

中华人民共和国石油化工行业标准

SH/T 0757—2005

内燃机油节能性能评定法 (程序Ⅵ法)

Standard dynamometer test method for measuring
the energy conserving quality of enging oils

2005-04-11 发布

2005-09-01 实施

中华人民共和国国家发展和改革委员会 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 方法概要	2
5 意义和用途	2
5.1 功能	2
5.2 与“五车试验”的关联	2
5.3 试验的有效性	2
5.4 用途	2
6 试验设备和仪器	2
6.1 实验室环境条件	2
6.2 试验台架和实验室设备	3
6.3 试验发动机	6
6.4 专用测量和组装设备	6
7 试剂和材料	7
7.1 试验燃料	7
7.2 参比油	7
7.3 发动机冷却液	8
7.4 清洗材料	8
7.5 发动机装机油	8
8 试油	8
9 仪器设备的准备	8
9.1 试验台架的准备	8
9.2 发动机组装	8
10 新发动机的磨合	9
10.1 新发动机磨合前的准备	10
10.2 启动发动机后的检查和调整	10
10.3 冷却系统冲洗	11
10.4 新发动机磨合	12
11 发动机的标定	13
11.1 标定用参比油	13
11.2 发动机标定程序	13
11.3 发动机标定合格标准	13
11.4 发动机标定不合格采取的措施	13
12 试验步骤	13
12.1 化油器	13
12.2 起动和停止发动机的方法	13

12.3	用冲洗油(FO)的冲洗换油程序	13
12.4	双冲洗换油程序	14
12.5	试验工况	15
12.6	试验步骤	15
12.7	试验过程中的稳定运转时间和 BSFC 采集时间	17
12.8	BSFC 变异系数	18
12.9	试油冲洗程序	18
12.10	试油的老化阶段	19
12.11	老化试验期间的机油耗	19
12.12	试油老化后 BSFC 的测量	19
12.13	HR 油的 BSFC 测量	19
12.14	试验记录	19
13	试验结果的计算	19
13.1	试油的节能率	19
13.2	加权节能率和综合节能率	20
14	试验台架的标定	20
15	精密度	20
16	试验结果报告	20
附录 A	试验记录	21
附录 B	试验报告	23
附录 C	安全	31

前 言

本标准修改采用美国试验与材料协会 ASTM 工作组文件《内燃机油节能性能评定法(程序 VI 法)》。

本标准根据 ASTM 工作组文件《内燃机油节能性能评定法(程序 VI 法)》重新起草。

为了更适合我国国情,本标准在采用 ASTM 工作组文件《内燃机油节能性能评定法(程序 VI 法)》时进行了修改。这些技术性差异用垂直单线标识在它们所涉及的条款的页边空白处。本标准与 ASTM 工作组文件《内燃机油节能性能评定法(程序 VI 法)》的主要技术差异如下:

- 本标准的引用标准采用我国现行标准,无相应标准的引入其实质性内容。
- 用国产试验燃油代替美国试验燃油。
- 标定试验由每半年或每十五次试验改为更换新发动机或每十五次试验标定一次。
- 删去了 ASTM 工作组文件中第 5、9 章中的部分内容。
- 删去了 ASTM 工作组文件中部分附录的内容。

为使用方便,本标准还做了部分文字的编辑性修改。

本标准的附录 A 和附录 C 是规范性附录,附录 B 是资料性附录。

本标准由中国石油化工集团公司提出。

本标准由中国石油化工股份有限公司石油化工科学研究院归口。

本标准起草单位:中国石油化工股份有限公司石油化工科学研究院。

本标准主要起草人:王庆新、杨本丰、刘顺涛、王殿福、卢文彤。

内燃机油节能性能评定法(程序Ⅵ法)

1 范围

- 1.1 本标准规定了评定内燃机油对轿车和轻型卡车燃料经济性影响的方法。
- 1.2 本标准适用于评定内燃机油(例如: ILSAC GF-1)的节能性能。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

- GB/T 258 汽油、煤油、柴油酸度测定法
- GB/T 259 石油产品水溶性酸及碱测定法
- GB/T 260 石油产品水分测定法
- GB/T 380 石油产品硫含量测定法(燃灯法)
- GB/T 503 汽油辛烷值测定法(马达法)
- GB/T 511 石油产品和添加剂机械杂质测定法(重量法)
- GB/T 5096 石油产品铜片腐蚀试验法
- GB/T 5487 汽油辛烷值测定法(研究法)
- GB/T 6536 石油产品蒸馏测定法
- GB/T 6683 石油产品试验方法精密度数据确定法(GB/T 6683—1997, eqv ISO 4259:1992)
- GB/T 8017 石油产品蒸气压测定法(雷德法)
- GB/T 8018 汽油氧化安定性测定法(诱导期法)
- GB/T 8019 车用汽油和航空燃料实际胶质测定法(喷射蒸发法)(GB/T 8019—87, neq ISO 6246:1981)
- GB/T 8020 汽油铅含量测定法(原子吸收光谱法)
- GB/T 11132 液体石油产品烃类测定法(荧光指示剂吸附法)
- SH/T 0174 芳烃和轻质石油产品硫醇定性试验法(博士试验法)(SH/0174—92, mod ISO 5275:1979)

3 术语和定义

下列术语和定义应用于本标准。

3.1

空燃比 air-fuel ratio

进入发动机燃烧室混合气中的空气和燃油的质量比。

3.2

曲轴箱窜气 blowby

发动机运转时,由燃烧室窜入曲轴箱的燃烧产物、未燃烧的空气和燃油的混合气。

3.3

参比油 reference oil

用于与试油进行对比评定的标准油。

3.4

试油 test oil

需用本方法评定的内燃机油。

3.5

校机油 calibration oil

用来确认发动机台架是否处于正常状态的标准油。

3.6

磨合 break-in

使用新发动机或更换了主要部件的发动机在进行评定试验前，为保证发动机的性能而必须进行的运转。

3.7

燃油比油耗 (BSFC) brake specific fuel consumption

内燃机在单位时间内的单位功率所消耗的燃油量，通常用每有效千瓦小时所消耗的燃油质量(g)表示。

4 方法概要

本标准采用 1982 年、1986 年或 1987 年生产的 3.8L Buick V-6 双腔化油器发动机进行试验。试验时发动机按三种给定工况运行，采用不停机换内燃机油的技术，本标准规定测定在每一工况下的燃油消耗率。试油的燃油消耗率与 ASTM 规定的 20W/30 SE 级基准参比油(HR 油)的燃油消耗率直接进行比较。试验结果用相对于基准参比油的燃油比油耗(BSFC)的变化百分率表示。

5 意义和用途

5.1 功能

从本方法得到的数据，是在实验室重复的试验条件下内燃机油节能能力的比较数据。本方法比它所替代的 ASTM“五车试验”方法具有更高的分辨率和精确度。本标准所确定的基准参比油(HR 油)为所有试验提供了比较的基准。HR 油是一种 SAE 20W/30 全配方油，符合 SE 级汽油机油规格。该油的燃油经济性性能接近于 1978 年生产的 10W/30 SE 级和 10W/40 SE 级商品油的中间值。

5.2 与“五车试验”的关联

制定本试验方法时专门研究了与 ASTM“五车试验”的关联。二者的关系见图 1。

5.3 试验的有效性

试验的有效性取决于对本试验方法所有要求的符合程度。为保证试验操作的有效性，在试验期间要定期检查记录数据，及时发现并正确处理仪器仪表故障。下列参数对试验结果影响较大：试验工况的稳定性；空燃比的稳定性；燃油流量的稳定性；进气歧管真空度。

只有在用校机油标定合格的台架上所进行的试验才有可能有效试验。

5.4 用途

本标准可用于内燃机油的产品规格。在内燃机油节能配方的研究工作中，也可用于评价和比较节能水平。

6 试验设备和仪器

6.1 实验室环境条件

6.1.1 发动机操作间

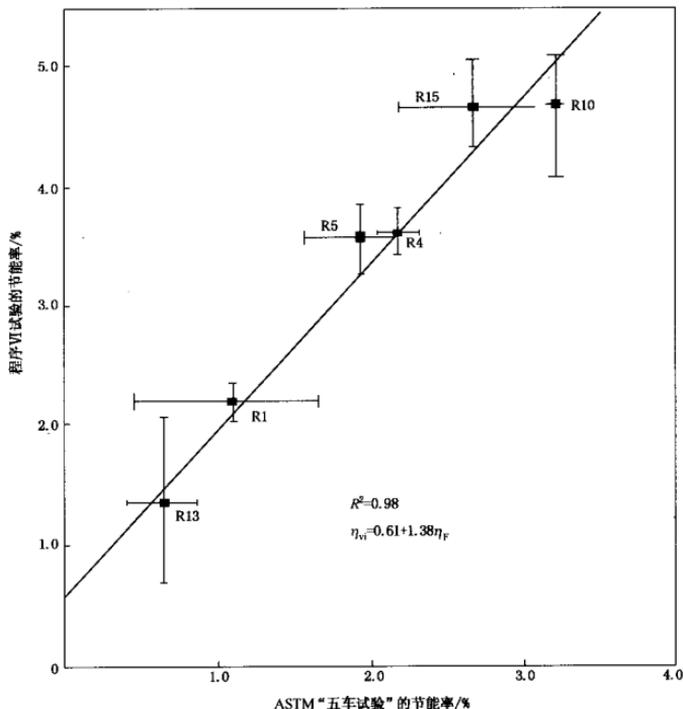
实验室大气中要尽量减少脏物、灰尘和其他污染物。送风系统应避免直接吹试验机。

6.1.2 装配间和测量间

建议装配间和测量间的空气要经过过滤并维持均一的温度和湿度，防止灰尘聚积在零件上或使零件生锈。

6.1.3 零件清洗间

由于清洗零件时要使用溶剂，因此清洗间必须通风。



- ┆ — 节能率平均值 ± 标准偏差；
 R1、R4、R5、R6、R10、R13、R14、R15——试油；
 R^2 ——相关系数；
 η_{VI} ——程序VI试验的节能率；
 η_r ——ASTM“五车试验”的节能率。

