



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104634717 B

(45)授权公告日 2017.06.13

(21)申请号 201510073992.5

(22)申请日 2015.02.12

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 104634717 A

(43)申请公布日 2015.05.20

(73)专利权人 同济大学  
地址 200092 上海市杨浦区四平路1239号

(72)发明人 徐斌 龚宇 吴娅

(74)专利代理机构 上海正旦专利代理有限公司  
31200

代理人 张磊

(51)Int.Cl.  
G01N 15/08(2006.01)

(56)对比文件

CN 101299037 A,2008.11.05,全文.

EP 2383568 A1,2011.04.02,全文.

CN 202837151 U,2013.03.27,全文.

CN 201811907 U,2011.04.27,全文.

吴金辉 等.医用面罩材料空气微生物过滤效率标准测试方法与装置的研究.《中国医院感染学杂志》.2009,第19卷(第9期),第1021-1035页.

审查员 赵利利

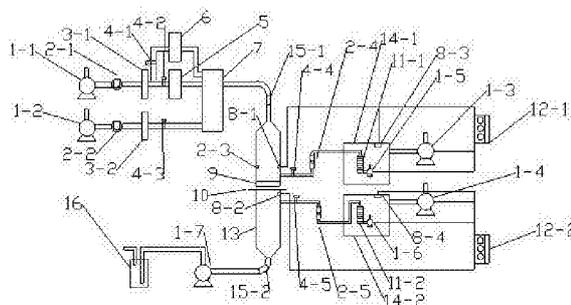
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54)发明名称

一种微生物气溶胶过滤材料检测装置及其使用方法

(57)摘要

本发明涉及一种微生物气溶胶过滤材料检测装置及其使用方法,本发明分为四个系统:净化系统、微生物配制系统、微生物采集系统和检测流量控制系统。净化系统由阀门、消毒气体发生器和净化瓶构成;微生物配置系统由风机、流量计、高效过滤器、微生物气溶胶发生器和气溶胶混匀室组成;微生物采集系统由过滤材料夹具、固定旋钮、伸缩管、流量计、阀门、六级撞击式微生物采样器、封闭箱、压力计、和风机组成;检测流量控制系统由风机、流量计、不锈钢通风管和控制面板构成。本发明用于解决在检测微生物过滤材料时,由于空气流速引起压力不稳,而难以准确对微生物进行有效采集并检测的技术障碍。



1. 一种微生物气溶胶过滤材料检测装置,分为四个系统:净化系统、微生物气溶胶配制系统、微生物采集系统和检测流量控制系统,其特征在于:净化系统由第一阀门(4-1)、消毒气体发生器(6)和净化瓶(16)构成;微生物配置系统由第一风机(1-1)、第二风机(1-2)、第一流量计(2-1)、第二流量计(2-2)、第一高效过滤器(3-1)、第二高效过滤器(3-2)、第二阀门(4-2)、第三阀门(4-3)、微生物气溶胶发生器(5)和气溶胶混匀室(7)组成;微生物采集系统由过滤材料夹具(10)、固定旋钮开关(9)、第一伸缩管(15-1)、第二伸缩管(15-2)、第四流量计(2-4)、第五流量计(2-5)、第四阀门(4-4)、第五阀门(4-5)、第一六级撞击式微生物采样器(11-1)、第二六级撞击式微生物采样器(11-2)、第一封闭箱(14-1)、第二封闭箱(14-2)、第一压力计(8-1)、第二压力计(8-2)、第三压力计(8-3)、第四压力计(8-4)、第五风机(1-5)和第六风机(1-6)组成;检测流量控制系统由第三风机(1-3)、第四风机(1-4)、第七风机(1-7)、第三流量计(2-3)、不锈钢通风管(13)、第一控制面板(12-1)和第二控制面板(12-2)构成;

