



# 让建筑更健康

防止传染病的传播

加湿、除湿及蒸发冷却

 **condair**

*Humidity for a better life*

# 公众焦点

建筑应当如何保护我们的健康

## 重新构思建筑

建筑最初是用于保护我们免受恶劣环境的伤害。然而，由于对能源和运作效率的不懈追求，再加上人工高科技材料的使用，导致现在发生了完全相反的情况：建筑也会让我们生病。从新冠肺炎疫情中已经获得的教训表明，我们现在所处的室内对病毒的防护是多么脆弱。

近年来，由于建筑技术的进步，建筑越来越节能，密封性也越来越强。高科技隔热材料、轻质建筑围护结构和机械空调系统在降低成本的同时也实现了出色的能源性能。此外，建筑面积的优化和更高的用户密度（遵循开放式规划原则）也旨在削减运作成本。但很少有人会考虑这些趋势对建筑使用者健康的影响。

### 室内环境管理不善

室内空气质量对保障建筑使用者的健康至关重要。近年来，众多科学文献一直在记录室内空气质量对免疫系统以及呼吸道疾病传播的影响。如果办公室、学校、医院和养老院的室内环境能够更健康，这对企业、医疗服务和国民经济来说都十分有利。但对于影响室内空气质量的因素，目前还缺乏全面的标准。



1

### 从新冠肺炎疫情中吸取的经验教训

新冠肺炎疫情使公众开始关注建筑内病毒传播所带来的风险。早已众所周知的一些影响因素现在成为中心话题，人们开始强调新鲜空气、温度、最低相对湿度甚至光照对病毒传播的影响，还提出了UV-C辐射等新技术，但目前对于这些技术的使用风险仍然知之甚少。

### 重新构思和重新改造

本手册旨在激发一场关于重新构思建筑的讨论。众多因素共同构成了更健康的建筑，其中一些因素是相互协同作用的。对于特定的建筑而言，一些方法并不合适，或是在技术上无法实现。本报告意在推动设施管理人员、用户和健康安全官员之间进行对话，以便为新建或现有建筑制定正确的健康保护措施。

2



让建筑更健康

2

### 健康的建筑意味着更健康的身体

呼吸道传染病会导致巨大的生产力损失，并产生巨额的医疗费用，这些必须由企业和整个社会承担。新冠肺炎疫情的封锁措施对经济造成的灾难性后果已经显而易见，而全球每年都会出现超过5亿例流感病例。如果有多人处于密闭空间或是本身就有既往疾病，那么人们在建筑中的感染风险将会非常高。

空气是生命之源

在我们一生中，90%的时间是在室内度过的。室内气候可以显著影响我们的健康和生产力，以及企业和公共卫生服务所产生的成本。

示例：室内空气质量如何影响健康和生产力

 办公室/工作场所	 学校/幼儿园	 医院/疗养院	
<b>13,000升</b> 空气吸入	<b>高达9%</b> 工作效率下降	<b>3%</b> 成绩提高	<b>10%</b> 感染发生率
每天有高达13,000升的空气流经我们的口鼻和肺部，空气是生命之源	较差的室内空气质量可能导致6-9%的生产力损失 <sup>(1)</sup>	较好的学校空气质量可使学生通过考试的成功率提高约3% <sup>(2)</sup>	全球约有10%的患者感染了医院获得性感染 (HAI) <sup>(5)</sup>
<b>90%</b> 病毒感染	<b>16%</b> 因病缺勤天数	<b>2x</b> 缺席率	<b>高达30%</b> 空气传播
大约90%的急性呼吸道感染是由病毒引起：最常见的病原体是鼻病毒（30 - 50%），其次是流感、副流感和冠状病毒	办公室职员因病缺勤的天数中，有16%是由呼吸道感染造成的 <sup>(2)</sup>	在湿度受到控制的幼儿园，孩子们只有3%的时间因咳嗽和感冒而缺课，而在湿度未受控制的幼儿园里，这一比例为5.7% <sup>(4)</sup>	医院中至少有15 - 30%的传染病微生物能够通过空气传播

(1) Wyon, D.P., “室内空气质量对性能和生产力的影响”《室内空气》，美国国家医学图书馆，2004

(2) Statista研究部，德国，2020

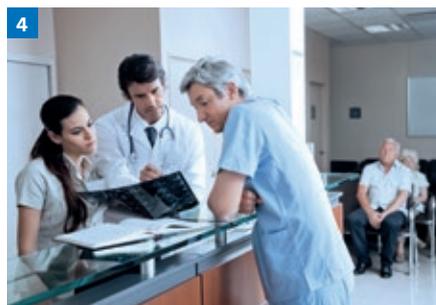
(3) Haverinen Shaughnessy等，“教室通风率不达标与学生学业成绩之间的关系”，2011

