



黄冈职业技术学院
Huanggang Polytechnic College

崇德 强能 务实 创新

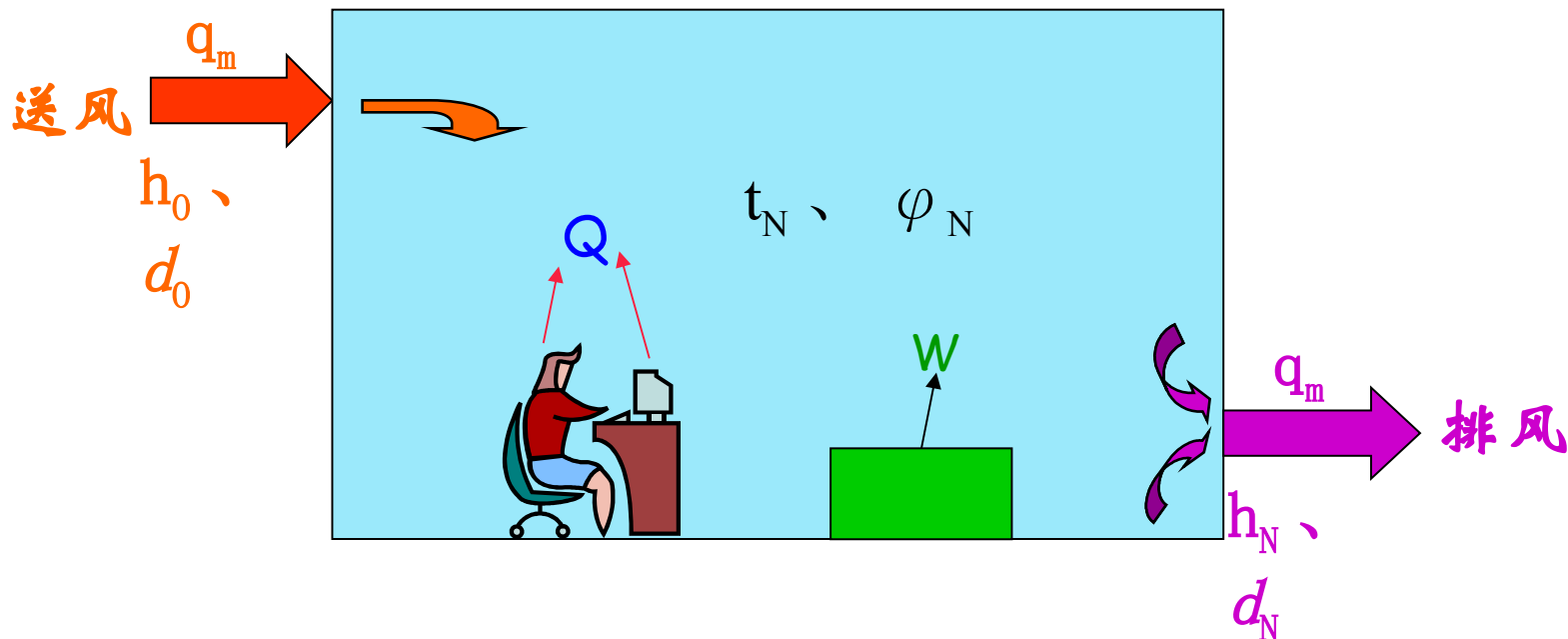
项目三 空调负荷与送风量

3-4 空调房间送风量和送风状态点的确定



前言

- 在已知空调房间的空调负荷后，必须由空调系统或装置向空调房间**输送一定量和一定状态的空气**，来使空调房间的空气状态保持在工作、生活或生产、科研所要求的范围内。

