



中华人民共和国国家标准

GB/T 42436—2023

M100 车用甲醇燃料添加剂

Additives for vehicular M100 methanol fuel

2023-05-23 发布

2023-09-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

目 次

前言	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 技术要求和试验方法	2
5 检验规则	3
6 标志、包装、运输、贮存	3
7 安全	3
附录 A（规范性） 铝片防锈性（锈蚀程度）试验方法	4
附录 B（规范性） 发动机台架试验相关指标试验方法	7

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。

本文件由全国醇醚燃料标准化技术委员会(SAC/TC 414)提出并归口。

本文件起草单位：浙江吉利控股集团有限公司、宁波吉利罗佑发动机零部件有限公司、广州机械科学研究院有限公司、中润油新能源股份有限公司、山西省醇醚清洁燃料行业技术中心(有限公司)、贵州省标准化院、陕西化工研究院有限公司、新奥天然气股份有限公司、兰州维科石化仪器有限公司。

本文件主要起草人：金先扬、陶劲峰、吴勇胜、向晖、常永龙、折小荣、李俊莉、王凤彬、张德民、郭建玲、宋金环、陆兵。

M100 车用甲醇燃料添加剂

1 范围

本文件规定了 M100 车用甲醇燃料添加剂的技术要求、试验方法、检验规则,以及标志、包装、运输、储存和安全。

本文件适用于 M100 车用甲醇燃料添加剂的生产和检验。

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 191 包装储运图示标志
- GB/T 261 闪点的测定 宾斯基-马丁闭口杯法
- GB/T 338—2011 工业用甲醇
- GB/T 508 石油产品灰分测定法
- GB/T 511 石油和石油产品及添加剂机械杂质测定法
- GB/T 514 石油产品试验用玻璃液体温度计技术条件
- GB/T 3190 变形铝及铝合金化学成分
- GB/T 3535 石油产品倾点测定法
- GB/T 4756 石油液体手工取样法
- GB/T 6324.9 有机化工产品试验方法 第9部分:氯的测定
- GB/T 6682 分析实验室用水规格和试验方法
- GB/T 7304 石油产品酸值的测定 电位滴定法
- GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定
- GB/T 11140 石油产品硫含量的测定 波长色散 X 射线荧光光谱法
- GB/T 16483 化学品安全技术说明书 内容和项目顺序
- GB/T 17476 使用过的润滑油中添加剂元素、磨损金属和污染物以及基础油中某些元素测定法(电感耦合等离子体发射光谱法)
- GB/T 25363 汽油机电磁阀式喷油器总成 试验方法
- GB/T 37322 汽油清净性评价 汽油机进气阀沉积物模拟试验法
- GB/T 42416 M100 车用甲醇燃料
- NB/SH/T 0164 石油及相关产品包装、储运及交货验收规则
- NB/SH/T 0704 石油和石油产品中氮含量的测定 舟进样化学发光法
- NB/SH/T 0842 轻质液体燃料中硫含量的测定 单波长色散 X 射线荧光光谱法
- SH/T 0020 汽油中磷含量测定法(分光光度法)
- SH/T 0251 石油产品碱值测定法(高氯酸电位滴定法)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

M100 车用甲醇燃料添加剂 additives for vehicular M100 methanol fuel

添加到甲醇中用于调配 M100 车用甲醇燃料的添加剂。

3.2

喷嘴清洁性(流量变化率) nozzle cleanliness(flow change rate)

M100 车用甲醇燃料在电子燃油孔式喷嘴针阀或阀座表面上形成沉积物使得喷嘴流量发生变化的现象。

注：以喷嘴 2.5 ms 动态流量变化率表示喷嘴清洁性(流量变化率)。

3.3

总燃烧室沉积物 total combustion chamber deposit

由 M100 车用甲醇燃料、机油和添加剂反应生成的或从外部吸入的任何沉积在燃烧室部位(气缸盖和活塞顶部)的物质。

4 技术要求和试验方法

4.1 M100 车用甲醇燃料添加剂不应加入卤素、卤化物及可生成灰分的化学物质,按照产品的推荐用量加入 M100 车用甲醇燃料添加剂后的 M100 车用甲醇燃料应符合 GB/T 42416 的要求。

4.2 M100 车用甲醇燃料添加剂的技术要求和试验方法见表 1。

表 1 M100 车用甲醇燃料添加剂的技术要求和试验方法

序号	项目	技术要求	试验方法
1	外观	透明、无悬浮物和沉降杂质	目测 ^a
2	倾点	≤ -35 °C	GB/T 3535
3	闪点(闭口)	≥ 60 °C	GB/T 261
4	氮含量	报告	NB/SH/T 0704
5	硫含量	≤ 50 mg/kg	GB/T 11140 ^b
6	磷含量	≤ 5 mg/kg	SH/T 0020
7	有机氯含量	≤ 10 mg/kg	GB/T 6324.9
8	灰分(质量分数)	≤ 0.01%	GB/T 508
9	防锈性(锈蚀程度)	不大于轻度锈蚀	附录 A
10	模拟进气阀沉积物质量 ^c	≤ 2 mg	GB/T 37322
11	发动机台架试验相关指标： ——喷嘴清洁性(流量变化率) ——总燃烧室沉积物质量 ——机油碱值-机油酸值(以 KOH 计) ——机油酸值增加值(以 KOH 计) ——机油铁含量 ——机油铜含量 ——机油铝含量	≤ 4% ≤ 1 400 mg/缸 ≥ 0 mg/g ≤ 1 mg/g ≤ 80 mg/kg ≤ 25 mg/kg ≤ 25 mg/kg	附录 B

