ICS 13.030
CCS Z00/09

团 体 标 准

T/CIN 088—2025

疏浚土资源化利用技术指南

Technical guidelines for the resource utilization of dredged material

2025-12-10 发布 2026-03-10 实施

中国航海学会 发 布

目　　次

前　　言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则　第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国航海学会提出并归口。

本文件起草单位：中交水运规划设计院有限公司、中国交通建设集团有限公司、中交疏浚技术装备国家工程研究中心有限公司、中交上海航道局有限公司、中交天津航道局有限公司、中交（天津）生态环保设计研究院有限公司、交通运输部科学研究院、交通运输部天津水运科学研究院、中交广州航道局有限公司、山东港口日照港集团有限公司、宁波舟山港股份有限公司。

本文件主要起草人：杨国平、张晴波、曹信红、胡保安、赵东华、尹纪富、潘金霞、黄佳音、李晟、江帅、丁洁、冒小丹、侯明昱、王伟、彭士涛、宗家琪、张志远、赵安琪、陈鹏、陈际丰、赵旭远、李志浩、吴青青、胡学、郝宇驰、周军、甘志豪、叶跃飞、张陈浩、季飞。

疏浚土资源化利用技术指南

1 范围

本文件提供了疏浚土资源化利用的总则、工程填筑、生态修复、园林绿化及农业、建材产品等方面的指导。

本文件适用于基建性疏浚土、维护性疏浚土及江河湖库清淤产生的疏浚土资源化利用。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 175　通用硅酸盐水泥

GB/T 2085.2　铝粉 第2部分：球磨铝粉

GB 5085.3　危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别

GB/T 5483　天然石膏

GB 8076　混凝土外加剂

GB/T 11968　蒸压加气混凝土砌块

GB/T 14684　建筑用砂

GB/T 14685　建筑用卵石、碎石

GB/T 17640　土工合成材料 长丝机织土工布

GB 18484　危险废物焚烧污染控制标准

GB 18598　危险废物填埋污染控制标准

GB 18668　海洋沉积物质量

GB/T 18887　土工合成材料 机织/非织造复合土工布

GB/T 50107　混凝土强度检验评定标准

GB 50286　堤防工程设计规范

GB/T 51015　海堤工程设计规范

CJJ 194　城市道路路基设计规范

CJJ/T 286　土壤固化剂应用技术标准

CJ/T 340　绿化种植土壤

CJ/T 486　土壤固化外加剂

CJ/T 526　软土固化剂

HY/T 0455.2　海洋生态修复成效评估技术规范 第2部分：滩涂

HY/T 0469　海堤生态化建设技术指南

JC/T 407　加气混凝土用铝粉膏

JC/T 409　硅酸盐建筑制品用粉煤灰

JC/T 422　非烧结垃圾尾矿砖

JC/T 621　硅酸盐建筑制品用生石灰

JC/T 2094　生态护坡和干垒挡土墙用混凝土砌块

JC/T 2621　污泥陶粒
JTG D30　公路路基设计规范
JTS 131　水运工程测量规范
JTS 181—5　疏浚与吹填工程设计规范
JTS 207　疏浚与吹填工程施工规范
JTS 235　水运工程水工建筑物原型观测技术规范
JTS/T 245　水运工程土工合成材料试验规程
JTS/T 305　水运工程自动化监测技术规范
NY/T 1253　植草砖

3　术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

疏浚土 dredged material

用疏浚方法挖起的土、石。

[来源：JTS/T 103—2—2021,10.1.23]

3.2

砂质粉土 sandy silt

以粉粒为主要成分，并含有一定砂粒的混合型疏浚土，粉粒（粒径0.005 mm～0.075 mm）含量占比不小于50%。

3.3

堤防生态化建设利用 ecological construction of embankments utilization

将疏浚土用于堤防及其生态空间的生态化改造或建设。

3.4

滩涂生态修复利用 ecological restoration of mudflat utilization

将疏浚土用于受损滩涂的生态治理与修复。

3.5

好氧发酵处理 aerobic fermentation treatment

混合辅料的非海洋疏浚土采用强制通风、促进其在有氧条件下分解有机物的一种方法。

3.6

辅料 auxiliary materials

用于改善疏浚土碳/氮（C/N）比、松散度、发酵效果的一种或多种农林有机废弃物。

3.7

建材产品利用 building materials products utilization

以疏浚土作为主要原材料，搭配胶凝材料、添加剂、激发剂等材料，制备免烧生态砖、蒸压加气混凝土砌块、烧结陶粒、地聚物、高流态固化土等再生建材的方式。

3.8

免烧生态砖 non burning ecological bricks

以疏浚土为主要原料制备的砖状再生品。

3.9

蒸压加气混凝土砌块 autoclaved aerated concrete blocks；AAC-B

蒸压加气混凝土中用于墙体砌筑的矩形块材。

[来源：GB/T 11968—2020,3.2]

