

## 空调系统的二次污染与细菌控制

### 1、医院空调系统的细菌控制

微生物无处不有、无时不在。细菌的生存条件主要是营养源和水分。在空调的范围内温度因素对细菌滋生的影响没有前两者大。空调系统中有许多场所为细菌的定植、繁殖和传播提供了良好的条件。如：

- (1) 空调机组的热交换盘管（尤其是冷却去湿工况）；
- (2) 空调机组的凝水盘、水封；
- (3) 空调机组的加湿器；
- (4) 空调机组中长期处于高湿度下的空气过滤器；
- (5) 系统中各部件的横向接缝或内表面；
- (6) 系统的消声器、静压箱等。

其中空调系统中最大的细菌发生源是空调机组，因此空调机组的二次污染时解决问题的重点。要从根本上控制细菌滋生，只要破坏或消除它的生存条件就可以。但是真的做到十分不易，因为：

(1) 净化空调机组中出现积尘主要在于新风口。但是不能不进新风，只能减少新风口的数量，强化新风过滤，而无法取消新风口。

(2) 空调机组中产使得部位主要是冷却去湿盘管和加湿器。这是空调机组中调节空气的关键部件，也无法取消。只能采取措施来控制细菌滋生。

(3) 为控制盘管的细菌滋生，要尽量减少尘埃进入盘管，这要求高效率的中效过滤器设置在盘管前。但是为了防止经中效过滤器过滤后的空气不再受污染，净化措施要求中效过滤器设置在系统的正压段，这是难以解决的矛盾。

(4) 空调机组出现存水的地方是凝水盘和水封；由于盘管处于机组的正压段，无法改变凝水盘、水封的积水、存水问题。

(5) 空调机组内加湿器有两种形式：雾化和蒸汽。加湿器的存水罐是一个细菌滋生的场所，雾化又是细菌进入空气的最好途径。蒸汽理应是无菌的，而直接从锅炉中来的蒸汽却含有对人体有害的化学物质，不能直接采用。

(6) 空气过滤器是除尘的有效手段，过滤器表面积尘一般不存在滋菌问题，但是过滤器长期受潮，就有细菌繁殖的可能。要使设置在冷却去湿盘管和加湿器后面的空气过滤器总处于干燥状态是难以实现的。

(7) 防止空调机组内尘粒的存积，就要避免内表面凹凸不平或横向接缝，要求底部与

侧板交角为圆角等。常规的空调机组结构难以做到。

## 2、解决方法

### (1) 空调机组的热交换部件

空气冷却盘管的结构应保证冷凝水完全排走。

- 1) 从空调机组的冷却盘管到凝水盘，要选用不使水滴飞散到风管系统的结构和风速。
- 2) 空调机和风机盘管机组的盘管、凝水盘等，必须具有易于清洁、消毒、微生物繁殖危险少的结构。

### (2) 空调机组的凝水盘、水封

- 1) 每一去湿冷却盘管都配有一个凝结水盘，其尺寸要足够大以使冷凝水顺利排走。所有湿部位都能清洁和消毒。
- 2) 应采取相应的措施，保证在系统停止运行或在全部投入运行状态下，固态、液态、气态的污染物都不从凝结水进入送风气流。
- 3) 由于空调机组内的凝水盘具有微生物等繁殖的风险，末端过滤器的位置希望设于盘管的下游侧。
- 4) 空调机组和风机盘管机组的凝水盘必须设置防止污染臭气从排水管逆流的排水水封。

### (3) 空调机组的加湿器

- 1) 如果管道加湿器位于终端过滤器的上游，那么其在上游至少应该距离终端过滤器 15 英尺 (4.57m)。附有管道加湿器的风管应具有消除带水的措施。应将可调节的高限湿度调节器安装在加湿器的下游以减少管道内凝结的风险。所有的泄水管应位于加湿器的下游足够远，以保证水分完全被吸收。应使用蒸汽加湿器，不应使用蓄水型喷水加湿器或盘式雾化加湿器。
- 2) 加湿器安装在第二级过滤器前面。
- 3) 加湿器应便于检查与观察，而且应具有达到该加湿技术所规定的加湿段的长度。
- 4) 加湿器要设计成在加湿后送风空气中不存在水滴。在加湿段后面的空气相对湿度不超过 90%。
- 5) 必须保证在加湿过程中，加湿器下游送风系统中不会出现凝结水，而且即使系统出现停止运行、意外故障，或送风气流明显减少时，也不会产生凝结水。
- 6) 在蒸气加湿时，蒸气应不含任何有害于健康的物质。
- 7) 在使用循环水喷淋加湿时，送风空气的质量不受喷淋水化学物质的损害。考虑到微生物学问题，加湿使用的水至少达到可饮用水的质量。水应经过处理，以防止细菌滋生，例如采用紫外线消毒的方法，如果水经过化学处理，则要保证送风空气确实无毒。

