



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109305315 A  
(43)申请公布日 2019.02.05

(21)申请号 201811273489.4

(22)申请日 2018.10.30

(71)申请人 中国船舶工业系统工程研究院  
地址 100094 北京市海淀区丰贤东路1号

(72)发明人 孙科 杨森 苗春晖 杨杰  
刘玉明 蔡宗举 孙雅阁

(74)专利代理机构 中国船舶专利中心 11026  
代理人 陈兆旺

(51)Int.Cl.  
B63H 11/04(2006.01)

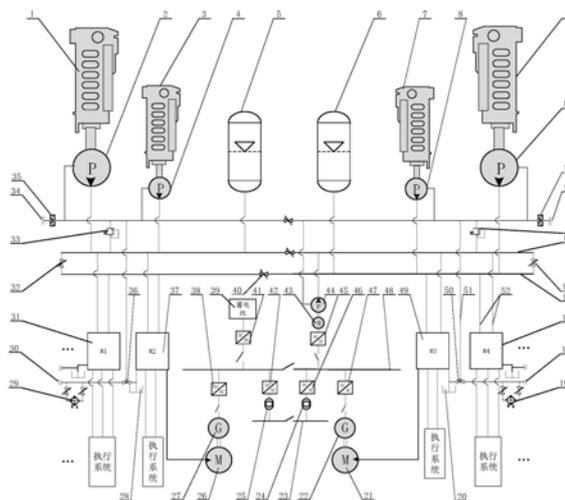
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种船舶综合海水能源系统

(57)摘要

本发明公开了一种具有低磁、低振动噪声等低目标特性的船用综合海水能源系统,本系统实现了全船辅助设备动力用能、日用电用能、推进用能、辅助供热等用能形式的集中供给和综合管理,采用海水液力传动,由中央动力站统一提供双冗余压力海水,由各舱室动力分配站(海水分配器阀组)对压力海水进行水路压力、流量和方向的控制,回水经本地舱室热井排出舷外。本综合海水能源系统具有能量综合利用效率较高、功率体积比大、整船振动噪声低、推进系统低磁、系统集成简约、冗余性强、能量转化次数少、船舶操纵性好、机舱布置灵活等特点。可应用于科考船、调查船、海工船等,但不限于此。本系统传动介质不限于海水,也可采用油液、淡水等。



1. 一种船舶综合海水能源系统,包括海水,作为液力传动介质;  
执行系统,包括基于液力驱动的末端用能形式为机械能的设备;  
电力能源系统,包括基于液力驱动发电机组原动机的液力马达(21,26);  
控制系统,用于调配与控制压力海水的流量和压力,用来为所述执行系统、所述电力能源系统供能;

动力系统,产生压力海水流向控制系统;

其特征在于:

所述动力系统包括左舷大功率变速柴油机(1)、左舷小功率变速柴油机(3)、右舷小功率柴油机(7)、右舷大功率变速柴油机(9)、左舷主海水泵(2)、左舷副海水泵(4)、右舷副海水泵(8)、右舷主海水泵(10)、应急液力马达(43)、应急水泵(44);所述的柴油机(1,3,7,9)为变速柴油机,直接驱动所述海水泵(2,4,8,10)产生压力海水;

所述控制系统包括阀组集成模块,所述阀组集成模块包括流量控制阀,压力控制阀,方向控制阀;所述的控制系统分布于船体舱室,根据所述执行设备的负载需求,调配与控制压力海水的流量和压力。

2. 根据权利要求1所述的船舶综合海水能源系统,其特征在于,还包括用来传输压力海水以驱动所述控制系统的海水动力总管(14、16),所述海水动力总管(14、16)为双冗余管路。

3. 根据权利要求1所述的船舶综合海水能源系统,所述阀组集成模块具有第一海水分配器阀组(31)、第二海水分配器阀组(37)、第三海水分配器阀组(49)、第四海水分配器阀组(17)。

