
聚焦暖通空调紫外线技术

2020年7月



新型冠状病毒COVID-19的出现使得商业建筑再次成为公众眼中抗击疾病传播的重要防线。建筑业主及工程师们通过采用“分层”综合规划战略、强化管理控制、优化暖通空调系统和实践得以最大限度地减少疾病在工作场所的传播。(有关分层规划战略的更多信息,请参见我们最近出版的白皮书—《空气净化与过滤:在‘新常态’中解决无形的问題。》)¹

由于新型冠状病毒COVID-19主要通过大粒径呼吸道飞沫传播,也可通过悬浮在空气中的较小受感染气溶胶粒子传播,因此暖通空调系统可以减少人居环境中的病毒传播的风险²

下面,我们将讨论一套专门的解决方案,该方案结合增强型空气过滤技术,可以改善室内空气质量(IAQ)并减少新冠病毒肺炎COVID-19的传播。紫外线杀菌照射(UVGI)可以降解并灭活细菌、霉菌孢子、真菌和病毒。本白皮书描述了:

紫外线杀菌照射技术 紫外线杀菌照射应用和解决方案

在专业工程师的帮助下,安装紫外线杀菌照射技术安全、经济,可提升现有暖通空调系统性能,不仅不会影响居住者的舒适感,还可同时提升居住者的安全和健康。美国供暖、制冷与空调工程师协会(ASHRAE)认为,空气过滤和紫外线杀菌照射解决方案“可以以适度的增量成本快速应用于现有建筑,从而缓解急性疾病爆发的严峻形势。”照明工程学会(IES)对此表示赞同,称:“在这场针对新冠病毒肺炎的‘战斗’中,没有理由不充分利用紫外线杀菌照射技术并采取适当的预防措施。”⁴

紫外线杀菌照射技术

紫外线杀菌照射是一项成熟的技术,1877年首次用于表面消毒,1935年首次用于空气消毒,其中包括控制肺结核的空气传播。医院多年来一直利用紫外线杀菌照射来减少超级细菌的传播,并对外科手术室进行消毒。⁵

短波紫外线是指在紫外线杀菌照射应用中使用的短波长(200-280纳米)辐射能。人造紫外线消毒的典型辐射源是低压汞蒸汽放电灯,它可以产生波长约254纳米的紫外线辐射能,接近最有效杀菌波长。⁶目前对远紫外线(约222纳米)的研究表明,有希望在灭活病原体的同时进一步降低对人的风险。

紫外线杀菌照射解决方案已广泛应用于暖通空调行业，以根除积聚在暖通空调设备(如蒸发器盘管和排水盘)潮湿表面上的霉菌和真菌。这种被称为“生物膜源控制”的方法将短波紫外线辐射能汇集在这些被污染的静态表面，成功清除了曾经一直困扰暖通空调系统、令人反感的“脏袜子”气味。我们知道，干净的盘管比生物膜堵塞的盘管压降更低，可以保持原有的性能。在暖通空调系统中始终使用不产生臭氧的短波紫外线灯，在45到55华氏度(7到13摄氏度)的快速气流中提供最大剂量的辐射能，将最终除掉盘管和冷凝排水盘上的微生物。这一过程可以将这些部件恢复到“初装”状态，几乎消除了清洗盘管的需要。⁷

随着新型冠状病毒肺炎的爆发，紫外线杀菌照射应用在保护和改善工作场所方面发挥了新的作用。美国微生物学期刊最近公布的一项研究发表，10分钟的短波紫外线照射能灭活被测表面99.999%的新冠病毒，包括新型冠状病毒COVID-19。⁸

美国疾病控制中心(CDC)的指导方针总结道，“作为一种补充性的空气净化方案，紫外线杀菌照射可以有效减少医院、军营和教室中通过空气传播的细菌和病毒感染。”⁹ 在商业建筑的暖通空调系统中，除了增加室外空气流通、适当的湿度控制和升级的过滤技术之外，紫外线杀菌照射技术还可以为抗击新冠病毒提供一种有效的解决方案。¹⁰

