

申报 2018 年度湖南省科学技术进步奖公示

1. 项目名称

生态循环农业效益提升关键技术创新与模式集成应用

2. 推荐单位意见

经过近 20 年的研究，本项目围绕传统循环农业种养配置结构单一，经济效益不高、污染严重等现实问题，率先提出在我国城郊区发展环保型功能多样化农业体系的基本思路，以及环保型多功能生态循环农业系统的构建原理。创建了多元化生态种-养-加系统结合和环境保育系统，实现一二三产业高度融合的多功能生态循环农业模式。研发农业生物质基质化、肥料化和环保化多层级循环利用关键新技术，开发出有机肥、生态修复菌剂等新产品；依据新型多功能生态循环农业系统构建原理，构建了“生物质/牧草-草食动物养殖-肥/沼-种植系统（果蔬茶）”模式。本项目研发的流域地表径流、农村生活污水和养殖废水绿狐尾藻生态治理全时全程防控体系已在南方 9 省/市建立示范点 100 余处，国家级农业面源污染综合治理示范区（县）4 个，《人民日报》要闻等主流媒体 100 多次报道。研发的茶园生态管理技术累积推广 28 万亩，并创建全国首个以生态茶园为主题的茶产业多功能生态循环农业系统。项目获国家授权发明专利 21 件、新产品 2 个、发表科技论文 83 篇（SCI 论文 26 篇），软件著作权 2 份；本项目累计示范推广应用总面积达 2092.4 万亩，包括核心区 26.1 万亩、示范区 223.9 万亩和辐射区 1842.4 万亩，培训农村技术人员及农民 20000 余人次，获得突出经济、社会、生态效益。

我单位认真审核了该项目的申报材料，确认材料真实有效，同意推荐该项目申报 2018 年度湖南省科技进步一等奖。

3. 项目简介

针对传统循环农业种养配置结构单一，经济效益不高且农业面源污染重、防控难度大等突出问题，项目研发了种养组合配置技术、循环农业技术、农业废弃物资源化安全利用技术、生态环境保育技术和面源污染生态处理技术等关键技术体系。其中主要技术的内容有：1）环保型多功能生态循环农业系统构建技术：创建了多元化生态种-养-加系统，同时配置废弃物无害化处理系统、园区环境保育系统，再建立延伸系统（体验农业等），实现生物质的多级转化与资源的循环利用，以及一二三产业高度融合的多功能生态循环农业模式。集成发明专利技术“一种茶树的遮光栽培方法（用黑色遮阳网分别在春、夏季对茶园遮光，间隔留枝条不采茶、修剪方法，提高了茶叶品质与产量）”和“一种茶园杂草的控制方法（用稻草、麦秆或茅草等秸秆覆盖和防草布覆盖茶园裸露土地，控制杂草，同时提高茶园土壤质量，保土保肥）”等新技术、新方法，创建全国首个以生态茶园为主题，一二三产业高度融合，规模达 3700 亩的茶产业多功能生态循环农业系统（田园综合体，即中国美丽田园——茶园景观），成为国家 AAA 级旅游景区。

申报 2018 年度湖南省科学技术进步奖公示

2) 流域面源污染风险的稻田面积比例阈值：发现流域出水口氮磷浓度、负荷与稻田面积比例之间的波尔兹曼 (Boltzmann sigmoid) 关系，提出稻田面积超过 29% 是流域水质恶化的阈值。3) 绿狐尾藻湿地高效生态治理面源污染技术：建立绿狐尾藻湿地处理地表径流、农村生活污水和养殖废水技术，应用工程对生活污水和养殖废水 COD、氮磷去除率为 88.1%–98.8%，地表径流为 63.7%–78.5%。该技术全生态，场地选择灵活，建设维护成本低、运行简便，效果稳定。4) 利用农产品加工废水生产地衣芽孢杆菌 (*Bacillus licheniformis*) 和红球菌菌剂：筛选出具有高效植物促生作用的地衣芽孢杆菌菌株和具有脱氮功能的红球菌菌株，发明了一种地衣芽孢杆菌及其菌剂和具有脱氮功能的红球菌及其菌剂的生产方法；以甘薯淀粉加工废水大规模培养上述菌株的工艺，开发出促生高效的微生物肥料和生态修复菌剂产品。5) 一种有机无机复混肥及制备方法：将湿牛粪经过固液分离出固体物、再与菜籽饼按比例混合进行发酵，将发酵的有机肥与尿素、磷酸一铵、氯化钾和硫酸铵等混合、造粒、干燥、冷却、抛光、包装，即得到有机无机复混肥。该有机无机复混肥效果好、成本低、使用方便，广泛适合于我国南方稻田和旱地土壤中应用。

项目获国家授权发明专利 21 件。项目自 2008 年开始在湖南及周边省份开展关键技术试验与示范，据不完全统计，本项目累计示范推广总面积达 2092.4 万亩，包括核心区 26.1 万亩、示范区 223.9 万亩和辐射区 1842.4 万亩，培训农村技术人员及农民 20000 余人次。通过本项目的实施，对于减少农田化肥投入，防止过量使用化肥造成农田土壤质量和农产品质量下降以及由此导致的严重农业面源污染等问题，对提高农业废弃物（如秸秆和畜禽粪便）的循环利用，减少农业废弃物排放 COD 及氮、磷对环境的污染，以及美丽乡村建设、乡村振兴战略实施等均具有重要的现实意义。

4. 客观评价

本成果为多个研究项目核心技术的综合，研究项目通过了政府各级主管部门组织的专家组验收，得到专家和业界的高度评价。主要包括：

1、本成果为国家支撑计划项目 4 个课题、中科院重点部署项目 1 项等项目核心技术的综合。项目全部顺利结题并通过专家组验收，得到了专家和业界的高度评价。

2、科技部农村司、农村中心组织专家于 2017 年 4 月 27-28 日在北京对“十二五”国家科技支撑计划“循环农业科技工程”项目“中南稻区复合生物循环技术集成与示范”课题 (2012BAD14B17) 进行了验收，专家组认为：课题围绕中南稻区生物质安全利用关键技术、环境控制技术、可持续循环农业高效模式构建等研究和示范，构建了“大型循环农业园区复合生物循环”、“水稻/牧草-肉牛-有机肥-果蔬茶”等循环农业模式，饲用稻草营养强化技术、畜禽养殖固体废弃物肥料化技术、畜禽养殖液体废弃物利用技术、畜禽养殖污水生态湿地处理技术等多项技术。

