

浅谈城镇污水处理厂提标改造技术

王涛涛

云南省设计院集团有限公司 云南 昆明 650100

摘要: 随着城镇污水处理厂出水水质标准的提高, 早期已建污水处理厂提标改造势在必行。本文从改造基本原则及工艺措施方面进行了简单概述, 以期对城镇污水厂提标改造工程提供借鉴。

关键词: 城镇污水处理厂; 提标改造; 工艺措施

1 概述

近几年随着经济和城镇化速的不断发展, 城市水环境污染问题日益突出。为切实加大水污染的综合整治力度, 近几年国家相继推出了一系列水污染防治措施, 明确提出了要加快现有城镇污水处理设施建设与改造步伐, 污水处理厂出水排放标准普遍要求要达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)中的一级A标准或者更高, 所以对现有污水处理厂工艺的改造将成为城镇污水处理厂近几年的主要工作。

2 城镇污水处理厂提标改造基本原则与措施

2.1 改扩建项目不同于新建项目, 必须与现状相结合才能确定合理、具体的设计方案。城镇污水处理厂改造一般需遵守以下设计原则:

2.1.1 贯彻执行国家关于环境保护的政策, 符合国家的有关法规、规范及标准。

2.1.2 基础资料准确, 可为满足污水处理厂改造和优化运行提供基础。

2.1.3 结合现状污水厂实际生产运行情况, 确定改造方案, 满足国家节能减排的要求, 最大程度地发挥工程效益。

2.1.4 改造过程要尽可能利用原有设施, 挖掘其处理潜力, 改造过程中尽量不干扰现有工艺的正常运行, 确保污水处理厂不停产、不减产等。

2.1.5 在改造项目实施范围内, 平面布置力求便于施工、便于安装和便于维修的前提下, 使设备间及加药间尽量布置集中, 节约用地。

2.1.6 在满足改造要求的前提下, 尽量节省基建投资和运行管理费。

2.2 城镇污水处理厂提标改造的措施

目前, 城镇污水处理厂提标改造主要包括水力优化、工艺改造和设备改造^[1]。工艺改造是污水处理厂一级A提标改造的重点。工艺改造的措施通常是强化脱氮除磷和增加深度处理, 最终目标是使污水厂出水中的污染物

如氮、磷等指标达到GB18918-2002一级A排放标准或者更高标准。

3 污水厂提标改造中工艺改造策略

3.1 二级生物处理段工艺改造策略

目前我国的城镇生活污水处理厂的采用的处理工艺主要以二级生物处理为主, 其中最常用的处理工艺主要有A²/O及其变形工艺、氧化沟法、SBR法、生物膜法及膜生物反应器法(MBR)。以上工艺都能实现脱氮除磷的功能, 但因我国城镇污水处理厂进水水质中可生物降解有机物普遍偏低以及部分地区冬季气温偏低等因素, 造成生化段生物脱氮除磷效率低, 大多都达不到工艺设计时的理论值。

在具体改造方案设计时需调查清楚现状污水处理厂的现状(不同季节进出水水质、进水量、生化段采用的工艺、设计参数、现状运行参数等数据)、存在的问题及改造后出水水质要求, 进而才能有针对性的提出科学合理的改造思路和方案。提标改造主要控制的关键因素的是保证出水氮、磷指标的达标排放, 为强化生化段脱氮除磷的效果, 目前我国二级生物段改造常采用的技术措施主要有: (1) 将生化段分割成厌氧、缺氧及好氧段; (2) 扩大池容以提高生物段的水力停留时间; (3) 改变曝气方式, 如表曝改成底曝; (4) 增大混合液回流比及回流方式; (5) 生化段采用多点进水, 提高进水碳源的利用率; (6) 活性污泥法中投加填料, 以实现生物膜法和活性污泥法的双重优势;

3.1.1 A²/O及其改良工艺在城镇污水处理厂提标改造中的运用

A²/O工艺Anaerobic-Anoxic-Oxic的英文缩写, 它是厌氧-缺氧-好氧生物脱氮除磷工艺的简称, 是由于20世纪70年代由南非及美国的专家在厌氧-好氧法(A-O)基础上提出的能够同步脱氮除磷的污水处理工艺。该工艺有厌氧、缺氧、好氧三种不同的环境条件和不同种类微生物菌群的有机配合, 能同时具有去除有机物、脱氮

