

**T/CECS** XXX- 202X

**中国工程建设标准化协会标准**

修复后场地作为居住和商服用途安全利用标准

**Standard for safe reuse of post-remediation contaminated site as residential and commercial and business facilities**

**\*\*\*出版社**

中国工程建设标准化协会标准

修复后场地作为居住和商服用途安全利用标准

**Standard for safe reuse of post-remediation contaminated site as residential and commercial and business facilities**

T/CECS -20

主编单位：中国城市建设研究院有限公司

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：20 年 月 日

\*\*\*\*出版社

2022北京

**前　言**

根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2021年第一批协会标准制订、修订计划>的通知》（建标协字[2021]11号）的要求，编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国外和国内先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本标准。

本标准共分7章，主要技术内容包括：总则，术语，基本规定，勘察，设计，施工，监测维护。

本标准的某些内容可能直接或间接涉及专利，本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国工程建设标准化协会绿色建筑与生态城区分会归口管理，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和建议，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，邮编：100120）。

主编单位：中国城市建设研究院有限公司

参编单位：北京市科学技术研究院资源环境研究所

中国环境科学研究院

万创青绿（北京）环境科技有限公司

煜环环境科技有限公司

主要起草人：……

主要审查人：……

**目 次**

[1 总则 1](#_Toc114066404)

[2 术语 2](#_Toc114066405)

[3 基本规定 3](#_Toc114066406)

[4 勘察 4](#_Toc114066407)

[5 设计 5](#_Toc114066408)

[5.1 场地设计 5](#_Toc114066409)

[5.2 建筑设计 5](#_Toc114066410)

[5.3 防腐措施 6](#_Toc114066411)

[6 施工 8](#_Toc114066412)

[7 监测维护 9](#_Toc114066413)

[本标准用词说明 10](#_Toc114066414)

[引用标准名录 11](#_Toc114066415)

[条文说明 **错误!未定义书签。**](#_Toc114066416)

**CONTENTS**

1 General provisions.......................................................................................................................1

2 Terms............................................................................................................................................2

3 Basic requirements......................................................................................................................3

4 Investigation.................................................................................................................................4

5 Design..........................................................................................................................................5

5.1 Site design........................................................................................................................5

5.2 Architectural design..........................................................................................................5

5.3 Corrosion prevention.........................................................................................................6

6 Construction.................................................................................................................................8

7 Monitoring and maintenance........................................................................................................9

Explanation of wording....................................................................................................................10

List of quoted standards...................................................................................................................11

Addition: Explanation of provisions.................................................................................................12

