

# **2016 年度环境保护科学技术奖**

## **获奖项目简介**

环境保护科学技术奖励工作办公室

## 2016 年度环境保护科学技术奖获奖项目公告名单

获奖等级	项目编号	项目名称	完成单位	完成人
一等奖	KJ2016-1-01	基于全过程污染防治的页岩钒清洁生产关键技术及应用	武汉科技大学、武汉理工大学、陕西五洲矿业股份有限公司、华西能源工业股份有限公司	张一敏、刘涛、包申旭、郝文彬、艾军、黄晶、李佳、陈铁军、林雨、袁益忠、薛楠楠、杨晓、张国斌、胡佩伟、蔡震雷
	KJ2016-1-02	辅助电还原/电凝聚及高效多相分离净水技术与应用	中国科学院生态环境研究中心、杭州回水科技股份有限公司	兰华春、胡承志、刘锐平、付军、周斌、朱利军、马百文、王万寿、曲久辉、刘会娟
	KJ2016-1-03	固体废物资源化环境安全评价与风险控制	中国环境科学研究院、清华大学、北京林业大学、华北电力大学	黄启飞、聂志强、李金惠、孙德智、岳波、唐阵武、杨玉飞、高兴保、朱雪梅、王兴润、田书磊、黄泽春、刘锋、杨子良、闫大海
	KJ2016-1-04	钨钼冶金氨污染全过程控制技术及应用示范	中国科学院过程工程研究所、北京赛科康仑环保科技有限公司、江钨世泰科钨品有限公司、金堆城钼业股份有限公司化学分公司、赣州市海龙钨钼有限公司	林晓、刘晨明、曹宏斌、李金涛、王启伟、孙凯学、徐双、曾庆宁、陶莉、谢金明、徐建昌、余欢荣、石绍渊、李玉平、盛宇星
	KJ2016-1-05	水体环境重金属风险评估理论、技术与应用	中国环境科学研究院、河海大学、香港科技大学、中国科学院广州地球化学研究所	吴丰昌、张远、王沛芳、王文雄、王圣瑞、符志友、冯承莲、于志强、陈艳卿、霍守亮、杨苏文、赵晓丽、孙福红、郭飞、王海燕
	KJ2016-1-06	填埋场地下水污染系统防控与强化修复关键技术及应用	中国环境科学研究院、清华大学、北京环卫集团环境研究发展有限公司、力合科技(湖南)股份有限公司、北京建工环境修复股份有限公司、兰州交通大学、暨南大学	席北斗、姜永海、李鸣晓、何亮、胡晓农、孟晓光、安达、岳东北、何小松、杨昱、杨天学、李瑞、孙源媛、赵颖、郭珍
二等奖	KJ2016-2-01	我国车用燃料清洁化技术研究与应用	中国环境科学研究院、天津悦泰石化科技有限公司、山东吉利达能源科技有限公司、中国石油吉林石化分公司、中国汽车技术研究中心	鲍晓峰、岳欣、钟亮、许国权、李坤、刘双喜、贾明、朱仁成、解淑霞

KJ2016-2-02	催化裂化烟气除尘脱硫脱硝成套技术	中国石油化工股份有限公司抚顺石油化工研究院、中国石油化工股份有限公司镇海炼化分公司、中石化宁波工程有限公司	方向晨、戴宝华、刘忠生、亢万忠、仝明、彭德强、张达、陈昕、王学海
KJ2016-2-03	城市群地区城镇化与生态环境协同发展仿真模拟关键技术及应用	中国科学院地理学科与资源研究所、环境保护部环境规划院、新疆大学、中国城市建设研究院	方创琳、吴舜泽、鲍超、万军、黄金川、许开鹏、马海涛、王振波、于雷
KJ2016-2-04	青藏高原典型区生态退化评估及环境管理研究	环境保护部南京环境科学研究所、南京信息工程大学、中国科学院寒区旱区环境与工程研究所、西藏自治区环境科学研究所、广西壮族自治区气象减灾研究所	沈渭寿、李海东、刘波、张慧、燕守广、邹长新、颜长珍、赵卫、林乃峰
KJ2016-2-05	核电厂液态流出物放射性近零排放技术研究	环境保护部核与辐射安全中心	刘新华、张爱玲、徐春艳、汪萍、柴国早、魏方欣、方岚、廖运璇、蒋婧
KJ2016-2-06	物种多样性评估方法和重要物种繁育技术研究	环境保护部南京环境科学研究所、江苏红豆杉生物科技股份有限公司、中国水产科学研究院东海水产研究所、广东省昆虫研究所、西南林业大学	丁晖、庄平、龚世平、曹铭昌、朱波风、吴军、伍建榕、崔鹏、刘燕
KJ2016-2-07	油品全生命周期 VOCs 排放与控制	海湾环境科技(北京)股份有限公司、清华大学、中国环境科学研究院	魏巍、吴焯、尹航、刘国强、刘欢、丁焰、崔立鹏、杨磊、万晓
KJ2016-2-08	京津冀大气灰霾特征与控制途径研究	中国环境科学研究院、中国科学院大气物理研究所、中国科学院合肥物质科学研究院、中国科学院遥感与数字地球研究所、天津市气象科学研究所	柴发合、王淑兰、高健、张美根、王跃思、刘诚、陈良富、韩素芹、孟晓艳
KJ2016-2-09	工业废气 VOCs 处理关键技术、装备研发及产业化应用	南京信息工程大学、扬州松泉环保科技有限公司	陈敏东、盖鑫磊、沈亚飞、马嫣、余欢、胡建林、徐晶晶、徐静、黄琼
KJ2016-2-10	重大环境污染事件风险源识别与监控技术研究及应用	中国环境科学研究院、北京师范大学、中科宇图科技股份有限公司、中国环境监测总站、清华大学	宋永会、曾维华、彭剑峰、袁鹏、韩璐、刘锐、赵淑莉、王建龙、刘仁志
KJ2016-2-11	恶臭污染源解析技术及预警系统研究	天津市环境保护科学研究所	包景岭、邹克华、王元刚、韩萌、卢志强、耿静、王亘、李伟芳、张欢

KJ2016-2-12	石油污染土壤强化生物修复技术及油田应用示范	中国环境科学研究院、北京市环境保护科学研究所、重庆大学、滨州学院	李发生、郭观林、曹云者、王世杰、王翔、颜增光、杜晓明、谷庆宝、周友亚
KJ2016-2-13	基于水面机器人的水环境保护关键技术与产业化应用	珠海云洲智能科技有限公司	张云飞、成亮、程荣梅、邹雪松、周广宇、刘陈利、唐梓力、胡勇智、赵智聪
KJ2016-2-14	饮用水水源环境质量遥感监测技术体系研究与业务化应用	环境保护部卫星环境应用中心、环境保护部环境规划院	姚延娟、吴传庆、吴迪、朱利、王雪蕾、刘伟江、马万栋、殷守敬、赵少华
KJ2016-2-15	草甘膦生产废水处理及母液资源化利用集成技术	杭州天创环境科技股份有限公司、浙江省环境保护科学设计研究院	赵经纬、谢柏明、梅荣武、邱晖、韦彦斐、丁国良、伍向东、李欲如、汪勇
KJ2016-2-16	可降解材料包裹型缓释肥料工业生产技术研究与应用	中国科学院过程工程研究所	张小勇、莫海涛、符卓旺、白玉、肖传绪、邵家逊
KJ2016-2-17	太湖流域水环境风险评估与预警平台研发及应用	环境保护部南京环境科学研究所、江苏省环境监测中心、浙江省环境监测中心、上海市环境科学研究院、河海大学	李维新、郁建桥、汪小泉、林卫青、庄巍、刘庄、蔡金榜、何斐、徐亮
KJ2016-2-18	硫铵钛联产法钛白粉清洁生产工艺	山东东佳集团股份有限公司	李化全、孙鹏、董云会、董文戎、黄宝峰、李金亮、刘波、熊家祥、翟慎军
KJ2016-2-19	湖滨带退化驱动因子识别与生态修复技术	中国环境科学研究院、上海市农业科学院、中交天津港航勘察设计研究院有限公司	叶春、邹国燕、李春华、刘璟、刘福兴、胡小贞、许秋瑾、董先锋、卢少勇
KJ2016-2-20	基于 PVDF 管式复合微滤膜的电镀废水处理技术及设备	东莞理工学院、广东威迪科技股份有限公司、北京师范大学、东莞市博硕环境科技有限公司、佛山市南海台冠金属制品有限公司	吕斯濠、张燕厚、苏美蓉、牛军峰、梁志辉、梁继业、范洪波、张德贤、陈梅
KJ2016-2-21	AP1000 依托项目主管道核安全技术研究及应用	环境保护部核与辐射安全中心	王庆、初起宝、徐宇、房永刚、路燕、王忠秋、李海龙、文静、孙造占
KJ2016-2-22	适用于燃煤电厂超低排放的双循环石灰石-石膏湿法烟气脱硫技术	北京国电龙源环保工程有限公司	陈振宇、刘汉强、李晓金、陈鸥、钟洪玲、劳俊、彭光军、写玉明、常彦斌
KJ2016-2-23	基于监测数据的废水点源排放总量测算关键技术研究与应用	中国环境监测总站、济南市环境监测中心站	唐桂刚、王军霞、陈敏敏、秦承华、刘健、李莉娜、丁程程、朱媛媛、刘通浩

	KJ2016-2-24	难降解有机工业废水达标治理电化集成技术研发与应用	中国矿业大学、环境保护部华南环境科学研究所、南通科技职业学院、南京远齐环保科技有限公司、东华理工大学	王立章、魏东洋、蒋家超、乔启成、傅剑锋、李鹏、陈玉英、陆俊卿、何后军
	KJ2016-2-25	新常态下我国煤电行业大气污染控制及环保中长期战略研究	国电环境保护研究院、南京师范大学	朱林、王圣、杨柳、李辉、林江刚、孙雪丽、刘大钧、潘超、李亚春
	KJ2016-2-26	北京市环境遥感与地面综合监测“一张图”关键技术研究及集成应用	北京市环境保护监测中心、二十一世纪空间技术应用股份有限公司、首都师范大学	张大伟、李令军、赵文吉、纪中奎、赵文慧、徐谦、张波、宫兆宁、姜磊
三等 奖	KJ2016-3-01	基于立体观测和多模型融合技术的上海市PM <sub>2.5</sub> 来源解析研究	上海市环境监测中心、上海市环境科学研究院	伏晴艳、刘启贞、张懿华、李莉、王东方
	KJ2016-3-02	石油化工酸渣和碱渣无害化利用技术研究及应用	甘肃省固体废物管理中心、兰州大学、兰州康顺石化有限责任公司	张兴林、许冬梅、谢肇新、张有贤、秦进林
	KJ2016-3-03	董塘镇凡口铅锌矿周边地区重金属污染现状调查与评估	广东省环境监测中心、仲恺农业工程学院	陈丹青、于群、谢志宜、于新、周遗品
	KJ2016-3-04	湖库水华监测评价与预警关键技术研究及业务化应用	中国环境监测总站、江苏省环境监测中心、安徽省环境监测中心	王业耀、何立环、于洋、牛志春、彭福利
	KJ2016-3-05	牡丹江水质保障关键技术及工程示范	黑龙江省环境科学研究院、中国环境科学研究院、清华大学	马云、李晶、叶珍、刘昭伟、王海燕
	KJ2016-3-06	定向激活微生物群落强化石油废水处理技术的应用	北京大学	吴晓磊、池昌桥、汤岳琴、聂勇、孙纪全
	KJ2016-3-07	极高浓度氰化尾液3R-O新技术及配套装备研究与应用	长春黄金研究院、山东黄金矿业(莱州)有限公司精炼厂	李哲浩、王德煜、朱军章、姚福善、迟崇哲
	KJ2016-3-08	黄土塬区微生物修复石油污染土壤技术与工业化应用	中国石油天然气股份有限公司长庆油田分公司油气工艺研究院	任鹏、杨琴、刘沛华、朱妍、苗得雨
	KJ2016-3-09	难降解工业废水吸附耦合生物强化关键技术的研究及应用	北京国电富通科技发展有限公司、国电南瑞科技股份有限公司、国网电力科学研究院	滕济林、李若征、杨万强、李惠宇、李郑坤

KJ2016-3-10	垃圾填埋场温室气体减排技术研究、装备研发与产业化应用	清华大学、山东十方环保能源股份有限公司	王凯军、甘海南、左剑恶、段明秀、宫徽
KJ2016-3-11	干旱荒漠区退化生态系统修复与重建技术研发示范	中国科学院新疆生态与地理研究所、新疆农业大学、新疆塔里木河流域巴音郭楞管理局	陈亚宁、陈跃滨、李卫红、陈亚鹏、朱成刚
KJ2016-3-12	面向清洁能源电力消纳的电池储能规模化系统集成技术及梯次电池应用技术研究	中国电力科学研究院、环境保护部环境规划院、国家发展和改革委员会能源研究所	闫涛、李建林、惠东、渠展展、杨光
KJ2016-3-13	石油行业温室气体核算方法与减排方案研究	中国石油安全环保技术研究院、清华大学	陈宏坤、温宗国、崔翔宇、徐文佳、王文思
KJ2016-3-14	城市区域陆表环境要素遥感监测技术与应用	中国科学院遥感与数字地球研究所、环境保护部卫星环境应用中心	孟庆岩、胡新礼、赵少华、杨健、王桥
KJ2016-3-15	包装废物资源化利用技术与工程示范	中国环境科学研究院、清华大学、杭州富伦生态科技有限公司	李丽、刘玉强、朱雪梅、高兴保、岳东北
KJ2016-3-16	火葬场大气污染管控关键技术研究与应用	北京市环境保护科学研究院、民政部一零一研究所、江西南方环保机械制造总公司	闫静、肖成龙、王玮、薛亦峰、刘剑
KJ2016-3-17	中国氯丹灭蚁灵生产企业污染场地全过程风险管理与支撑技术	环境保护部南京环境科学研究所、环境保护部环境保护对外合作中心、江苏省环境经济技术国际合作中心	林玉锁、丁琼、王国庆、刘明、田亚静
KJ2016-3-18	环境空气颗粒物(PM <sub>2.5</sub> )监测质量控制规范体系建设	中国环境监测总站	陈斌、杨凯、王强、张杨、钟琪
KJ2016-3-19	流域水环境监测关键技术与装备研发及应用	中国环境监测总站、中国科学院合肥物质科学研究院、国家环境分析测试中心	付强、赵南京、杨婧、吕怡兵、滕曼
KJ2016-3-20	径流式电除尘技术与成套设备	北京华能达电力技术应用有限责任公司、武汉大学	孟金来、马春江、王祖武、马飞、刘中政
KJ2016-3-21	环境化学物质风险评估技术体系	中国环境科学研究院、环境保护部固体废物与化学品管理技术中心、南开大学	刘征涛、臧文超、闫振广、周俊丽、余若祯

KJ2016-3-22	全国主要行业 POPs 污染防治履约管理技术支撑研究与应用	环境保护部环境保护对外合作中心、环境保护部固体废物与化学品管理技术中心、北京大学	余立凤、臧文超、刘建国、丁琼、黄启飞
KJ2016-3-23	苏里格气田废弃钻井液处理技术与集成应用	中国石油天然气股份有限公司长庆油田分公司油气工艺研究院	任小荣、张海玲、蒋继辉、杨琴、刘宁
KJ2016-3-24	上海市港口船舶污染物排放情况调查及对策研究	上海市环境监测中心、上海市环境科学研究院、复旦大学	伏晴艳、刘娟、邬坚平、马蔚纯、沈寅
KJ2016-3-25	燃煤电厂节能减排绩效实时在线综合评价体系研究及应用	江苏方天电力技术有限公司	彭祖辉、范海虹、刘今、季刚勇、孙栓柱
KJ2016-3-26	市政污泥高效资源化处理处置技术研发及工程产业化应用	北京京城环保股份有限公司	郭漫宇、申维真、徐兴华、刘玲、高光宇
KJ2016-3-27	基于新型复合填料的农村散排污水近自然处理适用技术研究与应用	北京市水科学技术研究院、环境保护部华南环境科学研究所、兰州交通大学	刘操、魏东洋、贺涛、王亚娥、孙家君
KJ2016-3-28	新型高效长效一体化空气污染核心处理材料开发与应用	江苏瑞丰科技实业有限公司	杜峰、邹巍巍、高卫民、章文贵
KJ2016-3-29	线路噪声分布仿真计算系统及输变电工程噪声提取测量装置研发应用	国网陕西省电力公司电力科学研究院、西北工业大学、国网陕西省电力公司	吴健、耿明昕、杨坤德、苏耕、马悦红
KJ2016-3-30	新型折叠式碘吸附器的研制	中国辐射防护研究院	侯建荣、史英霞、丘丹圭、刘群、马英

### 科普类获奖项目

获奖类别	项目编号	项目名称	完成单位	完成人
科普类奖	KP2016-01	PM <sub>2.5</sub> 污染防治知识问答	中国环境出版集团有限公司	沈建

# 2016 年环境保护科学技术奖获奖项目简介

## 一等奖

### 基于全过程污染防治的页岩钒清洁生产关键技术及应用

(KJ2016-1-01)

本项目由武汉科技大学、武汉理工大学、陕西五洲矿业股份有限公司、华西能源工业股份有限公司的张一敏、刘涛、包申旭、郝文彬、艾军、黄晶、李佳、陈铁军、林雨、袁益忠、薛楠楠、杨晓、张国斌、胡佩伟、蔡震雷等人完成。

