

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公司	
实践单位地点	宁夏银川市金凤区北京中路 168 号	
实践岗位名称	国家能源集团宁夏煤业公司党委办公室一级主办	
专业实践训练时间	集中进行	2020 年 10 月 01 日开始 至 2022 年 02 月 28 日结束
		专业实践训练累计 515 天（单位考核前），其中项目研究天数 365 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>实践单位简介：国家能源集团宁夏煤业有限责任公司成立于 2006 年，是国家能源集团和宁夏回族自治区党委政府合资合作组建的国有能源企业，注册资本 211.1 亿元人民币。公司主营业务为煤炭和煤制油化工，经营范围涉及煤炭深加工及综合利用、机械加工制造与维修、能源工程建设等。煤制油化工板块已建成煤制油、煤基烯烃、煤基甲醇、聚甲醛等现代煤化工项目，形成了 405 万吨合成油品、350 万吨甲醇、200 万吨聚烯烃、6 万吨聚甲醛、100 万吨其他化工品的产能规模，年可转化煤炭 3400 万吨。实习实践内容：对宁煤公司煤制油化工项目副产的混醇进行研究，制定基地混醇的处理方案，在工业催化剂上验证混醇添加对 MTP 催化反应的影响，制备适宜混醇为原料的新型纳米分子筛催化剂并考察其催化性能。</p>		
<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）</p> <p>项目研究概述：宁煤公司煤化工基地的工业装置在生产过程中会副产部分混（杂）醇，主要用途是作为副产品销售，用于提纯甲醇、乙醇等，市场价值较低，整体利用率不高。与此同时，MTP 反应是一个强放热反应，反应温度会直接影响产物分布和目标产物的选择性。为了控制反应温度，常用的撤热手段包括预设二甲醚（DME）反应器、加入工艺蒸汽、急冷水和部分烃循环进入反应器等。除此之外，如果能寻找一种热效应低的原料来中和反应热，同时增产低碳烯烃，不失为一项有经济效益的工艺改进措施。因此，本项研究以宁煤公司煤制油化工项目副产的混醇为研究对象，建立组分分析方法，探明混醇的全部组分，进而研究出一套混醇预处理方案，使其杂质含量满足 MTP 反应的进料要求。同时开发出一种既能满足现有 MTP 工艺，又</p>		

能耐受并转化混醇中其余含氧有机化合物的新型分子筛催化剂，完成实验室阶段的验证工作。

项目名称：煤基混醇耦合甲醇转化合成丙烯关键技术研究

项目来源：企业内部

项目经费：342 万元

主要研究目标：开发一种混醇分析方法，建立混醇组分数据库。针对 MTP 反应原料杂质含量限制，提出适宜的混醇除杂技术。探明混醇部分添加作为 MTP 原料的反应规律。同等甲醇处理量下，双烯（乙烯+丙烯）收率增加 0.5%以上。

技术难点：混醇组成复杂，其中金属离子对 MTP 催化剂有毒化作用，酸类物质会腐蚀设备，需要对混醇进行纯化预处理，选择经济性和处理效果好的技术方案，是本项目的难点。

（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）项目研究内容：煤基混醇耦合甲醇转化合成丙烯关键技术研究。对宁煤公司煤制油化工项目副产的混醇进行研究，制定基地混醇的处理方案，在工业催化剂上验证混醇添加对 MTP 催化反应的影响，制备适宜混醇为原料的新型纳米分子筛催化剂并考察其催化性能。（二）研究方案及技术路线：首先确定混醇的组成并通过各种表征手段分析混醇组成和杂质，制定适宜的处理方案，将处理后的混醇作为新型纳米分子筛 MTP 反应的原料，并根据反应结果优化催化剂的制备方法，在后续研究中实现放大制备，进而工业应用。（三）研究团队分工：根据混醇与甲醇共进料转化制低碳烯烃的需要，设计开发合适孔结构和酸性的催化剂，团队从混醇组成分析、明确分析方法、针对催化反应本身对原料的要求，开展原料预处理，脱除金属离子和酸性物质，开展原料与催化剂适应性研究。（四）本人承担任务及完成情况：负责混醇组成分析及预处理技术开发。首先通过对基地副产的几种混（杂）醇进行分析，确定了采用煤制油分公司费托水合成单元的混醇作为研究对象，混醇中除水分之外大部分为醇类，可作为制备烯烃的主要原料。其中含量在 1%以上的有机组分共有 7 种，在后续研究中以经典组分含量为依据，配制模型混合物，开展不同比例模型混合物添加对 MTP 反应影响的验证实验研究。混醇的预处理方案主要包括固体杂质去除、金属离子去除与酸类组分去除三部分。固体杂质去除采用机械过滤法，常压下过滤 2 次。金属离子去除采用阳离子树脂法，阳离子树脂的装填高度为交换柱总高度的 87%，混醇加入速度为 0.4 BV/min。酸性组分去除采用强碱性离子树脂法。最优离子树脂的装填高度为交换柱总高度的 70%，混醇加入速度为 0.25 BV/min。（五）存在问题及改进建议：项目的研究内容主要处于实验室阶段，目前还未能进行成果转化。在后续研究中，将主要开展新型纳米分子筛放大制备工作，并不断优化放大制备配方，做好工业化前期工作。

