(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 104913953 A
(43)申请公布日 2015.09.16

(21)申请号 201510319353.2

(22)申请日 2015.06.11

(71)申请人 北京市环境保护监测中心
地址 100048 北京市海淀区车公庄西路 14 号

(72)发明人 石爱军 张大伟 梁云平 刘保献 胡月琪 王小菊 马召辉

(74)专利代理机构 北京国枫律师事务所 11366
代理人 杨思东

(51)Int.Cl.
G01N 1/22(2006.01)
G01N 5/02(2006.01)

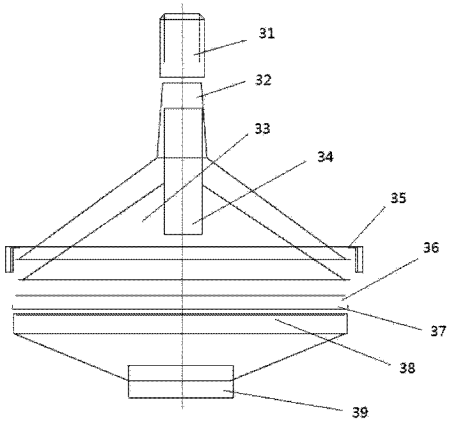
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种低浓度颗粒物采样检测装置和该装置的颗粒物采样头

(57)摘要

本发明公开一种低浓度颗粒物采样检测装置和该装置的颗粒物采样头，颗粒物采样头上半部分为双层采样头，下半部分包括不锈钢膜托和采样枪接头；双层采样头内层为一体式内套采样滤芯，包括采样管、锥型壳、滤膜和护网，外层为采样头护套和采样嘴；一体式内套采样滤芯置于采样头护套内，其通过采样管与最前端的采样嘴相连，后端为一倒立的锥型壳，滤膜和护网位于锥型壳的开口位置，利用丝扣将一体式内套采样滤芯与采样头护套密封连接，颗粒物采样头的上下半部分利用O型丝扣压盖将滤膜、护网一起压在不锈钢膜托上，最后与采样枪接头连接。本发明的颗粒物采样检测装置和颗粒物采样头解决颗粒物质量浓度检测中采样操作复杂、准确性低、检出限较高的问题。



CN 104913953 A

1. 一种颗粒物采样头，其特征在于，所述颗粒物采样头分为上下两部分，上半部分为双层采样头，下半部分包括不锈钢膜托和采样枪接头；所述双层采样头的内层为一体式内套采样滤芯，所述一体式内套采样滤芯主要包括采样管、锥型壳、滤膜和护网，所述双层采样头的外层为采样头护套和采样嘴；所述一体式内套采样滤芯置于所述采样头护套内，所述一体式内套采样滤芯通过采样管与最前端的采样嘴相连，所述一体式内套采样滤芯后端为一倒立的所述锥型壳，所述滤膜和护网位于所述锥型壳的开口位置，利用丝扣将一体式内套采样滤芯与所述采样头护套密封连接，所述颗粒物采样头的上、下半部分利用 O 型丝扣压盖将所述滤膜、护网一起压在所述不锈钢膜托上，实现密封连接，最后将整个所述颗粒物采样头与所述采样枪接头连接。

