

城镇集中供热建设现状及节能措施研究

王岳

中煤科工清洁能源股份有限公司, 北京 100020

DOI:10.61369/EAE.2025030003

摘 要 : 随着我国市场经济的持续推进以及民众生活质量的显著提升, 集中供暖行业正稳步发展。在这一发展进程中, 也逐渐涌现出一系列新的问题与挑战。因此, 通过调查研究分析了我国集中供热的体量大小、集中供热的当前态势、集中供热所具备的优势, 以及其在发展进程中遇到的难题, 并针对目前集中供热出现的能源消耗严重等问题, 从国家推行的长期节能发展战略来看, 需采用切实有效的节能办法, 达到集中供热系统的节约能耗的最终目标。为推动我国集中供热行业发展, 实现节约能源与保护生态环境的目标, 让集中供热逐步成为中国城镇的主要供暖模式。

关 键 词 : 集中供热; 节能措施; 建设现状

Study on the Present Situation and Energy Saving Measures of Urban Central Heating

Wang Yue

China Coal Technology and Engineering Group Clean Energy Co., Ltd. Beijing 100020

Abstract : With the continuous advancement of China's market economy and significant improvements in living standards, the centralized heating industry has been steadily developing. However, this progress has also brought about a series of new challenges and issues. Through comprehensive research, we have analyzed the current scale of China's centralized heating system, its operational status, inherent advantages, and existing difficulties. Addressing critical issues like excessive energy consumption, the study proposes practical energy-saving measures aligned with the nation's long-term energy conservation strategy to achieve ultimate goals of reducing system energy use. To promote the industry's growth and realize dual objectives of energy conservation and ecological protection, we aim to establish centralized heating as the primary urban heating solution in China.

Keywords : central heating; energy saving measures; construction status quo

引言

近年来, 我国集中供热行业的规模在不断地扩大, 用户对供热质量的需求也在不断的提高, 按需供热的实现已成为解决民生问题的迫切需要^[1]。根据国家统计局提供的数据显示, 我国在2014年度的标准煤消费总量为4260万吨, 和2013年度的煤炭消耗相比较仅仅增长了0.02%。2013年我们国家成功超越美国成为了世界上的第一大能源消耗国, 并且能源消耗占据世界总量的20%, 根据有关部门的统计显示, 我们国家的供热消耗比同等环境条件下的发达国家高出近3倍, 但是, 建筑能耗所占比例比较低^[2]。集中供热系统凭借自身具有的节能、管理方便等优点, 在我们得到了迅速地发展。目前, 我们国家已经有大约三百个城市建立了集中供热系统, 供热的面积已覆盖约8.5亿 m², 特别是在气候寒冷的西北、华北和东北地区, 集中供热使用范围更加的广泛^[3]。

对此, 国内一些学者也进行了相关研究, 对城镇化下我国北方省份集中供热耗煤预测及节能潜力, 提供了对城镇化下的集中供热耗煤量的预测方法, 这对集中供热新工程的建立, 对供热所耗较为清洁的能源的选择和消耗量的估算也是一个借鉴和参考。

一、集中供热的发展现状

我国集中供热发展到今天, 经历了很长时间的艰苦探索发展, 基础设施从无到有的建设起来, 建设规模从小到大逐渐形成

体系, 直到现在处于了竞争发展的状态。我们国家传统集中供热形式比较单一, 锅炉房供暖、区域联合供暖和热电联产是最主要的供热形式。自上世纪40年代以来, 集中供热大体分为了四个阶段: 简单利用阶段、简单管理阶段、基本建设阶段和全面发展阶段。

二、我国集中供热系统存在的问题

依据有关文献分析以及实地调研的成果显示，集中供热系统虽然有了些效果，但是其发展过程中的问题仍有很多难以应对的难点。这些问题大多出现于规划设计，运行维护还有管理体系这些层面，从这几个方面来看：

（1）持续低负荷运行时，锅炉热效率往往大幅下降。大多数供热锅炉实际运行工况偏离设计参数，出口水温低于额定值，很难维持在最佳能效区间，造成能源消耗加大。据数据统计，我国燃煤锅炉平均运行效率大概在60%到65%左右，比发达国家普遍水平低约20个百分点^[4]。

