

《山东省水污染防治技术指导目录》

(第二期)

山东省科学技术厅

2018年8月

前 言

《山东省水污染防治技术指导目录》（第二期）包括 30 项先进适用技术成果。为便于使用者查阅和掌握整体情况，《山东省水污染防治技术指导目录》（第二期）分为技术目录和技术简介两部分，其中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适用范围、技术内容、水污染防治效果、技术示范情况、技术咨询单位信息等内容。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。

《山东省水污染防治技术指导目录》（第二期）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.....	5
第二部分 技术简介.....	11
1. 高硫酸根、高 COD 废水处理技术.....	11
2. BIC 高效厌氧处理高浓度废水技术.....	13
3. 集约化畜禽养殖粪水微生物巢处理技术.....	15
4. 超滤-叠压式二次供水处理技术.....	18
5. 垢菌清水质稳定技术.....	21
6. 水生藻类防治技术方案.....	24
7. 高效低耗移动床生物膜强化脱氮除磷技术 (MBBR 工艺).....	28
8. 高效智能化移动床生物膜一体化污水处理技术.....	30
9. 基于土著微生物技术的黑臭水体治理综合技术体系.....	32
10. 环氧丙烷氯化钙皂化废水资源化处理技术与系统.....	37
11. 碟管式反渗透高盐水浓缩处理技术.....	41
12. 活性炭臭氧滤池+气水混合膜污水资源化回用技术.....	44
13. 基于 Janus 材料的一步式油水分离技术.....	46
14. 高浓度炭泥回流+超滤膜组合工艺.....	48
15. 过一硫酸氢钾复合杀菌剂.....	51
16. 低成本精准合成污水处理专用药剂.....	53
17. 一种新型绿色水处理剂——过二硫酸铁.....	55
18. 生活污水生物膜立方一体化处理设备.....	58
19. 光催化深度净水技术及成套模块.....	61
20. 电渗析处理高盐废水技术.....	64
21. LCO 臭氧催化氧化工艺.....	66
22. 基于土壤微生物活性剂的畜禽养殖废水处理技术.....	69
23. 畜禽粪便再利用技术.....	71
24. DANAS 干式厌氧发酵技术.....	73
25. 污水生物脱氮工艺技术.....	75

26. 脱硫菌剂及其应用	77
27. 多功能超细化污水处理技术	79
28. 生物流化床技术	81
29. 用于生化尾水深度处理的树脂吸附技术	83
30. 高效气体溶解技术及装备	85

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	高硫酸根、高COD废水处理技术	预处理通过投加石灰可除高硫酸根，提高生化系统处理效率；两级厌氧生物处理（UASB反应器）中的厌氧生物可去除水中90%的有机污染物；活性污泥池中的好氧生物可去除水中剩余的有机污染物，出水COD浓度可达到500mg/L以下。关键设备搅拌反应罐、UASB反应器、活性污泥池	生物柴油，酸化油行业及其他行业类似水质。	济南齐源环保工程有限公司
2	BIC高效厌氧处理高浓度废水技术	BIC做为高效厌氧废水处理技术，实质是把两个UASB上下叠加，利用产生的沼气作为动力来实现反应器内的内循环，实现高表面水利负荷和高表面产气负荷。有高传质效果、高效搅拌混合、容积负荷高、占地面积少、运行稳定、抗毒性强、耐负荷冲击、布水均匀、运行成本低等特点。已广泛应用于化工、制药、造纸、食品发酵、酒精等行业的废水处理中。	化工，制药，造纸，食品，酒精等废水处理	山东贝斯特环境技术有限公司
3	集约化畜禽养殖粪水微生物巢处理技术	该技术基于生物发酵原理，在养殖舍外建设发酵槽，槽内铺设农作物下脚料制作的垫料，添加专用高效菌剂，制成微生物巢。将粪水定时、定量均匀喷洒到巢内，翻抛机翻拌好氧发酵，温度持续保持在55-75℃，水分以水蒸气蒸发、粪中有机物转为腐殖质，实现粪水零排放。	畜牧业，生猪、奶牛和肉鸭等污水大的养殖场	山东亿安生物工程有限公司
4	超滤-叠压式二次供水处理技术	本处理技术主要由保安过滤器、超滤、叠压供水和电气自控组成。其中保安过滤器去除管网中铁锈及大颗粒物质；超滤膜单元去除水中的胶体、溶解性有机物及细菌、粪大肠菌群等微生物；叠压式供水单元充分利用市政管网水压力进行加压供水，无负压罐替代旧式水池，减少用水的二次污染。另设置超越管线，市政自来水超越保安过滤器和超滤设备，直接接入无负压供水设备，保证供水安全。	城镇供水管网末端无负压二次供水的设施改造与水质提升	济南市供排水监测中心
5	垢菌清水质稳定技术	阴阳极板通电形成电解池，阴极生成氢氧根与水体中碳酸氢根反应生成碳酸根，碳酸根与水中钙镁离子反应生成垢体并沉淀。技术通过在垢菌清设备内部强制析出碳酸钙、碳酸镁、氢氧化镁等沉淀，减少循环水系统中的成垢离子，解决了循环水系统普遍存在的结垢问题，通过电解生成的氯气溶于水生成次氯酸根起到杀菌的作用。同时提高浓缩倍数，在降低水体中污染物的同时降低了循环水系统补水量及外排水量。该技术综合调控朗格利尔指数及稳定指数，使循环水系统处于稳定的微垢状态，即不影响循环水换热效果也可达到防止循环水系统腐蚀的情况。	工业循环冷却水系统	山东海能环境技术有限公司
6	水生藻类防治技术方案	一个方面：设计了高强度易装卸的转运清理袋和既能清理漂浮物，又能保护沿岸沙土和植被的两种机械设备用于岸上清理和打捞。 另一方面：从陆地清理延伸到水上有效拦截；针对不同水域采用不同性能指标的拦截网体，保证对漂浮物的有效拦截；从物理状态拦截上升到采用北斗	海洋、湖泊、河流、河道及造陆工程的污染防治	青岛厚科信息工程有限公司

		和大数据管理。北斗卫星导航定位的传感预警拦截网体上加装卫星定位模块和无线传感器节点，将监测到的数据实时传送到监控中心，随时监测拦截网的状态并反馈给监测终端技术所依托的设备均为聚乙烯、聚丙烯、涤纶、锦纶和金属产品，均为无污染可回收产品，少量生产用水为固定循环水，无废水排放。以便于采取措施补救，减少人力巡查。		
7	高效低耗移动床生物膜强化脱氮除磷技术(MBBR工艺)	技术关键设备为 MBBR 工艺系统，包括悬浮填料、拦截筛网、推流搅拌、曝气系统、池体设计、填料投加与打捞设备。在好氧条件下，曝气充氧时，空气泡的上升浮力推动填料和周围的水体流动起来，当气流穿过水流和填料的空隙时又被填料阻滞，并被分割成小气泡。在厌氧条件下，水流和填料在潜水搅拌器的作用下充分流化起来，达到生物膜和被处理的污染物充分接触而降解的目的。	污水处理厂及处理泵站新建或升级改造等	青岛思普润水处理股份有限公司
8	高效智能化移动床生物膜一体化污水处理技术	高效智能化移动床生物膜(MBBR)一体化污水处理技术，主要采用 MBBR 与 AO 工艺相结合的泥膜复合工艺，通过向一体化设备中投加一定量的悬浮填料，在悬浮填料上的生物膜与活性污泥的共同作用下，实现污水中的 COD 与氨氮等的高效去除。同时该技术结合先进的智能化自动控制系统，实现一体化污水处理设备的远程操控与报警功能。出水效果好，能够达到一级 A 或类地表Ⅳ的标准；结构紧凑，占地小，占地为普通工艺的 1/3；抗冲击负荷能力强，水质水量变化大、低温下仍表现出良好的处理效果；能够实现手机 APP 智能操控设备。	农村生活污水处理/流域点源污水处理	青岛思普润水处理股份有限公司
9	基于土著微生物技术的黑臭水体治理综合技术体系	基于土著微生物技术的黑臭水体治理综合技术体系是一项综合性的生态修复技术体系，其以土著微生物筛培技术为核心，可靶向识别原环境中有效微生物组分，将它们筛选、驯化、重组为具有净化功能的复合菌群。复合菌群对于原环境污染物的降解具有专效性，可以以修复生态为核心，实现精准治污。此外，为提高该技术在应用过程中的有效性，本技术体系还融合了生物曝气、固化载体、底泥修复再利用等技术，通过多项技术的协同作用，逐步修复水体环境功能。该技术应用后，可在 7 日内消除水体异味，30 天内水体黑臭现象得到明显改善；修复完成后，水体 COD（化学需氧量）、氨氮的降解率可达到 70%及以上，水体生态功能得到修复，自净功能大幅提升。	适用于开放性水体的水质提升及生态功能修复	青岛浩澳环保科技有限公司
10	环氧丙烷氯化钙皂化废水资源化处理技术与系统	将废水中氯化钙的钙离子用铵离子置换，钙离子用碳酸根沉淀。生成的氯化铵可作为化肥或工业原料。碳酸钙可直接全部回用于生产工艺，或制成纳米碳酸钙出售盈利。关键工艺为用铵盐置换氯化钙，生成二种资源化产品（氯化铵与碳酸钙）碳酸钙沉淀后废水中只剩下氯化铵成分。然后利用膜浓缩至 18—22%，再利用 MVR 结晶干燥后，氯化钙成品出售。膜浓缩与 MVR 回收 95%的纯水回用于生产工艺，节水 90—95%以上。碳酸钙回收可直接回用于环氧丙烷生产工艺，不需要加入大量的氢氧化钙或氯化钙。	氯醇法环氧丙烷行业，氯碱行业，废水含钙的工业	青岛碧园环境能源科技有限公司

11	碟管式反渗透高盐水浓缩处理技术	<p>反渗透膜是具有选择透过性的膜分离技术，在外界压力作用下，废水中杂质粒子被截留，而水透过膜，从而实现废水的处理。具有较高的分离精度，对一价离子具有高达 99.5% 以上的截留率。</p> <p>该技术依托碟管式反渗透高盐水处理设备，集成了多段式反渗透设计、恒定回收率控制系统、能量回收系统等关键技术于一体，解决了水质波动剧烈、系统运行能耗较高等技术难题，产水水质较好，可通过系统自动控制与调节，实现处理过程和回收率的稳定运行。</p>	苦咸水，工业园区高含盐废水，脱硫废水等	烟台金正环保科技有限公司
12	活性炭臭氧滤池+气水混合膜污水资源化回用技术	<p>臭氧活性炭技术是水质深度处理技术之一，利用臭氧的强氧化性及活性炭的吸附作用，杀死细菌，去除病毒，氧化水中有机物和生物难降解有机物；超滤技术是通过膜表面的微孔结构对物质进行选择分离。气水混合膜技术特点：气液混合运行——抗污染性强；边过滤边擦洗——通量衰减慢；气泡捕捉——出水水质更优良；一端不固定的浇铸方式——抗断丝能力强。关键设备：臭氧活性炭生物滤池、气水混合超滤设备。</p> <p>实现水污染防治途径：通过优化工艺、采用联合技术，实现污水减量、提质排放。</p>	可广泛用于杀菌消毒、物质的分离、浓缩、提纯	山东鼎信生态微环境科技股份有限公司
13	基于 Janus 材料的一步式油水分离技术	<p>本技术开发能够代替传统小分子表面活性剂的两亲性 Janus 复合材料，复合磁响应功能，并研发与之配套的水处理设备，实现在油田污水、污泥处理领域中的应用。重点发展 Janus 复合材料批量化生产新方法，实现磁性 Janus 复合材料工业化生产，研究 Janus 复合材料作为固体表面活性剂乳化油水乳液性能，利用 Janus 复合材料磁响应性实现其乳化的油滴与水 and 泥沙的磁选分离，实现油田污水、污泥的资源化处理，且磁性 Janus 复合材料能够回收利用，提高使用效率。开发基于磁性 Janus 复合材料的油田污水、污泥处理技术及装备，满足当前对高效率治理油区污染的实际需要。含油污水经 Janus 材料处理后，含油率可降至 5ppm 以下，极大地降低了水体中各类挥发性物质和杂质的含量，可有效保护油藏地质结构和深层水资源，实现油气田的持续安全开采。</p>	油田含油污水/化工污水	东营雅努斯新材料科技有限公司
14	高浓度炭泥回流+超滤膜组合工艺	<p>利用高浓度含炭污泥中的微生物及积累的粉炭活性炭，通过回流强化对原水微污染有机物的去除效率，工艺对有机物的去除主要通过两个步骤：一、运行初期，主要依靠活性炭的吸附能力吸附原水中的微量有机物，提高了活性炭的使用效率；二、运行后期，通过炭泥中微生物的生命活动降解原水中的微量有机物，最终形成了活性炭的物理吸附和微生物降解共同作用下的净水机能。工艺末端利用超滤膜优异的截留性能，保障工艺出水的生物安全性。</p>	具有平流沉淀池的自来水净水厂	东营工大水环境技术有限公司
15	过一硫酸氢钾复合杀菌剂	<p>该产品通过科学的组分配比建成一个固态时稳定的平衡系统，属于最新型的活性氧杀菌剂，产品溶于水时能发生独特、完美的链式循环反应，持续快速的产生多种高效杀菌成份，并且多种成份协调广谱杀菌。避免了传统单一成份产品杀菌所造成的微生</p>	用于生活污水、医院污水做消毒杀菌处理、河道水灭藻除	德州绿能水处理科技有限公司

		物产生抗药性现象。	臭处理	
16	低成本精准合成污水处理专用药剂	充分利用拜尔法赤泥里含有的 Al_2O_3 、 SiO_2 、 Fe_2O_3 ，通过助溶微聚技术，低成本的与盐酸合成复合型的聚合氯化铝铁， Al_2O_3 、 Fe_2O_3 总量高达 13%，其中 Fe_2O_3 含量高达 2-4%， $B>72\%$ ， $SiO_2>0.25\%$ 。这种净水剂对于处理高污染的废水，有用量少、混凝效果好、沉淀效果好、污泥含水率低的优点，水处理成本同比低 20-30%，低成本的解决了高污染废水处置不达标的关键问题。	工业污水，城市污水	中铝山东有限公司
17	一种新型绿色水处理剂——过二硫酸铁	1、过二硫酸铁生成的基本原理：过二硫酸盐属于过硫酸盐的衍生物，分子结构中有-O-O-键。 2、过二硫酸铁应用的基本原理：过二硫酸铁作为一种高级氧化剂。当水体 PH 值呈中性时，其氧化能力高于 HO-（羟基自由基），可以将水体中的大分子有机物氧化成二氧化碳和水，从而达到降解水体 COD 的目的。 3、上述第 2 点中提到的 HO-（羟基自由基）在现实工艺中称之为芬顿处理法，传统的芬顿处理法操作复杂且成本较高，有机物的去除率受环境及人工的影响较大，而过二硫酸铁只是一种药剂，操作简单且受环境影响小，当水体 COD 浮动过大时可通过增加药剂投放量使 COD 去除率保持在一个稳定的数值。	适用于饮用水净化；水生态修复；钢铁、纺织印染、造纸、石油石化、化工、焦化等高耗水企业废水深度处理回用，河道污染治理；海水除油净化	淄博明奇净水材料有限公司
18	生物膜立方一体化污水处理设备	生物膜立方一体化污水处理装置多用于河道治理污水的旁通处理、原位处理和农村、工厂和旅游景点的分散式污水处理，特点是处理规模小，处理后直接达标排放，布置紧凑占地小，整体式设计移动方便，自动化运行不需人工值守。生物膜立方一体化污水处理装置是微缩版的污水处理厂，生化法对污染物的分解通常由多种类型的微生物通过一系列的酶促反应进行，生物膜立方一体化处理装置中如何在较短的停留时间内完成这一系列反应，需要对微生物总量、微生物活性、泥水接触的传质效率、反应条件四方面进行优化设计。生物膜立方反应器大量采用改良的聚氨酯生物填料，通过反应室隔舱优化设计，对反应条件的精细化控制，来实现高效的 BOD_5 消解，脱氮及除磷。	黑臭水体治理、农村、城镇及工厂和旅游景点的分散式污水处理	淄博颖蓝环保科技有限公司
19	光催化深度净水技术及成套模块	光催化技术是在光（紫外）照下，催化剂（ TiO_2 等）产生的光生电子或空穴进一步生成羟基自由基等强氧化基团，将水中高毒性微污染有机物氧化降解、杀灭微生物的过程。本技术基于自主开发的高效固载型光触媒，配套开发了分散式及集中式光催化净水模块及成套设备，可将市政自来水、超标地下水处理为符合 CJ 94-2005《饮用净水水质标准》、GB 5749-2006《生活饮用水卫生标准》的居民饮用水	市政自来水或超标及水质较差的地下水	山东默锐环境产业股份有限公司
20	均相膜电渗析处理高盐废水技术	均相膜电渗析处理高盐废水技术是在外加直流电场力的作用下，阴、阳离子定向迁移透过均相离子交换膜，从而使电介质离子从溶液中分离出来的过程，实现淡水脱盐，浓水盐浓缩，达到水污染治理的效果。均相膜电渗析处理高盐废水技术具有耗电低、	(1)地表水纯化、苦咸水淡化和海水淡化等生活及饮用水的制备。 (2)工业初级	山东天维膜技术有限公司

