

一、专业实践训练整体情况

实践单位名称	北京市热力集团有限责任公司	
实践单位地点	北京市朝阳区柳芳北街6号	
实践岗位名称	项目助理	
专业实践训练时间	集中进行	2021年10月01日开始 至 2022年05月31日结束
		专业实践训练累计 242 天（单位考核前），其中项目研究天数 100 天（单位考核前）
<p>(1) 基本情况（含实践单位简介、实习实践内容等）</p> <p>实践单位简介： 北京市热力集团有限责任公司（以下简称北京热力）隶属于北京能源集团有限责任公司。是北京市属国有集中供热企业，具有六十多年光荣供热历史，集供热规划、供热设计、供热工程建设、供热设备制造、供热运营管理于一体，担负为中央党政军机关及各国驻华使馆、北京市党政机关、大型企事业单位和北京市市民的供热服务保障职责。</p> <p>近年来，北京热力充分发挥雄厚的资源技术优势和行业影响力，大力拓展供热市场。供热区域已由北京市域内逐步发展到河北省廊坊市涿州市、山西省大同市、内蒙古自治区乌兰察布市、湖北省潜江市、吉林省白山市等外埠地区。</p> <p>截至 2021 年底，热力集团管理供热面积达到 5.19 亿平方米，其中北京市域内 3.43 亿平方米，市域外 1.76 亿平方米；管理的锅炉房 600 座，一次管线 2912 公里，热力站 6392 座，热用户 360 万户。</p> <p>北京热力以优质服务、坚强保障和良好形象得到了属地政府和用户的一致认可。在“双碳”大背景下，北京热力已同步布局，同步推进热电协同、热电联产、余热利用、可再生能源利用和转化，着力打造综合能源服务先行者。</p> <p>实习实践内容：参与北京热力高温空气源热泵虚拟电厂供热研究与示范项目，查找相关参考文献，协助确立课题研究方向，研究新形势下的供热发展趋势与新能源可再生能源供热发展必要性，参与技术路径项目名称：高温空气源热泵虚拟电厂供热研究与示范。</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)

项目来源: 北京市热力集团有限责任公司可研课题。

项目经费: 1350 万元。

主要研究目的: 高温空气源热泵虚拟电厂项目, 位于北京京能延庆热力有限责任公司延庆城东锅炉房。拟研发 5 台 0.5MW (用电量) 高温自适应空气源热泵及其配套装置, 组成虚拟电厂, 参与电力市场和电网运行。该研究将针对构建新型热泵流程、研发新型热泵工质和提出新型运行控制方法三个方面开展具体研究工作, 实现制热温度达到 85℃ 并且 -15℃ 环境温度制热 COP 高于 1.7, 解决现有空气源热泵制热温度不足、单台制热量低和除霜过程无法连续供热的技术难题, 进而形成具有完整独立知识产权的新型高温热泵机组进行示范。

技术难点: 1、提高制热温度。受热泵工质和压缩机耐温耐压等限制, 现有空气源热泵的制热温度 < 60℃, 无法满足作为集中供热热源的制热要求; 2、变工况负荷波动大, 在整个采暖季受室外环境温度及用户负荷变化影响, 常规空气源热泵在供热初末寒期及严寒期工况产生较大波动, 难以满足用户实时用户热负荷需求; 3、需要循环反转除霜。常规空气源热泵在结霜时需要由制热工况切换为制冷工况进行除霜, 在制冷工况时空气源热泵只能制取冷水, 进而破坏储热模块储热过程, 无法满足与储热联合使用的使用要求; 4、空气场相互影响。当制热负荷较大时需要台数较多的空气源热泵, 空气侧的温度场和流动场相互影响, 容易形成“冷岛”效应进而造成热泵制热量显著衰减。讨论与实施方案制定。

(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。)

研究内容:

1、构建新型热泵流程, 依据“能级匹配, 阶梯利用”的流程构建方法设计空气源热泵内部流程, 并且搭建高温热泵仿真软件平台, 针对热泵设计工况和全采暖季变工况性能进行模拟分析, 用于设计和指导机组运行。

2、研究新型专用工质, 建立高温热泵数学模型该研究拟通过高温热泵仿真软件平台对 20 种以上的新型工质进行筛选和对比分析, 遴选该热泵专用新型工质, 以 COP、冷凝压力、排气温度、增压比和单位容积制热量等主要性能参数进行对比, 筛选出最优组合, 为高温自适应空气源热泵研发专用工质。

