

沈阳市城市污水处理厂现状及提标改造技术对策分析

单连斌, 王允妹

(沈阳环境科学研究院, 辽宁 沈阳 110167)

摘要: 为达到国家《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918—2002)一级A要求, 对沈阳市污水处理厂实施提标改造工程。通过对沈阳市城市污水处理厂现状、处理工艺特征及运行情况调研分析, 根据沈阳市城市污水处理厂需要提标改造存在的问题, 提出工艺优化以及提标改造解决对策, 为沈阳市城市污水处理厂提标改造的工程建设提供技术支持。

关键词: 城市污水处理厂; 提标改造; 工艺优化

中图分类号: X32

文献标志码: A

DOI:10.16803/j.cnki.issn.1004-6216.2017.02.004

Current Status and Analysis of Technical Countermeasures for Upgrade and Reconstruction of the Urban Sewage Treatment Plants in Shenyang

Shan Lianbin, Wang Yunmei

(Shenyang Academy of Environmental Sciences, Shenyang 110167, China)

Abstract: Upgrade and reconstruction of the sewage treatment plants in Shenyang was carried out to meet level A of “the Discharge Standard of Pollutants for Urban Wastewater Treatment Plant” (GB18918–2002). According to the existing problems based on the survey analysis of the status, process features and operation of the urban sewage treatment plants in Shenyang, countermeasures for process optimization, upgrade and reconstruction were proposed, providing technical support for engineering construction projects of upgrade and reconstruction of urban sewage treatment plants in Shenyang.

Keywords: Urban Sewage Treatment Plant; Upgrade and Reconstruction; Process Optimization

CLC number: X32

沈阳市地处辽宁省中部, 工业、生活、农业废水和地表径流均汇入浑河、最终并入辽河。据统计, 辽河流域的各类污染物浑河贡献率占80%以上^[1], 浑河水质好坏直接影响到辽河水质。“十二五”前沈阳市投资建设的大部分城市污水处理厂采取的是二级处理工艺, 出水执行二级标准或一级B标准, 根据环境保护部提出的《重点流域水污染防治规划》(2011~2015年)(以下简称《规划》)中“显著削减水质改善型单元负荷”, 要求对辽河流域沈阳市现出水执行二级标准的污水处理厂实施升级改造, 增加脱氮除磷工艺, 出水应达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918—2002)一级A标准。以占沈阳市污水量95%以上的43家污水处理厂作为

调研对象, 从污水处理厂处理规模、处理工艺、占地、周边环境等方面, 结合调研、现场考察、问卷调查和实地咨询的方法, 对沈阳市污水处理厂的现状、存在的问题展开全面的分析和评价, 提出提标改造的相关技术对策。

1 沈阳市污水处理厂总体状况

沈阳市早在1991年建设了40万t/d的沈阳市北部污水处理厂, 工艺采用SDAO工艺, 已稳定运行20多年, 为沈阳的污水治理做出了巨大贡献。随着生活水平增高, 工业用水生活用水量大幅提高, 在“十五”和“十一五”期间, 沈阳市先后建设了多座城镇污水处理厂、工业园区污水处理厂等, 使全市城镇污水、园区污水及部分乡镇

收稿日期: 2017-01-05

基金项目: 国家水体污染控制与治理科技重大专项(2012ZX07202-005-003)基金资助

作者简介: 单连斌(1964-), 男, 博士、教授级高级工程师。研究方向: 污水处理技术。

村屯污水得到了有效地处理,有效削减了进入地表水环境中的水污染物总量。通过统计分析,目前全市污水处理设施和污水处理状况见表1。

表1 沈阳市污水处理厂及污水处理情况

类 型	处理设施数量/个	处理设施占全市/%	处理量/ 万t · d ⁻¹	处理量占全市/%
城镇污水处理厂	35	27.6	278.4	95.9
工业园区污水处理厂	7	5.5	3.6	1.2
农村人工湿地污水处理厂	85	66.9	8.3	2.9
合 计	127	—	290.3	—

由表1可知,沈阳市内城镇污水处理厂、工业园区污水处理厂和农村人工湿地污水厂共127座,其中城镇污水处理厂35座,占27.6%;工业园区污水处理厂7座,占5.5%;人工湿地85个,占66.9%。

沈阳市城镇及工业园污水处理厂采用的工艺包括初级处理工艺、二级处理工艺,部分污水处理厂还采取了深度处理工艺^[2]。处理工艺以A²/O、A/O、A/DAT-IAT、深度处理、生物接触氧化、百乐克、传统活性污泥、水解-浮动生化、二级处理+湿地等为主。通过对42家城镇及工业园污水处理厂工艺进行分析,生物处理法是目前处理城镇生活污水等的主导方法,其中采用A²/O及其组合工艺的有18家,占比42.9%,其中采取A²/O工艺的14家,采取A²/O+沉淀、过滤等4家;采取生化及其他组合的9家,占比21.4%;采取A/O及其组合工艺的6家,占比14.3%;采取水解、潜流湿地、曝气生物滤池等工艺的9家,占比21.4%。由此可见,沈阳市城镇污水处理厂和工业园污水处理厂处理方法主要以传统活性污泥、A²/O、A/O等技术为主流,辅以沉淀、过滤、人工湿地等深度处理工艺。

