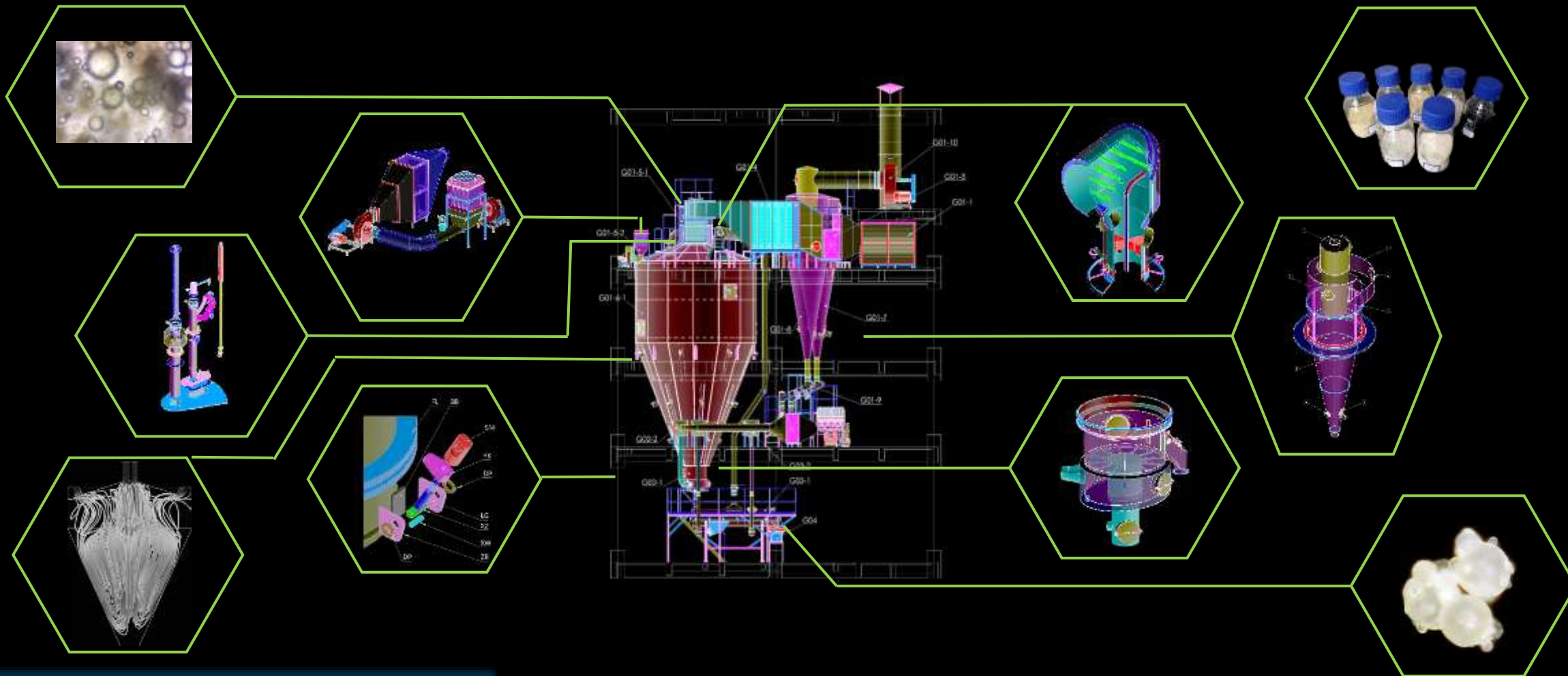




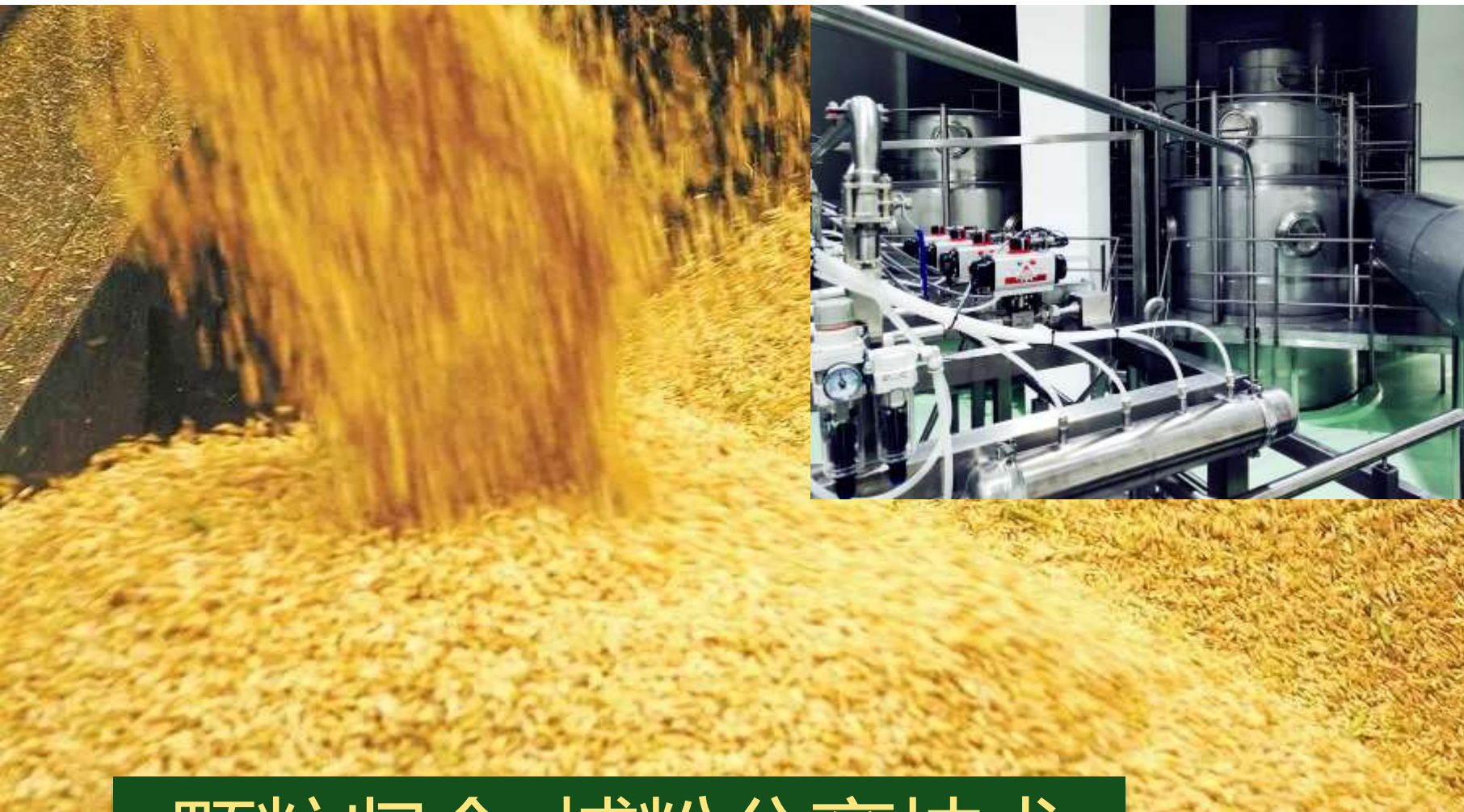
黑龙江方维科技有限公司
Heilongjiang FLWE Technology Co., Ltd

