

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物资公司	
实践单位地点	宁夏银川市	
实践岗位名称	设备验收、新设备研究选型管理岗	
专业实践训练时间	分段进行	2021年10月11日开始 至 2022年06月18日结束
		专业实践训练累计 250 天（单位考核前），其中项目研究天数 120 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>宁夏煤业煤制油分公司是国家能源集团宁夏煤业下属的分公司，该公司拥有 400 万吨/年的煤间接液化示范项目，也是世界上规模最大的单体煤制油项目。2016 年底建成开开工以来，已实现长周期运行。</p> <p>本次到煤制油分公司的核心单元费托合成装置进行了实习，费托合成装置的核心是费托合成反应器，每条生产线包括 4 台反应器，单台反应器的尺寸为直径 9.6m，切线高度 50m，产能为 50 万 t/a；每 2 台反应器共用 1 套催化剂还原系统和 1 套蜡过滤系统，每个生产线的 4 台反应器共用一个脱碳系统和 1 个馏分油气提及释放气压缩系统。实习主要了解费托合成整体流程和关键设备情况，特别集中了解费托合成浆态床反应器的运行参数和内构件特点，找到项目研究的着力点。</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>费托合成浆态床反应器气体分布器结构优化研究，项目来源和项目经费都来自于国家能源集团。主要研究内容目标是进行浆态床反应器的结构优化，解决其局部堵塞造成压降升高，最终影响反应器形成的问题。技术难点是：造成现有分布器结构问题的主要原因分析、结构优化的主要参数和优化方向、结构优化的模拟方法选择、具体研究工作如果在工业装置上实施的放大效应。</p>		

(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。）

根据工业规模的浆态床反应器的运行情况结合，进行气体分布器结构优化方案和技术路线：1) 分析气体分布器运行出现的问题和原因；2) 搭建浆态床冷模装置，设计不同分布器结构；3) 研究表观气速、固含率和内构件结构对反应器内部的流体力学状态的影响，获取适宜取值范围；4) 进行 CFD 模拟验证，同实验结果进行对比，根据模拟结构重新优化分布器结构，并进行试验验证反馈，得到最终的优化结构。

工作分工及进展：团队主要分工业装置现场调研、分布器结构设计、冷模实验、CFD 模拟四个部分，本人主要负责现场调研和分布器结构设计，同时部分参与 CFD 模拟工作，冷模实验和 CFD 工作主要依托宁煤研究院和北京低碳清洁能源研究院。目前已完成现场调研、3 种以上气体分布器结构优化设计方案和冷模实验工作，CFD 模拟工作已到最后的结构参数调试部分。研究过程中发现分布器结构不能单纯考虑气体均匀分布性，但同时要考虑总体压降和催化剂沉积等实际工程问题；冷模实验的规模和实际工业装置项目差距较大，工程放大问题比较突出。针对以上问题，我们将分布器结构问题进行细化，通过文献调研等方式，找到最总要的结构相关参数，尽量选择工程设计手册推荐的经验关联式进行计算；在 CFD 模拟过程中，除了按照冷模实验条件进行模拟验证外，还引入工业实际运行条件进行验证，并在分布器结构规模上进行适当放大，找到放大效应规模。最终分布器的结构优化取得了进展。

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

主要对气体分布器的作用、机理、结构形式等有了深入的学习和了解。

气体分布器是浆态床反应器和气固流化床反应器的一个重要的内构件。气体分布器的主要作用是使催化剂在入塔气气氛或者在含入塔气的浆液中保持良好的接触，防止沟流、偏流现象的出现，实现催化剂浓度、反应物浓度和床层温度及压力的良好分布，进而保证反应器的反应性能，提高反应物的转化率和产物收率。气体分布器将气体均匀分布，决定了原生气泡的尺寸和频率，影响气液间传热和传质界面的大小。在费托合成浆态床中，气体分布器的一般应满足以下要求：（1）气体分布器必须均匀布流且压降尽量小（2）形成良好的起始分布状态，保证气液固良好接触、无死区（3）具有足够强度，承受静负荷（4）尽可能减少对催化剂磨损（5）结构简单安装方便（6）满足热膨胀的要求。

目前主流浆态床费托合成反应器气体分布器包括管式和板式两种。其中由于具有气体分布均匀和喷嘴方向灵活等优势，多级管式气体分布器是浆态床反应器中应用最多的一种分布器结构。

二、能力的提升

1. 提高了独立开展工程实践的动手操作能力。能够以自然科学为基础，与工程应用相配合，解决工程技术中普遍出现的问题。具备将研究成果，按照一定的步骤和工程技术要求，推进到产业化的能力。

