

# Application and Performance Study of Gas Generator Waste Heat Generator in Urban Heating

Ming Ma

Beijing Gas Energy Development Co., Ltd., Beijing, 100000, China

## Abstract

With the acceleration of urbanization and the growth of energy demand, traditional centralized heating methods can no longer meet the needs of modern cities. As an efficient and clean power generation method, gas generators use waste heat recovery systems for urban heating, which not only improves energy utilization efficiency but also reduces environmental pollution. This study explores the application and performance characteristics of waste heat generators in urban heating, analyzes the economic and environmental benefits of waste heat recovery technology, and demonstrates the actual application effect through typical cases. Research has shown that waste heat generators have significant advantages in improving energy utilization efficiency and reducing environmental pollution, but they face technical and economic challenges in their application. Future research should further optimize waste heat recovery technology, improve system economy and reliability, to support sustainable urban development.

## Keywords

urban heating; gas generator; waste heat machine; performance study

## 燃气发电机组余热机在城市供热中的应用与性能研究

马明

北京燃气能源发展有限公司, 中国·北京 100000

## 摘要

随着城市化进程加快和能源需求增长,传统集中供热方式已无法满足现代城市需求。燃气发电机组作为高效、清洁的发电方式,通过余热回收系统进行城市供热,既提高了能源利用效率,又减少了环境污染。本研究探讨了燃气发电机组余热机在城市供热中的应用及其性能特点,分析了余热回收技术的经济性和环保性,并通过典型案例展示了实际应用效果。研究表明,余热机在提高能源利用效率、降低环境污染方面具有显著优势,但在应用中面临技术和经济挑战。未来研究应进一步优化余热回收技术,提高系统经济性和可靠性,以支持城市可持续发展。

## 关键词

城市供热; 燃气发电机; 余热机; 性能研究

## 1 引言

随着城市化进程的加快和能源需求的不断增长,现代城市面临着供热能源的持续挑战,传统的集中供热方式存在着效率低、环境污染等问题,已经难以满足当今城市发展的需求<sup>[1]</sup>。因此,寻找一种高效、清洁的供热方式成为当前供热领域的重要课题。

燃气发电机组作为一种高效、环保的发电方式,具有自备热电联产的优势,逐渐受到城市供热系统的关注和应用<sup>[2]</sup>。利用燃气发电机组产生的余热进行城市供热,不仅可以提高能源利用效率,降低供热成本,也能减少二氧化碳等温室气体的排放,为城市环境保护做出贡献<sup>[3]</sup>。

本研究旨在深入探讨燃气发电机组余热机在城市供热

中的应用及其性能特点。通过对余热回收技术的详细分析和评估,探讨其在实际应用中的经济性、环保性以及操作效率等方面的优势与挑战。通过科学、客观的研究方法,为进一步推广和优化燃气发电机组余热机在城市供热系统中的应用提供理论支持和技术指导。这不仅有助于提高城市能源利用效率,促进清洁能源的应用,还将为建设节能环保的现代城市作出积极贡献。

## 2 燃气发电机组工作原理

### 2.1 燃气发电机组简介

燃气发电机组是一种通过燃烧天然气等清洁能源来产生电力的设备,通常由固定式内燃发电机、发电机、燃气供应系统和控制系统组成。固定式内燃发电机用压缩空气与燃气混合燃烧,产生高温高压气体推动涡轮旋转,从而带动发电机发电。相比传统的燃煤发电机组,燃气发电机组具有启动快、调峰能力强、热效率高、污染物排放少等优势。此外,

**【作者简介】**马明(1984-),男,中国北京人,本科,助理工程师,从事三联供系统供能及多能耦合研究。

燃气发电机组的模块化设计使其具备较高的灵活性和可扩展性，适用于不同规模的电力需求和各种应用场景。因此，燃气发电机组在全球范围内被广泛应用于基荷发电、调峰发电、应急电源以及分布式能源系统中，特别是在电力需求增长迅速且环保要求严格的城市和工业园区。

## 2.2 固定式内燃发电机工作原理

固定式内燃发电机是燃气发电机组的核心部件，其工作原理类似于航空发动机。固定式内燃发电机由压气机、燃烧室和涡轮三部分组成。首先，空气通过压气机被压缩，提高其压力和温度；接着，压缩后的高压空气进入燃烧室，与喷入的燃气混合燃烧，产生高温高压燃气；最后，这些高温高压燃气通过涡轮时膨胀并做功，驱动涡轮旋转，进而带动发电机发电。

