



《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(二)

豪华游艇 渡轮



豪华游艇





《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(二) 豪华游艇 渡轮

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

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 孙筱琴
李千宜 王屈平 王雅

总审:

王志华 李亚旭

阿米尔号 AL MIRQAB / Project May



船名	下水	船主	船厂
AL MIRQAB/Project May	2008	PETERS SCHIFFBAU GmbH Wewelsfleth, Germany	Kusch Shipbuilding, Germany NB 681

规格

排水量, 吨	9,000; 9,518GT
主尺度, 米 (英尺)	133.00×20.00×4.90 (436.35×65.62×16.08)
主机	<p>柴电推进: Siemens供货; 主推进: 功率, 2×5,000 kW; 转速, 0-200 rpm; 变频器, 24脉冲, PWM; 感应电动机; 1台SEP2装置, 2,000 kW, 10-260 rpm, 690 V。</p> <p>中压发电和配电: 5台发电机, 5×3,345 kVA, 720 rpm, 6.6 kV; 2台主配电板, 2×6.6 kV, 25 kA。</p> <p>其它: 2台艏推力器, 2×750 kW, 1,050 rpm, 低压变频器馈电; 2台配电变压器, 2×3,000 kVA。</p>
航速, 节	23.0 (最大值), 21.0 (正常值)
编制	60 (旅客), 60 (船员)

安布罗丝三號 Ambrosia III



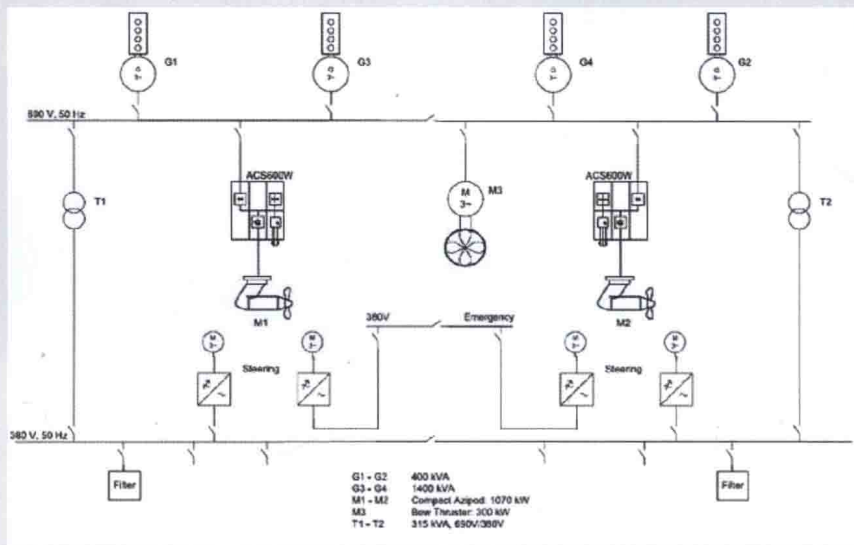
船名	下水	船主	船厂
M/Y Ambrosia III	2006	Private	Benetti Yachts, Italy

Ambrosia III是第三艘安装有ABB公司的Compact Azipod吊舱推进的豪华游艇，艇长65米，设计用于远距离全球航行。Compact Azipod推进提供了诸多优点，其潜水电动机提供了安静而平稳的艇运行，比常规轴线推进的振动和噪声小许多，安静的电力操舵和100%全方位性能及优异的操纵能力，增强了乘客在受限水域和恶劣天气状况下的安全性。Compact Azipod超级水动力特性和高传动效率大大节省了燃料的消耗并降低了NOx的排放。

Ambrosia III的原动机供电给690V主配电板，2台1,070 kW的Compact Azipod装置和轴隧推力器直接从主汇流排馈电。船舶日用、操舵电动机和日用负载从辅380V汇流排经过冗余变压器馈电。备用操舵电动机从应急配电板馈电。提供滤波器来限制谐波畸变。

规格

排水量, 吨	1,639GT
主尺度, 米 (英尺)	65.0×12.5×3.6 (213.3×41.0×11.8)
主机	<p>Compat Azipod吊舱柴电推进: ABB供货: 4台主发电机组: 2台Caterpillar 3512B, 1,200 kW, 1,500 rpm; 2台Caterpillar 3408C, 300 kW, 1,500 rpm; 2台推进电动机, 2×1,070 kW, Compat Azipod推进; 主配电板, 690 V, 50 Hz; 配电变压器和滤波器; 远程控制。 集成机械自动化系统。</p>
航速, 节	12
编制	12 (旅客), 20 (船员)



