



## 2019 冠状病毒病（COVID-19）疫情大流行期间 企业通风指南 (General Business Ventilation Guidance During the COVID-19 Pandemic)

2021 年 1 月 13 日

*本指南以当前可用信息编制而成，将根据需要进行更新。*

### 介绍

本指南适用于所有室内非医疗保健类企业，包括但不限于电影院、办公室、餐馆、咖啡馆、酒吧、药房、杂货店、美发与美甲沙龙、理发店、精品店和购物中心。本指南旨在帮助室内企业负责人、建筑师以及供暖通风和控温空调（HVAC）系统专业人员了解通风和空气过滤标准，以减少人们在房间和建筑物中接触到通过空气传播的冠状病毒 SARS-CoV-2（引发 COVID-19 的病毒）的可能。

本指南应用于确定最有效率的增加室内通风和加强空气过滤的综合措施。本指南中讨论的通风措施需要投入一系列初始和运营成本，还需要配合风险评估参数，例如 COVID-19 在社区发生的概率、戴口罩情况、空间人员密集程度等，都可能会影响企业主选择何种防控方式<sup>20</sup>。在对机械通风系统进行任何改造之前，请务必咨询建筑师或 HVAC 专业人员。

**什么是通风（ventilation）？** 通风是指在任何空间内，交换或替换空气以提高室内空气质量的过程，包括去除湿气、异味、烟雾、热气、灰尘、通过空气传播的细菌、二氧化碳和其他气体。通风通常是指将室外空气输送到室内空间，保持符合要求的室内空气质量。通风过程可以利用清洁的空气来稀释污染物，并制造气流清除室内已污染的空气。

**什么是过滤（filtration）？** 过滤是从我们呼吸的空气中，去除花粉、螨虫、毒素等颗粒。过滤器会将有害颗粒吸附住，达到过滤效果。高效的过滤器可以去除较小的颗粒，例如冠状病毒 SARS-CoV-2。

其他常见问题（FAQ）请见本指南末尾。



## 定义

- **SARS-CoV-2** 是引发 COVID-19 的病毒。
- **加热、通风和控温空调（Heating, Ventilation, and Air Conditioning，简称 HVAC）**。HVAC 是一种机械通风系统，用来控制室内温度，保证室内空气质量。
- **最低效率报告值（Minimum Efficiency Reporting Value，简称 MERV）**。MERV 是在 HVAC 系统中设置来控制空气过滤器有效性的测量指标。
- **清洁空气输送速率（Clean Air Delivery Rate，简称 CADR）**指的是从空气中清除颗粒的速率。对于 COVID-19，需要将 CADR 速率调到“粉尘”（Dust）档<sup>22</sup>。
- **每小时换气量（Air Changes per Hour，简称 ACH）**是用来根据房间大小来选择合适的空气净化设备的计算方式。ACH 的公式为：  
$$ACH = CADR \text{ (立方英尺/分钟)} \times 60 \text{ (分钟/小时)} \div \text{房间体积 (立方英尺)}$$
- **商业排气扇（Commercial Exhaust Fans）**通过向一个方向吸入空气来工作。排气扇可以安置在窗户或天花板上。
- **便携式空气净化器（Portable Air Cleaners）**指的是可以放置在建筑物或房间内净化（过滤）空气的设备。对于 COVID-19，必须使用高效微粒空气（HEPA）清洁剂。
- **自然通风（Natural Ventilation）**是指通过打开门窗让外部空气流入而实现通风。
- **紫外线杀菌（Ultraviolet Germicidal Irradiation，简称 UVGI）**是一种利用紫外线杀灭微生物的消毒方法。

