

# 新能源混合动力船舶蓄电池系统的研究

孙炜喆 王和瑞 校宇蝶 张慧

南通理工学院 电气与能源工程学院

**摘要:** 无论是在国内还是国外关于环保的要求越来越严格,降低能耗、减少碳排放的相关政策也相继出台,在碳达峰碳中和的大背景下,如何降低船舶的碳排放量成为船舶行业研究的重要课题。基于上述背景,有关新能源在船舶方面的应用,受到的关注度持续增加。本文通过介绍不同类型的新能源在传播方面的应用情况,对国内外新能源船舶的研究进行了对比。进一步尝试概括出各种新能源船舶的优点与劣势,针对不同新能源存在的技术短板有针对性的提出发展方向,最后从目前科研水平及实际应用效果方面详细介绍了新能源混合动力蓄电池的发展和运用。

**关键词:** 新能源;混合动力;船舶;蓄电池系统

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6288.2022.05.208

绿色节能环保是船舶行业的必然发展要求,由于化石燃料消耗给环境保护和治理带来的压力日益凸显以及国际海事组织对减排政策的大力推进,新能源船舶这一概念应运而生。目前我国制造行业已经将发展高技术新能源船舶作为重要发展内容,在节能减排的背景下,我国船舶行业如果想要抢占先机,尽快完成产业转型,就需要对新能源船舶予以重视,并加大对于新能源船舶的研发力度。本文通过介绍不同新能源传播的优点和缺点,尝试展望其发展方向,并针对目前具有可实施性的新能源混合动力蓄电池系统的应用情况进行了详细介绍。

## 一、船舶领域所使用的新能源

通常我们所说的新能源主要包括风能、太阳能、新型动力电池以及波浪能,风能在船舶上主要为两种应用方式,一种是利用风力助力船舶航行,另一种则是风能发电。利用风力助力船舶航行,既可以将风力作为传播的主动力,也可以将其作为辅助动力。帆船就是使用风能的最好事例。风能发电也较为常见,其主要是依靠风力带动风力机转动,进而产生电能。风力发电由于实施成本高且需要较大的空间,并不适合在船舶上使用,因此风能在船舶上的应用并未得到广泛推广。

光伏发电技术具有能源充足转化品质高以及技术实施难度低的优势,但该项技术在传播领域的应用情况较差,主要原因是目前有关船舶电网光伏系统以及船舶电力离并网匹配等技术仍未成熟。光热发电技术则是利用太阳能中的热能将水加热成水蒸气后驱动发电机进行工作。采用此种技术,同样需要较多的设备及较大的空间,船舱内部空间有限,该技术在船舶领域实施的局限性同样较大。

通常所说的新型电力动词包括锂电池系统以及燃料电池系统。目前常见的燃料电池包括质子交换膜燃料电池以及固体氧化物燃料电池,目前这两类燃料电池在技术方面均存在技术瓶颈,前者主要是在贵金属催化剂以

及纯氢燃料方面需要持续改进,后者则需要重点关注材料热膨胀匹配性的问题,但两类燃料电池的商业发展潜能依旧巨大。

而我国对于波浪能的研究尚属于起步阶段,它是一种海洋能,其储量极为丰富。波浪能的主要工作原理是将波浪带来的动能转化为电能或机械能。波浪能所具备的能量密度较低,即在进行能量转化过程中,所需要的设备体积较为庞大;要提升波浪能的转化率,需要增加与水面的接触面积,但这无疑会给航行中的船舶造成阻力;波浪能装置会对船舶的承重性要求较高,对船舶的稳定性也会造成一定影响。由此可见,波浪能也无法直接应用于航行的船舶上。

## 二、国内外关于新能源在船舶领域的研究现状

### (一) 风能的实施应用

2007年德国在一艘货船上安装了一个巨型风筝作为船舶的辅助动力,另外在风筝与船舶的连接处还安装了电子控件、机械元件等以便于及时调节风筝的轨迹。2018年瑞士在一艘客运船上使用传统风帆作为船舶动力。

