

宁夏某水渠重金属污染底泥治理工程

张云霞^{1,2}, 董文博^{1,2}

(1.天津市市政工程设计研究院, 天津市 300392; 2.天津市基础设施耐久性企业重点实验室, 天津市 300392)

摘要:宁夏某水渠重金属底泥治理工程,包括底泥污染分析、底泥清淤工程、底泥脱水工程及底泥重金属固化稳定化工程。该工程的成功实施证明所采用的工程技术、措施是有效的,可为其他类似的治理工程提供借鉴和参考。

关键词:底泥;重金属污染;固化稳定化

中图分类号: X703.1

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2020)11-0201-03

0 引言

目前,城市内湖水体的富营养化及重金属的污染已逐渐成为我国湖泊河道水体面临的主要问题^[1,2]。以宁夏某水渠为例,该河道未能完成彻底截污,部分生活污水和工业废水直接排入水渠,导致水体过量纳污,水质不断恶化,同时水渠底泥淤积,导致内源污染严重。

2015年,根据前期对底泥全面的本底值调查和实验室小试结果,确定环保清淤、重力脱水减容,以及固化、稳定化处置底泥的技术路线。

1 污染现状

为全面了解整个水渠的重金属污染现状,在流域沿线进行采样点的布置,全长约15 km,按照上游至下游将全部采样点分为5个分区。每个分区设3个采样点,顺序排列由1~15采样点共15个。

1.1 底泥污染现状

2015年对15个底泥采样点进行土壤样品检测,检测内容包括:汞、砷、镉、铬、铅、锌、镍、铜的重金属浸出液浓度和重金属含量(见图1)。从图1可看出,镍、铅和汞未检出,锌、铬、铜、镉和砷的重金属浸出液浓度,均低于《危险废物浸出毒性鉴别标准》(GB 5085.3—1996)中浸出毒性鉴别标准值,相应底泥不属于危险废物。另外,采样点1~15铬元素浸出液超过《污水综合排放标准》(GB 8978—1996)中污水排放标准值(1.5 mg/L);采样点1~3、9镉元素浸出液超过《污水综合排放标准》(GB 8978—1996)中污水排放标准值(0.1 mg/L)。

综上,不同金属污染物污染程度的趋势大致为铬>镉>砷>铜>锌,且分区1和分区3的铬和镉污染较严重。

1.2 底泥污染评估

根据不同采样点研究不同区域内重金属污染的状况,一般采用单因子指数法和内梅罗综合污染指数法进行综合评价。其中,单因子指数只能反映各个重金属元素的污染程度,不能全面地反映底泥的污染状况。而内梅罗综合污染指数法是当前国内进行环境质量综合污染评价的最常用的方法之一,是一种兼顾极值或突出最大值的加权型多因子环境质量指数,并且能够评价重金属综合污染的情况^[3]。其计算公式为:

$$P_N = \left[\frac{(c_i/S_i)_{\max}^2 + (c_i/S_i)_{\text{ave}}^2}{2} \right]^{1/2}$$

式中: P_N 为综合污染指数; $(c_i/S_i)_{\max}$ 为各污染物中污染指数最大值; $(c_i/S_i)_{\text{ave}}$ 为各污染物中污染指数的算数平均值; c_i 为污染物*i*的实测浓度, $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$; S_i 为污染物*i*的评价标准, $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,选用《土壤环境质量标准》(GB 15618—1995)中三级标准重金属元素的取值。

依据内梅罗综合污染指数法可将土壤重金属污染划分为5个等级,如表1所列。各采样点的综合污染指数见图2所示,分区2、4和5综合污染指数在1.0~1.2之间,接近安全警戒线;分区1的污染指数在2.1~3.2之间,属于中度污染,分区3污染指数在3.0~4.5之间,属于重度污染。分区3位于工业园区内,相应重金属治理的重点为分区1和分区3。

