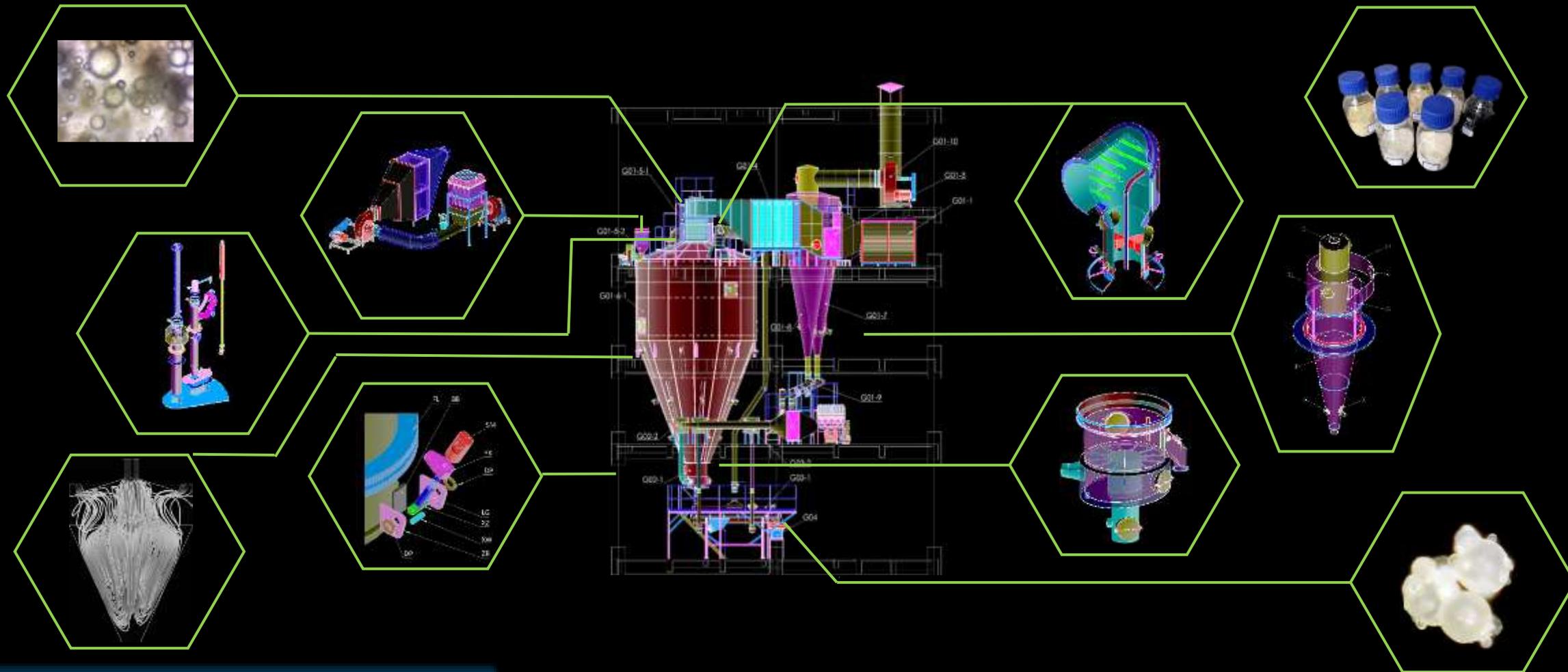




黑龙江方维科技有限公司  
Heilongjiang FLWE Technology Co., Ltd

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。



## 湿热地区的喷雾干燥技术

## 知识点：相对湿度

常说的百分比湿度指相对湿度，是空气中水汽压与相同温度下饱和水汽压的百分比。可以理解为该温度下的空气实际含水量和饱和含水量的百分比。不同温度的空气饱和含水量是不同的，温度越高，含水饱和点就会越高。也就是说，同样的相对湿度，温度越高，湿含量越高。