		经济效益显著、系统应用灵活、操作维修方便、不污染环境、使用寿命长、原水回收率高等优点。	纯水脱盐、工业中水脱盐、工业含盐废水治理、反渗透浓水脱盐等工业用水制备、治理及循环利用。(3)化工/食品/医药生产过程料液盐分的脱除。	
21	LCO 臭氧催化氧化工艺	臭氧氧化利用反应过程中产生的大量强氧化性自由基（羟基自由基）来氧化分解水中的有机物，LCO 臭氧催化氧化技术将臭氧的强氧化性和催化剂的吸附、催化特性结合起来，提高了臭氧氧化效率。技术创新性：无二次污染；处理费用低；操作灵活，抗来水冲击能力强。解决的关键问题：通过大量试验和工程应用筛选催化剂载体及活性组分，保证了活性组分的高利用率，机械强度大、使用寿命长。	适用于印染、垃圾填埋场、氯碱、煤化工、精细化工、农药、医药、染料等各行业的废水处理。	山东龙安泰环保科技有限公司
22	基于土壤微生物活性剂的畜禽养殖废水处理技术	该技术是利用自然净化的原理，将土壤中栖息的具有净化效果的有益土壤菌群活化并制成生物活性剂，用于畜禽养殖废水的好氧处理，提高处理效率，降低处理成本，去除恶臭。好氧反应中产生的污泥可作为农用泥质使用。该技术适用于不同浓度畜禽养殖废水的处理。 技术创新性：充分发挥土壤微生物优势，降低运行成本；无需厌氧消化过程；投加微生物活化剂；该技术在国际同类技术中属于领先水平，国内顶尖水平。	适用于畜禽养殖场及食品加工厂所排放的高浓度有机废水。	山东中玻节能环保发展有限公司
23	畜禽粪便再利用技术	采用三级发酵技术，利用独特的微生物将畜禽粪便、秸秆等农业生产废料进行完全发酵腐熟、粉碎，添加枯草芽孢杆菌等复合微生物，制作成生物有机肥，为植物提供养分。 技术特点：安全、高效、环保、有机。 关键设备：发酵槽间、通风管道、翻抛机、灌装机等。	畜禽粪便再利用，避免其大气污染和水污染	元溢农业生物科技（山东）有限公司
24	DANAS 干式厌氧发酵技术	干式厌氧发酵技术和湿式厌氧发酵的生物化学反应在本质上是相同的。主要是在厌氧环境下，厌氧和兼性厌氧微生物分解有机物产生沼气的过程。反应器采用矩形设计，使物料在反应器底部始终保持流动状态。采用超长跨距搅拌轴，超低速大直径搅拌器，无短流，解决了传质难的问题。通过液压柱塞式进料泵将干式物料直接打入反应器，实现了无堵塞进料，保证了物料进料的稳定性。出料采用真空出料装置，实现无堵塞、低磨损出料。	适用于15-35%TS的市政、农业等一种或多种有机固体废弃物的厌氧消化处理技术。	肥城十方生物能源有限公司
25	污水生物脱氮工艺技术	原理是将水体中的硝态氮和亚硝态氮转化为氮气，脱离水体，从而实现彻底去除水体氮素污染；主要是通过投加高效降解硝态氮的混合菌群并调节生产工艺条件，使得污水处理系统产生反硝化作用，进而达到减少水体氮素污染的目的；创新性主要在于以原有系统的活性污泥作为菌种来源并采用系统污	制革、农化、石化等行业的高COD、高氨氮废水	黄河三角洲京博化工研究院有限公司

		水进行驯化培养，菌种适应性强，更重要的是该技术依托于现有的污水处理装置，无需进行设备、场地等投资，节约成本。解决的关键问题是利用微生物技术实现水体氮素的高效去除，为污水脱氮领域提供高效率、低成本的生物解决方案。		
26	脱硫菌剂及其应用	含硫工业废水对微生物毒害作用大，易对污水处理生化系统造成冲击，从而影响出水指标。该技术通过筛选、驯化获得一种高效脱硫生物制剂，该菌剂富含芽孢杆菌、酵母菌等多种菌群，通过投加菌剂于好氧曝气池，利用活性污泥法能高效降解污水中硫化物，解除其毒害作用，提高生化系统对硫化物的抗冲击能力，快速恢复处理功能，提高运行稳定性。同时可针对废水中污染物指标，采用生物增效及强化技术，提高其处理能力，最终达到高效去除废水中污染物的目的。	石化、焦化、皮革、精细化工等含硫污水处理行业	黄河三角洲京博化工研究院有限公司
27	超细化污水处理技术	(1) 研究形成了超细化混合反应技术，极大提高了气液分散度，气泡尺寸达到微米级。 (2) 通过气液的高效传质，实现了 CO ₂ 等酸性气体的快速解吸，提高污水 pH 值，改变了以往酸性污水加碱改性的模式，污泥量减少 50% 以上。 (3) 采用超细化混合技术，污水与空气反应面积增大，引发快速氧化反应，可有效去除 S ²⁻ 、Fe ²⁺ 、SRB 菌等水质不稳定物质；同时具有气浮作用，实现了水质达标及沿程稳定。	油田污水	胜利油田华滨机制管件有限责任公司
28	生物流化床技术	废水的流化床生物处理是继流化床技术在化工领域广泛应用之后发展起来的。生物流化床技术是使废水通过流态化并附着生长有生物膜的颗粒床，使废水中的基质在床内均匀分散的生物膜相接触而获得降解去除。生物流化床是一种生物强化处理技术，使得它在微生物浓度、传质条件、生化反应速率等方面较同类技术优异。	焦化、印染、皮革、医药等高浓度、难降解有机废水	山东铁雄冶金科技有限公司、阿比嘉（北京）环保科技有限公司
29	用于生化尾水深度处理的树脂吸附技术	所使用的复合功能树脂是通过树脂骨架结构、孔结构和表面化学结构的调整而研制出的，与废水中目标污染物分子结构相匹配的一类新型有机高分子吸附剂。该类树脂对废水中水溶性有机污染物的吸附作用原理在于树脂与污染物分子间存在的范德华力、静电作用力、氢键作用力等多重作用力的协同吸附作用，使水溶性有机污染物逐渐从水相分离出来，而被吸附、富集在树脂床层中。	焦化、印染、皮革、造纸、石油等高浓度、难降解有机废水	山东铁雄冶金科技有限公司、阿比嘉（北京）环保科技有限公司
30	高效气体溶解技术及装备	装备本身无动力装置，装备的结构根据双膜理论设计，通过液膜拉薄设计降低气体分子进入液体阻力，提高气液接触面积从而实现气体分子向液体分子间快速转移的过程，可用于氧气、臭氧、二氧化碳等气体向液体中的快速高效的溶解过程，装备利用管道流体压力为动力，在较低压力条件（1-2atm）下快速形成饱和和气体溶解液，适当增压可获得过饱和溶液，以氧气为例，以纯氧为溶解气体可得到溶解氧为 60-70mg/L 的过饱和液体（清水实验）。	氧气、臭氧、二氧化碳在液体中的高效溶解，适用于高密度水产养殖、生物生物水循环处理利用、黑臭河体治理。	山东省科学院激光研究所

第二部分 技术简介

1. 高硫酸根、高 COD 废水处理技术

适用范围

生物柴油，酸化油行业及其他行业类似水质。

技术内容

现有的高硫酸根、高 COD 废水处理工艺有以下缺陷，未针对硫酸根含量高进行设计，高浓度的硫酸根直接采用生物处理会导致微生物中毒，致系统完全崩溃。

我公司选用“预处理+两级 UASB 反应器+活性污泥法”。预处理用以去除污水中高含量的硫酸根，可提高生化系统处理效率；两级厌氧生物处理（UASB 反应器）用以去除水中 90% 的有机污染物；好氧活性污泥池用以去除水中剩余的有机污染物，出水 COD 浓度可达到 500mg/L 以下。

水污染防治效果

以山东鼎裕生物能源有限公司污水处理工程为例，水量 20m³/d，原水 COD10-20 万 mg/L，硫酸根 10-20 万 mg/L，出水 COD≤500mg/L，COD 年削减量为 656.7-1316.7t，硫酸根年削减量为 627-1287t（按 330 天计）

投资及运营成本

1) 建设成本

一次性投入费用：根据各类河流的污染程度和流量其投入费用为约 2-10 万 /m³。

2) 吨水处理费用

20-100 元/m³。

3) 后期维护费

1-5 元/m³ d。

技术示范情况

该技术已成功运用在几十家企业：

1) 山东鼎裕生物能源有限公司（2016年起），山东沂源，20m³/d，原水 COD10-20万 mg/L，出水 COD≤500mg/L。联系人：李工 电话：18953400006

2) 德州百奥能源科技有限公司 (2015年起), 山东宁津县, 50m³/d, 原水 COD1万 mg/L, 出水 COD≤500mg/L。联系人: 王瑞东 电话: 13705343804

3) 青岛金牛油脂科技有限公司 (2017 年起), 青岛胶南化学工业园, 50m³/d, 原水 COD 1 万 mg/L, 出水 COD≤300mg/L。联系人: 赵经理 电话: 15063061757

成果转化推广前景

国家能源局网站 2015 年 1 月 23 日发文,《生物柴油产业发展政策》已经在国家能源局局长办公会议讨论通过,现予以印发。目前我国生物柴油的生产总量约为 100 万吨,不到柴油销售总量的 1%。这将促进生物柴油产业的进一步发展。而生物柴油及相关行业废水的处理将会是一个重大的难题。现阶段的环保问题愈发收到重视,解决因行业发展而带来的环境问题迫在眉睫。我公司选用“预处理+两级 UASB 反应器+活性污泥法”处理该类型废水,已成功运用在全国几十家企业,若进行推广,每年 COD 可削减 165 万吨,硫酸根可削减 165 万吨。

联系方式

技术信息咨询单位: 济南齐源环保工程有限公司

联系人: 赵冬娇

电话: 18763969569

E-mail: 851274560@qq.com

2. BIC 高效厌氧处理高浓度废水技术

适用范围

BIC 适用于化工，制药，造纸，食品加工，酒精等高浓度废水处理行业，虽然 BIC 厌氧能够去除绝大多数有机污染物、但其出水尚达不到直接排放标准，需要配套后续好氧和深度处理等二级甚至三级处理单元。BIC 基本不受地域、规模、环境等因素的限制，在全国各地、众多行业废水都有广泛的应用。

BIC 抗负荷冲击能力强。但受水中钙镁离子、硫酸根、氯离子及重金属等浓度影响明显，必要时水质需做预处理。厌氧的最佳温度 30-38℃，故有些水质（尤其是冬季）需加热后才能进入厌氧系统。

目前，BIC 厌氧技术已经经受过市场验证，具有几十座厌氧反应器安装、调试、运行经验。

技术内容

BIC 做为高效厌氧废水处理技术，实质是把两个 UASB 上下叠加，利用产生的沼气作为动力来实现反应器内的内循环，实现高表面水利负荷和高表面产气负荷。有高传质效果、高效搅拌混合、容积负荷高、占地面积少、运行稳定、抗毒性强、耐负荷冲击、布水均匀、运行成本低等特点。已广泛应用于化工、制药、造纸、食品发酵、酒精等行业的废水处理中。

水污染防治效果

BIC 可将高浓度废水有效降解，主要污染物 COD_{cr} 去除率高达 75%-90%；BOD₅ 去除率高达 80%-90%。

投资及运营成本

1) 建设成本

一次性投入费用：15-20 万元/吨 COD。

2) 吨水处理费用

0.2-1.0 元/吨水。

3) 后期维护费

年维护费=投资额×1%。

技术示范情况

1) 《莱芜泰禾生化有限公司 10 万吨柠檬酸废水处理项目》，处理水量 238

万吨/年，COD 年排放量由 3.37 万吨减少至 1900 吨，减排 32000 吨/年，产生沼气效益 1400 万/年。联系人：邹学雷 电话：13863407069 邮箱：yqz9527@163.com

2)《淄博齐翔腾达化工股份有限公司顺酐厌氧废水处理工程》，处理水量 40 万吨/年，COD 年排放量由 7920 吨减少至 590 吨，减排 7300 吨/年；产生沼气效益 240 万/年。联系人：肖起鹏 电话：13897745647 邮箱：fling2@163.com

3)《烟台双塔食品股份有限公司废水处理工程》，处理水量 760 万吨/年，COD 年排放量由 6.07 万吨减少至 7590 吨，减排 53000 吨/年，产生沼气效益 2300 万/年。同时，厌氧副产物厌氧颗粒污泥也是重要的技术结晶，也能带来大量的经济收益。联系人：张国玲 电话：13406518952 邮箱：stspzgl@163.com

成果转化推广前景

我公司自主研发的 BIC (Both Internaland-external Circulation) 高效厌氧反应技术是在多年从事 UASB 工程技术的基础上，借鉴国外先进厌氧技术研究技术，深度开发，经大量中试后成功应用于实际工程中的。有机负荷可达到 15-35kgCOD/m³d。

从实际运行情况看，BIC 厌氧反应器对有机物的去除效果、稳定运行的负荷均好于国外同类的技术，但投资和运行费用均大大低于国外技术。在国内同行业中首屈一指，行业佼佼者。

BIC 厌氧技术性强，需要专业的技术性人才把控，只有专业的厌氧科研方向的人员才能设计操作调试。但一旦运行正常后，只要控制好运行参数，基本的操作流程等一般的技术人员都是能够正常运营的。

BIC 高效厌氧反应技术已致力于环保行业 10 多年，广受业主好评，尤其在化工、造纸、食品等高浓度废水行业，运营稳定，用户推荐度超高。根据我国日渐完善的污水处理排放标准，随着一系列新兴产业的兴起，将看到 BIC 技术在越来越多行业的得到应用及推广。

联系方式

技术信息咨询单位：山东贝斯特环境技术有限公司

联系人：王笃福

电话：13806400085

E-mail: wangdufu@163.com

3. 集约化畜禽养殖粪水微生物巢处理技术

适用范围

微生物巢处理技术适用于畜牧领域。

技术内容

该技术以养殖场高浓度粪水为处理对象，实现粪水的零排放。在养殖舍外建设微生物巢，在反应槽内铺设垫料，添加高效复合菌剂，制成消纳粪水的反应堆，将粪水均匀喷洒到反应堆内，采用现代翻抛技术翻拌好氧发酵，水以水蒸汽挥发、粪便自动消纳。粪水无需固液分离，巢直接全部处理，反应堆失活后可制作有机肥，实现了种养循环；具有占地少、投入低、操作简便，在养殖场空地即可实现；零排放、无二次污染、资源化利用，创造了可观收入。

微生物巢的建设一般为地上式，没有特定地理条件和使用环境的限制，常设在养殖厂内的空闲区、隔离区或规划建设的粪污无害化处理区域。该技术的运行规模主要适用于规模化养殖场，处理以“水泡粪”工艺为主的养猪场、奶牛场和肉鸭养殖场中的高浓度污水，COD 一般在 8000 mg/L 以上。微生物巢反应堆的基础垫料主要是吸水性原料锯末和透气性原料稻壳，C/N 比控制在 25~50:1，这样既保证垫料的含水量，也保证其透气性。但由于山东森林资源缺乏，锯末稻壳等垫料原料供应紧张，导致垫料成本较高。因此，济南亿安生物工程有限公司目前也致力于研究应用当地的农作物废弃资源，以期减少或替代锯末和稻壳的使用。

微生物巢处理技术的上游是高效复合菌剂的研发，该复合菌剂由技术拥有方济南亿安生物工程有限公司自主生产，并联合了山东大学微生物国家实验室升级优化，提高了复合菌剂的功能活性。下游技术是生物有机肥的生产，微生物巢失活后的堆料可自主生产有机肥或作为生物有机肥的原料出售，堆料还田后能直接或间接为作物提供多种营养和刺激性物质，促进和调控作物生长，提高土壤有机质。目前亿安公司已获得 2 项有机肥料国家登记证号，具有较大的发展应用空间，微生物巢技术与上下游技术很好的衔接起来，产出优质的生物有机肥，真正实现畜禽粪水的零排放。

水污染防治效果

以万头猪场“水泡粪”工艺为例，日产粪水 100 吨（COD \geq 8000 mg/L），该技术每日每立方米巢料处理粪水约 20kg，需配套建设 5000m³ 微生物巢即可消纳全

部粪水。整个系统占地面积 4000m²，配套建设仓库、硬化场地和道路等，需购置翻抛机、移位机和铲车等，总投资约 120 万元。

实现了养殖场粪水零排放、无二次污染问题，反应堆失活后全部清出做生产有机肥原料，有机质含量达 30%以上，重金属无检出，发芽率试验无差异，每吨售价在 400 元以上，两年即可收回全部投资。

投资及运营成本

1) 建设成本

一次性投入费用：该技术投入费用以存栏 600 头母猪，年出栏生猪 1 万头的猪场计，每天排放粪水量 100 吨，一次性投资约 120 万，仅为传统沼气-曝氧-氧化塘模式投资额的 50%左右。

2) 吨水处理费用

微生物巢处理技术主要费用为一次性投入的建设费用，粪水处理目前按两种模式运行，一种是专门处理粪水，两年换一次垫料，垫料作为生产有机肥原料使用，基本实现了投入和产出平衡，吨水处理费用为零；另一种是以生产有机肥为主，2-3 个月完全换一次垫料，垫料用作有机肥原料，产出扣除投入后为盈利。

3) 后期维护费

后期维护主要是垫料和复合微生物菌剂补充，属于正常的工艺流程，其他机械设备维护费用很低。

技术示范情况

该技术已成功在烟台福祖、杨凌本香和泰安金兰等建立示范基地 30 多个，被农业部列入主推的 7 种粪污处理模式。

烟台福祖畜牧养殖有限公司第一养殖场位于莱阳市谭格庄镇，生猪年出栏 4.5 万头，水泡粪工艺，日产粪水 450 吨（COD \geq 13000mg/L）。2015 年开始利用微生物巢技术处理粪水，建有微生物巢规模 2.5 万立方米，平均 2 月出清一次反应堆，用作自己生产生物有机肥。年生产有机肥达 12 万吨，平均售价 1500 元/吨，2015~2017 年，粪污处理新增产值 14536.6 万元，新增利税 2115.7 万元。

该技术在应用中无污水排放、无臭味，运营管理费用低，具有显著的经济、社会和生态效益。联系人：衣红芝 电话：13963885272

成果转化推广前景

该技术自 2016 年开始被连续列为山东省财政支持农业主推技术，2017 年获得山东省科技进步奖一等奖，被农业部评入七大畜禽粪污资源化处理模式。目前该技术已在广东、福建和江苏等全国 10 几个省市推广应用，占养殖粪污处理模式的 10% 以上。

微生物巢处理技术市场潜力巨大，具有广阔的转化推广前景。据统计，全国畜禽粪便污染物年产量约 38 亿吨，是工业有机污染物的 4.6 倍。2017 年山东省规模场（户）近 20 万家，年产生养殖粪污 2.7 亿吨，其中粪便 1.8 亿吨、尿液 0.9 亿吨，生猪和奶牛养殖产生的粪水量占到总量的 60% 以上，需要配套建设大量畜禽粪污处理与利用工程。微生物巢处理技术建设条件要求不高，常设在养殖场的空闲区或隔离区，只要配备微生物巢反应堆、翻抛机和卷绕式粪水定量喷洒装置等即可，一次性投入只占到沼气工程的 1/10，2~3 个月微生物巢失活后即可生产有机肥。

微生物巢处理技术以其高效的粪水处理能力和低投入、高产出和资源化优势备受养殖企业青睐，具有巨大的市场需求和广阔的应用前景。预计 2020 年，微生物巢畜禽粪污处理技术市场占有率达 30% 以上，可推广应用于 1000 万头生猪，年处理养殖污水 3650 万吨，新增效益约为 70 亿元。