^a 将试样注入 100 mL 玻璃量筒中,在室温(20 °C ± 5 °C)下观察,应当透明无浑浊、无分层、没有悬浮和沉降的水分及机械杂质,有争议时,以 GB/T 511 测定方法为准。

^b 也可用 NB/SH/T 0842 方法测定,有争议时,以 GB/T 11140 为准。

^c 待测 M100 车用甲醇燃料添加剂按推荐用量调配成 M100 车用甲醇燃料,取 275 mL M100 车用甲醇燃料和 25 mL 芳烃溶剂 S-200 混合成试样,按 GB/T 37322 试验。测试后,冷却至室温的收集器浸入汽油(不含清净剂的市售车用 92# 汽油或 95# 汽油)中静止 6 min,然后浸入 60 °C ~ 90 °C 石油醚溶液中 1 min 取出。

5 检验规则

5.1 组批与取样

5.1.1 在原材料和生产工艺不变的条件下,产品连续生产的实际批为一个组批,但若干个生产批构成一个检验批的时间不超过1周。

5.1.2 按 GB/T 4756 规定进行取样,所取试样量不少于型式检验用量,供检验和留样用。

5.2 出厂检验

本产品应进行出厂检验,检验合格并签发检验合格报告后,方可出厂。出厂检验项目为表1中外观、倾点、闪点(闭口)、氮含量、磷含量、硫含量、有机氯含量、灰分(质量分数)。

5.3 型式检验

型式检验项目为表1中规定的全部项目,抽样应在出厂检验合格的产品中进行。在正常生产的情况下,每年应至少进行一次型式检验。有下列情况之一,也应进行型式检验:

- a) 新产品投产或产品定型鉴定时;
- b) 原材料、配方或生产工艺发生变化,可能影响产品质量时;
- c) 连续停产3个月以上又恢复生产时;
- d) 主要原材料供应商有变化,可能影响产品质量时;
- e) 出厂检验结果与上次型式检验结果存在较大差异时。

5.4 结果判定

检验结果应按 GB/T 8170 中修约值比较法进行,检验结果如有一项不符合要求时,桶装产品应重新自两倍数量的包装单元采样、检验,罐装产品应重新多点采样、检验。如重新检验的结果仍有不符合要求的项目,则判定整批产品不合格。

6 标志、包装、运输、贮存

6.1 产品包装容器上应涂有牢固的标志,其内容包括但不限于:

- a) 厂名厂址;
- b) 产品名称与型号;
- c) 净含量;
- d) 生产日期;
- e) 保质期;
- f) 本文件编号。

6.2 包装标志应符合 GB/T 191 的相关规定。

6.3 产品包装、运输及交货验收按 NB/SH/T 0164 的相关规定进行。

6.4 产品在运输、贮存过程中,应保证密闭、清静、无水、远离火源、轻放、勿倒置。

7 安全

7.1 产品应根据 GB/T 16483 的规定编写、出具产品“化学品安全技术说明书”(SDS)。

7.2 产品仅用作调和 M100 车用甲醇燃料,不应做其他用途。

附录 A

(规范性)

铝片防锈性(锈蚀程度)试验方法

A.1 方法概要

在 $(38\pm 1)^\circ\text{C}$ 条件下,将铝片完全浸入 30 mL 甲醇与 0.5%的甲酸、0.5%的蒸馏水及 0.5%的 M100 车用甲醇燃料添加剂的混合液中。进行 15 h 试验,观察铝片的锈蚀痕迹和锈蚀程度。

A.2 仪器设备

A.2.1 试管

硼硅玻璃制,外径为 25 mm,长为 150 mm,壁厚 1 mm~2 mm。内部尺寸应确保可适当地容纳试验铝片。当 30 mL 试样液体及浸于其中的铝片置于试管中时,试样液体表面应至少高于铝片上端面 5 mm。

A.2.2 试管浴

试管浴应配有合适的支架以支撑每个试管,使其在浴中处于垂直位置,且使试管浸没至浴中约 100 mm 的深度(从试管底部至溶液表面的距离)。水或油均可作为试管浴的介质。

A.2.3 温度测量装置

可稳定监测试管浴的试验温度,测量精度为 $\pm 1^\circ\text{C}$ 或更高。GB/T 514 中 GB-48 号全浸温度计符合本方法要求。当使用此温度计时,在试验温度时其水银柱露出浴介质表面的高度应不大于 10 mm。

