

印染废水处理

黄长盾 杨西昆 汪凯民 编著

纺织工业出版社

印 染 废 水 处 理

黄长盾 杨西昆 汪凯民 编著

纺织工业出版社

内 容 简 介

本书主要介绍印染废水的特征，废水处理的试验技术，各种处理方法的基本原理和处理设备的设计与计算。书中列举了大量印染废水处理的试验和设计实例，以及各种处理设备的设计与运行参数。对从事印染废水处理的研究、设计和运行管理的科技人员将有较大的实用价值。

本书虽然是印染废水处理的专著，但书中介绍的试验技术和处理方法具有一定的普遍性，对染料工业、食品工业、制革、石油化工、焦炭煤气、化纤工业、造纸等废水处理也有一定的参考价值。

本书可作为大专院校有关专业的教学参考书，也可供环境保护、给水排水等部门的有关人员学习参考。

责任编辑：岳秀收

印染废水处理

黄长盾 杨西昆 汪凯民 编著

*

纺织工业出版社出版

(北京东长安街12号)

纺织工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

*

850×1168毫米 1/32 印张：17 16/32 字数：471千字

1987年2月 第一版第一次印刷

印数：1—7,000 定价：4.30元

统一书号：15041·1469

CA150/12

前 言

印染废水的水量大、水质复杂，是环境污染的主要污染源之一。它必须经过适当处理，才能排入地面水体或城市下水道。过去对废水处理设备的设计，除少数经过试验外，多数是借用城市污水处理的有关设计参数。因此，投产后往往达不到设计要求，不能真正发挥其经济效益和环境效益。我们初步总结了多年来从事印染废水处理的试验研究成果和设计体会，并汇集了国内外有关印染废水处理的新技术和新成就编著成书。希望能对印染废水和其它工业废水处理的研究、设计和运行管理的同行们有所帮助。

本书内容丰富、实用，结合我国实情，系统地论述了印染废水处理的基本原理、试验技术和各种处理设备的设计与计算方法。希望通过本书的出版，能与读者共同研讨印染废水处理中的有关课题，使印染废水处理工程更科学、更先进、更经济合理。

全书共分八章，其中第一章的第一~六节，第二、三章，第四章的第一、二、四、五节和第五章由黄长盾执笔；第一章的第七、八节，第四章的第三、六节，第七、八章由汪凯民执笔；第六章由杨西昆执笔。全书由汪凯民负责校订。

限于我们的水平，书中难免有不妥和错误之处，热忱欢迎读者批评指正。

编 者

封面设计：黄虹

科技新书目：137 — 173

统一书号：15041·1469

定 价： 4.30 元

目 录

第一章 印染废水的特征与处理方法	(1)
第一节 纤维材料、染料和化学药剂.....	(1)
第二节 印染废水的来源与性质.....	(4)
第三节 印染废水的水质指标.....	(9)
第四节 印染废水的特点.....	(16)
第五节 印染废水的危害和治理措施.....	(24)
第六节 印染废水处理程度的确定.....	(26)
第七节 印染废水处理方法分类.....	(28)
第八节 各种处理方法的适用范围及选择的 基本原则.....	(30)
第二章 印染废水的物理处理法	(35)
第一节 水质水量调节法.....	(35)
第二节 栅栏法.....	(46)
第三节 沉淀法.....	(50)
第四节 泡沫分离法.....	(70)
第五节 过滤法.....	(77)
第三章 印染废水的化学处理法	(95)
第一节 中和法.....	(95)
第二节 混凝法.....	(116)
第三节 气浮法.....	(160)
第四节 电解法.....	(178)
第五节 活性炭吸附法.....	(187)
第六节 氧化脱色法.....	(217)
第四章 印染废水的生物处理法	(233)

