

新农村建设丛书

新农村常用 建筑材料

XINNONGCUN CHANGYONG JIANZHU CAILIAO

赵 洁 主编



NLIC2970868666

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

主要内容

新农村建设丛书

新农村常用建筑材料

赵洁 主编



NLIC2970868666

中国铁道出版社

2012年·北京

内 容 提 要

本书共分为十二章,主要介绍了建筑材料的基本性质、水泥、气硬性胶凝材料、混凝土材料、建筑砂浆、墙体与屋面材料、建筑金属材料、木材、防水材料、建筑塑料、绝热材料和吸声材料、建筑装饰材料等内容。

本书内容系统全面,具有实践性和指导性。本书既可作为土木工程技术人员培训教材,也可作为大专院校土木工程专业的学习教材。

图书在版编目(CIP)数据

新农村常用建筑材料/赵洁主编. —北京:中国铁道出版社,2012.12
(新农村建设丛书)

ISBN 978-7-113-15632-9

I. ①新… II. ①赵… III. ①建筑材料 IV. ①TU5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 258990 号

书 名: 新农村建设丛书
新农村常用建筑材料
作 者: 赵 洁

策划编辑:江新锡 曹艳芳
责任编辑:冯海燕
封面设计:郑春鹏
责任校对:王 杰
责任印制:郭向伟

电话:010-51873371

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市西城区右安门西街8号)

网 址:<http://www.tdpress.com>

印 刷:化学工业出版社印刷厂

版 次:2012年12月第1版 2012年12月第1次印刷

开 本:787mm×1092mm 1/16 印张:17 字数:426千

书 号:ISBN 978-7-113-15632-9

定 价:41.00元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社读者服务部联系调换。

电 话:市电(010)51873170,路电(021)73170(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)63549504,路电(021)73187

前 言

当前,我国经济社会发展已进入城镇化发展和社会主义新农村建设齐头并进的新阶段,中国特色城镇化的有序推进离不开城市和农村经济社会的健康协调发展。大力推进社会主义新农村建设,实现农村经济、社会、环境的协调发展,不仅经济要发展,而且要求大力推进生态环境改善、基础设施建设、公共设施配置等社会事业的发展。

村镇建设是社会主义新农村的核心内容之一,是立足现实、缩小城乡差距、促进农村全面发展的必经之路。村镇建设不仅改善了农村人居生态环境,而且改变了农民的生产生活,为农村经济社会的全面发展提供了基础条件。

在新农村建设过程中,有一些建筑缺乏设计或选用的建筑材料质量低劣,甚至在原有建筑上盲目扩建,因而使得质量事故不断发生,不仅造成了经济上的损失,而且危及人们的生命安全。为了提高村镇住宅建筑的质量,我们编写了此套丛书,希望对村镇住宅建筑工程的选材、设计、施工有所帮助。

本套丛书共分为以下分册:

《新农村常用建筑材料》;

《新农村规划设计》;

《新农村住宅设计》;

《新农村建筑施工技术》。

本套丛书既可为广大的农民、农村科技人员和农村基层领导干部提供具有实践性、指导性的技术参考和解决问题的方法,也可作为社会主义新型农民、职工培训等的学习教材,还可供新型材料生产厂商、建筑设计单位、建筑施工单位和监理单位参考使用。

本套丛书在编写过程中,得到了很多专家和领导的大力支持,同时编写过程中参考了一些公开发表的文献资料,在此一并表示深深的谢意。

参加本书编写的人员有赵洁、叶梁梁、汪硕、孙培祥、孙占红、张正南、张学宏、彭美丽、李仲杰、李芳芳、张凌、向倩、乔芳芳、王文慧、张婧芳、栾海明、白二堂、贾玉梅、李志刚、朱天立、邵艺菲等。

由于编者水平有限以及时间仓促,书中难免存在一些不足和谬误之处,恳请广大读者批评指正,提出建议,以便再版时修订,以促使本书能更好地为社会主义新农村建设服务。

编 者

2012年10月

目 录

第一章 建筑材料的基本性质	1
第一节 建筑材料的物理性质	1
第二节 建筑材料的力学性质	6
第三节 建筑材料的耐久性	9
第二章 水 泥	11
第一节 硅酸盐水泥	11
第二节 掺混合材料的硅酸盐水泥	21
第三节 其他品种水泥	24
第四节 水泥的质量检测	31
第三章 气硬性胶凝材料	39
第一节 石灰	39
第二节 建筑石膏	43
第三节 水玻璃	46
第四节 菱苦土	48
第四章 混凝土材料	49
第一节 混凝土概述	49
第二节 普通混凝土的组成材料及质量要求	51
第三节 普通混凝土的主要技术性质	57
第四节 普通混凝土的配合比设计	77
第五节 普通混凝土的质量检测	82
第六节 混凝土外加剂	85
第七节 其他品种混凝土	90
第五章 建筑砂浆	98
第一节 砂浆的组成材料	98
第二节 砌筑砂浆	99
第三节 其他砂浆	104
第四节 建筑砂浆的检测	107
第六章 墙体与屋面材料	110
第一节 砖	110

