

远洋船用二冲程低速机混合动力系统



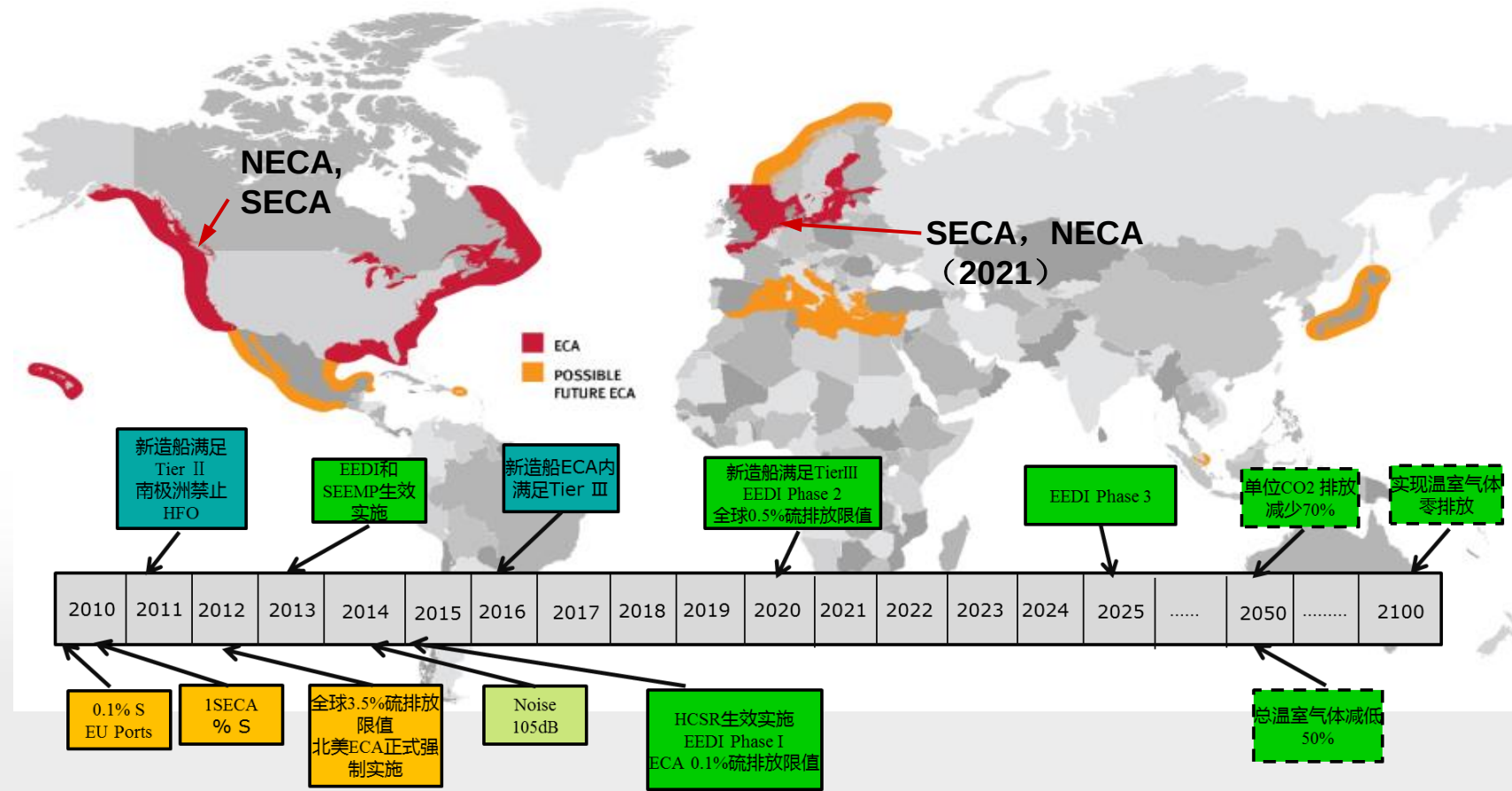


- 1 远洋混动背景
- 2 低速机混动系统介绍
- 3 国内外发展现状
- 4 已开展的工作
- 5 展望

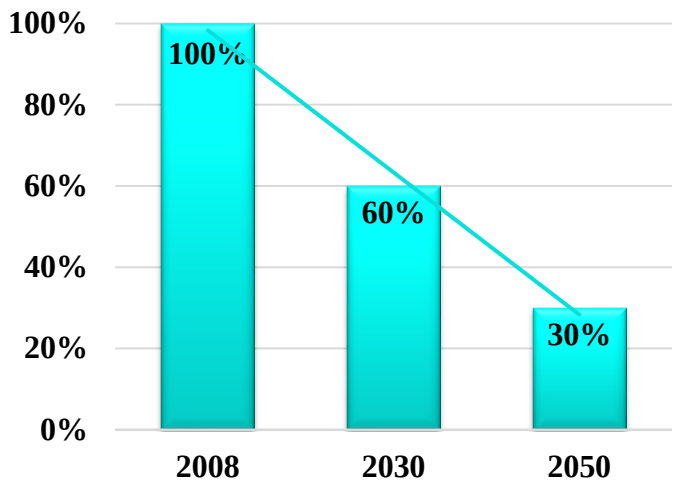
1

远洋混动背景

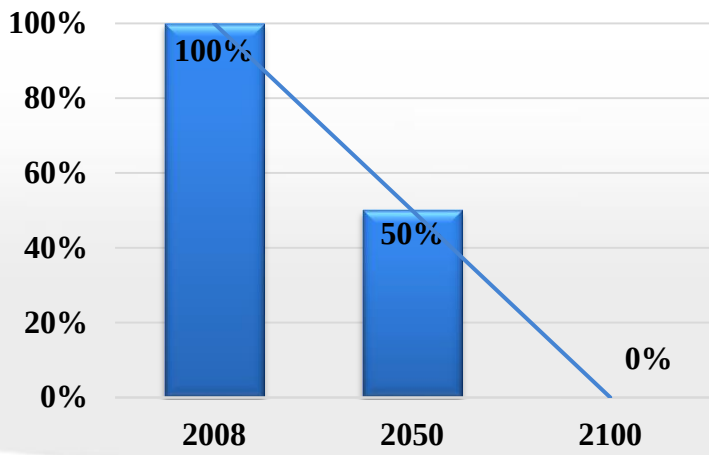
1. 远洋混动背景



1.远洋混动背景



单位运输CO₂排放



