

汽车燃料与润滑剂 习题与实验指导书

万德永 编

西南林学院汽运教研室

一九九四年九月

实验一 汽油馏程测定

一、目的：测定汽油的馏分组成，判断汽油的蒸发性。

二、实验仪器：

1、带支管的蒸馏瓶

2、支架及上、下托架。上托架用以固定蒸馏瓶。瓶下应衬以石棉垫。下托架用以固定加热器。

3、冷凝器：为 $330 \times 100 \times 150$ mm的水槽，水槽上有进、排水支管，用以保持冷却水温。

4、上、下防风罩，其上应设有观察窗。

5、水银温度计（ $0 \sim 360^{\circ}\text{C}$ ）。

6、加热器（喷灯或带自藕变压器的电炉）。

7、秒表。

三、准备工作：

1、汽油试样中若有水分或杂质，应予清除。方法是先将试样静置沉淀后，取其澄清部分，加入新锻烧并冷却后的硫酸钠或氯化钙，经摇晃，静置后，用干燥的滤纸滤取澄清部分。

2、将仪器如图（教材P22图2—3—1）示装好，蒸馏瓶置于防风罩的石棉垫上。蒸馏烧瓶的支管用软木塞与冷凝管上端相连，支管插入冷凝管的深度为 $20 \sim 30$ mm，打开冷凝水开关，使冷凝水持续不断地流经冷凝水槽。

3、经脱水过滤后的试样，用干燥量筒取 100 ml，然后将其小心地注入经洗涤烘干后的蒸馏烧瓶中。注意勿使汽油流入支管内，注入时的温度应保持在 $20 \pm 3^{\circ}\text{C}$ 。

4、将装有温度计的软木塞塞紧蒸馏瓶口，温度计不得触到蒸

馏瓶颈壁，温度计水银珠上端，必须和支管下边缘平齐。

5、将量筒放在冷凝管下端，使冷凝管插入量筒深度不得小于25mm，也不得低于100ml的标线。量筒也须保持封闭。

6、记下当时的大气温度和大气压力。检查试验装置是否准备妥当，各处密封是否良好，一切准备就绪即可开始实验。

四、实验步骤：

本实验按GB 515—88《石油产品馏程测定法》进行。

1、点燃加热器，对汽油均匀加热蒸馏。一般蒸馏约5~10min，即能有馏分馏出。记下第一滴馏分落下时的温度。然后将量筒与冷凝管的弯曲端接触，使冷凝物沿管壁流下，并调节加热强度使馏分滴出的速率约为2~3滴/S。

2、每馏出5ml记一次温度。须特别注意10、50、90和95ml时的温度。

3、馏出95ml后，调整加热温度，使最后5ml在5min内蒸发而达干点。干点是这样确定的：观察温度计，当温度停止升高后又下降，记录其最高温度。该温度即为干点。

4、确定干点后，随即关电炉，静置5min让冷凝管继续向量筒流出馏分。记录量筒中的恢复量，然后拆下蒸馏烧瓶。将蒸馏烧瓶中的残留物倒入100ml量筒内，让其冷至 $20 \pm 3^{\circ}\text{C}$ ，记下其体积，准确到0.1ml。

5、进行大气压力修正

蒸馏时，当大气压力在770mmHg以上或在750mmHg以下时，可按下式对馏出温度进行修正。

$$t_0 = t + c$$

其中 t_0 ——修正到760mmHg时的馏出温度。

t ——蒸馏时的实际馏出温度。

c ——修正系数。可按下式计算。

$$c = 0.00012 (760 - P) \times (273 + t)$$

式中 P ——实际大气压力 (mm Hg)

五、整理实验报告:

