

# 医院通风系统运行指南的实施

简介ASHRAE指南43-2025（3）

同济大学 沈晋明 刘燕敏

**内容摘要：**前两期简介 ASHRAE 指南 43-2025《医疗护理设施通风运行指南》以及涉及的暖通空调系统的操作规程与空间监控。本期将重点介绍如何实施医疗护理设施通风运行指南。

## 0. 引言

ASHRAE 指南 43-2025《医疗护理设施通风运行指南》（以下简称“该指南”）适用于所有的医疗建筑的暖通空调（HVAC）系统，以及医疗设施。所述的要求是以符合最低的通风维护计划。责任方可以选择实现合规性的方法和措施，医疗设施管理组织可以根据自身情况适当超出这些指南的要求。

### 1. 指南的实施方式

指南实施着重从以下三个方面：确定负责的合规主体，制定通风管理计划（VMP）以及确定计划的要素。

实施该指南的责任方建议为医疗设施管理组织。医疗设施管理组织可以指定其他有权限的并需通过合同履行指南建议的责任方。

维护计划要素所指的是使所有的业主和维护交付系统都能在尽可能的广泛的范围内实现合规。

### 2. 通风管理计划（VMP）

制定一份通风管理计划对实施十分重要，以确保暖通空调系统能够维持提供给医疗设施所需的预期的热舒适度、能源效率和室内空气质量的能力，且能详细记录每个功能空间所需的暖通空调的要求。通风管理计划应包含按空间功能划分的状态指标，例如温度范围、湿度范围、压力关系且采用无人状态下的值班运行等等。

需要检查和维护的清单应该将影响热舒适度、能源效率和室内空气质量的暖通空调系统和设备列入设备清单中，该清单应至少包括制造商信息、位置、容量、维护计划标识符（如适用）以及由责任方和实施方商定的其他数据。

应制定检查和维护工作的计划，维护计划应详细记录在预定时间间隔内针对维护设备清单所要完成的工作内容。该维护计划应根据为该设施服务的系统和设备的规模、设计、范围、重要性和复杂性而专门制定。

该计划应阐述所需任务、任务的执行周期以及任务时间表；明确负责执行任务的单位，并规定授权方、任务完成情况、文档程序、计划监控程序以及评估和反馈程序。该计划可能

包括基本检查和维护任务以及检查和维护任务的执行周期。

### 2.1 基本检查和维护任务

考虑的基本检查和维护任务。应组织根据分析结果和识别可接受或不可接受状况，调整检查任务的周期。持续应用建筑管理系统（BMS）和电脑维护管理系统（CMMS）可对整个设施内的状况指标进行高级监测和验证。建筑管理系统可整体运行相关的能源管理系统。

虽然该指南的附录中表格建议人工实施的过程，但鼓励使用 BMS 和其他自动化方法，且可以提供对偏离既定状况指标的更为可靠与主动的响应。通风管理应记录对受监控空间的监测和验证过程。基本维护任务按设备类型所有任务都应纳入推荐的检查和维护任务列表中，以符合该指南的要求。

### 2.2 检查和维护任务的执行周期

检查旨在长期监测和记录设备组件的状态以及空间状况（包括外观、功能和性能），而维护则旨在按照设施的要求保持设备的状况和性能。

检查周期是进行检查的事件发生的时间段或间隔。检查周期可能基于时间间隔（即每周、每月、每季度或每年）、使用时间（运行时间）或系统状况，或者可能是一种基于风险的方法，如维护计划中所规定的那样。

设备和系统的检查及维护任务的基本周期列于附录 G 的表格中。

### 2.3 状态指标

状态指标是对设备的物理特性及交付性能的描述和衡量。所描述的特性及性能是运行和维护工作的结果。与预期标准相比的实际结果，用于衡量系统和设备的状况及性能，以及维护计划的有效性。

