

中国循环经济协会

中国循环经济协会推荐 2016 年度国家科技 奖励候选项目公示

为做好 2016 年度国家科技奖励推荐工作，按照国家奖励办《关于 2016 年度国家科学技术奖励推荐工作的通知》（国科奖字[2015]46 号）的要求，现将中国循环经济协会推荐 2016 年度国家科技奖励候选项目予以公示。

自公布之日起 10 日内，任何单位或者个人对公布项目和项目主要完成人、主要完成单位等情况持有异议的，应当以书面方式向协会提出，并提供必要的证明材料。为便于核实查证、确保客观公正处理异议，提出异议的单位或者个人应当表明真实身份，并提供有效联系方式。以单位名义提出异议的，须在书面异议材料上加盖本单位公章；个人提出异议的，须签署真实姓名。凡匿名、冒名或超出期限的异议不予受理。异议材料请寄送至协会科技部。

联系人：吕征宇（010-82291770-859），北京市西城区百万庄大街 22 号 2 号楼 3 层（100037）

附件：推荐 2016 年度国家科技奖励候选项目



附件：推荐 2016 年度国家科技奖励候选项目

一、项目名称

典型冶金煤炭固废能质耦合制备高性能耐火与保温材料研究

二、推荐奖种

技术发明

三、推荐单位意见

该项目以典型冶金与煤炭工业固废为对象，系统研究了固废资源能质耦合、转化及相互作用规律，通过物相重构与转化以及形貌与结构调控获得新技术和新产品，通过示范工程生产出多种优质的新型耐火与保温材料，发明了多项具有自主知识产权的原始创新工艺，并进行了示范与推广应用，取得了良好的经济与社会效益。

首先，以煤矸石、粉煤灰及废旧碳复合冶金耐火材料为对象，通过能质耦合与物相调控制备了系列新型氮氧化物耐火材料及复相材料制品，并自主设计、研发了连续氮化炉及规模化制备氮氧化物复相耐火材料成套设备，建成了年产 20000 吨氮氧化物耐火材料示范生产线。其次，以热态高炉渣、粉煤灰、煤矸石、煤渣及铁尾矿为对象，通过形态与结构转化研制了性能优异的矿渣纤维材料，建立了年产 1500 吨和年产 20000 吨的矿渣纤维保温材料示范生产线。再次，以煤矸石、粉煤灰等为对象，通过物相与结构耦合调控，制备了莫来石、堇青石复相耐火材料；研发了利用煤矸石以及废旧碳复合耐火材料制备多孔堇青石、莫来石、黏土质等保温耐火材料技术与工艺。

该项目是在系统的基础研究之上形成的原始创新技术，以典型的煤矸石、粉煤灰、煤渣、高炉渣及废旧碳复合耐火材料等工业固体废弃物为原料，通过物相重构与转化、形态与结构转化获得了多种高附加值新产品与原始创新工艺技术；围绕本项目共发表 SCI 收录论文 80 余篇，SCI 引用 1000 多次，获得国家发明专利 30 项，建立三个工业示范基地，累计新增销售 5.5 亿元，新增利润 1500 万元。

我会认真审阅了项目推荐书及相关材料，确认材料真实有效，符合推荐资格。鉴于该项目技术发明突出，应用效果显著，推荐该项目申报 2016 年度国家技术发明二等奖。

四、项目简介

该项目以典型冶金、煤炭工业固废为对象，系统研究固物协同耦合转化高值利用新技术，通过能源与资源的耦合以及多种废弃物的耦合实现多种工业固废的低成本、高值利用。系统研究了固废形貌、物相以及结构协同转化机理与创新工艺技术，通过物相重构与转化发明了利用煤矸石、粉煤灰能质耦合制备新型氮氧化物耐火材料的工艺与技术；通过形态调控发明了利用热态高炉渣与粉煤灰等耦合制备高性能、低成本矿渣纤维新技术与新产品；通过物相与结构耦合调控发明了利用粉煤灰与煤矸石制备新型多孔保温材料新工艺与技术。在利用煤矸石、粉煤灰等物相转化生产新型耐火材料，利用高炉渣、粉煤灰等形貌与结构转化生产矿渣纤维及多孔保温材料等方面取得很好研究成果、工程示范与推广应用。主要技术发明点如下：