(4) Ritzel, G., “病原体 and 感冒预防疾病的社会医学调查”，1966

(5) “关于全球地方性卫生保健相关感染负担的报告”，世界卫生组织，2011

#### 让建筑更健康:

- 1 重新构思建筑
- 2 健康建筑的因素
- 3 员工众多的开放式办公室
- 4 风险组：老年人和有既往疾病的人



# 传播媒介

接触、飞沫和气溶胶

## 封闭空间具有传染性

病毒性呼吸道传染病几乎只会在室内人群之间传播。在工业化世界中，人们一生中有90%的时间是在封闭空间里互动、工作、睡觉和旅行。在这些环境中，传播途径包括直接接触、间接接触、飞沫和气溶胶。



在直接传播中，病毒通过接触皮肤或粘膜传播，在传播过程中不需要中间媒介。例如，如果一个流感患者对着他的手部打喷嚏，病毒就会附着在他的手部表面，如果他随后与其他人握手，病毒就可以通过口鼻或眼睛进入其他人的粘膜。间接接触传播则是让病原体附着在无生命的物体上，例如门把手这类会被许多不同的人接触过的表面。

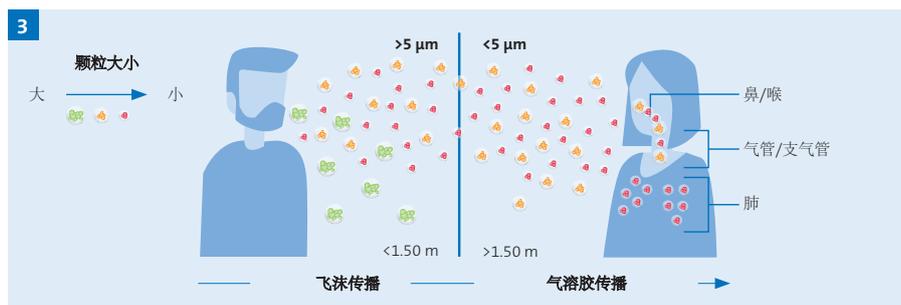
### 飞沫传播

最常见的感染途径是通过飞沫近距离传播和通过气溶胶远距离传播。来自感染者的病毒颗粒被另一个人吸入，然后进入上呼吸道粘膜。

根据颗粒大小的不同，这将被称为飞沫传播或气溶胶传播。在呼吸、咳嗽、说话或打喷嚏时，人类呼吸系统中的传染性病毒可以通过唾液和粘液飞沫释放出去。这些飞沫的大小和数量各不相同。在医学术语中，“飞沫”是指直径大于 $5\mu\text{m}$ （微米）的颗粒。这些会导致飞沫感染的较大颗粒只会短暂地停留在空气中，而仅仅几秒钟后，这些颗粒就会落到地板或其他表面上。飞沫只能传播1.5到2米的距离。然而，接触受污染的表面也可以传播飞沫——例如，在触摸到这些受污染的表面时，病毒会通过手部接触进入到粘膜中。

### 气溶胶传播

直径小于 $5\mu\text{m}$ 的颗粒在感染人类之前可以在空气中传播很长的距离，这就是气溶胶传播。一些气溶胶可能只含有很少的液体，大部分是固体物质。由于重量很轻，这些气溶胶有可能逃脱重力，并在室内停留数个小时。即使室内空气保持相对静止，微小的传染性气溶胶也可以在大空间的空气中进行长时间传播。



## 让建筑更健康

# 传播媒介

接触、飞沫和气溶胶

4



- A 直接接触传播
- B 飞沫传播
- C 气溶胶传播
- D 间接解除传播

## 个人可采取的预防措施

为了防止病毒在室内传播，人们可以根据传播媒介采取一些预防措施。对于接触和大颗粒飞沫传播，良好的手部卫生、向肘部打喷嚏、保持观察距离、佩戴口罩等方法都能够十分有效地降低感染风险。然而，这些预防措施对于微小气溶胶的空气传播却没有什么效果。

## 室内气候因素

除了良好的手部卫生和物品表面卫生等预防措施之外，室内气溶胶的传播还需要确定可以控制的室内气候因素，以减小传播风险。相关因素是那些直接影响病毒气溶胶的收缩性、传染性和空气传播能力的因素。在室内环境中，空气质量显然至关重要。

## 空气传播

病毒在空气中的气溶胶传播在很大程度上取决于建筑的室内气候。每小时换气率、温度和相对湿度都是降低感染风险的相关因素。

研究表明，控制换气次数、温度和相对湿度是减少气溶胶传播的有效策略：例如，能带来大量新鲜空气的优化通风措施可以稀释和消除传染性病毒气溶胶，降低感染新冠肺炎的风险，而过低的湿度则意味着病毒可能保持存活并在微小气溶胶中传播更远。