A.2.4 磨片夹具

磨片夹具应牢固地夹住铝片且不破坏其边缘,使要磨光的铝片表面能高出夹具表面的夹具都可作为磨片夹具。

A.2.5 镊子

尖端为不锈钢或聚四氟乙烯材质,用于夹持铝片。

A.2.6 计时器

电子或手动,在允许的误差内,能精确记录试验时间。

A.3 试剂和材料

A.3.1 清洗溶剂

分析纯,石油醚($60^\circ\text{C}\sim 90^\circ\text{C}$)。

A.3.2 甲醇

分析纯,甲醇含量(质量分数)大于或等于 99.5%。

A.3.3 甲酸

分析纯,甲酸含量(质量分数)大于或等于 88.0%。

A.3.4 水

蒸馏水,应符合 GB/T 6682 二级水规格。

A.3.5 磨光材料

65 μm (p220)的碳化硅或氧化铝(刚玉)砂纸或纱布,105 μm (p150)的碳化硅或氧化铝(刚玉)砂粒,以及药用脱脂棉。碳化硅材质的磨光材料应作为仲裁试验的磨光材料。

A.3.6 铝片

LY12 精炼铝合金,应符合 GB/T 3190 材料规格。宽为 (12.5 ± 2) mm,厚为 1.5 mm~3 mm,长为 (75 ± 5) mm。铝片可重复使用,但当铝片表面出现点蚀或深的划痕,而无法采用规定的打磨程序去除,或铝片表面发生变形时,应丢弃此铝片。

A.3.7 无灰滤纸或一次性手套

用在铝片表面准备和最后磨光步骤中,以防护铝片避免与操作者手指直接接触。

A.3.8 钢丝绒(棉)

00 号或更细。用于试片的表面初始打磨处理。

A.4 试片的制备

A.4.1 表面准备

A.4.1.1 先采用 00 号或更细的钢丝绒(棉),或可有效达到预期效果的适当粒度的碳化硅(氧化铝刚玉)砂纸或纱布打磨,以去除前次试验遗留在铝片 6 个表面上的蚀污;再用 65 μm (p220)的碳化硅砂纸或纱布处理,除去此前采用其他等级砂纸留下的打磨痕迹。在进行最后磨光前,应确保已完成表面准备的铝片不再发生氧化作用。可用定量滤纸擦去铝片上的金属屑后,将铝片浸泡在洗涤溶剂中。铝片随后可取出立即进行最后磨光,或可贮存在洗涤溶剂中备用。

A.4.1.2 表面准备的手工操作步骤:将一张碳化硅或氧化铝(刚玉)砂纸或纱布放在平坦的表面上,用洗涤溶剂润湿砂纸或纱布。以旋转方式将铝片对砂纸或纱布进行摩擦,拿取铝片时,采用无灰滤纸保护或戴一次性手套以防止铝片与手指接触。另一种方法是将适当粒度的干砂纸或纱布装在马达驱动的机器上,采用机器来处理铝片表面的方法。

A.4.2 磨光

对于经 A.4.1 准备好的或第一次使用的新铝片,将其从贮存处(如从洗涤溶剂中)取出;为防止磨光阶段铝片表面在最后遭受污染,不准许手指直接接触铝片,而应戴一次性手套或用无灰滤纸保护。用一块经洗涤溶剂润湿的脱脂棉,蘸取一些 105 μm (p150)的碳化硅或氧化铝(刚玉)砂粒,先打磨铝片各端边,再打磨侧边,然后用新的脱脂棉团用力擦拭。在其后的处理过程中手指不应接触铝片的表面,可用镊子夹持铝片。将铝片夹在磨片夹具上,用蘸上碳化硅或氧化铝(刚玉)砂粒的脱脂棉打磨铝片的主表面。打磨时不应采用旋转运动方式,应沿铝片的长轴方向来回打磨,在折返方向之前,应使打磨动程超出铝片的末端。用干净的脱脂棉使劲地擦拭铝片,以除去所有金属屑,直到用一块新的脱脂棉擦拭时不再留下痕迹为止。当铝片擦净后,立即将其浸入已准备好的试样中。

A.5 试验步骤

A.5.1 试样配制

采用质量分数,按甲醇与0.5%甲酸及0.5%蒸馏水(空白试验)、甲醇与0.5%甲酸、0.5%蒸馏水及0.5%M100车用甲醇燃料添加剂的配比,配制试样。

A.5.2 试验步骤

将30 mL试样倒入清洁、干燥的试管中。在完成铝片最后磨光步骤后,将铝片滑入试管并浸入试样中。用软木塞塞住试管。如果不止一个待测试样在同一时间测定,只要确保第一个和最后一个试样之间的间隔时间保持最短,则允许逐个准备各试样。先用塞子逐个塞好每个试管后,再将各试管浸入 $(38\pm 1)^\circ\text{C}$ 的浴液中。在试验的过程中,应防止强光照射试管的内容物,防止塞子脱落。试管在浴中放置 $15\text{ h}\pm 5\text{ min}$ 后,取出试管,用镊子取出铝片,让其滴干,之后用石油醚清洗。

A.6 结果判断

A.6.1 试验结束后,在自然光线(照度大约为 650 lx)下观察,若能见到任何的锈斑或锈痕,则判断为锈蚀;也可以用无绒棉布或卫生纸擦拭表面,若存在坑点或表面粗糙则判断为锈蚀。

