



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111332441 A

(43)申请公布日 2020.06.26

(21)申请号 202010232848.2

H01M 10/613(2014.01)

(22)申请日 2020.03.28

H01M 10/615(2014.01)

(71)申请人 哈尔滨工程大学

H01M 10/62(2014.01)

H01M 10/6567(2014.01)

地址 150001 黑龙江省哈尔滨市南岗区南通大街145号哈尔滨工程大学科技处知识产权办公室

(72)发明人 范立云 徐超 毛运涛 张恒熙 徐舒航

(51)Int.Cl.

B63H 21/20(2006.01)

B63H 21/38(2006.01)

B60L 58/26(2019.01)

B60L 58/27(2019.01)

B60L 50/10(2019.01)

B60L 50/40(2019.01)

B60L 50/75(2019.01)

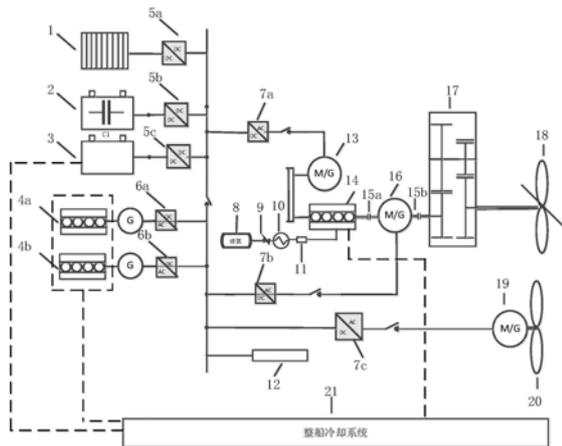
权利要求书2页 说明书7页 附图2页

(54)发明名称

一种带蓄热-冷却电池热管理系统的船舶氨-电混合动力系统

(57)摘要

本发明的目的在于提供一种带蓄热-冷却电池热管理系统的船舶氨-电混合动力系统,包括氨燃料发动机、可逆电机、柴发机组、蓄电池、电容、燃料电池、螺旋桨、液氨存储供给装置、变电装置变压装置、船舶主电网、船舶负载、整船冷却系统、余热系统。本发明能够实现氨燃料发动机与电机的混合推进与柴发机组与储能单元的协调供电,同时实现储能单元与发动机冷能的多级利用,余热系统能够实现多级热能利用并且与冷却系统集成。



1. 一种带蓄热-冷却电池热管理系统的船舶氨-电混合动力系统,其特征是:包括燃料电池、电容、蓄电池、柴发机组、氨燃料发动机、齿轮箱、定桨距螺旋桨、变桨距螺旋桨,燃料电池、电容、蓄电池分别通过对应的变压装置连接船舶直流电网,柴发机组连接船舶直流电网,氨燃料发动机的曲轴通过皮带与第一可逆电机连接,输出端经过第一离合器与第二可逆电机连接,第二可逆电机经过第二离合器与齿轮箱连接,齿轮箱输出轴与变桨距螺旋桨连接,第一可逆电机通过第一变压装置与船舶电网连接,第二可逆电机通过第二变压装置与船舶电网连接,第三可逆电机直接驱动定桨距螺旋桨同时通过第三变电装置与船舶电网连接,液氨罐依次经过截止阀、冷凝器、稳压阀与氨燃料发动机连接。

2. 根据权利要求1所述的一种带蓄热-冷却电池热管理系统的船舶氨-电混合动力系统,其特征是:还包括整船冷却系统,整船冷却系统包括开式海水冷却系统、储能装置冷却系统,开式海水冷却系统通过第一水泵泵送海水与闭式淡水冷却系统,闭式淡水冷却系统经过第二水泵分别泵送到润滑油系统、空冷器冷却系统、储能装置冷却系统,从空冷器冷却系统、储能装置冷却系统出来的冷却水直接汇总与海水冷却,润滑油系统泵送出的冷却水与缸套水冷却系统换热冷却之后与海水换热冷却,缸套水冷却系统经由第三水泵泵送到发动机中进行冷却;

所述润滑油冷却系统为柴发机组、氨燃料发动机各润滑油分冷却系统的总和,所述空冷器冷却系统为柴发机组、氨燃料发动机各空冷器分冷却系统的总和,所述缸套水系统为柴发机组、氨燃料发动机各缸套水分系统的总和,所述发动机为柴发机组、氨燃料发动机的总和。

3. 根据权利要求2所述的一种带蓄热-冷却电池热管理系统的船舶氨-电混合动力系统,其特征是:还包括余热系统,余热系统包括储液罐、第四水泵、预热器、蒸发过热器、动力涡轮、发电机,储液罐连接第四水泵,第四水泵依次连接预热器、蒸发过热器,预热器与电机、电池换热,蒸发过热器与燃料电池、柴发机组、氨燃料发动机的废气换热,蒸发过热器与动力涡轮连接,动力涡轮与发电机连接船舶电网,动力涡轮中蒸汽进入冷凝器中与液氨罐中液氨换热冷却,冷凝器与储液罐连接;闭式淡水冷却系统淡水通过换热器与余热系统过热蒸发器出口废气进一步换热,通过三通换向阀对储能装置冷却系统进行预热。

