

## 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：

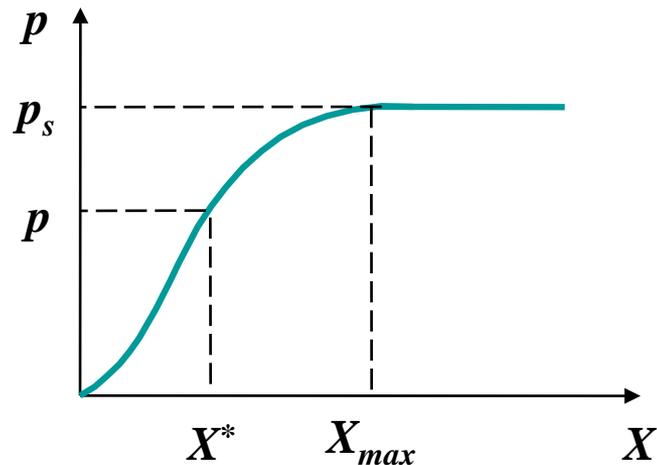
$$I' = (C_s + X C_w)\theta = (C_s + 4.187X)\theta$$

$I'$ : 湿物料的焓, kJ/kg绝干料

$\theta$ : 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。



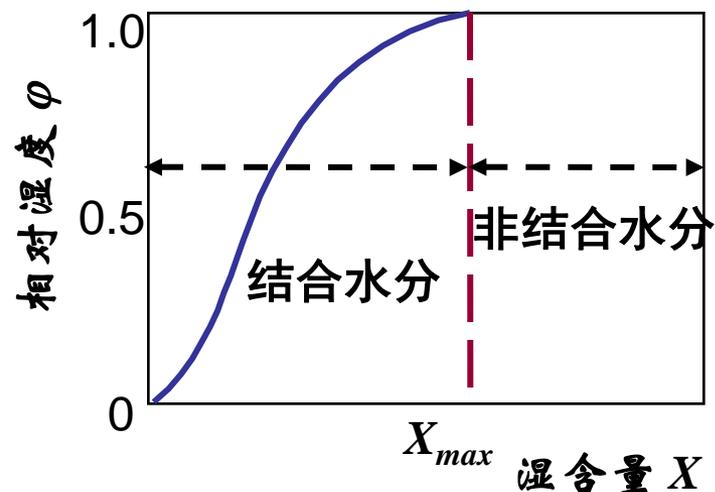
**平衡状态：**当湿含量为  $X$  的湿物料与湿份分压为  $p$  的不饱和湿空气接触时，物料将失去自身的湿份或吸收气体中的湿份，直到湿份在物料表面的蒸汽压等于气体中的湿份分压。

**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。



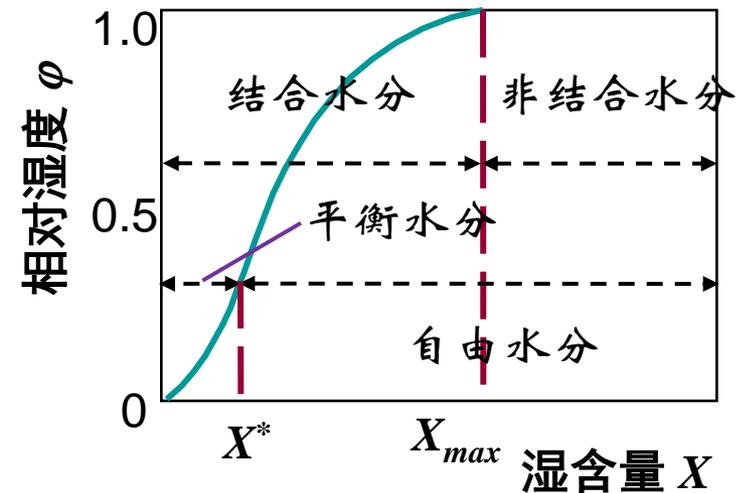
结合水分按结合方式可分为：吸附水分、毛细管水分、溶胀水分(物料细胞壁内的水分)和化学结合水分(结晶水)。

