**大连海事大学拟提名的2019年度辽宁省科技奖励项目**

|  |  |
| --- | --- |
| 项目名称 | 镁基-海水法船舶废气脱硫系统 |
| 提名者 | 大连海事大学 |
| 提名意见 |  我单位认真审阅了该项目推荐书及其附件材料，确认全部材料真实有效，相关栏目均符合辽宁省科学技术奖励的填写要求。 按照要求，我单位已对该项目的拟推荐情况进行了公示，公示期间无异议。 该项目针对现有船舶废气脱硫技术弊端，聚焦脱硫系统的船舶适用性难题，发明了镁基-海水法船舶废气脱硫技术和装备，构建了高效低阻船舶匹配的引风喷淋关键技术，研发了基于三相水化技术的高活性物料供给系统。研究成果实船应用并推广，获全球多家船东订单，有效遏制了船舶硫氧化物排放污染，切实保障了国际海事组织限硫令条件下船舶正常营运，大大促进了船舶废气脱硫技术作为履约手段的核心竞争力。 该项目形成4 份专题研究报告，2份子课题研究报告，16份计算、分析、测试、设计报告；CCS批准或认可22 项产品图纸和文件；获得中国船级社（CCS）、法国必维船级社（BV）、英国劳氏船级社（LR）、美国船级社（ABS）、挪威德劳船级社（DNV/GL）、日本船级社（NK)等全球六大船级社认可证书；申请3项国际PCT专利，其中1项已经获得美国、日本、韩国授权，授权10项发明专利，25项实用新型专利，软件著作权2项；出版专著1部，发表研究论文35 篇，其中SCI检索论文16篇，EI检索论文11篇，培养博士研究生5名，硕士研究生22名。提名该项目为辽宁省技术发明奖 一 等奖。 |
| 项目简介 | 占全球近90%贸易额的货物通过海洋运输来完成。预计到2020年全球航运业硫氧化物（简称SOx）排放量约占全球总排放量的20%，海运船舶硫排放污染严重且严峻。2008年国际海事组织（简称IMO）海上环境保护委员会（简称MEPC）以决议形式通过了船舶防污公约（MARPOL）附则VI，严格规定了SOx排放标准和强制执行时间。2018年底我国沿海海域均设为排放控制区，为推进我省海洋产业战略并融入“一带一路”倡议的大潮流，严控船舶硫排放污染已成为最为急迫的绿色海运保障。海运船舶硫排放控制方法主要包括清洁燃料使用技术、港口岸电使用技术、废气洗涤脱硫技术等。清洁燃料存在安全隐患、造价高、营运水域限制等技术问题；港口岸电仅适用于具有岸电供给系统的港口；相对而言，船舶废气洗涤脱硫（简称EGC）是经济、高效、普适的履约技术手段。然现有EGC技术多照搬陆基脱硫系统，存在系统庞大、能耗高、效率低、匹配兼容性差、消耗淡水等“水土不服”问题。该项目以工业和信息化部高技术船舶科研计划和横向科技成果转化等项目为支撑，历经8年理论研究、科技攻关与实船实践，解决了EGC系统的应用适用性难题，提出并形成了船舶专用且自具特色的镁基-海水法废气脱硫关键技术与装备。主要技术发明如下：1. 巧妙利用镁法脱硫和海水法脱硫的技术特点，考虑船舶特殊工况，原创发明了镁基-海水法船舶废气脱硫技术和装备，从原理上克服了现有钠碱法和海水法的技术弊端，形成船舶专用且自具特色的废气脱硫方法。2. 基于匹配兼容的设计思想，优化洗涤塔内气液两相流场，强化液相导向作用，发明和构建空塔-旋流-主/辅喷淋-引风换热-射流氧化技术与装备，突破了洗涤塔背压（低阻）、运行能效（高效）、装置体积（紧凑）等制约EGC应用的瓶颈难题，形成与船舶匹配兼容的废气脱硫和洗涤液处理技术，实现高效低阻脱硫。3. 发明和构建了气-液-固三相氧化镁水化反应体系，辅以超声剥离、重力分离、离子改性手段，形成高活性脱硫剂高效制备-同步提纯-促溶改性技术，解决了镁基脱硫浆料合成效率低、活性低、利用率低的共性难题，实现廉价高活性物料供给。