

## 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	分段进行	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><b>(1) 基本概况（含实践单位简介、实习实践内容等）</b></p> <p>北京热力装备制造有限公司成立于 1995 年，是北京市热力集团有限责任公司的全资子公司，是北京市级企业科技研究开发机构，国家高新技术企业及中关村高新技术企业。专注于城镇供热装备技术研发、专业制造和供热系统设备维修及问题解决方案提供。经营范围包括研发及制造集中供热设备和节能环保设备、管道设备产品等。</p> <p>此次实践是在热力装备公司内，本人作为研究人员参加北京热力石墨高温固体蓄热供热系统项目，参与项目现场调研、方案研讨及产品设计等环节，并参加现场实验等工作。</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>《低碳石墨高温固体蓄热研究及示范项目》是北京热力集团科技研发项目，项目金额为 380 万元。在响应北京市逐渐取消燃油锅炉房政策的指引下，以西城区航空胡同 22 号院燃油锅炉房为实施对象，开展技术研发和产品设计工作。</p> <p>项目主要目标是通过开发石墨蓄热供热系统，对燃油锅炉进行替代，形成应用示范，并开展供热运营工作。</p> <p>项目的主要技术难点：</p> <p>1) 因历史原因，以西城区为对象等的核心区锅炉房面积狭小，空间有限，甚至局部有着异型房型或其他不合理设计，大幅增加了包括石墨蓄热等产品的设计难度。因此，如何在有限空间内完成蓄热设计和供热替代，是本课题的主要难点之一；</p> <p>2) 石墨固体蓄热系统在供热行业的首次应用。热力系统有着跟随环境温度、供热系统和人员操作水平产生相应变化的特征，在供热系统中的蓄热应用，不仅要保障设备</p>		

的正常运行，还要可根据变量进行即时调节，以及满足节能减排的使用要求，因此是主要难点之一；

3) 产品系统及零部件可靠性。设计并选取适合的系统，性能及可靠性匹配的零部件，对供热系统的安全运营具备重要意义。

**(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：

1) 针对以航空胡同 22 号院锅炉房为对象，开展石墨固体蓄热设备设计，并完成系统选型等工作；

2) 通过开展现场调试，完成性能验证及供热准备等工作。

#### 2. 技术路线：

1) 石墨蓄热-供热系统的设计。根据石墨蓄热换热特性的特征规律，确定最佳的换热量与温度和蓄热体积之间的关系，对蓄热模块进行管路设计、保温结构设计、外壳结构设计等，并搭建蓄热模块。

2) 石墨蓄热-供热系统的换热特性研究。通过对供热模块进行系统的实验测试，掌握石墨高温显热蓄热式供热系统的换热特征、供热模式和控制策略等规律，并在此基础上，研制石墨高温显热蓄热式供热系统的模块化定型设计，并开发具有知识产权的石墨蓄热模块控制系统。

#### 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，本人基于自身供热技术管理的本质工作，并结合浙江大学研究生培养计划，主要参与：

1) 项目前期的调研及沟通工作，通过现场实地调研并与现场工作人员及供热运行人员沟通，明确设备使用环境和需求，继而完成项目的可行性分析；

2) 项目蓄热系统的设计工作，基于浙江大学研究生培养计划，结合实践训练，通过参与石墨蓄热系统的加热和换热的结构设计、热工计算及计算校核等工作，完成项目的核心工作之一；

3) 项目控制逻辑的设计工作，蓄热系统结合供热使用场景的控制逻辑，是保障系统能够保障供热和用热需求的核心工作，也是石墨蓄热系统能够在供热行业适用及推广的必要条件。

通过参与上述核心工作，本人不但在实践训练中得到锻炼，还结合了自身的培养计划，对提升专业能力起到了重要作用。

#### 4. 问题与改进建议

在现有研究的基础上，可考虑逐步提高产品的智能化水平，如根据环境温度等的自动

调节等。



## 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）

本次专业实践，本人在热力装备公司内开展了石墨固体高温蓄热供热设备的研究，通过实地考察调研，了解了项目实施的难点及意义；在此基础上，通过现场运行人员和管理人员的深入交流，明确了产品设计的需求，能够更加行之有效的开展对应的设计方案。

