

浅谈关于城市智慧供热的必要性及主要技术原则

乔岳

身份证号码 2107191971****2110

【摘要】智慧供热是提升供热质量、实现节能降耗减排的重要途径。在供热企业积极探索前行下,我国智慧供热已经取得明显成效。智慧供热要取得进一步发展,还需要破除现存的、在推进过程中出现的新老问题;需要企业勇于开拓,善于实践;需要政府更有效地政策环境支持。城市智慧供热的必要性及主要技术原则;构建清洁低碳、安全高效能源体系,智慧供热一体化综合解决方案,换热站自动控制系统。

【关键词】智慧供热;节能;无人值守;监控系统

【Abstract】 Smart heating is an important way to improve the quality of heating and realize energy conservation, consumption reduction and emission reduction. Under the active exploration of heating enterprises, China's smart heating has achieved remarkable results. For further development of intelligent heating, it also needs to solve the existing problems in the process of promotion, enterprises to develop and practice, and more effective government policy support for the environment. Necessity and main technical principles of urban smart heating; build a clean, low-carbon, safe and efficient energy system, integrated comprehensive solution of intelligent heating, and automatic control system of heat exchange station.

【Keywords】 Intelligent heating; Energy conservation; Unattended; Monitoring system

前言

当前中国正从国家战略层面推进运用互联网+、物联网、大数据、人工智能等新一代信息技术结合各行业的升级发展,智慧已普遍成为描述这类升级特征的关键词。

智慧供热的提出与发展处于中国全面推进能源生产与消费革命战略的大背景之中。2017年中国政府发布了《北方地区冬季清洁取暖规划(2017-2021)》,在热源侧供给具有更多元的选择,清洁燃煤热电联产的基础地位在相当长的时间内不会改变,同时,因地制宜的推进其他清洁能源的供热,这些多元化的热源型式内在需要通过多源多能互补技术实现供热系统的动态能量平衡和集成优化;总体看,“源-网-荷-储”全过程的动态性和复杂性显著增强,内在要求新一代的信息技术提升供热系统的动态调控能力。

智慧供热是在中国推进能源生产与消费革命,构建清洁低碳、安全高效能源体系的时代背景下,以供热信息化和自动化为基础,以信息系统与物理系统深度融合为技术路径,运用物联网、空间定位、云计算、信息安全等“互联网+”技术感知连接供热系统“源-网-荷-储”全过程中的各种要素,运用大数据、人工智能、建模仿真等技术统筹分析优化系统中的各种资源,运用模型预测等先进控制技术按需精准调控系统中各层级、各环节对象,从而构建具有自感知、自分析、自诊断、自优化、自调节、自适应特征,能够支撑供热的政府监管、规划设计、生产运营、需求响应过程中人的思考决策的新一代智慧型供热系统。

实现智慧供热需要获取包括用户端、二次网、换热站、一次网、热源的全系统和全生命周期的完整信息,

还包括获取外部对供热系统产生影响的各种信息。

智慧将实现供热系统运行模式的转变,由“热源侧推动”转向“用户侧拉动”。由热用户主动索取和控制所需要的热量,按量付费;由热源和换热站提供合理的供热参数,按需供热与调节;在保证供热舒适度的同时,解决过量供热、能源浪费等问题。

目前,我国供热行业多数供热企业还处在粗犷的管理模式中,供热系统普遍存在:能源计量不全或缺失、能源管理分散、不统一、供热分配不均衡、供热质量不高、供热运行方式不合理、供热有效数据缺乏等多种问题,建立智慧管网可以完善管理体系,对能源管理实施精细化和可视化。通过实施智慧管网的建设,可以为下一步热量计费奠定基础;同时建立能源供给侧和需求侧的响应机制,使供热系统成为电力系统的灵活性资源,实现一定区域内的热力、电力优化调度,打造多能互补、优化集成的能源互联网社区。

1 智慧供热总体方案

智慧供热,是集供热生产调度、管网监控、管网水力分析、供热计量、室温控制、地理信息技术于一体的,现代供热一体化综合解决方案。将系统控制、计量及分户计量、控温平台化统一管理,实现供热计量智能化、系统调控自动化、住户用热自主化、政府监管科学化,从而达到供热稳定、高效节能、绿色环保的最终目的。智慧供热一体化综合解决方案,主要包括供热生产调度管理系统、热力管网水力平衡分析系统、供热地理信息系统、换热站自动控制系统、供热远程抄表控制系统、供热管网巡检系统等。