国际船舶运输总温室气体（GHC）排放

表1 EEDI指数不同阶段的折减系数

阶段	年限区间	EEDI折减系数
第0阶段	2013～2014	0
第1阶段	2015～2019	10%
第2阶段	2020～2024	20%
第3阶段	2025及以后	30%

主机功率

辅机功率

新能效创新减少的辅机功率

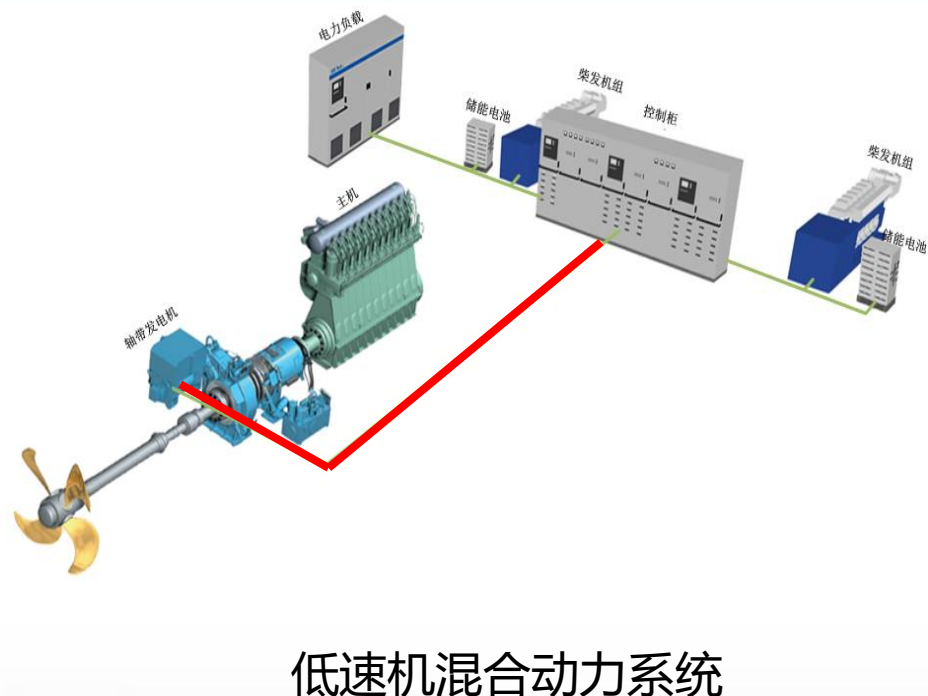
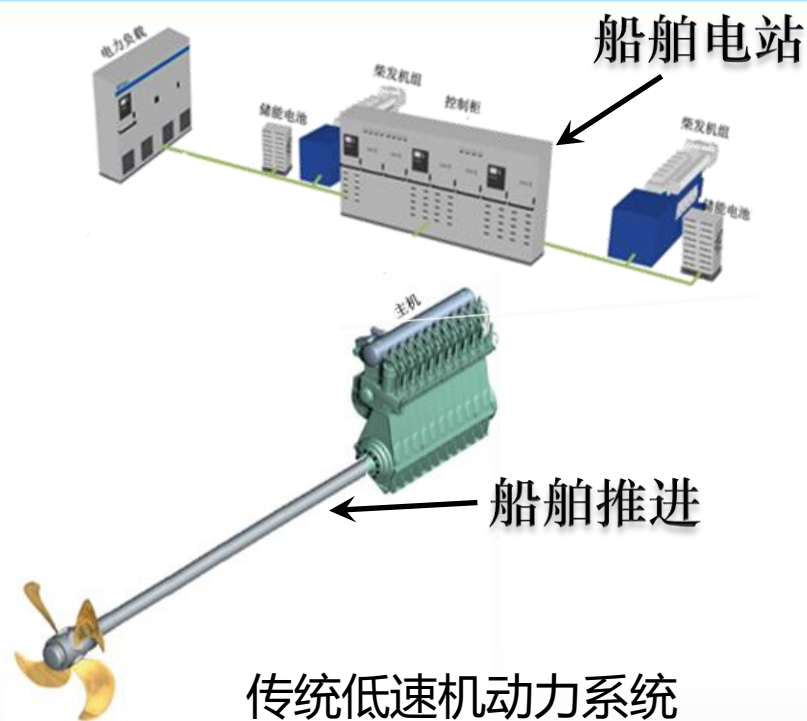
新能效创新减少的推进功率