#### 项目简介

我国是世界最大钒生产国，也是行业污染最重的国家。在国家环保公益性行业专项、国家 863 计划等支持下，历时 10 年从理论、方法、技术、装备到应用的系统研发，取得一系列基于全过程污染防治的页岩钒清洁生产创新成果：

1、提钒有害气体源头减排技术。首创了页岩钒低温沸腾氧化转价法，结合新研清洁提钒关键装备，形成“一步短流程”提钒有害气体源头减排技术，消除占总量 20%的焙烧添加物，有害气体源头削减 91.5%，推动了页岩钒全行业向清洁生产的转变。

2、源头氨氮减量梯级循环浸出法。发明了低能耗强化浸出技术，研制出抗水震、抗热震浸出装备和缓释助浸剂，酸耗降低 32.47%；发明的含 Ca 介质替代氨中和高酸浸出液法，实质性实现了行业氨氮源头控制和废水循环利用（废水循环率达 98%），整体技术水平得到显著提升。

3、钒尾渣高值综合利用技术。首次研发出尾渣低稳态非晶化技术实现了末端固废大宗高值消纳。

4、页岩钒行业污染防治政策体系构建。构建了非线性、多因子、大尺度特征的页岩钒行业先进工艺与污染防治技术评价体系，提出我国页岩钒行业污染控制政策、污染防治技术政策和最佳可行技术指南等建议稿，实现了页岩钒行业污染防治理论与方法的原始创新。



## 辅助电还原/电凝聚及高效多相分离净水技术与应用 (KJ2016-1-02)

本项目由中国科学院生态环境研究中心、杭州回水科技股份有限公司的兰华春、胡承志、刘锐平、付军、周斌、朱利军、马百文、王万寿、曲久辉、刘会娟等人完成。

### 项目简介

本项目属于水污染控制领域。用于含氧高价重金属离子去除。针对水中铬、锑等含氧高价重金属离子高效去除的工程技术难题，提出了化学还原辅助的电还原/电凝聚技术原理；针对高浓度和低浓度含氧重金属废水和饮用水处理，发明了化学辅助还原与电化学还原、形态调控及电凝聚耦合的关键技术；开发出以电还原/电凝聚为核心、还原-吸附-凝聚-分离过程协同的含氧高价重金属离子去除的组合工艺和与成套设备。

根据不同水质处理要求，将所研发技术应用于电镀废水中 Cr(VI) 达标排放与回用系列工程，包括国内处理规模最大（10000 m<sup>3</sup>/d）的 Cr(VI) 达标排放与回用净水工程，处理电镀废水约 378.72 万 m<sup>3</sup>/年；饮用水中低浓度 Sb(V) 短流程净化示范工程（1000 吨/天）等。本成果可为解决高价态重金属水污染治理提供系统解决方案。

## 固体废物资源化环境安全评价与风险控制（KJ2016-1-03）

本项目由中国环境科学研究院、清华大学、北京林业大学、华北电力大学的黄启飞、聂志强、李金惠、孙德智、岳波、唐阵武、杨玉飞、高兴保、朱雪梅、王兴润、田书磊、黄泽春、刘锋、杨子良、闫大海等人完成。

### 项目简介

2014年我国工业固废产生量约33亿吨，综合利用率为62.7%，资源化已成解决固废出路的主要途径。固废资源化过程的污染、资源化产品中有害物再次释放会造成新的环境风险。识别与控制资源化的环境风险是推进固废资源化发展、促进环境质量改善的关键问题之一。

申报项目针对固废资源化环境风险识别与控制的原理与技术问题，在国家科技支撑计划、国家自然科学基金等项目支持下，揭示固废中有害物向多环境介质传输机制，阐明资源化过程及产品中有害物的释放机理，形成多项国家（际）标准，项目成果在环境事故应急、固废资源化工程得到推广应用。主要内容如下：

（1）针对固废中有害物多环境介质传输定量表征难题，揭示了有害物以解析、淋溶为主的传输机制，建立了源释放模型，实现了固废多介质、多途径和多受体（3MRA）风险评估中有害物多环境介质传输定量化表征，形成了固废资源化环境风险评估的理论与方法，为《国家危险废物名录》修订提供技术支撑。

（2）针对固废资源化过程风险控制问题，以水泥窑协同处置为典型技术，揭示重金属在水泥窑内挥发、吸附/冷凝及有机污染物分解、再合成机制，建立污染物释放动力学模型，定量表征协同处置方式下污染物释放机理，形成污染控制标准。

（3）针对固废资源化产品污染物风险控制问题，以水泥产品为例，在阐明重金属固化机制（连续固溶、间隙固溶和同晶替换）的基础上，开展水泥产品多暴露情景浸出研究，揭示重金属的释放机理，建立基于Fick扩散第一定律的释放模型，定量表征重金属长期释放量，建立水泥产品污染物控制环境保护标准。

## 钨钼冶金氨污染全过程控制技术及应用示范 (KJ2016-1-04)

本项目由中国科学院过程工程研究所、北京赛科康仑环保科技有限公司、江钨世泰科钨品有限公司、金堆城钼业股份有限公司化学分公司、赣州市海龙钨钼有限公司的林晓、刘晨明、曹宏斌、李金涛、王启伟、孙凯学、徐双、曾庆宁、陶莉、谢金明、徐建昌、余欢荣、石绍渊、李玉平、盛宇星等人完成。

### 项目简介

钨钼是国民经济和国防的基础材料和战略资源，是我国极少数储量、产量均为世界最大的资源品种，同时钨钼冶金属于高耗水重污染的战略资源行业，保障钨钼行业可持续发展战略意义重大，环保部曾在 2013 年开展钨钼行业环保核查。仲钨酸铵、钼酸铵等钨钼主要产品的生产工艺耗水量大（30~200 吨水/吨产品），废水废气中含有钨钼等有价元素以及氨氮、重金属、盐类等污染物，末端环保治理难度大、成本高、效果差。

项目完成单位通过 1) 系统开展钨钼行业的污染源解析，明确污染控制重点；2) 开发清洁生产新工艺，对关键污染节点的水、氨、钨钼进行回用、实现源头减排；3) 基于水溶液性质、反应器内件结构模拟计算等基础研究，解决钨钼冶金过程中“钨钼-氨氮-高盐”复杂溶液体系的钨钼-氨分解反应控制难、设备易结垢堵塞等技术瓶颈，研制钨钼结晶母液反应分离、氨提纯提浓、废气吸收回用等关键设备；4) 在前三项研究工作基础上，构建了钨钼冶金生产过程的氨氮、钨钼的物料循环路径和节水网络，实现新增的资源回收、污染脱除工段与主生产工艺的无缝链接。项目通过建立以“强化热解氨-钨钼化合物”、“汽提精馏脱氨”、“洗水稀溶液浓缩”、“多级水洗氨气吸收-稀氨水提纯提浓”为核心技术的氨污染全过程控制技术：实现废水废气中氨氮脱除率、回收率>99%，处理后出水氨氮 $\leq 8\text{mg/L}$ ；脱氨后的钨钼等有价元素回用于生产，资源化回收的氨水浓度 $\geq 16\%$ ，氨水杂质含量优于高纯级氨水标准，K、Na 等关键杂质均 $< 1\text{mg/L}$ 。本项目通过清洁生产工艺优化、资源循环设备研制实现源头减排，解决了钨钼冶金污染末端治理的难题。

## 水体环境重金属风险评估理论、技术与应用 (KJ2016-1-05)

本项目由中国环境科学研究院、河海大学、香港科技大学、中国科学院广州地球化学研究所的吴丰昌、张远、王沛芳、王文雄、王圣瑞、符志友、冯承莲、于志强、陈艳卿、霍守亮、杨苏文、赵晓丽、孙福红、郭飞、王海燕等人完成。

### 项目简介

项目面向我国环境保护重大科技需求,围绕重金属风险评估理论与技术瓶颈问题,解决了水环境标准修订、监测、生态和健康风险评估、突发污染事件损害鉴定和风险管理中的关键理论与技术难题,在创新性、新颖性、实用性和示范推广等方面有明显特色。主要创新成果如下:

(1) 发展完善了我国水环境中重金属风险评估理论体系,率先提出并建立了准确测定金属同化效率的技术方法,定量评估了食物链传递对水生生物累积金属的相对贡献率,系统阐述了营养盐和有机质等水环境要素对金属生物可利用性的影响机理,推动了国际重金属环境风险评估学科的发展,为科学、准确地开展生态和健康风险评估工作奠定了理论基础。

(2) 综合集成和研发相结合,攻克了水环境中有毒重金属风险评估系列关键技术,提出了一套定性定量分析相结合的重金属危害识别方法,形成了我国重金属初步风险评估关键技术规范和监控预警体系平台,为我国水环境中重金属风险评估提供技术支撑。

(3) 理论与成套技术已在国家环境标准制修订、环境污染突发事件应急管理、损害鉴定评估、环境质量调查、治理规划和工程项目中得到应用,形成了10多项技术标准与技术规范,支持了5个国家相关法律法规的编制和实施,取得了显著的示范效果和综合应用成效,为我国环境保护工作做出了重要贡献。

(4) 项目研发的水环境重金属风险评估理论技术已成为我国流域水体污染控制技术体系中不可或缺的重要组成部分,项目提升了解决水体重金属污染问题的综合防控能力,促进了环保、矿产资源与农业等部门和行业的资源利用及环境保护工作,在国内外水体重金属污染防控和质量改善方面做出了重要贡献,推动了我国环境风险过程管理的建设。

# 填埋场地下水污染系统防控与强化修复关键技术及应用

(KJ2016-1-06)

本项目由中国环境科学研究院、清华大学、北京环卫集团环境研究发展有限公司、力合科技(湖南)股份有限公司、北京建工环境修复股份有限公司、兰州交通大学、暨南大学的席北斗、姜永海、李鸣晓、何亮、胡晓农、孟晓光、安达、岳东北、何小松、杨昱、杨天学、李瑞、孙源媛、赵颖、郭珍等人完成。

## 项目简介

项目组依托国家“863”课题、环保公益与工作类项目，以正规、非正规填埋场和危险废物填埋场地下水污染为对象，在地下水污染快速监测和过程精准识别、源头削减以及分级分区污染修复 3 方面取得主要成果如下：

(1) 建立了基于熵理论的填埋场地下水污染区敏感因子准确快速识别方法，研发的巢式多通道地下水无扰动采样、野外现场监测成套技术装备，攻克了地下水样品实时野外测试和质量保障技术难题，以此编制和修订了垃圾和危险废物填埋场地下水污染调查 2 项技术指南，在《全国地下水基础环境状况调查评估》项目中，指导了 2000 多座填埋场地下水调查工作，提高了调查评估工作的可靠性、可操作性及经济性。

(2) 建立了填埋场地下水污染源特性组分表征和可生化性快速预测方法，以及填埋场污染源优化调控、削减技术体系。开发出可实现渗滤液碳氮同步去除的双 UASB 新工艺，使渗滤液 TOC 去除率达到 87%，氨氮去除率达到 90%，实现垃圾渗滤液难降解有机物与总氮的高效协同去除，与传统技术相比去除效率提升 1.5 倍，节能 40%，源头削减填埋场对地下水污染。

(3) 构建了填埋场地下水污染分级、分区防控技术系统，开发了重度污染区多级强化修复技术，中度污染区非连续渗透反应墙修复技术，并自主研发了地下水环境修复靶向、缓释材料 6 种，形成一体化修复技术、材料与装备，并开展工程应用，费用降低 30%。

## 二等奖

### 我国车用燃料清洁化技术研究与应用（KJ2016-2-01）

本项目由中国环境科学研究院、天津悦泰石化科技有限公司、山东吉利达能源科技有限公司、中国石油吉林石化分公司、中国汽车技术研究中心的鲍晓峰、岳欣、钟亮、许国权、李坤、刘双喜、贾明、朱仁成、解淑霞等人完成。

#### 项目简介

本项目属于环保技术类研究领域、机动车污染防治研究方向。通过科学研究，首次提出了车用燃料清洁化技术指标，攻克了清洁燃料添加剂生产技术难关，获得了较大的经济效益和环保效益。主要包括：

1. 提出了车用燃料清洁化技术指标，被我国和欧盟最新燃油质量标准直接采用。

通过深入研究国内外车用燃料有害物质控制技术和控制途径，在国际上首次提出了车用燃料清洁化技术指标。主要包括：禁锰、降烯烃芳烃、设定清净性技术指标和按区域设置蒸气压等。

2. 攻克了清洁燃料添加剂生产技术难关，打破国外企业对我国清净剂市场的长期垄断。

3. 建立了车用燃料环保监管技术方法，多年在北京地区进行车用燃料清洁化示范应用。

4. 确立了车用燃料环保技术升级路线图，推动我国车用燃料清洁化全面升级。

5. 开展了车用燃料清洁化技术应用推广，获得较大的经济效益和环保效益。

本项目研发的汽柴油清净剂具有显著的环保和节能效果，经大量的发动机台架试验证明，汽车尾气 HC 的降幅为 12-47%、CO 降幅 10-50%、NO<sub>x</sub> 降幅 1-37%，并可节省燃油 2-5%。

## 催化裂化烟气除尘脱硫脱硝成套技术 (KJ2016-2-02)

本项目由中国石油化工股份有限公司抚顺石油化工研究院、中国石油化工股份有限公司镇海炼化分公司、中石化宁波工程有限公司的方向晨、戴宝华、刘忠生、亢万忠、仝明、彭德强、张达、陈昕、王学海等人完成。

### 项目简介

本项目针对我国 FCC 的特点，首创了具有自主知识产权、占地小、投资低、压降低、运行稳定的高效烟气除尘脱硫脱硝技术，净化气体中  $\text{SO}_2$  浓度  $< 20 \text{ mg/Nm}^3$ ， $\text{NO}_x$  浓度  $< 40 \text{ mg/Nm}^3$ ，粉尘浓度  $< 20 \text{ mg/Nm}^3$ 。主要创新点如下：

1、攻克了烟气分级处理和碱液双循环级配核心技术，发明了适用于高含尘烟气处理的双循环 H 型除尘脱硫塔及格栅式梭形板内构件，具有压降小，气液接触充分、耐跑剂冲击、除尘脱硫效率高等优点。单位体积处理量是传统文丘里洗涤器的 10 倍，实现了  $\text{SO}_2$  的超低排放 ( $< 20 \text{ mg/m}^3$ )。

2、针对现有锅炉烟气脱硝催化剂强度难以承受 FCC 催化剂跑剂时对其的冲击，发明了脱硝效率高、耐磨耐冲击能力强的脱硝催化剂。本项目以  $\text{SiO}_2$  为基体，采用络合浸渍法负载  $\text{TiO}_2$ ，制备出纳米  $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$  复合载体。以该复合载体制备的蜂窝式脱硝催化剂的机械强度是锅炉烟气脱硝催化剂的 1.5 倍。

3、针对 FCC 装置脱硝空间狭小、流场变化大的特点，采用 CFD 流体力学计算结合大型流场试验，开发了 FCC 烟气脱硝流场高仿真计算模型。采用该模型开发的喷氨格栅、混氨格栅等内构件，实现了有限空间内氨与烟气的快速混合，有效控制了氨逃逸，保证了脱硝装置长周期稳定运行。

采用上述集成技术在镇海炼化建成国内首套催化裂化烟气 SCR 脱硝-钠碱洗涤除尘脱硫处理装置。2012 年 11 月开车至今，一直稳定达标运行。截至 2015 年，已建成投用 20 多套装置，是中国石化实施“碧水蓝天”计划的重要技术支撑，显著推动了石化行业清洁生产和环境污染治理技术进步。

# 城市群地区城镇化与生态环境协同发展仿真模拟关键技术及应用

(KJ2016-2-03)

本项目由中国科学院地理学科与资源研究所、环境保护部环境规划院、新疆大学、中国城市建设研究院的方创琳、吴舜泽、鲍超、万军、黄金川、许开鹏、马海涛、王振波、于雷等人完成。

## 项目简介

本项目属于城市生态环境保护与生态文明建设研究领域。项目针对我国城市群地区快速城镇化进程带来的日益严重的生态环境压力，以国家自然科学基金重点项目“水资源约束下城镇化过程的生态环境效应”、国家自然科学基金面上项目“城市群空间扩展的生态影响机理及紧凑度的计算试验系统”和环境保护部规划财务司“城市环境保护规划技术指南编制”三个项目为依托，通过近 10 年理论与实践研究，提出了城市群地区城镇化与生态环境协同发展耦合理论与方法，研发出综合仿真模拟技术并在实践中得到广泛应用。

本项目的主要包括：原创性地提出了城市群地区城镇化与生态环境交互耦合理论，研制了城市化圈和生态环境圈相互作用的理论图谱，揭示了城镇化与生态环境协同发展的双指数曲线规律；独立研制了城镇化与生态环境交互耦合动态模拟关键技术和城市群地区城镇化与生态环境协同发展仿真模拟关键技术；编制完成了城市环境保护规划技术指南。解决了我国快速城镇化进程中城市化与生态环境协同发展的机理性、定律性和规律性等重大理论问题，为建设环境友好型和资源节约型城市群提供了全面的技术解决方案，填补了国内城市群地区在城镇化与生态环境交互协同发展理论与关键技术领域研究的理论空白和技术空白。

