

SH

中华人民共和国石油化工行业标准

SH/T 0764—2005

柴油机喷嘴结焦试验方法(XUD-9 法)

Test method for diesel engine injector nozzle coking test(XUD-9)

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 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 方法概要 2

4 试验设备 2

5 试验准备 5

6 试验操作 7

7 试验结果评定 9

8 试验报告和试验有效性 9

9 试验方法的标定与测量不确定度 10

10 参考液 11

11 参考试验的频率 14

12 试验油液基础数据 14

附录 A (规范性附录)配件清单 21

附录 B (规范性附录)调整与安装 22

附录 C (规范性附录)动态喷油正时装置 32

附录 D (规范性附录)测量 33

附录 E (规范性附录)重复使用喷嘴的清洁方法 35

附录 F (规范性附录)新发动机磨合程序 35

附录 G (规范性附录)安全措施 36

前 言

本标准修改采用欧洲协调委员会标准试验方法 CEC F-23-A-01《柴油机喷嘴结焦试验方法》。

本标准是根据 CEC F-23-A-01 重新起草的。

为了更适合我国国情，本标准在采用 CEC F-23-A-01 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面空白处。本标准与 CEC F-23-A-01 的主要差异如下：

- 增加了“1 范围”，“2 规范性引用文件”，“3 方法概要”。
- 在 5.2.5 条和 6.1.1 条增加“在高压油管末端放出一些燃油”这一操作步骤。
- 删除了“12 记录”，“13 鉴定/质量”，“15 成员名单”。
- 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、附录 B、附录 C、附录 D、附录 E、附录 F 和附录 G 均为规范性附录。

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：宋海清、樊金石、苗启乐、张建荣、郑书佳。

本标准首次发布。

柴油机喷嘴结焦试验方法(XUD-9法)

1 范围

1.1 本标准规定了评价柴油对柴油机喷嘴结焦影响的台架试验方法。

1.2 本标准适用于评定柴油清净性能。

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 260 石油产品水分测定法
- GB/T 261 石油产品闪点测定法(闭口杯法)
- GB/T 264 石油产品酸值测定法
- GB/T 265 石油产品运动粘度测定法和动力粘度计算法
- GB/T 268 石油产品残炭测定法(康氏法)(GB/T 268—1987, neq ISO 6615:1983)
- GB/T 380 石油产品硫含量测定法(燃灯法)
- GB/T 386 柴油着火性质测定法(十六烷值法)
- GB/T 508 石油产品灰分测定法(GB/T 508—1985(1991), eqv ISO 6245:1982)
- GB/T 1884 原油和液体石油产品密度实验室测定法(密度计法)(GB/T 1884—2000, eqv ISO 3675:1998)
- GB/T 1885 石油计量表(GB/T 1885—1998, eqv ISO 91-2:1991)
- GB/T 1995 石油产品粘度指数计算法
- GB/T 2433 添加剂和含添加剂润滑油硫酸盐灰分测定法
- GB/T 3535 石油倾点测定法(GB/T 3535—82(91), eqv ISO 3016:1974)
- GB/T 3536 石油产品闪点和燃点测定法(克利夫兰开口杯法)
- GB/T 6536 石油产品蒸馏测定法
- GB/T 6538 发动机油表观粘度测定法(冷启动模拟机法)
- GB/T 7304 石油产品和润滑剂酸值测定方法(电位滴定法)
- GB/T 11131 石油产品总硫含量测定法(灯法)(GB/T 11131—1989, neq ISO 2192:1984)
- GB/T 11140 石油产品硫含量测定法(X射线光谱法)
- GB/T 11145 车用流体润滑剂低温粘度测定法(勃罗克费尔特粘度计法)
- GB/T 12700 石油产品和烃类化合物硫含量的测定(Wickbold 燃烧法)(GB/T 12700—1990, eqv ISO 4260:1987)
- GB/T 17040 石油产品硫含量测定法(能量色散 X 射线荧光光谱法)
- 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 19000 质量管理体系 基础和术语
- GB/T 19001 质量管理体系 要求
- SH/T 0059 润滑油蒸发损失测定法(诺亚克法)

- SH/T 0175 馏分燃料油氧化安定性测定法(加速法)
- SH/T 0248 馏分燃料冷滤点测定法
- SH/T 0251 石油产品碱值测定法(高氯酸电位滴定法)
- SH/T 0562 低温下发动机油屈服应力和表观粘度测定法
- SH/T 0604 原油和石油产品密度测定法(U型振动管法)(SH/T 0604—2000, eqv ISO 12185:1996)
- SH/T 0686 发动机冷却液冰点现场测定法(折射仪法)
- SH/T 0689 轻质烃及发动机燃料和其他油品的总硫含量测定法(紫外荧光法)
- SH/T 0703 润滑油在高温高剪切速率条件下表观粘度测定法
- SH/T 0704 石油及石油产品中氮含量测定法(舟进样化学发光法)
- SH/T 0765 柴油润滑性评定法(高频往复试验机法)
- ISO 4010 柴油发动机—标定喷嘴、延迟针阀类型
- ISO 4113 道路车辆—柴油机喷射系统标定液
- ISO 4259 石油产品试验方法精密度数据确定法

3 方法概要

将流量检查合格的清洁喷嘴装配在发动机上,在方法要求的工况下,发动机运转 10h。测量试验前、后喷嘴的空气流量变化,得到燃油对喷嘴的结焦性能。

试验结果由所有喷嘴在 0.10mm, 0.20mm 和 0.30mm 针阀升程时试验后空气流量损失率表示,但评判燃油的标准只取决于 4 只喷嘴在 0.10mm 针阀升程时空气流量损失率的平均值。

4 试验设备

4.1 试验发动机

由标致雪铁龙公司(PCM)专门为柴油机喷嘴结焦试验提供的 PCM XUD9 A/L 直列四缸、四冲程 1.9L 自然进气、非直喷式柴油发动机。

靠近飞轮端为第 1 缸。

发动机部件的详细列表和定货详见附录 A。

如果已配备废气再循环,也不能使用废气再循环系统。

必须使用下列喷油器及喷嘴:

——喷油器: LUCAS LCR 67307

——喷嘴: LUCAS RDNO SDC 6850(unflatted)

不能使用在喷嘴号后有字母“C”的(如: ...6850C)平头喷嘴。根据 ISO 4113,利用标定液体调整喷嘴开启压力($11500\text{kPa} \pm 500\text{kPa}$)。

应使用柴油机燃油泵(泵号: DCP R 84 43 B910A)。

4.2 试验台架

4.2.1 试验发动机要安装在适当的支架上,尽可能保证正确的发动机倾斜角(从垂直指向排气为 30°)。

4.2.2 发动机可以使用手动齿轮箱,也可以与连接轴直接连接。要安装合适的测功机控制发动机,使发动机能够在试验程序要求的条件下运转。

4.2.3 测功机的惯量必须小于 $0.55\text{kg}\cdot\text{m}^2$ 。

4.3 燃油系统

试验台架燃油系统应可以测量燃油流量,并且能够将喷油器和燃油泵的返回燃油送至燃油冷却器或油箱。

燃油温度使用外部冷却器自动控制,例如可以使用 Bowman FH21 或相当的设备。

可以使用标准配置的燃油加热/过滤器总成,允许使用另外的预热器预热燃油,但预热器必须安装在燃油冷却器的前面,不能使用电加热器加热燃油。

应测量燃油泵前供油压力和燃油返回压力。

应在燃油回油管的较低位置安装一个阀门,方便放掉冲洗过程中再循环的燃油,也可以用于试验前放掉上次试验残留在管路中的燃油。

燃油冲洗效率至少要达到 98%。推荐使用下列冲洗程序:

——使用特殊的燃油(如硫含量为 0.05%(质量分数))运行发动机 10min 以上,在发动机燃油泵入口处取样(No.1)。

——选择另外一种不同硫含量(如硫含量为 1%(质量分数))的燃油并取样(No.2)。

——转换燃油系统使用燃油(No.2)进行内部冲洗程序。

——起动发动机,让发动机在转速为 3000r/min、扭矩为 50N·m 的条件下运行 10min,在发动机取样点取样(No.3)。

——精确测量每个样品的硫含量,推荐使用 X 射线法(GB/T 17040)。

按照式(1)计算冲洗效率:

$$\text{冲洗效率}(\%) = \frac{\text{样品(No.1)}S(\%) - \text{样品(No.3)}S(\%)}{\text{样品(No.1)}S(\%) - \text{样品(No.2)}S(\%)} \times 100 \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

样品(No.1)S(%)——样品 1 的含硫量,%(质量分数);

样品(No.2)S(%)——样品 2 的含硫量,%(质量分数);

样品(No.3)S(%)——样品 3 的含硫量,%(质量分数)。

4.4 电路系统

发动机电路连接应符合车辆应用的基本要求,但需要进行以下改动。

可以调整发电机来张紧皮带,但是不能用它提供电源。不能使用电加热器加热燃油(见 4.3 条),因此要断开发电机与外界的连线。

预热塞在每次起动发动机之前都应接通,预热 7s~10s。

4.5 冷却系统

4.5.1 封闭式带压的试验台架冷却系统应使用开启压力为 80kPa~100kPa 的压力释放阀。

4.5.2 原装的冷却液节温阀应改装成全开放状态。

4.5.3 (汽车上)向车用暖气提供热量的冷却液管路,要在发动机一端堵死。禁止使用软管连接冷却液通往车用暖气的进出口。

4.5.4 如果必要,可以在发动机和冷却器之间的冷却液出口管上安装流量调节阀,以调节冷却液进出口温差。推荐按照图 2 和图 3 所示安装冷却液流量计。确保冷却液流量测量精确度达到 A 级(参照第 9 章)。

4.6 发动机冷却液

发动机冷却液应是标致汽车公司(Peugeot)认可的。与水 1:1(体积)混合后,冰点为 $-37^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 。每试验 6 次应检查混合液的冰点。参考 SH/T 0686 方法测量冰点。

4.7 排气系统

可以使用标准车辆或试验台架排气系统。如果使用台架排气系统,应能够提供合适的排气背压。

推荐排气背压阀安装在距离发动机 1.5m~4.0m 之间。

无论采用何种排气系统都必须提供烟度取样探头,并根据制造商的要求放置,通常安装在背压阀的后面。(见附录 B 中 B.4 安装排气烟度探头)。

4.8 机油冷却系统

必须使用工业用冷却器和适当的方法控制发动机润滑油温度。

4.9 空气过滤系统

试验台架必须使用标准车辆空气滤清器，滤芯和进气管。推荐发动机进气压力控制在 $95\text{kPa} \pm 1\text{kPa}$ 。当发动机进气压力改变时，应该重新标定发动机。

4.10 曲轴箱通风系统

4.10.1 发动机闭环曲轴箱通气系统应保持在标准状态，只有在测量曲轴箱窜气量时才允许临时断开窜气系统，与大气相通。

4.10.2 另一种方法，采用一个三通阀测量曲轴箱窜气量，就不会影响正常操作时的曲轴箱通风。

4.11 动态燃油喷射正时测量装置

推荐使用 Snap-On 正时枪与 Snap-On 柴油脉冲适配器相连接，按 5.2.2 所描述的使用。

4.12 发动机燃油泵改造

注意：发动机燃油泵应该在发动机完成磨合程序之后改造。

改装燃油泵喷油正时提前机构，保证在所有试验条件下喷油正时固定。

改造燃油泵按下述步骤进行：

- 在发动机上记下燃油泵的位置。
- 从发动机上取下燃油泵。
- 按附录 B 中 B.1 描述锁住 Lucas DPC 喷油定时装置。
- 将改造后的燃油泵装回到发动机原来做过标记的位置。

