

附件 2

环 境 保 护 技 术 文 件

纺织染整行业污染防治可行 技术指南（试行）

**Guideline on Available Technologies of Pollution Prevention and Control for
Dyeing and Finishing of Textile Industry (on Trial)**

环 境 保 护 部

前言

为贯彻执行《中华人民共和国环境保护法》，防治环境污染，完善环保技术工作体系，制定本指南。

本指南以当前技术发展和应用状况为依据，可作为纺织染整工业污染防治工作的参考技术资料。

本指南由环境保护部科技标准司提出并组织制订。

本指南起草单位：北京市环境保护科学研究院、北京化工大学、东华大学、中国环境科学研究院、华中科技大学和江苏省环境科学研究院。

本指南由环境保护部解释。

1 总则

1.1 适用范围

本指南适用于纺织染整工业企业或生产设施,以接纳纺织染整工业排水为主的污水集中处理厂可参照采用。

本指南不适用于洗毛、麻脱胶、煮茧和化纤等纺织用原料生产的企业或生产设施。

1.2 术语和定义

1.2.1 染整

指对以天然纤维(棉、麻、丝、毛)、化学纤维(合成纤维、人造纤维)以及天然纤维和化学纤维按不同比例混纺为原料的纺织材料(纤维、纱、线和织物)进行的前处理、染色、印花、整理的处理工艺过程。纺织染整过程一般分为前处理、染色/印花和后整理三个主要步骤。

1.2.2 前处理

指去除纺织材料上的天然杂质、浆料、助剂及其他沾污物等各类杂质,提高纺织材料的润湿性、白度、光泽和尺寸稳定性,以利于后续染整加工。前处理主要包括烧毛、退浆、煮练、漂白、丝光等工序。

1.2.3 染色

指对纺织材料施加色彩的过程。

1.2.4 印花

指通过一定方式将染料或涂料印制到织物上形成花纹图案的方法,也称局部染色。

1.2.5 整理

指纺织材料经漂、染、印加工后,为改善和提高织物品质、赋予纺织品特殊功能的加工整理。

2 生产工艺及污染物排放

2.1 生产工艺及产污环节

纺织染整生产工艺流程及主要产污环节如图 1 所示。生产过程中根据纤维种类、纺织材料形态、产品要求等具体生产工艺不同而有所差别。

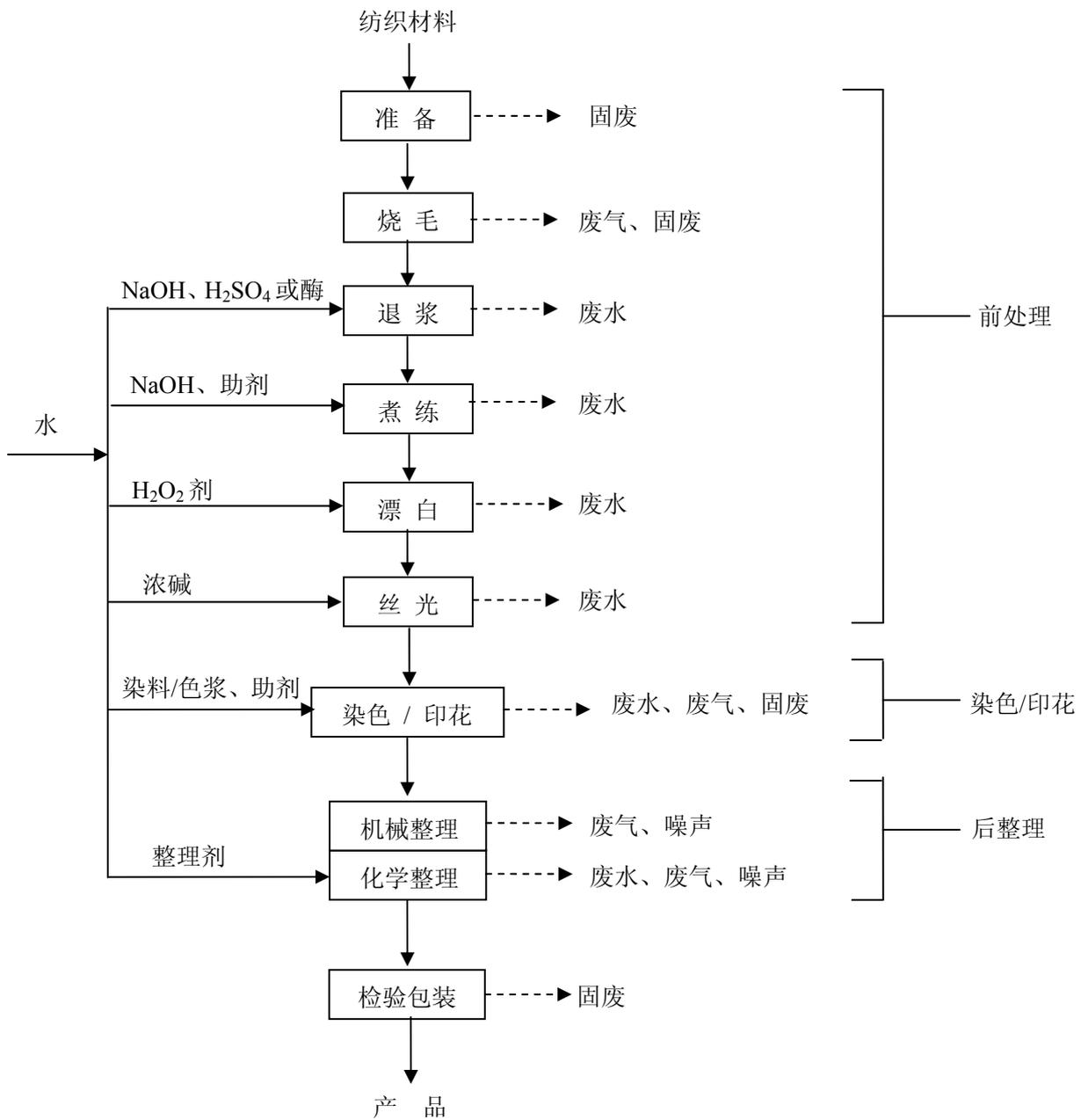


图 1 纺织染整生产工艺流程及产污环节

2.2 污染物排放

纺织染整过程中产生的污染包括水污染、固体废物污染、大气污染和噪声污染，其中水污染和废气污染是主要环境问题。

2.2.1 水污染

纺织染整过程中产生的废水包括退浆废水、煮练废水、漂白废水、丝光废水、染色废水和印花废水等。纺织染整主要水污染物及来源见表 1。

表 1 纺织染整主要水污染物及来源

| 工序 | 污染源 | 主要污染物指标 | |
|-----|-------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| 前处理 | 退浆 | 织物浆料、天然杂质、烧碱 | COD、聚乙烯醇 (PVA)、碱度、SS |
| | 煮练 | 织物天然杂质、残余浆料、烧碱、助剂等 | COD、碱度、SS、TP |
| | 漂白 | 漂白剂、织物残余杂质 | COD、SS |
| | 增白 | 荧光增白剂 | COD、增白剂 |
| | 丝光 | 丝光剂 (烧碱) | COD、碱度 |
| | 碱减量 | 烧碱、对苯二甲酸 (或对苯二甲酸钠)、乙二醇 | COD、BOD ₅ 、碱度 |
| 染色 | 染料、助剂、表面活性剂 | 色度、COD、重金属、硫化物、总氮 | |
| 印花 | 染料、助剂、浆料 | 色度、COD、BOD ₅ 、重金属、硫化物、总氮 | |
| 后整理 | 柔软剂、阻燃剂、防水剂、抗静电剂、抗紫外线剂等 | 色度、COD、SS | |