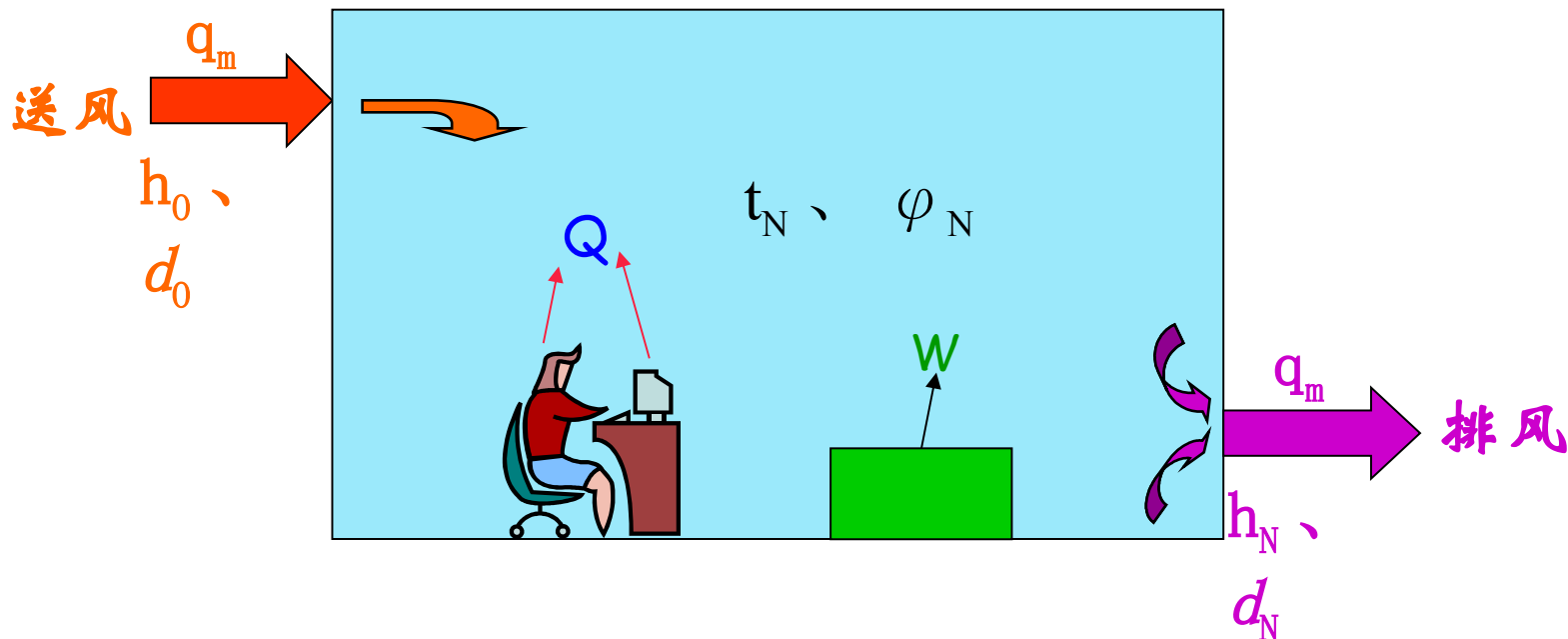


一、 空调房间送风量的确定

- 由空调房间的热湿平衡可分别得

$$q_m h_o + Q = q_m h_N \quad (2-1)$$

$$q_m d_o + W = q_m d_N \quad (2-2)$$



一、 空调房间送风量的确定

- (2-1) 和 (2-2) 式经整理后可分别得空调房间的送风量计算式

$$q_m = \frac{Q}{h_N - h_o} \quad (2-3)$$

$$q_m = \frac{W}{d_N - d_o} \quad (2-4)$$

- 式 (2-3) 和式 (2-4) 相比可得空调房间的热湿比为

$$\varepsilon = \frac{Q}{W} = \frac{h_N - h_o}{d_N - d_o} \quad (2-5)$$

一、 空调房间送风量的确定

- 从式 $\varepsilon = \frac{Q}{W} = \frac{h_N - h_o}{d_N - d_o}$ 可以看出， 空调房间的

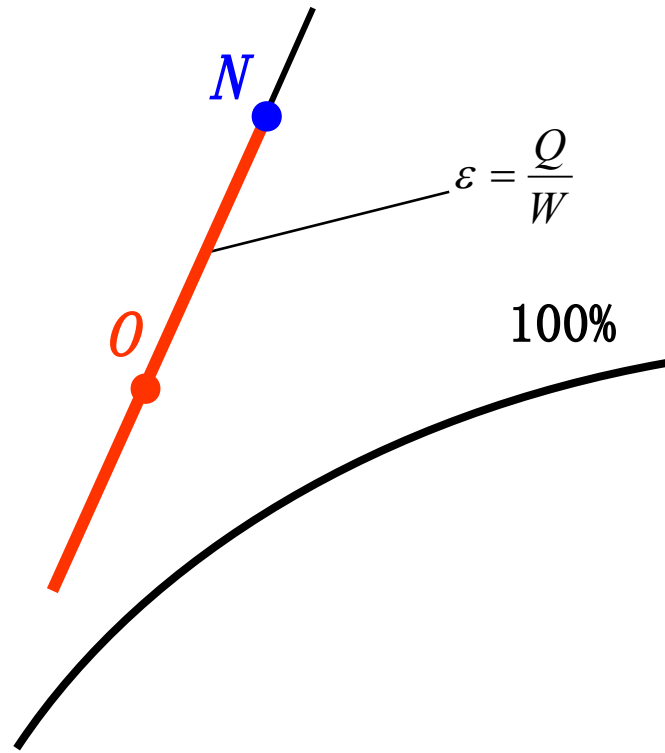
热湿比 ε 是由空调房间的冷负荷 Q 和湿负荷 W 决定的。

- ε 的物理意义：

当数量为 q_m (kg/s) 的空气由状态 O 沿 ε 线变化到状态 N 时，就能达到同时除去房间热量和湿量的目的，保持室内要求的温湿度状态。

二、 空调房间送风状态点的确定

- 由 $\varepsilon = \frac{Q}{W} = \frac{h_N - h_o}{d_N - d_o}$ 可知送风状态点 O 不是一个固定的点，从右图可以看出，它可以是过室内状态点 N 的热湿比为 $\varepsilon = Q/W$ 线上， N 点以下线段上的任何一点。



