

我国几种工业废水治理技术研究

● 第二分册 纺织印染废水

● 国家环境保护局科技处  
纺织工业部生产司 编

化学工业出版社



# 我国几种工业废水治理技术研究

第二分册

## 纺织印染废水

国家环境保护局科技处 编  
纺织工业部生产司

化学工业出版社

## 内 容 提 要

《我国几种工业废水治理技术研究》有三个分册：《造纸工业废水》、《纺织印染废水》、《高浓度有机废水》。这三类废水的治理技术研究已列为国家科技攻关项目。为了了解这项工作的开展情况和研究水平，推动和促进本行业间的技术交流，国家环境保护局科技处组织编写了这套书。

《纺织印染废水》分册收集了我国纺织印染废水治理工作的科研成果，将其研究报告汇编成书。内容归纳为印染废水、化纤废水、洗毛废水等。每篇报告包括研究单位、废水类别、废水来源、废水主要水质指标、研究期限及规模、主要研究内容及工艺流程、主要技术经济指标、成果应用范围及推广前景、成果获奖情况、题目负责人及参加人员等项目。形式上类似于论文集，但内容具体、通俗，非常实用。对从事纺织印染废水治理技术的科研、设计人员，特别是纺织印染、化纤生产、毛加工等企业的环保管理和工程技术人员以及大专院校有关专业的师生，很有参考价值。

## 我国几种工业废水治理技术研究

### 第二分册

### 纺织印染废水

国家环境保护局科技处  
纺织工业部生产司 编

责任编辑：陈利秋

封面设计：任 辉

化学工业出版社出版发行  
(北京和平里七区十六号楼)

北京印刷一厂印刷  
新华书店北京发行所经销

开本  $787 \times 1092 \frac{1}{32}$  印张  $4 \frac{1}{2}$  字数 99 千字  
1988年11月第1版 1988年11月北京第1次印刷

·印数 1 — 8,500

ISBN 7-5025-0351-X/TQ·257

定 价 1.55元

# 《我国几种工业废水治理技术研究》

## 编委会名单

主 编：雍永智 张崇华  
副主编：周思毅 施家佩 胡纪萃 毕国典  
编 委：余贻冀 张 珂 杨书铭 汪凯民  
          玄以涛 钱 易 秦裕珩

## 序

工业废水是造成我国水环境污染的主要污染源。据统计，1986年我国废水排放总量为339亿吨，其中工业废水的排放量为260亿吨，约占77%。近年来，环境监测结果表明，城市地表水中主要污染物是有机物。造纸废水、纺织印染废水和高浓度有机废水不仅数量大，分布面广，而且含有大量有机物及有毒物质，因而对水环境构成严重威胁。

近一、二十年以来，这三种废水对环境的危害越来越为人们所认识，相继开展了各种治理技术的研究。随着生产建设的发展，有些企业也相应建立了各种废水处理设施。但是由于技术或经济的原因，这些废水还未能得到根本的治理；而造纸、纺织、印染、食品、石油化纤、农药等行业的生产规模和生产工艺在不断发展，废水的数量在逐步增加，废水的成分也更加复杂，原有的治理技术也需要不断地发展和改进。更由于近年来乡镇企业的兴起，在全国各地创办了大量小造纸、小印染和小食品工厂。这些小厂的生产工艺落后，对排放的废水又缺乏实用的治理技术，绝大多数废水不经处理就直接排入水体，由此对环境造成的危害尤应引起我们的高度重视。

为治理污染，保护环境，对上述三种废水治理技术的研究已列为国家科技攻关项目。《我国几种工业废水治理技术研究》一书的编者为了配合这方面的研究工作开展了广泛的调查，把我国已经从事过这方面研究的单位、研究课题内容和效果等情况收集起来，按造纸废水、纺织印染废水和高浓度有机废水分别

编纂成册，出版交流，我认为这是一件十分有益的事。这样做不仅可以了解我们已经做过的科研工作及其水平，使研究工作有较高的起点，也可以促进同行间的学术交流；同时这也是一种有效的宣传方式，以利于科技成果的推广和为工厂企业所采用。