2.2.2 大气污染

废气来源于生产过程中产生的热定型机废气、烧毛废气等。

2.2.3 固体废物污染

固体废物来源于生产过程中产生的废次布料、染化料包装及污水处理剩余污泥。

2.2.4 其他污染

其他污染主要为纺织染整设备运转时产生的噪声污染、热污染。

3 纺织染整行业污染防治技术

3.1 工艺过程污染预防技术

3.1.1 前处理工序

3.1.1.1 燃气烧毛技术

燃气烧毛是将原布迅速地通过可燃性气体火焰以烧去布面上的绒毛，属于非接触式烧毛技术。常用气源类型有天然气、人工煤气和液化石油气等。

该技术设备结构简单，操作方便，劳动强度较低，热效率高，烧毛质量好。

该技术适用于各类织物的烧毛处理。

3.1.1.2 电加热陶瓷管烧毛技术

电加热陶瓷管烧毛是将织物与低速转动的炽热陶瓷管表面摩擦接触而烧去绒毛,属于接触式烧毛技术。

该技术加热速度快、耗电少,而且陶瓷管表面温度均匀,温差很小,一般为 3~5℃。

该技术适用于各类织物的烧毛处理。

3.1.1.3 短流程前处理技术

短流程前处理技术主要有冷轧堆技术和退煮漂一浴法技术,按工序合并方式分为一步法和两步法。一步法主要有气蒸一步法和冷堆一步法。气蒸一步法是在高温条件下退煮漂同时进行;冷堆一步法是在室温条件下的碱氧一浴工艺。两步法主要有先经退浆再经碱氧一浴和先经退浆、煮练一浴,再经漂白两种工艺。

该技术与常规退煮漂三步法相比,工艺流程短,碱用量少,水电消耗低,污水排放量少。

汽蒸一步法适用于化纤及其混纺染整前处理;冷堆一步法适用于棉及棉型织物染整前处理;先退浆再经碱氧一浴的二步法适用于纯棉厚重紧密织物染整前处理;先经退浆、煮练一浴处理,再经漂白二步法适用于棉及棉型织物、化纤织物染整前处理。

3.1.1.4 生物酶退浆技术

生物酶退浆技术是利用生物酶将织物上的浆料分解以达到退浆的目的,根据浆料的种类可选择淀粉酶。

生物酶退浆工艺的织物退浆率、毛效、润湿性、白度等指标虽然在数值上略低于传统的烧碱退浆,但差异不明显。生物酶具有专一性,只对浆料有分解作用,对纤维无损伤,处理后织物手感比氢氧化钠处理效果显著改善,简化退浆工艺流程,减少污水排放量,污水可生化性好,易于生物处理。

该技术适用于纯淀粉浆料或以淀粉浆料为主、PVA 含量较低的混合浆料上浆的织物退浆处理。

3.1.1.4 生物酶精炼技术

生物酶精炼技术是利用生物酶水解代替热碱处理去除果胶质、含氮物质、蜡状物质等天然杂质,提高棉的吸湿性以利于后续的漂白、丝光、染色、印花、整理等加工过程,精炼可使用果胶酶、纤维素酶、脂肪酶等,也可将这些酶制剂配合使用,产生相互协同作用改善精炼效果。纤维素酶可将长链大分子水解为低分子糖类或单分子葡萄糖,果胶酶可将聚半乳糖醛酸酯水解为水溶性胶质,脂肪酶可将脂肪水解成甘油和脂肪酸。

该技术不损伤纤维强力,织物失重少,可赋予纤维柔软的手感和良好的润湿性能,提高可纺性和染色均匀性。

该技术主要适用于棉麻类及混纺的针织物、机织物的前处理。

3.1.1.6 无氯漂白技术

无氯漂白技术是使用不含氯的漂白剂对织物进行漂白，常用无氯漂白剂为过氧化氢。

该技术可避免因使用含氯漂白剂而产生的有机卤化物，而且织物白度较好，色光纯正，贮存时不宜泛黄，但过氧化氢漂白加工需采用不锈钢材质设备，成本高于次氯酸钠。此外，利用酶漂白织物的黄色度虽然比碱漂白稍差，但白度基本相同，且由于天然油脂的残留，可以使织物手感柔软、有厚实感。

该技术可用于棉型织物的漂白处理。

3.1.1.7 逆流漂洗技术

逆流漂洗技术是将漂洗槽从前往后逐渐增高液面，漂洗织物时，织物行进方向与液流方向正好相反，后一个漂洗槽的冲洗水补充前一个漂洗槽，只向末端清洗槽补充新鲜水。

该技术投资成本低，现有设备易改造，较传统漂洗技术节水约 40%~60%。

该技术适用于各类织物的连续漂洗。

3.1.1.8 湿布丝光技术

湿布丝光技术是湿织物浸渍浓碱时，织物所带水分减小碱液表面张力，降低阻碍吸附、渗透的介质阻力，碱液能充分均匀地渗透到纤维内部而达到深度丝光。

该技术可节省烘干处理所需的能源，得色均匀丰满。

该技术适用于棉织物的丝光处理。

3.1.2 染色工序

3.1.2.1 高固色率染色技术

高固色率染色技术是通过开发和选用直接性高的染料染色，或通过纤维改性，减少盐和碱的用量从而提高染色效率的染色技术。如对纤维素纤维进行胺化改性，纤维表面具有带正电荷的季铵基后，增强纤维对直接、活性等阴离子染料的吸附上染能力。活性染料染色时，可在低盐或无盐中染色，也可在中性条件下固色。

该技术可提高染料的利用率，减少染色过程中盐和碱的用量，减少染色后水洗用水量。

该技术适用于棉织物染色加工。

3.1.2.2 低污染染料、助剂使用技术

低污染染料、助剂使用技术是指在生产中使用可生物降解或易生物降解的染料和助剂的技术，环保染料和助剂是指不含致癌性物质、过敏性物质、持久性有机污染物及重金属等污染物的染料和助剂。

该技术可降低废水处理的难度，减少环境危害，保护人体健康，降低废水处理成本。

该技术适用于各类织物的染色加工。

3.1.2.3 喷射溢流染色技术

高效节能喷射溢流染色技术是指染液一部分通过溢流口，一部分通过喷射口达到既溢流

又喷射的效果，是喷射染色的变种形式，目的是加速染液与织物的混合，降低织物所受的张力，减少纯喷射对娇嫩织物可能造成的表面损伤。

该技术浴比可调、适中，可提高布速，降低用水量。

该技术适用于各类织物染色加工。

3.1.2.4 气流染色技术

气流染色技术采用空气动力学原理，将高压空压机产生的气流高速注入喷嘴，同时另一管路向喷嘴注入染液，染液与高速气流在喷嘴中混合形成雾状微细液滴后喷向织物，既带动织物运行，又使得染液与织物可以在很短的时间内充分接触，以达到均匀染色的目的。

