公示内容

第一完成人签字：

项目名称：多孔非金属阻隔防爆材料及其在储罐防爆应用中的关键技术和成套装备

完 成 人：邢志祥，李锦春，马国良，郝永梅，潘旭海，欧红香，王利平，黄勇

完成单位：常州大学（邢志祥，李锦春，郝永梅，欧红香，王利平，黄勇）、江苏安普特防爆科技有限公司（马国良）、南京工业大学（潘旭海）

项目简介：

非金属阻隔防爆材料作为大型油气储罐、相关危险化学品储罐以及运输的重要装填材料，已列入国家安全生产鼓励发展的产品之一。传统的金属阻隔防爆材料因在介质中长期储存过程中会发生氧化、腐蚀而污染介质，甚至可能堵塞油管，造成更大的事故，因而不能应用于甲醇、甲醇汽油等有机溶剂储罐中。此外，其防爆性能不稳定，爆炸后需要及时更换，爆炸形成的粉末也会污染介质，给后续处理工作带来了一定的困难。该项目以高分子材料替代传统金属阻隔防爆材料为研究目标，首创了以聚烯烃为基材的阻燃抗静电阻隔防爆专用料制备关键技术，揭示了多孔非金属阻隔防爆机理并获得了储罐防爆应用的最佳技术参数，集成创新了非金属阻隔防爆材料制造工艺与装备，国家安监总局组织的科技成果鉴定和江苏省科技项目验收意见一致认为该技术达到国际先进水平。

首创了以聚烯烃为基材的阻燃抗静电阻隔防爆专用材料制备关键技术。采用聚烯烃共聚物为基体，添加阻燃剂、抗静电剂、发泡剂、增韧剂等各种助剂在一定温度和压力下进行共聚反应，首创获得性能良好的非金属阻隔防爆材料工艺配方，与传统材料相比，具有在甲醇汽油等有机溶剂中耐腐蚀和相容性好、耐高低温性能、阻燃和抗静电性能以及抗冲击易回弹等特点。使用温度范围广，阻燃性等级高，抗冲击特性强，置换率低。耐震荡和相容性好。材料阻燃性达到UL-94 V-0 级，表面电阻率达到109Ω•cm，其溶胀率小于5%。

揭示了多孔非金属材料的阻隔防爆机理并获得了储罐防爆应用的最佳技术参数。揭示了多孔非金属的阻隔防爆机理，主要包括小孔分离阻隔效应、器壁碰撞吸附效应、冷壁冷却效应和惰性气体抑制效应。对新型非金属阻隔防爆材料的防爆性能，与甲醇汽油等的相容性，耐振动冲击性能等进行了大量实验和测试，并与铝合金金属阻隔防爆材料性能进行了对比，结果表明：新型非金属阻隔防爆材料具有良好的防爆性能、耐腐蚀与相容性能、耐振动冲击性能。通过对多孔材料在大型储罐应用技术的研究，得到储罐阻隔防爆的最佳应用技术方案包括多孔材料的形状、多孔材料的空隙率、装填密度、留空率等关键技术和参数，为油气等危险化学品储罐的阻隔防爆推广应用提供技术基础。

集成创新了多孔非金属阻隔防爆材料制造工艺与装备。采用熔喷一次成型工艺，开发了圆柱形、长方形等多孔材料的成型制造工艺与设备，相对于传统的满足材料孔隙率高、均匀性好、强度和刚度高等性能要求，该设备能连续自动化生产，生产能力达到5万立方米/年。

该技术和产品经江苏安普特防爆科技有限公司生产销售，在中化舟山危化品应急救援基地有限公司、中石化常州钟楼油库、建滔（常州）石化码头有限公司等多家石化企业单位推广使用。2016-2018年实现销售额83800万元，利润2514万元。应用本项目材料后，减少了石化企业事故，为企业节省各类开支5900万元。获中国授权发明专利6件、实用新型10件，制订江苏省地方标准1件（DB32/T 3251-2017 “储罐、罐车用非金属阻隔防爆安全技术要求”）。

