

# 《山东省水污染防治技术指导目录》

(第四期)

山东省科学技术厅

2020年9月

# 前 言

《技术指导目录》（第四期）包括 20 项先进适用技术成果，为便于使用者查阅和掌握整体情况，《技术指导目录》（第四期）分为技术目录和技术简介两部分。第一部分技术目录中，每项技术由技术名称、技术内容和适用范围三部分组成。第二部分技术简介中较详细介绍了各项技术的具体内容、应用的典型案例、技术咨询单位信息等。由于时间有限，未对各项技术的技术经济指标和实际运行情况进行现场核实。

《技术指导目录》（第四期）经专家评估评审和征求相关部门、地方意见后形成。任何机构适用本目录所列技术，请认真研究分析该技术在相关应用中的适用性，并根据《合同法》等相关法律法规，与技术咨询方约定权利义务，在技术交易和使用中严格履行供需双方的责任与义务。

# 目 录

第一部分 技术目录.....	1
第二部分 技术简介.....	6
1. 基于鞘藻的水生态修复与资源化利用技术.....	6
2. 氧化沟工艺达到地表类IV类水标准节能降耗集成技术.....	8
3. 污水处理用脱泥机关键技术研发.....	10
4. 生物膜磁强化技术.....	13
5. 物理法含油污水处理装置.....	15
6. 高磷废水处理技术及高效除磷剂的转化与应用.....	18
7. 高效结晶—自加载絮凝固液分离技术.....	22
8. 复合腐殖填料生物滤池技术.....	24
9. 嵌入式生物滤池+人工湿地处理农村生活污水.....	27
10. 短程硝化-厌氧氨氧化一体化技术处理高氨氮废水.....	30
11. 重金属污染底泥/土壤植物生态修复技术.....	32
12. 磁混凝净化技术.....	35
13. 环社多参数立杆式在线监测系统.....	38
14. 养殖粪水生物处理和精准循环利用.....	40
15. 硼掺杂金刚石薄膜电化学高级氧化废水处理系统.....	42
16. 基于等离子体含重金属废水深度处理技术.....	45
17. 高浓度有机污染废水资源化处理关键技术研究与应用.....	49
18. 工业废水深度处理氧化工艺的专效固态纳米催化剂.....	51
19. 垃圾渗滤液浓缩液电絮凝水处理技术.....	53
20. 城市污泥电渗透高干脱水技术.....	55

## 第一部分 技术目录

技术编号	技术名称	技术内容	适用范围	推荐单位
1	基于鞘藻的水生态修复与资源化利用技术	池内优选的藻种属于自养型生物，以光能为主要能源，利用水体中的氮、碳等营养物质进行光合作用并将其转化成为细胞内氨基酸和蛋白质等物质，磷酸盐则被藻细胞吸收，并通过多种磷酸化途径转化为 ATP、磷脂等胞内有机物。同时，藻体通过光合作用消耗水体中的二氧化碳，释放出氧气，水体中的好氧细菌则利用氧气对有机污染物进行分解、转化，从而降低了水体中有机物含量。	地表水、生活污水等治理领域	山东欧卡环保工程有限公司；山东大学；山东省分析测试中心
2	氧化沟工艺达到地表类 IV 类水标准节能降耗集成技术	1) 跌水充氧消除技术：通过对污水处理厂全流程跌水复氧点的测定，得到了跌水高度、跌水宽度、跌水流量与跌水复氧效果之间的科学关系； 2) 深度处理单元精确控制技术； 3) 高效低耗曝气技术及设备：通过对倒伞表面曝气机进行系统性研究，首次得到了表面曝机的性能曲面，为国内外独家。	污水处理	泗水国祯水务有限公司
3	污水处理用脱泥机关键技术	设有的转鼓、中空离心管和螺旋叶片能够通过离心分离的方法将污泥与污水分离，提高脱泥效果；设有的去泥刀片能够加快螺旋叶片上污泥的脱离，避免污泥堵塞转鼓，从而加快脱泥机的工作效率；设有的电机、差速器能够减小脱泥机的动力消耗，使脱泥机更加的节能。	食品、饮料、化工、皮革、焊材、造纸、印染、制药等行业	济宁市鲁泉水处理有限公司
4	生物膜磁强化技术	1) 采用纯膜 MBBR 方式实施生化处理，不富集活性污泥，无需二沉池； 2) 采用磁加载沉淀方式，替代传统工艺的二沉池和深度处理工艺，同步实现泥水分离和深度处理； 3) 高度集约，吨水占地 $<0.15\text{m}^2/(\text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1})$ ，是传统工艺流程的 20%；4) 模块化装备结构，	污水厂新建、扩建提标提量、应急处理设施	青岛思普润水处理股份有限公司

		系统设计、建设、调试周期<45天，系统集成度高。		
5	物理法含油污水处理装置	<p>物理法含油污水处理装置主要由提升泵、油砂液分离罐、粗处理罐、反冲洗泵、细处理罐、滤料循环泵、空压机、储气罐等组成。</p> <p>1) 利用电与气加过滤含胶污水处理方法，研制出只需加气、加电的油田钻井及污水不落地处理装置；</p> <p>2) 通过加电去除水中溶解氧方法，解决了加气过程中水中溶解氧对设备罐体和管网造成的氧化腐蚀；</p> <p>3) 形成电法不加药的钻井及废液处理技术，处理后的液体直接用来配置压裂液。</p>	油田含油采出水的处理	山东海吉雅环保设备有限公司
6	高磷废水处理技术及高效除磷剂的转化与应用	主要核心技术为高级氧化 + 次亚磷均相共沉淀技术，其基本原理是首先通过高级氧化技术将废水中的有机磷酸酯类彻底转化为次亚磷，而后在自主研发的混凝试剂A、B的作用之下，与废水中的次亚磷进行结合，实现共沉淀，将磷去除。	有机磷、普通含磷废水领域	山东益源环保科技有限公司
7	高效结晶—自加载絮凝固液分离技术	通过优化控制晶体生长的动力学过程，强化加载絮体悬浮层颗粒水力筛选及高密度成长实现高效固液分离。	市政水处理、工业水处理	济南大学；烟台和盛康洁环保科技有限公司
8	复合腐殖填料生物滤池技术	采用多层腐殖填料固定床生物滤池竖向串联工艺，结合硝化液回流方式提高对TN的去处率，再配合除磷填料湿地强化除磷手段，通过小水力负荷分区间歇配水及污水表面富氧方式，从而实现对污水中C、N、P等污染物的高效去除，且无剩余污泥产生。	村镇生活污水处理	青岛理工大学；南京柯若环境技术有限公司

9	嵌入式生物滤池+人工湿地处理农村生活污水	嵌入式生物滤池+人工湿地”组合工艺适用于农村生活污水处理，生物滤池部分可方便地实现嵌入式箱体位置调换，增大生物量，有效克服传统滤池的堵塞及营养不足问题，生物膜随厚度增加，从外到内分别为好氧、兼性和厌氧层，可实现好氧、兼性和厌氧微生物联合作用，出水回流有利于生物膜脱落更新，提高污染物去除能力，同时可减少维护费用，运行安全可靠。人工湿地可进一步去除污水中 COD 及氮磷，确保该工艺处理后能达标排放。	农业农村污染防治	青岛农业大学
10	短程硝化-厌氧氨氧化一体化技术处理高氨氮废水	短程硝化-厌氧氨氧化一体化技术在一个反应单元里实现厌氧氨氧化和短程硝化两个过程。厌氧氨氧化的基本原理是在缺氧条件下，微生物直接以 $\text{NH}_4^+$ 为电子供体，以 $\text{NO}_2^-$ 为电子受体，将氨转化为氮气。厌氧氨氧化一般前置短程硝化工艺，将废水中的一部分氨氮转化成亚硝酸盐。	C/N 比失衡废水的高氨氮废水	山东大学
11	重金属污染底泥/土壤植物生态修复技术	1. 筛选了适宜不同种类重金属污染底泥/土壤生态修复的富集植物种类，开发了富集植物种植、监测和收割管理技术及装备； 2. 开发了重金属污染底泥/土壤的固化/稳定化及改良增效药剂，构建了河道底泥重金属污染原位植物修复技术及增效改性修复技术。	水体底泥污染治理；土壤污染修复	山东建筑大学
12	磁混凝净化技术	高效混凝沉淀工艺，混合区采用中心加药功能的高速涡轮搅拌，节省混凝剂；絮凝区投加磁种，低速搅拌；沉淀区采用十字型刮臂刮泥机，高负荷沉淀；回流污泥采用机械密封保护水室渣浆泵；采用高速剪切机和磁鼓实现磁种的分离和回收；占地小，具有极高的 SS、TP 去除效率。	城市污水、工业污水、矿井水、油田采出水、河道水、景观水处理	山东建筑大学
13	环社多参数	通过光学及化学原理，对污染水质中的氨氮	污水排放	山东科技

	立杆式在线监测系统	NHN、酸碱度 PH、污染物浊度 COD、水温 TMP 等参数，以及污染气体中的恶臭浓度 OU、硫化氢 H <sub>2</sub> S、氨气 NH <sub>3</sub> 、挥发物 TVOC、非甲烷总烃 NMHC、扬尘 PM <sub>10</sub> PM <sub>2.5</sub> 等参数，进行实时监测。结合计算机控制技术，提供丰富的触摸显示功能，支持户外 LED 大屏显示，同时通过 GPRS 网络，把数据上传到 Web 网络服务器，管理部门可远程登录查看，实时掌握污染源的排放情况。	监测；污染气体排放监测	大学
14	养殖粪水生物处理和精准循环利用	养殖粪液低成本快速发酵技术：在粪污高效固液分离基础上，经过分级发酵处理，进行粪液低成本快速发酵；对发酵好的粪液，进行低成本高效膜处理，获得清澈的发酵粪液。养殖粪液发酵液高效精准循环利用：对发酵粪液进行养分分析，根据不同作物及作物不同生长阶段的养分需求规律，通过精准调控，进行精准高效种养循环利用。	产生粪液的养殖业	山东农业大学
15	硼掺杂金刚石薄膜电化学高级氧化废水处理系统	利用硼掺杂金刚石薄膜阳极的高电位和有催化活性的阳极反应产生具有强氧化能力的高活性羟基自由基等强氧化剂，氧化水中的各类有机污染物和微生物，通过“冷焚烧”的方式将其转化为可生物降解的小分子有机物和简单无机物，达到去除有机污染物和微生物的目的。	海洋、石化、医药、化工、印染、冶金等企业及化工产业园区	山东省科学院海洋仪器仪表研究所
16	基于等离子体含重金属废水深度处理技术	利用等离子体液相高压脉冲技术制备纳米金属粒子，由于等离子体能级高，原位生成的纳米金属粒子在水中高度分散，效率高，功耗小，成本低。与重金属离子充分接触，将有毒重金属离子还原为金属单质或降低其毒性，利于固液分离，有效将含重金属废水（含镍、砷、铬、铜等）处理后达到工业回用或排放标准。	采矿、电镀、医药、印染、化工等含重金属废水行业	山东省科学院激光研究所

