



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 37322—2019

---

## 汽油清净性评价 汽油机进气阀沉积物模拟试验法

Test method for evaluating gasoline cleanliness—  
Simulation test of intake valve deposit (IVD) of gasoline engine

2019-03-25 发布

2019-10-01 实施

---

国家市场监督管理总局 发布  
中国国家标准化管理委员会

## 目 次

前言 .....	III
引言 .....	IV
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 仪器设备 .....	2
6 试剂和材料 .....	2
7 取样 .....	3
8 准备工作 .....	3
9 试验步骤 .....	4
10 计算 .....	4
11 试验报告 .....	5
12 精密度与偏差 .....	5
附录 A (规范性附录) 汽油机进气阀沉积物模拟试验机技术要求 .....	6
附录 B (规范性附录) 设备校验 .....	10
参考文献 .....	12

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由全国石油产品和润滑剂标准化技术委员会(SAC/TC 280)提出并归口。

本标准负责起草单位：中国石油化工股份有限公司石油化工科学研究院。

本标准参加起草单位：兰州维科石化仪器有限公司、深圳市计量质量检测研究院、山东京博石油化工有限公司、深圳市超美化工科技有限公司、广东省惠州市石油产品质量监督检验中心、路博润添加剂(珠海)有限公司、北京石油产品质量监督检验中心、天津悦泰石化科技有限公司、珠海莱科力环保科技有限公司。

本标准主要起草人：张欣、陈雨濛、张德民、赵彦、王继芹、李瑞波、闻环、戴松、王守城、钟亮、董双建、张佳、黄伟林。

## 引 言

本方法模拟进气道喷射发动机进气阀沉积物的生成过程,以沉积物生成量来判断汽油在发动机进气阀上沉积物的生成倾向,可用于汽油清净性的评价和汽油清净剂的开发。相对发动机试验,本方法具有试验时间短、样品用量少,仪器设备投资低等优势。

# 汽油清净性评价

## 汽油机进气阀沉积物模拟试验法

**警示**——本标准涉及某些有危险的材料、操作及设备,但并未对所有的安全问题提出建议。因此,用户在使用本标准前应建立适当的安全防护措施,并确定相关规章限制的适用性。

### 1 范围

本标准规定了进气道喷射汽油机进气阀沉积物的模拟试验方法,用以评价汽油机进气阀的沉积物生成倾向。

本标准适用于车用汽油和车用汽油清净剂。

注:本标准适用于车用乙醇汽油的试验条件尚未确定,还需进行与发动机相关性的进一步考察。

### 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 4756 石油液体手工取样法

GB 17930 车用汽油

GB/T 19230.6 评价汽油清净剂使用效果的试验方法 第6部分:汽油清净剂对汽油机进气阀和燃烧室沉积物生成倾向影响的发动机台架试验方法(M111法)

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**进气阀沉积物 intake valve deposit**

由燃料、润滑油和添加剂生成的或从外部吸入的任何沉积在进气阀表面上的物质。

#### 3.2

**校准参比燃料 calibration reference fuel**

用于校准汽油机进气阀沉积物模拟试验机、具有汽油特性的稳定燃料。

#### 3.3

**校准参比剂 calibration reference detergent**

用于校准汽油机进气阀沉积物模拟试验机,按照指定量加入校准参比燃料、可生成一定质量沉积物的汽油清净剂。

#### 3.4

**生焦剂 deposit accelerant**

在高温和氧的环境下,促使金属表面快速生成类似发动机长期工作后进气阀上沉积物的物质。

## 4 方法概要

在规定的试验条件下,将定量的试样经过喷嘴与空气混合并喷射到一个已经称重并加热到试验温度条件下的沉积物收集器上,模拟汽油机进气阀沉积物生成,然后将试验后沉积物收集器称重并拍照。

## 5 仪器设备

### 5.1 试验设备

汽油机进气阀沉积物模拟试验机:技术要求详见附录 A。

### 5.2 试验仪器

- 5.2.1 分析天平:精确到 0.1 mg。
- 5.2.2 干燥器:含干燥剂。
- 5.2.3 烘箱:温度可控制在  $100\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。
- 5.2.4 微量进样器:1 000  $\mu\text{L}$ , 250  $\mu\text{L}$ 。
- 5.2.5 容量瓶:300 mL。
- 5.2.6 镊子。
- 5.2.7 天平手套。
- 5.2.8 数字照相机:不低于 800 万像素。