3.10

烧结陶粒 sintered ceramic particles

以疏浚土为主要原料制备的用于建筑集料或水处理吸附材料的陶粒类再生品。

3.11

地聚物 geopolymer

由富含硅、铝酸盐类的疏浚土在碱性激发剂作用下经化学反应制备而成的胶凝材料。

3.12

高流态固化土 high-flowability solidified soil

以疏浚土作为主要掺料制备的一种具有高度流动性和自流平特性的特种流态工程材料。

4 总则

4.1 疏浚土资源化利用遵循“安全环保、技术适用、经济合理”的原则，鼓励采用新工艺、新技术、新材料、新设备和新管理措施，优先考虑集中处理、就近利用。

4.2 疏浚土资源化利用坚持“绿色、循环、低碳、生态”的理念，宜结合疏浚土土质、土量、资源化利用产成品的市场需求等条件，从经济、环境和社会等方面进行综合评估，确定资源化利用方式。

4.3 疏浚土资源化利用是以疏浚土的土质、重金属和有毒有机物浓度符合相应要求为前提，当不符合利用要求时，可通过无害化处置达标后再进行利用，并符合下列规定：

——疏浚土料前置处理及临时堆置场地选址不占用一、二级水源地保护区和生态保护红线范围；

——宜对疏浚土料中的杂物进行除杂预处理，根据杂物的类型选择垃圾分拣机、格栅、电磁除铁器、永磁除铁器等设备。

4.4 疏浚土按照来源可分为江河湖库疏浚土和海洋疏浚土。江河湖库疏浚土宜就地使用，可用于工程填筑、生态修复、园林绿化及农业、建材产品；海洋疏浚土可经环境评价后用于工程填筑。

4.5 疏浚土按照 JTS 181—5 的有关规定，可分为土类和岩石类。土类可分为有机质土及泥炭、淤泥类、淤泥质土类、粘性土类、粉土类、砂土类和碎石土类。岩石类可分为软质岩石和硬质岩石。疏浚土的资源化利用方式宜参照表 1 确定。

表1 疏浚土资源化利用方式

<table>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">疏浚土类别</td><td colspan="2">资源化利用方式</td></tr>
<tr><td>江河湖库疏浚土</td><td>海洋疏浚土</td></tr>
<tr><td rowspan="7">土类</td><td>有机质土及泥炭</td><td>园林绿化及农业</td><td>—</td></tr>
<tr><td>淤泥类</td><td>工程填筑（吹填成陆）、园林绿化及农业</td><td>工程填筑（吹填成陆）</td></tr>
<tr><td>淤泥质土类</td><td>工程填筑（吹填成陆、充填袋筑堤）、生态修复（滩涂生态修复）、园林绿化及农业</td><td>工程填筑（吹填成陆、充填袋筑堤）</td></tr>
<tr><td>粘性土类</td><td>工程填筑（吹填成陆、土方回填、充填袋筑堤）、生态修复（堤防生态化建设、滩涂生态修复）、建材产品</td><td>工程填筑（吹填成陆、土方回填、充填袋筑堤）</td></tr>
<tr><td>粉土类</td><td>工程填筑（吹填成陆、土方回填、充填袋筑堤）、生态修复（堤防生态化建设、滩涂生态修复）</td><td>工程填筑（吹填成陆、土方回填、充填袋筑堤）</td></tr>
<tr><td>砂土类</td><td>工程填筑（吹填成陆、土方回填、充填袋筑堤）、生态修复（堤防生态化建设、滩涂生态修复）、建材产品</td><td>工程填筑（吹填成陆、土方回填、充填袋筑堤）</td></tr>
<tr><td>碎石土类</td><td>工程填筑（吹填成陆、土方回填）、生态修复（堤防生态化建设）、建材产品</td><td>工程填筑（吹填成陆、土方回填）</td></tr>
<tr><td rowspan="2">岩石类</td><td>软质岩石</td><td rowspan="2">工程填筑（土方回填）、建材产品</td><td rowspan="2">工程填筑（土方回填）</td></tr>
<tr><td>硬质岩石</td></tr>
</table>

5 工程填筑

5.1 资源化利用方式

工程填筑资源化利用宜采用吹填成陆、土方回填、充填袋筑堤等方式。

5.2 吹填成陆

5.2.1 吹填成陆利用宜符合下列规定：

——根据疏浚取土区域、吹填成陆区域的工程要求、现场条件和施工工况等，提出资料调查、水深及地形测量和地质勘察的技术要求，并对调查与勘测成果进行符合性检查，判断其适用性；

——从船舶疏浚、泥浆输送、围埝构筑、吹填时序、外加剂添加及安全等方面进行全面分析，经技术经济比较后提出吹填成陆方案，并符合区域土地和水域开发利用规划及生态环保要求；

