

钻井船改风车安装船结构设计研究

龚伟兵 赵 锐 尤祺卿
上海中远海运重工有限公司 上海 200122

摘要: 文章对某型钻井船改成风车安装船的结构设计进行研究为例, 选取结构设计过程中的新加浮体、工作甲板、新加克令吊筒体、月池封闭、推进器围井改造、球鼻首改造、新加海底阀箱等关键设计进行介绍和探讨, 为类似的钻井船改成风车安装船的结构设计提供技术支持。

关键词: 风车安装船; 新浮体; 工作甲板; 甲板载荷

1 引言

海上风电市场朝着更大、更重、更高的下一代风电机组发展, 对新的风电安装船舶的需求也在迅速增长。叶片轮毂高度增加, 需要更强的起重设备, 同时运输船的承载能力需要提高, 典型下一代风电机组的重量接近2000~2500t (不包括基座)。针对风电场主流风车尺寸, 结合第三代风电安装船的特点, 在全球海工装备市场持续低迷的背景下 (较多钻井船搁置), 利用老旧钻井船改装风车安装船, 周期短, 甲板面积及载重大, 利用原有动力定位系统能满足海上风电安装由浅海往深海的发展趋势。

针对现有闲置的多艘紧凑型钻井船分析, 移除甲板以上钻井设备, 配置全回转起重吊及防倾倒系统等, 钻井船就改装为风电安装船, 原钻井船的DP系统可以继续使用。基于建造周期的极大缩短及对闲置资产最大利益化, 本文选取市场闲置众多的钻井船型参数为依据, 结合第三代风电安装船的特点, 展开对关键船体结构的设计进行研究, 其中包括新加浮体结构、新加工作甲板、新加克令吊筒体、月池封闭、推进器改造、球鼻首改造、新加海底阀箱等主要内容。

2 原钻井船主尺度

根据未来海上风车主流尺寸, 选用合适的克令吊大小及满足船体主尺度参数的特性基础上, 选取合适的待改装钻井船母船。下面以某钻井船为例, 原钻井船的主尺度见表1。

表1 原钻井船主尺度

总长 / 米	254
型宽 / 米	38
型深 / 米	19
结构吃水 / 米	13
载重量 / 吨	89286
月池	21.9x9.1

3 风车安装船主尺度

通过满足稳性衡准要求及船体总纵强度要求的典型装载方案、稳性评估报告和主尺度要求, 在原船结构基础上进行扩充浮体部分舱容、抬高和扩大工作甲板以获取满足稳性、甲板有效面积、甲板载荷和船体强度要求的扩容方案。改装后风车安装船主尺度见表2。

表2 原钻井船主尺度

总长 / 米	261
型宽 / 米	54
型深 / 米	22
工作甲板高度 / 米	22
结构吃水 / 米	13
载重量 / 米	21.9x9.1

4 主要工程设计

原钻井船甲板面主要包括钻井系统相关模块及设备需要拆除, 主要包括钻台、井架、泥浆处理、立管存储和克令吊, 同时月池区域相关设备拆除后需要进行结构封堵。保留主甲板以下的单独服务于钻井系统的设备。

为了增加排水量、甲板空间和船舶稳定性, 并减少船舶进出港吃水, 需要在原船体两侧对称增加浮体, 同时原船的主甲板上方新加一层工作甲板。全船钢结构工程总重量约为14500吨。

4.1 新加浮体

为了增加排水量、增大甲板空间和船舶稳定性能, 并减少作业港口吃水深度, 在左右舷侧增加浮体, 新加浮体的尺寸如下:

- 宽 = 8米
- 长 = 约231.8米
- 高 = 22米

浮体双层底左右舷总共增加16个空舱, 舷侧左右舷

作者简介: 龚伟兵 (1982-), 男, 本科, 工程师, 研究方向: 船舶与海洋工程

总共增加18个空舱和2个推进器房间；新加的浮体由双层底和舷侧结构组成，与原船外板形成行的舱室，为减

少结构重量，所有新增结构材料选用均选用屈服强度为355MPa的高强度钢，浮体工程总重量约为5510吨。

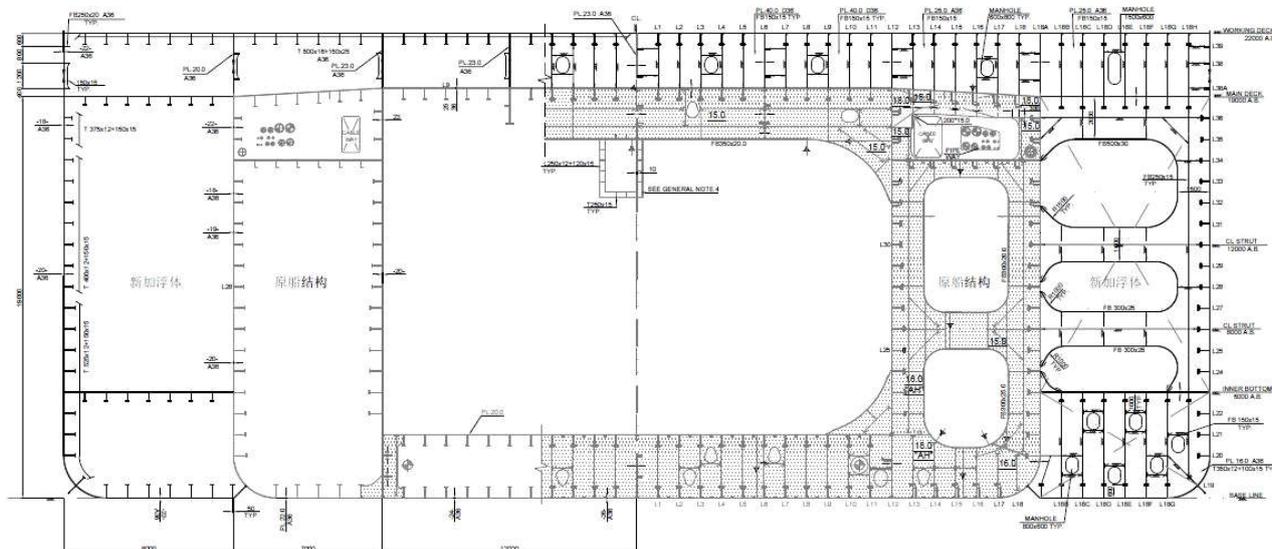


图1 典型横剖面图

浮体位于尾部到FR90，新增的双层和舷侧结构采用纵骨架式，由板和T梁结构形式组成，肋位处通过水密舱壁或强框架支撑。新加的横向舱壁和强框架腹板应与原船的结构对齐，肋骨间距4.95米，纵骨间距1米。设置双层底，双层底在肋位处有非水密或水密舱壁，舱壁由板和垂直的T梁结构形式组成，双层底高度5米，距基线19米处有一层非水密甲板，顶板为工作甲板距基线22米。拆除原舭龙骨，船底板通过折角顶到原钻井船外板舭龙骨处，在FR41~FR60处安装新的舭龙骨，舭龙骨由板和扁铁组成。新加浮体典型横剖面见图1。

4.2 工作甲板

根据改装后功能变化和承载风电设备，有效增加主甲板可利用面积和甲板承载能力，以便风车安装船可以运输更多风机设备和提高海上风电安装船运输效率。该船需要存储和翻转6个直径为12米的单桩，工作甲板的设计甲板载荷左右舷距中12米外为20吨/平方米，左右舷距中12米内设计甲板载荷为30吨/平方米。

工作甲板无梁拱，高度位于主甲板上距基线22米处，宽度54米，船长方向从发电机模块到生活楼后壁。工作甲板结构采用纵骨架式，由板和T梁结构形式组成，工作甲板与主甲板顶之间的距

离约为2.6米，总共设置了7道纵向非水密舱壁，肋位处采用非水密横舱壁结构，纵横舱壁由板和扁铁结构形式组成，整个工作甲板下为非水密结构。工作甲板结构的下口与原船主甲板的结构对齐。工作甲板结构材料屈服强度为355 MPa的高强度钢，总重量约为4000吨。新加

工作甲板典型横剖面见图1。

4.3 克令吊筒体

配置大型克令吊，起重重量大，高度是第三代风车安装船的主要特点，基于未来市场主流风电机组重量在2000~3000吨，原船100吨的克令吊不能满足要求，本船新增1台海工级5000吨盆座式旋转克令吊，该克令吊安装在右舷，中心位置：FR41和距中16.5米，筒体外形下口尺寸长19.8米，宽21米，上口圆直径19.65米。

克令吊安装在筒体上，筒体形状为天圆地方，筒体结构材料屈服强度为355 MPa的高强度钢，筒体与克令吊法兰连接过渡处的材料屈服强度为690 MPa的高强度钢，法兰材质为690 MPa-Z35。

克令吊筒体外侧与新加浮体外板平齐。筒体内部在距离基线27米和31米处设置了2层非水密甲板，筒体内部作为额外的储存、服务和机械处所空间。甲板采用纵骨架式结构，由板和角钢结构形式组成，由于跨距太长，甲板下采用钢管支撑，有效的减少强梁的跨距。筒体外围壁采用板加水平/垂直的T梁网格组成，外围壁通过采用三角形折角过渡到圆形，同时克令吊筒体的设计应确保在最大载荷下不会出现规定的挠度限制。克令吊筒体工程总重量约为2760吨。筒体的外形俯视图见图2。