A.6.2 为了报告试样样品合格与否,应进行平行试验。如果在试验结束时,两根铝片都锈蚀,则报告试验样品未能通过试验。如果一根铝片锈蚀而另一根未锈蚀,则再测两根铝片;复测试验中两根铝片都未锈蚀,则报告试验样品通过试验。

A.6.3 锈蚀程度在自然光下观察,分类如下:

- 轻度锈蚀:锈点不超过6个,每个锈点的直径小于 1 mm ;
- 中度锈蚀:锈点超过6个,但少于试片表面积的5%;
- 严重锈蚀:锈点超过试片表面积的5%。

A.6.4 复测试验应使用新铝片进行。

A.7 报告

报告应包含下列内容:

- a) 检验单位;
- b) 被检单位;
- c) 检验样品;
- d) 试验日期和时间;
- e) 锈蚀情况记录;
- f) 判断结论;
- g) 检验人员。

附录 B

(规范性)

发动机台架试验相关指标试验方法

B.1 方法概要

B.1.1 试验发动机应满足表 B.1 要求。润滑油应和试验发动机匹配。

表 B.1 发动机技术指标

参数	技术指标
型式	四缸、四冲程、水冷、直列横置、双顶置凸轮轴
缸径/mm	79.3
行程/mm	91.1
压缩比	12.5
排量/L	1.799
超速转速/(r/min)	5 900
额定转速/(r/min)	5 600
额定功率/kW	95
最大扭矩/(N·m)	172
低速扭矩/(N·m)	157
全负荷最低油耗/[g/(kW·h)]	≤460
2 000 r/min 转速, 28.6 N·m 工况下燃油消耗率/[g/(kW·h)]	≤740
怠速转速/(r/min)	750±50
转向	顺时针(从前端看)
点火顺序	1—3—4—2
机油压力/kPa	≥300
甲醇压力/kPa	400
排放标准	国 VI
排气温度/℃	≤880
额定功率点排气背压/kPa	≤48
冷态气门间隙/mm	进气: 0.23±0.03
	排气: 0.32±0.03
火花塞间隙/mm	0.85±0.05
活塞漏气量/(L/min)	≤31

B.1.2 发动机台架与测控系统能精确地控制试验边界条件和发动机运行工况要求,并按要求对试验数据进行采集。

B.1.3 发动机的工作循环由两个工况组成。第一个工况,发动机转速 5 600 r/min,发动机扭矩

14.3 N·m,运行 20 min;第二个工况,发动机转速为 4 200 r/min,发动机扭矩 14.3 N·m,运行 10 min,两个工况过渡时间 15 s;一个完整的循环时间为 30 min,发动机运转 240 个循环,共运行 120 h。

B.2 试验设备

B.2.1 试验场地

B.2.1.1 发动机试验场地

应有冷却用发动机排气系统及通风系统,以利于对进气参数的控制。

B.2.1.2 甲醇喷嘴试验场地

喷嘴流量测量场所温度、湿度应维持在相对恒定的、合适的水平。

B.2.1.3 总燃烧沉积物收集场地

沉积物对环境敏感,沉积物收集场地湿度、温度应维持在相对恒定、合适的水平。

B.2.2 试验台架

B.2.2.1 台架总体布置

发动机通过弹性联轴器与测功机联接,按整车状态布置发动机角度。发动机附件包括发电机、空压机(空载状态);发电机应连接蓄电池,蓄电池只给发动机管理系统(EMS)供电。

B.2.2.2 测功机与控制系统

试验所用测功机与控制系统应满足表 B.2 中试验参数和工况的要求。

表 B.2 发动机台架试验参数和工况

项目	试验参数	工况 1	工况 2
时间	阶段时间/min	20	10
发动机负荷	转速/(r/min)	5 600±50	4 200±50
	扭矩/(N·m)	14.3	14.3
发动机机油	油底壳机油温度/℃	97±5	80±4
	主油道机油压力/kPa	记录	
发动机冷却液	进口温度/℃	47±3	
	出口温度/℃	50±3	
	进/出口压差/kPa	40~90	20~55
	流量/(L/min)	记录	
发动机进/排气	进气温度/℃	25±2	
	大气压力/kPa	记录	
	进气相对湿度/%	57±17	
	进气歧管压力 ^a /kPa	-71.6±2	-74.9±2
	排气背压/kPa	3~7	1~5

表 B.2 发动机台架试验参数和工况 (续)

项目	试验参数	工况 1	工况 2
发动机供油 ^b	流量/(kg/h)	记录	
	甲醇温度/℃	25±2	
	空燃比	1.00±0.01	
其他	点火提前角/(°)	27.00±1	32.25±1

^a 尽可能使所有参数保持在中间值附近。两工况之间过渡时间 15 s, 过渡期间转速和进气歧管压力呈线性变化。该参数为发动机在海平面的运行参数, 场地应根据当地海拔高度进行修正。

