

# 人工湿地污水处理工程案例汇集

李匡文 于东莞 2010.4.9

题记：

人工湿地污水处理系统以其独有的优越性越来越为人们所熟悉和重视——投资建设成本小、运行费用低、运行技术低、能够结合景观进行建设，具有景观美的效果。随着我国环境问题的日益突出，人工湿地亦越来越为更多的人接纳。

然，其毕竟也是一门低龄学科，从概念提出至今不过 40 年，引入我国不过 20 年，结合我国实际情况进行工程化研究和应用亦不过 10 年光景。因此，难免存在诸多的不足。另由于跟风的学习态度使得各地人工湿地一哄而上，有资质无资质，有能力无能力的，都摸着石头过河，其结果可想而知。

自 2003 年，我国人工湿地甫一开始进行课题实验和规模化工程应用开始，我就开始了人工湿地的研究、设计、工程化应用与推广，参与的课题、工程有十数个之多，期间，当然也有个人的一些心得与感想。

把我自己做过的（包括参与施工、主持施工与主导设计）工程案例汇编了一下，一些不具有典型性和代表性的工程案例就没有收列其中。

简要介绍了工程的一些概况，并附上我自己摄制的一些图像。当然不可能那么完备，只是想给人，给初学者一个直观的感受而已。

综观所列的这些工程案例，以及我参观考察和学习过的国内大部分的工程案例，都发现了一个共同的致命症结在里面，那就是维护和管理。人工湿地并非人所宣传的那样，零管理及零运行费用。要想保证人工湿地的可持续运行，必要的后期资金投入还是需要的，包括植物残体的收割、生物塘底泥的清理与打捞等。

与有志于从事这个行业的朋友共勉。

## 1、澄江县马料河人工湿地污水处理工程

建设时间：2003年7月

工程工艺：氧化塘+垂直潜流+表流湿地

污水类型：城镇生活污水

处理能力：3000m<sup>3</sup>/d

占地面积：20000m<sup>2</sup>

达标要求：GB18918-2002 一级 B 标准

目前状况：正常运行

现场照片：



表流湿地生长繁茂的慈姑与风车草



上行垂直潜流湿地里的菖蒲



人工湿地的进水是为城镇生活污水和农业面源污染



人工湿地的出水

结语：

马料河人工湿地和窑泥沟人工湿地一样，是云南省乃至国内填料型人工湿地污水处理系统工程化应用的典范。然与我国诸多的其它工程一样，缺少必要地维护，导致工程效能的降低甚至停滞，曾一度引起省市领导的责问。

它当然也是一个不尽完善的工程，但，也正是因为它的不完善，才能让从业者们累计了相当多的经验和教训，才能使后续工程得以有经验可循。

## 2、江川县渔村大河人工湿地污水处理工程

建设时间：2004年11月

工程工艺：氧化塘+水平潜流

污水类型：农村生活污水+农业面源污染

处理能力：10000m<sup>3</sup>/d

占地面积：13000m<sup>2</sup>

达标要求：地表IV类水要求，部分满足III类要求

目前状况：正常运行，部分指标达标

现场照片：



刚施工完毕的湿地系统



运行 3 年后水平潜流湿地中生长繁茂的芦葦



3 年后水平潜流湿地系统中生长繁茂的风车草



湿地进水



湿地出水

结语：

作为高负荷潜流湿地处理富营养化污水的力作，它曾获得了云南省政府、省环保厅、

国家环保部等诸多领导的好评，也由此获得了诸多的荣誉与荣耀。记得某个领导视察时，看到如此清冽的出水，激动地直接舀了就喝。

实际停留时间长，配置植物丰富，水力负荷高等是它的特点，缺点是太过规整，以至于所有见过它的人都说，人工饰造的痕迹太重。目今，工程移交给当地政府后，因拿不出足够的资金进行维护，而导致池床淤塞，水体漫流，管道破损，水力负荷和实际运行能力大幅度降低。

