

《河湖底泥制作生态修复基质技术规范（征求意见稿）》编制说明

《河湖底泥制作生态修复基质技术规范》标准编制组

2025年10月

目 录

一、项目背景.....	2
二、项目立项目的与意义.....	2
三、工作过程.....	3
四、相关标准研究.....	4
1. 河湖底泥相关标准情况.....	4
2. 存在问题.....	5
五、河湖底泥制作生态修复基质技术研究概要.....	5
1、技术研究背景.....	6
2、生态修复基质的概念及组成.....	6
3、基于底泥资源化的生态修复基质的优点.....	7
4、基于底泥资源化的生态修复基质的制备.....	8
5、基于底泥资源化的生态修复基质检测分析.....	8
6、技术经济论证.....	9
六、文件内容结构.....	10
七、主要条文说明.....	11
1. 范围.....	11
2. 规范性引用文件.....	11
3. 术语和定义.....	11
4. 总体要求.....	12
5. 制作工艺.....	12
6. 制作原料.....	12
7. 制作方法.....	13
8. 包装和运输.....	14
9. 绿色生产要求.....	14
10 产品质量要求.....	15
附 录 检测分析方法.....	16

一、项目背景

清淤作为河湖内源污染源控制措施之一，在水环境治理上有着极其重要的作用。随着河湖水环境综合整治工作的进一步推进，河湖淤泥处理、处置成为亟待解决的问题。对淤泥处理环节，省内陆续发布了各项淤泥处理处置规程/标准，但对淤泥实现资源化利用方面的规范要求相对空白，因此，从河湖底泥成分及性质、资源化利用途径、淤泥资源化利用技术提出相关的具体的资源化利用规范要求是十分必要和紧迫的。

为规范广东省内河湖底泥制作生态修复基质的生产制作和产品质量要求等，指导广东省内河湖底泥制作生态修复基质的施工生产工作，2023年7月由珠江水利委员会珠江水利科学研究院牵头组织申报《河湖底泥制作生态修复基质技术规范》标准立项，2023年12月经广东省环境科学学会批准正式立项（粤环学函[2023]57号）。

二、项目立项目的与意义

近年来省内各地陆续发布了关于河湖淤泥处理处置工作的标准及规程，对于河湖底泥资源化利用方面，相应的标准及规范较为空白，本标准的编制有助于加快完善我省环保产业标准体系建立，解决目前省内现行环保产业标准存在的结构不平衡等问题。本标准发布后，可对省内河湖底泥资源化利用方案编制、工程设计和实施产生重要的指导意义。

同时，本标准的编制，也是为了贯彻《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国水污染防治法》《中华人民共和国海洋环境保护法》《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，以及《土壤污染防治行动计划》《广东省土壤污染防治条例》《广东省土壤污染

防治行动计划实施方案》，解决河湖底泥在处理后的最终处置问题，防治二次污染，维护生态环境，提高资源化利用水平，促进循环经济发展 and 城市生态文明建设。本标准的编制，可为后续相关标准的建立提供重要的参考意义。

三、工作过程

2023年3月，收到《关于征集2023年度第一批广东省环境科学学会标准项目的通知》（粤环学[2023]7号），广东省环境科学学会组织2023年度第一批广东省环境科学学会标准项目的征集工作。

2023年3-6月，标准牵头单位珠江水利委员会珠江水利科学研究院组织开展河湖底泥制作生态修复基质技术规范立项前期研究工作，收集整理了有河湖底泥制作生态修复基质的相关技术规范、参考文献、以及国内外河湖底泥制作生态修复基质相关的环保法规和标准等资料。

2023年7月初，编制完成《河湖底泥制作生态修复基质技术规范》标准立项申报材料，并向广东省环境科学学会报送立项。

2023年12月，广东省环境科学学会在广州市组织召开团体标准“河湖底泥制作生态修复基质技术规范”立项论证会。专家组听取了标准起草单位的汇报，审阅了相关资料，经认真讨论，给出了同意立项的结论。2023年12月21日广东省环境科学学会印发了“广东省环境科学学会关于《河湖底泥制作菌藻共生种植基技术导则》团体标准项目立项的通知”（粤环学函[2023]57号），《河湖底泥制作生态修复基质技术规范》正式立项。

