

ICS 13.060.30

CCS Z 05

团 体 标 准

T/CIECCPA 016—2023

印染废水深度处理及回用技术规范

Technical specification for advanced treatment and reuse of printing
and dyeing wastewater

2023 - 03 - 21 发布

2023 - 04 - 28 实施

中 国 工 业 节 能 与 清 洁 生 产 协 会 发 布

CLECCRA

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 缩略语 2

5 总体要求 2

6 废水深度处理及回用技术 3

7 回用水系统设计 4

8 二次污染控制要求 5

附录 A（资料性） 印染废水深度处理及回用参考技术 6

参考文献 9

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国工业节能与清洁生产协会提出并归口。

本文件起草单位：南京大学、河海大学、苏州大学纺织与服装工程学院、江苏道同环境科技有限公司、互太（番禺）纺织印染有限公司、上海嘉乐股份有限公司、浙江德安科技股份有限公司、广州工业智能研究院、内蒙古工业节能与绿色发展协会、青岛金泰家纺有限公司、广东新大禹环境科技股份有限公司、广东省中环协节能环保产业研究院、中国市政工程东北设计研究总院有限公司北京分院、浙江巨能环境工程有限公司、北京恩菲环保股份有限公司、青岛科技大学、江苏中宜金大分析检测有限公司、南京大学宜兴环保研究院。

本文件主要起草人：许柯、操家顺、钱佳、李超、张克勤、董伊航、仝辉、张子种、张文峰、潘龙俊、赵国平、吴岩、俞建德、曹霞、于广平、刘坚、魏强、巩斌、王晶、金康、金珊、江栋、张有会、洪鸿加、罗帅、张欣辰、张建良、姚海勇、郭慧、王庆、张强、张进伟、张杨、周贵忠。

印染废水深度处理及回用技术规范

1 范围

本文件规定了印染废水深度处理及回用的术语和定义、总体要求、废水深度处理及回用技术、回用水系统设计、二次污染控制要求。

本文件适用于印染废水经二级处理出水的深度处理及回用，可作为印染企业废水达标排放和回用于生产的技术依据。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准
- GB 14554 恶臭污染物排放标准
- GB 16297 大气污染物综合排放标准
- GB 18918 城镇污水处理厂污染物排放标准
- GB/T 18920 城市污水再生利用 城市杂用水水质
- GB/T 18921 城市污水再生利用 景观环境用水水质
- GB/T 19923 城市污水再生利用 工业用水水质
- GB/T 30888 纺织废水膜法处理与回用技术规范
- GB/T 33898 膜生物反应器通用技术规范
- GB/T 39308 难降解有机废水深度处理技术规范
- GB 50014 室外排水设计标准
- FZ/T 01107 纺织染整工业回用水水质
- HJ 471 纺织染整工业废水治理工程技术规范
- HJ 579 膜分离法污水处理工程技术规范
- HJ 1095 芬顿氧化法废水处理工程技术规范
- HJ 2014 生物滤池法污水处理工程技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

印染 printing and dyeing

对纺织材料（纤维、纱、线和织物）进行以化学处理为主的工艺过程，包括预处理、染色、印花和整理等工序。

[来源：HJ 471—2020，3.1，有修改]

3.2

印染废水 printing and dyeing wastewater

印染生产设施或企业向企业法定边界以外排放的废水，包括与生产、生活有直接或间接关系的各种外排废水。

[来源：HJ 471—2020，3.2，有修改]

3.3

废水回用 reclamation of wastewater

对废水进行收集、处理，并实现再利用的过程。

[来源：HJ 471—2020，3.5，有修改]

3.4

二级处理出水 secondary treatment effluent

废水经预处理和生物法处理后的出水。

3.5

废水深度处理 advanced waste treatment

以废水经二级处理出水为进水，采用合适的工艺（如高效沉淀、芬顿氧化、臭氧催化氧化、BAF、MBR 或组合工艺等）进一步去除污染物。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