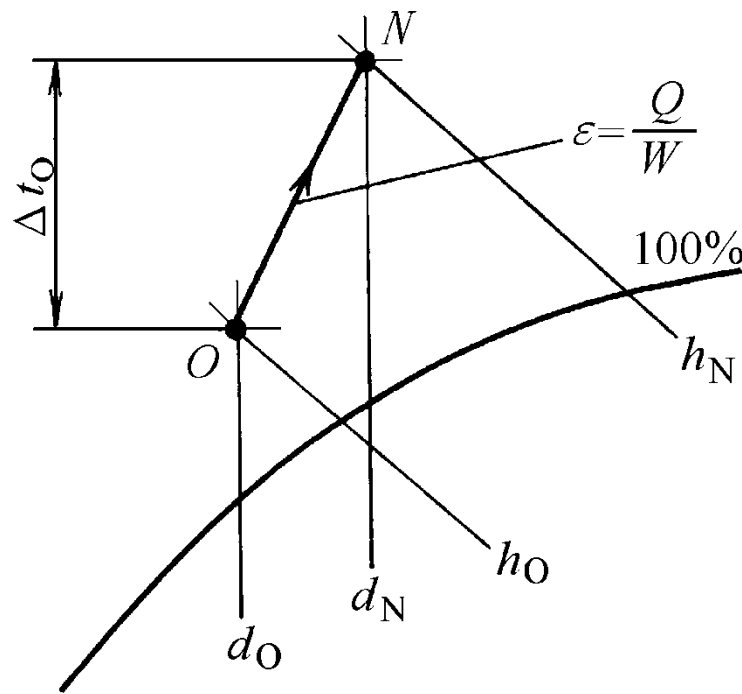
二、 空调房间送风状态点的确定

• 由式 $q_m = \frac{W}{d_N - d_o}$

和 $q_m = \frac{Q}{h_N - h_o}$

可看出：

O 点的位置决定送风量
 q_m 的大小。



送风量与送风状态点分析图

二、 空调房间送风状态点的确定

- **加大送风温差的经济意义：**

- 送风温差加大一倍，送风量可减少一半，空调系统的材料消耗和投资（不包括制冷系统）约减少 40%，而动力消耗则可减少 50%。
- 送风温差在 $4 - 8^{\circ}\text{C}$ 之间每增加 1°C ，送风量可以减少 10% — 15%。

- **送风量太小带来的问题：**

- 使室内空气温湿度分布的均匀性和稳定性受到影响。
- 使送风温度降低，而过低的送风温度会使人感到不舒适，甚至引起疾病，还很容易产生送风口结露滴水现象而带来其他问题。

二、 空调房间送风状态点的确定

- 送风状态点 O 的确定，也就是送风温差的确定要从经济和技术两个方面综合考虑。
- 空调系统常用的上送风方式的夏季送风温差，应根据送风口类型、安装高度和气流射程长度以及是否贴附等因素确定。在满足舒适和工艺要求的条件下，宜加大送风温差。
- 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》规定：舒适性空调的送风温差，当送风口高度小于或等于 5m 时，宜采用 $5 \sim 10^{\circ}\text{C}$ ；当送风口高度大于 5m 时，宜采用 $10 \sim 15^{\circ}\text{C}$ 。

二、 空调房间送风状态点的确定

- 《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》规定：**工艺性空调的送风温差**，宜按下表给出的数据采用。

工艺性空调的送风温差与换气次数

室温允许波动范围/℃	送风温差 Δt_o /℃	换气次数 n / (次/h)
$>\pm 1.0$	≤ 15	—
± 1.0	6~9	5 (高大空间除外)
± 0.5	3~6	8
$\pm 0.1\sim 0.2$	2~3	12 (工作时间不送风的除外)

二、 空调房间送风状态点的确定

• 关于房间换气次数

- 为了保证空调效果，需要对空调房间的最小送风量给予保护，一般是通过对房间换气次数的规定来体现。
- 换气次数是房间送风量 q_v (m^3/h) 和房间体积 $V(\text{m}^3)$ 的比值，用 n (次 /h) 表示，即

$$n = \frac{q_v}{V} \quad (2-6)$$

二、 空调房间送风状态点的确定

◆ 确定夏季送风状态点和房间送风量的步骤：

- 1) 计算热湿比值 $\varepsilon = Q/W$ ；
- 2) 在焓湿图上确定室内状态点 N 后，过 N 点作 ε 线；
- 3) 按照设计规范要求选取送风温差 Δt_0 ，求出送风温度 $t_0 = t_N - \Delta t_0$ ；
- 4) 校核 t_0 （一般要求夏季 t_0 要高于室内空气的露点温度 $2 \sim 3^\circ\text{C}$ ）；
- 5) 在焓湿图上找到 t_0 等温线，该线与热湿比线 ε 的交点就是送风状态点 O ，查出 h_0 和 d_0 的数值；
- 6) 用公式 (2-3) 或 (2-4) 计算送风量，并按照规定要求用公式 (2-6) 校核换气次数。

