

四川省科技进步奖提名公示内容

项目名称：岷江沱江流域总磷污染防治关键技术与应用

提名者及提名意见提：

提名者：四川省环境科学学会

该项目针对岷江、沱江流域总磷超标严重，流域总磷来源与负荷情况不明，流域水环境污染物排放标准滞后，总磷防控技术针对性、适用性和系统性不强，流域水环境综合技术体系平台化功能性不足等问题，重点围绕流域尺度磷来源解析、流域污水排放标准研制、有机磷废水资源化工工艺开发、污水处理工艺提标升级、农田面源磷素综合防控、畜禽养殖粪污近零排放、流域污染治理综合技术转化平台构建等方面开展系统科学研究、技术优化集成和模式示范应用推广，研发形成了一套完整岷江、沱江流域总磷污染减量和水环境污染治理的技术体系。项目成果在岷江、沱江流域推广应用，有效解决了岷江、沱江流域水环境总磷超标的问题，持续改善了流域水环境持续向好转变。同时取得了良好经济和社会效益。

项目发表论文 45 篇，其中，SCI 论文 18 篇，高被引论文 2 篇；专著和教材 10 部；授权发明专利 11 项，实用新型专利 10 项；地方、行业等相关标准规范 4 项；国家软件著作权 4 项。

该成果研究内容系统深入，技术先进，创新性突出，整体达到国际先进水平。其中，有机磷废水资源化技术和农田磷素利用与防控技术达到国际领先水平。该成果已在岷江、沱江流域开展了广泛实践与

应用。成果为全国流域水环境保护提供了先进的治理理念和重要的技术支持，具有显著的经济、社会和环境效益。

提名该项目为四川省科学技术进步奖一等奖。

项目简介：

岷江、沱江是长江上游重要支流，流域占四川省面积 15%，承载着全省 40%人口和 55%经济总量。“十二五”末，四川省地表水 38%的断面总磷超标，其中，98%出现在岷江、沱江流域，总磷成为首要污染因子，流域水质达标率仅为 34.2%。水环境日趋恶化，严重制约四川乃至长江经济带的高质量发展。面对流域总磷污染治理中“源强不清，标准滞后，技术匮乏，体系不全”等关键难题，成果开展流域磷来源解析、污染物排放地方标准研制、重点源磷防控技术攻关，形成完整的流域水环境治理技术体系。具体如下：

1.首次精准解析流域总磷来源，制订流域水环境污染物排放标准。

厘清流域总磷源强特征，准确核算 2014 年流域总磷入河量为 19700t/年。其中，工业源占 45.2%，生活源占 35.3%，畜禽养殖源占 14.6%，农业源占 4.9%。制订更严格的重点行业总磷排放浓度和单位产品基准排水量的《四川省岷江、沱江流域水污染物排放标准》

(DB51/2311-2016)，以及分区分级的《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》(DB51/2626-2019)，支撑了流域精准减磷和科学治污，引导了行业技术革新与产业升级。

2.研发适应新标准的工业源和生活源污水减磷技术方案。研发有机磷废水高温湿式氧化技术，构建“膜浓缩-湿式氧化-冷冻结晶-蒸发

浓缩”工艺回收磷酸氢二钠，资源化率 $\geq 98.5\%$ ；耦合了3套强化除磷集中式生活污水处理升级工艺；首次融合脉冲电絮凝除磷技术，升级工业园区污水处理工艺。实现集中式生活和工业园区污水总磷排放小于 0.3mg/L 和 0.5mg/L ，出水稳定达《四川省岷江、沱江流域水污染物排放标准》；因地制宜构建流域农村生活污水分级处理工艺，出水达《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》。

3.构建适应流域特征的种植、养殖磷减排技术体系。开发套作系统根-土-微生物三维互作激活难溶性磷技术，提高作物磷利用。发掘本土化植物构筑“植物篱+生态沟渠”，生态阻隔了农田径流磷流失。创制农业废弃物基除磷生物炭，强化径流末端吸附除磷。耦合集成“作物利用-生态阻隔-定向吸附”的农田磷素流失防控技术体系，降低农田总磷入河率 $\geq 75\%$ 。研发粪污异位发酵床秸秆垫料本土化配方，协同嗜热菌本土化发掘、翻耙机配套性研发和废垫料肥料化复配，实现总磷近“零”排放，并在流域30%规模化畜禽养殖场应用。

基于首个四川区域环保管家平台构建，开展流域总磷防控技术体系推广应用，实现有机磷废水磷资源化回收 18500t/年 ，生活及工业园区污水、种植及养殖磷减排 5794t/年 。近3年，有机磷资源化及污水处理工艺升级，创造直接经济效益 38.1 亿元，利润 13.6 亿元，节约磷肥效益 3.42 亿元。发表论文 45 篇，SCI收录 18 篇，ESI高被引论文 2 篇；专著教材 10 部；授权发明专利 11 项，实用新型专利 10 项；地方行业标准规范 4 项；国家软件著作权 4 项。

成果破解了流域性总磷治理技术难题，彻底扭转了流域总磷超标

局面，2021年流域断面水质优良率达到92.1%。以石碧院士和马军院士为组长的评价委员会评价意见“成果整体技术达到国际先进水平，有机磷废水资源化技术和农田磷素生态防控技术达到国际领先水平”。

