



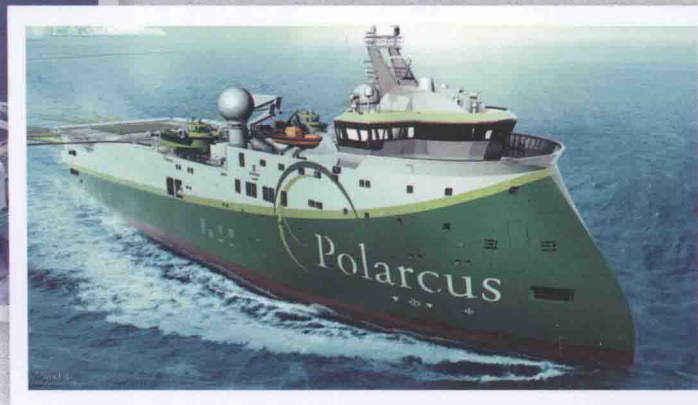
《船电技术》特刊

武汉船电技术杂志社
武汉船用电力推进装置研究所

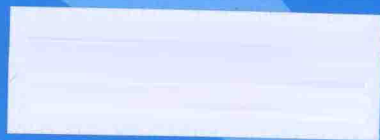
鄂新出增刊字(2012)第072号

先进的电力推进船舶·民用篇(四)

破冰船 海洋调查船 研究船 科学考察船



破冰船





《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(四)

破冰船 研究船、海洋调查船、科学考察船

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 Li Yaxu
Deputy Chief Editor Tel: (027)68896679

编辑部 陈亚昕 盛全华
Editorial Chen Yaxin, Xu Huiming, Chen Xiaohua
Department Tel: (027)68896677

广告部 姜 丹
Adverting Jiang Dan
Department 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
刊

国内统一号 CN42-1267/U
刊

广告经营 4201004001504
许可证书号
Advertising Licence No.

印刷 武汉艺丰彩色印务有限公司
Press Wuhuan Yifeng Printing Company

定价 700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

北极号，俄罗斯号，苏维斯基联盟号，亚马尔半岛号， 50周年纪念日号

Arktika , Rossiya , Sovetskiy Soyuz , Yamal , 50Let Pobedy/50
Years of Victory



船名	下水	船主	船厂
Rossiya	1985	Murmansk Shipping Company	Sant Petersburg Baltic Plant
Sovetskiy Soyuz	1990		
Yamal	1992		
50Let Pobedy	1993(2007首航)		

规格

排水量, 吨	23,000-25,000
主尺度, 米 (英尺)	150×30×11.8 (Yamal)
主机	核透平电力推进 (破冰船): 2台TGG-27.5 OM5型核反应堆, 2×27.6 MW / 37,012 hp (50Let Pobedy号); 2台OK-900型压水核反应堆, 2×171 MW (Yamal号); 2台蒸汽透平驱动6台发电机, 总功率55.3MW / 75,000hp; 3台推进电动机, 3×17.6MW / 23,602hp; 3台4叶螺旋桨, 75,000 hp。
航速, 节	18-22
编制	148-200 (工作人员), 100 (乘客)

Arktika (北极) 级破冰船一共有5艘, 分别是Arktika号、Yamal号、50 Years of Victory号、Rossiya号以及Sovietsky Soyuz号。Arktika号是世界上最大的核动力破冰船, 1975年在前苏联投入使用, 船长134米, 宽30米, 排水量23,000吨, 安装有2座反应堆, 可在北极圈内深水海域使用, 破冰厚度2米, 是第1艘到达北极极点的水面舰船。目前Arktika破冰船已经不再使用, 其余四艘还在使用中, 该级破冰船用于清理西伯利亚海洋航路。

Arktika级破冰船具有双层船壳特点, 在破冰时, 外壳船体大约有48毫米厚, 外壳船体有25毫米厚。在外壳和内壳船体之间有一个水压载, 用来转动帮助破冰。该级破冰船可以向前航行或者向后航行破冰。当该级船遇到冰冷的水时必须采取巡航, 目的是为了冷却反应堆。该级船有两个反应堆, 正常情况下, 一个反应堆用于提供动力, 另外一个则用于备用模式下的维护。