1. 总则

**1.0.1**为推进生态文明建设，提高土地利用率，规范修复后场地作为居住用地、商业服务业设施用地用途的建设及使用，实现修复后场地安全利用，保障人体、环境及工程建设安全，制定本标准。

**1.0.2**本标准适用于修复后场地作为居住用地、商业服务业设施用地用途的勘察设计、施工建设和使用管理过程。

**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居住用地、商业服务业设施用地用途的安全利用。

**1.0.4**修复后场地作为居住用地、商业服务业设施用地规划建设除应符合本标准外，尚应符合国家及地方现行有关标准的规定。

1. 术语

**2.0.1**修复后场地 post-remediation contaminated site

已按照国家相关法律法规和标准要求，完成污染场地环境调查、风险评估与修复活动，并通过修复效果评估，移出建设用地土壤污染风险管控和修复名录的场地。

**2.0.2**修复后土壤 post-remediation contaminated soil

采用各类修复工程措施处理后，并达到场地修复目标的土壤。

**2.0.3** 地下修复设施 underground remediation facilities

修复后场地中因风险管控或修复活动而遗留在地下的阻隔层、反应墙、采样监测井、各类管线和环境监测设备等设施。

1. 基本规定

**3.0.1** 在修复后场地再利用前，应收集场地相关资料并复核。场地相关资料应包括但不限于以下内容：

**1** 场地修复方案具体情况，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、修复后土壤及地下水处置及去向等；

**2** 修复工程验收资料，包括修复效果评估报告、场地内需要长期或短期保留的修复设施、安全利用限制条件等；

**3** 场地工程地质和水文地质条件，包括地层结构、地下水位及流向等；

**4** 场地现状及规划用途；

**5** 场地周边环境敏感点分布及范围，包括居民点、地表水源地及地下水源地、敏感工业企业（如食品生产加工）等。

**3.0.2**应根据场地相关资料、场地实际情况在修复后场地内划定修复活动扰动区域，在场地设计阶段尽量规避修复活动扰动区域，在场地施工阶段减少对修复活动扰动区域内修复后土壤的扰动。

1. 勘察

**4.0.1**常规勘察内容应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021的规定。

**4.0.2**除了开工建设所需的常规勘察内容外，还应根据土壤性质、水文地质条件合理安排勘察重点内容，包括但不限于以下内容：

**1** 修复后场地的土壤理化性质、土壤力学性质（含地基承载力）等变化情况，修复药剂、中间产物、最终产物等物质的残留浓度等；

**2** 修复后场地内拟保留的地下修复设施类型及分布情况，原有地下结构分布，包括地下构筑物、埋藏物、地下管线等。

1. 设计
	1. 场地设计

**5.1.1**场地设计宜保持土方平衡，确需土方外运的应检测达标后外运。

**5.1.2**建筑建设宜尽量避开拟保留的地下修复设施，如因修复后场地现状条件约束，确需对地下修复设施进行更改的，应征询相关部门，达成一致后方可实施。

**5.1.3**建筑建设时因开挖深度需要穿透场地地下修复设施阻隔层时，应结合场地护坡对基坑内修复后土壤进行阻隔措施后，再进行施工。

* 1. 建筑设计

**5.2.1**原污染物为挥发性有机物的修复后场地，在建筑建设时应充分考虑土壤气及挥发性有机物蒸气入侵的影响，结合修复后场地资料及建设前期勘察结果，对建筑进行有效防护。防护措施应符合以下规定：

**1** 地下工程防水材料应选择断裂伸长率及撕裂强度较高的卷材，如高分子自粘胶膜防水卷材。

**2** 结构阴阳角处应做成圆弧或45º坡角，其尺寸应根据卷材品种确定。在阴阳角等特殊部位，应赠做卷材加强层，加强层宽度宜为300~500mm。

**3** 外墙防水出地面收头处应做附加防水层，距离地面高度不小于500mm。

**5.2.2**建筑物地下室气体阻隔措施应符合表5.2.2规定。

**表5.2.2建筑物地下室气体阻隔措施**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 部位 | 表面防护 | 防水等级 | 备注 |
| 基础垫层 | 环氧沥青或聚合物水泥砂浆 | - | 宜采用150厚C20混凝土、100厚聚合物水泥混凝土 |
| 基础 | 环氧沥青或聚合物水泥砂浆 | - | 适用于无防水保护的基础 |
| 地下室外墙、底板 | 沥青类防水卷材 | 一级 | - |
| 后浇带 | 附加防水层 | 一级 | - |
| 施工缝 | 附加防水层 | 一级 | 宜选用中埋式止水带 |
| 变形缝 | 附加防水层 | 一级 | 宜选用中埋式止水带 |
| 地下室穿管 | 附加防水层 | 一级 | - |

