

渔船电动动力系统仿真

黄一峰¹, 张昊¹, 甘易明¹, 刘全良¹, 贺波²

(1. 浙江海洋大学 海洋工程装备学院, 浙江 舟山 316022; 2. 中创海洋科技股份有限公司, 北京 316000)

摘要: 随着化石能源的逐渐减少以及新能源技术的不断发展, 由于以柴油机为动力的传统渔船排放的污染物较多、能源利用率低、噪音污染严重。而使用电力驱动的新能源船舶可以有效解决上述问题。渔业船舶电动动力系统主要由充电系统与放电系统两部分构成。充放电系统的建模是研究渔业船舶电动动力系统的基础。分别建立了由双向 DC/DC 变换器和 AC/DC 整流器所构成的充电系统、由 Buck-boost DC/DC 变换器和三相 VSR 所构成的放电系统。在 Matlab/Simulink 中对本次充放电系统的进行仿真实验。结果显示, 充电系统可以在 5 小时左右将动力电池系统充满电; 针对放电系统, 可以在定额负载下实现稳定运行。本次仿真实验验证了该模型的正确性与可行性, 研究结果对于电动动力系统在渔业船舶中的应用具有一定的参考价值。

关键词: 渔业船舶; 电动动力系统; 双向 DC/DC 变换器; AC/DC 逆变器; 三相 VSR; Simulink 仿真

中图分类号: S972.7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006—7973 (2021) 10—0098—02

1 引言

近年来, 随着新能源技术的不断发展, 新能源技术已在各个领域得到快速发展^[1]。我国虽然已在渔业装备领域取得长足发展, 但是我国现有渔业辅助渔船大多仍使用老式柴油机进行驱动。其相对于新能源船舶而言, 能耗大、排放的污染物较高、噪音大, 而使用锂离子电池代替燃料油, 可以降低能源消耗、减少 NO_x, SO_x 的排放、且几乎没有噪音, 所以使用绿色电能来代替传统渔业船舶的推进动力已经成为一种行业趋势^[2]。

充放电系统的建模是研究渔业船舶的基础, 本文通过对渔业船舶的电动动力系统动力中的动力电池组、DC/AC 逆变器、AC/DC 整流器等关键部件进行仿真建模并加以分析, 仿真结果表明, 该电动动力系统设计可以满足其正常工况下的使用需求。

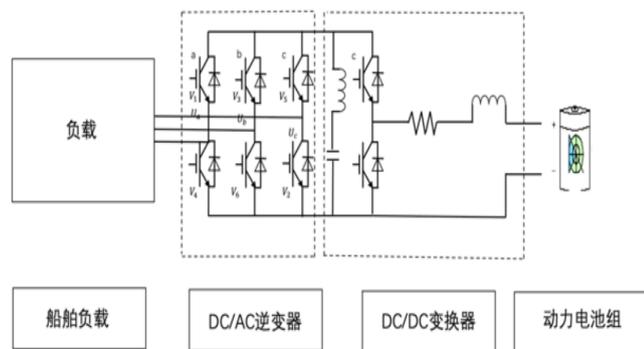


图1 渔业船舶动力系统拓扑结构

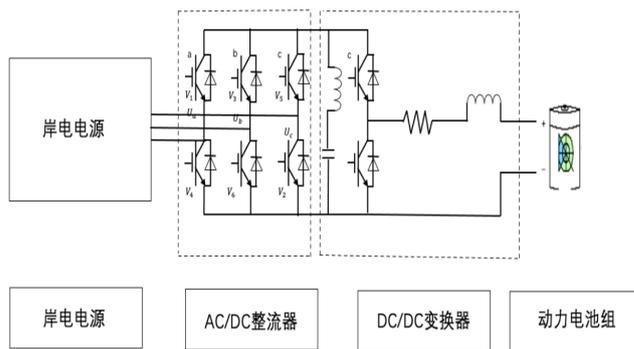


图2 渔业船舶充电系统拓扑结构

2 渔业船舶电动动力系统仿真实验

按照渔业船舶动力系统与充电系统拓扑结构, 在 Matlab/simulink 中搭建该船舶电动动力系统的仿真模型, 以检验该模型的正确性及合理性。其参数如下, 将岸电电源电压、频率分别设置为 380V、50Hz, 直流侧滤波电感 $L=1e-6$ 、电容 $C=1e-3$, 选取 Simulink/Simscape 中的 battery 对动力电池系统进行仿真建模, 在 battery 中将电池类型更改为 Lithium-Ion, 将电池参数中的 Nominal-voltage 设置为 380V, Rated capacity 设置为 1000Ah, 初始 SOC 设置为 30%, Battery response time 设置为 1s, 对充电系统中的关键部件进行仿真建模, 将 Stop Time 设置为 1s, 由图 5 可知, 该船舶动力电池系统的充电电荷电状态较为稳定; 动力电池系统的充电电