图1 智慧供热系统示意图



图2 智慧供热一体化管理平台示意图

1.2 供热生产调度管理系统

供热生产调度管理系统是为实现供热生产调度信息化、现代化，建立统一的集运行调度、管线管理和应急指挥为一体的综合生产调度指挥系统。通过该系统可实现从热源到管网再到换热站的实时生产数据的监控管理，实现管网联网、环网运行调度功能，可直观、高效的调整各种参数，准确、及时的处置供热事故，从而达到科学调度、节能增效、减少事故的效果。生产运行调度系统综合应用数据库、工业监控、远程传输等技术，与有供热监控、巡检通等多种系统兼容，并实现统一整合，将更有效的发挥生产调度信息一体化优势，在保护前期投资的基础上，实现以较小投入，达到高效、实用的效果。

1.3 热力管网水力平衡分析系统

热力管网水力计算常规的做法是采用手工计算，根本无法保证计算的准确性和及时性，在进行多热源联网运行或换装热网水力计算的时候更为不切实际。采用热力管网水力平衡分析系统，有助于大量的日常计算分析，在热网运行状态发生变化时，系统能够及时进行计算分析，方便热力公司管理人员随时调整管网运行状态，达到高效稳定运行的目的；系统可以获得在各种负荷条件下各换热站、热用户等的热量需求，各种负荷状态下的压力、流量和温度的分布；系统可以计算热网的压力和热量的统计值，生成各种运行统计表，包括管网运行质量统计报表、管网运行费用分析统计报表等，进行费用分析。通过系统计算分析后，热网系统可以显著提高供暖质量，降低能源消耗，在热源负荷不变的情况下可以多覆盖 10%~15% 的供暖面积。

1.4 供热地理信息系统

城市集中供热是我国北方冬季采暖的主要方式。随着城市的开发步伐的加快，热力管网不断地进行扩容和改造，这就对热力管网的规划、建设和管理提出了更高的要求。热力设施一般都具有时间跨度长、数量大、变化多、覆盖面广、与地理位置密切关联，热用户具有分布区域广、分支多等特性，多个热源环状网络，所以热力设施的管理非常复杂。传统的管理模式下，信息数据分散存放，存在数据不完整、名称不统一、某些规范不一致、数据丢失等情况，导致供热管网信息资源无法共享，进而造成供热管网运行过程中调度、指挥和决策迟缓等管理难度。因此，迫切需要利用现代化信息技术

对城市集中供热管网和设备的统一管理，降低运行成本，提高供热服务质量，加强热源及供热设施管理，提高设施利用率，节约投资，这就给城市供热的经营开发工作、生产运行方式和设施管理方法提出了新的课题，而地理信息系统则为这一问题提供了最佳解决方案。

1.5 换热站自动控制系统

无人值守换热站控制系统是专门针对无人值守热力交换站远程监控的需求而研制的智能控制装置，实现一次管网水力系统平衡、热力站各种现场参数的采集及远程发送、远程接收热力公司数据中心控制策略的下传。保障热力交换站运行的最佳工况，实现热网输送成本最小化与经济高效运行的目的。

1.6 供热计量温控一体化系统

供热计量温控一体化智能系统是集供热系统控制、计量室温控制于一体的集合技术体系，将系统控制、计量及分户控温置于一个管理平台上，该系统主要包括用户室内温度感应器、温控阀、热量表、室内系统控制器、单元系统控制器、室外温度感应器、区域系统控制器、热源厂数据中心控制器等软硬件设施。同时实现分户热计量和分户控温，既满足了用户按用热量计量的要求，又达到了分户控制室温的目的；同时实现对热源、热网、热力站等系统控制，有利于热源厂“按需供热、供需平衡”，有利于促进系统节能最大化。

1.7 供热管网巡检系统

热力管网巡检管理系统主要解决传统人工巡检管理不到位或遗漏巡检点问题。保证热力设施及管网巡检管理到位，可以提前发现设备运行问题，提前安排维修更换，避免重大事故发生，同时通过管网巡检精确管理，也可以及时发现管网其它设备故障隐患，能及时消除隐患，避免泄漏及事故发生，保障热网及换热站安全运行。