## 6 试剂和材料

### 6.1 试剂

- 6.1.1 正庚烷:分析纯。
- 6.1.2 石油醚:60  $^{\circ}\text{C}\sim 90\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 90  $^{\circ}\text{C}\sim 120\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,分析纯。
- 6.1.3 二甲苯:分析纯。
- 6.1.4 三甲苯:工业级。
- 6.1.5 四甲苯:工业级。
- 6.1.6 无水乙醇:分析纯。
- 6.1.7 异丙醇:分析纯。

### 6.2 材料

- 6.2.1 百洁布:粒度 240 号~280 号。  
注: 3M 8698 号百洁布符合本方法的使用要求。
- 6.2.2 水砂纸:62  $\mu\text{m}$ 。
- 6.2.3 生焦剂:见附录 B 中 B.2.1 要求。
- 6.2.4 环烷酸铁稀释液:见 B.2.2。
- 6.2.5 校准参比燃料:组成要求见表 B.1。
- 6.2.6 校准参比剂:见 B.2.4 要求。
- 6.2.7 基础试验汽油:符合 GB 17930,不含汽油清净剂且模拟进气阀沉积物质量为 7 mg~9 mg。

6.2.8 清洗剂:市售洗涤剂。

6.2.9 纸棒:滤纸卷制而成,直径 1.5 mm。

6.2.10 海绵:35D。

## 7 取样

7.1 按照 GB/T 4756 采取有代表性的汽油样品。取样和储存样品均应使用不透明容器,如深棕色玻璃瓶、金属罐,避免暴露在阳光或紫外线下。

7.2 在试验之前,试样应在室内放置到与室温接近。典型室温为 16 ℃~32 ℃。

## 8 准备工作

### 8.1 沉积物收集器的准备

8.1.1 将沉积物收集器用百洁布蘸水和清洗剂沿着收集器板面的长度方向打磨。对用过的有较重沉积物的收集器,可用水砂纸蘸水打磨,再用百洁布蘸水及清洗剂打磨,直到试板表面光亮无污,然后用新的百洁布沿着收集器板面的长度方向在流动的自来水中打磨并清洗干净,保证板面的工作面光洁度一致。

8.1.2 将收集器放入无水乙醇溶液中浸泡片刻,用镊子夹住放到 100 ℃ 的烘箱中,烘烤时间不少于 30 min。

8.1.3 将收集器从烘箱中取出后冷却到室温,用事先准备好的纸棒插入收集器试板的热电偶孔中,确保测温孔内无残存物质,然后置于干燥器中不少于 4 h。

**注意:**干燥器与称量天平放置于同一工作台上,保证干燥器的环境与天平工作环境相同。

8.1.4 从干燥器中取出收集器进行称重,然后再将其放回干燥器中,间隔 10 s 后再称,连续两次称量天平读数的差值不大于 0.1 mg,即可备用。如果差值大于 0.1 mg,将收集器放回干燥器,30 min 后重新称重,直至连续两次的读数差值不大于 0.1 mg。

**注意:**备用的收集器不能用裸手直接接触,可戴手套取放。

### 8.2 试验设备的准备

8.2.1 仪器的试验时间设定为 85 min,喷油时间设为 75 min,试验温度设为 175 ℃(当室温 $\leq$ 20 ℃时,温度设为 174 ℃),温控精度为 $\pm$ 1 ℃。接通气源,调节空气压力为 80 kPa $\pm$ 1 kPa,空气流量为 700 L/h $\pm$ 20 L/h。