BAF：曝气生物滤池（biological aerated filter）

BOD₅：五日生化需氧量（biochemical oxygen demand after 5 days）

COD_{Cr}：化学需氧量（chemical oxygen demand）

MBR：膜生物反应器（membrane bioreactor）

MF：微滤（microfiltration）

NF：纳滤（nanofiltration）

PVA：聚乙烯醇（polyvinyl alcohol）

RO：反渗透（reverse osmosis）

SS：悬浮物（suspended solids）

TN：总氮（total nitrogen）

TP：总磷（total phosphorous）

UF：超滤（ultrafiltration）

5 总体要求

5.1 印染废水深度处理进水为二级处理后的出水和相当水质的废水。含高浓度 PVA 废水（如牛仔洗漂废水和退浆废水）和碱减量废水，可经深度处理后达标排放，不宜进行回用处理。

5.2 印染废水深度处理进水水质应以实际检测数据为准；无检测数据时，水质取值可参照表 1。

表1 印染废水深度处理进水水质

项目	pH	COD _{Cr} (mg/L)	BOD ₅ (mg/L)	色度 (倍)	SS (mg/L)	氨氮 (mg/L)	TN (mg/L)	TP (mg/L)
二级处理出水	6~9	<200	<50	<80	<100	<20	<30	<1.5

5.3 印染废水深度处理前应根据原水水质成分的不同，分类收集、分质处理，选择合适的预处理、物化前处理与生化处理方法，保障深度处理的进水水质要求。

5.4 废水深度处理前，对二级处理出水的水量、水质及变化情况进行全面调查，并进行必要的分析检测。

5.5 印染废水深度处理及回用技术的选择应遵循技术先进可行、成熟可靠、高效节能、二次污染少、系统运行稳定等原则，根据水质特征、处理难度、回用水质要求等进行技术、经济比较后确定。

5.6 废水深度处理及回用应针对二级处理出水中剩余 COD_{Cr}、SS、氮、磷等污染物的脱除进行工艺选择。

5.7 废水回用宜遵循清浊分流，分质回用原则。

5.8 回用水水质检测项目根据用途确定，主要包括 pH、色度、SS、铁、锰、总硬度、电导率等指标。

5.9 根据生产工艺、产品质量要求和回用水实际水质，经小试、生产性试验后，确定回用量与回用方式。

5.10 回用水用作生产用水时，可直接使用，或掺入新鲜水使用。

6 废水深度处理及回用技术

6.1 一般要求

6.1.1 常规的深度处理及回用技术主要包括物化处理技术、高级氧化技术、生物处理技术与膜分离技术等。

6.1.2 当采用单一技术无法满足出水水质要求时，宜采用多种技术组合后进行处理（见图1）。

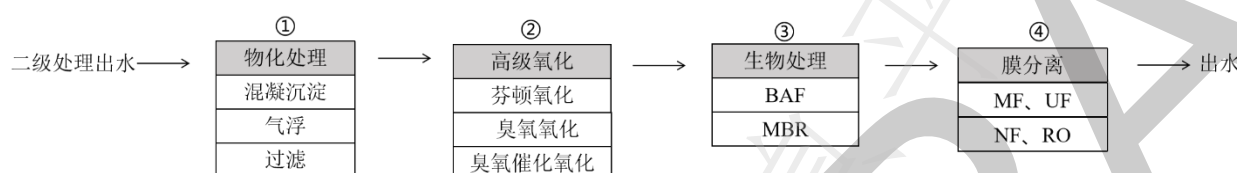


图1 印染废水深度处理及回用工艺

6.2 物化处理技术

6.2.1 常用的物化处理技术包括混凝沉淀、气浮和过滤工艺，可去除 SS、胶体、TP、重金属离子等。

6.2.2 混凝沉淀工艺适用于处理含有疏水性及部分亲水性有机物颗粒或胶体的废水，沉淀池宜采用高效沉淀池（见附录 A.1）、重介质加载的高效沉淀池（如磁混凝高效沉淀池、加砂沉淀池等）等形式。

6.2.3 混凝沉淀工艺投加药剂的种类与用量应考虑回用水水质要求、二级处理出水的水质情况与污染物性质，经综合分析比较后确定。混凝剂宜采用铝盐、铁盐或聚合盐类，常用的有硫酸铝、硫酸亚铁、氯化亚铁、聚合氯化铝等；絮凝剂宜采用有机高分子絮凝剂，常用的为聚丙烯酰胺。

