附件

国家鼓励的工业节水工艺、技术和装备目录（2021年）

（征求意见稿）

工业和信息化部 水利部

2021年

目录

[一、共性通用技术 4](#_Toc85422439)

[五、造纸行业 26](#_Toc85422443)

# 一、共性通用技术

| **序号** | **名称** | **关键技术及主要技术指标** | **适用范围** | **所处阶段** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|
| （一）循环水处理技术 |
| 1 | 循环水综合处理技术 | 该技术集成过滤器、电子除垢器、除菌器等水处理设施，可全自动运行并远程控制，大幅减少循环水中杂质、菌、藻类和水垢产生。 | 适用于工业循环冷却水系统 | 研发 |
| 2 | 循环排污水提标处理技术 | 该技术针对循环排污水含有难降解有机物、可生化性较差的特点，采用曝气生物流化床+臭氧生物活性炭滤池技术对排污水进行处理。 | 适用于工业循环排污水处理回用 | 推广应用 |
| 3 | 循环水臭氧高级氧化技术 | 该技术采用超氧、臭氧高级氧化及前沿纳米技术的组合替代传统加药方式，将循环水浓缩倍数提高至10倍以上。臭氧、紫外线使过氧化氢与水作用形成O3、O•、OH• 等天然强氧化性物质，能杀灭细菌、藻类、消除生物粘泥；纳米投射发生器使气液比达到1:3，产生超量含有纳米级微细气泡的混合液。 | 适用于工业循环冷却水系统 | 产业化示范 |
| 4 | 循环水复合管膜高效过滤净化技术 | 该技术采用聚乙烯和聚氯乙烯、抗氧剂、润滑剂、增塑剂、稀土氧化物添加剂等制成非对称过滤管。当循环水进入过滤管，通过截留、吸附、渗透作用，实现除油、除悬浮物的目的。 | 适用于钢铁行业循环水处理回用 | 推广应用 |
| 5 | 循环水电化学处理技术 | 该技术通过电解方式，在阴极区形成强碱性环境（pH>9.5），Ca2+、Mg2+形成氢氧化钙、碳酸钙、氢氧化镁；在阳极区内形成酸性环境(pH＜3.5)，阳极附近反应产生 Cl2、Cl-、O3、HO-、H2O2、活性氧原子等强氧化性物质，尤其产生大量次氯酸，可迅速杀灭菌藻，有效控制微生物生长,实现循环冷却系统防腐阻垢。该技术可耦合膜技术、超声波除垢技术和臭氧杀菌技术，进一步强化循环冷却系统防腐阻垢效果,可使循环冷却水系统浓缩倍数提高至4-6倍。 | 适用于工业循环冷却水系统 | 推广应用 |
| 6 | 循环水无磷/低磷处理技术 | 该技术采用无磷/低磷化学法处理技术，包括无磷单剂的制备、无磷缓蚀阻垢剂和低磷缓蚀阻垢剂配方以及加酸调pH工艺等，可使循环水系统浓缩倍数达到7倍。 | 适用于工业循环冷却水系统 | 推广应用 |
| （二）循环水冷却及回收利用技术 |
| 7 | 水驱动喷雾节能节水冷却塔 | 该设备由塔体、内置风筒、淋水板、收水器以及具有喷雾和抽风双重效果的喷雾推进雾化装置组成。充分利用循环水泵的工作余压，在循环水的流动过程驱动喷雾旋转，将冷空气送入塔体内与热水雾进行热交换，再将热空气排入大气，最终达到循环水降温。相比传统冷却塔，该设备的飘水率降低35%，节水提升20%。 | 适用于工业循环冷却水系统 | 研发 |
| 8 | 板式换热器清洗节水装置 | 该装置主要包括循环管路、耐酸泵、阀门、PLC控制器、加热器、储液槽等。循环支管路完成对板式换热器中的淤泥、藻类等杂物的冲洗；循环主管路通过清洗剂完成对板式换热器的洗涤，去除不易溶于水的污垢，并通过钝化剂完成对板式换热器的保养维护。板式换热器内部的正反向清洗，相比传统开式循环水系统，节水50%以上。 | 适用于工业循环冷却水系统 | 推广应用 |
