

浅谈底泥处理厂底泥处置工艺

李晓

中国水利水电第十二工程局有限公司

摘要：本文通过对深圳市光明区河道底泥处置工程中的底泥处置工艺进行详细的分解描述，让大家深入了解底泥处置工艺，对今后相关底泥处置工程的土建施工和设备安装提供借鉴，积累经验。

关键词：底泥处置；工艺；生产系统

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.24.039

一、工程概述

光明区河道底泥处置工程是全国第一座永久性、全封闭式底泥处理厂，可兼容处理河湖底泥、市政污泥、沟渠底泥和建筑泥浆。总占地面积7811m²，总建筑面积15155m²，厂房占地面积3681.5m²，主体建筑高度为20.5米。涉及专业多达13个，主要包括建筑、结构、电气、给排水、弱电、消防、景观绿化及设备安装等。

底泥处置主要对茅洲河干流中上游段支流和管网淤积底泥进行处理，项目主体功能核心处理区由纳泥池、沉沙池、沉淀池、调理调质区、余水处理区、脱水车间、泥饼库、设备堆放区等组成。

二、底泥处置工艺

(一) 底泥处置系统工艺流程

底泥处置工艺包括两个部分：底泥处置系统和除臭系统。底泥处置系统由泥砂分离系统、固液分离系统、改性拌合系统、均化调理系统、脱水成固系统五大主体部分及洗砂系统、堆场系统等辅助系统组成，整个工艺流程见下图1：

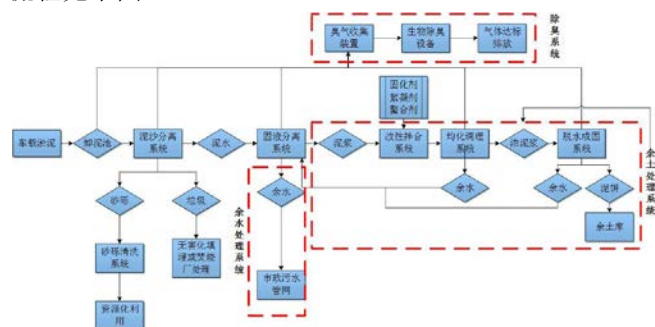


图1 底泥处置工艺流程示意图

(1) 首先河道清淤底泥通过自卸汽车或密封罐车运至底泥处置厂，倾倒在纳泥池中，将底泥调制成含水率90%的泥浆。

(2) 卸泥池中流动性较好的泥浆通过钢筋格栅初步分选垃圾后流入泥浆池，流动性较差的底泥通过挖掘机送入振动筛进行预筛分，去除大块垃圾后流入泥浆池。

(3) 初步除渣后的泥浆通过液下螺杆渣浆泵和离心式抽沙泵，分别将泥浆泵送至沉沙池上的螺杆筛分一体化设备及三级固液分离设备进行细筛分，分选出15mm以上细粒径垃圾，采用皮带机输送至垃圾堆场。

(4) 分离垃圾、砾石后的泥浆在沉沙池中进行初步水力沉淀，分离粒径在0.1mm以上的沙经过洗沙设备清洗后用皮带机输送至余沙库。

(5) 分离垃圾、砂砾后的泥浆溢流至沉淀池，进行泥水分离，浓泥浆采用桁车吸泥机泵入中转池，再泵送进卧式双轴搅拌机，添加复合调理药剂后流至调理池。沉淀池内余水溢流至缓冲池、余水池及补水池，补水池内尾水作为卸泥池接收泥浆的冲洗循环水，剩余的水经处理后排入污水管网。

(6) 调理池内调理均化后的底泥通过喂料渣浆泵送至脱水车间，进入板框压滤机进行脱水，过滤的尾水进入沉淀池辅助泥水分离，脱水后的余土经皮带机输送至卸泥斗，最终卸入泥饼库。

疏浚底泥经过底泥预处理、机械脱水后，产物为余水、垃圾、余砂、余土4种，余水排放至污水管网系统。垃圾运至垃圾填埋场进行填埋处理；砂子资源化利用（建筑材料），余土资源化利用。

