

光等离子空气净化技术在建筑中央空调系统中的应用研究

闵峰 金波 鲁荣阳

(中国机械工业第二建设工程有限公司, 湖北 武汉 440056)

摘要: 本文通过研究什么是光等离子、光等离子抑菌的原理和功效以及与其他空气净化技术的比较分析, 指出光等离子空气净化技术应用于中央空调系统中, 能更有效地改善建筑中的空气品质。

关键词: 光等离子; 空气净化技术; 中央空调系统

中图分类号: TU831.3 **文献标识码:** A

建筑让城市生活更美好, 同时为人们带来更多的空间和活力, 而中央空调系统在现代建筑中得到广泛应用, 并可以让建筑“自由地呼吸”。人类在不断地追求着美好的生活环境, 但是空气污染、病毒的出现又不停地挑战着人类的健康, 污染空气的因子随着人类社会的发展在不断增加, 因此, 空气净化技术在建筑中央空调系统中应运而生。在众多空气净化技术中通过对比分析, 光等离子空气净化技术以其特有的优势能迅速地与四周的空气产生化学作用, 快速分解甲醛、苯、氨气、VOC(可挥发性有机物质), 杀灭悬浮的细菌、病毒等微生物, 从而使建筑中的空气环境快速有效地改善, 能非常有效率地提高人们工作生活的空气品质。所以在未来建筑中央空调系统中, 提倡用光等离子净化技术是趋势所在^[1]。

1 什么是光等离子

因纳米光管产生出来的含有离子和游离电子的气体被称作光等离子, 它对挥发性甲苯和甲醛以及挥发性有机化合物等气体有净化作用。空气含有的水分子和氧分子被特殊波长的纳米光管照射后, 会分解成一种具有高氧化性光等离子体的电浆气流, 同时, 这种电浆气流可以快速中和空气中挥发性甲苯和甲醛以及挥发性有机化合物, 并把这些挥发性有害气体分解成二氧化碳和水, 在作用过程中不会产生其他的有害物质。光等离子净化技术是通过有两种波长的特种高能紫外光源 [UVC(波长在280nm以下的紫外线)和VUV(波长在390nm以上的紫外线)] 照射空气, 紫外光产生的离子簇可以把空气中的粒子受成氧化体, 在离开净化器后仍能继续攻击遇到的有害物质, 整体的光离子簇十分活跃, 在同样的污染环境下, 它破坏有机物体组织的速度比紫外光和臭氧都快。

1.1 光等离子体的抑菌原理

光等离子体的破坏机制主要是靠分子氧的

光分解作用来形成高度氧化的核素, 比如氧原子、单分子氧。这些核素与污染物相互作用能把污染物转变成水和二氧化碳, 同时纳米光管照射产生出可以增加自由原子团的有机分子电子束, 原子团与氧相互作用形成过氧化氢离子, 整个过程能引起有机物链式反应然后进一步氧化。高度氧化的羟基原子团是由更多的氢以水或蒸气的形式加入后产生的, 这些原子团离子性质稳定并能强烈地破坏有机物, 能从有机物质中消耗掉氢原子, 只留下衰退的碳离子。链子键具有更高的氧化势能是由羟基原子团从有机分子中窃取氢原子而形成的, 整个过程最终形成一个连锁反应——羟基原子团对有机物的破坏和更多新的羟基原子团的形成将使有机物质不停衰退。极活跃的氧化剂-氢氧基离子能很强烈地破坏有机污染物中的细菌, 从有机物中窃取氢原子后遗留下衰弱的碳离子。然后从有机分子窃取氢原子形成具有更强电子键和氧化力的氢氧基, 整个破坏和形成新的氢氧基过程转成链式反应, 最后继续衰竭有机污染物中的细菌。研究人员通过把细菌引入盒内让细菌与光等离子接触一段预定的时间, 透过电子显微镜观察分析结果, 证实细胞膜因接触离子而遭破坏, 细胞内的物质也会溢出。由此发现离子可以把细菌细胞膜的蛋白分裂和破孔, 让其黏膜失去功能, 细菌就会受到抑制无法繁殖^[2]。

1.2 光等离子消杀过程

气态污染源(含有大量微生物)和悬浮颗粒物是造成室内空气污染两种主要物质。

1.2.1 对微生物的消杀过程

葡萄球菌、芽枝菌、白霉、青霉、微球菌、曲霉及各种病毒等, 是室内空气中的主要微生物, 其浓度主要与室内的湿度、温度和人员活动等有关。室外空气也是室内细菌、真菌的重要来源, 对人体有不同程度的影响, 它们的繁殖能力

作者简介: 闵峰(1980—), 男, 汉, 大学专科, 工程师, 研究方向: 建筑机电工程技术及现场管理。

强而且速度快，是影响室内空气品质的一个重要因素。

(1) 光等离子能将空气中的纯氧(O_2)以及水(H_2O)中的氧元素分开，产生 O^+ 、 O^- ，极化的纯氧(O_2)形成一个氧簇群的电浆(PLASMA)。

