

供热领域中热能工程技术的运用研究

文 / 张成明 山东国舜建设集团有限公司

张家壮 辰鲁(山东)环境工程设计院有限公司

崔传睿 山东瑞通智胜工程技术有限公司

摘要: 供热领域中的热能工程技术作为现代能源利用的重要组成部分,对于提升能源效率、推动低碳经济转型具有深远的影响。近年来,随着技术的不断进步,热能系统的优化设计、智能化控制和可再生能源的融合应用取得了显著进展。这些技术的结合不仅能提高系统的运行效率,还能降低能耗和碳排放,促进绿色建筑和可持续供热模式的发展。本文旨在探讨供热领域中热能工程技术的实际应用、优化方向以及未来发展趋势,为相关领域的研究与实践提供理论依据与技术参考。

关键词: 供热领域; 热能工程技术; 运用

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.08.115

引言

供热系统作为城市基础设施的重要组成部分,承担着保障居民生活质量和推动工业生产持续发展的重要任务。随着全球能源消耗的增加和环境保护要求的提升,如何在保证供热质量的前提下提高能源使用效率、减少能源浪费,成为现代供热领域亟待解决的问题。热能工程技术的创新为供热系统提供了全新的解决方案。通过采用高效热能转换技术、智能化控制系统及可再生能源集成等手段,供热系统在提升效率、降低排放等方面取得了显著成效。

一、热能工程技术概述

(一) 热能工程的定义与发展历程

热能工程是一门研究热能转化、传输、储存和利用的工程技术学科,涵盖热力学、流体力学、传热学等多个领域。其核心目标是优化能源的使用效率,并通过先进的技术手段提升能源转换的经济性与环境友好性。在现代社会,热能工程不仅涉及传统的蒸汽动力系统、空调制冷技术等,还扩展到包括可再生能源、余热回收等新兴领域。自20世纪初以来,随着工业化进程的推进,热能工程技术经历了显著的发展。从早期蒸汽机的应用到现代的高效燃气轮机、热泵系统等设备的出现,技术的进步使得热能工程不断朝着高效、智能和绿色化方向发展。

(二) 热能工程的基本原理

热能工程的基本原理主要基于热力学定律和流体力学原理,涵盖热能转换、传输和储存等核心环节。首先,根据热力学第一定律,能量不能被创造或毁灭,只能从一种形式转化为另一种形式。在热能系统中,热能常通过热交换设备从高温源传递到低温源,以实现热能的有效利用。此外,热能转换过程中的热效率是评价系统性能的重要指标。热能传输涉及热导、对流和

辐射三种方式,其中,热传导通常通过导热材料进行,热对流依赖于流体介质的运动,热辐射则涉及电磁波的传递。在储存方面,热能储存技术利用物质的相变特性或温度差异来存储热量,如相变材料的使用使得高效的热能储存成为可能^[1]。

二、供热系统中的热能工程技术应用

(一) 集中供热系统中的热能技术

集中供热系统是一种通过集中的热源为多个用户提供热能的技术,常见于城市和工业园区。其核心技术包括热源选择、热传输管网的设计与优化以及热交换器的应用。热源方面,传统的燃煤、燃气锅炉逐渐向更加高效且环保的热电联产(CHP)系统转型。热电联产系统通过同时产生电力和热能,提高了燃料利用效率,达到40%~60%的能源效率提升。同时,热传输过程中,采用预制保温管道可减少热能在长距离输送中的损失,一般输送热水温度可保持在90~120℃之间,最大输送距离可达30km以上。在热交换器的应用上,板式热交换器因其传热效率高、体积小且维护方便,逐步成为集中供热系统中最常用的设备。

集中供热系统在技术应用中,系统设计的优化与智能化调控是提高热能利用效率的关键。通过引入智能控制系统,实时监测和调节供热负荷,可以大幅提升系统的整体运行效率。现代集中供热系统普遍配备远程监控技术,利用物联网(IoT)和大数据分析实时跟踪温度、压力等关键参数,动态调整热能分配,避免过热或过冷带来的能源浪费。以北京的集中供热系统为例,通过智能化改造,系统的年均热能消耗降低了约8%~10%。此外,在供热管网建设中,采用先进的管道材料(如高密度聚乙烯管道)及精准的管网调控技术,能有效提升系统的可靠性和稳定性,降低漏水率,增强整体热能的传输效率^[2]。

(二) 分布式供热系统中的热能技术

分布式供热系统作为一种灵活的热能供应方式，通过局部热源为特定区域提供热能，与集中供热相比，具有更高的能源利用效率和可定制化特点。其主要技术包括小型热电联产（CHP）、地热热泵技术以及太阳能集热系统等。小型 CHP 系统利用燃气发动机或燃气轮机同时生成电力和热能，其能源利用效率可达到 70%~80%。这种方式通过减少热量损失并提高能源的综合利用率，在分布式供热中广泛应用。此外，地热热泵技术利用地下稳定温度差异进行热能的转换，提供高效、低排放的热能。地热热泵的 COP（性能系数）一般可达到 3.5~5.0，较传

