

# 船舶动力系统现状及发展趋势分析

樊长辉

江南造船(集团)有限责任公司 上海 201600

**摘要:** 船舶动力系统作为船舶核心部件之一,在保证船舶安全性和效率方面发挥着至关重要的作用。随着信息技术的快速发展和人们生态环保意识的不断提高,船舶动力系统也在不断发展演进。在现有船舶动力系统的基础上,未来的发展趋势将围绕数据化、智能化和全生命周期管理展开。数据化技术能够实现对动力系统运行过程中的各项数据的采集、存储和处理,从而对其运行状态进行实时监测和预测。智能化技术则实现了对动力系统各个功能模块的自适应、自主控制,从而提高系统的效率和安全性。全生命周期管理则强调对动力系统从设计到废弃的全过程管理,从而最大化地提高了系统的可持续性和效益。

**关键词:** 船舶动力系统;现状;发展趋势

船舶动力装置是为保证船舶正常营运与航行而设置的动力设备,为船舶提供各种能量并使用这些能量来保证船舶正常航行、人员正常生活、以及完成各种作业。船舶动力装置是各种能量的产生、传递、消耗的全部机械、设备,是船舶的重要组成部分。船舶动力系统由发动机、传动系统和推进系统3个部分组成,传统的船舶动力系统有蒸汽轮机、燃气轮机、柴油发动机、螺旋桨推进系统等。船舶动力系统关乎船舶的航行速度与平稳性,在科技进步的背景下其重要性日益凸显,其购买成本与维护保养成本也在船舶总成本中占很大一部分,所以做好船舶动力系统是未来行业发展的一大趋势。

## 1 船舶动力系统现状分析

### 1.1 传统柴油动力系统

船舶动力系统是船舶运行的关键组成部分之一,其稳定性和可靠性直接影响着船舶的安全和经济性。在传统的船舶动力系统中,柴油动力系统是最为普遍和常见的一种。传统柴油动力系统是以柴油机和发电机组为主要动力来源,通过发电机组提供电力给船上的电动机和设备使用。发动机通过燃烧柴油,产生高温高压气体推动发动机工作,同时将燃烧产生的热能转化为机械能,再通过船舶传动系统把机械能传递给船舶的螺旋桨或水动力喷射器以产生推进力。传统柴油动力系统的优点是运行经济效益明显,能够满足燃油储备和耗油量的需要,其使用成本相对较低,且具有稳定可靠性和适应性强等特点。另外,在使用寿命和维修方面也有较好的表现。但是,传统柴油动力系统也存在一些缺陷和挑战。其中最显著的问题是其排放物对环境和人体健康的影响,引发了环保问题;柴油机机械复杂,维修保养费用较高;老旧的柴油机使用年限超过标准,工作效率和安

全性能也无法得到保障<sup>[1]</sup>。

为了应对这些问题,当前柴油动力系统的研发趋势也在不断发生变化。当前,柴油机研发重点逐渐向华丽型、高效率、低噪声、高可靠性和智能化方向发展;在排放物减少上,柴油机采用蓝牌、金牌等技术,以达到欧洲联盟环保指令等标准;在维修保养费用上,通过降低运行成本和提高效率,从而切实减少维护成本。总之,传统柴油动力系统具有经济性和稳定性的优点,但也面临着环保、安全等新的问题和挑战。未来的柴油动力系统发展方向主要是对技术进行升级和改进,减少对环境的影响,提高系统效率和安全性,以适应船舶行业的不断变化和发展。

### 1.2 燃气轮机动力系统

燃气轮机动力系统是一种新型的船舶动力系统,其最大的特点就是使用天然气或液化天然气(LNG)等清洁能源代替传统燃油,具有高效、环保的优点。燃气轮机动力系统的原理类似于柴油发动机动力系统,但使用的是燃气轮机。燃气轮机是将燃气与空气混合后,利用燃气接触式涡轮发生转动的过程中将化学能直接转化成机械能,而燃烧产物含氮量低于柴油燃油机,氮氧化合物的排放远低于柴油燃油机。此时,由于进气混合物组分的变化,进气混合物的压力和温度都会发生一定程度的变化。从而,可以通过改变进气口中气体的体积比例等方式来调节燃气轮机的输出功率。燃气轮机动力系统的优点是具有高效、节能、环保等特点。天然气是一种清洁能源,燃气轮机动力系统在给出相同的输出功率时,相比于柴油动力系统,燃气轮机的燃料效率更高、排放更低。而且也具有实时性更强、响应更快、维护费用低等优势<sup>[2]</sup>。然而,燃气轮机动力系统也存在一些缺