^b 发动机供油压力(400±10)kPa。

B.2.2.3 进气系统

进气系统按整车状态连接, 包括空气滤清器总成、进气歧管及其连接软管。进气温度传感器和压力传感器安装位置见表 B.3 和表 B.4, 空滤系统压损应小于 3 kPa。

表 B.3 温度传感器相关参数

测量项目	测量位置	传感器量程	精度
油底壳机油温度	油底壳放油螺栓	0℃~200℃	±2℃
发动机冷却液进口温度	发动机进水口(500±150)mm 处	0℃~200℃	±2℃
发动机冷却液出口温度	发动机出水口(500±150)mm 处	0℃~200℃	±2℃
发动机进气进口温度	空气滤清器口上游(50±15)mm 处	0℃~200℃	±2℃
甲醇温度	甲醇油轨上游(600±180)mm 处	0℃~200℃	±2℃

表 B.4 压力传感器相关参数

测量项目	测量位置	传感器量程	精度
主油道机油压力	机油压力开关处	0 kPa~1 000 kPa	0.2%满量程
发动机冷却液出口-进口压差	发动机出水口(500±150)mm 处 发动机进水口(500±150)mm 处	0 kPa~400 kPa	0.2%满量程
大气压力	空气滤清器口上游(50±15)mm 处	0 kPa~120 kPa	0.2%满量程
进气歧管压力	进气歧管稳压腔中心位置	±100 kPa	0.2%满量程
排气背压	排气歧管出口下游(40±10)mm 处	±100 kPa	0.2%满量程
曲轴箱压力	加机油口盖	±30 kPa	0.2%满量程

B.2.2.4 排气系统

排气系统应能满足表 B.2 中参数控制要求, 包括排气歧管、排气背压控制阀、氧传感器、排气背压传感器。氧传感器按发动机出厂状态安装, 排气背压传感器安装位置见表 B.4。

B.2.2.5 甲醇供应系统

燃料管路应耐甲醇腐蚀。甲醇从外部存储库进入实验室。甲醇供应系统应具有调节燃料压力功能,且能根据表 B.2 中要求调节燃油温度。甲醇温度传感器安装位置见表 B.3,测量甲醇流量油耗仪器或传感器控制精度满足 $\pm 1\%$ 要求。

B.2.2.6 发动机控制单元

发动机控制单元数据应确保发动机按表 B.2 参数运行。

B.2.2.7 发动机冷却系统

发动机冷却系统应能按表 B.2 的要求控制冷却液出口温度和流量。按冷却系统需要添加冷却液。

B.2.2.8 发动机机油系统

发动机机油控制系统应能按表 B.2 的要求控制机油,各连接处要牢固可靠。

B.2.2.9 窜气量测量系统

该系统用于监测活塞环与缸筒之间工作状态,应满足 $\pm 5\%$ 精度要求。

B.2.2.10 温度传感器和位置

热电偶可以采用 J 型、T 型或 K 型。安装时,热电偶端部应安装在介质流的中心线上,逆介质流方向插入,其量程、精度、测量位置应满足表 B.3 中的要求。

B.2.2.11 压力传感器和位置

压力传感器安装时,测压端与管内壁齐平。测量范围、精度、测量位置应符合表 B.4 中的要求。

B.2.2.12 流量传感器和位置

流量测量系统或传感器应保证测量的精度和分辨率;在保证精度的情况下,在最适合使用测量设备的位置安装流量传感器。

B.2.2.13 转速及负荷测量设备和位置

转速设备应满足 $\pm 0.5\%$ 的精度、负荷设备应满足 $\pm 1\%$ 的精度控制要求。转速传感器和负荷传感器根据具体台架要求进行安装。

B.2.2.14 点火提前角测量设备

点火提前角的测量设备应保证测量的精度和分辨率,通过标定设备读取数据。

B.2.3 发动机与喷嘴

装配前,各零件应按精检要求进行检测,满足要求后,方可装配成试验机。每台发动机使用 1 次。

B.2.4 其他设备

B.2.4.1 量筒

按体积浓度向甲醇(满足 GB/T 338—2011 一等品及以上工业用甲醇)中加入 M100 车用甲醇燃料

添加剂时,宜使用规格为 1 000 mL 的量筒。

B.2.4.2 天平

按质量浓度向甲醇(满足 GB/T 338—2011 一等品及以上工业用甲醇)中加入 M100 车用甲醇燃料添加剂时,宜使用精度为 0.01 g,最大量程为 2 000 g 的天平。在称量燃烧室沉积物质量时,所用天平的精度为 0.001 g。

B.2.4.3 喷嘴流量检测台

喷嘴流量检测台应满足检测要求,可重复地测量甲醇喷嘴的流量,用于检测和评估甲醇喷嘴的流量。同时,检测台应满足以下要求:

- a) 测试液压力保持在 (400 ± 10) kPa、温度保持在 (23 ± 2) °C;
- b) 电源频率 60 Hz、电压保持在 (13.5 ± 0.2) V。