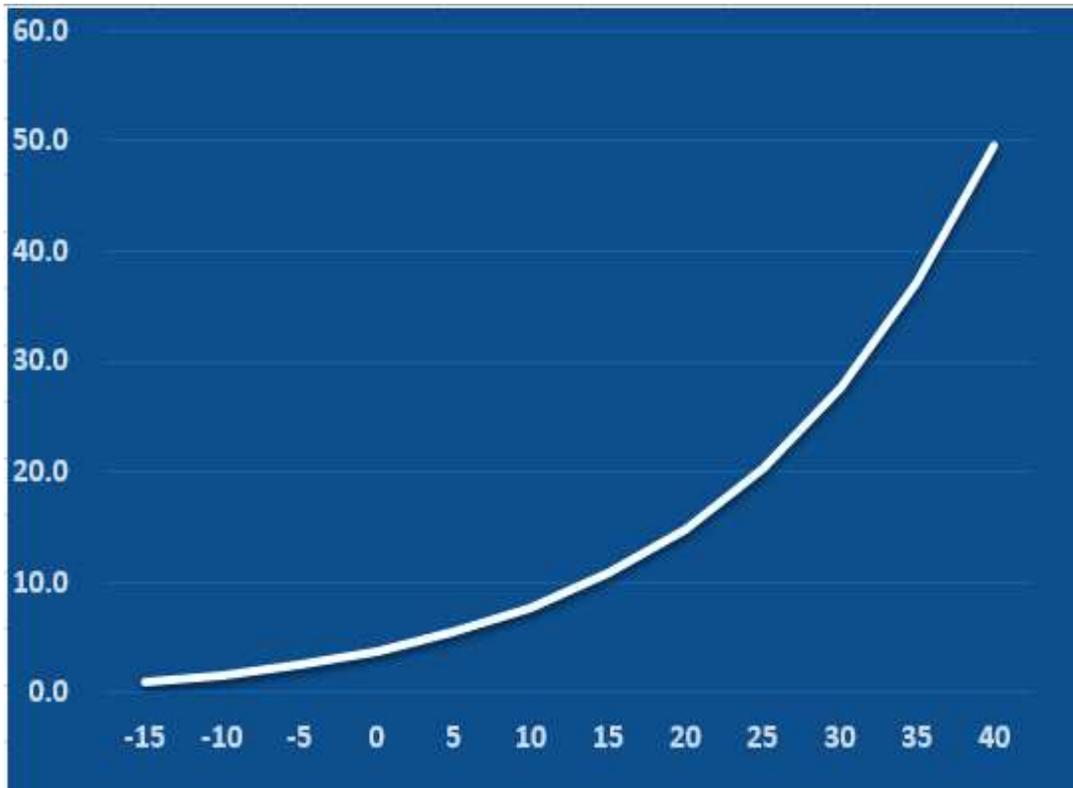
例如1大气压，80%相对湿度：

-20℃， 0.51g水/kg干气

0℃， 3.05g水/kg干气

20℃， 11.83g水/kg干气

30℃， 21.83g水/kg干气



## 知识点：露点



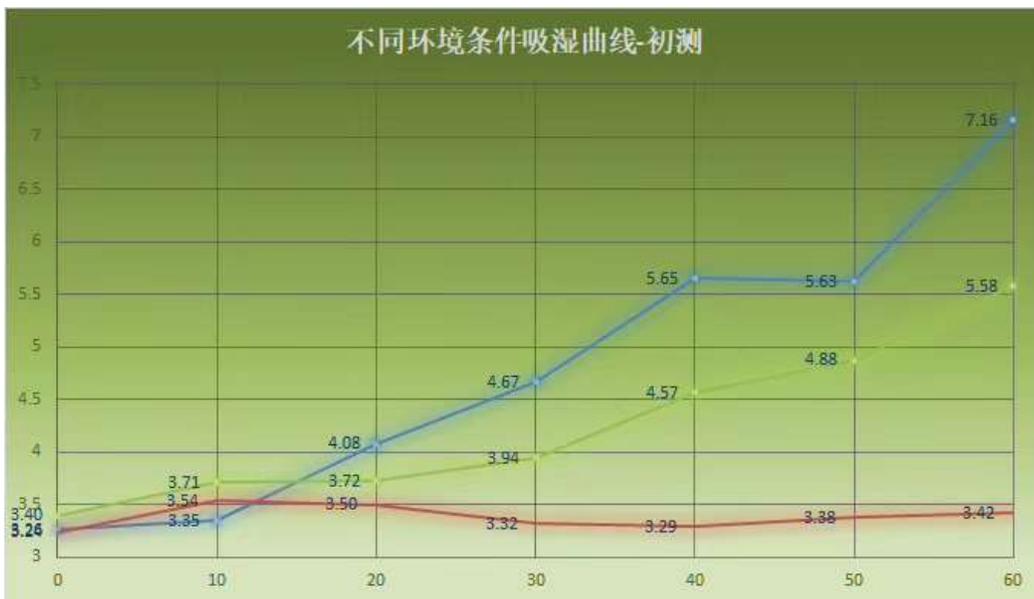
不同温度空气的饱和含水量不同，一天中温度是不断变化的，如果白天温度和湿度都很高，夜晚温度降低，高过夜间温度饱和含水量的多余水蒸气就会凝结成水，就是露水。雾凇也是同样原理，只不过直接冻成了冰晶。