第二节 砌块·····	120
第三节 墙用板材及屋面板材·····	129
第七章 建筑金属材料·····	140
第一节 建筑钢材概述·····	140
第二节 钢材的力学性能·····	145
第三节 建筑钢材的技术标准与选用·····	149
第四节 钢材的防火与防腐·····	162
第五节 铜和铜合金·····	163
第八章 木 材·····	165
第一节 木材的基本知识·····	165
第二节 常用木材及制品·····	172
第三节 木材的防腐及防火·····	174
第九章 防水材料·····	176
第一节 沥青材料·····	176
第二节 防水卷材·····	193
第三节 防水涂料·····	207
第四节 建筑防水密封材料·····	213
第五节 防水材料的选用·····	216
第十章 建筑塑料·····	220
第一节 塑料概述·····	220
第二节 常用的建筑塑料·····	222
第十一章 绝热材料和吸声材料·····	225
第一节 绝热材料·····	225
第二节 吸声材料·····	230
第十二章 建筑装饰材料·····	235
第一节 装饰材料的功能及选用·····	235
第二节 建筑陶瓷·····	236
第三节 建筑玻璃·····	242
第四节 建筑涂料·····	258
第五节 铝合金型材及制品·····	262
第六节 塑料壁纸和墙布·····	263
参 考 文 献·····	265

第一章 建筑材料的基本性质

第一节 建筑材料的物理性质

一、材料与质量有关的性质

材料与质量有关的性质见表 1-1。

表 1-1 材料与质量有关的性质

性 质	内 容
密度	密度是指材料在绝对密实状态下单位体积的质量。其计算见式(1-1)： $\rho = \frac{m}{V} \quad (1-1)$ 式中 ρ——密度(g/cm³)； 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(cm³)。 绝对密实状态下的体积是指不包括孔隙在内的体积。除了钢材、玻璃等少数材料外，绝大多数材料内部都有一些孔隙。在测定有孔隙材料的密度时，应将材料磨成细粉，干燥后用李氏瓶测定其实际体积。材料磨得越细，测得的数值就越接近于真实体积，算出的密度值就越准确
表观密度	表观密度是指材料在自然状态下单位体积的质量。其计算见式(1-2)： $\rho_0 = \frac{m}{V_0} \quad (1-2)$ 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，或称表观体积(cm³ 或 m³)。 材料的表观体积是指包含孔隙的体积。当材料孔隙内含有水分时，其质量和体积均有所变化，因此测定材料表观密度时，要注明其含水情况。表观密度一般是指材料长期在空气中干燥，即气干状态下的表观密度。在烘干状态下的表观密度，称为干表观密度
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。其计算见式(1-3)： $\rho'_0 = \frac{m}{V'_0} \quad (1-3)$ 式中 ρ'_0——堆积密度(kg/m³)； M——材料的质量(kg)； V'_0——材料的堆积体积(m³)。 砂子、石子等散粒材料的堆积体积，是在特定条件下所填充的容量筒的容积。材料的堆积体积包含了颗粒之间或纤维之间的空隙。