第一风机(1-1)、第一流量计(2-1)和第一高效过滤器(3-1)依次通过管道连接,第一高效过滤器(3-1)出口分为两路,一路通过第一阀门(4-1)连接消毒气体发生器(6),另一路通过第二阀门(4-2)连接微生物气溶胶发生器(5),所述消毒气体发生器(6)和微生物气溶胶发生器(5)分别连接气溶胶混匀室(7);第二风机(1-2)、第二流量计(2-2)、第二高效过滤器(3-2)和第三阀门(4-3)依次通过管道连接气溶胶混匀室(7),不锈钢通风管(13)分为上、下分开的两段,气溶胶混匀室(7)通过第一伸缩管(15-1)和管道连接不锈钢通风管(13)上段顶部,不锈钢通风管(13)下段底部通过第二伸缩管(15-2)、第七风机(1-7)连接净化瓶(16);不锈钢通风管(13)上段底部布置固定旋钮开关(9);不锈钢通风管(13)下段顶部布置微生物过滤材料夹具(10);不锈钢通风管(13)上段依次通过第四阀门(4-4)、第四流量计(2-4)连接第一六级微生物采样器(11-1),第一六级微生物采样器(11-1)通过管道连接第五风机(1-5),第五风机(1-5)通过电路系统连接到第一控制面板(12-1);不锈钢通风管(13)下段依次通过第五阀门(4-5)、第五流量计(2-5)连接第二六级微生物采样器(11-2),第二六级微生物采样器(11-2)通过管道连接第六风机(1-6),第六风机(1-6)通过电路系统连接到第二控制面板(12-2);所述第一六级微生物采样器(11-1)和第五风机(1-5)位于第一封闭箱(14-1)内,所述第二六级微生物采样器(11-2)和第六风机(1-6)位于第二封闭箱(14-2)内,第一封闭箱(14-1)与第三风机(1-3)连接,第二封闭箱(14-2)与第四风机(1-4)连接;不锈钢通风管(13)上段设有第三流量计(2-3)和第一压力计(8-1),不锈钢通风管(13)下段设有第二压力计(8-2);所述第一压力计(8-1)、第三压力计(8-3)、第三风机(1-3)分别通过电路系统连接到第一控制面板(12-1),所述第二压力计(8-2)、第四压力计(8-4)、第四风机(1-4)分别通过电路系统连接到第二控制面板(12-2);过滤材料夹具(10)与固定旋钮(9)之间的可控范围0-5cm,第一六级撞击式微生物采样器(11-1)和第二六级撞击式微生物采样器(11-2)的采样流量控制在标准值28.3L/min。

2. 一种如权利要求1所述的一种微生物气溶胶过滤材料检测装置的使用方法,其特征在于所述使用方法具有三种运行模式:分别为净化模式、流量调节模式和检测模式;

(1) 净化模式:在检测装置全封闭的情况下,打开第一阀门(4-1),关闭第二阀门(4-2)、第三阀门(4-3)、第四阀门(4-4)和第五阀门(4-5),观察第一流量计(2-1),调节第一风机(1-1)至消毒气体发生器(6)所需要的流量,打开第三阀门(4-3),观察第二流量计(2-2),调

节第二风机(1-2)至气溶胶混匀室(7)所需要的流量,将消毒液倒入消毒气体发生器(6)中,打开消毒气体发生器(6)的开关、第一控制面板(12-1)和第二控制面板(12-2),观察第三流量计(2-3),调节第七风机(1-7),至流量为 $(Q1+28.3)$ L/min,其中: $100\text{ L/min} \geq Q1 \geq 28.3\text{ L/min}$ ,观察第四流量计(2-4),打开第一控制面板(12-1)的开关,调节第五风机(1-5)至流量为 $28.3\text{L/min}$ ;观察第五流量计(1-5),打开第二控制面板(12-2)的开关,调节第六风机(1-6)至流量为 $28.3\text{L/min}$ ;净化处理 $10\text{min}$ 后,依次关闭第一风机(1-1),第二风机(1-2),第一控制面板(12-1)、第二控制面板(12-2),第七风机(1-7),第一阀门(4-1)、第二阀门(4-2)、第三阀门(4-3)、第四阀门(4-4)和第五阀门(4-5);

(2)流量调节模式:打开第二阀门(4-2),关闭第一阀门(4-1)、第三阀门(4-3)、第四阀门(4-4)和第五阀门(4-5),观察第一流量计(2-1),打开第一风机(1-1)并调节至微生物气溶胶发生器(5)所需流量,打开第三阀门(4-3),观察第二流量计(2-2),调节第二风机(1-2)至气溶胶混匀室(7)所需要的流量,观察第三流量计(2-3),调节第七风机(1-7)至流量为(检测流量 $Q2+28.3$ )L/min,其中: $100\text{ L/min} \geq Q2 \geq 28.3\text{ L/min}$ ,观察第四流量计(2-4),打开第一控制面板(12-1)的开关,调节第五风机(1-5)至流量为 $28.3\text{L/min}$ ;观察第五流量计(2-5),打开第二控制面板(12-2)的开关,调节第六风机(1-6)至流量为 $28.3\text{L/min}$ ;第一控制面板(12-1)、第二控制面板(12-2)会分别根据第一压力计(8-1)与第三压力计(8-3)、第二压力计(8-2)与第四压力计(8-4)的变化,自动调节第三风机(1-3)和第四风机(1-4),使第一封闭箱(14-1)、第二封闭箱(14-2)内的压力与采样点处的压力相同,等待气流稳定 $5\text{min}$ 后,依次关闭第一风机(1-1)、第二风机(1-2)、第七风机(1-7)、第四阀门(4-4)和第五阀门(4-5)、第一控制面板(12-1)、第二控制面板(12-2);