图1 程序VI与ASTM“五车试验”之间的关系

6.2 试验台架和实验室设备

6.2.1 试验台架

要使发动机进气歧管的化油器装配法兰呈水平状态。选用合适的发动机支架使其在1500r/min运转时震动最小。

6.2.2 发动机转速和负荷控制系统

发动机转速和负荷控制系统应能满足本标准规定的试验条件，在100s~120s测量间隔内，平均转速的控制精度为 $\pm 2r/min$ ，平均负荷的控制精度为 $\pm 0.07N \cdot m$ 。

在所有情况下，燃油比油耗的测量与计算要与各参数的测量相协调，特别是转速、负荷、燃油流量、排气中的 CO 含量的显示值是在 100s ~ 120s 的测量期间的平均值，因此要保证将测量的滞后因素降到最小。

6.2.3 化油器供气系统

供气流量约 63.8L/s，到化油器的空气温度、压力和湿度必须满足试验条件。

6.2.4 排气系统

6.2.4.1 排气歧管

必须使用专用水冷排气歧管。

6.2.4.2 排气稳压罐

用程序 VI 试验专用排气稳压罐，从排气歧管出口法兰到排气稳压罐进口法兰的距离为 203mm ± 101mm。

6.2.4.3 排气背压传感器

排气背压传感器安装在排气稳压罐侧壁的中部。

6.2.4.4 排气分析

要准确测定排气中的 CO 含量。建议用非分散红外光谱仪测定 CO 含量，用极谱仪测定 O₂ 含量，分析仪器必须具有连续测量 30min 的能力。

排气采样口与分析仪间管线过长会增加潜在误差，因此，取样管线要尽量短。

6.2.5 燃油供给系统

6.2.5.1 供油压力

供油压力要求稳定，并控制在本标准要求的范围内，供油的稳定性对试验精密度至关重要。

建议分两级进行压力调节，假定主供油管线燃油压力为 138kPa ~ 207kPa (20psi ~ 30psi)，第一级压力可调到约 89.6kPa (13psi)，而后，一定要把安装在化油器进油口前 3m 内的第二级压力调节器的压力调到 41.4kPa ~ 62.1kPa (6psi ~ 9psi) 范围内 (试验阶段)。在发动机磨合期间的循环阶段，燃油压力要调到 27.6kPa (4.0psi)。

6.2.5.2 燃油流量测量

燃油流量测量精度至关重要，因此，要选用精度为 ±0.20% 的燃油耗测量装置。

6.2.5.3 燃油温度控制系统

必须采用合适的系统将燃油温度控制在本标准要求的范围内。

6.2.6 发动机冷却系统

发动机冷却系统如图 2 所示。此系统具有下列特征：

- 密闭冷却系统，冷却罐配备能释放 34.5 kPa ~ 69.0kPa 压力的盖。
- 冷却液泵的流量能达到 1.89L/s ± 0.06L/s。
- 有控制及测量冷却泵流量的装置，流量计的最低精度为 ±1%。
- 在装入新冷却液前，应能放出全部冲洗水 (即装有低位放空阀)。
- 在靠近发动机冷却液出口处有视窗，以检查液流中的气泡情况。

6.2.7 机油外部循环系统

发动机机油外部循环系统如图 3 所示。此系统由两部分组成，一部分是不停机换油用的冲洗系统，另一部分是机油温度控制系统。

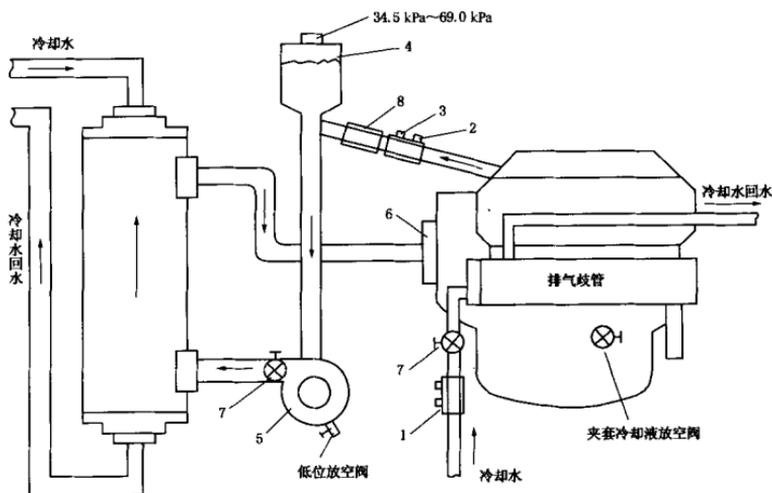
6.2.8 热电偶的安装位置

6.2.8.1 发动机冷却液入口

测温点至入口法兰的距离不大于 76mm，测温点插在液流中心。

6.2.8.2 发动机冷却液出口

测温点至出口法兰的距离不大于 76mm，测温点插在液流中心。



- | | |
|---------------------------|-------------------|
| 1—排气歧管冷却水流量计 (每侧排气歧管装一个); | 5—泵 (流量 1.89L/s); |
| 2—发动机夹套冷却液出口接头; | 6—发动机夹套冷却液进口法兰; |
| 3—发动机夹套冷却液流量计; | 7—冷却水流量调节阀; |
| 4—冷却液罐; | 8—观察窗。 |

图2 发动机冷却系统

6.2.8.3 发动机主油道

热电偶安装在发动机右前方的油道孔处,并插入发动机机体中。

6.2.8.4 油底壳

热电偶安装在机油外部循环系统中,与油底壳的距离保持在51mm内。

6.2.8.5 燃油温度

热电偶安装在距化油器进口152mm处。

6.2.9 压力测量设备

6.2.9.1 进气歧管真空度(绝对压力)

用精度为1%、分辨率为0.68kPa的传感器,安装在化油器的后方。

6.2.9.2 机油压力

用精度为1%、分辨率为6.9kPa的传感器,安装在主油道上。

6.2.9.3 化油器燃油压力

用精度为3.5kPa的传感器,安装在化油器燃油进口处。

6.2.9.4 化油器进气压力

用精度为2%、分辨率为49.8Pa的传感器,安装在化油器进气口处。

6.2.9.5 曲轴箱压力

用精度为2%、分辨率为49.8Pa的传感器,安装在曲轴箱原燃油泵连接板处。

6.2.9.6 排气背压

将特制的取样管安装在排气稳压罐中部,所用传感器的精度为2%,分辨率为24.9Pa,传感器与取样管间安装一个合适的冷凝液收集器,以收集排气中的冷凝水。

6.2.10 曲轴箱通气系统

在进气歧管原安装 PCV 阀的接头处直接通向大气。摇臂罩不通气。

6.2.11 机油冲洗系统

发动机运转期间, 机油冲洗系统应能按要求更换机油。一般包括外部油箱、电磁阀和换油量测量装置。其部件及流程示意图见图 3。

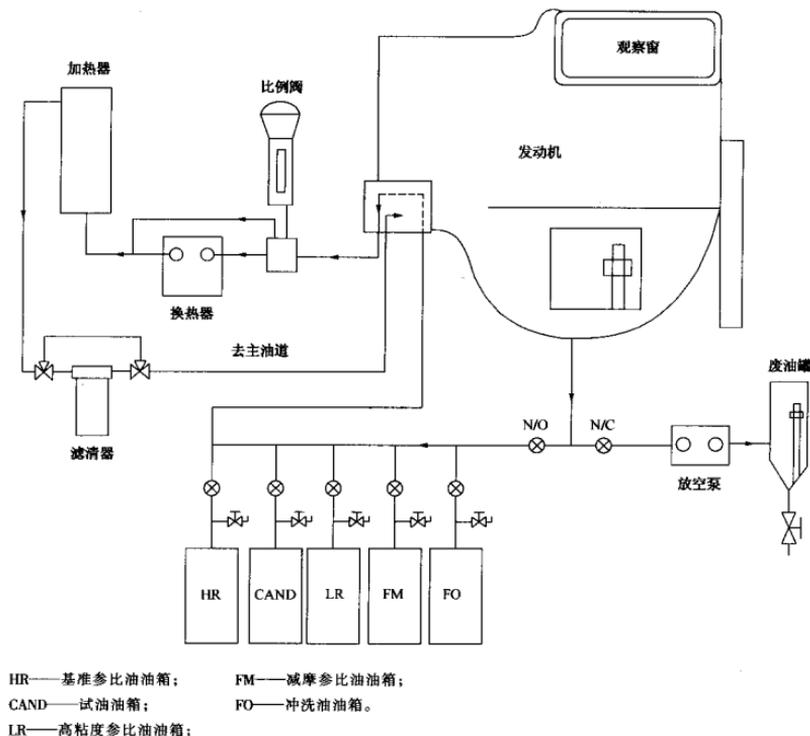


图 3 机油外部循环系统

6.3 试验发动机

采用 1982 年、1986 年或 1987 年生产的 3.8L Buick V-6 双腔化油器发动机。发动机要按本标准进行组装(见 9.2 条)。组装时建议用旧缸体。如果用新缸体, 必须在轻负荷条件下至少运转 8h, 然后解体重新组装, 这样可使气缸体的尺寸更加稳定。