续上表

性 质	内 容
堆积密度	在建筑工程中,凡计算材料用量、构件自重或进行配料计算、确定堆放空间及组织运输时,必须掌握材料的密度、表观密度及堆积密度等数据。表观密度与材料的其他性质,如强度、吸水性、导热性等也存在着密切的关系。常用建筑材料的有关数据见表 1-2
材料的密实度与孔隙率	(1)密实度。密实度是指材料体积内被固体物质充实的程度,也就是固体物质的体积占总体积的比例。密实度反映材料的致密程度。其计算见式(1-4): $D = \frac{V}{V_0} = \frac{m/\rho}{m/\rho_0} \times 100\% = \frac{\rho_0}{\rho} \times 100\% \quad (1-4)$ 式中 D——密实度(%)。 含有孔隙的固体材料的密实度均小于 1。 (2)孔隙率。孔隙率是指材料体积内孔隙体积所占的比例。其计算见式(1-5): $P = \frac{V_0 - V}{V_0} = 1 - \frac{V}{V_0} = \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho}\right) \times 100\% \quad (1-5)$ 式中 P——孔隙率(%)。 孔隙率与密实度的关系见式(1-6): $P + D = 1 \quad (1-6)$ 材料的密实度和孔隙率从不同方面反映了材料的密实程度,通常采用孔隙率表示。 根据材料内部孔隙构造的不同,孔隙分为连通的和封闭的两种。连通孔隙不仅彼此贯通而且与外界相通,而封闭孔隙彼此不连通而且与外界隔绝。孔隙按其尺寸大小又可分为粗孔和细孔。孔隙率的大小及孔隙本身构造的特征与材料的许多性质(如强度、吸水性、抗渗性、抗冻性和导热性等)有直接的关系。一般情况下,如果材料的孔隙率小,而且连通孔隙少时,其强度较高、吸水率小、抗渗性和抗冻性较好。几种常用材料的孔隙率见表 1-2
材料的填充率与空隙率	填充率是指散粒材料在某种堆积体积内被其颗粒填充的程度。其计算见式(1-7): $D' = \frac{V_0}{V'_0} \times 100\% = \frac{\rho'_0}{\rho_0} \times 100\% \quad (1-7)$ 式中 D'——填充率(%)
	空隙率是指散粒材料在某种堆积体积内,颗粒之间的空隙体积所占的比例。其计算见式(1-8): $P' = \frac{V'_0 - V_0}{V'_0} = 1 - \frac{V_0}{V'_0} = \left(1 - \frac{\rho'_0}{\rho_0}\right) \times 100\% \quad (1-8)$ 式中 P'——空隙率(%)。 空隙率与填充率的关系见式(1-9): $P' + D' = 1 \quad (1-9)$ 空隙率的大小反映了散粒与颗粒相互填充的致密程度,可作为控制拌制混凝土用的砂子、石子级配的依据

表 1-2 常用建筑材料的密度、表观密度、堆积密度和孔隙率

材料	密度 $\rho(\text{g}/\text{cm}^3)$	表观密度 $\rho_0(\text{kg}/\text{m}^3)$	堆积密度 $\rho_0'(\text{kg}/\text{m}^3)$	孔隙率(%)
石灰岩	2.60~2.80	2 000~2 600	—	—
花岗岩	2.60~2.90	2 600~2 800	—	0.5~3.0
碎石(石灰岩)	2.60~2.80	—	1 400~1 700	—
砂	2.60	—	1 450~1 650	—
黏土	2.60	—	1 600~1 800	—
普通黏土砖	2.50	1 600~1 800	—	20~40
黏土空心砖	2.50	1 000~1 400	—	—
水泥	3.10	—	1 200~1 300	—
普通混凝土	—	2 100~2 600	—	5~20
轻骨料混凝土	—	800~1 900	—	—
木材	1.55	400~800	—	55~75
钢材	7.85	7 850	—	0
泡沫塑料	—	20~50	—	—

二、材料与水有关的性质

1. 亲水性与憎水性

材料在空气中与水接触时,根据表面被水润湿的情况,分为亲水性材料和憎水性材料两类。润湿就是水在材料表面上被吸附的过程,它与材料本身的性质有关。当材料分子与水分子间的相互作用力大于水分子间的作用力时,材料表面就会被水润湿。此时,在材料、水和空气的三相交点处,沿水滴表面所引切线与材料表面所成的夹角(称为润湿角) $\theta \leq 90^\circ$,如图 1-1(a)所示,这种材料属于亲水性材料。润湿角 θ 愈小,说明润湿性愈好,亲水性愈强。亲水性材料能通过毛细管作用将水分吸入毛细管内部。反之,如果材料分子与水分子间的作用力小于水本身分子间的作用力,则表示材料不能被水润湿。此时,润湿角 $90^\circ < \theta < 180^\circ$,如图 1-1(b)所示,这种材料称为憎水性材料。憎水性材料阻止水分渗入毛细管中,从而降低吸水性。



图 1-1 材料润湿角

大多数建筑材料,如石材、砖瓦、陶器、混凝土、木材等都属于亲水性材料,而沥青、石蜡和某些高分子材料则属于憎水性材料。憎水性材料可以用作防水材料或用作亲水性材料表面处理,以降低亲水材料吸水性,提高防水、防潮性能。

