

# 印染废水的植物修复及在线监测技术研究

王琦峰<sup>1</sup> 邵波<sup>2</sup> 梅瑜<sup>2</sup> 张飞前<sup>2</sup> 周湘婷<sup>2</sup>

(1 浙江大学 能源工程设计研究院, 浙江 杭州 310027;

2 浙江树人大学 生物与环境工程学院, 浙江 杭州 310015)

**摘要** 采用空心莲子草对印染废水进行修复,研究净化效果,并利用在线监测技术对植物修复前后的印染废水中氨氮、化学需氧量(COD)、总有机碳(TOC)指标进行测定。结果表明:空心莲子草对水质净化具有一定影响,随着时间的增加,污水的浓度降低,去除率逐渐增大。植物修复印染废水及在线监测技术是可行的。

**关键词** 印染废水;植物修复;在线监测

**中图分类号**:X 52 ;TH766<sup>+</sup>.53 **文献标识码**:A **文章编号**:2095-1035(2011)04-0033-03

## Repairing Printing and Dyeing Wastewater with Plant and On-line Monitoring Technology Research

WANG Qifeng<sup>1</sup>, SHAO Bo<sup>2</sup>, MEI Yu<sup>2</sup>, ZHANG Feiqian<sup>2</sup>, ZHOU Xiangting<sup>2</sup>

(1. Institute of Energy Engineering, Zhejiang University, Hangzhou, Zhejiang 310027, China;

2. College of Biology and Environmental Engineering, Zhejiang Shuren University, Hangzhou, Zhejiang 310015, China)

**Abstract** A method was proposed to use alligator weed to repair dyeing wastewater. The purification effect was investigated. An on-line monitoring technique was used to determine the content of ammonia-nitrogen, chemical oxygen demand (COD), total organic carbon (TOC) of dyeing plant wastewater before and after the repairing treatment. The results showed that alligator weed can be used to purify wastewater to some extents. With increasing time, the concentration of wastewater decreased and the removal rate gradually increased. In conclusion, it is applicable to repair the dyeing wastewater with alligator weed and to apply on-line monitoring techniques to monitor the process.

**Keywords** dyeing wastewater; phytoremediation; on-line monitoring

### 1 前言

随着印染工艺的发展,新型染料和助剂等难生物降解的有机物进入印染废水,增加了印染废水的处理难度。其COD浓度也由原来的数百mg/L上升到2000~3000mg/L,从而使原有的生物处理系统COD去除率从70%下降到50%左右,甚至更低。

印染行业迫切需要一些低成本、高效的废水处理技术<sup>[1-6]</sup>。

目前,国内外对于印染废水的处理大多集中在高级氧化、强化絮凝、膜分离及活性炭吸附等方面,以去除常规处理出水中残存的污染物质。

杨克莲等采用纳米TiO<sub>2</sub>多孔微粒阳光降解技术对活性蓝染料进行降解发现,在阳光下1~2h

收稿日期:2011-09-08 修回日期:2011-10-11

基金项目:浙江树人大学科研资助项目(2010C019、2010C020)。

作者简介:王琦峰,男,工程师,主要从事环境污染控制工程研究。E-mail:hzzjbo@163.com

后, COD<sub>Cr</sub> 去除率达到 84.6%<sup>[7]</sup>; 涂代惠等采用膜光催化技术对印染废水进行处理发现, COD、色度和阴离子表面活性剂去除率分别为 68.4%、89.1% 和 87.45%<sup>[8]</sup>。潘碌亭等<sup>[9]</sup>采用具有催化氧化耦合作用的絮凝剂 COF 对 COD、色度、SS 的平均去除率分别为 70%、90% 和 85%。范大和等<sup>[10]</sup>处理丝绸印染废水发现, 在 pH 值为 5.0~6.0、两性壳聚糖絮凝剂的质量浓度为 90 mg/L 时, 废水的 COD 去除率可达 76.8%。许佩瑶等<sup>[11]</sup>以 FeCl<sub>3</sub> 和硅酸钠溶液为主要原料, 在不同碱化度、不同硅铁体积比的条件下制备出一系列聚铁硅絮凝剂, 结果发现碱化度为 1.0, Si/Fe 体积比为 1:30 时, 对印染废水的絮凝效果最好。但这些方法运行成本较大, 且容易造成二次污染。

