

船厂供热节能新技术的研究与应用

秦 帅

江南造船（集团）有限责任公司，上海 201913

[摘要]伴随着船舶制造业向前发展，船厂在生产过程中对热能的需求呈现出不断增长的态势。传统供热系统存在着诸多弊端，像能效比较低下、热损失的量颇多、调控起来不够灵活以及排放程度偏高等情况，这些问题的存在使得能源出现浪费现象，同时也让成本有所上升。当下，船厂大多依靠燃煤或者燃油锅炉来供热，其中余热的利用率是比较低的，热泵以及智能控制技术的应用程度也不够充分，再加上管网出现了老化的情况，这都对系统的效率产生了影响。面对这样的现状，去研究船厂供热节能的新技术，能够借助余热回收、热泵辅助供热、管网优化以及智能能耗管理等一系列手段，以此提升能源的利用率，降低运行方面的成本，达成供热系统高效、稳定且低碳的运行状态，进而为绿色制造给予相应的技术方面的有力支撑。

[关键词]船厂；供热节能新技术；技术应用

DOI: 10.33142/ec.v8i8.17784

中图分类号: U671

文献标识码: A

Research and Application of New Energy-saving Technologies for Heating in Shipyards

QIN Shuai

Jiangnan Shipyard (Group) Co., Ltd., Shanghai, 201913, China

Abstract: With the development of shipbuilding industry, the demand for thermal energy in the production process of shipyards is showing a continuous growth trend. The traditional heating system has many drawbacks, such as low energy efficiency, significant heat loss, inflexible regulation, and high emission levels. These problems result in energy waste and also increase costs. At present, most shipyards rely on coal-fired or oil fired boilers for heating, and the utilization rate of waste heat is relatively low. The application level of heat pumps and intelligent control technology is also insufficient. In addition, the aging of the pipeline network has affected the efficiency of the system. In the face of such a situation, researching new energy-saving technologies for shipyard heating can improve energy utilization efficiency, reduce operating costs, and achieve efficient, stable, and low-carbon operation of the heating system through a series of means such as waste heat recovery, heat pump assisted heating, pipeline optimization, and intelligent energy consumption management, which will provide strong technical support for green manufacturing.

Keywords: shipyards; new energy-saving technologies for heating; technology application

引言

船舶制造业发展迅速，船厂生产规模变大，能耗高、排放多的问题凸显。船厂供热系统在锅炉、焊接等环节耗能多，传统供热方式效率低、损失大、调控难且污染环境，增加企业成本，影响生态。在国家“双碳”和绿色制造政策下，提高船厂供热系统能源利用效率、减少燃料消耗和碳排放是关键问题。研究并应用船厂供热节能新技术很有意义。余热回收、热泵供热、管网改造、智能监测等技术在工业应用成熟，但船厂有负荷波动大、系统复杂、调控难等挑战。本研究要分析船厂供热能耗结构及影响因素，探索余热回收、热泵供热、管网改造、智能控制平台等技术，评估节能效果，为船厂供热系统节能改造和绿色低碳发展提供依据。

1 船厂供热能耗结构与主要影响因素分析

船厂供热能耗主要由空压站能耗、余热利用及设备散热等构成，受设备选型、控制方式、余热回收利用率及工艺设计等因素影响。其中，空压站能耗占总能耗的 30%~40%，主要问题包括设备按最大负荷选型导致排气压力过

高、控制方式落后造成频繁加载与卸载，以及管路泄漏率高 20%~25%，均增加了能源消耗。同时，空压机运行中约 90% 的电能转化为热能，但多数船厂未有效回收利用，高温散热直接排放，造成能源浪费。在工艺设计方面，通过采用变频技术及离心与螺杆机组合，并结合船厂实际用气波动合理配置设备，可有效降低能耗，提高系统整体能效。

2 船厂供热节能新技术的关键技术研究

2.1 余热回收系统优化设计

在船厂供热系统里，余热回收系统的优化设计属于极为关键的一环，其对于提升能源利用效率、降低燃料消耗以及减少环境排放都有着重要作用。船厂于生产之时，会产出数量可观的低品位余热，像锅炉排烟、动力设备冷却水、焊接工序以及涂装工序所产生的热量皆包含在内。要是这些余热没办法得到妥善回收，那么就会出现能源白白浪费的情况，并且还会致使系统运行成本有所增加。在开展优化设计工作的时候，应当以系统整体热平衡当作基础，通过对各类热源的溫度水平、热负荷特性以及利用周

期展开分析,进而明确能够回收的余热量级以及合理的使用方式。从技术实现层面来讲,可以选用高效换热器、热管、相变蓄热材料还有多级余热回收系统等方式,把不同温度等级的余热按照梯级来进行利用。其中,高温余热能够用于蒸汽或者热水的供给,而中低温余热则可应用于空气预热、生活采暖又或者是工艺加热等方面,如此一来便能够形成热量梯级利用的链条。与此该系统需要结合智能化控制以及动态调度策略,针对热源和热负荷实施实时匹配操作,以此来优化循环流量以及温度分配情况,提高回收效率并且防止热量出现浪费现象。在设计整个过程中,还得考虑到对管网布局予以优化、使局部阻力达到最小化以及提升保温性能等因素,借此降低流体输送所耗费的能量以及传输过程中的热损失情况^[1]。除此之外,通过结合能耗监测与性能评估相关举措,能够对系统运行的效果展开量化分析并不断加以优化,最终达成节能率实现最大化的良好效果。