2. 吸水性

吸水性是指材料在水中能吸收水分的性质。吸水性的大小用吸水率表示。吸水率为材料浸水后在规定时间内吸入水的质量(或体积)占材料干燥质量(或干燥时体积)的百分比。

(1)质量吸水率。质量吸水率按式(1-10)计算:

$$W_{\text{质}} = \frac{m_{\text{湿}} - m_{\text{干}}}{m_{\text{干}}} \times 100\% \quad (1-10)$$

(2)体积吸水率。体积吸水率按式(1-11)计算:

$$W_{\text{体}} = \frac{V_{\text{水}}}{V_{0\text{干}}} \times 100\% = \frac{m_{\text{湿}} - m_{\text{干}}}{V_{0\text{干}}} \cdot \frac{1}{\rho_{\text{H}_2\text{O}}} \times 100\% \quad (1-11)$$

式中 $W_{\text{质}}$ ——材料的质量吸水率(%);

$W_{\text{体}}$ ——材料的体积吸水率(%);

$m_{\text{湿}}$ ——材料吸水饱和状态下的质量(g);

$m_{\text{干}}$ ——材料干燥状态下的质量(g);

$V_{\text{水}}$ ——材料吸水饱和时所吸收水分的体积(cm^3);

$V_{0\text{干}}$ ——干燥材料在自然状态下的体积(cm^3);

$\rho_{\text{H}_2\text{O}}$ ——水的密度,在常温下 $\rho_{\text{H}_2\text{O}} = 1 \text{ g/cm}^3$ 。

计算材料的吸水率通常使用质量吸水率。

材料吸水率的大小与材料的孔隙率和孔隙构造特征有关。一般来说,当材料孔隙是连通的、尺寸较小时,其孔隙率越大则吸水率也越高。对于封闭的孔隙,水分不易渗入;而粗大的孔隙,水分又不易存留。

软木等质轻、孔隙率大的材料,其质量吸水率往往超过 100%。这种情况最好用体积吸水率表示其吸水性。

3. 吸湿性

材料在潮湿的空气中吸收空气中水分的性质称为吸湿性。吸湿性的大小用含水率表示。含水率为材料所含水的质量占材料干燥质量的百分比。其计算见式(1-12):

$$W_{\text{含}} = \frac{m_{\text{含}} - m_{\text{干}}}{m_{\text{干}}} \times 100\% \quad (1-12)$$

式中 $W_{\text{含}}$ ——材料的含水率(%);

$m_{\text{含}}$ ——材料含水时的质量(g);

$m_{\text{干}}$ ——材料干燥时的质量(g)。

材料含水率的大小,除了与本身性质有关外,还与周围空气的湿度有关,它随着空气湿度的大小而变化。当材料中所含水分与空气湿度相平衡时的含水率称为平衡含水率。

4. 耐水性

材料在长期饱和水作用下不被破坏,其强度也不显著降低的性质称为耐水性。材料的耐水性用软化系数表示。其计算见式(1-13):

$$K_{\text{软}} = \frac{f_1}{f_0} \quad (1-13)$$

式中 $K_{\text{软}}$ ——材料的软化系数;

f_0 ——材料在干燥状态下的强度(MPa);

f_1 ——材料在吸水饱和状态下的强度(MPa)。

材料的软化系数为 0~1,材料吸水后由于水的作用,减弱了内部质点的联结力,使强度有所降低。钢材、玻璃等材料的软化系数基本为 1,花岗岩等密实石材的软化系数接近于 1,未经处理的生土软化系数为 0。对于长期受水浸泡或处于潮湿环境的重要建筑物,须选用软化系数不低于 0.85 的材料建造;受潮较轻的或次要结构的材料,其软化系数不宜小于 0.70。

5. 抗渗性

抗渗性是指材料在压力水作用下抵抗水渗透的性质。材料的抗渗性可用渗透系数表示, 见式(1-14)。

$$K = \frac{Qd}{AtH} \quad (1-14)$$

式中 K ——渗透系数[mL/(cm²·s)或 cm/s];

Q ——渗水量(mL);

d ——试件厚度(cm);

A ——渗水面积(cm²);

t ——渗水时间(s);

