

矿井余热回收与集中供热系统优化研究

张道远

中煤科工集团武汉设计研究院有限公司 湖北 武汉 430064

摘要：本文研究了矿井余热回收与集中供热系统的优化问题。通过分析矿井余热的来源及特性，提出了有效的回收技术方案。同时针对集中供热系统的现状，探讨系统优化的策略与方法。研究旨在提高矿井余热的利用率，降低集中供热系统的能耗，实现能源的高效配置。通过理论分析与实践应用相结合，为矿井余热回收与集中供热系统的整合与优化提供科学依据和技术支持。

关键词：矿井余热回收；集中供热系统；能源利用；系统优化

1 矿井余热回收技术概述

随着能源资源的日益紧缺和环保要求的不断提高，矿井余热回收技术逐渐成为矿业领域关注的焦点。矿井在生产过程中会产生大量余热，这些热量以往多被视为废热而直接排放到环境中，既浪费了能源又增加环境污染。矿井余热回收技术通过先进的技术手段，将这些废热收集起来并转化为可利用的能源，为矿井的可持续发展提供新的解决方案。

1.1 矿井余热资源分析

矿井余热资源是指在煤炭开采、运输和加工过程中产生的未被直接利用而排放到环境中的热能。这些余热资源具有连续性、稳定性和丰富性的特点，是一种潜在的可再生能源。矿井余热资源主要包括几个方面：（1）矿井通风系统余热。矿井通风系统是为了维持矿井内空气清洁和矿工作业安全而设置的，这一过程中会产生大量热风。这些热风在传统观念中一直被视为一种不可避免的热量损失，但实际上蕴含着大量的热能；（2）矿井排水余热。矿井开采过程中会产生大量地下水，其中含有的热能可以用于供暖和工业生产等领域。通过适当的技术处理，矿井水还可以转化为清洁能源；（3）煤矸石燃烧余热。煤矸石是煤矿生产过程中产生的固体废弃物，其中蕴含的燃烧余热可以通过合理的利用方式转化为热能。在当前环保意识日益增强的背景下，煤矸石的燃烧余热利用具有重要的意义；（4）空压机余热。在矿井生产中，空压机为井下设备提供压缩空气，其运行过程中会产生大量余热。空压机余热温度相对较高，具有较高的回收利用价值。

1.2 余热回收技术原理与方法

余热回收技术主要是通过热交换器将矿井中的废热收集起来，再将其用于其他生产环节或生活需求。利用热交换器将矿井中的废热（如通风系统产生的热风、矿

井排水中的热能、空压机余热等）进行收集^[1]。热交换器作为余热回收系统的核心部件，其性能直接影响到热量收集的效率。将收集到的热量通过热交换器传递给其他流体（如水、空气或油等），使其温度升高。这一过程实现了热量的传递与转换，为后续的利用提供了可能。将经过传递与转换的热量用于其他生产环节（如预热进风、为工艺设备提供热源等）或生活需求（如供暖、热水供应等）。通过合理的热量利用方式，可以最大限度地发挥余热回收技术的经济效益和环境效益。在余热回收方法上，根据矿井余热资源的特点和实际需求，可以采用直接接触式热交换、间接接触式热交换、热泵技术等多种方式。其中，热泵技术因其高效、环保的特点在矿井余热回收领域得到广泛应用。

1.3 余热回收设备的选择与配置

在选择和配置余热回收设备时，需要综合考虑矿井余热资源的特点、实际需求以及设备的性能、成本等因素。具体来说，热交换器是余热回收系统的核心部件，其性能直接影响到热量收集的效率。在选择热交换器时，根据矿井余热资源的温度、流量等参数确定合适的型号和规格，考虑热交换器的材质、耐腐蚀性、换热效率等因素。热泵技术是一种高效的余热回收方式，可以将低温余热转化为高温热能进行利用，在选择热泵设备时，根据矿井余热资源的温度范围、热量需求等因素确定合适的型号和功率，还应考虑热泵设备的能效比、稳定性、维护成本等因素。在配置余热回收系统时，根据矿井的实际需求进行整体规划和设计。这包括热交换器的布局、管道的走向、控制系统的设计等方面。通过合理的系统配置和优化设计，可以最大限度地提高余热回收效率并降低运营成本。余热回收设备在运行过程中需要定期进行维护和保养以确保其正常运行和延长使用寿命。这包括清洗热交换器、检查管道连接处是否泄漏、

