支等**税收政策**
- **更大的基础设施建设需求**，如英国规划建设的高速铁路
- **活动组织**，如力图保护农村或改造棚户区等活动组织
- **会计要求**：根据现代会计规则，长期棕色地块/污染土地管理费用须计入公司负债。各单位可力图减少这一负债，以改善其财务状况或进行并购。

3.1.1 法律法规

近年来，法律和政府法规强调了可持续发展的重要性。可持续发展包括三个方面：经济、社会和环境可持续发展；要真正实现可持续发展，需要同时实现这三个方面的可持续发展。英国规划体系旨在为实现这些原则提供协助。

《英国国家规划政策框架》（NPPF）指出了已开发土地再利用的重要性，同时提出地方政府可能需要设定棕色地块土地再利用的地方目标[1]。在可持续发展的政策指导下，产生了在环境价值不高的条件下利用棕色地块土地的推动力量。

3.1.2 绿带政策

绿带土地指保留为开放空间的区域，通常位于大城市周围。英国政府制定绿带政策的目的是：

- 限制大块建成区的无限制扩展；
- 防止相邻的城镇互相融合；
- 防止侵占农村；
- 保护历史古镇的布局和特色；
- 通过鼓励破败地区等城市土地再利用，促进城市再生。

绿带的大致范围和边界多年来都是固定的，但如何加强绿带的利用则由地方规划主管部门决定。因此，保护绿带也可促进棕色地块土地的再利用。

3.1.3 住房需求

随着英国人口的不断增长，迫切需要提供经济适用房。家庭与社区机构（HCA）[2]为政府的住房、土地和再生机构，负责：

昂[1] https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/6077/2116950.pdf

[2] www.hca.gov.uk

- 增加英国新建住房的数量
- 改善既有的经济适用房，将空置房作为经济适用房加以利用
- 增加公共土地的供应，加快公共土地上可建设房屋的速度
- 规范社会住房供应商，确保其管理科学、财务健全，从而稳定投资者对经济适用房行业的信心，保护出租房
- 利用土地和投资以及吸引社会资本对当地进行投资，促进当地经济增长。

按照政府建设更多经济适用房的政策要求，政府明确了之前已开发并归入“棕色地块土地”的公共土地存量。这些土地被视为理想的开发土地，因为其中大部分均有现成的基础设施，如交通连接道路和公用设施。将这些土地用作开发土地可减轻绿带土地的压力，而且常常被视为更可持续的选择。政府政策还不时提出了在棕色地块土地上建造住房的目标，鼓励房地产开发商优先开发棕色地块场地而不是绿地。

3.1.4 税收政策

自 2001 年以来，英国施行了税收激励政策，促进破败场地和棕色地块场地的开发。土地修复减免和破败土地减免方案均提供修复棕色地块场地或开发破败土地所发生费用的 150%。这些费用从英国开发商缴纳的企业所得税中扣除，而不是直接的经济补偿。

3.2 过去与现在的障碍

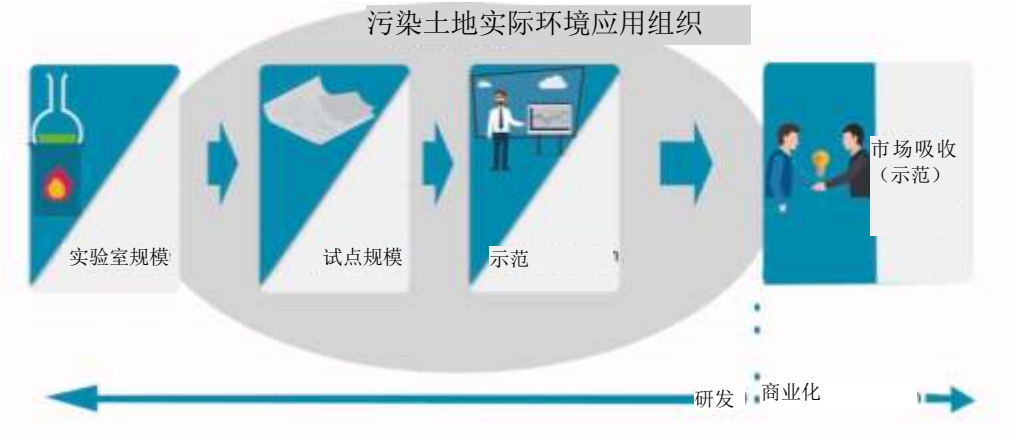
与绿地场地相比，棕色地块场地的确定性较低，所以棕色地块场地的再开发难度较大。对于棕色地块场地，其物理性质可能存在较大的不确定性，因为之前的使用会影响认购该场地所需的保证金。这些因素难以量化，但合理规划、遵照良好做法（参见第 4 节）、与具有资质的专业人士合作可对风险进行管理并实现较大的经济回报。

3.2.1 对技术的信心

二十世纪 90 年代末，在英国利用原位或非原位修复技术面临的主要障碍之一是不熟悉技术的使用，从而对技术的使用缺乏信心。对于绝大多数（>90%）场地，开发部门采用异地填埋的方式，这主要是因为从经济方面考虑，填埋是修复场地最廉价的方式，而且不存在异地填埋的替代方案。随着《欧洲填埋指令》以及后来的垃圾填埋税的推出，由于税收造成的经济推动因素，希望采用替代技术的态度发生了些许改变。然而，在该行业内对技术使用或技术使用结果的信心仍十分有限。

为了增强信心，英国政府携手行业和受影响方于 1999 年成立了一个独立组织——污染土地实际环境应用组织。该组织的作用是增强对替代修复技术的信心和促进替代修复技术的使用。为此，成立了由应用研究人员、监管者和技术开发者组成的独立技术评审专家组（称为技术研究组（TRG））。该专家组评估了在实际场地上实施修复技术和研究示范项目。编制了项目成果，经过同行评审后予以发布。除技术示范项目出版

物外，还编制了涉及在实际场地上使用技术的较短的案例研究公告，并由技术评审专家组进行同行评审。此外，还发布了研究、指南和技术公告等，涵盖的领域仍与土地修复相关。这些信息包括设备监测、风险沟通以及更多的被动修复方法，都是为了增强对土地修复的信心和意识。随着项目和公告陆续发布，信心开始增长，更多公开交流和专业修复承包商进入市场。



有关污染土地实际环境应用组织的更多信息，请访问 www.claire.co.uk。

3.2.2 垃圾填埋税

1996 年，英国政府在实施《欧洲填埋指令》（更多详情参见第 9 节）的同时，推出了垃圾填埋税鼓励回收利用，特别是可生物降解的废弃物的回收利用，以支持按目标日期满足指令对生物废弃物填埋的限制要求。最初，污染土地修复等活动免征垃圾填埋税。其推动力量之一是旨在鼓励棕色地块土地再利用和再开发的政府政策，该政策在当时严重依赖填埋场对污染土壤进行管理。为了提供一种平衡的方法，持续鼓励棕色地块再利用和更多利用采用非原位或原位修复技术的异地填埋（“开挖和倾倒”）替代方案，英国采用污染土壤填埋税分阶段征收办法。2008 年之前，允许改良污染土地以便进行开发的土地所有者/开发商/承包商免缴垃圾填埋税。免税申请者可在 2008 年 11 月 30 日之前进行申请，获得批准的申请者可在 2012 年 3 月之前享受免税待遇（考虑到大型开发项目）。这之后应全额缴纳垃圾填埋税。

自 2011 年 4 月以来，垃圾填埋税较高税率（属于危险或非危险垃圾的土壤）每年均在增长，从 2007 年的每吨 24 英镑增加到 2015 年 4 月的每吨 82.60 英镑。对于污染危害较小的土壤（惰性土壤），适用每吨 2.60 英镑的较低费率（不含生物可降解物质）。

垃圾填埋税确实导致英国的修复和基础设施建设成本有所增长，从而延缓或推迟了某些开发项目。方案设计工作目前集中减少开发过程中产生的污染土壤数量。因此，项目实施过程中产生的污染土壤数量有所减少，替代修复方案的成本效益变得更高，得到越来越多的使用。

3.3 再利用的机遇

3.3.1 建成再利用

一般来说，城市棕色地块场地再利用已成为新开发方案的一部分。场地评估和修复工程已纳入开发计划中，并通过英国规划体制进行监管（参见**第 4.2 节**）。从一开始就强调要掌握场地条件和修复工程的潜在成本影响，以优化开发布局和减少污染土壤数量。在土壤位于“密封”或“硬性”表面下方的地方，需要的修复水平通常较低。修复设计还要求综合考虑基础解决方案、建筑和管道材料的选择以及排水设计。

修复工程通常作为场地准备和备置工程的组成部分，与土方工程作业和公用设施（如水、电、气、电信）设施和绕行道路结合起来进行实施。如果需要采取防水膜和排气层等地下气体保护措施，在建筑施工和花卉树林种植工程安装过程中继续实施修复工程。

案例研究 1——2012 年伦敦奥运会

简介：位于伦敦东部的斯特拉特福德的 2012 年伦敦奥运会和残奥会场地提供了改造历史工业发展和破败棚户区以及修复积累了 150 多年的严重污染的机遇。奥运会交付管理局（ODA）启动了备置工程项目，以清理场地，形成建设奥林匹克公园的开发平台。

图 3：场地南部（现为水上运动中心）历史航空照片

历史地图显示奥林匹克公园场地经历了 150 多年的混合工业土地使用，可能产生了污染（见图 3）。

此外，在各阶段大量运入填料开垦原始沼泽地。最初的填筑发生在工业革命中后期；补充填料来自在二战中损坏的伦敦地区建筑物的拆迁材料和十九、二十世纪垃圾堆填。

奥运会场地总体规划

修复策略：修复策略的两个关键要素是规避竣工后的人体健康风险和水道、含水层等环境受体面临的污染风险。

保护人体健康的基本方法是在地面设立适应场地预期用途的、质量合适的隔离层，将使用者与任何地下残留污染隔离开来。

奥运会交付管理局采用的方法基于对受体面临的污染物风险进行的量化评估，这些受体为场地的人类使用者和受控水域，即地表水和白垩含水层。这种方法针对并清除热点污染区域中土方工程路基面标高以下的污染。

该项目展示了开发修复技术最大程度地改善场地土壤处置，同时降低将污染运至填埋场的要求，并减少外运清洁填料数量所带来的综合优势。该项目使得交付的奥林匹克公园可供人们安全地使用、满足奥运会总体规划提出的主要规划条件和要求。

该项目涉及的主要工程量包括：

- 约 3500 次场地调查
- 140 个考古坑
- 拆除 200 座建筑物，其中八座建筑物被拆除供再利用。
- 大约 98%或 445 000 t 场地回收或再利用的拆除材料
- 大约 200 万方土方的开挖和 200 万方土方的填筑，开挖料再利用率达到 80%
- 超过 900 000 m^3 土壤的再利用处理，包括 700 000 m^3 土壤水洗
- 大约 600 000 m^3 土壤不经处理直接再利用，余料从场地清除

