

药厂洁净室除尘如何设计？

一、概述

药厂洁净区在药品生产过程中，仍然有较多局部的工艺粉尘散逸，需要采取有效的除尘措施。除尘效果如果处理不当，粉尘就会对室内空气造成污染、堵塞并污染净化空调系统、影响工作人员的身心健康，从而破坏生产室内洁净生产环境的要求（GMP对不同洁净级别空气中尘粒最大允许数和微生物最大允许数有严格控制要求）和药品质量；而且对室外大气环境造成污染。

1、药厂洁净出车设计的特点：

（1）由于工艺粉尘发尘点集中在洁净室内工艺设备附近，出于节约能量（如净化空调系统能量：动力送、排风、冷热负荷等）和节省生产场地的考虑，一般在生产工艺布局上，都应尽量缩小产生生产区域的面积，因此，单位时间内的房间换气风量就较小，（相对除尘系统，可供排风量也较小，需要合理选择风量、风速、尘气捕集装置和除尘设备）。

（2）由于洁净室气流组织的要求，一般采用顶送风、下侧墙排（回）风，室内有至上而下的、基本恒定的气流。

（3）相对于其他工业粉尘，药品粉尘平均粒径较小，粉末较细，在空气中停留的时间较长。

（4）药品粉尘粒小，棱角也小，它在流动中磨损性也小。

（5）药品粉尘有一定的浸润性和粘性，对过滤材料的选择有一定的要求。

（6）特殊药品粉尘（如青霉素类等高致敏性药品）对人体和环境有危害。这些特点，给洁净室局部除尘设计提出了一些特殊的要求。

二、药厂洁净室的除尘设计

除尘系统是一个气固分离的排风净化系统。通常，除尘系统由尘气捕集装置、尘气输送管道、除尘设备、通风机、净化排放管及卸尘装置组成。对粉碎、筛分、胶囊填充、压片等工序，设计通常采用房间整体密闭式加局部吸尘罩的组合除尘方案，即该生产室作为一个整体密闭单元除尘后全排风，粉尘散发点也应装设吸尘罩。这时应注意避开含尘气流中心，以防止吸出大量粉尘，发尘设备及排气罩应设置于室内气流的下风侧（隔墙下侧除尘排风口）。对混合、制粒等工序，工艺过程有的是间隙式散发粉尘，设计一般是采用粉尘散发点处安装吸尘罩（伞形罩或侧吸罩）的方法。这时，设计可采用局部单机除尘排风系统。若采用高效滤筒式除尘机组（除尘效率：99.99%），

也可采用局部除尘后空气直接排放室内循环使用（发尘区有相对负压要求），无通风热量损失，但空调机回风必须设置带中效过滤的回风段，（也有设计在回风管设置高压静电净化机），才能保证粉尘不对空调系统有较大的污染。值得一提的是，高质量的风道电动密闭阀、风量平衡器的使用，将除尘系统和净化空调系统结合，在完备控制系统的条件下，能降低空调系统新风比，大大节约系统能量，使除尘设计更合理、完善。对于特殊药品的生产粉尘，其除尘后需全排风，并在排风管路安装高效过滤器，才能达到安全排放。

药品洁净室除尘设计也可采用移动式高效除尘器。机组集管道、风机、过滤器、消声器及电控装置于一体，并安装有吸尘罩和一个不锈钢多向弹性弯头。该机组特别适应于药厂洁净室内局部除尘，设备使用灵活、方便，技术性能稳定，适用于混合、制粒、称量等工序间隙散发粉尘的除尘。

药厂洁净室吸尘罩设计安装应注意：

- 1、吸尘罩应尽可能将尘源包围起来，使粉尘的扩散控制在最小范围内，并充分利用含尘气流的动能，尽可能减少排风量。
- 2、在保证控制尘源的过程下，尽量减少吸尘罩的开口面积，使排风量最小。
- 3、吸尘罩的结构和安装位置不应妨碍工人操作和设备检修。

吸尘罩的排风量计算公式： $Q=3600 \cdot F \cdot U_c$ （m³/h）

式中：F为罩口面积，m²

U_c 为罩口的平均风速，m/s， U_c 取值：0.5-1 m/s

根据工艺操作，扬尘设备和粉尘散逸情况的不同，空气捕集装置的型式是多种多样的。它的设计合理与否对除尘系统的经济技术指标有直接影响。

三、尘气捕集的侧吸方式

根据药厂洁净室除尘设计经验和建设方的使用情况，推荐一种尘气捕集的侧吸方式，对于捕集细小而干燥的药品粉尘，有较理想的效果，其结构主要由吸尘罩、卡套、止动螺栓、软管、风管所组成。吸尘罩与软管通过卡套连接，由止动螺栓定位固定，软管与风管连接。止动螺栓不但起到固定吸尘罩的作用，同时还可根据吸尘的效果，调节吸尘罩上、下、左、右的作用。

工作原理：粉尘在布朗运动（热扩散）作用下散逸并悬浮于空气中，在除尘系统吸气气流动力作用、室内空调送风气流作用以及尘粒自重下落共同作用下，再加上罩口可尽量靠近尘源、吸尘罩为倾斜侧吸的异形罩，散逸的粉尘将以较小的风量吸入吸尘罩内，从而有效吸尘，减小能力损失。带倾斜侧吸风口的异性吸尘罩罩口的型式，应根据粉尘放散范围确定，如长方形、圆形、椭圆形等。另外，这样的吸尘方式可以自由放置，方便操作。该装置可以有支架支撑，也可以固定在设备及周围固件上。

四、风管系统

在药厂洁净室除尘系统中，风道通常采用 SUS 材料制作（也可以采用优质镀锌钢板），根据粉尘的腐蚀性、磨损性确定材料厚度，较小的除尘系统一般选择 1.2-2mm 板厚即可。除尘风管的形状有原型和矩形两种，以圆形风管为好。

风管内流速应从技术和经济两个方面来确定。从实际工程情况来看，药厂洁净室除尘系统以选择较低的流速（可选择的流速下限）为合适，并结合合理的风管布置，这样可以节省能量消耗。技术得当，也不会造成粉尘沉淀和堵塞。

风管的流量和流速确定后，管道断面尺寸即可按下式计算：

$$D=0.0188 (Q/V)^{1/2}$$

式中：D 为风管直径，m

Q 为尘气流量，m³/h

U 为尘气流速，m/h

五、总结

药厂洁净室的除尘系统取决于排气罩的合理设置，还取决于除尘器的选择和使用的除尘滤料。洁净室内除尘机的选择应以高效净化、性能稳定、外形简洁美观、使用灵活方便、低耗能等为依据。除尘滤料宜要求采用表面光滑的防水、油、静电的覆膜滤料。高效净化的滤筒式除尘机在药厂洁净室中得到广泛使用。应积极将除尘系统和净化空调回风系统结合，通过自控联锁措施，降低空调系统新风比，节约系统能量。