我国将风能应用于船舶领域起步较晚,直至2008年,我国在远洋船舶风帆助推领域取得较大进步,并取得了百叶风帆等知识产权。2018年我国建造出全球首艘安装风帆装置的超级大型原油运输船舶。据公开数据显示,该船舶的推进动力主要依靠一对翼型风帆,每一个风帆包括回转装置、桅杆、帆翼等部分,该动力装置使得船舶的能耗大大降低。

### (二) 太阳能的实施应用

2010年德国制造出了著名的图兰星球太阳号,该船舶甲板上承载着面积巨大的太阳能板,可以为船舶提供强劲的推进力。2012年,日本知名企业联合打造出了一款汽车运输船,该船舶使用太阳能光伏系统以及锂电池系统共同作为储能系统。

我国将太阳能应用于船舶领域,最早出现于2010年

世博会前夕，随后我国开始尝试将太阳能光伏系统应用于汽车运输船。近些年随着我国太阳能光伏产业的高速发展，我国不仅具有了自主知识产权的光伏系统及配套设施，在实施方面也积累了为丰富的实践经验。为了准确把握太阳能光伏技术的黄金发展阶段，我国有必要抓紧太阳能船舶的研发和推广力度。

### （三）新型动力电池的实施应用

以动力电池的不同类型进行划分，主要包括锂电池推进以及燃料电池推进。目前日本以及欧盟在船舶动力电池推进方面研究居于世界前列，且已经在船舶上进行了试验，接下来将进入全面推广时期。笔者根据公开材料汇总了国外电力推进船舶示范项目，其信息概括如下：美国、德国、冰岛均在质子交换膜燃料电池方面进行了示范研究，挪威以及瑞典则尝试利用蓄电池作为商船、客船的新能源动力。

目前我国尽管纯电动船舶的市场份额有所上涨，但主力市场依旧是混合动力船舶。2019年，我国第1艘大型纯电动商旅客船则采用的是磷酸铁锂电池，相较于同样规模采用燃油动力的客船，该纯电动船可每年节约百余吨化石燃料。今年1月，大连海事大学建造出了我国第1艘燃料电池游艇，并顺利通过了试航。在此船舶上，我国首次尝试了将两种新能源电池同时作为船舶动力，在船舶领域实现了混动模式。

### （四）波浪能的实施应用

最早将波浪能应用于船舶领域的国家是日本，1999年瑞典借助改变驱动液压系统制造出了以波浪能作为发电基础的船舶。2011年，美国率先研发出一艘具有自运动转行能力的波浪能发电船，一旦监测系统测量到船舶处于恶劣海况时，船舶将自动返回港口，与此同时，该船舶还可以将波浪能转换为电能进行存储。我国在波浪能发电领域起步较晚，通过发电浮标、发电导航船等开始了该领域的探索。

但汇总国内外研究成果，目前对于波浪能的利用仅可使用在固定船舶上，无法让波浪能成为航行船舶的持续动力来源，进而导致了波浪能在船舶应用领域的壁垒。

## 三、新能源船舶的优劣以及混合动力电池的发展前景

通过第1章和第2章的分析，我们可以得出目前新能源在船舶上的应用方式较多，但从经济性以及实用性角度看，以锂电池船、燃料电池船、太阳能电池船以及混合动力船为主流。新能源船舶具有能源利用率高、设备供电可靠以及综合能源管理智能等多方面的优势。不同的新能源船，其优点和缺点各不相同：

锂电池船具有节能环保、噪声分贝低及智能化集约

程度高的优点，但锂电池的储能密度并不高，对于外部环境等各方面的安全性能要求较高，对岸基充电的依赖程度较高。

太阳能推进船主要特点在于太阳能能源充沛，可以提供持久动能，但将太阳能转化为电能所需要的设备的空间普遍较大、太阳能的转化效率较低。

相比较前面的新能源船舶，燃料电池船的电池功率较大，可以为航行中的船舶提供稳定的供电，其安全性能高，能耗排放较低。当然其也存在不足之处，例如燃料电池费用高昂，且燃料存储危险系数较高。

