



鄂尔多斯市污水处理厂工程设计

赵庆建¹, 赵立军¹, 马放¹, 闫文华²

(1. 哈尔滨工业大学市政环境工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150090;

2. 鄂尔多斯市污水处理厂, 内蒙古 鄂尔多斯 017000)

[摘要] 介绍了低温条件下鄂尔多斯市污水处理厂工艺流程和工程设计参数的选择, 工程设计特色及设计时所采取工程措施, 指出了低温污水厂在设计和运行时应注意的问题。工程的成功实施为同类污水厂设计提供了参考和借鉴。

[关键词] 工程设计; 低温污水处理; 二段生物接触氧化

[中图分类号] X703.1 [文献标识码] B [文章编号] 1005-829X(2006)06-0069-04

Engineering design of Erdos Municipal Wastewater Treatment Plant

Zhao Qingjian¹, Zhao Lijun¹, Ma Fang¹, Yan Wenhua²

(1. School of Municipal and Environmental Engineering, Harbin Institute of Technology, Harbin 150090, China; 2. Erdos Wastewater Treatment Plant, Erdos 017000, China)

Abstract: The selection of engineering design parameters and process in Erdos Municipal Wastewater Treatment Plant under low temperature, design features, and engineering measures adopted in design process is introduced. Problems that should be noticed in design and running are also pointed out at the same time, and the successful running of this low temperature wastewater plant provides a reference for plants of the same kinds.

Key words: engineering design; low-temperature wastewater treatment; two-stage bio-tangent oxidation

低温污水处理始终是污水处理工程设计的一个难点, 由于温度对生物个体的生长、繁殖、新陈代谢及生物种群分布和种群数量起着决定作用, 直接影响着冬季污水处理效率的高低, 所以在选择污水处理工艺和进行污水处理厂设计时, 要充分考虑温度变化对工艺和工程的影响, 并采取适当的技术措施, 保证低温条件下市政污水厂的正常运行。

鄂尔多斯市位于鄂尔多斯高原中部, 年平均气温 5~7℃, 冬季最冷月污水厂进水温度为 8~15℃, 市区面积 78 km², 人口 5 万余人。污水厂占地 4×10⁴ m², 采用二段生物接触氧化工艺(以下称二段法), 设计规模 4.5×10⁴ m³/d, 其中, 一期规模除生化组合池按 2×10⁴ m³/d 设计、建设外, 其他建筑物均按 4.5×10⁴ m³/d 进行设计、建设。工程投资 2 557.9 万元。

1 水质及水量

该市污水收集系统基本为合流制, 根据历年监测数据 and 水质水量测算及《污水综合排放标准》(GB 8978—1996)确定工程设计规模及进出水水质:

流量近期为 2.0×10⁴ m³/d, 远期为 4.5×10⁴ m³/d; 进水水质 COD 500 mg/L、BOD₅ 250 mg/L、SS 200 mg/L; 出水水质 COD 120 mg/L、BOD₅ 30 mg/L、SS 30 mg/L。

2 工程设计

2.1 污水厂选址

在污水厂选址时充分考虑了当地有利的地势条件, 将污水厂建在了城市污水管网下游, 使污水厂进水口与出水口位置落差达 12 m。所以工程设计时不用再设计提升泵站, 污水即可完全依靠重力流经所有污水及污泥处理构筑物。

2.2 工艺流程设计

污水厂的污水处理采用二段法工艺, 污泥处理采用浓缩、带式脱水后外运填埋的方式, 工艺流程见图 1。

2.3 污水处理系统设计

(1) 格栅。由于没设污水提升泵站, 所以污水厂的粗格栅与细格栅进行合建, 采用 5.0 m×2.0 m×3.5 m 的钢筋混凝土池, 栅条间隙分别为 25 mm 和 10 mm。