2. 如权利要求 1 所述的颗粒物采样头，其特征在于，所述颗粒物采样头的外径小于等于 70 毫米 (mm)。

3. 如权利要求 1 所述的颗粒物采样头，其特征在于，所述滤膜直径范围为 Φ60 毫米 (mm) 至 Φ25 毫米 (mm)。

4. 如权利要求 1 所述的颗粒物采样头，其特征在于，所述采样头护套由不锈钢材料或聚四氟乙烯制成。

5. 如权利要求 1 所述的颗粒物采样头，其特征在于，所述一体式内套采样滤芯的滤芯主体材质为轻质超薄材料制成，包括聚四氟乙烯、塑料或铝合金。

6. 如权利要求 1 所述的颗粒物采样头，其特征在于，连接所述采样嘴的采样管在一体式内套采样滤芯的所述锥形壳内延长 6mm 以上。

7. 一种低浓度颗粒物采样检测装置，其特征在于，包括快接密封接头、采样枪、控制主机、温度传感器、皮托管流速仪、温度计和如权利要求 1-6 任意一项的所述颗粒物采样头，所述颗粒物采样头通过所述快接密封接头安装于所述采样枪的最前端的一侧，所述温度传感器和所述皮托管流速仪位于所述采样枪的最前端的另一侧，通过所述采样枪将所述颗粒物采样头、所述温度传感器和所述皮托管测压口组装位置较近且干扰较小并一起放置于所述烟囱或烟道内；所述温度传感器和所述皮托管流速仪分别用于实时监测所述烟囱或烟道内温度和废气流速。

8. 如权利要求 7 所述的装置，其特征在于，所述颗粒物采样头、所述温度传感器和所述皮托管流速仪放置于所述烟囱或烟道内时，所述颗粒物采样头正对气流，以便气流中的颗粒物吸附在所述颗粒物采样头的一体化内套采样滤芯的内表面或滤膜上。

一种低浓度颗粒物采样检测装置和该装置的颗粒物采样头

技术领域

[0001] 本发明涉及大气\废气监测技术领域，尤其涉及一种低浓度颗粒物采样检测装置和该装置的颗粒物采样头。

背景技术

[0002] 颗粒物或尘(Particulate Matter,Dust)，是指燃料和其他物质在燃烧、合成、分解以及各种物质在机械处理中所产生的悬浮于排放气体中的固体和液体颗粒状物质。城市中的细颗粒物绝大来自燃烧和工业生产等人为污染。尤其是可吸入颗粒物特别是粒径小于2.5μm($PM_{2.5}$)以下的部分，可直接达到人类肺部进入肺泡，并可能进入血液通往全身，细颗粒物富集大量的有毒重金属和有害有机物，并且粘附细菌和病毒，可吸入颗粒物10μm(PM_{10})和细颗粒物($PM_{2.5}$)都会对人体健康产生严重不良影响。

[0003] 煤炭燃烧、机动车尾气、建筑施工和道路扬尘和餐饮油烟排放是大气中颗粒物的主要来源。为加强污染源的排放管理，世界各国都制定了污染源的颗粒物的最大允许排放浓度限值和相关的分析测试技术规范。固定污染源颗粒物监测是我国节能减排重点控制的污染物指标，例如火电厂执行GB13223-2011《火电厂大气污染物排放标准》、锅炉执行GB13271-2014《锅炉大气污染物排放标准》、工业炉窑执行GB9078-1996《工业炉窑大气污染物排放标准》、水泥厂执行GB4915-1996《水泥厂大气污染物排放标准》、餐饮企业执行GB18483-2001《饮食业油烟排放标准》等污染源排放标准中都对颗粒物的最高允许排放浓度或排放速率作了明确的限值规定。

[0004] 随着环境管理日趋严格及环境污染治理技术不断进步，各类污染源的颗粒物防治水平和能力大幅度改进，除尘设备的除尘效率逐渐提高，燃煤类污染源排气管道内颗粒物的排放质量浓度可低于30毫克/立方米(mg/m^3)，大多数30万千瓦·小时(kW·h)机组以上的电厂采用了电袋复合除尘技术、脱销和脱硫除尘技术，颗粒物排放质量浓度已降低至约$30mg/m^3$，有些甚至低于$10mg/m^3$。目前国内并没有相关的低浓度颗粒物采样与测试技术，导致部分新标准制定低浓度排放限值难以得到有效执行，对我国大气颗粒物污染防治产生了不良影响。

