

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2023 年 3 月 30 日 (30.03.2023)



(10) 国际公布号
WO 2023/044643 A1

(51) 国际专利分类号:
G01N 15/06 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2021/119793

(22) 国际申请日: 2021 年 9 月 23 日 (23.09.2021)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(71) 申请人: 中国科学技术大学 (**UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY OF CHINA**) [CN/CN]; 中国安徽省合肥市金寨路 96 号, Anhui 230026 (CN)。

(72) 发明人: 张和平 (**ZHANG, Heping**); 中国安徽省合肥市金寨路 96 号, Anhui 230026 (CN)。 马伟通 (**MA, Weitong**); 中国安徽省合肥市金寨路 96 号, Anhui 230026 (CN)。 陆松 (**LU, Song**); 中国安徽省合肥市金寨路 96 号, Anhui 230026 (CN)。

(74) 代理人: 北京集佳知识产权代理有限公司 (**UNITALEN ATTORNEYS AT LAW**); 中国北京

市朝阳区建国门外大街 22 号赛特广场 7 层, Beijing 100004 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT,

(54) **Title:** FALLING-TYPE AEROSOL CONCENTRATION SENSOR CALIBRATION TEST APPARATUS AND METHOD

(54) 发明名称: 下落式气溶胶浓度传感器标定测试装置及方法

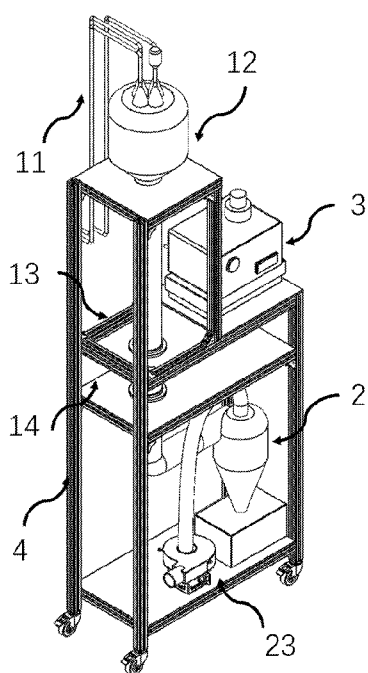


图 1

(57) **Abstract:** A falling-type aerosol concentration sensor calibration test apparatus and a falling-type aerosol concentration sensor calibration test method. The falling-type aerosol concentration sensor calibration test apparatus comprises an aerosol falling pipeline apparatus (1), an aerosol collecting apparatus (2), and an aerosol generation monitoring apparatus (3); the aerosol falling pipeline apparatus (1) comprises a powder and air inlet pipeline (11), an aerosol buffer cavity (12), and a powder and air outlet pipeline (15) that are sequentially arranged in an aerosol flow direction; the aerosol buffer cavity (12) comprises air inlet cavities (121) and an air outlet cavity (122) that are arranged in the aerosol flow direction; the sectional area of each air inlet cavity (121) gradually increases in the aerosol flow direction, and the sectional area of the air outlet cavity (122) gradually decreases in the aerosol flow direction; the aerosol collecting apparatus (2) is connected to the air outlet of the powder and air outlet pipeline (15); and the aerosol generation monitoring apparatus (3) is connected to the aerosol falling pipeline apparatus (1). The present invention can improve the accuracy of the falling-type aerosol concentration test.



RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布：

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要：一种下落式气溶胶浓度传感器标定测试装置及下落式气溶胶浓度传感器标定测试方法，其中，下落式气溶胶浓度传感器标定测试装置包括气溶胶下落管路装置(1)、气溶胶收集装置(2)和气溶胶发生监测装置(3)，气溶胶下落管路装置(1)包括沿气溶胶流向依次设置的进粉进气管路(11)、气溶胶缓冲腔(12)及出粉出气管路(15)，气溶胶缓冲腔(12)包括沿气溶胶流向设置的进气腔(121)和出气腔(122)，进气腔(121)的腔体截面积沿气溶胶流向逐渐增大，出气腔(122)的腔体截面积沿气溶胶流向逐渐减小；气溶胶收集装置(2)与出粉出气管路(15)的出气口连接；气溶胶发生监测装置(3)与气溶胶下落管路装置(1)连接。可提高下落式气溶胶浓度测试的准确性。

下落式气溶胶浓度传感器标定测试装置及方法

技术领域

本发明涉及气溶胶测试标定技术领域，特别涉及一种下落式气溶胶浓度传感器标定测试装置。本发明还涉及一种下落式气溶胶浓度传感器标定测试方法。

背景技术

粉体流动广泛存在于能源、化工、冶金等工业部门，以及气象、航天等各个领域。依据光学原理所研发的各种粉体流动参数检测仪器，因具有测量范围广，实时性强，广泛应用于各行各业和各个地区。在气溶胶浓度检测仪器研发和应用过程中，为使测量结果达到准确性要求，必须进行浓度标定。

在进行气溶胶粉体浓度的标定过程中，气溶胶粉体沿下落管路装置内部管路下落，具体的内部管路通常为内径相同的竖直接管体。气溶胶粉体在竖直接管体内下落时，浓度存在差别，进而导致气溶胶浓度传感器测试准确性较低，影响测试结果。

因此，如何提高下落式气溶胶测试准确性，是本领域技术人员亟待解决的技术问题。

发明内容

本发明的目的是提供一种下落式气溶胶浓度传感器标定测试装置，以提高下落式气溶胶测试准确性。本发明的另一目的是提供一种下落式气溶胶浓度传感器标定测试方法。

为实现上述目的，本发明提供一种下落式气溶胶浓度传感器标定测试装置，包括：

气溶胶下落管路装置，所述气溶胶下落管路装置包括沿气溶胶流向依次设置的进粉进气管路、气溶胶缓冲腔及出粉出气管路，所述气溶胶缓冲腔包括沿气溶胶流向设置的进气腔和出气腔，所述进气腔的腔体截面积沿气溶胶流向逐渐增大，所述出气腔的腔体截面积沿气溶胶流向逐渐减小；

-2-

与所述出粉出气管路的出气口连接的气溶胶收集装置；

与所述气溶胶下落管路装置连接的气溶胶发生监测装置。

5 优选地，所述气溶胶缓冲腔包括连接所述进气腔和所述出气腔的中间扩型腔，所述进气腔和所述出气腔分别与所述中间扩型腔的顶端和底端，沿气溶胶流向，所述中间扩型腔的腔体截面积相同，所述进气腔的进口设有温湿度传感器。

优选地，所述进气腔为多个，多个所述进气腔沿气溶胶流向并列设置。

10 优选地，所述气溶胶下落管路装置还包括测量管路及沿气溶胶流向设置在所述气溶胶缓冲腔和所述出粉出气管路之间的气溶胶下落管路，所述气溶胶缓冲腔和所述出粉出气管路分别位于所述气溶胶下落管路的顶端和底端，所述测量管路安装在所述气溶胶下落管路上。

15 优选地，所述气溶胶缓冲腔包括连接所述进气腔和所述出气腔的中间扩型腔，所述进气腔和所述出气腔分别与所述中间扩型腔的顶端和底端，沿气溶胶流向，所述中间扩型腔的腔体截面积相同，且所述中间扩型腔的内径为所述气溶胶下落管路内径的2倍-4倍。