H ——静水压力水头(cm)。

渗透系数反映了材料在单位时间内,在单位水头作用下,通过单位面积和厚度的渗水量。渗透系数愈小的材料其抗渗性愈好。

材料的抗渗性也可以用抗渗等级 P_n 来表示。其中, $n=10P-1$, P 为试件开始渗水时水的压强(MPa)。

例如,某防水混凝土的抗渗等级为 P_6 ,表示该混凝土试件经标准养护 28 d 后,按照规定的试验方法在 0.6 MPa 压力水的作用下无渗透现象。

材料抗渗性的好坏,与材料的孔隙率和孔隙构造特征有关。孔隙率小而且是封闭孔隙的材料其抗渗性好。对于建造地下建筑及水工构筑物的材料应具有一定的抗渗性,对于防水材料,则要求具有更高的抗渗性。材料抵抗其他液体渗透的性质,也属于抗渗性。

6. 抗冻性

抗冻性是指材料在吸水饱和和状态下,能经受多次冻结和融化作用(冻融循环)而不被破坏,强度也无显著降低的性能。

冰冻对材料的破坏作用是由于材料孔隙内的水结冰时体积膨胀,对孔壁产生较大压强(约 100 MPa)而引起的。材料试件做冻融循环试验时吸水饱和后,先在 -15℃ 温度下冻结(此时细小孔隙中的水分也结冰),然后在 20℃ 水中融化。不论冻结还是融化都是从材料表面向内部逐渐进行的,都会在材料的内外层产生明显的应力差和温度差。经多次冻融交替作用后,材料表面将出现裂纹、剥落,自重会减少,强度也会降低。

材料的抗冻性用抗冻等级 F_n 表示。 n 表示材料试件经 n 次冻融循环试验后,质量损失不超过 5%,抗压强度降低不超过 25%。 n 的数值越大,说明抗冻性能越好。

材料的抗冻性与材料的密实度、强度、孔隙构造特征、耐水性以及吸水饱和程度有关。

对于水工建筑或处于水位变化的结构,尤其是冬季气温达 -15℃ 以下地区使用的建筑材料,应有抗冻性的要求。除此之外,抗冻性还常作为无机非金属材料抵抗大气物理作用的一种耐久性指标。抗冻性好的材料,对于抵抗温度变化、干湿交替等风化作用的能力也强。因此,对处于温暖地区的建筑物,虽无冰冻作用,为抵抗大气的风化作用,保证建筑物的耐久性,对某些材料的抗冻性往往也有一定的要求。

三、材料与温度有关的性质

1. 导热性

材料传导热量的性能称为导热性。材料的导热性用导热系数表示。

导热系数是指单位厚度的材料,当两个相对侧面温差为 1 K 时,在单位时间内通过单位面积的热量。其计算见式(1-15):

$$\lambda = \frac{Qd}{Az(t_2 - t_1)} \quad (1-15)$$

式中 λ ——导热系数[W/(m·K)];

Q ——传导的热量(J);

d ——材料的厚度(m);

A ——传热面积(m²);

z ——传热时间(s);

$t_2 - t_1$ ——材料两侧面的温差(K)。

材料的导热系数与材料的成分、构造等因素有关。金属材料的导热系数远远高于非金属材料。对于非金属材料,孔隙率大并且具有封闭孔隙的材料导热系数就小,因为不流动的密闭空气的导热系数很小[$\lambda = 0.023 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$]。若材料空隙是连通的,由于能形成空气对流,导热系数就会增高。水和冰的导热系数很大[$\lambda_{\text{水}} = 0.58 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$, $\lambda_{\text{冰}} = 2.20 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$], 所以对于建筑结构中的保温绝热材料,在施工中必须采取措施使其处于干燥状态。

材料的导热系数也会随着材料温度的升高而提高。

2. 热容量

材料加热时吸收热量、冷却时放出热量的性质,称为热容量。热容量用比热容表示。1 g 材料温度升高或降低 1 K 时,所吸收或放出的热量称为比热容。比热容的计算见式(1-16):

$$c = \frac{Q}{m(t_2 - t_1)} \quad (1-16)$$

式中 c ——材料的比热容[J/(g·K)];

Q ——材料吸收或放出的热量(J);

m ——材料的质量(g);

$t_2 - t_1$ ——材料受热或冷却前后的温差(K)。

材料的比热容与质量的乘积为材料的热容量值 $Q_{\text{容}} = c \cdot m$ 。材料的热容量值对保持室内温度的稳定有很大作用。热容量值较大的材料,能在热流变动或采暖、空调工作不平衡时,缓和室内温度的波动。