更换损坏的部件等方面。通过定期的维护和保养工作，可以降低设备的故障率和维修成本并提高系统的稳定性和可靠性。

2 集中供热系统优化策略与方法

集中供热系统作为城市基础设施的重要组成部分，其运行效率和能源利用效率直接关系到城市的能源消耗和环境保护。为了提升集中供热系统的整体性能，我们需要从多个方面进行优化，包括供热管网布局、热源选择与配置以及控制系统与运行策略等。

2.1 供热管网布局优化

供热管网是集中供热系统的“血管”，负责将热源产生的热能输送到各个用户端。供热管网的布局优化对于提高供热效率和降低能耗至关重要。在供热管网布局优化中，首先要考虑的是管网的拓扑结构。通过合理的管线布置，可以减少热能的传输损失，提高热能的利用率。例如，可以采用环状管网结构，增加管网的冗余度，提高供热的可靠性和灵活性。还可以根据城市规划和用户分布情况，合理划分供热区域，避免长距离输送热能造成的能量损耗。除了拓扑结构外，管网的材质和保温措施也是布局优化中需要重点考虑的因素。选择具有良好导热性能和耐腐蚀性的管材，可以延长管网的使用寿命，减少维修和更换的成本，加强管网的保温措施，减少热能在传输过程中的散失，提高供热的效率。还可以利用先进的监测技术和数据分析方法，对供热管网进行实时监测和故障预警，及时发现并处理管网中的漏损和堵塞等问题，确保管网的正常运行和高效供热。

2.2 热源选择与配置优化

热源是集中供热系统的核心，其选择和配置直接影响到供热的稳定性和经济性。在热源选择与配置优化中，需要综合考虑多种因素，包括热源的类型、容量、效率以及环保性能等。优先采用区域热源，如热电联产、煤电一体化、煤化工等余热。热电联产通过同时生产电能和热能，实现能源的梯级利用，大大提高能源利用效率；煤电一体化项目在煤炭开采、发电过程中产生的余热可有效回收用于供热；煤化工企业在生产过程中同样有大量余热，合理回收利用可作为优质热源。根据供热区域的具体情况和用户需求，合理配置热源的容量和效率。通过科学的计算和预测，确定热源的额定输出功率和调节范围，确保供热系统能够满足不同季节和时段的供热需求。选择高效、节能的热源设备，提高热能的转换效率和利用率。还要考虑热源的环保性能，选择符合环保标准的热源设备，减少供热过程中产生的污染物排放，保护城市环境。

2.3 控制系统与运行策略优化

控制系统和运行策略是集中供热系统的大脑和指挥中枢，其优化对于提高供热系统的自动化水平和运行效率具有重要意义。在控制系统优化中，可以采用先进的自动化控制技术和智能化管理系统，实现供热系统的远程监控、自动调节和故障预警等功能。通过实时监测供热系统的运行状态和参数变化，及时调整热源的输出功率和管网的流量分配，确保供热系统的稳定运行和高效供热^[2]。在运行策略优化中，可以根据天气预报和用户用热习惯等信息，制定合理的供热计划和调节方案。例如，在寒冷天气或用户用热高峰时段，可以增加热源的输出功率和延长供热时间；在温暖天气或用户用热低谷时段，则可以减少热源的输出功率和缩短供热时间。通过灵活的运行策略调整，提高供热系统的适应性和经济性。

3 矿井余热回收与集中供热系统整合研究

3.1 系统整合方案设计

矿井余热回收与集中供热系统的整合，首先需要设计一个科学、合理的系统方案。这个方案要充分考虑矿井余热的来源、性质以及集中供热系统的需求，实现两者的有机衔接。在系统整合方案设计中，首先要对矿井余热资源进行全面调研和评估。这包括矿井通风系统、排水系统、空压机余热等产生的余热，以及这些余热的温度、流量等参数。通过详细的调研和评估，可以准确掌握矿井余热资源的状况，为后续的整合设计提供可靠依据。根据矿井余热资源的状况和集中供热系统的需求，设计合理的热交换和传输方案。这包括选择合适的热交换器类型、确定热交换器的布局 and 连接方式，以及设计高效的热能传输管道网络。通过这些设计，可以确保矿井余热能够高效、稳定地传输到集中供热系统中，为供热提供可靠的热源。另外系统整合方案还要考虑安全性、可靠性和经济性等因素。我们要确保整合后的系统能够安全可靠地运行，同时要考虑系统的投资成本、运行维护成本以及能源利用效率等经济指标，确保整合方案具有可行性和可持续性。

