

CaiLiaoYuan

ZhuanYeJiChuZhiShi

材料员 专业基础知识

中国建设教育协会组织编写

中国建筑工程工业出版社

建设行业专业技术人员职业资格培训教材

材料员专业基础知识

中国建设教育协会组织编写

张友昌 主编

艾永祥 主审

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

材料员专业基础知识/中国建设教育协会组织编写. —北京: 中国建筑工业出版社, 2007
建设行业专业技术管理人员职业资格培训教材
ISBN 978-7-112-09387-8

I. 材… II. 中… III. 建筑材料-工程技术人员-资格考核-教材 IV. TU5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 128488 号

本书由中国建设教育协会组织编写, 为建设行业专业技术人员职业资格培训教材。本书主要内容包括建筑材料、建筑识图与构造、施工机具与周转材料、建筑施工基础知识等四部分。本书可作为材料员的考试培训教材, 也可作为相关专业工程技术人员的参考用书。

* * *

责任编辑: 朱首明 李 明

责任设计: 董建平

责任校对: 王 爽 孟 楠

建设行业专业技术管理人员职业资格培训教材

材料员专业基础知识

中国建设教育协会组织编写

张友昌 主编

艾永祥 主审

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版

北京市密东印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 17¼ 字数: 420 千字

2007 年 11 月第一版 2007 年 11 月第一次印刷

印数: 1—3500 册 定价: 30.00 元

ISBN 978-7-112-09387-8
(16051)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

建设行业专业技术管理人员职业资格培训教材

编审委员会

主任委员：许溶烈

副主任委员：李竹成 吴月华 高小旺 高本礼 沈元勤

委员：(按姓氏笔画排序)

邓明胜	艾永祥	危道军	汤振华	许溶烈	孙沛平
杜国城	李 志	李竹成	时 炜	吴之昕	吴培庆
吴月华	沈元勤	张义琢	张友昌	张瑞生	陈永堂
范文昭	周和荣	胡兴福	郭泽林	耿品惠	聂鹤松
高小旺	高本礼	黄家益	章凌云	韩立群	颜晓荣

出版说明

由中国建设教育协会牵头、各省市建设教育协会共同参与的建设行业专业技术管理人员职业资格培训工作，经全国地方建设教育协会第六次联席会议商定，从今年下半年起，在条件成熟的省市陆续展开，为此，我们组织编写了《建设行业专业技术管理人员职业资格培训教材》。

开展建设行业专业技术管理人员职业资格培训工作，一方面是为了满足建设行业企事业单位的需要，另一方面也是为建立行业新的职业资格培训考核制度积累经验。

该套教材根据新制订的职业资格培训考试标准和考试大纲的要求，一改过去以理论知识为主的编写模式，以岗位所需的知识和能力为主线，精编成《专业基础知识》和《专业管理实务》两本，以供培训配套使用。该套教材既保证教材内容的系统性和完整性，又注重理论联系实际、注重解决问题能力的培养；既注重内容的先进性、实用性和适度的超前性，又便于实施案例教学和实践教学，具有可操作性。学员通过培训可以掌握从事专业岗位工作所必需的专业基础知识和专业实务能力。

由于时间紧，教材编写模式的创新又缺少可以借鉴的经验，难度较大，不足之处在所难免。请各省市有关培训单位在使用中将发现的问题及时反馈给我们，以作进一步的修订，使其日臻完善。

中国建设教育协会

2007年7月

序

由中国建设教育协会组织编写的《建设行业专业技术管理人员职业资格培训教材》与读者见面了。这套教材对于满足广大建设职工学习和培训的需求，全面提高基层专业技术管理人员的素质，对于统一全国建设行业专业技术管理人员的职业资格培训和考试标准，推进行业职业资格制度建设的步伐，是一件很有意义的事情。

