(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 102070280 A
(43)申请公布日 2011.05.25

(21)申请号 201010566484.8

(22)申请日 2010.11.26

(71)申请人 浙江大学
地址 310027 浙江省杭州市西湖区浙大路38号

(72)发明人 史惠祥 次新波 张高川 万先凯

(74)专利代理机构 杭州求是专利事务所有限公司 33200
代理人 陈昱彤

(51)Int.Cl.
C02F 9/14(2006.01)
C02F 1/44(2006.01)
C02F 103/28(2006.01)

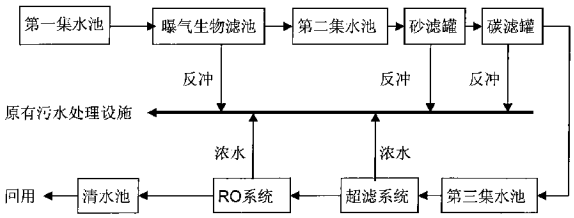
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 1 页

(54)发明名称

造纸废水深度处理回用装置及方法

(57)摘要

本发明公开一种造纸废水深度处理回用装置及方法。其装置包括依次连通的第一集水池、曝气生物滤池、第二集水池、砂滤罐、碳滤罐、第三集水池、超滤系统和反渗透系统。其废水处理步骤如下：造纸废水经二级处理后，进入第一集水池；第一集水池中的废水进入曝气生物滤池以去除废水中的部分有机污染物；曝气生物滤池处理后的废水进入第二集水池；第二集水池中的废水依次经由砂滤罐、碳滤罐以去除废水的色度及部分有机污染物；砂滤罐、碳滤罐处理后的废水进入第三集水池；第三集水池的废水进入超滤系统以去除废水中的部分胶体物质；超滤系统处理后的废水进入反渗透系统以去除废水中的部分盐类；反渗透系统处理后的清水进入清水池。



CN 102070280 A

1. 一种造纸废水深度处理回用装置，其特征是：包括依次连通的第一集水池、曝气生物滤池、第二集水池、砂滤罐、碳滤罐、第三集水池、超滤系统和反渗透系统。

2. 一种使用权利要求 1 的装置对造纸废水深度处理回用的方法，其特征在于包括如下步骤：

(1) 造纸废水经二级处理后，进入第一集水池进行水质调节。

(2) 所述第一集水池中的废水进入曝气生物滤池以去除废水中的部分有机污染物。

(3) 经所述曝气生物滤池处理后的废水进入第二集水池进行水质调节；

(4) 所述第二集水池中的废水依次经由砂滤罐、碳滤罐以去除废水的色度及部分有机污染物，使得经所述砂滤罐、碳滤罐处理后的废水中的有机污染物浓度≤ 50mg/L；

(5) 经所述砂滤罐、碳滤罐处理后的废水进入第三集水池进行水质调节；

(6) 所述第三集水池的废水进入超滤系统以去除废水中的部分胶体物质；

(7) 经所述超滤系统处理后的废水进入反渗透系统以去除废水中的部分盐类；

(8) 经所述反渗透系统处理后的清水进入清水池。

3. 根据权利要求 2 所述的造纸废水深度处理回用的方法，其特征在于：在步骤 (2) 中，向曝气生物滤池中的废水投加氮源和 / 或磷源。

造纸废水深度处理回用装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种造纸废水深度处理回用的装置及方法，属于环境保护技术领域。

背景技术

[0002] 造纸业是我国工业废水排放大户，据统计年排放废水总量达到量 49 亿 t，占全国工业废水排放总量的 17%，有机污染物 (COD) 的排放量占全国工业废水排放总量的 32%。目前造纸工业已形成一级物化处理，二级生化处理废水的成熟技术，处理后的排水能够达到排放标准。随着我国环保法规的逐步严格和国民环保意识的不断增强，废水深度处理回用已成为工业可持续发展的必由之路。

[0003] 当前，造纸废水深度处理主要包括以下几个方法 ：

[0004] 物理方法主要包括吸附法、气浮法、絮凝法等，其中吸附法利用活性炭、硅藻土、活性氧化铝、沸石及离子交换树脂等吸附剂来去除污染物，其中运用最多的是活性炭。常用的膜分离方法按其孔径不同可分为微滤 (MF)、超滤 (UF)、纳滤 (NF) 和反渗透 (RO) 等。膜分离法具有分离效率高，能量转化率高，在常温下进行，装置简单，操作方便，易维修、控制等优点。虽然吸附、膜分离等物理方法在造纸废水深度处理中有较好的处理效果，但普遍存在费用较高的问题。

