(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 116659016 A
(43)申请公布日 2023.08.29

(21)申请号 202211163209.0
(22)申请日 2022.09.17
(71)申请人 郑州圣华药物食品技术开发有限公司
地址 450044 河南省郑州市惠济区常青路5号5楼
(72)发明人 李思思 韩思远 柳桃 高艺歌 祝贺宇
(51)Int.Cl.
F24F 8/108(2021.01)
F24F 8/167(2021.01)
F24F 8/22(2021.01)
F24F 8/24(2021.01)
F24F 8/40(2021.01)
F24F 6/04(2006.01)
F24F 7/003(2021.01)
F24F 11/58(2018.01)
F24F 11/89(2018.01)
F24F 13/02(2006.01)

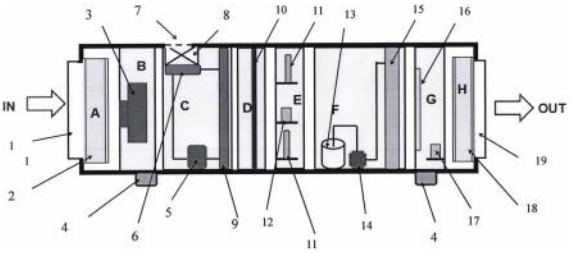
权利要求书1页 说明书17页 附图3页

(54)发明名称

模块式氙准分子光源消杀净化空调段的设计方案

(57)摘要

本发明模块式氙准分子光源消杀净化空调段的设计方案涉及具有空气消杀净化功能的集中空调通风系统的空调段的设计与制造领域。氙准分子光源发射的172nm的VUV(真空紫外线)可以激活空气中的氧气分子和水分子形成活性氧簇,活性氧簇具有很强的氧化性,可以对空气进行消杀和净化。以光触媒和二氧化锰材料为代表的过滤片具有将活性氧簇(或臭氧)降解成氧气的功能。利用模块化设计将氙准分子光源与活性氧簇降解过滤片两者有机配合,可以形成完美的空气消杀净化空调段的设计方案,并以此技术方案制造出一系列新型的高性能空调段,这种新型的空调段可应用于那些对封闭或半封闭空间空气有无菌以及对温湿度有要求的领域,例如食品药品生产、生物实验室、医院、写字楼、住宅、商场、剧院、机车、飞机等的需要空气消杀净化和温湿度控制的领域。



CN 116659016 A

1.模块式氙准分子光源消杀净化空调段的设计方案,其特征是在普通的集中空调送风系统中的空调段内增加了氙准分子光源消杀净化模块、阻尼空气过滤模块、氙准分子活性氧簇消解模块的设计要素,从而形成了模块式氙准分子光源消杀净化空调段的技术设计方案。

2.根据权利要求1模块式氙准分子光源消杀净化空调段的设计方案,其特征是模块式氙准分子光源消杀净化空调段是由初效过滤器模块、风机送风模块、制冷模块、制热模块、加湿模块、氙准分子光源消杀净化模块、阻尼空气过滤器模块、氙准分子活性氧簇消解模块组合而成,他们可以相互之间进行组合设计,但是,氙准分子活性氧簇消解模块必须设计在氙准分子光源消杀净化模块之后,加湿模块可以设计在氙准分子光源消杀净化模块之前,也可以设计在氙准分子光源消杀净化模块之后,如果加湿模块可以设计在氙准分子光源消杀净化模块之前,则在氙准分子光源消杀净化模块与氙准分子活性氧簇消解模块之间必须设计有阻尼空气过滤模块。

3.根据权利要求1模块式氙准分子光源消杀净化空调段的设计方案,其特征是初效过滤模块是由初效过滤器和/或活性炭空气过滤器和/或光触媒空气过滤器为主要部件组成,风机送风模块主要是由引风风机组成,引风风机可选涡流风机或轴流风机,制冷模块主要是由空调压缩机、蒸发器、冷凝器、冷凝器散热风机组成,制热模块主要是由加热器电源、加热器组成,中效过滤器模块是由中效过滤器或高中效空气过滤器组成,加湿模块主要是由湿帘、储水罐和抽水泵组成,氙准分子光源消杀净化模块主要是由氙准分子光源灯管、高浓度臭氧传感器、氧气传感器组成,阻尼空气过滤模块主要是由阻尼空气滤片组成,阻尼空气滤片可以选择初效空气过滤器或中效空气过滤器或高中效空气过滤器或亚高效空气过滤器或高效空气过滤器或超高效空气过滤器,氙准分子活性氧簇消解模块主要是由活性氧簇降解滤片和低浓度臭氧浓度传感器组成,其中活性氧簇降解滤片可以选择材料是ZrO_2、ZnO、CdS、WO_3、Fe_2O_3、PbS、SnO_2、ZnS、$SrTiO_3$、SiO_2光触媒材料以及MnO和MnO_2材质,以及可以降解臭氧的材料,其中高浓度活性氧簇浓度传感器所采用的臭氧浓度传感器的最大量程和检测精度要求为100ppm±3ppm,低浓度活性氧簇浓度传感器所采用的臭氧浓度传感器的最大量程和检测精度要求为±0.004ppm,低浓度臭氧浓度传感器的设计安装位置一定是位于活性氧簇降解滤片的下风头。

4.根据权利要求1模块式氙准分子光源消杀净化空调段的设计方案,其特征是阻尼空气过滤模块与氙准分子光源消杀净化模块之间的静压差在5Pa-130Pa之间,最佳的范围应在控制在5Pa-50Pa之间,氙准分子活性氧簇消解模块内的静压差(也就是阻尼空气过滤模块中阻尼空气过滤器两侧的气体压力之差)在10Pa-130Pa之间,最佳的范围应在5Pa-100Pa之间。

5.根据权利要求1模块式氙准分子光源消杀净化空调段的设计方案,其特征是氙准分子光源消杀净化模块、阻尼空气过滤模块、氙准分子活性氧簇消解模块可以多级串联设计。

6.根据权利要求1模块式氙准分子光源消杀净化空调段的设计方案,其特征是氙准分子光源消杀净化模块内的氙准分子灯管的个数可以多只组合,氙准分子活性氧簇消解模块的活性氧簇降解滤片可以多片串联组合设计。

模块式氙准分子光源消杀净化空调段的设计方案

技术领域

[0001] 本发明模块式氙准分子光源消杀净化空调段的设计方案涉及具有空气消杀净化功能的集中空调通风系统的空调段的设计与制造领域。氙准分子光源发射的172nm的VUV(真空紫外线)可以激活空气中的氧气分子和水分子形成活性氧簇,活性氧簇具有很强的氧化性,可以对空气进行消杀和净化。以光触媒和二氧化锰材料为代表的过滤片具有将活性氧簇(或臭氧)降解成氧气的功能。利用模块化设计将氙准分子光源与活性氧簇降解过滤片两者有机配合,可以形成完美的矛与盾的空气消杀净化空调段的设计方案,并以此技术方案制造出一系列新型的高性能空调段,这种新型的空调段可应用于那些对封闭或半封闭空间空气有无菌以及对温湿度有要求的领域,例如食品药品生产、生物实验室、医院、写字楼、住宅、商场、剧院、机车、飞机等的需要空气消杀净化和温湿度控制的领域。

背景技术

[0002] 对室内空间的空气净化是向室内空间输送舒适洁净的新鲜空气,其装备一般称之为空气净化集中空调通风系统,其主要是由空调段、送风管道和送风口三个部分组成。实现对室内空气净化和温度湿度控制功能、主要是在空调段的阶段完成,所以空调段是集中空调通风系统的主要基础性装备。一般的空调段具有温度控制、湿度控制。有空气净化要求的空调段应该还具备空气净化功能。这里所说的洁净空气是指对空气中的有害微生物的消杀和微小固体颗粒物的滤除,以及对空气中的TVOC(总有机挥发物)降解或清除。

[0003] 目前绝大多数空调段实现对空气中的有害微生物的消杀和微小固体颗粒物的滤除是采用空气过滤器的技术方案,对空气中的有害微生物和TVOC(总有机挥发物)的消杀与净化是采用静电除尘(空气放电)以及使用涂布光触媒(例如氧化钛纳米材料的过滤网)和采用活性炭吸附滤网等。

[0004] 空调段设计与制造技术是基于空气净化技术的需求而发展起来的。早期对空气净化的需求是来自于精细化工业领域的需求,例如大规模集成电路的制造,精密轴承为代表的精密机械制造,精密光学制造等,在这些领域中,如果空气中的微小的固体颗粒物沉积在加工器件上将会导致工业产品的品质降低和甚至损坏造成废品。所以早期的空气净化系统是以采用空气过滤器过滤空气中的微尘颗粒物作为主要技术路线发展起来的。到目前为止,微尘空气过滤器一般分初效空气过滤器、中效空气过滤器、高中效空气过滤器、亚高效空气过滤器、高效空气过滤器和超高效空气过滤器。除尘过滤器的过滤粒径、过滤效率、风阻压力的基本数据如下表所示(具体的数据会根据厂家有些偏差)。

表1微尘过滤器的基本性能

种类	微尘直径	过滤效率	风压	种类	微尘直径	过滤效率	风压
初效	≥5um	80%≥	≤50Pa	中效	≥1um	70%≥	≤80Pa
高中效	≥1um	99%≥	≤100Pa	亚高效	≥0.5um	95%≥	≤120Pa
高效	≥0.5um	99.99%≥	≤220Pa	超高效	≥0.1um	99.999%≥	≤280Pa

[0005] 领域内的技术人员在考虑净化效果时,不能仅依赖于过滤器的过滤效率,因为过

滤效率是一个相对数据，还要看被净化的空间内到底有多少微尘。为此，领域内的技术人员将净化空间分为9个不同的净化等级，如GB/T50591-2010《洁净室施工及验收规范》的规定，如下表所示。

表2净化空间的净化等级

净化级别\微尘粒径大小	0.1um	0.2um	0.3um	0.5um	1um	5um
1(十级)	$10/m^3$	$2/m^3$				
2(百级)	$100/m^3$	$24/m^3$	$10/m^3$	$4/m^3$		
3(千级)	$100/m^3$	$237/m^3$	$102/m^3$	$35/m^3$	$8/m^3$	
4(万级)	$10000/m^3$	$2370/m^3$	$1020/m^3$	$352/m^3$	$83/m^3$	
5(十万级)	$100000/m^3$	$23700/m^3$	$10200/m^3$	$3520/m^3$	$8320/m^3$	$29/m^3$
6(百万级)	$1000000/m^3$	$237000/m^3$	$102000/m^3$	$35200/m^3$	$8320/m^3$	$293/m^3$
7(千万级)				$352000/m^3$	$83200/m^3$	$2930/m^3$
8(亿级)				$2530000/m^3$	$832000/m^3$	$29300/m^3$
9(十亿级)				$35200000/m^3$	$8320000/m^3$	$293000/m^3$

[0006]

[0007]

