

中华人民共和国国家标准

GB 6166—85

高效滤料性能试验方法 透过率和阻力

Methods for testing the performance of high efficiency filter media—
Penetration and resistance

1985-06-18发布

1986-04-01实施

国家标准局 批准

目 录

第一篇 钠焰法透过率试验

1	原理与流程	(1)
2	试验装置	(3)
3	滤料检验	(5)
4	滤料透过率计算	(6)

第二篇 油雾法透过率试验

5	原理	(6)
6	试验条件	(7)
7	试验装置	(7)
8	滤料检验	(10)
9	滤料透过率计算	(12)

第三篇 阻力试验

10	原理	(13)
11	试验条件	(13)
12	试验装置	(13)
13	阻力测定	(14)
附录A	自吸收修正系数 ρ 值的测定方法	(15)
附录B	钠焰法试验装置的维护	(18)
附录C	滤料钠焰法透过率和阻力试验记录表	(19)
附录D	部件构造示意图	(20)
附录E	油雾发生器	(23)
附录F	标准油雾的发生	(28)
附录G	仪器的校对和标定	(29)
附录H	油雾法试验装置的维护	(30)
附录I	滤料阻力值的修正	(31)
附录J	滤料油雾法透过率和阻力试验记录表	(32)

中华人民共和国国家标准

高效滤料性能试验方法
透过率和阻力

UDC 621-73
:620.179

GB 6166-85

Methods for testing the performance of high
efficiency filter media —
Penetration and resistance

本标准适用于检验高效空气过滤器所用滤料的透过率和阻力。

本标准包括两种试验方法：钠焰法和油雾法。使用者可根据具体情况和需要选用两种或其中的一种方法。

第一篇 钠焰法透过率试验

1 原理与流程

钠焰法透过率试验的原理与流程见图1。

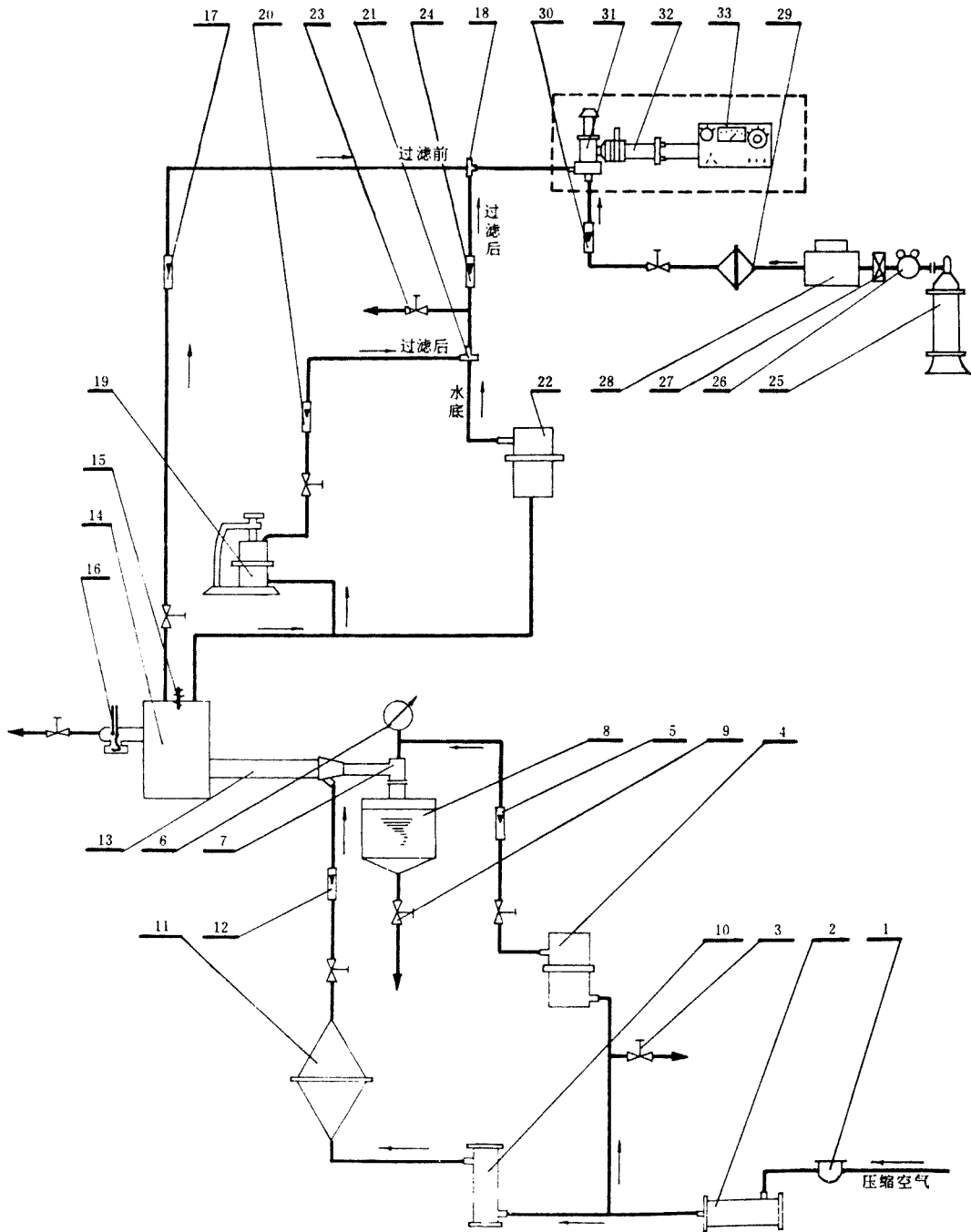


图 1 钠焰法流程简图

1—气水分离器；2—除油器；3—放气阀；4—高效空气过滤器；5—喷雾空气流量计；6—压力表；7—喷雾器；8—喷雾箱；9—溶液放空阀；10—干燥器；11—高效空气过滤器；12—干燥空气流量计；13—蒸发管；14—缓冲箱；15—限压阀；16—干湿球温度计；17—过滤前燃烧空气流量计；18—三通阀；19—滤料夹；20—过滤流量计；21—三通阀；22—绝对过滤器；23—放气阀；24—过滤后燃烧空气流量计；25—氢气瓶；26—减压阀；27—阻火器；28—稳压器；29—高效空气过滤器；30—氢气流量计；31—燃烧器；32—光电转换器；33—光电测量仪

用一股洁净的压缩空气通入专用喷雾器(7),将喷雾箱(8)里的氯化钠溶液雾化成小液滴,含液滴的气流在蒸发管(13)内与另一股洁净的干燥空气混合,使液滴充分蒸发,形成多分散固体氯化钠气溶胶。

气溶胶经缓冲箱(14)后分为两路:第一路直接引到钠焰光度计的燃烧器(31);第二路经被测滤料后也引到燃烧器。

在燃烧器中有一稳定的氢火焰,当含有氯化钠粒子的空气助燃氢火焰时,氯化钠中的钠原子在高温中被激发,发出波长约为589nm的黄色特征光,其光强与气溶胶质量浓度成比例;特征光通过光电转换器(32)变为光电流;在光电测量仪(33)上读出与该特征光强成比例的光电流值。被测滤料的透过率为过滤后与过滤前气溶胶浓度之比的百分数,即过滤后与过滤前光电流值之比的百分数。

由于氢火焰在“绝对”洁净空气中燃烧也会发出很弱的蓝光,也有一定的光电流值(称为本底光电流值)。所以应在测得的过滤后光电流值中扣除本底光电流值。为了测量本底光电流值,在第二路气溶胶中分出一股气溶胶,当其流过“绝对”过滤器(22)后,可以近似看作“绝对”洁净空气,引入燃烧器助燃氢火焰。

本方法中的多分散固体氯化钠气溶胶的粒径分布绝大多数小于 $2\mu\text{m}$,其质量中值直径约为 $0.4\mu\text{m}$ 。当气溶胶浓度为 $(22\sim 24)\times 10^{-6}\text{g/L}$ [$22\sim 24\text{mg/m}^3$]时,试验装置的最低可测透过率为 0.0001% 。

2 试验装置*

试验装置所用设备,仪表编号见图1。

本试验装置由氯化钠气溶胶发生部分、管道部分和检测部分组成。试验装置的结构允许有所不同,但试验条件和试验结果应与本标准试验装置一致。

2.1 氯化钠气溶胶发生装置

2.1.1 压缩空气供给系统

应包括压缩空气源、气水分离器(1)、除油器(2)、流量计(5)、(12)、高效过滤器(4)、(11)、压力指示仪表(6)等。各部件应考虑耐压。

2.1.1.1 压缩空气源应有足够容量并能保持喷雾器所需的稳定压力。

2.1.1.2 除油器(2)一般可用多孔炭、毛毡、棉花等吸油材料。

2.1.1.3 干燥器(10)一般可用硅胶等吸湿剂。应有足够容量。

2.1.1.4 用于压缩空气系统的高效过滤器的透过率都应不大于 0.01% (钠焰法)。用于喷雾的高效过滤器(4),其过滤面积约为 100cm^2 ;用于干燥的高效过滤器(11),其过滤面积约为 400cm^2 。

2.1.1.5 流量计(5)可采用转子流量计或其他耐压空气流量计。精度不低于2.5级。

2.1.1.6 压力指示仪表(6)的刻度最小分度值为 9.8kPa [0.1kgf/cm^2]。精度不低于1.5级。

2.1.2 喷雾器(7)〔构造示意图附录D(参考件)图D1〕。由喷头、进气管、套筒和挡板等组成。

2.1.2.1 喷头和进气管宜用耐高速气流和耐盐水腐蚀的不锈钢等金属材料制造。

2.1.2.2 套筒宜采用有机玻璃等耐腐蚀材料制造。

2.1.2.3 挡板可选用厚度为 5mm 的橡胶板等耐腐蚀材料制造。

2.1.3 喷雾箱(8)(构造示意图D1)

由锁紧盖、箱体、加液口和放液阀等组成。

2.1.3.1 应设有观察窗和液位指示标志。

2.1.3.2 便于喷雾器的拆装清洗。

2.1.3.3 应设置排液口和加液口。

2.1.3.4 液面面积一般不小于 100cm^2 ;溶液容积一般不小于一升。

* 非标准部件加工图可由清华大学核能技术研究所提供。

2.2 管道部件

2.2.1 蒸发管 (13)

2.2.1.1 应采用耐盐水腐蚀的材料制造, 一般用有机玻璃或塑料。

2.2.1.2 氯化钠小液滴在蒸发管内流动蒸发时间不得少于2 s。蒸发管长度不小于其管径的十倍。

2.2.2 缓冲箱 (14)

2.2.2.1 应采用耐盐水腐蚀的材料制造, 一般用有机玻璃或塑料。

2.2.2.2 气溶胶宜由下口进入, 由上口流出。

2.2.2.3 应设有湿度计和限压装置。限压装置的限压值可根据系统低压部分工作耐压值而定。

2.2.3 滤料夹 (19)