本项目编制完成的城市环境保护规划技术指南，作为国家“十二五”环保规划研究编制课题的专项成果，为国家“十二五”期间城市环境保护管理提供了重要的技术支持，并在珠三角、威海、烟台、宜昌、梅州、顺义、长吉、长春等城市和地区“十二五”、“十三五”环保规划、生态文明建设规划、环保模范城市创建规划等规划中得到应用，为完善我国城市环境保护规划理论与技术方法、提高城市生态文明建设水平发挥了重要支持作用。



## 青藏高原典型区生态退化评估及环境管理研究 (KJ2016-2-04)

本项目由环境保护部南京环境科学研究所、南京信息工程大学、中国科学院寒区旱区环境与工程研究所、西藏自治区环境科学研究所、广西壮族自治区气象减灾研究所的沈渭寿、李海东、刘波、张慧、燕守广、邹长新、颜长珍、赵卫、林乃峰等人完成。

### 项目简介

本项目属环境保护科学技术领域。课题立足于青藏高原气候敏感生态系统变化和适应性管理等前沿科学问题，历经 10 余年，克服高寒缺氧环境，构建青藏高原多个类型区生态系统监测与评估技术体系，选择藏北高原、雅鲁藏布江源区、重要空港周边、若尔盖湿地、青藏铁路沿线等区域开展了生态退化监测与评估应用示范，提出不同生态类型区生态环境管理对策。主要特点和创新成果包括：

(1) 建立了已知最大规模、最为详实的西藏高寒草地光谱数据库，弥补了我国地物光谱数据库青藏高原高寒草地部分的匮乏与缺失。构建青藏高原多个类型区生态系统遥感监测与评估技术体系，开展了藏北高原、雅鲁藏布江源区、重要空港周边、若尔盖湿地等多个类型区生态状况遥感监测与评估。

(2) 研究了西藏地区高寒草地、高寒湿地、农田生态系统、风沙化土地等气候敏感生态系统的发展变化及其对气候变化的响应特征，为开展青藏高原气候敏感生态系统管理奠定了科学基础。

(3) 率先将遥感和 GIS 技术运用于高寒脆弱区道路工程建设生态影响预测与评价，首次将景观视觉理念与方法应用到我国道路工程建设环境影响评价中，提出的以桥代路、生态避让、景观保护等生态保护对策建议在工程建设过程中得到广泛采纳，提升了我国道路工程建设生态环境影响评价的科学水平。

(4) 根据各典型区的主要生态环境问题，从实行最严格的草地生态保护措施、加强生态监测与评估基础能力建设、开展高寒风沙化土地生态恢复、推进湿地生态建设与环境保护的协同管理等角度提出了退化生态系统的环境管理对策。

## 核电厂液态流出物放射性近零排放技术研究（KJ2016-2-05）

本项目由环境保护部核与辐射安全中心的刘新华、张爱玲、徐春艳、汪萍、柴国旱、魏方欣、方岚、廖运璇、蒋婧等人完成。

### 项目简介

本课题研究确定了滨海和内陆核电厂的液态流出物排放浓度上限值，提出了内陆核电厂受纳水体中的放射性浓度控制值，确定了液态流出物在线监测报警阈值上限值，并进一步明确提出了核电厂液态流出物排放管理的要求，明确提出了核电厂液态流出物排放管理的具体要求，为 GB14587 的修订提供了全面的技术支持。

本课题的系列研究成果，全面系统地完善了我国核电厂液态流出物排放管理政策和标准体系，并已应用于《新建核电厂安全要求》和《核电厂安全分析报告标准审查大纲》，为核电厂的选址、放射性废液处理系统和液态流出物排放系统的设计和运行管理提供了技术指导，为核安全监管提供了重要的技术支持，对我国核电厂特别是内陆核电厂的建设具有重要的指导意义。

## 物种多样性评估方法和重要物种繁育技术研究 (KJ2016-2-06)

本项目由环境保护部南京环境科学研究所、江苏红豆杉生物科技股份有限公司、中国水产科学研究院东海水产研究所、广东省昆虫研究所、西南林业大学的丁晖、庄平、龚世平、曹铭昌、朱波风、吴军、伍建榕、崔鹏、刘燕等人完成。

### 项目简介

本项目通过 10 多年的多学科联合攻关，取得以下创新成果：

1、首次系统采集了全国野生维管植物和脊椎动物的分布数据，构建了 3.7 万多种动植物的县域分布数据库，数据权威性高。初步解决了我国生物多样性本底不清的难题，识别了生物多样性保护空缺。

2、开发了我国实施全球生物多样性目标特别是 2020 年目标进展的评估指标体系，包括 17 个一级指标、42 个二级指标，其中红色名录指数、海洋营养指数等指标是在国内首次应用。研究成果不仅作为中国第四、五次国家履约报告提交联合国，其中一些图表和成功案例被联合国权威报告《全球生物多样性展望》多处引用。

3、在我国河口地区，率先全面定量研究了盐度、温度、光照、pH 等环境因子对纹缟虾虎鱼早期发育的影响，解决了“人工繁殖、发育生态因子、早期生活史”等关键科学问题。

4、系统开展了平胸龟野外生态学和繁殖生物学及人工繁育技术研究，有效解决了平胸龟人工配对繁殖低效率的问题。

5、建立了地生兰人工规模繁殖体系。分离培养菌根真菌 189 株，筛选出能使地生兰组培苗快速菌根化并明显促进其生长繁殖的优良菌根真菌。采用地生兰组培苗的菌根化技术，快速提高地生兰的繁育速度，克服了地生兰组培苗生长缓慢，周期长，甚至不开花的缺点。

6、解决了南方红豆杉种子育苗技术、扦插育苗技术和育苗管理技术。种子育苗的时间从自然育苗所需的 15 个月缩短到了 5 个月，出苗率提高 1.45~3.1 倍，生根率提高 59%，成活率提高 58%，根量提高 1 倍以上，生根时间提早 3.1 天。

## 油品全生命周期 VOCs 排放与控制 (KJ2016-2-07)

本项目由海湾环境科技(北京)股份有限公司、清华大学、中国环境科学研究院的魏巍、吴焯、尹航、刘国强、刘欢、丁焰、崔立鹏、杨磊、万晓等人完成。

### 项目简介

油品从生产储运到消耗的全生命周期中 VOCs 排放巨大,是 VOCs 控制的关键。尤其是储运销过程、机动车蒸发排放和尾气排放,是油品全生命周期排放的关键环节。深入解析全生命周期排放机理、准确估算排放量、建立控制法规、研发控制技术对于我国灰霾治理至关重要。

#### 一、开展了油品全生命周期 VOCs 排放及控制基础研究

开发了适合我国的多环节蒸发排放 VOCs 测试方法,解析了油品全生命周期排放机理,明确了各环节控制关键。解析了温度、压力、气液交换流量等关键参数对排放因子的影响。系统评估油品使用环节 VOCs 排放特征,系统建立蒸发/尾气排放因子数据库,量化了车型规格、燃料类型、控制水平、交通因素和环境条件对机动车 VOCs 排放的影响规律;精准定位多个排放过程 VOCs 组分差异,并建立基于过程的源谱库,有效提高化学物种辨识精度。从 VOCs 物种角度揭示排放机理和动态变化规律。

#### 二、为我国石化、交通行业 VOCs 治理提供管理支撑

编制《中国道路机动车 VOCs 排放清单编制技术指南》,在全国环保部门应用。开发出基于动态过程的高分辨率油品使用环节 VOCs 排放清单,为管理决策提供基础数据。系统研究了油气回收工程验收技术方法以及日常监管和抽查抽测技术方法,出台了一系列技术法规和管理政策。评估相关控制法规的关键参数阈值,揭示了现行欧盟蒸发排放测试规程的重大漏洞,并对法规修订提出技术建议。研究了“十三五”期间原油 VOCs 排放控制思路和技术目标,成果被国家环境保护“十三五规划”采用。

#### 三、开发了国际先进水平的油气污染治理关键技术,并广泛应用

开发了适合国情的加油站、储油库油气控制技术,在活性炭变压吸附等核心技术上推广应用,取得了良好的环保效益和经济效益。

## 京津冀大气灰霾特征与控制途径研究（KJ2016-2-08）

本项目由中国环境科学研究院、中国科学院大气物理研究所、中国科学院合肥物质科学研究院、中国科学院遥感与数字地球研究所、天津市气象科学研究所的柴发合、王淑兰、高健、张美根、王跃思、刘诚、陈良富、韩素芹、孟晓艳等人完成。

### 项目简介

本项目属于环境保护软科学类研究领域。本研究广泛典型地区灰霾和空气质量的实地测量研究，并研究和设计了国家大气复合污染控制路线图。具体内容和创新成果如下：

#### （1）典型地区灰霾特征与成因机理研究

对典型区域（京津冀）灰霾发生发展趋势与变化规律开展研究，系统分析了典型地区 30 年来的时空变化规律；首次对我国 PM<sub>2.5</sub> 污染现状进行试点监测，评估重点地区污染形势；通过长期定点观测与强化观测结合的方法，分析灰霾的成因，建立灰霾污染与 PM<sub>2.5</sub> 浓度、成分、粒径的关系；基于成因机理，对重污染过程进行分类，为有针对性地制定重污染防控对策提供技术路线和决策依据；

#### （2）区域复合污染控制关键技术研究

建立了超级站建设及运维技术和大气环境综合立体观测技术，并在典型地区针对灰霾污染成因开展应用；初步建立空气质量预警预报技术体系，并在多个城市开展应用；基于大量问卷调研和数据模型，建立能见度、空气质量与公众认知的关系，建立评价影响公众参与效果的理论模型；

#### （3）国家重大决策和重大活动空气质量保障的科技支撑

基于国内外灰霾和大气复合污染研究领域的深入调研和我国目前大气污染治理的重大需求研究，理清了我国大气灰霾控制技术途径，制定并实施了《清洁空气研究计划》；为空气质量标准的修订和评价标准的制定与方案优化提供科学依据；对多个城市的重大社会活动空气质量保障提供技术支撑；为重点区域和城市的污染防治、达标规划等提供重要支撑；基于以上成果，为《大气污染防治行动计划》出台提供了重要支持。

## 工业废气 VOCs 处理关键技术、装备研发及产业化应用(KJ2016-2-09)

本项目由南京信息工程大学、扬州松泉环保科技有限公司的陈敏东、盖鑫磊、沈亚飞、马嫣、余欢、胡建林、徐晶晶、徐静、黄琼等人完成。

### 项目简介

针对我国大气污染治理和环境保护领域的突出问题，项目以“发展完善现有工业废气监测技术—研发突破关键技术和设备—典型案例示范应用”为主线，开展了长期、系统和深入的研究，取得如下重要成果：

(1) 通过新的监测技术和方法的应用，分析了南京及长三角地区大气污染物中挥发性有机物的成分，细颗粒物的成分和重金属的种类和含量，为促进我国大气污染监测水平的提高和基础数据的积累奠定了基础。

(2) 研发和综合集成了新型材料的制备技术、材料的吸附性能改进、工业废气催化净化等技术。采用廉价、简单的化学方法，制备了多种新型结构的催化材料，大幅度提高了氧化物催化剂降解环境 VOCs 的效率，同时在催化剂的特殊结构与催化性能的新型构效关系研究方面提出自己的见解。为推动工业 VOCs 净化提供了技术支撑。

(3) 在前述对工业废气 VOCs 监测技术和催化净化理论和实验研究的基础上，结合已有成果，研发了系列高新技术产品，为工业废气处理提供了较好的技术和设备支撑，这些产品均被江苏省科技厅确定为高新技术产品，产品的生产和使用，为工业废气处理做出了一定贡献，同时产生了非常好的社会效益。

## 重大环境污染事件风险源识别与监控技术研究及应用 (KJ2016-2-10)

本项目由中国环境科学研究院、北京师范大学、中科宇图科技股份有限公司、中国环境监测总站、清华大学的宋永会、曾维华、彭剑峰、袁鹏、韩璐、刘锐、赵淑莉、王建龙、刘仁志等人完成。

### 项目简介

为解决我国经济社会发展中面临的突发环境事件频发难题，项目组按照“规律发现-技术突破-平台研发-应用推广”的系统研发思路，经过近 10 年的技术攻关，自主创建了基于风险发生机制解析-分类识别-评估分级-监控管理-分区调控的环境风险源识别与管控技术方法体系，有力地支撑了我国环境风险源管控工作，引领了我国在该技术领域的前沿，显著提升了其国际影响力，属于环境科学与技术中的环境管理科学与技术领域。

主要技术内容与技术经济指标：①阐释了 1 种“环境风险源-诱发因素-传播过程-受体暴露”的环境风险发生机制，解决了环境风险源管控理论缺失问题；②首创了 1 套“源强分析-影响预测-危害评估-概率测算-风险等级判定”的环境风险源辨识与评估分级方法学体系，研发了 3 套不同尺度的环境风险分区方法，填补了环境风险源识别、分级与环境风险分区管理方法空白，实现了企业环境风险的科学定量化评估，评估精度提高到 90%以上；③研发了 7 套环境风险源监测监控技术。环境风险源申报管理技术使环境风险源信息获取效率提高 300%，2 套环境风险源监控指标筛选与布点技术使监控成本节约 40%以上，便携式 VOCs 检测仪实现了 5 秒内对污染物快速检测响应，在线 VOCs 监测仪使样品最低检出浓度达到 1ppb，2 套移动源动态监控技术实现了对移动风险源的全天候全过程监控。④开发了 10 套基于 Web-GIS 的环境风险源管理系统平台，解决了重大环境风险源监控-信息传递-评估分级-分区管控一体化技术难题，与现场监察监管相比，环境风险源监管时间由 1-3 小时缩短到 2-5 分钟。

应用推广情况：研究成果在环境保护部管理平台、上海市、南京化工园区、张家口等地进行了推广应用，有力支撑了国家和重点区域环境风险防范与管理工。2012 年至 2015 年，产生直接经济效益 8000 余万元，经济与社会效益显著。

## 恶臭污染源解析技术及预警系统研究（KJ2016-2-11）

本项目由天津市环境保护科学研究所的包景岭、邹克华、王元刚、韩萌、卢志强、耿静、王亘、李伟芳、张欢等人完成。

### 项目简介

本项目主要内容为：

① 研究恶臭污染源的源谱技术及数据库构建方法。

整合、优化、完善恶臭污染监测技术方法，从时间与空间的角度解析恶臭源成分排放特征，明晰源恶臭污染物之间的相关关系，建立可动态更新的包含成分谱、指纹谱和特征污染物的源信息数据库。

② 开发适合恶臭污染特点的“指纹谱图+特征污染物”源识别技术。

开发了“特征单质+谱图比对”，“主观辨识+数学模型”的多层次多角度恶臭源识别技术。首次建立基于模糊聚类数学模型的“恶臭指纹谱图”识别方法，精确识别恶臭污染的来源。

③ 构建基于 GIS 恶臭污染预警应急管理系统。

提出了恶臭污染源识别与预警管理系统的总体技术路线，开发了基于 GIS 的恶臭污染源识别与预警管理软件系统。系统主要包括区域恶臭污染源信息管理、恶臭污染预测分析、恶臭污染诊断分析以及恶臭污染事故应急预案管理等。

④ 研制移动式恶臭预警应急装置。

项目采用无线传输模块，集成恶臭移动预警应急车，实现即时恶臭来源研判。



## 石油污染土壤强化生物修复技术及油田应用示范 (KJ2016-2-12)

本项目由中国环境科学研究院、北京市环境保护科学研究院、重庆大学、滨州学院的李发生、郭观林、曹云者、王世杰、王翔、颜增光、杜晓明、谷庆宝、周友亚等人完成。

### 项目简介

本研究以典型石油类污染土壤-胜利油田联合站石油污染土壤为修复治理对象,结合资源化利用,筛选适合当地环境和资源特点的生物修复技术,在修复过程中建立不同生物技术的现场示范应用工程,长期监测污染物及土壤微环境的变化,形成了一套较完备的石油类污染场地强化生物治理修复的运行模式。

(1) 构建了基于本地化和环境友好生物基质材料的强化生物降解方法,提高了石油污染土壤生物修复效率。通过筛选秸秆、草炭等本地化环境友好生物基质新材料,探明了外源生物基质材料添加后土壤孔隙通透性的变化,大大提高了油田盐碱性污染土壤中石油烃的生物降解效率。

(2) 优化筛选了高耐受性和高降解能力的耐寒微生物与土著植物,有效恢复了滨海区盐碱胁迫下石油污染土壤的基本功能。构建了高耐受性和高降解能力的耐寒微生物功能基因文库,研究了根际分泌物强化石油烃组分的破乳机制,促进了石油烃组分在土壤-植物系统中的迁移转化效率,提升了功能微生物的降解能力。

(3) 针对国内外土壤中石油烃快速定量检测分析方法缺失等技术瓶颈问题,为长期修复过程中的效果评估提供了基础。针对石油污染土壤的分析检测,建立棒薄层色谱(TLC-FID)-气质联用(GC-MS)的快速定量分析方法,为石油污染土壤修复效果评价提供了方法学支持。

(4) 研究提出了适合于评价我国土壤石油烃污染的3大类9种指标,建立石油类污染土壤环境质量指导限值的模型方法和程序,为石油污染土壤的风险管控和修复提供了决策依据。

