

一、专业实践训练整体情况

实践单位名称	北京热力装备制造有限公司	
实践单位地点	北京市北京经济技术开发区运成街 12 号	
实践岗位名称	技术研发	
专业实践训练时间	集中进行	2022 年 01 月 05 日开始 至 2022 年 05 月 31 日结束
		专业实践训练累计 146 天（单位考核前），其中项目研究天数 90 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>北京热力装备制造有限公司（简称“热力装备公司”）是北京市热力集团有限责任公司的全资子公司，致力于集中供热设备和节能环保设备、管道设备产品的开发、设计、制造等。</p> <p>实践内容主要为参与北京热力石墨高温固体蓄热供热系统项目，进行项目现场调研、方案研讨及数据分析等环节，根据石墨固体蓄热原理、环境对供热的影响以及现场操作人员经验对供热质量的影响等因素，分析影响供热规律的主要指标，并为完成石墨固体蓄热供热的预测积累基础。</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>本项目名称为石墨高温固体蓄热研究及示范，是北京热力 2021 年集团科技研发项目，项目经费为 380 万元。</p> <p>项目主要目标是利用石墨固体材料特点开发石墨蓄热供热系统，对在实际运行中存在较大安全和环保风险、碳排放较高、综合运行成本较高、空间有限的燃油锅炉进行替代，实现供热行业首台石墨蓄热锅炉工程示范，并进行供热运营工作。</p> <p>结合本人的课题研究方向，本项目对应的技术难点主要为以下两点：</p> <ol style="list-style-type: none"> 蓄热产品的加热、蓄热及放热过程，有着一定的顺序及滞后性，而时间上的滞后性是影响预测的重要因素之一，也是考核预测结果能否准否表征适当的调节量的重要因素。因此，研究加热、蓄热和放热的时间及数量上的规律，是本人结合项目研究的难点之一； 预测计算影响因素的确认及分析，影响预测准确程度的因素包含设备本体因素和外 		

界因素。其中，设备本地因素可结合设计上的主要性能进行分析和确定，而外界因素包含了环境温度、居民因素和现场调控人员操作习惯且不限于这些因素。在上述因素中如果辨伪存真，并且确认影响的主要因素，是结合课题需在实践中完成的技术难题之一；

3. 预测计算的经济性分析和对比，是考核预测手段能否指导生产运营的重要指标，而作为作为节能手段的蓄热过程和预测结果相结合，应对供热运营产生更加积极的作用，也是本课题的重点和难点。

(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。）

1. 研究内容：

根据航空胡同 22 号院锅炉房供热面积及热指标，完成现场的测试及调研工作，主要包括：通过查阅运营记录相关表格的方式，了解过往运行过程中的一般规律；与现场人员座谈，调研现场运营人员设备运营和调试习惯；调研锅炉房所在区域过往的环境温度，包含了极冷和极热的年份下供热期间天气情况的一般规律；和设计团队一起，开展石墨固体蓄热的原理性计算，主要结合材质性能等属性，计算加热、蓄热和放热过程的时间和数量的滞后性及规律，同时通过计算了解影响石墨蓄热和放热的控制和保温等性能。

2. 技术路线：

(1) 根据石墨蓄热原理和供热的特征规律，加热、蓄热和放热之间的定型和定量规律，主要包含时间上的滞后性和各热量之间的关联规律；
(2) 通过现场情况调研，完成客观规律的总结和专家库建立工作，主要包含现场操作人员的调控规程、一般用户的供热体验规律，以及环境因素等；
(3) 根据石墨蓄热设备的原理，找到影响供热负荷的主要因素及影响规律，研究影响因素分析法和神经网络预测算法，实现影响因素对供热负荷预测的建模和调试，并进行计算验证。

3. 团队分工及本人承担工作：

项目组含项目经理、蓄热系统热工设计人员及电气设计人员，本人承担工作主要为：

(1) 根据蓄热设备的原理，找到影响供热负荷的主要因素及影响规律；
(2) 研究影响因素分析法和神经网络预测算法，实现影响因素对供热负荷预测的建模和调试；
(3) 对热负荷预测结果的经济性等指标进行计算验证。

4. 问题与改进建议

通过供热系统运行时获得的大量数据，优化的热负荷预测算法，使之提高预测精准度。

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）

通过此次参加北京热力石墨高温固体蓄热供热系统项目的研究和学习，让我有机会将课堂上、书本上学到的知识应用到实际项目中，巩固了所学的理论，开阔了视野。通过与项目组成员的沟通交流，我明白了良好的人际关系是我们顺利工作的保障。与不同技术、不同领域的人员打交道，可以互通有无，在相互学习的过程中充实自己，全面提升自身的综合素质能力。

在项目进行的过程中，让我逐渐认识到国家提出计划在 2030 年实现“碳达峰”、2060 年实现“碳中和”的重要性和前瞻性，在未来几年内节能减排、大力发展可持续性的供热体制都是重点工作。本项目也是响应北京市要求消除首都核心区内所有 92 座燃油锅炉房的政策，研发电蓄热锅炉替代现在的燃油锅炉，助力北京市尽早完成“双碳”任务。

