珠三角地区城乡污水处理工艺方向探讨

文 / 徐海娟[1] 钱跃[2]
（1 广东轻工职业技术学院 510300；2 基伊埃2H水处理技术有限公司）

摘要：珠三角地区的城乡污水、河涌具有明显的水量和水质负荷波动特点，而生物—生态组合技术能够很好地适应污水的冲击负荷波动，进行有效处理，达标排放。其中，高效生物叠窠®（BIOdek®）膜法—复合生态滤床组合工艺是该类组合工艺的代表，具有高效低耗、耐冲击负荷、运行稳定、使用寿命长的优点，适于在珠三角地区应用推广。

关键词：珠三角城乡污水 河涌治理 生物膜法 生物—生态组合工艺

一、珠三角地区城乡污水处理现状

广东珠三角地区属于经济发达地区，但其城乡水环境现状严峻，表现为：点源污染与面源污染共存，生活污染和工业污染叠加，各种新旧污染相互交织，工业及城市污染向农村转移，危及农村饮水安全和农产品安全。

珠三角地区城乡污水排放特点有：

1、城乡基础设施不足，一般没有完善的排污体系，污水处理规模存在一定程度的不确定性，城镇排水的水质、水量波动都较大，冲击负荷大；

2、珠三角地区很多城镇工业发达，其产生的工业废水、生活污水合流排放，且多数企业工业废水不经处理直接排放，给水系水质造成较大冲击。

目前还没有针对中小城镇、乡村特点的污水处理工程项目建设标准及工艺指导，而根据现有的1万m^3/d以上《城市污水处理工程项目建设标准》建设的污水处理工程项目存在处理规模小、投资大、运行成本较高、技术操作管理复杂，很多污水厂难以承受等等严重缺点[1]。必须针对城乡的特点，制定适合城乡实际需要，同时既要管理简便又节能高效的污水处理工艺，有效保护和改善水系生态环境，实现可持续发展。

我国南、北方地区差异很大，污水处理须结合本地的实际情况因地制宜地开展。珠三角地区的土地资源紧张，但是平均温湿高，很适合采用生物生态组合技术解决城乡污水的污染问题。

二、城乡污水的微生物处理工艺进展

城市污水处理采用的是传统的活性污泥工艺，但是由于中小型污水处理厂的水量、水质变化较大，活性污泥法对冲击负荷又特别敏感，被排放污泥含水量高，能耗需求大，因此中小型的污水厂不宜采用活性污泥处理工艺[2]。氧化沟和SBR作为活性污泥法的发展，运行和管理自动化要求较高，对污水来说难以控制，在欧洲也很少应用，在我国也不宜推广使用。MBR法是活性污泥与物化膜的组合，具有较高的处理效率，而且不需要二沉池；但是投资和运行费用较高，膜组件易堵塞、能耗高，净化清洗，管理和维护相对繁杂。

生物膜法主要有生物滴滤和生物接触氧化，是在生化池中设置固定床或流动床，微生物附着在载体上形成的生物膜。生物膜法具有如下优点[4]：生物膜的生物链相比较活性污泥长；生物膜系统对冲击负荷的耐受能力更强，且在冲击过后有较强的恢复能力；生物膜法可保持较高的SRT（Solid Retention Time），有利于硝化细菌的生殖，具有较好的脱氮效果；污泥生成量少，不发生污泥膨胀，出水水质稳定。由于生物膜法具有的优点，所以针对负荷变化大的中小型污水处理应优先采用生物膜法处理。

1、生物接触氧化工艺

生物接触氧化技术是我国小型污水处理的基本工艺。而据刘斌报道[3]，在江苏和浙江建设中普遍采用的生物接触氧化池，在运行的初期，处理效果好，

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

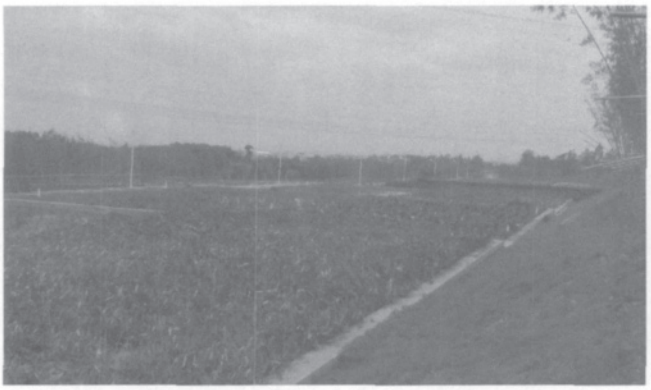

图1　人工湿地实景2010年03月(5000m³/d)

