

# 深圳市水污染防治技术 指导目录

深圳市科技创新委员会

深圳市人居环境委员会

深圳市水务局

二〇一八年十月

## 前 言

为贯彻落实《国务院关于印发水污染防治行动计划的通知》（国发〔2015〕17号）、《广东省人民政府关于印发广东省水污染防治行动计划实施方案的通知》（粤府〔2015〕131号）、《深圳市人民政府关于印发深圳市贯彻国务院水污染防治行动计划实施治水提质行动方案》（深府〔2015〕45号）、《深圳市治水提质工作计划（2015-2020年）》等文件精神，为发挥科技创新支撑水污染防治工作的积极作用，推动水污染防治技术的推广应用，加快环保科技成果转化，深圳市科技创新委员会组织开展了水污染防治技术的征集、筛选与评审工作，并参考广东省印发的《广东省水污染防治技术指导目录》，编制形成了《深圳市水污染防治技术指导目录》（以下简称《技术指导目录》）。

《技术指导目录》包括城镇污水治理、工业废水治理、面源污染治理、水生态修复技术等水污染防治技术共23项。入选技术均通过工程示范或用户使用等方式得到应用，并进行了第三方监测或检验，具备较好的推广前景。

《技术指导目录》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、适用范围和技术简要说明三部分组成。第二部分介绍了各项技术的具体内容、应用示范情况、水污染防治效果、推广应用前景以及技术支撑单位信息等。可根据自身的实际需求，合理选用或参考其中的有关技术。



# 目 录

前 言 .....	2
目 录 .....	1
第一部分 技术目录 .....	1
第二部分 技术简介 .....	6
反应沉淀一体式矩形环流生物反应器快速生化污水处理技术 .....	7
A/O+仿生颗粒污泥强化脱氮除磷技术.....	9
短时泥膜法污水处理技术 .....	12
梯度低氧膜生物反应器及污泥动态成核高效脱氮除磷技术 .....	14
污泥动态成核絮凝技术处理电镀电子废水 .....	16
液晶面板废水深度处理及资源化利用技术 .....	18
雨水削峰除污与资源化技术 .....	20
超微净化水环境污染处理技术 .....	22
城市富营养化湖泊生态系统修复技术 .....	25
生态强化人工湿地深度脱氮除磷集成技术 .....	27

# 第一部分 技术目录

序号	技术名称	适用范围	技术简要说明	页码
<b>城镇污水治理技术</b>				
1	反应沉淀一体式矩形环流生物反应器快速生化污水处理技术	生活污水及各类生化性工业废水	反应沉淀一体式矩形环流生物反应器快速生化污水处理技术集反应、沉淀、出水的一体化。其原理在于：（1）利用曝气的气升动力，实现污水与污泥的混合、环流；（2）利用经典化工传质理论，提高氧传质效率；（3）污泥无动力全回流，具有微生物截留作用，保持较高的活性污泥浓度。该技术具有“低成本、高效率、简管理、优出水少占地”的先进性。	7
2	A/O+仿生颗粒污泥强化脱氮除磷技术	水污染控制与防治，主要针对生活污水处理。	采用多级 A0+双相填料，通过微环境驯化厌氧氨氧化菌，实现亚硝化与厌氧氨氧化同步进行，提高在低碳源情况下的脱氮除磷能力。	9
3	短时泥膜法污水处理技术	各种不同规模的城市污水处理、黑臭河道治理控源截污工程建设	是将活性污泥及生物膜两种工艺组合的生物法污水处理技术，停留时间短，污泥产量少，运行成本低，主要出水指标达到准IV类地表水标准。关键设备有澄清池自动化排泥控制系统、滤池均匀布水布气装置/全自动化控制系统。	12
4	梯度低氧膜生物反应器及污泥动态成核高效脱氮除磷技术	污水管网建设尚不完善地区，用于生活污水的分散收集、处理及资源化	梯度低氧膜生物反应器协同污泥动态成核絮凝装备，在线精准控制前段膜生物反应器各级 DO 浓度，实现高效脱氮及去除有机污染物，后段通过在线控制回流污泥、各药剂的投加顺序、投加量和各级反应有效 pH 范围，持续生成致密的成核絮凝体，实现高效除磷及降低产泥系数。	14

工业废水治理技术				
5	污泥动态成核絮凝技术 处理电镀电子废水	电镀（包括线路板）、电子（包括光电）行业的综合废水	该技术以絮凝污泥-“胶质凝核”为絮凝主体，通过在线控制回流污泥、各药剂的投加顺序、投加量和各级反应有效 pH 范围，持续生成致密的成核絮凝体，实现高效且低成本去除水中颗粒污染物及降低产泥系数。	16
6	液晶面板废水深度处理 及资源化利用技术	液晶面板行业、集成电路、含氟废水等	液晶面板制造工艺复杂，生产过程含一百多道工艺，使用多种化学有机溶剂，主要产污环节有表面清洗、光刻、剥离、彩膜等步骤，产生废水水量大、污染物成分复杂，可大致分为含氟废水、酸碱废水、含磷废水以及高浓度有机废水。这些废水若得不到有效处理对环境危害极大，因此，以工业实际应用为导向，以水资源循环利用为目的，研发针对性强、	18

面源污染治理技术				
7	雨水削峰除污与资源化技术	海绵城市建设、黑臭水体治理、面源污染控制、雨水利用、防洪排涝	该技术利用水力学原理，通过设备结构的巧妙设计对初期雨水和后期雨水进行无动力分离，通过模块式生物滤料的截留、吸附和生物降解等途径净化去除雨水中的污染物，通过滤料层的慢滤下渗将净化后的雨水原位回补地下水。	20