Ambrosia III电力推进单线图



Ambrosia III吊舱图

日蚀号 Eclipse



Eclipse是世界迄今建造的最大和最昂贵的游艇（第二大私家游艇为Dubai和Pelorus号），船主是著名的俄罗斯亿万富翁Roman Abramovich，由德国Blohm & Voss船厂建造。艇上装有1台3.8MW ABB Azipod，4台MTU柴油机，每台输出功率7,400hp，此外采用2台6,000hp燃气轮机使得Eclipse艇成为CODAG船。仅用柴油机的巡航航速为25节，而用2台柴油机和燃气轮机可达到最大航速33节。

船名	下水	船主	船厂
Eclipse	2010	Roman Abramovich	Blohm & Voss

规格

排水量, 吨	13,000GT
主尺度, 米	170×21.50×5.00
主机	柴燃联合（CODAG）吊舱电力推进： 4台MTU柴油机，4×7,400hp； 2台燃气轮机，2×26,000hp； 1台ABB Azipod推进器，1×13.8MW。
航速, 节	26.2（最大值）25（正常值）
编制	70（船员），24（贵宾）

岛屿导航者号 Island Pilot



岛屿导航者有限责任公司 (Island Pilot LLC) 联合铎洋游艇 (珠海) 有限公司 (UNI SHINE MARINE LTD) 推出新一代混合动力观光游艇—DSe-12m, 以关注环保为特色。

就算最经济的观光动力游艇也须依赖化石燃料 (如石油、柴油等) 进行动力驱动以及为泊锚船只提供生活用电。旧有的解决方案存在一些弊端。利用可再生能源如太阳能和风能产生的电量有限, 仅可为船只提供少量动力, 而且大多数时候, 所发电量仅能供应油泵和照明电池, 船上生活质量却无法与柴油发电机相比。

◆ **驱动系统。**选用广受好评的斯泰尔发动机公司设计的高级混合动力驱动系统作为该游艇的驱动系统, 于2008年1月投入使用。这种传动系统将“单块”柴油发动机和

安装在柴油机飞轮后的混合驱动器相结合。柴油发动机使用生物燃料, 燃烧率达100%; 混合驱动器是一个不带电刷的永磁发电机—发动机组。只要启动任何一个, 就可向ZF航行驱动传动装置输送电力, 然后再将电力传输至推进器。游艇驾驶室设有两个斯泰尔控制中心 (SCC) 触摸屏, 这些控制组件可将有关柴油机和电动模式的所有信息反映在屏幕上, 如发动机日常监控、燃料水平、燃料利用率、能源存储水平、能源利用/充电、警告等。

◆ **光电板矩阵。**光电板矩阵由一块块Sun Power太阳能板组成。Sun Power太阳能板效率高, 每平方英尺的额定发电量达16瓦。将太阳能板分两组串联, 每组额定发电量3千瓦, 总发电量则达6千瓦。这些太阳能板安装于驾驶室和甲板舱天花板上方, 确保太阳能板正常冷却。

◆ **电池。**选用奥德赛“纯铅”系列AGM型号电池。使用两块独立的48伏直流电电池组, 每块额定容量200安/小时 (约相当于10千瓦时; 两块电池总额定容量20千瓦时)。这种电池具有寿命长 (充放电次数达400次以上) 和充放电电流大的特点。

◆ **太阳能板为电池充电。**每块电池组配有一个Outback Power MX60 MPPT充电器, 每个充电器额定容量60安 (约3千瓦)。这种充电器的浮充电设置比其他充电器高, 因此只要有阳光, 太阳能板就开始充电。

◆ **用岸电对电池充电。**为了充分利用岸电对电池充电, 该游艇选用了OutbackPower FX3648逆变器/充电器。这种设备可在30安的状况下对48V直流电电池组充电, 然后将其转换成功率达3.6千瓦的120伏交流电, 转换率达92%。