本标准需用两种化油器, 即磨合用和试验用化油器, 这两种化油器以及进气喇叭口、油底壳、摇臂罩、分电器和进气歧管等都需进行改装。

6.4 专用测量和组装设备

6.4.1 气缸体预应力压板

要求用两个专用的珩磨预应力压板, 在气缸珩磨时用专用螺栓和垫片将预应力压板紧固在气缸体上。

6.4.2 气缸珩磨设备

用一台 Sunnen CK-10 或相当的珩磨机。

6.4.3 气缸表面粗糙度测量仪

气缸珩磨后, 要用表面测量仪测量其粗糙度, 合格范围为 $0.31\mu\text{m} \sim 0.41\mu\text{m}$ 。

6.4.4 发动机预润滑设备

启动发动机前，必须用手电钻转动油泵 1min~2min，使油道、冷却器等油系统充油。

7 试剂和材料

7.1 试验燃料

所用燃料必须满足表 1 的技术要求。

表 1 试验燃料的技术要求

项 目	质量指标	试验方法
研究法辛烷值(RON)	不小于 95.0	GB/T 5487
抗爆指数(RON + MON)/2	不小于 90.0	GB/T 5487, GB/T 503
铅含量/(g/L)	不大于 0.005	GB/T 8020
馏程:		GB/T 6536
10% 蒸发温度/°C	不高于 70	
50% 蒸发温度/°C	不高于 120	
90% 蒸发温度/°C	不高于 190	
终馏点/°C	不高于 205	
残留量和损失量/%	不大于 3.5	
蒸气压/kPa	不大于 80	GB/T 8017
实际胶质/(mg/100mL)	不大于 5	GB/T 8019
诱导期/min	不小于 480	GB/T 8018
硫含量/(质量分数)	不大于 0.10	GB/T 380
博士试验	通过	SH/T 0174
铜片腐蚀(50°C, 3h)/级	不大于 1	GB/T 5096
水溶性酸或碱	无	GB/T 259
酸度/(mgKOH/100mL)	不大于 3	GB/T 258
机械杂质及水分	无	GB/T 511 和 GB/T 260
组成/(体积分数)		GB/T 11132
烷烃和环烷烃	41 ~ 43	
烯 烃	12 ~ 14	
芳 烃	45 ~ 47	

7.2 参比油

7.2.1 基准参比油(HR)

该油为 SE 级 20W/30 试验专用油，是试油评定的主要参比油，同时也用于确定发动机磨合期间的稳定性。每次试验约需 38L。

7.2.2 高粘度参比油(LR)

该油粘度级别为 SAE 50，油中的添加剂与 HR 油相同。在试验的标定阶段，LR 油用来与 HR 油比较，以确定试验机在机油粘度变化时燃油消耗率的变化情况。每次试验约需 19L。

7.2.3 减摩参比油(FM)

该油由 HR 油与钼胺型摩擦改进剂调和而成，这种摩擦改进剂起作用较快，但持续时间较短。该油用于标定试验机对摩擦改进剂的灵敏度，每次试验约需 19L。

7.2.4 冲洗油(FO)

该油由 HR 油与高浓度清净剂调和而成。当发动机用 FM 油或试油试验后要换油时，必须用 FO 油冲洗发动机，以清除 FM 油或试油的影响。每次试验约需 38L 冲洗油。

SH/T 0757—2005

7.3 发动机冷却液

由防冻液和水按 1:1(体积分数)的比例调和而成,所用的水必须是去离子水或蒸馏水。

7.4 清洗材料

7.4.1 化油器清洗剂

市售化油器清洗剂。

7.4.2 发动机冷却系统清洗剂

Dupont 重负荷车辆冷却系统清洗剂或等效产品,其中包括草酸、石油分散剂 425 # (Petro Dispersant Number 425 Powder)和碳酸钠等成分。

7.5 发动机装机油

HR 油或 EF-411 油(EF-411 油是一种不含添加剂的基础油)。

8 试油

每次试验最少需用 19L,但一般要提供 38L 试油。要测定新油 40℃和 100℃运动粘度。

9 仪器设备的准备

9.1 试验台架的准备

9.1.1 外部机油系统的清洗

新组装的发动机必须用溶剂油彻底清洗外部机油系统。

9.1.2 排气取样管更新

试验前要检查取样管是否正常、气孔是否堵塞,当发现取样管断裂或变形时需更换。

9.1.3 更换软管

检查所有的冷却液连接软管,如有损坏或内壁有碍液体流动时应更换。

9.2 发动机组装

由于本试验要求使用操作非常稳定的发动机,因此组装发动机时要特别仔细并注意每一组细节。建议使用旧气缸体,因为旧气缸体在尺寸上比新气缸体更稳定。最好利用曾做过程序 III E 试验的气缸体。如果用新发动机,应在轻负荷条件下运转至少 8h。然后拆机,再按本方法要求重新组装发动机。

9.2.1 零件的清洗

9.2.1.1 解体发动机

完全解体发动机,包括所有的加工工艺塞及主油道塞。

9.2.1.2 浸泡

将所有零件和气缸体浸泡在除油脂的溶剂中直到清洗清洁,在第一次清洗时,允许溶剂进入气缸体冷却夹套中。

9.2.1.3 清洗

用热水彻底清洗零件表面并冲洗气缸体油道和水道。

9.2.1.4 保护

热水清洗后,用含 10%(体积分数)HR 油的 Stoddard 溶剂(或 149℃~204℃溶剂油)彻底喷洗所有零件,注意不要将溶剂喷进冷却夹套中。

9.2.1.5 气缸体和缸套的处理

磨缸、测量和活塞环开口间隙加工完成后,用毛刷和热洗衣粉水刷洗气缸壁。再用清洗溶剂喷洗气缸体,用压缩风吹干所有油道,最后用软布和 HR 油擦气缸壁。

9.2.2 发动机组装说明

根据所用气缸体的生产年份(1982 年、1986 年或 1987 年),严格按照相应年份的 Buick 发动机使

用手册及《内燃机油高温氧化和抗磨损性能评定方法(程序Ⅲ E法)》试验发动机的组装说明细节进行组装,如本方法另有详细说明时,要按本方法的说明做。

发动机组装时,用HR油或EF411油涂零件表面。

9.2.2.1 专用零件

进气歧管、分电器、燃油泵安装板、机油泵盖、摇臂罩、油底壳、化油器及化油器进气喇叭口等都要用改造过的专用零件。除以上零件外,其他零件要用与气缸体生产年份一致的新零件。

9.2.2.2 安装尺寸

试验发动机的安装尺寸见表2。

表2 发动机安装尺寸

项 目	范 围	项 目	范 围
气缸表面粗糙度/ μm	0.31 ~ 0.41	第二环开口间隙/mm	0.46
气缸圆柱度(最大)/mm	0.01	油环开口间隙/mm	0.38 ~ 0.89
气缸不圆度(最大)/mm	0.01	主轴瓦间隙/mm	0.025 ~ 0.046
活塞-气缸间隙/mm	0.071 \pm 0.005	主轴轴向窜动量/mm	0.15 ~ 0.56
第一环开口间隙/mm	0.38	连杆瓦间隙/mm	0.038 ~ 0.066

9.2.2.3 螺栓紧固扭矩

安装前,螺栓要清洗干净并涂HR油或EF411油,螺栓的紧固扭矩见表3。

表3 螺栓紧固扭矩

零件名称	紧固扭矩/(N·m)	零件名称	紧固扭矩/(N·m)
主轴-平衡块螺栓	305	飞轮-主轴螺栓	81
定时链条压轮固定螺栓	16	进气歧管-气缸盖螺栓	61
化油器-进气歧管螺栓	20	主油道堵塞	34
冷却液出口接头-进气歧管螺栓	18	油底壳-气缸体螺栓	19
连杆螺栓	54	机油泵盖螺栓	14
主轴瓦盖-气缸体螺栓	136	机油滤网-气缸体螺栓	11
气缸盖-气缸体螺栓	109	摇臂罩-气缸盖螺栓	5
分电器固定螺栓	48	摇臂轴-气缸盖螺栓	41
发动机前盖板螺栓	14	火花塞	20
排气歧管-气缸盖螺栓	34	定时链轮螺栓	27

