

ICS 91.020

中国风景园林学会团体标准

T

P53

T/CHSLA×××××—××××

修复后场地作为绿地用途的 安全利用标准

Standard for safe reuse of contaminated sites after remediation
as green space

××××-××-×× 发布

××××-××-×× 实施

中国风景园林学会 发布

前 言

根据中国风景园林学会标准化技术委员会《关于印发 2020 年第一批团体标准制修订计划的通知》（景园学字[2020]12 号）的要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，并在广泛征求意见的基础上，编制了本标准。

本标准的主要技术内容是：1. 总则；2. 术语；3. 勘察设计；4. 施工建设；5. 维护管理。

本标准由中国风景园林学会负责管理，由中国城市建设研究院有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送中国城市建设研究院有限公司（地址：北京市西城区德胜门外大街 36 号，邮政编码：100120）。

本标准主编单位：中国城市建设研究院有限公司

本标准参编单位：上海市园林科学规划研究院

北京市环境保护科学研究院

中国环境科学研究院

北京北投生态环境有限公司

生态环境部对外合作与交流中心

本标准主要起草人员：

本标准主要审查人员：

目 次

1 总 则.....	1
2 术 语.....	2
3 勘察设计.....	3
3.1 勘察要求.....	3
3.2 设计要求.....	3
4 施工建设.....	6
4.1 开挖覆土.....	6
4.2 植物种植.....	7
5 维护管理.....	8
5.1 地下修复结构监测维护.....	8
5.2 环境监管.....	8
本标准用词说明.....	9
引用标准名录.....	10

Contents

1	General Provisions.....	1
2	Terms.....	2
3	Investigation and Design.....	3
3.1	Investigation.....	3
3.2	Design.....	3
4	Construction.....	6
4.1	Excavation and Earthing.....	6
4.2	Planting.....	7
5	Maintenace Management.....	8
5.1	Underground Remediation Structure Maintenace.....	8
5.2	Environmental Supervision.....	8
	Explanation of Wording in This Standard.....	9
	List of Quoted Standards.....	10

1 总 则

1.0.1 为推进生态文明建设，规范建设用地中修复后场地作为绿地用途的建设及使用过程，实现修复后场地安全利用，保障工程建设及人居环境安全，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于修复后场地作为绿地用途的勘察设计、施工建设和养护管理过程。

1.0.3 本标准不适用于涉及放射性污染和致病性生物污染的修复后场地作为绿地用途的安全利用。

1.0.4 实施以安全利用为目的的风险管控污染场地可参考本标准。

1.0.5 修复后场地作为绿地用途除应符合本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 修复后场地 remediated site

完成了修复并通过修复效果评估的场地。

2.0.2 地下修复结构 underground remediation structure

场地中因风险管控或修复活动而遗留在地下的结构、管线和环境监测设施。

2.0.3 修复后土壤 remediated soil

采用各类修复措施处理后达到修复目标值的土壤。

2.0.4 配生土 all-purpose-soil

人为制成并满足植物健康快速生长条件的土壤。

2.0.5 目标污染物 target contaminant

地块环境中数量或浓度已达到对生态系统和人体健康具有实际或潜在不利影响的，需要进行修复的污染物。

3 勘察设计

3.1 勘察要求

3.1.1 应充分结合修复后场地现状、相关资料及绿化规划要求，因地制宜地对地形、水体、植被等进行绿地设计，实现人与环境的平衡，满足区域生态、社会、人文等需求。

3.1.2 在修复后场地勘察设计前应收集相关资料，应包括下列内容：

- 1 地块污染历史，包括污染物及浓度分布、污染深度、范围等；
- 2 地块地质和水文地质条件，包括地层结构、地下水位及流向等；
- 3 修复方案具体情况，包括修复技术、修复过程中使用的化学品信息、修复工程措施等；
- 4 原有地下结构，包括地下构筑物、埋藏物、地下管线分布；
- 5 地块现状及规划用途；
- 6 周边环境敏感点及其范围、分布，包括居民点、地表水源地及地下水源地等。

3.1.3 除常规勘察内容外，还应根据修复后场地实际情况、修复情况、未来建设情况合理安排勘察重点内容，应包括下列内容：

- 1 应关注修复后场地土壤理化性质改变、土壤力学性质改变等情况，及地基承载力的变化程度；
- 2 应关注修复后场地内的地下修复结构分布情况，明确其采用的地下修复结构类型。常见的地下修复结构有固化/稳定化产物、各类阻隔层、反应墙、采样井或监测井等；
- 3 采用化学氧化、化学还原、化学萃取等修复技术的修复后场地应关注修复药剂、中间产物等物质的残留浓度，以免出现二次污染扩散等情况，保障人体、环境、建筑物安全。