[0008] 已经发现的对机体有害的细菌的粒径一般在0.5um以上，但是也有一些细菌的粒径小于0.5um。而已经发现的对机体有害的病毒的粒径一般在0.01um左右，一些对植物有害的病毒的粒径会更小。细菌和病毒在空气中的传播一般是细菌和病毒依附于空气中的微粒上(例如固体颗粒物、飞沫)进行空气传播导致传染性疾病的传播。

[0009] 空气净化技术在药品和和食品的生产以及在一些生命科学实验室(例如生物实验室、微生物检测实验室等)的应用存在一个名为“生物屏障”的观念。在空气净化领域内“生物屏障”可以理解为能够阻止未进行空气净化空间的微生物进入空气净化空间的机制，简单理解就是“空气生物净化”而非“空气微粒净化”。生物屏障的概念目前在生物实验室(例如P2、P3、P4生物实验室、实验动物实验室)中被视为一个非常重要的技术，而目前普遍采用的以空气过滤器为技术特征的空气净化技术在“生物空气净化”中存在明显的技术缺陷。

[0010] 因此对一些有生物控制要求的洁净空间不仅需要对空气中尘粒、温湿度等进行控制，还须除去有生命的微粒(例如细菌、病毒)。显然仅仅依赖于空气过滤器对微尘的控制是满足不了需求的。因为一般需要对空气进行净化的空间都是在温度和湿度上适宜人类生活的最佳空间(如室温被控制在20-26℃之间，湿度被控制在40％-65％RH之间)，但是这个温湿度恰恰也是有害微生物最易于繁殖扩增的温湿度。所以，当一些有害的微生物依附于漏网的微尘或空气过滤器不能滤除控制的微尘进入空气净化空间后，会在净化空间内进行繁殖扩增。例如即便是在上表中十级别的净化空间中，也允许每立方米有0.1um-0.2um的少量微粒漏网存在。而即便是对洁净等级要求很高的P3实验室和注射剂的灌注车间以及高级别手术室等场所，对净化级别的要求一般是百级净化级别，或局部百级净化级别。所以领域内的专业人士特别强调了“一般空气净化”和“生物空气净化”的区别。

[0011] 病毒主要是以飞沫通过空气传播为主，所以在空气净化领域内突出“生物空气净化”的重要性是必要的。

[0012] 领域内的技术人员都知道，很多建设有高等级净化级别的实验室、医院病房等需要空气生物净化的场所内的净化空调系统在使用一段时间后，在通风管道和过滤器上滋生的霉菌和霉菌孢子体通过净化空调系统会对被净化的空间形成二次污染，这是生物实验室

和院内感控长期以来难以解决的问题。

[0013] 由表1可见，随着空气过滤器的级别增高，对空气的压力需求也在快速的提升.高的空气压力对净化区域内的空气压力梯度的控制提出了更高的要求，而净化区域内的压力梯度恰恰是洁净空间中一项重要的微尘控制和生物控制的技术手段。随着过滤等级的升高，空气过滤器的孔径逐渐减小，同时意味着空气过滤器的容尘量逐渐减小。当空气过滤器的容尘量增加时，势必会导致空气过滤器的风阻上升，而风阻的上升将会导致原来已经调试好的室内空气压力梯度改变。这也是在生物洁净室内的实验人员抱怨实验室被微生物污染的原因之一。

[0014] 由此可见，仅仅依赖于空气过滤器，尤其是高效空气过滤器和超高效空气过滤器的技术手段满足“生物空气净化”是不可能的了，人类需要更好的技术手段来弥补单一的依赖于空气过滤技术实现生物空气净化的技术缺陷。

[0015] 目前空气净化技术对于生物净化的手段一般采用空气放电(包括等离子、介质阻挡放电、静电除尘、辉光放电、无声放电、负离子发生器，等均属于空气放电)技术、活性炭吸附过滤以及光触媒材料技术。

[0016]

[0017] 在本世纪初的一段时间内，在专业领域内出版了一些对空气放电后的电化学产物进行检测分析的研究性文献，尽管这类专业性文献比较稀少，阅读起来比较生涩，但是对纠正领域内的技术人员对空气放电制备臭氧以及臭氧应用的偏离客观事实的认知，是会产生重要作用的技术研究型文献，其中比较有代表性的文献是Jan D.Skalny et.al.Mass spectrometric study of negative ions extracted from point to plane negative corona discharge in ambient air at atmospheric pressure.International Journal of Mass Spectrometry 272(2008)12-21。

[0018] 该文献的检测研究证实，空气放电(包括介质阻挡放电、无声放电、等离子体放电、辉光放电等以空气为气源的高压电场放电)的电化学一级产物是氮离子与氧离子，在ns和ms级别的极短的时间内转化为以$NO_3^-\cdot(H_2O)_n$(水合硝酸根离子团簇)、$O_2^-\cdot(HNO_3)_2$(硝酸合超氧阴离子团簇)、$HCO_3^-HNO_3$(硝酸合碳酸氢根离子团簇)、$CO_3^-HNO_3$(硝酸合碳酸根离子团簇)、$HCO_3^-\cdot(H_2O)_n$(水合碳酸氢根离子团簇)、$OH^-\cdot(H_2O)_n$(水合氢氧根离子团簇)、$O_3^-\cdot(H_2O)_n$(水合三氧离子团簇)、$O_2^-\cdot(H_2O)_n$(水合超氧阴离子团簇)、$CO_3^-\cdot(H_2O)_n$(水合碳酸根离子团簇)为主要组分的终端离子分子团簇。上述离子分子团簇的稳定性的排序是：$NO_3^-\cdot(H_2O)_n>HCO_3^-HNO_3>CO_3^-HNO_3>O_2^-\cdot(HNO_3)_2>HCO_3^-\cdot(H_2O)_n>CO_3^-\cdot(H_2O)_n>O_3^-\cdot(H_2O)_n>O_2^-\cdot(H_2O)_n>OH^-\cdot(H_2O)_n$。所以其终端离子为水合硝酸根离子团簇($NO_3^-\cdot(H_2O)_n$)，这也是形成酸雨的主要成分。如果在放电的环境周围存在SO_2，$NO_3^-\cdot(H_2O)_n$团簇会与SO_2生成更加稳定的终端HSO_4^-离子和HNO_3分子。所以截止到目前为止，普遍将臭氧认定为由三个氧原子组成的分子(O_3)的观点是“Such results demonstrate conclusively that in any atmospheric pressure discharge most of the ion chemistry involves clusters and therefore models and simulation using unimolecular ions in the description of such discharges are liable to serious misinterpretation.”(这些结果最终证明，在任何大气压放电中，大多数离子化学都涉及到团簇，因此在描述此类放电时，使用单分子离子的模型和模拟容易被严重误解。)，再简单一点来说，由单纯的三个氧元

素组成的臭氧O_3是不存在的，而空气放电的终端产物是以硝酸(HNO_3)为核心的酸性分子离子团簇。

[0019] 只需要进行一个非常简单的试验就可以对上述文献的研究结论进行有效的验证。以《中国药典》对水的要求为例，已知纯净水的pH值在4.5-7.0之间。但是如果将空气放电所产生的气体(即为臭氧气体)通入符合《中国药典》的纯净水中，就可以将水的pH值由中性下降到pH＝3.5左右。而人体的正常pH值在6.5-7之间，细胞内液的pH值一般为6.8～7.0，组织间液为7.25，血浆、淋巴液、脑脊液为7.40左右，血液为7.35～7.45。如果长期吸入低pH值的酸性气体，对机体所产生的酸中毒损伤，并由此可能引发多种疾病，是医学和环境保护领域内的公知事实。

[0020] 基于上述原因，在一些与空气净化相关的技术标准中，都对臭氧在有人环境下的安全浓度严格控制在0.1mg/m^3-0.12mg/m^3(0.05ppm-0.06ppm)之间。然而，在一些空气净化应用领域内，将空气放电电离技术应用在空气净化系统中，其产生的危害性截止到目前为止，仍未引起领域内的技术人员的普遍认知，这种现象与工业产品应该高品质发展的策略相悖。

[0021] 1967年，东京大学研究生的藤岛昭在他的指导老师本多建一的指导下，在一次试验中对放入水中的氧化钛单结晶进行了光线照射，结果发现水被分解成了氧和氢的“水的光解现象”。这种现象相当于将光能转变为化学能。随后，在1972年出版的英国的《科学》杂志上，本多建一教授与藤岛昭共同署名发表了有关二氧化钛的光催化性质和超亲水特性的研究文章，由此产生了著名的“本多·藤岛效应”(Honda-Fujishima Effect)。当时正值石油危机，人们对寻找新能源的期待甚为殷切，所以这一从水中提取氢的划时代技术备受瞩目。然而，这项技术很难在短时间内提取大量的氢气，因此将其利用于新能源的开发的计划破灭，轰动一时的“本多·藤岛效应”迅速降温。直到1992年在加拿大举行的第一次二氧化钛光触媒国际研讨会后，光触媒技术才被引起广泛的重视，并加快了推广应用的步伐。

[0022] 目前可用的纳米光触媒材料有TiO_2、ZrO_2、ZnO、CdS、WO_3、Fe_2O_3、PbS、SnO_2、ZnS、$SrTiO_3$、SiO_2等，但以氧化钛(TiO_2)最为突出。氧化钛(TiO_2)纳米材料在光的照射下，把光能转变成化学能，促进有机物的合成或使有机物降解，这一过程也叫做光催化，所以光触媒技术又叫做光催化技术。其原理是，纳米光触媒在光照射下，价带电子被激发到导带，形成了电子和空穴，与吸附于其表面的O_2和H_2O作用，生成超氧化物阴离子自由基O^{2-}·和羟基自由基OH·，自由基具有很强的氧化分解能力，能破坏有机物中的C-C键、C-H键、C-N键、C-O键、O-H键、N-H键，分解有机物为CO_2与H_2O；同时破坏细菌的细胞膜、固化病毒的蛋白质，改变细菌，病毒的生存环境从而杀死细菌、病毒。所以光触媒技术是被称之为环保的消杀与净化技术，属于第二代低温消毒技术的佼佼者。

[0023] 将光触媒技术应用于空气净化确实具有很多的优点，但是在长期的应用实践中，也暴露出一些缺陷，首当其冲的是有效浓度问题。光触媒本身是一种催化剂，不直接参与降解反应，它通过吸收光能把水或氧气转化成强氧化活性基团，而强氧化活性基团使空气污染物降解，所以光触媒必须直接接触到水分子或氧分子。因而，决定光触媒性能的是有效接触浓度，即可以与水或空气接触的光触媒浓度，而不是某一种产品的浓度。所以对于将光触媒喷涂在纤维材料上制作的除菌过滤网而言，只有当含有细菌的空气流经光触媒过滤网时，光触媒产生的活性氧化基团才能够对流经空气中的有害微生物和TVOC产生消杀和降解

