



# 《船电技术》特刊

武汉船电技术杂志社  
武汉船用电力推进装置研究所

鄂新出增刊字(2012)第072号

## 先进的电力推进船舶·民用篇(一)

# 豪华游轮



豪华游轮





# 《船电技术》特刊

武汉船电技术杂志社  
武汉船用电力推进装置研究所

## 先进的电力推进船舶·民用篇(一) 豪华游轮

**主 编** 王志华  
**Chief Editor** Wang Zhihua  
Tel: (027)68896678  
Email: wzhihua@gmail.com  
P.O.Box:64311  
Nanhu Qixiao, Wuchang, Wuhan, 430064,  
Hubei Province, China

**执行副主编** 李亚旭  
**Executive Deputy Chief Editor** Li Yaxu  
Tel: (027)68896679

**编 辑 部** 陈亚昕 盛全华  
**Editorial Department** Chen Yaxin, Xu Huiming, Chen Xiaohua  
Tel: (027)68896677

**广 告 部** 姜 丹  
**Advertising Department** Jiang Dan  
Tel: (027)68896671

**主 管 部 门** 中国船舶重工集团公司  
**Authority** China Shipbuilding Industry Corporation

**主 办 单 位** 武汉船用电力推进装置研究所  
**Sponsor** 中国造船学会船舶轮机学术委员会  
Wuhan Institute of Marine Electric Propulsion  
Marine Engineering Academic Committee,  
CSNAME

**编 辑 出 版** 武汉船电技术杂志社  
**Edited and Published** 武汉市64311信箱25分箱(430064)  
Editorial Department of MEEE

**投 稿 信 箱** wang.mepri@163.com  
**Email** cdjs712@126.com

**国 际 标 准 号** ISSN1003-4862

**国 内 统 一 号** CN42-1267/U

**广 告 经 营 许 可 证 号** 4201004001504  
**Advertising Licence No.**

**印 刷** 武汉艺丰彩色印务有限公司  
**Press** Wuhan Yifeng Printing Company

**定 价** 800元 (全套7本: 5000元)  
**Subscription rate** \$120 Per year (airmail)

**发 行** 《船电技术》编辑部  
**Distributed** Editorial Department of MEEE



### 本期编辑人员:

石 艳 邵 虹 李炎秋 李 琳  
孙筱琴 李千宜 王屈平 王 雅

### 总 审:

王志华 李亚旭

## 嘉年华梦幻号，嘉年华欣喜号，嘉年华神逸号，嘉年华创意号，嘉年华灵感号，嘉年华佳名号

Carnival Fantasy, Carnival Ecstasy, Carnival Fascination, Carnival Imagination, Carnival Inspiration, Carnival Sensation



Carnival Ecstasy的主电站包含6台柴油发电机组，为船舶提供包括推进在内的全部电力。每台柴油机与其交流发电机刚性安装在一个机架上，然后依次弹性安装到船体。4台10.3MVA和2台6.8MVA发电机通过2台6.6kV配电板供电，推进功率由2台ABB的14MW 12脉冲周波变频器提供，水冷同步电动机直接连接到每个调距桨轴。变压器和周波变频器调节电压和频率，用于驱动船舶2台螺旋桨的电动机。周波变频器的输出经过高速断路器，能防止推进电动机在电力过载时损坏。断路器产生的信号包括其开/合状态传给推进电动机计算机，如果推进系统计算机没有收到任何断路器来的状态指示，则会在变频器处关闭系统电力。