其中Yamal号破冰船是目前世界上最具安全性能的北极点破冰船, 也是目前世界上唯一能够到达北极点的超级民用破冰船。它不仅有着75,000匹的超大马力, 而且在它的船头下方, 有一条70厘米薄的冰刀, 冰刀两侧有两个大型的螺旋桨, 并在需要时不断地喷洒高温热水, 这样它可以很容易地切开冰层, 并将大型冰块分割成较小的冰块, 以利于船的前行。同时, 船身两边的钢板有48厘米厚, 足以抵抗冰层挤压时所产生的对船身的任何压力。正因为这样, Yamal号可以轻而易举地在6米厚的冰层上破冰前进, 最高能够破到9米的冰, 不仅如此, Yamal号强大的破冰能力, 足以牵引另外一艘船在北冰洋破冰前进, 行走如飞。



50Let Pobedy号 破冰船

(最初命名为“乌拉尔”号) 是世界上最大的核动力破冰船, 它是第二批Arktika级核动力破冰船的改进型。该破冰船全长159米, 宽30米, 满排水量为2.5万吨, 可破冰最大厚度为2.8米, 总功率为7.5万马力, 船员人数为138人。

据有消息报道俄罗斯在未来20年还需要建造6到10艘核动力破冰船, 用于北极冰架生长的发展需要和北海航线日益增多的运输。

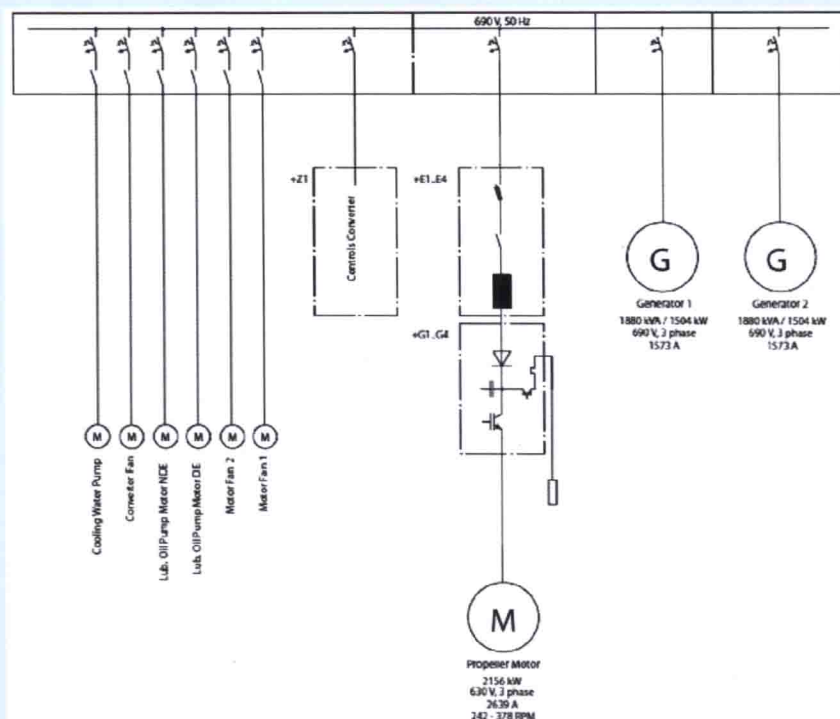
阿尔佩号 Arppe



Arppe 是一艘湖泊破冰船和拖船，它建造于1989年。该破冰船曾服务于芬兰最大的湖泊-赛马湖和邻近马赛海峡到波罗的海沿海路线。Arppe破冰船不仅用于破冰，也可以用于运载木头和货物。该船运输着每年超过700,000吨的货物。对于一艘长30米的船来说，船速为10节和破冰厚度高达60厘米，保持这样速度持续航行是一件很非常不起的事情。瓦锡兰公司为Arppe设计了一个柴油机械推进系统，包括两台柴油推进发动机，总功率为1,500kW, 通过推进器轴承的弹性联轴器和齿轮箱运转，连接一个带有转动喷嘴可调螺旋桨(CPP)。SAM电子公司将其改建为柴电推进系统，输出功率增加到2,156 kW，242-378 rpm，SAM提供的柴电主推进装置包括1台交流推进电动机，1台6脉冲PWM型交/变频器、斩波器和控制系统。