5



6

## 传播途径:

- 1 室内空间中的病毒
- 2 人与人的接触
- 3 飞沫和气溶胶
- 4 工作场所的通道
- 5 学校和幼儿园
- 6 颗粒在物品表面和空气之间的移动

让建筑更健康

# 通风

## 换气和过滤

### 用新鲜空气应对传染性气溶胶

为了保持健康，我们应当尽可能到户外呼吸新鲜空气。同样的原理也适用于室内：室内的新鲜空气越多，病毒颗粒的浓度就越低。过滤器和适当的通风措施对于去除病毒颗粒和受污染空气来说也很重要。

将尽可能多的新鲜空气带入室内，这是消除室内空气中病毒气溶胶颗粒的有效方法。随着新鲜空气比例的增加，室内空气空气中的病毒气溶胶颗粒就会逐渐被稀释。

#### 开窗通风

最简单的办法就是打开一扇窗户。开窗后的空气流量取决于温度梯度、风速/风向和窗户的打开角度。一般的建议是通风应当短时但充足，让窗户每小时至少打开几分钟。当两扇相对的窗户同时打开时，换气效果最好。然而，开窗通风的有效性是有限的。在夏季，室内外空气的温度梯度往往太低，空气交换很少。

而在冬天，热量损失和相对湿度的急剧下降则成了人们反对经常开窗的理由。

#### 机械通风

通风和空调系统能以受控的方式将我们所需的新鲜空气引入房间，并将废气引出房间。换气率是一个重要的参数：例如，“每小时换气率”为1，意味着每小时引入的新风量与房间体积相同。随着换气率的提高，感染风险就会越来越小。理想的换气率取决于建筑的使用情况和室内人数。需要注意的是，较高的换气率可能导致能源消耗的增加和相对湿度水平的降低。



检查二氧化碳水平（空气中的二氧化碳浓度）是确定一个有人使用的房间是否通风良好的实用方法。当二氧化碳浓度低于1,000 ppm（百万分率）时，空气质量可视为良好。

#### 过滤器

专用过滤器也可以去除空气中的微小气溶胶，特别建议在空气经常循环的通风和空调系统中使用过滤器。有各种类型的过滤器可供选择，它们都能有效过滤特定大小的颗粒。高质量的MERV过滤器（13级或以上）和HEPA过滤器能够捕获99%以上的直径达0.3μm（微米）的颗粒物。但对于更小的颗粒，其有效性是有限的。

#### 换气率对气溶胶介导病毒感染风险的影响<sup>1</sup>

		生活空间	教室	中型办公室	开放式办公室	大讲堂				
房间体积	m <sup>3</sup>	220	210	65	1,200	10,000				
人数（最大）	-	2	35	4	33	1,000				
时间量程	小时	8	5	8	8	1.5				
换气量	每小时	0.5	0.5	6.0	0.5	2.5	0.5	1.5	0.5	3.3
感染风险**	RR <sub>inf</sub>	1x	12x	1x	3x	1x	2x	1x	5x	1x

<sup>1</sup>参考：“私人住宅空间” \*\*相对感染风险与参考

<sup>2</sup>Cf. D. Müller, K. Rewitz, D. Derwein, T.M. Burgholz: “气溶胶介导病毒感染风险的简化估计”（德语），亚琛工业大学（2020）



### 让建筑更健康

## 太干太热都是不健康的

较冷的月份更容易出现一波又一波的感冒和流感感染，这在很大程度上取决于影响室内气候的一些季节性因素。这些因素涉及到气温以及相对湿度的下降。然而，即使是在夏天，用于降温的空调设备也会导致在室内空间中循环的空气变得干燥——使病毒气溶胶更容易存活。

干燥的室内空气不是简单形成的，而是季节性因素、建筑特性和基本物理因素相互作用的结果。通常情况下，干燥的空气就来自于“家庭自制”。

### 相对湿度会产生差异

如果一栋建筑与外界完全隔绝，室内的绝对湿度将是恒定不变的。然而，相对湿度才是正确评估湿度状况的关键因素。相对湿度描述的是空气与水蒸气的饱和百分比，受空气温度的影响。暖空气能比冷空气容纳更多的水。空气总是会以水蒸气的形式吸收水，直到达到其最大饱和度。

这就是为什么空气受热时相对湿度下降，但绝对湿度保持不变。

### 冬季的建筑

当室内空气被加热，然后打开窗户或通过机械系统引入新鲜空气时，这些空气就会开始变得干燥。外部的空气越冷，它吸收水分的能力就越低，越容易变得干燥。如果这种寒冷而干燥的外部空气进入建筑，随着空气进一步加热，其相对湿度将迅速下降。在这种情况下，空气将试图恢复湿度平衡：如果室内没有安装加湿系统，空气将试图通过从任何材料、结构和人体中吸取水分以变得饱和。