不断降低空气的温度，就能降低空气中的水分，就是“表（面）冷（却）式除湿器”的原理。

“高温”时水蒸气，降低温度时，也会变成冷凝水，虽然此时温度未必很“冷”。例如1大气压，90℃，20%的湿含量为102g水/kg干气，露点为53℃。



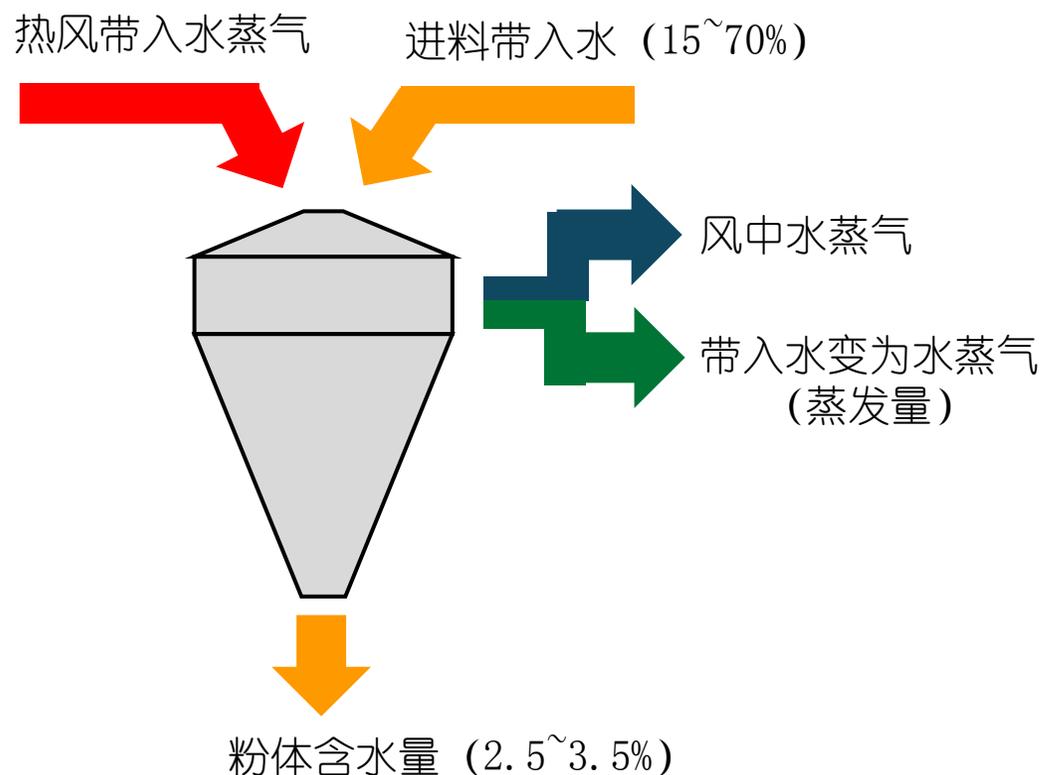
## 知识点：粉体吸潮临界条件



不同粉体的吸潮临界和速率不同。

如粉体易吸潮，为了确保生产安全，设计前须进行“粉体吸潮试验”，即在不同的排风温度和相对湿度条件下，观察粉体状态并检测粉体水分变化情况，以获得安全的生产条件参数。

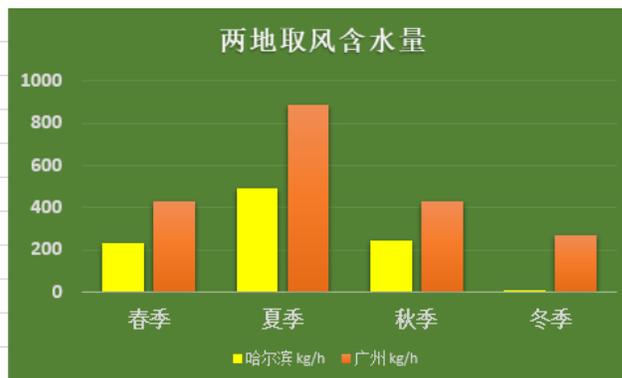
