

绿色低碳航运背景下的安全新课题

唐礼建

(北部湾港钦州码头有限公司, 广西 钦州 535000)

摘要 绿色低碳航运背景下, 为尽快实现航运绿色转型, 船东和运营商在船舶设备、燃油供应、替代能源等方面努力尝试绿色创新。但创新行为的持续实施, 在推动新技术与原有技术充分融合的同时, 却也对原有系统安全生产带来负面影响, “Mayflower”号事件的发生, 便是这一问题的最有力体现。由此证明, 绿色低碳航运背景下的新技术应用, 必须对安全挑战给予充分重视, 确保航运绿色转型安全、平稳地完成。

关键词 绿色发展理念; 低碳航运; 船型设计

中图分类号: U698

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2023)01-0100-03

2022年11月22日以“共促绿色、智慧、韧性的全球航运业新发展”为主题的国际航运论坛活动在上海北外滩的世界会客厅拉开帷幕。活动倡议, 要提升航运业韧性、安全性, 以及智慧绿色发展水平, 保障全球物流供应链稳定畅通; 努力推动航运业智慧绿色转型, 加快推动航运业高质量发展; 着力打造世界一流航运中心, 加快推动长三角共建辐射全球的航运枢纽; 加速推进全球交通合作, 提升“一带一路”设施互联互通和运输便利化水平。新时代下, 绿色低碳航运的实现, 必须有“智慧”元素作为支持, AI技术的融入使自主系统得到完美升级, 但在机械故障问题上还无法实现自行解决, 这也直接导致“Mayflower”号无人船在横渡大西洋时无法完成既定任务。

1 船用燃油不兼容和不稳定问题

在过去很长一段时间里, 航运业更多关注自主系统运行效能方面的问题, 对燃油选择并没有过高要求, 只要满足“价格低”和“单位能量密度高”这两个条件即可。如果在保证航行距离不受影响前提下, 降低燃油使用量, 就再满意不过了。但在“限硫令”背景下, 市场正在劝退传统船用燃油, 低硫油需求比重正不断增加。一组来自Drewry的燃料使用数据调查报告显示, 200名接受问卷调查的船舶运营者中, 超过70%的人会选择使用低硫油燃料, 而对于新造船是否使用低硫油的询问, 超过45%的受访者给出了肯定回答^[1]。但高期望和意愿却不一定能够获得好的效果。事实上, 船舶在安全使用低硫油方面正面临着较大风险。

1.1 燃油不兼容表现

船用燃油属于一种渣油产品, 通过炼制将蒸汽、煤和柴油分离出去。绝大多数情况, 渣油间并不存在

兼容性问题, 这与其芳香烃指数较高有直接关系(芳香烃指数越高, 越容易溶解渣油里的沥青烯)。但低硫油流行起来后, 燃油兼容性问题就变得非常突出, 原因在于, 通常意义上的“燃油兼容性”, 是指两种或两种以上燃油混合后所表现出的沉淀趋势, 若兼容性好, 便不容易产生沉淀, 或在很长时间后才会出现沉淀, 反之, 沉淀会在极短时间内产生^[2]。这一现象所引发的后果表现为, 沥青质沉淀形成油泥和油渣后会堵塞分油机与过滤器, 甚至会堵塞燃油管道, 这样就会增加主机停车和跳电风险, 降低船舶运行安全性。不可否认, 新型燃油在性能和稳定性方面有着较大优势, 但不代表能够与其他燃油较好融合。另外, 不同地区混合油成分存在较大差异, 燃油不兼容问题可能会更加突出, 即便是同一批次和同一类型燃油, 也会存在不兼容问题。

1.2 燃油兼容性测试方法

当前, 比较受认可的一种测试方法是斑点测试法, 其作用表现在两个方面: 一是对化工领域油品稳定性做出评价; 二是对油品掺混互溶安定性情况做出评价。具体操作方法为: (1) 选取两种不同类型燃油作为试验样品, 在热环境下(加热处理)按照1:1的比例进行混合, 并充分搅拌至均匀。(2) 取一滴混合油样, 滴至带有一定温度(事前加热)的试纸上^[3]。(3) 将吸收混合油样的试纸至于100℃环境中(通常指内环境温度达到100℃的烤箱), 然后观察试纸油点情况。

结果分析: 如果试纸上的油点呈斑点状均匀分布, 且内部显示无环, 说明该油样稳定, 即两种燃油兼容; 如果斑点分布不均匀, 且内部有细微环状, 则表示混合油品加热过度; 如果斑点内部出现明显黑色环状, 或者出现固体, 说明两种燃油不兼容。

1.3 燃油稳定性影响因素

在自然存储状态下,燃油会表现出一定分解现象,至于分解程度大小如何,则由燃油自身的抗分解性所决定(不同类型或品质燃油,其抗分解能力存在较大差异)。改变存储状态/环境后,燃油分解情况也会发生改变,也就是说,燃油抗分解能力强或弱,需要在相同环境或存储状态下进行衡量。由此可以得出这样一个结论,随着存储状态发生改变,燃油稳定性也会发生变化,抗分解能力越强,在同一存储状态下的稳定性也就越好,反之就越差^[4]。