4. 根据权利要求3所述的一种带蓄热-冷却电池热管理系统的船舶氨-电混合动力系统,其特征是:储能装置冷却系统包括电芯、左端板、右端板、U型扁平热管一、U型扁平热管二、下液冷板,电芯之间的正、负极极耳通过软连接排连接,左端板和右端板之间夹持全部电芯形成电池模组,左端板与其相邻的电芯之间设置左隔热垫,右端板与其相邻的电芯之间设置右隔热垫,电芯上方设置隔离框,隔离框包括前槽道、中槽道、后槽道,前槽道和后槽道里填充相变材料,相变材料上铺设顶均热膜,U型扁平热管一、U型扁平热管二设置在顶均热膜上方,下液冷板设置在电芯下方,U型扁平热管一左充液口、U型扁平热管二左充液口、下液冷板进液口连通第一三通阀,U型扁平热管一右充液口、U型扁平热管二右充液口、下液冷板出液口连通第二三通阀。

5. 根据权利要求1所述的一种带蓄热-冷却电池热管理系统的船舶氨-电混合动力系统,其特征是:启动模式为船舶备车工况时第一可逆电机倒拖氨燃料发动机进行启动,第一可逆电机的电力来源由船舶电网经过第一变电装置,通过船舶电网实现降压启动;液氨经过液氨罐、截止阀、冷凝器、稳压阀喷入氨燃料发动机;侧推模式为当船舶靠岸时第三可逆

电机由船舶电网经过第三变电装置提供电力驱动定桨距螺旋桨。

6. 根据权利要求1所述的一种带蓄热-冷却电池热管理系统的船舶氨-电混合动力系统,其特征是:机械模式下,第一离合器、第二离合器结合,此时第一可逆电机及第二可逆电机不工作,氨燃料发动机经过齿轮箱驱动变桨距螺旋桨;电力推进模式下第一离合器断开第二离合器结合,第二可逆电机直接由船舶电网提供电力经由齿轮箱驱动变桨距螺旋桨。

7. 根据权利要求1所述的一种带蓄热-冷却电池热管理系统的船舶氨-电混合动力系统,其特征是:混合推进模式下的推进模式分别为单电机+发动机推进模式、双电机+发动机推进模式,单电机+发动机推进模式为第一离合器、第二离合器结合,第一可逆电机或第二可逆电机与氨燃料发动机经由齿轮箱联合驱动变桨距螺旋桨,第一或第二可逆电机由船舶电网经由第一变电装置或第二变电装置进行供电;双电机单电机+发动机推进模式为第一离合器、第二离合器结合,第一可逆电机与第二可逆电机与氨燃料发动机经由齿轮箱联合驱动变桨距螺旋桨,第一可逆电机、第二可逆电机由船舶电网分别经由第一变电装置、第二变电装置进行供电。

8. 根据权利要求1所述的一种带蓄热-冷却电池热管理系统的船舶氨-电混合动力系统,其特征是:发电模式下的工作模式分别是单电机+发动机发电模式、双电机+发动机发电模式;单电机+发动机发电模式又分为两种模式,第一模式是为第一离合器、第二离合器结合,氨燃料发动机一部分功率带动第二可逆电机发电,另一部分功率经过齿轮箱驱动变桨距螺旋桨,此时第一可逆电机不工作;第二模式是第一离合器、第二离合器结合,氨燃料发动机一部分功率带动第一可逆电机发电,另一部分功率经过齿轮箱驱动变桨距螺旋桨,此时第二可逆电机不工作;双电机+发动机发电模式为第一离合器、第二离合器结合,氨燃料发动机一部分功率带动第一可逆电机与第二可逆电机发电,另一部分功率经过齿轮箱驱动变桨距螺旋桨。

9. 根据权利要求1所述的一种带蓄热-冷却电池热管理系统的船舶氨-电混合动力系统,其特征是:船舶电网作的工作模式包括应急模式、电网削峰填谷模式:应急模式为当柴发机组出现故障时,燃料电池、电容、蓄电池继续工作为推进系统提供电力,削峰填谷模式为柴发机组一部分电力向电容、蓄电池充电,另一部分电力提供给日用负载及推进系统或柴发机组、电容、蓄电池联合供电。

10. 根据权利要求1所述的一种带蓄热-冷却电池热管理系统的船舶氨-电混合动力系统,其特征是:储能装置冷却系统的工作模式包括预热模式、冷却模式,预热模式为当蓄电池在恶劣天气下出现极寒工作状态时,换热器出口的冷却水通过三通换向阀进入液冷板对储能装置进行预热;冷却模式为当储能装置正常工作时,从开式海水冷却系统出来的冷却水通过三通换向阀进入储能装置对其冷却。

## 一种带蓄热-冷却电池热管理系统的船舶氨-电混合动力系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及的是一种船舶动力系统,具体地说是船舶混合动力系统。

### 背景技术

[0002] 随着国际海事组织制定的排放法规以及能效设计指数愈加严格,解决船舶高耗能、高污染问题已迫在眉睫,在倡导绿色高效、可持续发展的时代背景下,国家积极推进船舶领域加快绿色化船舶建设,实现能源多元化发展,对船舶发展提出了新要求。

[0003] 电力推进作为未来船舶动力发展的趋势,具有高效、清洁、可靠等优点。但是电池容量的限制,导致制造成本高昂、充电时间长、续航力短、冗余度低,目前仍难于满足现实需要。而且,受发电方式、功率密度以及储能技术的影响,现阶段的纯电动船舶并不能达到高性能的速度、加速度和自控性,其续航能力也受其电池容量制约,船舶电网能够为电力推进提供持续的能量输出,但是传统的电网柴发电机组定速发电效率低,长期处于低负荷工况,燃料浪费严重。