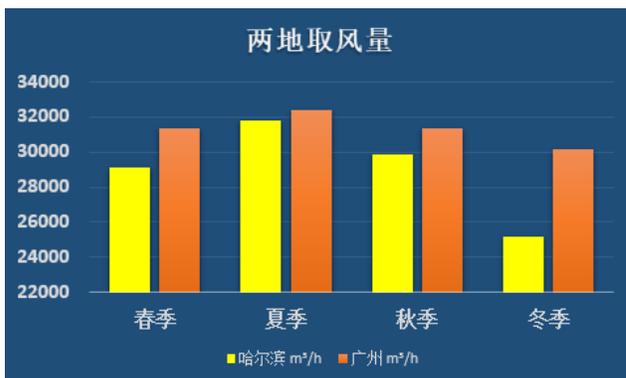
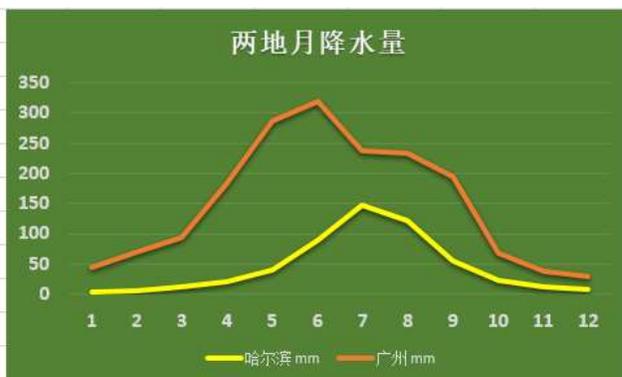
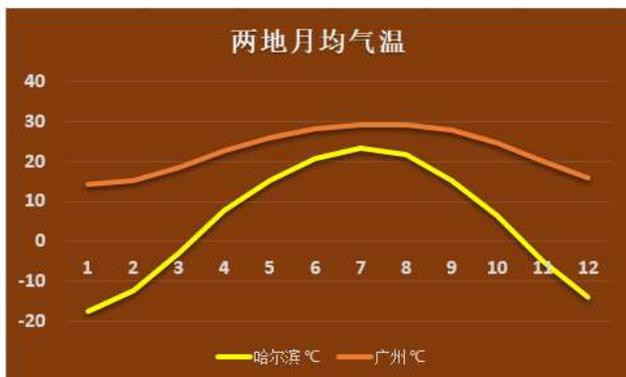




## 干燥机组的水汽平衡

在干燥塔内排风系统中“流动”的水，不仅包括物料中蒸发出的水蒸气，还包括作为热交换介质的风中带入的水蒸气，塔内空气含湿量 (g水/kg干气) 远大于常规空气。

因为排风温度较高，所以貌似相对湿度不高 (食品粉一般7~15%)，但温度降低 (散热) 或者水蒸气沉积 (窝风)，都很容易达到粉体吸潮临界条件，甚至“跌破”露点。



