

1. 复合式活水提质技术

该技术已获得实用新型专利“一种原位生态活水净水设备”（ZL201721805212.2）。

◆ 技术原理

复合式活水提质技术集成了原位水循环模块、高级氧化模块、碳纳米除藻模块、能量波模块等多项技术。该技术装备利用电磁效应及光催化效应，能够快速提升水体溶解氧并激活土著微生物高效降解水体中污染物，同时降解底泥中污染物，增加水环境容量，迅速实现水质提升，并长期为水生态系统恢复创造条件和提供保障。

◆ 技术特点

（1）能够快速增氧，效率是常规增氧设备的 10 倍以上，对 COD、氨氮、总氮、总磷的去除率可达 60~90%，并且能够大范围清除单细胞藻类、防止水华爆发。

（2）能够催化激活土著微生物、提高微生物活性，同时高效去除水体和底泥中污染物，无需清理底泥而实现泥、水共治。

（3）能够快速提升水质，并形成水体自我净化能力，为水生态系统的恢复提供保障，达到长效治理的目的。

◆ 技术指标

该技术对水体溶解氧提高 40%以上，对 COD、氨氮、总氮、总磷等主要指标的去除率可达 60~90%。

◆ 应用范围及前景

适用于水库、湖泊、河道、水塘等水体的蓝藻去除、水质提升和自净能力构建。

自 2018 年开始推广，该技术已应用于广东深圳、浙江金华、四川资阳、河北雄安等地多项工程，包含水库、河道等工况，涉及水质提升、蓝藻治理等领域。

案例 1：金华市金兰水库复合式原位活水水质提升项目。金兰水库总库容 9124 万 m^3 ，正常库容 6800 万 m^3 ，水质保护目标为 II 类。金兰水库库湾-李兰湾水域面积约 30000 m^2 ，长约 350m，宽约 50~200m。在强降雨季节，由于支流石宫溪沿途的生活垃圾、枯枝败叶进入，加上库湾水体流动性差，易形成适合藻类生长的自然环境，从而影响水库水质。2019 年，金兰水库管理中心采用复合式活水提质装备进行水库治理，在李兰湾水域投放安装 600 型复合式原位活水水质提升设备 1 台，抑制藻类生长作用范围 2~3 万 m^2 ，水质提升范围 2~3 万 m^2 ，运营维护期 5 年，用于提升该区域水质，提高水库饮用水质量。

案例 2：深圳市河道复合式原位活水水质提升装置适用性研究项目。茅洲河、观澜河、大沙河、龙岗河及布吉河几大流域均属于深圳地区雨源型河道，其典型特征是水位暴涨暴跌、水量时间空间分布极度不均、污染源错综复杂。如此变化剧烈的工况，使得常规曝气增氧设备较难适应，且作用范围与效果不佳。为解决上述问题，深圳市河道管理中心拟应用复合式活水提质技术进行治理。考虑河道治理不只有共性，不同地区的河道也存在其特殊性，故对该设备进行适应性测试。2018 年，《复合式原位活水水质提升装置在深圳市河道的适用性研究》咨询工作完成，结果表明，复合式活水提质设备能够显著增加水体中

的溶解氧，为本土微生物生长创造有利环境，增强水体自净能力，长期稳定降解氨氮、总磷等营养物质。

技术名称：复合式活水提质技术

持有单位：南京瑞迪建设科技有限公司

南京水利科学研究院

联系人：吴月龙

电话：025-85828789、13952037626

2. RD 系列污水处理及水质提升技术

该技术已获得实用新型专利“基于接触氧化组合复合介质过滤系统的污水处理设备”（ZL201721525059.8）。

◆ 技术原理

该技术根据污水处理、水体水质提升工况需求，运用多种新型污水处理系统、新型污水处理载体、材料，通过合理的工艺整合集成形成，主要解决水质提升和点源污染的问题。新型污水处理系统包含用于固液分离的高效气浮分离系统、高密度沉淀池系统；用于污染物降解的多段式生化系统、动态膜系统。新型污水处理载体、材料、药剂包含利于硝化菌聚集促进硝化作用的 PVA 载体；对生化反应起催化作用的铁基质生物填料；利用脱氮硫杆菌生长，提高 TN 去除率的 SODP 载体；快速、无毒害、无二次污染的 RD-Q 系列絮凝剂、NH₃-N、TP 去除剂等。