（2）供热管网存在显著的水力失调问题。在设计环节，供热管网的水力及热力状况会受到水力平衡计算和安装情况的作用。当前，多数供热系统都存在水力失调与热力不平衡的情况，这导致了供热不均匀，进而造成了热源的浪费。

（3）当下，供热设备行业的标准化创建尚存不足，致使产品的品质好坏不一，实际供热效果很难符合设计预期，从而造成大量的能源资源被浪费掉。在我国的环境质量评定体系里，还没有形成起系统的标准架构，对于供热过程中产生的污染排放问题，也没有相应的制约手段和惩处办法，这样就使得大气污染的防治工作陷入了更为严峻的形势当中。

（4）换热站的数据资料不够完备，供热管网的运行参数不够精准，难以实现定量管理。由于未能与计算机自动控制系统实现良好结合运用，无法及时察觉网络故障，这不仅影响了管网运行的稳定性，还造成了能源的损耗。

（5）设备陈旧，技术落后。我们国家北方地区因为受到历史因素的影响，大部分采暖设备老化，技术条件相对落后，因此，造成能源的过多消耗，使环境严重污染，长期如此将会造成恶性循环。

（6）当前供热能源结构存在明显缺陷。我国供暖体系主要依赖煤炭作为燃料，过度消耗不可再生资源并释放大量温室气体，对生态环境造成严重破坏。这种以燃煤为主的传统供热模式已难以适应热用户多元化需求的变化趋势^[5]。

三、集中供热的优越性

（一）节约燃料

在我国工业锅炉体系中，燃煤锅炉占据主导地位。其中，以供暖及中小型工业应用为主的燃煤锅炉热效率一般介于50%至60%，而大型工业锅炉的热效率则保持在70%到80%区间；相比之下，电厂锅炉的热效率可达86%至90%。若实施锅炉房区域供热或热电厂集中供能模式，则整体供热效率有望提升20%至30%。推进区域集中供热系统的建设，不仅能够提高能源使用效率，还对促进我国供热行业的可持续发展具有重要的战略意义^[6]。

（二）减轻大气污染

我国能源结构以煤炭为主导，其燃烧过程释放的污染物对大气环境质量构成显著影响。二氧化硫（SO₂）、二氧化碳（CO₂）、氮氧化物（NO_x）以及颗粒物等核心组分是造成空气污染的主要因素。相较于分散式供热方式，集中供热通过优化单台锅炉规模、配备高效除尘装置并实施高空排放技术，可有效改善区域空气质量状况。

（三）节省用地

集中式供热系统替代传统分散式锅炉房供暖模式，不仅能够有效释放燃料储备与灰渣存放空间，还对改善城市生态环境具有显著作用。

（四）提升供热质量

分布式供热是间歇供热，由于这种方式供一段时间，就会间歇一段时间，供热稳定性差；而集中供热采用的是连续供热模式，它会根据负荷情况及时进行调整，无论外界温度怎样变动，室内温度都能保持稳定。

（五）噪音低，少扰民

分散供热的供热站点离住宅区较近，供热时产生的噪音会对周边居民造成影响；而集中供暖的地点与住宅区相距较远，噪音便不会干扰到居民。

（六）自动化程度高

自动控制系统构成了集中供热系统温度调节的关键技术支撑，可借助实时采集外部环境温度数据并动态优化供热参数，精准满足用户需求，同时大幅降低人工操作强度与管理成本。

（七）设备故障率低

集中供热所使用的设备均为专门的供暖仪器，这些设备的质量相对较好，运行过程中的安全性较高，出现故障的概率也比较低。

四、集中供热的节能技术措施

在确定节能目标之后，需要建立体系化、可操作的实现路径来实现目标。在提升技术方案的科学性、实用性时，要根据区域实际情况，结合技术先进性、经济性、可行性等多维度因素，加强节能技术措施的全生命周期动态监测与管控。可以从以下几方面开展：