形成4份专题研究报告，2份子课题研究报告，16份计算、分析、测试、设计报告；CCS批准或认可22项产品图纸和文件；获中国船级社（CCS）、法国必维船级社（BV）、英国劳氏船级社（LR）、美国船级社（ABS）、挪威德劳船级社（DNV/GL）、日本船级社（NK)等全球六大船级社认可证书；申请3项国际PCT专利，其中1项已经获得美国、日本、韩国授权，授权10项发明专利，25项实用新型专利，软件著作权2项；出版专著1部，发表研究论文35篇，其中SCI检索论文16篇，EI检索论文11篇，培养博士研究生5名，硕士研究生22名。镁基-海水法EGC系统属国内外首创，主要技术指标超过国内外同类技术。成果转化单位威海普益船舶环保科技有限公司（以下简称普益环保）目前订单量超136套，订单总金额超过9亿元人民币。打破了欧美品牌对高端船配产品的长期垄断。改变我国制造高技术船舶配套设备相对落后的局面，促进中国由造船大国向造船强国发展。保障我国船舶修造的经济利益，有利于我国船舶运输在国际航线上正常营运。 |
| 客观评价 | (一) 科技鉴定评价与验收意见（1）2015年12月22日，交通运输部科技司在北京组织召开了高技术船舶科研计划《基于镁基法的船舶废气洗涤脱硫设备及系统设计关键技术研究》成果鉴定会。鉴定结论为：“首次采用镁基-海水法进行船舶废气脱硫，……提出了氢氧化镁脱硫剂高效制备方法，……研发出高效低阻废气脱硫洗涤塔设计系统，……该项目成果总体处于**国际领先水平**。”（2）2017年9月20日，工业和信息化部产业发展促进中心在威海组织专家组对 《基于镁基法的船舶废气洗涤脱硫设备及系统设计关键技术研究》项目进行验收。验收意见为：“研究突破了废气脱硫系统与船舶配套兼容技术，船舶专用高效低阻废气脱硫洗涤处理技术，研制出高活性脱硫物料高效制备设备……项目成果**实现了技术转化并已开始产业化推广应用**。……同意该项目通过验收。”(二) 行业领域评价（1）该项目申请3项国际PCT专利，1项获得美国、日本、韩国授权，授权10项发明专利，25项实用新型专利，首次提出并实现了镁基脱硫系统在船舶上应用，开展引风、喷淋、降阻、降耗、制浆等一系列关键技术攻关，解决了船舶废气洗涤脱硫系统应用的适用性难题。（2）2015年11月4日，山东省工业和信息化厅公布了《**2015年度山东省首台（套）技术装备及关键核心零部件名单**》，镁基-海水法船舶废气洗涤脱硫设备PY-50K/PY-100K成功入选。（3）2016年2月23日，山东省发展与改革委员会发布了**2016年省重点项目**名单，年产镁基法船舶废气洗涤脱硫系统500套项目成功入选。（4）2016年11月1日至5日，基于镁基法的船舶废气洗涤脱硫设备作为工业和信息化部**船舶与海洋工程装备十二五科研代表性成果**在第18界中国国际工业博览会展出。 （5）2017年7月5日，经过交通运输部专家组审核，镁基法船舶废气洗涤脱硫设备获**全国交通运输节能环保优秀推荐产品**。(三) 国内主流媒体报道（1）2015年11月，新华网、国际在线消息、中国水运报、中国环境报等媒体分别报道成果转化单位普益环保获得中国船级社颁发的首张废气清洗系统原理认可证书，指出与市场同类商品相比较，整套系统实现小型化、自动化、模块化、智能化，标志着我国船舶废气清洗系统正式获得了进入国际国内市场的许可，**中国船舶脱硫技术打破西方垄断**。（2）2016年5月14日，新华网、中国智能制造网等媒体报道普益环保获得法国（BV）船级社、英国劳氏船级社（LR）认可证书，标志着中国企业的船舶废气清洗系统技术突破国际技术封锁，**产品跻身世界一流**。（3）2017年9月20日，中国交通报发文报道高技术船舶科研计划“基于镁基法的船舶废气洗涤脱硫设备及系统设计关键技术研究”项目通过验收，项目研发出具有自主产权的船舶废气脱硫系统，**改变了我国制造高技术船舶配套设备相对落后的局面，打破了国际间技术壁垒**……。