2024年1月~12月，正式成立标准编写组，标准编写组组织召开多次内部讨论会，就标准的名称、主体结构、内容、技术参数取值等关键问题进行讨论，并形成标准初稿。

2025年1月~7月，标准编写组对标准修改完成，形成《河湖底泥制作生态修复基质技术规范》（征求意见稿初稿）。

2025年8月8日，广东省环境科学学会在广州市组织召开团体标准“河湖底泥制作生态修复基质技术规范”专家咨询会。专家组听取了标准起草单位对《河湖底泥制作生态修复基质技术规范》（征求意见稿初稿）的汇报，对征求意见稿初稿提出了修改意见。

2025年8月8-20日，标准编写组根据专家咨询会专家意见，对《河湖底泥制作生态修复基质技术规范》（征求意见稿初稿）进行了修改完善，形成了《河湖底泥制作生态修复基质技术规范》（征求意见稿）。

四、相关标准研究

1. 河湖底泥相关标准情况

河湖底泥处理处置是一项复杂的系统工程，但国内对河湖污染底泥研究起步较晚，大规模处理处置的工程实践不多，缺乏系统的标准或规范指导，严重阻碍城市河湖污染底泥处理处置与资源化技术的应用推广。此前，河湖底泥处理处置主要参照城镇污水处理厂污泥处理处置的相关标准如混合填埋、园林绿化、土地改良、单独焚烧、制砖和水泥熟料生产标准等。

目前，在国家层面，河湖底泥处理处置工程方面，主要参考的国家标准有：土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（GB 15618-2018）、土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（GB 36600-2018）、农用污泥污染物控制标准（GB 4284-2018）、城镇污水处理厂污泥处置 制砖用泥质（GB/T 25031-2010）、城镇污水

污水处理厂污泥处置 单独焚烧用泥质（GB/T 24602-2009）、城镇污水处理厂污泥处置 土地改良用泥质（GB/T 24600-2009）、城镇污水处理厂污泥处置 混合填埋用泥质（GB/T 23485-2009）、城镇污水处理厂污泥处置 园林绿化用泥质（GB/T 23486-2009）。行业标准主要有：建设用土壤污染状况调查技术导则（HJ 25.1-2019）、建设用土壤污染风险管控和修复监测技术导则（HJ 25.2-2019）。

在地方层面，近年来，随着河湖底泥工程项目的实施，不同地方陆续发布了一些相关的地方标准或者团体标准，主要有：河湖淤泥处理处置技术导则（T/CWEA 7—2019）、河道淤泥固化处置技术规范（DB44/T 2171-2019）、河道淤泥固化处置再利用泥质（DB44/T 2190-2019）、河湖生态修复工程运行与维护技术导则（T/CWEC 24-2021）、城市河湖污染底泥处理效果评估技术导则（T/CHES 118-2023）、城市河湖底泥污染状况调查评价技术导则（T/CHES 117-2023）等。

2. 存在问题

对比分析国内河湖底泥相关标准规范等，存在以下主要问题：

（1）目前，在国家层面和广东省内，无论是国标、地标还是行标和团标，尚无河湖底泥资源化利用具体产品的技术规范。

（2）河湖底泥制作生态修复基质无可以直接参照利用的标准，相关的标准对河湖底泥用于制作生态修复基质缺乏直接参考价值。

（3）河湖底泥资源化利用相关的技术和产品标准存在空白，需要不断进行完善。

五、河湖底泥制作生态修复基质技术研究概要

1、技术研究背景

河湖底泥汇集了人们在生产和生活中产生的包括氮磷营养盐、含硫化合物和有机污染物在内的大量污染物，底泥污染已经逐渐成为水生生态修复中的突出问题，因此如何有效控制底泥中氮磷营养盐、含硫化合物和有机污染物的释放则成为改善河流湖泊污染问题的关键所在。

