T/CECSxxx-202x

中 国 工 程 建 设 标 准 化 协 会 标 准

**工程余泥渣土受纳场工程技术规程**

Technical specification for construction clay and residue receiving field

（**征求意见稿**）

（提交反馈意见时，请将有关专利连同支持性文件一并附上）

XXX出版社

中 国 工 程 建 设 标 准 化 协 会 标 准

**工程余泥渣土受纳场工程技术规程**

（拟改名：工程余泥渣土受纳场技术规程工程）

Technical specification for green disposal and utilization of construction clay and residue

**T/CECS xxx－202x**

主编单位：中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司

中国建筑标准设计研究院有限公司

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：202X年XX月XX日

中 国 X X出 版 社

202X年 北 京

##

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发﹤2021年第二批协会标准制订、修订计划﹥的通知》（建标协字〔2021〕20号）的要求，编制组经深入调查研究，认真总结实践经验，参考国内外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程共分为7章，主要技术内容包括：总则、术语、基本规定、受纳场规划、受纳场建造与监测、再利用、验收等。

请注意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。

本规程由中国工程建设标准化协会建筑与市政工程产品应用分会归口管理，由中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司负责具体技术内容的解释。在执行过程中如有意见或建议，请寄送中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司（地址：浙江省杭州市西湖区灯彩街321号，邮政编码：310030）。

主编单位：中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司

中国建筑标准设计研究院有限公司

参编单位：浙江大学

浙江工业大学

浙江华东工程建设管理有限公司

北京鑫达恒源教育科技有限公司

主要起草人：

主要审查人：

**目 录**

**[1 总则 1](#_Toc118998339)**

**[2 术语 2](#_Toc118998340)**

**[3 基本规定 4](#_Toc118998341)**

**[4 受纳场规划 5](#_Toc118998342)**

[4.1 总体布局 5](#_Toc118998343)

[4.2 受纳场选址 5](#_Toc118998344)

**[5 受纳场建造与监测 7](#_Toc118998345)**

[5.1 一般规定 7](#_Toc118998346)

[5.2 场地勘察 7](#_Toc118998347)

[5.3 受纳场设计 8](#_Toc118998348)

[5.4 堆填 11](#_Toc118998349)

[5.5 封场 13](#_Toc118998350)

[5.6 安全监测 14](#_Toc118998351)

**[6 再利用 16](#_Toc118998352)**

[6.1 一般规定 16](#_Toc118998353)

[6.2 城市绿地土壤改良 16](#_Toc118998354)

[6.3 生态林地再造 17](#_Toc118998355)

[6.4 景观塑造 20](#_Toc118998356)

[6.5 建设用地再造 21](#_Toc118998357)

[6.6 回采综合利用 22](#_Toc118998358)

**[7 验 收 24](#_Toc118998359)**

[7.1 一般规定 24](#_Toc118998360)

[7.2 受纳场建造质量验收 24](#_Toc118998361)

[7.3 封场验收 25](#_Toc118998362)

[7.4 再利用验收 26](#_Toc118998363)

[用词说明 27](#_Toc118998364)

[引用标准名录 28](#_Toc118998365)

附：[条文说明 30](#_Toc118998366)

**Contents**

**[1 General Provisions 1](#_Toc118998339)**

**[2 Terms 2](#_Toc118998340)**

**[3 Basic Requirements 4](#_Toc118998341)**

**[4 Receiving Field Planning 5](#_Toc118998342)**

[4.1 General layout 5](#_Toc118998343)

[4.2 Site selection 5](#_Toc118998344)

**[5 Construction and Monitoring of Receiving Field 7](#_Toc118998345)**

[5.1 General requirement 7](#_Toc118998346)

[5.2 Investigation of receiving field 7](#_Toc118998347)

[5.3 Design of receiving field 8](#_Toc118998348)

[5.4 Landfilling operation 11](#_Toc118998349)

[5.5 Receiving filed closure 13](#_Toc118998350)

[5.6 Monitoring for safety 14](#_Toc118998351)

**[6 Receiving Filed Reutilization 16](#_Toc118998352)**

[6.1 General requirement 16](#_Toc118998353)

[6.2 Soil amelioration for urban greening 16](#_Toc118998354)

[6.3 Ecological forest land reconstruction 17](#_Toc118998355)

[6.4 Landscape shaping 20](#_Toc118998356)

[6.5 Reconstruction of construction land 21](#_Toc118998357)

[6.6 Comprehensive utilization of mining 22](#_Toc118998358)

**[7 Acceptance 24](#_Toc118998359)**

[7.1 General requirement 24](#_Toc118998360)

[7.2 Acceptance of landfilling operation quality 24](#_Toc118998361)

[7.3 Acceptance of closure 25](#_Toc118998362)

[7.4 Acceptance of reutilization 26](#_Toc118998363)

[Explanation of wording 27](#_Toc118998364)

[List of quoted standards 28](#_Toc118998365)

[Explanation of provisions 30](#_Toc118998366)

# 1 总 则

**1.0.1** 为规范工程余泥渣土受纳场的建设行为，保障受纳场稳定安全，降低工程余泥渣土堆填处置对生态环境的影响，做到因地制宜、安全可靠、技术先进、经济合理，制定本规程。

**1.0.2** 本规程适用于工程余泥渣土受纳场的规划、设计、建造和再利用。

**1.0.3** 工程余泥渣土受纳场的建设，除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

# 2 术 语

**2.0.1** 工程余泥渣土 construction clay and residue

工程建设过程中产生的工程渣土、工程泥浆，及河湖库清淤产生的河湖库底泥，不包括其他建筑垃圾和生活垃圾。

**2.0.2** 受纳场 receiving filed

经政府允许的收集、堆放工程余泥渣土的场地。根据场地地形可划分为山谷形、平原形和洼地形3种类型。

**2.0.3** 永久受纳场 permanent receiving filed

建设工程施工期及永久运行期均存在的收集、堆放工程余泥渣土的场地。

**2.0.4** 堆填作业 landfilling operation

采取防渗、铺平、压实、覆盖等工程措施对工程余泥渣土实施堆填的过程。

**2.0.5** 堆填体 landfill

受纳场中堆填形成的工程余泥渣土实体。

**2.0.6** 最大堆填高度 maximum landfill height

堆填体的最高点与最低点的高程差。

**2.0.7** 受纳场安全等级 safety level of receiving filed

根据受纳场容量、最大堆填高度及受纳场失事破坏后果，划分受纳场的安全等级。

**2.0.8** 受纳场封场 receiving filed closure

受纳场容量达到设计标准及服务年限结束后，根据实际堆填状况和相关资料进行关闭的行为。

**2.0.9** 受纳场再利用 receiving filed reutilization

受纳场封场后，土地的重新开发利用的活动。

**2.0.10** 长期监测 long-term monitoring

受纳场工程封场后及再利用期间，对受纳场进行有固定频率的连续监测。

**2.0.11** 监测设施 monitoring facilities

各类监测仪器设备及其保护装置、观测房、观测便道等辅助设施的统称。

**2.0.12** 受纳场稳定化 receiving filed stabilization

受纳场封场后，各项安全监测指标趋于稳定，堆填体沉降符合场地稳定化利用判定要求的过程。

**2.0.13** 城市绿地土壤 soils for urban greening

用于种植花卉、草坪、地被、灌木、乔木、藤本等植物的绿化用土壤。

**2.0.14** 土壤改良soil amelioration

针对土壤的不良性状和障碍因素，采取物理或化学、生物措施，来改善土壤性状，提高土壤肥力的过程。

**2.0.15** 建设用地development land

建造建筑物、构筑物的土地，包括城乡住宅和公共设施用地、工矿用地、交通水利设施用地、旅游用地、军事设施用地等。

# 3 基本规定

**3.0.1** 受纳场的规划应和当地城乡建设总体规划、土地利用总体规划、农田水利规划、交通运输规划、环境保护规划等相关规划相协调。

**3.0.2** 受纳场选址时应开展环境影响评价和地质灾害危险性评估。

**3.0.3** 受纳场的建造方案，应根据场址所在地区的自然条件、总容量、年堆填量，结合生产运输、环境保护以及电力、通信、给水排水等设施，经多方案综合比较后确定，可采取整体或分期建造。

**3.0.4** 具备再利用条件的受纳场，应提前制定再利用方案，开展专项论证工作，取得相关管理部门的确认意见后，开展受纳场再利用活动。

# 4 受纳场规划

**4.1 总体布局**

**4.1.1** 受纳场的总体布局规划应遵循科学合理、节约用地、保护生态环境和安全可靠的原则。

**4.1.2** 受纳场的总体布局规划应充分利用地形条件，在区域内筛选出潜在的具有固定消纳场建设条件的场址。

**4.1.3** 受纳场总体布局规划时，应对场地服务区域内工程余泥渣土的现状产生量、预测产生量及其空间分布进行分析，研究受纳场场址近期、远期布局规划方案，并编制总体布局规划专题报告。

**4..1.4** 工程余泥渣土的现状产生量、预测产生量估算应满足下列要求：

1 产生量、预测产生量估算时应收集服务区域内的地形地貌、地质勘察报告、城市总体规划、区内开挖工程设计及施工图等资料。

2 估算方法和预测模型可按《工程渣土堆填处置技术规程》T/CECS ××× 附录A推荐方法执行。

**4.2 受纳场选址**

**4.2.1** 受纳场选址应符合国家现行标准《水土保持工程设计规范》GB 51018 和《建筑垃圾处理技术标准》CJJ/T 134 的有关规定，不得影响工程、居民区、交通干线或其他重要基础设施的安全。
**4.2.2** 受纳场选址时应开展选址调查，选择堆填容量、面积和稳定性均满足要求的场地，并考虑区域共享、城乡共享。

