

《水体重金属污染底泥异位处理处置技术指南》
编制说明
(征求意见稿)

标准编制组

二〇二一年四月

目 录

1 项目背景.....	1
1.1 任务来源	1
1.2 工作过程	1
2 标准编制的必要性分析	2
3 国内外相关技术及标准研究	4
3.1 国内外相关技术	4
3.2 国外相关规范及标准	6
3.3 国内相关规范及标准	6
4 标准制订的基本原则和技术路线	8
4.1 基本原则	8
4.1.1 系统性与完整性原则	8
4.1.2 先进性与实践性原则	8
4.1.3 可行性与实用性原则	8
4.2 技术路线	9
5 主要技术内容及说明	9
5.1 主要结构框架	9
5.2 范围.....	11
5.3 规范性引用文件	11
5.4 术语和定义	11
5.5 工程选址及处理场平面布置	11
5.6 底泥处理	13

5.7 底泥分类利用处置	18
5.8 废水处理	19
5.9 辅助工程	20
5.10 生产运行管理	20
6 标准实施的环境效益与经济技术分析	22
7 标准实施建议	23

1 项目背景

1.1 任务来源

受山东省生态环境厅委托，由山东省环境保护科学研究设计院有限公司牵头，山东省环科院环境工程有限公司、中国环境科学研究院、中国科学院烟台海岸带研究所协作共同开展《河流重金属污染底泥（异位）处理处置工程技术指南》标准的编制工作。

1.2 工作过程

2019年12月—2020年3月，成立标准编制组，根据《国家环境保护标准制修订工作管理办法》、《山东省环境保护标准制修订工作管理办法》等环保标准制修订有关文件的要求，对目前河流、湖泊等水体底泥及相关的土壤重金属污染处理处置技术资料进行收集，确定了标准的框架结构和技术路线。

2020年4月，山东省生态环境厅组织召开开题论证会，与会专家对该标准的编制范围、框架和主要内容等进行了讨论，认为该标准的编制范围及技术内容与在编的其他相关标准存在重合，建议调整标准的范围、框架及技术内容修改后再次进行开题。

2020年5月—2020年10月，编制组根据专家意见对指南编制范围、框架及技术内容进行修改完善，并在省内外积极开展技术、设备及工程实例调研工作，咨询领域相关专家，总结实际管理和操作中的经验。通过对现有资料和调研成果进行汇总整理，分析归纳，形成了标准初稿。

2020年11月，山东省生态环境厅再次组织召开开题论证会，专家组对开题报告和标准初稿进行讨论，一致同意该标准通过开题审查，并建议修改标准名称为《水体重金属污染底泥异位处理处置技术指南》。

2020年12月-2021年4月，编制组邀请底泥治理相关领域专家和标准制修订行业专家对本标准初稿进行研讨，专家对标准的结构和内容提出了宝贵的修改意见，编制组对专家提出的意见进行了认真的总结和采纳，修改并形成指南的征求意见稿草案。

2 标准编制的必要性分析

重金属通过大气降尘、大气降水、土壤冲刷、地表径流、各类污水、固体垃圾以及农药等污染途径进入水体后，通过水体颗粒的吸附、絮凝、沉淀作用和生物吸收等作用逐渐沉积到底泥中并不断积累。通过不断的积累和富集作用，底泥中重金属浓度往往远高于上覆水中的重金属浓度。底泥中的重金属在外界环境条件发生变化时可能会从底泥中重新释放出来，导致上覆水水质超标，使得底泥从重金属的“汇”变成了重金属的“源”。此外，水体底泥是底栖生物的栖息场所和食物来源，底泥中的污染物可以直接或间接地对底栖生物造成毒害作用，并通过食物链的积累和放大作用，最终危害人类健康。

过去几年，我国重金属污染呈现出长期积累和近期集中爆发、历史遗留问题和新出现问题相交织的特点。2012年7月，山东省环保厅、财政厅完成的《全省重点污染河流、湖泊、河流入海口滩涂底泥

重金属的污染状况调查报告》显示：“全省 131 条重点污染河流、4 个省控重点湖泊、34 个省级重点河流入海滩涂共布设采样点位总数 777 个，21.4% 的点位受到不同程度污染，受污染底泥总量为 621.3 万 m³，其中，需异位处理污染底泥量 168.5 万 m³”。

