

# A/O法在化工企业终端废水处理中的 实践应用

彭乃文, 王学仕

(中平能化集团环保处, 河南平顶山 467000)

**摘要:**根据某化工企业终端废水来源和污染物的特点, 采用了A/O法对终端废水进行处理, 运行结果表明, 该工艺不仅能有效地去除水中的氨氮, 而且也使各项污染物指标均达到了排放标准, 促进了企业的污染减排。

**关键词:**化工废水; A/O法生物脱氮; 废水处理

中图分类号: X703 文献标识码: B 文章编号: 1006-8759(2010)05-0049-03

## APPLICATION OF A/O BIOLOGICAL DENITRIFICATION PROCESS IN TREATMENT TERMINAL WASTEWATER OF CHEMICAL ENTERPRISE

PENG Nai-wen, WANG Xue-shi

(Zhongping Energy Chemical Group, Pingdingshan 46700, China)

**Abstract:** According features of source and pollutants about terminal wastewater in a chemical enterprise. A/O biological denitrification process was used in treating terminal wastewater. The results showed that A/O biological denitrification process can dispose NH<sub>3</sub>-N in wastewater. Then concentration of pollutants reached the Emissions standards. The enterprise reduced emission pollutants every year.

**Keywords:** chemical wastewater; A/O biological denitrification process; wastewater treatment

随着化工行业的迅速发展, 化工企业在生产过程中产生和排放的废水也随之增多, 对环境造成的污染也日益严重, 尤其是在生产过程中产生的废水, 含有的污染物种类较多, 治理难度大, 污染严重。

### 1 废水的来源与污染物组成

中平能化集团飞行化工公司是以煤焦为主要原料生产尿素的国家大型企业, 主要产品有: 合成氨、尿素、联碱和甲醇, 产品种类多, 生产工艺复杂, 造成废水中的污染物组分复杂。生产废水中的污染物主要有氨氮、有机物、硫化物、挥发酚、氰化物及油类等。水质波动大, 氨氮含量较高。废水的

主要来源包括造气循环水、锅炉除尘水、各冷却循环水系统的反冲洗水、各化工工段的排污水、各压缩机排出的含油废水以及生活污水。

### 2 废水的终端处理

飞行化工公司各工段的废水进入废水解析系统, 蒸氨系统进行了预处理, 终端废水中氨氮浓度在 120 mg/L 左右, 主要污染物指标见表 1。

表 1

项目	pH	COD <sub>cr</sub>	BOD <sub>5</sub>	SS	NH <sub>3</sub> -N	石油类	CN <sup>-</sup>	S <sup>2-</sup>	水温/℃
浓度	6.9	120	50	100	120-150	15	1.5	1	14~40

注: 单位除 pH 与水温外, 均为 mg/L。

从原水的特点看, 该厂污水的 BOD<sub>5</sub>/COD<sub>cr</sub> 大于 0.3, 属可生化废水, 但污水中 NH<sub>3</sub>-N 浓度较高, 是主要污染物, 废水中 C/N 比严重失调(C/

$N \approx 1$ , 以 COD 计), 因此, 经济、有效地去除废水中的氨氮是最大的难点。目前, 国内外对氨氮废水的处理方法有物理法、化学法和生物法。物理法、化学法适宜对高浓度氨氮废水进行预处理, 以达到可生物降解的程度, 由于飞行化工公司的终端废水已经进行了预处理, 所以决定采用生物脱氮法对终端废水进行处理, 以达到排放标准。

### 2.1 传统三级生物脱氮工艺

传统三级生物脱氮工艺流程分别将含碳有机物的去除和氨化、硝化及反硝化脱氮反应在三个池中独立进行, 并分别设置污泥回流系统, 反硝化过程中需要投加外来碳源。存在流程长、构筑物多, 碳源(如甲醇)会增加出水 BOD, 运行费用高等缺点。

### 2.2 A/O 法

A/O 工艺是一种前置反硝化工艺, 属单级活性污泥脱氮工艺, 只有一个污泥回流系统, 特点是原废水先经缺氧池, 再进好氧池, 并将好氧池的混合液和沉淀池的污泥同时回流到缺氧池<sup>[1]</sup>, 主要有以下几个优点。