1.8 智慧供热一体化管理平台

智慧供热一体化管理平台，把远程视频监控、地理信息技术等与热力行业特性相结合，将供热生产调度管理系统、换热站自动控制系统、供热管网巡检系统、热力管网水力平衡分析系统等多种热力行业软件完美融合，并加入供热设备管理、供热管网模拟，及负荷预测、计量收费等，可以使热力企业将生产、收费、运营、设备管理、人员管理等多方面数据纳入企业统一管理平台集中展现，实现各子系统的资源共享和数据的统一管理和发布。保证供热系统的优质安全运行，提高工作效率，

降低运行成本,提升企业形象。

2 主要技术原则

智慧供热管网包括:

组网技术,采用有线、无线相结合;

数据的采集和储存,海量数据的采集储存;

采集技术,数据仓库及挖掘;

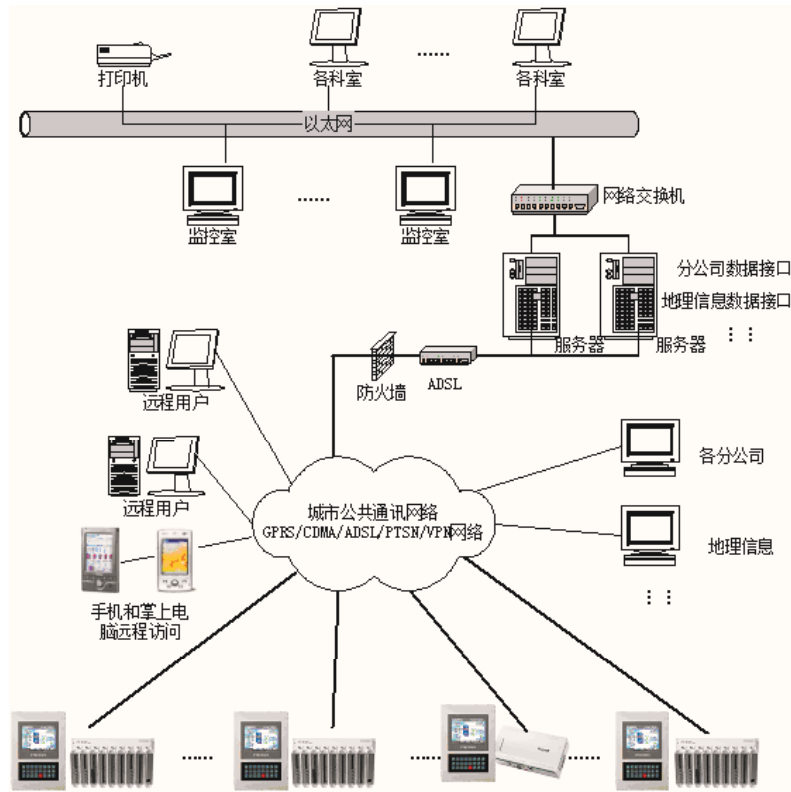
2.1 监控系统基本结构

热网监控系统通常采用分布式计算机系统结构。目前国内,对于供热系统的计算机监控方式,有两种不同的思路:一种是采用中央集中式监控方法;另一种是采用中央与本地分工协作的监控方法。前一种方法是中央独揽大权,热力站机组只有测试仪表和执行机构,它的功能只是参数和指令的上传下达,热力站现场控制器不做自动调控的决策功能。这种方法对中央监控软件的功能要求比较高,当热源供热量不足时,能进行流量的均匀调节,但其灵活性差,局部故障容易影响全局的

正常运行。例如,当中央调度室发生通讯故障的时候,整个热网的调节就全部失灵了。第二种方法,即中央与本地分工协作监控方法,其供热量的自动调节决策功能完全“下放”给本地的热力站机组,中央控制室只负责全网参数的监视以及总供热量、总循环流量的自动调控。这种方法比较灵活,故障率少,容易适应热网不同建设期的需要。第二种方法概括起来也可以叫做:“中央检测,统一调度,现场控制、故障诊断”。这种方法经过多年的实际工程,从现场控制硬件设备和控制软件到中央监控软件已经非常成熟(系统结构模式如下图)。

监控系统由监控中心和若干个远程终端站以及相关的通讯网络组成。系统为拓扑结构可扩展,分成:管理级、控制级,现场级。

远程终端通过 GPRS/CDMA 移动网络与监控中心实现实时通讯、数据传输。监控中心采集过程数据,并提供操作指导、控制、报警、报告、历史数据处理,趋势显示等主要功能。



