

# 工业和信息化部 环境保护部关于印发《水污染防治重点行业清洁生产技术推行方案》的通知

工信部联节〔2016〕275号

各省、自治区、直辖市及计划单列市、新疆生产建设兵团工业和信息化主管部门、环境保护厅（局），有关中央企业，有关行业协会：

为贯彻落实《中国制造2025》（国发〔2015〕28号）和《水污染防治行动计划》（国发〔2015〕17号），推进造纸、印染等11个重点行业实施清洁生产技术改造，降低工业新增用水量，提高水重复利用率，减少水污染物产生，严格控制并削减行业水污染物排放总量，推动全面达标排放，促进水环境质量持续改善，我们组织编制了《水污染防治重点行业清洁生产技术推行方案》（以下简称《方案》）。现将《方案》印发你们，并就落实工作提出如下要求：

一、加快实施清洁生产技术改造。企业要充分发挥清洁生产技术应用主体作用，积极采用先进适用技术实施清洁生产技术改造，提升企业技术水平和核心竞争力，从源头预防和减少污染物产生，促进水污染防治目标的实现。中央企业集团要积极组织所属企业采用先进适用清洁生产技术实施改造并提供资金支持。

二、做好技术支持和信息咨询服务。有关行业协会、科研院所和环境综合服务机构，要充分发挥自身优势，做好技术引导、技术支持、技术服务和信息咨询、交流研讨等工作，帮助企业实施清洁生产技术改造，提高先进适用技术应用普及率。

三、加强政策引导支持力度。各级工业和信息化主管部门应充分利用清洁生产、技术改造、工业转型升级专项资金和专项建设基金、绿色信贷等资金渠道，支持企业实施《方案》中的清洁生产技术改造，对符合条件的项目优先给予支持。各级环境保护主管部门在安排水污染防治相关资金时，可考虑将在满足达标排放基础上实施《方案》中的清洁生产技术改造并能有效削减主要污染物或当地超标污染物排放量的项目列入支持范围。

附件：[水污染防治重点行业清洁生产技术推行方案](#)

工业和信息化部 环境保护部

2016年8月18日

（联系电话：010-68205359）

## 水污染防治重点行业清洁生产技术推行方案

造纸、食品加工、制革、纺织、有色金属、氮肥、农药、焦化、电镀、化学原料药和染料颜料制造等行业水污染物排放量约占全部工业的 50%，是工业水污染防治的重点领域。通过在水污染防治重点行业推广采用先进适用清洁生产技术，实施清洁生产技术改造，从源头减少废水、化学需氧量（COD）、氨氮、含铬污泥（含水量 80-90%）等污染物的产生和排放。

### 一、造纸行业

序号	技术名称	适用范围	技术主要内容	解决的主要问题	应用前景分析
1	本色麦草浆清洁制浆技术	制浆造纸企业（麦草浆）	麦草经切断、筛选除尘后进入蒸煮器，在高温环境中与蒸煮化学药品发生化学反应，绝大多数木素及部分半纤维素被溶出，分离出的纤维素（含少量未溶出的半纤维素）经后续的机械疏解、氧脱木素、洗涤、筛选净化过程得到纸浆用于纸张的生产。溶出的木素及部分半纤维素被作为废液进入资源化处理系统。	(1) 降低纤维原料消耗 10%； (2) 提高除尘效果 10%； (3) 减少化学药品消耗 5%； (4) 降低蒸汽消耗 20%； (5) 节约清水用量 50%； (6) 提高黑液提取率，黑液提取率>90%； (7) 降低生产成本，实现废液资源化利用 (8) 不产生有机卤化物（AOX）和二噁英。	该技术应用于 10 万吨麦草浆生产线后，年可实现节约麦草原料 7 万吨，节约清水 305 万吨，减少进入中段水的 COD 产生量 9423 吨，消除 AOX 的产生，节约用电 650 万度，节约用汽 10 万吨，节能总量折合标煤约 10511 吨，大大降低了单位产品的能耗，清洁生产效果显著。 该技术目前在行业中的普及率为 10%，潜在普及率为 50%，按照年麦草浆 330 万吨的产量计算，每年可节约清水 4026 万吨，减少进入中段水的 COD 产生量 12.4 万吨。
2	置换蒸煮工艺	制浆造纸企业（化学浆）	置换蒸煮系统包括预浸装料、初级蒸煮、中级蒸煮、升温/保温、置换回收、冷喷放等工艺步骤。通过对常规立锅间歇蒸	(1) 消除废气喷放对空气的污染； (2) 进入漂白工段的木素含量减少，漂白废水 AOX 排放量减少 20%； (3) 节省蒸汽消耗，蒸汽消耗量	该技术可以应用于常规立锅间歇蒸煮的技术改造，通过该技术的实施可以明显减少蒸汽消耗和减少 AOX 污染物排放，具有明显的环境效益和经济效益。该技术主要适用于中小型企业。

			煮进行技术改造后实施该技术,可以得到强度高、卡帕值波动小的浆料,同时浆料质量均匀,有利于减少后续漂白过程化学药品用量,降低中段水污染负荷。	减少至 0.55-0.75 吨/吨浆。	该技术目前在行业中的普及率为 20%,潜在普及率为 60%,按照 1000 万吨的化学浆生产规模计算,每年可降低漂白废水 AOX 产生量约 2000 吨,节约蒸汽 400 万。
3	氧脱木素技术	制浆造纸企业 (非木浆)	<p>氧脱木素是蒸煮脱除木素过程的延伸,蒸煮所得到的纸浆经过筛选、洗涤之后,进入氧脱木素系统。</p> <p>滤液直接逆流进入碱回收,降低水耗和化学药品的消耗。主要设备有氧反应塔、刮料器、混合器与加热器。</p> <p>氧脱木素系统一般包括中浓浆泵、混合器、反应塔、喷放塔和洗浆机等。</p> <p>对木浆和竹浆,适当提高蒸煮之后纸浆的硬度,然后通过氧脱木素降低浆的硬度,可获得较高的得率。</p>	<p>(1) 提高木素脱除率;</p> <p>(2) 降低纸浆卡伯值 40% ~ 50%, 以满足现代环保型无元素氯漂白 (ECF) 或全无氯气漂白 (TCF) 的要求;</p> <p>(3) 提高制浆得率,降低原料成本;</p> <p>(4) 降低漂白污减少漂白废水中 AOX 产生量 50% ~ 60%;</p> <p>(5) 节约漂白化学品消耗 40% ~ 50%, 减轻漂白废水污染负荷, COD 排放量降低 40%。</p>	该技术目前在行业中的普及率为 15%-20%,潜在普及率为 60%,按照 800 万吨的非木材化学浆生产规模计算,每年可削减 AOX 产生量约 4160 吨,降低 COD 产生量约 12.8 万吨。
4	无元素氯漂白技术	制浆造纸企业 (非木浆)	<p>本技术采用二氧化氯 (ClO<sub>2</sub>) 在中浓度 (10% -16%) 条件下对纸浆进行漂白,取代氯气和次氯酸盐漂白。</p> <p>ClO<sub>2</sub> 不含分子氯,漂白废水的 AOX 比有氯漂白大大降低,而且 ClO<sub>2</sub> 在破坏木素但不显著降解纤维素或半纤维素方面有很高的选择性。</p> <p>增加 ClO<sub>2</sub> 发生器、提升改造漂白主要工艺设备,对漂后洗浆设施进行防腐改造等。减轻漂白废水的污染负荷,改造后可不再新增二噁英的排放,减少化学品的消耗。</p>	<p>(1) 取消元素氯漂白;</p> <p>(2) 降低漂白废水的污染负荷,减少漂白废水中 50% 的 COD 和 80% AOX 产生量;</p> <p>(3) 在提高纸浆白度的同时,改善漂白浆的强度;</p> <p>(4) 降低用水量,减少漂白废水 40%。</p>	<p>以 ClO<sub>2</sub> 部分或全部代替 Cl<sub>2</sub> 漂白可以明显降低废水中 AOX 的产生量,还可以减少废水及其 COD 的产生量。</p> <p>该技术目前在行业中的普及率为 20%-30%,潜在普及率为 50%-60%,按照 800 万吨的非木材化学浆生产规模计算,每年可减少废水排放量 5760 万吨,削减漂白过程 AOX 产生量约 4800 吨,减少 COD 产生量 12 万吨。</p>