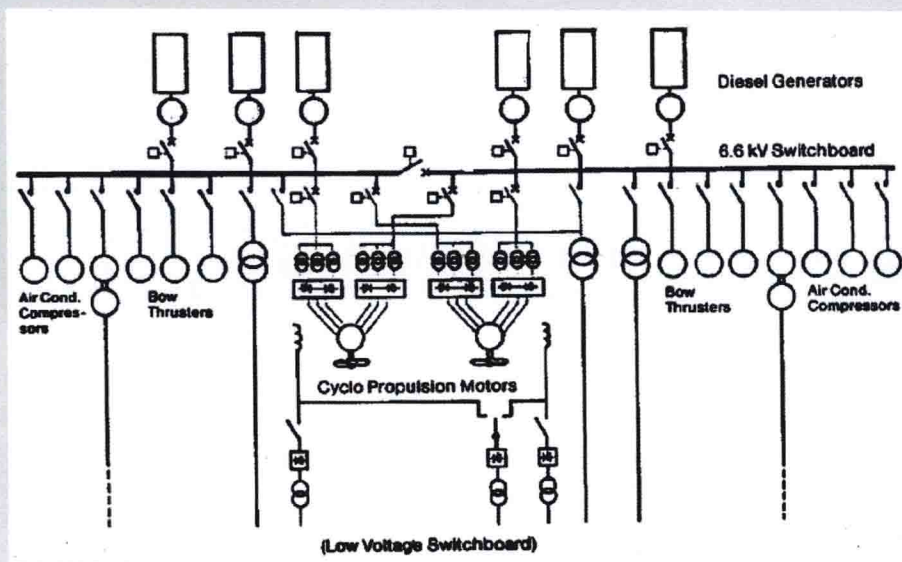
推进系统具有许多冗余特征，设计有隔离部件提供可靠性。每台螺旋桨有一台独立的双绕组电动机，每台推进电动机有1台周波变频器。万一电力故障，推进系统计算机有电池备用，每台电动机能使用一台应急励磁机。6台独立的柴油发电机组供电给隔离的主配电板。推进系统由ABB设计和制造，包括另外的6台1.5MW的推力器电动机。

# 豪华游轮

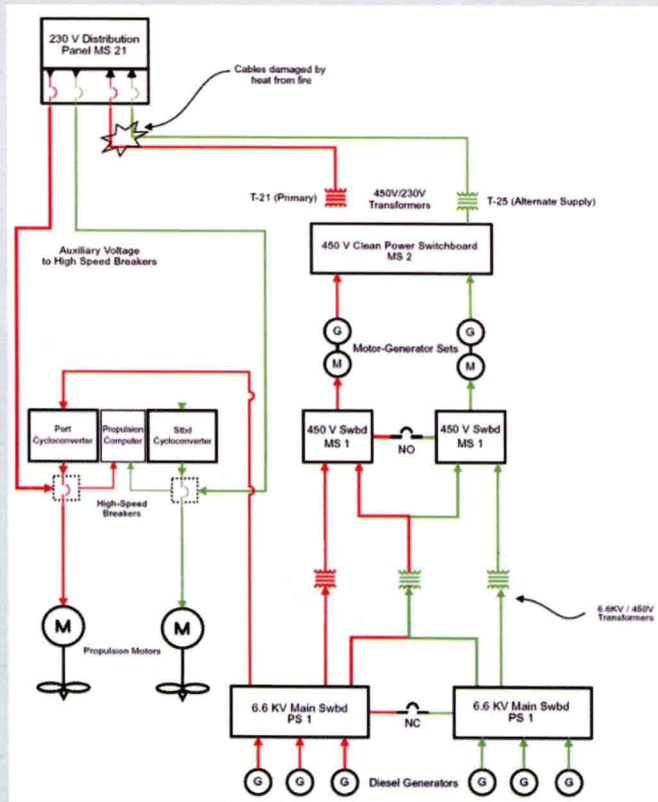
船名	下水	船主	船厂
Carnival Fantasy	1990	Carnival Cruise Lines	KMY
Carnival Ecstasy	1991	Carnival Cruise Lines	KMY
Carnival Sensation	1993	Carnival Cruise Lines	KMY
Carnival Fascination	1994	Carnival Cruise Lines	KMY
Carnival Imagination	1995	Carnival Cruise Lines	KMY
Carnival Inspiration	1996	Carnival Cruise Lines	KMY