2 工程设计

2.1 底泥清淤工程

根据现场场地的特点分为不同的河段进行治

收稿日期: 2020-04-14

作者简介: 张云霞(1979—),女,博士,高级工程师,从事环境工程设计与研究工作。

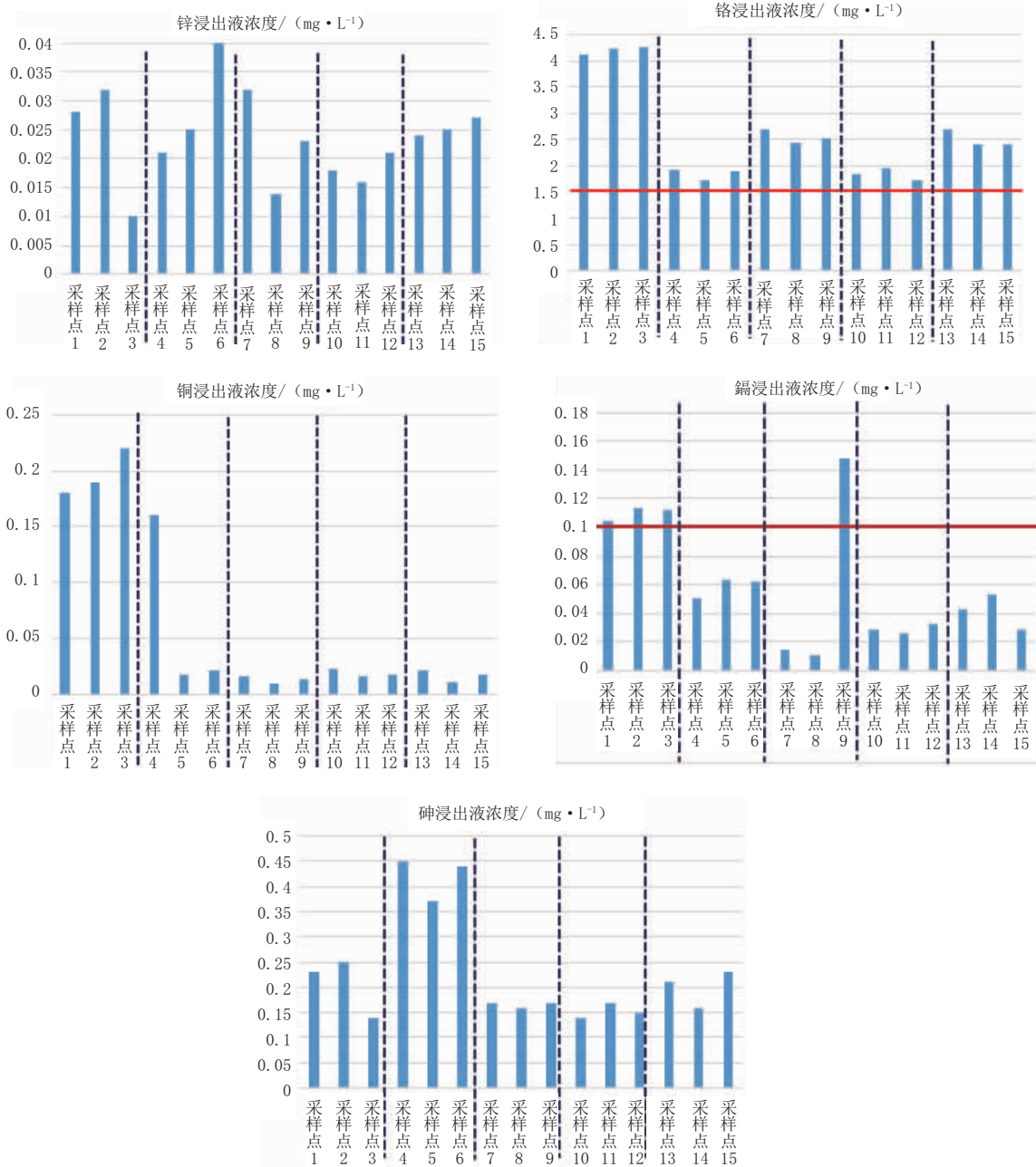


图1 重金属浸出液浓度柱状图

表1 重金属污染分级标准

等级	综合污染指数	污染等级	污染水平
1	$P_N \leq 0.7$	安全	清洁
2	$0.7 < P_N \leq 1.0$	警戒线	尚清洁
3	$1.0 < P_N \leq 2.0$	轻污染	土壤开始受到污染
4	$2.0 < P_N \leq 3.0$	中污染	土壤受中度污染
5	$P_N > 3.0$	重污染	土壤受污染已相当严重

理。根据河段水流条件、物理特性及污染情况,对该渠进行分段,如表2所列,且结合各采样点的综合污染指数,重金属底泥治理的区段为0~2890(桩号,下同)和8900~5875,共计5915m。