2.2 监控中心功能

热网运行管理软件安装在作为监控中心的服务器上,该服务器将采集现场控制机的数据,监测现场控制机的运行情况并指导操作员进行操作。服务器定期从现场控制机采集数据以保证其数据库不断更新。服务器还向现场控制机发送控制和参数设置指令。操作员从控制中心通过该系统能够方便地得到子站运行的数据并向子站下达指令。基本功能如下:

- 1) 实时监测热网运行状态,运行参数的设定,运行分析以及调度热源实现全网的供热均衡;
- 2) 可通过网络浏览器在所需地点实现所有监控管理功能,远程访问与参数浏览;

3) 提供对运行分析和参数预测所需的各种温度、压力和流量分配的图表以及生成标准的水压图,对同类参数进行分析比较;

4) 监控中心统一发送室外温度指导各热力站的优化运行;

5) 实时接收各热力站的报警信息,提示操作人员报警处理。记录报警信息,形成报警日志;

6) 显示工艺流程图画面及动态运行参数,根据用户权限管理的不同,可对现场进行远程控制和设定调整;

7) 热力站数据监测和企业的信息管理系统相融合;

8) 形成日、周、月等多种报表格式,并对所有热力站的重要参数汇总报表;

9) 收集数据信息建立历史和管理数据库。

10) 手机和掌上电脑查询：针对不同的用户设置不同的操作权限，手机或掌上电脑上可以访问热网监控中心，显示热网的运行参数和故障报警信息。

2.3 终端控制系统

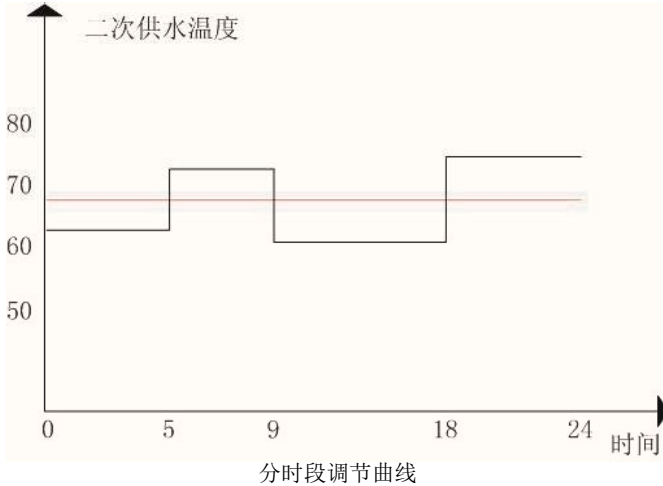
a. 温度、热量控制

换热站热量控制主要是实现室外温度补偿的供热量和需热量一致的调节，在控制器的程序中有五种方法，用户可以根据需要自行选择：直接固定二次网供水温度法、带室外气候补偿的二次网供水温度或回水温度或二次网的供回水平均温度经验法、带室外气候补偿的二次网供水温度或回水温度或二次网的供回水平均温度公式法、热量控制法、分时段修正法。以下为了论述方便，仅以二次网供水温度为例进行描述，回水温度或平均温度类似。

热量控制法就是设定换热站瞬时热量不超过某一个设定值，这种方法需要一年以上的供热运行数据积累，不赘述。

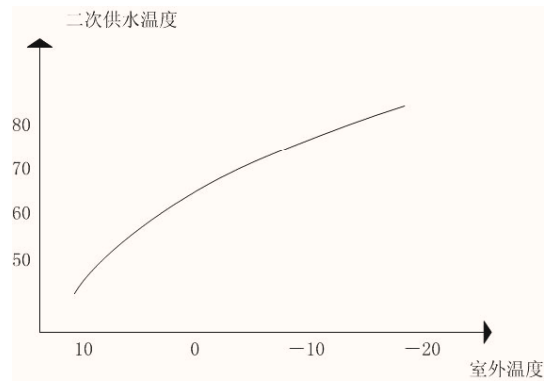
直接固定二次网供水温度法就是不管室外温度如何变化，二次网的供水温度均保持不变，该方法简单不加描述。

分时段修正法用于以下几种场合：有的建筑物白天有人晚上基本无人，如学校等可以分时段运行；即使在相同的室外温度情况下，晴天、雨天、雪天、风力大小等等，建筑物的耗热量是不同的，因此二次网的供水温度值应设定不同值，所谓修正是指分时段运行场合的二次网供水温度与设定值之间的偏差，这样可以更加经济运行。如下图所示：



b. 经验调节曲线（气候补偿控制）

随室外温度变化，改变二次供水温度的设定值，并以该设定值作为调节目标调节一次阀。下表是一个经验调节表例（可以由用户自行更改二次供水温度数据或曲线或由系统按照各城市供热现有数据通过热网控制系统自动生成）：