5	镁碱漂白浆化机生产关键技术	制浆造纸企业 (漂白化机浆)	<p>对国外先进、成熟化机浆生产技术再创新,使之适应我国化机浆应用需求和生产线特点,利用镁碱(或直接利用氢氧化镁)部分替代烧碱和硅酸钠,用于各类漂白化机浆生产,在基本不影响成浆质量指标条件下,镁碱替代率达到30%-50%。</p>	<p>(1)降低 COD 产生量,吨浆 COD 产生量降低30%-50%;  (2)减少悬浮物(SS)产生量,吨浆 SS 产生量下降15%以上;  (3)提高制浆得率,吨浆节约木质资源约210-300 m<sup>3</sup>;  (4)有效缓解高浓磨、螺旋压榨等设备结垢问题;  (5)解决碱回收法化机浆废液处理硅干扰问题。</p>	<p>使用镁碱代替烧碱和硅酸钠用于各类漂白化机浆生产,可以提高漂后纸浆的得率,降低漂白水中的 COD 负荷,同时还可以减少漂白化学品用量,降低生产成本,提高企业经济效益。</p> <p>该技术目前已完成工业化生产实验,技术可行性与技术经济指标得到初步论证,潜在普及率为50%-60%,按照400万吨的化机浆生产规模计算,每年可减少 COD 产生量约20万吨以上,减少 SS 产生量4万吨以上,节约烧碱用量60万吨以上,降低生产成本总计1.6亿元。</p>
6	白水循环综合利用技术	制浆造纸企业 (造纸机)	<p>将造纸机排出的白水直接地或者经过白水回收设备回收其中的固体物料后再返回造纸机系统加以利用。</p> <p>该技术包括合理的生产工艺、合适的设备、智能化的 DCS 模拟控制系统和生产系统的节能优化方案几部分组成。</p> <p>根据不同浆料、不同填料、抄速、纸机幅宽和所产品种等多因素,综合考虑,协同利用,达到白水的高效利用。利用纸机白水代替清水,减低清水使用和能量消耗。</p>	<p>(1)提高白水循环利用水平,降低造纸用水量10%~40%,吨纸水耗可以控制在小于10吨;  (2)纤维填料留着率提高至95%以上;  (3)纤维与填料节省10~50%。</p>	<p>该技术目前在行业中的普及率为20%左右,潜在普及率为50%-60%,按照10470万吨的纸和纸板产量计算,每年可节约清水用量6282万吨。</p>

## 二、食品加工行业

序号	技术名称	适用范围	技术主要内容	解决的主要问题	应用前景分析
1	白酒机械化改造技术	酿酒行业（白酒酿造企业）	<p>整个流程利用机械化酿酒工艺代替传统的由人工作坊式生产工艺,实现全机械化的流水线生产模式,利用自动化控制技术对物料从泡粮、输送、蒸煮、摊凉、加曲、糖化、冷却、发酵、蒸酒整个酿造过程的信息化标准控制,提高工作效率,实现白酒质和量的稳定。</p>	<p>(1)降低粮耗 10%;                      (2)节约人力成本 75%;                      (3)提高出酒率 4%;                      (4)有害成分高级醇类物质降低 33%;                      (5)吨酒煤耗降低 33%;                      (6)吨酒污水排放量减少 44%。</p>	<p>以年产 6 万吨小曲原酒厂为例,实施该技术后年均可节约原煤 2.2 万吨,减少污水排放 48.5 万吨。                      该技术的潜在普及率为 30%,以年产 1223 万 KL 白酒计算,则每年可节约原煤 135 万吨,减少污水排放 2966 万吨。</p>
2	黄酒清洁化生产工艺	酿酒行业（黄酒酿造企业）	<p>在保持传统酿造工艺技术基础上,采用标准化仓储技术代替散装（简易袋子包装）、蒸饭机的余热回用、生曲及熟曲的自动化连续生产替代间歇生产、发酵单罐冷却、密闭式自动化压滤机、自动化洗坛灌酒装备、中水回用及沼气产汽等清洁生产技术,深度应用于粮食原料处理、蒸饭、制曲、发酵、压榨、煎酒等酿造生产线关键环节,来推动生产装备的技术创新和生产过程的资源节约,实现黄酒传统制造向现代先进清洁制造的改造提升。</p>	<p>(1)提高曲质量 60%;                      (2)节约小麦用量 30%;                      (3)提高出酒率 0.5%;                      (4)吨酒标煤耗降低 6.3%;                      (5)吨酒用水节约 70%;</p>	<p>以年产 4 万千升（KL）黄酒清洁生产示范项目为例,实施该技术后年均可节省大米 158 吨,节省小麦 1187 吨,降低标煤消耗 130 吨,节约用水 23 万吨,减少 COD 排放量 89.60 吨。                      该技术目前在行业中的普及率为 3%,潜在普及率为 50%,以年产 140 万 KL 黄酒计算,则每年可节省大米 2686 吨,节省小麦 2 万吨,降低标煤消耗 2210 万吨,节约用水 391 万吨,减少 COD 排放量 1523 吨。</p>
3	高浓醪酒精发酵技术	酿酒行业（酒精发酵企业）	<p>通过提高拌料的料水比,减少料液糖化度,提高发酵过程中酵母细胞浓度,改造设备输送能力等,实现发酵醪酒份 15% 以上。</p>	<p>(1)减少拌料用水;                      (2)大幅减少冷却水;                      (3)减少蒸汽用量,进而减少冷凝水量;                      (4)大幅减少废水排放量。</p>	<p>以年产 15 万吨酒精生产线为例,年节约一次水量 69 万吨,节约蒸汽消耗近 8 万吨。                      该技术的潜在普及率为 50%,以年产 1000 万 KL 酒精计算,则每年可节约一次用水量 2266 万吨,节约蒸汽消耗 263 万吨。</p>
4	甜菜干法输送技术	甜菜制糖	<p>采用皮带输送机械将甜菜输送进入加工车间,取代现有耗</p>	<p>(1)消除湿法输送的水力冲卸和甜菜泵的输送过程对甜菜的冲击和损</p>	<p>对于一个年处理甜菜 50 万吨、产糖 6 万吨的工厂,年节水 79.45 万吨,产生经济效益 158.9</p>

			<p>水量大、废水泥砂含量高、COD浓度高的湿法输送技术。该技术采用特殊的甜菜储斗防止甜菜架桥及破损;采用异形滚轮式除土机减少洗菜水泥砂含量和流洗水用量,提高流洗水的循环利用率;采用格栅式或特殊螺带式出料装置将甜菜送至皮带输送机,解决出料堵塞和甜菜破损问题,同时采用一整套自动控制装置,对各甜菜储斗的料位、出料速度进行监控并根据生产要求适时调整,避免断料或超负荷。</p>	<p>伤,降低糖分损失约0.15%;</p> <p>(2)由于采用了除土装置,甜菜带土大大减少,提高了流洗水循环利用率,菜水比由湿法输送的1:7可降为1:5,节约新鲜水消耗30%;</p> <p>(3)降低甜菜破损程度,甜菜在水中停留时间短、带土量少,流送水中的COD浓度和悬浮物浓度低,最终COD减排可达20%。</p>	<p>万元;以糖分损失降低0.15%计,可多产糖750吨,可增加效益375万元,两项共产生经济效益533.9万元可减排COD244吨。</p> <p>全行业年加工甜菜0.1亿吨,产糖130万吨,在甜菜糖行业内潜在普及率为100%,按甜菜糖厂推广40%计,则全行业年节水635.6万吨,多产糖0.6万吨,共计产生经济效益0.427亿元;按照吨糖排COD20.33千克计算,通过甜菜干法输送技术,可减排COD0.21万吨。</p>
5	色谱分离技术在淀粉糖生产过程中的应用	淀粉糖行业	<p>(1)开发淀粉糖绿色清洁分离工程化技术,设计并制造适用于多组分分离色谱系统,实现多种组分的同分离,可同时分离提纯结晶葡萄糖母液中葡萄糖、低聚糖和果糖,将结晶葡萄糖的收率由85%提高至98%,原料利用率达99%以上。</p> <p>(2)对模拟移动床所用树脂进行优化选择,并对模拟移动床的树脂处理量、色谱进料浓度与温度、料水比和循环量等运行参数进一步优化了,使提取液达到技术指标要求。</p>	<p>实现淀粉糖生产过程中废母液中残存的有效成分的进一步分离提纯和高效利用,为淀粉糖母液的综合利用开辟一条新途径。</p>	<p>该技术实施后淀粉糖吨产品COD产生量减少约20%。全行业推广(按80%计算)后每年可减少COD产生约6万吨。</p>
6	连续离交技术在淀粉糖精制过程中的应用示范	淀粉糖行业	<p>(1)对连续离交系统结构进行优化和操作控制,将离交柱串联或并联连接,树脂柱之间没有死角,可以充分发挥树脂的效能,在完成同样生产能力的情况下,可以显著的减少树脂的用量。</p> <p>(2)对连续离交技术应用</p>	<p>连续离交(ISEP)技术可以有效解决传统离交存在的操作繁琐、树脂再生时间难以控制、树脂再生所需酸碱及冲洗水用量大、产生的废液量大、树脂易流失以及物料品质不稳定问题。</p>	<p>该技术的示范推广,可以显著减少树脂的用量和水、酸碱等化学品的消耗量,提高淀粉糖产品的收率、纯度和浓度。其中酸碱化学品消耗减少30%;洗涤水消耗减少50%。在全行业推广(按80%计算)后,可节省再生剂(氢氧化钠和盐酸)7.5万吨/年,减少污水排放约500万吨/年。</p>