1、填写馏出百分数和馏出温度。

2、计算蒸发损失 = $100 - (\text{恢复量} + \text{残留量})$ 。

3、绘制馏程曲线: 以馏出百分数为纵座标, 以温度为横坐标, 在图上标出残留量。

4、讨论试样的初馏点、馏出10%、50%、90%和干点对发动机使用性能的影响。评价燃料的蒸发性。

汽油馏程测定实验报告

试样名称		室内温度								大气压力				
实验结果	馏出量	初馏点	5%	10%	15%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	95%
	t, °C													
	t 干点	恢复量				残留量				蒸发损失				
	作馏程曲线(用坐标纸)													
问题讨论														
教师评语														

实验二 测定柴油凝点

一、方法概要:

将柴油试样装在规定试管中,冷却到预期温度时,将试管倾斜45度经过1 min,观察液面是否移动,不移动时的最高温度即为凝点。

二、仪器与材料:

1. 仪器

1) 园底试管: 高度 160 ± 10 mm, 内径 20 ± 1 mm, 在距管底30 mm的外壁处有一环形标线。

2) 园底玻璃套管: 高度 130 ± 10 mm, 内径 40 ± 2 mm。

3) 装冷却剂用的广口保温瓶或筒形容器: 高度不少于160 mm, 内径不少于120 mm, 可以用陶瓷、玻璃、木材或带有绝缘层的铁片制成。

4) 水银温度计: 符合GB 514—75的规定, 供测定凝点高于 -35°C 的石油产品使用。

5) 液体温度计: 符合GB 514—75的规定, 供测定凝点低于 -35°C 的石油产品使用。

6) 任何型式的温度计: 供测量冷却剂温度用。

7) 支架: 用以固定套管、冷却剂容器和温度计。

8) 水浴。

2. 材料(冷却剂)

试验温度在 0°C 以上用水和冰; 在 $0 \sim -20^{\circ}\text{C}$ 用盐和碎冰或雪; 在 -20°C 以下用工业乙醇和干冰(固体二氧化碳)。

3. 试剂: 无水乙醇(化学纯)。

三、准备工作:

1、制备含有干冰的冷却剂时, 在一个装冷却剂的容器中注入工业乙醇, 注满到容器内深度的 $2/3$ 处。然后将细块的干冰放进搅拌着的工业乙醇中, 再根据温度要求下降的程度, 逐渐增加干冰的用量。每次加入干冰时应注意搅拌, 不使工业乙醇外溅或溢出。冷却剂不再剧烈冒出气体之后, 添加工业乙醇, 达到必要的高度。

2、如果试样中有水, 试验前需要脱水, 方法同实验一。

3、在干燥、清洁的试管中注入试样, 使液面满到环形标线处。用软木塞将温度计固定在试管中央, 使水银球距离管底 $8 \sim 10$ mm。

4、装有试样和温度计的试管垂直地浸在 $50 \pm 1^\circ\text{C}$ 的水浴中, 直至试样的温度达到 $50 \pm 1^\circ\text{C}$ 为止。

四、试验步骤:

本实验按GB 510—83《石油产品凝点测定法》进行。

1、从水浴中取出试管擦干外壁。用软木塞将试管牢固地装在套管中, 试管外壁与套管内壁要处处距离相等。

(注: 测定低于 0°C 的凝点时, 试验前应在套管底部注入无水乙醇 $1 \sim 2$ ml)。

2、装好的仪器垂直地固定在支架的架子上, 置于室温中静置, 直至试管中的试样冷却到 $35 \pm 5^\circ\text{C}$ 为止。将这套仪器浸在装好冷却剂的容器中。冷却剂的温度要比试样的预期凝点低 $7 \sim 8^\circ\text{C}$, 试管(外套管)浸入冷却剂的深度应不少于 70 mm。

3、冷却试样时, 冷却剂的温度必须精确到 $\pm 1^\circ\text{C}$, 当试样冷却到预期凝点时, 将浸在冷却剂中的仪器倾斜 45° , 并保持 1 min, 注意仪器的试样部分仍要浸没在冷却剂内。然后从冷却剂中小心取