1. 发明了利用煤矸石与粉煤灰通过能质耦合与物相调控制备新型氮氧化物以及碳复合耐火材料新技术与工艺；研究并揭示了氧化物与氮氧化物间物相定向调控与转化基本规律。以煤矸石、粉煤灰、废旧冶金耐火材料为对象，制备了高

性能新型氮氧化物耐火材料、碳复合以及多种新型复相材料制品。发明并自主设计了连续氮化炉及氮氧化物复相耐火材料成套生产设备,建成年产 2 万吨新型耐火材料示范生产线,通过山西省科学技术厅的鉴定:该技术处于国际领先水平。该技术已在山西长治与朔州获得推广,围绕该技术获得 15 项国家发明专利授权。

2. 发明了高温高炉渣与粉煤灰等固废能质耦合与形貌调控制备新型矿渣纤维保温材料新技术与新产品;研究并揭示固废能质耦合、形貌转化规律;掌握了高温熔滴纤维化转化影响因素及多力场协调作用机制;以热态高炉渣、粉煤灰、煤矸石、煤渣、铁尾矿为对象,研制了性能优异的矿渣纤维材料。发明并设计制备了矿渣无机复合纤维的新工艺及成套设备技术。年产 1500 吨和 2 万吨矿渣纤维保温材料示范生产线分别于 2011 和 2013 年在山西长治建成,生产出性能优异的无机矿渣纤维产品;年产 2 万吨的利用典型高铝煤基固废制备陶瓷纤维及其复合保温材料示范工程于 2012 年在山西朔州建成投产。该技术已在安徽马鞍山以及山东潍坊等地推广应用,围绕该技术获得 7 项国家发明专利。

3. 发明了利用粉煤灰、煤矸石通过物相与结构耦合调控备新型复相保温与耐火材料新技术与新产品,揭示了粉煤灰与煤矸石物相与结构耦合调控规律,研发了以煤矸石制备莫来石及堇青石复相耐火材料新工艺,煤矸石和废旧耐火材料制备多孔堇青石、莫来石及黏土质等多种保温耐火材料技术与工艺。建成了年产 2 万吨的示范工程,围绕该技术获得 8 项发明专利授权。

该项目是系统基础研究之上形成的具有自主知识产权的多项原始创新技术,围绕本项目共发表 SCI 收录论文 80 余篇,SCI 他引 1000 多次,获得国家发明专利 30 项,建立三个工业示范基地,累计新增销售 5.5 亿元,新增利润 1500 万元。

五、客观评价

2010 年 6 月 20 日,山西省科技厅组织有关专家对山西新型炉业集团有限公司、北京科技大学、北京大学合作完成的“煤矸石生产氮氧化物复合耐火材料技术与装备”项目进行了科技成果鉴定。以周国治院士为组长的专家组考察了生产现场,听取了项目组汇报,查阅了相关技术资料。专家组的《科学技术成果鉴定证书》,出具的鉴定意见认为:该项目在氮氧化物耐火材料的制备技术上,实现了以废弃物煤矸石为原料的生产新工艺和新设备,形成了具有自主知识产权的新技术,创新点突出,经济、环境效益显著,在同类研究中达到了国际领先水平。

2010 年 12 月 27 日,本项目所涉及的国家科技支撑计划课题《煤系高岭岩制备高性能保温与耐火材料技术开发》通过专家组验收,验收意见如下:“课题以煤系高岭岩为原料成功研制了高性能氮氧化物保温与耐火材料:提出了相应的连续生产工艺;建成了工业示范装置;原料中煤系高岭岩比例 $>90\text{wt}\%$,所得产品中氮氧化物含量 $>80\text{wt}\%$;用该材料所制耐火砖抗压强度为 151MPa,抗折强度为 39.9MPa;保温材料的导热系数为 $0.152\text{W}/\text{m}\cdot\text{k}$,优于计划任务指标。”

2010 年 6 月 12 日,北京科技大学委托国家耐火材料质量监督检验中心对本项目所研发的 SiAlON 新型耐火材料制品进行了 XRD 检测,主晶相为 $\beta\text{-SiAlON}$ 、 0'SiAlON 和 X 相为主,大约 85%;对莫来石轻质隔热砖进行了热导率的测试,为 $0.152\text{W}/\text{m}\cdot\text{k}$,抗热震性能大于 40 次。