(1) 流程简单, 构筑物少, 占地面积小, 基建费用、运行费用低。

(2) 以原污水中的含碳有机物及内源代谢产物为碳源, 节省了投加外碳源并获得较高的 C/N 比, 确保了反硝化作用的充分进行。

(3) 好氧池在缺氧池之后, 可进一步去除反硝化残留的有机污染物, 确保出水水质达标。

(4) 缺氧池置于好氧池前, 由于反硝化消耗了原污水中一部分碳源有机物 BOD, 减轻了好氧池的有机负荷, 而且反硝化过程中碱度可以补偿硝化过程对碱度的消耗。

A/O 法的改进型工艺有: Phoredox (五段) 工艺、同步硝化和反硝化工艺、A<sup>2</sup>O 工艺、UCT 工艺、VIP 工艺等。

### 2.3 新型生物脱氮工艺

国内外广泛采用的废水脱氮工艺一直是传统的先消化后反硝化的生物脱氮工艺, 废水中的 N 经历了从最低的-3 价到最高的+5 价, 然后再逐渐回到 0 价的一个长而复杂的过程。由此也造成工艺流程长、控制复杂、运行费用高, 影响了其实际应用。目前, 通过对好氧反硝化、异氧硝化、厌氧氨氧化或者由自养硝化菌引起的反硝化等, 这些新的氮素转化途径的研究, 出现了多种新型生物脱氮工艺, 如 SHARON 工艺、ANAMMOX 工艺和 OLAND 工艺等。与传统工艺不同的是, 这些工艺都力求缩短氮素的转化过程, 如 SHARON 工艺将硝化过程控制在亚硝化阶段, 直接从  $\text{NO}_2^- - \text{N}$  进行反硝化, ANAMMOX 工艺则是在厌氧条件下利用  $\text{NH}_4^+ - \text{N}$  作为电子供体将  $\text{NO}_3^- - \text{N}$  或  $\text{NO}_2^- - \text{N}$  转化为  $\text{N}_2$ , OLAND 工艺则是在溶解氧受限制的条件下将废水中的部分  $\text{NH}_4^+ - \text{N}$  氧化成  $\text{NO}_2^-$ , 然后利用  $\text{NO}_2^-$  作为电子受体将剩余的  $\text{NH}_4^+ - \text{N}$  氧化成  $\text{N}_2$ <sup>[2]</sup>。

生物脱氮工艺除上述工艺外, SBR 法、氧化沟法、生物膜法、AB 法、LINPOR 工艺等及其它的改进型工艺都具有生物脱氮功能。

## 3 选择 A/O 生物脱氮工艺

通过对废水的水质、水量的实际分析, 选择了目前国内外运用比较广泛, 技术成熟的 A/O 生物脱氮工艺, 将反硝化反应器放置在系统之首, 又称前置式反硝化生物脱氮系统, 硝化反应器内的已进行充分反应的硝化液的一部分回流至反硝化反应器, 而反硝化反应器内的脱氮菌以原污水的有机物作为碳源, 以回流液中硝酸盐的氧作为受体, 进行呼吸和生命活动, 将硝态氮还原为气体氮 ( $\text{N}_2$ )。设计水量为  $250 \text{ m}^3/\text{h}$ 。