◆ **远离码头时对电池充电。**远离码头时, 无论柴油发动机是否运转, 每组斯泰尔混合发电机都可对电池充电达5千瓦 (总充电量10千瓦)。

船名	下水	船主	船厂
Island Pilot		January's TrawlerFest in Fort Lauderdale, Florida	

规格

排水量, 吨	17,500
主尺度, 米 (英尺)	12×5.18×0.64 (39.6×17.0×2.11)
主机	<p>太阳能柴电推进: (世界上第一艘太阳能柴电混合电动游艇)</p> <p>6 kW太阳能电池; 2台Steyr Motors 混合推进系统; 2台ZF Saildrives 2.52:1 减速齿轮; 2台20"X 14"螺旋桨, 3叶; 2台舵 (FRP 或SS); Hydraulic Helm “备用”操舵; 6 kW太阳能光伏电池; 2台Outback Fx60 MPPT 太阳能控制器/充电器; 2台Outback VFX3648 3.6 kW逆变器/50 A 48V充电器; 20块Odyssey AGM 深水蓄电池; 2台120 VAC &12 VDC 电气板/断路器; 2台30 Amp/120VAC 岸电接口和电缆; 2台Steyr柴油机, 2×75hp; 2台直流电动机, 2×7kW, 48V; 2台直流发电机组, 2×5kW, 48V。</p>
航速, 节	6
编制	

Dse的优势

优势1: 电动模式, 温室气体零排放

电力驱动模式下, DSe-12m游艇在保持温室气体零排放的同时, 可维持中速航行。另外, 游艇行驶时, 不会产生任何机械噪音, 只有水冲激船身的声音在驾驶室回荡。天气晴朗时, 游艇航行速度为4节, 太阳能板产生的电量足够两个斯泰尔混合电动发动机使用。也就是说, 仅使用两组斯泰尔混合发动机中的电动模式, 就可航行无限里程, 而且保持温室气体零排放。

游艇处于停泊状态时, 不必使用内燃机, 仅使用两组混合发动机中的电动模式就可在船上无限制地生活。太阳能板转换成的电能储存在电池组中, 这些电能足够连续使用几天几夜不成问题。另外, 电动发动机噪音相当低, 因此听不到动力游艇(和帆船)惯常产生的发电机声或振动声。

优势2: 混合模式

目前正对这款柴-电混合发动机进行检测。斯泰尔混合发动机并不是真正的“串联式”混合驱动模式(即一头是发电机, 而另一头是电力驱动发动机, 两者串联的模式)。它的使用原理是选用柴油机和电动模式中的任一种。但像DSe-12m游艇那样装上一对斯泰尔混合发动机后, 柴油-电动“串联”驱动也不是不可能的事。“串联式”混合驱动模式产生原理: 将两块4.8伏电池组连接, 一个混合发动机选用柴油机模式(同时产生充电电流), 而另一个则选用电动模式。

这种模式的可行性在于:

电池电量下降, 需要充电, 而恰巧太阳光不充足, 因此太阳能板收集的电能无法满足充电所需; 需提高航速, 但纯粹用电动发动机无法达到; 避免使用纯柴油机模式, 节省燃料。初步海上试航标明在航行速度相同的状况中, 采用混合模式可节能10%到15%; 将柴油发动机运转时间最小化; 检测一旦完成, 结果将即时发布。

优势3: 柴油机模式

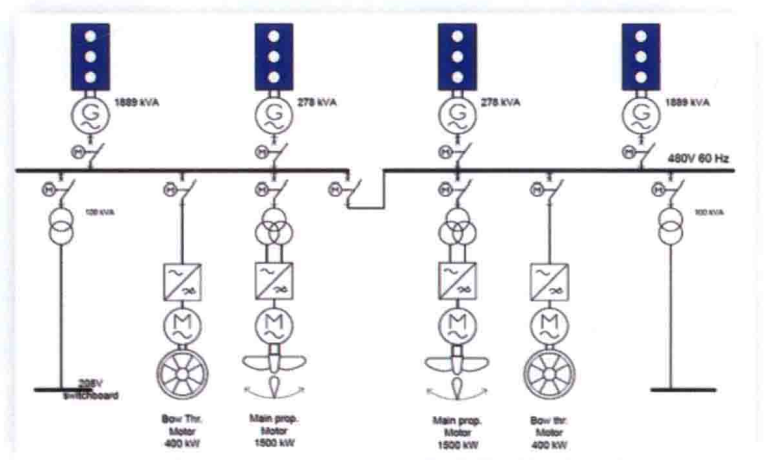
只要柴油发动机运转, 就可同时对48伏电池组充电。因为斯泰尔混合发动机安装时自带混合控制组件(HCU), 可自动执行该功能。两个混合发动机都选用柴油机模式时, 最大充电量为10千瓦, 采用这种模式充电更快、更有效。

