文章编号:1000—5811(2002)06—0081—03

制浆造纸废水处理技术评述

李志健[1],王晓昌[2],孙长顺[3]

(1.陕西科技大学造纸工程学院,陕西 咸阳 712081;2.西安建筑科技大学环境与市政学院,陕西 西安 710055;3.咸阳日盛SUNRISES环保科技有限公司,陕西 咸阳 712000)

摘 要:介绍了制浆造纸企业所排放的废水的性质与相应的处理方法,评述了各处理方法的优缺点,以期对造纸企业自主选择废水治理工艺方案提供参考与借鉴。

关键词:制浆造纸;废水处理;方案评述

中图分类号:X793 **文献标识码**:A

1 造纸厂废水分类

纸机白水:浓白水、稀白水。

中段水:筛选水、漂白废水。

制浆废水:碱法化学制浆黑液,酸法化学制浆红液,亚铵法、石灰法制浆黄液,半化学浆废液,化机浆废液,机械浆废液,脱墨浆废液,污冷凝水,涂料、颜料废水。

2 废水中需要处理的污染物

纸机白水:SS(悬浮物)

中段水:COD(化学需氧量)、BOD(生物需氧量)、SS、AOX(有机氯化物)

制浆废水:COD、BOD、SS、pH、色度、无机盐类。

脱墨浆废液:SS、COD、BOD、油墨、表面活性剂。

3 污染物的去除方法

各类污染物的去除原理与方法见表1[1~4]。

表1 造纸厂废水中污染物的去除原理与方法

污染物	SS、油墨等	BOD	COD	废水pH	色度、AOX
处理原理	分离处理	生物转化处理	生物转化处理 化学转化处理	中和处理	氧化处理 吸附处理
处理方法	DAF气浮 CAF气浮 电凝聚气浮 浅层气浮 重力沉定法 介质过滤法 膜过滤	好氧处理—— 稳定塘 活性污泥法 (曝气池、氧化沟) 生物膜法 (生物滤池、生物转盘) 厌氧处理—— 稳定塘 消化池 污泥床	(生物转化处理同前) 化学转化 氧化还原 电化学法 化学凝聚	酸碱中和法 生物转化调节	氧化剂氧化 (O_2、O_3、Cl_2、$KMnO_4$等) 生物氧化 活性碳吸附 膜过滤

4 造纸废水的处理现状

4.1 纸机白水处理方法

处理方法:浓白水冲浆回用。稀白水可气浮

· 收稿日期:2002—07—17

作者简介:李志健(1964—),男,陕西省蓝田县人,副教授,造纸工程硕士,环境工程博士,研究方向:制浆造纸科学及造纸环境科学与工程

法处理，依据废水水量、性质及处理后水用途等因素可分别选用压力溶气气浮(DAF)、涡凹气浮(CAF)、电凝聚气浮、浅层气浮等方法。

技术评价：主要分离去除 SS，SS 去除率可达 90%～95%。采用该法纤维可回收，水可回用，技术成熟，运行管理简单。所需设备可外购，企业自行建造可节省投资费用 30%～50%。处理过程需加少量化学药品。

经济评价：处理吨水投资成本 1000～3000 元，运行成本 0.1～0.3 元，纤维回用及水回用后可增加经济效益。

4.2 脱墨浆废水、废纸回收废水

处理方法：气浮处理——溶气气浮、化学凝聚气浮、电凝聚气浮、浅层气浮。

技术评价：主要去除 SS 及油墨，兼顾 COD 去除。该法可回收短纤维，水可部分回用，技术成熟，运行管理较简单。运行过程只需加少量化学药品，甚至可不加化学药品。

经济评价：处理吨水投资成本 1000～3000 元，运行成本 0.1～0.3 元。

4.3 中段水

处理方法：采用好氧生物处理——普通活性污泥法及生物膜接触氧化、深井曝气、好氧内循环法等并可结合厌氧消化处理——水解酸化＋厌氧污泥床(UASB、EGSB、IC)。还可结合气浮处理——化学凝聚气浮。