（一）安装热工仪表并掌握系统的运行

热工仪表作为集中供热系统运行状况监测的主要设备，其可靠程度关乎整个系统的稳定与否。它的主要功能大致包含两部分，一是凭借实时数据采集技术和动态监测手段，随时察觉潜藏的故障风险，然后依靠专业的数据分析来给出改进策略的科学依据；二是给锅炉操作人员给予准确的数据支撑，使得他们可以对燃烧过程实施精细调控，燃料配比也能做到恰当分配，如此一来能源利用效率便能得到极大提升，能耗自然也就有所降低^[7]。

（二）采用煤渣混烧措施来降低煤渣含碳量，以提高热效率

将煤渣与煤按一定比例混合燃烧，既是经济可行的节能技术手段，也是符合现代绿色低碳发展的要求。一般情况下，将煤渣与煤按4:1的质量比混合后送入锅炉燃烧。由于煤渣颗粒较大，其物理性质有助于降低通风阻力，改善气流分布的均匀性。提高煤层透气性，从而提高煤炭燃烧效率，减少碳排放量^[8]。在中小型锅炉的应用中，经过混合燃烧后的煤渣碳含量可以降低3%~8%。

（三）锅炉运转的调控方式

供暖季节期间，室内温度受到外部环境变量（外界气温）的影响而呈现出动态波动的特征。如果供热参数不能及时地根据负荷变化来进行动态调节，那么就会影响供热效率并且使能耗增加。因此供热系统运行调控的主要表现形式是：当热负荷出现变动情况的时候，通过优化系统流量分配或者改变供水温度等方式达到精确供热的目的，进而防止资源被浪费掉并提高能源利用效

率^[9]。

供暖热负荷调节的基本公式如下，

$$\bar{Q} = \frac{t_n - t_w}{t_n - t'_w} = \frac{(t_g + t_h - 2t_n)^{1+h}}{(t'_g + t'_h - 2t_n)^{1+h}} - \bar{G} = \frac{t_g - t_h}{t'_g - t'_h} \quad (1)$$

式中， $\bar{Q}$ —供热负荷比；

$\bar{G}$ —相对流量比；

t_g —一次网供水温度，℃；

t_h —一次网回水温度，℃；

t'_w —进入采暖用户的供水温度，℃；

t'_h —流出采暖用户的回水温度，℃。

依据调节因素的差异，可将锅炉调节划分为以下几类：

1. 质调节。质调节是指保持循环流量不变，通过改变系统的供回水温度来进行调节^[10]。质调节有以下优点：一方面，不需要改变循环水量，既保证了系统的水力稳定，又大大简化了操作过程；另一方面，保持恒定的循环流量，将使电能消耗相应增加。

2. 量调节。量调节技术的主要目标是维持供水温度在设计区间之内，通过调节系统循环水量来达成动态平衡。把流量控制转变为泵组转速调整，既提升了调节精确度又改善了操作便利性。这种方法有着明显的优势，不需要对锅炉运行状况实施干预，运行稳定性较高，采用变频控制技术可以削减能耗，不过也存在一些缺点，可能会造成供热管网内部出现热力失调情况。

3. 质量—流量复合调节技术利用分阶段改善流体质量特性来做到供暖系统精细调控。在一定时间段里，流量被保持不变，把质量调节机制融合到各个阶段的设计当中，既突破了传统单一调节手段的限制，又发挥了各自长处，大幅改进了系统的运作效能及调控精度。

4. 间歇调节。间歇调节指的是保持循环流量与水温稳定，通过改变每天的供暖时长来实现调节。这种调节方法通常不会单独运用，多作为一种辅助调节方式在采暖初期使用。

（四）提高锅炉系统的密封性，减少过量空气系数

锅炉过量空气系数的科学控制对于燃料燃烧效率有着决定性的意义，其最适取值能极大提高整个系统的运行效果。为了达到更好的燃烧效果，需要特别注意锅炉本体和烟道部分的漏风问题。经过研究发现，通过改进引风机的设计，修复烟道的结构缺陷，加强炉墙的密封程度，改善鼓风机的功能，并且结合除渣系统中水封技术的应用，不仅可以缩短锅炉的启动时间，而且可以使得热效率提高大约8%，过剩空气系数下降约0.8。