透过现象看本质,燃油是否易被分解,主要取决于其悬浮沥青质的液态碳氢化合物性质,若为芳香烃,悬浮沥青质将始终保持悬浮状态,若为直链烃(指分子结构),则会表现出聚合成污泥的倾向。试验发现,当燃料在化学反应作用下被分解后,整个过程将很难被逆转,且沉淀沥青质不能再溶解。

船舶航运时,为确保燃油量满足船舶往返或单程行驶需求,事前往往会准备足量燃油(几天甚至几周的燃油量),而燃油一旦存储时间过长,沥青质成分便会发生沉淀,变成油泥或油渣,随着油舱内油量逐渐减少(越往下沉淀物质越多),油泥和油渣进入油管和分油机的概率也就越大,过滤器也会更容易堵塞。新加坡某家燃油供应商经过测试得出这样一个结论,低硫油在油舱内存放时间越久,沉淀物析出量就越大,并会直接导致燃油总酸值升高,而当总酸值达到一定高度后,船舶操作就会出现问題。

1.4 问题燃油使用风险

首先区分一组概念,即“燃油使用问题”与“问题燃油”,前者是指燃油使用操作时出现的问題,后者是指燃油自身的问题。显然,随着时间的推移和经验的逐渐积累,燃油使用问题总会得到解决,但问题燃油则不同。Veritas Petroleum Services 表示(新加坡燃油检测机构),通过气相色谱-质谱联用仪已检测出在阿姆斯特丹、鹿特丹、安特卫普三个地区加注的超低硫油样品中检测出挥发性有机化合物,且已经有船在上述地区加油后报告船舶主辅机在使用问题燃油后,喷油嘴和燃油泵出现损坏^[5]。Veritas Petroleum Services 认为,这些硫油样品中所含有的挥发性有机化合物并非来自常规炼油过程,也就是说,在正常操作下,这些化合物本不应该存在,这是燃油受到污染后的结果。如果受污染燃油被大量用于船舶航运,必将引发一系列机械故障,船舶安全性将受到严重威胁。

低硫油黏度、润滑性与高硫油相比有较大不同,高硫油舱改装低硫油时,如果没有对油舱进行完全清

理,不仅残留高硫油混入低硫油会造成硫含量超标,也有可能引发机械故障。因此要注意检查油舱清洗程序需满足“三遍燃油处理剂的化学清洗、一遍少量轻油清洗、人工清洗”要求,并确保记录与计划相一致,完善船舶换油程序,在切换不同批次的低硫油时,尽量将沉淀柜及日用柜中的旧燃料用完,以最大限度地减少“混油”风险等。

2 来自替代能源“化学式”的挑战

通过前面论述可知,低硫油虽然能够满足绿色低碳航运需求,但需要使用者承担比较高的安全风险,由沉淀物(油泥、油渣)所引发的机械故障还是比较多的。因此,需考虑采用替代能源。氨、氢、甲醇是比较理想的能源替代物,也是需求所向,相关信息一经发布,立刻引来高度关注。但氨、氢和甲醇所具有的化学特性在某种程度上同样给船舶航运安全性带来挑战。

氨的毒性和腐蚀性不言而喻,尤其当泄漏的氨遇到水后,会与空气中的凝结核发生反应而形成有毒雾气,很难消散。而且氨是可燃的,任何泄漏都有可能产生火灾和爆炸。如果说 80%~90% 的海上事故因人为因素导致,那么,当船员在有关氨燃料专业知识的掌握与所受培训不充分(必是氨是新兴能源)的情况下,危险可能随时发生。另外,燃料用氨不同于装在储罐中的运输氨,它会“流通”到更多的环节,比如通过管道从油舱到燃料准备室(泵、压缩机等),进而输送到发动机。氨在传输过程中遇到设备越多,意味着其接触的面积越大,泄露风险也就更大。无疑,这加大了氨作为船用燃料的安全系数。

相比氨动力船,成型或在设计之中的氢动力船舶数量较多,不论是从能源采集/应用还是从能源供给来讲,氢都处于相对优势。但这只是相对于其他替代能源(氨和甲醇)而言。如果将传统燃料与氢进行对比,后者面临的安全应用风险还有很多。

尽管氢在消除二氧化碳方面表现出的潜力最好(可能除太阳能、风力等自然动力源外),但它的能量密度特点意味着必须在船配备巨大的燃料舱——液氢的存储温度为 -253°C 。这不仅意味着很大的舱位损失,还意味着存储罐压力的管理,且这种管理在数字化和智能化时代已经从“人的管理”分包出去,一旦 AI 无法纠正错误,出现压力泄漏,后果不堪设想。这两方面考虑是氢燃料还很难应用在超大型集装箱船上的最重要原因。当然,业界也在着力解决这些“此前未有的挑战”。

甲醇动力船舶也是绿色船舶发展方向,从马士基和达飞轮船下单定造甲醇动力集装箱船的消息即可知

这种燃料的可用度。甲醇具有良好的应用前景,比如船用发动机技术对于甲醇应用的成熟度相对较高意味着其在使用过程中的安全系数高,且甲醇的单位体积能量密度明显高于氢,预示着这种燃料更加适用于非短程航线。