这个工程也开启了人工湿地高效处理污水的先河，处理一立方污水仅用 1.2 平方米左右的面积，为人工湿地一直所诟病的占地面积大提供了学习和借鉴的经验。

### 3、玉溪市九溪人工湿地污水处理工程

建设时间：2008年5月

工程工艺：氧化塘+水平潜流+垂直潜流

污水类型：富营养化污水（蓝藻水）

处理能力：100000m<sup>3</sup>/d

占地面积：150000m<sup>2</sup>

达标要求：地表IV类水要求，部分满足III类要求

目前状况：正常运行，出水达标

现场照片：



九溪人工湿地进水



经过前端表流湿地处理后的九溪人工湿地进水



一级生物塘（氧化塘）系统，还可以看到明显的蓝藻



用于曝气的跌水系统



九溪人工湿地出水



九溪人工湿地水平潜流系统中生长繁茂的花叶芦竹



生长繁茂的象草系统



生长繁茂的风车草和花叶芦竹系统

结语：

这个工程之所以实施，最根本的目的是为了解决玉溪市城区人口的生活用水和改善抚仙湖水质，解除星云湖水对抚仙湖水质的威胁。

工程是目今为止，国内外面积最大的填料型人工湿地——光碎石填料就达 15 万立方。工程继续秉承环保部华南环境科学研究所高负荷高效能设计的基本原则，节约每一平方米土地。工程出水除磷和氨氮外，均达到了地表 3 类的标准，其蓝藻的去除率达到 99% 以上。

工程效果是有的，但所付出的代价也是很大的，工程所使用的土地均为农田，为租用，而工程的性质也仅为临时性工程，估日 20 年。想想合约到期后的退耕恢复问题，每一个设计师和建设者都应该沉思。

庆幸的是，最新出来的人工湿地设计规范提出了，尽量不占用农田或者尽量利用废弃土地建设人工湿地的意见，该当为此而欢呼者，毕竟，农田是为人生存的基础所在。

#### 4、萍乡市芦溪县南坑人工湿地污水处理工程

建设时间：2009年7月

工程工艺：氧化塘+水平潜流+垂直潜流

污水类型：城镇生活污水+农业面源污染

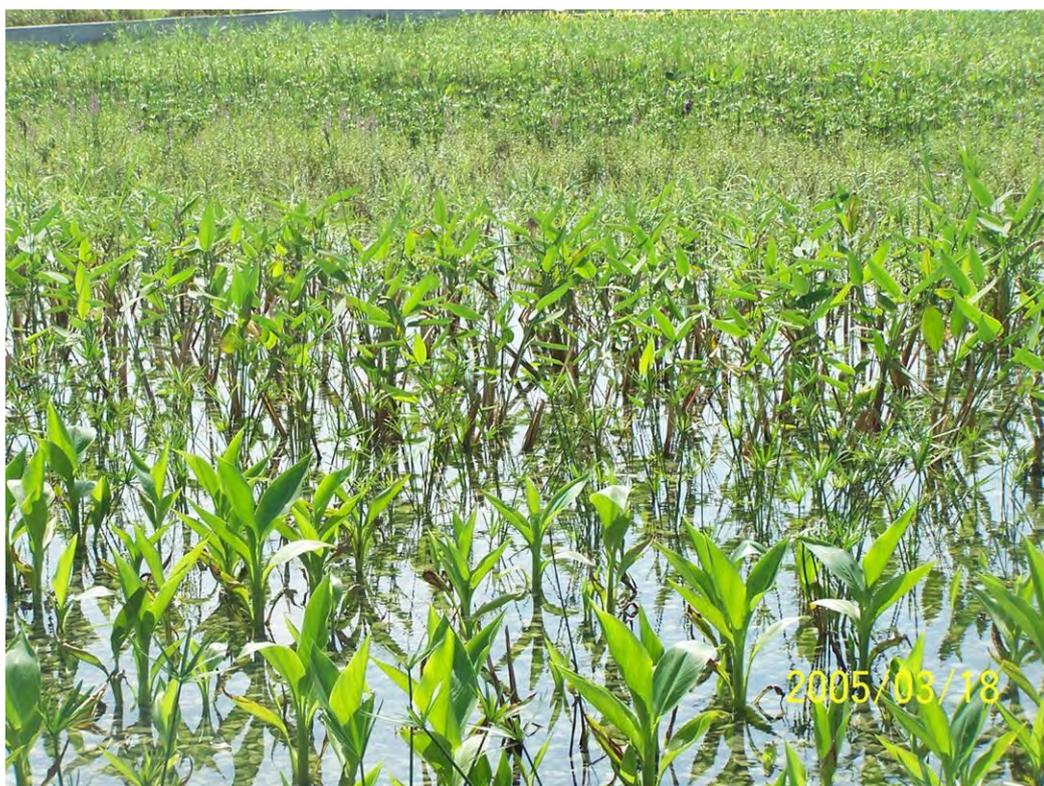
处理能力：5000m<sup>3</sup>/d

占地面积：9000m<sup>2</sup>

达标要求：GB18918-2002 一级 B 标准

目前状况：正常运行，出水部分满足地表 III 类要求

现场照片：



处于生长恢复期的植物系统（相机日期有误）



下行垂直流湿地系统



正常运行期的南坑人工湿地（污水在填料以下运行）



南坑人工湿地冬季运行效果



湿地进水口及配水渠



湿地进水及出水效果类比

结语：

南坑人工湿地是我国长江中下游流域第一个高负荷人工湿地,由于此前该区域没有相关借鉴的工程案例,因此,作为一个尝试,设计与施工相对比较保守,其水力负荷约 0.5 左右,停留时间 52h。