- 超过 200 000 m^3 地下水处理，和大约 150 口注入井。

吸取的经验

- 务实地利用风险评估结果。修复设计的核心是利用详细的定量风险评估。随着可利用的土方工程信息越来越多，团队对风险评估进行评审和精细化处理。在这一过程中，与监管者就可处理性要求、污染影响和确认进行讨论，从而产生务实、有效的处理方案。
- 土壤医院。除开发平台土方工程外，奥林匹克公园的土方工程作业根据多份合同进行实施。为了最大程度地再利用材料，设立“土壤医院”接收整个公园的所有土壤材料用于试验、加工、处理和混合，以便使土壤适合再利用。对开挖料进行工程材料分级，从而减少从采石场运入的材料。
- 合理的长期土地使用。修复设计考虑了奥运会和奥运会会期后的遗产使用，从而最大程度地降低未来开发修复要求。
- 后续项目界面。后续项目需要充分理解维护修复场地物理工程以及与监管者和利益相关方关系的要求。
- 场地移交和超标。收到验证数据后立即进行审查，找出可能需要立即实施干预工程的超标项。

资料来源：土木工程师学会学报《土木工程》第 164 卷，2011 年 11 月

3.3.2 软性再利用

与描述某种形式建筑物或基础设施“硬性”开发不同的是，“软性”再利用描述的利用形式不涉及实质施工。软性用地为开放土地，其土壤仍具有生物生产力，例如可用于农业、栖息地、林业、便利设施或绿化。这两种情形并不是互相排斥的。

Markham Vale 环境中心
（www.environmentcentre.co.uk）

软性再利用的例子包括形成公共绿地。软性再利用的土壤不进行密封。然而，大量已开发土地区域的利用率不足，长期不适于进行经济再开发，可能永远也不适合常规建成土地使用，例如，之前的填埋场或矿区，在这些地区安装开发所需的基础结构的成本效益可能较低。在这些地区，软性再利用成为恢复土地生产功能的重要手段。软性再利用的例子包括形成公共绿地、可再生能源（如太阳能和风能）方案土地区域及提供栖息地和绿色基础设施（特别是针对城市区域）。许多情况下，可能发生各种软性再利用。这些软性再利用的共同特征是土壤未封闭且保持功能性。

英国的情况是这种长期棕色地块土地的恢复成本成为再利用的障碍，一般来说，如果进行恢复，那也是因为得到了公共资金和税收减免的补贴。这种土地的长期维护成为沉重负担，通常得不到补贴。这就意味着某些情况下，已恢复的土地又重新陷入破败状态。对棕色地块软性再利用案例进行严格的财务论证也有困难。然而，越来越多的证据表明，软性再利用可以多种方式提供公共投资回报价值，比如：

- 与娱乐服务或可再生能源相关的用地产生的直接经济回报
- 周围地产价值的提升
- 当地计税基准的提高
- 由于公共空间的改善，健康和维持治安等公共服务的费用降低
- 城市区域当地环境质量的提升，特别是热岛效应的缓解和空气质量的改善
- 便于水管理，包括洪水风险管理能力建设和可持续城市排水的改善
- 社区参与，包括教育和就业机会（包括庇护性就业）

这些效益及其可持续性的估值并不总是简单直接的，常规成本效益分析可能无法得到参与此类项目的各利益相关方的认可。HOMBRE 和 Greenland 这两个欧洲项目的部分成果有助于更加全面地理解棕色地块软性再利用的整体估值；以及就使用低投入修复技术产生改变做出决策。这两种情况下的结果均在很大程度上受到英国思想的影响。

案例研究 2：EU FP7 HOMBRE 项目：棕色地块再生整体管理
（**www.zerobrownfields.eu**）

软性再利用的估值：棕色地块软性再利用描述了不基于建成结构或基础设施（“硬性”再利用）的棕色地块场地预期临时或最终再利用。软性再利用的例子包括形成公共绿地。软性再利用的土壤不进行密封。通常，棕色地块软性再利用案例的严格财务论证难度较大。HOMBRE 开发出一种基于价值的方法来识别和优化棕色地块恢复的永久或临时软性再利用服务。建议采用“棕色地块机会矩阵”识别和讨论软性恢复机会。建议采用“可持续性关联”来理解考虑中的服务可持续性和提供恢复工程总体估值结构，例如，作为设计或方案鉴定程序的一部分，或支持项目兴趣征集。

参考资料：Bardos, P.、Jones, S.、Stephenson, I.、Menger, P.、Beumer, V.、Neonato, F.、Maring, L.、Ferber, U.、Track, T.和 Wendler, K. (2016)所著的《棕色地块场地软性再利用价值优化》。《总环境科学期刊》DOI 10.1016/j.scitotenv.2015.12.002

案例研究 3：EU FP7 GREENLAND 项目：微量元素污染土地轻度修复
（**www.greenland-project.eu**）

决策支持：轻度修复方案（GRO）是可产生土壤功能和风险管理净收益（或至少总体收益不减少）的风险管理策略。轻度修复方案涵盖众多技术，包括在采用或不采用土壤化学添加剂或改良剂的条件下使用基于植物、真菌和/或细菌的方法，减少污染物通过原位稳定或污染物提取、转化或降解而转移到本土受体。尽管能够提供风险管理、成本和一系列场地问题的可持续性方面的明显效益，但轻度修复方案作为实际场地修复方案的应用仍处于初级阶段，特别是对于金属（准金属）污染场地。推广轻度修复方案的关键障碍与整体不确定性和利益相关方对轻度修复方案作为实际风险管理方案的可行性或可靠性缺乏信心（以及缺乏了解）相关。

因此，GREENLAND 项目形成了简单透明的决策支持框架，用于推广轻度修复方案的合理使用并鼓励利益相关方的参与，在轻度修复方案有望成为可行方案时通过一套具体设计使用辅助加以补充。该框架为三阶段模型或决策支持工具（DST），其形式为 Microsoft Excel 工作簿，用于在选择污染场地修复方法时为决策和方案鉴定提供信息。决策支持工具作为轻度修复方案应用的简单决策支持和利益相关方参与工具，提供了轻度修复方案的应用环境（特别是针对拟定进行修复土地“软性”端使用的情况）、快速参考表格（包括简易经济成本计算器）以及根据整个欧洲范围内微量金属（准金属）污染场地上轻度修复方案有效应用实例而得到的支持信息和技术指南。

参考资料：Cundy, A.、Bardos, P.、Puschenreiter, M.、Witters, N.、Mench, M.、Bert, V.、Friesl-Hanl, W.、Muller, I.、Weyens N.和 Vangronsveld J. (2015)所著的《轻度修复方案应用有效决策支持：GREENLAND 项目》。《修复杂志》25(3) 101-114

3.3.3 禀赋

禀赋托管土地托管组织[3]是英国政府于 2004 年初建立的创新型慈善组织。主要是为了促进经济衰退地区的发展，这些地区的老工业未必同等水平的新经济活动所代替。棕色地块遗产是这类受影响地区进行恢复的主要限制因素，如果不进行干预，这种情况不大可能发生任何改变，例如以前的矿业用地。在设立土地托管组织前，通常投入公共资金使此类土地恢复到可利用的状态，例如作为“国家公园”，通常归地方政府所有。长期来看，此类土地又回到了之前的糟糕状态，因为地方政府无法承担维护费用，特别是当地方政府需要处理其他经济问题时更是如此。土地托管组织方案十分简单——将土地及禀赋或遗产移交给土地托管组织而非政府。长期来看，对该遗产进行投资取得的投资回报可支付土地管理费用，而且由此产生的公共开支较低。这种方式对于寻求使持有的土地资产负债最小化的私营单位来说，是一种有吸引力的土地撤资途经。然而，在经济下滑等投资收益减少的时期，这种业务模式可能会遇到更多困难。

目前，土地托管组织持有多样化的投资组合，包括国家公园、遗产地、多功能湿地、沿海地区、市中心公园、修复的文化景点、社区林地、生态公园和创纪录的土地雕塑。

[3] www.thelandtrust.org.uk

案例研究 4：伦敦达格南 Beam Parklands

土地托管组织及其合作伙伴将这一 53 公顷的功能性防洪区改造成产生可观社区效益和有利于破败区再生的创新型空间，该空间获得了多个奖项。该场地的主要功能是防洪；然而，更广的区域，作为英国最破败的区域之一，缺少高质量公共开放空间。因此，除英国环境署的防护改造工程外，土地托管组织还从多渠道筹集资金提升该空间并将其作为有吸引力的多功能社区资产进行可持续的管理。

如果不归土地托管组织所有，该项目不可能落地，因为主要的利益相关方不能认可维护该升级场地所发生的负债和增加的费用。这些利益相关方可通过长期租约，将其土地和相关负债转让给土地托管组织。他们这样做实际上就使财务负债从账面上消失了。

该项目总投资约为 400 万英镑，包括场地禀赋。预期回报为 1540 万英镑的防洪和公共健康效益。

更多信息，请访问：
http://www.thelandtrust.org.uk/business/sites.html?SID=beamparklands

4 英国监管框架和指南

4.1 风险管理方法

英国政府的政策认为，在处理历史污染时，要了解污染导致的风险是什么以及该风险是否可接受。在英国，处理污染常常涉及技术障碍和潜在的高额费用；因此，一贯的目标是找到可持续地识别和处置污染风险的解决方案。

在英国处置土地污染（无论是历史污染还是近期污染）的总体方法是采用风险管理方法。要规避污染土地相关的风险，必须存在“污染物关联”。

污染物关联离不开以下方面：

- 污染物来源——污染来源可定义为存在于地下的有害有毒物质（如固体、液体或气体/蒸汽）。
- 可损坏的受体——受体可能是人、环境对象（地下水、地表水、动植物）或建筑物/构筑物。
- 使受体暴露于污染物的路径——暴露路径可以是直接路径（如皮肤与污染土壤接触），也可以是间接路径（如污染物来源以污染扬尘的形式经空气或水传播），最终影响到受体。

潜在来源、路径和受体是用于支持场地特征描述和评估的概念场地模型的组成部分。

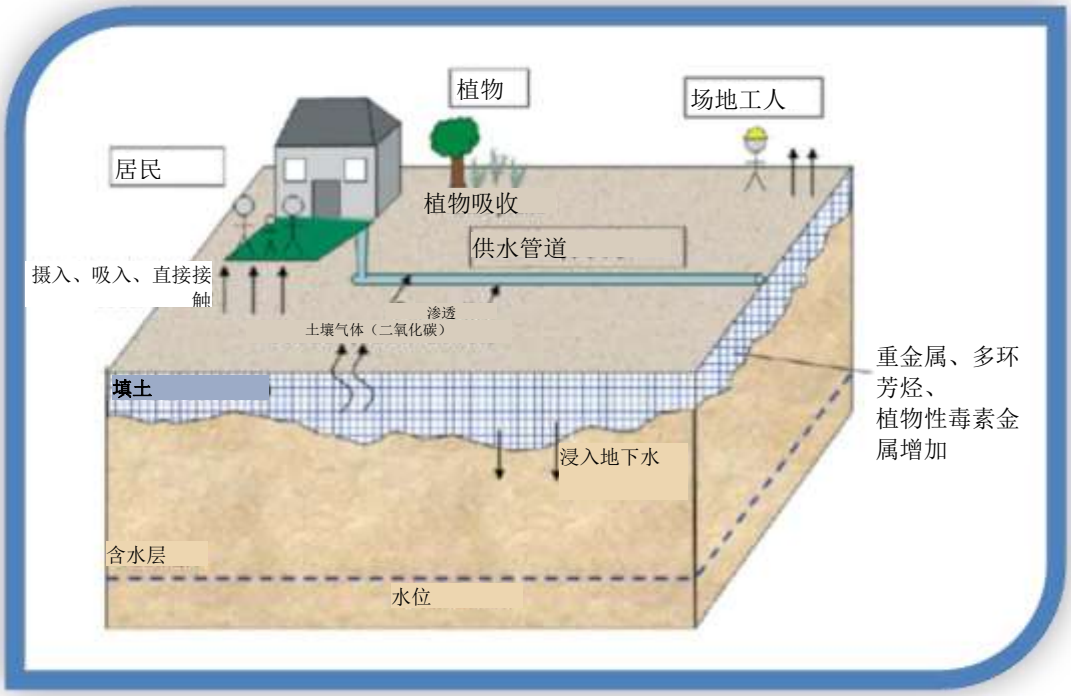


图 4：场地简易概念模型中的污染物关联示意图（资料来源：《污染土地上住房安全开发指南》。2008 年《研发期刊》第 66 页，国家房屋建筑理事会与环境署）。

各要素可独立存在，它们互相关联时才构成风险，此时特定的污染物通过特定的路径对特定的受体产生影响。来源-路径-受体的组合被称为污染物关联。如需要，应分别识别、理解和处理各个污染物关联。因此，应对各场地及其周边土地分别进行处理，明确是否存在特定的受体和路径以及它们受潜在污染影响的程度。通过风险评估，对这些因素进行系统性考虑，从而做出合理、可持续和成本效益较高的决策。

