

# 甲醇双燃料改装船的自动化系统介绍

李 静

上海中远海运重工有限公司 上海 201913

**摘要:** 自动化改装是甲醇双燃料料改装系统中的重要的部分。文章从规范规定、系统功能等方面、介绍该系统的特性。

**关键词:** 甲醇燃料; 双燃料发动机; 自动控制系统; 安保系统

## 1 引言

“双碳”目标之下, 能源变革成为大势所趋, 随着人类对甲醇的认识和对可再生能源的认识, 醇氢能源是全球公认的通向碳中和的重要途径。大力推广甲醇能源, 发展液态阳光经济, 有利于优化能源结构, 保护绿水青山。

相比于传统能源船舶燃料, 甲醇具有不含氮氧化物和硫, PM排放量低的特点。在逐渐健全的法规规范及内燃机技术大力发展的大环境下, 甲醇燃料的改装技术在船舶行业中有已经逐渐成熟、系统安全性较高、改装成本低等优势, 甲醇作为船舶燃料的市场应用已越来越大。

国际上: 国际海事组织(IMO)海上安全委员会在其第102届会议(2020年11月4日至11日)批准了《使用甲醇/乙醇作为燃料的船舶安全临时导则》(MSC.1/Circ.1621通函)。之后, 法国BV船级社发布了《甲醇&乙醇燃料船规范》, 规范包含了IMO MSC.1/Circ.1621的要求。

在国内: 交通运输部海事局早在2020年就启动了醇类船舶技术法规的研究和编制工作。2020年4月, 委托中

国船级社开展甲醇/乙醇燃料动力船舶相关技术研究。目前, 《醇燃料动力船舶技术与检验暂行规则》已于2023年8月正式发布。2022年6月, 中国船级社发布了《船舶应用甲醇/乙醇燃料指南》。

在甲醇内燃机研发方面, 国际上居于领先地位的是曼恩(MAN)和瓦锡兰(Wärtsilä)公司。MAN ME-LGIM双燃料发动机既能以甲醇为燃料, 也能使用传统燃料。瓦锡兰于2015年在M/V STENA GERMENICA船上完成甲醇主机及整改系统改装。

## 2 自动化系统改装范围

为了运行甲醇, 船舶自动化系统改装设计需要考虑以下主要因素: 甲醇燃料加注及储存控制, 甲醇供给系统控制, 甲醇燃料机及其阀件单元控制, 其他辅助系统(主要是通风系统)的控制, 安保系统(包括甲醇气体&液体泄漏探测, 应急关断及惰性气体、消防系统等)及与母船的接口设计。依照船舶设计手册, 控制和安保系统是基于独立的PLC, 有专门的ESD处理系统, 通过硬线同所有ESD I/O相连接。

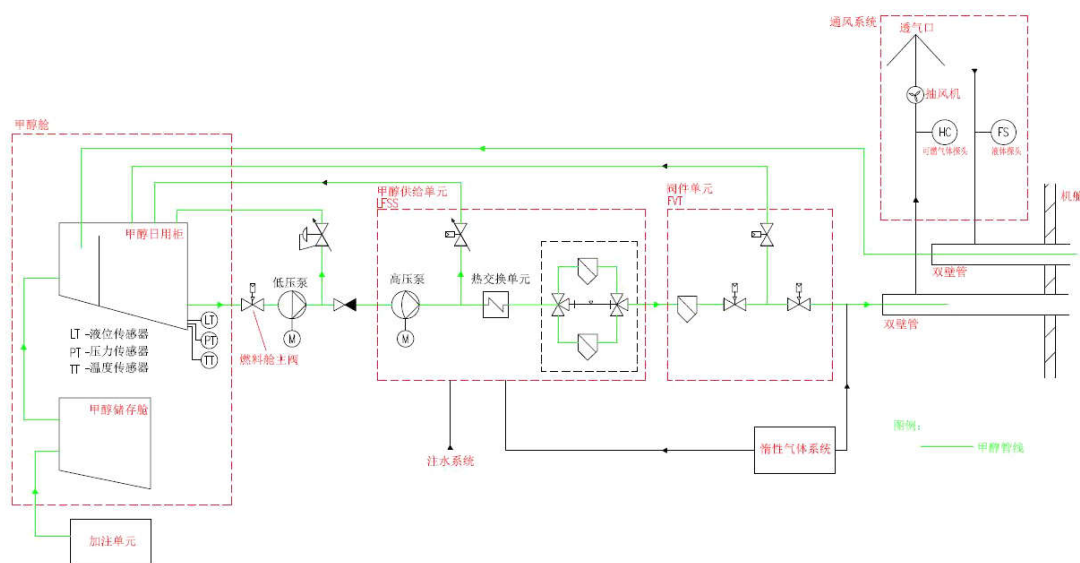


图1

### 3 自动化系统改装功能介绍

#### 3.1 甲醇燃料加注和储存

从图1可知，在甲醇加注过程中，主要的硬件包括加注单元和甲醇储存舱。甲醇加注站设置液相接头和气相接头。同时对原船的视频安防系统扩展，并将画面送到自动化系统。在船上安全位置，操作人员可对加注过程进行控制。甲醇储存舱设置液位测量，正常加注过程

