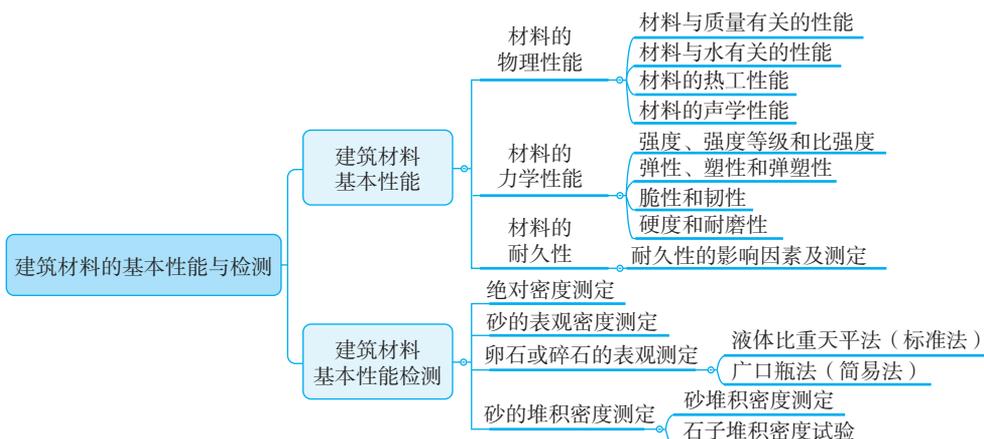


## 学习思维导图



## 知识目标

1. 能够叙述材料物理性能相关参数的含义、影响因素及其工程意义；
2. 可以根据物理参数值推断或评价材料的力学性能和耐久性；
3. 熟知强度、比强度的含义和工程意义；
4. 了解耐久性的含义，熟知评价耐久性的指标；
5. 熟知与各种物理过程相关的材料的性能，如材料与水有关的性能，与热有关的性能等。

## 技能目标

1. 能够进行材料密度测定；
2. 能够进行砂的表观密度测定；
3. 能够进行砂的堆积密度测定；
4. 能够区分与材料基本性能相关的术语。

## 任务 1.1 建筑材料基本性能

建筑材料是构成建筑的物质基础，直接关系建筑物的安全性、功能性、使用寿命和经济成本。建筑物对处在不同建筑部位的建筑材料有不同的性能要求，例如，梁、板、柱、基础、承重墙、框架等承重部位所使用的建筑材料，应具有足够的强度和抵抗变形的性能，以保证

建筑物具有足够的安全性。又如,屋面、墙体等围护结构要求建筑材料具有保温、隔热、吸声、防水、防渗甚至防冻性能,以满足建筑物在使用功能上的需求。某些工业建筑还要求材料具有耐热、防腐蚀等特殊性能。为保证建筑物经久耐用,建筑设计人员应掌握材料的基本性能,并能合理地选用材料。

建筑材料在正常使用状态下,除了承受一定的外力和自重,还会受到周围各种介质(如水、蒸汽、腐蚀性气体和其他液体等)的作用,以及各种物理作用(如温度差、湿度差、摩擦等)。为保证建筑物的正常使用功能和耐久性,相关人员在工程设计和施工中应正确、合理地使用材料,因此,必须熟悉和掌握材料的基本性能,即材料共同具有的性能。

### 1.1.1 材料的物理性能

#### 1. 材料与质量有关的性能

材料与质量有关的性能主要是指材料的各种密度和描述其孔隙与孔隙状况的指标,这些指标的表达式中都有质量这个参数。

##### 1) 材料的微观体积构成

(1) 块状材料。如图 1-1(a)所示,从微观角度分析,块状材料的体积包括矿物实体体积、闭口孔隙(不与外界连通)体积和开口孔隙(与外界连通)体积三部分。各部分的结构体积与质量关系如图 1-1(b)所示。