——根据各种疏浚土的分布情况，判别作为吹填土料的适用性，并结合土方用量、自然条件、输送距离及工期安排等合理确定挖掘和吹填工艺。

5.2.2 吹填成陆利用土料宜采用碎石土类、砂土类、粉土类，经论证后可采用粘性土类、淤泥质土类、淤泥类，并宜符合下列规定：

——土料的利用方式见表 2；

——在设计阶段明确吹填土的理化特性、污染物含量等相关要求，并对可利用的疏浚土进行检测，确定吹填土来源和改良方式。

表2 疏浚土吹填成陆利用的方式

疏浚土类别	名称	利用方式
碎石土类	残积土、全风化岩、强风化岩	用于工业、商业用地
砂土类	粉砂、细砂、中砂、粗砂、砾石	
粉土类	粘质粉土、砂质粉土	1 用于农业、林业用地，沿海疏浚土需降盐，污染物指标满足设计或相关规范要求 2 用于工业用地、商业用地，粘性土类、淤泥质土类、淤泥类宜添加固化剂改良,粉土类在必要时添加固化剂改良
粘性土类	粉质粘土、粘土	
淤泥质土类	淤泥质粘土、淤泥质粉质粘土	
淤泥类	淤泥、流泥	

5.2.3 吹填成陆工艺流程可分为疏浚、输送和吹填等环节，工艺流程见表3。

表3 疏浚土吹填成陆利用的工艺流程

方式	工艺组合与流程	适用的疏浚土类别	处理或改良方法
绞吸挖泥船吹填	疏浚-（接力）管道输送-吹填区	碎石土类、砂土类	地基处理方法
	疏浚-（接力）管道输送-吹填区-吹填土处理	粉土类、粘性土类、淤泥土类	地基处理方法
	疏浚-（接力）管道输送-吹填区-添加固化剂-吹填土处理	粉土类、粘性土类、淤泥土类	结合固化剂材料+地基处理方法
耙吸挖泥船吹填	疏浚-船舶运输-艏吹-吹填区	砂土类	地基处理方法
	疏浚-船舶运输-艏吹-吹填区-吹填土处理	粉土类、粘性土类、淤泥土类	地基处理方法
	疏浚-船舶运输-艏吹-吹填区-添加固化剂-吹填土处理		结合固化剂材料+地基处理方法
抓斗挖泥船+驳船、耙吸挖泥船与绞吸挖泥船联合吹填	疏浚-船舶运输-储泥坑-绞吸船挖掘输送-吹填区	碎石土类、砂土类	地基处理方法
	疏浚-船舶运输-储泥坑-绞吸船挖掘输送-吹填区-吹填土处理	粉土类、粘性土类、淤泥土类	地基处理方法
	疏浚-船舶运输-储泥坑-绞吸船挖掘输送-吹填区-添加固化剂-吹填土处理		结合固化剂材料+地基处理方法

5.2.4 吹填成陆的疏浚方式宜符合下列规定：

——港池、回旋水域或港池口门段航道等疏浚工程，疏浚区距吹填成陆区距离较近时，可采用绞吸挖泥船方式；

——长航道疏浚工程，疏浚区距吹填成陆区距离较远时，可采用耙吸挖泥船方式；

——大型航道疏浚工程，可采用耙吸、绞吸挖泥船联合方式。由耙吸船进行疏浚，并将疏浚土抛至储泥坑内，由绞吸船挖掘输送至吹填成陆区；

——根据水域条件合理布设储泥坑，储泥坑尺寸符合耙吸挖泥船抛泥、绞吸挖泥船挖掘输送等作业要求，并设置耙吸挖泥船进出通道。

5.2.5 吹填成陆区围埝的设计和施工宜符合JTS 181—5和JTS 207的要求。

5.2.6 吹填成陆区围埝宜设置水门，并宜符合下列规定：

——水门对接规划的排水通道；

——水门排水管数量根据输送管线数量确定，1 根输送管线配置 4 根排水管，排水管管径与输送管道相同；

——水门设置可拆装挡水板，根据吹填高程增加情况逐步提高挡水板高度，减少疏浚土流失；

——疏浚土输送管道的出口位置根据吹填成陆区平面布置情况合理规划，从距水门最远处向水门方向逐步延伸；

——当疏浚土溢流损失较大时，在水门外侧设置防污帷幕，防污帷幕设置道数根据防污效果确定。

5.2.7 疏浚土吹填成陆后宜根据设计要求进行地基处理，并宜符合下列规定：

——对于淤泥类、粉土类土料，可采用真空固结与竖向排水相结合的方式进行处理；

——对于砂土类土料，可采用振冲、夯实、堆载等方式进行处理；

——对于淤泥质土类、淤泥类土料，通过添加土壤固化剂等材料方法，降低后续地基处理难度和费用。土壤固化外加剂添加及材料检测符合 CJJ/T 286、CJ/T 486、CJ/T 526 的规定。