第一节	生物处理原理.....	(233)
第二节	活性污泥法.....	(240)
第三节	生物膜法.....	(302)
第四节	生物接触氧化法.....	(323)
第五节	生物活性炭法.....	(342)
第六节	PVA的回收与处理.....	(360)
第五章	印染废水污泥的处理.....	(366)
第一节	污泥的分类与性质.....	(366)
第二节	污泥中的水分及其分离法.....	(374)
第三节	污泥的预处理.....	(376)
第四节	污泥浓缩.....	(381)
第五节	污泥机械脱水.....	(390)
第六节	污泥真空过滤脱水.....	(394)
第七节	污泥压滤脱水.....	(404)
第八节	污泥干燥与焚烧.....	(414)
第九节	污泥消化.....	(419)
第六章	印染废水的试验技术.....	(434)
第一节	概述.....	(434)
第二节	沉淀试验.....	(434)
第三节	混凝试验.....	(448)
第四节	气浮试验.....	(452)
第五节	充氧试验.....	(459)
第六节	水力流态试验.....	(473)
第七节	印染废水可生化性试验.....	(477)
第八节	活性污泥耗氧速率试验.....	(489)
第九节	活性污泥法参数测定试验.....	(492)
第十节	活性炭吸附试验.....	(499)
第七章	印染废水处理站设计.....	(514)
第一节	处理站工艺流程确定.....	(514)

第二节	处理站平面布置及总平面图·····	(517)
第三节	废水处理站高程布置及纵断面的确定·····	(520)
第四节	废水处理站的配水、计量设备·····	(521)
第五节	各种处理单元设备设计参数的选择与确定·····	(531)
第八章	废水处理站的运行管理·····	(541)
第一节	废水处理站的施工验收·····	(541)
第二节	废水处理站的试运行·····	(544)
第三节	废水处理站的运行管理·····	(550)
主要参考文献	·····	(552)

第一章 印染废水的特征 与处理方法

印染厂用水量很大，平均每生产1000米棉布约耗水20吨。这些水因直接与织物和化学药剂接触，已受到严重污染，它们从印染加工系统的各工序中排出，即形成印染废水。

印染废水中的污染物质来自纤维材料和加工时所使用的染料、化学药剂。了解纤维材料和染化料的组成，有助于了解各种印染废水的水质。

第一节 纤维材料、染料和化学药剂

一、纤维材料

(一) 纤维材料上的杂质 纺织物用纤维材料主要有棉、毛、丝、麻和化学纤维。除化学纤维所含杂质较少外，其它纤维都含有大量杂质。原棉杂质含量约10%，主要是植物脂肪、棉蜡、含氮物质、果胶质、色素、棉籽壳及杆茎上的有机物等；原毛杂质超过60%，主要有砂土、草刺、羊脂和羊汗尿等；生丝含丝胶和少量油脂、色素，约为20%；原麻所含杂质种类与棉相似，但含量较高，约25~30%；化学纤维较纯净，只是在制造过程加入的油剂，如抗静电剂、润滑剂等。常用的有聚乙烯醇衍生物、聚乙二醇脂肪酸醇衍生物等。表1-1为各种纤维材料的含杂情况。

(二) 纤维材料上的浆料物质 在织造过程中，为了防止纱线起毛、减少断头、便于织造，经纱必须上浆。但在织物印染加工前又必须将浆料除去；此外在织物印花时，印花色浆中含有大量浆料物质作为染料的传递介质，但当染料经汽蒸固着后，又必须

表1-1 纤维材料的组成

原 棉		原 毛		生 丝		粘胶短纤维	
组成名称	含量(%)	组成名称	含量(%)	组成名称	含量(%)	组成名称	含量(%)
纤维素	93~95	羊 毛	40	丝 朊	67	短纤维	88
蛋白质	1~2	砂 土	20~30	丝 胶	22	水 分	11
果 胶	0.5~1.5	汗脂、脂肪质	10~30	水 分	10	油 剂	1
蜡 质	0.5~1.0			盐 类	1		
有机酸	0.5~1.0						
色 素	0~1.0						
灰 分	0.5~1.5						

把浆料全部洗去；又如在织物整理时，也常用浆料作为硬挺剂。

印染加工所用浆料种类繁多。根据纤维材料和染料的不同，应选用适合的浆料，列于表1-2。

表1-2 常 用 浆 料

浆料种类	上 浆 用	印 花 用	整 理 用
天然浆料	淀粉（小麦淀粉、玉米粉、马铃薯粉）、 橡子粉 海藻酸钠	淀粉（小麦淀粉） 海藻酸钠 糊精 龙胶、树胶 甲壳质	淀粉（小麦淀粉、玉米粉、马铃薯粉） 田仁粉、橡子粉 海藻酸钠 明胶
化学浆料	聚乙烯醇(PVA) 聚丙烯酰胺 羧甲基纤维素 (CMC)	PVA 聚丙烯酸钠 CMC 甲基纤维素 乳化浆	PVA 聚丙烯酰胺 聚丙烯酸乙酯 聚甲基丙烯酸甲酯 CMC

