

六种先进的污水处理技术介绍

一、连续循环曝气系统 (CCAS)

A、CCAS 工艺简介

CCAS 工艺,即连续循环曝气系统工艺 (Continuous Cycle Aeration System),是一种连续进水式 SBR 曝气系统。这种工艺是在 SBR (Sequencing Batch Reactor, 序批式处理法) 的基础上改进而成。SBR 工艺早于 1914 年即研究开发成功,但由于人工操作管理太烦琐、监测手段落后及曝气器易堵塞等问题而难以在大型污水处理厂中推广应用。SBR 工艺曾被普遍认为适用于小规模污水处理厂。进入 60 年代后,自动控制技术和监测技术有了飞速发展,新型不堵塞的微孔曝气器也研制成功,为广泛采用间歇式处理法创造了条件。1968 年澳大利亚的新南威尔士大学与美国 ABJ 公司合作开发了“采用间歇反应器体系的连续进水,周期排水,延时曝气好氧活性污泥工艺”。1986 年美国国家环保局正式承认 CCAS 工艺属于革新代用技术 (I/A),成为目前最先进的电脑控制的生物除磷、脱氮处理工艺。

CCAS 工艺对污水预处理要求不高,只设间隙 15mm 的机械格栅和沉砂池。生物处理核心是 CCAS 反应池,除磷、脱氮、降解有机物及悬浮物等功能均在该池内完成,出水可达标排放。

经预处理的污水连续不断地进入反应池前部的预反应池,在该区内污水中的大部分可溶性 BOD 被活性污泥微生物吸附,并一起从主、预反应区隔墙下部的孔眼以低流速 (0.03-0.05m/min) 进入反应区。在主反应区内依照“曝气 (Aeration)、闲置 (Idle)、沉淀 (Settle)、排水 (Decant)” 程序周期运行,使污水在“好氧-缺氧”的反复中完成去碳、脱氮,和在“好氧-厌氧”的反复中完成除磷。各过程的历时和相应设备的运行均按事先编制,并可调整的程序,由计算机集中自控。

CCAS 工艺的独特结构和运行模式使其在工艺上具有独特的优势:

(1) 曝气时,污水和污泥处于完全理想混合状态,保证了 BOD、COD 的去除率,去除率高达 95%。

(2) “好氧-缺氧”及“好氧-厌氧”的反复运行模式强化了磷的吸收和硝化-反硝化作用,使氮、磷去除率达 80% 以上,保证了出水指标合格。

(3) 沉淀时,整个 CCAS 反应池处于完全理想沉淀状态,使出水悬浮物 (SS) 极低,低的 SS 值也保证了磷的去除效果。

CCAS 工艺的缺点是各池子同时间歇运行,人工控制几乎不可能,全赖电脑控制,对处理厂的管理人员素质要求很高,对设计、培训、安装、调试等工作要

求较严格。

B、国内外城市污水处理厂发展概况

水是经济发展和社会可持续发展的一个重要因素。随着城市规模的不断扩大和人口的增加，水环境污染成了一大难题。城市污水是目前江河湖泊水域污染的重要原因，是制约许多城市可持续发展的主要原因之一。“环境保护”是我国的基本国策，中国可持续发展的战略与对策制定的 2000 年治理目标，要求城市污水集中处理率达 20%。目前，我国正处于城市污水处理事业的大发展时期，尤其随着国家西部大开发战略的实施，中国中西部环境与生态保护已被提上首要议事日程。

城市生活污水处理自 200 年前工业革命以来，越来越受到人们的重视。城市污水处理率已成为一个地区文明与否的一个重要标志。近 200 年来，城市污水处理已从原始的自然处理、简单的一级处理发展到利用各种先进技术、深度处理污水，并回用。处理工艺也从传统活性污泥法、氧化沟工艺发展到 A/O、A²/O、AB、SBR（包括 CCAS 工艺）等多种工艺，以达到不同的出水要求。我国城市污水处理相对于国外发达国家、起步较晚，目前城市污水处理率只有 6.7%。在我们大力引起国外先进技术、设备和经验的同时，必须结合我国发展，尤其是当地实际情况，探索适合我国实际的城市污水处理系统。

结合我国实际情况，参考国外先进技术和经验，建设城市污水处理厂应符合以下几个发展方向：

（1）总投资省。我国是一个发展中国家，经济发展所需资金非常庞大，因此严格控制总投资对国民经济大有益处。

（2）运行费用低。运行费用是污水处理厂能否正常运行的重要因素，是评判一套工艺优劣的主要指标之一。

（3）占地省。我国人口众多，人均土地资源极其紧缺。土地资源是我国许多城市发展和规划的一个重要因素。

（4）脱氮除磷效果。随着我国大面积水体环境的富营养化，污水的脱氮除磷已经成为一个迫切的问题。我国最新实施的国家《污水综合排放标准》（GB8978-1996）也明确规定了适用于所有排污单位，非常严格地规定了磷酸盐排放标准和氨氮排放标准。这就意味着今后绝大多数城市污水处理厂都要考虑脱氮除磷的问题。

