



石家莊鐵道大學
SHIJIAZHUANG TIEDAO UNIVERSITY

在线开放课程

建筑材料的基本性质

材料的物理性质（二）

主讲：任书霞

• 三种密度

◆ 密度 $\rho = \frac{m}{V}$

◆ 表观密度 $\rho_0 = \frac{m}{V_0}$

◆ 堆积密度 $\rho_0' = \frac{m}{V_0'}$

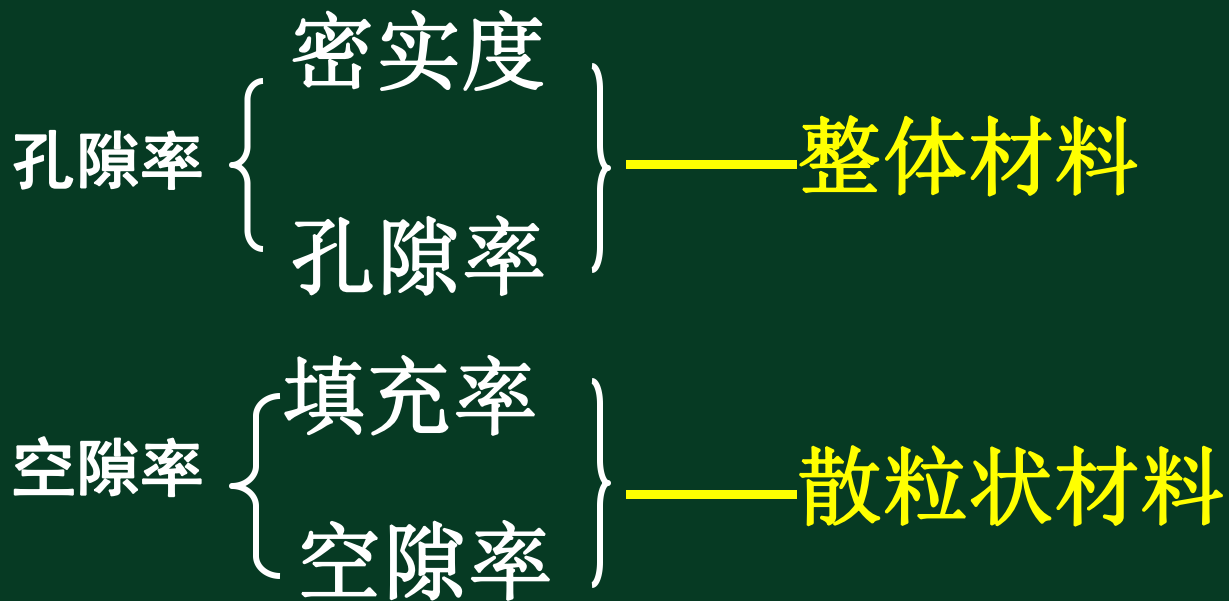
目录



在线开放课程

- 1. 材料的孔隙率
- 2. 材料的空隙率



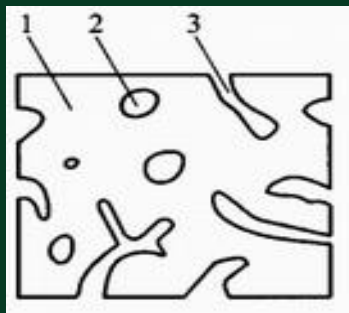


1. 材料的孔隙率

◆ **密实度**：材料内部被固体物质充实的程度。

表示方法：D

计算式：

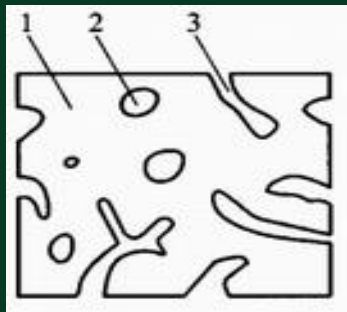


$$D = \frac{\text{实体体积}}{\text{总体积}} \times 100\% = \frac{V}{V_0} \times 100\% = \frac{\rho_0}{\rho} \times 100\%$$

意义：D↑ → 强度↑, ρ_0 ↑, 保温性↓, 耐久性↑

1. 材料的孔隙率

- ◆ **孔隙率**：材料内部孔隙体积与材料总体积的比值。



表示方法：P

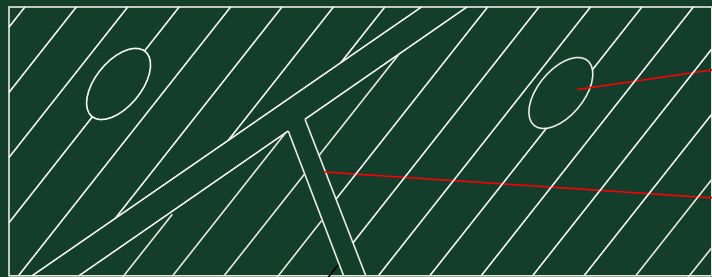
计算式：

$$P = \frac{\text{孔隙体积}}{\text{总体积}} \times 100\% = \frac{V_0 - V}{V_0} \times 100\% = \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho}\right) \times 100\%$$

