

农村面源污染与狐尾藻人工湿地的水质污染治理模式

2016“科技创新 追梦未来”服务宣传手册



中国科学院亚热带农业生态研究所

中国科学院环江喀斯特生态系统观测研究站 编印

目 录

第一部分 农村面源污染

1.农村面源污染.....	1
2.农村面源污染的表现与危害.....	1
3.农村面源污染的主要污染源.....	5
4.农村面源污染的防治.....	6

第二部分 狐尾藻人工湿地的水质污染治理模式

1.狐尾藻人工湿地的特点.....	6
2.狐尾藻人工湿地水质治理的主要技术.....	6
3.狐尾藻人工湿地水质治理（养殖废水）.....	7
4.狐尾藻人工湿地水质治理（农村、农田污水）.....	10
5.狐尾藻人工湿地水质治理（富营养化水）.....	11
6.狐尾藻人工湿地水质治理示范案例（养殖废水利用）...12	
7.狐尾藻人工湿地水质治理示范案例（农村、农田污水）...14	
8.狐尾藻人工湿地水质治理示范案例（富营养化水体）...15	
9.狐尾藻人工湿地水质治理成效—社会效益.....	16
10. 狐尾藻人工湿地水质治理成效—生态效益.....	17
11. 狐尾藻人工湿地水质治理成效—经济效益.....	17

第三部分 水质污染治理，我们在行动

1.政府领导重视.....	18
2.环江狐尾藻人工湿地水质治理工作进展.....	19

第一部分 农村面源污染

1. 农村面源污染

是指农村生活和农业生产活动中，溶解的或固体的污染物，如农田中的土粒（泥沙）、氮素、磷素、农药重金属、农村禽畜粪便与生活垃圾等有机或无机物质，在降水和径流冲刷作用下，通过农田地表径流、农田排水和地下渗漏，使大量污染物进入水体（河流、湖泊、水库、海湾）所引起的污染。土壤中未被作物吸收或土壤固定的肥料（包括氮和磷等）以及农村禽畜粪便与生活垃圾等进入水体是引起水体污染的一个重要因素。

2. 农村面源污染的表现与危害

(1) 破坏农村环境卫生



生活垃圾破坏河道及周边环境卫生



未处理的蚕沙污染桑田



禽畜养殖中禽畜粪便超排引起水体浑浊、变臭

(2) 污染农村水源水质与农田土质



农药化肥施用过量导致的农田土壤退化



水质污染（水中氮、磷等污染物超标）

(3) 生态环境遭破坏



水体（河流、湖泊、水库等）中生物死亡



食用病原体污染桑叶患病的桑蚕



环江县域内曾经受重金属污染的农田

3. 农村面源污染的主要污染源

水中有机物的化学需氧量、总氮、总磷等化学指标超标是造成农村面源污染的主要原因，它们主要来源于工矿企业生产污水、村镇生活污水、农村固体废弃物、农田农药化肥



面源污染物主要来源

水土流失和暴雨径流等。

4. 农村面源污染的防治

(1) 控制畜禽养殖污染。随着畜禽养殖业的产业化、商品化的发展，畜禽排泄污染物量日益增加，对此应大力推行生态养殖模式，鼓励对畜禽粪便实行资源化利用，做到减量化、无害化、资源化。发展养殖小区，实行人畜分离，引导养殖户向小区聚集。根据环境的承受能力适时控制养殖规模，设立禁养区、限养区和非限养区，对新建、改建养殖设施实施“三同时”和排污许可制度。



畜禽粪便资源化利用

(2) 科学施用农药和化肥。大力推广农作物病虫害综合防治技术，建立安全用药制度，推广高效低毒低残留农药，开展以虫治虫、以菌

治菌等生物防治示范，采取诱杀等农业防治措施，尽量减少农药使用量。大力推广测土配方施肥及秸秆综合利用技术，增加有机肥施用量，减少化肥用量，提高肥料利用率。结合农业和农村经济结构调整，积极发展生态农业和有机农业，大力建设无公害农产品、绿色食品、有机食品生产基地，加强管理，减轻农业面源污染。

(3) 优化农村生产生活环境。按照布局合理、设施配套、环境整洁、村貌美观的原则，开展村镇规划，建设中心村、中心镇群落。大力推行垃圾分类管理，为资源化利用废弃物提供条件。



