

羽绒水洗废水完全回用处理技术及运行实例

陈寅生 谢尚祺 许 猛 李宏伟 柳世裘

(浙江省机电设计研究院有限公司, 浙江 杭州 310002)

摘要 针对羽绒水洗废水的水质特点,浙江嘉善某羽绒制品有限公司采用“沉砂—捞毛—调节—浮除—接触氧化—沉淀—过滤—消毒”的废水处理工艺,使处理出水满足生产用水要求而全部回用,是国内首家羽绒水洗废水零排放工程。2009年2~12月,对该工程的跟踪监测与数据分析表明,在羽绒水洗废水回用处理中,COD、BOD₅等污染物在每一次循环中均得到良好的降解,而氨氮、总磷、盐度等的累加也被控制在一定范围内,并未对回用水水质产生影响。

关键词 羽绒水洗废水 回用 循环 污染物累加

羽绒行业废水属高浓度有机废水,一般可生化性较好,其主要污染物为细碎的羽绒,原毛上粘附的泥土、砂粒、粪便,少量的洗涤剂,羽毛上洗脱的油脂以及微量的双氧水,其COD、BOD、SS都很高,一般COD可达1 000~2 000 mg/L^[1]。目前,国内羽绒行业废水普遍部分回用,但大多只是对废水进行清污分流,或回用于厂区绿化、冷却水等,因此废水回用率不高。

浙江嘉善某羽绒制品有限公司年生产水洗羽绒2 500 t,每天约产生羽绒水洗废水6 000 t。该公司于2004年筹建了废水处理及回用工程,2005年8月正式投入使用,项目正常运行至今,每年春节期间公司停产时,循环一年的羽绒水洗废水排入市政管网,其余时间废水经处理后在公司内部循环使用,现已稳定运行近5年,是国内首家羽绒水洗废水零排放工程。

1 工艺路线及技术关键

1.1 设计参数

该公司污水站设计水量为6 000 m³/d。该公司为响应国家政策,实施了清洁生产,在羽毛原产地进行了一次粗洗,使得该公司进水水质污染程度大幅度降低。但是设计进水水质仍以该公司老厂区废水为参照对象^[2]。出水水质参照《城市污水回用设计规范》(CECS 61:94)中“再生水用作市区景观河道用水的建议水质标准”和公司相关要求。设计进出水水质具体见表1。

1.2 技术难点

(1) 羽绒水洗废水中SS高,且为极微细小的羽绒屑,常规废水处理方法较难去除。

表1 设计进出水水质

指标	COD /(mg·L ⁻¹)	BOD ₅ /(mg·L ⁻¹)	SS /(mg·L ⁻¹)	pH	透明度 /mm
进水	1 600	430	800	6~9	
出水	75	20	30	6.5~9.0	1 000

(2) 出水水质要求高,除满足CECS 61:94中“再生水用作市区景观河道用水的建议水质标准”外,还要求透明度大于1 000 mm。

(3) 羽绒行业生产季节性较强,全年生产淡季明显。生产旺季时开足马力,此时废水处理系统必须能承受大水量高负荷的冲击;生产淡季时,水量减少,污泥负荷降低,微生物生长速率变慢。

(4) 洗涤工序间断不定时,水量水质波动大,冲击负荷高。

(5) 每天仅补充极少量的新鲜水或不补充,长期循环使用后的回用水依然要保证清澈透明、无异味、无污染物累加情况。

(6) 回用水水质要求稳定可靠,即使是在水质突变或冬季严寒季节,都要有应急工艺维持正常水质指标,以保证生产产品质量。

1.3 工艺流程

针对羽绒水洗废水的特点,污水站采用生化法为主的“沉砂—捞毛—调节—浮除—接触氧化—沉淀—过滤—消毒”的废水处理工艺,其工艺流程示意图见图1。

1.4 工艺优势

(1) 羽绒水洗废水经上述工艺处理后,水质可满足公司自身生产需要。其他处理技术如序列间歇式活性污泥法(SBR)等,虽然投资较低、占地小,但是操作复杂,出水仅能达到《污水综合排放标准》(GB 8979—1996)中的一级标准,无法回用^[3]。