17	高浓度有机污染废水资源化处理关键技术与工业应用	采用 POUE 除菌工艺去除细菌，采用旋流微气泡气浮-PTFE 荷电膜工艺进行处理，筛选驯化耐盐湿热土著菌，能够有效降低污水的 COD。应用浅池理论、表面化学及混（絮）凝沉降原理，采用高级氧化曝气调节、旋流气浮深度过滤和生化等技术，形成适合油田高盐污水生化处理工艺技术。	工业水污染治理	中国石油大学（华东）
18	工业废水深度处理氧化工艺的专效固态纳米催化剂	通过纳米技术将铁氧化物与锰、硅等活性激发物质进行配方复合，制备更高活性和稳定的纳米催化剂，通过高效催化过氧化氢产生羟基自由基、促进反应过程中·OH 的产生，将有机物降解为 H <sub>2</sub> O、CO <sub>2</sub> 和无机盐等，实现工业废水中难生化降解的有机污染物的高效降解。	水污染防治	中国科学院海洋研究所
19	垃圾渗滤液浓缩液电絮凝水处理技术	该技术是以铝、铁等合金金属作为主电极，借助外加脉冲高电压作用产生电化学反应，把电能转化为化学能，以牺牲阳极金属电极产生金属阳离子絮凝剂，将水体中污染物微粒聚集成团并沉降或气浮分离的除污工艺。关键设备为电絮凝反应器。	垃圾渗滤液、餐厨沼液等高盐高浓有机废水处理	山东金膜再生资源有限公司
20	城市污泥电渗透高干脱水技术	污泥电渗透高干脱水技术，在电场作用下，固体颗粒在与极性水相接触的界面上，发生电离或离子吸附等作用，使其表面带有带有正电或负电，带点质点与液体中的反粒子形成双电层。在电场作用下带电粒子向阳极运动，处于扩散层的反离子携带水分向阴极运动，处于扩散层的反离子携带水分向阴极运动，形成电渗析现象，从而实现污泥的高干脱水。	城镇污水处理厂、垃圾或生物质焚烧发电厂等污泥处置	山东金膜再生资源有限公司

## 第二部分 技术简介

### 1. 基于鞘藻的水生态修复与资源化利用技术

#### 适用范围

地表水、生活污水等治理领域。

#### 技术内容

池内优选的藻种属于自养型生物，以光能为主要能源，利用水体中的氮、碳等营养物质进行光合作用并将其转化合成成为细胞内氨基酸和蛋白质等物质，磷酸盐则被藻细胞吸收,并通过多种磷酸化途径转化为 ATP、磷脂等胞内有机物。同时，藻体通过光合作用消耗水体中的二氧化碳，释放出氧气，水体中的好氧细菌则利用氧气对有机污染物进行分解、转化，从而降低了水体中有机物含量。

#### 水污染防治效果

对总氮去除率：88.1%、总磷去除率：71.4%、氨氮去除率：82.6%、COD 去除率：56.5%、重金属平均去除率：55.5%。

#### 投资及运营成本

1) 建设成本：

一次性投入费用：900 万元/万吨。

2) 吨水处理费用：

0.864 元/吨。

3) 后期维护费：

2%投资建设费用/年。

#### 技术示范情况

1) 示范工程名称：济南市历阳湖水处理站

所在地：济南市工程

规模：10000 吨/日

效果：出水稳定达到地表水三类水标准

联系人：刘海军

电话：0531-55760503

## 成果转化推广前景

该技术已成功应用于济南市海绵项目中的历阳湖水处理站项目（10000 吨/日），运营 3 年以来，出水稳定达标。“十三五”期间水环境治理投资规模约为 7344 亿元，且农村生态综合治理市场也在逐渐激活，“十四五”期间预计该技术在产业或领域内推广可挖掘的市场规模可达 2000 亿。

## 联系方式

技术信息咨询单位：山东欧卡环保工程有限公司；

山东大学；

山东省分析测试中心

联系人：杨安凯

电话：15964530057

邮箱：yangankai777@126.com

## 2. 氧化沟工艺达到地表类IV类水标准节能降耗集成技术

### 适用范围

集中污水处理厂氧化沟工艺。

### 技术内容

1) 跌水充氧消除技术：通过对污水处理厂全流程跌水复氧点的测定，得到了跌水高度、跌水宽度、跌水流量与跌水复氧效果之间的科学关系。

2) 深度处理单元精确控制技术。

3) 高效低耗曝气技术及设备：通过对倒伞表面曝气机进行系统性研究，首次得到了表面曝机的性能曲面，为国内外独家。

### 水污染防治效果

1) 脱氮除磷效果好，出水水质实现高标准排放。

2) 吨水电单耗国内领先。

3) 升级改造运行费用低。

### 投资及运营成本

1) 建设成本：

一次性投入费用：无。

2) 吨水处理费用：

0.52 元/m<sup>3</sup>。

3) 后期维护费：

根据实际需求而定。

### 技术示范情况

1) 合肥经济技术开发区污水处理厂位于合肥经济技术开发区南部云谷路与青鸾路交口，一期工程设计处理规模 10 万吨/日，总投资 2.59 亿元，采用氧化沟工艺，出水水质达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002) 一级 B 标准，于 2006 年底建成投产。二期工程设计处理规模 10 万吨/日，总投资 2.43 亿元，采用氧化沟工艺，出水水质达《城镇污水处理厂污染物排放标准》

(GB18918-2002) 一级 A 标准，于 2010 年 9 月开工建设，于 2011 年上半年建

成试运行。三期工程设计处理规模 10 万吨/日，采用氧化沟工艺，出水水质在达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002) 一级 A 标准的基础上，进一步达到地表类 IV 类水标准。

2) 肥东县污水处理厂位于肥东县环城南路南侧，该厂一期设计处理规模为 2.5 万吨 / 日，采用改良型 Carrousel 2000 氧化沟工艺，出水水质达《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002) 一级 B 标准，于 2006 年 7 月建成投产。二期建设规模为 2.5 万吨/日污水处理和 5 万吨/日的深度处理工程，出水水质达《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002) 一级 A 标准，2010 年 10 月建成投产。三期工程设计规模和概况为 5 万吨/日，采用氧化沟工艺，出水水质在达《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002) 一级 A 标准的基础上，进一步达到地表类 IV 类水标准。

## 成果转化推广前景

该技术先进性达到国内外先进水平。该技术已投入示范工程使用，运行效果良好，节能效果显著。

该技术应用成熟、具有广阔的应用前景。随着我国水污染问题日益突显，迫切要求城市污水处理厂出水从一级 A 标准提升到地表水类IV类标准。此外，随着我国城镇化的发展，大量城镇污水处理迫在眉睫。据统计，至 2016 年全国已建的污水处理厂 3934 座，总处理规模达到 1.7 亿 m<sup>3</sup>/天，污水处理单位水量电耗在 0.14 ~ 0.35kWh。预测到 2020 年，总处理规模将达到 2.18 亿 m<sup>3</sup>/天。目前我国有约 1/3 的城镇污水处理厂采用氧化沟工艺，如何实现这部分氧化沟工艺污水处理厂的提标改造，在实现低能耗高效运行的同时满足新的排放标准是关键。因此，该技术在污水处理行业中具有广阔的应用前景。

## 联系方式

技术提供单位：泗水国祯水务有限公司

联系人：蒋定邦

电话：15064163077

邮箱：[3393931034@qq.com](mailto:3393931034@qq.com)

### 3. 污水处理用脱泥机关键技术研发

#### 适用范围

该产品适用于市政污水、食品、饮料、化工、皮革、焊材、造纸、印染、制药等行业的污泥。同时适用于高、低浓度污泥的脱水。

#### 技术内容

设有的转鼓、中空离心管和螺旋叶片能够通过离心分离的方法将污泥与污水分离，提高脱泥效果；设有的去泥刀片能够加快螺旋叶片上污泥的脱离，避免污泥堵塞转鼓，从而加快脱泥机的工作效率；设有的电机、差速器能够减小脱泥机的动力消耗，使脱泥机更加的节能。

#### 水污染防治效果

污水处理用脱泥机运行结果取决于各种各样的运行条件，其中包括系统设计参数、给水质量、给水压力等。下表列出的事较为典型的运行条件：

典型案例	进水浓度 (mg/L)	絮凝剂投加量(g PAM / Kg- DS)
1	10000-60000	3-8
2	20000-80000	5-9

本项目研制脱泥机出水检测结果：

型号	出水水质浊度 (mg/L)	脱泥能力 (kg DS/h)
FA-150	10	520
FX-500	8	510

同类产品其他公司脱泥机出水检测结果：

序号	出水水质浊度 (mg/L)	脱泥能力 (kg DS/h)
A	15	510
B	18	490

#### 投资及运营成本

- 1) 建设成本：  
一次性投入费用：650000 元。
- 2) 吨水处理费用：  
1000 元/吨。
- 3) 运行维护成本 50000 元。

## 技术示范情况

1) 工程名称：连云港亚邦供热有限公司热电联产项目脱泥机系统、地址：灌南县堆沟港镇、工程规模：20T/H。效果：贵公司提供的污水处理装置运行正常，符合该企业承诺的各项指标。

2) 工程名称：邹平顶峰热电有限公司#4、#5 锅炉烟气超低排放改造废水处理系统工程、地址：滨州市邹平县韩店镇、工程规模：30T/H。效果：贵公司提供的污水处理装置脱泥效果明显，达到系统运行正常的各项指标。

## 成果转化推广前景

污泥脱水处理是城市生活污水和工农业废水处理工程中的重要环节，经脱水后的污泥，体积大为缩小，不但减轻了对环境的二次污染，也为污泥资源的综合利用创造了有力的条件。机械脱水的种类很多，按脱水原理可分为真空过滤脱水、压滤脱水和离心脱水三大类，国外目前正在开发螺旋压榨脱水，但尚未大量推广。真空过滤脱水系将污泥置于多孔性过滤介质上，在介质另一侧造成真空，将污泥中的水分强行“吸入”，使之与污泥分离，从而实现脱水。常用的设备有各种形式的真空转鼓过滤脱水机。压滤脱水系将污泥置于过滤介质上，在污泥一侧对污泥施加压力，强行使水分通过介质，使之与污泥分离，从而实现脱水，常用的设备有各种形式的带式压滤脱水机和板框压滤机。离心脱水系通过水分与污泥颗粒的离心力之差使之相互分离从而实现脱水，常用的设备有各种形式的离心脱水机。

污泥作为污水处理工艺的产物，含水率高、有机物含量高、容易腐化发臭。其组成、性质的复杂性决定了其处置的难度，对技术提出严峻挑战。目前国内污泥处理水平很低，污泥经过常规的浓缩脱水后，主要是弃置，难以达到污泥的减量化、稳定化、无害化、资源化的要求，并带来环境的二次污染和供排水、污水处理正常运行的困难。《国务院关于发展循环经济的若干意见》已把污泥减量化

资源化利用，作为发展循环经济的重点环节之一。推行城市污泥的无害化，减量化，资源化利用已经成为行业专家，公众共同关注的焦点，甚至已经成为部分地方政府的施政目标。因此污泥处理处置，已经成为污水处理，环境整治过程中的新课题，成为发展循环经济，建设和谐社会的新任务。