在项目研究和设计阶段，让我对储热技术及储热材料有了更深刻的认识和理解。储热技术是合理有效利用现有能源、优化使用可再生能源和提高能源效率的重要技术，在光热发电系统中已经得到了广泛应用，而作为需求侧直接就是热能的供热系统，储热技术的应用同样存在现实意义。按照热能储存方式不同，储热技术可以分为显热储热、潜热储热和热化学储热三种方式，本项目使用的热能储存方式为显热储热，是技术最成熟、成本最低、应用最广的储热技术。项目中使用的石墨固体材料是一种新兴的储热材料，有着较高的单位体积的储热能力，体积储热密度在 $1\text{Gj}/\text{m}^3$ 以上，约是相同水箱的 9~10 倍，优于其他常见蓄热材料（约为 $0.4\sim 0.6\text{Gj}/\text{m}^3$ ）；导热率可达 $50\text{W}/\text{m}\cdot\text{k}$ ，其他常见蓄热材料约为 $0.52\sim 1.43\text{W}/\text{m}\cdot\text{k}$ ；同时，石墨本身非耗材，且不会出现如粉化或固液分离等情况，因此寿命较长，综合成本较低。

由于用电存在谷电、峰电、平电三个阶段的不同电价，而且用户的热负荷需求具有很大的变动性，很难提前确定，所以要实现真正的供热系统运行优化还需要对热负荷的需求进行预测。在项目的研究中，初步以环境温度来确定锅炉加热时间：当环境温度为 $-4\text{℃}\sim 10\text{℃}$ 时，石墨锅炉只有在谷电和部分平电时段加热；全天峰电时段不加热；当环境温度为 $-11\text{℃}\sim -5\text{℃}$ 时，石墨锅炉在谷电和平电时段加热；白天峰电时段不加热，晚上峰电时段加热。

综上所述，参与此次专业实践，使我有机会接触到热力集团的重点项目，充实了自己，从中也认识到自己知识储备的不足。另外，对我今后的工作、学习、以及研究生论文的开展都有很大的帮助。

(二) 取得成效

本项目利用新型石墨固体蓄热材料，研发电蓄热锅炉替代燃油锅炉，响应了北京市消除首都核心区内所有 92 座燃油锅炉房的要求，同时新的锅炉房可以实现节能减排的目的，为国家实现“双碳”目标做出贡献。

相较原燃油锅炉，新型石墨电蓄热锅炉有着较高的经济效益和社会效益：

1. 原燃油锅炉每年能耗支出费用约 63.8 万元，年检测及维护费等其他支出约 14.29 万元。替换为新型石墨固体蓄热系统后，年能源消耗费用约为 18.72 万元，由于石墨蓄热供热系统本身上没有材料损耗，除依据加热棒寿命进行若干年的加热棒定期维护外，其维护等其他支出成本接近于零。
2. 原燃油锅炉年运营的成本较高，其单位热费约为 431 元/Gj。替换为新型石墨蓄热系统后，单位热费降低至 128 元/Gj。若后期锅炉房电增容可进一步扩大，使蓄热锅炉可充分使用谷电，其单位热费可降低至 78 元/Gj。
3. 通过测算，新型石墨固体蓄热系统在使用约 3 年后，其降低的使用总成本即可覆盖设备支出，经济性明显高于燃油锅炉。

4. 原燃油锅炉一供暖季消耗燃油 90 吨，采用新型石墨固体蓄热系统后，减少的碳排放量折合标煤量约 131 吨，减少二氧化碳排放约 367 吨，年碳汇收益约为 26608 元。采用新型石墨固体蓄热锅炉，不仅有着较高的经济和社会效益，同时实现了供热行业首台石墨蓄热锅炉的工程示范，为未来供热行业低碳、智慧转型打下良好基础。

我的研究生学位论文研究方向为基于深度学习算法的集中供热负荷预测，与实践内容相关。如何做到提前对热负荷进行准确的预测，提前调整运行参数或合理安排锅炉、机组启停，达到供热企业供热量与用户用热量的动态平衡状态，提高热力管网系统的热效率，减少不必要的消耗，从而降低能耗、减少排放，在供热系统中尤为重要。对于本项目内容，蓄热系统怎样合理利用谷电、平电、峰电进行蓄热，根据热负荷预测合理调节管网系统，更好地温暖千家万户，都是我研究的重点。

由于工作岗位原因，此前并无机会参与此类的项目工作，课题研究进度也一直进行缓慢，找不到方向。通过此次专业实践活动，与项目组成员的交流和对项目重点知识的学习，以及校外导师的指导，为我的课题研究提供了很大的帮助，明确了研究方向，梳理了论文框架。在项目实施过程中，我也可以获得了系统运行的一手数据，为我的论文课题研究提供了数据基础。

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: 刘博 2022年6月1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>该生积极参与工作，主动出谋划策，为项目组提供了重要的帮助。</p> <p>同时，通过不断探索新算法，通过验证得到了从控制上的经济性策略，为后续精细化提供依据</p> <p>校外合作导师（或现场导师）签字：李翠 2022年 6月 1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>该学生谦虚谨慎，勤奋好学。注重理论和实践相结合，将所学的知识能有效地运用于实际工作中，认真听取他人的指导。项目研究与学位论文联系紧密。</p> <p>校内导师签字：李X阳 2022年 6月 1日</p>

实践单位 过程考核 意见	<p> 实际实践开始时间: 2022年 12月 5日 实际实践结束时间: 2022年 5月 31日 专业实践训练累计天数: 146 其中项目研究天数: 90 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:  李强 2022年 6月 1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）。