基于本章分析可知，想要不断提升新能源船舶的动能、安全性能、成本，可以通过研究混合动力蓄电池得以实现。

## 四、一种太阳能和风能的混合动力船舶蓄电池系统设计

通过对实际新能源混合动力船舶进行研究，可以采用太阳能发电以及风力发电作为混合动力的蓄电池系统。在该蓄电池系统中需安装太阳能控制器、风力发电机控制器及蓄电池。其中风力发电机设计成带有尾翼的造型，进而保证桨叶始终与风向垂直，另一方面应当确保太阳能电池板可根据实际情况进行调节角度，共同提升发电效率。

### （一）设计方案概述

首先该蓄电池系统的底板上依次排列着太阳能发电机构和风力发电机构。太阳能发电结构包括矩形板和盖板。在矩形板的内部，需设置第1滑槽和第2滑槽，为固定住第二太阳能发电板，需要在两个华桥内部分别插接妥当插接板，而插接板的顶部走连接着第二太阳能发电板。盖板分布在矩形板的两侧，在盖板的顶部和底部粘贴上卡扣本地，卡扣头则设置于矩形板的顶部。矩形板的底部还需要有一个弧形槽，弧形槽的内部设有一活动球体。在球体底部与圆杆相接，圆杆另一端则与底板相接。风力发电机结构则主要包括圆管、圆柱、桨叶和其他链接部件。其中圆管与底板的顶部相连接，圆管与圆盘相焊接，圆盘通过连接杆儿与轴承相焊接。另外发物理发电机的转轴焊接有三个桨叶。通过上述装置，第一、第二太阳能发电板可以通过太阳能控制器与蓄电池进行连接，风力发电机则通过控制器与蓄电池进行连接。

### （二）此种设计方案的效果及优势

将圆盘通过连接杆与轴承外环相焊接，而圆柱则与轴承的内环相焊接，圆柱的下端怎么固定在风力发电机本体的下部，在轴承的带动下，风力发电机本体的旋转角度较大，又由于尾翼的设计，可以让桨叶始终垂直于风向，这样一来，风力发电机的发电效率便会得到大

幅提升。为了提高太阳能发电板的发电功率,可以将盖板打开,拽出全部插接板。另外由于矩形板的底部设有一弧形槽,其内部结构可以让矩形板根据需求调整及角度,让矩形板的顶部最大限度地接触阳光,提升太阳能发电效率。当遭遇恶劣气候时,为了保证船舶的运行安全及设备的安全,可以将风力发电机结构从卡扣上拆卸下来,妥善保管。

### 五、新能源混合动力船舶蓄电池系统的技术短板和发展方向

尽管我们可以通过多种新能源类型相混合的方式提高船舶动能,但是其客观的技术短板不容忽视。

首先,蓄能技术相较于化石燃料劣势明显。新能源混合蓄电池需要将其他形式的多种能源转化为储能装置中可以存储的能量后,再输送到船舶的各个设备。因此,需要通过不断尝试和研发,才能找到一种或多种能量密度高、可循环寿命长、安全性能高且续航时间长的高性能储能系统。

目前我国混合动力船舶蓄电池系统面临的普遍问题是储能行业成本高、经济性能较差以及企业融资困难等。这不仅导致也在研发阶段,难以获得足够的资金支持,更难以通过技术革新的方式降低生产成本。想要让新能源混合蓄电池系统成为船舶的主要动力,储能行业还需要克服诸多困难与挑战。

其次,混合蓄电池系统能量转换率较低。混合动力融合的新能源类型越多,其对于船舶航行过程中说须使用到的信息感知技术和智能算法技术的要求越高。如何科学的分析和调整不同形式的能源转化问题、储存问题、供给方式和回收等成为摆在技术人员面前较为棘手的问题。可以预见,研发基于多种能源形式的能量管理系统成为推动我国混合蓄电池系统未来发展的重要课题。

