



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109323893 A

(43)申请公布日 2019.02.12

(21)申请号 201811136720.5

(22)申请日 2018.09.28

(71)申请人 暨南大学

地址 510632 广东省广州市天河区黄埔大道西601号

(72)发明人 马楠 程雅芳 苏杭 谢林宏
朱绍文

(74)专利代理机构 广州市华学知识产权代理有限公司 44245

代理人 陈燕娴

(51)Int.Cl.

G01N 1/22(2006.01)

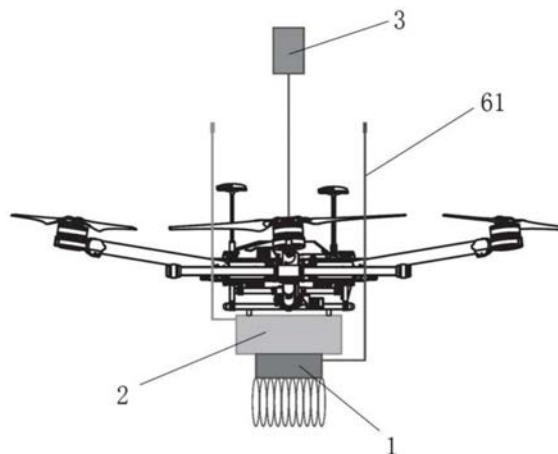
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

(54)发明名称

适用于无人机或系留汽艇的气溶胶采样袋、装置及方法

(57)摘要

本发明公开了适用于无人机或系留汽艇观测的气溶胶采样袋、装置及方法,该采样装置包括采样器和安装于采样器上的自动充气式采样袋,采样器包括进气管路、电磁阀、排空装置以及控制器;进气管路包括进气口、干燥器、进气主路和多个进气支路,每个进气支路上依次连接有电磁阀和自动充气式采样袋;电磁阀设于自动充气式采样袋的进气口处;排空装置用于在自动充气式采样袋采样前冲刷进气主路;控制器用于接收地面控制设备的控制信息并控制排空装置和电磁阀完成气溶胶采样。该采样装置可应用于无人机或系留汽艇,自动采集多个高度的气溶胶样本,然后运输回地面供不同颗粒物检测仪器进行后续分析。采样装置结构简单、成本低、重量轻,易推广使用。



1. 自动充气式采样袋,其特征在于,所述采样袋包括袋体和弹性支架,所述袋体的内壁面的材质为导电材料,所述弹性支架置于所述袋体内或袋体外或封装于袋体膜中,所述弹性支架在袋体充气前呈压缩状态,袋体充气后呈舒展状态。

2. 根据权利要求1所述的自动充气式采样袋,其特征在于,所述弹性支架固定于袋体外侧,为单个弹性支架,或由多个弹性支架组合而成。

3. 根据权利要求1所述的自动充气式采样袋,其特征在于,所述袋体为多层复合膜,所述弹性支架封装于所述多层复合膜之间。

4. 根据权利要求1所述的自动充气式采样袋,其特征在于,所述弹性支架置于袋体内,为一个弹性支架或多个弹性支架组合而成。

5. 根据权利要求4所述的自动充气式采样袋,其特征在于,所述弹性支架由两个钢丝支架组合而成。

6. 根据权利要求1至5任一项所述的自动充气式采样袋,其特征在于,所述弹性支架由0.5毫米至2毫米直径的不锈钢丝制成。

7. 使用权利要求1至6任一项所述的自动充气式采样袋的适用于无人机或系留汽艇的气溶胶采样装置,其特征在于,所述装置包括采样器和安装于所述采样器上的自动充气式采样袋,所述采样器包括进气管路、电磁阀、排空装置以及控制器;所述进气管路包括进气主路和多个进气支路,每个所述进气支路上依次连接有电磁阀和自动充气式采样袋;所述电磁阀设于所述自动充气式采样袋的进气口处;所述排空装置用于在自动充气式采样袋采样前冲刷所述进气主路;所述控制器用于接收地面控制设备的控制信息并控制所述电磁阀和排空装置完成气溶胶采样。

