

附件：

四川省环境科学学会拟提名 2022 年度 四川省科学技术奖参评项目情况

一、岷江沱江流域总磷污染防治关键技术与应用

项目名称：岷江沱江流域总磷污染防治关键技术与应用

提名意见：该成果针对岷江、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。项目研究成果具有显著的创新性，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撑，具有显著的经济社会和环境效益。据专家科技评价，成果整体技术达到国际先进水平，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。

拟提名该项目为 2022 年度四川省科学技术进步奖。

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-微生物三维互作活化难溶性磷技术，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 19 篇，ESI 高被引论文 2 篇；专著教材 11 部；授权发明专利 11 项，实用新型专利 10 项；地方

标准、行业规范 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	一种草甘膦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	螺纹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

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	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, 李戎遐等	
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, 曾咏梅, 王莉淋, 肖鸿, 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, 韦娅俪, 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		2022-02		肖杰	韦娅俪, 周安澜, 陈亚平, 等			否

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
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, 韦娅俪, 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, 曾菡潇, 蒙美旭		2020-01		岳艾儒, 韦娅俪, 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、唐晓燕、陈强、史鸿乐、田庆华、黄梅

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

二、农村水污染协同治理关键技术研发与应用

项目名称：农村水污染协同治理关键技术研发与应用

提名意见：该项目针对农业农村水污染，国家高度重视的面源污染（生活污水、农业地表径流）、低碳生产等问题，对农村生活污水面源以及种植业的农业地表径流面源污染进行了有效的污染控制，并在污水处理过程中对碳减排进行了控制，有重要的现实意义。以农村生活污水非点源（面源）污染为起点，在对其水污染进行有效的治理同时，还针对甲烷温室气体的排放进行控制，达到了水气效益的统一。采用垂直流人工湿地技术、水力学优化技术、碳源驱动技术和甲烷宏观控制技术，构建了农村小流域水环境和甲烷温室气体排放控制技术体系。同时，首次在四川采用碳标签技术，对小流域的低碳水果和蔬菜进行了碳排放的监控，并研制和开发了低碳环保水果和蔬菜碳标签系统软件(1.0版本)，进行了应用和示范。据专家科技评价，该成果整体达到国内先进水平，其中，镧改性纳米孔径活性氧化铝磷吸附材料达到国内领先水平。

拟提名该项目为2022年度四川省科学技术进步奖。

项目简介：自2009年农村面源污染成为我国主要污染源后，农村水环境污染防控已经成为我国面临的重要问题，然而以农村生活污水和种植业造成的面源污染在总面源污染中所占比例较大，对其进行污染防控是非常关键的，但面积

大、分散广，治理有一定的难度。本课题组根据农村面源污染防治的实际情况和发展趋势，以农村小流域为基础，以水气污染协调控制为突破口，并重点针对碳排放控制技术进行了重点研究，并对农村小流域低碳水果和蔬菜的进行了碳标签的研发及应用。主要研究成果如下：

1、农村水环境污染的治理进行了探索性尝试。

（1）对农村小流域水污染进行了水处理微生物的研究和应用。主要研究和应用了难降解有机农药污水的厌氧和好氧生物处理技术、膜生物处理技术等，开展了农村厌氧水环境微生物的研究和专噬菌群的研究，特别是甲烷厌氧菌和产电菌的研究，以及一些农村土壤污染物的专噬菌的研究。

（2）以小流域城镇非点源污染为核心，从工程技术和小流域管理角度出发，开展了农村土地地表径流的污染治理和应用，取得了一定的创新和应用。

（3）探索了小流域农业面源污染中磷的控制研究，深化了村镇水源地水环境保护技术，建立小流域面源与生态环境治理技术示范。

（4）调查和估算了农村非点源污染负荷，并总结了农业非点源污染SWAT模型研究态势及研究前沿知识图谱。

2、对农村非点源生活污水人工湿地处理系统的甲烷驱动及排放控制进行了新的探索。

(1) 对农村非点源生活污水人工湿地处理系统甲烷的驱动机理进行了研究，发现驱动物质葡萄糖和乙醇对甲烷的驱动符合二级动力学，而尿素对甲烷的驱动符合零级动力学。

(2) 从微观和宏观二方面探索了农村非点源生活污水人工湿地处理系统甲烷的控制机制：探索了农村污水非点源污染人工湿地处理系统的甲烷产生机理；模拟了甲烷在人工湿地介质中和风车草根系中的传递模拟；在满足水环境治理的基础上，利用间歇曝气、自动曝气（利用太阳能和风能）、添加Eh调节剂等方式尝试了农业非点源污水垂直流人工湿地处理系统的甲烷排放控制技术，最大程度地控制了甲烷的排放，为村镇水质控制和节能减排提供了重要技术支撑，为我国工湿地污水处理系统在全球气候变化中的贡献和碳减排提供了参考。

(3) 率先构建了农村非点源污水人工湿地处理系统的甲烷排放数据库和甲烷驱动因子数据库系统（1.0版本）。为后续其它研究者提供了收集甲烷排放通量和驱动因子的网络平台，具有重要意义，也能为我国温室气体收集和温室气体减排提供基础数据。

3、研究开发与集成了以“低碳环保水果和蔬菜碳标签系统”，为小流域农业生产碳排放提供了应用示范。

采用野外采样、现场监测与实验室分析相结合的方法，

从生命周期评价（LCA）角度出发，监测了农村低碳果蔬（猕猴桃和二荆条辣椒）的碳排放数据、土壤固碳、植物固定碳数据，率先研发了“低碳果蔬产品的碳标签系统（1.0版本）”并进行了应用。

主要知识产权和标准规范等目录（不超过 10 件）

知识产权	知识产权（标准）具体名称	国家	授权号	授权日期	证书编号	发明人（标准起草人）	发明专利
发明专利	海藻酸钠复合固定化菌剂及其制备方法以及用途	中国	CN201610225872.7	2016-04-13	证书号 第3286642号	张可，陈强，罗鸿兵，陈伟，陈佳	专利权维持
计算机软件著作权	农村非点源污染人工湿地系统甲烷驱动因子及甲烷排放数据库	中国	2017SR521598	2017-05-09	软著登字第2106882号	刘晓玲，付蜀智，张可，罗鸿兵，黄波，阳馨，江兵，罗艺霖，四川农业大学	有效
实用新型专利	具有甲烷吸附功能的湿地型微生物燃料电池反应器	中国	ZL 201821152529.5	2017-01-05	证书号 第8360082号	张可，陈剑，罗鸿兵，陈伟，陈佳，汪婧婷	未缴年费 专利权终止
计算机软件著作权	低碳环保农业果蔬产品碳标签系统	中国	2017SR507909	2017-05-09	软著登字第2093193号	刘晓玲，付蜀智，张可，罗鸿兵，黄波，阳馨，莫忧，四川农业大学	有效
实用新型专利	具有甲烷监测功能的湿地型微生物燃料电池反应器	中国	CN201821150192.4	2019-02-19	CN208385 536U	张可，陈剑，罗鸿兵，陈伟，陈佳，汪静婷	未缴年费 专利权终止
计算机软件著作权	基于微生物燃料电池电化学指标测定及评价系统 V1.0	中国	2018SR969977	2018-12-03	软著登字第3299072号	四川农业大学：张可，陈剑，吴香玲，夏俊文，王婷婷，黄文亚	有效
计算机软件著作权	人工湿地耦合微生物燃料电池实验自动化控制系统 V1.0	中国	2019SR0516626	2019-03-10	软著登字第3937383号	四川农业大学：张可，吴香玲，陈剑，陈佳，王婷婷，夏俊文，黄文亚，杨清池	有效
实用新型专利	集气罩的湿地型微生物燃料电池反应器	中国	CN201821152620.7	2019-01-15	证书号 第8358548号	张可，陈剑，罗鸿兵，陈伟，陈佳，汪静婷	未缴年费 专利权终止

论文专著目录（不超过 5 篇/部，发表在国内期刊的论文或国内出版的专著不少于 1 篇/部）

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	农村非点源生活 污水垂直流人工 湿地处理系 统 CH ₄ 排放驱动 及控制研究 / 科 学出版社 / 罗鸿兵, 刘晓玲, 张 可, 李玫, 黄 波, 张法星, Bruce C. Anderson, 范良 千, 陈凤辉, 付 蜀智, 潘正康.	1-407	2015-10-2 0	罗鸿兵	罗鸿兵	罗鸿兵, 刘晓 玲, 张可, 李 玫, 黄波, 张 法星, 范良千, 陈凤辉, 付 蜀 智, 潘正康.	0	web of science	是
2	CH ₄ control and associated microbial process from constructed wetland (CW) by microbial fuel cells (MFC) / Journal of Environmental Management / Ke Zhang*, Xiangling Wu, Hongbing Luo, Xiangkun Li, Wei Chen, Jia Chen, You Mo, Wei Wang	2020, 260: 110071.	2020-01-2 5	Ke Zhang(张 可), Xiangkun Li(李相 昆)	Ke Zhang	Ke Zhang, Xiangling Wu, Hongbing Luo, Xiangkun Li, Wei Chen, Jia Chen, You Mo, Wei Wang	24	Web of Science , Scopus.	否
3	Intermittent Micro-aeration Control of Methane Emissions from an Integrated Vertical-flow Constructed Wetland during Agricultural Domestic Wastewater Treatment /	2018, 25(24): 24426-24444	2018-06-0 1	Hongbing Luo(罗鸿 兵)	Xiaoli ng Liu(刘 晓 玲)	[9]. Xiaoling Liu†, Ke Zhang †, Liangqian Fan †, Hongbing Luo*, Mingshu	2	Web of Science , Scopus.	是