5.2.8 疏浚土吹填成陆后，宜根据设计要求开展沉降量监测，并宜符合下列规定：

——采用沉降杆监测和高程测量相结合的方式，分别监测吹填成陆区基底沉降值和疏浚土压缩量；

——沉降杆在吹填施工前布设；

——沉降量监测符合 JTS 131 的规定。

5.3 土方回填

5.3.1 土方回填利用对地下、水下工程设施的两侧或四周及上部的回填，宜符合疏浚土回填利用的相关报批要求。

5.3.2 土方回填利用土料可分为岩石类、碎石土类、砂土类、粉土类、粘性土类。土料技术参数见表4。土料的有机质含量宜不超过干重的8%，水溶性盐含量宜不超过干重的5%。

表4 疏浚土回填利用技术参数

疏浚土类别	最大粒径 mm	最优含水率 %	干密度 g/cm^3
岩石类、碎石土类	不大于每层铺填厚度的2/3 （当使用振动辗压时，不大于每层铺填厚度的3/4）	—	—
砂土类	—	8～12	1.80～1.88
粉土类	50（最大泥块）	16～22	1.61～1.80
粘性土类	50（最大泥块）	19～23	1.58～1.70

5.3.3 岩石类、碎石土类土料的主要来源是抓斗挖泥船、反铲挖泥船产生的疏浚土，砂土类、粉土类和粘性土类土料的主要来源是绞吸挖泥船、耙吸挖泥船产生的疏浚土。

5.3.4 土方回填利用的工艺流程可分为疏浚、输送至处理区、脱水干化、固化剂添加、回填、质量检验等环节,宜根据疏浚土的类型选择适宜的工艺组合与流程。

5.3.5 粉土类、粘性土类土料宜添加固化剂进行改良，并宜试验确定合理的固化剂配方。土料固化外加剂添加及材料检测宜符合CJJ/T 286、CJ/T 486、CJ/T 526的规定。

5.3.6 疏浚土用于土方回填时，宜根据压实度要求，试验确定含水率、压实方式和机具。

5.3.7 疏浚土用于路基回填时，土料宜符合CJJ 194、JTG D30的规定。

5.3.8 疏浚土用于沟槽、管沟回填时，宜根据沟槽、管沟长度及平面布置情况等合理设置存料区、固化场地和运输线路。

5.3.9 疏浚土用于拌制流态型固化土回填时，固结时间、强度符合工程质量要求。

5.4 充填袋筑堤

5.4.1 充填袋筑堤利用宜开展下列前期工作：
——根据筑堤工程情况，提出工程建设标准和地质勘察技术要求；
——开展水文、气象、地形、地质等资料收集与调查，并对调查与勘测成果进行符合性检查，判断其适用性；
——通过资料收集与分析、设计计算和专题研究等方式，确定合理的设计条件与技术参数；
——分析充填袋筑堤的功能与安全要求，开展充填袋筑堤平面布置及断面设计；
——针对土体固结效果、强度不满足要求的充填袋筑堤，提出土壤固化外加剂添加要求、袋装土材料性能参数和稳定性、安全性等相关要求；
——开展必要的试验段工程。

5.4.2 充填袋筑堤利用土料宜采用砂土类、粉土类、粘性土类、淤泥质土类，并符合下列规定：
——砂土类可直接灌袋，粒径分布和粘粒含量宜符合表 5 的要求；
——粉土类作为充填袋筑堤材料，宜选择合适孔径的袋布，并根据袋体排水效果设置排水措施；
——粘性土类、淤泥质土类作为充填袋筑堤材料，可添加土壤固化外加剂。土壤固化外加剂添加及材料检测宜符合 CJJ/T 286、CJ/T 486、CJ/T 526 的规定。

表5 砂土类疏浚土充填袋筑堤的粒径分布及粘粒含量要求

功能部位	疏浚土类别	粒径要求	粘粒含量
堤身结构	砂土类	粒径大于0.075 mm 的颗粒含量宜大于50%	≤10%
底部垫层	砂土类	满足设计要求	≤5%

5.4.3 充填袋筑堤利用工艺流程分为疏浚、输送至砂库、泵送、固化剂添加、充灌袋、监测等环节，当砂库建设非必要时，可直接泵送充填，具体工艺流程见表6。

表6 疏浚土充填袋筑堤利用的工艺流程

<table>
<tr><th>方式</th><th>工艺组合与流程</th><th>适用的疏浚土类别</th><th>处理或改良方法</th></tr>
<tr><td rowspan="4">直接利用</td><td>疏浚-输送至砂库-泵送-充灌袋</td><td rowspan="2">砂土类</td><td rowspan="2">必要时进行分选</td></tr>
<tr><td>疏浚-泵送-充灌袋</td></tr>
<tr><td>疏浚-输送至砂库（必要时）-泵送-固化剂管道添加-充灌袋</td><td rowspan="2">粉土类、粘性土类、淤泥质土类</td><td>在泵送管道内连续添加土壤固化外加剂</td></tr>
<tr><td>疏浚-输送至砂库-泵送至搅拌池-固化剂添加混合-泵送-充灌袋</td><td>设置搅拌池单元，在搅拌池内添加固化剂并混合均匀，再泵送充灌袋</td></tr>
<tr><td rowspan="2">间接利用</td><td>疏浚-输送至砂库-泥砂机械分选-砂土类泵送-充填袋</td><td>砂质粉土</td><td>分选出砂土进行利用</td></tr>
<tr><td>疏浚-输送至砂库-排水-输送至处理中心堆置场-制作建筑材料-运输-充填袋</td><td>砂土类、粉土类、粘性土类、淤泥质土类</td><td>通过区域内的泥浆等固废处理中心，处理并制作成有关建筑材料，再进行筑堤工程利用</td></tr>
</table>

