

新常态下空调的作用

2020年5月



一系列研究和经验已经证实，如果维护和操作得当，暖通空调系统（HVAC）能够减少病毒的传播。根据美国采暖、制冷与空调工程师学会（ASHRAE），暖通空调系统不仅给人提供舒适性，还能降低感染的风险。¹

美国微生物学会（ASM）近期提出了新冠肺炎在“人居环境”（BE）中传播的问题。日常生活中人们在人居环境中，如建筑物、汽车和其它室内环境中度过超过90%时间²。报告称，人居环境中有几种主要的传播因素，包括人员密度、社交活动和互动的频率，以及通过物体表面的间接接触。邮轮、疗养院和监狱的案例已经告诉我们这几种传播因素的风险。我们也了解到，正确洗手和保持一定社交距离能够减少病毒传播。

除了这些主要减缓措施，暖通空调系统在人居环境提供舒适、清洁的循环空气，提供满足健康水平的新鲜空气并排出被污染的空气。暖通空调专业人员可以评估空调通风系统，采用内置过滤器能有效的减少病毒传播。

空调系统在维持健康的湿度方面同样重要。美国微生物学会提醒：“保持室内相对湿度（RH）在40~60%之间有助于抑制新型冠状病毒在人居环境中的传播和存活，同时能降低霉菌生长的风险并保障人们的粘膜屏障潮湿和完整。”³

美国疾病预防控制中心（CDC）也认同这些调查结果，认为企业和雇主可通过维持健康的工作环境减缓新冠病毒的传播。CDC建议企业和雇主“利用建筑通风系统来改善建筑环境的控制”，包括提高换气次数和增大通风系统中室外空气的比例。⁴

在新冠肺炎爆发之前，健康建筑行动早已通过测量和改善建筑环境中的空气质量，提高用户生产力和健康水平。健康建筑的九大要素中，有六个和暖通空调相关，包括空气品质、通风、热舒适、湿度控制、过滤、噪音。哈佛商学院的John Macomber提到：“没有理由在空气流通和过滤方面节省开支，这是一种帮助人们变得更加健康的经济方式。”⁵

一个发生在餐厅的故事

在新冠疫情期间和之后，专业维护的现代空调在维持健康人居环境和控制新冠肺炎传播可扮演正面的角色。但有些关于中国一家餐厅的新闻报道将病毒的传播归咎于该餐厅的空调系统。

严格意义上来说，此报道并非不正确，但背后的细节揭开了一个不一样的故事。

2020年2月10日，来自三个家庭的10个人在广州同一家空调开放的餐厅就餐感染了新冠肺炎。广州疾病控制与预防中心的研究人员认为，病毒由其中一个家庭的63岁女性无症状感染者传染给另外两个家庭的至少一名家庭成员。这两个家庭坐在与感染者间隔大约1米的邻桌。因为免疫学家确信，新冠肺炎病毒可通过交谈、打喷嚏或咳嗽产生的大颗粒飞沫传播，研究人员认为，这位就餐者的飞沫（通常其重量会使其在到达1米外的餐桌前落到地上）被餐厅空调产生的气流带走了更大的距离。

另有七十三位餐厅客人被认定与这三个家庭的成员有过密切接触，但无一人出现新冠肺炎症状，包括为这些客人服务的八位餐厅工作人员也没有出现新冠肺炎症状。

从空调的进出风口收集了六份涂片样品，经检测，病毒性呈阴性。

换言之，餐厅空调系统正常运作，并不存在病毒。研究人员推测“关键因素是气流方向。”⁶

适当的气流组织管理至关重要。在不清楚本案例所有细节的情况下，此餐厅中的病毒传播很有可能是适当的气流组织及社交距离不足所造成。在密闭空间中，管理空气流向和流速非常重要。相关研究和ASHRAE指南建议，室内人员活动区中空气流速上限为40 fpm (0.2m/s)。为满足此条件，空气需要以适当的送风速度及分布，通过暖通空调系统送入室内空间。尚不清楚此餐厅是否满足这些标准，但从研究结论来看，很可能没有。

报告中，并没有任何内容将建议关闭空调作为减缓病毒传播的措施。

暖通空调最佳实践

如前所述，暖通空调和人居环境在预防病毒扩散方面可起到重要作用。为保障室内空气品质，好的暖通空调系统应包括以下部分或全部功能：

1.（按需控制）通风：当室外空气不是通过独立新风设备提供时，暖通空调系统应根据空间的大小和使用情况提供室外新风。暖通空调系统应尽可能包括检测二氧化碳或其它污染物的传感器，用于实时计算和调整所需的新风量。需注意，增大新风量可能会增加空调负荷，如果容量不匹配，可能导致制冷量不足。在这种情况下，可以考虑专门针对大量新风的独立新风系统（DOAS）。

2.过滤：

过滤器的评级根据其阻隔不同大小颗粒的能力所定。行业标准采用“最低效率报告值”（MERV）评级。当MERV等级大于13时，过滤器能够有效地阻隔PM2.5和更小的颗粒物。HEPA过滤器的颗粒物阻隔效率更高，还能阻隔细菌和病毒。提高过滤等级要求需权衡考虑空气压降和过滤器尺寸的增加。为此，空调系统尺寸需根据过滤等级要求合理设计。