2.2 热泵辅助供热系统的构建与控制策略

在船厂供热系统当中,热泵辅助供热系统的构建以及控制策略属于实现高效节能以及系统稳定运行的关键核心技术。热泵充当着低品位热能提升装置的角色,其能够把环境或者余热里面的低温热能转变成可以利用的热源,进而减少对于传统燃料锅炉的依赖程度,最终达成降低能源消耗以及碳排放的目的。就系统构建方面而言,得依据船厂的热负荷特性、工艺需求以及季节性变化来挑选合适的热泵类型,像是空气源热泵、水源热泵又或者是地源热泵等,并且要合理地去匹配热泵容量与现有的锅炉、余热回收装置以及储热系统,务必要确保在不同负荷情况之下都能够满足供热的需求。系统设计的时候需要考虑到管网连接的方式、热交换接口以及循环泵的布置情况,借助并联或者串联的方式来实现热泵与锅炉、余热系统的协同运行,与此同时还要结合蓄热装置来缓冲负荷的波动,以此来优化峰谷能量的分配情况。在控制策略方面,应当采用智能调度以及动态优化的方法,通过实时监测温度、压力、流量以及能耗方面的数据,再结合负荷预测以及天气信息,达成热泵启停、压缩机变频调节、循环泵流量控制以及旁路阀开度优化的协同控制,从而让系统 COP 得以最大化并且减少因频繁启停而产生的能耗损失。该平台还应当集成故障诊断与预警的功能,对制冷剂流量、压缩机状态以及系统压力进行监测,以便及时发现异常运行状况并做出相应的调整,以此保障设备的安全以及使用寿命。

2.3 智能监测与能耗管理系统设计

在船厂供热系统里,智能监测与能耗管理系统的打造属于达成精细化能源管控以及高效节能运转的重要环节。此系统依靠物联网、大数据、人工智能等先进手段作为依托,借助于在锅炉、热泵、换热器、余热回收装置还有主要管网节点处安置高精度传感器的方式,对温度、压力、流量、电耗、热负荷等运行数据予以实时采集,进而构建

起完备的能耗数据采集与传输框架。该系统凭借中央监控平台来对数据展开集中处理以及动态剖析,形成可视化的能源管理界面,达成对各个供热单元运行状况的实时监测以及能效评定。借助引入智能算法与模型预测控制技术,系统可以依据生产负荷的变化情况自动调整供热参数,对设备启停顺序加以优化,降低无效能耗,同时实现热源、热网与用户端的协同控制,以此提高整体热效率^[2]。除此之外,该系统还拥有能耗异常诊断与故障预警的功能,其能够经由数据趋势分析以及模式识别,及时察觉设备运行过程中的能耗异常、性能衰减或者潜在故障,引导维护人员采取针对性举措。管理层可借助移动终端远程对运行状态加以监控、分析能源利用率以及碳排放水平,给节能决策与设备改造给予科学依据。

2.4 管网系统节能改造与流体阻力优化

在船厂供热系统里,对管网系统展开节能改造以及对其流体阻力加以优化,这无疑属于提高整个系统热能利用效率并且降低其运行能耗的关键环节所在。船厂供热管网往往分布的范围颇为广泛,系统本身的复杂程度也不低,而且输送的距离相当长,再加上部分老旧管道存在着诸如保温性能比较差、管径并不匹配、弯头的数量较多以及局部阻力偏大等一系列问题,这就使得热损失的情况变得十分严重,流体输送的效率也极为低下。面对这样的一种现状,节能改造就需要从系统布局方面的优化、管道材质的更新、保温性能的提升以及对流体阻力的控制等多个不同方面来综合地向前推进。在系统这个层面上借助流体力学仿真的相关分析,重新去校核管径、流速和压力损失三者之间的关系,依据实际情况合理地调整主干管和支管的分配比例,对管网循环的路径予以优化,以此来减少那种无效的流动情况以及伴随而来的能量损耗。采用高性能的保温材料,比如聚氨酯发泡或者真空绝热层这样的材料,来替代传统的保温层,从而能够减少热量在传输过程当中出现的散失情况。与此通过改进阀门的结构,减少弯头以及局部节流元件的数量,进而降低沿程阻力以及局部阻力。对于那些大型且复杂的管网而言,可以引入变频循环泵以及智能流量控制的相关技术,依据实时的负荷状况来动态地调节流速与流量,达成按需供热以及精准控制的目的,防止因为过流量而造成的能源方面的浪费。从技术层面来讲,应当联合能耗监测系统,针对压力、温度以及流量等这些关键参数展开长期的跟踪工作,分析流体阻力的变化趋势,并且依据分析结果及时地调整运行策略。除此之外,在管网改造的过程当中,还应当充分考虑到施工时的便利性以及后期维护的成本问题,采用模块化、预制化的管段设计方式,以此来提升安装的质量以及后期检修的效率。