3.2 设计要求

3.2.1 根据前期勘察结果，建构筑物、园路及铺装场地、植物种植设计应保证地下修复结构的完整性并为各类地下修复结构留出监测维护通道，地下修复结构上

方不应设计高强度的游憩活动场地或荷载过大的游憩设施、建构筑物等。植物与地下管线的距离应符合现行国家标准《公园设计规范》GB51192 的规定，建构筑物、植物与地下修复结构间隔距离应符合表 3.2.1 的规定。

表 3.2.1 建构筑物、植物与地下修复结构间隔距离

列项		指标	参数值
建构筑物间隔距离	水平距离	新建建构筑物与地下修复结构水平距离 (m)	≥ 3.0
	垂直距离	新建建构筑物基础地基变形允许值 (mm)	≤ 200.0
植物间隔距离	水平距离	植物种植穴与地下修复结构水平距离 (m)	≥ 3.5
	垂直距离	植物种植穴与地下修复结构垂直距离 (m)	≥ 3.0

3.2.2 修复后场地内建筑设计要求应符合以下规定：

- 1 原污染物为挥发性有机物的修复后场地，新建建筑物如含有地下空间，其设计应充分考虑土壤气浓度及蒸气入侵的影响，并应进行合理防护且规避。
- 2 水和土对建筑材料的腐蚀性判断应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 的规定。
- 3 建筑物防腐措施应符合现行国家标准《工业建筑防腐设计标准》GB/T 50046 的规定。
- 4 饱和砂土及饱和粉土（不含黄土）的液化判断应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010（2016 年版）的规定。
- 5 建筑物气体阻隔措施应符合表 3.2.2 的规定。

表 3.2.2 建筑物气体阻隔措施

列项	指标	参数值
建筑物底部保护层参数	建筑地面做结构楼板，此板下部的混凝土保护层厚度 (mm)	40.00
建筑物底部缝隙控制	建筑地面做结构楼板，此板的裂缝限制 (mm)	0.20

3.2.3 绿地水体设计应充分考虑土层结构及土壤渗透率，水质不达标的不得排入绿地水体。

3.2.4 修复后场地应利于雨水收集，增加雨水的滞蓄和渗透，可做微地形，排水坡度应大于等于 0.5%。

3.2.5 修复后场地作为绿地用途的种植设计要求应符合表 3.2.5 的规定。

表 3.2.5 种植设计要求

列项	指标	参数值
绿化指标	绿化用地比例	$> 65\%$

	绿化覆盖面积中乔、灌木所占比率	≥60%
植物配置	成年期树林郁闭度	密林：0.70~0.85 疏林：0.40~0.50 疏林草地：0.10~0.20
	本地木本植物使用比例	≥0.80

4 施工建设

4.1 开挖覆土

4.1.1 施工建设过程不宜开挖修复后土壤，减少对场地的扰动。若必须开挖，宜原场消纳，原场外消纳的修复后土壤应进行合理处置并达到接纳地要求。

4.1.2 采用异位修复技术且修复后土壤需原场回填时，回填区土壤底部距地下水最高水位不应少于 2m，且底部宜铺设厚度不小于 1m 的清洁黏土或粉质黏土。土层示意图见图 4.1.2。