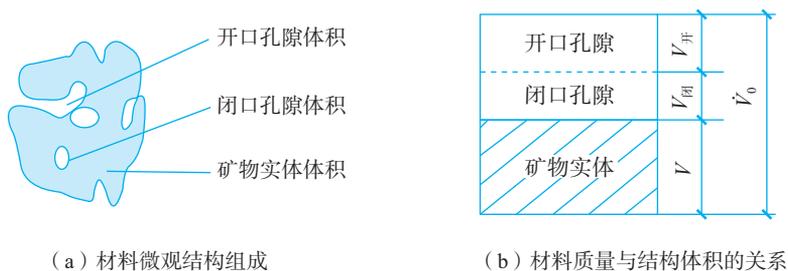


图 1-1 材料微观结构示意图

(2) 散粒状或粉状材料。如图 1-2 所示,堆积起来的散粒状或粉状材料的微观体积包括颗粒的实体体积、颗粒的开口孔隙体积、颗粒的闭口孔隙体积和颗粒间隙体积四部分。由于颗粒的开口孔隙与颗粒间的缝隙通常是贯通的,因此,散粒状或粉状材料的堆积体积可以理解为由颗粒的总表观体积与颗粒间的总空隙构成。

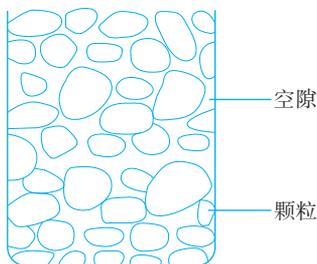


图 1-2 堆积体积

(3) 材料在不同构造状态下有不同的体积。

材料在绝对密实状态下的体积  $V$  是指构成材料的固体物质本身的体积。

材料的表观体积  $V' = V + V_{\text{闭}}$ 。

材料的自然体积  $V_0 = V + V_{\text{开}} + V_{\text{闭}}$ 。

材料的堆积体积  $V'_0 = V_0 + V_{\text{空}}$ 。

2) 反映材料质量与体积关系的参数

(1) 密度。材料在绝对密实状态下单位体积的质量称为材料的密度,按式(1-1)计算:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1-1)$$

式中: $\rho$ ——材料的密度,  $\text{g}/\text{cm}^3$  或  $\text{kg}/\text{m}^3$ ;

$m$ ——材料在干燥状态下的质量,  $\text{g}$  或  $\text{kg}$ ;

$V$ ——材料在绝对密实状态下的体积, 简称为绝对体积或实体体积,  $\text{cm}^3$  或  $\text{m}^3$ 。

材料在绝对密实状态下的体积是指构成材料的固体物质本身的体积, 或称实体体积。测量材料绝对密实状态下体积的简单方法是将材料磨成细粉, 以消除材料内部的孔隙, 用排水法求得的粉末体积即为材料绝对密实状态下的体积。材料磨得越细, 被测材料孔隙排除得越充分, 测得的实体体积越接近绝对体积, 所得到的密度值越精确。对于某些较为致密但形状不规则的散粒材料, 在测定其密度时, 可以不必磨成细粉, 而直接用排水法测其绝对体积的近似值(因没有排除颗粒内部的封闭孔隙体积), 这时所求得的密度为视密度。

(2) 表观密度。对于某些较密实的、外形不规则的散粒状材料(如混凝土用砂、石子等), 因孔隙很少, 可不必磨细, 直接以排水法测得体积, 此体积称为绝对密实体积的近似值。用绝对密实体积的近似值计算的密度称为表观密度, 按式(1-2)计算:

$$\rho' = \frac{m}{V'} \quad (1-2)$$

式中: $\rho'$ ——材料的表观密度,  $\text{g}/\text{cm}^3$  或  $\text{kg}/\text{m}^3$ ;

$m$ ——材料的质量,  $\text{g}$  或  $\text{kg}$ ;