申报 2018 年度湖南省科学技术进步奖公示

3、中科院科技促进发展局组织专家于 2018 年 4 月 7 日在北京对“十二五”国家科技支撑计划“城郊环保型高效农业关键技术研究及示范”项目“典型城郊区环境保育关键技术研究及示范”课题（2014BAD14B01）和“中南城郊环保型资源高效农业模式研究与示范”课题（2014BAD14B01）进行了验收，专家组认为：研发了城郊农业区小流域污染物源头监测和环境风险评价、甘薯加工废水资源化生产微生物肥料等技术，构建城郊农业系统环境保育模式和小流域污染物综合防控模式。研发了适合中南城郊区域“种-养殖废弃物资源化、养殖废弃物污染减控与茶园生态管理、水肥一体化”等技术，构建了以“种-养-废弃物资源化”为主题的环保型高效农业模式。

4、中科院资源与环境科学与技术局组织专家于 2010 年 9 月 5-6 日对“十一五”国家支撑计划“城郊区环保型特色农业支撑技术研究及示范”项目“典型城郊农业区环境质量修复与功能提升技术研究”课题（2008BAD7B01）进行了验收，专家组认为：利用筛选的强氮磷富集植物，对城郊农田生态沟渠进行生态整治，有效阻止了农田氮磷的迁移。研发了甘薯淀粉加工废水生产微生物菌肥的技术，以及农村生活污水生物处理技术，有效地阻止了分散式污染物的排放。

5、受中国科学院的委托，专家组于 2016 年 1 月 14 日在长沙对“十二五”院重点部署项目“亚热带丘陵区流域农业氮磷污染源头防控体系研究与示范”验收，专家组认为：证实了绿狐尾藻除去水体氮磷污染的湿地植物，构建了分散居民生活污水、养殖污水、富营养化水体和小流域氮磷治理技术模式，并得到广泛的示范推广应用。

6、湖南省科技厅组织专家于 2006 年 12 月 19 日在长沙对“丘陵茶园茶叶优质高效生产技术研究与应用”课题进行了鉴定，专家组认为：建立了稻草覆盖、间种三叶草和乔木、肥料配施、病虫害生态调控等茶叶优质高效栽培技术，研制了高效茶叶专用肥，有效提高茶叶产量和品质，取得显著生态和经济效益。

5. 推广应用情况

项目自 2008 年开始在湖南及周边省份开展关键技术试验与示范，采用边试验示范边推广应用的方法，据不完全统计，本项目累计示范推广应用总面积达 2092.4 万亩，包括核心区 26.1 万亩、示范区 223.9 万亩和辐射区 1842.4 万亩，培训农村技术人员及农民 20000 余人次。

应用单位名称	应用技术	应用的起止时间	应用单位联系人/电话	应用情况
湖南洋利农林科技有限责任公司	面源污染生态治理技术、多功能田园综合体技术体系	2014-2017	邝鼎 /18873086665	累计在核心区应用 1.49 万亩、示范推广 15.37 万亩。
富川富泽生态农业科技开发有限公司	多功能田园综合体技术体系、面源污染生态治理技术	2014-2017	程树生 /13737741663	累计在核心区应用 0.3 万亩、示范推广 0.9 万亩。

申报 2018 年度湖南省科学技术进步奖公示

大长江环境工程技术有限责任公司	绿狐尾藻湿地面源污染生态治理技术	2014-2017	13908498561	参与/承担完成养殖废水、生活污水、河道及小流域面源污染治理项目工程 100 余项, 合同金额 0.62 亿元。
湖南省春华生物科技有限公司	稻草生产中高档食用菌基质利用技术	2008-2017	0731-88921918	累计推广 1200 万袋, 消耗秸秆 9500 多吨。
湖南和平生物科技有限公司	稻草生产中高档食用菌基质利用技术	2008-2017	13786645458	累计推广 1300 万袋, 消耗秸秆 1.1 万多吨。
湖南国进食用菌开发有限公司	稻草生产中高档食用菌基质利用技术	2008-2017	0731-86152895	累计推广 1700 万袋, 累计消耗秸秆 1.5 万多吨。
湖南中科肥业有限公司	农业生物质肥料化利用关键技术	2015-2017	蒋宏亮 /13548923917	累计生产有机无机复混肥 6 万吨, 应用面积 80.0 万亩。
泰谷生态科技集团股份有限公司	农业生物质肥料化利用关键技术	2008-2017	谭石勇 /0731-85504118	累计生产有机肥 32 万吨, 处理养殖废弃物 96 万吨, 推广面积 200 万亩。
湖南百威生物科技有限公司	农业生物质肥料化利用关键技术	2012-2017	张鸿 /0731-83897899	累计生产有机肥料及育苗营养基质 25 万吨, 处理畜禽粪便、秸秆 70 万吨。
长沙浩博生物技术有限公司	农业生物质肥料化利用关键技术	2012-2017	张浩 /0731-85620126	累计生产有机肥料及育苗营养基质 30 万吨, 处理畜禽粪便、秸秆 90 万吨。
无锡中科活力生物技术有限公司	农产品加工废弃物高效利用新技术	2015-2017	0510-87126003	累计生产菌剂产品 9000 吨。
湖南阳春农业生物科技有限公司	生物质全利用生态循环农业技术与模式	2013-2017	杜送德 /13973809715	累计应用面积 19.93 万亩。

6. 主要知识产权证明目录

核心发明专利目录

- 1) 肖润林, 刘锋, 付晓青, 李勇, 张树楠, 白志辉, 徐圣君. 一种茶园温室气体的减排方法, 2013 年授权发明专利, 专利号: ZL201210450348.1
- 2) 肖润林, 李盛华, 付晓青, 张树楠, 徐娟, 黎星辉. 一种茶树的遮光栽培方法,