			过程中进料物料温度、连续离交流速、连续离交再生液浓度等进行系统优化,以降低离交过程化学品和水的用量,并提高产品的收率、纯度和浓度。		
7	苏氨酸高效生产新技术与新工艺	苏氨酸等氨基酸行业	利用代谢工程技术结合诱变与高通量筛选技术定向选育出产酸和转化率高、副产物少以及遗传性状稳定的菌株。建立菌体分离再利用偶联苏氨酸提取工艺。在发酵稳定期进行连续的菌液分离,菌体循环利用,降低原料使用量及发酵周期,上清液用于后续产品提取。提取后母液通过浓缩后经喷浆造粒获得有机复合肥,实现了高氨氮废水的综合利用及零排放。	目前我国苏氨酸生产过程中存在物耗和能耗高、高氨氮污水排放量高等问题。采用本技术可使苏氨酸产酸和转化率分别提高到 150g/L 以上和 60% 以上,提取收率提高到 88% 以上,原料玉米消耗量降低 5%-8%,能耗降低 10%-15%, COD 产生量减少 15-20%,高氨氮废水零排放,实现清洁生产。	该技术实施后苏氨酸单位产品玉米消耗降低 5%-8%,能耗降低 10%-15%, COD 产生量减少 15-20%,高氨氮废水实现零排放。 以年产 5 万吨苏氨酸示范企业为例:每年节约玉米消耗 1.03 万吨,节约能耗折 0.75 万吨标准煤,减少 COD 产生量 0.7 万吨,减少高氨氮废水排放 50 万吨。全行业推广后(按 80% 计算)每年节约玉米消耗 28.84 万吨,节约能耗折 21 万吨,减少 COD 产生量约 20 万吨,减少高氨氮废水 1400 万吨。

### 三、制革行业

序号	技术名称	适用范围	技术主要内容	解决的主要问题	应用前景分析
1	制革准备与鞣制工段废液分段循环系统	制革厂	分别独立收集制革过程中产生的浸水、浸灰、复灰、脱灰软化、浸酸鞣制废液，针对各废液中可有效再使用物质（例如石灰、硫化物、酶类、铬等）的含量和特点，减少新鲜水生产时的化料使用比例，加入相应的制剂，直接代替新鲜水反复用于生产，不但解决了废液直接循环生产时皮革质量差、废液增稠的难题，而且提高了皮革质量，同时也避免了处理制革废水的复杂程序和昂贵代价。	节水减排：使制革业的主要污染工序，例如浸灰、鞣制工序等不再产生废水，节省制革废水治理的高昂投资，同时也解决了制革废液直接循环生产时烂面坏皮现象，克服了废液循环次数难持久的困难，大幅削减制革废水排放。	该技术可节约铬粉 20% 以上；酶类制剂可节约 50% 左右；食盐可节约 70% 左右。通过对主要加工工序废液的循环使用，废水产生量减少 30% 以上；COD 产生量降低 50% 以上；氨氮产生量降低 80% 以上。 目前的普及率约 6%，并逐年扩大普及率，十三五可推广的普及率预计 25%，每年废水产生量减少 960 万吨以上，COD 产生量减少 1240 吨以上、氨氮产生量减少 280 吨以上。
2	基于白湿皮的铬复鞣“逆转工艺”技术	制革厂	开发两性无铬鞣剂和两性复鞣染整助剂使无铬鞣制生产的白湿皮具有适当的等电点，对现有阴离子型复鞣染整材料具有良好的吸收和固定作用。白湿皮在复鞣染色加脂后再进行铬复鞣，仅使制革湿工序的最后一步产生含铬废水。	采用此种工艺可大幅减少制革行业铬污染。	减少含铬废水量 70%-80%，减少废水总铬产生量 60% 以上。该技术主要用于家具革、车用革的生产，预计“十三五”期间随着环保排放标准收严的趋势，将会得到大力推广。 目前还处于推广、改进阶段。十三五若推广的普及率达 30%，可实现减少含铬废水 180 万 m <sup>3</sup> /年，减少废水中总铬产生量 486 吨/年。
3	铬鞣废水处理与资源化利用技术	制革厂	将单独收集的铬鞣废水采用碱沉淀法处理，回收的铬泥经酸化、氧化处理、调整碱度，回用于皮革鞣制或复鞣，上清液用于浸酸、铬鞣。	(1) 降低含铬废水排放量 100%；(2) 减少铬用量 20%；(3) 节约盐用量 50%；(4) 减少铬危废处置费用；(5) 降低综合污水中氯离子含量 1000-1500mg/L。	该技术目前在行业的普及率为 2%，潜在普及率为 80% 以上，若推广至 50%（1 亿张），每年可减少含铬污泥产生量 8750 吨，节约铬粉用量 1.5 万吨，节约盐用量 4 万吨，减少铬危险品处置费用 2 亿元。

4	少硫保毛脱毛及少氨无氨脱灰软化集成技术	制革厂	<p>少硫保毛脱毛法采用少硫化物进行脱毛，通过控制不同化工材料对毛的作用条件，使脱毛剂主要作用于毛根而留下完整的毛，再通过循环过滤系统将毛回收利用，不是随废水排放，该工段废水中 COD 产生量降低 60-70%左右，硫化物约降低 50%-80%；在脱灰软化段采用无氨少氨脱灰和软化剂替代传统硫酸铵和氯化铵进行脱灰软化操作，工段内可降低废水氨氮产生量 80%左右。</p> <p>针对保毛脱毛，通过采用酶辅助低硫保毛脱毛技术在护毛前使用中 性蛋白酶松动表皮和毛根，可进一步降低硫化物的用量，硫化物减排效果更为突出，产生量可降低 80%左右，是一种易于推广应用的低硫保毛脱毛技术。</p>	有效降低废水 COD、硫化物及氨氮的产生量，减轻末端水污染处理压力。	<p>以年产 30 万张牛皮企业为例，采用该集成技术，COD 产生量减少 300 吨，硫化物产生量减少 15 吨，氨氮产生量减少 45 吨。</p> <p>该技术目前行业普及率为 15%，预计“十三五”普及率可达 30%，可减少 COD2 万吨，减少硫化物 1000 吨，氨氮减少 3000 吨。</p>
5	少铬高吸收鞣制技术	制革厂	主鞣采用高吸收铬鞣剂及改变鞣制条件等方法，提高铬与皮胶原的结合，铬的吸收率可由 60%-70% 提升至 90%左右，铬粉的使用量由 8%降低至 5%，从而有效降低铬鞣废液中的总铬产生量以及含铬污泥产生量。	通过提升铬的吸收率，降低鞣制废液中总铬产生量及含铬污泥产生量。	该技术目前行业普及率为 30%，预计“十三五”普及率可达 50%，总铬产生量可减少 2500 吨，铬泥产生量减少 2.5 万吨。
6	不浸酸高吸收铬鞣技术	制革厂	不浸酸高吸收铬鞣技术包括不浸酸铬鞣剂及不浸酸铬鞣技术和复鞣技术。该技术将完全避免鞣制过程中氯化钠等中性盐的使用，提高铬吸收率 30—40%，减少 40—50% 鞣后湿加工过程中铬的释放。在复鞣过程中使用不浸酸铬鞣剂，可以促进其他有机复鞣剂、加脂剂和染料吸收。	采用该技术可大幅减少制革行业中性盐和三价铬污染，大幅度降低废水中 COD 和悬浮物等污染。	<p>随着《制革及毛皮加工工业水污染物排放标准》(GB 30486-2013) 的实施，该技术在减少中性盐和三价铬污染方面具有较好的应用前景。</p> <p>若在“十三五”期间该技术在制革工艺中的采用率达到 15% 可实现每年可以减少鞣制过程中中性盐产生量 1800 吨，减少三价铬产生量 300 吨，同时还可以大幅度降低制革废水中铬含量、COD、SS 和色度等污染。</p>