2 沈阳市城镇污水处理厂主要问题及产生原因

2.1 处理工艺落后,适应性差

传统活性污泥法工艺是最简单的污水处理工艺,在我国早期城市污水处理厂中应用较多,可以大比例的削弱水中的含碳有机物。但这种处理工艺对去除COD效果显著,氮磷去除效果较差。随着对污水处理要求的日益严格,严格控制污水中氨氮与磷的排放浓度,由于传统活性污泥工艺的自身局限性,已无法达到现有污水处理厂对污

水处理工艺多功能性、高稳定性和经济合理性的要求。

2.2 设备水平落后、老化

沈阳市部分污水处理厂建于20世纪90年代及21世纪初,限于当时的污水处理设备技术水平和经济因素,其设备技术水平普遍较低,多数设备处于超期服役状态,故障多;设备技术水平落后,主要体现在多数主要设备水泵和风机无变频装置,无法调节流量,能耗较高。

2.3 设计问题

部分污水处理厂在设计阶段由于对该地区发展预判不足,导致设计标准偏差,使得污水厂实际进水水量和水质远低于设计进水值,造成资源浪费,甚至运转出现问题;没有考虑城市结构和管网的变化,汇水区面积增大或水量增大,造成处理设施水量负荷增加,超出了原设计水量,出水达不到要求^[3]。

2.4 水质构成不清和变化太快

由于各种原因,有部分污水处理厂对所处理的污水构成并不清楚,原设计为纯生活污水,但是工业企业的加入,工业污水的进入,造成水质构成发生改变,污水厂设计工艺无法适时调整或根本就不可能调整,导致不能保证系统运行稳定。

2.5 进水水质不稳、水质碳氮比构成结构不合理

沈阳市近半数的城市污水处理厂接纳工业废水,工业废水排放量、排放水质及排放时间不确定造成污水处理厂进水水质变化幅度较大。冬夏季季节性变化,用排水结构也发生变化。夏季生活污水的碳氮比偏低,难以实现脱氮除磷。目前在未达到一级A标准的污水处理厂中,有超过2/3的污水处理厂尾水氨氮未达标。

2.6 汇水管网问题

由于市政建设原因，汇水管网由明渠和暗渠共同构成，而且多数地区未实现雨污分流，这给污水处理厂带来极大隐患。对于暗渠，雨季时大量雨水夹杂管线中的沉积物进入处理系统，造成瞬时负荷过大。对于明渠，大量雨水稀释了污水厂的进水水质，造成进水负荷过低，也使处理系统无法正常运转。

2.7 污泥处置

“十一五”期间沈阳市运行的污水处理厂为15座，日产含水率80%的污泥约878.5 t，2010年底，沈阳市城市污水处理厂日产污泥大约1 500 t，

常规污泥处置方式采用生活垃圾填埋场安全填埋。但是由于污泥产量大，含水率高，填埋需占用大量土地，严重浪费土地资源，并极易产生渗滤液、沼气、恶臭等二次污染问题，垃圾填埋场容积有限，亟需开发新的合理的污泥处置和回用方式。

3 需升级改造的部分污水处理厂

通过对沈阳市现有城镇污水处理厂的系统分析，沈阳市需要进行升级改造的污水处理厂为北部污水处理厂等15家，设计处理水量143.1万t/d。见表2。

表2 沈阳市需要升级改造城镇污水处理厂情况

污水厂名称	设计处理水量/万t·d ⁻¹	现排放标准	应执行排放标准
北部污水处理厂	40	二级	一级 A
仙女河污水处理厂	40	二级	一级 A
沈水湾污水处理厂	20	二级	一级 A
南小河污水处理厂	1	二级	一级 A
辉山河污水处理厂	0.5	二级	一级 A
沈阳市沈北新区道义污水处理厂	2.5	二级	一级 A
西部污水处理厂	15	二级	一级 A
沈阳市满堂河污水处理中心	2	二级	一级 A
浑南上夹河污水处理厂	4	二级	一级 A
沈阳浑南新区产业区污水处理厂	2	二级	一级 A
辽中县污水生态处理厂	5	二级	一级 A
新民市吉康污水处理厂	10	一级 B	一级 A
新民市胡台镇污水处理厂	5	一级 B	一级 A
沈阳近海经济区污水处理厂	25	一级 B	一级 A
于洪区平罗湿地污水处理工程	0.2	一级 B	一级 A

