

固体物料的干燥平衡

物料湿分的表示方法

湿物料=绝干固体+液态湿分

湿基湿含量 w : 单位质量的湿物料中所含液态湿分的质量

$$w = \frac{\text{物料所含液态湿份的质量}}{\text{湿物料的质量}} = \frac{W}{G + W}$$

干基湿含量 X : 单位质量的绝干物料中所含液态湿分的质量

$$X = \frac{\text{物料所含液态湿份的质量}}{\text{绝干物料的质量}} = \frac{W}{G}$$

换算关系:

$$w = \frac{X}{1 + X} \quad X = \frac{w}{1 - w}$$

工业生产中，常用湿基湿含量；
干燥计算中用干基湿含量更便捷。

湿物料的比热容

将湿物料中的1kg绝干料和Xkg水温度升高（或降低）1℃所吸收（或释放）的热量：

$$C_m = C_s + X C_w = C_s + 4.187X$$

C_m : 湿物料的比热容, kJ/(kg绝干料·℃)

C_s : 绝干物料的比热容, kJ/(kg绝干料·℃)

C_w : 物料中所含水分的比热容, 取为4.187kJ/(kg水·℃)

湿物料的焓 I'

包括绝干物料的焓（以0℃的绝干物料为基准）和物料中所含水分（以0℃的液态水为基准）的焓：

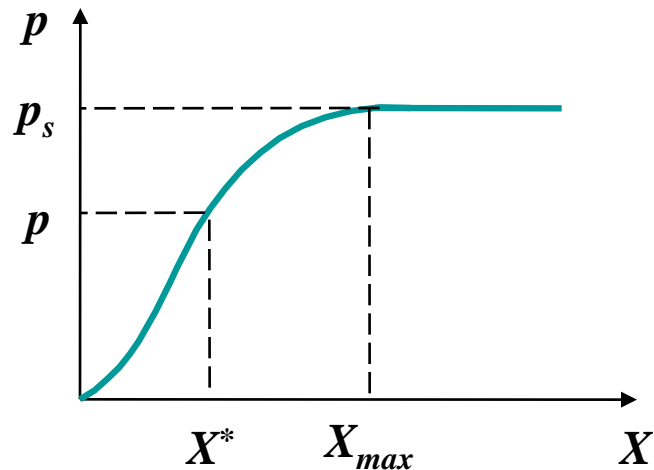
$$I' = (C_s + X C_w)\theta = (C_s + 4.187X)\theta$$

I' : 湿物料的焓, kJ/kg绝干料

θ : 湿物料的温度, °C。

干燥平衡及干燥平衡曲线

湿份的传递方向（干燥或吸湿）和限度（干燥程度）由湿份在气体和固体两相间的平衡关系决定。



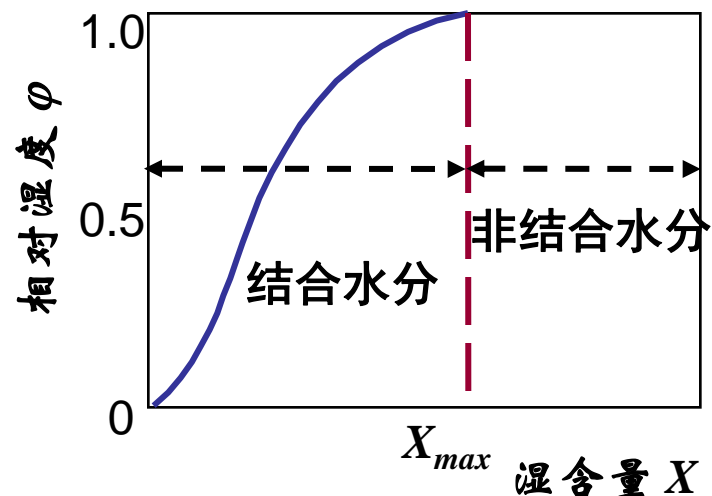
平衡状态：当湿含量为 X 的湿物料与湿份分压为 p 的不饱和湿空气接触时，物料将失去自身的湿份或吸收气体中的湿份，直到湿份在物料表面的蒸汽压等于气体中的湿份分压。

