

## 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	分段进行	2021年06月30日开始 至 2021年12月31日结束
		专业实践训练累计 184 天（单位考核前），其中项目研究天数 90 天（单位考核前）
<p><b>（1）基本情况（含实践单位简介、实习实践内容等）</b></p> <p>实践单位简介：北京市热力集团有限责任公司为市国资委出资并兼管的大型国有企业——北京能源集团有限责任公司（下称京能集团）的全资子公司，是负责北京市市政热力集中供热的大型国有供热企业。</p> <p>实习实践内容：参与工程项目实践，与项目相关单位进行现场踏勘，了解实际问题后，调研新技术、新设备，跟进项目实施进度，解决项目实施过程中问题等。</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：供热二次系统均衡按需调控关键问题研究与示范项目；</p> <p>项目来源：公司研究项目；</p> <p>项目经费：1553万元；</p> <p>主要研究内容：针对常楹公元A站等7个换热站的现状有针对性采取改造及调控措施；</p> <p>技术难点：本次二次网精准调控项目包括完成3个换热站、单元楼口及用户室温运行数据采集，建立算法模型，实施基于用户室温的单元级按需精准调控；完成4个换热站的二次分支关键节点、用户室温运行数据采集，建立算法模型并指导换热站自动调控及二次管网水力平衡调节。项目涉及的建筑物建设年份较早，用热建筑维护结构老旧，热损失大，热力站系统设计简单，部分换热站未加装数据上传设备、无法实现远程控制，供热期间频繁需要人工调节，效率低下。在现场踏勘及项目实施过程中，需</p>		

要克服现场条件限制，逐楼、逐层、逐户进行检查，核实设备安装情况，调研用户不热情况，结合现场检修进行总结。本项目不仅完成热力站的热量调控，还需要对楼内不同分区、不同楼层进行热量调节，记录平衡阀的流量、压差、开度等参数。对参数进行分析后再次调节，直到各节点流量平衡，热量分配合理。

**(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：**按国家和热力集团的管控要求，研究项目二次侧按需调控的改造方案，实现二次系统精准化个性化调控，降低供热热耗、单耗、降低供热成本及用户投诉量。实现按需供热，精细化调节，节能降耗，调高管理水平。

**方案及技术路线：**按照“北京市热力集团二次系统节能与数据采集设计标准”，结合京能集团相关热力企业供热现状，确定实施技术路线。

二网换热站+单元协同的精准调控采用基于大数据、机器学习建立的算法模型预测分析供热二次网的控制调节策略。通过在二次网各单元楼口供回水主管上、可调电动阀之前安装压力测点，结合运行流量数据，对阀门调节特性进行在线辨识，并应用于二次网水力平衡调节。调控过程中，运用负荷预测模型，分析下一时刻各单元所需流量，在模型中导入期望流量值进行计算，获取各单元楼口的运行压差值，确定各调节阀的最优组合逻辑策略。

二网水力平衡改造仅在二次网分支关键节点安装压力、温度测点，主要用于辅助进行二次网水力平衡调节，换热站则采用基于负荷预测的换热站级精细化远程调控，通过负荷预测模型预测满足用户室温的换热站负荷需求，在保持流量的条件下预测需提供的二次供水温度对应下的一次侧阀门开度，并通过运行调控系统将控制指令下发至下位设备进行远程调控。

**团队分工：**孙鹏博士：项目总负责人负责项目整体统筹等工作；北京热力智能控制有限公司、北京华南天诚贸易有限公司：新技术开发、设备研发购置、设备安装调试等工作；北京热力朝阳第二分公司：负责项目实施的全过程管理及相关工作。

**本人承担任务及完成情况：**本人在项目中承担项目助理工作，在项目初期方案制定阶段会同相关单位整理项目所在热力站资料，包括热源、热力站、用热建筑的基础资料，了解项目供热存在问题；同时对新技术、新设备进行调研，了解新设备的功能特性，评估项目实施的可行性，为项目实施打下基础；参与项目方案论证，对方案提出合理建议；项目实施过程中，进行现场勘察，参与解决项目现场实施过程中存在问题；项目完工后参与项目验收。

