

# 浅析集中供热庭院网调控技术的优化

丁 超

西安新航燃气能源有限公司 陕西 西安 710100

**摘 要：**文章针对集中供热庭院网调控技术展开研究，分析其理论基础，指出存在调控精度不足、用户端供热不均衡及系统稳定性差等问题。结合精准调控、实时监测和协同优化需求，从改进算法、升级设备、优化水力平衡等方面提出优化策略。研究表明，相关优化可有效提升调控精度，降低能耗，改善供热质量，为集中供热庭院网调控技术发展提供参考。

**关键词：**集中供热；庭院网调控技术；优化策略

**引言：**随着居民对供热舒适度要求提升及节能需求增加，集中供热庭院网调控技术亟待优化。传统调控方式存在诸多弊端，难以满足用户个性化需求与系统高效运行要求。本文基于集中供热系统原理与庭院网调控理论，深入剖析现存问题，结合实际优化需求，探究针对性优化策略，旨在提升集中供热庭院网调控水平，推动供热行业绿色高效发展。

## 1 集中供热庭院网调控技术相关理论基础

### 1.1 集中供热系统基本原理

集中供热系统旨在高效、稳定地为区域内用户提供热量，其运行依赖于热源、热网及热用户三个紧密相连的环节。热源作为起始端，是热能的产生源头，常见的热电厂借助热电联产技术，将发电过程中产生的余热转化为可用热能，其能源综合利用率可超70%，极大提升了能源利用效率。锅炉房则通过燃烧煤炭、天然气等燃料来制造热能，像燃气锅炉房，热效率通常能达到90%以上。热网宛如热量输送的“高速公路”，分为一次网和二次网。一次网负责将高温热水或蒸汽从热源长距离、高压地输送至换热站，管径大且输送能力强。二次网则从换热站接过“接力棒”，把适宜温度的热水精准地送往各热用户，庭院网便属于二次网范畴。热网的水力与热力工况直接左右供热成效，合理调节水力平衡，能确保热量均匀分发，避免区域冷热不均。热用户涵盖居民住宅、商业场所与工业厂房等各类建筑。不同类型热用户的供热需求各有特点，居民住宅需求相对平稳但随季节和时段波动；商业与工业建筑的需求则与经营、生产紧密挂钩，具有鲜明的时间与负荷特性。透彻了解热用户特性，是实现精准供热调控的根基。

### 1.2 庭院网调控技术理论

集中供热庭院网调控技术基于水力、热力工况调节与自动控制三大核心理论，实现供热系统的精准管理<sup>[1]</sup>。

水力工况调节理论聚焦水流参数优化，通过调节阀门开度、水泵转速，依据伯努利方程控制流速与能量损失，采用平衡阀调节支路流量，可将流量偏差控制在±5%以内，保障各区域供热均衡。热力工况调节理论着重热量传递分配，常见质调节、量调节及质-量并调三种方式。质调节固定流量改变水温，量调节反之，质-量并调则依室外温度动态调整两者，研究显示该方式能降低10%-15%的供热能耗。自动控制理论为调控注入智能化动力，借助温度、压力等传感器实时采集热网参数，经控制器与设定值比对，驱动电动调节阀等执行机构精准调节流量、温度。其中，PID控制算法结构简单、稳定性强，在庭院网调控中广泛应用；模糊控制算法擅长处理复杂系统，有效提升调控准确性与适应性，三者协同为集中供热庭院网的高效稳定运行筑牢理论根基。

## 2 集中供热庭院网调控技术优化需求

### 2.1 精准调控需求

随着人们对居住环境舒适度要求的不断提高，对集中供热系统的精准调控需求日益迫切。传统的粗放式供热调控方式已难以满足用户个性化的供热需求。据调查，约60%的热用户认为现有供热系统存在温度波动较大的问题，部分时段室内温度过高或过低，影响居住体验。精准调控要求根据不同热用户的热负荷特性，实现供热参数的精细化调节。例如，对于老年人居住的住宅，由于其对温度的敏感度较高，需要相对较高且稳定的室内温度；而对于白天无人居住的住宅，可在非使用时段适当降低供热负荷。精准调控还需考虑室外温度、太阳辐射等环境因素对热负荷的影响。研究表明，室外温度每降低1℃，热用户的热负荷需求约增加3%-5%。通过建立热负荷预测模型，结合实时气象数据，可提前调整供热参数，实现精准供热，降低能源浪费。