(5) 强化生物修复技术集成及在油田区规模化应用示范。项目研究所建立的成套石油污染土壤强化生物修复技术在胜利油田等地方进行了示范应用。

## 基于水面机器人的水环境保护关键技术与产业化应用 (KJ2016-2-13)

本项目由珠海云洲智能科技有限公司的张云飞、成亮、程荣梅、邹雪松、周广宇、刘陈利、唐梓力、胡勇智、赵智聪等人完成。

### 项目简介

本项目属环保、通信、电子、材料、船舶、软件、自动化控制等交叉技术领域。针对全球设备向无人化、智能化发展的趋势，珠海云洲智能科技有限公司研发制造的能通过卫星定位自主航行、智能避障、完成多种水上工作任务的“水面机器人”也称“无人船”，为我国地表水的日常采样、监测；污染源追踪；排污暗管探测等环保工作提供了革命性的解决方案，颠覆了现有作业方式，填补了国内空白，技术水平达到国际领先水平，其主要技术发明和特点如下：

1) 依据卫星定位和综合导航算法，集成自动化控制和无线通信技术，发明了非线性控制和智能控制结合的运动控制技术，并实现自主航行。

2) 依据自主研发的感知算法、结合水面、水下目标检测、跟踪、识别和测距技术，发明了多传感器、多目标数据融合的环境感知技术，首次解决了无人船对障碍物智能感知和避障的关键技术。

3) 依据自主研发的数据采集和监控软硬件，发明了接口和通信协议可配置及自适应适配技术，能兼容搭载各种在线水质监测仪、ADCP、声纳等仪器并实时获取数据，首创了快速监测，自动生成水质分布图的创新技术。

4) 发明了符合国家相关采样规范的无人化自动采样技术，实现了取样信息的数字化记录，保证了样本的真实性和规范性。

5) 发明了水下排污暗管探测技术，实现了全天候条件下对排污暗管进行探测、取证的功能。

## 饮用水水源环境质量遥感监测技术体系研究与业务化应用

(KJ2016-2-14)

本项目由环境保护部卫星环境应用中心、环境保护部环境规划院的姚延娟、吴传庆、吴迪、朱利、王雪蕾、刘伟江、马万栋、殷守敬、赵少华等人完成。

### 项目简介

本项目从无到有建立了集指标体系、技术方法、应用平台、业务模式一体的饮用水源地环境质量遥感监测体系，并成功实现业务化运行，将我国水源地环保督查工作模式从“全面撒网”改变为“有的放矢”，全面支撑了我国新时期饮用水源地环境保护工作。

发展自主饮用水水源环境质量遥感监测技术体系。针对常规水源地管理技术以考虑地面点状监测信息为主，项目首次从水源地水域（水质、水量“供需比”、富营养化、“消落带”、风险源）、陆域（风险源、水土流失、面源污染、土地利用格局、生态质量）和水源地监管（备用水源、保护区建设、水源地管理）三个方面建立了饮用水源地环境质量遥感监测指标体系；基于层次分析方法与模糊数学理论，首次建立水源地环境质量安全指数，确立了水源地环境质量定量评价方法；全面奠定我国饮用水源地环境质量遥感监测的技术基础。

构建自主饮用水水源环境质量遥感监测平台体系。针对我国水源地环境遥感工程化应用的空白，建立国内信息最齐全的饮用水源保护区尺度风险源信息数据库，确立了水源地环境质量遥感数据处理、参数反演、产品生产全过程的技术流程，成功实现饮用水源地环境质量遥感监测产品的业务化生产，促使卫星遥感巡查成为水源地环境执法不可或缺的重要手段。

创立自主饮用水水源环境质量遥感监测业务体系。针对饮用水水源保护区遥感业务运行空白，建立基于卫星遥感的水源地环境质量遥感监测业务模式，实现水源地风险源等遥感监测业务化运行；首次建立卫星遥感巡查、地面现场调查、执法管理监察的饮用水水源环境执法遥感监管业务模式，开创水源地水域安全、陆域安全等环境执法遥感监管业务化运行。

## 草甘膦生产废水处理及母液资源化利用集成技术 (KJ2016-2-15)

本项目杭州天创环境科技股份有限公司、浙江省环境保护科学设计研究院的赵经纬、谢柏明、梅荣武、邱晖、韦彦斐、丁国良、伍向东、李欲如、汪勇等人完成。

### 项目简介

本项目以草甘膦母液资源化、草甘膦废水预处理为目标，针对传统处理工艺存在的不足，采用先进的膜分离技术对草甘膦母液进行分离、提纯和浓缩，并最终实现资源化。回收高浓度草甘膦和浓缩甲醛废水，可以将乌洛托品浓液浓缩到15%以上，淡液排放小于0.2%。项目采用电絮凝、Fenton氧化法、电磁-Fenton氧化法三种高级氧化预处理草甘膦废水，试验结果表明Fenton氧化工艺最适合，进水TP为400~600mg/L条件下，预处理出水TP在20mg/L以下，达到了设计要求，生化出水TP在2mg/L以下。

甘膦母液经膜法资源化处理后：母液中草甘膦的回收率 $\geq 95\%$ ；废水回用率 $\geq 90\%$ ；回收的甲醛，经与氨反应生成乌洛托品，再经膜法浓缩得到高浓度的乌洛托品溶液，用于甘氨酸的生产或取粉得到乌洛托品产品；回收的氯化钠溶液，采用膜技术进一步浓缩和精制，用于纯碱或烧碱的生产。与传统工艺相比，综合节能70%以上。因而，项目产品可有效实现甘膦母液资源化，实现对草甘膦母液的高效、低耗、清洁化处理。

项目产品膜法草甘膦母液资源化技术与成套装备，已在“捷马化工股份有限公司”、“山东潍坊润丰化工有限公司”、“江苏扬农化工有限公司”、“江山农药化工股份有限公司”、“好收成韦恩农药股份有限公司”、“嘉化集团”等国内知名草甘膦生产企业的生产线上成功应用，完全能满足实际使用要求，获得用户的一致好评。使用单位一致认为：“膜法草甘膦母液资源化技术与成套装备使用效果良好，完全能够达到草甘膦母液资源化处理效果”。采用芬顿催化剂为核心的预处理+生化废水处理工艺在浙江新安化工集团股份有限公司、浙江金帆达生化股份有限公司得到应用。

## 可降解材料包裹型缓释肥料工业生产技术研究和应用 (KJ2016-2-16)

本项目由中国科学院过程工程研究所的张小勇、莫海涛、符卓旺、白玉、肖传绪、邵家逊等人完成。

### 项目简介

本项目所属领域为化学工程技术的肥料制造学科。

本项目发明了用木质素作为包裹材料制备缓释肥料的技术（专利号：ZL200610079035.4）提出并实现了用生物酸析法从造纸黑液中提取木质素的新工艺（专利号：ZL98125200.1），该技术可低成本的从造纸黑液中提取木质素，实现了造纸黑液资源化利用。

用木质素作为包裹材料可实现肥料养分的缓慢释放，达到缓释肥料的国家标准；木质素可以被土壤微生物降解并转化成腐植质，具有改良土壤的作用。

本项目发明了无溶剂热喷涂流化床包裹技术，实现了缓释肥料的一步法制备。该技术简化了生产流程，降低了设备投入和生产能耗，克服了常规有机溶剂包膜技术工艺复杂和成本高的弊端。

建成三个年产万吨的肥料生产线，产品质量指标达到国家标准（GB/T 23348）。成本比国内同类产品低 30%，性价比优于国内外同类产品。2 年来累计生产肥料 2.8 万吨，产值 1.03 亿元人民币，经济和社会效益显著。

在枸杞、玉米和葡萄等作物推广了 36200 亩。结果表明，与普通化肥相比，作物增产幅度在 10~20%，总产值达 9635 万元，增收节支 465 万元，减施肥料 10%以上，经济和环境效益显著。

该项目攻克了缓释肥料成本过高和包裹材料难降解的技术瓶颈，对我国肥料行业的发展产生了重要的引领作用；大面积推广该肥料对解决当前肥料领域普遍存在的环境污染和肥料利用率低的问题，对于推动我国生态农业的发展有重要意义。

## 太湖流域水环境风险评估与预警平台研发及应用（KJ2016-2-17）

本项目由环境保护部南京环境科学研究所、江苏省环境监测中心、浙江省环境监测中心、上海市环境科学研究院、河海大学的李维新、郁建桥、汪小泉、林卫青、庄巍、刘庄、蔡金榜、何斐、徐亮等人完成。

### 项目简介

本项目所属环境科学技术-环境工程学-环境系统工程领域。

（1）针对太湖流域三大水环境风险管理技术需求。针对太湖流域蓝藻暴发、饮用水源地、跨界蓄积污染等环境风险问题及管理迫切需求，开展了“跨省界累积污染、蓝藻水华及饮用水源”三大风险预警技术研发。

（2）研发突破了5项关键技术。在引进吸收和研发30项先进技术的基础上，研发太湖流域风险预测预警模型建立及预警系统构建、浅水湖泊蓝藻水华聚集动态模拟和预警技术、河网区水环境累积性风险评估与预警预报技术、湖荡区水源地突发事故预警模型构建及预警预报技术和太湖流域多元风险评估及预警阈值确定技术等5项关键技术。

（3）模型精度居于流域水环境风险预测领域领先水平。率先提出太湖流域水环境风险评估指标体系与预警阈值，建成重污染区蓝藻水华、淀山湖饮用水源地、嘉善河网区跨界蓄积污染和全流域水环境风险预警系统；流场模型水位相对误差小于5%，流速误差小于15%；水质预测精度达到60%以上；蓝藻预警3天精度超过60%。预测准确度总体居于该研究领域国内领先水平。

（4）建成集多功能为一体满足风险管理需求的预警平台。在流域环境核查、总量核查及突发事件处置中得到了实际应用，初步满足流域水环境风险应急处置、应急指挥及跨界水环境风险协调管理的基本需求。

（5）初步实现业务化应用。研究成果已在饮用水源区突发事故应急处置、跨省界污染物通量监控、蓝藻水华预测结果逐日上报等方面初步实现业务化应用，得到华东环境督查中心、江苏省环保厅、浙江省环保厅和上海市环保局等主要成果应用单位的充分认可。

## 硫酸钛联产法钛白粉清洁生产工艺 (KJ2016-2-18)

本项目由山东东佳集团股份有限公司的李化全、孙鹏、董云会、董文戎、黄宝峰、李金亮、刘波、熊家祥、翟慎军等人完成。

### 项目简介

本项目采用的联产法钛白粉生产工艺是将钛白粉生产工艺与硫磺制酸、硫酸铵、聚合硫酸铁、氧化钪、钛石膏等工艺进行联产，并采取一系列措施节能降耗，并对污染物严格治理达标排放的新型硫酸法钛白粉生产工艺。联产清洁生产工艺可实现生产的连续控制和调节，确保指标的稳定可控；对于联产法的连续酸解工艺酸、矿均反应连续、放热均衡，反应平稳发生，酸解尾气生成均匀，在尾气系统上增加了电除酸雾系统，大大减少了夹带的酸雾量，尾气处理较为容易，具有很大的环保优势；在加上硫钛联产自动化程度高，被国际上公认为硫酸法钛白环保技术之一。

硫钛联产技术很大程度上减少了三废的产生：生产中产生的液体排放物能全部转化为产品，在不消耗新资源的前提下，减少了对现有资源的开采，既保护了环境，又产生了价值；产生的固体排放物通过回收和新副产品开发等，减少了固体废物的堆放，同时产生了价值；硫钛联产法中将其他的废弃物作为原料进行综合的处理，降低了成本，减少资源浪费和气体的排放。

## 湖滨带退化驱动因子识别与生态修复技术（KJ2016-2-19）

本项目由中国环境科学研究院、上海市农业科学院、中交天津港航勘察设计研究院有限公司的叶春、邹国燕、李春华、刘璟、刘福兴、胡小贞、许秋瑾、董先锋、卢少勇等人完成。

### 项目简介

本项目主要内容为：

- ①建立了湖滨带生态退化驱动因子识别方法，实现了从定性向定量跨越；
- ②攻克了湖滨带生态修复系列关键技术，形成了湖滨带生态修复技术系统；
- ③构建了湖滨带生态修复技术模式，在大规模应用中验证了有效性。

本项目主要特点为：

（1）建立了湖滨带生态系统健康评价体系，将定性筛选与定量分析相结合，建立了基于“多元线性逐步回归法”和“偏相关系数法”的湖滨带生态退化的驱动因子识别方法，完善了湖滨带的理论基础，对完善湖滨带生态修复理论具有创新性贡献。

（2）遵循“近自然修复”理念，发挥“水—土—植物—微生物”系统净化能力，创造性地建立了以改善水质、修复基底和调控水文水动力等生境修复技术为核心、恢复土著先锋植物功能群为阶段目标、通过生态结构调控逐步达到系统稳定为最终目标的湖滨带生态修复技术系统，协同人工辅助与自然恢复过程，攻克了系列关键技术，填补了国内空白；根据湖滨带受损程度和类型划分，提出了“三层次（生态重建、生态修复、生态保育）三类型（大堤型、山坡型、河口型）”的湖滨带生态修复技术模式，为我国湖滨带生态修复提供了技术支撑。

（3）湖滨带修复理念及研究成果迅速在全国大范围应用，在太湖、巢湖、淀山湖等湖泊的大规模湖滨带生态修复工程中，实现了当年建立先锋植物功能群，植被覆盖率从接近 0 达到 30%以上并逐步稳定，效果显著。



## 基于 PVDF 管式复合微滤膜的电镀废水处理技术及设备

(KJ2016-2-20)

本项目由东莞理工学院、广东威迪科技股份有限公司、北京师范大学、东莞市博硕环境科技有限公司、佛山市南海台冠金属制品有限公司的吕斯濠、张燕厚、苏美蓉、牛军峰、梁志辉、梁继业、范洪波、张德贤、陈梅等人完成。

### 项目简介

本项目属于环境保护技术类。针对我国电镀行业废水污染物种类多、成份复杂、处理难度大的特点，本项目研发出一套基于 PVDF 管式微滤膜的电镀废水处理技术及设备，通过 PVDF 管式微滤膜与电化学预处理、MBR 或 NF/RO 的集成，可实现电镀废水的稳定达标以及工艺出水的循环回用。

首先，研究了 PVDF 管式复合微滤膜的制备工艺，形成了专利性的管式膜生产技术，建设了一条年产 2 万支管式膜的生产线；其次，研究了电化学预处理关键技术，设计出新型的管-柱式电极的高频脉冲电化学装置；然后，将电化学装置与管式微滤膜专用设备结合处理电镀废水，可实现第一类污染物的稳定达标；进而，在电化学+管式膜之后使用 NF/RO 可以回用 60%以上的处理后水，并且避免了传统混凝沉淀需要投加聚丙烯酰胺（PAM）而导致膜污染严重的问题；最后，在电化学+管式膜之后采用厌氧+MBR 的工艺，可以有效去除废水中的 COD、氨氮与 TP，确保二类污染物的达标排放。

该成套技术及设备已经成功应用于近百个电镀废水处理工程。实践表明，该 PVDF 管式微滤膜的使用寿命在 5 年以上，与其它膜组件相比，管式膜强度大、皮实耐用且膜污染程度更轻，适合于处理重金属类废水。采用管式微滤膜代替传统沉淀池，不仅可以更好地分离重金属类污染物，确保第一类污染物在车间或生产设施废水排放口达标，而且可以节省占地。新型管-柱式电极的高频脉冲电化学设备可实现废水带压（0.3MPa）反应，强化电化学处理效果，并且废水在电极间隙高速流动，解决了电极钝化问题。采用电化学预处理代替传统破络合与化学混凝，不仅可以提高污染物去除效果，而且可以降低剩余污泥产量。

## AP1000 依托项目主管道核安全技术研究及应用 (KJ2016-2-21)

本项目由环境保护部核与辐射安全中心的王庆、初起宝、徐宇、房永刚、路燕、王忠秋、李海龙、文静、孙造占等人完成。

### 项目简介

本项目属于核安全审评监督技术领域。

AP1000 依托项目主管道首次采用整体锻造的全新工艺，且主管道外形复杂，制造难度大，制造周期长，要求在 280℃、15.5MPa 的高温高压条件下全寿期内维持完整性和功能性。

同步制造的三门核电站和海阳核电站的一号机组主管道在制造过程中分别出现了不符合项，导致主管道的实际壁厚小于设计壁厚。国家核安全局委托环境保护部核与辐射安全中心对两个项目出现不符合项的主管道寿期内的完整性、功能性进行分析和评价。

本项目对管道壁厚的核安全性能采用两种方法进行独立的分析，得到了管道的极限壁厚。通过大量的分析工作，为主管道在设计寿期内能够保持一回路压力边界的完整性，维持堆芯有效冷却，阻止放射性物质释放提供了强有力的技术依据。同时项目详细分析了 RCC-M 规范与 ASME 规范在管道设计分析中的差异，及其对管道设计的影响，在规范应用方面达到了国内领先水平。该分析结论得到了国家核安全局专家委员会的认可，并被国家核安全局采纳。

本项目特点为：

(1) 该项目为核安全监管技术单位在重大不符合项审评中进行的独立计算验证，为科学的技术决策提供了有力的数据支持。

(2) 该项目对 ASME 和 RCC-M 规范核安全一级管道设计进行了详细对比，其中主要差异对分析结果的影响进行了定量分析，对管道计算软件 ROCOCO 进行二次开发，并成功应用于工程实践。

## 适用于燃煤电厂超低排放的双循环石灰石-石膏湿法烟气脱硫技术

(KJ2016-2-22)