| 9 | 表面蒸发空冷器 | 该装置耦合水冷和空冷技术，在壳内交叉排列光管管束与喷淋分配器，冷却水在光管管束内流动，喷淋分配器雾化喷淋冷媒水自上而下在管束外表面形成水膜，同时，通过翅片管束顶部的引风风机抽送饱和湿空气，使空气自下而上流动，横掠水平放置的光管管束，使管束内冷却水得到冷却。 | 适用于工业循环冷却水系统 | 推广应用 |
| 10 | 冷却塔水蒸汽凝水回收装置 | 该技术利用外界新风对湿热空气进行冷却，降低出塔湿热空气的饱和温度，饱和空气含湿量降低，水蒸汽从湿空气中凝结析出，附着于换热板上，当板上液滴满足临界脱落半径时，液滴从换热板上脱落，凝结水在回收装置下部导出并回收。 | 适用于工业循环冷却水系统 | 产业化示范 |
| （三）高盐废水处理技术 |
| 11 | 高通量自支撑柔性MBR膜及膜堆 | 该装置采用膜层-中空层-膜层的三层一体平板结构。水从膜面进入间隔针织内部，污泥等杂质被阻隔在膜外。处理后的水从间隔针织内部抽出，膜片上下两边采用超声波密封，两面采用边框夹紧密封，形成两侧出水的独立膜元。将膜元件、侧插板、集水管、框架、曝气管组装为膜堆，两端产水，膜堆通量达到常规膜堆的1.5倍，节水率提高5%。 | 适用于工业高盐废水资源化利用 | 研发 |
| 12 | 纳米陶瓷膜高效水质净化器（组件） | 该设备以非对称式纳米平板陶瓷膜为核心，将膜分离技术与生物处理工艺相结合，通过陶瓷膜璧密布的纳米级微孔过滤实现“固液分离”，在组件系统进行一系列硝化、反硝化作用，并利用微生降解有机污染物，达到净化水质目的，同时引入智慧管理技术，实现远程监控和工艺参数自动调节。 | 适用于工业高盐废水资源化利用 | 推广应用 |
| 13 | 工业水处理MVR系统用离心式蒸汽压缩机组 | 该装备通过蒸汽压缩机将来自于蒸发分离器的二次蒸汽进行压缩升温后，输入到系统的加热器与物料进行换热，被升温后的物料又被输送到分离器中进行蒸发分离，通过压缩机实现整个系统热循环，不再需要额外蒸汽就可实现蒸发循环。 | 适用于工业高盐废水资源化利用 | 推广应用 |
| 14 | 一种有机管式超滤膜设备 | 该装置采用独特的复合膜管，可在较高的运行压力和反洗压力下工作，获得较高的固体去除效率和膜通量。工艺流程为原水进入循环槽调节pH至合理范围，加入混凝剂、粉末活性炭等，产生絮体后进入膜系统，透过膜的出水回用或排放，浓缩液进入压滤机压滤成泥饼，压滤液回到循环槽继续处理。 | 适用于工业高盐废水处理 | 推广应用 |
| 15 | 基于大尺寸薄壁中空平板陶瓷膜一体化水处理装置 | 该装置采用移动床生物膜反应器（MBBR）与陶瓷膜生物反应器（MBR）集成处理技术，系统由缺氧池、好氧池（MBBR填料）、陶瓷膜生物反应器（MBR）组件和自控系统等组成。污水由调节池依次进入缺氧池、MBBR好氧池，膜组件在蠕动泵抽吸作用下间歇出水，提高废水有机物浓度去除效率，同时强化脱氮和除磷效果。 | 适用于工业高盐废水处理 | 推广应用 |
| 16 | 高盐废水资源利用集成技术 | 该技术通过对纳滤、反渗透、均相电驱动膜和双极膜等膜分离及膜浓缩工艺的高效集成，对高盐废水进行分盐、浓缩、制酸碱及结晶等处理，实现废水近零排放、水和盐的资源化利用。膜分离和膜浓缩组合集成技术降低蒸发量，减少蒸发器投资，同时大幅降低了结晶分盐的难度，实现氯化钠和硫酸钠等盐分的分别回收利用，结晶盐的品质较好。 | 适用于工业高盐废水资源化利用 | 推广应用 |