联系方式

技术信息咨询单位：山东亿安生物工程有限公司

联系人：李有志

电话：13853120817

E-mail: liyouzhi2009@126.com

4. 超滤-叠压式二次供水处理技术

适用范围

适用于城镇供水管网末端无负压二次供水的设施改造与水质提升工程。

技术内容

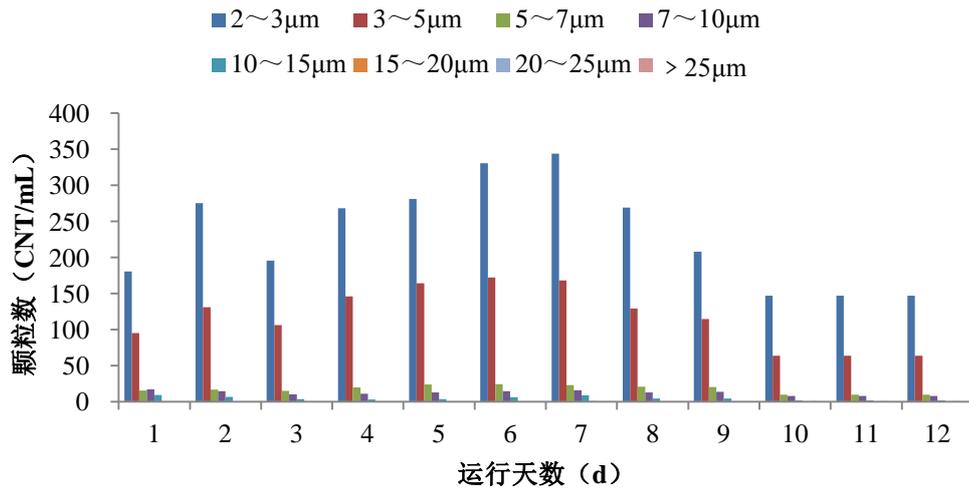
本处理技术主要由保安过滤器、超滤、叠压供水和电气自控组成(下图所示)。其中，保安过滤器去除管网中铁锈及大颗粒物质；超滤膜单元去除水中的胶体、溶解性有机物及细菌、粪大肠菌群等微生物；叠压式供水单元充分利用市政管网水压力进行加压供水，无负压罐替代旧式水池，减少用水的二次污染。另设置超越管线，市政自来水超越保安过滤器和超滤设备，直接接入无负压供水设备，保证供水安全。



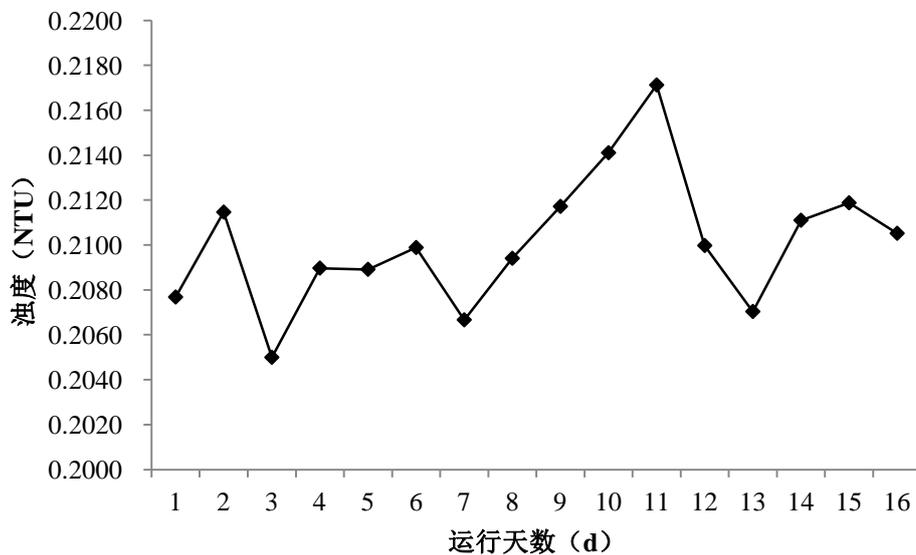
工艺流程图

水污染防治效果

利用超滤-叠压式技术进行二次供水改造，可以有效去除水中胶体、铁锈等大部分致浊致色物质及细菌等微生物，极大提高了供水安全性。以商河逯家村二次供水示范工程为例，如下图所示，二次供水工程出水颗粒物总数保持在500CNT/ml以下，如下图所示，出水浊度保持在0.2至0.22NTU之间，较之前管网水浊度明显降低（改造前约1NTU），且不存在细菌和致病微生物，出水水质完全符合《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2006）的要求。



二次供水工程出水颗粒物情况



二次供水工程出水浊度情况

投资及运营成本

1) 建设成本

一次性投入费用：200 元/m³/d。

2) 吨水处理费用

0.2 元/m³。

3) 后期维护费

0.1 元/m³。

技术示范情况

商河文景花苑小区二次供水示范工程（规模 20m³/h）、商河逯家村二次供水

示范工程（5m³/h）。2015 年两处二次供水示范工程改造完成至今，设备运行良好，出水水质明显改善，且优于国家的生活饮用水卫生标准。

联系人：袁波 电话：13583166028

成果转化推广前景

由于我国城镇供水管网老旧，目前很多居民小区仍存在管网水质不稳定，二次污染频发，二次供水水质保障能力不足等问题，广泛推广超滤膜-叠压式二次供水处理技术，可有效解决二次供水问题，保障居民饮用水安全性。另外，由于超滤膜为物理过滤，基本不需要投加药剂，而叠压式供水充分利用市政管网压力，无需建造水池，所以超滤膜-叠压式二次供水处理是一种绿色、节能、环保的技术，具有广阔的市场推广前景。

联系方式

技术信息咨询单位：济南市供排水监测中心

联系人：贾瑞宝

电话：0531-89017600

E-mail: jiatuibao68@126.com

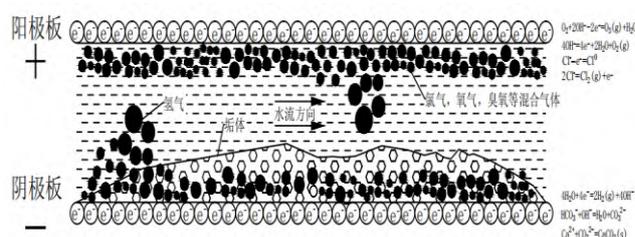
5. 垢菌清水质稳定技术

适用范围

垢菌清水质稳定技术可应用于煤化工、精细化工、石化、冶金、钢铁和电厂等绝大部分工业循环冷却水系统，可解决循环水系统结垢、菌类滋生、设备腐蚀和二次污染等问题。技术作用使用效果与各地区补水水质有关。

技术内容

反应原理如下图所示：



阴阳极板通电形成电解池，阴极生成氢氧根与水体中碳酸氢根反应生成碳酸根，碳酸根与水中钙镁离子反应生成垢体，并沉淀。技术通过在垢菌清设备内部强制析出碳酸钙、碳酸镁、氢氧化镁等沉淀，减少循环水系统中的成垢离子，解决了循环水系统普遍存在的结垢问题，通过电解生成的氯气溶于水生成次氯酸根起到杀菌的作用。同时提高浓缩倍数，在降低水体中污染物的同时降低了循环水系统补水量及外排水量。该技术综合调控朗格利尔指数及稳定指数，使循环水系统处于稳定的微垢状态，即不影响循环水换热效果也可达到防止循环水系统腐蚀的情况。

水污染防治效果

以 GJQ-S-1000 设备对应循环水最高处理量 1000m³/h 计算，根据循环水行业内普遍控制浓缩倍数情况推算，循环水量为 1000m³/h 的循环水系统，未使用设备时排污量为 140160m³/y，使用设备后排污量为 28032m³/y。年可节约循环水排放量 112128m³/y，按吨水处理费用 5.5 元计算，减少循环水排水吨水处理费用 616704 元。客户厂区如有污水站，则经过处理的循环水可作为污水站稀释水。按照补水费用吨水 4.2 元计算，使用技术后共可减少一次性水费用 941876 元。替代循环水处理药剂，降低循环水排水污染。

投资及运营成本

1) 建设成本

一次性投入费用:以 GJQ-S-1000 设备对应循环水最高处理量 $1000\text{m}^3/\text{h}$ 计算, 一次性投入费用包括设备的购置费用 20 万元, 其他费用包括增设电缆, 土建基础, 设备吊装, 设备安装调试。根据现场的实际情况而定, 平均为 2000~3000 元。

2) 吨水处理费用

设备运行后, 设备的定期维护可由现场巡检兼职完成, 不存在独立的人工费用, 仅存在设备运行电费, 以 GJQ-S-1000 型号为标准, 最高运行费用为 $7.8\text{kw}/\text{h}$, 处理过水量为 $50\text{m}^3/\text{h}$, 电费按照 0.6 元/度计算, 则吨水处理费用为 0.05 元/吨

3) 后期维护费

设备阴阳极板更换及备品备件更换, 三年一换, 平均为 1.3 万元/年。

技术示范情况

山东鹏程陶瓷新材料科技有限公司 $250\text{m}^3/\text{h}$ 循环水系统处理项目, 配备一台 GJQ-S-500 型设备进行杀菌除垢处理, 使用设备前, 该公司循环水系统及连接管道内壁有明显可见的结垢现象, 设备运行 15 日后, 管道及换热器内壁垢层消失。设备每个清垢周期所能清出的垢体重量约为 150kg。同时跟踪化验设备运行的前 20 天循环水水质变化情况, 循环水钙硬度自 $500\text{mg}/\text{L}$ 下降至 $380\text{mg}/\text{L}$, 总碱度从 $300\text{mg}/\text{L}$ 下降至 $175\text{mg}/\text{L}$, 并通过计算朗格利尔指数控制在 1-2 之间。管道内壁再无结垢现象。联系人: 焦主任 电话: 15965538142 邮箱: sdpctt@163.com。

成果转化推广前景

垢菌清水质稳定技术转化的技术成果——“垢菌清”设备已经应用于多行业领域, 如电力、化工、钢铁、建材、医药等。

根据水利部发布的《2016 年水资源公报》, 全国范围内年工业总用水量为 1308.0 亿吨。根据数据统计, 工业循环水用水量占工业总用水量的 60%~80%, 即 784 亿吨~1046 亿吨。根据山东省水利部发布的《2016 山东省水资源公报》, 山东省内工业总用水量为 213.99 亿吨。其中工业循环水用水量为, 128 亿吨~171 亿吨。垢菌清设备现阶段已经推广的循环水系统总用水量为 252 万吨。推广比例为: 省内 0.0171%, 国内 0.0028%。

2018~2020 年度, 按照 8000 万营业额, 对应 534 台 GJQ-S-1000 型设备。

折合循环水补水用量为 8982 万吨。结合已推广循环水系统，总推广循环水系统用水量为 9234 万吨，根据现今工业循环水运行的平均状态，使用设备后提升浓缩倍数至 6 倍可节水 40%即节约一次性补水 3694 万吨，减少循环水排水 3694 万吨。因循环水无磷无杀菌剂，降低循环水排水处理难度，降低吨水处理成本。达到全省、全国工业循环水推广比例为：省内 0.62%，全国 0.1%。

联系方式

技术信息咨询单位： 山东海能环境技术有限公司

联系人：李海远

电话：13853166316

E-mail: hc3721@163.com

6. 水生藻类防治技术方案

适用范围

适用于水上环境综合治理领域，主要是涉及用于江河、湖泊、海洋等水域的水上漂浮物阻拦及岸上清理、河道清理、沿岸水域造陆工程漂浮物对外水域污染的阻截。

技术内容

一个方面：设计了高强度易装卸的转运清理袋和既能清理漂浮物，又能保护沿岸沙土和植被的两种机械设备用于岸上清理和打捞。

另一方面：从陆地清理延伸到水上有效拦截；针对不同水域采用不同性能指标的拦截网体，保证对漂浮物的有效拦截；从物理状态拦截上升到采用北斗和大数据管理。北斗卫星导航定位的传感预警拦截网体上加装卫星定位模块和无线传感器节点，将监测到的数据实时传送到监控中心，随时监测拦截网的状态并反馈给监测终端，以便于采取措施补救，减少人力巡查。

水污染防治效果

2016 年，厚科承担青岛市浒苔拦截科技立项，海试结果各项技术指标达到了设计要求。拦截装置实施有效拦截海面以上最大拦截高度 70-80 厘米，水下可达 2--5 米。在风力十级以内情况下对浒苔的拦截率成功率达到 98%，浒苔拦截装置的网体、网纲、浮漂可抵御 10 级风暴。岸上河道清理效率提高 200%，沙土保有量为 100%。根据青岛市保卫处向市委办公厅的汇报“今年第二海水浴场零浒苔”的报告和照片视频可以看出，2016 年浒苔拦截取得了可喜的成果。该项目获得工信部电子商会和青岛市“2017 智慧青岛十大典型案例”。

投资及运营成本

1) 建设成本

一次性投入费用：不同区域、不同规模，采用不同处理方式。所以，投入金额入不固定。

2) 吨水处理费用

无。

3) 后期维护费

一次性投入使用三年，每年维护费为投资额的 18%。

技术示范情况

2016年，青岛市科技局和专利局对浒苔治理进行了首次科技立项，厚科承担了本次浒苔立项拦截任务，在青岛市委市政府、以及市直机关科技局、青岛公安局等相关部门的大力支持下，浒苔拦截海试得以实现，2016年7月，厚科在青岛奥帆中心、二浴外海、二浴内海分别铺设了1000米，1500米和575米新型浒苔拦截装置。海试结果各项技术指标达到了设计要求。得到市委市政府和市民的高度认可，相关领导在中国经济日报刊登稿件中“经过多日连续观察发现，该装置拦截效果极佳。”的表彰。充分肯定了厚科的地下设置信息化管理与海上浒苔综治方面取得的成绩。

成果转化推广前景

现如今在世界范围内，人类对自然环境的破坏所产生的漂浮物包括：白色垃圾漂浮物、水域污染所形成的自生藻类漂浮物、水上养殖清理养殖架所产生的藻类漂浮物、世界各国的造陆工程所造成的局部水域漂浮物；自然灾害所形成的水上漂浮物包括：狂风暴雨所形成的漂浮物、地震海啸所形成的漂浮物、水生物大量死亡所产生的漂浮物等对局部或大片水域造成污染与破坏，已经对世界自然环境、人类生态发展和经济发展造成了一定的危害。如何解决水上漂浮物对局部环境污染，最为有效的方法应是对漂浮物能够迅速和有效的拦截，并使打捞船只能够高效打捞。

厚科的该项技术成果，具有自主知识产权，在解决有效拦截高效打捞的同时解决拦截系统的拦截状态，由人巡改成技术监控，不受雨雾与风浪的影响，结合水色遥感数据、环流规律，按需铺设，利用卫星导航定位模块获取拦截网定位数据，解决网体断裂或漂移时的自动报警，通过监控平台可准确掌握每一段拦截系统的工作状态，通过预警技术管理使所有水上拦截系统完全处于“可视化”管理范围，有的放矢的解决拦截期间的应急指挥整体与局部的协调问题。

水上藻类防治技术，作为青岛市科技立项项目得到有效实施，取得了骄人的成果，成熟的技术实施方案，可以为政府和社会解决海水、淡水因藻类污染所带来的危害。技术市场发展潜力在于：由于近三十年来含有大量氮、磷等营养肥料，经雨水后随生活污水（含有合成洗涤剂）和工业废水排入了江、河、湖、海，使水质形成富营养化，从而使水生植物大量生长繁殖。当前，在我国南方几乎一年

四季都可以见到由绿藻形成的“水华”，如：云南省昆明天池、湖北省武汉东湖、安徽省巢湖、浙江省宁波江河（湖）、江苏省无锡太湖、河北省的白洋淀等都有不同程度的绿藻污染灾害发生；海洋方面，从中国南端海南省三亚到北部北戴河，跨越了南海、东海、黄海和渤海海域，沿线各海域均出现大范围的海洋绿藻灾害。

为防止因水质富营养化，使绿藻大量繁殖，造成水中的溶解氧下降、水质恶化，从而使鱼类大量死亡，杜绝危及到人类生活和生存的藻类污染灾害，对绿藻的防治各地政府也投入了相当大的财力和人力为之综治，成为了政府以及社会大众关心的议题。由于绿藻繁殖速度快，防治工作应该放在：及早布控、有效围挡与及时清理上，严防绿藻随风漂流，使事态扩大、水域污染。所以，庞大的市场需求至 2020 年该产业有上百亿的市场需求，无论是对海上绿藻治理、对湖泊的绿藻治理、还是对河道沟坎的污染物清理，该技术将会发挥积极作用，是城市公共管理不可缺的重要组成部分，市场潜力巨大。

仅以海上浒苔拦截为例，对藻类爆发泛滥的有效治理，是个世界课题，无论是发达国家如法国、日本，还是发展中国家菲律宾、印度尼西亚等都面临着藻类灾害长期困扰的问题，至今未能有效解决。以青岛为例，青岛平均每年六月下旬至八月上旬都会经历一次浒苔灾害，海岸水面养殖、特别是滩涂养殖损失惨重，每年约计有 5-6 亿的海上与滩涂养殖损失、渔民苦不堪言；而政府每天要组织几百人多则几千人从事“清浒”工作。海上动辄出动几百艘船只打捞，在海上到处“抓浒苔”；陆地上，时常动用几百辆机械设备进行浒苔的打捞、清理和装运。岸上清运，堵塞了市内交通、污染了环境，还使细软洁净的沙滩遭到破坏、每年还得再花费巨额资金还原海滩沙子数量。山东省自日照到威海全程 1500 多公里的海岸线每年不同程度受到侵扰。每年各沿海区市总共要拿出不低于 10 亿的财政收入进行陆域清理，山东的黄海沿海渔民每年损失几十亿。就如何解决以上问题，应从整体拦截上下功夫，如果要解决青岛主城区的浒苔泛滥问题，需要以南线拦截为主（连三岛-竹岔岛、脱岛——大公岛——小公岛），约计长度 35 公里；北线拦截为辅（从团岛-老鼠礁-麦岛-赤岛-崂山角）的离岸拦截方案，约计长度 25 公里，南北两线约计总长 60 公里。总投资 1.48 亿左右，可使用三年，每年约计花 4900 万元。可实现对主城区、胶州湾及崂山风景区的污染问题。如果要从根本上解决黄海海域的浒苔泛滥问题需要从宏观层面着手，应从离岸拦截和藻类生长源头拦截方面考量。如能在浒苔源头进行拦截，也就是在盐城市临淮乡的堆

沟为起点，向东延伸 100 公里左右，一次性约计投入 2.4 亿，使用 3 年，每年约计分摊 8000 万元。可解决自连云港至威海沿线 1500 多公里海岸线每年几十亿的养殖损失，节省十几亿的浒苔上岸清理费。并可充分利用岛屿闲置空间和岛上劳动力，将海岛开发与利用通过海上浒苔拦截、把织网，补网、铺设、巡视维护、收网与整理维修、保管交由住岛的岛民完成，以填补休闲时经济收入。沿海的旅游产业会焕发生机，沿海城市涉海环保管理形象将得到提升；并且，可以解决 1000 人的就业问题，每年可实现年利税 6000-8000 万以上。

在水生藻类防治的标准化建设方面，在我国还在空白阶段，需要因地制宜的制定相关技术标准为我国的水资源环境保护提供技术支持，会极大地解决绿藻泛滥问题，在为区域环境保护建设服务的同时、还可以向国外输出技术标准，为世界各国人民的水资源保护做出贡献。

联系方式

技术信息咨询单位：青岛厚科信息工程有限公司

联系人：冯翠芝

电话：0532- 85910509/85910505

E-mail: yanfabu1@cnhoc.com

7. 高效低耗移动床生物膜强化脱氮除磷技术（MBBR 工艺）

适用范围

本技术可广泛适用于新建污水处理厂、污水处理厂的升级改造及立体扩容。本技术可适用于生活污水及工业废水的处理，对于难处理废水如高盐废水、制药废水、石油废水等都有很好的处理效果。