建设行业原有的企事业单位关键岗位持证上岗制度作为行政审批项目被取消后，对基层专业技术管理人员的教育培训尚缺乏有效的制度措施，而当前，科学技术迅猛发展，信息技术日益渗透到工程建设的各个环节，现在结构复杂、难度高、体量大的工程越来越多，新技术、新材料、新工艺、新规范的更新换代越来越快，迫切要求提高从业人员的素质。只有先进的技术和设备，没有高素质的操作人员，再先进的技术和设备也发挥不了应有的作用，很难转化为现实生产力。我们现在的施工技术、施工设备对生产一线的专业技术人员、管理人员、操作人员都提出了很高的要求。另一方面，随着市场经济体制的不断完善，我国加入 WTO 过渡期的结束，我国建筑市场的竞争将更加激烈，按照我国加入 WTO 时的承诺，我国的建筑工程市场将对外开放，其竞争规则、技术标准、经营方式、服务模式将进一步与国际接轨，建筑企业将在更大范围、更广领域和更高层次上参与国际竞争。国外知名企业凭借技术力量雄厚、管理水平高、融资能力强等优势进入我国市场。目前已有 39 个国家和地区的投资者在中国内地设立建筑设计和建筑施工企业 1400 多家，全球最大的 225 家国际承包商中，很多企业已经在中国开展了业务。这将使我国企业面临与国际跨国公司在国际、国内两个市场上同台竞争的严峻挑战。同国际上大型工程公司相比，我国的建筑业企业在组织机构、人力资源、经营管理、程序与标准、服务功能、科技创新能力、资本运营能力、信息化管理等多方面存在较大差距，所有这些差距都集中地反映在企业员工的全面素质上。最近，温家宝总理对建筑企业作了四点重要指示，其中强调要“加强领导班子建设和干部职工培训，提高建筑队伍整体素质。”贯彻落实总理指示，加强企业领导班子建设是关键，提高建筑企业职工队伍素质是基础。由此，我非常支持中国建设教育协会牵头把建设行业基层专业技术管理人员职业资格培训工作开展起来。这也是贯彻落实温总理指示的重要举措。

我希望中国建设教育协会和各地方的同行们齐心协力，规范有序地把这项工作做好，确保工作的质量，满足建设行业企事业单位对专业技术管理人员培训的需要，为行业新的职业资格培训考核制度的建立积累经验，为造就全球范围内的高素质建筑大军做出更大贡献。

徐 工
24/7/07.

前 言

材料质量是工程质量的基础，不同工程项目、不同工艺阶段，对材料要求各不相同，材料本身质量的优劣，直接影响着工程质量；材料费还是工程中的重要开支，在工程造价中，一般要占建筑工程总成本的60%以上。因此加强材料管理，对提高工程质量，节约材料费用，减少材料消耗，降低工程成本，提高企业效益有着重要作用。

随着我国社会主义市场经济的建立和不断完善，我国建设事业改革的不断深入。材料员的工作内容已经发生根本性的改变。材料管理工作的重心已从企业管理为主转移到以项目部管理为主。为了满足社会主义市场经济条件下培养建筑施工企业现场材料管理人员需要，提高材料管理人员的管理水平，中国建设教育协会组织编写了本书。

本书是按照中国建设教育协会组织论证的“建设行业专业技术管理人员《材料员》职业资格培训考试大纲”的要求编写的。是建设、开发、施工企业材料员职业岗位培训教材之一。本教材的内容符合《材料员职业资格考试标准》和《材料员考试大纲》的有关要求，在编写过程中执行了国家现行的有关规范、规程和技术标准。比较全面的介绍了材料员作为工程管理人员应该掌握和了解的基本知识，包括建筑材料、建筑识图与构造、施工机具与周转材料、施工技术与管理等内容。全书较好地反映了施工企业现场材料管理人员应具备的基本知识，实用性较强，可作为培训用书，也可作为基层材料管理人员自学参考用书。全书由张友昌主编，方俊生、刘修坤、何辉、陈捷、郁永泉、宣国年、徐登翰、顾晓林也参与了编写工作，全书由艾永祥审阅。