8. 根据权利要求7所述的适用于无人机或系留汽艇的气溶胶采样装置,其特征在于,在所述进气主路的进口端处设有气溶胶干燥器,所述气溶胶干燥器使气溶胶样本相对湿度降到40%以下。

9. 根据权利要求7所述的适用于无人机或系留汽艇的气溶胶采样装置,其特征在于,所述排空装置包括排空管路、隔膜泵以及电磁阀,所述排空管路与所述进气主路末端连接,所述隔膜泵置于所述排空管路和所述进气主路的连接处,所述电磁阀设置在所述排空管路上。

10. 适用于无人机或系留汽艇的气溶胶采样方法,其特征在于,包括如下步骤:

在地面准备阶段,将自动充气式采样袋固定在采样器上,使用氮气反复冲刷自动充气式采样袋,冲刷结束后抽空自动充气式采样袋内的空气;

将无人机放飞,无人机上升到预设的最大高度,从预设的最大高度下降过程中进行气溶胶采样;

无人机到达指定采样高度后悬停,打开排空装置冲刷进气主路,然后关闭排空装置,打开与指定自动充气式采样袋相连接的电磁阀,自动充气式采样袋充气采样,采样完成后关闭对应的电磁阀;

无人机到达其他高度完成气溶胶采样。

适用于无人机或系留汽艇的气溶胶采样袋、装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及大气环境监测技术领域,特别涉及适用于无人机或系留汽艇的气溶胶采样袋、装置及方法。

背景技术

[0002] 气溶胶是最主要的大气污染物,一方面会导致雾霾等环境问题,另一方面会影响区域和全球气候,因此气溶胶相关的研究是当前大气环境科学领域的热点,而气溶胶理化特性实地观测是这些研究的基础。当前对于气溶胶理化特性的观测主要集中在地面,而越来越多的研究发现,气溶胶在垂直方向上的分布是不均匀的,不均匀性不仅体现在浓度的垂直变化,也包括化学成分、相态、形态和混合态(气溶胶不同成分的混合方式)等特性的垂直变化。

[0003] 传统的气溶胶垂直观测手段包括遥感观测、飞机观测和固定平台观测。遥感观测包括卫星和地面激光雷达等,可以得到浓度和光学特性等的垂直分布,但误差较大,垂直分辨率较低,且无法得到气溶胶化学成分和混合态等信息。飞机平台可以搭载多种气溶胶理化特性在线监测仪器,对气溶胶理化特性的三维空间分布进行在线观测,但飞机平台观测成本极高,且受航空管制等因素限制较大,因此适用范围非常有限。固定平台观测借助专门的观测铁塔或超高层建筑物,在不同高度设置观测站,从而得到气溶胶特性的高度分布信息。固定平台观测不受天气条件和设备质量的限制,可长时间开展连续观测,但垂直分辨率较低,每个高度都需要有独立一套仪器,观测成本较大,且受铁塔和建筑物高度限制,最高观测高度一般在400米以下。

[0004] 无人机和系留汽艇等小型化平台可以搭载一些在线观测仪器,以较低成本进行气溶胶垂直观测,但这两个平台有效载荷一般在10千克以内,因此只能搭载一些便捷式设备,进行基本的浓度观测(气溶胶理化特性在线观测仪器重量一般在几十到几百公斤)。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于克服现有技术的缺陷和不足,提供一种适用于无人机或系留汽艇的气溶胶采样袋,该采样袋为自动充气式,内置或外置的弹性支架压缩后形成负压,采集环境中的气溶胶样品,这种轻量化的采样容器,与传统的金属容器采样设备相比重量有量级上的减轻。