[0004] 石油资源的减少导致难以满足传统柴油机推进的需要,另一方面柴油机推进有着高排放、高污染的缺点,虽然加装后处理装置与优化燃油喷射等措施能够改善排放问题,但是未来难以满足更加严格的排放限制要求,纯天然气发动机或双燃料发动机推进虽然能大幅度减少硫化物与氮化物的排放,但是仍旧难以解决CO<sub>2</sub>排放问题,且天然气发动机存在低工况特性差,扭矩加载不足等缺点,动力性方面存在明显不足,传统船舶余热利用能够提高一部分效率,但是针对混合动力领域的余热系统尚未研究,且集成困难,无成熟技术方案。

[0005] 混合动力船舶兼有传统内燃机推进船舶和纯电力推进船舶的优点:相比于内燃机推进船舶,可根据灵活根据负荷调整工作模式,实现了全工况下的最优推进效率,冗余性好,动力性优;相比于纯电力推进船舶,初期投入成本低,且续航能力强。船舶的混合动力技术,解决能源问题与技术不成熟之间矛盾,实现了燃料的高效利用,为船舶从传统的机械式推进过渡到纯电力推进提供了可行性方案,新型式的氨-电混合动力船舶能够实现无碳化的优点,电机的引入同时能够改善氨燃料发动机的动态特性,实现多动力源的优势互补,储能装置的引入能够实现电网的削峰填谷,大大提高了柴发电机组效率。因此,发展混合动力船舶具有非常重大的意义。

### 发明内容

[0006] 本发明的目的在于提供实现氨燃料发动机与电机、柴发电机组与储能装置混合动力推进的一种带蓄热-冷却电池热管理系统的船舶氨-电混合动力系统。

[0007] 本发明的目的是这样实现的:

[0008] 本发明一种带蓄热-冷却电池热管理系统的船舶氨-电混合动力系统,其特征是:包括燃料电池、电容、蓄电池、柴发电机组、氨燃料发动机、齿轮箱、定桨距螺旋桨、变桨距螺旋桨,燃料电池、电容、蓄电池分别通过对应的变压装置连接船舶直流电网,柴发电机组连接船舶直流电网,氨燃料发动机的曲轴通过皮带与第一可逆电机连接,输出端经过第一离合器

与第二可逆电机连接,第二可逆电机经过第二离合器与齿轮箱连接,齿轮箱输出轴与变桨距螺旋桨连接,第一可逆电机通过第一变压装置与船舶电网连接,第二可逆电机通过第二变压装置与船舶电网连接,第三可逆电机直接驱动定桨距螺旋桨同时通过第三变电装置与船舶电网连接,液氨罐依次经过截止阀、冷凝器、稳压阀与氨燃料发动机连接。

[0009] 本发明还可以包括:

[0010] 1、还包括整船冷却系统,整船冷却系统包括开式海水冷却系统、储能装置冷却系统,开式海水冷却系统通过第一水泵泵送海水与闭式淡水冷却系统,闭式淡水冷却系统经过第二水泵分别泵送到润滑油系统、空冷器冷却系统、储能装置冷却系统,从空冷器冷却系统、储能装置冷却系统出来的冷却水直接汇总与海水冷却,润滑油系统泵送出的冷却水与缸套水冷却系统换热冷却之后与海水换热冷却,缸套水冷却系统经由第三水泵泵送到发动机中进行冷却;

[0011] 所述润滑油冷却系统为柴发机组、氨燃料发动机各润滑油分冷却系统的总和,所述空冷器冷却系统为柴发机组、氨燃料发动机各空冷器分冷却系统的总和,所述缸套水系统为柴发机组、氨燃料发动机各缸套水分系统的总和,所述发动机为柴发机组、氨燃料发动机的总和。

[0012] 2、还包括余热系统,余热系统包括储液罐、第四水泵、预热器、蒸发过热器、动力涡轮、发电机,储液罐连接第四水泵,第四水泵依次连接预热器、蒸发过热器,预热器与电机、电池换热,蒸发过热器与燃料电池、柴发机组、氨燃料发动机的废气换热,蒸发过热器与动力涡轮连接,动力涡轮与发电机连接船舶电网,动力涡轮中蒸汽进入冷凝器中与液氨罐中液氨换热冷却,冷凝器与储液罐连接;闭式淡水冷却系统淡水通过换热器与余热系统过热蒸发器出口废气进一步换热,通过三通换向阀对储能装置冷却系统进行预热。

[0013] 3、储能装置冷却系统包括电芯、左端板、右端板、U型扁平热管一、U型扁平热管二、下液冷板,电芯之间的正、负极极耳通过软连接排连接,左端板和右端板之间夹持全部电芯形成电池模组,左端板与其相邻的电芯之间设置左隔热垫,右端板与其相邻的电芯之间设置右隔热垫,电芯上方设置隔离框,隔离框包括前槽道、中槽道、后槽道,前槽道和后槽道里填充相变材料,相变材料上铺设顶均热膜,U型扁平热管一、U型扁平热管二设置在顶均热膜上方,下液冷板设置在电芯下方,U型扁平热管一左充液口、U型扁平热管二左充液口、下液冷板进液口连通第一三通阀,U型扁平热管一右充液口、U型扁平热管二右充液口、下液冷板出液口连通第二三通阀。

[0014] 4、启动模式为船舶备车工况时第一可逆电机倒拖氨燃料发动机进行启动,第一可逆电机的电力来源由船舶电网经过第一变电装置,通过船舶电网实现降压启动;液氨经过液氨罐、截止阀、冷凝器、稳压阀喷入氨燃料发动机;侧推模式为当船舶靠岸时第三可逆电机由船舶电网经过第三变电装置提供电力驱动定桨距螺旋桨。