为贯彻落实《国务院关于印发<水污染防治行动计划>的通知》（国发[2015]17 号）和《山东省落实<水污染防治行动计划>实施方案》（鲁政发[2015]31 号）要求，山东省编制了《山东省河流湖泊和入海河口滩涂底泥重金属污染防治专项行动计划》（鲁环发 [2017] 144 号），明确提出：到 2020 年，底泥重金属污染治理取得积极进展，水环境敏感区域污染底泥得到有效治理，有效实施红线管控。

但是，目前重金属污染底泥治理技术存在治理环节功能不明晰、污染底泥减量化程度不高、资源化利用比例和程度低、最终处置途径不明晰等问题。行业主管部门和具体施工单位对底泥处理处置施工工序认识较为模糊，技术交流存在空白区，造成河流重金属污染底泥处理处置工作无标准、指南可循，相关政府管理部门无标准依据对工程治理效果进行考核验收。为满足当前底泥重金属污染处理处置行业的实际需求，为水体重金属污染底泥处理处置工程提供技术指导，亟需制定相关标准、指南。

本指南将填补山东省对水体重金属污染底泥治理领域缺乏规范性文件空白，可为行业领域提供技术指导，指导山东省水体重金属污染底泥异位处理处置工程方案的设计和工程实施，构建更加完善的底泥处理处置技术方法体系，提高水体重金属污染底泥治理和应急处

理能力，对水体重金属污染底泥治理工程的实施决策以及治理工程的竣工验收具有重要的技术指导意义。

3 国内外相关技术及标准研究

3.1 国内外相关技术

目前，国内外关于重金属污染底泥治理技术和方法主要包括原位处理和异位处理两种。原位治理指对污染底泥不进行清淤，直接采用固化、微生物降解、植物修复、覆盖、氧化还原、高吸附材料等手段消除污染。该方法工艺简单，成本低，对自然水环境干扰较小，适用于污染量小和污染程度较低的底泥，但其有修复周期较长，易产生二次污染的问题。异位治理是将污染底泥进行清淤，再对清淤的底泥进行修复治理处置。该方法从源头直接切断污染释放，处理效率高，对底泥理化性质、污染程度、污染物形态等关键影响因素适应性更强，但其成本较高。综合考虑，污染量大且污染严重的底泥更适合用异位治理的技术方法。

重金属污染底泥异位治理常用的方法有底泥淋洗、筛分、固化、稳定化技术等。

根据淋洗剂的种类可将淋洗方式可分为物理淋洗（清水淋洗）和化学淋洗（化学药剂增效淋洗）两种。底泥淋洗常与底泥筛分同步进行，底泥筛分淋洗过程产生的化学作用、水力剪切以及物理摩擦作用会使底泥上赋存的不稳定态重金属进入液相，淋洗废液处理达标后排放。该方法可提高清淤底泥的资源化利用率，但化学淋洗的底泥通常

无法还田还林使用。

采用固化剂、稳定剂对污染底泥进行处理，可与重金属发生氧化还原、络合、沉淀等反应，改变重金属赋存形态或将重金属包裹在固化体中，从而降低污染物的迁移性、溶解性和生物有效性。该方法可操作性强，经济可行，但处理后的底泥受环境变化的影响较大，有再次释放的风险。

疏浚的重金属污染底泥经处理后的处置途径通常可选择土地利用、建材利用、填方利用以及填埋处置等途径。

底泥中有机质含量符合绿化种植土壤要求时，可进行还田还林，改良土壤结构，但重金属等有毒有害物质含量超过相应标准时，不得进行土地利用。

底泥中主要成分为硅铝质无机物，与建筑材料常用的黏土原料组分相近。利用底泥制砖、制陶粒、水泥熟料生产是一种变废为宝的处理方法，社会效益显著。

经处理后的疏浚底泥是良好的填方材料，作为底泥资源化利用的重要途径，能够满足道路、桥梁等大规模城市建设的需求，具有广泛的工程应用前景。但是，路基稳定对铺路用底泥提出了较高的要求，需将疏浚底泥进行脱水固化处理，改造底泥性质使之满足路基回填土的相关性能要求，在实现底泥大规模、低成本无害化处理的同时，为工程建设用土提供有效替代源，减少新鲜黏土开采所造成的生态破坏与自然资源消耗。