中，可以实时监测。同时设置溢流监控（高液位报警和高高液位报警），过压/欠压保护阀及声光报警器，保证加注过程中的安全。CCS 11.2.1对燃料舱的监测和控制做了详细的描述，详细的监控功能见表1：

依照CCS规范，甲醇储存舱应设置1套共用的透气桅，并冗余设置压力安全阀和真空保护阀，透气桅设置应满足危险品运输公约。

表1

| 参数                            | 报警 | 燃料舱主阀自动关闭 | 主燃料阀关闭 | 加注总管截止阀自动关闭 |
|-------------------------------|----|-----------|--------|-------------|
| 燃料舱高液位                        | X  |           |        | X           |
| 燃料舱高高液位                       | X  |           |        | X           |
| 加注管路双壁管通风失效                   | X  |           |        | X           |
| 加注管路双壁管探测到可燃气体                | X  |           |        | X           |
| 通风处所通风失效                      | X  |           |        |             |
| 手动关断                          |    |           |        | X           |
| 加注管路双壁管探测到液体甲醇/乙醇泄漏           | X  |           |        | X           |
| 燃料管路双壁管探测到可燃气体                | X  |           |        |             |
| 燃料罐周围隔离空舱一个探测器探测到气体浓度超过20%LEL | X  |           |        |             |
| 空气闸内探测到可燃气体                   | X  |           |        |             |
| 燃料罐周围隔离空舱两个探测器探测到气体浓度超过40%LEL | X  | X         |        | X           |
| 双壁管中探测到气体浓度达到20%LEL           | X  |           |        |             |
| 双壁管中两个气体探测器探测到气体浓度达到40%LEL    | X  | X         | X      |             |
| 双壁管中探测到液体泄漏                   | X  | X         | X      |             |
| 机器处所探测到液体泄漏                   | X  | X         |        |             |
| 燃料准备间探测到液体泄漏                  | X  | X         |        |             |
| 燃料罐保护性隔离空舱探测到液体泄漏             | X  |           |        |             |

#### 3.2 甲醇燃料供给系统

这部分的控制系统包括甲醇日用柜、甲醇泵、管路及管路上的所有传感器。管路的一端连接着甲醇日用柜，另一端连接着发动机。控制系统控制着甲醇燃料供给系统的各个部件。在监测到甲醇燃料供给系统的管路发生泄漏后，控制系统关闭燃料供应阀，同时对存于管路中的甲醇进行存留或者清扫。

在整个燃料供给流程中，操作人员可以从人机界面的显示屏上，对工艺流程中的所有压力、温度、液位传感器以及阀门状态清晰了解。

#### 3.3 甲醇燃料机及其阀件单元控制

甲醇双燃料机运行的模式包括使用燃油模式和使用甲醇模式。无论在哪种模式下，船舶的推进功能、电站服务功能及安全功能都应能维持正常的航行及作业要求。这就意味着改装后的机组控制系统同时服务于两种燃料模式，即甲醇和燃油。目前，燃料机的控制由机组设备厂家提供，在设计过程中，可考虑把部分的控制信号接入到船舶自动化控制系统，从而实现能在驾驶室、集控室等对机组

进行远程启动、停止、模式转换等功能。

从图1可知，在甲醇双燃料机前均有阀件单元，主要为双燃料机提供适合压力和温度的甲醇，在机器的不同负荷下保持甲醇温度和压力的稳定，满足机组进机的颗粒物要求。阀件单元上设置甲醇燃料压力，温度遥测仪表，可在燃料参数超限时，自动切断甲醇燃料供给系统。当机组不运行时，阀件单元又可将机器和辅助系统隔离开，连接惰性气体系统进行吹洗作业。通常阀件单元由机器控制系统控制。

#### 3.4 辅助系统监测

所有机舱内甲醇燃料管路应为带机械通风的双壁管管路。在每个双壁管上布置一个独立的机械抽风机对双壁管外腔进行抽风，并且在风机进口附近安装可燃气体及甲醇液体探头，以便在双壁管内的可燃气体泄漏的情况下，探头可以及时探测到并发出报警。一旦探头报警，自动化控制系统将报警发送到控制主燃气阀的模块，主燃气阀将自动关闭。

