

附件2:

基于仿贻贝材料次价键构筑高性能阻燃聚合物关键技术

项目公示内容



项目名称	基于仿贻贝材料次价键构筑高性能阻燃聚合物关键技术
奖项类型	科学技术进步奖
推荐单位	华北科技学院
提名单位	廊坊市科学技术局
项目简介	<p>高分子材料广泛应用于工农业生产各个领域，但其存在易燃缺点，给安全生产带来了巨大的火灾隐患。一般通过添加阻燃剂的方法实现对材料的防火改性，但目前阻燃剂应用中存在分子量低、易迁移、与聚合物相容性差、对材料的加工和力学性能影响大等问题。而通过阻燃单体聚合获得的本质阻燃聚合物具有较好的力学和阻燃性能，但其加工难度大，价格昂贵，应用受到限制。本项目在河北省基金委、中国博士后基金、廊坊市科技厅及多家高分子材料企业的支持下，历经多年攻关，利用仿贻贝材料的普适粘附性通过在阻燃剂与聚合物界面形成强次价键构筑类似本质阻燃结构的高性能阻燃聚合物，既解决了阻燃剂应用导致材料加工性能和力学性能下降、阻燃剂易迁移等问题，又克服本质阻燃聚合物加工困难、价格昂贵缺点。主要创新点如下：</p> <p>1. 基于仿贻贝材料构筑高性能阻燃聚合物新技术。利用仿贻贝材料超强的普适粘附性，通过强次价键实现阻燃剂与聚合物的有机键合，构筑高性能阻燃聚合物。</p> <p>2. 基于仿贻贝材料的阻燃剂表面改性新方法。通过在阻燃剂表面包覆仿贻贝粘附层，不但实现了阻燃剂的表面功能化改性，增加与聚合物的相容性，而且利用仿贻贝材料的阻燃元素构建了膨胀阻燃体系或协同阻燃体系，进而使阻燃性能进一步提高。</p> <p>3. 基于仿贻贝材料的高导电 PEDOT 涂层技术。将 PP、PE、PET 等疏水材料经仿贻贝材料表面处理后赋予其亲水性，再通过强次价键与导电聚合物 PEDOT 结合，制备力学性能良好的高导电 PEDOT 涂层材料。解决了 PEDOT 易结晶、难熔融和溶解、难进行薄膜形</p>

	<p>式加工或用于 PP、PE 等疏水材料的导电性改性问题，拓宽了导电聚合物基底材料的选择范围，为高性能导电涂层的制备与研发开辟新方法。</p> <p>4. 基于仿贻贝材料的多功能阻燃 PVC 复合材料。研制了具有高效阻燃、抑烟、与 PVC 相容性较好、减少 PVC 燃烧时腐蚀性气体排放、提高 PVC 热稳定性的多功能阻燃剂。基于仿贻贝材料以之构筑的阻燃 PVC 复合材料兼备良好的阻燃、抑烟、热稳定性、力学性能。</p> <p>项目由中国博士后基金项目“本质阻燃热固性塑料研究（2011M500434）”、河北省自然科学基金项目“仿贻贝材料在超级电容器中的应用与研究（E2017508045）”和廊坊市科学技术研究与发展计划项目“仿贻贝阻燃剂的制备及其矿用阻燃材料的研究（2017011040）”组成。项目代表性理论成果获得授权发明专利 6 项、发表 SCI 收录学术论文 4 篇。项目技术在河北富思特新型建材有限公司、伟诚防火科技集团有限公司、廊坊华亚保温材料有限公司、唐山科润化工产品有限公司、神州节能科技集团有限公司等多家河北省高分子材料生产企业进行了推广应用，开发了阻燃聚苯板、防火涂料、阻燃橡塑板和阻燃树脂等高性能阻燃聚合物产品，其中有应用证明的 5 家大型材料生产企业近 3 年新增销售额 5.13 亿元，新增利润 1.6 亿元。项目的实施推广降低了高分子材料火灾隐患，减少火灾事故发生，在提高安全生产方面取得了显著的经济和社会效益。国内外查新结果无相关文献报道。</p>
主要完成单位及创新推广贡献	<p>1、华北科技学院</p> <p>（1）根据项目主要研究目标，制定了总体研究方案和技术方案，对主要科技创新 1～4 做出了重要贡献；（2）围绕项目研究内容，依托河北省危险化学品安全与控制技术重点实验室，进行了人员、资金、场地投入，为项目研究提供了必要的试验仪器与设备支撑；（3）利用仿贻贝材料表面改性阻燃关键技术，研发了 B1 级阻燃聚苯板、防火涂料、阻燃橡塑板和阻燃树脂等高性能阻燃聚合物；（4）对高性能阻燃聚合物材料进行了广泛的推广应用，有效提高了企业经济效益和社会效益；（5）项目代表性理论成果获得授权发明专利 6 项、发表 SCI 收录学术论文 4 篇。</p> <p>2、河北富思特新型建材有限公司</p> <p>对主要科技创新 1～2 做出了重要贡献，阐明了在中试实验和大规模生产中仿贻贝材料对阻燃剂表面的改性作用和对聚合物基体中填料界面影响规律，为项目的广泛应用奠定了坚实的理论基础，对项目推广发挥了重要作用。</p>
应用情况及效益情况	<p>该技术成果在河北富思特新型建材有限公司、廊坊华亚保温材料有限公司、伟诚防火科技集团有限公司、神州节能科技集团有限公司、唐山科润化工产品有限公司等多家河北省高分子材料生产企业进行了推广应用，开发了阻燃聚苯板、防火涂料、阻燃橡塑板和阻燃树脂等高性能阻燃聚合物产品。其中有应用证明的 5 家大型材料生产企业自 2018 年 1</p>