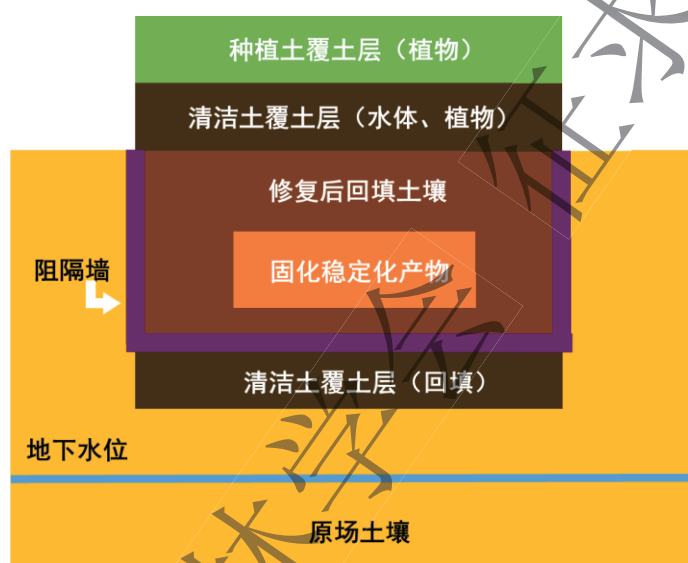


图 4.1.2 土层示意图

4.1.3 修复后土壤与绿地景观水体不应直接接触，景观水体下方与修复后土壤之间应进行清洁土覆土阻隔；修复后土壤与植物根系不应直接接触，绿地种植土层与修复后土壤之间应进行清洁土覆土阻隔。清洁土应分层覆土并压实，覆土厚度应大于 50cm，轻型压实度应大于 90%，渗透系数应小于 $1 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ 。清洁土质量要求应符合表 4.1.3 的规定。

表 4.1.3 清洁土质量要求

指标	参数值	检测方法
pH	3.5~10.0	LY/T 1239
含盐量 (g/kg)	<2	LY/T 1251
发芽指数 (%)	>50	CJ/T 340-2016 附录 C
质地	黏土类	LY/T 1225

4.1.4 绿地种植区域种植土质量应符合《绿化种植土壤》CJ/T 340 中的规定，若

不满足相关条件应进行种植土覆土。种植土有效土层厚度应符合表 4.1.4 的规定。
种植土覆土后土壤入渗率应大于等于 5mm/h，土壤密度应小于 1.35Mg/m³。

表 4.1.4 种植土有效土层厚度（cm）

植被类型	参数值
乔木	>150
灌木	>60
地被	>30

4.1.5 当涉及土壤开挖、消纳等工程措施时，施工人员应根据物理、化学、生物修复技术采取相应的安全防护措施，制定环境应急安全计划。

4.2 植物种植

4.2.1 植物种类选择应符合以下规定：

- 1 选择综合抗性强的乡土绿化树种。
- 2 选用浅根性树种；若选用深根性树种，宜按照《种植屋面工程技术规程》JGJ 155 在清洁覆土层下设置耐根穿刺材料。
- 3 对于原污染物为重金属的修复后场地，绿化种植应选用具有富集作用的常绿树种，定期收集凋零物，宜采用焚烧的方式集中处置。
- 4 对于原污染物为挥发性有机物的修复后场地，绿化种植应选用能抵抗或吸收有害气体的树种。

4.2.2 应根据种植的乔木、大灌木等植物类型进行树穴改良，并采用专用配生土。

4.2.3 修复后场地应种植地被植物或进行地表覆盖，种植地被植物时，表层 30cm 土壤宜进行翻耕、施肥等措施。

5 维护管理

5.1 地下修复结构监测维护

5.1.1 地下修复结构应进行定期监测维护，保证其正常使用。

5.1.2 采用固化/稳定化修复技术的修复后场地，应对固化/稳定化产物进行长期监测与维护，保证其渗透系数、浸出特性、主要污染因子等各项性能指标符合长期监测方案中的要求。

5.2 环境监管

5.2.1 修复后场地应按照现行行业标准《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则》HJ 25.5 和现行行业标准《污染地块地下水修复和风险管控技术导则》HJ 25.6 中后期环境监管的相关要求开展环境监测或制度控制。

5.2.2 若环境监测结果不符合后期环境监管的相关要求，应及时排查原因并采取措施防止污染扩散。

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合.....的规定”或“应按.....执行”。

引用标准名录

- 1 《建筑抗震设计规范》 GB 50011
- 2 《岩土工程勘察规范》 GB 50021
- 3 《工业建筑防腐设计标准》 GB/T 50046
- 4 《公园设计规范》 GB 51192
- 5 《绿化种植土壤》 CJ/T 340
- 6 《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则》 HJ 25.5
- 7 《污染地块地下水修复和风险管控技术导则》 HJ 25.6
- 8 《种植屋面工程技术规程》 JGJ 155

中国风景园林学会团体标准

修复后场地作为绿地用途的安全利用标准

Standard for safe reuse of contaminated sites after
remediation as green space

T/CHSLA XXXXX-XXXX

条文说明

制订说明

《修复后场地作为绿地用途的安全利用标准》T/CHSLA XXXXX – 20XX 经中国风景园林学会 20xx 年 xx 月 xx 日以中国风景园林学会第 xx 号公告批准、发布。

为便于广大建设、设计、施工、科研、学校等有关单位人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，《修复后场地作为绿地用途的安全利用标准》编制组按章、节、条顺序编写了本规范的条文说明，供使用者参考。但是，本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握导则规定的参考。