[0005] 例如，中国专利CN204255701U公开一种颗粒物采样滤筒夹装置，如图1所示，该装置包括滤筒安装管4，滤筒安装管4内安装有滤筒5，滤筒安装管4的一端通过连接座3与采样弯头2相连接，滤筒安装管4的另一端为能够与采样枪相连接的喇叭口6。该专利在采样后直接对颗粒物采样滤筒夹装置整体进行称重，然后对比采样前后的重量即可精准地得到所采集的颗粒物重量，并进而计算出颗粒物的浓度；该装置整体采用钛合金材料制成。减少现场采样误差，提高颗粒物采样的精确率，且对于低浓度及超低超低浓度颗粒物采集效果更好。但是，该颗粒物采样滤筒夹装置存在如下缺点：

[0006] 1)为保证测试准确性，整体采用钛合金材料制成，制造成本高，难度大；

[0007] 2)采样嘴和采样弯管在每次测量均需清洗操作，清洗操作复杂，费时费力；

[0008] 3)复杂烟气条件下，无法避免颗粒物或其他污染在外表面的吸附、腐蚀，测试过程

中仍需要对外表面进行清洗；

[0009] 4) 现场测试需仔细清洗滤筒前样气弯管的内表明并收集洗涤水，到实验室后转移入专用称量瓶，干燥后称量洗涤水中的颗粒物的质量，并将其计入颗粒物浓度。实验室操作复杂且耗费大量的人力、能源。

[0010] 因此，有必要设计一种颗粒物采样检测装置，解决颗粒物质量浓度检测中采样操作复杂、准确性低、检出限较高的问题。

发明内容

[0011] 本发明的多个方面在于提供一种低浓度颗粒物采样检测装置和该装置的颗粒物采样头，解决颗粒物质量浓度检测中采样操作复杂、准确性低、检出限较高的问题。

[0012] 本发明的一方面提供一种颗粒物采样头，所述颗粒物采样头分为上下两部分，上半部分为双层采样头，下半部分包括不锈钢膜托和采样枪接头；所述双层采样头的内层为一体式内套采样滤芯，所述一体式内套采样滤芯主要包括采样管、锥型壳、滤膜和护网，所述双层采样头的外层为采样头护套和采样嘴；所述一体式内套采样滤芯置于所述采样头护套内，所述一体式内套采样滤芯通过采样管与最前端的采样嘴相连，所述一体式内套采样滤芯后端为一倒立的所述锥型壳，所述滤膜和护网位于所述锥型壳的开口位置，利用丝扣将一体式内套采样滤芯与所述采样头护套密封连接，所述颗粒物采样头的上、下半部分利用 O 型丝扣压盖将所述滤膜、护网一起压在所述不锈钢膜托上，实现密封连接，最后将整个所述颗粒物采样头与所述采样枪接头连接。

[0013] 较佳地，所述颗粒物采样头的外径小于等于 70 毫米 (mm)。

[0014] 较佳地，所述滤膜直径范围为 Φ60 毫米 (mm) 至 Φ25 毫米 (mm)。

[0015] 较佳地，所述采样头护套由不锈钢材料或聚四氟乙烯制成。

[0016] 较佳地，所述一体式内套采样滤芯的滤芯主体材质为轻质超薄材料制成，包括聚四氟乙烯等耐热塑料或铝合金。

[0017] 较佳地，连接所述采样嘴的采样管在一体式内套采样滤芯的所述锥形壳内延长 5mm 以上。

[0018] 本发明的另一方面还提供一种低浓度颗粒物采样检测装置，包括快接密封接头、采样枪、控制主机、温度传感器、皮托管流速仪、温度计和如权利要求 1-6 任意一项的所述颗粒物采样头，所述颗粒物采样头通过所述快接密封接头安装于所述采样枪的最前端的一侧，所述温度传感器和所述皮托管流速仪位于所述采样枪的最前端的另一侧，通过所述采样枪将所述颗粒物采样头、所述温度传感器和所述皮托管测压口组装位置较近且干扰较小并一起放置于所述烟囱或烟道内；所述温度传感器和所述皮托管流速仪分别用于实时监测所述烟囱或烟道内温度和废气流速。

