

## 一、专业实践训练整体情况

实践单位名称	蜂巢蔚领动力科技（江苏）有限公司扬中分公司	
实践单位地点	镇江市扬中经济开发区港兴路 868 号	
实践岗位名称	测试与验证工程师	
专业实践训练时间	集中进行	2021 年 09 月 15 日开始 至 2022 年 03 月 15 日结束
		专业实践训练累计 181 天（单位考核前），其中项目研究天数 110 天（单位考核前）
<p><b>(1) 基本概况（含实践单位简介、实习实践内容等）</b></p> <p>实践单位蜂巢蔚领动力科技（江苏）有限公司，是一家集技术研发、产品设计、试验验证和生产制造等为一体的叶轮机械产品科技公司，目前已实现汽油机增压器年产销 80 万台，VF 系列燃料电池空压机项目的量产。在 6 个月的实习实践期间，主要对公司开发的新产品燃料电池空压机进行了性能及可靠性等试验验证。</p>		
<p><b>(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）</b></p> <p>项目名称：燃料电池空压机的设计验证  项目来源：蜂巢蔚领公司自主开发项目  项目经费：10 万元  主要研究目标：氢燃料电池离心式空压机功能测试及可靠性验证。  技术难点：离心式空压机体积小，转速高，寄生功率大，运行过程中的发热量大，对其散热能力提出了挑战，空气轴承系统国内应用较少，可靠性挑战较大。</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。）**

本人承担工作内容：协助实验室搭建空压机性能测试台，进行了空压机输出特性测试，绘制空压机流量-压比及效率的 map 曲线，对高速永磁同步电机进行了温升试验。设计空气轴承验证方案，编制空压机起停耐久试验策划：在公司空压机台架上进行了起停耐久试验，模拟车载爬坡或下坡及侧倾等工况下的启停工况对空气轴承承载力的影响。在振动台架进行随机，扫频及机械冲击等验证，并分别在空压机静止和怠速运行及高转速的情况下进行了验证。高负载耐久及交变负荷耐久测试：参考燃料电池系统的工况制定空压机的循环耐久工况并进行测试。

带涡轮膨胀机的离心式空压机性能验证：改造现有的空压机台架，对带涡轮膨胀机的空压机性能进行了对比测试，通过控制涡轮入口的温度和膨胀机，模拟在燃料电池系统上的不同工况，并理论计算了膨胀机的回收功率和涡轮机效率和整机效率并与公司现有量产的两级离心式空压机的功耗相对比，验证带膨胀机空压机的优势。完成了 VF25T 型号的性能 map，通过设计管路增湿及喷水的装置模拟了燃料电池系统中尾排含有大量液态水和水蒸气的工况，对膨胀机的可靠性进行了初步的验证，下一步工作将分别对尾排中液态水的分离展开工作及涡轮膨胀机耐水滴冲击进行可靠性试验研究。

## 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）

在单位实践的这 6 个月中，我对新开发的项目：氢燃料电池系统重要辅件之一的空压机有了系统的认识，氢燃料电池空压机作为向电堆阴极提供氧气的重要部件，主要分为速度型和容积型。行业内应用比较多的有罗茨式空压机和离心式空压机和涡旋式空压机。且近些年离心式空压机的市场占有率越来越多。相比于容积式空压机，离心式空压机具有体积小，噪音水平低和效率高等特点，一般采用高速永磁同步电机直接驱动离心式压叶轮。并且基于燃料电池系统对阴极侧空气无油的要求，离心式空压机一般采用无油动压空气轴承。

实践期间我协同单位同事搭建了空压机性能试验台架，用 core 软件设计了试验台架的整体三维模型，对温度压力测量管路的进行了详细设计、法兰连接进行了选型。提高了自身三维设计软件的运用熟练度。了解了对压气机进气测量管和出气测量管上温度压力传感器的布置和插入深入的要求，重要传感器如空气流量计，压后阀门的选型。运用工程热力学理论对空压机性能测试台架中的热力学计算公式如：压气机的等熵压缩功，绝热效率以及膨胀机的涡轮回收功率及涡轮机效率的计算，并结合空压机自身的特点相对比与传统内燃机增压器计算压气机的绝热效率，空压机一般采用计算整机效率。制定了空压机性能试验台对于性能数据可靠性的保证方法：对各通道的温度压力传感器及流量计等表明了使用精度要求，并定期由专门机构进行计量。同时采用台架标定样机定期校核性能 map 的方法：选用型号成熟，可靠性及性能稳定的量产空压机作为台架标定空压机，定期在性能台架测试性能 map，并记录数据，分析数据随着时间的漂移，验证性能台架的测试数据的可信度。最后利用 ANSYS CFX 软件对空压机性能进行了模拟仿真分析，并与性能试验台架测试 map 进行了对比。