垃圾分类管理

(4) 加强无害化处理污染物。积极推行“一池三改”，加快沼气等可再生能源的推广应用。建设必要的沼气发电、垃圾焚烧发电工程与污水和垃圾处理设施，因地制宜抓好农村生活污水和垃圾处理，以做到达标排放。

(5) 高度重视农村饮用水源保护。加强城镇和农村人畜饮用水源地规划建设，制定严格保护措施，加强饮用水源保护区管理，切实保障农村人畜饮水安全。

第二部分 狐尾藻人工湿地的水质污染治理模式

1. 狐尾藻人工湿地的特点

常见人工湿地水生植物生长过快，后续处理难度大，如果随意堆放，易造成二次污染。绿狐尾藻则为多年生沉水植物。C4 光合作物其适应性强。它能较快地除去水体中的氮、磷等富营养化元



狐尾藻

素，还能吸收其中的重金属元素，是一种较强的净化水体植物，同时其还可以饲养鱼、猪、鸭等。

2. 狐尾藻人工湿地水质治理的主要技术

低成本生态治理-氮磷循环利用的模式，经过对氮磷高效去除和高

效吸收生物质和植物的筛选，确定稻草作为填料的生物基质池，消除养殖污水中有害物质对绿狐尾藻生长的危害；绿狐尾藻适应高氮磷的水环境且生长周期长、生物量大、氮磷吸收能力强；根系具有泌氧功能，从而赋予湿地土壤微生物系统以高效的 COD 降解和硝化-反硝化脱氮的功能，维护水体动物生长；营养价值高，是优质饲料和绿肥，使氮磷循环利用，让治污“有利可图”。稻草-绿狐尾藻作为治理养殖污水的生态组合系统，对污水中 COD、氮和磷去除能力达 97-99%，在农业面源污染控制和污水生态处理方面有很好的应用前景。

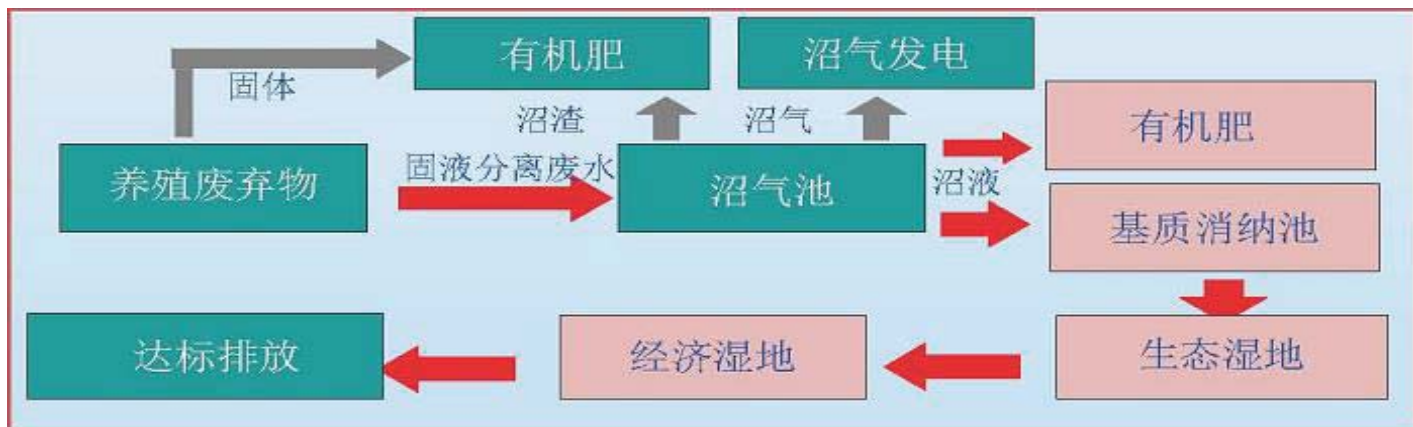


3. 狐尾藻人工湿地水质治理——养殖废水治理与资源化利用

(1) 系统构成

生物基质池（稻草填料）与 5 级经济湿地（绿狐尾藻或水生蔬菜）生态系统组合（分别针对小、中、大型养猪场）。

(2) 技术流程



(3) 适用范围

养殖场、农产品加工厂（酿造、制糖、淀粉加工、食品、屠宰等）、化肥厂、生物制品厂等。

(4) 处理指标

COD、氨氮、总氮、总磷去除率 97-99%；达到国家排放指标 GB18596-2001 的 1/3-1/5 以下，或优于国家排放标准（COD 150 mg/L、总氮 70mg/L、总磷 5.0mg/L）。