申报 2018 年度湖南省科学技术进步奖公示

2012 年授权发明专利, 专利号: ZL 20111038756.9

- 3) 肖润林. 一种茶树的栽培方法, 2007 年授权发明专利, 专利号: ZL 200510018384.0
- 4) 肖润林, 向佐湘, 黎星辉, 单武雄, 程孝. 一种茶园杂草的控制方法, 2010 年授权发明专利, 专利号: ZL 200810197245.2
- 5) 肖润林, 程孝, 黎星辉. 一种秋季绿茶的生产方法, 2011 年授权发明专利, 专利号: ZL 200810236759.4
- 6) 吴金水, 肖润林, 李裕元, 刘锋, 张树楠, 李红芳, 何阳. 一种养猪场废水污染减控方法, 2014 年 12 月授权, 专利号: 201310313436.1
- 7) 刘锋, 吴金水, 肖润林, 李红芳, 王毅, 张树楠. 一种农村分散式污水的生态组合处理方法及装置. 2015 年 9 月授权, 专利号: 201410148248.2
- 8) 吴金水, 李裕元, 肖润林, 刘锋. 一种平原河网区面源污染治理的方法. 2014 年 8 月授权, 专利号: 201310312559.3.
- 9) 肖润林, 吴金水, 刘锋, 李红芳, 何阳, 张树楠, 李裕元. 一种丘陵零散养殖区废弃污染物的减控方法, 2014 年 12 月授, 专利号: 201310414068X
- 10) 肖润林, 吴金水, 刘锋, 李裕元, 张树楠, 李红芳, 何阳, 白志辉. 一种养猪场废弃污染物的处理方法, 2015 年 1 月授, 专利号: 201310313504.4
- 11) 肖润林, 吴金水, 刘锋, 张树楠, 李红芳. 一种养猪场废弃污染物的处理方法. 2013 年 12 月 5 日授权, 专利号: 201210393851.8.
- 12) 唐八生, 曹典军, 彭群, 林炜, 郭帅, 蔡浩. 一种微生物复混肥料制造方法及其装置. 专利号: ZL 2012 1 0313134.X
- 13) 谭周进, 曹典军, 胡汝晓, 尹德明. 一种生物药肥及其生产方法. 专利号: ZL 200910209293.2
- 14) 白志辉, 张茉莉, 陈月月, 赵志瑞, 庄绪亮, 杨建州. 一株地衣芽孢杆菌及其菌剂的生产方法和用途. 专利号: ZL 2012 1 0463000.6
- 15) 白志辉, 陈月月, 赵志瑞, 金德才, 庄绪亮, 庄国强. 一株具有脱氮功能的红球菌及其菌剂的生产方法和应用. 专利号: ZL 2013 1 0165610.2
- 16) 肖和艾, 吴金水, 盛良学, 周传社, 李明德, 彭新德, 彭福元, 刘琼峰, 张智优, 刘新亮, 李航. 亚热带丘陵区牧草肉牛蔬菜循环农业体系的构建方法. 2014 年授权发明专利, 专利号: ZL201310277329.8.
- 17) 肖和艾, 廖立勇, 王联, 陈华, 李裕科, 李明德, 陈书莹, 陈立超, 李小敏, 王莉, 吴金水, 蒋太斌, 刘琼峰, 蒋贤民, 谷雨, 程江锋, 莫照惠, 王娟, 曾冠军, 刘海, 江南, 朱寒阳. 一种生态循环肉牛养殖场的构建系统. 2016 年授权发明专利, 专利号: 201510443116.7.
- 18) 肖和艾, 廖立勇, 王联, 陈华, 李裕科, 吴金水, 陈书莹, 陈立超, 李明德, 潘红艳, 蒋太斌, 刘琼峰, 程江锋, 谷雨, 蒋贤民, 莫照惠, 王娟, 曾冠军, 刘海, 江南, 朱寒阳. 一种生态循环肉牛养殖场的构建方法及系统. 2017 年授权发明专利, 专利号: ZL201510442974 .X

申报 2018 年度湖南省科学技术进步奖公示

- 19) 肖和艾, 李明德, 程江锋, 江南, 石新科, 吴金水, 王联, 刘琼峰, 蒋太斌, 朱芳平, 蒋贤明, 莫照惠, 王娟, 谷雨, 曾冠军, 刘海, 朱寒阳. 亚热带丘陵区玉米生猪脐橙循环农业体系的构建方法.2017 年授权发明专利, 专利号: ZL201610188200.3
- 20) 肖和艾, 蒋宏亮, 梁文祥, 李新辉, 晏金荣, 王娟, 陈玳. 一种复混肥制备方法 & 装置. 2016 年授权发明专利, 专利号: CN201410640747.3.
- 21) 刘琼峰, 王锋, 罗永明, 李明德. 利用食用菌下脚料和豆制品厂黄浆水生产有机肥的方法. 2015 年授权发明专利, 专利号: ZL201310609055.8.