平衡湿含量：平衡状态下物料的湿含量。不仅取决于气体的状态，还与物料的种类有很大的关系。

结合水分与非结合水分

非结合水分：与物料没有任何形式的结合，具有和独立存在的水相同的蒸汽压和汽化能力。

结合水分：与物料存在某种形式的结合，其汽化能力比独立存在的水要低，蒸汽压或汽化能力与水分和物料结合力的强弱有关。



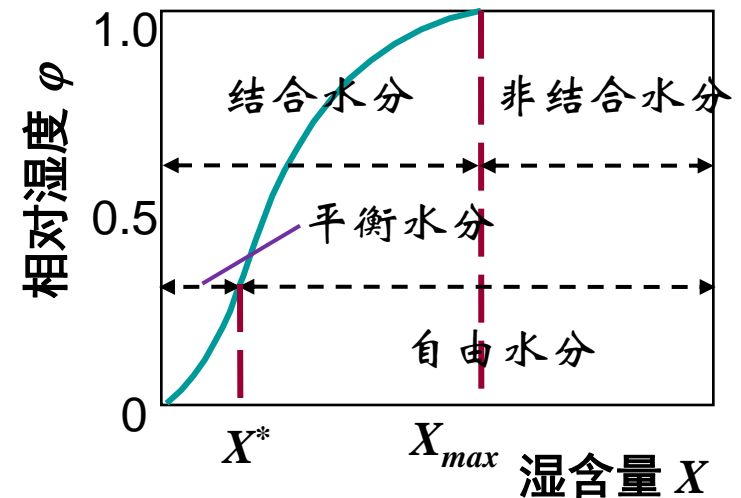
结合水分按结合方式可分为：吸附水分、毛细管水分、溶胀水分(物料细胞壁内的水分)和化学结合水分(结晶水)。

平衡水分和自由水分

平衡水分： 低于平衡湿含量 X^* 的水分。是不可除水分。

自由水分： 高于平衡湿含量 X^* 的水分。是可除水分。

干燥过程： 当湿物料与不饱和空气接触时， X 向 X^* 接近，干燥过程的极限为 X^* 。物料的 X^* 与湿空气的状态有关，随气体的 t 和 H 不同，物料的 X^* 不同。欲使物料减湿至绝干，必须与绝干空气接触。

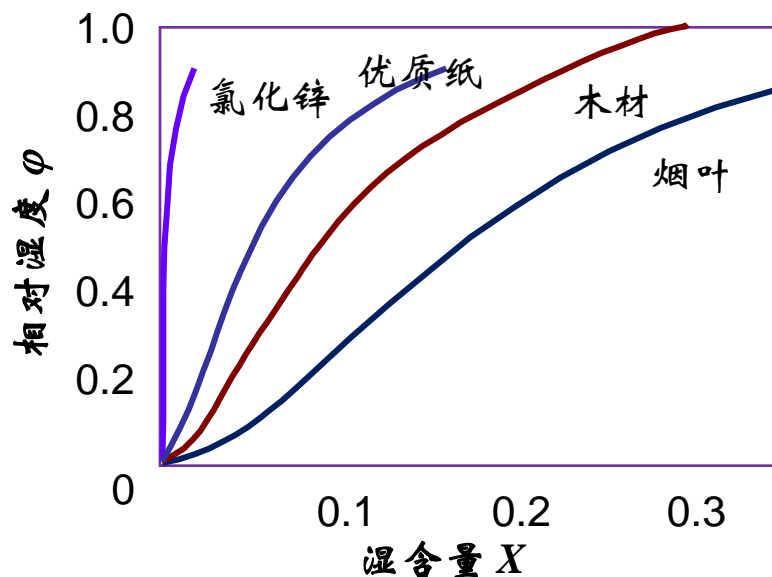


吸湿过程： 若 $X < X_{max}$ ，则物料将吸收饱和空气中的水分使湿含量增加至 X_{max} ，即**最大吸湿湿含量**。

物料的吸湿性

强吸湿性物料：与水分的结合力很强，平衡线只是渐近地与 $\varphi = 100\%$ 接近。

非吸湿性物料：与水结合力很弱，平衡线与纵坐标基本重合， $X^* = X_{max} \approx 0$ ，如某些不溶于水的无机盐(碳酸盐、硅酸盐)等。



一般物料的吸湿性都介于二者之间。

平衡曲线的应用

判断过程进行的方向

确定过程进行的极限

判断水分去除的难易程度

特别区分：

平衡水分与自由水分是依据物料在一定干燥条件下其水分能否用干燥方法除去而划分，既与物料的种类有关，也与空气的状态有关；

结合水分与非结合水分是依物料与水分的结合方式（或物料中所含水分去除的难易）而划分，仅与物料的性质有关，与空气的状态无关。