2.2.3.1 滤料夹是被测滤料的夹紧装置, 气流有效过滤面积可为 50cm^2 。

2.2.3.2 周边密封面宽度不小于7 mm。

2.2.3.3 夹具上下两部分不能偏心。

2.2.4 流量计 (17), (20), (24)

2.2.4.1 测量过滤前气溶胶流量应采用直通式连接的转子流量计。其他的可采用带调节阀的转子流量计。

2.2.4.2 转子流量计的转子应采用耐腐蚀材料。

2.2.4.3 流量计精度不低于2.5级。

2.2.5 连接管道

2.2.5.1 各设备、仪器之间的连接管道, 内径尺寸应尽量统一。

2.2.5.2 高压管道应采用耐压橡胶管, 低压管道宜采用优质橡胶管或透明塑料管。

2.2.5.3 安装前管道内壁应清洗干净后在洁净环境中干燥。

2.2.5.4 管道上尽可能少用管接头, 各设备、仪器与管道接口应有良好的气密性。

2.2.5.5 管道布置合理, 管道长度尽可能短, 并使气流通顺。

2.2.6 “绝对”过滤器 (22)

2.2.6.1 宜用透过率不大于0.0001% (钠焰法) 的高效滤料三层以上, 使用比速低于 $0.06\text{L}/(\text{cm}^2\cdot\text{min})$ 。

2.2.6.2 过滤器框体应耐腐蚀。

2.2.7 三通切换阀 (18), (21)

2.2.7.1 三通切换阀内外有良好气密性。

2.2.7.2 三通切换阀的各通道之间应有良好气密性。

2.2.8 氢气供给系统

2.2.8.1 氢气纯度不宜低于99.99%。

2.2.8.2 氢气经减压阀 (26) 后的压力一般为 $19.61\sim 39.23\text{kPa}$ ($0.2\sim 0.4\text{kgf}/\text{cm}^2$)。

2.2.8.3 氢气高效过滤器 (29) 用两层高效滤料, 有效面积不小于 5cm^2 。

2.2.8.4 氢气流量调节阀要求微量调节性能好, 一般采用微调针阀。

2.2.8.5 氢气流量计 (30) 宜采用量程 $(0.67\sim 6.67)\times 10^{-6}\text{m}^3/\text{s}$ [$40\sim 400\text{mL}/\text{min}$] 的转子流量计, 精度不低于2.5级。

2.3 检测装置

浓度测量采用专用钠焰光度计, 构造示意图D 2。

2.3.1 燃烧器 (31) 为直通式燃烧器。上套筒内应设耐热玻璃管, 其外壁涂反射层 (一般镀银), 或在耐热玻璃管外壁包铝箔。

2.3.2 光电转换器 (32) 中聚光透镜应具有较好的消光差性能, 焦距一般为70 mm左右, 直径宜与

光电倍增管光阴极直径相同或稍大；钠干涉滤光片的波长峰值应为589~592nm，半波宽度为6~10nm；中性滤光片装在滤光转盘上，转盘上有五个孔道：一是全通孔道（无滤光片），二、三、四孔道中分别装有光密度为1、2、3的中性滤光片，五孔道为全闭（不透光）；光电倍增管应具有灵敏度高，暗电流小，光谱响应较合适的性能。

2.3.3 光电测量仪（33）应具有线性好，零点漂移小，抗干扰性强等性能并设有补偿电路。其电路原理见图D3。

3 滤料检验

3.1 运行准备工作

3.1.1 用干燥的化学纯氯化钠和蒸馏水（或去离子水）配制重量摩尔浓度为0.342mol/kg〔重量浓度为2%〕的氯化钠溶液，将其倒入喷雾箱中，使液面达到距喷孔 5.5 ± 0.5 mm的水位指示线。在运行中溶液浓度允许变化范围为0.325~0.359mol/kg〔1.9%~2.1%〕。

3.1.2 调整氢气供给系统的运行参数：调节氢气气源压力为19.61~39.23kPa〔0.2~0.4kgf/cm²〕。将氢气流量调节到 3.33×10^{-6} m³/s〔200mL/min〕，且恒定不变，若低于此值，则检查氢气高效过滤器是否堵塞，管道有无漏气。点燃氢气预热燃烧器1h以上。

3.1.3 调整钠焰光度计运行参数：当燃烧器预热到30min左右时，将滤光转盘上全闭位置处于光通道中，打开光电测量仪电源开关，把分档旋钮转到最灵敏档，用“调零”旋钮调整零点。再打开高压开关，检查高压是否稳定在光电倍增管的工作电压值。并继续预热光电倍增管20min以上。核对光电倍增管的暗电流值是否超过其合格证上的规定值。

3.1.4 调节压缩空气喷雾系统的运行参数：首先将喷雾压力调到 254.97 ± 9.81 kPa〔2.6±0.1kgf/cm²〕工作压力。检查高、低压管道的气密性。调整喷雾流量为 1.00×10^{-4} m³/s〔0.36m³/h〕，若低于此值，说明喷孔有堵塞现象，需要停运清洗喷孔。调整干燥空气流量 $(4.72 \pm 0.14) \times 10^{-4}$ m³/s〔1.7±0.05m³/h〕。

3.1.5 检查缓冲箱上的湿度计，空气的相对湿度是否低于40%，若高于此值，则应检查吸湿剂是否已饱和需要更换或再生。

3.2 过滤前光电流值、本底光电流值的检查

3.2.1 运行准备工作就绪后，将三通切换阀（18）处于“过滤前”位置，再将过滤前流量计（17）流量调节到 3.33×10^{-5} m³/s〔2L/min〕，然后把滤光转盘上光密度值为3的孔道处于光通道中，并把分档旋钮转到合适的档。若光电测量仪电流表指针在2min内达到规定值，并在以后的5min内稳定不变即可，否则应检查找出原因。

3.2.2 将三通切换阀（18）转到“过滤后”位置，再把三通切换阀（21）转到“本底”位置。

3.2.3 将滤光转盘上全闭位置处于光通道中，灭氢焰，清洗烧嘴及燃烧器内壁，再点燃氢气，稳定燃烧10min。调节过滤后燃烧流量计流量到 3.33×10^{-5} m³/s〔2L/min〕。将滤光转盘上全通孔道处于光通道中，将光电测量仪的分档旋钮转到合适的档，测量本底光电流值，电流表指针应稳定且不大于规定值为合格。若偏大则重新清洗，重复上述步骤直到合格为止。

3.3 透过率测定

3.3.1 将被测滤料装入滤料夹，把三通切换阀（21）转到“过滤后”位置。

3.3.2 将过滤流量计（20）的流量调到所需要的流量。调节放气阀（23），使过滤后燃烧空气流量计（24）的流量为 3.33×10^{-5} m³/s〔2L/min〕。

3.3.3 选择合适光密度值的中性滤光片和光电测量仪的分档旋钮位置。在电流表上读出过滤后的光电流值，若指针摆动，则读平均值。指针偶然性跳动值不计。

3.3.4 按透过率计算公式求得被测滤料的透过率值。

3.3.5 用补偿法测量透过率:当被测滤料效率极高时,过滤后光电流值和本底光电流值十分接近,目测读数误差很大,此时采用补偿法测量方法。

3.3.5.1 将三通切换阀(21)由“过滤后”位置转到“本底”位置,使本底光电流值稳定。

3.3.5.2 打开补偿开关,按“补偿投入”按钮,将分档旋钮转到比本底光电流值低一档位置,此时本底光电流值被补偿掉,电流表指针指零。

3.3.5.3 将三通切换阀(21)由“本底”位置转到“过滤后”位置,调节过滤后燃烧空气流量计(24)流量到 $3.33 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ [2 L/min]。此时电流表指针读数有一个增值,即过滤后与本底光电流差值。

3.3.5.4 按透过率计算公式,得到较精确的被测滤料的透过率值。

3.4 注意事项

3.4.1 装置一经运行,非事故原因不要轻易灭火停运。

3.4.2 当燃烧器的助燃空气被切断时,应先把滤光转盘的全闭孔道处于光通道中,然后打开燃烧器上套筒的上盖以防灭火。

3.4.3 在运行中要防止超过最大限度的强光照射光电倍增管光阴极。

3.4.4 本底光电流值可经常检查,过滤前光电流值不宜经常检查,一般根据具体情况可隔2~4 h或更长时间检查一次。每次检查后都要重复3.2.2及3.2.3规定的步骤。

3.4.5 测定完滤料透过率后,关闭装置使装置恢复到备用状态。

4 滤料透过率计算

4.1 公式

$$K = \frac{A_2 - A_0}{\varphi A_1 - A_0} \cdot 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中: K ——被测滤料透过率, %;

A_1 ——过滤前气溶胶光电流值, μA ;

A_2 ——过滤后气溶胶光电流值, μA ;

A_0 ——本底洁净空气光电流值, μA ;

φ ——自吸收修正系数。由实验求得,在本标准的设备和运行参数条件下 $\varphi = 3$ 。

当 A_1 远远大于 A_0 时,则 A_0 可以忽略不计。公式(1)可简化为:

$$K = \frac{A_2 - A_0}{\varphi A_1} \cdot 100\% \dots\dots\dots (2)$$

4.2 K 值一般取一位有效数字,多于一位数字时按GB 1.1—81《标准化工作导则 编写标准的一般规定》中附录C“数字修约规则”进行修约。

第二篇 油雾法透过率试验

5 原理

在规定的试验条件下,将经过充分混合均匀的油雾气溶胶通过被测滤料,采用浊度法测量滤料前、后的油雾浓度,两者比值的百分数,即为被测滤料透过率 K 。可用公式(3)表示:

$$K = \frac{C_2}{C_1} \cdot 100\% \dots\dots\dots (3)$$

式中: K ——被测滤料透过率, %;

C_1 ——过滤前油雾浓度, g/L [mg/m³];

C_2 ——过滤后油雾浓度, g/L [mg/m³].