(四) 学术引用评价与国际国内专家评价（1）国内著名烟气脱硫脱硝专家，四川大学李建军教授在综述性文章《船舶废气脱硫脱硝研究进展》对完成人提出的镁基-海水法船舶废气脱硫技术给予了正面评价，指出：“在船舶尾气处理中，硫酸镁可作为无害产物直接排放到海水中，所以**镁法脱硫有较好的应用前景**。……**镁基－海水法可有效提高脱除效率，氢氧化镁浆液加入海水中使天然海水的碱性提高，此方法不但提高了气体污染物的去除效率，而且浆液不容易堵塞喷嘴**……。”（2）俄罗斯著名学者Yuri Aristov在国际知名刊物[ACS Applied Materials & Interfaces](http://www.letpub.com.cn/index.php?page=journalapp&view=detail&journalid=45)(影响因子8.097)的研究文章《Doping Magnesium Hydroxide with Sodium Nitrate: A New Approach to Tune the Dehydration Reactivity of Heat-Storage Materials》中引用了完成人关于氧化镁三相水化研究成果，指出：“**因三相体系保证了高水化率，以此为对照**。”（3）国内著名镁矿专家白丽梅教授在MDPI期刊Materials（影响因子2.467）上对完成人的氧化镁三相水化研究给予了客观评价，指出：“**三相水化系统中存在着氧化镁剥落过程，这是减少氢氧化镁团聚，提高水化率的重要步骤**……。”(五) 产品检验（1）2013年11月17日至2013年12月2日，CCS大连分社验船师见证镁基-海水法船舶废气脱硫系统**原理样机运行并发证**（证书编号：DL13P00940），第三方检测机构CMA认证检测结果表明，处理后废气SO2浓度小于20ppm，排放废水pH、浊度、PAHs、硝酸盐等指标满足MEPC 184.(59)相关规定，COD值和总油指标满足《船舶污染物排放标准》相关要求。1. CCS南京审图中心审批完成22项产品图纸和文件，CCS青岛分社对船试工程样机进行认可，谱尼测试集团股份有限公司完成监测。
2. 2015年11月5日，普益环保获颁**全球首张CCS废气清洗系统原理认可证书**（证书编号：QD14X00001）。2016年5月13日，获颁**法国BV船级社、英国劳氏船级社（LR）废气清洗系统原理认证**（证书编号：SMS.W.II./105228/A.0和160001；）。2017年5月2日获颁**美国船级社（ABS）认证**（证书编号：T1621202）。2017年9月14日，获颁**挪威德劳船级社（DNV/GL）AIP认证**(证书编号：MCADE343/YOPARK/P24481-J-10006)。2018年3月1日，获颁**日本船级社（NK）AIP认证**(证书编号：18MK0330)。

(六) 第三方应用单位评价**“冰河”轮、“凌云河”轮废气脱硫处理**（应用单位：中远集装箱运输有限公司）：均为1700TEU的两艘集装箱船舶，日耗油约20t，燃油含硫量2.7%~3%。应用本技术后，“两套系统均能长期稳定运行，经由第三方检测单位测试，……废气及洗涤水中的各项指标满足公约规定。**镁基海水法船舶废气脱硫装置简单、运行安全、可靠性高、脱硫效率高**。……**设备的推广应用将产生重大的经济效益**。” |