10 新发动机的磨合

10.1 新发动机磨合前的准备

10.1.1 加油前的准备

细心检查设备,保证所有管线和接头安装完好,拆下连接油底壳与阀门(图3中N/O、N/C阀)间的油管,清除其中的残油后重新装上这段油管。

10.1.2 加油

安装一个新机油滤清器,向发动机中加入HR油5.7L。

10.1.3 预润滑

用一个手电钻和分电器接头，在安装分电器处顺时针转动机油泵 1min ~ 2min。

10.1.4 安装分电器

完成预润滑后，安装已改装的分电器。点火定时定在上止点前约 40°。

10.1.5 加冷却系统清洗液

关闭冷却液流量计两侧的小阀门，以防清洗液污染流量计。将按比例配制好的清洗液(每升水加入草酸 23g、石油分散剂 1g)加入冷却系统中。

10.1.6 安装化油器

安装已改装的磨合用化油器。

10.1.7 调整燃油压力

燃油压力调整为约 27.6kPa。

10.2 启动发动机后的检查和调整

10.2.1 调整点火定时

启动发动机，当发动机怠速运转(1000r/min，空载)时，检查渗漏情况，并将点火定时调在上止点前 40°。

10.2.2 调整机油压力

a) 点火定时调整后，将发动机调为表 4 所示工况。

表 4 发动机怠速运转工况条件

转速/(r/min)	1500	主油道油温/°C	107.2
扭矩/(N·m)	38	冷却液出口温度/°C	93.3

b) 发动机达到上述工况后，断开机油滤清器(切断旁通阀)。

c) 使发动机在 107.2 工况(见表 7)下稳定运转。

d) 将发动机主油道压力调至 $276\text{kPa} \pm 3.5\text{kPa}$ 。

e) 循环变换转速(1500r/min—1600r/min—1500r/min)和负荷，保证机油压力都能回到 $276\text{kPa} \pm 3.5\text{kPa}$ 。

f) 机油压力调整完成后，将机油滤清器接入系统(开启旁通阀)。

10.3 冷却系统冲洗

a) 发动机在上述工况(表 7)下运行 40min 后，打开发动机缸体侧面的小阀门及冷却液热交换器下面的放空阀，同时向系统加注自来水，直到排出的水干净。再向系统继续加自来水 5min，关闭缸体侧面的小阀门和热交换器放空阀。然后加入预先调制的碳酸钠水溶液(溶液浓度为每升热水中约含 3.8g 碳酸钠)。

b) 发动机运转 25min 后，打开排水阀，同时加入自来水，直至放出的水干净(进、出水的 pH 值相同)。关闭进水和排水阀，使发动机按表 4 规定的条件运行 20min。

c) 使发动机怠速运转，当主油道油温达到 49°C 时，用 12.2.1 条所述的程序停止发动机。如果化油器连接了进气控制系统，停机后立即断开供气管线。

d) 停机后，立即关闭燃油、点火，放空化油器中的燃油，油门全开并拆下所有的火花塞，逐个测量各气缸的压缩压力。记录发动机在拖动转速为 $200\text{r/min} \pm 25\text{r/min}$ 时各个气缸的压缩压力。各缸的压力差不能超过 69kPa。否则，解体并重新组装发动机，在此期间要注意保护气门和活塞环总成。

e) 放空冷却系统。

f) 向冷却系统加入试验用冷却液，其组成为 1:1(体积分数)(的乙二醇防冻液和蒸馏水)。所加的冷却液可重复使用。

10.4 新发动机磨合

10.4.1 加油

完成压缩压力检查后，拆下旧机油滤清器，安装新机油滤清器。放油后向发动机加入 5.7L 新 HR 油。

10.4.2 磨合的循环操作阶段

新发动机按表 5 规定的循环操作条件磨合 88h，每小时记录一次 A 阶段的操作条件和燃油比油耗 (BSFC)，观察 BSFC 的变动趋势，BSFC 的计算见式(1)。

表 5 新发动机循环磨合操作条件

循环阶段	A	B
时间/min	9	1
减速至阶段 A 的时间/s	—	5~10
加速至阶段 B 的时间/s	5~10	—
转速/(r/min)	1500±50	2500±50
扭矩/(N·m)	38.0±2.7	66.0±2.7
主油道油温/℃	107.2±3.0	107.2±3.0
冷却液出口温度/℃	93.3±3.0	93.3±3.0
冷却液流量/(L/s)	1.89±0.06	1.89±0.06
化油器进气温度和湿度	不控制	不控制
点火提前角/(°)(BTC)	40	40
排气背压/kPa	103.00±0.34	不控制
CO%(空燃比)	1.5±0.2(14.1±0.1)	不控制
燃油压力/kPa	27.6±3.5	27.6±3.5

10.4.3 磨合的稳定操作阶段

磨合循环阶段完成后，按 107.2 工况(见表 7)运转发动机 12h，每半小时记录操作数据一次。在运转稳定阶段前，要完成下列工作：

- 断开机油滤清器。
- 拆下磨合用化油器，安装试验用化油器。
- 将燃油压力调至 41.4 kPa~62.1kPa。
- 证实机油压力为 276kPa。

10.4.4 磨合后的标定阶段

稳定阶段的数据符合要求(见 10.4.6.1 条)后，可进行磨合的标定阶段(标定程序见表 8 中的“标定阶段”)。若标定不合格(合格标准见 10.4.6.2 条、10.4.6.3 条、10.4.6.4 条和 10.4.6.5 条)，重新标定，直至合格。

10.4.5 磨合阶段机油耗的处理

油底壳中的机油液面不能低于“满刻度”下 118.3mL(可观察油底壳视窗上的刻度)。在磨合的循环阶段可补加 HR 油，并记录补加量，在磨合的稳定阶段不能补加机油。

10.4.6 完成磨合的标准

满足下列标准时，可结束新发动机的磨合。

10.4.6.1 BSFC 差率

在磨合的 12h 稳定阶段所测的所有 BSFC 的差率不大于 1%，按式(1)计算：

$$\frac{BSFC_{\max} - BSFC_{\min}}{(BSFC_{\max} + BSFC_{\min})/2} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

$BSFC_{\max}$ ——燃油比油耗最大值;

$BSFC_{\min}$ ——燃油比油耗最小值。

10.4.6.2 高粘度参比油的节能率

标定阶段, LR 油比 HR 油在 65.6 工况(见表 7)下的节能率应为 -4.5% ~ -8.5%, 按式(2)计算:

$$\frac{HR \overline{BSFC}_{65.6} - LR \overline{BSFC}_{65.6}}{HR \overline{BSFC}_{65.6}} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

$HR \overline{BSFC}_{65.6}$ ——用 HR 油在 65.6 工况下测得的一组(六次)BSFC 的平均值;

$LR \overline{BSFC}_{65.6}$ ——用 LR 油在 65.6 工况下测得的一组(六次)BSFC 的平均值。

10.4.6.3 减摩参比油的节能率

标定阶段, FM 油在 135 工况(见表 7)下比 HR 油在 65.6 工况下的节能率应为 8.0% ~ 11.0%, FM 油在 135 工况下比 HR 油在 135 工况下节能率应为 7.0% ~ 11.0%, 按式(3)、式(4)计算:

$$\frac{HR \overline{BSFC}_{65.6} - FM \overline{BSFC}_{135}}{HR \overline{BSFC}_{65.6}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$\frac{HR \overline{BSFC}_{135} - FM \overline{BSFC}_{135}}{HR \overline{BSFC}_{135}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

$HR \overline{BSFC}_{65.6}$ ——用 HR 油在 65.6 工况下测得的一组(六次)BSFC 的平均值;

$FM \overline{BSFC}_{135}$ ——用 FM 油在 135 工况下测得的一组(六次)BSFC 的平均值;

$HR \overline{BSFC}_{135}$ ——用 HR 油在 135 工况下测得的一组(六次)BSFC 的平均值。

10.4.6.4 HR 油的油温对燃油消耗的影响

报告 HR 油在 107.2 工况及 135 工况下比 65.6 工况下的节能率, 没有限定范围。

10.4.6.5 主要操作参数

标定阶段, 在 FM135、HR135 和 HR65.6 的 BSFC 的各自一组(6次)测量期间(5min 一次), 相应的主要参数(转速、负荷、排气中 CO 含量、排气背压、冷却液温度和主油道温度)的 6 次数据的平均值也要满足本方法的要求, 否则试验无效。

10.4.6.6 磨合不合格时的处理

如果磨合后不符合 10.4.6 条的要求, 应采用下列任一措施, 直至磨合符合要求。

- a) 重新运转磨合的循环阶段。
- b) 重新运转磨合的稳定阶段。
- c) 重新运转标定阶段。
- d) 重新组装发动机。

11 发动机的标定

完成新发动机磨合后, 或每次试验前, 都要对发动机进行标定。

标定发动机的目的是为了证实发动机对润滑油边界摩擦特性和粘性阻力变化的灵敏度, 另外目的是:

- a) 检验发动机的磨合是否合格。
- b) 检验发动机是否适合做试油试验。

11.1 标定用参比油

- a) 高粘度参比油(LR)。
- b) 减摩参比油(FM)。
- c) 基准参比油(HR)。
- d) 冲洗油(FO)。

完成新发动机磨合后,或每次试验完成后,发动机内的润滑油都应是HR油,以备下次标定用。

11.2 发动机标定程序

见表8中的“标定阶段”。

11.3 发动机标定合格标准

采用10.4.6.2条~10.4.6.5条规定的标准。

11.4 发动机标定不合格采取的措施

- a) 如果怀疑发动机磨合不合格,重新磨合。
- b) 如果怀疑试验中的LR油或FM油受到化学污染,用FO油进行冲洗或延长HR油的运转时间并重新进行标定。
- c) 拆发动机重新组装。