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
	Environmental Science and Pollution Research / [9]. Xiaoling Liu†, Ke Zhang †, Liangqian Fan †, Hongbing Luo*, Mingshu Jiang, Bruce C. Anderson, Mei Li, Bo Huang, Lijuan Yu, Guozhu He, Jingting Wang, Aiping Pu					Jiang, Mei Li, Bo Huang, Lijuan Yu, Guozhu He, Jingting Wang, Aiping Pu			
4	Total pollution effect of urban surface runoff / Journal of Environmental Sciences / Hongbing LUO, Lin LUO*, Gu HUANG, Ping LIU, Jingxian LI, Sheng HU, Fuxiang WANG, Rui XU, Xiaoxue HUANG	2009, 21(9):1186- 1193.	2009-09-0 1	Lin LUO(罗 麟)	Hongbi ng LUO(罗 鸿兵)	Hongbing LUO, Lin LUO, Gu HUANG, Ping LIU, Jingxian LI, Sheng HU, Fuxiang WANG, Rui XU, Xiaoxue HUANG	37	Web of Science , Scopus.	否
5	我国农业面源污 染的控制与管理 研究 / 四川环 境 / 陈杰, 雍 毅, 叶宏, 郭卫 广,刘 静	2014,33(06) ,110-114.	2014-12-2 0	叶宏	陈杰	陈杰, 雍毅, 叶宏, 郭卫广, 刘 静	17	CNKI	否
合计							80	/	/

主要完成人：罗鸿兵、张可、陈杰、刘晓玲、佟洪金、梁洁、廖文杰、邹祖银、陈佳、陈伟、范良千、魏峣

主要完成单位：四川农业大学、四川省生态环境科学研究院、四川大学、四川水利职业技术学院

三、工业园区跨介质污染协同预警与风险管控关键技术及应用

项目名称：工业园区跨介质污染协同预警与风险管控关键技术及应用

提名意见：该项目针对我国工业园区污染物跨介质迁移机制理论支撑不足、全过程协同预警及风险管控技术缺乏、污染风险应急与园区环境安全保障能力不足的重大需求，聚焦工业园区水气土跨介质污染快速识别、多源智慧监测协同预警和多维风险管控决策三大关键技术难题，重点攻克了污染物迁移与环境界面行为、跨介质污染智慧监测与协同监测预警、环境风险管控与决策支撑三大关键科学技术问题，揭示了工业园区污染物跨介质迁移及其环境界面行为规律，建立了跨介质复合污染快速识别与精准溯源系列方法，构建了“天-空-地”立体式跨介质多源场景化智慧监测和“点、线、面、域”多层次多要素协同预警技术体系，形成了基于“大-智-云-物-移”技术的工业园区协同预警与风险管控集成解决方案，产出了系列创新性技术成果，取得了显著的经济社会效益。项目研发的相关技术在国家、省、市、园区等多层面工业园区污染协同预警与风险管控实践及能力建设中得到广泛推广和应用。为工业园区环境污染预警和应急风险管控方案提供精准服务，大大提升精准治污、科学治污、系统治污的水平，破解工业园区生态环境治理难题，实现区域生态环境质

量持续改善。

拟提名该项目为2022年度四川省科学技术进步奖。

项目简介：项目团队在国家水体污染控制与治理科技重大专项、国家自然科学基金、四川省科技项目等支持下，历经8年产学研联合攻关，攻克了污染物迁移与环境界面行为、跨介质污染智慧监测与协同监测预警、环境风险管控与决策支撑三大关键科学技术问题，提出了多介质、多污染、多技术协同管控技术体系，全国首创性开展了“工业园区多介质污染协同预警体系”建设实践，实现了工业园区跨介质环境污染协同预警和风险管控技术应用。项目成果在四川省甘眉工业园区、大英经济开发区、南溪经济技术开发区、遂宁经开区、双流区等园区以及兰州石化等近20个工业园区的应用推广，取得了显著的经济效益和社会效益，支撑了《关于推进绿色发展建设美丽四川的决定》、《土壤污染防治行动计划四川省工作方案》、《四川省“十三五”环境保护规划》等生态文明建设工作的实施，形成了可推广的工业园区跨介质污染物高效协同预警和风险管控的“四川经验”。项目主要技术创新成果如下：

1.基于环境系统科学多元介质环境共生理论，深入揭示了污染物多介质空间分布特征与传质分配机理、界面传输反应过程与互馈机制，阐明了污染物多介质界面迁移转化规律及主控因子，提出了跨介质多要素污染因子精细化筛选和识

别方法，建立了跨介质复合污染快速识别与精准溯源系列方法，构建了工业园区跨介质复合污染协同预警与风险管控基础理论方法框架，为全面提升工业园区污染“全面诊断、精准管控”提供了理论支撑。

2.研发了“跨介质‘天-空-地’立体式多源立体场景化智慧监测、‘点、线、面、域’多层次智慧监测网络构建、地质统计时空算法结合走航反馈监测网络优化”三大关键技术，实现了对污染监测效能和多要素协同监测技术性能的优化提升；构建了工业园区跨介质污染智慧监测网络，提出了基于多源数据融合学习的智慧环境协同预警技术；研发了基于激光雷达监测分析的智慧环境风险识别技术，实现了污染高精度度监测（时间分辨率 $\geq 1s$ 、空间分辨率 $\leq 7.5m$ 、探测盲区 $\leq 30m$ ），为跨介质智慧协同监测国产装备性能提升提供了技术支撑；创建了工业园区跨介质污染风险管控关键技术体系，编制了《地下水污染阻隔技术指南》等规范标准，为工业园区污染事故应急处置与长效管控提供了技术支撑。

3.基于“GIS+3D”的天空地一体化智慧感知环境监测网络体系，构建全方位-多层次-立体化的工业园区协同预警与风险管控平台，保障跨介质多维度智慧协同预警与风险管控体系的综合应用；建立了环境污染评价分析、污染追踪溯源、环境质量模拟预测、园区环境三维虚拟仿真和应急管理与决策指挥的综合模拟、预测、预警、管控和评估系统，形成了

“大-智-云-物-移”技术协同预警与风险管控综合解决方案，实现工业园区跨介质污染监测技术和智能分析装备集成与应用；基于“园区功能”的污染协同预警模式分类分级方案，建立了跨介质多维度污染协同预警模型优化筛选方法，形成了多功能、多主体、大联动工业园区跨介质污染协同预警响应与风险应急处置策略。

项目研究成果已在省内外多个工业园区中得到应用，成果产生的经济、社会及环境效益显著。已获专利 35 项，其中国际专利 2 项，软著 12 项，发表高水平论文 60 余篇，出版专著 4 部，行业标准 5 项，有力推动了本领域的科技进步和产业发展。

主要知识产权和标准规范等目录（不超过10件）

序号	专利、技术标准名称	类型	专利号
1	RATING EVALUATION METHOD FOR GROUNDWATER POLLUTION SOURCE INTENSITY	发明专利 (国际)	US 10,379,098 B2
2	SYSTEM AND METHOD FOR COMBINED MICROORGANISM DEGRADATION AND AIR SPARGING - SOIL VAPOR EXTRACTION OF OIL - CONTAINING SLUDGE	发明专利 (国际)	US 10,611,653 B2
3	一种污染场地包气带和地下水污染预警方法	发明专利	ZL201910059633.2
4	一种地下水分层采样监测井的建井方法	发明专利	ZL2019109312961
5	一种中小工业锅炉复合吸收液除尘脱硫脱硝一体化装置	发明专利	ZL201620729134.1
6	地下水污染修复数据信息采集与管理 系统	软件著作权	2021SR1394287

序号	专利、技术标准名称	类型	专利号
7	工业园区污染协同预警与风险管控大数据智慧平台1.0	软件著作权	2021SR0809435
8	用于污染地块风险管控与修复的柱形反应带结构	实用新型	2018207651276
9	污染地块绿色可持续修复通则	标准	TCAEPI 26-2020
10	地下水污染阻隔技术指南	标准	T/GIA006—2021

论文专著目录（不超过5篇）

序号	论文专著名称	刊物名称	发表时间
1	Viscosity modification enhanced the migration and distribution of colloidal Mg(OH)(2) in aquifers contaminated by heavy metals	Environment International	2020.05
2	An improved method for the calculation of unsaturated-saturated water flow by coupling the FEM and FDM	Scientific Reports	2019.10
3	基于回归分析的地下水污染预警模型	环境工程	2019.12
4	区域地下水污染风险分级分类防控技术	化学工业出版社	2021.10
5	污染防治基础	四川大学出版社	2021.03

