

城镇污水处理厂改造研究与实例

*张辰 李春光

(上海市市政工程设计研究院, 上海, 200092)

摘要:针对城市污水处理厂的发展,特别是污水处理厂脱氮除磷的要求,原有城镇污水处理厂需要进行达标改造。在改造过程中,不仅仅是活性污泥工艺的升级改造,还包括水力改造和设备改造,需要进行必要的调查,开展必要的研究,就上海市政设计研究总院研究和设计的工程实例进行介绍,提出具体实施建议。

关键词:污水处理厂;改造;实例

由于水环境治理工作的深入,原建城镇污水处理厂大多面临达标改造的问题,开展污水脱氮除磷工艺改造,在工艺改造的同时,部分污水厂已运行多年,技术和设备陈旧、效率不高,要求改造更换设备以提高处理效率,降低处理成本,适应新的处理标准。

1 污水厂升级改造步骤

污水厂的升级改造就是在污水脱氮除磷标准的要求下,通过污水处理工艺的研究,同时改进污水厂的运行,改善水力条件,提高处理程度。对现有污水厂的处理容量和能力进行准确评估,最大程度地利用现有处理设施,是污水厂改造的优选方案。在污水厂改造过程中,应注重调查分析全面评估。

1.1 对污水厂进行调查分析

尽可能多地收集污水厂现状设施和运行状态的数据,包括工艺计算,水力计算,历年的实测数据,设施和设备状态等。工艺计算是对各单体的工艺负荷进行计算并与运行值进行复核;水力计算用来确定水力负荷并确定水力流程的瓶颈点。历年实测数据,如污水进水水量和水质数据,可以确定峰值和平均的流量和浓度负荷;设施和设备的评价可以是定性的也可以是定量的。

1.2 确定污水厂运行的限制因素

根据调查资料,可以对污水厂进行全面的评估,由不同专业的专家进行,确定影响处理能力的单体及

原因。

1.3 编制污水厂改造方案

应该尽可能多地提出改造方案,进行综合技术经济比较,确定改造的推荐方案;对各个方案采用统一的标准进行全面的技术经济比较,定量分析基建费用和运行维护费用。定性分析运行可靠度、方便程度、人员能力、可实施性等。

1.4 编制改造工程的实施方案

污水厂的升级改造不能过多影响处理能力,为保证不断水施工,达到一定的处理程度,还需要考虑编制改造的实施方案,确定新旧构筑物水力切换的时间步骤,达到的处理能力和标准,并征得有关部门的同意。

2 污水厂改造技术研究

2.1 水力改造技术

(1) 水力改造有助于改善流量分配不均、短流、死水区、密度流、射流和污泥流失等问题,保证流量分配均匀,通过多个堰配水,每个堰对应一组处理单元,堰的长度与相应的处理单元流量占总流量的比例成正比,也可以在每个处理单元前安装流量计和控制阀等控制措施,保证流量分配均匀;

(2) 防止水量的溢流

通过改用变频泵或采用溢流管将过多的水量回流至进水井,保证处理构筑物流量的均衡,解决由于流量变化,导致发生紊流、沉淀物溢出等问题;