出仪器。迅速用工业乙醇擦拭套管外壁。垂直放置仪器并透过套管观察试管里面的液面是否有过移动的迹象。

4、当液面位置有移动时，从套管中取出试管，并将试管重新预热至试样达到 $50^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ，然后用比上次试验温度低 4°C 或其他更低的温度重新进行测定，直至某试验温度能使液面位置停止移动为止。

（注：试验温度低于 -20°C 时，重新测定前应将装有试样和温度计的试管放在室温中，待试样温度升到 -20°C ，才能将试管浸在水浴中加热）。

5、当液面位置没有移动时，从套管中取出试管，并将试管重新预热至试样达 $50 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ，然后用比上次试验温度高 4°C 或其它更高的温度重新测定，直至某试验温度能使液面位置有了移动为止。

6、找出凝点的温度范围之后，就采用比移动温度低 2°C 或采用比不移动的温度高 2°C ，重新进行试验，直至确定某试验温度能使试样的液面停留不动而提高 2°C 又能使液面移动时，就取液面不移动的温度作为试样的凝点。

五、整理实验报告：

将实验结果填写在实验报告上。讨论柴油的凝点对柴油机的使用有何影响，柴油的牌号是怎样规定的，应如何选用。

柴油凝点测定实验报告

试样名称		实验地点		室内温度	
实验结果					
问 题 讨 论					
教师评语					

实验三 润滑油运动粘度的测定

一、实验用仪器和试剂;

1、仪器

1) 毛细管粘度计一组。其内径为 0.4、0.6、0.8、1.0、1.2、1.5、2.0、2.5、3.0、3.5、4.0、5.0 和 6.0 mm。测定时应根据实验的温度选用适当的内径，务使试样的流动时间在 300 ± 180 S 的范围内。试样采用 SAE 30 汽油机油时，推荐用下列内径：

100℃	50℃	20℃	0℃
0.8~1.0	1.2~1.5	3.0~3.5	

2) 恒温浴

带有透明壁或装观察孔的恒温浴，其高度不小于 180 mm，容积不小于 2 l，可用玻璃烧杯代替，并附设自动搅拌装置和一种能够准确地调节温度的电热装置。

3) 玻璃水银温度计

分格为 0.1°C 。测定 -30°C 以下运动粘度时，可以使用同样分格值的玻璃合金温度计或其它玻璃温度计。

4) 秒表：分格为 0.1 S。

2、材料和试剂

1) 溶剂油：可用工业溶剂汽油。

2) 铬酸洗液。

3) 蒸馏水。

4) 石油醚， $60 \sim 90^{\circ}\text{C}$ ，化学纯。

5) 95% 乙醇，化学纯。

6) 恒温浴液体。根据测定温度，可分别采用以下液体：

测定温度℃	恒温浴液体
50~100℃	透明矿物油、丙三醇（甘油）或25%硝酸铵水溶液（该溶液的表面会浮着一层透明的矿物油）
20~50℃	水
0~20℃	水与冰的混合物或乙醇与干冰的混合物
0~-50℃	乙醇与干冰的混合物；在无乙醇的情况下可用无铅汽油代替