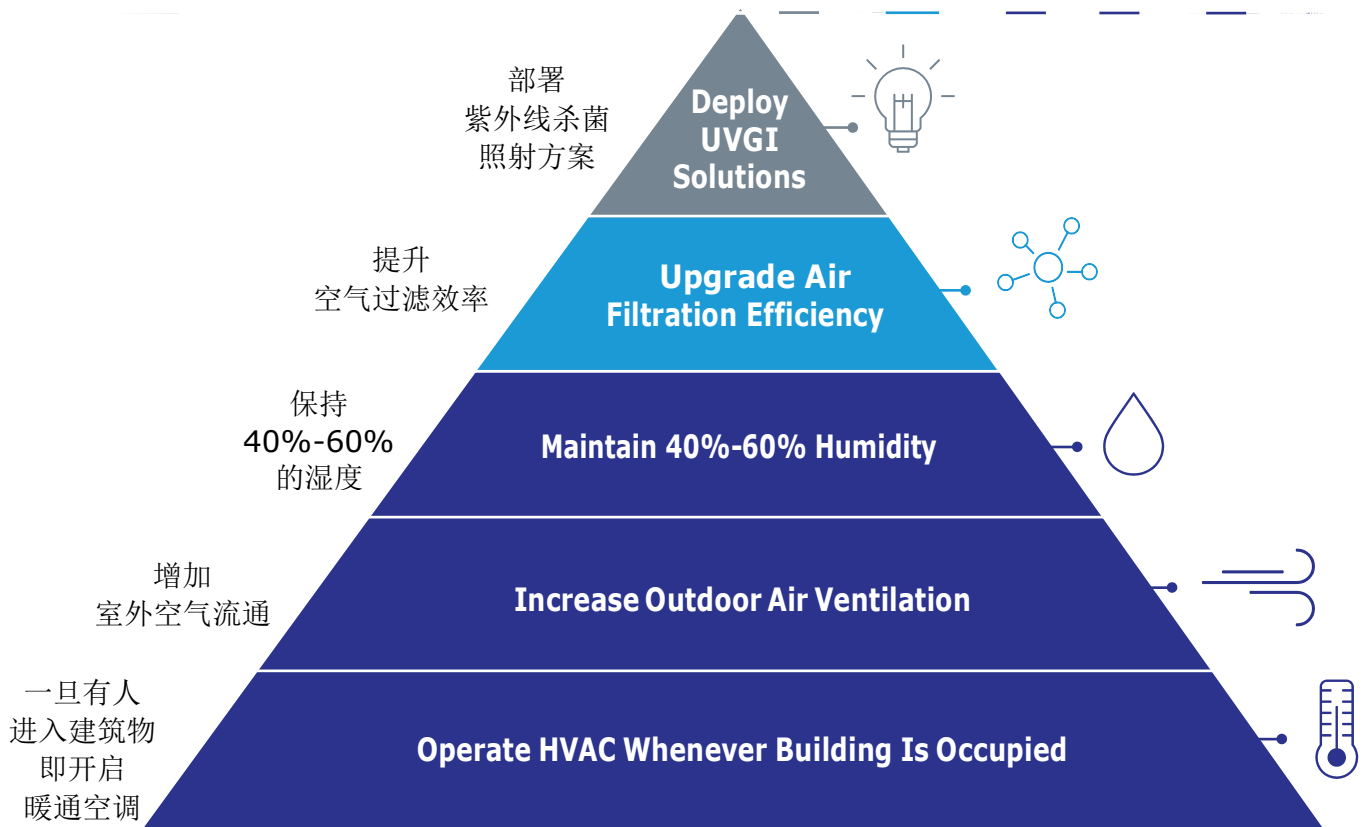


图1： 优化暖通空调系统以减少新冠病毒肺炎传播风险

紫外线杀菌照射应用与解决方案

紫外线杀菌照射可为人居环境提供了一系列的消毒策略。在欧洲、中国和北美，配有短波紫外线灯的自主机器人被设置在病房及手术室内，以便在房间无人使用时进行室内照射。这些机器人身高近6英尺并配有激光雷达传感器，它们在数字地图的指引下，往返于充电站(包括上下电梯)，对房间进行约15分钟的消毒。为了安全起见，它们的设置为一旦识别到物体运动便立即停止工作。¹¹