[0015] 5、机械模式下,第一离合器、第二离合器结合,此时第一可逆电机及第二可逆电机不工作,氨燃料发动机经过齿轮箱驱动变桨距螺旋桨;电力推进模式下第一离合器断开第二离合器结合,第二可逆电机直接由船舶电网提供电力经由齿轮箱驱动变桨距螺旋桨。

[0016] 6、混合推进模式下的推进模式分别为单电机+发动机推进模式、双电机+发动机推进模式,单电机+发动机推进模式为第一离合器、第二离合器结合,第一可逆电机或第二可逆电机与氨燃料发动机经由齿轮箱联合驱动变桨距螺旋桨,第一或第二可逆电机由船舶电

网经由第一变电装置或第二变电装置进行供电；双电机单电机+发动机推进模式为第一离合器、第二离合器结合，第一可逆电机与第二可逆电机与氨燃料发动机经由齿轮箱联合驱动变桨距螺旋桨，第一可逆电机、第二可逆电机由船舶电网分别经由第一变电装置、第二变电装置进行供电。

[0017] 7、发电模式下的工作模式分别是单电机+发动机发电模式、双电机+发动机发电模式；单电机+发动机发电模式又分为两种模式，第一模式是为第一离合器、第二离合器结合，氨燃料发动机一部分功率带动第二可逆电机发电，另一部分功率经过齿轮箱驱动变桨距螺旋桨，此时第一可逆电机不工作；第二模式是第一离合器、第二离合器结合，氨燃料发动机一部分功率带动第一可逆电机发电，另一部分功率经过齿轮箱驱动变桨距螺旋桨，此时第二可逆电机不工作；双电机+发动机发电模式为第一离合器、第二离合器结合，氨燃料发动机一部分功率带动第一可逆电机与第二可逆电机发电，另一部分功率经过齿轮箱驱动变桨距螺旋桨。

[0018] 8、船舶电网作的工作模式包括应急模式、电网削峰填谷模式；应急模式为当柴发机组出现故障时，燃料电池、电容、蓄电池继续工作为推进系统提供电力，削峰填谷模式为柴发机组一部分电力向电容、蓄电池充电，另一部分电力提供给日用负载及推进系统或柴发机组、电容、蓄电池联合供电。

[0019] 9、储能装置冷却系统的工作模式包括预热模式、冷却模式，预热模式为当蓄电池在恶劣天气下出现极寒工作状态时，换热器出口的冷却水通过三通换向阀进入液冷板对储能装置进行预热；冷却模式为当储能装置正常工作时，从开式海水冷却系统出来的冷却水通过三通换向阀进入储能装置对其冷却。

[0020] 本发明的优势在于：

[0021] 1. 本发明提出一种带蓄热-冷却电池热管理系统的船舶氨-电混合动力系统，设置有氨燃料发动机、可逆电机，功率覆盖范围广，可以满足船舶在各种工况下的动力需求，减少了污染物及二氧化碳的排放，具有明显技术效果如下：首先，氨燃料发动机和电机能够相互配合，优势互补，两者更好的工作在高效率区；其次，双可逆电机采用功率等级不同，高效区互补，使得氨燃料发动机多功率段发电效率得到优化；氨燃料发动机的曲轴与第一可逆电机连接，第一可逆电机可作为启动电机，不仅减少了发动机冗余配置使布置紧凑而且减少氨燃料发动机启动工况的油耗，同时有效改善氨燃料发动机低工况动态响应差，启动困难的问题；采用可逆电机直接驱动桨距螺旋桨，能够实现靠岸侧推，同时回收部分制动能量，灵活操纵。

[0022] 2. 船舶电网采用直流主网的配置，柴发机组配备储能装置，柴发机组通过储能装置的调峰削谷功能，可以运行在最佳燃油消耗曲线，实现变速发电，减少能源消耗。所述技术效果体现如下：电池在需要高功率的时段提供电力，并在需要较少的电力时进行充电；功率型超级电容与蓄电池组合的储能装置能够满足船舶电力动态需求，既能做到持续输出，又能满足功率要求。而且储能装置在柴油发电机发生故障时提供备用电源。

[0023] 3. 变桨距螺旋桨与可逆电机相互配合，既能保持电机的高效运行，又能保证螺旋桨最佳效率动力输出，具体技术效果为：电机可以运行固定在最高效率转速，船舶航速通过变桨距螺旋桨通过调节桨距控制航速；电机又可以运行在最佳效率运行曲线，实现变速运行，此时变桨距螺旋桨固定在最佳桨距保持螺旋桨效率最佳。

[0024] 4. 本发明提出一种带蓄热-冷却电池热管理系统的船舶氨-电混合动力系统, 所描述整船冷却系统集成成了开式海水冷却系统与闭式淡水冷却系统。闭式淡水冷却系统集成成了润滑油冷却系统, 空冷器冷却系统, 缸套水冷却系统, 储能装置冷却系统, 其有效的技术效果既实现了冷能的多级利用, 又将储能装置冷却系统采用三通换向阀实现冷却与预热模式的切换, 实现了冷热能的多重利用, 将储能装置冷却系统集成到发动机冷却系统中不必再进行单独的冷却, 节省了成本, 同时, 又利用的余热系统中难以利用的多余废气余热, 实现了能量重复利用。