(2) 电浆是最安全有效的杀菌方式，比氯的杀菌能力高出100倍以上。净化器中释放的电浆能有效杀灭空气中的微生物。

(3) 电浆中的自由基能中和电脑、电视启动时产生的电子游离基，同时能减少游离基对人体皮肤的伤害。

1.2.2 对悬浮粒子的净化过程

空气中较大的悬浮颗粒物如棉絮、灰尘等会被人体的呼吸系统过滤掉，但是人们无法用肉眼看见的细小悬浮颗粒物如纤维、粉尘、病毒和细菌等会随呼吸进入肺泡，从而破坏我们的免疫系统，影响身体健康。

(1) 光等离子在制造电浆时能将分子、电子及原子极化、充电、拆散，各种带正极或负极的电浆被输出后，这些极化的分子、电子及原子等会与空气中的微粒子相互吸引再次充电。

(2) 电浆与空气中的微粒子结合后其质量会增加，然后坠于地面或者依附到其他物体表面上，从而达到净化空气的效果。

(3) 电浆对极小的微粒也能产生充电作用，并把这些微粒从空气中移走。

1.3 光等离子体的抑菌功效

(1) 清除空气中的微生物污染物：光等离子能迅速摧毁并杀灭物体表面和空气中的细菌、病毒、霉菌、霉菌，同时去除空气中的死皮屑、花粉等疾病来源，减少这些疾病来源在空气中的传播。

(2) 中和化学气体：光等离子能中和从挥发性有机物、苯、杀虫剂、雾状碳氯化物、甲醛、油漆散发的有害气体，就避免人们因吸入有害气体而引起身体的不适。

(3) 沉降空气中的粒子：光等离子能沉降空气中的烟雾、煤尘、灰尘、纤维杂质等各种可吸入的悬浮颗粒物。

(4) 消除异味：光等离子能同时有效地去除化学品、烟草、油烟、垃圾中散发的臭味、怪味，使空气更加清新。

2 光等离子空气净化技术与其他净化技术的比较

空气净化技术是对室内空气环境污染进行整治的技术，可以提高室内空气质量并改善办公居住条件，增进身心健康。目前的室内空气净化方

法主要有过滤网、活性炭、静电除尘、紫外线、负离子、臭氧、光触媒等。

2.1 过滤网净化技术

过滤网净化技术能将空气中的尘埃吸到尘网表面，从而清除空气中的尘埃。部分高效尘网HEPA能清除空气中细至 $0.3\mu m$ 的尘埃(约是头发的 $1/300$ 大小)，从而将大于 $0.3\mu m$ 的细菌隔绝，减低细菌量。但部分 $0.3\mu m$ 以下的细菌及病毒则可能不能清除。同时尘网需要定时更换，否则便会无效^[3]。

2.2 活性炭净化技术

活性炭净化技术主要针对异味及有害化学物质。但当使用一段时间后，其本身物质便会饱和(saturated)，功效便会消失，需进行更换。一般常用空气净化器、空气清新机的活性炭过滤网的有效使用期为3~6个月。同时使用地方的异味及有害化学物质的浓度高与低，将直接影响活性炭过滤网的有效使用期限。

2.3 静电除尘净化技术

静电除尘净化技术是利用电极的异性相吸和同性相斥的原理，吸附空气中的颗粒、灰尘等污染物，但是对微生物、气味的净化效果弱，而且风速高时无法净化，必须定期清洁电极板，否则颗粒聚集物将会滋生细菌及微生物等，同时安装较烦琐，售后维护成本较高。

2.4 紫外线净化技术

紫外线净化技术是公认的最有效杀菌方法，波长在 $254\mu m$ 时杀菌效率最高。在技术上需要保证波长的峰值主要针对物体表面及工具杀菌。其辐射面积小，而且不能在有人的环境下使用。

2.5 负离子净化技术

负离子是一种带负电荷的空气离子，负氧离子能改善肺功能，可以给人一种相对清新的感觉，但是其寿命很短，对污染物没有功效。

2.6 臭氧净化法净化技术

臭氧目前在室内空气净化方面应用比较普遍，对杀菌、除异味有明显的效果，但高浓度的臭氧必须在无人环境才能使用，并且高浓度臭氧对办公设施和建筑物会有腐蚀作用。

2.7 光触媒净化技术

光触媒净化技术是目前比较常用的一种净化技术，能杀菌和去除异味，特别是对甲醛等挥发性有机物质有一定效果。但其作用范围仅限于其附近空间，一旦蒙上灰尘，效果会大大降低，甚至失效。