## 通风和 COVID-19

COVID-19 是由冠状病毒 SARS-CoV-2 引发的疾病，当受感染的人咳嗽、打喷嚏、说话、唱歌或呼吸时，病毒会通过飞沫和气溶胶传播。飞沫通常会落在 3 至 6 英尺内，但气溶胶可能传播更远的距离并在空气中停留更长的时间。当飞沫落在嘴巴、鼻子或眼睛的粘膜上，或者当人们吸入被病毒污染的空气时，就可能会被感染。如果事先用手接触过被病毒污染的物体表面，然后再碰到鼻子、嘴巴或眼睛，也会受到感染。因此，做到以下几点尤为关键：与他人保持至少 6 英尺的距离（物理距离）、佩戴面部遮盖物、清洁手部（勤洗手）、定期检查自己是否出现 COVID-19 症状、感觉不适或接触过感染人员之后要呆在家里隔离。除了上述建议的预防措施外，适当的通风还能提供额外的保护，防止 COVID-19 传播。<sup>1,2,3</sup>

建筑物各不相同，可以使用多种方法来改善通风和空气过滤效果。下面将会讨论几种方案。在此，谨建议各企业邀请物业经理、建筑工程师和 HVAC 系统专业人员参与，通过优化通风和过滤系统来减少建筑物中的空气污染传播。HVAC 空调系统是根据建筑物的特点和使用情况设计而成。建筑物配置上的任何更改，例如隔墙、容纳人数、HVAC 系统和辅助设备（例如排气扇或便携式空气净化器），都必须由合格的 HVAC 或室内空气质量专业人员进行检查 and 实施。企业重新营业之前，应及时改善建筑物室内的空气质量，并在整个使用期间保持持续改善，以减少病毒传播的风险。



**HVAC 系统要求。**以下建议来自美国供热、制冷和空调工程师协会（ASHRAE）<sup>5</sup>：

- 彻底清洁和消毒 HVAC 系统和建筑物室内表面。
- 调整 HVAC 系统，将外部空气进风量增加到 100% 或设备允许的进风量最大值。
- 使用任何新的或升级的通风系统时，请使用室外空气质量传感器或基于网络可靠数据来获取室外污染信息。
- 控制温度和相对湿度来保持室内舒适度。根据世界卫生组织（WHO）的指导，避免将温度控制系统设置为“冷”——低温（低于 70°F）和“干燥”——缺乏湿度（低于 40%）<sup>6</sup>。ASHRAE 建议室内最大相对湿度为 60%。
- 禁用控制通风功能（DCV）。
- 通过机械过滤器为室内空间换气。应用 HVAC 设备允许的最高 MERV 过滤水平。ASHRAE 建议至少选择 MERV 13 和 MERV 14 的过滤值，或设备允许的话，调至更高的过滤水平。
- 如有可能，请在室内空间使用前将 HVAC 系统在开启模式下运行至少一周。

在建筑物开放使用之前至少两小时以及关闭使用后的至少两小时内，请启用 HVAC 系统。如有可能，该系统应每周 7 天、每天 24 小时以开启模式运行，进行最大程度地通风和过滤。每月需最少进行一次主动维护，定期更换过滤器，并经常关注降低传感器读数和建筑物居民投诉。请定期检查该系统是否根据当前指导和运行条件运行。

**自然通风。**对于只能依靠门窗换气的建筑物，请打开门窗来最大程度地提高通风率，并最大程度地让室内空气气流远离屋内人员<sup>2,7</sup>。需要注意的是，如果会造成健康或安全隐患<sup>20</sup>，请勿打开门窗。此外，可以使用辅助设备，例如排气扇和带有 HEPA 过滤器的便携式空气净化器，来加强室内空气流通并过滤空气污染物。如无法增加室外空气通风，则需要减少室内所有区域的人员数<sup>2</sup>。当只能依靠自然通风来保持建筑物内人员的健康和舒适时，还应解决温度、湿度、污染、噪声、病毒携带者、健康等安全因素。