[0006] 本发明的另一目的在于提供一种适用于无人机或系留汽艇的气溶胶采样装置,该采样装置可应用于无人机或系留汽艇,在飞行过程中自动采集多个高度的气溶胶样本,然后运输回地面供颗粒物检测仪器进行后续分析。采样装置结构简单、成本低、重量轻,易推广使用。

[0007] 本发明的另一目的在于提供一种适用于无人机或系留汽艇的气溶胶采样方法,该方法利用无人机或系留汽艇搭载气溶胶采样装置,可采集不同高度的气溶胶样本。

[0008] 本发明的目的可以通过如下技术方案实现:自动充气式采样袋,所述采样袋包括

袋体和弹性支架,所述袋体的内壁面材质为导电材料,所述弹性支架置于所述袋体内或袋体外或封装于袋体膜中,所述弹性支架在袋体充气前呈压缩状态,袋体充气后呈舒展状态。

[0009] 作为优选的技术方案,所述弹性支架固定于袋体外侧,为单个圆环或椭圆环弹性支架,或由多个圆环或椭圆环弹性支架组合而成。

[0010] 作为优选的技术方案,所述袋体为多层复合膜,所述弹性支架封装于所述多层复合膜之间。

[0011] 作为优选的技术方案,所述弹性支架置于袋体内,为一个弹性支架或多个弹性支架组合而成。

[0012] 作为优选的技术方案,所述弹性支架由两个长方形钢丝支架组合而成或两个半圆形钢丝支架组合而成。

[0013] 作为优选的技术方案,所述弹性支架由0.5毫米至2毫米直径的不锈钢丝制成。

[0014] 本发明的另一目的可以通过如下技术方案实现:适用于无人机或系留汽艇的气溶胶采样装置,所述装置包括采样器和安装于所述采样器上的自动充气式采样袋,所述采样器包括进气管路、电磁阀、排空装置以及控制器;所述进气管路包括进气主路和多个进气支路,每个所述进气支路上依次连接有电磁阀和自动充气式采样袋;所述电磁阀设于所述自动充气式采样袋的进气口处;所述排空装置用于每个充气式采样袋采样前冲刷所述进气主路;所述控制器用于接收地面控制设备的控制信息并控制所述电磁阀和排空装置完成气溶胶采样。

[0015] 作为优选的技术方案,在所述进气主路的进口端处设有气溶胶干燥器,所述气溶胶干燥器使气溶胶样本相对湿度降到40%以下。

[0016] 作为优选的技术方案,所述排空装置包括排空管路、隔膜泵以及电磁阀,所述排空管路与所述进气主路末端连接,所述隔膜泵置于所述排空管路和所述进气主路的连接处,所述电磁阀设置在所述排空管路上。

[0017] 本发明的另一目的可以通过如下技术方案实现:适用于无人机或系留汽艇的气溶胶采样方法,包括如下步骤:将自动充气式采样袋固定在采样器上,使用氮气反复冲刷自动充气式采样袋,冲刷结束后抽空自动充气式采样袋内的空气;将无人机放飞,无人机上升到预设的最大高度,从预设的最大高度下降过程中进行气溶胶采样;无人机到达指定采样高度后悬停,打开排空装置冲刷进气主路,然后关闭排空装置,打开与指定自动充气式采样袋相连接的电磁阀,自动充气式采样袋充气采样,采样完成后关闭对应的电磁阀;无人机到达其他高度完成气溶胶采样。

[0018] 本发明与现有技术相比,具有如下优点和有益效果:

[0019] 1、气溶胶采样对管路内损失非常敏感,因此无法像气体采样那样采用隔膜泵灌注方式,本发明提供的自动充气式采样袋通过内置或外置的弹性支架形成负压,采集环境中的气溶胶样品,这种轻量化的采样容器,与传统金属容器气溶胶采样设备相比重量有量级上的减轻,适用于无人机或系留汽艇。