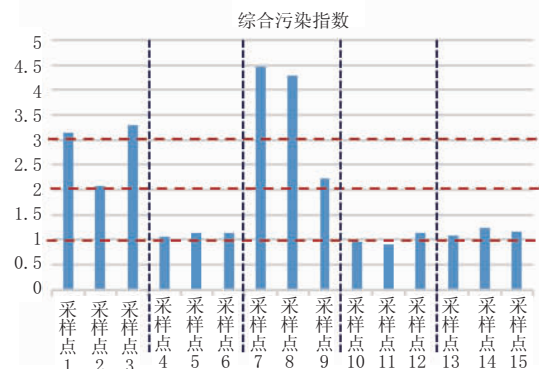


图2 各采样点综合污染指数柱状图

该程清淤工程在冬天进行,采用排干渠道、利用人工配合机械进行干挖施工,将重金属污染区

表2 分段后排污渠各段基本情况一览表

河段(桩号范围)	2890~0	5875~2890	8900~5875	10850~8900	15700~10850
底宽/m	3.9	4.0	4.2	5.0~8.0	8.0~10.0
断面高度/m	3.3	3.5~4.0	3.5	4.0~5.0	3.5~4.0
路堤边坡比	垂直	1:1.5~1:2.0	1:2.0	1:2.0	1:1.5~1:2.0
断面形状	矩形	复合断面	梯形	梯形	复合断面
采样点分布	1、2、3	4、5、6	7、8、9	10、11	12、13、14、15
长度/m	2 890	2 985	3 025	1 950	4 850

域进行清淤,清淤长度为5 915 m,清淤量约为8 000 m³。其中,重度污染的底泥总量为4 100 m³,中度污染的底泥总量3 900 m³。

2.2 底泥脱水工程

根据现场勘查取样资料分析,确认含水率 $\geq 50\%$ 的底泥需经脱水之后再行固化稳定化处理。而含水率 $<50\%$ 的底泥则可直接运往固化稳定化处理场地,脱水采用自然干化的方式。

2.2.1 处理规模

需自然干化脱水底泥总量:8 000 m³,在沟渠沿线修建一座底泥干化场。在自然干化过程中,不间断翻新可加速底泥干化速度,干化后的底泥含水率不超过50%即可,自然干化处理总时间为一个月,以摊铺后7 d~15 d为一个周期。

2.2.2 干化场地构建

底泥干化场占地面积为4 000 m²,底泥干化场四周为0.6 m高砖砌围墙,场地底部有一定的排水坡度(坡度不小于2%),四周修建排水沟和集水井,场内地基上采取防渗设施。防渗系统自下而上为:地基—600 g/m²长丝土工布—2.0 mmHDPE光面土工膜—600 g/m²长丝土工布—500 mm级配碎石层—600 g/m²长丝土工布。混凝土垫层铺设排水管,将渗沥液收集到调节池中。

2.3 底泥固化稳定化工程

清淤底泥若处理不当,会造成二次污染。固化稳定化技术已被证明属于实用技术之一,对环境保护和资源再利用具有重要意义^[4-6]。其中,水泥固化法经济可行,作为一种比较成熟的危废处置方法,已被世界多个国家采用。该工程采用固化稳定化技术,处理规模为4 800 m³,效率为160 m³/d。脱水后的底泥采用机械操作将底泥、稳定剂和固化剂(水泥为主)均匀混合,使底泥中的重金属污染物稳定固化。

中度污染的底泥固化稳定化配比约为绝干底泥:水泥:粉煤灰:硫化钠=100:40:10:1。重度污染的底泥固化稳定化配比约为绝干底泥:

水泥:粉煤灰:硫化钠=100:60:20:15。固化稳定化后的污泥,经过7 d养护时间后,对污泥抽样破碎后,对样品进行重金属浸出毒性试验(污染严重的铬和镉),详见表3所列。

表3 固化稳定化重金属浸出浓度一览表

样品	铬/(mg·L ⁻¹)	镉/(mg·L ⁻¹)
1	0.923	0.072
2	1.425	0.051
3	1.213	0.084
4	1.232	0.092
5	0.861	0.073
标准	1.5	0.1

表3结果表明,固化稳定化重金属浸出浓度与原底泥相比明显减小,且均低于《污水综合排放标准》(GB 8978—1996)中最高允许排放浓度。与原底泥重金属浸出浓度相比,养护7 d后,铬的浸出浓度降低了64%~80%,镉的浸出浓度降低了5%~15%。底泥经过养护检验合格后送至填埋场填埋。

2.4 污水处理工程

重力脱水后产生的废水经过排水沟、集水井进入调节池,污水提升泵,将预沉的废水提升至污水处理厂进行处理。

(1)处理规模:

需脱水底泥总量为8 000 m³,含水率为88%,经过重力脱水之后,含水率按50%计,计算出脱水产生的污水量为3 200 m³。

(2)调节池: $L \times B \times H=5 \text{ m} \times 5 \text{ m} \times 4 \text{ m}$,超高0.5 m,有效容积87.5 m³,调节池中设置潜污泵2台,流量为5 m³/h,扬程为10 m,功率为0.75 kw。

