

新能源与智能技术在船舶电气中的应用

李洞芃

中船(天津)船舶制造有限公司 天津 300451

摘要: 随着全球能源结构的转变和环保意识的增强,新能源与智能技术在船舶电气中的应用为航运业的绿色发展添砖加瓦。本文阐述了新能源与智能技术在船舶电气系统中应用的必要性,分析了太阳能、风能、氢能等新能源以及智能电网、故障诊断系统等智能技术的应用现状,并探讨了其面临的挑战与解决方案。通过案例分析,展示了新能源与智能技术融合应用的成果。展望未来,多种新能源融合发展、智能能源管理系统应用及政策支持和激励机制将推动船舶电气系统的绿色、智能转型。

关键词: 新能源;智能技术;船舶电气系统;智能电网;故障诊断

1 引言

在全球经济一体化进程不断加速的当下,国际贸易往来愈发频繁,船舶作为国际贸易的主要运输工具,其能源消耗和环境影响问题愈发受到关注。传统的船舶动力系统主要依赖化石能源,如柴油等,这不仅导致了大量的碳排放,加剧了全球变暖等环境问题,还使航运成本居高不下。随着全球对气候变化问题的关注度日益提高,环保法规愈发严格,国际海事组织(IMO)相继出台了一系列针对船舶排放的严格限制政策。因此,如何减少船舶的能源消耗和降低对环境的影响,成为全球航运业亟待解决的共同问题。新能源与智能技术在船舶电气中的应用,为解决这一问题提供了新的思路和方向。

2 新能源与智能技术在船舶电气中应用的必要性

2.1 应对能源危机

据国际能源机构预测,全球石油资源将在不久的将来面临枯竭,而天然气和煤炭的储备量也有限。对于航运业而言,传统的化石能源供应日益紧张,且价格波动较大,给船舶运营带来了不稳定因素。新能源,如太阳能、风能、氢能等,具有清洁、可再生等显著优势,能够有效缓解能源危机,为船舶提供稳定的能源供应。

2.2 降低环境污染

传统燃油动力系统在燃烧过程中会产生大量的有害气体,如二氧化硫(SO₂)、氮氧化物(NO_x)、颗粒物(PM)等,这些污染物不仅会导致酸雨、雾霾等环境问题,还会对人体健康造成严重危害。新能源的应用能够显著减少这些污染物的排放,降低船舶对大气和海洋环境的污染,保护海洋生态系统。

2.3 提高运营效率

智能技术,如智能电网、故障诊断系统等,能够对船舶电气系统进行实时监测、优化管理和故障预警,提高船

舶的运营效率和安全性。通过智能技术的应用,可以实现对能源的高效利用,减少能源浪费,降低运营成本。

3 新能源在船舶电气中的应用现状

3.1 太阳能

太阳能是一种清洁、无污染且取之不尽的可再生能源。在船舶电气系统中,太阳能主要通过太阳能电池板将太阳光转化为电能,为船舶上的电气设备供电。近年来,随着太阳能电池发电效率、可靠性及稳定性等方面的显著提高,太阳能光电技术在船舶上的应用逐渐增多^[1]。例如,一些远洋船舶在船帆上安装了太阳能电池板,提高了能源利用效率。挪威邮轮公司AIDACruises在其邮轮上安装了太阳能电池板,通过实际运行数据监测分析,发现每年可节省约50吨二氧化碳排放。然而,太阳能的强度受季节、地域、气候等多种因素的制约,这在一定程度上限制了其在船舶电气系统中的广泛应用。为了提高太阳能的利用效率,需要不断优化太阳能电池板的安装布局和发电效率,并考虑与其他新能源的融合发展。

3.2 风能

风能作为一种无污染的可再生资源,在船舶电气系统中的应用也具有广阔的前景。风能主要通过风力发电机将风能转化为电能,为船舶提供清洁能源。在古代,人们就利用风帆来驱动船舶,但现代船舶很少再使用风帆作为动力。然而,随着现代控制技术的进一步发展,传统风帆船技术的一些缺点有望逐步得到改善和克服。例如,研发自适应型可调节、可倒置和可收缩的风帆,可以提高船舶的稳定性和操控性,并减少恶劣天气对船舶安全的影响。此外,一些国家还在研究风力发电机与船舶电力系统的集成技术,试图提高风能发电在船舶供电中的比例,并解决风能发电不稳定对船舶电力系统的影响等问题。例如,德国的WindfloatT2浮式风力发电平