二、 空调房间送风状态点的确定

【例 3-4-1】

已知：

- ✓ 某空调房间的夏季冷负荷 $Q = 3314\text{W}$ ，湿负荷 $W = 0.264\text{g/s}$ ，体积 $V = 100\text{m}^3$ 。
- ✓ 要求室内全年保持空气状态为 $t_N = (22 \pm 1)^\circ\text{C}$
 $\phi_N = (55 \pm 5)\%$
- ✓ 当地大气压为 101325Pa
- ? 求送风状态参数和送风量

二、 空调房间送风状态点的确定

【解】

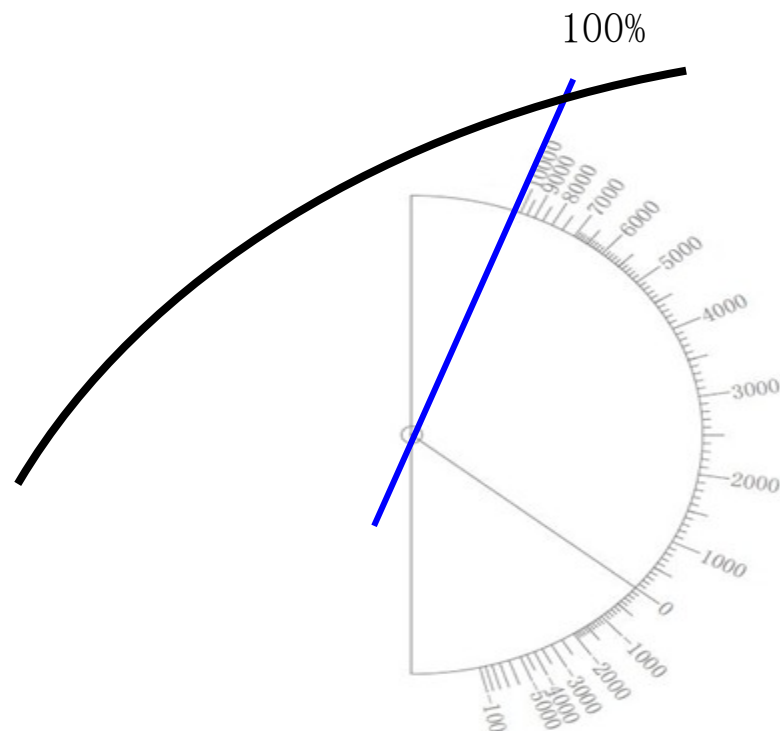
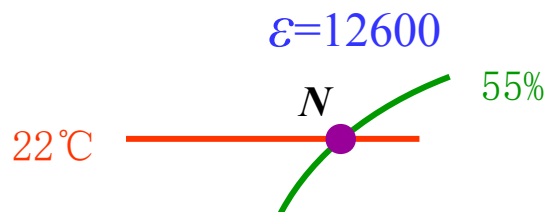
1) 计算热湿比