(二) 底泥处置工艺立体布置及实物形象展示

光明底泥厂作为一座永久、全封闭的底泥处置厂，因其立体布局，有其独特的特点，底泥处理厂工艺流程立体示意图如下图2：

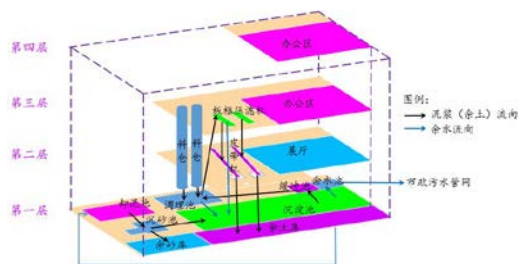


图2 底泥厂工艺流程立体示意图

底泥处置工艺为：底泥接收→预处理→泥砂分离→泥水分离→调理改性→脱水成固→余水处理，详见图3底泥处理工艺流程实物形象示意图。

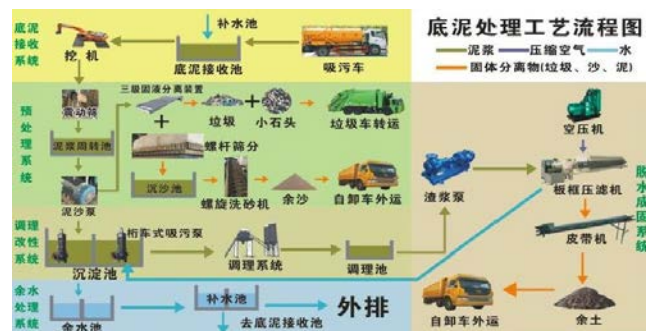


图3 底泥处理工艺流程实物形象示意图

三、底泥处置生产系统

(一) 预处理系统

(1) 底泥接收

本厂区接收泥浆均为车载底泥，卸车门洞共计3个，从北向南依次为1#~3#。吸污罐车运送的底泥卸入1#~3#门洞，新型环保自卸车运送的底泥卸入2#~3#门洞。

(2) 粗垃圾筛分

卸泥池内表层泥浆通过钢筋格栅人工除渣后进入泥浆池，清除的垃圾人工运送至垃圾堆场。

卸泥池内沉积的底泥通过挖掘机上料至振动筛，筛分出石块、树根等大块垃圾，筛后泥沙及小块垃圾通过振动筛溜槽至泥浆池内，旋流器催动泥浆，通过液下渣浆泵及离心式抽沙泵输送至三级固液分离或螺杆筛分机。

(二) 泥砂分离系统

(1) 细垃圾筛分

经过粗垃圾筛分后，泥浆进入沉沙池内的三级固液分离装置和螺杆筛分机进行细颗粒垃圾分选，分选出1cm以上的细石、塑料袋等通过皮带机输送至垃圾堆场，并定期外运处置。

(2) 洗沙系统

经三级固液分离装置和螺杆筛分处理后的泥沙流入沉沙池，通过沉淀、提沙、筛分、洗沙等工序，对泥浆中的沙进行提取、清洗。

余沙分离设备包括沉沙池余沙收集设备和余沙淋洗设备两部分：余沙收集设备主要为链板提沙机，余沙淋洗设备主要为振动筛与螺旋洗沙机。

沉沙池底的余沙汇集在沉沙池末端的储沙坑，提沙机将储沙坑内沉淀的沙输送至振动筛内，振动筛上设置淋洗系统，淋洗用水来自厂内尾水，取水设备为1台15kw螺杆泵，振动筛筛后余沙进入螺旋洗沙机，洗沙用水为厂内尾水，取水设备为1台15kw螺杆泵，螺旋洗沙机淋洗后的余沙通过皮带机输送至沙堆场，筛分出的余沙含泥量偏大，颗粒级配较小且不稳定，无法达到建筑用砂标准，仅可用于管沟回填。

(三) 泥水分离系统

泥水分离系统主要由沉淀池、桁车式吸泥机和上清液溢流滗水器两部分组成。

(1) 沉淀池

沉淀池主要作用是储存泥浆、调节泥浆浓度和压滤机效率匹配。泥浆经过泥沙分离系统后自流进入沉淀池进行快速沉淀，通过加药浓缩，底部沉淀的淤泥通过两套桁车吸泥泵输送至调理车间的泥浆搅拌器中，经加药调理进入下一工艺流程。沉淀池面积690m²，容积约为2760m³，池壁采用C35钢筋混凝土结构，池底采用C35素混凝土底板。

(2) 滗水器

沉淀池上部较清水经滗水器迅速自流排入缓冲池与余水池，滗水器设在沉淀池末端，其结构为旋转式，可调节进水口高程，运行时根据需要挡水的高程调整滗水器进水口的高度。

(四) 调理改性系统

调理改性系统作用在于对沉淀池输送来的浓缩泥浆进行加药搅拌，对底泥进行调理、调质，改变底泥的微

观结构，快速增加后续底泥脱水效果。调理调质系统包括泥浆缓冲池、拌和固化系统、均化调理系统。

拌和固化系统包括储料罐、调理罐、卸料器、螺旋输送机、计量泵以及卧式双轴泥浆搅拌机等，均化调理系统中设置均化调理池、立式搅拌机等，作用在于为拌和固化系统加药后的泥浆进行均化反应、螯合改性，同时为后续脱水处理提供泥浆储备场所。

