

而尺寸稍大的多孔不锈钢托，用以承托滤筒，以防采样时滤筒破裂。采样管各部件均用不锈钢制作及焊接。

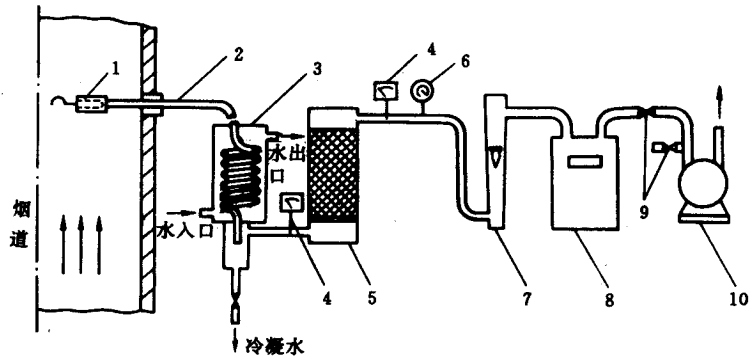


图 19 普通型采样管法颗粒物采样装置

1. 滤筒 2. 采样管 3. 冷凝器 4. 温度计 5. 干燥器 6. 真空压力表
7. 转子流量计 8. 累积流量计 9. 调节阀 10. 抽气泵

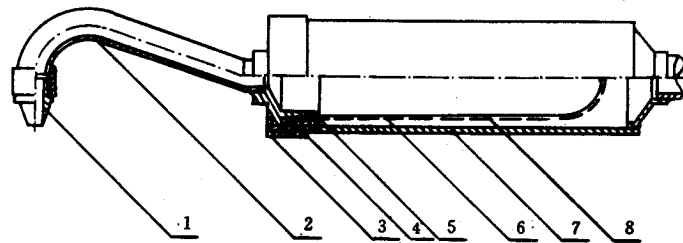


图 20 玻璃纤维滤筒采样管

1. 采样嘴 2. 前弯管 3. 滤筒夹压盖 4. 滤筒夹
5. 滤筒夹 6. 不锈钢托 7. 采样管主体 8. 滤筒

b. 刚玉滤筒采样管。由采样嘴、前弯管、滤筒夹、刚玉滤筒、滤筒托、耐高温弹簧、石棉垫圈、采样管主体等部分组成(图 21)。刚玉滤筒由滤筒夹后部放入，藉滤筒托、耐高温弹簧和滤筒夹可调后体压紧在滤筒夹前体上。滤筒进口与滤筒夹前体和滤筒夹与采样管接口处用石棉或石墨垫圈密封。采样管各部件均用不锈钢制作和焊接。

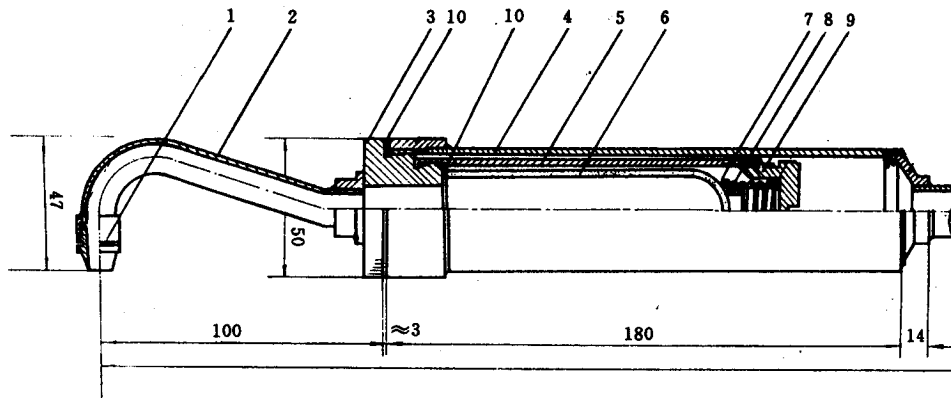


图 21 刚玉滤筒采样管

1. 采样嘴 2. 前弯管 3. 滤筒夹前体 4. 采样管主体 5. 滤筒夹中体
6. 刚玉滤筒 7. 滤筒托 8. 耐高温弹簧 9. 滤筒夹后体 10. 石棉垫圈