2012 年 10 月 9 日,本项目成果应用单位中源伟业新材料有限公司委托国家耐火材料质量监督检验中心对本项目研发的硅酸铝纤维毯进行了耐火度、渣球率、体积密度、热导率、抗拉强度等的检测,耐火度大于 1800°C ,渣球率 9%、体积密度为 $104\text{Kg}/\text{m}^3$,热导率在 400°C 、 800°C 、 1000°C 分别为 0.077、0.180、0.269 $\text{W}/\text{m}\cdot\text{k}$,抗拉强度(横向和纵向)分别为:33 和 61MPa。

尾矿联盟对我们的研发成果进行了专题报道,指出我们是固废能源与资源耦合利用的首创技术;朔州电视台、山西电视台、中央电视台以及很多报刊媒体等都报道了我们的研究进展;特邀参加中国循环经济协会、亚太粉煤灰年会、国际熔渣会议等大会报告,受到与会专家、学者的高度好评。

2014年1月3日,北京大学工学院王习东委托教育部科技查新工作站 Z01 对《热态高炉渣能质耦合制备无机纤维保温材料》进行了科技查新。针对查新点“利用高炉渣和粉煤灰制备无机纤维的方法,利用热态高炉渣制造矿渣纤维的方法”,“要求查新机构对查新项目分别或综合进行国内外文献对比分析”,证明有无相同或类似的报道“根据对与查新点密切相关的中文文献和英文文献开展分析,得到结论:”在上述检索范围内,通过对检索到的相关文献与专利进行分析对比,除了查新项目课题组自己的文章和专利外,其他研究主要集中在对高炉渣余热的应用,用高炉渣制造水泥等材料,通过传统方法用高炉渣制备矿棉的生产模式,采用熔融态的物流,补充少量热量就可以实现矿物棉的生产,充分利用高炉渣的余热,实现大幅度的节能,同时采用粉煤灰调控物料组分和粘度,通过热态高炉渣和粉煤灰的耦合制备矿渣纤维,并最终制成纤维板的无机保温材料。本次检索在国内外公开发表的中英文文献中,除了查新项目课题组发表的文章和专利外,没有查到利用热态高炉渣和粉煤灰制备无机纤维保温材料的报道。”

2015年2月,本项目获得中国循环经济协会科学技术奖一等奖。

六、推广应用情况

在实验室研究基础上,北京大学、北京科技大学、山西新型炉业集团有限公司联合研发了利用煤矸石与粉煤灰通过能质耦合与物相调控制备新型氮氧化物以及新型复合耐火材料新技术与新产品,进行了多种合成产物的扩大试验研究,并在山西新型炉业集团有限公司建成煤矸石连续生产氮氧化物以及复相耐火材料示范基地,完成工业试验。

山西新型炉业集团有限公司与北京科技大学以及北京大学合作研究利用煤矸石等固废生产氮氧化物耐火材料等新型非氧化物复合耐火材料,经过多年的三级放大试验于2009年研制成功,在山西太原阳曲县建立新的氮氧化物复合耐火材料生产基地,专业生产新型氮氧化物及复合铁水包衬与新型复合水口等耐火材料,取得了良好经济效益。

北京大学与北京科技大学等联合研发了利用冶金渣以及粉煤灰等工业固废通过能质耦合与形貌调控制备新型矿渣纤维的新技术与新产品,此技术主要针对高温冶金渣热能无法利用以及无机纤维保温材料制备过程能耗高的双重问题开展研发。核心发明是固废形貌的定向调控,使工业固废由颗粒等形态向无机纤维的定向转化,经过系统研究,成功掌握了废弃物成分耦合进行纤维化定向转化的基本规律,制备了多种废弃物矿渣纤维及其复合保温材料。进行了工业生产应用,获得性能优异的保温材料。

长治市华兴环保工程有限公司利用北京大学专利技术,于2011年6月建成年产1500吨矿渣纤维保温材料示范生产线,研制关键生产装备,生产出性能优异的无机矿渣纤维产品。2013年8月,年产2万吨矿渣纤维保温材料的工业生产线上在长冶壶关建成,运行效果与产品性能良好。