[0025] 5. 本发明提出一种带蓄热-冷却电池热管理系统的船舶氨-电混合动力系统, 提出了一种基于相变材料与扁平热管耦合的动力电池极耳散热系统, 设置有隔离框以隔开软排连接电芯极耳成组后形成的模块与其上方扁平热管之间的碰触, 此外填充的相变材料模块和均热膜均由高绝缘材料制备而成, 综上设计可以有效地降低热管理系统发生外短路事故的风险, 提高整个热管理系统的安全可靠性。隔离框主要包含前部、中部和后部三个槽道。前后槽道分别为填充槽, 用相变材料填平软排连接极耳成组后形成的不规则模块; 隔离框中间槽道为空槽, 可避免部分传统散热方式未为电芯安全阀上方留有泄压空间的弊端。隔离框与电芯顶面间通过密封胶垫圈固定, 可防止相变材料溢出隔离框。隔离框的水平尺寸(宽度)配合于电池组的水平尺寸; 扁平热管的水平尺寸(宽度)配合于隔离框前后填充槽的水平尺寸; 相变材料模块能够覆盖扁平热管, 综上设计可以增强系统散热效果。隔离框前后填充槽内填充有相变材料, 该设计可以大大增加极耳与扁平热管的换热接触面积, 可强化换热效果, 同时增加系统的空间利用率。同时, 扁平热管可以及时带有模组连续充放电循环后在相变材料模块积累的热量, 相变材料散热能力有限, 该设计可以降低相变材料模块功能崩溃, 散热失效的风险。在扁平热管与相变材料填平的顶面之间夹有石墨烯膜以均热, 石墨烯膜导热系数可达 $2000\text{W}(\text{m} \cdot \text{K})$ , 可以把电池极耳处的产热均匀迅速地扩散到扁平热管蒸发端, 热量再由扁平热管冷凝端带走, 冷凝端辅助设计的散热翅片可以强化换热, 该设计可以进一步提高电芯间温度的一致性。在模组底部和下液冷板间, 改传统导热硅胶垫为石墨烯均热膜, 可以强化模组间沿水平方向的热量传递速率, 起到均热作用, 同时弥补电芯间的尺寸公差。电芯成组后在其左右两侧和底部均设有隔热模块。该系统能保证电池单体能够合理地散热, 防止单体电池温度过高, 且隔热模块可在电池单体发生热失控时抑制热量扩散, 避免热扩散蔓延至整个电池模组, 提高电池模组的安全性和稳定性, 便于长期安全地使用。

[0026] 6. 本发明提出一种带蓄热-冷却电池热管理系统的船舶氨-电混合动力系统, 其中所述的余热系统将船舶混合动力系统中电池、电机、燃料电池、发动机废热综合利用起来, 实现了全系统的热能多梯度利用。

[0027] 7. 采用本系统提供的船舶混合动力系统, 不仅适用于大型远洋船舶动力系统, 同时适用于沿海及江海直达等小型船舶, 适应性好, 适用于各种航行特性的船型。

## 附图说明

[0028] 图1为本发明的结构示意图;

[0029] 图2为整船冷却系统示意图;

[0030] 图3为储能装置冷却系统示意图。

## 具体实施方式

[0031] 下面结合附图举例对本发明做更详细地描述：

[0032] 结合图1-3, 参见图1, 本发明一种带蓄热-冷却电池热管理系统的船舶氨-电混合动力系统, 包括燃料电池1、超级电容2、蓄电池3、柴发电机组4a、4b、变压装置5a、5b、5c、变电装置6a、6b、7a、7b、7c、液氨存储装置8、截止阀9、冷凝器10、稳压装置11、船舶负载12、第一可逆电机13、氨燃料发动机14、离合器15a、15b、第二可逆电机16、齿轮箱17、变桨距螺旋桨18、第三可逆电机19、定桨距螺旋桨20、整船冷却系统21。其连接关系为: 氨燃料发动机14的曲轴通过皮带与第一可逆电机13连接, 输出端经过离合器15a与第二可逆电机16连接, 可逆电机16经过离合器15b与齿轮箱17连接, 齿轮箱17输出轴与变桨距螺旋桨18连接。第三可逆电机19直接驱动定桨距螺旋桨20同时通过变电装置7c与船舶电网连接。液氨罐8分别经过截止阀9、冷凝器10、稳压阀11与氨燃料发动机14连接。船舶负载12直接与船舶电网连接, 柴发电机组4a、4b与船舶电网连接为电力需求供电, 燃料电池1、超级电容2、蓄电池3与变压装置5a、5b、5c与船舶电网连接。第一可逆电机9通过变压装置7a与船舶电网连接, 第二可逆电机通过变压装置7b与船舶电网连接。柴发电机组4a、4b中的柴油机、氨燃料发动机14, 蓄电池3与整船冷却系统21连接, 虚线表示热量传递。

[0033] 参见图2, 一种带蓄热-冷却电池热管理系统的船舶氨-电混合动力系统中余热及整船冷却系统包括: 液氨罐8、截止阀9、冷凝器10、储液罐22、水泵23、预热器24、蒸发过热器25、动力涡轮26、发电机27、开式海水冷却系统28、水泵29a、29b、29c、换热器30、三通换向阀31、润滑油冷却系统32、空冷器冷却系统33、储能装置冷却系统34、过滤装置35、发动机36、缸套水冷却系统37。其连接关系为, 开式海水冷却系统28通过水泵29a泵送海水与淡水循环系统换热, 闭式淡水冷却系统经过水泵29b分别泵送到润滑油系统32、空冷器冷却系统33、储能装置冷却系统34, 从空冷器冷却系统33、储能装置冷却系统34出来的冷却水直接汇总与海水冷却。润滑油系统32泵送出的冷却水与缸套水冷却系统37换热冷却之后与海水换热冷却, 缸套水冷却系统37经由水泵29c泵送到发动机36中进行冷却。闭式循环系统淡水可以通过换热器30与余热系统过热蒸发器25出口废气进一步换热, 通过三通换向阀31对储能装置冷却系统进行预热。其中发动机36包括柴发电机组4a、4b中的柴油机、氨燃料发动机14, 储能装置冷却系统冷却的电池组为蓄电池3。