8.2.2 将 30 mL 混合溶液(正庚烷与二甲苯体积比为 2:1)倒入盛样杯,将盛样杯盖上的进油口处的海绵取出,然后盖上盛样杯盖。

8.2.3 用混合溶液充分清洗盛样杯内壁后,将溶剂回收盒放置于喷嘴前,关闭试验罩上盖。

8.2.4 开启设备电源开关,用清洗模式,使盛样杯中的溶液经过进油软管和喷嘴快速喷向溶剂回收盒,喷完为止。

8.2.5 持续吹气约 3 min 使管线吹干,结束清洗模式,转换为试验模式,取出溶剂回收盒,进油口处换上新海绵。

**注意:**放入和取出溶剂回收盒时避免触碰喷嘴。

8.2.6 蠕动泵的调整:计量泵的速率因试验时的环境温度不同而有差异。调整蠕动泵的速率,使 300 mL 油在 73 min~75 min 之内喷完。

### 8.3 设备校验

按照附录 B 对汽油机进气阀沉积物模拟试验机进行校验。

## 9 试验步骤

### 9.1 试验环境条件

试验室温度:16℃~32℃,在通风橱内试验,强制通风。

### 9.2 试样的准备

9.2.1 车用汽油试样准备:用容量瓶取 300 mL 待测汽油试样倒入盛样杯中,用 1 000 μL 微量进样器抽取标定用量的生焦剂(见 B.4.1)加到待测汽油试样中混匀,更换燃料进油口处的过滤海绵,盖上杯盖。

9.2.2 车用汽油清净剂试样准备:在基础试验汽油中添加一定比例的待测汽油清净剂,取 300 mL 倒入盛样杯中,用 1 000 μL 微量进样器抽取标定用量的生焦剂(见 B.4.1)加到待测油样中混匀,更换燃料进油口处的过滤海绵,盖上杯盖。

### 9.3 试样的测定

9.3.1 装入已称重的沉积物收集器并夹紧,插上测温热电偶,锁定进油管。

9.3.2 启动试验,使沉积物收集器温度达到设定温度。

9.3.3 调节空气压力到 80 kPa±1 kPa,空气流量稳定在 700 L/h±20 L/h。

9.3.4 保持喷油的流量在 73 min~75 min 全部喷完。

9.3.5 经过 85 min 试验结束后,取出插在沉积物收集器上的测温热电偶,松开沉积物收集器。

### 9.4 收集器的处理

9.4.1 用镊子取出沉积物收集器,待冷却至室温,将其置于盛有正庚烷的容器中静置浸泡 6 min 后取出。

9.4.2 将收集器浸入盛有石油醚(60℃~90℃)的容器中,静置浸泡 1 min 取出,用纸棒塞入收集器的测温孔中,吸去孔内的试剂。

9.4.3 将收集器置于 100℃烘箱中 15 min 后,取出放入干燥器中,将干燥器置于天平附近,冷却至室温。

9.4.4 将收集器称重,连续两次称得的质量读数差值应在 0.1 mg 以内,称量结果为试验后沉积物收集器质量。如果差值大于 0.1 mg,将收集器放回干燥器,30 min 后重新称重,直至连续两次的读数差值不大于 0.1 mg。

### 9.5 照相

对试验后沉积物收集器进行拍照。

## 10 计算

试样的模拟进气阀沉积物质量按式(1)计算:

$$m = m_1 - m_0 \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

$m$  ——试验生成的沉积物质量,单位为毫克(mg);

$m_1$ ——试验后沉积物收集器的质量,单位为毫克(mg);

$m_0$ ——试验前沉积物收集器的质量,单位为毫克(mg)。

## 11 试验报告

报告应包括下述内容:

- a) 样品信息,样品类型;
- b) 试样的沉积物质量(见第 10 章),结果精确至 0.1 mg;
- c) 试验后沉积物收集器的影像(见 9.5);
- d) 样品为车用汽油清净剂时,同时报告基础试验汽油的沉积物质量,结果精确至 0.1 mg。

## 12 精密度与偏差

### 12.1 精密度

12.1.1 本标准的精密度是由 11 个实验室,采用 6 个具有不同沉积物水平的含车用汽油清净剂的车用汽油样品,经实验室间的协作试验,其结果按照 GB/T 6683 方法统计计算所得到的。由下述规定判定沉积物质量试验结果的可靠性(95%置信水平)。

12.1.2 重复性( $r$ ):在同一个实验室,由同一操作者,使用同一仪器,对同一个试样测得的两个连续试验结果之差不应超出表 1 中重复性规定。

12.1.3 再现性( $R$ ):在不同的实验室,由不同的操作者,使用不同的仪器,对同一试样测得的两个单一、独立的试验结果之差不应超出表 1 中再现性规定。

表 1 重复性和再现性

单位为毫克

沉积物范围	重复性( $r$ )	再现性( $R$ )
0.5~12	$0.344m^{0.209}$	$0.694m^{0.532}$
注: $m$ 为两个试验结果的算术平均值,单位为毫克(mg)。		