## 规格

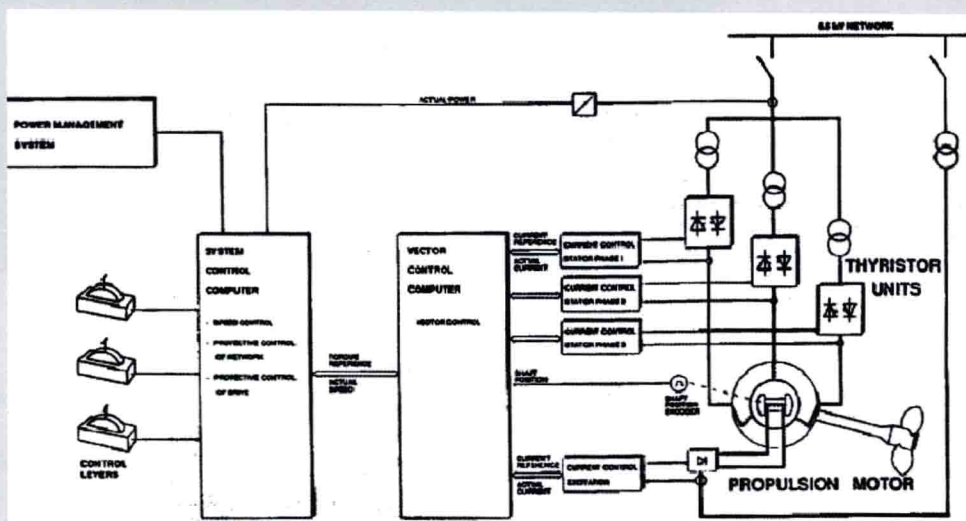
排水量, 吨	70,367GT
主尺度, 米	292.5×38.8×8.23
主机	<p><b>柴电推进:</b></p> <p>(Fantasy是世界上第一艘安装有周波变频器控制交流推进电动机的交流柴电豪华游轮)</p> <p>6台Sulzer中速涡轮增压柴油发电机组, 6,600V, 60Hz, 42,240kW;            4×11,520kW (514rpm) Sulzer-Wärtsilä 12ZAV40S柴油机,            2×8,640kW (514rpm) Sulzer-Wärtsilä 8ZAV40S柴油机;</p> <p>6台发电机, 4×10.3MVA 和2×6.8MVA;            2台双绕组同步推进电动机, 2×14MW;            推进变压器和12脉冲周波变频器, 2×14MW;            2台螺旋桨;            3台艏推力和3台艉推力器, 6×1.5MW。</p>
航速, 节	20
编制	2,056 (客运量), 920 (船员)



Carnival Fantasy的电力和推进系统



Ecstasy的电力推进系统图



Carnival Fantasy的周波变频器框图

### 嘉年华欢欣号，嘉年华天堂号 Carnival Elation , Carnival Paradise



Elation安装有2台14MW的Azipod推进装置，能360°旋转，各集成有1台交流电动机布置在螺旋桨吊舱内。

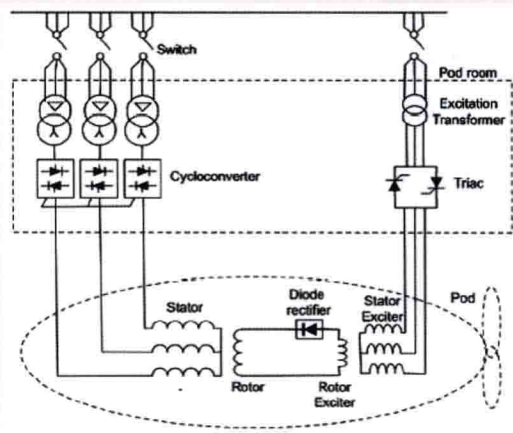
Azipod推进系统由Kvaerner Masa船厂和ABB Marine共同开发。Azipod内使用了同步电动机、周波变频器、干式变压器，接地接触为直接轴上接触，接地电刷为铜石墨，绝缘为环氧树脂NDE，绝缘置于驱动端。

Elation的柴电站内有6台Wärtsilä 12V38中速柴油机，总输出功率47,520kW (64,600hp)，它们被安放在2个独立的舱室中，每台柴油机驱动一台ABB 11,000kVA交流发电机，给6.6kV 60Hz三相主高压电力母线供电，再供给主推进电动机和其它大型用电器。安装在吊舱内的2台14MW同步推进电动机由ABB的周波变频器控制。