(5) 投资与效益

万头存栏猪排放量一次性总投资 100-250 万元（土方、防渗、材料），年净收入估算 50-100 万元（5-15kg 鱼/头猪）。

(6) 推广情况

长沙、嘉兴、绍兴和环江 30 多家养殖场（养殖规模为 50-70000 头存栏猪）、一家生物制品厂。

(7) 资源化利用模式

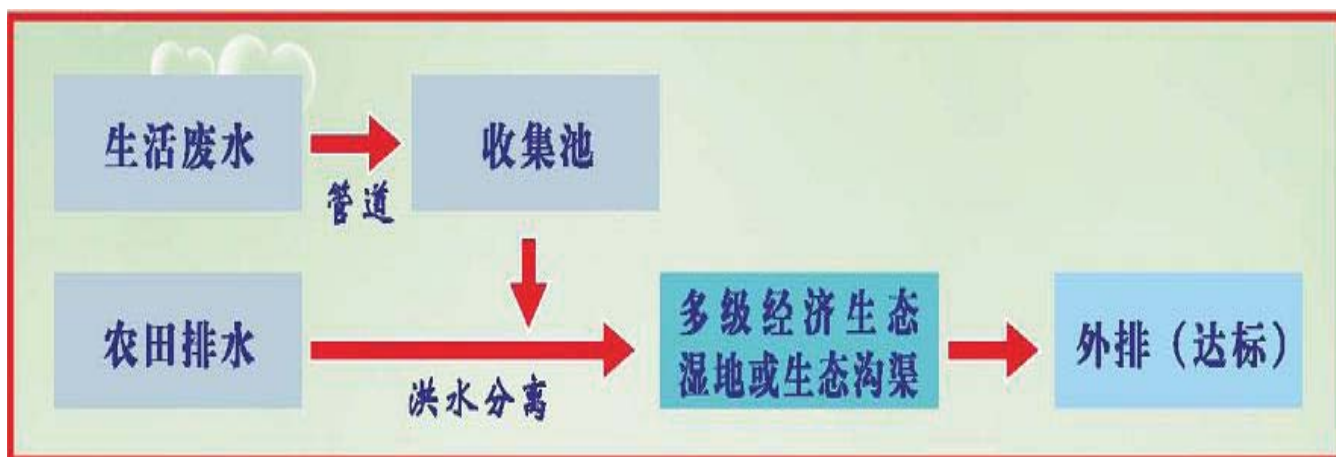
绿狐尾藻粗蛋白（13-17%）、添加氨基酸和微量元素含量高于常规饲料，有害重金属含量低，可作为生猪、草鱼、鸭等草食动物饲料。部分浅水湿地<30cm 可种植水生蔬菜；深水>1m 可养殖财鱼、鲢鱼、泥鳅、鲤鱼、鲫鱼和鳙鱼等。