岩崎明子教授

耶鲁大学分子、细胞和发育生物学教授，霍华德·休斯医学研究所（美国）研究科学家。

“低湿度是流感季节性爆发的原因之一。如果我们所有公共建筑的空气湿度都保持在40%到60%左右的相对湿度，世界会变得更健康。”

### 正确的通风取暖

在安装加湿系统之前，检查换气率和温度很重要。室内新鲜空气的比例应该减少到最低需求度，特别是在冬天。还应避免窗户一直保持敞开和过高的换气率，以防止空气变得干燥。室内空间也不应过热：理想的温度应当在20至22摄氏度之间。

### 空气质量的重要性

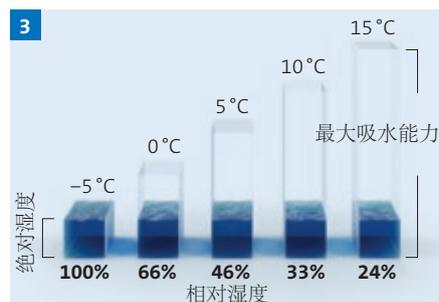
- 1 新鲜空气可以降低感染风险
- 2 冬季的建筑
- 3 绝对湿度和相对湿度

#### 绝对湿度 =

空气中水分的实际含量，以水蒸气的形式存在

#### 相对湿度 =

空气中水分含量与其可吸收的最大水分含量之比



# 湿度

建筑中至少应达到40%

## 病毒更喜欢干燥的环境

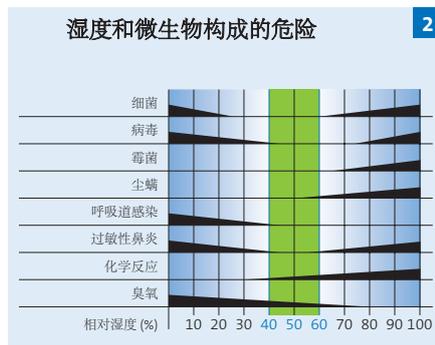
病毒在空气中的传播和生存能力也会受到室内空气相对湿度的显著影响<sup>1</sup>。当相对湿度为40%至60%时，传播的风险最低。同时，这也是人类免疫反应最有效的范围。

相对湿度决定了病毒气溶胶在室内空气中保持悬浮的能力。与咳嗽或打喷嚏产生的更大更重的传染性飞沫不同，更轻更小的气溶胶可以在空气中悬浮数小时。

### 干燥的气溶胶在空气中悬浮的时间更长

气溶胶由水、溶解盐和蛋白质组成。在相对湿度低于40%的情况下，气溶胶无法保持其中的水分，会变得干燥。这会产生更小更轻的干燥气溶胶，它们可以在室内空气中悬浮更长时间。

与更大的飞沫不同，它们的水分含量较低，使它们没有那么“粘”，导致它们不太容易粘合在一起。



空气流动和室内人员的移动也会使干燥气溶胶更容易从物品表面被带走，导致病毒进一步传播<sup>2</sup>。

### 病毒的存活时间更长

除了对悬浮颗粒的影响外，湿度也会影响这些富含病原体的飞沫的传染性。在相对湿度低于40%的情况下，气溶胶会非常干燥，甚至其所含的盐类会结晶。这些结晶盐可以保护病毒，使其具有更久的传染性。当吸入时，结晶盐会在潮湿的呼吸道环境中溶解，其中的病毒颗粒仍然具有传染性，被释放到粘膜上，并可能引发感染。然而，如果相对湿度保持在40%至60%的最佳范围内，颗粒就只会干燥到盐浓度可以迅速灭活病毒的程度，而不是保护病毒。

湿度范围	对悬浮颗粒的影响	持续性	感染风险
60–100% rH	低 较大的传染性飞沫很快就会落到地上	低 在室内空气中短暂悬浮	高 由于水分中含盐量较低，病毒仍然具有传染性
40–60% rH	低 中等大小的传染性飞沫，不会在空气中悬浮很长时间	低 在室内空气中短暂悬浮	低 较高的盐浓度，可灭活病毒
0–40% rH	高 较小的传染性气溶胶仍然悬浮在空气中	高 在室内空气中长期悬浮	高 盐类开始结晶，保存了病毒

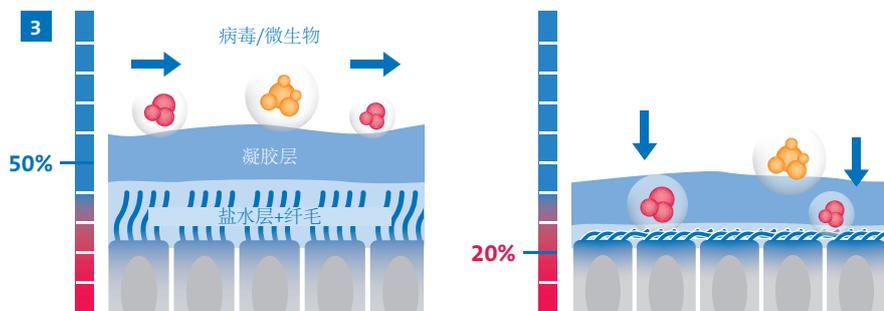
<sup>1</sup> Miyu Moriyama, Walter J. Hugentobler, Akiko Iwasaki: “呼吸道病毒感染的季节性：病毒学年度回顾”（2020）