4.13 发动机燃油泵标定

保证改造后的燃油泵在油门全开、发动机转速为 4000r/min ，并且是在试验台上试验时，每冲程最大供油量 $31.5\text{mm}^3 \pm 0.5\text{mm}^3$ 。这种校验应该定期进行。限值是由试验台架测量值决定。

4.14 真实上止点(TDC)位置的确定

按附录 B 中 B.2 描述，在飞轮和发动机缸体上标出第 1 缸活塞(靠近飞轮一端)上止点位置。

4.15 控制

强烈推荐采用合适的控制设备控制操作参数(详见第 6 章)。

4.16 喷嘴质量流量的测量

喷油器喷嘴结焦取决于试验前后测量喷嘴的空气流量损失率(见附录 D 中 D.1)。只允许使用质量流量计测量空气流量。质量流量计的精密度应该达到被测量值的 2%。

4.17 测量设备

所有测量设备必须满足第 9 章中的精密度要求。

4.18 测量位置

在试验中需要监测的相关参数的测量位置见表 1、表 2 和表 3：

表 1 压力传感器位置

测量参数	测量位置	量程/kPa	不确定度(等级是根据第 9 章特殊要求)	参考文件
机油压力	在机油滤清器上部缸体的主油道	0 ~ 1000	B	图 1
排气背压	从排气歧管法兰向下 400mm 处	0 ~ 10	A	图 4
燃油进、出口压力	在燃油泵 1m 以内	- 20 ± 20	A	

表 2 温度传感器测量位置

测量参数	测量位置	量程/℃	不确定度(等级是根据第 9 章特殊要求)	参考文件
主油道温度	与机油压力的测量位置一样, 热电偶的插入深度距卡套向里 25mm ~ 30mm	0 ~ 150	A	图 1
冷却液进口温度	在冷却液进口管上, 距离缸体上冷却液入口中心位置 300mm ± 25mm	0 ~ 150	A	图 2
冷却液出口温度	距节温阀法兰盘(结合面) 300mm ± 25mm 的冷却液出口管上	0 ~ 150	A	图 3
排气温度	从排气歧管法兰盘向下 300mm ± 5mm 的排气管上, 确保热电偶插入中间位置	0 ~ 500	B	图 4
进气温度	在空气滤清器前进气管的中部	0 ~ 150	A	图 5
燃油进口温度	热电偶通过燃油泵进口上插入热电偶接头, 测量燃油温度, 推荐使用 1.5mm 直径的热电偶, 避免影响燃油流动	0 ~ 150	A	图 6

表 3 其他测量位置

测量项目	测量位置	量 程	不确定度(等级是根据第 9 章特殊要求)	参考文件
Stanadyne 同轴式传感器	1 缸(靠近飞轮一侧)燃油泵出口			
排气烟度探头/FSN	按照制造商手册要求, 应该在排气背压阀后	0 ~ 5	B	图 B.15
冷却液流量计/(L/min)	在冷却液循环管路中任何直管处	0 ~ 200	A	图 B.14
转速/(r/min)		0 ~ 5000		
扭矩/(N·m)		0 ~ 100 0 ~ 200 (仅在磨合阶段)	A A	
燃油流量/(kg/h)		0 ~ 6	A	
窜气量/(L/min)		0 ~ 50	A	
大气压力/kPa		80 ~ 120	A	

5 试验准备

5.1 喷油器

检查喷油器喷嘴流量(见附录 D 中 D.1), 并按照下列标准对喷嘴进行选择:

(a) 喷嘴在 0.1mm 针阀升程时, 一组四个喷嘴中的每一个空气流量必须在 250mL/min ~

320mL/min之间。

(b) 喷嘴必须经过检查, 确保它们可以用于试验(见附录 D 中 D.6 用过的喷油器的清洗方法)。

(c) 喷嘴需要安装到喷油器体上, 当使用 ISO 4113 规定的标定液做开启压力试验时, 保证它们的开启压力为 $11500\text{kPa} \pm 500\text{kPa}$ 。

(d) 每个喷油器总成应根据气缸位置进行编号。

(e) 只能使用由标致和雪铁龙集团公司(PSA)提供的 $2.20\text{mm} \pm 0.05\text{mm}$ 的铜制热防护垫片和带有半圆面的钢垫片。密封垫片的半圆面朝上放置。

(f) 喷油器安装到发动机上的紧固力矩为 $75\text{N}\cdot\text{m}$ (不是制造商规定的 $90\text{N}\cdot\text{m}$), 以防止垫片被压在缸头中无法取出。

(g) 推荐使用铜基脂润滑喷油器螺纹, 减少频繁安装和拆卸喷油器引起的磨损。

(h) 应经常检查缸头喷油器口的铜垫台阶, 保证不能由于积炭而形成变形(如: 变成拱形)。台阶的变形会严重影响试验结果。

(i) 喷油器口应定期检查和清洁。

(j) 喷嘴必须要在试验前 10h 安装好; 每个喷嘴最多做 30 次试验。

新喷嘴安装后应测量三次 0.1mm 针阀升程时的空气流量, 每次测量都要重新安装喷嘴。测量值应该在 $\pm 5\text{mL/min}$ 范围内。三次测量的平均值作为该喷嘴的参考流量。每次清洗后, 喷嘴 0.1mm 针阀升程时的空气流量应该在参考流量的 $\pm 10\text{mL/min}$ 范围内, 如果不在范围内, 应该再次清洗喷嘴或弃用该喷嘴。

5.2 发动机

5.2.1 发动机磨合

试验前, 所有新发动机必须按照附录 F 中的磨合程序进行磨合。

5.2.2 发动机燃油泵喷射正时测量及调整

——确保燃油泵按照 4.12 条进行改造。

——确认 Stanadyne 同轴式传感器干净且无碎屑。

——确认 Stanadyne 同轴式传感器(见附录 C)已安装到燃油泵的第 1 缸喷油管上。

——改造过的第 1 缸喷油管为 Stanadyne 传感器留有空间(使用 Stanadyne 传感器时使用改造管, 不用传感器时不用改造管)。

——用 Stanadyne 夹子或将导线焊接到传感器上, 将传感器与 Snap-On 脉冲转接器连接(见 4.11 条)。再把转接器与正时枪连接。

——装有 Stanadyne 传感器的标准喷油管, 一直装在第 1 缸上。

——按 6.1.1 条所述起动并预热发动机。

——放松燃油泵定位螺栓。移动燃油泵直到发动机在 3000r/min 和 $50\text{N}\cdot\text{m}$ 工况下, 动态喷油正时为上止点前 $10^\circ \pm 0.5^\circ$ (阶段 2)。

——检查试验循环其他阶段喷油正时应在阶段 2 的 $\pm 1^\circ$ 之内。

5.2.3 发动机准备(对于每次试验和维护)

——确保发动机润滑油液位距机油标尺刻度中间位置不大于 3mm , 但是不能超过刻度的最高位置(总容量约 5L)。

——每六次试验更换润滑油及滤芯。

——检查高压油管的尾端孔径。如果不是 2.5mm , 用 2.5mm 的钻头调整孔径, 用压缩空气向后吹出碎屑。

——安装预试验使用的喷油器。

——发动机每运转 300h 之后检查并调整气门间隙:

进气(冷态): $0.15\text{mm} \pm 0.04\text{mm}$

排气(冷态): $0.30\text{mm} \pm 0.04\text{mm}$

- 安装改造好的燃油泵应定期检查 2000r/min 时的最大供油量(见 4.13 条)。
- 每六次试验检查冷却液的冰点, 每 18 次试验更换冷却液(见 4.6 条冰点规格)。
- 每 18 次试验根据厂商的要求检查正时皮带张力。

5.2.4 燃油系统准备(对于每次试验)

- 安装预试验用喷油器。
- 确保所有燃油系统已放掉上次的试验油(根据实际情况而定)。
- 燃油系统充满本次试验用燃油。
- 如果需要检查动态喷油正时, 确认已安装 Stanadyne 传感器(见 5.2.2)。

5.2.5 燃油系统冲洗程序

——给预热塞通电 7s ~ 10s, 在高压油管末端放出一些燃油, 然后起动发动机, 按下述两阶段运行冲洗程序:

阶段 1: 5min, 无负荷怠速;

阶段 2: 10min, 34N·m 扭矩 2000r/min 转速。

——起动发动机后, 立刻打开燃油回油管的放空阀放 10L 试验燃油, 使发动机可以用试验燃油冲洗燃油泵。冲洗燃油的实际量由 4.3 条所规定的程序决定。以上程序是必须进行的。

注意: 阀的布局应能放掉所有从燃油泵和喷油器返回的燃油, 不允许循环使用。

5.2.6 预试验检查

——冲洗程序后, 使发动机达到 3000r/min、50N·m, 把条件稳定在 6.1.2 规定条件运行 10min。然后进行下列检查调整:

- (a) 确保燃油进口压力在 $-5\text{kPa} \sim 10\text{kPa}$ 之间, 并且出口压力在 $-10\text{kPa} \sim 10\text{kPa}$ 之间。
 - (b) 检查冷却液流量为 $85\text{L/min} \pm 5\text{L/min}$ 。
 - (c) 检查排气背压为 $5\text{kPa} \pm 1\text{kPa}$ 。
 - (d) 检查曲轴箱窜气量不超过原始值(在磨合新发动机后)的 1.5 倍。
 - (e) 测量排气烟度值。
 - (f) 每六次试验检查喷油正时, 应该在设定值的 $\pm 0.5^\circ$ 范围内。假如不在范围之内, 应该查明原因, 考虑运行参考油试验, 确保喷油正时没有变化。
 - (g) 检查燃油消耗量为 $4.8\text{L/h} \pm 0.3\text{L/h}$ 。
 - (h) 在这些检查中记录下列参数:
 温度——冷却液出口、机油主油道、空气入口、燃油、排气。
 压力——燃油泵进出口、排气背压。
 其他——冷却液流量(L/min)、燃油流速(kg/h)、曲轴箱窜气量(L/min)、排气烟度值。
 所有这些参数必须报告。
- 使发动机达到 1000r/min、10N·m 条件后, 运行 5min, 然后停机。
- 安装 1 个新燃油滤芯。
- 确保 Stanadyne 传感器在试验过程中都安装在发动机上, 不应该拆掉。

6 试验操作

6.1 运转试验

把正式试验用喷油器安装到发动机上, 标出相应的缸号, 并使用新密封垫和铜制热防护垫(见 5.2.1 喷油器安装细节)。

6.1.1 预热发动机

——预热塞通电 7s ~ 10s, 在高压油管末端放出一些燃油, 起动发动机。

——按下列条件预热发动机：

5min，无负荷怠速

10min，34N·m 扭矩下 2000r/min

10min，50N·m 扭矩下 3000r/min

在上述预热阶段，记录所有试验参数。

6.1.2 操作条件

在预热程序后，立刻运行下列试验循环 134 次，总试验时间为 603min，试验阶段见表 4：

表 4 试验阶段

阶 段	时间/s	转速/(r/min)	扭矩/(N·m)
1	30	1200 ± 30	10 ± 2
2	60	3000 ± 30	50 ± 2
3	60	1300 ± 30	35 ± 2
4	120	1850 ± 30	50 ± 2