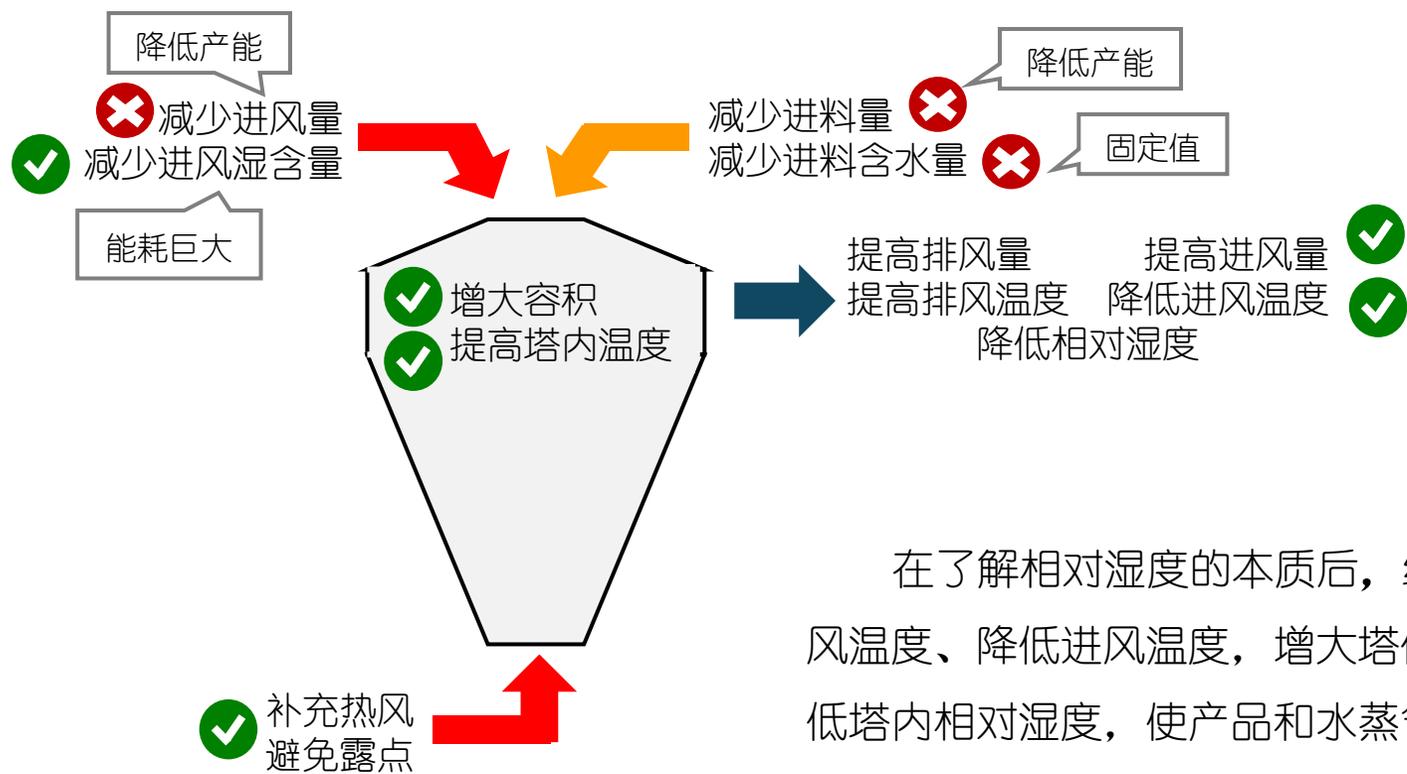
## 南北方气候差异的影响

以哈尔滨和广州的气候对比为例，试看空气条件对喷雾干燥的影响：

湿度最大的季节，广州每蒸发1000kg水，取风会带入900kg水蒸气。意味着蒸发量1000kg/h的机组，“塔内水流量”将达到1900kg/h。

当然，在北方夏季的潮湿天气时，进风含水也会达到500kg/h左右，即水总流量也达到1500kg/h。

总水流量超过设计预期，就给生产带来很大风险，极易造成粉体吸潮、粘塔、糊塔问题，降低生产能力。值得指出的是，并非要将全部水“蒸发”，进风含水本身就是水蒸气状态，而是要避免水蒸气分压（相对湿度）达到临界值。