（五）采用水泵和风机调速技术

现代城市供热系统形成了一张由众多热源构成的复杂网络，其中的主要部分包含热力站、水泵站、用户末端装置以及计算机

监控系统。而且装配了较为先进的自动化控制设施，按照热网拓扑结构的不同，多热源热电联产系统可以被归类为多环网、分区式和单回路这三种典型的模式。

多环网供热系统具备三个明显优点。第一，运行可靠性好。主热源发生故障，供热量减少或者停止的时候，备用热源能够快速切换，而且按照需求自动调节终端用户的供热参数。第二，节能效果佳。经过精细的资源分配来削减能量损耗，能源利用效率得到很大改善。第三，操作简单又经济。依靠联合供热模式，在负荷变动时灵活改变热源的启动和关闭次序，从而保证运维流程既科学又高效，花费不多。

（六）保证锅炉清洁，避免锅炉结垢而影响热效率

锅炉的空气预热器、水冷壁、省煤器等受热面容易出现积灰情况。因为水垢的热阻远远大于钢板，灰垢的热阻更是钢板的几百倍。锅炉结垢之后，整体热阻就会飞速增长，热效率也随之大幅下降，要想解决这个问题，就得形成起健全的水质管理机制，制订出系统的定期除灰计划。作为锅炉的关键部件，空气预热器、水冷壁、省煤器在运行时很容易因为受热效应而堆积很多积灰。鉴于水垢和灰垢对钢板热阻的影响差别很大，一旦锅炉结垢，它的热效率就会受到严重影响。加强水质管理，执行科学的定期除灰办法，可以有效地防止积垢生成，进而改进锅炉性能，增长服役年限，改良能源利用效率。

（七）采用管道直埋技术减少投资和运行成本

管道直埋技术属于成熟且高效的方法，相比于传统的沟渠敷设，它具备明显的技术优势，可以明显缩减工程投资成本。而且施工方便，占用土地面积小，后期维护工作量也少。硬质泡沫塑料的导热系数比较低，所以它的保温效果很好，能够有效地阻止热量流失。而采用沟渠敷设的时候，管道在长时间运行过程中会遇到保温层老化剥落或者地沟积水等情况。这些都会进一步加重热能损耗，推广管道直埋技术对于达成节能减排的目标有着重要的实际意义。

五、结论

（1）根据前人的研究成果，结合实地调查情况，介绍了我国集中供热规模、集中供热的发展现状、集中供热的优越性以及其发展过程中所面临的问题。

（2）目前集中供热方面存在能源消耗偏高现象，急需高效节能技术加以应对。由于国家实行可持续发展战略的基本需求，应着重加大集中供热系统节能技术的研发及推广力度。只有全面执行科学合理的节能方案，才可能真正实现集中供热方面的节能减排目标。

参考文献

- [1] 马喜成, 范梅梅, 杨巨生. 集中供热管网热瞬态预测 [J]. 暖通空调, 2011, 41 (5): 85-88.
- [2] 单兴卓. 节能技术和措施在集中供热系统中的应用分析 [D]. 天津: 天津大学, 2008.
- [3] 李俊杰, 王宏伟, 王培, 等. 集中供热系统节能问题初探 [J]. 中国住宅设施, 2009, (6).
- [4] 方豪, 夏建军, 江亿. 北方采暖新模式: 低品位工业余热应用于城镇集中供热 [J]. 建筑科学, 2012, 28(S2): 11-14+17.
- [5] 孟哲, 刘应宗, 金宇澄. 我国集中供热的现状与对策 [J]. 华东交通大学学报, 2004(03): 66-69.
- [6] 孙春艳. 集中供热热力站的设计 [J]. 电力学报, 2011, 26(01): 88-90.
- [7] 米莎. 城市集中供热优化运行及节能措施研究 [D]. 华北电力大学, 2017.
- [8] 赵岩. 集中供热改造项目碳减排问题探究 [D]. 河北工程大学, 2015.
- [9] 韩梦. 城镇化下我国北方省份集中供热耗煤预测及节能潜力分析 [D]. 中国矿业大学, 2014.
- [10] 袁立. 遗传算法在集中供热网流量调节中的应用 [D]. 大连: 大连理工大学, 2002.