台在海上成功运行，为海上风能发电技术的发展提供了重要的实践支撑。

3.3 氢能

氢能作为一种极具潜力的新能源，其燃烧产物仅为水，实现了真正的零排放。在船舶电气系统中，氢能可以通过燃料电池等方式将氢能转化为电能，为船舶提供动力。目前，日本、韩国等国家在氢能船舶供电技术研究方面处于领先地位。然而，氢能的储存和运输仍然面临一些技术难题，如氢气的高压储存和安全性问题等。

3.4 其他新能源

除了太阳能、风能和氢能外，还有一些其他新能源也在船舶电气系统中得到了应用或研究。例如，液化天然气（LNG）作为一种相对清洁的化石能源，其燃烧产生的污染物相较于传统燃油大幅减少，并且具有能量密度高、储存方便等特点。在船舶电气系统中，LNG可以作为燃料为船舶提供动力，减少碳排放和环境污染。此外，生物质能也是一种高效且污染较少的能源，以自然资源中的动植物为原料制成，其中生物柴油和生物质油是典型代表。然而，由于船舶空间有限且机舱内设备系统高度集成，附加安装生物质能转换装置面临着一定的局限性，因此可行性较低。

4 智能技术在船舶电气中的应用现状

4.1 智能电网

智能电网是一种集成了现代信息技术、通信技术和控制技术的先进电网系统，能够实现对电能的实时监测、优化管理和高效利用。在船舶电气系统中，智能电网可以通过实时监测船舶的发电、配电、用电情况，对能源进行精细化管理^[2]。例如，某大型集装箱船采用了智能化的能源管理系统，该系统通过实时监测船舶的发电、配电、用电情况，自动调整发电机的运行状态、电力分配策略等，以实现能源的高效利用。通过采用这套智能化能源管理系统，该船的燃油消耗降低了10%以上，同时减少了二氧化碳等温室气体的排放。

4.2 故障诊断系统

故障诊断系统是一种利用大数据分析和机器学习算法对船舶电气设备进行实时监测和故障预警的系统。通过采集船舶电气设备的运行数据，故障诊断系统可以对设备的运行状态进行实时评估和预测。当系统发现设备存在潜在故障时，会及时向船员发出预警，并提供详细的故障诊断报告和维修建议。例如，某油轮安装了智能化的故障诊断系统，该系统大大缩短了故障诊断和维修时间，提高了船舶的运营效率，减少了因设备故障而导致的经济损失。

4.3 船舶自动化控制系统

船舶自动化控制系统是一种整合了船舶的导航、推进、电力、通信等多个子系统的智能化系统，实现了船舶的一体化控制和管理。船员可以通过中央控制台轻松地监控和操作船舶的各项设备，大大提高了船舶的操控性和安全性。此外，系统还具备智能航线规划、自动避碰等功能，能够有效提高船舶的航行效率和安全性。例如，某豪华游轮配备了智能化的船舶自动化控制系统，该系统为船员提供了便捷的操作界面和全面的船舶状态信息，提高了船舶的运营效率和服务质量。

5 新能源与智能技术在船舶电气中应用面临的挑战与解决方案

5.1 面临的挑战

5.1.1 技术难题

太阳能和风能等新能源受自然因素影响较大，具有不稳定性和间歇性，这给船舶电气系统的稳定运行带来了挑战。新能源产生的电能需要有效的储存方式，以满足船舶在不同工况下的能源需求^[3]。目前，电池技术虽然取得了一定进展，但在能量密度、充放电速率和寿命等方面仍存在不足。新能源和智能技术在船舶电气系统中的集成需要解决系统兼容性、数据交互和协同控制等问题。

5.1.2 经济成本

新能源和智能技术在船舶电气系统中的应用需要较高的初始投资，包括设备采购、安装和调试等费用。虽然新能源的使用可以大幅减少燃料费用，但新能源设备的维护和更新成本也需要考虑在内。

5.1.3 法规与标准

目前，国际海事组织等相关机构对船舶新能源和智能技术的应用制定了一系列法规和标准，但这些法规和标准仍在不断完善中，给船舶企业的合规运营带来了一定的挑战。不同国家和地区对船舶新能源和智能技术的应用标准存在差异，这给国际航运业的统一管理和规范运营带来了困难。

5.2 解决方案

5.2.1 技术创新

通过研发新型的新能源发电装置和储能系统，提高新能源的稳定性和可靠性。例如，研发高效的风力发电机和太阳能电池板，以及高能量密度的储能电池等。加强新能源和智能技术在船舶电气系统中的集成研究，解决系统兼容性、数据交互和协同控制等问题。例如，开发统一的通信协议和数据接口标准，实现不同设备之间的无缝连接和协同工作。