[0019] 较佳地，所述颗粒物采样头、所述温度传感器和所述皮托管流速仪放置于所述烟囱或烟道内时，所述颗粒物采样头正对气流，以便气流中的颗粒物吸附在所述颗粒物采样头的一体化内套采样滤芯的内表面或滤膜上。

[0020] 本发明所提供的低浓度颗粒物采样检测装置，是一种双层嵌套滤膜采样装置，内层为一体式内套采样滤芯，具有轻量化、易使用的特点；外层为一个采样头护套，使采样装置适用于高温、高湿、高流速的恶劣环境条件，本发明简化了污染源颗粒物质量浓度现场检

测的操作过程，无需使用高纯化学试剂清洗的采样装置内、外表面，减少了颗粒物采样测试误差来源，提高了的准确性和精密度，降低了检出限，解决了低浓度颗粒物浓度难以准确测试的问题。与现有技术相比，本发明具有适用范围广、免清洗、测试准确、操作简便等优点。

附图说明

[0021] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图是本发明的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动性的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0022] 图 1 为现有技术中一种颗粒物采样滤筒夹装置的结构示意图；

[0023] 图 2 为本发明一实施例的一种低浓度颗粒物采样检测装置的结构示意图；

[0024] 图 3 为本发明另一实施例的一种颗粒物采样头的结构示意图。

具体实施方式

[0025] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

[0026] 如图 2 所示，为本发明一实施例公开的一种颗粒物采样检测装置的结构示意图，本实施例的颗粒物采样检测装置是一种新的固定源排气中颗粒物测试用采样装置，该颗粒物采样检测装置包括双层嵌套采样头 21、快接密封接头 22、采样枪 23、控制主机 26、温度传感器 27、皮托管流速仪 28 和温度计 20。

[0027] 其中，所述双层嵌套采样头 21 通过所述快接密封接头 22 安装于所述采样枪 23 的最前端的一侧，所述温度传感器 27 和所述皮托管流速仪 28 紧靠一起或分开且位于所述采样枪 23 的最前端的另一侧，通过所述采样枪 23 将所述双层嵌套采样头 21、所述温度传感器 27 和所述皮托管流速仪 28 测压口组装位置较近且干扰较小并一起放置于所述烟囱或烟道 29 内。所述采样枪 23 中间为中空的采样孔 24，所述采样孔 24 还连通采样管 25，所述采样管 25 通过所述采样孔 24 连通烟囱或烟道 29 内部。所述温度传感器 27 与一温度计 20 相连，所述温度计 20 位于所述采样枪 23 露于所述烟囱或烟道 29 外面的部分。

[0028] 本实施例中的所述温度传感器 27 和所述皮托管流速仪 28 分别实时监测所述烟囱或烟道 29 内温度和废气流速，所述控制主机 26 利用真空泵产生负压，在所述采样管 25 部位，利用流量计测量气体流量，利用电磁阀控制气体流量实现等速采样。

[0029] 在本发明的另一实施例中，还公开一种颗粒物采样头，所述颗粒物采样头为一种双层嵌套采样头 21，其内部结构具体如图 3 所示，所述双层嵌套采样头 21 包括：双层采样头、不锈钢膜托 38 和采样枪接头 39。

[0030] 所述双层嵌套采样头 21 分为上下两部分，上半部分为所述双层采样头，下半部分包括所述不锈钢膜托 38 和所述采样枪接头 39，所述双层采样头的内层为一体式内套采样滤芯 33，主要包括采样管 25、锥型壳 34、滤膜 36 和护网 37。所述双层嵌套采样头 21 的外径小于等于 70 毫米 (mm)，所述滤膜 36 直径范围为 Φ60 毫米 (mm) 至 Φ25 毫米 (mm)，用于