## 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。

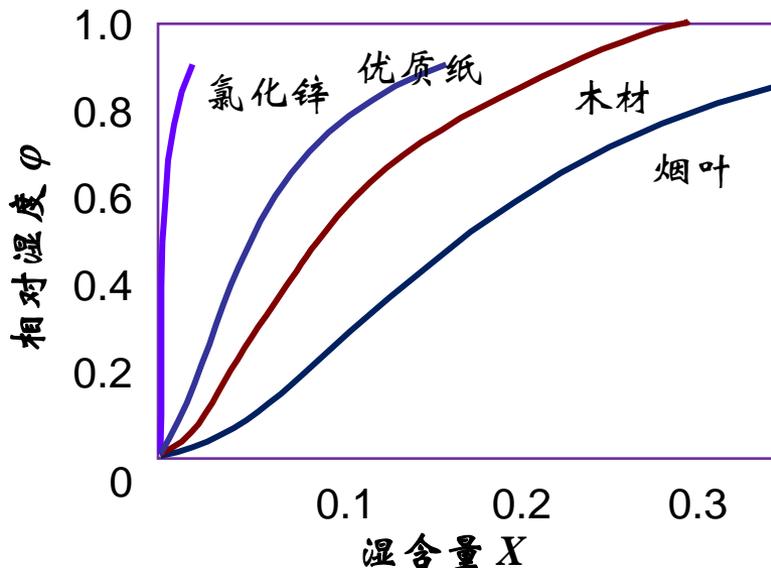


**吸湿过程：** 若  $X < X_{max}$ ，则物料将吸收饱和空气中的水分使湿含量增加至  $X_{max}$ ，即**最大吸湿湿含量**。

# 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

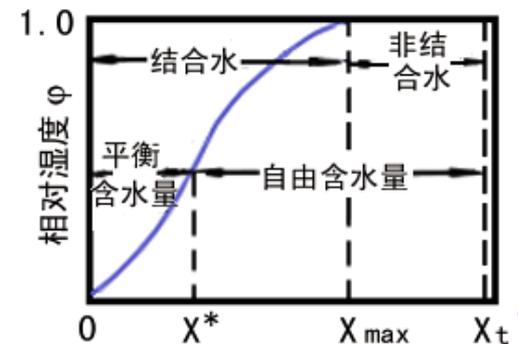
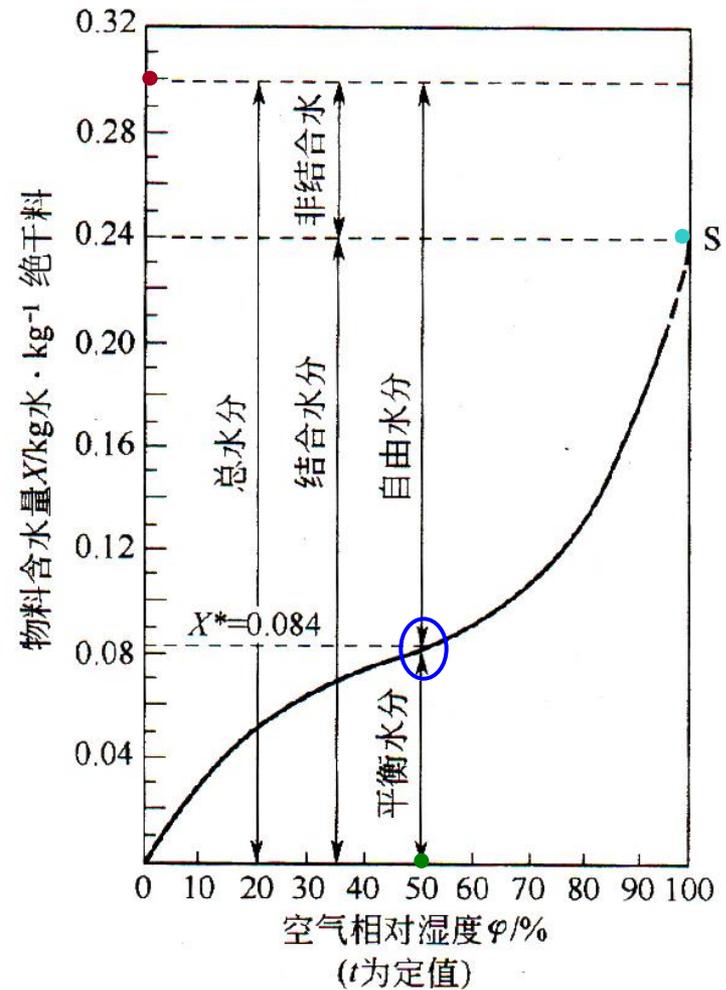
确定过程进行的极限

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。



GLL