## 2.3 余热回收系统

燃气发电机组在工作过程中会产生大量的余热，如果不加以利用，将造成能源的浪费和环境的负担。余热回收系统通过热交换器将废气中的余热回收，再用于城市供热、工业加热或其他需要热能的工艺过程中，从而提高能源利用效率，减少温室气体排放。余热回收系统主要包括废热回收锅炉、热交换器和相关管网，通过将废气中的热能转移到水或其他介质中，再输送到需要热能的地方。此外，现代余热回收系统还配备了先进的控制和监测设备，以确保系统的高效运行和安全性，最大限度地实现能源节约和环境保护的目标。

# 3 余热机在城市供热中的应用

## 3.1 余热机的基本原理

余热机是一种利用废热进行热能回收和利用的设备，其基本原理是通过热交换器将高温废气中的热量转移到供热系统中。余热机通过将废气中的热量传递给工作介质，如水或空气，再通过循环系统将热量输送到需要的地方，从而实现热能的二次利用。根据工作介质的不同，余热机可以分为水—水余热机、蒸汽余热机和空气—水余热机等类型。水—水余热机利用水作为传热介质，适用于大规模集中供热系统；蒸汽余热机则产生蒸汽，用于需要高温热源的工业过程；空气—水余热机通过空气作为中介，适用于中小规模供热系统，具有灵活性和安装方便等特点。这些余热机类型各有优缺点，可根据具体应用需求选择合适的类型，以达到最佳的能源利用效率。

## 3.2 余热机的类型与特点

### 3.2.1 水—水余热机

水—水余热机是一种通过热交换器将废气中的热量转移到循环水中的设备。其基本原理是利用高温废气与循环水之间的温差，通过热交换器进行热量传递，使得循环水温度升高。加热后的循环水通过热水管网输送到用户端，用于供暖或工业用热。水—水余热机具有系统简单、结构紧凑、运行稳定和维护方便的特点，适用于大规模集中供热系统。其

高效的热能回收和利用方式，有助于提高整体能源利用效率和降低供热成本。

### 3.2.2 蒸汽余热机

蒸汽余热机是一种将废气中的热量转化为蒸汽并输送到用户端的设备。其基本原理是通过热交换器将高温废气中的热量转移到水中，使其转化为高温高压蒸汽。生成的蒸汽通过管网输送到用户端，用于工业加热、发电或其他需要高温热源的过程。蒸汽余热机不仅能有效回收废气中的热量，提高能源利用效率，还具备高热效率和灵活的应用特点，适用于各类需要稳定高温热源的工业过程。此外，蒸汽余热机系统通常配备先进的控制和监测设备，确保其运行稳定和安全，进一步提升其在工业热能利用中的效能。

### 3.3 空气—水余热机

空气—水余热机是一种利用空气作为传热介质，将废气中的热量转移到供热系统中的设备。其基本原理是通过热交换器，利用废气与空气之间的温差进行热量传递。废气中的热量首先被传递给空气，随后热空气通过另一组热交换器将热量传递给水，从而加热供热系统中的水。加热后的热水通过管网输送到用户端，用于供暖或工业用热。空气—水余热机适用于中小规模供热系统，具有安装方便、运行灵活、维护简单等优点。其高效的热能回收能力，不仅能提高能源利用效率，还能有效降低供热成本和减少废气排放。

## 3.4 余热机在城市供热系统中的应用案例

### 3.4.1 应用案例

论文将通过几个典型案例，介绍余热机在实际城市供热系统中的应用情况，分析其运行效果和经济性。

北京市在“十三五”期间大力推进燃气分布式能源系统的建设。首都机场 T3 航站楼和北京新机场都采用了燃气发电机组余热回收供热系统。这些系统不仅为机场提供电力，还利用余热为航站楼和周边区域供热，显著提高了能源利用效率。

天津市在滨海新区建设了多座燃气热电联产（CHP）项目。例如，天津临港经济区的燃气热电联产项目利用天然气发电，同时回收余热供给工业园区和居民区的采暖需求，提升了整个区域的能源利用效率和环保效益。

丹麦是全球余热利用的先锋国家，其首都哥本哈根的大部分区域都采用了燃气热电联产系统。哥本哈根市的区域供热网络广泛利用燃气发电机组的余热，不仅为居民区供热，还为商业和工业设施提供热能，大大提高了能源效率，减少了碳排放。

美国在一些大城市也开始推广燃气发电机组余热回收系统。例如，纽约市的哈德逊园区利用燃气发电机组的余热为整个园区提供供热和供冷服务。这种高效的能源利用方式在减少碳足迹的同时，也节省了能源成本。

### 3.4.2 应用效果

燃气发电机组余热回收系统能够将传统发电过程中浪

费的热能进行二次利用,提高了能源的综合利用效率。例如,典型的燃气热电联产系统总效率可以达到80%以上,相比单一的燃气发电效率大幅提升。通过余热回收,能够减少城市供热系统对燃料的依赖,降低运营成本。对于用户来说,供热成本也因此下降,能源利用更加经济高效。燃气发电机组余热回收利用大大减少了对传统燃煤供热方式的依赖,减少了二氧化碳、二氧化硫和颗粒物的排放,有利于改善空气质量,促进城市的可持续发展。