8.3.3.2 采样嘴。采样嘴入口角度应不大于 45° ，与前弯管连接的一端的内径 d_1 应与连接管内径相同，不得有急剧的断面变化和弯曲（图22）。入口边缘厚度应不大于0.2 mm，入口直径 d 偏差应不大于 ± 0.1 mm，其最小直径应不小于5 mm。

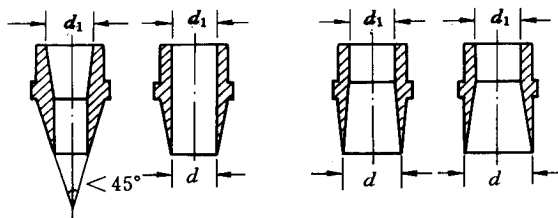


图22 采样嘴

8.3.3.3 滤筒

a. 玻璃纤维滤筒。由玻璃纤维制成，有直径32 mm和25 mm两种。对 $0.5 \mu\text{m}$ 的粒子捕集效率应不低于99.9%。失重应不大于2 mg，适用温度为 500°C 以下。

b. 刚玉滤筒。由刚玉砂等烧结而成。规格为 $\phi 28$ mm（外径） $\times 100$ mm，壁厚 1.5 ± 0.3 mm。对 $0.5 \mu\text{m}$ 的粒子捕集效率应不低于99%。失重应不大于2 mg，适用温度为 1000°C 以下。空白滤筒阻力，当流量为20 L/min时，应不大于4 kPa。

8.3.3.4 流量计量箱。包括冷凝水收集器、干燥器、温度计、真空压力表、转子流量计，和根据需要加装的累积流量计等。

a. 冷凝水收集器。用于分离、贮存在采样管、连接管中冷凝下来的水。冷凝水收集器容积应不小于100 ml，放水开关关闭时应不漏气。出口处应装有温度计，用于测定排气的露点温度。

b. 干燥器。容积应不小于0.8 L，高度不小于150 mm，内装硅胶。气体出口应有过滤装置，装料口处应有密封圈。用于干燥进入流量计前的湿排气。

c. 温度计。精确度应不低于2.5%，温度范围 $-10 \sim 60^\circ\text{C}$ ，最小分度值应不大于 2°C 。分别用于测量气体的露点和进入流量计的气体温度。

d. 真空压力表。精确度应不低于4%，最小分度值应不大于0.5 kPa。用于测量进入流量计的气体压力。

e. 转子流量计。精确度应不低于2.5%，最小分度值应不大于1 L/min。用于控制和测量采样时的瞬时流量。

f. 累积流量计。精确度应不低于2.5%，用于测量采样时段的累积流量。

8.3.3.5 冷凝器。其技术要求见5.2.2.2之b。

8.3.3.6 抽气泵。当流量为40 L/min时，其抽气能力应能克服烟道及采样系统阻力。如流量计量装置放在抽气泵出口，抽气泵应不漏气。

8.3.3.7 天平。感量0.1 mg。

8.3.3.8 秒表。

8.3.4 采样准备

a. 滤筒处理和称重。用铅笔将滤筒编号，在 $105 \sim 110^\circ\text{C}$ 烘箱中烘烤1小时，取出放入干燥器中冷却至室温，用感量0.1 mg天平称量，两次重量之差应不超过0.5 mg。当滤筒在 400°C 以上高温排气中使用时，为了减少滤筒本身减重，应预先在 400°C 高温箱中烘烤1小时，然后放入干燥器中冷却至室温，称量至恒重。放入专用的容器中保存。