$$EEDI = \frac{\left(\prod_{j=1}^M f_j \right) \left(\sum_{i=1}^{nME} P_{ME(i)} \cdot C_{FME(i)} \cdot SFC_{ME(i)} \right) + \left(P_{AE} \cdot C_{FAE} \cdot SFC_{AE} \right) + \left(\prod_{j=1}^M f_j \cdot \sum_{i=1}^{nPII} P_{PII(i)} - \sum_{i=1}^{nPII} f_{eff(i)} \cdot P_{AEff(i)} \right) C_{FAE} \cdot SFC_{AE}}{f_c \cdot f_i \cdot Capacity \cdot V_{ref} \cdot f_w} - \left(\sum_{i=1}^{nPII} f_{eff(i)} \cdot P_{eff(i)} \cdot C_{FME} \cdot SFC_{ME} \right)$$

2

低速机混动系统介绍

2.低速机远洋混动系统介绍

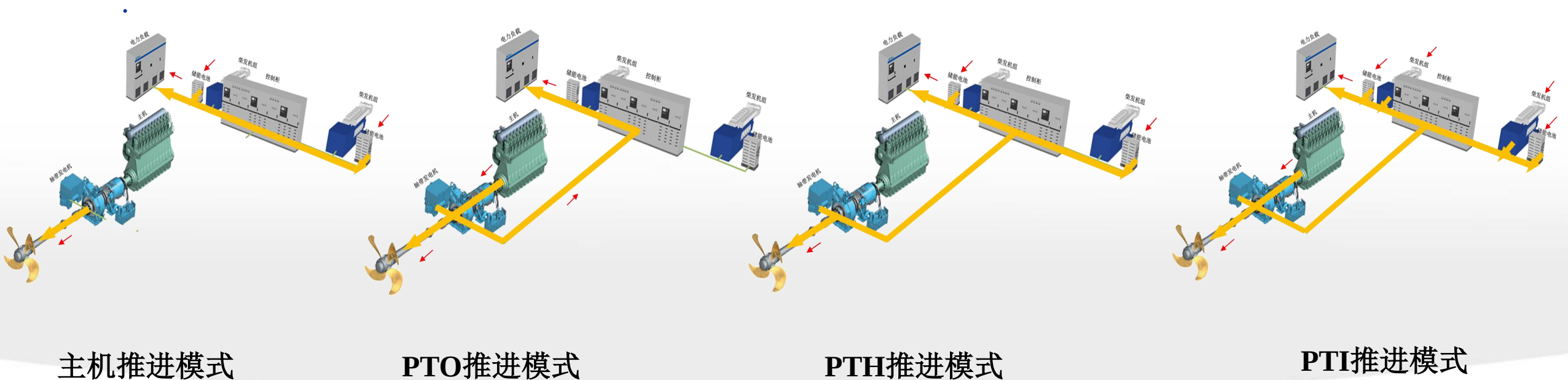


远洋混合动力系统优势

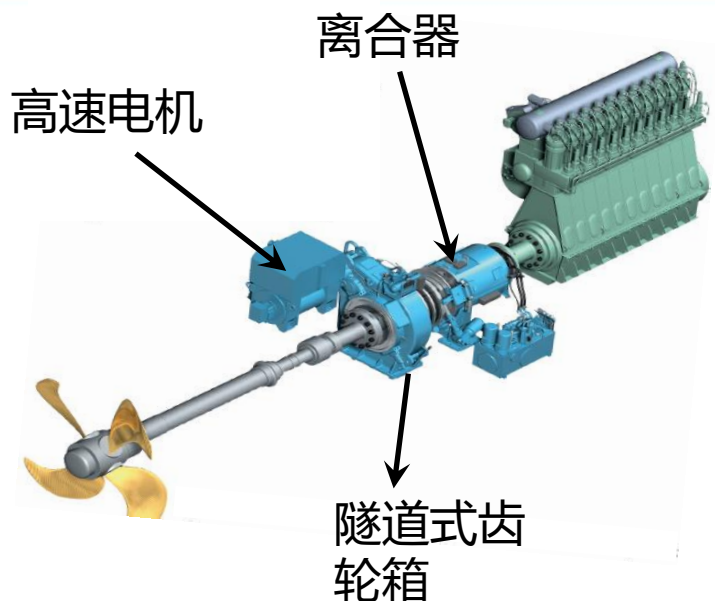
- 混动系统冗余度大，航行安全可靠
- 动力瞬态响应快，船舶操纵性佳
- 能源合理分配，航行油耗降低
- 锂电池可独立推进航行，实现零排放