6 试验条件

6.1 油雾粒子平均重量直径 $0.28 \sim 0.34 \mu\text{m}$ 。

6.2 油雾浓度

X型汽化-凝聚式油雾发生器： $(2.4 \sim 2.6) \times 10^{-3} \text{g/L}$ [$2400 \sim 2600 \text{mg/m}^3$]。

喷雾式油雾发生器： $(0.9 \sim 1.1) \times 10^{-3} \text{g/L}$ [$900 \sim 1100 \text{mg/m}^3$]。

6.3 油雾气溶胶通过被测滤料的比速可根据使用条件确定，试验过程中应保持比速恒定。

7 试验装置

试验装置由发雾装置和测试装置两部分组成。最低可测透过率为 0.00001% 。

采用X型汽化-凝聚式油雾发生器的试验装置流程示意图见图2。采用喷雾式油雾发生器试验装置流程示意图见图3。

试验装置结构允许有所不同，但试验条件和试验结果应与标准试验装置一致。

7.1 发雾装置

发雾装置的详细说明与图示见附录E（补充件）。

7.1.1 设备和材料

7.1.1.1 X型汽化-凝聚式油雾发生器的主要设备和材料（设备编号见图2）

- a. 气压表（1）：一般可选用量程为 $0 \sim 196.13 \text{kPa}$ [$0 \sim 2 \text{kgf/cm}^2$]、精度为2.5级的压力表；
- b. 除油器（2）；
- c. 空气过滤器（3）；
- d. 滤尘罐（4）；
- e. 贮油器（5）；
- f. 流量计（6）：一般可选用量程 $0 \sim 98.07 \text{kPa}$ [$0 \sim 1 \text{kgf/cm}^2$]、精度2.5级的液压表作为指示仪表；
- g. X型汽化-凝聚式油雾发生炉（7）；
- h. 油分离器（8）；
- i. 缓冲器（9）；
- j. 流量计（14）：一般采用玻璃孔板流量计，毛细管流量计。在试验流量下，孔板或毛细管两侧的压差宜在 $100 \sim 200 \text{mm}$ 量程内；
- k. 空气压缩机（可独立或集中供气）
- l. 温度自动控制器；
- m. 发雾剂：采用20*或30*汽轮机油（透平油），质量应符合SY 1201—73《汽轮机油（透平油）》的要求。

7.1.1.2 喷雾式油雾发生器的主要设备和材料（设备编号见图3）

- a. 气水分离器（1）；
- b. 稳压阀（2）：阀上的压力表一般可选用量程为 $0 \sim 196.13 \text{kPa}$ [$0 \sim 2 \text{kgf/cm}^2$]，精度为2.5级压力表。
- c. 空气过滤器（3）；
- d. 空气加热器（4）；
- e. 喷雾式油雾发生炉（5）；
- f. 加热电炉（6）；
- g. 螺旋分离器（7）；

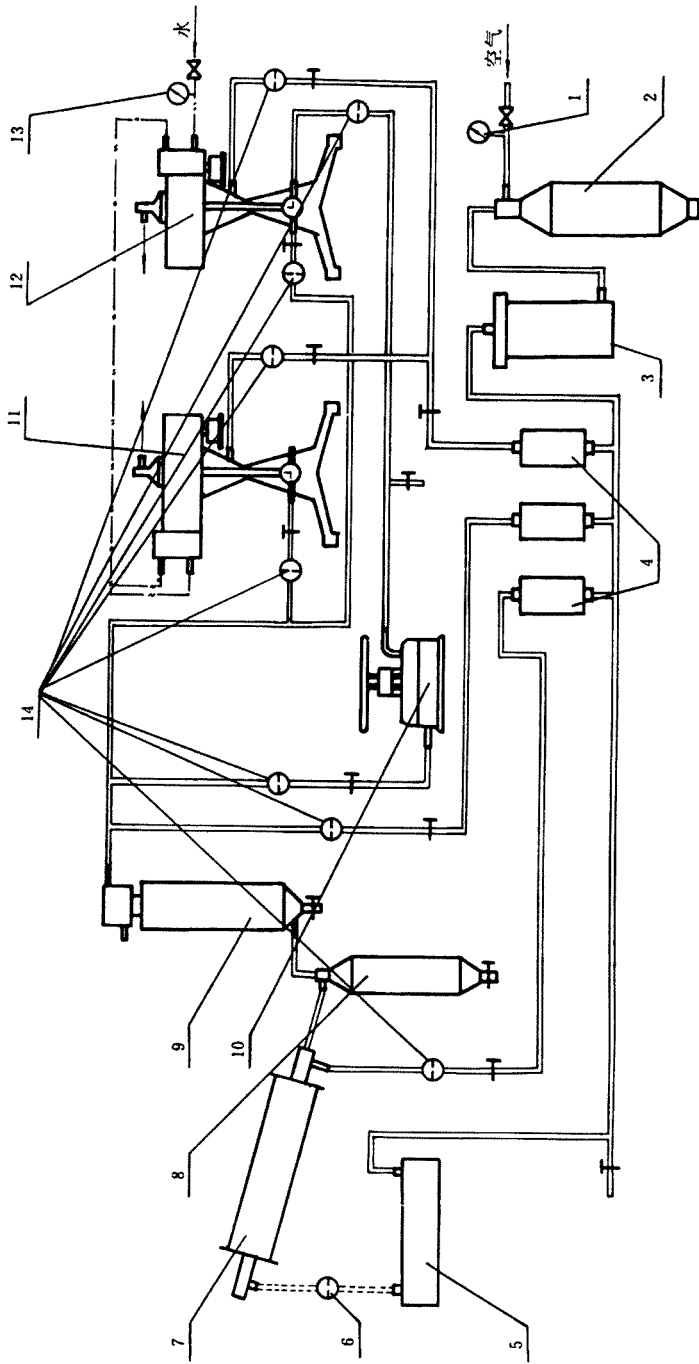


图2 X型汽化-凝聚式油雾发生器试验装置流程示意图

1—气压表；2—缓冲器；3—除油器；4—空气过滤器；5—贮油罐；6—贮油器；7—油雾发生器；8—油分离器；9—缓冲器；10—滤料夹具；11—90型油度计；12—45型油度计；13—水压继电器；14—流量计（空气）

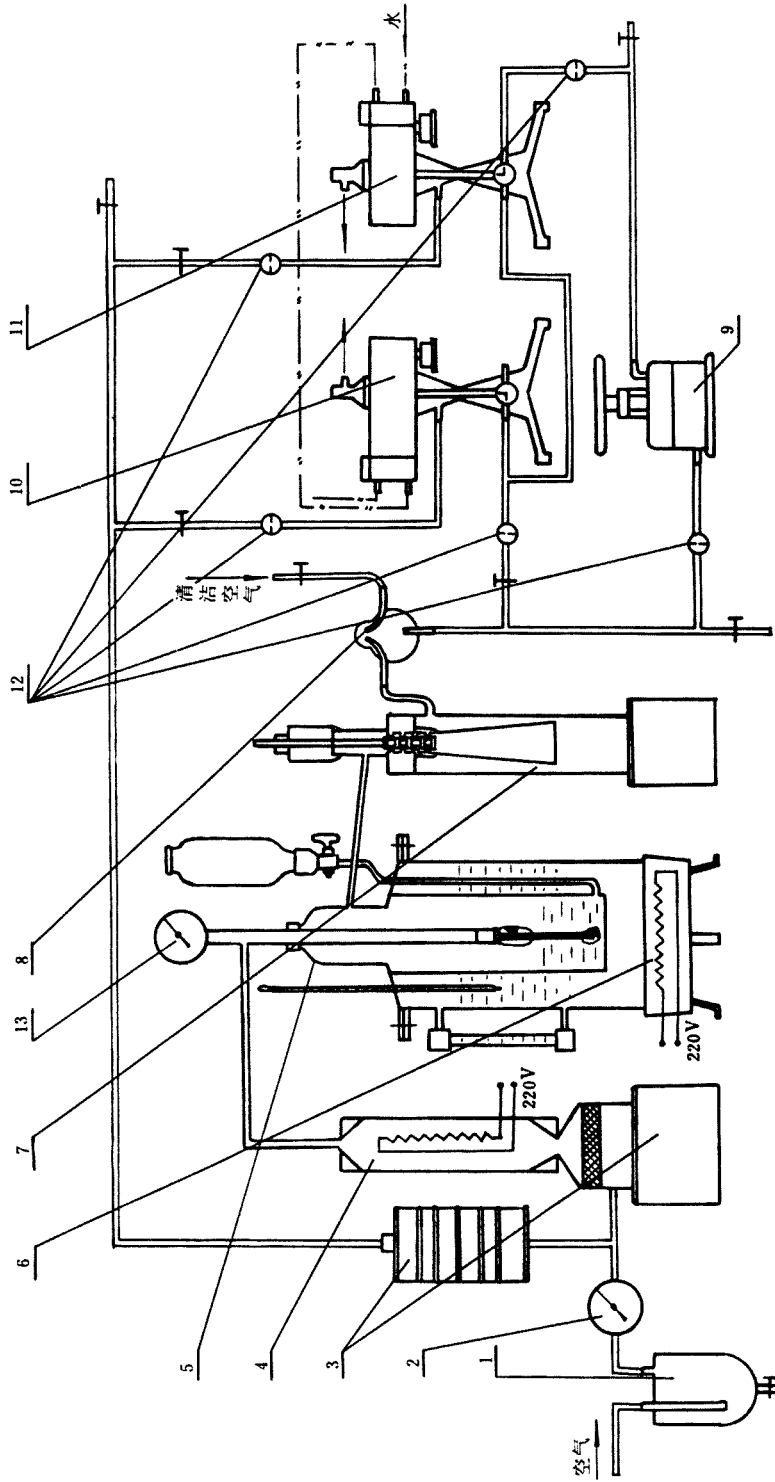


图3 喷雾型油雾发生器试验装置流程示意图

1—气水分离器；2—稳压阀；3—空气过滤器；4—空气加热器；5—油雾发生炉；
6—加热电炉；7—螺旋分离器；8—混合器；9—滤料夹具；10—90型浊度计；
11—45型浊度计；12—流量计；13—气压表

- h. 混合器 (8) ;
- l. 流量计 (12) : 一般采用玻璃孔流量计, 孔板两侧的压差宜在100~200mm量程内;
- i. 空气压缩机 (可独立或集中供气) ;
- k. 气压表 (13) : 一般可选用量程为0~2196.13kPa [0~2kgf/cm²], 精度为2.5级的气压表;
- l. 温度自动控制器;
- m. 发雾剂: 采用20[#]或30[#]汽轮机油 (透平油), 质量应符合SY 1201—73的要求。

7.1.2 发雾参数

标准油雾是指在试验浓度下, 具有一定大小分布、平均重量直径在0.28~0.34 μ m的油雾气溶胶。通过控制油雾发生炉的炉温、发雾剂加入量、稀释空气量 (对X型汽化-凝聚式油雾发生炉) 或调节螺旋分离器位置 (对喷雾式油雾发生炉) 等参数可以控制所需要的油雾浓度和油雾粒子平均重量直径。当发雾参数固定时, 油雾气溶胶的大小分布也就基本不变。

试验浓度下的发雾参数见附录F (补充件)。

7.2 测试装置

7.2.1 主要设备

- a. 90型浊度计;
- b. 45型浊度计;
- c. 滤料夹具: 有效过滤面积为50cm² (圆形), 周边采用面密封, 密合框的宽度不小于7mm。夹紧过程中, 夹具上下两部分不能偏心。