作用。但是当光触媒滤网的厚度一定时，滤网的消杀作用和对TVOC的降解作用与风通过的气流速度成反比。基于此关系，就意味着光触媒不能很好的产生高水平的消杀强度以及对TVOC高强度的降解作用。实际上在考察光触媒是否具有消杀作用的验证检验方法中，一般采用将包覆有光触媒材料的滤网的滤布剪切下来放在含有细菌的培养皿上通过滤布对细菌的抑菌面积来考察滤布对细菌的消杀功能。这种检测结果与实际应用是相脱节的，因为滤布与培养皿中的细菌接触时间很长，而实际应用中，含有细菌的气流通过滤布的时间是瞬间的。

[0024] 将光触媒技术应用于空气净化的第二个缺点是必须有光陪伴。目前大都数光触媒都需要紫外光配合，经过改性后的光触媒可以使用红外光配合。然而不论是紫外光还是红外光，没有光，光触媒材料就无法发挥作用。所以对一些没有光的场合，光触媒就无法发挥空气净化作用。即便是经过改性，例如掺杂银离子可以使用微光发挥作用，其净化效果也存在距离远近的因素。因此光触媒必须涂布在一种物体的表面，伴随着与涂布光触媒材料的距离渐远，光触媒的“接触浓度”也会快速的降低到无效的程度，所以光触媒对空间的有害微生物和TVOC几乎没有作用。

[0025] 将光触媒技术应用于空气净化的第三个缺点是光触媒本身就是纳米级的固体颗粒物。以氧化钛为例，氧化钛的颗粒细度在8～10nm左右，这些细小的固体微粒被涂布在空气过滤网上，难免不会导致脱落，而脱落的微颗粒势必会漂浮在被净化过的空气中，对机体的危害性没有确凿有效的安全评估数据支持。所以不少客户在对纳米材料的深入了解后，所产生的安全顾虑无法轻易消除。同理，伴随着涂布在滤网表面的纳米材料在风蚀的作用下脱落，纳米材料空气滤网的效果会大幅度降低，这也是阻扰纳米材料在空气净化领域内广泛应用的障碍之一。

[0026] 另外，一些硫酸根和硝酸根离子会影响光触媒的寿命和效果，出现失活现象。

[0027] 在一些对空气生物净化要求比较高的环境中，例如生物实验室、生物制药、手术室等场合，完全依赖以空气过滤和光触媒滤网为技术特征的空气净化系统已经满足不了空气生物净化的要求。为了获得高水平的空气生物净化环境，目前使用比较多的技术手段是使用过氧化氢干雾喷洒技术对空气进行消毒。使用过氧化氢消杀的最大优势在于消毒后的代谢产物是水，不存在环保顾虑。

[0028] 过氧化氢早在100多年前就证明具有良好的杀菌作用，但是将过氧化氢更好的应用的技术是上世纪九十年代被美国EPA(美国环境保护署)批准的由美国的思泰瑞集团(STERIS)公司开发的汽化过氧化氢(VHP)生物灭菌系统。这是一种35％的双氧水通过VHP发生器(闪蒸)汽化产生后，在负压吸引下汽体进入灭菌舱完成灭菌程序。实验证明汽化状态的双氧水的杀灭细菌芽孢的能力约为液态双氧水大于200倍。目前我国已经建立了VHP技术的标准体系GB27955《过氧化氢气体等离子体低温灭菌器卫生要求》，最新的版本是2020年版本。汽化过氧化氢(VHP)生物灭菌系统是只能对封闭的箱体内的物品进行消毒，不是针对空气消毒。但是目前在我国使用过氧化氢对空气消毒的方式是“干雾喷洒法”也有称为“微雾喷洒法”，可以归类于“非等离子过氧化氢灭菌”。目前使用过氧化氢进行空气消毒是参照WS/T367-2012《医疗机构消毒技术规范》和WS/T368-2012《医院空气净化管理规范》的要求，使用浓度是3％的过氧化氢水溶液，按照气溶胶(0.001～100um)喷雾或雾滴要求应该小于20um，喷洒量为20-30ml/m^3，作用30-60min。

[0029] 由于我国尚未对非等离子过氧化氢灭菌器建立专门的技术管理法规，所以按照上述的非专门针对性的标准约束过氧化氢空气消毒时，会存在一些技术问题。其中主要的问题是，当室温在20-26之间时，空气中的露滴含水量为17.2ml/m^3～24.2ml/m^3之间。如果严格按照WS/T368-2012的要求使用过氧化氢喷雾对空气消毒，则喷出的含水量在19.4ml/m^3～29.1ml/m^3之间，也就是说在进行过氧化氢空气消毒时，喷洒到室内环境中的含水量超过了室内空气的露滴含水量。另外在WS/T368-2012中要求过氧化氢的雾滴要小于20um，在WS/T367-2012中要求按照气溶胶进行过氧化氢喷雾，气溶胶的雾滴在0.001～100um之间，两者对粒径的技术要求跨距很大，且都是针对过氧化氢VHP技术提出的技术要求。因为以现在的喷嘴制造技术而言，最好的喷嘴在0.2MPa以上的空气压力下，可以喷射平均粒径在20-100um之间的过氧化氢汽雾微粒。这就是为什么说750-2000μg/L浓度的汽化过氧化氢的灭菌效果等同于300000mg/L浓度的液态过氧化氢的效果，而实际上获得的实践结果是汽化过氧化氢的消毒效果仅仅是液态过氧化氢灭菌效果的200倍左右(针对细菌芽孢的实验结果)。由此可见过氧化氢汽雾粒径的大小直接影响着汽雾过氧化氢的消杀效果。而目前并没有对汽化过氧化氢的雾滴有很好技术控制和确切技术标准控制的状态下，属于非等离子过氧化氢灭菌技术的过氧化氢干雾喷洒设备，以空气消杀的市场急需为由被大量的应用于空气消杀领域，并作为弥补以空气过滤器为技术特征的空气净化系统对空气生物净化能力的不足而作为环境的高水平终末消毒的手段的原因。

[0030] 一种崭新的低温消毒技术已经应运而生。氙准分子光源发射的172nm的真空窄频紫外光(VUV)辐射能可以切断了氧气分子的双键，形成基态氧(O)。基态氧的电负性在3.5ev左右(测定的氧化电位＝2.694)，还可以切断水分子的氢氧键生成氢自由基(H•)和氢氧自由基(HO•)，具有非常高的氧化电位(氧化电位＝2.85v)。它们接触到周边的有机物质，尤其是挥发性有机物质VOC后，可以瞬间与其产生氧化作用，将VOC氧化成CO_2和H_2O。这个氧化作用可以称之为“一级氧化作用”。当周围气体中只有氧气、水、二氧化碳气体时，基态氧(O)与氢氧自由基(HO•)可以与空气中的氧气、水分子和二氧化碳分子快速的演化成$O_2^-(H_2O)_n$(水合超氧阴离子团簇)、$O_3^-(H_2O)_n$(水合三氧离子团簇)、$OH^-(H_2O)_n$(水合氢氧根离子团簇)、$HCO_3^-(H_2O)_n$(水合碳酸氢根离子团簇)、$CO_3^-(H_2O)_n$(水合碳酸根离子团簇)，这些离子分子团簇被称之为终端分子离子团簇。由于空气中的二氧化碳气体仅占0.031％，所以在上述五种终端离子团簇中，$O_2^-(H_2O)_n$(水合超氧阴离子团簇)、$O_3^-(H_2O)_n$(水合三氧离子团簇)、$OH^-(H_2O)_n$(水合氢氧根离子团簇)就构成了基态氧和氢氧自由基快速演化后的主要产物。这三种主要的演化产物虽然不如基态氧的氧化性强，但是由于仍然保存了大量的氢氧基，与绝大多数化合物相比较，属于具有极强的氧化性的物质。由基态氧(O)与氢氧自由基(HO•)形成的终端离子团簇可以与周边的有机物质，尤其是挥发性有机物质VOC接触后，可以瞬间与其产生氧化作用，这个氧化作用可以称之为“二级氧化作用”。由于空气中的有害微生物也属于VOC的一种，所以以空气为气源，氙准分子光源发射的172nm的真空紫外光(VUV)具有很好的空气生物净化和TVOC处置功能。

[0031] 普遍的观点认为小粒径负离子可以主动出击捕捉小粒微尘，使其凝聚而沉淀，有效除去空气2.5微米(PM2.5)及以下的微尘，甚至1微米的微粒，从而减少PM2.5对人体健康的危害。生态级负离子对空气的净化作用是源于负离子与空气中的细菌、灰尘、烟雾等带正电的微粒相结合，并聚成球降落从而消除PM2.5的危害。实验证明，微尘直径越小，越易被负

离子沉淀。氙准分子活性氧簇属于小粒径负离子,所以也具有清除小微固体颗粒物PM2.5的能力,但是对大粒径的固体颗粒污染物(如PM10)不具备或轻微具备清除的能力。

[0032] 在一些技术文件将三种制备臭氧的方法:介质阻挡放电法(空气放电技术的一种)、紫外线辐射法、电解法放在一起进行技术管理的做法需要进行商榷。空气放电的产物是电化学产物,其终端产物是以硝酸为主的水合离子团簇。紫外辐射的产物是光化学的产物,其终端离子团簇是活性氧簇。水电解法虽然也是电化学产物,但是水电解后会出现三种气体,即氢气、氧气、布朗气。所以将三种制备方式及其制备方式的产物放在一起进行粗犷的技术管理不利于对产品质量的管控。

[0033]

[0034] 氙准分子光源的低温消杀技术属于第三代低温消杀技术,第三代低温消杀技术的技术特征是以准分子光源为技术特征的新型低温消毒技术,这是一种崭新的低温消杀技术。目前可用的准分子光源作为消毒技术核心的有发射172nmVUV(Vacuum ultraviolet真空紫外线)窄频光的氙准分子光源和发射222nmDUV(Deep ultraviolet深紫外线)窄频光的氯化氪准分子光源。222nm消杀功效要远远地优于254nm的消杀功效,且对皮肤和眼睛的安全性能几乎是无损伤,但是据了解有可能需要等到2025年以后对100nm-400nm的紫外光辐射都属于对机体有害的相关法规在更大的临床安全评价认可其确属安全后进行修改,才能够实现222nm光辐射的人机共处应用,而目前222nmDUV只能是无人情况下使用。

[0035] 如前所述,室内空间的空气净化是向室内空间输送舒适洁净的新鲜空气,其装备一般称之为空气净化系统,其主要是由空调段、送风管道和送风口三个部分组成。一般情况下对空气温度湿度控制的功能以及对空气净化的功能均在空调段内进行,但是也有少数是在送风口进行。所以本发明所述的“空调段”的概念不仅仅限于空调段本身,而是泛指在室内集中空调送风系统中对空气进行温度湿度控制和对空气净化的空调系统内的所有装置的统称。为了简述方便,在下面的说明书中,仅以消杀净化空调段的技术设计进行阐述,涉及到将净化功能进行部位变更的设计就不再赘述了,因为这是领域内的技术人员在阅读了本发明以后就可容易联想到的技术变更内容。根据发明人的技术查新,氙准分子低温消毒技术应用于空气净化的空调段的设计,尚属首次。