亚马逊(Amazon)正在测试一种类似的解决方案，在全食超市(Whole Foods)和仓库内部署了滚动机器人，在无人时段进行表面消毒。¹²

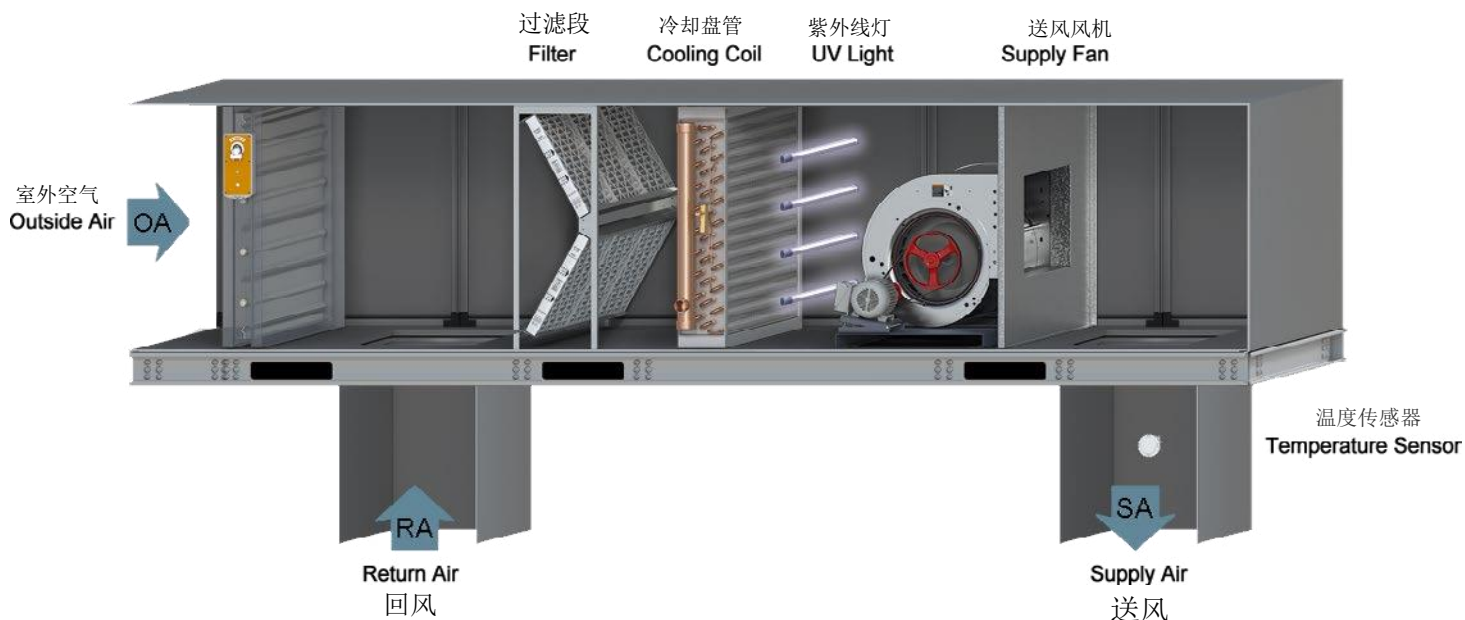
当工作人员配有适宜的个人防护装置时，对诸如医院手术室等正在使用中的空间进行室内辐射消毒，是一种虽然不太常用但可行的方案。

风管内紫外线杀菌照射装置沿空气处理机组及管道提供短波紫外线辐射。这些装置的配置设计必须考虑到空气的滞留时间，可以通过风速计算出来。尽管这种方案是可行的，但美国采暖、制冷与空调工程师学会指南写道：“根据经验，由于空气滞留时间短，对动态气流的控制并不能提供令人满意的杀菌率。”¹³