### 2.2 实时监测需求

实时监测是实现精准调控的前提和基础。庭院网中存在众多的供热参数,如温度、压力、流量等,这些参数的实时变化反映了热网的运行状态。只有及时、准确地获取这些参数,才能对热网进行有效的调控。然而,在传统的供热系统中,监测手段相对落后,数据采集频率低,无法及时发现热网运行中的异常情况。随着物联网技术的发展,实时监测需求愈发强烈。通过在庭院网中安装大量的传感器,实现对供热参数的实时、连续监测。例如,采用无线温度传感器,可将热用户的室内温度、供水温度等数据实时传输至监控中心,数据采集频率可达每分钟一次甚至更高。实时监测不仅能及时发现热网中的泄漏、堵塞等故障,还能为热网的优化调控提供数据支持。

### 2.3 协同优化需求

集中供热庭院网是一个复杂的系统,各部分之间相互关联、相互影响。热源、热网和热用户之间需要协同运行,才能实现系统的高效、稳定供热。然而,在实际运行中,由于缺乏有效的协同机制,各部分往往各自为政,导致系统运行效率低下。协同优化需求要求从系统整体出发,综合考虑热源的供热能力、热网的输送能力和热用户的热负荷需求,实现三者的协调运行<sup>[2]</sup>。例如,当热用户的热负荷需求发生变化时,热源应及时调整供热参数,热网也应相应地调节流量,确保热量能够及时、准确地输送至热用户。同时协同优化还需考虑不同类型热用户之间的负荷互补性,提高能源利用效率。研究表明,通过实现热源、热网和热用户的协同优化,可使集中供热系统的整体能耗降低15%-20%。

## 3 集中供热庭院网调控技术存在的问题

### 3.1 调控精度不足与能耗过高

目前,许多集中供热庭院网的调控精度不足,导致能源浪费严重。一方面,传统的调控方式大多采用经验控制,缺乏科学的理论依据和精确的计算模型,难以根据实际热负荷需求准确调整供热参数。例如,在一些供热系统中,为了确保所有热用户都能达到基本的供热要求,往往会过度提高供水温度和流量,造成大量的能源浪费。据统计,因调控精度不足导致的能源浪费占总能耗的20%-30%。另一方面,调控设备的性能和可靠性也影响着调控精度。部分阀门、水泵等调控设备存在调节范围小、灵敏度低等问题,无法实现对供热参数的精细调节。同时,调控设备的老化和故障也会导致调控失灵,进一步降低调控精度。例如,某小区的供热系统中,由于电动调节阀老化,调节精度下降,使得供热参数波动较大,能源消耗增加。

### 3.2 用户端供热不均衡

用户端供热不均衡是集中供热庭院网普遍存在的问题。造成供热不均衡的原因主要有两个方面:一是水力失调,二是热负荷差异。在水力失调方面,由于庭院网各支路的管径、长度、阻力等参数不同,以及阀门调节不当等原因,导致各支路的流量分配不合理,出现近端用户过热、远端用户过冷的现象。据调查,在未进行水力平衡调节的庭院网中,各支路的流量偏差可达30%-50%。热负荷差异也是导致供热不均衡的重要原因,不同类型的热用户,其热负荷需求和使用特性存在较大差异。如居民住宅、商业建筑和工业厂房在不同时段的热负荷需求不同,若不能根据这些差异进行针对性调节,就会出现部分用户供热不足,部分用户供热过剩的情况。例如,在白天办公时段,商业建筑的热负荷需求较大,而居民住宅的热负荷需求相对较小,如果不进行合理调节,就会导致能源浪费和供热不均衡。

### 3.3 系统稳定性与可靠性问题

集中供热庭院网的系统稳定性和可靠性直接影响供热质量和用户满意度。然而,目前系统存在诸多稳定性和可靠性问题。首先,热网的泄漏问题较为突出,管道老化、施工质量不佳等原因容易导致热网出现泄漏,不仅造成能源浪费,还会影响热网的正常运行<sup>[3]</sup>。据统计,热网泄漏造成的热量损失约占总供热量的5%-10%。其次,设备故障也是影响系统稳定性的重要因素,水泵、阀门、换热器等设备在长期运行过程中,容易出现故障,一旦发生故障,若不能及时修复,就会导致部分区域供热中断。另外,供热系统的自动化程度较低,人工操作较多,也增加了系统运行的不稳定性和故障风险。

