

2022 年《国家先进污染防治技术目录（水污染防治领域）》

序号	技术名称	工艺路线	主要技术指标及应用效果	技术特点	适用范围	技术类别
1	MBR-DF 组合污水处理技术	污水经预处理后进入膜生物反应器（MBR），去除 COD、TN 和部分 TP，MBR 出水进入超低压选择性纳滤（DF）单元，去除溶解性小分子有机物、TP、重金属等。DF 单元产生的浓水部分回流至 MBR 前端，部分经深度处理后与 DF 单元产水混合排放或回用。系统产生的污泥经脱水后外运处置。	进水 COD $\leq$ 500mg/L、BOD ₅ $\leq$ 350mg/L、氨氮 $\leq$ 45mg/L、TN $\leq$ 70mg/L、TP $\leq$ 8mg/L，出水达到《城镇污水处理厂水污染物排放标准》（DB 11/890-2012）中 A 标准要求。运行压力 $<$ 0.40MPa，水回收率 $>$ 90%。	运行压力低、水回收率高，出水水质优，运行稳定性好。	出水水质要求高地区的污水深度处理。	推广技术
2	高效节地复合生物膜污水处理技术	污水经预处理后进入缺氧-好氧生化处理段，生化处理段采用高填充率轻质填料，正常运行时为固定床结构，反洗时为流化床结构，通过缺氧好氧段的串联组合以及工艺参数优化，缺氧池可有效富集厌氧氨氧化菌，好氧池可有效富集短程硝化菌，实现高效截留和去除污染物；出水经高效沉淀、消毒后排放或回用。污泥经脱水后外运处置。臭气经生物处理后达标排放。	进水 COD $\leq$ 300mg/L、BOD ₅ $\leq$ 150mg/L、SS $\leq$ 250mg/L、氨氮 $\leq$ 40mg/L、TN $\leq$ 45mg/L、TP $\leq$ 5mg/L，出水达到《城镇污水处理厂水污染物排放标准》（DB 11/890-2012）中 B 标准要求。	采用新型轻质填料密度接近于水，有效比表面积大于 1300m ² /m ³ ，孔隙率大于 80%，反应池填料填充率一般为 60%~90%。通过固定床和反洗流化床有机耦合、功能菌定向强化富集，实现了占地面积小、运行成本低、脱氮效果好的目标。	新建及改扩建污水处理厂，尤其适用于用地紧张、对节地要求高的情况。	推广技术

序号	技术名称	工艺路线	主要技术指标及应用效果	技术特点	适用范围	技术类别
3	硫自养主导型污水深度脱氮技术	二级出水进入装有硫基或硫铁基复合填料的生物滤池，利用硫自养主导的反硝化作用进行深度脱氮。	进水 $TN \leq 15\text{mg/L}$ （以硝态氮为主），出水 $TN \leq 5\text{mg/L}$ 、硝态氮 $< 1\text{mg/L}$ 。	脱氮效率高、运行成本低、占地面积小。	生活污水及工业园区污水深度脱氮。	推广技术
4	节能型立体结构生物转盘生活污水处理一体化装备	污水经预处理后进入立体结构生物转盘一体化装备，依次经缺氧、好氧（生物转盘）、沉淀过滤处理，好氧区硝化液回流至缺氧区脱氮，装备出水经消毒后达标排放。	进水 $COD \leq 400\text{mg/L}$ 、 $BOD_5 \leq 180\text{mg/L}$ 、 $SS \leq 180\text{mg/L}$ 、氨氮 $\leq 35\text{mg/L}$ 、 $TN \leq 40\text{mg/L}$ 、 $TP \leq 3\text{mg/L}$ ，出水达到《农村生活污水处理处置设施水污染物排放标准》（DB 37/3693-2019）要求。	采用立体结构盘片，盘片比表面积大、生物相丰富、污水处理效率高、运行稳定、能耗低、占地面积小、维护简便。	农村生活污水处理。	推广技术
5	耦合沉淀矩形气升环流生物反应器污水处理技术	污水经预处理后进入厌氧池完成释磷，然后进入缺氧池与回流的硝化液进行反硝化脱氮，缺氧池出水进入矩形气升环流生物反应器去除氨氮等污染物，反应器出水进入深度处理单元进一步去除 SS 和 TP，出水经消毒后达标排放。系统产生的污泥经脱水后外运处置。	进水 $COD \leq 400\text{mg/L}$ 、 $BOD_5 \leq 200\text{mg/L}$ 、 $SS \leq 200\text{mg/L}$ 、氨氮 $\leq 40\text{mg/L}$ 、 $TN \leq 50\text{mg/L}$ 、 $TP \leq 5\text{mg/L}$ ，出水达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）一级 A 标准要求，其中 COD 、 BOD_5 、氨氮、 TP 可达到《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中 IV 类标准限值要求。	采用标准规格的气升循环生化装置，组合生化与沉淀功能，高效截留活性污泥，结合脱氮除磷工艺，实现污水高效处理。	城镇污水处理厂新建和改造。	推广技术
6	微氧循环流污水处理技术	污水经预处理后进入生化处理单元，在循环流系统非曝气区的厌氧段充分释磷，与大比例回流的混合液混合均匀后进入低氧曝气区，利用微生物完成 COD 、 TN 、氨氮等污染物的高效脱除。泥水混合物自低氧曝气区进入澄清区，经高效沉淀装置进行泥水分离，污泥回流至进水端，清水送至深度处理单元进一步处理。	生化处理单元进水 $COD \leq 500\text{mg/L}$ 、 $BOD_5 \leq 200\text{mg/L}$ 、氨氮 $\leq 50\text{mg/L}$ 、 $TN \leq 60\text{mg/L}$ ，出水 $COD \leq 50\text{mg/L}$ 、 $BOD_5 \leq 10\text{mg/L}$ 、氨氮 $\leq 5(8)\text{mg/L}$ 、 $TN \leq 15\text{mg/L}$ 。吨水处理能耗为 $0.18\text{kW}\cdot\text{h} \sim 0.27\text{kW}\cdot\text{h}$ 。	在循环流系统中，通过低溶解氧高回流比实现污水处理的稳定达标，耐冲击负荷强、耐低温性能好、运行管理简便。	生活污水处理。	推广技术