收集和过滤废气中颗粒物，主要类型为玻璃纤维滤膜、聚四氟乙烯滤膜或石英滤膜，可根据采样污染物要求选用。所述一体式内套采样滤芯 33，总质量不大于 15 克 (g)，滤芯主体材质采用轻质超薄材料制成，主要为聚四氟乙烯、塑料或铝合金。所述双层采样头的外层为采样头护套 32 和采样嘴 31，所述一体式内套采样滤芯通过采样管 25 与最前端的采样嘴 31 相连。所述采样头护套 32 一方面用于防护高温、高湿、高流速对一体式颗粒物滤芯的冲击和破坏；另一方面用于防止一体式内套采样滤芯 33 的外表面的吸附和污染，无需进行外表面清洗，所述采样头护套 32 由不锈钢或聚四氟乙烯制成。

[0031] 为防止颗粒物泄漏，连接所述采样嘴 31 的采样管在一体式内套采样滤芯的所述锥形壳内延长 6mm 以上，目的是防止已采集颗粒物因滤芯倾斜、倒置而从采样口泄露或遗撒，保证测试的准确性。

[0032] 所述一体式内套采样滤芯 33 置于所述采样头护套 32 内，所述采样嘴 31 位于所述一体式内套采样滤芯 33 的最前端，所述一体式内套采样滤芯 33 后端为一倒立的所述锥型壳 34，所述滤膜 36 和护网 37 位于所述锥型壳 34 的开口位置，利用丝扣将一体式内套采样滤芯 33 与采样头护套 32 密封连接，所述双层嵌套采样头 21 的上、下半部分利用 O 型丝扣压盖 35 将所述滤膜 36、护网 37 一起压实在所述不锈钢膜托 38 上，实现密封连接，最后将整个所述双层嵌套采样头 21 与采样枪接头 39 连接。

[0033] 所述双层嵌套采样头 21、所述温度传感器 27 和所述皮托管流速仪 28 测压口组装位置较近且干扰较小并一起放置于所述烟囱或烟道 29 内时，所述双层嵌套采样头 21 正对气流，气流中的颗粒物吸附在所述双层嵌套采样头 21 的一体化内套采样滤芯 33 的内表面或滤膜 36 上，通过天平测量轻质采样嘴 31 和所述双层嵌套采样头 21 的滤筒采样前后的质量差，除以采样气体体积计算出废气中颗粒物的质量浓度，并利用外层采样头护套 32 避免颗粒物或其他物质对采样嘴 31 外表面吸附、沾染造成的测量误差，适用于各类低浓度颗粒物、粘性颗粒物的采样及监测，避免了传统测量方法利用多种化学试剂清洗、烘干、干燥等复杂程序，本采样装置具有使用简单、测试成本低，工作效率高等优点。

[0034] 在本发明的另一实施例中，例如在实验室或工厂内预先装配好至少两个一体式内套采样滤芯，烘干恒重后，用天平分别称量一体式内套采样滤芯的空白质量（即净重），例如第一个一体式内套采样滤芯的空白质量为 M11，第二个一体式内套采样滤芯的空白质量为 M21，……，第 n 个一体式内套采样滤芯的空白质量为 Mn1，其中，n 表示编号为 n 的一体式内套采样滤芯，且 n 为大于等于 1 的整数，然后用塑料密封袋将所有一体式内套采样滤芯分别密封后装入各自的保护盒内。测试前，将第一个一体式内套采样滤芯从密封袋内取出放入所述采样护套内，然后将所述采样嘴正对采样气流，设定采样流量和体积为 V1。第一个样品采样完成后，将所述第一个一体式内套采样滤芯从所述采样护套内取出并放入密封袋内，然后直接将第二个一体式内套采样滤芯装入所述采样护套内继续测量，也可以设定采样流量和体积为 V1，也可以分别对每个一体式内套采样滤芯设置不同的采样流量和体积，本实施例为描述方便，所有一体式内套采样滤芯的采样流量和体积均设置为 V1。根据采样要求，可以使用多个一体式内套采样滤芯进行测量，在测量过程中，无需所有的一体式内套采样滤芯的采样头、采样管进行复杂清洗操作。全部测试完成后将所有采样后的一体式内套采样滤芯带回实验室，干燥恒重后，再用天平分别称量采样后的一体式内套采样滤芯的质量，例如采样后的所述第一个一体式内套采样滤芯质量为 M12，则根据第一个一体式内套