阶段 1 转速和扭矩应在 15s 内达到，其他每阶段在 30s 达到。条件转换时间应包括在每阶段的时间内。

其他操作参数见表 5 和表 6：

表 5 强制性参数

参 数	数 值
冷却液出口温度/℃	95 ± 2
油箱温度/℃	100 ± 5
空气进口温度/℃	32 ± 2
燃油(泵)温度/℃	31 ± 2
排气温度/℃	记录
燃油泵入口(在阶段 2)压力/kPa	- 5 到 10
燃油泵出口(在阶段 2)压力/kPa	- 10 到 10
排气背压(在阶段 2)压力/kPa	5 ± 1

表 6 推荐参数

参 数	数 值
排气烟度值(FSN/Bosch)	在阶段 2 定义
阶段 2 曲轴箱窜气量(在断开后最大值的 50%)/(L/min)	记录
阶段 2 的燃油流量/(kg/h)	4.5 ~ 5.1
每次试验平均总燃油耗/kg	25(大约)

6.2 记录频率

每第五个循环时，每步至少记录一次数据。

6.3 试验结束

完成 10h 试验后，发动机减速到阶段 1 运行 5min 后停机。从发动机上取下喷油器(在发动机停机后 0.5h ~ 1h 之间)。

7 试验结果评定

试验结束后 30min ~ 60min 内取下喷油器组件并拆开。在喷嘴稳定到环境条件后,重新以试验前第一次测量时相同的针阀升程测量喷嘴的空气流量。测量程序见附录 D 中 D.1。以空气流量损失率来表示每个喷嘴所有针阀升程的结果。

8 试验报告和试验有效性

8.1 试验报告

每个试验必须有一个完整的试验报告。试验报告原则上由三部分组成。

8.1.1 试验报告的基本内容

- 试验室名称和地址
- 客户名称和地址
- 报告的统一标识,如:试验号
- 每一页的标识和报告的总页数
- 试验油样接收时间,如:试验燃油收到日期
- 报告时间
- 批准人签名
- 试验燃油号码
- 使用的试验机油(包括油的批号)
- 试验的描述和标识
- 试验程序描述
- 试验有效性
- 燃油分析细节或组成
- 试验结果
- 任何客户要求的有关试验有效性的其他可用信息

8.1.2 操作数据

- 开始试验(S.O.T)
- 试验循环每一阶段所获操作数据的平均值
- 试验结束的检查数据
- 报告所有落在规定范围之外的操作例子
- 报告所有异常事件包括发动机停机
- 报告在预试验检查中记录的所有数据,见 5.2.6

8.1.3 试验评价

- 在试验开始时,每个喷油器空气流量测量值(L/min)
- 在试验结束时,每个喷油器空气流量测量值(L/min)
- 所有 4 个喷嘴针阀在 0.1mm、0.2mm、0.3mm 升程时的流量百分数
- 所有四个喷嘴在 0.1mm 升程的平均喷嘴流量百分数
- 喷嘴标识号
- 在喷嘴流量测量过程中的环境压力和温度条件

8.2 试验有效性

8.2.1 如果试验运行落在第 6 章所述的条件之外,那么这个试验被认为是无效试验。

8.2.2 任何原因引起的最后 2h 的停机都将使试验无效。

8.2.3 超出范围的其他参数,应该给出合理的判断。

9 试验方法的标定与测量不确定度

9.1 测量不确定度

以下是两级测量不确定度对每个参数进行的定义：

—— A 级 要求所有受控试验参数必须使用测量仪器的现行有效的校准技术校准。

—— B 级 对标有“记录”“核查”的试验参数可以使用精密度较低的测量仪器进行校准。

测量的试验参数见表 7，其他特殊要求包含在 4.18 条中。

表 7 试验参数

参 数	量 程	A 级	B 级
发动机转速/(r/min)	0 ~ 7500	± 10	± 10
发动机扭矩/(N·m)	0 ~ 100	± (1 + 1% <i>M</i>)	± (1 + 2% <i>M</i>)
	100 ~ 200	± (2 + 1% <i>M</i>)	± (2 + 2% <i>M</i>)
	200 ~ 400	± (4 + 1% <i>M</i>)	± (4 + 2% <i>M</i>)
	400 ~ 1000	± (10 + 1% <i>M</i>)	± (10 + 2% <i>M</i>)
	1000 ~ 2000	± (20 + 1% <i>M</i>)	± (20 + 2% <i>M</i>)
	2000 ~ 4000	± (40 + 1% <i>M</i>)	± (40 + 2% <i>M</i>)
温度/℃	- 10 ~ 200	± 1.5	± 3
	200 ~ 375	± 2	± 4
	375 ~ 1200	± 15	± 25
大气压力/kPa	80 ~ 120	± 0.5	± 1
压力/kPa	0 ~ 300(abs)	± 1.5	± 2.5
	- 100 ~ 200(标准规格)	± 1.5	± 2.5
	200 ~ 1000	± 10	± 20
燃油流量/(kg/h)	0 ~ 100	± (0.1 + 1%)	± (0.1 + 5%)
燃油消耗/kg 或 L		± 1.0%	± 5.0%
窜气流量/(L/min)	0 ~ 300	± 5.0	± 10.0
冷却液流量/(L/min)	0 ~ 500	± (1 + 3.0%)	± (1 + 5.0%)
CO 含量/%	0 ~ 10	± 0.2	± 0.5
注 1: <i>M</i> 表示试验中的最大值； 注 2: 没有单位的测量不确定度意味着与参数的单位是一样的,%是读数的百分数； 注 3: 上面表中定义的测量不确定度的限值包括所有与溯源链有关的上一级标定不确定度。			

9.2 标定间隔

标准(GB/T 19000)没有给出标定间隔的具体规定。他们只要求定期进行标定。标定间隔的长短可以按照以下原则调整：

—— 实践经验

—— 测量链系统的质量

—— 仪器设备使用频度

每次不定期检查的结果要保留，还要进行测量链的再标定。

9.3 标准/术语

9.3.1 标准

- GB/T 19001(4.11 条)是关于设备要求的。
- NFX 07 - 001(等同于 DIN 1984 - 945)是关于专业术语的。
- UKAS M3003 是关于标定中测量的不确定度和可信度的表述。

9.3.2 定义

9.3.2.1

测量的不确定度的溯源 **uncertainty of measurement traceability**

表征合理地赋予被测量之值的分散性。与测量结果有关的参数。

注：此参数可以是一个标准偏差(或是其倍数)或者是给定概率下置信区间的半宽。

测量不确定度由多个分量组成。其中一些分量可由测量列结果的统计分布评定，并以实验标准偏差表征；另外一些分量可基于经验和其他信息的假定概率分布评定，也可用标准偏差表征。

测量结果应理解为由被测量之值的最佳估计。全部不确定度分量均贡献给了分散性，包括由系统效应引起的(如与修正值和参考测量标准有关的)分量。

9.3.2.2

溯源性 **traceability**

通过一条具有规定不确定度的不间断的比较链，使测量结果或测量标准的值能够与规定的参考标准(通常是国家测量标准或国际测量标准)联系起来的一种特性。

注 1：此概念常常用形容词“可溯源的”表达。

注 2：这条不间断的比较链称为“溯源链”。

9.3.2.3

使用量程 **operational range**

在全部试验中所要求的参数的最宽取值范围(有别于最大值和最小值)。

9.3.2.4

传感器/测量链 **sensor/measuring chain**

是指所有硬件或可能对使用工程单位的报告值产生潜在影响的虚拟量。例如：传感器，线缆，信号发生器，ADC 电路或转换，设置范围，显示/记录规定。

9.3.2.5

传感器标定量程 **sensor calibration range**

每个特定的传感器都应标定最大推荐量程。传感器标定量程可以是单向(例如：全部是正值或全部是负值)也可以是双向(例如：输出变化可以从负值到正值)。

9.3.2.6

标定量程 **calibrated range**

此量程(最小值和最大值)是每个特定的传感器/测量链标定后的量程。测量链的量程设置不应超过传感器的标定量程。

9.3.2.7

全程偏差 **full scale deflection**

每个测量链的最大单边值都是从 0 点截断的标定量程。

10 参考液

10.1 参考燃油

所有用作参考试验的参考燃油必须符合 CEC RF - 93 - T - 95《XUD - 9 参考燃油规格》规格，CEC 参考燃油手册 P - 17 - 97 中对参考燃油进行了定义，获得参考燃油必须服从协议 PTC - 17 所规定的条

件。当前，提供这种专用批号燃油的供应商如下：

HALTERMANN GbmH
Ferdinand Strasse 55 - 57
D - 20095 Hamburg 1
Germany

Product Identification: CEC RF - 93 - T - 95

试验中使用的参考油批号和供应商编码必须在试验报告中描述。

10.2 参考润滑油

应使用参考润滑油 CEC - RL189(SAE 15W40)或者与这种参考油相当的的润滑油。这种矿物油符合 C4 和 PD2 规格。当前的参考润滑油供应商如下：

- ETS, Mont - Saint - Aignan, 法国

—— Fuchs Lubricants, Belper, 英国德贝郡

—— Heinz Kruger, Oberhausen, 德国
- 容器大小: 30L、60L 和 205L

容器大小: 60L

容器大小: 60L

所用参考油的批号必须在试验报告中描述。使用 RL 177 作为新发动机的磨合机油。

10.3 参考冷却液

试验中，必须使用由 50%水和 50%乙二醇(体积)兑成的冷却液。冷却液必须具备合适的防腐蚀水平。合适的冷却液可以从标致和雪铁龙销售网络获得。推荐使用 PSA 生产冷却液：

- PROCOR 3000

标致

20L part no.973 5FO
5L part no.973 5A8
2L part no.973 5Q7
- In UK, LZ

标致

20L part no.997 914
5L part no.973 5F7
- BP
- LZ

雪铁龙

20L part no.ZC9866227U

10.4 参考燃油数据

- 类 型

柴油
- 应用范围

柴油机润滑油的评定: Mercedes - Benz OM 441 LA Euro II
喷嘴结焦试验: PSA XUD9 A/L CEC PF - 023

参考燃油技术参数见表 8：

表 8 参考试验燃油 CEC RF - 93 - T - 95 技术参数

参 数 名 称	限 值		试 验 方 法
	最小值	最大值	
1 六烷值	49	53	GB/T 386
密度(15℃)/(kg/m³)	835	845	GB/T 1884、GB/T 1885
50%回收温度/℃	245		GB/T 6536
90%回收温度/℃	320	340	GB/T 6536
终馏点/℃		370	GB/T 6536
闪点(闭口)/℃	55		GB/T 261
冷滤点/℃	无	- 15	SH/T 0248
运动粘度(40℃)/(mm²/s)	2.5	3.5	GB/T 265
硫含量*/%(质量分数)	0.03	0.05	GB/T 380

表 8(续)

参 数 名 称	限 值		试 验 方 法
	最小值	最大值	
10% 蒸余物残炭/%(质量分数)	无	0.2	GB/T 268
灰分/%(质量分数)	无	0.01	GB/T 508
水含量/%(质量分数)	无	0.05	GB/T 260
酸值/(mgKOH/g)	无	0.20	GB/T 264
氧化安定性总不溶物/(mg/100mL)	无	2.5	SH/T 0175
润滑性, 60℃磨斑直径/ μm	无	460	SH/T 0765
*可用 GB/T 11131、GB/T 11140、GB/T 12700 和 SH/T 0689 方法测定。结果有争议时, 以 GB/T 380 方法仲裁。			
注: 由于批次不同参考燃油的技术参数会有所变动。			