3.其他空气处理装置：有很多现有技术可以减少空气污染物。紫外灯、紫外线光催化氧化、离子化、等离子、静电活性、活性炭和其它装置可用于消除挥发性有机化合物（VOC）、细菌和病毒。有些以上装置可作为暖通空调系统的组成部分。

气流分布：

1. 空调设备的空气流量、空气流速和排气方向需要谨慎控制。目的是让室内温度均匀分布，避免居住空间中的空气流速超过40 fpm（0.2m/s），从而避免气流将颗粒从房间的一处带到其它各处的风险。
2. 气流总量需根据设备的制冷量适当校准（在北美，通常采用200-400 cfm/ton（340~680m³/h））此外，设备制冷量不宜过大或过小，须和建筑空间冷负荷相匹配。
3. 室内的气流组织由送风口的位置、气流方向和送风口的风速大小来确定，并优化。直接送入室内人员活动区的空气越多，“局部冷却”的区域越多，空气分布就越不均衡。推荐方案如下：（1）将送风口布置在能够确保空气流动良好，但不会直接把空气吹入室内人员活动区的位置；（2）确保空气在到达室内人员活动区之前尽可能多的流动和扩散。

关于空调的一些事实

空调指的是控制密闭空间中空气的温度、湿度、洁净度和流动的过程。主要目的是为住户提供舒适或温度和湿度的精确控制。

除了舒适，好的空调通过降低不舒适感和热应力以及相关的病毒易感性来改善健康。⁸ 经证实，学校和办公室合理使用空调可以提高学习和工作效率。⁹

通常情况下，室内舒适度/健康的主要参数如下：

温度：这是舒适度的主要要素。在季节、位置、穿衣系数不同的情况下，理想的温度（通常通过设置自动调温器实现）也不同。ASHRAE 和CDC 推荐¹⁰冬季的理想温度在68.5-75 °F (20-24°C)之间，夏季在75-80.5 °F (24-27°C)之间。

湿度：湿度过高或过低都会让人不舒服。通常情况下，相对湿度在40-60%之间是人的舒服区间。ASHRAE建议，相对湿度应低于60%。

空气洁净度：一般来说，空气中存在颗粒、其它气体（二氧化碳(CO₂)、氦气、挥发性有机化合物）以及病毒和细菌会降低空气品质，并对住户的健康产生负面的影响。空调系统中的各种工艺有助于改善空气品质，其中使用最广泛的是通风和过滤。ASHRAE 规定，具体的通风率由应用场景决定。¹¹ 比如，会议室的室外通风率应为15 cfm/人（25m³/h）。

空气流速/气流分布：在室内人员活动区中，不应该感觉空调或其它元件产生的气流（空气流动造成身体局部不必要的降温）。相关研究和ASHRAE 指南指出，室内人员活动区中空气流速上限为40 fpm（0.2m/s）。¹² 为满足这个条件，空气需要以适当的送风速度及分布，通过暖通空调系统送入室内空间。

参考文献

- 1 “新冠肺炎疫情和空气传播”，ASHRAE环境健康委员会，2020年4月17日批准、2020年4月23日上传网页 [https:// www.ashrae.org/file%20library/technical%20resources/covid-19/eiband-airbornetransmission.pdf](https://www.ashrae.org/file%20library/technical%20resources/covid-19/eiband-airbornetransmission.pdf)。
- 2 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3月/4月、2020年4月23日，<https://msystems.asm.org/content/5/2/e00245-20>。
- 3 Leslie Dietz 等，“2019年新型冠状病毒”
- 4 “企业和雇主计划及应对新冠肺炎疫情临时指南”，美国疾病控制与预防中心，2020年3月21日，2020年4月23日上传网页，<https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/community/guidance-business-response.html>。
- 5 Kristen Senz，“新冠肺炎为何为健康建筑加码？”，《哈佛商学院应用知识》，2020年4月20日，2020年4月23日上传网页，<https://hbswk.hbs.edu/item/why-covid-19-raises-the-stakes-for-building-health>。
- 6 Jianyun Lu等，“2020年中国广州某餐厅爆发与空调相关的聚集性新冠肺炎案例”，2020年4月2日，2020年4月23日上传网页，https://wwwnc.cdc.gov/eid/article/26/7/20-0764_article。
- 7 Jianyun Lu 等，“新冠肺炎”
- 8 ASHRAE 声明，2020年4月20日：<https://www.ashrae.org/about/news/2020/ashrae-issues-statements-on-relationship-between-covid-19-and-hvac-in-buildings>。
- 9 Joseph G. Allen 和John D. Macomber，“健康建筑 - 新型室内空间驱动特性和生产力”，2020年
- 10 ANSI/ASHRAE标准 55-2013：人类居住的热环境条件。
- 11 ASHRAE标准62.1。
- 12 ANSI/ASHRAE标准 55-2013的ANSI/ASHRAE补遗b