## 四、纺织行业

序号	技术名称	适用范围	技术主要内容	解决的主要问题	应用前景分析
1	棉短绒绿色制浆工程化技术	棉短绒制浆工艺	以棉短绒为原料,利用离子膜电催化作用及多元耦合低温催化作用,配以辅助药剂,使得天然高分子发生快速断裂反应,降聚反应时间由原来的2个多小时缩短到20-30分钟,降聚温度由原来的165-170℃下降到60-70℃。该反应过程可根据不同聚合度产品的要求,通过改变药剂配比,催化反应时间,蒸煮器的温度等来调节纤维素的聚合度,结晶状态等技术指标。主要技术参数:(1)综合能耗下降30-40%,节约标煤150-200公斤/吨浆;(2)用水量下降近50%,吨浆用水仅为40吨;(3)吨浆COD排放下降50%,由300公斤削减到150公斤,色度由13500下降到4000,下降幅度75%以上。	(1)从根本上消除了制浆黑液的污染问题; (2)制浆过程由原来的高温、低浓、间歇过程变为低温、高浓、连续过程,缩短了过程反应时间,可实现节能节水,减少污染物排放。	目前仅在新疆有年产9万吨棉浆粕项目,总投资约2.86亿元。预计到2020年,全国可形成100万吨产能,年减少废水产生量4000万吨,产品各项指标均优于行业标准。
2	印染前处理环保助剂工艺	棉及棉混纺织物印染前处理	印染前处理环保助剂工艺是生物技术和化工技术的有机结合,可以有效替代传统精炼漂白工艺中使用的多种化学助剂(烧碱、双氧水、精炼剂、螯合剂等),可快速降解织物上的油脂、蜡脂及杂质,去除棉籽和木质素,还原出棉纤维的本白,使织物的煮、练、漂在同一设备、同一处理液中完成,满足织物前处理要求。技术指标:(1)水洗温度由90℃降为60℃,单缸节约蒸汽0.45吨;(2)可有效替代烧碱、精炼剂等的使用,双氧水浓度由50g/l下降到10g/l;(3)可降低COD浓度30%-50%;(4)可节约用水15%-20%。(5)百米布综合成本降低5元。	(1)不含烷基酚聚氧乙烯醚类化合物(APEO)等有害物质; (2)可替代传统精炼漂白工艺中使用的多种助剂,一般织物使用时不必添加烧碱、双氧水及其他化学助剂,特殊织物使用少量的双氧水; (3)可降低企业水、电、蒸汽及污水处理等成本。	目前该技术年加工印染布不足12亿米,预计到2020年,可形成48亿米印染布产能,可减少废水产生量1800万吨,减少COD产生量1.08万吨。按年产16000万米印染织物生产线,项目一次性投资约640万元。
3	高温高压气流染色技术	适用于印染企业各种松式绳状织物的染色及前后处理,特别适合于一些高档织物的加工	依据空气动力学原理,由高压风机产生的气流经特殊喷嘴后形成高速气流,牵引被染织物进行循环运动。同时染液以雾状喷向织物,使得染液与织物在很短时间内充分接触,以达到匀染的目的。技术指标:(1)浴比:化纤织物≤1:2,棉、毛等织物≤1:4。(2)最高工作温度:140℃。最高工作压力:0.4Mpa。	(1)提高产品一次染色成功率; (2)与传统技术比,可省水、蒸汽50%,节省染料10%~15%,节省助剂60%,减少污染排放。	目前气流染色机推广比例不足10%,预计到2020年,推广比例可达到20%,年可减少废水产生量3800万吨,减少COD产生量3.04万吨。按年产8000吨针织印染布计,项目投资约2000万元。

4	高温气流染色技术	需满足以松式绳状形式的织物染色、前处理及后处理等工艺条件	以循环气流牵引织物循环，组合式染液喷嘴进行染液与被染织物交换，完成染料对织物的上染过程。在织物单次循环过程中，织物首先与喷嘴染液进行交换，然后经提布辊进入气流喷嘴，受到气流的渗透压作用，进一步提高织物上染液分布的均匀性。织物离开导布管时，气流在自由射流的扩展作用下，可消除织物的绳状折痕。技术指标：（1）高档针织物浴比：1:（2.5~3）；（2）最高工作温度：130℃；（3）最高工作压力：0.3Mpa。	（1）风机耗电与气流染色相比，可节约50%以上； （2）提高产品一次染色成功率； （2）与传统设备相比，可节水50%，减少染料和助剂消耗和污染物产生，实现印染过程的清洁化。	该技术刚开始产业化推广，预计到2020年，推广比例达10%-15%，年可减少废水产生量4000万吨，减少COD产生量3.2万吨。按年产9000吨针织印染布计，项目投资约1800万元。
5	苕麻生物脱胶技术	适用于纺织企业麻类脱胶生产	苕麻生物脱胶技术采用100%嗜碱细菌脱胶工艺，辅以化学精炼，再通过拷麻、漂洗、脱水等工序制成精干麻。该技术的重点是对菌类的培养。传统苕麻脱胶常采用化学法，过程中涉及强酸、强碱、高温、高压煮练等工序，成本高，且环境污染严重。技术指标：（1）化学脱胶用时约2小时，生物脱胶需要5小时；（2）化学脱胶需高温，生物脱胶只需常温；（3）化学脱胶废水（精练）中COD在10000mg/l以上，而生物脱胶废水中COD仅为1000mg/l；（4）该技术可实现节能15%以上，节水30%以上，减少化学药剂使用量60%以上。	（1）可大量减少化学药剂使用，减少污染物产生量，实现脱胶工艺的清洁化； （2）可实现脱胶废液和化学精炼废液的重复利用。 （3）可提升苕麻精干麻可纺性能及麻纱质量。	目前普及率仅为10%左右，预计到2020年，推广比例达到30%年可减少废水产生量600万吨，减少COD产生量3000吨。按1.5万吨苕麻生物脱胶生产线计，配套建设脱胶废水处理系统，项目投资6852万元。
6	无水液氨丝光整理技术	适用于牛仔布丝光整理	纤维织物在液氨作用下产生轻微膨胀，使织物表面产生绸缎的效果。氨处理不会降低纤维强度，比氢氧根更容易渗入织物内部，使得氨处理变得更加均匀、规则、有效和同质。技术指标：（1）以氨替代碱作为丝光液；（2）用高温高压除氨代替酸中和水洗除氨，大幅减少了水的消耗和污染物的产生；（3）传统丝光整理会产生大量废碱无法回收利用，处理成本高，而液氨工艺大幅降低了污染物产生及处理成本。（4）与传统碱丝光工艺比，每100米牛仔布减少用水95%以上，减少COD排放90%以上，降低综合成本15元左右。	（1）解决了丝光整理废碱处理问题； （2）整个系统处于密闭状态，氨的回收率达95%以上，并可以循环使用。	目前该技术仅在高档牛仔布中应用，普及率不足5%，预计到2020年，推广比例达到20%。年可减少废水产生量390万吨，减少COD产生量4000吨。按1300万平米牛仔布年产能，需要整体生产设备、氨回收循环设备等投资约2000万元。

7	十四效闪蒸一步法提硝处理酸浴清洁工艺技术	粘胶纤维生产行业	<p>利用硫酸钠在 32.4℃ 以上析出时不含有结晶水的特性，在闪蒸后酸浴浴温不低于 35℃ 情况下，将酸浴增浓，使其达到硫酸钠的饱和浓度，从而保障硫酸钠在 32.4℃ 以上析出。将析出的硫酸钠直接进行分离烘干，获得元明粉。技术指标：（1）提高了循环酸浴浓度，并能够提取元明粉；（2）设备站地面积可减少 40%，减少蒸汽 20%，减少用水 25%；（3）废水中不含酸浴中多余的硫酸钠，降低了废水处理难度和成本</p>	<p>（1）采用一体化元明粉装置结晶，取消了结晶和焙烧设备，工艺链缩短； （2）解决了酸浴中多余硫酸钠的处理问题，环境效益和经济效益明显。</p>	<p>目前技术普及率约 10%，预计 2020 年，推广比例达到 30%。年可节约标煤 4.8 万吨，减少废水产生量 250 万吨，减少 COD 产生量 750 吨。按建设一套十四效闪蒸一步法提硝装置计，一次性投资成本约 875 万元。</p>
8	数码印花技术	适用于家纺、服装、地毯等织物的图案处理工艺	<p>该技术是将数字化图案经编辑处理后，由纺织品数码印花系统将专用染料直接喷印到各种织物和织品，并通过互联网在线实现纺织品远程协同设计和定制服务。它具有短流程、反应快、弹性灵活、按需定量生产、精度高、色彩丰富等特点，具有较高的产品附加值。技术指标：（1）无需分色、描稿、制片、制网和配色调浆过程，印刷流程简单；（2）图案花样修改极为方便，可实现个性化和定制生产，满足小批量生产和快速反应的需要；（3）图案不受颜色数目和网版套准误差的影响，图案色彩逼真，层次丰富，印刷精度高；（4）按需喷墨，染料几乎没有浪费，生产过程无废水，能耗、噪音低，利于环保。</p>	<p>（1）数码印花喷印过程不用水，不用调制色浆，无废染液； （2）工艺流程短，反应快，可实现按需定量生产。 （3）低污染、低碳排放，高附加值。</p>	<p>目前普及率约 5%，预计到 2020 年，数码印花产品产量超过 10 亿米，推广比例达到 30%。年可减少废水产生量 400 万吨，减少 COD 产生量 2000 吨。目前国产数码印花机的投资额约 100-300 万元/台。</p>