如果不存在污染物关联，即使存在污染物，也不构成风险。在英国，即使存在污染物关联，也要对风险水平进行评估，以确定修复程度（即理解污染物关联的“重要性”）。

这一风险管理框架是英国管理土地污染的基础，在一系列监管框架之间应用的也是这一风险管理框架。《土地污染典型管理程序》（《11 号污染土地报告》）提供了土地污染结构化决策的技术框架（详见**第 4.5.1 节**）。

4.2 英国处理土地污染的监管体制

英国政府处理历史污染的政策集中于“对人体健康和环境构成不可接受风险”的地方采取行动。这与当前土地利用及其环境条件——即“利用适宜性”相关。英国政府政策围绕三项原则形成了处理土地污染的方法。

- 确保现有开发和土地利用不受污染的影响——污染土地体制（第 IIA 部分）
- 确保新开发和土地利用不受现有污染的影响——通过规划体系/体制或自愿修复（城镇和国家规划法律法规）
- 确保主要工业不产生新的污染——《环境许可条例》和《环境损害条例》。

除**表 3** 列出的欧洲法律以外的、对污染土地造成影响的主要国内法律。

表 3：对污染土地造成影响的主要国内法律

国内法律	要求
《1990 年环境保护法：第 2A 部分》《2012 年污染土地法定指南》 **作为处理历史土地利用造成的污染土地遗产的方式**	• 地方政府有责任对其管辖区进行检查，识别造成污染或重大损害的污染土地。 • 要求采取行动，采用约定的策略使土地适应目前的用途。可采用自愿或执行通知的方式，或者由监管者实施。
1990 年城镇和国家规划法律法规 **规划和开发控制**	• 污染是规划应考虑的因素，可强制要求评估和修复成为规划条件的组成部分。 • 开发商处置污染的责任
《2010 年环境许可条例》 **许可要求预防污染和进行高标准治理。**	• 允许监管者设定许可条件并予以执行。 • 许可可要求进行修复，可能要求使场地恢复到令人满意的状态。 • 修复活动可能需要获得许可。 • 要求防止危险物质排入地下水造成污染。
《2009 年环境损害条例》 **旨在防止环境损害**	• 防止新的土地污染，从而防止对水体或健康的损害。 • 如果发生损害，（通常需要按事前条件）对物种、栖息地、水环境和土地进行全面治理。 • 还可包括赔偿。

4.2.1 污染土地体制——1990 年环境保护法第 IIA 部分

只有严重的污染场地才采用污染土地法定体制进行处置，该法定体制可在《1990 年环境保护法》第 IIA 部分中找到，其中考虑了与当前土地使用和指定受体相关的风险。

“污染土地”的法律定义为造成严重损害或可能造成严重损害的土地；造成或可能造成的受控水体（如河流或地下水）的污染。该定义仅指历史场地使用所造成的污染。

根据第 2A 部分的规定，污染土地或水体的修复责任一般按“污染者付费”原则确定。“污染者”指“造成”或“故意允许”污染在场地上发生或将污染转移（迁移）到其他场地的人员。“故意允许者”指知晓其土地上污染情况但未采取行动清除或控制污染的人员——故意允许的概念意味着土地后续所有者跟原始污染者一样，均要承担责任。

在这一体制下，地方政府有责任检查其管辖区域，识别造成污染或重大损害的污染土地，要求采取行动、采用约定的策略使土地适应目前的用途。可采用自愿或执行通知的方式，或者由地方监管者实施。

污染场地的监管者为地方政府，在最严重的情况下，则为（英格兰和威尔士）环境署或（苏格兰）环境保护局（SEPA）。北爱尔兰适用的规则不尽相同。

4.2.2 规划体制

英国绝大多数土壤和地下水历史污染均通过规划体制进行处理。规划和开发控制旨在确保不对场地开发后留下的任何受体构成不可接受的风险。污染是任何再开发应考虑的问题。通常地方政府（监管者）将要求场地开发商保证考虑土地污染。它们将要求场地开发商遵守公认的英国风险管理程序（《11 号污染土地报告》），在进行开发前，识别出是否存在任何污染物关联并明确合适的控制措施。

4.2.3 自愿行动

场地业主在其自身的企业风险管理策略中，可自愿地对污染土地进行调查和修复。这可能是单个场地或一组场地潜在负债管理的一部分。场地业主仍需遵守《11 号污染土地报告》等良好做法。

4.3 其他应对污染的英国监管体制

4.3.1 《2010 年环境许可条例》

运行工业或制造业等设施或垃圾运营需要获得环境许可，因为其排放物可能污染土地、空气和水。许可要求防治污染和进行高标准治理。《环境许可条例》允许监管者设定许可条件并予以执行。许可可要求进行修复，可能要求使场地恢复到令人满意的状态。大多数修复活动均需要获得许可，并要求防止危险物质排入地下水造成污染。

4.3.2 《2009 年环境损害条例》

这些条例旨在防止产生会损害水体或健康的新的土地污染。如果损害发生，（通常需要按事前条件）对物种、栖息地、水环境和土地进行全面治理。这些条例还可包括赔偿。

4.3.3 《2010 年英国建筑规范》

《英国建筑规范》虽然不是主要的土地污染规范，但要注意的是，该规范也包含与污染土地和新建筑物相关的要求。获批文件 C 包含相关调查和评估以及与规划体制要求的接口等更多指南。

4.4 主要欧洲法律

主要欧洲指令指英格兰和威尔士现行的、用于管理土地污染和地下水的指令。它们被借鉴到英国法律中。过去 5 年发生的主要法律变更在**表 4** 中进行了简要介绍，在第 **9 节**中进行了详细讨论。

表 4：其他与土壤和地下水相关的欧洲法律及其在英格兰和威尔士的转换汇总表

现行的主要欧洲指令	要求	在英格兰和威尔士的转换
环境责任指令（2004/35/EC）	防止和修复环境损害	2009 年英格兰环境损害（防止与修复）条例
整体污染防治指令（2008/1/EC）	高污染潜力工业活动的许可	2010 年环境许可（英格兰和威尔士）条例
填埋指令（99/31/EC）	控制运往填埋场的垃圾，以防止或减少对环境产生的负面影响。对垃圾进行分类（分为惰性、非危险和危险垃圾），提出垃圾预处理的要求。	2002 年填埋（英格兰与威尔士）条例 2010 年环境许可（英格兰和威尔士）条例
废弃物框架指令（2008/98/EC）	在不危及人类或环境的条件下回收或处置废弃物	2010 年环境许可（英格兰和威尔士）条例 2005 年危险废弃物（英格兰和威尔士）条例 2011 年废弃物（英格兰和威尔士）条例
水框架指令（2000/60/EC）	地下水污染防控（即防止危险物质进入地下水，限制非危险污染物进入地下水）。列明物质排放和处置的许可。控制向地下水中排放的列明物质。	2003 年英格兰和威尔士水环境（水框架指令）条例 2010 年环境许可（英格兰和威尔士）条例 1991 年水资源法与 1999 年污染防治工程条例

[1] 此处仅引用英格兰与威尔士法律。苏格兰与北爱尔兰有其自身的法规。这些法律法规极其相似，但有细微的差别。

4.5 指南

4.5.1 《土地污染典型管理程序》（《11 号污染土地报告》）

《11 号污染土地报告》提供了土地污染结构化决策的技术框架。可用于各种不同的监管和管理环境，参与土地管理的各方均可使用该报告。《11 号污染土地报告》提出了风险管理的三大要素——风险评估、方案评价和修复策略实施（图 5）。

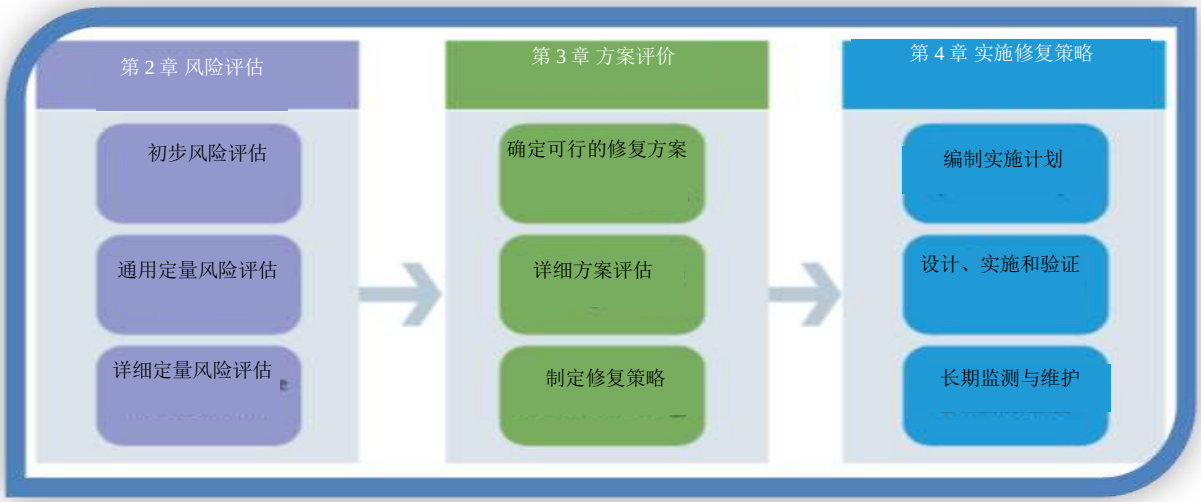


图 5：《11 号污染土地报告》的主要阶段与关键要素
（https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/297401/scho0804bibr-e-e.pdf）

4.5.2 风险评估

风险评估指识别、评价和评估场地条件可能对健康和环境构成的风险的过程。如果场地受到污染，风险评估有利于确定污染是否会或者可能会成为一个问题。有时需要进行现场调查来获取进行风险评估的信息。了解污染构成的风险是有效管理风险的第一阶段。土地污染可影响人体健康、地产、生态系统和水环境。应对此进行评估，确定它们是否存在风险。