7.2.2 流量参数

- a. 90型浊度计洁净空气量为 $(0.5 \sim 1.67) \times 10^{-4} \text{m}^3/\text{s}$ [3~10L/min];
- b. 45型浊度计洁净空气量为 $(0.5 \sim 1.67) \times 10^{-4} \text{m}^3/\text{s}$ [3~10L/min];
- c. 90型浊度计油雾流量为 $(0.5 \sim 1.67) \times 10^{-4} \text{m}^3/\text{s}$ [3~10L/min];
- d. 45型浊度计油雾流量为 $(0.5 \sim 1.67) \times 10^{-4} \text{m}^3/\text{s}$ [3~10L/min];

8 滤料检验

8.1 标准油雾发生

8.1.1 X型汽化-凝聚式油雾发生器

8.1.1.1 向贮油器内添加经过滤的汽轮机油并检查仪器、管线及电路装置。

8.1.1.2 接通油雾发生炉电源, 加热炉膛。

8.1.1.3 换油雾发生炉之长金属丝 (疏通炉内管路用) 为短金属丝 (引流发雾剂用)。

8.1.1.4 启动空气压缩机 (或洁净空气) 供气。

8.1.1.5 控制毛细管流量计, 使汽轮机油 (透平油) 按一定流量进入油雾发生炉。

8.1.1.6 按附录F中F.4规定调节各发雾参数值并保持稳定。

8.1.2 喷雾型油雾发生器

8.1.2.1 检查水 (油) 浴中的水 (油) 量。

8.1.2.2 检查油容器中的汽轮机油 (透平油) 量。

8.1.2.3 接通油雾发生炉电源, 加热水 (油) 浴。

8.1.2.4 按检验要求调好螺旋分离器位置。

8.1.2.5 启动空气压缩机 (或洁净空气) 供气, 并接通空气加热器电路。

8.1.2.6 按附录F中F.5规定调节各发雾参数值并保持稳定。

8.1.2.7 从油雾发生炉出来的油雾气溶胶, 再经过螺旋分离器, 得到所需重量浓度, 平均重量直径的油雾气溶胶。

8.2 浊度计调整

8.2.1 打开浊度计光源冷却水开关。

8.2.2 接通仪器电源,检查光源位置是否正确,如不正确,则需调整。操作步骤见国家标准GB 6165—85《高效空气过滤器性能试验方法 透过率和阻力》中附录E。

8.2.3 自身散光检查

自身散光是指仪器本身的散光值。测试方法是將45型浊度计三通开关上的指针指向通入空气的位置。通入洁净空气后,拧动中性滤光片转换器,使内光场光路中的中性滤光片光密度值等于零,外光场光路中的中性滤光片光密度值等于3。观察时目镜不加滤光片。转动比较光阑刻度盘,改变光阑大小,使内外光场达到平衡。此时,光阑刻度盘的透光度值与A值(见表1)的乘积即为仪器的自身散光。仪器正常时此数值应小于0.000 05。

8.3 油雾浓度测定

8.3.1 先将 $(0.5 \sim 1.67) \times 10^{-4} \text{m}^3/\text{s}$ [3~10L/min]的洁净空气通入90型浊度计雾室作为仪器吹风和包烟柱用,再将 $(0.5 \sim 1.67) \times 10^{-4} \text{m}^3/\text{s}$ [3~10L/min]的稳定油雾气流通入90型浊度计雾室的中心管。

8.3.2 拧动中性滤光片转换器,使内光场光路中的中性滤光片光密度值等于3或2(视试验油雾浓度而定),外光场光路中中性滤光片的光密度值等于零。用绿色滤光片观察,转动比较光阑刻度盘,当内外光场平衡时,若透光度的值达到试验要求的刻度值,即为试验油雾浓度。在连续试验时,应经常观察测定,若为间断试验时,在开始与结束时测定。

8.3.3 将经过90型浊度计测定的,达到试验要求的油雾气流通向45型浊度计,按8.3.2相同步骤测定45型浊度计光阑刻度盘透光度值。如与90型浊度计测定值相同,即可进行透过率测定。若不相同,则需对仪器进行校正。

8.4 粒子平均重量粒径测定

利用散射光的偏振性对油雾粒子平均粒径进行控制。

8.4.1 提起90型浊度计偏光器手柄。

8.4.2 拧动中性滤光片转换器,使内光场光路中中性滤光片的光密度值等于3或2(视试验浓度而定),外光场光路中中性滤光片光密度值等于零。

8.4.3 用绿色滤光片观察,转动比较光阑刻度盘,测定偏光器在垂直与平行位置达到内外光场平衡时的光散射强度(即光阑刻度盘的透光度值)。

8.4.4 按下式计算偏光故障 Δ 值:

$$\Delta = \frac{T_{\perp}}{T_{\parallel}} \cdot 100\% \dots\dots\dots (4)$$

式中: Δ ——偏光故障值, %;

T_{\perp} ——偏光器在垂直位置的光散射强度;

T_{\parallel} ——偏光器在平行位置的光散射强度。

8.4.5 控制 Δ 值在70%~85%,其相对应的油雾粒子平均重量直径为0.28~0.34 μm 。连续试验时,油雾粒子平均重量直径的测定每8h至少进行四次,间断试验时,应在试验开始与结束时各测定一次。

8.5 透过率测定

8.5.1 将被测滤料平整地置于滤料夹具上并夹紧。按滤料设计比速的要求调节流量计流量,由滤料底侧通入油雾气流。

8.5.2 将45型浊度计上的三通开关指针转向测量位置(即油雾气流从夹具方向来的位置)。

8.5.3 视被测滤料的过滤性能,将中性滤光片转换器拧向合适的位置。

8.5.4 目镜用绿色滤光片（或不加滤光片）观察。转动比较光阑刻度盘，使内外光场达到平衡。记下光阑刻度盘数值。

8.6 试验停止时按下下列顺序关闭试验装置：

- a. 停止给油雾发生炉供油、供气；
- b. 切断油雾发生炉及浊度计电源；
- c. 关闭供水阀门；
- d. 切断压缩空气源；
- e. 切断总电源。

9 滤料透过率计算

9.1 用下式计算油雾透过率 K'

$$K' = A \frac{T_2}{T_1} \cdot 100\% \dots\dots\dots (5)$$

式中： K' ——油雾透过率，%；

A ——修正系数，与中性滤光片转换器位置和中性滤光片光密度值有关，见表1；

T_1 ——过滤前油雾气溶胶在90型浊度计光阑刻度盘上的透光度值；

T_2 ——过滤后油雾气溶胶在45型浊度计光阑刻度盘上的透光度值。

表 1 修正系数 A

中性滤光片光密度值		A 值
内光场光路	外光场光路	
3	0	1×10^0
2	0	1×10^{-1}
1	0	1×10^{-2}
0	0	1×10^{-3}
0	1	1×10^{-4}
0	2	1×10^{-5}
0	3	1×10^{-6}

9.2 用下式计算自身散光率 K_0

$$K_0 = A \frac{T_0}{T_1} \cdot 100\% \dots\dots\dots (6)$$

式中： T_0 ——洁净空气在45型浊度计光阑刻度盘上的透光度值。

9.3 被测滤料透过率 K 值为

$$K = K' - K_0 \dots\dots\dots (7)$$

9.4 当 $K' > 20 K_0$ 时， K_0 可忽略不计

则

$$K = K' \dots\dots\dots (8)$$

第三篇 阻力试验

10 原理

使一定比速的空气流通过被测滤料所产生的压力降即为被测滤料的阻力。可用公式(9)表示:

$$\Delta P = b \eta Q \dots\dots\dots (9)$$

式中: ΔP ——压力降;
 Q ——空气流量;
 η ——空气粘度;
 b ——常数。

11 试验条件

11.1 通过被测滤料的比速(视被测滤料的要求而定)。

11.2 试验温度: $20 \pm 3^\circ\text{C}$, 允许在 $10 \sim 35^\circ\text{C}$ 温度下进行试验, 但此时的阻力应换算为 $20 \pm 3^\circ\text{C}$, 101.32kPa [760mmHg] 大气压下的阻力。见附录 I (补充件)。

12 试验装置

阻力试验装置流程示意图见图 4。

12.1 主要设备和仪器

- a. 空气压缩机(可独立或集中供气);
- b. 空气过滤器(1);
- c. 滤料夹具(3); 见7.2.1条;
- d. 流量计(2); 见7.1.1.2条;
- e. 斜管压力计(4); Y Y T—200型;

12.2 斜管压力计需要用标准微压计标定

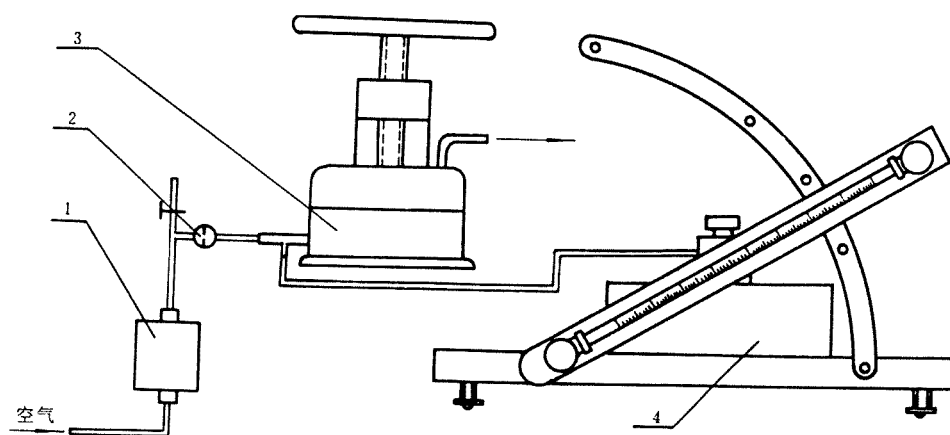


图 4 阻力试验装置示意图

1—空气过滤器; 2—流量计; 3—滤料夹具; 4—斜管压力计

13 阻力测定

13.1 调整斜管压力计至水平。

13.2 夹具中先不装滤料，通过规定比速的空气，调节斜管压力计液面正好在刻度零点。

13.3 夹具中装入被测滤料，通入规定比速的空气，此时斜管压力计上的示值即为滤料的阻力。

13.4 如果夹具中不装滤料而斜管压力计调不到零点时，记下斜管压力计示数，则滤料的阻力需按下式进行计算：

$$R_t = R_t' - R_0 \dots\dots\dots (10)$$

式中： R_t ——被测滤料的阻力，Pa [mmH₂O]；

R_t' ——夹具中装入被测滤料时，斜管压力计示数，Pa [mmH₂O]；

R_0 ——夹具中未装入被测滤料时，斜管压力计示数，Pa [mmH₂O]。

13.5 误差

测量滤料阻力的允许误差为±1.96 Pa [0.2mmH₂O]。

附录 A
自吸收修正系数φ值的测定方法
(补充件)