工程配置了 22 个湿地植物品种,筛选出了约 12 种在此区域包括湖南、江西地域生长表现非常的湿地植物品种,这些植物根系发达,生长发育期长,具有较好的景观效果,在有霜的条件下,常绿甚至半常绿。为此区域人工湿地的应用推广提供了借鉴和参考。

## 5、昆明市体育城人工湿地污水处理景观工程

建设时间：2008年10月

工程工艺：氧化塘+表面流+水平潜流

污水类型：污水处理厂废水

处理能力：2000m<sup>3</sup>/d

占地面积：4000m<sup>2</sup>

达标要求：CJ/T 95-2000 景观回用水标准

目前状况：正常运行，出水达标

现场照片：



工程施工前的景观河道及污水（与金鱼类比，水是黑色的）



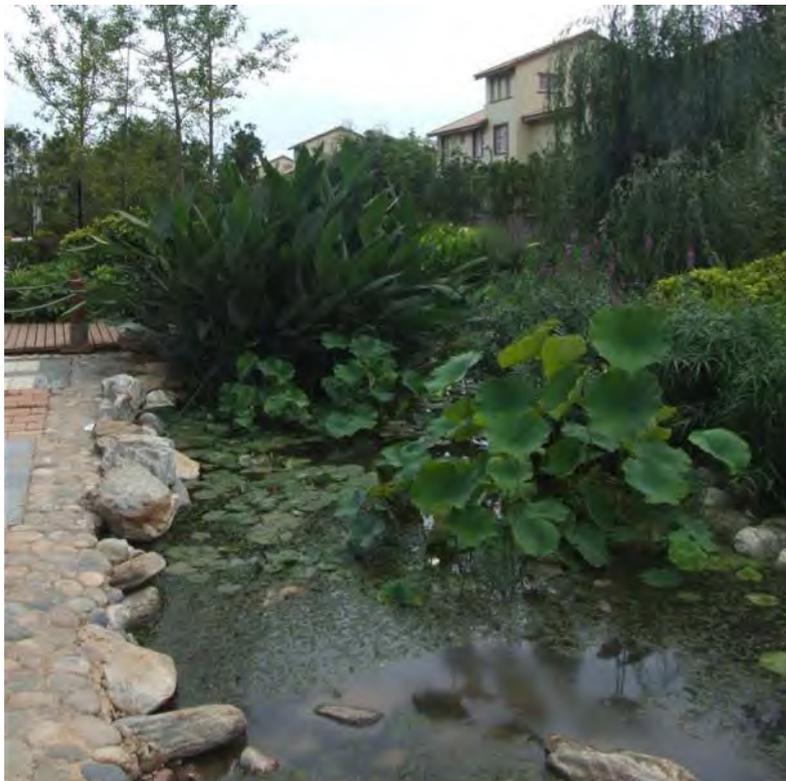
此时的汇水由于蓝藻滋生而泛绿



施工一个月后，可以看到水质明显改善，景观效果也更加柔和



以前的一汪绿水也变得清澈



大量的污染由于填料的过滤与微生物的分解而消耗，使得水体透明度提高，沉水植物能够大量繁衍，进而促进了群落恢复的良性循环。这也是我们进行湿地恢复所要达到的最终目的。



繁茂、丰富而处理功能旺盛的水生植物系统

结语：

作为一个改造工程——它将原本用于景观绿化的水系（河道）结合人工湿地（填料）进行改造，应该说取得了较好的效果。至少它是一次有效的，有非常可行借鉴意义的尝试。可想而知，污水处理厂的废水如果直排，其结果必然是那一汪绿水的。

工程秉承湿地景观的理念，采用潜流+表流湿地的结构模式进行景观化设计，不生硬，不造作。但由于工程缺少必要的前处理，且工程占地面积所限，水力负荷较大，因此，运行维护任务繁重，繁茂的水生植物残体收割必须每月清理一次。