流在仿真时间 =0S 时出现波动,通过图 6 可知,充电系统充电电流仿真时间 =0.1S 后充电电流处于稳定状态,其稳定在 200A,动力电池系统的额定容量为 1000Ah,按照恒流充电计算,该船可以在 5h 左右将电充满,满足其在夜间低谷期充满电的设计需求;由图 7 可知,该船动力电池系统充电电压在仿真时间 =0 S 出现波动,在仿真时间 =0.8S 时动力电池系统的充电电压处于稳定状态。可以满足动力系统正常充电的要求。

由图 3 可知,当对该渔业船舶正常航行的工况进行仿真时,其直流母线电压在仿真时间为 0.4s 后稳定在 144V,符合其初始设计工况;将其通过三相逆变器进行逆变,其三相负载电压在仿真开始后始终处于稳定状态,稳定在 144V,且几乎没有谐波产生。可以满足该渔业船舶在正常行驶工况的供电需求。

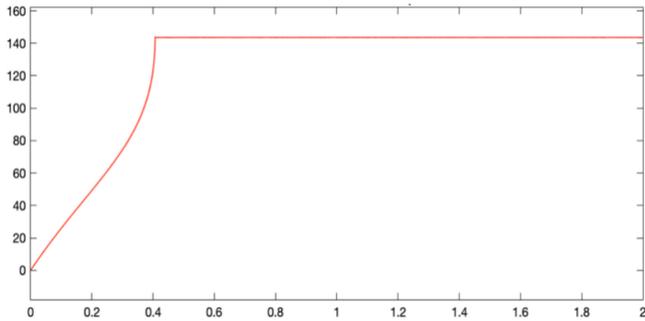


图 3 船舶直流母线电压波形图

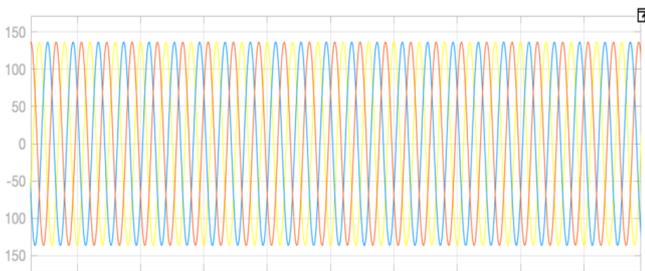


图 4 动力系统负载三相电压波形图

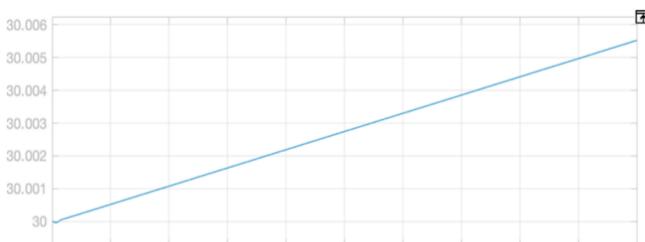


图 5 充电系统电池充电荷电状态波形图



图 6 充电系统充电电流波形图

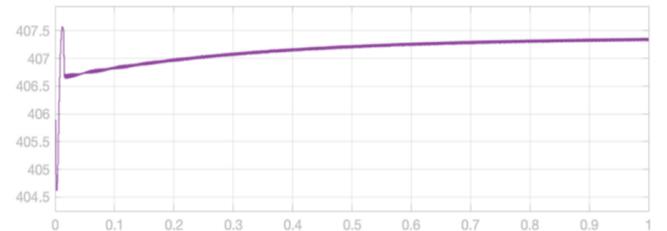


图 7 充电系统充电电压波形图

3 结论

本次仿真对渔业船舶电动动力系统的拓扑结构进行了研究与设计,并对该电动动力系统中双向 buck-boost DC/DC 控制器,DC/AC 逆变器与 AC/DC 电压型整流器等关键部件进行建模,通过 Matlab/simulink 进行仿真实验,实现了动力系统中的动力电池系统的充放电仿真。但是本文仅对理想工况下的渔业船舶进行了理论研究,并未考虑实际工况下该渔业船舶可能面临的风浪阻力,以及极端条件下的航行问题,对于上述问题,还需要对其进一步进行研究。

参考文献:

- [1] 林洪山. 融入国家能源革命 中国造船大有可为 [J]. 广东造船, 2020, 39(06): 11-12.
- [2] 汪峻峰. 电子技术在新能源汽车中的应用 [J]. 电子技术, 2021, 50(05): 156-157.
- [3] E. Ovrum, G. Dimopoulos. A validated dynamic model of the first marine molten carbonate fuel cell [J]. Applied Thermal Engineering, 2012, 35: 15-28.
- [4] 沈苏雯. 电池推进船最新研发动向 [J]. 中国船检, 2013(10): 78-81.