- 8) 加湿装置应与其使用目的相符合，能抗腐蚀、可清洁以及可消毒的。
- 9) 用于医院部分的淋水器或与其类似的水循环喷雾式，由于水中微生物的繁殖甚快，不能在系统中采用。
- 10) 在洁净度 I 级、II 级、III 级的系统中，不希望采用喷雾式或盘式离心加湿器。希望采用蒸汽式加湿器。当蒸汽中含有有害的锅炉水处理剂时，采用蒸汽—蒸汽热交换器，提高蒸汽质量。
- 11) 对喷蒸汽雾式，要事先将配管内的滴水充分排出，希望采用干蒸汽加湿的结构。
- 12) 蒸汽、水喷雾式加湿的场合，由于其后的凝水物污染送风空气，在洁净度 I 级、II 级及 III 级的系统中，希望在加湿器的下游侧设置末端过滤器。
- 13) 水封深度取作空调机机体内的静压的两倍以上。

#### (4) 空气过滤器

- 1) 净化空调系统应至少设三级空气过滤。第一级空气过滤宜设置在新风口，第二级空气过滤应设置在系统的正压段，第三级空气过滤应设置在送风末端或其附件。
- 2) 在所有运行工况下都能保持空气过滤级所要求的过滤效果。特别是过滤器在高湿影响下，其密封性和运转状况也要达到上述要求。一级和二级过滤器的过滤介质在高湿影响下，不会产生潮解或实质性损坏现象，其阻力也不受任何实质性的影响。
- 3) 三级过滤的过滤器所使用的介质必须是“憎水”的。对未用过的空气过滤器的过滤介质检测，在检测压差为 2000Pa 时，水不能渗透。安装在过滤器框架中的高效过滤器单元，过滤器与框架之间的密封性，应该能在维持高于 2000Pa 的压差下，借助检漏仪检验，用检测渗漏量来检验其密封性，要求不超过该过滤单元的额定流量的 0.003%。
- 4) 必须避免高效过滤器侧低于露点温度以下，因为在露点温度左右最适于细菌和真菌的生长。通过过滤器介质的气流的湿度也不能超过 95%；然而为避免不必要的过滤器阻力增高，相对湿度一般不得高于 90%。为了监测过滤器的运行状况，每组过滤器设压差仪，压差过高表明过滤器已被尘埃堵塞。如有可能，对于三级过滤器最合适应安装上能关闭的测量仪表。

#### (5) 系统中各部件

- 1) 送风机要安装在一级和二级过滤器之间，必须防止冷凝水进入风机。
- 2) 挡水器安装在第二级过滤前，采取适当的措施来保证水滴不能由加湿器或冷却盘管带入系统下游的各部件。应抗腐蚀，易清洗，可消毒。《医院洁净手术部建筑技术规范》对空调二次污染采取如下措施：
  - ①不应采用淋水式空气过滤器。当采用表面冷却器时，流经盘管的气流速度不应大于

2m/s，否则应设置挡水装置。

②表面冷却器的冷凝水排出口，应设能自动防倒吸并在负压时能顺利排出冷凝水的装置。在去湿工况时，应在系统运行 3min 内排出水来。凝结水管不能直接与下水管道相接。

③空调机组中的加湿器在加湿过程中不应出现水滴。加湿水应达到饮用水标准。加湿器结构应抗腐蚀，便于清洁和检查。

④加湿设备与其后的中效空气过滤器之间要有足够的距离。I ~ III级洁净用房的净化空调系统，在中效空气过滤器前的空气相对湿度不宜大于 95%，到达末端过滤器前的相对湿度不宜大于 75%。

⑤空调机组箱体的密封应可靠，当机组内保持 1000Pa 的静压值时，洁净度等于或高于 1000 级的系统，箱体的漏风率不应大于 1%，洁净度低于 1000 级的系统，箱体的漏风率不应大于 2%。

⑥净化空调机组内表面及内置零部件应选用耐消毒药品腐蚀的材料或面层，材质表面应光洁。

⑦净化空调中所使用的末级过滤器应采用不吸潮、不长菌的材料制作，不允许用木框制品，成品不应有刺激性气味。

⑧新风机组中的第一级过滤的新风过滤器本身，应采用对  $\geq 5\mu\text{m}$  大气尘计数效率不低于 50%的粗效过滤器，对  $\geq 1\mu\text{m}$  大气尘计数效率不低于 50%的中效过滤器和对  $\geq 0.5\mu\text{m}$  大气尘计数效率不低于 95%的亚高效过滤器的三级过滤器组合。