**4.2.3** 受纳场选址时应收集潜在受纳场周边的水文、地形、工程地质、环境保护和水土保持等方面的资料。

**4.2.4** 受纳场场址宜优选在下列位置：

1 地形条件为山谷、小坡度山地（20°以下）、平地或低洼地带。

2 废弃采石场或尚在开采、计划远期关闭的采石场。

3 土地利用价值低且交通较便利的区域。

4 可优先考虑与在建城市公园、森林公园结合建设。

**4.2.5** 受纳场选址应遵循场址预选、场址比选和场址确认的步骤，通过对比分析确定预选场址的优先推荐次序，完成选址报告或可行性研究报告，通过专家审查后最终确定场址。

**4.2.6** 对于堆填容量>300万m3，或最大堆渣高度>100m的规模大或失事后危害程度大的受纳场，选址时应对场址及其影响范围内的滑坡、泥石流等地质灾害开展专题研究，并进行长期监测。

# 5 受纳场建造与监测

**5.1 一般规定**

**5.1.1** 受纳场建造前应进一步核实各场址的建设适宜性，确保场址地基承载力、稳定性等堆填要素应符合现行国家标准《水土保持工程设计规范》GB 51018的有关规定。

**5.1.2** 受纳场建造时应按照“先设计、后建造”的原则，积极、稳妥、有序推进受纳场建造工作。

**5.1.3** 受纳场建造应考虑对周边环境的影响和后期再利用，做到安全可靠和绿色低碳环保。

**5.2 场地勘察**

**5.2.1** 受纳场工程地质勘察应配合工程设计展开，分阶段进行踏勘、初步勘察和详细勘察，各勘察阶段的工作应目标明确、重点突出。

**5.2.2** 各阶段受纳场工程地质勘察工作内容及深度应与相应设计阶段的工作深度相适应。

**5.2.3** 受纳场工程地质勘察采用的方法、试验测试参数应符合国家现行标准《岩土工程勘察规范》GB 50021的有关规定，并参考《工程渣土堆填处置技术规程》T/CECS ×××、《建筑垃圾处理技术标准》CJJT 134和《水电工程渣场设计规范》N/BT 35111等有关标准执行。

**5.2.4** 受纳场工程勘察资料的整理应在工程地质测绘、勘探、室内试验、原位测试和已有相关资料的基础上，根据不同勘察阶段和具体工程要求进行。

**5.2.5** 受纳场的工程地质勘察报告应对受纳场堆填施工和封场后可能发生的滑坡、泥石流等岩土工程灾害进行分析研究，并提出长期监测和预防措施建议。

**5.3 受纳场设计**

**5.3.1** 受纳场设计所需的基础资料应符合表5.3.1的规定，设计宜包括以下3个部分：

1 总平面布置设计。

2 受纳场主体工程设计，主要包括场地地基处理、受纳场稳定性分析、拦挡工程和坡面防护设施、受纳场截排水、场内道路设计等内容。

3 其他辅助设施设计。

**表5.3.1 受纳场设计基础资料**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 资料分类 | 资料应包含内容 |
| 1 | 地形测绘资料 | 场区及其临近有关地段的地形地貌资料、地形图。 |
| 2 | 工程地质资料 | 场区工程地质及地质勘察资料，主要包括地层岩性、地质构造、岩体物理力学参数、覆盖层分布、场区及其周围泥石流、滑坡等不良地质情况。 |
| 3 | 工程余泥渣土基础资料 | 可能受纳的工程余泥渣土的料源、分类以及基础物理力学参数等资料。 |
| 4 | 水文气象资料 | 多年平均降雨量、年最大降雨量、月最大降雨量等气候、气象条件，与受纳场设防标准相应的涉及河道、沟道的洪水流量及洪水位、地表径流和地下补给量等资料。 |

**5.3.2** 受纳场的总平面布置设计应结合受纳场场地特征、场区工程地质条件、外部环境条件和堆填施工作业等因素，并应遵循以下原则经多方案综合比较确定：

1 受纳场建造总平面设计应该按照功能分区布置。

2 受纳场应根据场地特征合理布置堆填分区，并按设计分区堆填类别和物理力学性质差异较大的工程余泥渣土。

3 受纳场宜根据所受纳的工程余泥渣土工程性质设置转存区，用以临时转存含水率高的或可再回采利用的工程余泥渣土。

4 受纳场总平面布置地形图比例尺应参照《水土保持工程设计规范》GB 51018、《水电工程渣场设计规范》N/BT 35111等国家现行有关标准执行。

**5.3.3** 受纳场的天然地基或经过加固处理的地基，其承载力应能满足正常堆填速度下不同堆填状态稳定性要求。承载力和稳定性不满足要求的受纳场地基，应按现行国家标准《建筑边坡工程技术规范》GB 50330、《建筑地基处理规范》JGJ 79的相关规定，选用合适的方法进行加固。

**5.3.4** 受纳场的稳定性分析应包括堆填体边坡及其地基的抗滑稳定性分析，稳定性分析时应符合下列规定：

1 稳定性分析前，应先表5.3.4-1划分受纳场级别，根据受纳场级别选择对应的抗滑稳定最小安全系数。

**表5.3.4-1 受纳场级别划分**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 受纳场级别 | 堆填方量*V*（万m3） | 最大堆填高度*H*（m） | 失事后危害程度 |
| Ⅰ | *V*≥100 | *V*≥60 | 严重危害 |
| Ⅱ | 50≤*V*＜100 | 20≤*V*＜60 | 中等危害 |
| Ⅲ | *V*＜50 | *V*＜20 | 较轻危害或无危害 |
| 注：按堆填方量、最大堆填高度、受纳场失事后的危害程度确定的级别不一致时，应按高级别执行。 |

2 受纳场的稳定性分析应考虑正常、短暂、偶然三种设计状况，选择有代表性断面计算，计算时应考虑采用基本荷载组合和偶然荷载组合计算分析，荷载及其组合应参照现行国家标准《水土保持工程设计规范》GB 51018的相关规定执行。

3 不同级别受纳场在不同运用条件下的抗滑稳定最小安全系数可按表5.3.4-2选择。

**表5.3.4-2 受纳场边坡抗滑稳定最小安全系数**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 计算方法 | 运用条件 | 受纳场级别 |
| Ⅰ | Ⅱ | Ⅲ |
| 瑞典圆弧法 | 正常状况 | 1.25 | 1.20 | 1.15 |
| 短暂状况 | 1.15 | 1.10 | 1.05 |
| 偶然状况 | 1.10 | 1.05 | 1.05 |
| 简化毕肖普法、摩根斯顿-普莱斯法 | 正常状况 | 1.30 | 1.25 | 1.20 |
| 短暂状况 | 1.25 | 1.20 | 1.15 |
| 偶然状况 | 1.10 | 1.05 | 1.05 |

4 受纳场稳定性分析所需地基承载力、工程余泥渣土物理力学参数宜通过现场原位试验、室内物理力学试验确定，没有试验条件可通过工程类比确定。

5 受纳场堆填体边坡坡比应根据受纳场稳定分析结果确定，建议坡比可按现行国家标准《水土保持工程设计规范》GB 51018的相关规定执行。

6 对地质条件较差或受力复杂的受纳场，其抗滑稳定分析宜作专门研究，并应采取工程措施确保受纳场整体稳定。

**5.3.5** 受纳场应设计有拦挡工程和坡面防护设施，拦挡工程和防护设施类型应根据受纳场稳定分析成果及运行防护要求设计，相关参数除应符合现行国家标准《水土保持工程设计规范》GB 51018的有关规定外，并应满足下列要求：

1 拦挡工程应布置在堆填体坡脚处，满足自身稳定、防洪标准和耐久性要求，其结构形式、断面尺寸等应根据受纳场类型、工程地质条件、防护要求、建筑材料来源等通过综合比选确定。

2 坡面防护应满足坡面稳定、环境保护和水土保持的要求，防护型式宜结合后期封场设计综合比选确定。

**5.3.6** 受纳场应设计有堆填体内部排水和堆填体表面截排水工程措施，工程措施应结合工程余泥渣土堆填施工进度分期分阶段实施，并应满足下列要求：

1 堆填体内部排水宜采用排水盲沟、排水涵管等结构，堆填体底部的截排水宜顺原始沟道或低洼地形设置。

2 堆填体表面截排水设施宜在堆填体顶部、周边及马道设置。

3 受纳场截排水结构设计方法和要求宜参照现行国家标准《水电工程渣场设计规范》NB/T 35111等有关规定执行。

**5.3.7** 受纳场场内道路设计应综合考虑受纳场类型、堆填作业顺序、各堆填阶段标高以及受纳场总平面布置等布设，道路应满足运输车量、车载负荷的需求，并应与竖向设计、绿化设计相互协调。

**5.3.8** 受纳场其他生产管理、辅助设施应满足使用功能和安全的要求，宜集中布置在主导风向的上风向，与堆填区之间应设绿化隔离带。

**5.4 堆填**

**5.4.1** 受纳场堆填施工前，应做好堆填施工准备工作，并满足下列要求：

1 填施工前应先完成受纳场供水、供电、照明、排水、道路、临时建筑等设施准备工作，施工时应保证场地周边环境的使用安全，确保堆填施工机械正常作业。

2 堆填施工前，应将场地地表清理干净。

3 地表有积水时，应将地表上积水及含水率过大的泥土清除后方可堆填，坡底临湖、河或沟渠时，宜先铺设碎石垫层。

**5.4.2** 堆填施工时，应对工程余泥渣土的杂物含量、污染性和含水率进行检测，并根据其类别和工程性状分区堆填，并应符合下列规定：

1 工程余泥渣土类别、软硬程度等性质差异较大时，宜将含水率较低且透水性较好的工程余泥渣土堆填在近边坡部位。

2 工程余泥渣土含水率超过40%时，应在转存区经沉淀、晾干或者固化处置后方可消纳堆填。

**5.4.3** 工程余泥渣土的堆填，应采用自下而上均衡分台阶堆填，分层压（夯）实，避免大量快速集中堆填，并应符合下列规定：

1 堆填台阶高度应根据施工机械设备类型和受纳场稳定性分析结果确定，采用多级堆填时，第一层台阶高度应小于15~20m。

2 堆填时，应分层堆填并分层压（夯）实，分层压实的方法及施工机具应根据受纳的工程余泥渣土性质、场地条件、设计要求等因素合理确定，对于种类复杂或设计有相关要求的，应通过现场试验确定。

3 每层堆填厚度及压实遍数可按表5.4.3-1确定，并应在分层压实检验合格后再堆填上层工程余泥渣土。

**表5.4.3-1 受纳场堆填碾压参数**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 碾压设备 | 每层堆填厚度（mm） | 每层压实遍数 |
| 平碾（8t~12t） | 200~300 | 6~8 |
| 羊足碾（5t~16t） | 200~350 | 8~16 |