祝贺这套丛书的出版，更希望广大环境科技工作者能取得更多更好的研究成果，以保护环境，造福人民。

金鉴明

1988年3月21日

# 目 录

纺织印染废水治理技术科研现状与进展 .....	( 1 )
一、印染废水 .....	( 22 )
活性污泥法表曝气浮池新工艺的研究 .....	( 22 )
C80-1生化吸附曝气塔滤工艺处理针织染色废水 .....	( 24 )
印染废水两级处理的效果 .....	( 26 )
高浓度活性污泥在印染废水处理中的研究与应用 .....	( 28 )
北京光华印染厂污水处理 .....	( 29 )
脱色菌-表曝池二级生物处理丝绸印染废水 .....	( 31 )
合建式表面加速曝气池处理纺织印染废水的研究 .....	( 33 )
印染废水治理试验研究 .....	34 )
双喷嘴双级射流曝气活性污泥法处理印染废水 .....	( 38 )
生物接触氧化-生物活性炭系统处理印染废水的研究 .....	( 39 )
生物接触氧化法处理印染废水的研究 .....	( 41 )
生物接触氧化法处理印染废水 .....	( 42 )
生物接触氧化法处理漂炼染色废水 .....	( 44 )
毛纺(粗纺)染色废水处理试验研究 .....	( 45 )
混凝-软性填料生物接触氧化法处理 纱线染色废水的试验研究 .....	( 48 )
生物接触氧化法处理针织厂染色废水及 吸附剂WX II应用研究 .....	( 50 )
软性填料生物接触氧化-活性炭吸附法 处理毛巾印染废水的研究 .....	( 53 )
印染废水厌氧-好氧处理流程 .....	( 55 )
悬浮-附着生物体厌氧-好氧-生物炭(絮凝)法 .....	( 57 )
HB型厌氧生物工艺处理染色废水中型试验 .....	( 58 )
染色废水生物脱色试验研究 .....	( 60 )
万县市针织厂染色废水处理实验研究 .....	( 61 )

塔式生物滤池气浮法处理毛纺染色废水的研究 .....	( 62 )
毛纺(精纺)染色废水处理试验研究 .....	( 64 )
生物转盘法处理腈纶毛线染色废水试验研究 .....	( 67 )
生物转盘法处理印染废水 .....	( 68 )
风眼莲对染料废水色度去除的初步探讨 .....	( 68 )
三相生物流化床处理针织染色废水的研究 .....	( 70 )
光合细菌固定化细胞对印染废水脱色处理的探索 .....	( 71 )
半软性填料的试验研究 .....	( 72 )
污水催化氧化处理技术研究 ——	
Me - I 型复合催化剂脱色的实验研究 .....	( 74 )
电凝聚浮上一锰砂过滤法处理毛纺染色废水试验 .....	( 76 )
电凝聚气浮处理毛纺染色废水 .....	( 77 )
电凝聚法处理印染废水的研究 .....	( 79 )
竖流式强化反应电解槽处理涤纶染水 .....	( 80 )
用聚砜中空纤维超滤膜对还原染料	
废水的处理与回用的研究 .....	( 81 )
用聚砜外压管膜从染色废水中回收染料 .....	( 83 )
超滤法处理聚乙烯醇退浆废水的研究 .....	( 84 )
用超滤法回收 PVA 浆料回用上浆 .....	( 86 )
PVA 离子交换纤维用于治理印染废水的研究 .....	( 87 )
柳州针织运动衣厂漂染废水处理 .....	( 89 )
泵前加压喷射溶气气浮装置及在	
印染废水处理中的应用 .....	( 91 )
印染废水治理技术研究 ——	
难生物降解的印染废水处理研究方法 .....	( 93 )
应用络合吸附-氧化絮凝法综合治理印染废水 .....	( 94 )
气浮法处理高浓度染炼废水 .....	( 96 )
印染废水脱色混凝剂的研究 .....	( 97 )
沉淀-气浮-吸附法 .....	( 98 )
高效气浮法处理毛纺染色废水的研究 .....	( 99 )
气浮法处理染色废水的研究 .....	( 99 )
混凝-接种磁分离法处理印染废水的研究 .....	( 101 )
湘潭针织厂印染废水处理中间试验研究 .....	( 102 )