如今，有两种既实用又有效的紫外线杀菌照射方案可以应用于较大的人居环境。在第一种方案中，当吊顶高度和其他条件允许时，可以通过对“上层空间”的空气进行消毒，在人员上方形成一个受控的短波紫外线场域。在这一解决方案中，短波紫外线灯装置需安装在距地板至少7英尺(2米)的高度，在装置上方再留出一英尺的高度作为净化空间。这种解决方案可以有效地对低换风量的空间，或者如自助餐厅和大厅的高人流区域，进行有效消毒。然而，如果换气次数大于每小时6次，带病菌粒子不能得到充分辐射暴露，上层空间紫外线杀菌效果可能会降低。¹⁴

紫外线杀菌照射方案旨在以一种实用且经济的方式减少暖通空调系统中的生物膜生长，方法是在空气处理机组中放置专用的短波紫外线辐射灯。这些紫外线杀菌装置放置于蒸发器盘管下游冷凝集水盘上方时效果最佳，可以将这两个区域都辐射到。当然，短波紫外线辐射能也可以集中在过滤段或回风箱上。

当与微粒过滤器搭配使用时，暖通空调系统的紫外线杀菌照射应用效果更佳。例如，如果微粒过滤器去除了气流中某种物质的85%，而紫外线杀菌照射方案的单次杀菌率为85%，两者串联后，系统的单次捕获和灭活率则会提高到98%。美国采暖、制冷与空调工程师学会还建议专业建筑工程师考察一系列空气过滤和紫外线杀菌照射方案的组合，以便优化空气质量，能源使用和财务收益。¹⁶



紫外线杀菌照射方案本身不具备过滤功能，这意味着灭活颗粒(如死亡的真菌孢子)可能会留在气流中，并对健康造成负面影响。这种可能性进一步强化了紫外线杀菌照射方案应该与空气过滤技术相结合的重要性。

部署生物膜消减/消除-暖通空调紫外线杀菌照射方案的成本包括设备的购买和安装、灯的更换以及运行成本。投资回报将包括系统效率的提高和维护成本的降低，这是因为通过将设备恢复到“初装”状态而实现了更好的热传递。

当然，在新冠病毒肺炎有可能传播的环境中，改善室内空气质量给工作人员的健康和福祉所带来的益处是不可估量的。例如，一项研究表明，在冷却盘管和排水盘上安装短波紫外辐射灯对于降低自述因工急性健康问题效果明显。¹⁷ 另一项研究得出结论，“紫外线杀菌照射和其他空气处理技术对健康的预计益处如此之大，在成本效益分析中压倒性超过了成本。”¹⁸

一个健康的人居环境也会增加该建筑的长期市场竞争力。

美国照明工程学会的光生物学委员会提供了一组关于紫外线照射杀菌及其应用的常见问题。此外，美国采暖、制冷与空调工程师学会的三份文件深入分析了短波紫外线辐射能在人居环境中的应用，包括《ASHRAE关于空气传播传染病的立场文件》、《ASHRAE关于过滤和空气净化的立场文件》和《2019 ASHRAE手册》第62章——暖通空调应用，标题为《紫外线空气及表面处理》。