3 基于替代能源的船型设计思路

3.1 不同替代能源下的船型设计

在船舶总布置方面,氨、氢和甲醇等替代能源所具有的燃、易爆、毒性特点,以及能量密度差异,同样会给船舶航运带来挑战。原因在于,如果按照原有布置思路和成型布置方案对氨、氢和甲醇等替代能源进行使用,就会存在排斥问题,亦可理解为二者无法相适应。

为了弄清楚这个问题,以及提出完整解决方案,道达尔参与了“降低氨作为船用燃料风险”研究,过程中对单壁和双壁密封情况,以及加注后不同作业期间的泄漏情况进行了充分考虑,并从通风和蒸汽处理系统效率等方面提出了独到见解,同时也将暴露于氨环境中的人员健康问题考虑在内。在对氨泄漏所带来的各方面风险进行客观评估后,包括氨环境中的人员健康、船舶航行安全等,逐步确定了将氨燃料作为替代能源的使用安全标准。此研究帮助整个航运业更为深入地了解 and 认识氨燃料。目前,一些已有概念图的氨动力新船已经将氨储罐放置于甲板上,以求最大限度地降低氨泄露带来的潜在风险,减少对船舶安全和海上环境的侵蚀。

在氢燃料作为替代能源方面,整个价值链涉及了存储设备开发、船体设计、燃料供应等多个环节,针对氢燃料使用可能遇到或已经存在的种种问题,包括由欧洲国家政府机构和大型造船厂与能源公司在内的26个合作伙伴联合推出《氢燃料船舶手册》,其中详细阐述了氢燃料船舶设计要求,介绍了如何缓解安全风险,以及氢系统施工细节^[6]。

在甲醇作为替代能源方面,由于传统船舶燃料舱主要是重油进行设计的,其主要特点在于,闪点超过60℃,而由甲醇能源所支持的动力集装箱船,其闪点仅在12℃左右,显然,这与传统船舶燃料舱并不匹配。针对这一问题,马士基船队技术部门人员给出了“双层屏障、双壁管”设计方案,这样就确保船舱内没有任何单一的故障可以导致甲醇蒸汽暴露在可能着火的地方,最大限度地保证了船舶安全。

3.2 替代能源背景下船型设计所面临的技术难点

第一,从法规规范性和监管环境方面对氨、氢和

甲醇等替代能源使用方式做进一步完善;从能源加注、储存、供给等方面对替代能源应用要求进行优化,要求能够提出建设性参考方案。

第二,考虑到氨、氢和甲醇替代能源在物理和化学性质上存在较大差异,因此需要对不同能源船舶进行针对性设计,并且也需要注意到船舶吨位、航线、船型差异所带来的不同。以三维设计技术与智能化空间布置技术为基础,从加注、储存、供给、使用四个维度出发进行综合考量,深入分析氨、氢和甲醇三种替代能源使用给船舶总布置带来的积极和消极影响,借助计算机技术帮助船舶设计人员做出正确判断和决策,以最大限度提升船舶设计质量,增强船舶使用安全性,将风险控制最低。

第三,氨、氢和甲醇等替代能源产业链尚未形成,基础设施配套不完备,这给船型设计过程中的航线选择、续航力确定、船舶经济性评估带来巨大挑战,具有市场竞争力的新能源船型往往较难得出完美设计,因此应明确氨、氢和甲醇等替代能源动力船舶的使用路径,加速相关产业链形成,为相关船型设计提供更好的设计基础和使用环境。

综上所述,绿色低碳航运背景下,于船舶设备、燃油供应、替代能源三方面实现创新是当前航运业的主要发展方向。“限硫令”之下,低硫油需求量上升与使用频率增加是必然结果,但其所引发的船舶安全问题却很难得到彻底解决。为了充分保证船舶航运安全,提出了替代能源对策,但氨、氢和甲醇等替代能源所具有的燃、易爆、毒性特点,以及能量密度差异,同样给船舶航运带来挑战。对此,需要从替代能源属性与船舶设计和使用需求出发,采取针对性改善措施。

参考文献:

- [1] 佚名.国内航运绿色低碳发展建议[J].天津航海,2022(03):15.
- [2] 赵博.绿色低碳航运背景下的安全新课题[J].中国船检,2022(09):16-19.
- [3] 王肖丰,李一轩,徐浩田,等.绿色潮涌聚动能 智能扬帆济沧海[N].中国交通报,2022-09-09(004).
- [4] 张涛,陈蔚,周永峰,等.庆祝第18个“中国航海日”中国水运业聚力研讨“引领航海绿色低碳智能新趋势”[J].中国水运,2022(08):5-6.
- [5] 王锐丽.引领航海绿色低碳智能新趋势[J].珠江水运,2022(14):1.
- [6] 本刊讯.2022年中国航海日活动周启动 引领航海绿色低碳智能新趋势[J].中国航务周刊,2022(29):16.