## 联系方式

技术提供单位：济宁市鲁泉水处理有限公司

联系人：李慧

电话：0537-5151006、18653722096

邮箱：1375139454@qq.com

## 4. 生物膜磁强化技术

### 适用范围

该技术适用于缺地集约型污水厂的新建（占地为传统水厂的 20%）、无扩建用地且面临大规模提量的污水厂提标提量、全地下污水厂新建、需快速实施的应急性污水处理设施等。

### 技术内容

生物膜磁强化技术（BioFiMag）是集生物膜与磁加载沉淀于一体的生化、物化集成强化技术；污水先进入生物膜工艺段，通过内置高填充率的悬浮载体生物膜强化有机物及氮处理，不富集活性污泥；之后直接进入超效分离工艺段，通过改性磁种进行强化沉淀处理，替代已有工艺中的二沉池和深度处理。

### 水污染防治效果

出水水质指标达到或优于《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）中一级 A 标准，满足最严格污水处理标准要求，部分指标可达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III 类水要求；可实现出水 BOD<5mg/L，出水 SS<5mg/L，出水氨氮<1.5mg/L，出水 TN<5mg/L，出水 TP<0.05mg/L。

### 投资及运营成本

#### 1) 建设成本：

该技术的投资视污水处理厂的规模、水质条件、设备档次等情况而定，规模不同投资差别较大，吨水投资约：3000-5000 元/吨。

#### 2) 吨水处理费用：

吨水电费和药剂费用不高于 0.4 元/(t·d)。

#### 3) 后期维护费：

污水厂常规维护水平。

### 技术示范情况

1) 海城市西柳污水处理厂，辽宁，处理量 3 万 m<sup>3</sup>/d，新建污水处理厂，出水标准达到准 IV 类，出水 BOD<8mg/L，出水 SS<8mg/L，出水氨氮<1.5mg/L，出水 TN<10mg/L，出水 TP<0.3mg/L。

联系人：茹春，19929901097。

2) 肇庆市水务集团有限公司，广东，处理量 3 万 m<sup>3</sup>/d，新建污水处理厂，出水标准一级 A，出水 BOD<5mg/L，出水 SS<8mg/L，出水氨氮<1.5mg/L，出水 TP<0.5mg/L。

联系人：曾庆鹏，18718022736。

## 成果转化推广前景

生物膜磁强化技术（BioFiMag<sup>®</sup>）为思普润自主研发的创新产品，国内外尚未有与 BioFiMag<sup>®</sup>相同技术的报道，是一种可实现极限占地的集约型污水处理装备，集生化处理与物化处理于一体，可实现污水处理的全指标稳定达标。BioFiMag<sup>®</sup>占地仅为传统工艺流程的 20%，能够实现极限占地条件下的稳定达标处理。本技术集约型特点，未来 3 年市场容量超过 2000 万吨/天，近 600 亿市场空间。

## 联系方式

技术提供单位：青岛思普润水处理股份有限公司

联系人：孙晓阳

电话：0532-68972258

邮箱：sunxiaoyang@qdspr.com

## 5. 物理法含油污水处理装置

### 适用范围

适用于城市人工、自然、半自然河道边坡护岸及雨水净化。

### 技术内容

我公司研发了具有自主知识产权的物理法含油污水处理装置，主要由提升泵、油砂液分离罐、粗处理罐、反冲洗泵、细处理罐、滤料循环泵、空压机、储气罐等组成。该装备采用独特的含油污水物理法处理技术，实现了油田水处理技术的重大突破。替代传统的化学法和生物法油田水处理技术。

1) 利用电与气加过滤含胶污水处理方法，研制出只需加气、加电的油田钻井及污水不落地处理装置，实现设备小型化、模块化，减少占地、降低投资。满足有效注水，提高石油产量，达到节能减排的效果。

2) 通过加电去除水中溶解氧方法，解决了加气过程中水中溶解氧对设备罐体和管网造成的氧化腐蚀。

3) 形成电法不加药的钻井及废液处理技术；处理后的液体直接用来配置压裂液，减少污水外排和环境污染，节约相应的清水资源和运输费用。

### 水污染防治效果

为了节省清水资源、并防止污水污染，通常将油田污水处理达标后回注。但若回注水含油量、悬浮物等超标，回注到地下将导致堵塞地层出油通道、降低注水效率和石油开采量；因此污水处理工艺极其重要。

我公司研发了具有自主知识产权的撬装一体化污水处理装置，主要由提升泵、油砂液分离罐、粗处理罐、反冲洗泵、细处理罐、滤料循环泵、空压机、储气罐等组成。该装备采用独特的含油污水物理法处理技术，实现了油田水处理技术的重大突破。替代传统的化学法和生物法油田水处理技术。该装置通过离心力、浮力、重力、吸附力、聚结力、惯性、变速、改向、沉降、电极化防垢、杀菌来完成物理法处理含油污水。

### 投资及运营成本

1) 建设成本：

一次性投入费用：每台套 300 万元不等。

2) 吨水处理费用：

根据处理水量大小 0.5-1 元/方。

3) 后期维护费：

每年 5000-10000 元。

## 技术示范情况

项目在各油田推广应用后，已在大港、华北、河南、长庆、延长、新疆等油田推广已累计生产 200 余套，产生 52000 万元的销售收入，创利税 8000 万元。

其中的站点有：

1) 长庆油田采油十二厂板桥作业区徐 208-5 措施废液处理站，处理量 30m<sup>3</sup>/h，处理后水用于配液；

2) 长庆油田采油一厂杏河作业区杏 20-10 措施废液处理站，处理量 30m<sup>3</sup>/h，处理后用于配液及注水；

3) 刚果布工业园区钻井泥浆及措施废液处理项目，钻井泥浆处理量 10m<sup>3</sup>/h，措施废液处理量 20m<sup>3</sup>/h，处理后用于配液。

设备通过在长庆油田的实际应用，投入 16 套设备每天处理污水 3 万方，全年处理 1000 万方，其中长庆油田采油十二 2017 年实际废液处理量共 168 万方；长庆油田采油一厂 2017 年废液处理量共 112 万方，其废水治理量超出或达到设计要求。该装置在处理压裂返排液的过程中无需加药，已知药剂法处理的药剂成本大于 8 元/m<sup>3</sup>，按一套装置处理规模为 30m<sup>3</sup>/h，一天工作 10h 计算，一套装置每天可节约药剂费 2400 元，按照 200 套，年工作 300 天计算，每年可节约药剂费用：2400\*200\*300=14400000 元，即 14400 万元。同时可处理污水 3000 万方，节约药剂费 1.4 亿元，综合减排收益可达 2.4 亿元，创造社会效益达 10 亿元以上。

## 成果转化推广前景

目前该技术应用于长庆油田、延长油田及国外市场，未来的几年内，将面向全国各大油田推广，开拓海上平台，扩大国外市场。基于产品的各种技术优势，目前越来越严格的环保要求和油田三次采油的扩大，该项目技术具有非常广阔的市场前景。该技术不仅应用于油田水处理市场，而且还可以应用于钢铁行业、炼油行业等市场。我公司按油田市场的占有率 20%、钢铁行业市场的占有率 5%、

炼油行业市场的占有率 10%预测，预计到 2020 年产值可达 3 亿元以上。

## 联系方式

技术信息咨询单位：山东海吉雅环保设备有限公司

联系人：吴玉岩

电话：0632-5771919

E-mail：sdhgy2003@163.com

## 6. 高磷废水处理技术及高效除磷剂的转化与应用

### 适用范围

有机磷废水、普通含磷废水、含氟废水的处理，包括在去除次磷酸钠、草甘膦、草铵膦、磷酸酯类等多种难降解含磷废水处理；印染废水、造纸废水、医药废水、市政污水等等，据有广泛的适用性。

### 技术内容

核心技术将生物除磷、芬顿氧化、混凝沉淀有效的结合起来，同时以聚合氯化铝铁为主要成分，辅助其他试剂，改良形成复合混凝剂 A，自主研发液态无机混凝剂 B，首先通过高级氧化技术将废水中的有机磷酸酯类彻底转化为次亚磷，而后在混凝试剂 A、B 的作用之下，与废水中的次亚磷进行结合，改善混凝沉淀效果，提升固液分离速度，形成不溶性磷酸盐沉淀物，实现共沉淀，达到将磷有效去除的同时提高废水中 COD<sub>cr</sub> 和 SS 的去除率。

### 水污染防治效果

本技术可将废水中磷大幅度去除，使出水总磷降至 0.5mg/L 以下，达到排放标准。高浓度有机磷废水总磷由 1200mg/L 降至 0.5mg/L 以下的处理成本约 10 元/吨，普通含磷降至 0.3mg/L 以下的处理成本低于 0.5 元/吨，达标同时，降低除磷费用，降低污泥产生量，减少后续的污泥处理成本，市场前景广阔。除磷工艺中，预处理混凝沉淀采用本公司改良的混凝剂 A，投加量为 80~150ppm，以磷酸钙为主的沉淀物可送磷肥厂用作生产磷肥的原料，既减少了环境污染又降低了处理成本。

### 投资及运营成本

#### 1) 建设成本：

一次性投入费用：在企业原有水处理工程的基础上，根据水量大小，需要适当增加加药罐、加药泵、管路等基础设施的投入，投入成本约 5-10 万之间；对于水量比较小的新上项目，比如 200m<sup>3</sup>/d，可以使用我公司设计的一体化设备，根据废水特点设计工艺，同时降低化学需氧量、氨氮、悬浮物、总氮等指标，一次性投入费用约 180-200 万元。

#### 2) 吨水处理费用：

研发的高效复合除磷剂比聚合硫酸铁及其他市售除磷剂处理效果好且成本低 35%以上，吨水处理成本在 0.135~0.27 元之间，研发的除氟剂吨水处理成本在 1.0 元左右，能将出水氟化物含量控制在 1mg/L 以下。

3) 后期维护费：

每月后期设备维护费用约为设备投资费用 1-3%。

## 技术示范情况

目前废水除磷技术以及产品已在多家公司推广应用，以山东海扬中泰服装有限公司印染废水除磷为例，所在地山东枣庄，废水量 2400m<sup>3</sup>/d，该企业废水总磷在 3-10mg/L 范围内波动，废水呈墨蓝色，有臭味，出水总磷指标为≤1.5mg/L，目前经现场调试投加我公司高效除磷剂，出水能稳定达标排放。自 2018 年 11 月份，我公司与山东海扬中泰服装有限公司签订除磷技术服务协议，至今已稳定运行 20 个月，累计处理该企业废水 120 万 m<sup>3</sup>，总磷排放量 1.0t，除磷效果良好，运行稳定。

联系人：赵经理 13869406797

## 成果转化推广前景

本技术自 2018 年 1 月开始研发以来，研发进度按计划进行，并按预期进行成果转化。在技术研发实施过程中，选取山东某水处理剂公司所产生的含磷废水为实验对象进行实验，该废水是包括 20 多种有机磷阻垢剂和缓蚀剂的生产废水，成分复杂，含有几十甚至上百种有机磷化合物，COD<sub>Cr</sub> 约 3000mg/L，总磷约 1200 mg/L。采用目前专利和文献中报道的方法进行了一系列试验，处理后的最好效果是：COD<sub>Cr</sub> 约 400mg/L，总磷约 80mg/L，较高的有机磷对后续的生化系统产生很大的负荷，经过生化系统仍不能达到国家排放标准要求。经过进一步对有机磷废水处理技术、含磷废水处理技术进行了工艺优化，并根据市场需求和特定行业水质特点、除磷需求研发了多款特效除磷剂最终形成该专利技术，主要可达到以下目标：