自吸收修正系数φ是气溶胶浓度与其光电流值关系的修正系数。

A.1 原理

自吸收现象是发射光谱中的客观现象,即在被激发的钠元素浓度较高时,在氢火焰中被激发的钠特征光经过火焰外部的钠蒸气层,一部分特征光被吸收而使总的特征光强减弱。被激发元素浓度越高,这种现象越明显。此时应在相应的光电流值上乘一个大于1的修正系数。而浓度低到一定程度后,则这种现象就不显著而趋于可以忽略了。

A.2 实验装置与方法 (装置流程示意图见图A 1)

实验装置采用一套三级定比例稀释装置,用一系列已知量的“绝对”洁净空气稀释气溶胶,从而可得相当于过滤前气溶胶浓度的1/1000~1的不同浓度的气溶胶。将每种比例的气溶胶引入燃烧器,测量其相应的光电流值,记录在表A 1中。

A.3 φ值的确定

将所测得的数据点画在双对数坐标纸上,联成一条曲线。纵座标为相对浓度,横座标为对应的光电流值。图A 2为本标准的设备装置和运行参数条件下的自吸收修正曲线,用实线表示称为“实际曲线”。假定没有自吸收现象的浓度与光电流关系线(始终是正比关系)叫做“理想线”,图中用虚线表示,在低浓度时与“实际曲线”的直线部分重合。“理想线”为45°角的直线,对应于同一相对浓度下的理想的光电流值与实际测得的光电流值之比即为自吸收修正系数φ值。例如,图A 2中原始浓度的理想光电流值为 $7.5 \times 10^4 \mu A$,而实测的光电流值为 $2.5 \times 10^4 \mu A$ 则

$$\varphi = \frac{7.5 \times 10^4}{2.5 \times 10^4} = 3$$

表 A1 自吸收修正系数φ的测定

原始浓度:

mg/m^3

测定日期:

一级稀释混合		二级稀释混合		三级稀释混合		相 对 浓 度	光 电 流 值 μA
含 尘 空气量	稀 释 空气量	含 尘 空气量	稀 释 空气量	含 尘 空气量	稀 释 空气量		
L/min		L/min		L/min			

测定者:

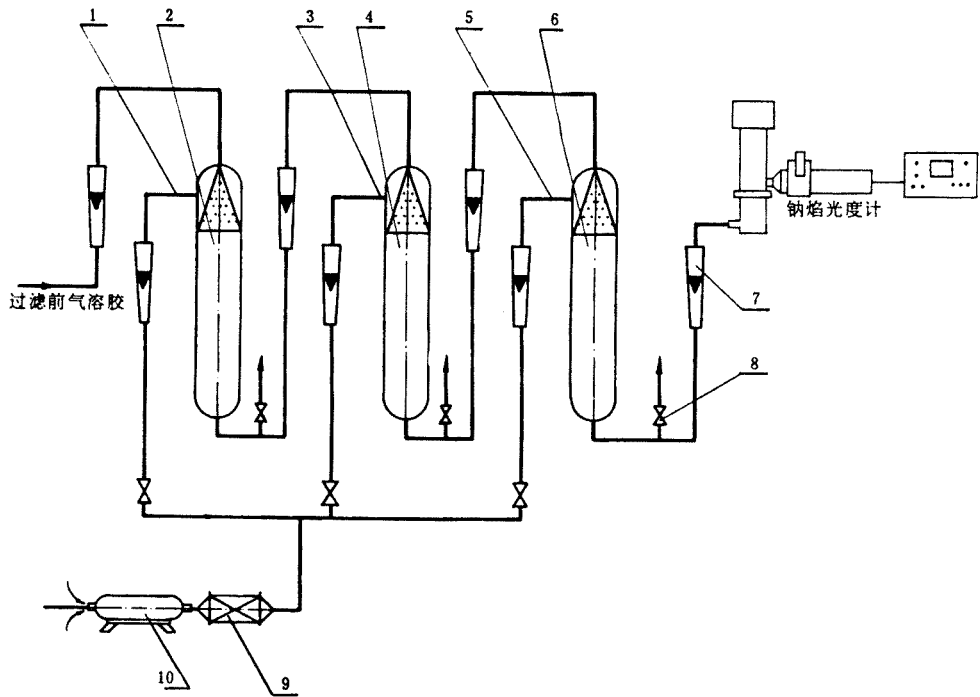


图 A1 自吸收修正系数测定装置原理

- 1—一级稀释；2—混合器；3—二级稀释；4—混合器；5—三级稀释；6—混合器；
7—流量计；8—放气阀；9—高效空气过滤器；10—小风机

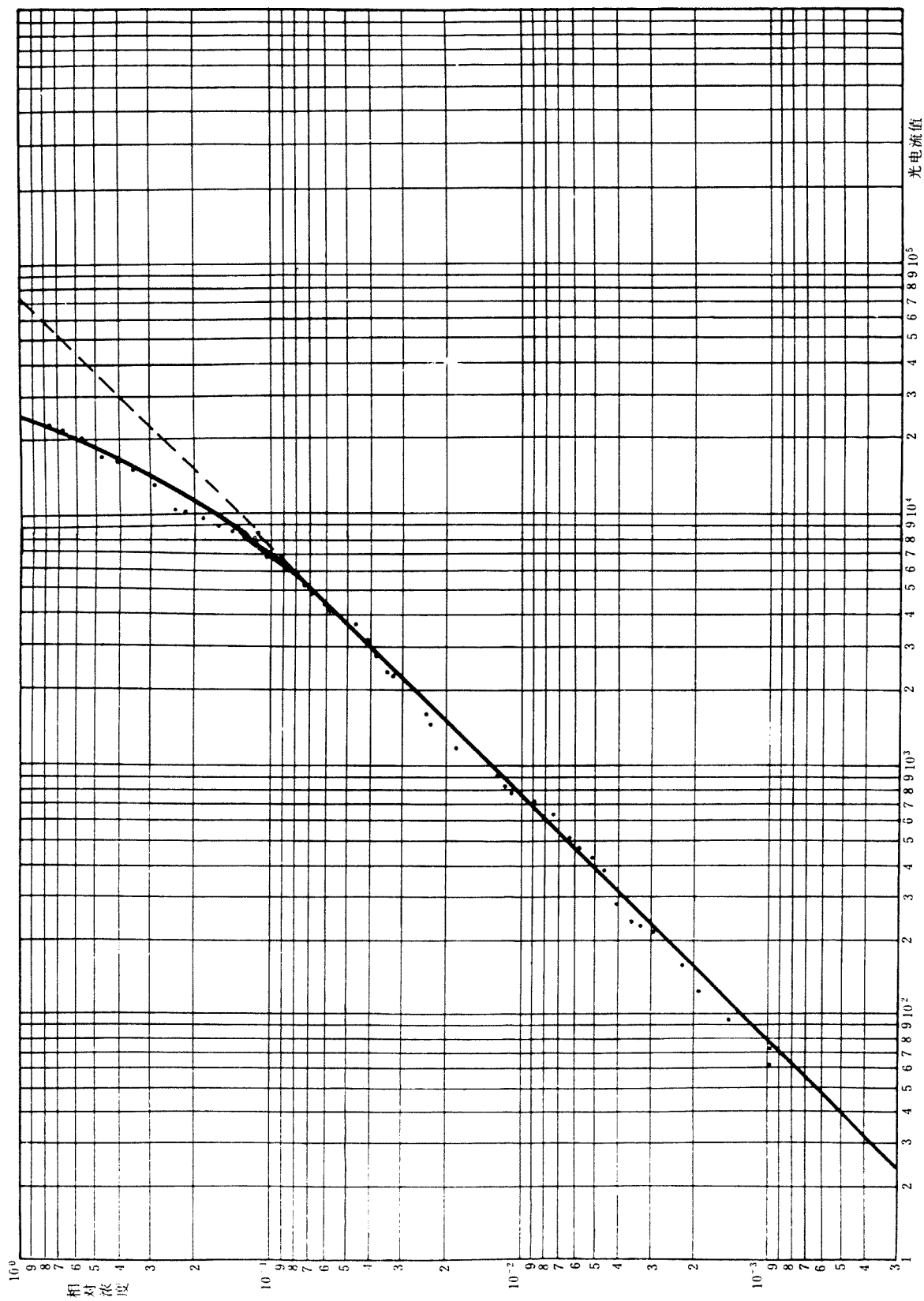


图 A2 自吸收修正系数曲线图

附录 B
钠焰法试验装置的维护
(补充件)

- B.1 若使用单独小型压缩机者，应按使用和维修说明书进行维护。
- B.2 所用仪表应按其使用说明书规定条件使用和维护，按国家有关规定进行校正。
- B.3 喷雾器在停运期间应从喷雾箱中取出浸泡在清水中或清洗后干燥存放。喷雾箱内的溶液应加盖存放，若停运期较长，应将溶液倒掉，清洗喷雾箱后干燥加盖存放。
- B.4 除油器应根据运行经验定期更换除油介质。
- B.5 各种高效过滤器应根据具体情况不定期地更换滤料（即由管道内剩余压力及流量是否能满足运行要求和本底光电流值有无变化等而定）。
- B.6 对光学部件和光电元件应特别注意防潮湿，停运期较长时，有必要采取干燥存放。

附录 C
 滤料钠焰法透过率和阻力试验记录表
 (参考件)