**问题与改进建议：**由于现场条件限制等问题，部分项目仅可实施楼栋内分区平衡改造，无实施精准到户调控的设备条件。项目应继续深入实施，最终调控到户，最终实

现精准调控。

## 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）

#### 1. 知识掌握：加深二网平衡调节理论的掌握

在平衡调节中评估平衡效果的标准有两个，一个是回水温度平衡，另一个是流量平衡。从两者的调节过程来看，以回水温度为标准的平衡调节在实际操作过程中往往不能直观的看到。一方面，由于二次网系统规模大小不一，水温变化也会有一定的滞后性，自调节开始到回水温度稳定，周期往往不能确定。另一方面，受管网建造期间从设计到施工等环节成本控制的影响，多数二次网一般不会加装温度计及其它管网配套附件，以至于不能直接得到温度值，在实际操作中通过测温枪等仪器对管壁温度进行测量，但也会因为环境因素让结果偏差较大，使得回水温度测量数据失准，因此，以回水温度平衡为标准在实际运用中的难度较大。而经过超声波流量计测量，能够相对快速并准确的得到管网流量数据，之后再根据计算出的流量就可以进行调节。所以以流量平衡为标准的可操作性更强。

#### 2. 能力提升：供热现场实践能力提升

通过本次工程实践，我意识到如想满足用户用热需求的关键是要做好末端的平衡调节工作，单纯的加装平衡阀，仅仅进行人工手动调节，不能实现真正的优化控制。二网换热站+单元协同的精准调控是以大数据、机器学习建立的算法模型预测分析供热二次网的控制调节策略。

本项目针对常楹公元 A 站等 7 个换热站的现状有针对性采取改造及调控措施，如通过运行数据建立机器学习调控模型、安装静态平衡阀等，并将数据采集、远程调控等功能开发集成至二次系统均衡按需供热调控系统，实现二次系统针对性的个性化调控。在项目实施过程中结合工单解决，分析工单形成原因，如供暖管道自身设计问题、暖气管道漏水率较大、用户私自改造导致后期难以保证供暖效果等突出问题。在项目实施过程中理论联系实际，最终目的是解决用户不热的实际问题。我认为只有这样才能解决我国城市集中供热二次网系统普遍存在的高耗能、低效率、高污染等问题，从而实现节能减排、高效环保的目标。

#### 3. 素质养成：了解二网水力平衡改造的全流程

经过本次实践项目我受到了很大的启发，结合自身设计工作，在二次网项目的建设初期，作为热力集团项目设计人，应对项目二网平衡设计和计算有足够的重视，并根据计算结果向甲方推荐合理的二次网建设方案，预留相应的设备设施保证二次网平衡可调节，以便日后热力集团的运行调节。同时向用户宣传智慧供热的必要性。

## （二）取得成效

作为在建筑能耗中占比巨大的冬季供热能耗，在实际运行过程中有非常大的节能降耗潜力。随着供热企业对国家能源使用的长远目标的认知加深，在供热系统运行产生的水、电、热等能耗也越来越受到企业重视，但由于现存建筑物的时间跨度较长以及施工标准的不同导致供热系统二次网运行中“大流量，小温差”的问题还普遍存在。结合供热系统二次网的实际运行情况，以及对二次网平衡调节相关问题的解析，本实践项目总结出一种效果不错的调节方法。

本项目对常楹公元 A 站、金五热力站、天著春秋二期 3 个换热站楼栋入口及户内进行现场改造并进行安装调试设备，对核二院站、虎背口、三一八厂、华腾园（二期）4 个换热站的二次分支关键节点及户内进行现场改造，满足二网针对性精细化调控的技术要求。同时应用物联网远传测量技术，对常楹公元 A 站、金五热力站、天著春秋二期 3 个换热站及楼口、用户进行在线测量，获取流量、压力、温度等参数，实时观测系统的运行状态；对核二院站、虎背口、三一八厂、华腾园（二期）4 个换热站、二次分支关键节点及用户侧进行测量，获取压力、温度或流量参数。