### 3.1 工艺流程

工艺流程框图见图 1 所示。

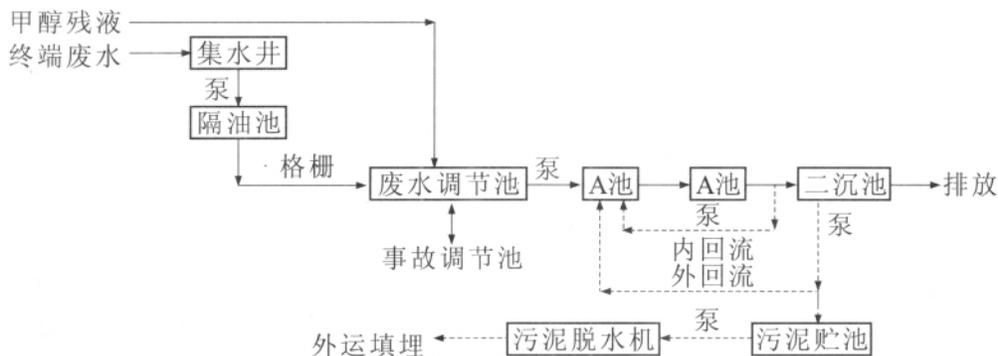


图 1 工艺流程框图

### 3.2 工艺流程说明

(1)集水井:用于提升进水标高较低,且未经过隔油处理的废水。

(2)隔油池:去除进水中的石油类物质,若采用絮凝沉淀除油或气浮隔油的方式影响处理效果,隔油池采用平流隔油池。

(3)调节池:调节池主要功能是调节进水的的水质水量,使各车间排出的不同水质、不同浓度和不同流量的废水均一,消减高峰负荷,使废水生化处理系统的生物菌种经常在稳定的水质、温度和流量环境中,不受冲击,减少处理构筑物的体积和节省投资费用。在调节池中投加外加碳源-甲醇残液,调节 BOD<sub>5</sub>/TKN 比例,增加可生化性。

(4)事故调节池:当系统进口水质严重超出设计标准时,或污水处理系统出现故障需要进行维修时,可将废水排入事故池,防止污染事故发生。

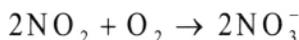
(5)缺氧反硝化池(A池):好氧消化池和二沉池的混合液一起回流进入 A 池中,进行反硝化反应。当混合液回流较大时(300%),可以提高反硝化效率,但较大的回流量会提高 A 池中的溶解氧,影响反硝化,同时耗能比较大;回流量较小时,也会影响到反硝化程度,针对这一问题,通过控制 O 池出水溶解氧(DO)、污泥和混合液的回流量,以及 A、O 池的 MLSS 来自动控制 A/O 系统的脱氮效率,最大限度缓解 A/O 工艺的运行缺陷。在 A 池中,利用甲醇作为碳源,提供能量并得到氧化降解,硝酸氮(NO<sub>3</sub>-N)和亚硝酸氮(NO<sub>2</sub>-N)在反硝化菌的作用下,将氨态氮还原为气态(N<sub>2</sub>)。反硝化反应式如下:



(6)好氧消化池(O池):A 池出水进入好氧消化池(O池),在池内鼓风机曝气好氧条件下,含氮化合物相继发生氨化反应、硝化反应。首先氨态氮在亚硝化菌的作用下,分解转化为亚硝酸氮,反应式为:



然后,亚硝酸氮在硝酸菌的作用下,进一步转化为硝酸氮,其反应式为:



硝化反应的总反应式为:



硝化反应会产生大量的 H<sup>+</sup>,硝化菌对变化极为敏感,但是由于飞行化工公司终端废水碱性较大,所以不需设置加碱系统调节 pH 值。

(7)二沉池:是 O 池的配套设施,主要对好氧硝化池的活性污泥混合液进行泥水分离,处理后的水实现达标排放。二沉池设周边传动刮吸泥机,收集沉积于池底的污泥后,重力排至污泥回流池,活性污泥回流至 A 池,剩余污泥排至污泥贮池。

### 3.3 工程技术特点

(1)废水处理工艺流程简捷,运行管理灵活。

(2)废水处理设施按平行的两组设计,运行灵活。

(3)剩余污泥量很少,污泥稳定,采用污泥浓缩脱水一体化装置,省去了污泥浓缩池。

(4)在进水口安装氨氮在线监测装置,进口氨氮一旦超高,可先进入事故池,避免系统运行遭受大的负荷冲击,保证系统运行正常和出水水质指标。

## 4 系统运行状况与效益分析

该系统自 2008 年底投入运行以来,各处理设施、设备运行状态稳定,废水处理效果良好,达到设计要求,具体水质监测验收数据见表 2。

表 2 终端废水处理厂监测数据

	进口	23 日	24 日	25 日	出口	23 日	24 日	25 日
pH 值		7.90	8.31	8.40		7.65	8.00	8.10
COD		130.2	120.6	122.6		12.6	11.5	12.5
氰化物		1.50	1.47	1.53		0.075	0.074	0.075
氨氮		100.5	110.2	120.7		7.10	7.30	7.20
悬浮物		95.0	88.6	100.4		31.8	32.2	31.5
石油类		14.0	15.2	15.8		4.60	3.60	2.80
硫化物		0.92	1.03	0.85		0.33	0.34	0.38