1) 总磷去除率高，可直接达标

次亚磷废水主要产生于化学镀镍工艺及磷化工生产中，传统工艺采用芬顿氧化技术，将次亚磷氧化为正磷，再进行沉淀处理，但由于氧化效果差，磷的去除

率低。而通过技术优化和结合研发的除磷剂，可直接与次亚磷结合生成沉淀，无需转化为正磷进行处理，去除效果好，出水能稳定达到《流域水污染物综合排放标准第1部分：南四湖东平湖流域》(DB37/3416.1-2018)一般保护区标准。处理后废水指标，见下表。

表一 南四湖东平湖流域一般保护区标准

项目	指标	备注
COD <sub>Cr</sub>	≤ 50mg/L	
TP	≤ 0.5mg/L	
SS	≤ 20 mg/L	
BOD <sub>5</sub>	≤ 10 mg/L	
NH <sub>3</sub> -N	≤ 5mg/L	
F-	≤ 3mg/L	部分企业需执行≤ 1mg/L 标准

### 2) 工艺简单，污泥少，成本低

本技术及产品的转化起到提高磷去除率的同时也降低污泥产生量，减轻末端污泥治理压力，同时药剂费用较低，投入量少，真正实现了污水治理的环境效益、社会效益和经济效益相结合。

### 3) 具有除磷、除重金属、降 COD 等多重功效

自主研发的除磷剂，可加剧钙盐的混凝沉降，提升固液分离速度，对粉末活性炭的混凝效果远超过普通的硫酸亚铁、氯化铁、硫酸铝、PAC 等无机混凝剂，降低 COD；同时，分解重金属的络合物，也有利于后续重金属的处理。

本技术对于处理高浓度有机磷废水效果良好，具有有机磷去除率高（90%以上）、能同步降解 COD<sub>Cr</sub> 和氨氮、絮凝效果好等诸多优点，整体工艺步骤简单易行，高效稳定，可解决现有的有机磷污染物治理技术效果不理想、成本高、过程复杂的技术问题，无二次污染，与现有技术相比具有强有力的竞争力。

其次研发团队在实验研发过程中成功的开发出两款改良混凝剂，对于含磷废水有很好的絮凝沉降作用。在技术推广应用过程中，混凝剂作为项目执行的一部分，也能创造部分利润，其中混凝剂 A 600 元/吨，混凝剂 B 500 元/吨。高磷废水处理技术及高效除磷剂的转化与应用可应用次磷酸钠、草甘膦、草铵膦、磷酸酯类等多种难降解含磷废水处理中，推广极具市场前景，初步预计 2020 年市场占有率可达 5%左右。

## 联系方式

技术信息咨询单位：山东益源环保科技有限公司

联系人：董亚立

电话：18263777485

E-mail：sdyhbkj@126.com

## 7.高效结晶—自加载絮凝固液分离技术

### 适用范围

本技术适用于各种规模的市政给水硬度及 SS 去除、市政给水厂排泥水处理、市政污水厂 COD 及总磷深度处理、矿井水 SS 及重金属处理、脱硫废水处理、高硬度或高 SS 工业废水软化及 SS 去除、某些特定条件下的高 COD 废水处理等，用于替代传统工艺的混凝沉淀，可作为过滤的预处理工艺使用。

### 技术内容

本技术通过优化控制晶体生长的动力学过程，强化加载絮体悬浮层颗粒水力筛选及高密度成长实现高效固液分离，在此基础上完成了实验验证、工艺集成与技术开发，取得了下述关键成果：

(1) 通过优化工艺运行条件及运行参数，有效提高结晶速率，改善晶体沉降脱水性能；

(2) 通过优化反应器水力条件使小颗粒加载絮体重新进入悬浮层继续成长为大颗粒絮体。

### 水污染防治效果

本技术通过优化结晶条件及加载絮凝条件，可有效改善颗粒沉降性能，大幅度提高表面负荷和处理效率，从而有效降低工艺基建投资及运行成本。应用于矿井水处理，在保证出水水质的情况下，稳定运行表面负荷可达 20m/h 以上，为传统工艺的 4~6 倍；应用于离子交换再生废水回用处理，在不投加混凝剂的条件下，可将表面负荷由传统工艺的 0.1m/h 左右提高至 0.5~0.6m/h，同时改善污泥脱水性能；应用于电镀脱脂废水处理，表面负荷可传统工艺的由 0.3~0.4m/h 提高到 1.2m/h 左右。应用于 SS 去除，处理负荷可达传统工艺的 4~6 倍；应用于硬度、重金属结晶分离，在不加混凝剂的条件下，处理负荷为传统工艺的 5 倍左右。

### 投资及运营成本

1) 建设成本：

一次性投入费用：5000 元/吨（处理水量以小时计）。

2) 吨水处理费用：

应用于 SS 去除，吨水处理费用约 0.12 元，应用于硬度及重金属去除吨水成本与水质有关。

3) 后期维护费：

无。

## 技术示范情况

1) 烟台市牟金矿业矿井水治理工程，处理规模 4000m<sup>3</sup>/d。应用本工艺针对重金属进行处理，自 2018 年 5 月投产以来，一直保持稳定的运行效果，在 20m/h 的表面负荷下出水浊度可低至 20NTU 以下。联系人：李俊伟，电话：13105272078。

2) 东营胜通钢帘线脱脂皂浸废水处理工程，处理规模 50m<sup>3</sup>/d。应用本技术，在 1.2m/h 的表面负荷下可将 COD 由 15000mg/L 左右降至 300mg/L 左右，自 2017 年 11 月投产运行以来一直保持稳定运行。联系人：邹宝叶，电话：13969691609。

3) 泰安某水厂离子交换废水回用工程，已完成中试，在不投加混凝剂的条件下，可将沉淀表面负荷提高至 0.5~0.6m/h，出水可回用于离子交换树脂再生。联系人：张庆双，电话：13012623367。

## 成果转化推广前景

水的药剂软化、重金属及 SS 去除工艺广泛应用于市政及工业水处理项目之中，但同时存在晶体颗粒沉降性能差，固液分离困难，工艺构筑物停留时间长的缺陷。本项目通过优化结晶过程，强化加载絮体水力筛选，大幅度缩短了工艺停留时间，同时改善了污泥脱水性能，从而有效降低工艺基建投资及运行成本，项目的实施能够实现显见的经济效益、社会效益和环境效益；而处理系统的设备化、自动化特征便于技术的推广应用，在水资源问题与环境污染问题日益凸显的今天，具备广阔的应用前景和市场空间。

## 联系方式

技术信息咨询单位：济南大学；烟台和盛康洁环保科技有限公司

联系人：张刚

电话：15865285719

E-mail：15865285719@139.com

## 8. 复合腐殖填料生物滤池技术

### 适用范围

三格化粪池或隔油池预处理合格后的生活污水。

### 技术内容

复合腐殖填料生物滤池技术以腐殖填料多层固定床生物滤池为核心，竖向串联垂直流人工湿地强化吸附除磷，来处理农村分散污水。该技术结合硝化液回流方式提高对 TN 的去除率，再配合除磷填料湿地强化除磷手段，通过小水力负荷分区间歇配水及污水表面富氧方式，从而实现对污水中 C、N、P 等污染物的高效去除，且无剩余污泥产生。

该技术吸取人工快渗技术简单高效和生物滤池技术人工强化手段丰富的特点，利用腐殖填料在水动力学、微生物动力学和物理化学特性的优势，实现投资省、运行费用低、处理效果好、维护管理简易的要求。

### 水污染防治效果

MHF 工艺适用水质情况及去除效果

污染物指标	SS	COD <sub>Cr</sub>	BOD <sub>5</sub>	NH <sub>3</sub> -N	TN	TP	pH
进水水质情况 (mg/L)	100-200	100-500	50-300	20-60	20-80	2-5	6-9
出水水质标准 (mg/L)	10	50	10	5 (8)	15	0.5	
最大去除率(%)	97	95	97	94	80	90	-

2014~2019 年，约 250 个污水处理站（厂）处理村镇生活污水总量约 1500 万 m<sup>3</sup>。COD 削减量约 450 吨，TN 削减量约 82.5 吨，TP 削减量约 6 吨。

### 投资及运营成本

1) 建设成本：

一次性投入费用：7000-9000 元/吨水。

2) 吨水处理费用：

0.15-0.3 元/吨水。

3) 后期维护费：

0.5-2 元/吨水。

## 技术示范情况

1) 西来桥镇污水处理厂

处理规模：750m<sup>3</sup>/d

建设时间：2016 年 10 月建成并投入运行

排放标准：《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002) 一级 A

地址：镇江市扬中市西来桥镇

联系方式：盛厂长 (13952973516)

2) 核桃村污水处理厂

处理规模：300m<sup>3</sup>/d

建设时间：2019 年 11 月建成并投入运行

排放标准：《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002) 一级 B

地址：重庆市武隆区仙女山镇核桃村

联系方式：敖工 (13388994505)

3) 磨刀矶村污水处理站

处理规模：30m<sup>3</sup>/d

建设时间：2019 年建成并投入运行

排放标准：《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002) 一级 A

地址：鄂州市梁子湖区梧桐湖新区

联系方式：磨刀矶村余书记 (13886316726)

## 成果转化推广前景

该技术在领域内拥有极大的市场潜力。

1) 技术上成熟可靠：自 2007 年投入市场应用，经过 12 年的工程应用实践和技术改进和优化，在湖南、湖北、江苏、安徽、广西等地已经建成并运行数百个村镇污水处理站，获得用户广泛认可，技术已然成熟。

2) 市场容量大：该技术应用市场主要针对村镇生活污水，当下除东部经济发达地区其村镇生活污水已全覆盖治理，其他中部、西部和北部等地区初步（或

尚未) 实施, 未来有极大的市场。

3) 技术经济性: 该技术建设成本低, 占地需求适宜村镇土地环境, 运行管理成本低。

## 联系方式

技术信息咨询单位: 青岛理工大学 南京柯若环境技术有限公司

联系人: 卞荣星

电话: 18916128572

E-mail: [bianrongxing@126.com](mailto:bianrongxing@126.com)

## 9. 嵌入式生物滤池+人工湿地处理农村生活污水

### 适用范围

自然村或社区为单位的农村生活污水处理。

### 技术内容

“嵌入式生物滤池+人工湿地”组合工艺适用于农村生活污水处理，生物滤池部分可方便地实现嵌入式箱体位置调换，增大生物量，有效克服传统滤池的堵塞及营养不足问题，生物膜随厚度增加，从外到内分别为好氧、兼性和厌氧层，可实现好氧、兼性和厌氧微生物联合作用，出水回流有利于生物膜脱落更新，提高污染物去除能力，同时可减少维护费用，运行安全可靠。人工湿地可进一步去除污水中 COD 及氮磷，确保该工艺处理后能达标排放。