卡佳号 Katya



Katya有2台 Northern Lights的60Hz 发电机组，基于6缸直列M1066 A1系列柴油机，分别提供电力130 kW，1,800 rpm。

Katya的动力为一对Caterpillar 3508发动机，船舶拥有零转速减摇器及集成中心水压系统。机舱配有附加的控制室和工程师办公室。



Katya电力推进系统单线图

船名	下水	船主	船厂
Katya	2009	Private	Delta Marine Industries Inc Seattle

规格

排水量, 吨	427; 472GT
主尺度, 米	46×9.3×2.8
主机	<p>柴电推进:</p> <ul style="list-style-type: none"> 2台CAT 3508B 6缸柴油机, 2×1,000 bhp, 1,600 rpm; 2台Siemens发电机, 2×1,889 kVA; 2台Siemens发电机, 2×278 kVA; 2台Siemens主推进电动机, 2×1,500 kW; 1台船艏推力器, Quantum QT-150 (150 hp), 1×300 kW, 1,800 rpm; 2台Northern Lights发电机组, 2×130 kW, 60Hz。 <p>Siemens供货:</p> <ul style="list-style-type: none"> 采用Bluedrive变频器的柴电推进和高转距直接驱动推进电机; 2台发电机, 2×1,889 kVA; 2台发电机, 2×278 kVA; 2台主推进电动机, 2×1,500 kW; 1台船艏推力器, Quantum QT-150 (150 hp), 1×300 kW, 1,800 rpm; 减摇器, Quantum QC-1800零转速; 配电板; 变压器。
航速, 节	15.5
编制	12 (旅客), 10 (船员)



Katya的电力水压系统

古语号 Kogo



游艇的Azipod装置与先进的基于GPS的动态定位系统连接。Azipods柴电推进系统比常规轴驱动螺旋桨系统燃料效率高12%，产生非常低的噪声和振动。

船名	下水	船主	船厂
Kogo	2006	Mr Mansour Ojeh	Alstom Marine, France

规格

排水量, 吨	1,892GT
主尺度, 米 (英尺)	71.71×14.20×3.80 (235.27×46.59×12.47)
主机	ABB Compact Azipod柴电推进: 2台Compact Azipod推进器, 2×1,500kW/ 2,038hp, 总功率4,076hp / 3,000kW。
航速, 节	16 (最大值) 14 (正常值)
编制	14 (旅客), 21 (船员)

北极号，奥斯特勒尔号 Le Boréal, L'Austral



Le Boréal和L'Austral豪华游艇的柴电设备包括4台Wärtsilä中速8L20柴油发电机组，分别产生输出功率1,480kW，900rpm，它们发出电力到2台2,300kW Indar感应电动机，各驱动1台800 kW直径3.1m的Rolls Royce艏推力器，有导航动力定位能力。

该电力推进系统既安静又经济，柴油机使用一种较轻质污染少的生物燃料，艇的动力定位系统不需要锚，其优化的水下探测系统避免了与鲸鱼和冰块的碰撞。该466英尺的豪华游艇由Jean-Philippe Nuel设计，使用了豪华的材料和全部新技术。

船名	下水	船主	船厂
Le Boréal	2010	Private	Ancona shipyard
L'Austral	2011	Compagnie du Ponant	Fincantieri

规格

排水量，吨	10,700GRT
主尺度，英尺	466×59×15.3 (142×18×4.7)
主机	柴电推进: 4台Wärtsilä 8L20中速柴油机，4×1,480 kW，900 rpm； 2台Indar感应推进电动机，2×2,300 kW； 2台Rolls Royce艏推力器，2×800 kW。
航速，节	16
编制	199 (旅客)，136 (船员)