3.2 关键技术与设备研发

矿井余热回收与集中供热系统的整合涉及多项关键技术和设备的研发。这些技术和设备的性能直接影响到整合系统的效率和可靠性。在关键技术方面，要重点研发高效的热交换技术。热交换器是矿井余热回收与集中供热系统之间的关键连接设备，其性能直接影响到热能的传输效率。因此要研发具有高热效率、耐腐蚀、耐高压等特性的热交换器，确保其能够在恶劣的矿井环境中稳定运行。还要研发智能化的控制系统，这个系统要

能够实时监测矿井余热资源的状况和集中供热系统的需求,自动调节热交换器的运行参数,确保系统能够高效、稳定地运行。此外,控制系统还要具备故障预警和自我保护功能,确保系统在出现异常情况时能够及时采取措施,防止事故的发生。在设备研发方面,要针对矿井余热回收和集中供热系统的特点,研发专用的设备和部件。例如,针对矿井余热的特殊性质,可以研发专用的热能回收装置和传输管道;针对集中供热系统的需求,可以研发高效的加热设备和热能分配装置等。通过关键技术和设备的研发,可以为矿井余热回收与集中供热系统的整合提供有力的技术支撑和设备保障,确保整合系统能够高效、稳定地运行。

3.3 系统运行与调控策略

矿井余热回收与集中供热系统整合后的运行与调控策略是确保系统高效、稳定运行的关键。在系统运行方面,要建立完善的运行管理制度和操作流程。这包括系统的启动、运行、停止等各个环节的操作规范,以及设备的日常维护、检修和保养等要求。通过完善的运行管理制度和操作流程,可以确保系统能够按照既定的方案稳定运行,减少故障和事故的发生^[3]。在调控策略方面,要根据系统的实际运行情况和需求,制定合理的调控方案。这包括根据天气变化、用户用热需求等因素调整系统的运行参数,以及根据设备的运行状况进行及时的维护和保养等。通过合理的调控策略,可以确保系统能够适应不同的运行环境和需求,保持高效、稳定的运行状态。还要加强系统的监测和数据分析工作,通过实时监测系统的运行状态和参数变化,及时发现并处理系统中存在的问题和隐患。通过对数据的深入分析和挖掘,可以不断优化系统的运行方案和调控策略,提高系统的能源利用效率和运行经济性。

4 未来展望

展望未来,矿井余热回收技术的发展将呈现出更加智能化、高效化和环保化的趋势。随着科技的不断进步,矿井余热回收技术将更加注重与物联网、大数据、人工智能等先进技术的融合,实现远程监控、智能调控

和数据分析等功能,提高余热回收的效率和稳定性。随着新材料和新工艺的应用,矿井余热回收设备的性能将得到进一步提升,降低投资成本和维护费用,推动技术的广泛应用。在集中供热系统优化方面,新的方向和方法将不断涌现。一方面,通过优化供热管网布局、提升热源效率、采用先进的控制系统等手段,将进一步提高集中供热系统的能源利用效率和运行稳定性^[4]。另一方面,随着可再生能源的快速发展,如太阳能、地热能等,集中供热系统将逐步向多元化、清洁化的能源供应体系转变,实现绿色、低碳的供热模式。矿井余热回收与集中供热系统的整合将迎来更加广泛的应用前景。随着社会对能源节约和环境保护要求的不断提高,矿井余热回收技术将成为矿山企业实现节能减排、绿色发展的重要途径。通过与集中供热系统的整合,可以将矿井余热资源高效利用于城市供暖、工业供热等领域,为城市可持续发展提供有力支持。可以预见,未来矿井余热回收与集中供热系统的整合将在更多领域得到应用,为实现能源的高效利用和环境保护做出更大贡献。

结束语

本研究通过深入探讨矿井余热回收与集中供热系统的优化问题,取得一系列有价值的研究成果。未来,将继续致力于相关技术的研发与应用,推动矿井余热回收与集中供热系统的进一步发展。相信在不久的将来,这一领域将迎来更加广阔的应用前景,为能源节约和环境保护做出更大贡献。

参考文献

- [1]张建亭.节能技术在集中供热系统改造工程中的应用探讨[J].工程建设与设计,2023(12):28-30.
- [2]蔡晓明.关于供热系统热网运行调节技术的研究[J].智能建筑与智慧城市,2023(06):103-105.
- [3]李峰平.跨季节储热供热系统中聚光吸热器的动态仿真研究[J].太阳能学报,2021,42(12):54—58.
- [4]李瑞.研究跨季节储热供热系统中聚光吸热器的动态仿真研究[J].太阳能学报,2021,42(12):54—58.