

高氨氮污泥脱水滤液处理难题怎么破？看厌氧氨氧化工艺效果

作者：韩丹，董沫，刘硕，戴明华，北京市市政工程设计研究总院有限公司

目前国家的技术政策中推荐采用厌氧消化工艺对污水处理厂污泥进行减量化和稳定化处理，但在厌氧消化过程中除产生甲烷外，还会释放高浓度的氮，这部分高氨氮随脱水滤液回流到污水处理系统，增加污水处理的投资和运行费用。北京某污水处理厂采用厌氧氨氧化工艺对高氨氮污泥脱水滤液单独集中处理，可解决上述问题。

北京市某污水处理厂泥区在优化改造中面临诸多问题，其中沼液处理问题直接影响了该厂污水处理的效果和成本。热水解和厌氧消化后的污泥经脱水后产生脱水滤液（沼液），该滤液中氨氮浓度较高，如果不进行处理直接排至厂区生物处理系统，将对再生水处理工艺中总氮的出水指标造成一定的影响，使污水中碳氮比不足的问题更加突出，增加大量的碳源投加量，增加污水处理的难度和处理成本。因此有必要将这部分污水单独收集处理，以减少这部分污染物对污水处理设施的冲击以及系统的氮负荷。

脱氮技术中，厌氧氨氧化技术作为新兴工艺，克服了诸多传统脱氮工艺的缺点，受到了普遍关注。因此，在本设计中，如何选择最优技术路线以及在原有研究基础上进行设计优化是设计人员需要解决的主要问题。

1、厌氧氨氧化工艺的优点

厌氧氨氧化工艺相比于传统的硝化反硝化工艺具有如下优点：

（1）节省能源和碳源：厌氧氨氧化在缺氧条件下进行，无需氧气的供应，可节省62.5%的能源消耗；并且厌氧氨氧化过程彻底改变了过去需要通过投加电子供体（碳源）才能脱氮的传统途径（反硝化），大大节省碳源；此外能量减少也意味着CO₂排放的降低。

（2）不会产生pH下降因而无需补碱,不存在亚硝酸盐的累积可能产生的毒性，因而容易经济地实现工艺控制。

（3）减少污泥产量：厌氧氨氧化菌生长慢、产率低，工艺剩余污泥量少，因此污泥处置费用低。

（4）高负荷，减少占地面积：厌氧氨氧化氮去除效率高，因此该工艺总体负荷高，可以减少工艺占地，降低工艺基建费用。

2、工程设计

2.1、工程概况

北京市某污水处理厂处理规模为60万吨，污泥产量约为878吨/日，同时接收其他厂外运污泥342吨/日，总处理规模1220吨/日（以含水率80%计，不含厂内污泥系统回流量），污泥处理工艺采用浓缩+预脱水+热水解+厌氧消化+板框脱水（见图1）。剩余污泥进入污泥浓缩、预脱水系统，经过浓缩机浓缩后，与经过除砂的初沉污泥混合，利用预脱水机脱水与外厂输送的脱水污泥混合后进入热水解系统。热水解处理后的污泥经过