4 每完成一个台阶堆填应进行一次堆填要素检查，分多级台阶填筑形成的单级台阶高度、坡比、马道宽度及其坡比等参数可按表5.4.3-2确定。

**表5.4.3-2 受纳场堆填施工边坡参数**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 单级台阶高度（m） | 单级边坡坡比 | 马道宽度（m） | 马道坡度（%） |
| 6~10 | 1:1.5~1:3 | ≥2 | 1~2 |

5 当堆填体沉降量大于10 mm/d，水平位移大于3 mm/d，应及时分析原因，并减缓堆填速度，停止堆载。

**5.4.4** 堆填作业时，应提前完成堆填体底部排水设施施工，堆填体内排水、地表临时排水设施的施工应与堆填作业交替进行，永久性地表水排水设施应在堆填体自然沉降一段时间后施工。

**5.4.5** 堆填体表面截排水设施完成前，宜对堆填体设置临时防水、排水、防冲措施，并应满足下列要求：

1 采取防雨措施，防止降水大量入渗增加工程余泥渣土含水率。

2 堆填作业时设置的临时排水设施应满足地下水、季节性暴雨和施工用水等的排放要求。

3 每完成一级堆填体台阶作业，堆填体坡面应设置临时性防冲刷措施。

**5.4.6** 堆填作业过程中，应按设计坡比和标高对堆填体边坡进行整修，保证堆填体边坡稳定。

**5.4.7** 受纳场堆填应文明施工，并应符合下列规定：

1 施工现场应标准化围蔽。

2 工程余泥渣土临时堆存、裸露地面应覆盖或者喷洒扬尘剂，在堆填作业区域内应不定期洒水或采取其他抑尘措施。

3 受纳场出口宜设置车辆自动喷淋冲洗设施，确保将出场运输车辆冲洗干净。

**5.5 封场**

**5.5.1** 堆填至受纳场设计终场标高或无法再受纳工程余泥渣土时确需关闭的，经所在地县级以上地方人民政府环境保护、环境卫生行政主管部门鉴定、核准后，应及时封场。

**5.5.2** 受纳场封场应提前进行封场设计，设计应包括堆填体整形、封场覆盖、生态恢复和水土保持等。

**5.5.3** 堆填体的整形，应有利于增加堆填体边坡的稳定性，满足封场覆盖和生态恢复的要求，并应符合下列规定：

1 整形应采用机械整形，施工时应采用分层浅挖作业法，不得快速深挖，不应开挖坡脚，并做好地表水和地下水的导排。

2 整形施工时，应及时对堆填体出现的裂缝、沟坎、空洞等进行分层回填并压实，压实度不宜小于90%。

3 整形后顶面坡度整体不宜小于5%，边坡坡度大于10%时宜采用多级台阶，台阶间边坡坡度不宜大于1:3，并在各级台阶间设置马道，马道宽≥2.0m。

**5.5.4** 封场覆盖的覆盖层宜采用土质覆盖层，由上至下宜包含生态恢复土层、储水层、排水层、封场防渗层等结构，并应符合下列规定：

1 生态恢复土层、储水层、排水层结构设计参数可按现行标准《建筑垃圾处理技术标准》CJJ/T 134和《工程渣土堆填处置技术规程》T/CECS ×××中的相关规定执行。

2 封场防渗层结构宜采用能自动适应变形的复合土工膜防渗结构，协调防渗层结构与堆填体沉降变形，提高封场防渗效果。

**5.5.5** 封场覆盖完成后，应采用植被种植的方式及时对受纳场进行生态恢复，植被宜优选优良的乡土树种，并与周边自然环境及景观相协调。

**5.5.6** 封场施工及封场后，应针对受纳场场地特点制定环境保护、水土保持和安全措施，并做好维护工作。

**5.5.7** 封场施工应针对堆填体滑坡等岩土工程灾害制订应急预案和现场应急措施，施工前施工人员应进行斜坡压实安全培训。

**5.5.8** 受纳场封场应建立完整的覆盖层、安全和环境监控系统，封场后维护与监测时间应不少于30a。

**5.6 安全监测**

**5.6.1** 受纳场堆填、封场及封场后管理期内，应在场内及场区周边山体边坡设置长期安全监测设施。

**5.6.2** 受纳场安全监测应先确定堆填体边坡和周边山体边坡的安全等级，按表5.6.2规定确定监测项目及监测频率。

**表5.6.2 受纳场边坡安全监测项目及监测频次表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 监测项目 | 边坡安全等级 | 监测频次 |
| 一级 | 二级 | 三级 | 施工期及封场 | 封场后 |
| 变形监测 | 表面位移 | ▲ | ▲ | ▲ | 2次/月 | 2次/月 |
| 内部位移 | ▲ | ▲ | △ | 2次/月 | 1次/月 |
| 边坡裂缝 | ▲ | ▲ | △ | 裂缝开始出现时应逐日观测，稳定后每周观测一次，直到裂缝不再发展为止 |
| 水文气象监测 | 孔隙水压 | ▲ | ▲ | ▲ | 2次/月 | 1次/月 |
| 地下水位 | ▲ | △ | △ | 2次/月 | 1次/月 |
| 降雨量 | ▲ | ▲ | ▲ | 应能实时显示降雨量，统计日降雨量、月降雨量和年降雨量 |
| 视频监控 | ▲ | ▲ | ▲ | / | / |
| 注：当堆填体边坡出现等速变形时，变形监测项目应每周监测不少于1次，出现加速变形时应每日进行监测；当水位上升或恶劣天气时，水文气象监测应每日进行观测。 |

**5.6.3** 受纳场安全监测时，选择的监测断面应能反映堆填体边坡变形特点，各类监测设施的埋设应按现行国家标准《建筑边坡工程技术规范》GB 50330的有关规定执行。

**5.6.4** 受纳场的安全监测应采用仪器监测与现场巡视检查相结合的方式进行。

**5.6.5** 受纳场安全监测应建立智慧化在线监测系统，对堆填体边坡及周边山体边坡进行连续实时监测，并应搭建监测信息管理系统，及时对监测数据、现场巡视检查资料进行整编和分析。

**5.6.6** 受纳场安全监测应根据监测物理量的大小、变化规律及趋势，在参考类似工程经验基础上，提出受纳场安全监测预警指标，对边坡变形稳定状态进行预测及预警，并应满足下列要求：

1 边坡安全监测预警指标、变形稳定状态警戒级别可按现场标准《水电工程边坡安全监测技术规范》DL/T 5796和《工程渣土堆填处置技术规程》T/CECS ×××的有关规定执行。

2 根据监测设施及现场巡视检查结果，对可能威胁受纳场安全、造成人员伤亡或财产重大损失的监测成果，应及时与相关单位反馈。

3 遭遇暴雨以上降水强度、有感地震及边坡出现其他不安全征兆等情况时，安全监测警戒级别可提高。

# 6 再利用

**6.1 一般规定**

**6.1.1** 再利用应遵循封场、受纳场稳定化和再利用的一般性过程。

**6.1.2**  根据人与场地的接触时间不同，受纳场再利用程度可分为低度利用、中度利用和高度利用三种，封场后未稳定化的受纳场，应在一定年限内对受纳场的再利用行为进行严格限制。

**6.1.3** 受纳场稳定化特征应包括：封场年限、地表水水质、大气环境、堆填体沉降和植被恢复等，稳定化利用判定标准应满足表6.1.3的要求。

**表6.1.3 受纳场场地稳定化利用判定标准**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 再利用程度 | 低度利用，人与场地非长期接触 | 中度利用，人与场地不定期接触 | 高度利用，人与场地长期接触 |
| 再利用方式 | 草地、农地、森林 | 小公园、运动场、运动型公园、野生动物园等休闲场所 | 一般仓储、工业厂房 |
| 封场年限/年 | 短，(3, 5] | 较长，(5, 10] | 较长，(10, +∞) |
| 地表水水质 | 满足GB 3838相关要求 |
| 场地区域大气指标 | / | 满足GB 3838相关要求 |
| 恶臭指标 | / | 达到GB 14554三级标准 |
| 堆填体沉降 | 大，>35 cm/a | 不均匀，(10, 30)cm/a | 小，(1-5) cm/a |
| 植被恢复 | 恢复初期，以草本植物生长为主 | 恢复中期，出现了乔灌木植物 | 恢复后期，植物生长旺盛，包括各类草本、花卉、乔木、灌木等 |
| 封场年限从受纳场完全封场后开始算起 |

**6.1.4** 再利用应提前制定再利用规划，并进行多专业分析和整合，综合受纳场的场地特性、封场管理、生态修复、场地改造等选择适合的再利用方式，促进城市功能的完善。

**6.2 城市绿地土壤改良**

**6.2.1** 利用工程余泥渣土改良城市绿地土壤时，应制定土壤改良方案，并应避免城市绿地土壤改良对施工人员、周边人群健康及环境产生危害。

**6.2.2** 待改良的城市绿地土壤，应根据《绿化种植土壤》CJ/T 340规定的理化指标和检验方法，对城市绿地土壤进行本底调查，明确城市绿地土壤在物理性状、养分、酸碱度、土壤肥力等理化指标。

**6.2.3** 城市绿地土壤改良技术方案应按土壤本底调查结果、植被配置及城市绿地土壤改良预期目标等制定，并应按图6.2.3所示技术路线进行改良。



**图6.2.3 城市绿地土壤改良技术路线图**

**6.2.4** 城市绿地土壤改良完成后，应按现行标准《绿化种植土壤》CJ/T 340 相关规定对改良后的土壤进行检测，有土壤病虫害的改良土壤，宜先进行消毒处理，各理化指标达标后方可使用。

**6.2.5** 种植城市绿化植物前，应将改良合格的城市绿地土壤打碎，便于土壤种植层和地下水能有效贯通，有效土层厚度应符合现行标准《园林绿化工程施工及验收规范》CJJ 82的有关规定。

**6.3 生态林地再造**

**6.3.1** 重建为生态林地的受纳场，封场时土质覆盖层一般覆土厚度可参照表6.3.1执行，一般宜大于30cm。

**表6.3.1 受纳场场地生态林地再造土质覆盖层覆土厚度**

|  |  |
| --- | --- |
| 受纳场生态林地再造区域 | 封场时土质覆盖层厚度（cm） |
| 西北黄土高原区的土石山区 | ≥60 |

**续表6.3.1**

|  |  |
| --- | --- |
| 受纳场生态林地再造区域 | 封场时土质覆盖层厚度（cm） |
| 东北黑土区 | ≥50 |
| 北方土石山区 | ≥40 |
| 南方红壤丘陵区 | ≥40 |
| 西南土石山区 | 20~40 |