本项目由北京国电龙源环保工程有限公司的陈振宇、刘汉强、李晓金、陈鸥、钟洪玲、劳俊、彭光军、写玉明、常彦斌等人完成。

### 项目简介

为更好的降低燃煤电站 SO<sub>2</sub> 排放总量，满足火电厂大气污染物排放标准要求，我公司作为电站大气污染治理的龙头企业，结合近 10 年来的火电厂烟气脱硫技术的研究基础及工程实施经验，自 2007 年起就开展了高效脱硫技术的研究工作，并成功自主研发了具有自主知识产权的可实现火电厂 SO<sub>2</sub> 超低排放的“双循环石灰石石膏湿法脱硫技术”，于 2013 年 7 月完成了工程示范（通过 168 运行）。

针对新的国家排放标准目前国内大部分火电厂已有的脱硫装置脱硫效率需达到 97.5% 以上才能实现达标排放，这已经超出了常规单纯使用石灰石作为脱硫剂的石灰石-石膏湿法脱硫技术的临界效率，因此我公司创新性的提出了两级循环的石灰石石膏湿法脱硫工艺，并依托国电永福电厂脱硫工程、国电肇庆热电厂脱硫工程，实现“双塔双循环”、“单塔双循环”的工业化，形成具有自主知识产权的“双塔双循环石灰石-石膏湿法烟气脱硫技术”、“单塔双循环石灰石-石膏湿法烟气脱硫技术”，同时在单塔双循环工艺路线基础上继续开展专项科技研发，在重点环节领域提出了改进技术方案并申请专利。

双循环石灰石湿法烟气脱硫工艺设两级独立循环系统，由收集盘进行物理分割，烟气进入吸收塔，首先与下循环喷淋管喷出的浆液逆向接触，经冷却、洗涤、脱除部分 SO<sub>2</sub> 后，通过收集盘、导流锥进入上吸收区，烟气与上循环喷淋的浆液进一步反应，SO<sub>2</sub> 几乎被完全除去，脱硫后的净烟气经除雾器除去液滴后，由吸收塔净烟道引出，排入烟囱。烟气通过不同性质的浆液进行洗涤，实现了两次 SO<sub>2</sub> 脱除过程，两级循环分别设有独立的循环浆池及喷淋系统，根据不同的功能，每级循环具有不同的运行参数，该过程将高效氧化所需的低 pH 值工况与高效率低排放浓度所需的高 pH 值工况进行整合，巧妙的解决了脱硫重要工艺过程相互矛盾的需求，从而在较低液气比的条件下稳定可靠地实现了高脱硫效率。

# 基于监测数据的废水点源排放总量测算关键技术研究与应用

(KJ2016-2-23)

本项目由中国环境监测总站、济南市环境监测中心站的唐桂刚、王军霞、陈敏敏、秦承华、刘健、李莉娜、丁程程、朱媛媛、刘通浩等人完成。

## 项目简介

项目研究提出了废水明渠流量监测监督检查和手工浓度监测数据质量核查技术。包括 3 个方面内容共 8 项检查指标的流量监测监督检查技术，补充了流量计检定期间的质量监督检查技术空白，完善了废水流量监测的质控体系。手工监测数据质量核查技术包括 6 方面 18 项技术指标。国家利用该技术对 31 个省近 100 个地市监测站进行了质量核查，各省采用该技术定期对本省地市监测站进行质量核查。通过核查，有效促进了省、市级监测能力的提升，改善了数据质量，每年为环境管理提供近 10 万条监测数据及相关信息，为全国及各省污染源监管及总量减排核查核算提供了数据支撑。

项目提出了水污染源自动监测远程自动质控技术，并研发了样机。开发的质控样自动制样送样设备及操作控制软件，可通过周期设定质控和即时质控两种模式实现平行样、空白样、加标样和标样的制作和送样，质控样制样送样的相对误差和相对标准偏差均在 $\pm 10\%$ 以内。可对质控结果的评价和自动报警。利用该技术开发了远程质控设备及软件，获得国家发明专利一项。该技术具有较强的推广价值，将有助于提升自动监测质控水平，提高自动监测数据准确性。

提出的基于工况校核的点源手工监测数据总量测算技术，用生产负荷、污水回用、处理设施运行效果对传统计算方法进行优化。与在线监测数据相比，工况校核法的计算误差绝对值平均为 10.8%，而采用非工况校核法的计算误差绝对值平均高达 38.7%，工况校核法具有明显的优势。

总量测算、质量核查等技术以环保部文件或国家监测总站技术文件发布实施，流量监督检查和远程质控技术在部分地区试点，五级监测网络建设建议在污染源监测管理制度建设中得到采纳。这些技术在以监测作为重要技术支撑的排污许可证制度中将得到更多的应用。

## 难降解有机工业废水达标治理电化学集成技术研发与应用

(KJ2016-2-24)

本项目由中国矿业大学、环境保护部华南环境科学研究所、南通科技职业学院、南京远齐环保科技有限公司、东华理工大学的王立章、魏东洋、蒋家超、乔启成、傅剑锋、李鹏、陈玉英、陆俊卿、何后军等人完成。

### 项目简介

有机工业废水含有的引起急、慢性中毒和致癌、致畸的酚类、苯类、卤烃类难降解有机污染物严重危害人体健康,也对自然生态环境造成了极大破坏;因此,对其进行达标治理成为保障经济社会可持续发展的关键。项目以填充床电化学水处理技术为研究对象,建立了一套有机污染物电催化氧化理论体系,提出了两项具有高效、低耗特点的电化学水处理关键技术,依据构建的电化学处理工艺在精细化工废水、常规生活污水、垃圾渗滤液等领域开展了工程实践,实现了废水短流程达标治理的目标,获得了显著的经济效益、环境效益和社会效益。

项目突破了传统电化学理论,首次提出填充床电化学技术“复相控制”的新概念并建立了基于“反应控制-复相控制-扩散控制”的完整描述有机污染物浓度时空变化规律的“阶段反应理论”,既能有效预估电化学水处理工艺基建投资和运行成本数额,也可为高性能填料床载体定向制备、催化氧化性能评估及其优选提供新策略。以有效消除短路电流和降低电耗为目标,创新性的构建了基于导电填料、半导体催化剂负载型填料间隔填充的层式填充床电极水处理技术;同时,为深入节能,研发出梯级电催化氧化技术,利用涵盖运行成本、基建投资协同影响机制架构的效费模型指导工艺精确设计与优化运行;以此为基础,申请相关专利 11 项。采用两项新型技术并结合闭路内循环饱和活性炭电化学再生技术,提出了一系列适用于难降解(包括高盐分)有机工业废水达标处理的完整工艺流程,突破了此类废水低耗、短流程达标治理的行业性理论、技术难题;项目技术已在 10 余项废水处理工程中得以应用,特别是研制的垃圾渗滤液和远洋船舶灰水 DECO、YSTP 型系列成套电化学处理装备已批量生产,在环境保护方面起到了广泛的行业、区域典范作用。

# 新常态下我国煤电行业大气污染控制及环保中长期战略研究

(KJ2016-2-25)

本项目由国电环境保护研究院、南京师范大学的朱林、王圣、杨柳、李辉、林江刚、孙雪丽、刘大钧、潘超、李亚春等人完成。

## 项目简介

项目深入分析研究了国内外电力环保法规政策、我国电力发展及污染物排放现状、我国燃煤电厂大气污染物控制技术水平与发展趋势，具有针对性地提出了我国煤电行业环保中长期发展战略政策建议，为满足经济发展新常态、能源新革命背景下的环保新要求提供科技支撑。成果主要创新如下：

1、从技术性角度，项目提出了满足新排放标准的技术方案，并系统性分析了我国燃煤电厂  $PM_{2.5}$ 、汞、二氧化碳排放现状，创新性研究了燃煤电厂二次细颗粒物产排特征。研究成果提出了满足《火电厂大气污染物排放标准》(GB13223-2011)，尤其是满足特别排放限值的污染物综合控制技术方案的方案。

2、从前瞻性角度，项目创新性并系统研究提出燃煤电厂实现“超低排放”的概念及技术路线。该项目创新性研究提出燃煤电厂实现“超低排放”的概念及技术路线，并在各发电集团得到应用，为实施燃煤电厂“超低排放”研究及实践提供了指导和支撑，实现了电力行业与环保行业“双赢”，为国华舟山电厂、浙能嘉华发电厂等我国首批“超低排放”的电厂全面实现“超低排放”提供了有效支撑。

3、从政策性角度，研究成果形成了燃煤电厂大气污染物协同控制理论，以及煤炭管理的“五位一体”等理论，并进一步系统提出我国煤电行业环保中长期发展战略思路及相关政策集成，主要包括：我国能源资源科学发展政策、我国发电行业可持续发展政策、我国燃煤电厂细颗粒物 ( $PM_{2.5}$ ) 污染控制政策、我国燃煤电厂汞污染控制政策、我国燃煤电厂多污染物协同控制政策、我国燃煤电厂实现“超低排放”政策等燃煤发电行业其余相关的政策建议。系列成果为我国制定煤电行业“十三五”及中长期环保规划提供政策参考，同时还可以为当前电力行业治理灰霾及将来温室气体控制提供技术支撑。

# 北京市环境遥感与地面综合监测“一张图”关键技术研究及集成应用 (KJ2016-2-26)

本项目由北京市环境保护监测中心、二十一世纪空间技术应用股份有限公司、首都师范大学的张大伟、李令军、赵文吉、纪中奎、赵文慧、徐谦、张波、宫兆宁、姜磊等人完成。

## 项目简介

针对各环境监测要素间相互独立、缺乏关联等问题，以大数据分析的理念，首次理清了大气、水、声、生态及污染来源五大重点业务领域的关联指标。结合遥感手段，实现了一套标准、一个视窗、一个系统下，环境数据的整合、关联、挖掘、分析和发布服务，极大地提升了环境监测业务应用效率和综合分析水平。项目所属科学技术领域为资源与环境技术，主要成果如下：

(1) 环境监测“一张图”体系建设 开展天地一体化监测方法的评估技术研究，构建了卫星遥感与地面监测的综合应用体系；基于环境物联网，形成了不同频次动态更新的环境业务数据库。系统包含 9 项监测业务，1280 个监测网点信息数据库，70 余个空间信息图层。建立了一套空间信息标准和业务化应用平台，实现了各业务在一个视窗下的多场景应用服务，提高了环境综合分析与决策能力。

(2) 环境遥感反演技术研究 攻克了建筑扬尘、燃煤散烧等污染面源的监测方法、标准、质保质控等技术难题。项目实现了基于卫星遥感与地面观测的区域空气质量综合监测体系；完成了北京 2000 年以来生态环境变化以及对大气、水环境影响的调查与评估；基于静止卫星的区域空气质量监测引领了环境遥感业务的新方向。

(3) 环保监管重要技术支撑 面源精细化监测结果及时报送国务院办公厅、京津冀政府部门，成为政府决策依据。建筑扬尘例行遥感监测成为环境监察的有力抓手，燃煤散烧遥感技术编入环保部《民用煤大气污染物排放清单编制技术指南》。实现了区域灰霾污染、沙尘输送、秸秆焚烧等实时遥感监测及对社会公众（微博）的动态发布，完成了决策支持与公众服务的整合与统一。

# 基于立体观测和多模型融合技术的上海市 PM<sub>2.5</sub> 来源解析研究

(KJ2016-3-01)

本项目由上海市环境监测中心、上海市环境科学研究所的伏晴艳、刘启贞、张懿华、李莉、王东方等人完成。

## 项目简介

本项目属于国家重点支持的高新技术领域/资源与环境技术/大气污染控制技术/环境空气质量提高与污染防治技术。

为定量解析各类污染排放行业对全市 PM<sub>2.5</sub> 的贡献比例，本研究主要通过立体观测和多模型融合技术开展了 PM<sub>2.5</sub> 来源解析研究。一是基于系留气球的立体观测技术的综合应用。应用 53 个监测站点的实时监测数据和手工法的比对进行平面监测；应用系留气球进行多组分垂直观测，通过采样和化学分析获得本市 PM<sub>2.5</sub> 化学组成。二是将自主研发的多通道稀释采样系统以及再悬浮颗粒物采样系统应用于固定污染源、移动污染源和无组织面源的源谱采集，首次建立较为齐全的全组分上海本地化污染源谱库。三是基于社会经济发展预测与大气污染排放现状的污染物排放清单动态更新技术。基于 2003-2010 年大气污染物排放清单的持续更新，2012 年、2014 年首次将在线实时监测数据纳入清单数据库系统，利用精细化路网信息更新了机动车排放，应用 AIS 系统更新了船舶污染物清单，基于道路的实测数据更新了道路扬尘排放系数等，全面系统的完成了排放清单的更新及相关技术规范的应用。四是综合运用数值模型、污染排放清单和受体模型等手段得到定量的上海细颗粒物来源解析结果，包括上海本地和区域污染贡献，以及不同季节的污染来源贡献特征。结果表明，区域输送对上海市 PM<sub>2.5</sub> 月均浓度的贡献为 16%~36%，全年平均在 26%左右。本地污染排放来源中，流动源占 29.2%，工业生产占 28.9%，燃煤占 13.5%，扬尘占 13.4%，另有农业生产、生物质燃烧、民用生活面源及自然源等其他源类占 15.0%。由此可见，为实现本市 PM<sub>2.5</sub> 的达标，需针对上述本地污染源制定相应的管理措施，同时还应兼顾长三角区域的联动减排效应。



## 石油化工酸渣和碱渣无害化利用技术研究及应用 (KJ2016-3-02)

本项目由甘肃省固体废物管理中心、兰州大学、兰州康顺石化有限责任公司的张兴林、许冬梅、谢肇新、张有贤、秦进林等人完成。

### 项目简介

本项目遵循固体废物污染防治“3R”原则，以“以废治废”、“综合利用”为基本思路，研发了石油化工酸渣和碱渣无害化利用处置工艺技术，实现对石油化工酸渣和碱渣的无害化、资源化利用处理和安全处置；无害化利用后废物腐蚀性PH值降至3.28，毒性(挥发酚)降至1.477mg/L，COD由945100mg/L降至24072mg/L，污染物去除率均达到90%以上。具有工艺流程科学、投入小、运行成本低、废物无害化利用率高、污染减排效果好、危险属性解除显著、成果容易转化、环境、经济和社会效益突出、市场前景好等特点。

主要研究内容有：

1) 石油化工酸渣和碱渣处置国内外同类研究、技术分析评价，提出需要解决的技术难题；

2) 石油化工碱渣“硫酸中和法”酸渣替代“浓硫酸”技术：提出一种石油化工“酸渣”替代“浓硫酸”处理碱渣的酸碱中和清洁生产工艺技术参数和条件，解决现有技术资源浪费大、设备腐蚀严重、投入大等问题；

3) 石油化工酸渣和碱渣“中和反应分离”技术：提出石油化工酸渣、碱渣“酸碱中和”、“油水分离”工艺技术参数和条件，解决中和反应混合物油相、水相分离难的问题；

4) 油相“常压—中度减压蒸馏”组合工艺技术：提出“油相常压—中度减压蒸馏”组合工艺技术参数和条件，提高油相废物综合利用率，有效降低油相残液危险特性；

5) 水相“重结晶—强制风化”组合工艺技术：提出水相“重结晶—强制风化”组合工艺技术参数和条件，提高水相废物综合利用率，得到高附加值符合国家【GB/T6009-2003(I类优等品)标准】的饲料级硫酸钠产品，同时有效降低水相残液危险特性。

# 董塘镇凡口铅锌矿周边地区重金属污染现状调查与评估

(KJ2016-3-03)

本项目由广东省环境监测中心、仲恺农业工程学院的陈丹青、于群、谢志宜、于新、周遗品等人完成。

## 项目简介

科学技术领域:本研究主要涉及环境监测、环境治理、污染形成机理等领域,可用于典型矿区环境管理、重金属溯源、风险评估等多方面,关系到典型矿区周边人体健康和社会稳定,本项目无论从研究方向、研究目标和区域,还是重点研究内容上,与《国家中长期科学和技术发展规划纲要》和《国家环境保护“十二五”科技发展规划》的重点研究方向、优先主题都有很好的契合度,属于重点优先研究领域。

主要内容:凡口铅锌矿是亚洲最大铅锌银矿生产基地,早在宋朝就有采矿炼银活动,1968年开始工业化开采。历史粗放开采和工业化开采的污染防治措施不力,对当地环境污染较严重,2012年爆发159名儿童血铅异常事件,引发政府及群众高度关注。针对该区域重金属污染存在的突出问题,采用科学技术手段,在阐明污染源、大气、水、土壤和农产品中重金属时空变化的基础上,探讨重金属人为来源和自然富集机制。并开展土地综合利用和健康风险评估研究,提出重金属污染防治建议。

特点:①首次利用科学技术手段解决“血铅事件”中重金属污染物来源的环境行政管理问题,并直接支持政府对该区域进行环境污染综合整治;②首次对研究区开展从污染源到环境质量,再到农产品,最后到健康风险评估的系统调查评估;③首次建立小尺度区域土壤重金属推理树和随机森林定量溯源法;④研发集成多种方法揭示典型矿区环境中重金属来源及其贡献率,重点解决识别典型矿区重金属来源的多样性及同源性的科学技术难题。

## 湖库水华监测评价与预警关键技术研究及业务化应用 (KJ2016-3-04)

本项目由中国环境监测总站、江苏省环境监测中心、安徽省环境监测中心的王业耀、何立环、于洋、牛志春、彭福利等人完成。

### 项目简介

项目以“完善环境监测体系 支撑服务环境管理”为目标，围绕湖库水华监测评价与预警关键技术开展了系统研究和集成创新，取得了多项创新和突破，主要内容和成果如下：

(1) 通过开展水华特征基础研究，首次明确提出了“显性水华”和“隐形水华”概念和分类方法，形成了对水华的新认识，建立了重点湖泊浮游植物分类体系，丰富和发展了水华理论研究成果；