主要完成人：蒲生彦、吴 怡、赵希锦、李 娟、刘盛余、苗 竹、王 朋

主要完成单位：成都理工大学、四川省生态环境科学研究院、四川锦美环保股份有限公司、中国环境科学研究院、成都信息工程大学、北京高能时代环境技术股份有限公司

四、川南百亿方产量页岩气清洁开发关键技术及工业化应用

项目名称：川南百亿方产量页岩气清洁开发关键技术及

工业化应用

提名意见：该项目创新构建了页岩气开发温室气体减排技术，形成了页岩气压裂返排液高盐复杂水质的多级处理技术，创新开发了绿色、大产量的含油固废脱油技术，构建了页岩气开发全生命周期地下水环境实时监测评价体系。在川南页岩气开发中广泛应用：累计回收零散气 1.26 亿方；提供电驱压裂设备 105 套，实施压裂 4000 多段以上；压裂返排液回用率达到 90%以上，支撑建成 59 万吨/年油基岩屑处置能力，确保了主要废物的环保处置；支撑生产天然气 226.9 亿方，共减少温室气体排放约 2896 万吨；创建形成国家级绿色矿山企业，为我国页岩气清洁开发建立了示范；项目成果累计新增销售额 15.06 亿元，新增利润 7.01 亿元，产生间接效益 20.19 亿元，经济、社会、生态效益显著。据专家科技评价，该成果整体达到国际领先水平。

拟提名该项目为 2022 年度四川省科学技术进步奖。

项目简介：页岩气规模效益开发面临环境风险防控难题。川南地区作为我国页岩气开发有利区域，人口密集、环境敏感、地形复杂，实现页岩气清洁开发是巨大的技术挑战。为此，项目组在国家科技重大专项、四川省科技支撑计划项目等支持下，围绕页岩气开发中的减污降碳问题，从分析页岩气开发环境影响和污染物释放特征入手，构建了页岩气开发温室气体减排技术，形成了满足高效回用和超低排放要求的

页岩气压裂返排液多级处理技术，开发了高产能和低排放的油基岩屑脱油技术，构建了页岩气开发全生命周期地下水环境实时监测评价体系，实现了多环境要素风险防控立体化，整体上形成了页岩气清洁开发技术体系。

项目获国家授权发明专利 13 件（其中美国专利 2 件），登记软件著作权 15 件，制定国家、行业、地方、团体及企业标准 7 件，发表学术论文 40 篇，出版学术专著《页岩气开发清洁生产技术》，支撑了《四川省页岩气开采业污染防治技术政策》、《危险废物环境管理指南 陆上石油天然气开采业》等的制定。

成果在川南页岩气开发中工业化应用，累计新增销售额 15.06 亿元，新增利润 7.01 亿元，助力创建形成了国家级绿色矿山企业，为我国油气清洁开采建立了示范。

主要知识产权和标准规范目录（不超过 10 件）

类别	知识产权（标准）具体名称	国家	授权号/标准号	授权/发布日期	权利人（标准起草单位）	发明人（标准起草人）
发明专利	Wellsite system for electric drive fracturing	美国	US10865624	2020.12.15	烟台杰瑞石油装备技术有限公司	崔树桢、张日奎、常胜
发明专利	一种场地地下水污染物自动溯源方法	中国	ZL201910871714.2	2020.06.09	四川省地质工程勘察院集团有限公司	张芳、王蕾、安世泽、潘国耀、王成锋、陆毅之、赵龙、陈渠波、唐侨、袁伟、吴森、 谭超 、胡泽铭、薛廉
发明专利	一种压裂返排液分析方法	中国	ZL201611263189.9	2021.03.30	中国石油天然气股份有限公司	官航、向启贵、 朱进 、银小兵、翁帮华、 刘春艳 、 刘文士 、王兴睿、陈天欣
发明专利	一种页岩气压裂返排液处理回用方法	中国	ZL201510964185.2	2019.10.11	中国石油天然气股份有限公司	刘文士 、王兴睿、陈天欣、银小兵、廖仕孟、向启贵、杨杰

类别	知识产权(标准)具体名称	国家	授权号/标准号	授权/发布日期	权利人(标准起草单位)	发明人(标准起草人)
发明专利	一种页岩气压裂返排液的处理方法及装置	中国	ZL201510917296.8	2020.04.10	中国石油天然气股份有限公司	王兴睿、杨杰、刘文士、银小兵、翁帮华、向启贵、刘春艳、郭世月、周非、官航
发明专利	一种油泥清洗剂及其用于处理油泥的方法	中国	ZL201711335295.8	2020.11.27	西南石油大学	段明、李成成、王晓东、张烈辉、方申文
发明专利	一种清洗石油污染土壤的绿色清洗方法	中国	ZL201811445953.3	2021.01.15	西南石油大学	段明、罗梦娟、张烈辉、方申文、杨子亦
国家标准	页岩气开发过程水资源保护要求	中国	GB/T 41519-2022	2022.4.15	中国石油天然气股份有限公司西南油气田分公司、中国石油集团川庆钻探工程有限公司、中石化重庆涪陵页岩气勘探开发有限公司、陕西延长石油(集团)有限责任公司、西南石油大学	朱进、李静、刘春艳、王兴睿、李伟、胡金燕、陈天欣、王龙、向启贵、戴忠、黄玲玲、谢海涛、夏绪波、方晓君、李辉、刘文士
行业标准	页岩气开发工程地下环境监测技术规范	中国	NB/T 10848-2021	2021.11.16	四川省地质工程勘察院集团有限公司、中国石油天然气股份有限公司西南油气田分公司、中国石化江汉油田分公司、陕西延长石油(集团)有限责任公司研究院	王成锋、朱进、罗运祥、周理、安世泽、李新茹、钱江澎、李辉、袁伟、张军、王兴睿、张恒、潘国耀、王伟杰、谭超、何坤忆、黄亮、胡亚召、王川、方晓君、杨晓东、唐侨、徐振飞
地方标准	四川省页岩气生产安全规程	中国	DB51/T 2834-2021	2020.12.21	中国石油天然气股份有限公司西南油气田分公司、中国石油化工股份有限公司西南油气分公司、中国石油天然气集团公司川庆钻探工程有限公司、中国石油天然气股份有限公司浙江油田分公司、四川长宁天然气开发有限责任公司、四川页岩气勘探开发有限责任公司、中国石油工程建有限公司西南分公司、中国石油化工股份有限公司西南石油工程有限公司	朱进、龚建华、陈学锋、杨兆亮、王锐、李静、胡锡辉、雍松生、陈奎、白璐、郭建华、曹权、冯庆华、宋伟、徐卫强、杨盛、张健涛、朱昆、夏连彬、李柯江、杨轲舸、谭龙华、钱成、黄宇、杨晓敏、马良、杨永华、周中、肖科、张志成、刘俊辰、樊朝斌、咎林峰、周伟韬、覃军、王智、金丽娟、刘盛兵、颜磊、唐伟、龚忠利、王礼翔、谯青松、谢仲海、阳强、杜德飞。

主要完成人：张烈辉，朱进，梁仁刚，李静，刘文士，
王红磊，谭超，刘春艳，张日奎，陈学忠

主要完成单位：西南石油大学、中国石油天然气股份有限公司西南油气田分公司、杰瑞环保科技有限公司、四川省地质工程勘察院集团有限公司、中国石油天然气股份有限公司西南油气田分公司安全环保与技术监督研究院、烟台杰瑞石油装备技术有限公司、四川长宁天然气开发有限责任公司、四川省环境工程评估中心

五、水体放射性实时在线监测关键技术及应用

项目名称：水体放射性实时在线监测关键技术及应用

提名意见：该项目针对水体环境中放射性污染实时在线监测的难题和需求，研究开发了以伽马能谱测量分析技术为基础的水体放射性实时在线快速监测技术，能够及时、准确、全面的获取水体伽马辐射环境监测数据，客观反映水体辐射环境质量情况和变化，为辐射环境评价、核设施安全管理和核与辐射安全应急提供技术支撑。重点突破了能量分辨率、探测下限、超阈值预警、高精度实时在线监测等一系列关键技术，实现水体放射性水平实时在线监测和预警，据专家科技评价，达到了国际领先水平。项目研究成果已成功应用于四川省饮用水源和核设施外围地表水放射性水平实时在线监测，客观反映重点关注水域伽马辐射环境质量情况和变化趋势，准确预警水体中潜在放射性污染，为四川省流域水生态环境保护奠定了重要基础，取得了显著的经济、社会和生态效益。

拟提名该项目为 2022 年度四川省科学技术进步奖。

项目简介：随着核能的发展，核设施及核技术利用流出物对环境的影响越来越引起人们的关注，尤其是对水体环境的影响。针对目前水体放射性监测采样周期长，不能实时反映水体放射性及核素种类变化的情况，研发了水体放射性实时在线监测系统。水体放射性实时在线监测系统可实时在线监测饮用水源、地表水、核设施液态流出物和核技术利用废水的排放情况，及时、准确、全面的获取水体 γ 核素和总 α /总 β 监测数据，客观反映水体辐射环境质量状况和变化，为辐射环境评价、核设施和核技术利用管理，特别是核与辐射安全应急提供重要依据。