行业甄选，维系四方





我们是设计粉的
粉才是最终产品，而非仅是干燥机组。
不论计算、制图还是制造，都是实现这一目的的过程方法。

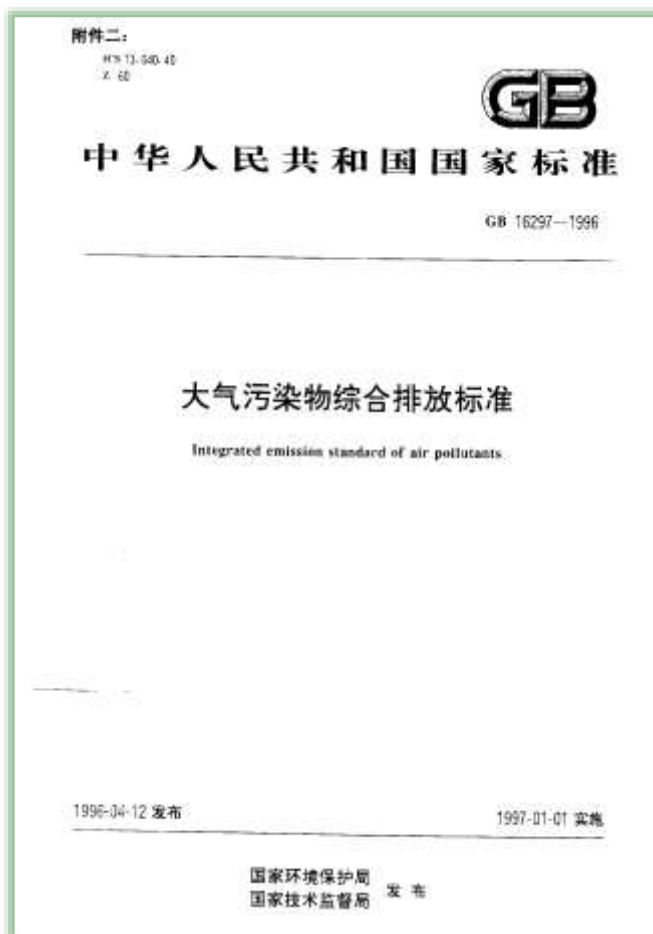


颗粒归仓-捕粉分离技术



食品粉密度较轻，喷雾干燥机组中将有30%（中、上排风）~100%（底排风）的粉进入排风系统，一旦逸失，经济损失严重。

环保认识和舆情逐年高涨，各地不断出台严厉的控制标准。虽然食品粉末未必是“毒害物”，但仍属于标准中“其他颗粒物”的范畴。



《大气污染物综合排放标准》规定：

排气颗粒物浓度需低于 $150\text{mg}/\text{m}^3$ ，

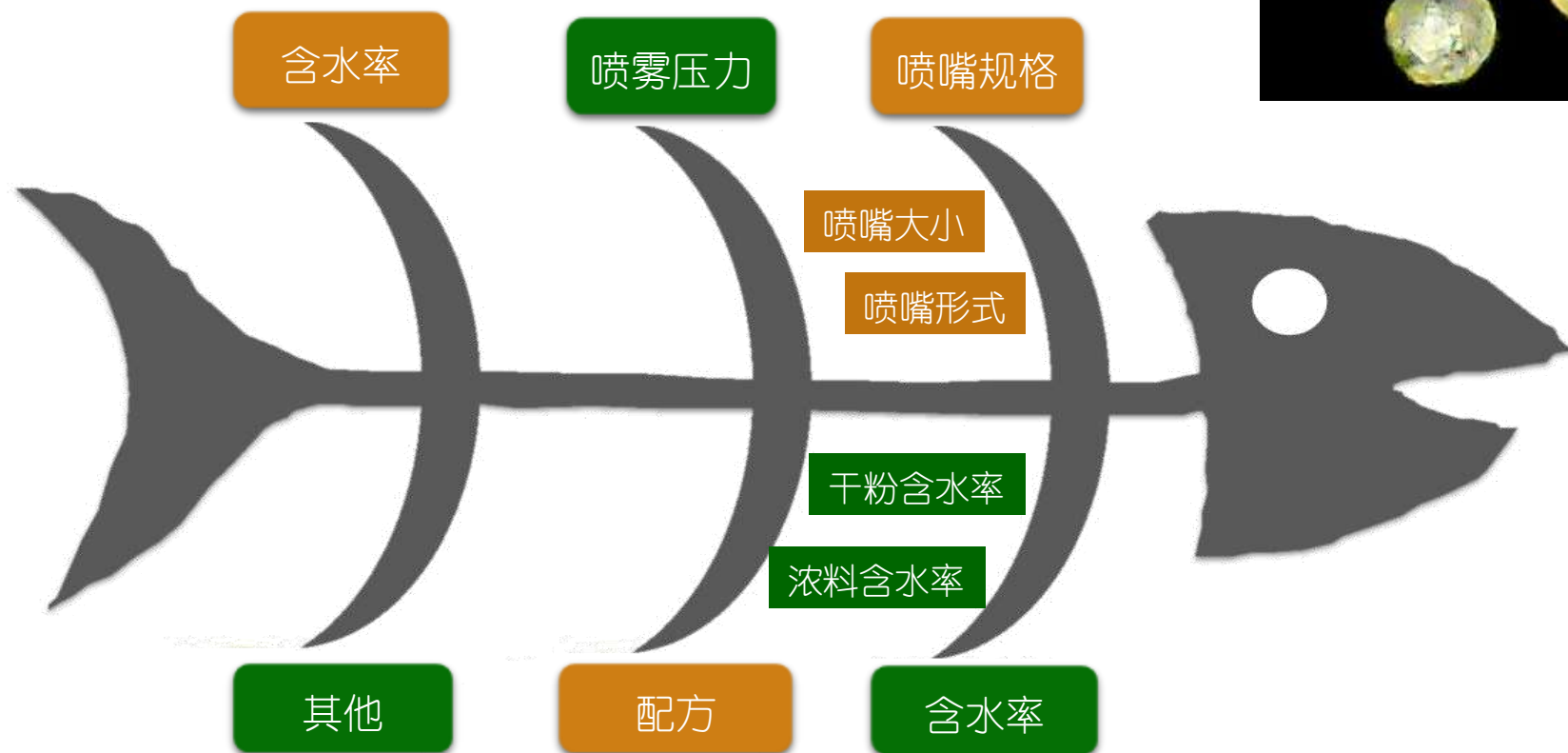
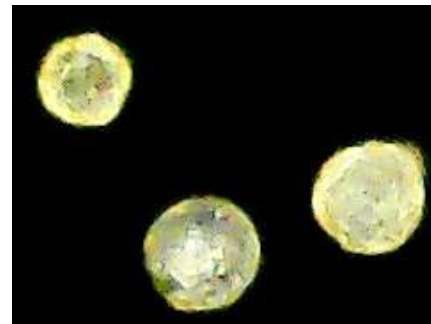
30m高的排气口的污染物排放量需低于 $14\text{kg}/\text{h}$ 。