◆ 技术特点

（1）该技术形成的一体化水处理设备占地面积小、能耗低、维护简单方便，如有需要可采用地埋方式，出水水质优良，通过设备处理出水主要指标可达到地表水环境标准Ⅳ类要求。

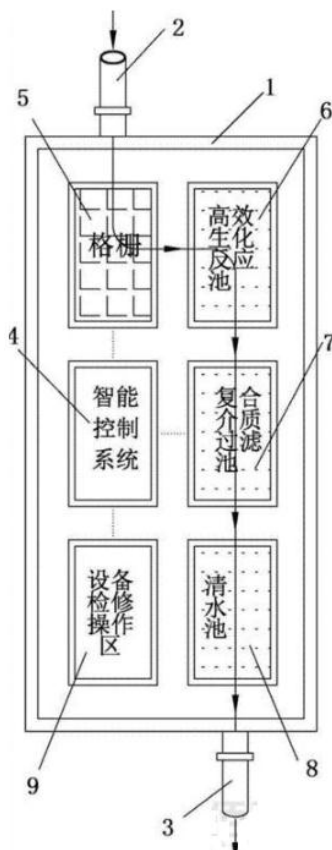
（2）各类新系统、新载体、新材料既可单独或组合应用于河道水质提升、污水处理厂提标改造等场景，也可形成一体化水处理设备，用于城乡生活和工业污水处理。

◆ 技术指标

出水主要指标（COD、氨氮、总磷）可达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅳ类标准。

◆ 应用范围及前景

适用于河道水质提升、污水处理厂提标改造，生活污水及工业污水处理等。



■ 污水处理设备示意图

该污水处理技术相较于传统工艺具备优越性及广泛适应性，自 2016 年开始推广，已应用于深圳、杭州、嵊州等地多项工程，包含污水处理厂提标改造、黑臭河道治理、污水排放口应急处理等多个领域。

案例 1：G20 杭州峰会核心区水质提升项目。2016 年 9 月 G20 峰会在中国杭州举办，作为峰会会场的钱江世纪城濒临钱塘江，河网部分水质较差，影响河道水景观功能的发挥，不能满足峰会期间水景观需求。为改善区域水环境质量，对核心区河道水质进行综合治理，综合治理方案中采取一体化水处理设备解决生活污水应急处理的问题，在杭州国际博览中心、佳丰北苑、利二花苑等区域建设 10 套一体化污水处理设备，设备规格 $100\sim 500\text{ m}^3/\text{d}$ ，总投资 855 万元，污水经过处理后出水主要指标（COD、氨氮、总磷）达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准。

案例 2：深圳市坪山区三洋湖黑臭河涌治理项目。为解决三洋湖河涌黑臭问题，通过雨污管网 EPC 项目针对此河道进行全面治理，重点建设应急处理设施。污水处理设施建设项目合同金额 245 万元，总占地面积约 200 m^2 ，总设计处理规模为 $Q_w=1000\text{ m}^3/\text{d}$ 。污水经过处理后出水主要指标（COD、氨氮、总磷）达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准。

案例 3：嵊州万年亭泵站污水处理运营服务项目。针对嵊新污水处理厂接纳污水量逐年升高，已超出污水厂设计规模，对下游居民的健康和水环境安全带来威胁的问题，2017 年 6 月，绍兴市政府明确提出建设应急处理设施。项目总设计规模为 $Q_w=20000\text{ m}^3/\text{d}$ ，于 2017 年 8 月底前完成。污水经过处理后出水主要指标（COD、氨氮、总磷）达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV

类标准。

技术名称：RD 系列污水处理及水质提升技术

持有单位：南京瑞迪建设科技有限公司

南京水利科学研究院

联系人：吴月龙

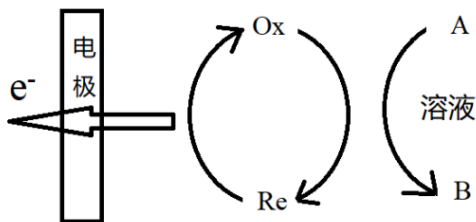
电话：025-85828789、13952037626

3. 基于电化学氧化的污染水体氨氮去除技术与装置

该技术成果基于国家计划项目“三峡库区耕地面源污染农业防控过程与技术研究”（2017YFC050530302）创新研发，已在武汉建立典型示范基地。

◆ 技术原理

该技术提供一种深度处理污染水体的电化学高级氧化装置，装置结构简单，操作方便，运行稳定，可以根据污染水体的水质状况，通过改变装置的电压、水体停留时间，高效经济地处理污染水体中的氨氮。其核心装置是电源与包含电极片阵列的氧化池。



■ 钛片基底的氧化物阳极的工作原理图

◆ 技术特点

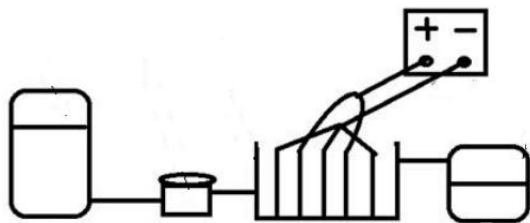
（1）脉冲式电源处理效率高，能耗低，频率范围广，占空比、电流和电压均可调，可根据污染水体水质特点调节电压和水体的停留时间，能够有效控制有机物污染物降解速率，处理不同浓度背景的污染水体。

（2）阳极电极采用钛片基底氧化物，具有高电位及催化活性，具有更强氧化能力，可直接氧化或直接矿化水

中污染物，主要以电子为试剂，不用多加其它药剂，高效环保去除各种污染水体中氨氮等有机污染物。

（3）阳极材料机械强度高，在电解过程中不易被腐蚀，不易被氧化，不易与反应物和生成物发生反应，电极表面或涂层不易发生龟裂，不易在电极表面形成沉积物，易加工易拆换，可根据实际需要设计阳极大小。

（4）电极片阵列采用平板式复极式电极，插卡式电解槽，具有较好的流体力学性能，可有效消除偏流、沟流现象，提升处理效果，且设备易于制备和维护，成本低廉，使用寿命长。



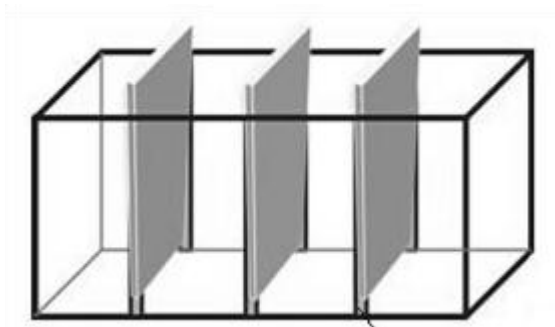
■ 电化学氧化的污染水体氨氮去除装置

◆ 技术指标

（1）在直流电源的基础上引进脉冲功能的脉冲电源：水处理效率明显高于直流电解；中、低频率（50~100hz）；占空比（0.2~0.4）、电流（0~2A）和电压（5~20V）可调；功率适用。