不具备土地利用和建材综合利用条件的底泥，可采用填埋处置，

其优点是工艺成熟、操作管理简单、经济节能、投资少、见效快，但缺点也很明显，即占地面积大，要求工程所在地有可以接受一般工业固体废弃物的填埋场，并有足够的接收容量。

3.2 国外相关规范及标准

国际标准化组织以及部分发达国家关于重金属污染底泥处理处置的相关标准或指南较少，主要可参考：

沉积物调查与评价类——《National Sediment Quality Survey - Second Edition (U.S. EPA, 2004)》、《EPA's Contaminated Sediment Management Strategy (EPA-823-R-98-001)》、《Canadian Environmental Quality Guidelines》、《Canadian sediment quality guidelines for the protection of aquatic life》等；

综合治理类——《Superfund Remedy Report, 15th Edition, Sep 2017》（USEPA）等；

综合处置类——《Maritime works. Code of practice for dredging and land reclamation (BS 6349-5-2016)》等。

3.3 国内相关规范及标准

在我国，重金属污染底泥处理处置工艺设计和工程实施尚无系统的标准或指南可循，行业内外相关的标准或指导文件主要有：

重金属污染底泥调查与评价类——《底泥污染状况调查点位布设技术规范》（DB37/T 4327-2021）、山东省地方标准《底泥重金属污染状况评价技术指南》（征求意见稿）；

底泥疏浚技术及疏浚设备类——《湖泊河流环保疏浚工程技术指南》（征求意见稿）、《疏浚工程施工技术规范》（SL17-90）、《滩涂治理工程技术规范》（SL389-2008）；

综合治理类——《城市河湖环保清淤及底泥处理处置技术规程》（征求意见稿）、《广州市河涌清淤及淤泥处理处置全流程工作指引（试行）》、科学技术部《重金属污染防治技术汇编》。

土地利用处置类——《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）、《绿化种植土壤》（CJ/T 340-2016）、《城镇污水处理厂污泥处置土地改良用泥质》（GB/T24600-2009）等；

建材利用处置类——《水泥窑协同处置固体废物技术规范》（GB 30760-2014）、《固体废物再生利用污染防治技术导则》（HJ 1091-2020）、《城镇污水处理厂污泥处置 制砖用泥质》（GBT 25031-2010）等；

填埋处置类——《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB 18599-2001）、《城镇污水处理厂污泥处置混合填埋用泥质》（GBT 23485-2009）等。

此外，其他专业可供参考的标准/指导文件主要有：

《污染场地修复技术目录（第一批）》（环保部公告[2014]第 75 号）、《砷渣稳定化处置工程技术规范》（HJ 1090-2020）、《污染地块风险管控技术指南—固化稳定化技术（试行）》（征求意见稿）、《城镇污水处理厂污泥处理处置技术指南》等。

底泥处理处置技术繁杂多样，尽管可以在一定程度上借鉴相关行业已有的标准，取长补短、互为补充，但是考虑到各个行业各有侧重，

这些标准并不能完全涵盖或满足底泥重金属污染处理处置工程技术标准要求，相关政府管理部门无标准依据对工程治理效果进行考核验收。为满足当前底泥重金属污染处理处置行业的实际需求，亟需制定标准以填补这方面的空缺。

4 标准制订的基本原则和技术路线

4.1 基本原则

4.1.1 系统性与完整性原则

本标准的编制力求全面完整，涉及重金属污染底泥异位处理处置工程的选址和平面布置、处理技术、处置途径以及工程运行管理等多方面内容，综合全面考虑重金属污染底泥异位处理处置工程的全过程内容，以及对所涉及的各种技术进行系统地介绍，并提出相应的指导和建议。

4.1.2 先进性与实践性原则

本标准的主要技术内容既代表了当前全省乃至全国重金属污染底泥异位治理技术的先进水平，又以大量实践经验为基础，突出技术要求的针对性和科学性，便于参考使用。

4.1.3 可行性与实用性原则

在满足我国国情、技术经济水平以及各项政策、法规的前提下，通过指南可以指导重金属污染底泥异位处理处置工程项目的工艺选择、建设、验收及运营管理。通过工艺设计优化，将污染底泥进行减