很多地方已有更严格的标准。

设进料浓度48%，蒸发量和产粉量均为 $1000\text{kg}/\text{h}$ ，
进风温度 170°C ，排风温度 85°C ，排风量 $50000\text{m}^3/\text{h}$ ，
设逸粉率1%，则

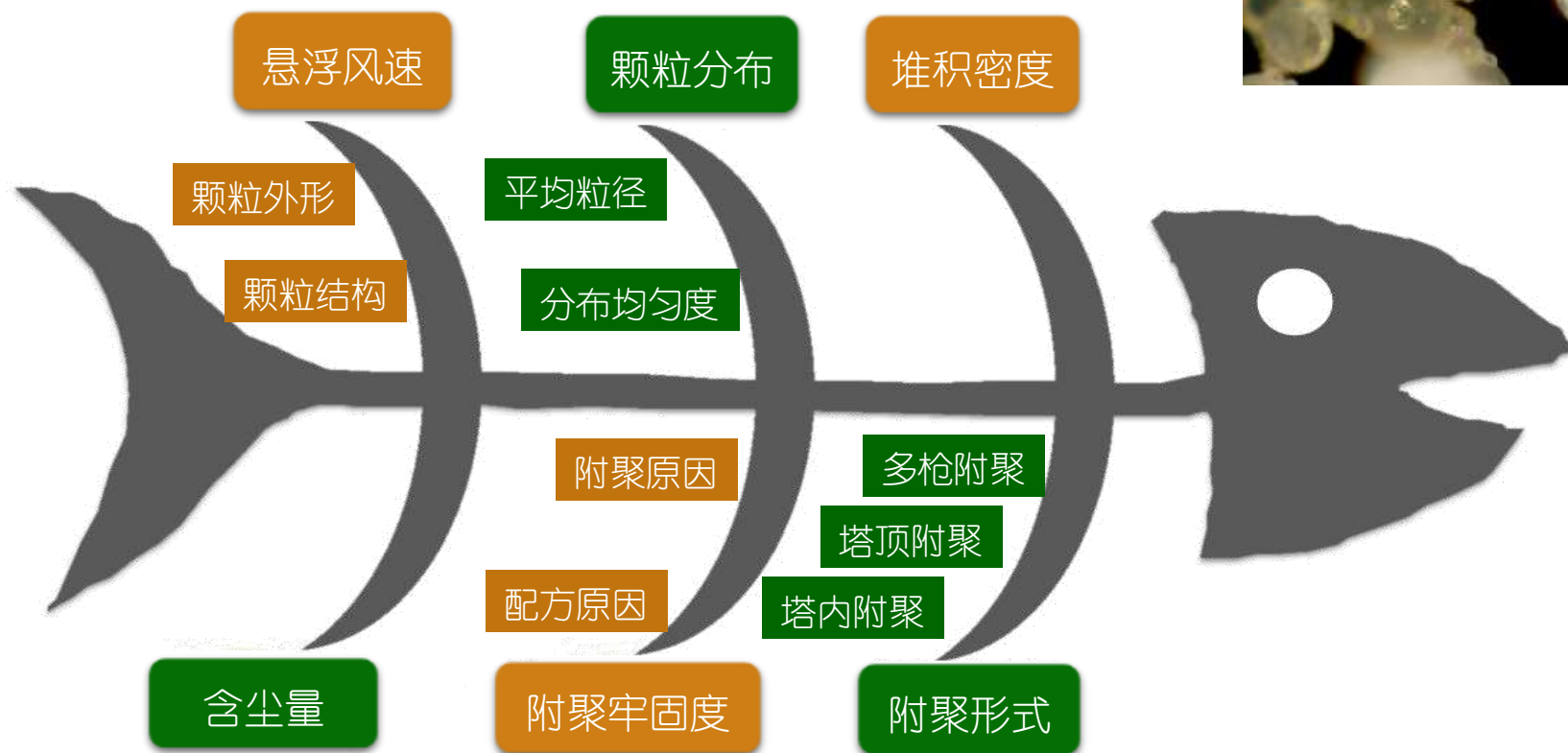
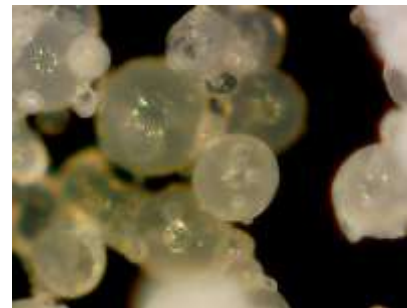
每小时逸粉量 $10\text{kg}/\text{h}$ ，粉尘浓度 $200\text{mg}/\text{h}$ 。后者
已超标。