水生态修复技术				
8	超微净化水环境污染处理技术	地表水（包括河、湖、雨水）治理	超微气泡进入反应区，与污水混合后，污染物质上浮到水面形成泡沫，通过刮渣机去除，从而达到去除水中污染物，净化水体的目标	22
9	城市富营养湖泊生态系统修复技术	城市景观湖泊	针对城市富营养化湖泊问题，基于稳态转换和食物网理论，采用“沉水植被水下森林构建+生物调控”来实施生态治理，通过植物的吸收、化感和结构功能来改善水质和构筑稳定的生态系统结构，通过水生动物调控维持生态系统平衡，构建稳定的食物网结构，实现水体的自稳态运行。	25
10	生态强化人工湿地深度脱氮除磷集成技术	城市污水处理厂尾水、受污染河水的深度处理	传统人工湿地尾水深度净化法占地面积大，容易产生堵塞，易受水力负荷、污染负荷的影响，且净化效果受气候和植物生长影响显著，尤其对于水中氮、磷污染物的去除效果不是很理想。针对污水处理厂一级 A 标准排放的尾水氮磷含量高、碳氮比失衡的特点，本技术通过生化预处理-人工湿地组合的方式，强化了系统对氮、磷及有机污染物的去除效率，并提高了人工湿地处理的稳定性。	27

## 第二部分 技术简介

# 反应沉淀一体式矩形环流生物反应器快速生化污水处理技术

## 一、技术依托单位

深圳清华大学研究院、深圳市清研环境科技有限公司

## 二、适用范围

生活污水及各类可生化性的工业污废水。

## 三、技术内容

反应沉淀一体式矩形环流生物反应器快速生化污水处理技术实现了反应、沉淀、出水的一体化。其核心原理在于：（1）利用曝气产生的气升动力，完成污水与污泥的充分混合和接触，并实现环流；（2）利用经典化工传质理论，提高了氧的传质效率；（3）污泥无动力全回流，形成了和 MBR 类似的微生物截留作用，使得生化池中始终可以保持较高的活性污泥浓度。因此，该技术是一种“低成本、高效率、简管理、优出水、少占地”的先进技术。

## 四、技术示范情况

- 1、300 m<sup>3</sup>/d生化系统升级改造工程（深圳市危险废物处理站有限公司，2016）；
- 2、2000 m<sup>3</sup>/d线路板废水处理设施改造工程（深圳市泽浩实业发展有限公司，2013）；
- 3、1500m<sup>3</sup>/d龙岗北区污水扩容改造工程（华润五丰肉类食品（深圳）有限公司龙岗分公司，2014）
- 4、300 m<sup>3</sup>/d江西五丰食品有限公司污水处理（2015）；
- 5、400 m<sup>3</sup>/d江西五丰牧业有限公司污水技改工程（2015）；
- 6、180 m<sup>3</sup>/d河南潢川豫鸣一分场污水处理（潢川县豫鸣畜牧有限责任公司，2015）；
- 7、200 m<sup>3</sup>/d小型分散污水处理（珠海市 18 个农村污水处理站）。

## 五、水污染防治效果

本技术具有“低成本，高效率，简管理，优出水，少占地”等特点，在工业废水和市政生活污水的处理中显现出其突出的竞争优势。通过对日处理 1000 吨乡镇生活污水进行对比研究，结果显示，采用本项技术比常规活性污泥工艺，在土建上，可以节省费用 40% 以上，占地可以节省 48% 左右；在运行上，可以节省动力消耗 30%；从处理效果看，本技术在高效去除 COD 的同时，脱氮能力更强大。

## 六、推广应用前景

MBR 作为市政污水处理的主流技术问题明显，从膜生产产生的废水废气污染到中间应用过程中通量的持续下降无法保证处理水量，最后膜寿命到达之后膜更换产生的固废污染

都是无法避免的问题。而反应沉淀一体式矩形环流生物反应器快速生化污水处理技术的诞生，恰恰为市政提标改造新建提供了一种“低成本、高效率、简管理、优出水”的替代方案。

该技术已经在屠宰、养殖、食品、乡镇等污水处理项目中得到了验证，克服了技术风险，商业模式的创新也使其在大规模推广中迅速形成影响力，其装备化和标准化程度都远远超过现有主流污水处理工艺，在市场竞争中具有较大优势。

### **七、获奖情况**

本技术先后获得 2014 年国家重点环境保护实用技术、2014 年国家环境保护科学技术三等奖、2015 年深圳市科学技术发明一等奖、2016 年广东省科学技术三等奖等荣誉。

本技术拥有 11 项专利，其中发明专利 4 项。

### **八、联系方式**

联系单位：深圳清华大学研究院

地 址：深圳高新技术产业园南区深圳清华大学研究院 A402 室

联 系 人：李文波 电话：15889678091

邮 箱：liwb@tsinghua-sz.org

# A/O+仿生颗粒污泥强化脱氮除磷技术

## 一、技术依托单位

福瑞莱环保科技（深圳）股份有限公司

## 二、适用范围

适用于水污染控制与防治，主要针对生活污水处理。

## 三、技术内容

采用多级 AO+双相填料，通过微环境驯化厌氧氨氧化菌，实现亚硝化与厌氧氨氧化同步进行，提高在低碳源情况下的脱氮除磷能力。

该技术是在传统的 A2/O 脱氮除磷工艺上，采用厌氧氨氧化反应器以生物诱导改性填料为核心，通过改变微观环境诱导菌种向设定方向变异，使厌氧氨氧化菌群不断增殖，实现厌氧氨氧化稳定进行。在生物填料上形成颗粒污泥，每一个微小的生物反应器在厌氧和好氧间达到脱氮除磷效果。

## 四、技术示范情况

### 1、示范工程：

- (1) 苏州某工厂取水项目、苏州、100 t/d、出水达到地表 IV 类水；
- (2) 英德市横石水镇农村污水处理项目、英德横石水镇、50 t/d、出水优于一级 A（GB18918—2002）；
- (3) 郑州市广武镇大师姑村污水站、广武镇大师姑村、350 t/d、出水优于一级 A（GB18918—2002）。

### 2、联系方式：

- (1) 苏州某工厂取水项目  
联系人：张增胜，联系方式：15921530428
- (2) 郑州市广武镇大师姑村污水站  
联系人：张晓，联系方式：13607665178。

## 五、水污染防治效果

技术主要在一体化智能生物反应器中体现：

Panda-box 高效生物膜反应器出水水质达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》GB 18918-2002 一级 A 标准。

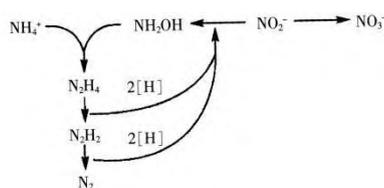
Bee-box 高效智能生物反应器出水水质达到《地表水环境质量标准》GB3838-2002 IV 水标准。

