



改良型氧化沟工艺在造纸工业废水中的应用

曹贤水,张安龙,王 森
(陕西科技大学,陕西 咸阳 712081)

摘 要: 介绍改良型氧化沟的工艺及 FAS-Jet®射流曝气系统的原理和特点,并列举了几个改良型氧化沟工艺在造纸工业废水处理中的应用实例,最后指出了其良好的应用前景。

关键词: 改良型氧化沟;供气式;射流曝气;造纸废水

中图分类号:X793 文献标识码:A

1 前言

氧化沟(Oxidation Ditch)又名连续循环曝气池(Continuous Loop Reactor),是活性污泥法的一种变形。此技术是20世纪50年代在荷兰发展起来的,1954年荷兰的活绍本建成了世界上第一座氧化沟污水处理厂,获得了惊人的成功,生化需氧量(BOD)去除率可达97%,引起了世界各国广泛的兴趣和关注。

2 改良型氧化沟简介

氧化沟由沟体、曝气设备、进水区、出水区和自动控制设备等部分组成。氧化沟沟体的平面形状一般呈环状沟渠形,也可是长方形、L形、马蹄形、圆形或其它形状,氧化沟断面形状多为矩形和梯形。按氧化沟的构造特征和运行方式的不同,氧化沟有多种类型。如按曝气设备及其设置的不同有 Carrousel 型、Orbal 型、导管曝气型、射流曝气型、联合曝气型等。^[1]

改良型氧化沟工艺的曝气设备选用供气式射流曝气器,沟型为类似 Carrousel 的简单双沟型(见图1)。作为一种革新的活性污泥法工艺,与其它生物处理工艺相比,有技术、经济方面的优点:①工艺流程简单,构筑物少,运行管理方便;②处理效果稳定、出水水质好,并可实现生物脱氮。③基建投资省、运行费用低;④污泥产量少,污泥性质稳定;⑤能承受水量、水质的冲击负

荷,对高浓有机工业废水有很大的稀释能力。由于以上优点,使该工艺具有很大的技术和经济优越性。

由于造纸废水有别于生活废水,COD 含量非常高,废水成分相对单一,氮磷含量很低,传统氧化沟的除磷除氮特点在这里不起多大作用。沟中完全不需厌氧区和缺氧区,所以改良型氧化沟采用全好氧反应(整个沟体的溶解氧 $DO \geq 2mg$),以达到更好的 COD 去处率并减少营养盐的用量。另外,废水含有不少生产中带来的短纤维,使用传统的曝气设备非常容易堵塞,一旦发生故障将对生产产生严重影响。FAS-Jet®曝气器却因其结构和曝气的特点,很好的克服了这个问题,能够长时间连续安全运行而无需清理,并且控制简单。

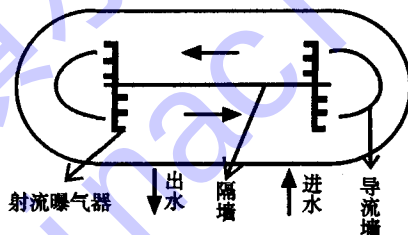


图1 改良型氧化沟工艺示意图

2 工艺流程及处理单元

2.1 工艺流程

常见的改良型氧化沟的工艺流程见图2

2.2 主要处理设备及单元

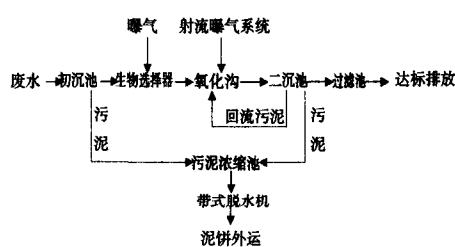


图2 改良型氧化沟的工艺流程

1)初沉池 均匀水质,去除部分废水悬浮物,降低后段的处理负荷,保障氧化沟的正常运行。

2)好氧生物选择器 为了促进快速生长菌(非丝状菌)的生长,抑制慢速生长菌(丝状菌)的生长而在曝气池的入口设置的旨在维持较高的底物浓度的一段区域^[2]。选择器能够对进曝气池的废水进行预曝气,抑制曝气池的污泥膨胀,为曝气池提供良好的生物环境。

3)氧化沟 沟型如图1所示,沟深为5~8m,废水进入氧化沟后,在曝气设备的作用下快速、均匀的与沟中混合液混合。混合后的水在封闭的沟渠中循环流动,完成一个循环所需时间为5~20 min。由于废水在氧化沟中的水力停留时间多为10~24 h,因此废水在该水力停留时间内要完成30~200次循环。氧化沟在短时间内(如在一个循环中)呈现推流式,而在长时间内(如在多次循环中)则呈现完全混合特征,两者的结合,可减小短流,使进水被数十倍甚至数百倍的循环水所稀释,从而提高了氧化沟系统的缓冲能力^[3]。