2.低速机远洋混动系统介绍-工作模式

混合动力系统综合了电力推进和机械推进的优点，通过调节轴带电机和传动装置的状态，系统可以运行在PTO模式，PTI模式，PTH模式以及主机模式，在不同工况下发挥不同推进型式的优势，操纵方式多样，实现船舶动力能源的最经济、高效的综合利用，可减小船舶主机的装机功率，从而为船舶设计提供更多的自由度。



2.低速机远洋混动系统介绍-轴带系统



① 间接驱动式

- 1、电机可选范围广，体积小，安装体积较小，工艺较易，配置的推进变频器要求低；
- 2、齿轮箱设计要求高，承受的扭矩大，易损坏；
- 3、配置了齿轮箱，能量传递效率降低。

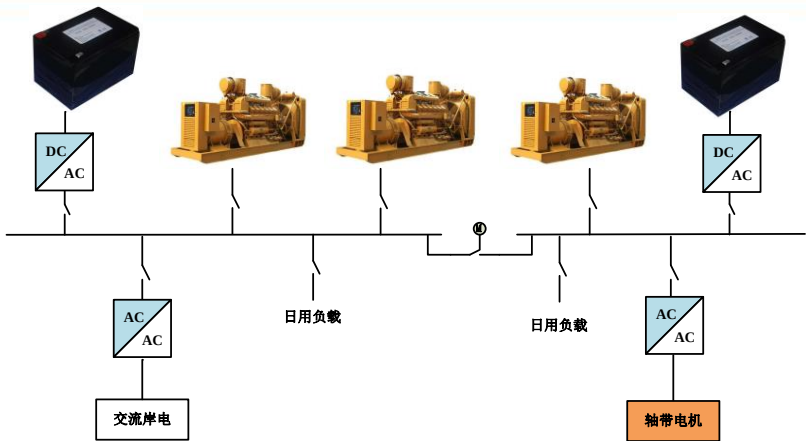


② 直接接驱动式

- 1、采用抱轴式电机，转速低，安装体积大，工艺难，电能质量差，对推进变频的要求较高；
- 2、无齿轮箱，能量传递效率较高。



2.低速机远洋混动系统介绍-船舶电站

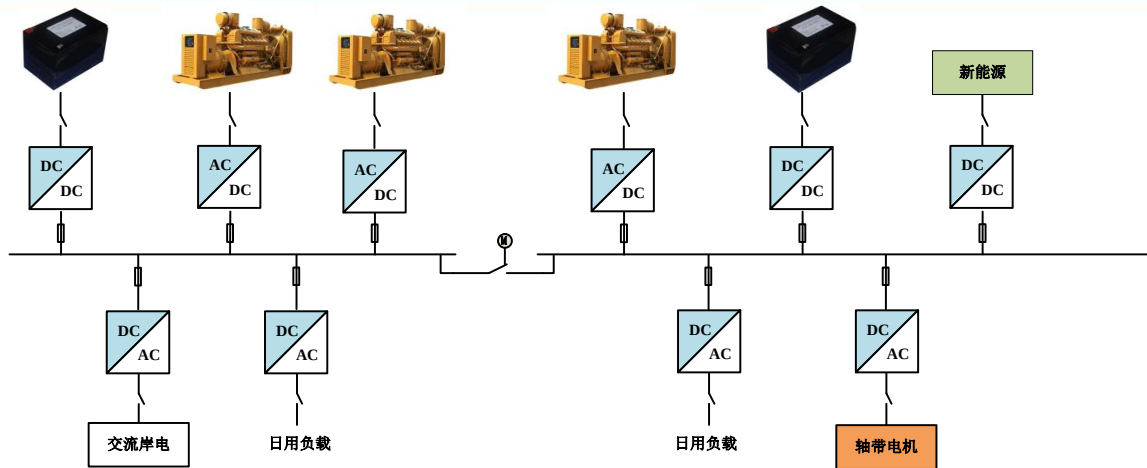
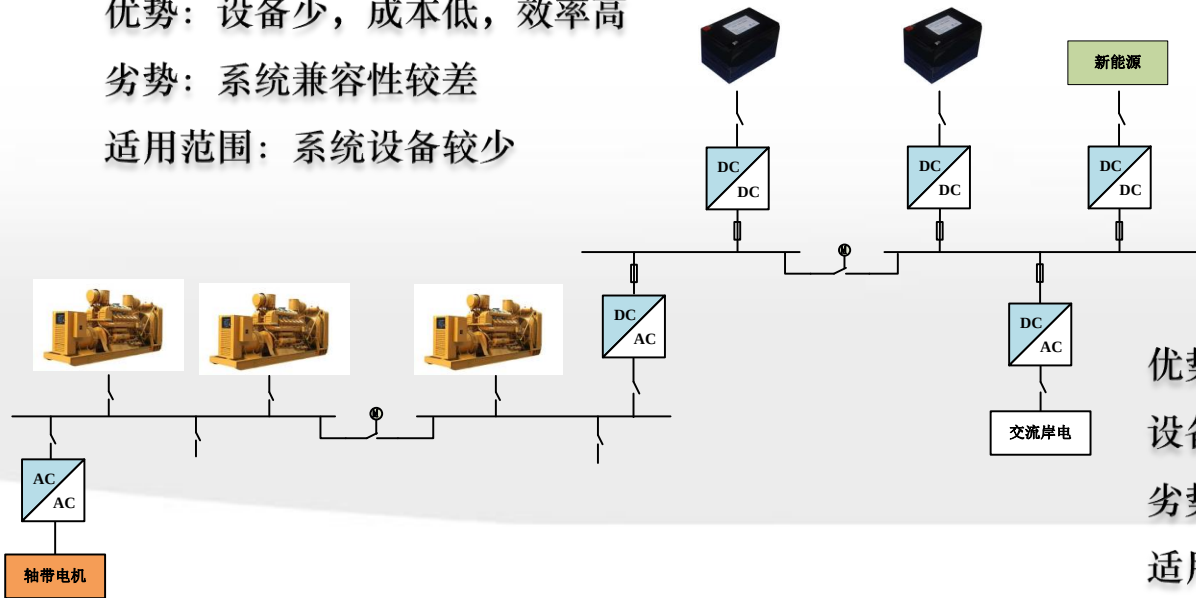