（5）现代先进技术与环保工程的有机结合。现代先进技术，尤其是计算机技术和自控系统设备的出现和完善，为环保工程的发展提供了有力的支持。目前，国外发达国家的污水处理厂大都采用先进的计算机管理和自控系统，保证了污水处理厂的正常运行和稳定的合格出水，而我国在这方面还比较落后。计算机控制和管理也必将是我国城市污水处理厂发展的方向。

C、几种处理系统的工艺比较

为了选择出工艺上最可靠，投资上最经济，管理上最方便的城市污水处理系统，结合当地的实际情况，我们调研了国内外污水处理厂的成熟经验和发展趋势，并进行了比较。

目前，国内外城市污水处理厂处理工艺大都采用一级处理和二级处理。一级处理是采用物理方法，主要通过格栅拦截、沉淀等手段去除废水中大块悬浮物和砂粒等物质。这一处理工艺国内外都已成熟，差别不大。二级处理则是采用生化方法，主要通过微生物的生命运动等手段来去除废水中的悬浮性，溶解性有机物以及氮、磷等营养盐。目前，这一处理工艺有多种方法，归结起来，有代表性的工艺主要有传统活性污泥、氧化沟、A/O 或 A²/O 工艺、SBR 及 CCAS 工艺等。目前，这几种代表工艺在国内外都有实际应用。

二、SPR 高浊度污水处理技术

在天然淡水资源已被充分开发、自然灾害日益频繁暴发的今天，缺水已经对世界各国众多城市的经济和市民生活构成了十分严重的威胁，缺水危机已经是我们面临的现实，解决城市缺水问题的重要途径应该是将城市污水变为城市供水水源。城市污水就近可得，来源稳定，容易收集，是可靠且稳定的供水水源。城市污水经净化后回用主要可作为市政绿化、景观用水和工业用水。

城市污水再生回用工程包括污水收集系统、污水净化处理技术及其系统、出水输配系统、回用水应用技术和监测系统。其中污水净化再生技术及其系统是关键，污水净化处理的流程要简单可靠，投资和运行费用要为该城市经济实力所能承受，处理后出水的水质要满足回用的要求。

沿用了许多年的传统的“一级处理”及“二级处理”水处理工艺技术和设备已经难以适应当今的高浊度和高浓度污水的净化处理要求，处理后出水更不能满足城市对水回用的水质要求。沿着传统的工艺技术路线只能进一步附加传统的“三级处理”设备系统，既回避不了庞大复杂的传统二级生化处理系统，也回避不了投资和运行费用都十分昂贵的传统三级过滤吸附处理系统。这些恰恰是实现污水回用的忌讳之处。所以，环保市场十分迫切需要净化效率更高、处理后出水能满足现有环保标准并且能回用于城市，投资和运行费用又要为现有城市的经济实力所能接受的污水处理新技术和新设备。

最新发明的“SPR 高浊度污水净化系统”（美国发明专利）将污水的“一级处理”和“三级处理”程序合并设计在一个 SPR 污水净化器罐体内，在 30 分钟流程里快速完成。它容许直接吸入悬浮物（浊度）高达 500 毫克/升至 5000 毫克/升的高浊度污水，处理后出水的悬浮物（浊度）低于 3 毫克/升（度）；它容许直接吸入 COD_{Cr} 为 200 毫克/升至 800 毫克/升的高浓度有机污水，处理后出水 COD_{Cr} 可降为 40 毫克/升以下。只需用相当于常规的一、二级污水处理厂的工程投资和低于常规二级处理的运行费用，就能够获得三级处理水平的效果，实现城市污水的再生和回用。

SPR 污水处理系统首先采用化学方法使溶解状态的污染物从真溶液状态下析出，形成具有固相界面的胶粒或微小悬浮颗粒；选用高效而又经济的吸附剂将有机污染物、色度等从污水中分离出来；然后采用微观物理吸附法将污水中各种胶粒和悬浮颗粒凝聚成大块密实的絮体；再依*旋流和过滤水力学等流体力学原理，在自行设计的 SPR 高浊度污水净化器内使絮体与水快速分离；清水经过罐体内自我形成的致密的悬浮泥层过滤之后，达到三级处理的水准，出水实现回用；污泥则在浓缩室内高度浓缩，定期*压力排出，由于污泥含水率低，且脱水性能良好，可以直接送入机械脱水装置，经脱水之后的污泥饼亦可以用来制造人行道地砖，免除了二次污染。

最新发明的 SPR 污水净化技术以其流程简单可*、投资和运行费用低、占地少、净化效果好的众多优势将为当今世界的城市污水的再利用开创一条新路。城市污水实现再利用之后，为城市提供了第二淡水水源，为城市的可持续发展提供了必不可少的条件，其经济效益和社会效益是不可估量的。