二、染料和化学药剂

不同纤维的织物使用不同的染料和化学药剂。棉及其混纺织物的染整厂常用的有可溶性还原、不溶性偶氮、直接、硫化、活

性、分散染料和苯胺黑等；毛染整厂常用的有酸性、酸性媒染和金属络合染料；丝绸厂常用直接和酸性染料。兹将各种类型的印染厂常用染化料情况列于表1-3。

表1-3 印染织物常用染料和化学药剂

染料种类	主 要 化 学 药 剂
直 接	碳酸钠、氯化钠、硫酸钠（元明粉）、表面活性剂、硫酸铜
硫 化	硫化钠、碳酸钠、氯化钠、硫酸钠、重铬酸钾、双氧水、过硼酸钠
还 原 (及可溶性还原)	苛性钠、保险粉、元明粉、重铬酸钾、过硼酸钠、双氧水、醋酸、红油、平平加、硫酸、亚硝酸钠
活 性	纯碱、小苏打、元明粉、尿素、表面活性剂
分 散	保险粉、载体(各种有机化合物)、表面活性剂
不溶性偶氮	氯化钠、亚硝酸钠、盐酸
苯 胺 黑	盐酸、苯胺、氯酸钠、表面活性剂
酸 性	元明粉、硫酸铵、醋酸、硫酸、醋酸钠、表面活性剂
金属络合	硫酸、醋酸、硫酸铵、元明粉、表面活性剂
阳 离 子	醋酸、醋酸钠、元明粉、尿素、表面活性剂

三、表面活性剂

纺织、印染加工过程中为起减磨、洗涤、乳化、分散、渗透、润湿、起泡、消泡、匀染、柔软和抗静电等作用，使用大量表面活性剂。常用的有多种阴离子、阳离子、非离子和两性型表面活性剂。

四、整理剂

为改善织物的机械物理性能或赋予织物以某种特殊性能，需使用的各种药剂，统称为整理剂。常用整理剂列于表1-4。

纤维材料上的杂质和各种染化料都要混入印染废水中，使印染废水的成分变得异常复杂，成为水体的重要污染源之一。

表1-4 常用整理剂

硬挺整理	硬挺剂	见表1-2中整理用浆料
	充填剂	膨润土、滑石粉
	防腐剂	水杨酸、硼酸、甲醛、石炭酸、尼泊金乙酯
柔软整理	柔软剂	太古油、丝光膏、肥皂、石蜡乳化液
增白整理	荧光增白剂	BSL、VBL、R、VBU、DT
树脂整理剂	热固性树脂	尿素、甲醛、甲醇、三聚氰胺、三嗪酮 二甲基乙烯脲 双羟甲基脲 二甲基乌龙 二甲基丙烯脲
	热塑性树脂	聚酯酸乙烯乳液、聚乙烯乳液 乙烯-醋酸乙烯共聚乳液 聚丙烯酸酯乳液、聚氨基甲酸酯
催化剂	无机酸、有机酸	盐酸、草酸等
	金属盐类	氯化镁、硝酸锌等
	铵盐	氯化铵、硫酸铵、磷酸氢二铵、磷酸二氢铵、 硫氰酸铵等
	有机胺类	三乙醇胺盐酸盐、蚁酸铵等
	氧化剂	双氧水、过醋酸等
添加剂	渗透剂	非离子型表面活性剂
	硬挺剂	小麦粉、龙胶、热塑性树脂如丙烯酸酯、聚乙烯醇等
	柔软剂	柔软剂VS、防水剂PF、有机硅等

第二节 印染废水的来源与性质

印染废水主要来自印染加工的各道工序，如表1-5所示。

一、棉布印染厂所排废水

表1-5 印染废水主要来源

棉印染厂	毛纺织厂	丝绸厂	亚麻加工厂	苧麻加工厂
退浆	洗毛	煮茧	浸解	碱脱胶
煮练	染色	缫丝	洗涤	酸洗
漂白	洗呢	废茧处理	漂白	染整
丝光	缩絨后冲洗	丝绸染整	染整	
染色	炭化后中和			
印花				
整理				