①交流系统

优势：设备少，成本低，效率高

劣势：系统兼容性较差

适用范围：系统设备较少



②直流系统

优势：系统兼容性好，柴发机可变速运行，易于新能源接入

劣势：设备较多，短路保护技术难度大

适用范围：电源设备多且多样

③交直系统

优势：系统兼容性较好，系统效率较高，设备对较少，易于新能源的接入

劣势：交直流的混合功率受限

适用范围：新能源功率需求较少

3

国内外发展现状

3.国内外发展现状-国外现状



	船名/船东	类型	主机类型	电池容量
	Viking Queen (挪威)	工程船	中速机	625kWh
	MS Roald Amundsen (挪威)	邮轮	中速机	纯电续航时间 30分钟
	MS Color Hybrid (挪威)	渡轮	中速机	5MWh
	Terntank (瑞典)	化学品船	低速机	420kWh
	Rederiet Stenersen As (挪威)	化学品船	低速机	180kWh
	UECC (挪威)	PCTC	低速机	510kWh

国外已开展的远洋运输船舶混动研究中，储能能量多在1000kWh以下，仅考虑靠港的纯电动运行，1000kWh以上大容量储能以及在排放控制区长时间零排放运行技术方案在远洋运输船舶上的研究未见报道，属于空白。

3.国内外发展现状-国内现状



粤海铁火车渡轮柴电混合动力系统

2010年，国内首次研发并成功在粤海火车渡轮上应用PTO/PTI柴电混合动力系统。该系统包括两台主机、两台多功能齿轮箱、两套可逆轴带电机、一套模式切换控制装置、两套轴系及调距桨和三台柴油发电机组，实现了PTO发电和利用辅机能量PTI应急推进模式。



12500载重吨级多用途重吊船

2016年，12500载重吨级多用途重吊船，该船首次装载了混合轴带系统，包括500kW轴带变频及轴带发电机，是目前重吊领域最先进的环保节能型船舶。



“寰岛云帆”号游船

2018年7月，首艘入级CCS的电池混合动力游船“寰岛云帆”号。集LNG（液化天然气）绿色燃料、直流组网、PTI（电力输入）齿轮箱和电力推进新技术为一体，天然气的氮氧化物减排90%，硫氧化物和PM2.5排放几乎减少100%。经济性方面，较传统动力可减少燃料10%。