统电加热方式更具优势，特别是在低碳排放和节能减排方面。

在分布式供热系统中，智能控制和能效管理技术的应用尤为关键。采用物联网和大数据技术实现的智能调度系统，可以实时监测各个热源的运行状态，精确调节热能输出，实现按需供热。通过动态优化算法，系统能够在保证舒适性的同时，有效降低能源消耗。以某些北欧地区为例，分布式供热系统在冬季供热需求较高时，通过与其他可再生能源（如风能、太阳能）的结合，实现能源互补，减少对化石能源的依赖。分布式供热系统中主要热能技术的性能见表 1。

表 1 分布式供热系统中主要热能技术的性能

热能技术	应用方式	能源利用效率	COP(性能系数)	典型输出温度范围
小型热电联产 (CHP)	同时发电与供热	70%~80%	-	90~120°C
地热热泵技术	利用地下热源进行供热	-	3.5~5.0	35~55°C
太阳能集热系统	利用太阳能加热水或空气	50%~70%	-	30~70°C
储能技术	蓄热池储存多余热能，需求高峰时释放	-	-	50~80°C

(三) 可再生能源与热能工程技术的融合

随着全球对可持续发展和低碳经济的需求不断增加，可再生能源在热能工程中的应用越来越受到重视。太阳能、风能、地热能等可再生能源的引入，不仅为供热系统提供了绿色能源选择，也为热能工程技术的创新提供了新机遇。太阳能集热系统通过太阳能热水器、平板集热器或真空管集热器将太阳辐射转化为热能，系统效率可达 50%~70%，已广泛应用于住宅、商业建筑等供热场景。在地热能的应用上，地热热泵系统利用地下恒温的特性，进行热能抽取和供热，其性能系数（COP）普遍在 3.5~5.0 之间，适用于寒冷地区或需要持续稳定热能供应的场所^[3]。

运行成本的关键手段。优化设计涉及对热能流的精确控制、系统部件的合理配置以及热交换效率的最大化。通过采用高效的热交换器设计、改良燃烧系统、优化管网布局等技术手段，可以显著减少热能损失。例如，换热器的传热效率可以通过合理的换热材料和流体分配设计来提高，铝合金与铜合金作为换热材料的应用，通常能够提升系统效率 5%~10%。此外，热能回收技术也在优化设计中扮演着重要角色。通过余热回收装置将废热重新利用，可实现 20%~30% 的能源节约。系统改造方面，针对老旧供热系统的改造不仅涉及技术更新，还包括管道的保温性加强和控制系统的智能化改造。智能控制技术的引入可实现系统的动态调节，使得热能的供应更加精准，避免过度供热或浪费，从而进一步提升整体系统的运行效率。

此外，热能工程技术在可再生能源集成中的作用不容忽视。通过优化热能转换和储存系统，能够有效提升可再生能源的利用效率并减少能源浪费。例如，太阳能和地热能可以通过热泵系统与常规供热设备（如锅炉、热水系统）协同工作，实现热能的互补调度。在系统设计上，采用储热装置（如相变材料储热系统）和智能控制技术能够在低需求时储存多余的热能，在高需求时释放，提升了能源供应的灵活性和稳定性。以某些欧洲国家为例，太阳能与地热能结合的分布式供热系统能够实现 20%~30% 的能源节约，同时减少 30%~40% 的温室气体排放。

(二) 智能化与自动化技术的应用

智能化与自动化技术的应用显著提升了热能系统的管理与运行效率。通过引入传感器、物联网（IoT）技术与大数据分析，热能系统能够实时监测各项运行参数，如温度、流量、压力等，并根据实际需求进行动态调节。智能控制系统通过数据收集与分析，可以实时调整供热负荷，自动优化系统运行状态，实现按需供热，降低能源浪费。根据一些实际应用案例，智能化供热系统的能效提升可达 15%~20%。在供热管网中，自动化阀门和调节设备可以实现更精确的热流量调节，

三、热能工程技术的优化与创新

(一) 热能系统的优化设计与改造

热能系统的优化设计与改造是提升能源效率、降低

减少人为操作失误带来的能源浪费。除了提高系统的热能利用效率,智能化系统还能够通过故障诊断功能及时发现并修复设备问题,延长系统的使用寿命,降低运维成本^[4]。

(三) 热能工程技术中的新兴材料与设备

热能工程技术的创新离不开新材料和新设备的支持。随着技术的不断进步,许多新型材料和设备被广泛应用于提高热能系统的效率和可靠性。例如,石墨烯、纳米材料以及高性能合金材料在热交换器和燃烧系统中的应用,有助于提高传热效率和耐高温性能。石墨烯材料因其优异的热导性,在热交换器设计中成为理想的选择,可将传热效率提升20%~30%。在设备方面,低温等离子体燃烧技术的出现有效提高了燃烧效率,减少了排放物。现代高效燃气锅炉和燃气轮机的综合热效率可达到85%以上,较传统锅炉提高了15%~20%。此外,相变材料(PCM)在热能储存和传递中的应用也取得了显著进展。PCM具有较高的热储存密度,能够在较小体积内储存大量热能,系统的整体能效提高了10%~15%。