2011年,中源伟业新材料有限公司与北京大学合作利用北京大学专利技术,以粉煤灰、煅烧煤矸石为主要原料生产陶瓷纤维保温材料。于2012年8月建成年产2万吨陶瓷纤维及其复合保温材料的示范生产线,生产出性能优异的无机矿渣纤维产品及纤维增强复合保温材料。

中源伟业新材料有限公司还利用北京大学与北京科技大学研发的固废制备多孔保温材料技术，建设了年产 50 万平方米的新型建筑保温材料生产线。

项目多项技术自示范工程投产以来，累计新增销售 5.5 亿元，目前山西长治与朔州两示范基地均在扩建产能与推广应用，同时矿渣该项目正在安徽马鞍山、山东潍坊等地推广应用。

七、主要知识产权目录

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
授权发明专利	一种生产氮氧化物的方法及其专用氮化炉	中国	ZL200910242108.0	2012.01.11	893634	北京大学	王习东、张梅、郭敏、张作泰、刘丽丽、岳昌盛	有效
授权发明专利	一种利用热态高炉渣制造矿渣纤维的方法	中国	ZL200910238030.5	2012.06.20	976963	北京大学	王习东、冯英杰、张梅、郭敏、张作泰、刘丽丽	有效
授权发明专利	一种用煤矸石合成堇青石-莫来石复相材料的方法	中国	ZL2009100728852.1	2012.01.25	901184	北京科技大学	张梅、彭犇、岳昌盛、王习东、郭敏、陆璇	有效
授权发明专利	一种利用高炉渣和粉煤灰制备无机纤维的方法	中国	ZL200810114640.X	2011.03.23	748684	北京大学	王习东、冯英杰、张梅、郭敏	有效
授权发明专利	利用热态高炉渣制备无机矿渣纤维的设备与方法	中国	ZL201110183711.3	2014.07.30	1450174	北京大学	王习东、张作泰、刘丽丽、赵大伟	有效
权发明专利	一种利用热态煤渣制备无机矿渣纤维的方法	中国	ZL201110171216.0	2013.04.17	1175161	北京大学	王习东、张作泰、刘丽丽、王景峰、赵大伟	有效
授权发明专利	一种用固体废弃物合成堇青石的方法	中国	ZL200810239264.7	2010.12.29	723033	北京科技大学	张梅、彭犇、岳昌盛、王习东、郭敏、陆璇	有效

授权发明专利	利用废旧 Al ₂ O ₃ -SiC-C 质铁沟料制备塞隆陶瓷材料的方法	中国	ZL200610012953.5	2006.07.14	366883	山西新型炉业集团有限公司、北京科技大学	王习东、张梅、李华军、董鹏莉、张志安、王海娟、卢虎山、高丽珊	有效
授权发明专利	利用废旧镁碳砖和镁铝碳砖制备镁阿隆陶瓷材料的方法	中国	ZL200610012954.X	2008.10.01	431728	山西新型炉业集团有限公司、北京科技大学	王习东、张梅、李华军、董鹏莉、张志安、王海娟、卢虎山、高丽珊	有效
授权发明专利	一种用铝土矿尾矿合成刚玉-莫来石复相材料的方法	中国	ZL20121046110.3	2014.02.12	1346632	北京科技大学	张梅, 郭敏, 马冬阳, 王振东, 苑德志, 彭彝, 岳昌盛	有效

八、主要完成人情况

1. 王习东, 北京大学, 教授

全面负责本项目的研究工作, 包括研究思路、总结实验方案的设计、关键技术和难点的解决、具体科研问题细节工作的掌握和控制、关键科学问题机理分析与总结等。主要技术发明点如下: (1) 煤矸石能源资源耦合高效利用制备新型氮氧化物复合耐火材料的工艺、技术; (2) 连续氮化炉设计与制造 (专利号: ZL200910242108.0); (3) 粉煤灰物相结构转化高效利用技术; (4) 高炉渣和粉煤灰制备无机纤维技术 (专利号 ZL200910238030.5、ZL200810114640.X、ZL201110183711.3)。对项目三方面所有 10 个创新点都有重要贡献。

2. 张梅, 北京科技大学, 教授

负责指导实验方案的设计与制定、人员配置、调控研究进度、关键技术难点问题分析、成果总结等。主要发明点如下: (1) 莫来石复相材料和堇青石制备技术 (专利号 ZL2009100728852.1、ZL200810239264.7、ZL20121046110.3); 新型氮氧化物复相材料制备工艺 (专利号 ZL200610012953.5、ZL200610012954.X)。对创新点 1、2、3、4、5、8、9、10 有贡献。