技术内容

技术关键设备为 MBBR 工艺系统，包括悬浮填料、拦截筛网、推流搅拌、曝气系统、池体设计、填料投加与打捞设备。

在好氧条件下，曝气充氧时，空气泡的上升浮力推动填料和周围的水体流动起来，当气流穿过水流和填料的空隙时又被填料阻滞，并被分割成小气泡。在厌氧条件下，水流和填料在潜水搅拌器的作用下充分流化起来，达到生物膜和被处理的污染物充分接触而降解的目的。

水污染防治效果

以青岛团岛污水处理厂为例，达到一级 A 出水标准后，其排放污染物的削减量分别为：COD（Chemical Oxygen Demand，化学需氧量）减少排放 29675 吨/年，BOD（Biochemical Oxygen Demand，生化需氧量）减少排放 14454 吨/年，氨氮减少排放 2884 吨/年，总氮减少排放 4125 吨/年，总磷减少排放 431 吨/年。

投资及运营成本

1) 建设成本

一次性投入费用：10 万吨/日以上处理规模，吨水投资平均约为 200~300 元；10 万吨/日以下处理规模，吨水投资平均约为 300~400 元。

2) 吨水处理费用

本技术可利用原有曝气设备，因此较提标改造前生化段处理费用无增加。

3) 后期维护费

本技术系统寿命 15~20 年，基本不需后期维护。

技术示范情况

现本技术已应用于近 90 家污水处理厂中，工程业绩超 600 万吨/天，简单介绍几家典型及示范案例。

1) 无锡芦村污水处理厂，江苏，处理量 20 万 m³/d，2008 年开始运行，出水标准由二级提升至一级 A。联系人：叶亮 电话:18921280311。

2) 青岛市团岛污水处理厂，青岛，处理量 10 万 m³/d，2010 年开始运行，出水标准由二级提升至一级 A。联系人：李团结 电话:0532-82689257。

3) 乌拉特中旗洁源污水处理有限公司，内蒙，处理量 1 万 m³/d，2014 年开始运行，出水标准由一级 B 以下提升至一级 A；

4) 青岛李村河污水处理厂，青岛，处理量 25 万 m³/d，2010 年开始运行，出水标准由二级提升至一级 A。联系人：王宏 电话:0532-80973560。

成果转化推广前景

移动床生物膜工艺 (MovingBedBiofilmReactor, MBBR)，是目前国际上成熟的污水生化处理技术。自 1989 年第一套生物移动床工艺装置建成以来，已在 50 多个国家建成了数千套市政和工业废(污)水处理设施，取得了良好的效果。该工艺以悬浮填料为微生物提供生长载体，通过悬浮填料的充分流化，实现污水的高效处理。本技术在国内同行业同类技术中的技术普及率约为 8%。

根据“十三五”全国城镇污水处理及再生利用设施建设规划，“十三五”期间我国提标改造城镇污水处理设施规模 4220m³/d，因此本技术还有相当大的市场前景。预计本技术到 2020 年应用规模可达到 2000 万 m³/d。

联系方式

技术信息咨询单位：青岛思普润水处理股份有限公司

联系人：刘曙

电话：18563979717

E-mail: 18563979717@163.com

8. 高效智能化移动床生物膜一体化污水处理技术

适用范围

特别适用于水量在 10-500m³/d 的生活污水的处理，如分散式的农村点源；高速服务站；单个小区、学校、企业及工厂；流域点源等的污水的处理。

技术内容

高效智能化移动床生物膜（MBBR）一体化污水处理技术，主要采用 MBBR 与 AO 工艺相结合的泥膜复合工艺，通过向一体化设备中投加一定量的悬浮填料，在悬浮填料上的生物膜与活性污泥的共同作用下，实现污水中的 COD 与氨氮等的高效去除。同时该技术结合先进的智能化自动控制系统，实现一体化污水处理设备的远程操控与报警功能。

水污染防治效果

出水效果好，能够达到一级 A 或类地表Ⅳ的标准；结构紧凑，占地小，占地为普通工艺的 1/3；抗冲击负荷能力强，水质水量变化大、低温下仍表现出良好的处理效果；能够实现手机 APP 智能操控设备。

投资及运营成本

1) 建设成本

一次性投入费用：吨水投资在 5000-6000 元/t（大于 50m³/d）。

2) 吨水处理费用

1-3 元/t。

3) 后期维护费

无（系统寿命>15 年）。

技术示范情况

该技术已在青岛市黄岛区内近 20 个项目上应用，处理规模在 30-240m³/d 不等，运行时间大于 1 年，出水效果好，COD、氨氮等均能达标，如：黑头河污水处理项目、孟家庄河污水处理项目。

成果转化推广前景

目前，本技术处于行业领先水平，并已初步转化为工业产品，正在大力普及阶段。该技术的市场需求量较大，技术目前已基本成熟，技术经济性好，适合大规模的推广和应用。

联系方式

技术信息咨询单位：青岛思普润水处理股份有限公司

联系人：吴迪

电话：18563979729

E-mail: 18563979729@163.com

9. 基于土著微生物技术的黑臭水体治理综合技术体系

适用范围

基于土著微生物技术的黑臭水体治理综合技术体系的应用范围主要以开放性水体治理为主,主要包括水体的水质提升及生态功能修复,具体涉及排灌河道、景观水体、养殖水体、过程河道、湿地、湖泊、水库等。

技术内容

基于土著微生物技术的黑臭水体治理综合技术体系是一项综合性的生态修复技术体系,其以土著微生物筛培技术为核心,可靶向识别原环境中有效微生物组分,将它们筛选、驯化、重组为具有净化功能的复合菌群。复合菌群对于原环境污染物的降解具有专效性,可以以修复生态为核心,实现精准治污。此外,为提高该技术在应用过程中的有效性,本技术体系还融合了生物曝气、固化载体、底泥修复再利用等技术,通过多项技术的协同作用,逐步修复水体环境功能。

由于该技术所采用的土著微生物筛培技术可从原环境进行微生物的筛培,故该技术对治理水体的水质类型的限制相对较少,对含有一定盐度、酸碱度的水体,或者受石油烃污染的水体均具有较好的作用效果。该技术已经形成相对完备的技术体系,故在项目推广应用过程中只需要详细了解河道的污染现状及水文条件,即可形成河道专属的完善的治理方案。鉴于微生物对生长环境的要求,除了水体中大有大量化工、印染等废水导致水体生化性过低的水体的外,该技术基本对应用项目的环境、地域无明显应用限制。

水污染防治效果

该技术应用后,可在 7 日内消除水体异味,30 天内水体黑臭现象得到明显改善;修复完成后,水体 COD(化学需氧量)、氨氮的降解率可达到 70% 及以上,水体生态功能得到修复,自净功能大幅提升。

➤ 应用效果案例说明

项目名称: 青岛李村河应急维护项目

污染原因: 管网冒溢导致水体发生黑臭

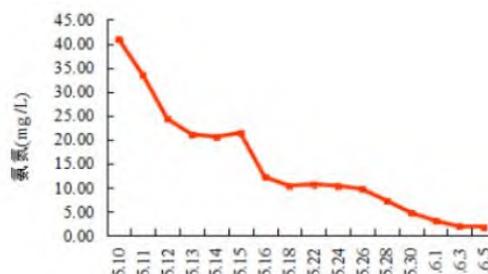
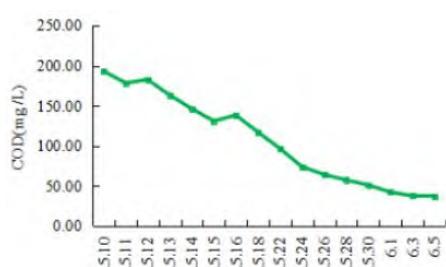
治理周期: 30 天

应用效果: 水体透明度提升,异味消除。治理完成后,水体 COD 由 193.1mg/L 下降至 36.8mg/L,氨氮由 40.9mg/L 下降至 1.7mg/L。



治理前

治理后



水体治理前后变化对比图

投资及运营成本

1) 建设成本

一次性投入费用：该技术非装备或系统建设类设备，其投入费用需根据治理水体的水域面积、污染情况以及治理目标进行综合性的核定，一般治理期水体单平米治理费用在几块到几十块不等。

2) 吨水处理费用

对于开放性水体的治理一般不存在吨水处理费用的概念，水体治理单价需根据治理水体的水域面积、污染情况以及治理目标进行综合性的核定。

3) 后期维护费

该技术治理完成后，水环境生态功能恢复，水质逐步提升并能长效保持。其维护期的费用主要为微生物复壮费用及设备运行费用。维护初期的费用约为治理期费用的三分之一至四分之一，且维护期费用会随着维护年限的增加呈逐步递减的趋势。

技术示范情况

技术应用案例情况简介（部分）

序号	工程名称	所在地	水域面积	治理效果	联系单位（人）	联系方式
1	李村河上游水质维护项目	青岛	14.7万 m ²	景观提升，水体达到 V 类质	青岛市李沧区城市建设管理局	0532-87639222
2	西乡河黑臭水体生态修复项目	深圳	3万 m ²	底泥优化，浮泥消失，水体达到 V 类水质	北京普世圣华科技有限公司	010-82293399
3	固河流域水体应急提升项目	日照	55.2万 m ²	水体透明度提升，水色恢复，监测断面水体达到 V 类水质	北京普世圣华科技有限公司	010-82293399
4	北阳河人工湿地水质净化微生物工程	青州	24.8万 m ²	水生动植物增多，监测断面水体达到 IV 类质	马延军	15763007922

成果转化推广前景

1) 技术成果

基于土著微生物技术的黑臭水体治理综合技术体系区别于传统水环境治理技术，其对水体的治理不仅仅局限于水质的改善，二是从宏观和微观两个角度进行治疗，一方面通过微生物生态系统的调节从基础营养层面促进污染物的代谢及循环，另一方面通过泥水共治及环境生态链的培养，提升水环境自净功能，恢复环境生态系统。目前，该技术已经成功应用于 20 余项水环境治理工程，并形成 13 项专利技术，3 项企业标准。

2) 技术优势

基于土著微生物技术的黑臭水体治理综合技术体系是一项综合性集成技术，它摒弃了传统物化水体治理技术及工程性措施存在的治污不彻底、污染易反复、存在生态安全风险等问题，与其他水环境治理技术相比，该技术具有如下优点：

➤ 专效性

该技术可根据治理环境的不同，从原环境中筛选不同的微生物菌群进行扩繁应用，与传统广谱型微生物产品相比，该技术形成的产品具有更好的专效性，其能快速适应环境并发挥效应，缩短环境治理周期，提升环境治理效果，同时能针对不同河道环境治理形成不同的专属的治理模式及产品。

➤ 生态安全性

该技术属于生态治理技术，与传统物化治理技术相比，该技术具有污染物去除彻底、不容易产生二次污染且不会对动植物产生影响等特点。此外，由于该技术在河道治理过程中所应用的微生物均为原环境中的土著微生物，这从根本上避免了外来微生物入侵可能带来的影响，进一步强化了技术应用的安全性。

➤ 综合性

该技术在河道治理过程中并不仅仅将治理对象局限于受污水体，而是将受污水体及河道底泥视为一个整体进行全面综合的治理。河道底泥作为河道生态系统的一部分具有吸附和释放污染物的能力，采取“泥水共治”的理念可以防止污染出现反复，而且经过治理的河道底泥可以作为种植土使用，或者以（半）岛型植物带的形式回归到原环境中，不仅实现了资源的有效利用，而且达到景观和净水的双重效应。此外，该技术还重视生态链的培养，在完成水体与污泥的治理同时，通过植物栽植、动物放养调控以及微生物的调节，重新构建环境的生态体系，确保治理效果长效保持，防止污染反复现象发生。

3) 市场容量

随着“水十条”“城市黑臭水体整治工作指南”等多项水环境治理指导政策的颁布，我国水环境治理市场迎来的新一轮的机遇。目前，国家环保部正逐步加大对地方“水十条”实施情况的检查，住建部亦对城市黑臭水体治理进程保持极高的关注，多省市地区相继出台工作方案，将黑臭水体整治作为重点工作，黑臭水体整治成为万众瞩目的焦点，有分析称，到 2020 年，全国黑臭水体治理市场规模将达数千亿元。公司基于土著微生物技术的黑臭水体治理综合技术体系是一种无污染、纯生物的水体治理方式，该方法顺应国家十九大“要求集聚推进生态文明建设，坚持节约优先、保护优先、自然恢复为主的方针”的要求，在这样的时代背景下必将迎来空前的发展机遇，仅按 1% 的市场份额进行估值，该技术的市场空间就可达到数十亿的级别，是一项十分具有潜力的技术。

目前，该技术已经在山东、宁波、深圳、海口等多地得到推广应用，适用性广泛。

联系方式

技术信息咨询单位：青岛浩澳环保科技有限公司

联系人：张健

电话：0532-55583288

E-mail: qdhooh@163.com

10. 环氧丙烷氯化钙皂化废水资源化处理技术与系统

适用范围

本技术适用于氯醇法环氧丙烷行业，氯碱行业，废水含钙的工业。

技术内容

本技术主要创新点在于：摒弃了长期以来此类废水无法排放，又治理没有有效而资源化的创新技术。

现有的治理技术，主要着眼于废水中的氯化钙的氯离子的去除。以达到可以排入地表水系的容许标准（氯离子 $<0.03-0.6$ 克/L）。为此，主要使用三种技术：

1 蒸发脱盐：适用多效或 MVR 技术脱盐，但此技术一是投资巨大，二是运行费用极高，三是由于此含钙的废水的钙镁结垢问题使得此废水蒸发结垢堵塞问题难以解决。

2、膜法脱盐：适用于电渗析或反渗透脱盐，但这种方法由于原废水含氯化钙盐 4-7%，使用反渗透压力极大，即使如此，也只能浓缩到 8%左右。还要使用蒸发方法去浓缩结晶，因此，难以实施。再者由于钙盐的沉淀与堵塞，使这种方法的膜寿命极短。无法工业化。

3、碳酸钠置换法：此技术是使用价值很高的碳酸钠（约 3000 元一吨）与氯化钙反应，生成碳酸钙与氯化钠，而这二种产品的价值很低，碳酸钙沉淀后可以回用，但氯化钠留在水里使废水变成盐水，这种氯化钠盐水，无法用普通方法脱盐淡化。又无法直接排放。是得不偿失的。

因此，在上述方法无法处理这种氯化钙废水的情况下，本技术不仅解决了这类废水的处理难题，而且碱这类废水中的氯化钙盐分资源化处理，从氯化钙废水经本技术用铵盐置换（碳酸铵），见废水中的氯化钙盐，经过置换，产生二种化学物质，一是碳酸钙，二是氯化铵。碳酸钙可以回用或去制成纳米碳酸钙做塑料或橡胶，涂料等的原料出售，而留在水中的氯化铵可以用膜浓缩至 20%左右的氯化铵（不会堵膜）浓液，再去使用 MVR 蒸发结晶变成农用化肥或工业原料等。完全资源化，产值化。而使用膜浓缩及 MVR 蒸发脱盐后产生的纯净水，不仅可以完全回用（95%），而且回用水质量比深井水更好，更纯，可以大大提高环氧丙烷的质量与纯度。这是一个即节水又提高产品质量的好技术。

再者，利用原生产工艺废水出水的热能回收，可以去干燥加热氯化铵，碳酸

钙产品固体，去除这二种产品的含水量，并完全可以解决这二种产品的固体化所需要的热能。节能减排 绝对零排放。循环经济，绿色环保。

此技术创新点在于：

1) 用可溶不堵的铵盐置换了废水中的氯化钙盐，产生的铵盐与钙盐都可以资源化，提高了原废水中氯化钙的资源化价值。

2) 回收原废水中绝大部分水分，回收的水分可以直接回用与原环氧丙烷生产工艺，节水 90-95%，这是一个巨大的效益（成就）。由每天需要补充生产用水 5 万吨左右，变为每天仅需补充 2000-3000 吨淡水就完全可以正常生产。解决了生产的一大瓶颈难题。

3) 原先每天要排放约 4-5 万吨高盐（氯化钙）废水，污染厂区即周边环境，污染地下水盐碱化，苦咸化。这样就可以修复地下水盐碱化的问题，再者也是的农业用水避免了盐碱化造成的农业减产绝产的问题。解决了当地群众的饮用水不受污染的问题。有提高了企业产品质量与产量。一举多得，立国利民利企，。

4) 绝对零排放，绿色环保，节水节能，循环经济。一举解决环氧丙烷生产的所有的环保问题。这是一项直达推广的重大技术创新。

5) 把严重污染的，不值钱的氯化钙废水，处理资源化后产生的二种产品，其价值远超氯化钙。其产品完全符合国家对这二种产品的使用标准。这样就解决了原先 吨废水投入费用 70-150 元/吨的费用，一举变成盈利 20-100 元/吨的盈利模式。按示范企业（滨化集团）每天 4.5 万吨氯化钙废水的规模，采用本资源化技术后，每年可盈利 2-16 亿/年。这不仅是环保治理工程，也是一项节水节能，绿色减排工程。其资源化产生的社会效益不可估量。经济效益可以使企业产生巨大的经济效益。

6) 本技术采用的置换物料为铵盐。此原料采用化肥厂的液氨吸收燃煤电厂或燃煤锅炉烟气脱硫脱销后的含 CO_2 的烟气经碳化塔吸收产生的铵盐，去置换氯化钙。所以正常情况下，1 万吨含氯化钙废水，可利用铵盐 720 吨，吸收固定 CO_2 约 426 吨。按滨化日排氯化钙废水 4.5 万吨。则每天可固定减排 CO_2 1917 吨/日，年减排 63-69 万吨/年。这是一项巨大绿色的节能减排工程。

以氯醇法生产环氧丙烷的工艺所产生含氯化钙的废水处理资源化的技术领域，同样也适用于在工业生产中产生的含钙离子的废水处理与资源化。

本技术主要针对氯醇法生产环氧丙烷所产生的含 4-7% 的氯化钙废水处理资

源化的方法。适用于同类型废水处理工艺。因为我国每年生产 500 万吨的环氧丙烷，主要以氯醇法为主要工艺。但此方法要产生大量的含氯化钙的废水。生产一吨环氧丙烷大约要消耗 50-70 吨淡水。产生含氯化钙 4-7%的废水约为 50-70 吨。如滨州滨化集团环氧丙烷分厂，年产环氧丙烷为 29 万吨，日排含氯化钙废水为 4.5-5 万吨/日。此处理工艺对环境没有特别的要求，就是要求有液氨供应的企业。