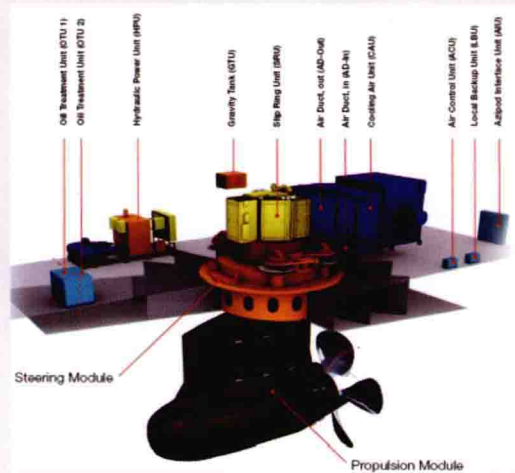
船名	下水	船主	船厂
Carnival Elation	1998	Carnival Cruise Lines	KMY
Carnival Paradise	1998	Carnival Cruise Lines	KMY

## 规格

排水量, 吨	70,367
主尺度, 米	260.6×31.5×7.75
主机	<p>Carnival Elation是世界上第一艘Azipod吊舱柴电推进豪华游轮:</p> <p>6台Wärtsilä 12V38中速柴油机, 6×7,920kW, 600rpm, 总输出功率47,520kW (64,600hp);</p> <p>6台ABB交流发电机, 6×11,000kVA, 6.6kV, 60Hz, 3相;</p> <p>2台Azipod吊舱推进装置:</p> <p>2台同步电动机, 双定子绕组, 2×14MW, 0 - 146rpm;</p> <p>ABB的周波变频器。</p>
航速, 节	23.7 (平均), 24.8 (最高)
编制	2,634 (最大客运量)



含变压器、变频器和电动机的Azipod电路图



Azipod模块和辅助装置的布置图





Carnival Elation和Carnival Paradise上的 $2 \times 14$  MW Azipod装置



Carnival Elation的主机为6台Wärtsilä 12V38中速柴油机



Carnival Elation的机舱控制室

## 挪威之勇号，狮子星号

### Norwegian Spirit , SuperStar Leo



Superstar Leo是第一艘拥有双重反应器的柴电豪华游轮，能限制电网由推进变频器引起的电压畸变。电力由4台MAN B&W 14V48/60柴油机提供，每台发出14,700 kW，514rpm/min，驱动ABB同步发电机。安装有2台ABB可逆同步电动机，每台输出20,000 kW，123转/分（rpm/min）电力，经过轴线传输电力到5叶定距螺旋桨。电气安装的设计使得万一船舶推进的任何一台发电故障，辅助系统和日用电量仍然维持运行。为了操纵，船舶装有2台艏推力器，1台在艏部，2台悬挂舵。

Star Cruises航线的SuperStar Virgo是其姐妹船。

船名	下水	船主	船厂
SuperStar Leo	1998	Star Cruises (1998-2004)	Meyer Werft
Norwegian Spirit	1998	Norwegian Cruise Line (2004-至今)	Meyer Werft

#### 规格

排水量，吨	75,338GRT
主尺度，米（英尺）	267.92×32.31×7.92（879×106×26）
主机	<b>柴电推进：</b> 4台MAN B&W 14V48中速柴油机，4×14,700kW； 2台ABB电力推进同步电动机（55,000hp），2×20,000kW； 2台螺旋桨（常规轴）。
航速，节	21
编制	1,996（旅客），965（船员）

## 欧罗芭号 Europa



MS Europa的柴电推进系统安装有2台7L40/54和2台8L40/54型4冲程柴油机，总功率21.6 MW。MS Europa是第一艘装有Azipod电力吊舱推进并拥有优化船型PRAM型船体的豪华游轮。

船名	下水	船主	船厂
Europa	1999	Hapag Lloyd	Kvaerner Masa, Finland

### 规格

排水量, 吨	3,000DWT; 28,000GRT
主尺度, 米 (英尺)	198.10×24.00×6.0
主机	<b>柴电Azipod吊舱推进:</b> 4台MAN B&W柴油机, 总输出功率21,606kW (29,376bhp); 2台ABB Azipod 电动机, 2×6.65 MW。
航速, 节	21
编制	400 (客运量)