<sup>2</sup> W. Yang等，“空气传播甲型流感病毒室内动态及其对湿度的依赖”，《公共科学图书馆·综合》第6期（2011）

让建筑更健康

建筑中至少应达到40%

## 不同相对湿度条件下粘膜的自洁能力



### 粘膜：人体的第一道防线

面对病毒和细菌的攻击，我们人类并非完全没有防御能力：我们的免疫系统产生的反应将决定我们是否会生病，以及我们生病后的恢复速度。我们的呼吸道粘膜使用的自洁机制可保护我们免受感染。这些粘膜的表面覆盖着细小的运动毛发（纤毛），可在液体分泌物（盐水层）内自由活动。覆盖其上的是粘性凝胶层，我们吸入的多数病毒、细菌和污染物颗粒会停留在凝胶层上。只要纤毛保持高度的运动性，它们就可以将这些微生物与分泌物一起输送到喉部，然后这些分泌物就可以被吞咽或咳嗽出来。

### 削弱免疫系统

随着湿度的下降，这一病原体清除系统逐渐变得不再有效<sup>3</sup>。当相对湿度较低时，盐水层开始干燥。这会导致纤毛塌陷，从而使纤毛失去运动能力。粘膜粘度的增加也会阻碍粘膜的流动性，导致病毒入侵粘膜细胞造成感染的风险增加。一旦相对湿度降到20%，这一自洁机制就会完全停止。实验表明，在相对湿度为45%时，病原体的传播速度最快，因此感染风险最低。

### 使用额外的加湿系统

安装加湿系统后，任何建筑都可以将相对湿度保持在40%至60%的安全范围内，这扇一种既卫生又节能的方法。根据建筑条件和要求，可以在通风和空调系统中安装集成式系统，也可以使用局部而直接的房间加湿系统。

### 对粘膜的损害

当空气过于干燥时，还有两种机制也会直接影响到我们的免疫系统，阻碍产生有效的适应性免疫反应。首先，上皮细胞会在粘膜层下方形成物理屏障，防止病毒渗透到宿主细胞。在极度干燥的空气中呼吸会损害这些细胞，并损害呼吸道上皮细胞（肺细胞）的修复过程。其次，较低的相对湿度也会使肺组织中干扰素的形成降低。干扰素能促进蛋白质的产生，以对抗入侵的病毒，阻止病毒的繁殖<sup>3</sup>。

<sup>3</sup> Kudo E等，“低环境湿度削弱流感感染的屏障功能和天然抵抗力”，《美国科学院报》（2019）

### 霉菌并不是问题

霉菌并不能从空气中吸收水分，相反，它们会从其生长的材料及其根部固定的地方吸收水分。无论房间内的相对湿度如何，干燥而防护良好的砖石上都不会生长霉菌。



### 将湿度保持在安全范围内

- 1 干燥的气溶胶在空气中悬浮的时间更长
- 2 Scofield图表/Sterling图表
- 3 干燥空气会削弱免疫反应

# 监控

## 传感器与建筑自动化

### 预防需要衡量标准

如果没有一组完善的数据，我们就很难决定需要改变哪些特定参数来实现更为健康的室内气候。持续收集相关空气质量参数的数据并提出相关行动建议的系统可以使建筑变得更健康、更有生产力。传感器系统和监控解决方案可以轻松集成到任何建筑中。

二氧化碳水平过高、过度供暖、湿度过低、微小颗粒和挥发性有机化合物（VOC）造成的空气污染都会对健康产生危害，也会降低生产率。如果没有适当的衡量标准，就很难找出“病态建筑综合症”、因病缺勤或呼吸道传染病迅速蔓延的根本原因。

#### 通过建筑自动化进行预防

传感器和监测系统现在可以轻松地改装到任何建筑中，以确保空气质量的持续监测和量化。

这些系统可以作为建筑自动化的集成部分进行部署，也可以作为更简单的独立解决方案进行部署。我们通常使用仅包含在某一单元中的多功能传感器系统来测量相关参数（例如温度、二氧化碳浓度、湿度和挥发性有机化合物水平）。当与运动传感器相结合时，一套完全集成的系统甚至可以检测出使用某一房间的人数。在室内空气开始危害人们的健康之前，新风、温度和湿度系统就会自动进行调节。



