**提名国家技术发明奖项目公示**

|  |  |
| --- | --- |
| 项目名称 | 冶金及化工废气矿浆法资源化脱硫技术与应用 |
| 提名单位 | 云南省 |
| 项目简介：烟气脱硫是大气污染控制长期以来的重点和难点领域。我国电力行业烟气脱硫技术及排放标准已处于国际领先水平，但SO2和NOx排放量占全国四分之三以上的冶金及化工等非电行业，污染治理进度明显滞后，已成为我国大气污染防治攻坚战的重点对象。在国家863计划等项目资助下，本项目针对冶金及化工行业废气成分复杂、治理难度大、治理成本高，常规脱硫技术适用性差等难题，首创矿浆法烟气脱硫技术，将烟气脱硫工艺和矿物加工工艺合二为一，就地取材，将矿物原料、冶炼废渣和烟尘等制成高活性脱硫矿浆用于烟气脱硫，脱硫矿浆作为冶金及化工生产的原料，回收利用有价元素，分离有害杂质，形成完整的矿浆脱硫协同尾气固废资源化利用技术体系。主要技术内容包括：（1）首创磷矿浆法烟气脱硫协同磷矿加工技术，以磷矿浆取代常规湿法脱硫剂，以SO2烟气取代硫酸浸出分解磷矿生产磷酸，将脱硫工艺与磷酸生产工艺有机结合，既达到烟气脱硫目标，又实现磷矿的无硫酸分解和提质。单级脱硫效率≥95%，磷矿P2O5回收率≥95%，磷矿品位大幅提高，磷矿镁含量降低至1%以下；（2）发明了菱镁矿浆法烟气脱硫协同硫镁资源高效利用技术，形成了基于副产物高效利用的“菱镁矿浆法烟气脱硫协同硫酸镁生产工艺”和基于镁资源消耗最小化的“镁-铵循环再生法烟气脱硫工艺”两种工艺，将菱镁矿制备工业硫酸镁工艺和烟气脱硫工艺有机结合，同时实现镁和硫资源高效利用。脱硫效率≥95%，菱镁矿浆法烟气脱硫协同硫酸镁生产工艺硫资源化利用率≥90%；回收的产品达到《工业硫酸镁》（HG/T 2680-2017）产品标准。镁-铵循环再生法烟气脱硫工艺脱硫效率≥95%，硫资源利用率≥94%，硫酸铵产品达到《副产硫酸铵》（DL/T808-2002）产品标准；（3）首创有色冶炼渣浆法烟气脱硫协同有价元素利用技术，以锌、铜、锡等冶炼渣、烟尘等制成高效脱硫矿浆用于冶炼烟气脱硫，同时回收利用硫化铜、硫化锌和硫酸亚铁等副产品。铜渣浆烟气脱硫效率≥95%，有价金属利用率≥95%，副产品硫酸铵达到DL/T808-2002标准；锌冶炼烟尘矿浆脱硫效率≥95%，锌回收率≥98％；（4）发明了氧化铝赤泥矿浆法烟气脱硫协同有价金属回收技术，利用氧化铝赤泥碱性强、富含过渡金属离子的特点，以氧化铝赤泥作为主要原料制成氧化镁强化赤泥脱硫矿浆，通过液相催化氧化脱硫，同时降低赤泥碱性，分离回收铁和铝。单级脱硫效率≥95%；赤泥利用率可提高30%，铁、铝等有价元素回收率≥60%，与石灰-石膏脱硫技术相比，本成果脱硫效率相当，脱硫剂价廉易得，无脱硫固废产生，与企业生产工艺有机结合便于推广应用。项目获得授权发明专利42项，实用新型专利10项，其中澳大利亚专利1项；发表相关学术论文165篇，出版相关学术专著8部；成果支撑国家标准2部。项目成果获得省部级科技一等奖2项，二等奖2项。客观评价：**1.鉴定结论**中科合创（北京）科技成果评价中心组织鉴定会对《矿浆法烟气脱硫技术创新与应用》鉴定“该项目提出了利用矿物原料和矿物加工固体废物烟气脱硫的新方法，系统研究了多种矿浆代替脱硫剂烟气脱硫及协同矿物加工的关键科学问题，实现了烟气硫资源化、矿浆有价元素回收及固废减量化的目的，并进行了产业化应用。为有色冶金、无机化工等行业循环经济提供新技术，具有重要的科学意义。该项目选题新颖，创新性强，拥有自主知识产权，应用前景广阔。综上所述，该项目整体达到国际先进水平，在矿浆法烟气脱硫及资源化方面达到国际领先水平。”**2.查新报告**工业和信息化部电子科学技术情报研究所对《矿浆法烟气脱硫技术创新与应用》项目的查新结论:“该项目结合典型冶金及化工矿物加工利用工艺特点，提出了一种矿浆法烟气脱硫协同矿物加工利用的技术思想，具体技思路包括：利用矿物原料处理过程脱落，以加工矿物矿浆替代该成本专用脱硫剂，大幅降低脱硫成本，利用矿物加工固体废物过程脱硫；利用烟气中污染物的成矿作用脱硫。”“综上所述，除本委托单位发表的文献外，未见综合应用磷矿浆法烟气脱硫协同磷矿深度利用技术；菱镁矿浆法烟气脱硫协同硫酸镁生产技术；矿渣将法烟气脱硫协同有价元素利用技术；赤泥附液吸收法铝冶炼烟气转化脱硫技术；含锌烟尘矿浆法烟气脱硫剂循环利用技术的公开文献。”**3.科技奖励**1、《矿浆法烟气脱硫技术创新与应用》获得2018年云南省科技进步一等奖；2、《铝、锡、锑、汞工业污染物排放标准（GB 25465-2010、GB30770-2014）》获得2017年有色金属工业科学技术一等奖；3、《回收型氧化镁湿法烟气脱硫新工艺及工程示范》获得2012年山东省科技进步二等奖；4、《云南省有色金属冶炼等主要行业SO2排污系数调查研究》获得2012年度中国有色金属工业科学技术二等奖。应用情况：本项目技术成果已实现产业化应用，已在云南、四川、贵州、山东、河南等省化工、冶金等行业推广应用。（1）磷矿浆法烟气脱硫技术：从2003年开始至今，已成功用于磷化工、硫酸等行业硫铁矿制酸尾气、硫磺制酸尾气、黄磷尾气锅炉烟气、电厂锅炉烟气等烟气脱硫硝。在硫酸尾气磷矿浆脱硫中试基础上，成果已在云、贵、川等省多个大型企业推广应用；（2）菱镁矿浆法烟气脱硫协同硫镁资源高效利用技术：从2008年开始至今，已成功用于电力等行业燃煤锅炉烟气、循环流化床锅炉烟气、热电锅炉尾气等烟气脱硫；（3）有色冶炼渣浆法烟气脱硫协同有价元素利用技术：其中铜冶炼渣浆法烟气脱硫技术从2015年开始，已成功用于多家有色冶金企业锌冶炼烟气、铜冶炼烟气脱硫及金属回收；冶炼烟尘矿浆法烟气脱硫协同有价金属回收利用技术从2010年开始，成功用于多家有色冶炼企业锌冶炼还原炉、烟化炉烟气、回转窑烟气、燃煤锅炉烟气等多种烟气治理；（4）赤泥矿浆法烟气脱硫协同有价金属回收技术：从2001年开始，成功用于大型氧化铝企业烟气治理。利用赤泥及其附液配浆用于吸收氧化铝行业焙烧、煅烧烟气中低浓度SO2，实现赤泥改性及低浓度SO2烟气达标排放。主要知识产权和标准规范等目录：