最后,船舶动力设备整体布局有待优化。

以化石燃料作为动力的船舶,其动力设备通常集中于船舱底部,这种布局方式降低了其与氧气的混合程度,加大了排气阻力。在涉及新能源混合动力蓄电池系统时,建议采用分布式布局,通过灵活多变的布局方式提升船舶的空间利用率,最大程度减少传导损耗。

### 参考文献

- [1] 船舶行业数据要素市场化发展模式研究[J]. 张伟, 李茂. 中国船检. 2021 (01)
- [2] 数字共享平台赋能船舶行业数字化转型[J]. 王思佳. 中国船检. 2020 (07)
- [3] 船舶行业, 逆流而击[J]. 沈自铮. 产城. 2020 (11)
- [4] 船舶行业现状及投资前景分析[J]. 郭婷婷. 发展研究. 2016 (12)
- [5] 联通大西北 畅通内循环 加快推动嘉陵江全

线通航的建议[J]. 刘名武, 李红镛. 中国水运. 2021 (02)

[6] 舰船动力系统的鲁棒性控制器研究[J]. 郑宏亮, 张晶, 曾艳. 舰船科学技术. 2020 (12)

[7] 基于新能源的船舶动力系统分布式控制策略[J]. 闻娜, 刘成伟, 刘青川. 舰船科学技术. 2017 (24)

[8] 基于大数据的船舶动力系统的优化研究[J]. 周阿连. 舰船科学技术. 2018 (24)

[9] 船舶动力系统电子调速器仿真技术研究[J]. 曹月真, 张月华. 舰船科学技术. 2017 (04)

[10] 多能源船舶电网风险评价指标体系构建方法[J]. 智鹏飞, 刘芳, 杨森, 袁科琛. 江苏科技大学学报(自然科学版). 2021, 35 (01)

[11] 双体型渡船太阳能动力系统设计[J]. 曹雪玲, 常卓, 陈爱国, 苏泽彬, 刘金辉, 黄鸿霓. 广州航海学院学报. 2020 (03)

[12] 船用柴油机缸压在线监测系统开发[J]. 余永华, 张立浩, 杨建国. 中国航海. 2017 (02)

[13] 新能源船舶混合电力系统容量优化策略[J]. 张子焯, 姜文刚. 船舶工程. 2020, 42 (10)

[14] 船用柴油机混合能源系统配置优化[J]. 曾广淼, 王荣杰, 韩冉. 船舶工程. 2019 (12)

[15] 多种调度模式下的光储电站经济性最优储能容量配置分析[J]. 徐岩, 何宸, 付超, 乔林思杭. 太阳能学报. 2019 (06)

[16] 风光互补发电系统对电网低频振荡特性的影响之研究现状述评[J]. 和萍, 姚依林, 耿斯涵, 李从善, 崔光照. 轻工学报. 2018 (02)

[17] LNG燃料动力船舶发展前景[J]. 罗明汉, 莫斌珍, 黄钦文. 中国船检. 2019 (01)

[18] 船舶清洁能源应用及发展方向[J]. 吴禹臻, 吴杰峰. 中国水运. 2018 (04)

作者简介: 孙炜喆(2002-), 男, 本科在读, 研究方向为船舶与海洋工程。

王和瑞(2001-), 男, 本科在读, 研究方向为船舶与海洋工程。

校宇蝶(2001-), 女, 本科在读, 研究方向为船舶与海洋工程。

张慧(2002-), 女, 本科在读, 研究方向为船舶与海洋工程。

通讯作者: 陈洁(1990-), 女, 本科, 讲师, 研究方向为船舶与海洋工程、能源动力。

基金项目: 江苏省大学生创新创业训练计划项目, 202212056044Y, 履带式水下清污机器人的设计