### 水污染防治效果

已建成农村生活污水处理示范工程 30 余处，出水 COD<50mg/L，氨氮<5mg/L，总磷<1 mg/L，SS<15 mg/L，均符合《城镇污水处理厂污染物排放标准》GB18918-2002 一级 B 排放标准。若进水 COD 浓度为 400-500mg/L，吨水处理成本 1.0-1.4 元，若 COD 为 800mg/L，吨水处理成本 1.6 元。以一个自然村为单位，服务于 1000 人左右的处理设施，日处理量约 60 吨，COD 浓度 400-500mg/L，全套设施一次性投资 25 万元。设备运行一年无故障，出水稳定每周巡检一次，嵌入式箱体可每三个月上下调换位置，个别箱体中的滤料进行脱膜或者更换。

### 投资及运营成本

#### 1) 建设成本：

一次性投入费用：根据污水处理工程的规模大小，以一个自然村为单位，服务村民 1000 人左右的处理设施。日处理生活污水量约 60 吨，污水 COD 浓度为 400-500mg/L，全套设施的一次性投资约 25 万元。

#### 2) 吨水处理费用：

吨水处理费用主要取决于生活污水中 COD 浓度，若 COD 浓度在 400-500 mg/L，吨水处理成本在 1.0 -1.4 元，若 COD 浓度在 800mg/L 左右，吨水处理成本在 1.6 元。

#### 3) 后期维护费：

后期设备维护费用极低，生物滤池中的滤料每 3-6 个月脱膜或更换一次，滤料脱膜后可重复使用。

## 技术示范情况

已与山东金满溪环保工程有限公司合作，在山东开元置业集团有限公司（50m<sup>3</sup>/d 生活污水处理）、莒南临港产业园临港社区（100m<sup>3</sup>/d 生活污水处理）、蒙山大洼旅游度假区管理处 23 家单位（每家 20m<sup>3</sup>/d 生活污水处理设备）等单位完成 30 余个生活污水处理示范工程，运行成本基本在 0.97-1.3 元/立方米，出水稳定，均符合 GB18918-2002 一级 B 排放标准。

生活污水处理示范工程联系方式如下：

临沂蒙山温泉养生谷有限公司，刘兆峰，电话：15866905309。

平邑蒙山大洼景区，蜜蜂山庄，宋霞，13805495522。

平邑蒙山大洼景区，叠翠山庄，刘德堂，13562953880。

## 成果转化推广前景

农村人口众多，分布面积大，生活污水比较分散，不可能铺设大量的污水管道将农村生活污水并入市政污水处理厂集中处理，因此需要以自然村为单位或几个自然村为单位建设小型的生活污水处理设施，逐渐改善农村臭水沟、臭水塘等黑臭污染水体对人们生活带来的影响。由于农村人口智力储备较少，不具备高学历的管理人才，无法实现污水处理设施的精准管理与维护，农村污水处理设施所选则的处理工艺必须满足一次性投资少、运行费用低、管理简单、维护方便，运行稳定等特点。

“嵌入式生物滤池+人工湿地”组合工艺具有以下优点：

- 1) 水处理流程前段采用自流，嵌入式生物滤池采用泵提升，人工湿地系统采用微喷布水方式，水头损失较小，能耗较低。
- 2) 工艺系统所用设备较少，故障率较低，管理维护简单，运行稳定可靠。
- 3) 嵌入式生物滤池水头损失小，占地面积小，塑料滤料质轻生物量大，处理效果好，更换滤料方便，常年不间断运行。

鉴于以上优点，该组合工艺特别适合农村生活污水处理，未来 5-10 年将会大规模推广应用，预计到 2025 年可实现设备及工程服务年销售额 15 亿元以上，

该技术在全国范围内推广应用，年处理农村生活污水量可达到 1000 万吨。

## 联系方式

技术信息咨询单位：青岛农业大学

联系人：曹银娣

电话：0532-58957431

E-mail：kjcjdk@qau.edu.cn

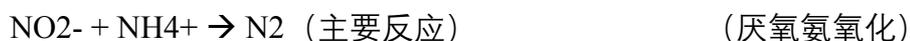
## 10. 短程硝化-厌氧氨氧化一体化技术处理高氨氮废水

### 适用范围

本技术应用领域包括但不限于：养殖废水；石油化工废水；涉氨湿法冶金行业废水；线路板含铜蚀刻废液和退锡废水的处置企业废水；氧化铁红氨法制取业废水；高档超微细氢氧化镁、氧化镁氨法制取业废水；高档超微细氧化锌、氢氧化锌氨法制取业废水；涉氨作业的化工及制药生产企业废水；其它涉及使用液氨、氨水或铵盐的有高氨氮废水排放的生产企业废水的处理，尤其适用于较高氨氮浓度且较低碳氮比的废水。

### 技术内容

短程硝化-厌氧氨氧化一体化技术在一个反应单元里实现厌氧氨氧化和短程硝化两个过程。厌氧氨氧化的基本原理是在缺氧条件下，微生物直接以  $\text{NH}_4^+$  为电子供体，以  $\text{NO}_2^-$  为电子受体，将氨转化为氮气。厌氧氨氧化一般前置短程硝化工艺，将废水中的一部分氨氮转化成亚硝酸盐。池内主要进行以下反应：



### 水污染防治效果

工艺氨氮去除率 95% 以上，总氮去除率 85% 以上。与传统生物脱氮工艺相比，空间需求减少 50%，能耗减少 60%，剩余污泥产生量减少 70%；二氧化碳生成量与传统工艺相比减少 90%，有助于温室气体的减排。

### 投资及运营成本

1) 建设成本：

一次性投入费用：根据处理规模定。

2) 吨水处理费用：

3-5 元/吨。

3) 后期维护费：

维护成本低。

### 技术示范情况

示范工程青岛沃冠生态养殖有限公司养殖项目，项目位于莱西市马连庄镇，

年出栏育肥猪 20000 头，设计处理规模为 100m<sup>3</sup>/d。废水主要来源为：猪栏冲洗水、洗涤污水、生活污水。设计进水水质情况如下：COD：15000mg/L，氨氮：800mg/L；经过处理后，COD≤400mg/L，氨氮≤80mg/L。示范工程总投资为 145 万元（工业+土建），污水处理站日平均运行费用约为 445.74 元（含人工、动力和药剂费用）。

## 成果转化推广前景

山东省落实《水污染防治行动计划》实施方案，也提出将总氮作为水环境质量全面达标重点指标。如果严格执行总氮指标或纳入总量控制指标，很多污水处理厂难以达标排放。目前广泛采用的传统生物脱氮工艺是基于硝化反硝化，工艺复杂，能耗较大，必须投加有机碳源，成本较高，而且处理效率不稳定，总氮难以达标。厌氧氨氧化技术是近年来新兴的含氮废水处理技术，与传统生物脱氮技术相比，它无需曝气和碱度补偿，也无需投加有机碳源，从而节省了大量能源和物料，大幅降低了废水处理成本。较传统脱氮工艺，该技术可节省 60%以上的能耗，减少 70%的剩余污泥产量。

本技术以厌氧氨氧化技术为基础，辅以合适的启动策略和独创的运行方案，大幅缩短了调试时间，同时大幅提高了氮素去除率及氮素去除负荷，经济效益、环境效益、社会效益皆显著。本技术成熟度高，技术经济条件好，已经完全具备工业化推广条件，目前市场普及率低，特别适用于现有工艺升级改造以实现总氮排放要求。

## 联系方式

技术信息咨询单位： 山东大学

联系人：倪寿清

电话：13583122600

E-mail：sqni@sdu.edu.cn

## 11. 重金属污染底泥/土壤植物生态修复技术

### 适用范围

水污染生态修复治理；土壤污染修复。

该技术应用的前提是，河道、湖泊的流域重金属点源污染得到有效控制。最终处理的工艺需要因地制宜结合地方条件来实施。

### 技术内容

1) 筛选了重金属污染底泥/土壤的富集植物类型，开发了富集植物的种植、监测、收获技术及装备；

2) 开发了重金属污染底泥/土壤的吸附、固化/稳定化及改良增效药剂，构建了河道底泥重金属污染原位植物修复技术及土壤重金属污染腐殖酸增效-植物修复技术。

### 水污染防治效果

治理技术可有效降低了土壤/底泥重金属含量，治理后底泥重金属含量小于农用地土壤污染风险筛选值（重度重金属污染土壤/底泥需配合异位处理技术），水体重金属浓度满足地表水环境质量标准要求，可有效保障水生态安全。

### 投资及运营成本

1) 建设成本：

一次性投入费用：无。

2) 吨水处理费用：

50-400 元（主要取决于底泥/土壤污染程度）。

3) 后期维护费：

无。

### 技术示范情况

1) 孝妇河底泥重金属污染治理工程、淄博、300 亩（2.5km 长），运行时间 2015 至今；

2) 东平湖底泥重金属污染治理示范工程、泰安东平县、1000 亩，运行时间 2017 年至今；

3) 枣庄市山亭区新薛河支流重金属污染治理工程、枣庄山亭区、30 亩

(2.25km 长), 运行时间 2019 年至今。

治理后底泥重金属含量低于农用地土壤污染风险筛选值 ;河道水质重金属指标满足地表水环境质量标准要求。

联系方式如下 :

淄博市生态环境局, 刘局长, 17605330789

泰安市生态环境局东平分局, 尚局长, 13854866789

枣庄市生态环境局山亭分局, 高局长, sthbjgah@163.com

## 成果转化推广前景

土壤重金属污染形势严峻, 污染预防与治理已刻不容缓。国土资源部统计表明, 目前全国耕种土地面积的 10%以上已受重金属污染。华南部分城市约有一半的耕地遭受镉、砷、汞等有毒重金属和石油类有机物污染 ;长三角有的城市连片的农田受多种重金属污染, 致使 10%的土壤基本丧失生产力。重金属污染的增加, 农药、化肥的大量使用, 造成土壤有机质含量下降, 土壤板结, 导致农产品产量与品质下降。重金属病开始出现, 人们身体健康和农业可持续发展构成严重威胁。

对河流、湖泊等水域的底泥重金属污染状况, 学者们开展了大量的调研和评估。调查研究结果发现, 各地河流、湖泊等水域底泥中的重金属含量大都或多或少超过了当地土壤背景值, 部分湖泊的水体底泥污染严重, 甚至超过了《农用底泥中污染物质控制标准》。主要污染重金属有 Cd、Cu、Zn、Pb、As、Cr、Ni、Hg 等, 但大部分为复合型污染现象。南四湖作为南水北调东线工程的重要输水部分, 其水质安全有着至关重要的意义, 但由于周边城市的生活污水和工业废水排放, 其湖区底泥也存在超标。巢湖、洪泽湖、鄱阳湖、洞庭湖、千岛湖、乌梁素海等重要饮用水源地、水产养殖区和风景旅游区均出现了 Cr、Pb、Cu、Hg 和 Zn 等元素都超标, 水环境生态风险较高, 满足不了其生态功能定位需求。

开展土壤/底泥污染治理工作的前提是做好土壤/底泥的污染状况调查及评价工作, 要掌握底泥污染状况 (范围、厚度、污染程度及污染底泥量), 并有效切断污染源, 做好污染预防工作。2009 年, 我国出台了土壤污染防治法, 一些列的针对土壤污染的法规、规范性文件陆续出台, 但由于我国地域辽阔、土壤类型及种植结构多样, 尚缺乏针对性的土壤污染修复及治理技术。针对河流、湖泊重