$V'$ ——材料在自然状态下不含开口孔隙的体积,  $\text{cm}^3$  或  $\text{m}^3$ 。

根据材料的含水状态不同, 表观密度分为干表观密度和湿表观密度。材料的表观密度一般指材料在干燥状态下单位体积的质量, 称为干表观密度。当材料含水时, 其表观密度称为湿表观密度。由于材料含水状态的不同, 如绝干(烘干至恒重)、风干(气干)、含水(未饱和)、吸水饱和等, 可分别称为干表观密度、气干表观密度、湿表观密度、饱和和表观密度等。

(3) 体积密度。材料在自然状态下, 单位体积的质量, 按式(1-3)计算:

$$\rho_0 = \frac{m}{V_0} \quad (1-3)$$

式中: $\rho_0$ ——材料的体积密度,  $\text{g}/\text{cm}^3$  或  $\text{kg}/\text{m}^3$ ;

$m$ ——材料在干燥状态下的质量,  $\text{g}$  或  $\text{kg}$ ;

$V_0$ ——材料在自然状态下的体积,  $\text{cm}^3$  或  $\text{m}^3$ 。

材料在自然状态下的体积,是指包括实体和内部孔隙的外观几何形状的体积。对于规则的材料,可直接测量其体积;对于不规则的材料,为防止液体由空隙进入材料内部而影响测量值,应在表面封蜡,再用排水法测量其体积。

(4) 堆积密度。散粒材料或粉末状材料在堆积状态下(含颗粒间空隙体积)单位体积的质量,称为材料的堆积密度,按式(1-4)计算:

$$\rho'_0 = \frac{m}{V'_0} \quad (1-4)$$

式中: $\rho'_0$ ——材料的堆积密度, $\text{g}/\text{cm}^3$  或  $\text{kg}/\text{m}^3$ ;

$m$ ——材料在干燥状态下的质量, $\text{g}$  或  $\text{kg}$ ;

$V'_0$ ——材料的堆积体积(矿质实体体积+闭口孔隙体积+开口孔隙体积+颗粒间空隙体积), $\text{cm}^3$  或  $\text{m}^3$ 。

测定材料的堆积密度时,材料的质量可以是任意含水状态,未注明材料含水率时,通常是指在干燥状态下的质量。堆积密度的大小与材料装填于容器中的条件或材料的堆积状态有关,在自然堆积状态下称为松散堆积密度,当紧密堆积时称为紧密堆积密度。工程上通常所说的堆积密度是指松散堆积密度。常用建筑材料的密度、表观密度、体积密度和堆积密度值见表 1-1。

表 1-1 常用建筑材料的密度、表观密度、体积密度和堆积密度值

名称	密度/ $(\text{g}/\text{cm}^3)$	表观密度/ $(\text{g}/\text{cm}^3)$	体积密度/ $(\text{kg}/\text{m}^3)$	堆积密度/ $(\text{kg}/\text{m}^3)$
水泥	2.8~3.1	—	—	1000~1700
钢材	7.85	—	7850	—
普通混凝土	—	—	1950~2500	—
砂	2.5~2.8	2.5~2.8	—	1450~1650
碎石或卵石	2.6~2.9	2.6~2.9	—	1400~1650
木材	1.55	—	400~800	—
石灰岩	2.60	—	1800~2600	—
普通黏土砖	2.5~2.8	—	1600~1800	—

### 3) 表征材料结构密实性的参数

(1) 密实度  $D$ 。密实度是材料固体部分的体积(矿质实体体积)占材料总体积(矿质实体体积+闭合孔隙体积+开口孔隙体积)的百分率,以  $D$  表示:

$$D = \frac{V}{V_0} \times 100\% = \frac{\rho_0}{\rho} \times 100\% \quad (1-5)$$

式中: $V$ ——材料在绝对密实状态下的体积,简称为绝对体积或实体积, $\text{cm}^3$  或  $\text{m}^3$ ;