由表2可知，由于沈阳市的大部分城镇污水处理厂建设较早，出水标准基本都是执行二级标准或一级B标准，根据《规划》，需对以上污水处理厂进行升级改造。

北部污水处理厂和仙女河污水处理厂设计处理能力40万t/d，沈水湾污水处理厂和西部污水处理厂设计处理水量20万t/d和15万t/d，新民市吉康污水处理厂设计处理能力10万t/d。以上5家污水处理厂设计污水处理的总能力为125万t/d，占沈阳市总需提标改造水量的87.4%。若解决了这5家污水厂的提标改造问题，基本上就解决了沈

阳市的污水处理厂提标改造问题。

4 城市污水处理厂提标升级改造技术对策

城市污水处理厂提标改造一般是在原有的设施上加以改造，重点在于氮磷的去除。根据污水脱氮除磷的机理，要实现脱氮除磷，必须具备以下3个条件：脱氮除磷反应过程所必需足够的碳源；脱氮除磷反应过程所必需的反应容积；脱氮除磷过程所必需的缺氧、厌氧、好氧工艺环境。

4.1 升级改造技术方案中合理取舍预处理单元
初沉池的设计应有一定的灵活性，以实际进

水水质为出发点,初沉池的表面水力负荷在工程设计时可以适当的提高,水力停留时间(HRT)缩短或部分超越。常规的初沉池设计经验认为HRT在0.5~1.5 h较好。是否设置初沉池应考虑进水中的有机物质作为碳源能否满足活性生物系统中微生物对能源的需求,以水体中的碳源为主,人工碳源尽量减少或不投加为重要原则,保证生物脱氮所需的碳氮比。《污水排入城镇下水道水质标准》(CJ343—2010)中规定,进水悬浮物不应高于400 mg/L,建筑废水含砂及悬浮物比例较大,对于污水中无机成分比例较高的污水,初沉池的设计可以大大提高后续的生化效率。

对于可生化性较差(即进水 BOD_5/COD 值低于0.3)的城镇污水厂来水,应考虑在生化处理前端设置溶解氧浓度低于0.5 mg/L的厌氧水解池,难以在好氧生化处理中降解的大分子有机物质可以在兼性水解产酸菌作用下降解转化为利于后续好像生物降解的小有机物,B/C比(污水可生化性)的提高直接影响后续好氧生物处理效率。针对VSS/SS值较高的高浓度有机物质污水,生化处理系统前端设置厌氧水解池是非常有效的预处理手段,可以将SCOD/COD值由35%增75%^[4]。同样,污水处理厂若来水中含有工业污水,其中含有大量的不易生物降解、不易沉降、不易被吸附有机物质,工艺中应设置厌氧水解工序作为预处理单元来提高整体处理效率。

4.2 充分发挥生物处理在升级改造中的作用

虽然常规设计生化池是按照满负荷运行设计,但设备处理能力、操作参数在设计初期是以 $K_z=1.2\sim1.5$ 的变化系数而设计的,若已建设的污水处理厂的现有处理工艺无法达到稳定的尾水排放标准,水量增加不大的情况下,提标改造应尽量在原有工艺基础上进行优化扩容、利用原有的设备,如在原有生化池前后串联生化池,提高池容,通过对其充氧控制改变生化处理系统机理,提高系统除磷脱氮能力。若工艺已由A/O工艺改造成AAO工艺、或现有工艺已采用A/A/O系列工艺经运行调试后,出水总氮、氨氮指标仍然不能稳定达标或占地面积受限新增

池容困难时,应考虑将生物膜技术与活性污泥工艺结合,在好氧区投加悬浮生物填料,组合为移动床生物反应器(MBBR工艺),随着投加专用的适应性较强的脱氮菌种,系统内的微生物组成丰富数量增多,系统的硝化稳定性和反硝化能力得到提高。其次,可通过在好氧区投加填料减小系统好氧区容积,调节了好氧区与缺氧区和厌氧区比例。

4.3 污水处理工艺流程中应合理选择深度处理工艺单元

污水经过普通的二级生物处理不能达到(GB18918—2002)的一级A标准,需辅以深度处理单元。深度处理工艺一般以过滤为核心单元,混凝沉淀为强化手段,进一步降低二级生物处理中残留的悬浮固体和胶体物质,降低SS和消除病原体。推荐的深度处理工艺根据工程经验和实验室试验,二级生化处理后出水可采用高密度沉淀+纤维转盘过滤;高密度沉淀+法捷斯过滤;出水+人工湿地;气浮+纤维转盘过滤;加药沉淀+活性砂过滤等组合工艺作为深度处理工艺。AAO工艺的运行方式可灵活应用,针对夏季运行时进水水质有机浓度低的情况,可以将A/A/O工艺调整为多点进水倒置A/A/O工艺或脱氮A/O工艺;考虑冬季进水有机污染物浓度高的实际情况,可以将A/A/O运行工艺调整为带回流污泥+反硝化段的A/A/O工艺,并在好氧池投加填料(浮动填料)。