未粘连附聚的单一颗粒，被称为基础颗粒。
影响其粒径和密度的因素如下：



显然，颗粒越大、越重、越牢固的粉尘越易捕集。

颗粒状况是捕粉设计的前提：颗粒本身易捕集，易直接沉降于干燥塔底部直接出粉，则捕粉消耗的成本越低，逸失概率越低。

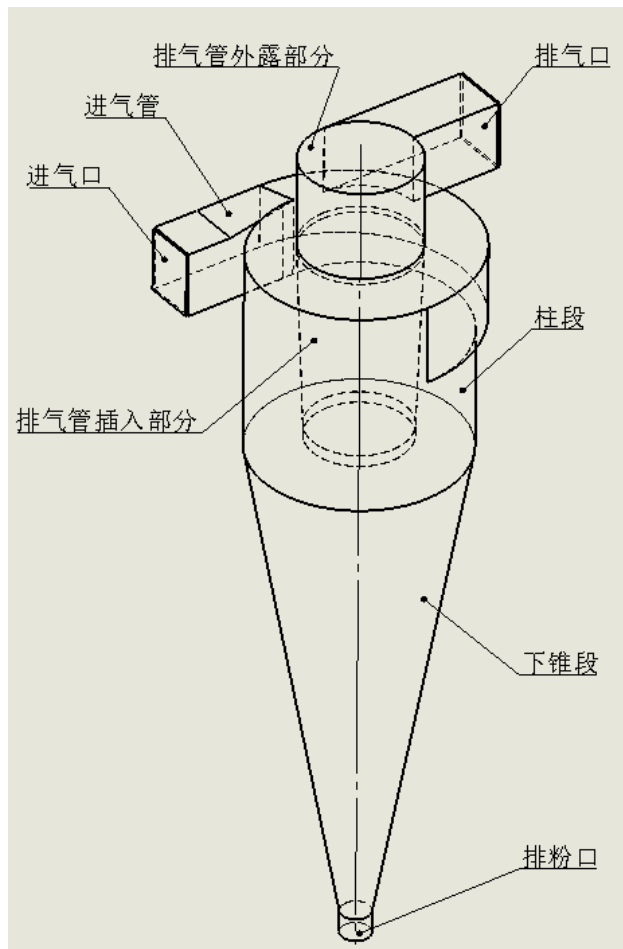



常用捕粉除尘设备比较

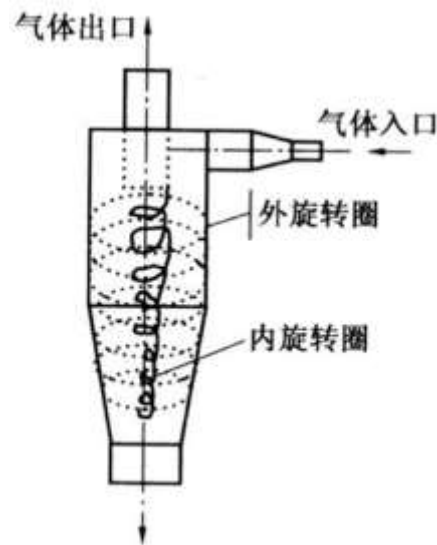
	旋风分离器	袋滤器	水雾除尘器
捕粉效率	较高	高	高
设计难度	高	高	低
采购成本	低	高	中
运行成本	低	高	中
维护成本	无	高	低
操作难度	较低	中	低
回收率	较高	高	循环水再处理




旋风分离器基本原理



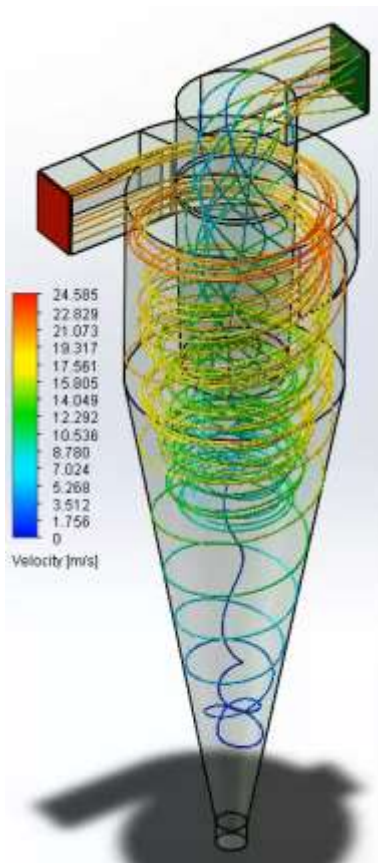
 旋风分离器就是“气流离心机”，通过气流的高速旋转，将气流中的粉尘抛向器壁，并裹挟下沉。当气流到达折返位置时，开始向中心流动，并螺旋上升，通过排气管排出，粉则主要靠重力继续下沉，自排粉口流出。