## 名人千禧号，名人尖峰号，名人无极号，名人星座号

Celebrity Millennium, Celebrity Summit, Celebrity Infinity, Celebrity Constellation



Millennium装有一对GE的LM2500+型航空派生的燃气轮机和一台蒸汽轮机，而非豪华游轮上传统的4台或5台柴油机。这三台原动机各驱动一台交流发电机。该系统即GE组合循环燃气轮机和蒸汽轮机综合电力推进系统(COGES)给2台Mermaid吊舱电力推进装置提供电力。可调速的交流同步推进电动机安装在方位吊舱中各驱动一台定距桨。蒸汽轮机回收废热，给热水和其它电气需要提供能量，显著降低了废气排放。

每台Mermaid吊舱推进系统通过一台19.5 MW电动机带动18英尺的螺旋桨而拉动船舶前进。电动机含在吊舱内，完全可浸水，无级调速控制，且释放了可观的船上空间。

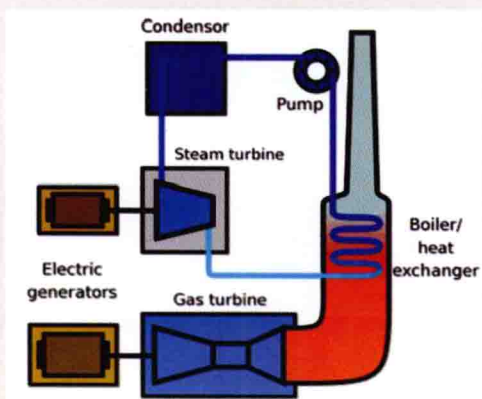
Mermaid吊舱内含同步电动机，LCI变频器，干式变压器，接地电刷为银石墨，绝缘为纤维玻璃环氧DE和NDE，驱动端和非驱动端都有绝缘。

# 豪华游轮

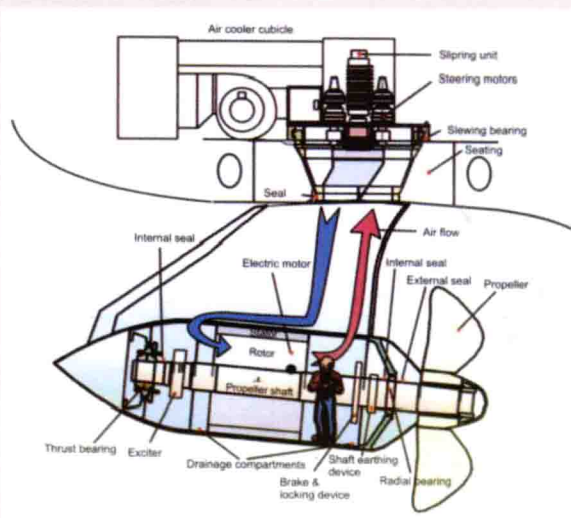
船名	下水	船主	船厂
Celebrity Millennium	2000	Celebrity Cruises	Chantiers de l'Atlantique
Celebrity Infinity	2000	Celebrity Cruises	Chantiers de l'Atlantique
Celebrity Summit	2001	Celebrity Cruises	Chantiers de l'Atlantique
Celebrity Constellation	2002	Celebrity Cruises	Chantiers de l'Atlantique