**辅助设备。**正确使用商用排气扇和带有 HEPA 过滤器的便携式空气净化器，可有助于降低空气传播的风险<sup>2,8</sup>。HEPA 过滤器的效率优于 MERV16<sup>10</sup>。室内必须放置排气扇，以便从房间内排出空气，并直接将可能受到污染的空气释放到室外。请将排气扇置于天花板上，把空气吸上来再排出去。同时，也推荐在窗户中固定窗户风扇，以及室内空气排风扇<sup>20</sup>。确保风扇吹出的空气不会直接从窗户吹到人可能会聚集的人行道或区域。应调整吊扇叶片旋转方向，将空气从下到上吸向天花板，而不是向下吹向屋内人员。请勿再循环废气，或引导空气气流在人员之间流动。便携式空气净化器由家用电器制造商协会（AHAM）评定。从空气中去除颗粒的速率称为清洁空气输送速率（CADR）。根据房间的尺寸和设备 CADR 值来选用合适的设备，达到理想的每小时换气量（ACH）。根据以下方程式计算<sup>9,10</sup>，每小时换气量至少



要达到 5。

$$ACH = CADR \text{ (立方英尺/分钟)} \times 60 \text{ (分钟/小时)} \div \text{房间体积 (立方英尺)}$$

请将带有 HEPA 过滤器的便携式空气净化器需要放置在不妨碍空气进出的位置，例如远离墙壁、家具或窗帘的位置。调整便携式空气净化器出风口方向，不要让空气在人员之间交叉流动。定期更换 HEPA 过滤器。必须使用经过加利福尼亚空气资源委员会（CARB）认证的便携式空气净化器，才能满足电气安全和臭氧排放的要求。欲查找符合加利福尼亚州臭氧排放限制的空气净化设备列表，请参阅加利福尼亚州空气资源委员会加州认证的空气净化设备列表，网址为：<https://ww2.arb.ca.gov/list-carb-certified-air-cleaning-devices><sup>11</sup>。

**额外辅助设备。**研究表明，房间里如果有紫外线杀菌剂（UVGI）悬浮在空气中，可以使 SARS-CoV-2 失活<sup>21</sup>。疾控中心（CDC）建议考虑使用 UVGI 作为辅助补充剂，以帮助杀灭冠状病毒 SARS-CoV-2，特别是在无法增加房间通风量的情况下<sup>20</sup>。杀菌紫外线（GUV）或 UVGI 系统的设计和用量需要专业知识。安装之前，请咨询信誉良好的制造商或经验丰富的系统设计师<sup>20</sup>。

**独立房间和空间。**建筑物中的某些房间和空间里的空气可能更容易传播包括 SARS CoV-2 在内的病毒。

- 洗手间容易产生空气中的飞沫和飞沫残留物，导致病原体传播<sup>10</sup>。公司营业前，应冲洗所有马桶、水龙头和淋浴。保持洗手间排气系统（每周 7 天、每天 24 小时）运行。即使不使用厕所，也应保持保持关闭厕所的门窗，直接从门外打开的情况除外；**如果有马桶盖，请在冲水前将马桶盖合上**；并在可能的情况下，分别打开排风扇（例如，如果能直接向室外排气，请打开排气风扇并持续运行）。
- 检查并保持烹饪区域（例如厨房）的局部排气通风<sup>20</sup>。只要使用该空间，就要在烹饪区域内进行局部排气通风，并考虑即使该空间未被使用也需持续开启排风系统，增强建筑物内的整体通风<sup>20</sup>。
- 在会议室和私人办公室中，请保持开门，允许空气流通，并考虑放置便携式 HEPA 过滤器<sup>23</sup>。
- 乘坐电梯时，需限制乘客人数，并在可能的情况下，打开电梯轿的通风扇，并考虑将便携式 HEPA 过滤器放置在会有易感群体（如老年人）的电梯轿中<sup>23</sup>。对于矮层建筑，请考虑让电梯在每一层都停留，并建议乘客始终戴口罩，减少交谈<sup>23</sup>。
- 在楼梯过道，如果有风扇（例如楼梯间加压器），请打开风扇，在室外条件允许的情况下打开窗户，并安装便携式 HEPA 过滤器<sup>23</sup>。

**HVAC 系统维护：**在 COVID-19 大流行期间的 HVAC 系统维护和过滤器更换指南，包括针对 HVAC 维护人员的个人防护设备（PPE）指南，请参考网址：<https://www.ashrae.org/technical-resources/filtration-disinfection>。