B.3 试验辅料

B.3.1 M100 车用甲醇燃料

B.3.1.1 试验用量

发动机磨合大约需要 500 L,工况试验大约需要 1 800 L。

B.3.1.2 M100 车用甲醇燃料要求

M100 车用甲醇燃料添加剂按厂家比例要求和甲醇(满足 GB/T 338—2011 一等品及以上工业用甲醇)均匀调和成 M100 车用甲醇燃料。调和好的燃料装入存储容器前,应对存储容器用少量调和的燃料进行清洗,确保容器干净无污染。

B.3.1.3 发动机机油

润滑油应和试验发动机匹配,满足试验发动机性能要求。

B.3.2 发动机冷却液

满足 LEC- II -40/LPC- II -40 型号的冷却液,依据具体台架要求加注试验用量。

B.3.3 喷嘴测试液

满足 GB/T 338—2011 一等品及以上工业用甲醇作为测试液。

B.4 试验前准备

B.4.1 试验台准备

B.4.1.1 试验台架及各传感器校准

至少每 10 次试验或半年校准一次,以两者先到为准进行校准。

B.4.1.2 管路、管路连接、传感器与安装位置的安装与检查

按 B.2.2 要求安装好各类传感器和管线;对所有管路、管路连接处、探头与传感器、各传感器安装部位进行检查,不应存在裂纹、堵塞、泄漏等情况,必要时更换。

B.4.2 发动机零件的准备

B.4.2.1 发动机线束检查

检查线圈线束连接器安装是否到位和完好,必要时重新装配或更换。

B.4.2.2 甲醇喷嘴流量检测

对喷嘴 2.5 ms 动态流量进行 3 次流量测试,每次测试喷嘴喷射 3 000 次。记录每次的测试值,取 3 次流量测试的平均值为该喷嘴的流量,具体按 GB/T 25363 进行检测。

B.5 试验步骤

B.5.1 发动机磨合

试验前应对发动机进行磨合,共磨合 18 h。发动机磨合试验应满足以下要求。

- a) 机油温度小于 125 °C,甲醇温度为 (25 ± 2) °C,进气进口温度为 (25 ± 2) °C,冷却液出口温度为 (88 ± 2) °C,冷却液进口压力为 (55 ± 25) kPa。同时,记录发动机其他参数。
- b) 磨合工况运行参数及条件见表 B.5。

表 B.5 磨合工况运行参数及条件

循环点	持续时间 min	转速 r/min	扭矩 N·m
1	20	2 000	28.6
2	20	2 500	28.6
3	20	3 000	28.6
4	20	3 500	28.6
5	20	4 000	28.6
6	20	4 500	28.6
7	20	2 000	28.6
8	20	2 000	57
9	20	2 500	57
10	20	3 000	57
11	20	3 500	57
12	20	4 000	57
13	20	4 500	57
14	20	5 000	57
15	20	2 000	28.6
16	20	2 000	85
17	20	2 500	85
18	20	3 000	85
19	20	3 500	85

表 B.5 磨合工况运行参数及条件（续）

循环点	持续时间 min	转速 r/min	扭矩 N·m
20	20	4 000	85
21	20	4 500	85
22	20	5 000	85
23	20	5 500	85
24	20	2 000	28.6
25	20	2 000	114
26	20	2 500	114
27	20	3 000	114
28	20	3 500	114
29	20	4 000	114
30	20	4 500	114
31	20	5 000	114
32	20	5 500	114
33	20	5 600	114
34	20	2 000	28.6
35	20	2 000	143
36	20	2 500	143
37	20	3 000	143
38	20	3 500	143
39	20	4 000	143
40	20	4 500	143
41	20	5 000	143
42	20	5 500	143
43	20	5 600	143
44	20	2 000	28.6
45	20	2 000	全负荷
46	20	2 500	全负荷
47	20	3 000	全负荷
48	20	3 500	全负荷
49	20	4 000	全负荷
50	20	4 500	全负荷
51	20	5 000	全负荷
52	20	5 500	全负荷

表 B.5 磨合工况运行参数及条件（续）

循环点	持续时间 min	转速 r/min	扭矩 N·m
53	20	5 600	全负荷
54	20	2 000	28.6
^a 发动机磨合试验控制参数：机油温度小于 125 ℃，甲醇温度为(25±2)℃，进气进口温度为(25±2)℃，冷却液出口温度为(88±2)℃，冷却液进口压力为(55±25)kPa。 ^b 记录发动机其他参数。			

B.5.2 磨合结束后操作

B.5.2.1 磨合期间机油消耗量

B.5.2.1.1 采用放油称重法对磨合期间机油消耗进行称量。

B.5.2.1.2 如果磨合期间机油消耗大于 30 g/h，可以认定机油消耗过高。

B.5.2.2 发动机外特性试验、活塞漏气量试验、缸压测量

B.5.2.2.1 外特性试验

磨合完成后更换机油、机滤进行。发动机油门全开，从 5 600 r/min 转速点开始，按每递减 400 r/min 测试一个点，直到转速 1 200 r/min 进行试验，且包括 4 200 r/min、3 800 r/min、1 000 r/min 3 个转速点。试验过程中待边界条件稳定后再采集数据，每个转速点采集至少 2 次并确保数据有效，测量时间 30 s。