所有评估关键的第一步都是确定评估的对象及目标。这一步有利于理解评估的目的，对评估过程中的后续阶段有重大影响。应在早期建立场地简易概念模型，汇总出可供利用的信息。

风险评估包括三个阶段，见表 5。

表 5：风险评估的三个阶段

风险评估阶段	涉及的内容
阶段 1：初步风险评估（PRA）	• 明确项目目标 • 开展案头研究和现场踏勘，识别污染物来源、路径和受体（污染物关联） • 建立简易概念模型
阶段 2：通用定量风险评估（GQRA）	• 设计和场地调查与分析 • 使用通用假设开展风险评估 • 改进概念模型
阶段 3：详细定量风险评估（DQRA）	• 设计和场地调查与分析 • 使用场地特定数据开展风险评估，某些情况下进行复杂的数值模拟 • 改进概念模型

4.5.2.1 评估人体健康风险

土地污染可影响到场地内居住、工作、访问等人员的健康。风险评估过程用于确定是否存在不可接受的人类健康风险。

在英国，使用一种基于电子表格的工具——污染土地暴露评价（CLEA）来评估在污染土地上生活、工作或玩耍的成人和小孩暴露于土壤化学物质的情况。通过污染土地暴露评价模型可估算土壤污染物平均日暴露量（暴露方式如下），从而预测人类暴露于土壤化学物质的情况：

- 摄入土壤、扬尘和自产的农产品
- 经鼻或口吸入扬尘、蒸气
- 经皮肤吸收的污染物

4.5.2.2 水环境风险

土地污染可影响地下水、淡水河沿海水域。地下水尤其容易受到污染影响，因为许多场地下方都有地下水，而且地下水一旦遭到污染，则难以治理。在英国，环境署发布了有助于水环境风险评估的方法和一种称为 ConSim 的工具，该工具可向污染土地管理相关人员提供浸出污染物对地下水构成的风险的评估方式。

4.5.2.3 气体和蒸汽相关的风险评估

土地污染可产生挥发性污染物，如果人类吸入这些污染物，则可通过窒息或疾病等形式对人体健康构成风险。甲烷和氡等蒸汽和气体还可构成火灾或爆炸风险。

4.5.2.4 生态系统风险评估

众多的英国监管体制现在要求在场地上开展生态风险评估（ERA）。所有这些体制均涉及评估对生物体、动物或整个生态系统构成的重大危害风险。英国政府已制定出工业应遵守的生态风险评估框架。

4.5.3 方案评价

如果风险评估表明存在必须进行管理的不可接受的风险，则需要采用某种形式的风险管理。进行方案评价有利于确定可用的方案和制定修复策略，包括三个主要阶段，见表 6。

表 6：方案评价阶段

阶段	涉及的内容
阶段 1：确定可行的修复方案	• 评审和改进概念模型 • 确定技术目标管理 • 明确修复目标和标准 • 确定可行的修复方案最终候选名单
阶段 2：详细方案评估	• 对方案进行逐一及组合评估和分析 • 确定哪个/哪些方案是最合适的
阶段 3：制定修复策略	• 考虑修复区域和时间 • 决定策略验证的方式 • 对成本和效益进行评价 • 制定实用的修复策略

通过方案评价确定一般性修复策略后，必须立即确定如何实施、如何证明是成功的以及如何落实持续监测或维护措施。

修复应能够实现预定目标，而不损害人体健康、不损害更广范围内的环境、不造成污染。

4.5.4 修复策略的实施

通过方案评价确定一般性修复策略后，需要决定如何实施、如何证明是成功的以及如何落实持续监测或维护措施（表 7）。

表 7：实施修复策略的阶段

实施阶段	涉及的内容
编制实施计划	• 确定管理责任 • 与相关各方协商（监管者、土地所有者等） • 确认所需的监管许可 • 编制分期时间表
设计、实施和验证修复	• 完成先导试验 • 确定承包商 • 获得所需的许可 • 制定验证计划 • 实施修复 • （在报告中）验证已做的工作
长期监测与维护	• 监测修复所起的作用 • 评审和按需要调整监测计划 • 分析并汇报结果 • 如果分析结果表明需要采取行动，则采取相应行动

4.5.5 其他指南

环境许可水平指南：《环境许可水平指南》由环境署编制，旨在帮助企业了解符合许可运行要求所需采取的措施。设计《环境许可水平指南》是为了在根据《环境许可条例》（EPR）规定申请许可时，评估环境和人体健康风险。该指南分为几节，涵盖一般性指南、能源效率、噪声评估和控制、气味管理和场地条件汇报（详见 https://www.gov.uk/government/collections/horizontal-guidance-environmental-permitting#h1-guidance）。

“绿叶 III”：“绿叶 III”是总领性指南的通俗名称，它介绍了英国政府进行环境风险评估和管理的方法。该文件提供了环境风险评估和管理的一般性指南。通过本报告的结构编排所围绕的体制框架，可向各利益相关方解释环境风险评估和管理的过程，而该过程通过这个框架成为跨学科风险评估团队的有效工具。风险评估的四大要素为：

1） 找出问题；
2） 开展风险评估；
3） 识别和鉴定可用的管理方案；
4） 用确立的风险管理策略应对风险。

更多信息参见：https://www.gov.uk/government/publications/guidelines-for-environmental-risk-assessment-and-management-green-leaves-iii

4.6 从英国体系学到的经验

废弃物法律对英国如何进行土地污染修复产生了重大影响。其中特别具有挑战性的一个方面就是废弃物的定义。根据欧洲法律，如果持有者丢弃、打算丢弃或需要丢弃某种材料，则该材料被视为废弃物。这些材料丢弃后仍为垃圾，直至完全回收。多年来，废弃物的这一定义在开挖土壤是否属于垃圾这一点上导致了混乱，而环境监管者的立场也不总是一致的。有大量可适用的垃圾豁免政策可保证符合规范要求，特别是当材料用作建筑材料时，但这些豁免政策并不统一。

由于存在的不确定性，在污染土地实际环境应用组织的协调下，发起了制定公认行业规范以提供清晰指南的倡议。《废弃物定义：开发行业规范》（DoWCOP）在第 9.3 节进行了更加详细的讨论。

另一个比较复杂的领域与废弃物分类相关。根据填埋指令，废弃物目前分为惰性、非危险和危险类。废弃物分类评估过程基于危害性质，而非风险评估[4]。如此一来，开挖土壤可能适合于场地再利用，因为开挖土壤符合风险评估标准，但如果运至填埋场进

[4] 环境署

行处置则属于危险废弃物。对这两种不同体系的解释和应用需要谨慎和知识，需要依赖经验丰富的专业人员。

随着工业的成熟，监管者和政府制定的指南越来越少，业界需要自行制定所需的行业指南。这就使监管者可有针对性地有效使用资源，集中力量应对不遵守规范的个人和企业，而让行业内遵守规范的个人和企业减轻监管体系带来的负担。

5 英国棕色地块开发融资和交付

5.1 法定修复

《1991 年英国水资源法》允许环境署强制向受控水体排放有毒或污染物质的个人采取修复措施。

《1990 年英国环境保护法》第 2A 部分允许环境署或地方政府强制对土地造成污染的个人采取修复措施。这些法规还允许废弃物监管部门强制非法存放受控垃圾的个人采取修复措施。该法还包含臭味、扬尘、噪声和烟气等法定公害，并允许地方政府向责任人发出消减通知书。

第 2A 部分还规定，造成或故意造成污染的个人应负责大部分修复工作。如果造成或故意污染的个人缺席，则当前的所有者或使用者应承担责任。实际操作中，污染者通常不付费，因为大多数修复资金通过开发筹集（参见第 5.2 节）。确定谁是污染者比较复杂，因此通过法庭来确定。确定谁应当对污染负责以及谁应当承担修复的经济责任是处理土地污染最复杂的一个方面，而法律先例通常也不一致。

环境责任指令（ELD）目前是英国环境损害监管的推动者。环境责任指令确立了基于“污染者付费”原则的环境责任框架，着眼于防止和修复环境损害。

《2009 年英国环境损害（防止与修复）条例》在英国实施环境责任指令，要求运营商积极应对眼前的环境损害威胁并修复已经发生的损害。环境署可要求运营商进行广泛的修复。

5.2 自愿修复

有多种不同的筹资和交付机制用于棕色地块土地再开发，其中许多机制均涉及或多或少的合作伙伴关系。主要类型在下文进行了详细介绍。

5.2.1 合作伙伴关系

- 公私合营

这种合作伙伴关系中，公共组织和私营组织共同合作实施项目。采用的方式通常为竞争性流程，地方政府通过该流程寻找开发合作伙伴。地方政府将对合作机会进行广告宣传，开发商提供开发建议书、预期成本以及其承接工程的财务和技术能力相关信息。该流程通常分阶段实施，通过每一阶段逐步减少潜在合作伙伴的数量，直至选出一个优胜投标人。然后被选中的合作伙伴与地方政府密切合作，最终确定开发合同协议书。

其他情况下，地方政府与私有部门合作伙伴有共同的目标时形成合作关系。

案例研究 5：曼彻斯特东部

2010年3月，曼彻斯特市议会、曼彻斯特市足球俱乐部和新东曼彻斯特公司（New East Manchester Ltd）（其前身为曼彻斯特市议会再开发公司）达成了谅解备忘录，各方携手合作共同制定伊蒂哈德球场周围区域的转型计划，该计划将推动曼彻斯特东部的再生。2011年约定的Eastland再生框架提出了伊蒂哈德校园——即曼彻斯特东部围绕伊蒂哈德球场的区域（之前被称为体育城）未来愿景规划。该框架旨在：

- 确认和增强该区域作为国家和国际目的地的角色；
- 加强该区域的体育和娱乐特色；
- 增加社区对体育设施的使用；
- 开发该区域的休闲娱乐配套设施；
- 提供全方位就业机会；
- 利用地区有轨电车系统Metrolink开放带来的机遇，进一步加大在城市内的扩张，扩展当地服务区域和扩大就业；
- 强化该区域与城市其他区域的行人和自行车连接道路；
- 实施再开发，支持曼彻斯特的绿色城市计划

该框架指出，伊蒂哈德校园及其周边区域下一阶段的开发对促进曼彻斯特东部区域的经济发展至关重要，可为公私联合投资提供指导。

再开发的第一阶段包括在原化学品制造设施场地上建设曼彻斯特市足球学院。该32公顷的场地之前为化学工程，存在大量有机污染，包括硝基苯、苯胺类和焦油。场地下方的煤层曾经被开采过，整个场地内存在很多矿井。

该场地之前被视为各种私人开发机会（包括住房开发），但由于场地限制而进展缓慢。与曼彻斯特市足球俱乐部形成的再开发合作伙伴关系推动了开发的进展，再次将其利用起来。2013年采用一系列修复方法（包括化学氧化、生物堆法和固化/稳定）完成了场地修复。2015年新的顶级训练学院成功开放，包括16个练习用足球场、青年学院设施和7000个座位的体育场。

- **私营部门合作伙伴关系：**

这种合作伙伴关系指两家私营企业达成协议联合开发一个或一系列项目。

案例研究 6：ST WILLIAM

英国国家电网公司（原天然气工程土地所有者）与项目开发商 Berkeley Group Holdings plc（“伯克利”）组建了一家合资公司，负责英国伦敦和东南地区居住和混用开发方案设计。该合作伙伴关系称为 St William，使国家电网地产公司在关键住房需求地区拥有的棕色地块土地组合与伯克利在新开发设计、建造和市场营销方面的专业知识结合起来。