该技术所需浴比小，染液循环频率高，可提高温度控制精度，减少蒸汽用量。

该技术适用于棉、化纤及其混纺织物染色加工，不适用于毛织物染色加工。

3.2.2.5 冷轧堆染色技术

冷轧堆染色技术是织物在低温下通过浸轧染液和碱液，利用轧辊压轧使染液吸附在织物纤维表面后进行打卷堆置，在室温下堆置一定时间并缓慢转动，使之完成染料的吸附、扩散和固色过程，最后水洗完成上染的染色方式。该工艺包括浸轧工作液、堆置固色、水洗三个阶段。

该技术工艺流程短，设备简单，对环境污染小，因不经烘干和汽蒸，从而节约能源，具有浴比小、上色率高，可避免染料泳移等特点。

3.1.3 印花工序

3.1.3.1 数码印花技术

数码印花技术是采用多种数字化手段如扫描、数字相片、图像或计算机制作处理的数字化图案输入计算机，经计算机分色印花系统处理后，由专用软件通过喷印系统将各种专用染料直接喷印到织物上，再经蒸化、水洗、拉幅烘干、定型等加工后，在各种纺织面料上获得所需的各种高精度的印花产品。

该技术采用直喷方式，节省墨水用量，能够满足多品种、个性化生产，印花过程无废水废液产生，与传统印花技术相比，耗水量、耗电量和染料使用量大幅降低。

该技术适用于棉、麻、丝、毛等天然纤维面料及人工合成的化学纤维面料印花加工。

3.1.3.2 涂料印花技术

涂料印花技术采用高分子化合物作为黏合剂，把颜料机械地黏附于织物上，经后期处理获得有一定弹性、耐磨、耐手搓、耐褶皱花纹的印花技术。

该技术工艺简单、操作方便、色谱齐全、色彩鲜明、日晒牢度好、印花轮廓清晰、层次分明，印花后经过热处理就可完成，不需水洗，大幅降低用水量。

该技术适用于各种类型的纤维及其混纺织物印花加工，也可应用于特殊的印花工艺，如

全遮盖罩印花、防印、金银粉印花及钻石印花等。

3.1.3.3 转移印花技术

转移印花技术是指先将染料色料印在纸等材料上,然后经热压等方式使图案中染料转移到织物上,固着形成图案的印花技术。转移印花有升华法、泳移法、熔融法和油墨层剥离法等。应用较多的为应用分散染料的干法转移印花。

干法转移印花技术基于分散染料的升华特性,选择温度段升华在 150~230℃ 的分散染料与浆料混合制成“色墨”,在转印纸上印刷设计图案,然后将转印纸与织物紧密接触,控制一定温度、压力和接触时间将染料从转印纸转移到织物上并扩散进入织物内部,从而实现着色。该技术具有工艺流程短,印后即是成品,不需要蒸化、水洗等处理过程;设备简单,投资小,占地少,能耗低;花纹精细,层次丰富而清晰,艺术性高,立体感强,能印制个性化定制图案;印花色彩鲜艳,染料焦油残留在转印纸上,不污染织物;正品率高,转移时可一次印制多套色花纹而不需对花;灵活性强,加工周期短等特点。该技术存在需消耗转印纸、用后产生废纸、印后残留染料难回收等不足。

该技术适用于天然纤维织物、合成纤维织物及混纺织物印花加工。

3.1.4 后整理工序

3.1.4.1 泡沫整理技术

泡沫整理技术是尽量多采用空气取代配制整理液时所需的水,将整理剂制成泡沫,再将泡沫施加于织物的表面并透入织物内部的整理方法。

该技术由于使用空气降低整理液的含水率,可节约染化料,减少污染物和废水排放,如织物整理烘干后不水洗,则基本无废水产生。

该技术适用于各类织物的后整理加工。

3.1.4.2 涂层整理技术

涂层整理技术是在织物表面涂上一薄层混合涂层剂,使织物表面改变风格和色泽,或产生不同效果的整理技术。

该技术由于涂层整理液不渗入织物内部,可节约能源,且整理加工后织物一般不需要水洗,较传统的化学整理污水排放量少。

该技术适用于各类织物的后整理加工。

3.1.4.3 物理整理技术

物理整理技术是采用机械、水、蒸汽等对织物进行处理的整理技术。常用的物理整理技术包括改善物质缩水、手感和光泽的预缩整理,调整幅宽和改善经、纬纱歪斜弯曲的拉幅整理,使织物平滑光洁的光泽整理以及使织物产生凹凸花纹的轧花整理等。物理整理可代替部分化学整理,也可采用两者结合以达到减少污染的目的。

该技术不使用化学药品，没有污染产生。

该技术适用于各类织物的后整理加工。

3.1.5 其他污染预防技术

3.1.5.1 染整工艺数字化控制技术

染整工艺数字化控制技术是将计算机技术、自动控制技术与染整工艺结合，以网络信息管理为平台，通过系统监控软件与数据管理软件、传感器、伺服控制等，在线控制染整生产的温度、压力、速度、溶液浓度等工艺参数和物料配送，实现染整加工全流程数字化控制。

该技术可以节省原材料用量，改善工作环境，降低工人劳动强度，提高工作效率，稳定生产工艺运行，提高产品质量，降低能耗。

该技术适用于各类织物染整加工工艺。

3.1.5.2 余热利用技术

余热利用技术是将生产过程中产生的高温废气和废水通过热交换设备加热生产、生活用水进行再利用的技术。

该技术包括热定型废气余热利用技术、高温染色废水余热利用技术。余热利用有利于节能环保，但存在热定型机废气中含油烟成分极高，排放废水中含 PVA 的有机物浓度较高，运行一定时间后，在热交换器内易形成污垢热阻，降低传热速率，因此应用该技术必须首先去除上述污染物。

该技术适用于各类产生高温废气、废水的染整加工工艺。

3.2 水污染治理技术

纺织染整废水经适当预处理后，采用以生物处理技术为主，物理化学处理技术为辅的综合处理技术。预处理技术采用格栅、中和、水质水量调节和气浮等；生物处理采用水解与好氧结合的处理工艺，好氧处理技术采用活性污泥法、生物接触氧化技术、生物活性炭（PACT）和曝气生物滤池（BAF）技术等；物理化学处理采用混凝沉淀、砂滤技术和膜分离技术等。

纺织染整企业废水处理分为综合处理和分质处理。分质处理为对纺织染整工艺排水清浊分流、分质处理。纺织染整工业园区或企业集中地区实行废水集中处理。根据纺织染整纤维种类、纺织材料形态、产品要求等具体生产工艺废水水质，采用不同的组合处理工艺。

3.2.1 预处理技术

纺织染整废水预处理通常采用格栅、中和、水质和水量调节、气浮等预处理技术。

3.2.1.1 格栅

格栅截留去除纺织染整废水中的漂浮物和悬浮物。按照废水情况可选用粗格栅（50~100mm）、中格栅（10~40mm）和细格栅（1.5~10mm）。

该技术能有效去除纺织染整废水中的漂浮物和悬浮物。棉毛短绒、纤维较多时应采用具

有清洗功能的滤网设备，含细沙和短纤维的牛仔布染整废水应设置除砂设备。

3.2.1.2 水质、水量调节

水质、水量调节是为保障后续主体废水处理单元正常运行，在废水处理主体构筑物前设置调节池，对不同时段、不同水质的废水进行混合。该技术可缓冲纺织染整废水流量或浓度变化带来的冲击，稳定水质水量。该工艺在印染废水处理应用中一般采用矩形调节池。调节池水力停留时间依据生产周期而定，并设置预曝气设备。