#### 3.5 安保系统

### 3.5.1 甲醇气体&液体泄漏

不同于LNG船，甲醇改装中不仅仅需要对可燃气体进行探测，同时也包括了对甲醇液体泄漏的探测。

依照CCS《船舶应用甲醇乙醇燃料指南》，设计中需要考虑的蒸汽泄漏探测器的布置位置有：

- ◇双壁管内外管之间
- ◇含有燃料处理设备和燃料设备的机器处所
- ◇燃料准备间
- ◇燃料舱接头处所
- ◇燃料舱周围的隔离舱
- ◇其他含有燃料管路和燃料设备但未设置双壁管的围蔽处所
- ◇其它可能产生燃料蒸汽聚集的围蔽/半围蔽处所
- ◇空气闸
- ◇经风险分析，可能存在燃料蒸汽进入的起居处所和机器处所的通风进口

需要考虑的蒸汽泄漏探测器的布置位置有：

- ◇双壁管内外管之间
- ◇燃料准备间
- ◇燃料舱接头处所
- ◇燃料舱周围的隔离舱
- ◇其他含有燃料管路和燃料设备但未设置双壁管的围蔽处所

所有甲醇处理间，双壁管通风出口，设置危险气体测量仪器或取样点。每个处所内气体探测器的数量及安装位置应根据该区域的通风情况及规范要求来考虑。也可采用危险气体扩散分析来确定最佳安装位置。用于气体探测系统的听觉及视觉报警应布置在驾驶室、控制室以及本地。

当可燃气体浓度达到20%LEL时，应触发听觉和视觉报警。两个探测器探测可燃气体浓度达到40%LEL时，应触发安全系统。对于含有甲醇燃料发动机的机器处所内的双壁管（通风管道），报警限值可设定在20%LEL，两个探测器探测可燃气体浓度达到40%LEL时，应触发安全系统。

所有甲醇相关设备易泄露管线，设置专用收集盘和报警，并泄放到专用存储柜。

### 3.5.2 应急关断及船岸连接系统

新增的甲醇相关燃料系统，至少在以下控制点设置应急关断阀：驾驶室，货物控制室，船舶安全中心，机舱集控室，消防控制站，燃料准备间出口附近及甲醇加注站（气相+液相）。设置专用的船-岸通讯电缆及本地应急关断按钮。实现船-岸应急切断功能。所有应急关断控制和阀位遥测，按照不同关断范围，设置可选择的相应的关断级别。

当火警发生时，及时关闭机舱的燃气供应是非常重要的，通常从火警系统单独输出一个机舱火警信号给应

急切断系统，用于关断主燃气阀。

### 3.5.3 惰性气体及消防系统

改装中，在甲醇专用处理间，设置新的惰气固定保护系统（原船系统扩展）。可实现燃料的吹除，燃料机启动流程中的自动测试及密性测试功能。同时，惰性气体吹洗的控制通常由系统自己完成，并提供独立的接口连接船舶的自动化系统。为了保证系统可靠性，常常在船舶自动化系统中用软件配置一个应急手动吹洗程序，当自动控制逻辑失败时，船员可以通过自动化电脑中为其单独设置的模拟操作图来启动吹扫。

在甲醇加注站，设置新的不溶于甲醇的固定消防系统。

## 4 自动化改装系统的硬件及软件

硬件上，甲醇自动化改装系统包括：HMI人机界面，子系统的处理模块，现场信号采集柜（input/output cabinet，即I/O柜），就地仪表及设备（包括甲醇储存舱中的各种传感器、甲醇供应系统的执行机构和驱动装置等等）。系统的软件是基于计算机技术的编程系统。

通常选用西门子I/O模块对系统的外围信号（包括液位、温度、压力、阀位行程等）进行采集，将收集到信号转化为系统可识别的电信号，并编译相应的地址。就地处理好存放在自动化系统的软件平台中，便于处理模块的选择与读取；这些就地信号采集柜，通常放置在甲醇准备间。

子系统的处理模块，是整个系统的核心，将读取的信号，依照工艺流程的功能需求进行软件配置，形成因果逻辑，传递到人机操作界面；同时处理模块也可收集操作者的操作命令，通过现场信号采集柜发送给就地执行机构，实现生产流程。这些子系统的处理模块，通常做成标准的控制箱柜，集中放置在仪表间等处所。人机界面的工作站，通常放在机舱集控室，驾驶室，高级值班官员房间，消防控制站等重要的处所内。

## 5 结语

当前甲醇的主要来源是煤炭及化学合成，未来能够继续降低甲醇生产中的碳排放及制备成本，甲醇燃料将能更好满足未来零碳的发展要求，实现更为广泛的应用。

甲醇双燃料改装船的自动化系统涉及到的改装功能比较复杂，由于目前没有可借鉴的经验，在以后的设计过程中还有很多可以改进并值得研究的方面。

## 参考文献

- [1]中国船级社《船舶应用甲醇乙醇燃料指南》2022[S].
- [2]BV NR529 Design and installation of Dual fuel engine using low pressure gas[S].
- [3]OCIMF ship to ship transfer guide (liquefied gases), 2nd edition OCIMF[S].