采样滤芯测得的颗粒物浓度＝(M12-M11)/V1，采样后的所述第二个一体式内套采样滤芯质量为M22，则根据第二个一体式内套采样滤芯测得的颗粒物浓度＝(M22-M21)/V1，……，则采样后的所述第n个一体式内套采样滤芯质量为Mn2，则根据第n个一体式内套采样滤芯测得的颗粒物浓度＝(Mn2-Mn1)/V1，为提高精确性，再根据上述所有采样后的一体式内套采样滤芯测得的颗粒物浓度，计算颗粒物浓度的平均值。

[0035] 综上所述，所述颗粒物采样检测装置，在整个测试过程中测试人员无需对强度较差的滤膜进行小心的夹取、安装和拆卸等操作，不需要对颗粒物采样检测装置进行清洗，不仅在测试现场节省了清洗需要的大量高纯试剂，而且也减少了实验室对清洗液的定量计量、干燥和称重操作，节省了大量的清洗和分析工作量，大大提高了测试效率。

[0036] 因此，本发明实施例所公开的所述颗粒物采样检测装置，具有如下优点：

[0037] 1、所述颗粒物采样检测装置为双层锥形嵌套采样装置，采样头护套内的一体化内套采样滤芯无抗风速、抗高温等强度要求，采用低密度超薄材料制造，大大减小了采样滤芯的重量，与现有最接近技术相比，可将一体化内套采样滤芯作为整体称重部件，总质量可控制在15克(g)以内，明显降低了检出限，提高了颗粒物浓度测试的准确度和精密度。

[0038] 2、一体式内套采样滤芯可防止废气中各类污染物对采样装置外表面的吸附和污染，无需进行内、外表面清洗；不仅在测试现场减少了频繁清洗工作，节省了清洗消耗的大量高纯试剂，而且也减少了实验室对清洗液的定量计量、干燥和称重操作，节省了大量的分析工作量，使得颗粒物浓度测试简单易行，大大提高了工作效率。

[0039] 3、外层采样护套设计可使采样装置适用于高温、高湿、高流速废气的测量。

[0040] 4、测试过程免清洗，无需操作人员直接接触或拆装滤膜，降低了对测试人员的实验操作技能要求。

[0041] 5、一次性使用，内套采样滤芯外形简单，易于批量制造，装配使用简单，成本低廉，一次性使用，免清洗，免维护，降低了颗粒物测试成本。

[0042] 最后说明书的是：以上实施例仅用以说明本发明的技术方案，而非对其限制；尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明，本领域的普通技术人员应当理解：其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改，或者对其中部分技术特征进行等同替换；而这些修改或者替换，并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神和范围。