**6.3.2** 生态林地再造应根据受纳场场地类型判定要求划分受纳场生态林地再造场地类型，并选择合理的生态林地植被重建方式。受纳场场地类型划分判定要求及植被重建方式应符合表6.3.2的有关规定，并满足以下要求：

1 在堆填体边坡稳定的前提下，宜在堆填体顶部增加覆土层厚度，使草本植物、灌木和乔木的种植土层厚度分别达到0.5m，0.8m和1.5m以上。

2 采用客土造林、栽植带土球乔灌木、营造灌木林可视情况降低覆土厚度或不覆土。

**表6.3.2 受纳场场地类型划分判定要求及植被重建方式**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 场地类型 | Ⅰ | Ⅱ | Ⅲ |
| 封场年限（年） | >3 | >3 | >5 |
| 堆填体沉降速度（cm/a） | >35  | 10~35 | <10 |
| 土质覆盖层厚度（cm） | ≥40 | ≥60 | ≥90 |
| 生态林地再造植被重建方式 | 地被建植 | 群落营建（灌木） | 群落营建（乔木-灌木） |

**6.3.3** 土质覆盖层土壤理化指标应满足不同植被重建方式下的植物生长需求，生态林地再造土质覆盖层土壤理化指标要求应符合表6.3.3的规定，对理化性质不符合要求的土质覆盖层土壤应进行改良。

**表6.3.3 生态林地再造土质覆盖层土壤理化指标要求**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 土壤理化指标 | 地被建植 | 群落营建（灌木） | 群落营建（乔木-灌木） |
| 酸碱度（pH值） | 6.0~8.0 | 6.0~8.0 | 6.0~8.0 |
| 电导率（EC值，mS/cm） | 1.2~2.5 | 0.1~1.2 | 0.1~1.0 |

**续表6.3.3**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 土壤理化指标 | 地被建植 | 群落营建（灌木） | 群落营建（乔木-灌木） |
| 密度（g/cm3） | ≤1.00 | ≤1.25 | ≤1.30 |
| 土壤非毛管孔隙度（%） | ≥15 | ≥8 | ≥5 |
| 有机质含量（g/kg） | ≥10 | ≥15 | ≥20 |
| 水解性（mg/kg） | ≥30 | ≥80 | ≥100 |
| 有效P（mg/kg） | ≥5 | ≥8 | ≥10 |

**6.3.4** 生态林地再造植被重建时，植物选择和配置应按现行国家标准《水土保持林工程设计规范》GB/T 51097附录B和附录C的相关规定执行。

**6.3.5** 植被重建植物群落结构应以灌草结构为主，乔草结构为辅，兼顾不同生活型植物的配比，多树种混交，适当增加常绿树种比例，并应保护和利用原有植被，重点保护自然生长的木本植物及具有观赏价值的开花植物。

**6.3.6** 植被重建时，应加强进场苗木材料质量把控，并采用成熟的绿化栽植技术，提高栽植成活率，确保植被健康生长。

**6.3.7** 植被重建完成后，应实施抚育管理与封禁治理，促进植被自然恢复，快速提升受纳场生态林地功能，并应满足下列要求：

1 抚育管理应主要开展幼林管护和成林管理，根据立地条件和栽植苗木情况不同，抚育管理年限应至少在1~3年。

2 封禁治理方式应根据受纳场区域水土保持和生态功能的重要性确定。再利用后受纳场处于水土流失重点防治区或重要生态功能区的，应采用全年封禁治理方式，不应开展伐木、砍柴、割草、放牧、取土和打猎等人为活动；其余地区再利用的受纳场以半封和轮封为主。

3 抚育管理与封禁治理过程中，应加强对病虫害的监测、防治及林区防火工作，促进植被自然恢复，快速提升受纳场生态林地功能。

**6.4 景观塑造**

**6.4.1** 景观塑造应结合受纳场封场情况、城市规划、区域的整体风格等情况，因地制宜地开展受纳场景观塑造设计，并注重体验设计。

**6.4.2** 受纳场的景观塑造宜包括地形、坡面、水体、土壤改良、种植设计、道路和景观小品设计等内容，景观塑造时不宜在受纳场内建造大型建筑，景观塑造时应满足下列要求：

1 地形设计应充分尊重封场后受纳场原有地形，可通过增加覆土厚度的方法，营建微地形以丰富视线，但宜尽量避免人为活动对堆填体稳定性和场地截排水产生影响。

2 坡面设计时，宜结合堆填体边坡坡度，采用混凝土预制空心砖法、植被毯法、土工格室法、植被袋法、三维网法、植生机材喷附法等生态护坡，提升堆填体坡面生态效益，并确保边坡稳定。

3 景观塑造时，宜结合受纳场地形特征和截排水设施，采用小尺度挖方或洼地营建蓄水池、湿地等水体，增加受纳场景观性，但应避免开挖人工湖。

4 受纳场覆土层的土壤物理性状、养分、酸碱度、土壤肥力等理化指标不满足要求时，需要先对覆土层工程余泥渣土进行土壤改良，检测指标合格后对堆填体表面进行园林绿化种植。

5 景观塑造种植设计时，应先调查场区周边植物生长状况，结合土壤改良后的理化性质，选择场地及周边现存植物相似的、适应场地环境、具有较强耐性和可塑性的植物品种，做到高株低株合理搭配、矮树与花结合、四季常绿、四季有花的绿化设计。

6 景观塑造的道路可以充分利用场内原有道路，兼顾建筑、植物和景观小品布局，路面铺设材料宜尽量采用废弃轮胎、废弃块石、再生骨料等绿色低碳产品。

7 景观小品设计需要注重装饰性和实用性，兼顾其对场所精神的深化和资源的再利用。

**6.4.3** 景观塑造后期，可通过植物景观提升，丰富活动空间和基础设施完善的方式，提高景观塑造的观赏体验。

**6.4.4** 景观塑造时，场地绿化养护用水宜结合受纳场截排水工程设施布置蓄水灌溉设施，利用蓄水设施蓄积天然降水、截洪和排水工程引排的地表径流等，设置的蓄水灌溉设施应符合下列规定：

1 蓄水设施蓄水规模应根据降水量、集流面类型及面积、林草植被的灌水定额，一般按50%～75%的供水保证率确定。

2 根据林草植被灌溉要求，场地绿化养护宜配套布设喷灌、滴管和管灌等节水灌溉设施。

**6.4.5** 景观塑造完成后，宜开展生态恢复维护管理，死亡或生长不良的植被应进行补种，并注意清理外来入侵物种，保证受纳场生态系统的恢复。

**6.5 建设用地再造**

**6.5.1** 受纳场稳定化后，经环卫、岩土、环保等专业技术鉴定合格后，可再利用作为永久性建(构)筑物的建设用地。

**6.5.2** 受纳场建设用地再造应按现行国家标准《城市用地分类与规划建设用地标准》GB 50137的相关规定对再造后的建设用地类别进行划分，再造的场地宜首先作为工业用地（M1和M2）和绿地与广场用地（G1）。

**6.5.3**  受纳场建设用地再造后，场地土壤污染风险筛选值和管制值应符合现行国家标准《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》GB 36600的有关规定。

**6.5.4** 再利用为建设用地的受纳场，使用前应对处理后的地基进行地基承载力和变形评价，评价方法应符合现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007和《建筑地基检测技术规范》 JGJ 340 的相关规定。

**6.5.5** 受纳场承载力和变形不满足要求的，应按现行国家标准《建筑与市政地基基础通用规范》GB 55003的有关规定规定，通过现场试验确定地基处理方法的适用性和处理效果，选择合适的加固处理技术。采用压实和夯实技术进行加固处理时，宜优先使用智能强夯或智慧碾压技术。

**6.5.6** 受纳场建设用地再造过程中，应有专人或专门机构负责监测工作，按照规定的施工工艺对工序进行质量评定，并符合下列规定：

1 地基处理工程应进行施工全过程的监测，强夯加固的地基应进行夯击次数、夯沉量、隆起量、孔隙水压力等项目的监测

2 地基处理工程施工对周边环境有影响时，应进行邻近建(构)筑物竖向及水平位移监测、邻近地下管线监测以及周围地面变形监测。

3 再利用为建设用地的受纳场，其地基上的建筑物应在施工期间及使用期间进行沉降安全监测，直至沉降达到稳定为止。

**6.6 回采综合利用**

**6.6.1** 受纳场封场后，如需对工程余泥渣土进行回采综合利用，应先开展回采综合利用环境影响评价，并取得有关部门确认意见，

**6.6.2** 受纳场回采综合利用前，应根据回采料综合利用方向，对拟回采工程余泥渣土的工程性状、储量和开采运输条件进行评价，并制定受纳场工程余泥渣土回采综合利用方案，并应满足下列要求：

1 回采用作回填料时，应合理规划运输路线，避免或减少工程余泥渣土的远距离运输和反向运输。

2 回采用作城市绿地土壤改良用土或景观塑造用土时，宜先检测工程余泥渣土的物理性状、养分、酸碱度、土壤肥力等理化指标，对不满足要求的工程余泥渣土应按照现行标准《绿化种植土壤》CJ/T 340要求进行改良。

3 回采用于生产建材产品时，应结合受纳场场地特征和内部设施，合理布置综合利用生产区，减少工程余泥渣土转运距离。采用分选、破碎及筛分工艺生产砂石骨料时，产品质量应符合现行国家标准《建设用砂》GB/T 14684和《建设用卵石、碎石》GB/T 14685的相关规定。