量化、资源化、无害化处理处置，并降低处理处置成本。

4.2 技术路线

本标准在调研国内外相关文献资料、标准规范、技术设备及工程案例的基础上，结合国内外底泥处理处置相关的先进技术，对底泥异位治理工程的选址及场区平面布置、底泥处理工艺、处置途径选择、废水处理、辅助工程设计及生产运行管理等内容作出解析，为底泥重金属污染处理处置工程设计和生产运行管理提供了技术指导。本标准的编制工作技术路线示意图 1。

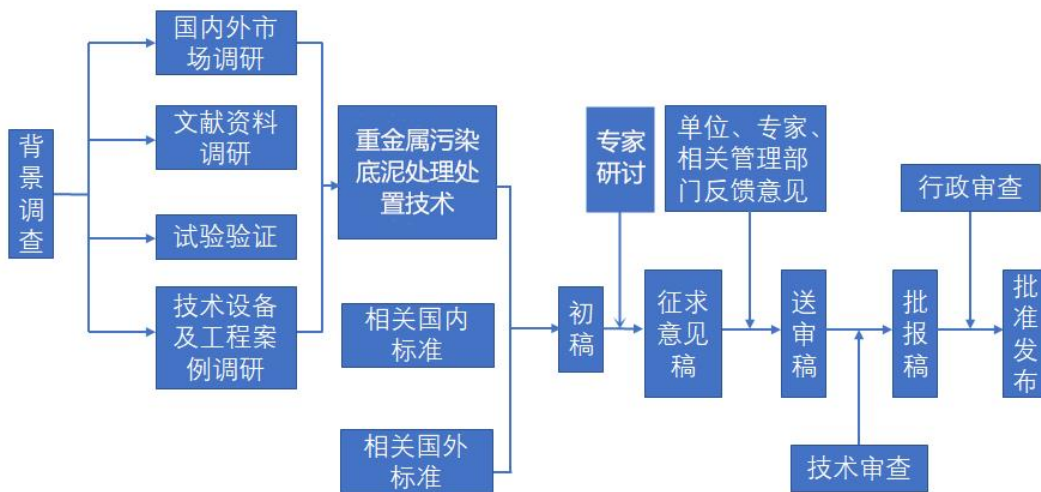


图 1.本标准编制工作技术路线示意图

5 主要技术内容及说明

5.1 主要结构框架

第一部分：范围

结合山东省重金属污染底泥治理领域的实施情况和需求，明确标

准编制内容和适用范围。

第二部分：规范性引用文件

本部分列出与本标准的编制以及具体内容有关的国家或行业技术标准。

第三部分：术语和定义

本部分对本标准中所涉及的主要管理和技术术语进行了定义。

第四部分：工程选址及处理场平面布置

本部分对实施重金属污染底泥异位治理的工程选址和处理场地的平面布置提出了通用设计要求和建议。

第五部分：底泥处理

本部分对底泥异位处理常用技术的适用条件、设备配置、操作要点等进行了明确。

第六部分：底泥分类利用处置

本部分对污染底泥处理过程中产生的泥组分、砂组分、固化体以及垃圾等处置途径及适用条件提出建议和要求。

第七部分：废水处理

本部分对重金属污染底泥处理中产生废水的处理和排放提出要求和建议。

第八部分：辅助工程

本部分对底泥处理处置工程现场电气自控以及消防安全设施提出要求。

第九部分：生产运行管理

本部分对底泥异位处理处置工程运行管理、设施运行、运行控制及安全生产提出要求。

5.2 范围

标准条文 1 规定了标准的适用范围：

本标准提供了重金属污染底泥异位处理处置工艺设计、工程建设及生产运行管理的技术指导。

本标准适用于河流、湖泊、入海滩涂、水库、坑塘等流域重金属污染底泥的异位处理处置工程。本文件不适用于经鉴定为危险废物的底泥。

5.3 规范性引用文件

标准条文 2 阐述了标准中引用的有关文件，共计 22 项，其中国家标准 14 项、行业标准 8 项，涉及与底泥治理工程相关的工程设计、建设、安全防护、卫生等内容，以上内容作为本标准编制的依据。

