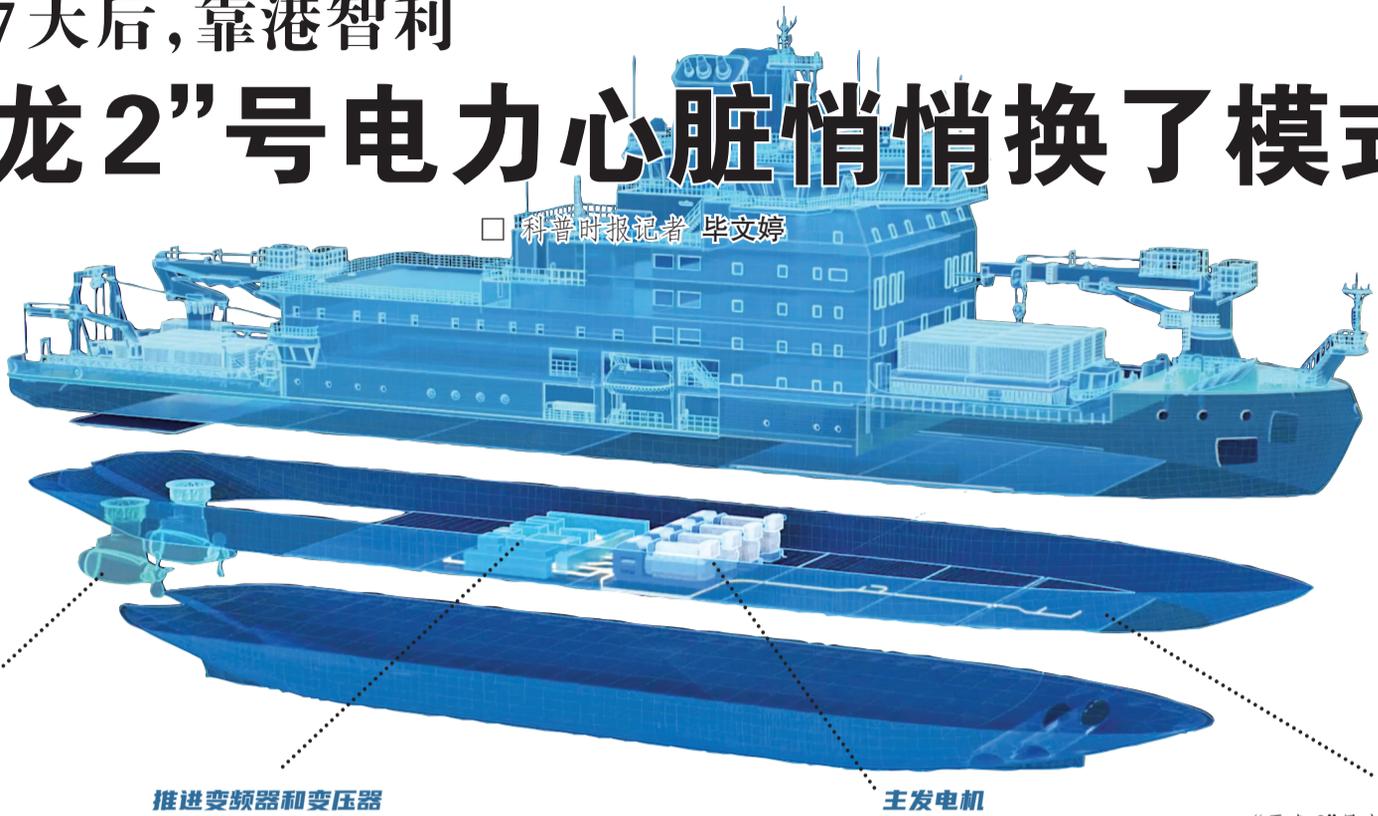


航行67天后,靠港智利

“雪龙2”号电力心脏悄悄换了模式

□ 科普时报记者 毕文婷



“雪龙2”号电力系统示意图



当地时间1月6日,搭载着中国第42次南极考察队的“雪龙2”号靠港智利蓬塔,进行本航次首次物资补给。自2025年11月1日从上海出发以来,“雪龙2”号已航行67天、12211海里(约22614公里)。预计当地时间1月10日驶离港口,赴中国南极长城站。

作为一艘全电力推进的破冰船,“雪龙2”号在靠港期间无需执行破冰、航行等高强度作业,电力系统的运行模式会有什么不同?