(3)检测模式:调节第一伸缩管(15-1)和第二伸缩管(15-2)至合适的高度,逆时针旋转固定旋钮(9),将待测的微生物气溶胶过滤材料放在微生物过滤材料夹具(10)上,再顺时针旋转固定旋钮(9),使过滤材料固定在不锈钢通风管(13)管道上;将提前准备好的培养皿装入第一六级微撞击式生物采样器(11-1)、第二六级微撞击式生物采样器(11-2)中,将提前培养的菌种溶液倒入微生物气溶胶发生器(5)中,将杀菌剂装入净化瓶(16)中,打开第一阀门(4-1)、第二阀门(4-2)和第三阀门(4-3),关闭第四阀门(4-4)、第五阀门(4-5),打开微生物气溶胶发生器(5)的开关,依次打开第一风机(1-1)、第二风机(1-2)、第七风机(1-7)至刚才位置,等待 $1\text{min}$ 后,打开第一控制面板(12-1)、第二控制面板(12-2)的开关,调节第五风机(1-5)、第六风机(1-6)至刚才位置,打开第四阀门(4-4)和第五阀门(4-5),进行微生物的采集,采集时间为 $5\text{min}$ ,采集完毕后,关闭第四阀门(4-4)和第五阀门(4-5),关闭第一控制面板(12-1)和第二控制面板(12-2)、关闭第一风机(1-1)、第二风机(1-2)和第七风机(1-7),关闭第一阀门(4-1)、第二阀门(4-2)和第三阀门(4-3);取下培养皿至适宜条件下培养;其中:第一控制面板(12-1)、第二控制面板(12-2)通过压力感应自动化调节第三风机(1-3)和第四风机(1-4),使第一封闭箱(14-1)、第二封闭箱(14-2)内的压力与采样点处的压力相等。

## 一种微生物气溶胶过滤材料检测装置及其使用方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种过滤材料检测领域,具体涉及一种微生物气溶胶过滤材料检测装置及其使用方法。

### 背景技术

[0002] 近些年,大气环境质量受到各界人士的高度重视。大气中的病毒、细菌等微生物容易通过呼吸道进入人体,严重威胁人体健康。2010年《医学与社会》期刊上一篇名为《流感百年:20世纪流感大流行的回顾与启示》的文章显示,20世纪曾暴发3次流感大流,每一次流感大流行都给全球公共卫生、经济造成极大破坏。另一方面,很多医务工作者每天与病毒、细菌等微生物打交道,对一些防护用具的要求更高。虽然市场上有着琳琅满目的口罩、防护服等过滤材料,但是对于这些用于微生物过滤材料的检测,国家没有出台相关标准,也没有公认的检测方法。现阶段,许多微生物过滤材料检测装置是通过颗粒物过滤材料检测装置改装而成,一方面体积庞大,不易移动,另一方面,在实际使用中存在测试系统内压力变化明显,造成不能完全准确评价过滤材料对微生物过滤效能的技术问题。国内很多研究机构都在探究和发展微生物过滤材料检测的方法和装置。但是在检测过程中,普遍存在一个问题,当以一定流量通过过滤材料时会造成其周围压力的变化,这将严重影响到微生物采样器的采样结果,从而不能准确反映出该过滤材料对微生物的过滤效率。对于这个问题,现有的技术条件和仪器设备没有较好的解决办法,虽然有研究通过引入清洁空气来克服,如2008年,中国专利局公告,授权公告号为CN 101299037 B的发明专利,名称为《过滤或隔离材料的生物气溶胶过滤效率测试装置和方法》所采用的方法,但是整个系统不处于一个封闭的空间,会严重影响微生物采集的结果。因此,克服微生物气溶胶过滤材料检测过程中由于流量引起的压力变化,成为目前的技术难题。

### 发明内容

[0003] 本发明所要解决的技术问题是弥补上述现有技术的不足,提供一种微生物气溶胶过滤材料检测装置及其使用方法。

[0004] 为达到上述技术要求,本发明所采取的方案是:

[0005] 本发明提出的一种微生物气溶胶过滤材料检测装置,分为四个系统:净化系统、微生物气溶胶配制系统、微生物采集系统和检测流量控制系统,其中:净化系统由第一阀门4-1、消毒气体发生器6和净化瓶16构成;微生物配置系统由第一风机1-1、第二风机1-2、第一流量计2-1、第二流量计2-2、第一高效过滤器3-1、第二高效过滤器3-2、第二阀门4-2、第三阀门4-3、微生物气溶胶发生器5和气溶胶混匀室7组成;微生物采集系统由过滤材料夹具10、固定旋钮开关9、第一伸缩管15-1、第二伸缩管15-2、第四流量计2-4、第五流量计2-5、第四阀门4-4、第五阀门4-5、第一六级撞击式微生物采样器11-1、第二六级撞击式微生物采样器11-2、第一封闭箱14-1、第二封闭箱14-2、第一压力计8-1、第二压力计8-2、第三压力计8-3、第四压力计8-4、第五风机1-5和第六风机1-6组成;检测流量控制系统由第三风机1-3、第

四风机1-4、第七风机1-7、第三流量计2-3、不锈钢通风管13、第一控制面板12-1和第二控制面板12-2构成；

[0006] 第一风机1-1、第一流量计2-1和第一高效过滤器3-1依次通过管道连接，第一高效过滤器3-1出口分为两路，一路通过第一阀门4-1连接消毒气体发生器6，另一路通过第二阀门4-2连接微生物气溶胶发生器5，所述消毒气体发生器6和微生物气溶胶发生器5分别连接气溶胶混匀室7；第二风机1-2、第二流量计2-2、第二高效过滤器3-2和第三阀门1-3依次通过管道连接气溶胶混匀室7，不锈钢通风管13分为上、下分开的两段，气溶胶混匀室7通过第一伸缩管15-1和管道连接不锈钢通风管13上段顶部，不锈钢通风管13下段底部通过第二伸缩管15-2、第七风机1-7连接净化瓶16；不锈钢通风管13上段底部布置固定旋钮开关9；不锈钢通风管13下段顶部布置微生物过滤材料夹具10；不锈钢通风管13上段依次通过第四阀门4-4、第四流量计2-4连接第一六级微生物采样器11-1，第一六级微生物采样器11-1通过第管道连接五风机1-5，第五风机1-5通过电路系统连接到第一控制面板12-1；不锈钢通风管13下段依次通过第五阀门4-5、第五流量计2-5连接第二六级微生物采样器11-2，第二六级微生物采样器11-2通过管道连接第六风机1-6，第六风机1-6通过电路系统连接到第二控制面板12-2；所述第一六级微生物采样器11-1和第五风机1-5位于第一封闭箱14-1内，所述第二六级微生物采样器11-2和第六风机1-6位于第二封闭箱14-2内，第一封闭箱14-1与第三风机1-3连接，第二封闭箱14-2与第四风机1-4连接；不锈钢通风管13上段设有第三流量计2-3和第一压力计8-1，不锈钢通风管13下段设有第二压力计8-2；所述第一压力计8-1、第三压力计8-3、第三风机1-3分别通过电路系统连接到第一控制面板12-1，所述第二压力计8-2、第四压力计8-4、第四风机1-4分别通过电路系统连接到第二控制面板12-2；过滤材料夹具10与固定旋钮9之间的可控范围0-5cm，第一六级撞击式微生物采样器11-1和第二六级撞击式微生物采样器11-2的采样流量控制在标准值28.3L/min。

[0007] 本发明提出的一种微生物气溶胶过滤材料检测装置的使用方法，所述使用方法具有三种运行模式：分别为净化模式、流量调节模式和检测模式；

[0008] (1) 净化模式：在检测装置全封闭的情况下，打开第一阀门4-1，关闭第二阀门4-2、第三阀门4-3、第四阀门4-4和第五阀门4-5，观察第一流量计2-1，调节第一风机1-1至消毒气体发生器6所需要的流量，打开第三阀门4-3，观察第二流量计2-2，调节风机1-2至气溶胶混匀室7所需要的流量，将消毒液倒入消毒气体发生器6中，打开消毒气体发生器6的开关、第一控制面板12-1和第二控制面板12-2，观察第三流量计2-3，调节第七风机1-7，至流量为 $(Q1+28.3)L/min$ ，其中： $100 L/min \geq Q1 \geq 28.3 L/min$ ，观察第四流量计2-4，打开第二控制面板12-2的开关，调节第五风机1-5至流量为28.3L/min。观察第五流量计1-5，打开第一控制面板12-1的开关，调节第六风机1-6至流量为28.3L/min；净化处理10min后，依次关闭第一风机1-1，第二风机1-2，第一控制面板12-1、第二控制面板12-2，第七风机1-7，第一阀门4-1、第二阀门4-2、第三阀门4-3、第四阀门4-4和第五阀门4-5；