底泥修复技术主要包括异位修复和原位修复。异位修复的主要缺点是工程量大、费用高、破坏水底生态系统。原位修复主要通过抑制氮磷营养盐、含硫化合物和有机污染物的释放而起到净化水体的作用，对水体和底泥的干扰程度较小，通常不会对底泥生态环境造成破坏，是当前研究的热点问题。

目前报道的一些通过抑制底泥污染物释放修复底泥污染的专利中也还存在一些不足，如中国专利 CN101830534A 公开了一种天然沸石直接吸附湖泊河流水库污染元素的物理治理方法，该方法沸石的吸附量有限，无法长期稳定控制污染底泥内源释放。中国专利 CN111533395A 公开了一种污染河道底泥的基底改良材料及制备方法，该方法在底泥中加入改性生物炭进行污染物质释放控制，该方法制备改性生物炭需将毛竹送入燃烧炉烧制，产生大量烟尘，对环境造成污染。因此，开发一种可以持续稳定控制污染底泥内源释放，并且生态环保的生态修复基质具有十分重要的意义。

2、生态修复基质的概念及组成

常规的生态修复基质是由固体、液体和气体三相物质组成的具有一定强度的多孔人工材料。固体物质包括粗细不同的土壤矿物质颗粒、胶结材料、肥料和有机质以及其他混合物，土壤是植物生长的基体，肥料和有机质是植物生长必需的养分，而胶结材料使土壤颗粒相互连

结起来，产生力的联系。在生态修复基质固体物质之间，是形状和大小都不相同的空隙，空隙由成孔材料产生，空隙中充满水分和空气。

在脱水底泥中加入底泥、黄土、水泥、沸石、草酸、功能菌剂、微藻孢子等原料后压制成具有一定机械强度的生态基质，对底泥中的含硫化合物、氮磷营养盐及有机污染物具有缓释作用，功能细菌和藻类的植入形成菌藻共生体，协同强化含碳、氮、磷、硫污染物的吸附、吸收、降解作用。

基于底泥资源化的生态修复基质是以底泥为基底，黄土作为粘结剂、胶凝性材料作为固化剂提高固化效果、沸石提高氨氮吸附效果、草酸作为 pH 调节剂，通过人工接种微藻孢子和功能细菌，利用微藻和功能细菌的生物协同作用，实现污染底泥的生态化改造，能够高效稳定持续吸附、吸收、降解底泥河水体中氮磷营养盐、含硫化合物及有机污染物的目的。

基于底泥资源化的生态修复基质的主要组成成分包含底泥、粘结剂、固化剂、沸石、pH 调节剂、功能细菌以及微藻孢子等。

3、基于底泥资源化的生态修复基质的优点

(1) 实现底泥污染减量化。生态修复基质具有的缓释作用降低了底泥中氮磷营养盐、含硫化合物及有机污染物等污染物质的释放速率，菌藻共生体形成稳定生态群落，通过协同、吸收、转化作用，进一步降低污染物质含量。