得益于水域微环境的修复与重建，使其自然衍生了大量的沉水植物，这是我们水域生态修复工程所要达到的终极目的，通过沉水植物的自然衍替、循环和持续发展实现水体的自净。

## 6、江川人工湿地实验工程

建设时间：2003年12月

工程工艺：氧化塘+水平潜流

污水类型：富营养化污水

处理能力：1000m<sup>3</sup>/d

占地面积：1000m<sup>2</sup>

达标要求：GB3838-2002II类水要求

目前状况：课题验收结束，实际达到III类水要求，部分符合II类水要求

现场照片：



人工湿地工艺流程及设置



实验工程的氧化塘系统



前端（前处理）系统经过氧化分解后的出水，蓝藻基本上给杀死了



工程出水系统及出水

结语：

作为九溪人工湿地规模化应用在云南的实验工程（中试），该人工湿地取得了相当好的效果。传入初期的中国人工湿地，都是摸着石头过河，借鉴的依据也大都是国外的文献——实际上这些文献与我国的实际情况是不相符的，中国没有那么大的闲置土地，中国的污染废水也都是直排的。

也是从这个实验工程开始，我们对人工湿地污水处理的达标要求有了新的认识，原来污水经过自然地力量还竟然能够变成这样。

## 7、云南城投福保塘湿地公园

建设时间：2008年10月

工程工艺：湿地公园+表流湿地

污水类型：富营养化污水

处理能力：3000m<sup>3</sup>/d

占地面积：80000m<sup>2</sup>

目前状况：正常运行

现场照片：



福保塘湿地景观



湿地栈桥



湿地栈桥



引入的废水



曲径通幽



大量的恢复沉水植物（由于水里养了较多的鱼，因此，大多数情况下水是混浊的）

结语：

湿地公园建设的目的在于，在进行生态修复，景观改造的同时，满足湿地“自然之肾”的功能要求。其实国外较多的人工湿地都是这样做的——它们把经过污水厂排放的废水导入大面积的自然湿地之中，通过湿地的模式对污水进行无害化的处理，并且结合景观规划对环境进行改造，当然，这需要更大的面积，这也是国外湿地水力负荷低至 0.001 的原因。

大多数情况下的湿地公园建设，应该是对湿地进行改造，而不是重建，比如西溪湿地、西湖西镜湿地。在保留原始风貌的同时改造，这样对环境的影响最小化，而对景观的改善效果却是最大化的。

后记：

### 影响我国人工湿地发展问题的一些思考

我国的人工湿地经历了由引入到发展的过程。其建设的工艺和方法随着研究成果的不断推出而变得丰富，人工湿地的处理效能也得到不断的完善和提高。除了在理论研究上取得了较多的成果外，作为工程应用建设的人工湿地也得到了进一步的推广和发展，一些实用工程建设和运行，为人工湿地的发展提供了经验性的参考。

虽然如此，我国人工湿地建设和应用的步伐还是相对缓慢，其所取得的成果也属鲜见，这与人工湿地本身的特性是分不开的，与我国目前人工湿地建设和管理的体制也有较大的关系。

1、人工湿地的建设占用耗费了大量的土地面积。这对于我国，尤其是我国的中心城市而言，是其发展和推广应用开来的一个掣肘。在我国现行城市建设和规划发展的体制中，是不可能于城市中腾出一块较大的土地出来建设人工湿地的。

2、人工湿地建设的开挖量大，对环境的影响较大。人工湿地建设大规模的土方开挖和固化池体建设，对区域内的生态环境存在着严重的影响。尤其是对工程建设区域的复耕具有非常重大而长远的影响。在我国目前的湿地建设和管理模式下，建设谨慎，发展缓慢。

3、人工湿地的管理体制不完善。用一句话来形容是，人工湿地“建一个废一个，废一个死一个”，以至于人工湿地在建成后很多都成为了当地政府的一个累赘。这是由于我国目前现行的人工湿地管理制度所制约的。很多的人工湿地在建成后，即交付当地政府进行管理（主要是乡镇或村组），而当地政府部门却拿不出一定的经费对其进行预算和管理，包括灌溉、植物残体收割、病虫害防治、人工费用支付等，这就导致了人工湿地成为了一个包袱，丢不掉也甩不脱。