只有被认可的分析测试方法, 才能用于燃油特性的测试, 所有的分析检测证书必须标明检测参考燃油的检测项目和相关试验方法。

10.5 参考润滑油数据

参考润滑油技术参数的典型数据见表 9:

表 9 CEC 参考润滑油(RL 189/5)技术参数

参 数 名 称	试验结果	试验方法
SAE 粘度等级	15W/40	
密度(15℃)/(g/cm ³)	0.880	SH/T 0604
闪点(开口)/℃	214	GB/T 3536
倾点/℃	- 30	GB/T 3535
运动粘度(100℃)/(mm ² /s)	14.34	GB/T 265
运动粘度(40℃)/(mm ² /s)	102.3	GB/T 265
粘度指数	142	GB/T 1995
CCS 低温粘度(- 15℃)/(mPa·s)	3090	GB/T 6538
布氏粘度/(mPa·s)		GB/T 11145
低温屈服应力和表观粘度/(mPa·s)		SH/T 0562
诺亚克挥发性/%(质量分数)		SH/T 0059
高温高剪切表观粘度/(mPa·s)		SH/T 0703
总碱值/(mgKOH/g)	8.44	SH/T 0251
总酸值/(mgKOH/g)	2.67	GB/T 7304
硫酸盐灰分/%(质量分数)	1.06	GB/T 2433
红外(对比首批试验油)	满 意	
金属元素含量	结 果	
锌/ %(质量分数)	0.110	GB/T 17476
磷/ %(质量分数)	0.095	GB/T 17476
钙/ %(质量分数)	0.196	GB/T 17476

表 9(续)

参数名称		试验结果	试验方法
镁/ %(质量分数)		0.043	GB/T 17476
氮/ %(质量分数)			SH/T 0704
组成: 15/40W 矿物油加 CCMC G4 和 PD2			
历史: CEC 燃油组 – JJ Milesi, ETS			
调配数量	油箱尺寸	联系地址	
18, 860	30, 60 和 205	ETS Mont-saint Aignan, France Fuchs Lubricants(UK)plc H Kruger Oberhausen	
数据表准备	JJ Milesi, ETS	1998.05	
注: 由于批次不同参考润滑油的技术参数会有所变动。			

11 参考试验的频率

11.1 新发动机或新组合的试验台架

对于新组装的试验台架或换新发动机的试验台架, 应当用两种参考燃油做标定试验。即进行一次加剂参考燃油试验和一次基础(不加剂)参考燃油试验。这两次试验的结果都应当落在规定范围内(范围由 12.4 条中给出)。

11.2 常规标定试验

参考油试验应按下列进行: 每 15 次试验至少做 1 次加剂参考燃油试验, 并且每 30 次试验至少做 1 次基础参考燃油试验。这意味着如果有必要在 12 或 13 次试验后(即少于 15 次试验)可能做参考试验。如果一个试验设备从台架上取下并且在以后重新安装到相同的试验台架上, 参考试验间隔应视为在原来试验台架上连续运行, 例如: 如果重新安装到同一个试验台架, 不需要额外的参考试验。

11.3 最小参考试验频率

由于大多数试验室做 XUD-9 试验没有规律, 所以不需要设置最小参考油试验频率。例如, 一些试验室一年只有短期做 XUD-9 试验, 并且下一年只有一个月做试验。11.2 条规定了所有参考试验要求。

12 试验油液基础数据

12.1 试验结果报告

试验结果应报告如下内容:

- 报告 0.1mm 针阀升程时 4 个喷嘴的空气流量损失率的平均值。
- 分别报告 0.1mm 针阀升程 4 个喷嘴的空气流量损失率。
- 另外, 也可以报告在 0.2mm, 0.3mm 针阀升程的 4 个喷嘴空气流量损失率的平均值。

12.2 试验精密度

循环试验(RR)程序的基础数据在统计分析咨询委员会(SAAC)的指导下使用 ISO 4259 程序进行了分析。对基础燃油(B)和加入添加剂的基础燃油(A)做出试验精密度报告。相关的参数和 RR 的统计数据列在 12.3 条的表 10 中。

12.3 统计数据的精密度

RR 数据精密度见表 10:

表 10 循环试验数据的精密度

年份	燃 油	润滑油	试验室数量	试验数量	平均值/%	rSD	RSD	r	R
2000	RF 93 - T - 95/2	RL 189	13	25	91.4	1.8	3.4	4.9	9.4
2000	RF 93 - T - 95/2 加剂	RL 189	14	26	51.7	4.7	16.5	13.3	46.2

注 1: 平均值指 0.1mm 针阀升程空气流量损失率的平均值;
注 2: 整体重复性(r) = 10.0, 整体再现性(R) = 33.4, 区分度(r) = 18.4, 区分度(R) = 61.4, $DP/\Delta(r)$ = 0.5, $DP/\Delta(R)$ = 1.5。关键词: SD—标准偏差, DP—区分度, Δ —平均值最大值 - 平均值最小值, rSD—重复性标准偏差, RSD—再现性标准偏差, r —重复性, R —再现性。

