

流化床应用 之

底喷包衣产业化中如何提高生产效率、降低能耗

概念

- **绝对湿度 (g/m³ 或 mg/L)**: 在标准状态下, 每立方米湿空气中所含水蒸气的质量, 即水蒸气密度。
- **相对湿度 (Relative Humidity , 缩写 RH , %)**: 表示空气中的绝对湿度与同温度和气压下的饱和绝对湿度的比值, 得数是一个百分比。
- **蒸发量 (evaporation)**: 在一定时段内, 水分经蒸发而散发到空气中的量, 一般情况下, 温度越高、湿度越小、风速越大、气压越低、则蒸发量就越大; 反之, 蒸发量就越小。
- **流化风速**: 是指保证导流筒内物料流化的实际风速。
- **干燥风速**: 是指导流筒外部, 保证物料干燥的实际风速。
- **床层空隙率 (ϵ)**: 描述床层中固相颗粒堆积或流化的疏密程度, 疏则空隙率大, 密则空隙率小。
- **给热系数 (α)**: 单位时间内, 单位传热面积上, 温度差为 1K 时, 以给热方式所传递的热量, 单位:W/(m²·k)。

流化床底喷包衣/上药中, **均匀性**是前提, 是保证质量均一稳定的先决条件; **利用率和成膜质量**是必须, 是保证质量可控的必然因素; 在保证均匀性、利用率和成膜质量的前提下, 我们还需要关注**流化床底喷包衣在产业化过程中的生产效率, 以及如何降低能耗**。

所以, 我们只能总结我们在生产流化床过程中, 不断改进, 不断优化的心得, 与制药同仁共勉。结合图进行说明。

影响流化床底喷包衣产业化效率的主要因素有:

因素 1: 导流筒内的蒸发量

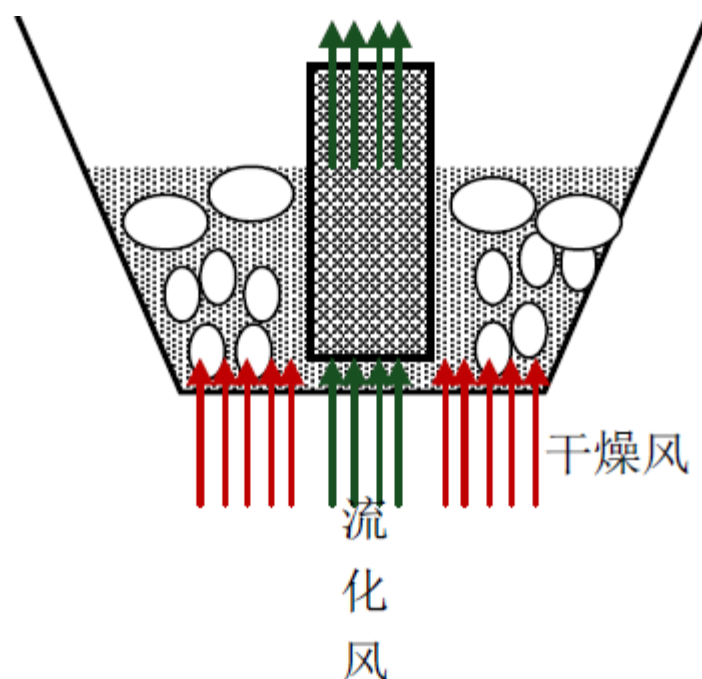
导流筒内部的流态化由“**流化风速+雾化压力**”共同影响, 那么, 导流筒内的相对湿度同样受“**流化风湿度+喷液湿度**”共同作用, 导流筒内部**进风气体为连续相, 固体颗粒与雾化液滴为分散相**, 在恒定气料比的前提下, 说明, 连续相

的量与分散相中固体颗粒的量为固定值（保持稳定的气料比，流态化），那么，在导流筒内部空间里，其水分的蒸发量有极限值，如果为了提分包衣效率而采用高流速喷液，很容易造成导流筒内雾化液滴分散相增多，超出导流筒内蒸发极限，表现为：相对湿度过高而发生黏连，增大了质量风险，所以，在恒定气料比的前提下，导流筒内蒸发量决定了每支导流筒都有**极限蒸发量**，极限蒸发量又决定了每支导流筒都有**极限喷液速度**，高于此速度，也就超过了导流筒的极限蒸发量，造成颗粒黏连。