| 推广应用情况 | **1．应用情况**该项目技术创新成果有效促进了我国船舶硫氧化物排放控制技术的应用和发展，为船舶废气清洗技术的自主研发和产业化应用提供了强有力的技术支持。主要技术指标和市场竞争力优于国内外同类技术，在实际应用中确保了营运船舶绿色、高效、经济履约，显著提高EGC作为履约技术的吸引力，切实提升了我国高端船配装备的核心竞争力。通过与相关企业合作，为相关单位的船配产业链提供了新的经济增长点，必将使合作企业每年新增产值以亿元甚至以10亿元计。主要应用单位详见表1。典型应用情况如下：1）威海普益船舶环保科技有限公司的应用情况该公司是因大连海事大学朱益民教授团队的创新成果“基于镁基法的船舶废气洗涤脱硫技术”而于2013年创立的一家生产制造和销售船舶脱硫设备的高新技术企业。通过引进并开发，目前已形成镁法、海水法、镁基-海水法等船舶废气清洗系统系列化产品，有效提升了相关产品的竞争力和市场占有率，成为国产EGC系统的龙头企业。相关产品获太平洋航运（香港）有限公司散货船、泰国宏海箱运有限公司集装箱船、土耳其船东油轮等新装和改造EGC订单共计36套，加装镁基法EGC系统后，船舶使用高硫油时，处理后废气指标等效于燃油含硫量0.1%（m/m），有效保障了用户船舶在排放控制区内的正常航行。同时获英国Newport Shipping集团一次性订购100+100套，切实提升该船务公司市场竞争力，提高了EGC新装、改造工程的中标率和销售额，保障船东免受价格上涨或生产瓶颈的影响。具体应用案例如下：a、太平洋航运（香港）有限公司船舶废气脱硫应用：全球最大的灵便型及超灵便型散货船东太平洋航运(Pacific Basin)运营约260艘船舶，大部分时间航行在排放控制区内，履约压力大。应用本项目总体技术和主要发明成果转化装备，船舶在使用含硫量3%(m/m)的燃油条件下，排放废气中SO2/CO2低于4.3 ppm/%，等效于满足公约中燃油硫含量0.1%(m/m)的要求，有效保障了该公司船舶在排放控制区内的正常航行。b、泰国宏海箱运有限公司船舶废气脱硫应用：泰国宏海箱运有限公司（RCL）是一家以新加坡港为营运中心和转运基地，立足于亚洲的大型船运集团。该公司船队规模为500标箱到2732标箱，船型小，EGC设备加装难度大，应用本项目总体技术和主要发明成果转化装备，顺利完成对部分船舶加装EGC系统，切实保障了船舶的正常航行和公司正常营运。c、土耳其船东油轮废气脱硫应用：土耳其Genel Denizcilik Nakliyati As公司旗下的6艘苏伊士型油轮和5艘阿芙拉型油轮大部分航线处于北美排放控制区内，该公司采购11台套镁法船舶废气脱硫装置，安装运行后SOx满足北美硫排放控制区（SECA）指标要求，确保船舶在北美地区的正常航行，也标志着镁法船舶废气脱硫系统可服务于8万~15万载重吨的油轮。d、英国Newport Shipping集团镁基法船舶废气脱硫系统批量采购项目：Newport Shipping集团在全球运营着13个干船坞，因公约履行时间临近，EGC装备的新装、改造工程激增，手持合规EGC订单意味着在新一轮船舶修造工程竞争中占据有利位置，该公司一次性订购100+100台套镁基法船舶废气脱硫系统，切实提升公司市场竞争力，提高了EGC新装、改造工程的中标率和销售额，保障船东免受价格上涨或生产瓶颈的影响。2）中远集装箱运输有限公司的应用情况中远集装箱运输有限公司（现为：中远海运集装箱运输有限公司）是中国远洋海运集团有限公司（[中远海运集团](http://www.baike.com/sowiki/%E4%B8%AD%E8%BF%9C%E9%9B%86%E5%9B%A2?prd=content_doc_search" \t "_blank" \o "中远集团)）所属专门从事[海上集装箱运输](http://www.baike.com/sowiki/%E6%B5%B7%E4%B8%8A%E9%9B%86%E8%A3%85%E7%AE%B1%E8%BF%90%E8%BE%93?prd=content_doc_search" \t "_blank" \o "海上集装箱运输)的核心企业，公司一贯重视服务质量的不断提高及航运相关的生态环境保护。