优选地，所述气溶胶收集装置包括除尘器、气溶胶收集舱和抽风机；所述除尘器的除尘器落粉口与气溶胶收集舱连接；所述除尘器的除尘器出口通过接管与所述抽风机连接。

20 优选地，所述气溶胶发生监测装置包括气溶胶发生器和称重天平，气溶胶发生器水平放置在所述称重天平上。

优选地，所述气溶胶下落管路装置的气溶胶路径腔体内壁防静电设置。

优选地，还包括支撑架，所述气溶胶下落管路装置、气溶胶收集装置和所述气溶胶发生监测装置均安装在所述支撑架上。

一种下落式气溶胶浓度传感器标定测试方法，包括：

25 气溶胶下落管路装置，所述气溶胶下落管路装置包括沿气溶胶流向依次设置的进粉进气管路、气溶胶缓冲腔、出粉出气管路、测量管路及沿气溶胶流向设置在所述气溶胶缓冲腔和所述出粉出气管路之间的气溶胶下落管路，所述气溶胶缓冲腔包括沿气溶胶流向设置的进气腔和出气腔，所述进气腔的腔体截面积沿气溶胶流向逐渐增大，所述出气腔的腔体截面积沿气溶胶流向逐渐减小；

—3—

所述气溶胶缓冲腔和所述出粉出气管路分别位于所述气溶胶下落管路的顶端和底端，所述测量管路安装在所述气溶胶下落管路上；

与所述出粉出气管路的出气口连接的气溶胶收集装置，气溶胶收集装置包括除尘器、气溶胶收集舱和抽风机；所述除尘器的除尘器落粉口与气溶胶收集
5 舱连接；所述除尘器的除尘器出口通过连接管与所述抽风机连接；

与所述气溶胶下落管路装置连接的气溶胶发生监测装置，所述气溶胶发生监测装置包括气溶胶发生器和称重天平，气溶胶发生器水平放置在所述称重天平上；

包括步骤：

10 步骤 A：将洁净空气气源和气溶胶发生器通过导电硅胶软管均分别与进粉进气管路连接；根据所标定气溶胶浓度传感器，选用测量管路，将气溶胶浓度传感器安装在测量管路上；

步骤 B：开启洁净空气气源，调节一定的气体流量，同时开启气溶胶收集装置的抽风机设定相同的气体流量，对气溶胶下落管路装置进行吹扫；

15 步骤 C：调节洁净空气气源气体流量至 Q_{air} ，调节气溶胶发生监测装置的气溶胶发生器内气溶胶气体流量 Q_{powder} ，并通过称重天平，记录气溶胶发生器质量损失速率 M' ，并调节抽风机抽气流量 $Q_m = Q_{\text{air}} + Q_{\text{powder}}$ ；

步骤 D：待气溶胶下落管路装置内充满均匀分散的气溶胶，时间间隔为 ΔT 后，开启气溶胶浓度传感器并对测量值进行记录；以标定装置所发生气溶胶浓
20 度值 $C_m = M' / Q_m$ 为基准，对气溶胶浓度传感器得到的浓度值 C_n 进行标定；

步骤 E：关闭气溶胶发生器；调节洁净空气气源气体流量至 $Q_{\text{air}} = Q_m$ ；对气溶胶下落管路装置进行吹扫；经过预设时间后，关闭洁净空气气源和抽风机，并在气溶胶收集舱内对所收集粉体进行清理。

在上述技术方案中，本发明提供的下落式气溶胶浓度传感器标定测试装置
25 包括气溶胶下落管路装置、气溶胶收集装置和气溶胶发生监测装置，气溶胶下落管路装置包括沿气溶胶流向依次设置的进粉进气管路、气溶胶缓冲腔及出粉出气管路，气溶胶缓冲腔包括沿气溶胶流向设置的进气腔和出气腔，进气腔的腔体截面积沿气溶胶流向逐渐增大，出气腔的腔体截面积沿气溶胶流向逐渐减小；气溶胶收集装置与出粉出气管路的出气口连接；气溶胶发生监测装置与气

溶胶下落管路装置连接。

通过上述描述可知,在本申请提供的下落式气溶胶浓度传感器标定测试装置中,由于气溶胶缓冲腔包括沿气溶胶流向设置的进气腔和出气腔,进气腔的腔体截面积沿气溶胶流向逐渐增大,出气腔的腔体截面积沿气溶胶流向逐渐减小,气溶胶缓冲腔使气溶胶气体得到预先充分混合,所产生的缓冲作用补偿高浓度气溶胶发生器在进行低浓度发生时的不稳定性,进而提高气溶胶浓度测试准确性。

附图说明

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,下面描述中的附图仅仅是本发明的实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据提供的附图获得其他的附图。

图 1 为本发明实施例所提供的下落式气溶胶浓度传感器标定测试装置的结构示意图;

图 2 为本发明实施例所提供的气溶胶下落管路装置的外观图;

图 3 为本发明实施例所提供的气溶胶下落管路装置的俯视图;

图 4 为本发明实施例所提供的气溶胶缓冲腔剖视图;

图 5 为本发明实施例所提供的一种可拆卸测量管段的结构示意图;

图 6 为本发明实施例所提供的另一种可拆卸测量管段的结构示意图;

图 7 为本发明实施例所提供的气溶胶收集装置的结构示意图;

图 8 为本发明实施例所提供的气溶胶发生监测装置的结构示意图;

图 9 为本发明实施例所提供的下落式气溶胶浓度传感器标定测试装置内气溶胶质量随时间的实时变化曲线;

图 10 为本发明实施例所提供的下落式气溶胶浓度传感器标定测试装置光强随时间的实时变化曲线;

图 11 为本发明实施例所提供的气溶胶下落管路装置内气溶胶粉体颗粒扩散数值模拟示意图。

其中图 1-8 中:

—5—

1-气溶胶下落管路装置、11-进粉进气管路、12-气溶胶缓冲腔、13-气溶胶下落管路、14-测量管路、15-出粉出气管路、16-温湿度传感器、121-进气腔、122-出气腔、123-中间扩型腔、141-探头插入式可拆卸测量段、142-探头插入端口、143-收缩式可拆卸测量段、144-上部管段、145-下部管段；

5 2-气溶胶收集装置、21-除尘器、22-气溶胶收集舱、23-抽风机、24-连接管、211-除尘器进口、212-除尘器出口、213-除尘器落粉口；

3-气溶胶发生监测装置、31-气溶胶发生器、32-称重天平；

4-支撑架。

10 具体实施方式

本发明的核心是提供一种下落式气溶胶浓度传感器标定测试装置，以提高下落式气溶胶测试准确性。本发明的另一核心是提供一种下落式气溶胶浓度传感器标定测试方法。

15 为了使本领域的技术人员更好地理解本发明的技术方案，下面结合附图和实施方式对本发明作进一步的详细说明。

请参考图 1 至图 10。

20 在一种具体实施方式中，本发明具体实施例提供的下落式气溶胶浓度传感器标定测试装置包括气溶胶下落管路装置 1、气溶胶收集装置 2 和气溶胶发生监测装置 3，气溶胶下落管路装置 1 包括沿气溶胶流向依次设置的进粉进气管路 11、气溶胶缓冲腔 12 及出粉出气管路 15。

气溶胶缓冲腔 12 包括沿气溶胶流向设置的进气腔 121 和出气腔 122，进气腔 121 的腔体截面积沿气溶胶流向逐渐增大，出气腔 122 的腔体截面积沿气溶胶流向逐渐减小。具体的，气溶胶缓冲腔 12 的内腔可以呈向进口和出口方向渐缩的锥形结构。

25 气溶胶收集装置 2 与出粉出气管路 15 的出气口连接；气溶胶发生监测装置 3 与气溶胶下落管路装置 1 连接。

为了便于整体组装移动，优选，该下落式气溶胶浓度传感器标定测试装置还包括支撑架 4，气溶胶下落管路装置 1、气溶胶收集装置 2 和气溶胶发生监测装置 3 均安装在支撑架 4 上。具体的，气溶胶发生监测装置 3 与气溶胶下落

—6—

管路装置 1 上部连接；气溶胶下落管路装置 1 下部与气溶胶收集装置 2 连接；气溶胶下落管路装置 1 竖直固定安装在装置支撑架 4 上。

具体的，支撑架 4 可以为塑料架，为了提高支撑强度，支撑架 4 可以为金属件，具体可采用铝型材进行组装拼接，支撑架 4 的底部优选设有行走轮，置
5 整体的移动，具体的，行走轮上设有刹车装置，避免进行试验时，支撑架 4 移动。