[0036] 在本专利申请之前已经递交了这个应用技术领域的多份专利申请文献,例如202021830126.9、202021830292.9、202021830127.3,等,本专利技术是这些已经申报的专利技术的进一步应用发展,与这些已经提交的专利文件相比较,本专利技术在个别细节有相似性,但是本发明所阐述的技术是这些相似性技术在空调段的设计与制造领域的具体技术的改进应用。这是一种新颖的空调段的设计方案。

[0037] 与本申请《模块式氙准分子光源消杀净化空调段的设计方案》递交的同日,本发明人提交了《用于通风管道气体流路切换的套筒式切换阀门》、《氙准分子光源与活性氧簇消解滤片组合应用设计方案》、《氙准分子光源消杀技术在生物安全实验室/车的应用》、《并联式带消解功能的氙准分子活性氧簇消毒器》、《串联式带消解功能的氙准分子活性氧簇消毒器》、《一种内窥镜的洗涤与活性氧簇灭菌器的设计方案》、《负压脉动活性氧簇循环增浓灭菌核酸清除柜》、《氙准分子光源活性氧簇循环增浓消毒冷藏冷冻柜》、《氙准分子光源活性氧簇循环增浓车载消毒器》、《氙准分子光源消杀净化的室内空调新风系统》、《氙准分子光源活性氧簇循环增浓餐具食品消毒洗涤柜》、《一种内窥镜的洗涤与活性氧簇灭菌器》、《低

浓度活性氧簇传感器的保护装置》、《氙准分子光源活性氧簇超声雾化治疗机》、《水箱上位的氙准分子光源活性氧簇超声雾化治疗机》、《水箱下位的氙准分子光源活性氧簇超声雾化治疗机》、《一种氙准分子光源活性氧簇超声雾化水箱上位消毒机》、《一种氙准分子光源活性氧簇超声雾化水箱下位消毒机》、《氙准分子光源活性氧簇超声雾化消毒机的设计方法》、《模块式VUV光源消杀净化IVC供气装置设计方》、《VUV光源消杀净化IVC集中空调通风柜》《氙准分子光源活性氧簇循环增浓循环风机的保护装置》专利申请。这些同日递交的专利申请在技术特征中与本专利申请所表述的技术特征个别地方具有相似性，但是作为一个完整的技术方案，又具有不同的技术特征，故在同日递交。

发明内容

[0038] 本发明需要解决的技术问题是在空气生物净化中应用采用氙准分子低温消杀技术，克服过度依赖空气过滤器技术其存在的难以克服的缺陷，以期实现高效、环保、廉价的高水平空气生物净化的效果。

[0039] 如前所述，空气净化集中空调通风系统主要是由空调段、送风管道和送风口三个基础部分组成。本发明所述的空气净化系统是指WS394-2012《公共场所集中空调通风系统卫生规范》中所指的“集中空调通风系统”，并在此基础上增加了以氙准分子光源低温消毒技术的空气消毒净化功能，并由此形成一种新颖的“氙准分子光源消杀净化集中空调通风系统”，所述“模块化氙准分子光源消杀净化空调段”是指与“氙准分子光源消杀净化集中空调通风系统”中配套的空调段。本发明所述的“空调段”的概念不仅仅限于空调段本身，而是泛指在室内集中空调通风系统中对空气进行温度湿度控制和对空气净化的空调系统内的所有装置的统称。

[0040] 对于常规的集中空调通风系统的结构组成按照基本功能分为初效空气过滤器、送风风机段、制冷段、加热段、中效过滤器段、加湿段、通风管道、终端出风口和出风口的高效空气过滤器以及与高效过滤器配套的组件等，如图1所示。当然中间的细节，如风闸门、静压箱、扩散孔板等，都是领域内的技术人员所熟知的部件，为了将阐述的内容集中在创新技术要素上，集中空调通风系统的常规性技术细节就不再一一赘述了。

[0041] 图1是常规集中空调送风系统的结构图。由图亦可见，常规集中空调送风系统的空调段(如图1虚线框内的部分)的功能组成是由初效空气过滤器段+风机送风段+制冷段+制热段+中效空气过滤器段+加湿段组成；空调段将温湿度可控制的洁净的空气通过通风管道输送到需要净化的空间(房间)的出风口处向净化空间输送洁净的空气。绝大多数情况下，对于需要高洁净要求的空间的通风系统，一般是在出风口处增加高效空气过滤器系统(由静压箱+高效空气过滤器+扩散孔板组成)作为终端空气洁净处置工段。在空调段各个工段之间以及在送风口的高效过滤器之间，在送风风机的驱动下，各段之间都存在一定的空气气压差(以下简称：压差或静压差)，合适的静压差是保障空调段高效实现空气净化的重要因素。

[0042] 本发明所述的“模块”的空间概念是相对独立的封闭或半封闭空间，空间封闭的材料可以是金属材料，也可以是非金属材料。模块的非空间概念是将不同功能的相关联的部件组合设计在一起形成可以称之为一种功能的组合设计。

[0043] 本发明的技术要素之一是在常规集中空调通风系统的空调段中增加安装了氙准

分子光源组件构成的“氙准分子光源消杀净化段”和“氙准分子活性氧簇消解(降解)段”。在常规的集中空调通风系统的空调段的基础上增加了“氙准分子光源消杀净化段”、“空气阻尼过滤器段”和“氙准分子光源活性氧簇消解(降解)段”之后,就形成了“氙准分子光源消杀净化空调段”,如图2虚线框内所示。在图2中,1是初效空气过滤器段;2是风机送风段;3是制冷段;4是制热段;5是中效过滤器段;6是加湿段;7是送风管道;8是出风口+扩散孔板;9是氙准分子光源消杀净化段;10是阻尼空气过滤器工段;11是氙准分子活性氧簇消解段。由氙准分子光源消杀净化空调段组成的集中空调通风系统可以称之为“氙准分子光源消杀净化集中空调通风系统”。如果将图2中的各个段分别进行标准化设计和制造,每一个“段”(即工段)就形成了一个标准的模块,按照需求将这些模块进行拼装组合,就形成了“模块式氙准分子光源消杀净化空调段”。

[0044] 在模块式氙准分子光源消杀净化空调段中,初效空气过滤模块是由初效空气过滤器和/或活性炭空气过滤器和/或光触媒空气过滤器为主要部件组成,这三种空气过滤器可以单独使用,也可以根据具体设计进行组合设计使用;风机送风模块主要是由引风风机组成,引风风机可选涡流风机或轴流风机;制冷模块主要是由空调压缩机、蒸发器、冷凝器、冷凝器散热风机组成;制热模块主要是由加热器电源、加热器组成;中效过滤器模块是由中效过滤器或高中效空气过滤器组成,在具体的设计实践中,在满足对颗粒物的净化要求的前提下,中效过滤器尽量回避采用高中效空气过滤器以避免出现高的风阻而增加引风风机的耗电功率,甚至在满足固体颗粒净化的前提下,选择初效空气过滤器与初效过滤模块的初效空气过滤器配合形成二级固体颗粒物净化过滤;加湿模块应选择湿帘加湿原理的技术模式,主要是由湿帘、储水罐和抽水泵组成;氙准分子光源消杀净化模块主要是由氙准分子光源灯管、高浓度臭氧传感器、氧气传感器组成;阻尼空气过滤模块主要是由阻尼空气滤片组成,阻尼空气滤片可以选择初效空气过滤器或中效空气过滤器或高中效空气过滤器或亚高效空气过滤器、或高效空气过滤器、或超高效空气过滤器。氙准分子活性氧簇消解模块主要是由活性氧簇降解滤片和低浓度臭氧浓度传感器组成,其中活性氧簇降解滤片可以选择臭氧降解滤片。高浓度臭氧传感器应选择100ppm±3ppm的臭氧浓度传感器,低浓度臭氧浓度传感器应选择检测精度不低于±0.004ppm的臭氧浓度传感器。低浓度臭氧浓度传感器的设计安装位置一定是位于活性氧簇降解滤片的后面,也就是位于活性氧簇降解滤片的下风头,以便于检测经过活性氧簇降解滤片降解后的气流中活性氧簇的浓度。

[0045] 在上述模块式氙准分子光源消杀净化空调段的设计中,可以根据设计需要将上述各种模块合并组合设计在一个模块中,例如可以将初效过滤模块+风机送风模块+制冷模块+制热模块+加湿模块合并设计为集中空调控制模块;可以将集中空调控制模块+氙准分子光源消杀净化模块组合设计为集中空调氙准分子光源消杀净化控制模块,等不同的组合模块。模块化设计的优点在于功能模块化后,设计思路清晰,加工制作标准化,从而形成高性价比的模块化组合产品,这是工业4.0的重要技术思路之一。

[0046] 尽管上述模块可以根据需要进行不同的组合和排序,但是必须遵循下面两个设计原则,这是本发明设计的技术要素之一。

[0047] 初效过滤模块+风机送风模块+制冷模块+制热模块应该设计在氙准分子光源消杀净化模块之前,加湿模块可以设计在氙准分子光源消杀净化模块之前,也可以设计在氙准分子光源消杀净化模块之后。将加湿模块可以设计在氙准分子光源消杀净化模块之后的优

点是在氙准分子光源消杀净化模块产生的活性氧簇可以阻止湿帘滋生微生物，因为在当前的湿帘加湿系统中，湿帘滋生有害的微生物，尤其是滋生霉菌和孢子体是当前湿帘加湿系统难以克服的缺点。但是另外需要注意的一个问题是，氙准分子活性氧簇属于强氧化剂，根据相关试验，十几个小时短时间接触高浓度的活性氧簇对绝大多数物质没有影响，但是长期接触会有影响。目前湿帘加湿方式所用的湿帘一般都是纸质材料或无纺布材料，本身就是廉价的易耗品，所以长时间与活性氧簇接触可能会缩短湿帘的使用寿命，但反观其所产生的杀菌效果，即便是略微缩短湿帘耗材的使用寿命是值得的。因此在考虑加湿模块是设计在氙准分子光源消杀净化模块之前或之后使用，要兼顾上述两种因素并结合具体的情况综合考虑决定。

[0048] 氙准分子活性氧簇消解模块必须设计在氙准分子光源消杀净化模块之后，在这两个模块之间必须设计有阻尼空气过滤模块。这种设计要求的目的是希望在氙准分子光源消杀净化模块内形成一个静压差，所谓静压差就是希望由上面模块来的空气的气流尽可能的在氙准分子光源消杀净化模块中驻留一下，以便于在氙准分子光源消杀净化模块内由氙准分子灯管激发的活性氧簇对流经的空气进行有效的灭菌与净化处置。

