



# ME 柴油机试车控制台通用性研究

程 勇, 彭 静

(合肥熔安动力机械有限公司, 安徽 合肥 230601)

**摘 要:** 介绍了 MAN 公司低速二冲程柴油机的发展现状, 以及 ME 柴油机的分类及其控制系统原理。在此基础上, 进行了 ME 柴油机试车控制台通用性研究, 重点分析了满足 ME 柴油机通用试车控制台的选型及配置, 以及研究过程中遇到的关键问题。所研制的通用性试车控制台应用于 5S50ME-B9.2 机型的试车上, 效果理想, 达到了预期目的, 初步验证了其可行性。

**关键词:** 柴油机; 试车控制台; 通用性

**中图分类号:** TK427      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1001 - 4357(2015)05 - 0046 - 04

## Research on the Universality of MAN ME Diesel Engine Testbed

Cheng Yong, Peng Jing

(Hefei RongAn Power Machinery Co., Ltd., Anhui Hefei 230601)

**Abstract:** The development status of MAN low speed two stroke diesel engines is introduced , as well as the classification and control system' s principles of MAN ME series. Based on the above general information , research on the universality of MAN ME diesel engine testbed was carried out , with the focus on the type selection , the configuration and key problems met during the research. The new developed diesel engine testbed was applied to 5S50ME-B9.2 engine , and obtained good results , reached the intended target , which verified the feasibility of this testbed.

**Key words:** diesel engine ; engine testbed; universality

### 0 引言

随着国际海事组织排放等级 Tier II 的推进, 低速二冲程柴油机技术得以迅猛发展, MAN 公司在该领域发展领先, 其主打产品为 ME-C 和 ME-B 机型。从市场订单来看, 在新项目上, 船东渐渐习惯于选择 ME 机型作为船舶的主推进动力, 其喷油、排气、空气分配、气缸注油、调速等功能全部由柴油机电控系统来完成。与传统的 MC-C 机型相比, ME 机型具有油耗低、排放低、热负荷均匀、操纵灵活等诸多优点。对于柴油机专利厂而言, 保证高质量柴油机的同时, 更好更高效地提交柴油机订单, 满足柴油机提交试验的各项指标, 达到船东、船厂、船级社的各项要求, 显得尤为重要。为

此, 公司提出了多项举措, 本文所做的试车控制台通用性研究就是其中一项。通过对提交过程中所配置试车控制台的通用性研究, 在满足全系列 ME 柴油机产品的提交要求的同时, 提高试车设备的使用频次, 减少新试车控制台的采购量, 降本增效。

### 1 ME 机型介绍

#### 1.1 ME 机型的主要特点

ME 型主机相对于传统的凸轮轴控制的 MC 型主机有很大的优势, 具体有:

(1) 机械部件大大简化, 减轻了重量, 便于装配、调试和维护;

(2) 在柴油机低负荷(部分负荷)工况, 技术性能优化, 燃油消耗率降低;

- (3) 燃油喷射压力和油量以负荷设置，即自由选择燃油喷射压力和油量；
- (4) 有效降低 NO<sub>x</sub> 排放，并实现了无烟运行；
- (5) 在柴油机运行期间，比较容易改变运行模式；
- (6) 喷油和排气阀精确定时控制，柴油机平衡性好，热负荷均衡；
- (7) 更低转速稳定运行，可低至 10% 额定转速；
- (8) 良好的操作性能，如加速、换向和紧急停车等；
- (9) 柴油机运行监测和诊断系统完善，可靠性维修间隔期延长；
- (10) 软件升级覆盖柴油机整个生命周期。

以上这些优势或者特点绝大多数依赖于柴油机本身的电控系统运用，所以 ME 主机其最大的特点就体现在其电控系统上。

1.2 ME 机型分类

根据曼恩公司的产品手册，ME 机型可以分成 ME-C 和 ME-B 两大主要类别。ME/ME-C/-GI 主机的电子控制功能包括燃烧过程在内，即喷油定时、排气阀与起动阀的驱动、气缸润滑。而 ME-B/-GI 主机，燃烧过程采用电子控制，而排气阀与起动阀的驱动则采用机械控制。ME-C 柴油机缸径为 500 ~ 980 mm，而 ME-B 的缸径为 350 ~ 500 mm。