B.5.2.2.2 活塞漏气量试验

发动机油门全开，发动机转速由高到低顺序试验；转速选取及测试要求与外特性试验一致。具体操作为：堵住进气歧管侧曲通管路，以及其他曲轴箱与外界交往的一切通道，如曲轴箱通风的进出口、机油标尺孔等，并要求曲轴油封密封正常，活塞漏气量仪为开式连接至通往空滤后的曲通管路上，并堵死空滤后的曲通接头，试验前清空活塞漏气量仪的测量管路，必要时曲轴箱与活塞漏气量仪之间可添置冷凝器，所有连接软管内径不小于 20 mm，活塞漏气量仪的排气口不应受到吹拂。

B.5.2.2.3 缸压测量

出水温度和机油温度达到 90 ℃时，停止发动机。拆下所有缸火花塞，油门全开，采用倒拖方式进行测量，转速为(250 ±10)r/min；如果用起动机拖动，则应记录起动机实际拖动转速、缸压、出水温度和机油温度。

B.5.2.3 机油称重

B.5.2.3.1 发动机完成 B.5.2.2 试验后停机 5 min，从油底壳放油 20 min，对放出机油进行称重并记录。

B.5.2.3.2 将放出的机油重新加入发动机。

B.5.3 试验过程中操作

B.5.3.1 发动机操作参数

试验过程中发动机操作和监控参数见表 B.2。

B.5.3.2 试验运行时间

试验运行时间是指发动机受表 B.2 中参数控制运行时间。任何非受控运行时间不能计入试验时间。当发动机在非受控状态下运行时,可以为怠速或试验状态,每次试验发动机非受控运行时间应不超过 1 h。发动机一旦切换到受控状态运行,试验开始计时,试验时间为 120 h(共 240 个循环)。

B.5.3.3 累计停机时间

试验过程中累计停机时间(包括计划和临时停机)不超过 10 h。

B.5.3.4 累计停机次数

试验过程中累计停机次数(包括计划和临时停机)不超过 10 次。

B.5.3.5 计划和临时性停机

除紧急情况外,发动机的所有停机应在工况 1 的开始阶段进行。

B.5.3.6 机油液位检查

试验期间可不定期地检查机油液位。按如下步骤进行操作。

- a) 进入试验阶段工况 1 后停机。
- b) 停机后等待 5 min。
- c) 用机油尺查看机油液位情况。
- d) 如机油液位在机油尺最低刻度以下,加入机油,直到机油液位处在机油尺最低刻度与最高刻度之间,继续进行试验。
- e) 如机油液位在机油尺最低刻度与最高刻度之间,继续试验。
- f) 记录机油液位和加入的机油量。

B.5.3.7 数据采集

采集数据应包括但不限于表 B.6 中参数,按每运行 1 个循环,每个工况采集 1 次数据的频率进行。

表 B.6 应采集的发动机参数

类别	参数
时间	试验时间/min
发动机负荷	转速/(r/min)
	功率/kW
发动机润滑系统	油底壳机油温度/°C
	主油道机油压力/kPa
发动机冷却系统	进口温度/°C
	出口温度/°C
	进口压力/kPa
	出口压力/kPa
	流量/(L/min)

表 B.6 应采集的发动机参数 (续)

类别	参数
发动机进/排气系统	进气温度/℃
	大气压力/kPa
	进气湿度/(g/kg)
	进气歧管压力/kPa
	排气背压/kPa
发动机供油系统	流量/(kg/h)
	甲醇温度/℃
其他	空燃比
	点火提前角/(°)

B.5.4 试验结束后操作

B.5.4.1 发动机外特性试验、活塞漏气量试验、缸压测量

B.5.4.1.1 试验工况运行完成后直接进行。具体过程按 B.5.2.2 进行操作,其中外特性试验控制在 45 min 内完成。

B.5.4.1.2 相对于试验初始时测得的数据,试验结束后 5 600 r/min 转速点处功率衰减不应超过 5%,3 800 r/min 转速点处扭矩衰减不应超过 5%。

B.5.4.1.3 试验结束后,发动机活塞漏气量不应小于 31 L/min。

B.5.4.1.4 试验结束后,每个缸的缸压应高于 1 400 kPa,且每个气缸的缸压不应小于 4 个气缸中最高缸压的 80%。

B.5.4.2 机油称量、取样与检测

B.5.4.2.1 放油

完成所有试验后,停机 5 min,从油底壳放油 20 min,称量机油质量并记录。

B.5.4.2.2 机油消耗量

机油消耗量是指试验开始时按 B.5.2.3 要求加入的机油质量与试验过程中补充的机油量之和减去放出机油量除以试验工况运行时间 120 h 的计算值。

B.5.4.2.3 机油取样

从机油容器几何中心采集取样,每次采集两瓶,每瓶 500 mL。采集瓶上标注发动机编号、样品名称、甲醇添加剂型号、甲醇添加剂加入剂量、机油运行时间及采集时间;两瓶机油样品,一瓶用于检测分析,一瓶保存留样。