4)射流曝气系统 FAS-Jet®射流曝气系统(Forced Air Supply Jet Aeration System)是改良氧化沟工艺的核心部分,它的充氧性能不仅影响生化效果,而且直接影响运行费用。在对氧化沟中的废水曝气的同时,曝气器利用其射流动力推动和搅拌氧化沟中的泥水混合物,使沟中的水流速度 $\geq 0.3m/s$,避免污泥沉降。

射流器采用文丘里喷嘴,工作水泵出水通过射流器的喷口,随着喷嘴直径变小,液体以极高的速度喷射进水气混

合室,高速流动的液体通过水气混合室时,在水气混合室形成真空,通过导气管吸入(或压入)大量空气,空气被吸入混合室后,在喷水压力的作用下被分割成大量微小的气泡,与水形成混合体。气液混合体通过扩散管向外排出,其速度减慢,压力增强,形成强力喷射流,对废水搅拌充氧。气泡经多次切割,喷射扰动后,变成无数的细小气泡,其表面积很大,使空气中氧更易快速溶解于水中。由于气泡直径小,上升速度缓慢,从而增长了大气中氧气溶解于水的时间,促使废水和氧气充分混合接触,氧化废水中的还原性物质,杀灭大部分还原菌和其它一些厌氧菌,进而达到处理废水的目的^[4]。

5)二沉池 对氧化沟出水进行沉淀并回流部分活性污泥。多选用辐流式沉淀池,HRT为10~15 h,根据二沉池的污泥性质,采用周边传动刮吸泥机1台。

6)污泥浓缩池 浓缩处理气浮池污泥和二沉池的剩余污泥,污泥在该处理单元停留6~8 h。另配药液制备装置2套,用于污泥脱水絮凝剂的制备,加药装置投加药剂为PAM和PAC。

7)污泥脱水机 选用带式脱水设备对整个系统的剩余污泥进行脱水浓缩,脱水后的污泥含水量为70%~90%。

3 工程实例

3.1 福建永春联盛纸品有限公司水处理工程

联盛纸业有限公司是一家利用二次纤维生产牛皮箱纸板的造纸厂,产量为8万t/a。其废水主要来自生产车间的排放水,水量约为12 000 m³/d。

设计进水水质及执行的排放标准见表1。

表1 设计进水水质及排放标准

项 目	COD _{Cr} mg·L ⁻¹	BOD ₅ mg·L ⁻¹	SS mg·L ⁻¹	pH
进水水质	850	400	1 300	7.07
回用标准	450	240	350	6.5~8.5
排放标准	≤100	≤60	≤100	6~9

废水经过纤维回收、超效浅层气浮后,其中一半左右的水回用到生产车间,剩余部分经二级生化处理后达标排放^[5],废水处理效果见表2。

表2 废水处理效果

项 目	COD _{Cr} mg·L ⁻¹	BOD ₅ mg·L ⁻¹	SS mg·L ⁻¹	pH
集水池进水	808	363	1 256	7.2
气浮池出水	721	216	331	7.0~8.1
氧化沟出水	83	28	65	7.2~8.0
排水口出水	79	24	62	7~7.5
氧化沟去除率/%	80.3	87	80.4	-
总去除率/%	90.2	93.3	95.1	-

3.2 宁夏沙湖纸业有限公司水处理工程

宁夏沙湖纸业有限公司产纸量为3.5×10⁴ t/a,排出的黑液量为1 000~1 500 m³/d、中段废水量为1.85×10⁴ m³/d。设计水量、水质设计处理能力为2×10⁴ m³/d,设计进水水质及执行的排放标准见表3,工艺流程见图3。

表3 设计进水水质及排放标准

项 目	COD _{Cr} mg·L ⁻¹	BOD ₅ mg·L ⁻¹	SS mg·L ⁻¹	pH
进水水质	1 750	750	700	6~9
排放标准	≤450	≤100	≤100	6~9

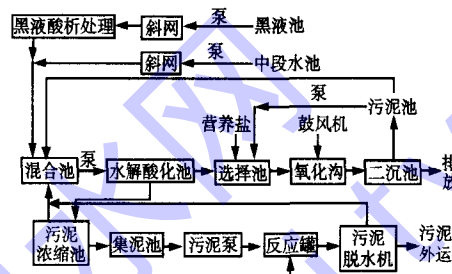


图3 水解酸化-氧化沟工艺流程

工程总投资为1 160万元,2003年3月开始调试,2003年9月29日通过当地环保局监测验收。处理效果见表4。

表4 处理效果

项 目	COD mg/L	BOD ₅ mg/L	SS mg/L	pH
混合池进水	1 683	806	596	72~87
水解酸化池出水	1 203	560	260	7~8.5
二沉池出水	359	<89	<87	7~7.6
去除率(%)	>78	>89	>86	-