b. 检查所有的测试仪器功能是否正常，干燥器中的硅胶是否失效。

c. 检查系统是否漏气，如发现漏气，应再分段检查，堵漏，直到合格。检查漏气的方法同5.2.2.3之c。

8.3.5 采样步骤

- a. 记下滤筒编号, 将滤筒装入采样管, 用滤筒压盖或滤筒托, 将滤筒进口压紧。
- b. 对采样系统进行检漏, 方法同 5.2.2.3 之 c。
- c. 根据烟道断面大小, 确定采样点数和位置, 然后将各采样点的位置用胶布在皮托管和采样管上作出记号。
- d. 打开烟道的采样孔, 清除孔中的积灰。
- e. 按顺序测定排气温度、水分含量、静压和各采样点的气体动压。如干排气成分与空气的成分有较大差异时, 还应测定排气的成分。进行各项测定时, 应将采样孔封闭。
- f. 根据测得的排气温度、水分含量、静压和各采样点的流速, 结合选用的采样嘴直径, 按式 (19) 或 (20) 算出各采样点的等速采样流量。
- g. 装上所选定的采样嘴, 开动抽气泵调整流量至第一个采样点所需的等速采样流量, 关闭抽气泵。记下累积流量计初读数 V_1 。
- h. 将采样管插入烟道中第一采样点处, 将采样孔封闭, 使采样嘴对准气流方向 (其与气流方向偏差不得大于 10°), 然后开动抽气泵, 并迅速调整流量到第一个采样点的采样流量。
- i. 采样期间, 由于颗粒物在滤筒上逐渐聚集, 阻力会逐渐增加, 需随时调节控制阀以保持等速采样流量, 并记下流量计前的温度、压力和该点的采样延续时间。
- j. 一点采样后, 立即将采样管按顺序移到第二个采样点, 同时调节流量至第二个采样点所需的等速采样流量。依次类推, 顺序在各点采样。每点采样时间视颗粒物浓度而定, 原则上每点采样时间应不少于 3 分钟。各点采样时间应相等。
- k. 采样结束后, 关闭抽气泵, 小心地从烟道取出采样管, 注意不要倒置。记录累积流量计终读数 V_2 。如采样管倒置采样, 采样结束时, 应及时记下采样时间及累积流量计终读数 V_2 , 并迅速从烟道中取出采样管, 正置后, 再关闭抽气泵。
- l. 用镊子将滤筒取出, 轻轻敲打前弯管, 并用细毛刷将附着在前弯管内的尘粒刷到滤筒中, 将滤筒用纸包好, 放入专用盒中保存。
- m. 每次采样, 至少采取三个样品, 取其平均值。
- n. 采样后再测量一次采样点的流速, 与采样前的流速相比, 如相差大于 20%, 样品作废, 重新取样。

8.3.6 样品分析

采样后的滤筒放入 105°C 烘箱中烤 1 小时, 取出置于干燥器中, 冷却至室温, 用感量 0.1 mg 天平称量至恒重。采样前后滤筒重量之差, 即为采取的颗粒物量。

8.4 皮托管平行测速采样法

8.4.1 原理

此法与普通型采样管法基本相同, 将普通采样管、S 型皮托管和热电偶温度计固定在一起, 采样时将三个测头一起插入烟道中同一测点, 根据预先测得的排气静压, 水分含量和当时测得的测点动压、温度等参数, 结合选用的采样嘴直径, 由编有程序的计算器及时算出等速采样流量 (等速采样流量的计算与预测流速法相同)。调节采样流量至所要求的转子流量计读数进行采样。采样流量与计算的等速采样流量之差应在 10% 以内。此法的特点是当工况发生变化时, 可根据所测得的流速等参数值, 及时调整采样流量, 保证颗粒物的等速采样条件。

8.4.2 采样装置和仪器

皮托管平行测速采样装置由组合采样管、除硫干燥器、流量计量箱、抽气泵等部分组成, 其系统见图 23。

8.4.2.1 组合采样管。由普通型采样管和与之平行放置的 S 型皮托管、热电偶温度计固定在一起组成, 三者之间的相对位置见图 24。普通型采样管、S 型皮托管、热电偶温度计的技术要求见 8.3.3.1~

8.3.3.3 和 7.3 b 及 5.1.2。

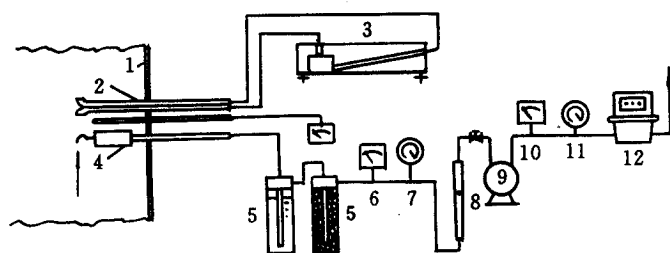


图 23 皮托管平行测速法固体颗粒物采样装置

1. 烟道 2. 皮托管 3. 斜管微压计 4. 采样管
5. 除硫干燥器 6. 温度计 7. 真空压力表 8. 转子流量计
9. 真空泵 10. 温度计 11. 压力表 12. 累积流量计