完成单位情况表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 单位名称 | 排名 | 创新推广贡献 |
| 常州大学 | 第1 | “非金属阻隔防爆材料及其在储罐本质安全防爆中的应用关键技术”是在与企业合作的基础上，围绕大型油气储罐爆炸与火灾发生过程，对非金属阻隔防爆材料的防爆机理和效果进行系统研究，研制出工艺简单、成本低廉、性能优异的非金属阻隔防爆材料，项目技术成果得到了专家组的一致肯定，并与项目成果转化企业江苏安普特防爆科技有限公司一起实现了非金属阻隔防爆材料产业化生产，已大同市新丰之源环保新技术有限公司、昆山京昆油田化学科技开发有限公司和常州盛有运输有限公司等相关企业得到了成功应用，受到了用户的广泛好评。 |
| 江苏安普特防爆科技有限公司 | 第2 | 公司与常州大学、南京工业大学共同合作，对阻隔防爆材料的选择和加工工艺进行重大改进，取得了重大突破；采用热轧方式改变了阻隔防爆材料的力学性能，解决了防爆材料长期使用会产生破碎、变形等难题，防止了泵、表、阀及各种油路系统堵塞及材料变形塌陷等情况发生。该技术和产品经公司生产销售，在中化舟山危化品应急救援基地有限公司、中石化常州钟楼油库、建滔（常州）石化码头有限公司等多家石化企业单位推广使用。 |
| 南京工业大学 | 第3 | 本项目通过对多孔非金属于材料对储罐内可燃气体爆炸过程中对火焰传播的抑制作用和效果的研究，研究新型多孔非金属阻隔防爆材料，研究多孔材料对压力波吸收以及能量耗散的过程的理论依据，为准确描述多孔材料的抑爆机理提供理论基础。通过对多孔材料在大型储罐应用技术的研究，得到储罐阻隔防爆的最优应用方案包括多孔材料的形状、多孔材料的空隙率、装填密度、留空率、清洗通道方案和清洗技术等关键技术，为大型储罐上推广应用提供技术基础。 |

主要知识产权目录（不超过10件）

第一完成人签字：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 | 一种燃气管道泄漏在线检测和定位方法及其装置 | 中国 | ZL201310438040.X | 2013年9月24日 | 2105759 | 常州大学，江苏省特种设备安全监督检验研究院常州分院 | [**郝永梅**](http://www.wanfangdata.com.cn/details/detail.do?_type=patent&id=CN201310438040.X)**，**[**邢志祥**](http://www.wanfangdata.com.cn/details/detail.do?_type=patent&id=CN201310438040.X)，[毛小虎](http://www.wanfangdata.com.cn/details/detail.do?_type=patent&id=CN201310438040.X)，[严欣明](http://www.wanfangdata.com.cn/details/detail.do?_type=patent&id=CN201310438040.X)，[李奎](http://www.wanfangdata.com.cn/details/detail.do?_type=patent&id=CN201310438040.X) | 有效 |
| 发明专利 | 阻燃剂六丁醇基环三磷腈及制备方法和应用 | 中国 | ZL201410185522.3 | 2016年6月8日 | 2105770 | 常州大学 | **李锦春**，胡文田，张鑫，蒋明访 | 有效 |
| 发明专利 | 2,4,6-三磷酸二乙酯羟甲基苯氧基-1,3,5-三嗪阻燃剂及制备方法 | 中国 | ZL201510443352.9 | 2018年1月2日 | 2762279 | 常州大学 | **李锦春**，马彬彬，杨荣，张鑫，胡文田 | 有效 |
| 发明专利 | 一种用于LNG运输、储存的耐低温导热高分子材料及其制备方法 | 中国 | ZL201310222749.6 | 2015年4月22 | 1638840 | 江苏安普特防爆科技有限公司 | **马国良** | 有效 |
| 发明专利 | 一种聚烯烃类高分子阻隔防爆材料及其制备方法 | 中国 | ZL201510447643.5 | 2018年4月20 | 2889598 | 江苏安普特防爆科技有限公司 | **马国良** | 有效 |
| 发明专利 | 一种非金属阻隔防爆装置及其制造工艺 | 中国 | ZL201410712498.4 | 2017年8月25日 | 2596684 | 江苏安普特防爆科技有限公司 | **马国良** | 有效 |
| 发明专利 | 一种LNG蒸发速率的测量系统及计算方法 | 中国 | ZL201510844009.5 | 2018年7月27 |  | 南京工业大学 | **潘旭海**，华敏，叶从亮，贺宝龙，杨倩，蒋军成 | 有效 |
| 实用新型专利 | 一种LNG蒸发速率的测量系统 | 中国 | ZL201520958253.X | 2016年4月26 |  | 南京工业大学 | **潘旭海**，叶从亮，华敏，贺宝龙，蒋军成 | 有效 |