12 试验步骤

12.1 化油器

安装一个经改装的试验用化油器,在试验的107.2工况下和冲洗换油阶段(燃油压力为41.4 kPa~62.1 kPa),化油器必须满足下列要求:

- a) 当发动机运转时,用闪光灯观察喉管,不能有燃油流出。
- b) 发动机在2000r/min和8.1N·m条件下操作,不能出现由于贫油而产生断火或爆燃,否则,调整怠速油孔调节螺丝(逆时针调节以加浓混合气)。

12.2 起动和停止发动机的方法

12.2.1 正常起动和停止发动机的方法

关闭电控空燃比调节装置,拖动发动机即可起动。正常停机时,切断燃油,使发动机在1500r/min或怠速条件下运转,直到燃尽化油器中的燃油为止。无论何时,发动机停机后,要尽快断开化油器进气管线。

12.2.2 非正常停机再起动

如果出现非正常停机,按表6规定处理。

表6 非正常停机后再起动的处理方法

停机时间	重新起动运行的处理方法
稳定运转阶段	回到稳定阶段的始点起动,不能减去停机前已运转的时间
BSFC测量期间	起动发动机,重新运行前面的稳定运转阶段,而后重新采集BSFC数据
冲洗换油或试油老化期间	起动发动机,继续试验

12.3 用冲洗油(FO)的冲洗换油程序

当从FM油或试油换为HR油时,要用FO油进行中间冲洗,以消除残留的FM油或试油对HR油试验结果的影响,步骤如下:

- a) 将外部油箱中的FO油和HR油加热到93.3℃~107.2℃。
- b) 发动机在2000r/min、8.1N·m和107.2工况的其他条件下运转。

c) 切换到“冲洗换油”模式(见图 5)。当油底壳中的机油被抽出的同时, 发动机从外油箱中吸进 2.84L FO 油。

d) 立即转入“加油”模式(见图 6)。关闭油底壳放空泵后, 发动机从外油箱中再吸入 FO 油 2.84L。

e) 立即转入“正常运转”模式(见图 4)。

f) 使发动机在 2000r/min、8.1N·m 和 107.2 工况的其他条件下连续运转 10min。

g) 重复 12.3 条中的步骤 c、d、e(冲洗、加油、运转)。

h) 使发动机在 2000r/min、8.1N·m 和 107.2 工况的其他条件下连续运转 30min。

i) 切换到 HR 油的外部油箱, 完成 12.3 条中的步骤 c~f(用 HR 油冲洗、加油、运转 10min)。

j) 用 HR 油重复 12.3 条中的步骤 c~e(冲洗、加油、运转)。

k) 使发动机在 2000r/min、8.1N·m 和 107.2 工况的其他条件下连续运转 30min。

l) 用 HR 油重复 12.3 条中的步骤 c~e(冲洗、加油、运转)。

m) 将发动机调到 1500r/min、38N·m, 运行 HR 油 BSFC 测量前的稳定运转阶段。

12.4 双冲冲洗换油程序

当从 LR 油换为 FM 油、从 HR 油换为 LR 油或从 HR 油换为试油时, 中间要经过如下的双冲冲洗换油程序:

a) 将外油箱中的油加热至 93.3℃ ~ 107.2℃。

b) 使发动机在 2000r/min、8.1N·m 和 107.2 工况的温度条件下运行。

c) 切换到“冲洗换油”模式(图 5)。当油底壳中的机油被抽出的同时, 发动机从外油箱中吸进 2.84L 要更换的油。

d) 立即转入“加油”模式(图 6)。油底壳放空泵关闭后, 发动机从外油箱中吸进 2.84L 要更换的油。

e) 立即转入“正常运转”模式(图 4)。

f) 使发动机在 2000r/min、8.1N·m 和 107.2 工况的温度条件下连续运转 10min。

g) 重复 12.4 条中的步骤 c~e(冲洗、加油、运转)。

h) 使发动机在 2000r/min、8.1N·m 和 107.2 工况的温度条件下连续运转 30min。

i) 再重复 12.4 条中的步骤 c~e(冲洗、加油、运转)。

j) 将发动机调到 1500r/min、38N·m, 运行以后的稳定运转阶段或老化阶段。

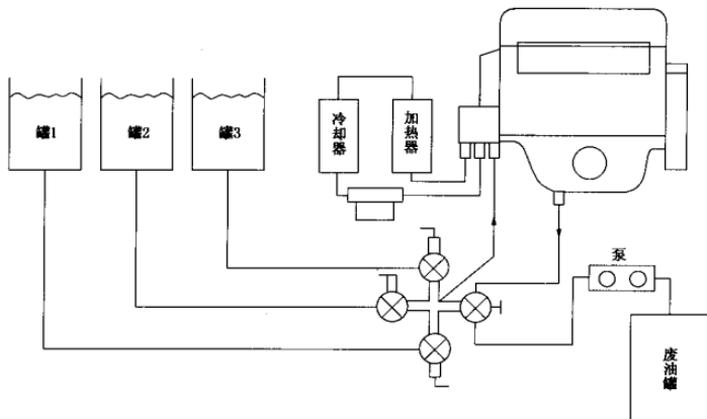


图 4 发动机正常运转模式示意图

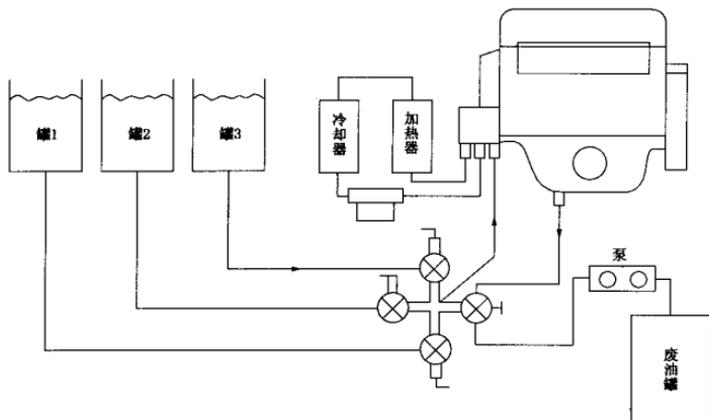


图5 发动机冲洗换油模式示意图

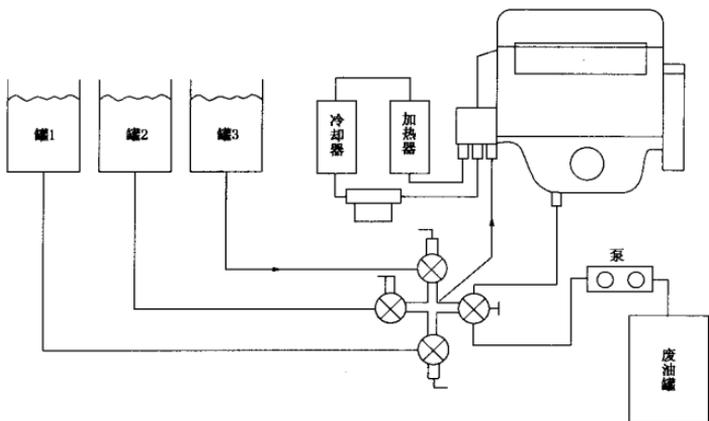


图6 发动机加油模式示意图

12.5 试验工况

正式试验包括如表7所列的三个工况，表7中带“*”号的参数要尽量控制在规定范围的中间值。

12.6 试验步骤

试验步骤及每一步骤的运转时间见表8。

表 7 试验工况

条 件	工 况	107.2 工况	135 工况	65.6 工况
* 主油道机油温度/℃		107.2±1.1	135.0±1.1	65.6±1.1
* 冷却液出口温度/℃		93.3±1.1	110.0±1.1	54.4±1.1
稳定时间/min		—	60	60
* 燃油流量/(g/s)		记录		
* 发动机转速/(r/min)		1500±2		
* 扭矩/(N·m)		38.00±0.07		
* 排气 CO 含量/%		1.50±0.05		
* 排气背压/kPa		103.50±0.17		
* 点火提前角/度(上止点前)		40.0±1.0		
油底壳机油温度/℃		记录		
冷却液进口温度/℃		记录		
化油器进气温度/℃		26.7±1.1		
燃油温度/℃		20.0~32.2 范围内维持±3.0		
主油道压力/kPa		记录		
排气歧管冷却水压力/kPa		≥6.9		
化油器进气压力/Pa		49.8±24.9		
燃油压力/kPa		41.4~62.0		
曲轴箱压力/Pa		记录		
进气歧管压力/kPa		记录		
大气压力/kPa		记录		
冷却液流量/(L/s)		1.89±0.06		
排气歧管冷却水流量/(L/s)		0.19±0.03		
化油器进气湿度/(g/kg 干空气)		11.4±0.7		