通过上述描述可知，在本申请具体实施例所提供的下落式气溶胶浓度传感器标定测试装置中，由于气溶胶缓冲腔 12 包括沿气溶胶流向设置的进气腔 121
10 和出气腔 122，进气腔 121 的腔体截面沿气溶胶流向逐渐增大，出气腔 122 的腔体截面沿气溶胶流向逐渐减小，气溶胶缓冲腔 12 使气溶胶气体得到预先充分混合，所产生的缓冲作用补偿高浓度气溶胶发生器 31 在进行低浓度发生时的不稳定性，进而提高下落式气溶胶浓度测试的准确性。

在一种具体实施方式中，气溶胶缓冲腔 12 包括连接进气腔 121 和出气腔 122 的中间扩型腔 123，进气腔 121 和出气腔 122 分别与中间扩型腔 123 的顶端
15 和底端，沿气溶胶流向，中间扩型腔 123 的腔体截面相同，进气腔 121 的进口设有温湿度传感器 16。具体的，进气腔 121 和出气腔 122 的内腔可以均为圆锥形腔体，中间扩型腔 123 可以为圆柱型腔体。

进粉进气管路 11 可以为圆柱型管路，竖直固定安装在支撑架 4 上。

在一种具体实施方式中，进气腔 121 为多个，多个进气腔 121 沿气溶胶流
20 向并列设置。即进气腔 121 的出口均与中间扩型腔 123 连接。

在一种具体实施方式中，气溶胶下落管路装置 1 还包括测量管路 14 及沿气溶胶流向设置在气溶胶缓冲腔 12 和出粉出气管路 15 之间的气溶胶下落管路 13，气溶胶缓冲腔 12 和出粉出气管路 15 分别位于气溶胶下落管路 13 的顶端
25 和底端，测量管路 14 安装在气溶胶下落管路 13 上，优选，测量管路 14 与气溶胶下落管路 13 可拆卸连接。具体的，优选，气溶胶下落管路 13 为垂直下落管段，即气溶胶下落管路 13 内腔轴线大致垂直于水平面。

在具体组装时，进粉进气管路 11 安装在气溶胶缓冲腔 12 上部，同进气腔 121 相连接；温湿度传感器 16 安装在气溶胶缓冲腔 12 上部，同进气腔 121 连接；气溶胶缓冲腔 12 安装在气溶胶下落管路 13 上部，通过出气腔 122 与气溶

-7-

胶下落管路 13 上部连接, 气溶胶下落管路 13 下部与测量管路 14 上部连接, 测量管路 14 下部与出粉出气管路 15 上部连接。

在一种具体实施方式中, 中间扩型腔 123 的内径为气溶胶下落管路 13 内径的 2 倍-4 倍。具体的, 气溶胶下落管路 13 为竖直圆柱形管体结构。中间扩型腔 123 内径为 30cm, 气溶胶下落管路 13 内径为 8cm。

气溶胶缓冲腔 12 数量为 2-6 个, 在一些实施例中, 进气腔 121 数量为 4 个, 并且均匀分布在中心点位置, 即进气腔 121 以中间扩型腔 123 顶部中心为圆心周向均匀分布。

优选, 气溶胶下落管路装置 1 的气溶胶路径腔体内壁防静电设置。具体的, 进粉进气管路 11、气溶胶缓冲腔 12、气溶胶下落管路 13 和出粉出气管路 15 均采用表面光滑的不锈钢材料制成, 并进行防静电处理。在一些实施例中, 进粉进气管路 11、气溶胶缓冲腔 12、气溶胶下落管路 13 和出粉出气管路 15 均采用 316L 不锈钢制成, 壁厚为相同, 具体可以为 2mm。

测量管路 14 的管壁优选选用透明材料制成, 测量管路 14 的管壁优选均采用石英制成。测量管路 14 高度在气溶胶下落管路 13 高度的 1/12-1/10 之间。气溶胶下落管路 13 可根据气溶胶浓度传感器的不同进行特殊设计, 在一些实施例中, 如图 5 所述, 当测量管路 14 上安装的浓度探头插入式结构, 测量管路 14 的管路包括探头插入式可拆卸测量段 141 及安装在探头插入式可拆卸测量段 141 上的探头插入端口 142。测量管路 14 的管路可以为分体式设置, 上部管段和下部管段隔离设置, 测量光线穿过测量管路 14 的上部管段 144 和测量管路 14 的下部管段 145 隔离位置处, 通过光信号变化测量此处气溶胶浓度, 测量气溶胶溶度。具体的, 测量管路 14 的管路。如图 6 所示, 测量管路 14 的管路为收缩式可拆卸测量段 143, 具体上部管段 144 为上部收缩管段, 下部管段 145 为位于上部收缩管段的出口正下方的下部渐开管段, 具体的, 上部收缩管段的出气端沿气体流动方向截面积渐缩, 优选由上至下投影时, 上部收缩管段出口投影位置下部渐开管段进口投影范围内, 具体的, 下部渐开管段内腔可以为圆柱形空腔结构。当收缩式可拆卸测量段采用喷嘴型结构设计能够约束颗粒流动轨迹, 能够有效避免测量管路 14 上气溶胶浓度传感器测量过程镜头污染的问题。

对于测量管路 14 上气溶胶浓度传感器的测量探头通过探头插入端口 142 安装在测量管路 14 上, 进行标定测试实验。

在一些实施例中, 对气溶胶气体在气溶胶下落管路装置 1 内的流动过程进行数值模拟, 进气腔 121 通入球形颗粒, 粒径大小为 $1\mu\text{m}$, 颗粒质量流量为 0.04g/s 。可以从图 11 中看出缓冲腔结构对于气溶胶粉体预先混合缓冲作用明显, 在进入垂直下落管段和可拆卸测量段颗粒初速度较小, 分布较为均匀。

在一种具体实施方式中, 气溶胶收集装置 2 包括除尘器 21、气溶胶收集舱 22 和抽风机 23; 除尘器 21 的除尘器落粉口 213 与气溶胶收集舱 22 连接; 除尘器 21 的除尘器出口 212 通过连接管 24 与抽风机 23 连接。具体的, 为了便于组装, 连接管 24 优选为软管。

在一种具体实施方式中, 气溶胶发生监测装置 3 包括气溶胶发生器 31 和称重天平 32, 气溶胶发生器 31 水平放置在称重天平 32 上。在具体工作时, 气溶胶发生器 31 水平放置在称重天平 32 上。在一些实施例中, 气溶胶发生器 31 可以使用德国 PALAS 生产的 BEG 1000 型号。该装置能够以最高水平的计量恒定性扩散质量流量, 该型号气溶胶发生器 31 的给料速率为 100g/h - 6000g/h 。在一些实施例中, 如下图 9 给出了标定测试质量随时间的实时变化曲线, 由图中可以看出质量损失速率为 0.057g/s , 气体流量为 40.83L/min , 气溶胶浓度则为 84.3g/m^3 。图 10 给出了测试过程中, 基于消光法的气溶胶浓度传感器光强值的变化, 可以从图中看出, 气溶胶浓度均匀与之对应的光强值变化较为稳定。

本申请提供的一种下落式气溶胶浓度传感器标定测试方法, 具体包括上述下落式气溶胶浓度传感器标定测试装置, 包括步骤:

步骤 A: 将洁净空气气源和气溶胶发生器 31 通过导电硅胶软管均分别与进粉进气管路 11 连接; 根据所标定气溶胶浓度传感器, 选用测量管路 14, 将气溶胶浓度传感器安装在测量管路 14 的管路上。

