

# 热电联产集中供热系统节能问题分析

李吉鹏

天津市津安热电有限公司 天津 300380

**摘要：**随着能源需求的不断增长和环境压力的日益加剧，热电联产集中供热系统的节能问题愈发凸显。该系统虽具备高效能源利用的优势，但在实际运行中仍存在热源分配不均、管网散热损失、水力失调及缺乏智能调控等节能挑战。本文通过深入分析，提出优化管网设计、引入高效节能设备及智能控制系统等策略，以期实现热电联产集中供热系统的全面节能，促进可持续发展。

**关键词：**热电联产；集中供热系统；节能问题

引言：热电联产集中供热系统作为现代城市能源供应的重要组成部分，在提高能源利用效率和减少环境污染方面发挥着关键作用。然而，随着能源需求的持续增长和环境压力的加大，该系统的节能问题日益受到关注。本文旨在深入分析热电联产集中供热系统在节能方面存在的问题，探讨有效的节能策略和技术措施，以期为该系统的可持续发展提供理论支持和实践指导，促进能源高效利用和环境保护的双赢局面。

## 1 热电联产集中供热系统概述

### 1.1 热电联产原理及优势

(1) 热电联产的基本概念和工作原理。热电联产是一种先进的能源利用方式，它利用燃料燃烧产生的热能同时发电和供热。其工作原理基于能量梯级利用的原则，即高品位热能用于发电，低品位热能则用于供热。在热电联产系统中，燃料在热机中燃烧，产生的热能驱动热机运转并转换为机械能，进而驱动发电机发电。同时，热机排放的废气和冷却水中的余热被回收利用，通过热交换器转化为热能，用于满足供热需求。(2) 热电联产相比传统供热方式的优势。热电联产相比传统供热方式具有显著优势。首先，它显著提高了能源利用效率，减少了能源浪费。其次，热电联产系统能够同时产生热能和电能，降低了对单一能源的依赖，增强了能源供应的安全性。此外，由于热电联产系统能够减少燃料的使用量和排放量，它还有助于降低环境污染，改善环境质量。最后，热电联产系统的经济效益显著，通过降低能源成本，提高了整体经济效益。

### 1.2 集中供热系统构成及工作原理

(1) 一次管网、二次管网的连接方式及作用。集中供热系统由热源、热网和热用户三部分组成。其中，热网是连接热源和热用户的桥梁，由一次管网和二次管网组成。一次管网是连接热源到热力站的主管道，负责将

高温热水从热源输送到热力站。二次管网则是连接热力站到热用户的管道，负责将经过热力站换热后的热水输送到用户家中。这种分级管网设计有助于提高供热系统的灵活性和效率<sup>[1]</sup>。(2) 换热站在供热系统中的作用及工作原理。换热站是集中供热系统的关键组成部分，它负责将一次管网的高温热水与二次管网的水进行热量交换。换热站内的换热器将一次管网的热量传递给二次管网，使其升温至适合用户需求的温度。这样，热用户就能获得稳定、舒适的供热服务。

## 2 一次管网运行调控与节能技术

### 2.1 一次管网运行现状分析

(1) 一次管网运行中存在的节能问题。一次管网作为城市集中供热系统的主动脉，其运行效率与节能效果直接关系到整个供热系统的性能。然而，在实际运行中，一次管网面临着诸多节能挑战。一方面，由于管网设计、材料选择及运维管理等方面的不足，导致热量在传输过程中损失严重，降低了供热效率。另一方面，由于热源分布不均、供需不匹配等问题，使得一次管网在运行时难以达到最佳状态，进一步加剧了能源消耗。

(2) 现有调控手段及其局限性。目前，针对一次管网的调控手段主要包括手动调节阀门、平衡阀以及自动化控制系统等。然而，这些调控手段在实际应用中存在一定的局限性。手动调节阀门和平衡阀需要人工操作，不仅耗时费力，而且难以实现精确调控。而自动化控制系统虽然能够实现对外网的远程监控和自动调节，但由于技术限制和成本考虑，其普及率和应用效果并不理想。此外，现有的调控手段往往缺乏智能化和自适应能力，难以应对复杂多变的供热需求和外部环境变化。