(2) 实现底泥资源化。生态修复基质可种植水生植物，为功能细菌和藻类提供生长载体，为生态群落的重建提供依托，实现底泥二次利用。

(3) 绿色环保。生态修复基质原料采用天然无污染物质，绿色环保，不会对生态环境造成二次污染。

4、基于底泥资源化的生态修复基质的制备

基于底泥资源化的生态修复基质的制作方法如下：

(1) 底泥脱水。河湖底泥经预处理后除掉生活和建筑垃圾，初步降低含水率后进入压滤机进一步降低含水率，控制底泥含水率为70%以下；

(2) 物料搅拌。将质量分数为45~50%底泥、25~30%黄土、15~20%胶凝性材料、3~5%沸石、1~3%草酸、1~2%功能菌剂混合搅拌均匀；

(3) 压制成型。将混合均匀的物料倒入压球机储料仓，压制成型规格为长轴长：短轴长为1.5:1~2.5:1的椭球形；

(4) 养护处理。将压制好的生态修复基质块送入温度为25℃，空气湿度为95%的标准养护室进行3~4d养护处理，至其表面固结硬化，得到菌藻共生生态修复基质；

(5) 实际应用。制作完成的生态修复基质按照大直径生态修复基质在下，小生态修复基质在上、连续级配的方式均匀铺撒于河道，生态修复基质间隙植入沉水植物，完成种植。

5、基于底泥资源化的生态修复基质检测分析

(1) 生态修复基质抗压、抗冲刷能力试验

为检验生态修复基质在自然河湖环境中的抗压和抗冲刷能力，分组试验，进行为期90d的标准养护室养护实验，分别在7d、14d、28d、56d、90d进行抗压强度测试，筛选抗压强度符合自然水力条件的生态修复基质进行抗冲刷试验。预制生态修复基质单层、双层、三层码放，高度分别为7~10cm、14~17cm、22~25cm；水深50cm左右；流速梯度0.1--1.2m/s。

试验结果表明：标准养护室空气湿度大于95%的养护条件下，不

添加硅酸盐水泥组抗压强度偏低且上升缓慢，添加硅酸盐水泥组抗压强度均高于不添加硅酸盐水泥组，且抗压强度随水泥含量升高而增大。14d 时，硅酸盐水泥含量为 20% 的生态修复基质组别抗压强度大于 0.5MPa，足以抵抗自然水体压力。

当水流流速达到 0.9m/s 时，60% 以上双层、三层码放的顶层底泥块摆动，少数发生滚动，流速达到 1.0m/s 时，约 10% 双层、三层码放的顶层底泥块滚动，流速达到 1.1m/s 时，约 50% 双层、三层码放的顶层底泥块滚动，带动其他底层底泥块滚动。综上，认为预制底泥块的抗冲流速为 0.9m/s，足以抵抗自然水流冲刷力。

(2) 生态修复基质污染物质释放试验

为检验生态修复基质对含碳、氮、磷、硫等污染物质的缓释作用，进行如下分组实验：生态修复基质的质量配比为底泥 45~50%、黄土 25~30%、水泥 15~20%、沸石 3~5%、草酸 1~3%、功能细菌 1~2%、微藻孢子 1~2%，经搅拌压制而成。第一阶段，设置多组不同成分配比的生态修复基质，取 8.0kg 浸入 50×40×30cm 的水箱中注满水；第二阶段，对不同组别上覆水中 NH₄⁺-N、TN、TP、TOC，生态修复基质中 NH₄⁺-N、TN、TP、TOC、VS、AVS 等化学指标进行 7d 为一周期，为期 45d 的监测；第三阶段，分析各组别中监测指标的变化情况，选取缓释效果最优的组别进行后续试验。

试验结果表明生态修复基质中硅酸盐水泥的添加，使得生态修复基质对污染物的缓释作用明显增强，降低了氮磷营养盐、含硫化合物和有机污染物向水体中释放的速率，使水体黑臭问题的内源因素得到有效控制，为生态系统的再建立提供了基础条件。

6、技术经济论证

基于底泥资源化的生态修复基质技术旨在解决河湖底泥资源化、

水环境治理以及水生态修复问题，通过底泥生态修复基质制作技术和水下森林构建技术，解决河湖底泥减量化和资源化利用问题，同时解决河道水生态修复过程中水下植物不耐冲刷问题。

基于底泥资源化的生态修复基质技术最早于 2020 年 11 月开始投入使用，先后应用于“连平县大湖河水环境综合整治工程（农业面源控制、河道垃圾清理及底泥疏浚工程、生态河岸建设工程）”、“德庆县河涝坪水库周边环境问题整改与生态修复项目（生态修复工程）”、“增城百花林水库水生态修复项目”等水环境治理和水生态修复示范工程项目中，从这些示范性项目工程效果看，由于清淤出的底泥得到资源化利用，避免了底泥常规处理和外运处置带来的巨大成本，同时也减少了生态修复过程中外购材料的实用，也相应减少了支出成本，潜在的经济效益明显。在项目运行的过程中，有效解决了清淤后河道底泥无处安放的问题，并且产品在水流的冲击下未发生裂解，有效的保障了河道水生植物安全，对于维持河道水质稳定和水生态系统平衡具有重要的意义。