技术评价：主要去除 COD、BOD，兼顾 SS、色度的去除。处理后水可回用于备料、洗筛工段以及用于厂区绿化、清洁等，处理系统有剩余污泥产生。该法虽技术成熟，但水处理系统建筑物占地面积大，投资较大，调试周期长，运行管理技术性要求较高。出水排放可达 GWPB2－1999《造纸工业水污染物排放标准》要求。

经济评价：处理吨水投资成本 800～1500 元，运行成本 0.5～0.9 元。厌氧单元可降低系统运行成本。

4.4 半化学浆制浆废液

处理方法：水解酸化＋厌氧污泥床(UASB、EGSB、IC)＋好氧生物处理，可结合气浮处理——凝聚气浮(作为非正常条件下的水质控制单元)。

技术评价：主要去除 BOD、COD，兼顾 SS、色度去除。水可部分回用，有剩余污泥产生，技术成熟，运行管理技术性要求高。

经济评价：处理吨水投资成本 1000～2000 元，运行成本 0.0～0.5 元。厌氧系统可降低运行成本，废水 BOD/COD 值高，处理成本低。由厌氧单元产生的甲烷可回收能量，抵消运行费用成本，甚至产生经济效益。

5 化学制浆废液(黑液、红液)

5.1 碱回收处理法

技术评价：将黑液强制蒸发、浓缩、燃烧，SS、COD、BOD 可一并彻底去除，并可回收碱，产生二次蒸汽(能量)。要求洗浆工段采用高效洗浆设备多段逆流洗涤。碱回收系统技术要求高，过程控制目前已可全部实现自动化。

经济评价：最低生产规模要求日产 50 吨浆以上，每万吨浆投资约 3000～10000 元，运行可产生正效益。木浆黑液运行效果好，草浆黑液次之。

5.2 湿裂解处理法

技术评价：高温裂解有机物，可回收碱，工业化技术较成熟。

经济评价：运行成本较高，回收吨碱电耗达 10000kW，经济性差。

5.3 超滤＋电渗析处理法

技术评价：超滤分离木素，电渗析回收碱，有工业化经验。

经济评价：投资成本较高，超滤膜易污染，膜通过量下降，回收吨碱电耗 1000～3000kW，经济性有待改进。

5.4 简易燃烧法

技术评价：利用烟道气余热、外加煤热量蒸发浓缩黑液，木素待有机物燃烧，可回收碱。工业化技术较成熟。

经济评价：处理吨黑液投资 6000～9000 元，运行成本 10～20 元/吨黑液。

5.5 酸析木素处理法

技术评价：利用 H_2SO_4 将木素在 pH＝2 左右析出，回调 pH 后并入中段水一并处理。工艺技术成熟，但设备腐蚀严重，且 SO_4^{2-} 会造成二次污染，木素销路待解决，酸泄漏(工艺短路)会对中段水处理系统造成严重危害。

经济评价：处理吨黑液投资 2500～5000 元，运行成本 10～20 元/吨黑液。

5.6 LB－1 碱性沉淀法

技术评价：加 LB－1 沉淀剂可在 85～100℃ 沉淀木素，并可回用部分碱。有中试技术报道，被处理废液温度要求高，有效碱含量低。

经济评价：处理吨黑液投资 500～600 元，运行成本高，应用性较差。

5.7 生化＋物化法

技术评价；厌氧污泥床＋好氧曝气＋化学混凝。技术较先进，可回收甲烷。与中段水处理易

配合,菌种需求量大,运行启动周期长。

经济评价:处理吨黑液投资 2000～4000 元,直接运行成本 8～16 元,甲烷利用可产生正效益。

6　制浆造纸废水处理的重点与难点

6.1　重点

制浆造纸厂废水处理的重点是中段水和制浆废液(黑液、红液)。中段水污染负荷约占全厂 20%左右,但废水产生量大,吨产品产生废水 100～150m^3 左右。制浆黑液依洗涤设备和工艺的不同,吨浆产黑液量 10～50m^3 不等,黑液虽然比中段水液量小,但污染负荷约占全厂 70%左右。