该技术适用于各类纺织染整废水预处理。

3.2.1.3 pH 调整

纺织染整废水 pH 值小于 6 或大于 9 时应采取措施调节废水 pH 值满足后续处理要求。

该技术适用于 pH 值小于 6 或大于 9 纺织染整废水预处理。

3.2.1.4 气浮

气浮是利用空气在一定压力下溶解于水中产生高度分散的微小气泡来吸附水中的细小悬浮物，使其随气泡一起上浮到水面而加以分离的一种处理方法。纺织染整废水中的有机胶体微粒、呈乳浊状的各种油脂类杂质、细小纤维和疏水性合成纤维的纤毛等适宜于采用气浮分离技术。

该技术适用废水量较小、SS 较高的纺织染整废水预处理。

3.2.2 生化处理技术

3.2.2.1 水解酸化

水解酸化技术是指将厌氧生化作用控制在水解和酸化阶段，将难生物降解的大分子有机污染物分解为较易生物降解的小分子有机污染物，以利于废水的后续好氧生物处理，减轻后续处理负荷。

该技术可改善废水可生化性，降低色度并有一定的有机物去除效果。该技术适用于有机污染物浓度较高、可生化性较低的纺织染整废水预处理。

3.2.2.2 活性污泥法

活性污泥法通过活性污泥中微生物生化作用，将可生物降解有机污染物转化为 CO₂ 等无机物质。该技术成熟可靠、经济实用、应用广泛。

该技术适用于各类纺织染整废水处理。

3.2.2.3 缺氧/好氧 (A/O)

缺氧/好氧技术是指在好氧池前设置缺氧池，缺氧池中反硝化细菌将硝态氮转化为氮气实现脱氮。该技术脱氮效率高、工艺成熟、经济实用、应用广泛。

该技术适用于氮含量较高的纺织染整废水处理。

3.2.2.4 生物接触氧化法

生物接触氧化技术采用生物填料作为微生物的载体，生长有微生物的载体浸没在废水中，在微生物的代谢作用下，有机污染物得到去除。该技术微生物量大，处理效果好，且剩余污泥量较少。

该技术适用于各类纺织染整废水处理。

3.2.2.5 生物活性炭（PACT）

生物活性炭法是指在好氧池中投加粉末活性炭，利用活性炭孔隙率高和比表面积大的特点，使微生物大量聚集在其表面，不仅增加了微生物量，还提高了污泥的沉降性能，易于后续泥水分离。该技术可提高难降解有机污染物的去除效果，具有抗冲击负荷能力高、污泥沉降性能好等特点。

该技术适用于各类纺织染整废水处理。

3.2.2.6 曝气生物滤池（BAF）

曝气生物滤池集生物接触氧化与吸附过滤为一体，具有处理流程短、处理效率高、出水水质好等优点。

该技术适用于各类染整废水的深度处理。

3.2.3 物化处理技术

3.2.3.1 混凝沉淀

混凝沉淀是通过投加絮凝剂，使水体中的悬浮物胶体及分散颗粒在分子力的作用下生成絮状体，经沉淀从水体中分离。常用的絮凝剂可分为无机和有机两大类。无机絮凝剂主要有铝盐和铁盐，如硫酸铝、硫酸亚铁和三氯化铁等。有机絮凝剂主要为人工合成的高分子物质，如聚丙烯酰胺等。该技术设备简单，易于实现，处理后的水质较好。

该技术适用于悬浮物浓度较高的纺织染整废水的预处理和深度处理。

3.2.3.2 化学脱色

化学脱色技术是指向废水中投加具有氧化性的脱色剂，氧化纺织染整废水中的显色有机物，破坏其结构达到脱色目的。该技术设备简单，易于实现，但处理成本较高。

该技术适用于经过生化处理后色度仍然较高的纺织染整废水的脱色处理。

3.2.3.3 砂滤

砂滤是以天然石英砂、锰砂或无烟煤作为滤料的水过滤处理技术。该技术处理成本低，但处理效果不稳定，易堵塞。

该技术适用于纺织染整废水的深度处理。

3.2.3.4 膜技术

纺织染整废水处理的膜分离技术通常采用超滤、纳滤和反渗透。超滤是利用一种压力活性膜，在外界推动力（压力）作用下截留水中胶体、颗粒和分子量相对较高的物质，而水和小的溶质透过膜的分离过程。超滤系统简单、操作方便、占地小、投资省、出水水质优，可满足各类反渗透装置的进水要求。

反渗透膜分离技术是利用反渗透膜的选择透过性，以膜两侧的压差为动力，使溶剂透过而截留溶质实现浓液和清液的分离。反渗透系统产生的淡水回用于生产线，浓水可经独立处理系统处理后排放，也可将浓水排入生化处理系统或混合废水调节池进行处理。该技术无相变，占地面积小，不产生污泥。

该技术出水水质好、易于实现自动化控制，但运行费用较高。该技术适用于纺织染整废水处理回用于染整生产工艺。

3.3 大气污染治理技术

3.3.1 袋式除尘技术

袋式除尘是利用纤维性滤袋捕集粉尘的除尘设备。该技术用滤袋过滤与分离粉尘颗粒，含尘气体由滤袋内部流向外部，粉尘分离在滤袋内表面，随着滤尘过程地进行，滤袋内表面捕集的粉尘越来越厚，粉尘层阻力增大，当阻力达到一定值时，除尘器清除滤袋上的积尘。定期收集滤袋上的积尘，并将其与燃煤混合后焚烧处置。经过袋式除尘器后，粉尘排放浓度可小于 $30\text{mg}/\text{m}^3$ 。

该技术适用于烧毛废气处理。

3.3.2 静电处理技术

静电处理技术利用静电场使油烟颗粒带电，在电场力作用下向收尘极板移动而从气流中分离处理，从而达到净化烟气的目的。静电式除尘器的净化效率高，集油极上收集的油可收集后作为燃烧油使用。热定型机排放油烟宜采用三、四电场卧式静电除尘器，不宜采用竖筒式静电除尘器。对于温度达 $180\text{-}230^\circ\text{C}$ 的油烟需经冷却处理后，再进入静电除尘器。

该技术适用于热定型机废气处理。

3.3.3 水喷淋处理技术

水喷淋处理技术为定型机产生的高温废气进入废气净化器，在导流区经缓流、均流、扩散后进入喷淋区，烟气在喷淋区与高压水雾紊流接触，废气中的有害气体、纤维、尘、油污被水雾捕集后经净化器底部排水口流入油水分离水箱中。经喷淋净化、降温后的气体进入脱水区，脱水后的洁净气体由净化器顶部排风管排入大气。

该技术具有无需加装引风机，充分利用原有排风机的富余风压，不增加电能损耗；有效保护定型机风管，消除火灾隐患（净化系统运行后兼有灭火功能）；烟气充分降温，有效回收废油产生经济效益等优点。