在编写过程中得到了浙江省建设厅人事教育处、浙江省建设培训中心、浙江省建设行业人力资源协会的大力支持，在此表示感谢。

本书谬误之处在所难免，恳请提出宝贵意见为感。

目 录

一、建筑材料	1
(一) 材料的基本性质	1
(二) 气硬性无机胶凝材料	8
(三) 水泥	13
(四) 混凝土	22
(五) 建筑砂浆与墙体材料	39
(六) 建筑钢材	56
(七) 防水材料	69
(八) 木材及人造板材	82
(九) 建筑塑料	87
(十) 建筑装饰材料	91
(十一) 其他工程材料	108
二、建筑识图与构造	127
(一) 点、线、面的正三面投影, 物体的三面投影	127
(二) 轴测图、断面图和剖面图	130
(三) 施工图符号	135
(四) 工程图常用图例	138
(五) 建筑工程图内容	144
(六) 建筑类型、等级和构造组成	169
(七) 基础和地下室	172
(八) 墙体	179
(九) 楼板	196
(十) 屋盖	204
(十一) 楼梯、台阶、坡道、电梯	207
(十二) 门窗	215
(十三) 阳台与雨篷	220
三、施工机具与周转材料	224
(一) 施工机械	224
(二) 施工机具	236
(三) 周转材料	239
四、建筑施工基础知识	246
(一) 土方和地基工程施工	246
(二) 基础工程施工	247
(三) 砌体工程施工	250

（四）钢筋混凝土结构工程施工	251
（五）防水工程施工	255
（六）楼地面工程施工	257
（七）门窗工程施工	258
（八）抹灰工程施工	259
（九）涂饰工程施工	260
（十）建筑工程施工组织设计	261
（十一）建设工程项目管理概述	264
主要参考文献	268

一、建筑材料

(一) 材料的基本性质

建筑材料是用于建造建筑物或构筑物的所有物质的总称。建筑材料种类繁多，为了便于研究和使用的，通常从不同的角度加以分类。

按用于建筑物的部位分：基础材料、墙体材料、屋面材料、地面材料、顶棚材料等。

按材料的作用分：结构材料、砌筑材料、防水材料、装饰材料、保温绝热材料等。

按材料的成分分：无机材料、有机材料、复合材料等。

建筑材料的性质各异。通常我们将一些材料共同具有的性质，称为材料的基本性质。归纳起来，材料的基本性质有物理性质、力学性质、化学性质、耐久性质、装饰性质等方面。

1. 材料的物理性质

(1) 材料状态参数与结构特征

1) 材料的状态参数

(A) 密度 材料的密度是指材料在绝对密实状态下单位体积的质量，可用下式计算：

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

式中 ρ ——材料的密度， g/cm^3 ；

m ——材料在干燥状态下的质量， g ；

V ——材料在绝对密实状态下的体积， cm^3 。

材料的绝对密实体积是指材料内固体物质所占的体积，不包括材料内部孔隙的体积。实际除个别材料（金属、玻璃、单矿物）外，大多数材料是多孔的。也就是说自然状态下多孔材料的体积 V_0 是由固体物质的体积 V 和孔隙体积 V_k 两部分组成的。

为了测定材料的绝对密实体积，按测定密度的标准方法规定，将干燥的试样磨成粉末（通过 900 孔/ cm^2 筛）。称一定质量的粉末，置于装有液体的李氏瓶（图 1-1）中测量其绝对体积。绝对体积等于被粉末排出的液体体积。

如果材料是比较密实的（如石子、砂子等），可不必磨成细粉，而直接用排水法求得其绝对体积的近似值。这样所得的密度称为视密度。

(B) 表观密度（俗称容重） 表观密度（又称体积密度）是指材料在自然状态下单位体积的质量。可用下式计算：

$$\rho_0 = \frac{m}{V_0} \quad (1-2)$$

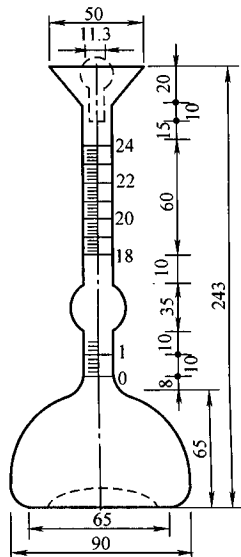


图 1-1 李氏瓶示意图

式中 ρ_0 ——表观密度, g/cm³ 或 kg/m³;

m ——材料的质量, g 或 kg;

V_0 ——材料在自然状态下的体积, cm³ 或 m³。

材料在自然状态下的体积是指包含材料内部孔隙的表观体积。当材料的孔隙内含有水分时,其质量和体积均将有所变化。故测定表观密度时,应注明含水情况。在烘干状态下的表观密度,称为干表观密度。

(C) 堆积密度 堆积密度是指粉状、颗粒状或纤维状材料在堆积状态下,单位体积的质量。按下式计算:

$$\rho'_0 = \frac{m}{V'_0} \quad (1-3)$$

式中 ρ'_0 ——堆积密度 (g/cm³ 或 kg/m³);

m ——材料的质量 (g 或 kg);