序号	技术名称	工艺路线	主要技术指标及应用效果	技术特点	适用范围	技术类别
7	高效气浮净水器	利用高效溶气技术产生的饱和气泡云团气浮去除污水中悬浮物等污染物。	进水 SS30mg/L~200mg/L、TP2mg/L，出水 SS<5mg/L、TP<0.05mg/L。	不添加 PAM 情况下，仍能取得良好气浮效果，运行成本低。	城镇污水处理厂提标改造。	推广技术
8	模块化装配式污水处理装备	主体设备为高效气升环流式脱氮生物反应器，该反应器将生化曝气区与沉淀区上下高度集成，中间设置特殊的三相分离结构，反应器可利用曝气尾气作为气提动力，驱动内圈-外圈混合液循环。反应器出水经沉淀分离后排放。臭气经处理后达标排放。	进水 COD≤250mg/L、BOD ₅ ≤120mg/L、SS≤150mg/L、氨氮≤30mg/L、TN≤40mg/L、TP≤4mg/L，出水达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）一级 A 标准要求。	采用模块化多级环状结构设计，可有效减少占地面积、降低材料用量、缩短建设周期。	新建村镇污水处理厂和城镇污水处理厂扩建。	推广技术
9	乡镇污水处理智慧化运维管控系统	智慧化运维管控系统架构包括数据采集层、数据传输层、基础支撑层和数据应用层。基于物联网、仪表传感器搭建了污水处理厂、污水处理设施、一体化泵站底层感知系统，将数据传输至云平台，并辅以巡检智能装备，平台通过数据分析，下发指令和参数，自动控制污水处理设施运行，实现智慧化运维管控。	能够精确控制加药量和曝气量，降低人工操作强度。以某南方城市乡镇污水处理项目智慧化运维为例，覆盖 106 座乡镇污水处理厂（站），总处理规模 88500t/d，较传统运维模式，人力资源成本降低可达 50%，设备维护成本降低可达 20%，综合成本降低可达 30%。出水达到农村生活污水处理设施水污染物排放相关要求。	将云计算、物联网、大数据、移动互联网等信息技术与智慧水务相结合，采用“全自动运行+无人值守+智慧化调整+远程实时监控”智慧化运营模式，提高运维智慧化水平。	乡镇污水处理智慧化运维。	推广技术