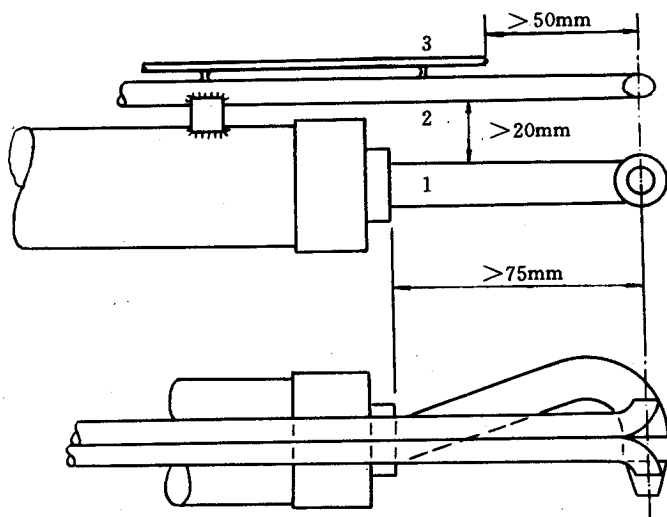


图 24 组合采样管相对位置要求

1. 采样管 2. S型皮托管 3. 热电偶温度计

8.4.2.2 除硫干燥器。由气体洗涤瓶（内装 3% 双氧水约 600~800 ml）和干燥器串联组成。

8.4.2.3 流量计量箱。由温度计、真空压力表、转子流量计和累积流量计等组成。其技术要求同普通型采样管法的 8.3.3.4。

8.4.2.4 抽气泵、天平。技术要求同普通型采样管法的 8.3.3.6~8.3.3.7。

8.4.3 采样准备。采样准备与普通型采样管法相同。

8.4.4 采样步骤

a. 根据烟道尺寸确定采样点的数目和位置，将各采样点的位置在采样管上作出标记。

b. 记下滤筒的编号，将已称重的滤筒装入采样管内，并装上所选定的采样嘴。

c. 打开烟道的采样孔，清除孔中的积灰。

d. 测量排气中水分含量。

e. 测量排气的静压。将组合采样管小心地插入烟道近中心处，使 S 型皮托管的测压孔平面平行于气流，将其一侧出口用橡皮管与 U 形压力计相连，测出排气的静压。

f. 测量排气的动压。将 S 型皮托管的两个测压出口用橡皮管与斜管微压计连接（连接时应将橡皮管气路切断），将测压孔准确地置于第一采样点上。旋转 90°使其全压测孔正对着气流方向（偏差应小于 10°），测出排气的动压。

- g. 将组合采样管旋转 90°, 读出热电偶温度计指示的排气温度。
- h. 将所测得的排气的水分含量 X_w , 静压 P_s , 动压 P_d 、温度 t_s 和采样嘴直径 d 输入到按式 (19) 或 (20) 编成程序的计算器中, 计算出第一点采样的流量计读数 Q'_{r1} 。
- i. 记下累积流量计初读数 V_1 。
- j. 将组合采样管旋转 90°, 使采样嘴及 S 型皮托管全压测孔正对着气流。开动抽气泵, 记录采样开始时间, 迅速调节采样流量到第一测点所需的等速采样流量值 Q'_{r1} , 进行采样。采样流量与计算的等速采样流量之差应在 10% 以内。
- k. 采样期间当动压、温度等有较大变化时, 需随时将有关参数输入计算器, 重新计算等速采样流量, 并调节流量计至所需的等速采样流量。另外, 由于颗粒物在滤筒内壁逐渐聚集, 使其阻力增加, 也需及时调节控制阀以保持等速采样流量。记录排气的温度, 动压, 流量计前的气体温度, 压力及该点的采样延续时间。
- l. 一点采样后, 立即将采样管移至第二采样点。根据在第二点所测得的动压 P_d 、排气温度 t_s , 计算出第二采样点的等速采样流量 Q'_{r2} , 迅速调整采样流量到 Q'_{r2} , 继续进行采样。依次类推, 顺序在各点采样。
- m. 采样完毕后, 关闭抽气泵。从烟道中小心地取出采样管。记录累积流量计的终读数 V_2 。
- n. 采样前的检漏、其他操作与普通型采样管法相同。