稀释及冷却后，进入新建的污泥消化池进行厌氧消化。消化后的污泥经板框压滤脱水系统进行脱水至含水率60%以下。脱水后泥饼外运处置。

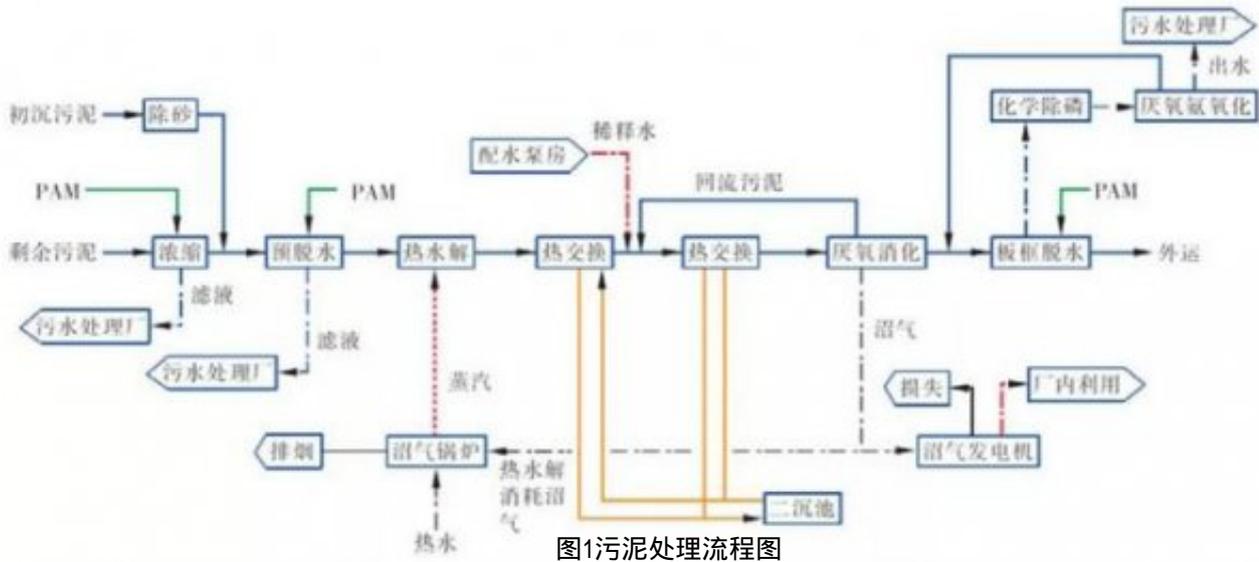


图1污泥处理流程图

污泥处理过程中产生的污水包括污泥浓缩上清液、热水解消化污泥脱水的滤液。污泥浓缩的上清液中主要含有部分SS;污泥在经过20多天厌氧消化后，大概24%的微生物被降解，每降解1kg微生物产生0.124kg氮，因此部分氮磷又被释放到污泥脱水的压滤液中，有关数据显示，经过厌氧消化后污泥水中氮的含量约占进水污水氮含量的10%左右，常规设计中回到污水处理系统会加重污水厂的负担，因此需要对污泥脱水的压滤液进行单独处理。

本工程厌氧氨氧化系统设计规模（平均流量）为3500m³/d，根据中试和国内外相近工程水质数据，确定了厌氧氨氧化系统进出水水质（见表1）。

表1厌氧氨氧化系统设计进出水水质

设计指标	SCOD (mg/L)	氨氮 (mg/L)	总氮 (mg/L)	总磷 (mg/L)	碱度 (mg/L)	SS (mg/L)
进水	≤3000	1500	≤1600	≤100	4500	≤1500
出水	≤2100	75	320	80	-	≤300

2.2、技术路线

根据经验水质数据，最初选定技术路线为进水—调节池—斜板沉淀池—一段生物池—一段沉淀池—二段生物池—二段沉淀池—出水。脱水后的污泥消化液中除氨氮浓度比较高外，还有较高TP、SS、COD，为了保证反应器的脱氮效果，在前端增加混凝沉淀处理单元，去除TP、SS。

然后进入一段生物池和一段沉淀池，去除COD。将TP、SS、COD去除后进入二段生物池和二段沉淀池进行脱氮。通过中试运行结果发现，对于C/N比不高的污水，一段反应池的COD去除率在20-30%之间，此工艺流程仅适用于C/N比高的污水。

因此，针对某污水处理厂热水解消化污泥脱水滤液的水质，将工艺流程优化为进水—调节池—斜板沉淀池—生物池—沉淀池—出水(见图2)。脱水滤液通过重力流方式进入调节池，完成水量与水质的均化后，通过进水泵输送至斜板沉淀池，在斜板沉淀池中去除TP、SS和部分COD，上清液通过重力流入生物池，在生物池中完成氨氮与总氮的自养去除。生物池内的泥水混合物自流进入沉淀池，通过重力沉降作用泥水分离，上清液作为本系统出水排放至厂内退水管线。