[0020] 2、常用的无人机和系留汽艇平台载荷一般在2-10千克,本发明提供的气溶胶采样装置全部采用轻量化设计,在10路采样的情况下,总重量在3千克以内。

附图说明

- [0021] 图1是本发明实施例中气溶胶采样装置安装于无人机上的示意图。
- [0022] 图2是本发明实施例中气溶胶采样装置的结构图。
- [0023] 图3是本发明实施例一中弹性支架呈压缩状态时充气式采样袋的结构图。
- [0024] 图4是本发明实施例一中弹性支架呈舒展状态时充气式采样袋的结构图。
- [0025] 图5是本发明实施例一中弹性支架的结构图。
- [0026] 图6是本发明实施例二中弹性支架置于袋体外侧的结构图。
- [0027] 图7是本发明实施例中充气式采样袋内不同粒径颗粒物损失率曲线图。
- [0028] 附图说明:1:气溶胶采样装置,2:气溶胶在线测量模块,3:探空仪,4:采样器,5:自动充气式采样袋,61:进气主路,62:进气支路,7:电磁阀,8:气溶胶干燥器,9:控制器,10:排空管路,11:隔膜泵,12:袋体,13:弹性支架,14:进气口,15:连接处

具体实施方式

[0029] 下面结合实施例及附图对本发明作进一步详细的描述,但本发明的实施方式不限于此。

[0030] 如图1所示,本发明实施例中提供了一种适用于无人机或系留汽艇的气溶胶采样装置。无人机上方安装有探空仪3,无人机正下方安装有气溶胶在线测量模块2,气溶胶采样装置1固定于气溶胶在线测量模块2下方,气溶胶采样装置1的进气主路61伸出无人机上方的50厘米处,以避免无人机旋翼气流影响。

[0031] 如图2所示,气溶胶采样装置1包括采样器4和安装于采样器上的若干个自动充气式采样袋5。采样器包括进气管路、电磁阀7、气溶胶干燥器8、排空装置以及控制器9。进气管路是可导电的钢管或导电黑胶管,具备导电性能。进气管路包括进气主路61和10个进气支路62。每个进气支路62上依次连接有电磁阀7和自动充气式采样袋5。电磁阀7设于自动充气式采样袋5的进气口14处。

[0032] 气溶胶干燥器8设置在进气主路61的进口端处,气溶胶干燥器8使气溶胶样本相对湿度降到40%以下,以便于自动充气式采样袋5内气溶胶损失的后续订正。

[0033] 排空装置包括排空管路10、隔膜泵11以及电磁阀7,排空管路10与进气主路61末端连接,隔膜泵11设置于排空管路10和进气主路61的连接处。电磁阀7设置在排空管路10上。无人机到达每个高度时,自动充气式采样袋5采集气溶胶样本前,先开启排空管路10上的隔膜泵11和相邻的电磁阀7,使该高度的空气冲刷进气主路61,避免其他高度的大气气溶胶对该高度的样本采集产生影响。

[0034] 控制器9用于接收地面控制设备的控制信息,当无人机到达某个高度时,控制排空装置冲刷进气主路61,冲刷完进气主路61后,控制指定的自动充气式采样袋5对应的电磁阀7打开,自动充气式采样袋5内或外的弹性支架13由于弹性作用舒展,使得采样袋撑开,采样袋内产生负压,完成气溶胶采样。

[0035] 实施例一

[0036] 自动充气式采样袋5包括袋体12和弹性支架13,弹性支架13可以设置于袋体12内部,也可以设置于袋体12外侧。如图3、4、5所示,弹性支架13设置于袋体12内侧,为一个弹性支架或多个弹性支架组合而成。袋体12由铝箔复合膜制成,内壁面的材质为铝箔,可减少气

溶胶在内壁表面的静电吸附,增加气溶胶采集数量。袋体12的外壁面材质为聚乙烯(PE)塑料膜。自动充气式采样袋5的容积为2-5升。

[0037] 弹性支架13的设计必须保证有足够的弹力,另外还需要尽可能轻,表面积总和尽可能小。普通的压力弹簧太重不适用。本发明采用的弹性支架由0.5毫米至2毫米厚的304不锈钢弹簧钢丝加工而成。如图5所示,弹性支架可以设计为两个长方形钢丝支架组合而成、两个半圆形钢丝支架组合而成等。