12.4 标定燃油

在上面列出的第一次使用循环试验程序得到结果的燃油作为标定燃油，用于检验试验室的苛刻度。所有成员试验室测量到 0.1mm 针阀升程时喷嘴结焦率必须在以下限值之内：

- 基础标定燃油：92% ± 5%
- 加剂标定燃油：60% ± 10%

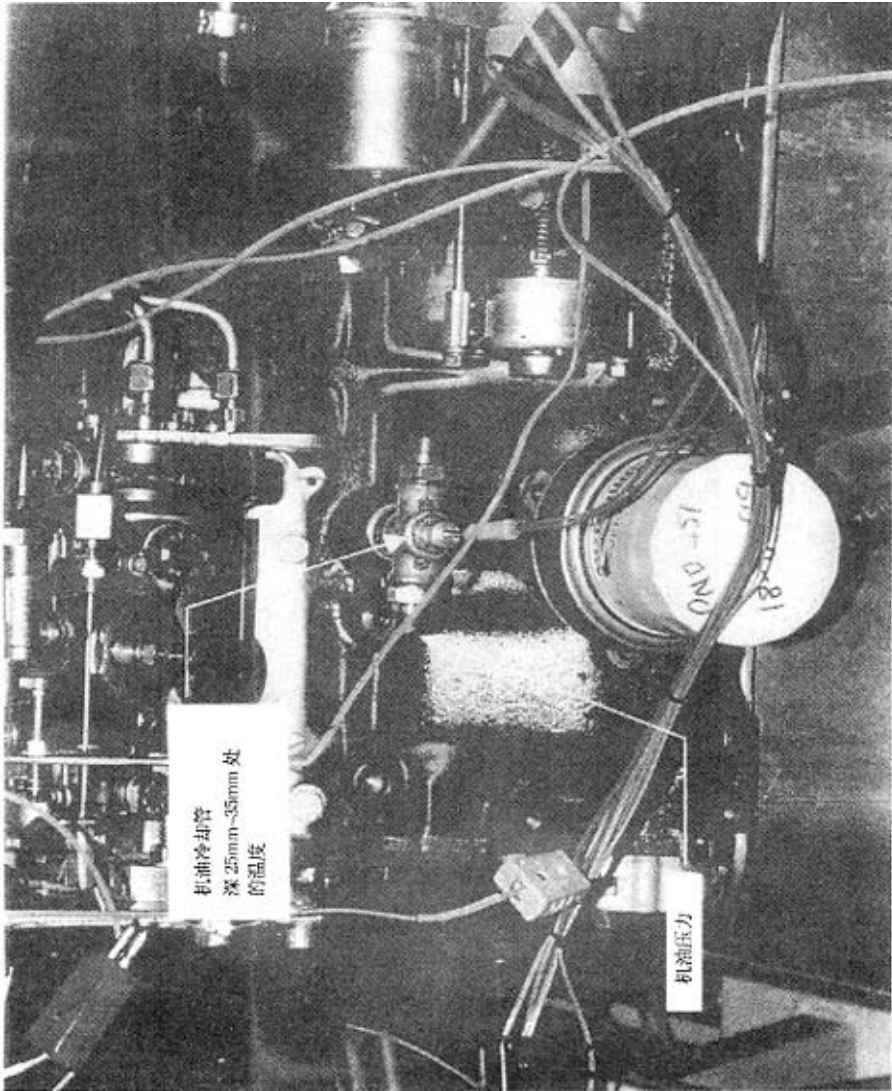


图 1 测量机油压力和机油温度的位置

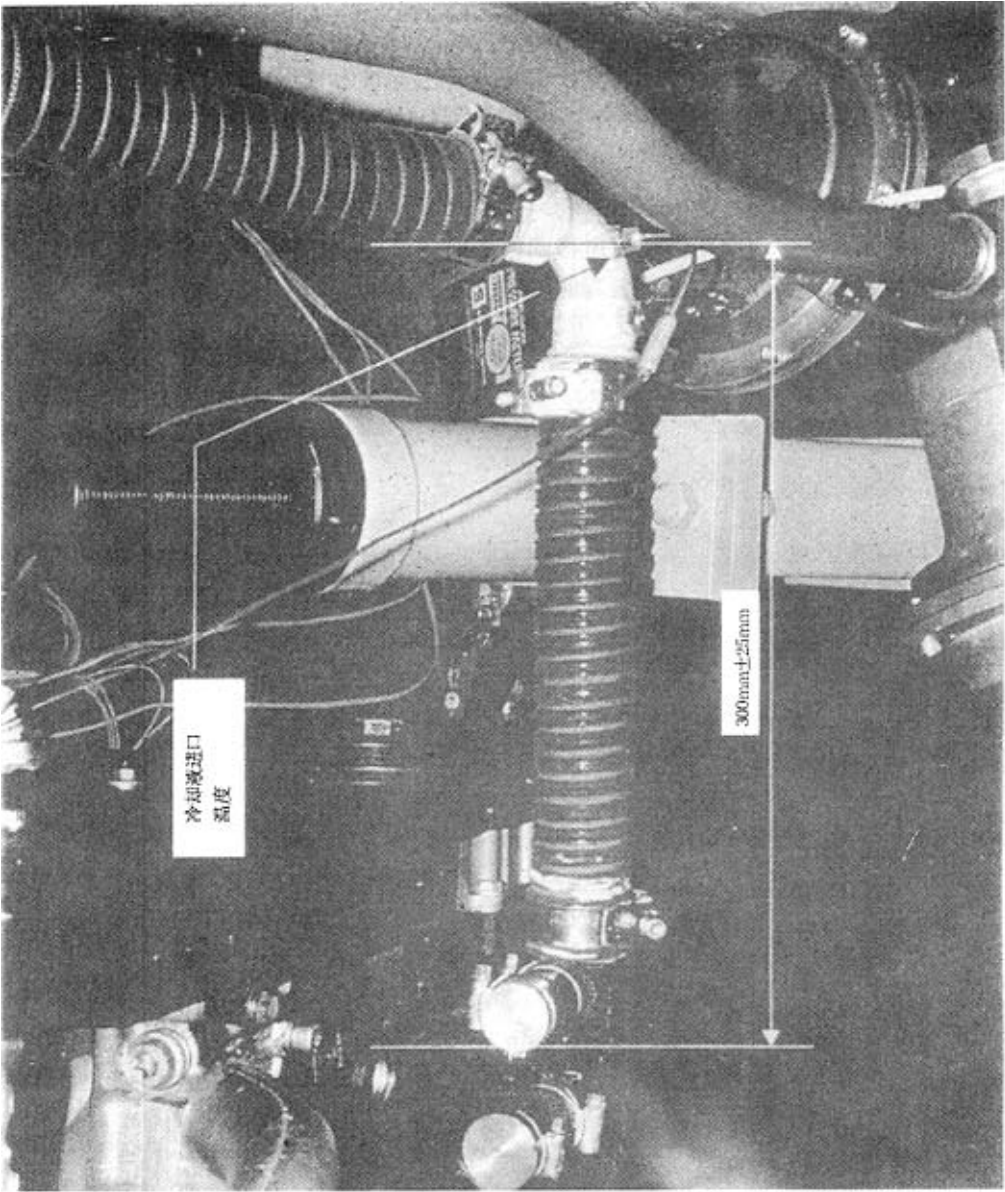


图 2 测量冷却液进口温度的位置

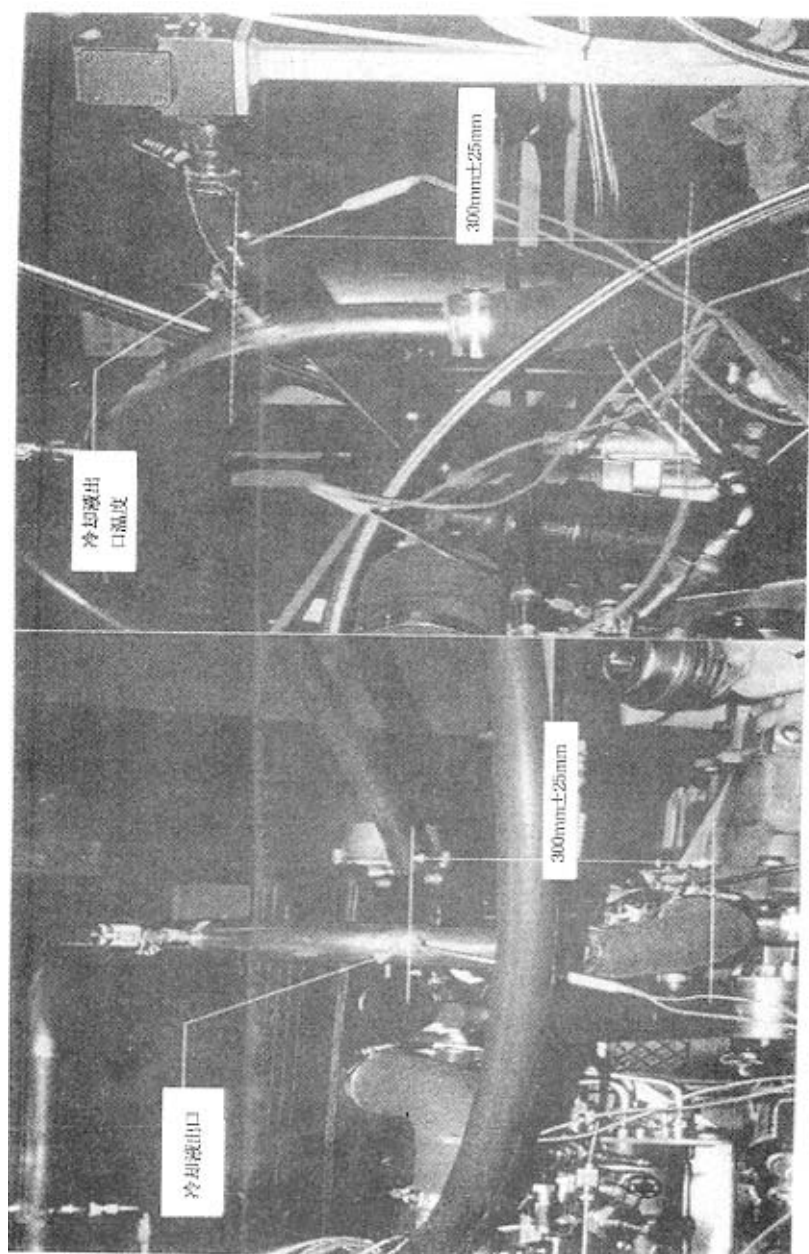


图3 测量冷却液出口温度的位置

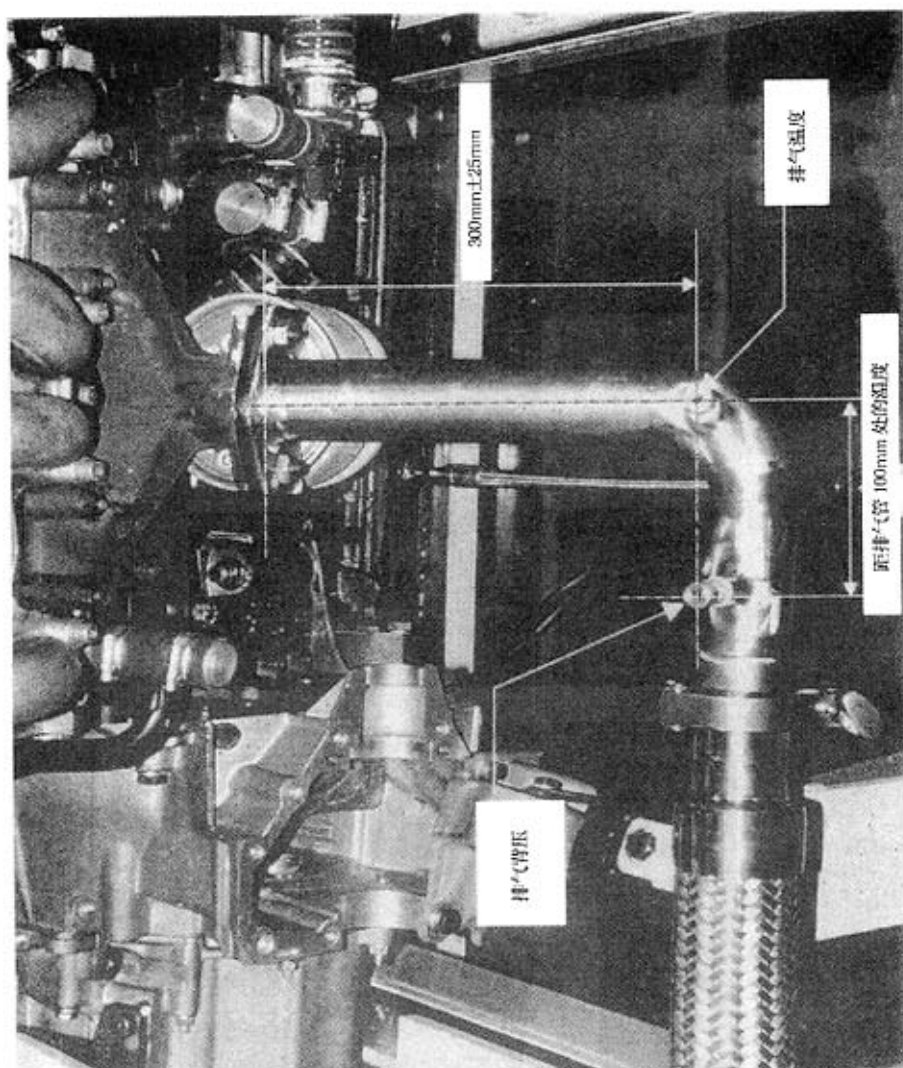


图 4 测量排气背压和排气温度的位置

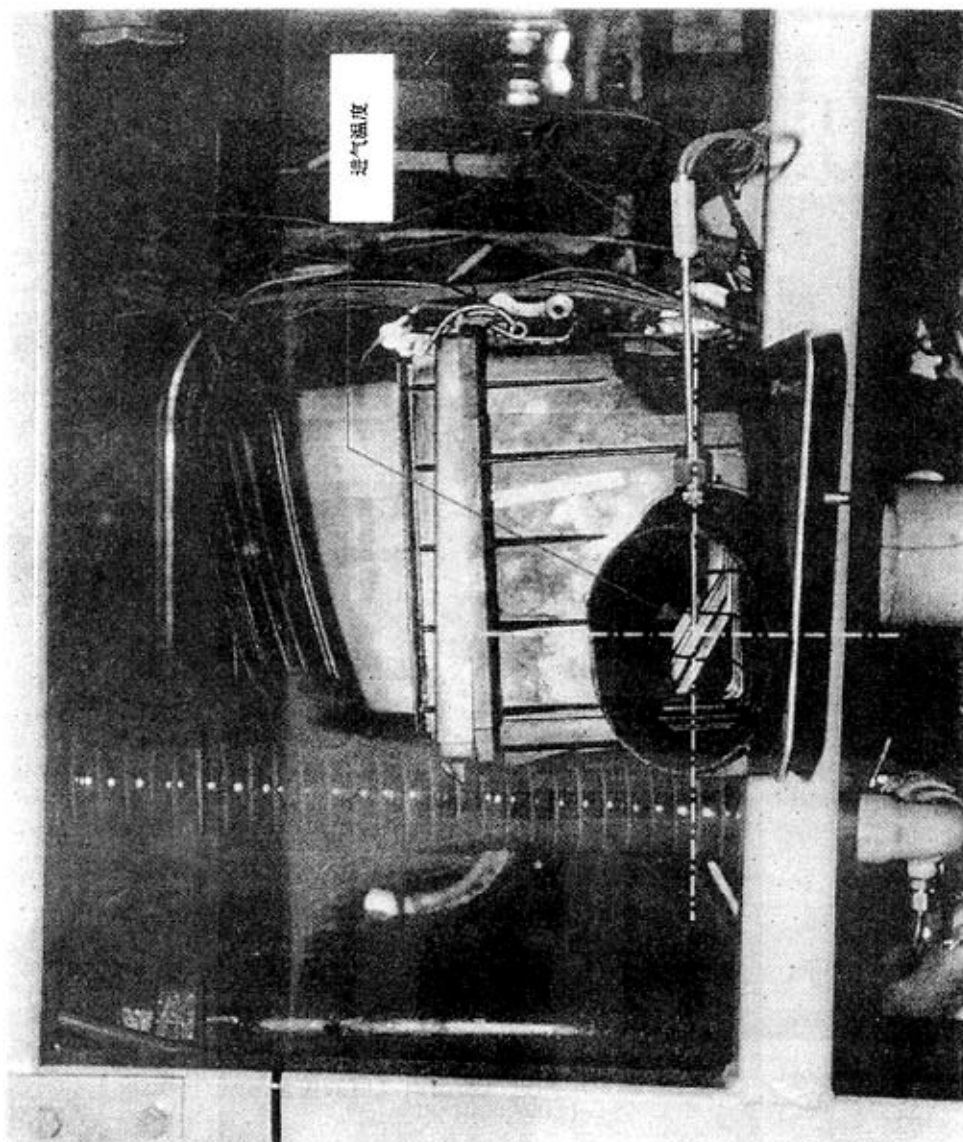


图 5 测量进气空气温度的位置

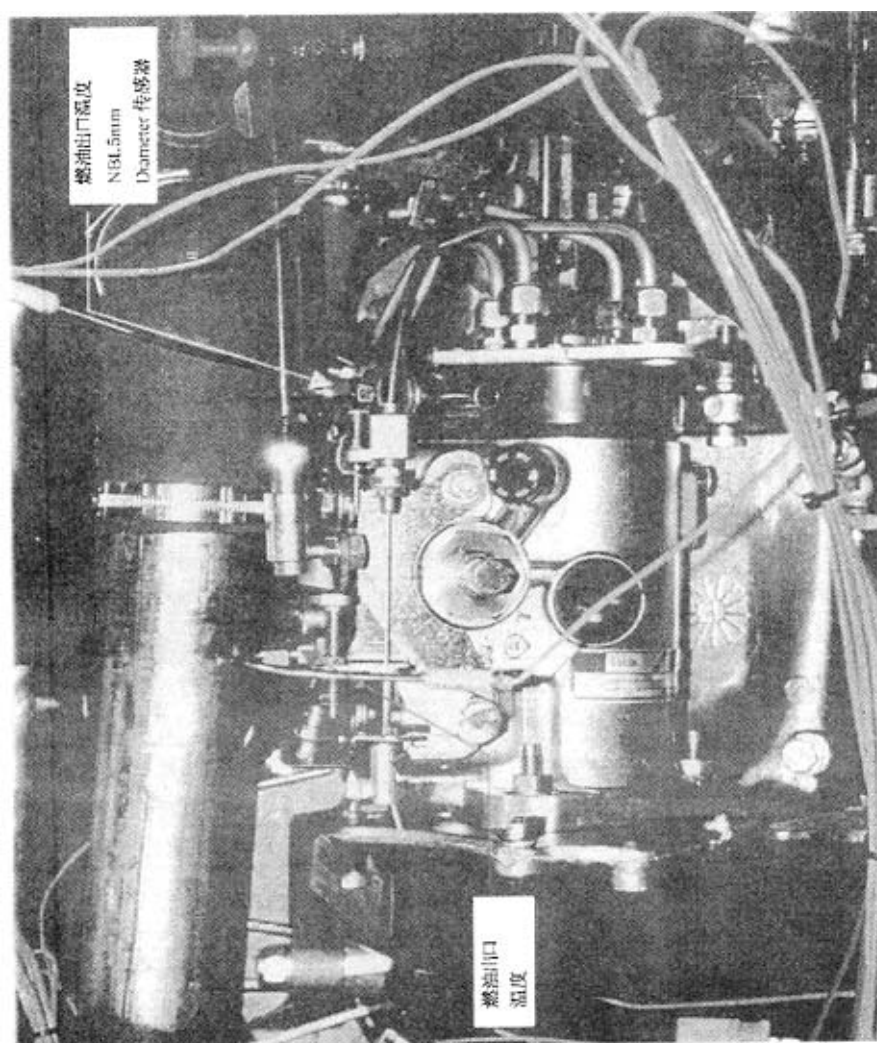


图 6 测量燃油进口和出口温度的位置

附 录 A
(规范性附录)
配件清单

XUD-9 试验的配件清单见表 A.1。

表 A.1 XUD-9 试验配件清单

与 PCM 定货		CEC 技术合同	
Ms Carol Conway		Mr Sebastien Danvel	
Service Parts Manager		PCM Asia sales supervisor	
49 rue Noel-Pons		49 rue Noel-Pons	
BP 420		BP 420	
92004 Nanterre cedex		92004 Nanterre cedex	
France		France	
Tel: 00 33 1 4649454		Tel: 00 33 1 46494907	
Fax: 00 33 1 4248607		Fax: 00 33 1 42428607	
E-mail: cconway@peugeot-citroen-moteurs.fr		E-mail: sdanvel@peugeot-citroen-moteurs.fr	
序 号	配 件 号	PCM 配件号	配件名称
1	1109.N2	9628173380	机油滤清器
2	1906.14	9401906148	燃油滤清器
3	1570.35	9600938780	一套燃油管
4	1981.02	7056078700	喷油器加热壳体
5	0164.30	9615002780	机油塞密封
6	1981.05	7932561358	喷油器铜垫片
7	5802.M3	9625383080	起动机
8	1103.A9	9611919080	机油冷却器
9	1103.62	9350132380	机冷外部组件
10	5962.R8	9616572480	预热塞
11	0816.58	9614252580	正时皮带
