

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	生产技术岗	
专业实践训练时间	集中进行	2021年09月01日开始 至 2022年04月01日结束
		专业实践训练累计 212 天（单位考核前），其中项目研究天数 90 天（单位考核前）
<p>(1) 基本概况（含实践单位简介、实习实践内容等）</p> <p>实践单位简介：</p> <p>本人实践单位是北京市热力集团有限责任公司，北京热力集团是全国最大的具有六十多年光荣历史的国有集中供热企业，担负着中央党政军机关及各国驻华使馆、北京市党政机关、大型企事业单位和市民的供热服务保障职责。</p> <p>集团为综合性供热公司，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。拥有实力雄厚、技术先进、经验丰富和资质信誉高的供热企业19家，职工1万余人。截至2019年底供热总面积4.71亿平方米，其中北京市域内供热面积3.19亿平方米，市域外1.52亿平方米；热力站5875个，一次管网长度2799公里，热用户约322万户，市域内热源有8座热电厂及537座锅炉房。</p> <p>北京热力供热区域范围涵盖北京市十四个区县及市域外河北廊坊三河市地区、保定涿州、阜平、容城、山西大同市、内蒙古乌兰察布市、湖北潜江市、吉林抚松县。通过外埠区域能源基础设施的互联互通，协同改善生态环境、推进清洁能源利用。整合资源，强强联合，实现低碳绿色供热，建立京津冀一体化能源物联网、互联网。</p> <p>实习实践内容：</p> <p>以北京市某区域锅炉房及下属热力站为例，对该项目二级管网用户侧的室温调节技术及楼前边缘控制系统进行研究。通过验证用户室温自主调节技术，选择近端一栋低区居民楼，对约120户用户实施自主按需调节技术，供热范围内其他的约15%住户只增加室内温度采点，实时监测用户室温。三座热力站下辖各栋楼热力小室，新增边缘控制器，实现楼内运行参数采集、分析和电动调节阀控制。</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)

项目名称: 基于边缘计算的楼宇供热智慧调控技术研究与应用

项目来源: 企业内部科技创新项目

项目经费: 约 200 万

主要研究目标: 以北京市某区域锅炉房及下属热力站为例, 基于边缘计算的楼宇供热智慧调控技术, 通过研究楼宇供热系统控制中如何开展边缘计算, 建立基于数据在边缘端开展的楼宇端供热模型, 并通过工程实例验证楼宇端供热模型取得的实际效果, 以达到实时响应、按热需求分配的目标。。

技术难点: 用户热需求变化多端, 且存在延迟, 如何及时反馈用户实际舒适需求是实践内容的难点, 同时, 在信息技术高度繁荣的时代, 如何保护用户的隐私和安全同样也是攻坚点, 难点在于如何低延时、高隐私地对入户阀门及楼前小室阀门进行精确调节。

(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. 研究楼宇供热系统控制中如何开展边缘计算
2. 建立基于数据在边缘端开展的楼宇端供热模型
3. 通过工程实例验证楼宇端供热模型的效果

方案及技术路线:

研究方案:

1. 研究楼宇供热系统控制中如何开展边缘计算

相比于云计算技术的复杂性, 边缘计算是当前工业互联网中重要的一环, 在工业互联网部署边缘计算节点可以分解云端复杂的计算任务, 供热系统调节过程中, 热源、热网及设备终端均产生大量数据, 若将全部数据上传于云计算服务器进行计算、分析, 不仅对云计算服务器造成较大的负担, 而且增加了设备调节的响应时间。本部分研究边缘计算技术如何运用于楼宇供热控制调节, 如何根据用户调节做出楼内水力调整的及时响应, 如何调整各楼宇之间的水力平衡等问题。

2. 建立基于数据在边缘端开展的楼宇端供热模型

构建于数据在边缘端开展的楼宇端供热模型, 将室内温度、室外温度、入户阀门开度、压力及楼口阀门开度、压力输入到供热模型当中, 建立该模型的基本架构及逻辑关系的构建。