| 17 | 高盐废水深度处理减排技术 | 该技术集成高级氧化、高效除硬过滤、膜法分质、膜法浓缩减量、蒸发结晶等工艺，用于高盐废水处理，实现近零排放。高级氧化采用臭氧催化氧化技术；高效除硬过滤采用低压力大通量的膜法除硬过滤一体化工艺；膜法分质采用纳滤分盐技术；膜法浓缩减量采用高效电渗析和高压反渗透技术；蒸发结晶采用机械循环蒸发（MVR）技术。 | 适用于工业高盐废水处理 | 推广应用 |
| 18 | 反渗透膜浓水臭氧-光电耦合处理技术 | 该技术集成臭氧氧化与光电催化氧化工艺。臭氧在紫外辐射作用下分解产生大量·OH，光电催化体系产生·OH、HO2·等活性基团，能将废水中大分子有机物彻底降解成二氧化碳、水和无机离子，提高了含盐量高、处理难度大、可生化性差的反渗透浓水处理效率。 | 适用于工业高盐浓水处理 | 产业化示范 |
| 19 | 废热烟气蒸发处理含盐废水技术 | 该技术采用废热烟气或蒸气作为高盐废水蒸发的热源，以吸附性填料移动床作为蒸发塔，高盐废水在蒸发塔内与热源接触，完成传热传质过程，蒸发后的水分以水蒸汽形式逸出蒸发塔，进入后续的蒸汽冷凝回收单元，进一步回收冷凝水和余热，废水回收率在90%以上。 | 适用于工业高盐废水处理 | 产业化示范 |
| 20 | 高硬高碱循环水处理技术 | 该技术采用加入H2SO4的方法来控制循环水 pH 值，降低循环水的碱度，选用缓蚀剂及分散剂（阻磷酸钙垢和阻锌垢）以增强缓蚀阻垢效果，可使循环水的钙硬度达到1500mg/L。 | 适用于工业高盐废水处理 | 推广应用 |
| （四）智能用水管理技术 |
| 21 | 基于物联网的分布式管网漏损监测与智能诊断系统 | 该系统通过具有通信功能的无线流量计终端设备、压力计终端设备采集供水管网数据，上传至云服务器，在线显示管网状态。采用经典的ARIMA时间序列分析法等人工智能算法建立管网损耗模型，实时监测并分析管网损耗状态，智能诊断出疑似损耗节点/管段。 | 适用于工业用水管理 | 推广应用 |
| 22 | 供水系统智能控制技术 | 该技术采用智能远程遥控调节装置（包括电动调节阀、PID调节器、压力传感器、数传电台）和主调控软件，在调节台主控程序里发布自动调控命令，实现调度台远程对生产用水管网压力定时、定压的自动精细化调控。保障生产用水管网压力的实时动态平衡，减小供水流量，降低管网损耗，节水效果明显。 | 适用于工业用水管理 | 推广应用 |
| 23 | 智慧节水多喷孔对撞消能调流调压技术 | 该技术由调流调压、线性度好的多喷孔型活塞式控制阀配套智能调压阀的电气控制系统（包含：阀门控制箱、阀门电动执行器、远程智能监控软件）对管网进行消能、调流、调压。具有抗气蚀、振动小、驱动力小、自动控制、线性调节的特点，可有效降低管网漏损，实现节水。 | 适用于工业用水管理 | 推广应用 |
| 24 | 循环冷却排污水回用节水智能化装置 | 该装置采用云边一体架构，由在线水质检测单元和水处理化学品加药单元组成的水质智能化管理装置，在线监测循环冷却水pH、电导率、OPR、浊度、荧光等指标，判断无机物溶度积、饱和指数，实现自动加药和补水；多介质过滤单元、超滤单元、反渗透单元、检测单元等构成的排污回用装置，根据系统运行情况，利用水处理智能算法进行精准加药，自动反洗和清洗，实现节水减排。 | 适用于工业用水管理 | 推广应用 |