(一) 退浆废水 退浆是用化学药剂将织物上所带浆料水解成可溶性物质然后除去。在棉、麻和合成纤维混纺织物的退浆废水中含有各种浆料、浆料分解物、纤维屑、酸、碱和酶类等污染物。使废水呈碱性，略带黄色。COD（化学需氧量）和BOD（生化需氧量）都相当高。当采用淀粉浆料时，废水的BOD含量约占印染废水BOD总量的45%左右。当采用PVA或CMC化学浆料时，

表1-6 100mg/L浆液中的COD和BOD值

浆料名称	BOD(mg/L)	① COD _{Cr} (mg/L)	② COD _{Mn} (mg/L)	BOD/COD _{Cr}
可溶性淀粉	55	81	69	0.68
乙醚化淀粉	21	79	54	0.27
合成龙胶	14	61	45	0.22
海藻酸钠	<5	55	39	<0.09
CMC	<5	79	58	<0.06
PVA	<5	149	90	<0.03

①COD_{Cr}——重铬酸钾化学需氧量。

②COD_{Mn}——高锰酸钾化学需氧量。

废水BOD含量可下降至33%左右，但COD仍然很高。退浆废水的特点是水量少，但水质污染严重。表1-6所列为常用浆料的BOD和COD值。

(二) 煮练废水 煮练继退浆之后进行。用热的碱性洗涤剂或表面活性剂溶液去除棉蜡和其它非纤维素杂质。煮练废水呈深褐色，碱性很强，BOD和COD值都很高，因水量大，故污染严重。其性质列于表1-7中。

表1-7 棉纤维煮练废水性质

pH值	COD _{Mn} (mg/L)	BOD ₅ ^① (mg/L)	总固体 (mg/L)	透明度 (cm)
12.8	3100	7500	27000	2.7

①BOD₅——五日生化需氧量。

(三) 漂白废水 漂白是去除棉、麻纤维上的天然色素，使纤维洁白。常用的漂白剂有次氯酸钠、双氧水和亚氯酸钠。漂白废水含有残余漂白剂，漂后的酸洗水含有硫酸，BOD₅较低，约为200mg/L左右。漂白废水的特点是水量大，污染轻。

(四) 丝光废水 棉、麻纱线和织物在染色、印花和整理之前，必须进行丝光处理，以提高其光泽和对染料的吸收性能。丝光稀碱液含碱量约5%左右，经碱回收后所排出废水的碱性仍然很强，pH值高达12~13，但总固体和BOD都较低。

(五) 染色废水 由于不同纤维材料所选用的染料、助剂和染色方法不同，因此染色废水的水质组成复杂、变化多。染色废水是印染废水的主要来源，其中含有染料、助剂、微量有毒物质和表面活性剂等。废水的色泽一般很深，呈碱性，对于硫化和还原染料的染色废水，pH值可达10以上，COD值较高，BOD值较低，可生化性较差。表1-8中列出几种染色废水的BOD和pH值。

(六) 印花废水 印花废水主要来自配色调浆，印花滚筒和筛网的冲洗水，及印花后花布的水洗、皂洗等。由于印花色浆中

表1-8 染色废水的BOD和pH值

使用染料	pH值	BOD (mg/L)
硫 化	10~12	11~1800
还 原	8~10	125~1500
不溶性偶氮	5~10	15~675
直 接	6.5~7.6	220~600
碱 性	6~7.5	100~200
苯 胺 黑	—	40~55

浆料的含量要比染料含量多出数倍至数十倍。因此，废水中除含染料和助剂外，还含有大量浆料。所以BOD和COD都很高。废水中BOD含量约占印染废水BOD总量的15~20%。

(七) 整理废水 整理废水通常含有纤维屑、各种树脂、甲醛、油剂和浆料等。由于它的废水量较小，对整个废水的水质影响不大。

表1-9列出棉织物及其混纺织物印染加工各道工序排出废水的特征。

表1-9 印染废水水质特征

工 序	BOD	pH	总固体	温 度
退 浆	高	碱 性	高	—
煮 练	高	强 碱 性	高	高
漂 白	低	强 碱 性	高	—
丝 光	低	强 碱 性	低	—
染色和印花	高	中性至强碱性	高	—