V'_0 ——材料的堆积体积 (cm³ 或 m³)。

材料在堆积状态下的体积不但包括材料的表观体积,而且还包括颗粒间的空隙体积。其值的大小不但取决于材料颗粒的表观密度,而且还与堆积的密实程度有关,与材料的含水状态有关。

在建筑工程中,计算材料用量、构件自重、配料计算、确定堆放空间以及运输量时,经常要用到材料的密度、表观密度和堆积密度等数据。

2) 材料的结构特征

(A) 密实度 材料的密实度是指材料体积内被固体物质所充实的程度,即材料的密实体积与自然体积之比。可按下式计算:

$$D = \frac{V}{V_0} \times 100\% = \frac{\rho_0}{\rho} \times 100\% \quad (1-4)$$

由上式可知,凡含孔隙的固体材料其密实度均小于1。固体物质所占比率越高,材料就越密实。对同种材料来说,较密实的材料,其强度较高,吸水性较小,导热性较好。

(B) 孔隙率 材料的孔隙率是指材料中孔隙体积占材料总体积的百分率,可按下式计算:

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

材料的孔隙率与密实度是从两个不同的方面反映了材料的同一性质。孔隙率的大小对材料的物理力学性质均有影响。一般来说,孔隙率越小,则材料的强度越高,容重越大。此外,孔隙的构造和大小对材料的性能影响也较大。孔隙按构造可分为连通孔与封闭孔两类,按其孔径大小可分为细微孔和粗大孔两类。

对于松散颗粒材料,如砂、石等的致密程度应用“空隙率”表示。空隙率是指散粒材料颗粒间的空隙体积占总体积的百分率。计算时,式中的容重应为堆积密度;密度应为视密度。

(2) 材料与水有关的性质

1) 亲水性和憎水性

材料在空气中与水接触时,根据其能否被润湿,可把材料分为亲水性材料和憎水性材料两类。

润湿，就是水被材料表面吸附的过程，它和材料本身的性质有关。如果材料分子与水分子间的相互作用力大于水分子本身之间的作用力，则材料表面就能被水所润湿。此时，在材料、水和空气三相的交点处，沿水滴表面所引的切线与材料表面所成的夹角（称为润湿角） θ 角愈小，润湿性愈好，若 θ 角为零，则表示材料完全被水所润湿。一般认为，当润湿角 $\theta < 90^\circ$ ，如图 1-2 (a) 所示，这种材料称为亲水性材料。反之，如果材料分子与水分子间的相互作用力小于水分子本身之间的作用力，那么表示材料表面不能被水所润湿，此时 $\theta > 90^\circ$ ，如图 1-2 (b) 所示，这种材料称为憎水性材料。

大多数建筑材料，如砖、混凝土、砂浆、木材等都是亲水性材料，而沥青、石蜡等则属于憎水性材料。

2) 吸水性

吸水性是指材料能在水中吸收水分的性质。其大小用吸水率表示。吸水率有质量吸水率和体积吸水率两种表示方法。可分别按下列公式计算：

质量吸水率 (W_m):

$$W_m = \frac{m_1 - m}{m} \times 100\% \quad (1-6)$$

式中 m_1 ——材料吸水达饱和时的质量，g；

m ——材料烘干至恒重时的质量，g；

W_m ——材料的质量吸水率，%。

体积吸水率 (W_v):

$$W_v = \frac{m_1 - m}{V_0} \times 100\% \quad (1-7)$$

式中 W_v ——材料的体积吸水率，%；

V_0 ——材料在自然状态下的体积， cm^3 。

注：常温下将水的密度看做 $1\text{g}/\text{cm}^3$ ，所以材料所吸收的水的质量在数值上等于其体积。

材料的吸水性不仅取决于材料本身是亲水的还是憎水的，也与其孔隙率的大小和孔隙特征有关。一般说来，孔隙率越大，吸水率越大。如果材料具有细微而连通的孔隙，其吸水率就大。若是封闭孔隙，水分就难以渗入。粗大的孔隙，水分虽然容易渗入，但仅能润湿孔壁表面，而不易在孔隙内留存。所以具有封闭或粗大孔隙的材料，它的吸水率往往较小。