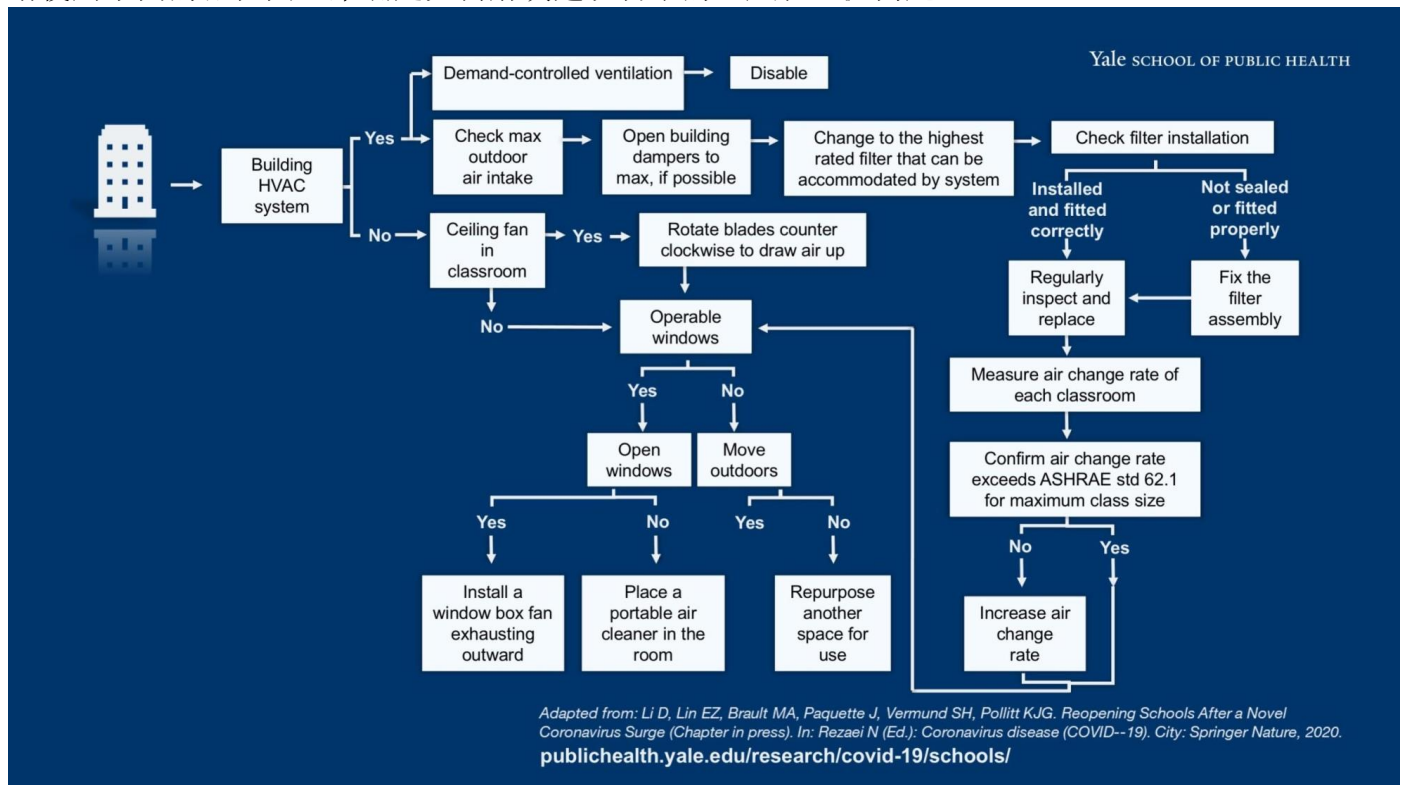




**室外空气污染：山火烟雾。**在山火易发季节，烟雾可能会造成空气污染。除了实施上述室内空气质量改善措施外，还必须解决野外烟雾等室外空气污染问题。如果附近有山火，请查看 <https://www.airnow.gov/>，获取空气质量的信息。对于装有 HVAC 系统的建筑物，请安装 MERV 13 或开启该 HVAC 设备允许的最大过滤水平<sup>15</sup>。可以在过滤器上安装压力表，以指示何时需要更换过滤器，尤其是在多烟多尘的区域<sup>16</sup>。监测 HVAC 系统，尽可能及时更换过滤器。当空气质量指数（AQI）高于 100 或室外空气质量不健康<sup>15,17</sup>时，请使用带有 HEPA 过滤器的便携式空气净化器，清洁空气输送速率（CADR）要达标，房间 2/3 容积的每小时换气量（ACH）至少要达到 5<sup>9,18</sup>。如果未达到建议的通风和过滤标准，则在室外空气质量不佳的时候，请呆在家中以限制冠状病毒在房间外的潜在传播/暴露。有关山火烟雾和室外污染的进一步指导，请参阅《阿拉米达县空气质量信息传播准则》（Alameda County Air Quality Communications Protocol）：

<http://www.acgov.org/sustain/what/resilience/documents/201911AlamedaCountyAQCommProtocol.pdf>.

请使用下面的流程图<sup>19</sup>来确定如何解决建筑物中的通风和过滤问题。