| 25 | 智慧用水管理系统 | 该系统采用视图层展示界面输出、控制层请求控制、业务层逻辑处理和持久层处理数据存储的四层架构设计，对用水数据进行实时计量，并通过数据网关存储传输数据，云服务器进行计算后以结构化形式展示。该技术可与其他能源监测系统兼容，统一业务建模及数据访问，实现用水的精细化管理和管网漏损的实时诊断。 | 适用于工业用水管理 | 推广应用 |
| 26 | 工业水处理大数据运营管理云平台 | 该技术包括工业用水大数据云平台、工业循环冷却水大数据云平台和工业废水大数据云平台三部分，建立以工艺流程为核心的全过程信息采集，并将数据实时传输至云端服务器和运营管理云平台。云平台系统内设专业模型，对数据进行分类、聚类、比较、分析，根据工艺状况，自动输出分析结果（系统运行状况、污染趋势曲线、报表，预警报警情况、处理措施方案等），实现对工业水处理系统实时监控、运营管理和优化。 | 适用于工业用水管理 | 产业化示范 |
| 27 | 智能化供水管网检查机器人装备 | 该装备采用二次锂电池供电和智能辅助控制系统，配有星光级低照度摄像头，实现原地平移、原地旋转，在乱流中自动调整姿态。以遥控无人潜水器（ROV）直接对管道内壁进行带水探测，分析管道是否发生腐蚀、破损，同时可搭载不同的水下传感器或作业工具，取得各种不同的数据和水下样本。 | 适用于工业供水管网检测漏 | 产业化示范 |
| 28 | 智能全闭式电动蒸汽冷凝水回收设备 | 该设备通过智能双重降温恒压装置阻止闪蒸气排放，使蒸汽经换热后产生的冷凝水自行回流至冷凝水回收缓冲罐（微负压），进行汽水分离、引流。分离后的冷凝水加压输送至锅炉房，闪蒸汽通过吸气定压装置（即射流装置）引射至冷凝水回收管网一并送至锅炉房。设备采用自动化控制，具备自诊断功能，可精准查找故障点，通过远程计算机及远程终端设备（手机、IPAD）与设备通信，查询运行状态及数据，对设备进行远程无线管理监控。 | 适用于工业锅炉冷凝水回收 | 推广应用 |
| （五）非常规水利用技术 |
| 29 | 雨水收集回用技术 | 该技术由截污弃流过滤装置、调节蓄水池、净化设备间、储存清水池、雨水提升泵及自控电控集成系统等装置组成，采用可调式自动弃流技术、玻璃钢复合材料、高效组合净化等关键技术，实现了区域雨水收集高效资源化循环利用。 | 适用于非常规水收集利用 | 推广应用 |
| 30 | 基于双膜工艺的城镇污水资源化高品质工业回用技术 | 该技术通过调节池、自清洗过滤器、超滤系统、保安过滤器、反渗透组件等水处理流程，实现城镇污水资源化高品质工业回用，可有效保障系统运行稳定，并得到满足要求的工业用水水源。 | 适用于水处理与工业回用 | 推广应用 |
| 31 | 海水循环冷却技术 | 该技术由换热设备、海水冷却塔、水泵、管道及其他有关设备组成。以海水为介质，经换热设备完成一次冷却，再经冷却塔冷却并循环使用，大幅降低冷却所需工业新水用量。 | 适用于沿海工业企业循环冷却水系统 | 推广应用 |
| 32 | 非并网风电海水淡化一体化成套装备 | 该装备是反渗透装置与非并网风机耦合海水淡化一体化成套装备。采用数字液压柱塞泵替代高压泵、能量回收器、增压泵，集成数字液压柱塞泵和反渗透技术，利用海水制备淡水，可以 100%利用风电。 | 适用于海水淡化苦咸水淡化 | 产业化示范 |
| 33 | 余能低温多效海水淡化技术 | 该技术集成利用煤气-蒸汽“零”放散、蒸汽梯级利用、低温多效海水淡化等技术制备海水淡化水。采用耦合式盐平衡的工艺，实现海水淡化水替代新水，并与污水处理厂回用水生产工业水，实现污水“零”排放。海水淡化浓盐水供给周边盐化工企业。 | 适用于沿海工业企业 | 推广应用 |