表 8 程序 V 试验步骤

序 号	一、标定阶段	估计用时(时:分)
1	开机,在 107.2 工况下操作,用双冲洗涤油程序换为 LR 油	1:00
2	在 65.6 工况下稳定运转 60min,然后测量 6 次 BSFC	1:30
3	升温到 107.2 工况,用双冲洗涤油程序换为 FM 油	1:00
4	在 135 工况下稳定运转 120min,然后测量 6 次 BSFC	2:30
5	降温到 107.2 工况,用冲洗油(FO)冲洗换油程序换为 HR 油	1:40
6	在 135 工况下稳定运转 120min,然后测量 6 次 BSFC	2:30
7	在 65.6 工况下稳定运转 60min,然后测量 6 次 BSFC	1:30
8	在 107.2 工况下稳定运转 60min,然后测量 6 次 BSFC	1:30
小计		13:10

表 8(续)

序 号	二、试油冲洗和老化阶段	估计用时(时:分)
9	用双冲洗换油程序换为试油	0:40
10	在 107.2 工况下运转 31.5h, 每小时最少记录一次 BSFC	31:30
11	在 107.2 工况下测量 6 次 BSFC	0:30
小计		32:40
三、试油试验阶段		
12	在 65.6 工况下稳定运转 60min, 然后测量 6 次 BSFC	1:30
13	在 135 工况下稳定运转 60min, 然后测量 6 次 BSFC	1:30
14	在 65.6 工况下稳定运转 60min, 然后测量 6 次 BSFC	1:30
15	在 135 工况下稳定运转 60min, 然后测量 6 次 BSFC	1:30
16	如需附加数据[注 1], 在 65.6 工况下稳定运转 60min, 然后测量 6 次 BSFC	
17	如需附加数据[注 1], 在 135 工况下稳定运转 60min, 然后测量 6 次 BSFC	
小计		6:00
四、HR 油试验阶段		
18	降温到 107.2 工况, 用冲洗油(FO)冲洗程序换为 HR 油	1:40
19	在 135 工况下稳定运转 150min	2:30
20	在 65.6 工况下稳定运转 60min, 然后测量 6 次 BSFC	1:30
21	在 135 工况下稳定运转 60min, 然后测量 6 次 BSFC	1:30
22	在 65.6 工况下稳定运转 60min, 然后测量 6 次 BSFC	1:30
23	在 135 工况下稳定运转 60min, 然后测量 6 次 BSFC	1:30
24	如需附加数据[注 2], 在 65.6 工况下稳定运转 60min, 然后测量 6 次 BSFC	
25	如需附加数据[注 2], 在 135 工况下稳定运转 60min, 然后测量 6 次 BSFC	
26	在 107.2 工况下稳定运转 60min, 然后测量 6 次 BSFC	1:30
小计		11:40
五、停 机		
总计		63:30
注 1: 见 12.12 条;		
注 2: 见 12.13 条。		

12.7 试验过程中的稳定运转时间和 BSFC 采集时间

试验过程中的稳定运转时间自机油和冷却液温度控制器变换调定点之时开始计时。

6 次 BSFC 测量共需 30min, 每次间隔 5min, 其中前 3min 用于微调试验参数, 后 2min 用于测量 BSFC, 其示意图见图 7。

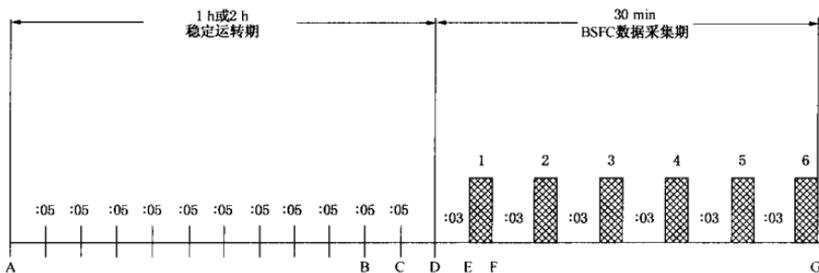
每一循环的 BSFC 平均值按式(5)计算:

$$\text{BSFC} = \frac{F}{P} \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中:

BSFC——燃油比油耗, g/(kW·h);

F ——燃油流量, g/h;
 P ——发动机输出功率, kW。



A: 机油温度和冷却液温度控制器变换调定点, 此时开始记时; DE: BSFC测量前, 精确微调操作参数(3min);
 BC: 精确调整操作条件 5min; EF: 采集 BSFC 数据(2min);
 CD: 记录操作参数 5min; DG: 30min 测量六次 BSFC 数据。

图 7 BSFC 数据采集示意图

12.8 BSFC 变异系数

每组(6次)BSFC测定之后, 根据下列公式计算其变异系数(C.V.), 变异系数应不大于0.30%。如果变异系数大于0.30%, 必须判定是继续试验还是中止试验而进行相应的维修。

$$C.V. = \frac{S.d.}{Mean} \times 100\% \dots\dots\dots (6)$$

式中:

- C.V.——变异系数;
- S.d.——一组(6个)BSFC的标准偏差;
- Mean——一组(6个)BSFC的平均值。

12.8.1 标定阶段的可接受标准

FM油在135工况的BSFC比HR油在65.6工况的BSFC应小8.0%~11.0%。
 FM油在135工况的BSFC比HR油在135工况的BSFC应小7.0%~11.0%。
 LR油在65.6工况的BSFC比HR油在65.6工况的BSFC应大4.5%~8.5%。
 如果使用的是第9批调制的FM油, 那么FM油在135工况的BSFC应加上修正值-1.943。
 第9批FM油修正后的BSFC = 第9批FM油测出的BSFC - 1.943。
 BSFC增加或减少率要按式(7)计算:

$$\Delta\% = \frac{\overline{BSFC}_{HR} - \overline{BSFC}_{LR或FM}}{\overline{BSFC}_{HR}} \times 100\% \dots\dots\dots (7)$$

式中:

- \overline{BSFC}_{HR} ——HR油六次测定的BSFC的平均值;
- $\overline{BSFC}_{LR或FM}$ ——LR油或FM油6次测定的BSFC的平均值。

用上式计算, LR的结果为负数而FM油的结果为正数。正数指试油比HR油的BSFC小(比用HR油时节省燃料), 负数指试油比HR油的BSFC大(比用HR油时多用燃料)。

HR油在107.2工况和135工况下比在65.6工况下的节能率也应计算, 但没有规定节能范围。

12.9 试油冲洗程序

标定阶段完成后, 不停机立即用双冲洗换油程序将HR油换为试油, 而后对试油进行老化。

12.10 试油的老化阶段

试油在 107.2 工况下的老化时间为 32h, 当双冲冲洗油程序完成后发动机工况为 1500r/min, 38N·m 并且机油和冷却液温度调定点变为 107.2 工况之时开始计时。32h 老化的后 30min 用于测量试油在 107.2 工况下的 BSFC。

12.11 老化试验期间的机油耗

在试验老化阶段, 通过油底壳上的视窗观察试油的消耗情况。在前 24h, 可补加适量新油使得 31.5h 时的机油液面不低于“满刻度线”。24h 后不允许再补加新油。在任何情况下, 机油液面不能高于满刻度线 473mL, 如果 31.5h 时机油液面高于满刻度线, 放出多余的机油, 使油面达到“满刻度线”。记录所有补加或放出的机油量。

12.12 试油老化后 BSFC 的测量

试油在 107.2 工况下进行 31.5h 老化并测量 6 次 BSFC 后, 立即计算其 BSFC 的变异系数。如果变异系数大于 0.30%, 检查并解决仪表及设备存在的问题。如果变异系数不大于 0.30%, 继续试验。

在将试油冲洗出发动机前, 计算第一次 65.6 工况测得的 6 次 BSFC 的平均值与第二次 65.6 工况测得的 6 次 BSFC 平均值的差率, 也要计算两次 135 工况 BSFC 平均值的差率。如果均不大于 0.75%, 进行冲洗油冲洗程序将试油换为 HR 油; 如果两次 65.6 工况下的 BSFC 平均值的差率大于 0.75%, 必须做第三次 65.6 工况试验; 如果两次 135 工况下的 BSFC 平均值的差率大于 0.75%, 必须做第三次 65.6 工况试验, 而后做第三次 135 工况试验。

无论哪一工况要做第三次试验时, 都要从本工况获得的三组数据各自的平均值中选取两次比较接近的数据计算试验结果, 即选取两次接近的数据配对。

12.13 HR 油的 BSFC 测量

试油的试验阶段完成后, 不停机用冲洗油 (FO) 冲洗程序换为 HR 油, 进行 HR 油试验阶段。当 65.6 工况下的 6 次 BSFC 测定完成后, 立即计算其变异系数 (C.V.)。如果变异系数大于 0.30%, 检查并解决仪表及设备存在的问题; 如果变异系数不大于 0.30%, 继续试验。

计算第一次 65.6 工况测得的 BSFC 的平均值与第二次 65.6 工况测得的 BSFC 平均值的差率。其差率应不大于 0.75%, 如果大于 0.75%, 完成第二次 135 工况的测定后必须做第三次 65.6 工况试验。如果两次 135 工况下的 BSFC 平均值间的差率大于 0.75%, 没必要做第三次 135 工况试验, 因为 HR 油在 135 工况下的 BSFC 数据不用于最后结果的计算。