目前水生植物修复技术, 因其低廉的投资管理费用、稳定的净化效果、种类繁多而潜力巨大、无二次污染等优点而日益引起关注。植物修复技术利用植物自身与周围微生物、环境共同作用来处理土壤或受污染水体。目前国内外学者对植物修复富营养化水体进行了诸多研究, 并取得了一定的成就, 筛选出了一些优势种。现在国际上公认的淡水水生修复植物有: 宽叶香蒲、芦苇、苦草、凤眼莲、软水草和狐狸草<sup>[12-14]</sup>, 经验证明它们对水中的营养物质和污染物都具有很好的吸收作用。但是对于空心莲子草进行水体净化效果的研究则少见报道。

水质自动监测系统是 20 世纪 70 年代发展起来的, 在美国、英国、日本、荷兰等国已有相当规模的应用, 并被纳入网络化的“环境评价体系”和“自然灾害防御体系”。在我国则起步较晚, 作为连续性监测工具的水质在线监测仪器承担着提供准确监测数据和监测报告的责任, 在环境监测工作中发挥着越来越重要的作用。

采用空心莲子草植物对印染废水进行修复, 研究净化效果, 并利用在线监测技术对植物修复前后的印染废水中总磷、氨氮、COD、总有机碳指标进行测定, 旨在为推进在线监测技术和植物在印染废水修复中的应用提供理论依据。

## 2 材料与方法

### 2.1 实验材料

供试验空心莲子草采集于杭州西溪湿地, 采用模拟室外环境的方法培养, 选取单株、高度大体相当的同质量的空心莲子草, 在同样的条件下培养。

### 2.2 仪器与试剂

测定仪器: DLW-3000 水质在线监测系统(杭州鼎利环保有限公司)、ET1020A 型总有机碳(TOC)分析仪(美国通用公司)。

试剂均采用优级纯或分析纯。

### 2.3 测定内容与方法

选取新市兴浴服饰厂印染废水, 稀释倍数为 100、200、300、400、500 倍配制成不同浓度的污染水体。使用曝气机, 每组水样每天曝气 8 h 后进行数据测定。采用对比实验组。每种浓度的污水处理重复 3 组, 各处理另设 1 个无植物的空白对照。每隔一天测一次水质情况, 利用在线监测仪测定水质的 COD、TOC、总磷和氨氮。

## 3 结果与分析

### 3.1 在线监测 COD 的变化

化学需氧量 COD 是作为衡量水体受污染程度的一个重要综合指标。对于污染严重的水质而言, 化学需氧量值就高, 水质越清澈, 化学需氧量的值就越低。各水样中 COD 值数据变化如表 1 和图 1 所示。

从表 1 和图 1 中可以看出, 随着培养天数的增多, COD 值不断下降。

表 1 各水样的 COD 值数据变化

Table 1 Variation of COD values for different water samples mg/L

组别 天数	mg/L				
	A 组	B 组	C 组	D 组	E 组
0d	2897	2146	1659	1283	560
2d	2803	2102	1604	1214	554
4d	2646	1956	1543	1156	540
6d	2353	1872	1456	1097	494
8d	2034	1642	1352	1134	517
10d	1946	1567	1300	964	508
12d	1759	1357	1239	903	469
14d	1864	1196	907	822	424
16d	1743	1101	847	667	349
18d	1542	952	676	597	280
20d	1364	832	563	416	245
去除率/%	52.92	61.23	66.06	67.58	56.25

### 3.2 在线监测 TOC 的变化

总有机碳是水中有机物所含碳的总量, 所以能完全反映有机物对水体的污染程度。它是比化学需氧量(COD)和生物需氧量(BOD5)更能确切表示水中有机污染物的综合指标。各水样 TOC 值数据变化如表 2、图 2 所示。

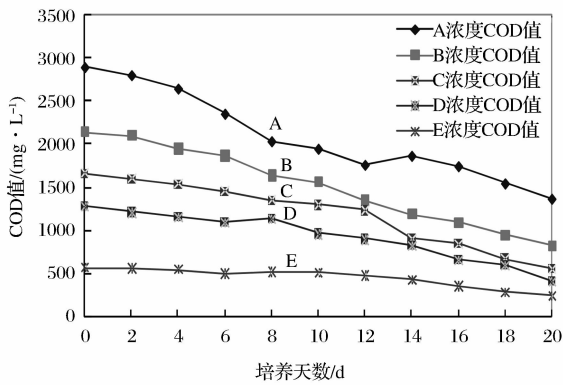


图 1 各水样 COD 值变化曲线

Figure 1. Variation of COD values for different water samples.