步骤 B: 开启洁净空气气源, 调节一定的气体流量, 同时开启气溶胶收集装置 2 的抽风机 23 设定相同的气体流量, 对气溶胶下落管路装置 1 进行吹扫;

步骤 C: 调节洁净空气气源气体流量至 Q_{air} , 调节气溶胶发生监测装置 3 的气溶胶发生器 31 内气溶胶气体流量 Q_{powder} , 并通过称重天平 32, 记录气溶

-9-

胶发生器 31 质量损失速率 M' ，并调节抽风机 23 抽气流量 $Q_m = Q_{air} + Q_{powder}$ ；

步骤 D：待气溶胶下落管路装置 1 内充满均匀分散的气溶胶，时间间隔为 ΔT 后，开启气溶胶浓度传感器并对测量值进行记录；以标定装置所发生气溶胶浓度值 $C_m = M'/Q_m$ 为基准，对气溶胶浓度传感器得到的浓度值 C_n 进行标定；

5 步骤 E：关闭气溶胶发生器 31；调节洁净空气气源气体流量至 $Q_{air} = Q_m$ 。对气溶胶下落管路装置 1 进行吹扫；经过预设时间后，关闭洁净空气气源和抽风机 23，并在气溶胶收集舱 22 内对所收集粉体进行清理。

气溶胶下落管路装置 1 内充满均匀分散的气溶胶的时间 ΔT 确定方法为：
气溶胶下落管路装置 1 内腔体积为 V ，进气气流通入时间 t ，从进粉进气管路
10 11 进入气溶胶下落管路装置 1 进气气流总流量为 Q_{in} ，进气气流平均浓度为 $C_{in} = M'/Q_{in}$ ，从出粉出气管路 15 流出气溶胶下落管路装置 1 出气气流总流量为 Q_{out} ，出气气流平均浓度为 C_{out} 。在气溶胶下落管路装置 1 为常压状态，且不存在管路壁面沾染粉体情况下，可知 $Q_{in} = Q_{out}$ 。当进气气流通入时间 $t < V/Q_{in}$ 时，进气气流平均浓度与出气气流平均浓度关系为 $C_{in} > C_{out}$ ，当开启进气气流通入时间 $t \geq V/Q_{in}$ 时，进气气流平均浓度与出气气流平均浓度关系为 $C_{in} = C_{out}$ 。
15 即气溶胶下落管路装置 1 内充满均匀分散的气溶胶的时间 $\Delta T = V/Q_{in}$ 。通常情况下，导电硅胶软管内仍会存在少量气溶胶沾染情况，因此实际测试过程中气溶胶下落管路装置 1 内充满均匀分散的气溶胶的时间 $\Delta T' = 3\Delta T$ 。

本说明书中各个实施例采用递进的方式描述，每个实施例重点说明的都是
20 与其他实施例的不同之处，各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。

对所公开的实施例的上述说明，使本领域专业技术人员能够实现或使用本发明。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的，本文中所定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下，在其它实施例中实现。因此，本发明将不会被限制于本文所示的这些实施例，而
25 是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

权 利 要 求

1、一种下落式气溶胶浓度传感器标定测试装置，其特征在于，包括：

5 气溶胶下落管路装置（1），所述气溶胶下落管路装置（1）包括沿气溶胶流向依次设置的进粉进气管路（11）、气溶胶缓冲腔（12）及出粉出气管路（15），所述气溶胶缓冲腔（12）包括沿气溶胶流向设置的进气腔（121）和出气腔（122），所述进气腔（121）的腔体截面积沿气溶胶流向逐渐增大，所述出气腔（122）的腔体截面积沿气溶胶流向逐渐减小；

与所述出粉出气管路（15）的出气口连接的气溶胶收集装置（2）；

10 与所述气溶胶下落管路装置（1）连接的气溶胶发生监测装置（3）。

2、根据权利要求1所述的下落式气溶胶浓度传感器标定测试装置，其特征在于，所述气溶胶缓冲腔（12）包括连接所述进气腔（121）和所述出气腔（122）的中间扩型腔（123），所述进气腔（121）和所述出气腔（122）分别与
15 所述中间扩型腔（123）的顶端和底端，沿气溶胶流向，所述中间扩型腔（123）的腔体截面积相同，所述进气腔（121）的进口设有温湿度传感器（16）。

3、根据权利要求1所述的下落式气溶胶浓度传感器标定测试装置，其特征在于，所述进气腔（121）为多个，多个所述进气腔（121）沿气溶胶流向并列设置。

4、根据权利要求1所述的下落式气溶胶浓度传感器标定测试装置，其特征在于，所述气溶胶下落管路装置（1）还包括测量管路（14）及沿气溶胶流向设置在所述气溶胶缓冲腔（12）和所述出粉出气管路（15）之间的气溶胶下落管路（13），所述气溶胶缓冲腔（12）和所述出粉出气管路（15）分别位于
20 所述气溶胶下落管路（13）的顶端和底端，所述测量管路（14）安装在所述气溶胶下落管路（13）上。

25 5、根据权利要求4所述的下落式气溶胶浓度传感器标定测试装置，其特征在于，所述气溶胶缓冲腔（12）包括连接所述进气腔（121）和所述出气腔（122）的中间扩型腔（123），所述进气腔（121）和所述出气腔（122）分别与所述中间扩型腔（123）的顶端和底端，沿气溶胶流向，所述中间扩型腔（123）的腔体截面积相同，且所述中间扩型腔（123）的内径为所述气溶胶下落管路

(13) 内径的 2 倍-4 倍。

6、根据权利要求 1 所述的下落式气溶胶浓度传感器标定测试装置，其特征在于，所述气溶胶收集装置 (2) 包括除尘器 (21)、气溶胶收集舱 (22) 和抽风机 (23)；所述除尘器 (21) 的除尘器落粉口 (213) 与气溶胶收集舱 (22) 连接；所述除尘器 (21) 的除尘器出口 (212) 通过连接管 (24) 与所述抽风机 (23) 连接。

7、根据权利要求 1 所述的下落式气溶胶浓度传感器标定测试装置，其特征在于，所述气溶胶发生监测装置 (3) 包括气溶胶发生器 (31) 和称重天平 (32)，气溶胶发生器 (31) 水平放置在所述称重天平 (32) 上。

8、根据权利要求 1 所述的下落式气溶胶浓度传感器标定测试装置，其特征在于，所述气溶胶下落管路装置 (1) 的气溶胶路径腔体内壁防静电设置。

9、根据权利要求 1-8 中任一项所述的下落式气溶胶浓度传感器标定测试装置，其特征在于，还包括支撑架 (4)，所述气溶胶下落管路装置 (1)、气溶胶收集装置 (2) 和所述气溶胶发生监测装置 (3) 均安装在所述支撑架 (4) 上。

10、一种下落式气溶胶浓度传感器标定测试方法，其特征在于，包括：

气溶胶下落管路装置 (1)，所述气溶胶下落管路装置 (1) 包括沿气溶胶流向依次设置的进粉进气管路 (11)、气溶胶缓冲腔 (12)、出粉出气管路 (15)、测量管路 (14) 及沿气溶胶流向设置在所述气溶胶缓冲腔 (12) 和所述出粉出气管路 (15) 之间的气溶胶下落管路 (13)，所述气溶胶缓冲腔 (12) 包括沿气溶胶流向设置的进气腔 (121) 和出气腔 (122)，所述进气腔 (121) 的腔体截面积沿气溶胶流向逐渐增大，所述出气腔 (122) 的腔体截面积沿气溶胶流向逐渐减小；所述气溶胶缓冲腔 (12) 和所述出粉出气管路 (15) 分别位于所述气溶胶下落管路 (13) 的顶端和底端，所述测量管路 (14) 安装在所述气溶胶下落管路 (13) 上；