5.4 术语和定义

标准条文 3 对标准中涉及的技术名词进行了定义，共计 6 个，包括底泥、重金属污染底泥、底泥异位处理、重金属赋存形态、底泥筛分和底泥淋洗。

5.5 工程选址及处理场平面布置

标准条文 4 为工程处理场地的选址原则和平面布置要求，其中：

◇ 标准条文 4.1 阐述了工程处理场地选址需考虑的因素和选址

原则。

工程处理场地选址十分重要，应综合考虑各项因素，经过多方案技术经济比较后确定。

工程处理场地优先选择在工程河道周边可利用的空地或废旧工厂，缩短清淤区域与处理场地之间的运输距离，降低底泥输送管道的压力，或控制运载卡车的运输成本。如不可避免地选择了远离清淤河道的地块时，应选择经济、环保、可靠的清淤底泥运输方案；工程处理场的地质需满足设备和构筑物的承载力要求和一定的防渗要求，优先选用底泥条件良好的天然岩石地基，或承载力大、压缩性低的土质地基。如不可避免地选择了质地条件差的地块时，应对地基进行安全处理；底泥处理过程中会散发臭气、产生噪音等，处理场地应选择在对周围环境影响较小的区域，与敏感保护目标或生态敏感区保持适当距离，防治或避免二次污染。

- ◇ 标准条文 4.2 为处理场平面布置，从科学布局、保护环境和人体健康等角度，分 5 小节提出重金属污染底泥异位处理处置工程处理场平面布置要求。

处理场应设置围墙或围挡等隔离设施，起到安全、美观的作用。合理设置处理场区内的各项设备，合理设置各项辅助设施，保证设备稳定、可靠、高效运行，可以降低工程建设成本和处理成本。处理场区内设施及构筑物的布置应考虑生产、办公互不影响，因此需划分作业区和办公区。处理场区内道

路、临时车辆停车位等的设置应满足运输、消防、管道铺设的要求，车辆不应无故在道路上停留。底泥处理场地应进行必要的硬化防渗处理。底泥处理场地多为临时性场地，工程结束后需将设备拆除、破除硬化，恢复其景观和使用功能。

5.6 底泥处理

标准条文 5 对底泥异位处理常用技术的适用条件、设备配置、操作要点等进行了明确，其中：

◇ 标准条文 5.1 为底泥处理的一般规定，共分为 2 个小节。

目前国内相对较成熟的底泥处理技术有“预处理、筛分、淋洗、稳定化、脱水、及固化”等环节，应在底泥“三化”原则的指导下，综合考虑各项因素和项目需求后，进行处理工艺的设计。

案例 1：某河流清淤底泥选择了“预处理（分离石块）—同步淋洗筛分（分离出清洁砂组分与污染泥组分）—脱水处理—泥组分固化处理—无害化处置（制砖）”的工艺流程。

案例 2：某湖泊清淤底泥选择了“预处理（分离垃圾）—化学增效淋洗（洗脱重金属）—脱水处理—无害化处置（制陶粒）”的工艺流程。

◇ 标准条文 5.2 为底泥预处理的相关要求，共分为 3 个小节。

通常疏浚底泥中可能含有较多动植物残体、废弃塑料等垃圾，砖块、混凝土块等建筑垃圾，以及铁钉、铁丝等磁性杂物。为了达到减量化和资源化处理处置的目标，以及防止上述杂

物影响后续处理处置系统的稳定运行，防止损坏设备，底泥正式处理前一般需要去除杂物。此外，当底泥板结成块时，宜设置破碎装置或水力冲刷装置，提高底泥均匀度。

- ✧ 标准条文 5.3 为底泥筛分技术单元的相关要求，共分为 4 个小节。

底泥筛分可分离出底泥中的清洁砂组分和石块，实现污染底泥的减量化，且实现底泥的资源化利用。底泥中砂粒含量较低时或底泥宜整体进行处理处置时，不必进行筛分处理。底泥筛分通常在流态条件下进行，含水率应满足筛分和提升设备正常运转的要求，泥浆流动性较低时，筛分效果较差。

应根据底泥筛分处理量和处理目标要求，合理选择各级筛分设备的型号和数量。为使清洁砂尽量满足资源化利用条件，各级筛分设备网孔尺寸和旋流器分离粒度宜参考《建设用砂标准》中颗粒级配的要求，选用 4750 μm 、2360 μm 、1180 μm 、600 μm 、300 μm 、150 μm 等规格。

- ✧ 标准条文 5.4 为底泥淋洗技术单元的相关要求，共分为 5 个小节。

当底泥采用化学增效淋洗时，主要作用机制在于利用淋洗液的解吸、螯合、溶解或固定等化学作用，改变重金属赋存形态，从而实现重金属的脱离或稳定。底泥采用清水淋洗时，多与筛分环节同步进行，主要目的为通过水力冲刷作用将富含不稳定态重金属的细砂粒、粉粒、粘粒等从大粒径砂砾上