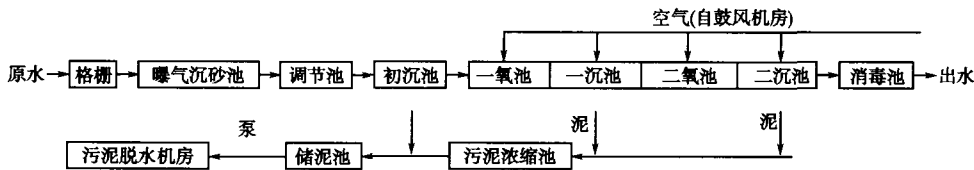


图1 工艺流程

安装倾角 $\alpha=75^\circ$,设计流量 $4.5\times 10^4\text{ m}^3/\text{d}$,设计产渣量为 $1.7\text{ m}^3/\text{d}$ 。

(2)曝气沉砂池。污水厂除砂设计采用一座曝气沉砂池,设计流量 $4.5\times 10^4\text{ m}^3/\text{d}$,采用 $8.0\text{ m}\times 4.5\text{ m}\times 4.5\text{ m}$ 的钢筋混凝土池,共二格,合用1套吸砂机,最大流量时水力停留时间3 min,曝气量为每 m^3 水 0.21 m^3 空气。

(3)调节池。为防止企业和生活污水集中排放引起的水量水质波动对污水厂造成负荷冲击,设计时增设1座调节池,设计流量 $4.5\times 10^4\text{ m}^3/\text{d}$,采用 $12.0\text{ m}\times 7.5\text{ m}\times 6.0\text{ m}$ 的钢筋混凝土池,并在调节池底部设计数条曝气管路,上部设计3套滗水器,以保证出水的持续和稳定。

(4)初沉池。2座,单座设计水量 $1.0\times 10^4\text{ m}^3/\text{d}$, $D=20.0\text{ m}$, $H=3.5\text{ m}$,采用辐流式钢筋混凝土池,设计 $\text{HRT}=2.6\text{ h}$,表面水力负荷 $1.5\text{ m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ 。

(5)组合池(二段生物接触氧化池)。2座,每座分两组,并用管廊相连,每组又分为四格:第一氧化池、第一沉淀池、第二氧化池和第二沉淀池。单座池设计水量 $1.0\times 10^4\text{ m}^3/\text{d}$,为四池联壁式钢筋混凝土结构,各池的设计参数见表1。

表1 组合生化池设计参数

项目	一氧	一沉	二氧	二沉
BOD容积负荷/ $(\text{kg}\cdot\text{m}^3\cdot\text{d}^{-1})$	2.47	—	1.16	—
表面负荷/ $(\text{m}^3\cdot\text{m}^2\cdot\text{h}^{-1})$	4.48	4.48	3.42	2.97
有效水深/m	6.5	6.0	5.5	5.0
HRT/h	0.8	0.8	1.3	1.5
单位 BOD 污泥产率/ $(\text{kg}\cdot\text{kg}^{-1})$	0.4	—	0.3	—

生化池填料是生物膜法技术核心,填料性能的优劣直接影响生化池的净化效能,本工程采用的填料是强化炉渣和聚丙烯复合填料。其性能指标分别见表2和表3。

(6)液氯消毒池及加药间。加氯消毒池2座,单座设计水量 $1.0\times 10^4\text{ m}^3/\text{d}$,接触时间30 min,采用 $10.0\text{ m}\times 7.5\text{ m}\times 3.5\text{ m}$ 的钢筋混凝土池。加药间1座,加氯质量浓度 10 mg/L ,氯库储量15 d,设有漏氯报

表2 强化炉渣各组分质量分数及理化性能

测试项目	范围	平均值	组分	范围	平均值
堆积密度/ $(\text{kg}\cdot\text{m}^{-3})$	450~889	699.67	$\text{SiO}_2/\%$	41.09~54.74	43.81
空隙率/%	48~60	52	$\text{Al}_2\text{O}_3/\%$	12.54~40.04	27.91
比表面积/ $(\text{m}^2\cdot\text{m}^{-3})$	60~200	130	$\text{Fe}_2\text{O}_3/\%$	1.33~20.06	9.72
粒径/mm	30~80	—	$\text{CaO}/\%$	0.56~6.80	3.32
上层(1 m)粒径/mm	30~40	34	$\text{MgO}/\%$	0.39~1.50	0.82
下层(1 m)粒径/mm	60~80	65	$\text{TiO}/\%$	0.94~1.62	1.41
极轴比	1.1~1.3	1.2	$\text{SO}_3/\%$	0.03~0.45	0.21
抗压强度/ $(\text{kg}\cdot\text{cm}^{-2})$	50~100	70	$\text{K}_2\text{O}/\%$	0.43~1.32	0.74
磨损率/%	1~3	2	$\text{Na}_2\text{O}/\%$	0.22~0.47	0.39