如果须做三次 65.6 工况试验, 要从三次数据中选取两个比较接近的数据计算试验结果, 即选取两次接近的数据配对, 再计算出这两个数据的平均值。

12.14 试验记录

一般试验操作记录表见附录 A.1, BSFC 测量记录表见附录 A.2。

13 试验结果的计算

13.1 试油的节能率

用每一试验工况下测得的 BSFC 的平均值, 根据式(8)计算试油比 HR 油的节能率。要计算在 65.6 工况下试油比 HR 油的节能率, 计算在 107.2 工况下试油比 HR 油的节能率, 还要计算在 135 工况下试油比 HR 油在 65.6 的节能率。计算时用选出的两个配对 BSFC 数据的平均值 (见 12.12 条和 12.13 条)。

$$\Delta \% = \frac{\overline{\text{BSFC}}_{\text{HR}} - \overline{\text{BSFC}}_{\text{T.O.}}}{\overline{\text{BSFC}}_{\text{HR}}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中:

$\overline{\text{BSFC}}_{\text{HR}}$ ——HR 油六次测定的 BSFC 的平均值;

$\overline{\text{BSFC}}_{\text{T.O.}}$ ——试油六次测定的 BSFC 的平均值;

T.O.——试油。

13.2 加权节能率和综合节能率

试油比 HR 油在 65.6 工况的节能率(13.1 条)乘以 0.66 为试油在 65.6 工况的加权节能率。试油在 135 工况比 HR 油在 65.6 工况的节能率(13.1 条)乘以 0.34 为试油在 135 工况的加权节能率。另外, 标定阶段算出的 FM 油在 135 工况的 BSFC 比 HR 油在 65.6 工况的 BSFC 的减少率乘以 0.34 为 FM 油的调整量。用式(9)计算试油的综合节能率:

$$EFEI\% = \frac{W_{65.6} + W_{135} - A_{FM} + 2.76}{1.45} \dots\dots\dots (9)$$

式中:

EFEI——试油的综合节能率;

$W_{65.6}$ ——试油在 65.6 工况的加权节能率;

W_{135} ——试油在 135 工况的加权节能率;

A_{FM} ——FM 油的调整量。

14 试验台架的标定

更换新发动机或做 15 次试油试验后, 要用 518 号校机油标定试验台架。试验台架用 518 号校机油标定的合格范围见表 9。

表 9 518 号校机油台架标定的合格范围

名 称	合格范围
综合节能率(EFEI)/%	1.96~2.92
65.6 工况节能率/%	1.76~2.46
135 工况节能率/%	1.43~2.63
65.6 工况加权节能率和 135 工况加权节能率之和/%	3.31~4.91

15 精密度

本标准的精密度数据是由 3 个实验室的 5 个试验台架做出的。本标准试验精密度数据见表 10。

表 10 试验精密度

试油号	试油粘度	试验的重复次数	65.6 工况试验的平均节能率/%	65.6 工况试验结果标准偏差	135 工况试验的平均节能率/%	135 工况试验结果标准偏差	平均加权结果即 65.6 工况的 65%加 135 工况的 35%/%	平均加权结果的标准偏差
R-1	10W/30	2	2.57	0.58	0.88	0.72	2.21	0.41
R-4	10W/40	2	1.94	0.02	6.32	0.26	3.58	0.22
R-5	10W/30	3	2.21	0.62	6.39	0.67	3.56	0.32
R-10	5W/20	2	3.40	0.47	6.67	0.35	4.68	0.42
R-13	20W/50	3	-0.79	0.46	5.31	0.99	1.37	0.70
R-15	10W/30	3	2.82	0.52	8.09	1.08	4.63	0.34
总标准偏差				0.50	—	0.81	—	0.43

16 试验结果报告

按附录 B 所列内容及格式报告试验结果。

附 录 A
(规范性附录)
试 验 记 录

A.1 程序 VI 试验记录

表 A.1 程序 VI 试验记录

试验编号 _____ 试油名称 _____ 送样单位 _____ 试验时间 _____ 第 _____ 页

进入发动机机油名称									
日期									
试验工况									
操作人									
试验时间									
试验小时数									
主油道机油温度/℃									
油底壳机油温度/℃									
夹套冷却液出口温度/℃									
夹套冷却液入口温度/℃									
进气歧管冷却液温度/℃									
左排气歧管冷却水温度/℃									
右排气歧管冷却水温度/℃									
化油器进气温度/℃									
燃油温度/℃									
室温/℃									
测功机负载池温度/℃									
测功机冷却水出口温度/℃									
发动机转速/(r/min)									
发动机负荷/(N·m)									
燃油比油耗/(g/kW·h)									
主油道机油压力/kPa									
燃油压力/kPa									
进气歧管冷却液压力/kPa									
排气背压/kPa									
环境大气压力/kPa									
化油器进气压力/kPa									
曲轴箱压力/kPa									
CO/%									
化油器进气湿度/(g/kg)									
夹套冷却液流量/(L/min)									
右排气歧管冷却水流量/(L/min)									
左排气歧管冷却水流量/(L/min)									
燃油流量/(g/s)									

A.2 程序Ⅵ试验测量记录

表 A.2 程序Ⅵ试验测量记录

试油名称_____ 试验日期_____ 送样单位_____ 试验时间_____ 第_____页

试验阶段												
试油名称												
测试次数	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6
测试时间												
BSFC/(g/kW·h)												
平均燃油流量/(g/s)												
平均转速/(r/min)												
平均CO含量/%												
平均负荷/(N·m)												
平均排气背压/kPa												
平均冷却液温度/℃												
平均主油道机油温度/℃												

试验阶段												
试油名称												
测试次数	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6
测试时间												
BSFC/(g/kW·h)												
平均燃油流量/(g/s)												
平均转速/(r/min)												
平均CO含量/%												
平均负荷/(N·m)												
平均排气背压/kPa												
平均冷却液温度/℃												
平均主油道机油温度/℃												

附录 B
(资料性附录)
试验报告

内燃机油节能性能评定法
(程序 VI 法)

送样单位_____

试油名称_____

试验编号_____

试验日期_____

试验方法_____

试验时间_____

试验燃料_____

单位：××××

B.1 程序 VI 试验

B.1.1 简介

程序 VI 试验是评定内燃机油对燃料经济性影响的台架试验方法。本方法通过对试油和参比油的燃油比油耗的测量、计算、比较评价试油对燃油的经济性。

B.1.2 试验方法概述

本标准采用 1982 年、1986 年或 1987 年生产的 3.8L Buick V-6 双腔化油器发动机进行试验。试验时发动机按三种给定工况运行，采用不停机更换内燃机油的技术。本标准规定测定在每一工况下的燃油消耗率。试油的燃油消耗率与 20W/30 SE 级基准参比油 (HR 油) 的燃油消耗率直接进行比较。试验结果用相对于基准参比油的燃油比油耗 (BSFC) 的变化百分率表示。

本试验包括 4 个阶段和 3 种工况，试验工况程序如表 B.1。

表 B.1 试验工况程序

试验阶段	标定阶段			试油老化阶段
试验油样	LR	FM	HR	试油
试验工况	65.6	135	135, 65.6, 107.2	107.2
试验阶段	试油试验阶段		HR 油试验阶段	
试油	试油		HR 油	
试验工况	65.6, 135, 65.6, 135		65.6, 135, 65.6, 135, 107.2	

B.1.3 试验后的评价项目

根据试验中对参比油和试油在各种工况下测得的燃油比油耗，通过计算评价试油下列项目：

- 试油综合节能率 (EFEI)；
- 试油在 65.6 工况下的节能率；
- 试油在 135 工况下的节能率。

B.2 试验结果

B.2.1 标定阶段，在 65.6 工况下高粘度参比油 (LR) 比基准参比油 (HR) 的节能率：

$$LR_{65.6} \text{ 比 } HR_{65.6} \text{ 的节能率} = \frac{HR \overline{BSFC}_{65.6} - LR \overline{BSFC}_{65.6}}{HR \overline{BSFC}_{65.6}} \times 100\%$$

(合格范围：-4.52% ~ -8.5%)

B.2.2 标定阶段，减摩参比油 (FM) 在 135 工况下比 HR 油在 65.6 工况下的节能率：

$$FM_{135} \text{ 比 } HR_{65.6} \text{ 的节能率} = \frac{HR \overline{BSFC}_{65.6} - (FM \overline{BSFC}_{135} - 1.943[\text{注}])}{HR \overline{BSFC}_{65.6}} \times 100\%$$

(合格范围：8.0% ~ 11.0%)

注：第 9 批 FM 油的比油耗修正值。

B.2.3 标定阶段，在 135 工况下 FM 油比 HR 油的节能率：

$$FM_{135} \text{ 比 } HR_{135} \text{ 的节能率} = \frac{HR \overline{BSFC}_{135} - FM \overline{BSFC}_{135}}{HR \overline{BSFC}_{135}} \times 100\%$$

(合格范围为：7.0% ~ 11.0%)

B.2.4 试油试验结果:

表 B.2 试验结果

试验工况	平均 BSFC/(g/kW·h)		试油比 HR 油平均 BSFC 减小率/%	加权系数	加权乘积
	试油	HR 油			
65.6	XXX.XXX	XXX.XXX	X.XX	0.66	X.XXX
107.2	XXX.XXX	XXX.XXX	X.XX	—	—
135	XXX.XXX	XXX.XXX	X.XX	—	—
试油 135 工况对 HR 油 65.6 工况			X.XX	0.34	X.XXX
总 加 权 量					X.XXX

$$A_{FM} = 0.34 \times FM_{135} \text{ 比 } HR_{65.6} \text{ 的节能率(参见 B.2.2) } \%$$