### 12.2 偏差

因本标准方法的试验结果是由本方法所定义的,故无法确定偏差。

附录 A  
(规范性附录)

汽油机进气阀沉积物模拟试验机技术要求

A.1 通则

本附录规定了汽油机进气阀沉积物模拟试验机的技术要求,设备示意图如图 A.1 所示。设备主要由 A.2 所述的沉积物试验总成组成,如图 A.2。A.3 描述了设备的油、气、电控制部分。

A.2 沉积物试验总成

A.2.1 沉积物收集器

沉积物收集器采用厚度 4 mm 的铝板,材质 1060 铝材,加工尺寸及形状见图 A.3。收集器下沿的 2 个矩形缺口用于定位。收集器上端正中间有一热电偶插孔,孔径  $\phi 1.7$  mm,热电偶直径为  $\phi 1.5$  mm。

A.2.2 扇形喷嘴体

喷嘴体使用空气雾化扇形喷嘴,产品型号为 B1/4J+SUF1,其中 B1/4J 为喷嘴主体,接口为 1/4BSPT 内螺纹,SUF1 为喷雾装置,由空气帽 PA73420 以及液体帽 PF2850 组合而成;喷嘴体后端的针型阀用于调节液体的输出量,开度一般不大于 2.5 圈,喷嘴体前端距离沉积物收集器为 16 mm~17 mm,扇形喷嘴喷射到沉积物收集器上的形状呈唇形,长度约 27 mm~32 mm,宽度约 5 mm~8 mm。

A.2.3 板式加热器

板式加热器由铝或铜制作,形状及尺寸见图 A.4。在加热器中放置了两支加热管,加热总功率 300 W。加热器的一端设置超温保护热电偶,防止控温系统失控引起加热器超温,超温信号可切断加热电源,保护加热器不被烧坏。

A.2.4 夹紧装置

夹紧装置使用了弹性锁紧结构,当按下夹紧装置的按钮时推杆向加热器方向弹出,顶紧加热器和沉积物收集器,使加热器和收集器紧密结合,完成夹紧动作。当向后推动加紧装置的拨片时,推杆松开,加热器与收集器分离,便于取出和放入收集器。夹紧装置由市售自动弹簧插销加装石棉隔热垫片改制而成。