本技术避免了高能耗设备和大工程量施工对受污染水体进行治理的传统模式，采用了经济性良好的“底泥资源化利用+水下森林构建”复合技术手段对受污染水体进行水环境治理和水生态修复，生态环境效益、经济效益和社会效益实现了高度统一。

六、文件内容结构

- 1 适用范围
- 2 规范性引用文件
- 3 术语和定义
- 4 总体要求
- 5 制作工艺

6 制作原料

7 制作方法

8 包装和运输

9 绿色生产要求

10 产品质量要求

附录 检测分析方法

七、主要条文说明

1. 范围

本文件规定了河湖底泥制作生态修复基质的总体要求、生产制作工艺、原料、方法、包装和运输、绿色生产要求、产品质量要求等。

本文件适用于河湖底泥用于制作生态修复基质以及衍生产品的应用，其他类似情况也可适用于本标准。

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（包括所有修改单）适用于本规范。

3. 术语和定义

本部分为执行本文件制定的专门的术语和对容易引起歧义的名词进行的定义。

表 4 术语和定义来源

术语	定义来源
3.1 河湖底泥	指进入河流或湖泊中的黏土、泥沙、有机质及各种矿物，经过长时间物理、化学和生物等作用及水体传输，沉积于水体底部而形成的混合物。

术语	定义来源
3.2 生态修复基质	指以河湖底泥为主要原料，通过调节其原料水分和养分比例，混入土壤、水泥、粉煤灰、秸秆等加工过程，形成理化性能好的生态修复用基质。
3.3 资源化利用	将河湖底泥通过特定的方式处理后作为生态修复基质、工程回填土及其他建材原料等再利用的处置方式。
3.4 底泥脱水	通过物理、化学或机械等方法，降低底泥中含水量，使其达到便于后续处理或资源化利用的工艺。