“我们已经关停4台主发电机,换为一台400伏的停泊发电机,为生活用电和机舱的供水、供气、供油等基础用电需求提供支持。”“雪龙2”号系统工程师王斌告诉科普时报记者。

深入“雪龙2”号机舱,才会发现,它的电力系统别有洞天……

全船的“能量中枢”

如果说“雪龙2”号是一座移动的极地科考城堡,那么电力系统就是这座城堡的“能量心脏”,负责将柴油转化为源源不断的电能,驱动航行、保障考察工作和生活所需。

与传统船舶由柴油发动机直接驱动螺旋桨不同,“雪龙2”号采用先进的柴电力架构,实现了电力生产与动力输出的高效协同。这就好像传统燃油车和电动汽车的区别——前者由发动



四台主发电机之一



袁伟杰在检修电力系统设备。

机直接带动车轮,后者则通过电机实现柔性驱动。

“在冰区进行破冰作业时,破冰阻力变化和螺旋桨切削冰块都会造成主推进器负荷的剧烈波动,这种周期性的冲击会对电网稳定性产生巨大考验。‘雪龙2’号电网具有强大的调速和调压能力,可以使破冰动作连贯、高效。”“雪龙2”号二管轮袁伟杰说。

实现电力推动,依靠4台主发电机,它们是“雪龙2”号电力的源头。“如果4台发电机同时启动,每小时总发电量约能达到22600度,可以满足30万人口城市1小时的用电量。”王斌说,平时在经济航行(12节航速,约时速22.2公里)期间,只需启动一台发电机,就可以供动力系统、照明系统、机舱机电设备正常运行。

500公里电缆为全船输送电力

当柴油在发动机内燃烧时,化学能转化为机械能,带动发电机高速旋转,进而转化成6600伏的中压电。这个电压是家用220伏电压的30倍,适用于船舶大功率电力驱动。

强大的电能需要通过专门的传输系统送达全船。全船拥有近550公里长的电缆,长度相当于北京到济南的直线距离,其中仅中压电缆就有190根。这些电缆直径约50毫米,是普通家用的30倍,专门用于输送6600伏的电能。

电能通过电缆输送至中压配电板,这里是全船的“能量调度中心”,负责将电力精准分配到不同需求终端。“雪龙

2”号的电力系统采用分层配电架构,中压配电板首先将6600伏电能分配给推进变压器和日用变压器。推进变压器专门为动力系统供电;日用变压器则将电压降至380伏,满足机舱设备、科研设备、生活设施等低压用电需求。

王斌介绍,正常航行时,“雪龙2”号每天的耗电量约8万度,其中绝大部分电力用于船舶推进,仅有约10%用于生活需求。

7000余个传感器织就“智慧网”

通过电气控制,“雪龙2”号实现了高度智能化。全船布设7000余个传感器,实现泵体、电机等设备的自动化启停与运行状态实时监测。

王斌举例说:“船体周围密集安装的船体应力监测传感器,如同‘神经末梢’,在破冰作业时捕捉船体承受的冲击点位与应力峰值。”依托这套船体应力监测系统,船员可清晰掌握船体高负荷冲击区域及损伤影响程度,为维护保养提供依据,相当于为“雪龙2”号请了一位守护船舶安全的“船体医生”。

除此之外,为保障推进系统长效运行,吊舱的推进系统中还搭载了远程诊断系统。

袁伟杰告诉记者,该系统可以实时监测推进系统的运行状况,通过该系统,船上工作人员可以实时分析、判断设备是否有潜在隐患,进而做出相应处理。远程诊断系统也可将吊舱运行的各项数据实时回传国内,由后方专家团队进一步分析船体及设备状态。

“在本航次从中山站出发前往智利的途中,远程诊断系统就帮上了忙。”王斌介绍,抵达中山站前,“雪龙2”号经历了长时间的艏向破冰过程。

艏向破冰是通过在船艏安装的全回转式螺旋桨形成很强的冰层切削力,将较厚的冰脊一点点掏空,在作业时船体会发生剧烈震动。

长时间的震动叠加,船上的设备就很容易发生松动,此次吊舱控制系统就出现了故障。船员在巡检时发现隐患,经现场处理并将完整数据反馈至国内专家团队,再进一步结合专业建议,对故障进行了快速针对性处理。

“电力提纯师”给电流“洗澡”

作为海上移动科研平台,“雪龙2”号还专门配置了清洁发电机,这套系统堪称精密科考设备的“专属稳压电源”。实验室的部分科研工作地开展对供电质量有着苛刻的要求,电压波动和电流干扰有可能导致实验数据失真。

王斌介绍,这台清洁发电机采用“以电发电”的工作模式,先从主电网获取电能,再通过内部的滤波模块、稳压装置等,对电力进行二次“提纯”,以消除主发电机组运行过程中产生的谐波干扰,过滤掉电流中的杂波信号。



王斌向记者介绍电缆。

经过清洁发电机处理后的电能,电压稳定度、频率精度远超普通电网标准,波形更接近理想的正弦波,为各类精密科考仪器打造出一个不受外部电力环境干扰的“纯净供电空间”。

UPS保障导航不中断

在“雪龙2”号整个电力系统中,不间断电源(UPS)是保障关键设备稳定运行的“最后一道防线”。UPS系统配备了高性能储能电池组,能够储备一定容量的电能。

当主电网无法正常供电时,UPS系统可瞬间“上岗”,为核心设备——科研设备、船舶导航雷达、应急通讯装置等,提供不间断电力供应。“不间断电源的存在,就像为‘雪龙2’号的电力系统上了一道‘保险’。”袁伟杰说。

本版图片由毕文婷提供