

文/汪晓军

一种废水处理工艺的技术推广



作者简介 汪晓军,华南理工大学环境与能源学院,教授。图片为本文作者。

栏目主持人 马臻,复旦大学环境科学与工程系副研究员。电子信箱:zhenma@fudan.edu.cn。

横向课题中有不少是科研成果的推广。相对于纵向课题,横向课题有时更难完成。争取大一点的横向课题,需要的时间更长,影响因素更多。本文讲述一种废水处理工艺推广应用的故事。

随着人们对环境要求的提高,国家不断提高废水的排放标准,开发废水的深度处理技术越来越重要。目前大多数废水处理工艺采用了微生物生化处理。但由于废水中的有机物种类很多,且在微生物的生化代谢过程中会生成一些新的有机物。一般有机废水经过微生物生化处理后,占原先有机物总量1%~2%的有机物是不能生物降解的。于是人们想寻找一种有效且经济的处理工艺,用于处理浓度不高、但不可生物降解的有机物。

我们发现,有些不可生物降解的有机物被化学氧化后,被部分脱除;而残留的有机物,有些因氧化过程中化学结构的破坏,又能被进一步生物降解。于是我们采用化学氧化-曝气生物滤池(BAF)处理低浓度有机废水,既利用了化学氧化的有效性,又利用了生化处理的经济性。在我们刚开始的研究中,化学氧化与BAF是在2个单元中进行的。使用臭氧进行化学氧化,不带来其它杂质,且没有污泥产生,在水回用的深度处理过程中更具优势。但臭氧具有强烈杀菌作用,一般认为不能将臭氧引入生物反应器中。由于BAF中充满了微生物挂膜的生物介质,有极强的抗冲

击能力,我们试着将臭氧直接加入BAF中,发现处理效果更好。这样既节省了1个臭氧反应器,又利用了臭氧分解产生的氧气作为部分BAF生化处理的氧源。我们研究组在这个研究领域陆续申请专利16项,绝大多数已获授权。

2007年初,广东溢达纺织有限公司的技术人员看到我们发表在《环境污染治理技术与设备》杂志上的论文“臭氧-曝气生物滤池处理酸性玫瑰红染料废水”后联系我们。他们想寻找一种有效的印染废水深度处理方法,用于缺水地区水的回用,并为逐步提高的国家排放标准提供废水处理技术储备。

那时在水的深度处理领域,反渗透膜法还是首选。溢达公司先后请了国内外3家公司进行印染废水的反渗透膜法深度处理的中试,但都因膜的污染而没有成功。我曾在广州宝洁公司工作过几年,知道头发与纺织纤维类似,在柔软剂中都使用硅氧烷这种化学品。我就怀疑废水中的硅氧烷污染了膜。膜一旦被硅氧烷污染,酸洗、碱洗、络合洗等处理都是无效的,必须报废。果然,他们证实了我的怀疑,并更加相信我们的研发能力。

后来我提出,由我们进行废水深度处理的小试研究。技术指标为:水量20L/h,进水的化学需氧量(COD)为1000mg/L,经过深度处理后,出水的COD要求小于30mg/L。小试进行了2个月,微生物驯化成功后,出水的COD就稳定地低于30mg/L。稳定运行2个月后,该项目顺利通过验收。

小试项目完成后,溢达公司也觉得20L/h的小装置对大工程没有代表性,于是又谈5t/h的印染废水深度处理装置。小试的进水是公司一洗水车间的废水,组成相对简单;而这次中试,采用的进水是公司废水处理厂在投加二氧化氯脱色前的水,COD在80~120mg/L,色度为60~100倍。中试合同于2008年初签订,要求处理装置在出水水质达到要求的回用水水质情况下,连续稳定运行2个月,且对废水的处理成本也作了限制。

这次中试系统项目进行得比较顺利,安装完成后,1个月左右就达到了出水要

求。中试装置验收完后,我们在该装置上验证了臭氧氧化与曝气生物滤池分开进行、与一体化同时进行的差异;并在5t/h的印染废水深度处理系统上,进一步验证了一体化臭氧-曝气生物滤池的优越性。此装置连续运行了3年多,平时操作运行由我们的研究生与公司的研发部门员工运行。出水的COD值稳定低于40mg/L,在提高臭氧投加量的条件下,也可将出水COD降到30mg/L以下,色度低于4倍。

装置运行1年多后,溢达公司与厦门的一家膜处理公司合作,由膜处理公司提供1套5t/h的膜处理系统,使用我们的出水,作为膜的进水进一步处理,在回用率60%的条件下,淡水回用,浓水达标排放。膜系统投入运行差不多2年,膜清洗后膜通量几乎没有下降。

2011年底,溢达公司决定上1套5000t/d的工业化印染废水的深度处理及回用系统。溢达公司购置了臭氧机等主要设备,我们则负责前段预处理的工艺设计、BAF池的内部组件、安装、调试等,并确保预处理工序的出水COD小于40mg/L、色度小于10倍。2012年5月土建工程完成后,我们用1个月完成了工程安装、进水调试,再用1个多月达到设计的要求:COD从100mg/L左右降到40mg/L以下,系统的运行成本控制在每吨水0.6元以下。目前溢达公司准备采用我们的深度处理工艺处理20000t/d的废水,以达到更高的排放标准。

从2007年3月签订20L/h的小试合同,到2012年8月5000t/d工程装置的成功运行,这个项目我们前后做了5年。参加项目的研究生有十多位。与溢达公司合作,共同指导博士后出站,指导毕业了4名硕士生。以中试及工程为背景,发表SCI论文2篇和多篇国内核心期刊论文。

回顾这个技术推广的经历,我不但体验到了艰辛,更感到快乐!我相信很多高校、研究所有很多好的科研成果,因为没有推广应用而失去应有的价值。虽然科研成果推广充满艰辛,但它是科研工作重要的一环,值得尝试。

(责任编辑 陈广仁)