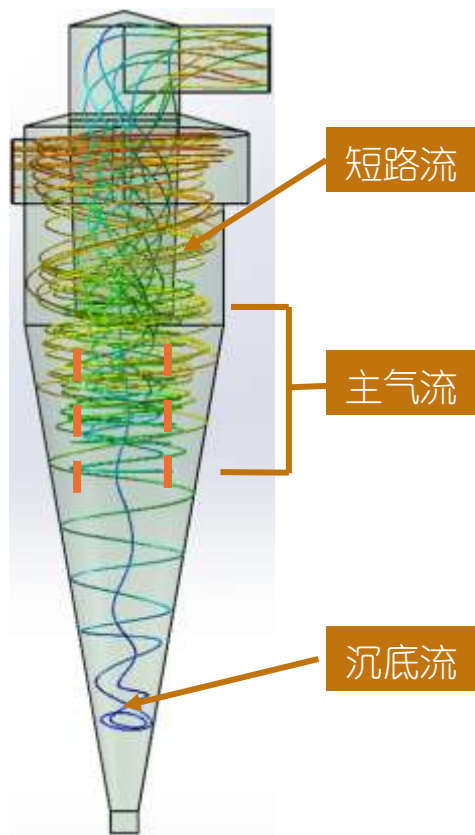
 和机械离心机一样，决定分离效果的主要是流速、直径和旋转圈数。



旋风分离器气流仿真



D



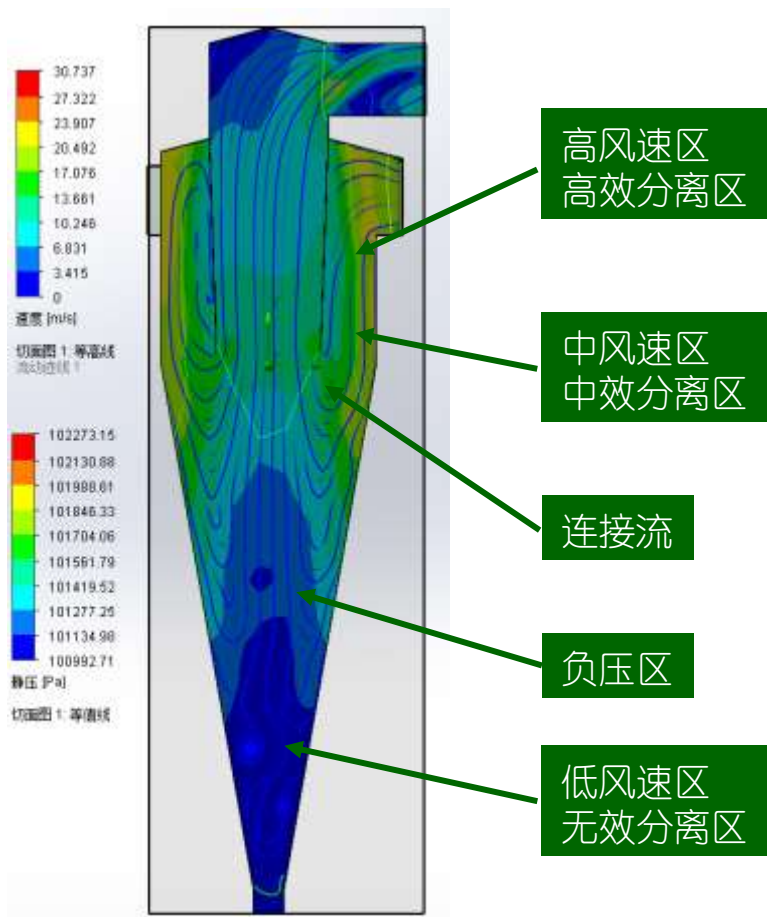
短路流是进入旋风后，紧贴排风管外壁的气流，其旋转直径最小，分离效果最差，如果排风管插入过浅，则旋转圈数过少，是造成跑粉的主要原因。

主气流并非全部旋转至底部才会回旋，而且会以“层层剥离”的方式，沿排气管进口边缘向下形成“筒状气膜表面”进入排气管。也就是说，旋风下锥角角度过小（高度过高）并无太大分离意义。

沉底流是以“理想”螺旋状态下沉至出粉口气流，其分离效率较高，但如果过于接近出粉口，且风速过高的话，则可能造成将粉回旋带出。



旋风分离器压力分区



高速也就意味着更高的分离效率。不同的风速/压力区将形成压差。



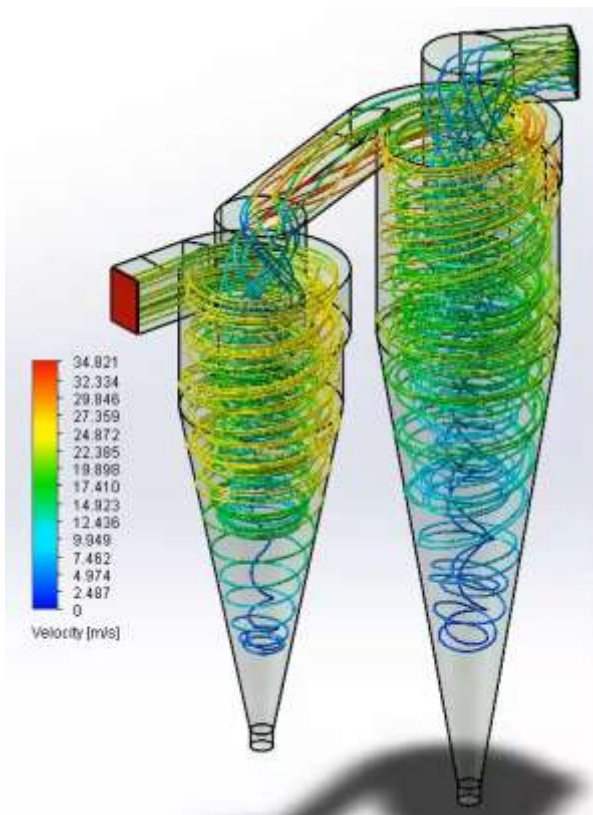
当负压区上延至排气口内，则将发生严重跑粉。



连接流过短/排风口距离旋风内壁过近，则发生严重跑粉，也即排风口不应插入下锥段。



串联多级旋风分离器原理



⚙️ 虽然计算结果可能较为理想，但由于“短路流”的存在，实际仍有跑粉的概率。二级旋风主要为捕集一级旋风的短路流跑粉。

⚙️ 如果两级旋风都设计成高效型（更快的风速，风大的直径，更长的旋转距离），会造成风阻过大，电耗过高。一级旋风虽然为低风阻型，但依然可以捕集到绝大部分粉尘。

D



旋风分离器的数学模型

	一级旋风				二级旋风			
	额定	窄窄	宽宽	宽宽	额定	窄窄	宽宽	宽宽
捕粉量 kg/h	387.1	427.4	403.2	419.4	38.7	42.7	40.3	41.9
进口风速 m/s	25.7	27.7	27.6	28.1	38.8	42.0	41.7	42.5
A. 经典计算式								
压降 Pa	1293	1519	1480	1542	2274	2670	2605	2710
恢复压 Pa	1164	1367	1332	1387	2046	2403	2343	2439
B. Barth模型								
切割粒径 μm	8.2	7.9	7.9	7.8	5.8	5.6	5.6	5.6
C. Shepherd和Lapple经验公式								
压降 Pa	1307	1535	1496	1558	2376	2790	2720	2832
恢复压 Pa	1176	1381	1346	1402	2138	2511	2448	2549
D. Stairmand模型, Io-zia, Leith计算式								
压降 Pa	1326	1557	1517	1580	2435	2859	2787	2902
恢复压 Pa	1193	1401	1366	1422	2191	2573	2509	2612
设计取值								
压降 Pa	1241	1458	1421	1480	2257	2651	2584	2690
切割粒径 μm	8.2	7.9	7.9	7.8	5.8	5.6	5.6	5.6

