

一、专业实践训练整体情况

实践单位名称	国家能源集团宁夏煤业有限责任公司煤炭化学工业技术研究院	
实践单位地点	宁夏灵武市宁东镇煤化工园区煤炭化学工业技术研究院	
实践岗位名称	研究员	
专业实践训练时间	集中进行	2021年09月30日开始 至 2022年03月31日结束
		专业实践训练累计 182 天（单位考核前），其中项目研究天数 100 天（单位考核前）
<p>(1) 基本概况（含实践单位简介、实习实践内容等）</p> <p>国家能源集团宁夏煤业有限责任公司煤炭化学工业技术研究院成立于 2018 年，现有 5 个职能部室和 7 个创新团队，员工 165 人。研究生及以上学历人员占员工总数的 77%，主要业务是科技创新、服务装置和成果转化。联合 34 家高校和科研院所，建成 1 个国家地方联合工程实验室、2 个产学研联盟、3 个协同创新中心。建成宁夏首个国际联合研究中心、组建了低阶煤清洁转化与应用技术国家地方联合工程实验室。初步形成了“化工研究院+创新团队”的运行机制和自主创新的基本体制架构。我国高性能聚丙烯产品开发已经走在了世界前列，聚丙烯(PP)因其机械性能优越等优点是目前应用最广，产量增长最快的树脂之一，但其不足之处急需进行改进。本项目通过考察调研、文献搜集、实验分析测试，性能表征、理论分析等方法对聚丙烯进行改性研究。研究了改性材料助剂品种、导电炭黑填充、高分子抗静电剂对聚丙烯改性结果的影响。经过改性的聚丙烯具有更好的技术性能，可以大量替代 ABS、聚苯乙烯、不锈钢等产品。同时，改性聚丙烯成本相对低廉，使用寿命和重复利用性更优，经济效益十分可观。</p>		

(2) 项目研究概述 (含项目名称、项目来源、项目经费、主要研究目标和技术难点等)

项目名称: 增强、阻燃、抗静电聚丙烯的实验室改性研究;

项目来源: 国家能源集团宁夏煤业有限责任公司科技创新项目;

项目经费: 98.3 万元。

主要研究目标:

(1) 关键技术

①改性助剂的选择: 研究增强助剂、阻燃助剂、抗静电助剂对神宁聚丙烯产品的性能影响, 优选能够显著提高聚丙烯力学性能、阻燃性能、抗静电性能, 并且易于生产加工的改性助剂;

②改性体系的优化: 研究进一步提高改性助剂在聚丙烯基体中相容性和分散性的处理技术以及相应的相容剂、分散剂和其他添加剂对改性体系的性能影响; 研究增强与阻燃、增强与抗静电协同改性对聚丙烯性能的影响以及改性体系的助剂优化;

③改性助剂配方的开发: 通过增强、阻燃、抗静电助剂体系的研究, 建立助剂种类、含量配比、结构性能的关系, 形成系列改性产品的助剂配方和加工工艺。最终达到增强、阻燃、抗静电聚丙烯的实验室改性目标。

(2) 技术难点

①开展增强改性聚丙烯材料的实验室研究, 改性后聚丙烯的拉伸强度较基料提高 20%以上, 弯曲强度较基料提高 20%以上, 弯曲模量较基料提高 30%以上;

②开展抗静电改性聚丙烯材料的实验室研究, 改性后聚丙烯表面电阻率由 $10^* - 10^*G2$ 降低到 10^*2 以下;

③开展阻燃改性聚丙烯材料的实验室研究, 改性后使不具备阻燃性能的聚丙烯阻燃等级达到 UL94 V-2 及以上;

④开展增强阻燃聚丙烯改性新材料的实验室研究, 改性后聚丙烯的拉伸强度、弯曲强度和弯曲模量均较基料提高 20%以上, 阻燃等级达到 UL94V-2 及以上;

