

浅谈后海污水处理厂MUNITANK工艺

苏磊, 陈洋

[上实环境水务(大连)有限公司, 辽宁 大连 116101]

摘要: 以大连普湾新区后海污水处理厂为例,介绍了水厂概况、产能、各项指标和处理工艺的选择等,并对MUNITANK的构造、深度处理进行介绍,对运行调试步骤和出水数据进行了分析,更改周期,节约碳源投加,最终达到系统运行稳定,出水达到排放标准,可供相关人员参考。

关键词: 生活污水;处理工艺;工艺设计;运行效果

中图分类号: X703

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2024)08-0152-04

0 引言

水资源是人类赖以生存的基础,是社会得以持续发展的保障。随着人们的环境保护意识日益增强,对生活污水的处理也日益重视。为了避免给城市造成污染,普湾新区后海积极建设污水处理厂,以实现城市的可持续发展。

1 水厂简介

1.1 水厂概况

大连普湾新区后海污水处理厂(以下简称“后海厂”)规模2万t/d,出水执行一级A标准。2018年9月31日正式开工建设,于2019年8月10日完成设备安装,2019年9月1日开始通水调试。

1.2 建设必要性

2016年3月4日,大连金普新区管理体制正式启动,金普新征程全面展开,普湾从此正式加入了大金普经济功能区阵列。随着普湾经济区经济的飞速发展,用水量和排水量逐年增加,排水基础设施与发展的矛盾突现。污水处理可以改善水环境,缓解水资源的供需矛盾,为普湾经济区的可持续发展创造有利条件,建设后海厂十分有必要。

1.3 进出水指标

结合原污水处理站运行情况,拟定设计进水水质指标,详见表1。

出水指标按照《城镇污水处理厂污染物排放标

表1 进水水质指标

单位:mg/L

项目名称	COD _{Cr}	BOD ₅	SS	NH ₃ -N	TN	TP
进水水质	450	220	300	35	45	3

准》(GB 18918—2002)中的一级A类指标进行设计。

1.4 生化处理工艺的对比与选择

根据后海厂确定的进出水水质,氨氮去除率约86%,总氮去除率约67%,总磷去除率约83%,对脱氮除磷均有较高的要求,必须选用具有生物脱氮除磷功能的污水处理工艺。根据污水水质情况分析,对MUNITANK(改良型交替式活性污泥法污水处理工艺)、A/A/O、MBR工艺进行了技术和经济比较。考虑到高效、省地、经济、节能、管理便捷、环境影响较小等原则,采用MUNITANK作为本工程的主体生物处理工艺。

随着对TN、TP处理要求的提高,其采用时间控制的运行形式,脱氮除磷的效果比不上传统的AAO工艺。同时,由于其边池的敞开式的出水渠方式,给运行维护带来了较大的困难。因此,UNITANK系统进行了升级换代,采用了五池相连的紧凑布置,即5个池分别为厌氧池、缺氧池、好氧池和两个曝气/沉淀池。主要通过类似A/A/O工艺具有空间厌氧、缺氧、好氧过程的循环运行,完成生物脱氮除磷过程。同时仍然保留其紧凑的布局,从而达到高效的脱氮除磷效果。

改良后的UNITANK系统的运行过程如下:污水由缺氧池、厌氧池进入左侧的池子中进行曝气。由于该池在上个运行阶段中充当了沉淀池,累积了大量污泥,经过曝气再生后,污泥恢复活性,因而可以高效降解污水中的有害成分。水流经推流作用流入下一个反

收稿日期:2022-11-15

作者简介:苏磊(1983—),男,本科,高级工程师,主要从事自来水、污水处理行业工作。

应池,通过缺氧、厌氧、好氧过程的交替达到了对有机物、氮、磷的进一步降解。再经推流作用进入右侧沉淀池,经过处理的水由右侧池的出水溢流堰溢出,剩余污泥由污泥管排出。水流在推流作用下,活性污泥也在各池内得到重新分配,达到了很好的污泥活性。经过左右边池的交替,开始了第二阶段的运行,边池的曝气/沉淀过程交换。这样周而复始,周期运行,不仅实现了污水的净化、高效的脱氮除磷,还省去了独立的二沉池,这样紧凑的布置结构大大减少了各方面的投资。