## 规格

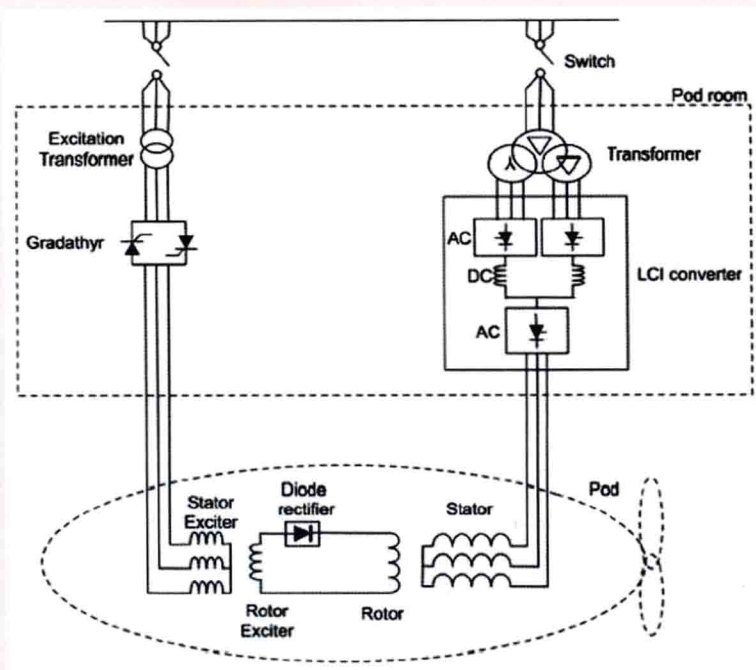
排水量, 吨	8,500DWT; 90,228GRT
主尺度, 米	294×32.2×8.3
主机	<p><b>燃气轮机/蒸汽轮机联合Mermaid吊舱综合电力推进 (COGES) :</b>            (Millennium是第一艘燃气轮机技术的游轮, 并且安装了Rolls-Royce公司的第一台Mermaid吊舱)            2台GE的LM2500+ 燃气轮机50MW, 1台蒸汽轮机10MW (Constellation中为柴燃联合; 1台柴油发电机节省燃料并供港口发电);            2台Rolls-Royce/Converteam的Mermaid吊舱推进器, 2×19,500kW, 150rpm:                2台Converteam同步推进电动机, 2×20.1 MW;                2台Converteam推进变频器SYNCHRO-DRIVE;            2台定距桨 (Constellation中为3台定转速变矩舱推力器)。</p>
航速, 节	24
编制	2,449 (客运量), 999 (船员)



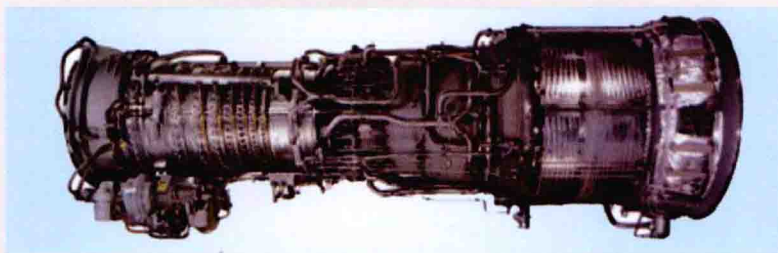
COGAS框图



Mermaid吊舱推进器



Mermaid吊舱电路图



LM2500+燃气轮机



Summit及其20 MW Mermaid吊舱



Infinity的2台Mermaid吊舱

# 玛丽女王二号

## RMS Queen Mary 2



为了以高达30节的航速推进Queen Mary2，需要大量的电力和技术，该船采用了先进的、环境友好的设备，电力由4台柴油机和2台燃气轮机产生。该组合结构称作CODAG(Combined Diesel And Gas turbine)，能提供经济的低速航行，同时有能力在需要时维持更高的航速，就像军船中已普及了一段时间的推进结构那样。Queen Mary2是第一艘装有CODAG推进的客船。

燃气轮机需要吸入大量空气，安装在烟囱之前和之后，2台GELM2500+燃气轮机各产生25MW（81,000shp）电力，通过减速齿轮箱转动发电机。燃气轮机只在需要高航速时运行。

4台柴油机安装在船舶内的底部，每台柴油机长12.5米，宽4.4，高5.5米，重217吨，由Wartsila制造，V型16缸，514rpm，产生16.8MW功率，使用常规重燃料。