月应用本项目成果以来新增销售额 5.13 亿元，新增利润 1.6 亿元；项目的实施推广降低了高分子材料火灾隐患，减少火灾事故发生，在提高安全生产方面取得了显著的经济和社会效益。

项目成果开辟了仿贻贝材料应用的新领域，为我国高性能阻燃聚合物材料的制备提供了新方法、新技术和新机理，为研究具有更优的高性能阻燃体系奠定了理论和技术基础，为我国高分子阻燃等相关行业法规的制订提供了技术和实践支撑。

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	国家（地区）	授权号（标准编号）	授权（标准发布）日期	证书编号（标准批准发布部门）	权利人（标准起草单位）	发明人（标准起草人）	发明专利（标准）有效状态	是否包含河北省完成单位/完成人
1	已授权发明专利	一种仿贻贝材料微胶囊化表面改性阻燃剂的制备方法	中国	201711089405.7	2020-11-10	4088282	华北科技学院	高明；陈顺；孙彩云	有效专利	是
2	已授权发明专利	一种仿贻贝阻燃材料的制备方法	中国	201710128342.5	2019-02-15	3253247	华北科技学院	王昊；高明；孙英娟；申腾飞；秦志；张董飞	有效专利	是
3	已授权发明专利	一种聚多巴胺包覆红磷微胶囊阻燃剂的制备及其使用方法	中国	201811053467.7	2020-05-22	3806941	华北科技学院	高明；陈顺；王昊	有效专利	是
4	已授权发明专利	一种高导电 PEDOT 涂层材料及其制备方法	中国	201710025937.8	2019-06-11	3410674	华北科技学院	王昊；高明；张雨晨；赵国琪；张董飞	有效专利	是
5	已授权发明专利	一种阻燃抑烟型 PVC 复合材料及其制备方法	中国	201811297660.5	2020-11-10	4088611	华北科技学院	高明；陈学习	有效专利	是
6	已授权发明专利	一种带有磷钼酸盐的阻燃抑烟型 PVC 及其制作方法	中国	201711089431.X	2020-10-27	4015225	华北科技学院	高明；李俊飞；岳丽娜	有效专利	是
7	论文	Preparation, and Application of a Novel, Microencapsulate	美国	ISSN:2470-1343	2018-06-25	ACS Omega	华北科技学院	高明；陈顺；王昊；柴志华	其他有效的知识产	是