第一作者:陈寅生,女,1962年生,本科,高级工程师,主要从事工业废水中水回用技术研究。

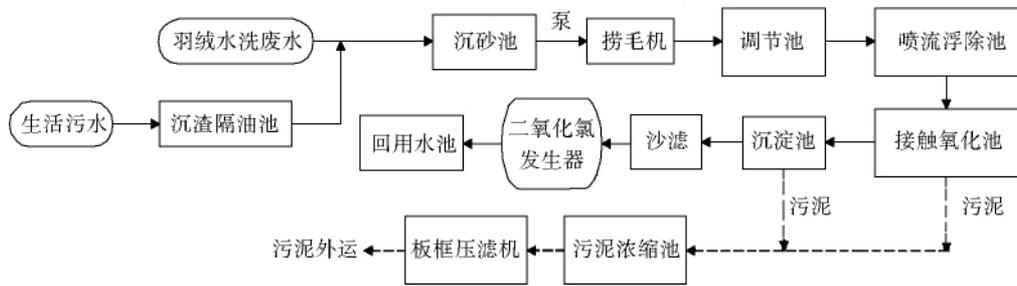


图1 废水处理工艺流程示意图

注：实线为水的流向，虚线为污泥的流向。

(2) 羽绒水洗废水经上述工艺处理后完全回用于生产,回用率高。其他处理技术的回用水一部分用于粗洗水,一部分回用于厂区、车间冲洗地面、厕所和绿化浇灌等用水^[4]或排放,回用率低。

(3) 上述工艺采用精洗水和粗洗水混合处理方法,管路简便。其他处理技术需要将废水进行清污分流^[5],其中精洗水直接回用于粗洗水,而污染较重的废水经处理后排放,管路改造复杂、操作不便。

(4) 上述工艺专门设计了“无驱动力捞毛机”,用于回收废水中的羽绒,为公司节约原材料。其他处理技术如混凝沉淀加过滤^[6]的方法,无法将羽绒捞出回收,同时又增加污泥量,加重了处理成本。

2 跟踪监测与数据分析

该工程自2004年建设以来,目前已连续运行5年多。2009年对污水站进行了全年水质跟踪监测。2009年2月刚过完春节,公司开始生产,固定时间采样;4~9月公司稳定生产,每月固定时间采样;11、12月公司加大生产,每月固定时间采样。同时,每次现场采样时检测透明度,透明度均大于1000mm。在每年外排一次的情况下,污水站出水稳定,满足公司生产用水要求,回用率达到99.7%。

2.1 有机污染物

2.1.1 COD

2009年COD变化趋势见图2。2月由于公司刚开工,生产未达负荷运行,水量较低,因此进水COD最低。4~9月公司生产状况良好,运行稳定,进水COD一直维持在300~400mg/L,进水BOD₅/COD为0.38~0.67。11月由于订单关系,公司突然加大生产量,因此进水COD突然升高,直至12月回复平稳。因此,可判定回用水的循环使用对系统降解COD的能力没有影响,对负荷冲击也有一定的抵抗能力,能够保证出水COD始终满足生产用水的要求而不影响正常生产。