$V_0$ ——材料在自然状态下的体积, $\text{cm}^3$  或  $\text{m}^3$ 。

密实度  $D$  反映材料的密实程度, $D$  值越大,材料越密实。对于绝对密实材料,密实度

$D=1$  或  $100\%$ ; 对于大多数建筑材料, 因为材料中孔隙的存在, 故密实度  $D < 1$  或  $100\%$ 。材料的很多性能(如强度、耐久性等)均与密实度有关, 材料越密实, 其强度越高, 耐久性越好。

(2) 孔隙率  $P$ 。孔隙率是指材料中孔隙体积(闭合孔体积+开口孔体积)占材料总体积(矿质实体体积+闭口孔隙体积+开口孔隙体积)的百分率, 以  $P$  表示。密实度与孔隙率的关系为  $P+D=1$ 。

$$P = \frac{V_0 - V}{V_0} \times 100\% = \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho}\right) \times 100\% \quad (1-6)$$

材料内部孔隙的构造分为开孔与封闭孔两种。按其尺寸大小又可分为粗孔和细孔。材料的许多性能(如强度、吸湿性、吸水性、抗渗性、抗冻性、导热性、吸声性等)都与孔隙率和孔隙构造有关。一般而言, 同一种材料的孔隙率越小、连通孔隙越少, 其强度越高、吸水性越小、抗渗性和抗冻性越好、导热性越大。

#### 4) 表征材料堆积紧密程度的参数

(1) 空隙率  $P'$ 。空隙率是指散粒或粉状材料颗粒之间的空隙体积占其堆积体积的百分率, 以  $P'$  表示, 按式(1-7)计算:

$$P' = \frac{V'_0 - V_0}{V'_0} \times 100\% = \left(1 - \frac{\rho'_0}{\rho_0}\right) \times 100\% \quad (1-7)$$

式中:  $V_0$ ——材料在自然状态下的体积,  $\text{cm}^3$  或  $\text{m}^3$ ;

$V'_0$ ——材料的堆积体积,  $\text{cm}^3$  或  $\text{m}^3$ 。

空隙率的大小反映了散粒材料的颗粒间互相填充的紧密程度。空隙率可作为控制混凝土骨料级配与计算砂率的依据。在配制混凝土、砂浆等材料时, 砂、石的空隙率是控制混凝土中骨料级配与计算混凝土砂率的重要依据。为了节约水泥等胶凝材料, 改善材料的性能, 宜选用空隙率  $P'$  较小的砂石。

(2) 填充率  $D'$ 。填充率是指散粒材料堆积体积内被固体颗粒所填充的程度, 用  $D'$  表示:

$$D' = \frac{V_0}{V'_0} \times 100\% = \frac{\rho'_0}{\rho_0} \times 100\% \quad (1-8)$$

**【例题】** 已知某种建筑材料试样的孔隙率为  $24\%$ , 此试样在自然状态下的体积为  $40\text{cm}^3$ , 质量为  $85.50\text{g}$ , 吸水饱和后的质量为  $89.77\text{g}$ , 烘干后的质量为  $82.30\text{g}$ 。试求该材料的密度、表观密度、开口孔隙率、闭口孔隙率、含水率。

**解:** 密度 =  $\frac{\text{干质量}}{\text{密实状态下的体积}} = \frac{82.30}{40 \times (1 - 0.24)} \approx 2.71(\text{g}/\text{cm}^3)$

表观密度 =  $\frac{\text{干质量}}{\text{表观体积}} = \frac{82.30}{40 \times (1 - 0.187)} \approx 2.53(\text{g}/\text{cm}^3)$

开口孔隙率 =  $\frac{\text{开口孔隙体积}}{\text{自然状态下的体积}} \times 100\% = \frac{(89.77 - 82.30) \div 1}{40} \times 100\% \approx 18.70\%$