2 工艺主要处理单元

2.1 工艺流程图及说明

工艺流程如图 1 所示。

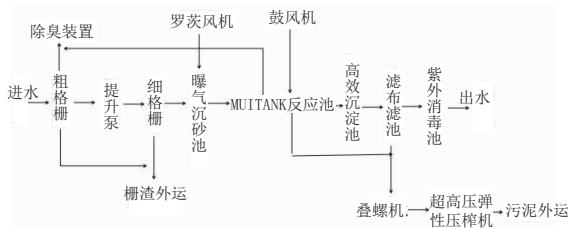


图 1 工艺流程

污水处理流程说明:城市污水经厂外管道系统收集后汇合进入本厂进水泵房及粗格栅,污水通过泵房前设置的粗格栅去除污水中的较大飘浮物后,进入进水泵房(粗格栅与进水泵房合建)。经进水泵提升后进入细格栅和沉砂池,以去除比较小的漂浮物、油脂和砂粒。沉砂池出水流入生物反应池,生物反应池采用 MUNITANK 形式脱氮除磷降解 COD。边池内设有剩余污泥泵,将剩余污泥提升至污泥处理系统。缺氧池和厌氧池分别设有潜水搅拌器,以保证池内污泥和污水能充分混合,在好氧池和边池内设微孔曝气设备,为微生物生长提供氧气,同时确保池内混合液呈悬浮状态。生物反应池出水再进入深度处理设施,首先进入具有混凝沉淀效果的高效沉淀池,然后再进入滤布滤池过滤,进一步去除污水中的 SS,最终进入紫外消毒渠流入出水口。

2.2 预处理

2.2.1 格栅

格栅是污水处理站第一道预处理设施,用于拦截较大的漂浮物。采用钢丝绳牵引粗格栅除污机,过栅流速 0.6 m/s,栅宽 1 100 mm,栅隙 20 mm;转鼓式格栅除污机,渠宽 1 500 mm,栅隙 6 mm。

2.2.2 曝气沉砂池

曝气沉砂池用于处理污水中比例较大的无机颗

粒,以保护后续处理构筑物和处理设备,采用 1 座 2 池,每池可独立运行,沉砂池出水进入 MUNITANK 生化池。

2.3 MUNITANK 生化池

(1)基本构造。MUNITANK 生化池 1 座 2 池,缺氧池潜水搅拌机 4 台,厌氧池潜水搅拌机 2 台,好氧池混合液回流泵 6 台,剩余污泥泵 8 台,空气控制出水堰 4 套,规格:5.3 m × 5 m 双堰。

(2)UNITANK 生化池的主要参数。水厂规模 2 万 m³/d,有效水深 7 m,总停留时间 24.0 h,反应时间 17.6 h。其中,厌氧池停留时间 1.5 h,缺氧池停留时间 6.0 h,好氧池停留时间 3.6 h,边池停留时间 6.4 h,最低水温 10℃,污泥浓度 MLSS 为 4~5 g/L(平均),BOD₅ 容积负荷为 0.364 kg/m³,污泥负荷 BOD₅/MLSS 为 0.153 kg,总污泥龄为 18.6 d,气水比为 6.8,污泥产率 TSS/BOD₅ 为 0.90 kg/(kg·d),剩余污泥量为 3 960 kg/d,最大缺氧池至好氧池回流率为 400%。

2.4 深度处理

2.4.1 斜板沉淀池

MUNITANK 系统出水排入深度处理进入高效沉淀池 1 座 2 池可以超越,快速搅拌器(用于混合区)2 台,慢速搅拌器(用于絮凝区)4 台,刮泥机 2 台,剩余污泥泵 2 台,回流污泥泵 2 台。

规模 2 万 m³/d,峰值流量 1 233 m³/h,混合时间 2.30 min,反应时间 23.8 min,沉淀池表面负荷(峰值)9.8 m³/(m²·h),化学污泥量 540 kg/d。

2.4.2 纤维转盘滤池

规模 2 万 m³/d,峰值流量 1 233 m³/h,滤速约 7.5 m/h,1 座 2 组,每池可独立运行,12 片/组,反洗泵 4 套,滤速(峰值)不大于 9 m/h。

2.4.3 紫外消毒

规模 2 万 m³/d,峰值流量 1 233 m³/h,单渠 6 个模块,每个模块 8 根灯管,灯管数 48 根。

2.5 污泥脱水

MUNITANK 系统剩余污泥和斜板沉淀池的化学污泥排入 2 座稀污泥储池内,再经过螺杆泵输送到浓缩叠螺机,进行初步脱水,减少污泥体积,通过压榨机进行脱水,污泥脱水后,含水率 60%。