状态指标是为系统和设备制定的，是对空间的物理状况以及热舒适度、室内空气质量及能源效率的检测或观察结果，这些结果是在执行相关检查任务的过程中得出的，并与该指南的建议进行比较。通过这些比较可以确定状态的衰退程度以及后续的应对措施。附录 A 列出了推荐的系统运行状况指标示例。

其中 1) 追踪各项运行状况指标随时间的变化情况，以此来衡量维护计划在达成性能目标方面的效果；2) 提前预示即将发生的设备故障。不符合标准的运行状况指标可能会导致设备故障或性能下降。

### 2.4 维护目标

维护应制定项目目标，以明确空调系统和设备维护项目的预期成果，这些成果需满足所需的热舒适度、能源效率和室内空气质量要求。项目目标应是可衡量的量化指标，能够随着时间进度进行监测，并定义维护目标的成功标准。项目目标应基于责任方的建议和操作规程来制定。项目目标应予以记录。应定期审查项目目标的执行情况。附录 B 列出了确定项目目标的来源。

## 3 电网中断时的运营计划

列出在电网中断情况下应持续运行的空间、部门和服务的优先级别。至少应包括以下情况的运营计划预案：设施失去由公用事业提供的电网电力供应、设施失去由公用事业提供的天然气供应、设施失去由公用事业提供的水供应、一个供热源（例如一个锅炉）的故障或例行维护、一个供冷源（例如一个冷水机组）的故障或例行维护、关键空气处理设备的故障或例行维护。在每个场景中，指定哪些受监控的空间将按照最高运营标准保持运行，哪些空间将按照较宽松的标准保持运行，以及哪些空间在停电场景中不进行监控。

## 4. 通风管理计划的授权与执行

通风管理计划（VMP）应由相关方所批准，且将授权执行计划中所包含的工作。

检查和维护任务应按照既定周期执行，或在记录到出现不可接受状况时的执行。无论是否依据书面或口头指令进行，该任务的执行情况都应予以记录并存档，以备日后查阅。

其中：1) 通风管理计划应当包含应对意外检查和维护事件的相关规定。

2) 对于在任务间隔期间发现的不符合规定的情况的应对措施，需要获得授权并进行必要的工作记录。一旦发现不符合规定的情况，良好的做法是采取行动使设备恢复到规定的状态或性能水平。责任方将指导或确定完成此项工作的所需资源。

3) 未预见的事件（例如维修或更换等超出本指南范围的额外工作）可能需要相关方提供额外的批准、资金或授权行动，以便工作能够继续进行。

## 5. 维护计划的改进

维护计划应具备持续改进的能力。在此背景下，改进应体现在设备状况或状态的变化、设施的变更、空间功能的改变或采用新的维护技术等情况下，这些情况需要对维护计划进行审查和修订。该本指南的目的是使任务和/或周期能够改变，以根据实际情况采取适当的保护措施。该指南的附录 C 列出了需要对维护计划进行审查的情况。

### 5.1 设备状况和性能的衰退

在执行定期检查和维护任务时或在其他情况下观察到设备状况或性能的衰退，都应予以记录。

### 5.2 对不合格状况的响应

一旦发现或观察到设备处于衰退状态，应通过适当的纠正或保护措施来解决该情况。如果保护措施无法解决衰退状态，则可能需要超出该指南范围的进一步行动。

## 6. 通风空间控制参数

通风空间控制参数是指换气次数、温度、相对湿度、压力以及之间的关系。

该指南的基准建议应由跨学科委员会用于评估既有系统和新设计空间中换气次数、温度、压力关系以及相对湿度的情况。ASHRAE 标准 170 是设计标准，但并非运行标准，尽管其部分设计标准暗示或规定了运行要求。

### 6.1 历史记录

历史记录是指对设备和系统检查的评估及监测结果的长期记录。设备状况的变化以及状况变化的速度可能需要进一步调查以确定适当的应对措施，例如调整任务周期、修改任务流程或安排更换。

6.1.1 换气次数。应采用施工时所采用的设计标准来确定合适的换气次数。如果现有系统能够调节换气次数，则可以按照通风管理计划中的记录将新的换气次数纳入其中。无人使用的换气次数调节范围也是可以接受的。