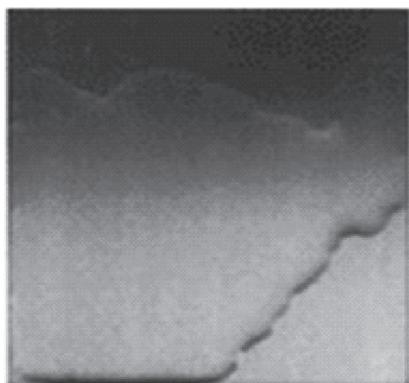
闭口孔隙率 = 孔隙率 - 开口孔隙率 =  $(0.24 - 0.187) \times 100\% = 5.30\%$

$$\text{含水率} = \frac{\text{水的质量}}{\text{干重}} = \frac{85.50 - 82.30}{82.30} \times 100\% \approx 3.90\%$$

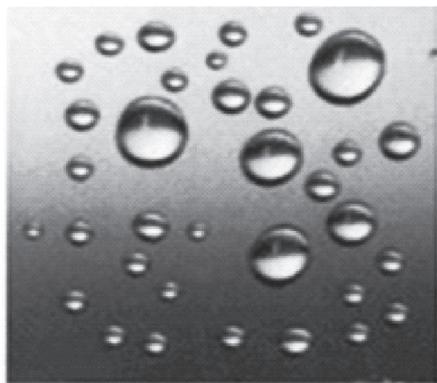
## 2. 材料与水有关的性能

### 1) 亲水性与憎水性

当水与建筑材料在空气中接触时,会出现两种不同的现象。如图 1-3 所示,表面能被水润湿,即水能在其表面铺展开的材料称为亲水性材料;表面不能被水润湿,即水不能在其表面铺展开的材料称为憎水性材料。



(a) 亲水性材料



(b) 憎水性材料

图 1-3 水在不同材料表面作用的情形

根据材料与水接触时,其是否能被水润湿,可将材料分为亲水性与憎水性两大类。材料被水润湿的程度可用润湿角  $\theta$  表示,见图 1-4。润湿角是在材料、水和空气的交点处,沿水滴表面作切线,切线( $\gamma_L$ )和水与材料接触面( $\gamma_{SL}$ )所形成的夹角。一般认为,润湿角  $0^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$ 。图 1-4(a)的材料为亲水性材料,润湿角  $0^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$ 。图 1-4(b)的材料为憎水性材料,润湿角  $90^\circ \leq \theta \leq 180^\circ$ 。憎水性材料具有较好的防水、防潮性,常用作防水材料,也可用于对亲水性材料进行表面处理,以降低吸水率,提高抗渗性。大多数建筑材料属于亲水性材料,如混凝土、砖、石、木材、钢材等;大部分有机材料属于憎水性材料,如沥青、塑料、石蜡和有机硅等。但需指出的是,孔隙率较小、孔隙构造为封闭孔的亲水性材料也具有较好的防水、防潮性,如水泥砂浆、水泥混凝土等。

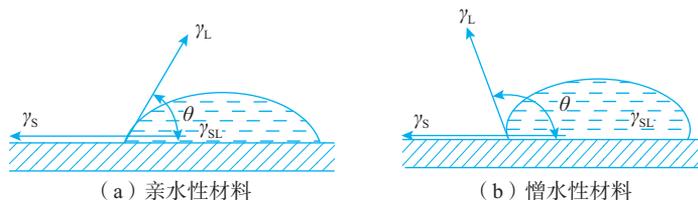


图 1-4 材料的润湿角示意图

### 2) 吸湿性与吸水性

(1) 吸湿性。材料在空气中吸收水分的性质称为吸湿性,用含水率  $W'$  表示,即材料所含水的质量与材料干质量的百分比,按式(1-9)计算:

$$W' = \frac{m_w - m}{m} \times 100\% \quad (1-9)$$

式中： $m_w$ ——材料含水时的质量，g 或 kg；

$m$ ——材料干燥时的质量，kg。

材料吸湿或干燥至与空气湿度相平衡时的含水率称为平衡含水率。建筑材料在正常使用状态下均处于平衡含水状态。

材料的含水率随空气湿度的不同而改变。在不同湿度的空气中，材料既能从空气中吸收水分，又可向空气中扩散水分，最后与空气湿度达到平衡，此时的含水率称为平衡含水率。木材的吸湿性受空气湿度变化的影响特别明显。例如，木门窗如长期处在空气湿度较小的环境中，为了与周围湿度平衡，木材便向外散发水分，于是门窗因体积收缩而干裂。