因素 2：导流筒外的蒸发量

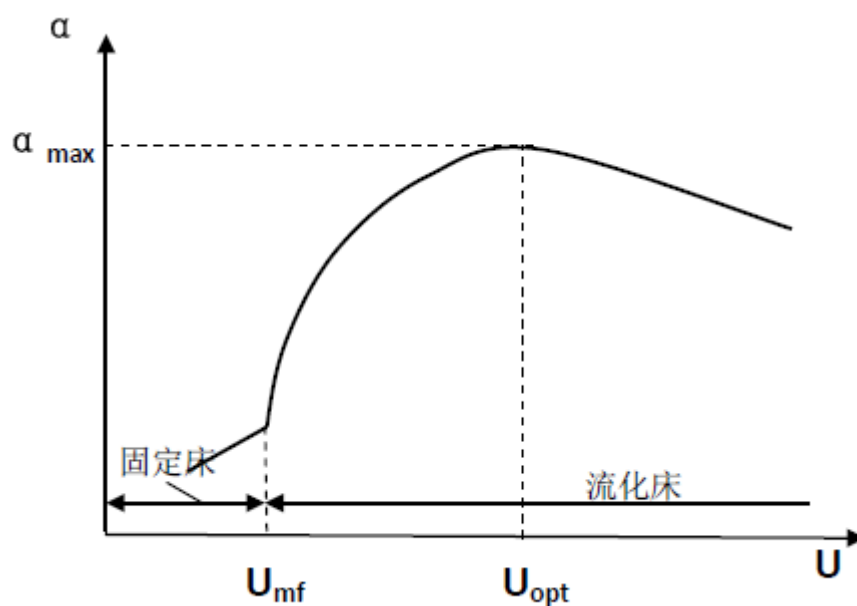
导流筒外部的流态化由**干燥风速**决定，导流筒外的相对湿度受“**干燥风湿度+物料湿度**”共同作用，为了达到较高的干燥效率和良好的干燥状态，干燥风速保证物料呈**鼓泡流态化**即可，也就是说导流筒外部进风气体为分散相，固体颗粒为连续相，如图 1 所示，干燥风通过压差分布板，先在底部形成气泡，随着风量的不断供给，气泡不断上升，并且会发生气泡合并现象，最后穿过颗粒物料床，不断循环，对气泡周围的物料进行热交换，带走水分，达到干燥的目的。所以提高干燥风干燥温度，可以提高导流筒外的蒸发量，但是该温度过低容易发生塌锅，过高容易影响成膜质量；另外，物料湿度由导流筒内喷液速度已经决定了，降低干燥风湿度，可以提高导流筒内外的蒸发量。

图 1



因素 3: 床层空隙率 (ε) 与给热系数 (α)

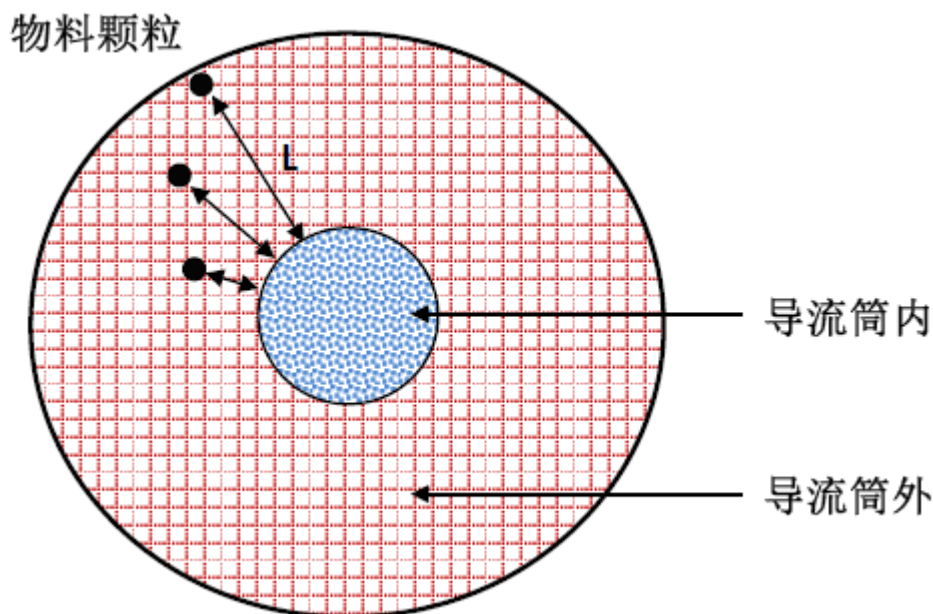
图 2 (流体速度对给热系数的影响)