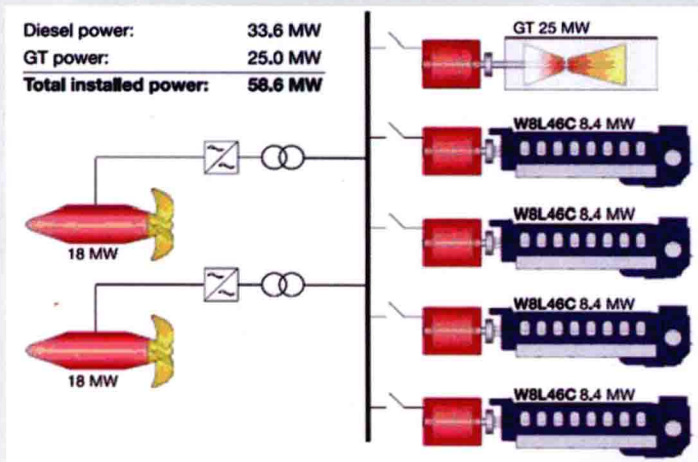
Millennium级的豪华游轮安装有2台Mermaid推进装置，每台额定20.1MW，而Queen Mary2安装了4台更强大的Mermaids，总功率达85MW，是第一艘装有4台吊舱的客船。前2台吊舱在该位置固定，而后2台能旋转360度操舵和操纵船舶。每台吊舱重250吨，功率21.5MW是迄今制造的最大和最强的吊舱。总推进功率86MW。Queen Mary2有3台推力器，各3.2MW。

整套设备能产生将近118MW电力大约是普通豪华游轮电力的2倍。

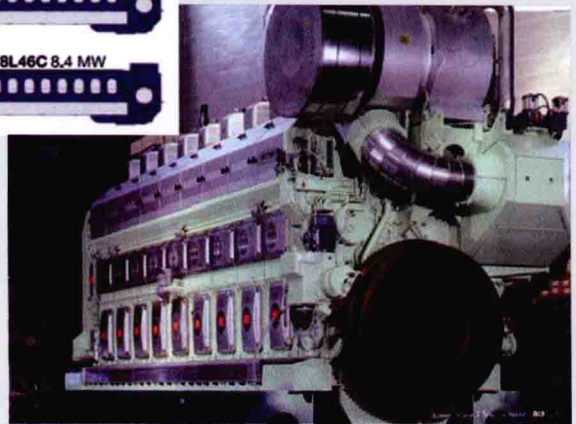
船名	下水	船主	船厂
RMS Queen Mary 2	2004	Cunard Line	Chantiers de l'Atlantique, Saint-Nazaire, France

## 规格

排水量, 吨	151,400
主尺度, 米	345.03×40×9.95
主机	<p><b>柴电和燃联合推进电力Mermaid吊舱推进:</b>            (第一艘装有CODLAG推进和4台吊舱的客船)  <b>6台发动机, 总功率118MW:</b>            4台Wärtsilä 16V46CR EnviroEngine船用柴油机, 67,200kW, 514 rpm;            2台GE LM2500+燃气轮机, 50,000 kW (67,000 hp);            Converteam 供货:            4台Mermaid吊舱推进, 2台固定, 2台360度全回转;            4台同步电动机, 4×21.5 MW, 137 rpm;            同步变频器, SD7000S型SYNCHRO-DRIVE;            动力定位系统, A系列。</p>
航速, 节	30 (最高)
编制	3,056 (客运量), 1,253 (船员)

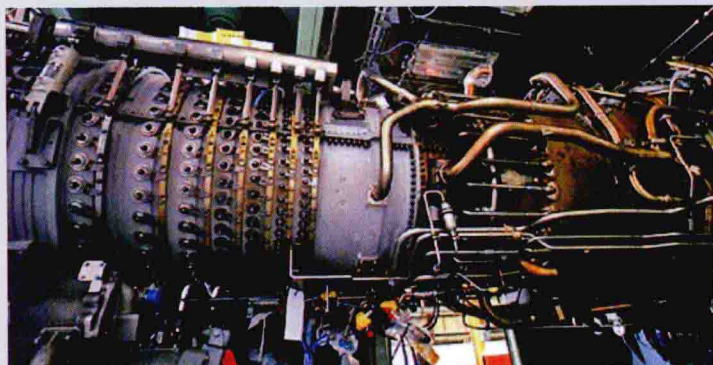


▲ 含4台柴油机和1台燃气轮机的CODLAG电力推进系统示意图



▲ 9缸Wärtsilä 16V46C EnviroEngine





GE LM2500+燃气轮机



Converteam的A系列动力定位控制台



Mermaid吊舱



典型的Mermaid吊舱装置



安装在前甲板的8台备用螺旋桨叶的其中3台