英国国家电网公司在伦敦和英国东南地区拥有 20 多处场地，有潜力在未来 10～15 年内提供 14,000 套住房。在第一阶段，St William 计划开发 7,000 多套新住房，包括 2,000 多套经济适用房。如此规模的开发还将创造 5,500 个就业岗位、2 所新学校和 22 英亩的公共开放空间，改造 84 英亩的原有工业用地，用于当地基础设施和便利设施的资金超过 1.5 亿英镑。

该合资公司将获得高达 7 亿英镑的资金，使其成为英国前十大房屋建造商之一（按营业额计算）。该合资公司计划于 2016 年在第一个场地上开工建设，2017 年交付第一批住房。

- 公共部门合作伙伴关系

公共部门合作伙伴关系的形式多种多样，包括国家、地区和地方机构合作实现共同的目标。这些合作可能涉及到政策制定和有形项目交付。

案例研究 7：东密德兰 Wingerworth 大道焦化工程再开发

焦化工程停产后的场地鸟瞰图

背景介绍：切斯特菲尔德附近 Wingerworth 的原大道焦化工程为 240 公顷的场地，是欧洲最严重的污染场地之一，被认为是英国最大、最复杂的修复项目。该焦化厂于 1956 年投运，当时被视为最先进的焦化厂。除通过煤炭碳化作用生产数百万吨无烟固体燃料外，该焦化厂还加工粗苯、焦油和硫酸等副产品。该焦化厂还生产供切斯特菲尔德居民使用的天然气以及焦化厂自用电力，剩余电力输入国家电网。1992 年停产之后，该工程处于废弃状态，直至东密德兰开发机构和家庭与社区机构及德比郡议会于 1999 年开始拆除工厂结构并清理场地。

工厂设施包括一个垃圾堆和用于处置危险固体和液体废弃物的数个沉降池。沉降池处置采用“衰减和分散”原则，这在当时是可以接受的技术。场地产生的污染，特别是垃圾堆和沉降池，已经对流经场地北部的洛特河造成了污染。该焦化厂很多的储罐、管道和集水坑的泄漏还污染了下垫面土壤。大量烃类、石棉、氰化物和砷仍然污染着这 98 公顷的场地，其面积相

当于约 200 个足球场。

修复期间场地鸟瞰图

修复策略和总体规划：修复涉及采用各种方法开挖和处理材料。许多材料经过治理将再次用于场地内适当的地点。场地总体规划包含大量终端利用，包括本地森林区、湿地、池塘和芦苇地、公园、体育场、人行小道、自行车道及多用户路线，将修复场地与周边地区连接起来。场地内还有一块区域被用于混用商业和住房开发。

拟用开发计划所显示的大块开放空间

修复：由于大道上存在各种不同的化学物质，未找到能够全面有效清除污染的单一处置方法。因此，修复策略包括各种不同的技术，综合利用这些技术可实现材料的安全再利用。这些技术包括：

- 热解吸
- 非原位生物修复
- 筛除和土壤淋洗
- 混凝土破碎和级配。

主要项目内容

该项目计划在各方面都遵循良好的做法，包括：

- 现场特定风险评估，大量减少需修复的材料数量。
- 污染材料的现场处理，大幅减少填埋垃圾
- 采用环境管理体系（EMS）有效管理环境风险
- 征求意见和公众参与计划，解决当地社区的关切，收集当地社区的诉求
- 创造大面积开放空间、新的栖息地、社区体育设施以及大量新的住房和发展部分轻工业，这些将成为社区资产。

更多信息参见：www.theavenueproject.co.uk

往届政府形成的公共部门合作伙伴关系的另一个例子是制定棕色地块土地行动计划。这一合作伙伴关系是地方政府、英国合作伙伴[5]与地区开发机构（参见第 5.2.2 节）之间形成的伙伴关系，它们采用地区方法处理当地和次区域的棕色地块土地问题。这一概念旨在加快棕色地块土地的再利用。2012 年地区开发机构解散时，该倡议终止。

- **当地企业合作伙伴与当地企业区**

当地企业合作伙伴（LEP）成立于 2010 年，是企业与当地议会之间的伙伴关系，它们合作开发联合项目促进当地发展、鼓励企业投资和促进经济发展。企业区为当地企业合作伙伴边界内的具体地理区域，地方政府可在企业区内为企业创业或扩展提供各种激励政策，例如：

- 5 年内每家企业的企业税减免额高达 275,000 英镑
- 简化的地方政府规划
- 政府对安装超高速宽带的企业发放补助
- 部分区域实行增强的资本减免——对设备投资实行税收减免

当地企业合作伙伴为其所在区域提供战略性经济领导，通过共同的目标将公共部门和私营部门合作伙伴团结起来。政府开发筹资（如当地增长基金）越来愈多地由当地企业合作伙伴进行管理。

5.2.2 资金补贴

除第 3 节描述的税收减免外，目前或过去采用了大量其他资金补贴来源来支持英国的棕色地块开发。

- **地区开发机构**

[5] 英国国家再开发机构——现为家庭与社区机构

1999 年 4 月成立了八家地区开发机构（RDA），涵盖英格兰八大地区。2000 年 7 月成立了第九家地区开发机构——伦敦开发机构（LDA）。这些地区开发机构承担的职责涉及促进英格兰特定地区的经济繁荣。他们的目标是：

- 促进地区经济发展和再生
- 促进企业效率提升、投资和竞争力的增强
- 促进就业
- 加强就业相关技能的发展和应用
- 促进可持续发展

随着政府换届，地区开发机构于 2010 年 6 月终止，于 2012 年 4 月停止运行。

- **当地企业区**

当地企业区（LEZ）成立于 2012 年取消地区开发机构之后。成立当地企业区是为了促进企业发展，吸引超过 22 亿英镑私营部门投资，建造世界级商业设施和交通连接，创造 19,000 个就业岗位。整个计划的势头日渐强盛，许多当地企业区在未来数月及数年有望实现重大发展。英格兰各地区竞相创造新的企业区。目前，英格兰有 24 个地区在竞相创造新的企业区。进驻企业区的企业可享受以下优惠：

- 5 年内每家企业的企业税减免额高达 275,000 英镑，减免率高达 100%
- 简化的地方政府规划，例如，通过当地开发令授予规定区域内特定开发（如新建工业建筑物或变更既有建筑物使用方式）的自动规划许可
- 政府提供支持，确保超高速宽带遍布整个企业区，如有必要，通过公共资金进行支持
- 对在受援助地区内 8 个企业区进行大量机械设备投资的企业实行 100%增强的资本减免（税收减免）

- **当地企业合作伙伴**

2010 年还成立了当地企业合作伙伴（LEP）取代地区开发机构。政府邀请的企业和议会合作形成当地企业合作伙伴，其地理位置反映了英格兰的自然经济区域。其中一个例子是东南当地企业合作伙伴。这是一个由企业领导的公私机构，旨在促进英格兰东南部（伦敦以外）大面积区域的经济增长。泰晤士河口区合作伙伴是该企业合作伙伴的组成部分（参见下文的案例研究 8）。

案例研究 8：泰晤士河口区合作伙伴

泰晤士河口区是一个多样化的大面积区域，在泰晤士河北岸从金丝雀码头延伸至绍森德，在泰晤士河南岸从德特福德延伸至梅德韦和斯韦尔。它包括伦敦东部九个自治市的部分地区以及南伊塞斯五个地方管理区和北肯特四个管理区的全部或部分区域。仅“外河口区”（北肯特和南伊塞斯）就容纳了 150 万人居住和 520,000 多人的工作地点。

泰晤士河口区转型从二十世纪 90 年代就开始了（如果算上恶犬岛，开始时间更早），被公认为经济潜力和机遇独一无二的长期计划。

肯特泰晤士河口区位于肯特郡边界内，涵盖北肯特自治市（达特福德、格雷夫舍姆和斯韦尔）和梅德韦单一管理区。

在更广范围，肯特泰晤士河口区还是东南当地企业合作伙伴（LEP）区的组成部分，东南当地企业合作伙伴（LEP）区包括肯特郡、艾塞克斯郡和东萨西克斯郡，以及梅德韦、瑟罗克和滨海绍森德单一管理区。见图 6。

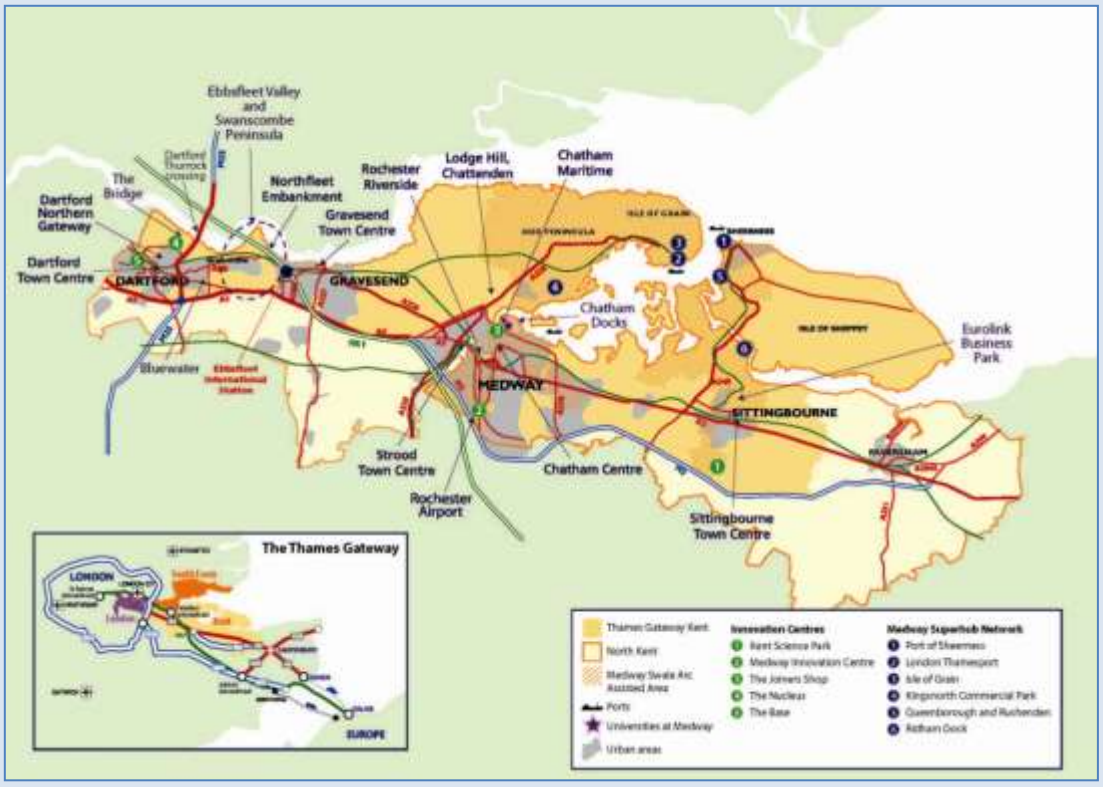


图 6：肯特泰晤士河口区

北肯特将成为公认的繁荣城镇区，加之卓越的自然环境，为城市再开发提供典范。

- 繁荣的商业中心，以其多样化的高素质劳动力、优质商业场地和当地服务以及便利的交通连接和通往英国和欧洲大陆市场的战略性路线吸引主要投资人和龙头企业。
- 强大的综合社区区域，新旧企业和居民和谐相处——整个社区共享发展和投资成果。
- 充满生气的文化中心，欣欣向荣的社会场景和民众自豪感——吸引越来愈多的学生到此求学，给社区注入生机和活力。