注:单位除 pH 外,均为 mg/L。

飞行化工公司终端废水处理厂出口排水化学需氧量、氰化物、氨氮、悬浮物、石油类、硫化物和 pH 均值分别为 12.2mg/L、0.075mg/L、7.20mg/L、10.8mg/L、3.7mg/L、0.35mg/L、7.9,去除率分别为 90.2%、95%、93.0%、66.4%、75.3%、88.6%。各监测项目均达到了《合成氨工业水污染物排放标准》(GB13458-2001),由于没有设置过滤装置,悬浮物去除相对较低。年减少 COD 排放 243.2t,氨氮 223.04t,减少排污费 194 万元。

## 5 结语

积极开展低碳经济相关方面的战略研究,探索适合煤炭企业低碳经济发展路径,出台扶持发展低碳经济的相关办法。明确发展低碳经济的目标、任务及保障措施等,以指导和引领矿区职工的行动方向和行为方式,推进矿区早日进入低碳经济转型的行列。笔者结合平煤股份十矿发展低碳经济的实践谈谈自己的认识与体会。

#### 6.1 要建立健全低碳经济相关的法律法规和机制、体制

要建立健全领导干部环保政绩考核制度,落实问责制。将发展低碳经济目标指标层层分解责任落实到个人,并纳入企业经济发展综合评价和年度考核体系,使之成为领导干部任期内的重要考核指标。应以资源节约与环境保护为核心,加快产业结构调整,通过政策导向,信息服务等手段,建立健全低碳经济长效机制和体制,为建设节约型社会提供制度保障。

#### 6.2 要调整优化经济产业结构,变粗放型经济增长方式为集约型的经济增长方式

推进设备技术改造,打造低碳经济型企业,突出抓紧,抓好高能耗、高污染、低消费,严禁上马高耗能项目。鼓励技术创新,支持节能减排科技研究,支持发展高效节能环保产业。

#### 6.3 要提高资源利用效率,致力于发展低碳经济,推进可持续性发展

通过资源节约技术应用和科学管理,建立低碳经济技术体系,减少生产单位的资源消耗以及生产过程中废弃物的产生和排放。对各种废旧产品和废弃物,进行再度开发、循环利用,对无法再生利用的废弃物进行无害化处理。推进建设节能,无论是规化还是施工,始终把好节能、节水、节电、节材关。

#### 6.4 要加强宣传教育,使节约资源、保护环境意识深入人心

引导广大职工积极参与绿色消费和生产,共建节约型社会。抓好国内外发展低碳经济先进经验的试点和推广,使广大职工,尤其是企业党政领导增强资源环境忧患意识和节能环保意识,树立低碳经济理念。利用各种时机、各种媒体,做好国家有关方针政策、法律法规的宣传教育,使广大职工形成共识,推动资源节约型企业建设。

#### 6.5 要建立低碳经济资金投入保障制度,加大对低碳经济资金的投入

千方百计多渠道地筹措并设立低碳经济专项资金,用于支持低碳产业项目、环境保护项目、低碳技术的研究、开发和推广应用,力争在资金上确保低碳经济技术创新卓有成效。同时,政府相关部门在低碳经济发展过程中制定一些激励措施,鼓励企业寻求更好的发展低碳经济的技术和方法。

### 7 结束语

近几年来,十矿牢固树立科学发展观,从多方面进行高碳产业低碳化发展的探索与实践,取得了一定的成效。但是,低碳经济发展在世界范围内还处于探索阶段,发展低碳经济的思路和领域还在不断拓展。因此,作为煤炭行业既要考虑从产业结构调整入手,加快经济发展方式转变,努力实现由高碳企业向低碳企业转变,也要由依靠要素投入向创新驱动,内生增长转变,由单一产品竞争向产业链竞争转变,从产业链的各个环节上寻求节能减排新途径,推广节能技术,探索低碳发展道路,促进产业结构升级,创造新的经济增长点,真正走出一个主业稳定、多业并举,协调发展的新十矿。争取把十矿建设成为质量效益型、资源节约型、环境友好型,可持续发展的,具有竞争实力的现代化煤矿企业。

(上接第51页)

A/O 工艺法经过长期的实践应用,在处理化工废水处理中取得很大的发展,技术比较成熟,脱氮效率高。通过该项目的实际运行,说明 A/O 工艺法运用较为成功,完全达到了设计要求,该工艺可在化工企业废水处理中得到更广泛的研究和应用。

### 参考文献

- [1]孙锦宜.含氮废水处理技术与应用[M].北京:化学工业出版社.2003年6月.第170页.
- [2]吕炳南 陈志强.污水生物处理新技术[M].哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社.2005年2月.239~240.