表 2 各水样 TOC 值数据变化

Table 2 Variation of TOC values for different water samples

组别	mg/L				
天数	A 组	B 组	C 组	D 组	E 组
0d	12.346	27.102	42.508	50.476	59.411
2d	12.075	26.847	42.234	50.029	55.438
4d	11.174	24.036	41.237	49.096	53.034
6d	9.342	23.124	40.986	48.124	50.236
8d	9.416	24.034	41.014	48.236	50.437
10d	7.943	22.137	38.947	43.349	49.328
12d	7.144	21.094	36.012	40.237	46.239
14d	6.554	19.032	34.013	38.012	44.196
16d	4.012	15.698	28.968	35.894	37.569
18d	3.596	13.497	24.736	30.347	33.594
20d	2.946	12.346	18.947	24.569	30.584
去除率/%	76.14	54.45	55.43	51.33	48.52

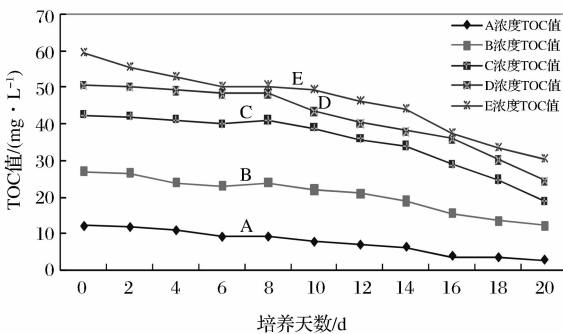


图 2 各水样 TOC 值变化曲线

Figure 2. Variation of TOC values for different water samples.

由表 2 和图 2 可知, 随着时间的推移, TOC 值呈下降趋势。去除率在 48.52%~76.14% 范围变化。

### 3.3 在线监测氨氮的变化

氨氮是水体中的营养素, 是主要耗氧污染物。

水中的氨氮主要来源于含氮有机物受微生物作用的分解产物, 焦化合成氨等工业废水, 以及农田排水等。氨氮含量较高时, 对鱼类呈现毒害作用, 对人体也有不同程度的危害。氨氮是水质主要指标之一。各水样氨氮的浓度值随时间的变化趋势如表 3、图 3 所示。

表 3 各水样氨氮的浓度值

Table 3 Concentrations of ammonia-nitrogen in different water samples

组别	mg/L				
天数	A 组	B 组	C 组	D 组	E 组
0	0.0191	0.0151	0.0135	0.0105	0.0068
2	0.0181	0.0138	0.0123	0.0098	0.0061
4	0.0172	0.0126	0.0114	0.0089	0.0055
6	0.0160	0.0120	0.0105	0.0080	0.0049
8	0.0148	0.0107	0.0095	0.0073	0.0040
10	0.0138	0.0083	0.0092	0.0071	0.0040
12	0.0132	0.0065	0.0092	0.0068	0.0037
14	0.0126	0.0061	0.0083	0.0068	0.0040
16	0.0126	0.0068	0.0065	0.0058	0.0034
18	0.0101	0.0054	0.0052	0.0049	0.0028
20	0.0086	0.0051	0.0043	0.0037	0.0025
去除率/%	47.12	64.24	61.48	53.33	58.82

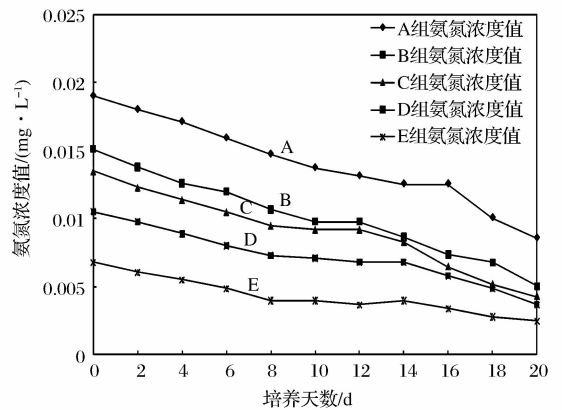


图 3 各水样氨氮浓度变化

Figure 3. Variation of ammonia-nitrogen concentrations for different water samples.

由表 3、图 3 可知, 随着培养天数的增加, 氨氮的浓度有下降的趋势。去除率在 47.12%~64.24% 范围变化。

## 4 结语

根据实验结果可知, 空心莲子草对水质净化具有一定影响, 随时间的增加, 去除率逐渐增大。从上表中可以清楚看出, 利用植物修复印染废水和在线监测仪器能够很好地对水质进行测定, 水体中的 TOC、氨氮、COD 均明显下降。 (下转第 39 页)