泰晤士河口区合作伙伴为北肯特制定了 10 大长期经济目标。

- 提高北肯特经济生产力。把北肯特每人总附加值（GVA）提高到英格兰东南部的平均水平，到 2026 年至少达到东南部平均值的 90%。
- 吸引和留住对重点就业地区的投资，确保新就业场地的开发和优质、商业楼宇的提供。
- 在与政府和当地企业合作伙伴接触时代表北肯特的利益，获得对交通和基础设施的必要投资，助力连通性和经济可持续发展。
- 支持 2006 至 2026 年间至少 50,000 套住房的新建。
- 确保所有新开发项目均具有最高质量。
- 提高北肯特劳动力的技能，解决失业问题，特别是提高高素质居民所占比重，向希望进入就业市场的居民提供有效支持。
- 在 2006 至 2026 年间支持创造至少 58,000 个就业岗位，特别是高价值行业的就业岗位。
- 吸引和促进北肯特知识型就业。
- 使创业企业比率超过国家平均水平，同时使企业存活率超过平均水平。
- 最大程度地提高大学的经济效益，加强大学与产业的对接，留住更多毕业生在北肯特就业。

- 家庭与社区机构

家庭与社区机构是英国政府当前的住房、土地和再开发机构（参见第 3.13 节）。家庭与社区机构拥有公共土地，公共土地出售给房屋建造商等以克服开发障碍并加快再开发速度。2014/15 年，家庭与社区机构投资 40 多亿英镑在英国新建住房，包括破败和污染场地的修复和再开发。

- 欧洲区域发展基金

欧洲区域发展基金（ERDF）旨在支持主要由公共部门推动的经济复兴项目。涉及的单位包括：

- 政府部门
- 当地企业合作伙伴
- 地方政府
- 继续教育和高等教育机构
- 其他公共团体
- 志愿性部门组织

欧洲区域发展基金支持为项目区域及其社区带来实质利益的项目。这些项目的落地离不开补助金。其余资金称为“对接筹资”，来自其他来源，如地方政府、政府方案、其他公共团体和私营部门。

欧洲区域发展基金由地理位置明确的运行计划提供，这些运行计划旨在通过创新、企业支持和社区支持等助力经济复兴。当前的系列计划开始于 2007 年，结束于 2013 年。

- 信托机构——填埋处理基金

英国政府 1996 年推出了填埋垃圾税，以减少填埋垃圾数量，促进更加环保的垃圾管理方法的使用。填埋处理基金（LCF）是填埋场运营商（LO）和环境机构（EB）减轻税负的一种途径，它们可合作开发创造大量环境效益、就业及提高填埋场附近社区生活水平的项目。

填埋处理基金是一种创新型税收方案，允许填埋场运营商向经信托机构（填埋处理基金的监管者）认定为合格机构（EB）的组织捐款。合格机构根据《1996 年填埋税收条例》（条例）设定的目标实施项目。

填埋场运营商的垃圾填埋税可进行抵免（目前可抵免 5.7%）。这构成了填埋场运营商向合格机构供款金额的 90%。填埋场运营商可自己承担余下的 10%，也可请独立第三方（通常称为供款独立第三方）补齐。这是一种与当地社区组织合作的非常有效的方法，可实现非开发社区棕色地块区域的再生。更多信息参见：www.entrust.org.uk

案例研究 9：GRANTSCAPE——填埋处理基金支付机构
http://grantscape.org.uk/landfill-communities-fund-lcf/

GrantScape 通过填埋处理基金（LCF）发放补助金，填埋处理基金的前身为垃圾填埋税抵免计划（LTCS）。填埋处理基金使填埋场运营商及其补助金合作伙伴能够为创造重大环境和公共效益贡献力量。它们支持改善社区生活或促进自然保护的项目。

填埋场运营商（LO）可通过填埋处理基金（LCF）将垃圾填埋税的一小部分（目前为 6.8%）用于支持其填埋场附近的一系列社区和环境项目。信托机构代表英国税务海关总署对填埋处理基金进行监管，这些项目由注册的环境机构（合格机构）实施。1996 年填埋处理基金成立以来，13 亿多英镑已经用于英国 50,000 多个项目。

填埋处理基金补助金可用于以下三大类的项目：

(1) 公共便利设施项目：要获得补助金，项目必须提供、维护或改善公共便利设施，如公园、游乐场地、社区会堂、活动中心或自行车道。这些项目应位于得到许可的填埋场附近——通常不超过十英里。这些项目还必须是对公众开放的项目——通常开放时间不少于每周四个晚上或每周两天，或一年 104 天。

(2) 生物多样性和自然保护项目：要获得补助金，项目必须通过以下方式保护或促进生物多样性：（i）提供、保护、恢复或增强自然栖息地；或（ii）维护或促进某一物种在其自然栖息地的恢复。这些项目应位于填埋场附近——通常不超过十英里。

(3) 遗产项目：要获得补助金，项目必须维护、修复或恢复宗教建筑物或具有历史意义或建筑价值的建筑物。具有历史意义或建筑价值的建筑物可包括战争纪念碑。这些项目应位于得到许可的填埋场附近——通常不超过十英里。这些项目还必须是对公众开放的项目——通常开放时间不少于每周四个晚上或每周两天，或一年 104 天。

5.3 质量保证

英国房屋建筑商协会或其他保险公司保证新建住房能够为购房者提供舒适的体验，并且房屋是按标准建造的，这在英国很普遍。这些保险人在提供质量保证之前，除环境监管者或当地规划主管部门开展的评审或批准外，还会对实施的修复工程进行自主评审和批准。

5.4 环境责任保险

环境责任保险（ELI）覆盖修复土地、水、空气污染等环境事故和破坏生物多样性造成的损害所发生的费用。

最近施行的英国和欧盟法律大幅增加了修复环境事件造成的损害所需的潜在费用。环境责任保险覆盖根据共同法索赔以及英国和欧盟法律索赔而修复环境损害所发生的费用。

特别值得一提的是，环境责任保险覆盖以下方面：

- 突发性污染和渐进性污染
- 按照监管部门强制要求，（拥有场地所有权的）第一方发生的治理费用
- 第三方责任，包括对地产价值产生的影响
- 公害索赔
- 法律成本和费用

5.5 分期开发

在英国，大型棕色地块场地再生和修复通常采用分期开发方式来分摊费用，将早期费用释放出来，为后期修复和开发提供资金。采用的具体方法各不相同。某些情况下，先开发污染程度较轻和难度较小的地块。而其他情况下，则首先集中力量修复严重污染区域，通常获取某种形式的资金补贴（参见第 5.2.2 节）来抵消成本。

应认真考虑后期修复工程对早期开发产生的影响。例如，对紧靠新地产的多尘、恶臭土壤进行广泛的生物修复可导致问题的产生，而环境恢复的成本高昂。

5.6 成本估算

具有确定性的场地修复成本估算可成为一个复杂和困难的过程，因为存在诸多不确定性，特别是在项目早期，对污染的范围和严重性或拟定开发的性质知之甚少。成本高低取决于具体的场地以及大量因素的详细情况，如通过某个场地调查得到的地质、水文地质及化学资料。成本还在很大程度上受到修复目标严格性的影响，从而影响到修复时间长度。

风险可能被高估，导致预算过高而使开发无法持续。风险也可能被低估或预测不到风险，导致随着掌握的地面情况越来越多而使预算增加。

有成本不一的各种修复方法，直到设计后期才选择恰当的方法。严重影响修复成本的因素还包括采购合同的类型及随之转移的风险水平、计划和可用施工空间。

6 可持续土地利用

6.1 推动因素、定义和活动

污染土地可带来严重的健康、环境和社会压力，其管理产生大量费用，每年全世界的污染土地管理费用高达数十亿英镑。其中中国占的比重非常大。根据中国现行的十二五规划，环境保护部（MEP）从中央财政拨出300亿元人民币（相当于30亿英镑）支持全国土地修复项目。事实上，2013年中国国务院将环境产业作为中国未来发展的支柱产业之一。

土地污染问题的庞大规模以及中国需要对此作出的应对之策，使实现中国污染土地修复可持续性成为一个重要目标。可持续性修复是有效管理污染土地对人体健康和环境构成的风险的过程，以减小环境足迹、优化社会效益以及降低修复活动的成本。最好能实现这三种结果，但对于需要权衡的情况，可持续性评估可提供识别和选择最佳修复解决方案的基本原理。

关于怎样才能最好地确保土地污染可持续管理，国际上有激烈的讨论，英国积极参与了这一讨论，有几个国家率先采用了英国可持续性修复论坛制定的方法（参见案例研究）。其他有可持续性修复思路的国家包括：美国、加拿大、巴西、哥伦比亚、澳大利亚、新西兰、中国台湾、日本、意大利、荷兰、奥地利以及欧洲利益相关方网络尼科尔（www.nicole.org）和共同论坛（www.commonforum.eu）。中国也在构建可持续性修复网络，英国可持续性修复论坛（SuRF-UK）与中国方面开展的合作将促进上述讨论在中国的快速进展并有利于制定指南和开展培训。在英国，污染土地实际环境应用组织还管理着一个连接各种国际倡议的秘书处；正在制定的国际标准组织可持续性修复描述性标准的召集人总部位于诺丁汉大学，提供了更多的合作机会和共享开发。

可持续性作为棕色地块再开发决策标准的重要性也得到了增强。早在1961年英国威尔士下游斯旺西河谷（Lower Swansea Valley）修复工程可行性研究中，就明确考虑了土地恢复的社会经济目标。其任务大纲是“*确定阻碍下游斯旺西河谷土地社会经济利用的因素并提出该区域未来如何利用的建议*”。虽然棕色地块恢复比棕色地块修复的范围更广，但存在明显的交叉，尤其是在棕色地块恢复过程中往往需要进行土地污染管理。因此，英国可持续性修复论坛制定的方法明确规定要考虑棕色地块管理。然而，在棕色地块恢复中，其他可持续性领域也是十分重要的，特别是与可持续性建筑相关的领域。英国在可持续性建设思路方面也走在前面，构建了两个世界领先的可持续性建设评估和指导体系：英国建筑研究所环境评价法和土木工程环境质量评价体系。

英国可持续性修复论坛（SuRF-UK）

英国可持续性修复论坛（SuRF-UK）是2007年发起的倡议，旨在支持英国更可持续的修复做法，基于各从业者和利益相关方利益的多方成果提供指南（污染土地实际环境应用组织2010）。英国可持续性修复论坛通过指导小组进行运作，该指导小组负责一系列会议和项目的监督工作。英国可持续性修复论坛的运作由独立慈善团体——污染土地实际环境应用组织进行协调。2009年以来，英国可持续性修复论坛得益于资金支持以及英国广大公共部门和私营部门贡献者的慷慨贡献，成果颇丰。这些成果见下图，可通过网站www.claire.co.uk/surfuk免费下载。