**5.2.3**建筑首层地面做法应根据建设用地情况选用卷材类防水层或防潮层，防止蒸气入侵至室内。

**5.2.4**对于地基土含腐蚀性介质，可根据腐蚀性等级，地面垫层宜采用80mm或100mm厚C15混凝土垫层，或选用较高标号混凝土。

**5.2.5**地面变形缝的构造应严密。嵌缝材料应采用弹性耐腐蚀耐老化密封材料，伸缩片应采用橡胶、塑料、耐腐蚀的金属等材料制成。

**5.2.6**首层墙体采用砌体结构时，应加强墙身防潮层。墙体底部至混凝土垫层部分宜采用混凝土墙，混凝土的强度等级不应低于地面垫层混凝土的强度等级。

**5.2.7**地沟和地坑的做法应符合下列规定：

**1** 地沟和地坑的材料应采用混凝土或钢筋混凝土；混凝土的强度等级不应低于地面垫层混凝土的强度等级。

**2** 建筑物的墙、柱、基础不得兼做地沟和地坑的底板和侧壁。

**3** 地沟和地坑接触土壤一侧设置防水层或防潮层，并于地面防水层、防潮层闭合。

**5.2.8**地下室通风换气应适度加强，并符合以下要求：

**1** 地下室使用功能为机动车停车库，其换气次数应不小于6次/h。

**2** 别墅地下室、其他建筑地下室作为小型商业、物业办公等经常停留人数较多功能时，宜设置新风交换机，以提高环境舒适度。

**3** 地下室使用功能为小型库房、设备机房等功能，应考虑适当进排风措施。

**5.2.9**地下室排风口宜设于下风向，不应朝向临近建筑可开启外窗；当排风口与人员活动距离小于10m时，朝向人员活动场所的排风口底部距离人员活动地坪的高度不小于2.5m。

* 1. 防腐措施
		+ 1. 应根据前期修复效果评估报告和勘查结果，判断修复后场地内土壤和地下水腐蚀风险等级。若修复后场地中地下水或土壤部分检测指标异常升高，并根据《岩土工程勘察规范》（GB50021）中的规定综合判断为强腐蚀等级，应采取主动或被动腐蚀控制措施，保护新建建筑物地下基础（含桩基）和地下构筑物。
			2. 如前期效果评估监测、长期监测或其它专项调查中发现修复后土壤或地下水中某些指标异常升高，且这些指标都是局部性和非持久性的，可采用主动降低该类指标的办法降低局部区域的腐蚀风险等级。主动防腐施工前应制定具体施工方案，明确施工范围、工程目标及效果监测等内容。主动防腐措施可包括：

**1** 更换回填材料：如果造成腐蚀的关键介质是土壤，可采用客土法置换腐蚀因子相对较高的区域，使区域整体腐蚀风险等级降低至强腐蚀等级以下限值以下水平；

**2** 主动抽水稀释：如果造成腐蚀的关键介质是修复区域局部的地下水，可采用地下水抽出处理的方法，使限定区域内的腐蚀因子浓度降低至强腐蚀等级限值以下水平；

**3** 药剂注入：当短期快速置换或抽水条件不具备时，也可综合考虑关键腐蚀因子的作用机制，在进行科学试验的基础上，采用注入中和试剂、沉淀试剂、灭菌剂（针对生物侵蚀）等。

* + - 1. 当主动防腐措施不具备实施条件时，可采用被动防腐措施。被动防腐主要包括在地基结构外侧设置保护套或防腐涂层，避免或减缓腐蚀性介质与结构的直接接触，降低腐蚀风险。可采用聚合物或树脂等保护层对混凝土等地基结构进行外立面封裹，保存层厚度不小于50mm。
			2. 当采用主动防腐措施时，应采用定期采样监测目标处理介质的短期处理效果，如果短期内未到达预期目标，则应进行长期跟踪监测。具体监测对象、监测周期、监测频次和监测方法可根据防腐工程施工方案确定。如果采用被动防腐措施，可参考《建筑防腐蚀工程施工规范》GB 50212和《建筑防腐蚀工程施工质量验收标准》GB/T 50224中的具体工程施工措施，制定具体的效果监测和评价方法。
1. 施工