船名	下水	船主	船厂
Arppe	1989（2003年改建）	Wagenborg Kazakhstan	Royal Niestern Sander

规格	
排水量，吨	
主尺度，米（英尺）	29.6×12.4×3.0
主机	柴电推进 （湖泊破冰船/拖船）： 2台柴油发电机组，2×1,504 kW / 1,880 kVA，690 V，3相； 1台异步推进电动机，1×2,156 kW，242-378 rpm，3相； 1台AC/AC变频器，带DC电压环节，6相，带有IGBT模块的PWM逆变器。
航速，节	
编制	



Arppe推进系统单线图



Arppe的推进电机



Arppe的变频器室与外部冷却风机

伊娃316号，赛力号

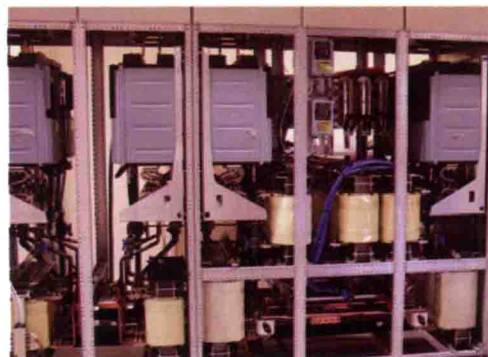
EVA 316 ; Seili



Seili 和EVA316 是一对姐妹船，Seili曾是世界上第一艘采用Azipod吊舱推进的船舶。Seili 和EVA316都采用柴电推进，并都经历了一个重要的改装过程。

Seili是世界上第一艘结冰环境下油污回收的船舶，于2004年3月在芬兰劳马附近的Olkiluoto的Aslemetals 船坞进行了9周的改装，Seili号由过去的航道维护船变身成为世界上第一艘可在冰况下进行漏油清污的船只。Seili多用途船舶在更改和加长了7.8米模块后，具有油污清除功能，它可以在破冰的同时也可在重冰环境下完成各种各样的运输和支持引航功能，是一艘真正意义上的通用型船舶。

EVA 316 是世界上第二艘在结冰环境下油污回收的船舶。在改装过程中，EVA316由ILS公司设计并由位于爱沙尼亚共和国的塔林BLRT-Group船厂完成制造。改装后，该船的宽度和长度都加长许多。它的中间部分和船尾和Seili相同，船艏不同。该船装配了Vacon液冷主推进变频器、破冰和油污清除功能，还配备了芬兰Lamor 油污回收设备，能在无冰水面和结冰环境下进行油污清除。EVA31驱动系统的构造还有一定程度的冗余，挪威的Scandinavian Electric Systems公司负责该船的系统整合和船舱的交付。EVA316于2006年2月中旬在芬兰湾完成海试。



船名	下水	船主	船厂
EVA316	1980（2006年改建）	Estonian Maritime Admistration	Kvaerner Masa Yards（塔林BLRT-Group船厂）
Seili	1990（2004年4月改建）	Finstaship	Kvaerner Masa Yards（Aslemetals船厂）

破冰船

规格

排水量, 吨	266DWT
主尺度, 米 (英尺)	58.2×12.2×3.8 (EVA 316) ; 50.5×12.2×5.0 (Seili)
主机	柴电推进: (破冰船/航道维护船/油污回收船/航标敷设船, Seili曾是世界第一艘Azipod吊舱推进船) 3台柴油机, 3×1,600 kW (EVA 316) 或3台柴油机, 3×800 kW (Seili); 3台Catepillar发电机, 3×820 kVA, 总发电量为2,460 kVA (Seili); 2台Vacon再生液冷主推进AFE, 2×2,200 kW (EVA 316); 或2台Vacon再生液冷主推进AFE, 2×1,100 kW (Seili); Vacon星形耦合器; Vacon双绕组电动机; 6台Vacon NXP变频器, 6×15 kW, 用于控制舵机; 芬兰Lamor油污清除设备; 动态定位系统; 1台Azipod推进吊舱, 1×1.5 MW (改装前的Seili)。
航速, 节	11.3 (最大), 9.8 (平均)
编制	船舱 17间, 工作人员 25人 (EVA 316)



