

# 通用物业空调通风管道清洁优化方案

## 一、服务总则

- 1. 适用范围：**覆盖住宅、商业、办公物业全类型空调系统，包括集中式空调（风管系统、空调机组）、多联机（室内机、冷媒管）、小型分体式空调（壁挂 / 柜式），新增 “新风 - 风管 - 末端” 全链路覆盖，含业主户内公共区域空调设备（如楼道分体机）。
- 2. 服务原则：**遵循 “全系统无死角、清洁与能效协同、长效防污染” 原则，清洁过程同步排查能耗异常点（如风道漏风），采用 “物理清洁为主 + 化学消毒为辅”，清洁后实现 “卫生达标 + 能效提升 $\geq 10\%$ ” 双重目标。
- 3. 核心标准：**风管内壁积尘量 $\leq 3\text{g}/\text{m}^2$ ，细菌总数 $\leq 300\text{CFU}/\text{m}^3$ ，空调系统能效提升率 $\geq 10\%$ ，风道漏风率 $\leq 5\%$ ，清洁后防污染周期 $\geq 6$  个月。

## 二、前期系统诊断（新增全链路检测模块）

### （一）多维诊断内容

诊断维度	检测方法	核心目的	量化指标
污染程度诊断	1. 风管内窥镜（带激光测距功能）扫描风管内壁，记录积尘厚度 / 霉变位置；2. 取样检测（风管内空气、冷凝水），分析微生物种类（如军团菌、霉菌）	确定清洁优先级（重污染区优先处理）	积尘厚度 $\geq 2\text{mm}$ 为重度污染，微生物检出量 $\geq 500\text{CFU}/\text{m}^3$ 需强化消毒

能耗基线测试	1. 用功率分析仪测空调主机、风机运行功率；2. 用风量仪测各风口实际风量，对比设计值； 3. 记录清洁前 1 周能耗数据（每日耗电量、COP 值）	建立清洁后能效对比基准	实际风量低于设计值 15% 为能耗异常， COP 值低于额定值 10% 需重点排查
风道结构诊断	1. 用烟雾发生器检测风道漏风点（重点是风管接口、检修口）；2. 测量风管截面积、转弯角度，排查气流阻滞点（如 90° 硬弯无导流板）	同步治理漏风与气流损耗	漏风率 $\geq 8\%$ 为严重漏风，气流阻滞点导致风量衰减 $\geq 20\%$ 需结构优化
末端状态诊断	1. 检测室内机换热器结垢 / 翅片变形情况；2. 测冷凝水盘积水深度、排水坡度；3. 检查滤网阻力（用压差计测滤网前后压差）	避免末端污染反窜风管	换热器结垢厚度 $\geq 0.5\text{mm}$ 需酸洗，冷凝水盘积水 $\geq 2\text{cm}$ 为排水异常，滤网压差 $\geq 150\text{Pa}$ 需更换

**（二）诊断报告输出**

1. 24 小时内出具《空调系统诊断报告》，含污染热力图（标注重污染区域）、能耗异常点分布图、清洁优先级建议（如 “商业裙楼风道漏风率 12%，优先治理”）；

2. 针对多联机 / 分体式空调，单独出具《户内空调诊断表》，标注业主户内公共区域空调设备（如电梯厅柜式机）的清洁需求，避免遗漏。

三、分层清洁执行方案

（一）集中式空调系统清洁

1. 风道系统清洁

清洁环节	操作细节	差异化要点	质量标准
风道预处理	1. 在风管转弯处、变径处新增临时检修口（尺寸 $\geq 400\text{mm} \times 400\text{mm}$ ，带密封胶条）；2. 用密封膜封闭非清洁区域风口，防止交叉污染	检修口位置避开承重结构，密封膜采用防静电材质（避免吸附灰尘）	检修口安装牢固，密封膜无破损，周边无灰尘泄漏
分段物理清洁	1. 采用“高压气流+真空吸附”组合：高压气流枪（压力 $0.6\text{--}0.8\text{MPa}$ ）沿风管内壁纵向吹扫，同步用负压收集装置（吸力 $\geq 3000\text{Pa}$ ）在下游 $1\text{m}$ 处收集粉尘；2. 风管弯头 / 接口处用软质尼龙刷（避免划伤风管）手动清理	替代传统软轴毛刷，减少风管内壁损伤；高压气流方向与气流方向一致，避免粉尘滞留	内窥镜复查无可见积尘，负压收集袋粉尘含水率 $\leq 15\%$ （避免结块）