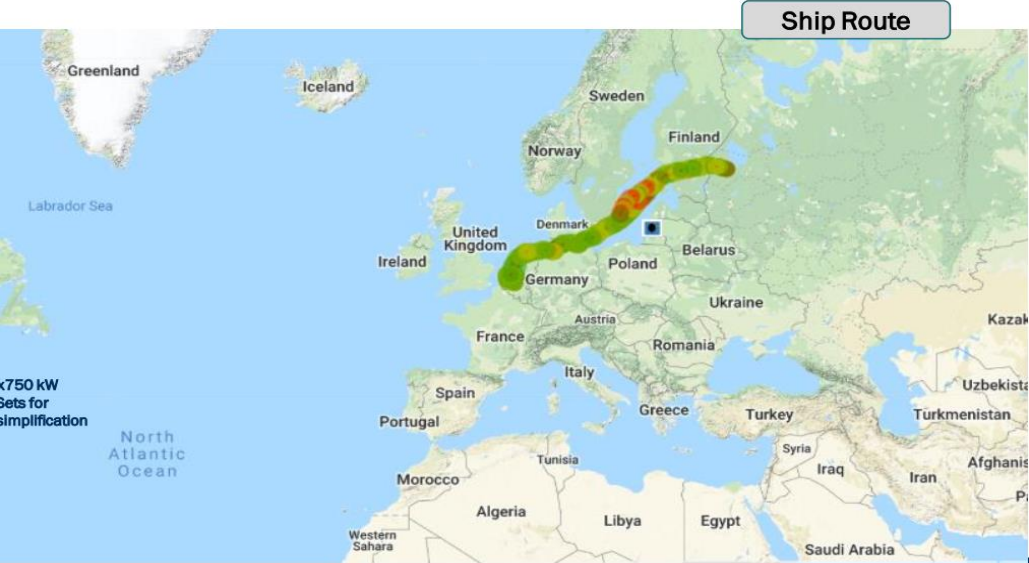
国内在以**中速机**为主动力的混动技术方面研究较多，但在远洋混动技术方面尚属空白。

4

已开展的工作

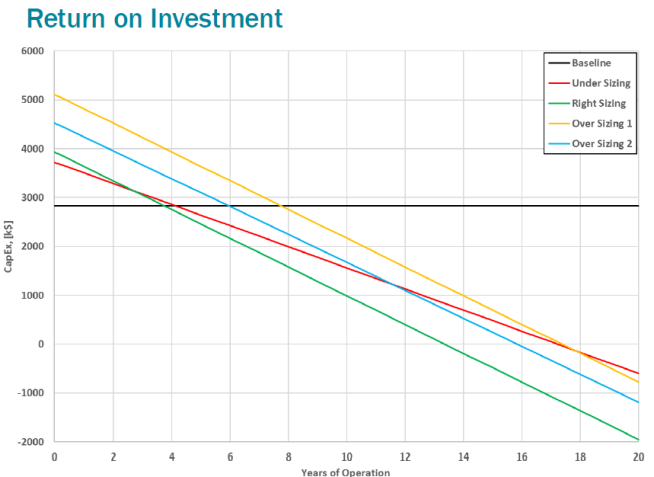
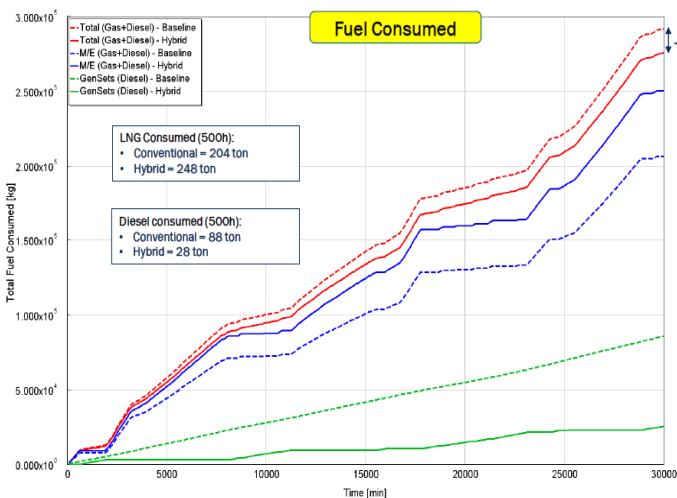


4.已开展的工作



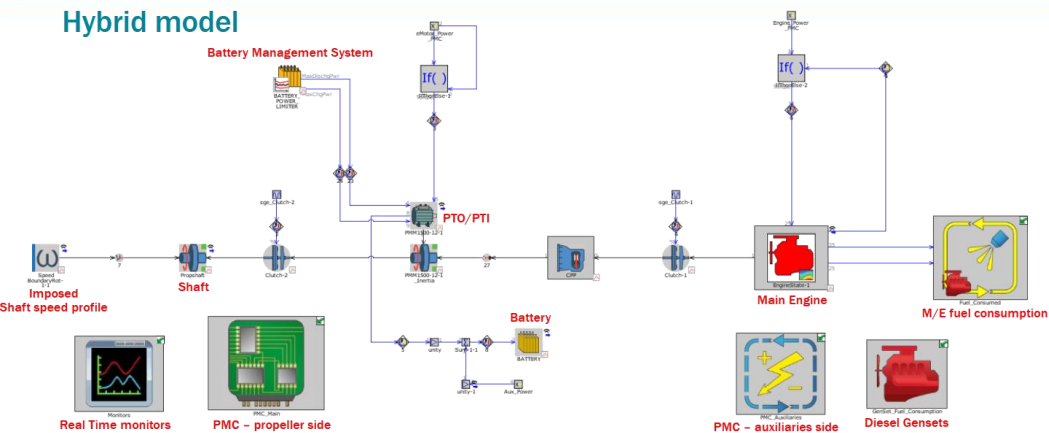
- 1、针对低速机混动，CSPI与Win GD共同成立了一个团队，用于技术开发和市场推广；
- 2、对低速机混合动力的市场需求、应用场景开展了调研；
- 3、以典型集装箱散货船，分析了混合动力系统的经济性和投资回收期。