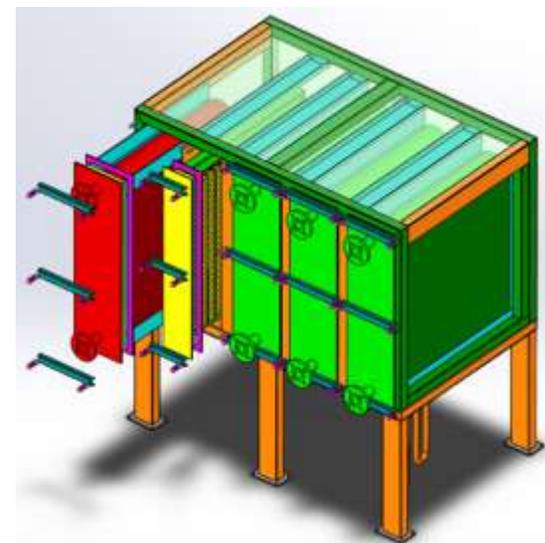
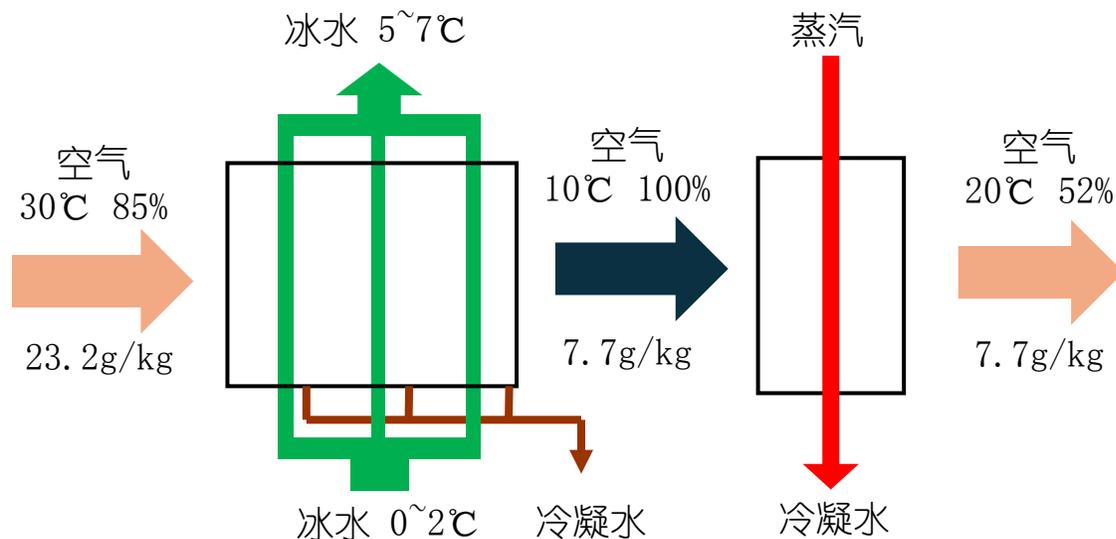


潮塔的本质是塔内和排风系统的相对湿度过大。相对湿度则来自温度和湿度的组合，来自水蒸气和空气的比值。

一般“北方塔”到了南方就不得不减少产能（蒸发量、进料量、产粉量、进风量），以减少“塔内水流量”，甚至进风除湿，造成巨大的能耗。

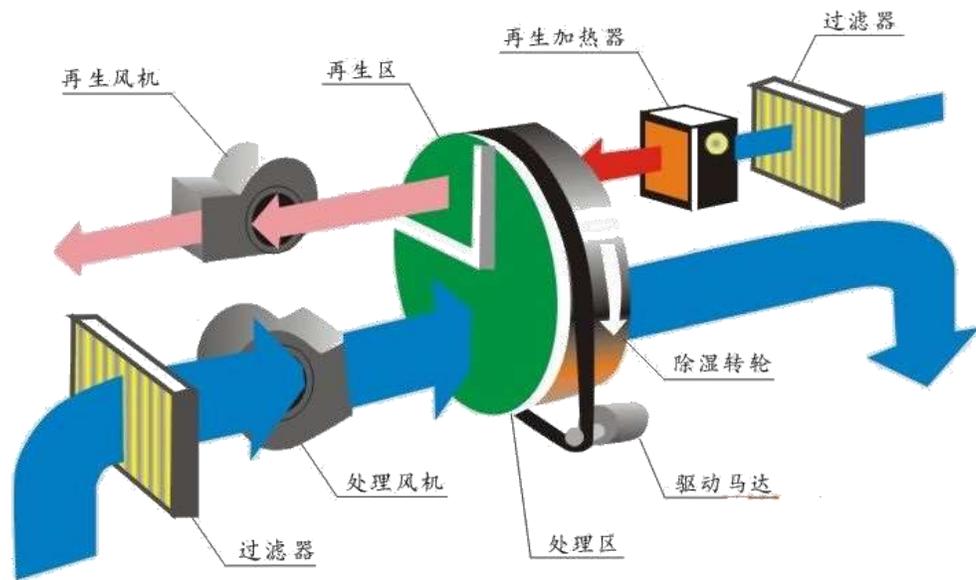
在了解相对湿度的本质后，经过科学试验和周密计算，就可以通过提高排风温度、降低进风温度，增大塔体空间，来提高进风量和空气饱和蒸汽压，降低塔内相对湿度，使产品和水蒸气在机组内“安全通过”。虽然热效率比北方略有降低，但产能仍为额定值，能耗增加也不多。