水污染防治效果

1) 用可溶不堵的铵盐置换了废水中的氯化钙盐，产生的铵盐与钙盐都可以资源化，提高了原废水中氯化钙的资源化价值。

2) 回收原废水中绝大部分水分，回收的水分可以直接回用与原环氧丙烷生产工艺，节水 90-95%，这是一个巨大的效益（成就）。由每天需要补充生产用水 5 万吨左右，变为每天仅需补充 2000-3000 吨淡水就完全可以正常生产。解决了生产的一大瓶颈难题。

3) 原先每天要排放约 4-5 万吨高盐（氯化钙）废水，污染厂区即周边环境，污染地下水盐碱化，苦咸化。这样就可以修复地下水盐碱化的问题，再者也是的农业用水避免了盐碱化造成的农业减产绝产的问题。解决了当地群众的饮用水不受污染的问题。有提高了企业产品质量与产量。一举多得，立国利民利企，。

4) 绝对零排放，绿色环保，节水节能，循环经济。一举解决环氧丙烷生产的所有的环保问题。这是一项直达推广的重大技术创新。

5) 把严重污染的，不值钱的氯化钙废水，处理资源化后产生的二种产品，其价值远超氯化钙。其产品完全符合国家对这二种产品的使用标准。这样就解决了原先 吨废水投入费用 70-150 元/吨的费用，一举变成盈利 20-100 元/吨的盈利模式。按示范企业（滨化集团）每天 4.5 万吨氯化钙废水的规模，采用本资源化技术后，每年可盈利 2-16 亿/年。这不仅是环保治理工程，也是一项节水节能，绿色减排工程。其资源化产生的社会效益不可估量。经济效益可以使企业产生巨大的经济效益。

6) 本技术采用的置换物料为铵盐。此原料采用化肥厂的液氨吸收燃煤电厂或燃煤锅炉烟气脱硫脱销后的含 CO₂ 的烟气经碳化塔吸收产生的铵盐，去置换氯化钙。所以正常情况下，1 万吨含氯化钙废水，可利用铵盐 720 吨，吸收固定 CO₂ 约 426 吨。按滨化日排氯化钙废水 4.5 万吨。则每天可固定减排 CO₂ 1917 吨/日，年减排 63-69 万吨/年。这是一项巨大绿色的节能减排工程。

投资及运营成本

1) 建设成本

一次性投入费用：吨废水投入约为 1-3 万元（按工艺的长短及繁复成度定）。

2) 吨水处理费用

吨水综合费用为盈利：20 元-100 元/吨废水。

3) 后期维护费

后期维护费用约为吨废水 1-2 元/吨。

技术示范情况

本技术示范企业为：山东滨州滨化集团环氧丙烷分厂，该企业是环氧丙烷行业的主要企业，现在企业年产环氧丙烷为 29 万吨/年。日产氯化钙废水约 4-5 万吨，设计废水产生量按 4.5 万吨/日。废水含氯化钙在 4-7%，按 4.5%设计计算。该厂日用水量约为 5 万吨。排水量为 4.5 万吨。

成果转化推广前景

本技术在国内外尚无先例，技术在过内外领先，技术成熟（亦有类似企业才使用类似技术）效果很好。

仅山东省，采用氯醇法生产环氧丙烷的废水约为 30-50 万吨/日，年最大排放次氯化钙废水约 1.8 亿吨/年。按我们现有的治理速度，年治理 360 万吨/年，到 2020 年可扩大治理：1000 万吨/年。若普及此技术，转让并扩大治理队伍，到 2023 年可以将 1.8 亿吨/年的环氧丙烷氯化钙废水治理完成约 60%。此项目若实施，环保企业每治理 1 万吨此废水利税约为 2000 万元。若国家在政策，税收，推广等方面给予支持。则此技术可以在 3-5 年内将此废水治理达标 80-90%。

联系方式

技术信息咨询单位：青岛碧园环境能源科技有限公司

联系人：刘风鸣

电话：18653224098

E-mail: fm3380@163.com

11. 碟管式反渗透高盐水浓缩处理技术

适用范围

该技术目前已经在苦咸水，工业园区高含盐废水，脱硫废水、垃圾渗滤液等处理领域得到了广泛应用，积累了大量的工程经验。目前，在石油化工、油水分离、印染废水、矿业加工废水等领域也在积极开展应用研究。

技术内容

反渗透膜是具有选择透过性的膜分离技术，在外界压力作用下，废水中杂质粒子被截留，而水透过膜，从而实现废水的处理。具有较高的分离精度，对一价离子具有高达 99.5% 以上的截留率。

该技术依托碟管式反渗透高盐水处理设备，集成了多段式反渗透设计、恒定回收率控制系统、能量回收系统等关键技术于一体，解决了水质波动剧烈、系统运行能耗较高等技术难题，产水水质较好，可通过系统自动控制与调节，实现处理过程和回收率的稳定运行。

由于该技术过程简便、处理效率高、处理效果好、对水的纳受能力较强，因此，不论是与上游工艺的预处理过程，还是后续的蒸发零排放过程，均具有较好的匹配程度。该技术依托的设备目前已经采用模块化、标准化设计，可采用撬装式设备，或者集装箱式设备，以满足不同的工程现场条件，对土建、基建要求低，基本可实现“入场即运营”的高效处理过程；针对不同的处理水量需求，也开发出不同处理规模的设备，如 30 m³/d，50 m³/d，100m³/d，200 m³/d，500 m³/d 等。因此，基本不受地域、规模、环境等因素的限制条件影响，只需提供简单的土建基础和用电要求，即可进行运营。

水污染防治效果

该技术可实现对各类高盐水高倍浓缩减量，尤其适用于进水含盐量低于 35000 mg/L 的废水，最终可浓缩至 80000 mg/L 以上，单套设备处理规模可达 1000 m³/d 以上。以进水含盐量约 12000 mg/L 的高盐水处理项目为例，传统的卷式反渗透回收率只能达到 45%。该技术和设备可实现废水处理回收率达 75% 以上，通过技术改进，日废水排放绝对量减少 300 m³/d。

投资及运营成本

1) 建设成本

一次性投入费用：投入费用主要包括设备的研发、设计、生产费用。以 1000 m³/d 的碟管式反渗透系统为例，一次性投入费用约 1500 万元。

2) 吨水处理费用

由于各项目规模、水质情况差别较大，要求达到的产水标准也有所差异，因此，各类废水的费用有所差别。以统计数据来讲，吨水处理费用在 20-80 元。

3) 后期维护费

维护费用主要包括设备各部件的检修、更换与维护，以及售后技术人员的劳务费、交通等。

技术示范情况

该技术目前已在众多高盐水项目中得到应用。其中代表性的两个示范工程如下：

1) 亿利化学高盐水处理项目，内蒙古亿利化学工业有限公司，处理规模 1000 m³/d。处理产水 TDS≤500 ppm，硬度≤200 ppm，COD≤50 ppm；pH 6-8；已连续稳定运行超过 4 个月。

2) 托克托工业园区蒸发塘高盐水处理项目，在内蒙古托克托县，处理规模 1000 m³/d。处理产水 TDS≤150 ppm，硬度≤150 ppm，COD≤20 ppm；pH 6.5-8.5；已连续稳定运行超过 15 个月。

内蒙古呼和浩特工业园区腾飞大道联合水务。联系人：张晓辉 电话：15064157286，

成果转化推广前景

碟管式反渗透技术是近 10 年来国内逐渐发展起来的技术，在高盐废水处理领域逐渐成为连接传统卷式反渗透和蒸发零排放工艺的纽带。由于其具有回收率高、产水水质好、系统耐污染的显著特点，在该领域起着举足轻重的作用，几乎无同类技术替代。随着我国对高盐废水治理政策和力度的加大，该技术和设备在高盐水领域占有的市场份额逐渐加大。市场上，单套碟管式反渗透系统的处理能力多集中在 200-500 m³/d，出力效率低。本技术依托的设备在同样的占地面积条件下，可实现 1000-1200 m³/d 的出力能力，在各工程中得到了广泛的青睐，保守估计市场份额在同行业中占有至少 30% 的份额，且仍在不断增加。

该技术目前已经完成研发、设计、生产以及工程运营等阶段，已经获得部分

知识产权。由于该技术和设备采用标准化、模块化设计，工艺路线和设备设计、生产已经完成标准化的过程。针对不同的水质和水量，只需对膜系统前端的预处理过程进行调整即可，无需对整体工艺及设备过程进行全面调整和生产。因此可快速、高效的完成设备的生产和投产运营，技术和设备的完善程度较高。

该技术经过公司多年的研发与设计、运营，已经在多个高盐水浓缩、垃圾渗滤液处理以及脱硫废水处理等项目中应用，设备集成度较高，机动性较强，对土建等要求低，技术成熟度较高。随着我国环保治理力度的加大，在工业园区高盐水、垃圾渗滤液、石油化工、油水分离、印染废水、矿业加工废水等高盐、高COD等废水处理领域具有广阔的市场前景。

联系方式

技术信息咨询单位：烟台金正环保科技有限公司

联系人：李国亮

电话：18254596930

E-mail: glli@jinzhenhb.com

12. 活性炭臭氧滤池+气水混合膜污水资源化回用技术

适用范围

该技术适用于饮用水处理，工业用水处理，食品和饮料加工用水处理，泳池水处理，电子厂废水回用，电镀厂废水回用，印染厂废水回用，化工厂废水处理，生活污水回用，食品加工厂废水处理，医药行业浓缩分离，特殊物质的浓缩分离或提纯等。

技术内容

原理：臭氧活性炭技术是水质深度处理技术之一，利用臭氧的强氧化性及活性炭的吸附作用，杀死细菌，去除病毒，氧化水中有机物和生物难降解有机物；超滤技术是通过膜表面的微孔结构对物质进行选择分离。气水混合膜技术特点：气液混合运行——抗污染性强；边过滤边擦洗——通量衰减慢；气泡捕捉——出水水质更优良；一端不固定的浇铸方式——抗断丝能力强。实现水污染防治途径：通过优化工艺、采用联合技术，实现污水减量、提质排放。

其中，臭氧活性炭滤池受水质影响大，需根据水质情况确定臭氧、活性炭投加量。

水污染防治效果

120t/h 活性炭臭氧滤池+气水混合膜超滤项目出水水质达到生产用水水质标准，产水浊度： $<0.2\text{NTU}$ ，回收率 $\geq 85\%$ ，对有机物、色度、UV254 等均有明显去除效果。

投资及运营成本

1) 建设成本

一次性投入费用：根据处理水量及处理精度确定。（120t/h 处理量，出水用于从事生产相关，约 200 万元）。

2) 吨水处理费用

1.8 元/吨。

3) 后期维护费

1.1 元/吨。

技术示范情况

我司为烟台双塔食品股份有限公司设计了一套 120t/h 的活性炭臭氧滤池+气

水混合膜超滤设备，进水为水库水，藻类浮游生物较多，水质差、浊度高，采用普通预处理工艺易堵塞膜孔隙，因此配套臭氧活性炭滤池进行深度净化处理，出水用于食品厂生产用水。

项目地位于烟台市招远金岭镇双塔食品股份有限公司。

成果转化推广前景

臭氧活性炭滤池联合工艺，取两者优势相结合，既能增加臭氧接触时间，又能够延长活性炭的再生周期；气水混合超滤膜独特的膜结构和膜运行模式，使得膜对进水水质要求相比其他的超滤膜要求宽泛，在高浊度和悬浮物的条件下，仍然可以直接处理并且保证膜的正常运行。臭氧活性炭滤池+气水膜超滤工艺目前在水处理应用上面已相对成熟，进入迅速发展阶段，该技术目前应用已有一定规模，相信假以时日，定能成为水处理行业的首选。成功案例的增多、市场占比加大，气水混合膜超滤技术前景可期。相信技术发展到 2020 年，定会愈发成熟，市场份额预计将增至 40%。

联系方式

技术信息咨询单位： 山东鼎信生态微环境科技股份有限公司

联系人： 张工

电话： 15336451081

E-mail: dxsino@126.com

13. 基于 Janus 材料的一步式油水分离技术

适用范围

可深层次处理油田含油污水，化工污水，含油污泥处理等，可衔接到原有工艺线路，不受地域、规模、环境等因素限制。

技术内容

本技术开发能够代替传统小分子表面活性剂的两亲性 Janus 复合材料，复合磁响应功能，并研发与之配套的水处理设备，实现在油田污水、污泥处理领域中的应用。重点发展 Janus 复合材料批量化生产新方法，实现磁性 Janus 复合材料工业化生产，研究 Janus 复合材料作为固体表面活性剂乳化油水乳液性能，利用 Janus 复合材料磁响应性实现其乳化的油滴与水和泥沙的磁选分离，实现油田污水、污泥的资源化处理，且磁性 Janus 复合材料能够回收利用，提高使用效率。开发基于磁性 Janus 复合材料的油田污水、污泥处理技术及装备，满足当前对高效率治理油区污染的实际需要。

水污染防治效果

目前，已经建成了国际上首套 Janus 材料中试科研装置，成为世界上首个具备工业化生产 Janus 材料的能力，建成首条含油污水处理系统，通过油水分离，实现石油回收和中水回用，带动油田含环保行业整体的技术水平大幅提升。含油污水经 Janus 材料处理后，可实现污水含油量由原来的 3000PPM 处理到 5ppm 以下，极大地降低了水体中各类挥发性物质和杂质的含量，可有效保护油藏地质结构和深层水资源，实现油气田的持续安全开采。

投资及运营成本

1) 建设成本

一次性投入费用：可根据处理量需求进行设备定制。例如，处理量达到 10 吨/小时，每套设备 300 万元。

2) 吨水处理费用

2 元/吨。

3) 后期维护费

每套设备后期维护费用 10 万元。

技术示范情况

深海华科（成都）环保科技有限公司污水处理，所在地：成都。10 吨/天，可将污水中含油量处理到 5ppm 以下。联系人:马卉鹏 电话：028-62037039

成果转化推广前景

Janus 颗粒两面具有不同化学组成或性质，是一种典型的复合材料体系，具有化学组成/功能空间分区特性。两种不同（如亲水/疏水）甚至相反（极性/非极性，正电/负电等）性质在 Janus 复合材料表面分区集成，将会为解决表/界面稳定性、功能化等难题提供新途径。

油区污染是长期困扰油田发展的一大难题。随着我国东部油区开发进入到中后期，采油污水、含油污泥的总量不断攀升，对环境造成了极大的危害。含油污水长期直接排放，会造成油区易燃易爆气体浓度局部上升，容易引发火灾等事故，对安全生产构成极大威胁。而含油污水处理不当回注地层，也会因污水中的杂质堵塞地层，造成油气井减产，并污染地下水资源。

采用本技术处理含油污水，含油率可降至 5ppm 以下，极大地降低了水体中各类挥发性物质和杂质的含量，可有效保护油藏地质结构和深层水资源，实现油气田的持续安全开采。含油污水含有大量的原油、矿物质和其它挥发性物质，直接排放将严重破坏生态环境，严重污染水环境和大气环境，影响当地居民的健康。基于理论创新的功能性 Janus 材料在油田开发过程中的应用，为油田污染治理提供的全新的解决方案。Janus 材料绿色环保，可重复循环使用，中水可达标排放或回注使用，生态效益显著，对油田的可持续发展提供了有力支持。2020 年，推动 Janus 材料在油田、石化企业及相关污染企业进行推广应用，建设 Janus 材料工业装置实现量产，公司销售及收入达到 5000 万元，带动关联企业形成 1 亿元以上规模产值。

联系方式

技术信息咨询单位：东营雅努斯新材料科技有限公司

联系人：董桂新

电话：18354213444

E-mail: dongguixin@126.com

14. 高浓度炭泥回流+超滤膜组合工艺

适用范围

具有平流沉淀池，且具有是深度处理要求的自来水净水厂。

技术内容

利用高浓度含炭污泥中的微生物及积累的粉炭活性炭，通过回流强化对原水微污染有机物的去除效率，工艺对有机物的去除主要通过两个步骤：一、运行初期，主要依靠活性炭的吸附能力吸附原水中的微量有机物，提高了活性炭的使用效率；二、运行后期，通过炭泥中微生物的生命活动降解原水中的微量有机物，最终形成了活性炭的物理吸附和微生物生物降解共同作用下的净水机能。工艺末端利用超滤膜优异的截留性能，保障工艺出水的生物安全性。

利用高浓度含炭污泥中的微生物及积累的粉末活性炭，通过回流强化了对原水微污染有机物的去除效率，降低净水剂的投加量，提高产水效率，降低产水成本。国内大部分中小水厂的生产工艺仍然为常规处理工艺，面对水源水逐渐变差的现状，亟待简便可靠的深度处理工艺进行水厂的升级，“高浓度炭泥回流+超滤膜组合工艺”可以在不改变水厂常规处理构筑物的前提下，通过设置炭泥浓缩池/炭泥回流泵及相应的回流管道即可实现原水中微量有机物的深度处理，结合超滤膜保障出水的生物安全性而实现水厂的深度处理工艺的改造。

水污染防治效果

该种深度处理工艺在给水处理过程中高浓度活性炭泥的污泥回流，既保证了出厂水质的安全可靠，减少了水厂的处理构筑物，又降低了生产运行成本。与常规处理工艺对比可实现沉淀池废水排放量降低 50%，实现水厂整体自用水量低于总处理水量的 5%；实现絮凝过程中絮凝剂投加量减少 30%；出水 UV₂₅₄ 消减量提高 7%~17%，COD_{Mn} 消减量提高 5%~15%，NH₃-N 消减量提高 10%~15%，DOC 消减量提高 5%~10%，粉末活性炭利用率提高 60%。工艺可降低水厂污泥废水的排放及污泥处理的能耗，同时实现了废水的回用，回用水量可达总处理水量的 5%。

投资及运营成本

1) 建设成本

一次性投入费用：回流系统为 80 万，超滤膜系统为 2000 万(按 10 万 m³/d 计)。

2) 吨水处理费用

0.25 元/吨(回流系统为0.02 元/吨,超滤膜系统为0.23 元/吨) (按 10 万 m³/d 计)。

3) 后期维护费

0.1 元/吨。

技术示范情况

示范工程数量：1 个。

示范工程名称：东营南郊水厂二期扩容工程。

示范工程地址：东营市南二路 15 号。

示范工程规模：10 万 m³/d。

示范工程运行时间：已连续稳定运行 3 年。

示范工程效果：工艺经受住了高温高藻期的考验，整个组合工艺系统运行状况良好，出水水质稳定，经济社会效益显著。

示范工程技术指标：出水 UV₂₅₄ 消减 55%，COD_{Mn} 消减 35%，DOC 消减 25%，NH₃-N 消减 67%，DOC 消减 25%，出水浊度低于 0.2NTU，粉炭利用率达到 80%，净水剂消耗降低 30%。与常规工艺相比出水 UV₂₅₄ 消减量提高 7%，COD_{Mn} 消减量提高 5%，NH₃-N 消减量提高 10%，DOC 消减量提高 5%，粉末活性炭利用率提高 60%。