6.2.4 气浮工艺宜采用高效离子气浮、加压溶气气浮，以处理含纤维、油类和表面活性剂的废水。

6.2.5 过滤工艺宜设置在混凝沉淀、气浮之后，处理 SS 小于 20 mg/L 的废水。

6.2.6 过滤形式应根据处理水量、进出水水质与运行管理水平等确定，宜选用滤速高、截污容量大的滤池（如常用的过滤型式为 V 型滤池等）。

6.3 高级氧化技术

6.3.1 常用的高级氧化技术包括芬顿氧化技术（见附录 A.2）、臭氧氧化技术和臭氧催化氧化技术（见附录 A.3）等，可去除 COD_{Cr} 、脱色和提高废水可生化性。

6.3.2 芬顿氧化技术应在酸性条件下进行，进水水质要求、工艺设计等可参考 GB/T 39308 与 HJ 1095。

6.3.3 臭氧氧化技术的臭氧投加量应根据处理目的和试验数据确定，以脱色为主要目的的臭氧投加量宜大于 3 mg/L，以去除 COD_{Cr} 为主要目的的臭氧投加量一般为 1 mg O_3 /mg COD_{Cr} ~ 4 mg O_3 /mg COD_{Cr} ，接触时间宜为 5 min~60 min，应设置臭氧尾气消除装置。

6.3.4 臭氧催化氧化技术前宜设置预处理去除 SS，进水 SS 不大于 10 mg/L。通过与催化剂（如二氧化钛、氧化铝、二氧化锰、铁基催化剂等）、紫外光、过氧化氢、活性炭等联用，提高臭氧对污染物的氧化效率。

6.3.5 臭氧催化氧化技术的臭氧投加量应根据试验数据确定，一般为 1 mg O_3 /mg COD_{Cr} ~ 4 mg O_3 /mg COD_{Cr} 。

6.4 生物处理技术

6.4.1 常用的生物处理技术为 BAF（见附录 A.4）和 MBR（见附录 A.5），可去除 COD_{Cr} 、氨氮和总氮。

6.4.2 BAF 前应设置物化预处理（如混凝沉淀池）或高级氧化处理（如臭氧氧化技术等），进水的 SS 不大于 30 mg/L、 COD_{Cr} 不大于 100 mg/L。

6.4.3 MBR 前端应设置孔径小于 1 mm 的超细膜格栅，进水水质指标可参考 GB/T 30888。

6.5 膜分离技术

6.5.1 膜分离技术包括微滤、超滤、纳滤和反渗透，微滤和超滤宜作为纳滤和反渗透的前处理，纳滤和反渗透宜作为除盐工艺，降低废水电导率、硬度和碱度等。

- 6.5.2 应根据废水水质、水量和回用水水质要求、回收率要求选择膜技术组合工艺，宜采用双膜法（见附录 A.6）。
- 6.5.3 纳滤和反渗透前应设置预处理（如微滤、超滤等），并配置保安过滤器、杀菌剂及阻垢剂投加等辅助装置。
- 6.5.4 膜分离技术出水水质达到回用要求的同时应考虑盐积累。
- 6.5.5 膜分离技术的系统工艺设计、进水水质指标以及膜污染与化学清洗可参考 GB/T 30888、GB/T 33898 与 HJ 579。

7 回用水系统设计

7.1 回用水系统

- 7.1.1 回用水系统包括原水系统、回用水处理系统和回用水循环供水系统。
- 7.1.2 回用水系统设计要求可参考 HJ 471。
- 7.1.3 根据原水水质和回用水要求，回用水处理工艺可选用第 6 章中工艺及其组合。
- 7.1.4 回用水处理工艺流程可参照图 1。

7.2 回用水用途和水质要求

- 7.2.1 当回用水用作漂洗、染色等生产过程用水时，其水质可参考表 2 与表 3。

表2 漂洗用回用水水质

序号	水质项目	单位	指标
1	色度	稀释倍数	≤25
2	pH	—	6.5~9
3	铁	mg/L	≤0.1
4	锰	mg/L	≤0.1
5	SS	mg/L	≤30
6	COD _{Cr}	mg/L	≤50
7	透明度 ^a	cm	≥30
8	电导率	μs/cm	≤1500
9	总硬度（以CaCO ₃ 计）	mg/L	≤450