论文目录

- 1) 戴玉婷. 基于环境保育的亚热带丘陵区循环农业体系研究——以长沙县金井镇为例[D]. 北京: 中国科学院大学, 2013: 1-54
- 2) 陈佩, 杨知建, 肖润林. 遮阴对茶园生态环境及其茶树光合作用和产量的影响研究. 安徽农业科学, 2010, 38(11): 5604-5605
- 3) 单武雄, 罗文, 肖润林, 何秋虹, 陈佩, 徐华勤. 连续 5 年施菜籽饼肥和稻草覆盖对茶园土壤生态系统的影响. 中国生态农业学报, 2010, 18(3): 472-476
- 4) 单武雄, 肖润林, 王久荣, 陈佩, 付晓青. 遮光对丘陵茶园白露毛尖茶产量和品质的影响. 农业现代化研究, 2010, 31(3): 368-372
- 5) 付晓青, 陈佩, 秦志敏, 肖润林, 杨知建. 遮荫处理对丘陵茶园生态环境及茶树气体交换的影响. 中国农学通报, 2011, 27(8): 40-46
- 6) 郭益红, 季小明, 房婉萍, 肖润林, 陈易飞, 马运涛等. 脲醛控释复合肥对洞庭碧螺春茶树冠层叶绿素含量的影响. 华中农业大学学报, 2008, 27(6): 741-744
- 7) 黄瑶, 肖润林, 杨知建, 徐华勤. 不同培肥措施对丘陵红壤茶园土壤微生物量碳的影响. 现代生物医学进展, 2009, 9(1): 134-136
- 8) 庞冬辉, 陈正法, 肖润林, 刘永胜, 程孝. 大棚覆盖与地热线的增温效果及其对茶树生理生长的影响. 广西农学报, 2010, 25(4): 23-28
- 9) 庞冬辉, 肖润林, 侯柏华, 单武雄, 陈佩. 生态管理对茶园节肢动物群落结构和多样性的影响. 中国生态农业学报, 2010, 18(6): 1272-1276
- 10) 彭晚霞, 宋同清, 邹冬生, 王克林, 曾馥平, 肖孔操, 肖润林. 覆盖与间作对亚热带丘陵茶园生态的综合调控效果. 中国农业科学, 2008, 41(8): 2370-2378
- 11) 秦志敏, John Tanui, 冯卫英, 王玉花, 肖润林, 黎星辉. 遮光对丘陵茶园茶叶产量指标和内含生化成分的影响. 南京农业大学学报, 2011, 34(5): 47-52
- 12) 秦志敏, 付晓青, 肖润林, 黎星辉, 王玉花, 徐华勤. 不同颜色遮阳网遮光对丘陵茶园夏秋茶和春茶产量及主要生化成分的影响. 生态学报, 2011, 31(16): 4509-4516
- 13) 秦志敏, 王玉花, 肖润林, 黎星辉. 遮光对夏秋茶品质效应的影响概述. 安徽农业科学, 2010, (25): 13657-13658

申报 2018 年度湖南省科学技术进步奖公示

- 14) 王桂雪, 肖润林, 胡明勇, 黎星辉. 湖南茶叶产业发展的内部条件分析. 茶叶通讯, 2008, 35(2): 16-19
- 15) 王玉花, 秦志敏, 肖润林, 付晓青, 黎星辉. 遮光水平对丘陵茶园茶叶生长指标和品质的影响. 经济林研究, 2011, 29(2): 48-53
- 16) 向佐湘, 单武雄, 何秋虹, 肖润林, 徐华勤, 陈佩等. 两种生态控草措施对丘陵茶园杂草群落及物种多样性的影响. 中国生态农业学报, 2009, 17(5): 857-861
- 17) 向佐湘, 肖润林, 王久荣, 彭晚霞, 夏艳璐, 徐华勤等. (2008). 间种白三叶草对亚热带茶园土壤生态系统的影响. 草业学报, 17(1), 29-35.
- 18) 肖润林, 王久荣, 谭正初, 单武雄, 何秋虹. (2009). 丘陵茶园不同机采方式对秋季茶鲜叶产量和名优绿茶品质的影响. 中国生态农业学报, 17(5), 919-922.
- 19) 肖润林, 向佐湘, 徐华勤, 单武雄, 陈佩, 王桂雪等. (2008). 间种白三叶草和稻草覆盖控制丘陵茶园杂草效果. 农业工程学报, 24(11), 183-187.
- 20) 徐华勤, 肖润林, 宋同清, 罗文, 任全, 黄瑶. (2008). 稻草覆盖与间作三叶草对丘陵茶园土壤微生物群落功能的影响. 生物多样性, 16(2), 166-174.
- 21) 徐华勤, 肖润林, 向佐湘, 黄瑶, 罗文, 秦钟等. (2010). 不同生态管理措施对丘陵茶园土壤微生物生物量和微生物数量的影响. 土壤通报(6), 1355-1359.
- 22) 徐华勤, 肖润林, 向佐湘, 宋同清, 任全, 黄瑶等. (2009). 稻草覆盖、间作三叶草茶园土壤酶活性与养分的关系. 生态学杂志, 28(8), 1537-1543.
- 23) 徐华勤, 肖润林, 向佐湘, 文国宇, 熊文. (2010). 不同生态管理措施对丘陵茶园杂草生物多样性的影响. 中国农学通报, 26(4), 283-286
- 24) 朱旭君, 王玉花, 张瑜, 肖润林, 黎星辉. (2015). 施肥结构对茶园土壤氮素营养及茶叶产量品质的影响. 茶叶科学(3), 248-254.
- 25) Feng Liu, Shunan Zhang, Pei Luo, Xuliang Zhuang, Xiang Chen, Jinshui Wu. Purification and reuse of non-point source wastewater via *Myriophyllum*-based integrative biotechnology: A review. *Bioresource Technology*, 2018, 248 (Part B): 3-11
- 26) Haishu Sun, Feng Liu, Shengjun Xu, Shanghua Wu, Guoqiang Zhuang, Ye Deng, Shui Jin Wu, Xuliang Zhuang. *Myriophyllum aquaticum* constructed wetland effectively removes nitrogen in swine wastewater. *Frontiers in Microbiology*. DOI: 10.3389/fmicb.2017.01932
- 27) Xi Li, Miaomiao Zhang, Feng Liu, Liang Chen, Yuyuan Li, Yong Li, Rulin Xiao, Jinshui Wu. Seasonality distribution of the abundance and activity of nitrification and denitrification microorganisms in sediments of surface flow constructed wetlands planted with *Myriophyllum elatinooides* during swine wastewater treatment. *Bioresource Technology*, 2018, 248 (Part B): 89-97
- 28) Miaomiao Zhang, Pei Luo, Feng Liu, Hongfang Li, Shunan Zhang, Runlin Xiao,