| 34 | 反渗透海水淡化技术 | 该技术主要利用膜法进行海水淡化。海水经混凝、沉淀、过滤预处理，再经反渗透膜装置淡化海水。一般大型反渗透海水淡化系统还将配套能量回收系统，以回收浓海水的高压能量，降低系统制水能耗。对于火电发电机组，利用海水淡化水，单位节新水量约0.78m3/MWh。 | 适用于沿海工业企业 | 推广应用 |
| 35 | 太阳能光热低温多效海水淡化技术 | 该技术利用聚焦集热系统、全自动太阳能跟踪驱动控制等装备生产高温蒸汽，利用真空条件下海水低温沸腾蒸发的物理特性实现海水的多效蒸馏海水淡化。该技术还配置高温相变储热系统，缓冲太阳能光热系统的热输出，可延长海水淡化系统工作时间，提高产水量和系统热效率。 | 适用于海岛、沿海地区、中西部苦咸水地区工业行业 | 推广应用 |
| 36 | 节水减排智能旋塞阀 | 该装置处在密封塞体中心偏离本体中心，使阀门被开启后密封塞体能迅速脱离阀座,大幅度消除包胶塞体与阀座间不必要的过度挤压、刮擦现象、减轻开启阻距、降低磨损、提高阀座寿命；增加水在管道内的流通率，流通面积为公称通径面积的100%，减少管道的口径及数量，阀门空载和带压开启力矩小于同类产品，达到节水效果。 | 适用于工业循环冷却水系统 | 推广应用 |
| 37 | 斜窄流分离设备 | 该装置包括斜板浓密、斜板分级设备等，将传统的“斜浅层”固-液分离过程二维平面系统发展为三维立体系统，形成液/固分离的澄清设备、固/液分离的浓密设备、固/固分离的分级设备、油/水/固分离的含油污水净化设备四大类斜窄流分离设备。通过独特的单元集成模式，具有易组装、易运输和规格多样性的功能特点。规格可根据实际需要灵活调整。 | 适用于工业循环冷却水系统 | 推广应用 |
| 38 | 变螺距螺杆节水真空泵 | 该装置由一对相互平行的螺旋状转子与泵体组成，转子与泵体之间没有摩擦且保持一定的间隙，形成密封腔。转子在泵壳中作同步反向高速旋转，产生吸气与排气作用。工作过程中无水、无油，可获得洁净真空，替代水环真空泵，节约用水。 | 适用于工业循环冷却水系统 | 研发 |
| 39 | 全自动高精度型石灰乳配制投加系统 | 该系统包括石灰粉仓、石灰螺旋输送下料装置、石灰乳溶液箱、石灰乳循环泵及配套仪表、阀门及管道。石灰粉经喂料机、螺旋计量输送机送至石灰乳溶液箱，配置成一定浓度的石灰乳溶液，石灰乳输送至石灰乳投加水池，通过pH计与气动调节球阀做PID调节，pH值能控制在设定值的±0.3范围，使得石灰投加精准、可靠。 | 适用于工业循环水系统 | 推广应用 |
| 40 | 节水型微滤罐成套装备 | 该装备采用天然黑色火山岩和人工烧结氧化铝微孔活性陶瓷颗粒作为过滤材料，提高过滤精度，降低反洗水量，彻底解决滤料板结问题。同时，通过优化罐体结构、滤层装填、布水布气结构、反洗设计等方式，降低能耗水耗。 | 适用于工业循环水处理 | 研发 |
| 41 | 节水型无溶剂超浓缩液体洗涤剂 | 该洗涤剂利用新型结构表面活性剂（具有低温溶解性能好、润湿铺展性能好、低泡易冲洗、钙皂分散能力强、抗再沉积能力强等特点）、高分子表面活性剂（具有流变调节作用）、洗涤剂复配技术，使表面活性剂的协同效应充分发挥。其固含量可达70%。产品流动性好、易倾倒，与普通液体洗涤剂相比，在制备时可节约65%左右的水，使用时不会出现凝胶相，具有优良的去污能力和节水能力。 | 其他 | 推广应用 |