分离。

此外，应根据重金属含量及其赋存形态等，通过实验室测试、中试试验等，合理选择淋洗剂类型，确定淋洗的液固比、淋洗时间、淋洗次数和设备选型等。底泥淋洗剂可选用清水或增效淋洗剂，增效淋洗剂可选用酸洗剂、螯合剂等化学试剂或生物制剂。当一次淋洗未达到淋洗目标或淋洗时间受设备限制时，可设置多级淋洗或循环淋洗。底泥淋洗可选用洗脱搅拌罐、滚筒清洗机等设备或其他自主研发的设备。

◇ 标准条文 5.5 为底泥稳定化技术单元的相关要求，共分为 4 个小节。

稳定化和固化处理具有一定的相似性，又有显著区别。通常稳定化处理指将有毒害污染物转变为低溶解性、低迁移性及低毒性的物质的过程。而固化指将污染物附载的本体转变为不可流动固体或形成紧密固体的过程，固化的产物是结构完整的整块密实固体。因此本标准将两种处理工艺分开进行叙述。

底泥重金属浸出浓度高于处置途径要求时，宜进行稳定化处理，将易迁移、易浸出的不稳定态重金属转化为稳定态重金属。应根据重金属种类、主要赋存形态、浸出浓度、含量、pH 等性质，结合实验室测试、中试试验结果等，综合考虑控制目标和稳定成本等因素，合理确定稳定化工艺、稳定剂种类、添加配比、反应时间和设备选型等。稳定剂可选用碱性

物质类、磷酸盐类、硫化物类、铁盐类、硅酸盐类、矿物质类、生物炭类等，当底泥存在多种重金属污染时，宜选择复合型稳定剂。底泥稳定化可与底泥脱水同步进行，也可设置独立的底泥稳定化设备。稳定化设备可选用混合搅拌装置等设备。

◇ 标准条文 5.6 为底泥脱水技术单元的相关要求，共分为 3 个小节。

底泥含水率若不满足处置途径要求，则应进行底泥脱水，宜根据底泥的物理性质和含水率目标，结合工程工期、场地面积等条件，合理选择底泥脱水方法：选用自然干化时，应具备充足的场地面积和气候条件，且工期允许，其设计、建设宜参考 GB 50014 的相关要求；选用土工管袋脱水时，应具备充足的场地面积，目前国内尚无相关标准，其设计、建设宜在大量测试的基础上进行，并做好防渗处理；采用机械设备脱水时，应具备良好的供电供水条件，且底泥砂石含量不宜过高，机械脱水可选用离心脱水机、带式脱水机、板框压滤脱水机、螺旋压滤机等。此外，底泥脱水前宜进行有效的调理，以降低底泥比阻，提高脱水效率。调理剂可选用无机金属盐类药剂、有机高分子类药剂、底泥改性剂等。

◇ 标准条文 5.7 为底泥固化技术单元的相关要求。

底泥固化处理前宜进行水分调节、杂质筛分、泥块破碎等预处理，使底泥含水率、颗粒粒径、颗粒均匀度等满足固化要

求。根据重金属种类及其赋存形态等，通过试验，合理选择固化剂和添加剂的种类，确定固化剂和添加剂的投加量、投加方式、反应时间、养护时间和设备选型等。

固化剂可选用水泥类、石灰类、沥青类、玻璃类等，并可混合使用添加剂来提高固化效果，添加剂可选用磷酸盐、硫化物等。目前的相关项目通常选用技术成熟、成本较低的水泥类或石灰类固化剂，但随着技术的发展，其他材料的技术稳定性和成本廉价性可能有所提升。底泥与固化剂（添加剂）充分搅拌混合后，宜放入固结池或其他模具中铺平、压实进行养护，养护期内固化体应避免扰动、碾压、浸泡。

◇ 标准条文 5.8 为底泥贮存及转运的相关要求。

采用土工管袋工艺时，宜结合湿法清淤和半干法清淤，通过管道将底泥泵送入土工管袋；采用其他工艺时，宜设置底泥贮存堆场或贮存池。底泥贮存堆场或贮存池应做好防渗、防溢流措施。应对贮存堆场内底泥采取覆盖等降尘措施，散落路面的底泥应及时清理，处理场出口设置车辆清洗设施。应对暂时贮存的底泥采取棚遮和覆盖等防雨措施，避免雨水冲刷。