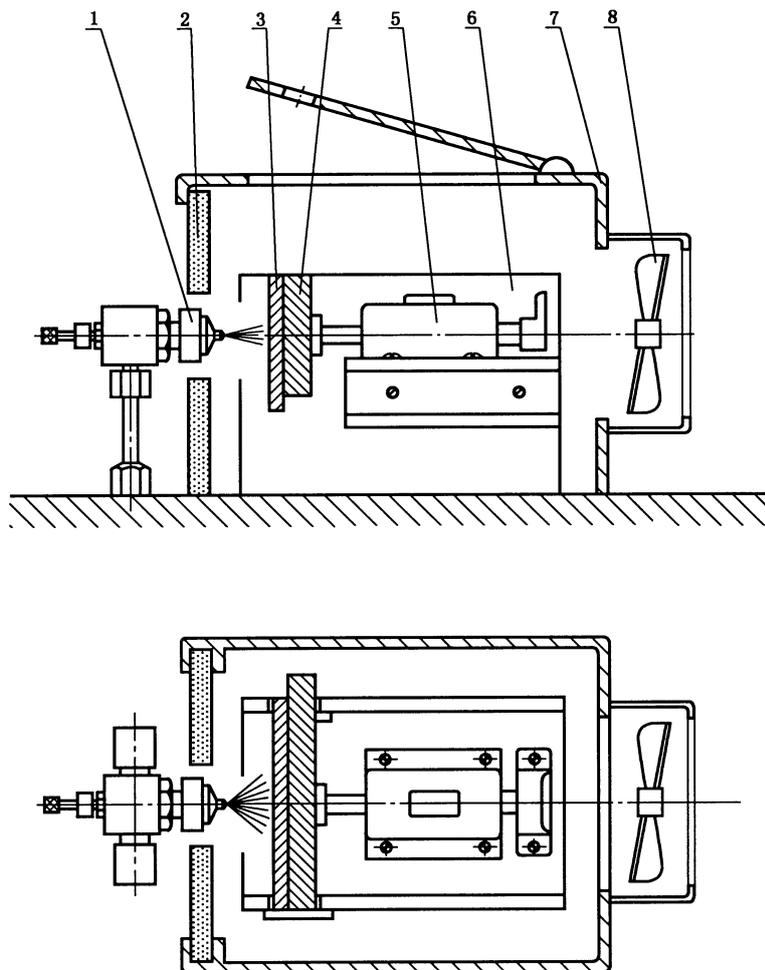
A.2.5 支架

支架由铝合金或其他金属制作,在垂直放置加热器和沉积物收集器的支架两侧位置镶嵌了聚四氟乙烯隔热垫,防止加热器向支架传热。夹紧装置安装在支架中间位置上。

A.2.6 试验罩

试验罩由不锈钢板制作,将支架、沉积物收集器、加热器和夹紧装置罩在试验罩内,试验罩前端装有玻璃视窗,玻璃中心钻  $\phi 40$  mm 的孔,喷嘴从孔的中心伸入罩内,对准收集器喷油。试验罩上方有一个





说明：

- 1——扇形喷嘴体；
- 2——玻璃视窗；
- 3——沉积物收集器；
- 4——加热板；
- 5——夹紧装置；
- 6——支架；
- 7——试验罩；
- 8——轴流风机。