二、毛纺织厂所排废水

毛纺织厂所排废水主要来自毛条制造中的原毛洗涤、炭化，

散毛、毛条或毛织物的染色及缩绒后冲洗等。其中洗毛废水水量大，污染严重，是毛纺厂废水的主要污染源。

(一) 洗毛废水 原毛含有25~60%的羊毛汗(羊尿、羊粪、汗与血)、砂土和脂肪等。可用热水和洗涤剂洗涤，以去除可溶于热水的杂质和羊毛脂。含脂液体经回收羊毛脂后排出。据统计，每洗得1kg粗毛纤维，产生1.5kg杂质。因此，洗毛废水是工业废水中受有机物污染最严重的废水之一。废水中除含有原毛的各种杂质外，尚含有皂碱和洗涤剂。污染物多数呈悬浮状，废水为棕色，高度浑浊。

(二) 炭化废水 为除去羊毛纤维中的植物性杂质，如草刺、碎叶等，需用4~6%的硫酸浸渍后烘干压碎除去。织物或纤维材料经炭化除尘后，必须经水洗去酸，再用低浓度碳酸钠溶液中和，再次水洗。废水中主要含硫酸和草碱灰，BOD很低，约占废水中总BOD的1%以下。

(三) 毛织物染整废水 原毛经洗涤和炭化后进行染色。不论是散毛、毛条还是匹染均产生大量深色废水，BOD较高。

(四) 其他废水 虽然和毛时的上油工序不直接产生废水，但在缩绒后，呢坯经冲洗除去缩绒用的药剂及在和毛上油过程中所使用的和毛油，所以缩绒后的洗毛废水BOD含量较高，约占废水总BOD的20~25%。

为了获得白色或浅色毛呢织物，需将羊毛加以漂白。常用漂白剂有二氧化硫、双氧水，或加用荧光增白剂。漂白废水污染轻，BOD低。

毛染整主要工序排出废水的水质列于表1-10中，以供参考。

三、丝绸厂所排废水

丝绸厂所排废水包括制丝和丝绸染整加工过程排出的废水。

制丝综合废水的水质，一般BOD为100~300mg/L，悬浮物为50~200mg/L，油脂为15mg/L，BOD含量约占整个废水BOD总量的10~35%，有机物含量约占整个废水总固体量的40~50%。

表1-10 毛染整废水水质

工 序	pH	BOD(mg/L)	总固体(mg/L)
洗 毛	9.0~10.4	30000~40000	1129~64448
染 色	4.8~8.0	380~2200	3855~8315
炭化后中和	1.9~9.0	8	1241~4830
缩絨后冲洗	7.3~10.3	4000~11455	4830~19267
漂 白	6.0	390	908

其中,煮茧废水BOD为100~400mg/L,悬浮物为50mg/L;缫丝废水BOD为10~60mg/L,悬浮物为50~90mg/L;废茧处理废水BOD为400~2000mg/L,悬浮物为200~1000mg/L。

丝绸染整废水包括煮练废水和染整废水两部分。煮练废水中含有丝胶、皂碱或洗涤剂,纯碱和小苏打等。煮练废水污染程度很高,其平均水质BOD₅为6200mg/L, COD_{Cr}为10400mg/L,总固体为7700mg/L,悬浮固体为780mg/L。

四、亚麻加工厂废水

亚麻工业废水主要来自原麻浸渍和麻纤维织物的漂白、染色和印花等过程。其中漂白、染色和印花废水水质和棉纺印染废水相似。

亚麻浸渍废水主要为有机物所污染。有机物在废水中主要呈溶解状和胶状,废水呈深褐色,有刺鼻酸味, pH为4.2~5.6, COD_{Mn}为150~400mg/L, BOD₅为3800mg/L, 悬浮物为80~180mg/L, 总固体为1000~3000mg/L。

第三节 印染废水的水质指标

因印染废水所含污染物异常复杂,一般只能分析检测其中对水质污染起主要作用的几项,作为印染废水水质的控制指标。