6.1.2 温度。包括 ASHRAE 标准 170 的设计标准提供了设计温度范围。如果历史记录系统能够维持原有的设计标准，但工作人员希望有一个修改后的运行范围，则可以更新该运行范围，前提是系统具备相应能力，并且新的范围已在通风管理计划中记录。无人使用的温度调节范围也是可以接受的。

例如工作人员希望手术室的温度范围为 18°C 至 26°C，且通常设定为 18°C。历史记录表明能够满足修改后的范围。在更新通风管理计划后，这修改后的温度范围是可接受的。

6.1.3 相对湿度。包括 ASHRAE 标准 170 的设计标准，提供了设计相对湿度范围。如果既有系统能够保持原有的设计标准，而工作人员又希望设定一个新的运行范围，只要系统具备相应能力且新的范围已在通风管理计划中记录下来，那么更新的相对湿度范围是可以接受的。即使系统处于闲置状态，降低运行范围也是可以的。

例如，工作人员希望手术室的相对湿度范围为 45% 至 55%。既有系统能够满足相对湿度较低的 20% 至 60% 的标准，同时也能够达到 45% 至 55% 的标准。在更新通风管理计划后，这个更严格的相对湿度范围是可以接受的。

6.1.4 压力关系。包括 ASHRAE 标准 170 的设计标准，提供了设计压力关系。既有系统应保持设计压力关系，使其基于空间被占用时保持原始预期设计用途。如果房间用于其他用途，

则压力关系应基于当前的使用情况。

例如，工作人员希望感染性空气隔离（AII）病房用于非传染性患者，则压力关系应基于该病房作为患者房间的当前使用情况。这种使用方式应在通风管理计划中予以注明。对于改作其他用途的房间，其压力关系应依据房间用途变更时适用的现行设计标准来确定。

## 6.2 新系统与新空间

6.2.1 对于新设计的系统和空间，空调通风系统应在正常工作时间内按照 ASHRAE 标准 170 的最低设计标准运行，超出范围的情况应遵循该指南偏差变更的规定。无人状态下的降温也是可以接受的。如果业主或工作人员希望采用修改后的标准，例如换气次数增加、温度范围扩大或相对湿度标准缩小，只要系统能够达到这些标准，通风管理计划应该更新以反映所提供的修改后的条件指标。

例如，1) ASHRAE 标准 170 规定的手术室相对湿度应在 20%至 60%之间。如果工作人员有此需求，可以设定相对湿度为 45%至 55%。该系统能够满足相对湿度在 20%至 60%这一较宽松的要求。在更新通风管理计划后，这个更严格的相对湿度范围也是可以接受的。2) ASHRAE 标准 170 规定，手术室的设计温度范围为 24℃至 26℃。如果工作人员有此需求，可以设定一个调整后的温度范围，即 18℃至 26℃。该系统能够满足较宽松的温度范围，即 24℃至 24℃。在更新通风管理计划后，这个更为严格的温度范围也是可以接受的。3) 对于药房而言，可参考相应的美国药典协会（USP）标准。常用的标准包括：非无菌配制的 USP 7957 标准、无菌配制的 USP 7978 标准以及医疗机构中危险药物处理的 USP 8009 标准。针对具体的参考标准，应与所在组织的药房领导层进行协调。

## 7 无人状态下的温度调节

在符合 ASHRAE 标准 170 的规定，并且经过风险评估许可的情况下，无人状态下的温度调节能够显著节省能源，应该在可行范围内予以采用。

在通风管理计划中的文档应该包括但不限于适用的无人状态的调节范围、换气次数的占用与无人状态的设置、温度范围、相对湿度（如适用）、以及正压（如适用），还有无人模式启动前的时间、超控方法、时间表（特定时段或无人员占用时）、以及恢复占用模式所需的时间。

## 8 控制参数偏差对策。

在某些情况下，医疗设施中的相对湿度和/或温度会偏离通风管理计划的状态件指标。在这些情况下建议遵循的推荐规程，但也可以在通风管理计划中制定并记录其他规程。这些规程最好在事先达成一致，以避免在紧张情况下需要进行决策。