1、水体放射性实时在线监测系统，包括采用高能量分辨率的高纯锗探测器（或阵列式溴化铯探测器）的水体在线 γ 能谱探测装置；外径 $\phi 720\text{mm} \times 875\text{mm}$ ，内径 $\phi 500\text{mm} \times 600\text{mm}$ 的圆柱体屏蔽铅室；水体在线自动采样装置配备有两个交替运行的高压离心泵、采集不同深度水样的采样器、过滤沉淀的筛网和沉淀池、留样复测的污水池、控制流速的线性限流阀；自动清洗装置安装在探测器凹槽保护套上，高压喷淋部件为 4 根四周遍布细孔的高强度金属细管；能谱采集与处理模块主要包括能谱采集器和主控制器；测量软件展示能谱测量与 γ 核素分析、数据存储与传输、结果回放、报警及留样复测等；采用 220V/50Hz 市电搭配 UPS 电源构成系统的不同

断供电电源。在线监测和识别铀-214、钾-40、铯-208、铯-137、钴-60 等天然和人工放射性核素并给出核素的活度浓度、水中伽马吸收剂量、总 α /总 β 放射性活度浓度；具有高的能量分辨率和低的探测下限；具有核素活度浓度超阈值预警和自动存储超标水样等功能。

2、水体伽玛能谱仪器谱解析技术，使用小波滤波平滑谱线、采用 SINP 和 FFT 算法扣除本底、使用总峰面积法计算特征峰面积，实现对水中 γ 核素的快速准确分析。

3、预估预警时间的方法，采用 Fluent 模拟软件的 Standard k- ϵ 模型仿真放射性核素在测量室内分布，建立对流扩散分布模型。在此基础上，利用蒙特卡罗模拟不同分布状态下的放射性核素 γ 探测效率，构建放射性核素 γ 特征峰面积计数率随时间变化的 $g(\epsilon, t)$ 函数，实现对水体放射性核素活度浓度异常预警时间的预估。

4、水体中铀-235 和镭-226 的直接分析技术，使用超低本底 HPGe γ 谱仪分析得到 185.72keV 和 186.21keV 特征 γ 射线对水体在线 γ 能谱上 186keV 全能峰的贡献比例，借助峰面积与活度浓度计算公式，分析获得高背景区域水中铀-235 和镭-226 的活度浓度。

5、水体多核素活度浓度定量反演技术，根据水中放射性核素 α 和 β 衰变伴随发射 γ 射线的物理特性，建立基于核素特征 γ 射线注量率估算水体总 α /总 β 放射性活度浓度的数理方

程，实现水体在线 γ 能谱测量估算水中总 α /总 β 放射性活度的反演，为水体 α/β 放射性测量提供新测量设备与技术支撑。

主要知识产权和标准规范等目录：

知识产权类别	知识产权名称	国家 (地区)	专利号	授权公告日	专利证书号	发明人	专利权利人	专利有效状态
实用新型专利	一种水体放射性实时在线监测系统箱体	中国	ZL202022914897.2	2021 年 11 月 9 日	证书号第 14623022 号	邓晓钦、徐斌、杨永钦、王亮、徐立鹏	四川省辐射环境管理监测中心站	有效专利
实用新型专利	一种用于安装水下检测装置的密封箱	中国	ZL201620343506.7	2016 年 11 月 23 日	证书号第 5668898 号	赵强、曾国强、葛良全、郭生良	成都新核泰科技有限公司	有效专利
实用新型专利	一种水体放射性实时在线监测系统	中国	ZL201721108693.1	2019 年 4 月 23 日	证书号第 8765525 号	葛良全、郭生良、曾国强	成都新核泰科技有限公司	有效专利
实用新型专利	一种水体放射性检测装置	中国	ZL202121633089.7	2022 年 1 月 11 日	证书号第 15461237 号	郭生良、葛良全、余鹏、罗明涛、邓志鹏、向叶舟	成都新核泰科技有限公司	有效专利
实用新型专利	基于高精度水质放射性实时在线监测装置	中国	ZL202121492380.7	2022 年 3 月 8 日	证书号第 15950210 号	郭生良、罗明涛、余鹏、葛良全、邓志鹏	成都新核泰科技有限公司	有效专利
实用新型专利	一种低本底屏蔽铅室	中国	ZL201721112405.X	2018 年 5 月 22 日	证书号第 7379441 号	曾国强、葛良全、郭生良、赖茂林	成都新核泰科技有限公司	有效专利
实用新型专利	一种可远程检测水中放射性的检测仪	中国	ZL201721100944.1	2018 年 7 月 3 日	证书号第 7558038 号	曾国强、葛良全、郭生良	成都新核泰科技有限公司	有效专利
实用新型专利	一种水中放射性检测仪	中国	ZL201721100945.6	2018 年 7 月 3 日	证书号第 7548846 号	曾国强、葛良全、郭生良、朱珠	成都新核泰科技有限公司	有效专利
实用新型专利	一种水中多种放射性检测仪	中国	ZL201721100935.2	2018 年 7 月 3 日	证书号第 7551840 号	郭生良、曾国强、葛良全、严磊	成都新核泰科技有限公司	有效专利
计算机软件著作权	水体放射性监测系统软件 V2.1	中国	2022SR0155137	2022 年 1 月 25 日	软著登字第 9109336 号	成都新核泰科技有限公司	成都新核泰科技有限公司	有效专利

论文专著目录:

论文(专著) 名称/刊名	年卷 页码	发表时间	第一 作者	通讯 作者	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
水体在线 γ 能谱测量关键技术研究/ 成都理工大学博士论文	2020 年	2020 年 6 月 1 日	徐立鹏	/	/	1	中国知网	否
水体 γ 放射性测量中高纯锗探测效 率刻度/核技术	2017 年 40 卷: 41-46	2017 年 12 月 10 日	曾国强	/	朱珠、葛良全、罗明涛、 余鹏、杨剑、严磊、赖 茂林、郭生良	8	中国知网	否
基于 HPGe 水体在线伽马测量估计 水体总 α/β 比活度/四川环境	2019 年 38 卷: 120-124	2019 年 2 月 26 日	孙高山	葛良全	管弦、曾国强、徐立鹏、 郭生良、罗明涛	1	中国知网	否
Determination of gross α and β activities in Zouma River based on online HPGe gamma measurement system / Nuclear Science and Techniques	2020 年 31 卷: 67-78	2020 年 12 月 15 日	Xian Guan	Liang- Quan Ge	Guo-Qiang Zeng, Xiao-Qin Deng, Li-Peng Xu, Sheng-Liang Guo	1	中国知网	否
水体在线放射性测量系统阵列溴化 铯闪烁探测装置优化/核技术	2021 年 44 卷: 33-40	2021 年 11 月 15 日	郭生良	/	熊茂淋、葛良全、邓晓 钦、钟经华、徐彬、罗 明涛、余鹏、邓志鹏	0	中国知网	否

主要完成人：赵强、邓晓钦、王亮、徐立鹏、李雪泓、葛良全、郭生良、曾国强、余强、罗茂丹、欧阳均、罗明涛

主要完成单位：四川省辐射环境管理监测中心站、成都理工大学、成都新核泰科科技有限公司

六、核技术利用放射性废物安全预警与联锁管理技术及应用

项目名称：核技术利用放射性废物安全预警与联锁管理技术及应用

提名意见：该项目针对核技术利用放射性废物安全管理水平亟需提升的需求，研究了覆盖核技术利用放射性废物从收贮、运输到贮存全过程的安全预警与联锁管理技术，创新性的提出了放射性废物的自动化管理模式，解决了生态环境安全中放射性废物安全管理节点众多、管理效能低下、存在管理盲区等问题，实现了放射性废物安全管理由“人防”到“技防”的全面转变，填补了目前国内针对放射性废物安全联锁管理的技术空白。项目成果得到了生态环境部、国家核安全局、中国核工业集团、国家废放射源贮存库和国内多个省级城市放射性废物库等单位的积极肯定，获得了多位核技术领域一流专家的高度认可；自项目开始以来，申请相关专利 3 项，项目成果广泛应用于核电、科研院所、医疗卫生、放射性废物处置、安全保卫等行业，取得了显著的社会效益和经济效益

益。

拟提名该项目为 2022 年度四川省科学技术进步奖。

项目简介：本项目以城市放射性废物库从废物收贮、运输到贮存全过程的安全管理为研究对象，研究了一套辐射数据共享、控制设备联锁的安全管理技术，开发设计了适用于放射性废物安全管理的自动化抓取系统、废物运输实时监测系统、区域剂量监测系统、通道式剂量监测系统、射频系统等。通过辐射数据管理中心对各子系统预警信息的分析、处理，实现对各安防系统的联锁控制，有效地提高了废物安全管理的自动化水平，极大地减少由于人为因素导致各类辐射事故发生的可能性，确保了核技术利用放射性废物的实体安全，进一步推动了国家核安全与生态安全的高效管理，践行了习近平关于总体国家安全观的论述要求。