2010年起，该公司采用大连海事大学朱益民教授团队的“镁基-海水法船舶废气洗涤脱硫技术”，在“冰河”轮和“凌云河”轮上分别开展了船舶废气洗涤脱硫系统的原理样机和工程样机验证实验。经过实船检验，两套系统均能长期稳定运行，处理后的废气和洗涤水中的各项指标满足公约规定。**表1 主要应用单位情况表**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 单位名称 | 应用的技术 | 应用对象及规模 | 应用起止时间 | 单位联系人/电话 |
| 1 | 威海普益船舶环保科技有限公司 | 基于镁基法的船舶废气洗涤脱硫技术 | 成功获泰国、土耳其、香港等多国及地区船东的新装和改造EGC订单共计36套，涉及船型包括散货船、集装箱船、油轮。同时获英国Newport Shipping集团一次性订购100+100套。相关生产计划已开始实施，2019年将陆续交付订单。 | 2013年至今 | 王延静18963178677 |
| 2 | 中远集装箱运输有限公司 | 镁基-海水法船舶废气洗涤脱硫技术 | 镁基-海水法船舶废气脱硫系统原理样机和工程样机用于“冰河”和“凌云河”号集装箱船主机排放废气脱硫实船试验。 | 2014-6～2015-12 | 赵志高13817501931 |

**2．应用效果****经济效益：**通过专利转让和技术服务等方式，该项目技术在普益环保、中远集装箱运输有限公司得到应用，成果转化获利1750万元。另合同约定普益环保销售额的3%作为大连海事大学技术使用获利，因普益环保2019年计划完成订单金额合人民币2.528亿元，预计2020年底大连海事大学将获利技术使用费约为758万元。应用单位通过引进该项目技术，形成了船舶废气清洗系统系列化产品，主体技术包括：镁法、海水法、镁基-海水法、钠碱法/海水法混合系统等，广受国内外知名船东青睐，自2013年以来累计合同金额合人民币2.528亿元。另有订单超过100套，订单金额超过6.5亿元，意向订单超过100套。产品正推广应用到香港、泰国、欧洲等船东的远洋船舶上，已获订单36套，并计划2019年全部交付完成。到2020年始，应用船舶单日油耗总计约720吨，含硫量3%（m/m）的燃油与含硫量0.5%（m/m）以及0.1%（m/m）燃油的差价分别约为20美元和170美元，按照船舶在排放控制区内外航行时间比例1:1计算，单日为船东节约燃油费用约6.8万美元，预计至2020年底为船东节约成本约1.64亿元。**社会效益：**该项目开展了长期理论攻关、技术发明与实船实践，取得了显著的社会效益：（1）解决了船舶废气洗涤脱硫系统应用的适用性难题，推动了我国船舶硫氧化物控制技术的发展：申请3项国际PCT专利，其中1项已经获得美国、日本、韩国授权，获得10项发明专利，25项实用新型专利，2项软件著作权，引领EGC向安全、高效、经济、船舶匹配发展，大大提升了以EGC为履约手段的技术竞争力。（2）切实降低船舶硫氧化物污染，产生了显著的环境效益：本项目技术在海运和远洋船舶上推广应用，极大减少船舶硫氧化物排放浓度，有效保护了区域大气和海洋环境。（3）显著提升了国产EGC装备的国际竞争力：本项目技术获颁CCS、BV、LR、ABS、DNV/GL、NK等全球六大船级社认可证书，标志着国产EGC装备具有全球竞标资质，打破了被欧美技术垄断的局面。（4）培养了一批专业人才：培养博士、硕士研究生27名，培养了一批船舶废气清洗系统的机理研究、技术研发、工程研发、工程应用的科技人员，为EGC行业发展提供了重要保障。EGC系统作为目前最大的船舶配套产品，该项目成果推广应用到国内外船舶上，意味着我国自主研发船舶废气脱硫技术已获国际市场认可。