处理场内各处理设备之间，泥浆宜通过泵管输送，非流态的泥沙宜通过铲车、皮带输送机、螺旋输送机等进行转运。底泥经处理后应及时清运、处置，车辆运输应尽量避免交通高峰期，躲避狭窄路段。

5.7 底泥分类利用处置

标准条文 6 对污染底泥处理过程中产生的泥组分、砂组分、固化体以及垃圾等处置途径及适用条件提出建议和要求，其中：

◇ 标准条文 6.1 阐述了经处理的泥组分资源化利用的各类途径，以及用于各途径时应满足的国家标准及行业标准，如园林绿化、建筑材料等。无法实现资源化利用时，应进行卫生填埋。其中泥组分用于生产建筑材料的过程和产品的污染控制应满足《固体废物再生利用污染防治技术导则》（HJ 1091-2020）第六章的相关要求。

◇ 标准条文 6.2 阐述了处理过程中分离出的砂组分的资源化利用途径，及各途径对砂的质量要求和污染指标要求。

工程设计阶段参考 GB/T 14684 级配粒度，且处理后砂组分细度模数符合建造要求，则砂组分可用作混凝土骨料、普通砂浆用砂、制砖用砂等途径。若不同粒径的砂进行合理级配后可得到所需细度模数的混合砂，同样可用作上述途径。同时，砂的质量和级配方法要求应符合《建设用砂》（GB/T 14684-2001）的规定；重金属指标参考《水泥窑协同处置固体废物技术规范》（GB 30760-2014）的要求。

此外，砂组分用于建设用地用土或回填河道时，其污染物指标应符合 GB 36600 中的相应要求。无法实现资源化利用时，应进行卫生填埋。

◇ 标准条文 6.3 阐述了固化处理产生的固化体的处置途径。固化

体宜用作建筑材料，其重金属含量和浸出浓度应满足 GB 30760 的要求，固化体的其他指标参数应满足相应建筑材料使用要求。若无法实现资源化利用，应进行卫生填埋。

- ◇ 标准条文 6.4 阐述了底泥处理过程中产生的垃圾的处置途径。废弃塑料制品、玻璃、织物等生活垃圾宜运送至生活垃圾填埋场进行处置。卵石、砖块、混凝土块等建筑垃圾的处置应符合当地建筑垃圾管理规定或建设部《城市建筑垃圾管理规定》，可采用破碎加工成再生骨料、砌块、地砖等，或用作一般场地、道路等基础回填材料。

5.8 废水处理

标准条文 7 阐述了底泥处理过程中产生废水的处理方法和排放要求，其中：

- ◇ 标准条文 7.1 为底泥脱水滤液和车辆冲洗废水等处理的相关要求。该类废水宜经过处理后进行工程回用或达标排放，排入功能水体时，应满足国家和地方污染物排放相关标准要求。
- ◇ 标准条文 7.2 为底泥增效淋洗废水处理的相关要求。该类废水宜经过处理去除水中重金属并调节 pH 后，再进行淋洗回用。
- ◇ 标准条文 7.3-7.4 为废水处理方法和废水处理产生污泥的处置要求。含重金属的废水处理可选用重金属捕集法和絮凝沉淀法等方法，产生的污泥脱水后宜运送至一般固体废弃物填埋场处理。

5.9 辅助工程

标准条文 8 阐述了底泥处理处置工程现场对电气自控以及消防安全设施的要求，其中：

◇ 标准条文 8.1 为电气与自控的相关要求，共分为 2 个小节。

处理场内供配电设施应符合 GB 50052、GB 50053、GB 50054 相关要求。自控仪表设施应符合 HG/T 20507、HG/T 20508、HG/T 20509、HG/T 20512、HG/T 20513 相关要求。

◇ 标准条文 8.2 为消防与安全的相关要求，共分为 5 个小节。

处理场内消防设施应符合国家现行的防火规范要求，消防器材的设置应符合 GB 50016 相关要求，噪声应满足的 GB 12523 相关要求。场内道路布置考虑消防车辆出入方便，各建、构筑物之间距离严格按照规范要求布置，确保防火间距。应高度重视劳动安全和职业卫生，根据 GB/T 12801 的有关规定采取相应的措施，消除事故隐患，防治事故发生。