⚙️ 旋风分离器尚未有“普适”的计算公式，各个计算模型尚都存在适用范围和不同缺陷。


本公司采用最为经典和简洁的，适合食品加工的设备构型，运用自主开发的计算软件，使用经典计算式修正模型、barth、Shepherd和Lapple经验式、Stairmand, Io-zia、Leith计算式等计算模型同时联合计算。


⚙️ 由于风阻随分离效率上升而剧烈上升，受旋风分离器自身原理的局限（无法捕集5 μm 以下的粒径），一味追求“分离粒径”将造成风阻过大，风机功率过大，实际却无法达到理论效果而得不偿失。我们将采用多次迭代自动计算软件，反复修正气动构型，使风阻、分离粒径达到最佳平衡。



风洞试验和生产实践




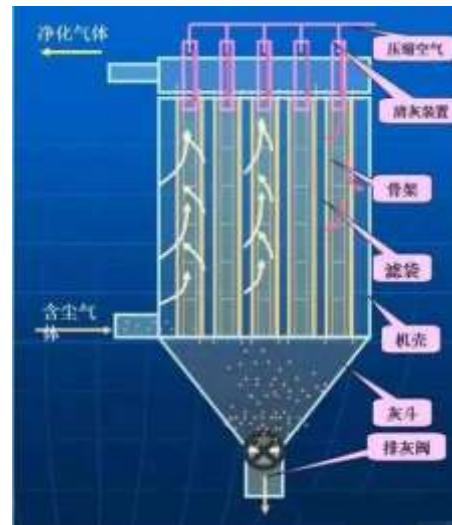
 本司采用构型灵活可变的旋风分离器风洞试验装置，可直观观察气流、粉尘流动状态，方便检测不同构型和风量下的风阻和分离效率。

 设计人员将直接参与机组调试，不断积累经验，修正计算模型，不断提高设计精度，提高为客户服务的水平。







化工级设备不能用于食品生产

 袋滤器/袋式除尘器是一种常见的环保除尘设备，粉尘捕集能力只取决于布袋密度/目数，但按化工标准设计制造的袋滤器不能用于食品粉末的捕集，尤其将粉末直接回收利用的场合。



 旧式袋滤器存在的问题：

-  方形平板结构不能用于室内泄爆。
-  人工或机械抖袋不符合食品卫生安全标准。
-  布袋易掉毛，污染食品。
-  无法CIP清洗，人工也难清洗。



食品卫生级袋滤器的要素

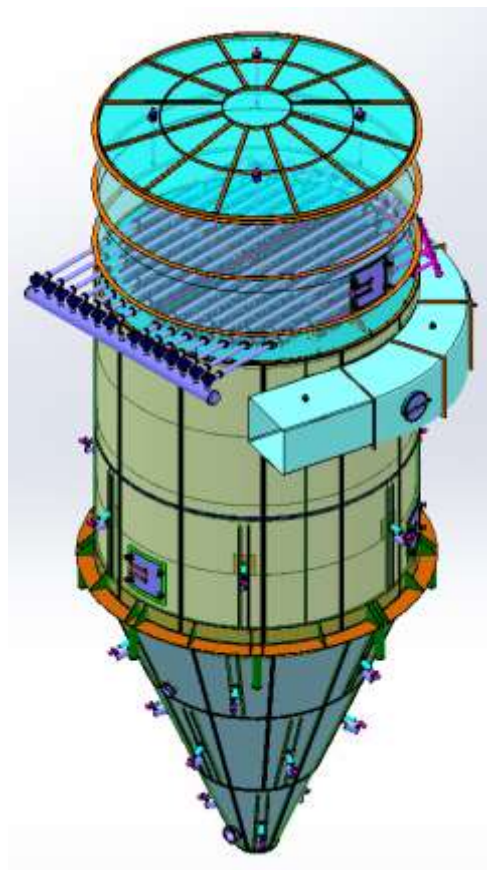


食品卫生级袋滤器必须做到：

- ✔ 符合设备卫生的4要素：卫生的材料、卫生的结构、卫生的表面、防止污物进入。
- ✔ 暂停时保护内部粉末不吸潮不污染。
- ✔ 对于高粘度高热敏性粉末，尽可能缩短粉末在设备内部的停留时间。
- ✔ 捕集的粉末需要回收利用时，布袋表面尽量避免掉毛脱落。
- ✔ 如前端有旋风分离器，恰当分配粉处理量和风阻。
- ✔ 具备全面的CIP清洗能力。