申报 2018 年度湖南省科学技术进步奖公示

- Liming Yin, Juan Zhou, Jinshui Wu. Nitrogen removal and distribution of ammonia-oxidizing and denitrifying genes in an integrated constructed wetland for swine wastewater treatment. *Ecological Engineering*, 2017, 104:30-38
- 29) Xi Li, Miaomiao Zhang, Feng Liu, Yuyuan Li, Yong Li, Rulin Xiao, Jinshui Wu*. Bacterial community dynamics in a *Myriophyllum elatinoides* purification system for swine wastewater in sediments. *Applied Soil Ecology*, 2017, 119: 56-63
- 30) Feng Liu, Shunan Zhang, Yi Wang, Yong Li, Runlin Xiao, Hongfang Li, Yang He, Miaomiao Zhang, Di Wang, Xi Li, Jinshui Wu. Nitrogen removal and mass balance in newly-formed *Myriophyllum aquaticum* mesocosm during a single 28-day incubation with swine wastewater treatment. *Journal of Environmental Management*, 2016, 166: 596-604
- 31) Pei Luo, Feng Liu, Xinliang Liu, Xiao Wu, Ran Yao, Liang Chen, Xi Li, Runlin Xiao, Jinshui Wu. Phosphorus removal from lagoon-pretreated swine wastewater by pilot-Scale surface flow constructed wetlands planted with *Myriophyllum aquaticum*. *Science of the Total Environment*, 2017, 576: 490-497
- 32) Haiping Wang, Feng Liu, Pei Luo, Zihan Li, Liguang Zheng, Hua Wang*, Dongsheng Zou, Jinshui Wu. Allelopathic effects of *Myriophyllum aquaticum* on two cyanobacteria of *Anabaena flos-aquae* and *Microcystis aeruginosa*. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 2017, 98 (4): 556-561
- 33) Shunan Zhang, Feng Liu*, Runlin Xiao, Yong Li, Yang He, Jinshui Wu. Nitrogen removal in *Myriophyllum aquaticum* wetland microcosms for swine wastewater treatment: 15N-labelled nitrogen mass balance analysis. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2017, 97(2): 505-511
- 34) Liang Chen, Feng Liu, Fen Jia, Ya-jun Hu, Cui Lai, Xi Li, Pei Luo, Run-lin Xiao, Yong Li, Jin-shui Wu. Anaerobic ammonium oxidation in sediments of surface-flow constructed wetlands treating swine wastewater. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 2017, 101: 1301-1311
- 35) Shunan Zhang, Runlin Xiao, Feng Liu, Juan Zhou, Hongfang Li, Jinshui Wu. Effect of vegetation on nitrogen removal and ammonia volatilization from wetland microcosms. *Ecological Engineering*, 2016, 97: 363-369
- 36) Shunan Zhang, Feng Liu, Runlin Xiao, Yong Li, Yang He, Jinshui Wu. Effects of vegetation on ammonium removal and nitrous oxide emissions from pilot-scale drainage ditches. *Aquatic Botany*, 2016, 130: 37-44.
- 37) Feng Liu, Yi Wang, Runlin Xiao, Jinshui Wu, Yong Li, Shunan Zhang, Di Wang, Hongfang Li. Influence of substrates on nutrient removal performance of organic channel barriers in drainage ditches, *Journal of Hydrology*, 2015, 527: 380-386

申报 2018 年度湖南省科学技术进步奖公示

- 38) Xi Li, Miaomiao Zhang, Feng Liu, Yong Li, Yang He, Shunan Zhang, Jinshui Wu*. Abundance and distribution of microorganisms involved in denitrification in sediments of a *Myriophyllum elatinoides* purification system for treating swine wastewater, *Environmental Science and Pollution Research*, 2015, 22, 19906-19916
- 39) Xi Li, Miaomiao Zhang, Feng Liu, Yong Li, Yang He, Shunan Zhang, Jinshui Wu. The Significance of *Myriophyllum elatinoides* for Swine Wastewater Treatment: Abundance and Community Structure of Ammonia-Oxidizing Microorganisms in Sediments, 2015, DOI: 10.1371/journal.pone.0139778
- 40) Liang Chen, Feng Liu, Yi Wang, Xi Li, Shunan Zhang, Yong Li, Jinshui Wu. Nitrogen removal in an ecological ditch receiving agricultural drainage in subtropical central China, *Ecological Engineering*, 2015, 82: 487-492
- 41) Shunan Zhang, Feng Liu, Runlin Xiao, Yong Li, Juan Zhou, Jinshui Wu. Emissions of NO and N₂O in wetland microcosms for swine wastewater treatment, *Environmental Science and Pollution Research*, 2015, 22, 19933-19939
- 42) Feng Liu, Runlin Xiao, Yi Wang, Yong Li, Qiao Luo, Jinshui Wu. Effect of a novel constructed drainage ditch on the phosphorus sorption capacity of ditch soils in an agricultural headwater catchment in subtropical central China, *Ecological Engineering*, 2013, 58: 69-76
- 43) Wenzhao Zhang, Chunmei Yin, Chunlan Chen, Anlei Chen, Xiaoli Xie, Xingan Fu, Haijun Hou, Wenxue Wei, Estimation of long-term Ca²⁺ loss through outlet flow from an agricultural watershed and the influencing factors. *Environmental Science and Pollution Research*, 2016, 23:10911-10921
- 44) Yi Wang, Yong Li, Feng Liu, Yuyuan Li, Lifang Song, Hang Li, Ceng Meng, Jinshui Wu. Linking rice agriculture to nutrient chemical composition, concentration and mass flux in catchment streams in subtropical central China. *Agriculture Ecosystems & Environment*. 2014, 184:9-20.
- 45) Yi Wang, Yong Li, Xinliang Liu, Feng Liu, Lifang Song, Hang Li, Qiumei Ma, Jinshui Wu. Relating land use patterns to stream nutrient levels in red soil agricultural catchments in subtropical central China. *Environmental Science and Pollution Research*. 2014, 21:10481-10492.
- 46) Yi Wang, Xinliang Liu, Yong Li, Feng Liu, Jianlin Shen, Yuyuan Li, Qiumei Ma, Juan Yin, Jinshui Wu. Rice agriculture increases base flow contribution to catchment nitrate loading in subtropical central China. *Agriculture Ecosystems & Environment*. 2015, 214:86-95.
- 47) Yi Wang, Yuyuan Li, Yong Li, Feng Liu, Xinliang Liu, Dianlin Gong, Qiumei Ma, Li Wei, Jinshui Wu. Intensive rice agriculture deteriorates the quality of shallow