(2) 吸水性。材料在水中吸收水分的性质称为吸水性，用质量吸水率  $W_m$  或体积吸水率  $W_v$  表示。质量吸水率是指材料所吸水的质量占材料干质量的百分率，体积吸水率是指材料所吸水的体积占干燥材料自然体积的百分率，可分别用以下两式计算：

$$W_m = \frac{m_{sw} - m}{m} \times 100\% \quad (1-10)$$

$$W_v = \frac{m_{sw} - m}{V_0} \times \frac{1}{\rho_w} \times 100\% \quad (1-11)$$

式中： $m_{sw}$ ——材料吸水饱和时的质量，g 或 kg；

$V_0$ ——干燥材料自然状态的体积， $\text{cm}^3$  或  $\text{m}^3$ ；

$\rho_w$ ——水的密度， $\text{g}/\text{cm}^3$  或  $\text{kg}/\text{m}^3$ ，在常温下取  $1.0\text{g}/\text{cm}^3$ ；

$m$ ——材料干燥状态下的质量，g 或 kg。

质量吸水率和体积吸水率的关系为

$$W_v = W_m \times \frac{\rho_0}{\rho_w} = W_m \times \rho_0 \quad (1-12)$$

式中： $\rho_0$ ——材料干燥状态下的表观密度， $\text{g}/\text{cm}^3$  或  $\text{kg}/\text{m}^3$ 。

材料吸水率主要与材料的孔隙率以及孔隙构造有关。孔隙率越大，细小开口孔越多，吸水率也越大；因水分不能进入闭口孔隙，而粗大的开口孔隙又不易留存水分，故闭口孔隙吸水率较小。应指出，含水率会随环境发生变化，而其吸水率是一个定值，材料的吸水率可以说是该材料的最大含水率，二者不能混淆。

### 3) 耐水性、抗渗性和抗冻性

(1) 耐水性。耐水性是指材料长期处于水饱和状态而不被破坏，强度也不显著降低的性质，用软化系数表示。软化系数是指材料在吸水饱和状态下的抗压强度与其在干燥状态下的抗压强度的比值，用  $K_p$  表示，用式(1-13)计算：

$$K_p = \frac{f_{sw}}{f_d} \quad (1-13)$$

式中： $f_{sw}$ ——材料在吸水饱和状态下的抗压强度，MPa；

$f_d$ ——材料在干燥状态下的抗压强度，MPa。

$K_p$  值可以表明材料浸水饱和后强度下降的程度,  $K_p$  一般在 0~1.0 之间。  $K_p$  越小, 表明材料吸水后强度下降越大, 即耐水性越差。不同材料的  $K_p$  值相差较大, 如黏土  $K_p = 0$ , 而金属  $K_p = 1$ 。工程中将  $K_p \geq 0.85$  的材料称为耐水材料。经常位于水中或受潮严重的重要结构所用材料,  $K_p$  不宜小于 0.85; 受潮较轻或次要结构所用材料,  $K_p$  可以稍有降低, 但不宜小于 0.75。