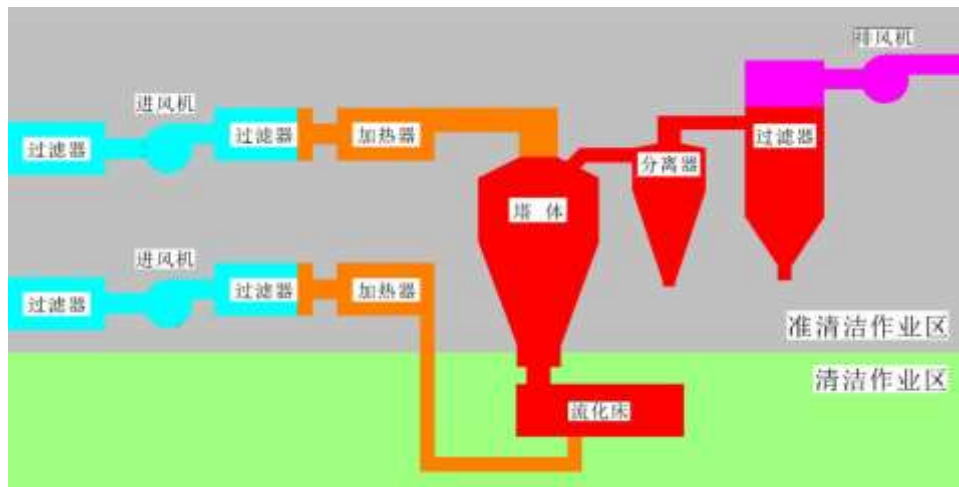
同时，还需满足袋滤器通用要求：

- ✔ 足够的结构强度。
- ✔ 满足消防与泄爆要求。



全面符合卫生安全标准

喷雾干燥机组的环境作业区和表面卫生分区示意图



以布袋和花板为界，之前为**食品接触面**，之后为**废风接触面**。

⚙️ 本司承诺食品接触面符合下列标准：



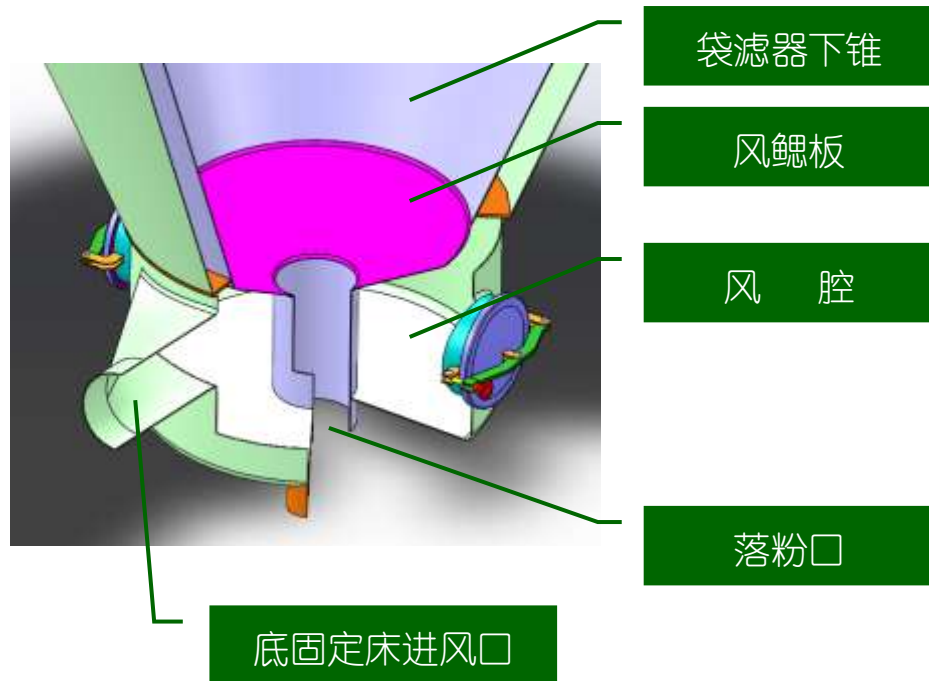
执行企标



⚙️ 即使废风接触面也尽可能执行上述标准，但因反吹和清洗装置的影响，不可避免存在狭缝类结构，但全部都是易拆卸和易清洁的。



防吸潮保护措施



袋滤器锥底安装有小型固定流化床

⚙️ 袋滤器处于机组末端，机组夜间暂停时，环境空气倒灌，温度降低，内部相对湿度升高，内部粉体吸潮并被污染，固定床可向设备内部提供温风，维持内部微正压，保护粉体和设备安全。

⚙️ 生产时，锥底易潮气堆积，造成潮粉结块。用流化床补充温暖的干燥空气，可有效避免此类问题。



试验和实践 避免掉毛



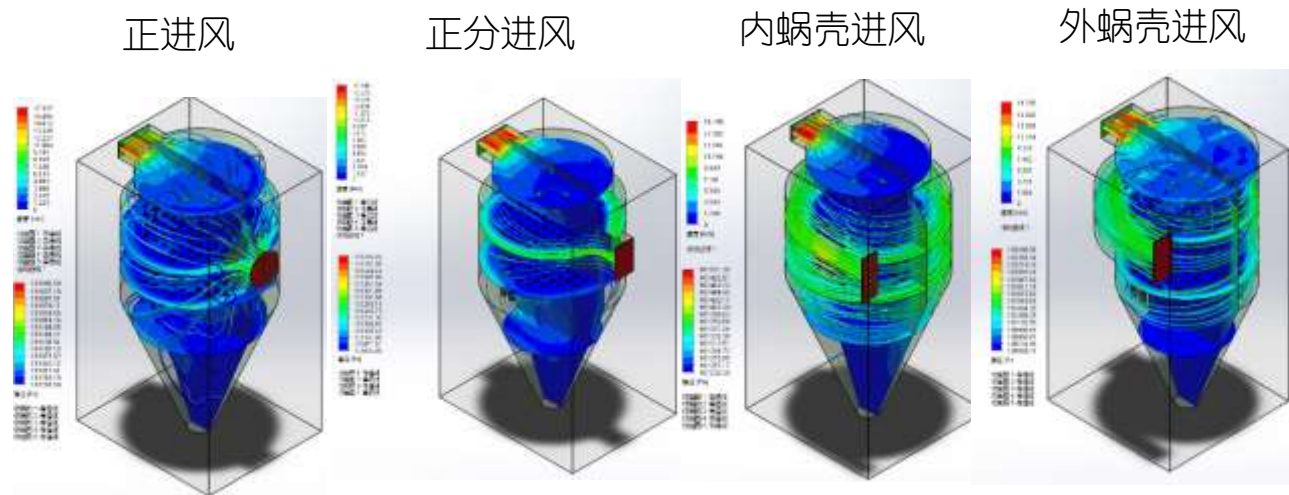
袋滤器在绝大多数场合只作为“除尘器”使用，实际对粉体的“可回收利用性”不做要求。


⚙️ 我司针对食品粉的特殊要求，将依据“粉体悬浮试验”、“布袋材质耐清洗剥落试验”、“布袋材质耐温试验”、“布袋风阻试验”、“脉冲反吹”等试验结果，确定内部合理风速和操作参数，使粉尽可能直接落于锥底，缩短受热时间。

⚙️ 我司定制恰当的材质和编制方式的过滤袋，极可能避免布袋“掉毛”，延长使用寿命（我司定做的布袋材料已用于高档添加剂生产）。




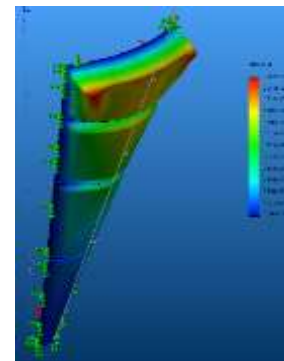
选型 与 消防泄爆



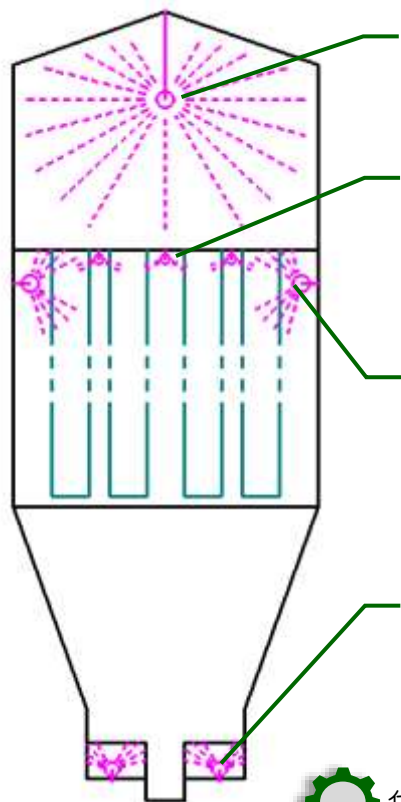
 上图为常见的4种袋滤器进风方式，蜗壳式进风具有旋风分离器的效果，对粉末进行预分离，使其尽可能直接落于锥底，减轻布袋的除尘压力，减少反吹用压缩空气耗量。但风阻也会上升，且分离效果不如纯粹的旋风分离器。