实践过程中分析了工单形成原因，以华腾园（二期）换热站为例，工单形成原因包括：供暖管道设计不合理、华腾园小区暖气管道漏水率较大、用户私自改造导致后期难以保证供暖效果、业主户内暖气设施老化导致漏水不热。在二网平衡调控的同时集中发现解决二次供热系统问题，并对下一步工作做出计划。

华腾园（二期）换热站 2019 供暖季平均热耗约 0.3GJ/m<sup>2</sup>，远高于集团平均热耗水平。2019-2020 采暖季 96069 及 12345 整站投诉工单共计 221 条，其中分户供热 9、11、12、13 楼工单 132 条，比例为 59.73%。公司客服接到报修及投诉电话大约 600 多条，站内维修接到报修不热电话大约 850 多条。小区经过多次整改，整体供暖效果依然差强人意。整站实施二网平衡改造后，节热率 5%，平均热耗可由 2019-2020 采暖季 0.3GJ/m<sup>2</sup>，降至 0.285GJ/m<sup>2</sup>。

对下一步工作做出计划。首先对华腾园 1-6 号楼管道层管道进行更新改造工作，费用共计 200 万。降低楼内主管道漏水频次。其次继续推进智慧供热项目对 7-13 号楼主管道平衡阀增加完成，每 3 分户主干管安装平衡阀，并加强调节，解决大户型不热问题。并加大入户巡检力度，细致排查，针对腐蚀严重暖气管道进行更新，对私改暖气管道用户进行协调改造暖气管道，使供暖循环正常；与物业联系沟通抄录装修记录，设立装修台账，指导用户安装暖气片注意事项，禁止私改暖气管道，灌水期间提前联系用户回家开阀门，避免出现阀门关闭情况；提前进行上水，提前进行放气工作，冷运时使用流量仪，对各楼栋入口进行流量测算、合理分配，调节楼口阀门开度，使二次线达到水力平衡；

本实践项目实现了供热精准调控的核心目标，包括通过流量及热量的平衡，满足居民的供热诉求，解决供热不平衡问题。通过一定方式手段的调控，提升居民满意程度及生活质量；减少能源浪费，减少供热产生的二氧化碳及污染物排放；通过调节二网平衡，降低热耗，使用更少的热量使所有的居民达到舒适的供热温度，从而实现节能降耗。


通过本项目的研究，我了解到让热用户满意并满足企业的经济效益和社会效益在今后的供热工作中尤为重要，企业对于项目的决策也十分关注于此点，本人的学位论文是供热系统二次管网运行分析及设计参数优化研究，正是部分取材于本项目的实践内容，拓展出二次管网设计优化及运行情况对设计图纸的反馈，从而完善二次管网平衡改造的综合评价。

**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 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>雷同学从事热力设计工作，热力行业知识基础好 《二次系统》科技项目涉及的7个换热站，基础 条件相差悬殊。既有次新热计量子区可以较充分的 利用2线互联网技术，又有老旧程污水汽井只能用 平衡阀调节加重量信息化。通过与实践，加深了对 热力一线实际情况和团队协作的能力，针对具体 工程条件筛选适用技术路线。</p> <p>校外合作导师（或现场导师）签字：孙鹏 2022年 6月 6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>雷宇同学参与本科研项目研究的态度积极认真，专业基础知识牢固，有较强的团队意识。具有必要的开拓创新精神，善于学习，理解新事务较快，在供热平衡调节领域不断探索，具备自我工作思路。该同学主要从事供热设计工作，研究内容与学位论文有一定关联，为后续的学位论文相关研究奠定了基础。</p> <p>校内导师签字：李蔚 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）。