^a 透明度可通过浊度的测定进行换算，换算关系可参考 FZ/T 01107。

表3 染色用回用水水质

序号	水质项目	单位	指标
1	色度	稀释倍数	≤10
2	pH	—	6.5~8.5
3	铁	mg/L	≤0.1
4	锰	mg/L	≤0.1
5	SS	mg/L	≤10
6	电导率 ^a	μs/cm	—
7	透明度 ^b	cm	≥30
8	总硬度（以CaCO ₃ 计）	mg/L	（1）硬度小于150 mg/L可全部用于生产； （2）原水硬度在150 mg/L~325 mg/L之间，大部分可用于生产，但溶解染料应使用小于或等于17.5 mg/L的软水。

^a 根据具体染色用水电导率需求选用不同膜分离技术，如单级纳滤、单级反渗透、多级纳滤、多级反渗透等。

^b 透明度可通过浊度的测定进行换算，换算关系可参考 FZ/T 01107。

- 7.2.2 针对以印染行业为主的工业园区，当回用水用作工业园区循环冷却水、锅炉用水等时，其水质应符合 GB/T 19923 的相关规定。
- 7.2.3 当回用水用作冲洗地面、冲厕、冲洗车辆、绿化、建筑施工等场景时，其水质应符合 GB/T 18920 的相关规定。
- 7.2.4 当回用水用作景观用水时，其水质应符合 GB/T 18921 的相关规定。
- 7.2.5 当回用水同时作多种用途时，其水质应按最高水质标准确定。

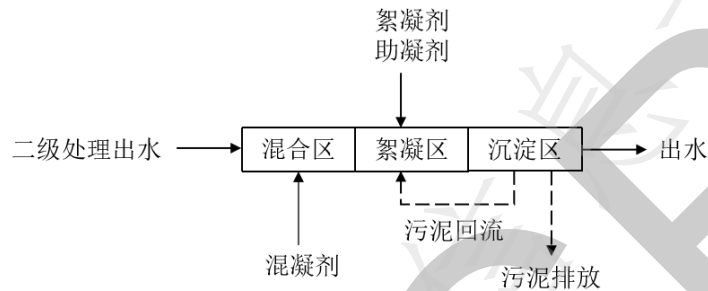
8 二次污染控制要求

- 8.1 应配套建设二次污染的防治设施。
- 8.2 保证印染废水处理和回用过程产生的废水、废气、恶臭污染物、废渣、噪声及二次污染物的防治与排放符合 GB 50014、GB 16297、GB 14554、GB 18918、GB 12348 等相关环保标准要求。

附录 A
(资料性)
印染废水深度处理及回用参考技术

A.1 高效沉淀池

A.1.1 高效沉淀池技术流程见图A.1。



图A.1 高效沉淀池技术流程示意图

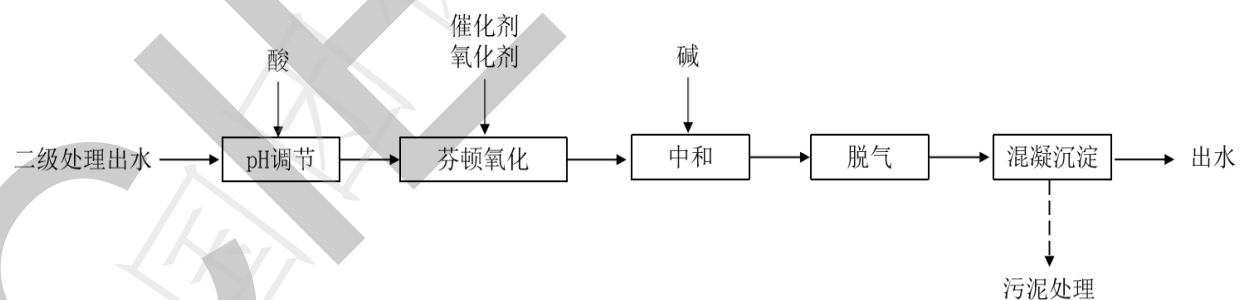
A.1.2 技术参数

高效沉淀池技术参数如下：

- 快速混合池水力停留时间：2.0 min~3.5 min；
- 絮凝池水力停留时间：8 min~15 min；
- 絮凝区污泥回流量占处理水量：5%~10%；
- 沉淀浓缩池斜管表面负荷：4 m³/(m²·h)~20 m³/(m²·h)；
- 沉淀浓缩池污泥浓缩时间：5 h~10 h。