**6.6.3** 受纳场回采综合利用时，宜提前收集工程余泥渣土分区堆填施工资料，根据堆填分区有计划回采可综合利用的工程余泥渣土，并应符合下列规定：

1 回采宜分单元进行，拟回采单元堆填年限不宜低于3年。

2 回采时应结合受纳场安全监测数据，对堆填体稳定性最不利体型进行分析，避免直接回采稳定性最不利堆填体。

3 回采受纳场地下水位较高时，应做好降水、排水措施。

4 回采前应制定回采安全预案和安全防范措施，回采过程中应采用分层浅挖作业法，避免快速深挖，确保回采施工的安全，回采深度较大时，应制定边坡加固方案。

**6.6.4** 受纳场回采过程中，应采取有效污染防治措施，防止工程余泥渣土回采产生二次环境污染。

**6.6.5** 受纳场回采完成后，应对剩余的工程余泥渣土采取防护措施，保证受纳场的稳定或将其清运至其他受纳场堆填处置。

# 7 验 收

**7.1 一般规定**

**7.1.1** 受纳场工程质量验收应在施工单位自行检查、评定合格的基础上进行。

**7.1.2** 受纳场工程相关分项工程之间，应进行交接检验，所有隐蔽分项工程应进行隐蔽验收，并应形成验收文件，验收合格后方可继续施工。

**7.1.3** 受纳场封场后，应编制完整的受纳场工程竣工图纸、资料，按国家相关标准与设计要求做好工程竣工验收和归档工作。

**7.2 受纳场建造质量验收**

**7.2.1** 受纳场场地勘察质量验收，应按照现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021有关规定执行。

**7.2.2** 受纳场地基和堆填体边坡工程质量验收，应按应按照现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300和《建筑边坡工程技术规范》GB 50330有关规定执行，并应符合下列规定：

1 受纳场堆填质量验收应分层进行，堆填施工质量验收项目宜满足表7.2.2规定。

**表7.2.2 受纳场堆填施工质量验收项目**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 序号 | 检验项目 | 允许偏差 | 检查数量 | 检验方法 |
| 主控项目 | 1 | 坡率 | 不大于设计值 | 每一检验批，不应少于2处 | 仪器测量 |
| 2 | 干密度 | 设计要求 | 抽样数量为每500m2不应少于1处，且每一检验批检验数量不应少于3处 | 现场试验检验 |
| 3 | 压实系数 | 设计要求 | 抽样数量为每400m2不应少于1处，且每一检验批检验数量不应少于3处 | 取样检验 |
| 4 | 标高（mm） | +50，-100 | 每一检验批，不应少于2处 | 仪器测量 |

**续表7.2.2**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 序号 | 检验项目 | 允许偏差 | 检查数量 | 检验方法 |
| 一般项目 | 1 | 坡面平整度（mm） | +50 | 每一检验批，不应少于2处 | 尺量，观察 |
| 2 | 平台宽度（mm） | 0，+100 | 每一检验批，不应少于2处 | 尺量，观察 |
| 3 | 坡脚线偏位（mm） | +300，-50 | 全数 | 仪器测量 |

2 堆填质量验收可结合钻探取样、动力触探等原位试验和室内试验进行验收，验收用的探坑或重型动力触探孔等应及时填实恢复。

**7.2.3** 受纳场挡护工程验收标准宜根据其结构形式确定，混凝土结构的挡护工程验收应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204有关规定；砌体结构的挡护工程验收应符合现行国家标准《砌体结构工程施工质量验收规范》 GB 50203的有关规定。

**7.2.4** 受纳场截排水工程、场内道路和其他配套工程的质量验收应符合现行国家有关标准的规定。

**7.3 封场验收**

**7.3.1** 封场各种材料应进行进场检验和验收，必要时应进行现场试验。

**7.3.2** 封场覆盖应分区逐层施工，下层验收合格后方可进行上层施工。

**7.3.3** 防渗层、排水层等隐蔽工程验收，应按工程设计要求和相关验收规范及时进行中间验收，分段施工时，铺设后应及时进行验收。

**7.3.4** 受纳场封场生态恢复验收项目宜按表7.3.4确定。

**表7.3.4 受纳场封场生态恢复质量验收项目**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 序号 | 检验项目 | 允许偏差 | 检查数量 | 检验方法 |
| 主控项目 | 1 | 坡率 | 不大于设计值 | 全数 | 观察、测量 |
| 2 | 防护范围 | 设计要求 | 全数 | 观察、测量 |
| 3 | 生态恢复土层土质 | 设计要求 | 按检验批抽样 | 检查检验报告 |
| 4 | 生态恢复植被的品种、规格、数量 | 设计要求 | 按检验批抽样 | 检查检验报告 |

**续表7.3.4**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 序号 | 检验项目 | 允许偏差 | 检查数量 | 检验方法 |
| 一般项目 | 1 | 绿化土厚度（mm） | ±30 | 每1000m2不少于2点 | 测量 |
| 2 | 苗木密度（株/m2） | 不小于设计值 | 全数 | 计数检查，观察 |
| 3 | 苗木成活率 | ≥95% | 全数 | 计数检查，观察 |

**7.4 再利用验收**

**7.4.1** 利用工程余泥渣土改良的城市绿地土壤，土壤质量应符合现行标准《绿化种植土壤》CJ T 340的有关规定。

**7.4.2** 再利用为生态林地和景观塑造的受纳场，验收应符合现行国家标准《水土保持林工程设计规范》GB/T 51097的有关规定。

**7.4.3** 利用受纳场场地再造的建设用地，地基验收应符合现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB 50202有关规定。

**7.4.4** 工程余泥渣土回采再利用时，应根据其再利用场景选择对应的验收标准。

**用词说明**

为便于在执行本规程条文时区别对待，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”。

# 引用标准名录

本规程引用下列标准。其中，注日期的，仅对该日期对应的版本适用本规程；不注日期的，其最新版适用于本规程。

《水土保持工程设计规范》GB 51018

《岩土工程勘察规范》GB 50021

《建筑地基基础设计规范》GB 50007

《建筑边坡工程技术规范》GB 50330

《生活垃圾填埋场污染控制标准》GB 16889

《城市用地分类与规划建设用地标准》GB 50137

《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》GB 36600

《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300

《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202

《建筑与市政地基基础通用规范》GB 55003

《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204

《砌体结构工程施工质量验收规范》GB 50203

《生活垃圾填埋场稳定化场地利用技术要求规范》GB/T 25179

《水电工程渣场设计规范》NB/T 35111

《水电工程边坡安全监测技术规范》DL/T 5796

《混凝土坝安全监测系统施工技术规范》DL/T 5784

《生活垃圾卫生填埋场封场技术规程》CJJ 112

《园林绿化工程施工及验收规范》CJJ 82

《建筑垃圾处理技术标准》CJJ/T 134

《建筑地基处理技术规范》JGJ 79

《建筑地基检测技术规范》JGJ 340

《再生骨料应用技术规程》JGJ/T 240

《金属非金属露天矿山高陡边坡安全监测技术规范》AQT 2063

《工程渣土堆填处置技术规程》T/CECS ×××

**中国工程建设标准化协会标准**

**工程余泥渣土受纳场工程技术规程**

T/CECS　xxx－202x

**条文说明**

**制 定 说 明**

本规程《工程余泥渣土受纳场工程技术规程》制定过程中，编制组进行了工程余泥渣土受纳场再利用的项目研究，总结了我国工程余泥渣土受纳场选址、场地勘察、总体布局、建造与监测、堆填等实践经验，通过工程余泥渣土受纳场再利用的先进技术，取得了城市绿地土壤改良、生态林地再造、景观塑造、建设用地再造、回采综合利用等技术成果。

为便于广大技术和管理人员在使用本规程《工程余泥渣土受纳场工程技术规程》时能正确理解和执行条款规定，编制组按章、节 、条顺序编制了本规程的条文说明，对条款规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项等进行了说明。本条文说明不具备与规程正文及附录同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规程规定的参考。

# 目 录

**[1 总 则 32](#_Toc118769248)**

**[4 受纳场规划 33](#_Toc118769250)**

[4.1 总体布局 33](#_Toc118769251)

[4.2 受纳场选址 33](#_Toc118769252)

**[5 受纳场建造与监测 35](#_Toc118769253)**

[5.2 场地勘察 35](#_Toc118769254)

[5.3 受纳场设计 36](#_Toc118769255)

[5.4 堆填 38](#_Toc118769256)

[5.5 封场 39](#_Toc118769257)

[5.6 安全监测 41](#_Toc118769258)

**[6 再利用 43](#_Toc118769259)**

[6.1 一般规定 43](#_Toc118769260)

[6.2 城市绿地土壤改良 44](#_Toc118769261)

[6.3 生态林地再造 45](#_Toc118769262)

[6.4 景观塑造 46](#_Toc118769263)

[6.5 建设用地再造 47](#_Toc118769264)

**[7 验收 49](#_Toc118769265)**

[7.1 一般规定 49](#_Toc118769266)

# 1 总 则

**1.0.1~1.0.2** 我国资源化利用处置的工程余泥渣土数量仍然十分有限，综合利用率不到5%，工程余泥渣土目前最主要的处置方式仍是运往受纳场堆填。堆填处置时，部分受纳场存在堆积量过大、堆积坡度过陡或堆填速度过快等问题，遇雨季汛期，降雨入渗、地下水位频繁升降容易降低受纳场稳定性，使受纳场成为影响周边居民和建筑物安全的“不定时炸弹”。在全球范围内，已经发生多起工程余泥渣土受纳场失稳滑坡的安全事故，给当地居民群众的生命财产造成巨大损失。此外，工程余泥渣土来源广泛，类别各不相同，工程性质差异大，堆填形成的边坡物理力学性质存在较大的随机性，受纳场、堆填体边坡滑坡安全隐患较大，制定工程余泥渣场受纳场技术规程，可规范工程余泥渣场受纳场的建设，做到因地制宜、安全可靠、技术先进、经济合理。

本规程有助于提高我国工程余泥渣土受纳场规划、设计、建造、封场及再利用水平，保障受纳场安全的同时，提高受纳场场地利用率，减少工程余泥渣土堆填处置对生态环境的影响。

# 4 受纳场规划

**4.1 总体布局**

**4.1.2** 工程余泥渣土产生量、预测量及其空间分布是受纳场规划和选址基础数据，只有利用这些基础数据才能合理的进行受纳场规划和选址。工程余泥渣土产生量、预测量个估算方法可根据《工程渣土堆填处置技术规程》T/CECS ×××所述方法选取。

