

“梦想”如何在广州南沙梦圆

——我国自主设计建造首艘大洋钻探船诞生记

► 罗瑞娴 夏小健

2024年12月,由中国船舶集团自主设计建造的我国首艘大洋钻探船“梦想”号,在广州市南沙区正式建成入列。

该船是国家“十四五”重大科技创新工程,钻深最深1.1万米,是目前全球钻探能力最强、科学实验功能最全、智能化水平最高、综合运维成本最低的钻探船,可执行大洋科学钻探、深海油气勘探和天然气水合物勘查试采等国家战略任务,有望率先实现人类“打穿地壳、进入上地幔”和“开发地球深部资源”的梦想,大幅度提升我国“深海进入、深海探测、深海开发”能力,将为我国加快海洋强国建设、提高能源自主保障能力提供强大装备保障。

据了解,该船总长179.8米、宽32.8米,排水量4.26万吨,续航力1.5万海里,配备基于蓄能闭环电网的DP-3动力定位系统,可在6级海况下正常作业、16级超强台风下安全生存,具备全球海域无限航区作业能力。

“梦想”号诞生记之 钻井系统篇

地球从内至外由地核、地幔、地壳组成。长期以来,科学家梦想打一口超深的井,钻穿地壳揭开地球内部的神秘面纱。

然而,钻井越深,岩石越硬、温度越高、压力越大,人类在陆地上钻穿地壳的努力一再失败。经过艰难的探索,科学家发现,地壳的厚度,在陆地上约30-40公里,在大洋之下最薄只有约6-7公里。

因此,建造一艘大洋钻探船,就成为人类探索地球深部的希望所在。

“梦想”号,就是这样一艘有望率先实现“打穿地壳进入上地幔”和“探索开发地球深部资源”

的国之重器。该项目于2021年11月开始连续建造,2024年11月完工交船。

相比国际同类型船,其建造周期缩短了一年多,主要性能指标全面领先,充分展现了中国创造、中国速度的强大实力。

“梦想”号是我国首次自主研发设计、功能最多、能力最强的大洋钻探船。该船配备了最先进的液压提升式钻井系统,首次集成了4种作业模式和3种取心方式,是作业模式最多、取心方式最全的船舶。

如此强大、复杂的钻井系统,由50多个复杂的子系统组成,综合集成关键设备500多套,其设计难度之大,集成难度之高,前所未有。在没有可参考经验的情况下,承担这一任务的中船黄埔文冲船厂建造者们开展了艰难的摸索。

在项目启动之初,黄埔文冲在组建“梦想”号常规项目组之外,还针对该船钻井系统组建项目组,由享受国务院特殊津贴的中国船舶集团高级专家、船厂副总工程师樊斌领衔,并抽调设计、建造骨干精英100多名加入项目组。这也是该船厂首次对单船采取双项目管理模式。

初见“梦想”号,第一眼就会被其高大的井架吸引。据了解,这是全球最大的船用井架,也是最大的钻井井架之一,长宽各15.4米,高52.5米,重量超过400吨,由7000多个零部件、1.2万多个螺栓连接而成。

井架的4个脚分别安装在边长1米的方形基座上,地脚由96个Φ80螺丝连接,螺丝孔累计误差不能超过4个毫米,精度控制难度非常大。

按照原设计方案,采用卧式组架,周期需要6个月以上。为了缩短井架组架时间,钻井系统

项目组决定将供应商建议的“卧式总组”施工方案调整为“分段、立式总组”。建造团队经过仔细论证、推演,确认这是唯一可行的方案。

建造团队实施了将井架切分成3个总段,将下部2个总段立体合拢成1个大总段,由两段吊装上船的建造方案。2022年9月5日,井架材料到齐,各个零件塞满了整整28个大卡车。2023年,施工人员经过58天连续奋战,于10月25日成功完成井架组架。

这是国内首次实现了轻型非负重井架一次安装到位,也创造了行业内螺栓连接式井架组架速度的新纪录。其间,施工人员没有使用一个调节垫片,质量和精度控制达到一流水平。

“梦想”号诞生记之 船舶平台篇

国之重器“梦想”号的定位是全球钻探能力最强、科研功能最全、智能化水平最高、运维成本最低的钻探船。该船涉及2330台套设备、4.87万根管系、1200公里电缆,是一个极其复杂的巨大系统,工程量是同尺度船舶的数十倍。