针织漂染废水处理的研究 .....	( 103 )
毛纺织厂染色废水深度处理回用生产试验 .....	( 104 )
印染废水脱色处理及回用 .....	( 106 )
化学混凝法处理印染废水的研究 .....	( 108 )
新型混凝剂——螯聚电解质混凝条件优选 及其工业化应用试验 .....	( 109 )
化学混凝-絮凝法处理印染废水的研究 .....	( 111 )
漂染废水的治理 .....	( 112 )
印染废水、高浓度有机废水综合治理技术研究 .....	( 113 )
二、化纤废水 .....	( 115 )
浆粕与粘胶纤维生产混合废水处理工艺技术 .....	( 115 )
浆粕黑液污水处理中型试验 .....	( 119 )
腈纶废水生化处理试验 .....	( 120 )
厌氧-好氧联合生化处理涤纶纺丝油剂废水的研究 .....	( 121 )
硅藻土在造纸、人造纤维废水和其它工业 废水中的应用研究 .....	( 123 )
溶气吸附法处理芳纶聚合物洗涤废水 .....	( 124 )
用聚砜中空纤维超滤膜对维尼纶纤维油剂 废水的处理与回用的研究 .....	( 125 )
三、洗毛废水 .....	( 127 )
洗毛废水闭路循环治理技术 .....	( 127 )
上海第二毛条厂炭化废水治理工程 .....	( 129 )
洗毛废水中羊毛脂回收的研究 .....	( 130 )
洗毛闭路循环系统 .....	( 131 )
洗毛废水处理技术研究 .....	( 132 )

# 纺织印染废水治理技术

## 科研现状与进展

杨书铭 毕国典 汪凯民

### 一、前言

纺织工业是我国重要的经济部门之一，它肩负着满足国内人民日益增长的消费需要和出口创汇的双重任务。特别是近几年，在开放搞活方针指引下，纺织工业得到迅速的发展，产品产量，品种逐年增加，质量也不断提高，除了满足国内人民需要外，正稳步的打入国际市场。

纺织工业包括纺织、印染二大门类。它主要是以天然纤维（棉、毛、丝、麻）或化学纤维（人造纤维、合成纤维）为原料，或以二类纤维按不同比例混合为原料，通过纺纱、织造、染色等工艺制成各种布匹，进而加工成各种服装装饰品等，以满足需要。

纺织工业用各种原料加工成布匹的过程中，会产生各种废水，其中以染色废水污染较为严重。目前，由于染色工艺主要以湿法染色为主，因此随着纺织工业的发展，产品产量不断增加，其排放的废水量也逐年增加。据初步统计，87年全国纺织印染厂每天排放的废水量约200万吨，每年约6亿吨，可见其数量之大，在这些废水中，仅有一部分得到治理，但仍有相当的废水没有得到治理。

我国纺织印染废水治理工作始于60年代初，最早投入使用的是保定化纤厂粘胶废水治理工程、北京维尼纶厂酸醛废水治

理工程，其后，安徽纺织印染总厂染色废水处理工程也投入运行。自70年代初，我国纺织印染废水治理的科研工作逐步开展起来，至70年末到80年代初，我国有相当数量的纺织印染厂建成了废水治理工程。在这些工程中采用了不少科研新成果。