#### 合格的空气质量

通过连续传感器测量结果来证明室内空气质量受控是许多建筑认证计划的重要要求。建筑可持续性和健康的领先标准是美国LEED认证、英国BREEAM评估方法、德国DGNB认证和国际WELL认证。WELL建筑标准是首个专注于单一目标（即设计建筑和室内空间，以确保其对使用者的健康和福祉产生积极影响）的评估系统。为满足这些标准规定的监测要求，通常需要收集有关通风性能的统计数据，并由此改善室内空气质量。这些标准还规定了换气率、颗粒和臭氧浓度、挥发性有机化合物排放和相对湿度等方面的各种暴露限值和基准。



### 让建筑更健康

## 天然光照有益健康

提高日照量会让人们更健康，其中一个原因是人体在阳光下可以天然形成维生素D。日光是一种免费可用的资源，可以积极地应用于建筑中，保护人体健康并提高生产力。然而，阳光中重要的UV-A和UV-B却会被玻璃窗所遮挡。

我们的身体会形成健康的维生素D水平，以应对来自太阳的UV-B射线。研究表明，血液中的维生素D水平越高，感染呼吸道传染病的可能性就越低。维生素D水平每增加10nmol/l（纳米分子），患病风险就会降低7%<sup>1</sup>。缺乏光照以及我们大部分时间呆在室内的情况，导致秋冬季呼吸道传染病的季节性爆发。

### 让阳光照进建筑

阳光还在抵御病毒感染的主动防线中起着重要的作用。阳光中的紫外线一方面可以刺激人体的免疫系统，另一方面也可以增强对抗病毒和细菌的天然杀伤细胞的形成和活动。阳光还可以缩短许多病原微生物的存活时间。

#### 建议谨慎对待UV-C

对于常规使用的建筑来说，持续使用UV-C光照作为抵御病原体的防御措施是不合适的。UV-C不是自然光的一部分，可能会致癌，对眼睛和皮肤也是有害的。

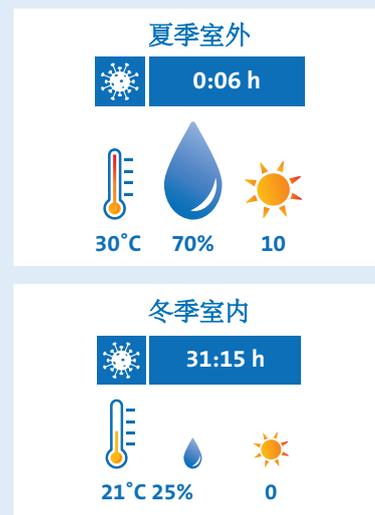
对流感病毒进行的研究表明，半数的病毒颗粒变为非活性所需的时间在阳光下从约32分钟迅速下降到不到3分钟。我们的建筑无法提供天然的UV-A和UV-B光照，因为窗户玻璃（特别是隔热玻璃）可以吸收和反射几乎100%的紫外线辐射。UV-LED照明可以再现UV-A和UV-B光照，使我们可以建筑内模拟全光谱日照。这可以减少病原体的传播，还可以增强我们的免疫系统。

### 生物促进作用

光照是一种刺激物，可以控制我们的荷尔蒙，并反过来调节我们的生物钟，最终决定我们在一天中的工作效率、注意力和集中度。

任何有人使用的房间都不应使用UV-C光照。在通风管道中，可使用UV-C照射抽取后的空气（循环空气）。UV-C辐射可导致病毒变异，使其具有耐药性，对人类免疫系统有潜在危害。

#### 日照和湿度对90%新冠肺炎病毒颗粒灭活时间的影响



● 新冠肺炎病毒存活时长  
 ☀️ 日照 (紫外线指数)  
 💧 相对湿度  
 🌡️ 温度

资料来源：国土安全部（美国，2020）

除了自然日光，建筑中的动态控制照明系统可以根据人们的需要调整照明的色温和强度，从而确保提供刺激或放松的效果。

<sup>1</sup> Hyppönen等，“维生素D状态与英国成年人的季节性感染和肺功能呈线性相关”，《英国营养杂志》（2011）

#### 监控和光照

- 1 对空气质量的监测表明有必要采取行动
- 2 需要一种综合的方法

# 建筑结构

## 天然建筑材料

## 微生物应该存在于建筑中

令人惊讶的是，保持食物的极致卫生和无菌对我们的免疫系统也是有害的。我们的建筑还必须能够与我们环境中存在的良好微生物（例如病毒和细菌）相互作用。选择正确的材料既可以抑制那些会导致我们生病的微生物，也可以帮助我们接触健康的微生物来保护我们的健康。



我们的免疫系统不断地与环境相互作用，能够区分无害和有害的微生物。无害的微生物（陪伴人类几千年的“老朋友”）可以支持免疫反应，限制病原微生物的传播。然而，在许多建筑中，这种类型的微生物越来越少，导致传染病和过敏症的发生率越来越高。