4. 狐尾藻人工湿地水质治理——农村、农田散排污水（农业面源污染）生态治理

(1) 系统构成

生物基质池与3级经济湿地（绿狐尾藻或水生蔬菜）生态系统组合，连片农田设置绿狐尾藻生态沟渠，集水区末端设置较大湿地（种植绿狐尾藻，放养鲤鱼和鳊鱼）进一步净化水质。

（2）技术流程



（3）投资与效益

建设投入 10-25 万元/平方公里（不包括农田水利和河道整治等工程），年净收入估算 2.5-5.0 万元。

（4）推广情况

长沙市建立示范片 3 个，包括农户 500 余户、小型养殖场 20 余个、农田 5000 余亩。

5. 狐尾藻人工湿地水质治理——富营养化水体生态治理

（1）系统构成

水面围栏-绿狐尾藻。

（2）技术流程



(3) 适用范围

缓流河道和湿地（湖泊、水库、水源地、城市湿地公园等），消纳河流周边地区农田和养殖排放废弃物，净化污染，提升水质。

(4) 处理指标

COD、氨氮、总氮、总磷下降 60-80%，能见深度>1 米。

(5) 投资与效益

建设投入 20-50 万元/平方公里（不包括农田水利和河道整治等工程），估算收益与维管费持平。

(6) 推广情况

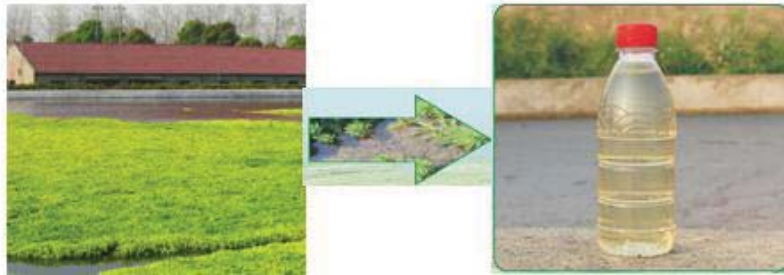
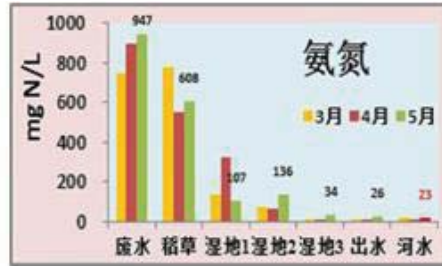
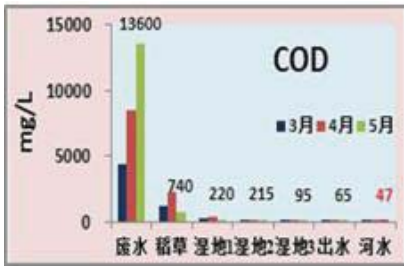
目前嘉兴市南湖区已建立平原河网区河道水污染生态治理示范 11 处。所有示范河段在 1-2 个月内，水体的 COD、氨磷降低 30-50%，透明度显著提高。

6. 狐尾藻人工湿地水质治理示范案例——养殖废水治理与资源化利用

(1) 浙江省绍兴市富强生态农业有限公司

存栏生猪 70000 头，污水排放量为 500-700 立方米/天，2014 年 3 月以来的监测结果见下图。以 2014 年 5 月为例，COD 95 mg/L、氨氮

26mg/L、总磷 5.0mg/L 的去除率为 95-99%。



(2) 广西环江丽源养殖场

该养猪场占地面积约 100 亩，目前肉猪存栏 500 多头。2014 年 5 月该场养殖排泄废弃物处理项目由环江县政府和环江喀斯特生态系统观测研究站共同实施，引进中科院亚热带生态所“规模畜禽养殖排泄废弃物处理技术”。投资建设化粪池 180 立方米，四级湿地 1200 立方米，对排出的污水进行净化。池塘中种植的 1 亩狐尾藻可净化水中的有机物、氨氮、磷酸盐等还可去除异味。其中，废水中氨磷及 COD 等去除率达到 95% 以上，水质达到四类标

水质达到四类标



畜禽养殖污染减排现场会

准。同时该植物含有丰富的植物蛋白，也是养猪、养鱼、养牛的天然食料。



养殖场污染减排狐尾藻处理池

7. 狐尾藻人工湿地水质治理示范案例——农村、农田散排污水（农业面源污染）生态治理

(1) 湖南省长沙县脱甲村



总面积 4.5 平方公里，居民 60 户，农田 250 亩，养殖生猪 1000 头左右，运行 2-4 年，泥沙基本完全拦截，径流氮磷拦截率超过 50%，总氮含量由劣 V 类（进水）净化到 III-IV 类（出水），总磷由 III 类净化