⑤开展增强抗静电聚丙烯改性新材料的实验室研究, 改性后聚丙烯的拉伸强度、弯曲强度和弯曲模量均较基料提高 20%以上, 表面电阻率达到 10^*Q 以下;

⑥通过上述增强、阻燃、抗静电改性研究, 优选出适用于矿用托辊、家用电器、空调部件等部件的改性聚丙烯产品。

(3) 项目开展情况 (含项目研究内容、研究方案及技术路线, 研究团队分工、本人承担任务及完成情况, 存在问题与改进建议等, 不少于 500 字。)

一、研究内容:

(1) 阻燃聚丙烯改性研究

选择能够提高聚丙烯阻燃性能的改性助剂, 如卤系阻燃剂、膨胀型阻燃剂、金属氢氧化物复合阻燃剂等[8]。通过共混改性试验研究, 分析这些阻燃剂对聚丙烯阻燃性能和机械性能的影响, 研究助剂配方, 建立配方-结构-性能之间的关系, 开展不同等级阻燃聚丙烯复合材料的实验室改性研究。

(2) 开展抗静电聚丙烯改性研究

选择能够提高聚丙烯抗静电性能的改性助剂, 如亲水性高分子抗静电助剂, 导电性炭黑, 碳纤维等[9, 10]。通过试验研究, 分析这些抗静电剂对聚丙烯抗静电性能和机械性能的影响, 研究助剂配方, 建立配方-结构-性能之间的关系, 开展抗静电聚丙烯复合材料的实验室改性研究。

(3) 开展增强阻燃和抗静电聚丙烯该性能研究

对优选的抗静电、阻燃复合体系进行交叉共混试验, 考察不同改性体系中聚丙烯复合材料的结构性能变化, 优选各协同体系中优良地助剂配方和加工工艺条件, 研究阻燃助剂与抗静电剂协同改性聚丙烯的复合体系。

二、研究方案及技术路线

(一) 选择宁煤聚丙烯中熔指均聚聚丙烯 1100N 为基体树脂分别开展磷-氮系膨胀性阻燃剂改性聚丙烯的实验室研究和反应型环保型阻燃剂改性聚丙烯的实验室研究。实验通过机械共混的方法, 从改性材料的助剂品种选择, 配方筛选等入手, 研究改性体系力学性能、微观形貌、熔融结晶、热氧老化以及加工流变等性能, 建立性能与结构和加工之间的关系, 形成聚丙烯 1100N 产品的阻燃改性体系, 开发阻燃等级在 UL 94 V-2 级及以上的改性材料。

1. 磷-氮系膨胀型阻燃剂改性均聚聚丙烯 1100N 的实验室研究;
2. 反应型阻燃剂改性均聚聚丙烯 1100N 的实验室研究;
3. 玻璃纤维与膨胀型阻燃剂协同改性均聚聚丙烯 1100N 的实验室研究;

(二) 基于对高分子抗静电复合材料开发的认识, 选择导电炭黑和抗静电剂改性聚丙烯, 分别开展导电炭黑填充改性均聚聚丙烯 1040TE 的实验室研究和高分子抗静电剂改性聚丙烯 2240S 的实验室研究。实验采用机械共混的方法, 从改性材料的助剂品种选择, 配方筛选等入手, 研究改性体系力学性能、微观形貌、熔融结晶、热氧老化以及加工流变等性能, 建立性能与结构和加工之间的关系, 形成聚丙烯的抗静电改性体系, 开发表面电阻率在 $10^{13}\Omega$ 以下的改性材料。

1. 炭黑填充聚丙烯复合材料的实验室研究;
2. 高分子抗静电剂改性聚丙烯的实验室研究;

(三) 基于聚丙烯增强改性和抗静电改性的研究基础, 优选玻璃纤维和炭黑进行协同复配开展均聚聚丙烯 1040TE 的改性研究。实验通过机械共混的方法, 从改性材料的助剂品种选择, 配方筛选等入手, 研究改性体系力学性能、微观形貌、熔融结晶、热