4. 根据权利要求1所述的船舶综合海水能源系统,其特征在于,包括储能器(5,6),所述的蓄能器(5,6)与所述海水动力总管(14,16)相连接。

5. 根据权利要求1所述的船舶综合海水能源系统,其特征在于,所述执行系统包括,右舷发电机组液力马达(21)、左舷发电机组液力马达(26)、推进液力马达(56)、舵机液力执行缸、锚机液力马达、克令吊液力马达、执行缸、空调压缩机液力马达、风机液力马达、辅助机械设备。

6. 根据权利要求1所述的船舶综合海水能源系统,所述液力传动介质还包括液力油液、淡水介质。

7. 根据权利要求5所述的船舶综合海水能源系统,其特征在于,所述辅助机械设备包括右舷双联自清滤器(11)、左舷双联自清滤器(35)、左舷蓄能器(5)、右舷蓄能器(6)、左舷海水动力总管(14)、右舷海水动力总管(16)、双冗余海水支管(52)、回水管(51)、第三海水分配器阀组热井(20)、第二海水分配器阀组热井(28)。

8. 根据权利要求1所述的船舶综合海水能源系统,其特征在于,所述电力能源系统采用直流母线(48),直流电经DC/AC逆变器(42、46)后经隔离变压器(24、25)为日用AC配电板(23)供电,蓄电池(39)经双向DC/DC电压转换器与直流母线相连接实现充放电。

9. 根据权利要求1所述的船舶综合海水能源系统,其特征在于:还包括辅助供热系统,所述辅助供热系统具有,右舷辅助换热器(19)、第三海水分配器阀组热井(20)、第二海水分配器阀组热井(28)、左舷辅助换热器(29)、左舷热井温控三通阀(36)、右舷热井温控三通阀

(50)。

## 一种船舶综合海水能源系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种船舶综合能源系统,由原动机直接驱动海水泵综合后形成船舶动力总站,经双冗余动力总管将压力海水送至各舱室动力分配站,基于液力传动原理,全船所有用能设备全部由液力驱动,实现用能的集中供给和综合管理、减少能源转换次数,具有振动噪声小、功率密度高、综合效率高等特点。主要用于科考船、调查船、水下潜器、海工船以及一般商船等。

### 背景技术

[0002] 据统计,在船舶的所有末端用能设备中,90%以上为机械能形式,如推进器、舵机、锚机、吊机、风机和各类泵浦等,只有不到10%的耗能形式为电能,如照明、通导、控制系统、部分用热等,一些船员较少而作业机械较多的海洋工程船舶甚至不到1%的末端能源消耗为电能。

[0003] 传统船舶的供能方式为大功率设备由原动机直接驱动,小功率设备由电能间接驱动。如主推进器、侧推进器、大功率泵浦等由柴油机、燃气轮机或蒸汽轮机直接驱动,部分特种船舶的大功率空压机、绞车、泥浆泵、海水泵、货油泵等也采取柴油机等原动机直接驱动的形式,有的船舶上直接单独驱动设备的柴油机多达数十台;而小功率用能设备则一般由原动机驱动发电机发电,由电站将电能送至各用电设备,大部分用电设备需要设置电动机将电能转换为机械能才能使用,如舵机需要有电动机驱动液压泵,液压泵再驱动液压缸作动器,锚绞车同样需要电动机驱动液压泵,液压泵再驱动液压马达,其他如照明等末端直接用电的设备与这些设备共用一套电站。存在的缺点是能量多次转换、需要增设额外的能量转换设备,最大的不足是装船原动机功率远大于设备实际功率,如用于主推进的原动机在靠泊、低负荷等工况时不能将富余功率用于电站、绞车、吊车等设备,同样驱动其他设备的原动机也不能用于驱动推进器。