$$\varepsilon = \frac{Q}{W} = \frac{3314}{0.264} = 12553 \approx 12600$$

2) 定 N 点，作 ε 线

根据 $t_N = 22^\circ\text{C}$ ， $\varphi_N = 55\%$

在 $h-d$ 图上确定 N 点，
过该点画出 $\varepsilon = 12600$
热湿比线。



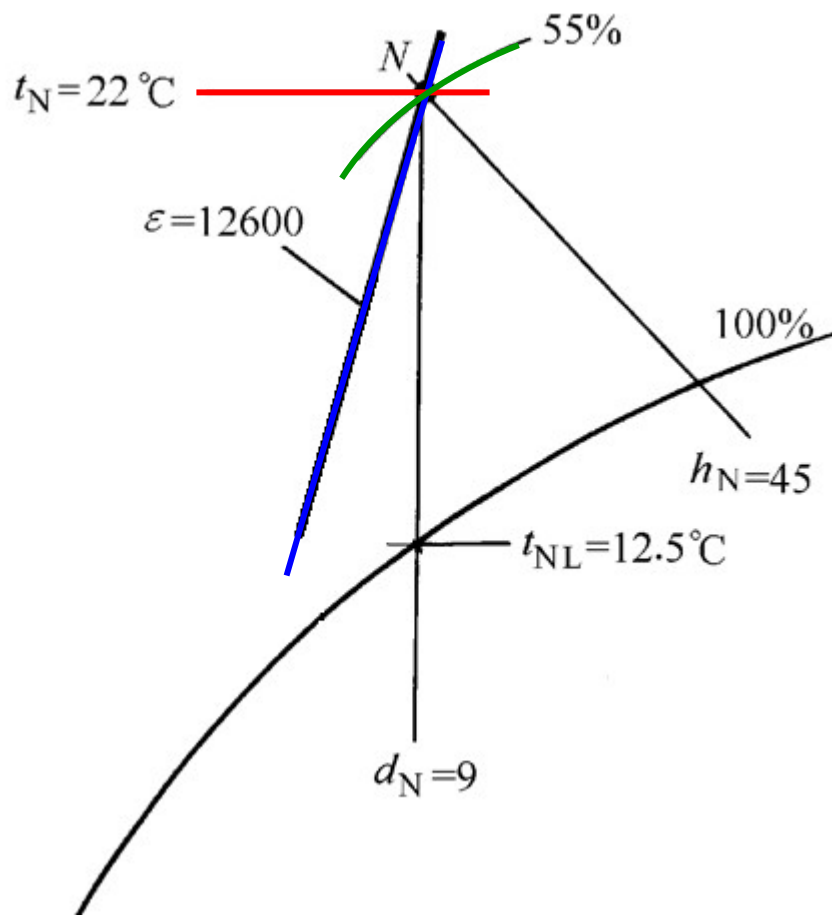
例题 2 — 1 示意图

二、 空调房间送风状态点的确定

3) 取 Δt_0 ，定 O 点

依题意，查表 2-11，取
 $\Delta t_0 = 8^\circ\text{C}$ ，则送风温度
 $t_0 = 22 - 8 = 14^\circ\text{C}$ 。

- 查 $h-d$ 图，得 $t_{\text{NL}} = 12.5^\circ\text{C}$ ，
则 $t_0 - t_{\text{NL}} = 14 - 12.5 = 1.5^\circ\text{C} < 2^\circ\text{C} - 3^\circ\text{C}$ ，
不合适。
- 将 Δt_0 减小为 7°C ，显然
就可满足要求，此时的送
风温度 $t_0 = 15^\circ\text{C}$ 。



例题 2 — 1 示意图

二、 空调房间送风状态点的确定

4) 在 $h-d$ 图上找到
15°C 的 t 线和 ε 线
的交点 O ，查得：

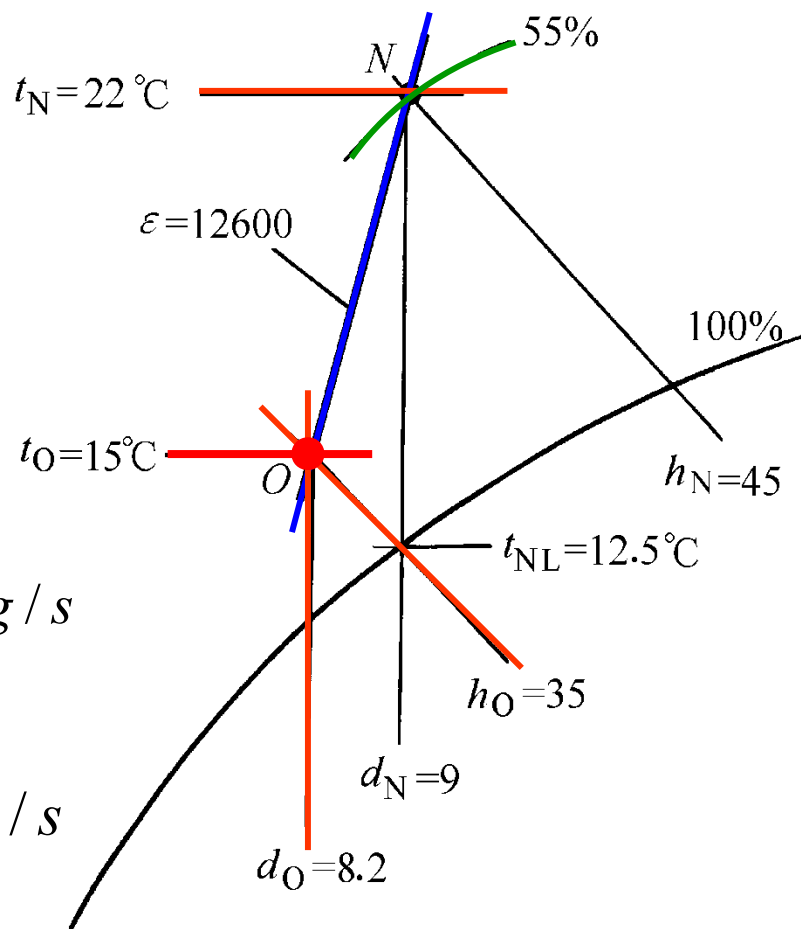
$$h_o = 35 \text{ kJ/kg 干}$$

$$d_o = 8.2 \text{ g/kg 干}$$

5) 计算送风量

$$q_m = \frac{Q}{h_N - h_o} = \frac{33.44 \times 10^3}{45 - 35} = 0.33 \text{ kg/s}$$