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）

通过参与专业实践，使我将课程所学的理论知识和企业实践研究相结合，用学到的理论知识指导帮助我开展实践的应用。在专业实践过程中，还重点学习了解了宁煤公司化工基地相关装置生产过程副产混醇的生产工艺、MTP 反应的生产工艺、产物主要组成、分析方法、预处理方案等知识。一是掌握了煤化工装置副产混醇的特性和主要组成组分。宁煤公司煤化工基地煤制油分公司的费托合成装置、甲醇分公司和烯烃一分公司甲醇合成装置在生产过程中均会副产部分混（杂）醇，混（杂）醇的主要组成包含水、甲醇、乙醇、正丙醇、异丙醇、正丁醇、异丁醇、正戊醇和 2-戊醇等。目前混（杂）醇的主要用途是作为副产品销售，用于提纯甲醇、乙醇等，市场价值较低，整体利用率不高，还会对环境造成一定的污染，通过专业实践，寻求了更高效的混（杂）醇增值利用途径，进一步提升整体 MTP 装置的经济性。二是了解了 MTP 反应的主要机理和添加混醇为原料的可行性。MTP 反应是一种气固非均相催化反应，通常采用 ZSM-5 分子筛作为催化剂，连续多步骤放热反应，反应剧烈、放热量大，反应温度会直接影响产物分布和目标产物的选择性。MTP 主要的反应历程分为两步：（1）甲醇在酸性分子筛催化剂上进行歧化反应，生成中间产物 DME；（2）生成的 DME 继续发生反应生成烯烃混合物，这些混合物中的烯烃继续在催化剂的作用下可生成烷烃、芳烃、环烷烃和烯烃。甲醇生成稳定态烯烃可能的途径有三种：（1）通过甲基化裂化生成烯烃，高碳中间物是己烯和庚烯，裂化产物主要是丙烯和丁烯；（2）通过烯烃之间的叠合再裂化生成烯烃，丁烯和乙烯在催化剂上发生质子化反应生成 C6 中间体，随后生成烷烃。丁烯还会发生叠合反应生成 C8 中间体，随后可以裂解生成丙烯和戊烯等；（3）除了自身叠合反应外，不固定碳数的烯烃之间也会相互叠合，一般情况来说低温对发生叠合反应有利，低碳烯烃更易生成高碳烯烃；高温下，叠合再裂化使得烯烃分布情况变的比较复杂，呈大量的裂化产品分布。在催化剂活性较好甲醇转化率较高时，生成的烯烃浓度远高于甲醇，这种情况下烯烃的叠合裂化反应发生的比较多。除甲醇外，其它碳数更高的醇脱水生成烯烃均会吸收热量，将其添加作为 MTP 反应的原料，可以有效部分抵消和中和甲醇反应热，有利于 MTP 反应中丙烯和乙烯的生成。三是掌握了煤基混醇的预处理方案。煤基混（杂）醇的来源不同、组成复杂，除包括大量碳数高于甲醇的醇类外，还含有醛、酮、酸、胺、无机离子及其它痕量杂质。该原料直接进入 MTP 反应可能会对催化剂的酸性活性中心造成影响，导致催化剂失活。因此，利用气相色谱-质谱联用仪，X-射线荧光光谱仪，等离子体发射光谱仪等手段探明混（杂）醇中的杂质种类及含量，开发有效的混（杂）醇净化工艺，对混（杂）醇产品进行针对性的预处理，进而满足 MTP 反应的进料要求。根据混醇组成配制模型混合物，考察不同组分对 MTP 反应的影响，主要从产物分布，催化剂寿命等方面进行考察，并考察经预处理的混（杂）醇添加后对 MTP 催化反应的影响，开发混（杂）醇增值利用途径，拓宽 MTP 反应原料来源，从而提升 MTP 工艺的经济效益。