表3 聚丙烯填料理化性能参数

项目	范围
堆积密度/ $(\text{kg}\cdot\text{m}^{-3})$	20
密度/ $(\text{g}\cdot\text{cm}^{-3})$	1.02
空隙率/%	75~85
比表面积/ $(\text{m}^2\cdot\text{m}^{-3})$	200~300
抗压强度/ $(\text{kg}\cdot\text{cm}^{-2})$	10
使用年限/a	30

警装置,加药点设于消毒池进水管处,便于液氯在消毒池内接触混合。

2.4 污泥处理系统设计

采用2座直径8 m的污泥浓缩池,总设计进泥量 $100\text{ m}^3/\text{d}$,固体负荷采用 $30\text{ kg}/(\text{m}^3\cdot\text{d})$,浓缩时间16 h。浓缩后的污泥进入贮泥池,再经带式压滤机脱水后外运。

2.5 曝气系统设计

曝气系统由3台离心风机供气,水气比采用1:7,空气干管由管廊接入,并分配支管到两组池中,在每池支管上设电动阀门,细支管上设手动蝶阀,以调节每池的进风量。

3 设计特色

3.1 生物膜工艺应用

针对鄂尔多斯市地处内蒙,污水浓度普遍偏高且水温较低的特点,在工艺选择时因地制宜地采用



了高效、低耗、低成本的生物膜工艺技术。处理后的出水不仅能够满足污水排放标准的要求,而且投资及运行费用较省,在我国不发达的西部小城市该工艺是较适用的。从可持续发展的角度讲,生物膜工艺在北方寒冷地区及经济欠发达的西部中小城市应用为我国污水厂建设树立了一个样板。

3.2 工艺特色

(1)生化池内生物量、生物活性及传质效率较高。二段法的曝气系统设在填料下面,不仅供氧充足,而且对生物膜起到了扰动作用,加速了生物膜的更新,可使生物膜保持较高的活性。经测定,二段法第一氧化池中,微生物耗氧速度较活性污泥法高 1.8 倍左右。

(2)采用适于冬季的鼓风曝气方式,可提高部分水温且传质条件好,氧的利用率高。一般情况下,普通活性污泥法在水深 3.5~4.5 m 内,氧的吸收率为 5%~10%,动力效率为 1.2~1.8 kg/(kW·h),而同等条件下的二段法氧的吸收率达到 12.7%~16.9%,动力效率高达 3.0 kg/(kW·h)以上,从而大大节省了鼓风动力的消耗,降低了运行费用,同时水温得到提高。

(3)设备维护简单。寒冷地区污水厂冬季的设备维护维修始终是运营中的难点,污水厂冬季的设备维护成本较平时大幅度提高,而二段法工艺本身的设备较少,没有二沉池的刮吸泥机、曝气池的微孔曝气器及水下搅拌器等设备,使冬季工艺具有易维护、成本低的特点。

(4)工艺能够适应冬季水质水量的波动,具有较好的抗冲击负荷能力。二段法第一氧化池中微生物处于高活性“吸附合成期”,在较短的时间内可将污水中 60%~80%的有机质储存在细胞体内或吸附在细菌表面,在未进入内源代谢之前,就通过反应条件的控制使其以“合成污泥”的形式排出,为进一步提高出水水质创造了有利条件。

(5)固定膜工艺处理低温污水时比分散生长工艺更稳定,处理效率更高。

3.3 调节池的应用

由于该市规模小,且有几个大的羊绒制品生产企业,污水排放量较为集中,水质水量波动大,所以设置了缓冲调节池,内置 3 台滗水器,使后续构筑物进水能够持续稳定,从而保证整个工艺的正常运行。