序号	技术名称	工艺路线	主要技术指标及应用效果	技术特点	适用范围	技术类别
10	冷轧废水物化-生化-臭氧催化氧化耦合强化处理技术	冷轧高 COD 碱性废水经气浮等预处理，再经生化、混凝沉淀等工艺处理后，与经氢氧化钠、石灰两段中和混凝沉淀等工艺处理后的低 COD 酸性废水混合，进入臭氧催化氧化系统处理，出水经过滤后进入一级膜脱盐回用系统，产水回用，浓盐水进行电氧化处理。	冷轧废水经一级脱盐后回用率 $\geq 70\%$ 。出水 COD $< 30\text{mg/L}$ 、TN $< 10\text{mg/L}$ ，达到《钢铁工业水污染物排放标准》（GB 13456-2012）表 3 要求。	处理效率高、出水水质好，废水回用率高，浓盐水可得到有效处理。	钢铁行业冷轧（含硅钢）废水处理。	推广技术
11	无酸金属材料表面清洗技术	将水和带棱角的钢砂颗粒混合，在高速旋转涡轮电机驱动下，砂水混合物不断高速喷射冲击钢板，实现除锈。清洗废水经沉淀、旋流分离工艺回收钢砂，再经过滤、磁分离工艺回收铁泥，出水和钢砂循环利用。	处理后钢卷表面最高除锈等级为 Sa3.0 级。	物理方法除锈，避免产生酸性废水，实现废水源头减量。	金属表面除锈。	推广技术
12	燃煤电厂脱硫废水膜浓缩+蒸汽机械再压缩（MVR）蒸发结晶技术	电厂脱硫废水经预处理后，通过纳滤膜实现一价离子和二价离子的分离。纳滤产水通过反渗透、高压反渗透膜进一步浓缩减量，产水回用；浓水经进料泵加压、预热后进入 MVR 蒸发结晶器。在设定的温度条件下，蒸发过程产生的晶体随液体多次循环，并经固液分离得到副产工业盐。蒸发器换热产生的冷凝水经收集后，一部分用于 MVR 系统内部喷淋冷却，一部分进入冷凝水回收系统。	反渗透产水电导率 $< 50 \mu\text{S/cm}$ ；蒸发器冷凝液 TDS $\leq 100\text{mg/L}$ ，达到《工业循环冷却水处理设计规范》（GB/T 50050-2017）要求；蒸发结晶盐纯度 $\geq 97.5\%$ ，达到《工业盐》（GB/T 5462-2015）精制工业干盐二级标准要求。	采用纳滤膜分盐及两级反渗透膜协同浓缩系统，提高了氯化钠纯度，废水回收率高。利用蒸发器二次蒸汽的能量，可有效降低能耗。	环保要求高地区、水回用目标明确的燃煤电厂脱硫废水处理。	推广技术

序号	技术名称	工艺路线	主要技术指标及应用效果	技术特点	适用范围	技术类别
13	寒冷地区大规模畜禽废水资源化技术	畜禽废水经预处理后进行厌氧发酵处理，产生的沼液作为肥料利用，沼渣经好氧堆肥制有机肥，沼气用于厌氧发酵系统的保温和有机肥烘干。通过建立能量平衡、采用系统保温增温措施及控制进料浓度，实现厌氧发酵系统在寒冷地区稳定运行；通过连续大垛堆肥及低温菌种筛选，缩短寒冷地区冬季好氧堆肥周期。	生产的有机肥达到《有机肥料》（NY/T 525-2021）要求。厌氧反应器最高容积负荷达 $4.9\text{kgCOD}/(\text{m}^3\cdot\text{d})$ ，容积产气率 $1.5\text{m}^3/(\text{m}^3\cdot\text{d})\sim 2.0\text{m}^3/(\text{m}^3\cdot\text{d})$ ，产生的沼气甲烷含量达 60%。沼渣好氧堆肥周期可缩短至 12d。	厌氧发酵效率高，沼气产率高，在寒冷地区运行稳定。	10t/d 以上 畜禽废水处理。	推广技术
14	垃圾渗滤液处理大数据分析 & 生产优化控制工业互联网平台	基于网络实时上传垃圾渗滤液处理生产运行数据至数字化管理平台，通过该平台对垃圾渗滤液处理项目生产运行进行远程监管，对生产运行数据进行分析，依据分析结果，自动优化调节项目生产运行条件和参数，实现智慧化远程运维管控。	以某北方城市 $1200\text{m}^3/\text{d}$ 生活垃圾渗滤液处理项目为例，人工成本减少可达 10%，维修费用减少可达 5%，维修、停机时间减少可达 20%。	智慧化运维管控，实现生产和检测数据可视化，提高管理水平，降低运行成本。	垃圾渗滤液处理智慧化运维。	推广技术
15	基于火山岩填料强化潜流人工湿地处理技术	微污染水经预处理后，先进入设有火山岩填料层的强化水平潜流人工湿地，利用湿地植物根系及其生物膜等的吸附和截留作用，去除污水中有机物、氮、磷等；再进入表面流人工湿地，利用湿地维管束植物吸收氧气并通过根区土壤输送形成根区周围好氧环境，去除 SS、COD、 BOD_5 、氮、磷等。	污水处理厂外排水等经处理后，出水达到《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）IV 类标准限值要求。水力负荷 $0.5\text{m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{d})\sim 1.0\text{m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ ，水力停留时间 $0.4\text{d}\sim 1\text{d}$ 。	针对氮磷含量较高进水，优化设计火山岩填料填充范围和级配关系，耦合湿地潜流区厌氧、缺氧、好氧区段，有效提升湿地反硝化脱氮和除磷能力，节省人工湿地占地。	再生水提标、污水处理厂尾水提标、面源污染治理等。	推广技术