目 次

1	总则	4
2	术语	4
3	勘察设计	4
3.1	勘察要求	4
3.2	设计要求	5
4	施工建设	6
4.1	开挖覆土	6
4.2	植物种植	6
5	维护管理	7
5.2	环境监管	7

中国风景园林学会

征求意见稿

1 总 则

1.0.1 我国自 2018 年颁布《中华人民共和国土壤污染防治法》后，污染场地修复工作领域蓬勃发展，建设用地中修复后场地数量逐年增加。修复后场地作为绿地用途安全利用不但可以直观地改善周边景观环境、营造绿色空间、提升生态价值，还可原场消纳修复后土壤减少安全隐患，并为某些特定的修复后场地再利用减少安全隐患。修复后场地通常具有周边敏感点多、环境复杂等特点，其作为绿地的建设及使用涉及岩土工程、生态环保、园林景观、建筑设计等多专业、多领域。为规范建设用地中修复后场地作为绿地用途的建设及使用过程，实现修复后场地安全利用，保障工程建设及人居环境安全，提高修复后场地作绿地安全利用的科学性、规范性，制定本标准。

1.0.2 本标准按照园林施工过程中的勘察设计、施工建设和养护管理进行分节说明。

1.0.4 实施以安全利用为目的的风险管控污染场地在移出《建设用地土壤污染风险管控和修复名录》前后均可参考本标准进行绿地建设。

2 术 语

2.0.1 完成了修复并通过修复效果评估的场地是指已完成修复工程，并按照《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则》HJ25.5 和《污染地块地下水修复和风险管控技术导则》HJ25.6 的要求通过修复效果评估的场地。

2.0.2 修复后场地采用物理、化学、生物修复技术后在场地内会遗留固化/稳定化产物、各类阻隔层、反应墙、采样井或监测井等，统称为地下修复结构。

2.0.5 该术语来自《建设用地土壤污染风险管控和修复术语》HJ 682—2019，是指在地块环境中其数量或浓度已达到对生态系统和人体健康具有实际或潜在不利影响的，需要进行修复的关注污染物。

3 勘察设计

3.1 勘察要求

3.1.2 目前由于流程设置修复后场地建设方无法得知场地修复期间的相关资料，所以在场地勘察设计前应先收集相关资料，尤其关注修复过程可能对场地造成的

影响，保障勘察内容详实有效。

3.1.3 修复后场地与未污染场地的环境影响因子不同，因此需根据修复后场地实际情况合理安排勘察重点内容。

3.2 设计要求

3.2.1 修复后土壤的理化性质及地基承载力可能发生变化，因此对于坐落于此场地土上方的多层新建建筑，要严格控制新建建筑物的地基变形允许值。按照《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011 表 5.3.4 中的“体型简单的高层建筑基础的平均沉降量 200mm”进行设置。植物与地下修复结构的距离参考《公园设计规范》GB/T51192 中植物与地下管线之间的安全距离，并以现状乔木、电缆为参照进行设定，以防止地下修复结构受到破坏。

3.2.2 修复后场地通常会采用化学药剂等材料进行修复，而效果评估时只关注污染物浓度而未关注修复药剂及中间产物浓度，可能对建筑物造成腐蚀。水和土对建筑材料的腐蚀性判断参照现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021-2001（2019 年版）。建筑物防腐措施参照现行国家标准《工业建筑防腐设计标准》GB/T 50046-2018。

建筑物设计还需注意蒸气入侵的情况并进行合理防护。对建筑物底部保护层参数设置参照《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476-2019 表 7.3.2 中设计使用年限 50 年的规定，将建筑地面做结构楼板，此板下部（与土直接接触）的保护层厚度定为 40mm。为控制建筑物底部的缝隙，防止蒸气入侵，此板的裂缝限制参照《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010（2015 年版）表 3.4.5 对环境类别为三 b 类的最大裂缝宽度限值的要求。

3.2.3 修复后场地有可能分布地下修复结构或出现二次污染扩散，在设计绿地水体时要满足安全需求。

3.2.4 对修复后场地进行微地形设计，能防止造成的大面积积水影响地下修复结构，还能过滤净化和涵养地表雨水，降低二次污染物随地表径流扩散的风险，参考《公园设计规范》GB/T51192-2016 中栽植地表的排水坡度进行设置。

3.2.5 绿化用地比例参考《公园设计规范》GB/T51192-2016 进行设置。绿化覆盖面积中乔、灌木所占比率参考《城市园林绿化评价标准》GB/T50563-2010 进行设置。成年期树林郁闭度参考《公园设计规范》GB/T51192-2016，考虑到对修复

