

甲醇双燃料船船体改装方案探讨

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20K集装箱船甲醇双燃料船体改装的方案进行探讨与研究为例, 选取设计过程中的甲醇舱的布置、甲醇舱结构、原船结构改装、特涂等关键设计进行介绍和探讨, 为类似的甲醇双燃料船改装项目提供技术支撑。

关键词: 甲醇双燃料船; 甲醇舱; 特涂

1 引言

近年来, 国际环保组织及相关国家、地区日益加强对船舶空气污染物的排放控制。国际社会针对碳排放出台了一系列法规和规则, 我们国家也提出了“碳达峰”和“碳中和”发展战略。在此背景下, 船舶燃料逐渐向清洁能源转变。甲醇具有燃烧高效、排放清洁、可再生的特点, 在船舶应用方面, 只需对现有船舶小幅改动, 就可以使用甲醇作为燃料, 有效节约投资成本, 是一种较理想的绿色能源。

目前全球的甲醇生产已经非常成熟和广泛, 在亚洲、南北美洲、欧洲、非洲和中东地区均可生产, 可以作为船用燃料进行供应。市面上绝大多数的甲醇是由天然气生产的, 或者可以通过其他矿物来合成, 也可以通过二氧化碳回收技术进行生产。

根据DNV AFI的数据, 目前全球甲醇双燃料船舶订单(加现有船)已经达到了204艘。根据推算, 这些船舶全部交付后, 每年的船用甲醇燃料需求可达到400~500万吨, 市场应用前景良好。

随着技术进步, 考虑运输经济性, 大型超大型集装箱船已成为国际干线上的主流船型。为实现减碳降碳的目标, 对大型超大型集装箱船甲醇双燃料改装进行研究, 具有重要的经济意义和环保意义。

2 主尺度

文章以“星座”系列20000箱超大型集装箱作为甲醇双燃料改装为例, 原船的主尺度见表1。

表1 20000箱超大型集装箱船主尺度

总长 / 米	399.8
垂线间长 / 米	383
型宽 / 米	58.6
型深 / 米	30.5
设计吃水 / 米	14
结构吃水 / 米	16
载重量 / 吨	201827
服务航速 / 节	22.6

3 甲醇舱布置

甲醇燃料舱有整体燃料舱、独立燃料舱和可移动燃料舱三种类型。其中整体燃料舱指构成船体结构一部分, 以相同方式与相邻船体结构一起受到同样载荷作用, 通常对船体结构的完整性起重要作用的燃料舱。根据船东的要求并结合航线并两端加注策略所需甲醇燃料舱约15,000立方米, 舱容很大, 适合采用整体燃料舱。

甲醇舱的位置尽量在机舱附近, 方便管路的布置和改动, 本项目选择在机舱前部原船的10号货舱的后半舱箱位作为甲醇舱, 位置在FR95到FR111之间, 甲醇舱总共分为左中右三个独立的舱室。左右舱舱容各约4400立方米, 中舱约6200立方米。由于改装过程中仅割除导轨和移除了舱口盖, 原船FR93和FR113由非水密舱壁改成水密舱壁, 新增加了舱底板、纵壁、甲板、工作间和主甲板上的隔离舱, 改装后总纵强度并无损失但结构的负荷发生了变化, 增加了甲醇舱的周界舱壁、隔离舱和工作间仅需要考虑该舱的局部强度和避免应力集中即可。为了减少新增结构的重量, 所有的新增结构材料均选用屈服强度为355MPa的高强度钢, 新增钢结构工程总重量约为1400吨, 整个移除钢结构重量约为200吨。

4 甲醇舱结构

原舱为集装箱舱改成甲醇舱后该舱内原有的集装箱导轨包括堆锥需要全部拆除。根据布置图和为了减少自由液面对船舶稳性的影响, 在船长方向设置2道纵向槽型舱壁, 左右舷对称, 槽型舱壁距中9.025米, 槽型深度1.2米, 平直部分长0.95米, 槽型角约为74度。槽型舱壁顶到前后横舱壁上后通过实肋板延伸到FR93和FR113舱壁上。槽型舱壁钢结构工程重量约210吨。见典型横剖面图2。