序号	技术名称	工艺路线	主要技术指标及应用效果	技术特点	适用范围	技术类别
16	低温高效复合流人工湿地集成技术	该技术集成低温人工湿地和高效复合流人工湿地。低温人工湿地系统由多级人工湿地组成，增设由废玻璃和秸秆组成的新型隔热材料和放置吸附剂的磷吸附池，保证低温处理效果。高效复合流人工湿地采用水平流与上升式垂直流相结合的复合流布水方式。湿地运行中通过大水量、高流速和高水压方式冲洗倒膜防止堵塞，采用人工湿地微生物菌群调整装置提升处理效果。	针对城镇生活污水处理厂尾水，在冬季低温、进水水质达《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）一级 A 标准条件下，出水达到《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）IV类标准限值要求。	利用废弃物作保温材料，实现废弃物资源化利用；人工湿地构造简单，建设和运行成本低。	北方低温高寒区域城镇污水处理厂尾水处理。	推广技术
17	改性粘土应急处置赤潮技术	该技术采用由天然粘土矿物表面改性制得的改性粘土治理赤潮，向水域中喷洒改性粘土，利用改性粘土的吸附、絮凝、碰撞、埋藏作用治理赤潮。粘土改性利用吸附、插入等方法，将改性剂结合至粘土表面，有效增加粘土与赤潮生物间的吸附、絮凝等作用。	近海常见赤潮生物（如球形棕囊藻、米氏凯伦藻、赤潮异弯藻等）的消除率为 70%~85%，富营养化水体中磷营养盐含量降低 60%以上，有毒赤潮典型藻毒素（如麻痹性贝毒、腹泻性贝毒等）毒性降低 80%以上。改性粘土用量为 4t/km ² ~10t/km ² ，与水的质量比为 1:20~1:100。	适用性强，成本低，操作简便，无二次污染。	河口、海湾等近海赤潮的应急处置。	推广技术
18	复合粉末载体生物流化床污水处理技术	污水经预处理后依次经过生化池的厌氧区、缺氧区和好氧区，好氧区中投加由天然无机颗粒与功能材料制备的复合粉末载体提高处理效率，好氧区污泥回流至缺氧区。生化池出水进入二沉池，底部浓缩液回流至生化池厌氧区；上清液经深度处理进一步去除 SS 和 TP，并经消毒后达标排放；污泥输送至载体分离回收系统，分离出的载体重新投加至生化池，剩余污泥经脱水后外运处置。	进水 COD≤280mg/L、BOD ₅ ≤150mg/L、SS≤300mg/L、氨氮≤20mg/L、TN≤30mg/L、TP≤5mg/L，出水 COD≤30mg/L、BOD ₅ ≤6mg/L、SS≤5mg/L、氨氮≤1.5(3)mg/L、TN≤10mg/L、TP≤0.3mg/L。载体回收率 90%~95%。	处理效率高、抗冲击负荷强、占地面积小，复合粉末载体可循环利用。	污水处理厂新建与提标扩容。	示范技术