5.4.4 砂土类疏浚土充填袋可用于软体排肋条、抛填袋、堤身充填袋等，宜符合下列规定：

——充盈率不小于 80%。单次充灌后袋体的充盈率不满足要求时，进行二次或多次充灌，确保最终充填量满足设计要求；

——确定适宜充灌袋施工的泵型、输送管道规格、有效输送距离、充灌流量、压力、效率等，测定单次充灌后袋体的充盈率和充灌次数，确定充灌袋标准施工参数。

5.4.5 粉土类、粘性土类、淤泥质土类土料用于堤身充填袋时，宜符合下列规定：

——开展疏浚土固化试验，测定疏浚土在不同含水率、温度、pH 值等理化特性条件下的固化剂添加量、搅拌时间、流动性、固化时间、固化强度、稳定性等，并确定与筑堤要求相匹配的技术参数；

——开展试验段工程确定适宜充灌袋施工的泵型、输送管道规格、有效输送距离、充灌流量、压力及固化剂添加方式，测定充灌后袋体的固化时间、固化强度和稳定性，根据试验段施工数据确定充灌袋标准施工参数；

——采用设置搅拌池拌合固化剂方式时，固化剂与疏浚土拌和后采用柱塞泵进行管道输送灌袋，不采用离心泵。搅拌池尺寸和数量根据搅拌和固化时间、搅拌设备拌和能力、泵送流量、单个袋体连续充灌时间等，经计算后综合分析确定；

——搅拌池采用双池体结构，施工时一个池搅拌，另一池供料，交替运行；供料时保持低速搅拌，避免疏浚土分层离析；

——全断面采用充泥管袋时，充盈率控制在 50%左右；

——袋体充灌完成后，若较长时间暂停供料，泵送清水冲洗泵和管道。

5.4.6 充填袋土工合成材料的断裂强度、伸长率、等效孔径、抗紫外线强度保持率、垂直渗透系数等技术性能宜符合GB/T 17640、GB/T 18887、JTS/T 245的规定或设计要求。

5.4.7 砂库设置及使用宜符合下列规定：

——临近筑堤位置设置；

——砂库设置水门，合理控制砂库水位；

——采用渣浆泵在库内取料，并使用筛网过滤杂物。

5.4.8 充填袋筑堤过程中宜按照JTS 235、JTS/T 305的规定开展原型观测。

6 生态修复

6.1 资源化利用方式

生态修复资源化利用方式包括堤防生态化建设、滩涂生态修复等。

6.2 堤防生态化建设

6.2.1 堤防生态化建设包括海堤、海岸缓冲带、河道滨岸缓冲带、湖滨缓冲带等，宜优先选用疏浚土进行微地形改造、岸坡复绿。

6.2.2 堤防生态化建设利用土料宜采用碎石土类、砂土类、粉土类、粘性土类。筑堤材料的选择及相应的处理措施宜符合GB 50286、GB/T 51015的规定。

6.2.3 堤防生态化建设的疏浚土利用方式宜根据工程条件、疏浚方式、疏浚土质地、污染情况以及处理方法等综合确定，可按表7选用。

表7 堤防生态化建设利用方式

方式	工艺组合与流程	处理或改良方法	备注
直接利用	挖掘-回填-压实等后续工作	自然晾晒，人工压实和造型	小范围，小规模
	挖掘-泥浆输送-充填袋或回填	添加土壤固化外加剂及合适的改良调理材料，需要计算添加量和作用时间，从而合理确定在输泥管道的添加部位及添加方式	开展试验，选配土壤固化外加剂，满足工程质量和进度控制要求，经济合理
脱水干化后利用	储泥区-机械脱水-临时堆放-运输利用	机械脱水宜选用板框压滤设备、带式压滤设备等，可添加絮凝剂、固化剂等	效率、效果较好，需要有合适场地
	储泥区-自然晾晒-运输利用	自然晾晒，适时人工翻土	周期长，利用的迫切性不高时适用
	储泥区-地基处理等其它方法-运输利用	在储泥区实施软土固化、真空负压等地基处理方法	与相关工程的匹配度要求高
	输泥管道-土工管袋脱水处理-土工管道内取土-运输利用	土工管袋脱水干化，可添加絮凝剂、固化剂等	效率、效果中等，需要有合适场地
脱水干化后改良利用	脱水干化土-外加材料搅拌改良或其它改良方法-运输利用	根据不同利用目标的指标要求，添加不同的改良、调理材料，使其满足要求	可用于土壤密度、非毛管孔隙度、质地和肥力改良