该技术适用于热定型机废气处理。

3.3.4 焚烧技术

焚烧技术指燃烧含有机污染物废气，有机污染物经燃烧后转化成为 CO_2 和 H_2O ，纤维颗粒物经燃烧转化为 CO_2 ，实现污染物彻底去除，且燃烧过程释放出的反应热，可回收利用。

该技术将彻底解决静电除尘器集油板油污难清除的问题，而且还避免热交换器产生污垢热阻的难题。

该技术适用于高浓度 VOCs 热定型机废气处理。

3.3.5 等离子体技术

任何物质由原子组成，有原子核和电子，又细分为离子，它们按一定规律形成物质，当在一定特殊条件下，如高温、放电等就会引起离子散开，这个过程称为“电离”。电离过后，这些离子形成一团由游离离子组成的离子团，其正离子与负离子数相等，称等离子。该离子轰击有机污染物可使其分解成小分子，甚至成为无害化的 CO_2 和 H_2O 。

该技术处理含有机污染物废气净化效率高、运行稳定。

该技术适用于热定型机废气的处理。

3.3.6 催化燃烧法

催化燃烧技术是以催化燃烧代替传统的火焰燃烧，降低燃烧温度，提高了能量利用率，且催化燃烧，促进无焰燃烧，产生的热流体温度适中。催化剂的选择是该技术的关键，目前应用较多的催化剂为 Pd、Pt、Rh、Au 等。

该技术适用于热定型机废气的处理。

3.3.7 印花工段“三苯”废气控制技术

在印花工段，在配料、制版、印花过程中会挥发大量溶剂—以苯、甲苯、二甲苯为主，又称“三苯”。采用电脑配料、管道运输、密闭存放的自动化操作，避免“三苯”溶剂挥发。在制版、印花工作台处安装集气罩，收集废弃后进入吸附塔等净化设备，使用比表面积大的材料作为吸附剂，吸附饱和后，通过水蒸汽蒸馏回收“三苯”溶剂。

3.3.7 臭氧氧化技术

臭氧的分子式为 O_3 ，是一种强氧化剂，高浓度臭氧可以分解有机污染气体，成为处理甲醛、苯、甲苯、二甲苯等较为实用的技术。臭氧由臭氧发生器产生。

该技术中所用臭氧具有强氧化性和腐蚀性，当浓度偏高时，属有害气体，应注意避免臭氧浓度过高引起的毒性效应。

该技术可操作性强，净化效率高，处理后的气体能达到排放标准。

3.4 固体废物综合利用及处理处置技术

纺织染整生产使用的染料、助剂以及油类等原料的包装或者包装桶，属于危险废物，按危险废物处置规定交由有资质的处理单位处置，或由染化料生产厂家回收。

纺织染整生产过程中产生的边角布料、废次布、废绒毛等可收集后，可由专业布料回收企业加工生产低档纺织品，或随生活垃圾填埋或焚烧。

纺织染整废水处理污泥按照国家危险废物标准鉴别，属于危险废物的污泥按危险废物处置，非危险废物的污泥经脱水、消化、干化堆肥处理后填埋、焚烧、土地利用或制造建材。

3.4.1 填埋技术

填埋技术分为单独填埋和混合填埋，污水处理污泥经脱水后含水率达填埋要求后方可填埋，污泥含水率不符合填埋要求的须加入填充剂达到填埋要求。填埋采用卫生填埋方法。

该技术适用于热值较低的固体废物处置。

3.4.2 焚烧技术

对于热值较高的固体废物，可直接焚烧回收热能。对于含水率较高的污水处理污泥，经脱水、干化处理，含水率达规定后焚烧。

焚烧技术处理速度快，占地面积小，设备复杂，建设及运行费用高。

该技术适用于热值较高的固体废物处置。

3.4.3 建筑材料利用

污泥经脱水等处理后用于制砖、陶粒、水泥、混凝土填料等。污泥中污染物指标须符合建筑材料相关标准。

该技术适用于属一般废物的污水处理污泥的处置。

3.5 生产工艺新技术

3.5.1 前处理新技术

为解决纺织染整加工过程所产生的水污染问题，无水或非水染整加工工艺一直倍受行业关注。近年来，采用等离子体技术或其他离子溅射技术、激光技术、超声波技术和紫外线辐射技术去除织物表面的杂质已有很大进展。使用等离子体技术去除织物表面杂质，不仅有效减少水污染物排放，而且还可在纤维表面引入一些有利于染色、印花和整理的官能团，是应用前景广泛的前处理技术。

3.5.2 染色新技术

非水或无水染色是清洁染色的重要工艺方法，是减少染色废水的一条重要途径。超临界二氧化碳流体染色技术应用于涤纶、锦纶、氨纶和醋酸纤维的染色实验取得良效果。气相或升华染色技术为在较高温度或真空条件下使染料升华成气相，并吸附和扩散到纤维中实现着色。目前气相或升华染色主要采用部分非离子型分散染料或易升华染料，染后不需水洗，无废水产生。液氨染色技术应用于天然纤维，尤其在纤维素纤维方面的试验取得突破，实现染

色丝光同步处理，染色效果良好。

3.5.3 印花新技术

传统印花工艺产生的污染物主要是印花糊料、树脂整理剂、涂料层、防水剂、防虫剂及其他助剂。糊料污染较为严重，目前一些新型糊料主要通过对天然高分子化合物进行改性和利用石油化工原料合成获得，新型糊料具有使用量少、易于回收和净化等优点。无火油或少火油的涂料印花糊料、新型环保涂料、环保型粘合剂、可生物降解的低温自交联粘合剂已经研发出，并逐步推广应用。工艺简单、无污水或少污水的涂料印花应用日趋广泛，数码静电照相印花等绿色印花技术也在推广应用。

3.6 污染防治新技术

纺织染整废水的高级氧化脱色技术(如均相光催化氧化脱色技术、光催化氧化处理技术、无极紫外光催化氧化+吸附催化氧化工艺技术、臭氧氧化技术等)、强化絮凝技术、膜分离技术(包括反渗透膜、纳滤膜、超滤膜、微滤膜及陶瓷膜技术)、生物/膜复合深度处理及回用技术、染浴的纳滤膜技术、臭氧脱色及盐回收处理技术、高效生物处理技术(如复合生物酶处理技术、生物活性炭池或曝气生物滤池)、染整废水中污泥的高效脱水及焚烧技术等。纺织染整废水经深度处理达到染整质量要求后可回用于染整加工,可根据染整加工工序的不同要求加以使用,大幅降低新鲜水使用量和废水排放量。

4 纺织染整行业污染防治可行技术

4.1 纺织染整工业污染防治可行技术概述

按整体性原则，从纺织染整工艺前处理、染色/印花和后整理生产过程进行污染预防，末端对产生污染物进行处理及资源化利用。依据生产工序的产污节点和技术经济适宜性，确定可行技术组合。