SPR 污水处理系统与众不同的技术特点

1. 城市生活污水和处理药剂的混合主要是在泵前吸药管道、污水泵叶轮、蛇形反应管和瓷球反应罐的组合作用下完成的，依照紊流速度、混合时间、和水力学结构数据设计，得以十分充分的混合，为取得最佳混凝净化效果和最大限度地节省药剂创造了前提条件。这是过去常规的一级处理和二级处理之土工结构所做不到的。

2. SPR 系统处理城市污水时，采用五种以上污水处理药剂及其最佳配方组合使用，*化学反应使污水中溶解状态的有机污染物、重金属离子和有害的盐类从水中析出，成为有固相界面的微小颗粒（它包含有污水三级处理的作用）。其中还选用了一种吸附效果很好而价钱又很便宜的吸附剂，以吸附有机污染物和色度。*消毒剂在 30 分钟的流程内杀灭细菌和大肠杆菌。*混凝的物理化学吸附作用将悬浮物及各类杂质凝聚成大而且密实的絮团。这样发挥各药剂的单独作用和它们之间的交联作用的用药方式是与常规的物理化学法不相同的。而且 SPR 系统使用的组合药剂配方，只能在具有十分精细的水动力学参数设计的 SPR 污水净化器及其系统里才能充分发挥作用，在常规的水工系统里是无法使用的。

3. SPR 系统装置能够依照模拟试验得出的配方，借助大气压力和流量计，十分精确地投加混凝药剂和絮凝药剂，不致因加药过量而造成药剂残留在净化后的出水中，而且动力消耗很少。

4. SPR 污水净化器内部结构是完全按照混凝机理精确设计的，形成的涡旋流动和各部位恰当的水流速度，使得胶体颗粒之间有最多的碰撞次数，并且有凝聚吸附所需的最佳流速环境。从而在极小的容积内获得了极充分的凝聚效果。这也是常规水工装置无法比拟的。

5. 根据混凝形成的絮团实际状况，准确确定了 SPR 污水净化器内部的水动力学数据，使得在罐体中上部形成了一个有几十厘米厚的、十分致密的悬浮泥层。所有经过混凝的出水都必须通过此悬浮泥层的过滤，才能升流到罐体上部的清水汇集区。它十分成功地起到了污水高级处理工艺中极为重要的过滤作用。

这个致密的悬浮泥层是由污水中的污泥及混凝药剂形成的絮体本身组成的。随着絮体由下向上运动，使泥层的下表层不断增加、变厚；同时，随着过滤水力学原理形成的罐体的旁路流动，引导着悬浮泥层的上表层不断流入中心接泥桶，上表层不断减少、变薄。这样，悬浮泥层的厚度达到一个动态的平衡。当混凝后的出水由下向上穿过此悬浮泥层时，此絮体滤层*界面物理吸附和电化学特性及范德华力的作用，将悬浮胶体颗粒、絮体、细菌菌体等等杂质全部拦截在此悬浮泥层上，使出水水质达到三级处理的水平。由于泥层是由絮体组成，致密度高，过滤效率远远高于常规的沙粒层过滤；由于是处于悬浮状态的絮体泥层作滤层，其过滤的水头（阻力）损失非常小，所以动力消耗远远低于常规的砂层过滤、微孔过滤、或反渗透膜过滤；又由于过滤泥层是净化过程中由污水中的污泥自动补充添加，又自动被引走，即过滤泥层自身在不断地更新，过滤泥层总是保持着稳定的厚度，而且总是保持着稳定的物理吸附和电化学吸附性能，因此能获得稳定的过滤效果。而且完全免去了常规系统中必不可少的过滤层的反冲洗以及反冲洗带来的众多麻烦。这种结构和原理与常规的三级污水处理的过滤装置是完全不同的，这里没有价格昂贵的反渗透膜过滤、微孔过滤、或活性炭过滤等装置。所以，投资省、动力消耗小、运行费用低是 SPR 系统的必然优势。

6. SPR 系统选用的絮凝剂，同时也是良好的污泥助滤剂，所以，系统最后排出的污泥浆，其脱水性能良好，可以不另外添加助滤剂，就直接泵入压滤机脱水。泥饼可以制成人行道地砖再利用，不会带来二次污染的问题。它没有传统的生化法产生的污泥含水率很高、脱水性能很差的致命弱点。

7. 本类型污水净化器曾开机运行处理过养猪场污水、养鸡场污水、煤矿矿井坑道污水、生猪屠宰场污水、高粱酿酒厂酒糟污水、纺织印染污水、再生纸造纸污水和城市生活污水等等含有大量有机污染物和氨氮的污水；也成功应用于陶瓷厂污水、墙地砖厂污水、大理石水磨抛光污水、洗煤污水、燃煤锅炉湿法除尘污水、石英砂洗砂污水等悬浮物含量极高的污水的净化和回用。各地权威检测部门测试了污水净化器进水和出水的有关数据。测试报告单表明：氨氮去除率可以达到 85%，总氮去除率可达 95%，有机氮去除率可达 96%，BOD 去除率可达 95%，悬浮物的去除率则高达 98.3%~99.6%，出水浊度达到 3 度（3 毫克 / 升）以下。这是本净水系统在低投资、低运转费的前提下所获得的出水指标。这是常规的物化法和生物化学法的一级、二级处理系统都无法达到的。