## 五、有色金属行业

序号	技术名称	适应范围	技术主要内容	解决的主要问题	应用前景分析
1	重金属废水生物制剂法深度处理与回用技术	有色重金属冶炼废水、有色金属压延加工废水	重金属废水通过生物制剂多基团的协同配合,形成稳定的重金属配合物,用碱调节 pH 值,并协同脱钙;由于生物制剂同时兼有高效絮凝作用,当重金属配合物水解形成颗粒后很快絮凝形成胶团,实现重金属离子(铜、铅、锌、镉、砷、汞等)和钙离子的同时高效净化。水解渣通过压滤机压滤后可以作为冶炼的原来对其中的有价金属进行回收。	解决了目前化学药剂难以同时深度净化多金属离子的缺陷,实现重金属离子(铜、铅、锌、镉、砷、汞等)和钙离子的同时高效净化。	年减少含重金属废水 400 多万 m <sup>3</sup> ,减排重金属近 30 吨。 按处理 14400m <sup>3</sup> /d 废水投资 500 万元算,需要改造投资约 20 亿元。
2	采选矿废水生物制剂协同氧化深度处理与回用技术	含砷、镉、铬、铅、汞、铜、锌等重金属采选矿废水	采用生物制剂协同氧化工艺对采选矿废水中残留的选矿药剂进行破坏,同时利用生物制剂的复合基团配合,实现重金属离子的高效净化。	能够很好的解决采选废水中重金属超标的问题。废水经该技术处理后可回收利用,回收率 70% 以上。	预计到 2020 年,减少选矿废水 100 万 m <sup>3</sup> ,减排重金属近 10 吨。按处理 14400m <sup>3</sup> /d 废水投资 1000 万元,需要技术改造投资约 10 亿元。
3	锌锰电解过程重金属水污染物智能化源削减成套技术及装备	电解锌、电解锰行业	(1) 智能识别技术:利用双侧线扫描成像提取和双面视差重建三维轮廓等技术方法,以非接触光学识别原理为基础,开发了硫酸盐智能识别及干法去除技术,实现了重金属固相污染源的源头削减和资源化利用,极大地削减了车间废水的重金属固相输入源。 (2) 自控削污技术:开发了阴极板挟带液原位刷收技术,使电解液原位回用,实现了重金属污染物的液相源的源头控制。	传统锌锰电解车间电解后处理系统工序多,装备水平落后,重金属废水产生量大,治理难度高,该技术开发的高水平智能化源削减大型成套技术装备一次性整体解决锰锌电解车间所有污染源产生的重金属水污染物,彻底取消了在电解锌电解锰行业使用了 100 多年的泡板槽和 70 多年的高压水枪。	目前技术普及率 5.6%,预计到 2020 年普及率提高至 30%,预计推广该技术需要投资 20-30 亿元,可减少废水产生量 100 万立方米/年、氨氮 700 吨/年、预期经济效益 4.5 亿元/年。

4	硫磷混酸协同体系高效处理复杂白钨矿新技术	处理低品位复杂难选钨矿及共生钨矿	<p>(1) 采用硫磷混酸协同体系处理钨矿，在常压条件下实现高效分解白钨矿，渣含钨稳定地控制在 0.5% 左右；</p> <p>(2) 伴生元素的高效分离与综合利用；</p> <p>(3) 有害杂质的深度去除；</p> <p>(4) 仲钨酸铵(APT)的制备。</p>	<p>(1) 现有的钠碱压煮过程为硫酸常压分解，大幅地降低了试剂成本，解决了有害钠盐排放问题；</p> <p>(2) 母液循环，解决了冶炼废水排放问题；</p> <p>(3) 选冶结合可使钨的回收率提高 10 个百分点以上。</p>	<p>目前，该技术已替换了厦钨原碱法冶炼工艺年产 15000 吨 APT 的生产线，产量已接近全国的 20%。</p> <p>目前，技术普及率约为 20%，预计到 2020 年推广率约为 60%，可减少氨氮产生量 1 万吨/年，技改投资 10 亿元。</p>
5	非皂化萃取分离稀土技术	稀土冶炼分离企业	<p>该技术采用具有原创性的协同萃取技术，萃取过程酸平衡技术、稀土浓度梯度调控技术等非皂化萃取分类稀土工艺技术，突破了氨水皂化萃取分离稀土的传统方式</p>	<p>该技术解决稀土行业存在的氨氮污染问题，可消除萃取分离过程中因氨皂化或液碱皂化带来的氨氮或盐废水的污染，同时大幅度降低生产成本。</p>	<p>以 3000 吨稀土元素氧化物 (REO) /年南方离子型稀土生产线为例，分离 1 吨稀土氧化物可节约液氨 1 吨/吨 (REO) 或氢氧化钠 (30%) 7 吨/吨 (REO)，可节约液氨 0.3 万吨/年或氢氧化钠 (30%) 2.1 万吨/年，每分离 1 吨南方离子型稀土矿 (REO) 降低运行成本 1500-2000 元。现阶段技术普及率约为 20%，预计，2020 年技术普及率达 50% 以上，据此计算，推广该技术，全行业可减少氨氮产生量 3.4 万吨/年，可节约液氨 3.2 万吨/年或氢氧化钠 (30%) 24 万吨/年。需技改投资约 10 亿元。</p>
6	低碳低盐无氨氮稀土氧化物分离提纯技术	稀土冶炼	<p>以自然界广泛存在的钙镁矿物为原料，通过碳化反应制备高纯碳酸氢镁/钙溶液，并应用于稀土萃取分离和沉淀，革除了液氨或高成本的液碱皂化有机相工序；通过稀土萃取、煅烧和锅炉燃烧等环节中产生的二氧化碳 (CO<sub>2</sub>) 气体捕利收技术，实现 CO<sub>2</sub> 资源化再用；通过钙、镁等碱土金属离子在碱转、碳化等过程中的相互传递作用，实现镁盐的循环再利用。</p>	<p>与传统工艺相比，该技术可解决稀土提取过程中的盐和温室气体大量排放问题，消除氨氮废水污染，减轻末端治理压力，在保证产品质量的同时，显著降低生产成本，提高稀土行业清洁生产水平。采用该技术可以从源头消除氨氮废水污染。</p>	<p>预计 2020 年该技术普及率可达 40% 以上。据此计算，全行业 (以每年 9.04 万吨产量计) 可减少氨氮产生量 2.7 万吨/年，可节约液氨 2.6 万吨/年或氢氧化钠 (30%) 19 万吨/年。按照 1000 吨稀土分离生产线投资 3000 万元计算，需要技改投资 8 亿元左右。</p>