12	1980.05	7932568134	喷油器体
13	9735.G2	9409735G20	Procor 3000 冷却液
14	1428.91	9601231680	进气管
15	1985.03	9401985038	喷嘴垫片
16	1444.F3	9626759680	空气滤清器
17	0200.S3	9569108080	缸头
18	0209.S5	9623068080	缸头垫片 1 级厚 1.35mm
19	0209.S6	9623068180	缸头垫片 2 级厚 1.40mm
20	0209.S7	9623068280	缸头垫片 3 级厚 1.44mm
21	0209.S8	9623068380	缸头垫片 4 级厚 1.48mm
22	0209.S9	9623068480	缸头垫片 5 级厚 1.52mm
23	0135.T2	9564458480	备用发动机
24	19207.F	9632888580	喷油泵

可以通过 E-mail 或传真从 Ricardo 或 Prodrive 订货(见表 A.2)。

表 A.2 订货地址

	Ricardo	Prodrive
E-mail 地址	TestServices@ricardo.com	mhawthorne@prodrive.com
传真	+ 44(0)1273794564	01908618233
最小订货量	最少 10 套	没有限制
订货号	RDNOSDC6850KOC unflatted	RDNOSDC6850KOC unflatted

附 录 B
(规范性附录)
调 整 与 安 装

B.1 锁定 Lucas DOC 燃油泵喷油正时调整机构的方法

除将液力活塞里的弹簧更换为刚性垫块外，其他不做改动(见图 B.1)。禁止脏物进入燃油泵。

- 1) 拆下靠近发动机一侧的正时调速机构壳上的锁紧螺母。
- 2) 从泵体上拆下液力活塞(见 B.2, B.3, B.3 和 B.4)。
- 3) 将活塞放置在干净的工作台上。
- 4) 拆下卡环。
- 5) 取出张紧弹簧，钢垫片和弹簧帽(见图 B.5)。
- 6) 将弹簧帽放进硬质钢垫块上的孔中(见图 B.6 和 B.12)。
- 7) 将垫片插入活塞内，然后将卡环装回活塞(见 B.7)。

一旦将垫片装进活塞就不应该再有任何余量，如果插入的垫片不合适，可以经过机械加工使其达到合适的尺寸。确保卡环卡在槽里。

- 8) 将活塞装入泵体，保证弹簧和定位销的相对位置正确。
 - 9) 安装螺帽 A 并拧紧。
 - 10) 从调速机构的对面的壳体上拆下螺帽 B。
 - 11) 拆下通气螺钉。
 - 12) 将螺帽的外表面加工成平面。
 - 13) 在螺帽上钻孔并攻丝 M8×1.0(见图 B.8 和图 B.9)。
 - 14) 将螺帽完全清理干净。
 - 15) 再将螺帽重新装回并拧紧。
 - 16) 拧一个 M8×1.0 的螺钉直到接触到活塞，然后再拧进 1/4 圈。
- 用锁紧螺母锁紧螺钉(此螺钉可以使用密封圈或胶水保证密封)(见图 B.11)。