与所述出粉出气管路 (15) 的出气口连接的气溶胶收集装置 (2)，气溶胶收集装置 (2) 包括除尘器 (21)、气溶胶收集舱 (22) 和抽风机 (23)；所述除尘器 (21) 的除尘器落粉口 (213) 与气溶胶收集舱 (22) 连接；所述除尘器 (21) 的除尘器出口 (212) 通过连接管 (24) 与所述抽风机 (23) 连接；

-12-

与所述气溶胶下落管路装置(1)连接的气溶胶发生监测装置(3),所述气溶胶发生监测装置(3)包括气溶胶发生器(31)和称重天平(32),气溶胶发生器(31)水平放置在所述称重天平(32)上;

包括步骤:

- 5 步骤 A: 将洁净空气气源和气溶胶发生器(31)通过导电硅胶软管均分别与进粉进气管路(11)连接;根据所标定气溶胶浓度传感器,选用测量管路(14),将气溶胶浓度传感器安装在测量管路(14)上;
- 步骤 B: 开启洁净空气气源,调节一定的气体流量,同时开启气溶胶收集装置(2)的抽风机(23)设定相同的气体流量,对气溶胶下落管路装置(1)
- 10 进行吹扫;
- 步骤 C: 调节洁净空气气源气体流量至 Q_{air} ,调节气溶胶发生监测装置(3)的气溶胶发生器(31)内气溶胶气体流量 Q_{powder} ,并通过称重天平(32),记录气溶胶发生器(31)质量损失速率 M' ,并调节抽风机(23)抽气流量 $Q_m = Q_{\text{air}} + Q_{\text{powder}}$;
- 15 步骤 D: 待气溶胶下落管路装置(1)内充满均匀分散的气溶胶,时间间隔为 ΔT 后,开启气溶胶浓度传感器并对测量值进行记录;以标定装置所发生气溶胶浓度值 $C_m = M'/Q_m$ 为基准,对气溶胶浓度传感器得到的浓度值 C_n 进行标定;
- 步骤 E: 关闭气溶胶发生器(31);调节洁净空气气源气体流量至 $Q_{\text{air}} = Q_m$;
- 20 对气溶胶下落管路装置(1)进行吹扫;经过预设时间后,关闭洁净空气气源和抽风机(23),并在气溶胶收集舱(22)内对所收集粉体进行清理。