3.3 西安兄弟纸业有限公司15 000 m³/d中段废水处理工程

西安兄弟纸业有限公司是一家采用麦草制浆,年产8万t的卫生纸厂。污水主要来自黑液碱回收后和洗选漂后的中段水。该厂污水处理主系统主体流程如图4所示,其处理效果见表5。

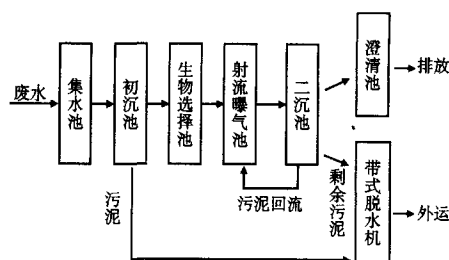


图4 污水处理主要工艺流程

表5 处理效果

项 目	COD _{Cr} mg·L ⁻¹	BOD ₅ mg·L ⁻¹	SS mg·L ⁻¹	pH
进 水	1 458	633	680	7.8
出 水	396	102	89	7.32
平均去除率/%	>72	>83	>86	-

除以上工程外,改良氧化沟工艺还成功地运用于西安汉兴纸业有限公司15 000 m³/d中段废水处理工程、武威市纸业有限公司18 000 m³/d中段废水处理工程、陕西户县造纸厂10 000 m³/d废纸制浆废水处理工程、洛川伊天果汁有限公司20 000 t/a浓缩果汁废水处理工程和陕西海升果汁有限公司7 000 m³/d果汁废水处理工程等十几个项目之中,皆取得了非常好的效果。

4 结语

造纸废水水质恶劣,COD含量高,且制浆造纸过程中所带来的硫酸根离子和氯离子对活性污泥中微生物有一定的毒性作用,水质变化较大时会对污泥产生很大的冲击,使系统运行出现问题。改良型氧化沟却因其具有水力停留时间长,又同时具有推流和完全混流的特性,所以系统有非常强的抗负荷冲击能力。经过近几年多项工程实际运行的检验证明,FAS-Jet[®]系统氧转移效率高、不堵塞、故障率低、污泥沉淀性能好;有效地降低了废水处理的动力消耗,系统的运行可靠、稳定,操作简便,人工费用低,COD、BOD和TSS的去除效果稳定^[6]。氧化沟水深可达6~8 m,对节约系统占地面积,降低系统投资费用有非常大的意义。

通过洛川伊天果汁有限公司20 000 t/a浓缩果汁废水处理工程的2年正常运行表明,本工艺除了在造纸工业废水处理中能得很(下转第21页)



等很容易溶解在酸中,经过提取洗涤,浆中的重金属离子含量很少,可减少 H_2O_2 漂白前的预处理工序,有利于过氧化氢漂白。

7) 采用碱性条件下的过氧化氢漂白,纸浆中的硅溶解,形成硅酸钠,硅酸钠在漂白过程中起稳定剂作用,不需要使用螯合剂。由于是无氯漂白,在漂白过程中不会产生二恶英类有毒物质。并且,漂白废水排出量少,污染负荷总量低,易于处理;产生的少量漂白废水更易于处理,对环境污染更轻。

8) 用水量低,吨浆用水量只有 $35 m^3$,其用水量仅为碱法制浆的 $1/3$ 。

3 甲酸制浆项目的目的

3.1 大大降低麦草制浆对环境的影响

由于甲酸是一种有机酸,回收容易、且回收率高;麦草中的硅在蒸煮过程中不溶于甲酸,而保留在纸浆中,有利于蒸煮废液的回收利用;同时,麦草中的金属离子如铁、铜、锰等很容易溶

解在酸中,经过提取洗涤,纸浆中的重金属离子含量很少,可减少 H_2O_2 漂白前的预处理工序,实现了无氯漂白,制浆废水容易处理,其污染物排放总量比传统制浆方法减少95%以上。因此,甲酸法麦草制浆工艺技术对环境的影响很小。

3.2 合理利用和保护水资源

本项目因实现了无氯漂白,漂白后洗涤的用水量可大大减少,成品浆的吨浆耗水仅为 $30 m^3$ 以内,大大低于碱法制浆成品浆平均 $260 m^3$ 的吨浆耗水量,节水量达到90%以上,提高了水资源的利用效率,有利于水资源的保护和合理利用。