(2) 抗渗性。如图 1-5 所示, 材料在压力水作用下透过水量的多少遵守达西定律。即在一定时间  $t$  内, 透过材料试件的水量  $W$  与试件的渗水面积  $A$  及水头  $h$  成正比, 与试件厚度  $d$  成反比。抗渗性用渗透系数  $K$  表示, 计算公式如下:

$$K = \frac{Wd}{Ath} \quad (1-14)$$

式中:  $K$  —— 渗透系数, cm/h;  
 $W$  —— 试件渗水量,  $\text{cm}^3$ ;  
 $d$  —— 试件厚度, cm;  
 $A$  —— 渗水面积,  $\text{cm}^2$ ;  
 $t$  —— 渗水时间, h;  
 $h$  —— 水头(水压力), cm。

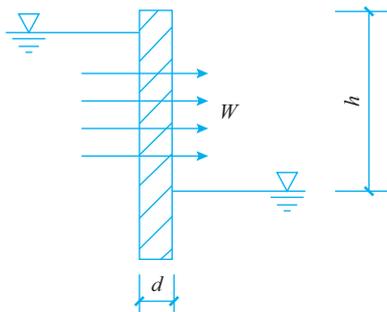


图 1-5 材料透水示意图

渗透系数  $K$  越大, 则材料的抗渗性越差。对于混凝土材料, 其抗渗性通常用抗渗等级来表示。抗渗等级是以 28d 龄期的标准试件, 按标准试验方法进行试验时所能承受的最大水压力确定的。地下建筑防水工程通常使用防水混凝土, 要求其应具有较高的密实性、憎水性和抗渗性, 抗渗等级大于或等于 P6, 即最小抗渗压力为 0.6 MPa。《地下工程防水技术规范》(GB 50108—2008) 规定, 对于 IV、V 级围岩(土层及软弱围岩)防水混凝土, 设计抗渗等级应符合表 1-2 的规定。

表 1-2 防水混凝土设计抗渗等级

工程埋置深度/m	设计抗渗等级
<10	P6
10~20	P8
20~30	P10
30~40	P12

(3) 抗冻性。材料在水饱和状态下,能够经受多次冻融循环而不破坏,也不严重降低强度的性能称为抗冻性。材料的抗冻性用抗冻等级表示。抗冻等级是材料在吸水饱和状态下,经冻融循环作用,强度损失和质量损失均不超过规定值时所能承受的最大冻融循环次数。用符号  $F_n$  表示,其中  $n$  为最大冻融循环次数,如  $F_{25}$ 、 $F_{50}$ 、 $F_{100}$ 、 $F_{150}$  等。

材料在冻融循环作用下产生破坏,是由于材料内部毛细孔隙及大孔隙中的水结冰时的体积膨胀(约9%)造成的。膨胀对材料孔壁产生巨大的压力,由此产生的拉应力超过材料的抗拉极限时,材料内部会产生微裂缝,强度下降。此外,在冻结和融化过程中,材料内外的温差所引起的温度应力也会导致微裂缝的产生,或加速微裂缝的扩展。抗冻性是评定材料耐久性的重要指标之一。

所以,对于受大气和水作用的材料,抗冻性往往决定了它的耐久性,抗冻等级越高,材料越耐久。实际工程中,应根据工程种类、结构部位、使用条件、气候条件等因素选择不同抗冻等级的材料。

### 3. 材料的热工性能

#### 1) 导热性

材料传导热量的性能称为材料的导热性,用热导率(也称导热系数) $\lambda$  表示。

$$\lambda = \frac{Qa}{(T_1 - T_2)AZ} \quad (1-15)$$

式中: $\lambda$ ——热导率,  $W/(m \cdot K)$ ;

$Q$ ——传递的热量,  $J$ ;

$a$ ——材料的厚度,  $m$ ;

$T_1 - T_2$ ——材料两侧的温差,  $K$ ;

$A$ ——材料传热面的面积,  $m^2$ ;

$Z$ ——传热的的时间,  $s$  或  $h$ 。

热导率的物理意义:面积为  $1m^2$ 、厚度为  $1m$  的材料,当两侧温差为  $1K$  时,经  $1s$  所传递的热量。材料传导热量的示意图如图 1-6 所示。热导率越小,表示材料的绝热性能越好。热导率是房屋的墙体和屋面热工计算,以及确定热表面或冷藏库绝热层厚度的重要参数。