2.5 节能综合控制平台的集成技术

在船厂供热系统里,节能综合控制平台所采用的集成技术乃是达成多能互补、系统协同以及精细化管理的关键

保障所在。该平台把锅炉、热泵、余热回收装置、管网系统、储能设备还有能耗监测终端统加以统一集成起来,进而实现对整个供热系统展开实时的数据采集工作、运行方面的监测以及智能层面的控制操作。平台借助传感器网络来获取诸如温度、压力、流量、热量消耗以及设备运行状态等一系列关键参数,而后依靠中央控制单元以及数据处理模块针对这些参数展开动态分析与能效评估等相关事宜,并且依据负荷预测、热源优化分配以及运行调度算法等,达成供热策略的自动优化以及多能源协同调控的目的。系统能够依照生产负荷出现的波动状况以及季节性的需求变化来对设备的启停顺序以及运行工况做出相应的调整安排,与此还能够凭借智能故障诊断与预警功能去识别设备可能出现的异常情况,以此来指导运维决策工作,提升系统的安全性和可靠性^[3]。该平台还支持可视化管理界面以及远程控制功能,从而实现数据的可追溯性以及决策支持效果,让管理层可以实时且清楚地掌握能耗的具体情况以及系统运行的效率状况。

3 节能效果评估与经济性分析

在船厂开展供热节能技术应用的时候,对节能效果予以评估并分析其经济性,这可是验证该技术是否可行、对系统运行方案加以优化以及指导投资决策的关键环节。节能效果评估得从系统整体能耗出发,全面且细致地去监测并对比改造前后的各项情况,像热源消耗、管网输送损失、循环泵能耗以及辅助设备运行效率等等,以此来量化各项节能措施给总能耗带来的影响。并且要构建起一套能效指标体系,这里面包含单位产出热耗、系统综合热效率、COP 也就是性能系数还有余热回收率等等,从而全方位地把节能技术在实际运行当中的效果呈现出来。评估的方法不只是依靠历史数据来进行对比,还能结合在线监测系统所给出的实时数据展开动态分析,借助统计学、热平衡计算以及仿真模型对节能潜力做出预测与验证。就经济性分析来讲,得对节能改造所需要的设备投资、安装成本、运维费用以及可能产生的运行收益做一番系统的测算,凭借投资回收期、净现值、内部收益率等经济指标来综合评估项目在财务方面的可行性,同时也要把能源价格的波动、维护成本以及系统寿命等因素对经济效益所产生的影响都考量进去。

4 供热节能新技术的发展趋势

随着能源结构不断转型以及绿色低碳发展战略持续

推行,船厂供热节能新技术逐步显现出智能化、多种能源互补以及高效集成化的发展走向。往后的供热系统会着重关注余热的阶梯式利用、可再生能源的深度融入还有热源和负荷的动态适配情况,借助热泵、余热回收装置、储能系统以及太阳能或者地热能等各类能源手段达成综合运用目的。与此智能监测与能耗管理平台会成为整个系统的重点所在,能够做到实时收集数据、分析运行状况并开展预测调度工作,依靠人工智能、模型预测控制以及大数据分析技术来优化热源切换操作、循环流量调控以及负荷分配事宜,进而让能源利用效率得以最大化并且降低不必要的能耗^[4]。管网系统同样会朝着阻力小、效率高、模块化且数字化的趋势去发展,通过优化管径尺寸、削减局部阻力、提升保温性能以及引入变频泵和自动调节阀等方式,达成在输送环节中的节能优化效果。节能技术在发展过程中还会着重强调系统集成能力以及可持续运行的能力,重视对设备寿命加以管理、做好故障预测以及实施预防性维护举措,以此确保能够实现长期稳定运行并且具备良好的经济性。

5 结语

船厂供热节能新技术的应用能够切实提高能源利用效率,压低运行成本,同时还能削减环境排放。借助余热回收、热泵辅助供热、管网优化以及智能能耗管理等一系列举措,供热系统达成了高效、稳定且智能化的运行状态。往后,伴随技术持续向前发展并得以广泛推广,船厂供热系统会变得更加节能环保,进而为船厂的绿色低碳发展给予稳固可靠的保障。

【参考文献】

- [1]高道清,胡杰鑫,李巧平,等.船厂空压站节能技术和节能标准现状研究[J].中国标准化,2023(22):60-64.
 - [2]赵建帮,王超.船厂空压站的数字化节能监测要求及系统设计[J].现代制造技术与装备,2023,59(8):11-13.
 - [3]林志文.浅析船厂的几种节电方法[J].机电技术,2016(1):45-46.
 - [4]杨浩俊.船厂空压站余热回收节能技术研究[J].上海市中船第九设计研究院工程有限公司,2019(3):27.
- 作者简介:秦帅(1979.12—),男,学历:大专,毕业院校:上海电视大学,所学专业:行政管理,目前职称:助理工程师。