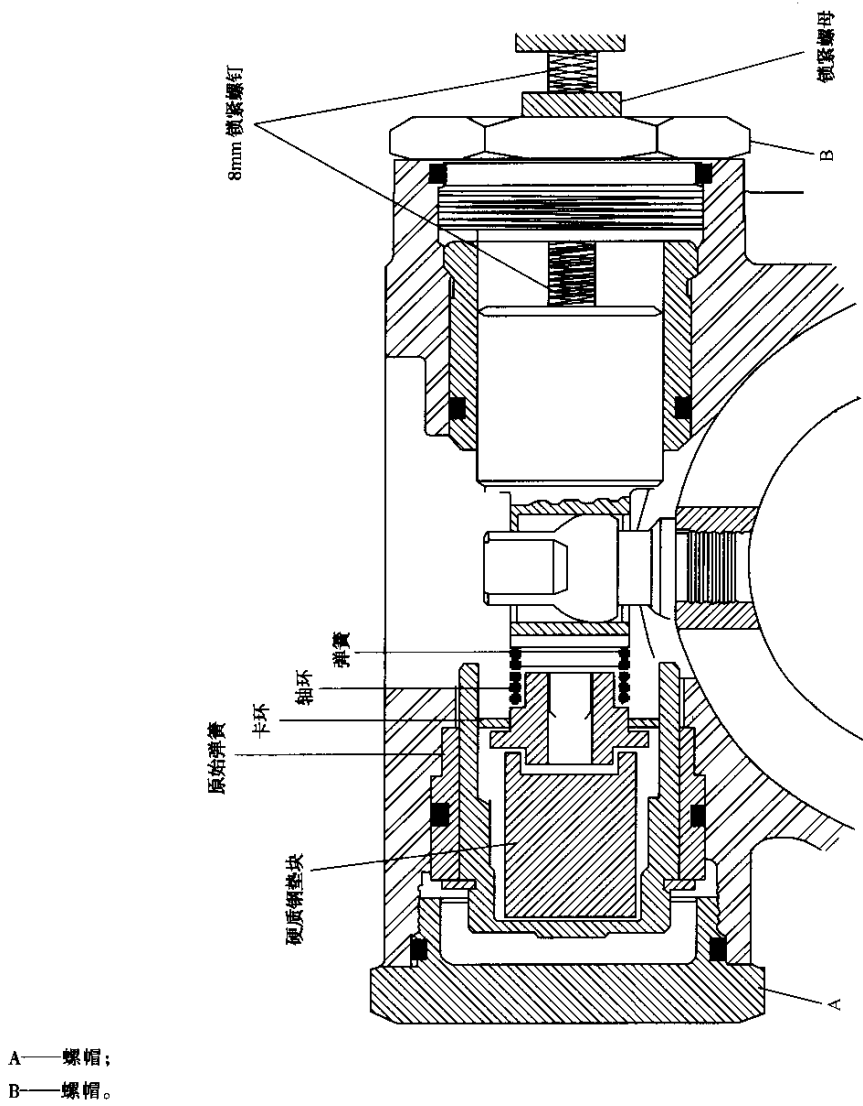


图 B.1 高压泵

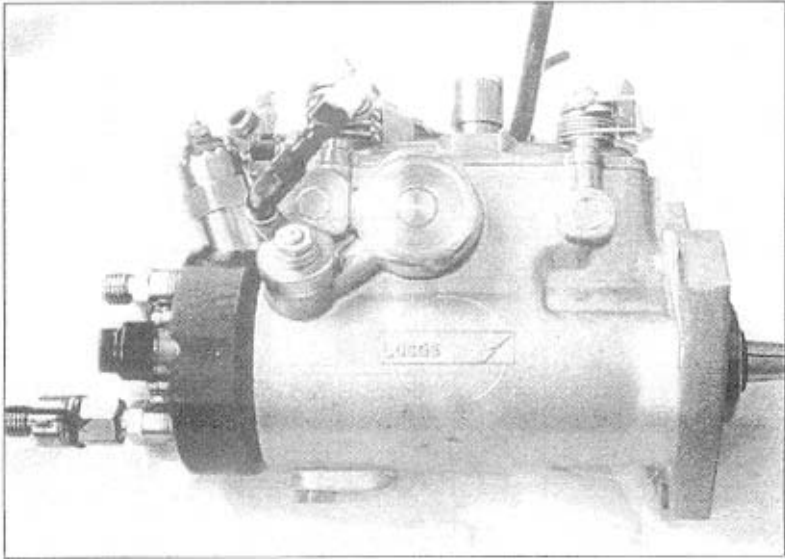


图 B.2 燃油泵液力活塞一侧

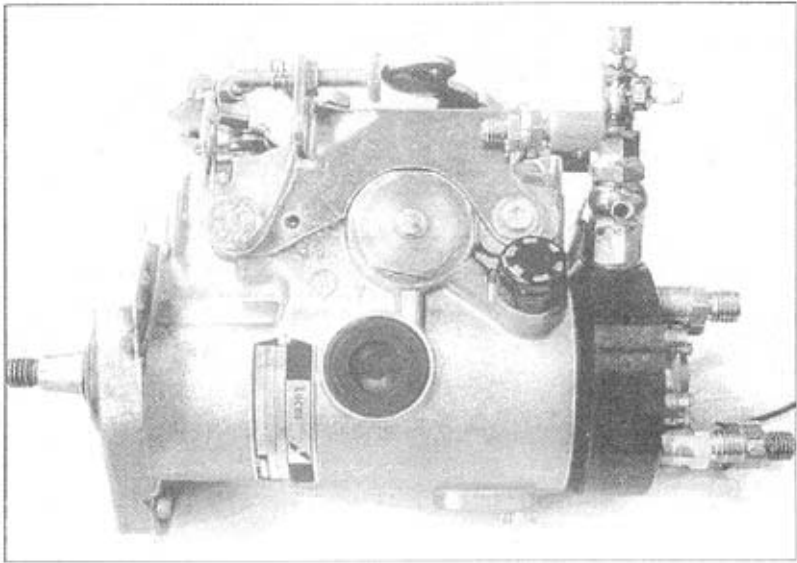


图 B.3 燃油泵 APPLYING 活塞一侧

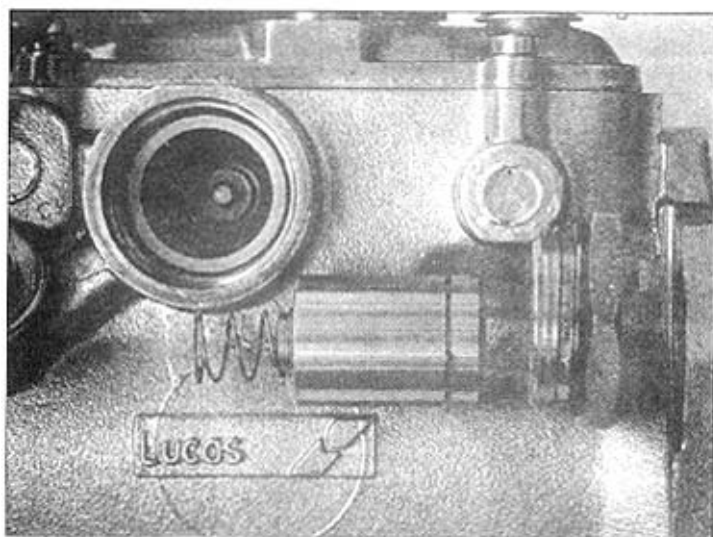


图 B.4 从泵上拆下的螺帽和液力活塞

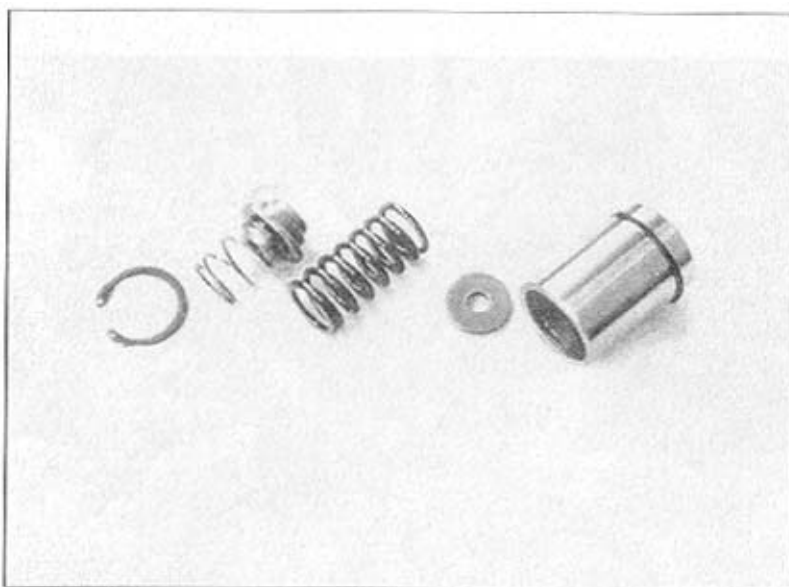


图 B.5 卡环、弹簧帽和弹簧、张紧弹簧、垫片、液力活塞

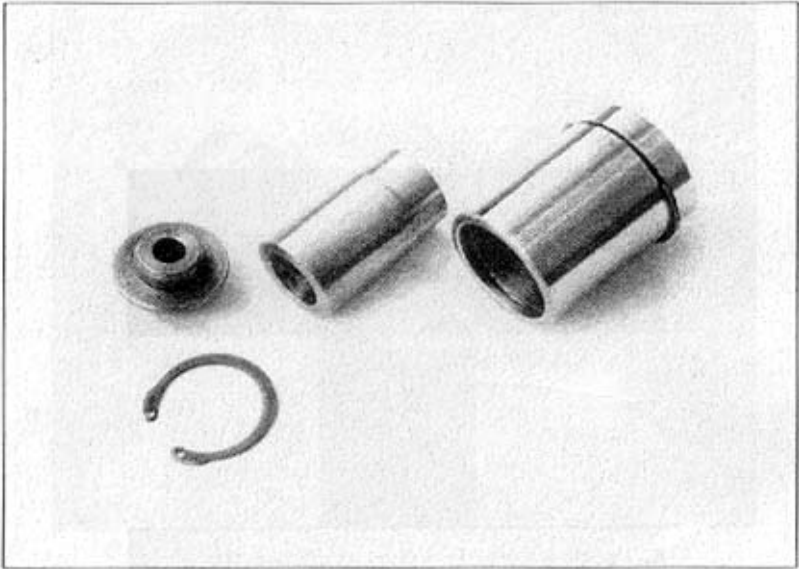


图 B.6 卡环、弹簧帽、硬质钢垫片和液力弹簧

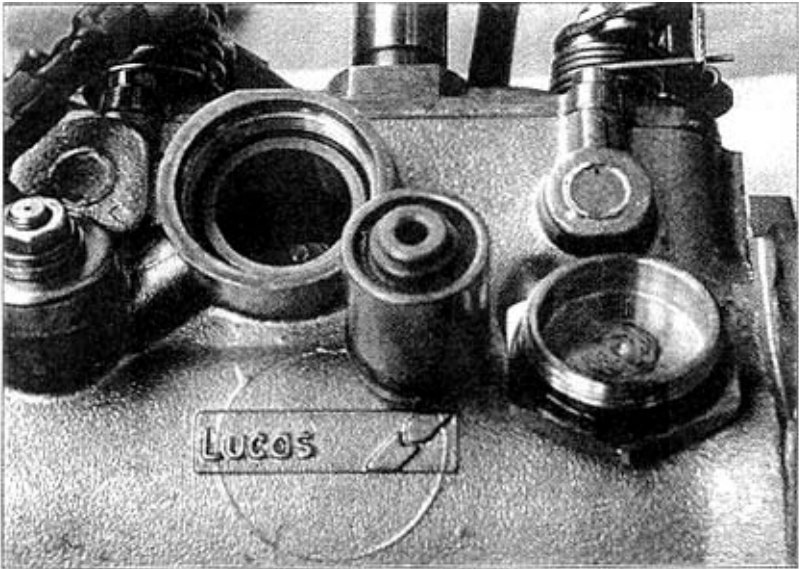


图 B.7 硬质钢垫片装入液力活塞、卡环准备装入总成

LUCAS DPC 泵垫片见图 B.12。

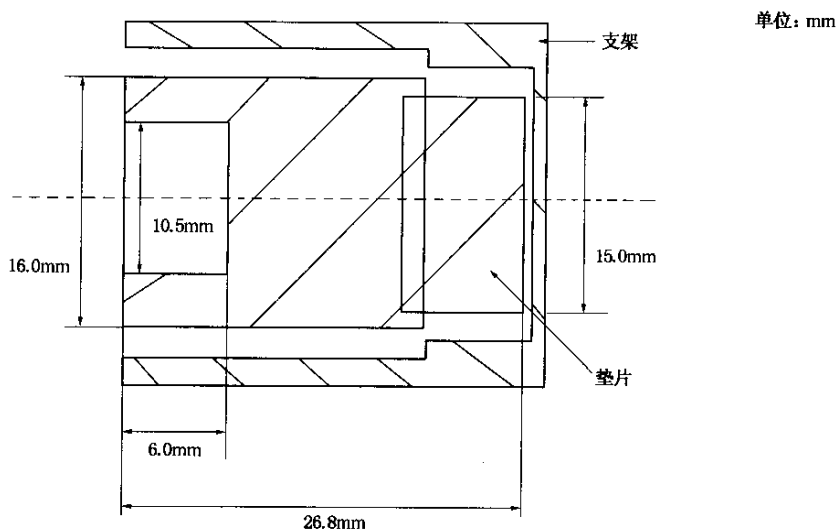


图 B.12 硬质钢垫块

如果安装卡环时需要调整间隙，可以把薄垫片垫在垫块下面。

使用 M8 × 1.0 的锁紧螺母，聚四氟乙烯或密封胶。

Dowty 垫圈(见图 B.11)。

B.2 XUD9 A/L 发动机的真实上止点位置的确定：

确定上止点位置(见图 B.13)的步骤如下：

- 1) 从缸体上拆下缸头。
- 2) 顺时针旋转发动机飞轮直到使第 1 缸活塞(靠近飞轮一端)在压缩冲程接近上止点(TDC)的位置停下。
- 3) 将一块千分表安装在缸体上，千分表相对于缸体平面调零。然后将千分表放在第 1 缸活塞上。千分表必须沿曲轴中心线安装在缸体上。
- 4) 顺时针旋转飞轮使第 1 缸活塞越过 TDC 的位置向下约 1.000mm。
- 5) 慢慢逆时针旋转飞轮直到千分表显示此时第 1 缸活塞在 TDC 下 0.500mm，在缸体上和飞轮上做标记(ABCD)。
- 6) 继续逆时针旋转飞轮直到活塞越过 TDC 下落 1.000mm 时停止。
- 7) 再顺时针旋转飞轮，当千分表显示活塞位于 TDC 下 0.500mm 停止。
- 8) 在缸体上做标记线 EF 在飞轮上做标记线 CD。
- 9) 确定线 EF 和线 AB 的中间位置。在缸体和飞轮上都做标记线(GHI)。这就是真实上止点的位置。在飞轮和缸体上做出永久记号。
- 10) 在 TDC 标记的两边做出 -3° ， -2° ， -1° 和 $+1^\circ$ ， $+2^\circ$ ， $+3^\circ$ 的刻度。
- 11) 重新安装发动机。

注意：由于燃油泵喷油正时调整机构已被固定，某些发动机需要将正时皮带错开一个齿，以便通过在有限的范围内调整燃油泵安装法兰来调整喷油正时。

B.3 安装流量计

在冷却系统上安装冷却液流量计(Danfoss Mag1100 DN25)，保证流量计前后都是一段直管路，如图 B.14 所示，需要安装一个调节阀来调节冷却液流量。

B.4 安装排气烟度探头

铅笔线记号上。然后继续旋转发动机，当活塞上升到与缸体平面一致时，千分表的读数为零。继续旋转发动机使活塞达到最大高度，记录此时读数。反向旋转发动机约 30° 。在 4 缸活塞上同样测量此值，并记录读数。