1.3 ME 机型的控制原理简介

1.3.1 ME-C 机型

ME-C 机型其控制系统见图 1 所示，具体分为以下内容<sup>[1]</sup>：

- (1) 气缸控制模块（CCU）：负责柴油机的喷油、排气、正时等功能；
- (2) 辅助控制模块（ACU）：负责辅助设备的运行和监测，包括辅助鼓风机的自动起停控制及状态显示，HPS 马达的自动起停控制及状态显示；
- (3) 主机控制模块（ECU）：负责主机机旁操纵的接口连接和控制；
- (4) 主机接口单元（EICU）：负责主机集控室主机控制台的接口连接，以及与遥控系统和报警系统的接口连接和数据传送；
- (5) 主机操纵面板（MOP）：负责主机部分参数的调整、主机状态的实时监控。

1.3.2 ME-B 机型

ME-B 机型其控制系统见图 2 所示，具体分为以下内容<sup>[2]</sup>：

- (1) 气缸控制模块（CCU）：负责柴油机的喷

- 油、正时等功能，以及机旁操纵台的控制连接；
- (2) 主机接口单元（EICU）：负责主机集控室主机控制台的接口连接，以及与遥控系统和报警系统的接口连接和数据传送；HPS 马达的控制和显示；
- (3) 主机操纵面板（MOP）：负责主机部分参数的调整、主机状态的实时监控。
- (4) 主机控制面板（MCP）：负责主机辅助鼓风机的控制和状态显示。

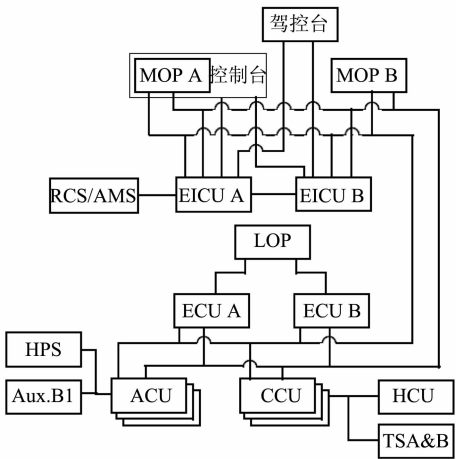


图 1 ME-C 机型控制原理图

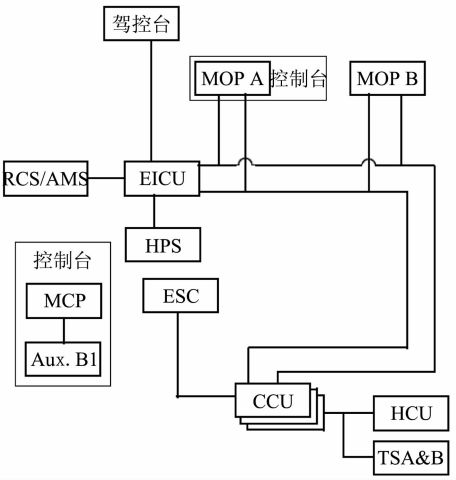


图 2 ME-B 机型控制原理图

2 ME 机型试车台通用性研究及其选型

2.1 试车控制台的通用性研究

低速二冲程柴油机控制系统须满足船级社和 MAN 公司的设计要求和型式认可试验。满足要求的主流控制系统供应商有 3 家：分别是 Kongsberg、Nabtesco、SAM/Lynsoe，适配的柴油机型号为 ME-C 和 ME-B 机型。以前 ME-C 专用试车台的选型

经验, 结合不同遥控系统、安全系统的特点, 对此进行充分的技术研究。对于 ME 试车台而言, 试车控制本身与柴油机将来适配的主机遥控系统关系不大。根据 ME 机型控制原理图, 主机的参数显示和状态调整在 MOP 电脑完成, 主机转速通过调速手柄调整; ME-C 机型辅助鼓风机控制和状态显示在 MOP 上操作, ME-B 辅助鼓风机控制和状态显示在控制面板上完成。主机的转速限制和反馈亦可独立于控制系统, 但须满足控制系统、主机的信号对接, 即可满足通用性使用要求。