除发达国家有专门的城市生活污水管路系统外，实际的城市污水往往混入有许多工业污水，可生化性差和污染物成分不规则地快速变化是我们面临的现实，而针对降解某种有机污染物的微生物生长、繁殖的过程却太长，所以，传统生化系统难以适应当今愈来愈工业化了的城市的污水。SPR 系统已拥有处理众多工业污水的适应能力和物化法具有的快速应变能力，容易通过自动化的手段应付系统

入口污水水质的变化，保持稳定的净化效果。

8 .SPR 系统中投放杀菌消毒药剂时，只要增加一些投氯量（无需另外增加设备）就可以起到用氯来氧化除氨的作用，进一步提高污水处理系统去除氨氮的效率。

9 .假如经过 SPR 系统处理后的出水氨氮含量还未达到较严格的要求（如某些发达国家或发达地区将排水标准定为含氨氮 1 毫克 / 升以下），也可以后续再串联设置一级离子交换装置，*斜发沸石离子交换柱最终达到除氨氮的目标。

因为斜发沸石离子交换系统要求进口水质的悬浮物含量要低于 35 毫克 / 升，否则会影响离子交换柱的功能和寿命，从而大大增加离子交换的运行费用。过去，常规的一、二级污水处理装置是难以长期稳定地达到这样的前处理水平的，因而限制了离子交换法除氨氮技术的广泛应用。现在，SPR 污水处理系统绝对可以保证净化后出水的悬浮物含量低于 3 毫克 / 升（实际运行中出水的悬浮物含量多为 1 毫克 / 升），使得后续的斜发沸石离子交换系统去除氨氮的负荷减轻很多，交换柱的使用寿命会大大延长，即离子交换的运行费用会大大降低，将使离子交换法除氨氮技术的优点得到更充分的发挥。

早在七十年代，美国 Minnesota 州 Minneapolis 市的罗兹芒污水厂就是用纯粹的物理化学法处理城市生活污水的，其工艺流程是：化学混凝——沉淀——过滤和活性炭吸附——斜发沸石离子交换。其最后出水水质标准为：氨氮 1 毫克 / 升，BOD 10 毫克 / 升，磷 1 毫克 / 升，悬浮物 10 毫克 / 升，pH 8.5。证明纯粹的物理化学法处理城市污水在技术上是可行的。现在，依*新发明的 SPR 净水技术，将使这项工艺的经济性更为圆满。

10 .其实，经过 SPR 污水净化系统处理后的出水，其悬浮物的含量小于 3 毫克 / 升，浊度也小于 3 度（毫克 / 升），达自来水标准，不再会堵塞输水管路，并且已经经过了良好的消毒。将此出水回送到城市各地，作为城市草坪绿地和树木绿化浇灌用水是十分安全、可*的。经过 SPR 系统处理后的出水中，残存的氮含量已经很低，氮作为植物生长的营养物是不必去除、或不必去除得那么干净的。从而可以免去除氮的深度处理投资及其运行费用，既保证了环境质量，又为社会节省了大笔资金。用此回用水取代自来水作为城市绿化用水，将大大节省城市的淡水资源，减轻城市市政部门的供水压力，对城市的整体经济发展定会产生十分巨大的效益。这是城市污水回用的新概念。

11 .这种纯粹的物理化学法污水处理系统，受天气、环境及人为因素的影响少，操作人员控制处理系统的能力和灵活性都大大优越于生物化学法，这是众所周知的。

城市生活污水处理厂的工艺流程可采用下列新模式：

方案（1）：一般的城市：污水经 SPR 系统处理后，回用于城市绿化、浇灌

草地树木，或作为工业用水。

城市生活污水储存调节池:SPR 污水处理系统 ----污泥脱水----- 污泥制成人行道地

出水回用于浇灌城市草地、树木，或作为工业用水

方案（2）：特殊要求的城市：生活污水经 SPR 系统处理后，再进行离子交换除氨氮，最后排海，或回用。

城市生活污水储存调节池:SPR 污水处理系统 ----- 污泥脱水 ----- 污泥制成人行道地砖

斜发沸石离子交换除氨氮,出水排入近海、或回用于浇灌城市草地、树木，或作为工业用水。

如果有关部门能协助创造一些现场表演的简易条件，将可以运送一台处理水量为 10 ~ 20 立方米 / 日的 SPR 污水净化器及其完整的配套系统到现场作城市污水净化处理的连续开机运行操作表演，并通过播放录像和幻灯片详细讲解有关的净化机理，同时请当地水质检测的权威部门进行净化效果的水质测试。全套装置轮廓最大尺寸为长 3 米，宽 1.4 米，高 2.4 米，总重量为一吨以下。