为了保护我国的生态环境，在《环境保护法》等法规条例颁布后，我国的纺织印染废水科研和治理工作又进一步得到推动。

我国的纺织印染废水治理的科研工作，立足于国内的实际情况，借助于国外先进的科研成果，研究开发出许多符合我国情况的新工艺新设备。

这些科研新成果反映了当前我国纺织印染废水治理的科研水平，这里面有一部分是基础理论研究，而绝大部分是应用技术的研究，其中有些成果具有较高的水平。

纺织印染废水是指纺织、印染加工过程中产生的各种废水的总称，它包括纺织废水和印染废水两部分。纺织废水主要指纺纱织布过程中产生的各种废水，对天然纤维（指棉、麻、丝、毛）而言，主要是指空调废水，这部分废水除含有部分是浮物以外，很少含有有机污染物，不含有颜色。因此经过过滤、降温措施后，可以进行回用。对化学纤维（包括人造纤维、合成纤维等）而言，在纺丝及其前后处理过程中，却产生相当量的含酸、碱、油剂及有机污染物的废水。这部分废水由于污染较严重且水量较大，必须进行治理。习惯上，人们将这种需处理的废水也作为印染废水处理的一个组成部分。

印染废水主要是指各种天然纤维及化学纤维在染色过程中及染色前、后各工序产生的废水。这部分水量比较大，除含有相当量的有机污染物和部分有毒物质外，还含有一定的颜色。这部分废水除了污染严重外，由于含有颜色在外观上给人以不

愉快的感觉，因此一直是纺织印染废水治理和研究的重点。

纺织印染废水属于含有一定毒性的有机性污染废水。废水中含有大量可溶性有机物。对这种废水，国内目前大都采用以生物化学方法为主要处理单元的处理流程。实践证明，采用这种处理方法比较经济实用，而且有一定的运转经验。在生物化学处理法中，主要采用活性污泥法和生物膜法，这二种方法对有机污染物都有较好的去除率。也有部分单位采用物理化学方法处理，主要采用混凝沉淀或混凝气浮法。随着对环境要求的提高，单纯采用一种方法难以达到排放要求，很多企业都采用先经生物化学处理后经物理化学处理的串联处理方案，即可满足不同的排放要求。总之：纺织印染废水处理采用的型式是多种多样的。

化学纤维加工工业也是纺织工业部门之一。它排放的废水除了含有机污染物外，还具有酸碱性，并排放出一定量的有毒气体。这些废水一般都先经酸碱中和后，再经生物化学处理或物理化学处理，或者采用生物化学与物理化学联合处理的方法。

在毛纺织厂中，还排出一定量的具有较高有机污染物浓度的洗毛废水。目前对这种废水处理方法也不相同，型式也较多样，但基本上以尽量多的提取羊毛脂为前提，再采用不同的处理方法进行处理。

由上面看出，纺织印染废水成分比较复杂，水质水量变化较大，治理方法也比较多样化，科研内容也较丰富成果也较多。下面针对印染废水、洗毛废水、化学纤维废水分别介绍其治理方法科研成果及有关情况。

## 二、印染废水的治理方法与研究成果

印染废水属于含有一定量有害物质的有机废水。废水的水量较大，而且废水中含有一定量残余染料和大量染色助剂。这

些残余染料和助剂构成废水中有机污染物的主体部分，并使废水带有特殊的颜色。另外，由于生产的产品经常改变，致使废水水质也经常发生变化。正由于印染废水具有上述特点，因此，其治理方法也是多种多样的。印染废水治理的科学研究工作是同印染废水的治理技术和治理方法密切相关的，它推动和指导印染废水治理工作的进一步开展。

国外纺织印染废水的治理在50年代即开始，当时由于工业的发展，产生了环境公害，很多国家开始投入力量进行研究。50年代到60年代，主要进行单一型的技术研究、发明，出现了许多研究成果。到70年代，主要侧重于全面性研究，即区域治理方法的研究，把各种治理技术与技术经济指标相联系，使印染废水的治理与某区域（或城市）的总体治理连在一起，成为其中的组成部分，避免重复治理。这样使治理方案，更合理、更全面，表现出多学科性治理的方式。70年代末到现在，比较注意研究节约能源及资源的合理利用和提高环境质量的要求。