滤料名称: _____; 室温 _____ °C; 相对湿度: _____ %; 大气压: kPa [mmHg] 自吸收修正系数 $\phi =$ _____

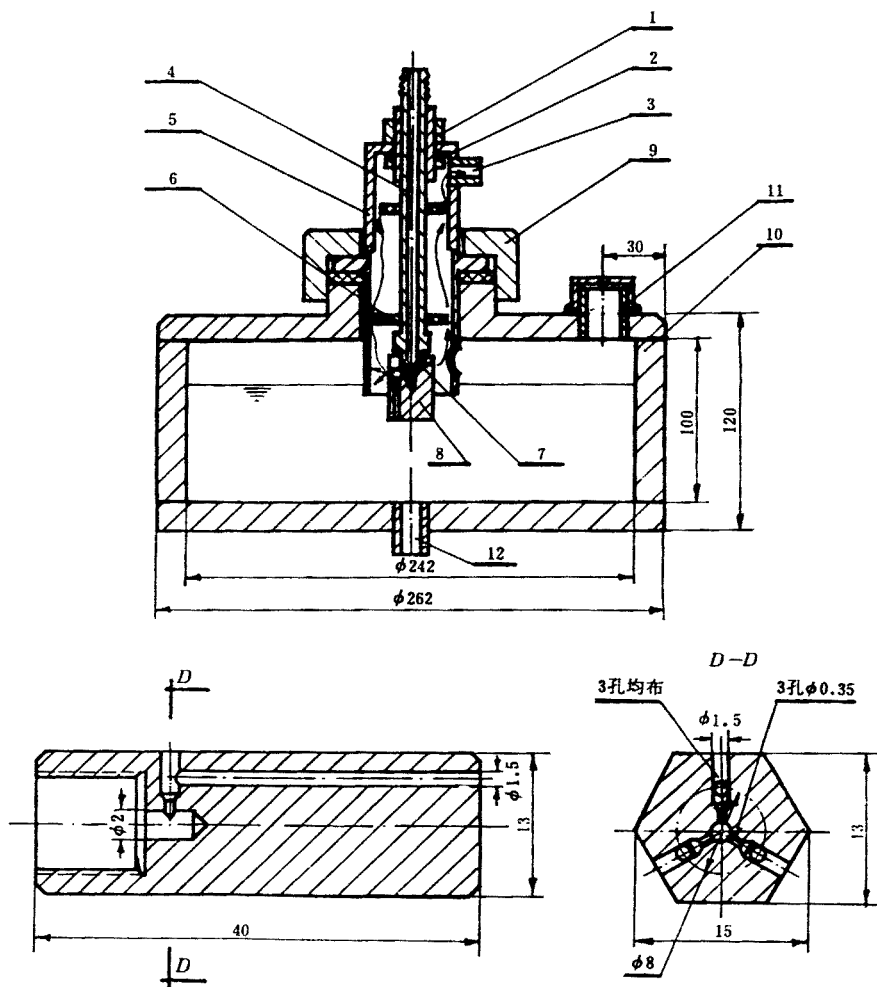
编 号	滤料 代号	比 速 L/(cm ² ·min)	阻 力 Pa [mmH ₂ O]	过滤前 电流值 (A ₁) μA	过滤后 电流值 (A ₂) μA	本 底 电流值 (A ₀) μA	$\Delta A = A_2 - A_0$ μA	透 过 率 $K = \frac{A_2 - A_0}{\phi A_1} \cdot 100\%$	备 注

检验员: _____

日期: _____

附录 D
 部件构造示意图
 (参考件)

- 图D 1 喷雾器、喷雾箱装配简图
 图D 2 钠焰光度计构造示意图
 图D 3 光电测量仪电路原理图



喷头大样图

图 D1 喷雾器、喷雾箱装配简图

1—喷嘴螺母；2—橡胶垫圈；3—短管；4—进气管；5—套筒；6—橡胶档板；7—聚四氟乙烯垫片；8—喷头；9—锁紧盖；10—箱体；11—加液管；12—排液管

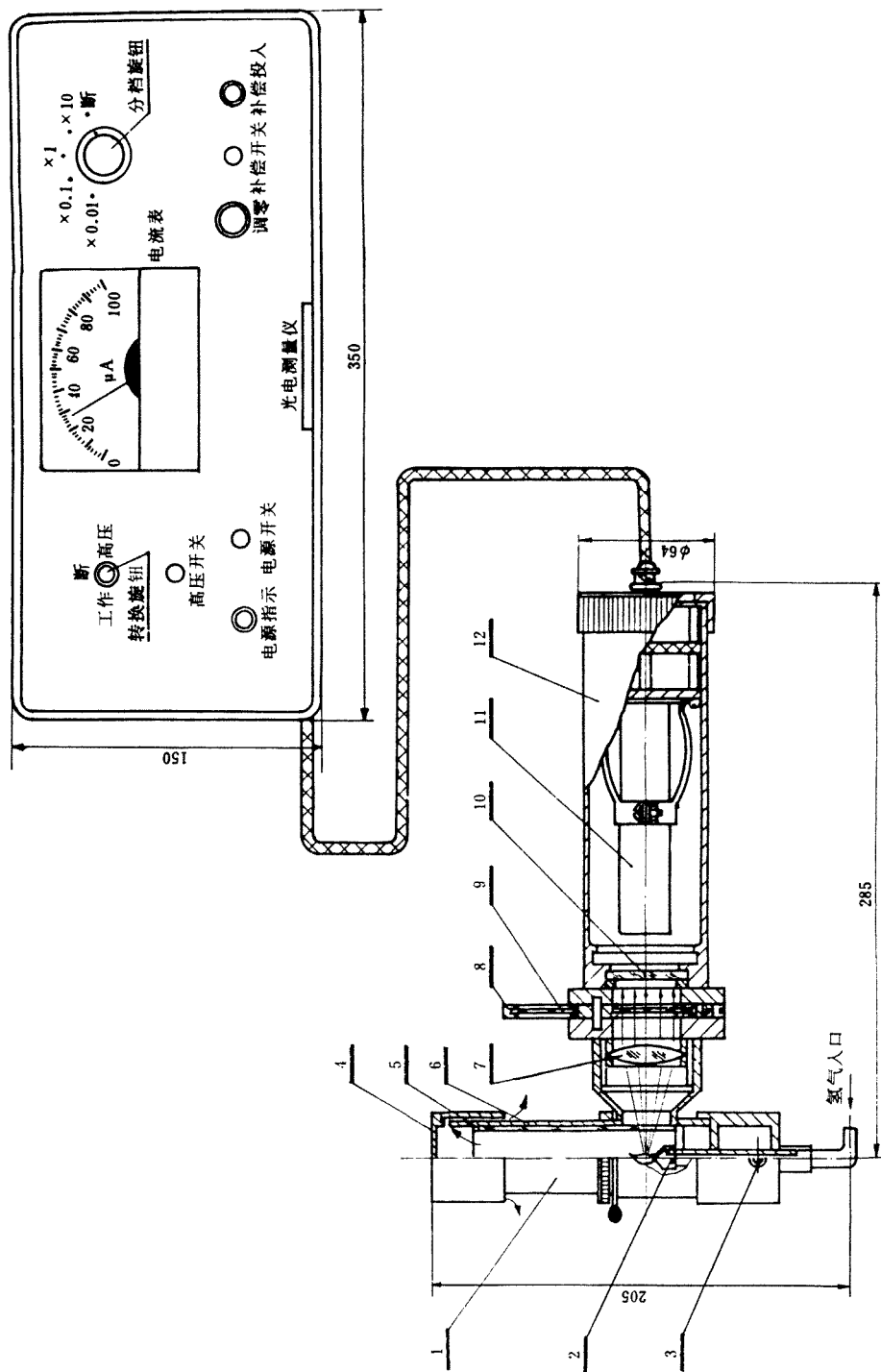


图 D2 钠焰光度计构造图

- 1—燃烧器；2—喷嘴；3—助燃空气入口；4—上盖；5—光反射层；6—上套筒；
7—聚光透镜；8—滤光透镜；9—中性滤光片；10—钠干涉滤光片；11—光电倍增管；12—光电转换器

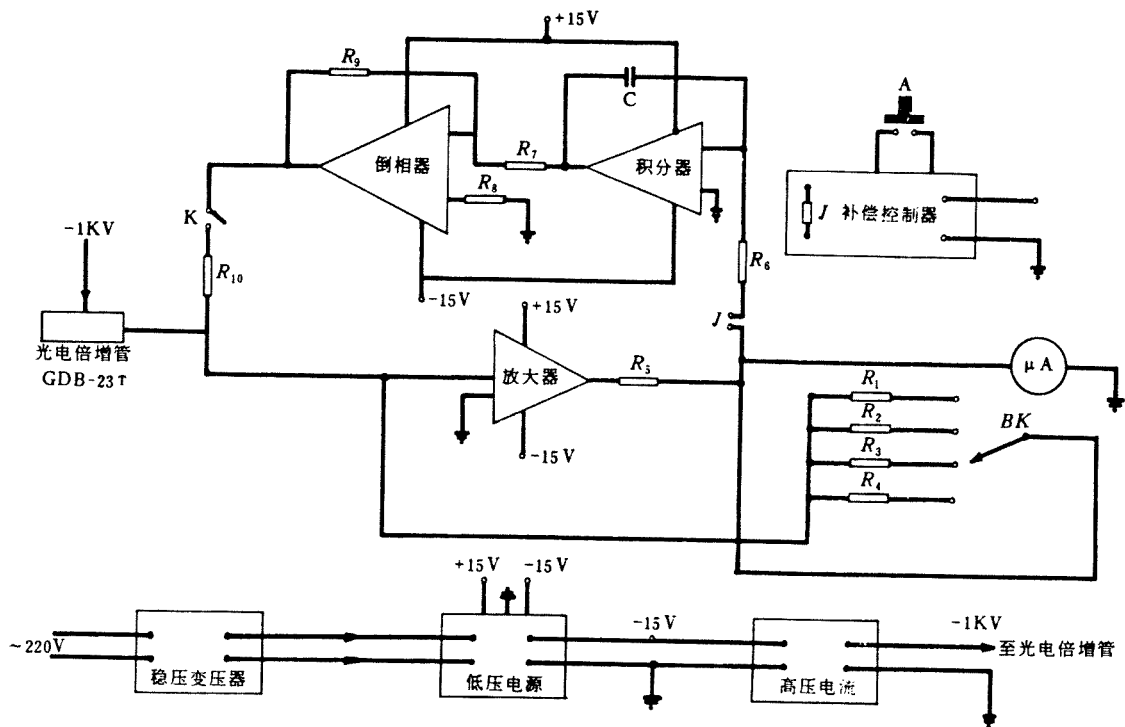


图 D3 光电测量仪原理示意图

附录 E

油雾发生器

(补充件)

E.1 X型汽化-凝聚式油雾发生器* (示意图见图E 1)

E.1.1 发雾原理

用压缩空气将贮油器(2)中的汽轮机油(透平油)经毛细管流量计(3)控制压入汽化炉(1)中,油通过上接管,进入管状电炉加热到给定温度的直径为1.5mm的内(素)瓷管内,受热汽化。汽化的油蒸汽经过喷嘴与稀释空气混合而凝聚成雾。油雾经过缓冲器(4)并根据试验要求再经空气稀释调节到所需要浓度(用玻璃孔板流量计控制稀释比)。

电炉温度由变压器调节输入电压或电流来控制。

E.1.2 发生炉结构(结构示意图见E 2)

E.1.2.1 发生炉炉芯的绕制

E.1.2.1.1 材料及规格

- a. 内瓷管(3)内径 1.5 ± 0.05 mm, 外径 3.5 ± 0.17 mm, 长为200~300mm。
- b. 外瓷管(4)内径 4.0 ± 0.12 mm, 外径 3.0 ± 0.2 mm, 长为440mm。
- c. 喷嘴(6)材料用铜或不锈钢, 孔径为1.2mm。
- d. 镍铬电阻丝(5)直径为0.5mm, 长为11.5m。
- e. 石棉绳。
- f. 水玻璃(工业用)。