陷和挑战。由于燃气轮机的采用和技术的限制,燃气轮机整体系统布局及调节性能相对来说都比较复杂,并且一些燃气轮机技术本身存在着燃烧不完全等问题,需要不断的研究和改进,以满足实际使用。燃气轮机动力系统具有可行性和广泛的应用价值,是未来船舶动力系统的发展方向之一。在技术上,未来需要不断地改进和完善,以提高输出功率和稳定性,并减少其对环境的影响,更好地适应船舶行业的不断变化与需求。

## 2 船舶动力系统发展趋势

### 2.1 低碳环保趋势

随着人们环保意识的增强,船舶动力系统的发展也呈现出低碳环保趋势。未来船舶动力系统的发展将会更加重视环保和可持续性,努力实现更加绿色、清洁和低碳的船舶动力系统。在此趋势下,船舶动力系统的发展方向主要体现在以下几个方面:(1)推广清洁能源:如液化天然气(LNG)、氢、太阳能等。这些燃料具有清洁、高效、低排放等优点,也能够满足环保要求。(2)智能化技术:通过使用数字化技术和智能化控制系统,实现对船舶动力系统的精准控制和优化运营,从而提高系统的效率和经济性,减少对环境的影响。(3)新型传动技术:如电力传动、气液传动等。这些技术可以达到更高的能量利用率和灵活性,减少燃料消耗和排放<sup>[3]</sup>。(4)普及船舶锂电池技术:锂电池技术具有高能量密度、长寿命、低自放电率等优点,可以在一定程度上解决船舶耗能的问题,也能减少污染排放。低碳环保趋势已经成为船舶动力系统发展的必然趋势,尤其在全球范围内呈现出环保政策日益严格的情况下,未来将会有越来越多的船舶动力系统采用低碳环保的技术和方式,以实现更加的绿色、健康和可持续的发展。

### 2.2 能效提升和节能减排

除了低碳环保趋势外,船舶动力系统的发展还要关注能效提升和节能减排问题。这是解决船舶动力系统可持续发展的关键之一。(1)引入先进的燃油节能技术:包括预处理器、排气余热回收器、风机和风帆辅助推进等,这些技术可以有效地提高燃烧效率和降低燃油消耗。(2)采用新型高效动力系统:例如基于双燃料发动机、气轮机、气液传动等技术的动力系统,这些技术具有效率高、排放低、运行成本低等特点。(3)采用氢燃料电池:氢燃料电池以清洁能源为动力,只排放水和热的方式来提供动力,能够显著减少污染排放,同时能够实现长周期航行。(4)完善现有的动力系统:通过现有动力系统的优化和改进,在性能、效率和经济性方面的提升,例如提升动力系统的可靠性和维护性,减少系统

失效和停船时间。(5)发展智能船舶:通过运用智能化、自动化技术,提高能源和物流利用效率,减少动力系统的能耗和环境污染。例如封闭舱设备自动化控制与应用、船舶维修大数据控制等方面的技术。随着全球关注环境保护和能源问题的不断加强,船舶动力系统的能效提升和节能减排问题也越来越重要,未来的发展趋势需要注重创新技术和可持续发展,以实现更加绿色、低碳和高效的发展目标<sup>[4]</sup>。

### 2.3 智能化应用

智能化应用是未来船舶动力系统的重要发展趋势之一。智能化技术的出现,可以帮助船舶动力系统实现更高效、更安全、更可靠的运行。(1)数据采集和处理:通过传感器和监控设备采集动力系统运行数据、环境参数等信息,并通过数据处理和分析技术对这些信息进行统计和分析。通过这样的方式,船员可以实时地获得动力系统的运行状态和性能,可以更好的预测和优化船舶动力系统的运行。(2)智能控制系统:通过集成船舶动力系统的硬件和软件,实现对整个动力系统的自动化和智能化控制。例如,通过使用自适应控制算法、人工智能算法等技术,可以大大提高动力系统的性能和效率。(3)预测维护:采用物联网、云计算等技术,通过对动力系统的运行数据进行分析,预测船舶设备的故障,进行有效的预测性维护,避免维修时间和费用的浪费。(4)能源管理:通过智能化技术,优化能源和物流的利用效率,实现燃油消耗的最小化和碳排放的降低,在保证船舶动力系统安全性和性能的前提下提高运行效率<sup>[5]</sup>。(5)船舶自主导航技术:依靠自主算法、全球导航卫星系统、激光雷达、雷达系统等一系列技术使船舶具备了自主导航、自主识别作业等先进功能,大大提高了航行效率和安全性。智能化应用已经成为船舶动力系统发展的趋势之一。通过认真地应用智能技术,可以实现对船舶动力系统整体性能的提升和节能减排的目标,同时提高运行效率和安全性,从而使航行更加可靠、安全和高效。