漏风治理	1. 漏风点用耐高温密封胶（适用温度 -30-120℃）封堵，接口处加镀锌钢板加固；2. 柔性风管漏风处更换同规格防火帆布，接缝处用铝箔胶带双层密封	新增漏风修复步骤，避免清洁后新风外漏导致二次污染	烟雾测试漏风率≤5%，密封处无烟雾溢出，风压测试（500Pa 风压下）漏风量≤20m <sup>3</sup> /h
------	--	--------------------------	--

2. 空调机组与新风系统清洁

部件	清洁步骤	创新操作	质量标准
新风过滤器	1. 初效过滤器（G4级）：可清洗型用高压水枪（压力0.3MPa）反向冲洗，晾干后检查滤网完整性；2. 中效过滤器（F8级）：检测阻力，若≥250Pa 直接更换，新滤网需做密封性测试（用尘埃粒子计数器测周边泄漏率）	新增滤网密封性测试，避免未过滤新风进入系统	清洗后滤网阻力恢复至初始值 80% 以内，新滤网周边泄漏率≤0.1%
表冷器 / 加热器	1. 用中性除垢剂（pH6-8）喷洒翅片，静置 15 分钟后用高压水（带扇形喷	采用扇形喷头避免翅片变形，冲洗方向与翅片平行	翅片无残留水垢（用白纱布擦拭无可见污渍），间隙无堵塞（内窥镜观

	头) 冲洗, 水压 $\leq$ 0.5MPa; 2. 冲洗后用压缩空气 (压力 0.2MPa) 吹干翅片间隙积水		察通透率 $\geq$ 95%)
新风进风口	1. 清理进风口格栅杂物 (如树叶、昆虫尸体), 用消毒剂 (200mg/L 二氧化氯) 擦拭格栅; 2. 检查防雨罩密封性, 修复破损处, 加装防虫网 (孔径 $\leq$ 1mm)	新增防虫网加装, 减少昆虫进入风道	格栅无污渍, 防雨罩无漏水, 防虫网安装牢固无破损

## (二) 多联机 / 分体式空调清洁 (新增户内公共设备标准)

设备类型	清洁重点	操作规范	安全要求
多联机室内机	1. 拆卸回风面板, 取出滤网 (可清洗型用清水冲洗, 不可清洗型更换); 2. 用软毛刷清理蒸发器翅片, 喷施翅片清洁剂 (稀释比例 1:5), 静置 10 分钟后用清水冲洗; 3. 清理冷凝水盘 (用吸管吸干	室内机清洁时用防水布覆盖下方家具 / 电器, 避免进水	清洁剂避免喷入电机, 冲洗后通电试运行 30 分钟, 检查是否漏水

	积水，喷施除霉剂)		
分体式壁挂机	1. 拆卸面板，清洁滤网（同多联机）； 2. 用压缩空气（压力 0.15MPa）吹除蒸发器灰尘，再用湿抹布擦拭面板内侧；3. 检查排水管，用通管器疏通堵塞（若有），在排水口加装滤网（防异物进入）	高空作业（如 2m 以上）需搭设稳固脚手架，禁止攀爬窗台	清洁后测试制冷 / 制热效果，出风口温度与设定温度偏差 $\leq 2^{\circ}\text{C}$
楼道公共柜式机	1. 每周清洁 1 次滤网（用吸尘器吸除灰尘），每月深度清洁 1 次蒸发器；2. 清洁时关闭电源，张贴“清洁中，禁止开机”标识；3. 测试运行噪音，若 $\geq 65\text{dB}$ 需检查风扇叶片是否积尘	公共区域清洁需在非高峰时段（如夜间）进行，避免影响业主	滤网无明显积尘，运行噪音 $\leq 60\text{dB}$ ，出风口无异味

### （三）微生物消毒优化（新增协同消毒方案）

- 消毒时机：**清洁后 2 小时内启动，集中式空调优先选择非运营时段（如商业物业闭店后），多联机 / 分体式在清洁后立即消毒；
- 差异化消毒方式：**

- 集中式风管：采用 “紫外线 + 臭氧” 协同消毒，在风管内每隔 5m 安装 1 台紫外线灯（波长 254nm，功率 30W），同步通入臭氧（浓度  $0.3\text{mg}/\text{m}^3$ ），作用 2 小时后通风 30 分钟；
  - 末端设备：蒸发器用 “电解水消毒”（pH2.5-3.0 酸性电解水）喷洒，冷凝水盘用 “银离子抗菌剂”（浓度  $50\text{mg}/\text{L}$ ）擦拭，抑制霉菌滋生；
  - 户内公共空调：用 “过氧化氢干雾消毒”（浓度 3%），干雾颗粒直径 5-10  $\mu\text{m}$ ，确保均匀覆盖蒸发器表面，作用 60 分钟后通风。
3. 残留检测：消毒后 24 小时内检测消毒剂残留（如臭氧残留 $\leq 0.1\text{mg}/\text{m}^3$ 、银离子残留 $\leq 0.05\text{mg}/\text{L}$ ），达标后方可启用空调。