4.4 月池封堵

月池在船底板和主甲板处进行封堵，双层底到甲板所形成的区域为空舱，约3250立方米。目前清洁能源燃料主要设备发展正趋于成熟，该舱可以作为为未来安装液化天气燃料箱而保留。作为燃料舱，自身重量以及燃

料的重量比较大,重量比较集中,对船体的局部强度影响比较大,对总纵强度也有不少影响,结合以上对月池进行封堵设计。

封堵月池结构采用纵骨架式,由板加T梁结构形式组成,封堵工程总重量约为330吨,月池封堵典型横剖面见图3。

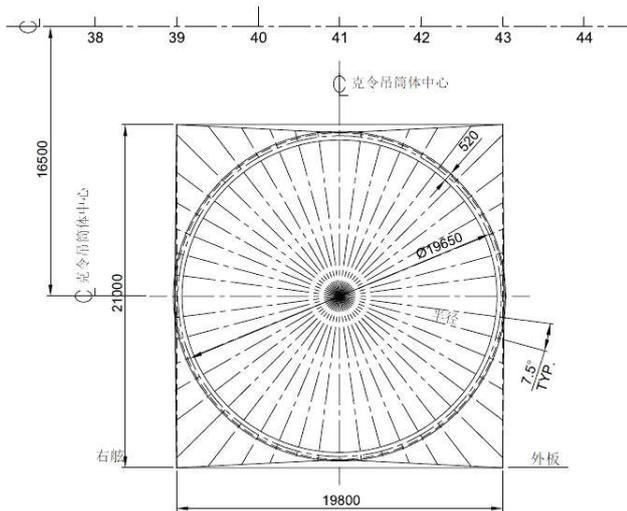


图2 克令吊筒体外形俯视图

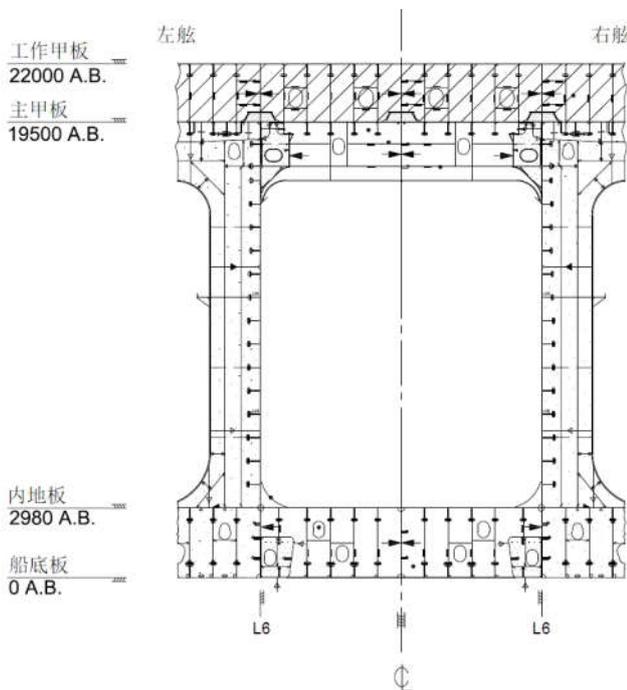


图3 月池封堵典型横剖面

4.5 其他工程

右舷新加克令吊比较高,为了符合视线要求,将原船的左右舷翼桥向外延伸18米。

原船的全回转螺旋桨推进系统移位和更改,为了节省成本,局部结构包括底座一起移位。移位后改区域需要进行封堵。根据最新的推进器布置图,尾部甲板需要7米以便安装新的推进器。首部需要增加2台首侧推,为了满足推进器轴隧的空间,需要设计预制一个新的球鼻首。

保留原有的低位海底阀箱,在首尾各增加了1个高位海底阀箱。

新加的甲板室顶距离基线28米,设计用于支撑2.5吨/平方米的半永久性集装箱。距基线28米处的发电机模块上的现有甲板(有梁拱)应延伸到左右舷侧。左右发电机模块外侧舱壁与近气室舱壁需要修改,需要增加板厚和扶强材,以满足2.5吨/平方米的均布载荷。

以上等其他的改装工程重量约为1900吨。

5 结论

相比较新造的风车安装船,通过钻井船改装为风车安装船周期短、成本低,在同样满足船舶功能的情况下,钻井船改风车安装船的成本更低,更具有可观的经济效益。不同于新造项目,改装项目设计不但要考虑满足船舶功能的要求,相对于原船的适用性和工艺性同样也要满足。文章介绍了改装设计过程中几个关键工程的设计方案和思路,不仅为同类型的项目改装提供了设计经验和参考。

参考文献

- [1]DNV-Rules for Classification of Ships 2023.
- [2]DNV-Structural design of offshore units 2023.
- [3]DNV-Standard for shipboard lifting appliances (DNV-ST-0377) 2022.
- [4]DNV-Offshore and Platform Lifting Appliances (DNV-ST-0378) 2021