**4.2 受纳场选址**

**4.2.3** 受纳场选址应收集必要的基础资料，资料内容应符合《水土保持工程设计规范》GB 51018和《工程渣土堆填处置技术规程》T/CECS ×××的有关规定。

**4.2.4** 《水土保持工程设计规范》GB 51018 12.2.2条明确规定了不宜或严禁设置弃渣场的区域，《工程渣土堆填处置技术规程》T/CECS ×××和《建筑余泥渣土受纳场建设技术规范》GBJ/T 15-118也规定了堆填处置场不应选址区域，综合上述国家和地方现行有关标准对受纳场选址的规定，提出了推荐的受纳场选址方案。

**4.2.5** 场地选址应遵循的三个步骤的主要任务为：

1 场址初选是根据区域内相关规划和工程地质，通过实地踏勘筛选出合适的候选场址。场址比选和场址确认

2 场址比选是对初选场址进行勘察，通过场地工程地质条件和工程余泥渣场运输条件等对比分析，推荐3个建造条件满足要求的受纳场场址。

3 场址确认是对比选后的场址进行技术、经济、社会和环境的综合比较，推荐拟定场址，并完成环境影响评价、安全评估和选址可行性研究报告，通过相关部门审查确定最终场址。

**4.2.6** 《水土保持工程设计规范》GB 51018表5.7.1规定，依据弃渣场堆填量*V*和最大堆渣高度*H*，将渣场规模分为共5个级别。其中，堆渣量在500万m3≤*V*<1000万m3，或最大堆渣高度100m≤*H*<150m的为2级；堆渣量在1000万m3≤*V*<2000万m3，或最大堆渣高度150m≤*H*<200m的为1级。

根据统计的17个水电工程共35个渣场设计资料，其中1000万m3以上的14个，介于1000万m3至300万m3有14个，300万m3以下的有7个。《水土保持工程设计规范》GB 51018对水电工程弃渣场规模规定值基本是合适的，但部分已建的水电工程余泥渣土受纳场堆渣量甚至已经超过2000万m3，如BHT水电站矮子沟受纳场堆渣量达到了4100万m3，BHT水电站海子沟受纳场堆渣量达到了4600万m3。对这类规模大或失事后危害程度极大的受纳场，选址时必须对场址及其影响范围内的滑坡、泥石流等地质灾害开展专题研究，并进行长期监测。

实际工程中，城市周边的工程余泥渣土受纳场堆填量大多较水电工程受纳场小，为了保持标准与受纳场实施成果协调性，本规程在表5.3.4-1提出了受纳场级别划分的标准。据此，本规程规定对堆填容量大于300万m3，或最大堆渣高度100m的工程余泥渣土受纳场选址时必须对场址及其影响范围内的滑坡、泥石流等地质灾害开展专题研究，并进行长期监测。

# 5 受纳场建造与监测

**5.2 场地勘察**

**5.2.1~5.2.2** 受纳场工程不同建造阶段所需资料侧重点不同。受纳场规划、可行性研究阶段，主要任务是确定受纳场分布、位置、规模，根据场地特性进行堆填体挡护、排水方案设计，提出防护工程措施及主要工程量；招标、施工图阶段，受纳场的建造设计主要是复核受纳场容量，对堆填体的挡护、截排水建筑物进行结构设计，使之满足工程施工招标及现场施工要求。在实际勘察过程中，应根据各阶段的设计重点，调整勘察阶段的工作目标，使之重点突出，保障勘察资料满足设计内容和深度要求，尽量避免由于资料不全或缺失，导致受纳场布置占用政府划定的生态红线范围、生态保护区域等情况发生。

**5.2.3~5.2.5** 场地勘察应符合国家现行标准《岩土工程勘察规范》 GB 50021相关要求，《工程渣土堆填处置技术规程》T/CECS ×××规定了各阶段受纳场勘察任务和勘察方法，详细见表5.2.3所示。

**表5.2.3 受纳场场地不同勘察阶段技术要求**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 勘察阶段 | 工作任务 | 采取方法 | 勘察要求 |
| 1 | 踏勘（场址比选阶段） | 场地地形、地貌、汇水面积、地质灾害、岩土类别、地下水、交通、周边人群居住状况等。 | 资料收集、现场调查，辅以少量勘探。 | / |
| 2 | 初步勘察（场址确定阶段） | 地质构造、不良地质条件、岩土分层及工程性质、地下水埋藏条件及补径排条件、地震烈度、季节性冻土等。 | 勘探、原位试验和室内试验。 | 勘探线间距宜为 100~200m；勘探点间距宜为100~200m；勘探孔深宜钻入地基持力层内≥5m。 |
| 3 | 详细勘察（受纳场建造设计阶段） | 获取工程设计所需的参数，提出设计、施工和安全监测等方面建议，并对工程可能诱发的次生灾害和环境影响进行评价。 | 钻孔勘探、原位测试和室内试验。 | 勘探点间距宜为50~100m；局部地形、地质条件复杂地段应加密，勘探孔深宜钻入地基持力层内≥5m。 |

**5.3 受纳场设计**

**5.3.1** 《工程渣土堆填处置技术规程》T/CECS ×××将堆填处置场设计划分为主体工程和辅助工程设计，《建筑余泥渣土受纳场建设技术规范》GBJ/T 15-118将受纳场设计划分为主体工程设计和配套工程设计，《水电工程渣场设计规范》NB/T 35111也对渣场布置设计有专门规定。

为合理布置受纳场，兼顾后续受纳场的再利用，本规程中将受纳场设计分为总平面布置设计、主体工程设计和其他辅助设施设计三类。

**5.3.2** 《建筑余泥渣土受纳场建设技术规范》GBJ/T 15-118将受纳场建设的总平面布置设计划分为堆填区、固化区、进出口、临时缓冲停车场、管理配套设施、道路与路网连接、周边围护等，本规程中涉及的受纳场总平面布置可参照该标准执行。

此外，本规程术语中定义的工程余泥渣土包括工程渣土、工程泥浆，及河湖库清淤产生的河湖库底泥。根据《水土保持工程设计规范》GB 51018弃渣类别划分，工程渣土中有可能包含可回采再利用的硬质岩石，也可能包含含水率较高的工程泥浆和河湖库底泥。

为保证堆填体边坡稳定性，宜在场内设置转存区，作为含水率较高的工程余泥渣土堆填施工期临时转存场地，待含水率处理至设计标准范围内时及时堆填，也可作为硬质岩石碎渣的转存堆填区，便于后期回采再利用。

**5.3.4** 不同行业受纳场工程安全等级划分标准有所差异，根据划分标准不同选择的抗滑稳定最小安全系数也难以统一。

《水电工程渣场设计规范》NB/T 35111根据渣场规模及失事后对主体工程或环境造成的危害程度划分为特大型、大型、中型、小（1）型和小（2）型等5个级别；《工程渣土堆填处置技术规程》T/CECS ×××根据堆填体边坡高度、堆填处置量和失稳后可能造成后果的严重性等因素将工程渣土堆填处置场工程安全等级划分为一级~三级3类；《水利水电工程水保技术规范》SL-575按堆填量、堆渣最大高度以及失事后对主体工程或环境造成的危害程度将弃渣场划分为1级~5级；《建筑余泥渣土受纳场建设技术规范》DBJ/T 15-118 则根据受纳场堆置高度和单个受纳场总容量将受纳场安全等级划分为一类~三类3个级别。

本规程综合上述4项标准或规程，考虑标准的统一性，按照按堆填方量、最大堆填高度、受纳场失事后的危害程度将受纳场安全等级划分为Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ级3个级别，并结合NB/T 35111和《工程渣土堆填处置技术规程》T/CECS ×××对比分析，选定了不同安全等级受纳场在不同计算方法下的抗滑稳定最小安全系数。其中，受纳场最大堆填高度根据其划分类型不同，应按照下列原则确定：

1 山谷形受纳场是利用三面环山盆地或山谷形成的贮留空间，在山谷下游修筑挡土坝建造而成的受纳场，其堆填高度是以拦挡结构后最低点原始地面为基准的堆填体高度。

2 平原形受纳场是在平地上构筑挡土坝，直接在坝内的地面上堆填的受纳场，其堆填高度是以原始地面为基准的堆填体高度。

3 洼地形受纳场是利用天然或人工形成的注地堆填的受纳场，其堆填高度是以洼地周边最低点原始地面为基准的堆填体高度。

《水土保持工程设计规范》GB 51018和《水电工程渣场设计规范》NB/T 35111分别对有关规定选取弃渣场和水电工程渣场稳定性分析需要考虑的荷载及其组合进行了详细规定，可参照执行。

《工程渣土堆填处置技术规程》T/CECS ×××规定了堆填处置的工程余泥渣土应测试的工程性质参数，也规定了堆填体边坡稳定性分析前应测定的工程余泥渣土抗剪强度指标及其测试方法。当具备试验条件时，本规程中受纳场稳定性分析所需物理力学参数应参照《工程渣土堆填处置技术规程》T/CECS ×××相关规定通过试验确定；当不具备试验条件时，宜采用地质建议值或通过附近工程类比确定。

**5.3.5** 《水土保持工程设计规范》GB 51018规定了5种类型弃渣场的防护措施体系及其总体布置原则，提出了弃渣场拦挡工程设计的基本规定；《水电工程渣场设计规范》NB/T 35111规定了水电工程渣场挡护结构的设计要求。本规程中涉及的工程余泥渣土受纳场的拦挡工程和坡面防护可参照以上两项标准执行。