[0009] (2) 流量调节模式：打开第二阀门4-2，关闭第一阀门4-1、第三阀门4-3、第四阀门4-4和第五阀门4-5，观察第二流量计2-2，打开第一风机1-1并调节至微生物气溶胶发生器5所需流量，打开第三阀门4-3，观察第二流量计2-2，调节第二风机1-2至气溶胶混匀室7所需要的流量，观察第三流量计2-3，调节第七风机1-7至流量为 $(检测流量Q2+28.3)L/min$ ，其中： $100 L/min \geq Q2 \geq 28.3 L/min$ ，观察第四流量计2-4，打开第二控制面板12-2的开关，调

节第五风机1-5至流量为28.3L/min;观察第五流量计2-5,打开第一控制面板12-1的开关,调节第六风机1-6至流量为28.3L/min;第一控制面板12-1、第二控制面板12-2会根据第一压力计8-1与第三压力计8-3、第二压力计8-2与第四压力计8-4的变化,自动调节第三风机1-3和第四风机1-4,使第一封闭箱14-1、第二封闭箱14-2内的压力与采样点处的压力相同,等待气流稳定5min后,依次关闭第一风机1-1、第二风机1-2、第七风机1-7、第四阀门4-4和第五阀门4-5、第一控制面板12-1、第二控制面板12-2;

[0010] (3) 检测模式:调节第一伸缩管15-1和第二伸缩管15-2至合适的高度,逆时针旋转固定旋钮9,将待测的微生物气溶胶过滤材料放在微生物过滤材料夹具10上,在顺时针旋转固定旋钮9,使过滤材料固定在不锈钢通风管13 管道上;将提前准备好的培养皿装入第一六级微撞击式生物采样器11-1、第二六级微撞击式生物采样器11-2中,将提前培养的菌种溶液倒入微生物气溶胶发生器5中,将杀菌剂装入净化瓶16中,打开第一阀门4-1、第二阀门4-2和第三阀门4-3,关闭第四阀门4-4、第五阀门4-5,打开微生物气溶胶发生器5的开关,依次打开第一风机1-1、第二风机1-2、第七风机1-7至刚才位置,等待1min后,打开第一控制面板12-1、第二控制面板12-2的开关,调节第五风机1-5、第六风机1-6至刚才位置,打开第四阀门4-4和第五阀门4-5,进行微生物的采集,采集时间为5min,采集完毕后,关闭第四阀门4-4和第五阀门4-5,关闭第一控制面板12-1和第二控制面板12-2,关闭第一风机1-1、第二风机1-2和第七风机1-7,关闭第一阀门4-1、第二阀门4-2和第三阀门4-3;取下培养皿至适宜条件下培养;其中:第一控制面板12-1、第二控制面板12-2通过压力感应自动化调节第三风机1-3和第四风机1-4,使第一封闭箱14-1、第二封闭箱14-2内的压力与采样点处的压力相等。

[0011] 本发明涉及一种微生物气溶胶过滤材料检测装置,与现有普遍使用的微生物过滤材料检测装置相比,其特点及优势在于:

[0012] (1) 本发明所涉及的一种微生物气溶胶过滤材料检测装置,控制面板通过压力感应,自动化调节风机,使采样时的压力与采样点处的压力相等,保证微生物采样流量恒定,确保测试结果准确。

[0013] (2) 本发明所涉及的一种微生物气溶胶过滤材料检测装置,通过固定旋钮对微生物气溶胶过滤材料进行固定,形成的密闭空间,有效隔离外部环境。

[0014] (3) 本发明所涉及的一种微生物气溶胶过滤材料检测装置,可检测流量范围广,在28.3—100L/min之间。检测过程在全封闭的环境下进行,且能够连续检测不同流量下,过滤材料的微生物过滤效能。

## 附图说明

[0015] 图1为本发明一种微生物气溶胶过滤材料检测装置结构示意图;