[0034] 余热系统中储液罐22连接水泵23, 水泵23连接预热器24与蒸发过热器25, 其中预热器24中水与电机、电池换热, 蒸发过热器25与燃料电池、发动机废气换热, 蒸发过热器25与动力涡轮26连接, 动力涡轮26与发电机27连接向船舶电网发电, 动力涡轮26中蒸汽进入冷凝器10中与液氨罐8中液氨换热冷却, 冷凝器10与储液罐22连接, 循环水完成循环。

[0035] 参见图3, 储能装置冷却系统34包括: 右端板38、右隔热片39、正极耳40汇流排41、负极耳42、U型扁平热管一右蒸发端43、U型扁平热管一右充液口44、U型扁平热管二右充液口45、U型扁平热管二右蒸发端46、U型扁平热管一47、U型扁平热管一左充液口48、U型扁平热管一左蒸发端49、U型扁平热管二50、U型扁平热管二左充液口51、U型扁平热管二左蒸发端52、均热膜53、相变材料模块54、隔离框55、填充槽56、紧固绑带57、电芯58、安全阀59、左隔热垫60、左端板61、下液冷板进液口62、底隔热垫63、下液冷板64、下液冷板出液口65、底均热膜66和电池模组67, 其连接关系为: 软连接排连接若干个电芯58之间的正负极极耳40、42, 再由螺母紧固软连接排。通过最左和最右两侧端板61、38及左隔热板60和右隔热板39夹

持电芯模块,最后由四周绑带57紧固后形成电池模组。最左侧电芯和左端板61之间、最右侧电芯和右端板38之间分别夹有左侧隔热板60和右侧隔热板39。若干个电芯58顶部套有隔离框55,隔离框自身结构可分为前、中、后三个槽道,前后两个槽道56用于填充软排连接电芯极耳成组后,其余下的不规则模块,隔离框55用密封结构胶固定于电池模组顶面,可防止相变材料54溢出扁平热管47、50插于相变材料模块54亦可直接通过均热膜53直接铺于相变材料模块54上面,扁平热管的冷凝端通过两侧伸至模组外部,通过散热翅片强化换热。电芯底部自上而下依次设计由均热膜66、液冷板64和隔热垫63。

[0036] 电芯成组后,其上方设置的隔离框本体主要包括前、中、后三个矩形槽道,前、后两个矩形槽道用来填充相变材料,形成相变材料模块,电芯通过软排连接成组后,上部余下的不规则空间。设计有密封胶垫圈,可密封且固定隔离框于电池组顶面。隔离框的中间槽道设计为空槽,隔离框的前后两个槽道的宽度恰好等于极耳和软排连接后所形成的模块宽度,以保证隔离框前、后两个槽道能够覆盖住极耳和软排连接成组后所形成的模块,中间槽道的水平宽度大于电芯安全阀的直径。热管主要呈扁平片状结构,扁平热管的水平段下方有顶均热膜,后紧贴两排极耳,为蒸发端;扁平热管左右两侧的竖直段伸至模组外部,为冷凝端,冷凝端上方还有充液口,其两侧设置有散热翅片。扁平热管蒸发端的宽度小于相变材料模块的宽度,同时大于极耳与软排连接后所构成的模块的宽度。相变材料模块和热管间夹有均热膜,相变材料模块和均热膜都由绝缘材料制成,电芯底部与下液冷板间亦设有石墨烯均热膜而非传统的导热垫。散热系统中的软排由T2紫铜制成,连接排采用铜排软接的方式,外层套有绝缘热缩套,在最左侧和最右侧两个电芯和最两侧的端板之间夹有的左隔热板、右隔热板,在电芯底部和底液冷板之间夹有底均热膜。

[0037] 其中,从整船冷却系统中闭式淡水循环系统中冷却水经由三通换向阀31进入储能冷却装置系统中蓄电池3上的U型扁平热管一左充液口48、U型扁平热管二左充液口51、下液冷板进液口62,再经过U型扁平热管一右充液口44、U型扁平热管二右充液口45、下液冷板出液口65排出,进一步排出与海水换热冷却。

[0038] 本实施例中,氨燃料发动机19优选压燃发动机,第一可逆电机13、第二可逆电机16优选具有高效率、高功率密度、寿命长等优点永磁同步可逆电机,燃料电池1优选氨燃料电池,蓄电池3优选功率密度高、体积重量小的磷酸铁锂电池,超级电容2优选功率型。

[0039] 本发明的工作模式主要以下几种工作模式

[0040] 启动模式为船舶备车工况时第一可逆电机13倒拖氨燃料发动机14进行启动,第一可逆电机13的电力来源即可由储由船舶电网经过变电装置7a,通过船舶电网实现降压启动;液氨经过液氨罐8、截止阀9、冷凝器10、稳压阀11喷入氨燃料发动机。

[0041] 侧推模式为当船舶靠岸时第三可逆电机19由船舶电网经过变电装置7c提供电力驱动定桨距螺旋桨19,该模式下操纵灵活,适用于船舶靠岸工况,而且第三可逆电机19还可用于回收部分制动能量。