[0005] 近年来，高级氧化技术在造纸废水深度处理领域得到了广泛的研究。高级氧化法是泛指在氧化过程中有大量羟基自由基参与的深度化学氧化过程，其最大的特点是 ：反应迅速、处理效率高、二次污染小。目前研究较多包括 Fenton 氧化、臭氧氧化以及光催化氧化等技术，目前仍处在开发阶段，未实现工程应用。

[0006] 生物法具有运行成本低的优点，因此在造纸废水二级处理中具有十分广泛的应用。在造纸废水的深度处理中，由于营养物质含量较低，单独的生物法处理存在运行效率差，出水难以达到使用要求的缺点。

[0007] 中国专利 CN101428937 提供一种造纸废水再生回用系统，包括气浮处理单元、与气浮处理单元连接的 A/O 处理单元、与 A/O 处理单元连接的 MBR 处理单元、与 MBR 处理单元连接的 RO 处理单元以及与 RO 处理单元连接的清水池。该法能够对造纸废水进行深度处理，但由于药剂添加和后期污泥处理导致运行成本昂贵。

[0008] 中国专利申请 CN200910230757.9 提出氧化降解 + 絮凝沉淀 + 砂滤的造纸废水深度处理方法。经该方法处理后出水各项指标 COD ＜ 70mg/L，BOD5 ＜ 20mg/L，SS ＜ 30mg/L，只能用于锅炉冷却水，难以应用于造纸工业生产。

发明内容

[0009] 本发明的目的是克服现有技术的缺陷，提供一种运行成本低、出水使用范围广泛的造纸废水深度处理回用装置及方法。

[0010] 为实现上述目的，本发明所采取的技术方案是 ：所述造纸废水深度处理回用装置包括依次连通的第一集水池、曝气生物滤池、第二集水池、砂滤罐、碳滤罐、第三集水池、超

滤系统和反渗透系统。

[0011] 本发明使用以上装置对造纸废水深度处理回用的方法包括如下步骤：

[0012] (1) 造纸废水经二级处理后，进入第一集水池进行水质调节；

[0013] (2) 所述第一集水池中的废水进入曝气生物滤池以去除废水中的部分有机污染物；

[0014] (3) 经所述曝气生物滤池处理后的废水进入第二集水池进行水质调节；

[0015] (4) 所述第二集水池中的废水依次经由砂滤罐、碳滤罐以去除废水的色度及部分有机污染物，使得经所述砂滤罐、碳滤罐处理后的废水中的有机污染物浓度≤ 50mg/L；

[0016] (5) 经所述砂滤罐、碳滤罐处理后的废水进入第三集水池进行水质调节；

[0017] (6) 所述第三集水池的废水进入超滤系统以去除废水中的部分胶体物质；

[0018] (7) 经所述超滤系统处理后的废水进入反渗透系统以去除废水中的部分盐类；

[0019] (8) 经所述反渗透系统处理后的清水进入清水池。

[0020] 进一步地，本发明在步骤 (2) 中，向曝气生物滤池中的废水投加氮源和 / 或磷源。

[0021] 本发明与现有技术相比，具有以下有益效果：

[0022] (1) 本发明集成生物处理、物理过滤和膜处理技术，充分发挥三种技术的优势，实现造纸废水的深度处理。采用曝气生物滤池处理是控制成本的关键，同时曝气生物滤池对有机污染物的高吸附和降解性能也为后续过滤工艺提供了可能。对利用超滤系统和反渗透系统进行膜处理而言，其进水污染物浓度是主要的限制因素，目前采用的前处理工艺（如混凝 - 沉淀或者气浮等工艺）均存在成本高、后期污泥二次污染问题，而本发明通过曝气生物滤池、第二集水池、砂滤罐、碳滤罐进行前期处理，使得进水污染物浓度≤ 50mg/L；实现了膜处理的高效率运行，运行成本低且不存在二次污染问题。