### 振动流化床常见表冷除湿工艺



进风加表冷除湿，可以降低进风湿含量，但不仅会增加进风风阻（增加电耗），因其是将水蒸气冷凝成水，相变会消耗大量的冷量（1kg水上升或下降1℃，需要吸或放热1kcal，但相变时则是约500kcal）。

控制终点温度，可将空气除湿到不同的含湿量：  
20℃，100%，14.9g/kg；  
18℃，100%，13.1g/kg；  
15℃，100%，10.8g/kg。



可以把转轮除湿机视为一个“旋转的干燥塔”。

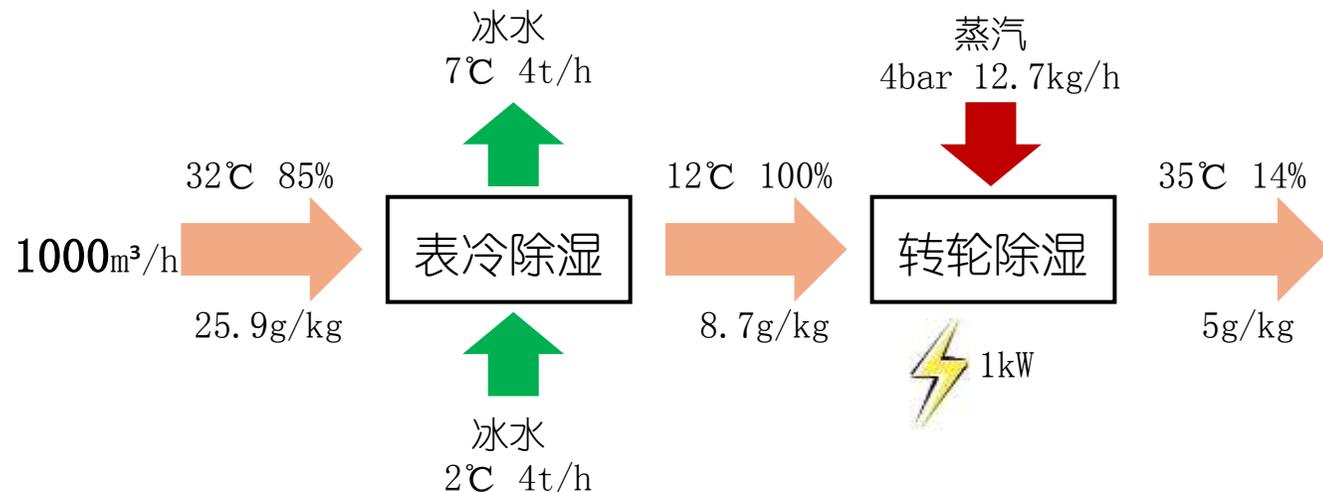
干燥剂吸附水分，进入烘干区，热风加热蒸发干燥，再回到吸附区进入下一循环。

转轮除湿机可以将空气湿含量降低到5g水/kg干气以下。

受烘干余热影响，转轮除湿机出口温度为35~45℃。

由于转轮除湿能耗高，设备体积大，故前端多串联表冷除湿器，尽可能利用冷却水进行预除湿。也即，转轮除湿机实际是表冷式除湿器的补充，而非完全代替。

## 主进风表冷+转轮除湿的工艺



蒸发量1000kg/h的干燥塔体设取风量30,000m<sup>3</sup>/h, 则需:

冰水120t/h, 转轮电耗30kW, 饱和蒸汽381kg/h。

120t冰水吸收热量为60万大卡, 该制冷机的装机功率约170kW。

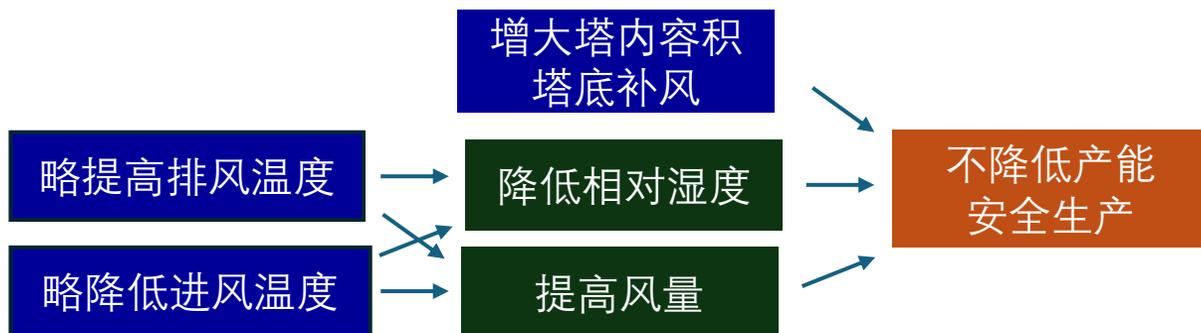
(比本司的喷雾干燥机组装机功率还要多)



## 我们的解决方案:

在粉体试验基础上:

**A**  
大多数产品



用表冷式换热器将“南方夏季气候”除湿到“北方夏季气候”：  
32℃ 85% 25.9g水/kg干气

**B**  
易吸潮产品

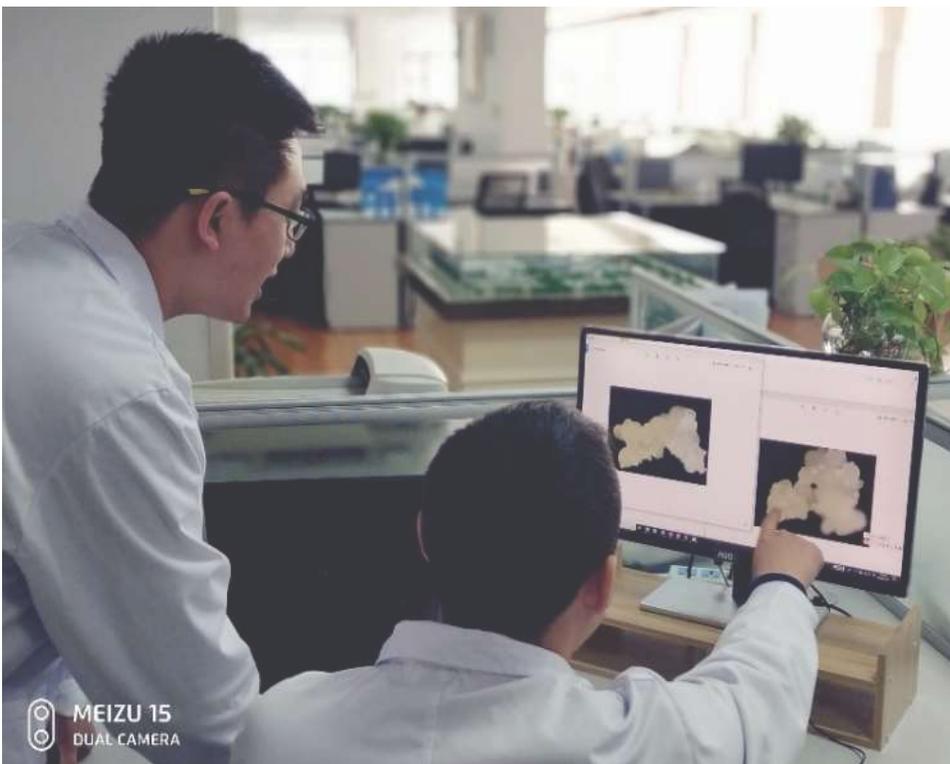
	全除湿	半除湿
湿含量	12℃ 8.7g水, 5g水	22℃, 17g水
冰水流量	120t/h	60t/h
制冷功率	170kW	85kW
转轮电耗	30kW	0
转轮蒸汽	381kg/h	0



节能关键在于：其他厂家都是相变除湿，需要消耗大量的制冷量，来保护自己的安全，或者我就不得不降低产能，而本司是通过试验、设计和控制让潮湿的风安全的通过。

## 我们的解决方案：

我们将根据您的气候条件和粉体试验结果，提供最  
适的整套解决方案，并对喷雾干燥机组进行整合设计与控  
制。



风用途	不除湿	部分除湿 9~15g/kg	表冷除湿 8g/kg	转轮除湿 ≤5g/kg
主进风	√	√	×	×
固定床	√	√	√	×
振动床	×	×	√	√
附聚风	×	√	√	×

本表意为可能的选项。

感谢聆听!



黑龙江方维科技有限公司

Heilongjiang FLWE Technology Co., Ltd