8.5 动压平衡型等速采样管法

8.5.1 原理

利用装置在采样管中的孔板在采样抽气时产生的压差和与采样管平行放置的皮托管所测出的气体动压相等来实现等速采样。此法的特点是, 当工况发生变化时, 它通过双联斜管微压计的指示, 可及时调整采样流量, 保证等速采样的条件。

8.5.2 采样装置和仪器

采样装置由动压平衡型组合采样管、双联斜管微压计、流量计量箱和抽气泵等部分组成 (图 25)。

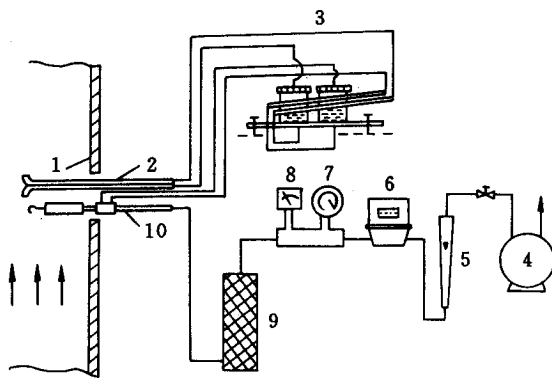


图 25 动压平衡法固体颗粒物采样装置

1. 烟道 2. 皮托管 3. 双联斜管微压计 4. 抽气泵 5. 转子流量计
6. 累积流量计 7. 真空压力表 8. 温度计 9. 干燥器 10. 采样管

a. 动压平衡型组合采样管系由滤筒采样管和与之平行放置的 S 型皮托管构成。采样管的滤筒夹后装有孔板, 用于控制等速采样流量。S 型皮托管用于测量排气流速。二者间的相对位置应满足图 24 的要求。标定时孔板上游应维持 3 kPa 的真空度, 孔板的系数和 S 型皮托管的系数相差应不超过 2%。

b. 双联斜管微压计, 用于测定 S 型皮托管的动压和孔板的压差。斜管微压计应符合 7.3 c 的规定, 二微压计之间的误差应不大于 5 Pa。

c. 流量计量箱。除增加一累积流量计外, 其他与普通型采样管法相同, 应符合 8.3.3.4 条的规定。

- d. 累积流量计。其精确度应不低于 2.5%。
- e. 抽气泵、天平的技术要求见 8.3.3.6~8.3.3.7。

8.5.3 采样步骤

- a. 将仪器放在平整的地方,调整双联斜管微压计至水平位置和液柱至零点,按图 25 连接仪器各部件,连接时要注意微压计正负方向,并保持管路畅通,以免一端压力过大,将微压计溶液抽出。
- b. 记下滤筒编号,将已称重的滤筒装入采样管内,使采样嘴对着气流方向插入管道,置于第一个采样点处,此时连接皮托管的微压计即指示采样点处气体动压。记下累积流量计的初读数 V_1 。
- c. 打开抽气泵,调节采样流量,使孔板的差压读数等于皮托管的气体动压读数,即达到了等速采样条件。采样过程中,要随时注意调节流量,使两微压计读数相等,以保持等速采样条件。
- d. 采样的同时,记下测点气体的动压、流量计前气体的温度、压力和每一点的采样延续时间。
- e. 一点采样后,将采样管移到下一个采样点处继续采样,操作同前。采样完毕,记下累积流量计的终读数 V_2 。
- f. 采样前采样系统的检漏,其他操作以及滤筒处理均与普通型采样管法相同。

8.6 静压平衡型等速采样管法

8.6.1 原理

静压平衡型等速采样管法是利用在采样管入口配置的专门采样嘴,在嘴的内外壁上分别开有测量静压的条缝,调节采样流量使采样嘴内、外条缝处静压相等,达到等速采样条件。此法用于测量低含尘浓度的排放源,操作简单,方便。但在高含尘浓度及尘粒粘结性强的场合下,此法的应用受到限制。也不宜用于反推烟气流速和流量,以代替流速流量的测量。