### 2.2 试车控制台设计目的和意义

根据以上对 ME 机型控制原理的分析, 为保证试车控制台具有通用性, 同时满足 ME-C 和 ME-B 机型的试车要求, 结合本厂的试车提交试验和集控室分布特点, 设计了一套 ME 机型通用试车设备。其功能满足所有 ME 机型的试车调试和提交, 与主机未来适配的遥控系统部件能够兼容对接; 其功用上设计成可移动式单体试车控制台, 可以方便地移动到其它台位的集控室内, 完成各项设计要求。

之前柴油机提交试验时多数将必需的试车模块, 包括遥控系统和安全系统, 从船厂借回工厂, 放在临时的试车台位上调整, 在提交完成后将借用模块返回船厂, 其中模块的安装、拆解、运输过程中难免会遗失或损坏, 造成一定的损失。试车台位通用性研究的意义在于: 一个试车台满足所有机型配置不同遥控系统的试车提交试验, 为工厂降本增效。

### 2.3 控制系统

控制系统是整个试车控制台的核心部件, 本文选用的是 Kongsberg 的遥控系统, 包括信号接收和处理模块、各参数显示仪表、调速手柄和电源模块。考虑到试车控制台的设计要求, 本着小而精、移动灵活、通用性强的原则, 在设计前期与 Kongsberg 进行了包括台位的选型、尺寸、模块面板布置等一系列有效的技术交流和沟通, 最终定型的试车控制台如图 3 所示。

### 2.4 安全系统

根据船级社和专利公司规定, 柴油机在进行台架试验时须提供安全系统, 以便当柴油机在台位上发生不正常工作状态时, 能够及时停车, 保护柴油机重要部件不受损坏。在提交试验时, 须将柴油机上船规规定的停车信号通过硬线的方式接到安全系统上, 实时监测主机的运行参数, 包括主滑油压力、增压器滑油、推力块温度等。通过对几种安全系统配置的对比分析, 考虑到安全系统的通用性和

灵活性, 选择了 Nabtesco 的安全系统, 以保证一个安全系统满足 3 种机型的调试试验。在配置不同类型主机时, 通过切换 ME-C/MC-C/ME-B 按钮来选择对应的安全系统, 见图 4 所示。



图 3 试车控制台



图 4 安全系统

### 2.5 测速系统

测速系统作为柴油机控制系统的重要参数反馈系统, 提供主机曲轴转速, 安全系统依据转速数据, 对此设定上限值, 当主机转速超过超速保护设定值, 执行自动停车保护。为匹配安全系统, 选择了 Nabtesco 的测速系统, 其信号同时为试车台转速表和机旁电气箱转速表共享, 包括 4-20mA 和  $\pm 10V$  输出。