$$q_m = \frac{W}{d_N - d_o} = \frac{0.264}{9 - 8.2} = 0.33 \text{ kg/s}$$



例题 2 — 1 示意图

二、 空调房间送风状态点的确定

6) 计算换气次数

根据式 2-6 可得

$$n = \frac{q_v}{V} = \frac{q_m}{\rho V} = \frac{0.33 \times 3600}{1.2 \times 100} \text{ 次} / h = 9.9 \text{ 次} / h$$

由于换气次数 $n = 9.9 \text{ 次} / h$ 大于表 2-11 规定的 $5 \text{ 次} / h$ ，所以 $q_m = 0.33 \text{ kg/s}$ 的送风量满足要求。

二、 空调房间送风状态点的确定

【例 3-4-1】在送风温度 t_o 确定后，通过联立解以下三个方程式用算法也可以分别求出送风状态参数 h_o 、 d_o 和送风量 q_m 。

$$\begin{cases} q_m = \frac{Q}{h_N - h_o} \\ q_m = \frac{W}{d_N - d_o} \\ h_o = 1.01t_o + (2500 + 1.84t_o) \frac{d_o}{1000} \end{cases}$$

三、 冬季空调房间送风量和送风状态点的确定

- 当冬季空调房间负荷为热负荷时，说明需要向房间送热风。此时，送风状态空气的温度和焓值均大于室内控制状态的温度和焓值。
- 从人的一般适应能力来看，耐受吹热风的能力比耐受吹冷风的能力强，因此空调送热风时的温差可比送冷风时的送风温差大，于是冬季送热风时的送风量就可以比夏季小。

三、 冬季空调房间送风量和送风状态点的确定

- 冬季比夏季减少送风量可以少用电，降低运行费用。
- 送风量不能少于房间最少换气次数要求的送风量。
- 冬季空调也可以采用与夏季相同的送风量。全年采用固定的送风量运行管理方便，当负荷变化时只需调节送风参数即可。