气候补偿控制一览表

室外温度范围 (°C)	二次供水温度 (°C)	说明
< -19		模糊区
-19 ~ -17	68	
-17 ~ -16		模糊区
-16 ~ -11	64	
-11 ~ -10		模糊区
-10 ~ -5	60	
-5 ~ -4		模糊区
-4 ~ 0	56	
0 ~ 1		模糊区
1 ~ 5	52	
5 ~ 6		模糊区
6 ~ 12	48	
12 ~ 13		模糊区
> 13	45	

当室外温度进入模糊区时，二次供水温度的设定值保持不变，这主要是为了减少阀门的动作，保护执行器。

原来的很多供热自控系统运行一两年后，就失灵了，其中大部分是由于电动阀的执行器坏了。一般来讲，电动调节阀的使用寿命只有 20 ~ 30 万次，电动阀行程大于 5%，就算动作一次，如果不保护阀门的使用寿命，自控系统运行两年后就可能瘫痪。根据这方面专门的研究，采用自控理论结合供热特点尤其是换热器的换热特性和热用户的热惰性，提出了独特的换热站电动调节阀的进步模糊控制方法，正常情况下每小时可以保证电动阀动作不超过 10 次（行程大于 5%，其余的行程不让其大于 5%），这样电动阀在正常使用的情况下可以用 8~10 年左右。

C. 换热站压力控制

二次网系统的最佳调节是质量并调，即在改变二次网温度的同时二次网循环流量也随之改变。系统流量

也随着用户的供热量而变化,主要是通过循环水泵加装变频器来实现。压力(或二次网循环流量)控制方法:根据二次网的供水压力或供回水压差来控制二次网循环水泵的运行频率,实现二次网的流量变化。

但是如何控制变频器的频率是一个非常关键的问题;同时,当变频器的频率变化引起二次网的循环流量发生变化,随之二次网的供水温度发生变化,那么前面的控制又要发生变化,电动调节阀就会频繁动作,影响使用年限。现提出了如下三种变频器频率控制方案,用户可以根据需要自行选择:

直接给定频率:大部分供热系统基本上是采用这种方法,虽然也可以节省由于系统水泵选择偏大而导致的电耗,但是基本上是定流量运行方式,不能实现最大化节能要求。

压差或压力定频率:根据二次网的供水压力或供回水压差来控制二次网循环水泵的运行频率,取压点的位置可以在二次网的供回水管上,有条件的场合可以将测压点放在系统的最不利用户的供回水干管上。该控制模式下也可以称为变流量运行控制,对于现行的供热模式是不太合适的。

室外温度定频率:在室外温度变化的同时,系统的循环流量也随之变化,供回水压力或压差也发生变化,即变压变流量,才可以达到系统最佳调节工况,同时也是最大限度地节能。

分阶段改变流量的调节:根据室外温度的变化,将整个采暖季分成几段,在每个不同的阶段对变频器设定不同的输出频率,使二次网的流量随用户的热负荷变化而变化,配合二次网供水温度调节曲线,从而实现分阶段改变流量的质调节,达到最大的节能效果。

换热站控制界面内数据用户可以根据需要修改。这里最关键的是相对流量的选取,因为二次网的循环流量选择过低,用户末端会出现不热的现象;二次网循环流量选择过大,不利于系统节能。热网监控系统完全可以非常方便地定出不同供热系统、不同供热形式、不同供热地区的相对流量值,同时还给出系统的最小流量值。

为防止二次网系统超压,补水管路应设有电磁阀,当系统超压时电磁阀开启泄水;

逻辑控制程序:一次网电动调节阀在系统发生故障和断电时都应自动关闭;来电时启动顺序为:控制器上电—>补水泵(如果需要)—>二次网循环水泵—>一次电动调节阀缓慢开启;当系统发生故障时的顺序为:一次网电动调节阀关闭—>二次网循环水泵关闭—>补水泵关闭;远程关闭阀门:直接关闭即可;远程开关二次网循环水泵:关泵先关一次网电动调节阀,开泵后开启一次网电动调节阀。