纺织染整工艺排水宜清浊分流、分质处理、分质回用。

纺织染整工业污染防治可行技术组合见图2。

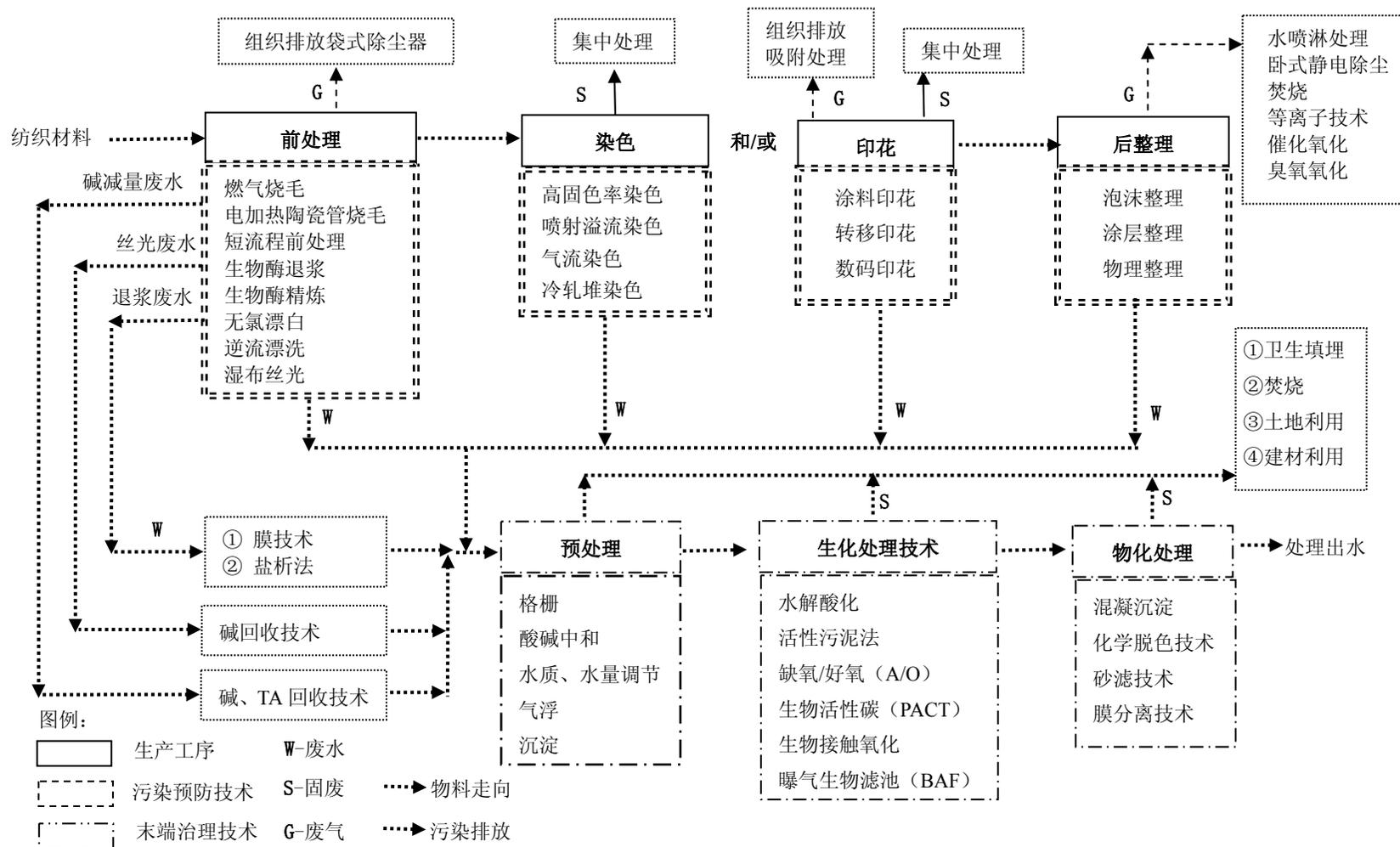


图 2 纺织染整工业污染防治可行技术组合

4.2 纺织染整工业过程污染预防可行技术概述

纺织染整工艺生产过程污染预防可行技术如表2所示。

表 2 纺织染整工艺过程污染预防可行技术

| 工序 | 可行技术 | 技术特点 | 技术适用性 | |
|---------|----------------------|---|-------------------------------------|------------------|
| 前处理工段 | 燃气烧毛技术 | 热效率高, 烧毛质量好, 易清理维护, 能耗低, 对环境污染少 | 各类织物的烧毛处理 | |
| | 电加热陶瓷管烧毛技术 | 程序可控性高, 加热速度快、能耗低, 无污染 | 各类织物的烧毛处理 | |
| | 短流程前处理技术 | 汽蒸一步法 | 温度高、用水量少 | 化纤及其混纺织物染整前处理 |
| | | 冷堆一步法 | 温度低、水洗方便、用水量少 | 棉及棉型织物染整前处理 |
| | | “退浆+碱氧一浴”两步法 | 用水量少、过氧化氢易分解 | 纯棉厚织物染整前处理 |
| | | “退浆、煮练一浴+漂白”两步法 | 用水量少、工艺简单 | 棉及棉型织物、化纤织物染整前处理 |
| | 生物酶退浆技术 | 织物手感好, 简化工艺流程, 减少污水排放, 且污水可生化性较好 | 纯淀粉浆料或以淀粉浆为主的、PVA 含量较低的浆料上浆的织物退浆处理 | |
| | 生物酶精炼技术 | 不损伤纤维强力, 织物失重少, 可赋予纤维柔软的手感和良好的润湿性能, 提高可纺性和染色均匀性 | 棉麻类针织物、机织物的染色前处理, 可用于多色纤维的混纺产品 | |
| | 无氯漂白技术 | 不产生 AOX | 棉型织物的漂白处理 | |
| | 逆流漂洗技术 | 可节水 40%~60% | 各类织物的连续漂洗 | |
| 湿布丝光技术 | 丝光效果好, 丝光前不需烘干, 节能环保 | 各类织物的丝光处理 | | |
| 染色/印花工段 | 高固色率染色 | 染料利用率高, 助剂使用量减少, 减少进入废水中的染化料量 | 各类织物染色加工 | |
| | 喷射溢流染色 | 浴比可调适中, 可提高布速和降低用水量 | 各类织物染色加工 | |
| | 气流染色 | 浴比小, 染液循环频率高, 可提高温度控制精度, 减少蒸汽用量 | 棉、棉型织物及化纤织物染色 | |
| | 冷轧堆染色 | 工艺流程短, 设备简单, 对环境污染小, 不需经烘干和汽蒸, 节能环保 | 对张力敏感及染不透织物的多品种、小批量的生产, 一般应用于活性染料染色 | |
| | 数码印花 | 节约墨水用量, 能够满足多品种、个性化生产, 印花过程无废水废液产生, 与传统印花技术相比, 耗水量、耗电量和染料使用量低 | 各类织物印花加工 | |
| | 涂料印花 | 工艺简单、印花后不需要水洗, 大幅降低用水量 | 各类织物印花加工及特殊印花加工 | |
| | 转移印花 | 流程短, 加工时间短, 能耗低 | 各类织物印花加工 | |
| 后整 | 泡沫整理技术 | 降低整理液的含水率, 节约染化料用量, 减 | 各类织物的整理 | |

| | | | |
|----|-----------|---|----------|
| 理 | | 少污染物和废水排放 | |
| | 涂层整理 | 涂层整理液不渗入织物内部, 节约染化料用量, 一般不需水洗, 污水排放量少 | 各类织物的整理 |
| | 物理整理 | 不使用化学药品, 无污染产生 | 各类织物的整理 |
| 其他 | 数字化生产工艺管理 | 可以节省染化料的用量, 改善工作环境, 降低工人劳动强度, 提高工作效率, 稳定生产工艺运行, 提高产品质量, 降低能耗。 | 各类染整加工工艺 |
| | 余热利用 | 节约能源 | 各类染整加工工艺 |