[0004] 针对这样的不足,行业内提出了综合电力能源系统,亦称全电船,即所有原动机用于发电,除部分直接用热设备由锅炉供能外,所有设备由电能实现间接或直接驱动,实现了全船能源的集中供给和综合管理,具有振动噪声小、操纵性好、综合能源利用效率相对较高的特点。综合电力系统是非常有前景的一种船舶供能形式,在对成本不敏感的豪华邮轮、特种作业船、作战舰艇上应用较多。综合电力系统也有一些天生的不足,主要体现在三个方面。第一:能量转换次数多,对于90%以上终端用能形式为机械能的船舶设备来说,在末端均需配置电动机用于将电能转换为机械能,如推进用的主推进电机将电能转换为回转运动的机械能,而多数船舶还需要配置液力耦合器减小传动冲击、振动、同轴度偏差、实现调速并车、离合等功能,即需要就将回转运动的机械能通过泵浦转换为流体动能,再通过流体马达转换为驱动螺旋桨的回转机械能,最后才实现对螺旋桨的驱动;第二:成本高昂,对于推进器、舵机、锚绞车等设备来说,为其增加了相应功率的发电机和电动机,以及为之配套的相应功率的变频设备,造价高昂;第三:燃油综合效率不高,综合电力系统最大的优点是用于推进的部分甚至全部电能可用于不要求船舶满速航行的非推进负荷,以及电站的其他用

电设备的部分装船功率可用于推进负荷,前者占主要部分,即传统推进系统中主机装机功率在船舶常用的经济航行工况下常有20%以上没有被利用起来,综合电力系统则解决了这20%富余装机功率的利用问题,但同时也将经济航行工况下原动机直接驱动的功率消耗部分改变为电力间接驱动,燃油的效率并没有达到最大化。实际上,混合动力系统才是最具经济性与可靠性的船舶推进系统,通常最佳的混合度为20%左右,即占船舶大部分航行时间的经济航行工况下的耗能由原动机满负荷直接驱动,极少数的全速航行工况由电力助力辅助间接驱动。

[0005] 电气化传动与流体传动历来是传动领域久争不决的研究话题,不同领域的不同科学家也持有不同的观点,如机器人领域,日本一直坚持走电气传动的方案,而世界领先的机器人公司美国波士顿动力则始终坚持走流体传动技术路线。流体传动的高功率密度、调速性能、天然具备回转及往复运动作动器的特点决定了其在某些特殊领域始终具有不可比拟的优点,而船舶正是这样一个应用领域。

[0006] 基于流体传动的船舶综合能源系统在相关文献及专利专著中还尚未有提及。1973年英国在一艘扫雷舰上采用了液压驱动作为低速航行时的辅助推进装置,2000年美国专利US6099367提出了一种船舶液力推进系统,2002年宁波大学的吴伯才发表的《船舶液压推进的可行性探讨》一文中,对船舶推进采用液力推进的方式进行了优缺点的简单分析,2003年美国专利US7168997B2提出了一种并联运行的船舶液压推进装置,2008年中国专利CN101249884提出了一种船舶综合液压推进方法及装置,这些文献及专利多是针对推进器负载提出采用流体传动的形式,而实际不论在传统船舶推进方案还是部分电力推进船舶上,多数均装设有液力耦合器,即存在液力传动这一环节,这些推进方式也可以称为流体传动形式。以上与本发明所提出的船舶综合海水能源系统具有本质上的不同。

[0007] 本船舶综合海水能源系统,融合了流体传动和综合电力系统的优点,克服了各自的缺点,具有能量综合利用效率较高、功率体积比大、功率汇集容易、整船振动噪声低、推进系统低磁、系统集成简约、冗余性强、能量转化次数少、船舶操纵性好、机舱布置灵活等特点。

## 发明内容

[0008] 本发明针对船舶传统供能形式分散、装船功率远高于需求功率,综合电力系统供能形式能源转换次数多、效率不高的缺点,提出了一种基于流体传动的船舶综合海水能源系统,全船用能设备均由统一供给的压力海水实现驱动。

[0009] 为实现本发明的目的,技术方案与效果如下:

[0010] 综合海水能源系统,包括:海水作为液力传动介质,还包括执行系统,具有基于液力驱动的末端用能形式为机械能的设备;电力能源系统,具有基于液力驱动发电机组原动机的液力马达;控制系统,用来调配与控制压力海水的流量和压力,可以为所述执行设备、所述电力能源系统供能;动力系统,产生压力海水流向控制系统;动力系统包括左舷大功率变速柴油机1、左舷小功率变速柴油机3、右舷小功率柴油机7、右舷大功率变速柴油机9、左舷主海水泵2、左舷副海水泵4、右舷副海水泵8、右舷主海水泵10、应急液力马达43、应急水泵44;所述的柴油机1,3,7,9为变速柴油机,直接驱动所述海水泵2,4,8,10产生压力海水;所述控制系统包括阀组集成模块,所述阀组集成模块包括流量控制阀,压力控制阀,方向控

制阀。所述的控制系统分布于船体舱室,根据执行设备的负载需求,调配与控制压力海水的流量和压力。

[0011] 与综合电力系统相比,这种采用液力直接驱动用能形式为机械能的设备,减少了能量转换次数,以上实现了全船所有设备用能的统一与集中管理,提高了原动机的负荷率,并且,能量综合利用效率高、初投资较低、系统集成简约;综合海水能源系统实现了不同用能的统一供给,船舶的装船功率远小于传统船舶,初投资较低,系统集成简约;功率体积比大、易于功率汇集、舱室布置灵活:流体传动设备功率体积比大于电气传动,与传统船舶推进相比不存在长轴系,与综合电力、直接传动相比功率汇集更简单,船舶舱室设备布置灵活;调速性能好、船舶操纵性强:流体传动通过泵控或阀控即可实现无级调速及快速再生制动,船舶天然具有优异的操纵性能;船舶目标特性低:船舶综合海水能源系统采用流体传动和综合能源技术,船舶设备振动噪声小、磁特征弱、舒适性强。

[0012] 该系统还包括用来传输压力海水以驱动所述控制系统的海水动力总管14、16,所述海水动力总管14、16为双冗余管路。分别布置于船舶左右两舷,在任一舷发生破损时,仍能保证动力供应,两路总管之间设有遥控截止阀15、32,实现故障区域限制保护。

[0013] 阀组集成模块具有第一海水分配器阀组31、第二海水分配器阀组37、第三海水分配器阀组49、第四海水分配器阀组17。

[0014] 综合海水能源系统,还包括储能器5、6,所述的蓄能器5、6与所述海水动力总管14、16相连接。大容量蓄能器5、6为系统削峰填谷,避免突增负荷时的响应滞后;同时,在本船静音、扫雷、声学作业等要求低目标特性的工况、特殊工况和应急工况等条件下为本船关键设备提供能源供给。

[0015] 所述执行系统具体包括右舷发电机组液力马达21、左舷发电机组液力马达26、推进液力马达56、舵机液力执行缸、锚机液力马达、克令吊液力马达、执行缸、空调压缩机液力马达、风机液力马达、辅助机械设备。

[0016] 液力传动介质还包括液力油液、淡水介质。

[0017] 所述辅助机械设备包括右舷双联自清滤器11、左舷双联自清滤器35、左舷蓄能器5、右舷蓄能器6、左舷海水动力总管14、右舷海水动力总管16、双冗余海水支管52、回水管51、第三海水分配器阀组热井20、第二海水分配器阀组热井28。

[0018] 所述电力能源系统采用直流母线48,直流电经DC/AC逆变器42、46后经隔离变压器24、25为日用AC配电板23供电,蓄电池39经双向DC/DC电压转换器与直流母线相连接实现充放电。