(2) 系统构建了以常规监测为主、卫星遥感监测为补充、自动在线监测为辅助的湖库水华“天地一体化”监测预警技术体系，有效提升了为我国环境管理提供技术服务和支撑的能力；

(3) 通过湖库营养状况评价研究，规范统一了湖库综合营养状态指数计算模型和营养状况分级标准，制定实施了国家级湖库营养状况评价技术规定，为国家和地方开展湖库环境保护、污染防治和管理决策提供了科学依据；

(4) 开展水华特征评价技术研究，首次提出了水华特征关键指标“水华程度”和“水华规模”，并基于藻类密度和水华面积建立了定量评价水华特征的技术方法和分级标准，解决了水华评价缺少统一方法的技术难题；

(5) 研究创建了湖库水华监测与评价业务化应用信息平台，研发了蓝藻预警监测遥感数据接收和解译系统，形成了国家层面的湖库水华监测评价和预警能力；

(6) 研究建立了国家重点湖库水华监测评价与预警业务化运行体系，提出了监测业务运行组织体系和工作机制，建立了数据审核、结果会商及监测报告制度，形成了国家和省级上下联动的业务流程；

## 牡丹江水质保障关键技术及工程示范(KJ2016-3-05)

本项目由黑龙江省环境科学研究院、中国环境科学研究院、清华大学的马云、李晶、叶珍、刘昭伟、王海燕等人完成。

### 项目简介

牡丹江是松花江的典型支流，牡丹江流域约占松花江流域总面积的7%，是水体功能区划最齐全的支流，是松花江流域的重要组成部分，对松花江中下游水质有重要影响。项目主要是针对牡丹江流域水质普遍超标、水质安全受到威胁、水资源保障性差等特征，研发底泥疏浚及处置关键技术、疏浚后河道水体生态修复强化技术、南湖水系引水工程运行与水质保障耦合技术、水栉霉环境风险控制关键技术等，并采用科学系统的方法对牡丹江流域梯级开发的水环境和水生态效应进行研究，最终构建牡丹江水质保障集成技术示范工程，形成松花江支流水质保障技术体系和管理体系。

通过技术研发、工程示范等，为实施《松花江流域“十一五”水污染防治规划》及《牡丹江市环境保护“十一五”发展规划》提供技术支撑，牡丹江流域水质得到明显改善，国控柴河大桥断面水质从V类改善到IV类，COD削减12950吨。研究成果应用于《松花江流域牡丹江市优先控制单元水污染防治“十二五”综合治污方案》、《牡丹江市“十二五”环境保护规划》和《黑龙江省松花江流域水污染防治规划（2011-2015）》，体现了环境优化促进经济发展的理念，为相关部门环境管理提供了科学依据，有效地保障了牡丹江乃至松花江流域的水质安全。项目成果还直接应用于牡丹江流域的镜泊湖环境保护以及推广应用于兴凯湖环境保护，通过采用项目研究的生态修复、电站运行管理、污染源治理技术、集成技术及对策，提出了镜泊湖和兴凯湖的水质保障对策和建议，为解决镜泊湖和兴凯湖水环境问题提供技术支持，并形成项目方案，已申请镜泊湖环境保护国投资金7500万元，申请兴凯湖环境保护国投资金65576万元，镜泊湖以及兴凯湖环境保护成效显著，由此可见，该项目技术成果在北方寒冷地区具有良好的推广应用的前景。

## 定向激活微生物群落强化石油废水处理技术的应用 (KJ2016-3-06)

本项目由北京大学的吴晓磊、池昌桥、汤岳琴、聂勇、孙纪全等人完成。

### 项目简介

石油化工是有机污染物产生的重点行业, 削减其污染物的排放将有利于保护当地水环境, 维护人民身体健康。石化废水的主要污染物酚等对微生物有一定的毒性, 而石油烃类只能被少量微生物加以利用。因此, 发掘能够高效处理石油烃与酚类污染物的微生物资源、开发对它们进行定向激活的新型技术措施、调控石化废水处理微生物活性, 是实现石化废水高效稳定生物处理的关键。

针对这些关键问题, 本项目“典型工业污染环境微生物资源的开发利用(“863项目”, 2007AA021303)”通过系统研究, 获得了以下创新性的成果:

1) 利用新型微生物培养方法, 从石油污染环境中分离培养了大量新微生物分类单元; 分离培养了大量的寡营养微生物, 构建了石化废水处理功能菌株资源库, 构建了高效生活污水处理复合微生物菌剂。

2) 由于油相存在微生物群落并且具有更好地降解石油污染成分的潜能, 激活油相微生物、充分发挥油相微生物功能, 是开发石化废水处理/石油污染环境修复工艺技术新思路。

3) 利用“生物强化”特定的“外源微生物”选择性地定向激活废水处理工艺中的“内源”功能微生物, 从而偶联“生物激活”, 是开发污染治理和环境修复技术的新思路。

4) 形成了“定向激活微生物群落强化石油废水处理技术”。在九江石化排水车间一级生化段进行了一年的现场应用。运行期间, 在进水平均  $\text{COD}_{\text{Cr}}$  514.1mg/L、含油 32.6mg/L、挥发酚 51.5mg/L、硫化物 0.18mg/L 的情况下, 利用该技术, 出水  $\text{COD}_{\text{Cr}}$  84.1mg/L、含油 8.96mg/L、挥发酚 0.09mg/L、硫化物 0.02mg/L, 远低于对照的、未使用该技术处理工艺出水:  $\text{COD}_{\text{Cr}}$  259.2mg/L、含油 16.3mg/L、挥发酚 0.66mg/L、硫化物 0.18mg/L。另一方面, 该技术处理效率高、成本低、耐冲击负荷能力强。

# 极高浓度氰化尾液 3R-O 新技术及配套装备研究与应用

(KJ2016-3-07)

本项目由长春黄金研究院、山东黄金矿业(莱州)有限公司精炼厂的李哲浩、王德煜、朱军章、姚福善、迟崇哲等人完成。

## 项目简介

本技术主要针对的是高浓度或极高浓度氰化尾液(含氰废水),研究的主要科学技术内容包括:

- (1) 氰化尾液中影响工艺指标离子的甄别;
- (2) 先吹脱后沉淀技术研究;
- (3) 四维负压氢氰酸吹脱装置研制;
- (4) 采用低浓度氰化尾液吸收氢氰酸气体技术研究;
- (5) 硫氰化亚铜等沉淀物的高效压滤技术研究;
- (6) 氢化氰气体泄漏应急监测、预警及应急处置技术。

本技术突破了传统的综合治理方法,采用四维负压先吹脱后沉淀技术,对氰化尾液进行综合治理的同时,回收其中的有价值物质,其中:(1) 氰化物回收率高于 95%,回收后的氰化钠全部回用于企业生产工艺;(2) 铜的回收率高于 99%,回收的铜全部外售;(3) 处理后的废水全部循环使用,气体闭路循环吸收;(4) 该工艺全部采用 PLC 自动控制;(5) 率先采用氢化氰气体泄漏应急监测、预警及应急处置技术,降低了安全隐患,环境效益、经济效益极其显著。

# 黄土塬区微生物修复石油污染土壤技术与工业化应用

## (KJ2016-3-08)

本项目由中国石油天然气股份有限公司长庆油田分公司油气工艺研究院的任鹏、杨琴、刘沛华、朱妍、苗得雨等人完成。

### 项目简介

项目的主要研究成果包括：

#### 1. 特征分析

一是理化性质分析：土壤以黄绵土为主，比重  $2.4\text{g}/\text{cm}^3\sim 2.6\text{g}/\text{cm}^3$ 、容重  $1.45\text{g}/\text{cm}^3\sim 1.53\text{g}/\text{cm}^3$ 、孔隙度约 50%、含水率约 11%，pH 为 8.3~8.5，有利于微生物降解，土壤中可供微生物利用的主要营养成分 N 含量 0.1%~0.3%， $\text{K}^+$  含量 0.9%~1.6%，P 含量 0.03%~0.05%；按要求分析土壤中 Zn、Cr、Pb、Ni、Cu 等微量元素，含量在  $20\mu\text{g}/\text{g}\sim 170\mu\text{g}/\text{g}$ ，Cd 含量在  $2.16\mu\text{g}/\text{g}\sim 3.38\mu\text{g}/\text{g}$  之间，微量元素含量均在标准规定范围内。二是有机组分分析：污染土壤中原油以 C12~C36 为主，饱和烃含量平均 46.64%，芳烃平均为 33.22%，非烃 7.78%。三是土壤微生物分析：采用 CTAB/NaCl 方法提取土壤总 DNA，分析石油污染土壤和未污染土壤中菌群结构差异的主要类群及不同区块之间土壤细菌种群差异。

#### 2. 微生物修复菌群及附属产品研发

一是优选驯化了以本源菌为主的高效石油降解菌属：其中包括 7 种菌属、21 株菌。二是构建了石油降解菌群：利用 GC-MS 和正交实验优化降解菌株，根据石油污染土壤理化特征和微生物降解特性，优选出的菌属进行组合，研发了复合菌剂产品 4 种，具有很好的环境适应性。三是研制出石油污染土壤处理的 2 种活化液，根据开发区块土壤的物理化学性质、原油组成、微量元素对酶活性的激发作用，使细菌脱氢酶活性增强 20%，真菌脱氢酶活性增强 25%。

#### 3. 处理工艺的完善配套

一是建立了提高微生物修复土壤效率的强化技术工艺，为污染土壤处理与修复提供了有效的工艺手段。二是针对油泥产生量大小、地理位置等特点完善了不同的处理工艺 5 类。

# 难降解工业废水吸附耦合生物强化关键技术的研究及应用

(KJ2016-3-09)

本项目由北京国电富通科技发展有限责任公司、国电南瑞科技股份有限公司、国网电力科学研究院的滕济林、李若征、杨万强、李惠宇、李郑坤等人完成。

## 项目简介

本项目针对难生物降解工业废水可生化性差、处理难度大等国际性问题，首次提出活性焦用于废水处理领域，提出了吸附耦合生物强化处理技术，研制开发了系列关键单元技术与装备，形成了具有我国自主知识产权的 LAB、PALT、LMBR、LBAF 等处理技术。主要创新成果如下：

(1) 首次提出了适应难降解工业废水处理的生物强化全流程系统，形成满足各类稳定达标控制要求的系统架构、单元设置、控制设备等完整的技术体系，彻底解决了难降解工业废水处理的难题。

(2) 创新提出了针对大分子有机物的中孔活性焦吸附耦合生物强化处理技术，解决了难降解废水处理不达标、运行不稳定等技术难题，实现难生物降解工业废水处理技术上的革新；并得到成功应用，可提升处理效果和系统抗冲击负荷能力，大大降低投资成本。

(3) 研制出连续进料出料的高效动态吸附设备。打破了常规粉末吸附的间歇运行方式，解决了大水量、高活性焦投加量下的工程实现问题。

(4) 研制出了难降解废水处理专用的高性能活性焦吸附剂，发明了具有独特中孔结构和高生物相容性的新型吸附材料活性焦的制备方法，并实现了万吨级的工业化生产；并对其作用机理进行了研究。

本成果已在煤化工、印染等典型难降解废水处理中得到成功应用，包括全球规模最大的克旗煤制气废水项目和全国最大的石家庄化工工业园区废水项目。项目实施以来，为企业创造利润 2 亿元，并减少废水排放 1500 万吨，减排 COD 5 万吨，具有显著的经济效益和社会效益，极大的提升了难降解工业废水处理的技术水平，降低了能源消耗和环境污染，有力促进了行业技术跨越式进步，提高了中国在难降解工业废水处理领域的国际影响力。



# 垃圾填埋场温室气体减排技术研究、装备研发与产业化应用

(KJ2016-3-10)

本项目由清华大学、山东十方环保能源股份有限公司的王凯军、甘海南、左剑恶、段明秀、宫徽等人完成。

## 项目简介

本项目针对垃圾填埋气收集、资源化利用及装置装备开发等关键技术环节进行了研究与攻关，形成了一整套垃圾填埋场温室气体减排系统解决方案。

(1) 垃圾填埋场温室气体高效收集系统：本项目采用覆膜单元填埋与渗滤液立体导排技术，研发了针对填埋气高效回收的覆膜收集系统，提高了  $\text{CH}_4$  的回收率；相应开发了水平井和竖井高效收集系统，所构建的集气井通透性好、集气效率高，强化了垃圾填埋气高效收集过程；

(2) 基于变压吸附的垃圾填埋气甲烷高效分离技术：本项目开展了基于变压吸附技术（PSA）的填埋气甲烷高效分离技术研究，研发了硅胶基、炭基高效吸附剂，通过二级 PSA 工艺创新，填埋气中  $\text{CH}_4$  回收率达到 90% 以上，进一步增强了温室气体减排效果；

(3) 集成化撬装式垃圾填埋气甲烷分离提纯装备：本项目在垃圾填埋气处理领域率先开发了标准化、系列化、模块化的核心工艺单元，形成了整装成套技术和装备，并实现了规模化工程应用；首创了基于 PSA 和膜分离技术的“集成化撬装式垃圾填埋气甲烷分离提纯装备”，结构紧凑，运输方便、安装快捷、性能稳定，实现了核心技术装备化、系列化、集成化的推广应用。

(4) 垃圾填埋场温室气体减排全流程系统解决方案：本项目提出了“高效收集-净化提纯预处理-资源化利用”的全流程系统解决方案，对垃圾填埋气减排的各个流程环节提供技术支撑，并在贵阳、太原、银川、济南、郑州、厦门等省会级大城市的垃圾填埋场实现技术方案的规模化应用。

## 干旱荒漠区退化生态系统修复与重建技术研发示范（KJ2016-3-11）

本项目由中国科学院新疆生态与地理研究所、新疆农业大学、新疆塔里木河流域巴音郭楞管理局的陈亚宁、陈跃滨、李卫红、陈亚鹏、朱成刚等人完成。

### 项目简介

本项目面向国家西部大开发生态治理的科技需求，针对西北干旱荒漠区生态受损与恢复重建的关键科学与技术难题开展科学研究、技术研发与试验示范。在荒漠植物抗旱性与生态修复物种选择方面，重点开展了干旱胁迫下荒漠植物的生理响应、耗水特性和抗逆性机理研究，揭示了荒漠植物抗旱避害机制，筛选出适用于干旱、风沙、盐碱极端环境的多抗逆植物物种；在荒漠植被水分利用与调控机制方面，开展了以内生固氮菌接种、根系诱导、水分利用等为主要内容的植物群落生态可持续性研究，研发提出了干旱荒漠区植物群落水分高效利用技术；针对干旱环境下土壤盐分表聚、水分匮乏等非生物制约因素导致的荒漠植物种群难以自然发生和定居等难题，开展了荒漠植物群落发生与定居的水分条件试验研究，研发提出了生态多样性构建技术；针对干旱胁迫环境下生态系统受损、功能下降等难题，开展了退化土壤生物修复以及植物群落结构优化试验研究，研发提出了以物种框架法、最大多样性法等为主要内容的退化生态系统修复技术模式；针对退化生态区景观改变、生态多样性受损和生态功能下降等问题，开展了植物群落重建和景观重构研究，研发提出了退化生态区植物群落空间重构技术模式。

本项成果深入研究了干旱区荒漠河岸林植物在不同干旱胁迫下的抗逆性机理和抗旱避害机制，阐释了荒漠河岸林建群种在个体/种群/群落不同尺度的水分利用过程，探索了干旱荒漠区退化生态系统恢复重建、生态多样性构建与生态可持续等一系列重大理论与关键技术，丰富了干旱区生态科学的内涵，推动了恢复生态学的发展。研究成果被塔里木河流域管理局在生态修复重建中广泛采纳应用。

# 面向清洁能源电力消纳的电池储能规模化系统集成技术及梯次电池 应用技术研究（KJ2016-3-12）

本项目由中国电力科学研究院、环境保护部环境规划院、国家发展和改革委员会能源研究所的闫涛、李建林、惠东、渠展展、杨光等人完成。

## 项目简介

本项目依托国家 863 课题和国家电网公司科技项目，从新能源与电池储能系统的联合控制体系、电池梯次利用技术、储能提高风电/光伏并网及消纳的典型应用模式等方面开展研究，攻克了电池储能系统规模化集成、梯次利用电池的筛选与成组、电池健康管理、清洁能源与储能的容量配置等难题。

主要创新成果包括（1）突破了含梯次利用电池的多储能子单元自治控制及并联一致性运行的兆瓦级储能系统集成技术；（2）攻克了计及环境保护影响与政策激励的退役动力电池储能系统规模化集成与梯次应用技术；（3）搭建了储能、风电与光伏的一体化调度平台，有效提升了清洁能源电力在网-荷端的接纳能力；（4）以提高清洁能源电力接纳水平为目标，开展了储能广域多点接入平抑分布式发电波动及储能提高风电场友好接入能力的应用示范，节能减排效益显著。

项目成果应用于国家风光储输示范工程储能电站、甘肃瓜州干河口南北风电场等新能源发电基地，有效支撑了国家能源战略及发展低碳经济的基本方针，提高了可再生能源发电占比。项目新增收入 5972 万元，新增利润 1194.4 万元，新增税收 557.76 万元，在全国推广应用经济效益显著。

