

文章编号: 1005-0523(2001)03-0104-04

固体制剂车间空气净化研究

周向阳, 熊国华

(华东交通大学 土木建筑学院, 江西 南昌 330013)

摘要: 本文通过对固体制剂车间净化系统供冷方式、空气处理流程、气流组织、室内压力分布及除尘排风系统设置的分析, 提出了既能达到空气净化要求而又较经济的设计观点¹⁹。

关键词: 净化; 经济效益; 供冷; 空气处理流程; 气流组织; 系统设置

中图分类号: YU 859

文献标识码: A

0 引言

随着 GMP 认证的不断深入, 越来越多的制药厂家意识到了制药车间空气净化的重要性, 固体制剂车间主要是指生产片剂, 胶囊的车间, 这类车间生产工艺的最大特点就是在生产过程中有很多工序, 诸如胶囊填充间, 压片间, 粉碎间, 糖衣间等会产生大量的粉尘, 怎样合理的排除粉尘, 保证系统正常运行, 成为净化系统要解决的主要问题¹⁹。

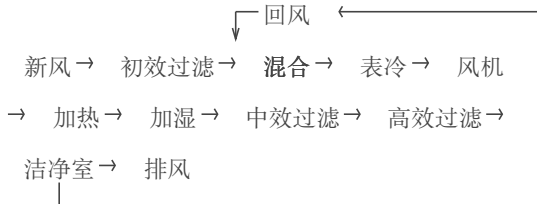
1 供冷方式的确定

我们常见的供冷方式一般为两种: 一种是采用集中的冷冻机房, 用冷冻机房提供 5~10℃ 的冷冻水作为空调系统的冷源; 还有一种就是不设冷冻机房而是选用冷风机, 它的工作原理是采用直接蒸发式的表冷器, 直接用制冷剂来冷却空气¹⁹这两种方式各有千秋, 前者系统稍复杂, 配套设备多, 占地面积也大, 但冷量调节灵活, 适用范围广¹⁹后者系统简单, 运行也方便, 但适用范围较窄, 一般只适用新风比较小的系统¹⁹例如 1 万风量的冷风机, 额定冷量只有 5 万大卡¹⁹而固体制剂车间一般来讲新风比都比较大, 同样是 1 万风量的系统, 可能需要 8 万大卡的冷量, 甚至更多, 很显然, 冷风机满足不了要求¹⁹因此, 对于固体制剂车间等新风比较大的空调系统来讲, 宜选用集中冷冻站的供冷方式¹⁹。

现行的 GMP 规范要求固体制剂车间的级别为

2 空气处理的基本流程

30 万级, 我们考察了许多的制剂车间, 发现普遍的空气处理流程均为:



我们在现场做过测试, 采用这样的空气流程, 室内的洁净度动态测试能达到 10 万级, 很显然, 这远高于我们规范要求的级别, 那么确定怎样的空气处理流程, 使洁净度既能达要求, 又最能体现经济效益! 首先, 我们来确定一下新风的处理方式, 上述的新风实际上只经过初效过滤, 就进入了表冷器, 这是我们过去的一种习惯做法; 笔者认为对于固体制剂车间来讲, 新风量比较大, 且新风又较脏, 是净化系统的主要尘源, 这样的新风很容易使表冷器表面积灰结垢, 即影响表冷器的换热效果, 能耗上升, 又会使后面的中、高效过滤器使用寿命大为缩短, 无形中就大大增加了系统的运行费用¹⁹因此, 笔者认为为了提高表冷器的换热效果, 延长末级过滤器的使用寿命, 最好对新风进行初、中二级过滤, 由于新风量小于送风量, 所以, 新风中级过滤段所用过滤器面积要小, 即便定期更换也要简单的多¹⁹。