6.2.4 堤防生态化建设利用中，堤身填筑宜符合GB 50286、GB/T 51015、HY/T 0469的规定。

6.3 滩涂生态修复

6.3.1 滩涂典型生态系统或其功能的修复与保护、滩涂植被单元恢复的地形地貌形态及基底条件营造，宜优先考虑疏浚土资源的利用。

6.3.2 滩涂生态修复利用土料宜采用砂土类、粉土类、粘性土类、淤泥质土类。滩涂生态修复的土料宜符合GB 18668的规定，相应修复措施宜符合JTS 181—5、JTS 207的规定；宜依据HY/T 0455.2开展滩涂生态修复成效评估。

6.3.3 滩涂侵蚀退化修复可采用点补给或面补给方式，并宜符合下列规定：

——点补给方式是利用输泥管道将补给泥沙输送至补给位置。在补给前采用数值模拟、物理模型试验等方式研究确定疏浚土在水流动力作用下的输移规律，确定合理的补给位置、补给量和补给周期；

——面补给方式是将补给泥沙吹填在整个海滩剖面上。在补给前采用数值模拟、物理模型试验等方式研究确定补给范围及厚度。在水深条件满足耙吸挖泥船满载吃水要求时，可采用耙吸船进行底抛补给；当水深较浅时，可采用浮管进行补给，采用锚艇等浅吃水作业船牵引浮管出口缓慢移动，实现均匀摊铺；

——在补给量较大时，可研制疏浚土有源补给平台进行补给作业，平台经管道与耙吸或绞吸挖泥船连接，并采用锚缆系统实现自主移位；平台根据不同补给需求布置管道出口形式。

6.3.4 滩涂生态基底塑造宜调研滩涂生物种群对生态基底的要求，对土料进行理化分析，确定土料物理性质、有机碳含量、污染物浓度等，并宜符合下列规定：

——疏浚土料总利用量根据设计的断面方量、上滩后的流失率经计算后确定；

——采用物理模型或数值模拟方式确定滩面的水流特征，确定疏浚土料补给方式、补给区域、强度和流失率。土料补给方式可采用耙吸挖泥船底抛、艏吹或绞吸挖泥船吹填等；

——根据生物种群恢复要求，可采用机械拌和改良材料等方式开展疏浚土基质改良作业，并及时恢复植物；

——滩涂生态基底改良土料参数见表8。

表8 滩涂生态基底改良土料参数

项目	内容与要求	备注
质地	介于粘土和砂土之间，兼有粘土和砂土的优点，通气透水	粘粒、粉粒、砂粒含量适中，颗粒大小在0.2 mm至0.02 mm之间
有机碳含量	10 g/kg～20 g/kg	经改良后，表层200 mm范围内
污染物浓度	不劣于现状；河口海洋保护区不劣于GB 18668第一类	硫化物、石油类、锌、镉、铅、铜、铬、砷、总汞、多氯联苯、六六六、DDT

6.3.5 滩涂微生境修复宜符合下列规定：

——选用砂土类土料，采用小内径摊铺管，低流量、高浓度摊铺作业。局部采用水上挖机进行修整；

——滩面水动力较强时，可利用疏浚土料充填袋装砂，形成条带状柔性防护骨架结构，并塑造微地形；

——采用管道输送疏浚土料至微地形塑造区，按设计地形摊铺。

6.3.6 粘性土的填筑标准可按压实度确定，不宜小于0.91。砂土类可按相对密度确定，不宜小于0.6。土料填筑压实度、干密度或相对密度平均值达到设计值，且最小值不低于设计值的96%。

7 园林绿化及农业

7.1 资源化利用方式

7.1.1 园林绿化利用包括水塘、低洼地和植物园、公园、花坛等绿地建设。

7.1.2 农业利用包括水毁土地回填平整、低洼劣质耕地改良、中低产田改造、沙漠和盐碱地的农田改造、新垦造耕地等。

7.2 园林绿化

7.2.1 园林绿化土料宜采用淤泥质土类、淤泥类、有机质土及泥炭。其他类型的土料如经发酵改良后能够满足指标要求，也可加以利用。

7.2.2 园林绿化土料的pH、含盐量、有机质、质地、入渗率、障碍因子、重金属含量等指标宜符合CJ/T 340中的规定。

7.2.3 疏浚土在园林绿化或农业利用前，宜进行好氧发酵处理。好氧发酵处理过程宜关注C/N比、水分、温度、通风、pH等要求。

7.2.4 土料好氧发酵场地的硬度和平整度宜满足翻堆机等机械设备的正常工作要求。发酵场地宜具备一定的坡度并配有良好的排水系统，便于水快速流走、收集渗滤液和雨水，并宜在场地表面或地沟内布设通风管道。