## 六、氮肥行业

序号	技术名称	适用范围	技术主要内容	解决的主要问题	应用前景分析
1	醇烃化、醇烷化气体深度净化工艺技术	采用铜洗深度净化工艺的中小型氮肥企业	<p>醇烃化：氨合成原料气中需要除去的一氧化碳（CO）、CO<sub>2</sub>与氢气（H<sub>2</sub>）反应副产甲醇产品，微量 CO、CO<sub>2</sub> 转化为烃类物质并分离除去的气体净化技术；</p> <p>醇烷化：氨合成原料气中需要除去的 CO、CO<sub>2</sub> 与 H<sub>2</sub> 反应副产甲醇产品，微量 CO、CO<sub>2</sub> 转化为甲烷的气体净化技术。</p>	<p>（1）综合利用对氨合成催化剂有毒害作用的 CO、CO<sub>2</sub> 降低了合成氨生产成本；（2）醇烃化、醇烷化过程不使用氨，也无氨的产生，替代铜洗工艺，消除了过剩稀氨水排放问题。</p>	<p>目前仍有约 2/3 的中、小型合成氨生产装置（产能约 1200 万吨/年合成氨）原料气中微量 CO、CO<sub>2</sub> 的脱除采用铜洗工艺（或联产甲醇+铜洗工艺），预计“十三五”末采用铜洗净化工艺的装置将减少至不足总量的 10%。</p> <p>20 万吨/年合成氨装置，减少铜洗用氨 600 吨/年以上。“十三五”期间预计 600 万吨/年合成氨装置实施醇烃化、醇烷化改造，共需投资约 4.0 亿元，减少铜洗用氨 18000 吨以上。</p>
2	尿素工艺冷凝液水解解吸技术	采用解吸技术的中小型尿素装置	<p>水解解吸技术替代解吸技术，将排放废液中氨和尿素含量均降至 5ppm 以下。</p>	<p>尿素排放废液中氨、尿素含量分别由解吸工艺的 0.07%、1.5% 降至水解解吸工艺的 5ppm、5ppm 以下，大幅度减少总氮排放。</p>	<p>我国现有尿素产量中，约有 40% 采用水溶液全循环工艺技术，而其中约 2/3 装置的工艺冷凝液采用解吸技术治理，仅回收其中的氨，其中的尿素随废液被排放掉。</p> <p>20 万吨/年尿素装置，年减少总氮产生量 780 吨。“十三五”期间支持 1000 万吨/年尿素装置水解解吸替代解吸的技术改造，共需投资约 3.2 亿元，减排总氮 39000 吨。</p>
3	高浓度有机废水制取水煤浆联产合成气技术	有较多印刷、纺织、制药、焦化等产生高浓度有机废水企业的区域	<p>高浓度有机废水制取水煤浆联产合成气，合成气用于合成氨、甲醇生产或制氢等。</p>	<p>破解了水环境容量限制工业发展的难题</p>	<p>目前全国仅有一家企业建成投运。新建 5 万吨/年高浓度有机废水制取水煤浆联产合成氨装置，总投资 2.2 亿元，年处置废水 5 万吨。“十三五”期间，新建 15 套装置，共需投资 33 亿元，年处置高浓度有机废水 75 万立方米。</p>

## 七、农药行业

序号	技术名称	适用范围	技术主要内容	解决的主要问题	应用前景分析
1	高浓度含盐有机废水高温氧化及盐回收技术	农药、染料、医药及中间体	通过磷板式焚烧炉对高浓度含盐有机废水进行焚烧处理，同时对盐进行回收。磷板式焚烧炉分上下两部分，上半部分是立式炉，采用内倾式设计，防止物料挂壁，下半部分为磷板炉。立式炉的焚烧温度 700-750℃，磷板炉的焚烧温度 800-850℃，有机物焚烧变成二氧化碳和水，盐焚烧后为热态盐，通过在磷板上运行转变为冷态盐，对冷态盐进行回收形成工业盐。	在处理高浓度含盐有机废水的同时实现了磷酸钠、氯化钠、硫酸钠、溴化钠等工业盐的回收利用，大幅度减少高浓度盐水的排放，解决了含盐废水治理及资源化利用的难题。	该技术是国内首创技术，目前普及率不到 10%。该技术实现高浓度含盐废水的零排放，同时由于实现了盐的回收利用，固废减排 90% 以上。以草甘膦行业为例，预计“十三五”普及率达到 50%，减排母液量近 200 万吨，回收焦磷酸钠等产品 10 万吨。
2	草甘膦母液资源化处理分级回收工艺	草甘膦母液废水处理	采用分级氧化、分级资源化回收技术，用于草甘膦母液的资源化处理，使草甘膦母液在处理过程中不会产生污染性废液和固废，氧化除磷后的清液蒸发产生的污冷水 COD、总氮 (TN) 和总磷 (TP) 分别降低至 180-250、80-110 和 3 以内，再经生化处理后，其排水完全达到国家污水综合排放一级标准。	在污染得到治理的同时生产具有价值的十二水磷酸氢二钠、精盐水、固体盐、磷酸氢钙粗品等副产品，达到变废为宝、节能增效的目的。有效解决了草甘膦母液处理成本较高和资源化出路的问题，有效降低草甘膦母液处理成本，实现了循环经济。	以 5 万吨草甘膦计算，COD、氨氮和 TP 分别达到 8238 吨、25.5 吨和 2197.7 吨，装置配套投资 7000 万元。预计“十三五”该技术普及率 50% 左右，减排母液量近 200 万吨，回收磷酸氢二钠等产品 35 万吨。
3	草铵膦清洁生产技 术	草铵膦生产	在常温常压条件下采用氯甲烷\三氯化磷\三氯化铝反应得到三元络合物,络合物在双元催化剂的作用下由铝屑及氯化钠还原解析等到甲基二氯化磷，再与乙醇反应制备甲基亚磷酸二乙酯,再经缩合、加成、水解等制备草铵膦。以三氯化磷计算收率达到 53.2%，比国内现有工艺路线的成本降低超过 18000 元/吨。	甲基亚磷酸二乙酯现行生产基本是格氏反应制备，存在高温高压带来的安全风险，且难以规模化生产。本技术消除了高温高压反应带来的安全风险，易于产业化，减少装置投资,单套装置产能可达 1500 吨，制备的甲基亚磷酸二乙酯纯度可达到 99.6% 以上，对提高产品总收率有显著的作用。高纯度的甲基亚磷酸二乙酯很好地解决了传统工艺副反应多，不易得到结晶产品的问题，后处理变得较为简化，废水量大幅降低，每吨产品废水排放量为 8 吨，比传统工艺降低 30% 以上，清洁化程度高。	除草剂草铵膦为新一代触杀为主的除草剂，杀草谱广，可用于水田除草，为很多传统除草剂的理想替代品。本技术生产成本优势显著，且安全环保风险低，应用前景良好。目前全球产能为 1 万吨，国内产能为 5000 吨，预计草铵膦测 2 年后将突破 2 万吨，如 50% 产能采用本技术，可减少设备投资 8 亿元，节约成本 5000 多万元，减少高浓度难处理废水产生量 3.4 万吨。

4	新烟碱类杀虫剂关键中间体2-氯-5-氯甲基吡啶技术	新烟碱类杀虫剂重要中间体2-氯-5-氯甲基吡啶环合工序废水减排	此新技术不再用三氯氧磷，从而避免了大量的含磷废水的产生。通过新型催化剂的筛选与制备，二甲基甲酰胺（DMF）的用量由1.4吨减少至0.2吨，避免了大量DMF进入废水体系；生产吨2-氯-5-氯甲基吡啶产生的废水量由8.33吨减至2吨；废水COD由180486mg/L减少到33000mg/L，处理成本大幅度降低。	新工艺用全新的氯化试剂替代三氯氧磷，避免了大量的COD浓度高、酸性强的含磷废水的产生。	按新工艺生产吨2-氯-5-氯甲基吡啶可减排废水6.33吨。减排DMF1.2吨，降低生产成本6655元。按年产2500吨2-氯-5-氯甲基吡啶计，项目总投资1000万元。
5	联苯菊酯清洁生产技术	拟除虫菊酯类杀虫剂联苯菊酯的废水减排，资源的循环利用	通过3-氯-2-甲基联苯聚甲醛的格氏羟化技术、酰氯与苄醇的无缚酸剂直接酯化技术、多溴苯的转位技术、溶剂及废弃物的回收利用技术等研究，与原工艺相比，实现联苯菊酯合成工艺创新、资源的循环利用、可再生资源的回收利用，进一步提升联苯菊酯生产全过程的清洁化水平。	该技术有效解决联苯菊酯清洁生产的同时，达到了废物资源化利用的效果。以800吨/年联苯菊酯产业化装置计算，每年可回收四氢呋喃690吨，48%氢溴酸530吨，氯化镁1200吨，30%盐酸220吨，与原工艺相比，减少工艺浓废水产生量5997吨，减少了44%，同时新工艺避免了吡啶的使用，具有显著的经济和社会效益。	酰氯与苄醇无缚酸剂直接酯化技术若在行业推广，以年产1万吨拟除虫菊酯计算，每年可减少恶臭的吡啶使用2070吨，减少废水产生量21950吨，副产30%盐酸2840吨。该技术也可以推广到其他酯类产品的合成过程。废水中溶剂的回收利用技术以四氢呋喃（THF）的回收示范应用技术为例，进入废水中THF量按照THF投料量的40%计算，全行业采用该技术，每年可减少THF排放1.22万吨，年可产生经济效益2.14亿元；年产1万吨装置总投资约9000万元。

