

T/CANSI

中国船舶工业行业协会团体标准

T/CANSI 130—2024

船用发动机甲醇燃料消耗量测量方法

Measurement method for methanol fuel consumption of marine engines



2024-12-26 发布

2025-2-1 实施

中国船舶工业行业协会 发布

目 次

前言..... II

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 1

4 测量条件..... 1

 4.1 测量环境..... 1

 4.2 测量工况..... 1

5 测量仪器..... 2

 5.1 仪器使用要求..... 2

 5.2 技术条件..... 2

 5.3 测量允许误差..... 4

6 测量过程..... 4

 6.1 测量点的布置..... 4

 6.2 测量准备..... 5

 6.3 测量要求..... 6

7 甲醇燃料消耗量计算..... 6

8 测量记录..... 6

附录 A（资料性）测量记录格式..... 8



前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国船舶工业行业协会标准化分会提出。

本文件由中国船舶工业行业协会归口。

本文件起草单位：沪东重机有限公司、扬州中远海运重工有限公司、中国船舶集团有限公司综合技术经济研究院。

本文件主要起草人：张杨、沈龙、周艳、秦建国、汤晨、李巧平、毛紫浩、高道清。



船用发动机甲醇燃料消耗量测量方法

1 范围

本文件规定了船用发动机的甲醇燃料消耗量的测量条件、测量仪器、测量过程、甲醇燃料消耗量计算及测量记录。

本文件适用于以甲醇燃料或者甲醇燃料和柴油组成的双燃料船用发动机的台架试验过程中甲醇燃料消耗量的测量。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 21404 内燃机发动机功率的确定和测量方法

GB/T 31130 科里奥利质量流量计

T/CIQA 70—2023 船用甲醇燃料

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 测量条件

4.1 测量环境

4.1.1 应在发动机正常运行所规定环境范围内进行测量，对于温湿度没有特别说明的，环境温度应控制在 $-10\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 45\text{ }^{\circ}\text{C}$ 内，环境相对湿度不大于95%RH。

4.1.2 测量台架应具备保证发动机正常运行所必须的燃料、冷却水、供电等辅助系统，辅助系统的压力、温度、流量等参数均应符合发动机辅助系统的设计要求。

4.1.3 测量台架应无影响发动机正常运行的潜在干扰因素，能够保证发动机按照试验大纲进行运转。

4.2 测量工况

发动机的负荷、扭矩及转速的性能参数应符合设计要求，其运行模式应经过设计方、制造方及使用方认可。发动机的每一个工况的转速偏差和扭矩偏差应符合表1的要求，发动机运行工况见表2。

表1 发动机转速和扭矩偏差要求

序号	发动机参数	单位	偏差
1	转速	r/min	<额定转速的±1%或±3 r/min（取大者）
2	扭矩	kN·m	<额定转速下额定扭矩的±2%

表2 发动机运行工况

测量工况	项目	测量工况点							
		1	2	3	4	5	6	7	8
推进特性运行的船用主机和辅机	转速百分比	100%	91%	80%	63%	—	—	—	—
	负荷百分比	100%	75%	50%	25%	—	—	—	—
恒速船用主机	转速百分比	100%	100%	100%	100%	—	—	—	—
	负荷百分比	100%	75%	50%	25%	—	—	—	—
恒速运行的船用辅机	转速百分比	100%	100%	100%	100%	100%	—	—	—
	负荷百分比	100%	75%	50%	25%	10%	—	—	—
变速、变负荷运行的船用辅机	转速百分比	标定转速				中间转速			怠速
	负荷百分比	100%	75%	50%	10%	100%	75%	50%	0%

注：根据需要，也可在部分功率和转速时进行测定，但必须注明发动机工况的转速及功率。

5 测量仪器

5.1 仪器使用要求

- 5.1.1 转速测量仪、扭矩测量仪及质量流量计应处于无强磁干扰、无强振动冲击及无强腐蚀性的环境，避免损坏测量仪器。
- 5.1.2 测量仪器应经过第三方法定计量机构校准或检定，具备有效的校准检定证书，且其使用技术性指标应符合被试验发动机的使用要求。

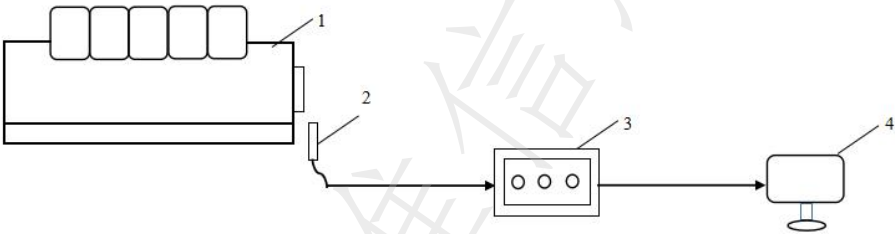
5.2 技术条件

测量所使用的发动机转速及扭矩的测量仪器应包含以下技术条件：

- a) 使用转速测量仪测量发动机的转速，其技术指标应符合GB/T 21404的规定，其测量系统应具备±0.5%的准确度，由转速传感器、数据采集前端、上位机组成，其布置示意图见图1；
- b) 使用测功器扭矩测量仪测量发动机的扭矩，其技术指标应符合GB/T 21404的规定，其测量系统应具备±1%的准确度，由连接短轴、测功机、数据采集前端、上位机组成，其布置示意图见图2；
- c) 使用质量流量计测量甲醇燃料消耗量，质量流量计法符合GB/T 31130的技术要求，燃料质量流量测试系统主要性能指标应当符合如表3的要求。