A.2 芬顿氧化

A.2.1 芬顿氧化技术流程见图A.2。



图A.2 芬顿氧化技术流程示意图

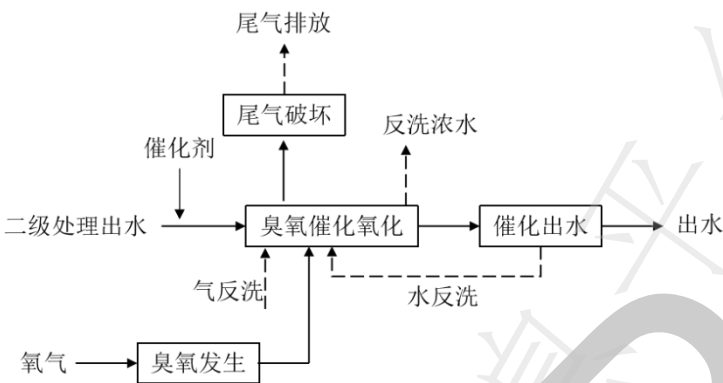
A.2.2 技术参数

芬顿氧化技术参数如下：

- 进入芬顿氧化前 pH：2~4；
- 过氧化氢（H₂O₂）与 COD_{Cr} 的质量比：（1~2）:1；
- 过氧化氢（H₂O₂）与亚铁（Fe²⁺）的质量比：（1~10）:1；
- 氧化反应水力停留时间：2 h~6 h。

A.3 臭氧催化氧化

A.3.1 臭氧催化氧化技术流程见图A.3。



图A.3 臭氧催化氧化技术流程示意图

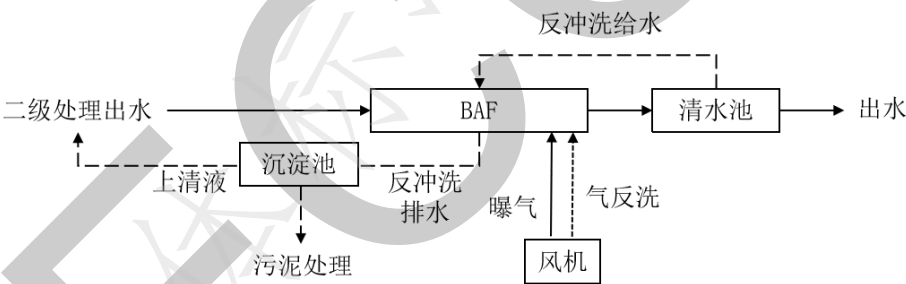
A.3.2 技术参数

臭氧催化氧化技术参数如下：

- 反应时间：30 min~60 min；
- 臭氧投加量与去除 COD_{Cr} 比值：（1.5~4）:1。

A.4 BAF

A.4.1 BAF技术流程见图A.4。



图A.4 BAF 技术流程示意图

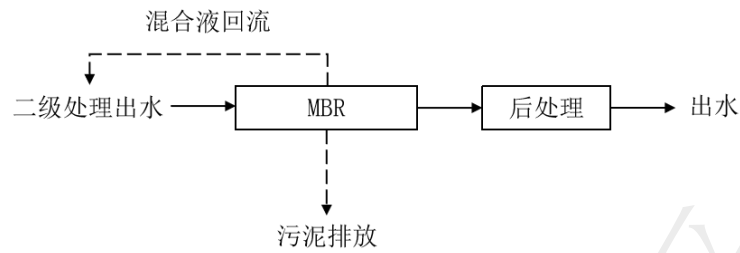
A.4.2 技术参数

BAF技术参数如下：

- 水力负荷：1.5 m³/(m²·h)~12 m³/(m²·h)；
- BOD₅ 负荷：1.0 kg/(m³·d)~6.0 kg/(m³·d)；
- 空床水力停留时间：20 min~100 min；
- 出水溶解氧：3 mg/L~4 mg/L；
- 滤料粒径：2 mm~10 mm；
- 气洗强度：12 L/(m³·s)~25 L/(m³·s)；
- 气洗时间：3 min~10 min；
- 气水联合反冲洗强度：10 L/(m³·s)~15 L/(m³·s)（气）、4 L/(m³·s)~6 L/(m³·s)（水）；
- 气水联合冲洗时间：3 min~5 min；
- 水洗强度：8 L/(m³·s)~16 L/(m³·s)；
- 水洗时间：3 min~10 min。