式中 A_{FM} 为 FM 油的调整量。

$$\text{试油综合节能率(EFEI)} = (\text{总加权量} - A_{FM} + 2.76)/1.45$$

B.3 燃油比油耗(BSFC)汇总

表 B.3 燃油比油耗(BSFC)汇总

序 号	试油名称	试验工况	平均 BSFC	变异系数, %
1	LR	65.6	XXX.XXX	X.XX
2	FM	135	XXX.XXX	X.XX
3	HR(标定)	135	XXX.XXX	X.XX
4	HR(标定)	65.6	XXX.XXX	X.XX
5	HR(标定)	107.2	XXX.XXX	X.XX
6	试油	107.2	XXX.XXX	X.XX
7	试油	65.6	XXX.XXX	X.XX
8	试油	135	XXX.XXX	X.XX
9	试油	65.6	XXX.XXX	X.XX
10	试油	135	XXX.XXX	X.XX
11	HR(试验)	65.6	XXX.XXX	X.XX
12	HR(试验)	135	XXX.XXX	X.XX
13	HR(试验)	65.6	XXX.XXX	X.XX
14	HR(试验)	135	XXX.XXX	X.XX
15	HR(试验)	107.2	XXX.XXX	X.XX

B.4 试验参数测量值汇总表

B.4.1 标定阶段—65.6 工况

表 B.4 LR 油标定阶段—65.6 工况试验参数测量值汇总

测量次数	平均 BSFC/ (g/kW·h)	发动机排气 CO 含量/%	平均转速/ (r/min)	平均负荷/ (N·m)	平均排气背压/ kPa	平均冷却液出 口温度/℃	平均主油道 温度/℃
1	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
2	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
3	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
4	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
5	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
6	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
平均值	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
标准偏差	X.XXX						
变异系数	X.XX%						

表 B.5 HR 油标定阶段—65.6 工况试验参数测量值汇总

测量次数	平均 BSFC/ (g/kW·h)	发动机排气 CO 含量/%	平均转速/ (r/min)	平均负荷/ (N·m)	平均排气背压/ kPa	平均冷却液出 口温度/℃	平均主油道 温度/℃
1	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
2	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
3	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
4	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
5	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
6	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
平均值	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
标准偏差	X.XXX						
变异系数	X.XX%						

B.4.2 标定阶段—135 工况

表 B.6 FM 油标定阶段—135 工况试验参数测量值汇总

测量次数	平均 BSFC/ (g/kW·h)	发动机排气 CO 含量/%	平均转速/ (r/min)	平均负荷/ (N·m)	平均排气背压/ kPa	平均冷却液出 口温度/℃	平均主油道 温度/℃
1	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
2	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
3	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
4	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
5	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
6	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
平均值	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
标准偏差	X.XXX						
变异系数	X.XX%						

表 B.7 HR 油标定阶段—135 工况试验参数测量值汇总

测量次数	平均 BSFC/ (g/kW·h)	发动机排气 CO 含量/%	平均转速/ (r/min)	平均负荷/ (N·m)	平均排气背压/ kPa	平均冷却液出 口温度/℃	平均主油道 温度/℃
1	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
2	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
3	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
4	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
5	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
6	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
平均值	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
标准偏差	X.XXX						
变异系数	X.XX%						

B.4.3 标定阶段—107.2 工况

表 B.8 HR 油标定阶段—107.2 工况试验参数测量值汇总

测量次数	平均 BSFC/ (g/kW·h)	发动机排气 CO 含量/%	平均转速/ (r/min)	平均负荷/ (N·m)	平均排气背压/ kPa	平均冷却液出 口温度/℃	平均主油道 温度/℃
1	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
2	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
3	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
4	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
5	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
6	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
平均值	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
标准偏差	X.XXX						
变异系数	X.XX%						

B.4.4 试油试验阶段—65.6 工况

表 B.9 试油试验阶段—65.6 工况试验参数测量值汇总(第一次测量)

测量次数	平均 BSFC/ (g/kW·h)	发动机排气 CO 含量/%	平均转速/ (r/min)	平均负荷/ (N·m)	平均排气背压/ kPa	平均冷却液出 口温度/℃	平均主油道 温度/℃
1	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
2	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
3	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
4	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
5	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
6	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
平均值	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
标准偏差	X.XXX						
变异系数	X.XX%						

表 B.10 试油试验阶段—65.6 工况试验参数测量值汇总(第二次测量)

测量次数	平均 BSFC/ (g/kW·h)	发动机排气 CO 含量/%	平均转速/ (r/min)	平均负荷/ (N·m)	平均排气背压/ kPa	平均冷却液出 口温度/℃	平均主油道 温度/℃
1	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
2	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
3	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
4	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
5	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
6	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
平均值	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
标准偏差	X.XXX						
变异系数	X.XX%						

B.4.5 试油试验阶段—135 工况

表 B.11 试油试验阶段—135 工况试验参数测量值汇总(第一次测量)

测量次数	平均 BSFC/ (g/kW·h)	发动机排气 CO 含量/%	平均转速/ (r/min)	平均负荷/ (N·m)	平均排气背压/ kPa	平均冷却液出 口温度/℃	平均主油道 温度/℃
1	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
2	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
3	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
4	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
5	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
6	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
平均值	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
标准偏差	X.XXX						
变异系数	X.XX%						

表 B.12 试油试验阶段—135 工况试验参数测量值汇总(第二次测量)

测量次数	平均 BSFC/ (g/kW·h)	发动机排气 CO 含量/%	平均转速/ (r/min)	平均负荷/ (N·m)	平均排气背压/ kPa	平均冷却液出 口温度/℃	平均主油道 温度/℃
1	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
2	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
3	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
4	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
5	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
6	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
平均值	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
标准偏差	X.XXX						
变异系数	X.XX%						

B.4.6 HR 油试验阶段—65.6 工况

表 B.13 HR 油试验阶段—65.6 工况试验参数测量值汇总(第一次测量)

测量次数	平均 BSFC/ (g/kW·h)	发动机排气 CO 含量/%	平均转速/ (r/min)	平均负荷/ (N·m)	平均排气背压/ kPa	平均冷却液出 口温度/℃	平均主油道 温度/℃
1	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
2	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
3	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
4	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
5	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
6	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
平均值	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
标准偏差	X.XXX						
变异系数	X.XX%						

表 B.14 HR 油试验阶段—65.6 工况试验参数测量值汇总(第二次测量)

测量次数	平均 BSFC/ (g/kW·h)	发动机排气 CO 含量/%	平均转速/ (r/min)	平均负荷/ (N·m)	平均排气背压/ kPa	平均冷却液出 口温度/℃	平均主油道 温度/℃
1	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
2	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
3	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
4	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
5	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
6	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
平均值	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
标准偏差	X.XXX						
变异系数	X.XX%						

B.4.7 HR 油试验阶段—135 工况

表 B.15 HR 油试验阶段—135 工况试验参数测量值汇总(第一次测量)

测量次数	平均 BSFC/ (g/kW·h)	发动机排气 CO 含量/%	平均转速/ (r/min)	平均负荷/ (N·m)	平均排气背压/ kPa	平均冷却液出 口温度/℃	平均主油道 温度/℃
1	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
2	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
3	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
4	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
5	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
6	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
平均值	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
标准偏差	X.XXX						
变异系数	X.XX%						

表 B.16 HR 油试验阶段—135 工况试验参数测量值汇总(第二次测量)

测量次数	平均 BSFC/ (g/kW·h)	发动机排气 CO 含量/%	平均转速/ (r/min)	平均负荷/ (N·m)	平均排气背压/ kPa	平均冷却液出口 温度/℃	平均主油道 温度/℃
1	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
2	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
3	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
4	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
5	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
6	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
平均值	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
标准偏差	X.XXX						
变异系数	X.XX%						

B.4.8 试油—107.2 工况

表 B.17 试油—107.2 工况试验参数测量值汇总

测量次数	平均 BSFC/ (g/kW·h)	发动机排气 CO 含量/%	平均转速/ (r/min)	平均负荷/ (N·m)	平均排气背压/ kPa	平均冷却液出口 温度/℃	平均主油道 温度/℃
1	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
2	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
3	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
4	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
5	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
6	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
平均值	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
标准偏差	X.XXX						
变异系数	X.XX%						

B.4.9 HR 油—107.2 工况

表 B.18 HR 油—107.2 工况试验参数测量值汇总

测量次数	平均 BSFC/ (g/kW·h)	发动机排气 CO 含量/%	平均转速/ (r/min)	平均负荷/ (N·m)	平均排气背压/ kPa	平均冷却液出口 温度/℃	平均主油道 温度/℃
1	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
2	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
3	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
4	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
5	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
6	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
平均值	XXX.XXX	X.XX	XXXX.X	XX.X	XXX.XX	XX.XX	XX.XX
标准偏差	X.XXX						
变异系数	X.XX%						

B.5 说明

日期_____

签字_____

附 录 C
(规范性附录)
安 全

发动机试验可能会对试验人员或设备造成一些安全事故。因此，建议只有对发动机试验有经验或经过培训的人员，才能从事发动机试验台架的安装和操作。

从事发动机试验的人员应具有安全知识、安全意识、适当的劳动工具及劳动保护用品。发动机实验室应有安全措施、消防设备和安全规程。