序号	技术名称	工艺路线	主要技术指标及应用效果	技术特点	适用范围	技术类别
19	纳米平板陶瓷膜污水处理技术及一体化装备	污水经预处理后，在高污泥浓度的活性污泥系统中去除绝大部分有机污染物，再通过无机陶瓷平板膜过滤，实现泥水分离，出水经消毒或深度处理后外排或回用。	进水 COD $\leq$ 250mg/L、SS $\leq$ 150mg/L、氨氮 $\leq$ 25mg/L、TN $\leq$ 40mg/L、TP $\leq$ 4mg/L，出水达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）一级 A 标准要求。污泥浓度 5000mg/L $\sim$ 20000mg/L，纳米平板陶瓷膜设备产水量 18L/(m ² ·h) $\sim$ 40L/(m ² ·h)，跨膜压差 0kPa $\sim$ 60kPa。	采用的纳米陶瓷膜（膜孔径 50nm $\sim$ 100nm）具有通量大、机械强度高、寿命长、制造成本低、分离精度高、化学稳定性强、便于一体化安装等特点。	生活污水深度处理。	示范技术
20	塔式 A/O 接触氧化污水处理装备	污水经预处理后进入缺氧好氧法（A/O 工艺）缺氧区，缺氧区出水以淋漓的均匀布水方式进入好氧区，与生物膜菌群充分接触，好氧区出水经沉淀分离后，清水排放，沉淀污泥部分回流至缺氧区、部分经脱水后外运处置。系统产生的臭气经净化后达标排放。	进水 COD $\leq$ 300mg/L、BOD ₅ $\leq$ 200mg/L、SS $\leq$ 200mg/L、氨氮 $\leq$ 40mg/L、TN $\leq$ 50mg/L、TP $\leq$ 8mg/L，出水达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）一级 A 标准要求。	占地面积小、运行管理简便、处理效果稳定。	20t/d $\sim$ 1000t/d 农村生活污水处理。	示范技术
21	活性生物污泥过滤反应器	污水经预处理后进入 A/O 工艺段处理，A/O 工艺出水进入活性生物污泥过滤反应器，实现泥水分离和除磷，出水经消毒后达标排放。	进水 COD $\leq$ 450mg/L、BOD ₅ $\leq$ 200mg/L、SS $\leq$ 200mg/L、氨氮 $\leq$ 40mg/L、TN $\leq$ 50mg/L、TP $\leq$ 5mg/L，出水 COD $\leq$ 60mg/L、BOD ₅ $\leq$ 20mg/L、SS $\leq$ 20mg/L、氨氮 $\leq$ 1.5mg/L、TN $\leq$ 15mg/L、TP $\leq$ 1mg/L。	形成悬浮活性污泥层，提升了污水处理效果。	分散式生活污水处理，单体处理能力 $\leq$ 250m ³ /d。	示范技术