英国可持续性修复论坛路线图

英国建筑研究所环境评价法和土木工程环境质量评价体系

修复和棕色地块开发开始纳入英国通用可持续性评估工具中。

英国建筑研究所环境评价法是领先的总体规划项目、基础设施和建筑物可持续性评估方法。它涉及新建、翻新和在用等各个生命周期阶段。评估类别包括土地利用，棕色地块土地再利用可获得加分。

土木工程环境质量评价体系是另一个英国可持续性评估体系，该体系针对各种土木工程、基础设施、绿化和公共领域项目。该体系更加注重土地问题，最优土地征用设计可获得加分，先前的场地利用、土地污染和修复措施是评估标准的组成部分。

绿色修复

绿色修复是与可持续性修复相关的一个术语，绿色修复在美国具有特定的含义（美国环保署2008）：*考虑实施修复的所有环境影响以及采用方案使治理行动净环境效益最大化的做法*。其范围小于“可持续性修复”，注重修复选择和实施阶段的环境影响。这一重点所属的上下文是美国超级基金法律所特有的，美国超级基金法律用于联邦级重点场地的管理（www.epa.gov/superfund）。根据美国环保署超级基金法律，感觉在做出修复决策之前，社会经济因素就已经在决策过程中考虑到了。

6.2 可持续性修复的落实

新兴的国际共识是，从广义上讲，可持续性修复指在能够代表可持续性的环境、经济和社会关切方面实现总体净效益。可持续性的范围包括三大可持续性要素（环境、经济和社会），如英国可持续性修复论坛指标类别所示（表8；污染土地实际环境应用组织，2014年）。

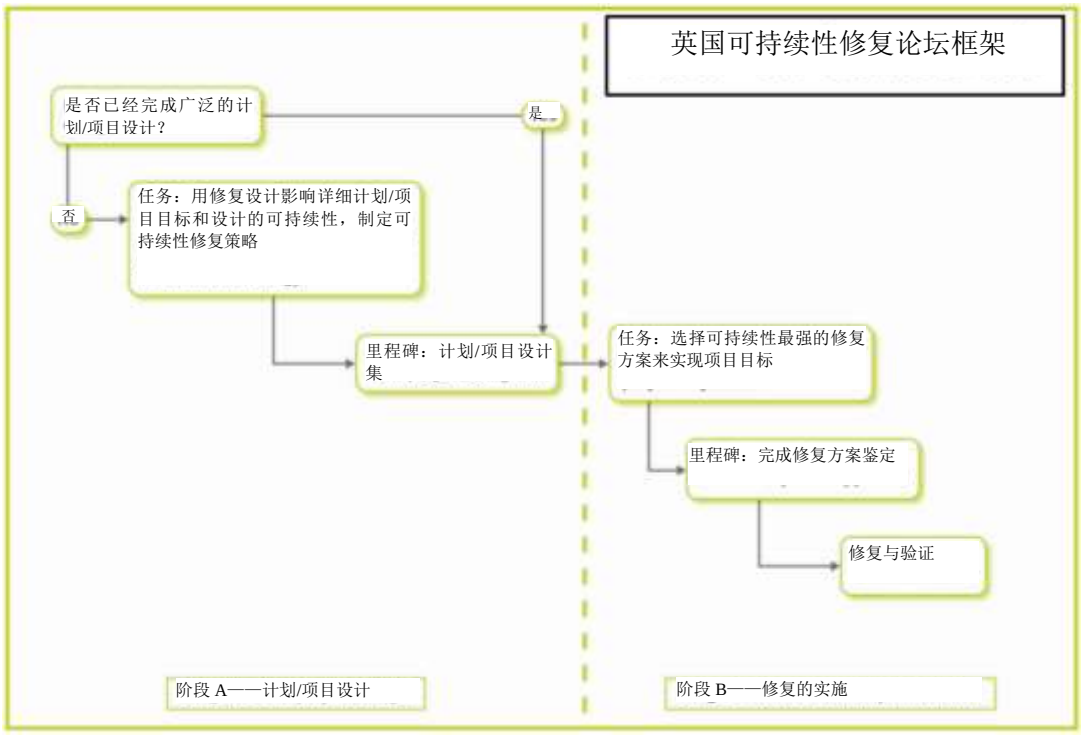
表8：英国可持续性修复论坛指标类别

环境	社会	经济
排入空气的排放物	人体健康和安全	直接经济成本和效益
土壤和地面条件	道德与公平	间接经济成本和效益
地下水和地表水	街坊四邻	就业和就业资本
生态	社区与社区参与	诱发的经济成本和效益
自然资源和垃圾	不确定性与证据	项目期限与灵活性

越来越多的人也一致认为，可持续性包含的内容很大程度上取决于具体的场地以及特定场地利益相关方的意见。如此一来，可持续性具有主观性，无法客观量化。然而，虽然无法直接测量可持续性，但大家普遍认为在选定方案得以实施后，可基于具体场地对可持续性进行评估、比对可利用的修复方案并监测可持续性的“表现”。有人提

出分级法可能是可持续性有效评估最高效的途经，分级法首先采用简单定性法，然后仅对无法达成共识的可持续性要素进行更为复杂的评估。采用分阶段或分级方法，首先通过简单定性法，然后根据需要采用定量法，在成本和资源利用效率方面具有优势，而且还可提供尽量兼容并包、博采众长的结构。在许多欧洲国家，污染土地部门非常熟悉分级法在风险评估中的应用，因此该概念可与既有做法很好地衔接。

世界上有几个倡议强调在做出设定风险管理边界的设计决策时，在决策早期考虑可持续性修复的重要性。在棕色地块再生情形下，如果不同的开发决策对风险管理需求产生不同的影响，再开发过程中的平衡方法可优化项目的总体价值和确保有效的风险管理，则可以非常清晰地预期会采用该积极的方法。早期考虑一般可增加获得可持续性收益的潜力。该方法在英国可持续性修复论坛框架中进行了重点介绍（图7）。



©污染土地实际环境应用组织版权所有

图7：英国可持续性修复论坛框架概览（资料来源：污染土地实际环境应用组织，2010年）

为了做出上述决策，需要至少进行某种形式的可持续性对比评估作为决策依据。可持续性评估一般组成部分包括约定清晰的评估目标、清晰的边界、约定范围（可持续性考虑的范围，即指标）以及综合考虑各指标比较情况从整体上分析可持续性的方法。图8显示了英国可持续性修复论坛的可持续性评估方法。该方法的主要特征是其结构和“框架”概念；在其结构中，评估工作以渐进方式开展以避免隐藏的假设；在其“框架”概念中，在最终执行前，有可持续性评估准备阶段以及随后的确定评估开展方式的阶段。英国可持续性修复论坛的方法基于“自下而上”的概念，参与项目的各方根据其场地特定要求和当地利益相关方的要求设定自身目标、边界、处理方式和方法。

此外，英国可持续性修复论坛还发布了一系列“可持续性管理做法”相关指南，可方便地采取从场地调查开始的任何污染土地管理项目所需的措施，以减小场地管理活动的影响[6]。

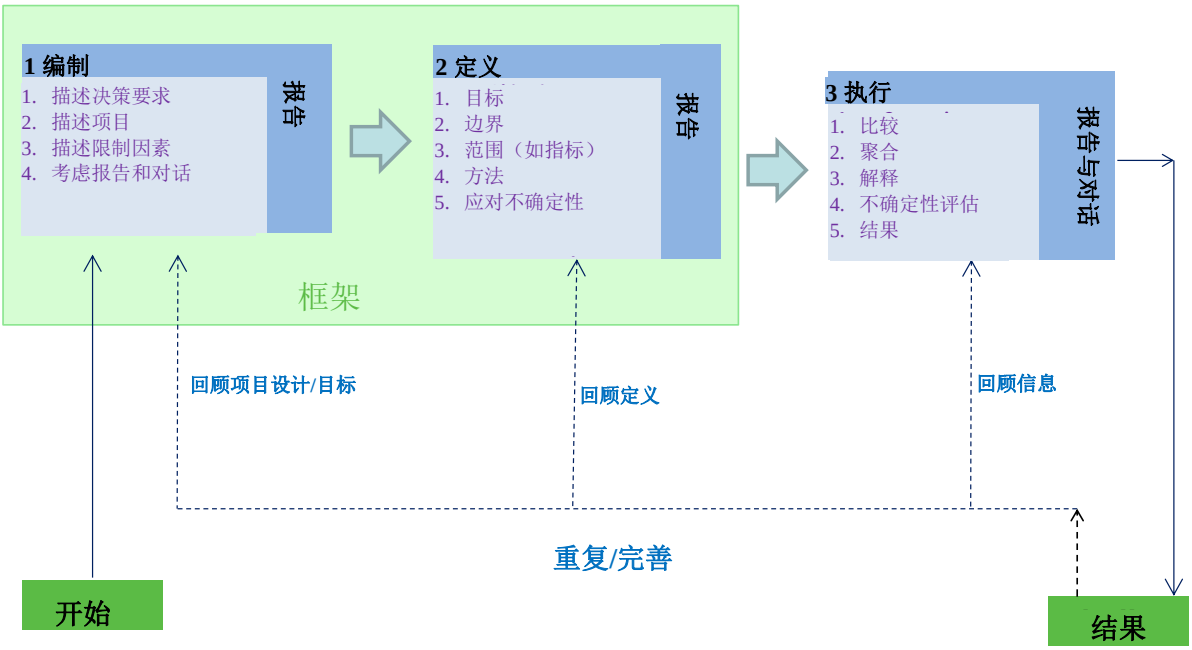


图8：可持续性评估框架[7]

大量基本原则也被公认为可持续性修复的组成部分（表9）。其中最根本的是实施修复工程的基本原理是风险管理。如果不存在风险，就没有修复的必要，反过来，修复需求的紧迫性取决于识别出的风险的重要性。可持续性不能作为避免采取必要风险管理措施的通用借口。因此，可持续性修复是寻找风险管理最优方式的一个过程。

[6] 参见 www.claire.co.uk/index.php?option=com_content&view=article&id=739:sustainable-management-practices&catid=964:executing-sustainable-remediation&Itemid=78

[7] 参见 www.claire.co.uk/index.php?option=com_content&view=article&id=740:sustainability-assessment-project-framing-and-planning&catid=964:executing-sustainable-remediation&Itemid=78

表9：英国可持续性修复论坛的可持续性修复原则

1	**人体健康及环境保护** 修复【场地特定的风险管理】应消除对人体健康构成的不可接受的风险，并保护现在和未来的环境，使其适于约定的土地利用，适当考虑可用方案的成本、效益、有效性、持久性和技术可行性。
2	**安全施工做法** 修复工程应保证所有工人和当地社区的安全，应尽量减少对环境的影响。
3	**前后一致、清晰、可重现的基于证据的决策** 基于风险的可持续性修复决策应考虑环境、社会和经济因素以及目前的影响和未来可能产生的影响。这种基于风险的可持续性修复解决方案可实现最大化的潜在效益。效益与影响发生聚合或此消彼长时，应对这一过程进行解释并提供清晰的基本原理。
4	**记录与透明的汇报** 修复决策（包括做出决策所用的假设和支持数据）应以清晰易懂的格式形成文件，以便向相关方证明采用的是可持续性（或不可持续性）解决方案。
5	**良好治理和利益相关方参与** 修复决策应考虑利益相关方的观点，并遵守利益相关方可参与决策的清晰流程。
6	**可靠科学** 决策依据应为可靠科学、相关准确数据和清晰的假设、不确定因素和专业判断。这将确保决策依据是可用的最佳信息，确保决策合理性和再现性。