表3 质量流量计的性能指标要求

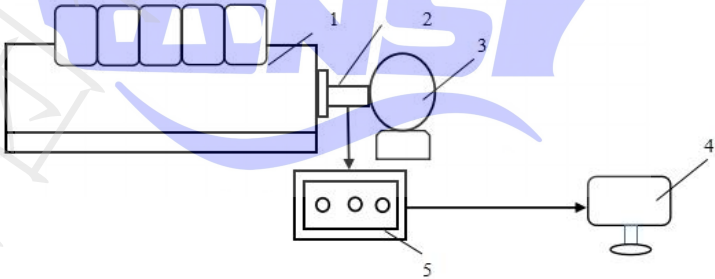
技术参数	参数指标
响应时间 t	$<1\text{ s}$
测量量程的重复性 r	$<2\%$
压力损失	$<0.5\%$
线性度 FS	$<1\%$
准确度等级	1 级
最大允许误差	$\pm 1\%$



标引序号说明：

- 1——发动机；
- 2——转速传感器；
- 3——数据采集前端；
- 4——上位机。

图1 转速测量仪布置示意图



标引序号说明：

- 1——发动机；
- 2——连接短轴；
- 3——测功机；
- 4——上位机；
- 5——数据采集前端。

图2 扭矩测量仪布置示意图

5.3 测量允许误差

试验台其他相关性能参数在测量时的允许偏差应符合表4的要求。

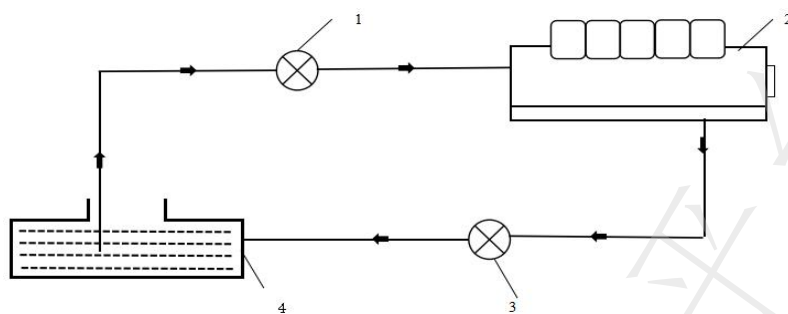
表4 试验台相关参数测量时的允许误差

性能参数	单位	允许偏差	备注
温度	℃	读数的±1%	读数的
排气压力	kPa	±0.2 kPa（绝对值）	绝对值
进气阻力	kPa	±0.05 kPa（绝对值）	绝对值
大气压力	kPa	±0.1 kPa（绝对值）	绝对值
其他压力	kPa	±0.1 kPa（绝对值）	绝对值
相对湿度	%	±0.3%（绝对值）	绝对值
绝对湿度	%	读数的±5%	读数的

6 测量过程

6.1 测量点的布置

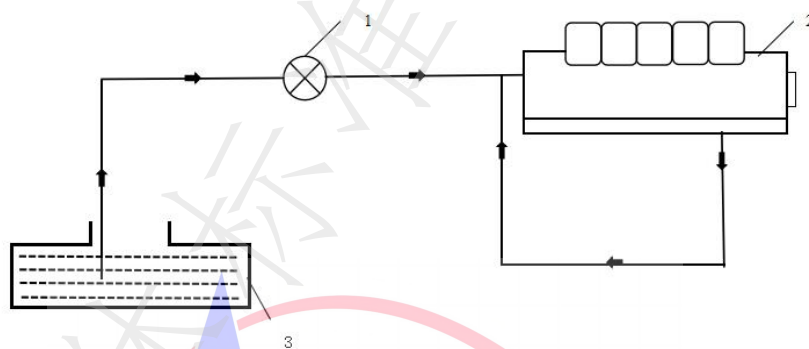
- 6.1.1 转速测量仪的测点应布置在船用发动机的飞轮端齿轮或者自由端角码器位置，传感器应进行有效固定，防止因振动冲击影响转速测量的准确性。
- 6.1.2 扭矩测量仪应通过短轴与船用发动机进行刚性或弹性连接，其轴系匹配应当确保轴系应力在限值以下，避免产生高应力扭转。
- 6.1.3 若测功机匹配了相应的转速采集模块，且仪器的偏差小于读数的±2%或者柴油机最大值的±1%（取大者），则可不在发动机侧额外布置转速测量仪。
- 6.1.4 质量流量计的测点分别布置在发动机甲醇燃料进口总管处和出口总管处，所选取的位置应当为直管段，质量流量计所处直管段长度应不小于管段直径的5倍，且该管段位置进行有效加固，避免应力集中及振动冲击影响质量流量计的稳定性，其两种安装方式见图3。