[0023] (2) 本发明各个工段均采用自动化运行，不需现场人工看管，运行简单、操作简便、运行成本低。

[0024] (3) 本发明与现有技术相比，回用水质大大提高，能够满足造纸大部分工序的使用要求，应用范围广泛。

[0025] (4) 本发明提高了水的回用率，从而降低了造纸生产的吨纸排放量，这对造纸行业健康可持续发展具有积极意义。

附图说明

[0026] 图 1 是本发明的处理流程图。

具体实施方式

[0027] 参看图 1，本发明造纸废水深度处理回用装置的的第一集水池通过管道与曝气生物滤池的进水口连接，曝气生物滤池的出水口与第二集水池的进水口管连接，第二集水池的出水口与砂滤罐的进水口管连接，砂滤罐的出水口与碳滤罐的进水口管连接，碳滤罐的出水口与第三集水池的进水口管连接，第三集水池的出水口与超滤系统的进水口管连接，超滤系统的出水口与反渗透系统的进水口管连接，反渗透系统的出水口与清水池的进水口管连接。

[0028] 本发明可按照图 1 所示的流程实现造纸废水深度处理。

[0029] 以下实施例中使用的曝气生物滤池直径 Φ = 2.5m，H = 6.0m，使用 3-5mm 粒径的陶粒滤料；砂滤罐、碳滤罐直径 Φ = 1.0m，H = 1.8m；超滤系统为成套设备，功率 3KW，使用 4 只 HM8060 超滤膜元件；反渗透系统为成套设备，功率 6KW，使用 12 支 4040 抗污染膜元件。第一集水池尺寸为 1.8m×4.0m×2.5m，第二集水池尺寸为 4.5m×4.0m×2.5m，第三集水池尺寸为 1.5m×4.0m×2.5m。

[0030] 实施例 1

[0031] 造纸废水经二级处理后，进入第一集水池进行水质调节。第一集水池进出水流量为 96m^3/d，水质如下：pH 为 6.78，COD_{Cr} 为 200mg/L，BOD 为 44mg/L，浊度为 10NTU，色度为 300 倍，电导率为 3000μs/cm^2。

[0032] 第一集水池废水以 96m^3/d 的流量进入曝气生物滤池，停留时间 4.9h，利用微生物降解废水中的大部分可溶性有机污染物。通过处理后，出水水质如下：pH 为 7.13，COD_{Cr} 为 80mg/L，BOD 为 15mg/L，浊度为 4NTU，色度为 210 倍，电导率为 3000μs/cm^2，出水进入第二集水池进行水质调节。

[0033] 第二集水池废水以 96m^3/d 的流量先后进入砂滤罐、碳滤罐，利用填料的吸附作用去除废水色度及 COD，通过处理后，出水水质如下：pH 为 7.33，COD_{Cr} 为 50mg/L，BOD 为 9mg/L，浊度为 1.2NTU，色度为 63 倍，电导率为 2790μs/cm^2；后出水进入第三集水池进行水质调节。

[0034] 第三集水池的废水以 96m^3/d 的流量依次通入超滤系统以去除废水中的大部分胶体物质，通过处理后，出水水质如下：pH 为 7.17，COD_{Cr} 为 22.5mg/L，BOD 为 3.5mg/L，浊度为 0.2NTU，色度为 10 倍，电导率为 1790μs/cm^2。

[0035] 经超滤系统处理后的废水 96m^3/d 的流量进入反渗透系统以去除废水中的部分盐类，通过处理后，出水达到造纸厂工业用水标准，出水水质如下：pH 为 7.03，COD_{Cr} 为 17.5mg/L，BOD 为 2.3mg/L，浊度为 0.08NTU，色度为 6.3 倍，电导率为 84μs/cm^2。

[0036] 反渗透系统的出水进入清水池以备回用。

[0037] 实施例 2

[0038] 造纸废水经二级处理后，进入第一集水池进行水质调节。第一集水池的进水流量为 72m^3/d，水质如下：pH 为 7.78，COD_{Cr} 为 200mg/L，BOD 为 44mg/L，浊度为 10NTU，色度为 300 倍，电导率为 3000μs/cm^2。

[0039] 第一集水池的废水以 72m^3/d 的流量进入曝气生物滤池，停留时间 3.6h，且每吨废水添加 5g 的磷酸氢二铵作为氮磷源，利用微生物降解废水中的大部分可溶性有机污染物。通过处理后，出水水质如下：pH 为 7.53，COD_{Cr} 为 80mg/L，BOD 为 11mg/L，浊度为 4NTU，色度为 190 倍，电导率为 3000μs/cm^2。出水进入第二集水池进行水质调节。

[0040] 第二集水池废水以 72m^3/d 的流量先后进入砂滤罐、碳滤罐，利用填料的吸附作用去除废水色度及 COD，通过处理后，出水水质如下：pH 为 7.41，COD_{Cr} 为 45mg/L，BOD 为 7mg/L，浊度为 0.9NTU，色度为 54 倍，电导率为 2670μs/cm^2，出水进入第三集水池进行水质调节。