(3) 在沉淀池添加合适的挡板

在进水处设置挡板,可以消能、均匀配水,还可以使进水和污泥充分絮凝;在刮泥板上设置挡板,可

作者简介:张辰,(1964—),男,上海市市政工程设计研究总院总工程师。

收稿日期:2008年6月29日

以起到消能和减少密度流的形成；在出水处设置挡板，可以防止活性污泥系统中因密度流使污泥随出水流失；以下是辐流式沉淀池挡板设置的示意图。

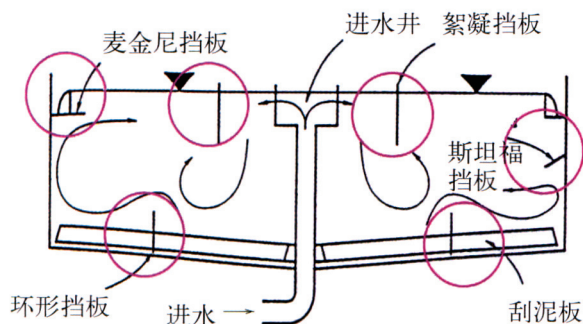


图1 辐流式沉淀池挡板设置

2.2 设备改造技术

各类新设备、新技术不断推陈出新，可以提高污水处理的效率，降低能耗，应用在污水处理中的设备改造包括：

(1) 采用高效、无堵塞的水泵和变频设备提高输水能力和效率；

(2) 采用新型机械细格栅、新型除砂设备提高预处理能力；

(3) 采用高效的曝气设备提高充氧能力、供氧可靠性和降低能耗；

(4) 增加各种在线监测和自控设备提高污水处理的运行水平；

(5) 采用先进的控制方式，在保证供氧充足的前提下，降低供氧量，降低能耗。

2.3 污水处理工艺改造技术

(1) 脱氮除磷技术

随着标准的提高，污水中氮磷的去除要求也在提高。可以通过以下方法进行改造：

a. 在沉淀池或污水处理反应池内投加金属盐和聚合物等化学药剂，通过化学反应和凝聚作用来凝聚胶体颗粒，生成沉淀物以达到去除悬浮有机物和除磷的目的；

b. 在普通曝气反应池内增设单独的厌氧区以维持积磷菌的优势生长，达到生物除磷的效果，设置单独的缺氧区可以达到生物脱氮的目的。同时设置厌氧、缺氧区，改造为Bardenpho工艺、AAO工艺、改良AAO工艺、倒置AAO工艺和VIP工艺，能同时达到脱氮除磷目的。在达到营养物质去除的同时，还有改善污泥沉降性能、碱度回收和减少耗氧量等优点。

c. 在传统两段法工艺的基础上，增加两段间的回流，将一段中沉池的部分污泥进入二段，提供反硝化

菌和碳源，与二沉池的回流污泥混合形成具有硝化和反硝化能力的混合污泥；同时将二段污泥回流至一段，提供硝化菌，改善一段泥龄短无法硝化的缺点，使两段同时具有脱氮功能，实现系统部分污泥交替处于厌氧好氧条件，增加脱氮除磷效果。

(2) 深度处理

a. 常规的过滤、吸附、混凝、沉淀、气浮和消毒工艺可以达到深度处理的目的。滤池近年来出现了许多新形式，滤料也从单一的砂增加到纤维束、烧结陶粒、塑料颗粒等，消毒工艺有液氯、二氧化氯、紫外线、臭氧等。

b. 曝气生物滤池是在普通生物滤池的基础上，借鉴给水滤池工艺而开发的污水处理新工艺，在生物反应器内装填高比表面积的颗粒填料，以提供微生物膜生长的载体，并根据污水的不同流向分为下向流或上向流，污水由上向下或由下向上流过滤料层，在滤料层下部鼓风曝气，空气与污水逆向或同向接触，使污水中的有机物和填料表面生物膜通过生化反应得到稳定，填料同时起到物理过滤作用。实现有机物的降解、硝化、反硝化，以达到去除污染物的目的，该工艺具有容积负荷高、水力负荷大，水力停留时间短、所需投资少、占地面积小、处理出水水质好等特点。

c. 膜技术是指利用微滤膜、超滤膜、反渗透膜、纳滤膜、电渗析等技术进行过滤，以去除水中的悬浮物、胶体物、细菌和病毒等。具有出水水质好、不受进水水质波动影响、模块化设计、安装维护方便、占地小、自动化程度高等优点。

d. 以生物反应池和膜分离技术有机结合的膜生物反应器技术也是最近发展起来的高新技术。它用膜分离系统代替了传统活性污泥法中的二沉池，既利用了膜分离的选择透过性和高效性，又利用了生物处理的有效性和彻底性，从而将水中的有害物质最大程度地去除，处理后的污水水质可直接回用。

3 污水厂改造工程实例

3.1 上海市天山污水处理厂

上海市天山污水处理厂1987年10月正式投入运行，处理能力为7.5万 m^3/d ，采用鼓风曝气普通活性污泥法处理工艺。

改造工程采用Hybrid工艺，增设厌氧池1座，将原3组曝气池中的1组改为一组曝气池，3座初沉池改为中间沉淀池，另2组曝气池作为二段曝气池；原有6座二沉池改为最终沉淀池，最终沉淀池及中间沉淀池另配置回流污泥泵，各自回流；最终沉淀池出

Hybrid 工艺流程图如图 2 所示:

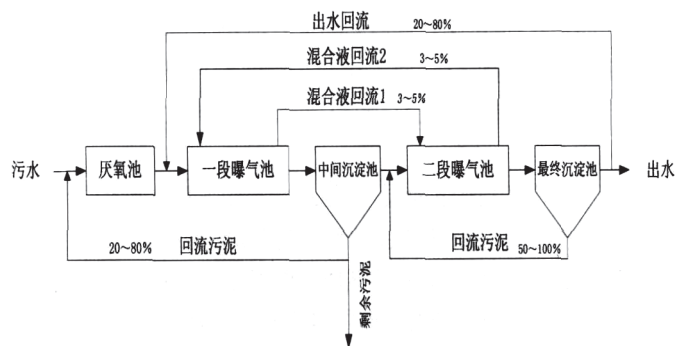


图2 Hybrid生物处理工艺

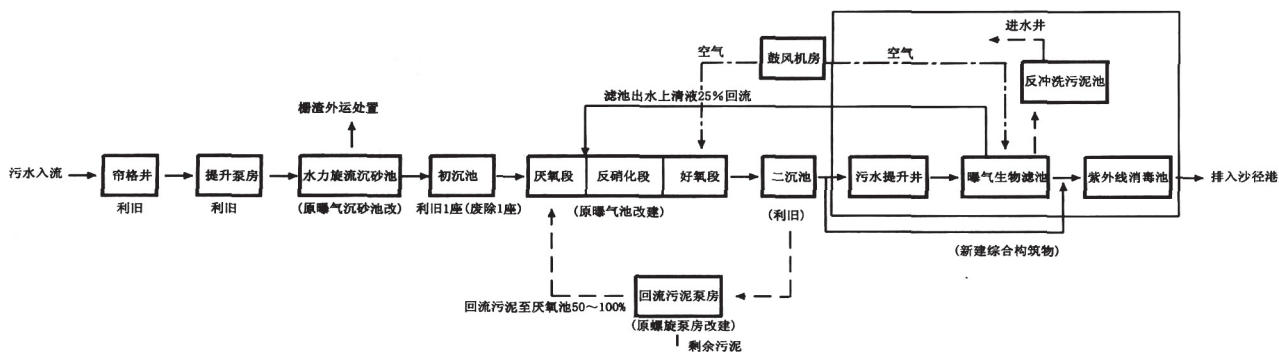
上海曲阳污水处理厂是一座上世纪 80 年代初建设的中心城区污水处理厂，处理能力为 6 万 m^3/d ，采用常规活性污泥法。

该工艺的核心思想是在两个污泥系统中，分别提供适合积磷菌和硝化菌的最佳生长环境，解决积磷菌

曝气生物滤池为本次改造工程新建，包括污水提升井、生物滤池、生物滤池反冲洗污泥池和消毒池等，曝气生物滤池采用 BIOSMEDI 工艺，分为 8 组，每组有效面积为 $7\text{m} \times 9\text{m}$ ，呈对称布置，中间设置管廊，管廊下部为滤池反冲洗污泥池，进入生物滤池流量按进水流量的 50%~100% 计，滤池上升流速为 $2.5 \sim 5.0\text{m/h}$ ，填料厚 2.5m ，滤料的负荷为 $0.35\text{kg}/\text{m}^3$ 滤料 $\cdot \text{d}$ ，反冲洗采用滤池上部出水进行反冲，采用脉冲反冲洗的形式，反冲洗水排入污泥池，由水泵提升入污水处理厂内进水泵房，消毒采用紫外线消毒，采用低压高强度灯。经曝气生物滤池处理的出水可用于厂区绿化、脱水机房和除臭补充水的回用。

郑州市王新庄污水处理厂于2000年12月28日建成,处理能力为40万 m^3/d ,采用厌氧/好氧二级生化处理工艺,由于进水 $\text{NH}_4\text{-N}$ 值远远高于原设计值,致使出水 $\text{NH}_4\text{-N}$ 值除夏季外,均不能达标排放,升级改造势在必行。

由王新庄污水处理厂近年进水水质可以看出, 进水水质中 BOD_5 、 COD_{Cr} 、SS 浓度下降明显, BOD_5/TN 、 BOD_5/TP 偏低, 不利于生物脱氮除磷。本工程