项目取得了以下技术成果：

1.开发了核技术利用放射性废物安全预警与联锁管理系统：安全预警是通过视频监控摄像头、辐射剂量监测探头、射频系统、GPS 定位信号、红外对射系统等实现预警信息探测，预警信号通过有线或者无线网络传输协议传输至管理中心；联锁系统通过数据采集处理主机将核辐射探测器报警信号、射频报警信号、放射性废物收贮运输车报警信号等预警信号进行逻辑组合；数据采集处理主机可选择本地/远程控制，本地控制时探测器测量值超过预设报警阈值时，相应报警输

出端输出 220VAC 电压；选择远程控制时，通过 COM485 通信口与探测器硬件通信相连，采集探测器信息及数据后，通过 RJ45 传输相关数据至远程服务器，数据采集处理软件通过 COM232 口，发送报警控制命令至报警输出控制板，控制继电器断开/闭合，实现自动抓取系统、大门、非法入侵报警指示灯等设备作出联锁响应。

2.设计了一种全新的放射环境用智能转运装置，系统由运输车电动辊子系统 1 套、运输车内卡固装置 1 套、平车电动辊子系统 1 套、承重台液压升降系统 1 套、平车承重台 1 套、轨行平车电动运行刹车系统 2 套、轨行平车导电及控制系统各 1 套、轨道系统 1 套组成；装卸系统能够与运输车通过辊子系统实现对接，通过遥控器操作，智能转运装置将放射源从收贮车上卸下并运输到指定位置；

3.开发了一套放射性物品智能仓贮物流系统，由设计标准化的废源贮存坑位、坑盖板、放射源贮存桶、抓头，行车硬件系统和软件系统、数据库管理系统组成；放射性废物贮存坑位统一设计为 1 米见方的独立深坑，最多可三层贮存容器叠加放置；行车行走定位误差不大于 1cm，抓头可实现坑位盖板、贮存桶通用；自动抓取操作系统软件由自动运行（入井模式、井间转移模式、出库模式）、手动操作（大车运行、小车运行、吊具升降以及吊具状态功能）、状态监控、信息查询以及账户登录等功能组成，信息查询功能通过三维模型，

水平面上的方框来代表井所在位置，纵向高度代表井中的贮源桶个数。右侧与下侧各有一个滑动按钮，将其拖动，该任意改变模型的视角。

4.研究了一种辐射环境下基于视频的特定目标快速定位算法，对于需要定位的特定目标是圆形，从不同的角度看，圆形目标都可以近似为椭圆，椭圆的圆心及椭圆度等参数反应了目标的位置，标准椭圆方程

为：
$$\frac{[(x-x_0)\cos(\theta)+(y-y_0)\sin(\theta)]^2}{a^2}+\frac{[(x-x_0)\sin(\theta)+(y-y_0)\cos(\theta)]^2}{b^2}=1$$
，其中 (x_0, y_0)

为椭圆圆心， a, b 为椭圆的长短轴， θ 为椭圆倾斜度，需要 5 个参数来描述椭圆，这为椭圆的识别带来很大的困难；通过推导得到椭圆的弦长与切线角之间的微分公式

$$\frac{dL}{d\beta} = \frac{ab^2}{a^2 \sin^2(\theta+\beta) + b^2 \cos^2(\theta+\beta)} \frac{1}{\sin(\theta+\beta)} \cos[\arctan(-\frac{b}{a} \frac{1}{\tan(\theta+\beta)})]$$
，把 5 个参

数简化为 3 个参数： a, b 和 θ ，通过最速下降法快速拟合待识别曲线，通过计算残差来判断待识别曲线与目标曲线与之间的相似度，同时估计参数 a, b 和 θ ，同时完成对目标识别与参数估计，实现椭圆目标的快速识别和定位。

5.设计了一种辐射环境下的伺服控制系统，系统是使用增量式 PID，直接对被控对象过程进行闭环控制，采用控制

算法为：
$$\Delta u(k) = k_p[e(k)-e(k-1)] + k_i e(k) + k_d[e(k)-2e(k-1)+e(k-2)]$$
，其

三个参数 k_p, k_i, k_d 在线确定，用 RBF 辨识网络建立被控系统的辨识模型，以便动态地观测控制对象的输出对控制输

入的灵敏度，提供给 BP 神经网络，其径向基函数为高斯函

数。辩识器的性能指标函数为： $J = \frac{1}{2}(y(k) - \hat{y}(k))^2$ ；根据梯度下降法，修正网络权系数等参数：

$w_j(k) = w_j(k-1) + \eta(y(k) - \hat{y}(k)h_j) + \alpha(w_j(k-1) - w_j(k-2))$ ；其中 η 为学习率，为 α 惯性系数；然后采用三层 BP 网络，通过调整自身权系数，对 PID 控制参数进行调节，以达到控制性能指标的最优。同时该伺服控制系统通过采用抗辐射电子原件、加设屏蔽等措施，增加抗辐射能力，实现在辐射环境的长寿命和精确控制。

6.开发了一套全新的放射性废物运输车实时监测系统，本系统包括工控机、与工控机通过无线连接的 PC 端和移动终端、工业路由器和工业交换机、硬盘录像机、若干摄像头、GPS 单元、车门监测开关和辐射剂量监测仪，工控机设有数据服务器、用于连接移动网络 SIM 卡和 RS485 接口、RS232 接口以及 USB 接口。通过 GPS 单元实现实时显示车辆地理位置，通过安装在车辆各个位置内的辐射监测仪监测车厢的辐射数据，同时通过摄像头对运输车的各个部位进行监控，然后通过工业路由器将视频信息、辐射监测仪采集到的辐射信息、GPS 采集到位置信息、车门监测开关采集的车门开关信息传输给工控机存储到数据服务器，然后通过判别信息是

否正常，发出声光报警信号提醒车内人员，发出远程报警信号到移动终端和设定的管理中心，实现安全预警功能。

项目已经获得相关授权专利 3 项，项目成果广泛应用于核电、科研院所、医疗卫生、放射性废物处置、安全保卫等行业，已经应用在了重庆市、湖北省新建城市放射性废物库项目，广东省、陕西省改造城市放射性废物库项目，中国工程物理研究院物资部项目数控吊车项目、中国工程物理研究院核物理与化学所项目放射源自动提取项目、中核四川环保工程有限公司废物桶转运项目等一系列建设中，取得了显著的社会效益和经济效益；本项目联锁设计的思路和方法还可应用到其他安全生产与应急管理行业，为践行习近平关于总体国家安全观的要求作出贡献。

主要知识产权和标准规范等目录：

知识产权类别	知识产权名称	国家 (地区)	专利号	授权公告日	专利证书号	发明人	专利权利人	专利有效状态
实用新型专利	放射性物品智能仓储物流管理系统	中国	ZL 2018 2 0486102.2	2019 年 1 月 4 日	证书号第 8306910 号	邓晓钦；陈立；徐彬；程文明；肖斌；邓奇志；丁洪；谢华根	四川省辐射环境管理监测中心站、四川沱江起重机有限公司	有效专利
实用新型专利	一种放射性废物运输车实时监测系统	中国	ZL 2020 2 0075263.X	2020 年 9 月 11 日	证书号第 11464773 号	邓晓钦；谷洪；唐辉；徐彬	四川省辐射环境管理监测中心站	有效专利
实用新型专利	一种放射环境用智能转运装置	中国	ZL 2018 2 0486771.X	2019 年 4 月 30 日	证书号第 8790604 号	邓晓钦；陈立；徐彬；程文明；肖斌；邓奇志；丁洪；谢华根	四川省辐射环境管理监测中心站、四川沱江起重机有限公司	有效专利

论文专著目录:

论文（专著） 名称/刊名	年卷 页码	发表时间	第一 作者	通讯 作者	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
城市放射性废物库放射源自动抓取及库房安全联动技术应用研究	/	2017 年 12 月	徐彬	/			清华大学硕士论文	否
《环境污染防治技术水平与绩效评估（2019-2020）》第六章	第六章	2022 年 2 月	徐彬		王纲			否
四川省城市放射性废物库的建设与运行管理	2018, 037(004):127-132.	2018 年 8 月	唐辉	唐辉	徐彬, 谢成, 邓涪云	知网、 万方	2	否
四川省城市放射性废物库辐射环境质量的监测与调查分析	2020, 39 (3): 145-149	2020 年 6 月	谷洪	唐辉	邓涪云、王嘉琦	知网	3	否
四川省城市放射性废物库的环境影响分析	2020, 33(3):3	2020 年 9 月	邓涪云	唐辉		维普		否