4、人工湿地工程工艺的杂乱和不规范。人工湿地进入我国的时间虽不长，但其所形成的工艺类型却不少。由于理论研究所针对的污水类型不同，研究过程中的地理位置和影响环境不同，因而所形成的处理工艺也不尽相同，加之这门学科切入的时间较短，没有形成一个既定的规范和标准，这就给

人工湿地工艺的甄选带来了很大的困扰。究竟选择何种工艺形式更加符合本区域的环境特征成为了建设者和决策者们需要慎重考虑的问题。事实是，很多决策者们单凭自己的第一感觉和单一印象，甚至是个人的交情就可以确定某个研究者所制定的工艺方案为工程实施方案。这样做的结果无外乎两种，一是侥幸成功，二是功亏一篑。

窃喜的是最近住房和城乡建设部联合环境保护部、中科院等单位联合编制了《人工湿地建设规范》，厘清了人工湿地的具体概念、建设和设计要求，为这个学科（行业）的发展理顺了道路。

5、跟风、贪功和冒进。随着我国农村污染防治规划纲要的提出，人工湿地被“炒”得愈来愈热，甚至一些原本不知道湿地为何物的单位或个人也开始热捧人工湿地。从最初的人工湿地用作二级处理到处理城镇生活污水到处理城市生活污水，一直到处理工业废水；其设计排放标准从污水厂污染物排放标准到景观再生水回用标准，到地表水标准，一个个跃进，一个个卫星，做过的没做过的，有能力没能力的……反正说大话无罪。

6、施工技术的落后。人工湿地污水处理技术作为一门学科，其有自己的施工技术规范，包括布水方式、填料选择、填料铺设、墙体的构建、防水层的建设等等。这些除了必要的技术规范外，还需要有较深的经验积累。然而我国目前从事人工湿地建设施工的队伍参差不齐，不要说施工经验，有些甚至是连施工图纸也是第一次见到。这样素质的施工队伍所建设的人工湿地可想而知了。

7、人工湿地建设时的随意性较大。人工湿地建设时应秉承“具体情况具体分析”的观点，但实际在建设过程中，作为业主方的建设单位却具有很高的决定权。为降低建设成本，常对工程的建设进行过分的干预，包括施工工艺的变更、工程工艺的增减、植物的配置以及工程材料的选择和应用等。这就导致了工程运行后存在着较大的漏洞和隐患。

8、人工湿地管理技术的不完善。不同环境条件下的人工湿地系统管理方法不尽相同，由于目前我国人工湿地大都采取托付当地有关部门管理的方式，而管理人员的专业素质较低，因此，也就无从谈起良好的工程管理了。

9、支持人工湿地建设的基础数据和研究资料太少。虽然国内从事人工湿地研究和建设的从业人

员不乏其人，但由于其所形成的成果都是其花费了较大的投入所形成的知识产权，在我国现行知识产权体制尚不完善，知识产权意识淡薄的环境下，没有多少人愿意将各自的研究成果共享探讨。这就导致了，我国人工湿地基础研究数据不仅量少，而且保守。

实际上，许多对工程实践具有很好借鉴和参考价值的技术资料，往往不在书店的学术专著或大学的专业教册中，而在科技厅（局）研究院（所）和科技企业的档案室里，在各个设计师、工程师和项目主管的“经验”里。

人工湿地作为一门新兴的学科和应用技术，对于我国生态型社区的建设具有非常重要的意义和作用。现今人工湿地的建设和发展受到了越来越多的重视，其工程技术规范也已经整理静待发布。

全国农村环境污染防治规划纲要（2007—2020年）提出，要在我国的广大农村进行污水处理的推广与应用，而人工湿地正是其手段与方法之一。因此，切合我国农村环境实际，结合农村具体条件，探讨出一套切实可行的农村污染人工湿地综合整治方案将是其推广应用的当务之急，这其中包括人工湿地的设备化、模块化，湿地管理的规范化以及降低成本等。

一家之言，与同道共勉！

常有站内朋友发信息咨询相关经验技术的总结，某也为生活所奔忙，因此未及一一述之。

如果有兴趣，可以参看我写的一些帖子，抑或者找拙著看看。

湿地植物的选配、应用及湿地工程介绍可参看《湿地植物及其工程应用》，邓辅唐先生著，某署次。

湿地植物的认知可参看《湿地植物》一书，与徐晔春先生作，某署上。

人工湿地污水处理技术及工程案例可参看《植物碎石床人工湿地污水处理技术和我的工程案例》汪俊三老先生著，某署末。

QQ：190103005

Email：[lecon2000@163.Com](mailto:lecon2000@163.Com)