E.1.2.1.2 炉芯的绕制步骤

- a. 挑选平直、光滑的外瓷管, 在离端头5mm处锉一个小槽。
- b. 将电阻丝一端拉直约600~700mm, 固定在小槽上。以1~2mm的间隔均匀地绕在外瓷管上, 将另一端拉直约150~200mm固定。
- c. 将电阻丝间隙用石棉绳填满, 缠紧。
- d. 将开始拉直的电阻丝套上瓷管, 顺外瓷管引出, 用石棉绳紧密、均匀地缠绕至与炉子壳体大小相近为止。在缠好石棉绳的表面涂一层水玻璃。
- e. 在外瓷管的下端紧紧地嵌入金属喷嘴, 为使喷嘴嵌严密, 在喷嘴涂一层水玻璃, 喷嘴孔内插入一小木塞以防喷嘴被水玻璃堵塞。
- f. 将缠好的炉芯接通电源, 慢慢升高电压, 烘干炉芯(也可放入烘箱内烘干)。烘干后取出喷嘴孔中的木塞。

E.1.2.2 发生炉炉芯的装配

- a. 烘干的炉芯插入钢外壳内正中并固定。把炉芯的电阻丝接在炉子外壳的接线柱上(注意绝缘)。
- b. 用石棉纤维和汽轮机油(透平油)一起混合均匀的填料填平缝隙, 盖好盖子, 拧紧螺丝。
- c. 插入内瓷管, 用填料压紧、压实, 以保证不漏油。最后固定。

E.2 喷雾式油雾发生器** (示意图见图E 3)

E.2.1 发雾原理

压缩空气流以超音速通过喷嘴, 将汽轮机油(透平油)带出分散成雾, 藉滤油网子的撞击, 大的

* 加工图由山西省太原市新华化工厂提供。

** 加工图由中国人民解放军57605部队提供。

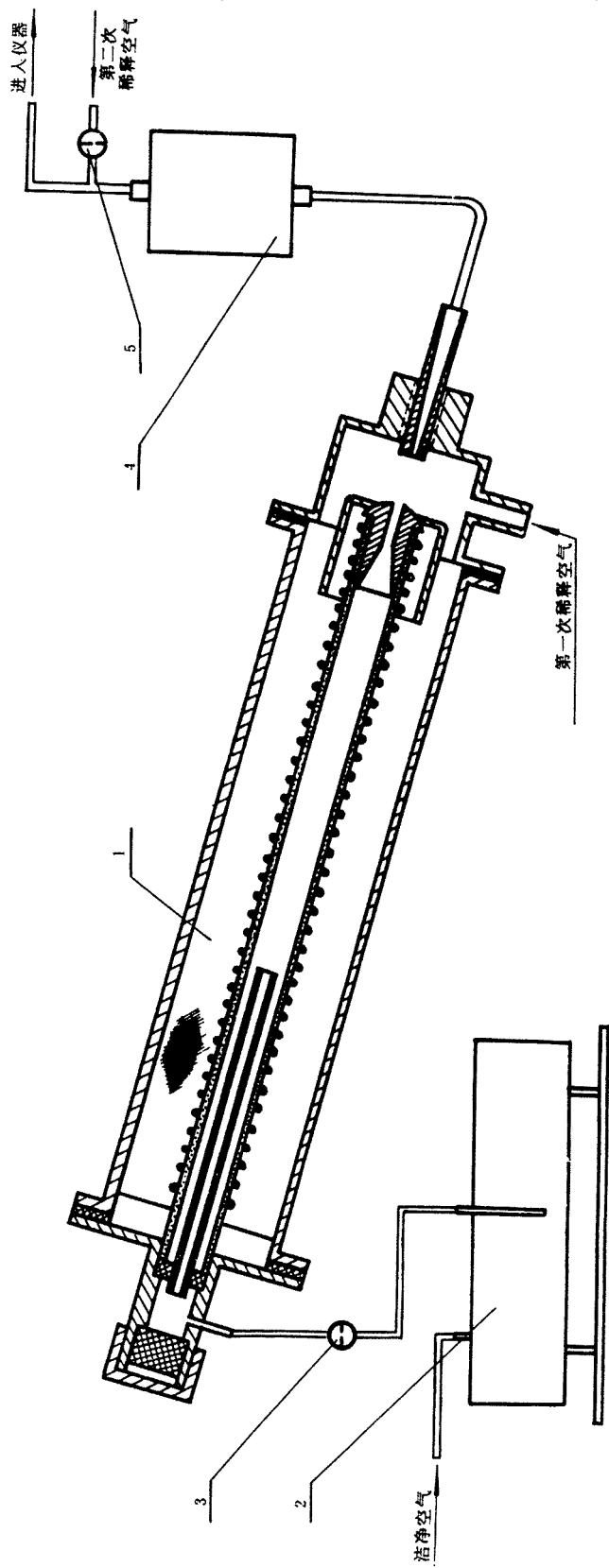


图 E1 X型汽化-凝聚式油雾发生器示意图
 1—油雾发生器；2—贮油器；3—毛细管流量计(输油)；4—缓冲器；5—孔板流量计(空气)

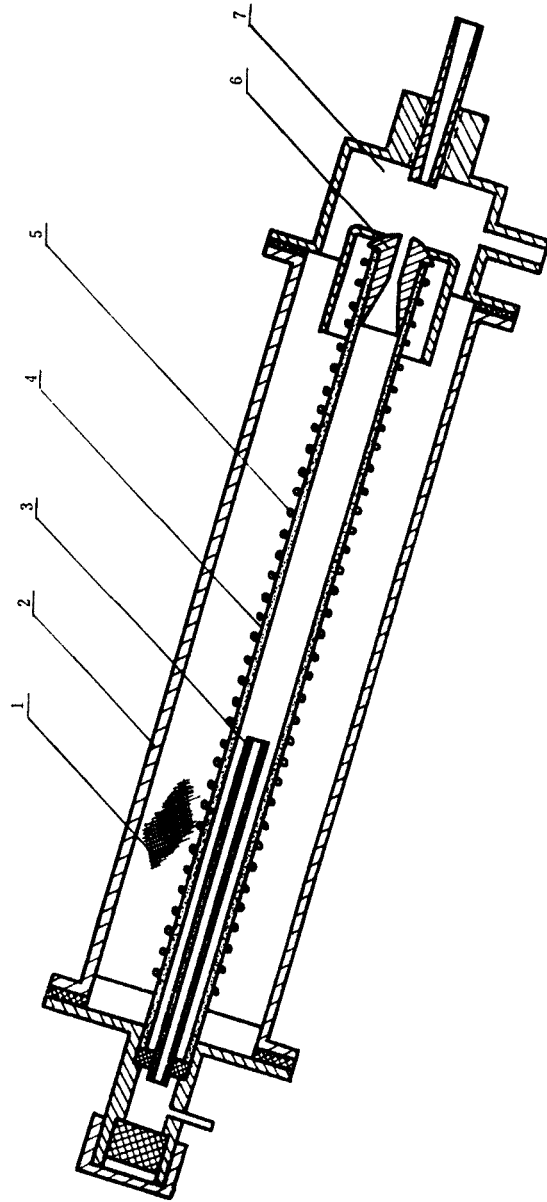


图 E2 X型汽化—凝聚式油雾发生器结构示意图

1—石棉保温层；2—外壳；3—内瓷管；4—外瓷管；

5—电阻丝；6—喷嘴；7—混合室

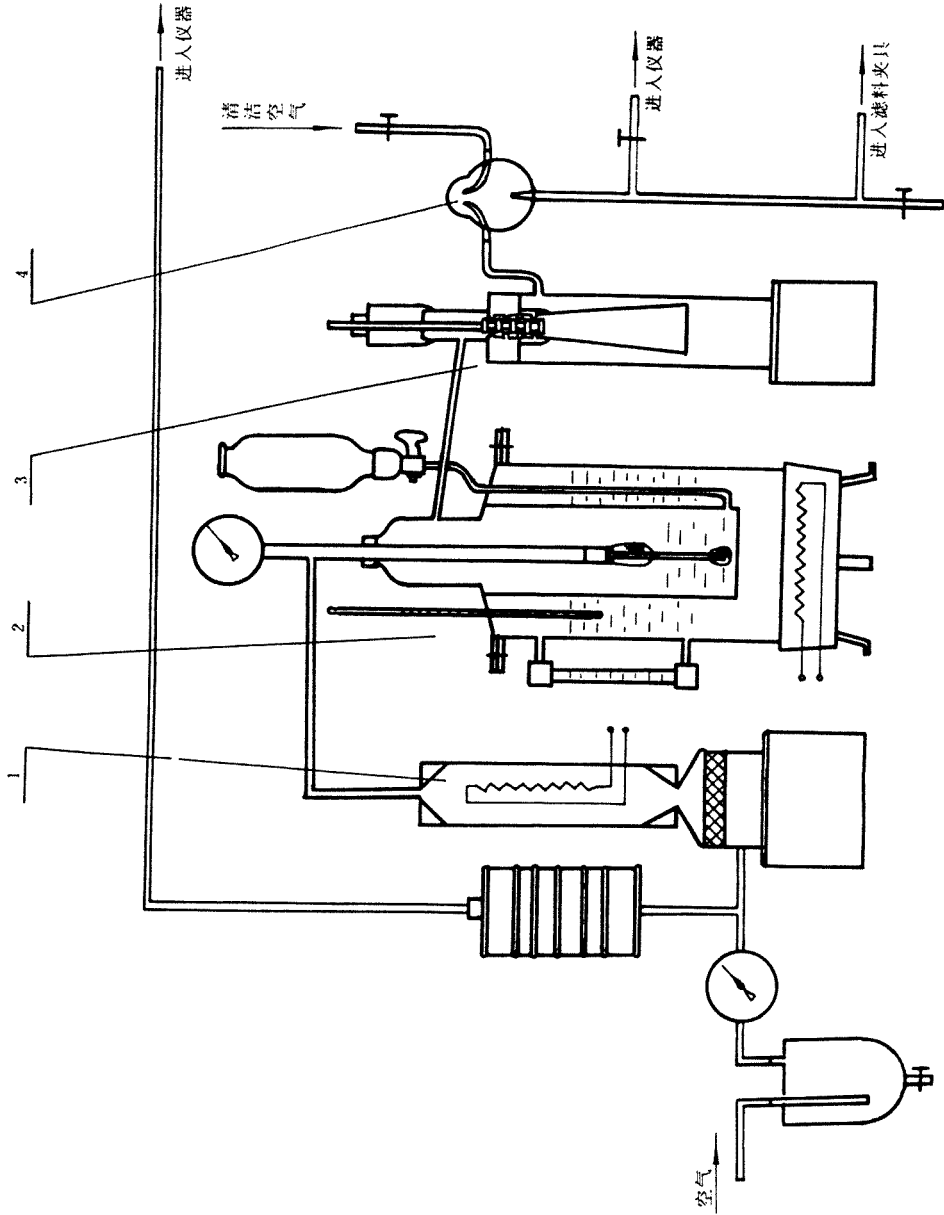


图 E3 喷雾型油雾发生器示意图
 1—空气加热器；2—油雾发生器；3—螺旋分离器；4—混合器

油滴基本被油面捕获，只有较小的油雾随空气流流出，经螺旋分离器进一步分离，去掉较大的粒子。喷雾时油温应保持在 $95 \sim 100^{\circ}\text{C}$ 。