		d, Intumescent, Flame-Retardant-Based Mimicking Mussel							权	
8	论文	A mussel-inspired intumescent flame-retardant unsaturated polyester resin system	匈牙利	ISSN:1388-6150	2019-04-26	Journal Of Thermal Analysis And Calorimetry	华北科技学院	高明;王雨欣;陈学习;王昊	其他有效的知识产权	是
9	论文	Mussel-inspired general interface modification method and its application in polymer reinforcement and as a flame retardant	美国	ISSN:2470-1343	2018-05-04	ACS Omega	华北科技学院	王昊;周旋;Masroor Abro;高明;邓梅桂;秦志;孙英娟;岳丽娜;张晓茜	其他有效的知识产权	是
10	论文	Imitation-mussel-based high-performance conductive coating on hydrophobic fabric for thermochromic application	美国	ISSN: 1097-4628	2019-04-01	Journal of Applied Polymer Science	华北科技学院	王昊;岳丽娜;王晓伟;邓梅桂;孙英娟;高明	其他有效的知识产权	是

主要完成人情况

排名	姓名	技术职称	工作单位	完成单位	对本项目技术创造性贡献	曾获科学技术奖励情况
1	高明	教授	华北科技学院	华北科技学院	<p>本项目负责人，对创新点 1、2、4 做出重要贡献，主要表现在：</p> <p>①主持开发了基于单宁酸-铁络合物构筑高性能阻燃环氧树脂和不饱和聚酯树脂技术，完成其设计加工和相关机理研究工作；</p> <p>②主持开发了基于聚多巴胺构筑高性能阻燃不饱和聚酯树脂技术，并完成其在阻燃树脂材料中的应用；</p> <p>③主持研制了具有高效阻燃、抑烟、与 PVC 相容性较好的多功能阻燃剂。</p> <p>④主持项目推广和应用。</p>	曾获 2019 年河北省科技进步三等奖，项目名称“膨胀阻燃与纳米复合关键技术在矿井火灾防控材料中的应用”，排名第一。
2	王昊	副教授	华北科技学院	华北科技学院	负责项目相关研究工作，对创新点 1、3 做出重要贡献，主要表现在：	无

			学院		①主持开发了基于单宁酸-铁络合物构筑高性能阻燃尼龙技术，完成设计加工和机理研究； ②主持开发了基于单宁酸-铁络合物的高导电、阻燃 PEDOT 涂层技术； ③负责本项目技术在唐山科润化工产品有限公司的推广应用工作。	
3	孙彩云	副教授	华北科技学院	华北科技学院	负责项目相关理论研究工作，对创新点 1、2 做出重要贡献，主要表现在： ①基于单宁酸-铁络合物构筑高性能阻燃聚合物试验设计和性能数据处理； ②负责项目推广中试实验和大规模生产中配方试验设计和数据分析。	曾获 2019 年河北省科技进步三等奖，项目名称“膨胀阻燃与纳米复合关键技术在矿井火灾防控材料中的应用”，排名第三。
4	岳丽娜	副教授	华北科技学院	华北科技学院	负责项目相关研究工作，对创新点 3、4 做出重要贡献，主要表现在： ①参与开发了基于单宁酸-铁络合物的高导电、阻燃 PEDOT 涂层技术； ②参与研发了具有高效阻燃、抑烟、与 PVC 相容性较好的多功能阻燃剂，并完成在 PVC 中的应用加工和相关机理研究。 ③负责本项目技术在神州节能科技集团有限公司的推广应用工作。	无
5	刘东华	高级工程师	河北富思特新型建材有限公司	河北富思特新型建材有限公司	本项目主要研究人员，负责项目应用推广工作，对创新点 1、2 做出重要贡献，主要表现在： ①负责项目中试实验和大规模生产实验研究； ②负责本项目技术在河北富思特新型建材有限公司和廊坊华亚保温材料有限公司的推广应用工作。	曾获华夏建设科学技术三等奖、河北省科技进步三等奖、中国建筑材料联合会二等奖。
6	张晓茜	副教授	华北科技学院	华北科技学院	本项目主要研究人员，对创新点 1、2 做出重要贡献，主要表现在： ①参与开发了基于单宁酸-铁络合物构筑高性能阻燃尼龙技术，完成其设计加工和相关机理研究工作； ②参与本项目技术在伟诚防火科技集团有限公司的推广应用工作；	无