**5.3.7** 《建筑余泥渣土受纳场建设技术规范》GBJ/T 15-118规定了受纳场内道路布置原则、不同类型道路的设计速度、平面和纵断面设计参数，本规程中有关受纳场场内道路设计规定可参照GBJ/T 15-118 中相关规定执行。

**5.4 堆填**

**5.4.3** 《水土保持工程设计规范》GB 51018 规定缺乏地质资料时，弃渣场分台阶堆填的高度可根据弃渣类别不同分别确定，详细数据见GB 51018表12.2.3-2。

**5.4.6** 堆填作业过程中，保证堆填体边坡稳定需要做到以下2点：

1 按设计标高堆填完毕后，应对堆填体进行测量，按设计图纸要求检查纵坡、横坡相应的标高等。

2 用人工或小型机械设备按设计坡度对堆填体进行整修，挖除超填部分，并对整修的局部边坡进行夯实。

**5.5 封场**

**5.5.2** 受纳场封场前，应收集以下相关资料提前进行封场设计：

1 收集受纳场周边城乡总体规划、区域环境规划等规划设计资料，并收集受纳场的勘察、设计和施工资料。

2 明确受纳场堆填的工程余泥渣土种类、数量、工程特性及其分区堆填情况。

3 封场应综合考虑堆填体长期稳定安全、生态恢复、场地再利用及水土保持等因素，提出技术先进、经济合理、绿色环保安全的封场施工方案，合理安排施工顺序。

**5.5.4** 根据《工程渣土堆填处置技术规程》T/CECS ×××和《建筑垃圾处理技术标准》CJJ/T 134提出的封场覆盖层结构，主要参数如下：

1 生态恢复土层宜选用有利于植被生长的覆盖土和营养土，覆盖土层厚度根据种植植被生长特点确定，营养土层厚度宜大于15cm。

2 储水层材料宜根据受纳场所处地区降雨条件选择。

3 堆填体顶面排水层材料宜选用导水性能良好的工程渣土或再生骨料，厚度大于30cm，边坡排水层宜采用土工复合排水网，厚度大于5mm。

4 封场覆盖防渗宜设置垂直防渗和水平防渗层，最大限度的减少地表水、大气降水渗入堆填体。防渗层结构可优先选用能自动适应变形的复合土工膜防渗结构，协调防渗层结构与堆填体沉降变形，提高封场防渗效果。该复合土工膜防渗结构结构示意图如图5.5.4所示。



**图5.5.4 受纳场封场宜采用的能自适应变形的复合土工膜防渗结构示意图**

该复合土工膜防渗结构特有的U型伸缩节能主动带动辅助水平伸缩节移动，具备水平和竖向大变形协调能力，能很好的适应受纳场地基和堆填体软硬交界部位非均匀变形，使得复合土工膜的极限承载力提升了近60%，解决了复合土工膜软硬交界部位处易发生撕裂破坏的问题。目前，该防渗结构已成功应用于我国白鹤滩水电站等10余项国家重点水电工程、2022年杭州亚运场馆建设和“一带一路”沿线国家基础设施建设工程等。

5 封场覆盖时，宜分区域逐层施工，但分区域各层防渗结构应铺设平整、搭接严密、焊接牢固。

**5.5.8** 欧盟1999年4月实施的EU填埋指南第10条规定，各国须保证填埋场封场后至少30年的管理费用，间接规定了填埋场封场后的管理期限。维护与监测的工作有：

1 封场后维护期间应进行封闭式管理，避免在堆填体坡脚下游取土等活动。

2 建立检查维护制度，定期检查维护设施。

3 对受纳场安全进行跟踪监测。

4 封场生态恢复完成后应持续进行场内植被养护。

**5.6 安全监测**

**5.6.1** 建筑边坡工程的监测一般分为前期、施工期、运行期三个阶段，水电工程边坡安全监测项目按运行寿命分为永久监测、长期监测和短期监测三类。

受纳场堆填施工期和封场后运行管理期较长，封场施工时间相对较短，为了确保堆填体边坡的稳定，保持监测资料的连续性和完整性，便于分析和掌握堆填体边坡的稳定性变化规律，应参考建筑边坡工程和水电工程边坡的监测要求，应对受纳场堆填施工、封场及封场后管理期进行安全监测。

**5.6.3** 受纳场安全监测断面、监测设施测点布置应按如下原则布设：

1 应沿主滑动方向及滑动面范围选取典型的剖面设置监测纵断面，边坡安全监测等级为一级的边坡监测断面至少2个，其余边坡至少1个。

2 堆填体没有形成最终边坡时，应在边坡设置临时监测点，形成最终边坡后应在最终边坡上设置监测点。

3 表面位移监测点包括水平位移和竖向位移监测，每个监测断面上表面位移监测点应至少3个，并且需设在稳定区域内。

4 内部位移监测宜结合地下水位监测点综合考虑，孔内布设不少于3个测点，最下一个测点应置于边坡临滑面以下。

5 水文气象监测测点布置应根据地质情况、边坡潜在滑动面位置和渗流场特征确定，孔隙水压力和地下水位监测点每个断面不少于3个。

**5.6.4** 堆填体边坡安全监测应采用仪器监测与现场巡视检查相结合的方式进行，并满足以下要求：

1 仪器监测观测与现场巡视检查宜同时进行，堆填体边坡仪器监测项目应在同一观测时段内完成，受纳场面积较大时，可将堆填体边坡分区后逐次进行观测，但同一分区也应同步观测。

2 现场检查重点为堆填体裂缝、地下水出露等异常现象以及边坡运行环境条件变化等，同步做好与边坡有关的水文气象环境量记录。

3 检查发现边坡有异常迹象时，应同时对其周边仪器进行监测并分析原因，必要时增加监测设施或开展专项检查。

4 现场巡视检查的方法主要依靠目视、耳听、手摸等直观方法，辅以手持定位设备、望远镜、照相机、摄像机、无人机等工器具进行。

5 现场巡视检查技术要求应包括检查范围、项目、重点、时间、顺序、设备、方法、记录格式、编制报告的要求以及检查人员的组成、职责等内容。

6 日常巡视检查应填写巡视检查表格，年度巡视检查在现场工作结束后20d内提交巡视检查报告，特殊情况巡视检查，在现场工作结束后立即提交简报。

**5.6.5** 安全监测数据、现场巡视检查资料进行整编和分析基本原则如下：

1 监测资料的整编包括监测物理量计算、监测数据入库、异常值判别与可靠性检查、监测资料整编初步分析、归档及刊印成册，整编应做到项目齐全、考证清楚、数据可靠、图表完整、规格统一、说明完备。

2 应结合工程地质、水文地质条件和边坡特点，对监测资料进行综合分析，重点关注监测物理量随时间的变化规律与空间分布特征，并注重仪器监测成果与现场巡视检查成果相结合。

3 宜采用监测数据和环境量建立数学模型，定量预测堆填体边坡安全性短期变化趋势，并注重监测结果的定性与定量分析相结合，评价监测变量对堆填体边坡稳定性的影响。

# 6 再利用

**6.1 一般规定**

**6.1.1** 受纳场再利用有利于节约土地资源，为城市社会和经济可持续发展做出贡献。但受纳场堆填的工程余泥渣土来源范围广，渣土性质差异大，封场初期沉降速度快，且堆填体各个区域沉降、恢复情况并不相同，有的区域不适宜进行较大强度的开发建设，有的则可以进行一定规模的建设。

为了保障开发建设活动的安全，再利用前需对堆填体的稳定性进行校核，对未到达稳定化的受纳场场地的再利用应在一定年限内进行严格限制。

**6.1.2~6.1.3** 受纳场稳定化的基本特征是基本无气体产生，场地表面自然沉降停止。不同类型的受纳场，其稳定化时间不同。堆填体大部分沉降量在堆填完成后2～3年内完成，随着时间的推移，沉降量越来越小，大约22～25年后，年沉降量小于几毫米，受纳场已基本稳定化。

《生活垃圾填埋场稳定化场地利用技术要求规范》GB/T 25179规定，封场年限在3~5年的填埋场稳定化利用方式为低度利用，封场年限在5~10年的稳定化利用方式为中度利用，封场年限大于10年的填埋场的利用方式为高度利用，可用于建设一般仓储或工业厂房。

**6.1.4** 发达国家在垃圾填埋场、工程余泥渣土受纳场等场地建设立项时，需根据国家和地方的有关法规提前对封场后的土地再利用的合理性进行规划，保障有足够的资金支撑项目的真正实施。由于审核流程和监管体系的不完善，我国在受纳场临近封场或者已经封场后才开始规划受纳场的再利用。为保障土地再利用的合理性和资金落实，受纳场建造前，宜系统梳理总结国内外受纳场封场后的用途，提前对场地再利用进行前期规划。

我国有数量众多的受纳场，部分已经封场，占用了大量土地资源。受纳场是市政设施用地，也是较为特殊的存量城市建设用地。处理好封场后的填埋场用地更新与城市发展之间的关系有着普遍意义。社会公众对垃圾填埋场及封场的认知有限，需要清洁，安全、美观的封场及更新利用典范。

受纳场的再利用应注重规划引领，遵循远期规划用地性质，倡导多专业分析与整合。通过对城市总体规划、环卫专项规划、周边风景区专项规划等相关规划进行详细梳理，明确受纳场土地用途的近期及远期定位，形成受纳场再利用规划发展指导。

**6.2 城市绿地土壤改良**

**6.2.3** 根据浙江找到田科技有限公司提出的技术路线，利用工程余泥渣土对城市绿地土壤改良的步骤如下：

1 应在受纳场先对拟再利用的工程余泥渣土进行无害化抽样检测，检测其重金属含量及其他有害物质。

2 宜采用挑拣、过筛等方式对检测合格的工程余泥渣土进行土石分离，清除杂质，并将其运送至改良现场。

3 利用翻耕机对工程余泥渣土进行破碎晾晒，破碎次数应确保至少有80%的工程余泥渣土粒径在5~10mm的范围内。

4 根据余泥渣土类型，添加适合比例的有机质、有机肥与本地蚯蚓等改良剂，并混合充分。

5 1个月内，分至少3次对添加改良剂的余泥渣土重新搅拌破碎，重新添加适合比例的有机质、有机肥与本地蚯蚓。

6 在经搅拌粉碎的余泥渣土上种植直根系作物，利用其根系有效滋养深层土壤。

7 3个月左右后，收割成熟后的直根系作物对其杀菌、粉碎，取35cm厚度的直根系作物种植土壤与粉碎后的秸科混合，形成富含有机质与肥力的改良土壤。

**6.3 生态林地再造**

**6.3.7** 抚育管理主要包括幼林管护和成林管理。对于立地条件较好或种植时采用大苗的，抚育管理年限宜为1～3年左右；对于立地条件较差或种植时采用1～2级生小苗的，抚育管理年限应根据实际情况确定，宜在3年以上。

受纳场植被恢复栽植苗木主要为1～2级生壮苗，栽植后2～3d内浇一次水，以保证幼树成活。其它灌溉的时机为早春和干旱季节。造林初年，苗木以个体状态存在，树体矮小，根系分布浅，生长比较缓慢，抵抗力弱，适应性差，因此需加强苗木的初期管理，采取松土、灌溉、施肥等措施进行管理。对于自然灾害和人为损坏的苗木应采取一定的补植措施，幼林补植需采用同一树种的大苗或同龄苗，造林一年后，在规定的抽样范围内，成活率(或出苗率)在85%以上，低于41%则重新进行造林绿化，避免“只造不管”和“重造轻管”，提高造林的实际成效，及早发挥水土保持功能。