[0049] 氙准分子光源消杀净化模块的静压差是通过阻尼空气过滤模块中的空气阻尼过滤器段实现的。在具体的设计实践中，阻尼空气过滤模块中的空气阻尼过滤器可根据对固体颗粒物净化的需求进行选择不同孔径的空气过滤器。对于净化固体颗粒要求不高的通风系统，阻尼过滤器也可以酌情采用初效空气过滤器。而对于净化固体颗粒要求高的通风系统，阻尼过滤器也可以酌情采用中高效空气过滤器或亚高效空气过滤器或高效空气过滤器，对于净化固体颗粒要求更高的送风系统，阻尼过滤器也可以采用超高效空气过滤器。总之，在选择通风系统的各种空气过滤器是对空气过滤器的选择只需要根据通风系统对固体颗粒物的净化要求这一个因素进行选择即可，不再需要考虑生物的污染，因为对生物的净化是通过氙准分子光源消杀净化模块来实现的。

[0050] 然而如果将加湿模块设计安装在氙准分子光源消杀净化模块之后，则加湿模块内的湿帘实际上也是一个空气阻尼滤片，湿帘的阻尼有可能满足在氙准分子光源消杀净化模块中形成所需要的静压差，这种情况下，在氙准分子光源消杀净化模块与氙准分子活性氧簇消解模块之间就可以不设计安装阻尼空气过滤模块，使用湿帘取代阻尼空气过滤片(器)的空气阻尼作用。

[0051] 目前还没有针对活性氧簇的专属性活性氧簇浓度传感器。本发明技术团队针对滋生于光化学产物的活性氧簇与滋生于电化学产物的臭氧都具有类似的强氧化性，且组分中都会阶段性的含有$O_2^-(H_2O)_n$(水合超氧阴离子团簇)、$O_3^-(H_2O)_n$(水合三氧离子团簇)、$OH^-(H_2O)_n$(水合氢氧根离子团簇)的组分，所以针对目前技术上还不能实现针对活性氧簇专属性浓度传感器的现状，选择臭氧浓度传感器对活性氧簇浓度进行监测的技术方案。经过本发明的技术团队的实验验证，现有的臭氧浓度传感器对活性氧簇的浓度检测的灵敏度和线性均与检测电化学产物臭氧相同，但是不具备可以区分活性氧簇、臭氧的专属性检测能力，也不具备区分水电解产生的布朗气的专属性能力，但是具备对氧气、氢气不敏感的专属性。所以选择了臭氧浓度检测器作为本技术方案中对活性氧簇浓度监测的技术方案。基于此在本发明的文件表述中，“臭氧传感器”、“臭氧浓度传感器”、“活性氧簇传感器”、“活性氧簇浓度传感器”的技术含义均相同，均是指“臭氧浓度传感器”。臭氧浓度传感器大多数是采用电

化学原理，基于氙准分子活性氧簇与空气电离臭氧的氧化性相似，所以本发明设计所选择的活性氧簇浓度传感器一般采用电化学原理的臭氧浓度传感器。

[0052] 在氙准分子光源消杀净化模块段中，设计安装的臭氧传感器要求臭氧浓度检测器的检测上限要满足≥10ppm±2ppm，在本发明中，将这种臭氧传感器称之为“高浓度臭氧浓度传感器”，以示与下文表述的“低浓度臭氧浓度传感器”的区别。这是因为以目前的技术所限，臭氧浓度传感器的检测量程与检测精度的线性区间比较窄，也就是说高精度的臭氧浓度传感器的量程比较小。例如下面所述的“低浓度臭氧浓度传感器”如果想满足±0.004ppm的要求，则最大检测量程只有1ppm。而如果将臭氧浓度传感器放置于超过其最高检测限度的臭氧环境中，即便是对传感器不通电，传感器也会损坏。所以目前技术下的臭氧浓度传感器绝对不允许在超量程的环境下存储和使用。

[0053] 在阻尼空气过滤模块通过选择不同阻尼压力的空气过滤片(器)使氙准分子光源消杀净化模块的静压差(也可以说是阻尼空气过滤片(器)两侧的静压差)在5Pa-130Pa之间，最佳的范围应在控制在5Pa-50Pa之间为好。过小的静压差不利于空气在氙准分子光源消杀净化模块内驻留，较大的静压差会对送风风机提出更高的功率要求。

[0054] 本发明的模块式氙准分子光源消杀净化空调段的设计安装中设计安装氙准分子活性氧簇消解模块的理由是将在氙准分子光源消杀净化模块内形成的高浓度的活性氧簇的浓度降解下来。在氙准分子光源消杀净化模块内形成的活性氧簇会在对微生物和TVOC(总有机挥发物)的消杀和降解消耗一部分后，会通过送风管道和出风口进入被空气净化的房间，当活性氧簇的浓度高于对机体安全的浓度后，高浓度的活性氧簇会对机体造成伤害。

[0055] 目前掌握的氙准分子活性氧簇的对机体的安全浓度是参照中国相关标准中收录的臭氧安全浓度为界限。目前中国有多条国家或行业标准都收录了在有人状况下臭氧的安全浓度上限是0.10mg/m^3-0.16mg/m^3(0.05ppm-0.08ppm)之间。根据本发明人的试验团队委托第三方检测机构进行的空气消杀验证试验，当氙准分子活性氧簇在空气中的浓度维持在0.08mg/m^3-0.10mg/m^3(0.04ppm-0.05ppm)水平后四个小时就可以对空气中的有害微生物(试验用白色葡萄球菌)发挥93％以上的杀灭率，如图3所示。这个第三方机构的检测结果权威性的说明了长期将室内空气中的活性氧簇浓度维系在0.08mg/m^3-0.10mg/m^3(0.04ppm-0.05ppm)的安全水平范围内，就可以实现消毒技术要求对于细菌消杀率≥90％的消毒标准。所以在本发明所述的技术体系中，一个重要的技术特征是由氙准分子光源消杀净化段激发产生的活性氧簇最终进入到净化区域(净化房间)的活性氧簇的浓度可以控制在0-0.08ppm(0-0.16mg/m^3)之间，最佳的活性氧簇的浓度应该控制在0.04ppm-0.05ppm(0.08mg/m^3-0.10mg/m^3)之间，如果维持在这个浓度，可以实现在有人的状态下对净化区域的生物持续性的保持在动态净化状态，这是目前所有空气生物净化所迫切需要实现的技术目标。因为在很多对空气生物净化需求的空间中，空气净化系统在新安装后的一个时间段内是比较容易实现静态空气生物净化达标，但是对于动态空气生物净化却很难达标。例如很多制药厂和食品厂的生产车间，医院的手术室、生物实验与生物检测实验室中，众多的技术人员都为不能动态空气净化达标而苦恼。

[0056] 所谓“静态空气生物净化达标”和“动态空气生物净化达标”是指无人活动或有人活动的状态下按照相关技术标准进行微生物检测是否符合相关技术标准的微生物限度要求。例如对医院的空气微生物检测就是采用装有培养基的比色皿在空气中暴露一定的时间

采集沉降菌后，经过微生物培养，观察培养皿内的菌落个数。例如手术室的检测是使用直径为90mm的培养皿在空气中暴露30min后，经过微生物培养后，培养皿出现的菌落数不得超过5个即为达标。

[0057] 本发明的技术特征之一是在由模块式氙准分子光源消杀净化空调段为核心的集中空调氙准分子光源消杀净化通风系统(以下可简称通风系统)中，通风系统中的活性氧簇的浓度控制是通过安装在氙准分子活性氧簇消解模块中低浓度臭氧浓度传感器对氙准分子活性氧簇消解滤片后的活性氧簇浓度的检测信号与氙准分子光源的数字控制电路组成的反馈控制系统对氙准分子灯管的开启时间的协调控制来实现的。在模块式氙准分子光源消杀净化空调段中每设计安装一个氙准分子活性氧簇消解段就可以对通风系统中的活性氧簇的浓度降解一次。但是仅仅依赖降解是无法精确地获得所需要的活性氧簇。因为在实施生物消杀的氙准分子光源消杀净化段是希望活性氧簇的浓度越高越好，而在送风口处的活性氧簇浓度应该控制在0.04ppm-0.05ppm(0.08mg/$m^3$0.10mg/m^3)之间。氙准分子光源的一个特别好的电气特性就是可以实施“秒开秒关”的数字化控制。例如一个电功率在24W的氙准分子光源可以激发产生400mg/h-500mg/h的活性氧量，如果实行“秒开秒关”的数字化控制，则活性氧簇的最低制备量控制精度就可以精确到0.11mg/h-0.14mg/h左右。在具体的实施案例中，将设计安装氙准分子活性氧簇消解滤片的数量与精确地氙准分子光源的数字化控制是实现模块式氙准分子光源消杀净化空调段安全有效地进行空气生物净化的有效技术保障。所谓“安全”就是保障被实施空气生物净化的空间内若有人(或其他动物)活动，则活性氧簇的浓度要控制在0.04ppm-0.05ppm(0.08mg/m^3-0.10mg/m^3)之间，所谓“有效”就是要实现被实施空气生物净化的空间内的生物抑制达标，及在无人状态下可以短时间内(2h内)实现高水平的环境微生物消杀(消杀率≥99.99％以上)，在有人的状态下可以实现环境微生物的抑菌(消杀率≥90.0％以上).