- ◆ **孔隙率与密实度的关系**： $P+D=1$

1. 材料的孔隙率

孔隙分类



封闭孔

连通孔

(1) 按孔隙特征分：连通孔和封闭孔

(2) 按孔隙尺寸大小分：大孔、细孔和微孔

1. 材料的孔隙率

孔隙率与各种性能的关系,例如: 随着P增大↑,

- 材料强度↓
- 密度不变, 表观密度↓
- 保温性能不定 (封闭小孔, 保温性好; 开口大孔, 保温性差)
- 耐久性不定 (封闭孔, 连通孔)

例题一

- 某工程顶层欲加保温层，以下A、B分别为两种材料的剖面。请问选择何种材料？



材料A



材料B

分析

保温层的目的是防止外界温度变化对住户的影响，材料保温性能的主要描述指标为导热系数和热容量，其中导热系数越小越好。

观察两种材料的剖面，可见A材料为多孔结构（封闭孔），B材料为密实结构，多孔材料的导热系数较小，适于作保温层材料。

例题二

- 某标准砌墙砖经测定其密度为 2.6g/cm^3 ，表观密度为 1700kg/m^3 ，问该砖的密实度和孔隙率各为多少？

解答：密实度： $D = V/V_0 = \rho_0/\rho = 1.7/2.6 = 65.4\%$

孔隙率： $P = 1 - D = 1 - 65.4\% = 34.6\%$

例题三

- 某材料密度为 2.65g/cm^3 ，表观密度为 2.53g/cm^3 ，将表观体积为 367cm^3 、重量为 929g 的该材料浸入水中，吸水饱和后称得重量为 933g ，问此材料的孔隙率、开口孔隙率和闭口孔隙率各为多少？

解答：孔隙率 $P=1-\rho_0/\rho=1-2.53/2.65=4.5\%$

$$\text{开口孔隙率 } P_k = \frac{\Delta V}{V_0} \times 100\% = \frac{(m_2 - m_1) / \rho_w}{V_0} \times 100\%$$

$$= \frac{933 - 929}{367} \times 100\% = 1.1\%$$

例题三

- 某材料密度为 2.65g/cm^3 ，表观密度为 2.53g/cm^3 ，将表观体积为 367cm^3 、重量为 929g 的该材料浸入水中，吸水饱和后称得重量为 933g ，问此材料的孔隙率、开口孔隙率和闭口孔隙率各为多少？

解答：孔隙率 $P = 4.5\%$

开口孔隙率 $P_k = 1.1\%$

闭口孔隙率 $P_b = P - P_k = 4.5\% - 1.1\% = 3.4\%$

例题四

- 烧结普通粘土砖的外形尺寸为240mm × 115mm × 53mm，吸水饱和后的质量为2940g，烘干至恒重为2580g，现将该砖磨细并烘干后取50g，用李氏瓶测得其体积为18.58cm³，试求该砖的密度、表观密度、孔隙率、开口孔隙率和闭口孔隙率。

解答：密度 $\rho = m/V = 50/18.58 = 2.69(\text{g}/\text{cm}^3)$

$$\begin{aligned} \text{表观密度 } \rho_0 &= m/V_0 \\ &= 2580 / (24 \times 11.5 \times 5.3) \\ &= 1.76(\text{g}/\text{cm}^3) = 1760\text{kg}/\text{m}^3 \end{aligned}$$

例题四

- 烧结普通粘土砖的外形尺寸为240mm × 115mm × 53mm，吸水饱和后的质量为2940g，烘干至恒重为2580g，现将该砖磨细并烘干后取50g，用李氏瓶测得其体积为18.58cm³，试求该砖的密度、表观密度、孔隙率、开口孔隙率和闭口孔隙率。

解答： $\rho = 2.69\text{g/cm}^3$; $\rho_0 = 1.76\text{g/cm}^3$

$$\text{孔隙率 } P = 1 - \rho_0 / \rho = 1 - 1.76 / 2.69 = 34.6\%$$

$$\begin{aligned} \text{开口孔隙率} &= (2940 - 2580) / (24 \times 11.5 \times 5.3) \\ &= 24.6\% \end{aligned}$$