5.2.2 政策支持与激励

政府可以通过提供补贴、税收优惠等政策措施,降低船舶企业应用新能源和智能技术的初始投资和运营成本^[4]。政府可以制定更加严格的环保法规和排放标准,引导船舶企业积极应用新能源和智能技术,减少碳排放和环境污染。

5.2.3 国际合作与交流

各国政府、科研机构和船舶企业应加强国际合作与交流,共同推动船舶新能源和智能技术的发展与应用。例如,开展联合研发项目、共享技术成果和经验等。国际海事组织等相关机构应加强对船舶新能源和智能技术应用标准的制定和统一工作,促进国际航运业的规范运营和可持续发展。

6 案例分析

6.1 “建德507”轮——太阳能光伏系统的应用

6.1.1 应用情况

“建德507”轮是一艘内河货船,于2023年完成了太阳能光伏系统的改造。该船在甲板上安装了约20平方米的太阳能电池板,总功率达到5千瓦。这些太阳能电池板将太阳能转化为电能,为船舶的辅助设备供电,如照明、通风系统等。同时,该船还配备了智能能源管理系统,能够实时监测太阳能电池板的发电情况、船舶的用电需求以及储能电池的电量状态,并根据实际情况自动调整能源分配。

6.1.2 成效分析

通过安装太阳能光伏系统,“建德507”轮取得了显著的成效。一方面,太阳能光伏系统为船舶提供了部分清洁能源,减少了对传统燃油发电的依赖,降低了船舶的运营成本。据估算,每年可节省燃油约1.5吨,减少二氧化碳排放约4.5吨。另一方面,智能能源管理系统的应用提高了能源利用效率,避免了能源的浪费。例如,在阳光充足时,系统会自动将多余的电能储存到储能电池中,以备阴天或夜间使用;在船舶靠泊期间,系统会优先使用储能电池中的电能,减少发电机的运行时间,进一步降低能耗和排放。

6.2 “Yara Birkeland”号——智能故障诊断与自动化控制系统

6.2.1 应用情况

“Yara Birkeland”号是全球首艘全电动、零排放的集装箱船,于2022年正式投入运营。该船配备了先进的智能故障诊断系统和自动化控制系统。智能故障诊断系统通过安装在船舶各个关键设备上的传感器,实时采集

设备的运行数据,并利用大数据分析和机器学习算法对数据进行处理和分析。一旦发现设备存在异常或潜在故障,系统会立即向船员发出预警,并提供详细的故障诊断报告和维修建议。自动化控制系统则实现了船舶的自主航行、自动靠泊和装卸货物等功能。船员可以通过中央控制台对船舶进行远程监控和操作,大大提高了船舶的运营效率和安全性。

6.2.2 成效分析

“Yara Birkeland”号的智能故障诊断与自动化控制系统的应用取得了良好的效果。智能故障诊断系统能够及时发现设备的潜在故障,避免了故障的扩大和恶化,减少了船舶的维修时间和成本。例如,在一次航行中,系统提前预警了推进系统的一个潜在故障,船员根据预警信息及时进行了维修,避免了故障对船舶航行的影响。自动化控制系统的应用则提高了船舶的航行效率和安全性。船舶能够自主规划航线、自动避碰,减少了人为操作失误的可能性;同时,自动靠泊和装卸货物功能也提高了港口的作业效率,降低了物流成本。

结语

新能源与智能技术在船舶电气中的应用是航运业发展的重要趋势。通过应用新能源和智能技术,可以有效降低船舶的能源消耗和碳排放,减少对环境的污染;同时,还可以提高船舶的运营效率和安全性,降低运营成本。然而,新能源与智能技术在船舶电气中的应用也面临着一些挑战,如技术难题、经济成本和法规与标准等问题。为了克服这些挑战,需要加强技术创新、政策支持 and 国际合作与交流等方面的工作。展望未来,随着多种新能源的融合发展、智能能源管理系统的应用以及政策支持和激励机制的完善,新能源与智能技术在船舶电气中的应用前景将更加广阔。

参考文献

- [1]王景云.新能源船舶电气系统设计与性能分析[J].船舶物资与市场,2024,32(03):72-74.
- [2]郭彦岗.智能船舶电气系统的优化设计与应用分析[J].船电技术,2025,45(03):17-19+24.
- [3]周景龙.人工智能在船舶电气设备自动控制中的应用[J].船舶物资与市场,2025,33(03):115-117.
- [4]尹玉,文豪.基于人工智能技术的船舶电气设备自动控制系统研究[J].现代工业经济和信息化,2024,14(08):71-73.