3、提出新型运行控制方法, 在全采暖季运行过程中室外空气温度及用户热负荷将产生显著变化, 空气源热泵需要在设计工况及变工况下均保持较高的运行效率。

4、进行空气源热泵项目示范, 消纳风电等可再生能源电力实现清洁供热, 提升供热质量及供热安全指数, 并在设备安装温度、流量及压力等测点实施监测热泵运行工况并与模拟分析结果进行对比分析, 从而实现采暖费用大幅度降低, 与改造前比较采暖运行费用降低 50%, 揭示其独特的变工况性能规律, 进而用于后续相关设备设计和指导设备运行。

研究方案和技术路线：

首先，针对集中供热行业实现碳中和的研究目标提出新型高温空气源热泵用于替代常规电锅炉的技术路线，实现大幅度降低供热能源消耗从而实现碳减排和消纳可再生能源电力的目的。基于现有先进热泵实验室的理论和实验基础，构建新型热泵流程并搭建热泵仿真平台；其次，针对新型热泵的专用工质进行研究，该工质可满足“大温差”和“高制热温度”的换热需求，并满足压缩机等耐温耐压的技术安全指标，在已掌握理论储备基础之上对比制热 COP、排气参数及单位容积制热量等参数进行定量对比，遴选出适配专用工质，并且从热力学角度分析评价热泵循环性能；再次，针对新型除霜方法提出运行控制方法，以结霜状态和空气状态为判断参数为控制目标，实现除霜过程不间断供热，确保供热过程安全稳定可；最后，针对空气源热泵进行项目示范，并安装温度及流量等测点实时监测热泵运行工况，将运行数据与理论预测值进行对比分析，揭示其运行规律，并对技术经济性进行评价。

团队分工：本项目由北京市热力集团有限责任公司技术与延庆热力公司组织实施，各大科研院所合作，发挥产学研优势，完成本项目的研究和实践。项目组共 9 人，其中高级工程师 4 人，工程师 2 人，助理工程师 1 人。

本人承担任务及完成情况：主要负责参与项目技术方案研究，查找相关参考文献，协助确立课题研究方向，研究新形势下的供热发展趋势与新能源可再生能源供热发展必要性，参与技术路径讨论与实施方案制定。目前上述工作已基本完成，并取得阶段性成果。

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）

专业实践是研究生磨练品格、增长才干、实现全面发展的重要舞台。通过半年的专业实践，我丰富了理论知识，提高了自身能力，培养了虚心向他人求教，严谨解决问题的素质。令我收获颇丰，具体体现在一下几个方面：

在知识掌握方面，我从去年开始配合项目组开展高温空气源热泵虚拟电厂供热研究与示范方案研究工作，虽然收集资料和研究讨论过程非常辛苦，而且遇到了很多困难，但是我认为作为浙江大学在职研究生，经受一些锻炼是有好处的，何况这是我的学业范围内的本职工作，所以我也就以苦为乐了。实践期间我广泛查询了大量国内外相关的文献资料，分析了高温空气源热网国内外发展趋势，配合项目组完成了项目必要性论证，技术难点分析、研究内容和技术创新点确立、研究方法和技术路线的确定等工作。通过几个月的研究探索，我学习到了关于高温空气源热泵系统、虚拟电厂的许多知识，积累了大量文献资料，分析出了新形势下的供热发展趋势和新能源可再生能源发展的必要性，为下一步的撰写毕业论文奠定了基础。

在能力提升方面，通过这次实践，使我很好的锻炼了自己的能力，加强了自己的自信心，为将来的论文研究做好了准备。与校外导师和课题组同事配合中，提高了自己的人际交往、团队合作、与人交流沟通的能力；在一次次反复研究讨论中，提高了自己发现问题、解决问题的能力，丰富了自己的工作经验；在大量翻译文献过程中，提高了自己迅速、准确寻找资料、获取信息的能力。在项目理论的研究中，不断研读书记、查阅期刊，增强了自己自主学习的你能力。