金属污染底泥,其修复及治理工作才刚刚开始,但环保疏浚及移位治理的成本高、存在二次污染等问题,尚不能大面积推广应用。原位修复技术工作也主要是借鉴国外相关文献资料,但本土化的重金属富集植物选育、栽植、监测及收获技术尚不成熟,本技术主要针对这一问题,开展了大量的研究及技术提炼。据环保部初步核算,在国内面源及点源污染得到控制,以及基于资金成本的问题尚不能大规模展开移位处理处置的情况下,原位修复技术将在国内在土壤/底泥重金属污染修复/治理领域发挥重要的作用,将出现约3000亿规模的环保市场。

## 联系方式

技术信息咨询单位：山东建筑大学

联系人：张彦浩

电话：13573195675

E-mail：sdzyh66@126.com

## 12. 磁混凝净化技术

### 适用范围

工业给水、循环水；污水处理厂一级强化或提标改造；煤矿矿井水净化处理；河道、湖泊等景观水治理；油田采出水；工业污水：造纸废水、印染废水、淀粉废水、食品废水；应急和移动式污水处理设施。

### 技术内容

改良常规混凝沉淀，投加磁种，增加沉淀池表面负荷，加速沉降，在不设置过滤工段的情况下磁混凝净化系统出水 SS 可小于 6mg/L, TP 可小于 0.2mg/L。混凝剂、磁种与助凝剂在具有中心加药功能的超高速涡轮搅拌混凝反应系统充分反应，形成絮体进入具有独特改良的十字型刮臂刮泥机斜板或斜管澄清系统。沉淀后的污泥经具有特有机密封保护水室的渣浆泵输入高速剪切环节，实现磁种和污泥的分离，再经磁鼓回收磁种，回收率可达 99%以上，循环利用率高。

### 水污染防治效果

磁混凝净化处理时间短、速度快、处理效率比传统混凝沉淀提高 8 倍，处理量大，占地少，出水稳定，占地面积约为传统絮凝沉淀的 1/2 ~ 3/4；排泥浓度高，运行费用低，投加药量少（仅为常规水处理加药量的 1/3 ~ 1/2），且磁种回收率 > 99%、循环利用率高；日常维护方便，设备无需反洗，自动化程度高，运行稳定可靠；可不设过滤单元，净化后出水 SS 可小于 6mg/L, TP 可小于 0.2mg/L，节省反洗水量；出水能够达到地表水 IV 类或 III 类主要水质指标的要求。

### 投资及运营成本

#### 1) 建设成本：

一次性投入费用：60 万元 ~ 90 万元/万吨水。

#### 2) 吨水处理费用：

0.0938 元/吨 ~ 0.1308 元/吨。

#### 3) 后期维护费：

正常维护保养，主体设备使用年限大于 10 年。

### 技术示范情况

1) 目前示范工程：山东省青州市弥河污水处理厂 30000m<sup>3</sup>/d；贵州省织金

县城区污水处理厂 24000m<sup>3</sup>/d；山东省聊城市高新区污水处理厂 30000m<sup>3</sup>/d；光大水务滨州污水处理厂 20000m<sup>3</sup>/d。经磁混凝净化处理后出水 SS 可小于 6mg/L，TP 可小于 0.2mg/L。

示范单位联系方式：

山东省青州市弥河污水处理厂 王厂长 13356702011

贵州省织金县城区污水处理厂 宋洪久 15314231068

山东省聊城市高新区污水处理厂 夏厂长 13206357733

光大水务滨州污水处理厂 王洪刚 18206571680

## 成果转化推广前景

目前，自主研发的磁混凝净化技术已在 20000-60000m<sup>3</sup>/d 处理规模的市政污水、工业废水上成功应用，技术已稳定成熟。相比其他混凝沉淀技术投加药量少（降低 1/3 ~ 1/2），且磁种回收率 > 99%，循环利用率高；日常维护方便，设备无需反洗，自动化程度高，运行稳定可靠；主体设备使用寿命大于 10 年，后续可不设过滤单元，净化后出水 SS 可小于 6mg/L，TP 可小于 0.2mg/L，节省反洗水量；伴随城市进程和工业加速发展，国家对污水处理的要求也越来越高，为了响应国家节能减排号召，很多污水处理厂主动提高了排放标准。提标后主要排水水质达到类 IV 类水体主要指标：

$COD_{Cr} \leq 30mg/L$ ； $BOD_5 \leq 6mg/L$ ； $NH_3-N \leq 1.5mg/L$ ； $TN \leq 10mg/L$ ； $TP \leq 0.3mg/L$ ； $SS \leq 5mg/L$ ；

应用磁混凝净化技术作为污水深度处理工艺，出水水质能够达到地表水 IV 类中  $COD_{Cr}$ 、TP、SS 主要水质指标的要求， $NH_3-N$ 、TN 可以通过强化生化作用去除；此外，该技术还可在含磷废水、采油废水、纸浆废水、化工废水、机械加工废水、自来水和景观水、黑臭水体等方面也取得了良好效果。磁混凝净化技术也适用于现有污水处理厂的升级改造、污泥脱水上清液处理及硝化污泥的除磷，在不需扩建，甚至不需大规模改造的情形下，在原有混凝沉淀工艺构筑物的基础上可将原有处理水量提高 5 ~ 10 倍甚至更高。

参考《“十三五”山东省城镇污水处理及再生利用设施建设规划》中“2015 年底，全省共建成城市污水处理厂 301 座，形成污水处理能力 1310 万吨/日”数据，

按山东省 2020 年污水处理规模 1400 万吨/日，其中 50%数量污水量可进行磁混凝净化技术改造（即 700 万吨/日）测算，则产生 4.2 亿元~6.3 亿元产值；按投加 PAC 药剂量 30mg/L，磁混凝净化技术可节约 30%量测算，改造后可节约 63 吨/天药剂，约合 3000 万元/年；同时，由于省却过滤等单元，反冲洗用水量、电耗、人工费等都相应下降。

磁混凝净化技术可确保出水 SS 小于 6mg/L，TP 小于 0.2mg/L，在水污染防治技术中从经济技术方面俱优于其他混凝沉淀或过滤技术。

## 联系方式

技术信息咨询单位：山东建筑大学

联系人：刘汝鹏

电话：13305310386

E-mail：13904@sdjzu.edu.cn

## 13. 环社多参数立杆式在线监测系统

### 适用范围

该技术不受地域、规模、环境等因素的限制，立杆式安装，适用面非常广泛，部分偏远山区、林区也可使用。可应用于造纸、制革、印染、染料、炼焦、炼硫、炼砷、炼油、电镀、农药等严重污染水环境的生产过程，也可对重点湖泊、重点水库、近岸海域汇水区域进行监测；也可用于工业污染气体监测，垃圾处理厂异味监测等。

### 技术内容

通过光学及化学原理，对污染水质中的氨氮 NHN、酸碱度 PH、污染物浊度 COD、水温 TMP 等参数，以及污染气体中的恶臭浓度 OU、硫化氢 H<sub>2</sub>S、氨气 NH<sub>3</sub>、挥发物 TVOC、非甲烷总烃 NMHC、扬尘 PM<sub>10</sub> PM<sub>2.5</sub> 等参数，进行实时监测。结合计算机控制技术，提供丰富的触摸显示功能，支持户外 LED 大屏显示，同时通过 GPRS 网络，把数据上传到 Web 网络服务器，管理部门可远程登录查看，实时掌握污染源的排放情况。

### 水污染防治效果

通过对污染水质以及污染气体参数的在线实时监测，用数据考核和警示，加之有效地管理措施，可杜绝污染物排放量 70%以上。

### 投资及运营成本

1) 建设成本：

一次性投入费用：根据监测参数而定，一般 3-8 万元/套。

2) 吨水处理费用：无。

3) 后期维护费：

主要更换传感器、试剂校准、人工费等。

### 技术示范情况

1) 东营市广饶县大王镇空气异味在线监测系统，气体监测 20 处，已完成产品初装（样机）；

2) 东营市广饶县大王镇水质参数在线监测系统，监测排污口 25 处，已完成产品初装（样机）。

3) 山东科技大学开发设计产品，提供技术支持，施工由青岛环社机电科技有限公司和青岛绿态环保科技有限公司完成。已试运行 6 个月，应用效果良好，并获得客户好评，产品截图如下。

示范应用单位/电话/邮箱：

东营市广饶县大王镇环保局 0546-6883727, hainan999@126.com。



图1 水质监测设备



图2 气体监测设备



图3 水质实时监测界面



图4 Web 远程查询界面

## 成果转化推广前景

产品初次研发成功，开始投入市场，弥补了客户需求中的一项空白。与目前的环保监测设备相比，该系统具有体积小、维护方便、投入少、经济实用等优点，到 2020 年预计在产业或领域内推广可挖掘的市场潜力在 5000 万人民币。

## 联系方式

技术信息咨询单位：山东科技大学

联系人：孙传余

电话：13708983820

E-mail：13708983820@163.com

## 14. 养殖粪水生物处理和精准循环利用

### 适用范围

养殖业粪水处理和资源化利用，种养循环。

### 技术内容

养殖粪液低成本快速发酵技术：在粪污高效固液分离基础上，经过分级发酵处理，进行粪液低成本快速发酵；对发酵好的粪液，进行低成本高效膜处理，获得清澈的发酵粪液。

养殖粪液发酵液高效精准循环利用：对发酵粪液进行养分分析，根据不同作物及作物不同生长阶段的养分需求规律，通过精准调控，进行精准高效种养循环利用。

### 水污染防治效果

养殖粪液养分含量特别高，传统的处理排放工艺，水质内含养分高，很容易对水体造成二次污染。养殖粪水生物处理和精准循环利用技术工艺，零排放，实现粪液 100% 高效循环利用，变废为宝。本技术可以大幅度减少化肥的施用，生产优质农产品。

### 投资及运营成本

1) 建设成本：

一次性投入费用：根据规模，一次性投入几万元到几百万不等。

2) 吨水处理费用：

每吨处理需要 10 元，会实现 30 元/吨的收入。

3) 后期维护费：

无。

### 技术示范情况

1) 新泰天信农牧粪液精准循环利用示范工程，新泰楼德，年养殖 4000 万只肉鸭，实现了养殖粪液在果树上的高效循环利用。

新泰天信农牧，刘光跃，17753870638.