由图 2 可以看出, 当流体速度达到最小流化速度床层开始流化时, 给热系数 α 随流速的增加而急剧上升, 很快达到一个最大值 α_{max} , 此时的流体速度就是最佳流化速度 U_{opt} , 在此之后给热系数随流速的增加而减小。给热系数的这种变化, 是由于流化速度的改变引起颗粒浓度变化所致。在 U_{mf} 和 U_{opt} 之间, 流速的增加导致固体循环量增加, 强化了传热而使给热系数迅速增大, **在 U_{opt} 之后, 高流体速度反而引起固相颗粒浓度降低, 也就是床层空隙率 ε 增大**, 此时固体循环量增加对传热的强化, 不足以弥补固相颗粒浓度下降对传热的负面影响, 导致传热过程逐渐减弱。

因素 4: 物料颗粒的循环次数

图 3



由图 3 可以看出，**物料进入导流筒内的行程 L 有远有近**，导致物料颗粒在单位时间内的**循环次数差别很大**，而且，制剂研发所用的小试流化床的颗粒循环次数 >> 产业化流化床的颗粒循环次数，这种不对等，造成产业化中效率无法提高。

如何才能真正在流化床底喷包衣产业化中提高生产效率、降低能耗？

图 4-1 (单支导流筒结构示意图)

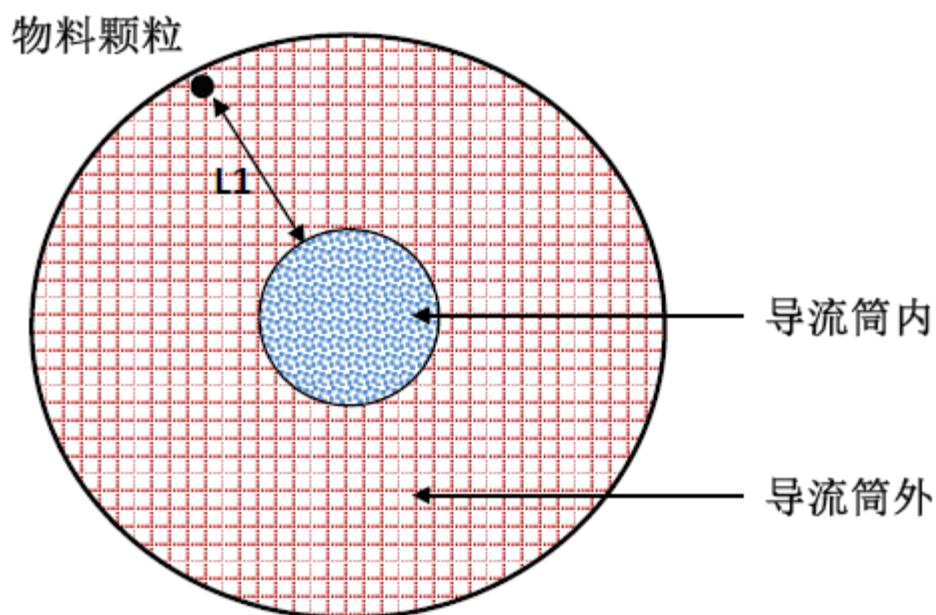


图 4-2 (3 支导流筒结构示意图)