我们会根据粉体特性和系统整体配置，为您选择分离效率和能耗最佳的方案。

 袋滤器内粉尘浓度高，且粒径细小，易发生粉尘爆炸。我司可设计制造符合国标和欧标的消防泄爆装置，参见PPT《安全-消防泄爆特辑》。



袋滤器的CIP清洗



固定安装的旋转清洗器

固定安装的布袋清洗器

固定安装的伸缩清洗器

固定安装的旋转清洗器

每个布袋四周均有清洗器



特殊设计的小流量布袋清洗器

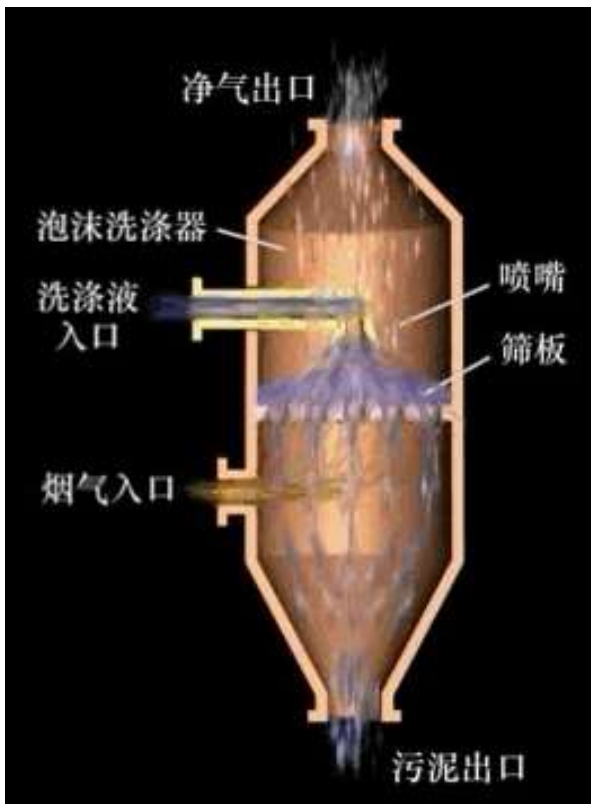


袋滤器是全线清洗最复杂的设备，不同部位须采用不同的清洗器组合，才能达到彻底清洁并清洗液耗量最低的效果。

具体清洗器结构参见PPT《CIP是怎样炼成的》。



水雾除尘器的原理和结构



水雾除尘器是一种成熟的环保设备。其原理是利用水滴粘附粉尘，并在筛板上形成水膜洗涤。

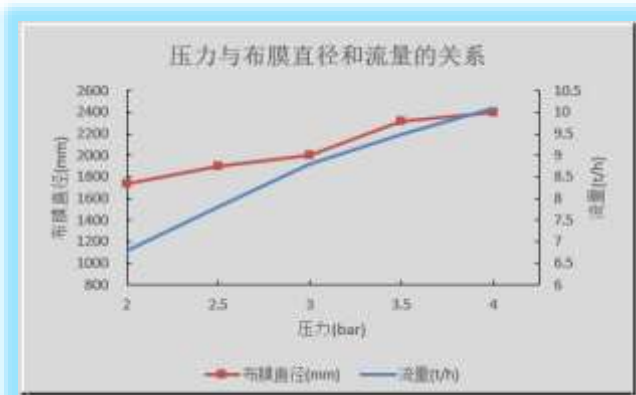
设计合理且运行良好的水雾除尘器可以符合环保关于颗粒物排放的标准，缺点是粉末无法直接回收使用。

本司标配为：2B表面的304不锈钢制成，双层喷雾和筛板，可进行CIP清洗（筛板上下表面均能洗到）。

雾化水循环使用，节约用水，并便于回收利用。标配卫生级双联过滤器和卫生型离心泵，并可自动补水。


材质、结构、表面均符合卫生标准。



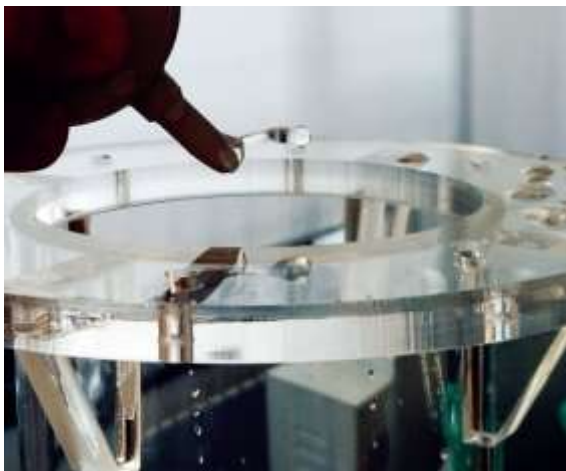


水雾除尘器的设计要点一

确定喷嘴有效洒布直径与水压水量的匹配关系，
水滴要形成足够的密度，同时要避免水滴完全雾化而易被排风带出。


 本司对多种喷嘴做了充分的试验，拥有比喷嘴制造厂家更精准的数据库。





水雾除尘器的设计要点二

排风速要小于水滴的带出风速，避免含有产品的循环水被风带出。
同时应避免设备直径过大，给土建等各种投资造成浪费。

 本司通过空气动力学试验，和对排风量的精确计算，对风速的准确把握，达到最佳的效率、能耗、体积、重量以及建筑成本的控制。



感谢聆听!



黑龙江方维科技有限公司

Heilongjiang FLWE Technology Co., Ltd