8.6.2 采样装置和仪器

静压平衡等速采样装置主要由静压平衡采样管、压力偏差指示计、流量计量箱和抽气泵等部分组成(图 26)。

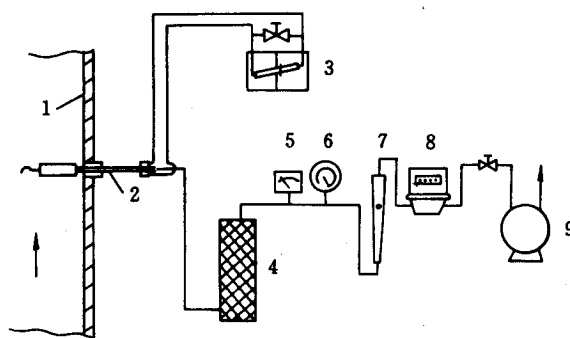


图 26 静压平衡法固体颗粒物采样装置

1. 烟道 2. 采样管 3. 压力偏差指示器 4. 干燥器 5. 温度计
6. 真空压力表 7. 转子流量计 8. 累积流量计 9. 抽气泵

a. 静压平衡采样管。其结构见图 27。应在风洞中对不同直径的采样嘴在高、中、低不同流速下进行标定,至少各标定 3 点,其等速误差应不大于 $\pm 5\%$ 。

b. 压力偏差指示计。它是一倾斜角较小的指零微压计,用以指示采样嘴内外条缝处的静压差。零点前后的最小分度值应不大于 2 Pa。

c. 流量计量箱中的干燥器、温度计、真空压力表、转子流量计、累积流量计等的技术要求同 8.3.3.4。

d. 抽气泵、天平。其技术要求同 8.3.3.6~8.3.3.7。

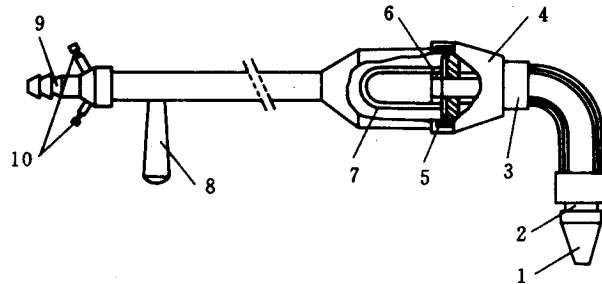


图 27 静压平衡采样管结构

1. 采样嘴 2. 内套管 3. 取样座 4. 紧固联接套 5. 垫片
6. 滤筒压环 7. 滤筒 8. 手柄 9. 采样管出口接头 10. 静压管出口接头

8.6.3 采样步骤

- a. 将仪器箱放在水平位置，调节压力偏差指示器的液面至零点位置，然后将采样管与静压管出口用橡皮管分别接到仪器的相应位置上。记下累积流量计的初读数。
- b. 将测点位置在采样管上作出标记，然后将已称重的滤筒放在滤筒夹内，记下滤筒编号，放滤筒时要注意滤筒托座顶面和密封垫片是否干净，紧固联接套是否压紧，防止管内外静压串通和漏气。
- c. 将采样管插入烟道的第一测点，对准气流方向，封闭采样孔，打开抽气泵，同时调节流量，使管嘴内外静压平衡在压力偏差指示器的零点位置，即达到了等速采样条件。
- d. 采样系统的检漏同 5.2.2.3 c，但检漏时应将采样嘴内静压测孔的连出管口封闭。静压管的检漏同 7.4.4。其他操作以及滤筒处理均与普通型采样管相同。