3.3 大幅提高麦草浆的品质

由于甲酸法制浆工艺技术的特點,麦草浆的品质大幅度提高。其裂断强度能够达到 $4\ 500\sim 6\ 000\ m$ 、产品白度可达到82%以上且不易泛黄,能够与阔叶林木浆的品质媲美,可以使麦

草浆成为高档纸浆。

本项目通过引进必要的技术和实验手段,在消化吸收和完善该技术的基础上,形成了一套完整的具备自主知识产权的有机酸草浆制造工业技术,具备高效率出浆,低消耗节能、节水和三废低排放的特点。因此,甲酸法制浆工艺技术能够使我国的造纸制浆业由一个污染严重的产业变成一个洁净生产和可持续发展的产业。本项目是一个值得大力推广的项目,它的推广可以带来巨大的社会效益,该项目得到国家大力支持。

4 存在问题及建议

本工程存在的主要问题之一就是在甲酸制浆及污染物综合利用时设备的防腐问题,特别是在温度较高($>100^\circ C$)时的防腐问题,因此在项目开工建设前要与设备制造商对设备防腐处理进行研究、讨论,解决好设备防腐问题,尽可能延长设备使用寿命。目前国内甲酸制浆项目可参照甲酸生产厂进行选材。

参考文献

- [1] 陈国华.环境污染治理方法原理与工艺[M].北京:化学工业出版社,2003.
- [2] 肖玫,张琳,韦进宝,陈忠国.新型絮凝剂用于草浆造纸废水处理研究[J].环境科学技术,2004,27(1):25-26.
- [3] 何伟,吴梦然,金永灿,李忠正,台庭生[J].麦草低污染制浆新技术.环境导报,1996,(4):18-20.
- [4] 徐玉红,刘国光.麦草浆黑液的处理与回收[J].环境保护,2003,(4):25-27.
- [5] 许凤,孙润仓,詹怀宇.有机溶剂制浆技术研究进展,Progress of Organosolv Pulping 中国造纸学报,TRANSACTIONS OF CHINA PULP AND PAPER,2004,19(2):152-156.

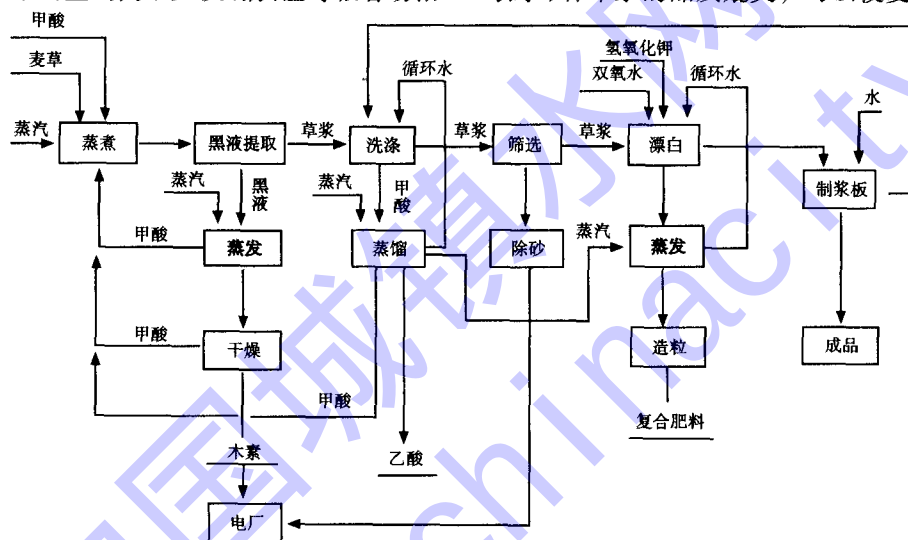


图1 非木材纤维环保制浆工艺流程图

(上接第8页)

好的处理效果,也能很好的应用于其它工业废水的处理。此工艺已经有了丰富的实际运行经验,并在不断改进和完善,因此值得在众多中型制浆造纸污水处理厂和其它工业污水处理厂进行推广。

参考文献

- [1] 许保玖.当代给水与废水处理原理[M].北京:北京高等教育出版社,1990.
- [2] 李彩斌,李京.生物选择器的作用机理和设计方法[J].中国给水排水,2003,(4):69.
- [3] 张忠祥,钱易.废水生物处理新技术[M].北京:清华大学出版社,2004.
- [4] 瞿永彬等.射流曝气器充氧性能研究[J].同济大学学报,1993,(1):129-133.

- [5] 曹贤水,张安龙.改良型氧化沟工艺处理箱板纸废水[J].中国造纸,2006,(1):41-42
- [6] 崔炜等.水解酸化-氧化沟工艺处理造纸废水[J].中国给水排水,2004,(5):78-79.