3. 通过工程实例验证楼宇端供热模型的效果

结合相关项目计划将边缘框架组件部署在供热设备近端, 即在楼宇端配置边缘控制器, 能够实现楼内运行参数采集、分析和对电动调节阀的控制, 在实际供热过程中, 基本控制逻辑是, 首先, 边缘控制器接收用户用热模式改变的指令和室内温度数据, 自动计算入户档位阀开度, 达到室温需求; 其次, 采集各户热表数据、阀门开度、供

回水温度数据，楼口压力、温度、热表数据，进行数据本地存储及清洗；最后，边缘控制器根据楼内用户的调节动作，自动调整楼前主管电动调节阀开度，以稳定楼内水力工况，消除不同住户调节时，系统发生的振荡，达到楼宇间的平衡。

通过该工程实例，读取对用户行为（如改变室温面板的档位等）与阀门开度、楼口供回水温度、楼口压力等数据，监测楼宇供热系统的响应情况，是否根据用户行为作出执行情况，执行是否到位，执行时长等问题，从而验证楼宇端供热模型的效果。

技术路线：

（1）用户根据自身热需求对户内温度面板进行档位调整，入户阀门开度依据档位变化发生改变，反馈到楼口边缘控制器处；

（2）楼口边缘控制器根据楼宇各户热需求状况，通过改变各入户阀门开度大小重新分配入户流量；

（3）此时楼栋所需求的流量同时发生变化，通过改变楼口主管阀门分配各楼栋间的流量，达到楼宇间的水力平衡。

团队分工、本人承担任务：

校外导师刘宁：负责对整体项目进度进行把控，解决项目出现的技术疑难问题。

热力集团丰台分公司人员：负责设备采买、合同签订，进行人员管理，统筹安排现场调试等事宜。

外包技术团队负责人：负责现场设备的安装与调试，日常巡检，解决设备运行过程中出现的故障。

本人承担任务：负责协助校外导师完成相应的研究工作，协助解决项目出现的技术疑难问题，搭建现场设备，收集实验数据，建立数学模型等。

完成情况：完成了现场设备的安装与调试，已经初步构建起了楼宇供热控制系统，于2021年至2022年采暖季末完成设备的初调试与试运行。

问题与改进建议：

1. 部分调节阀门不够灵敏，调节较为粗糙，应通过更换更为精确的阀门保证调控的效果。2. 小区管网条件不一样，因停车位和工期原因，部分供热二级管网无法同步改造，目前存在20年前管网与新管网混用的现象，容易造成管网流动性不一，影响调节效果，本年度将会对管网进行统一翻新。

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）

通过本次专业实践几个月的学习过程，我收获了很多，可谓是受益良多，下面我将从知识掌握、能力提升、素质养成等方面进行总结。

在知识掌握方面，我之前对于计算机技术的了解仅限于工程及暖通专业软件的熟练运用、浅知电脑编程知识，对于通信技术来讲，略知一二，仅仅知道通信过程中的信息传输和信号处理的原理和应用。通过本次实践过程，我发现计算机技术以及通信技术在现代工程应用是必不可少的，信息革命被称为第三次工业革命，大大地提高了设备运行的效率，就本次实践过程的实际工程来讲，以前供热管网调节仅仅是依靠工人们手工调节，工作效率低下，人工成本高，资历较浅的工人师傅需要经验丰富的老师傅带领才可进行调节，另一方面，受限于二级管网流量的瞬时性与供热的滞后性，往往会造成调节效果差，家中温度并未有实质的提升。本次通过学习，我了解了边缘计算技术，与传统的云计算技术不同的是，云计算技术有强大的计算能力和处理数据的能力，与传统技术相比，实现了性能质量的飞跃，但是，云计算同样存在着技术缺点，例如：数据的安全性较低，用户信息容易被窃取；需求带宽大、设备造价高、延迟较高等。为满足用户的实时用热需求，对于热用户采取的调节动作，用户侧的楼栋入口及户内阀门调节需做出实时反应，为保障整个楼层的水力平衡及各栋楼间的流量分配，边缘技术更加适合，作为暖通专业的我，之前对边缘技术比较陌生，而如今熟悉了它的原理。