9 气态污染物采样方法

9.1 采样位置和采样点

9.1.1 采样位置。原则上应符合 4.2.1 的规定

9.1.2 采样点。由于气态污染物在采样断面内，一般是混合均匀的，可取靠近烟道中心的一点作为采样点。

9.2 采样方法。根据测试分析方法不同，分化学法和仪器直接测试法。

9.2.1 化学法采样

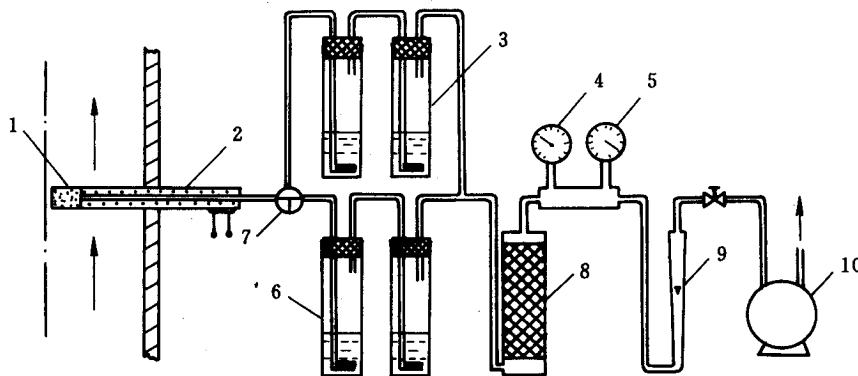


图 28 烟气采样系统

1. 烟道 2. 加热采样管 3. 旁路吸收瓶 4. 温度计 5. 真空压力表
6. 吸收瓶 7. 三通阀 8. 干燥器 9. 流量计 10. 抽气泵

9.2.1.1 原理

通过采样管将样品抽入到装有吸收液的吸收瓶或装有固体吸附剂的吸附管、真空瓶、注射器或气袋中，样品溶液或气态样品经化学分析或仪器分析得出污染物含量。

9.2.1.2 采样系统

a. 吸收瓶或吸附管采样系统。由采样管、连接导管、吸收瓶或吸附管、流量计量箱和抽气泵等部分组成，见图 28，当流量计量箱放在抽气泵出口时，抽气泵应严密不漏气。

b. 真空瓶或注射器采样系统。由采样管、真空瓶或注射器、洗涤瓶、干燥器和抽气泵等组成，见图 29 和 30。

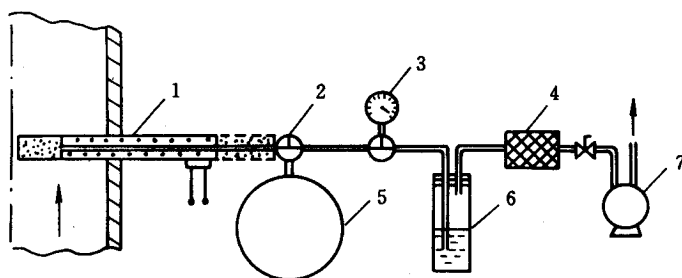


图 29 真空瓶采样系统

1. 加热采样管 2. 三通阀 3. 真空压力表 4. 过滤器
5. 真空瓶 6. 洗涤瓶 7. 抽气泵

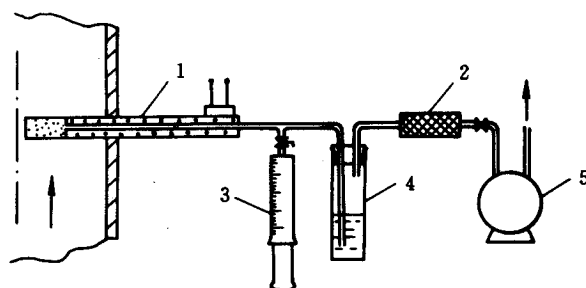


图 30 注射器采样系统

1. 加热采样管 2. 过滤器 3. 注射器 4. 洗涤瓶 5. 抽气泵

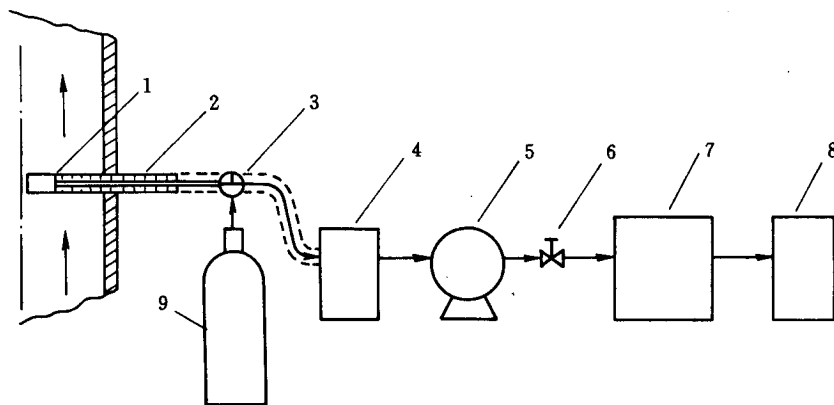


图 31 仪器测试法采样系统

1. 滤料 2. 加热采样管 3. 三通阀 4. 除湿器
5. 抽气泵 6. 调节阀 7. 分析仪 8. 记录器 9. 标准气瓶