第二节 建筑材料的力学性质

一、强度与抗弯强度

材料在外力(荷载)作用下抵抗破坏的能力,称为强度。当材料承受外力作用时,内部就产生应力;随着外力逐渐增加,应力也相应增大,直至材料内部质点间的作用力不能再抵抗这种应力时,材料即破坏,此时的极限应力值就是材料的强度。

根据外力作用方式的不同,材料强度有抗拉、抗压、抗剪和抗弯(抗折)强度等(图 1-2)。

在试验室采用破坏试验法测试材料的强度。按照国家标准规定的试验方法,将制作好的试件安放在材料试验机上,施加外力(荷载),直至破坏,根据试件尺寸和破坏时的荷载值,计算材料的强度。

材料的抗拉、抗压和抗剪强度的计算见式(1-17):

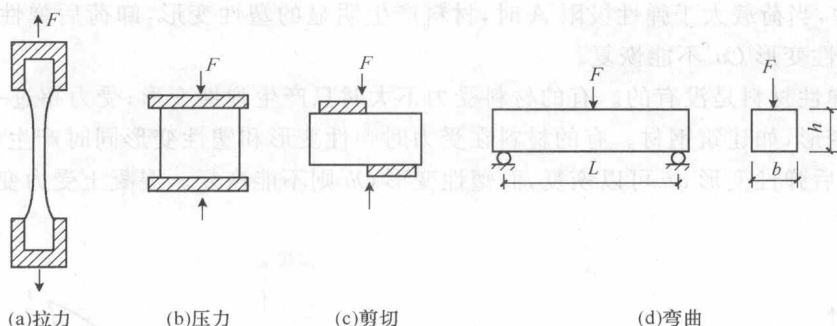


图 1-2 材料受力示意图

$$f = \frac{F}{A} \quad (1-17)$$

式中 f ——材料强度(MPa);
 F ——破坏时最大荷载(N);
 A ——试件的受力面积(mm²)。

材料的抗弯强度与试件受力情况、截面形状及支承条件有关。试验时,通常是將矩形截面的条形试件放在两个支点上,中间作用一集中荷载。材料抗弯强度的计算见式(1-18):

$$f_m = \frac{3FL}{2bh^2} \quad (1-18)$$

式中 f_m ——抗弯强度(MPa);
 F ——弯曲破坏时的最大集中荷载(N);
 L ——两支点间的距离(mm);
 b, h ——试件截面的宽度和高度(mm)。

材料的强度主要取决于它的组成和结构。不同种类的材料,强度差别很大。即使是同一类材料,强度也有不少差异。一般,材料孔隙率越大,强度越低。另外,不同的受力形式或不同的受力方向,材料的强度也不相同。

在试验室进行材料强度测试时,试验条件对测试结果影响很大。如试件的采样或制作方法、试件的形状和尺寸、试件的表面状况、试验时加载的速度、试验环境的温度和湿度,以及试验数据的取舍等,均在不同程度上影响所得数据的代表性和精确性。所以,进行材料试验时必须严格遵照有关标准规定的方法进行。

强度是材料的主要技术性能之一。大部分建筑材料是根据其试验强度的大小,划分为若干不同的等级(或标号)的。这对于掌握材料性质,合理选用材料,正确进行设计和控制工程质量是很重要的。

二、弹性与塑性

材料在外力作用下产生变形,若除去外力后变形随即消失,这种性质称为弹性。这种可恢复的变形称为弹性变形。

当荷载加至略小于材料的弹性极限 A 时,产生弹性变形为 $o'a$,若卸除荷载,变形将恢复至 O 点,如图 1-3 所示。

材料在外力作用下产生变形,若除去外力后仍保持变形后的形状和尺寸,并且不产生裂缝的性质称为塑性。这种不能恢复的变形称为塑性变形。

图 1-3 中,当荷载大于弹性极限 A 时,材料产生明显的塑性变形,卸荷后弹性变形 $O'b$ 可以恢复,但塑性变形 Oa' 不能恢复。

单纯的弹性材料是没有的。有的材料受力不大时只产生弹性变形;受力超过一定限度后,即产生塑性变形,如建筑钢材。有的材料在受力时弹性变形和塑性变形同时产生,如图 1-4 所示,卸掉荷载后弹性变形 ab 可以恢复,而塑性变形 Ob 则不能恢复。混凝土受力变形时就具有这种性质。