主要完成人：徐彬、毕朝文、朱杰、唐辉、谷洪、王艳、王亮、刘朗、缪尔康、王纲，赵全起，邓奇志。

主要完成单位：四川省辐射环境管理监测中心站、成都西部泰力智能设备股份有限公司、四川沱江起重机有限公司

七、环境空气自动监测数据质量保证和质量控制关键技术及应用

项目名称：环境空气自动监测数据质量保证和质量控制关键技术及应用

提名意见：该项目针对环境空气质量自动监测数据“真、准、全、快、新”的迫切需求和技术瓶颈，研制了 O₃ 标准发生装置和气体标准物质，开发了气态污染物远程在线质控技术，建立了颗粒物自动检测仪器校准方法。主要创新点和先进性：研制了满足国家计量技术法规 JJG 1077 规程要求的 O₃ 气体标准发生装置，并通过了 CNAS 资质认可，国内首次实现高低浓度一体化 O₃ 标准气体发生；研制出环境空气自动监测校准用 NO、NO₂、SO₂、CO 宽量值范围有证气体标准物质，质量水平达到国家一级标准物质水平；通过软硬件技术改进和优化，开发了符合 HJ 654 要求、具备远程诊断和远程校准功能的环境空气气态污染物在线质控技术，实现质控检查频次由 1 次/周提高到 1 次/日；数据漂移程度与常规方式相比降低 50%；建立了环境空气颗粒物自动监测数据校准

方法，与 HJ 655 标准要求相比，将校准斜率由 1 ± 0.15 提升到 1 ± 0.10 ，截距由 $(0\pm10)\mu\text{g}/\text{m}^3$ 提升到 $(0\pm5)\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，相关系数从 ≥ 0.93 提升到 ≥ 0.95 。；项目成果已在空气自动监测量值传递、空气自动站运行维护和监督检查、大气污染防治决策支撑及科学仪器研究支持、重大活动环境空气质量监控等方面开展了广泛应用，取得了显著的经济、社会和生态环境效益。据专家科技评价，项目整体技术达到国内领先水平，部分技术填补国内空白。

拟提名该项目为 2022 年度四川省科学技术进步奖。

项目简介：环境空气自动监测过程中，质量保证和质量控制技术是保障监测数据质量的重要手段，是确保实时发布数据“真、准、全、快、新”的重要技术支持。质量保证和质量控制措施的核心是保证量值溯源链的完整性和准确性，主要包括量值传递与溯源、监测仪器的校准、监测仪器的性能审核等内容。因此，用于量值溯源的标准（标准装置和气体标准物质）的质量水平、环境空气质量自动监测站点运行管理的规范程度、校准及性能审核效率等都会对监测数据质量产生决定性的影响。

在此背景下，项目组历经近十年在国家和四川省的相关科技项目资助下，从臭氧标准气体发生装置研发和相关气体标准物质应用、气态污染物及颗粒物自动监测质量控制等方面开展系列关键技术攻关，在国内首次研发了高准确度、宽

量程的O₃标准气体一体化动态发生装置，制备了适用于大气质量自动监测的高质量气体标准物质，建立了气态污染物远程在线质控技术及颗粒物自动监测仪器校准方法，并进行了富有成效的应用示范。

主要知识产权和标准规范等目录

知识产权类别	知识产权名称	专利号
实用新型专利	一种臭氧标准气体发生及检定装置	ZL201620357881.7
实用新型专利	一种滤膜自动更换系统	ZL201521118990.5
实用新型专利	一种滤膜夹	ZL201521118992.4
实用新型专利	一种滤膜低温保存装置	ZL201520855894.2
软件著作权	气体标准物质销售管理销售系统 V3.0	软著登字第 3238675 号
软件著作权	智能配气系统 V3.0	软著登字第 3238302 号
国家标准物质	氮中二氧化硫气体标准物质	GBW(E)061323
国家标准物质	氮中一氧化氮气体标准物质	GBW(E)061325
国家标准物质	氮中二氧化氮气体标准物质	GBW(E)062665
国家标准物质	氮中一氧化碳气体标准物质	GBW(E)062360

论文专著目录：

论文（专著） 名称/刊名	发表时间	发表期刊
成都市空气质量自动监测子站现状优化	2013 年	四川环境
成都市春节期间 PM _{2.5} 中水溶性离子的污染特征分析	2016 年	四川环境
疫情期间快速建立监测子站远程在线质控系统	2020 年	中国测试

主要完成人：李翔、邓凡锋、翟世明、谭清、张婷、张伟、高博、罗蘭、张普、陈波、孙雷、袁华明、黄晓丽、肖况、贾凤菊

主要完成单位：四川省成都生态环境监测中心站、中国测试技术研究院化学研究所、四川中测标物科技有限公司、康姆德润达（无锡）测量技术有限公司

八、替代燃料车污染排放控制关键技术开发及产业化

项目名称：替代燃料车污染排放控制关键技术开发及产业化

提名意见：该项目针对国六天然气车面临的贵金属用量高、氨气排放超标和耐硫性差等难题，完成了天然气车后处理系统开发和应用。突破了贵金属铂难于在高温下高分散高稳定的技术瓶颈，自主研发了高性价比铂钨铈三效催化剂技术、TWC+ASC 技术，降低了氨气排放，并成为行业商业化主流技术路线；开发了催化剂耐硫技术，解决了催化剂全生命周期内硫中毒难题。天然气汽车尾气净化催化剂经发动机和整车耐久验证，排放满足国六重型车 70 万公里耐久要求，实现了规模化生产，并取得了显著的经济、社会和环境效益。项目成果具有自主知识产权，获得发明专利 16 项，实用新型专利 10 项，制订国家和行业标准各 1 项。据专家科技评价，该项目创新性强，实现了天然气车催化剂核心技术自主可控，整体技术处于国际领先水平，引领了行业技术发展。

拟提名该项目为 2022 年度四川省科学技术进步奖。

项目简介：在国家重点研发计划项目支持下，项目完成单位，突破以天然气车为主的替代燃料车低温净化效率、高温稳定性和产业化过程中的工艺放大等多项核心技术。在行业内率先开发和应用铂钨铈三效催化剂，并首先开发出三效催化剂+氮氧化催化剂技术路线，已成为商业化主流技术路线。催化剂成功产业化，国产替代率超过 30%，实现了“核心催化技术自主可控”。项目经济社会效益显著。

主要知识产权及标准规范目录：

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
发明专利	一种尾气处理催化剂及其制备方法和用途	中国	ZL201811168858.3	2020 年 3 月 31 日	3735008	中自环保科技有限公司	王云、淡宜、程永香、杜洪仪、朱赞、罗甜甜、张艳华、王勤、李云、陈启章	有效专利
发明专利	一种用于汽车尾气净化的低温 NO _x 存储催化剂及其制备方法	中国	ZL201910515807.1	2020 年 12 月 22 日	4166414	中自环保科技有限公司	王云、徐海迪、淡宜、程永香、张志风、董银华、陈德权、陈耀强、李云、陈启章	有效专利
发明专利	一种当量燃烧天然气车集成催化剂体系及其制备方法	中国	ZL201811168861.5	2021 年 3 月 16 日	4301060	中自环保科技有限公司	程永香、王云、杜洪仪、吴干学、周雪晴、祖光发、颜意、吴冬冬、李云、陈启章	有效专利
发明专利	一种耐硫天然气尾气净化催化剂及其制备方法	中国	ZL201510883047.1	2018 年 2 月 6 日	2809478	中自环保科技有限公司	程永香、李云、陈启章、李大成、王勤、胡文强、陈耀强、王云	有效专利
发明专利	Method for preparing noble metal catalyst	美国	US10272415B2	2019 年 4 月 30 日	15500714	中自环保科技有限公司	李大成、李云、王云、王勤、程永香、陈耀强	有效专利
发明专利	一种天然气车用催化剂快速老化装置及其	中国	ZL201811602759.1	2021 年 8 月 20 日	4624526	中自环保科技有限公司	程永香、淡宜、王云、朱赞、杜洪仪、刘芳、	有效专利

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
	应用方法						王燕、刘冶、李云、陈启章	
发明专利	一种尾气净化催化剂载体材料及其制备方法	中国	ZL201610010082.7	2019 年 6 月 7 日	3406726	中自环保科技有限公司	吴冬冬、王金凤、李云、陈启章	有效专利
实用新型	一种实现天然气发动机超低排放的系统	中国	ZL202121211965.7	2021 年 6 月 1 日	14750103	广西玉柴机器股份有限公司	盛利；官维；林铁坚；宁德忠；刘志治；覃玉峰	有效专利
发明专利	一种汽车尾气净化催化剂及其制备方法	中国	ZL201510881335.3	2018 年 3 月 6 日	2835538	中自环保科技有限公司	王勤、李云、陈启章、李大成、程永香、胡文强、陈耀强、王云	有效专利
发明专利	一种用于天然气汽车尾气处理的抗水热老化催化剂制备方法	中国	ZL201510884525.0	2018 年 3 月 13 日	2843862	中自环保科技有限公司	胡文强、李云、陈启章、程永香、李大成、王勤、陈耀强、王云	有效专利