首要考虑因素必须是患者的安全。应与关键利益相关者合作开展风险评估流程。对于相关区域的领导工作、认证/监管以及感染预防与控制（IPC）方面的要求，也建议制定替代方案。

附录 E 列出了设施观察情况和可能影响基本检查周期调整的问题示例。

### 8.1 相对湿度波动

当超过相对湿度上限值时，应通知决策与响应团队（DRT）以及感染预防与控制（IP&C）部门，考虑以下应对措施或在通风管理计划中记录的替代方案。决策与响应团队成员会根据涉及的区域而有所不同，例如手术室、侵入性操作、消毒处理部门（SPD）的主要无菌储存区域等。应考虑以下的建议措施，但并不包括所有可能的措施

8.1.1 若相对湿度超出上限值 5%以上且持续超过 6 小时，设施工程师应采取纠正措施，并调整通风空调系统将相对湿度控制在可接受范围内。若超出范围的相对湿度持续超过 12 小时，决策与响应团队和感染预防与控制部门应召开会议并进行即时风险评估和应对计划。若相对湿度超出上限值 5%以上且持续超过 24 小时，则决策与响应团队和感染预防与控制部门应考虑暂停运营以进行维修。

所需采取的措施可能包括限制受影响区域的人员流动；加强清洁；配备便携式空气净化设备；以及/或者进行除湿等操作。

8.1.2 若相对湿度超出上限值 5%以上且持续超过 4 小时，则设施工程师应采取纠正措施并召集决策与响应团队和感染预防与控制部门。若相对湿度超出上限值 10%以上且持续超过 8 小时，则很可能是机械系统需要维修。决策与响应团队和感染预防与控制部门应考虑暂停运营直至问题解决。所需采取的措施可能包括限制受影响区域的人员流动；增强型、补充型、便携式空气过滤装置；以及/或者除湿装置等。如果相对湿度长时间高于设计上限 5%以上，还可能会影响手术器械或设备的无菌性，尤其是在表面有湿气积聚的情况下。工作人员应查阅器械或设备制造商的使用说明，了解存储地点的相对湿度和室温的极限范围。

8.1.3 如果相对湿度低于下限 5%且持续超过 6 小时，设施工程师应采取纠正措施，并调整机械系统使相对湿度处于可接受范围内。如果相对湿度超出范围超过 12 小时，应召集感染预防与控制部门。如果相对湿度低于下限 5%且持续超过 24 小时，决策与响应团队应考虑暂停运营以进行维修。

8.1.4 如果相对湿度低于下限 5%且持续超过 2 小时，设施工程师应采取纠正措施并召集决策与响应团队。如果相对湿度低于下限值且持续超过 8 小时，那么很可能会发现机械系统存在问题，需要进行维修。决策与响应团队应当考虑暂停操作，直至问题得到解决。

8.1.5 当遇到未解决的不符合湿度标准的情况时，决定是否继续或暂停某一操作时，应考虑以下因素：

- 1) 低湿度条件下对设备校准的影响
- 2) 长时间高湿度条件下环境及无菌和非无菌用品中的凝结和湿气情况
- 3) 能否维持无菌操作规程

## 9. 结语

前两期介绍了 ASHRAE 指南 43-2025《医疗护理设施通风运行指南》及其暖通空调系统的操作规程与空间监控。本期则重点阐述如何实施医疗护理设施通风运行指南，这是该指南的重点。我们以解读的方式阐述该指南，希望读者避免孤立地、枯燥地查看指南条文，能理解该指南的编写背景、目的、主要精神与相应的技术措施。如通风空调系统的管理计划、优化运维规程以及基本检查与维护任务方案，特别是根据危害风险、可靠性因素以及故障风险来制定通风管理计划等等，值得我国借鉴。期望通过这三期的简介有助于提高与改善我国医疗护理设施暖通空调系统运维水平。