5.10 生产运行管理

标准条文 9 阐述了底泥异位处理处置工程运行管理、设施运行、运行控制及安全生产的相关要求，其中：

◇ 标准条文 9.1 为工程运行管理的相关要求，共分为 5 个小节。

施工单位应制定处理设施运行及维护的规章制度，主要设备的运行、维护和操作规程。设备的运行和维护应符合设备说明书和相关技术规范的规定，各岗位应有健全的技术操作规程、安全操作规程及岗

位责任等制度。生产运行管理、操作和维护人员必须掌握处理工艺和设施、设备的运行、维护要求及技术指标。能源和材料的消耗应准确计量，并做好各项生产指标的统计，进行成本核算。生产运行人员应对接收底泥和处置底泥进行有效计量，并填写运行记录。

◇ 标准条文 9.2 为工程运行管理的相关要求，共分为 7 个小节。

筛分设备运行前应检查筛网有无松动，筛网是否完好，发现筛面结块、跑浆应停止给料，及时清除结块、清除堵塞后方可继续运行。应定期检测淋洗设备出料的清洁程度，据此调整进料量、淋洗剂用量、淋洗时间等参数。应及时调整脱水调理剂投加量、进料量，控制出料含水率，滤液含固率应小于 5%。脱水机带负荷运行前，应空载运转数分钟，脱水工作完成后，设备应冲洗干净。应按期对各类设备、管道进行检修，杜绝跑、冒、滴、漏现象。土工管袋在充灌过程中，应有专人监督，防止过度充填爆裂。应根据底泥重金属含量、浸出毒性、机械强度等底泥处置控制指标及时调整稳定剂、固化剂用量。

◇ 标准条文 9.3 为工程运行管理的相关要求，共分为 2 个小节。

建设单位应委托有资质单位进行工程监测，形成检测报告，并存档备案，检测内容包括各处理环节出料口处的底泥、固化体、外排污水等，采样点设置和采样方法可参考 HJ/T 20 进行。此外，工程生产运行过程中，施工单位应加强工程质量自检，形成自检报告，并存档备案，自检时宜使用 X 射线荧光光谱分析仪(XRF)、粒度分析仪等快速检测仪器，不定时抽测各处理环节出料口处的底泥的重金属含量以及筛分后底泥的粒径分布。处理场区内宜设置空气质量和噪声的实时

监测设备。

◇ 标准条文 9.4 为工程运行管理的相关要求，共分为 5 个小节。

操作人员在现场开、停设备时，应该操作规程进行，设备工况稳定后，方可离开。各种设备维修前必须断电，并应在开关处悬挂维修和禁止合闸的标识牌，经检查确认无安全隐患后方可操作。寒冷季节应对外露的管道、闸阀、设备等采取防冻措施。应确保护栏及扶梯牢固可靠，设施护栏不得低于 1.2m。运行维护人员应按要求巡视检查设施、设备的运行情况并做好记录。应对工程运行中可能发生的有关环境污染事故和安全事故制定应急预案，明确相关的风险防范措施，并组织施工人员进行应对风险发生的培训和演练。

6 标准实施的环境效益与经济技术分析

本标准对重金属污染底泥异位处理处置工程的设计、建设、运行、管理等各个环节提出要求，对我省乃至全国的重金属污染底泥异位处理处置工程的实施具有较强的指导意义和实用价值，同时有利于项目主管部门进行相关的管理和验收工作。

本标准的实施，有利于选择与我国当前的经济、技术发展水平相适应的工艺技术路线，提高工程效率，促进重金属污染底泥异位处理处置工程的规范化建设，减少污染底泥对水环境的污染，并防治和避免处理处置过程出现的二次污染，获得社会、经济和环境效益，促进人与环境的和谐发展。

7 标准实施建议

本标准作为我国环境工程技术规范中的一部分，在编制过程中，有关条款直接引用了现有国家标准、行业标准或技术规范等内容，尽量避免重复或存在矛盾，力求简化。内容上力求全面，并能够突出成熟、普遍应用的重金属污染底泥异位处理处置工程特有的技术要求。因本标准为首次制定，尚有不完善之处，应在实施过程中根据反馈的问题和技术进步情况，进行修订完善和更新标准的内容。