除磷的功能。该工艺处理效率一般能达到：BOD和SS为90%—95%，总氮为70%以上，磷为90%左右，一般适用于要求脱氮除磷的大中型城市污水厂。

刘加强等^[2]介绍了苏北某高新开发区污水处理厂在原有A2/O工艺基础上，在厌氧池前端增加了预缺氧段，使回流混合液首先进入预缺氧段，减少混合液中硝酸盐氮对除磷菌释磷的影响；此外还采用了多点进水方式，有效利用了碳源，强化了系统脱氮除磷效率。提标改造后出水水质能稳定达到一级A标；张万里等^[3]介绍了无锡芦村污水处理厂为强化氮的去除，在提标改造中对A2/O生化池投加填料强化生化处理效果，实际运行表明投加填料后生化池MLSS可以维持在3.5g/L以上，冬季低温时通过投加碳源，可以使出水TN稳定达到一级A标。吴飞等^[4]介绍了南京经济技术开发区污水处理厂通过将原有CASS工艺改造为A2/O工艺及新增高效沉淀池和滤布滤池，提标改造后出水能稳定达标到一级A标，其部分指标满足《地表水环境质量标准》。

3.1.2 氧化沟及其改良工艺在城镇污水厂提标改造中的运用

氧化沟及其改良工艺因抗冲击负荷能力强、水力停留时间厂、有机负荷低、生化池能保持明显的溶解氧浓度梯度，利用硝化和反硝化脱氮反应，如果在池前设计厌氧池，还可同时有效除磷。因此该工艺在污水厂提标改造中也应用较多。

田亚军等^[5]介绍了鄂尔多斯污水处理厂原有生化池处理工艺采用卡鲁塞尔氧化沟，提标改造中对原有表曝气改为了底曝气，此外还扩大了生化池中缺氧段的容积，生化出水后增设高密度沉淀池和超滤，其出水能稳定达到一级A标准。毛小伟等^[6]以靖江市4万m³/d城市污水处理厂为例，原有处理工艺为奥贝尔氧化沟，出水执行一级B标，通过对原有生化池内增加反硝化回流系统及推流器，末端新增反硝化滤池，提标改造后出水能稳定达到一级A标准。

3.1.3 活性污泥和生物膜组合工艺在城镇污水处理厂提标改造中的应用

对污水厂提标改造过程大多需要提高原有生化池对污染物的去除的能力，尤其是对氮磷污染物的去除，但有时受现有构筑物的尺寸、结构、用地等因素的制约，很难加大或对原有生化池进行改造，这就造成生化处理能力难于进一步提升，这通常就需要往生化池投加无机高分子填料，形成活性污泥和生物膜共存的处理工艺，提高生化池的污泥浓度，和形成众多的厌氧、缺氧及好氧的微环境，提高系统对有机物的去除效率。目前在提

标改造中应用较多的处理工艺主要是MBBR工艺，即移动床生物膜反应器。它是往生化池投加与水密度接近的新型填料，作为微生物载体，由曝气和水流共同作用在生化池内处于流化状态。它具有处理负荷高、占地面积小、出水水质稳定、污泥产率低、脱氮除磷效率高等优点，在污水厂提标改造中应用越来越多。

周文明等^[7]介绍了安徽某污水处理厂原有工艺采用氧化沟，出水执行一级B标准。由于一期氧化沟原有设计停留时间较短，仅有11h，原有处理负荷较大。提标改造后在原有池内投加悬浮填料，以提高池内污泥浓度，降低污泥负荷，提高处理效率；此外，还在在好氧区和厌氧区间增设一根混合液回流管并设阀门，以增加工艺运行的灵活性。提标改造后，运行期间处理效果稳定，出水可稳定达到一级A标准。辛涛等^[8]介绍了广东某污水处理厂在原有A2/O池体内投加SPR悬浮填料，提标改造后在不加外加碳源的情况下，出水TN能稳定保持在10mg/L以下；

苏鹏等^[9]以北方某污水处理厂为例，将原有生化池卡鲁塞尔氧化沟工艺改造为MBBR工艺，厌氧区保持不变，缺氧池水力停留时间由3h增加到11h，好氧池投加悬浮填料，系统末端增加砂滤池，改造后出水TN能维持在10mg/L以下，出水TP在0.4mg/L左右，能稳定达到一级A出水标准。

3.1.4 MBR工艺在城镇污水处理厂提标改造中的应用

MBR工艺即膜生物反应器，是传统活性污泥法处理技术和物理的膜反应器相结合而成的新型污水处理工艺，膜生物反应器通过膜的作用能很好的实现固液分离，替代了传统生物处理的二沉池，占地面积明显减少；通过膜的过滤作用，可以使生化池的污泥浓度保持在传统活性污泥法的两倍，所以可以适当减小生化池容积，高污泥浓度有利于对难降解物质的分解和提高抗冲击负荷；膜的过滤作用可以使硝化菌大量存在于生化池中，强化了对氮的去除；实现了污泥停留时间和水力停留时间独立控制，便于了系统的运行调节；目前MBR工艺在实际城镇污水处理厂运用中主要与传统A2/O工艺结合，以实现各自优势；因占地面积小、出水水质好、不需要深度处理部分，出水基本可以达到中水回用的目的在污水厂提标改造中运用的越来越多。