4.3 水污染治理可行技术

4.3.1 纺织染整综合废水处理技术

4.3.1.1 可行工艺流程



4.3.1.2 可行工艺参数

表 3 纺织染整综合废水可行处理工艺参数

| 工段 | 供选技术 | 技术参数 | 备注 |
|---------|--------|--|------------|
| 格栅 | / | 粗、细格栅各一道, 粗格栅栅条间隙宜为 16~25mm, 细格栅栅条间隙宜为 1.5~10mm。 | —— |
| 中和 | / | 可单独设置或在调节池中进行, 中和水力停留时间宜为 20~30min, 设置搅拌装置。 | —— |
| 水质、水量调节 | / | 水力停留时间宜为 6~12h, 可设置混合搅拌装置。采用空气搅拌时, 每 100m ³ 有效池容的气量宜按 1.0~1.5m ³ /min 设计; 采用液下搅拌器时, 设计流速宜采用 1.25~0.35m/s。 | —— |
| 气浮 | | 水力停留时间约 20~30min, 药剂宜选择硫酸铁、聚合氯化铝等, 药剂投加量一般为 50~100mg/L, 实际加药量需根据水质情况实验确定, 水质 pH 值宜为 7~9 左右。 | 选用 |
| 水解酸化 | / | 容积负荷宜按 0.7~1.5kgCOD _{Cr} / (m ³ ·d), 丝、毛、针织染整废水停留时间不少于 8h, 机织、涤纶染色废水不小于 12h, 上升流速宜为 0.5~2m/h。 | |
| 好氧 | 活性污泥法 | 停留时间宜为 8~24h, 污泥浓度宜为 2~4g/L, 污泥回流比宜为 50%~100%, 污泥负荷宜为 0.10~0.25kgBOD ₅ / (kgMLSS·d), 溶解氧浓度宜≥2mg/L。 | 选用 |
| | A/O 池 | A 池 HRT 宜为 2~4h, O 池 HRT 宜为 8~24h, 污泥浓度宜为 2.0~4.5kgMLSS/d, 污泥回流比宜为 50%~100%, 污泥负荷宜为 0.05~0.15kg BOD ₅ / (kgMLSS·d), 溶解氧浓度宜≥2mg/L。 | 废水中氮含量高时使用 |
| | 生物接触氧化 | 停留时间宜为 2~6h, 填料容积负荷宜为 0.4~0.8kg BOD ₅ / (m ³ 填料·d), 填料填充率宜为 50%~80%, 溶解氧浓度宜≥2mg/L。 | 选用 |
| | PACT | 活性炭使用量为 25~200 mg/L, COD 容积负荷: 0.008~1.5 kg COD/m ³ ·d; 污泥浓度一般 4~6 g/L; 气水比宜为 15:1~ | 选用 |

| | | | |
|------|------|--|-------|
| | | 30:1。 | |
| | BAF | 水力负荷宜为 1.5~3.5 m ³ / (m ² /h), 气水比宜为 2:1, 反洗空气强度宜为 12~25L/ (m ² .s), 反洗水强度宜为 8~16L/ (m ² .s) | 选用 |
| 物化处理 | 混凝沉淀 | 宜选用铝盐类混凝剂, 加药量宜为 50~250 mg/L, 混凝反应时间宜为 15~30 min, 沉淀时间宜为 2~4.5h。 | 选用 |
| | 化学脱色 | 常用的脱色剂有次氯酸钠或合成的化学脱色剂等, 宜首选不含氯脱色剂。 | 选用 |
| 深度处理 | 砂滤 | 滤速根据水质确定, 滤速 4~10 m/h。 | 选用 |
| | 膜技术 | 超滤与纳滤或反渗透联合使用, 超滤膜过滤膜通量为 30~40 L/m ² .h, 纳滤或反渗透脱盐处理单元水回收率 60 - 75% | 回用时选用 |

4.3.1.3 污染物消减及排放

达标处理组合工艺处理出水 COD 小于 80mg/L, BOD₅ 小于 20mg/L, SS 小于 50mg/L, 色度小于 50 倍。深度处理组合工艺处理出水 COD 小于 60mg/L, BOD₅ 小于 15mg/L, SS 小于 20mg/L, 色度小于 30 倍。

4.3.1.4 二次污染及其防治

主要的二次污染物为物化处理污泥和生物处理剩余污泥。将污泥浓缩脱水后根据污泥特性进行处理: 热值高的污泥可经干化后与燃煤按一定比例混合焚烧; 热值低的污泥可交由有污泥处理资质的企业处理, 一般为填埋或资源化处理, 如制肥、制砖等。

4.3.1.5 技术经济适用性

该技术适用于纺织染整企业或工业园区的纺织染整生产综合废水的处理。

4.3.2 退浆废水预处理可行技术

4.3.2.1 超滤浆料回收技术

4.3.2.1.1 工艺流程



4.3.2.1.2 可行工艺参数

采用超滤技术将退浆废水浓度浓缩至 12%以上, 实现浆料的回收和再利用。回收浆料可回用于上浆工艺或用于胶类制品制造。超滤透过液可回用于退浆工艺。

4.3.2.1.3 污染物消减及排放

退浆废水超滤处理对 PVA 浆料的回收率达 95%以上，COD 去除率达 80%以上。

4.3.2.1.4 二次污染及其防治

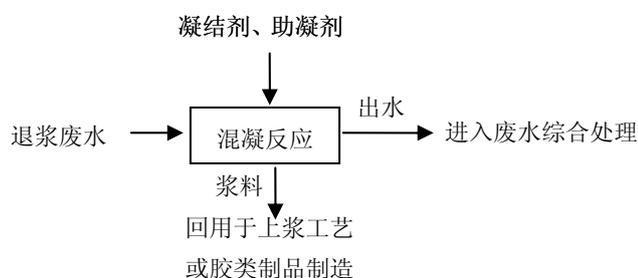
主要的二次污染物为膜清洗废液，废液排入废水综合处理系统。

4.3.2.1.5 技术经济适用性

超滤技术适用于 PVA 退浆废水的浆料回收。

4.3.2.2 盐析法浆料回收技术

4.3.2.2.1 可行工艺流程



4.3.2.2.2 可行工艺参数

硫酸钠 8.0g/L, 硼砂 1.20g/L, 聚合氯化铝 1.0 g/L。对纯 PVA 浆料的回收率达 90%以上，实现浆料的回收和再利用。回收浆料可回用于上浆工艺或用于胶类制品制造。