[0016] 图中标号:1-1、1-2、1-3、1-4、1-5、1-6、1-7分别为第一、第二、第三、第四、第五、第六和第七风机,2-1、2-2、2-3、2-4、2-5分别为第一、第二、第三、第四和第五流量计,3-1、3-2分别为第一和第二高效过滤器,4-1、4-2、4-3、4-4、4-5分别为第一、第二、第三、第四和第五阀门,5为微生物气溶胶发生器,6为消毒气体发生器,7为混合室,8-1、8-2、8-3、8-4分别为第一、第二、第三、第四压力计,9为固定旋钮,10为微生物过滤材料夹具,11-1、11-2分别为第一、第二六级撞击式微生物采样器,12-1、12-2分别为第一、第二控制面板,13为不锈钢

通风管,14-1、14-2分别为第一、第二封闭箱,15-1、15-2分别为第一、第二伸缩管,16为净化瓶。

### 具体实施方式

[0017] 以下结合附图和发明人依本发明的技术方案所完成的具体实施例,对本发明做进一步的详细描述。

[0018] 实施例1:对N95口罩的微生物过滤效率的测定

[0019] 如附图1所示,所述分为四个系统:净化系统、微生物气溶胶配制系统、微生物采集系统和检测流量控制系统。其中净化系统由第一阀门4-1、消毒气体发生器6和净化瓶16构成;微生物配置系统由第一风机1-1、第二风机1-2、第一流量计2-1、第二流量计2-2、第一高效过滤器3-1、第二高效过滤器3-2、第二阀门4-2、第三阀门4-3、微生物气溶胶发生器5和气溶胶混匀室7组成;微生物采集系统由过滤材料夹具10、固定旋钮开关9、第一伸缩管15-1和第二伸缩管15-2、第四流量计2-4、第五流量计2-5、第四阀门4-4、第五阀门4-5、六级撞击式微生物采样器11-1和11-2、封闭箱14-1和14-2、第一压力计8-1、第二压力计8-2、第三压力计8-3、第四压力计8-4、第五风机1-5和第六风机1-6组成;检测流量控制系统由第三风机1-3、第四风机1-4、第七风机1-7、第三流量计2-3、不锈钢通风管13、第一控制面板12-1和第二控制面板12-2构成。

[0020] 不锈钢通风管的管径为2cm,固定过滤材料的不锈钢通风管13管径为5cm,可通过第一伸缩管15-1和第二伸缩管15-2调节升降高度范围在0-10cm。第一六级撞击式微生物采样器11-1和第五风机1-5及第二六级撞击式微生物采样器11-2和第六风机1-6分别在第一封闭箱14-1、第二封闭箱14-2内,且第一封闭箱14-1和第二封闭箱14-2分别与第三风机1-3和第四风机1-4相连接。过滤材料夹具10与固定旋钮9之间的可控范围0-5cm。第一六级撞击式微生物采样器11-1和第二六级撞击式微生物采样器11-2的采样流量控制在标准值28.3L/min。

[0021] 为了测定N95口罩的微生物过滤效率,选择了三种检测流量28.3L/min、40L/min和80L/min。首先进行第一模式(净化模式):在系统全封闭的情况下,打开第一阀门4-1,关闭第二阀门4-2、第三阀门4-3、第四阀门4-4和第五阀门4-5,观察第一流量计2-1,调节风机1-1至消毒气体发生器6所需要的流量,打开第三阀门调节,观察第二流量计2-2,调节风机1-2至气溶胶混匀室7所需要的流量,将消毒液倒入消毒气体发生器6中,打开消毒气体发生器6的开关、第一控制面板12-1和第二控制面板12-2,观察第三流量计2-3,调节第七风机1-7,至流量为(30+28.3)L/min,观察第四流量计2-4,打开第二控制面板12-2的开关,调节第五风机1-5至流量为28.3L/min。观察第五流量计1-5,打开第一控制面板12-1的开关,调节第六风机1-6至流量为28.3L/min。净化处理10min后,依次关闭第一风机1-1,第二风机1-2,第一控制面板12-1、第二控制面板12-2,第七风机1-7,第一阀门4-1、第二阀门4-2、第三阀门4-3、第四阀门4-4和第五阀门4-5。然后进行第二模式(流量调节模式):打开第二阀门4-2,关闭第一阀门4-1、第三阀门4-3、第四阀门4-4和第五阀门4-5,观察第二流量计2-2,打开第一风机1-1并调节至微生物气溶胶发生器5所需流量,打开第三阀门4-3,观察第二流量计2-2,调节第二风机1-2至气溶胶混匀室7所需要的流量,观察第三流量计2-3,调节第七风机1-7至流量为(检测流量28.3 +28.3)L/min,观察第四流量计2-4,打开第二控制面板12-2的