郑立安等^[10]介绍了丹江口某设计规模1.5万m³/d的污水处理厂提标改造，原工艺为CASS工艺，出水执行一级B标，提标改造中对原有CASS池进行了分隔成厌氧、缺氧、好氧三个独立区域的A2/O工艺，膜池单独新建。

提标改造后设计出水水质执行准地表四类水标准 ($TN < 15\text{mg/L}$, $SS < 10\text{mg/L}$)。许敏等^[11]介绍了四川某县城污水处理厂原有工艺为改良氧化沟工艺,提标改造中因厂区用地有限,所以采用了MBR工艺,对原有氧化沟池改造为AAO池,二沉池改造为了膜池,提标改造后处理能力从原有的 $3\text{万m}^3/\text{d}$ 提高到 $3.5\text{万m}^3/\text{d}$,出水水质TN可以维持在 8mg/L 以下。

3.2 深度处理工艺改造策略

栾敬帅等^[12]介绍了对上海某污水处理厂提标改造工艺设计,根据原有工艺和实际进出水水质等现状运行问题,设计采用了在生化池末端新建曝气生物滤池+高效沉淀池+反硝化滤池组合深度处理工艺,进一步处理生化池出水,此外运行中还往高效沉淀池中投加粉末活性炭,提高对总磷、悬浮物及难降解有机物去除,出水能达到上海地方标准。《生物滤池在某污水处理厂提标改造工程的应用》净水技术,刘明祥等^[13]介绍了湖州市某污水处理厂提标改造,原有生化池采用CASS工艺,提标改造后增加曝气生物滤池,并辅以投加化学除磷药剂及乙酸钠,强化氮磷的去除,使出水能稳定达到一级A标准。周丽颖等^[14]介绍了河南某采用A2/O处理工艺污水处理厂提标改造,通过对现状出水水质分析发现出水SS、总磷和大肠杆菌超标,所以设计增加了斜板沉淀池及纤维转盘过滤深度处理单元,消毒方式也原有的紫外消毒改造为消毒效果更好的二氧化氯消毒,提标改造运行后出水水质能稳定达到一级A标。

结语

污水厂提标改造首先要求对现有污水厂运行状况和问题摸查清楚,对比目前出水水质和提标要求出水水质,有针对性的对其不达标指进行方案设计。要尽可能利用原有处理设施,结合新型技术及材料,挖掘其处理能力,尤其是提高对氮磷污染物的去除效率,使出水水质进一步提高,达到现有的环保出水水质标准。此外,还需结合生化池的处理能力和出水水质要求,合理选择

深度处理工艺。

参考文献

- [1] 刘大中. 典型城市污水处理厂提标改造分析[D]. 陕西: 西安建筑科技大学, 2013.
- [2] 刘加强, 李昂等. 改良A2/O在城市污水处理厂提标改造中的应用[J]. 水处理技术, 2018, 44(12): 77-79.
- [3] 张万里, 等. 无锡市城镇污水处理厂提标改造措施及效果[J]. 中国给水排水, 2010, 31(10): 64-68.
- [4] 吴飞, 等. CASS工艺园区污水处理厂提标改造为AAO+三级处理工艺后的运行效果对比分析[J]. 环境工程学报, 2020, 4(10): 1129-1136.
- [5] 田亚军, 等. 鄂尔多斯某污水处理厂提标改造工程实践[J]. 中国给水排水, 2020, 36(6): 54-57.
- [6] 毛小伟, 周平, 张万里. 靖江城市污水处理厂提标改造工程运行效果[J]. 中国给水排水, 2016, 32(8): 103-109.
- [7] 周文明, 等. 污水厂扩建及提标多段强化脱氮改良A~2/O工艺工程实例[J]. 水处理技术, 2019, 32(12): 56-59.
- [8] 辛涛, 等. 广东省某污水厂提标改造工程设计[J]. 净水技术, 2019, 24(10): 23-26.
- [9] 苏鹏, 等. MBBR在卡鲁塞尔氧化沟提标改造中的应用[J]. 中国给水排水, 2020, 32(6): 112-117.
- [10] 郑立安, 等. 乡镇污水厂提标改造工程中AAO/MBR工艺的设计要点[J]. 净水技术, 2019, 24(12): 58-62.
- [11] 许敏, 等. 改良型氧化沟扩容改造AAO-MBR工艺工程设计[J]. 中国给水排水, 2020, 32(2): 32-36.
- [12] 栾敬帅, 等. 乡镇污水厂提标改造工程中AAO/MBR工艺的设计要点[J]. 净水技术, 2019, 24(12): 22-26.
- [13] 刘明祥, 张尚义, 何强. 湖州市小梅污水厂升级改造工艺设计[J]. 中国给水排水, 2015, 31(8): 50-56.
- [14] 周丽颖, 仲崇川, 张玉峰, 等. 侧向流斜板沉淀/纤维转盘过滤用于污水厂升级改造[J]. 中国给水排水, 2015, 31(14): 104-107.