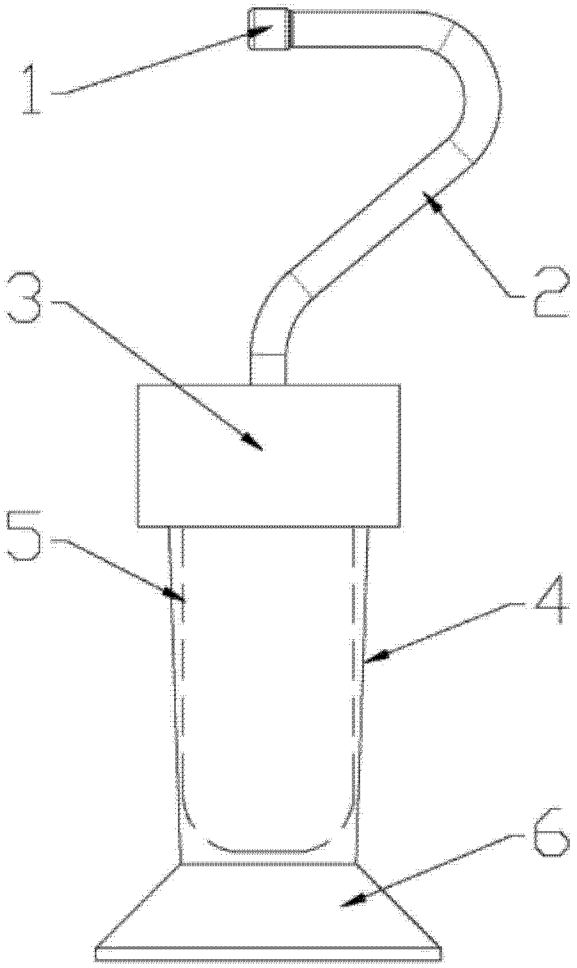


图 1

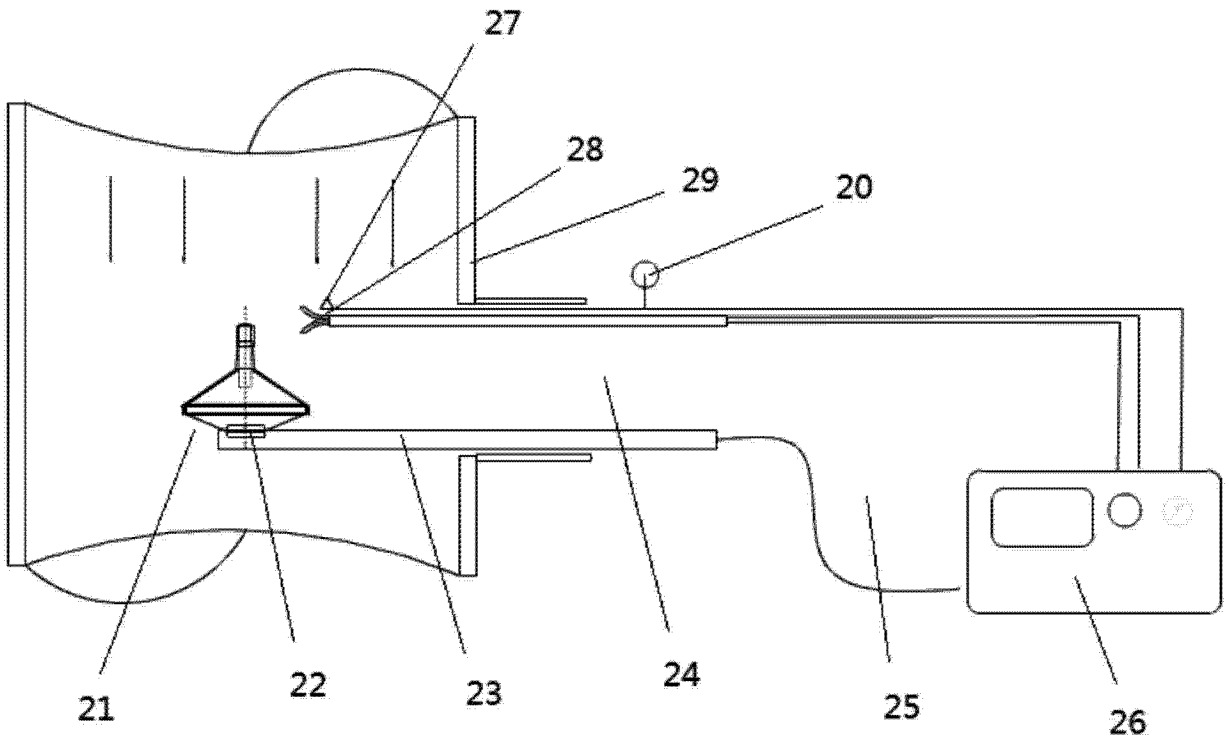