E.2.2 结构

E.2.2.1 油雾发生炉（结构示意图见图E 4）是一个钢制水（油）浴容器（1），在其内放有能拧上喷嘴的钢（或铜）管（2）。喷嘴（3）由内径 $0.6 \sim 0.7\text{mm}$ 的五个小孔组成。经过管的另一端进入空气，该端的连接螺帽在管接头内。管接头仍拧在油雾发生炉上。汽轮机油（透平油）由漏斗（4）按定量注入油容器（5）内，油容器置于水（油）浴容器（1）内，用水（油）位玻璃管（6）检查圆筒内的水（油）位。水（油）浴温度由控温器恒温。整个发生炉座在自控的加热电炉（9）上。

E.2.2.2 螺旋分离器是一个金属圆筒，在盖上压入一个金属管，管子上接有一个带螺旋的圆柱杆，其上刻有直角断面的平螺纹。由于圆杆上平螺纹为管子所限而成一个螺旋的渠道，油雾经渠道以一定线速度通过。

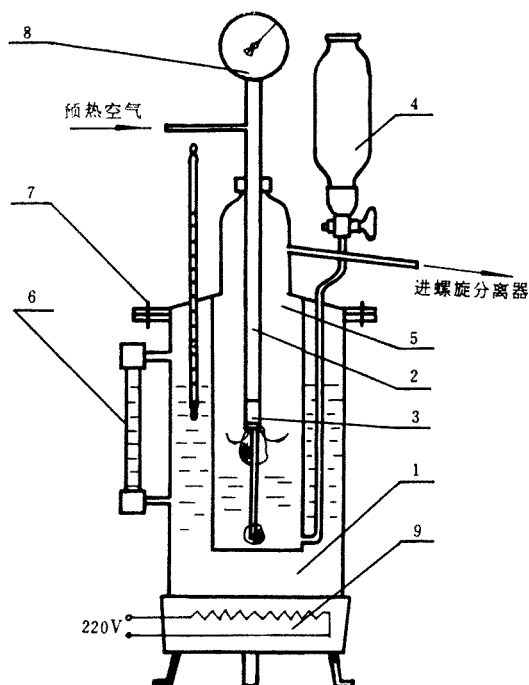


图 E4 喷雾型油雾发生炉结构示意图

- 1—钢制水（油）浴容器； 2—钢（铜）管； 3—喷嘴；
4—油漏斗； 5—油容器； 6—水（油）位玻璃管； 7—温度计；
8—气压表； 9—加热电炉

附 录 F
标准油雾的发生
(补充件)

标准油雾的发生是靠油雾发生炉的定型化和固定发雾参数来实现的。本标准中,依靠下列措施发生标准油雾:

F.1 发生油雾气溶胶的压缩空气经过空气除油(水)器和空气过滤器净化。进入仪器的空气经滤尘罐过滤。

F.2 通过温度自动调节器控制炉温。稳压阀控制喷雾压力。用气体流量计和液体流量计分别控制进气量和给油量。

F.3 发雾剂应经过滤,去除杂质。

F.4 X型汽化-凝聚式油雾发生器的发雾参数:当油雾重量浓度为 $(2.4 \sim 2.6) \times 10^{-3} \text{g/L}$ [$2400 \sim 2600 \text{mg/m}^3$] 时:

汽化炉用镍铬电阻丝,长11.5m,直径0.5mm,功率125~150W;

一次稀释空气量约 $(1.75 \pm 0.05) \times 10^{-3} \text{m}^3/\text{s}$ [$105 \pm 3 \text{L/min}$];

二次稀释空气量(低浓度时使用)根据需要确定稀释倍数。

油量 $(0.58 \sim 1.00) \times 10^{-8} \text{m}^3/\text{s}$ [$0.35 \sim 0.61 \text{mL/min}$];

喷孔直径1.2mm。

F.5 喷雾式油雾发生器发雾参数:当油雾重量浓度为 $(0.9 \sim 1.1) \times 10^{-3} \text{g/L}$ [$900 \sim 1100 \text{mg/m}^3$] 时:

喷雾空气压力(表压)117.72kPa [1.2kgf/cm^2];

空气预热温度 $92 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$;

水(油)浴温度 $95 \sim 100 \text{ }^\circ\text{C}$;

油量80~100ml。

若采用低浓度时,可用一定倍数的洁净空气稀释。

附录 G

仪器的校对和标定

(补充件)

G.1 流量计的标定

按国家计量局仪器检验标准进行标定。

G.2 浊度计的标定

G.2.1 油雾重量浓度的标定

用重量法。测定已知体积中沉积下来的沉积物重量。

将高效玻璃纤维过滤纸〔透过率小于0.005% (油雾法)〕置于滤料夹具中,首先通洁净空气10min,使过滤纸有恒定的湿度,然后取下,用万分之一天平称量,并记下数字。再将其放回夹具中,通油雾空气流10min,再取下称其重量,并记下数字。

重量浓度 C , g/L [mg/m³], 按下式计算:

$$C = \frac{g_2 - g_1}{1000 Q \cdot t} \dots\dots\dots (G1)$$

$$\left[C = \frac{1000 (g_2 - g_1)}{Q \cdot t} \right]$$

式中: g_1 与 g_2 分别为通油雾空气流前,后滤纸的重量 g [mg];

t 和 Q 相应为油雾空气流通过滤纸的时间(s) [min], 和流量(m³/s) [L/min]。

重复测试三次,当其中任意两次测定结果的差别不大于10%时,取其平均值作为油雾重量浓度。

此方法用来标定浊度法所测得的油雾浓度。为确保油雾透过率测试准确,每月应标定一次。

G.2.2 油雾粒子平均粒径的标定

采用粒重计数法,通过油雾重量浓度(g/L) [mg/m³] (重量法测定的)及仪器测定的油雾气溶胶的粒数浓度 n (粒/mL), 计算所得。用下面公式计算重量粒径 d (μm):

$$d = 10 \cdot \sqrt[3]{\frac{6C}{3.14n\rho}} \dots\dots\dots (G2)$$

式中: ρ 为油雾粒子密度, 0.87g/cm³。

单位体积内的粒子数的测定常采用连续超显微镜或各种凝结核粒子计数器,静电气溶胶分析器等进行。

此方法可标定浊度法测定的油雾分散度。

G.2.3 透过率测定值的标定

由受委托的标准油雾台站发给标准样品进行标定。

附录 H
油雾法试验装置的维护
(补充件)

- H.1 应经常检查各连接部件的气密性，橡皮管是否破损。
- H.2 试验装置中使用的玻璃孔板或毛细管流量计应按有关规定期限进行标定。
- H.3 当试验装置中过滤空气用的过滤器阻力达到初始阻力的两倍时，应及时更换。
- H.4 随时检查清除管路，缓冲器，螺旋分离器中的积油。
- H.5 不得在无洁净空气通入浊度计雾室时首先通进油雾。要严格保持雾室的清洁与遮光。
- H.6 油雾分散度不得中途改变。从油雾气出口起到油雾气流进入滤料夹具的路程应尽量短。
- H.7 避免被测滤料通油雾时间太长，应把试验时间限制在浊度计内保持浓度不变所必要的时间，一般不超过20s。
- H.8 整个系统搞好通风排气装置。油雾发生情况若有变化，应检查发雾剂质量，发生炉喷嘴是否通畅，喷嘴系统是否严密无漏，并应对发生炉内部件进行定期清洗。
- H.9 为测试结果的一致性，发雾剂应有一定储量。

附录 I
滤料阻力值的修正
(补充件)

在进行阻力试验时,若温度不是 $20 \pm 3^\circ\text{C}$,大气压力不是 101.32kPa 〔 760mmHg 〕,则应进行修正,修正公式如下:

$$R_{20,101.32} = R_{T,P} \left[1 - 0.0003(T - 20) + \frac{0.0006}{0.133}(P - 101.32) \right] \dots\dots\dots (I1)$$

$$\{ R_{20,760} = R_{T,P} [1 - 0.003(T - 20) + 0.0006(P - 760)] \}$$

注意:引用上式时,流量计液柱在 $0.5 \times 10^{-4}\text{m}^3/\text{s}$ 〔 $3\text{L}/\text{min}$ 〕、 $0.42 \times 10^{-4}\text{m}^3/\text{s}$ 〔 $2.5\text{L}/\text{min}$ 〕、 $0.33 \times 10^{-4}\text{m}^3/\text{s}$ 〔 $2\text{L}/\text{min}$ 〕时的高度 h_3 、 $h_{2.5}$ 、 h_2 必须符合下列关系:

$$0.5 < \frac{h_3 - h_2}{h_{2.5}} < 0.7$$

使用孔板流量计时,其修正公式如下:

$$R_{20,101.32} = R_{T,P} \left[1 - 0.0049(T - 20) + \frac{0.0006}{0.133}(P - 101.32) \right] \dots\dots\dots (I2)$$

$$\{ R_{20,760} = R_{T,P} [1 - 0.0049(T - 20) + 0.0006(P - 760)] \}$$

使用LF系列转子流量计,流量 $0.27 \times 10^{-4}\text{m}^3/\text{s}$ 〔 $1.6\text{L}/\text{min}$ 〕时,修正公式如下:

$$R_{20,101.32} = R_{T,P} \left[1 - 0.0035(T - 20) + \frac{0.0006}{0.133}(P - 101.32) \right] \dots\dots\dots (I3)$$

$$\{ R_{20,760} = R_{T,P} [1 - 0.0035(T - 20) + 0.0006(P - 760)] \}$$

式中: $R_{20,101.32}$ 〔 $R_{20,760}$ 〕——温度为 $20 \pm 3^\circ\text{C}$ 大气压力为 101.32kPa 〔 760mmHg 〕的滤料阻力, Pa〔 mmH_2O 〕;

$R_{T,P}$ ——试验状态下的滤料阻力, Pa〔 mmH_2O 〕;

T ——试验温度, $^\circ\text{C}$;

P ——试验时大气压力, kPa〔 mmHg 〕。

流量计中液体为煤油,密度为 $0.82\text{g}/\text{cm}^3$ 。

附录 J
滤料油雾法透过率和阻力试验记录表
(参考件)

样品名称:

试验条件: 油雾浓度 g/L [mg/m³]

偏光故障 Δ值 %

气流比速 L / (cm² · min)

室温 °C

相对湿度 %

大气压力 kPa [mmHg]

试验结果:

样 品 编 号	油 雾 透 过 率 %	阻 力 Pa [mmH ₂ O]	备 注

检验员: _____

日期: _____

附加说明:

本标准由中华人民共和国城乡建设环境保护部提出;由中国建筑科学研究院归口。

本标准由清华大学核能技术研究所、中国人民解放军57605部队负责起草。

本标准主要起草人叶遂生、张璟琨。