### 干燥引发的压力

对更高效的需求使得越来越多的高科技材料开始进入我们的建筑，导致平均温度的上升。为了制造密闭的建筑外壳，隔热材料和室内装修越来越多地使用钢材、玻璃和各种塑料，也会对湿度水平产生影响。

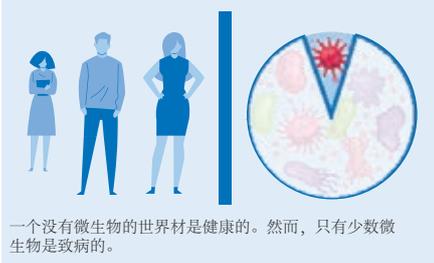
与瓷砖、石膏、粘土或木材等天然建筑材料不同，这些工业合成材料光滑无孔，无法吸收水分或营养物质，使我们有益的微生物“老朋友”无法在这些工业材料创造的干燥而无营养的环境中生存。由于缺乏需要水分和营养的竞争者，致病而耐药的微生物可以不受竞争地繁殖。微生物承受的压力越来越大，导致微生物的多样性逐渐减少，可能更容易产生对抗生素等物质的抗药性。

### 健康的材料组合

建筑应当被视为一种活跃的生态系统，需要实现微生物的平衡多样性。为了确保这一点，应谨慎使用光滑无孔的合成材料，这种材料仅适用于经常接触并因此需要定期清洁的表面，

例如扶手、门把手、水龙头和键盘。对于墙壁、天花板和家具，首先选择具有多孔表面的天然材料，为不同的微生物群落提供一个适宜的环境。这些天然表面可以为细菌和病毒提供充足的水分和营养，让我们的“老朋友”取得优势，抑制病原微生物的繁殖。除医院外，我们只有在特殊情况下才需要使用洗涤剂 and 化学品清洁物品表面，一般情况下肥皂和清水就完全够用了。

### 2 传统的卫生方法



### 3 现代的卫生方法



## 让建筑更健康

## 改善福祉的多种方式

除了技术系统和结构材料外，建筑抵御传染病的能力还取决于其用途和设施。建筑空间的划分方式会影响人与人之间的接触强度，从而影响微生物的传播。地板覆盖物和植物也会对空气质量产生积极影响。

建筑的具体用途会影响其平面图和布局，一项关键因素是建筑用户之间所需的社交互动程度。写字楼与客流量较高的公共建筑或学校和幼儿园等设施有着不同的要求。无论是哪种类型的建筑，当许多人共用同一空间时，病原体传播的风险就会增加。

### 空间布局

相互连接的房间、门道和走廊的数量影响着某一建筑内的交流和行动。

近年来，许多建筑倾向于采用更加开放、透明和宽敞的布局。然而，这些促进团队合作和个人互动的积极举措也会提高疾病的传播风险：事实证明，有大量人员的宽敞房间会促进微生物的多样性和存活性。然而，通过减少高占有率房间的数量，并确保开放和封闭空间相互混合，病原体的传播还是可以得到遏制的。

### 选择地板覆盖物

地板覆盖物的选择也会影响到室内空气质量。



与坚硬的地板不同，地垫和地毯等覆盖物可以降低房间内的微小颗粒物水平。纺织地板覆盖物可以将灰尘颗粒截留在其纤维中，防止再悬浮到空气中。有机织物还可以储存水分，并有助于降低房间内的噪音水平。

### 绿色植物的清洁性

植物在产生氧气的同时，还能过滤空气中的杂质，促进微生物的多样性。在光照的影响下，植物通过光合作用从空气中消除二氧化碳：植物保留碳，将氧气释放到房间里。植物还能够释放高达90%的水分到空气中，这意味着它们也是良好的湿度提供者。

6

房间布局	办公室类型	微生物传播媒介	微生物浓度 (亮=低, 暗=高)
	供一人或几人使用的办公室		
	大型办公室		
	开放式区域		

### 建筑结构

- 1 玻璃和钢材无法吸收水分
- 2 人类和微生物属于彼此
- 3 微生物“老朋友”保护着我们
- 4 天然材料促进微生物的多样性
- 5 植物改善室内空气质量
- 6 房间布局和病毒式传播

# 检查表

## 防止传染病的传播

### 我的建筑符合要求吗？

设施管理者和居住者可以使用本检查表来评估建筑的当前情况，了解建筑是如何防止感染传播的，以及在哪些方面可以改进。本检查表旨在促进相关各方之间的对话，以确定对外部咨询服务和调查的需求。