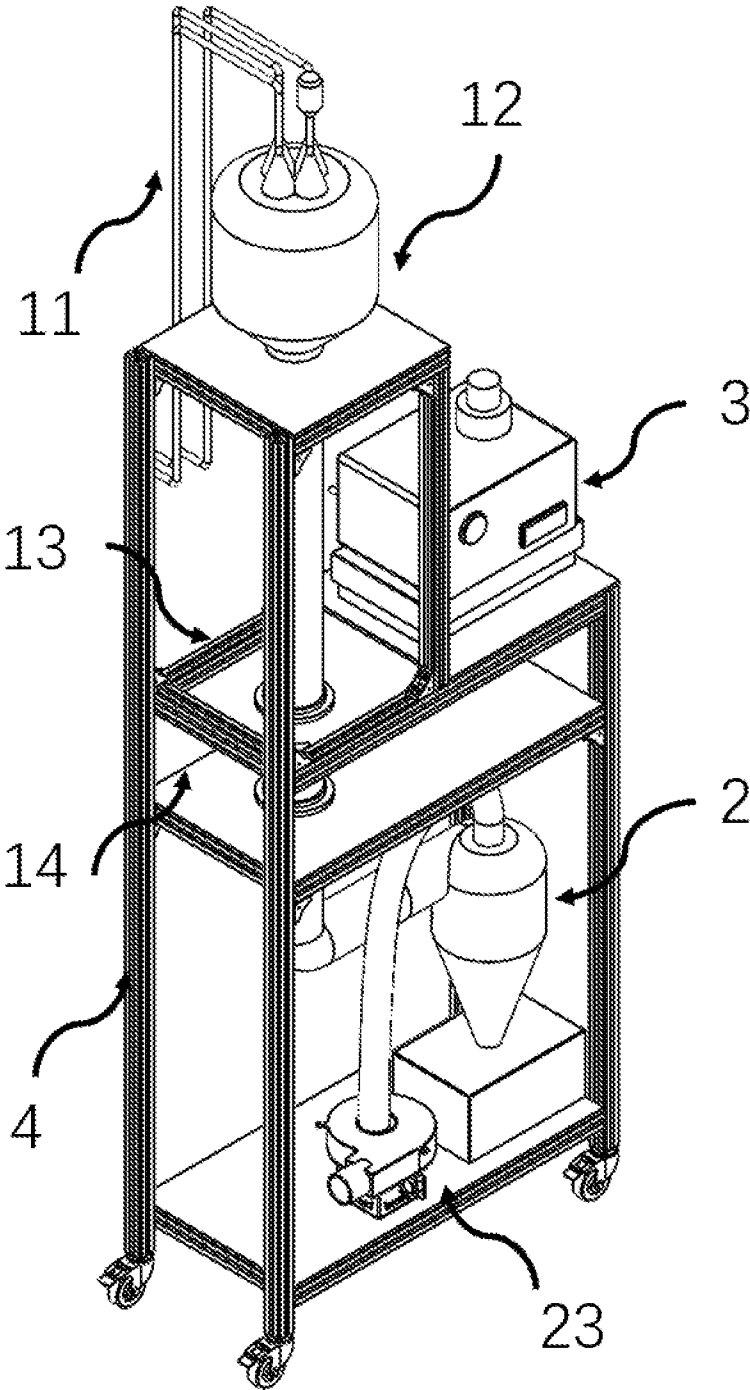


图 1

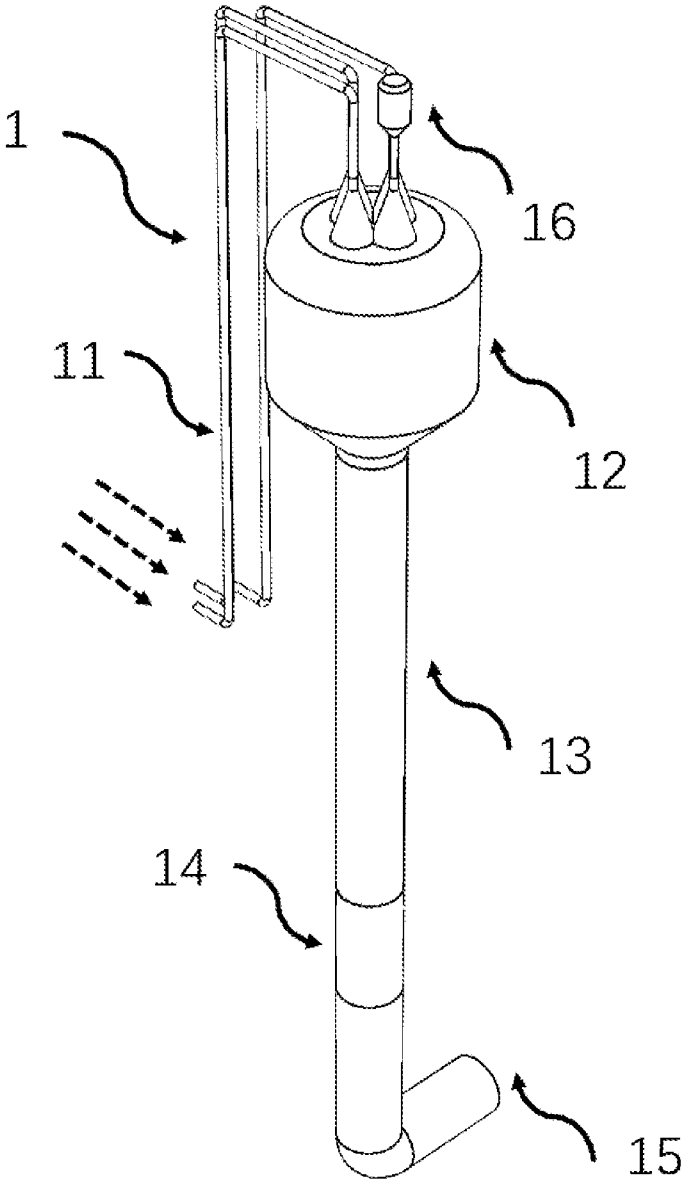


图 2

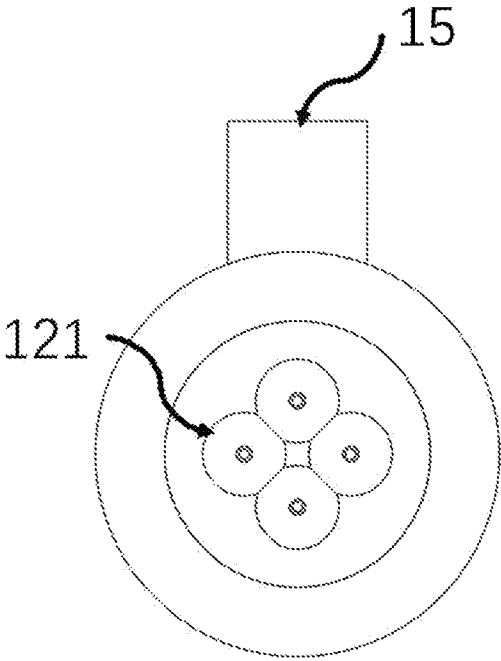


图 3

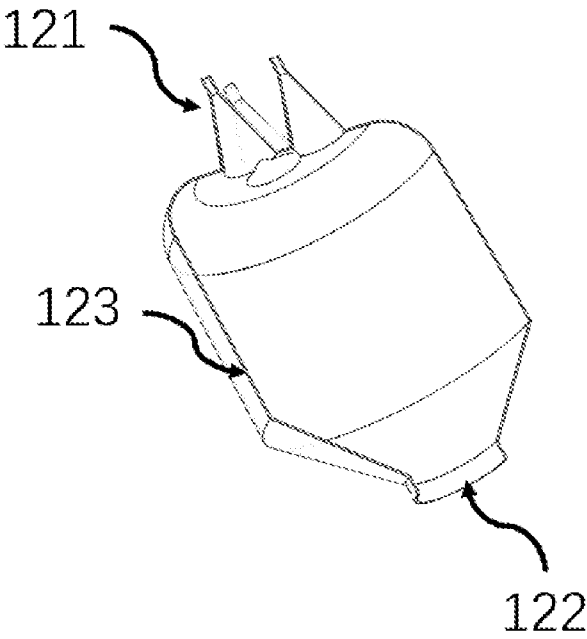


图 4

—4/8—

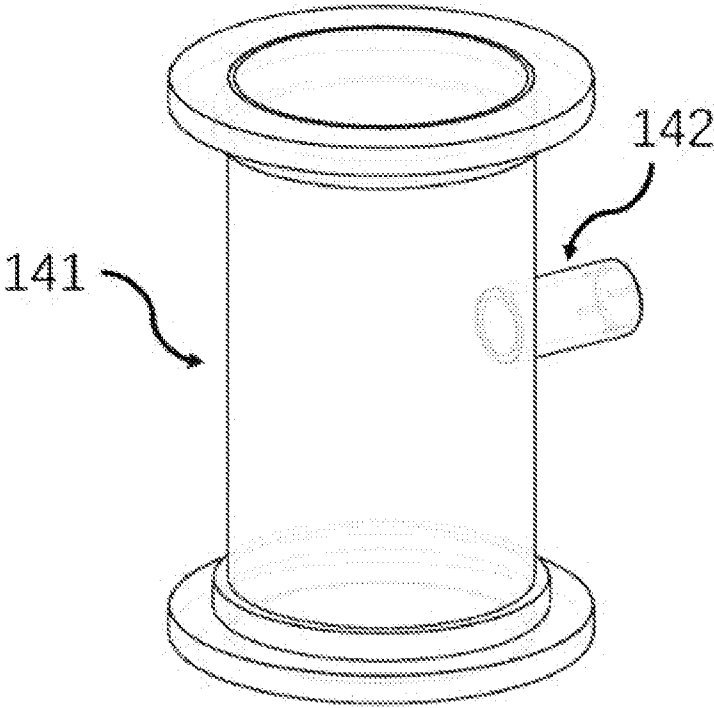


图 5

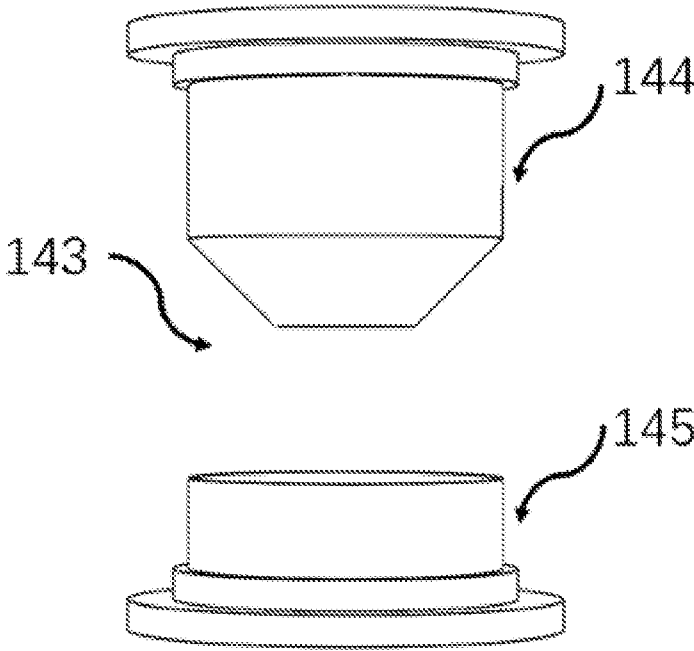