EVA 316的推进器



Vacon水冷型有源前端(AFE)



Seili的液-液热交换器

改进后的Seili号在船尾安装了两套推进系统，以替代原来的单推进系统。其主推进装置由两台总功率达2.3 MW的Vacon NXP能量再生型水冷变频器控制，无论航道冰况如何，均可保证船只的动力和机动性，从而满足牵引和冬季引航的要求。

Seili号的所有者芬兰海洋管理局之所以选择Vacon能量再生型水冷变频器的原因在于该产品可完全满足持续制动的应用要求，结构紧凑且无需任何额外的船载滤波设备来保障电力质量，其满载时的谐波电压失真率小于2%，低于5%的常规标准。同时，Vacon能量再生型驱动产品能够主动补偿电源功率因数。Seili号装载三台820kVA Catepillar发电机，总发电量为2,460kVA。由于变频器的功率因数近似于1，因而发电机的持续功率可接近2,400kW。

Seili号由六台功率为15 kW的Vacon NXP变频器控制舵机，其中两台可持续驱动液压油泵，其他四个驱动舵机，非推进器总负载近150 kW。新型动力定位系统使Seili号无需抛锚，即可自动维持其位置。

途径芬兰湾的油品运输量近年来持续增长，随之而来的漏油风险亦随之加剧。采用Vacon能量再生型水冷主推进驱动方案使Seili号大大增强了在芬兰湾东部的漏油清污能力，特别是结冰期内的反应能力，拥有广阔的应用前景。正因为如此，其姊妹船EVA 316号亦已完成类似改造，并由爱沙尼亚海事管理局负责运营。

Vacon水冷型有源前端(AFE)用于Seili和EVA316号的主推进装置($2 \times 1,100$ kW和 $2 \times 2,200$ kW)。通过将电力分配给一台或多台AFE单元，可由多台小型柴油发动机替代1或2台大型主发动机。在实际运转过程中，投入使用的逆变器数量取决于推进器的功率要求，因而可在部分满载的情况下优化其净功率因数。

该方案的主要优势在于可有效避免在系统运行的整个过程中自始至终均使用全部的发动机。例如，如果船舶正在减速行进，则可能只需一台发动机；而当需要船舶快速前进并迅速到达某一目的地时，就需要让所有的发动机都运转起来。这种灵活性实质上带来了明显的节能效果，同时保证了最佳的动力输出。

Vacon水冷型AFE单元一般将水作为冷却剂，与同等规格的空冷型单元相比，拥有结构紧凑，静音运行的特点。同时，由于柴油机与推进器之间不存在机械连接，因此推进装置的各种部件可以安装在船上最合适的位置，从而大大节省了空间，并减少了开关装置的费用支出及其占地。

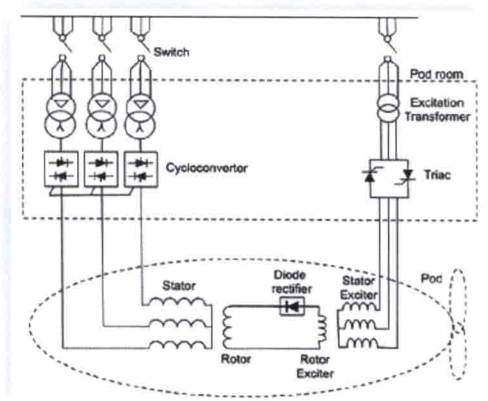
在整个系统的集成化解决方案中，Vacon应用宏软件在一些重要环节起到了不可替代的作用，例如，在其特有的大停电预防系统中，必须采用Vacon应用软件的某些特定功能，这对于保证整个系统的安全、可靠、不间断运转具有至关重要的意义。