	Hybrid under sizing	Hybrid right sizing	Hybrid over sizing 1	Hybrid over sizing 2
Ship	1'400 TEU	1'400 TEU	1'400 TEU	1'400 TEU
Trip duration	21 days	21 days	21 days	21 days
Engine	7X RT-Flex50 DF [10.1 MW; 124 RPM]	7X RT-Flex50 DF [10.1 MW; 124 RPM]	7X RT-Flex50 DF [10.1 MW; 124 RPM]	7X RT-Flex50 DF [10.1 MW; 124 RPM]
GenSets	3x Diesel (700 kW)	3x Diesel (700 kW)	3x Diesel (700 kW)	3x Diesel (700 kW)
Battery	0.8 MWh	0.8 MWh	0.8 MWh	2 MWh
PTO/PTI	PMM1000-6 (1.1 MW)	PMM1000-8 (1.3 MW)	PMM1500-10 (3 MW)	PMM1000-8 (1.3 MW)
ΔCO2 [yearly] ***	-720 ton (-7.2%)	-816 ton (-8.1%)	-864 ton (-8.5%)	-852 ton (-8.4%)
ΔGas cons. [yearly]*	+480 ton (+19%)	+528 ton (+22%)	+540 ton (+22%)	+528 ton (+22%)
ΔDiesel cons. [yearly]*	-648 ton (-61%)	-720 ton (-68%)	-744 ton (-70%)	-732 ton (-69%)
Battery full cycles	7**	19**	33	11**