[0038] 在将自动充气式采样袋5安装于采样器4上之后,需要打开与自动充气式采样袋相连的电磁阀7,然后在进气主路连接高纯度氮气冲刷自动充气式采样袋5,最后抽空袋内空气。将袋内空气抽空之后,关闭与自动充气式采样袋相连的电磁阀7,此时弹性支架13被挤压成一个平面(如图3所示),无人机在指定高度采样时,与指定的自动充气式采样袋5连接的电磁阀7的阀门打开,弹性支架13在弹性作用下撑起采样袋形成负压(如图4所示),从而使气溶胶样品进入自动充气式采样袋5。

[0039] 实施例二

[0040] 如图6所示,本实施例中自动充气式采样袋5包括袋体12和弹性支架13,弹性支架13由两个圆环形的弹性支架13组合而成,两个圆环形的弹性支架13呈交叉,支架13与袋体12通过热压、胶粘等方式进行连接,支架13与袋体12的连接处15如图6所示。

[0041] 实施例三

[0042] 袋体12可以是多层复合膜,弹性支架13可封装在多层复合膜之间,形成内置的骨架,在袋体12充气前弹性支架13呈压缩状态,在袋体12充气后弹性支架13呈舒展状态。

[0043] 气溶胶采样对于采样系统内的损失非常敏感,气溶胶在隔膜泵中会有大量损失,因此无法像气体采样那样采用隔膜泵灌注的方式。以往的气溶胶采样一般采用预先抽真空的金属容器,此类设备体积重量都较大,无法在无人机、系留汽艇等平台使用。本发明提供的自动充气式采样袋5内侧或外侧预置弹性支架形成负压,从而保证采样容器的轻量化,与金属容器采样设备相比重量有量级上的减轻,使无人机气溶胶采样成为可能。

[0044] 使用本发明实施例中提供的气溶胶自动采样装置进行气溶胶采样的流程是:1.地面准备阶段,将自动充气式采样袋连接到采样器上,打开与采样袋相连接的电磁阀,在进气主路上连接高纯氮气,反复冲刷自动充气式采样袋,从而对自动充气式采样袋进行清洁,将袋内污染物冲出;在冲刷完自动充气式采样袋后,将袋内空气抽空,然后关闭和采样袋相连的电磁阀。2.采样准备工作结束后,将无人机放飞,使无人机先爬升到预设最大高度(1km-2km),然后在无人机下降过程中进行采样,以减少采集好的样品在空中的停留时间,减少袋内气溶胶损失。3.无人机到达指定采样高度后悬停,先利用排空装置冲刷进气主路,然后关闭排空装置,打开与指定采样袋相连接的电磁阀,自动充气式采样袋充气采样,采样完成后关闭与其相连接的电磁阀。4.无人机到达其他高度,同样的先冲刷进气主路,再采集该高度下的气溶胶样本。5.待全部采样袋收集完成后,无人机降落。

[0045] 无人机降落后,立即利用地面观测站的SP-AMS(黑碳气溶胶质谱仪)和SP2(单颗粒黑碳光度计)等设备对不同高度气溶胶样品进行分析,以得到黑碳质量谱分布、混合态和包裹层化学成分的垂直分布信息,同时无人机降落后也需进行维护,包括更换电池、更换采样袋等。