## 四、能效优化与漏风治理（新增核心模块）

### （一）能效提升措施

#### 1. 风道优化：

- 对  $90^\circ$  硬弯风管加装导流板，减少气流阻力（可提升风量 5%-8%）；
- 更换老化破损的柔性风管（如帆布风管），改用镀锌钢板风管（漏风率降低 60%）；
- 清洁后重新测试风量，调整风机转速，使各风口风量均匀度 $\leq 10\%$ （原标准 $\leq 15\%$ ）。

#### 2. 能耗监测：

- 清洁后 1 周内，每日记录空调能耗（用智能电表），对比清洁前基线数据，计算能效提升率（如清洁前  $\text{COP}=2.8$ ，清洁后  $\text{COP}=3.1$ ，提升率 10.7%）；
- 商业物业重点监测空调机组运行功率，若清洁后功率下降 $\leq 5\%$ ，需重新排查风道是否仍有漏风或换热器结垢。

### （二）漏风治理流程

1. **漏风定位：**用烟雾发生器从风管一端注入烟雾，在风管外部观察烟雾溢出点，标记漏风位置（如接口、检修口、法兰）；
2. **分级修复：**
- 轻度漏风（漏风率 5%-8%）：用耐高温密封胶（适用温度 - 30-120℃）封堵，接口处缠绕铝箔胶带（宽度 50mm）；
  - 重度漏风（漏风率≥8%）：拆除原有接口，重新安装法兰（加密封垫片），或更换破损风管段（长度≤2m）；
3. **验收测试：**修复后用风压法测试漏风率（风管内静压 500Pa），漏风率≤5% 为合格，记录《风道漏风治理报告》。

五、长效防污染维护（新增差异化模块）

（一）防污染装置加装

装置类型	加装位置	作用	维护要求
风管静电除尘器	新风进风段（靠近过滤器后）	拦截细小粉尘（粒径≥0.5 μm），减少风管积尘	每月清洁 1 次电极板，每季度测试除尘效率（≥85% 为合格）
冷凝水盘抗菌涂层	空调机组、末端设备冷凝水盘内壁	抑制霉菌滋生（抗菌率≥99%），减少冷凝水污染	每 2 年重新涂刷 1 次涂层，日常清洁时避免划伤涂层
风口防尘网	回风口（尤其是商业物业餐饮区周边）	防止异物（如食物残渣）进入风管	每月拆卸清洗 1 次，破损后立即更换

（二）动态维护计划



1. 季度巡检：

- 检查滤网阻力（初效滤网压差 $\geq 150\text{Pa}$  时清洗 / 更换）、冷凝水盘积水（ $\leq 1\text{cm}$  为正常）、风管接口漏风（用手触摸无明显气流）；
- 多联机 / 分体式空调重点检查蒸发器结尘（用内窥镜观察，结尘厚度 $\geq 1\text{mm}$  时清洁）。

2. 半年度监测：

- 检测风管内积尘量（用取样管抽取粉尘， $\leq 3\text{g}/\text{m}^2$  为合格）、微生物指标（细菌总数 $\leq 300\text{CFU}/\text{m}^3$ ）；
- 测试空调能效（COP 值较清洁后下降 $\leq 5\%$  为正常，超过则需复清）。

3. 清洁周期调整：

- 普通住宅：清洁周期 2 年，若半年度监测积尘量 $\geq 2\text{g}/\text{m}^2$ ，缩短至 1.5 年；
- 商业物业（餐饮区、商场）：清洁周期 1 年，若风道漏风率 $\geq 6\%$ ，同步提前漏风治理。

六、工具与人员管理（创新配置与分工）

（一）专业工具升级

工具类型	配置标准	创新应用	维护要求
智能诊断工具	1. 风管激光测距内窥镜（精度 $\pm 1\text{mm}$ ）；2. 能耗测试仪（可测功率、COP 值）；3. 风道漏风检测仪（量程 0-20% 漏风率）	内窥镜同步生成积尘厚度数据，能耗测试仪自动对比基线值，漏风检测仪实时显示漏风率	内窥镜镜头每次使用后用酒精擦拭，能耗测试仪每月校准 1 次（对比标准电表）