打破了欧美船舶废气脱硫市场高端产品的垄断，促进我国由造船大国向造船强国发展，保障我国船舶修造的经济利益，利于我国船舶运输在国际航线上正常营运。因国际公约强制执行时间点临近，EGC市场进入爆发期，急需先进的船舶硫排放控制技术和产品。我国沿海营运海运船舶超过1万艘、远洋船舶超过3千艘，国际上远洋船舶超过5万艘，船舶废气脱硫产品市场巨大，其全球市场容量超过万亿元人民币。随着“一带一路”倡议的战略推进，本项目成果具有广阔的推广前景，为我国在新兴的高技术船舶环保装备制造快速发展、走向世界提供强有力的技术支撑。 |
| 主要知识产权和标准规范等目录（不超过10件） |
| 知识产权类别 | 知识产权具体名称 | 国家(地区) | 授权号 | 授权日期 | 证书编号 | 权利人 | 发明人 | 发明专利有效状态 |
| 发明专利 | 镁基—海水法船用脱硫系统 | 中国 | ZL201110039565.7 | 2012-12-05 | 1095969 | 大连海事大学 | 朱益民;唐晓佳;郝阳;刘爽;李铁 | 有效 |
| 发明专利 | 一种无旁路引风船舶废气脱硫系统及其引风方法 | 中国 | ZL201410232500.8 | 2016-03-02 | 1965309 | 大连海事大学 | 朱益民;唐晓佳;李铁;刘全;郭琳 | 有效 |
| 实用新型 | 一种高效制备氢氧化镁的制备方法及装置 | 中国 | ZL201310248358.1 | 2014-09-03 | 1474279 | 大连海事大学 | 朱益民;唐晓佳;郭林;刘全;陈晨;李铁 | 有效 |
| 发明专利 | 镁基—海水法船用脱硫系统中给排水控制方法 | 中国 | ZL201110039594.3 | 2012-12-05 | 1095254 | 大连海事大学 | 朱益民;张路;李铁;刘爽 | 有效 |
| 发明专利 | 镁基—海水法船用脱硫系统中喷雾浆料pH值控制方法 | 中国 | ZL201110039832.0 | 2012-12-26 | 1107100 | 大连海事大学 | 朱益民;郝阳;唐晓佳;刘爽;李铁 | 有效 |
| 发明专利 | 镁基-海水法船舶脱硫工艺中监测和自动控制系统 | 中国 | ZL201110039591.X | 2012-11-07 | 1075876 | 大连海事大学 | 李铁;朱益民;唐晓佳;郝阳 | 有效 |
| 发明专利 | 一种提高微生物絮凝剂活性的方法 | 中国 | ZL201310068079.7 | 2014-11-05 | 1510769 | 大连海事大学 | 张苓花;朱益民;陈箐 | 有效 |
| 发明专利 | 一种船舶脱硫废水处理装置及方法 | 中国 | ZL201310422883.0 | 2015-11-25 | 1846145 | 大连海事大学 | 朱益民;唐晓佳;李铁;张苓花;李叶叶;刘全;陈晨;郭琳 | 有效 |
| 发明专利 | 一种超声波协助氧化镁高效水化制备氢氧化镁的装置及方法 | 中国 | ZL201610895034.0 | 2018-03-23 | 2853786 | 大连海事大学 | 朱益民;唐晓佳;嵇阳远;聂毅兴 | 有效 |
| 发明专利 | Preparation method and device for efficiently preparing magnesium hydroxide | US | US9,776,882B2 | 2017-10-3 | US9,776,882B2 | Dalian maritime University | Yimin Zhu，Xiaojia Tang， Lin Guo，Quan Liu， Chen Chen， Tie Li | 有效 |