3 运行及调试

3.1 污泥接种

菌种采用含水率约 95%的浓缩污泥(相邻污水

厂)。污泥接种前,先将 MUNITANK 单组池注水近满池,水量约 9 000 m³,5 d 投泥期间不进水,投泥利用生反池放空和进水提升泵内循环将污泥随水进入生反池并均匀分布。投泥后,间歇进水 6 d,进行污泥激活及培养,每日运行 16 h,换水 4 000 m³。

3.2 调试初期运行方式

MUNITANK 池东池进水堰门常开,厌氧区、缺氧区潜水搅拌器保持连续运行,好氧区连续曝气,两侧边池按曝气 2h+ 静沉 1h+ 排水 3h 周期运行。

第一子周期(A#池曝气、B#池排水)2 h。保持 B#池空气支管蝶阀关闭,保持 B#回流方闸门关闭,打开 B 边池空气堰(排水状态)。关闭 A 边池空气堰(不出水),打开 A#池空气支管蝶阀,打开 A#池回流方闸门,运行 1 台工频轴流泵,一台变频(40 Hz)轴流泵。

第一过渡周期(A池静沉,B池排水)1 h。关闭 A 池空气支管蝶阀,关闭 A 池回流方闸门(开始静沉),保持 A 边池空气堰关闭(不出水)。停工变频轴流泵运行 1 台变频轴流泵(40 Hz)。保持 B 池空气支管蝶阀关闭,打开 B 回流方闸门,保持 B 池空气堰开启(继续排水)。

第二子周期(A池排水,B池曝气)2 h。保持 A 池空气支管蝶阀关闭,保持 A 池回流方闸门关闭,打开 A 池空气堰(开始排水)。且 A 边池开始排水后,关闭 B 池空气堰(停止排水)。打开 B 池空气支管蝶阀,打开 B 池回流方闸门,开启另外一台轴流泵。

第二过渡周期(A池排水,B池静沉)1 h。关闭 B 池空气支管蝶阀,关闭 B 池回流方闸门(开始静沉),保持 B 边池空气堰关闭(不出水)。停工变频轴流泵运行 1 台变频轴流泵(40 Hz)。保持 A 池空气支管蝶阀关闭,打开 A 回流方闸门,保持 A 池空气堰开启(继续排水)。

按照周期运行逐步增加进水、污泥培养,增加污泥浓度,进行菌种驯化,连续进水运行、脱氮、除磷调试。由于进水水质 COD、TN 波动大并且 TN 较高,COD 较低(见表 2),导致没有足够的碳源来支持反硝化细菌脱氮,出水总氮去除压力比较大。

于是开始 50 mg/L(COD)投加碳源,外加碳源脱氮调试,同时对高效池投加药剂调整,数据详见表 3。COD、BOD、NH₃-N、TN、TP 等各项指标出水稳定达标,进水碳源不足。为维持出水稳定达标,需持续投加碳源。

表 2 进出水水质

单位:mg/L

序号	COD		SS		氨氮		总氮		总磷		pH	
	进水	出水	进水	出水	进水	出水	进水	出水	进水	出水	进水	出水
1	145	60.1	25	14	32.2	5.87	44	25	1.86	0.09	7.88	7.34
2	152	44.8	44	28	39.9	0.65	49.6	23.4	2.45	0.17	7.93	7.44
3	43.8	5.72	66	6	20.5	0.47	30	17.2	2.24	0.14	8.05	7.4
4	208	46.5	302	12	19.8	0.1	31.2	18.4	5.62	0.16	7.78	7.53
5	124	46.2	40	10	19.8	0.1	25.7	16.8	1.67	0.2	7.89	7.45
6	59.7	16.4	46	8	22.6	0.27	27.7	15.9	1.8	0.1	7.88	7.6

表 3 进出水水质

单位:mg/L

序号	COD		SS		氨氮		总氮		总磷		pH	
	进水	出水	进水	出水	进水	出水	进水	出水	进水	出水	进水	出水
1	55.8	16	46	8	20	0.1	26.1	9.98	1.91	0.12	7.81	7.66
2	57.7	11.2	48	8	20.1	0.23	26.1	5.53	2.1	0.11	7.48	7.59
3	78.5	20.9	132	7	9.5	0.36	26.2	13.3	3.77	0.1	7.42	7.91
4	68.1	14.6	30	9	21.3	0.34	27.9	9.92	2.07	0.21	8.14	7.53
5	21.5	6.22	84	3	20.6	0.13	27.2	9.04	1.92	0.05	7.67	7.4
6	43.8	7.38	50	5	19.7	0.34	29.8	9.73	2.02	0.02	7.65	7.38
7	62.3	10.9	50	5	23.2	0.38	26.2	7.74	2.69	0.06	7.85	7.35