## 石油行业温室气体核算方法与减排方案研究（KJ2015-3-13）

本项目由中国石油安全环保技术研究院、清华大学的陈宏坤、温宗国、崔翔宇、徐文佳、王文思等人完成。

### 项目简介

本成果系统开展理论研究，结合工程技术方法的应用实践，是我国首个针对石油行业温室气体排放核算、减排潜力与技术途径，以及关键技术应用示范开展综合性研究的项目。主要技术内容包括：

1、首次完成中国石油温室气体排放源调查的系统工具，制定温室气体调查监测技术规范，首次编制试点企业温室气体排放清单，研究成果为中国石油集团公司 HSE 信息系统温室气体排放管理子系统和《石油天然气开采业温室气体排放核算方法》行业标准的主要建立依据，为国家发改委“重点行业企业温室气体排放核算方法与报告指南”提供技术支持，为科技管理部门、环境管理部门和生产企业“十二五”、“十三五”温室气体控制规划编制和控制项目确定提供决策依据。

2、首次建立了石油天然气开采业基于工艺的温室气体排放检测与分析技术，识别了行业温室气体排放特征，通过数据同化分析、大样本企业调研和实地测试，建立了行业减排关键技术参数库。

3、在对关键减排技术监测、系统调研和详细评估的基础上，建立了将低碳技术的减排能力、减排成本和发展趋势相结合的 CPTI（cost-potential-trend-integration）低碳技术评估模型，最终给出了行业温室气体减排重点技术清单、技术综合减排潜力、减排技术方案和减排机制建议，并选择关键技术在 3 家典型石油石化企业进行了工程的应用示范。

4、支持我国气候变化谈判工作，策划多哈“中国角”活动，组织中国企业优秀代表宣传低碳行动，得到国家发展和改革委员会气候变化司的高度肯定。积极推动并参与了中美温室气体减排合作，与美国开展温室气体监测、核算、封存方面的交流、合作。

## 城市区域陆表环境要素遥感监测技术与应用 (KJ2016-3-14)

本项目由中国科学院遥感与数字地球研究所、环境保护部卫星环境应用中心的孟庆岩、胡新礼、赵少华、杨健、王桥等人完成。

### 项目简介

在国际科技合作专项、自然科学基金和欧盟框架项目支持下，课题团队经 6 年攻关，首次完成从城市地物目标精细分类、城市建筑和绿地识别、生理参量反演、城市不透水面、土壤含水量和热岛效应提取技术到示范的城市区域陆表环境参量遥感提取技术体系和技术系统，为我国城市环境保护、园林绿化、生态监测和城市精细化管理提供决策依据和关键技术支撑。主要特点和应用情况如下：

(1) 针对城市复杂环境地物目标分类难度大的问题，提出面向对象与基于像元相结合的图像分类方法，建立了城市复杂环境植被提取模型，研发基于多种特征结合的城镇土地利用分类技术和建筑物提取技术。

(2) 针对热岛效应时空结合研究少、业务应用不足的问题，提出一种不透水面聚集密度计算方法和实用的热岛强度等级分级方法，发现了北京市热岛强度等级的空间分布规律。

(3) 针对自主卫星陆表定量产品业务化水平不高的问题，根据 HJ-1 数据波段特征，研发环境植被指数模型和叶面积指数反演方法，有效解决了高 LAI 时的信息饱和问题。

(4) 针对土壤含水量反演精度不高的问题，研制土壤湿度的热红外遥感反演模型和无需地面粗糙度等先验知识的雷达散射反演模型等，并开展应用推广。

(5) 针对我国城市环境综合监测业务化程度低的问题，研发城市陆表环境遥感监测技术系统，实现较强应用推广价值。

## 包装废物资源化利用技术与工程示范（KJ2016-3-15）

本项目由中国环境科学研究院、清华大学、杭州富伦生态科技有限公司的李丽、刘玉强、朱雪梅、高兴保、岳东北等人完成。

### 项目简介

本项目针对我国包装废物从产生-回收-再生利用全生命周期的特点，建立我国典型商品包装的合理性评价方法；研究低品质混合塑料包装废物的资源化利用关键技术；开展典型复合包装的再生关键技术研究及设备开发，并建设大规模示范工程，提出适合我国社会经济发展现状的集成化的包装废物资源化利用技术，促进包装产业及包装废物循环利用企业的良性发展。

项目主要内容：从产生-回收-再生利用的全生命周期内，在对我国包装废物的特性进行分析的基础上，对典型商品包装的合理性进行评价，建立科学的评价方法；针对我国目前产生量大、回收利用率低的混合塑料类包装废物，开展了生产衍生燃料的关键技术研究；针对纸塑铝复合包装使用率逐渐提高但废物回收率极低的现状，对其分别进行干法和湿法分离与再生技术的研究，研发了低耗高效的纸塑铝复合包装废物集成化分离再生工艺与设备，并建设了规模在国内领先并长期稳定运行的示范工程，实现了纸塑铝复合包装废物的资源化利用。

本项目具有关键技术创新性强、项目成果应用性好、推广前景广阔、社会环境经济效益显著等特点。

本项目研发的技术和装备均在示范工程中得到有效应用，建设的年处理 3 万吨纸塑铝复合包装废物的生产线长期稳定运行良好；示范工程年生产再生纸 1.5 万吨，回收塑料 4800 吨，铝屑 1350 吨，塑料和铝回收率均达 90% 以上，年利润 200 万元。

## 火葬场大气污染管控关键技术研究与应用 (KJ2016-3-16)

本项目由北京市环境保护科学研究院、民政部一零一研究所、江西南方环保机械制造总公司的闫静、肖成龙、王玮、薛亦峰、刘剑等人完成。

### 项目简介

主要内容: (1) 研究建立排放量核算方法, 构建了遗体火化机大气污染物(颗粒物、SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、NH<sub>3</sub>、H<sub>2</sub>S、HCl、Hg 和 PCDD/Fs) 排放因子并建立 1990~2030 年行业排放清单, 识别行业排放特征。(2) 研发火化机多级燃烧及热能回收技术、可旋转式祭品焚烧炉、火化机及祭品焚烧炉烟气多污染物协同净化成套技术装备并实现 102 个工程应用, 提供达标技术及工程支撑。(3) 研究构建全面系统的殡葬行业环境技术管理体系, 制定行业技术政策、标准体系框架、二噁英减排最佳可行技术 (BAT) 等体系文件 (建议稿), 完善我国殡葬行业环境技术管理。(4) 基于调研监测及可行性论证, 制定国家和北京市《火葬场大气污染物排放标准》。

主要特点: 构建我国火葬场大气污染管控体系, 并形成管理及控制关键技术, 首次在国内构建了完善的火葬场大气污染物环境技术管理体系, 形成技术政策、标准体系框架等体系文件; 研发示范并推广应用火化机、祭品焚烧炉高效节能减排关键技术并完成 102 个工程应用, 实现稳定达标排放, 环境效益显著, 为行业污染控制提供了达标技术及实例。

促进环保科技进步作用: 实现了我国殡葬行业大气污染全过程管控, 有力加速行业治理及减排进程。一是首次建立了我国火葬场遗体火化机大气污染物排放清单, 解决排放底数不清、污染特征不明的问题。二是研发节能环保火化机、祭品焚烧炉及其烟气多污染物协同净化装备, 治理水平国内领先, 并得到推广应用。三是构建了全面系统的火葬场大气污染环境技术管理体系, 制定行业排放标准, 填补了国内空白。

# 中国氯丹灭蚁灵生产企业污染场地全过程风险管理与支撑技术

(KJ2016-3-17)

本项目由环境保护部南京环境科学研究所、环境保护部环境保护对外合作中心、江苏省环境经济技术国际合作中心的林玉锁、丁琼、王国庆、刘明、田亚静等人完成。

## 项目简介

本项目是中国履行《〈关于持久性有机污染物的斯德哥尔摩公约〉国家实施计划》，启动实施的“中国白蚁防治氯丹灭蚁灵替代示范项目”的子项目。主要成果：

(1) 探索建立了污染场地环境调查与污染表征关键技术。研究提出了氯丹灭蚁灵企业场地土壤和地下水环境调查布点采样方法，率先引进应用了直推式土壤和地下水采样技术，建立了有机物污染场地原状土壤和地下水样品采集与保存方法。

(2) 率先引入建立了污染场地人体健康风险评估技术。研究建立了污染源分析、暴露评价、毒性评价和风险评价等关键技术，应用于氯丹灭蚁灵场地污染风险的表征与氯丹灭蚁灵场地修复目标值的外推。

(3) 研究攻关了企业设施设备清理与污染土壤修复关键技术。解决了氯丹灭蚁灵生产设备和建筑物拆除、污染土壤清理修复及污染设施、设备无害化处置等关键技术瓶颈。

(4) 探索积累了污染场地清理与修复工程管理经验。通过开展氯丹灭蚁灵企业场地清理与土壤修复试点示范，建立了修复工程质量控制、二次污染防范、工程验收等支撑技术，积累了工程管理经验。

本项目建立的全过程风险管理与支撑技术，推动了中国污染场地环境管理制度与标准体系的建立，促进了污染场地环境调查、风险评估、工程管理等关键技术发展与进步，主要成果已推广应用于其他多个氯丹灭蚁灵生产企业场地管理，产生了良好的社会效益。



## 环境空气颗粒物(PM<sub>2.5</sub>)监测质量控制规范体系建设(KJ2016-3-18)

本项目由中国环境监测总站的陈斌、杨凯、王强、张杨、钟琪等人完成。

### 项目简介

本项目属环境监测领域，从质量控制和质量保证的角度，以适用性检测、调试检测、验收检测和手工比对为手段，建立了一套科学有效的环境空气颗粒物(PM<sub>2.5</sub>)监测的全程序质量控制规范体系。

主要的科学技术内容：

#### 1、仪器选型

结合我国 PM<sub>2.5</sub> 浓度特点，综合分析国内外 PM<sub>2.5</sub> 监测仪器的现状和发展趋势，建立适合我国国情的 PM<sub>2.5</sub> 连续自动监测系统的技术要求和检测方法。通过研究 PM<sub>2.5</sub> 的切割特性、流量控制和参比测试，提出了切割效率、流量稳定性和环境因素影响等关键的仪器选型指标，建立了以斜率、截距和相关系数为核心的统计评判标准，从源头上实现了对 PM<sub>2.5</sub> 连续自动监测系统数据质量的有效控制。

#### 2、仪器安装

根据 PM<sub>2.5</sub> 连续自动监测系统的的核心数据质控需求，从监测点位的选取、监测站房的建设和监测仪器的安装适用性三个方面，对仪器的安装提出详细完备的技术要求，为仪器的稳定运行和数据的代表性提供保障。

#### 3、仪器调试、验收和运行

结合我国不同地域气候、PM<sub>2.5</sub> 浓度和成分的特点，根据现场的可操作性，开展仪器现场适用性研究，从数据联网传输、质控计划和措施的建立和运行、日常运行比对等方面，明确提出了仪器调试、验收和运行的数据质控指标，确保仪器数据的准确可靠。

#### 4、PM<sub>2.5</sub> 数据溯源质控

针对 PM<sub>2.5</sub> 标准物质难以获取，以手工监测方法为基准，开展了对滤膜处理、平衡、称重和保存、现场采样操作和 PM<sub>2.5</sub> 采样器选型等质控措施的研究，提出了基于手工比对的 PM<sub>2.5</sub> 数据溯源质控方法，并将其贯穿于仪器选型、安装、验收和运行的整个过程。

## 流域水环境监测关键技术与装备研发及应用 (KJ2016-3-19)

本项目由中国环境监测总站、中国科学院合肥物质科学研究院、国家环境分析测试中心的付强、赵南京、杨婧、吕怡兵、滕曼等人完成。

### 项目简介

本项目研究主要内容为：（一）针对我国流域重金属污染综合防治需求，研发了具有完全自主知识产权的基于激光诱导击穿光谱检测方法的水体重金属在线检测设备；针对环境突发环境事件应急监测快速定量技术需求，突破挥发性有机物污染快速定量技术难点，研究发明了 GASMET FTIR Dx4020 便携式傅立叶红外分析仪测定水中挥发性有机物的前处理装置，节约前处理时间一半，拓展了该仪器在水和废水中有机污染物检测能力，提高了仪器的使用效率，设备已经实现产业化。（二）建立水环境内分泌干扰物、抗生素和典型 POPs 分析方法系统，包括样品采集、前处理及分析方法 7 项，方法检出限达到国际先进水平；建立流域水环境突发环境事件应急快速监测技术体系，包括现场快速检测技术 23 种，实验室快速预处理及分析技术 12 种，以及应急监测质量保证与质量控制方法，涵盖环境事件常见的百余种无机、有机物和金属污染物，有效保障人民生命和财产安全；3、建成了“全国水环境质量监测方法体系平台系统”，囊括国内外现有水环境监测指标、方法和设备等 3 类 14 个资源库资源万余条，并面向社会用户开放，实现资源共享，显著提高了监测资源利用效率，有利于监测方法的统一和网络数据的可比。（三）针对我国流域水环境特点及发展特征，制订《流域水环境质量 监测点位调整 技术导则》，指导优化了辽河和太湖流域监测点位，提出了我国十大流域（7 河 3 湖）的点位调整方案，解决了现有监测点位代表性不足等问题，建立十大流域监测点位信息库，为监测网络长期管理提供依据；（四）研究建立了基于风险的流域水环境优控污染物筛选程序和分析方法、污染物风险评估和排序技术方法；以辽河、太湖（1 湖 1 库）为典型流域开展方法适用性研究，筛选得到辽河、太湖两大流域水环境优控污染物清单，完善新型污染物的监测方法 2 个，为环境管理部门制定环境污染控制方案和管理目标确定提供有力技术支撑。

## 径流式电除尘技术与成套设备 (KJ2016-3-20)

本项目由北京华能达电力技术应用有限责任公司、武汉大学的孟金来、马春江、王祖武、马飞、刘中政等人完成。

### 项目简介

径流式电除尘器是一种将横向网板极板、移动电极和分离式在线清灰结合在一起的新型高效电除尘器。其特征是将阳极金属网板垂直于气流布置,并利用旋转电极将收尘区和清灰区分开,利用高压水或热空气进行分离式不停电清灰。径流式电除尘器可布置在脱硫塔之前(干式)和脱硫塔之后(湿式)。从脱硫吸收塔出来的含有雾滴和微细颗粒物的烟气进入湿式径流式电除尘器时,烟气中的粉尘和雾滴通过荷电凝聚、电除尘、金属网板的筛滤和拦截作用更容易捕获落在新型金属网板阳极板上,实现对烟气中的微细颗粒物和雾滴的高效捕集,达到燃煤烟气超低排放的要求;捕集了粉尘的网板电极通过旋转机构移动到径流式电除尘器下部的清灰区,高压冲洗喷嘴对阳极板进行清洁冲洗,冲洗的灰水排放至脱硫塔。为减小气流阻力,横向集尘极板采用多层金属网板结构,开孔率达98%,增大了收尘面积,有利于提高除尘效率。

本项目技术特点为:

- (1) 金属网电极横置布置,除尘效率高,烟气出口粉尘浓度达到 $5\text{mg}/\text{Nm}^3$ 以下。
- (2) 占地面积较小,为结构紧凑的老机组湿电改造提供了可能性。
- (3) 耗水或耗气量小、电耗低,运行成本低。
- (4) 收尘区和清灰区分开,实现密闭分离式不停电清灰,无二次扬尘。

国家污染物排放标准的日趋严格,原有电除尘器和布袋除尘器已不能满足新排放标准,环境问题不能忽视。新型径流式电除尘有效捕集细颗粒物,实现烟尘排放浓度限值为 $5\text{mg}/\text{m}^3$ ,将对烟气超净排放技术发展、改善大气环境质量具有积极的推动作用。

## 环境化学物质风险评估技术体系 (KJ2016-3-21)

本项目由中国环境科学研究院、环境保护部固体废物与化学品管理技术中心、南开大学的刘征涛、臧文超、闫振广、周俊丽、余若祯等人完成。

### 项目简介

围绕建立环境化学物质风险评估技术体系的目标，基于分类、分级的理念建立了化学物质的风险识别技术，通过对化学物质的危害性评估及分级评价，将化学物质分为重点环境管理类、危险类和一般危害类环境化学物质；在研究提出安全阈值的基础上，分别就环境化学物质的生态风险、健康风险及理化危害建立了评估模型和方法，建立了适用于我国的化学物质风险评估技术体系；选择典型流域水环境与化工区土壤两种生境进行了实证研究与应用示范，对重点污染物，如重金属、多环芳烃、新增 POPs 等物质进行了本土生物试验、环境暴露调查、风险识别与评估技术研究等；建立了我国化学物质环境管理专家审查规范，在我国化学物质风险管理中发挥了重要作用，也为 2010 年 1 月环保部颁布的“新化学物质环境管理办法”的实施提供了重要支持。

本项目 (1) 迎合了我国环境化学物质由危害鉴定向风险管理转变的科技需求，为化学物质环境管理提供支持；(2) 开展了大量本土生物试验，研究提出的安全阈值及技术导则契合了我国国情及环境特征；(3) 研究提出的风险评估技术链条完整，针对水体和土壤两大介质，研究了包括环境暴露调查-特征污染物筛选-本土生物试验-环境安全阈值制定-环境生态风险评估-专家评审规范等系列关键技术；(4) 创新特点突出，在充分借鉴欧美等先进国家或组织的技术方法的基础上，提出我国环境化学物质风险评估技术体系，填补了国内空白。

# 全国主要行业 POPs 污染防治履约管理技术支撑研究与应用

(KJ2016-3-22)