2. 具备了从工程实践中进行经验总结和理论升华的能力

在工程实践中，及时发现问题，找到原因，通过深入思考将实践经验升华到理论的认识，并能够运用工程理论继续指导工程实践。

3. 具备了一定的创新能力

通过基础知识和工程专业知识的学习以及工程逻辑思维的培养，形成了完整的工程知识体系，具备了通过创新方法解决复杂工程问题的能力，

三、素质的养成

1. 养成了不唯书，只唯实，实事求是的工作思路

2. 养成了思中做，做中思，创新方法能违背基本原理的工作模式

3. 增强了反复论证、严谨细致、认真负责的工作态度

四、工程实践再认识

工程实践是快速提高所从事领域专业知识深度和广度的一种方法。从工程问题出发，以点带面，能快速并深刻的学习到相关知识。比如动手能力的提升，通过不同分布器参数的计算和性能的对比，在短时间就充分了解费托合成浆态床反应器分布器的关键技术点。

而养成不唯书，只唯实，实事求是的工作思路，也必须通过深入企业开展专业实践训

练才能具备。在分布器的开发中，各种书籍、文献中的理论计算、理论模型都存在，然而在实际工业中，仍然存在分布器布气不均、堵塞等问题，必须通过实事求是的分析问题，查找原因，结合工业实际情况，如果工艺条件、操作方法，思考分布器设计的不足，才能够从根本上改进解决。

（二）取得成效

1. 经济效益

2016年以来，经过大量的技术改造和运行参数优化，宁夏煤业集团400万吨/年煤炭间接液化示范项目运行周期从半年增加到2年，但是装置在运行过程中，费托合成反应器核的气体分布器等内构件的问题逐渐暴露出来，成为制约费托合成装置在满负荷条件下长周期运行2年甚至3年的瓶颈问题，需要及时解决。

本研究进行了技术攻关，通过严谨的科学分析和基础实验研究，并结合计算机模拟开发出新型的气体分布器结构，解决现有气体分布器存在的问题，稳固并且提高400万吨/年煤炭间接液化示范项目的运行水平，为企业增加经济效益，促进宁夏自治区地方经济发展。

通过研发费托合成浆态床反应器新的气体分布器结构，并在工业浆态床反应器内开展工业试验研究，提高了反应装置运行稳定性，降低装置运行成本，增加长周期运行时间，进而提高了经济效益。

比如其中一套浆态床反应器，采用新的分布器后，可以分布器的压降明显降低，不仅降低循环气压缩机的能耗，还可以避免分布器偏流或堵塞，保证合成气转化率一直保持高位，维持反应器性能稳定。更重要的是避免费托合成装置因分布器压差增加的问题而被迫停工检修，降低反应器检修次数，增加反应器稳定运行时间。

相对现在的运行水平，经过分布器改造后反应器的年产能可增加2%以上，按宁煤现有8台反应器400万吨油/年生产规模计算，可增加产量8万吨/年，按照每吨产品6000元计算，增加销售收入约4.8亿元。

2. 社会效益

本研究成果的实施，必将能够加快自治区煤炭资源向经济优势转化，增加就业岗位，保障社会稳定和谐发展，同时可以推动城市化进程，提高居民的生活水平，实现社会经济和人民生活共同进步。解决少数民族地区就业和宁夏产业升级转型方面都有重大意义，对于再造一个宁夏的经济总量有突出的贡献，同时也为后续的精细化工的发展奠定了坚实的基础，目前宁东地区精细化工方面的企业有韩国小星、百川等上百家化工公司，规模和示范效益已初步形成。

在当前俄乌冲突，国际油价大涨的形势下，本研究提供了更深层次的技术和产能储备，为改善我国能源消费结构、缓解石油供需矛盾、保障国家能源安全提供了有力的

技术支持。

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：

卢耀森

2022.6.7.
年 月 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>课题研究过程中积极主动，职业素养优秀，具有创新思维，对煤间接液化相关理论知识的掌握比较到位，能够应用到实际的工程实践中。研究过程能够通过团结协作完成工作。课题研究结果可解决现场实际工程问题，取得一定的经济效益。</p> <p style="text-align: right;">校外合作导师（或现场导师）签字：卜亿峰 2022.6.7 年 月 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>课题选择切合实际，与现场结合紧密，能够学以致用，在现场费托反应器内部结构改造的过程中能够与专业知识相结合，改造后对于反应器的长周期高效运行有较好的改进作用，经济效益显著，对于煤化工发展有一定的引领作用。在此基础上做好相关数据的收集整理，归纳总结，提高论文质量，完善和发布相关成果。</p> <p style="text-align: right;">校内导师签字：Mxy 2022.6.7 年 月 日</p>

实践单位 过程考核 意见	<p> 实际实践开始时间: 2021年10月11日 实际实践结束时间: 2022年6月18日 专业实践训练累计天数: 250 其中项目研究天数: 120 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7日 </p>
最终考核 结果审核 备案	<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）。