在左右舷距中24.145米处新增2道纵舱壁作为甲醇舱的周界, 边纵壁采用板加骨材的结构形式, 在肋位处新加实肋板与原船边压载舱肋板结构对齐。与原船的外纵

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

壁形成隔离舱。新增的钢结构工程重量约为180吨。

中间的甲醇舱新在4甲板距基线5.152米处新加舱底板，与双层底底板之间形成隔离。舱底板采用纵骨架式

结构，由板加骨材和纵横实肋板组成，舱底板钢结构工程重量约为90吨。

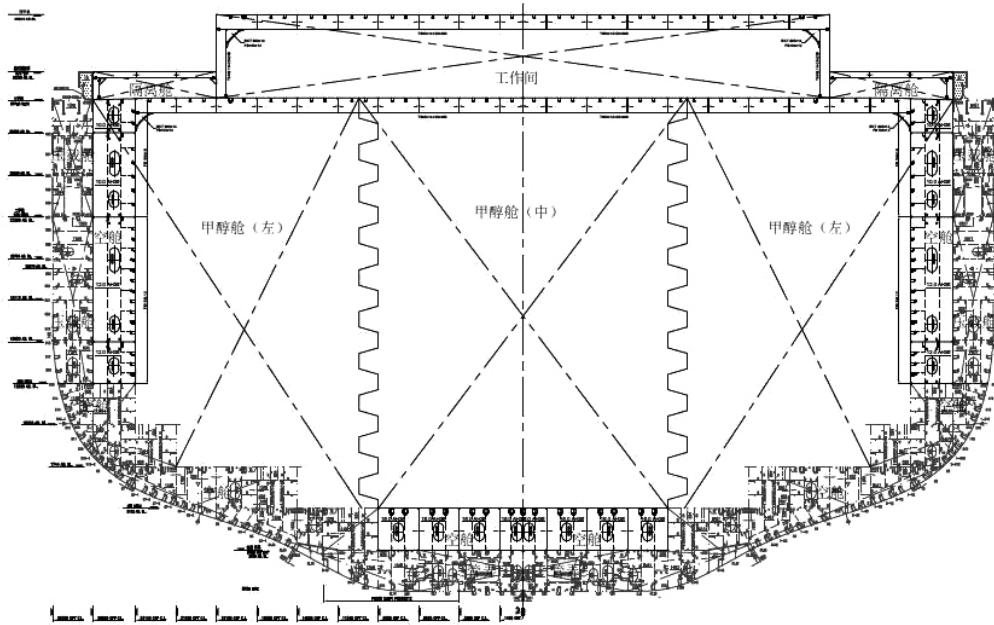


图2 典型横剖面图

甲醇舱前后端横舱壁为FR95和FR111为非水密结构，需要改成水密舱壁，FR95根据部分原船结构形式，骨材采用水平方向安装，骨材间距0.864米，保留原船水平的平台结构。FR111根据计算结果原船部分舱壁板厚和骨材剖面模数不满足要求，局部位置需要进行板厚加厚和增大骨材剖面模数。前后横舱壁钢结构工程总重量约为220吨。

在主甲板处原为货舱口，通过新加甲板作为甲醇舱的顶板，与原主甲板对接，甲板采用纵骨架式结构，由板和纵横强梁加骨材组成，纵向结构连续，纵骨间距0.84米，新加的甲板重量约为120吨。

5 原船结构改装

按照法规要求，燃料舱四周应设置隔离舱。燃料舱的前后分别设置两个肋距长度的隔离空舱，用于与机舱和9号货舱的隔离。将部分原船9号舷侧压载舱和底部压载舱改造为空舱，用于保护甲醇燃料舱。应在A类机器处所或其他有较大失火危险处所内靠近隔离空舱一侧采用A-60级防火分隔。

FR93到FR95和FR111到FR113之间为隔离舱，原船FR93和FR113为非水密结构，根据部分原船的结构形式，新加的骨材采用水平放置，补全部分位置没有纵向的肋板，总共21道纵向实肋板作为骨材的支撑结构，纵向实

肋板上设置人孔和减轻孔。新加前后隔离舱壁和纵向实肋板重量约为330吨。

原有的集装箱舱盖也将取消，减少集装箱舱盖重量约为150吨。新加的隔离舱和工作顶作为甲板上的集装箱支撑。隔离舱和工作间顶上20ft集装箱堆重为90吨每堆，40ft集装箱堆重为200吨每堆。隔离舱和工作间位于甲醇舱的正上方，以部分外围壁与舱口围顶板角接，借用原舱口围围板为围壁，凸出部分为新加结构，结构设计特点主要包括采用大的纵横梁作为主要支撑结构，局部位置新加立柱支撑，新加的结构采用纵骨架式，由板和T排组成，纵骨间距0.84米。隔离舱长12.6米、宽7.7米和高1.65米。工作间长12.6米、宽38.21米和高5.2米。隔离舱顶上设置集装箱箱角支撑柱，总共需要增加16套的立柱结构，工作间顶上安装集装箱堆锥，新加钢结构工程重量约220吨。工作间典型纵剖面见图3。