## 关于通风的常见问题解答

### 1. 我们可以使用隔断来分隔房间空间吗？

隔断会影响房间内的空气流通。HVAC 系统的设计必须考虑到所有分区或房间配置；例如，放置诸如书架之类的家具也要考虑在内。如果您要重新配置建筑物中的房间，请让建筑物工程师或 HVAC 专业人士参与。适当的通风很重要，必须配合戴口罩，并且人和人之间至少保持 6 英尺的距离。

### 2. 如果建筑物的 HVAC 系统无法容纳 MERV 13 过滤器，我们该怎么办？

结合本指南中的方法，减少接触室内空气传播病毒的风险。根据上述“辅助设备”部分的内容，使用带有 HEPA 过滤器的便携式空气净化器。如果不能达到建议的通风及过滤水平，请减少室内人员或移至户外。

### 3. 如果我们的建筑物没有 HVAC 系统，该怎么办？

结合使用本指南中的方法，可以减少接触室内空气传播病毒的风险。遵循上面的“自然通风”和“辅助设备”部分，增加室外空气并过滤建筑物内部的空气。如果不能达到建议的通风及过滤水平，请减少室内人员或移至户外。

二氧化碳浓度测量是一种可以有效判断是否已引入足够的室外新鲜空气并已经充满房间的方法。二氧化碳的测量，应由有资格进行职业评估的室内空气质量专家或环境专业人士根据职业安全与健康管理局（Occupational Safety and Health Administration，简称 OSHA）、ASHRAE 和 USEPA 的指南进行。

### 4. 如果我们的建筑物既没有 HVAC 系统也没有窗户，该怎么办？

请与当地建筑和消防部门确认您的建筑物是否符合建筑和消防法规。如果房间无法通风，请移步至室外或寻找其他通风良好的空间。请寻求资金帮助，改善室内空气质量，确保室内人员健康安全。