## 3 试车控制台部分关键问题

在试车控制台通用性研究过程中遇到了一系列问题, 经过现场的调试和反复试验, 最终在技术上得以解决或完善。

(1) 测速系统传感器与随机配置的传感器支架不匹配

对于非 Nabtesco 测速系统的主机, 其安装支架与 Nabtesco 测速系统安装支架存在较大差异。对于这点, 在考虑通用性的前提下, 设计了一个中间转

换支架，以原设计的主体支架为基础，安装了试车的测速探头，试车结束后，只须将原探头复装即可，见图 5 和 6 所示。

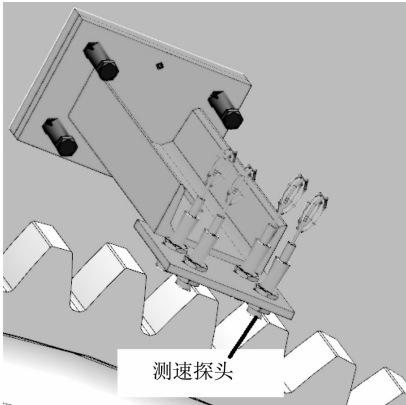


图 5 原设计测速系统支架

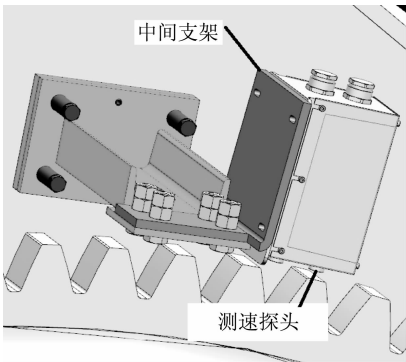


图 6 试车台测速系统支架

(2) 手柄输出信号问题

试车台设计了 2 套手柄系统，根据 ME-C 和 ME-B 手柄信号的接线连接，分别配置了 2 套接线端子。对于 ME-C，手柄输出 0-5kΩ 电阻信号，经过转化器转化成 4-20 mA 信号，分别进入 EICU A 和 EICU B；对于 ME-B 机型，手柄输出 0-5 kΩ 电阻信号，接到控制系统的 MEI 模块，再从 MEI 模块接到 EICU 中。在实际使用时，根据信号类型要求选择手柄。

(3) 控制台上的转速信号问题

Kongsberg 遥控系统使用的是双总线连接方式，接线简单，易于实现数据共享和读取。将安全系统中的一路 4-20 mA 信号连接到控制系统的 MEI 模块的相应通道，通过修改软件，整个控制系统共享测速系统数据，用于试车控制台上的仪表显示和控制系统自身使用。

(4) 机旁控制箱上的接线问题

如果选型的是 Kongsberg 机旁控制箱，可以实现机旁控制箱全部接线及其显示功能。但对于非 Kongsberg 机旁控制箱，可以实现主要及必须的控

制功能，但由于 3 家遥控系统的设计理念不同，会有部分按钮或指示灯信号无法完全连接到试车控制台，须要将每个指示灯或按钮串接到单独的 24 V 电源模块中，保证其正常显示，这将大大增加接线的困难，且容易造成机旁控制箱的损坏。在实际操作中，对于这些不会影响柴油机提交和动车功能的显示灯部件，将给予船东及验船师相应的解释。

## 4 试车控制台使用情况

基于试车控制台的柴油机提交试验是柴油机成为商品及船东认可的必经流程，试车过程和结果将会直接影响到柴油机的提交。公司 5S50ME-B9.2 机型柴油机采用了新设计的试车控制台，根据熔安-曼恩 5S50ME-B9.2 机型平台试验提交大纲<sup>[3]</sup>，测得了 25%、50%、75%、90%、100%、110% 负荷下的油耗，其燃油消耗率曲线<sup>[5]</sup>如图 7 所示。

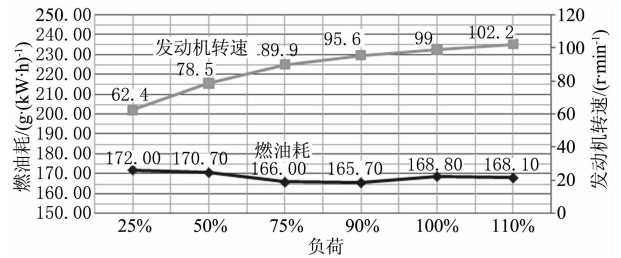


图 7 柴油机不同负荷点的燃油消耗率

该柴油机的成功提交，验证了所设计的试车控制台配置的可行性；上述数据及柴油机的其他主要参数均满足要求，达到了预期的设计要求和研究目的。

## 5 小结

该试车控制台的研发成功，满足了各种机型的试车任务，大大降低了柴油机提交试验时试车控制台的选型成本，具有重要意义。目前通过 ME-B 机型的试车来看，效果较好，对于后期 MAN 柴油机各类机型，试车控制台的通行性是否良好，有待于进一步的试车验证。

### 参考文献

[1] MAN Corporation. MAN B&W S60ME-C8-TII project guide [R]. 2010.

[2] MAN Corporation. MAN B&W S50ME-B9-TII project guide [R]. 2010.

[3] 熔安-曼恩 5S50ME-B9.2 主机平台交货试车大纲 [R]. 合肥熔安动力机械有限公司, 2014.

[4] 熔安-曼恩 5S50ME-B9.2 主机平台交货试车报告 [R]. 合肥熔安动力机械有限公司, 2014.