## 六、推广应用前景

在 20 世纪 50 年代以前，生物污泥颗粒调控技术却一直未被人们重视，其原因主要是

因为生产中最早采用的生物膜法构筑物是以碎石为填料的滴滤池。碎石的比表面积小，能够为微生物附着生长的表面积小，因而滴滤池的负荷不可能很大，使其占地面积较大，卫生状况也不好。50年代，由于塑料工业的发展以及塑料填料引入生物膜处理系统，使生物膜法出现了许多具有重要意义的发展。因此，出现了许多新型的生物膜法设备。20世纪70年代末，为强化生物膜法反应器中的传质，流化床系统被引入生物膜处理中，称为生物流化床。生物流化床兼有活性污泥法和生物膜法的特点，又称为半生物膜和半悬浮生长系统。与传统的污水生物处理技术相比,我司采用双球型生物填料，该填料中由聚丙烯材料注造成是对国内处理污水、生物膜法处理技术采用的多种填料中开发的最新产品。内部可填充火山岩，过滤绵，塑料丝条等，在使用过程中，微生物易生成、易更换、耐酸碱、抗老化、不受水流影响、使用寿命长，剩余污泥极少，安装方便。在好氧系统中利用生物膜调控技术，以人工调控技术影响微生物群落的行为，以生物工艺提高微生物对污染物的降解效率，提高出水水质。生物膜调控技术能令微生物附着在惰性滤料上，形成膜状生物污泥，从而对污水起到净化的效果。生物膜调控技术处理污水系统的基本流程：污水经初A/O池处理环节，微生物附着在填料挂料上生长繁殖，利用包埋菌种调控生物膜菌群，在形成的生物膜表面进行吸附、消解、包埋、脱落等周期环节，从而达到水质净化的目的。这是一种非常有发展前途的新型污水处理工艺技术。

脱氮除磷一直是水处理行业所面临的难题，针对高氨氮浓度废水，一种新型废水微生物脱氮技术极具研发价值，厌氧氨氧化（Anammox）即在厌氧（准确地说是缺氧，因为有亚硝酸盐）条件下由厌氧氨氧化菌利用亚硝酸盐为电子受体，将氨氮氧化为氮气的生物反应过程。福瑞莱在已有基础上，持续研发一种适应于农村污水处理的厌氧氨氧化微生物脱氮技术，并应用于分户式污水处理设备和集中式一体化污水处理设备当中，提高脱氮效率。



福瑞莱利用草木灰改性处理显著增加生物质炉渣载体表面的褶皱程度，增加比表面积，改性后材料具有良好的生物可容性，表面挂膜效果良好，生物量丰富；从而模拟一种颗粒污泥结构技术，模拟颗粒污泥结构，使表里厌氧、好氧分层，达到厌氧颗粒污泥和好氧颗粒污泥同时生长效果，加速污泥生长，提高污水处理中氮、磷、有机物等去除效率。此技术也将应用于分户式污水处理设备当中，并依据当地实际水质，因地制宜，进行微生物调控，营造缺氧微环境，实现气化除磷。



### 厌氧氨氧化

厌氧氨氧化已有多年研究基础。与传统硝化反硝化脱氮工艺相比，厌氧氨氧化微生物脱氮技术具有需氧量低，运行费用低且不需外加碳源等优点。已开始投入研发适用于农村及城镇黑臭水体-高氨氮废水处理的厌氧氨氧化微生物脱氮技术，厌氧氨氧化作为颗粒活性污泥的厌氧核心技术，在气化除磷领域具有先进性，因此该技术具有广泛应用前景。

### 七、获奖情况

本技术获得多项专利，具体如下表所示：

	序号	专利号	专利名称
专 利	1	201510445510.4	一种群体感应猝灭菌制备方法
	2	201610627632X	一种具有吸附和降解功能的吸附子制备方法及其应用
	3	201610779865.1	一种用于生物法处理废水的碳源缓释剂
	4	201621005587.6	一种微纳曝气装置
	5	201621005586.1	一种移动型生物膜反应器
	6	201621007104.6	一种高效膜生物反应器
	7	201630522983.5	污水处理设备

### 八、联系方式

联系单位：福瑞莱环保科技（深圳）股份有限公司

联系人：张心宝 电话：18320980559

邮箱：zhangxb@fairylands.com.cn

# 短时泥膜法污水处理技术

## 一、技术依托单位

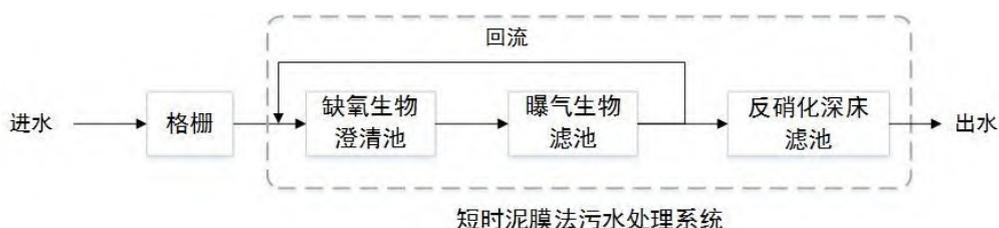
深圳市清水业股份有限公司

## 二、适用范围

各种不同规模的城市污水处理、村镇污水处理、黑臭河道治理控源截污工程建设。

## 三、技术内容

本技术是将活性污泥及生物膜两种工艺组合的生物法污水处理技术。由 ACQ（缺氧生物澄清池—活性污泥法）、BAF（曝气生物滤池—生物膜法）、MDF（反硝化深床滤池—生物膜法）三个技术单元串联组成。ACQ 具有同步脱氮除磷及降低 COD、SS 等功能，解决常规曝气生物滤池工艺前面设置的沉淀池只能去除 SS 功能单一的问题。在各单元独立培养不同的生物菌种，解决常规活性污泥法工艺各种菌种在同一污泥里互相抑制而导致处理效果不佳的难题。