3) 吸湿性

材料在潮湿的空气中吸收水分的性质称为吸湿性。吸湿性大小可用含水率表示。

含水率即材料所含水的质量占材料干燥质量的百分率，可按下式计算：

$$W_H = \frac{m_1 - m}{m} \times 100\% \quad (1-8)$$

式中 m_1 ——材料含水时的质量，g；

m ——材料干燥至恒重时的质量，g；

W_H ——材料的含水率，%。

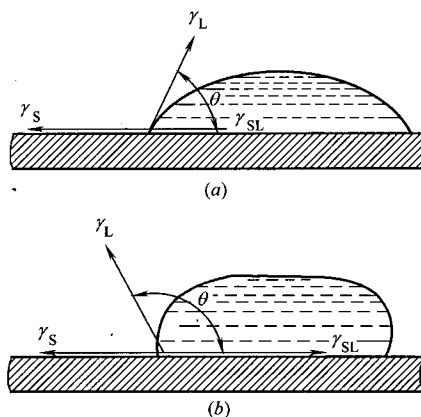


图 1-2 材料润湿示意图

(a) 亲水性材料；(b) 憎水性材料

材料的吸湿性大小，除与材料本身的成分、组织构造等因素有关外，还与周围的湿度、温度有关。气温越低，相对湿度越大，材料的吸湿性也就越大。

4) 耐水性

耐水性是指材料在长期的饱和水作用下不破坏，其强度也不显著降低的性质。耐水性的大小用软化系数表示，可按下式计算：

$$K_p = \frac{f_2}{f_1} \quad (1-9)$$

式中 K_p ——材料的软化系数；

f_2 ——材料在饱和水状态下的抗压强度，MPa；

f_1 ——材料在干燥状态下的抗压强度，MPa。

材料的软化系数变化范围在 0~1 之间。软化系数值越大、耐水性越好。一般材料，随着含水率的增加，水分会渗入材料微粒间缝隙内，降低微粒之间的结合力。同时会软化材料中的不耐水成分，使强度降低。所以，用于严重受水侵蚀或潮湿环境中的重要建筑物，不宜采用软化系数小于 0.85 的材料。

5) 抗冻性

抗冻性是指材料在吸水饱和状态下，经受多次冻结和融化作用（冻融循环）而不破坏，同时也不严重降低强度的性质。材料的抗冻性用抗冻等级表示。

抗冻等级是在材料试件浸水饱和后，在 -15°C 的温度下冻结，再在 20°C 的水中融化（这样为一个冻融循环）。当试件承受反复冻融循环后，其质量损失不超过 5%，强度损失不超过 25% 时，试件承受的最多冻融循环次数，即为该材料的抗冻等级。表示为 F10、F15 等。抗冻等级越高，则材料的抗冻性能越好。

对于寒冷地区、冬季设计温度低于 -15°C 的重要工程所用的结构材料、覆面材料，其抗冻性必须符合要求。抗冻性良好的材料，对于抵抗温度变化、干湿交替等破坏作用的性能也较强。所以，抗冻性常作为评价材料耐久性的一个重要指标。

材料的抗冻性大小与材料本身的组织构造、强度、吸水性、耐水性等因素有关。

6) 抗渗性

抗渗性是指材料抵抗水、油等液体压力作用渗透的性质。材料的抗渗性用渗透系数表示，材料的渗透系数越大，表明材料的抗渗性越差。

材料的抗渗性也可用抗渗等级 P_n 来表示。抗渗等级是以规定的试件，在标准的试验方法下所能承受的最大水压力来表示。如 P_2 、 P_4 、 P_6 等，分别表示材料能承受 0.2MPa、0.4MPa、0.6MPa 水压而不渗透。

材料的抗渗性大小主要取决于材料本身的孔隙率和孔隙特征。一般来说，绝对密实或具有封闭孔隙的材料，就不会产生透水现象。而孔隙率较大和孔隙连通的材料则抗渗性较差。地下建筑、水工构筑物和防水工程，均要求有较高的抗渗性。根据所处环境的最大水力梯度，提出不同的抗渗指标。

(3) 材料与热有关的性质

1) 导热性

材料传导热量的能力称为导热性，其大小用导热系数表示，即

$$\lambda = \frac{QS}{At(T_2 - T_1)} \quad (1-10)$$

式中 λ ——导热系数, $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$;

Q ——传导的热量, J ;

A ——热传导面积, m^2 ;

S ——材料的厚度, m ;

t ——热传导时间, s ;