## 参考资料

1. World Health Organization (WHO). COVID-19 期间学校公共卫生措施。2020年5月10日。网址：<https://www.who.int/publications/i/item/considerations-for-school-related-public-health-measures-in-the-context-of-covid-19>
2. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). COVID-19 期间学校的运营问题：CDC 意见。2020年9月1日。网址：<https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/community/schools-childcare/schools.html>
3. California Department of Public Health (CDPH). COVID-19 期间行业指南：学校和学校相关的计划。2020年8月3日。网址：<https://files.covid19.ca.gov/pdf/guidance-schools.pdf>
4. United States Environmental Protection Agency (USEPA). 通过改善学校的室内空气质量来提高学业表现。网址：<https://www.epa.gov/iaq-schools/improve-academic-performance-through-better-indoor-air-quality-schools>
5. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE). 重新开放学校和大学。网址：<https://www.ashrae.org/technical-resources/reopening-of-schools-and-universities>
6. WHO. 问答: COVID-19 与通风和空气调节。2020年7月29日。网址：<https://www.who.int/news-room/q-a-detail/q-a-ventilation-and-air-conditioning-and-covid-19>
7. WHO. 在医疗场所进行自然通风以控制感染。2009。网址：[https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44167/9789241547857\\_eng.pdf;jsessionid=2A4D0F38628F00F4392D92AE5F4AF89A?sequence=1](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44167/9789241547857_eng.pdf;jsessionid=2A4D0F38628F00F4392D92AE5F4AF89A?sequence=1)
8. USEPA. 空气净化器，HVAC 过滤器和冠状病毒（COVID-19）。网址：<https://www.epa.gov/coronavirus/air-cleaners-hvac-filters-and-coronavirus-covid-19>
9. 国际环境。如何将室内 COVID-19 的空中传播减到最少？第 142 卷，2020 年 9 月，105832，网址：<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412020317876>
10. ASHRAE. 过滤/消毒。网址：<https://www.ashrae.org/technical-resources/filtration-disinfection>
11. California Air Resources Board (CARB). 加州认证的空气净化设备。网址：<https://ww2.arb.ca.gov/our-work/programs/air-cleaners-ozone-products/california-certified-air-cleaning-devices>
12. USEPA. 清单 N：用于解决 SARS-CoV-2（COVID-19）的消毒剂。网址：<https://www.epa.gov/pesticide-registration/list-n-disinfectants-use-against-sars-cov-2-covid-19>
13. USEPA. 通风和新冠病毒（COVID-19）。网址：<https://www.epa.gov/coronavirus/ventilation-and-coronavirus-covid-19>
14. USEPA. 山火烟雾简介：保护儿童免受山火烟雾和灰烬危害。网址：[https://www3.epa.gov/airnow/smoke\\_fires/protecting-children-from-wildfire-smoke-and-ash.pdf](https://www3.epa.gov/airnow/smoke_fires/protecting-children-from-wildfire-smoke-and-ash.pdf)
15. California Environmental Protection Agency (CalEPA). 发生山火烟雾事件期间的学校指南。网址：<https://oehha.ca.gov/media/downloads/air/fact-sheet/wildfiresmokeguideschoolsada.pdf>
16. USEPA. 山火烟雾：公共卫生官方指南。2020年5月28日。网址：<https://www.airnow.gov/publications/wildfire-smoke-guide/wildfire-smoke-a-guide-for-public-health-officials/>
17. AirNow. 网址：<https://www.airnow.gov/aqi/aqi-basics/>



**Alameda County Health Care Services Agency**  
**Public Health Department**  
[www.acphd.org](http://www.acphd.org)

Colleen Chawla, Director  
Kimi Watkins-Tartt, Director  
Nicholas Moss, MD, Health Officer

Public Health Department: Main Line (510) 267-8000

COVID-19 Information: (510) 268-2101

18. CDC. 新冠疫情期间，为保护公众免受山火烟雾影响，有关更清洁空气防护和清洁空间的注意事项。2020年5月1日。网址：<https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/php/cleaner-air-shelters.html>
19. 耶鲁公共卫生学院。通风是降低风险的关键。网址：[https://publichealth.yale.edu/research\\_practice/interdepartmental/covid/schools/ventilation/](https://publichealth.yale.edu/research_practice/interdepartmental/covid/schools/ventilation/)
20. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). 社区、工作和学校的通风。2020年12月8日。网址：<https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/community/ventilation.html>
21. National Center for Biotechnology Information (NCBI). 有关上层紫外线空气消毒可以减少建筑物中COVID-19传播的可行性研究。2020年10月13日。网址：<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7566754/>
22. San Francisco Department of Public Health 临时指导：新冠疫情大流行期间的通风问题。2020年10月20日，网址：<https://www.sfdph.org/dph/files/ig/COVID-19-Ventilation-Guidance.pdf>
23. ASHRAE. Epidemic Task Force Commercial。2020年8月17日。网址：<https://www.ashrae.org/file%20library/technical%20resources/covid-19/ashrae-commercial-c19-guidance.pdf>