# 五、造纸行业

| **序号** | **名称** | **关键技术及主要技术指标** | **适用范围** | **所处阶段** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|
| 104 | 制浆废水中水回用及零排放成套工艺 | 该工艺以超滤、反渗透膜为核心，根据水质情况将预处理系统、分盐系统和盐蒸发系统等工艺进行组合，实现制浆废水处理回用与资源化利用。通常中水回用工艺为预处理-超滤-反渗透，零排放工艺为预处理-超滤-反渗透-盐蒸发系统。 | 适用于造纸制浆废水处理回用 | 推广应用 |
| 105 | 网、毯喷淋水净化回用技术 | 该技术通过浮选或过滤的处理方式，使网、毯洗涤水进入单独处理系统，将水净化至满足作为喷淋洗涤水的水质要求后循环使用。 | 适用于造纸企业网部和压榨部洗涤喷淋水 | 推广应用 |
| 106 | 纸机白水多圆盘分级与回用技术 | 该技术通过多圆盘白水过滤机，将过白水分为浊白水、清白水和超清白水。清白水和超清白水可直接用于造纸机的生产用水，使水得到封闭循环使用，降低造纸耗水量，减少白水排放的污染负荷。回收的纤维可回用于造纸机造纸。 | 适用于造纸企业纸机抄纸过程中的白水回收 | 推广应用 |
| 107 | 造纸梯级利用节水技术 | 该技术建立了系统内高级-低级用水单元的梯级利用模式，并对系统内各用水单元按质按量重新进行分配，使系统内水的重复利用率达到最大，同时新鲜水需求量达到最小。 | 适用于多品种的制浆造纸综合性企业 | 推广应用 |
| 108 | 纸机湿布化学品混合添加技术 | 该技术应用在纸机上浆系统的压力筛进出口管路上，将造纸湿部化学药品通过使用循环造纸浆料喷射和混合到主工艺过程当中，从而完全取消化学品制备时使用的新鲜水。 | 适用于造纸企业造纸湿部化学品的混合系统 | 推广应用 |
| 109 | 透平机真空系统节水技术 | 该技术中的透平机是一种可调速真空系统，根据纸机不同工况实时提供实际所需真空；进气口前装配最新技术的滴液分离器以去除其中的水、灰尘、细小纤维等；风机产生的热尾气可通过热回收器进行回收。相比于液环式真空系统，节水100%。 | 适用于制浆造纸企业制浆、造纸及纸制品生产线真空系统 | 推广应用 |
| 110 | 纸机干燥冷凝水综合利用技术 | 该技术将纸机干燥部排风系统排除的水蒸汽通过封闭汽罩顶部的汇风道集结，经换热冷凝和处理，可用于备料工段、粗浆洗涤和锅炉的冲灰除尘等。 | 适用于造纸企业纸机干燥水蒸汽收集回用 | 推广应用 |
| 111 | 置换压榨双辊挤浆机节水技术 | 该技术使浆料在低浓度下泵入，浆中黑液通过压榨辊面上的滤孔进到辊内，经辊两端开口排出。辊面上形成连续浆层，在置换区浆料与洗涤液接触，置换浆中原有黑液；在压榨区浆料被挤压到要求浓度20%-35%，由破碎螺旋输送机送到机外。 | 适用于制浆企业化学制浆的黑液提取和纸浆洗涤 | 推广应用 |
| 112 | 干法剥皮技术 | 该技术将原木通过辊子输送机输送到圆筒剥皮机，通过剥皮机的转动将原木的树皮剥除并分离出来，然后树皮通过皮带输送机输送到树皮粉碎机进行粉碎，送树皮仓做生物质燃料，剥皮后的原木经辊子输送机进一步送木片削片机，吨浆废水排放量可减少5-10m3。 | 适用于制浆企业木材制浆备料系统 | 推广应用 |