[0058] 氙准分子活性氧簇消解模块降解活性氧簇是通过可以把活性氧簇降解成氧气的过滤片来实现降解作用。可选择的活性氧降解滤片的材料可选择“臭氧催化剂”，例如，其特征是活性氧簇消解滤片的材料可采用ZrO_2、ZnO、CdS、WO_3、Fe_2O_3、PbS、SnO_2、ZnS、$SrTiO_3$、SiO_2光触媒材料以及MnO和MnO_2材质，以及可以降解臭氧的材料。选择臭氧催化剂的理由是氙准分子活性氧簇的组分尽管与空气电离产生的臭氧的组分有很大的差异，但是其它理化性质，主要是氧化性具有相同之处(存在氧化强度的差异)。通过我们的实际降解实验结果所知，臭氧催化剂也可以对活性氧簇进行催化降解作用。目前我们所使用的是光触媒滤片，对氙准分子光源激发的活性氧簇的一次性通过的降解率≥90％-97％之间。而一个更有意义的事实是被降解后的活性氧簇的降解产物是氧气，这对使用氙准分子光源激发的活性氧簇的安全应用提供了一个有力的支持。

[0059] 在由模块式氙准分子光源消杀净化空调段组成的通风系统中，可以通过对空气生物净化区域的活性氧簇的浓度检测来决定在模块式氙准分子光源消杀净化空调段中设计安装氙准分子活性氧簇消解模块的数量或在一个氙准分子活性氧簇消解模块中串联叠加使用活性氧簇消解滤片的数量。

[0060] 对于大型的模块式氙准分子光源消杀净化空调段，应在氙准分子活性氧簇消解模块之后，建议设计安装阻尼空气过滤模块。安装阻尼空气过滤模块的目的是希望在氙准分子活性氧簇消解模块内也形成一个静压差，将空气气流尽可能的在氙准分子活性氧簇消解

模块中驻留一下,这样氙准分子光源激发的活性氧簇在通过氙准分子活性氧簇消解滤滤片前仍可继续维持较高的浓度以便于对微生物和TVOC进行消杀和降解净化,从而将活性氧簇发挥到最大的效率。如果在氙准分子活性氧簇消解模块后设计安装阻尼空气过滤模块,则可在阻尼空气过滤模块中通过选择不同阻尼压力的空气过滤器使氙准分子活性氧簇消解模块内的静压差(也就是阻尼空气过滤模块中阻尼空气过滤器两侧的气体压力之差)在10Pa-130Pa之间比较好,最佳的范围应在5Pa-100Pa之间,过小的静压差不利于空气驻留,较大的静压差会对送风风机提出更高的功率要求。

[0061] 本发明所述的模块式氙准分子光源消杀净化空调段的设计方案在理论上可以实现对流经模块式氙准分子光源消杀净化空调段的空气中的微生物和TVOC的彻底清除。这是因为可以在模块式氙准分子光源消杀净化空调段的设计中通过在氙准分子光源消杀净化模块中增加多个氙准分子灯管的数量就可以实现活性氧簇的高浓度,或/和通过无限制的增加氙准分子光源消杀净化模块实现多级的对微生物和TVOC的消杀与净化直至全部将他们彻底清除干净为止。然后通过在氙准分子活性氧簇消解模块叠加串联使用多个活性氧簇消解滤片或/和串联设计多个氙准分子活性氧簇消解模块将完成空气消杀和净化任务后剩余的活性氧簇降解到安全的浓度以下,这样经过模块式氙准分子光源消杀净化空调段治理的洁净安全的净化空气进入需要空气净化的空间,从而保障了净化空间中环境空气的空气生物净化。所以说,采用本发明所述的模块式氙准分子光源消杀净化空调段的设计方案是截止到目前为止任何集中空调净化通风系统都难以企及的空气生物净化水平。

[0062] 模块式氙准分子光源消杀净化空调段的工作原理通过下面的实施例中再做阐述。图2的视图展示了依照本发明的技术要素进行的由单功能的模块化设计组合而成的集中空调氙准分子消杀净化通风系统。实施例中的图4中展示了依照本发明的技术要素进行的一个模块所有功能集合设计的集中空调氙准分子消杀净化通风系统。实施例中的图5中展示了依照本发明的技术要素进行的两个模块多功能集合设计的集中空调氙准分子消杀净化通风系统。实施例中的图8实际上是实施例图5的另一种小型设计,图8所示的小型集中空调氙准分子消杀净化通风系统可以称之为“氙准分子消杀净化空调”,这是一种适用于200m^2-300m^2左右的室内空间进行的新型空调或中央空调,是面向家庭、小型会议室等小型空间的新型家电产品。本发明人希望通过下述实施例的设计展示,可以理解本设计的技术要素。

[0063] 模块式氙准分子光源消杀净化空调段的控制部分目前都采用以MCU(微控制器)为核心的数字控制系统组成,例如氙准分子光源的电气控制、各种传感器的数字采集控制、引风风机散热风机、制冷压缩机、加热器、水泵等装置中的电器部件均采用以MCU为核心的数字控制系统。在MCU的数字控制系统中涉及到硬件电路的设计与软件的编程,其中软件编程中的一些算法软件都是模块式氙准分子光源消杀净化空调段设计的技术要素。但是这些技术要素对于领域内的技术人员来说,除了少数如软件算法外,都可以在了解了本发明的技术要素后,以不同的技术路线可以实现,所以对这部分的技术要素本发明就不再阐述了。

[0064] 本发明所述的模块式氙准分子光源消杀净化空调段技术方案的技术优势是根据上述的设计技术要素,可以设计出组装氙准分子光源消杀净化空调段的多种标准模块。实现标准化的模块设计,就容易实现标准化的数字控制,标准化的数字控制,就会有标准化的数字通讯接口,就容易实现信息化管理与控制。同时标准的模块化设计容易实现工厂标准化制造,可以获得高性价比的产品。所以模块化设计是目前乃至今后应该坚持的工业设计

道路。

[0065] 本发明所述的模块式氙准分子光源消杀净化空调段技术方案在空气生物净化领域可以产生的突出技术效果有以下几个方面：(1)可以有效地实现空气生物净化的静态和动态达标；(2)可以不注重考虑必须使用高等级的空气净化器才能够保障空气生物净化达标的材料限制，在满足需要空气生物净化的区域内的最低固体颗粒物的要求之后，可以尽可能选择低阻尼的空气过滤器，这不仅仅是价格问题，更主要的是低级别的空气过滤器的阻尼也相应降低，一方面可以降低送风风机的功率，最主要的是在整个通风系统中低的阻尼可以方便的利用气阀门调节控制整个通风系统各个环节所需要的静压差，从而形成以空气静压差来保证的空气生物净化梯度，并在运行中容易的长期维持已经调试好的空气静压差梯度，这一点在高等级生物安全实验室中非常重要。(3)在被实施空气生物净化的区域内继续维持在0.04ppm-0.05ppm(0.08mg/m^3-0.10mg/m^3)之间活性氧簇浓度，可以有效地实现动态空气生物达标，同时活性氧簇还可以有效地净化像气溶胶这样的微小颗粒，从而获得完美的空气生物净化效果。(4)模块化的设计与制造可以获得高性价比的产品和灵活便捷快速的现场施工。

[0066] 本发明的技术方案适用于空气生物消杀净化功能的集中空调通风系统设计领域，设计下的产品适用于集中空调送风系统产品使用的所有领域，如室内空气净化系统、交通工具的空气净化系统、工业和农业生产的空气净化系统，等相关空气生物净化领域。

附图说明

[0067] 图1是常规集中空调送风系统的空调段功能原理图，在图1中，1是初效空气过滤器段；2是风机送风段；3是制冷段；4是制热段；5是中效空气过滤器段；6是加湿段；7是送风管道；8是高效空气过滤器+静压箱；9是出风口+扩散孔板。

[0068] 图2集中空调送风系统的氙准分子光源消杀净化空调段功能原理设计图。在图2中，1是初效过滤器段；2是风机送风段；3是制冷段；4是制热段；5是中效过滤器段；6是加湿段；7是送风管道；8是出风口+扩散孔板；9是氙准分子光源消杀净化段；10是阻尼空气过滤器工段；11是氙准分子活性氧簇消解段。

[0069] 图3是第三方检测机构的低浓度活性氧簇的空气消杀试验图。

[0070] 图4是一种单模块的氙准分子消杀集中空调通风系统的空调段的结构原理设计图，在图4中，A是初效过滤器段；B是引风风机段；C是制冷段；D是加热段；E是氙准分子光源消杀净化段；F是加湿段；G是活性氧簇降解段；H是阻尼段；1是进风口；2是初效过滤器；3是送风风机；4是支脚；5是制冷压缩机；6是冷凝器；7是冷凝器的散热口；8是冷凝器的散热风机；9是蒸发器；10是加热器；11是氙准分子灯管；12是高浓度活性氧簇传感器；13是储水罐；14是水泵；15是湿帘；16是活性氧簇消解器；17是低浓度活性氧簇传感器；18是阻尼过滤器；19是出风口。

[0071] 图5是一种横向设计的双模块小型氙准分子消杀集中空调通风系统的结构原理图。在图5中，A是第一个空调模块，B是第二个空调模块。在图5中，1是进风口；2是初效过滤器，3是送风风机；4是制冷段的蒸发器，5是加热段的加热器，6是加湿段的湿帘；7-1、7-2是氙准分子灯管和/或传感器的支架；8是氙准分子灯管；9-1是高浓度活性氧簇浓度传感器，9-2是低浓度活性氧簇浓度传感器；10是气流隔离板1；11是气流隔离板2；12是支脚；13是出

风口;Z是消解阻尼通风管道模块;U是消解通风管道模块。

[0072] 图6是图5中的消解阻尼通风管道模块(Z)的结构原理图。在图6中,1是消解滤片;2是阻尼滤片,3是加紧支架,4是滤片封盖,5是封盖的压紧螺栓。

[0073] 图7是图5中的消解通风管道模块(U)的结构原理图。在图7中,1是活性氧簇低浓度传感器;2是阻尼滤片,3是加紧支架,4是滤片封盖,5是封盖的压紧螺栓。

[0074] 图8是一种小型氙准分子消杀集中空调通风系统的结构原理图。在图8中,1是进风口;2是室外通风管道;3是室内通风管道;4是室外进风切换风阀;5是室内循环风阀;6是制冷部分的室外机;7是制冷段的冷凝器;8是冷凝器散热风扇;9是初效过滤器;10是引风风机;11是制冷段的蒸发器;12是制冷段的压缩机;13是加热器电源;14是加湿段的水泵;15是加湿段的储水罐;16是加热器;17是加湿段的水帘;18是气流隔离板1;19是气流隔流板2;20是氙准分子灯管;21是氙准分子灯管和传感器支架;22是高浓度活性氧簇传感器,23是低浓度活性氧簇传感器支架;24是低浓度活性氧簇传感器;25是气流隔流板3;26是消解滤片;27是阻尼滤片;28是消解阻尼通风管道模块封盖;29是制冷剂管道;30是支脚轮;31是出风口;32是室内循环进风口。

具体实施方式

[0075] 现在结合实施例或实施方案进一步详述本发明,显然,实施例仅供说明绝非限制。

[0076] 实施例一 一种氙准分子消杀集中空调通风系统的空调段的结构原理设计举例,如图4所示。其工作原理是,新风由进风口(1)进入引风风机段(B)在引风风机(3)的作用下,进入初效过滤段(A)经过初效过滤器(2)滤除灰尘后进入制冷段(C),新风在制冷段可以根据需要降温。然后进入加热段(D),加热器可以对新风进行升温。制冷段与加热段的相互配合控制就构成了对新风的温度控制。一般工作环境的温度只需要集中空调对温度形成18℃～26℃之间的温度调控。当然根据外部气温和节能的需要,可以将工作环境的温度扩展至16℃～28℃之间。新风在温度调控后进入氙准分子光源消杀净化段(E),在氙准分子灯管(11)点亮后,可以激发新风空气中的氧气分子和水分子产生活性氧簇,活性氧簇的强氧化性可以对新风中的有机物(包括微生物和TVOC)进行氧化降解,起到消杀和净化作用。此处的高浓度活性氧簇传感器(12)是对氙准分子光源消杀净化段的活性氧簇的浓度进行检测;经过消杀净化的新风中仍然存在较高浓度的活性氧簇,在进入加湿段(F)的湿帘(15)后,新风中仍存的活性氧簇可以对湿帘内滋生的微生物进行消杀,储水罐(13)和水泵(14)根据湿度控制的需求向湿帘供水;经过加湿后的新鲜空气中仍然会有超过安全浓度的活性氧簇,洁净的新风进入活性氧簇降解段(G)以后,在通过活性氧簇消解器(16)时被降解成氧气。此处的低浓度活性氧簇传感器(17)是要确保新风中的活性氧簇降低到安全浓度的范围后进入阻尼过滤段(H)。阻尼过滤段中的阻尼过滤器(18)可以根据净化环境对固体颗粒物的控制需求,选择合适的空气过滤器,最低可以选择初效过滤器,最高可以选择超高效空气过滤器。选择的原则是在满足对固体颗粒物的控制要求的前提下,就低不就高的尽可能选择风阻更低的空气过滤器。在空调段中经过空气生物净化的新风通过出风口(19)进入通风管道。