城镇污水处理厂中生物脱氮极易受到温度的影响,低温影响脱氮效率^[5]。污水水温不足15℃时,应提前做好冬季运行模式来提高硝化与反硝化速率。生化系统中的活性污泥与微生物总量可以通过混合液回流比的增加而提高;硝化速率可以通过曝气量调节增加水体中溶解氧浓度来提高;反硝化速率可以通过采用较长的泥龄、减小硝酸盐负荷或延长水力停留时间(HRT)等措施来得到提高。若以上措施对生物反硝化作用较小,可考虑投加甲醇或醋酸钠等外加碳源,亦可投加适配量的水质稳定的高浓度易生化的污水原水做碳源。

4.4 重视汇水区内水量和源头污染物的控制

(1) 雨污分流制的排水体制应加以提倡,提高污水处理效率,节约污水处理成本。新建城区应采用雨污分流制排水系统,老城区应加快实现雨污分流系统的改造,短期可采用合流制或截流式合流制作为过渡期排水体制。应严格按照国家及行业有关标准执行城镇污水厂的进水水质标准,确保不存在对下水道和污水处理厂安全运行的潜在危害,避免或减少污泥处置的不良影响^[6]。

(2) 城镇污水处理厂服务范围内的已建化粪池应加强管理并及时清掏,充分发挥三级沉淀作用及其正常使用功能。对于进水碳源低的城镇污水处理厂,应考虑取消汇水区范围内化粪池的设置。

(3) 应严格控制工业污水的排放,防止含有毒有害有机物、重金属、含氮杂环化合物(不可氨化有机氮)和硝化反应抑制物等工业废水进入城镇污水厂的生化处理系统;高浓度含氮废水和高浓度油脂废水如豆制品、屠宰废水、垃圾渗滤液等应处理后达到生活污水水质后接入污水处理厂。对于未处理已接入的上述废水,应采取合理控制其危害性的预处理措施,也就是进行改变可生化性和减少毒性的前处理后,以减少对生物处理系统造成不良影响。

(4) 适当放宽城镇污水处理厂的来水渠道,允许食品加工废水、酿造废水和糖业废水等具有优质碳源、碳氮比高的普通有机废水接入城镇污水处理厂,提高污水厂的水质浓度。

(5) 关于水量问题,当实际处理量与设计量有出入时,水量大可根据设计工艺,调整工艺参数来保证出水水质,保证不了时,可考虑分配一部分污水到其他水厂;水量过小时,可

考虑闲置部分工艺设施,改变工艺参数,或从其他汇水区内调水保证设施合理运行,避免运行成本过高。

5 结论

随着污水处理标准的不断完善和城镇污水处理厂其他各类标准的不断出台,污水处理厂应改良污水处理工艺来满足升级改造的排放要求。沈阳城市污水处理厂在加强自身管理的同时,只有积极进行提标改造,出水达到一级A标准,才能有效削减排入地表水的污染物质总量,为保护浑河及辽河水体做出贡献。

根据对沈阳市现有的急需提标改造的城市污水处理厂的现状分析,采用的技术对策主要一是调整污水处理厂脱氮除磷反应过程所必需的足够的碳源问题,必要时可外加碳源;二是脱氮除磷反应过程所必需的反应容积,可增设新的构筑物或改造一些现有构筑物来满足脱氮要求;三是脱氮除磷过程所必需的缺氧、厌氧、好氧工艺环境,提高污水的可生化性和碳氮比,优化工艺,必要时可投加一些适宜低温的和低碳氮比的特殊脱氮菌种。另外,从节能角度考虑,应对现有的一些耗能的设备淘汰,更换为节能的先进的设备。

参考文献

- [1]徐志璐.辽河流域水污染状况及对策研究[D].长春:吉林大学,2014.
- [2]徐静,王丹碧,赫佳等.构造湿地在污水处理厂二级出水后的深度处理应用研究[J].环境科学与管理,2014,09:104-108.
- [3]朱雁伯,袁楠楠,姜威等.我国城镇污水厂运行管理中存在的问题及对策[J].中国给水排水,2012,18:30-34.
- [4]刘育红.厌氧池的运行与控制探讨[J].给水排水,2009,(S1):199-201.
- [5]杨小丽,叶峰,宋海亮等.基于污水厂运行数据的低温生物脱氮强化研究[J].中国给水排水,2009,01:82-85+88.
- [6]徐敏,续衍雪,路瑞等.新形势下我国城市水污染防治的思考[J].环境保护科学,2015,41(6):4-8.