例题四

- 烧结普通粘土砖的外形尺寸为240mm × 115mm × 53mm，吸水饱和后的质量为2940g，烘干至恒重为2580g，现将该砖磨细并烘干后取50g，用李氏瓶测得其体积为18.58cm³，试求该砖的密度、表观密度、孔隙率、开口孔隙率和闭口孔隙率。

解答： $\rho = 2.69\text{g/cm}^3$ ； $\rho_0 = 1.76\text{kg/cm}^3$

$$P=34.6\%；\quad P_k=24.6\%$$

$$\begin{aligned} \text{闭口孔隙率 } P_b &= P - P_k = 34.6\% - 24.6\% \\ &= 10.0\% \end{aligned}$$

2. 材料的空隙率

◆ 材料的填充率

散粒材料堆积体积中，颗粒填充的程度。



表示方法： D'

计算式：

$$D' = \frac{\text{颗粒体积}}{\text{堆积体积}} \times 100\% = \frac{V_0}{V_0'} \times 100\% = \frac{\rho_0'}{\rho_0} \times 100\%$$

2. 材料的空隙率

◆ 材料的空隙率

➤ 散粒材料堆积体积中，颗粒间空隙体积与材料总体积的比值。



➤ 表示方法： P'

➤ 计算式：

$$P' = \frac{\text{空隙体积}}{\text{堆积体积}} \times 100\% = \frac{V_0' - V_0}{V_0'} \times 100\% = \left(1 - \frac{\rho_0'}{\rho_0}\right) \times 100\%$$

2. 材料的空隙率

- 关系： $D' + P' = 1$
- 注意：孔隙——材料内部
空隙——散粒材料之间



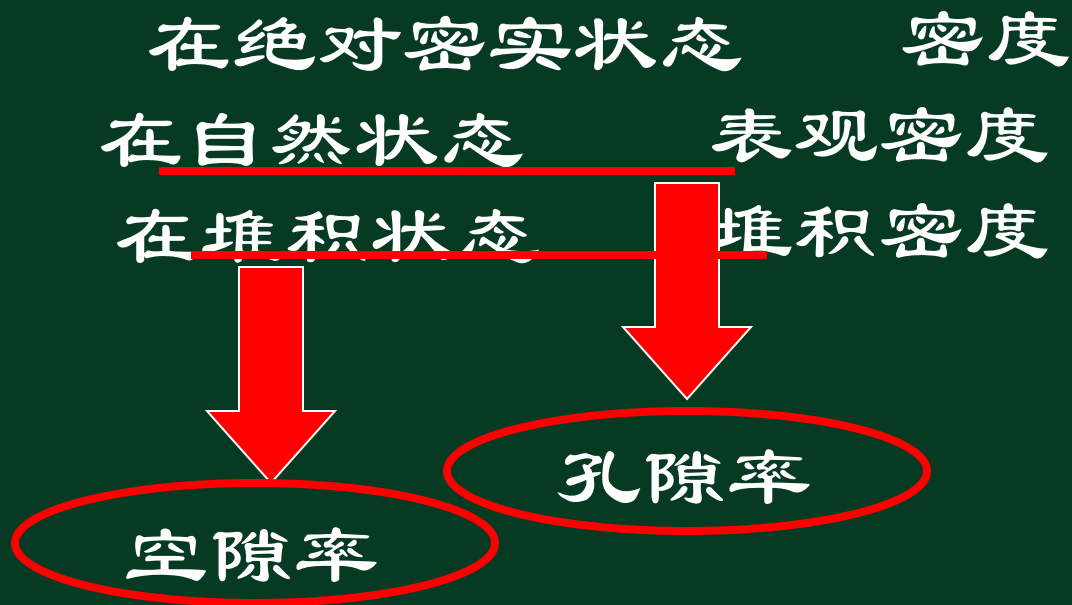
例题五

- 某混凝土所用碎石的表观密度为 2650kg/m^3 ，堆积密度为 1600kg/m^3 ，问该碎石的空隙率和填充率各为多少？

解答：空隙率： $P' = 1 - \rho_0' / \rho_0$
 $= 1 - 1.6 / 2.65 = 39.6\%$

填充率： $D' = 1 - P' = 60.4\%$

小结



作业

- 1.某岩石试样经烘干至恒重后其质量为482g，将其投入盛水的量筒中，当试样吸水饱和后水的液面高度由452cm³增为630 cm³。饱和面干时取出试件称量，质量为487g。试问该岩石的开口孔隙率为多少？表观密度是多少？
- 2.某材料的全干质量为100g，自然状态体积为40cm³，绝对密实状态下体积为33cm³，浸水饱和后质量为105 g。试计算其密度、表观密度、密实度、开口孔隙率和闭口孔隙率。