B.5.4.2.4 机油检测

机油检测包括试验用新机油和按 B.5.4.2.3 要求取样的试验后机油检测。检测内容包括机油酸值、机油碱值、机油中铜/铝/铁含量,分析方法见表 B.7。

表 B.7 机油检测项目与方法

项目	检测方法
碱值(以 KOH 计)/(mg/g)	SH/T 0251
酸值(以 KOH 计)/(mg/g)	GB/T 7304
铜含量/(mg/kg)	GB/T 17476
铝含量/(mg/kg)	GB/T 17476
铁含量/(mg/kg)	GB/T 17476

B.5.4.2.5 机油碱值-机油酸值(以 KOH 计)、机油酸值增加值(以 KOH 计)

发动机台架试验机油的机油碱值-机油酸值(以 KOH 计)和机油酸值增加值(以 KOH 计)按以下确定:

- 机油碱值-机油酸值(以 KOH 计)是指试验后机油碱值与试验后机油酸值之差;
- 机油酸值增加值(以 KOH 计)是指试验后机油酸值与试验用新机油酸值之差。

B.5.4.2.6 喷嘴清洁性(流量变化率)

发动机台架试验后喷嘴清洁性(流量变化率)按以下确定:

- 按 B.4.2.2 中要求检测试验后喷嘴流量,并记录;
- 喷嘴清洁性(流量变化率)是指试验开始时喷嘴 2.5 ms 动态流量与试验结束时喷嘴 2.5 ms 动态流量之差除以试验开始时喷嘴 2.5 ms 动态流量的绝对值。

B.5.4.3 总燃烧室沉积物收集与计算

B.5.4.3.1 收集前准备

总燃烧室沉积物收集前准备工作如下:

- 准备 8 个干净的收集袋子,按缸号做好记号;
- 对 8 个收集袋称重,并记录质量;
- 用吸油擦拭布清理缸盖、活塞周围水垢和油污,并用干净胶带封住所有水道和油孔;
- 对缸盖按缸号进行标识,从正对火花塞按着孔方向给气缸盖 4 个燃烧室拍照;
- 对活塞按缸号进行标识,从正对活塞顶部方向给 4 个活塞顶部拍照;
- 转动曲轴,直到所要刮活塞到达上死点;
- 用堵头堵住火花塞孔。

B.5.4.3.2 收集步骤

按以下过程进行总燃烧室沉积物收集工作:

- 用合适工具刮燃烧室、活塞顶部沉积物;
- 收集完活塞顶部(不包括活塞侧面)和燃烧室的沉积物后,按 B.5.4.3.1 要求对活塞和燃烧室进行拍照;
- 对收集袋进行称量,并记录质量。

B.5.4.3.3 总燃烧室沉积物质量计算

总燃烧室沉积物质量按以下步骤计算:

- a) 计算单缸活塞顶部沉积物与燃烧室沉积物质量之和；
- b) 计算总燃烧室沉积物质量(4个缸活塞顶部与燃烧室沉积物质量之和除以4),并记录。

B.6 试验结果评定

B.6.1 总燃烧室沉积物的称量

按 B.5.4.3 要求进行收集和称量,精确到 0.001 g,否则结果无效。

B.6.2 发动机试验有效性评定

B.6.2.1 每个工况的运行参数

试验工况运行期间,工况 1 和工况 2 下发动机运行的参数与表 B.2 中要求不相符,则试验结果无效。

B.6.2.2 发动机机油消耗

试验工况运行期间,如果机油消耗量超过 30 g/h,则试验结果无效。

B.6.2.3 发动机性能

试验工况运行结束后,5 600 r/min 转速点处功率衰减不应超过 5%,3 800 r/min 转速点处扭矩衰减不应超过 5%,试验结束后外特性试验时间不应超过 45 min,否则试验结果无效。

B.6.2.4 发动机活塞漏气量

整个试验过程中发动机活塞漏气量不应超过 31 L/min,否则试验结果无效。

B.6.2.5 发动机缸压

整个试验过程中发动机每个缸的缸压应高于 1 400 kPa,且每个气缸的缸压不应小于 4 个气缸中最高缸压的 80%;否则试验结果无效。

B.6.2.6 试验时间

试验时间为 120 h,否则试验结果无效。

B.6.2.7 停机时间与次数

累计停机时间不超过 10 h,累计停机次数不应超过 10 次,否则试验无效。

B.7 试验报告

B.7.1 报告内容

试验检测报告应包括如下内容。

- a) 试验时间、试验机油、试验单位、M100 车用甲醇燃料添加剂厂家、M100 车用甲醇燃料添加剂加入剂量等。
- b) 总燃烧室沉积物质量。包括各缸活塞顶部沉积物的质量和燃烧室沉积物的质量。
- c) 喷嘴清洁性(流量变化率)。
- d) 机油碱值-机油酸值、机油酸值增加值、铜含量、铁含量及铝含量。

B.7.2 数据采集报告

试验期间采集的工况 1 和工况 2 的发动机参数。

B.7.3 沉积物部位零件照片

包括以下零部件沉积物收集前、后照片：

- a) 活塞顶部：1 缸、2 缸、3 缸及 4 缸；
 - b) 气缸盖燃烧室：1 缸、2 缸、3 缸及 4 缸。
-