2) 山东润丰农林科技有限公司养殖粪液与果树种养循环示范工程，新泰谷里，5000 亩果树，利用粪液高效循环利用技术，降低了成本，提高了果品品质。

山东润丰农林科技有限公司，纪庆刚，13305483332

## 成果转化推广前景

该技术在新泰天信农牧开发利用，取得了良好的效果。养殖粪液处理现在依然是全国性难题。该技术工艺成熟，种养循环利用，节约大量的用肥成本，还可以大幅度提高农产品品质，提高农业效益。如能全面推广，具有巨大的市场潜力和推广前景。

## 联系方式

技术信息咨询单位：山东农业大学

联系人：时连辉

电话：13176833658

E-mail：shilh@sdau.edu.cn

## 15. 硼掺杂金刚石薄膜电化学高级氧化废水处理系统

### 适用范围

本团队研制的硼掺杂金刚石薄膜污水处理系统主要用于污水处理生化池前端预处理及排水前的脱色灭菌处理、化工厂内部高浓度废水的气浮回收之后的 COD 快速降解及高毒性废水可生化性的快速提高、污水后端深度处理等领域，涉及海洋、石油、化工、制药、农药、印染、垃圾回收处理等领域，是工矿企业污水排放达标、水处理企业高效运转的重要技术保障手段。

### 技术内容

面向制药、化工、石油、冶金、医药等行业产生的高浓度、高毒性工业废水，通过开展大面积掺硼金刚石薄膜电极的制备、表面修饰和微结构设计，获得活性位点多、析氧电位高、有机污染物处理效率高、工作寿命长的金刚石薄膜叠层电极；开展废水动力学、界面传质及电荷传输优化关键技术，结合废水处理数据库的建设，实现废水处理工艺快速优选与评估与能耗管理，提高废水处理的经济性与可靠性。

### 水污染防治效果

本技术成果可满足高浓度高毒性废水的降解需求，根据污水成分和 COD 的含量，每年可实现 1500-5000 吨的废水处理能力，降解至进生化池和工业园区排放标准。

### 投资及运营成本

#### 1) 建设成本：

一次性投入费用：根据污水的 COD 值和每天的处理水量，预计系统投资成本在 100-500 万。

#### 2) 吨水处理费用：

平均费用 20 元/万 COD (4 万 COD 以上)；60-150 元/万 COD (4 万 COD 以下)。

#### 4) 后期维护费：

根据电极的面积，按每三年更换一次，预计成本 10-60 万元/年。

### 技术示范情况

拟在山东瑞辰新材料有限公司开展 OLED 发光材料高浓度难降解废水的示范应用，正在进行场地协调工作，采用 1m<sup>2</sup> 的硼掺杂金刚石薄膜电极，进行 4 万-24 万 COD 的污水处理试验，目前小试情况良好，在超高 COD 的前期降解 (24 万至 4 万 COD) 的平均能耗为 16.2 度/万 COD。

## 成果转化推广前景

据统计，2016 年全国废水排放总量近 700 亿吨。其中，工业废水排放量超过 200 亿吨。随着社会环保意识的增强，以及相关法律法规的实施，污水处理系统等环保仪器装备需求持续增长。国家出台“水十条”，要求“狠抓工业污染防治”，“全面排查装备水平低、环保设施差的小型工业企业”，“造纸、焦化、氮肥、有色金属、印染、农副食品加工、原料药制造、制革、农药、电镀等十大重点行业，制定行业专项治理方案，实施清洁化改造，新建、改建、扩建上述行业建设项目实行主要污染物排放等量或减量置换”。技术工艺的升级及废水处理系统的配套升级是企业的必由之路。仅山东省就存在化工产业园百余家，规模以上化工企业数千家，规模以上企业近 10 万家，行业利润 600 余亿元，相关领域配套污水处理系统市场潜力巨大。

德国 Condias 公司与弗朗霍夫研究所等进行合作，已将金刚石薄膜电化学高级氧化技术应用于去除有机卤素、提高污水可生化性、降低废水毒性、后置深度处理、去除污水色度 (100%)、降解 COD (去除率 99%以上) 等领域，在巴斯夫集团化工废水处理、欧莱雅化妆品废水处理、拜耳制药中间体废水处理、Total 集团能源领域、Orege 废弃物回收处理领域得到了很好的应用；在中国，上海碳粉墨盒回收企业运行 2 年，效益良好；浙江安吉竹制品废水后期处理和台州化工企业废水前期预处理等方面开展样板性示范工程，进展顺利。

本技术成果具有自主知识产权，可打破国外技术垄断，满足国内工业废水及生活污水的处理与净化，可有效提升行业的科技水平和技术含量，技术容量高达数亿元。随着技术完善和市场开拓，2020 年在产业或领域内推广可挖掘的市场潜力达数千万元，每年可处理高浓度废水数千吨。

## 联系方式

技术信息咨询单位：山东省科学院海洋仪器仪表研究所

联系人：盖志刚

电话：15898886273

E-mail：zhiganggai@126.com

## 16. 基于等离子体含重金属废水深度处理技术

### 适用范围

采矿、电镀、医药、印染、煤化、化工等含重金属废水行业。

### 技术内容

该技术核心设备为高压高频脉冲电源和低温等离子反应器。利用等离子液相高压脉冲技术制备纳米粒子，由于等离子体能级高，生成的纳米金属粒子在水中高度分散，效率高，功耗小，成本低。与重金属离子充分接触后，将有毒重金属离子还原为金属单质或降低其毒性，同时纳米粒子具有较大比表面积，吸附能力强，能够加速有毒重金属单质和有害基团凝聚沉淀，利于固液分离，有效将含重金属废水（含镍、砷、铬、铜等）处理后达到工业回用或排放标准。

### 水污染防治效果

该技术是一种高效、低成本的水处理技术，集多种高级氧化技术于一身，具有反应速度快、氧化能力强、对有机物降解无选择性、适应范围广、无需添加试剂、对环境无二次污染、运行费用低等优点，大大提高污水处理的排放标准，大幅度降低化工、制药、印染等行业的废水处理成本；该技术用于含砷、镍、铬等重金属离子废水处理时，能将水体中相关污染物浓度将至 0.05mg/L 以下。综合固废比化学法降低 90%以上，后期维护费用比膜过滤法降低 90%以上。

### 投资及运营成本

#### 1) 建设成本：

一次性投入费用：一次性投入费用包括设备加工调试，以及配套设施。以 20 吨/天含砷废水深度处理为例，一次性投入费用约为 15-18 万元。

#### 2) 吨水处理费用：

吨水处理费用主要包括电能消耗、纳米原材料、药剂。以 20 吨/天含砷废水深度处理为例，吨水处理费用约为 12 元/吨。

#### 3) 后期维护费：

后期维护费用主要包括设备更换维修，以 20 吨/天含砷废水深度处理为例，吨水后期维护费用约为 0.3 元/吨。

### 技术示范情况

目前该项技术已在云南红河砷业及无锡电镀园区建立含重金属废水深度处理示范平台，目前用户反映设备运行情况良好，处理效率高，处理结果达标，无故障发生。

1) 建立红河砷业含砷废水深度处理示范平台 1 个，云南省个旧市，规模日处理污水量 20 吨/天，运行砷浓度降低至 0.05mg/L 以下。

红河砷业有限责任公司，联系人：段铭诚，联系方式：15974711354。

2) 无锡金鹏环保科技有限公司含镍废水深度处理示范平台 1 个，江苏省无锡市，规模日处理污水量 20 吨/天，镍浓度降低至 0.05mg/L 以下。

无锡金鹏环境工程有限公司，联系人：许征宇，联系方式：13335511108。

## 成果转化推广前景

等离子纳米粒子制备与重金属污染废水深度处理技术在国内仍处于技术研发阶段，结合前期市场调研与学术交流情况，目前该技术市场总量份额为 1% 左右。鉴于该技术针对重金属污染废水深度处理及所依托系统的灵活性，该技术容易与现有污水处理方案结合，实现对传统处理技术设备的升级改造。

目前，该技术已在国内多家废水综合处理厂建设含重金属废水示范平台，完成中试实验，对砷、镍、铬、铜等污染物的处理效果得到有效验证，核心设备高压高频脉冲电源和低温等离子反应器也在中试实验中不断升级，确保提高废水处理效率的同时维护设备运行稳定性。该技术的转化推广可广泛使用于采矿、电镀、医药、印染、煤化、化工等含重金属废水行业。与传统化学法、膜过滤法相比，该技术所采用的设备投资小，后期维护简单，能有效降低二次污染。该技术对于工业现场现有设备配合度高，可直接使用或者其他工艺配合使用，如压滤、斜板沉淀、污泥干化等，便于小规模企业对现有废水处理工艺改进，实现高效低成本达标排放目标。本技术可针对不同废水处理规模及处理要求，依据实际需要对该技术系统扩容，调整工艺参数，以符合现场实际需求，不受地域、规模、环境等限制。该技术制备的纳米粒子可在工业现场现用现制备，避免了纳米粒子干燥、保存、运输等环节，节约成本，与传统化学法相比，有效降低危废量，避免二次污染。该技术经多次实际工程应用验证，核心设备运行稳定性得到进一步提升，在一定环境条件下可长时间稳定连续运行，确保处理后污染物浓度符合相关排放

或回用标准。

## 联系方式

技术信息咨询单位：山东省科学院激光研究所

联系人：王国庆

电话：13305375111

E-mail：110138@qq.com

## 17. 高浓度有机污染废水资源化处理关键技术与工业应用 适用范围

技术适用于油田行业，主要处理油田废水达到国家排放标准。工艺技术不受地域、规模、环境等因素的限制。

### 技术内容

原理：高盐有机废水综合处理技术研发出旋流微气泡气浮-PTFE 荷电膜高效除油和悬浮物组合工艺，形成适于油田采出污水、钻井及酸化压裂废液的处理回用技术。筛选驯化出耐盐嗜热土著菌种与 RH-4 工程菌种经培养构建出工程菌群，耐温 70°C，耐盐 20%，能够有效降低污水的 COD；应用浅池理论、表面化学及混（絮）凝沉降原理，采用高级氧化曝气调节、旋流气浮深度过滤和生化等技术，形成适合油田高盐污水生化处理工艺技术。

### 水污染防治效果

日处理量：200 方

出水标准：一次性去除废水中 90%以上的有机污染物，无二次污染，处理后出水水质可以回用或达标排放：PH=6-9，SS≤30mg/L，BOD5≤30mg/L，CODcr≤100mg/L，石油类≤5mg/L，挥发酚≤0.5mg/L，硫化物≤1.0mg/L。

深度处理后绿化用水指标：

COD≤120 mg/L，氯化物≤350 mg/L，硫化物≤1 mg/L。

### 投资及运营成本

1) 建设成本：

一次性投入费用：120 万/套（日处理 200 方）。

2) 吨水处理费用：

吨水处理费用约为 14.60 元/吨。

3) 后期维护费：

后期维护费用主要包括设备更换维修，约为 10 万/套。

### 技术示范情况

处理含盐污水矿化度达到 80000-130000 mg/L，含油污水 COD500-1000mg/L 处理后污水达到外排要求。每天 200 方设备已正常运行 1 年，2017 年 4 月日处

理 1000 方设备将正式投产使用。

工程名称：红浅氧化塘污水外排达标处理项目

所在地：新疆克拉玛依油田分公司（采油一厂）

工程规模：日处理污水 200 方

处理效果：处理后的污水满足国家排放标准要求。

2017 年 11 月日处理污水 1500 方的工程项目将在克拉玛依红浅稠油处理站运行。

联系人：王克民

联系电话：13899567008

### 成果转化推广前景

该成果与 2016 年经中国石油和化学工业联合会鉴定委员会一致认为该成果创新性强，整体达到了国际先进水平。技术成熟、市场容量小，市场应用前景广阔。

### 联系方式

技术信息咨询单位：中国石油大学（华东）

联系人：蔺爱国

电话：18654620198

E-mail：lag@upc.edu.cn

## 18. 工业废水深度处理氧化工艺的专效固态纳米催化剂

### 适用范围

1) 本技术广泛适用于大水量、难降解工业废水的深度处理领域及工业园区废水的深度处理，对难生物降解的 COD 的深度降解具有广谱适应性，对进水水质无严格要求。工程化应用典型规模为 5000-300000m<sup>3</sup>/d 以上。