《水土保持工程设计规范》GB 51018在5.12中规定，封育工程级别应按工程区域水土保持和生态功能的重要性确定，水土流失重点防治区、重要生态功能区或重要饮用水水源地和生态移民地区执行1级标准。2其他区域执行2级标准。

1级标准应采取适宜的封育方式，以全封禁措施为主，并应配套生态移民、以煤电气代薪柴、沼气池、节柴灶等措施。

2级标准应采取适宜的封育方式，以半封和轮封为主。在能源紧缺地区，应辅以煤电气代薪柴、沼气池、节柴灶等措施。在人口密集地区，应辅以生态移民。

**6.4 景观塑造**

**6.4.2** 1863年，法国巴黎通过景观塑造的方法，首次将采石场废弃修建的填埋场塑造为了比特绍蒙公园，为后续填埋场的再利用提供了宝贵的经验。60年代，德国慕尼黑也将一座封场后的填埋场，通过景观塑造的方式改造成了奥林匹克公园中的奥林匹克山，营造了与当地景观环境相融合的美景。80年代起，填埋场景观化改造除了继续对场地进行生态恢复外，还增加了美学元素，运用最广泛的自然材料，改变和重构自然空间，艺术性地表达人与自然的和谐共生。21世纪后，土壤学、环境工程学、经济学、社会学等学科相互协作与协调，将填埋场的改造和利用向着更综合和更经济的方向推动。

我国填埋场、受纳场景观塑造再利用起步晚于欧美国家，但随着越来越多的填埋场、受纳场步入封场，近几年我国也涌现出许多景观再造的优秀案例，国内通过景观塑造方式对填埋场、受纳场进行场地再利用的成功案例如表6.4.2所示。

**表6.4.2 国内景观塑造场地再利用成功案例**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 再利用时间 | 城市 | 再利用受纳场名称 | 改造类型 | 原场地类型 |
| 1995 | 福州 | 鳌峰公园 | 城市公园 | 综合垃圾填埋场 |
| 1997 | 香港 | 茜草湾游乐园 | 游乐园 | 综合垃圾填埋场 |
| 2006 | 深圳 | 大沙河公园 | 城市公园 | 建筑垃圾填埋场 |
| 2006 | 嘉兴 | 天德山公园 | 城市公园 | 生活垃圾填埋场 |
| 2007 | 杭州 | 天子岭生态公园 | 生态公园 | 生活垃圾填埋场 |
| 2008 | 天津 | 翠屏公园 | 森林公园 | 建筑垃圾填埋场 |
| 2009 | 温州 | 桃花岛公园 | 城市公园 | 综合垃圾填埋场 |
| 2010 | 合肥 | 天水公园 | 森林公园 | 建筑垃圾填埋场 |
| 2010 | 北京 | 南海子公园 | 郊野公园 | 综合垃圾填埋场 |
| 2010 | 哈尔滨 | 亭园 | 主题公园 | 工业垃圾和生活垃圾填埋场 |
| 2011 | 北京 | 园博园锦绣谷 | 城市公园 | 建筑垃圾填埋场 |
| 2011 | 宽城 | 西山公园 | 城市公园 | 生活垃圾填埋场 |
| 2012 | 武汉 | 武汉园博园 | 城市生态公园 | 生活垃圾填埋场 |
| 2013 | 邹平 | 禾和湿地公园 | 湿地公园 | 业垃圾和生活垃圾填埋场 |

**续表6.4.2**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 再利用时间 | 城市 | 再利用受纳场名称 | 改造类型 | 原场地类型 |
| 2013 | 武汉 | 戴家湖公园 | 生态城市公园 | 生活垃圾和建筑垃圾堆放场 |
| 2014 | 淄博 | 辛曹生态环保示范园 | 生态环保示范园 | 生活垃圾填埋场 |
| 2015 | 扬州 | 花都汇园艺体验中心 | 城市公园 | 简易填埋场 |

根据以上成功案例的改造经验，对受纳场的景观塑造宜包括地形、坡面、水体、土壤改良、种植设计、道路和景观小品设计等内容。

**6.4.5** 景观塑造完成后，受纳场生态系统极为脆弱，在生态恢复过程中应注意及时清理外来入侵物种，防止破坏生态平衡。在生态恢复初期，植被死亡或生长不良较为常见，宜对场地生态恢复的情况进行观察，对植被生长状况的监测，筛选出适宜受纳场生长的植被种类，为后期植被补种、调整打好基础，也可为类似受纳场景观塑造及生态恢复提供依据。

**6.5 建设用地再造**

**6.5.2** 国外废弃生活垃圾填埋场、受纳场等土地再利用典型的成功案例以绿地类(G)为主流模式。我国已建成或正在建设的填埋场、受纳场土地再利用模式包括绿地类(G)、环境设施用地(U2)模式、工业用地类(M)模式和商业服务设施类(B)模式。其中，属于绿地类(G1)模式的成功案例为14个，所占比例82%，包括香港西草湾游乐场、大连梭鱼湾公园、杭州天子岭生态公园、太原东山生态园、哈尔滨丘地林园、广州李坑环保教育基地、济南某生态公园、厦门东孚城市环保主题公园、北京北神树体育生态公园、深圳老虎坑环卫综合基地、合肥龙泉山生态公园、昆明东郊生态公园和武汉园博园“荆山”景区。

成功案例中，属于环境设施用地(U2)模式占比6%，属于商业服务设施类(B)模式的案例为深圳玉龙坑高尔夫精英练习场，占比6%，属于工业用地类(M)模式的案例为浙江博来工具有限公司占比6%。因此，我国受纳场再造建设用地宜以工业用地（M1和M2）和绿地与广场用地（G1）为主流模式。

**6.5.5** 白鹤滩水电站建设过程中，涉及大量的库区移民工程。移民工程建设，部分安置区利用了工程余泥渣土回填再造建设用地，再造建设用地地基加固处理采用了智能强夯和智慧碾压技术。

北门安置区是库区集中安置人口最多的安置区，安置区设计有垫高防护工程。垫高防护工程采用工程余泥渣土回填，回填料为砂砾土料，填筑总量约1730.38万m3，回填最大高度约30m，并且安置区基础位于白鹤滩水电站水库深消落区，最大消落深度60m，深消落区高填方基础的加固处理是北门安置区工程建设的难点。

北门安置区垫高防护工程基础加固时，采用了强夯的方式对回填地基进行加固处理。工程建设过程中，搭建了房建基础强夯施工质量实时智能监控装备与云平台，通过夯锤斜影测量和强夯施工状态感知，实现了工程渣土回填地基夯锤下沉量智能测量和强夯施工过程智能感知，利用强夯引起的地震波波形分析，实现强夯施工过程的实时、自动监控，提升了工程余泥渣土回填地基加固处理质量与效率，减少低效人工投入，对项目整体推进、项目信息化具有现实意义。搭建的强夯质量监控云系统如图6.5.4-1所示。

云南东川利用工程余泥渣土构建了高方量、大体积回填地基，采用碾压的方式对地基进行加固处理。为保证工程余泥渣土回填地基的碾压填筑质量，建立了“监测-分析-反馈-处理”的全流程施工智慧碾压工艺监控体系，实现了碾压机械运行轨迹、速度、激振力等数据进行实时动态监测，基于碾压轨迹图像分析，实现了碾压遍数、压实厚度、压实后高程、热升层等信息自动计算、统计与实时可视化显示，提升了工程余泥渣土回填地基碾压质量。工程建设过程中搭建的智慧碾压系统如图6.5.4-2所示。



**图6.5.4-1 工程余泥渣土回填地基强夯质量监控云系统示意图**



**图6.5.4-2 工程余泥渣土回填地基智慧碾压系统示意图**

**6.6 回采综合利用**

**6.6.2** 白鹤滩水电站北门安置区垫高防护工程采用工程余泥渣土回填，回填料为砂砾土料，填筑总量约1730.38万m3。其中，堤身填筑料438.78万m3，场地填筑料1243.69万m3，大块石料72.93万m3，碎石料2.33万m3，耕植土回填料31.05万m3。

垫高防护工程回填所需的工程余泥渣土，回采区位于巧家县后山坡旱谷地村大弯子沟上游侧受纳场。为了提高旱谷地受纳场回采料的规模化利用率，回采前通过现场调查，计算了受纳场内工程余泥渣土储量，分析了受纳场回采运输条件；利用现场试验评价了旱谷地受纳场工程余泥渣土质量；在受纳场的各级斜坡段采用扣槽的方式，共取样12组进行现场颗分试验，测定了工程余泥渣土颗粒级配。

根据现场调查和试验结果，旱谷地受纳场工程余泥渣土品质为：粒径>2mm的颗粒质量不小于回填总量80%，粒径>20mm的颗粒质量不小于回填总量50%，最大粒径不超过200mm，初步判断工程余泥渣土质量能够满足垫高防护工程设计要求。最终，制定了旱谷地受纳场工程余泥渣土回采综合利用方案，通过回采利用工程余泥渣土量达480万m3，提高了工程余泥渣土综合利用率，降低了堆填处置对生态环境的影响。

# 7 验收

**7.1 一般规定**

**7.1.3** 按国家相关标准做好工程竣工验收，应遵循以下规定：

1受纳场工程竣工验收的基本条件应符合国家或行业现行的有关技术标准及验收规范，具体可参照《生活垃圾卫生填埋场库区施工验收技术规范》DBJ/T 15-167执行。

**2**  除应按《建设项目（工程）竣工验收办法》《建设工程质量管理条例》和相应专业现行验收规范执行外，还应符合相应的系统设计要求。