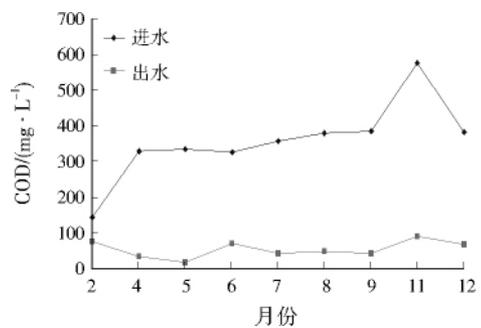


图2 2009年COD变化趋势

2.1.2 BOD₅

2009年BOD₅变化趋势见图3。4~9月,进水BOD₅/COD为0.38~0.67,废水可生化性较好;2009年BOD₅去除率一直高于77%。

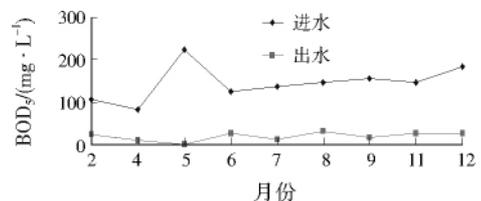


图3 2009年BOD₅变化趋势

2.2 无机污染物

2.2.1 pH

2009年pH变化趋势见图4。出水pH相对进水总体有小幅下降,趋于中性。11月产量突增导致进水COD升高,因此加药量对应增加,导致pH较低,其余时间相对稳定。

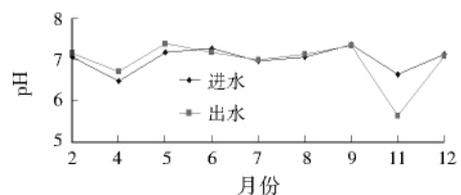


图4 2009年pH变化趋势

2.2.2 SS

进水SS较高,因此该工艺流程中强化了固液分离,采用沉砂、捞毛机、浮除等设备对水中SS进

行处理,同时回收羽绒。2009年SS变化趋势见表2。2~7月,出水SS一直控制在10 mg/L以下且较稳定。因此,后续不再监测SS。

表2 2009年SS变化趋势 mg/L

月份	进水	出水
2	75	9
4	122	9
5	170	0
6	173	7
7	235	6

2.2.3 氨氮和总磷

由于在前期设计时进水检测报告表明,进水氨氮和总磷含量不高,且公司回用水对于氨氮和总磷也无特殊要求,所以整套工艺在设计时没有单独设置脱氮除磷单元。2009年氨氮、总磷变化趋势分别见图5和图6。

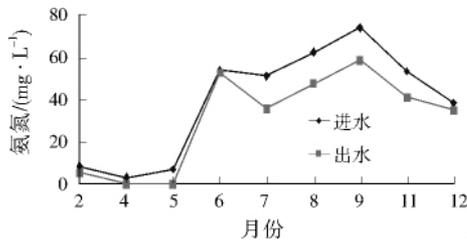


图5 2009年氨氮变化趋势

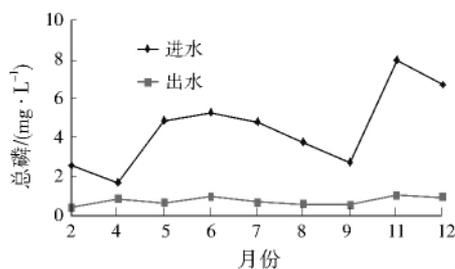


图6 2009年总磷变化趋势

上半年这2项指标一直较为平稳,5月底由于公司操作工的一次误操作,导致接触氧化池菌种全部死亡,使得出水氨氮陡然升高。在经过一个月左右时间的调整后,出水氨氮趋于稳定。进出水总磷较稳定,出水总磷在1 mg/L以下,对生产无影响。

2.2.4 盐度和十二烷基苯磺酸钠(LAS)

由于公司生产上需加入大量洗涤剂,羽绒水洗废水中的盐度和LAS较高,如去除不彻底,会产生累加作用,影响回用,其中盐度还会抑制生物系统的正常运行,影响出水水质。就目前废水处理技术水平而言,去除盐度的方法只有反渗透,考虑到实际投资和运行成本,本工艺中并未设置除盐处理单元。而对水质的跟踪监测中发现,进水盐度呈小幅增长

势态(见图7),但不足以侵害到生物系统的正常工作和影响回用,全年增长率最高时仅为33.3%,有时甚至有回落的情况发生。在一年一次排水清池的情况下,盐度对回用无影响。

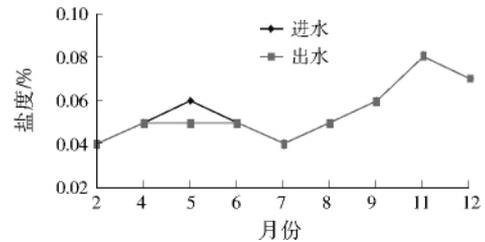


图7 2009年盐度变化趋势

洗涤剂是造成废水中LAS浓度较高的主要原因,洗涤剂投加量和羽绒产量有直接关系,因此进水LAS波动较大(见图8)。整套工艺对LAS的去除效果良好,全年LAS无累加情况。