图2　人工湿地水质状况2010年03月

出水效果稳定，但随着时间的延长，生物膜载体材质破损，处理效果逐步下降，必须定期对填料进行更换，费用较高。系统运行的稳定性较差，难以保证达标排放。另外该工艺应用中大多是地埋式工艺，土建结构要求高，维修保养困难，还有臭味噪音等影响，恶化环境卫生。

2、高效生物叠窠® (2H BIOdek®)工艺

随着对污水处理环境要求提高，国际上出现了无曝气无动力生物膜法 — 高效生物叠窠® (BIOdek®)工艺。该工艺中采用特殊的材质及结构，具有比表面积高的特色：其均一互流结构提供高效的水和空气接触面，大大弥补了一般生物滤池的不足；在水、氧气和载体表面的生物膜，三相一体特定条件下生化反应效率极高，水力停留时间短；因地制宜，占地面积小，土建要求低。由于水流在载体表面的连续流动，防止了堵塞的出现，浅池设计可以降低泵的耗能。高效生物滤池是符合国家倡导的高效低耗的城乡污水处理技术，有较大的发展空间，在很多国家已经得到推广和应用。

三、人工湿地的生态处理工艺进展

城乡污水的生态处理的首要条件是有可利用荒地、闲地等，以便采用各种类型的土地处理和稳定塘等自然净化技术。其中人工湿地由于其能够处理低负荷污水，有一定的效果，有较多地方在应用。但是，我国在人工湿地的设计、建设、运行和管理方面，还不完善[4]。具体表现为：

1、设计时污水的前处理过于简单，对污水处理效果差，且无进水流量控制设施，造成湿地系统不能对污染负荷波动大的水进行有效处理；或者在丰水期进水流量远远超过设计流量，使潜流湿地基质堵塞、缩短湿地正常运行寿命；

2、施工不规范。施工部门不重视人工湿地构筑物的建设，不认真作防渗漏施工、不重视工艺管道安装、不关注具体的工程细节，从而易出现许多渗漏和布水不均等问题，如因为植物床布水不均匀，短流、死区多，床体有效容积利用率低。

3、管理不到位。业主管理部门过分强调人工湿地治污工程的投资低、运行成本低、操作简单，以至

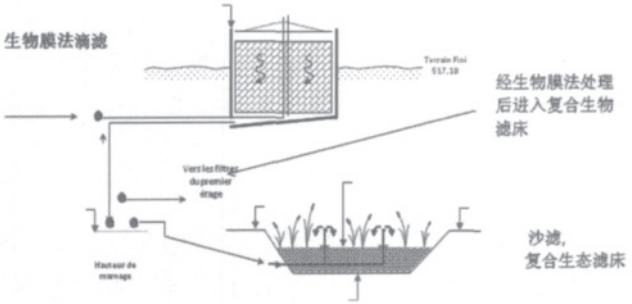

图3　高效生物叠窠®膜法和复合生态滤床复合工艺示意

图4　生物叠窠®(BIOdek®)滤池和生态滤床复合系统（服务于1200人口，240m³/d）

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

图5　广州赤岗涌2010年1月棕色泡沫翻滚

图6　广州赤岗涌2010年1月河床黑泥裸暴

忽视技术及运行管理，致使人工湿地的净水效果下降，甚至形成二次污染，污染地下水， 使周围居民饮水受到很大的影响。人工湿地因而被称为是污水搬家，应付上级的花样工程。

除了以上可控制因素影响人工湿地的处理效果外，它们还存在目前较难解决的问题[5]：

一是处理的运行稳定性：许多外在的因素如温度、进水负荷、水力停留时间、区域差异和气候特征以及系统设计类型等都会对污水净化效果产生影响。特别是珠三角村镇的污染负荷波动大，混有部分工业废水，就会严重影响人工湿地运行，甚至难以恢复。

二是堵塞及随之产生的处理能力逐渐下降的问题：随着时间推移，人工湿地中部分营养物质会逐渐积累，湿地中的微生物也相应繁殖，再加上植物的腐败，若维护不当，很容易产生淤积、阻塞现象。