[0046] 目前常用的无人机和系留汽艇平台载荷一般在2-10千克,本发明中的气溶胶采样

装置全部采用轻量化设计,在使用10个自动充气式采样袋的情况下,总重量在3千克以内,在无人机和系留汽艇的承载范围内。

[0047] 气溶胶样本在自动充气式采样袋中会有散逸和沉降损失,无人机从开始采样到落地面卸载自动充气式采样袋进行分析大约需要20分钟左右。图7展示了对于两种充气式采样袋(2升和5升),理论计算的不同粒径气溶胶颗粒物在自动充气式采样袋中停留不同时间后的剩余比例。可以看到,对于400纳米(SP2对于混合态测量的粒径上限)颗粒物,在2升充气式采样袋中停留20分钟后剩余接近40%,在5升充气式采样袋中剩余50%,都满足后续分析需要。事实上,因为混合态和化学成分为单颗粒物化特性,因此在颗粒物浓度充足的情况下,颗粒物在采样袋中的损失并不会影响测量准确性。

[0048] 以上所述实施例仅表达了本发明的几种实施方式,其描述较为具体和详细,但不能因此而理解为对本发明专利范围的限制。应当指出的是,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本发明的保护范围。因此,本发明专利的保护范围应以所附权利要求为准。

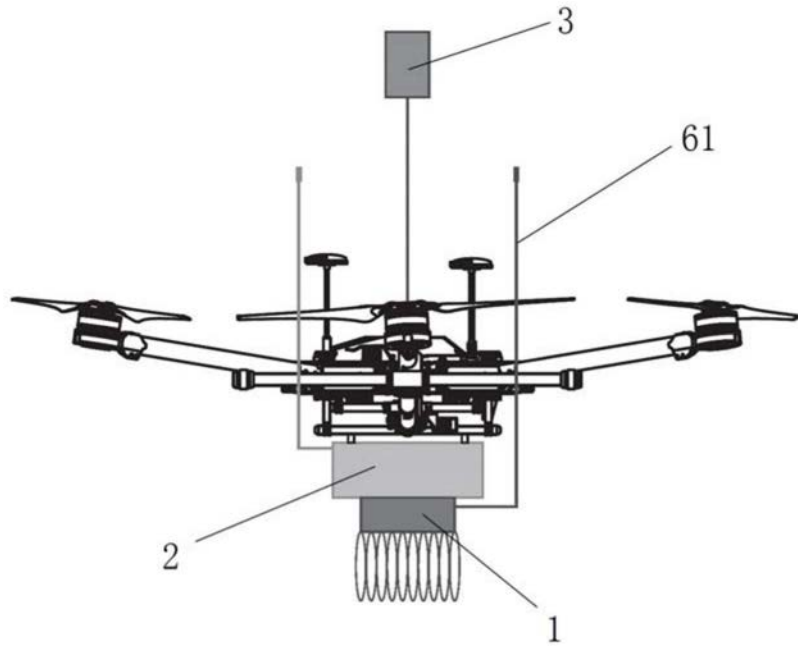