[0019] 该系统还包括辅助供热系统,所述辅助供热系统具有,右舷辅助换热器19、第三海水分配器阀组热井20、第二海水分配器阀组热井28、左舷辅助换热器29、左舷热井温控三通阀36、右舷热井温控三通阀50。所述控制系统的回水排入热井,若所述热井温度过高则通过所述温控三通阀36、50控制直接排出舷外的回水比例增大,回水再次利用比例减小,回水排出舷外前经辅助换热器28,29对余热进行利用。

## 附图说明

[0020] 本发明共有2张附图,其中:

[0021] 图1为船舶综合海水能源系统原理图;

[0022] 图2为船舶综合海水能源系统部分关键设备在船舶中布置形式示意图。

[0023] 图中:1是左舷大功率变速柴油机,2是左舷主海水泵,3是左舷小功率变速柴油机,4是左舷副海水泵,5是左舷蓄能器,6是右舷蓄能器,7是右舷小功率柴油机,8是右舷副海水泵,9是右舷大功率变速柴油机,10是右舷主海水泵,11是右舷双联自清滤器,12是高位海底门,13是右舷主溢流阀,14是左舷海水动力总管,15是船艏总管截止阀,16是右舷海水动力总管,17是第四海水分配器阀组,18是右舷排海口,19是右舷辅助换热器,20是第三海水分配器阀组热井,21是右舷发电机组液力马达,22是右舷发电机,23是日用AC配电板,24是右舷日用变压器,25是左舷日用变压器,26是左舷发电机组液力马达,27是左舷发电机,28是第二海水分配器阀组热井,29是左舷辅助换热器,30是左舷排海口,31是第一海水分配器阀组,32是船艏总管截止阀,33是左舷主溢流阀,34是地位海底门,35是左舷双联自清滤器,36左舷热井温控三通阀,37是第二海水分配器阀组,38是左舷整流器,39是蓄电池,40是母联截止阀,41是DC/DC变换器,42是左舷逆变器,43是应急液力马达,44是应急水泵,45是应急水泵逆变器,46是右舷逆变器,47是右舷整流器,48是DC母线,49是第三海水分配器阀组,50是右舷热井温控三通阀,51是回水管,52是双冗余海水支管,53是右舷液力发电机组,54是左舷液力发电机组,55是右舷动力站,56是推进液力马达,57是推进螺旋桨,58是左舷动力站。

### 具体实施方式

[0024] 下面结合附图对本发明的具体实施做进一步描述:

[0025] 如图1所示,海水通过12高位海底门或34低位海底门经11右舷双联自清滤器或35左舷双联自清滤器进入左舷主海水泵2、左舷副海水泵4、右舷副海水泵8、右舷主海水泵10吸口,海水泵由1左舷大功率变速柴油机、3左舷小功率变速柴油机、7右舷小功率柴油机、9右舷大功率变速柴油机直接驱动,并根据实际负荷需求控制在网海水泵组的台数,吸口海水来源也可为温度不高的回水或舷外海水不具备供应条件的应急工况下的全部回水。

[0026] 动能获得提升的压力海水经左舷海水动力总管14或右舷海水动力总管16送至各舱室,经双冗余海水支管52送至各动力分配站,即阀组集成模块,如图2中所示海水动力总管分置两舷,如图1中所示意的部分动力分配站第一海水分配器阀组31、第二海水分配器阀组37、第三海水分配器阀组49、第四海水分配器阀组17。海水动力总管并联有大容量气液蓄能器左舷蓄能器5和右舷蓄能器6,在正常工况可避免船舶负载突增时响应发动机响应滞后、突减或堵转时系统过载,应急及特殊工况可为关键设备供能,实现超静音运行。右舷主溢流阀13、左舷主溢流阀33实现系统突减或大负载堵转时能量不守恒引起的系统保护问题各舱室海水分配器阀组实现对本舱室及附近舱室用能设备的供能,各设备均采用海水液力驱动,如推进器液力马达、舵机、锚机、绞车及吊机等均由各海水分配器统一提供压力、流向及流量可控的压力海水,不再分设液力站。各海水分配器阀组回水排入本舱室热井,若热井温度过高则温控三通阀控制直接排出舷外的回水比例增大,回水再次利用比例减小,回水排除舷外前经辅助换热器对余热进行利用。