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内单位
1	理论空燃比天然气汽车尾气中 H ₂ O 和 O ₂ 对 CH ₄ 与 NO 反应的影响/物理化学学报/尚鸿燕, 胡伟, 王云, 任成军, 龚茂初, 陈耀强	2015 年 31 卷 750-756 页	2015 年 6 月 3 日	陈耀强	尚鸿燕	尚鸿燕, 胡伟, 王云, 任成军, 龚茂初, 陈耀强	3	Web of Science, 中国知网	是
2	Pd or PdO: Catalytic active site of methane oxidation operated close to stoichiometric air-to-fuel for natural gas vehicles / Appl Catal B-Environ/ F. Huang, J. Chen, W. Hu, G. Li, Y. Wu, S. Yuan, L. Zhong, Y. Chen	2017 年 219 卷 73-81 页	2017 年 12 月 15 日	钟琳, 陈耀强	黄福进	黄福进, 陈建军, 胡伟, 李广霞, 吴阳, 袁山东, 钟琳, 陈耀强	45	Web of Science	是
3	Enhanced catalytic performance of a PdO catalyst prepared via a two-step method of in situ reduction-oxidation / Chem Commun/ W. Hu, G.-X. Li, J.-J. Chen, F.-J. Huang, Y. Wu, S.-D. Yuan, L. Zhong, Y.-Q. Chen	2017 年 53 卷 6160-6163 页	2017 年 06 月 23 日	钟琳, 陈耀强	胡伟	胡伟, 李广霞, 陈建军, 黄福进, 袁山东, 钟琳, 陈耀强	7	Web of Science	是
4	Catalytic performance of a Pt-Rh/CeO ₂ -ZrO ₂ -La ₂ O ₃ -Nd ₂ O ₃ three-way compress nature gas catalyst prepared by a modified double-solvent	2017 年 35 卷 857-866 页	2017 年 11 月 28 日	钟琳, 陈耀强	陈建军	陈建军, 胡伟, 黄福进, 李广霞, 袁山东, 龚茂初, 钟琳, 陈	7	Web of Science	是

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 否包含国内单位
	method / Journal of Rare Earths/ J. Chen, W. Hu, F. Huang, G. Li, S. Yuan, M. Gong, L. Zhong, Y. Chen					耀强			
5	Pd Supported on Alumina Using CePO ₄ as an Additive: Phosphorus-Resistant Catalyst for Emission Control in Vehicles Fueled by Natural Gas / I & EC Research/ Jianjun Chen, Guochen Zhang, Yang Wu, Wei Hu, Pengfei Qu, Yun Wang, Lin Zhong* and Yaoqiang Chen*	2020 年 59 卷 6497-7605 页	2020 年 4 月 28 日	钟琳, 陈耀 强	陈建军	陈建军, 张国 琛, 吴阳, 胡伟, 曲鹏飞, 王云, 钟琳, 陈耀强	4	Web of Science	是
合 计							66	Web of Science, 中国知网	是

主要完成人：王云、程永香、淡宜、宁德忠、田洪越、陈启章、钟琳、龚文旭、杜洪仪、张艳华

主要完成单位：中自环保科技股份有限公司、四川大学、广西玉柴机器股份有限公司、中国重型汽车集团有限公司

九、高硫烟气高效脱硫除尘除雾一体化超低排放协同固废资源化综合利用技术

项目名称：高硫烟气高效脱硫除尘除雾一体化超低排放协同固废资源化综合利用技术

提名意见：该项目针对钢铁行业超低排放技术面临的关键共性和瓶颈问题，以产学研合作开发的形式，结合已有的技术研发成果，通过研究全流程不同工序中的烟气性质、影响脱硫除尘除雾效率的因素、重金属等多种污染物的产生和迁移变化规律，基于石灰石-石膏湿法脱硫技术，研发了可处理复杂高硫烟气脱硫除尘除雾一体化超低排放方案，研究了燃煤、烧结过程中砷、铅等重金属及污染物的形态转化和迁移释放机理，结合工艺参数的精准调控和工艺水回收循环利用技术，构建适用于钢铁行业的烟气超低排放治理技术体系。同时，针对脱硫石膏、废渣等固废资源化综合利用开展系列研发，形成一套应用于钢铁行业的高硫烟气脱硫除尘除雾一体化超低排放及固废综合利用技术闭环，实现超低排放+“三废”减量。

拟提名该项目为 2022 年度四川省科学技术进步奖。

项目简介：钢铁行业是我国工业领域大气污染的主要来源之一，整体废气排放量占工业废气排放量比例约 10%，对我国大气污染环境治理带来了巨大挑战。随着国家各项环保新标准新政策的出台，在建设绿色美好家园的环保目标的驱

动下，各企业对超低排放改造工作的实施纷纷加快进程，钢铁行业超低排放在脱硫方面，还没有成熟的技术可借鉴。存在经济性不足、脱硫效率和反应速率较低、废水和脱硫固废造成环境二次污染等问题。

项目针对钢铁行业超低排放技术面临的关键共性和瓶颈问题，以产学研合作开发的形式，结合已有的技术研发成果，通过研究全流程不同工序中的烟气性质、影响脱硫除尘除雾效率的因素、重金属等多种污染物的产生和迁移变化规律，基于石灰石-石膏湿法脱硫技术，研发了可处理复杂高硫烟气脱硫除尘除雾一体化超低排放方案，研究了燃煤、烧结过程中砷、铅等重金属及污染物的形态转化和迁移释放机理，结合工艺参数的精准调控和工艺水回收循环利用技术，构建适用于钢铁行业的烟气超低排放治理技术体系。同时，针对脱硫石膏、废渣等固废资源化综合利用开展系列研发，形成一套应用于钢铁行业的高硫烟气脱硫除尘除雾一体化超低排放及固废综合利用技术闭环，实现超低排放+“三废”减量。

项目的主要创新性：

1、构建了适用于钢铁行业的烟气超低排放治理体系，低成本高效率地解决了高含硫矿物烧结、球团产生的复杂烟气治理难题；

2、发明一种脱硫废水循环利用技术；

3、发明一种脱硫固废资源化综合利用技术，形成了钢

铁行业烟气脱硫“超低排放+工艺水循环+固废综合利用”的三废减量技术闭环。

项目各项指标：

在烟气超低排放治理方面：入口 SO_2 浓度 $9000\text{mg}/\text{m}^3$ ，粉尘浓度 $>200\text{mg}/\text{m}^3$ 的情况下实现处理后 SO_2 浓度 $<20\text{mg}/\text{m}^3$ 、粉尘浓度 $<10\text{mg}/\text{m}^3$ 的超低排放标准，脱硫效率达 99.7% 以上，处理量达 200 万 m^3/h ，处于行业领先。

在脱硫固废资源化综合利用方面：脱硫石膏制得的石膏粉性能达到等级 3.0；轻质抹灰石膏抗折强度达 3.0MPa、抗压强度达 6.1MPa、拉伸粘结强度达 0.55MPa，保水率 $\geq 93\%$ ；各石膏产品均放射性指标优于国家标准的最高等级指标，满足 A 类产品要求。

项目应用情况：

本技术在攀钢集团炼钢、烧结、球团废气治理工程上得到了成功应用，烟气处理后： SO_2 浓度 $<20\text{mg}/\text{Nm}^3$ ；烟尘浓度 $<10\text{mg}/\text{Nm}^3$ ，整体达到了超低排放标准， SO_2 脱除效率达到了 99.7% 以上，且颗粒物、重金属及其他污染物脱除率达到了 90% 以上。

同时，利用脱硫固废制得的石膏建材产品供应给了万科、龙湖等大型房地产开发商，成功应用于城市精装房，取得了良好的成效。

项目形成了“超低排放+工艺水循环+固废综合利用”的

三废减量技术闭环，构建了钢铁行业超低排放的循环经济示范模式，对保护生态环境，提高资源综合利用率，落实国家可持续发展产业，满足企业发展需求以及促进地方经济发展等方面起到了重要保障和促进作用。

主要知识产权和标准规范等目录

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
发明专利	一种通过水散热的脱硫除尘设备	中国	ZL201510022282.X	2016-08-24	第 2208462 号	攀枝花市蓝鼎环保科技有限公司	李自树、李昆、唐刚、黄明忠、唐诗富	有效
发明专利	用于焦化烟气内混入荒煤气的处理系统及其施工工艺	中国	ZL201810180013.X	2018-03-05	第 4399673 号	攀枝花市蓝鼎环保科技有限公司	李自树；詹贵林；叶宏；唐诗富；王幸锐；陈孝元；王森林；贾里藁；唐刚；黄明忠；李富勇	有效
发明专利	一种可加快处理速率的化工废气预处理装置	中国	ZL202010808054.6	2022-01-28	第 4906711 号	西昌市蓝鼎环保科技有限公司	李富勇；曾景祥；黄明忠；唐刚；黄安军；徐筠；曾中东	有效
发明专利	用于高硫浓度烟气的干法脱硫系统	中国	ZL201410814710.8	2016-05-25	第 2083735 号	西昌市蓝鼎环保科技有限公司	李自树；叶宏；饶显明；詹贵林；曾景祥；李富勇；王幸锐；黄明忠；唐诗富	有效
发明专利	一种通过气力喷射的脱硫副产物外排控制系统	中国	ZL201910310568.6	2021-07-27	第 4574730 号	西昌市蓝鼎环保科技有限公司	李自树；徐筠；李富勇；黄明忠	有效
发明专利	一种脱硫剂的储运与投加装置及其控制方法	中国	ZL201910310569.0	2021-03-09	第 4290788 号	第 4290788 号	李自树；黄明忠；徐筠；李富勇	有效