氧老化以及加工流变等性能，建立性能与结构和加工之间的关系，形成聚丙烯 1040TE 产品的增强抗静电改性体系，开发力学性能优异且抗静电性能良好的改性材料。

(1) 炭黑与玻璃纤维协同改性聚丙烯的实验室研究。

三、本人承担的任务

本人在该项目中主要负责相关文献资料的收集与整理、公司煤矿单位托辊使用现状调查；配合相关人员完成实验室分析。

四、任务完成情况

该项目已完成聚丙烯实验室改性研究和相关报告，目前正在开展改性后聚丙烯在煤矿皮带用托辊的推广与应用。

二、专业实践训练收获

(一) 围绕考核评价指标体系，举例说明以下收获（不少于 800 字）

一、知识掌握

通过该项目研究，了解了国内聚丙烯产能、性能、市场等现状，掌握了聚丙烯阻燃性能的改性助剂，如卤系阻燃剂、膨胀型阻燃剂、金属氢氧化物复合阻燃剂等，不同阻燃剂对聚丙烯阻燃性能和机械性能的影响，研究助剂配方，建立配方-结构-性能之间的关系；聚丙烯抗静电性能的改性助剂，如亲水性高分子抗静电助剂，导电性炭黑，碳纤维等，不同抗静电剂对聚丙烯抗静电性能和机械性能的影响，研究助剂配方，建立配方-结构-性能之间的关系；，不同改性体系中聚丙烯复合材料的结构性能变化，优选各协同体系中优良地助剂配方和加工工艺条件，研究阻燃助剂与抗静电剂协同改性聚丙烯的复合体系。

二、能力提升

之前较多的聚丙烯改性研究项目，没有完全适用于宁煤公司均聚聚丙烯和共聚聚丙烯特性，以及在煤矿方面改性聚丙烯的应用。通过本项目研究，将突破现有通用料的生产格局，开发出更具市场应用推广潜力的聚丙烯多功能改性产品。

三、素质养成

一定程度的提高了本人在聚丙烯等煤基化工产品的改性研究能力，同时为本人在今后的技术研究与管理，项目协调等方面提供了大量经验。

(二) 取得成效

一、通过技术应用创新、成果转化、解决企业工程问题等取得的经济和社会效益
本项目通过对宁煤聚丙烯开展增强、阻燃和抗静电改性研究，将突破现有通用料的生产局限，开发出更具市场应用推广潜力的聚丙烯多功能改性产品。由于应用领域对改性产品等级要求的不同，价格随助剂种类、价格和用量也有较大差异。按照市场改性料的报价统计，2017 年-2019 年市场上玻纤增强聚丙烯的售价在 11000-13000 元/吨，阻燃聚丙烯售价在 13000 元/日吨-25000 元/吨，抗静电聚丙烯售价在 15000-30000 元/吨。按照当时聚丙烯原料 9000 元/吨，优质玻纤售价 9000 元/吨，若玻纤添加量 20%，则生产一吨玻纤增强改性料的原料成本约为 9000 元/吨；按照阻燃母粒 30000 元/吨计算，依据改性料阻燃等级不同，生产一吨改性料的原料成本约为 11000 元-18000 元；按照抗静电剂 30000 元/吨-100000 元/吨计算，依据改性料表面电阻等级不同，生产一吨改性料的原料成本在 12000 元-27000 元。

除上述原料成本费用外，改性过程中还需摊销的燃动力费、人工费、包装费、管理费以及其他物料损耗等费用约为 1000 元/吨，设备折旧费、产品营销费、各项税费和运输费等约为 500 元/吨。将这些费用与原料成本合

计后的完全成本与市场产品价格对比，均可有 1000 +元/吨左右的利润空间。

另外，宁煤公司 14 对煤矿不同规格型号托辊使用市场在 2600-3000 万元/年，但托辊本身加工工艺，如表皮层热处理不到位导致托辊使用寿命短、托辊密封装置不好，水