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 知识产权（标准）类别 | 知识产权（标准）具体名称 | 授权号（标准编号） | 授权（标准发布）日期 | 权利人（标准起草单位） | 发明人（标准起草人） |
| 1 | 发明专利 | 利用工业烟气进行磷矿脱镁和回收磷矿中稀土元素的方法 | ZL201410105489.9 | 2016-8-17 | 昆明理工大学 | 宁平，张冬冬，魏爱斌，瞿广飞 |
| 2 | 发明专利 | 一种氧化镁湿法烟气脱硫及产物自浓集的回收工艺 | ZL200910079787.4 | 2011-5-11 | 清华大学 | 马永亮，徐康富，汪黎东 |
| 3 | 发明专利 | 一种利用铜冶炼烟尘处理有色金属冶炼烟气的方法 | ZL201610167232.5 | 2018-4-6 | 昆明理工大学 | 宁平，李坤林，李凯，孙鑫，刘娜，张贵剑，刘烨，孙丽娜 |
| 4 | 发明专利 | 一种用磷矿浆净化工业尾气的方法 | ZL201610467129.2 | 2018.07.24 | 昆明理工大学 | 刘树根,肖瑢,张曼,宁平,张冬冬,谢容生 |
| 5 | 发明专利 | 一种镁强化赤泥的烟气深度脱硫方法 | ZL201610463539.X  | 2018-11-16 | 上海交通大学 | 晏乃强，瞿赞，马永鹏，赵松建，方丽，宗晨曦，何玉洁 |
| 6 | 发明专利 | 利用镁化合物和氨循环再生烟气脱硫的方法 | ZL200710037485.1 | 2009-5-20 | 上海交通大学 | 晏乃强， 乔少华， 贾金平， 吴忠标  |
| 7 | 发明专利 | 一种冶炼烟气中SO2和重金属回收利用的方法 | ZL201210461109.6 | 2014-10-1 | 昆明理工大学 | 宁平, 殷在飞，王学谦 |
| 8 | 发明专利 |  一种浆料混合输送装置及其应用方法 | ZL201210191759.3 | 2014-11-5 | 昆明理工大学 | 田森林，宁致远，宁平 |
| 9 | 发明专利 | 一种电解铝预焙阳极煅烧烟气脱硫的方法 | ZL201610469627.0 | 2018-11-16 | 上海交通大学 | 晏乃强，马永鹏，瞿赞，徐文清，朱廷钰，赵松建，陈冬瑶  |
| 10 | 国家标准 | 锡、锑、汞工业污染物排放标准 | GB 30770 -2014 | 2014-5-16 | 昆明理工大学、中国环境科学研究院、有色金属工业污染控制工程技术研究中心、中国瑞林工程技术有限公司 | 宁平，王宗爽，周越，武雪芳，车飞，谷雪景，张玉，龙燕，闵小波 |