Marelli 2,200 kW水冷双jacked主推进电动机



原Seili号的Azipod吊舱



原Seili号带变压器、变频器和电动机的Azipod电路图



Azipod吊舱

萨哈林岛号

SCF Sakhalin / FESCO Sakhalin



SCF Sakhalin是FESCO公司建造的一艘现代化俄罗斯破冰船。SCF Sakhalin采用吊舱式柴电推进。它将在Orlan平台执行全年的支持和备用破冰任务，该船还有消防和救护功能，船上载有先进的清洁油污设备。例如北极撇油器，200米高的防油栅和回收油的储藏箱，这些专业的设备都可用于恶劣的近海环境。该船于2005年建造完成。

SCF Sakhalin推进系统是由一组ABB公司的6.5 MW的V16DAS吊舱组成，当水流冲蚀船体时，这组吊舱用于捣碎这些碎冰块。每个吊舱有四台液压操舵电动机。每个液压动力装置载有两台电动机与液氧泵连接，为操舵系统提供动力。其中一个电动机与主网络连接，另一个与应急网络连接。船上还装配了两台高冰级的Kamewa Ulstein TT2200船侧推力器装置。

船名	下水	船主	船厂
SCF Sakhalin (曾用名FESCO Sakhalin)	2005	Far-Eastern Shipping Company	Aker Finnyards Inc.Helsinki

规格	
排水量, 吨	6,900 GT; 3,950 DWT
主尺度, 米 (英尺)	99.9×21.2×7.5
主机	柴电吊舱推进 (破冰船): 3台Wärtsilä 8L38B四冲程中速主柴油机, 3×5,800 kW, 600 rpm; 3台发电机, 3×6,847 kVA; 2台ABB公司的V16 DAS型Azipod吊舱推进器, 2×6.5 MW; 1台Wärtsilä 6L20六缸辅助柴油发电机组, 1×1,080 kW / 1,448 hp, 1,000 rpm; 1台Caterpillar 3412 型应急柴油发电机; 2台Kamewa Ulstein公司的TT2200型艏推力器, 2×1,100kW。
航速, 节	16.7k
编制	后援支持人员40人, 疏散人员150人