本项目由环境保护部环境保护对外合作中心、环境保护部固体废物与化学品管理技术中心、北京大学的余立风、臧文超、刘建国、丁琼、黄启飞等人完成。

## 项目简介

为推动《关于持久性有机污染物(POPs)的斯德哥尔摩公约》履约，针对我国“十二五”期间 POPs 污染防治的难点和重点，开展系统综合的技术研究：

第一，采用定量分析和排放因子测算的方法，通过产污企业的年生产量或废物的年处理量等指标进行综合评估，测算单位年生产量的二噁英排放量，构建二噁英排放强度综合评估体系。

第二，基于层次分析法和全生命周期的污染防治理论，建立冶炼行业污染防治技术评估体系，通过对钢铁和再生金属冶炼（钢铁烧结、电炉炼钢、再生铜、铝、铅冶炼）工艺系统分析，形成了一整套二噁英控制 BAT/BEP 技术集成。

第三，基于全过程风险分析的方法，通过对 PCBs 废物和 POPs 污染场地开展风险评估和管控，形成了 POPs 废物和杀虫剂类 POPs 污染场地拆除清理技术指南。

第四，基于我国国情及国家履约决策与管理体制，构建了适用于我国及其他发展中国家的新增 POPs 风险管理社会经济影响评估（SEA）方法学。

应用推广：（1）实现了全国主要行业二噁英排放强度下降 10%，技术集成工艺下二噁英排放达到欧盟标准，技术要求指导下的废物和污染场地清理可达到欧美发达国家水平。（2）成果被《全国主要行业 POPs 污染防治“十二五”规划》采纳，并于 2012 年由环境保护部等 12 个部委联合颁布。

## 苏里格气田废弃钻井液处理技术与集成应用 (KJ2016-3-23)

本项目由中国石油天然气股份有限公司长庆油田分公司油气工艺研究院的任小荣、张海玲、蒋继辉、杨琴、刘宁等人完成。

### 项目简介

本项目主要内容:

1、按照《危险废物鉴别标准》(GB 5085.1~7-2007)《建筑材料放射性核素限量》(GB 6566-2010)等标准,对苏里格气田全部钻遇地层的废弃钻井液、岩屑及固渣危险性和再利用性能共7大类指标进行分析鉴别,结果表明均不属于危险废物范畴,为第II类一般性工业固体废物;

2、研究形成了混相收集技术,其中包括“混相均质”和“低位回收”两项内容,达到100%不落地回收,改善废液的处理性能;通过聚类分析和模糊数学理论,建立了多相混合物质的均质性表征数学模型;

3、研究形成了破胶脱稳技术,针对水基低固相聚合物和三磺体系废弃钻井液的快速破胶脱稳、固液分离技术,形成了处理剂配方;

4、研究形成以“混相收集+破胶脱稳+板框压滤”为主体的不落地处理工艺,破胶时间30-40min,破胶后废液释水率达20%以上,脱出水中固相含量低于6%,pH为6-8,岩屑及固渣含水率控制在60-70%;

5、分析确定了废弃钻井液脱出水再配液的主要影响因素为 $Fe^{2+}$ 、 $Fe^{3+}$ 、 $Ca^{2+}$ 、 $Mg^{2+}$ 等高价金属离子及COD、TDS等指标,采用“微界面凝聚+离子沉淀+离子交换”处理工艺;

6、试验研究了岩屑、固渣用于建筑材料和铺砌道路的资源化途径,当水:水泥:固渣:岩屑为0.414:1:2.711:1.405时,制作建筑用砖,强度可达到27.9Mpa。

## 上海市港口船舶污染物排放情况调查及对策研究 (KJ2016-3-24)

本项目由上海市环境监测中心、上海市环境科学研究院、复旦大学的伏晴艳、刘娟、邬坚平、马蔚纯、沈寅等人完成。

### 项目简介

本课题立足于上海港现状调查和排放,在大量国内外资料调研查询和已有船舶排放清单等相关研究工作基础上,对上海港开展了较为全面的大气污染物排放调查和清单测算,并有针对性地实施了典型码头 VOCs 排放案例测算以及典型港区污染物排放特点监测研究,超额完成了项目计划任务书规定的任务。该课题由上海市环境监测中心牵头,上海市环境科学研究院和复旦大学等三家单位共同承担完成,并在项目研究全过程中得到了上海港港政管理中心、上海海事局、上海市地方海事局相关领导和技术行家的高度支持和参与。在短短的近一年时间内,全体课题成员同心协力、不畏困难,先后完成了 200 多家码头单位的现场调研,发放了 500 余份船舶调查表,登船实地案例调查近 50 艘次,通过详细测算和专家判定,首次对上海港大气污染物排放源进行了较为系统的识别和排放清单的定量研究。研究涉及船舶的巡航、进出港、停靠和装卸货过程,集疏运车辆以及港区作业机械等多种污染排放环节,还进一步针对复合型大气污染物( $PM_{2.5}$ 和 $O_3$ )的重要前体物 VOCs 在码头区域的排放进行了详细测算,达到了课题研究的预期目标,并可为中国制定港口大气污染物排放清单和船舶污染的联防联控提供了重要的方法示范。

课题组针对港口发展带来的大气环境污染,提出了上海港口船舶航运大气污染管控的基本框架和上海港大气污染管控与节能减排管理指标体系,从组织建设、监控体系建设以及排放法律法规、标准指标体系建设上加以实施保障;从技术控制方法和手段上进一步明确控制对策与建议,并以港口液散码头污染控制为案例进行了控制技术经济可行性分析研究。

# 燃煤电厂节能减排绩效实时在线综合评价体系研究及应用

(KJ2016-3-25)

本项目由江苏方天电力技术有限公司的彭祖辉、范海虹、刘今、季刚勇、孙栓柱等人完成。

## 项目简介

项目主要包括三部分研究内容：

(1) 设计燃煤机组节能减排绩效综合评价模型：由于燃煤机组节能指标与环保指标相互关联影响，例如在超低排放等新型环保考核形势下，增加脱硫、脱硝、除尘等环保设施，必然导致厂用电率升高、供电煤耗增大，单纯依靠分散指标无法准确客观评价机组的节能减排效果。本项目通过积分制、雷达图等方法，建立节能减排绩效综合评价模型，实现对火电机组节能减排效果的全面评估。

(2) 建设燃煤机组节能减排综合绩效实时评估系统：传统燃煤机组节能减排综合评价主要通过机组容量等级、是否建设环保设施等定性判断，无法实现定量分析评估。本项目基于全省发电信息数据平台，建立了基于实时在线监控数据的节能减排综合绩效评估系统，为发电权交易、节能发电调度等节能减排管理措施深度推进奠定了基础。

(3) 试点应用燃煤机组节能减排绩效综合评价模型：传统发电权交易主要依靠机组设计资料的数据定性对机组进行排序。本项目中选择了 20 台典型燃煤机组，利用在线监测数据，结合综合评价模型，试点开展了节能减排综合绩效排名排序分析，分析结果真实客观地体现了机组节能减排性能水平，充分挖掘了机组节能减排潜力。

目前该系统已在江苏 33 家电厂、94 台机组、装机容量 50285MW 上成功应用，为后续进一步挖掘减排潜力奠定基础。若本系统推广应用至全省发电权交易及节能发电调度中，每年可节约标煤 160 万吨，减少二氧化硫排放 2.63 万吨，减少氮氧化物排放 1.32 万吨，减少二氧化碳排放 417 万吨，节约燃料成本 8.1 亿元。



## 市政污泥高效资源化处理处置技术研发及工程产业化应用

(KJ2016-3-26)

本项目由北京京城环保股份有限公司的郭漫宇、申维真、徐兴华、刘玲、高光宇等人完成。

### 项目简介

本课题通过理论计算、中试研究、工程验证、产业化应用，研发了专用于城镇污泥高效资源化处理的干化焚烧系统成套设备，不但能保证污泥的彻底处置和焚烧尾气的高效处理，同时还实现了干化焚烧过程的自动化控制，推动了干化焚烧技术及设备的国产化，适应大型污泥焚烧厂的建设要求，是我公司污泥领域的主打成套设备产品。

本成套设备确立了干化+流化床焚烧+尾气处理的市政污泥处理技术路线，研发的市政污泥高效干化焚烧成套设备已在“上海竹园 150 tDS/d 污泥干化焚烧项目”投入使用，该工程项目自 2014 年开始调试，已于并于 2015 年 9 月 21 日完成全系统的考核验收工作，顺利通过验收。目前上海项目正处于正常运行中，至今设备处理能力稳定，工艺系统效果良好。此外，建立的国内首个投运的市政污泥半干化焚烧项目——温州市 240T/D 污泥集中干化焚烧项目和国内首批干化污泥生活垃圾协同焚烧发电项目——佛山市南海区污泥处理项目相继通过环保验收并投入运行。基于该技术，2016 年 3 月 2 日公司新中标上海石洞口污水处理厂污泥处理完善工程项目，中标价 1.69 亿元人民币。

# 基于新型复合填料的农村散排污水近自然处理适用技术研究与应用

(KJ2016-3-27)

本项目由北京市水科学技术研究院、环境保护部华南环境科学研究所、兰州交通大学的刘操、魏东洋、贺涛、王亚娥、孙家君等人完成。

## 项目简介

本成果汇集了完成单位近几年来的相关研究项目，主要包括（1）“农村污水厌氧滤池处理技术与示范”（北京市科技计划，D07040600770701-5）；（2）“漕桥河水体污染控制及沿岸村落污染综合治理工程示范”（水体污染控制与治理科技重大专项，2008ZX07101-007-003）；（3）“适用于西北地区中小城市的新型污水土地处理技术研究”（兰州市科技计划，2010-1-210）；（4）基于给水污泥强化机制作用的低污染水生态净化技术研究（中央级公益性科研院所基本科研业务费（PM-zx021-201211-128））。

目前农村地区污水治理在技术上没有难度，有很多成熟的工艺技术可选，但是通常处理存在能耗较高、管理复杂的特点，处理成本较高，当地村镇难以承担，导致有许多农村污水处理设施运行不正常或者废弃不用。因此，在农村实施污水处理需要照顾到农村实际。针对农村污水分散排放、污染物浓度低、水质日变化系数大、流量不稳定等特点，尽可能选择运行费用较低、见效快、可持续、可推广，又可以维持农村系统完整平衡的工艺技术，符合欧盟等发达国家现今推崇的NBS（Nature-Based Solutions）基于自然解决方案的理念。

基于我国农村地区差异，在华北地区开展了厌氧生物滤池技术工艺优化研究，改进核心工艺结构，研发新型高效填料和实用的小型集成式处理设备；在华东地区和华南地区研发了基于高效接触氧化+新型复合填料的生态处理技术，用于村落小区污水治理；在西北地区开发出新型塔式生物滤池+复合填料潜流湿地的新型处理工艺，广泛应用于中小城市及铁路沿线生活污水达标、稳定处理。

# 新型高效长效一体化空气污染核心处理材料开发与应用

(KJ2016-3-28)

本项目由江苏瑞丰科技实业有限公司的杜峰、邹巍巍、高卫民、章文贵等人完成。

## 项目简介

本项目中新型高效长效一体化空气污染核心处理材料净化技术主要采用化学吸附和催化转化的有效结合，成功实现甲醛、TVOC、苯、甲苯、二甲苯、NO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>、氨气、硫化氢、O<sub>3</sub>等空气污染物的一体式净化处理，解决了公共室内空间的空气污染和多种复杂污染物一体式净化处理的关键技术问题，有效的对空气污染源进行主动处理，克服了传统净化室内空气的方法——物理、化学、生物方法存在的不同程度的缺陷，产品具有催化活性高、抗湿能力强、运行稳定、寿命长等特点。

该产品为城市输入新鲜的空气，提高了城市生活空气质量，在控制室内空气污染的同时，减少对室外空气污染物的排放，节省了末端治理费用，降低了环境治理的难度。环境问题的改善对于人民身体健康有着极其重要的意义，为创造一个健康、洁净的生存空间提供了重要的保障，具有良好的社会效益。

# 线路噪声分布仿真计算系统及输变电工程噪声提取测量装置研发应用（KJ2016-3-29）

本项目由国网陕西省电力公司电力科学研究院、西北工业大学、国网陕西省电力公司的吴健、耿明昕、杨坤德、苏耕、马悦红等人完成。

## 项目简介

项目通过对近场信号处理的聚焦波束形成算法、阵列参数即阵列孔径、阵元数目和阵元分布对定位性能的影响等研究，根据输变电工程噪声频谱特点，设计了多种传声器阵列，并仿真计算比较不同阵型的定位性能和低频噪声源分辨率。在测量方法上提出并研究了合成孔径噪声测试方法，虚拟增大阵列直径，提高了低频噪声源定位准确度。通过不同气候条件现场测试，总结归纳了利用传声器阵列测量输变电工程噪声的测量方法，在以上研究基础上研发了输变电工程噪声提取测量装置和采集与分析软件。研究的线路噪声三维声场仿真计算方法，可按照实际线路弛垂情况，将线路声源看作曲线声源对待，并且将线路噪声传播计算从完全自由空间声场计算，转变到半自由空间声场计算，加入地面反射声波的干扰项，以及声波干涉物理现象对声场的影响，提高了理论计算精度，并以此开发了预测软件。

研究成果促进了输变电工程噪声测量、输电线路噪声预测的技术革新，为分析研究变电站、输电线路声场分布及声源位置，电气设备、金具制造厂研发低噪电气设备和导线金具，电力设计单位优化变电站内电气设备布置导线参数及架设方式，建设低噪变电站和高压输电线路等方面搭建了研究平台。

研究成果主要在 750kV 乾县变电站、750kV 洛川变电站、750kV 南山变电站、750kV 榆横输电线路、750kV 秦信输电线路、西安创源电力金具厂、西电变压器有限公司、特变电工衡阳变压器有限公司、陕西省电力设计院、西北电力设计院、中南电力设计院等单位 and 工程上进行了应用。电力金具、变压器制造厂家应用了噪声提取测量装置，准确定位了设备的声源位置和大小，不断改进产品，研制出低噪变压器、低噪金具，市场竞争力显著提高，为应用企业带来了客观的经济效益。

## 新型折叠式碘吸附器的研制（KJ2016-3-30）

本项目由中国辐射防护研究院的侯建荣、史英霞、丘丹圭、刘群、马英等人完成。

### 项目简介

本项目拟设计并研制出一种无密封胶和密封垫封堵漏点，且密封性能良好、净化系数高，并可重复换炭使用的新型折叠式碘吸附器

在新型折叠式碘吸附器结构设计中，把克服边壁效应和壳体可重复利用作为重点。边壁效应是指颗粒性吸附剂和硬壁接触时在两者接触面留下多条细缝，这些细缝使部分需净化的气体短路，造成整个净化系统的泄漏。设计方案主要有以下几点：设备采用不锈钢材料，既能增加壳体的机械强度，又可以在重复换炭使用中便于表面去污和清洁；采用边壁档板的结构，既克服了边壁效应，又增强了壳体的机械强度；碘吸附器壳体内不用密封胶和密封垫，既能避免密封胶和密封垫在使用中的老化问题，又有更多的空间装填吸附剂，可重复换炭使用；出风面采用凹凸结构，盖板底座用模具压制而成，密封焊接在外框上，在保证与外框同一水平度的同时增强了机械强度，密封性好。

本成果目前已应用于宁德核电站，还将应用于核潜艇、研究堆、其它反应堆等核设施的通风系统，后处理厂的工艺废气处理系统。

本项目在国际上首次提出并实施了在装填颗粒性吸附剂的碘吸附器结构中，应用边壁档板的设计，有效地降低了因边壁效应引起的机械泄漏，壳体采用不锈钢材料，避免了喷漆碳钢板的老化腐蚀问题。随着我国核电建设迅速发展以及同位素技术的广泛应用，对核空气净化系统采用的碘吸附器的需求不断增加，市场广阔，有很好的经济效益；由于该碘吸附器净化效率高，阻力小，泄漏率低，安全可靠，对核设施的安全运行和保护环境有重要意义；壳体可重复使用，减少放射性固体污染废物贮存量 and 处置量，大大减少了运行成本和废物处理、处置的成本。

# 科普类奖

## PM<sub>2.5</sub> 污染防治知识问答（KP2016-01）

本项目由中国环境出版集团有限公司的沈建等人完成。

### 项目简介

《PM<sub>2.5</sub>污染防治知识问答》是“环保科普丛书”中的一本。为深入贯彻落实科学发展观、全面建设小康社会、加快经济发展方式转变、解决突出资源环境问题，环境保护部科技标准司和中国环境科学学会共同组织编写了“环保科普丛书”。该丛书覆盖了同人民群众生活与健康息息相关的水、气、声、固废、辐射等环境保护重点领域，以通俗易懂的语言，配以大量故事化、生活化的插图，使整套丛书集科学性、通俗性、趣味性、艺术性于一体，准确生动、深入浅出地公众传播环保科普知识，可提高公众的环保意识和科学素质，激发公众参与环境保护的热情。本套丛书具有原创性，每本书的插图在 30 幅左右，均是原创。

《PM<sub>2.5</sub>污染防治知识问答》一书力求通过通俗易懂的语言，以图文并茂的形式向公众客观、科学地介绍 PM<sub>2.5</sub> 污染防治等相关科学知识，是目前较为系统的、面向公众的环保科普书籍。为每个公民积极参与与自身利益息息相关大气污染问题，将节能减排理念切实贯彻到日常生活中提供知识储备。