联系人：蔡传义 电话：0546-8326453,18005463366

邮箱 dongyingzls1008@163.com

成果转化推广前景

“高浓度炭泥回流+超滤膜组合”给水深度处理工艺具有较好的创新性，技术达到国际先进水平，但目前在国内其他水厂鲜有推广。该种水深度处理工艺 2014 年完成中试并投入东营南郊水厂二期扩容工程 10 万 m³/d 的应用中，工艺线路完备，设备及系统简单可控集成程度较高。

工艺主要针对拥有完整沉淀池的自来水净水厂，改造部分仅涉及沉淀池排泥的收集浓缩及回流控制，将原有的砂滤池改造为超滤膜池或保留砂滤池，增设超滤膜池，工艺的实现不受水厂的地域、规模、环境等因素影响。工艺在工程运行过程中主要涉及炭泥的浓缩程度和回流比的控制，平流沉淀池运行的控制技术已经非常完备，超滤膜的运行也有成熟的经验可循，故工艺的运行能够保证稳定，工

艺对环境、技术参数等干扰的敏感程度较低。工艺只是对投加的粉末活性炭进行重复利用, 强化其对有机物的去除效能, 有超滤膜保障出水的生物安全性, 该技术在成果转化和产业化过程中面临的实用性较好、配套设施简单且完善。工艺具有国内自主知识产权, 技术拥有方性质为国有企业及高校。技术关键环节、工艺、设备国产化程度高; 技术拥有方的转让意愿、技术产权转让机制、政策途径顺畅。

山东省内大部分中小水厂的生产工艺仍然为常规处理工艺, 面对水源水逐渐变差的现状, 亟待简便可靠的深度处理工艺进行水厂的升级。依据山东省城乡饮用水水质改善三年行动计划(2018-2020年)的要求, 到2020年全省所有市、县(市、区)的城市供水水厂均应进行深度处理工艺改造, 城市供水出厂水、管网水和管网末梢水稳定达到《生活饮用水卫生标准》(GB 5749-2006), 省内各中小水厂可依据水厂实际情况进行选择深度处理工艺, 该种深度处理工艺具有较好的市场潜力。

联系方式

技术信息咨询单位: 东营工大水环境技术有限公司

联系人: 于海宽

电话: 18654684830

E-mail: 41746250@qq.com

15. 过一硫酸氢钾复合杀菌剂

适用范围

产品适用于各类污水的消毒杀菌，没有特定的条件限制。属于国内外高端、新型、高效的污水处理药剂。

技术内容

该产品通过科学的组分配比建成一个固态时稳定的平衡系统，属于最新型的活性氧杀菌剂，产品溶于水时能发生独特、完美的链式循环反应，持续快速的产生多种高效杀菌成份，并且多种成份协调广谱杀菌。避免了传统单一成份产品杀菌所造成的微生物产生抗药性现象。

水污染防治效果

该产品有效性活性成分浓度较高，使用后持续释放活性氧，能达到长效 72 小时杀菌，对真菌、细菌、病毒、芽孢都起到了较强的杀灭作用，对军团杆菌也有杀灭作用，对污水中的绿藻也起到了剥离的效果。

投资及运营成本

1) 建设成本

一次性投入费用：加药装置 4 万元到 6 万元。

2) 吨水处理费用

医院污水 0.9 元；生活污水 0.04 元。

3) 后期维护费

加药设备维护费用几乎为零。

技术示范情况

该产品研发后即投入生产，使用效果良好。经过本药剂的杀菌处理，医院污水均已达标排放。现已应用在多个省份数十家医院，深的使用单位信赖和好评。

使用单位不再一一赘述，仅做如下举例说明：

德州人民医院 联系人：宋涛 电话：13605348714

德州市第二人民医院 联系人：姜涛 电话：13869237066

广西医科大一附院 联系人：李明琦 电话：18776639191

重庆三峡中心医院 联系人：蔡勇 电话：13370721999

太原市万柏林中心医院 联系人：高士军 电话：13905341208

成果转化推广前景

该产品市场需求规模在 1000 亿以上，目前内仅有三家资质齐全企业能生产同类产品，到 2020 年可实现亿元以上。

联系方式

技术信息咨询单位：德州绿能水处理科技有限公司

联系人： 杨秀梅

电话： 18805346799

E-mail: lvneng666@163.com

16. 低成本精准合成污水处理专用药剂

适用范围

技术适用领域：适用于低成本处理氧化铝、印染、电镀、碳素、家禽等行业废水，对于城市污水同样有低成本处理的优势。

特性条件限制：不可用作饮用水的处理。

技术内容

充分利用拜尔法赤泥里含有的 Al_2O_3 、 SiO_2 、 Fe_2O_3 ，通过助溶微聚技术，低成本的与盐酸合成复合型的聚合氯化铝铁， Al_2O_3 、 Fe_2O_3 ，总量高达 13%，其中 Fe_2O_3 含量高达 2-4%， $\text{B}>72\%$ ， $\text{SiO}_2>0.25\%$ 。

这种指标的净水剂对于处理高污染的废水，有用量少、混凝效果好、沉淀效果好、污泥含水率低的优点，水处理成本同比低 20-30%，低成本的解决了高污染废水处置不达标的关键问题。

水污染防治效果

在中国节能水处理现场进行电镀、印染等高污染废水的处理，经过试验 $\text{COD}<50\text{mg/l}$ ，达到国家 1 级 A 的要求。成本降低 0.3-0.5 元/吨。

在中国节能水处理现场进行城市污水处理，经过试验 $\text{Tp}<0.5\text{ppm}$ ，达到国家 1 级 A 的要求。成本降低 0.12-0.15 元/吨。

在中铝山东有限公司动力厂进行氧化铝行业污水处理，经过试验 $\text{NTU}<1$ ，达到国家要求。成本降低 0.09 元/吨。

投资及运营成本

1) 建设成本

一次性投入费用：500 万元。

2) 吨水处理费用

1.53 元/吨。

3) 后期维护费

0.26 元/吨。

技术示范情况

在中国节能水无锡祝唐污水处理厂，利用年处理 4 万吨水的流程，进行电镀、印染等高污染废水的处理工业试验，连续运行 72 小时，经过试验 $\text{COD}<50\text{mg/l}$

的,达到国家1级A的要求。成本降低0.3-0.5元/吨。联系人:陈厂长,15061778281。

在中铝山东有限公司动力厂,利用年处理3万吨水的流程,进行氧化铝废水的处理工业试验,连续运行30天,进行氧化铝行业污水处理,经过试验 $NTU < 1$,达到国家要求,成本降低0.09元/吨。联系人:巩主任 电话:13705330739。

成果转化推广前景

该产品市场容量每年50万吨,处于国际领先水平。目前5万吨药剂产业化,3万吨产品已经应用。在氧化铝厂家进行药剂的精准合成,工艺技术稳定,指标稳定。技术在成果转化和产业化过程中配套设施完善、市场接受无风险。

产品适用于各类工业污水的低成本处理,每吨水处理成本降低0.2-0.5元,推广应用前景广泛。

联系方式

技术信息咨询单位:中铝山东有限公司

联系人:高飞

电话:0533-2945168

E-mail:gaofei@sdly.com

17. 一种新型绿色水处理剂---过二硫酸铁

适用范围

本技术属于饮用水、地表水、污水处理领域。

技术内容

1) 过二硫酸铁生成的基本原理：过二硫酸盐属于过硫酸盐的衍生物，分子结构中有-O-O-键。

2) 过二硫酸铁应用的基本原理：过二硫酸铁作为一种高级氧化剂。当水体PH值呈中性时，其氧化能力高于HO·（羟基自由基），可以将水体中的大分子有机物氧化成二氧化碳和水，从而达到降解水体COD的目的。

3) 上述第2点中提到的HO·（羟基自由基）在现实工艺中称之为芬顿处理法，传统的芬顿处理法操作复杂且成本较高，有机物的去除率受环境及人工的影响较大，而过二硫酸铁只是一种药剂，操作简单且受环境影响小，当水体COD浮动过大时可通过增加药剂投放量使COD去除率保持在一个稳定的数值。

4) 本技术的亮点在于药剂高效的污水净化能力和较少的污泥产生量，同时不会对污水和污泥产生二次污染。净化污水时，根据污水中COD、氨氮、总磷等指标的高低来计算加药量，加药时只需用计量泵投加到污水中并保证充足的反应时间（反应时间一般不低30分钟，根据污水中有机物含量延长缩短）。本药剂一般可加在污水处理系统中的沉淀池、混凝池、调节池等，如污染源现场没有加药条件，可自流加入污染水体中，根据水体的PH值来判断加药量是否过量（一般出水PH值在7左右）。药剂释放完毕后，产生的三价铁离子与水中的氢氧根离子形成氢氧化铁胶团，携带着络合掉的污染物脱落到湖水底部，形成的氢氧化铁胶团本身密度较大，与水中的金属氧化物（钙、磷、铁等）易形成结构稳定的网状积聚物，增大了流泥的堆积密度，增强了对流泥的控制能力，有效防止了重金属离子在水中的二次释放。

水污染防治效果

取南水北调中段工程---潘家口水库水样，用过二硫酸铁与聚合硫酸铁实验效果对比，见下表：

过二硫酸铁与聚合硫酸铁实验效果对比

指标	标准值	原水指标	过二硫酸铁	聚合硫酸铁	备注
氨氮 (mg/L)	≤0.5	2.2	0.066	1.8	加药量均为 200ppm
总磷 (以 P 计, mg/L)	≤0.02	0.15	0.017	0.03	
化学需氧量 (COD)	≤15	14	2	10	
粪大肠菌群 (个/L)	≤200	213	15	134	
产生污泥量 (kg/100T 水)	/	/	0.064	0.32	

由上表的数据可以看出：

过二硫酸铁在去除氨氮上比聚合硫酸铁效率高 79%；在去除总磷上比聚合硫酸铁效率高 10%；在 COD 去除上比聚合硫酸铁效率高 57%；在去除粪大肠菌群上效率高 55%；同比加药量的情况下，过二硫酸铁产生的污泥量是聚铁的 20%。

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

吨水处理正本：0.05 元-0.15 元（加药量可根据污染源水体中的有机物含量的变化而调节）。

3) 后期维护费

无。

技术示范情况

目前过二硫酸铁药剂已在南水北调中段工程—潘家口水库做中试试验，潘家口水库中国河北省唐山市迁西县与承德市宽城满族自治县，承德市兴隆县交界处，水库总容量 29.3 亿立方。该中试试验从 2016 年起开始至今，约有 30 个月的时间，经过对处理后水体的反复论证，已证明该药剂在去除氨氮、总磷、COD、粪大肠菌群有显著效果，且不会对水体产生二次污染。

联系人：王雄伟；电话：13739827936；联系地址：中国河北省唐山市迁西县与承德市宽城满族自治县。

成果转化推广前景

1) 我公司研发的过二硫酸铁药剂，已于 2017 年 7 月份拿到了国家饮用水处

理批件，打破了传统药剂（聚合硫酸铁、聚合氯化铝等）垄断饮用水处理的格局，用该药剂的氧化性取代了传统药剂的吸附性，效率更高且无二次污染。

2) 2015 年全国净水剂企业有 300 余加，净水剂需求量达到 217.6 万吨，，现阶段我国工业及生活废水治理领域规模为 112 亿元左右，预计 2020 年市场规模增速可达 10%，如过二硫酸铁应用在工业及生活污水处理上，在 2020 年预计可销售 200000T/年，市场占有率约为 9.1%。

3) 现阶段我国地表水处理领域净水剂市场规模为 33 亿元，预计 2020 年我国地表水处理领域的净水剂市场规模增速将达到 4% 左右。传统药剂年产量已超过 40 万吨（以氧化铝 10% 液体产品计算）。如过二硫酸铁药剂推广开来，在 2020 年预计可销售 50000 吨/年，市场占有率约 12.5%。

4) 由于过二硫酸铁在水体中释放完毕后不会产生二次污染，比传统饮用水处理药剂更加绿色，比污水处理设备易操作，节省了大量的人工。

联系方式

技术信息咨询单位：淄博明奇净水材料有限公司

联系人：李威

电话：15275991999

E-mail: zbmingqi@163.com

18. 生活污水生物膜立方一体化处理设备

适用范围

河道治理污水的旁通处理、原位处理和农村、工厂和旅游景点的分散式污水处理。

技术内容

生物膜立方一体化污水处理装置多用于河道治理污水的旁通处理、原位处理和农村、工厂和旅游景点的分散式污水处理，特点是处理规模小，处理后直接达标排放，布置紧凑占地小，整体式设计移动方便，自动化运行不需人工值守。生物膜立方一体化污水处理装置是微缩版的污水处理厂，生化法对污染物的分解通常由多种类型的微生物通过一系列的酶促反应进行，生物膜立方一体化处理装置中如何在较短的停留时间内完成这一系列反应，需要对微生物总量、微生物活性、泥水接触的传质效率、反应条件四方面进行优化设计。CUBE-生物膜立方反应器大量采用改良的聚氨酯生物填料，通过反应室隔舱优化设计，对反应条件的精细化控制，来实现高效的 BOD_5 消解，脱氮及除磷。

水污染防治效果

生物膜立方一体化处理设备采用改良的聚氨酯生物填料，通过反应室隔舱优化设计，对反应条件的精细化控制，来实现高效的 BOD_5 消解，脱氮及除磷。其主体工艺为 A30+生物滤池+紫外消毒，它由生化区，澄清区和消毒区三部分组成，生化区采用 A30+生化滤池工艺，大量应用改性聚氨脂填料和沸石滤料；澄清区为平流式沉淀池并且投加药剂进行辅助化学除磷；消毒区配备小型紫外线设备杀灭废水中细菌病毒。

生物膜立方一体化处理设备生化区大量采用本公司自研的改性聚氨酯填料，该种填料经过特殊加工而成，表面涂覆一层带有亲水基团的高分子聚合物，使填料具有良好的生物亲和性，微生物容易着膜，着膜后不易脱落。因而得到更广泛的工程应用，在废水浓度高的北方区域,可以承受更高的有机负荷。在富营养化水体治理中，进水 BOD_5 低，氨氮浓度高，因填料表面的亲水性涂层，微生物仍然可以顺利挂膜。在高含盐废水（如油田废水），经过驯化的微生物也能顺利挂膜。生物滤池兼有过滤和膜生物反应器的功能，可根据进水水质和排放要求改造为硝化滤池和反硝化滤池。其所采用的沸石是一种天然矿物，其内部多孔性结

构使其具有离子交换，吸附和催化属性，它用于生物滤池段，兼具挂膜，物理过滤和脱氮作用。

生化法脱氮除磷，需要氨化细菌，反硝化菌，硝化菌，聚磷菌等微生物在不同条件下参与协同代谢实现污染物最终去除。生物膜立方一体化处理设备借鉴仿生学原理，按照污染物代谢路径，将反应器分解成大小不一相邻的隔舱，在不同隔舱培养不同微生物种群，由多个隔舱之间协同完成污染物质代谢；同时通过传感器对每个隔舱的溶氧浓度、酸碱度进行精细化控制，为生化反应提供最适宜条件，以取得好的处理效果。全年出水一般可达到《城镇污水处理厂污染物综合排放标准》GB18918-2002 一级 A(8 个月)，寒冷季节出水水质优于一级 B。

投资及运营成本

1) 建设成本

一次性投入费用：2000-5000 元/吨水。

2) 吨水处理费用

0.2-0.4 元（一级 A 标准）。

3) 后期维护费

无人值守后期维护费用极低。

技术示范情况

起凤镇及马踏湖景区周围酒店、宾馆、医院、部分企业等 200 余家及部分生活区，污水管网未铺设，污水直接排放到沟渠内，对周围环境造成了污染，为实现水资源的充分利用和就地消化，将起凤镇生活污水及酒店、宾馆、医院、部分企业污水收集并进行集中处理，达到较高水质指标后进行回用或排放，利用本技术净化后水体水质完全满足回用于周边公共设施的绿化或农田灌溉要求，从而有效利用水资源，节约水源，减少对环境的污染，另一方面体现节水和循环用水精神，积极响应生态治理的政策方针。项目位于起凤镇七村北，乌河东测。

成果转化推广前景

生物膜立方一体化处理设备可应于河道污染水体旁通处理、小水量集中式排放点废水原位处理和农村分散式污水处理。我国农村污水处理事业刚刚起步，目前仅有不到 10% 的农村污水得到处理，一体化装置将是农村分散式污水理想的解决方案，CUBE-生物膜立方在农村废水治理领域将有广阔的应用市场。

联系方式

技术信息咨询单位：淄博颖蓝环保科技有限公司

联系人：韩鲁肃

电话：18853328061

E-mail: 18853328061@163.com

19. 光催化深度净水技术及成套模块

适用范围

根据所要处理的水量的大小，采用集中式（100 吨/日）或分散式（300 公斤/日）光催化净水设备模块及其配套工艺，可将市政自来水、超标（如高毒性微污染有机物，砷、氟及重金属，微生物，硬度或 TDS 等）地下水处理为符合 CJ 94-2005《饮用净水水质标准》的居民饮用水。其中光催化净水设备模块及其配套工艺模块所使用的原材料都需有涉水卫生批件或达到食品级标准；如原水水质太差，处理一定水量后配套模块需及时更换，减小对光催化净水设备模块造成的影响。

技术内容

光催化技术是在光（紫外光等）照下，催化剂（ TiO_2 等）会产生强氧化因子 $\cdot\text{OH}$ ，将水中的高毒性微污染有机物氧化降解、杀灭微生物并降解其代谢产物的一个过程，同时充分保留水中的矿质元素，在深度净化和高效杀菌消毒的同时，不会造成水的纯化和二次污染，是一种不同于传统的吸附或膜分离（污染物转移）的分解技术。

默锐环境突破了光催化纳米催化剂固载的行业瓶颈，开发了高效固载型光催化净水设备模块及其配套工艺，全球首家实现了光催化技术在净水领域产业化应用。

水污染防治效果

光催化净水模块及其配套装置可将市政自来水、超标地下水处理为符合 CJ 94-2005《饮用净水水质标准》、GB 5749-2006《生活饮用水卫生标准》的居民饮用水，其中重点针对的是各类卤代污染物（如三氯苯酚）、消毒副产物（如二氯乙酸）、甲苯、苯胺、脂类、阴离子表面活性剂等微污染有机物（以其总耗氧量为指标， $\text{COD}<3$ ），砷（ <0.01 ）、氟（ <1 ）及重金属离子，微生物（如大肠杆菌等，不得检出），总硬度（ <300 ）等。

投资及运营成本

1) 建设成本

一次性投入费用：以 $100\text{m}^3/\text{d}$ 的日处理量为例，总投资为 30 万，年运行费用 2.55 万，主体设备寿命 10 年。

2) 吨水处理费用

0.83 元/吨。

3) 后期维护费

0.5 万/年。

技术示范情况

示范项目：中科院战略先导专项——纳米光催化/吸附一体化净水器项目
自 2016 年至今，默锐环境已与中科院化学研究所在内蒙赤峰等地先后向饮用水不达标（砷有的地区超标 3-6 倍，氟普遍超标，有的地区甚至超标 5-10 倍）的牧区等地提供了光催化纳米吸附一体化净水装置：家用净水器 1700 余台（前后共 4 批），商务净水器 40 余台，集中式净水设备 1 套，解决了当地牧区上万人口的饮用水安全问题。项目安装后会每隔一段时间（3-6 个月）内蒙疾控中心及中科院分别会从中随机取样检测其水质状况，其出水水质符合 CJ 94-2005《饮用净水水质标准》、GB 5749-2006《生活饮用水卫生标准》。最早一批的项目机器已运行超过 2 年，目前运行正常。