## 八、焦化行业

序号	技术名称	适用范围	技术主要内容	解决的主要问题	应用前景分析
1	干熄焦技术	常规焦炉焦化企业	干熄焦技术是借助于惰性气体(氮气)将炽热焦炭缓慢冷却,同时回收显热生产蒸汽的过程。	湿熄焦工艺吨焦耗水0.5吨左右,采用干熄焦可显著降低熄焦水耗。	截止到2015年底,我国干熄焦装置总计198套,处理总能力2.5万吨/小时(与1.84亿吨/年焦炭配套),普及率30%,其中钢铁联合企业焦化厂干熄焦普及率达到85%以上,推广该技术预计可节水1500万吨,需要投资54亿元。
2	煤调湿技术	顶装焦炉及装炉煤水分过高的捣固焦炉	目前国际上三种煤调湿技术,分别是以导热油为热源、以蒸汽为热源和以焦炉烟道气为热源。其中蒸汽煤调湿、烟道气煤调湿在国内有应用。煤调湿技术是通过换热装置将炼焦煤料在装炉前除去部分水分,并稳定控制入炉煤水分的技术。该技术可降低炼焦过程耗热量,减少焦化废水产生量,同时能够提高焦炭产量和质量。	减少焦化废水产生量。装炉煤含水量每下降1个百分点,少排蒸氨废水8~10千克/吨。	该技术可在入炉煤平均含水率大于13%的企业推广应用。 截止到2015年底,我国煤调湿装置总计14套,处理总能力3600吨/小时,与1814万吨/年焦炭产能配套,占常规焦炉产能3.02%目,预计普及率提高至8%,年可减少焦化废水产生量60万吨,减少污染物产生:COD90吨、氨氮15吨。需要投资15亿元。
3	焦化废水深度处理回用技术	采用干熄焦,且焦化废水无处消纳的焦化生产企业	焦化废水采用预处理、生化处理、深度处理(吸附、化学氧化、电氧化等)、脱盐处理等工序,处理焦化废水。	有部分焦化企业因采用干熄焦,无法消纳焦化废水,应用焦化废水深度处理回用技术,可以部分解决焦化企业因采用干熄焦,无法消纳焦化废水的问题,扩大干熄焦在焦化企业的应用。	目前行业内约有30余套焦化废水深度处理回用装置,占焦化企业总数5%。经处理后,可将约70%的焦化废水作为循环冷却水补充水。预计新增焦化废水深度处理设施30套,普及率提高至10%,每年可减少废水产生量500万吨,少产生COD375吨,少产生氨氮75吨。需投资9亿元。
4	焦化脱硫废液处理技术	采用湿式氧化法脱硫工艺的焦化企业	目前可以采用提盐或制酸工艺处理脱硫废液。 提盐工艺:利用蒸发釜在负压状态下用蒸汽加热浓缩脱硫液,提取废液中的盐,处理后的废液回用; 制酸:脱硫废液及低品质硫磺经预处理、焚烧、余热回收、净化、干燥、转化、吸收等工序生产硫酸。	湿式氧化法脱硫废液污染物浓度高,不能采用生物方法处理,大部分焦化企业将脱硫废液兑入配煤系统。解决脱硫废液不易处理的问题,减少脱硫废液对设备的腐蚀及对环境的污染。	采用提盐方法处理脱硫废液目前约有60套,普及率10%,湿式氧化法脱硫废液制酸项目2套,普及率0.3% 预期新建湿式氧化法脱硫废液处理装置78套,其中脱硫废液提盐装置60套,脱硫废液制酸装置18套。可生产硫酸铵5.8万吨,98%硫酸13.9万吨,在实现废弃物资源化利用的同时,减少脱硫废液对设备的腐蚀及对环境的污染。需投资19.2亿元。

## 九、电镀行业

序号	技术名称	适用范围	技术主要内容	解决的主要问题	应用前景分析
1	三价铬镀铬	镀铬（室内件装饰铬）	本技术是指在镀铬溶液中用三价铬（ $\text{Cr}^{3+}$ ）替代铬酐（ $\text{Cr}^{6+}$ ）进行电镀的技术。	本技术可消除镀铬过程中六价铬（ $\text{Cr}^{6+}$ ）的使用，主要解决镀铬过程中铬酐带出量大、废液中铬浓度高、毒性大的问题。	采用该技术每平方米镀铬层产生的废水中可减少六价铬排放 55.4 克，减少含铬污泥 278 克；由于电流效率提高，可节省能源消耗 30%。 以年产 1 万平方米镀铬层示范企业为例：可减少六价铬排放 554 克/千克；减少含铬污泥 2780 千克。 该技术在室内件装饰铬领域的潜在普及率为 30%。每年可减少铬酸酐消耗量约 150 吨。
2	无氰预镀铜	钢铁件预镀铜	本技术是利用非氰化物作络合物和铜盐组成无氰镀铜液，在钢铁件直接镀铜，满足一般质量要求的技术。该技术可部分替代氰化镀铜。废水容易处理，不增加处理成本。	本技术主要解决传统氰化镀铜溶液中使用氰化物作为络合物的问题。通过采用无氰预镀铜溶液在钢铁件上预镀铜，可以避免氰化物的使用。	采用该技术替代氰化物预镀铜，每平方米镀层可减少氰化物消耗 0.34 克。 以年产 1 万平方米铜镀层示范企业为例，可减少氰化物消耗 3.4 千克。 预计在钢铁件预镀铜方面，潜在普及率 50%，每年可减少氰化物消耗量约 4 吨。 对于孔隙率、结合力要求高的镀件，可能还需要含氰镀铜。
3	激光熔覆技术	几何形状简单如油缸（煤矿机械）	本技术是利用大功率激光束聚集能量将预制粉末熔覆到油缸上，再通过机械加工成成品。	本技术替代传统的油缸镀铬，从根本上消除了六价铬的使用，避免了镀铬过程产生的铬雾、废水、废渣等对环境的影响。	采用该技术每平方米覆盖层可减少六价铬排放 55.4 克，减少含铬污泥 278 克； 以年产 1 万平方米覆盖层示范企业为例：可减少六价铬排放 554 千克；减少含铬污泥 2780 千克。 该技术主要应用在煤矿机械中几何形状简单的油缸上部分替代铬镀层，潜在普及率为 2%，可减少铬酸酐年消耗量约 27 吨。 该技术也可用于钢铁零件磨损后尺寸修复。
4	钨基合金镀层	镀硬铬（主要用于石油开采领域）	电沉积钨基系列合金或纳米晶合金镀是一种电沉积钨基系列非晶态合金或纳米晶合金代替电镀硬铬的技术，以硫酸亚铁、硫酸镍、硫酸钴、钨酸钠为主要原料，电沉积出钨基系列非晶合金或纳米合金镀层。	本技术主要是通过使用钨基合金非晶态镀层或纳米晶合金镀层替代铬镀层，消除了六价铬污染问题。	该技术不使用六价铬，采用该技术每平方米覆盖层可减少六价铬排放 55.4 克，减少含铬污泥 278 克；以年产 1 万平方米覆盖层示范企业为例：可减少六价铬排放 554 千克；减少含铬污泥 2780 千克。 该技术主要用于石油开采领域，目前普及率为 20%，预计潜在普及率可到 50% 左右，可减少铬酸酐消耗量约 1500 吨/年。该技术也可用于石油工程机械部件领域，例如活塞杆、油缸、阀块、管道等。

5	无铅无镉化学镀镍技术	化学镀镍	<p>本技术是通过自催化反应，使溶液中的还原剂将镍离子在被镀基材表面依靠自催化还原作用而进行的金属沉积过程，在生产过程中不使用铅、镉等有毒有害重金属的添加剂。</p>	<p>本技术通过使用环保型化学镀镍添加剂，解决了化学镀镍生产中使用含铅、镉等重金属的添加剂问题，消除了含铅、镉等重金属及其废弃物对环境的影响。</p>	<p>该技术在镀镍过程中不使用含铅、镉等重金属的添加剂，采用该技术化学镀镍层可减少铅、镉使用量 1-2 毫克/升。</p> <p>以年产生化学镀镍废液 1000 吨示范企业为例：可减少铅使用量 8 千克，减少镉使用量 8 千克。</p> <p>该技术应用于化学镀镍过程，目前普及率为 30%，预计潜在普及率可达 60%。可减少铅使用量 0.36 吨/年，镉使用量 0.36 吨/年。</p>
---	------------	------	---	---	---