### 2.4 全生命周期管理

全生命周期管理是未来船舶动力系统发展的一个关键发展趋势。传统船舶动力系统只注重其性能和安全性,而在全生命周期的角度上,要考虑船舶动力系统的设计、制造、使用、维护、废弃等整个生命周期,有益于优化和提高系统整体性能和可持续性。(1)设计阶段:优化船舶动力系统的设计,考虑到系统的可靠性、可操作性、可维护性、可升级性等多方面的需求和要求。(2)制造与安装阶段:在制造过程中,确保部件和系统的正确和可靠安装,并对各部件进行验证和测试。

(3) 使用阶段: 通过数据采集、分析和评估技术, 进行动力系统的实时监控和评估, 以便及时发现系统的异常和故障。另外还要加强对系统运行情况的记录和信息管理, 便于维修和升级<sup>[6]</sup>。(4) 维护和管理阶段: 建立科学有效的维护和管理模式, 保证动力系统的正常运行和完整性, 进一步改善动力系统的可靠性和节能性。(5) 废弃阶段: 在系统废弃前, 需进行必要的拆卸和回收等工作, 以最大化保护环境和资源的利用。全生命周期管理已经成为未来船舶动力系统发展的趋势之一。通过在船舶动力系统的设计、制造、使用、维护和废弃等各个阶段进行管理和控制, 可以提高系统的整体性能和可持续性。形成可持续发展的船舶动力系统, 实现安全、高效、节能和绿色的目标, 让船舶动力系统更加环保和可持续。

### 2.5 数据化与智能化相结合

数据化和智能化相结合是船舶动力系统未来的发展趋势之一, 通过整合物联网、人工智能、大数据等科技手段, 实现对船舶动力系统全方位的数据采集、分析和应用。以下是船舶动力系统发展趋势中数据化和智能化相结合的几个方面: (1) 数据采集和管理: 利用传感器、监控设备和云计算等技术, 对船舶动力系统的各个子系统、组件进行数据采集和管理, 实现对系统全面的监测和分析。(数据分析和应用: 通过人工智能、机器学习等分析技术, 对船舶动力系统的运行数据进行深度分析, 预测动力系统的故障和异常, 并提供相应的优化方案, 进一步提高船舶动力系统的可靠性、运行效率和节能性。)(2) 智能控制: 将物联网和人工智能技术与动力系统控制系统相结合, 实现对整个系统的自适应控制和优化, 减少人工操作, 大大提高动力系统的安全性、连续性和效率<sup>[1]</sup>。(3) 预测性维修: 基于数据分析的技术, 实现对船舶动力系统未来故障的预测, 并提前采取相应的应对措施, 以减少系统停机时间和维护成本。(4) 能源管理: 通过数据化手段, 细致评估能源利用效

率和碳排放率, 并提供相应的优化方案, 降低燃油消耗和碳排放, 从而实现对船舶动力系统更加有效的能耗管理。数据化和智能化相结合是未来船舶动力系统发展的趋势之一。通过利用物联网、人工智能、大数据等技术手段实现对动力系统的信息采集、分析和应用, 可以有效地优化运行、节能减排, 从而提升船舶动力系统的性能和可持续性。

### 结束语

综上所述, 船舶动力系统作为船舶运行的关键部分, 未来的发展趋势是越来越多地涌现出具有高度的智能化、数字化、系统集成等新型动力系统。这些新型动力系统可以实现能源效率、噪声、抗非常态、减排和使用寿命等方面的提升。在动力引擎、电机技术、控制系统方面的发展, 将极大地促进船舶动力行业的发展, 使得船舶动力系统更加适应当前环境下高速发展的航运市场需求。

### 参考文献

- [1]肖能齐, 徐翔, 周瑞平.船舶柴电混合动力系统能量管理控制策略[J].哈尔滨工程大学学报, 2020, 41(1): 153-160.
- [2]瑞昌, 陈志华, 明新国.船舶动力系统全生命周期绿色设计的评价方法[J].上海交通大学学报, 2020, 54(3): 256-264.
- [3]黄柏刚, 邹早建.基于固定网格小波神经网络的不规则波中船舶横摇运动在线预报[J].船舶力学, 2020, 24(6): 693-705.
- [4]向杰.船舶动力系统的优化配置方法研究[J].舰船科学技术, 2019, 38(14): 13-15.
- [5]杜溥赛.船舶动力系统的发展趋势研究[J].现代制造技术与装备, 2019(09): 74-75.
- [6]陈永道.船舶动力系统现状及发展趋势[J].机械制造与自动化, 2018, 42(02): 164-166.