场地土壤可能出现的二次污染和对植物生长空间的潜在限制，对绿化树木的生长预期不做过高要求，采用该规范中相应树林类型的最低值到中位值作为对该项指标的要求。本地木本植物使用比例参考《国家园林城市系列标准》，采用其中对于国家生态园林城市本地木本植物使用比例大于 0.80 的考核标准。

4 施工建设

4.1 开挖覆土

4.1.1 修复后土壤可能仍有污染物残留，施工建设过程需减少开挖修复后土壤，减少对场地的扰动。若必须开挖，要根据修复后土壤中污染物的残余浓度和土壤的最终去向，进行合理处置并达到土壤接纳地的要求。开挖的修复后土壤尽量在原场地内消纳，若离场处置要确保不会对接纳地周边人群健康和环境造成危害。

4.1.2 该条内容参考北京市《污染场地修复后土壤再利用环境评估导则》DB11/T 1281 中第 8 节“污染防治对策及长期监测计划”的要求。修复后土壤中可能仍有污染物残留，为避免异位修复后的土壤原场回填后残留污染物释放对地下水环境造成危害，回填区底部要至少高于地下水最高水位 2m，且底部铺设厚度不小于 1m 的清洁黏土或粉质黏土。

4.1.3 修复后土壤中可能有部分污染物随着蒸发等向上迁移进入绿化种植土中；另外，随着植物的生长，若植物根系进入污染土壤中，可能会影响植物生长，因此本标准要求绿地种植区域与修复后土壤之间需进行清洁土覆土阻隔，避免景观水体、绿地种植区植物等环境受体直接暴露于修复后场地情景下。

清洁土的作用主要是分隔绿地种植区域与修复后土壤，厚度参考《生活垃圾卫生填埋场封场技术规范》GB51220-2017 进行设置；清洁土质量要求黏土，且压实度要求大于 90%，渗透系数小于 $1 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ ，增加其阻隔效果。但考虑到随着植物生长，植物根系可能会进入该清洁土中，因此土壤质量要求不过酸过碱、中度盐碱及以下和发芽指数大于 50%。

4.1.4 种植土厚度参考《园林绿化工程施工及验收规范》CJJ82-2019 进行设置，质量、入渗率和密度参考《绿化种植土壤》CJ/T 340-2016 进行设置。

4.2 植物种植

4.2.1 在植物种类选择方面综合考虑立地条件和养护管理条件，以适生为原则，选择综合抗性强的乡土绿化树种。为防止植物根系进入修复土层，要求选择浅根性树种，若选用深根性树种参考《种植屋面工程技术规程》JGJ 155，在地下设置耐根穿刺材料。对于原污染物为重金属或挥发性有机物的修复后场地，要求选择对污染物具有富集或吸收等功能的树种进行绿化，同时对于重金属富集植物的凋零物，要求定期收集并按照《农用地污染土壤植物萃取技术指南（试行）》中规定进行集中处置。

4.2.2 修复后场地用于园林绿化，除与污染物等土壤质量有关外，其土壤物理性质、土壤养分、土体分层类型等对园林绿化影响更大。配生土具有较好的物理性质和较高的生物活性以及环境调控能力，能全面的满足植物生长发育的土壤条件，部分乔木、大灌木对绿化种植土壤要求较高，利用专用配生土能使植物快速恢复生长、污染场地绿化快速成景。

4.2.3 修复后场地的绿化种植表土结构疏松，容易产生水土流失，种植地被植物或进行地表覆盖能起到固土护坡的作用。同时对表层 30cm 土壤进行翻耕、施肥等措施，有利于地被植物根系的生长，加强护坡作用。

5 维护管理

5.2 环境监管

5.2.1 本标准中的环境监测主要针对实施风险管控的地块，必要时对修复后场地开展环境监测，目的是确保安全利用过程中人群健康和环境安全。《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则》HJ 25.5-2018 中第 8 节“提出后期环境监管建议”和《污染地块地下水修复和风险管控技术导则》HJ 25.6-2019 中第 11 节“后期环境监管”规定，“实施风险管控的地块应开展长期监测”，“一般通过设置地下水监测井进行周期性取样检测，也可设置土壤气监测井进行土壤气样品采集和检测，监测井位置应优先考虑污染物浓度高的区域、敏感点所处位置等”。

5.2.2 如果环境监测的结果发现存在污染扩散的情况，要及时排查原因，并采取有效的补救措施。