示范项目地址：内蒙古赤峰市

联系人：籍宏伟（中科院化学所）电话：13141364158

成果转化推广前景

与其他饮用水净化技术尤其是膜处理技术和以活性炭为代表的吸附技术相比，光催化水处理技术不是污染物的简单分离或转移，作为一种新型的绿色水处理技术，催化剂只需在光源的照射下就会产生强氧化因子·OH，具有极强的氧化能力，能够彻底将有机污染物降解为水、二氧化碳、无机盐等无毒无害的小分子无机物，成本低，操作简单。同时充分保留水中的矿质元素，在深度净化和高效杀菌消毒的同时，不会造成水的纯化和二次污染，从而有力的保障饮用水的安全，并缓解环境的承载压力。

光催化技术在高毒性、难降解有机物处理领域中的应用在当今水处理技术领域已经引起了广泛的重视，被国内外学者认为是最有前途的水处理更新技术之一。美国环保局（EPA）将光催化列为最有产业化前景的环保技术。

目前光催化技术在自清洁、杀菌消毒、防雾玻璃、空气净化等领域应用广泛并实现产业化。但如此具有广泛应用前景的新型技术却在水处理领域中难以得到

推广。主要由于粉末状的光触媒（纳米二氧化钛 TiO_2 ）颗粒细微，易于团聚、不易沉降，催化剂难以回收，催化剂活性成分损失大，不利于催化剂的再生和再利用，给实际应用带来了一定困难。负载型光触媒既可以解决催化剂分离回收的难题，还可以克服悬浮相催化剂稳定性差和容易中毒的缺点，也是应用活性组分和载体的各种功能组合来设计催化反应器的理想途径。但是由于光触媒负载之后牢固度不高造成的催化剂脱落以及催化剂比表面积减少等因素的影响会使催化剂效率大大降低，增加成本。如何保证高牢固度的同时获得更高的催化效率是目前光触媒技术在水处理领域实现产业化推广应用的世界性难题。

2013年6月，山东默锐环境产业股份有限公司与中科院化学所赵进才院士合作，突破了光触媒固载的行业难题，开发了光催化净水模块，实现了在内蒙古地区的净水示范应用，全球首家实现了光触媒技术在净水领域产业化应用。

光催化净水设备既可应用于全国各地饮水污染地区，解决饮用水中微量农药残留、抗生素及其他有机物污染问题，也可消除城市居民饮用水中的消毒副产物，为我国饮用水安全提供强有力的技术保障，具有极大的社会效益。

该技术对应于千亿级饮用水市场及百亿级污水提标改造市场，市场空间巨大，具有极大的经济效益。

联系方式

技术信息咨询单位：山东默锐环境产业股份有限公司

联系人：姜绍龙

电话：15153698375

E-mail: jiangshaolong@techmoris.com

20. 电渗析处理高盐废水技术

适用范围

技术适用领域：1) 地表水纯化、苦咸水淡化和海水淡化等生活及饮用用水的制备。2) 工业初级纯水脱盐、工业中水脱盐、工业含盐废水治理、反渗透浓水脱盐等工业用水制备、治理及循环利用。3) 化工/食品/医药生产过程料液盐分的脱除，确保产品品质或使生产过程可持续进行。

技术内容

电渗析是在外加直流电场力的作用下，阴、阳离子定向迁移透过选择性离子交换膜，从而使电介质离子从溶液中分离出来的过程，实现淡水脱盐，浓水盐浓缩，达到水污染治理的效果。均相膜电渗析处理高盐废水技术具有耗电低、经济效益显著、系统应用灵活、操作维修方便、不污染环境、使用寿命长、原水回收率高等优点。

技术使用中的特定条件限制：(1) 浓水和淡水进入电渗析设备前至少经过精度 $5\mu\text{m}$ 保安过滤器过滤或更高精度过滤器过滤，且无氧化性物质，不含浮油；(2) 进水水温：15-40℃；(3) 进水 SDI15：≤5；(4) 进水浊度：≤3NTU；(5) 硬度和碱度含量满足浓缩后不结垢条件。

水污染防治效果

电渗析技术可以将污水淡化到 TDS（总溶解固体）<1000mg/L，达到国家排放标准，浓水可以浓缩到 TDS>200000mg/L，进入 MVR 蒸发实现零排放。

投资及运营成本

1) 建设成本

一次性投入费用：（以电镀废水 73.652m³/h 项目举例），800 万，包括 32 台 550*1100mm 电渗析膜堆。

2) 吨水处理费用

5 元/吨。

3) 后期维护费

0.5 元/吨水。

技术示范情况

技术应用案例情况简介

序号	名称	所在地	运行情况	地址及联系方式
1	山东国瓷功能材料股份有限公司高浓度氯化铵废水处理工程	东营市	处理废水量 1000m ³ /d, 连续运行 两年, 运行效果良好	东营, 李勇 电话: 13295469639 邮箱: liyong@sinocera.com.cn
2	陕西福天宝环保科技有限公司苏州分公司电镀废水浓缩工程	苏州市	处理废水量 1440m ³ /d, 连续运行 1.5年, 运行效果良好	苏州, 咎燕飞 电话: 18015280203 邮箱: zanyf800@163.com

成果转化推广前景

均相电渗析膜具有电阻低、选择性高、热稳定性好、化学稳定性和机械稳定性优良, 因此均相膜电渗析处理高盐废水技术具有能耗消耗低、药剂耗量少、环境污染小、对原水含盐量变化适应性强、操作简单易于实现机械化与自动化、设备紧凑耐用、预处理简单、水利用率高等优点, 已广泛应用于印染废水、电镀废水、氨基酸脱盐、食品、医药和化工等行业高盐废水处理。与其他技术相比, 均相电渗析技术更具竞争优势。2020年, 开发出耐污染能力更强的均相阳离子交换膜, 均相电渗析技术可以适用于高COD(化学需氧量)高盐废水处理, 将广泛应用于氨基酸、木糖等物料脱盐行业。节省离子交换法再生用酸碱80%左右, 延长再生周期5倍以上。

联系方式

技术信息咨询单位: 山东天维膜技术有限公司

联系人: 姜玉峰

电话: 15910051559

E-mail: lyf@sdtianwei.com

21. LCO 臭氧催化氧化工艺

适用范围

用于化工、制药等高 COD 废水生化后深度处理。

技术内容

原理：臭氧氧化利用反应过程中产生的大量强氧化性自由基（羟基自由基）来氧化分解水中的有机物，LCO 臭氧催化氧化技术将臭氧的强氧化性和催化剂的吸附、催化特性结合起来，提高了臭氧氧化效率。技术创新性：无二次污染；处理费用低；操作灵活，抗来水冲击能力强。解决的关键问题：通过大量试验和工程应用筛选催化剂载体及活性组分，保证了活性组分的高利用率，机械强度大、使用寿命长。

该技术运行费用低、操作简单方便，无污泥产生。可连续进水或间歇操作，不受工程规模、地域限制，适用范围广。工艺进水 PH 4-11，PH 范围广，与上下游工艺容易匹配。进水要求不含油脂、悬浮物、胶体物质，钙硬<800mg/L，以防阻塞填料空隙，影响传质，降低比表面积，造成填料催化效果下降。

水污染防治效果

在填料的催化作用下，臭氧利用率可提高 30%，废水有机物降解率提高 20% 以上，用于染料废水、印染废水脱色处理，脱色效率可提高 60%。

投资及运营成本

1) 建设成本

一次性投入费用：0.05-0.10 万元/吨废水·天。

2) 吨水处理费用

0.4-1.0 元/吨水。

3) 后期维护费

0.1-0.2 元/吨水。

技术示范情况

技术应用案例情况简介

序号	单位名称	项目所在地	工程规模	运行时间	工程效果	联系人	联系电话
1	山西上德水务有限公司	山西省吕梁市	15000m ³ /d	5个月	COD 去除率 35%	王安康	13903406899

2	北京新源国能科技有限公司	内蒙古托克托县	50000m ³ /d	2年4个月	COD 去除率达40%	刘玉兵	18618153668
3	诸城市悦东污水处理厂	山东省诸城市	20000m ³ /d	1年8个月	COD 去除率达35%，B/C由0.2提升到0.34	刘强	15065609787

成果转化推广前景

该技术 2015 年在国内同行业同类技术（包括未采用任何技术的情况）生产的产品或处理规模中所占市场总量份额约 4%，截止 2018 年市场占有率已经上升至 6%。

据中国产业调研网发布的《中国工业废水处理行业调查分析及市场前景预测报告（2015-2021 年）》显示，工业废水治理有望成为“水十条”核心内容，行业或迎黄金发展期。“水十条”目前已报请国务院审议。据此前环境商会秘书长骆建华向媒体透露，“水十条”计划将消灭劣 V 类水，且时间由原定的 2020 年提前到 2017 年，工业废水处理将是其核心内容之一，治理投资分为新建项目“三同时”投资和存量企业的废水治理技术改造投资两部分。“水十条”政策将强力推动工业废水污染治理，新一轮的投资热潮将启动，行业或迎来黄金发展期。

对于新建工业项目（“三同时”项目）的废水处理设施投资需求，涉及行业众多，但在结构调整和节能减排要求的大背景下，预计未来大部分工业行业将不会新建产能。新增废水处理设施投资将主要集中在电力（包括火电与核电）、石化、煤化工、钢铁等行业，初步估计 2015-2020 年这几个行业的废水治理投资需求分别为 436 亿元、210 亿元、120 亿元、60 亿元和 30 亿元。即保守计算 2015-2020 年工业行业新建项目废水治理投资市场需求约 796 亿元，年均 159 亿元。

该技术在国家环保政策的支持下，应用前景广阔。预计到 2020 年，我公司 LCO 臭氧催化氧化技术在废水处理行业内推广，可实现销售收益 8000 万元，同类产品或技术市场占有率达 10%。

联系方式

技术信息咨询单位：山东龙安泰环保科技有限公司

联系人：邹宗海

电话：18906461266

E-mail: zouzonghai@longantai.com

22. 基于土壤微生物活性剂的畜禽养殖废水处理技术

适用范围

本技术适用于畜禽养殖场及食品加工场所排放的高浓度有机废水的处理。

该技术转化推广的适用范围为畜禽养殖场及食品加工行业，副产物为氨基酸液体肥料，与上下游匹配完善，不受地域、规模、环境等因素的影响。

技术内容

该技术是利用自然净化的原理，将土壤中栖息的具有净化效果的有益土壤菌群活化并制成生物活性剂，用于畜禽养殖废水的好氧处理，提高处理效率，降低处理成本，去除恶臭。好氧反应中产生的污泥可作为农用泥质使用。该技术适用于不同浓度畜禽养殖废水的处理。

技术创新性：充分发挥土壤微生物优势，降低运行成本；无需厌氧消化过程；投加微生物活化剂；该技术在同类技术中属于领先水平，国内顶尖水平。

水污染防治效果

1) 畜禽养殖废水 COD、氨氮、总氮、总磷平均去除率分别为 96.33%、96.72%、92.21%、94.95%

2) 该数据来自中国环境科学研究院-《环境保护技术验证评价报告-基于土壤微生物活性剂的畜禽养殖废水处理技术》

3) 相关参数：COD 处理前 11207mg/l，处理后 385mg/l；氨氮处理前 2876mg/l，处理后 93mg/l；总磷处理前 39.5mg/l，处理后 1.78mg/l。

投资及运营成本

1) 建设成本

一次性投入费用：1500 元/t(d)。

2) 吨水处理费用

0.8 元/吨。

3) 后期维护费

一次性投入费用的 3%/年。

技术示范情况

示范工程：

1) 北京平谷区金海湖养殖场，存栏量 3000 头猪，每天粪污产生量 15 吨。

2) 山东大宝养殖加工有限责任公司; 所在地: 山东省新泰市小协镇开发区;
工程规模: 日加工肉鸡鸭 > 10000 只, 产废水量 14.6 万 m³/年。

以上工程项目运行时间 1 年, 运行效果良好, 各项指标均达到《畜禽养殖业污染物排放标准》(GB18596-2001) 的要求。

成果转化推广前景

该技术已经在国外大量使用, 技术非常成熟, 国内尚属首次引进, 目前正在推广阶段; 畜禽养殖业作为农业的重要组成部分, 市场潜力非常巨大; 2016 年全国肉鸡出栏总量 82.1 亿只, 预计 2020 年将达到 90 亿只的规模, 单纯肉鸡养殖将产生 2700 万 m³ 的污水, 其他畜禽养殖的污水量大于肉鸡养殖, 在畜禽养殖领域内推广该技术, 将产生巨大的经济和社会效益。

联系方式

技术信息咨询单位: 山东中玻节能环保发展有限公司

联系人: 李义

电话: 0538-7066668

E-mail: zb6668@163.com

23. 畜禽粪便再利用技术

适用范围

该技术适用于畜禽养殖业、肥料生产企业、农业生产等。

技术内容

采用三级发酵技术，利用独特的微生物将畜禽粪便、秸秆等农业生产废料进行完全发酵腐熟、粉碎，添加枯草芽孢杆菌等复合微生物，制作成生物有机肥，为植物提供养分。

通过将畜禽粪便分离发酵，避免粪便处理和堆积、雨水冲刷等造成的气体污染和水体污染，科学的达到废物循环再利用的目的。

该技术使用中的特定条件限制：

- 1) 生产原物料必须为畜禽粪便为主，同时添加其他辅料以调节碳氮比；
- 2) 发酵水分必须控制在一定范围内，好氧发酵期间必须定期通氧气；
- 3) 微生物选择是一个关键；

水污染防治效果

- 1) 使畜禽粪便固液分离和再利用，避免造成水体污染；
- 2) 固液分离后，已经污染的水体可以更容易的被净化处理；
- 3) 在粪便再利用的过程中不会再造成水体的污染，节省大量水资源。
- 4) 大量减少清理粪便所产生的污水，达到预防水污染的目的。

投资及运营成本

- 1) 建设成本

一次性投入费用：30 万元。

- 2) 吨水处理费用

0 元。

- 3) 后期维护费

5 万元/年。

技术示范情况

该技术目前已在元溢农业科技（山东）有限公司使用，2011 年至今已有 7 年时间，运行效果良好，不仅处理大量奶牛粪便，减少其对水资源和环境的污染，而且变废为宝，为农民增产增收创造的巨大的经济价值。

元溢农业科技（山东）有限公司位于泰安市肥城市老城镇北关居，联系电话：0538-5353796。

成果转化推广前景

该技术成果经过多年的实践和完善已经处于成熟阶段，可用于大面积的推广和生产。目前山东省内有机肥厂家和养殖基地较多，但真正采用畜禽粪便完全腐熟发酵的企业不多，具有极大的市场空间。

同时，这些养殖基地面临很大的问题就是畜禽粪便处理，不仅需要投入大量的人力、物力和财力，而且不可避免的造成空气污染和水体污染，对环境造成一定的破坏，也对附近居民造成一定的不良影响。而采用我们的畜禽粪便再利用技术，不仅变废为宝，为农民生产带来巨大的经济效益。而且可以有效减少其对水体和环境造成的污染，还可以带动当地经济发展，属于一举多得的好技术。因此该技术值得大力推广，具有巨大的推广前景。

联系方式

技术信息咨询单位：元溢农业科技（山东）有限公司

联系人：李凡海

电话：15725489061

E-mail: 2393554349@qq.com

24. DANAS 干式厌氧发酵技术

适用范围

适用于 15-35%TS 的市政、农业等一种或多种有机固体废弃物的厌氧消化处理技术。

技术内容

干式厌氧发酵技术和湿式厌氧发酵的生物化学反应在本质上是相同的。主要是在厌氧环境下，厌氧和兼性厌氧微生物分解有机物产生沼气的过程。反应器采用矩形设计，使物料在反应器底部始终保持流动状态。采用超长跨距搅拌轴，超低速大直径搅拌器，无短流，解决了传质难的问题。通过液压柱塞式进料泵将干式物料直接打入反应器，实现了无堵塞进料，保证了物料进料的稳定性。出料采用真空出料装置，实现无堵塞、低磨损出料。

水污染防治效果

该技术采用高温发酵，有机物降解率为 40-50%，有机负荷为 4-5 kg·VS/(m³·d)，容积产气率为 2-2.5m³/m³。可将市政、农业等有机固体废弃物实现无害化、稳定化、减量化和资源化，有效解决农村面源污染问题。实现县域内收集处理率 80%以上，农业污染负荷总体消减达 80%以上。

投资及运营成本

1) 建设成本

根据规模确定。按日处理畜禽粪便等废弃物 150 吨计，一次性投入费用约 8540 万元。

2) 处理费用

230 元/吨。

3) 后期维护费

1000 万元/年。

技术示范情况

肥城市畜禽污染物治理与综合利用项目，位于山东省肥城市，日处理畜禽粪便等废弃物 150 吨，年产生生物天然气 182.5 万方，有机肥 7300 吨；睢县第三污水处理厂（新概念厂），位于河南省睢县，日处理污泥、秸秆等有机废弃物 50 吨，实现市政、农业等有机废弃物的无害化、稳定化、减量化和资源化。

联系人：张兵 电话：18353827202

成果转化推广前景

目前该技术处于工程应用和产业化推广状态，干式厌氧发酵技术相比于同等处理能力的湿式发酵技术，进料含固率提高到 15-35%，投资降低 10%，占地减少 30%，热量需求降低 50%，容积产气率能提高 100%以上，沼液产生量很小，避免了沼液对水体的污染。干式厌氧发酵技术优势较为明显，技术成熟，已经在工程中得到了应用，累计投资金额达到 10 亿元，预计干式厌氧发酵技术会逐步成为市政、农业等有机废弃物处理处置的主流技术。

联系方式

技术信息咨询单位：肥城十方生物能源有限公司

联系人：张兵

电话：18353827202

E-mail: zhangbing@zchb.net

25. 污水生物脱氮工艺技术

适用范围

该技术适用于适用于制革、农化、石化、食品等多种行业产生的高 COD、高氨氮废水的总氮去除，处理工艺需配有传统的脱氮工艺，如 A²/O，A/O/A/O 等，系统温度需维持在 15-45℃，不宜过低也不宜过高。

技术内容

原理是将水体中的硝态氮和亚硝态氮转化为氮气，脱离水体，从而实现彻底去除水体氮素污染；主要是通过投加高效降解硝态氮的混合菌群并调节生产工艺条件，使得污水处理系统产生反硝化作用，进而达到减少水体氮素污染的目的；创新性主要在于以原有系统的活性污泥作为菌种来源并采用系统污水进行驯化培养，菌种适应性强，更重要的是该技术依托于现有的污水处理装置，无需进行设备、场地等投资，节约成本。