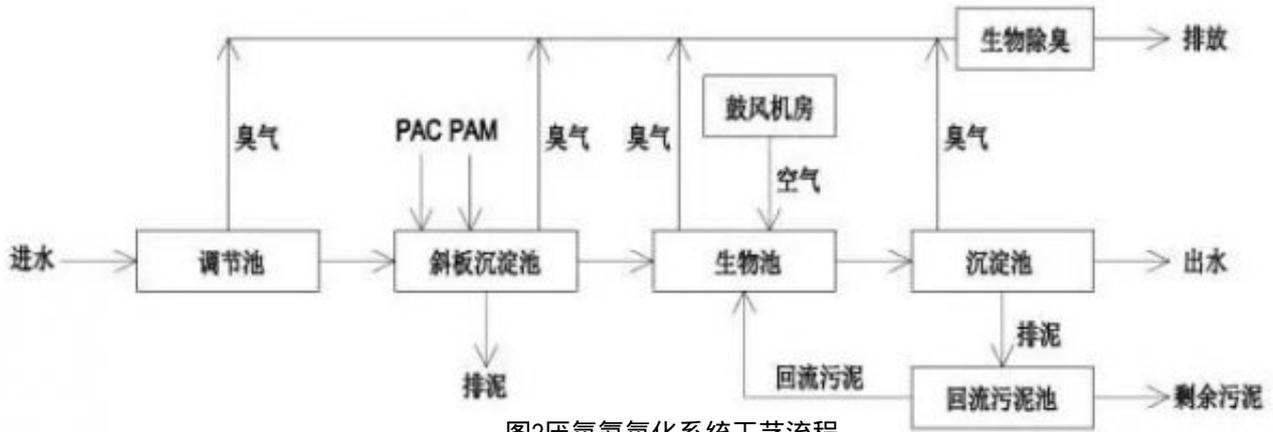


图2厌氧氨氧化系统工艺流程

2.3、厌氧氨氧化系统设计

厌氧氨氧化系统包含调节池、斜板沉淀池、生物池、沉淀池、鼓风机房。系统主要设计参数见表2。

表2厌氧氨氧化系统设计参数

构筑物	设计参数	设计值	单位	备注
调节池	停留时间	10.9	h	
斜板沉淀池	混合停留时间	6.8	min	
	絮凝停留时间	20.5	min	
	沉淀表面负荷	0.75	m ³ /m ² .h	
	PAC加药量	200	mg/L	
	PAM加药量	5	mg/L	
	排泥量	200~550	m ³ /d	
	排泥含水率	99	%	
生物池	总停留时间	4.1	d	
	调温区停留时间	1	h	
	过渡区停留时间	9	h	
	曝气量	168	m ³ /min	
	内回流比	1~3Q		Q为斜板出水里
	外回流比	0.6~2.0Q		Q为斜板出水里
	污泥浓度	4000~6000	mg/L	
	曝气头分布比例	1:1:1:1:1:1		过渡段与其余好氧段布置比例
	冷却水（冷水）	0.2~0.5Q		Q为斜板出水里，三者为调温稀释水，最大值1.0Q
	一级冷却水回水（热水）	0.2~0.5Q		
初沉池水	0.2~0.5Q			

3、预期效果

厌氧氨氧化工艺处理脱水滤液在国内外已有较多成功的实例，荷兰鹿特丹污水厂已建厌氧氨氧化系统设施，设计处理规模为500m³/d，进水氨氮浓度为800~1000mg/L，经处理后出水氨氮20mg/L、硝酸盐100mg/L，氨氮去除率90%，总氮去除率75%。

本工程目前尚处于调试运行阶段，大概需要6个月运行周期。但该厂的核心工艺“红菌”已在高碑店厂启动示范工程，用于处理水厂高浓度氨氮的消化污泥脱水滤液，处理规模500m³/d，经处理后总氮去除率达到80%以上。且厌氧氨氧化工艺的核心工艺“红菌”同样应用于湖北省十堰市西部垃圾填埋场垃圾渗滤液处理，处理规模150m³/d，进水氨氮1000~1200mg/L，经处理后出水氨氮小于10mg/L、总氮低于40mg/L

4、问题及优化措施

4.1、问题

(1) 厌氧氨氧化工艺启动缓慢，世界上第一座生产性装置启动时间长达3.5年,过长的启动时间是其工程应用的重大障碍。

(2) 厌氧氨氧化菌（红菌）生长缓慢，细胞产率低，且沉降性能不佳，易流失，反应器内的生物活性不易维持。如图3所示，为反应器运行不善，漂浮在水面上的红菌。



图3生物池内红菌

(3) 厌氧氨氧化菌（红菌）对环境温度要求苛刻，这也是国内厌氧氨氧化工艺大多停留在小试阶段的原因之一。因此在工程化应用中，如何控制反应器温度，保证系统稳定运行，是设计者亟需解决的问题。

(4) 厌氧氨氧化系统进水来自板框压滤水，板框系统在长期运行之后，滤布很容易出现问题。一旦滤布泄漏，会导致整个厌氧氨氧化系统的进水SS升高，长期运行会使调节池底部沉泥增加，常规设计中检修调节池需要整个厌氧氨氧化系统停产，板框压滤水再次回到进水泵房，从而影响后续的污水处理。

4.2、优化措施

(1) 系统在运行过程中，为保证系统内部的生物量，沉淀池进水分布管处采取截面1/4开孔措施，使水流均布进入沉淀池，防止因集流进入导致沉淀池底部沉泥被搅起，从而影响回流污泥量；沉淀池出水槽两边加挡板，由于红菌菌种颗粒小，沉降性能弱，易流失，挡板可以有效地在出水端截留污泥量，保证出水水质；沉淀池的剩余污泥在一般设计中会排入厂区，本设计中，采取延长排泥时间措施，剩余污泥进入生物池，以回收菌种。

(2) 为控制菌种温度环境，设计中在生物池前端设置调温池，经热量平衡计算发现，冬季该厂生物池进水平均温度为33℃，夏季进水平均温度为37℃。红菌最适宜生存温度为35℃。所以将斜板沉淀池出水、初沉池水、冷却水（冷水）及一级冷却水回水（热水）分别汇入调温池，其中初沉水作为营养水。冷热水通过潜水搅拌器搅拌混合，该混合水即为调温水又为稀释水，通过自动温控系统调节流量，使水温稳定。该优化措施同时利用了热水解系统的低温热交换水（一级冷却水回水），避免了能源浪费。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/119030.html>