因此，通过参与前期工作，对供热行业对小型化、定制化以及智能化节能产品和蓄热产品的应用需求更加明确，加深了对“双碳”政策的认识 and 了解。

此外，通过参与产品设计和研讨，加深了对现有蓄热产品的了解，明确了石墨蓄热产品在供热行业应用的优势，如目前国内外蓄热技术包括显热储热技术、热化学储热技术和潜热储热技术。其中，热化学储热技术仍处于实验室阶段，而潜热储热技术涉及材料相变，以熔盐蓄热为例，存在有腐蚀性，且运行维护成本高，且材料的热扩散系数低等技术问题有待突破。而石墨材料作为一种新兴的储热介质，其石墨蓄热技术采用新型的蓄热材料，具有较高的热扩散系数和体积蓄热密度，其比热和熔盐相近，约是镁砖的 1.8 倍；导热率是熔盐的 100 倍，是镁砖的 33 倍；相同体积的需热量是熔盐的 1.25 倍，是镁砖的 3 倍。因此，很大程度的适用于以北京热力为使用对象的空间有限的锅炉房的改造和替代。

同时，本人长期从事北京热力技术管理和技术研究的相关工作，对各核心产品的性能和优势等均有着一定的了解，而通过参与本次实际工作，一方面更加加深了对供热设备使用单位的需求了解。明确使用单位的实际需求和困难，对进一步从事技术和设备管理工作有着很大提高；而参与全程的设计工作，从结构、加热和换热结构进行设计，进一步开展设计校核，开展系统搭建、供应链建立、物料筹备及产品加工等环节的工作，使我更加加深了对产品的认识，通过实现过程中每一步工作的参与和回顾，了解了产品在实现过程中的重点、难点以及可能的改进点，对现行工作和未来进一步工作的开展，都起到了重要的经验作用。

最后，产品全程生命化管理，从项目的产品经理、设计研发人员和现场实施人员的角色体验，不仅使我的在课程范围内的专利能力得到了提升，还使我对产品的理解水平挖掘能力有了显著的提高，希望能够在参与本次实践工作的基础上，不但完成学业相关工作，还能更好的指导未来从事本质工作。

### (二) 取得成效

通过技术研发和项目实施，石墨固体蓄热设备的应用不仅响应了北京市关于首都核心区消除燃油锅炉房、节能减排、低碳环保的号召，还通过替代燃油锅炉的能源重构实现了如下的经济性指标：

其中，航空胡同 22 号院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；在应用石墨蓄热系统后，年能源消耗费用约为 18.72 万元。其他成本支出上，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

千年的加热棒定期维护外，其余维护成本接近于零。  
 另外，燃油锅炉年运营的成本较高，其单位热费约为 431 元/Gj；而采用蓄热锅炉后，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，其热费可进一步降低至 78 元/Gj。  
 同时，相对现行使用的燃油锅炉每年较高的运营和维护支出，新型显热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。

从社会效益上来看，航空胡同 22 号院燃油锅炉一供暖季消耗燃油 90 吨，采用新型显热固体蓄热设备后，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。

综上，采用新型显热蓄热锅炉起到了良好的“削峰填谷”作用，同时对减少碳排放起到了明显的助力作用，具备良好的应用和推广价值。

本人的课题主要的研究对象，就是石墨固体高温蓄热设备的研究和在供热行业上的应用，和实践内容完全相关。本次实践完善和指导了本人在浙江大学研究生培养计划的课题工作，通过全程的参与，梳理了课题的框架，理清了研究思路和报告逻辑；同时，通过参与热工设计和控制逻辑等相关工作，也在项目组中提出了自己的见解和看法，更好的参与工作，指导和服务实际供热运营工作的实际需求。

因此，通过参与工程实践，不仅对本质工作产生了极大的提升，还对实际供热运行产生了重大的经济效益和社会效益，从项目和产品的复制和推广上，使我加深了理解。同时，还通过自身参与，完成了培养计划相关的核心工作，使我的专业技能和水平得到了极大的提升。

**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
一种高温固体显热蓄热式蒸汽过热器及其蓄热放热方法	发明专利	2022-05-05	20221048179 95	3/5	1/1

**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：王达

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>王达同学在实践中积极多个团队工作，主动解决困难和 问题，乐于提出想法。从课题、专业及本职工作各个方面 予结合，解决了实际问题。</p> <p>王达同学达到了现场实践毕业的考核。</p> <p>校外合作导师（或现场导师）签字：李峰 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>该生通过实践训练，对高温显热蓄热系统在供热系统中的中的应用有了更深入的理解，提升了利用具体理论知识解决实际工程应用问题的能力，提高了利用专业知识分析和解决实际问题的科学素养，取得了一定的创新成果。研究项目紧密围绕学位论文相关章节内容，为学位论文的顺利开展奠定了扎实的基础。</p> <p>校内导师签字：张良 2022年6月6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）。