$T_2 - T_1$ ——材料两侧温差, K 。

导热系数是评定材料绝热性的重要指标。其值越小, 则材料的绝热性越好。

材料导热系数的大小, 受本身的物质构成、密实程度、构造特征、环境的温湿度及热流方向的影响。通常, 金属材料的导热系数最大, 无机非金属材料次之, 有机材料最小; 相同组成时, 晶态比非晶态材料的导热系数大些; 密实性大的材料, 导热系数亦大; 在孔隙率相同时, 具有微细孔或封闭孔构造的材料, 其导热系数偏小。此外, 材料含水, 导热系数会明显增大; 材料在高温下的导热系数比常温下大些; 顺纤维方向的导热系数也会大些。

2) 耐热性 (亦称耐高温性或耐火性)

材料长期在高温作用下, 不失去使用功能的性质称为耐热性。材料在高温作用下会发生性质的变化而影响材料的正常使用。

(A) 受热变质 一些材料长期在高温作用下会发生材质的变化。如二水石膏在 $65 \sim 140^\circ\text{C}$ 脱水成为半水石膏; 石英在 573°C 由 α 石英转变为 β 石英, 同时体积增大 2% ; 石灰石、大理石等碳酸盐类矿物在 900°C 以上分解; 可燃物常因在高温下急剧氧化而燃烧, 如木材长期受热则会发生碳化, 甚至燃烧。

(B) 受热变形 材料受热作用要发生热膨胀导致结构破坏。材料受热膨胀大小常用线胀系数表示。普通混凝土膨胀系数为 10×10^{-6} , 钢材为 $(10 \sim 12) \times 10^{-6}$, 因此它们能组成钢筋混凝土共同工作。普通混凝土在 300°C 以上, 由于水泥石脱水收缩, 骨料受热膨胀, 因而混凝土长期在 300°C 以上工作会导致结构破坏。钢材在 350°C 以上时, 其抗拉强度显著降低, 会使钢结构产生过大的变形而失去稳定。

3) 耐燃性

材料对火焰和高温的抵抗力称为材料的耐燃性。耐燃性是影响建筑物防火、建筑结构耐火等级的一项因素。《建筑内部装修防火设计规范》(GB 50222—95) 按建筑材料的燃烧性能不同将其分为四类。

(A) 非燃烧材料 (A 级): 在空气中受到火烧或高温作用时不起火、不碳化、不微燃的材料, 如钢铁、砖、石等。用非燃烧材料制作的构件称非燃烧体。钢铁、铝、玻璃等材料受到火烧或高热作用会发生变形、熔融, 所以虽然是非燃烧材料, 但不是耐火的材料。

(B) 难燃材料 (B1 级): 在空气中受到火烧或高温高热作用时难起火、难微燃、难碳化, 当火源移走后, 已有的燃烧或微燃立即停止的材料, 如经过防火处理的木材和刨花板等。

(C) 可燃材料 (B2 级): 在空气中受到火烧或高温高热作用时立即起火或微燃, 且火源移走后仍继续燃烧的材料, 如木材。用这种材料制作的构件称为燃烧体, 使用时应作阻燃处理。

(D) 易燃材料 (B3 级): 在空气中受到火烧或高温作用时立即起火, 并迅速燃烧,

且离开火源后仍继续迅速燃烧的材料，如部分未经阻燃处理的塑料、纤维织物等。

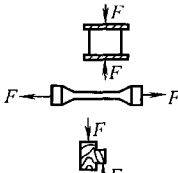
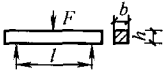
材料在燃烧时放出的烟气和毒气对人体的危害极大，远远超过火灾本身。因此对建筑内部进行施工时，应尽量避免使用燃烧时放出大量浓烟和有毒气体的材料。国家标准中对用于建筑物内部各部位的建筑材料的燃烧等级作了严格的规定。

2. 材料的力学性质

(1) 材料的强度

材料在外力（荷载）作用下抵抗破坏的能力称为强度。强度值是以材料受外力破坏时，单位面积上所承受的力表示。建筑材料在建筑物上所受的外力，主要有拉力、压力、剪力及弯曲等。材料抵抗这些外力破坏的能力，分别称为抗拉、抗压、抗剪和抗弯（抗折）等强度。强度的分类和计算公式见表 1-1 所列。