[0077] 实施例二 一种横向设计的双模块小型氙准分子消杀集中空调通风系统的结构原理图如图5所示。在图5中,1是进风口;2是初效过滤器,3是送风风机;4是制冷段的蒸发器,5

是加热段的加热器,6是加湿段的湿帘;7-1、7-2是氙准分子灯管和/或传感器的支架;8是氙准分子灯管;9-1是高浓度活性氧簇浓度传感器,9-2是低浓度活性氧簇浓度传感器;10是气流隔离板1;11是气流隔离板2;12是支脚;13是出风口;Z是消解阻尼通风管道模块;U是消解通风管道模块。

[0078] 图6是图5中消解阻尼通风管道模块(Z)的结构原理图。在图6中,1是活性氧簇消解滤片;2是阻尼滤片,3是加紧支架,4是滤片封盖,5是封盖的压紧螺栓。

[0079] 图7是图5中消解通风管道模块(U)的结构原理图。在图7中,1是活性氧簇低浓度传感器;2是阻尼滤片,3是加紧支架,4是滤片封盖,5是封盖的压紧螺栓。

[0080] 图5所示的一种横向设计的双模块小型氙准分子消杀集中空调通风系统的工作原理为,在第一个空调模块中,新风在风机(3)的作用下,通过初效过滤器段(2)经过制冷段的蒸发器(4)的降温控制、加热段的加热器(5)的升温控制、经过加湿段的湿帘(6)的湿度控制,在气流隔离板1(10)的引导下,经过氙准分子灯管(8)将流经的气流中的氧气分子和水分子辐照激化产生活性氧簇。此处的活性氧簇被高浓度活性氧簇浓度浓度传感器(9-1)检测.由于气流受消解阻尼通风管道模块中的阻尼滤片的阻尼,在此处会形成一个静态气压,此时刚刚被激发产生的活性氧簇对空气中的微生物、TVOC进行氧化杀菌和降解TVOC使空气净化。被净化的气流通过消解阻尼通风管道模块(Z)时,被Z中的消解滤片(Z-1)降解形成安全浓度的活性氧簇后进入第二个空调模块,在气流隔离板2(11)的气流引导下,流经低浓度活性氧簇传感器(9-1),对在此处活性氧簇的浓度进行检测。如果活性氧簇的浓度超过所允许的安全浓度,只需要在消解通风管道模块(U)中增加消解滤片即可。经过模块A、B的净化空气经过出风口(13)进入通风管道。

[0081] 需要说明的是在图5中没有绘制制冷段需要的压缩机、冷凝器、加湿段需要的水泵、储水罐等相关部件的安置位置,因为图5意在说明结构原理,所以一些属于领域内的技术人员都熟知的设计并没有绘出,领域内的技术人员在看了图5的设计核心技术内容后,都会依照图5的技术要素,绘制出具体的产品结构图。还需要说明的是提高这种双模块空调段的固体颗粒物的净化程度,只需要对阻尼滤片根据对固体颗粒物净化的要求,选择初效、中效、亚高效、高效、超高效的空气过滤器即可,在满足对固体颗粒物的净化要求的前提下,应该尽可能的选择低级别的空气过滤器.

[0082] 实施例三 一种小型氙准分子消杀集中空调通风系统的结构原理图如图8所示。实际上图8所展示的技术方案也是一种氙准分子室内空气消毒净化空调柜机的设计技术方案,也是一种由三个模块组合在一起的设计方案。在图8中1是进风口;2是室外通风管道;3是室内通风管道;4是室外进风切换风阀;5是室内循环风阀;6是制冷部分的室外机;7是制冷段的冷凝器;8是冷凝器散热风扇;9是初效过滤器;10是引风风机;11是制冷段的蒸发器;12是制冷段的压缩机;13是加热器电源;14是加湿段的水泵;15是加湿段的储水罐;16是加热器;17是加湿段的水帘;18是气流隔离板1;19是气流隔流板2;20是氙准分子灯管;21是氙准分子灯管和传感器支架;22是高浓度活性氧簇传感器,23是低浓度活性氧簇传感器支架;24是低浓度活性氧簇传感器;25是气流隔流板3;26是消解滤片;27是阻尼滤片;28是消解阻尼通风管道模块封盖;29是制冷剂管道;30是支脚轮;31是出风口;32是室内循环进风口。

[0083] 图8一种小型氙准分子消杀集中空调通风系统的工作原理为,在空调柜机的入风口通过风切换阀门(4、5)可以实现室外进风或室内循环进风两种模式。因为在室内空气净

化的常规技术观点是新风比例为30％左右比较好，所以图8的设计室外室内进风的时间切换比例按照(室外进风时间)：(室内进风时间)＝30％：70％为最佳时间比例，可以根据使用场地春夏秋冬的室外温度修改室内室外进风的比例在(室外进风时间)：(室内进风时间)＝(5％～80％)：(20～95％)之间任意比例的调节。如果风切换阀门是电动控制，室内外的进风调节比例可以方便的执行数字程序调节，这将会根据季节、昼夜、风雨时间的室外气候条件和温度条件进行精细化调节。在引风风机(10)工作的作用下，空调柜机的进风通过初效过滤器(9)进行固体颗粒物过滤后，通过制冷段的蒸发器(11)进行降温调节、通过加热段的加热器(16)的升温调节、经过加湿段的湿帘(17)的增湿调节后在气流调节板1(18)和气流调节板2(19)的气流调控下，经过氙准分子灯管(20)时被激发产生活性氧簇，产生的活性氧簇以及流经氙准分子灯管四周2mm范围内的172nm的光辐射对此处的空气气流进行微生物和TVOC(总有机挥发物)的氧化清除。气流下游的阻尼滤片(27)产生的气流阻尼作用可在湿帘到阻尼滤片之间产生一个低的静态气压，这个静气压可使流经的氙准分子灯管气流尽可能驻留一些时间以便于发挥氙准分子光源的最大氧化消杀作用。通过调节阻尼滤片(27)的空气过滤器的类型，使得在湿帘与阻尼滤片之间的静气压在5Pa-130Pa之间，最佳在5Pa-50Pa之间为好。在此处的活性氧簇浓度可以通过高浓度活性氧簇浓度传感器(24)及其氙准分子光源控制电路检测和调节。在完成了对气流的消杀净化处理后，通过消解滤片(26)将活性氧簇的浓度降低到安全的浓度(0.5ppm±0.02ppm)的范围内后，在气流调节板3(25)的引导下，被净化的空气气流经过低浓度活性氧簇传感器(24)的检测和控制后，确保活性氧簇的浓度在0.5ppm±0.02ppm的范围内后，通过出口(31)排放到通风管道或净化对象的空间(房间)内，实现室内空气的环境净化。

[0084] 图8中的最下端是设备舱室，内部可以放置空调压缩机(12)，电源(包括加热器电源13)、水泵(14)、储水罐(15)等相关空调的辅助设备。图7是本设计空调柜的外机，其中6为蒸发器，8为蒸发器的散热风机。图中30是脚轮(也可以是支脚)。

[0085] 图8的设计实际上也是氙准分子光源消杀净化室内空调柜机的设计，这是一种崭新的柜机空调设计架构技术方案，可以作为目前室内空调的更新换代产品。当然，图8仅限于设计方案的结构原理，针对具体的产品还需要更精细化的设计，但是这些设计的改变都属于领域内的技术人员在领悟了本发明所表述的技术要素之后，具体品种的设计变化都属于商业的需要，也都属于本发明所使用的范畴之内的设计。