### 2.2 节能调控技术措施

(1) 热网蓄热与一次管网运行调节的结合应用。为了降低一次管网在运行过程中的能源消耗，可以将热网

蓄热技术与一次管网运行调节相结合。通过在管网中设置蓄热装置,将多余的热量储存起来,在需要时再进行释放,从而实现热量的有效利用和平衡分配。这种技术不仅可以提高一次管网的供热效率,还可以降低热源的运行成本,实现节能降耗的目标。(2)多热源联网集中供热技术及其节能效果分析。多热源联网集中供热技术是一种先进的供热方式,通过将多个热源进行联网运行,实现热量的合理分配和高效利用。这种技术可以充分利用各热源的优势,提高供热系统的可靠性和灵活性。同时,多热源联网还可以实现对供热区域的精细化管理,根据实际需求进行分时按需供热,从而降低能源消耗和排放<sup>[2]</sup>。(3)基于气候补偿的自动调节技术。基于气候补偿的自动调节技术是一种智能化的调控手段,通过实时监测气候条件和供热需求的变化,自动调节供热系统的运行参数,实现分时按需供热。这种技术可以根据不同时间段和区域的供热需求进行精确调节,避免了传统供热方式中的热量浪费和供需不匹配问题。同时,气候补偿技术还可以提高供热系统的舒适性和稳定性,为用户提供更加优质的供热服务。

### 3 二次管网运行调控与节能技术

#### 3.1 二次管网运行现状分析

(1)二次管网运行中存在的节能问题。在当前的二次管网运行中,节能问题尤为突出。一方面,由于二次管网设计、施工及运维管理等方面存在的不足,导致管网水力失调,热量分布不均,使得部分区域供热过剩,而部分区域供热不足,造成了能源的极大浪费。另一方面,二次管网中的水泵电机等设备在运行过程中,往往因缺乏有效的调节手段而处于高能耗状态,进一步加剧了节能问题的严峻性。(2)二次管网水力失调及调节困难的原因分析。二次管网水力失调的主要原因在于管网设计与实际需求不匹配、管网老化以及调节手段有限等。首先,管网设计初期未能充分考虑用户供热需求的多样性和变化性,导致管网在实际运行中难以满足各种供热需求,造成水力失调。其次,随着管网使用年限的增长,管网内部结垢、堵塞等问题日益严重,进一步影响了管网的水力平衡。此外,传统的调节手段如手动阀门调节等,往往难以实现对管网流量的精确控制,导致调节效果不佳。

#### 3.2 节能调控技术措施

(1)二次管网平衡调节方法及技术实现。针对二次管网水力失调问题,可采用先进的平衡调节技术进行有效解决。通过安装流量平衡阀、压差控制器等装置,实时监测管网流量和压力变化,并根据实际情况进行精确

调节,以实现管网的水力平衡。同时,结合管网建模与仿真技术,对管网进行水力计算和优化设计,确保管网在实际运行中能够满足各种供热需求。(2)采用变频技术实现水泵电机的节能运行。在水泵电机节能方面,变频技术具有显著优势。通过安装变频器,可根据管网实际需求实时调节水泵电机的转速,从而实现对水泵流量的精确控制。在供热需求较低时,降低水泵转速以减少流量,进而降低能耗;在供热需求较高时,提高水泵转速以增加流量,满足供热需求。这种调节方式不仅节能效果显著,还能延长水泵电机的使用寿命。(3)智能控制系统在二次管网中的应用。智能控制系统是实现二次管网精准调控和节能降耗的关键技术。通过集成传感器、数据采集器、控制器等设备,实时监测管网温度、压力、流量等关键参数,并根据预设算法进行智能分析和决策。智能控制系统可根据用户需求、天气变化及管网运行状态等因素,自动调节供热参数,实现精准供水供热。此外,智能控制系统还可实现故障预警和远程监控等功能,提高管网运行的安全性和稳定性<sup>[3]</sup>。

### 4 换热站内的节能设备与技术

#### 4.1 换热站节能现状分析

(1)换热站内设备能耗状况及节能潜力。换热站作为热量交换、分配及系统监控的枢纽,其内部设备运行能耗不容小觑。循环泵、补水泵等设备在持续运转中消耗大量电能,而换热器在热交换过程中也可能存在能量损失。因此,换热站具有较大的节能潜力,通过优化设备运行参数、采用高效节能设备等措施,可以显著降低能耗。(2)换热站节能存在的主要问题。目前,换热站节能存在的主要问题包括设备老化、能效低下、管理粗放等。部分换热站仍在使用传统、低效的设备,导致能耗较高。同时,由于管理不善,存在能源浪费现象。因此,加强换热站设备管理,推广高效节能设备和技术显得尤为重要。

#### 4.2 节能设备与技术介绍

(1)板式换热机组在换热站中的应用及其节能效果。板式换热机组以其高效、节能、结构紧凑等特点,在换热站中得到了广泛应用。其传热系数高,换热效率高,且占地面积小,能耗低。通过调整板片的数量和排列方式,可以适应不同的换热条件,实现灵活运行。在换热站中采用板式换热机组,可以显著降低能耗,提高能源利用效率<sup>[4]</sup>。(2)管式换热器、壳管式换热器的节能特性分析。管式换热器和壳管式换热器在换热站中同样具有重要作用。壳管式换热器传热系数较高,耐高温、耐高压,且易于清洗水垢,适用于各种介质的压