(a) 出口燃料回到燃料箱内

标引序号说明：

- 1——进口质量流量计；
- 2——发动机；
- 3——出口质量流量计；
- 4——甲醇燃料供给箱。



(b) 出口燃料回到发动机进口处

标引序号说明：

- 1——进口质量流量计；
- 2——发动机；
- 3——甲醇燃料供给箱。

图3 质量流量计安装示意图

6.2 测量准备

6.2.1 按照表2要求的发动机工况点进行连续试验，发动机在每个稳定工况下进行，其转速及扭矩以及相关参数的误差均应符合表1和表3的要求。

6.2.2 发动机应结构完整，工作状态稳定。进气阻力和排气背压的实际设定值均调整到发动机设计规定的限值范围内。

6.2.3 检查测量仪器能工作正常，且技术性能如测量范围、精度等参数符合使用技术要求。

6.2.4 检查所使用的燃料符合T/CIQA 70—2023的技术要求。

6.2.5 检查燃料进口及出口管段无泄漏，对于存在的泄漏点进行返修，确保后续测量的准确性。

6.3 测量要求

6.3.1 发动机按照要求的工况进行运转，发动机稳定运行后不可对发动机进行调整，待稳定运行时间5 min后开始进行测量。

6.3.2 开始测量时，应同步测量转速、扭矩及发动机的关键性能参数，并记录测量开始时间和测量结束时间。

6.3.3 甲醇燃料进口总管和甲醇燃料出口总管的质量流量的测量时间应不少于10 min，每个工况的测量次数为3次，取平均值。

6.3.4 当发动机测量工况下的转速偏差超过设计转速的±1%或±3 r/min（取大者）、扭矩偏差超过额定转速下设计扭矩的±2%偏差要求时，应重新进行测量记录。

7 甲醇燃料消耗量计算

质量流量计按照图3（a）进行安装时，按公式（1）（2）计算实际测量的甲醇燃料消耗量。

$$W = \frac{T \times n}{9549} \dots\dots\dots (1)$$

$$C = \frac{M_{in} - M_{out}}{W} \times \frac{60}{t} \times 1000 \dots\dots\dots (2)$$

式中：

W ——发动机的功率，单位为千瓦（kW）；

T ——发动机的输出扭矩，单位为牛米（N·m）；

n ——发动机的转速，单位为转/分钟（r/min）；

C ——甲醇燃料消耗量，单位为克/千瓦时（g/kWh）；

M_{in} ——发动机甲醇燃料进口总管的质量流量，单位为千克（kg）；

M_{out} ——发动机甲醇燃料出口总管的质量流量，单位为千克（kg）；

t ——测量的时间，单位为分钟（min）。

质量流量计按照图3（b）进行安装时，可将上述公式（2）简化为公式（3）进行计算。

$$C = \frac{M_{in}}{W} \times \frac{60}{t} \times 1000 \dots\dots\dots (3)$$

8 测量记录

8.1 测试记录应当至少包含以下内容：

- a) 船用发动机的型号、制造厂、产品编号；
- b) 船用发动机的环境条件如大气压力、环境温度、环境相对湿度；
- c) 船用发动机测量的工况如功率、扭矩、转速；
- d) 船用发动机燃料的类型及特性。

8.2 测量报告至少包含以下内容：

- a) 应注明测点布置信息；

- b) 测点布置图、取样管开孔图；
- c) 使用设备、附件的名称、型号、规格、序列号、制造厂等信息。
- d) 所使用设备的第三方计量证书。
- e) 报告中应包含其他诸如测量地点、测量人员、日期等。

8.3 测量记录表格式见附录A。



附 录 A
(资料性)
测量记录格式

甲醇燃料消耗量测量记录表格式见表A. 1。

表A. 1 甲醇燃料消耗量测量记录表

项目	序号	名称	单位	试验工况					
主机	1	负荷	%						
	2	功率	kW						
	3	扭矩	N·m						
	4	转速	%						
	5	测试时间	h: m						
环境数据	1	大气压力	kPa						
	2	进气温度	℃						
	3	进气湿度	g/kg						
	4	进气相对湿度	%						
	5	传感器的空气温度	℃						
	6	进气湿球温度	℃						
发动机参数	1	燃油燃料质量流量	kg/h						
	2	排气温度	℃						
	3	排气背压	kPa						
	4	增压空气冷却器进口温度	℃						
	5	增压空气冷却器出口温度	℃						
	6	增压空气温度	℃						
	7	增压空气压力	kPa						
	8	燃油燃料温度	℃						
	9	甲醇燃料温度	℃						
测量仪器参数	1	仪器名称							
	2	型号							
	3	规格							
	4	序列号							
	5	测量范围							
	6	准确度							
甲醇燃料消耗量	1	进口质量流量	kg						
	2	出口质量流量	kg						
	3	测量开始时间	/						
		测量结束时间	/						
		测量时长	min						
	4	质量流量	kg/h						
	5	消耗量	g/kW·h						
测量人员:			审核人员:						
日期:			日期:						