

洁净室污染控制有哪些方法？

1、洁净室送风的过滤

洁净室空调送风系统的末端装置—高效空气过滤器（HEPA）或超高效空气过滤器（ULPA），在正常情况下能有效过滤经空调机组处理的新风和回风中的颗粒污染物。经高效、超高效空气过滤器处理后的洁净空气送入室内，可有效排替、冲淡室内污染物，以维持室内的洁净度。但末级过滤器如有破损或过滤器与支撑框架间的密封出现裂隙，气密性失效，那么未经高效空气过滤器过滤的空气就可能携带大量污染粒子进入室内并随气流扩散，危害影响范围较大。因此洁净室投入使用前的末级过滤器检漏、堵漏或更换工作十分重要。运行过程中防范末级过滤器受损，也十分重要。高效空气过滤器达到使用寿命后及时更换也同样予以关注。

2、不同级别相邻洁净室间的压差

防止从相邻的洁净度较低区域向洁净室传播污染的主要方法是：维持高洁净度区域相对于低洁净度区域、低洁净度区域相对于服务区域、服务区域相对于室外，有一个合适的正压值。根据不同的情况，不同级别相邻房间的正压值约为 5~10Pa。让不同洁净度的各级房间维持梯次的压差，目的是当房间门处于关闭情况时，通过缝隙的气流流向是由高级别洁净室流向低级别洁净室、由低级别洁净室流向走廊和服务区，再流向室外，这样就可减少由室外向服务区域、服务区域向低级别洁净室、低级别洁净室向高级别洁净室传播空气中的悬浮污染物。

正压差值并非越大越好，研究和实践证明，人员物料通过门时，即使门两侧关门压差高达 50~60Pa，仍难绝对避免随人员、物料向内移动时的携带气流将污染带入室内。特别是当门两侧存在温度差别时，门敞开时，即使无人走动，在开口断面部分面积上也存在逆向气流，带入空气的悬浮污染物。此外，过高的正压差还会造成洁净室的门既难开启又难关严，门缝气流造成哨声噪声，以及因气流外溢过量而补风量增加，浪费能源和加重各级过滤器负担。

洁净室合理的气流组织方案是减弱开门时污染物侵入的辅助手段之一。通常在靠近低级别洁净室一侧的门口设置一些回风口，以形成部分洁净室气流向门一侧运动的趋势，与洁净室在关门状态下的正压外溢气流汇成一股向门内侧运动的气流流型。一旦门开敞后，侵入的污染物向洁净室进深扩散的范围将会明显缩小。了解开门时污染侵入的风险，使一些洁净室的关键工序或污染敏感工艺与门保持合理的距离，也是必要措施之一。

此外，设置带有不能同时开启的两道门的缓冲间或气闸室，也是减少开门时传入空气中悬浮污染物的手段之一。一些常规程序，如进入洁净室穿专用鞋套，使用地面粘垫等也是减少带入外部污染的必要手段。

3、合理的气流组织

洁净室的送、回风系统，既是清除空气中悬浮污染物的重要手段，但也可能成为传播污染的途径。因此，合理的气流组织对于洁净室十分重要。

除上面提到的在与较低级别洁净室相邻的门内两侧设置回风口，以缩减开门时室外空气中污染物侵入的范围的方法外，还有许多可以改善洁净室通风效果的措施。

例如，对那些对空气中悬浮污染物敏感的工序或工艺，在非单向流洁净室中尽可能在其上方设置送风口，使其处于洁净空气的笼罩下和处在洁净气流的上风向。而在那些可能产生污染的工艺附近设置回风口，使它们处于下风向，以减少污染物在洁净室的扩散。产生污染物较为严重的工序，如半导体工业中单晶硅的切片、磨片，制药行业中的粉碎工艺、压片、糖衣成型工序等，则宜于在工艺上采取隔离、屏蔽措施并适当的排风，将所产生的悬浮污染物直接排除室外，减少它们向室内空气的扩散量。

又例如，对那些关键工序，如在冻干车间收粉室的冻干机开口处、大输液的灌封部位、生物洁净室手术室的手术区等，采用垂直或水平单向流气流流型，用洁净空气笼罩与隔绝周边环境的污染，都是合理利用气流组织的案例。

4、围护结构等表面的维护与清洁

首先是洁净室的墙面、地面、顶棚等围护结构，在设计、施工中要选用表面光洁、质地坚实、不产尘、少积尘、耐清洗等符合质量要求的材料。要求在频繁擦拭、洗涤等清洁、消毒的条件下，表面不变粗糙或多孔，否则会存留微粒和化学污染物，或容易导致微生物污染。

在设计、施工中应保证洁净室内的墙面、地面、顶棚、门、空气扩散板和地漏等都是易于进行表面清洁的。而且还应把墙面、地面、顶棚等的接缝处的细节考虑在内，特别要避免出现有可能积水的地方或表面。

传送设备的表面易于清洁也十分重要。物料、零部件等的传送带往往是难于清洁的部位，在工艺设计时必须予以关注。

在轮车、推车和携带材料的人员频繁通行、极易碰到墙和门等的外露表面处，应有耐磨损、耐冲撞的防磨条或防护杠，以保护易受损的材料，如医院手术室洁净走廊的防撞带就是应用的实例。

在设计和施工等方面符合要求的基础上，严格的清洁制度是保证尽可能减少围护结构散发污染的重要方面。

5、控制人员散发的污染

人员的鼻腔、口腔、皮肤、头发和身上的服装都是散发污染物。根据试验，人员身着一般工作服行走时，每分钟散发的 $\geq 0.5\mu\text{m}$ 的颗粒数可高达 $2.9 \times 10^6 \text{ pcs/人} \cdot \text{min}$ ，穿普通手术服，做踏步动作时，

散发的微生物可达约 2400CFU/人.min。

控制人员散发的污染，首先是控制进入洁净室的人员数量。与生产、科研无直接关系、未经洁净室工作人员守则培训的人员，一律不得进入洁净室。进入的人员要遵循洁净室工作守则，整齐穿着洁净室工作服，戴工作手套、口罩、头罩、穿靴子，经洁净通道进入。

除尽可能降低人员散发的污染物外，空调净化送风的气流也是有效稀释、疏导并排出人员散发的污染物的重要手段。例如人员行走的通道是散发污染物的主要位置，在该处设置回、排风口，使其处于室内下风向，以尽量减少人员所散发的污染物扩散到洁净车间的其它区域。又如关键工序部位设置在洁净室中非操作人员不易到达之处，以减少额外的人员污染。

6、控制工艺设备及工艺的产尘

洁净室内的工艺设备应选料精良，光洁耐磨，转动、滑动部位格外重要，要尽可能减少磨损及产尘。对于那些产尘的工艺过程要尽可能的将其封闭或设置围挡，并辅以排风，形成局部范围相对于洁净室的负压，以限制污染物向洁净室其它区域扩散。

对室内的机器设备定期进行清洁、擦拭是必要的制度，也是减少积尘二次飞扬的有效措施。

7、进入洁净室的材料与部件的清洁

洁净室的产品和产品的原材料、产品的容器和包装材料都要使用不产生污染的材料。这些材料的生产制造也应在对产品污染相对较小的环境中进行。例如，大输液塑料瓶的注塑车间等，宜维持一定的洁净级别，以减少大输液灌封工序环境的污染负荷。