A.5 MBR

A.5.1 MBR技术流程见图A.5。



图A.5 MBR 技术流程示意图

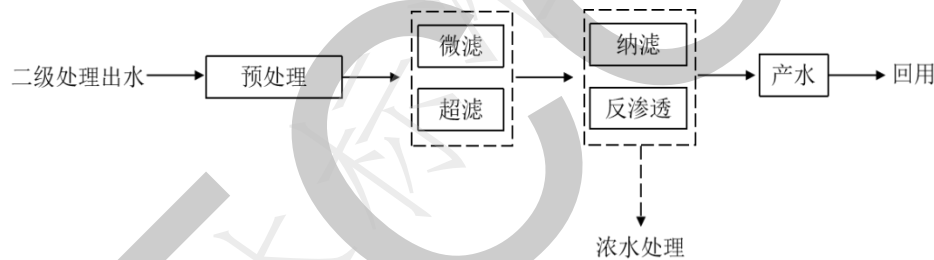
A.5.2 技术参数

MBR技术参数如下：

- 平均膜通量： $9\text{ L}/\text{m}^2\cdot\text{h}\sim 25\text{ L}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ ；
- 膜产水单元跨膜压差不宜大于 0.05 MPa ；
- 膜曝气单元曝气强度： $0.5\text{ m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})\sim 0.8\text{ m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ （按池内膜面积计算）；
- 膜反冲洗流量宜为产水流量的 0.5 倍~ 1.5 倍；
- 混合液污泥浓度： $3\text{ g/L}\sim 10\text{ g/L}$ ；
- 混合液污泥回流比： $100\%\sim 400\%$ 。

A.6 双膜法

A.6.1 双膜法技术流程见图A.6。



图A.6 双膜法技术流程示意图

A.6.2 技术参数

双膜法主要技术参数如下：

- 微滤、超滤系统产水周期： $20\text{ min}\sim 60\text{ min}$ ；
- 微滤、超滤系统反冲洗时间： 30 s/次 ；
- 纳滤、反渗透低压冲洗时间： $>30\text{ min}$ （内有保护液膜元件）、 $>6\text{ h}$ （干膜元件）；
- 纳滤、反渗透脱盐处理单元水回收率 $60\%\sim 75\%$ 。

参 考 文 献

- [1] GB 4287 纺织染整工业水污染物排放标准
 - [2] GB 50335 城镇污水再生利用工程设计规范
 - [3] GB 50426 印染工厂设计规范
 - [4] HJ 2006 污水混凝与絮凝处理工程技术规范
 - [5] HJ 2007 污水气浮处理工程技术规范
 - [6] HJ 2008 污水过滤处理工程技术规范
 - [7] DB11/T 1765 工业废水回用工程运行管理规范
 - [8] DB37/T 3536 纺织印染工业高盐废水污染控制与治理技术规范
 - [9] DB44/T 621 印染行业废水治理工程技术规范
 - [10] DB65/T 4350 印染废水治理工程技术规范
 - [11] 裴小兴. 印染企业废水处理工程实例[J]. 广东化工, 2021, 48(16): 183-184
 - [12] 杜希, 陈浩, 谢伟东, 等. 印染废水出水COD提标的工程实例[J]. 工业水处理, 2019, 39(3): 99-102
 - [13] 高刚剑, 姜明. 臭氧-BAF工艺在印染废水深度处理工程实例[J]. 环境与发展, 2018, 1: 47-48
 - [14] 蒋彬, 王鸿儒, 袁绍春, 等. 印染废水深度处理工程实例[J]. 工业水处理, 2018, 38(11): 96-99
 - [15] 毛哲林, 黄丽芳, 张海杰. 印染废水深度处理及回用工程实例[J]. 工业用水与废水, 2016, 47(6): 61-63
 - [16] 孙爱华, 张春花. 膜技术处理印染废水回用工程实例剖析[J]. 印染, 2013, 12: 25-26
 - [17] 阮慧敏, 沈江南, 阮水晶, 等. 集成膜分离技术处理印染废水工程实例及技术探讨[J]. 水处理技术, 2011, 37(8): 127-129
 - [18] 钟毓. 膜技术在印染废水深度处理回用中的应用[J]. 工业用水与废水, 2011, 42(3): 76-77
-