由此看出，人工湿地水技术还不很完善，存在自身难以克服的弱点，需要和除污能力强的微生物技术联合起来，两者并重， 达到净化污水，延长湿地使用寿命的目的。

四、高效生物叠窠®（BIOdek®）—生态组合工艺

污水生物处理的优点是能够比较高效地处理水量大，污染严重，污染负荷波动大的污水，而人工湿地生态处理则对污染程度轻，含氮、磷污水进行深度处理，降低其对受纳水体的富营养化影响。生物叠窠®膜法和生态处理组合工艺的优点是：在生化段将浓度高的污水降解为低浓度污水，进入生态段继续处理，充分利用生化段和生态段各自的高效生化代谢除污机制，达到理想的终端出水水质。这套组合方式可以避免生化段在低浓度区域的低效高耗能，同时又可发挥生态处理的低耗性和稳定性，从而达到整体工艺的低耗能和长效运行。

由于某些地区有河涌污染问题，可将生活污水回用与河涌生态修复一体化处理工艺相结合，即利用生物叠窠®膜法和复合生态滤床可将排污管的市政污水和河涌的污水合并就地处理，出水回用于河涌[6]。河涌是天然的水渠道，是人们生活环境的重要主成部分，这样既能减少长途铺设排水管道及建泵站，影响地层结构，城市其它设施和成本，又能改善环境和空气，提高人们的生活质量。

据最新欧洲专利技术报道，采用GEA2H高效生物叠窠®（Biodek®）膜法加上复合生态滤床处理生活污水，实现零排放，出水达标，直接排放入水系。处理效果为：2004到2007年，进水COD从最高1828mg/l降到出水的平均19mg/l，处理效率达98.96%，进水BOD从最高470mg/l降到出水的平均3mg/l，处理效率达99.36%，进水氨氮从最高136mg/l降到出水的平均2mg/l，处理效率达到98.53%（参见图3）。

五、珠三角城乡污水处理方向

近年来珠三角地区一些城乡污水采用人工湿地技术的实践表明，把人工湿地简单地应用，而没有强化微生物预处理，效果并不理想。如广州附近某科技软件园2009年刚新建水处理量为5000m^3/d的人工湿地，运行后不久，污水漫流，湿地植物衰黄长势不佳，处理根本没有效果(参见图1，2)。另外，广州市正在进行的河涌治理工作也存在只截污清淤而忽视河涌水质水量无法保证的情况。2009年至2010年6月底，广州将投入486.15亿元进行污水治理和河涌综合整治工

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

程，1天1亿。然而这一天一个亿的治水工程，靠新建几座污水厂和几十座泵站，以及很难完全截污的排水体系，并不能够真正达到改变河涌水质和补给水系的效果，不能达到人们所希望的节能减排，实现可持续发展的目标。

大中城市里的污水集中处理厂已建和在建的数量在不断增加，而中小城镇的污水处理还没有合适的方案，一部分原因是资金的问题，但更为主要的是至今尚未找到能够长久运行且稳定可靠耐负荷冲击的工艺。而高效生物叠窠®（2H Biodek®）技术—复合生态滤床处理组合工艺就是值得推广的方向。该组合工艺需要一定投资，但是由于该组合工艺具有：能耗低（是活性污泥的50%以下），运行成本低；能够经受如污水浓度，气候，台风等水量波动等负荷冲击，运行可靠；无需曝气；产泥量少；运行维护简便，使用寿命长；无臭味和环境融合；同时考虑了水资源化处理的方向等优点，投资效益高，非常适合在珠三角地区推广，其他地区也可以参照选用。

参考文献

[1] 吴瑜红，刘权， 邓志光. 我国小城镇污水处理工程建设标准探讨[J].中国环保产业，2008(9):20--23

[2] 荆肇乾，吕锡武，林国峰，孙晓文，王惠中. 小型污水处理工艺及其应用前景 [J]. 云南环境科学,21(4)：23--26.

[3]刘斌. 新农村建设中污水处理模式探讨[J].西南给排水 ,2008,30(6):1--6

[4] 白玉华，章小军，雷志洪，张春玲，杨立君. 垂直流人工湿地净化机理及工程实践[J]. 北京工业大学学报, 34（7）：761--766，772

[5]项学敏， 宋晨等.人工湿地水处理技术研究进展存在问题与改进[J].环境科学与技术，2006，29（10）：101--102，114.

[6] 钱跃.生物膜法技术在分散型水处理中的应用 [J]. 水工业市场，（WATER-INDUSTRY MARKET）2009(03): 45-48.

作者简介

徐海娟(1971一)，女，浙江江山县人，博士毕业，讲师

研究方向：环境生物技术

E-mail：suity123@163.com

钱跃，女，德国环境工程师，基伊埃2H水处理技术有限公司中国地区技术和销售经理

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net