试样可用SAE30或SAE40的发动机油。

二、测定原理，

毛细管粘度计测定粘度是指一定的试样，利用自身的重量，在规定的温度下，通过一定长度和直径的毛细管，根据油样通过毛细管的时间和粘度计常数计算出运动粘度。

$$\gamma_t = C \cdot \tau_t \dots\dots\dots(1)$$

式中 γ_t ——温度为 $t^\circ\text{C}$ 时的运动粘度， mm^2/S

C ——粘度计常数， mm^2/S^2

τ_t ——试油的平均流动时间， S 。通常为同一种试样测定不少于三次的平均时间。

(1) 式是以泊式公式为基础推导出来的。泊式公式为

$$\tau_t = \frac{\pi p r^4 \tau_t}{V L} \dots\dots\dots(2)$$

式中 η_t ——温度为 $t^\circ\text{C}$ 时的动力粘度, g/cms

V ——通过毛细管的试样体积, cm^3

L ——毛细管长度, cm

r ——毛细管半径, cm

T_t ——试样流过毛细管的时间, S

P ——推动试样流动的压力

当液体依靠重力流动时, 其压力为

$$P = h \cdot \rho \cdot g$$

式中 h ——液柱高度, cm

ρ ——液体密度, g/cm^3

g ——重力加速度, cm/S^2

将此式代入(2)式可得

$$t = \frac{\eta_t}{P} = \frac{\pi r^4 h g}{8 V L} \cdot T_t \quad \text{支管}$$

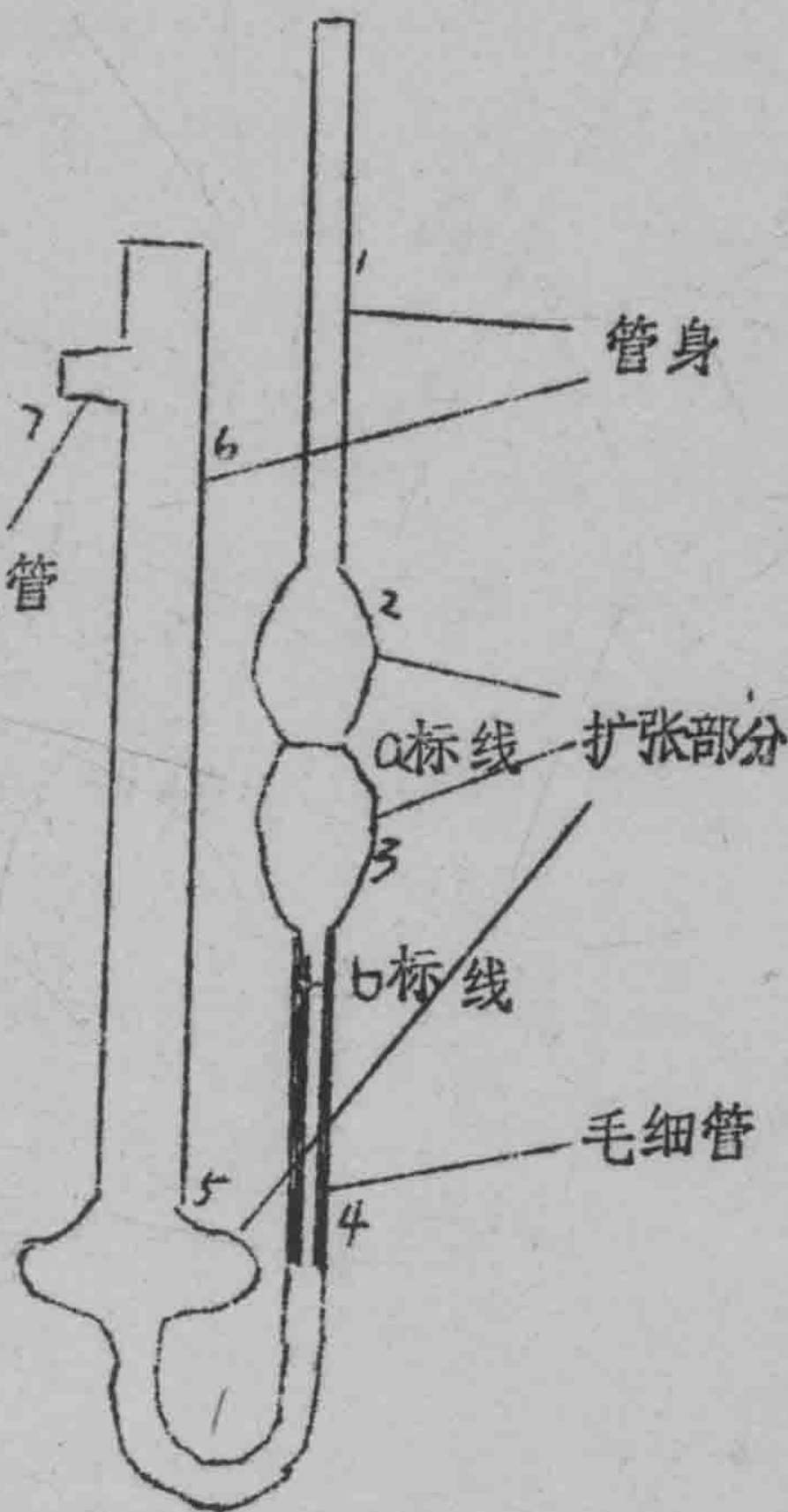
$$\text{令 } C = \frac{\pi r^4 h g}{8 V L}$$