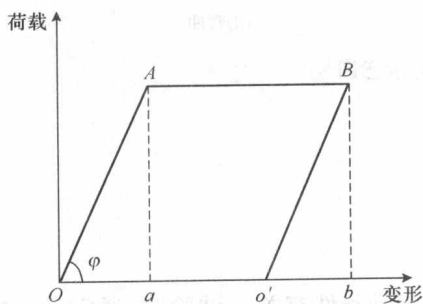


图 1-3 材料的弹性和塑性变形曲线

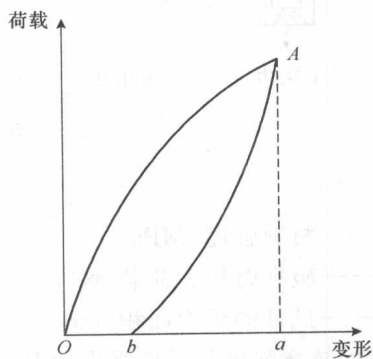


图 1-4 材料的弹塑性变形曲线

三、脆性与韧性

材料受力破坏时,无显著的变形而突然断裂的性质称为脆性。在常温、静荷载下具有脆性的材料称为脆性材料。如砖、石、陶瓷、玻璃、混凝土、砂浆等大部分无机非金属材料均属于脆性材料,生铁也是脆性材料。这类材料的抗压强度高,而抗拉、抗弯强度低,抗冲击力差。

在冲击、振动荷载作用下,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称为韧性或冲击韧性。材料的韧性是用冲击试验来测试的,以试件破坏时单位面积所消耗的功表示。建筑钢材和木材的韧性较高。对于承受冲击荷载和有抗震要求的结构(如用作路面、吊车梁等的材料)都要求具有一定的冲击韧性。

四、硬度与耐磨性

1. 硬度

硬度指材料表面抵抗其他硬物压入或刻划的能力。为保持较好表面使用性质和外观质量,要求材料必须具有足够的硬度。非金属材料的硬度用摩氏硬度表示,它是用系列标准硬度的矿物块对材料表面进行划擦,根据划痕确定硬度等级。

金属材料的硬度等级常用压入法测定,主要有布氏硬度法(HBW),是以淬火的钢珠压入材料表面产生的球形凹痕单位面积上所受压力来表示;洛氏硬度法(HR),是用金刚石圆锥或淬火的钢球制成的压头压入材料表面,以压痕的深度来表示。

硬度大的材料其强度也高,工程上常用材料的硬度来推算其强度,如用回弹法测定混凝土强度,就是用回弹仪测得混凝土表面硬度,再间接推算出混凝土强度的。

2. 耐磨性

耐磨性指材料表面抵抗磨损的能力。耐磨性常以磨损率衡量,以“G”表示,其计算见式(1-19):

$$G = \frac{m_1 - m_2}{A} \quad (1-19)$$

式中 G ——材料的磨损率(g/cm^2)。

$m_1 - m_2$ ——材料磨损前后的质量损失(g)。

A ——材料受磨面积(cm^2)。

材料的耐磨性与材料的组成结构、构造、材料强度和硬度等因素有关。一般而言,强度较高且密实、韧性好的材料,其硬度较大,耐磨性较好。在建筑工程中,用做踏步、台阶、路面、地面等受磨损的部位,要求使用耐磨性较高的材料。

第三节 建筑材料的耐久性

一、材料耐久性的含义

材料的耐久性是指其在长期的使用过程中,能抵抗环境的破坏作用,并保持原有性质不变、不破坏的一项综合性质。由于环境作用因素复杂,耐久性也难以用一个参数来衡量。工程上通常用材料抵抗使用环境中主要影响因素的能力来评价耐久性,如抗渗性、抗冻性、抗碳化等性质。

二、环境对材料耐久性的影响

材料在环境中使用,除受荷载作用外,还会受周围环境的各种自然因素的影响,如物理、化学及生物等方面的作用。

物理作用包括干湿变化、温度变化、冻融循环、磨损等,都会使材料遭到一定程度的破坏,影响材料的长期使用。

化学作用包括受酸、碱、盐类等物质的水溶液及有害气体作用,发生化学反应及氧化作用、受紫外线照射等使材料变质或遭损。

生物作用是指昆虫、菌类等对材料的蛀蚀及腐朽作用。

实际上,影响材料耐久原因是多方面因素作用的结果,即耐久性是一种综合性质。它包括抗渗性、抗冻性、抗风化性、耐蚀性、耐老化性、耐热性、耐磨性等诸方面内容。

然而,不同种类的材料其耐久性的内容各不相同。无机矿质材料(如石材、砖、混凝土等)暴露在大氣中受风吹、日晒、雨淋、霜雪等作用产生风化和冻融,主要表现为抗风化性和抗冻性,同时有害气体的侵蚀作用也会对上述破坏起促进作用;金属材料(如钢材)主要受化学腐蚀作用;木材等有机材料常因生物作用而遭损;沥青、高分子材料在阳光、空气、热的作用下逐渐老化等。