序号	技术名称	工艺路线	主要技术指标及应用效果	技术特点	适用范围	技术类别
22	工业废水厌氧氨氧化脱氮处理技术	采用预处理+厌氧氨氧化+深度脱氮工艺处理工业废水。厌氧氨氧化利用富集在填料上的厌氧氨氧化菌去除污水中氨氮和 TN，同时耦合异养脱氮进一步提高 TN 去除率。利用外源电子调控的厌氧氨氧化技术有效调控系统脱氮功能菌群的稳定性，实现工业废水自养异养耦合脱氮。	进 水 氨 氮 350mg/L ~ 800mg/L 、 TN500mg/L ~ 1000mg/L，氨氮和 TN 去除率 >90%。曝气能耗节省 60%以上，碳源投加量减少 90%以上。	脱氮效率高，碳源消耗少。	高氨氮、低 C/N 工业废水处理。	示范技术
23	复合式连续流序批生物膜法工艺	该工艺包括前置 A 池、O 池和两个交替运行的序批沉淀池，通过连续推流反应、序批反应、沉淀分离，构成复合式连续流序批反应器，并在好氧池及序批沉淀池内增加酶浮填料，使有机物的降解、氨氮的硝化、反硝化等生化过程高效进行。	进 水 COD1200mg/L ~ 1500mg/L、氨氮 300mg/L ~ 400mg/L、TN350mg/L~500mg/L 时，出水 COD<40mg/L、氨氮 <4mg/L、TN<12mg/L。填料填充比 40%~60%。	好氧池和序批沉淀池内均设置酶浮填料，脱氮效率高，剩余污泥产生量少；采用射流曝气，能耗低。	高 COD(1200mg/L ~ 1500mg/L)、高氨氮(300mg/L ~ 400mg/L) 废水处理。	示范技术
24	有色冶炼烟气洗涤污酸废水治理与资源化利用技术	采用硫化-电渗析-蒸发浓缩-氟氯吹脱-碱液吸收等组合工艺，应用耐高温、耐腐蚀、大流量泵和分离设备实现污酸中有价金属、硫酸、氟氯等成分的回收和废水、废渣资源化利用。气液强化硫化去除污酸废水中铜、砷、汞等污染物，电渗析、蒸发浓缩实现酸的浓缩和水资源回收，氟氯吹脱实现硫酸的分离回收和氟氯的有效分离，碱液吸收实现氟氯高效回收。	回用水氟离子、氯离子浓度均 < 200mg/L，水回收率 > 95%，硫酸回收率 >90%，氟和氯回收率均 >95%，产品硫酸达到《工业硫酸》（GB/T 534-2014）要求。	实现污酸废水及其有价组分高效回收利用，废渣产生量少、投资省、运行费用低、自动化程度高。	有色冶炼烟气洗涤废水处理。	示范技术
25	电镀废水处理及资源化回用技术	酸铜废水、含镍废水经离子交换和金属电积等湿法冶金工艺处理达标并进行金属回收利用后，与处理达标的含铬废水、含氰废水及综合废水混合，经絮凝沉淀、高级氧化、超滤、电渗析、反渗透、蒸汽机械再压缩（MVR）蒸发以及污泥干燥等处理，得到的结晶复合盐和污泥外运处置，产水回用。	出水达到《电镀污染物排放标准》（GB 21900-2008）表 3 要求。电镀污泥产生量减少 60%以上。	实现铜、镍等有价金属回收，电镀污泥产生量少。	电镀废水处理及回用。	示范技术

序号	技术名称	工艺路线	主要技术指标及应用效果	技术特点	适用范围	技术类别
26	关闭煤矿井涌水无动力跌曝交迭滤床处理技术	矿井涌水通过自流一级跌水曝气，部分二价铁氧化为三价铁生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀；再经沉淀池、二级跌曝和两级无动力过滤，水中 Fe^{2+} 和 Mn^{2+} 氧化为不溶于水的 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 和 MnO_2 ；再经三级跌曝，结合天然锰砂的催化、吸附、过滤去除水中的铁和锰。	出水达到《煤炭工业污染物排放标准》（GB 20426-2006）要求。	处理过程无动力消耗，且无需使用药剂，运行成本低。	水量较大、铁离子浓度较低（总铁 $\leq 300\text{mg/L}$ ）的关闭煤矿井涌水处理。	示范技术
27	稀土矿山氨氮尾水处理技术	稀土矿山尾水经预处理后进入平流沉淀池泥水分离，出水经一级或两级（依氨氮浓度确定）硝化-反硝化耦合生物膜系统处理后达标排放。污泥经脱水后送至稀土冶炼企业利用。	进水氨氮 $40\text{mg/L} \sim 300\text{mg/L}$ 时，出水氨氮达到《离子型稀土矿山开采水污染物排放标准》（DB 36/1016-2018）和《稀土工业污染物排放标准》（GB 26451-2011）限值要求。	在好氧硝化段添加中砂、沸石、谷壳、活性污泥混合滤料作为填料，碳源投加量少，氨氮去除率高，占地省。	稀土行业中原地浸矿开采工艺产生的酸性较强、有机物浓度低、可生化性差的氨氮尾水处理。	示范技术
28	铁基材料协同催化氧化处理高浓度难降解化工废水关键技术及装备	以铁基催化剂（粒径 $100\mu\text{m} \sim 200\mu\text{m}$ ）在氧化罐的催化氧化反应为核心，采用三级梯度氧化+多级混凝沉淀+生化组合工艺，有效处理高浓度有机化工废水中的重金属和难降解有机物等污染物，同时实现脱氮除磷。	用于民用起爆药生产废水处理，出水达到《兵器工业水污染物排放标准 火工药剂》（GB 14470.2-2002）中新建项目水污染物排放限值要求。	三级梯度氧化结合铁基材料、类芬顿和芬顿的优点，实现催化剂和氧化剂的高效利用，可有效提高废水 B/C 值，有机污染物去除效率高、酸用量少、铁泥产生量少、运行成本低。	民用起爆药等行业 $200\text{m}^3/\text{d}$ 以下高浓度、难降解化工废水处理。	示范技术
29	氯碱工业废水非蒸发结晶资源化技术	采用纳滤+高级氧化+冷冻非蒸发结晶分盐工艺处理氯碱工业废水，实现盐与废水的分离，产生的一价盐（氯化钠）水回用于烧碱厂，二价浓盐水经冷冻工艺提取十水硫酸钠（芒硝），剩余浓水经氧化、超声波、软化、压滤等处理后，回流至废水处理系统。	进水 $\text{TOC} < 500\text{mg/L}$ 、氨氮 $< 100\text{mg/L}$ 、总硬度 $< 5000\text{mg/L}$ ，处理后回用水 $\text{TOC} \leq 15\text{mg/L}$ 、氨氮 $\leq 1.5\text{mg/L}$ 、总硬度 $\leq 180\text{mg/L}$ 。	采用非蒸发结晶分盐工艺实现一价盐水回用，有机物脱除率高。	氯碱化工废水处理。	示范技术