图 2

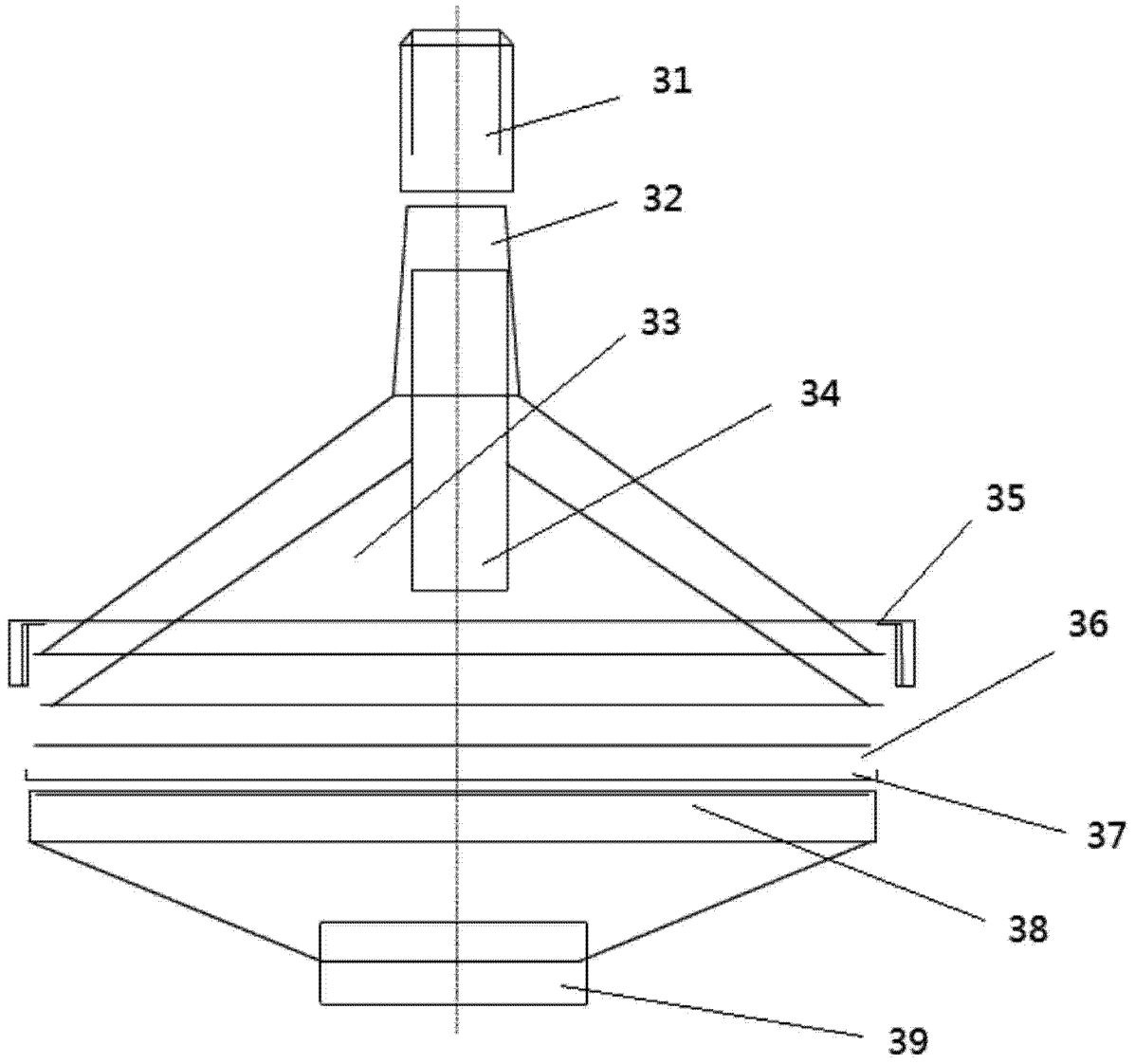


图 3