7.2.5 发酵堆体宜符合下列规定：

——堆体呈长条状，堆体的底宽为 2 m～6 m，高为 1 m～3 m；

——堆体初期的 C/N 比控制在 20～30。好氧发酵前，发酵堆体的含水率为 60%～65%，可通过添加稻草、秸秆、菇渣、稻壳和木屑辅料提高 C/N 比；

——好氧发酵过程中，发酵堆体最高温度控制在 55 ℃～60 ℃并持续 5 d～8 d，可采用调整通风量方法控制发酵堆体温度；

——发酵堆体中氧含量保持在 5%～15%之间；

——发酵堆体的 pH 值控制在 5.5～8.0，可采用碳酸钙、石灰和草木灰等材料调节发酵堆体 pH 值。

7.2.6 发酵完成的改良土宜呈褐色、松散、无臭味、不滋生蚊蝇，种子发芽指数宜符合CJ/T 340中的规定。

7.2.7 疏浚土做园林绿化改良利用时，宜征求当地园林绿化管理部门的意见，并宜结合当地生态林造林计划进行施用。疏浚土的年施用量宜控制在20 t/hm^2～40 t/hm^2，且在同一地块上施用累计宜不超过20 a。

7.2.8 对园林绿化进行平整或造形到位时，宜对最终平整或造型效果进行评价。

7.3 农业

7.3.1 农业利用土料宜采用淤泥质土类、淤泥类、有机质土及泥炭。其他类型的土料如经发酵改良后能够满足指标要求，也可加以利用。

7.3.2 农业利用土料的pH、含盐量、有机质、质地、入渗率、障碍因子、重金属含量等指标宜符合CJ/T 340中的规定。

7.3.3 农业利用土料的发酵处理宜参照7.2.3～7.2.6的内容。

7.3.4 疏浚土农业改良利用按照当地政策要求执行。

7.3.5 对低洼田地进行改良时，宜对改良后的农田排涝效果、渗透性进行评价。

8 建材产品

8.1 资源化利用方式

建材产品利用包括免烧类、烧结类和新型建材等类型。免烧类型包含免烧压制型和免烧非压制型。免烧压制型产品典型代表为免烧生态砖，免烧非压制型产品典型代表为蒸压加气混凝土砌块，烧结类产品典型代表为烧结陶粒，新型建材产品典型代表为地聚物和高流态固化土。

8.2 建材产品利用土料宜采用粘性土类、砂土类、碎石土类、岩石类。

8.3 疏浚土料在建材产品利用前宜符合下列规定：

——按照 GB 5085.3 对疏浚土料的污染性质和污染程度进行鉴别；属于危险废物的疏浚土料按照 GB 18484 或 GB 18598 规定处置；在确定属于非危险废物后方可利用，在利用过程中保证污染物的稳定化处理；

——对疏浚土料的有机质和无机物种类及含量进行分析，有机质含量低于 5%，二氧化硅、氧化铝等无机物质含量满足建材制备原料活性激发要求；

——作为建材原料的疏浚土含水率低于 30%。

8.4 免烧生态砖

8.4.1 免烧生态砖中疏浚土料的添加量不宜小于50%，宜根据疏浚土料性质、疏浚土料中硅、铝等无机物含量和产品用途综合分析后确定添加的配料及其用量。

8.4.2 疏浚土料的配料及其用量可采用试验法确定，配料包含水泥、中粗砂、碎石、减水剂、水等，水泥宜采用通用硅酸盐水泥，宜符合GB 175的规定；中粗砂和碎石宜符合GB/T 14684、GB/T 14685的规定；减水剂宜根据疏浚土土质特性通过试验确定种类及添加量。

8.4.3 免烧生态砖制备工艺流程包括原料拌合、输送、入模、压制、产品脱模、产品养护。

8.4.4 免烧生态砖可根据步道砖、植草砖、护坡砖等用途划分产品类型并确定指标，指标可按表9确定。

表9 免烧生态砖产品指标

<table>
<tr><th>产品类型</th><th>成型高度
mm</th><th>成型周期
s</th><th>成型压力
MPa</th></tr>
<tr><td>步道砖</td><td>30～100</td><td rowspan="3">10～20</td><td rowspan="3">10～20</td></tr>
<tr><td>植草砖</td><td>50～100</td></tr>
<tr><td>护坡砖</td><td>50～200</td></tr>
</table>

8.4.5 免烧生态砖可采用蒸压养护和自然养护方式养护，宜根据场地条件、投资情况、产品供需情况等确定养护方式，蒸压养护时间宜不小于8 h，自然养护周期宜不少于28 d。

8.4.6 免烧生态砖产品可应用于市政建设、园林绿化、矿山修复领域内。各类型产品宜满足相关类型及用途要求，步道砖宜符合JC/T 422的产品检验规定，植草砖宜符合NY/T 1253的产品检验规定，护坡砖宜符合JC/T 2094的产品检验规定。

8.5 蒸压加气混凝土砌块

8.5.1 蒸压加气混凝土砌块中疏浚土料的添加量不宜小于30 %，添加剂包括水泥、生石灰、铝粉或铝粉膏、石膏、粉煤灰等，宜根据疏浚土料性质以及疏浚土料中硅、铝等无机物含量通过试验确定配料的添加量。