解决的关键问题是利用微生物技术实现水体氮素的高效去除，为污水脱氮领域提供高效率、低成本生物解决方案。

水污染防治效果

该技术处理制革废水中试反硝化速率平均达到 176 mg/(L.d)，平均去除率达到 97.39%，工程应用时出水指标平均 COD 由 330.86mg/L 降至 278.29mg/L，总氮由平均 230.52 mg/L 降至 55.51 mg/L，总氮去除率由 0 提高至 79.06%。运行过程中纯碱费用由 1.47 元/m 降至 0，实现了污水达标排放的基础上极大地节约了运行成本。

投资及运营成本

1) 建设成本

一次性投入费用：按照处理系统体积*50 元/m³。

2) 吨水处理费用

1.2 元/吨。

3) 后期维护费

无。

技术示范情况

山东新天鸿超越污水处理站位于滨州市沾化区城北工业园，日处理水量

500m³/d。其出水 COD 平均 330.86mg/L，总氮平均 230.52mg/L，不符合 GB 30486-2013《制革及毛皮加工工业水污染物排放标准》(COD≤300mg/L，总氮≤140mg/L)。采用本技术对系统进行调试后，其出水 COD 降至 278.29 mg/L 总氮降至 55.51 mg/L，其总氮去除率由 0 提高至 79.06%，纯碱费用由 1.47 元/m³ 降至 0，保证污水达标排放的基础上极大地节约了运行成本。

山东新天鸿博沅污水处理站位于滨州市沾化区城北工业园，日处理水量 500m³/d。采用本技术调试后，总氮去除率由 44.6%提高至 87.2%，处理水量由 400 m³/d 提高至 600 m³/d，处理能力提升 50%。联系地址：山东省滨州市沾化区城北工业园。联系人：张英 电话：15954356931

成果转化推广前景

2015 年国家虽然在不同的排放标准中涉及到总氮排放标准，但在具体执行中并没有太严格，因此同类技术在市场中所占的份额并不是很多。2018 年以前，各地对废水氮素的排放仅仅限制于氨氮，因此各行业污水仅限于氨氮的治理；而进入 2018 年，总氮排放已划入污水排放标准，需控制在 15mg/L 以下，因此各行各业的污水总氮超标问题亟待解决。该技术形成了较为完善的技术路线，在治理总氮的基础上还可以节省运行成本，到 2020 年该技术仍具有较大的市场潜力。

联系方式

技术信息咨询单位：黄河三角洲京博化工研究院有限公司

联系人：王珍

电话：17605437462

E-mail: 155257844@qq.com

26. 脱硫菌剂及其应用

适用范围

适用于石化、焦化、皮革、农化等工业含硫废水的处理。

技术内容

含硫工业废水对微生物毒害作用大，易对污水处理生化系统造成冲击，从而影响出水指标。该技术通过筛选、驯化获得一种高效脱硫生物制剂，该菌剂富含芽孢杆菌、酵母菌等多种菌群，通过投加菌剂于好氧曝气池，利用活性污泥法能高效降解污水中硫化物，解除其毒害作用，提高生化系统对硫化物的抗冲击能力，快速恢复处理功能，提高运行稳定性。同时可针对废水中污染物指标，采用生物增效及强化技术，提高其处理能力，最终达到高效去除废水中污染物的目的。

本技术是基于污水处理厂生化处理系统的一种微生物强化技术，菌剂产品投加至好氧系统中使用，具体用量和调试方案应根据具体污水水质和工艺运行情况确定。需调节系统 pH、溶氧、温度等，pH 值：6.5-8.5，最佳 pH 值通常为 7-8；溶解氧：2-4mg/L；温度：15-40℃，最佳温度范围为 25-35℃。硫化物≤500mg/L 下使用效果更佳。

水污染防治效果

该技术生物脱硫菌剂可耐受 3% 硫化氢，转化率 100%，通过投加菌剂于好氧曝气池，通过驯化稳定，菌剂可以处理以下指标水质：氨氮≤200 mg/L，挥发酚≤500 mg/L，硫化物≤500mg/L；菌剂处理能力为：氨氮 50 mg/L/d 以上，挥发酚 200mg/L/d 以上，硫化物 500mg/L/d 以上；出水指标：氨氮≤10mg/L，挥发酚≤5mg/L，硫化物≤5mg/L，COD 控制在 300mg/L 以内，全盐含量 1600mg/L 以下。

投资及运营成本

1) 建设成本

一次性投入费用：按照处理系统体积*50 元/m³。

2) 吨水处理费用

菌剂培养、曝气动能及系统调控药剂费用约 3-5 元/吨。

3) 后期维护费

无。

技术示范情况

该技术目前已于山东清远环保、京博农化、山东清博、山东新天鸿、东营神驰化工应用，反应效果良好。

该技术于 2016 年 11 月应用于山东清远环保污水处理生化系统运行至今，该技术降低酸性水中硫化物对微生物的毒害作用，提高其可生化性，从而改变原有汽提处理法，采用直接生化法处理低浓度酸性水（158400m³/年），缓解了石化汽提装置超负荷运行、出水指标不稳定以及汽提处理成本高的问题，出水指标达到氨氮≤10mg/L，挥发酚≤5mg/L，硫化物≤5mg/L，吨水处理成本在 3-5 元，节约成本约 400 万元/年，转让费用达 200 万元。

公司名称：山东清远环保工程有限公司

联系人：秦军 电话：13376490552

成果转化推广前景

本技术利用自主研发的脱硫菌剂，可以解除含硫工业污水对微生物的毒害作用，提高生化系统对硫化物的抗冲击能力，快速恢复处理功能，提高运行稳定性；同时可针对废水中污染物指标，采用生物增效及强化技术，提高其处理能力，最终达到高效去除废水中污染物的目的；提高污水生化性，采用生物法处理污水，极大的节约处理成本，目前该技术以石化低浓度酸性水工艺为示范，已于山东清远环保、京博农化、山东清博、山东新天鸿、东营神驰化工推广应用，反应良好，该技术可面向其它地炼、焦化行业推广，用于石化、焦化、皮革、农化等含硫污水处理行业，并提供菌剂专业技术服务，市场前景广阔。

联系方式

技术信息咨询单位：黄河三角洲京博化工研究院有限公司

联系人：张潇潇

电话：17605437582

E-mail: yjyxmb@jingbotech.com

27. 多功能超细化污水处理技术

适用范围

多功能超细化污水处理技术适用于适合含酸性气体的污水改性及对污水中 S^{2-} 、 Fe^{2+} 的有效脱除。

技术内容

1) 研究形成了超细化混合反应技术，极大提高了气液分散度，气泡尺寸达到微米级。

2) 通过气液的高效传质，实现了 CO_2 等酸性气体的快速解吸，提高了污水 pH 值，改变了以往酸性污水加碱改性的模式，创新形成了一种油田污水处理新方法，由于不加碱，污泥量减少 50% 以上。

3) 采用超细化混合技术，污水与空气反应面积增大，引发快速氧化反应，可有效去除 S^{2-} 、 Fe^{2+} 、SRB 菌等水质不稳定物质；同时具有气浮作用，实现了水质达标及沿程稳定。

水污染防治效果

滨二污自多功能超细化装置运行后，外输水中 CO_2 含量明显降低，由 220mg/L 降低至 60mg/L，污水 pH 值由 6.3 提高到 7.0 以上，达到设计指标， S^{2-} 去除率 100%， Fe^{2+} 去除率大于 95%，腐蚀速率为 0.045 mm/a，低于 0.076mm/a 的标准要求；井口污水的悬浮物含量由 20.2mg/L 降至 3.0mg/L 以内，腐蚀速率由 0.155mm/a 降至 0.060 mm/a，实现了水质达标及沿程稳定。

投资及运营成本

1) 建设成本

一次性投入费用：根据处理污水规模确定。

2) 吨水处理费用

根据处理规模包含人工费电费，无其他费用。

3) 后期维护费

后期主要包括处理结垢费用。

技术示范情况

多功能超细化装置 2015 年 4 月在滨二污开始运行，开展了现场 5000m³/d 的工业化应用，处理后水中 CO_2 含量由 220mg/L 降低至 60mg/L，污水 pH 值由

6.3 提高到 7.0 以上，达到设计指标； S^{2-} 去除率 100%， Fe^{2+} 去除率大于 95%；腐蚀速率由 0.126 mm/a 降至 0.045 mm/a。

在滨二污试验成功的基础上，自 2018 年 3 月在滨一污推广应用该技术，开展了现场 20000m³/d 的工业化应用，目前该装置运行正常并达到预期效果，处理后污水 pH 值由 6.9 提高到 7.2； S^{2-} 去除率大于 98%， Fe^{2+} 去除率大于 80%，水质稳定。

成果转化推广前景

通过对中国科技期刊、中国专利的查新检索，在其它行业中，有应用气提塔解吸 CO_2 的成熟技术（例如：用 CO_2 气提法生产尿素、氨的合成中用气提法脱除 CH_4 等），但生产规模小，气提塔体积小。而对于油田污水去除 CO_2 ，提高 pH 值的方法，多数还是以化学研究为主，只有少数研究人员开展了“气提法去除油田污水中 CO_2 的室内试验研究”，但是，文献也仅仅停留在室内研究的阶段，没有在油田中应用的实例。

下步滨南采油厂计划在稠油首站新建污水站（处理水量 7000m³/d、 S^{2-} 含量 14.6mg/L）、滨五污水站（处理水量 8000m³/d、 Fe^{2+} 含量 12.5mg/L）等进行推广应用，油田同类污水也可应用该技术。通过该技术推广，可解决因含 S^{2-} 、含 Fe^{2+} 高导致沿程水质不稳定的问题，提高井口水质达标率，改善水驱效果，实现增产增效的目的。

联系方式

技术信息咨询单位：胜利油田华滨机制管件有限责任公司

联系人：刘田

电话：13854360950

E-mail: 13854360950@163.com

28. 生物流化床技术

适用范围

适用于高浓度、难降解有机废水的处理。

技术内容

废水的流化床生物处理是继流化床技术在化工领域广泛应用之后发展起来的。生物流化床技术是使废水通过流态化并附着生长有生物膜的颗粒床，使废水中的基质在床内同均匀分散的生物膜相接触而获得降解去除。生物流化床是一种生物强化处理技术，使得它在微生物浓度、传质条件、生化反应速率等方面较同类技术优异。无特定条件限制，与上下游技术的匹配性好。

水污染防治效果

1) 生物流化床中小粒径的载体提供了微生物附栖生长的巨大比表面积，使得反应器内能维持较活性污泥法系统高得多的微生物浓度，从而使反应器的容积提高到 $10\text{kg}/(\text{m}^3\text{d})$ 以上。

2) 生物流化床的流态化操作无论是氧化还是基质的传递速率均较固定床和活性污泥系统有明显的提高。在高浓度难降解有机废水的处理方面尤能体现其独特的优势。

3) 反应器体系中维持高于普通生物处理工艺的 5-10 倍的生物量。

4) 与活性污泥法工艺相比，生物流化床工艺具有较强的抗冲击负荷能力，而且不存在污泥膨胀的问题。

5) 反应器运行过程中带出体系的微生物较少，反应器内不会因为生物量的累积而引起体系的阻塞。

投资及运营成本

1) 建设成本

一次性投入费用：视处理水量大小，较同类技术一次性投入低。

2) 吨水处理费用

与同类技术相比，吨水处理费用低廉。

3) 后期维护费

后期无需维护。

技术示范情况

1) 内蒙古美方煤焦化有限公司 240 万吨焦炭酚氰废水处理系统，2016 年投入运行，联系人：王永乐 电话：15754996558。

2) 山东巨铭能源有限公司 100 万吨焦炭酚氰废水处理系统，2017 年投入运行，联系人：巴和益 电话：15953049616。

3) 山东铁雄冶金科技有限公司 300 万吨焦炭酚氰废水处理系统，2017 年投入运行，联系人：田义瑞 电话：15963071092。

4) 广东韶钢 180 万吨焦炭酚氰废水处理系统，2010 年投入运行，联系人：江承付 电话：13826379249。

以上用户运行效果良好，出水水质均达到间排标准。

成果转化推广前景

生物流化床技术在多家焦化、印染、造纸等厂家应用非常成功，该技术受限因素少，与上下游技术的匹配性好，市场容量大，目前在同类技术中占有率低，故而具有非常广阔的推广前景。随着国家环保监管力度的加大，该技术可挖掘的市场潜力日益上升。

联系方式

技术信息咨询单位：山东铁雄冶金科技有限公司、阿比嘉（北京）环保科技有限公司

联系人：饶正光

电话：18601104962

E-mail: sgrzg1121@163.com

29. 用于生化尾水深度处理的树脂吸附技术

适用范围

适用于 COD 在 100~200mg/l、色度 \leq 70 倍的生化尾水提标处理，与上下游技术的匹配性好。

技术内容

所使用的复合功能树脂是通过调整树脂骨架结构、孔结构和表面化学结构的调整而研制出的，与废水中目标污染物分子结构相匹配的一类新型有机高分子吸附剂。该类树脂对废水中水溶性有机污染物的吸附作用原理在于树脂与污染物分子间存在的范德华力、静电作用力、氢键作用力等多重作用力的协同吸附作用，使水溶性有机污染物逐渐从水相分离出来，而被吸附、富集在树脂床层中。

水污染防治效果

所使用的树脂具有吸附容量大、脱附再生较易等的优点，其不仅可以对溶解性小分子有较好的吸附能力，脱色效果较好，同时其对污水生化处理时由微生物产生的腐殖酸等分子量相对较大的物质均有较好的吸附作用。

该树脂可以将废水中的水溶性、难降解有机污染物吸附富集，吸附出水达到“无色透明”，COD \leq 50mg/L，出水各项指标均能满足新标准的要求。吸附饱和的树脂用优选的脱附剂将富集在树脂上的有机污染物从树脂上脱附下来，树脂获得再生，可重复使用，从而经济有效地实现了生化尾水深度处理。

投资及运营成本

1) 建设成本

一次性投入费用：吨水处理一次性投入约 2 元。

2) 吨水处理费用

吨水处理费用约 0.5 元。

3) 后期维护费

后期维护费用体现树脂的补充，寿命期内每年补充树脂 10%。

技术示范情况

1) 山西焦化集团有限公司 300t/h 焦化废水深度处理系统，2015 年投入运行，
联系人：晋主任 电话：15536783392。

2) 内蒙古美方煤焦化有限公司 200t/h 焦化废水深度处理系统，计划于 2018

年建成投入运行，联系人：王永乐 电话：15754996558。

3) 山东铁雄冶金科技有限公司 120t/h 焦化废水深度处理系统，2018 年投入运行，联系人：田义瑞 电话：15963071092。

整体出水水质均达到工业回用水标准。

成果转化推广前景

树脂吸附技术在多家焦化厂应用成功，该技术在处理生化尾水受限因素少，与上下游技术的匹配性好，市场容量大，目前在同类技术中占有率低，故而具有非常广阔的推广前景。随着国家环保监管力度的加大，该技术可挖掘的市场潜力日益上升。

联系方式

技术信息咨询单位：山东铁雄冶金科技有限公司、阿比嘉（北京）环保科技有限公司

联系人：饶正光

电话：18601104962

E-mail: sgrzg1121@163.com

30. 高效气体溶解技术及装备

适用范围

海产品养殖水循环处理利用、黑臭河体治理。

技术内容

装备本身无动力装置，装备的结构根据双膜理论设计，通过液膜拉薄设计降低气体分子进入液体阻力，提高气液接触面积从而实现气体分子向液体分子间快速转移的过程，可用于氧气、臭氧、二氧化碳等气体向液体中的快速高效的溶解过程，装备利用管道流体压力为动力，在较低压力条件（1-2atm）下快速形成饱和气体溶解液，适当增压可获得过饱和溶液，以氧气为例，以纯氧为溶解气体可得到溶解氧为 60-70mg/L 的过饱和液体（清水实验）。

水污染防治效果

水中溶解氧的多少是衡量水体自净能力的一个指标，常温下采用高效溶氧装备能将水体溶解氧浓度提高至 60-80mg/L，溶解氧能促进水体中微生物对有机质的分解，提高水体自净能力。与利用空气石或者喷气管的曝气方式相比，本技术可提高效率 5-10 倍以上。并可利用现有的曝气系统产生的气体进行工作，无额外能耗。适用于各类污水处理中的生物接触氧化法、传统活性污泥法、SBR、CASS 等各种连续或间歇式曝气工艺。还可用于河道充氧、水产密集养殖等。

投资及运营成本

1) 建设成本

一次性投入费用：以水产养殖为例，3000 吨海洋农场养殖循环用水处理为例，一次性投入费用约为 150-180 万元。

2) 吨水处理费用

吨水处理费用主要包括电能消耗、气源等。以 3000 吨/天海洋农场养殖循环用水处理为例，吨水处理费用约为 1.6 元/吨。

3) 后期维护费

后期维护费用主要包括电气自动控制方面的设备更换维修，核心设备免维护，单套设备的维护费用约为 5000 元/年。

技术示范情况

海洋农场养殖用水循环处理示范工程，山东省日照市，处理量 15m³/h，水

体溶解氧溶度得到有效控制，比传统曝气技术气体利用率提高 75%，能耗降低 85%。对虾养殖池容积为 36m³，该示范工程所处的海洋农场共 200 个对虾养殖池，每天需要更新 40% 养殖用水，每年养殖时间约为 8 个月，一年内排污量约为 691200m³。青岛蔚蓝天成生物科技有限公司，联系人：马青春 电话：18322118717。

成果转化推广前景

目前，海洋农场养殖行业大多采用传统曝气技术，由于监管政策疏漏，养殖污水大多直接外排，该技术在海洋农场养殖行业普及率为 0%。黑臭水体治理领域大多采用臭氧、溶气泵、UV 灭藻等技术，该技术在黑臭水体治理领域普及率为 0%。结合目前示范工程运行情况，该技术在降低综合能耗有绝对优势，在海洋养殖用水监管政策日趋完善背景下，该技术有望在海洋农场养殖行业全面推广。在黑臭水体领域，该技术能有效提高水体溶解氧浓度，促进微生物对有机质分解，减少底泥污染，改善水质。目前该技术已针对海产品养殖（对虾）及海洋农场养殖用水的循环处理进行试验性工程验证，试验设备采用全自动运行模式，单机处理量 10m³/h，采用高溶氧水与原水混合模式，控制水体总溶解氧浓度，以适应不同种类、不同生长阶段养殖产品的需要。该技术可以广泛应用于路基海洋农场养殖用水循环处理、黑臭水体治理等需要提高溶解氧浓度的应用场合。该技术所涉及的技术及装备可以作为整个水处理系统中的一个具体环节，占地面积小，且能有机配合过滤、UV 灭菌灭藻等技术环节。该技术装备采用模块式设计，针对不同处理能力需要可以高效扩容，不受处理规模、环境等因素的影响。

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：翟瑞占

电话：13863761751

E-mail: zhairuizhan@163.com