	可采取的行动	实施		
		可行的 3分	不知道 1分	不可行 0分
	<b>室外空气通风</b> <b>目标：</b> 尽可能每小时开窗通风几分钟（密集通风/相对窗户通风）。避免保持窗户常开。 <b>行动理由：</b> 新鲜空气可以稀释空气中病毒颗粒的比例。在冬天，长期或频繁的开窗通风会导致相对湿度下降。			
	<b>机械通风</b> <b>目标：</b> 改善换气率，并根据房间使用情况和在场人数进行调整。避免室内空气循环或将其保持在最低限度。如果换气过于频繁，会导致相对湿度下降。避免传染性气溶胶颗粒再次被带到空气中。 <b>行动理由：</b> 室内的新鲜空气越多，空气中的病毒浓度就越低。废气再循环（部分或与新鲜空气混合）会将病毒颗粒分散在整个建筑中。置换通风或局部通风系统可降低颗粒被带到空气中的风险。			
	<b>过滤器</b> <b>目标：</b> 在可能的情况下，应使用MERV过滤器（13级或以上）和HEPA过滤器来过滤微小颗粒物。 <b>行动理由：</b> 如果要对建筑空气进行再循环，则应减少建筑中重复使用空气中的病毒载量。			
	<b>相对湿度</b> <b>目标：</b> 使用技术系统，将全年湿度保持在40%到60%之间，无论是整体建筑还是高占有率房间。可以与建筑的通风和空调系统集成在一起，也可以为某一房间直接安装局部的加湿设施。 <b>行动理由：</b> 这一湿度范围是人体免疫反应最为有效的范围，同时也能使病毒在空气中的存活期和悬浮期尽可能的短。			
	<b>温度</b> <b>目标：</b> 不要让房间过热，保持温度在20°C到22°C之间。 <b>行动理由：</b> 随着室内温度的升高，相对湿度会逐渐下降。23°C以上的温度还会给循环系统带来压力，降低生产力。			
	<b>监控</b> <b>目标：</b> 部署传感器和监测系统，确保持续测量空气质量的相关参数。 <b>行动理由：</b> 在行动区域实时识别二氧化碳超标、高温、极低湿度和其他空气污染物（挥发性有机化合物等）。			

### 让建筑更健康

	可采取的行动	实施		
		可行的 3分	不知道 1分	不可行 0分
	<b>日照</b> <b>目标:</b> 确保有充足的日光进入建筑。安装可控制UV-A和UV-B水平的LED照明。 <b>行动理由:</b> 自然光(含UV-A/UV-B)能刺激人体的免疫系统,同时也能减少致病微生物的数量。			
	<b>天然材料</b> <b>目标:</b> 墙面、天花板和家具应当选择渗透性良好的天然材料。 <b>行动理由:</b> 天然材料可以吸收水分和养分,有助于增加建筑中无害微生物的多样性。平衡的微生物群落对我们的免疫系统有益,并可以限制病原微生物的传播。			
	<b>清洁策略</b> <b>目标:</b> 仅在特殊情况下或特殊用途建筑物(如医院)使用消毒剂和化学品。 <b>行动理由:</b> 消毒剂也会杀死无害的微生物。由于缺乏需要水分和营养的竞争者,致病而耐药的微生物可以不受竞争地繁殖。			
	<b>空间布局</b> <b>目标:</b> 将开放式和封闭式空间进行平衡组合,根据预期的房间使用类型和用户行为而精心定制。 <b>行动理由:</b> 拥有众多人员的大型高占有率空间会提高感染风险。病原体的传播可以通过隔开空间、减少房间占有率和适当使用社交距离规则来遏制。			
	<b>植物</b> <b>目标:</b> 使用植物让建筑变得更加“绿色”:这些植物既可以用作房间装饰,也可以用于房间隔断。 <b>行动理由:</b> 植物可以通过减少杂质和二氧化碳的水平、产生氧气、保持良好湿度和微生物群落的多样性来改善环境空气。			
	<b>地板覆盖物</b> <b>目标:</b> 使用含有天然材料的纺织地板覆盖物。 <b>行动理由:</b> 纺织地板覆盖物可以将灰尘颗粒截留在纤维中,防止其再悬浮到空气中。有机织物还可以储存水分子,并有助于降低房间内的噪音水平。			

分数	风险
0-5	高
	该建筑会对居住者的健康构成严重的威胁。建议紧急与专家协商,以评估和执行可能的行动方针。

分数	风险
5-25	中
	该建筑目前的风险水平可以进一步降低,通过执行现有措施和评估改善健康的其他备选方案的可行性。

分数	风险
>25	低
	如果实施现有措施,该建筑对居住者的健康风险很低。可以采取进一步行动,提高对建筑使用者健康的保护水平。

康迪爱尔空气处理设备(北京)有限公司  
地址：北京市通州区科创东五街  
光联工业园3号厂房C区  
电话：+86 10-8150 3008  
传真：+86 10-8150 3841  
网址：www.condair.com.cn  
邮箱：service.cn@condair.com  
若设计与规格变更，恕不另行通知