清洁工具	1. 可调压高压气流枪（0.1-1.0MPa）； 2. 柔性尼龙刷（适配不同风管直径，刷头可更换）；3. 干雾消毒机（雾粒直径 5-10 μm）	高压气流枪适配不同污染程度（重度污染用 0.8MPa，轻度用 0.3MPa），干雾消毒机确保消毒无死角	高压气流枪每次使用后排水（防生锈），尼龙刷刷头磨损≥30% 时更换
安全工具	1. 防静电密封膜（厚度 0.1mm，耐温 -40-80℃）；2. 高空作业安全带（承重 ≥225kg）；3. 有毒气体检测仪（可测臭氧、一氧化碳）	密封膜防止清洁时粉尘扩散，气体检测仪确保消毒后无有毒气体残留	安全带每季度检查 1 次（如缝线、卡扣），气体检测仪每月校准 1 次

## （二）人员分级与培训

### 1. 分级职责：

级别	职责范围	技能要求	配置比例
清洁技术员	基础清洁（滤网清洗、蒸发器擦拭）、工具维护	掌握分体式 / 多联机清洁操作，通过安全培训（如高空作业、消毒剂使用）	50%（负责末端设备清洁）
系统诊断师	污染诊断、能耗测试、漏风定位	会操作内窥镜、能耗测试仪，能解读诊断数据，持有	30%（负责前期诊断与能效优化）

		“制冷空调系统运行操作员” 证书	
技术主管	方案制定、质量验收、应急处理	能制定复杂风管清洁方案（如异形风道），具备微生物检测基础，持有“空调系统清洁工程师” 证书	20%（负责技术把关与业主沟通）

**2. 专项培训：**

- 每月开展 “能效诊断培训”（如能耗基线计算、漏风率测试），每季度组织 “异形风管清洁演练”（如圆形风管、变径风管）；
- 新增 “业主沟通培训”，确保技术人员能向业主通俗解释清洁后能效提升效果（如 “清洁后您家楼道空调制冷速度加快，每月能耗可省 5 度电”）。

**七、质量验收与服务承诺（新增能效验收）**

**（一）多维验收标准**

验收类别	检测方法	合格标准	创新指标
卫生指标	第三方 CMA 机构抽样（风管内空气、冷凝水）	细菌总数 $\leq 300\text{CFU}/\text{m}^3$ ，霉菌总数 $\leq 200\text{CFU}/\text{m}^3$ ，军团菌未检出	新增 “异味等级”（ $\leq 1$ 级，无明显异味）
能效指标	能耗测试仪测清洁前后 COP 值、耗电量	能效提升率 $\geq 10\%$ ，清洁后 1 周平均耗电量较清洁前下降 $\geq$	风道漏风率 $\leq 5\%$ ，各风口风量均匀度 $\leq 10\%$

		8%	
外观与功能	内窥镜检查风管内壁、试运行空调系统	风管内壁无可见积尘，空调运行无异常噪音（ $\leq 55\text{dB}$ ），无漏水 / 漏风	末端设备出风口温度与设定温度偏差 $\leq 2^{\circ}\text{C}$

## （二）服务承诺

- 质保期：**清洁后 6 个月内，若风管积尘量回升至 $\geq 5\text{g}/\text{m}^2$  或能效下降 $\geq 5\%$ ，免费上门复清；
- 应急响应：**接到业主空调污染投诉（如异味、送风异常）后，2 小时内到场排查，24 小时内出具解决方案；
- 数据反馈：**向物业方提交《清洁后能效分析报告》，含清洁前后能耗对比图表、漏风治理效果数据，便于物业优化空调运行管理。

## 八、其他约定

- 针对老旧物业空调系统（使用超 10 年），可额外提供 “系统升级建议”（如更换高效过滤器、改造风道弯头），建议方案需附成本效益分析（如 “改造后 2 年可收回成本”）；
- 清洁过程中发现空调设备故障（如压缩机异响、冷媒泄漏），需立即停止清洁并书面告知物业方，待故障修复后再继续，避免扩大设备损坏；
- 商业物业清洁需配合运营时间（如商场闭店后 22:00 - 次日 6:00），清洁团队需制定 “夜间作业计划”，减少对商户经营影响，作业后 1 小时内清理现场垃圾。