## 4 集中供热庭院网调控技术的优化策略

### 4.1 提高调控精度与降低能耗的方法

为提高调控精度和降低能耗,可从优化调控算法、升级调控设备和应用智能技术等方面入手。在优化调控算法方面,采用先进的控制算法,如模型预测控制(MPC)算法、神经网络控制算法等。模型预测控制算法通过建立热网的动态模型,预测未来一段时间内的热负荷变化,提前调整供热参数,提高调控的准确性和及时性。研究表明,采用模型预测控制算法,可使供热系统的调控精度提高20%-30%,能耗降低10%-15%。神经网络控制算法具有强大的非线性映射能力,能够处理复杂的热网系统,自适应地调整调控策略。升级调控设备也是提高调控精度的关键,选用高精度、高灵敏度的阀门、水泵等调控设备,扩大调节范围,提高调节灵敏度。例如,采用电动调节蝶阀替代传统的手动阀门,可

实现远程控制和精确调节,流量调节精度可达 $\pm 2\%$ 。同时定期对调控设备进行维护和更新,确保设备的正常运行。应用智能技术,如物联网、大数据、人工智能等,实现对热网的智能化调控。通过物联网技术,将热网中的各种设备和传感器连接起来,实现数据的实时采集和传输;利用大数据技术对采集到的数据进行分析 and 挖掘,找出热网运行的规律和优化空间;借助人工智能技术,实现供热参数的自动优化和调控策略的智能决策。例如,某城市的集中供热系统应用智能调控技术后,调控精度提高了30%,能耗降低了18%。

#### 4.2 用户端供热均衡性的优化

优化用户端供热均衡性,需从水力平衡调节和热负荷精准匹配两方面着手。在水力平衡调节方面,采用先进的水力平衡技术,如平衡阀调节、流量控制器调节等。通过对庭院网各支路的流量进行精确测量和调节,使各支路的流量达到设计要求,实现水力平衡。例如,在某小区的供热系统中,安装了智能平衡阀,并采用计算机辅助水力平衡调试技术,使各支路的流量偏差控制在 $\pm 3\%$ 以内,有效改善了供热不均衡的问题。热负荷精准匹配则需要根据不同热用户的热负荷特性,制定个性化的供热方案。建立热用户热负荷数据库,收集和分析热用户的建筑结构、使用功能、人员活动等信息,预测热用户的热负荷需求。根据预测结果,合理调整供热参数,实现热负荷的精准匹配。例如,对于商业建筑,在办公时段提高供热温度和流量,在夜间降低供热负荷;对于居民住宅,根据居民的作息时间,在白天无人时段适当降低供热温度。

#### 4.3 增强系统稳定性与可靠性的措施

增强系统稳定性与可靠性,可从加强热网维护、提高设备可靠性和提升自动化水平等方面采取措施。加强热网维护是预防热网泄漏和故障的重要手段。建立热网定期巡检制度,对管道、阀门、补偿器等设备进行全面

检查,及时发现和处理潜在的问题。采用先进的检测技术,如红外热成像检测、超声波检测等,对热网进行无损检测,提高泄漏和故障的检测精度。例如,某供热企业采用红外热成像检测技术后,热网泄漏的发现率提高了60%,故障处理时间缩短了50%。提高设备可靠性需要选用质量可靠的设备,并加强设备的维护和管理。建立设备档案,记录设备的安装、运行、维护等信息,定期对设备进行检修和保养<sup>[4]</sup>。同时采用冗余设计和备用设备,提高系统的容错能力。例如,在关键部位设置备用水泵,当主水泵出现故障时,备用水泵能够自动启动,确保热网的正常运行。提升自动化水平是增强系统稳定性和可靠性的重要途径。加大自动化设备的投入,实现供热系统的远程监控和自动控制。通过自动化系统,实时监测热网的运行参数,自动调节供热设备的运行状态,及时发现和处理故障。建立应急管理系统,制定应急预案,提高系统应对突发事件的能力。

#### 结束语

综上所述,通过对集中供热庭院网调控技术的理论分析、问题梳理与策略优化,为解决供热系统现存难题提供了可行方案。研究成果有助于提高供热调控精度、均衡性和系统稳定性。未来,随着技术进步,应持续探索智能化、集成化调控技术,进一步提升集中供热系统能效与用户满意度,促进供热行业可持续发展。

#### 参考文献

- [1]李志男,杜启永,孔海丽.热力管网平衡调节在城市供热系统中的应用[J].新城建科技,2024,33(07):34-36.
- [2]郑刚.供热系统二级管网单元智能平衡策略及应用研究[J].区域供热,2022,(04):95-102.
- [3]罗晶,张慧燕,赵永太.智能化二级管网平衡控制系统研发与应用[J].煤气与热力,2021,41(01):5-6+18+41.
- [4]刘芳树.浅析集中供热及新能源供热利用[J].中国期刊网,2020(012):34-35.