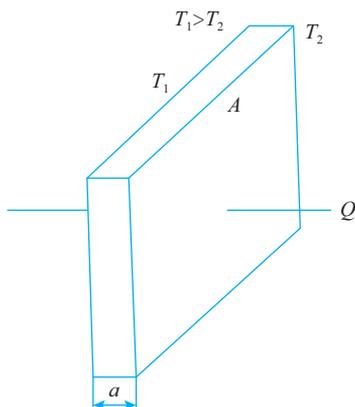


图 1-6 材料传导热量的示意图

建筑材料的热导率差别很大,在  $0.035\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ (泡沫塑料)至  $3.500\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ (大理石)之间。通常将  $\lambda\leq 0.230\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$  的材料称为绝热材料。

材料的热导率取决于材料的化学组成、结构、构造、孔隙率与孔隙特征、含水状况及导热时的温度。一般来讲,金属材料、无机材料、晶体材料的热导率分别大于非金属材料、有机材料和非晶体材料。

### 2) 热容量

材料受热时吸收热量,冷却时放出热量的性能称为热容量。热容量的大小用比热容(也称为热容量系数)表示,比热容在数值上等于温度升高或者降低  $1\text{K}$  时,  $1\text{g}$  材料吸收或者放出的能量,按式(1-16)计算:

$$c = \frac{Q}{(T_2 - T_1)m} \quad (1-16)$$

式中: $c$ ——材料的比热容,  $\text{J}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ;

$Q$ ——材料吸收(或放出)的热量,  $\text{J}$ ;

$m$ ——材料的质量,  $\text{g}$ ;

$T_2 - T_1$ ——材料受热(或冷却)前后的温度差,  $\text{K}$ 。

比热容  $c$  与质量  $m$  的乘积称为热容量。材料的热容量大,则材料在吸收或放出较多的热量时,其自身的温度变化不大,即有利于保证室内温度相对稳定。在设计围护结构(墙体、屋面等)时,应充分考虑材料的热容量。将轻质材料作为围护材料使用时,应注意其热容量较小的特点。几种常用建筑材料的热导率和比热容见表 1-3。

表 1-3 几种常用材料的热导率和比热容

材 料	热导率/ [ $\text{W}\cdot(\text{m}\cdot\text{K})^{-1}$ ]	比热容/ [ $\text{J}\cdot(\text{m}\cdot\text{K})^{-1}$ ]	材 料	热导率/ [ $\text{W}\cdot(\text{m}\cdot\text{K})^{-1}$ ]	比热容/ [ $\text{J}\cdot(\text{m}\cdot\text{K})^{-1}$ ]
钢材	58.00	$0.48\times 10^3$	泡沫塑料	0.03	$1.30\times 10^3$
花岗岩	3.49	$0.92\times 10^3$	水	0.60	$4.19\times 10^3$
普通混凝土	1.28	$0.88\times 10^3$	冰	2.20	$2.05\times 10^3$
普通烧结砖	0.81	$0.84\times 10^3$	密闭空气	0.025	$1.00\times 10^3$
松木	横纹 0.17	$2.51\times 10^3$	—	—	—
	顺纹 0.35				

### 3) 材料的耐燃性与耐火性

(1) 耐燃性。耐燃性是指在发生火灾时,材料可否燃烧以及燃烧的难易程度。按耐燃性的不同,可将材料分为非燃烧材料、难燃烧材料和燃烧材料三类。

非燃烧材料是在空气中受高温作用时不起火、不微燃、不碳化的材料。

难燃烧材料是在空气中受高温作用时难起火、难微燃、难碳化,当火源移走后,燃烧会立即停止的材料。

燃烧材料是在空气中受高温作用时会自行起火或微燃,当火源移走后,仍能继续燃烧