申报 2018 年度湖南省科学技术进步奖公示

- groundwater in a typical agricultural catchment in subtropical central China. *Environmental Science and Pollution Research*. 2015, 22:13278-13290.
- 48) Yi Wang, Xinliang Liu, Hua Wang, Yong Li, Yuyuan Li, Feng Liu, Runlin Xiao, Jianlin Shen, Jinshui Wu. Rice agriculture impacts catchment hydrographic patterns and nitrogen export characteristics in subtropical central China: a paired-catchment study. *Environmental Science and Pollution Research*. 2017, 24(18):15700-15711.
- 49) 李红芳, 刘锋, 黎慧娟, 肖润林, 何洋, 王迪, 吴金水. 生物滤池/人工湿地/稳定塘工艺处理农村分散污水. *中国给水排水*, 2015, 31: 1-4
- 50) 王迪, 李红芳, 刘锋, 王毅, 钟元春, 何洋, 肖润林, 吴金水. 亚热带农区生态沟渠对农业径流中氮素迁移拦截效应研究. *环境科学*, 2016, 37: 1717-1723
- 51) 吴晓, 曾馨怡, 罗沛, 刘锋, 李宝珍, 胡荣桂, 肖润林, 吴金水. 绿狐尾藻人工湿地底泥中磷形态分布特征研究. *环境污染与防治*, 2017, 39(10):1082-1087
- 52) 刘少博, 冉彬, 曾冠军, 李宝珍, 朱红梅, 刘锋, 肖润林, 吴金水. 高铵条件下绿狐尾藻的生理与氮磷吸收特征. *环境科学*, 2017, 38(09): 3731-3737
- 53) 陈亮, 刘锋, 肖润林, 吴金水. 人工湿地氮去除关键功能微生物生态学研究进展. *生态学报*, 2017, 37(18): 6265-6274
- 54) 余红兵, 何洋, 李红芳, 刘锋, 张树楠, 王迪, 肖润林. 室内绿狐尾藻湿地系统对高氨氮废水的净化作用. *草业科学*, 2016, 33(11): 2189-2195
- 55) 李红芳, 刘锋, 肖润林, 何洋, 王迪, 吴金水. 水生植物对生态沟渠底泥磷吸附特性的影响. *农业环境科学学报*, 2016, 35(1): 157-163
- 56) 李航, 王毅, 宋立芳, 李勇, 李玮, 吴金水. 中亚热带典型农业小流域氮素输出特征及监测采样频率研究. *环境科学学报*. 2014, 10:2668-2674.
- 57) 宋立芳, 王毅, 吴金水, 李勇, 李裕元, 孟岑, 李航, 张满意. 水稻种植对中亚热带红壤丘陵区小流域氮磷养分输出的影响. *环境科学*. 2014, 1:150-156.
- 58) 刘济, 李玮, 王毅, 李巧云, 李勇, 吴金水. 中亚热带红壤丘陵区农业流域景观格局对水文过程的影响. *生态与农村环境学报*. 2016, 32 (3):424-431.
- 59) 马秋梅, 李玮, 王毅, 刘新亮, 李勇, 吴金水. 基流对亚热带农业流域氮素输出的贡献研究. 2016, 4:1371-1378.
- 60) 刘白杨, 尹黎明, 刘新亮, 李巧云, 王毅, 李勇, 吴金水. 金井流域景观格局对地下水硝态氮时空分布的影响. *农业环境科学学报*. 2017, 36 (4):753-760.
- 61) 宫殿林, 洪曦, 曾冠军, 王毅, 左双苗, 刘新亮, 吴金水. 亚热带典型农业流域河流水质多元线性回归预测. *生态与农村环境学报*. 2017, 33(6):509-518.
- 62) 王小艳, 彭运祥, 王春晖, 姜性坚, 黄晓辉, 李新军, 刘定华. 不同品种姬菇的稻草栽培及培养基配方筛选. *湖南农业科学*, 2010, (23): 42-44
- 63) 王小艳, 彭运祥, 王春晖, 姜性坚, 黄晓辉, 李新菊, 刘定华. 稻草栽培姬菇品种与培养基配方筛选. *食用菌*, 2011, (1): 16-17
- 64) 李睿, 肖和艾, 刘学文, 彭新德. 开闭环结合的水肥混灌系统. *计算机系统应*

申报 2018 年度湖南省科学技术进步奖公示

- 用, 2018, 27(6): 40-46
- 65) 卢红玲, 彭福元, 崔新卫, 鲁耀雄, 高鹏, 彭新德. 牛场养殖污水资源化利用的前处理方法效果研究. 广东农业科学, 2016, 43(12): 59-63
- 66) 吕黎, 王蕾, 周佳敏, 罗志威, 丰来. 巨大芽孢杆菌的研究现状及应用. 农业科学研究, 2014, 35 (3): 48-52
- 67) 周熠, 冯波, 林元山, 丰来, 罗志威. 烟杆鸡粪堆肥发酵生物菌肥工艺研究. 现代农业科技, 2014, (18): 208-210
- 68) 周芳如, 罗志威, 徐滔明, 易子霆, 丰来. 生物有机肥中生防菌种的研究进展, 2015, 43 (34): 193-195
- 69) 吕黎, 王蕾, 罗志威, 周佳敏, 丰来. 大三元肥的研究进展, 湖南农业科学, 2014, (8): 32-35
- 70) Zuo Wang, Zhixiong He, Karen A. Beauchemin, Shaoxun Tang, Chuanshe Zhou, Xuefeng Han, Min Wang, Jinhe Kang, Nicholad E. Odongo, Zhiliang Tan. Evaluation of different yeast species for improving in Vitro fermentation of cereal straws. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 2015, 29(2): 230-240.
- 71) 李明德, 吴海勇, 聂军, 石生伟. 稻草及其循环利用后的有机废弃物还田效用研究. 中国农业科学, 2010, 43(17): 3572-3579
- 72) 刘琼峰, 崔新卫, 吴海勇, 谷雨, 李明德, 吴金水, 肖和艾, 杨曾平. “种植-肉牛-有机肥-种植”模式氮磷投入产出模型的构建. 农业工程学报, 2016, 32 (S2): 191-198
- 73) 谷雨, 刘琼峰, 吴海勇, 李明德, 吴金水, 肖和艾, 崔新卫. “水稻/牧草-肉牛-有机肥-蔬菜/茶叶”循环农业模式能值分析. 中国农学通报, 2017, 33(32): 81-86
- 74) 江南, 邹冬生, 肖和艾, 李明德, 刘琼峰, 谷雨. “种草养牛”循环农业模式效益比较分析. 中国农学通报, 2017, 33(14): 147-152
- 75) 彭志红, 李明德, 蔡立湘, 聂军, 廖育林, 刘琼峰, 稻草及稻草循环利用后的废弃物还田效益研究, 生态环境学报, 2009, 18 (2): 683-687
- 76) 吴海勇, 李明德, 黄科延, 聂军, 廖育林, 刘琼峰, 稻草循环利用后的废弃物在油菜上的应用效果研究, 湖南农业科学, 2009, (11): 45~48
- 77) 彭志红, 李明德, 蔡立湘, 聂军, 廖育林, 刘琼峰, 不同耕作栽培方式稻草还田对水稻产量及土壤理化性状的影响, 安徽农业科学, 2009, 37 (11): 4925- 4926 4939
- 78) 石生伟, 李玉娥, 李明德, 万运帆, 彭华, 吴海勇, 早稻秸秆原位焚烧对红壤晚稻田 CH₄ 和 N₂O 排放及产量的影响, 土壤, 2011, 43 (2): 184-189
- 79) 吴海勇, 李明德, 刘琼峰, 吴小丹, 稻草不同还田途径对土壤结构及有机质特征的影响, 土壤通报, 2012, 43 (4): 836~841
- 80) 吴海勇, 李明德, 刘琼峰, 吴小丹, 农业有机废弃物还田的生态经济效益研究, 土壤, 2012, 44 (5): 769~775