2.8 光等离子空气净化技术优势

光等离子净化技术在常温条件下即可反应，最终的产物是二氧化碳和水等无机无害小分子。

设计臭氧含量为 0.013×10^{-6} ，即使在长期人居环境下使用也不会伤害人体，实现人机共存；光等离子通过链式反应可以分解空气中的有害有机物，最终形成二氧化碳和水，将污染物彻底分解，并能有效避免传统空气净化方法存在的二次污染问题，含有纯净的光等离子空气能迅速飘散到室内的每一个角落对室内空气净化处理，同时主动捕捉并杀灭物体表面和空气中的各种病毒、细菌、霉菌等微生物，清除各种空气污染物，这就解决了传统净化方式对空气进行被动处理、速度慢、容易出现卫生死角等问题；光等离子净化技术耗电量低，功率小，在中央空调系统的管道中不会产生风阻，不会形成任何能量损耗；光等离子净化技术可以采用轻巧化设计，易于安装和拆卸，不需要改变现有的设备和建筑空间，使用期长，无须专人维护，光等离子空气净化能全面清除霉菌、病毒、细菌等有害微生物，中和分解如氨气、苯、甲醛等有害化学气体，去除烟味和异味，沉降极微小的可吸入颗粒物，能有效全面净化楼宇和公共空间内的真菌、细菌等大量动态污染物。

通过对比光等离子空气净化技术能规避传统净化技术的缺陷，并解决传统空气净化技术二次污染、净化效率低、维护成本高、净化不全面等问题。它的模块式特殊结构和免拆洗功能可以广泛用于人群聚集的任何相对密闭空间，从而很好地解决公共场所面临的空气污染问题。

3 光等离子空气净化技术在建筑中央空调系统中的应用

3.1 室内空气主要污染物

现在人们的工作生活绝大部分时间都在密闭的建筑室内，室内空气环境直接关系到人们的安全、健康、效率、舒适等。随着室内污染的因素在日渐增多，建筑中的通风换气能力并没有增强，因此室内的有些污染物浓度会比室外高出很多。室内空气污染物有九百多种，其中气体污染物、挥发性有机物（VOC）是最主要的成分，还有 NO_x 、 CO_2 、CO、 O_3 和放射性元素氡及其子体等。当室内通风条件不良时，这些气体污染物就会在封闭的室内聚积，有些污染物的浓度会超过卫生标准的数十倍，导致室内空气严重污染。还有微生物污染物，如病毒、过敏反应物、室内潮湿处容易滋生的微生物、真菌等，以及可吸入颗粒物，比如PM10和PM2.5^[4]。

3.2 中央空调系统加载光等离子净化技术的途径

中央空调系统在建筑中已广泛运用并改善

着室内空气环境，当人们长期在空调环境中工作生活往往会感到嗜睡、乏力、烦闷，感冒得病的发生概率会升高，工作效率也会明显降低，这些症状统称为“空调综合征”。室内的CO、 CO_2 、挥发性有机化合物、可吸入颗粒物以及一些致病微生物等的聚集，会使空气污染加重，造成室内空气质量不佳。因此净化室内空气是当代建筑中央空调系统技术发展面临的重要课题，在与诸多净化技术比较后，光等离子空气净化技术所具有的独特优势，能快速有效地改善密闭建筑内的空气品质^[5]。光等离子空气净化技术实际应用可从以下两个途径在建筑中央空调系统中实现：（1）在成套的中央空调系统设计生产开始时，就嵌入光等离子体空气净化模块装置；（2）光等离子空气净化模块装置可单独在通风管道、出风口、回风口、组合式空气处理机组、风机盘管、变风量空调器等组合安装形成系统。同时随着楼宇智能化技术的不断更新成熟，光等离子空气净化技术可选配搭载智能化管理系统，可定制空气质量显示功能，实现空气数值可视化，物业可通过后台管理系统远程查看净化设备运行使用情况和各环境空间的空气变化数值与效果。目前建筑中央空调系统中的光等离子空气净化技术已在医院、酒店、文体中心、会展中心等人群密集的场所普遍应用，在室内空气污染治理、病毒防疫等方面得到很好的肯定和评价。

4 结束语

大气污染影响着人们的生存环境，光等离子净化技术以其独特的优势逐渐受到市场的青睐，加载有光等离子空气净化技术的中央空调系统能让建筑更健康地“呼吸”起来。当人们在密闭的建筑内享受洁净的空气时，工作、生活品质将大大提高。

参考文献

- [1] 曹建忠，罗飞，林梅金.基于等离子体反应器的室内空气智能净化装置的研究[J].安全与环境工程，2006（1）：45-47.
- [2] 薛俊，刘刚.等离子体室内空气净化技术研究成果与探讨[J].洁净与空调技术，2006（3）：7-11.
- [3] 姜玉，秦克勤，张善端，等.等离子体诱导L型细菌形成和代谢改变的观察[J].中国消毒学杂志，2007（3）：205-207.
- [4] 朱蓓丽，程秀莲，黄修长.环境工程概论.北京：科学出版社，2016.
- [5] 陈乾，钟小普，毛旭敏.空气净化技术现状及发展趋势[J].制冷与空调，2020（2）：1-9.