（2）可供工业化应用的复极式“电催化氧化掺杂钛基金属电极”：尺寸为 0.5x1.0m（非标准尺寸，可按需制备）。

（3）对于低浓度氨氮去除率达到 90%以上。



■ 高级氧化池内部结构图

◆ 应用范围及前景

适用于农村生活污水、面源污染、工业废水、市政废水等污染水体治理。

该技术操作简单，无需加药装置，已在武汉、昆明等地的 3 个项目（工程）中推广应用，并销售了 3 台根据需求尺寸定制的“电化学一体化氨氮去除装置”。

案例 1：滇池水处理技术研究项目，为自然科学基金项目，属于开展理论探索的基础科学研究类项目。应用该技术对滇池水在实验室进行深度处理，实现了对滇池水小体积化处理，氨氮含量大幅降低，为进一步有效治理滇池水源提供了直接有效的技术支撑。

案例 2：矿井水绿色节能及资源化综合利用项目，是为更好地实行对某矿厂的矿井水处理而引进的中试项目。该技术通过电化学高级氧化去除技术，有效去除了矿井水中的污染物，对小体积难处理污水处理效果较好，成为海天环境矿井水绿色节能技术及资源综合利用工艺路线的一部分。

案例 3：北太子湖水生态治理项目。项目执行期利用

该装置和技术对北太子湖公园水体进行净化,有效降低了水体中有机污染物含量,提升了水体水质。

技术名称：基于电化学氧化的污染水体氨氮去除技术与装置

持有单位：长江水利委员会长江科学院

联系人：李昊

电话：027-82920797、18064111112

4. 阿尔益复合硅酸铝水处理技术

◆ 技术原理

以镧铈化合物为主体，以具有较高吸附功能、催化功能的硅酸铝作载体，通过特定的复合工艺过程，使高纯度镧、铈化合物与硅酸铝复合制成一种新型水污染治理、水生态环境修复的多功能材料。由于本品特有的催化性、磁性、特殊的配位性质，以及该复合物较大的比表面及阳离子交换容量，该产品具有很强的吸附功能、脱色功能、抗菌功能、催化功能等。



■ 阿尔益复合硅酸铝水处理剂作用原理图

◆ 技术特点

(1) 天然物质，高纯提取，特殊制备。主要原料为镧、铈化合物、二氧化硅、三氧化铝、聚丙烯酰胺。

（2）功能材料，标本兼治，具有吸附、絮凝、沉淀、降解、离子交换、固化、微生物修复等综合功效。

（3）测水配方，针对性强，安全性好，稳定性优，成本低廉，节能减排效益明显。

◆ 技术指标

（1）稀土总量（以氧化物 Re_xO_y 计） $\geq 20\%$ ；电镜平均粒径 $\leq 100\mu\text{m}$ ；活性度 ≥ 30 ；游离酸（以 H_2SO_4 计） $\leq 0.5\%$ ；水分（游离水）的质量分数 $\leq 8\%$ 。

（2）有害元素：砷及其化合物（以 As 计） $\leq 0.005\%$ ；镉及其化合物（以 Cd 计） $\leq 0.001\%$ ；铅及其化合物（以 Pb 计） $\leq 0.015\%$ ；铬及其化合物（以 Cr 计） $\leq 0.05\%$ ；汞及其化合物（以 Hg 计） $\leq 0.0005\%$ 。

◆ 应用范围及前景

适用于受到化学物、有机物、重金属及工业、生活废弃物污染的水体的治理、蓝藻污染治理以及水环境修复。

该技术分别在北京、河北、天津、安徽、浙江、四川、湖北、广东和广西等地的水库、河湖、养殖灌溉水体、饮用水源地、景观水体等进行了大量试验示范和推广应用。2013 年至 2019 年期间，推广应用工程实例共计 110 个。

技术名称：阿尔益复合硅酸铝水处理技术

持有单位：四川瑞泽科技有限责任公司

联系人：谭吉

电话：028-87715008、13438968095

5. 水源水库扬水曝气水质污染控制技术

该技术成果基于国家计划项目，结合主持的国家“863”项目、国家自然科学基金重点项目、国家重大科技专项等十余项科研课题的研究，形成了从理论研究、技术研发、装备研制到工程应用的系统性创新研究成果。