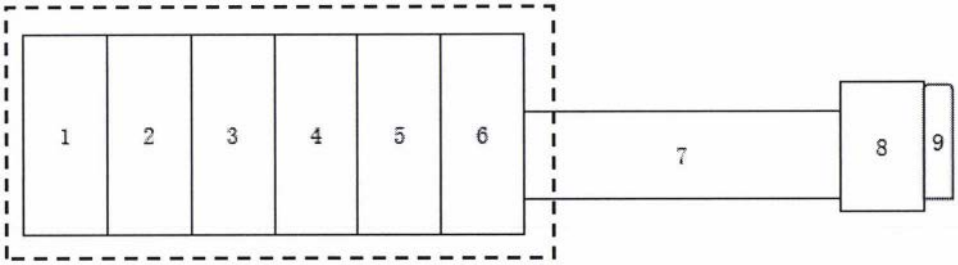

1
2
3
4
5
6
7
8
9

图1

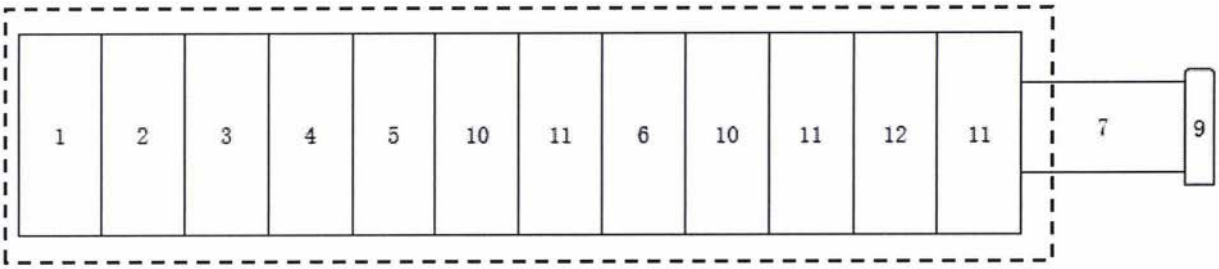

1
2
3
4
5
10
11
6
10
11
12
11
7
9

图2

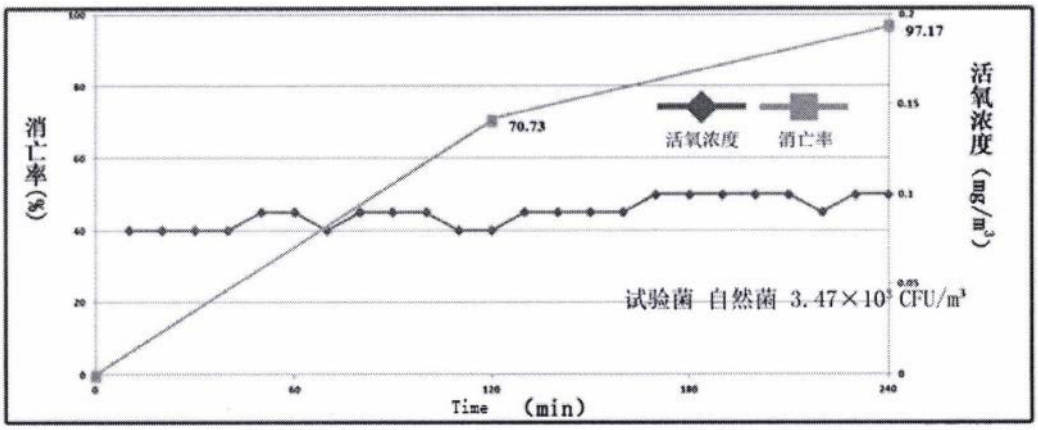

消亡率（%）
活氧浓度（mg/m³）
Time (min)
70.73
97.17
活氧浓度
消亡率
试验菌 自然菌 3.47×10⁵ CFU/m³

图3

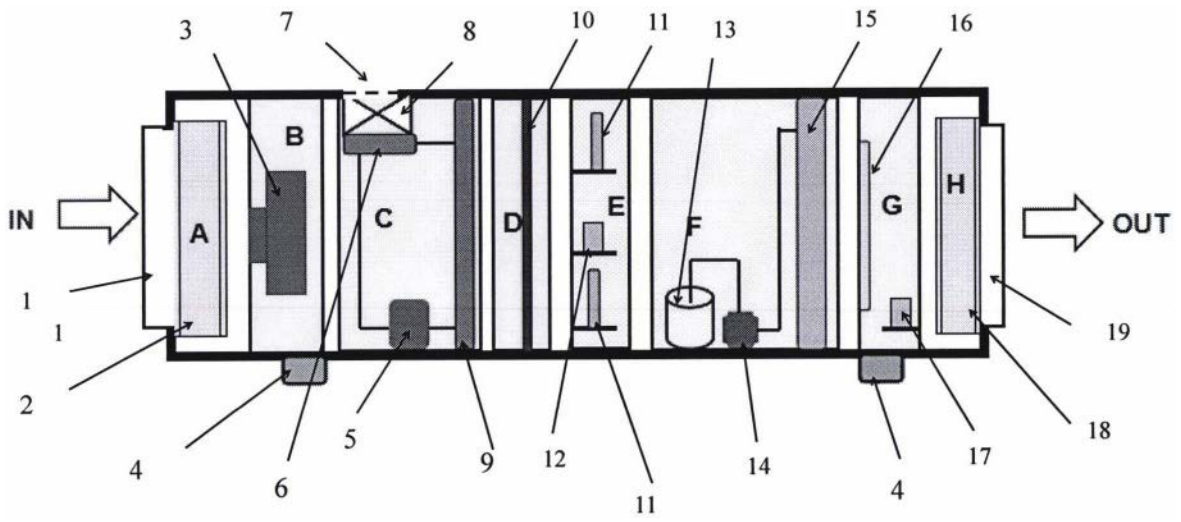

IN
A
B
C
D
E
F
G
H
OUT
1
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
11
12
12
13
14
15
16
17
18
19
4

图4

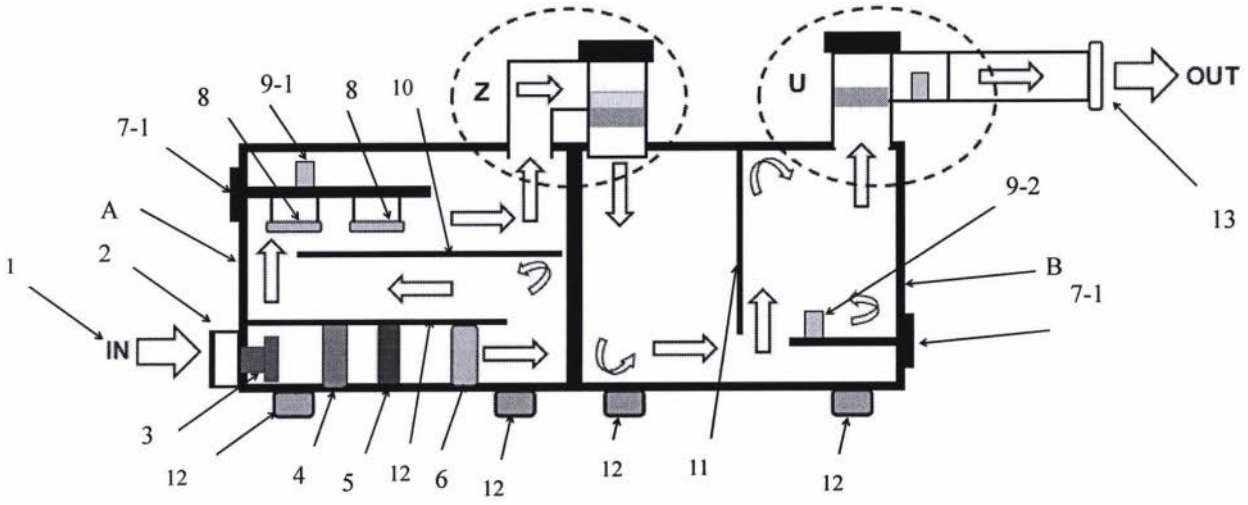

IN
A
1
2
3
4
5
6
7-1
8
8
9-1
10
Z
U
OUT
9-2
B
7-1
11
12
12
12
12
12
12
13

图5

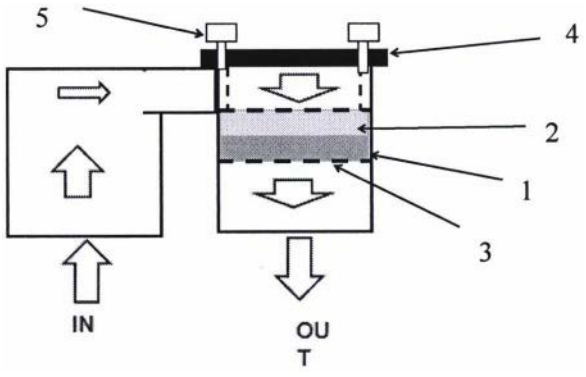

5
4
2
1
3
IN
OU
T

图6

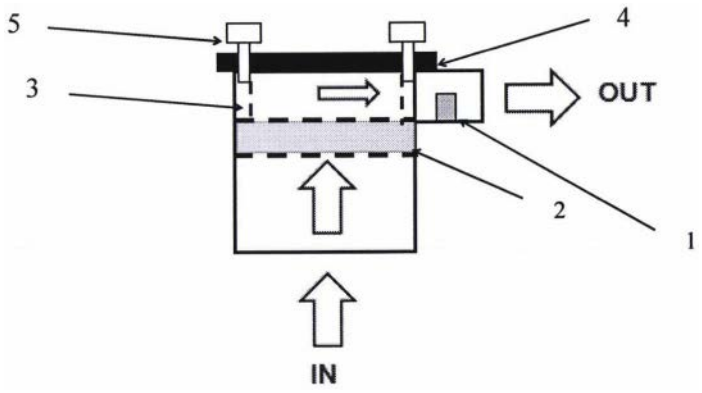

5
4
3
OUT
2
1
IN

图7

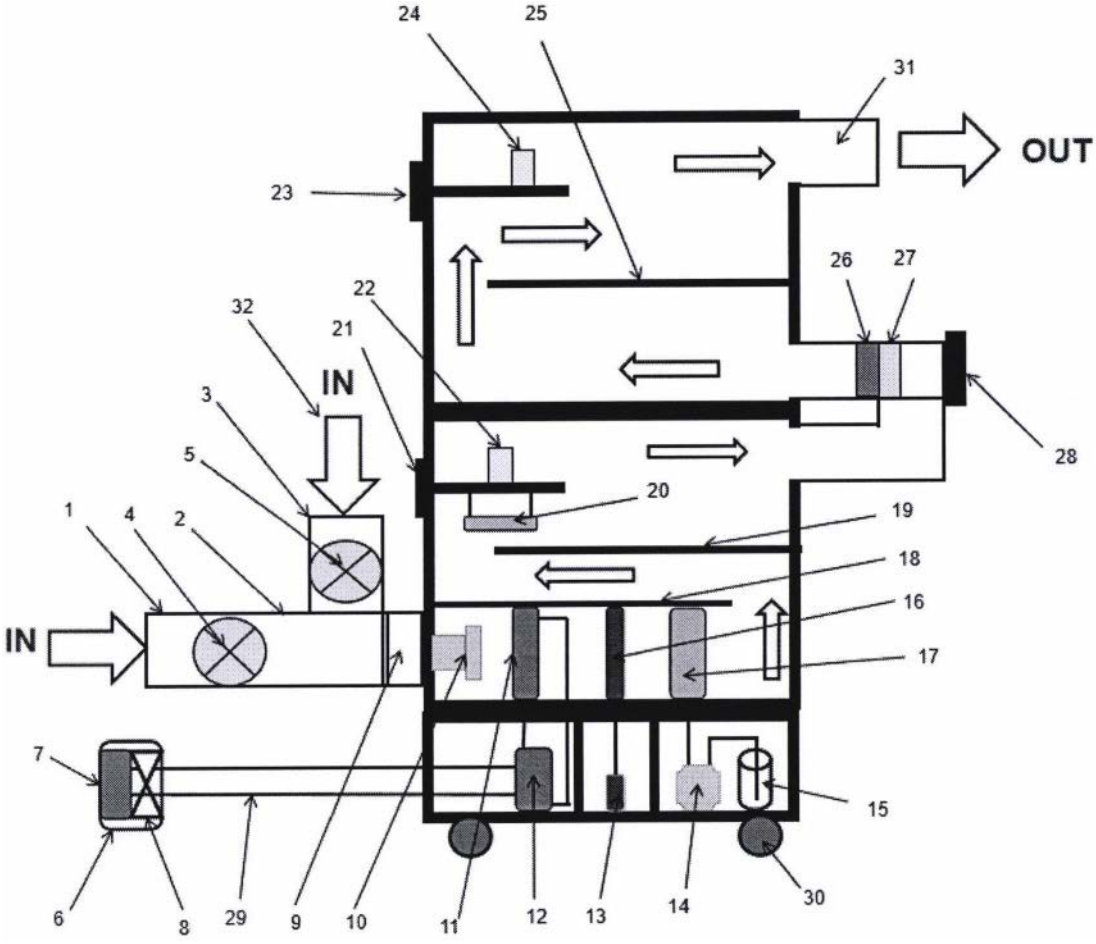

24
25
31
OUT
23
26
27
22
32
21
IN
3
28
5
20
1
4
2
19
18
16
IN
17
7
15
6
8
29
9
10
11
12
13
14
30

图8