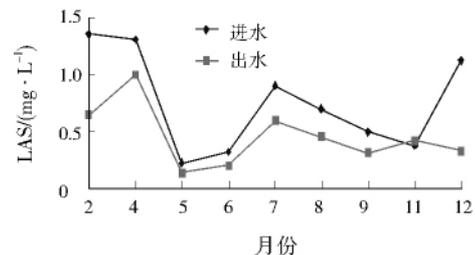


图8 2009年LAS变化趋势

3 结语

(1) 对羽绒水洗废水采用“沉砂—捞毛—调节—浮除—接触氧化—沉淀—过滤—消毒”的废水处理工艺,使之全部回用完全可行。在每年外排一次的情况下,污水站出水稳定,满足公司生产用水要求,回用率达到99.7%。

(2) 中水回用工程出水主要目的在于满足生产工艺对水质的要求,因此必须充分考量回用水中各项指标,综合技术、经济因素,做到针对性处理,避免过度处理或处理不足。

(3) 羽绒水洗废水处理后的回用,减少了废水排放污染,节约了大量新鲜水量,具有明显的经济、环境和社会效益。

(4) 跟踪监测与数据分析表明,在羽绒水洗废水回用处理中,COD、BOD₅等污染物在每一次循环中均得到良好的降解,而氨氮、总磷、盐度等的累加也被控制在一定范围内,并未对回用水水质产生影响。可见,这些物质的递增并不是简单的累加过程,而是复杂的生物积累,这可为将来中水回用设计方案提供参考。

(下转第86页)

tives 81/602/EEC, 88/146/EEC and 88/299/EEC[EB/OL]. (1996-05-23). <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX;31996L0022;EN;HTML>.

- [11] EC. Council Directive 96/23/EC; on measures to monitor certain substances and residues thereof in live animals and animal products and repealing Directives 85/358/EEC and 86/469/EEC and Decisions 89/187/EEC and 91/664/EEC[EB/OL]. (1996-05-23). <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX;31996L0023;EN;HTML>.
- [12] EC. Directive 2003/74/EC; Amending council directive 96/22/EC concerning the prohibition on the use in stockfarming of certain substances having a hormonal or thyrostatic action and of beta-agonists[EB/OL]. (2003-09-22). <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L;2003;262;0017;0021;EN;PDF>.
- [13] EC. On the implementation of the "community strategy for endocrine disrupters"—a range of substances suspected of interfering with the hormone systems of humans and wildlife[EB/OL]. (2007-11-30). http://ec.europa.eu/environment/endocrine/documents/sec_2007_1635_en.pdf.
- [14] BKH. Towards the establishment of a priority list of substances for further evaluation of their role in endocrine disruption[EB/OL]. (2000-06-21). http://ec.europa.eu/environment/docum/pdf/bkh_main.pdf.
- [15] EC. Study on the scientific evaluation of 12 substances in the context of endocrine disrupter priority list of actions[EB/OL]. (2002-11). http://ec.europa.eu/environment/endocrine/documents/wrc_report.pdf.
- [16] DG ENVIRONMENT. Study on enhancing the endocrine disrupter priority list with a focus on low production volume chemicals[EB/OL]. (2007-05). http://ec.europa.eu/environment/endocrine/documents/final_report_2007.pdf.
- [17] USEPA. Risk assessment evaluation for concentrated animal feeding operations[EB/OL]. (2004-05). <http://www.epa.gov/nrmrl/pubs/600r04042/600r04042.pdf>.
- [18] FDA. Environmental assessment for veterinary pharmaceuticals[EB/OL]. (2007-08-20). http://www.epa.gov/ncer/publications/workshop/pdf/eirkson_chicago82007.pdf.
- [19] USEPA. CAFO rule and future research needs[EB/OL]. (2007-08-20). http://www.epa.gov/ncer/publications/workshop/pdf/parry_water82007.pdf.
- [20] USEPA. Fact sheet: final third drinking water contaminant candidate list (CCL 3)[EB/OL]. (2009-09). http://water.epa.gov/scitech/drinkingwater/dws/ccl/upload/fs_cc3_final.pdf.
- [21] USEPA. Strategic plan for the office of research and development[EB/OL]. (1996-05). <http://www.epa.gov/osp/strtp-lan/documents/ord96strplan.pdf>.
- [22] USEPA. STAR report; the endocrine disruptor problem[EB/OL]. (1998-01). <http://epa.gov/ncer/publications/starreport/startree.pdf>.
- [23] USEPA. Fate and effects of hormones in waste from concentrated animal feeding operations (CAFOS)[EB/OL]. (2006-05-08). http://epa.gov/ncer/rfa/2006/2006_star_cafos.html.
- [24] USEPA. Multi-year plan for endocrine disruptors[EB/OL]. (2007-08). [MYP-091407.pdf.](http://www.epa.gov/ord/npd/pdfs/Draft-EDCs-</p>
</div>
<div data-bbox=)