4. 总体要求

4.1 本条明确了利用河湖底泥制作生态修复基质，对污染底泥进行资源化利用，应实施全过程管理，应遵循安全、环保、经济、循环利用的原则。

4.2 本条明确了在满足环保和安全要求的基础上，要依据技术潜能和成熟度，对河湖底泥尽可能地采用多种形式进行资源化利用，并遵循优先就地利用的原则。

4.3 本条明确要求达到资源化利用条件的河湖污染底泥应分类收集、分类运输、分类加工和分类利用。

5. 制作工艺

本部分简要概述了河湖底泥制作生态修复基质的制作工艺，并给出了制作工艺流程示意图，为指导河湖底泥用于制作生态修复基质明确了制作工艺。

6. 制作原料

6.1 本条明确了用来制作生态修复基质产品的河湖底泥原料要求，主要是从物理性能方面要求的，对底泥做了相应的定性要求。

6.2 本条主要是从河湖底泥原料的物理、化学性能进行要求的，并对底泥原料需要测定的相关物理、化学指标进行了明确。

6.3 本条规定了制作生态修复基质产品所用的固结剂、水、外加剂及掺合料的质量性能要求。

7. 制作方法

7.1 本条对河湖底泥制作生态修复基质工艺过程之一的底泥脱水工序涉及的工艺要求和参数进行明确。

7.1.1 本条明确了用来制作生态修复基质产品的河湖底泥宜进行脱水处理以降低底泥含水率，并明确了底泥含水率的控制参数；

7.1.2 本条明确说明底泥脱水采用的方式方法；

7.1.3 本条明确了底泥机械脱水采用的设备型式。

7.2 本条对河湖底泥制作生态修复基质工艺过程之一的物料拌合工序涉及的工艺要求和参数进行明确。

7.2.1 本条明确了利用河湖底泥制作生态修复基质产品所用物料组成。

7.2.2 本条规定了用于制作生态修复基质所用的各物料配方配比的来源和方法。

7.2.3 本条规定了用于制作生态修复基质所用的物料拌合方法。

7.3 本条对河湖底泥制作生态修复基质工艺过程之一的压制成型工序涉及的工艺要求和参数进行明确。

7.3.1 本条规定了利用河湖底泥制作生态修复基质产品压制成型的造粒机械和规格要求。

7.3.2 本条规定了用于压制成型的混合料的性能要求。

7.3.3 本条规定了压制成型的椭球形颗粒物理性能要求。

7.4 本条对河湖底泥制作生态修复基质工艺过程之一的养护处

理工序涉及的工艺要求和参数进行明确

7.4.1 本条规定了压制成型的椭球形颗粒整体养护要求。

7.4.2 本条规定了压制成型的椭球形颗粒标准养护要求。

7.4.3 本条规定了压制成型的椭球形颗粒养护时间要求。

8. 包装和运输

8.1 本条明确了河湖底泥制作的生态修复基质产品包装和运输储存要求。

8.2 本条规定了生态修复基质产品包装袋和包装材料要求。

8.3 本条规定了生态修复基质产品贮存要求和环境要求。

9. 绿色生产要求

9.1 本条明确了河湖底泥制作生态修复基质产品选址方面的要求

9.1.1 本条规定了河湖底泥制作生态修复基质产品选址要考虑的相关因素。

9.1.2 本条主要是从交通和建设成本方面对河湖底泥制作生态修复基质产品选址进行明确。

9.2 本条明确了用于制作生态修复基质产品的设备设施相关要求

9.2.1 本条主要是从防尘、防噪声和防雷对相关设备设施和场地进行规定。

9.2.2 本条明确了用于制作生态修复基质产品的设备设施，并规定了要执行国家的计量和检测标准。

9.2.3 本条明确了规模化的河湖底泥制作生态修复基质处置场的相关要求。

9.3 本条明确了生态修复基质生产过程中需要遵循的环保要求

9.3.1 本条整体上规定了河湖底泥制作生态修复基质在预处理及生产过程中的相关环保要求。

9.3.2 本条明确规定了现场生产过程中的防尘要求。

9.3.3 本条规定了生产过程中清洁生产和防臭要求。

9.3.4 本条规定了生产过程中的渗滤液和污水处理要求。

10 产品质量要求

10.1 本条主要是从生态环境保护方面，规定了生态修复基质产品主要污染物指标及限值应满足的要求，并同时给出了检测方法参照文件依据。

污染物指标的选择是在综合分析《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918）、《地表水环境质量标准》（GB 3838）、《污水综合排放标准》（GB 8978）等标准的基础上，结合淤泥处置的实际情况，并按照“可行性、经济性、便捷性”的原则上选择出 11 项检测指标。

污染物指标 28 天限值的设定是在综合分析《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918）、《地表水环境质量标准》（GB 3838）、《污水综合排放标准》（GB 8978）等标准的基础上，并结合淤泥处置和淤泥固化土检测的实际情况而设定的数值，既具有实用性，也具有可操作性和指导性。污染物指标的选择是参考《污水综合排放标准》（GB 8978）中第一类污染物指标，并根据淤泥处置的实际情况选择部分第二类污染物指标进行分析。

10.2 本条主要是从物理性能规定了生态修复基质产品的强度性能指标，并给出了检测方法和检测参照文件。根据试验和工程应用，当生态修复基质产品抗压强度大于 0.5MPa，足以抵抗自然水体压力和冲刷，且具有一定的耐水浸泡性，不易二次泥化。因此，综合考虑，将生态修复基质产品的抗压强度设定为 0.5Mpa。耐水性是指材料抵抗水破坏的能力，耐水性通常用软化系数来表示，软化系数是选择耐

水材料的重要依据，对于直接用于水中或受潮严重的材料，其软化系数不宜低于 0.85，对于受潮较轻的材料，其软化系数不宜低于 0.75，本标准取 0.75。

10.3 本条主要是从生态修复基质产品应用方面进行的规定，在不同的应用场景和应用用途时要满足的要求。

附 录 检测分析方法

附录给出了本标准涉及到的一些指标的检测分析方法，检测分析方法仅供检测时参考，由于同一检测指标往往有多种检测分析方法可供选择，建议在检测分析时选用环保、高效、新型以及低成本检测方法。