在技术展示成功的基础上，与当地的环保部门及环保产业密切合作，依*当地自身的科技力量和自身的制造能力，建造城市生活污水处理厂。另外，SPR 系统也可用于市区内的公园湖水的净化及自循环。希望将要兴建的城市污水处理厂采用 SPR 污水处理技术后，能成为全球城市生活污水处理技术的典范。如果在已有的城市污水一级和二级处理系统的基础上，附加采用 SPR 污水处理系统作为最后的深度处理装置，使出水达到工业自来水的标准，以实现最后出水回用的目标，也是现有城市污水处理系统升级换代的极佳方案。

三、BIOLAK 污水处理技术

1、百乐卡 (BIOLA) 工艺特点

百乐卡工艺是一种具有除磷脱氮功能的多级活性污泥污水处理系统。它是由最初采用天然土池作反应池而发展起来的污水处理系统。自 1972 年以来，经多年研究形成了采用土池结构、利用浮在水面的移动式曝气链、底部挂有微孔曝气头的一种具有一定特色的活性污泥处理系统。

由于采用土池而大大减少了建设投资，采用曝气链曝气系统进一步强化了氧的转移效率，并减少运行费用，大大提高了处理效果。工艺设计简捷，不需复杂

的管理，在适宜的条件下具有较大的经济和社会效益。

1.1 低负荷活性污泥工艺

百乐卡工艺污泥回流量大，污泥浓度较高，生物量大，相对曝气时间较长，所以污泥负荷较低。龙田污水厂 BOD5 污泥负荷率为 $0.05 \text{ kgBOD/kgMLSS} \cdot \text{d}$ ，污泥浓度为 4000 mg/L ，污泥龄为 29 d ，所以剩余污泥虽很少。

1.2 曝气池采用土池结构

根据国家环保局 1992 年《工业废水处理设施的调查与研究》，我国工业废水处理设施资金的 54% 用于土建工程设施，而只有 36% 用于设备，造成这种投资分配格局的主要原因是工艺池大都采用价格昂贵的钢筋混凝土池。而龙田污水厂土建工程造价 500 万元，仅占总投资的 20%。

大的钢筋混凝土池不仅价格昂贵，而且施工难度大。但对于许多种曝气工艺来讲，都不考虑采用土池，因为土池会造成地下水的侵蚀，同时也由于在土池基础上安装曝气头是十分困难的。

为了减少投资，百乐卡技术在研究土池结构的曝气池上做了大量工作，首先是使用 HDPE 防渗膜隔绝污水和地下水，其次是悬挂在浮管上的微孔曝气头避免了在池底池壁穿孔安装。

这种敷设 HDPE 防渗膜的土池不仅易于开挖、投资低廉，而且完全能满足污水处理池功能上的要求，并能因地制宜，极好地适应现场的地形，在某些特殊的地质条件下，如地震多发地区、土质疏松地区，其优点得到更充分的体现。敷设 HDPE 防渗膜的土池使用寿命远远超过钢筋混凝土池。

1.3 高效的曝气系统

百乐卡曝气系统的结构是，曝气头悬挂在浮链上，停留在水深 $4 - 5 \text{ m}$ 处，气泡在其表面逸出时，直径约为 $50 \mu\text{m}$ 。如此微小的气泡意味着氧气接触面积的增大和氧气传送效率的提高。同时，因为气泡向上运动的过程中，不断受到水流流动，浮链摆动等扰动，因此气泡并不是垂直向上的运动，而是斜向运动，这样延长了在水中的停留时间，同时也提高氧气传递效率。运行表明：百乐卡悬挂链的氧气传递率，远远高于一般的曝气工艺以及固定在底部的微孔曝气工艺。百乐卡曝气头悬挂在浮动链上，浮动链被松弛地固定在曝气池两侧，每条浮链可在池中的一定区域蛇形运动。在曝气链的运动过程中，自身的自然摆动就可以达到很好的混合效果，节省了混合所需的能耗。

采用百乐卡系统的曝气池中混合作用所需的能耗仅为 1.5 W/m^3 ，而一般的传统曝气法中混合作用的能耗为 $10 - 15 \text{ W/m}^3$ 。由于百乐卡曝气头 (BIOLAK)-Friox 特殊的结构，即使在很复杂的环境里曝气头也不至于阻塞，这意味着曝气装置可运行几年不维修，所需维护费用很少。

曝气系统与配套的高效鼓风机保证了很高的氧气传递效率，供氧能力为 $2.5\text{kgO}_2/\text{kW}\cdot\text{h}$ ，而传统的污水处理厂该值为 $1\text{kgO}_2/\text{kW}\cdot\text{h}$ 。鼓风机就设在池边，减少了鼓风机房和空气输送管道的费用。

1.4 简单而有效的污泥处理

百乐卡工艺的另一特点是回流污泥量大，其剩余污泥比传统工艺少许多。

在恒定的负荷条件下，百乐卡工艺的污泥在曝气池中的停留时间是传统工艺的几倍。由于污泥池中的污泥是完全稳定的，它不会再腐烂，即使长期存放也不会产生气味，这就是它同传统工艺相比污泥更容易处理的原因。而且污泥池完全可以做成土池结构，节省厂土建费用。