图 A.2 沉积物试验总成

单位为毫米

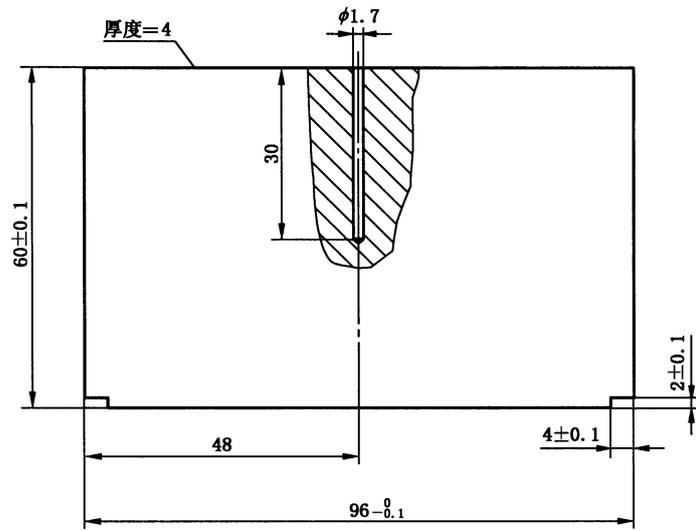


图 A.3 沉积物收集器

单位为毫米

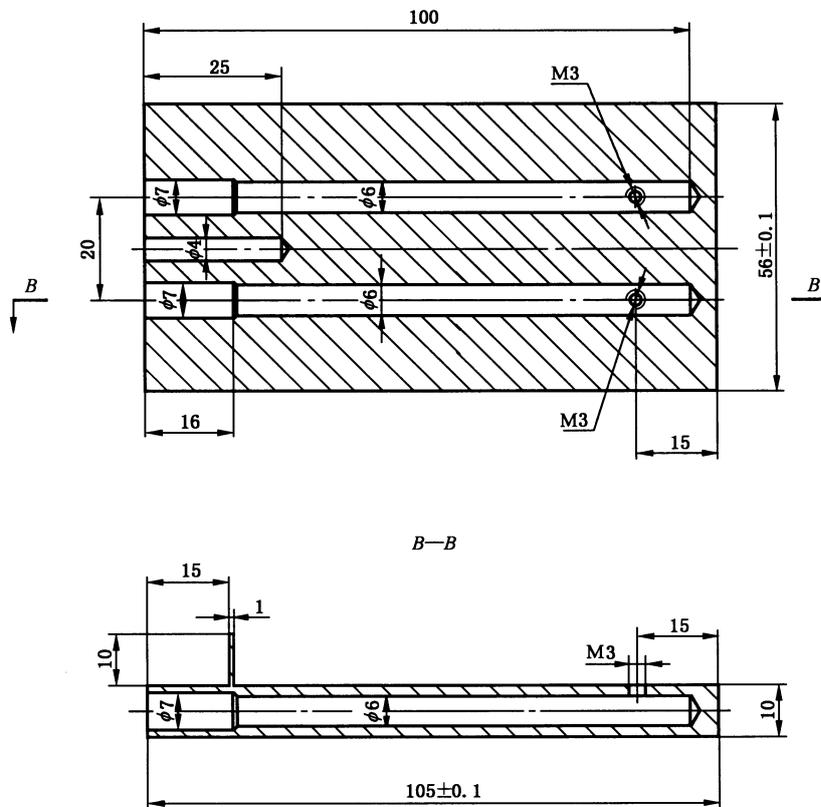


图 A.4 板式加热器

**附录 B**  
**(规范性附录)**  
**设备校验**

**B.1 概述**

**B.1.1** 本附录给出了使用校准参比燃料和校准参比剂对汽油机进气阀沉积物模拟试验机进行校准验证的方法。

**B.1.2** 本附录给出了确定生焦剂用量的方法。

**B.2 校准材料****B.2.1 生焦剂**

本方法采用双环戊二烯作为生焦剂,双环戊二烯纯度不低于 70%,其使用应当满足 B.3。其他加入汽油中能促使沉积物生成的物质,若经考察符合 B.3 的要求,也可作为本方法的生焦剂。

**B.2.2 环烷酸铁稀释液**

环烷酸铁采用市售 38%溶剂油溶液,用异丙醇稀释制成含该环烷酸铁 30 mg/kg 的稀释液。

**B.2.3 校准参比燃料**

300 mL 校准参比燃料组成见表 B.1。

**表 B.1 300 mL 校准参比燃料组成**

组分	组分纯度	组分体积
石油醚(60 °C~90 °C)	分析纯	100 mL
石油醚(90 °C~120 °C)	分析纯	120 mL
二甲苯	分析纯	50 mL
三甲苯	工业级	20 mL
四甲苯	工业级	10 mL
环烷酸铁稀释液 <sup>a</sup>	质量分数 30 mg/kg	100 μL
<sup>a</sup> 环烷酸铁稀释液在测试前加入至混合液中。		

**B.2.4 校准参比剂**

理化性质稳定且采用 GB/T 19230.6 进行试验其平均进气阀沉积物在 40 mg~60 mg 的汽油清净剂。

**B.3 校准要求**

**B.3.1** 含校准参比剂的校准参比燃料沉积物生成量为 2.0 mg±0.2 mg。

**B.3.2** 校准参比燃料沉积物生成量为  $8 \text{ mg} \pm 1 \text{ mg}$ 。

#### **B.4 校准步骤**

**B.4.1** 加入校准参比剂后校准参比燃料的沉积物测试。将适量校准参比剂加入到 300 mL 校准参比燃料中,通过调整生焦剂加入量,使连续两次试验生成的沉积物质量满足 B.3.1 要求,连续两次试验的结果相差不大于 0.3 mg。此时生焦剂的用量为此设备的标定用量。

**B.4.2** 校准参比燃料沉积物测试。在 300 mL 校准参比燃料中加入标定用量生焦剂(B.4.1),测试结果应满足 B.3.2 要求,连续两次试验的结果相差不大于 0.3 mg。

**B.4.3** 当 B.4.2 试验不能满足要求时,需对设备进行调整,调整方法参见设备说明或咨询设备生产商。

**B.4.4** 设备调整后重复进行 B.4.1~B.4.3,直到 B.3 的两个校准要求能够同时满足。

#### **B.5 校准周期**

当发生以下情况时,需要对汽油机进气阀沉积物模拟试验机进行校准:

- a) 设备安装之后待用;
- b) 设备关键零配件(喷嘴体、板式加热器、控温仪、热电偶等)更换后;
- c) 当样品检定结果明显不合理时;
- d) 更换不同批次生焦剂时;
- e) 设备停用三个月以上再重新使用时;
- f) 设备正常使用时每半年校准一次。

参 考 文 献

- [1] GB/T 6683 石油产品试验方法精密度数据确定法
-