则得: $V_t = C \cdot T_t$

粘度计的常数 C 为已知, 也可用已知 20°C , 粘度为 η_{20} 的标准油来检定。若在 20°C 下测定其流过粘度计的时间为 T 则

$$C = \eta_{20}/T$$

如果检定值与粘度计的原常数值 C 相差甚大, 应查找原因。



三、准备工作:

1、试样含有水或机械杂质时,须先经过脱水处理,用滤纸过滤除去机械杂质。

2、将粘度计用溶剂油或石油醚洗涤。如果粘度计沾有污垢,就用铬酸洗液、水、蒸馏水或95%乙醇依次洗涤。然后放入烘箱中烘干或用通过棉花滤过的热空气吹干。

3、向清洁、干燥的毛细管内装入试样:先将橡皮管套在支管7上,并用手指堵住管身6的管口。同时倒置粘度计,然后将管身1插入装着试样的容器中;利用橡皮球(或其它真空泵)将液体吸到标线b,注意不要使管身1,扩张部分2和3中的液体发生气泡和裂隙。当液面达到标线b时,从容器里提起粘度计,并迅速恢复其正常状态。同时将管身1的管端外壁所沾着的多余试样擦去,并从支管7取下橡皮管套在管身1上。

4、将装有试样的粘度计浸入事先准备妥当的恒温浴中,并用夹子将粘度计固定在支架上。在固定位置时必须把毛细管粘度计的扩张部分2浸入一半。

温度计要用另一夹子来固定,务使水银球的位置接近毛细管中央点的水平面并使温度计上要测温的刻度位于恒温浴的液面上10 mm处。

四、试验步骤:

本实验按照GB 265—88《石油产品运动粘度测定法和动力粘度计算法》进行。

1、将粘度计调整成垂直状态。将恒温浴调整到规定的温度,把装好试样的粘度计浸在恒温浴内,保持一定时间的恒温(温度必须恒定到 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$),恒温时间规定如下:

试验温度℃	恒温时间min
80, 100	20
40, 50	15
20	10
0~-50	15

2、利用毛细管粘度计管身1上所套着的橡皮管将试样吸入扩张部分3，使试样液面稍高于标线a，注意不要让毛细管和扩张部分3的液体产生气泡和裂隙。

3、此时观察试样在管身中的流动情况，液面正好到达标线a时，开动秒表，液面正好流到标线b时停止秒表。

试样的液面在扩张部分3中流动时，注意恒温浴中正在搅拌的液体要保持恒定温度，而且扩张部分中不应出现气泡。

4、用秒表记录下的流动时间要重复测定至少四次，其中每一次流动时间与其算术平均值的差数应符合下述要求：在温度100~15℃测定粘度时，不应超过算术平均值的±0.5%，在温度15~-30℃测定粘度时，不应超过算术平均值的±1.5%，在低于-30℃测定粘度时，不应超过算术平均值的±2.5%。

然后取不少于三次的流动时间所得的算术平均值，作为试样的平均流动时间。

五、整理实验报告：

1、计算各次流动时间的算术平均值及每次流动时间与算术平均值的差数，将超过允许差数的读数弃去，最后在符合允许差数的读数中，选取三个差数最小的读数，填入实验报告中，这三个读数的算术平均值即为试样的平均流动时间。