分、灰尘的进入导致托辊轴承损坏、作业环境淋水潮湿、灰尘等导致托辊使用寿命短等问题突出。聚丙烯改性料其价格优势显著、与金属相比，其质轻、寿命长，加工方便，更换量低，每年节约的经济成本相当可观。从长远效能和综合成本来看，改性产品具有良好的经济效益。

二、与学位论文撰写的相关程度
与学位论文撰写内容完全相关

3.在校期间主要研究成果【含产品与样机、专利（含申请）、著作、软件著作权、论文、标准、获奖、成果转化等】

成果名称	类别[含 产品与样机、专利（含申请）、著作、软件著作权、论文、标准、获奖、成果转化等]	发表时间/授权或申请时间等	刊物名称/专利授权或申请号等	本人排名/总人数	学校排名/总参与单位数
------	---	---------------	----------------	----------	-------------

本人承诺

在专业实践训练及考核报告撰写过程中，如实提供材料，严守学术道德、遵循学术规范。

签字：宗伟 2022年6月5日

三、考核评价

校外合作 导师(或现 场导师) 评价	<p>重点对研究生项目研究开展情况、职业素养、行业知识掌握、环境和岗位适应能力、工程实践能力、团队协作能力，以及通过技术创新、成果转化、解决工程实际问题等取得的经济和社会效益等方面的评价：</p> <p>该项目研究依托公司生产实际，立足宁煤公司年产百万吨聚丙烯装置，在科学、安全、合理的实践背景下，充分发挥自身创新能力和意识，团结协作，积极投身创新应用，增加了公司聚丙烯领域技术实力，使公司在多元化、高端化的发展上迈出坚实步伐。</p> <p>校外合作导师（或现场导师）签字：袁伟 2022年6月6日</p>
校内导师 评价	<p>重点对研究生科学素质、基础及专业知识掌握、技术创新能力、取得的研究成果、项目研究与学位论文撰写的相关程度等方面的评价：</p> <p>该生基础知识扎实，实践经历丰富，实践过程能与理论知识结合，科学素质较高，针对具体问题能够制定合理方案，取得了显著成果。当前研究项目内容与学位论文一致，后续研究工作按计划进行。</p> <p>校内导师签字：钱超 2022年6月7日</p>

<p>实践单位 过程考核 意见</p>	<p>实际实践开始时间:2021年 9 月 30 日 实际实践结束时间:2022年 3 月 31 日 专业实践训练累计天数: 182 天 其中项目研究天数: 100 天 实践单位过程考核结果: <input checked="" type="checkbox"/> 优秀 <input type="checkbox"/> 良好 <input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格 审核签字并盖公章:  2022 年 6 月 6 日</p>
<p>最终考核 结果审核 备案</p>	<p>考核总成绩（由现场答辩考核成绩 90%+单位过程考核成绩 10%组成）： 是否重修: <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 教学管理部（或相关分院）审核签字（公章）： _____ 年 月 日</p>

四、相关支撑材料

在校期间主要研究成果【含产品与样机、专利（含申请）、著作、软件著作权、论文、标准、获奖、成果转化等】证明材料原件扫描件，具体提交要求如下：

1. 产品与样机扫描件包含企业证明材料（含产品与样机功能及创新性介绍、社会经济效益、个人贡献说明及相关照片等）。

2. 授权专利扫描件包含专利证书授权页；未授权专利扫描件包含专利受理书扫描件和专利请求书扫描件。

3. 著作扫描件包含封面、封底和版权页。

4. 软件著作权扫描件包含著作权证书和登记申请表。

5. 论文扫描件包含封面、封底、目录和论文全文（含收录证明）。

6. 标准扫描件包含封面、版权页、发布公告、前言和目次。

7. 获奖扫描件包含显示单位和个人排名的获奖证书。

8. 成果转化扫描件包含企业证明材料（含成果技术说明、社会经济效益、个人贡献说明及相关照片等）。