主要完成人情况表

第一完成人签字：

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 姓名 | 排名 | 技术职称 | 工作单位 | 完成单位 | 对本项目技术创造性贡献 | 曾获科技奖励情况 |
| 邢志祥. | 第1 | 教授 | 常州大学 | 常州大学 | 作为项目负责人，对项目的主要研究方案、技术路线、关键技术的研究及项目成果的示范应用等进行了全方位研究工作，技术研究方面主要承担了非金属阻隔防爆材料的防爆机理研究，非金属阻隔防爆材料防爆性能研究，非金属阻隔防爆材料相容性等性能研究工作，提出了非金属阻隔防爆材料在大型储罐上的关键应用参数和工艺。发表论文20余篇，主导编制了江苏省地方标准（DB32/T 3251-2017）“储罐、罐车用非金属阻隔防爆安全技术要求” （2017.5），为项目的圆满完成发挥了负责人的作用，在该项科学研究中完成工作量占80%以上。 | 1. 液化天然气(LNG)加气站安全技术及装备研究，国家安全生产科技成果二等奖，2015年，排名第1；2. 液化石油气储罐对火灾热响应CFD模拟，公安部自然科学论文三等奖，2006年，排名第1；3. 化工过程爆炸灾害理论模型及防灾决策支持系统，中国石油和化学工业协会科技进步二等奖，2004年，排名第4；4. 安全评价与风险分析技术及软件系统，国家安全生产科技成果三等奖，2004年，排名第5； |
| 李锦春 | 第2 | 教授 | 常州大学 | 常州大学 | 作为项目主要完成人负责项目中非金属阻隔防爆材料的防爆机理研究和非金属阻隔防爆材料防爆性能研究部分，提出了考察填充密度和留空率对储罐抑爆效果影响的设想，设计并实施了相关抑爆性能实验，参与编制了江苏省地方标准（DB32/T 3251-2017）“储罐、罐车用非金属阻隔防爆安全技术要求”（2017.5）。在该项科学研究中完成工作量占80%以上。 | 1. 高性能凹凸棒石界表面杂化材料关键制备技术及产业化应用，江苏省科技进步二等奖，2011年，排名第5； 2. 典型高分子材料无卤阻燃化关键性技术及其应用，教育部技术发明一等奖，2009，排名第2； 3. 环保型低烟无卤阻燃电缆料的开发及工业化，江苏省科技进步三等奖，2006，排名第1；4. 单层高密度聚乙烯液体化学品包装容器专用料及其成型加工研究，江苏省科技进步二等奖，1997年，排名第3； |
| 马国良 | 第3 | 高工 | 江苏安普特防爆科技有限公司 | 江苏安普特防爆科技有限公司 | 作为项目主要完成人负责研究开发了非金属阻隔防爆材料制造工艺与装备，参与开发了圆柱形、长方形等多孔材料的成型制造工艺与设备，负责多孔非金属阻隔防爆材料的推广应用，获得国家发明专利6项，实用新型专利14项，参与制定了江苏省地方标准1件。 | 第六届安全生产科技成果奖 二等奖 |
| 郝永梅 | 第4 | 副教授 | 常州大学 | 常州大学 | 作为项目主要完成人主要负责多孔非金属阻隔爆材料在油气储罐抑爆中的应用技术方案和最佳工艺参数，设计并组织实施了相关实验研究。参与了非金属阻隔防爆材料振动实验研究。在该项科学研究中完成工作量占50%以上。 | 液化天然气（LNG）加气站安全技术及装备研究，国家安全生产科技成果二等奖，2015年。 |
| 潘旭海  | 第5 | 教授 | 南京工业大学 | 南京工业大学 | 作为项目主要完成人对LNG储罐填充特种网状阻隔抑爆材料的阻隔抑爆性能进行实验研究和分析。设计实施了非金属阻隔防爆机理研究中仿真模拟部分，运用FLUENT、ANSYS等仿真软件考察了LNG储罐中材料的填充密度和留空率与材料阻隔防爆效果之间的影响。在该项科学研究中完成工作量占70%以上。 | 1. 中国石油与化学工业协会科技进步二等奖，2004年，排名第2；2. 国家安全生产监督管理总局科技进步三等奖，2004年，排名第3；3. 中国石油和化学工业协会科技进步一等奖，2007年，排名第4；4. 高等学校科学研究科技进步二等奖，2009年，排名第3；5.安全生产科技成果奖二等奖，2009年，排名第3； |
| 欧红香 | 第6 | 教授 | 常州大学 | 常州大学 | 作为项目主要完成人，研究填充特种网状抑爆材料后储罐的抑爆性能、阻火性能等，研究分析填充密度、留空律等参数对储罐阻隔抑爆性能的影响规律，优化确定最佳工作参数。在该项科学研究中完成工作量占50%以上。 | 1.液化天然气（LNG）加气站安全技术及装备研究，国家安全生产科技成果二等奖，2015.01。 |
| 王利平 | 第7 | 教授 | 常州大学 | 常州大学 | 作为项目主要完成人研究了非金属多孔材料的生产工艺，对多孔网状材料生产工艺及阻隔防爆孔隙率、填充密度等进行了研究。在该项科学研究中完成工作量占50%以上。 | 江苏省科技进步二等奖 |
| 黄勇 | 第8 | 高工 | 常州大学 | 常州大学 | 作为主要完成人开展了非金属阻隔防爆材料在储罐中的防爆实验。具体研究了多孔聚氨酯材料、网状聚丙烯材料的阻隔抑爆性能，考察了孔径、留空率、填充密度等参数对爆炸压力的影响。在该项科学研究中完成工作量占40%以上。 | 1. “液化天然气(LNG)加气站安全技术及装备研究”，第六届安全生产科技成果奖二等奖，国家安全生产监督管理总局，2015年，排名第5；2. 城市火灾风险评估与消防力量配置优化技术，常州市科学技术进步奖三等奖，常州市人民政府，2011年，排名第4。 |