[0042] 机械模式下,离合器15a、15b结合,此时第一及第二可逆电机14、16不工作,氨燃料发动机14经过齿轮箱17驱动变桨距螺旋桨18。

[0043] 电力推进模式下离合器15a断开15b结合,第二可逆电机16直接由船舶电网提供电力经由齿轮箱17驱动变桨距螺旋桨18,此时第二可逆电机16既可以定转速运行在最佳工作点,船舶依靠变桨距螺旋桨实现航速调节,又可以实现变转速运行在最佳效率曲线,变桨距

螺旋桨18固定在最佳桨距实现高效率推进。

[0044] 混合推进模式下具有两种推进模式分别为单电机+发动机推进模式、双电机+发动机推进模式,单电机+发动机推进模式为离合器15a、15b结合,第一可逆电机13或第二可逆电机16与氨燃料发动机14经由齿轮箱17联合驱动变桨距螺旋桨18,该模式下第一或第二可逆电机由船舶电网经由变电装置7a、7b进行供电;双电机单电机+发动机推进模式为离合器15a、15b结合,第一可逆电机13与第二可逆电机16与氨燃料发动机14经由齿轮箱17联合驱动变桨距螺旋桨18,该模式下第一、第二可逆电机可以由船舶电网经由变电装置7a、7b进行供电。混合推进模式中第一可逆电机13与第二可逆电机16既可以工作在定转速模式又可以工作在变转速模式,需要根据不同功率需求来选择不同工作模式。

[0045] 发电模式下具有两种不同模式,分别是单电机+发动机发电模式、双电机+发动机发电模式,单电机+发动机发电模式又分为两种模式,一是为离合器15a、15b结合,氨燃料发动机14一部分功率带动第二可逆电机16发电,一部分功率经过齿轮箱17驱动变桨距螺旋桨18,此时第一可逆电机13不工作。二是离合器15a、15b结合,氨燃料发动机14一部分功率带动第一可逆电机13发电一部分功率经过齿轮箱17驱动变桨距螺旋桨18,此时第二可逆电机16不工作。双电机+发动机发电模式为离合器15a、15b结合,氨燃料发动机14一部分功率带动第一可逆电机13与第二可逆电机16发电,一部分功率经过齿轮箱17驱动变桨距螺旋桨18。需要说明的是,两种发电模式需要根据转速、功率需求与发电功率进行最佳选择。而且依据第一可逆电机13与第二可逆电机16的功率与高效区范围来选择发电模式。

[0046] 船舶电网作为独立的电力系统,承担整船的电力需求,同样也具有不同的工作模式,具体分为应急模式、电网削峰填谷模式。

[0047] 应急模式为当柴发机组4a、4b出现故障时,熔断器断开,燃料电池1、超级电容2、蓄电池3继续工作为推进系统提供电力,削峰填谷模式为当日用负载12与推进系统需要电力较少时,柴发机组4a、4b一部分电力向超级电容2、蓄电池3充电,一部分电力提供给日用负载12及推进系统;当日用负载12与推进系统需要电力较多时,柴发机组4a、4b超级电容2、蓄电池3联合供电。

[0048] 储能装置冷却系统具有两种工作模式,预热模式为当蓄电池3在恶劣天气下出现极寒工作状态时,换热器30出口的冷却水通过三通换向阀26a进入液冷板对储能装置进行预热;冷却模式为当储能装置正常工作时,从开式海水冷却系统28出来的冷却水通过三通换向阀31进入储能装置对其冷却。