申报 2018 年度湖南省科学技术进步奖公示

- 81) 刘琼峰, 李明德, 段建南, 吴海勇, 基于 GIS 的湖南省耕地利用效益时空变异研究, 经济地理, 2013, 33 (9): 142~147
- 82) 刘琼峰, 李明德, 吴金水, 魏文学, 张扬珠, 吴海勇, 湖南省种养结合循环农业模式的空间布局研究, 十二五国家科技支撑计划“循环农业科技工程”重大项目技术培训会会议论文集, “中国循环农业理论与实践研究进展”, 中国农业大学出版社, 2015, 954-967
- 83) Wenzhao Zhang, Chunmei Yin, Chunlan Chen, Anlei Chen, XiaoliXie, Xingan Fu, HaijunHou, Wenxue Wei, Estimation of long-term Ca²⁺ loss through outlet flow from an agricultural watershed and the influencing factors. Environmental Science and Pollution Research, 2016, 23:10911-10921

软件著作权

- 1) 李睿. 基于无线传感网的开闭环结合的水肥混灌自动控制系统. 2016年12月21日, 计算机软件专著权. 证书号: 软著登字第1650401
- 2) 李睿, 彭新德.WINCE 下基于 DirectShow 技术的视频采集系统 V1.0.2011年11月01日, 计算机软件专著权. 证书号: 0385632

新产品

- 1) 生物有机肥, 粉剂, 微生物肥 2016 准字 1822 号
- 2) 有机肥 5%, 粉剂, 湘农肥 2009 准字 0603 号

7. 主要完成单位及创新推广贡献

完成单位	排名	贡献
中国科学院亚热带农业生态研究所	1	1、主持完成本项目的实施; 在经费上给予支持; 2、率先提出在我国城郊区发展环保型功能多样化农业体系的基本思路, 以及环保型多功能生态循环农业系统的构建原理; 创建了包含多元化生态种-养-加系统结合和环境保育系统, 实现一二三产业高度融合的多功能生态循环农业模式, 系统地开展规模化试验验证、示范和应用推广; 3、首次确定引发流域面源污染风险的农田面积比例阈值, 基于绿狐尾藻湿地, 率先发明涵盖流域地表径流、农村生活污水和养殖废水的面源污染生态治理技术体系, 首创流域源头面源污染全时全程防控模式。在南方 9 省/市建立示范点 100 余处, 其中国家级农业面源污染综合治理示范区(县) 4 个, 实现规模应用; 4、依据新型多功能生态循环农业系统构建原理, 构建了生物质全利用的“生物质/牧草-草食动物养殖-肥/沼-种植系统(果蔬茶)”模式; 5、专利、论文等的主要完成单位。
湖南省农业科学院	2	1、给予科研经费配套支持; 2、组织科技人员开展稻草资源化利用、家畜养殖废弃物有机肥利用等关键技术研发和种养结合生态循环农业模式集成, 及在本省的推广应用; 3、专利、论文等的主要完成单位。

申报 2018 年度湖南省科学技术进步奖公示

中国科学院生态环境研究中心	3	1、阐明了绿狐尾藻湿地氮转化微生物种群互作关系及其快速脱氮机理； 2、首次筛选出具有高效植物促生作用的地衣芽孢杆菌（ <i>Bacillus licheniformis</i> ）菌株和具有脱氮功能的红球菌菌株； 3、发明以甘薯淀粉加工废水大规模培养上述菌株的工艺，开发出促生高效的微生物肥料和生态修复菌剂产品，并实现规模化推广应用； 4、专利、论文等的主要完成单位。
湖南省食用菌研究所	4	1、筛选了适合稻草栽培的优良菌株 7 个，筛选了稻草栽培食用菌高产配方 6 个； 2、创新出稻草脱毒处理新工艺 1 项，构建了稻草栽培食用菌高效技术模式 2 项； 3、专利、论文等的主要完成单位。
泰谷生态科技集团股份有限公司	5	采用本项目中的农业生物质肥料化利用关键技术生产有机肥料，自 2008 年以来，累计生产有机肥约 32 万吨（折算处理了约 96 万吨养殖废弃物），推广应用面积达 200 万亩。
湘丰茶业集团有限公司	6	开展茶园生态管理技术的研究和示范应用，生态茶园面积扩大到 28 万亩；开展全国首个基于茶产业的多功能生态循环农业系统构建，建设以生态茶园为主题规模达 3700 亩的田园综合体（湘丰茶博园）。
湖南洋利农林科技有限责任公司	7	面源污染生态治理技术、多功能田园综合体技术体系示范推广应用单位，示范推广 15.37 万亩，取得了良好的生态、经济和社会效益。