第一完成人签字：

推广应用情况：

本项目自主开发生产的多孔非金属阻隔防爆材料经江苏安普特防爆科技有限公司生产销售，已在大型石化企业得到应用推广。以为中化舟山危化品应急救援基地有限公司、中石化常州钟楼油库、建滔（常州）石化码头有限公司为例，经应用后其产品性能达到了AQ3001-2005《汽车加油（气）站、轻质燃油和液化石油气汽车罐车用阻隔防爆储罐技术要求》、企业标准Q/320412APT002-2015《汽车加油（气）站、轻质燃油和液化石油气汽车罐车用非金属阻隔防爆材料》等标准的要求，具体应用情况如下表所示：

**主要应用单位情况表**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **应用单位名称** | **应用技术** | **应用的起止时间** | **经济、社会效益** |
| 江苏安普特防爆科技有限公司 | 多孔非金属阻隔防爆材料及其在储罐防爆应用中的关键技术和成套装备 | 2016.1-2018.12 | 实现销售额83800万元，利润2514万元。 |
| 中化舟山危化品应急救援基地有限公司 | 多孔非金属阻隔防爆材料及其在储罐防爆应用中的关键技术 | 2017.1-2018.10 | 在油罐车长期颠簸振动中不产生碎屑，能有效减少油品晃荡及轮胎磨损。 |
| 中石化常州钟楼油库 | 多孔非金属阻隔防爆材料及其在储罐防爆应用中的关键技术 | 2016.2-2018.8 | 在储罐中进行防爆填充技术改造后，防爆效果显著。 |
| 建滔（常州）石化码头有限公司 | 多孔非金属阻隔防爆材料及其在储罐防爆应用中的关键技术 | 2016.3-2018.9 | 在储罐中进行防爆应用后，效果明显，未发生爆炸事故，减少油气蒸发。 |

用户意见表明，该材料与传统铝合金阻隔防爆材料相比，具有良好的耐甲醇汽油等溶剂的腐蚀性，质量轻、孔隙率大，良好的阻火抑爆性能，良好阻燃、抗静电和耐高低温性能，便于回收利用等特点。在油罐车长期颠簸振动中不产生碎屑，能有效减少油品晃荡及轮胎磨损。2016-2018年实现销售额83800万元，利润2514万元。应用本项目材料后，减少了石化企业事故，为企业节省各类开支5900万元。获中国授权发明专利6件、实用新型10件，制订江苏省地方标准1件（DB32/T 3251-2017 “储罐、罐车用非金属阻隔防爆安全技术要求”）。