6.2　难点

目前,国内制浆造纸企业由于采用草类原料制浆比例较高,且平均规模偏小,因此黑液处理是其主要的治污任务。黑液治理的首选工艺是碱回收法,本法能彻底消除有机污染物和无机污染物,是制浆造纸企业污染治理、清洁生产、可持续发展的根本途径,以下几种方法是黑液处理可考虑的方法。

碱回收:是黑液处理的成熟工艺,但适用于最小日产 50 吨以上的工厂,投资大,运行管理复杂,技术要求高。规模、投资、技术力量等都不适合中小厂。

酸析木素法:中小厂都可采用。存在的问题是设备腐蚀严重,用酸量大并造成二次污染,运行易造成酸泄事故,危害后续生化处理单元,含酸木素销路不畅。

简易燃烧法:中小厂都可采用,木素可完全燃烧,可回收部分碱,后续处理负荷降低。需补充部分标准煤,运行成本偏高。

生化＋物化法:中小厂都可采用,可回收甲烷作为能量,得到的木素纯净,运行成本低。调试启动周期长,约需半年以上。

7　结束语

制浆造纸厂废水主要分为 3 大部分:纸机废水、洗漂中段水、制浆废水。纸机白水应尽量在车间循环回用,剩余量可在车间内气浮处理,工艺技术成熟可靠。中段水处理以好氧生物法为主,可结合厌氧技术提高去除率并降低运行成本,处理后出水可达标排放。半化学浆和化学机械浆废水应以高效厌氧技术作为 BOD 去除的主要方法,结合好氧生化法实现水质达标排放,回收厌氧过程产生的甲烷有可能产生一定的经济效益。化学浆黑液的最佳处理方法是碱回收法。规模较小的企业在处理黑液时可考虑生化＋物化法以及酸析木素法、简易燃烧法,但达标处理的运行成本较高。

中小造纸厂在选择废水处理方案时应科学论证,结合自身实际选择技术成熟、经济合理的恰当方案,避免方案决定仓促、工艺单元不完善、重设备投入轻工艺合理性以及重投资成本轻运行成本的误区。

参考文献

〔1〕武书斌. 造纸工业水污染控制与治理技术〔M〕. 北京:化学工业出版社,2001.

〔2〕李志建等. 生物技术在造纸工业的应用研究进展〔J〕. 中国造纸,2001,(1):51～54.

〔3〕G. Lettinga, Field, J. A., VanLier J., et al. Advanced anaerobic wastewater treatment in the near future〔J〕. Wat. Sci. Tech., 1997,35(10):5～12.

〔4〕贺延龄. 废水的厌氧生物处理〔M〕. 北京:中国轻工业出版社,1998.

REVIEW ON EFFLUENTS TREATMENT TECHNIQUE OF PAPER MILL

LI Zhi-jian[1], WANG Xiao-chang[2], SUN Chang-shun[3]

(1. College of Papermaking Engineering, Shaanxi University of Science and Technology, Xianyang 712081, China; 2. College of Environment and Civicism Engineering, Xi'an University of Architecture and Science, Xi'an 710055, China; 3. SUNRISES Environmental Protection Co. Ltd., Xianyang 712000, China)

Abstract: Wastewater characteristics, its composition and basic principles of effluent treatment in pulp and paper mills are presented in this article. Furthermore, in order to provide a good reference for mills to choose the proper treatment methods and technologies, several typical ones are discussed in details and also recommended.

Key words: pulp and paper-making; effluent treatment; method evaluation