处在不同建筑部位及工程所处环境不同,其材料的耐久性也具有不同的内容,如寒冷地区室外工程的材料应考虑其抗冻性;处于有压力水作用下的水工工程所用材料应有抗渗性的要求;地面材料应有良好的耐磨性等。

对材料耐久性能的判断应在使用条件下进行长期的观察和测定。但这需要很长时间。因此通常是根据使用要求进行相应的快速试验如干湿循环、冻融循环、碳化、化学介质浸渍等,并据此对耐久性做出评价。

三、提高材料耐久性的方法及其重要意义

1. 提高材料耐久性的方法

为了提高材料的耐久性,首先应努力提高材料本身对外界作用的抵抗能力(提高密实度改变孔结构,选择恰当的组成原材料等);其次可用其他材料对主体材料加以保护(覆面、刷涂料等);此外还应设法减轻环境条件对材料的破坏作用(对材料处理或采取必要构造措施)。

2. 提高材料耐久性的意义

在设计选用建筑材料时,必须考虑材料的耐久性问题。采用耐久性好的建筑材料,对节约材料、保证建筑物长期正常使用、减少维修费用、延长建筑物使用寿命等具有非常重要的意义。

第二章 水 泥

第一节 硅酸盐水泥

一、硅酸盐水泥的生产与矿物成分

1. 硅酸盐水泥的生产

生产硅酸盐水泥的原料主要有石灰质原料和黏土质原料两大类,此外再辅助以少量的校正原料。石灰质原料可采用石灰岩、泥灰岩、白垩等,主要提供 CaO 。黏土质原料可采用黏土、黄土、页岩等,主要提供 SiO_2 、 Al_2O_3 及少量 Fe_2O_3 。有时还常配入辅助原料(铁矿粉、砂岩等),以调节原料中某些氧化物的不足,使原料中含有 75%~78% 的 CaCO_3 以及 22%~25% 的 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 。

硅酸盐水泥的生产过程分为制备生料、煅烧熟料和粉磨水泥三个阶段,可简单概括为“两磨一烧”,其基本生产工艺过程如图 2-1 所示。硅酸盐水泥生产时首先将几种原料粉碎后,按配合比混合在磨机中磨细成具有适当化学成分的生料,再将生料在水泥窑(回转窑或立窑)中经过约 1450℃ 的高温煅烧至部分熔融,冷却后得到灰黑色圆粒状物为硅酸盐水泥熟料,熟料与适量石膏共同磨细至一定细度即为 P·I 型硅酸盐水泥。

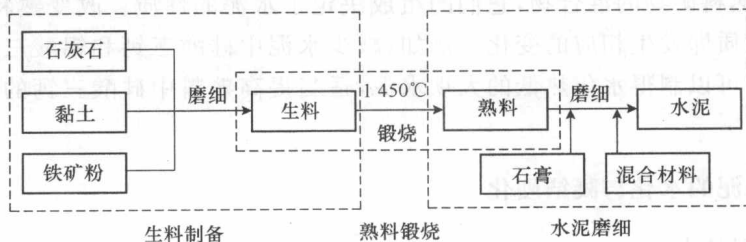


图 2-1 硅酸盐水泥基本生产工艺流程

2. 硅酸盐水泥熟料矿物组成及特性

硅酸盐水泥熟料中各氧化物不是单独存在的,而是经高温煅烧后以两种或两种以上的氧化物反应后生成多种矿物的集合体,其主要化学组成见表 2-1。

表 2-1 水泥熟料化学组成

氧化物	缩写式	一般含量范围	氧化物	缩写式	一般含量范围
CaO	C	62%~67%	Al_2O_3	A	4%~7%
SiO_2	S	20%~24%	Fe_2O_3	F	3%~6%

通过高温煅烧得到的硅酸盐水泥熟料,就其化学成分而言与生料相比没有太大的变化,但是其中的氧化钙、氧化硅、氧化铝和氧化铁等不再以单独的氧化物存在,而是在煅烧过程中发生了一系列复杂的物理化学反应,由两种或两种以上氧化物反应生成的多矿物集合体。通常硅酸盐水泥熟料的矿物组成有四种,其名称和含量范围见表 2-2。