3.3 修订运行方式

进入调试后期,因进水水质较稀,生反池 DO 一直居高不下(见表 4),边池回流硝化液 DO 较高,影

响有机物的传质效率和缺氧区还原环境,使得氧分子取代硝态氮作为电子受体,抑制了反硝化细菌的脱氮。

表4 进出水水质 单位:mg/L

序号	DO	好氧	厌氧	缺氧	A边池	B边池
1	A边池曝气1h	8.48	0.22	0.26	8.7	5.7
	A边池曝气2h	8.15	0.16	0.2	8.75	5.06
	A边池静沉1h	9.29	0.2	0.21	8.25	4.75
2	A边池曝气1h	7.69	0.31	0.17	8.46	5.31
	A边池曝气2h	8.32	0.19	0.73	8.13	5.29
	A边池静沉1h	8.87	0.24	0.22	7.4	7.05
3	A边池曝气1h	4.92	0.22	0.16	7.77	4.98
	A边池曝气2h	8.26	0.22	0.19	6.85	5.08
	A边池静沉1h	7.74	0.19	0.14	5.45	6.48

于是降低风量同时修订生反池运行周期降低边池DO(见表5):曝气延后80min,曝气40min,静沉1h,排水3h。

表5 边池溶解氧数据 单位:mg/L

序号	DO	好氧	厌氧	缺氧	A边池	B边池
1	A边池延时曝气80min	5.21	0.20	0.21	0.36	0.71
	A边池曝气40min	4.72	0.16	0.22	2.01	0.52
	A边池静沉1h	5.03	0.19	0.21	0.62	0.61
2	A边池延时曝气80min	5.34	0.24	0.19	0.47	0.88
	A边池曝气40min	4.22	0.19	0.18	2.46	0.64
	A边池静沉1h	5.07	0.21	0.22	0.78	0.71
3	A边池延时曝气80min	5.68	0.19	0.20	0.44	0.66
	A边池曝气40min	4.61	0.17	0.17	2.59	0.58
	A边池静沉1h	5.14	0.19	0.19	0.87	0.61

降低边池DO后,充分利用碳源来支持反硝化细菌脱氮,为反硝化细菌营造脱氮环境,保持30mg/L(COD)投加碳源运行,COD、BOD、NH₃-N、TN、TP等各项指标出水稳定达标,详见表6。

表6 进出水水质 单位:mg/L

日期	COD		SS		氨氮		总氮		总磷	
	进水	出水	进水	出水	进水	出水	进水	出水	进水	出水
1	128	11.9	266	5	28.8	0.05	35.9	6.37	3.54	0.07
2	192	12.4	292	6	30.2	0.05	44.1	7.52	3.78	0.13
3	133	15.2	148	5	26.0	0.1	31.9	7.6	3.74	0.13
4	156	13.5	124	6	25.8	0.13	36.1	8.79	3.66	0.14
5	146	9.57	126	3	26.7	0.20	36.8	9.34	3.71	0.27
6	238	8.94	148	6	30.6	0.41	37.2	10.1	5.51	0.29
7	375	11.2	418	4	32	0.13	43.3	11.8	5.57	0.16
8	288	17.1	356	5	28.3	0.14	42.9	9.28	6.57	0.21
9	178	14.3	90	4	30.4	0.49	40	9.93	3.44	0.21
10	139	13.2	230	5	29.8	0.71	39.6	9.68	3.95	0.24

4 结论

MUNITANK工艺采用了五池相连的紧凑布置,五池分别为缺氧池、厌氧池、好氧池和两个循环交替的曝气/沉淀池。通过类似A/A/O工艺具有缺氧、厌氧、好氧过程的循环运行,完成生物脱氮除磷过程。针对前海厂低COD、高TN进水,调整周期曝气时间,降低边池DO,减小回流硝化液中的溶解氧,保证反硝化细菌脱氮的缺氧环境,增加有机物传质,减少

碳源投加量,达到系统运行稳定、出水效果良好,运行效果显著,可以在进水水质COD低、TN高的小型生活污水处理厂中应用。

参考文献:

- [1] 刘丽霞.生活污水处理UNITANK工艺设计及运行效果分析[J].科技与创新,2016(5):80-81.
- [2] 张发根,李笛,陈迪云,等.UNITANK工艺特性及其设计与运行策略分析[J].市政技术,2009,27(2):167-170.
- [3] 高彦生,王坚.典型MUNITANK污水处理工艺的控制逻辑简析[J].城市道桥与防洪,2018(10):116-118.