强度的分类、受力举例和计算公式 表 1-1

强度类别	举 例	计 算 公 式	附 注
抗压强度(MPa) 抗拉强度(MPa) 抗剪强度(MPa)		$f = \frac{F}{A}$	f ——材料强度(MPa) F ——破坏荷载(N) A ——受荷面积(mm ²) L ——跨度(mm) b, h ——试件宽度和高度(mm)
抗弯强度(MPa)		$f = \frac{3FL}{2bh^2}$	

对于以强度为主要指标的材料，通常按材料强度值的高低划分成若干等级，称为材料的强度等级或标号。材料的强度与材料的成分、结构及构造等有关。构造紧密、孔隙率较小的材料，由于其质点间的联系较强，材料的有效受力面积较高，所以其强度较高。如硬质木材的强度就要高于软质木材的强度。具有层次或纤维状构造的材料在不同的方向受力时所表现出的强度性能不同，如木材的强度就有横纹强度和顺纹强度之分。

在工程的设计与施工时，了解材料的强度特性，对于掌握材料的其他性能，合理选用材料，正确进行设计和控制工程质量，是十分重要的。

(2) 材料的硬度

硬度是材料表面能抵抗其他较硬物体压入或刻划的能力。不同材料的硬度测定方法不同。木材、混凝土、钢材等的硬度常用钢球压入法测定：如布氏硬度（HBS、HBW）、肖氏硬度（HS）、洛氏硬度（HR）等。但石材有时也按刻划法（又称莫氏硬度）测定，即将矿物硬度分为 10 级，其硬度递增的顺序为：滑石 1，石膏 2，方解石 3，萤石 4，磷灰石 5，正长石 6，石英 7，黄玉 8，刚玉 9，金刚石 10。一般硬度大的材料耐磨性较强，但不易加工，也可根据硬度的大小，间接推算出材料的强度。

(3) 材料的耐磨性

耐磨性是材料表面抵抗磨损的能力，常用磨损率表示。可用下式计算：

$$N = \frac{m_1 - m_2}{A} \tag{1-11}$$

式中 N ——材料的磨损率，g/cm²；

m_1 、 m_2 ——材料磨损前、后的质量，g；

A ——试件受磨面积， cm^2 。

材料的耐磨性与硬度、强度及内部构造有关，材料的硬度越大，则材料的耐磨性越高，材料的磨损率有时也用磨损前后的体积损失来表示；材料的耐磨性也可用耐磨次数来表示。地面、路面、楼梯踏步及其他受较强磨损作用的部位，需选用具有较高硬度和耐磨性的材料。

(4) 材料的变形性

1) 弹性

材料在外力作用下产生变形，外力取消后变形即行消失，材料能够完全恢复到原来形状的性质，称为材料的弹性。这种完全恢复的变形，称为弹性变形。材料的弹性变形与荷载成正比。

2) 塑性

在外力作用下材料产生变形，在外力取消后，有一部分变形不能恢复，这种性质称为材料的塑性。这种不能恢复的变形，称为塑性变形。

钢材在弹性极限内接近于完全弹性材料，其他建筑材料多为非完全弹性材料。这种非完全弹性材料在受力时，弹性变形和塑性变形同时产生，外力取消后，弹性变形可以消失，而塑性变形不能消失。

3) 脆性

指材料受力达到一定程度后突然破坏，而破坏时并无明显塑性变形的性质。其特点是材料在接近破坏时，变形仍很小。混凝土、玻璃、砖、石材及陶瓷等属于脆性材料。它们抵抗冲击作用的能力差，抗拉强度低，但是抗压强度较高。

4) 韧性

指材料在冲击、振动荷载的作用下，材料能够吸收较大的能量，同时也能产生一定的变形而不致破坏的性质。对用作桥梁、地面、路面及吊车梁等材料，都要求具有较高的抗冲击韧性。

3. 材料的耐久性

材料长期抵抗各种内外破坏因素或腐蚀介质的作用，保持其原有性质的能力称为材料的耐久性。材料的耐久性是材料的一项综合性质，一般包括有耐磨性、耐擦性、耐水性、耐热性、耐光性、抗渗性、抗老化性、耐溶蚀性、耐沾污性等。材料的组成和性质不同、工程的重要性及所处环境不同，则对材料耐久性项目的要求及耐久性年限的要求也不同。如潮湿环境的建筑物要求材料具有一定的耐水性；北方地区的建筑物所用材料须具有一定的抗冻性；地面用材料须具有一定的硬度和耐磨性。耐久性寿命的长短是相对的，如对花岗石要求其耐久性寿命为数十年至数百年以上，而对质量好的涂料则要求其耐久性寿命为10~15年。

