

空调 技术



承德石油高等专科学校

空气状态参数



“空调”的处理对象、工作介质都是“空气”。

如何描述“空气”？

美女

身高、体重、
三围.....



空气

温度、湿度、
气压、流速.....

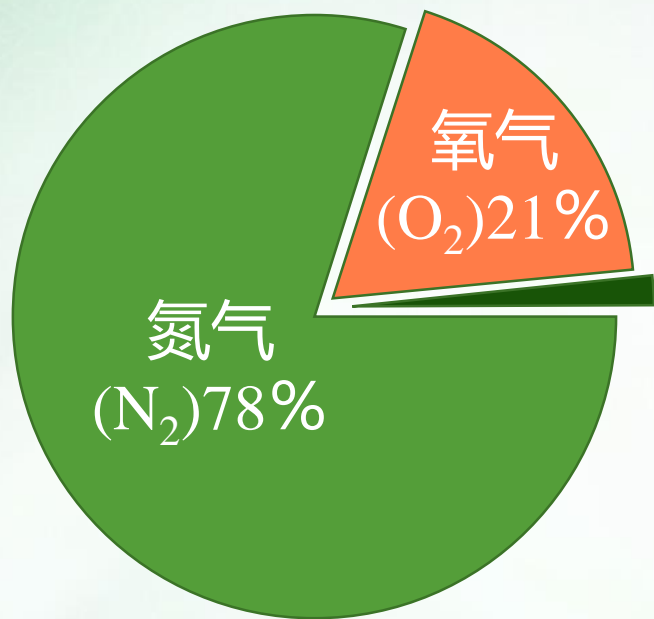




湿空气的物理性质



1. 空气的组成



其余总数占1%

氩气(Ar)
二氧化碳(CO₂)
氖(Ne)
甲烷(CH₄)
氪(Kr)
氢(H₂)
氧化氮(N_xO)
氙(Xe)
水蒸气 (H₂O)