3.4 地势及处理后污水的综合利用

该市地处鄂尔多斯高原中部,沟壑较多,厂址选择时充分利用当地有利的地势,改造了部分排水管

网,使进出水口落差达到 12 m,整个污水厂工艺流程完全依靠重力流经各个构筑物,大大降低了污水厂的日常运行和维护费用,并在出水口下游新建了蓄水坝对处理后的污水进行综合利用,获得了较好的环境和经济效益。

3.5 低温污水厂设计措施

污水厂设计时充分考虑了水质、水量变化特点和温度对生物处理的影响因素,并相应采取了以下技术措施:(1)适当降低了污水处理构筑物的有机负荷和表面负荷设计参数;(2)增加调节池进行水质水量调节,减少对后续处理单元的负荷冲击;(3)提高鼓风机进风温度,将冷空气温度加热以提高曝气池水温,这样可使曝气池水温在最冷月份保持在 8℃以上;(4)充分利用当地的有利地形,将主要构筑物建于地下,只留超高部分于地面;(5)增加池深,减少平面散热面积;(6)增加填料厚度,使池内保持高生物量;(7)采用了带孔眼网格走道板,不用钢板或水泥板,保证了冬季通行安全;(8)将大部分设备设于室内,管、阀均设于管廊、管沟内,室外设备采取了有效的保温措施。通过以上技术措施,保证了污水厂在冬季的正常运行,达到了预期效果。

4 工程运行

4.1 冬季操作管理

(1)鼓风系统管理,冬季加大了生化池曝气量和曝气强度,并对鼓风机进风加温,以提高污水温度。

(2)生化池操作,经常消泡,防止泡沫外溢在走道板上结冰,埋下安全隐患。

(3)对污水厂设备及管阀加大检修频度以保证冬季污水厂的正常运转。

(4)污泥随水温的降低,其絮体会减小,沉降性能也会减弱。通过多次试验,发现提高曝气强度,增大溶解氧含量,可以使絮体体积明显上升,沉降性能好转,二沉池出水的悬浮物质量浓度可控制在 30 mg/L 以内。

4.2 运行效果分析

运行结果表明:在污水温度为 8~15℃,进水 COD、BOD₅ 和 SS 分别为 475.49、251.69 和 298.67 mg/L 的情况下,出水水质分别为 49.68、21.62 和 24.60 mg/L,污染物去除率分别达到了 89.6%、91.4%和 91.7%,出水水质稳定且全部达到或优于国家《污水综合排放标准》(GB 8978—1996)中的二级标准要求。从实践上说明了二段法工艺处理低温污水的可行性。



4.3 经济性分析

污水厂的吨水投资若按流量 $2.5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 计算为 1 023.16 元,若按流量 $4.5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 计算为 568.42 元。由于污水厂除生化池外,其他构筑物全部按 $4.5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 污水进行设计建设,所以污水厂的吨水投资应 < 800 元,因此,从吨水投资上来看二段法是比较经济的。经过 2 a 多的运行,污水处理厂的运行成本夏季在 0.23 元/ m^3 ,冬季的运行成本在 0.29 元/ m^3 ,二段法的吨水运行费用也是比较合理的,尤其是在冬季,能够将吨水的运行成本控制在 < 0.3 元,这在低温污水厂中也是比较少见的。因此,二段法工艺具有低的吨水投资和冬季运行费用,具

有很高的经济性。硫成分,它们都是细菌赖以生存的重要营养物质,因

5 结论

鄂尔多斯市污水厂在设计过程中通过合理的参数选择、采取合适的工程措施,克服了低温给污水厂带来的不利影响,出水水质达到或优于设计标准,且经济合理,所以污水厂的设计是成功的。所积累的工程经验,对其他同类污水厂的建设具有参考和借鉴意义。

[作者简介] 赵庆建(1969—),1992年毕业于天津大学,现为哈尔滨工业大学在读博士。电话:0451-86282107,13946157022, E-mail:wwep@sina.com。

[收稿日期] 2005-12-22