1.5 简单易行的维修

百乐卡系统没有水下固定部件，维修时不用排干池中的水，而用小船到维修地点将曝气链下的曝气头提起即可。实践表明，曝气头运行几年也不用任何维修，这主要是因为曝气管是由很细的纤维（直径约 0.003mm ）做成，并用聚合物充填，以达到防水和防脏物的目的。同时，曝气头有大约 80% 的自由空隙和 20% 的表面，和传统曝气头刚好相反。因此，微生物可生长的面积很小，并很容易被去除。当曝气头必须维修时，也不影响整个污水处理场的运行。该工艺的移动部件和易老化部件都很少。在选择设备和材料时，都采用了可靠耐用的材料。该工艺无需太多的自动化。它既不需要任何易损的探测器，也不需要任何复杂的控制系统，而操作这些控制系统还需要专门的技术和昂贵的配件。

1.6 二次曝气和安全池

为了保证负荷变化时用水质量，百乐卡工艺利用一个相对独立的池来进行二次曝气，以保证出水清洁，保证水中有足够的溶解氧。

1.7 二沉池

曝气池中产生的污泥在二沉池中被分离，并重新回到曝气池参与污水净化。有的百乐卡工艺的二沉池和曝气池合并到一起，进一步节省了土建费用和占地面积。二沉池沉淀污泥由漂浮式刮泥机、吸泥机排入污泥槽回流。

1.8 土地の利用

尽管百乐卡系统需要的曝气池体积比所谓密集型的大，但所需的总面积并不大，有时甚至更小，这主要有以下原因：a\不需初沉池；b\二沉池可以和曝气池合建在一起；c\池的设计和布置的自由度大，对地形的适应性强。

2、龙田污水处理厂工艺流程

污水在厂内首先经过粗格栅去除大的漂浮物，然后自流入集水池。污水经立式污水泵提升至组合式旋转细格栅，组合式旋转细格栅可把杂物及砂粒从废水中分离出来，并浓缩处理。旋转细格栅处理出水先进入厌氧池，由推进器将进水和厌氧污泥混合进行厌氧处理，然后自流入 BIOLAK 生化池，利用悬链式曝气器曝气充氧进行好氧处理，处理后的污水，经沉淀后再进行曝气充氧稳定，污水自流入消毒池，消毒后排放。BIOLAK 反应池产生的剩余污泥用污泥泵送入污泥浓缩池，污泥经浓缩后再由螺杆泵送入带式压滤机脱水。污泥浓缩池产生的上清液和压滤机产生的滤液自流入集水池二次处理。BIOLAK 反应池需要的氧气由风机供给，预处理设施产生的机械杂物外运填埋处置，产生的剩余污泥外运用作农肥。

3、山东招远百乐卡工艺处理效果

一位哲学家曾经说过：所有的技术都是由简单到复杂，再由复杂到简单，百乐卡技术正是这样一种由复杂到简单的工艺，但这种高效、简单的工艺，是在传统活性污泥法的基础上，集合了大量研究工作的先进成果，并在数百例工程实践中不断地完善改进提出的，它是一种较为成熟的工艺。

四、“WT--FG”生物法技术简介

美国富美生物工程有限公司运用具有世界先进水平的“WT — FG”微生物技术成功地对中国的高浓度的工业污水和城市污水以及被污染的河流进行了卓有成效的治理，这是生物工程在污水治理中的实际运用。“WT--FG”生物技术，为中国环保事业走出一条投资省。见效快。运行费用低的路子作出了贡献。最近，该技术得到中国一批著名的生物专家的一致肯定，被中国政府列为“中国政府采购技术。”

“WT--12”固体微生物具有高度浓缩和高度组合的特点，具备 1200 种微生物，可以针对不同的污水组合为不同的微生物菌剂，这种高效的微生物菌群，每克中含有 10 亿--60 亿个微生物。利用它治理污水后，不会产生第二次污染，不会有新的活性污泥产生。“FG--12”专用助剂，它在水中具有吸收、蓄存。释放氧气的作用，因此“WT — FG”生物法完全抛弃了传统的机械曝气设备，采取了用电量极少的循环喷水装置和“FG — 21”专用助剂来增加水中的溶解氧，这就大大节约了投资成本和运行费用。

美国富美公司三年来在中国作了大量的实验和实际工程，取得了突出的成绩。首先在海南省环保厅的直接支持、领导下，用低成本的“WT--FG”生物法攻克了用生物法治理河流污染的重大课题，开创了中国用生物法彻底治理被污染河流的先例，达到既治标又治本的目的，这为中国的旧城镇的改造有着重大的现实意义。