三、 冬季空调房间送风量和送风状态点的确定

【例 3-4-2】

✓ 已知：仍按例 2-1 基本条件，冬季热负荷 $Q' = -1105\text{W}$ ，湿负荷 W 与夏季相同（ 0.264g/s ）。

？ 试确定冬季送风状态参数和送风量

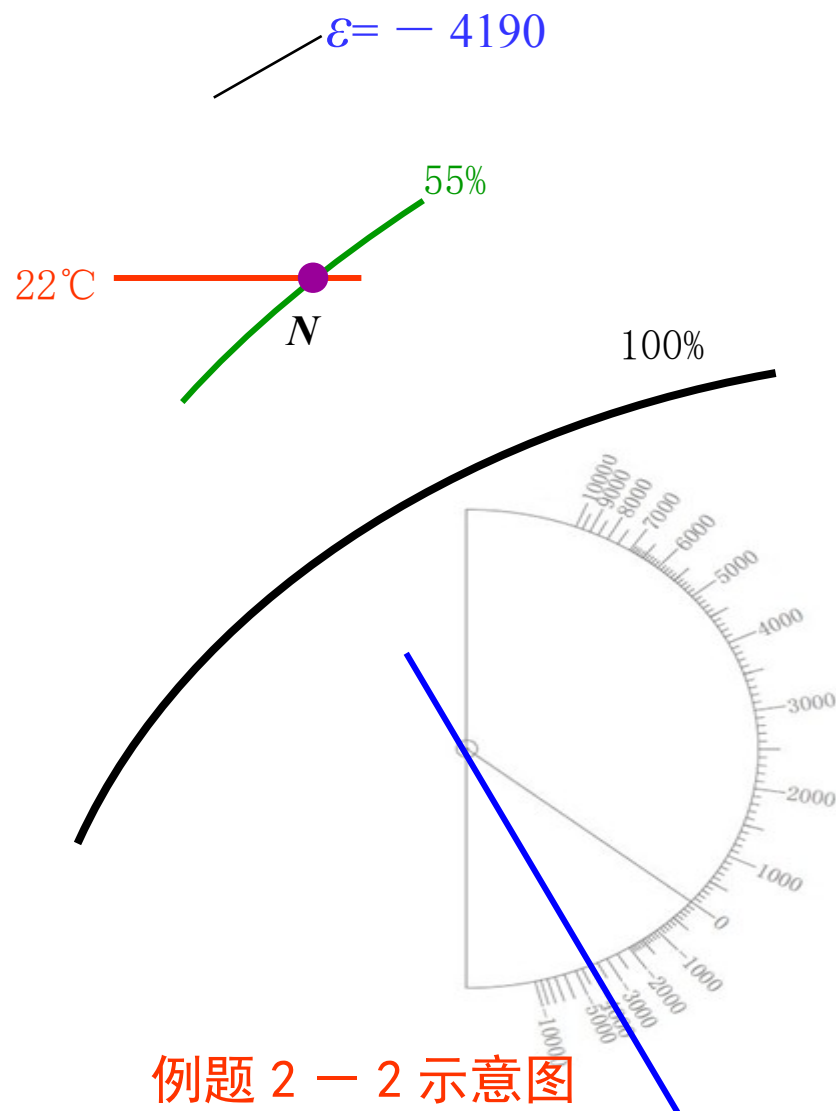
【解】

1) 计算热湿比 $\varepsilon = \frac{Q'}{W} = \frac{-1105}{0.264} = -4186\text{kJ/kg} \approx -4190\text{kJ/kg}$

三、 冬季空调房间送风量和送风状态点的确定

2) 定 N 点，作 ε 线

- 根据 $t_N = 22^\circ\text{C}$ ， $\varphi_N = 55\%$ 在 $h-d$ 图上确定室内空气控制状态点 N 。
- 过 N 点画出 $\varepsilon = -4190$ 的热湿比线