| 主要完成人情况 | **完成人1：**朱益民**；排名**：1；**技术职务**：教授**；行政职务**：无**；工作单位**：大连海事大学**；完成单位**：大连海事大学**；对本项目技术创造性贡献:** 负责项目总体设计，提出了废气快速冷却，脱硫高效性和低阻性，浆料高效制备，废液无害化处理等关键技术。指出主要学术思路，指导其他人员一起进行实验和理论分析，对阶段性试验成果提出改进意见。出版学术专著1部，发表与本项目相关的各类高水平论文25篇，其中被SCI/EI检索17篇；授权发明专利13项，国际发明专利3项。成功申报并主持工业和信息化部高技术船舶科研计划一项。**完成人2：**唐晓佳**；排名**：2；**技术职务**：讲师**；行政职务**：无**；工作单位**：大连海事大学**；完成单位**：大连海事大学**；对本项目技术创造性贡献:** 负责高活性镁基脱硫剂高效制备的应用基础研究及工艺设计，参与高效低阻引风喷淋关键技术设计，并组织实施工程样机设计、实船安装、运行调试，相关研究共发表SCI检索论文10余篇，授权国际PCT专利1项，授权发明专利6项。**完成人3：**李铁**；排名**：3；**技术职务**：副教授**；行政职务**：无**；工作单位**：大连海事大学**；完成单位**：大连海事大学**；对本项目技术创造性贡献：**负责项目具体设计和实施，分别在多条船进行设备安装及开展脱硫相关实验，获得脱硫关键工艺参数。发表与本项目相关的各类高水平论文4篇，其中被SCI/EI检索4篇；授权发明专利1项。**完成人4：**郭琳**；排名**：4；**技术职务**：讲师**；行政职务**：无**；工作单位**：五邑大学**；完成单位**：大连海事大学**；对本项目技术创造性贡献：**负责高效低阻船舶废气脱硫技术，同课题组人员共同突破脱硫剂的高效制备技术、废液无害化处理等关键技术，发表与本项目相关的各类高水平论文12篇，其中被SCI检索9篇；申请国际发明专利3项，其中1项发明专利获得美国、日本、韩国的授权，授权发明专利3项。**完成人5：**刘全**；排名**：5；**技术职务**：讲师**；行政职务**：无**；工作单位**：大连海洋大学**；完成单位**：大连海事大学**；对本项目技术创造性贡献：**在项目执行期间主要进行本项目子课题九——镁基船舶废气脱硫系统仿真研究，重点参与实船试验、工程样机安装与示范、脱硫废液处理、防腐蚀涂层等技术研究工作：建立脱硫塔内三维流场及脱硫效率预测模型，优化设计塔内结构和运行参数；研究脱硫产物喷淋氧化反应速率影响因素，建立塔内亚硫酸镁三维氧化反应速率模型，提高塔内接触氧化效率。以第一作者发表与本项目相关的论文4篇，其中被SCI检索3篇，参与发表SCI论文10篇；参与授权发明专利10项，国际发明专利2项。**完成人6：**张苓花**；排名**：6；**技术职务**：教授**；行政职务**：无**；工作单位**：大连海事大学**；完成单位**：大连海事大学**；对本项目技术创造性贡献：**负责船舶脱硫废液净化处理关键技术。获得授权专利1项。SCI/EI收录论文3篇。 |
| 完成人合作关系说明 | 大连海事大学朱益民教授作为项目第一完成人，领导课题小组提出并形成了船舶专用且自具特色的镁基-海水法废气脱硫关键技术与装备。成功申报并主持工业和信息化部高技术船舶科研项目“基于镁基法的船舶废气洗涤脱硫设备及系统设计关键技术研究”（[2012]541）、横向科技成果转化项目“基于镁基法的船舶废气洗涤脱硫设备技术研究及成果转化”（合同编号：）等，研究成果获中国船级社（CCS）、法国必维船级社（BV）、英国劳氏船级社（LR）、美国船级社（ABS）、挪威德劳船级社（DNV/GL）、日本船级社（NK)等全球六大船级社认可证书；申请3项国际PCT专利，其中1项已经获得美国、日本、韩国授权，授权10项发明专利，25项实用新型专利，软件著作权2项；出版专著1部，发表研究论文35篇，其中SCI检索论文16篇，EI检索论文11篇。