经海南省环保厅批准，1999 年 11 月在万宁市环保局监督下，还对兴隆污水厂进行了工程技术改造，即不用原有的曝气设备和生化池而改用“WT—FG”生物法，对排放量为每天 1200m³ 的城市污水进行治理运行，此次技改试验工程取得了成功，其污水出水水质达到国家一级排放标准，COD=40mg / L、BOD₅ =8mg / L，NH-N=4mg / L、运行费节约 30% 左右，没有活性污泥产生，其出水水质无色、无味、透明。该项工程的成功，在技术上是传统的污泥法的挑战，是一场技术革命，在经济上走出了一条投资省、见效快、易操作的路子。由于兴隆污水厂的治理成功，海南省国家旅游区三亚市亚龙湾污水处理厂也马上用“WT—FG”生物法对旧污水厂进行了技术改造。一个月后，该厂处理成功，COD 从 300mg / L 降至 15mg / L 以下，BOD 从 150mg / L 降至 5mg / L。P 从 2mg / L 降至 0.2mg / L，完全达到海南省对该污水厂的要求，因该厂的污水要排入风景区的大海，运行成本较旧厂降低了 70%，经过半年的运行，污水处理质量十分稳定，该厂现在要建造 15000T / 日的污水处理厂。基础建设投资与原活性污泥法相比节约 50% 以上的资金。

我国的各大中城市都有被污染的河流，因河水流动性大、变化大，采用常规的方法，即用人力和机械疏通河道，都不能根治河流的污染问题，在世界上治理河流的污染是属于前沿技术。1999 年 10 月经省环保厅的批准，在海口市环保局的大力支持下，于 10 月 27 日开始在海日市大同沟银河路地段的 30 米长、20 米宽，2.0 米深的河段上进行生产性的工程试运行。该河流位于海口市区内，全长近 5 公里，由于有大量的城市生活污水排入河中，河水严重污染，污泥大量产生，海水倒流，兰藻不断繁殖，臭气很浓，河水变黑，多年来老百姓称之为“臭水沟”。近年来市政府对河流也多次清掏河床，但成效不显著，治标未治本。这次运用“WT—FG”生物法处理后，三天内臭气全部消除，经过二个月的处理，河水变成无味，无色。透明的河水，污泥由 45 公分，减少至 8 公分，每天有 2000—2400 吨上游被污染的河水，通过该河段；污水得到有效的治理，河水水质达到国家“地表水环境质量标准”4 类标准，溶解氧为 5—6mg / L，COD=20—30mg / L、BOD₅=5—6mg / L，透明度为 0.5—1.2 米，目前处理后的河水已经可以养鱼，有 200 多条红金鱼和红鲤鱼已在河中健康的生存了 4 个多月，海口市人民广泛称赞这为老百姓作了一件了不起的好事。

在海南省的治理成功后，该技术得到国家环保总局的肯定、得到不少省市环保部门的认可和支持，中央电视台、海南省电视台、上海电视台以及有关省市报纸均作专题报导。海南省治理成功后，接着，广东、上海、北京的政府已决定用“WT—FG”生物法治理被污染的河流。现已成功治理了上海同济大学的校内河流，上海浦东新区的中槽港河流以及广东东莞的河流，均达到地表水 4 类水的标准。

“WT—FG”生物法也能有效治理高浓度的工业污水，如皮革厂、造纸厂、印染厂、石油化工厂的污水和垃圾渗透液，经广州市环卫局批准，对广州垃圾渗沥液作了 10aT / 日的生产运行，效果十分理想，进水水质十分恶劣，原水的 COD 为 30000mg / L，BOD 为 15310mg / L，NH-N 为 2000mg / L，又黑又臭，我公司用“WT—FG”生物法辅之以物化法，使出水指标达到当地政府要求的二级排放标准。

COD 为 253mg / L, BOD5 为 47mg / L, NH--N 为 24mg / L, 出水质的 DO=5--6mg / L, 色度从 1230 倍降为 16 倍, 出水为无色, 无味、无臭、透明的水体。特别指出, 我们已将原有的曝气设备, 去 NH--N 的设备, 全部停止, 而用 FG--21 助剂, DO>3mg / L。此结果得到市环卫局好评, 已决定在广州大田山垃圾场用此技术进行生产运行, 日处理 500T 污水, 这是用生物彻底治理垃圾渗沥液的典型。

1999 年 8 月我们在三门峡市对口排放量为 3000T 的棉浆黑液进行了有效地治理, COD 从 2000mg / L 降为 150mg / L, BOD5 从 800mg / L 降为 10mg / L, 黑水变成无色透明的出水。

1999 年 4 月, 我们对山西省黄河造纸厂的污水进行了生产性试验, 取得圆满成功。COD 由 50000 — 2000mg / L 降至 150mg / L, 达到二级排放标准。

五、EWP 高效污水净化器在造纸污水治理的应用

造纸污水水量大, 浓度高, 可生化性差。传统采用的生化法处理这类造纸污水, 投资大、运行费高, 去除率低。近年的治理情况表明, 较为经济实用的是物化法[1], 在一些国家, 已把处理技术的重点转到物化凝聚法的研究和开发[2]。EWP 高效污水净化器是只有一级物化处理工艺的设备系统, 对利用废纸再生浆料造纸的污水进行治理, 达到以污染物去除率 COD 在 90%以上; BOD 在 70%能上能下; SS 在 95%以上, 经处理污水还可回用到生产上。