标准的空气成分

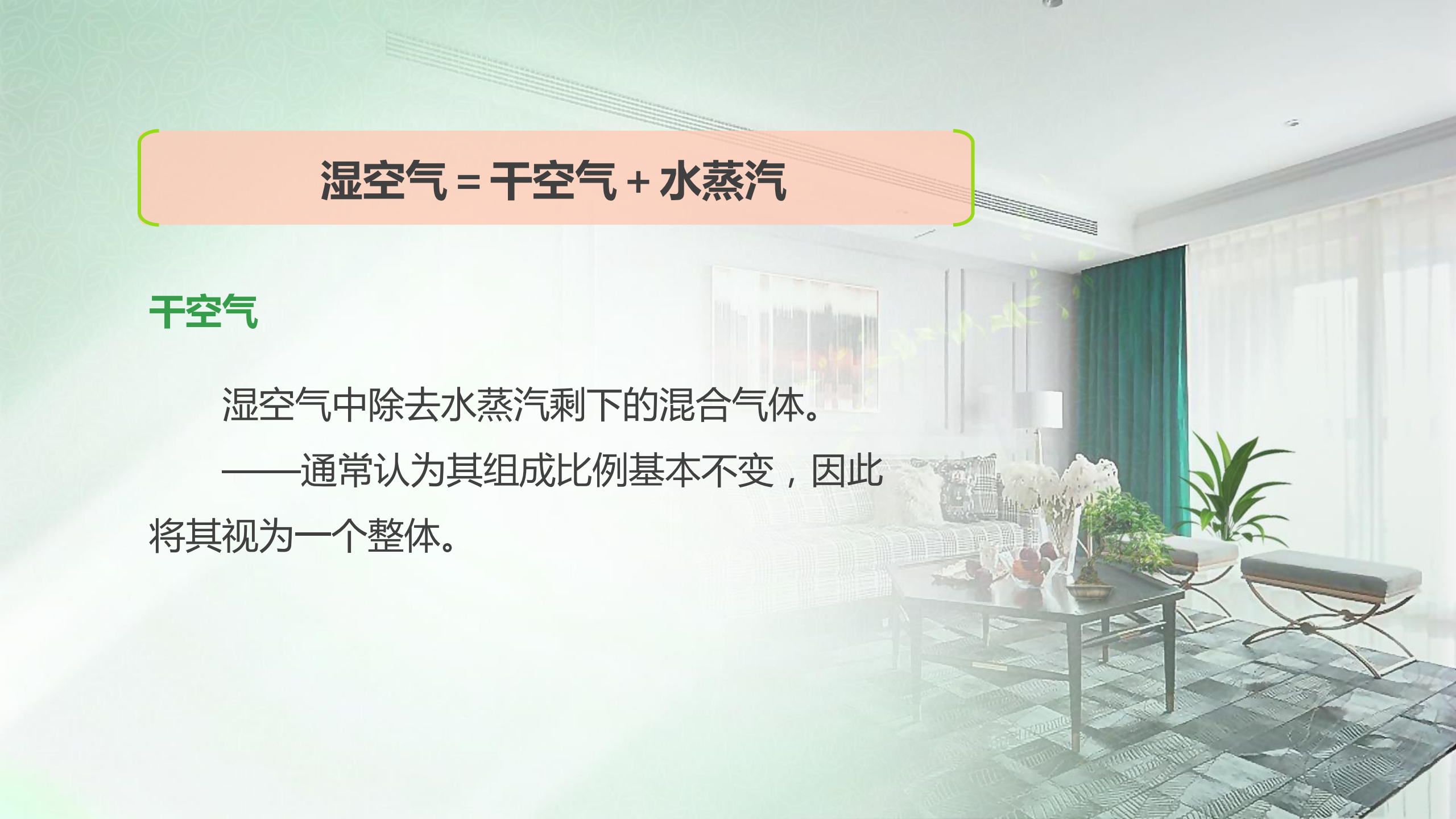


湿空气 = 干空气 + 水蒸汽

干空气

湿空气中除去水蒸汽剩下的混合气体。

——通常认为其组成比例基本不变，因此
将其视为一个整体。



❄ 2. 湿空气中水蒸汽对其性质的影响

湿空气中水蒸汽虽然很少，但它却随气象条件和水蒸气来源情况而改变，且对空气性质影响很大。

如：空气湿度很大，人会感觉不舒服（冬天阴冷，夏天闷热）；在某些工艺场合（纺织厂、仪器仪表厂等）还会造成重大影响。



因此，空气的潮湿程度是我们十分关心的问题。



3. 计算方程



由于空气中水蒸气处于过热状态，压力小，比容大，可近似看作理想气体，因此可用理想气体方程来计算：



$$PV=mRT$$



R —— 气体常数

R_g —— $287\text{J}/(\text{kg}/\text{k})$

R_q —— $461\text{J}/(\text{kg}/\text{k})$

热力学中把常温常压下的干空气视为“理想气体”



湿空气的状态参数





1.压力 P



1 大气压力——B

B随海拔增加而减小

地球表面单位面积上所受到的大气压力。

$$1\text{Pa} = 1\text{N} / \text{m}^2$$

标准大气压

通常把0℃下，北纬45°处青岛海平面上作用的大气压力作为一个标准大气压。

$$1\text{atm} = 101325\text{Pa} = 1013.25\text{bar}$$



1.压力 P



表压力（工作压力）

仪表指示压力，即所测量的绝对压力与当地大气压力的差值。

绝对压力 = 当地压力 + 表压力



1.压力 P



2 水蒸汽分压力 P_q

湿空气中水蒸气单独占有湿空气的容积并且与湿空气相同温度时的产生的压力。

由道尔顿定律有： $B = P_q + P_g$

要点

- 水蒸汽分压力的大小直接反映了水蒸气的含量的多少；
- 在一定温度下，空气中的水蒸汽含量越多，空气就越潮湿，水蒸汽分压力也越大；
- 湿空气中的水蒸汽含量达到最大限度时，多余的水蒸汽就会凝结成水从空气中析出；
- 饱和水蒸汽分压力 $P_{q,b}$ 是温度的单值函数，温度越高， $P_{q,b}$ 值越大。



2.温度



国际温标 T (K)

摄氏温标 t ($^{\circ}\text{C}$)

华氏温标 t ($^{\circ}\text{F}$)

摄氏温度 = (华氏度 - 32) \div 1.8

$$T = t + 273.16 \text{ K}$$

工程上： $T = t + 273 \text{ K}$

❄️ 3.含湿量 —— $d(\text{Kg/Kg 干})$ 🌿

定义

单位质量干空气中所含有的水蒸气量

即:

$$m = PV/RT$$

$$d = m_q / m_g$$

$$= 0.622 P_q / (B - P_q) \text{ kg/kg 干}$$

$$= 622 P_q / (B - P_q) \text{ g/kg 干}$$

绝对湿度



4.相对湿度 Φ



1 定义： $\Phi = P_q / P_{q,b}$

$\Phi=0$ 时
干空气

$\Phi=100\%$ 时
饱和空气



4.相对湿度 Φ



2

Φ 与 d 的区别和联系

区别

Φ 表示空气接近饱和的程度，即空气在一定温度下吸收水蒸气的能力，并不反映空气中水蒸气含量的多少。

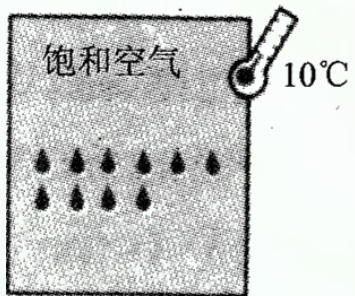
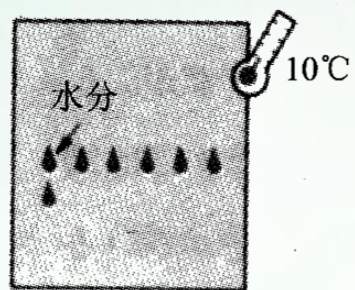
d 表示空气中水蒸气含量，却无法直观反映空气的潮湿程度和吸收水蒸气的能力。

“绝对”湿度和“相对”湿度

相对湿度

70%

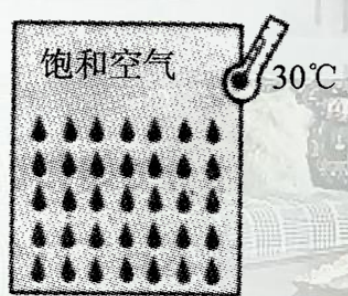
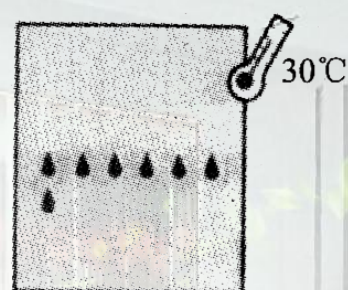
=



相对湿度

20%

=



含湿量不变的情况下，
相对湿度会随着温度升高而减小



联系

$$d=622 \cdot P_q / (B - P_q)$$



$$d=622(\Phi \cdot P_{qb}) / (B - \Phi \cdot P_{qb})$$



5. h (kJ/ kg·干)



我们需了解：

- ▶ 焓在希腊语中是温暖的意思
- ▶ 在空调中指显热和潜热之和，即全热
- ▶ 如：A状态的空气变成B状态时，本身的热量增加或减少了多少？这个差值即为“焓差”
- ▶ A→B的焓差值与过程无关，只与初始状态有关

举例

夏季风盘处理空气时，有降温还有结露，热量变化多少？

湿空气的焓

指1kg干空气的焓 h_g 和 d kg水蒸气的焓两者的和。

即：
$$h = h_g + h_q \quad \text{kJ/kg 干}$$

式中：
$$h_g = C_{pg} \cdot t = 1.01t$$

$$h_q = (2500 + C_{pq} \cdot t)d$$
$$= (2500 + 1.84t)d \quad \text{kJ/kg 干}$$

以1kg干空气
为计算基础

2500 : 0°C水
的汽化潜热

则湿空气的焓可表示为：

$$h=(1.01+1.84d)t+2500d$$

其中：

$(1.01+1.84d)t$ ——显热

$2500d$ ——潜热

“ h 是非常重要的一个参数”——定压下
可用焓差表示热量（总热）变化值



6. ρ 和 v



ρ ：单位容积的气体所具有的质量。

$$\rho = m/V \quad \text{kg/m}^3$$

v ：单位质量气体所具有的容积

$$v = V/m = 1/\rho \quad \text{m}^3/\text{kg}$$

由于湿空气由干空气和水蒸气组成，两者具有相同的温度，相同的体积。即：

$$m = m_g + m_q$$

$$\rho = \rho_g + \rho_q = P_g / (R_g T) + P_q / (R_q T)$$

又因为 $P_g = B - P_q = B - \Phi \cdot P_{qb}$

所以： $\rho = 0.00349B/T - 0.00134\Phi P_{qb}/T$

提问

湿空气和干空气哪个轻？



分析

湿空气的密度取决于 P_q 值的大小，它随水蒸汽分压力 P_q 的升高而降低。由于 P_q 值相对于 P_g 值而言数值较小，湿空气比干空气轻。

$$\rho = 0.00349B/T - 0.00134\Phi P_{qb}/T$$

$\Phi = 0$ 时， ρ 最大

小结

空调的处理对象和工作介质都是空气，需了解“空气”，

空调工程中常用到的空气参数有：
 P_q 、 t 、 d 、 Φ 、 h 等，需掌握各种参数的含义、计算方法及各参数之间的关系。