## 十、化学原料药制造行业

序号	技术名称	适用范围	技术主要内容	解决的主要问题	应用前景分析
1	绿色酶法催化合成工艺	抗生素、维生素、等原料药技术改进	<p>抗生素酶法技术包括阿莫西林、头孢氨苄、头孢克洛等酶法工艺，利用青霉素 G 酰化酶反应合成；以及西司他丁关键中间体二甲基环丙甲酰胺 (S-DMCPCA) 2 步双酶催化工艺，即通过水合酶和 R 酰胺酶反应合成。</p> <p>维生素 C-2 磷酸酯酶法合成工艺。</p>	<p>抗生素酶法技术实现了反应步骤较化学法明显缩短，收率提高 2-3%，杂质含量显著降低；有机溶剂使用量降低 90%，污水 COD 排放量减少 80%。S-DMCPCA 酶法工艺反应步骤较化学合成法减少 6 步，收率提高 15-20%，废水由 2000 吨减为 300 吨以下。</p>	<p>绿色酶法催化合成工艺减少了生产过程环境污染，提高了原料药清洁生产水平，尤其提高了废水可处理性，有利于节约用水、节能减排和环境保护。对于年产量超过 2 万吨的阿莫西林原料药生产而言，酶法工艺应用意义重大。</p> <p>预计在“十三五”末，绿色酶法技术在已实现产业化的原料药产品中的普及率将达到 80%，并有望扩大至更多品种领域。</p>

## 十一、染料颜料制造行业

序号	技术名称	适用范围	技术主要内容	解决的主要问题	应用前景分析
1	6-氯-3-氨基 甲苯-4-磺酸 (CLT 酸) 绿 色制造技术	染料中间体 制造业	采用连续催化加氢还原技术连续磺化、氯化 and 硝化新工艺生产 CLT 酸, 实现催化剂的分离与循环套用。利用连续反应设备取代传统的间歇式反应设备, 生产过程采用自动控制系统和安全系统等技术及装备, 实现全过程的资源综合利用。	采用先进的 CLT 酸连续催化加氢还原工艺技术, 取代落后的铁粉还原工艺, 彻底解决了铁粉还原过程产生的大量铁泥污染环境问题, 同时节约大量的铁粉。 采用连续磺化、氯化 and 硝化新工艺, 反应效率提高 50%, 消除磺化反应过程中甲苯的挥发、节约了氯气用量和硝酸用量; 确保反应稳定和系统安全。	此技术为国内首创。该技术的实施, 使 CLT 酸产品在清洁生产和节能减排方面有更大的提高, 产品质量优于铁粉还原工艺, 达到国外同类产品先进水平, 收率提高 3%, 每吨产品可减少 40% 废水的产生, 并彻底解决了铁粉还原产生的大量铁泥。按年产 10000 吨 CLT 酸计算, 每年可节约铁粉 10000 吨, 总投资 8000 万元。预计该技术“十三五”期间普及率达 80%。
2	1-氨基-8-萘 酚-3, 6-二磺 酸 (H 酸) 绿 色制造工程	染料中间体 制造业	采用精萘为主原料, 经过磺化、硝化、脱硝、萃取、加氢还原、碱熔、离析、过滤、干燥等连续反应制得。缩短了工艺路线, 提高了收率, 降低了能耗, 减少了排放。且采用先进的 DCS 系统自动控制生产合成车间, 降低了劳动成本, 提高了市场竞争力。	目前 H-酸生产 95% 所采用传统工艺 (除高压碱熔) 仍基于德国二战前工艺, 总体技术水平仅相当于国外 70 年代初水平, 收率低、消耗高、且“三废”难以治理。该技术采用连续磺化、连续硝化工艺, 克服了间歇生产工艺带来的配比不准而导致的收率降低及质量下降; 采用溶剂萃取技术取代原盐析工艺, 不仅节约了大量中和氨水, 而且减少了 T-酸离析废水的产生; 采用国家鼓励的加氢还原清洁生产替代铁粉还原, 杜绝了铁泥产生; 采用封闭式反应和自动控制系统, 杜绝了废气、废液的泄漏。	此技术为国内首创。该技术可使产品收率提高约 3%, 按年产 4 万吨 H 酸计, 每年可减少约 6 万吨以上铁泥的产生, 每吨产品废水量比原工艺下降 70% 左右。预计该技术“十三五”期间普及率达 30%。
3	高含盐、高色 度、高毒性、 高 COD 染料 废水治理及 综合利用技 术	染颜料产品 制备过程中 产生的含盐 废酸和碱性 废液的综合 利用	针对含酸母液, 中和废水预处理采用脱色、氧化等技术进行净化, 去除母液中的有机物。蒸发工序采用机械蒸汽再压缩蒸发浓缩结晶技术 (MVR 技术), 实现净化母液的低成本浓缩结晶。中和采用氨中和副产硫酸铵/氯化铵, 避免采用石灰中和产生硫酸钙/氯化钙等危险废物。实现了染料工业酸性废水资源化利用。 针对碱性废液, 采用碳化、萃取、陈化、分离、蒸馏、精馏等工艺, 有效回收钾、钠资源, 实现了资源循环利用, 并实现了生产过程中碱泥的零排放。	染料行业多数是间歇式生产, 合成工艺路线长、步骤多。生产过程中产生的废水, 组分相对复杂、浓度高、色度深, 难以生化降解。该技术解决了染颜料生产过程中产生的大量低浓度含盐废酸水的造成污染问题, 彻底解决分散染料生产废水和废渣的治理难题。通过将碱性污泥中的钾钠及无机盐回收利用, 尽可能将流失的碱进行回收, 解决了碱性废液及碱泥的治理难题。在解决环保压力的同时, 降低了生产成本。	目前普及率不到 20%。该技术可根据染料分类实施改造, 按年产 3 万吨分散染料计, 可节水 205 万吨/年, 减少废渣 (中和石膏) 排放 8.2 万吨, 减少废水产生量 210 万吨, 技术推广后, 按年产 40 万吨分散染料计, 可节水 2733 万吨/年, 减少废渣 (中和石膏) 排放 109 万吨, 减少废水产生量 2813 万吨, 降低 COD 产生量 1.4 万吨/年, 减少氨氮产生量 984 吨/年, 按年产 4 万吨还原靛蓝产品计: 全年可减少废碱性污泥近 4 万吨, 可减少氢氧化钾耗用 4500 吨左右, 经济效益和社会效益显著。预计该技术“十三五”期间普及率达 60%。

4	染颜料清洁生产自动化、连续化控制技术	有机颜料制造业	<p>根据各类染颜料特性,对生产过程各单元反应进行优化和配套综合改造,建设全过程监控系统,反应过程采用高效液相色谱跟踪,建成集成控制智能制造颜料生产线,生产效率提高 30%以上。酸性废水采用梯级循环利用技术,减少硫酸使用,减少废水产生量。</p>	<p>目前,传统颜料处理使用大量酸、碱进行颜料的晶体转型、杂质清洗,产生大量废水,颜料的总体性能一般,不能满足油墨、涂料、塑料行业专用要求。传统染料间歇式生产,产品质量、能耗、物耗与国际先进水平有较大差距。通过对生产工艺、装置的技术改造,建立集成自动控制系统,提高原材料的利用率,削减污染物。</p>	<p>普及率不足 20%。 通过项目的实施,可减少酸使用 40%以上,减少废水产生量 20%,降低废水中污染物浓度 15%以上,削减 COD 排放量 20%以上,含氨尾气回收率提高 20%以上。可节约水溶性染料 9 万吨。预计该技术“十三五”期间普及率达 40%。</p>
5	2-氨基-4-乙酰氨基苯甲醚(还原物)清洁生产集成技术	染料中间体制造业	<p>采用连续化的酰化、硝化、催化加氢工艺;硝化稀酸经净化后进行资源化利用。</p>	<p>还原物是分散染料重要的中间体原料,传统工艺产生大量铁泥和酸性废水。该技术可显著降低原料消耗和能耗,提高产品收率 10%以上,淘汰铁粉还原技术,消除了铁泥污染,稀硫酸资源化利用避免了大量酸性废水排放及相应的中和废渣的污染。</p>	<p>该技术可减废水排 96%,消除铁泥以及酸性废水中和废渣的污染,“三废”总量大幅降低。该技术目前行业普及率约 30%,按行业年产量 3 万吨计,全部利用该项技术对还原物废水进行治理,可减少废水 130 万吨,减排中和石膏、铁泥废渣约 30 万吨。预计该技术“十三五”期间普及率达 50%。</p>