各国在治理印染废水方法上也不尽相同。目前的处理方式主要有两种：一种是采取将印染废水与生活污水混合处理，只要求企业对废水中有毒有害物质进行预处理，然后排入城市污水处理厂，大多数国家采用这种办法。另外一种是对染色废水单独进行处理，达到各自规定的排放标准。

国外在印染废水的治理研究上主要集中于生物化学处理法及物理化学处理法两方面的研究。

在生物化学处理方法中，国外主要采用活性污泥法中的传统曝气法，也有采用阶段曝气法。活性污泥法应用时间较长，形式多种多样，技术成熟，目前主要探索通过增加曝气池内的污泥浓度，开发新的曝气技术和固液分离技术等达到提高充氧效率，减少动力消耗，缩短处理时间，提高处理效率的目的。

英国最近研制了载体回流活性污泥法,使用耐压耐磨泡沫载体,微生物生长在载体内,在曝气池内保持15g/l有效生物量,不需沉淀池,将载体内生物体挤压出去,排到浓缩池内、挤出的污泥含固量达6% (传统方法只有1%),载体可重复使用。和传统的污泥法相比,去除效率高,占地少。

为了提高曝气池中溶解氧的含量,欧美国家研究出大流量的离心风机和各种布气散气装置(散气板、散气棒等),又研究出螺旋空气分布器(国内称为固定螺旋曝气器)等高效充氧装置。这些都在实际工程中得到采用。日本在印染废水处理中也试验过纯氧曝气装置,以减少处理装置占地面积,提高其处理效果。美国杜邦公司研究出向活性污泥法中投加粉状活性炭方法。国外在活性污泥法研究中基本上以传统的鼓风曝气法为主。表面曝气装置研究较少。

60年代开始国外对生物膜法也进行大量研究。采用最早且到现在仍然采用的是生物滤池法(又称生物滴滤法)。而生物转盘法在西德美国、日本使用较多,该法由于曝气效率高可控制污泥生长,工作稳定,运转灵活,动力消耗低等优点,一直得到广泛的应用。新开发的空气驱动生物转盘的各种性能都优于机械驱动生物转盘。西德正在研制压氧生物转盘,将进一步展示生物转盘的优势。

生物转盘法适宜处理中小型印染厂的废水。与生物转盘法应用的同时塔式生物滤池也得到进一步发展。英国研制出的大孔径装配式Floroc填料应用在塔式滤池中,在欧洲被很多国家采用。

生物接触氧化法,国外又称为浸没式滤池法,是在60年代末进行研究,70年代初获得成功。它吸取了活性污泥法中曝气池特点及生物膜法中生物滤池特点,将二者有机结合在一起,

其最大优点为操作管理方便，并可避免曝气池中污泥膨胀现象发生。在生物接触氧化池中国外主要以固定型填料为主，70年代又研制成功空隙可变填料（国内称为软性填料）。

上面这些处理方法和装置都属于高负荷、高效率处理方法，其占地面积较少处理效率高，但要消耗一定能源。因此近年来欧美、苏联、日本等国家又研究和推广天然净化技术。它充分利用自然条件，但采用人工强化装置（曝气器、曝气刷等）。氧化塘、氧化沟等处理方法便在这种条件下产生了。这些方法在欧洲应用较早，但由于其负荷低，能耗低近些年又被重视起来。

另外很多国家进行超深层曝气、流化床等高效生化处理技术的研究。

为了提高废水处理效果，除了对新工艺新设备研究以外，还利用生物工程技术对衍生物分泌的酶进行固定化研究（酶固定化技术），并筛选培养优势菌种，以提高微生物的处理能力。

在物理化学方法处理上，国外也进行了大量研究工作，除了传统的混凝投药法外，又研究了投药气浮法（混凝气浮法）及电气浮法高磁分离技术等。在这些方法研究中重点对混凝剂进行研究。在无机高分子混凝剂中。除了聚合铝以外，又研究出聚合铁、硅藻土等新型药剂。在有机高分子混凝剂中又研究出几种阳离子混凝剂。这些有机无机高分子混合使用有明显的除浊、除色效果。另外国外也已将给水处理中的臭氧氧化技术应用到印染废水处理中。这种方法操作方便脱色效果明显。氯氧化，光化学氧化国外也进行了大量研究。