四、热能工程技术在供热领域中的挑战与前景

(一) 技术性挑战与瓶颈问题

尽管热能工程技术在供热领域取得了显著进展,但仍面临多项技术性挑战与瓶颈问题。首先,热能系统的高效性与稳定性之间的平衡难以把握。尤其在集成多种能源(如可再生能源与传统能源)时,如何实现热能的精准调度和互补利用,仍然是技术攻关的重点。其次,热能的高效储存问题也是一个难题。现有的储能技术,如相变材料(PCM)和热化学储能,虽然具有较高的热能密度,但在大规模应用中的成本与稳定性仍需进一步提升,尤其是在长期循环使用过程中。再者,供热管网的损耗问题依然存在,尽管现代管道材料不断优化,但在大规模应用时,管网的热损失仍可达到5%~10%。此外,智能化控制系统的算法复杂性和数据处理能力也需要进一步加强,尤其是在面对海量数据实时调控时,如何提升系统的响应速度与精准度仍是亟待解决的技术瓶颈^[5]。

(二) 政策与市场环境的影响

热能工程技术的发展不仅依赖于技术创新,还受到政策与市场环境的强烈影响。政府政策在能源转型和低碳发展方面的导向作用至关重要,尤其是在碳排放、能源效率及环保要求方面。许多国家通过制定严格的能效标准、实施碳税政策以及推动绿色建筑认证,积极促进了高效热能技术的应用。例如,欧洲多国实施的“绿色协议”政策,要求各类建筑在2025年之前达到接近零能耗标准,这推动了热能系统中可再生能源和智能化设备的广泛应用。此外,市场对可再生能源的需求增加,特

别是在分布式供热系统中,政府的财政补贴与激励措施对技术落地起到了重要的推动作用。然而,市场对新兴技术的接受度与投资回报周期的关注,常常导致某些先进技术难以得到广泛应用。

(三) 未来发展趋势与前景展望

热能工程技术的未来发展趋势将进一步朝着高效、智能和绿色化方向发展。首先,随着低碳环保理念的普及,能源系统的“脱碳化”将成为主流。可再生能源的比重将在供热领域中显著增加,太阳能、地热能、风能等将与传统能源深度融合,推动混合能源系统的应用发展。根据国际能源署(IEA)的预测,到2030年,全球热能需求中的可再生能源占比将达到30%以上。其次,智能化和数字化技术将赋能热能系统,物联网、大数据、人工智能等技术将进一步优化热能调度,提升系统灵活性与运行效率。智能热网系统将实现实时监控、精准调节和自动优化,进一步提升热能的综合利用率。此外,新型储能技术的发展,如高效蓄热材料、热化学储能等,将突破现有技术的瓶颈,解决长期存储与高能效问题。随着技术的成熟与政策的支持,热能工程技术将在绿色建筑、城市供热、工业余热回收等领域发挥越来越重要的作用,为全球能源转型和碳中和目标的实现提供强有力的技术保障。

结语

总而言之,供热领域中的热能工程技术在能源效率提升、环境保护和可持续发展方面具有重要意义。随着技术的不断进步,诸如高效热能转换、智能控制系统、可再生能源的深度融合等创新手段,不仅优化了供热系统的运行方式,也为实现绿色低碳目标提供了技术支撑。面对未来,智能化、自动化以及新型材料的应用将进一步推动热能工程技术的创新和发展。通过优化设计与改造、增强可再生能源的利用、提升系统智能化水平,热能工程将在现代城市供热、工业节能及绿色建筑等领域发挥更加重要的作用,推动全球能源转型与环境可持续发展。

参考文献

- [1] 陈乐. 供热领域中热能工程技术的运用研究[J]. 中国住宅设施, 2024, (09): 64-66.
- [2] 樊登兵. 分析热能工程技术在供热领域中的改革及创新[J]. 冶金与材料, 2022, 42(03): 126-127.
- [3] 赵金. 热能工程技术在供热领域中的应用研究[J]. 能源与节能, 2020, (06): 73-74+85.
- [4] 王刚. 热能工程技术在供热领域中的应用研究[J]. 工程技术研究, 2024, 9(01): 91-93.
- [5] 梁峻铭. 热能工程技术在供热领域中的运用研究[J]. 工程与建设, 2023, 37(04): 1306-1308.