到 I-II 类。

(2) 湖南省长沙县开慧镇葛家山村

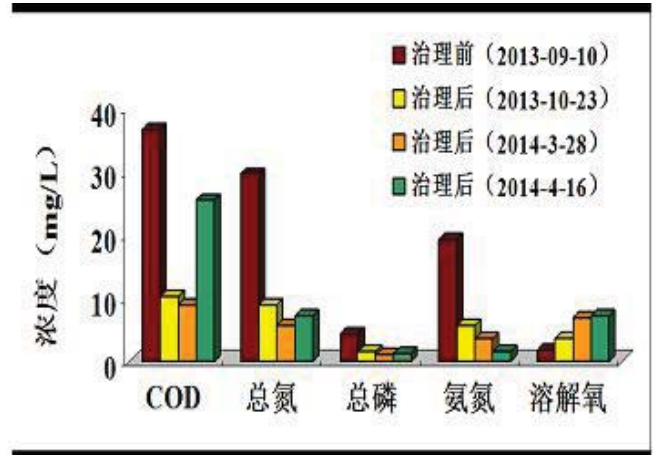
长沙县开慧镇葛家山村第四组，居民区 3 户，生猪 1200 头。



8. 狐尾藻人工湿地水质治理示范案例——富营养化水体生态治理

(1) 浙江省嘉兴市南湖区金章村

浙江省嘉兴市南湖区金章村花家浜（长 1500 米），长度 800 米，宽度 15-20 米，水深 1-1.5 米，河道两岸居民区 1 户，养殖生猪 5000 头。生态治理 60 天后氨氮浓度下降了 86.5%，总氮浓度下降了解 69.4%，总磷浓度下降了 63.0%，河道水质明显改善，水中溶解氧含量达 6.0mg/L 以上，透明度 1m 以上，沉水植物逐渐恢复，河道水体已经具备了生态自净功能。



9. 狐尾藻人工湿地水质治理成效----社会效益



中国科学院副院长丁仲礼考察中科院亚热带所嘉兴基地河道污染治理 (2014.4)



财政部国务院农村综合改革办公室主任王卫星考察浙江绍兴“富强生态牧业有限公司”示范基地 (2014.4)



浙江省委书记夏宝龙一行考察浙江绍兴“富强生态牧业有限公司”示范基地。(2014.6)



浙江省副省长黄旭明考察浙江上虞“富强生态牧业有限公司”示范基地 (2014.5)



科技部农村中心副主任蒋丹平考察浙江嘉兴“五丰牧业”示范基地 (2013.6)



湖南省财政厅韩齐宏副厅长考察中国科学院长沙农业环境观测试验站研究基地 (2014.5)

国家科技部、财政部、水利部、农业部、环保部、及各级地方政府领导到示范基地实地考察，对治理效果充分肯定，认定废水生态治理技术具有成本低、见效快、景观美等特点，建议大力推广应用。

10. 狐尾藻人工湿地水质治理成效——生态效益

以绿狐尾藻生态治理技术为核心构建养殖废水治理、河道污染治理、生态污水处理等水体污染治理模式，60天后水质得到明显改善，100天后出现鱼、虾等水生动物，水体净化功能得到基本恢复。



11. 狐尾藻人工湿地水质治理成效——经济效益



经济湿地种植水芹菜、空心菜、水蕹菜等水生蔬菜，在治理水体环境的同时年收益一般可达1万元每亩以上。

经济湿地可用于养殖鳊鱼、鲢鱼、土鲫鱼等。以万头存栏猪场为例，保障猪场水质达标的同时可生产鲜鱼一万斤，净利润达3-4万元/年。

绿狐尾藻还可以用来养鹅，平均1亩狐尾藻湿地，可以为400只鹅提供充足青饲料，年创收可达3-4万。

收获的新鲜绿狐尾藻还可作为绿肥培育名优水果茶叶等，1亩狐尾藻湿地可以提供5亩果茶园的肥料用量。



绿狐尾藻饲料化技术开发研制成狐尾藻发酵饲料后，相当于每公顷生态湿地每年生产10-15吨玉米（2.2-3.3万元/公顷·年）。

第三部分 水质污染治理，我们在行动

1. 政府领导重视

近年来，环江毛南族自治县各级领导极为重视养殖生产带来的排泄物及由饲料有毒残留物的水质污染问题。而且，对全县农业面源污染和农产品加工的点源污染治理也制定了有力的政策和措施。2014年，中国科学院喀斯特生态系统观测研究站在中国科学院科技服务网络计划（STS）项目“绿狐尾藻治理污水技术区域适应性研究与示范”项目的部分资助下，选择广西环江流域典型规模化养殖场和农产品加工厂（蔗糖、淀粉加工厂），建立具有典型流域特色的绿狐尾藻污水处理技术示范工程，系统监测养殖和农产品加工厂污水的治理效果，分析绿狐尾藻对养殖及制糖污水氮磷的去除机理，研究绿狐尾藻水质治理技术模式在环江流域的适应性并开展示范。