开关,调节第五风机1-5至流量为28.3L/min。观察第五流量计2-5,打开第一控制面板12-1的开关,调节第六风机1-6至流量为28.3L/min。第一控制面板12-1和第二控制面板12-2分别会根据第一压力计8-1与第三压力计8-3、第二压力计8-2与第四压力计8-4的变化,自动调节第三风机1-3和第四风机1-4,使第一封闭箱14-1、第二封闭箱14-2内的压力与采样点处的压力相同,等待气流稳定5min后,依次关闭第一风机1-1、第二风机1-2、第七风机1-7、第四阀门4-4和第五阀门4-5、第一控制面板12-1、第二控制面板12-2。最后进行第三模式(检测模式):调节第一伸缩管15-1和第二伸缩管15-2至合适的高度,逆时针旋转固定旋钮9,将待测的微生物气溶胶过滤材料放在夹具10上,在顺时针旋转固定旋钮9,使过滤材料固定在不锈钢通风管13管道上。将提前准备好的培养皿装入第一六级撞击式微生物采样器11-1、第二六级撞击式微生物采样器11-2中,将提前培养的菌种溶液倒入微生物气溶胶发生器5中,将杀菌剂装入净化瓶16中,打开第一阀门4-1、第二阀门4-2和第三阀门4-3,关闭第四阀门4-4、第五阀门4-5,打开微生物气溶胶发生器5的开关,依次打开第一风机1-1、第二风机1-2、第七风机1-7至刚才位置,等待1min后,打开第一控制面板12-1和第二控制面板12-2的开关,调节第五风机1-5、第六风机1-6至刚才位置,打开第四阀门4-4和第五阀门4-5,进行微生物的采集,采集时间为5min,采集完毕后,关闭第四阀门4-4和第五阀门4-5,关闭第一控制面板12-1和第二控制面板12-2,关闭第一风机1-1、第二风机1-2和第七风机1-7,关闭第一阀门4-1、第二阀门4-2和第三阀门4-3。取下培养皿至适宜条件下培养。然后将检测流量换为40L/min和80L/min,重复上述实验。得到不同流量下N95口罩的微生物过滤效能。微生物气溶胶过滤材料的过滤效率计算如下:

[0022] 过滤效率 $N = (C_{前} - C_{后}) / C_{前} \times 100\%$

[0023]  $C_{前}$ :经过过滤材料前,空气中的微生物数目,CFU/mL

[0024]  $C_{后}$ :经过过滤材料后,空气中的微生物数目,CFU/mL。

[0025] 实施例2:对市场上两种医用防护服微生物过滤效率的测定

[0026] 如附图1所示,所述分为四个系统:净化系统、微生物气溶胶配制系统、微生物采集系统和检测流量控制系统。其中净化系统由第一阀门4-1、消毒气体发生器6和净化瓶16构成;微生物配置系统由第一风机1-1、第二风机1-2、第一流量计2-1、第二流量计2-2、第一高效过滤器3-1、第二高效过滤器3-2、第二阀门4-2、第三阀门4-3、微生物气溶胶发生器5和气溶胶混匀室7组成;微生物采集系统由过滤材料夹具10、固定旋钮开关9、第一伸缩管15-1和第二伸缩管15-2、第四流量计2-4、第五流量计2-5、第四阀门4-4、第五阀门4-5、第一六级撞击式微生物采样器11-1、第二六级撞击式微生物采样器11-2、第一封闭箱14-1、第二封闭箱14-2、第一压力计8-1、第二压力计8-2、第三压力计8-3、第四压力计8-4、第五风机1-5和第六风机1-6组成;检测流量控制系统由第三风机1-3、第四风机1-4、第七风机1-7、第三流量计2-3、不锈钢通风管13、第一控制面板12-1和第二控制面板12-2构成。

[0027] 不锈钢通风管的管径为2cm,固定过滤材料的不锈钢通风管13管径为5cm,可通过第一伸缩管15-1和第二伸缩管15-2调节升降高度范围在0-10cm。第一六级撞击式微生物采样器11-1和第五风机1-5及第二六级撞击式微生物采样器11-2和第六风机1-6分别在第一封闭箱14-1、第二封闭箱14-2内,且第一封闭箱14-1和第二封闭箱14-2分别与第三风机1-3和第四风机1-4相连接。过滤材料夹具10与固定旋钮9之间的可控范围0-5cm。第一六级撞击式微生物采样器11-1和第二六级撞击式微生物采样器11-2的采样流量控制在标准值