图 6

—5/8—

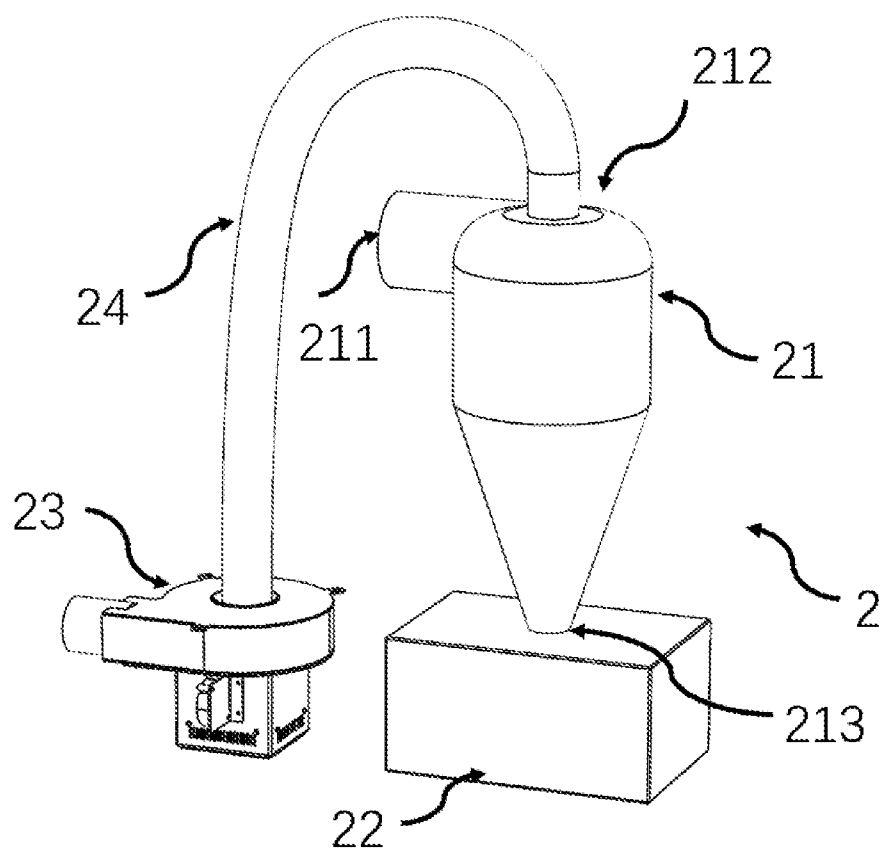


图 7

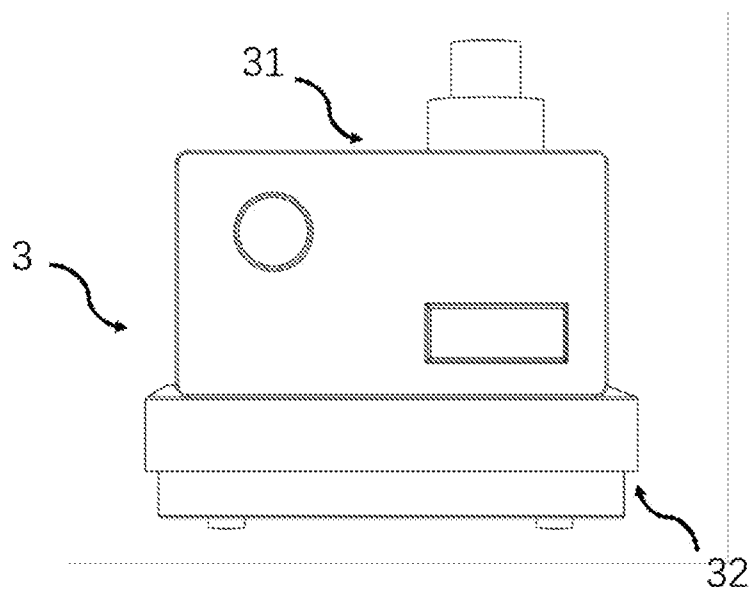


图 8

—6/8—

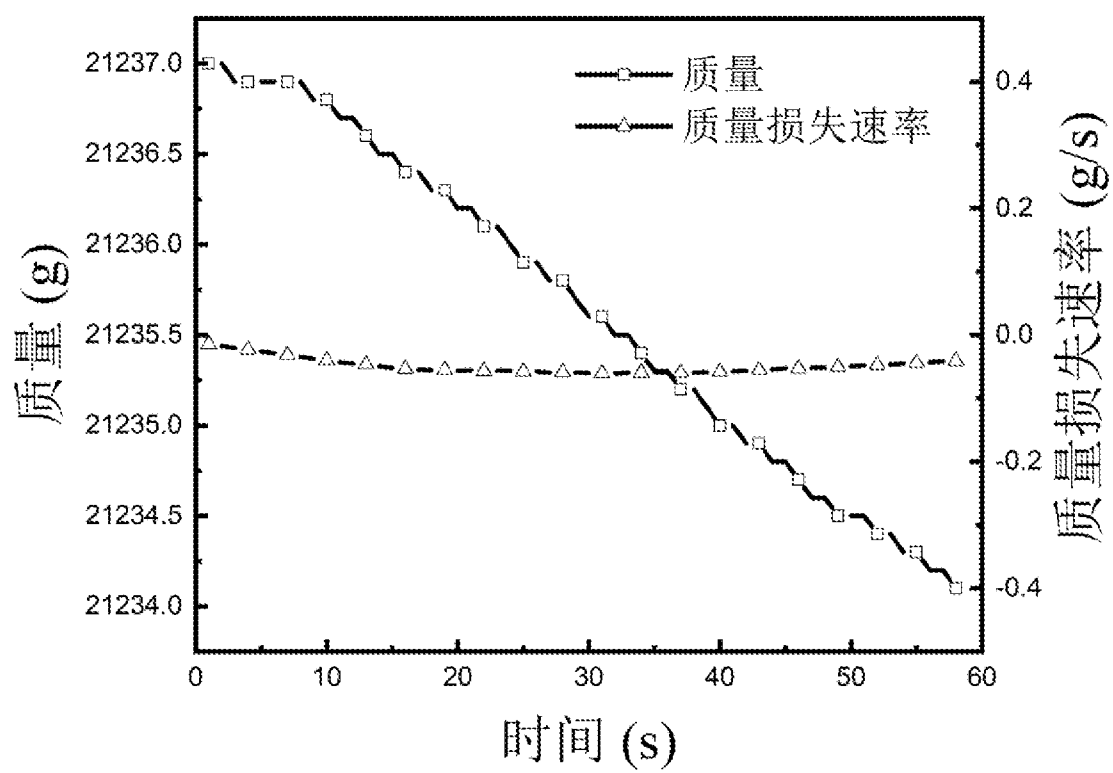


图 9

—7/8—

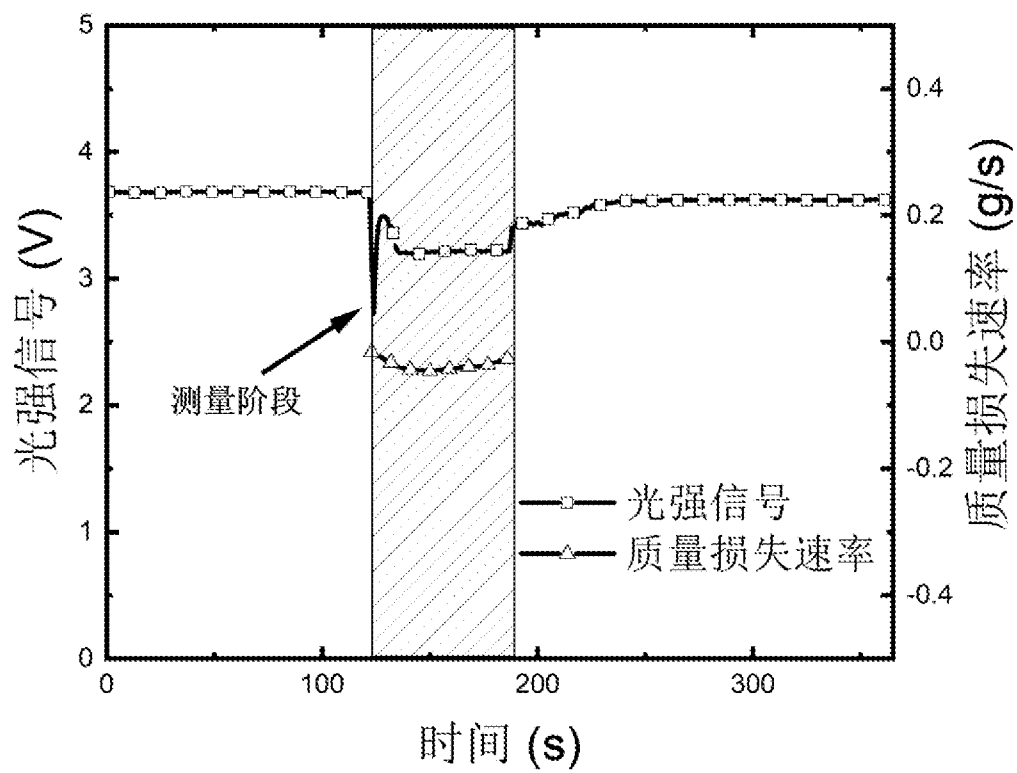


图 10

—8/8—

Solution Time 11 (s)