参考文献

1. 《空气净化和过滤:在‘新常态’中解决肉眼不可见的问题》，2020年6月
- 2 美国采暖、制冷与空调工程师学会的结论是，“由供暖、通风和空调系统提供的通风和过滤可以减少空气中传染性新型冠状病毒的浓度，从而降低通过空气传播该病毒的风险。”参见《新冠肺炎全球流行病和空气传播》，美国采暖、制冷与空调工程师学会环境卫生委员会于2020年4月17日批准，2020年4月23日下载 <https://www.ashrae.org/file%20library/technical%20resources/covid-19/eiband-airbornetransmission.pdf>
- 3 《美国采暖、制冷与空调工程师学会关于空气传播传染病的立场文件》，美国采暖、制冷与空调工程师学会董事会于2014年1月19日批准，技术委员会于2020年2月5日重申，2020年8月5日到期，美国采暖、制冷与空调工程师学会，亚特兰大，佐治亚州，2020年5月8日下载，<https://www.ashrae.org/file%20library/about/position%20documents/airborne-infectious-diseases.pdf>
- 4 《照明工程学会委员会报告:杀菌紫外线-常见问题》，光生物学委员会，照明工程学会，2020，2020年5月14日下载，<https://media.ies.org/docs/standards/IES%20CR-2-20-V1a-20200507.pdf>
- 5 Lindsay Kalter，《冠状病毒将紫外线置于消毒聚光灯下》，WebMD 有限公司 2005-2020，2020年5月19日，2020年5月25日下载，<https://www.webmd.com/lung/news/20200519/coronavirus-puts-uv-in-the-disinfectant-spotlight>.
- 6 《美国照明工程学会委员会报告:杀菌紫外线》，2020年。
- 7 Leslie Dietz 等，《2019年新冠肺炎疫情:人居环境中减少传播的考虑因素》，mSystems，第5卷，第2期，2020年5月12日下载，<https://msystems.asm.org/content/5/3/e00375-20> & <https://msystems.asm.org/content/5/2/e00245-20>
- 8 《卫生保健机构环境感染控制指南，美国疾病防治中心与医院感染控制顾问委员会建议》，美国卫生和公众服务部疾病控制和预防中心，亚特兰大，佐治亚州 30329，2003更新:2019年7月，2020年5月25日下载: <https://www.cdc.gov/infectioncontrol/pdf/guidelines/environmental-guidelines-P.pdf>.
- 9 《空气净化和过滤:在“新常态”中解决肉眼不可见的问题》
- 10 Evan Ackerman，《自主机器人正在助力消杀医院中的冠状病毒》，IEEE 综览，2020年3月11日，2020年6月8日下载，<https://spectrum.ieee.org/automaton/robotics/medical-robots/autonomous-robots-are-helping-kill-coronavirus-in-hospitals>.
- 11 2020年《美国照明工程学会报告》中提及紫外线杀菌技术在医疗保健方面的用途。此外，请参阅Hayley Peterson，《Amazon制造了一个覆盖有紫外线灯泡的漫步机器人，可以杀死仓库和全食店中的冠状病毒》，《商业内幕》，2020年5月11日，2020年5月25日下载，<https://www.businessinsider.com/amazon-builds-uv-light-robot-to-kill-coronavirus-on-surfaces-2020-5>.
- 12 “《美国采暖、制冷与空调工程师学会（ASHRAE）关于过滤和空气净化的立场文件》，美国采暖、制冷与空调工程师学会董事会于2015年1月29日批准，技术委员会于2018年1月13日重申，2020年5月12日下载: <https://www.ashrae.org/file%20library/about/position%20documents/filtration-and-air-cleaning-pd.pdf>.
- 13 《美国采暖、制冷与空调工程师学会（ASHRAE）关于空气传播传染病的立场文件》，2014年1月19日。
- 14 《紫外线空气和表面处理(第62章)》2019年美国采暖、制冷与空调工程师学会（ASHRAE）手册-暖通空调应用，62.9，2019，2020年5月26日下载，https://www.ashrae.org/file%20library/technical%20resources/covid-19/i-p_a19_ch62_uvairandsurfacetreatment.pdf.
- 15 《美国采暖、制冷与空调工程师学会（ASHRAE）关于过滤和空气净化的立场文件》，2015年。
- 16 Bruno Lee等，《风管内照法紫外线杀菌辐射系统的生命周期成本模拟》，第11届国际建筑节能模拟学会年会，苏格兰格拉斯哥，2009年7月27-30日，2020年5月26日下载，<https://www.aivc.org/resource/life-cycle-cost-simulation-duct-ultraviolet-germicidal-irradiation-systems>.

发布日期：2020年7月

©2020 开利公司版权所有