3. 张作泰, 北京大学, 副研究员

实验技术指导、机理分析、数据总结等, 对本项目的研究工作地道很多作用。主要技术创新如下: (1) 热态高炉渣、煤渣制备无机矿渣纤维工艺与设备 (专利号 ZL200910238030.5、ZL201110183711.3、ZL201110171216.0); (2) 氮氧化物复相耐火材料连续化生产 (专利号: ZL200910242108.0)。对创新点 2、5、6、7、8 有贡献。

4. 郭敏, 北京科技大学, 教授

实验技术指导, 工艺和理论分析, 对项目研究起到重要的贡献作用。主要技术创新如下: (1) 堇青石保温材料制备技术与工艺 (专利号 ZL200810239264.7);

(2) 堇青石复相材料制备技术(专利号 ZL2009100728852.1、ZL 20121046110.3)。对创新点 1、3、5、8、9、10 有贡献。

5. 刘丽丽, 北京大学, 副研究员

样品工艺改进及性能检测和分析。主要技术发明点如下:(1) 热态煤渣、高炉渣和粉煤灰制备无机纤维技术(专利号 ZL 201110171216.0、ZL200910238030.5、ZL201110183711.3);(2) 连续氮化实验研究(专利号: ZL200910242108.0)。对创新点 2、5、6、7、8、10 有贡献。

6. 张志安, 山西新型炉业集团有限公司, 高级工程师

负责示范工程连续化生产技术和工艺。主要技术发明点如下:(1) 固废生产氮氧化物耐火材料技术与工艺(专利号 ZL200610012953.5 和 ZL200610012954.X);(2) 工业连续化生产与制备技术。对创新点 1、2、3、4 有贡献。

九、完成人合作关系说明

本项目第一完成人王习东于 1997 年到北京科技大学工作, 开展新型氮氧化物耐火材料和复相保温与耐火材料的研究工作, 并于 2006 年 10 月离开北京科技大学到北京大学工学院工作, 在继续新型复相耐火与保温材料研究的同时, 在国内率先开展低成本、高附加值固废制备无机纤维保温材料的研究工作。在调任北京大学工作后, 与第二、第三、第四、第五以及第六完成人一直保持良好的长期合作关系。

第二完成人张梅于 2004 年留学归国后, 到北京科技大学工作; 第四完成人郭敏 2005 年到北京科技大学工作; 第二完成人张梅与第四完成人郭敏当时属于王习东教授课题组(学术梯队)成员, 共同研究, 共同指导学生。在王习东教授离开北京科技大学后, 张梅、郭敏自组梯队, 并一直保持与北京大学的全面合作。共同完成了国家科技支撑项目《煤系高岭岩制备高性能保温与耐火材料技术开发》, 课题编号: 2007BAB24B05, 该项目通过山西省科技厅组织的鉴定: “在同类研究中达到了国际领先水平”。在第一完成人调任北京大学工作以后, 两个单位(课题组)联合发表文章, 共同申请课题, 一直保持良好的合作关系。具体详见部分联合申请的专利和共同发表的文章。

第三完成人张作泰于 2009 年 1 月留学归国后, 到北京大学工作, 属于第一完成人王习东课题组骨干成员, 同时与第一、第二、第四、第五完成人一起开展了固废制备无机纤维保温材料的研制工作。

第五完成人刘丽丽, 2007 年在导师王习东教授指导下在北京科技大学获得博士学位, 参与了本项目中新型复相耐火材料相关研究工作, 于 2008 年到北京大学工作, 属于第一完成人王习东课题组骨干成员, 与第一、第三完成人共同在北京大学完成了工业固废制备无机保温材料的研究工作。

第六完成人张志安从 2005 年起与第一、第二、第四完成人一起共同开发煤矸石等固体废弃物制备新型高附加值耐火材料的研究工作, 作为示范基地技术负责人和课题骨干, 与第一和第二完成人共同完成了共同完成了国家科技支撑项目《煤系高岭岩制备高性能保温与耐火材料技术开发》, 课题编号: 2007BAB24B05, 获得显著的经济效益。