在能力提升方面，我主要是提高了个人的动手实践能力和团结协作的能力。动手实践能力的提升十分感谢企业提供的实践平台，能够将理论知识运用到实际工程当中，与在实验室实验不同的是，实验室实验偏重于理论，较为接近现实，但不是现实工程，仅仅是对项目的模拟，而企业提供的实践平台，是真真切切的实际工程，是居民小区的供热管网精确调节，关乎着几千户老百姓的民生工程，每一次调节都有可能对他们的热舒适造成影响，所以必须尽心尽力，担起责任。设备安装、调试等过程需要我们团队一起组装，说实话，在企业 6 年有余，下一线干活的时间与机会少之又少，实地组装设备的过程可能更多地来源于生活，家里买的电气设备或者装修时动手组装，与这个不同的是，这些电气设备和阀门的组装需要相当的专业性，在动手的同时必须动脑才能完成。团结协作的能力主要是在大家都是各个不同企业的员工，在一起工作的时间几乎没有，本次实践过程时间紧、任务重，工作环境较为苛刻，大家在实践过程中，分工明确，互帮互助，最终出色地完成了任务，达成了我们期望的目标。

在素质养成方面，我们坐办公室的员工能够更加接近一线，真真切切地了解了老百姓供热的需求，明白了自己身上的担子，供暖是民生工作，上至上了岁数的老人，下至牙牙学语的婴儿，他们都需要自己的热舒适，我们的工作就是要为不同年龄段、身体状况的人提供实时、舒适的热需求，责任、科学、有效就是我们的任务。

(二) 取得成效

供热工作关系到生活的方方面面，是事关民生、事关群众冷暖的大事，是重要的民生工程，其地位不言而喻。如何更好地、更科学地做好供暖工作呢？本次专业实践通过基于边缘计算的楼宇供热智慧调控技术研究与应用的技术创新，在保证小区供热系统安全平稳运行的基础上，通过稳步提高供热运行参数，确保供热质量达标，同时通过精准调节，按用户热需求精确供热，项目所在小区提高了节能降耗的水平，通过测算发现，供热所需的热耗、气耗、电耗、水耗有所下降，相比 2018-2019 采暖季，锅炉房所带面积节约热耗不低于 7%、电耗不低于 10%；预计年节约热费约 92 万元，回收期约 4 年。所供小区的供热服务热线 96069 的工单及北京市民 12345 服务热线工单数量较上个采暖运行季有明显的下降，降低了供暖初期低温投诉，推进未诉先办。通过实际工作发现，二级管网供热系统的供热运行参数基本没有储存的物理条件，通过本次实践，二级管网的供热数据将被完整地保存下来，作为分析数据对未来供热进行研判，做到早预判早执行，也是机器学习的重要经验数据。本工程项目是热力集团科技创新项目中的一项，作为集团的科技试点项目，工程在实际实施过程当中，遇到了不小的难题，团队通过反复推敲、来回分析最终解决了问题，本工程力争打造集团范围内的标杆工程，代表了集团的科研能力，在工程第一步改造调试后，作为集团优秀工程，在集团范围内迎来集团内部同事的参观交流学习，下一步作为优秀、标准项目可能将会推广到全北京市乃至全国。

本专业实践项目与学位论文撰写的相关程度密切，最后的研究生学位论文选题及内容来源于该项目的研究内容，下一步将对上个赛季的供热信息，包括供热系统参数（实时流量、室外温度、楼宇阀门进出口流量、流速、开度等）、热用户体验（热用户的室内温度、家庭成员的热舒适度体验、敏感用户的热舒适体验、工单情况、检修情况等）将继续对该小区二次线精准调控系统、楼宇及户内系统继续进行优化，建立数字模型，在下一个采暖季，通过数字模型比拟与工程正式运行模式下的实际工况进行对比，通过调试或者改造继续优化系统，为居民提供低延迟、高质量的供热服务。

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：马瑞辰

2021年6月3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>该生职业素养高，行业知识掌握情况较好，能够适应岗位，工程实践能力在逐步提高，在团队中起到了一定作用，通过技术创新提升了百姓的供暖质量。</p> <p>校外合作导师（或现场导师）签字：刘宇 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>专业知识掌握扎实，有一定的创新能力，项目研究与学位论文联系紧密。</p> <p>校内导师签字：刘中威 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:21年 9月 1日 实际实践结束时间:21年 4月 1日 专业实践训练累计天数: 212 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:  2022年6月2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): 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）。