**6.0.1**施工前应熟悉场地情况，做好施工组织，确保地下和地上修复设施得到充分保护或妥善处理。

**6.0.2**施工单位应严格按照施工图纸要求完成各项隐蔽工程，确需变更做法，应与设计单位及时沟通，取得合格变更图纸文件，方可施工。

**6.0.3**施工过程中土壤或地下水有异常情况应及时报告生态环境部门。

**6.0.4** 施工过程中如有异味溢出，应及时排查原因、查找异味源头、加强环境监测、分析异味后续影响并及时采取相应措施。如异味主要来源是持续溢出异味，可采用黏土覆盖的方法阻隔异味扩散；如异味主要来源是临时溢出异味，可采用化学泡沫中和的方法削减异味。

**6.0.5**当修复后场地涉及土壤开挖、消纳等工程措施时，施工人员应根据土壤理化性质采取相应的安全防护措施，制定环境应急安全计划，配备监测设备。

1. 监测维护

**7.0.1**拟保留的地下修复设施应进行定期监测维护，保证其正常使用。

**7.0.2**原污染物为挥发性有机物的修复后场地，应加强建筑周围、建筑内部等位置的土壤气、环境空气监测频率。

**7.0.3**应根据修复后土壤理化性质编制环境应急预案，如遇突发事件应及时排查原因并采取限制人员进入、封闭管理等措施。

**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，可采用“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**

《建筑给水排水设计规范》GB 50015

《建筑防腐蚀工程施工质量验收标准》GB/T 50224

《建筑防腐蚀工程施工规范》GB 50212

《工业建筑防腐蚀设计标准》GB/T 50046

《岩土工程勘察规范》GB 50021

……

**中国工程建设标准化协会标准**

**修复后场地作为居住和商服用途安全利用标准**

**T/CECS -20**

**条文说明**

**目 次**

[1 总则 1](#_Toc114066404)5

[2 术语](#_Toc114066405) 15

[3 基本规定](#_Toc114066406) 15

[4 勘察](#_Toc114066407) 15

[5 设计](#_Toc114066408) 16

[5.2 建筑设计](#_Toc114066410) 16

[5.3 防腐措施 16](#_Toc114066411)

[6 施工](#_Toc114066412) 17

[7 监测维护](#_Toc114066413) 17

**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作为居住用地和商业服务业设施用地的数量逐年增加。修复后场地通常具有周边敏感点多、环境复杂等特点，其作为居住用地和商业服务业设施用地的建设及使用涉及岩土工程、生态环保、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居住和商服用途再利用的勘察设计、施工建设和监测维护过程，实现修复后场地安全利用，保障人体、环境、工程建设安全，提高修复后场地安全利用的科学性、规范性，制定本标准。本标准可以配合生态环境部发布的建设用地土壤污染风险管控和修复系列环境保护标准使用。

**2 术 语**

**2.0.3**地下修复设施是风险管控或修复活动遗留在修复后场地内的设施，在修复后场地再利用阶段分为可废除的和拟保留的2种类型。拟保留的地下修复设施需要后续重点关注，再利用阶段不能破坏拟保留的地下修复设施，并进行定期监测维护。

**3 基本规定**

**3.0.1**修复后场地的修复阶段与再利用阶段相对脱节，未建立起信息共享机制。在场地勘察设计前需先收集地块相关资料，尤其需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。

**3.0.2**修复后场地内不一定全部都是修复区域，也有少部分正常区域，可以根据是否被修复活动扰动来区分修复区域并尽可能进行规避。另外，后期建设过程如果扰动修复后土壤，可能出现残留异味溢出等问题。应尽量避免扰动修复后土壤，首先在规划设计时规避，其次在施工过程中减少扰动。

**4 勘察**

**4.0.2**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。

1. 修复后土壤大多存在土壤理化性质、土壤力学性质、地基承载力发生变化等情况，同时修复药剂、中间产物、最终产物等物质的残留浓度变化大，可能出现局部土壤数值差异性强等情况，需要重点勘察,可以在重点区域进行加密采样；
2. 确定拟保留的地下修复设施类型及分布情况，及原有地下结构的分布情况，在后续设计中保证其完整性。