28.3L/min。

[0028] 为了测定两种医用防护服的微生物过滤效率,选择了三种检测流量28.3L/min、40L/min 和80L/min。首先进行第一模式(净化模式):在系统全封闭的情况下,打开第一阀门4-1,关闭第二阀门4-2、第三阀门4-3、第四阀门4-4和第五阀门4-5,观察第一流量计2-1,调节风机1-1至消毒气体发生器6所需要的流量,打开第三阀门调节,观察第二流量计2-2,调节风机1-2至气溶胶混匀室7所需要的流量,将消毒液倒入消毒气体发生器6中,打开消毒气体发生器6的开关和第一控制面板12-1、第二控制面板12-2,观察第三流量计2-3,调节风机1-7,至流量为(30+28.3)L/min,观察第四流量计2-4,打开控制面板12-2的开关,调节风机1-5至流量为28.3L/min。观察第五流量计1-5,打开控制面板12-1的开关,调节风机1-6至流量为28.3L/min。净化处理10min后,依次关闭第一风机1-1,第二风机1-2,第一控制面板12-1、第二控制面板12-2,第七风机1-7,第一阀门4-1、第二阀门4-2、第三阀门4-3、第四阀门4-4和第五阀门4-5。然后进行第二模式(流量调节模式):打开第二阀门4-2,关闭第一阀门4-1、第三阀门4-3、第四阀门4-4和第五阀门4-5,观察第二流量计2-2,打开第一风机1-1并调节至微生物气溶胶发生器5所需流量,打开第三阀门4-3,观察第二流量计2-2,调节第二风机1-2至气溶胶混匀室7所需要的流量,观察第三流量计2-3,调节第七风机1-7至流量为(检测流量28.3 +28.3)L/min,观察第四流量计2-4,打开第二控制面板12-2的开关,调节第五风机1-5至流量为28.3L/min。观察第五流量计2-5,打开第一控制面板12-1的开关,调节第六风机1-6至流量为28.3L/min。第一控制面板12-1和第二控制面板12-2分别会根据第一压力计8-1与第三压力计8-3、第二压力计8-2与第四压力计8-4的变化,自动调节第三风机1-3和第四风机1-4,使第一封闭箱14-1、第二封闭箱14-2内的压力与采样点处的压力相同,等待气流稳定5min后,依次关闭第一风机1-1、第二风机1-2、第七风机1-7、第四阀门4-4和第五阀门4-5、第一控制面板12-1、第二控制面板12-2。最后进行第三模式(检测模式):调节第一伸缩管15-1和第二伸缩管15-2至合适的高度,逆时针旋转固定旋钮9,将待测的微生物气溶胶过滤材料放在夹具10上,在顺时针旋转固定旋钮9,使过滤材料固定在不锈钢通风管13管道上。将提前准备好的培养皿装入第一六级微撞击式生物采样器11-1、第二六级微撞击式生物采样器11-2中,将提前培养的菌种溶液倒入微生物气溶胶发生器5中,将杀菌剂装入净化瓶16中,打开第一阀门4-1、第二阀门4-2和第三阀门4-3,关闭第四阀门4-4、第五阀门4-5,打开微生物气溶胶发生器5的开关,依次打开第一风机1-1、第二风机1-2、第七风机1-7至刚才位置,等待1min后,打开第一控制面板12-1、第二控制面板12-2的开关,调节第五风机1-5、第六风机1-6至刚才位置,打开第四阀门4-4和第五阀门4-5,进行微生物的采集,采集时间为5min,采集完毕后,关闭第四阀门4-4和第五阀门4-5,关闭第一控制面板12-1、第二控制面板12-2和第一风机1-1、第二风机1-2、第七风机1-7,关闭第一阀门4-1、第二阀门4-2和第三阀门4-3。取下培养皿至适宜条件下培养。然后将检测流量换为40L/min和80L/min,重复上述实验。再将过滤材料换成另一种防护服,重复上述过程。比较不同流量下两种防护服的微生物气溶胶的过滤效能。微生物气溶胶过滤材料的过滤效率计算如下:

[0029] 过滤效率 $N = (C_{前} - C_{后}) / C_{前} \times 100\%$

[0030]  $C_{前}$ :经过过滤材料前,空气中的微生物数目,CFU/mL

[0031]  $C_{后}$ :经过过滤材料后,空气中的微生物数目,CFU/mL。