7	孙英娟	副教授	华北科技学院	华北科技学院	负责项目相关研究工作,对创新点3 做出重要贡献,主要表现在: ①参与开发了基于单宁酸-铁络合物的高导电、阻燃 PEDOT 涂层技术; ②参与开发了基于单宁酸-铁络合物构筑高性能阻燃尼龙技术,完成设计加工和机理研究;	曾获 2019 年河北省科技进步三等奖,排名第五、2014 年河北省煤炭工业科学技术三等奖、排名第一。
---	-----	-----	--------	--------	---	---

完成人合作关系说明

本项目在第一完成人的组织协调下,主要完成人在基于仿贻贝材料次价键构筑高性能阻燃聚合物关键技术等方面开展了深入的合作。完成人合作关系具体说明如下:

(1) 基于仿贻贝材料构筑高性能阻燃聚合物新技术。高明是研究思路和方案的提出者,孙彩云、岳丽娜、孙英娟等完成了实验设计、制备和性能测试,刘东华优化制备工艺,主持中试实验和大规模生产实验研究,并积极进行了现场推广。上述完成人进行了密切合作。

(2) 基于仿贻贝材料的阻燃剂表面改性新方法。王昊是研究思路的提出者,孙彩云、岳丽娜、孙英娟、张晓茜等完成了实验设计、制备和性能测试和机理研究,刘东华、高明、岳丽娜、张晓茜等进行了现场推广和应用。上述完成人进行了密切合作。

(3) 基于仿贻贝材料的高导电 PEDOT 涂层技术。王昊主持方案制定和指导,高明、岳丽娜、孙英娟参与高导电 PEDOT 涂层技术的研发。上述完成人进行了密切合作。

(4) 基于仿贻贝材料的多功能阻燃 PVC 复合材料。高明是研究思路和方案的提出者,岳丽娜进行实验,并进行了现场推广和应用。上述完成人进行了密切合作。

完成人合作关系情况汇总表

序号	合作方式	合作者/项目排名	合作时间	合作成果	备注
1	专利合作	高明/1, 孙彩云/2	2017.1~2020-12	发明专利:一种仿贻贝材料微胶囊化表面改性阻燃剂的制备方法	
2	专利合作	王昊/1, 高明/2, 孙英娟/3	2017.1~2019-12	发明专利:一种仿贻贝阻燃材料的制备方法	
3	专利合作	高明/1, 王昊/2	2018.1~2020-12	发明专利:一种聚多巴胺包覆红磷微胶囊阻燃剂的制备及其使用方法	
4	专利合作	王昊/1, 高明/2	2017.1~2019-12	发明专利:一种高导电 PEDOT 涂层材料及其制备方法	
5	专利合作	高明/1, 岳丽娜/2	2017.1~2020-12	发明专利:一种带有磷钼酸盐的阻燃抑烟型 PVC 及其制作方法	

6	论文 合著	高明/1, 王昊/2	2016.1~ 2018-12	SCI 论文: Preparation, and Application of a Novel, Microencapsulated, Intumescent, Flame-Retardant-Based Mimicking Mussel	
7	论文 合著	高明/1, 王昊/2	2017.1~ 2019-12	SCI 论文: A mussel-inspired intumescent flame-retardant unsaturated polyester resin system	
8	论文 合著	王昊/1, 高明/2, 孙英娟/3, 岳丽娜/4, 张晓茜/5	2016.1~ 2018-12	SCI 论文: Mussel-inspired general interface modification method and its application in polymer reinforcement and as a flame retardant	
9	论文 合著	王昊/1, 岳丽娜/2, 孙英娟/3, 高明/4	2017.1~ 2019-12	SCI 论文: Imitation- mussel-based high-performance conductive coating on hydrophobic fabric for thermochromic application	
10	共同 项目	高明/1, 刘东华/2, 王昊/3, 孙彩云/4, 孙英娟/5	2016.1-2 020.12	富思特科技创新项目: 基于仿贻贝材料的高性能阻燃聚苯板研究。	