上面介绍的是一些单项技术的研究成果。实际上在印染废水处理技术上，单项技术难以达到满意的要求。因此实际的处理流程，往往是上面介绍的若干方法的有机组合，并进行优化

设计。但从各国研究印染废水治理的方向来看，在整个处理流程中生物化学处理方法仍然占主导地位。

我国印染废水的治理研究工作自70年代初逐步开展起来的，特别是1973年第一次全国环保会议之后发展更快。现在，经过十余年的不懈努力，印染废水治理的科研工作取得很大成绩，部分科研成果已达到国际水平。这些科研成果已在废水处理工程中被采用，并不断被完善。

印染废水在治理方法上主要采用生物化学处理法和物理化学处理法两大类。印染废水治理的科研工作，主要包括治理工艺路线和方法以及治理设备和器材的研究，这些研究内容主要围绕上述二类方法进行的。

我国印染废水治理工程大多数采用以生物化学处理法为主体的治理工艺路线，这种方法我国在60年代即已开始采用，但有关这方面的研究工作却是自70年代开始的。70年代中期，我国南方一些印染工厂，先后建成了一批完全混合式的活性污泥法处理装置，其中主要采用表面加速曝气池这种型式。由于它具有处理效率高，占地面积少等优点，比占地面积较大的延时曝气池更易为处于城市里的印染工厂所采用，因而得到进一步推广。

但是，表面加速曝气池在运行中也出现一些问题，诸如：沉淀区沉淀效果不理想，污泥回流不畅，有时还产生污泥膨胀问题。为了解决这些在实践中出现的问题，一些印染厂开始与大专院校，科研单位协作进行有关方面的研究。为了使池体施工方便，保证曝气池的处理效果，进行了在同一试验条件下圆形曝气池及方形曝气池的处理效果试验。试验结果表明，二者处理效果差别不大，方型曝气池很少出现拐角处积泥情况。其后国内一些印染厂有采用这种结构型式，也有采用介于圆形与



方形池之间的多边形曝气池型式。为了提高沉淀效果，还进行了表面加速曝气池的合建式与分建式研究。通过研究，肯定了曝气池和沉淀池分别建造的分建式更能满足曝气区和沉淀区的不同流态要求，而且污泥回流容易控制。因此，70年代中后期建造的表面加速曝气池多采用这种分建式型式。

通过对废水中微生物学的研究，对污泥膨胀也有了较全面的认识，了解到球衣细菌在污泥膨胀中的主导作用，由于其在某些环境条件下增长速度较快，通过控制营养投配及提高供氧速率，即可控制这一现象发生。很多工厂总结出了控制污泥膨胀的经验，保证了处理装置的正常运行。

为了提高曝气叶轮的提升能力和充氧效率，部分印染厂家又分别研制出具有泵型叶轮及K型叶轮的表面曝气机。其中，装有泵型叶轮的表面曝气机国内已有定点厂家生产，并已生产出系列化产品。

在对活性污泥法有关问题研究的同时，70年代中期，对生物膜法处理印染废水的新技术，新工艺也开始试验研究。其中：主要是对塔式生物滤池及生物转盘这二种高负荷处理装置进行研究。

在塔式生物滤池中主要研究塔体的结构比例、布水方式、填料类型、处理能力及有关设计参数等。在生物转盘中，主要研究盘片的形状、盘片的材质，受力轴的结构型式及计算、氧化槽的形状、修理效果、停留时间等参数。由于这二种处理装置运行管理方便，处理负荷高，因此，研究成果很快在生产中被采用。70年代中后期，我国南北方不少印染厂采用这二种方式处理染色废水。其中，塔式生物滤池由于废水在其中停留时间较短，去除效率较低，适宜作为废水处理流程中的预处理装置，对污染程度较低的废水，也可作为主要处理装置。而生物