编辑:陈泽军 (修改稿收到日期:2011-08-16)

(上接第77页)

参考文献:

- [1] 姜玉兰. 用 A-A-A 法处理羽绒加工废水[J]. 环境工程, 1995, 13(5): 10-12.
- [2] 陈寅生, 许猛, 李宏伟, 等. 浙江嘉善野鹅羽绒有限公司废水零排放工程设计[J]. 环境工程, 2008, 26(S1): 44-45.
- [3] 孙素敏, 沈建. 用间歇式活性污泥法处理羽绒洗涤废水[J]. 浙江科技学院学报, 2003, 15(1): 33-36.
- [4] 肖玉诚. 羽绒废水处理与回用工程一例[J]. 给水排水, 1997, 17(2): 30-32.
- [5] 何凡, 何治. 羽绒洗涤废水的处理与回用[J]. 上海环境科学, 1989, 8(3): 32-33.
- [6] 杨晓静, 韩才元, 林华应. 混凝沉淀与过滤法处理羽绒废水[J]. 工业水处理, 1998, 18(3): 39-40.

编辑:黄菁 (修改稿收到日期:2011-08-17)

(上接第81页)

参考文献:

- [1] 潘丽爱, 张贵林. 餐厨垃圾特性的试验研究[J]. 粮油加工, 2009(9): 154-156.
- [2] 熊婷, 霍文冕. 城市餐厨垃圾资源化处理必要性研究[J]. 环境科学与管理, 2010, 35(2): 148-152, 190.
- [3] 严锦飞. 餐厨垃圾规范管理研究[J]. 环境科技, 2010, 23(s2): 89-92.
- [4] 王向会, 李广魏. 国内外餐厨垃圾处理状况概述[J]. 环境卫生工程, 2005, 13(2): 41-43.
- [5] 杜吴鹏, 高庆先. 中国城市生活垃圾排放现状及成分分析[J]. 环境科学研究, 2006, 19(5): 85-90.
- [6] 姜虎, 李文哲. 城市餐厨垃圾资源化利用的问题和对策[J]. 环境科学与管理, 2010, 35(6): 27-31.
- [7] 刘晓英, 李秀金. 北京市餐厨垃圾产生状况及厌氧发酵产气潜力分析[J]. 可再生能源, 2009, 27(4): 61-65.
- [8] 范群杰, 杨凯. 城市餐厨垃圾处置闭路循环体系的构建探讨——以上海市为例[J]. 环境科学与技术, 2006, 29(3): 74-75, 114.
- [9] 王丹阳, 弓爱君. 北京市餐厨垃圾的处理现状及发展趋势[J]. 环境卫生工程, 2010, 18(1): 24-26.
- [10] 王莉, 刘应宗. 城市餐厨垃圾分级回收处理模式探索[J]. 西北农林科技大学学报: 社会科学版, 2009, 9(3): 110-114.
- [11] 邢汝明, 吴文伟. 北京市餐厨垃圾管理对策探讨[J]. 环境卫生工程, 2006, 14(6): 58-61.
- [12] 严建刚. 试述泔水养猪管理[J]. 中国畜牧杂志, 2006, 42(14): 4-6.
- [13] 何晟. 浅析餐厨垃圾利用处置不当产生的危害[J]. 环境卫生工程, 2010, 18(4): 13-15.
- [14] 谢炜平, 梁彦杰. 餐厨垃圾资源化技术现状及研究进展[J]. 环境卫生工程, 2008, 16(2): 43-45, 48.

编辑:卜岩枫 (修改稿收到日期:2011-07-11)