接下来, 我们来看一下末级过滤器的选用, 上述

收稿日期: 2001-05-18

作者简介: 周向阳(1969-), 女, 浙江巨州人, 华东交通大学讲师¹⁹。

处理流程末级过滤器选用了高效过滤器¹⁹。我们认为对于 30 万级制剂车间选用高效过滤器过于保守¹⁹。高效过滤器在额定风量下初阻力为 220 pa 左右,且价格比较贵,我们不妨选用 YGG 型低阻亚高效过滤器代替高效过滤器,此种亚高效额定风量下的初阻力小于 59 pa,如果它能满足要求将大大的降低系统的初投资及运行费用,减轻厂家的经济负担¹⁹。我们以一个普通的 30 万级的房间为例来说明之:

$$n_w = \Psi G_0 \times 10^{-3} / (N - N_s) \text{ 次 / 小时}$$

Ψ — 不均匀系数,取 1.5

$$G_0 \text{— 单位容积发尘量,取 } 3.5 \times 10^4 \text{ 粒 / min} \cdot \text{m}^3$$

N — 室内允许含尘浓度,取 3 500 粒 / 升

N_s — 送风含尘浓度, $N_s \approx M(1 - S)(1 - \eta)$

M — 大气含尘浓度,取 3.5×10^5 粒 / 升

S — 回风比,取 0.4

$$1 - \eta = (1 - \eta_1) \dots (1 - \eta_n)$$

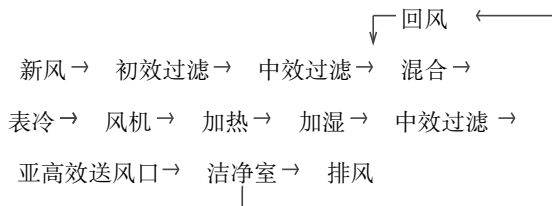
$\eta_1 \dots \eta_n$ — 各级过滤器过滤效率, $\eta_1 = 0.1, \eta_2 = 0.3, \eta_3 = 0.3, \eta_4 = 0.9$

$$\text{所以: } 1 - \eta = (1 - 0.1) \times (1 - 0.3) \times (1 - 0.3) \times (1 - 0.9) = 0.044 1$$

$$N_s = 3.5 \times 10^5 (1 - 0.4) \times 0.044 1 = 926 \text{ 粒 / 升}$$

$$n_w = 10.48 \text{ 次 / 小时}$$

通过上面的计算我们不难看出,对于 30 万级制剂车间,采取合适的送风量,取初、中、中亚高效过滤器,既能很好的满足室内 30 万级的要求,又能很好的保护表冷器节省初投资与运行费用,所以,我们建议 30 万级制剂车间采取以下空气处理流程:



3 室内的气流组织

对于固体制剂车间,由于散尘较多,所以绝对不能采用顶送顶回的气流组织形式,因为这样做既容易引起气流的短路,又容易使本已离开工作区的粉尘又重新回到工作区,即形成二次粉尘的飞扬;现在工程中比较常用的做法是采用双层墙的形式顶送侧下回,代替了原来利用内走廊回风的做法¹⁹。后者虽然系统简单,投资少,但由于内走廊相对于各房间为负压,便容易使某些散尘房间粉尘通过内走廊产生交

叉污染,影响系统的正常运转¹⁹。江西某药厂固体制剂车间因为图省钱采用了内走廊回风的方式,结果生产过程中,内走廊都是粉尘,根本不符合 GMP 的要求,只得停产重新改造,造成了经济上的更大的浪费¹⁹。

4 室内的压力分布

30 万级的房间与室外至少要保证 5 pa 以上的正压,这是不容置疑的,对于固体制剂车间来讲,里面会有很多工序会散发粉尘,作为散尘房间要保证一个什么样的压力状况,则要具体情况具体分析,笔者认为如果某散尘房间处于内区,即它的四周均为净化房间,则为避免此房间粉尘进入相邻房间,可使此房间压力保持负压,送入房间风量小于排风量,如果散尘房间与外界相邻,即处于外区,可使此房间与外界保持正压且与相邻净化房间保持一个相对负压,这样做既可避免外界空气渗入散尘间,又可避免散尘房间散入相邻房间,从而保证整个系统的正常运行¹⁹。

5 除尘排风系统的放置

固体制剂车间属乱流洁净室,室内气流是乱流¹⁹。尘粉可以扩散到任何地方,如果我们不能采取行之有效的办法除尘而使局部地点的发生影响整个洁净室的洁净度,那就是我们设计的败笔¹⁹。最好的办法是从局部气流组织的处理上着眼,即对局部发尘设备加以围挡,利用吸尘罩把含尘空气进行集中处理,至于除尘后的空气到底如何处理是排放还是回收我们通常有以下的做法:

1) 单机除尘后的空气经过亚高效过滤器或高中效过滤器过滤后再送回房间(图 1),并在远离尘源的地方回风¹⁹。这种方式的特点是节能,但增加了风机费用,运行维护也较复杂,但在产尘设备停止工作时,除尘系统也可停止工作,系统方式灵活¹⁹。此种方式适合产生量大的系统,节能效果显著¹⁹。

2) 单机除尘后的空气直接排至室外,不进行回收(图 2)¹⁹。这种方式特点系统简单,不节能,当产尘设备停止工作时,除尘设备也可停止工作,此时可调节回风口,增加回风量,保证房间处于一个正常的压力状态¹⁹。这种方式适合于产生较小的设备¹⁹。

3) 单机除尘后的空气由集中的排风系统排出室外(图 3),散尘点与百叶风口之间由吸尘罩及管道连接,直接捕集粉尘,这种方式的特点是不节能,

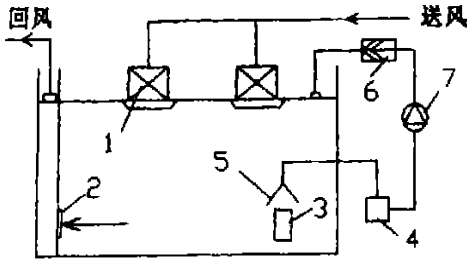


图 1 排风回收系统示意图

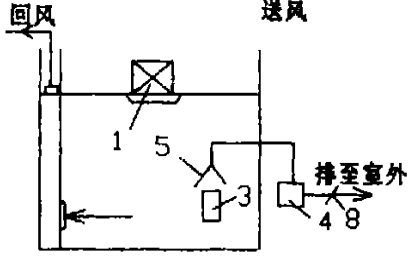


图 2 排风分散系统示意图

注:1—亚高效送风口 2—单机除尘机组 3—除尘间 4—散尘净化间
5—百叶风口 6—不锈钢防虫丝网 7—风机 8—中效过滤器

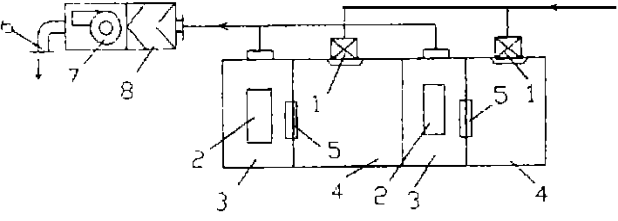


图 3 排风集中全排系统示意图

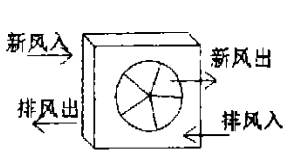


图 4 排风能量回收原理图

注:1—亚高效风口 2—带过滤网可调单程百页回风口 3—尘源 4—单机除尘机组
5—吸尘罩 6—亚高效式高中过滤器 7—风机 8—止回阀

需要的新风量很大,但是它可避免由于除尘机组积尘而产生除尘风量的波动而引起的室内压力值的波动,保证系统稳定的风量平衡¹⁹。

4) 在第三种方式的前提下,利用转轮式换热器,对排风的冷热量进行回收(图 4),很显然这种方式非常节能,能量回收率高达 70%~90%¹⁹。新风与排风交替逆向流过转轮,具有自净作用¹⁹。但它的缺点是系统初投资大,占用建筑面积和空间多,压力损失也大,无法完全避免交叉污染¹⁹。设计时应注意以下几

点:(1) 应校核转轮上是否会出现结霜、结冰¹⁹。(2) 应设计定时开关,避免转轮长期不工作时会因局部吸湿过量导致转轮不平衡¹⁹。(3) 转轮宜布置在负压段¹⁹。

参考文献:

[1] 许钟麟. 洁净室设计[M]. 北京:地震出版社,1994.
[2] 陆耀庆. 实用供热空调设计手册[M]. 北京:中国建筑工业出版社,1997.

The Research on Aero-purification Systems in Solid Preparation Shops

ZHOU Xiang-yang, XIONG Guo-hua

(School of Civil Engineering and Architecture, East China Jiaotong Univ., Nanchang 330013, China)

Abstract: This paper deals with the supply of cold for the purification systems of solid preparation shops, the process of air treating, the organization of air flow, the installment of dust removing and airing systems. The viewpoint of design that meets the requirements of air purification and the needs of economics is presented.

Key words: purification; economic benefit; cold supply; air treating process; air flow organization; installment of the system