## 四、技术示范情况

名称：眉山市城市污水处理厂（一期）工程提标升级改造工程

地点：四川省眉山市东坡区瓦窑村三组

联系人：李锡详总经理

联系电话：028-36022216，13990361199

处理规模：4 万立方/天，总变化系数 1.3

运行时间：2016 年 12 月

运行效果： $\text{COD} \leq 30$ ， $\text{NH}_3\text{-N} \leq 1.5$ ， $\text{TN} \leq 10$ ， $\text{SS} \leq 5$ ， $\text{TP} \leq 0.3$

## 五、水污染防治效果

本技术提供的污水处理系统总停留时间短（4~6h），直接运行成本低（0.3~0.35 元/吨水），处理出水优于一级 A 标准，主要指标可达到准 IV 类地表水标准，其中  $\text{COD} \leq 30$ ， $\text{NH}_3\text{-N} \leq 1.5$ ， $\text{TN} \leq 10$ ， $\text{SS} \leq 5$ ， $\text{TP} \leq 0.3$ 。

## 六、推广应用前景

随着我国政府对环境污染治理的重视力度不断加强，对全国大范围的污水处理厂出水要求达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级 A 标准，部分地区甚至要求达到地表准 IV 类水标准，北京市、天津市相应出台了更为严格的地方标准，四川省出台了《四川省岷

江、沱江流域水污染物排放标准》。而目前应用最广的 AAO 等单独活性污泥法工艺对主要污染物指标的去除率有限，尤其总氮、SS 指标几乎不可能达到新的标准要求，于是出现了将 AAO 与超滤膜技术结合的 AAO+MBR 新工艺，该工艺虽然出水指标能达到标准要求，但存在投资造价高昂、维护运行成本贵，MBR 膜需要化学清洗造成环境二次污染等许多问题。我公司提出的短时泥膜法污水处理技术，是将活性污泥及生物膜两种工艺组合的生物法污水处理技术，将公司多年来不断改进创新的核心技术和设备进行系统整合，其中无堵塞曝气生物滤池和反硝化深床滤池都是上向流滤池的一种应用型式，由我公司联合中南市政设计院主编的行业标准《上向流滤池设计规程》已经正式发布施行，标志着这一技术得到行业的正式认可。虽然与 AAO+MBR 工艺技术相比，该技术的市场占有率还很低，但却具有出水水质更好，总停留时间更短（4~6h），直接运行成本更低（0.3~0.35 元/吨水），投资更省，且不需要化学清洗无二次污染等明显优势。我国十三五规划在环保水处理项目的投资在 3000 亿元以上，其中新增污水处理设施投资 1192 亿元，提标改造污水处理设施投资 395 亿元，新增再生水生产设施投资 215 亿元，地级及以上城市黑臭水体治理中控源截污涉及的设施建设投资约 1700 亿元。因此本技术的推广应用空间非常巨大，即使按 3% 的市场占有率计算，也是百亿以上的产值规模。

#### **七、获奖情况**

本技术包含多项国家发明及实用新型专利。

#### **八、联系方式**

联系单位： 深圳市清水业股份有限公司

联系人： 王小林 电话： 13923784150

邮箱： 2850996729@qq.com

# 梯度低氧膜生物反应器及污泥动态成核高效脱氮除磷技术

## 一、技术依托单位

深圳职业技术学院

## 二、适用范围

污水管网建设尚不完善地区，用于生活污水的分散收集、处理及资源化。

## 三、技术内容

建立污泥动态成核絮凝和梯度低氧膜生物反应器组合装备，在污泥动态成核絮凝单元，通过精确条件控制形成动态成核絮凝体系，实现污水中磷的去除；之后在膜生物反应单元，一方面通过在线监控体系实现工艺条件实时优化，构建梯度低氧脱氮生物环境，实现氮的去除；另一方面利用膜的高效分离作用，有效截留其它污染物，使其能不断参与反应直至完全降解。整体组合装备可实现全自动运行无人值守，还大大降低了污泥产量，节省了处理成本。

## 四、技术示范情况

本技术目前已应用于深圳职业技术学院东校区校园生活污水收集、处理与回用。先后建立了两个示范工程，一期规模为 12.5t/d，目前已稳定运行 3 年；二期做了一定的工艺改进，规模为 50t/d，目前已稳定运行 1 年。在连续运行过程中，装备氮磷出水可以稳定达到地表水水质标准（GB3838-2002）的要求。污泥产生量低于传统工艺的 50%，处理成本平均降低 20%。

联系人：武延坤，电话：13760165560。

## 五、水污染防治效果

经过实验室小试到现场中试、示范工程调试，本技术对生活污水的脱氮除磷效果明显，出水水质的氮磷指标可稳定达到地表水水质标准（GB3838-2002）的要求。污泥产生量低于传统工艺的 50%，处理成本平均降低 20%。可有效减少生活污水处理后进入地表水体的氮磷含量，缓解水体富营养化问题。

## 六、推广应用前景

由于规划滞后于城市快速发展，深圳大量的违建缺乏配套的排水设施，污水管网建设也未能成片推进，原特区外有大面积片区的污水无法全面有效收集。很多开发建设项目建成后由于污水没有出路而直接溢流进入了雨水系统。在这种现状下，全面建成污水收集管网实现污水集中处理还需要很长的时间。因此，非常有必要按照深圳市治水提质工作计划（2015—2020 年）中提出的“分片建设，建设一片，见效一片”的思路，建设分散式高标准的生活污水处理设施。

目前，深圳乃至全国大力开展治水提质，其中，控源截污是水污染治理的最关键环节。本项技术所涉及装备一体化集成、占地小、工期短，可实现全自动运行，具有广阔的应用前景。本技术的推广应用，一方面可以在传统污水工艺的基础上有效提高出水水质，降低地表水体污染负荷，切实推进水体修复；另一方面，由于装备出水完全达到了回用中水和地表水生态补水的水质要求，其推广应用的同时也提高了水资源的重复利用率。预计到 2020 年，在相关部门的推广下，可以广泛应用于深圳管网建设滞后地区，市场潜力可占据深圳污水处理市场的 5% 以上。