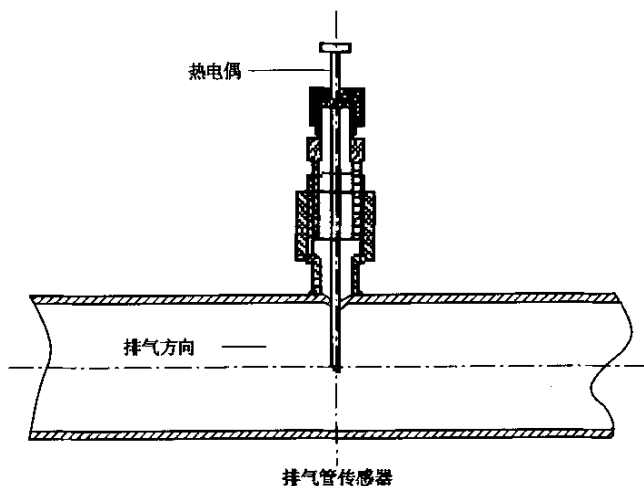


图 B.15 烟度计位置

6) 用以上方法可以测出 2 缸, 3 缸活塞的突起值。

7) 从 4 个测量结果中选取最大值, 即为活塞最大突起值。依据此值可以正确选择合适厚度的缸垫。

8) 从表 B.1 中可以选择到需要的缸垫, 从最右边的活塞突起值可以选择合适的型号。表格的左边有缸垫标记和配件号。

表 B 第 1 缸垫分类

标 识	配 件 号	缸垫厚度	活塞突起
1 级	0209.S5	缸垫 1.35mm	0.56mm ~ 0.67mm
2 级	0209.S6	缸垫 1.40mm	0.68mm ~ 0.71mm
3 级	0209.S7	缸垫 1.44mm	0.72mm ~ 0.75mm
4 级	0209.S8	缸垫 1.48mm	0.76mm ~ 0.79mm

这些 1996 年新确定的缸垫尺寸是为了满足新的排气标准的要求。旧版 2 级的尺寸为 1.61 mm, 3 级尺寸 1.73 mm 已被更新, 不再使用。

附录 D

(规范性附录)

测 量

D.1 喷油器喷嘴流量测量

本标准中使用的喷嘴流量检测设备必须符合 ISO 4010 中定义的指标。

当准备测量结焦喷嘴的流量时,要特别注意避免沉积物损坏或移位(注意:当处理喷嘴部件时,要带上适当的手套以避免喷嘴部件与手部皮肤接触)。

确保流量测量设备在使用寿命内。

如果空气被干燥,应确认没有干燥剂从干燥器中流出(例如:无水硫酸钙)。

一些流量计可能需要检查真空泵的油箱。

质量流量计的精度要求如下:

流量为 15mL/min ~ 25mL/min 的精确度是测量值的 $\pm 2\%$ 。

流量为 28mL/min ~ 50mL/min 的精确度是测量值的 $\pm 1.5\%$ 。

流量为 51mL/min ~ 500mL/min 的精确度是测量值的 $\pm 1\%$ 。

(通过使用多项式拟合标定数据,可以进一步提高精密密度。)它是与不同流量计全量程值的 5% 的精确度相比较(例如:流量计)。给出这两个示例,必须使用质量流量计测量喷嘴的空气流量。

D.2 空气流量计检查

推荐在测量新喷嘴或结焦喷嘴之前进行校核。当进行测量时,每天校核一次就能够满足要求。记录环境温度和压力。

- (a) 如果使用质量流量计,使用前应该先打开质量流量计 10min。
- (b) 在喷嘴支架上安装一个高流量(如 270mL/min)喷嘴。
- (c) 通过固定流量喷嘴测定流量。
- (d) 校正在上述环境温度和压力下的流量(见后)。
- (e) 如果流量值正确(例如:在 $\pm 2\text{mL/min}$ 范围内)继续测量,否则检查系统泄露。
- (f) 取下固定高流量喷嘴并安装一个固定低流量(例如:50mL/min)喷嘴。
- (g) 重复步骤(d)、(e)、(f)。

定义:

固定流量喷嘴 fixed flow injector nozzle

针阀粘在或固定在某个特殊位置上的一个普通喷油器喷嘴或针阀组件。这种喷嘴或组件叫固定流量喷嘴。

D.3 测量新喷嘴或清洁喷嘴的空气流量

- (a) 按上述方法校核空气流量。
- (b) 从包装中取出喷嘴并从喷嘴体中取出针阀。
- (c) 将上述部件浸润在正庚烷或 SBP3 中,并在空气中晾干。
- (d) 把喷嘴组件安装在流量计喷嘴支架上。
- (e) 确保针阀尾部固定,使针阀能有小幅度的位移(0.1mm)。
- (f) 小心移动针阀直到它坐在喷嘴座上。
- (g) 移动针阀到它的最大升程位置。返回到上述(f)步骤的位置。
- (h) 打开真空泵确认真空度为 80 kPa 或 80 kPa 以上。
- (i) 把针阀从喷嘴座上移开并再次小心放回喷嘴座(禁止使用过大的力量放置针阀)。如果放置正确,显示的流量应当为 0。

(j) 设置针阀高度表到 0 位置。

(k) 移动针阀来提升 0.1mm，待空气流量稳定后记录空气流量。如果这个流量落在 5.1 条所定义的范围，继续测量。否则，选择另外一个针阀并重复(a)~(i)步骤。

(如果使用体积流量计，要确保浮体旋转以便使它不会过分地受限制。)

(l) 测量并记录针阀在 0.10mm、0.20mm、0.30mm 升程时的空气流量；其他喷嘴测量重复步骤(a)~(l)。

D.4 测量结焦喷嘴的空气流量

(a) 从发动机上取下喷油器后，冷却到室温。

(b) 从喷油器上取下喷嘴组件，并从喷嘴体上取出针阀。

(c) 将喷嘴体和针阀浸润在正庚烷或 SBP3 中，在空气中晾至少 20min。

(d) 重新安装喷嘴和针阀，小心不要碰到沉积物。

(e) 按附录 D 中 D.2 所述进行空气流量计校核。

(f) 按照附录 D 中 D.3 步骤(c)~(l)测量结焦喷嘴的空气流量。

注意：在准备流量测量过程中，如果浸润喷嘴部件后 3h 之内不能进行上述测量，应该把喷嘴存放在干燥器内并在 24h 内进行流量测量。

D.5 在标准条件下测量的正确性

应使用式(D.1)校正环境温度 and 压力影响下测量到的流量显示值。

$$\dot{V}_c = \dot{V}_i \cdot \frac{P_i \cdot T_a}{P_a \cdot T_i} \cdot \sqrt{\frac{293}{T_a}} \quad \text{..... (D.1)}$$

式中：

$\dot{V}_c$ ——校正的空气体积流量，mL/min；

$\dot{V}_i$ ——在流量计参考条件下显示的空气体积流量，mL/min；

P_i ——显示压力(例如：在流量计参考条件下的压力)，kPa；

T_i ——显示温度，K；

P_a ——环境压力，kPa；

T_a ——环境温度，K。

下面给出所有计算方法：

方程的推导：

测量流量必须使用下列方程对温度和压力函数进行校正：

体积流量计必须在标准条件下(通常为 101.3 kPa，0 ℃)对流量进行标定。

因此在给定标定条件下测量到的流量并不是在实际条件下的流量。实际条件下的流量可通过理想气体状态方程(D.2)获得。

$$\frac{P_i \cdot V_i}{T_i} = \frac{P_a \cdot V_a}{T_a} \quad \text{..... (D.2)}$$

式中：

P ——压力，Pa；

V ——体积，m³；

T ——温度，K；

i ——指示条件(标定条件)；

a ——实际条件(实际环境条件)。

对于流量，上述方程变为：

$$\frac{P_i \cdot \dot{V}_i}{T_i} = \frac{P_a \cdot \dot{V}_a}{T_a} \quad \text{..... (D.3)}$$

式中:

$\dot{V}$ ——体积流量, m^3/s 。

对于式(D.3), 实际体积流量为

$$V_a = V_i \frac{P_i \cdot T_a}{P_a T_i} \quad \text{..... (D.4)}$$

这个实际流量需要校正到特定的标准条件。当通过喷嘴的流量总是在音速条件时, 实际流量只取决于实际环境温度。校正实际流量到标准条件的方程为:

$$\dot{V}_c = \dot{V}_a \cdot \sqrt{\frac{T_c}{T_a}} \quad \text{..... (D.5)}$$

式中:

c ——校正条件。

把式(D.4)代入式(D.5)得出:

$$\dot{V}_c = \dot{V}_i \cdot \frac{P_i \cdot T_a}{P_a \cdot T_i} \cdot \sqrt{\frac{T_c}{T_a}} \quad \text{..... (D.6)}$$

因为 $T_c = 20 + 273 = 293\text{K}$, 所以

$$\dot{V}_c = \dot{V}_i \cdot \frac{P_i \cdot T_a}{P_a \cdot T_i} \cdot \sqrt{\frac{293}{T_a}} \quad \text{..... (D.7)}$$

式(D.7)用于校正显示流量值到标准条件。

附 录 E

(规范性附录)

重复使用喷嘴的清洁方法

- E.1 拆开每个喷油器并分别放置在不同的盘子里。
- E.2 确保针阀和喷嘴能被识别并能按原始配对重新安装。
- E.3 把分开的喷嘴和针阀放在事先装好水和 Decon 90 分散剂溶液的玻璃容器中。Decon 90 放入水中的浓度为 50%, 并有足够的量完全浸没针阀和喷嘴。
- E.4 把放有针阀和喷嘴的容器放进超声波浴中。确保浴中充满 250mL ~ 300mL 的水。
- E.5 用超声波清洗器清洗至少 60min。
- E.6 关闭超声波清洗器, 拿出针阀和喷嘴并用目镜进行检查。如果仍有沉积物, 则重复 E.4 ~ E.6 步骤, 直到清洁为止。在喷嘴体上有顽固沉积物的情况下, 可以使用软木棍(如火柴棍)帮助清洁。不能用金属探针。
- E.7 当沉积物从针阀和喷嘴上去掉后, 在自来水中浸润 30s。接着用正庚烷浸润。用针阀和喷嘴搅动正庚烷 30s, 然后取出。把装有 Decon 90 和正庚烷的容器用盖盖上并储存。
- E.8 把加热炉的温度设置在 100℃, 用防护手套把针阀和喷嘴放到加热炉上, 时间为 20min。
- E.9 带上防护手套, 取出针阀和喷嘴, 把组件按正确的顺序放在架子上。

附 录 F

(规范性附录)

新发动机磨合程序

所有新发动机和新燃油泵应该使用标准的 10h XUD-9 试验循环(见 6.1.2 条)磨合 200h。
推荐使用润滑油 CEC-RL 177 进行磨合。

- 注 1：在开始磨合前检查并调整气门间隙。
- 注 2：完成磨合后，检查并调整气门间隙，更换机油滤芯。

附 录 G
(规范性附录)
安 全 措 施

- G.1 必须为发动机、齿轮箱和驱动轴的所有外部旋转部件匹配防护罩。
- G.2 发动机转速达到 4000r/min 时，应该考虑试验台的特殊防护措施。应该设定合适的速度限值，避免控制或材料失效时发动机超速。
- G.3 应该遵守与安全相关的所有规定。
-