甲醇舱周边所有隔离舱和区域应方便进入检查和维护。甲醇舱或隔离空舱应至少有0.6米×0.6米的水平开口，若要从甲醇舱及隔离空舱内的垂直开口进入，垂直开口的尺寸不应小于0.6米×0.8米，且高度离舱底不超过0.6米，设有格栅或支撑点时可以特殊考虑。

根据布置图中的要求，需要增加电动绞盘、导缆孔、带缆桩、梯子、栏杆和人孔盖等舾装件，除设备外

的钢结构重量约为30吨。

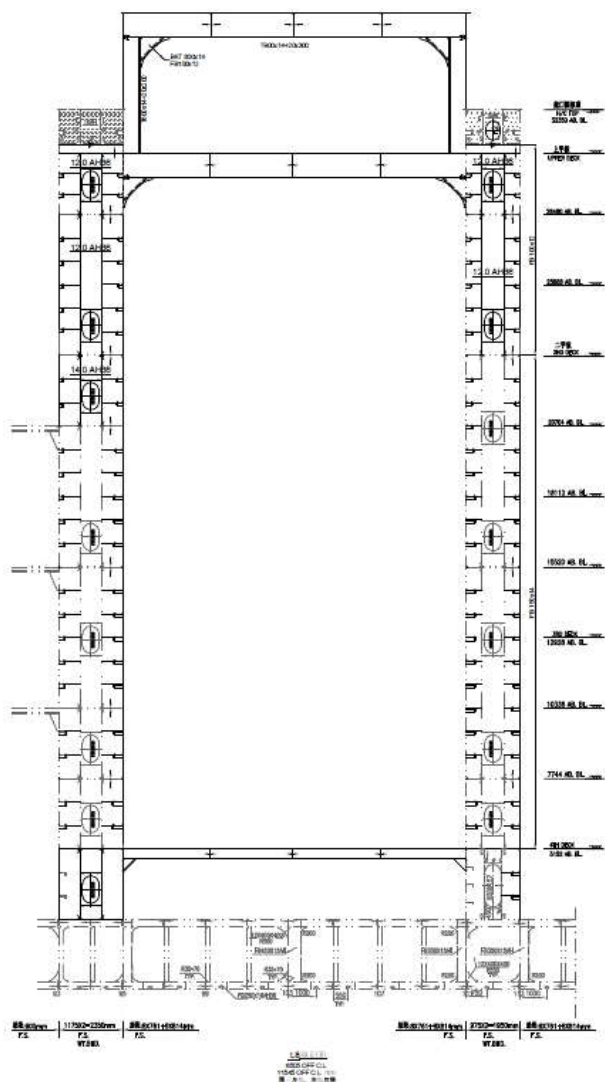


图3 典型纵剖面

6 特涂

甲醇在常温下呈现为无色液态，具有一定的腐蚀

性，其腐蚀机理主要是与氧气、水和其他化学物质发生反应后产生的酸性环境导致金属等材料发生腐蚀，锌对甲醇有极好的抗耐性能，采用涂层中锌含量高的产品，有极好的防腐保护性。本项目采用液舱专用的特涂产品，通过在甲醇舱结构上涂装硅酸乙酯富锌底漆和无机硅酸锌面漆，此配套产品具有良好的抗冲击和耐磨损性能很好的隔绝与碳钢结构的接触和保护。

特涂对原船的结构表面和施工环境要求比较高，涂装前必须确认相关区域的热工作业结束防止涂层的破坏，涂装过程中需要严格安装油漆商的要求进行控制和检测。

7 结论

随着越来越多的船东开始关注燃油经济性的问题，并希望开发新型燃料替代柴油，在节能减排的大背景下，同时也倒逼船东使用新的燃料代替柴油，目前市场条件下，新型燃料种类较多，甲醇作为动力的技术比较成熟，设计和施工比其他新型燃料难度低，预计在未来的10-20年间，甲醇动力仍然是市场上主流的需求，并伴随着规范的进一步完善和严格，营运船进行甲醇双燃料改装将会出现大量需求，可以判断营运船甲醇双燃料改装市场前景可期。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]CCS-钢制海船入级规范2022。
- [2]CCS-散装运输危险液体化学品船舶构造与设备规范2022。
- [3]醇燃料动力船舶技术与检验2022。
- [4]船舶应用甲醇乙醇燃料指南2022。
- [5]IMO-使用甲醇/乙醇作为燃料的船舶安全临时导则。