#### **七、获奖情况**

本技术已授权国家发明专利一项。

#### **八、联系方式**

联系单位：深圳职业技术学院

联系人：朱佳 电话：13802201050

邮箱：7566874@qq.com

# 污泥动态成核絮凝技术处理电镀电子废水

## 一、技术依托单位

深圳职业技术学院

## 二、适用范围

电镀（包括线路板）、电子（包括光电）行业的综合废水。

## 三、技术内容

该技术以絮凝污泥-“胶质凝核”为絮凝主体，通过在线控制回流污泥、各药剂的投加顺序、投加量和各级反应有效 pH 范围，持续生成致密的成核絮凝体，实现高效且低成本去除水中颗粒污染物及降低产泥系数。处理后出水满足电镀废水污染物表三《水污染物特别排放限值》，表面负荷为传统工艺 2 倍以上，产泥量及运行成本减半。处理设备稳定可靠，自动化程度高。

## 四、技术示范情况

该技术目前已在两家公司进行了应用示范。1) 示范单位为永力中展礼品（深圳）有限公司，坪山区福民路 10 号，30~50m<sup>3</sup>/d；2) 深圳市华丰电器器件制造有限公司，福田区梅林工业区，300m<sup>3</sup>/d。两个示范单位的出水均满足表三《水污染物特别排放限值》，表面负荷为传统工艺 2 倍以上，产泥量减半，运行成本降至 7.2~8.2 元之间（约为传统工艺 60%）；可实现 40%回用率，目前已经稳定运行 3 年。

永力公司联系人：幸曙光，电话：13430506236

华丰公司联系人：谢俊峰，电话：13689561808

## 五、水污染防治效果

出水满足表三《水污染物特别排放限值》，表面负荷为传统工艺 2 倍以上，产泥量减半，运行成本降至 7.2~8.2 元之间（约为传统工艺 60%）；可实现 40%回用率，目前已经稳定运行 3 年。连续运行结果表明，该技术由于具备完善的自控条件，在工程运行过程中对水质条件适应性较强，出水稳定，具有良好的抗冲击负荷能力。

该技术在应用过程中不引入新的污染物质，无副产物和生物毒性，不会对环境造成二次污染。此外，该技术具有设备占地面积小、工程操作简单、成本低等优点，在成果转化和产业化过程中的实用性、配套设施较完善，市场接受度高。

## 六、推广应用前景

该技术目前已经十分成熟，已在现场实际工程中完成生产性试验。该技术与现有混凝工艺相比，表面负荷为传统工艺 2 倍以上（占地面积减少 40%以上），产泥量减半，运行成本降至传统工艺 60%左右，且后续可实现 40%回用率。本项技术工程实施简便，投资回报周期短，易于应用于相关废水的新建处理站或改扩建工程中，因此，具有较大的市场应用推广潜力。预计到 2020 年，可以应用于深圳目前 400 家左右电镀废水处理站中，而市场

潜力预计可以达到整个行业相关处理水量的 60%。该工艺技术及集成装置能够有效克服目前深圳市电镀行业废水处理及回用存在的技术弊端，具有重要的推广价值，预期可作为环保部门开展重金属污染减排及总量控制工作的重要技术手段，得到广泛应用。

#### **七、获奖情况**

本技术已授权国家发明专利一项。

#### **八、联系方式**

联系单位：深圳职业技术学院

联系人：朱佳 电话：13802201050

邮箱：zhujia@szpt.edu.cn

# 液晶面板废水深度处理及资源化利用技术

## 一、技术依托单位

深圳市环境科学研究院

## 二、适用范围

液晶面板行业、集成电路、含氟废水等行业废水的深度处理及资源化利用。

## 三、技术内容

本项目涉及的技术领域主要包括污水深度处理技术、膜技术等；工艺范畴主要包括新型絮凝剂开发、膜组件设计、设备集成、生态处理工艺设计等。

### 1. 含氟废水处理技术

目前对含氟废水主要采用  $\text{Ca}^{2+}$  离子形成  $\text{CaF}_2$  沉淀方法处理，由于  $\text{CaF}_2$  的溶解平衡，水中 F 的浓度一般在 20 mg/L 左右，无法再行降低。本研究将开发新型聚合物，其对 F 去除效率为  $\text{Ca}^{2+}$  的 5 倍，大幅度降低出水中 F 的浓度，使其浓度低于 1mg/L，同时，单位产品含氟固体废弃物（危险废物）的产生量减少 1/5，利用开发的新聚合物结合诱导结晶法+TMF 膜处理组合工艺进行含氟废水处理。诱导结晶法具有占地面积小、反应快、去除率高、不易产生二次污染等优点。在结晶工艺后通过管式微滤膜（TMF）工艺，进一步浓缩、过滤固体沉淀，提高晶种利用率，减少产生含氟危险废物的产生量，更大幅度降低出水中氟化物浓度，使出水中 F 浓度小于 1 mg/L。

### 2. 光刻、剥离、彩膜废水深度处理技术

此类废水含有多种类、较高浓度的大分子化合物，难以进行直接生化处理。首先通过厌氧工艺，使高浓度有机废水中的不溶性有机物溶解，可溶性难降解有机物分子结构发生变化，大分子降解为小分子，进而通过多级厌氧、缺氧与好氧工艺，提高污染物的去除率。

### 3. 含磷废水深度处理技术

拟采用化学沉淀+TMF 膜处理组合工艺对高浓度含磷废水进行深度处理。研发新型絮凝剂，克服传统的化学沉淀法沉淀速度慢、剩余磷含量高、污泥含水率高的缺点，同时，通过与管式微滤膜（TMF）的组合，进一步降低出水中磷含量，提高絮凝剂使用效率，出水中磷达到地表水 III 类标准（0.2mg/L）。

### 4. 液晶面板废水深度处理及资源化利用成套技术研发

综合各类型废水处理工艺，从污染物去除率、工艺针对性、运行管理、运行成本等方面进行技术开发与优化，集成高效、成本低、运营管理方便的技术及工艺，形成液晶面板产业废水深度处理及资源化利用成套技术。

## 四、技术示范情况

1、项目名称：坪山污水资源化示范工程

地址：深圳市坪山区中心公园北门

处理规模：3100m<sup>3</sup>/d

出水标准：《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准

## 五、水污染防治效果

（1）工程实施后，出水稳定达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准。

（2）出水被全部用于景观湖补水、绿化及道路冲洗等资源化利用。

## 六、推广应用前景

本技术在国内多个项目中成功应用，应用主要是集成电路、液晶面板等行业。在现有的技术经济性条件下，预计在国内相关行业的治理中得到越来越多的应用，不仅能有效处理危害大难处理的废水，而且能够实现废水资源化利用，景观效果好，该技术市场潜力巨大。