1、试验研究

1.1 设备原理

造纸污水经絮凝反应后能分离出大量的污泥, 这些含有纤维的絮状泥有类似活性炭的很好的吸附能力, 以往的沉淀或气浮工艺, 只把这些固形物分离, 没有再充分发挥这些污泥的只附过滤作用。则 EWP 高效污水净化器就是利用这些絮凝反应后生成的絮凝沉淀物在净化器内形成一个稳定的、可连续自动更新的只附过滤流化床, 令污染物起到活性炭的作用, 使进入的污水除了得到平常混凝反应之后的固液分离效果外, 还让污水得到过滤和吸附的净化处理, 即可达到比普通的气浮或沉淀的物化处理工艺提高 10-20%的去除率。由于 EWP 高效污水净化器没有用任何的滤料或填料作为滤床, 不会堵塞, 所以免除了砂滤池或其他过滤装置必需的反冲洗的麻烦和额外的动力消耗, 更解决了处理装置偶然停用后滤料干涸板结造成的堵塞问题。EWP 高效污水净化器是集污水絮凝反应、沉淀、吸附、过滤、污泥浓缩等功能于一体的设备。

1.2 试验效果

在试验的五个月中，分六个阶段进行测试，表 1 结果表明试验达到要求目标。

2、工程应用

2.1 处理规模

珠江纸厂治理工程中，采用两台处理量 100m³/h（高 13 m）和两台 50 m³/h（高 11 m），共 4 台净化器，分别处理黄板纸和白纸的制浆、抄纸废水。人民纸厂采用六台处理量 100（高 15）的净化器，处理黄板纸和灰板纸的制浆、抄纸废水。配有污泥浓缩槽和加药系统 2 套、调节池刮泥机、污泥脱水机等设备。两个工程处理量分别为 7200 和 15000，总投资分别为 590 万元和 980 万元，占地 1600 和 2800。广州头号城纸箱厂应用 EWP 高效污水净化器，污水处理后回用到造纸生产中，使得该厂达到 1 吨水造 1 吨纸的先进水平。

2.2 工艺流程

对比试验流程增加了调节池刮泥李、泵后加药系统、污泥脱水机等设备。

2.3 运行效果

EWP 高效污水净化器的技术特点是没有用任何的滤料或填料，而利用先进生产方式的污水中的悬浮与絮凝剂反应后生成的絮凝沉淀物形成吸附过滤订对连续进入的污水进行净化。其关键是 EWP 高效污水净化器能把污水中的絮凝沉淀物形成稳定的流化，今污染物起到活性炭的作用，并能由新鲜进入的絮凝沉淀物推动老的絮凝沉淀物排出，始终保持净化器的治理效果。虽然只是一级物化处理工艺，却可比气浮、沉淀等同类工艺提高效率 10-20%。

经过三年多的运行，尽管进水浓度变化较大，但出水仍然比较好和稳定。表 2 监测结果表明，可达到去降率 COD 为 92.5%，BOD78.5%，SS98.9%，达到项目的设计要求和国家标准。直接运行费用（药剂费 0.25 元，电耗 0.2 度）为 0.38 元/吨水。

对以废纸再生浆料造纸的废水，采用一级物化处理工艺的 EWP 高效污水净化器治理，具有工艺简单、设备可*、管理方便、投资省、占地少、效率高、运行费用低、经处理废水能达标排放并可回用等优点。

六、高效垂直流人工湿地系统水质净化技术介绍

工艺原理

人工湿地系统水质净化技术是一种生态工程方法，其基本原理是在一定的

填料上种植特定的湿地植物，从而建立起一个人工湿地生态系统，当污水通过系统时，其中的污染物质和营养物质被系统吸收或分解，使水质得到净化。

方法特点

人工湿地系统具有建造成本较低、运行成本很低、出水水质非常好、操作简单等优点，同时如果选择合适的植物品种还有美化环境的作用。但另一方面具有占地面积较大的缺点。

适用范围

经过人工湿地系统系统处理后的出水水质可以达到地面水水质标准，因此它实际上是一种深度处理的方法。特别适用于饮用水源和景观用水保护，处理后的水可以直接排入饮用水源或景观用水的湖泊、水库或河流中。因此特别适合处理饮用水源或景观用水区附近的生活污水或 directly 对受污染水体的水进行处理，或者为这些水体提供清洁的水源补充。

基建与运行费用

基建费用与很多因素有关：地形特征、地层结构、选用的前处理方法、进水水质情况、出水水质要求、外观要求等等因素有关。因而根据情况的不同有很大差异，但比二级污水处理厂低很多。人工湿地系统运行费用特别低，如果仅以电费计，通常不会超过 0.05 元/吨/天（主要用于提高进水水位，如果水位不需提升则没有此项费用），另外需要工人进行简单的操作和维护管理。

处理效果

出水水质可以因进水水质或停留时间的不同达到地面水水质标准 (GB3838-88) II 至 V 类标准。系统可以根据进水水质状况和出水水质要求进行设计。