在单位实践过程由主管安全的同事对我们进行了安全教育，包括实验室工作时间劳保用品的配戴，试验台架操作规程的教育：遵循先上低压电，后上高压电，结束试验后先下高压电，后下电压电的原则。

在平时的工作中坚持以项目进度为导向，不怕苦不怕累，抓住有限的资源和时间测试及验证空压机产品，分析失效原因，勇于承担责任。通过实践养成遵循产品开发流程做事，排出产品开发中的风险，推动清洁能源的应用降低碳排放量贡献自己的一份力量。

### (二) 取得成效

完成了两级离心式空压机性能 map 测试及数据整理，对高速永磁同步电机的冷却流道在不同冷却液流量和不同温度下的压损进行了测试，在最高冷却液温度下对不同工况下的电机温升进行了测试，为毕业论文燃料电池空压机的散热分析及优化提供了试验数据。

完成了带膨胀机的离心式空压机的台架性能测试，通过试验数据分析，在 200kw 燃料电池电堆系统上带可变截面涡轮膨胀机空压机整机效率 >88%，膨胀机回收能量占空

压机直流功耗的 20%~30%，在大功率燃料电池系统应用上节能效果优势明显，并且比两级离心式空压机体积更小，成本更有优势。

编制了企业标准：燃料电池空压机性能试验方法（草稿）主要内容是对空压机压气机及膨胀机的热力学计算公式进行了定义，对空压机的流量和转速采用 SAE 标准公式进行了折合，避免了在不同环境下测试导致的性能差异，对空压机样件关键尺寸及影响性能的重要间隙等进行了测量规定，对台架仪器设备传感器精度进行了要求，对台架测量管路的传感器安装位置及安装深度进行了要求。并对影响性能的管理，数据记录等要求都做了详细的规定。对空压机性能 map 的左边界：喘振的探测方法进行了规定。传统的涡轮增压器压气机阻塞点一般规定为压气机效率 59.5%，但空压机由于采用水冷电机，导致压气机效率很高，不能以压气机绝热效率的 59.5%定义阻塞点。因此对右边界阻塞点未做明确的规定，由测试需求决定。对数据采集的数据有效值算法进行了规定，采集多次采样取平均值，且波动小于一定范围才能认为数据稳定有效。参与了燃料电池空压机产品的开发流程，了解了一个新产品研发验证过程，主要由项目立项开始风险与需求评估到功能验证阶段设计失效模式分析以及设计验证计划制定。然后再进行技术可靠性验证，及小批量生产的过程验证。对膨胀机的失效模式进行了编制，据此制定了空压机设计验证计划，包括性能验证，功能性测试和电气性能和环境耐久等试验项目主要涉及到产品的性能，可靠性，振动噪音指标以及 EMC 指标等。并开展了部分项目的验证以及反馈试验中遇到的问题。

**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
------	--	---------------	----------------	----------	-------------

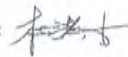
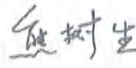
**本人承诺**

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： 范颖峰

2022 年 5 月 27 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，以及通过技术应用创新、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>施敬峰 在单位专业实践期间主要负责燃料巴池汽机的测试验证工作，对行业知识有较新拓展，能够将理论知识灵活运用到实践中去，保质保量地完成领导交代的工作。同时能够遵守公司的各项规章制度，与公司和睦相处，表现出较好的团队合作精神和敬业精神。</p> <p>校外合作导师（或现场导师）签字：  2022年5月30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>该生对工热、传热专业理论知识掌握较好，对于别人提出的工作建议可虚心听取，能够理论联系实际，此次实践内容与学位论文相关性较强，望继续努力加强数值传热，设计方法等方面的能力。</p> <p>校内导师签字：  2022年6月1日</p>

实践单位 过程考核 意见	实际实践开始时间：21年09月15日    实际实践结束时间：22年03月15日 专业实践训练累计天数：180    其中项目研究天数：110 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2日
最终考核 结果审核 备案	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）： 日    年    月

#### 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）。