作为全国首艘、世界领先的“梦想”号,太多的首次首创导致其性能技术状态确定晚、采购订货节点滞后,再加上国外技术封锁、疫情、供应链堵塞的交叉影响,导致“梦想”号无法采用传统的造船方法。

在资源场地有限的情况下,船厂决定采用分场地、分区域、分阶段的建造方案。

简单地说就是将全船划分为艏部、舯部、艉部、上建等4个区域,分别在水平船台、室内船台、船坞同步建造,最终通过搭积木的方式进行合拢。

这一方案通过打破船舶建

造的逻辑顺序,以空间换时间,以牺牲阶段完整性换时间,从而将设计、采购对生产的影响降到最低。

2022年11月20日,重达7000吨的“梦想”号艏部巨型总段通过移船小车和模块车转运到浮船坞,然后再从浮船坞转运到室内船台与艉半船对接,完成主船体大合拢,这是船厂首次应用该建造方法。

为此,船厂创造了一套基于数字孪生测控网的异地半船建造精度控制方法。在数字孪生测控网中,不同总段的建造处于同一坐标系,船体各个结构的定位基准线都保持了一致,保障合拢端面相互匹配。

通过严格的过程控制,合拢中半船对接焊缝间隙、全船基线挠度、中心线偏移均能满足质量要求,合拢一次性成功。

要实现“梦想”号的各种先进功能,离不开强大的能源供应。

“梦想”号采用新型蓄能闭环电网技术,电站容量达到30兆瓦,相当于一个25万人口城市的用电规模。其电网由6台电压6600V功率5000kW的柴油发电机组、1100kWh三元锂电池组和电池管理系统组成。

在闭环模式下,全船的电力供应就可以实现共享,最少仅需2台主发电机同时在网,即可满足作业要求,避免了能源浪费。

为了验证该电网的安全性、可靠性,2024年10月5日,船厂在“梦想”号试航中进行了电网短路试验,验证电网自身保护动作的快速性、准确性以及系统的故障穿越能力。

据了解,该实验风险极大,瞬间最大短路电流可达3万安培,是普通家庭电线所能承载最大电流的1500倍。

船厂事先充分准备短路试

验方案和试验工装、开展了模拟故障摸底,反复斟酌和严格把控每一个细节,一次性成功完成试验。

普通船舶在海上,受到风、浪、流、涌等外界影响,想保持正常航向都存在困难,而“梦想”号的设计要求是在6级海况下可以正常作业,长达数千米甚至万米的钻杆必须像“定海神针”那样稳稳地钻入海床中,那么,“梦想”号到底是如何做到的呢?

答案在“梦想”号的强大动力系统中。据了解,该船配备了3台4000kW全回转主推和3台3500kW全回转伸推以及1台1500kW侧推,动力定位能力达到国际最高的DP-3级。

在浪奔浪涌中,“梦想”号可以通过卫星定位、声呐定位、罗经、运动参考系统(MRU)等传感器计算外界环境力,再自动向推进器发出逆向推进指令,实现在海中“不动如山”。

其中,3台全回转伸推是船厂迄今总成过的最大伸推,首次采用焊接密封,首次使用3D全站仪进行精度控制,并且建造中伸推需要进行全程升降试验,升降高度差达4.3米。

“梦想”号于2023年9月22日开始主推进调试,船厂成立主动力调试小组,与供应商、服务商以船舱为家,做到设计问题不过夜、追溯必有反馈。历时两个月,调试小组完成全船主动力系统调试,完成了常人眼中不可能完成的奇迹。

“梦想”号的背后,是一位位默默奉献的参建者,一段段可歌可叹的故事,一个个动人心弦的时刻。建造者们响应时代号召,追逐中华民族伟大复兴光辉梦想,共同奔赴建设海洋强国的征程,用心血与汗水谱写向海图强的壮阔华章。