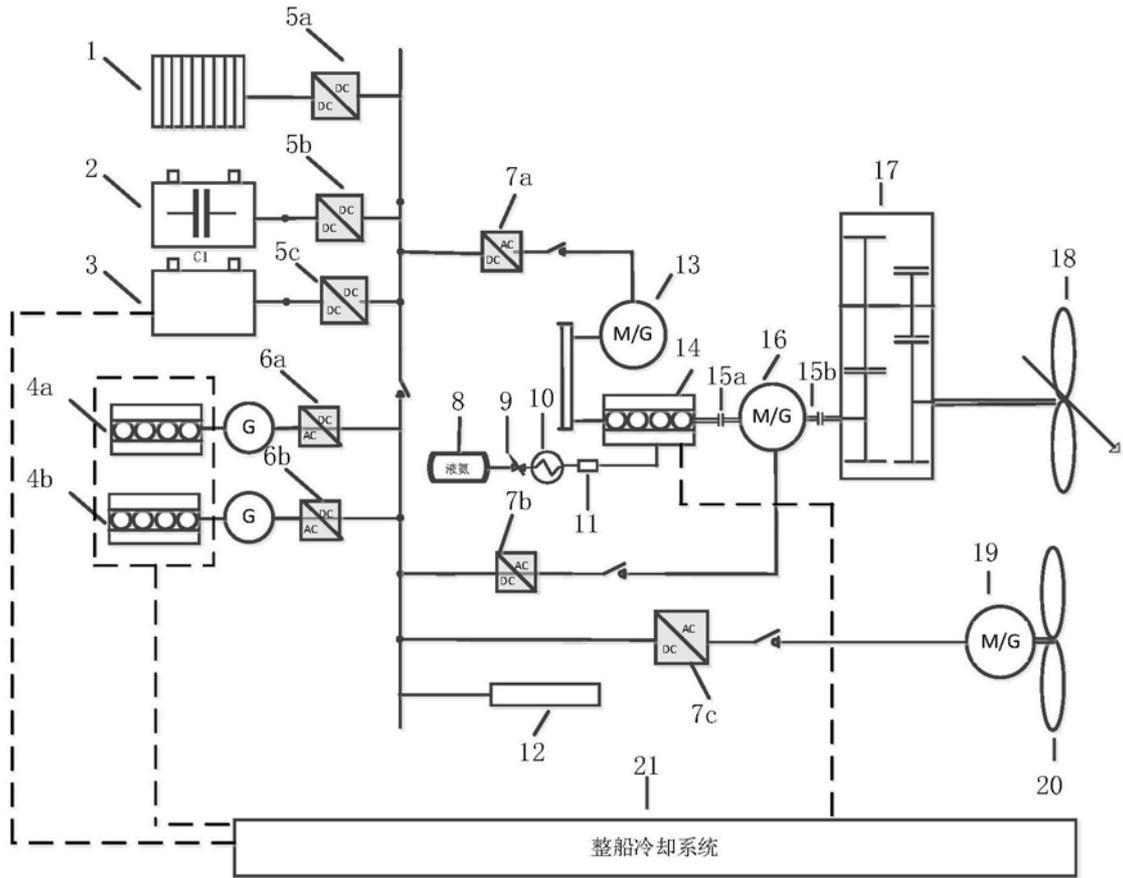


图1

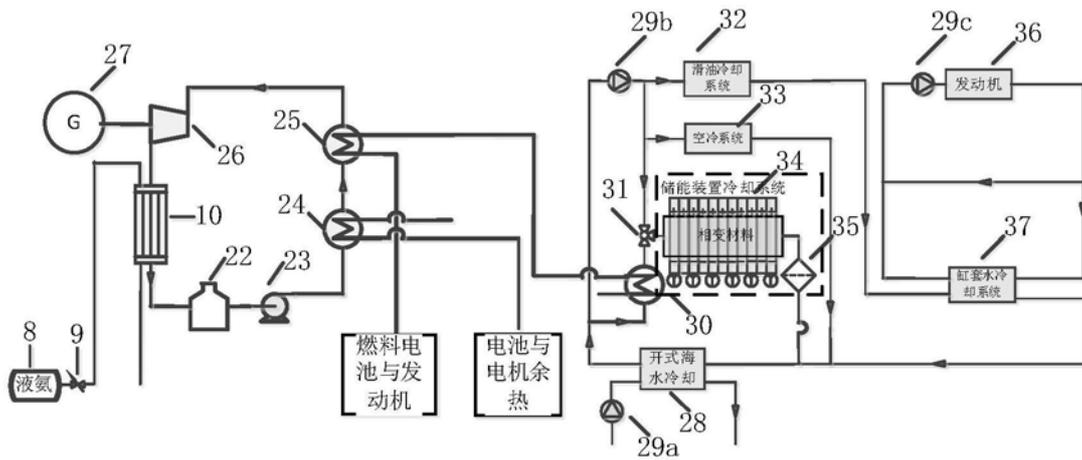


图2

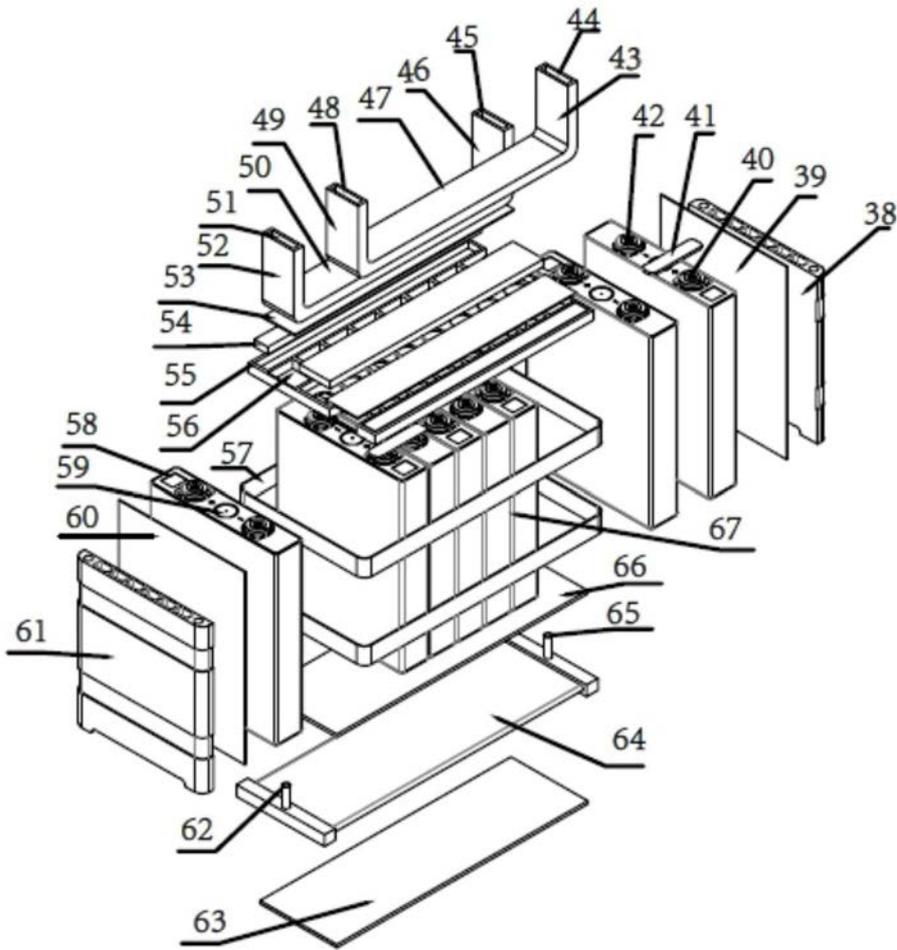


图3