## 七、联系方式

联系单位：深圳市环境科学研究院

联系人：余波平

电话：13926528493

E-mail：371465514@qq.com

地址：深圳市罗湖区红桂路红桂一街50号环保大院

# 雨水削峰除污与资源化技术

## 一、技术依托单位

哈尔滨工业大学深圳研究生院

## 二、适用范围

海绵城市建设、黑臭水体治理、面源污染控制、雨水利用、防洪排涝。

## 三、技术内容

该技术利用水力学原理，通过设备结构的巧妙设计对初期雨水和后期雨水进行无动力分离，通过模块式生物滤料截留、吸附和生物降解等途径净化雨水中的污染物，通过滤料层慢滤下渗将净化后雨水原位回补地下水。与国内外其他技术相比具有节约用地、防洪削峰、污染治理、雨水利用、维护简单等优势。可去除初期雨水约 70% 污染物，实现其原位净化并回补地下水；对干净的后后期雨水可直接补充河道，使雨水资源充分利用，成本仅为传统技术的 1/3。

## 四、技术示范情况

本技术应用于深圳龙岗国际低碳城，示范区共安装了 127 个雨水除污器。示范运行 4 年，效果良好，技术稳定。

联系人：张妍，电话：13725518494

## 五、水污染防治效果

应用微电生态循环养殖系统通过增加有益微生物的菌种菌量，促进水体生态良性循环，有效调节调节PH值，提升亚硝酸盐、氨氮等有害物质的转化速率，从而高效去除水体中有机物及生物毒性，迅速处理“黑水”、“浓水”、“红水”等各类恶化水质，能明显改善养殖动物肠道微循环，助消化、促生长；提高机体免疫力，增强抵抗力，提高鱼虾活力，鱼苗成活率大幅提高 40%~50%，同时循环深度降解剩余饵料、排泄物对水体的污染，顺利实现鱼虾少生病，少用药，甚至不用药的全生态养殖增产增效。鱼虾病害发生率降低 80%~90%。

## 六、推广应用前景

经过实验室小试到现场中试、示范工程应用，本技术可去除初期雨水中约 70% 的 COD、SS、NH<sub>3</sub>-N、TP 和 Cr、Cu、Zn 等重金属，对初期雨水可实现原位净化和原位回补地下水，对干净的后后期雨水可自动排放，直接补充河道水体，实现了雨水资源的充分利

用，且投资成本仅为传统技术的 1/3。

### **七、获奖情况**

本技术已获得国家发明专利授权，已经进行了技术转让，当前技术拥有方为深圳市万木水务有限公司。

### **八、联系方式**

联系单位：哈尔滨工业大学深圳研究生院

联系人：董文艺 电话：13510852628

邮箱：dwy1967@qq.com

# 超微净化水环境污染处理技术

## 一、技术依托单位

深圳天澄科工水系统工程有限公司

## 二、适用范围

地表水（包括河、湖、雨水）治理。

## 三、技术内容

超微气泡进入反应区，与污水混合后，污染物质上浮到水面形成泡沫，通过刮渣机去除，从而达到去除水中污染物。超微净化一体化水处理设备是由稳定的超微细气泡发生系统、自动加药混合系统、重力进水安全自动控制系统、具有警报功能的 PLC 自动控制系统等集成的一体化水处理设备。它可实现可控地自动进水、高效地自动加药、稳定均匀地大量产生超微细气泡等，从而大大降低河水中各种污染物的浓度，将黑臭河水净化为透明度高、含氧量高、水质为地表 IV 类水以内的清澈河水。

## 四、技术示范情况

典型案例一 金地·天悦湾景观湖水质净化工程

项目位于深圳观澜，开发商为金地集团，湖水经内循环净化后，水质达到地表水三类水质标准，清澈见底。

项目工程地点：广东省深圳市宝安区观澜街道梅观高速与环观南路交汇处

联系人：魏工 13728821300

典型案例二 成都天府新区中央公园水生态工程项目水处理设备安装工程

项目概况：东侧水域为湖体，西侧为河道

项目规模：水域面积约 40.6 万 m<sup>2</sup>

技术措施：“超微净化设备+水生态系统”

水质目标：地表 III 类水标准

项目工程地点：成都市天府新区双流县兴隆镇

联系人：方工 15928901228

典型案例三 熊猫小镇水环境治理

治理前：地表劣 V 类水，水体浑浊，可见度 0.2 米。

治理后：清澈见底、达地表 II-III 类水、能见度 3.0 米。

技术措施：超微净化、水生态系统。

项目工程地点：成都新都区蜀龙大道保利 198 项目斜对面熊猫小镇项目

联系人：罗安全 13708197380

## 五、水污染防治效果

可将黑臭水体净化至《地表水环境质量标准》中 IV 类水质，其他污染较低的水体可净化至《地表水环境质量标准》中 III 类水质；超微净化一体化水处理设备除藻效率可达 95%。N 的处理效率约 66%；其除磷效率可达 80%。；去除 SS 效率 80-90%；去除有机物效率 60-80%；高效充氧，水体含氧量可达饱和。

## 六、推广应用前景

2012 年 5 月，住建部印发全国城镇供水设施改造与建设“十二五”规划及 2020 年远景目标的通知，预计“十二五”城镇污水处理设施及配套管网建设工程规划投资近 4300 亿元人民币；产业政策方面，工信部发布《环保装备“十二五”发展规划》提出了未来一段时期内我国环保装备八项发展重点，污水脱氮除磷深度处理设备被列入其中。超微净化水环境污染治理设备因其高效的脱氮除磷效果将成为国家环保投资的重点。

近年来，国家大力推进水利建设，不断加大水利资金投入，带动了水利水电建设工程的快速发展。“十一五”期间，全国共落实水利建设投资约 7000 亿元，同比前一个五年规划时期接近翻了一番。在“十二五”的规划中，全国水利建设投资约 2.1 万亿元，是“十一五”总投资额的三倍，年均投资约为 4000 亿元。其中，福建、广东等地水利工程投资超千亿。从各地水利工程“十二五”规划透露出的信息可以看出，在政策利好的刺激下，区域性水利工程发展必将加速。