力、温度范围和热交换。而某些新型管式换热器，如螺旋螺旋管式换热器，通过其独特的螺旋结构增强了流体与管壁之间的热交换效率，提高了传热性能。这些节能特性使得管式换热器和壳管式换热器在换热站中具有显著的节能效果。（3）空气能热泵技术在换热站内的应用前景。随着热泵技术的不断发展，空气能热泵在换热站内的应用前景日益广阔。空气能热泵通过吸收空气中的热能进行加热或制冷，具有高效、环保、节能等优点。在换热站中引入空气能热泵技术，可以替代部分传统热源，降低能耗，提高能源利用效率。同时，空气能热泵还具有安装灵活、运行稳定等优点，适用于各种规模的换热站。

## 5 热电联产集中供热系统整体节能优化策略

### 5.1 系统节能潜力评估

在当前全球能源形势紧张与环境问题日益突出的背景下，热电联产集中供热系统的节能优化显得尤为重要。这一策略不仅有助于减少能源消耗，降低运行成本，还能有效减少温室气体排放，促进可持续发展。

（1）对现有热电联产集中供热系统进行全面节能评估是首要步骤。这包括对热源效率、管网传输效率、换热站效率以及用户末端散热效率的综合考量。通过收集和分析历史数据，识别系统在各个环节的能耗情况和能源浪费点。例如，热电联产机组是否存在效率低下的问题，管网是否存在保温不良导致的热损失，换热站是否存在设备老化或运行参数不合理等问题。（2）在全面评估的基础上，确定系统节能的主要方向和潜力点。这可能涉及提高热电联产机组的热效率，优化管网布局和材质以减少热损失，改进换热站设备以提高热交换效率，以及采用智能控制系统实现按需供热等多方面。特别是对于老旧设备和低效环节，应作为节能改造的重点对象。

### 5.2 综合节能优化措施

（1）结合一次管网、二次管网及换热站的节能技术进行综合优化是实现系统整体节能的关键。在一次管网方面，可以通过采用高效保温材料、优化管网设计减少水阻和热损失。在二次管网方面，利用智能调控技术实现流量的精确控制和按需供热，避免过度供热导致的能量浪费。在换热站方面，引入高效节能的换热设备和智

能控制系统，提高热交换效率和运行灵活性。（2）政策支持和技术创新在节能优化中发挥着不可替代的作用。政府应出台相关政策，鼓励热电联产企业采用先进的节能技术和设备，提供税收减免、财政补贴等激励措施。同时，建立行业标准和监管机制，确保节能措施得到有效实施。在技术创新方面，应加大研发投入，推动高效节能设备、智能控制系统等关键技术的突破和应用。

### 5.3 实施效果预测与评估

（1）对节能优化措施的实施效果进行预测和分析是评估节能策略有效性的重要手段。通过建立能耗模型，模拟节能措施实施前后的系统运行状态，预测节能减排量、经济效益以及环境影响等方面的改善情况。这有助于企业和管理部门明确节能优化的目标和期望成果。

（2）在实施节能优化措施后，持续监测和评估系统的节能效果，及时发现并解决存在的问题和不足。基于评估结果，提出持续改进和优化的建议。这可能包括进一步的技术改造、管理优化或政策调整等方面。通过不断的迭代和优化，实现热电联产集中供热系统的长期节能和可持续发展。

### 结束语

综上所述，热电联产集中供热系统的节能问题是一个复杂而重要的课题。通过优化管网设计、引入高效节能设备、应用智能调控技术等多方面的努力，我们可以显著提升系统的能源利用效率，降低运行成本，同时减少环境污染。未来，随着技术的不断进步和创新，我们有理由相信热电联产集中供热系统将在节能降耗、绿色发展方面取得更加显著的成效，为构建资源节约型、环境友好型社会作出更大贡献。

### 参考文献

- [1]周树林.福建省热电联产集中供热系统的节能技术探究[J].能源与环境,2021,(04):42-43.
- [2]纪林林.热电联产集中供热系统的节能技术探究[J].中国新技术新产品,2020,(15):141-142.
- [3]郭列平.刍议热电联产集中供热关键环节能耗及节能要点[J].价值工程,2020,(06):75-76.
- [4]陈宇,王芳.供热节能技术在集中供热系统中的应用研究[J].节能环保,2022,(08):78-79.