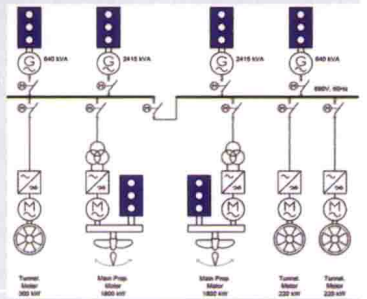
无限号 Limitless



船名	下水	船主	船厂
Limitless	1997	Leslie Wexner	FR. Lürsen Werft, 13583

规格

排水量, 吨	2,146
主尺度, 米 (英尺)	96.25×12.40×4.4 (315.78×40.68×14.44)
主机	<p>柴油机和柴电混合推进(第一艘采用柴油机和柴电混合推进的豪华游艇):</p> <p>2台Caterpillar 公司3616 DITA型柴油机, 2×7,265 hp/5,418 kW;</p> <p>2台Siemens主发电机, 2×2,415kVA, 690 V, 900 rpm;</p> <p>2台Siemens主发电机, 2×640 kVA, 690 V, 1,800 rpm;</p> <p>2台Siemens主推进电动机, 2×1,800 kW;</p> <p>2台SIMAR DRIVE PWM主推进变频器: 2×1,800 kW, 0-1,500 rpm, 6脉冲;</p> <p>1台Siemens轴隧推力器电动机, 1×300 kW, 0-1,800 rpm;</p> <p>2台Siemens艏推力器电动机, 2×350 kW。</p> <p>Siemens供货:</p> <p>2台主发电机, 2×2,415kVA, 690 V, 900 rpm;</p> <p>2台主发电机, 2×640 kVA, 690 V, 1,800 rpm;</p> <p>2台主推进电动机, 2×1,800 kW;</p> <p>2台SIMAR DRIVE PWM主推进变频器,</p> <p>2×1,800 kW, 0-1,500 rpm, 6脉冲;</p> <p>1台轴隧推力器, 1×300 kW, 0-1,800 rpm;</p> <p>2台艏推力器, 2×350 kW;</p> <p>配电板; 变压器; 双螺旋桨。</p>
航速, 节	25 (最大值), 17 (正常值)
编制	12 (旅客), 20 (船员)



Limitless电力推进系统单线图

月亮号 Luna



Luna游艇外部风格由Newcruise Design设计，该游艇的特点是有两台直升机升降台(一个朝前，另一个位于大型通信塔的后方)，游艇的侧面都装有尾门。作为大型现代化研究型游艇，该游艇能完成远程从支持船到安置不同外围游艇设备的管理。

Luna游艇是一艘拥有自己等级的探险游艇，该游艇能巡航很远的距离(在不停或者不加油的状态下)，在恶劣天气环境下还能享受奢侈的生活空间。

船名	下水	船主	船厂
Luna	2010	Roman Abramovich	Lloyd Werft and Stahlbau Shipyard

规格

排水量, 吨	
主尺度, 米 (英尺)	115×18× (337.30×59.06×)
主机	吊舱式柴电推进 (世界上最大的探险电动游艇): 2台Azipod吊舱推进器。
航速, 节	
编制	

莫皮蒂号/凯里迈号 Maupiti / Karima



M.Y Karima在荷兰建造，于1991年作为Maupiti下水，是最早采用柴电推进和直升机机库的豪华游艇之一，2000年作为Maupiti对其电子和高压控制系统进行了大量改装。

船名	下水	船主	船厂
Maupiti/ Karima	1991/2007年改装	Private	Amels, Holland

规格

排水量，吨	537GT
主尺度，米（英尺）	49.00×9.00×3.53（160.76×29.53×11.58）
主机	柴电推进： 3台Caterpillar 3508 DITA型柴油发电机组，3×745 hp/ 550kW，1,500rpm； 1台Caterpillar发电机，1×230 kW； 3台螺旋桨。
航速，节	14.2（最大值），12.2（正常值）
编制	12（旅客），14（船员）

钻石王老五号 MY Ice / M.Y. Air



Ice是一艘私家豪华游艇，长295英尺，最初船主为瑞士/意大利的商人Ernesto Bertarelli，于2005年卖给俄罗斯亿万富翁。Ice是当时最环境友好的游艇。

Ice采用了柴电推进，8台842kW Deutz 16缸柴油发电机组，提供电力给2台ABB type 5 Azipod及螺旋桨。2台2,500kW的Compact Azipod装置和泵喷嘴推力器直接从690V主汇流排馈电，船舶日用、操舵电动机和日用负载从辅助440V母线及冗余变压器馈电。备用滤波器可以使得谐波畸变最小。

环境友好的推进是Ice最大的优点，Compact Azipod的螺旋桨直接由安置在可潜水吊舱内的1台永磁电动机驱动，平滑的推进产生最低的噪声和振动，吊舱采用海水环绕冷却，不需要滤油器、泵及冷却单元。



Ice及吊舱推进器

船名	下水	船主	船厂
MY Ice/先前称M.Y. Air	2005	Suleiman Kerimov	Lurssen Yachts (Lurssen Werft)