3 结 论

工程实践证明,采用环保清淤联合重力脱水方式对某水渠底泥进行清淤和脱水减容,具有高

DOI:10.16799/j.cnki.csdqyh.2020.11.055

城镇污水处理厂电气设计节能优化解析

王兆泰, 姚天宇, 马楠, 冯宏宇, 廉敬超

(哈尔滨市市政工程设计院有限公司, 黑龙江 哈尔滨 150070)

摘要:从污水处理厂的供配电系统、电气设备选型、电气线路选型、照明系统四个方面介绍了城镇污水处理厂的电气设计节能优化的措施,并结合相关规范、文献及设计经验对污水厂电气设计节能优化要点进行简要解析。

关键词:节能优化;供配电系统;设备选型;线路损耗;照明节能

中图分类号: TM92

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2020)11-0204-03

0 引言

随着现代社会经济的快速发展及国家城镇化发展的趋势,污水处理厂在城市及城镇建设中起到了举足轻重的作用。在污水处理厂的建设中,安全、稳定的供配电为水厂中设备的正常运行提供了重要保障。根据国家规范要求污水处理厂负荷等级都属于二级负荷及以上,这对电气设计的要求比较高,必须保证供电可靠性,才能保证水厂安全、可靠、达标运行。但由于污水处理厂为能耗密集型项目,电能是污水处理厂的主要消耗能源,长期运行耗电量巨大,给污水处理厂造成很大的成本压力,所以有效合理的污水处理厂电气设计节能优化方案对降低运行成本、解决国家能源紧张尤为重要。下面笔者就污水处理厂的电气设计节能优化解析进行简要介绍。

1 供配电系统设计的节能优化

供配电系统设计为污水处理厂电气设计的核心,其设计的合理性程度将直接影响污水厂正常

运行的程度。从节能的角度来看,有三方面可以进行优化设计。

一是合理设置变电所,变电所节能优化的设置原则首先是总变电所宜为独立式布置,靠近负荷中心,便于外线供电,便于与分变电所构成配电系统;分变电所应靠近各自供电区域的负荷中心,宜靠近较大容量设备。以此达到降低供电电缆线路损耗及初始投资的目的,还能降低供配电级数,从而实现污水厂运行节能的目标。

二是合理选择变压器台数及容量,即能保证水厂内设备的安全可靠运行,又能避免少选导致电能供应不足,多选导致电能及初期投资浪费的情况。降低不必要的损耗,达到节能的目的。

依据《城镇排水系统电气与自动化工程技术标准》(后文简称为《标准》)要求,变压器的容量应根据计算负荷确定。为满足经济运行及节能要求变压器在正常情况下的负荷率宜为0.6~0.7。考虑变压器运行可靠性,宜装设两台及以上变压器,当任意一台变压器断开时,其余变压器的容量应能满足全部一级负荷及二级负荷的需求。10(6)kV/0.4kV的变压器联结组标号宜选用DYn-11接线。干式变压器宜配防护罩壳。

收稿日期:2020-08-20

作者简介:王兆泰(1982—),男,学士,高级工程师,从事电气设计工作

机械化程度、脱水后底泥含水率低等特点。另外,采用重金属的固化稳定化技术,能有效地控制重金属的二次污染。该项工程的实施可彻底改善渠道内的水质,减轻重金属污染负荷,改善环境质量。

参考文献:

[1] 毛志刚,谷孝鸿,陆小明,等.太湖东部不同类型湖区疏浚后沉积物重金属及潜在生态风险评估[J].环境科学,2014,35(01):186-193.

[2] 康兴生,马涛,王睿,等.河流重金属污染底泥的稳定化试验研究[J].环境工程学报,2015,9(12):6083-6089.

[3] 余姝洁,李名,张保见,等.中山市主要灌溉水源底泥重金属污染及潜在生态风险评估[J].安徽农业科学,2016,44(16):61-63,102.

[4] 彭旭更,胡宝安.河湖疏浚底泥的固化处置技术研究进展[J].水道港口,2011,32(05):367-372.

[5] 陈绮洁,张平,吴颖娟,等.含重金属底泥固化剂浸出毒性的研究[J].广州化工,2015,43(19):26-28,55.

[6] 韩怀芬,黄玉柱,金漫彤.铬渣水泥固化剂固化体浸出毒性的研究[J].环境污染治理技术与设备,2002,3(7):9-12.