主要知识产权和标准规范目录：

知识产权（标准）类别	知识产权（标准）具体名称	国家（地区）	授权号（标准编号）	授权（标准发布）日期	证书编号（标准批准发布部门）	权利人（标准起草单位）	发明人（标准起草人）	发明专利（标准）有效状态
地方标准	四川省岷江、沱江流域水污染物排放标准	中国	DB51/2311-2016	2016-12-20		四川省生态环境科学研究院	江腊海, 杨长军等	有效
发明专利	一种制备高氮、磷吸附性能生物炭的方法	中国	ZL201310664733.0	2016-08-24	2191524	四川农业大学	沈飞, 邓仕槐, 肖鸿等	有效
发明专利	一种草甘磷母液的多级资源化回收集成工艺	中国	ZL 201610476692.6	2019-10-08	3549389	四川福思达生物技术开发有限公司	杨国华等	有效
发明专利	一种高浓度废水除磷工艺	中国	ZL 202010338820.X	2022-03-22	5018102	四川省生态环境科学研究院	许利, 杨长军等	有效
发明专利	一种高效去除水体中难降解污染物的方法	中国	ZL 201810098827.9	2020-05-26	3812067	四川农业大学	沈飞, 邓仕槐等	有效
发明专利	螺旋铁在处理畜禽养殖废水中的应用	中国	ZL201010608264.7	2012-07-25	1015495	四川农业大学	邓仕槐, 肖鸿, 沈飞等	有效
发明专利	一种经济的电化学除磷工艺	中国	ZL 202010388519.7	2022-03-22	5016901	四川省生态环境科学研究院	许利, 田庆华等	有效

地方标准	农村生活污水处理设施水污染物排放标准	中国	DB51/2626-2019	2019-12-17	四川省生态环境科学研究院,四川省农村环境保护工程技术中心(四川农业大学承担单位)等	高东东, 陈亚平等	
地方标准	畜禽粪污异位发酵床处理技术规范	中国	DB51/2809-2021	2021-08-02	四川省畜牧总站, 四川农业大学, 等	徐旭, 邓仕槐, 肖鸿, 李戎退等	
企业标准	异位发酵床翻耙机	中国	Q/717551483K.02-2020	2020-07-01	四川农业大学等	邓仕槐, 肖鸿, 江芹, 魏薇等	

论文专著目录:

序号	论文(专著)名称/刊名/作者	年卷页码 (xx年xx卷xx页)	发表时间 (年月日)	通讯作者(含共同)	第一作者(含共同)	国内作者	他引总次数	检索数据库	论文署名单位是否包含国外单位
1	Biochar produced from oak sawdust by Lanthanum (La)-involved pyrolysis for adsorption of ammonium (NH_4^+), nitrate (NO_3^-), and phosphate (PO_4^{3-})/Chemosphere/Zhanghong Wang, Haiyan Guo, Fei Shen, Gang Yang, Yanzong Zhang, Yongmei Zeng, Lilin Wang, Hong Xiao, Shihuai Deng	2015, 119, 646-653	2015-01-01	沈飞	王章鸿	郭海艳, 杨刚, 张延宗, 王咏梅, 肖莉淋, 邓仕鸿, 邓仕槐	288	Web of Science	否
2	Phosphate adsorption on lanthanum loaded biochar/Chemosphere/Zhanghong Wang, Dekui Shen, Fei Shen, Tianyu Li	2016, 150, 1-7	2016-05-01	沈飞, 沈德魁	王章鸿	李天渝	212	Web of Science	否
3	四川省环境污染防治技术水平与绩效评估(水污染防治卷)/肖杰, 韦娅娅, 周安澜, 陈亚平, 郭明昆, 高悠娴, 陈青松, 董坤, 邹俊良, 周文波, 高东东, 曾菡潇, 杨长军, 刘彦, 王春, 许利, 杨柳, 向松, 张坤, 苏蓉, 李金星, 汤冰冰, 覃银红		2022-02		肖杰	韦娅娅, 周安澜, 陈亚平, 等			否

4	Effects of La-involvement on biomass pyrolysis behaviors and properties of produced biochar/Journal of Rare Earths/Haiyan Guo, Lunjie Ma, Fei Shen, Gang Yang, Yanzong Zhang, Shihuai Deng, Jing Zhang, Chun Song, Yongmei Zeng	2017, 35: 593-601	2017-02-24	沈飞	郭海艳	马伦杰, 杨刚, 张延宗, 邓仕槐, 张静, 宋春, 曾咏梅	11	Web of Science	否
5	四川省跨区小流域水体达标治理技术研究/岳艾儒, 韦娅娅, 陈亚平, 魏晓, 姜延雄, 周文波, 邹俊良, 董坤, 高东东, 汤冰冰, 郭明昆, 周安澜, 陈青松, 杨长军, 许利, 罗思强, 刘彦, 曾茵潇, 蒙美旭		2020-01		岳艾儒, 韦娅娅, 陈亚平	许利, 高东东, 杨长军等			否

主要完成人：沈飞、江腊海、肖杰、邓仕槐、肖鸿、高东东、许利、杨长军、徐旭、杨国华

主要完成单位：四川农业大学、四川省生态环境科学研究院、四川福思达生物技术开发有限公司、四川省畜牧总站、四川发展环境科学技术研究院有限公司、成都兴蓉环保科技股份有限公司、四川省科源工程技术测试中心