8.5.2 疏浚土料添加剂中的水泥宜符合GB 175的规定；生石灰宜符合JC/T 621的规定；铝粉或铝粉膏宜符合GB/T 2085.2、JC/T 407的规定；石膏宜符合GB/T 5483的规定；粉煤灰宜符合JC/T 409的规定。

8.5.3 疏浚土料宜经过破碎、球磨预处理，预处理后颗粒粒径不宜大于1.0 mm。

8.5.4 蒸压加气混凝土砌块制备工艺流程包括原料拌合、浇筑入模、保温发泡、切割成型、蒸压养护；发泡方式分为化学发泡和物理发泡，基于绿色低碳原则，结合原料属性和产品性能，宜采用化学发泡方式；蒸压养护温度宜大于190 ℃，蒸压养护压力宜大于1.8 MPa，养护周期宜不少于8 h。

8.5.5 蒸压加气混凝土砌块产品可应用于建筑材料、保温材料领域，产品性能宜符合GB/T 11968的规定。

8.6 烧结陶粒

8.6.1 烧结陶粒中疏浚土料的添加量不宜小于90%，宜与污泥固废、矿山固废、工程渣土固废协同处置；如无固废协同处置时可加入适量粉煤灰材料协同烧制，粉煤灰宜符合JC/T 409的规定。

8.6.2 烧结陶粒制备工艺流程包括原料拌合、造粒成型、干燥预处理、高温煅烧、冷却筛分；煅烧过程分为一段式回转窑高温煅烧工艺和两段式回转窑工艺（预热烘干段和高温煅烧段），基于绿色低碳原则，结合混合物料湿度、经济成本、产品性能等因素，宜采用两段式回转窑工艺烧制。

8.6.3 烧结陶粒产品生产指标参数见表10，工艺参数宜结合疏浚土含水率、掺料种类及含量调节，尾气处理系统宜根据尾气污染性质采用旋风除尘工艺或根据试验确定相关工艺。

表10 烧结陶粒产品生产指标参数

指标项目	进料粒度 mm	造粒机挤料孔径 mm	煅烧温度 ℃	回转窑斜度 %	转速 rpm
参数要求	0.25～0.85	10～15	900～1050	3～3.5	0.16～1.6

8.6.4 烧结陶粒产品可应用于建筑材料、水处理材料、土壤改良材料领域，产品颗粒级配、堆积密度、粒型系数、筒压强度、吸水率、软化系数、有害物质含量宜符合JC/T 2621的规定。

8.7 地聚物

8.7.1 地聚物中疏浚土料的添加量不宜小于30%，经煅烧或球磨等活化处理的疏浚土料添加量不宜小于60%，添加剂包括碱激发剂。

8.7.2 疏浚土料需经脱水干燥、破碎筛分，粒径宜小于1.0 mm，有机质含量宜小于5%。

8.7.3 碱激发剂宜为水玻璃类激发剂、非水玻璃类激发剂混合物，水玻璃类激发剂可采用硅酸钠、硅酸钾，非水玻璃类激发剂可采用氢氧化钠、碳酸钠等。

8.7.4 疏浚土料中非晶态SiO_2+Al_2O_3含量宜大于40%，且SiO_2/Al_2O_3摩尔比宜为1.5～3.5，当非晶态硅铝含量不足时，宜添加偏高岭土或矿渣增强活性。

8.7.5 地聚物制备工艺流程包括疏浚土处理、原料化学配比调整、配料、激发剂混合、混合反应、浇筑成型、产品养护；产品养护可采用蒸汽养护、覆盖保湿养护、喷涂耐碱养护剂养护、自然养护等。

8.7.6 地聚物产品可应用于建筑、公路、机场、基础设施等领域，产品抗压强度、抗折强度等的检验评定宜符合GB/T 50107的规定。

8.8 高流态固化土

8.8.1 高流态固化土中疏浚土料的添加量不宜小于40%，疏浚土料有机质含量宜小于5%；添加剂包括水泥、粉煤灰、减水剂等，宜根据疏浚土料性质以及有机质含量通过试验确定配料的添加量，水泥宜符合GB 175的规定，粉煤灰宜符合JC/T 409的规定，减水剂宜符合GB 8076的规定。

8.8.2 疏浚土料宜经过球磨预处理，预处理后颗粒粒径不宜大于0.075 mm。

8.8.3 高流态固化土制备工艺流程包括疏浚土预处理、材料拌合、浇筑与成型、养护与检测。材料拌合过程为先干拌后湿拌，材料添加顺序宜为干料（疏浚土、水泥、粉煤灰）、水、减水剂，水胶比宜为0.3～0.8，塌落度宜控制在180 mm～220 mm。

8.8.4 高流态固化土产品可应用于公路道路、生态景观构件、河道沟渠回填、海洋桩基防护等领域。

参 考 文 献

［1］ GB/T 11968—2020 蒸压加气混凝土砌块
［2］ JTS/T 103—2—2021 航道工程基本术语标准