图1

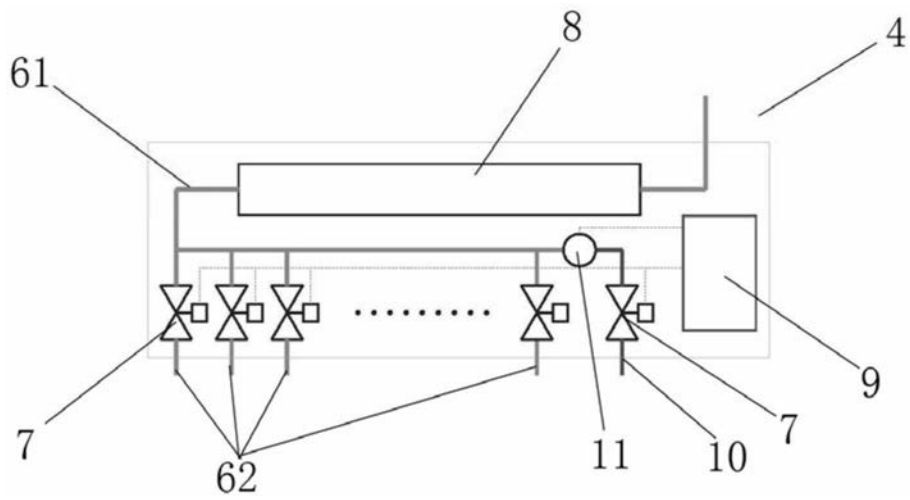


图2

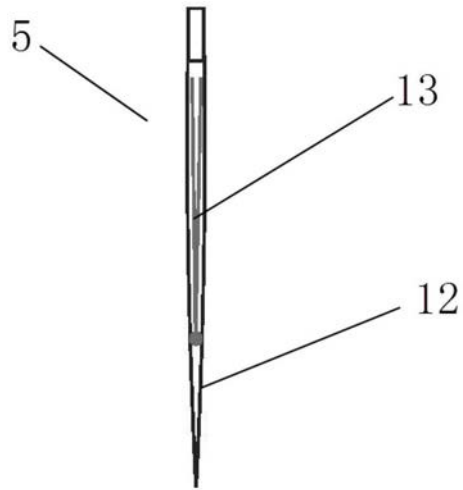


图3

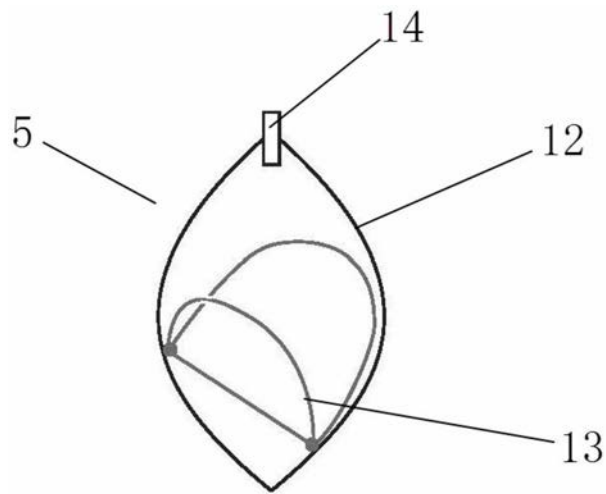


图4

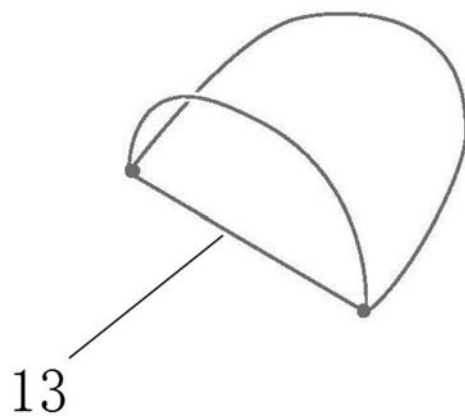


图5

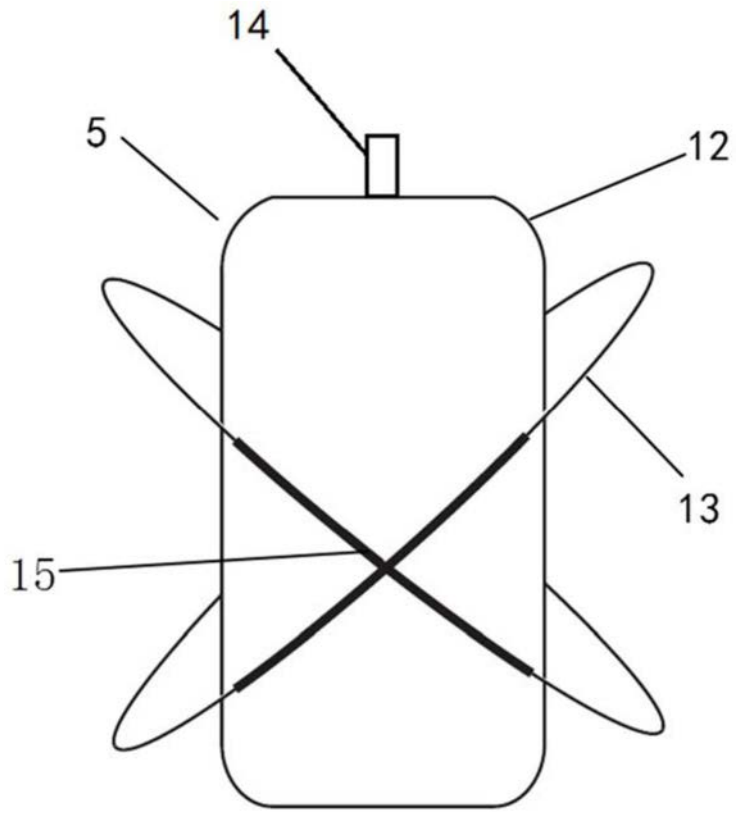


图6

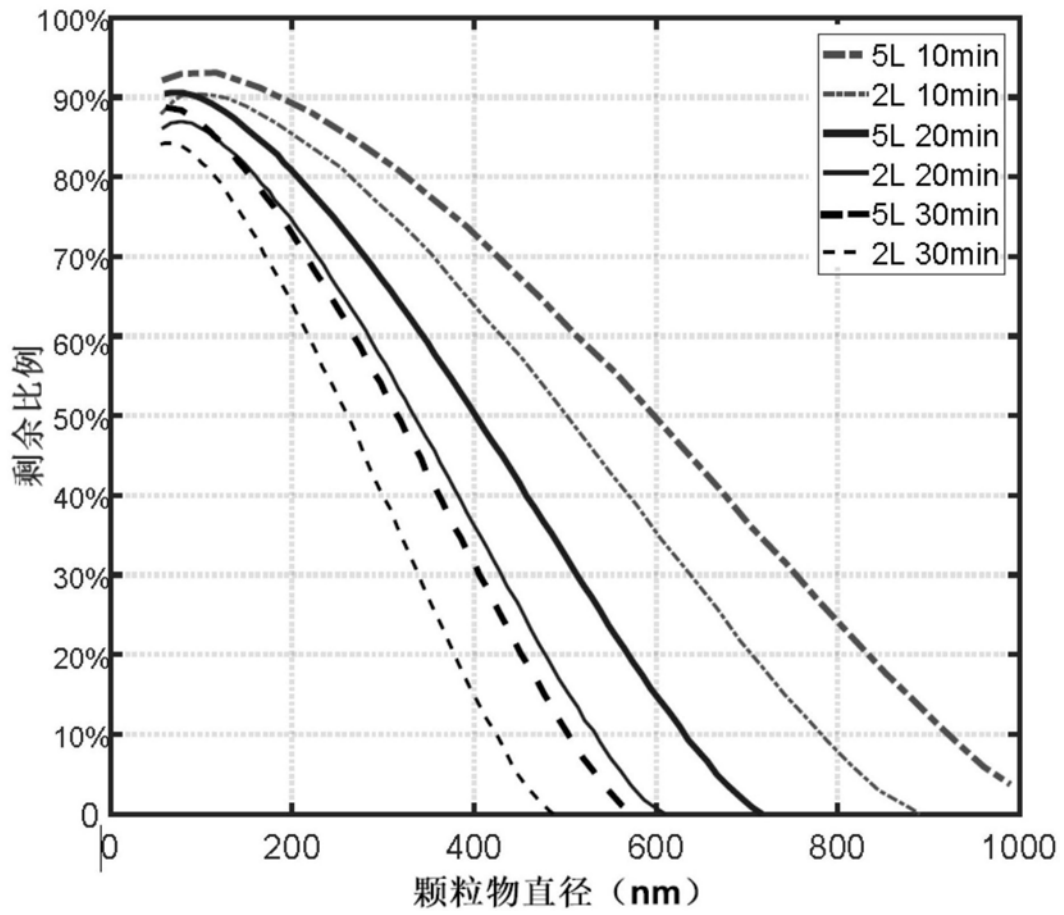


图7