6.3 可持续性修复、政策和规范

在英国，可持续性修复包含在英国可持续性修复论坛框架中，而该框架不具有强制性。然而，该框架被监管和政策机构认为是代表最佳做法的框架，因此在英国监管指南中被引用的次数越来越多。这是一种最佳方法，因为它在指南制定期间为受影响方、服务提供商和监管者提供了自由交换意见的机会。采用该方法可避免法律措施的成本和复杂性；还提供了监管者可引用而非自己创造的基于从业者的指南。

2015年，英国可持续性修复论坛发布了详细系统的法律、监管和技术指导文件综述，这些文件与欧盟和英国采用的污染土地体制相关。英国可持续性修复论坛明确了大量欧盟指令及英国法律法规和技术指南中包含的可持续性原则。这些指令包括水框架指令（2000年）、环境责任指令（2004年）、地下水指令（2006年）、垃圾框架指令（2008年）、工业排放物指令（2010年）和重点物质指令（2013年）以及水框架与地下水指令通用实施战略（CIS）指南。本报告可通过网站www.claire.co.uk/surfuk免费下载。

7 结论和建议

土地污染管理的挑战并非新的挑战。世界各国政府至少在三十年前就认识到了这个问题，土壤污染管理挑战在技术和立法上与废物和危险废物处置、破败土地再生、地下水污染和工业场地退役等问题密切相关。

虽然部分证据表明中国的政策产生了一定的作用，但加强环境政策的落实仍有较大空间。为了提高环境法规的效率和减少经济快速增长对环境和健康产生的负面影响，中国政府应考虑以下方面：

- 避免原则性法律与行政法规之间出现重大差异和差距；需要提高环境法律法规的一致性、透明性和公平性。
- 允许更多公众参与土壤污染治理各阶段的监管。
- 加强中国的环境管理能力，明确土壤治理的责任和出资机制。
- 通过规划流程，制定政府处理土地污染的政策。
- 规划部门应将土地污染作为“重大考虑”纳入规划。
- 中国地域辽阔，应努力开发适合处理全国各地遇到的问题的环境政策工具。标准（如衍生的一般性和场地特定评估标准）、规划许可和经济工具等政策工具的有效性应得到强化。
- 建议借鉴英国《11 号污染土地报告》典型管理程序等整体指南结构和污染土地实际环境应用组织等独立信息“机构”等运作模式。
- 鼓励就可持续性修复等问题进行多边讨论，建立符合中国国情的可持续修复准则和指标体系。英国典型管理程序在这方面的效果良好。
- 通过提高意识、能力建设、公众压力和激励更好的环境行为等方式，制定适宜的策略。
- 推动志愿性方案的制定，鼓励和支持部门牵头的土壤风险控制倡议。
- 建设创新型人才国际训练基地，以满足中国土地污染和管理的迫切需要。
- 加强污染土地管理和可持续发展国际合作，实现政策融合和共同行动。

总体上看，环境决策需要采用包容性更强的流程。土地污染再生一直以来均要求采用多学科和跨学科方法，科学家、工程师、规划者和律师正越来越多地求助于社会科学，对历史上认为仅仅由技术和经济关切推动的问题进行重新阐释。通过合作，中国将获得更多经验和知识，来发展土壤污染治理和棕色土地再开发的政策和策略。

8 其他阅读材料

- Bardos, P. (2014)可持续性修复动态。《修复杂志》2014年冬季版：23-32 (DOI: 10.1002/rem.21412)。
- Bardos, R.P.， Bone, B.D.， Boyle, R.， Evans, F.， Harries, N.， Howard, T.和Smith, J.W.N. (2016)可持续性评估简单法与污染土地做法管理基本原理。《整体环境科学》文章在印刷中，且该清样已经过作者校对，http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.12.001（补充资料：DOI: 10.13140/RG.2.1.1614.6964）
- 污染土地实际环境应用组织（2010）。土壤与地下水修复可持续性评估框架。2010年3月，污染土地实际环境应用组织，英国伦敦。ISBN 978-1-905046-19-5 www.claire.co.uk/surfuk访问时间2015年8月
- 污染土地实际环境应用组织（2011），英国可持续性修复论坛可持续性修复评估指标，污染土地实际环境应用组织，英国伦敦。ISBN 978-1-905046-1292-5 DoI DOI: 10.13140/RG.2.1.3130.8246 www.claire.co.uk/surfuk 访问时间2015年8月
- 污染土地实际环境应用组织（2014），英国可持续性修复论坛公告4，2014年3月，污染土地实际环境应用组织，英国伦敦。www.claire.co.uk/surfuk 访问时间2015年8月
- 污染土地实际环境应用组织（2014）B。土地污染管理可持续性管理做法，2014年3月，污染土地实际环境应用组织，英国伦敦。www.claire.co.uk/surfuk 访问时间2015年8月
- 污染土地实际环境应用组织和尼科尔（2015），欧盟与英国可持续性修复法律和监管依据综述，污染土地实际环境应用组织，英国伦敦。ISBN 978-1-905046-27-0访问时间2015年8月
- CLARINET 和尼科尔（1998）改进决策，立即行动。采用风险评估和风险管理解决污染土地问题。尼科尔，荷兰。www.nicole.org/uploadedfiles/1998-the-use-of-risk-assesment-and-risk-management.pdf 访问时间2015年7月。
- Coulon F.， Jones K， Li H， Hu Q.， Gao J.， Li F.， Chen M.， Zhu Y-G， Liu R.， Liu M.， Canning K.， Harries N.， Bardos P.， Nathanail P.， Sweeney R.， Middleton D.， Charnley M.， Randall J.， Richell M.， Howard T.， Martin M.， Spooner S.， Weeks J.， Cave M.， Yu F.， Zhang F.， Jiang Y.， Longhurst P.， Prpich G.， Bewley R.， Abra J.， Pollard S. 2016. 中国土壤与地下水管理挑战：汲取英国经验与中国面临的机遇。国际环境，91:196-200 http://dx.doi.org/10.1016/j.envint.2016.02.023
- US EPA——美国环保署（2008）绿色修复：将可持续性环境做法纳入污染场地修复中，EPA/542/R/08/002，美国。https://clu-in.org/download/techdrct/epa-542-f-08-002.pdf Accessed August 2015

9 附录

9.1 填埋指令

填埋指令于 1999 年发布（1999/31/EC），2002 年通过填埋条例（英格兰与威尔士）全面转移至英格兰和威尔士的国家法律。填埋指令的推出采用循序渐进的方式，以便产业能够适应，然而其产生的重大影响与英国进行土地污染修复产生的影响相当。该指令旨在尽量防止或减少垃圾填埋对环境产生的负面影响，对垃圾和填埋场提出严格的技术要求，并针对进入填埋场的生物可降解垃圾的减少设定目标。历史上，英国采用共同处置的方式，将危险与非危险废物一起埋入同一填埋场。2004 年 7 月以来，填埋场被分为三类：

- 危险废物填埋场
- 非危险废物填埋场
- 惰性废物填埋场

现在危险场地只能接收危险废物，非危险场地只能接收非危险废物，惰性场地只能接收惰性废物。

2007 年 10 月，仅推出液体废物和预处理处理的要求。其处理需包括物理、热、化学或生物过程——可包括分类——来改变废物的特征，缩减其数量、弱化其危险性质、便于处理或提高回收率。

填埋指令于 2004 年和 2005 年进行了修订，以转换欧洲委员会关于垃圾接受标准的决议 2003/33/EC 提出的要求。这些标准是由填埋许可设定的，填埋许可规定了填埋场能够接受的垃圾类型。该规定经再次转换，成为《2007 年环境许可（英格兰与威尔士）条例》的组成部分。

9.2 垃圾框架指令

2010 年英格兰与威尔士施行垃圾框架指令（2008/98/EC）修订版后，土壤修复方法出现了变化。该指令推出后，为垃圾管理提供了总领性法律框架。该指令规定了垃圾防治、法律和政策的“优先顺序”等级结构。

垃圾框架指令的主要目标是保护人体健康和环境，需要采取必要的措施，以确保垃圾回收或处置不危及人体健康，不采用可能危害环境的工艺或方法。

该指令还针对生活垃圾、建筑和拆迁（C&D）垃圾提出了一系列回收和再利用目标。

指令中提出的目标为：

- 到 2020 年回收或准备再利用 50%的生活垃圾
- 到 2020 年再利用、回收利用或回收 70%的非危险建筑和拆迁垃圾

因此，更加严格、成本更加高昂的填埋目标以及填埋场垃圾处置增强了对发展行业的激励，使它们开始对更多的场地修复工程投入更多的时间和努力。根据垃圾框架指令

进行填埋的替代方案是采用《垃圾定义：发展行业规范》（DoWCoP）。这是一个志愿性体系，可通过丢弃使材料不进入垃圾系统。

9.3《垃圾定义：发展行业规范》

《垃圾定义：发展行业规范》提供了一个清晰、一致、高效的流程，可实现开挖料现场再利用或开挖料场地间再利用。该流程支持可持续的、成本效益较高的土地开发，提供了环境许可或垃圾例外情况的替代方案。

通过《垃圾定义：发展行业规范》可实现：

- 清洁的天然土壤材料在场地间的直接转移和再利用。
- 支持土壤处理固定设施的建设/运行的条件
- 规定集群项目内污染/非污染材料在原场地以及场地间的再利用。

非垃圾材料的再利用原则为：

- 保护人体健康及环境
- 不用进一步处理，可直接利用
- 利用的确定性
- 材料数量

如果按该行业规范对材料进行处理，则环境署（EA）认为用于土地开发的这些材料不是垃圾。这可能是因为这些材料从最开始就未被丢弃，或者是因为对这些材料进行了成功的回收处理，于是它们不再是垃圾。更多信息参见 www.claire.co.uk/cop。

9.4 垃圾框架指令

2000 年 12 月，水框架指令在英格兰和威尔士施行。该指令旨在：

- 防止水生生态系统的进一步恶化；
- 保护、增强和改善水生环境；
- 促进水资源可持续利用；
- 进一步保护水生环境；
- 确保逐步减少地下水污染，防止地下水进一步遭到污染

该指令要求欧盟各成员国确立流域区，并为各流域区制定流域管理计划。该指令提出了循环过程的构想，在这一循环过程中，每六年进行一次流域管理计划编制、实施和评审。

水框架指令对直接排入地下水的污染物做出了限制，规定必须采取所有必要措施防止危险物质进入地下水，限制非危险污染物进入地下水，以避免污染。

https://dspace.org/

Land Contamination and Brownfield Management Policy Development in China: Learning from the UK Experience

Coulon, Frederic; Bardos, Paul; Harries, Nicola; Canning, Kate; Chen, Mengfang ...

2016-03

https://dspace.lib.cranfield.ac.uk/handle/1826/19491

Coulon F, Bardos P, Harries N, et al., (2023). Land Contamination and Brownfield Management Policy Development in China: Learning from the UK Experience. Cranfield University.

Downloaded from a DSpace repository. https://dspace.org/