序号	技术名称	工艺路线	主要技术指标及应用效果	技术特点	适用范围	技术类别
30	制药废水复配功能菌强化生物处理技术	制药废水与厂区生活污水混合后,采用水解-好氧-水解-好氧两级复合串联工艺处理,好氧反应池投加复配功能菌,出水经固液分离后达标排放,污泥经脱水后外运处置。	复合微生物菌剂中微生物量不低于 1×10^7 cfu/mL,菌种投配率 2%~3%,苯酚、对甲苯酚和邻苯二甲酸酯等污染物去除率 >90%,出水达到相关排放标准要求。	以制药废水中有毒有害物质为目标培养筛选功能菌,在去除污染物的同时实现有毒有害物质脱除。	化学合成类制药废水处理。	示范技术
31	水产养殖尾水污染物协同净化技术	水产养殖尾水经生态沟渠截留部分悬浮物后,通过湿地进水渠进入沉淀池,再依次自流经过低氧塘、表面流湿地、氧化塘、水平潜流湿地、可拆卸金属负载型湿地模块等单元,实现水中 TN、TP、高锰酸盐等常规污染物和部分抗生素类污染物去除。	进水 TN3.2mg/L~3.8mg/L、TP0.41mg/L~0.49mg/L、抗生素 0.63μg/L~0.87μg/L,出水 TN0.90mg/L~0.93mg/L、TP0.12mg/L~0.18mg/L、抗生素 0.02μg/L~0.15μg/L。氮、磷污染物平均去除率达 60%以上,抗生素去除率达 80%以上。出水达到《淡水池塘养殖水排放要求》(SC/T 9101-2007)一级标准要求。	可拆卸金属负载型湿地模块对抗生素的去除效率较高。建设成本和运行费用低,运行管理简便。	淡水水产养殖尾水净化。	示范技术
32	工业污染源-污水管网-污水集中处理设施综合管理技术	基于工业污染源基础信息,在管网节点布设在线监测传感器,实现管网中水质异常时污染排放快速溯源定位和下游实时预警;基于工业污染源、污水管网 GIS 系统、管网运行监测数据及污水处理厂运行数据,建立污染源-污水管网-污水集中处理设施耦合的联合调控模型,实现多目标优化的水质水量实时预测、自动校正和反馈控制;基于光纤测温、VR 智能探测、管网 GIS 系统分析等实现管网系统输送效能(管道破损、地下水入渗)的诊断。	工业污染源排放溯源预警的准确度 ≥92.5%。	通过外来水接入管网位置快速确定、管网漏损智能探测、外来水接入水质水量优化分析、污染源排放异常快速预警和溯源追踪等系统性措施,提高了溯源预警和管网调度的科学性。	工业污染源、污水管网、污水集中处理设施协同管控。	示范技术