8. 主要完成人情况

姓名	排名	职务	技术职称	工作单位	完成单位	贡献
吴金水	1	所长	研究员	中国科学院亚热带农业生态研究所	中国科学院亚热带农业生态研究所	项目的主要设计人，指导和制定生态循环农业效益提升关键技术创新与模式集成应用，专利、论文等的主要完成人。
李明德	2		研究员	湖南省农业科学院	湖南省农业科学院	负责种养加生物质全利用生态循环农业模式的构建及模式关键参数的量化研究，专利、论文等的主要完成人。
肖和艾	3		副研究员	中国科学院亚热带农业生态研究所	中国科学院亚热带农业生态研究所	承担屈原和富川多功能多功能田园综合体构建和推广应用，养殖固体废弃物有机肥研制，以及种养加生物质全程利用的循环农业效益提升模式构建。专利、论文等的主要完成人。
彭新德	4		研究员	湖南省农业科学院	湖南省农业科学院	养殖液体废弃物无害化处理技术与水肥一体化系统研发，软著、论文等的主要完成人。
刘锋	5		副研究员	中国科学院亚热带	中国科学院亚热带	绿狐尾藻湿地能快速处理污水的生物学和生态学机

申报 2018 年度湖南省科学技术进步奖公示

				农业生态研究所	农业生态研究所	理, 绿狐尾藻湿地的地表径流、农村生活污水和养殖废水等高效处理技术研发; 专利、论文等的主要完成人。
庄绪亮	6	副主任、党委副书记、纪委书记	研究员	中国科学院生态环境研究中心	中国科学院生态环境研究中心	绿狐尾藻湿地氮转化微生物种群互作关系及其快速脱氮机理研究, 发明了甘薯淀粉加工废水大规模培养地衣芽孢杆菌 (<i>Bacillus licheniformis</i>) 菌株和红球菌菌株的工艺, 专利、论文等的主要完成人。
彭运祥	7	所长	副研究员	湖南省食用菌研究所	湖南省食用菌研究所	筛选了适合稻草栽培的优良菌株 7 个, 筛选了稻草栽培食用菌高产配方 6 个, 论文等的主要完成人。
肖润林	8	副站长	研究员	中国科学院亚热带农业生态研究所	中国科学院亚热带农业生态研究所	茶园生态管理技术研发, 发明流域地表径流、农村生活污水和养殖废水的面源污染生态治理技术体系, 专利、论文等的主要完成人。
刘琼峰	9		副研究员	湖南省农业科学院	湖南省农业科学院	种养结合生态循环农业模式参数量化、集成及推广应用, 专利、论文等的主要完成人。
张文钊	10		助理研究员	中国科学院亚热带农业生态研究所	中国科学院亚热带农业生态研究所	绿狐尾藻湿地高效生态治理农业面源污染的研究与示范, 论文等的主要完成人。
王毅	11		副研究员	中国科学院亚热带农业生态研究所	中国科学院亚热带农业生态研究所	集水区和流域尺度的氮磷收支、水系迁移通量及其时空变异规律研究, 专利、论文等的主要完成人。
程孝	12	副总经理		湘丰茶业集团有限公司	湘丰茶业集团有限公司	全国首个基于茶产业的多功能生态循环农业系统构建, 茶园生态管理技术应用推广。

9. 完成人合作关系说明

李明德为项目第二完成人, 合作时间为 2007 年 1 月 1 日至 2017 年 12 月 31 日, 合作方式主要为论文合著、模式集成示范等, 包括 1 件核心专著: 1、循环农业实用技术; 2、主要专利目录: 16-19、21; 3、主要论文目录: 71-82。

肖和艾为项目第三完成人, 合作时间为 2008 年 1 月 1 日至 2017 年 12 月 31 日, 合作方式为核心知识产权、模式集成示范等, 包括两件核心知识产权: 1、参编专著 1 部: 循环农业实用技术; 2、核心发明专利 1 项: 一种有机无机复混

申报 2018 年度湖南省科学技术进步奖公示

肥及制备方法；3、其他授权发明专利 5 项（附件：专利 16-20）和论文 4 篇（附件论文 64、72-74）。

彭新德为项目第四完成人，合作时间为 2007 年 1 月 1 日至 2016 年 12 月 31 日，合作方式为软著等，包括软件著作权 2 件：1 基于无线传感网的开闭环结合的水肥混灌自动控制系统；2. WLNCE 下基于 DirectShow 技术的视频采集系统 V1.0；3、附件论文（64-65）。

刘锋为项目第五完成人，合作时间为 2010 年 11 月至 2017 年 1 月，合作方式为知识产权、论文合著等，包括附件专利（6-11）、论文（25-55）。

庄绪亮为项目第六完成人，合作时间为 2010 年 11 月至 2017 年 1 月，合作方式为知识产权、论文合著等，附件专利（14-15）、论文（25-26）。

彭运祥为项目第七完成人，合作时间为 2007 年 7 月 1 日至 2010 年 12 月 31 日，合作方式为技术合作研发、论文合著等，附件论文（62-63）。

肖润林为项目第八完成人，合作时间为 2002 年 1 月至 2017 年 12 月，合作方式为知识产权、论文合著等，专利 1-11 完成人或主要完成人、论文 2-24 的完成人，附件论文 27-31、33-37、41-42、48-55 的合作完成人。

刘琼峰为项目第九完成人，合作时间为 2012 年 01 月 01 日至 2016 年 12 月 31 日，合作方式为知识产权、论文合著等，包括一件核心专著：1、循环农业实用技术；2、附件专利（21，16-19）完成人或主要完成人；3、附件论文（72-77、79-82）第一作者或主要完成人。

张文钊为项目第十完成人，合作时间为 2014 年 1 月至 2017 年 12 月，合作方式为论文合著等，附件论文 43，83 的第一作者。

王毅为项目第十一完成人，合作时间为 2011 年 7 月至 2017 年 1 月，合作方式为论文合著等，附件论文（44-48，56-61）。

程孝为项目第十二完成人，合作时间为 2006 年 1 月至 2017 年 12 月，合作方式为论文合著等，附件专利 4、5，论文 8。