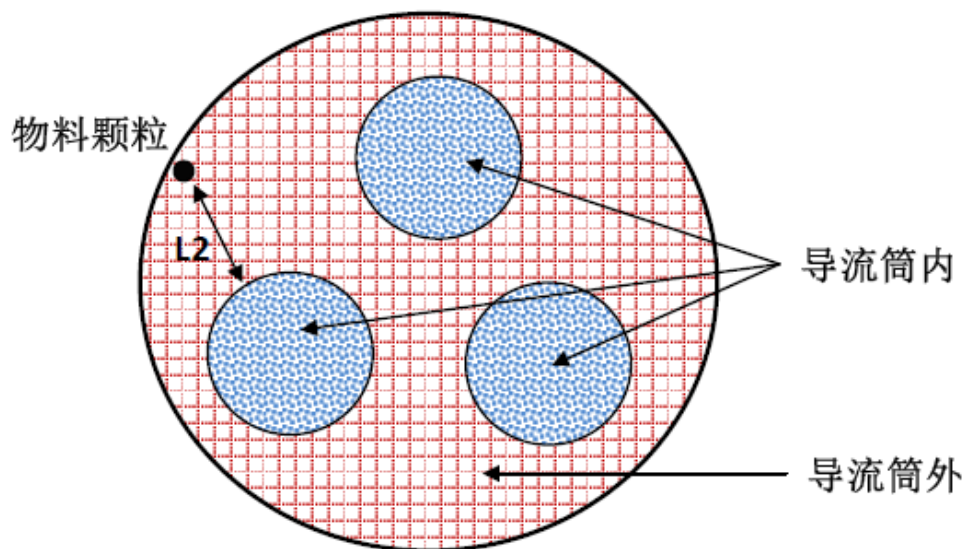
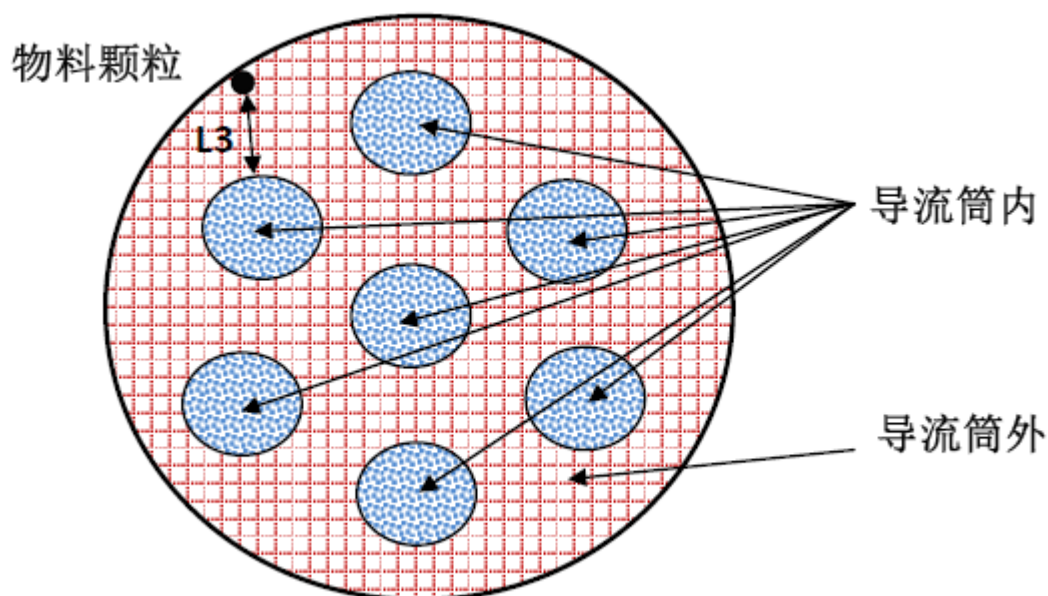


图 4-3 (7 支导流筒结构示意图)



因为流化床在流化过程中，固相的分布为：在轴向上，上稀下浓，在径向上，中心稀，边缘浓。这种分布特点，想要提高效率，就必须让“上稀下浓”“中心稀、边缘浓”的分布差异尽量减小，那就是——**多导流筒并联通风结构**，这种结构从以下几个方面真正提高了效率，降低了能耗：

第一：每支导流筒内部的溶剂蒸发量有限，在保证喷液速度低于极限喷液速度的情况下，也就是每支导流筒内满负荷蒸发量的情况下，**多导流筒并联通风结构**，能有效的提高总体喷液速率，提高生产效率；

第二：导流筒内相对湿度受“流化风湿度+喷液湿度”共同影响，导流筒外

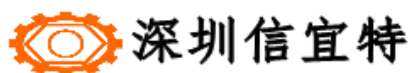
相对湿度受“干燥风湿度+物料湿度”共同影响，所以减低进风的相对湿度，可以让喷液湿度与物料湿度有更高的阈值，从而有效的提高总体喷液速率，提高生产效率；

流化床底喷包衣，我们会不断总结一些心得与制药同仁分享，敬请期待。

最后是广告时间：深圳信宜特可为你的产品量身打造符合工艺要求的流化床。

更多内容请访问：信宜特官网 www.xinyite.net。

或扫描下方二维码，关注“XYT 信宜特科技”微信公众号。



制药工艺与设备的完美结合



长按指纹”识别图中的二维码“关注