“绿狐尾藻治理污水技术区域适应性研究与示范”项目启动以来，环江县政府领导及各相关部门多次关心支持中科院环江喀斯特站规模畜禽养殖排泄污染物的治理工作，召开了全县农村污水处理示范建设工作会，印发了环江县实施狐尾藻治理污水项目方案，成立了农村污水处理办公室，由县环境保护局负责牵头实施，计划设立专项资金，在全县每个乡（镇）创建1个污水处理示范点，以配套每个示范点污水处理设施的投资，将于2016年5月份建成并投入运行后，将为环江县全面开展农村环境综合整治奠定基础、发挥示范作用。

2015年5月12日，广西壮族自治区党委副书记危朝安在亚热带生态研究所呈送的《狐尾藻人工湿地治理水质污染模式与实效宣传手册》上批示，请水产畜牧兽医局，跟踪环江县项目实施效果，与曾馥平同志（环江副县长）联系，到环江开展养殖排泄废弃物处理示范调研。广西壮族自治区水产畜牧兽医局副局长王强及玉林市水产畜牧代表团相

继到环江狐尾藻人工湿地治理养殖污水示范基地参观后，表示要出台方案，尽快推广应用。

2. 环江狐尾藻人工湿地水质治理工作进展



2014年10月16日，县长黄炳峰，县委常委、副县长曾馥平到思恩镇文化村下兰屯丽源养猪场察看规模化畜禽养殖排泄污水处理情况。

目前，在养殖废水治理方面，已在环江县思恩镇文化村下兰屯丽源养猪场开展了养殖排泄废弃物处理项目，建成沼气池 60 立方米、生物质池 180 立方米，四级湿地 1200 立方米，种植狐尾藻等生物处理植物。该项目对养殖场排出的污染物进行净化处理，废水中氮、磷及 COD 等去除达到 95%以上，水质可达到四类标准。

在农产品加工废水治理方面，选择环江江缘丝绸厂、远丰糖业（县工业园区）、环江淀粉厂（洛阳镇）等一批工业企业，对其排放的加工废水进行水质净化处理。2014年10月31日，环江县县委常委、副县长曾馥平带领县工业与信息化局、环境保护局的领导，到上述企业进行了水质采样，分析水质的氮、磷及 COD 含量，同年底现场构建了绿狐尾藻人工湿地。



水质取样



与企业座谈了排污解情况

2015年5月26日至27日，广西壮族自治区水产畜牧兽医局副局长王强一行4人在河池市水产畜牧兽医局局长李可东的陪同下，考察中国科学院环江喀斯特生态系统观测研究站养殖排泄废弃物处理示范基地。



同年，8月18日，广西壮族自治区人大常委会教科文卫委副主任委员、农工党广西区委专职副主委何玉庭一行6人的广西污染防治问

题研究调研组在河池市委常委、统战部部长罗日新等陪同下，到环江县思恩镇文化村下兰屯丽源养猪场参观考察中国科学院亚热带农业生态研究所环江喀斯特站规模畜禽养殖排泄废弃物处理水体净化示范基地。11月20日至21日，广西壮族自治区玉林市各区县水产畜牧兽医局负责人及养殖企业代表共35人在玉林市水产畜牧兽医局副局长董怀宝和调研员覃胜的带领下，考察了中国科学院亚热带农业生态研究所广西环江毛南族自治县养殖污水处理示范基地。河池市水产畜牧兽医局副局长覃家旺及环江县水产畜牧兽医局相关领导陪同参加了本次考察。董怀宝表示，玉林市作为全区养殖污染治理的重点区域，迫切需要经济有效且易推广的污水处理技术，将尽快做出方案在全市养殖企业推广应用。



今后，环江喀斯特站将继续动态监测示范工程的治理效果；评估示范工程的治理效果与水体净化能力；并开展技术培训（50—80人）；在环江县域各乡镇分别选择1-2点，开展农村生猪分散养殖污水治理模式构建与技术推广；制定完善绿狐尾藻水质污染治理技术规程；从而逐步扩大水质污染治理范围，进行技术推广应用。