主要完成人情况：

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 姓名 | 排名 | 行政职务 | 技术职称 | 工作单位 | 完成单位 | 对本项目贡献 |
| 宁平 | 1 | 无 | 教授 | 昆明理工大学 | 昆明理工大学 | 项目总负责人，提出了矿浆法烟气脱硫技术总体研究方案，负责组织项目的实施，对本项目发明点1、3、4有重要贡献；1部国家标准第一起草人。 |
| 田森林 | 2 | 副院长 | 教授 | 昆明理工大学 | 昆明理工大学 | 协助项目负责人完成了总体研究方案的制定；对技术方案实施、成果转化与推广有重要贡献；对脱硫矿浆制备、输送关键技术突破有重要贡献；作为课题骨干成员参与了成果支撑项目《有色炉窑烟气高浓度SO2回收及重金属协同控制技术研究与示范（2012AA062504）》的研发工作。 |
| 马永亮 | 3 | 无 | 副教授 | 清华大学 | 清华大学 | 主要负责菱镁矿浆法烟气脱硫协同硫镁资源高效利用技术中“菱镁矿浆法烟气脱硫协同硫酸镁生产工艺”研发及推广应用；是成果支撑项目《工业燃煤锅炉回收型氧化镁法烟气脱硫技术与设备》（2007AA061703）课题负责人，对本项目发明点2有重要贡献。 |
| 晏乃强 | 4 | 副院长 | 教授 | 上海交通大学 | 上海交通大学 | 主要负责赤泥矿浆法烟气脱硫协同有价金属回收技术及冶炼烟尘矿浆法烟气脱硫协同有价金属回收利用工艺研发，对发明点2、3、4有重要贡献。 |
| 赵建勇 | 5 | 瓮福化工公司副经理 | 工程师 | 瓮福（集团）有限责任公司 | 瓮福（集团）有限责任公司 | 是参与磷矿浆法烟气脱硫协同磷资源多途径利用技术研发方案的主要核心成员，对该技术的工程示范和推广应用有重要贡献，对本项目发明点1有重要贡献。 |
| 张晖 | 6 | 研发中心总经理 | 正高级工程师 | 云南磷化集团有限公司 | 云南磷化集团有限公司 | 对技术方案实施、成果转化与推广、关键设备研发有重要贡献；主要负责磷矿浆法烟气脱硫协同磷资源多途径利用技术的中试研究、工艺设计与运行；对本项目发明点1有重要贡献；是成果支撑项目国家科技支撑计划课题《难采选低品位胶磷矿高效开发利用关键技术及工程示范（2011BAB08B01）》课题骨干成员。 |

 |
| 完成人合作关系说明：1、宁平，昆明理工大学教授，项目总负责人，本项目第一完成人，所负责研发团队与本项目其余完成人或其余团队有共同立项、共同知识产权、论文合著、产业合作等多种形式的合作关系；2、田森林，昆明理工大学教授，为宁平研究团队核心成员，与第一完成人的合作共同申报项目，共同并获得授权发明专利，合作发表学术论文，共同申报并获省部级奖励。作为课题组成员与晏乃强团队瞿赞（本项目多项专利共同发明人）等成员共同参与本成果支撑项目十二五863项目《有色炉窑烟气高浓度SO2回收及重金属协同控制技术研究与示范（2012AA062504）》课题的研发工作；3、马永亮，清华大学副教授，与第一完成人宁平的合作主要包括与宁平研发团队核心成员王学谦（与宁平有10项共同知识产权）分别作为第二、第三课题负责人共同完成了十二五863《工业炉窑烟气排放控制技术》主题项目，与宁平共同申报并获省部级奖励；4、晏乃强，上海交通大学教授，与第一完成人宁平的合作方式主要包括各自负责的研发团队成员合作开展十二五863《工业炉窑烟气排放控制技术》主题项目课题《有色炉窑烟气高浓度SO2回收及重金属协同控制技术研究与示范（2012AA062504）》研发工作，宁平负责团队参与人员包括王学谦（课题负责人）、田森林（骨干成员）等人，晏乃强负责团队参与人员包括瞿赞（子课题负责人）等人；5、赵建勇，瓮福（集团）有限责任公司瓮福化工公司副经理，与第一完成人的主要合作包括以校企合作方式合作开展磷矿浆脱硫技术的产业化合作，合作申报并获省部级奖励；6、张晖，云南磷化集团有限公司研发中心总经理，与第一完成人的主要合作包括以校企合作方式合作开展磷矿浆脱硫技术的研发及中试研究工作，共同申报并获省部级奖励。 |