(1) 泥浆搅拌机

泥浆搅拌机采用双轴螺旋搅拌机，侧面设置泥浆进口，上部设置材料添加入口，尾部为泥浆溢流出口。搅拌机功率与沉淀池桁车绞吸泵相匹配，沉淀池淤泥经桁车吸泥泵送入泥浆缓冲池，再经泥浆缓冲池泵送至泥浆搅拌机，在搅拌机内底泥与固化剂、分散剂、调理剂、稳定剂等充分混合搅拌，为确保搅拌时间充足，在搅拌机出口设置挡板，使得混合后泥浆溢流而出，加药后泥浆经泥浆槽进入调理池内侧。

(2) 加药区

固化剂、分散剂、调理剂等储存于储料罐中，每个储料罐底部配置一台卸料器，卸料器与螺旋输送机连接，药剂经卸料器、螺旋输送机卸入泥浆搅拌机。卸料器、螺旋输送机均为变频控制，通过调整频率改变材料下料量。调理剂储存于调理罐中，经耐腐蚀计量泵添加到卧式双轴螺旋泥浆搅拌机进行充分搅拌。

(3) 调理池

均化调理系统中设置2座均化调理池（考虑一备一用），各添加材料进入双轴螺旋泥浆搅拌机进行充分搅拌后，经溢流槽流入调理池，加药后泥浆在调理池内进一步调理均化，最终从调理池底部的三个进料口进入卧式渣浆泵以及脱水车间进行脱水作业。均化调理池采用C35钢筋混凝土结构，在均化调理池内布置2个立式搅拌机，可对泥浆进行充分搅拌，达到药剂与泥浆充分拌合的效果。

(五) 脱水成固系统

脱水成固系统作用在于对改性泥浆进行固液分离处理。通过板框压滤机机械压滤，将调理改性后的泥浆进行泥水分离，形成硬塑状泥饼和压滤尾水。压滤尾水通过尾水管进入沉淀池、缓冲池、余水池，最终回流进入补水池，为预处理底泥接收回用，产出泥饼按规范要求处置。

脱水成固系统包括泵房供浆系统、供气系统、压滤脱水系统、泥饼运输系统组成。

(1) 供浆系统

供浆系统主要为泵房卧式渣浆泵，结构为钢筋砼底板和边墙，泵房内配置3台卧式渣浆泵，每台压滤机配备一台渣浆泵，渣浆泵的进料口伸入调理池中，渣浆泵的出料口即为压滤机的进料口。底泥处理厂共配置3台卧式渣浆泵。

(2) 供气系统

供气系统包括2台空压机和3个储气罐。空压机是脱水车间辅助设备，为压滤机的气动阀门及反吹阶段提供压缩空气，压缩空气储存于储气罐，需要时集中供气，提高效率。每套储气罐设置安全阀，同时进出气管安装

检修阀。

(3) 压滤脱水系统

压滤脱水系统包括板框压滤机、导泥斗以及卸料皮带机。调理完成后泥浆泵送至脱水固化系统进行泥水分离，脱水固化系统主要设备为板框压滤机。板框压滤机由交替排列的隔膜板和配板构成一组滤室。滤板的表面有沟槽，其凸出部位用以支撑滤布。滤板的边角上有通孔，组装后构成完整的通道，能排出压滤尾水。滤板两侧各有把手支托在横梁上，由压紧装置压紧滤板，滤板之间的滤布同时起密封垫片的作用。由卧式渣浆泵将泥浆压入滤室，在滤布上形成滤饼，直至充满滤室。滤液尾水穿过滤布并沿滤板沟槽流至板框边角通道，由滤板水嘴集中排出。随后打开压滤机卸除滤饼，清洗滤布，重新压紧板框，开始下一工作循环。泥浆脱水后形成硬塑状泥饼，硬塑状泥饼通过导泥斗割刀打散，打散后的底泥通过分皮带输送机和汇总皮带输送机输送至余土库。

经板框压滤机一次脱水和深度脱水后形成的硬塑状泥饼遇水不再泥化，并且具备一定强度，不会产生二次污染，可运输堆填或用于园林绿化、岸线建设、陶粒生产、瓷砖生产或其他用途。