4.3.2.1.3 污染物消减及排放

退浆废水超滤处理对 PVA 浆料的回收率达 95%以上，对 COD 的去除率达 80%以上。

4.3.2.2.4 二次污染及其防治

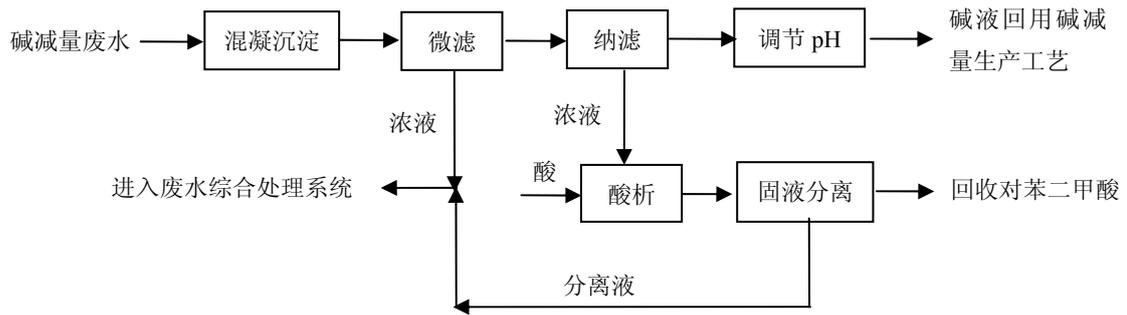
处理出水含盐量较高。

4.3.2.2.5 技术经济适用性

该技术适用于 PVA 退浆废水的浆料回收。

4.3.3 碱减量废水预处理可行技术

4.3.3.1 可行工艺流程



4.3.3.2 可行工艺参数

酸析过程投加硫酸、盐酸、硝酸等无机酸调节 pH 值至 3~4，最终可获得纯度大于 98% 的对苯二甲酸。

4.3.3.3 污染物消减及排放

碱减量废水经碱和对苯二甲酸回收预处理后，可大幅降低碱液排放量，减少后续处理耗酸量，去除废水中 70~90% 的 COD，大幅降低后续处理系统负荷，提高废水可生化性。酸析分离液回用于综合废水处理系统调节 pH 值。

4.3.3.4 二次污染及其防治

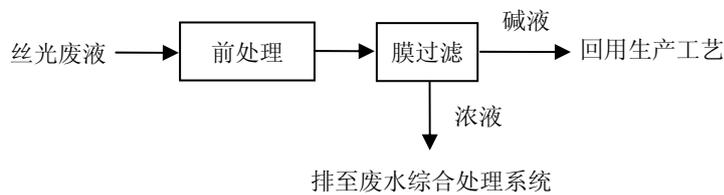
该技术无二次污染。

4.3.3.5 技术经济适用性

该技术适用于涤纶碱减量废水预处理。

4.3.4 丝光碱回收预处理可行技术

4.3.4.1 可行工艺流程



4.3.4.2 可行工艺参数

酸析过程投加硫酸、盐酸、硝酸等无机酸调节 pH 至 3~4，最终可获得纯度大于 98% 的对苯二甲酸。

4.3.4.3 污染物消减及排放

丝光废水经碱回收预处理后，可大幅降低碱液排放量，减少后续处理耗酸量，回收碱液

回用于丝光加工工序，实现资源节约。

4.3.4.4 二次污染及其防治

该技术无二次污染。

4.3.4.5 技术经济适用性

该技术适用于丝光废水预处理。

4.4 大气污染治理可行技术

纺织染整企业废气主要包括烧毛废气、热定型废气等，废气污染治理可行技术如表 4 所示。

表 4 废气治理可行技术

| 废气来源 | 处理技术 | 处理效果 | 适用性 |
|----------|--------|----------|-------|
| 烧毛废气 | 袋式除尘器 | 净化效率>98% | |
| 热定型机废气 | 水喷淋处理 | 单级处理不能达标 | 第一级处理 |
| | 静电除尘 | 多级电场可以达标 | 低浓度油烟 |
| | 焚烧法 | 处理后可达标排放 | 高浓度油烟 |
| | 等离子体技术 | 处理后可达标排放 | 低浓度油烟 |
| | 催化燃烧法 | 处理后可达标排放 | 低浓度油烟 |
| | 臭氧氧化法 | 处理后可达标排放 | 低浓度油烟 |
| 印花“三苯”废气 | 吸附法 | 处理后可达标排放 | 高浓度废气 |

4.5 固体废物综合利用及处理处置可行技术

根据纺织染整企业固体废物类型、特点，分类处理处置。纺织染整企业固体废物综合利用及处理处置可行技术如表 5 所示。

表 5 固体废物综合利用及处理处置可行技术

| 固废类型 | 方法 | 适用性 |
|-------|----------------------------|--------|
| 污泥 | 干化后与燃煤按一定比例混合焚烧 | 热值高的污泥 |
| | 交由有资质的单位最终处置，如填埋、土地利用、制建材等 | 所有污泥 |
| 废次布料 | 收集后资源化利用 | 各类染整企业 |
| 染料包装袋 | 收集后交由有资质的单位处理或厂家回收 | 各类染整企业 |

5 技术应用中的注意事项

- (1) 加强环境培训，深入落实节能、节水的环境意识，工作中严格落实节能减排措施；
- (2) 提高运行装备水平，采用高效节能工艺技术；
- (3) 选用绿色环保染化料助剂，严格做好纺织染化料助剂的选用、采购、存储、使用和废弃的全流程管控，杜绝不必要的使用，最大限度避免化学品排入环境；
- (4) 实施精细化管理，精确计量生产工艺的能源消耗与污染物排放，不断挖潜降低污染物排放；

(5) 做好余热利用、染液回收、碱液回收、冷凝水回收和污水回用等工作，提高能源资源循环利用率。

(6) 重视全厂节水管理，加强各类废水的处理与回用，根据用水水质要求实现废水梯级利用，尽量减少污水直排；

(7) 设计雨污分流系统、清浊分流系统，生产区和污水治理区初期雨水进行收集并治理；

(8) 废水管线和处理设施防渗，防止有害污染物进入地下水；

(9) 制定环境监测计划，对污水处理站进出口水质定期进行监测，监测频率每天不得少于1次，监测因子应至少包括水量、pH值、COD、TN、TP、氨氮、色度等指标。

(10) 对固体废物处置场的渗滤液及其处理后的排放水、地下水、大气进行常规监测；

(11) 固体废物处置场使用单位建立日常检查维护制度；

(12) 各类固体废物需分开堆存，暂存场都必须完成地面硬化，防止固体废物污染土壤，要加盖雨篷和围墙，防止雨水冲刷，确保污染物不扩散；

(13) 厂内废物暂存场应按照有关要求建设，并在场外设置标识。废物外运加强管理，避免车辆洒漏。危险固废转运采用封闭车辆，以防止沿途遗撒。

(14) 采用袋式除尘器或电除尘器时，应有防止烟气结露的可靠措施，如采取外保温措施，必要时可采取蒸气保温或电加热保温。烟囱入口烟气的温度、压力、流量、含尘量、二氧化硫浓度应进行不定期检测或在线连续检测；

(15) 除尘系统在负压下操作，以避免有害气体的溢出；

(16) 排灰设备应密闭良好，防止二次污染的发生。

(17) 对于污水处理中使用的风机和水泵等附属设备，采用低噪音设备，控制噪声源强。

(18) 定期检查隔声罩密封性、隔声装置、减震器的隔音效果。

(19) 厂房和车间可采取吸声、消声材料，例如车间内部墙面、地面及顶棚采用涂布吸声涂料，吊装吸声板等消声措施；墙体、门窗可采用隔音效果较好的建筑材料；减少窗、门面积，降低车间厂房内的噪声对外部的影响。