拟改建双污泥系统工艺流程图

图3 曲阳污水处理厂改造后工艺流程图

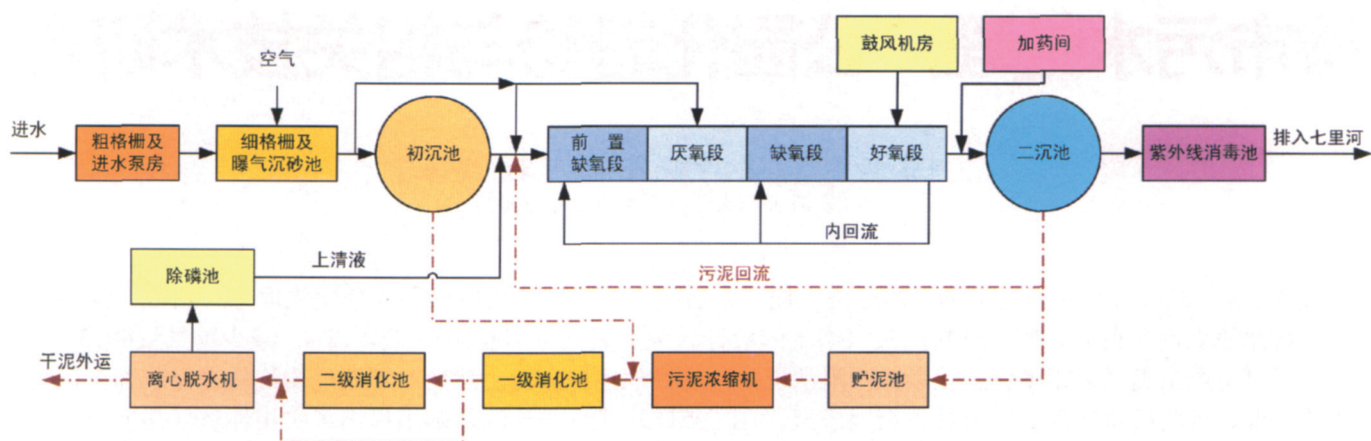


图4 前置缺氧段A/A/O工艺流程

出水水质要求出水 $TP \leq 3mg/l$ ，因此设计采用带前置缺氧段的 A/A/O 工艺做为本次设计的污水生物处理工艺。其工艺流程如图 4 所示。

设置前置缺氧段，其目的主要是去除回流污泥中的硝酸盐，使厌氧区内的厌氧环境得到保证，从而确保生物除磷效果。内回流中的硝酸盐在厌氧段后设置的缺氧段中进行反硝化，避免过量的硝酸盐进入二沉池，在二沉池内进行反硝化引起污泥上浮，同时回收氧及碱度，节约能量。在前置缺氧段及厌氧段设两个进水点，以保证前置缺氧段反硝化及厌氧段生物除磷所需的碳源，同时在生物反应池的设计中考虑可以根据进水水质、水温的变化采用不同运行方式。当进水碳源严重不足时，设置了可超越初沉池的旁通管，同时还可将污泥离心脱水机滤液经除磷池处理后的上清液直接进入生物反应池。

本次设计考虑适当增加新建生化处理构筑物硝化段及反硝化段的停留时间，降低出水 NH_4-N 和 TN 浓度，为将来王新庄污水处理厂出水回用采用深度处理工艺创造有利条件。并且考虑增加除磷池，消化池上清液和离心脱水机滤液进入除磷池，同时投加硫酸铝进行化学除磷。以避免高浓度的消化池上清液和离心脱水机滤液进入污水处理系统，对污水处理系统造成冲击，使出水 TP 超标。

4 结语

随着 GB18918-2002 城镇污水处理厂污染物排放标准的执行，大量原有的传统工艺的污水处理厂面临

升级改造，在改造过程中，不仅仅是活性污泥工艺改造，还包括设备更新改造，水力改造等，在进行改造过程中，应该注意以下几点：

建立完整、实时的数据收集系统，尽可能多收集实际数据。包括流量、水质、处理工艺参数（ DO 、 $MLSS$ 、氧化还原电位等），以及出现的各种突发事件的应对情况；

对污水处理厂进行全面的分析、评价，确定污水厂改造的重点，提出行之有效、经济的改造方案，指导方案实施；

同时，提高污水厂操作人员的水平，有利于污水厂的正常运行和设备、仪表等的有效维护。

参考文献：

- [1] Glen T.Daigger, John A.Buttz UPGRADING WASTEWATER TREATMENT PLANTS. (second edition), 1998,
- [2] 金兆丰, 余志荣. 污水处理组合工艺及工程实例, 化学工业出版社, 2003
- [3] 张自杰. 废水处理理论与设计, 中国建筑工业出版社, 2003
- [4] 徐灿华, 王锡清. HYBRID工艺在污水处理厂改造中的应用. 给水排水, 2008, 6.
- [5] 王锡清, 谭云飞, 高陆令, 李春光. 郑州市王新庄污水处理厂改造工程设计, 给水排水, 2008, 3.
- [6] 张辰, 邹伟国. 上海市曲阳污水处理厂改造工艺与应用, 给水排水, 2007, 10
- [7] 张辰, 李春光. 浅谈城市污水处理厂的技术改造. 中国给水排水, 2004, 4.