[0027] 本系统为照明及通导控制系统用电提供了基于液力发电机组的直流母线电力系统。液力发电机组作为普通用能负载由海水分配器阀组提供压力流量可控的压力海水,实现发电,并经左舷整流器38、右舷整流器47整流后并入直流DC母线48,交流用电设备由左舷

逆变器42、右舷逆变器46逆变后提供,并经右舷日用变压器24、左舷日用变压器25隔离。直流DC母线48上接有储能设备蓄电池39。在所有原动机故障、蓄能器储能耗尽工况下,蓄电池作为小应急为应急照明及通信、舵机提供能量,应急水泵44由应急水泵逆变器45驱动。

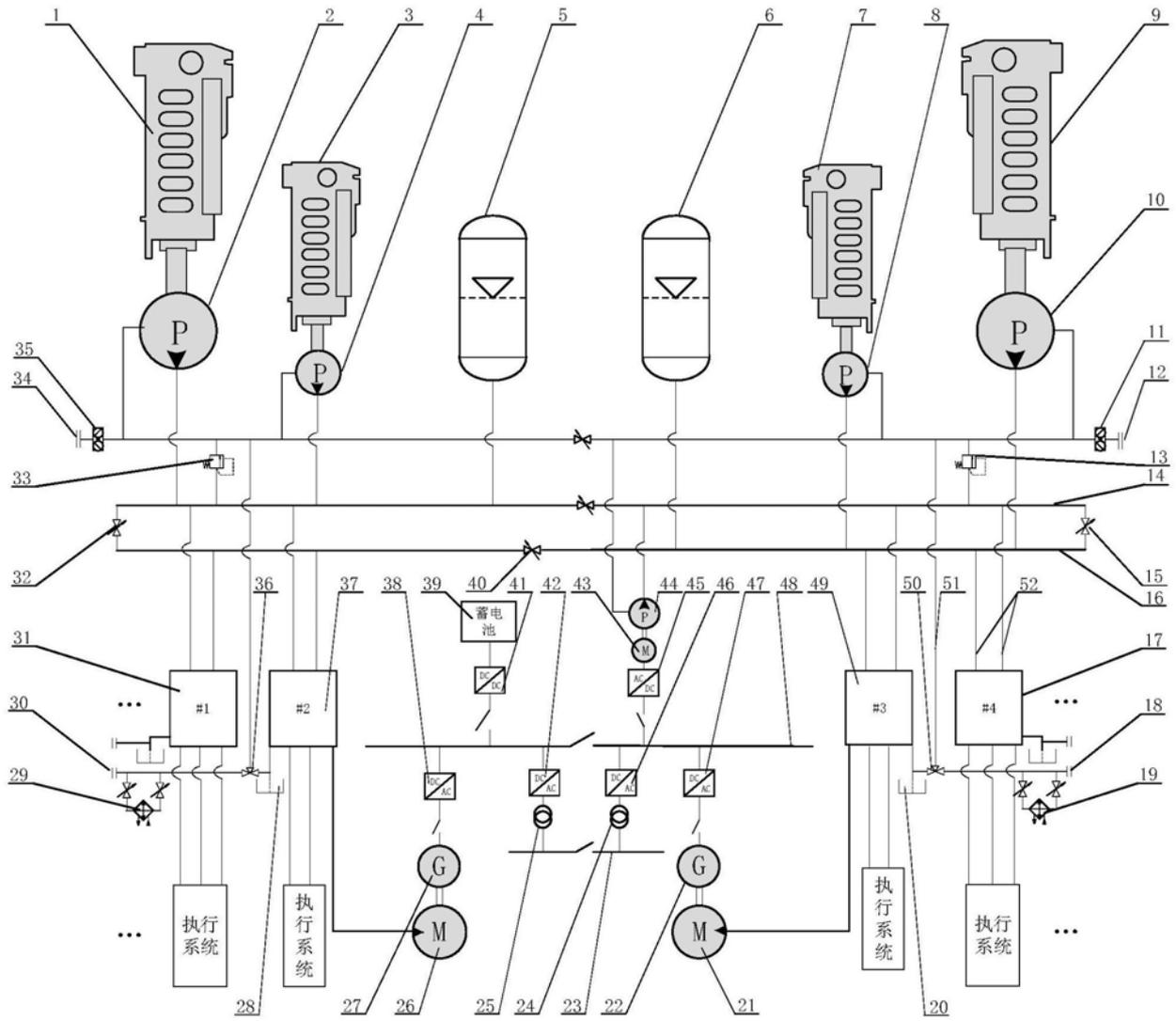


图1

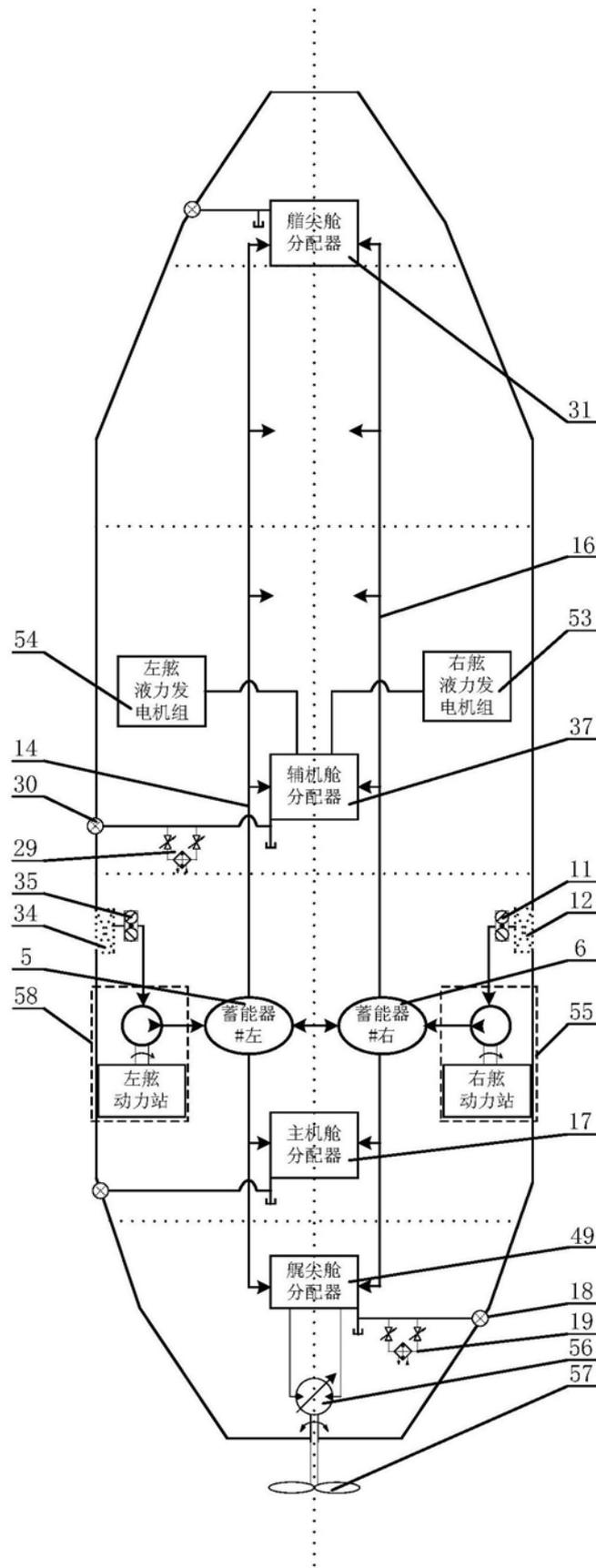


图2