第二完成人唐晓佳系第一完成人课题组成员，从2010年1月开始该项目的研究工作，是第一完成人朱益民教授的博士研究生，在第一完成人指导下，主要负责高活性镁基脱硫剂高效制备与应用基础研究，参与高效低阻引风喷淋关键技术设计，并组织实施工程样机设计、实船安装、运行调试。共同发表SCI、EI检索论文12篇，是发明专利《镁基—海水法船用脱硫系统》、《一种无旁路引风船舶废气脱硫系统及其引风方法》、《一种高效制备氢氧化镁的制备方法及装置》、《镁基—海水法船用脱硫系统中喷雾浆料pH值控制方法》、《镁基-海水法船舶脱硫工艺中监测和自动控制系统》、《一种船舶脱硫废水处理装置及方法》、《一种超声波协助氧化镁高效水化制备氢氧化镁的装置及方法》、《Preparation method and device for efficiently preparing magnesium hydroxide》的完成人之一。第三完成人李铁系第一完成人课题组成员，从2010年5月开始该项目的研究工作。在第一完成人的指导下，主要负责EGC系统电气控制系统开发，分别在多条船进行设备安装及开展脱硫相关实验，获得脱硫关键工艺参数。共同发表SCI、EI检索论文13篇，是发明专利《镁基—海水法船用脱硫系统》、《一种无旁路引风船舶废气脱硫系统及其引风方法》、《一种高效制备氢氧化镁的制备方法及装置》、《镁基—海水法船用脱硫系统中给排水控制方法》、《镁基—海水法船用脱硫系统中喷雾浆料pH值控制方法》、《镁基-海水法船舶脱硫工艺中监测和自动控制系统》、《一种船舶脱硫废水处理装置及方法》、《Preparation method and device for efficiently preparing magnesium hydroxide》的完成人之一。第四完成人郭琳系五邑大学任职教师，从2012年1月开始该项目的研究工作，是第一完成人朱益民教授的博士研究生，在第一完成人指导下，负责高效低阻船舶废气脱硫技术，同课题组人员共同突破脱硫剂的高效制备技术、废液无害化处理等关键技术。共同发表SCI、EI检索论文10篇，是发明专利《一种无旁路引风船舶废气脱硫系统及其引风方法》、《一种高效制备氢氧化镁的制备方法及装置》、《一种船舶脱硫废水处理装置及方法》、《Preparation method and device for efficiently preparing magnesium hydroxide》的完成人之一。第五完成人刘全系大连海洋大学任职教师，从2012年1月开始该项目的研究工作，是第一完成人朱益民教授的博士研究生，在第一完成人指导下，负责实船试验、工程样机安装与示范、脱硫废液处理、防腐蚀涂层等技术研究工作；建立脱硫塔内三维流场及脱硫效率预测模型，优化设计塔内结构和运行参数；研究脱硫产物喷淋氧化反应速率影响因素，建立塔内亚硫酸镁三维氧化反应速率模型，提高塔内接触氧化效率高效低阻船舶废气脱硫技术。共同发表SCI、EI检索论文11篇，是发明专利《一种无旁路引风船舶废气脱硫系统及其引风方法》、《一种高效制备氢氧化镁的制备方法及装置》、《一种船舶脱硫废水处理装置及方法》、《Preparation method and device for efficiently preparing magnesium hydroxide》的完成人之一。第六完成人张苓花系第一完成人课题组成员，从2012年5月开始该项目的研究工作。在第一完成人的指导下，主要负责耐高盐生物絮凝剂的开发与船舶废气脱硫洗涤水的净化应用研究工作，共同发表SCI、EI检索论文3篇，是发明专利《一种提高微生物絮凝剂活性的方法》、《一种船舶脱硫废水处理装置及方法》的完成人之一。 |