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
发明专利	一种工业污水处理装置	中国	ZL202010339580.2	2022-04-01	第 5043719 号	西昌市蓝鼎环保科技有限公司	徐筠；曾景祥；黄明忠；李富勇；唐刚；黄安军；曾中东	有效
发明专利	用于石膏粉流化煅烧的预热装置	中国	ZL202010339596.3	2021-11-30	第 4822885 号	四川蓝鼎新材料有限公司	王森林;黄明忠;李富勇;徐筠;唐刚;黄安军;曾中东	有效
国家（行业）标准	烟气脱硫石膏	中国	GB/T37785-2019	2019-08-30	国家市场监督管理总局，中国国家标准化管理委员会	张吉秀、张晔、陈红霞、刘志强、封祁宁、武发德、王学常、包文运、李永鑫、罗瑱、柳建峰、马保国、安雄宝、钱晓倩、苏英、方明晖、郑云生、韩俊萍、苗元超、段赛红、刘计康、黄健、吕天宝、王图强、安玉奎、李自树	北京建筑材料科学研究院总院有限公司、北新集团建材股份有限公司、中国电力企业联合会、可耐福新型建筑材料（芜湖）有限公司、大唐环境产业集团股份有限公司.....此处省略 11 单位.....攀枝花市蓝鼎环保科技有限公司	有效
实用新型专利	烟气同时脱硫脱硝一体化净化系统	中国	ZL201721850785.7	2018-08-21	第 7737709 号	四川大学	李建军;黄意淇;刘勤;郭家秀;刘勇军;楚英豪;蒋文举;岑望来;袁山东	有效

论文专著目录（不超过 5 篇/部，非必填）

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	Promotion mechanism of pyridine N-doped carbocatalyst for SO ₂ oxidation Royal society of chemistry	2016 年 6 卷 86316-86323 页	2016-8-26	李建军	Jieyuan Li	Jieyuan Li, Jie Liu, Shi Yin, Yongjun Liu, Jianjun Li, Wanglai Cen and Yinghao Chu	12	ScholarMate	否
2	Curvature dependence of single-walled carbon nanotubes for SO ₂ adsorption and oxidation Applied Surface Science	2017 年 404 卷 364-369 页	2017-5-15	李建军	Yanqiu Chen	Yanqiu Chen; Shi Yin; Yueli Li; Wanglai Cen; Jianjun Li; Huaqiang Yin	11	ScholarMate	否
3	Promoting mechanism of N-doped single-walled carbon nanotubes for O ₂ dissociation and SO ₂ oxidation	2018 年 434 卷 382-388 页	2018-3-15	李建军	Yanqiu Chen	Yanqiu Chen; Shi Yin; Yang Chen; Wanglai Cen; Jianjun Li; Huaqiang Yin	2	ScholarMate	否
4	四川省环境技术与绩效评估丛书 2012~2019 《四川环境》	物理污染防治卷、固体废物污染防治卷、大气污染防治卷、水污染防治卷等 10 卷	2015-6-1	叶宏	叶宏	叶宏; 陈军辉	0	《四川环境》	否
5	四川省环境污染防治技术水平与绩效评估（2010-2013）	《四川环境》	2013-1-1	王幸锐	王幸锐	王幸锐	0	《四川环境》	否
合 计									

主要完成人：李自树、叶宏、李建军、王幸锐、黄明忠、李富勇、唐刚、徐筠

主要完成单位：攀枝花市蓝鼎环保科技有限公司、西昌市蓝鼎环保科技有限公司、四川蓝鼎新材料有限公司、四川省环保科技工程有限责任公司、四川大学

十、新型吸声材料及其衍生产品在声学领域的研究及应用

项目名称：新型吸声材料及其衍生产品在声学领域的研究及应用

提名意见：该项目以微粒吸声材料衍生出了无痕吸声系统、任意装饰吸声体、微粒声屏障和微粒消声器四种产品，其中无痕吸声系统不仅打破了国外技术的垄断，且产品性价比高；任意装饰吸声体首次彻底解决了声学与装饰的矛盾；微粒声屏障在现有非纤维类吸声材料中性价比最优；微粒消声器创造了一种集阻性消声+抗性共振消声+扩散声衰减三种声学原理于一体的消声器。该项目为声学、降噪行业提供了一种全新的设计理念，市场应用前景广阔，目前已经在各领域得到广泛应用，市场认可度高，具有极高的推广应用价值。

拟提名该项目为 2022 年度四川省科学技术进步奖。

项目简介：近年来噪声污染呈现逐年上升的趋势，投诉

量大。玻璃棉作为一种保温吸声材料，因其具有良好的吸声性能及较低的价格，在降噪领域得到广泛应用。但玻璃棉是一种纤维类材料，在生产制作过程中，存在粉尘污染及对人体皮肤的伤害，应用到降噪产品中，耐久性较差，长期使用吸声性能下降明显。而目前使用的降噪产品基本都是带有玻璃棉吸声材料的产品。玻璃棉具有良好中高频吸声性能，但其500Hz 以下的低频吸声性能较差，在很多工业领域中，由于低频噪声较为突出，玻璃棉还无法完全满足降噪需求。其他吸声材料，如：微穿孔板吸声结构、发泡类吸声材料等。这两种吸声材料也是一种绿色无污染的吸声材料。但微穿孔板吸声结构由于其吸声频带窄，且价格较高，在实际应用中使用较少。发泡类吸声材料与矿棉类吸声材料的性能相近，但由于其防火等级为B 级，且价格也较高，应用仍然受到限制。因此，能否研发出一种新型吸声材料，即能满足绿色材料的要求，又能具有较高性价比的吸声材料，是降噪行业面临的巨大难题。

项目团体经过四年的研发，研发出一种新型环保吸声材料——微粒吸声材料，实现了声学领域将玻璃棉作为主要吸声材料的突破。尤其在建筑声学领域，微粒吸声板的出现，打破了原有国外技术垄断的无痕吸声系统，达到了室内装修与声学的完美结合。在此基础上，微粒吸声板结合其特有的模压成型工艺，首创了任意形状的装饰吸声体，彻底解决了

建筑设计、装修设计与声学问题的长期矛盾。

项目成果获得国际发明专利2 件，国内授权发明专利12 项，授权实用新型专利48 项，另外正在受理的发明专利21 项，形成团体标准1 项，项目曾经获得交铁科技评价中心（成都）有限公司整体技术达到国际先进，建议进一步推广应用的评价。

该项目成果成功应用于工业领域（电力、石油化工）、轨道交通领域、建筑领域、市政领域等。包括国家网球中心，成都城市音乐厅等重大项目。2021 年微粒吸声板的销售收入达到8000 万，行业市场占有率70%以上，出口到4 个国家和地区，显著提高了我国声学行业的技术水平，为我国噪声污染治理提供了技术保障。

主要知识产权和标准规范等目录：

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
发明专利	一种微粒吸声板及其制备方法	美国	US14/986,098	2017-03-28	US9607597B2	正升环境科技股份有限公司	钱伟鑫; 沈加曙	有效
发明专利	微粒声屏障及其吸隔声屏板	美国	US14/986,241	2017-03-28	US9607599B2	正升环境科技股份有限公司	钱伟鑫; 沈加曙	有效
发明专利	一种组合式微粒消声单元及由其组合成的消音砌块	中国	ZL201410384859.7	2018-04-13	2881907	正升环境科技股份有限公司	钱伟鑫; 沈加曙	有效
发明专利	一种景观化的聚合微粒吸隔声声屏障	中国	ZL201510872129.6	2018-04-13	2882024	正升环境科技股份有限公司	钱伟鑫; 沈加曙; 张奎	有效
发明专利	一种微粒隔声板及其制备方法	中国	ZL201410405383.0	2018-08-28	3052254	正升环境科技股份有限公司	钱伟鑫; 沈加曙	有效
发明专利	复合吸隔声板及其制作方法	中国	ZL201410173130.5	2019-08-30	3510427	正升环境科技股份有限公司	钱伟鑫; 沈加曙	有效
发明专利	噪声治理管理方法及装置	中国	ZL201710508352.1	2020-11-03	4072503	正升环境科技股份有限公司	张晓杰; 李力克; 王旭亮	有效
实用新型专利	扩散共振消声装置及通风通道消声系统	中国	ZL201821406909.7	2019-06-04	8910353	正升环境科技股份有限公司	干灵锋; 康健; 张晓杰; 汪远东	有效
实用新型专利	全频扩散消声装置及通风通道消声系统	中国	ZL201821409736.4	2019-06-04	8924814	正升环境科技股份有限公司	张晓杰; 康健; 汪远东; 干灵锋	有效
实用新型专利	扩散共振消声构件以及通风通道消声系统	中国	ZL201920646559.X	2020-01-14	9921628	正升环境科技股份有限公司	张晓杰; 干灵锋	有效

主要完成人：沈加曙、张晓杰、张奎、李航、何奇、吴斌、刘松林

主要完成单位：正升环境科技股份有限公司