例题 2 - 2 示意图

三、 冬季空调房间送风量和送风状态点的确定

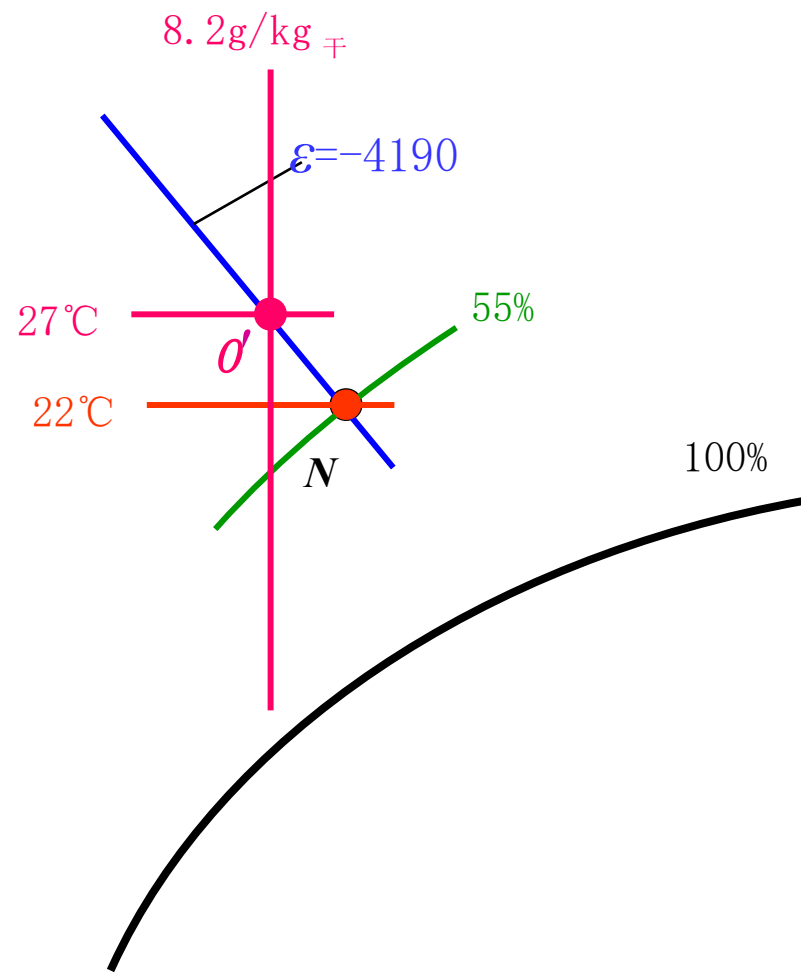
3) 定 O' 点

- 如采用保持全年送风量不变的方案，由于本例题冬夏季 W 相同，故从

$$q_m = W / (d_N - d_0) \text{ 知:}$$

$$d_{0'} = d_0 = 8.2 \text{ g/kg 干}$$

- 在 $h-d$ 图上找到 $d_{0'} = 8.2 \text{ g/kg 干}$ 的等 d 线和 ε 线的交点 O' （即冬季送风点）。

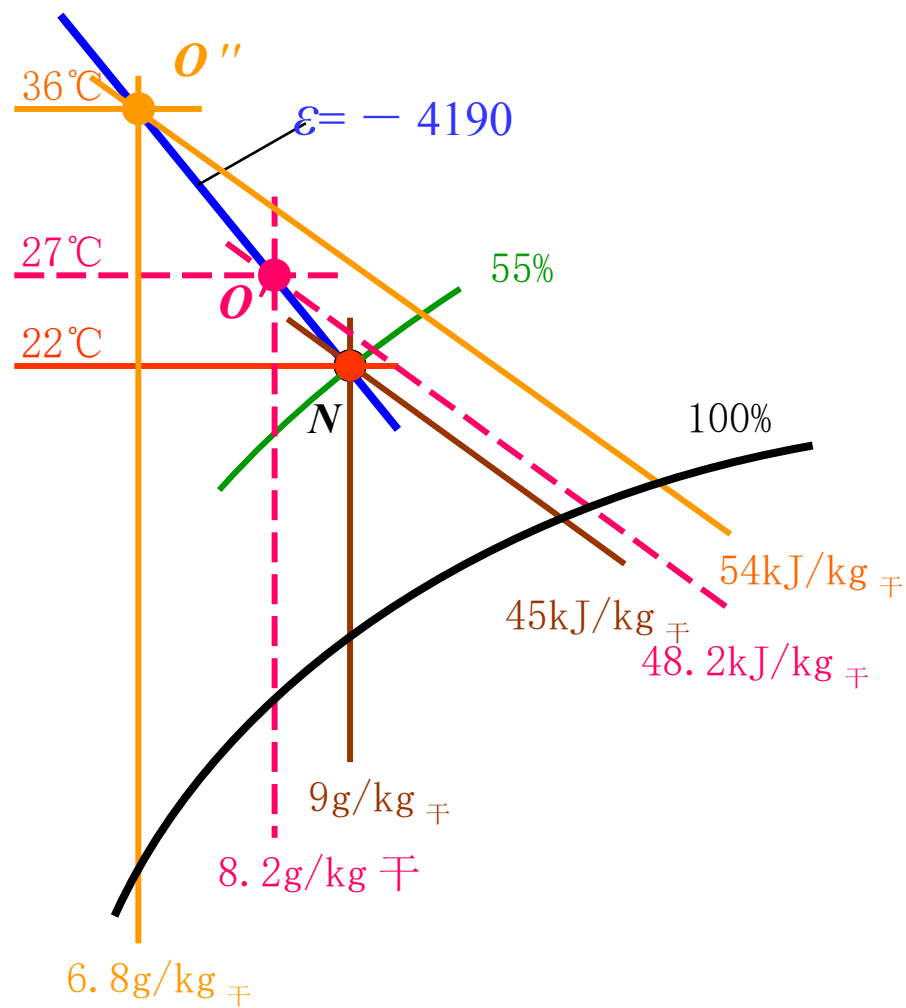


例题 2 — 2 示意图

三、 冬季空调房间送风量和送风状态点的确定

- 如果采用小于夏季送风量的方案，则可先确定送风温度或送风温差，再计算送风量。
- 例如取送风温度 $t_0 = 36^\circ\text{C}$ (送风温差为 14°C)，在 $h-d$ 图上找到 36°C 的等温线和 ε 线的交点 O' ，并查得：

$$h_{O'} = 54\text{kJ/kg 干}$$



例题 2 - 2 示意图

三、 冬季空调房间送风量和送风状态点的确定

➤ 送风点为 O'' 时的送风量

或
$$q_m = \frac{Q'}{h_N - h''_O} = \frac{-1105 \times 10^{-3}}{45 - 54} = 0.12 \text{ kg/s}$$

$$q_m = \frac{W}{d_N - d''_O} = \frac{0.264}{9 - 6.8} = 0.12 \text{ kg/s}$$

4) 计算换气次数

根据式 2-6 可得

$$n = \frac{q_v}{V} = \frac{q_m}{V\rho} = \frac{0.12 \times 3600}{100 \times 1.2} \text{ 次/h} = 3.6 \text{ 次/h}$$



黄冈职业技术学院
Huanggang Polytechnic College

崇德 强能 务实 创新

谢谢大家！



表 2-11 工艺性空调的送风温差与换气次数

室温允许波动范围/℃	送风温差 Δt_0 /℃	换气次数 n / (次/h)
$> \pm 1.0$	≤ 15	5 (高大空间除外) 8 12 (工作时间不送风的除外)
± 1.0	6 ~ 9	
± 0.5	3 ~ 6	
$\pm 0.1 \sim 0.2$	2 ~ 3	



表 2-11 工艺性空调的送风温差与换气次数

室温允许波动范围/℃	送风温差 Δt_0 /℃	换气次数 n / (次/h)
$> \pm 1.0$	≤ 15	5 (高大空间除外) 8 12 (工作时间不送风的除外)
± 1.0	6 ~ 9	
± 0.5	3 ~ 6	
$\pm 0.1 \sim 0.2$	2 ~ 3	