流域治理属于水利建设的重要环节之一，由数据分析可以看出，国内水利建设投资持续增长，水环境污染治理市场潜力巨大。

我们的市场定位是：新一代河道、湖泊的水质处理的超微净化技术产品。

超微净化水环境污染治理技术通过对河道、湖泊的人工水质净化处理，去除河道水中污染物，尤其是氮和磷，从而减少水体的水华等富营养化现象，成为河道、湖泊水系生态修复的重要人工水质控制手段。

## 七、获奖情况

本技术核心内容均为本公司自主研发，公司自主研发获得知识产权有：发明专利 1 项，实用新型 11 项，计算机软件著作权 9 项，细则如下：

已经授权专利列表					
序号	专利名称	专利号	授权公告日	类别	授权情况
1	一种多维生态系统修复方法	ZL 2013 1 0717068.7	2016/6/1	发明专利	已授权
2	地理式一体化气浮综合水处理设备	ZL 2010 2 0577228.4	2011/5/11	实用新型	已授权
3	电子水处理、复合介质膜一体化水净化设备	ZL 2012 2 0242630.6	2012/12/26	实用新型	已授权

4	刮渣机	ZL 2013 2 0625675.6	2014/4/16	实用新型	已授权
5	河道污水处理系统	ZL 2013 2 0720343.6	2014/7/30	实用新型	已授权
6	气浮生化一体化水处 理设备	ZL 2010 2 0577226.5	2011/5/11	实用新型	已授权
7	全自动水力精确弃流 设备	ZL 2012 2 0242708.4	2012/12/26	实用新型	已授权
8	生化气浮船	ZL 2013 2 0625042.5	2013/10/11	实用新型	已授权
9	纤维过滤器	ZL 2012 2 0242655.6	2012/12/26	实用新型	已授权
10	一体化埋地式景观水 净化设备	ZL 2012 2 0242689.5	2012/12/26	实用新型	已授权
11	一种太阳能河道充氧 机	ZL 2016 2 0885812.3	2017/2/22	实用新型	已授权
12	一种原位修复污染底 泥的生态毯	ZL 2016 2 1444140.9	2017/6/2	实用新型	已授权

已经授权的计算机软件著作权列表

序号	计算机软件著作权名称	授权号	发表日期	类型	授权情况
1	天澄科工超微净化水处理加 药系统 V1.0	2017SR2264 53	2017/1/18	计算机软件 著作	已授权
2	天澄科工海绵城市监测系统 V1.0	2017SR2206 25	2017/2/2	计算机软件 著作	已授权
3	天澄科工海绵城市模拟计算 系统 V1.0	2017SR2258 76	2017/2/26	计算机软件 著作	已授权
4	天澄科工河道水质监测系统 V1.0	2017SR2246 42	2017/2/6	计算机软件 著作	已授权
5	天澄科工黑臭水体 3D 模拟 分析系统 V1.0	2017SR2262 50	2017/3/16	计算机软件 著作	已授权
6	天澄科工湖泊黑臭水体监测 系统 V1.0	2017SR2206 22	2017/1/30	计算机软件 著作	已授权
7	天澄科工拦河坝自动控制系 统 V1.0	2017SR2248 45	2017/2/20	计算机软件 著作	已授权
8	天澄科工污水处理模拟分析 系统 V1.0	2017SR2263 82	2017/4/6	计算机软件 著作	已授权
9	天澄科工污水处理自动控制 系统 V1.0	2017SR2212 56	2017/1/10	计算机软件 著作	已授权

#### 八、联系方式

联系单位：深圳天澄科工水系统有限公司

联系人：钟小英 电话：15813737123

邮箱：sztckg@163.com

# 城市富营养化湖泊生态系统修复技术

## 一、技术依托单位

深圳市环境科学研究院

## 二、适用范围

城市富营养化湖泊治理和水质改善

## 三、技术内容

生态系统修复技术主要是利用水生植物吸收氮磷营养物质，并调控水生动物来控藻去污，降低藻类密度，提高透明度，为水生植被的生态修复创造条件，再通过优化营养结构，构建功能完善的生态系统，增强自身调节能力，巩固和维护生态修复后水体的净化效果，同时美化自然景观。该技术适合城市景观湖泊的水质改善、富营养化治理、藻类水华防控。以“一湖一策”、“一河一策”为指导思想，对湖泊进行全面认真诊断，提出与之相适应的治理方案与建设对策把“水质改善”与“生态重建”相结合，恢复草型湖泊生态系统把“水质、生态、景观结合于一体”，集成技术，综合治理。

(1) 通过水位调控、微生物技术和絮凝沉淀等方式，提高水体的透明度，为沉水植物的生长提供光照。

(2) 沉水植物重建，恢复和构建草型生态系统，吸收水体的氮、磷等营养物质，形成“水下森林”，并产生它感作用进一步抑制蓝绿藻。

(3) 基于“水生动物—草”平衡关系的城市湖泊水生态管理技术，引入螺、肉食性鱼类和草食性鱼类等水生动物，通过垂钓、定期捕捞等方式转移一定数量的鱼等水生动物，同时，还应按季节更替或定期收割部分水生植物以维持水生生态系统的稳定，形成草型清水态生态系统。

## 四、技术示范情况

1、项目名称：深圳中心公园人工湖（2017年03月开工，2017年09月完工）

地址：深圳中心公园笋岗西路和红荔路之间

项目概况：水域面积 32000m<sup>2</sup>，平均水深为1.5m，修复后透明度清澈见底，无藻类水华发生，景观效果好。

## 五、水污染防治效果

(1) 工程实施后，水体透明度达到 1.5 m及以上，全湖清澈见底；水体生态系统至今 1 年多时间保持稳定的清水态系统。

(2) 水下沉水植物覆盖率达 80%及以上，水生植物保持四季常绿，形成优美的水下景观。

(3) 完善水体生态系统的食物链，形成全面稳定的生态平衡并建立后续生态平衡维护

保养系统。

## **六、推广应用前景**

本技术在国内多个城市多个项目中成功应用，应用主要是城市景观湖泊。在现有的技术经济性条件下，预计在在国内乃至深圳市景观湖泊的治理中得到越来越多应用，且是目前唯一行之有效的生态治理技术，市场潜力巨大。