[0041] 第三集水池的废水以 72m^3/d 的流量依次通入超滤系统以去除废水中的大部分胶体物质，通过处理后，出水水质如下：pH 为 7.27，COD_{Cr} 为 18.5mg/L，BOD 为 2.5mg/L，浊度为 0.1NTU，色度为 8 倍，电导率为 1590μs/cm^2。

[0042] 经所述超滤系统处理后的废水 96m^3/d 的流量进入反渗透系统以去除废水中的部

分盐类，通过处理后，出水达到造纸厂工业用水标准，出水水质如下：pH 为 7.13，COD_{Cr} 为 16.5mg/L，BOD 为 2.1mg/L，浊度为 0.07NTU，色度为 5.8 倍，电导率为 80μs/cm²。

[0043] 反渗透系统出水进入清水池以备回用。

[0044] 实施例 3

[0045] 造纸废水经二级处理后，进入第一集水池进行水质调节。第一集水池进水流量为 96m³/d，水质如下：pH 为 7.48，COD_{Cr} 为 150mg/L，BOD 为 35mg/L，浊度为 11NTU，色度为 270 倍，电导率为 2500μs/cm²。

[0046] 第一集水池废水以 96m³/d 的流量进入曝气生物滤池，停留时间 4.9h，且每吨废水添加 2g 尿素作为氮源、3g 的磷酸氢二铵作为磷源，利用微生物降解废水中的大部分可溶性有机污染物。通过处理后，出水水质如下：pH 为 7.33，COD_{Cr} 为 75mg/L，BOD 为 13mg/L，浊度为 4NTU，色度为 163 倍，电导率为 3000μs/cm²，出水进入第二集水池进行水质调节。。

[0047] 第二集水池废水以 96m³/d 的流量先后进入砂滤罐、碳滤罐，利用填料的吸附作用去除废水色度及 COD，通过处理后，出水水质如下：pH 为 7.23，COD_{Cr} 为 40mg/L，BOD 为 8mg/L，浊度为 0.8NTU，色度为 55 倍，电导率为 2460μs/cm²，出水进入第三集水池进行水质调节。。

[0048] 第三集水池的废水以 96m³/d 的流量依次通入超滤系统以去除废水中的大部分胶体物质，通过处理后，出水水质如下：pH 为 7.07，COD_{Cr} 为 15.1mg/L，BOD 为 3.2mg/L，浊度为 0.2NTU，色度为 9 倍，电导率为 1820μs/cm²。

[0049] 经所述超滤系统处理后的废水 96m³/d 的流量进入反渗透系统以去除废水中的部分盐类，通过处理后，出水达到造纸厂工业用水标准，出水水质如下：pH 为 7.13，COD_{Cr} 为 13.5mg/L，BOD 为 1.8mg/L，浊度为 0.09NTU，色度为 5.3 倍，电导率为 64μs/cm²。

[0050] 反渗透系统出水进入清水池以备回用。

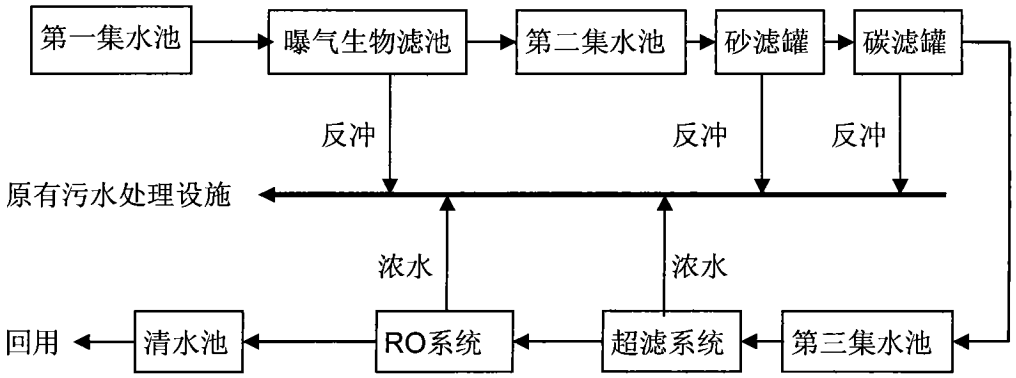

第一集水池
曝气生物滤池
第二集水池
砂滤罐
碳滤罐
反冲
反冲
反冲
原有污水处理设施
浓水
浓水
回用
清水池
RO系统
超滤系统
第三集水池

图 1