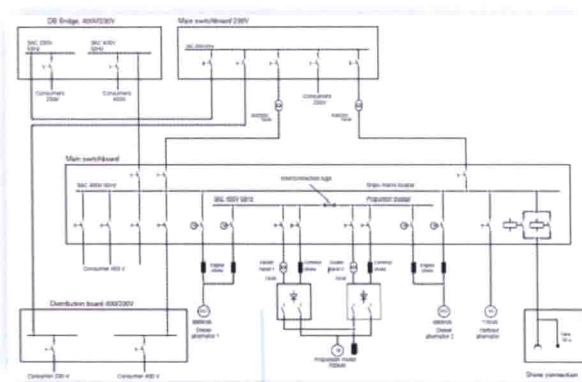


FESCO Sakhalin的吊舱推进器



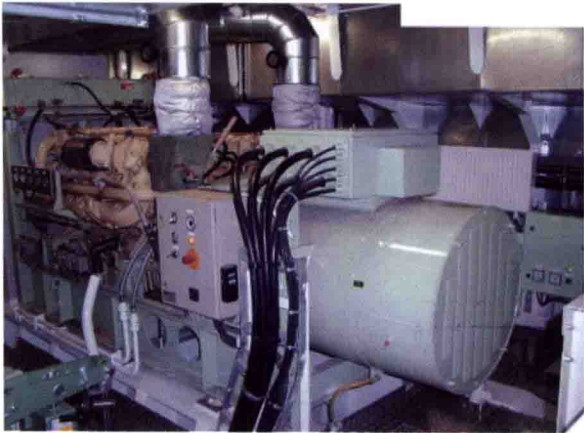
FESCO Sakhalin的 Wartsila 38主机

Frankfurt , Kietz , — , —



规格

排水量, 吨	
主尺度, 米 (英尺)	33.25×8.6×1.55
主机	柴电推进 (内河破冰船): 2台MAN D 2842 LE 301型柴油机, 2×532kW, 1,500rpm; 2台推进交流发电机, 2×690kVA, 400V; 2台推进变流器; 1台直流推进电动机, 1×700kW (Frankfurt); 或2台直流推进电动机, 2×700kW (Kietz等); 1台螺旋桨 (Frankfurt); 或2台4叶固定螺旋桨 (Kietz等); 1台泊港柴油机, 1×15 kW (Frankfurt)。 SAM电子公司供货: 1套柴电推进系统, 包括: 1台GC45.24-M型直流推进电动机, 1×700kW, 400-900 rpm; 2台推进变频器包括控制系统, 用于单机和并车运行; 2台双工扼流圈, 用于降低谐波畸变; 2台柴油交流发电机, 2×690 kVA, 400 V, 50 Hz, 1,500 rpm; 多台配电板, 400 V, 230 V, 24 V Gs, 用于推进、主和应急电源。
航速, 节	18
编制	



Frankfurt的推进发电机



Frankfurt的推进电动机

詹姆斯·克拉克·罗斯号 James Clark Ross

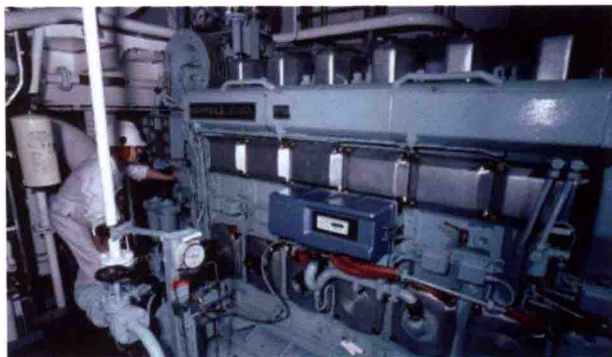


船名	下水	船主	船厂
James Clark Ross	1990	British Antarctic Survey	Swan Hunter, Wallsend

规格	
排水量, 吨	5,732GT; 7,767LT
主尺度, 米 (英尺)	99.04×18.85×6.30
主机	柴电推进 (破冰船): 2台柴油机, 总功率8,500 shp; 1台推进电动机; 1台固定螺旋桨FPP; 艏推力器, 360°可调, 10吨推力; 艉推力器, 360°可调, 4吨推力。
续航力	57天
航速, 节	12
编制	货运量1,500立方米; 航空燃油量250吨; 柴油量300吨; 办公人员11人; 工作人员15人

RRS James Clark Ross破冰船是以Admiral Sir James Clark Ross, R.N.名字而命名的。该船由英国Swan Hunter Shipbuilders公司建造，在H.M完成下水。RRS James Clark Ross破冰船可以两节的速度航行在一米厚的水平海洋冰面。

该船装配了地球物理学研究设备，并且带有压缩机系统给地震气枪组合提供动力，大船尾和右舷甲板的科学装置由船尾和船体中央起重机架来调动。该船还配备了生物学研究的设备，可通过现代化器械来部署大范围的抽样传动装置。RRS James Clark Ross破冰船具有极低噪声信号特点，确保容易受影响的水下声学设备的有效运行。



James Clark Ross的主机舱



James Clark Ross的发动机控制室



James Clark Ross的驾驶室

奥措号，孔蒂奥号 Otso , Kontio



Kontio破冰船和Otso破冰船是一对姐妹船，它们分别建造于1986年和1987年。Kontio破冰船和Otso破冰船专门用于波罗的海的破冰任务和采油。它们代表着破冰船设计的一个新的里程碑。它们比老一代破冰船更加经济。该破冰船型长99米，宽24.2米，排水量为9,000t，船速为19节，由四台Wärtsilä Vasa 16V32 柴油发动机组成，每一台发动机连接着一台发电机。两台Strömberg交流电动机提供了15,000 kW (20,400WPS)的功率，这也使得Kontio成为非核动力破冰船中最大的破冰船。

该破冰船型最大的特点是采用Wärtsilä空泡系统。空气通过16个喷嘴输送到船体的两边，上升的气泡降低了船体与冰层的摩擦。这种润滑油可以保存能量，使船能快速地、更有效率地穿过冰面。而且，使用单独的喷嘴可帮助操纵船舶。

该船是双体船，当船收到暗礁的撞击时，防止船受到伤害。