## **七、联系方式**

联系单位：深圳市环境科学研究院

联系人：余波平

电话：13926528493

E-mail: 371465514@qq.com

地址：深圳市罗湖区红桂路红桂一街 50 号环保大院

# 生态强化人工湿地深度脱氮除磷集成技术

## 一、技术依托单位

深圳市环境科学研究院

## 二、适用范围

城市污水处理厂尾水、受污染河水的深度处理

## 三、技术内容

针对污水处理厂一级 A 标准排放的尾水氮磷含量高、碳氮比失衡的特点，构建了 1 套生态强化砾间床+人工湿地深度脱氮除磷集成技术。其关键核心技术如下：

(1) 生态强化砾间床：采用亲水性好、吸附能力强、挂膜速度快的内置式陶粒作为填料，以提高低碳源条件下微生物成膜量。同时在生化系统中嵌入植物床层，依靠植物生长吸收部分有机物，并借助植物根系泌氧作用提升溶氧量及构建辅助生物膜载体。最终利用填料-微生物-植物三者协同作用拦截、降解、吸收污染物，强化对水中氮、磷的净化效果。

(2) 高效除磷人工湿地：以牡蛎壳、给水厂污泥和粉煤灰制备出 Ca-Al-Fe 为活性组分的除磷功能填料，将其用作人工湿地工艺的核心填料得以强化对尾水中 TP 的吸附去除。

## 四、技术示范情况

示范工程选址位于深圳市龙岗区布吉街道甘坑新村甘坑河东侧，原甘坑人工湿地污水处理工程场址，地处甘坑河中游。项目对原甘坑人工湿地污水处理工程存在的工艺陈旧、设施老化、处理出水水质不达标等问题进行升级改造，设计处理规模 8000 m<sup>3</sup>/d（旱季），设计出水 COD、BOD<sub>5</sub>、NH<sub>3</sub>-N、DO、pH 等指标达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）的 IV 类标准。

甘坑河水质受沿河排污影响较大，其污染特征表现为：以氮磷污染为主、碳氮比严重失衡。针对上述水环境问题，示范工程采用“生态强化砾间床+人工湿地深度脱氮除磷集成技术”对受污染河水进行深度处理。主要建设内容包括：1) 生化预处理单元改造：将原有接触工艺改造为砾间床工艺，池内弹性填料更换为内置式陶粒填料，池顶敷设植物净化层，从而依靠填料-微生物-植物协同作用拦截、降解和吸收污染物，强化对水中氮、磷的净化效果；2) 人工湿地单元改造：将原有湿地植物池表层填料更换为课题研发的高效除磷陶粒，并优化湿地运行方式，提升对水中磷的吸附去除能力。运行期间对 COD、NH<sub>3</sub>-N、TN、TP 的年去除率分别达到 64.47%、64.57%、45.77%、61.56%，年平均削减量达到 39.67、4.62、6.17、0.77 吨/年。出水 COD、BOD<sub>5</sub>、NH<sub>3</sub>-N、DO、pH 等指标稳定达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）的 IV 类标准。本示范工程的实施增强了人工湿地系

统污水的处理能力，提高了系统净化效率，有效削减了进入甘坑水库的污染物。同时对提高甘坑河流域水环境质量、改善河流生态环境、普及河流生态知识、提高人们环保意识，具有很好的环境效益和社会效益。

## 五、水污染防治效果

传统的人工湿地利用植物的吸收和微生物的降解对水中磷的去除能力有限，增强基质填料吸附作用是提高人工湿地除磷效果重要的手段。利用牡蛎壳、给水厂污泥和粉煤灰为主要原料，制备出一种高效除磷功能陶粒填料，该陶粒以  $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$  为活性组分，具有极强的吸附除磷性能。所制备，对水中 TP 最大吸附容量达到  $3.19\text{mg/g}$ 。该填料在人工湿地工艺中的应用研究表明 12 h 的停留时间下对 TP 去除率达到 90% 以上，处理出水达到《地表水环境质量标准》IV类指标。

技术指标：砾间床有效停留时间 2.5h，有机负荷  $0.06\text{ kgCOD}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ ；人工湿地水力停留时间 0.5d，表面水力负荷  $1.0\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{d}$ ，填料层深度 1.2m，高效除磷功能填料 0.2m，填料磷吸附容量  $>3.0\text{ mg/g}$ 。出水  $\text{COD}_{\text{Cr}}$ 、 $\text{BOD}_5$ 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、TP 等指标《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中的IV类标准。

经济指标：吨水处理费为 0.33 元/吨。

## 六、推广应用前景

传统人工湿地尾水深度净化法占地面积大，容易产生堵塞，易受水力负荷、污染负荷的影响，且净化效果受气候和植物生长影响显著，尤其对于水中氮、磷污染物的去除效果不是很理想。本技术通过生化预处理-人工湿地组合的方式，强化了系统对氮、磷及有机污染物的去除效率，并提高了人工湿地处理的稳定性。

本技术已完成“小试——中试（ $30\text{m}^3/\text{d}$ ）——工程示范（7万  $\text{m}^3/\text{d}$ ）”验证放大和示范工程建设，完成了示范工程第三方监测，根据近 1 年的第三方监测结果表明：出水水质常规指标能够稳定达到地表水IV类标准，满足课题考核指标要求。

## 七、获奖情况

- （1）一种陶粒生产方法及陶粒和陶粒的应用，授权公告号：CN 104163617 B；
- （2）一种微污染水处理人工湿地强化脱氮除磷预处理方法及装置，授权公告号：CN 103408197 A；
- （3）一种内置式组合填料挂膜模块，授权公告号：CN 204874004U；
- （4）一种微污染水处理人工湿地强化脱氮除磷预处理装置，授权公告号：CN 203451334 U。

## 八、联系方式

联系单位：深圳市环境科学研究院

联系人：余波平

电话：13926528493

E-mail: 371465514@qq.com

地 址：深圳市罗湖区红桂路红桂一街 50 号环保大院