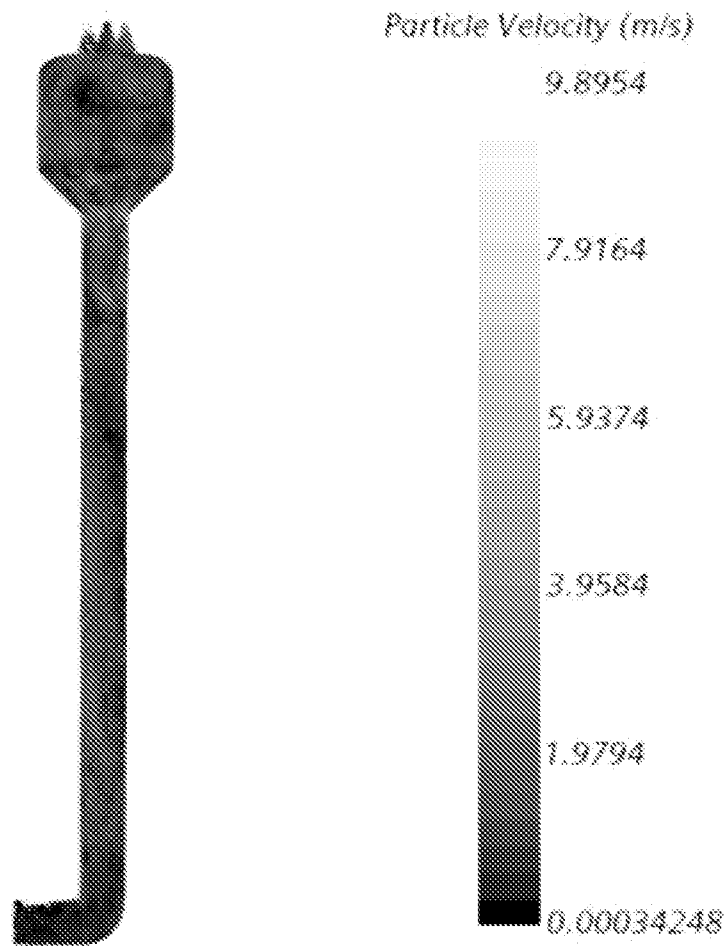


图 11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/119793

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N 15/06(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01N 15

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNTEXT; WPABSC; WPABS; ENTXT; CJFD; DWPI; ENTXTC; VEN: 气溶胶, 大气微粒, 悬浮微粒, 霾, 气悬胶, 氣溶膠, 氣懸膠, 氣膠, 粉, 尘, PM, aerosol, gasoloid, airosol, particulat+, particle?, haze, dust, stive, (gas w suspension w colloid), mist, smog, 校正, 标定, 校验, 校对, 定标, 校核, 检校, 校准, Calibrat+, adjust+, standardiz+, correct+, verif+, check+, 混匀, 混和, 分散, 搅匀, 均化, 混料, 缓冲, 均匀, 导流, 锥, mix+, blend+, buffer+, disper+, uniform+, cone, taper, conical, 腔, 室, 盒, 筒, 仓, 舱, 箱, 管, 罐, flask, container, room, vessel, receptacle, tank+, box, cavity, barrel, cartridge, storehouse, cabin, bin, tube, jar

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 111965083 A (QINGDAO INSTITUTE OF MEASUREMENT TECHNOLOGY) 20 November 2020 (2020-11-20) description, paragraphs [0025]-[0044], and figure 1	1-3, 8
Y	CN 111965083 A (QINGDAO INSTITUTE OF MEASUREMENT TECHNOLOGY) 20 November 2020 (2020-11-20) description, paragraphs [0025]-[0044], and figure 1	4-7, 9-10
Y	CN 112304835 A (UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY OF CHINA) 02 February 2021 (2021-02-02) description, paragraphs [0007]-[0046], and figures 1-6	1-10
Y	CN 204649518 U (FUJIAN METROLOGY INSTITUTE) 16 September 2015 (2015-09-16) description, paragraphs [0015]-[0023], and figures 1-2	1-10
Y	CN 111982784 A (CHINA NATIONAL ENVIRONMENTAL MONITORING CENTRE et al.) 24 November 2020 (2020-11-24) description, paragraphs [0025]-[0026], and figures 1-2	1-10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
 “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 “&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

01 June 2022

Date of mailing of the international search report

13 June 2022

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing
100088, China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/119793**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 108499382 A (BEIJING INSTITUTE OF METROLOGY) 07 September 2018 (2018-09-07) description, paragraphs [0041]-[0053], and figures 1-2	1-10
A	JP H08304262 A (HITACHI ELECTRONICS ENGINEERING CO., LTD.) 22 November 1996 (1996-11-22) entire document	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2021/119793

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)		Publication date (day/month/year)
CN	111965083	A	20 November 2020	CN	212459311 U	02 February 2021
CN	112304835	A	02 February 2021	CN	214472572 U	22 October 2021
CN	204649518	U	16 September 2015	None		
CN	111982784	A	24 November 2020	None		
CN	108499382	A	07 September 2018	CN	208786188 U	26 April 2019
JP	H08304262	A	22 November 1996	None		

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2021/119793

A. 主题的分类

G01N 15/06 (2006.01) i

按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号)

G01N 15

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用))

CNXTX;WPABSC;WPABS;ENTXT;CJFD;DWPI;ENTXTC;VEN:气溶胶, 大气微粒, 悬浮微粒, 霾, 气悬胶, 氣溶膠, 氣懸膠, 氣膠, 粉, 尘, PM, aerosol, gasoloid, airoso, particulat+, particle?, haze, dust, stive, (gas w suspension w co-lloid), mist, smog, 校正, 标定, 校验, 校对, 定标, 校核, 检校, 校准, Calibrat+, adjust+, standardiz+, correct+, verif+, check+, 混匀, 混和, 分散, 搅匀, 均化, 混料, 缓冲, 均匀, 导流, 锥, mix+, blend+, buffer+, disper+, uniform+, cone, taper, conical, 腔, 室, 盒, 筒, 仓, 舱, 箱, 管, 罐, flask, container, room, vessel, receptacle, tank+, box, cavity, barrel, cartridge, storehouse, cabin, bin, tube, jar

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
X	CN 111965083 A (青岛市计量技术研究院) 2020年11月20日 (2020 - 11 - 20) 说明书[0025]-[0044]段, 图1	1-3, 8
Y	CN 111965083 A (青岛市计量技术研究院) 2020年11月20日 (2020 - 11 - 20) 说明书[0025]-[0044]段, 图1	4-7, 9-10
Y	CN 112304835 A (中国科学技术大学) 2021年2月2日 (2021 - 02 - 02) 说明书[0007]-[0046]段, 图1-6	1-10
Y	CN 204649518 U (福建省计量科学研究院) 2015年9月16日 (2015 - 09 - 16) 说明书[0015]-[0023]段, 图1-2	1-10
Y	CN 111982784 A (中国环境监测总站等) 2020年11月24日 (2020 - 11 - 24) 说明书[0025]-[0026]段, 图1-2	1-10
Y	CN 108499382 A (北京市计量检测科学研究院) 2018年9月7日 (2018 - 09 - 07) 说明书[0041]-[0053]段, 图1-2	1-10

☒ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2022年6月1日

国际检索报告邮寄日期

2022年6月13日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局 (ISA/CN)

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

授权官员

黄艳

电话号码 (86-10)62089914

国际检索报告

国际申请号	
-------	--

PCT/CN2021/119793

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
A	JP H08304262 A (HITACHI ELECTR ENG) 1996年11月22日 (1996 - 11 - 22) 全文	1-10

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2021/119793

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	111965083	A	2020年11月20日	CN 212459311 U	2021年2月2日
CN	112304835	A	2021年2月2日	CN 214472572 U	2021年10月22日
CN	204649518	U	2015年9月16日	无	
CN	111982784	A	2020年11月24日	无	
CN	108499382	A	2018年9月7日	CN 208786188 U	2019年4月26日
JP	H08304262	A	1996年11月22日	无	