影响耐久性的主要因素可分为两个方面：外部因素和内部因素。

(1) 外部因素

外部因素是影响耐久性的主要因素，主要包括：

1) 化学作用，包括各种酸、碱、盐及其水溶液，各种腐蚀性气体，对材料具有化学腐蚀作用。

2) 生物作用，包括菌类、昆虫等，可使材料产生腐朽、虫蛀等而破坏。

3) 机械作用，包括冲击、疲劳荷载、各种气体、液体及固体引起的磨损与磨耗等。

实际工程中，材料受到的外界破坏因素往往是两种以上因素同时作用。金属材料常由化学和电化学反应引起腐蚀和破坏；无机非金属材料常由化学作用、溶解、冻融、风蚀、温差、湿差、摩擦等其中某些因素或综合作用而引起破坏；有机材料常由生物作用、溶解、化学腐蚀、光、热、电等作用而引起破坏。

(2) 内部因素

内部因素也是造成材料耐久性下降的根本原因。内部因素主要包括材料的组成、结构与性质。当材料的组成易溶于水或其他液体，或易与其他物质产生化学反应时，则材料的耐水性、耐化学腐蚀性较差；无机非金属脆性材料在温度剧变时，易产生开裂，即耐急冷急热性差；晶体材料较同组成的非晶体材料的化学稳定性高；当材料的孔隙率，特别是开口孔隙率较大时，则材料的耐久性往往较差。

(二) 气硬性无机胶凝材料

能够通过自身的物理化学作用，从浆状体变成坚硬的固体，并能把散粒材料（如砂、石）或块状材料（如砖和石块）胶结成为一个整体的材料称为胶凝材料。

胶凝材料根据其化学组成可分为无机胶凝材料和有机胶凝材料；无机胶凝材料按硬化条件又可分为气硬性胶凝材料和水硬性胶凝材料。气硬性胶凝材料只能在空气中硬化、保持或发展强度，如石灰、石膏等；水硬性胶凝材料不仅能在空气中硬化，而且能更好地在水中硬化，保持并继续发展其强度，如各种水泥。

1. 石灰

(1) 石灰的生产

制造石灰的原料有很多，分布也广，如石灰岩、白垩土、贝壳等，主要成分是碳酸钙。碳酸钙在高温下分解为氧化钙和二氧化碳。原料中常含有数量不等的碳酸镁，加热使碳酸镁也发生分解反应，生成氧化镁和二氧化碳。

原料中的 CO_2 逸出后，即得到主要成分为 CaO 和少量 MgO 的白色块状材料，称生石灰；密度 $3.1\sim 3.4\text{g/cm}^3$ ，堆积密度 $800\sim 1000\text{kg/m}^3$ 。其中 MgO 含量大于 5% 时，称镁质生石灰， MgO 含量小于或等于 5% 时，称钙质生石灰。

(2) 石灰的熟化

生石灰与水反应生成氢氧化钙的过程，称为石灰的熟化或消解过程。

石灰在熟化时放出热量、同时体积膨胀 $1.5\sim 3.5$ 倍，煅烧良好、 CaO 含量较高的石灰，熟化快、放热量大，体积增大也较多。熟化后的石灰称为熟石灰或消石灰。根据加水量不同，可将生石灰熟化成粉状的消石灰、浆状的石灰膏和液体的石灰乳。

生产石灰时，如遇煅烧温度不足或温度过高，会生成欠火石灰或过火石灰，欠火石灰中碳酸钙未能完全分解，不能熟化，过火石灰黏土杂质熔融，裹在石灰颗粒表面，使其熟化缓慢。如过火石灰颗粒用于工程中再吸潮熟化，体积膨胀，则会造成结构表面的凸起和开裂，甚至全面的破坏。为保证石灰充分熟化，生石灰必须保持 7d 以上的陈伏期，陈伏期间，石灰浆表面应留有一层水，与空气隔绝，以避免石灰碳化。

(3) 石灰的硬化

石灰浆体在空气中逐渐硬化并产生一定的强度，是由如下同时进行的过程来完成的。

1) 结晶作用