◆ 技术原理

扬水曝气技术具备深层水体垂向高效混合与底层厌氧水体持续充氧的双重功能。通过将压缩气体连续送入水体底部形成高效循环充氧，快速高效提高底层水体溶解氧；通过高速上升的大型气弹带动水体垂向高效混合。该技术能有效控制水体富营养化和藻类生长，高效去除水中挥发性有机物 VOCs 和臭味，有效抑制底泥中氨氮、总磷、铁锰、硫化物等污染物的释放，诱导水体恢复自我修复功能。新一代扬水曝气强化好氧反硝化生物脱氮技术有望从根本上解决水源水库原位脱氮的国际性难题。

◆ 技术特点

（1）同时具备底层高效循环充氧控制内源污染、上下层混合破坏光合作用条件抑制藻类繁殖、全层去除挥发性有机物和臭味物质等多重直接的水质改善功能。

（2）有效改善水库的微生物种群结构，提高功能微生物活性和水体自净效能，削减水库中的污染负荷并避免污染物生成，大幅降低或消除水厂处理过程中的二次污染风险，同时使水处理成本大幅下降。

（3）扬水曝气技术与物理吸附、化学沉淀等技术有机集成，可实现对突发性水源水质污染的应急原位控制。

（4）系统运行方式灵活，可根据季节变化和水质情况及时调整。



全层导流式扬水曝气器 (I代)

淹没式扬水曝气器 (II代)



强化底层充氧式扬水曝气器 (III代)

强化生物式扬水曝气器 (IV代)

■ 扬水曝气技术主体设备已研发到第四代

◆ 技术指标

扬水曝气技术主要由核心设备“多功能扬水曝气器”、空气压缩系统、供气管路等组成，扬水曝气器整体直立安装固定于水下，设备构成自上而下主要包括浮标、接触式生物反应器、导流筒、主体设备、锚固链、锚固墩和输气管路。主体设备有布气曝气器、曝气室、气室、回流室、水密仓等。

（1）单台设备作用半径：控制藻类繁殖为 40~160m，抑制底泥内源污染为 150~400m。

（2）主要污染物削减：藻类 85~99%，pH 值 7.0~8.5，VOCs 及臭味 90~98%，DO>6.0mg/L，铁-锰 70~99%，氨

氮 80~91%，总磷 70~90%，硫化物>98%，总氮/硝氮 20~70%，DOM>20%，水质达到地表水Ⅲ类以上。

◆ 应用范围及前景

适用于水源水库和湖泊水质原位改善与污染控制。

该技术以解决水源水库内源污染严重和藻类高发等突出水质问题为目标，主要应用于藻类大量繁殖和/或底泥中污染物厌氧释放导致水质污染的湖泊水库（水深>8m），已成功应用于天津水源（2003）、山西汾河水库（2005）、西安黑河金盆水库（2009、2013）、山东周村水库（2015）、延安红庄水库（2017）、西安李家河水库（2018）和西安石砭峪水库（2019）等水源水库水质污染控制与改善工程，实现了水库水质污染的源头控制。



■ 山西汾河水库扬水曝气水质改善工程（设备 11 台）

案例 1：2005 年 3 月，汾河水库氨氮、Fe、Mn、色

度严重超标，在水库坝前安装了 11 台多功能扬水曝气设备。系统运行期间，挽回经济损失 2060 万元/年。



■ 延安红庄水库扬水曝气水质改善工程（设备 5 台）

案例 2：2017 年 4 月，针对延安红庄水库藻类、氨氮、总磷、臭味及有机物等严重污染问题，在水库实施了扬水曝气水质改善工程，安装了 5 台新型扬水曝气设备，效果良好。

技术名称：水源水库扬水曝气水质污染控制技术

持有单位：西安建筑科技大学

西安唯源环保科技有限公司

联系人：黄廷林

电话：029-82201118、13991975631