无论以任何方式,只要二次网停止水流,一次网电动调节阀都会自动关闭。

对一次网时高温水系统或蒸汽系统时,当系统停电时,一次网的电动调节阀应关闭,二次网回水管上应设置安全阀,防止超压汽化,安全阀的超压压力设定应考虑系统散热器的承压能力。

此外在每个换热站还可以实现:

一次网回水温度限制:该方式主要是为了使热网的热量最大限度地传输到二次网中去,保证二次网的水力平衡和热力平衡。它只能作为辅助调节的措施,即当一次网的回水温度超过一定范围之后,一般设定为60度,一次网的电动调节阀关小。

一二次网回水温差限制:一般认为对于板式换热器,其一二次网温差不超过5度,当超过此温度时,关小一次网的电动调节阀。同时也可以判断换热器运行过程的结垢或堵塞情况。

一次网最大流量或热量的限制:为了保证二次网的水力平衡,可以限制一次网的最大流量,或者限制一次网的最大热量,同样是关小一次网的电动调节阀。

二次网回水压力控制

1) 定压力控制

系统可以根据二次网回水压力设定值自动调整补水泵变频器输出频率,从而保证二次网回水压力保持在设定值。

2) 手动给定频率运行

用户可以手动给定补水泵变频器的运行频率,控制器将算出相应的输出信号,保证补水泵变频器的输出频率始终维持在设定值运行。

3) 报警联锁

3 故障报警

报警发生时系统将自动上传报警信息,如果上位机收到信息将给控制器下发一个收到的确认信息,如果上位机没有收到报警信息,控制器将不断重复发送,同时在现场的液晶的报警信息栏显示报警信息。控制器还输出一个报警接点,用于控制带蜂鸣的报警指示灯。

故障报警分为:数据报警:数据参数异常,一般是模拟量,如:压力值达高等;

事件报警:一般是数字量,如水泵停/系统停电等。

4 故障保护功能

二次供水温度超高保护

当二次供水温度超高时,系统将自动停止运行。关闭一次网阀门,停止循环泵,停止补水泵。同时向上位机报警。

二次回水压力超高保护

当二次回水压力超高时,自动打开泄水电磁阀。系统二次回水压力达到正常后,自动关闭泄水电磁阀。

f 二次回水压力超低保护

当二次网回水压力超低时,系统将自动停止运行。关闭一次网阀门,停止循环泵,同时向上位机报警。压力恢复正常后,自动启动系统。

④补水箱液位过低保护

当补水箱液位过低时,自动停止补水泵,同时向上位机报警。液位恢复正常一段时间后,自动启动补水泵。

5 报警存储功能

控制器通过组态软件可以对所要报警进行存储。系统存储的报警不会因为系统掉电而丢失。

6 总结

智慧供热系统可以有效的依据人民生活的需要进行智慧调节,即节省了投资,又达到了环保节能的目的。

城市供热管网的能源互联与服务互联是大趋势,通过大数据展示供热企业对能源的管理和利用能力,接受政府和热用户的监督,是行业良性发展的必由之路,打造数字化智能供热,提升供热的现代化水平,是供热产业发展的新方向,也是建设“清洁低碳、安全高效”的现代化能源体系的时代要求。智慧供热的最终目标是把政府、企业、用户都“串联”到一起,让信息共享、服务协同、监管可视、热企评价变得更加简单和直接,使供热系统更加安全、智能和绿色,而智慧供热的核心就是保障和改善民生服务,为人们创造更美好的生活,促进城市的和谐、可持续发展。

【参考文献】

[1] 张建杰, 盛和群, 魏涛, 曹姗姗, 孙春华, 柳亚楠. 浅谈智慧供热技术在大型供热管网中的应用 [J]. 区域供热, 2021(02):132-137+141.

[2] 陈向国, 武德俊, 刘京佳. 智慧供热——京津冀提高供热质量、实现节能减排的重要途径 [J]. 节能

与环保, 2021(02):10-11.

[3] 于成东. 强化政府监管 抓早抓细抓落实 沈阳: 保障供热和守护蓝天两不误 [J]. 环境与生活, 2020(12):94-98.

[4] Gopi Kannan K, Kamatchi R. Experimental investigation on thermosyphon aid phase change material heat exchanger for electronic cooling applications [J]. Journal of Energy Storage, 2021, 39.

[5] 石磊. 供热领域中热能工程技术的改革路径分析 [J]. 居舍, 2021(12):57-58.

[6] 葛慧, 杨林. 绿色城市建设中的节能策略分析 [J]. 城市住宅, 2021, 28(01):104-106.