**5 设计施工**

5.2 建筑设计

**5.2.1**本条考虑修复后场地土壤内所含物质对建筑产生的影响，可能通过蒸汽入侵、毛细作用等进入到建筑内部，故对建筑地下室底板及基础防水等级做出提高要求，此条为强制性条文，防水等级分级见《地下工程防水技术规范》。

**5.2.2**在建筑没有地下室的情况下，建筑首层接触土壤部分的室内地面，存在土壤内物质向建筑室内空间渗透的可能，因此对建筑首层地面做出增加混凝土垫层厚度，同时增加防潮做法，形成防护屏障，此条为强制性条文。

**5.2.3**此条为考虑土壤所含物质的影响，对建筑垫层的做法提出适当提高的要求。

**5.2.4**变形缝为建筑防水的薄弱环节，因此对变形缝的材料使用作出要求。

**5.2.5**当建筑无地下室时，首层墙体接触地面易潮湿，空气砌块等密度较低的墙体材料不能起到很好的防水、防止蒸汽入侵的效果，因此对于首层墙体作出增设防潮层的要求，同时对于墙体材料作出建议。

**5.2.6**设备管道在场地内应设置地沟和地坑对其进行保护，同时地坑外部与土壤接触的部位需做防水层、防潮层，做法同建筑单体，并与建筑单体相接部位形成闭合，地沟和地坑的设置不能对建筑结构主体造成影响。

**5.2.7**地基结合护坡对场地进行防护处理后，在基坑内部存在因降水等因素形成积水的可能性，因此在设计中可根据工程所处环境地质条件，适当考虑排水措施，以减小积水对结构的压力。

**5.2.8**对建筑内部的通风措施作出要求，以提高室内环境舒适度。排风口需远离常有人员活动的区域，或在建筑最高处排出，不对活动场地、周边房间自然通风造成影响。对于不同功能的房间，通风方式应采用适宜的措施，以达到更好的通风效果，及功能使用要求。

5.3 防腐措施

**5.3.1** 通常情况下土壤和地下水腐蚀程度可以参考《岩土工程勘察规范》（GB50021）中的规定，划分为强腐蚀、中腐蚀、弱腐蚀和微腐蚀四个等级。其中重点关注修复后地下水存在中腐蚀或强腐蚀等级腐蚀风险，叠加未来地下水水位波动可能造成的建筑安全影响会更大，则应在建筑整体防渗透、建筑材料等方面加强防护设计。

**5.3.2** 如前期调查发现修复后土壤或地下水中某些具体指标异常升高（与周边背景值或对照点浓度存在统计学意义上的显著差异时），而这些异常升高的指标都是局部性和非持久性的，排除沿海、高盐碱等高背景值的特殊情况，可采用主动降低该类指标的办法降低该区域的腐蚀风险等级。例如地下水中硫酸盐浓度超过《工业建筑防腐蚀设计标准》（GB/T 50046）中规定的强腐蚀等级限值1%时，应该采取地下水水质跟踪监测，如果发现其浓度不能达到稳定或逐步降低趋势，可采取应急主动防控措施，适当降低腐蚀风险。

**5.3.3**常用的防腐保护层材料包括但不限于：环氧沥青（贴玻璃布）、聚氨酯沥青（贴玻璃布）、树脂玻璃鳞片土层、聚合物水泥砂浆等。

**5.3.4** 当采用主动防腐措施时，防腐工程施工单位应在施工前制定施工方案。其中施工方案中应包括短期采样监测和效果评估方法，以及长期跟踪监测预案（如果短期内未到达预期目标）。

**6 施 工**

**6.0.1**在施工前，应熟悉掌握场地相关资料，并对场地内部环保设施进行保护处理，设置明显标识，施工时不应对其造成破坏。如因工程需要，无法避让，应与相关部门沟通解决。

**7 监测维护**

**7.0.3**环境应急预案包括针对土壤气、环境空气、地表水、地下水、土壤质量不达标时的应急措施。