2) 运行规模在 5000m<sup>3</sup>/d 以上；原水 COD 在 500mg/L 以下、SS 在 200mg/L 以下工艺效果更优；用于生化后尾水的深度处理效果最佳；纳米催化剂必须在流化状态下参与反应；宜连续稳定运行。

### 技术内容

1) 本技术是国内首个将高效纳米固态催化剂采用流化工艺形式应用于大水量难降解工业废水深度处理的高级氧化技术；

2) 高效纳米固态催化剂突破常规吸附负载方案，采用纳米技术实现功能材料的高效复合，自体催化性能更高效、更稳定；

3) 对废水高稳定性 COD 的降解具有更高的广谱适应性；

4) 根据高效纳米固态催化剂的理化性能，通过流体软件模拟流化床反应塔的工艺运行，筛选反应参数，提高反应效率。

### 水污染防治效果

本技术针对大水量、难降解生化尾水，尤其针对废水中含高稳定性 COD、色度及有毒有害物质等，通过高效固态纳米催化剂的高效催化，发生羟基氧化反应，将有机物彻底分解成二氧化碳、水及少量的无机盐。具体技术指标如下：

项目类别	说明
反应条件	常温、常压
反应 pH 条件	4-10 均可
反应速率	20min 以内
脱色效果	12 倍以内
COD 出水值（工业）	40mg/l-70mg/l
COD 出水值（园区）	30mg/l-50mg/l

化学药品消耗	较 Fenton 工艺节省 30-50%
化学污泥产生	较 Fenton 工艺减少 50-70%
TDS	较 Fenton 减少 500-700mg/L

## 投资及运营成本

### 1) 建设成本：

一次性投入费用：每万吨水规模，含设备整体投资额度为 800-1000 万元。

### 2) 吨水处理费用：

视行业和水质的不同，吨水处理费用大多在 0.4 元~3.0 元之间，较常规芬顿工艺直接运行成本节省 30%~50%。

### 3) 后期维护费：

纳米催化剂为一次性投加，年度补充量不超过 20%，折合每吨水处理成本增加 0.02 元。

## 技术示范情况

### 1) 江西晨鸣纸业有限责任公司

24000m<sup>3</sup>/d 制浆废水深度处理工艺改造工程。设计日处理污水量 24000m<sup>3</sup>，进水 COD≤650mg/L，BOD≤20mg/L，实际运行水量 28000-30000m<sup>3</sup>/d，COD=600-900mg/L，色度约 450 倍，处理后废水 COD≤70mg/L（满足排放标准要求），SS≤15mg/L，色度≤10 倍并持续稳定达标排放。

联系方式：江西晨鸣纸业股份公司污水处理厂

马延中：13805315131；mayanzh@163.com

### 2) 北京桑德环境工程有限公司

5000m<sup>3</sup>/d 山东成武化学工业园区废水工程。2019 年 1 月建成运行，出水符合排放标准。

联系方式：成武化工园区污水处理厂

苏志广：13811926092；13811926092@163.com

## 成果转化推广前景

1) 以规模 10000m<sup>3</sup>/d 的工业园区废水深度处理系统为例，采用本技术解决

生化尾水不达标问题，其总投资增加额不超过 800 万元；与较常规最先进的 FENTON 工艺相比，其运行成本日节省至少 0.6 万元以上，污泥减量带来的处理成本节省至少节省 1 万元以上（折合 2 年内收回技改投资）。

由于水质更好及根除返色问题带来的废水回用量的提升，带来的经济价值和社会环境价值更加明显。

2) 本技术直接带动污水处理行业升级及工艺优化。以当前技术开发格局及前景推断，本技术及装备的市场推广前景保守估计有几十亿的产值。而且有更佳的社会效益和环境效益。

## 联系方式

技术信息咨询单位：中国科学院海洋研究所

联系人：朱庆军

电话：15954289256

E-mail：zhuqingjun@qdio.ac.cn

## 19. 垃圾渗滤液浓缩液电絮凝水处理技术

### 适用范围

该技术可推广应用范围包括垃圾填埋场渗滤液和垃圾焚烧发电厂渗滤液、餐厨垃圾沼液及其他生活垃圾综合处理厂产生的垃圾渗滤液的处理处理的预处理环节。在工艺上与混凝沉淀+板框压滤构成完整的集成单元，可与后端的垃圾渗滤液生化系统、MVR 蒸发浓缩、膜再浓缩等工艺环节进行衔接，在规模上不受限制，可根据处理规模进行针对性设计，同时不受地域、环境等条件限制。

### 技术内容

该技术是以铝、铁等合金金属作为主电极，借助外加脉冲高电压作用产生电化学反应，把电能转化为化学能，以牺牲阳极金属电极产生金属阳离子絮凝剂，将水体中污染物微粒聚集成团并沉降或气浮分离的除污工艺。关键设备为电絮凝反应器，关键部件为电极板。采用两级电絮凝反应+板框压滤，通过电极板选材、极板间距、换向频率，电压和电流密度的调整，实现浓缩液中 COD<sub>Cr</sub> 及其他污染物的降低，并从中分离出大量的污泥，实现污染物的去除。

### 水污染防治效果

该技术主要用于垃圾渗滤液浓缩液预处理工艺段，主要目的是降低悬浮性固体和部分溶解性固体，有效降低 COD<sub>Cr</sub>，保证后端 MVR 的稳定运行。该技术在 COD<sub>Cr</sub> 去除方面能有效降低 40~60%左右，氨氮降低 20~40%左右，出水浊度和色度均明显降低，污泥易固液分离。经处理后的浓缩液采用低压板框即可得到 60%以下含水率污泥。经预处理后的浓缩液再进入 MVR 蒸发浓缩处理系统中，可有效降低其结垢速率，延长其稳定运行时间，提高项目整体处理效率。

### 投资及运营成本

1) 一次性投入费用：

一次性投资在 1.4 万元/吨。

2) 吨水处理费用：

吨水运行费用在 15.5 元左右。

3) 后期维护费：

2.25 万元每月。

## 技术示范情况

1) 示范工程名称：邹平县生活垃圾处理厂渗滤液零排处理项目，地点：山东省邹平县韩店镇垃圾填埋场场内；项目工程规模为 100t/d，出水按照《城镇污水处理污染物排放标准（GB18918-2002）》一级 A 标准控制项目执行。目前已投产 1 年多，年处理不含调试期内的废水量为 13000m<sup>3</sup>，污染物 COD 去除当量 22.5 吨。

示范项目单位：邹平县生活垃圾填埋场 王超 166 7822 8969

## 成果转化推广前景

电絮凝水处理技术电镀、印染、制药、制革、造纸等多种行业废水应用较多，但是由于垃圾渗滤液浓缩液无论是污染物的种类还是含量，都是极其复杂的，但是该技术在垃圾渗滤液浓缩液处理中仍存在较多的问题，例如污染物的浓度，污染物的种类、电极板的材质、极板间距、换向频率，电压和电流密度等都会影响电絮凝在渗滤液浓缩液上的处理效果。我公司通过大量的小试、中试和项目上的实际运行，经过大量的实验分析和设备改进才得以实现比较稳定的处理效果。目前该技术以与同类技术相比，加药量节约 40%，人工劳动强度低，絮凝和泥水分离效果好，污泥脱水含水率低的技术优势，正逐步实现技术的成熟与市场化的推广应用。

随着各地垃圾渗滤液排放指标的控制标准越来越严，新批设垃圾处理设施的开建，以及部分地方积存的老龄填埋场渗滤液逐步被中央和政府查处和督办，垃圾渗滤液近零排放需求越来越大，预计该技术在 2020 年年底在垃圾渗滤液领域应用处理总规模可达到 500~800m<sup>3</sup>/d。

## 联系方式

技术信息咨询单位：山东金膜再生水资源有限公司

联系人：王琳

电话：15698170333

E-mail：wanglin9606@163.com

## 20. 城市污泥电渗透高干脱水技术

### 适用范围

该技术适用于生活垃圾污水处理场、垃圾填埋场、垃圾或生物质焚烧发电厂等污泥产生、脱水处理、资源化处置的环节。经过高干脱水后的污泥不含石灰等化学物质，可根据自身的有机物含量和热值情况，进行焚烧、制造建材、肥料生产等资源化利用。

### 技术内容

该技术是以电渗透脱水装置中通过阳极板上下移动，污泥横向移动的结构及空气弹簧加压，解决了电渗透装备的结构复杂、成本高的固有技术难题；其中阳极保护技术为延长机器寿命、降低处理成本提供了关键技术保障；前置污泥改质技术有利于提高脱水效率、降低处理成本，与秸秆等生物质的抽压耦合压块技术及设备的研发，解决了污泥资源化过程中存运烧的产业化应用问题。

### 水污染防治效果

此项污泥脱水技术，不投加石灰等无机调理剂，不增加污泥干基重量，不降低污泥热值，生物质燃料化，解决污泥脱水关键瓶颈，便于污泥后续焚烧、堆肥、建材利用等综合处置。污泥含水率可以控制在 40%-60%之间，解决了迄今为止电渗透污泥脱水的高成本，稳定性差的难题，在产业化方面具有非常显著的竞争优势。主要经济技术指标方面，与同类产品相比，在制造价格约为同类产品的价格 60%以下，阳极更换周期延长 2 倍以上，耗电降低 30%，运行成本降低近 50%。

### 投资及运营成本

- 1) 一次性投入费用：  
一次性投资在 8~10 万元/吨。
- 2) 吨处理费用：  
吨污泥运行费用在 220 元左右。
- 3) 后期维护费：  
3~5 万元每月。

### 技术示范情况

1)2020年在黑龙江省哈尔滨市通河县开展示范工程,工程处理规模为100t/d,工程进泥含水率在80%-90%之间,出泥含水率在60%以下,脱水后的污泥可进焚烧炉进行焚烧发电,燃烧热值约1200-1600大卡。

## 成果转化推广前景

项目的实施成功能够解决市政污泥处理处置和资源化过程中的低成本高干脱水这一瓶颈性关键技术难题(高干脱水能耗为热能干化的1/5~1/3),为其产业化应用提供技术和装备支撑;能够为彻底解决市政污泥处理处置问题及资源化提供产业化途径;也能为山东乃至全国在环保节能领域的技术和装备的产业化方面开拓一个新的增长点;还能为全球范围的低成本高效市政污泥处理处置和资源化的提供示范和技术装备。

预计新增就业岗位约30个,并以此带动装备制造相关企业升级换代;进一步培养一批产业化职工队伍,形成一定的相关产业链。将辐射带动与之相关的上下游产业链的同步提高,促进了农民增收。

项目实施后的产业化将向着我国市政污泥处理处置的这一千亿级市场培育环保节能的高成长性企业和龙头企业,期待成为该领域中的一个山东标杆技术和企业。

## 联系方式

技术信息咨询单位:山东金膜再生资源有限公司

联系人:王琳

电话:15698170333

E-mail:wanglin9606@163.com