四是提升了项目研究工作的能力和素质。通过参与实践项目，使我在项目研究具体工作的能力有了很大提升，尤其是在负责混醇组分分析和预处理方案制订操作过程中，提升了实际分析检验操作水平和沟通协调能力，掌握了分析化验的相关分析方法、操作方法和工作程序，在时间中也锻炼了我与板块不同单位、部门及团队其他工作人员的沟通协调能力，锻炼了我的组织能力，同时对我研究课题文字处理能力也有很大的促进作用，为后续撰写学位论文打下了基础。

（二）取得成效

（一）通过技术应用创新、成果转化、解决企业工程实际问题等取得的经济和社会效益

宁煤公司煤化工装置在生产过程中副产的混醇主要是作为副产品销售，整体利用率不高，寻求高效的混醇增值利用途径是提高企业经济效益的重要手段。通过本项目的专业实践，对混醇组成进行分析，确定了混醇的组分，建立混醇数据库，并根据混醇的组分分析结果，制定了针对混醇杂质的预处理方案并考察其处理效果，根据考察结果对预处理方案进行调整，得出优化过的处理方案。将处理后的混醇作为原料添加，在同等甲醇处理量的前提下，当混醇添加比例大于 0.1 时，可使工业 MTP 催化剂对双烯（乙烯+丙烯）的收率增加 0.5% 以上。

混醇添加用于 MTP 反应，实际操作简单，项目投资极小，可降低 MTP 装置总运行成本，为企业带来一定的经济效益。同时，针对大型煤化工装置开展前沿技术研究，满足了煤基丙烯产业发展的科技需求，若将实验室研究与工业化示范应用相结合，重点解决工业装置运行中存在的问题，使企业由过去学习吸收先进技术转变为研究开发关键技术，对提升企业的技术创新能力、成果转化效率、市场竞争力和国际知名度等起到推动作用。基于资源的高效、洁净、综合利用，符合国家能源战略发展方向和煤化工产业发展的需求，成果可在煤化工领域广泛应用，为提高区域资源利用效率，构建煤化工产业循环经济，形成循环经济产业链奠定坚实基础。

（二）与学位论文撰写的相关程度（原则上研究生学位论文选题及内容应来源于项目研究内容）

本人的学位论文拟定为《Novolen 工艺上氢调法高流动聚丙烯催化体系开发》，是基于此专业实践研究项目的基础上，进一步延伸研究方向，对 MTP 生产工艺后续的 Novolen 工艺开发高端聚丙烯产品过程中所必需的 Ziegler-Natta 催化剂体系的研究，主要研究 12-15 种不同外给电子体对 Novolen 装置现有 6 种不同主催化剂的立构定向性和氢调敏感性的影响规律，开发出 2-3 中兼具高活性、高氢调敏感性、高立构规整性的催化体系。该专业实践课题与学位论文课题是承上启下的进一步延伸，对整个烯烃的研究生产有很好的促进作用，重点考虑生产实际的经济性，提高企业整体收益。

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：

2022年6月7日

三、考核评价

<p>校外合作 导师(或现 场导师) 评价</p>	<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>该同志是我公司煤基混醇耦合甲醇合成丙醇关键技术研究项目课题组重要成员，开展了混醇组成分析及预处理技术开发相关工作，提升了科研能力水平。该工作对降低装置总运行成本有重要意义。</p> <p>校外合作导师（或现场导师）签字： 2022年6月8日</p>
<p>校内导师 评价</p>	<p>重点对研究生科学素质、基础及专业知识掌握、技术应用创新能力、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，实践经验丰富，实践过程中能与理论知识结合，科学素质较高；针对具体问题能够提出创新的解决方案，并制定科学合理的实施方案，取得了显著的成果。当前研究项目内容与学位论文一致，后续研究工作按计划正在开展。</p> <p>校内导师签字：钱超 2022年6月7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）。