为保证脱水成固系统压滤脱水效果，板框压滤机的聚氯乙烯材质滤板和尼龙材质滤布需定期更换。

脱水车间共设置3台压滤机，位于厂房三层，厂房顶部为轻钢全封闭结构。

(4) 泥饼输送系统

每台压滤机下方配备一套皮带输送系统，包括平段皮带输送机和斜段挡格输送机，泥饼通过皮带机输送至余土库，再经装载机转运堆存至泥饼堆场。

(六) 余水处理系统

沉淀池表层清液通过滗水器排入缓冲池、余水池，在余水池内添加部分水处理材料，包括PAC、PAM、调节剂等，处理后余水进入补水池，补水池内尾水大部分回用于预处理系统前端冲洗用水，其余部分用于厂内绿化及路面清洗，少量余水外排。

(七) 除臭系统

(1) 除臭工艺

除臭工艺采用生物除臭一体化装置除臭为主体，并辅以化学预处理。臭气在集气总管内混合，混合气体进入生物除臭一体化装置前各臭气组分浓度基本上均匀稳定，H₂S 的浓度一般不超过10ppm，经处理后，臭气污染物排放允许浓度执行《恶臭污染物排放标准》的二级排放标准。

除臭系统由密封工程、臭气收集输送系统、预处理系统、生物除臭一体化装置等构成。

(2) 封闭系统

项目中纳泥池、泥浆池、沉砂池、调理池及泵房采用不锈钢架+PVDF 膜吊顶以降低集气空间；沉淀池、余水池、缓冲池采用框架结构墙和混凝土屋顶构成的封闭空间作为封闭结构；板框压滤机和余土库、沙堆场封闭采用不锈钢骨架+有机玻璃。

(3) 预处理系统

预处理系统是生物除臭塔的进气浓度调节环节，主要通过水洗法，将臭气中易溶于水的异味气体溶解除去。预处理系统包括喷淋塔、给排水系统及溶液 pH 控制系统组成。

(4) 生物除臭一体化装置

生物除臭一体化装置是除臭系统的主体环节，高浓度臭气在该环节被净化。此装置由除臭塔主体、喷淋系统、配气系统、排水系统等组成。

四、结语

光明底泥处理厂按照设计工况，板框压滤机每日生产8小时，单机日处理污泥（水下方）387m³，按照两用一备的板框压滤机配置，每天生产15小时，日处理污泥约为1452 m³，每月生产25天，则月处理污泥量约为3.6万m³。实际试运行过程中，按照来料方量统计单日最高量1250 m³，月最高处理量为2.45万m³，尚未达到设计产能，仍有很大提升空间。

设计底泥处理后的泥饼检测，各项污染物检测指标均满足规范及设计要求；设计确定压滤后泥饼含水率（水比总质量）不高于40%，而实际检测含水率在26%~29%，远低于设计标准。余土物理力学参数较好，满足深圳地方标准《河湖污泥处理厂产出物处置技术规范》（SZDB/236-2017）要求，可以直接进行填海造地、用作回填土等，部分可直接资源优化利用。

底泥处置厂作为水环境治理过程中污泥处理的配套设施工程，实现了底泥处置“稳定化、无害化、减量化和资源化利用”的目标，有效改善当地的生态环境，实现了可持续发展，有着重要社会效益和环境效益。

在光明底泥厂的建设和试运行过程中也反映出一些实际难题，通过实践提出一些建议，仅供相关工程参考：

1. 在底泥预处理阶段，如果底泥来料含砂率过高，导致池底沉砂淤积影响正常运行；在建设过程应尽量缩短泥浆到抽泥泵的距离，或者增大泥浆周转池池底坡度，同时可以增设部分冲水管，进而减少淤积。

2. 针对自卸车的底泥来料中含有大量垃圾、块石等杂物，处理比较困难；在建设及试运行过程中，在预处理端，增加一台振动筛和垃圾输送带，先行对大块杂物进行筛分处理。

3. 底泥处置过程中，针对沉砂池中的粉细砂回收一直是个难题，粉细砂进入沉淀池后，沉积于池底影响行车式轨道吸泥机的正常行走；在试运行过程中，经过设计、试运营单位以及相关方面专家的讨论，可以在沉砂池位置增加一套粉细砂回收装置，提前对粉细砂进行回收，减少其进入沉淀池内。

参考文献

[1] SZDB/236-2017, 《河湖污泥处理厂产出物处置技术规范》[S].

[2] Q/PWEG 019-2019, 《城市河湖污泥处理厂工程质量验收规范》[S].

作者简介：李晓；性别：男，出生年月：1987年02月；民族：汉；籍贯：陕西省礼泉县；学历：本科；职称：中级工程师，研究方向：市政工程，水环境治理。