## 4 余热机的性能分析

### 4.1 余热回收效率

余热机的性能主要体现在其余热回收效率上。余热回收效率指的是余热机能够回收并有效利用的废热占废热总量的比例。其高低受多种因素影响,包括废气的温度和流量、热交换器的传热性能、系统设计的优化程度以及工作介质的物理特性。提高余热回收效率的关键在于优化热交换器的设计和材料选择、提高废气流速和温度的匹配度以及精确控制系统运行参数。此外,定期维护和监测系统状态也是保障高效率运行的重要措施。论文将通过理论分析和实际数据,探讨提升余热回收效率的具体途径和方法。

### 4.2 经济性分析

余热机的经济性主要体现在其初投资和运行成本上。经济性分析的基本原理是通过对比余热机的成本结构进行全面评估,包括设备购置成本、安装成本、维护和运行成本等,并结合其在实际应用中的能源节约效益进行综合分析。通过对不同应用场景下的投资回收期、节能收益和整体经济效益的评估,可以确定余热机的经济可行性和最佳投资策略。此外,经济性分析还需考虑政策补贴、能源价格波动以及环境成本等因素,为决策者提供科学的经济效益参考,从而优化投资决策和资源配置。

### 4.3 环保性评估

利用余热机进行城市供热,不仅可以提高能源利用效率,还能显著减少污染物排放。环保性评估的基本原理是通过比较传统供热方式和余热机供热方式在不同污染物(如二氧化碳、氮氧化物和颗粒物等)排放量上的差异,评估余热机在减少温室气体和有害排放物方面的效益。具体方法包括对不同供热系统的排放数据进行监测和分析,并结合当地环境法规和标准,评估余热机应用的环保效益。通过这些评估,可以为政策制定者和企业提供科学依据,推动绿色供热技术的应用和推广。

## 5 余热机在城市供热中的应用挑战

### 5.1 技术挑战

尽管余热机在城市供热中具有显著优势,但在实际应用中仍面临一些技术挑战。技术挑战的基本原理包括系统

设计复杂、运行维护要求高、热交换器材料和设计需满足高效传热和耐腐蚀性能,以及余热来源的温度和稳定性变化带来的适应性问题。此外,余热系统需要与现有供热网络无缝对接,确保稳定可靠的热能供应。解决这些挑战需要通过优化系统设计、选用先进材料、采用智能控制和监测技术,以及制定详细的运行维护方案,以确保余热机系统的高效运行和长寿命使用。

### 5.2 经济挑战

余热机的初投资较高,运行成本也受能源价格波动影响。经济挑战的基本原理在于余热机系统的高昂前期投入,包括设备购置、安装及调试成本,而运行阶段的费用则主要受能源价格和维护成本的影响。此外,市场上的能源价格波动可能导致余热机的运行成本不稳定,从而影响其经济效益。为了在不同经济环境下评估余热机的可行性,需要进行详细的成本效益分析,考虑各种财务参数和市场条件。通过引入政策补贴、优化系统设计、提升运行效率以及采用先进的维护管理策略,可以有效降低余热机的总体成本,提高其经济竞争力。这些措施不仅有助于降低投资风险,还能促进余热机技术在市场中的广泛应用。

### 5.3 政策与法规

余热机的推广应用需要相关政策和法规的支持。当前,国内外已经制定了一系列鼓励余热利用和节能减排的政策和法规,如财政补贴、税收优惠、碳排放交易和能效标准等。这些政策措施旨在降低企业初投资成本,提高余热利用的经济效益,推动绿色技术的广泛应用。为了进一步促进余热机的应用,需要不断完善相关政策和法规,包括强化政策执行力度、优化补贴机制、完善标准体系以及鼓励技术创新,从而营造有利于余热机技术发展的政策环境,助力实现碳中和目标。

## 6 结论与展望

通过对燃气发电机组余热机在城市供热中的应用与性能研究,论文得出以下结论:余热机在提高能源利用效率、降低环境污染方面具有显著优势,但在实际应用中仍面临技术和经济挑战。随着技术的不断进步和政策的完善,燃气发电机组余热机在城市供热中的应用前景广阔。未来的研究应进一步优化余热回收技术,提高系统的经济性和可靠性,为城市可持续发展提供有力支持。

### 参考文献

- [1] 赵文婷.余热利用——沼气发电机组余热锅炉[J].山东工业技术,2019(3):208.
- [2] 邸冲.燃气发电机组节能先进技术及管理综述[J].中国石油和化工标准与质量,2018,38(10):52-53.
- [3] 李广阳.燃气发电机组余热综合利用方法探讨[J].科技风,2014(18):51.