2、按(1)式计算运动粘度，取4位有效数值。

3、讨论机油粘度对发动机工作的影响及粘度的选用原则。

发动机润滑油运动粘度测定实验报告

试样名称		室内温度		大气压力	
实验结果	恒温温度	粘度计常数C	流动时间 τ_t · S		运动粘度 $\nu_t = c \cdot \tau_t$
	℃	mm^2 / S^2	1		
			2		
			3		
			平均值		
问题讨论					
教师评语					

实验四 测定润滑油的开口闪点和燃点

一、方法概要

把润滑油试样装入内坩埚中到规定的刻线。首先迅速升高试样的温度，然后缓慢升温，当接近闪点时，恒速升温。在规定的温度间隔，用一个小的点火器火焰按规定通过试样表面，以点火器火焰使试样表面上的蒸汽发生闪火的最低温度，作为开口杯法闪点。继续进行试验，直到用点火器火焰使试样发生点燃并至少燃烧5 S时的最低温度，作为开口杯法燃点。

二、仪器与材料

1、开口杯闪点测定器：由内铁坩埚、外铁坩埚、铁支架、防护屏等几部分组成。

内铁坩埚口径为 $\varnothing 64 \pm 1 \text{ mm}$ ，高为 $47 \pm 1 \text{ mm}$ ，厚为1 mm。

外铁坩埚口径为 $\varnothing 100 \pm 1 \text{ mm}$ ，高为 $50 \pm 5 \text{ mm}$ 。

铁支架高约500 mm，用以放置铁坩埚。

防护屏：用白铁皮制成，高约550~650 mm，内涂黑色，用以避免空气流动。

2、温度计及温度计夹。

3、加热器：可用酒精喷灯或煤气灯、电炉均可。

4、溶剂油：用于洗涤坩埚，可用汽油。

三、准备工作

1、润滑油的水分 $> 0.1\%$ 时，必须脱水。方法是在试样中加入新煅烧并冷却的食盐、硫酸钠或无水氯化钙。闪点低于 100°C 的试样脱水时不必加热，其它试样允许加热至 $50 \sim 80^\circ\text{C}$ ，然后

用脱水剂脱水后，取上层澄清部分供实验用。

2、内坩埚用溶剂油洗涤后，放在点燃的煤气灯上加热，以除去遗留的溶剂油。待内坩埚冷却至室温时，放入装有细砂（经过锻烧）的外坩埚中，细砂表面距离内坩埚的口部边缘约 12 mm ，并使内坩埚底部与外坩埚底部之间保持 $5\sim 8\text{ mm}$ 的砂层。

3、将润滑油注入内坩埚中至内坩埚的上刻线处，注意注入时，不得溅出，而且液面以上的坩埚壁面不应沾有试样。

4、将装好试样的坩埚平稳地放置在支架的铁环上，再将温度计垂直固定在温度计夹上，并使温度计的水银球位于内坩埚中央，与坩埚底和试样液面的距离大致相等。

5、测定装置应放在避风和较暗的地方，并用防护屏围着，使闪点现象能看得清楚。

四、实验步骤

本实验按照 GB 267—88《石油产品闪点与燃点测定法》进行。

1、开口闪点

1) 加热外坩埚，先迅速加热，然后缓慢升温，当试样温度达到闪点前 40°C 时，控制升温速度为每分钟升高 $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ 。

2) 试样温度达到预计闪点前 10°C 时，将点火器的火焰放到距离试样液面 $10\sim 14\text{ mm}$ 处，并在该处水平面上沿着坩埚内径作直线移动，从坩埚一边移至另一边所经的时间为 $2\sim 3\text{ s}$ ，试样温度每升高 2°C 应重复一次点火试验。

点火器火焰应预先调整为 $3\sim 4\text{ mm}$ 。

3) 试样液面上最初出现蓝色火焰时，立即从温度计上读出温度，即为所测定的闪点。