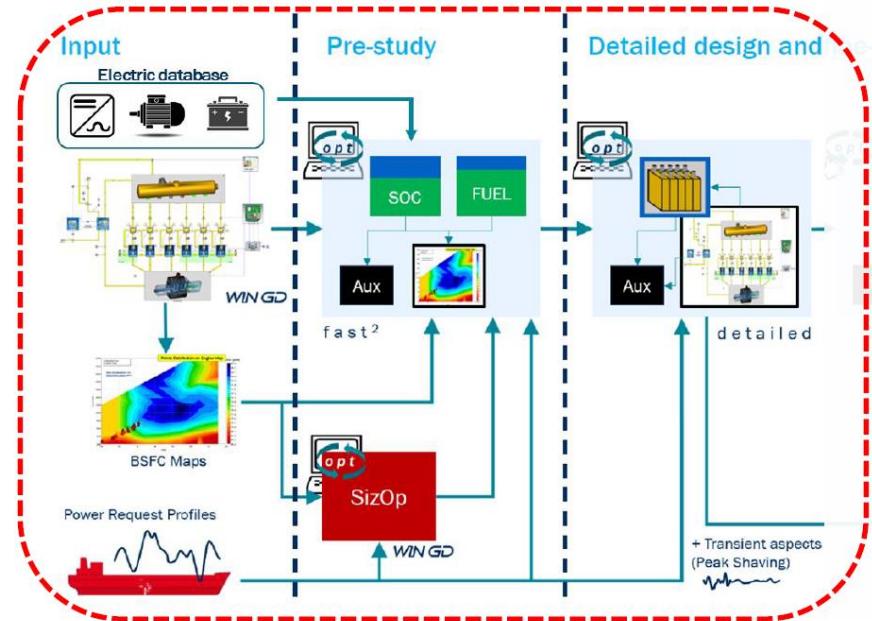




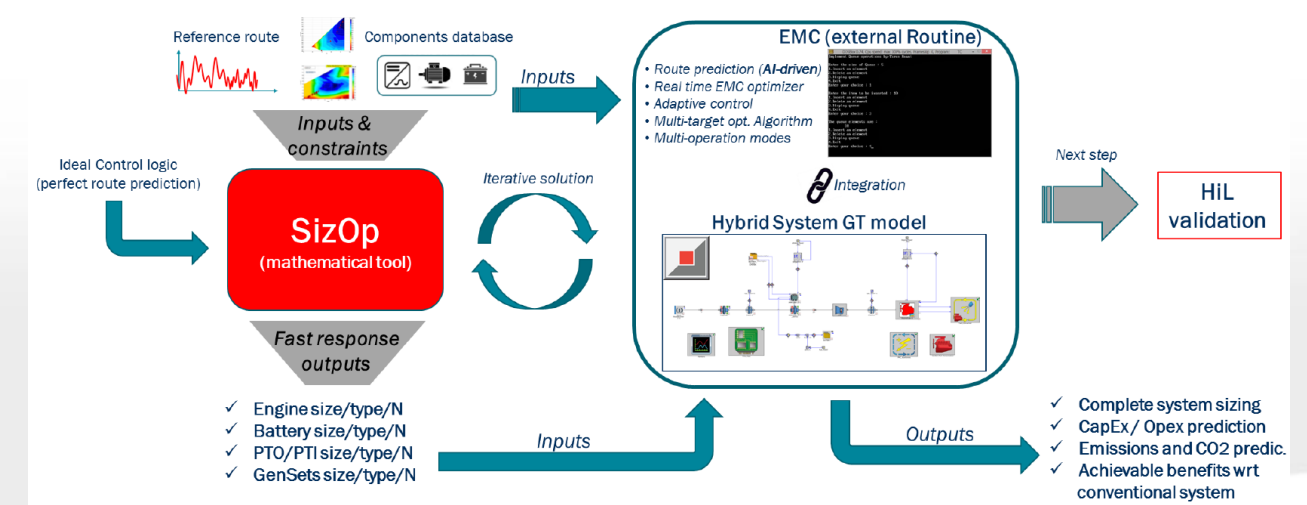
4.已开展的工作



- 1、建立了低速机混合动力系统仿真平台，对低速机混动的能量管理策略、动力系统配置方案
- 2、在混合动力系统控制策略、仿真分析、试验验证等方面开展合作，提供低速机混合动力系统解决方案
- 3、已制定了低速机混动的技术路线和研发计划。



低速机混合动力系统仿真平台

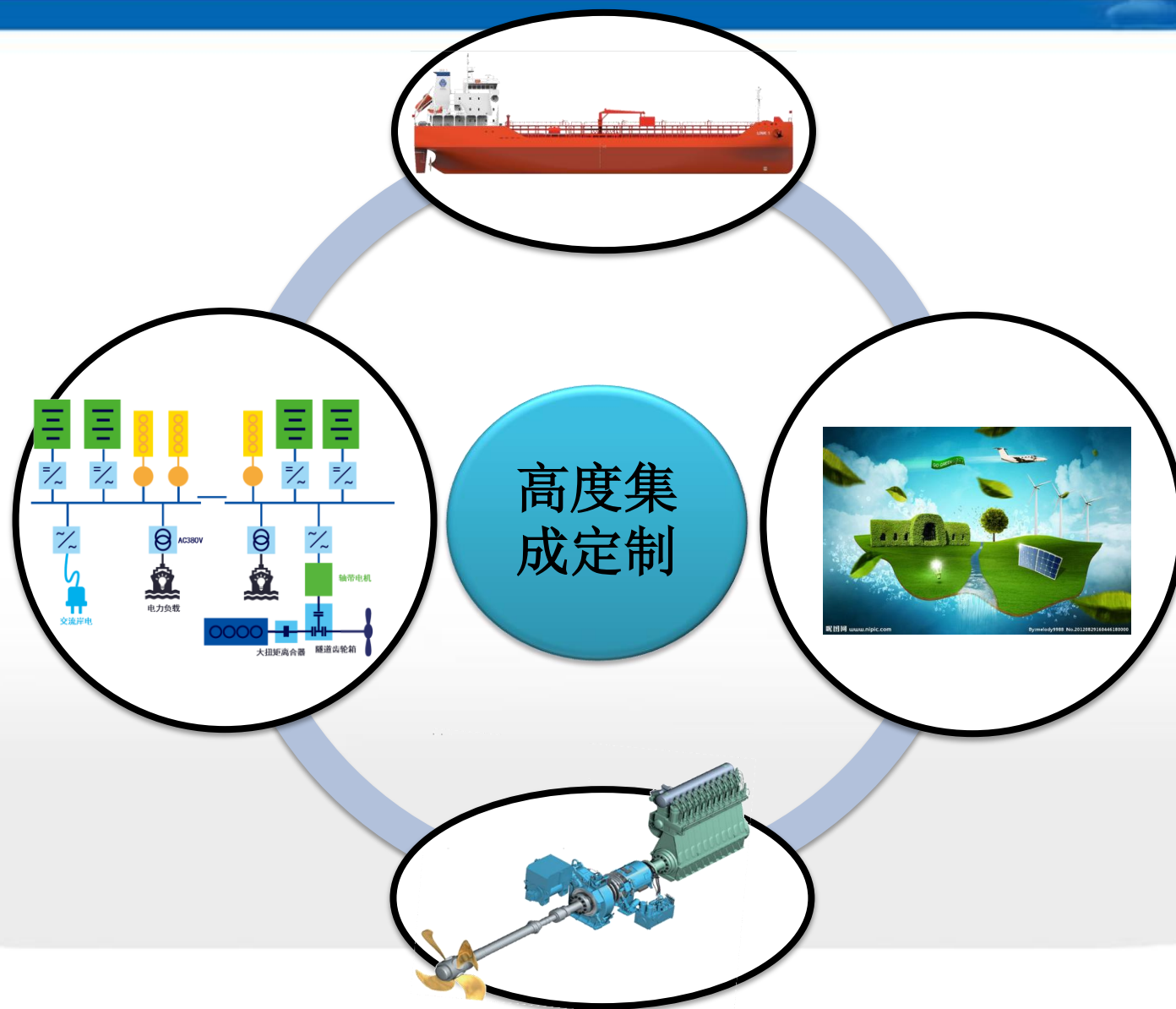


低速机混合动力系统仿真流程

5

展望

5.展望



感谢聆听

THANKS