序号	技术名称	工艺路线	主要技术指标及应用效果	技术特点	适用范围	技术类别
33	用于面源污染控制的功能填料强化人工湿地处理技术	采用多级人工湿地净化污水，人工湿地采用铁锰复合氧化物填料、硫化零价铁多孔活性填料、根区激活复合填料三种功能性填料和常规填料，通过湿地植物根系、填料截留及功能填料和微生物的协同作用去除水体中污染物。	COD 去除率 30%~50%，BOD ₅ 去除率 30%~45%，氨氮去除率 20%~40%，TN 去除率 30%~50%，TP 去除率 25%~40%。表面水力负荷 0.5m ³ /(m ² ·d)~1.0m ³ /(m ² ·d)，水力停留时间 0.3d~1d。	人工湿地污染物去除效率提高、节约碳源。	地表径流污染控制及以面源污染为主的富营养化水体治理。	示范技术
34	水体人工湿地-生态净化集成技术	该技术由复合潜流湿地和多级表流湿地串联组成。潜流湿地复合三相高效补氧模块和锰氧化物调控模块，设置中央导流板和虹吸排水管，实现高效低阻氧补给和高效脱氮。表流湿地中搭配种植挺水植物与菹草、苦草等耐寒沉水植物，并投加河蚌、摇蚊幼虫、田螺等底栖动物，保障冬季脱氮效果。	氨氮和硝态氮平均去除率>90%。湿地缺氧区基质填料锰矿砂粒径 3mm~6mm，填充比例 20%~30%（体积比）。	污染物去除效率高，补氧效率高，运行成本低。	达标排放的污水处理厂出水、农田排水、低污染河水等。	示范技术
35	再生水补给型河道生物多样性恢复技术	在河道内设立围网区域构建生态保育场，种植水生植物幼苗，构建水生植物群落；投放先导物种浮游动物类和大型底栖动物，序批式投放低龄幼体、优化物种组合的鱼类；定期监测，适时补充水生生物，恢复稳定水生生态系统。	河道水生生物多样性得到恢复，水体氨氮、TN、TP 削减率均>20%。	建设费用和运行成本低，可高效恢复生物多样性，提升水生态系统稳定性。	水质总体在地表水 V 类及以上、溶解氧量 3mg/L 以上，以再生水为主要水源的非养殖功能水体，如河道、湖泊、坑塘等。	示范技术

序号	技术名称	工艺路线	主要技术指标及应用效果	技术特点	适用范围	技术类别
36	湖荡湿地生态系统构建及稳定维持技术	以浅水区植被修复、湿地重建、湖体生态系统调控及稳定维持为重点，集成湖滨湿地水生植被诱导繁衍、水位波动下湖滨湿地系统稳定维持、湖体生态系统调控与稳定维持等关键技术，使植被快速恢复、湿地稳定维持、湖体调控平衡，实现湖荡湿地生态系统自然恢复。	水体中 TN 浓度可降低 20%以上，TP、叶绿素 a 浓度可降低 15%以上，植被覆盖率可提高 50%以上，水生生物多样性可增加 20%以上。	可实现湖滨湿地生态系统快速恢复及湖体生态系统稳定维持。	浅水藻型湖荡生态系统构建与稳定维持，以及湖体的生态调控、食物网重塑。	示范技术
37	城市湖泊草型生态系统重构技术	通过围隔消浪提升水体透明度，为沉水植被恢复提供合适的光照环境；通过水生植物群落重建与快速稳定技术，实现沉水植被的快速恢复；通过健康食物网重塑与长效调控技术，实现草型湖泊生态系统的稳态维持。	水体水质达到《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）III 类标准要求，沉水植物覆盖率可达 45%以上。	技术集成性强，系统稳定性高，可实现城市湖泊草型生态系统重构及长效维持。	已完成控源截污、水位调控受限、水生植被退化的城市湖泊，且水体年平均氨氮 < 0.40mg/L、TN < 1.5mg/L、TP < 0.16mg/L、叶绿素 a < 25 μg/L。	示范技术
38	城市河岸径流污染控制技术	根据城市雨水污染物及河道短斜坡驳岸特点，构建河道线性沟槽净化技术，形成河道表潜结合岸坡湿地技术，净化河岸径流污染物的同时，实现岸坡湿地与原景观更好融合。	常规降雨条件下，SS 削减率为 88%~97%，TP 削减率为 33%~86%。	点线结合的净排单元灵活利用岸坡空间；填料主要采用废弃砖渣，节约成本；营造微地势重力汇流引流，节约能源。	硬化滨岸占比大、岸坡空间小的城市河道。	示范技术

备注：

1. 示范技术具有创新性，技术指标先进、治理效果好，基本达到实际工程应用水平，具有工程示范价值；推广技术是经工程实践证明了的成熟技术，治理效果稳定、经济合理可行，鼓励推广应用。
2. 本目录基于 2022 年公开征集所得技术编制。