在素质养成方面，虚心向他人求教，严谨解决问题等一些做人处世的基本原则是我在此过程中最大的收获与提高。正所谓“三人行，必有我师”，无论是高级工程师还是现场管理人员，都有非常多我们值得学习的地方，与他们的交流让我学到了很多书本上学不到的知识。除此之外项目组同事做研究的严谨态度给我留下深刻印象，每次出现问题后，项目组同事对待出现的问题都要反复研究推敲、列出多种解决方案并多维度、多角度加以论证后，才确定解决方案。这让我感触颇深，学习到了对待科研项目的严谨性。

(二) 取得成效

在“碳中和”和“碳达峰”的目标下，供热行业的节能减排未来将更为得到重视，我国建筑能耗的 70%用于满足建筑物的冷热负荷，目前我国集中供热面积已达到 110 亿平米，降低供热能耗成为节能和降低碳排放的重要研究方向。热泵技术由于其显著的节能减排优势在供热行业里得到了越来越多的应用，热泵技术可以将一份电力变为多份热量因而显著的降低了一次能源的使用，从而达到了碳减排的最终目的。本项目所研制新型高温热泵技术相比市场现有技术大幅度的提升了空气源热泵的工作温度范围，采用专利流程和专利工质具有“大温升”、“高制热温度”和“除霜连续制热”等技术优势，该研究可为企业形成专利知识产权保护，确保研究成果在未来市场

顺利推广应用，该设备将在未来供热行业具有较好的市场竞争力，并产生显著的经济效果和提升供热行业影响力。

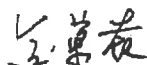
通过本次专业实践，我学习到了高温空气源热泵系统构成、热泵工质选取，热泵运行方式、热泵效率提升等方面的知识，积累了大量文献资料，分析了新形势下的供热发展趋势和新能源可再生能源发展的必要性，与我正在编写的污水源热泵与集中热网耦合应用技术及运行模式研究论文存在一定的关联性，可为毕业论文的撰写奠定基础。例如本项目所研制的高温空气源热泵采用集群式空气换热器显著提升单台空气源热泵制热量，依据“能级匹配，阶梯利用”的流程构建方法设计空气源热泵内部流程；采用配置高灵活性智能风机的方式根据室外环境温度实现自动控制，并采用新型除霜方式实现除霜过程连续制热的目的；搭建高温热泵仿真软件平台，针对热泵设计工况和全采暖季变工况性能进行模拟分析，设计和指导机组运行；采用非共沸工质由于存在温度滑移特性，降低热泵蒸发和冷凝换热过程的不可逆换热损失；通过检测热源回水温度及环境温度自动进行变负荷工况调节，实现大范围变工况下均保持较高的运行效率；消纳风电等可再生能源电力实现清洁供热，实现采暖费用大幅度降低行等方法都可以应用在污水源热泵之中，提高污水源热泵机组的供热效率，提高项目经济性。

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5月31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>金荣袁同学在专业实践训练期间，积极参与项目研究工作，充分发挥在校期间所学的专业知识，协助项目组对高温空气源热泵国内外发展现状进行了较为详细的调研分析，对新形势下的供热发展趋势与新能源可再生能源供热发展必要性进行了充分研究。实践过程中与团队其他成员配合默契，环境适应能力较强，工作认真负责，反映了较高的业务素质 and 科研能力。</p> <p>校外合作导师（或现场导师）签字：汉京晓 2022年5月31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>金荣袁同学在实践中，针对高温空气源热泵系统进行了较为详细的调研分析，对新形势下的供热发展趋势与新能源可再生能源供热发展必要性进行了充分研究，积极参与了技术路径讨论与实施方案制定。通过实践训练项目增长了专业知识，积累相关应用经验，提高了科研能力与素质，为毕业论文撰写奠定了基础，取得了预期成果。</p> <p>校内导师签字：俞自涛 2022年6月1日</p>

<p>实践单位 过程考核 意见</p>	<p>实际实践开始时间: 2022年 10月 1日 实际实践结束时间: 2022年 5月 31日</p> <p>专业实践训练累计天数: 242 其中项目研究天数: 100</p> <p>实践单位过程考核结果: <input type="checkbox"/>优秀 <input type="checkbox"/>良好 <input type="checkbox"/>合格 <input type="checkbox"/>不合格</p> <p>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):</p> <p>是否重修: <input type="checkbox"/>是 <input type="checkbox"/>否</p> <p>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、社会效益、个人贡献说明及相关照片等）。