

施工现场业务管理细节大全丛书

材料员

CAI LIAO YUAN

韩实彬 董文辉 主编



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



施工现场业务管理细节大全丛书

材 料 员

韩实彬 董文晖 主编



机械工业出版社

本书主要介绍施工现场材料管理的细节要求,以及材料的基本性质、土建工程材料、防水工程材料、电气工程材料、水暖工程材料及新型材料等材料员应掌握的最基本、最实用的专业知识和施工细则。

本书可供施工现场材料管理人员、相关专业大中专学校师生学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

材料员/韩实彬,董文晖主编.—北京:机械工业出版社,2007.1
(施工现场业务管理细节大全丛书)
ISBN 978-7-111-20672-9

I.材… II.①韩…②董… III.建筑材料 IV.TU5

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第165182号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:何文军 版式设计:张世琴 责任校对:姚培新

封面设计:王伟光 责任印制:洪汉军

北京京丰印刷厂印刷

2007年1月第1版·第1次印刷

184mm×260mm·22.75印张·563千字

标准书号:ISBN 978-7-111-20672-9

定价:39.00

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010)68326294

购书热线电话:(010)88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010)68327259

封面无防伪标均为盗版

《施工现场业务管理细节大全丛书·材料员》

编写人员

主 编
参 编

韩实彬 董文晖

(按姓氏笔画排序)

双 全	王红英	王洪德	王钦秋
王 静	王燕琦	白桂欣	白雅君
卢 玲	孙 元	石云峰	刘香燕
刘家兴	刘 捷	刘 磊	陈洪刚
陈煜森	谷文来	李方刚	邱 东
宋砚秋	张 军	张吉文	张 彤
张建铎	张 慧	官国盛	胡 风
胡 君	胡 俊	姜 雷	姚 鹏
唐 颖	徐芳芳	徐旭伟	袁嘉仑
崔立坤	解 华		

前 言

使人疲惫不堪的不是远方的高山，而是鞋里的一粒砂子。许多事情的失败，往往是由于在细节上没有尽心尽力而造成的。我们应该始终把握工作细节，而且在做事的细节中，认真求实、埋头苦干，从而使工作走上成功之路。

改革开放以来，我国建筑业发展很快，城镇建设规模日益扩大，建筑施工队伍不断增加，建筑工程施工阶段的材料质量、材料价格等因素直接影响到整个工程的进度。因此，建筑工程基层施工组织中的材料员肩负着重要的职责。工程项目能否高质量、按期完成，施工现场的基层业务管理人员是最终决定因素，而材料员又是其中非常重要的角色，是施工现场能否经济、高效、高质量地完成的关键。

为了进一步健全和完善施工现场全面材料管理问题，不断提高材料员素质和工作水平，以更多的建筑精品工程满足日益激烈的建筑市场竞争需求。根据《混凝土外加剂应用技术规范》(GB 50119—2003)和《建筑砂浆基本性能试验方法》(JGJ 70—1990)、《金属与石材幕墙工程技术规范》(JGJ 133—2001)等相关规范和标准的规定，编写了这本《施工现场业务管理细节大全丛书·材料员》。

本书主要介绍施工现场材料管理的细节要求，以及材料的基本性质、土建工程材料、防水工程材料、电气工程材料、水暖工程材料及新型材料等材料员应掌握的最基本、最实用的专业知识和施工细则。其主要内容都以细节中的要点详细阐述，表现形式新颖，易于理解，便于执行，方便读者带着问题查阅和学习。本书通俗易懂，操作性、实用性强，可供施工现场材料管理人员、相关专业大中专及职业学校的师生学习参考。

我们希望通过本书的介绍，对施工一线各岗位的人员及广大读者均有所帮助。由于编者的经验和学识有限，加之当今我国建筑业施工水平的迅速发展，尽管编者尽心尽力，但内容难免有疏漏或未尽之处，敬请有关专家和广大读者予以批评指正。

编 者

目 录

前言

1 材料的基本性质	1	细节: 木材的分类及特性	89
细节: 建筑材料的分类	1	细节: 木材的识别	90
细节: 力学性质	2	细节: 木材的选用	91
细节: 与质(重)量有关的性质	3	细节: 常用木材的尺寸及质量要求	94
细节: 与水有关的性质	4	细节: 原木材积	95
细节: 与热有关的性质	6	细节: 木材的防腐、防虫与防火	106
细节: 化学性质	7	细节: 钢材的分类	107
细节: 建筑材料中的有害成分	11	细节: 钢材的力学性能与冷弯性能	109
细节: 装饰装修材料中的有害物质	12	细节: 钢筋	111
细节: 装饰装修材料中有害物质限量	14	细节: 型钢	113
细节: 重金属的来源与危害	18	细节: 钢材的验收和贮运	116
细节: TDI、氨的来源与危害	19	细节: 玻璃的作用、性质和分类	117
细节: 材料的放射性	20	细节: 普通平板玻璃	118
2 土建工程材料	24	细节: 浮法玻璃	120
细节: 水泥	24	细节: 吸热玻璃	122
细节: 石灰	31	细节: 磨砂玻璃	122
细节: 石膏	33	细节: 花纹玻璃	122
细节: 砂子	35	细节: 安全玻璃	123
细节: 石子	37	细节: 热反射玻璃、中空玻璃	124
细节: 轻集料	40	细节: 玻璃的贮运	125
细节: 掺合料	41	细节: 建筑门窗分类和构造	125
细节: 外加剂	44	细节: 铝合金门窗	126
细节: 混凝土的分类	49	细节: 塑料门窗	135
细节: 混凝土配合比	49	细节: 彩色涂层钢板门窗	140
细节: 混凝土拌合物	52	细节: 复合门窗	142
细节: 混凝土检验	54	细节: 五金配件	143
细节: 钢筋混凝土构件	55	细节: 建筑用轻钢龙骨	144
细节: 先张法预应力混凝土管桩	59	细节: 顶棚装修材料	149
细节: 先张法预应力混凝土空心板梁	62	细节: 墙面装修材料	155
细节: 混凝土其他构件	63	细节: 地面装修材料	167
细节: 砂浆	65	细节: 油漆分类及组成	172
细节: 砖	68	细节: 油漆的选用	176
细节: 砌块	80	细节: 油漆的贮运与包装	182
细节: 砖及砌块的贮运	89	细节: 天然石材	183
		细节: 胶合板	184
		细节: 中密度纤维板	186
		细节: 刨花板	188

VI 材 料 员

细节: 实木地板	189	细节: 管件	281
细节: 强化木地板	191	细节: 给水阀门及水嘴	287
细节: 实木复合地板	193	细节: 水表	291
细节: 保温浆料	195	细节: 灰铸铁柱型及细柱型散热器	292
细节: 建筑幕墙	196	细节: 灰铸铁长翼型和圆翼型散热器	294
3 防水工程材料	206	细节: 板式散热器	295
细节: 沥青	206	细节: 钢制板型和柱型散热器	296
细节: 聚氨酯防水涂料	208	细节: 辐射对流散热器和光管散热器	298
细节: 溶剂型橡胶沥青防水涂料	211	细节: 钢制扁管散热器	300
细节: 聚合物乳液建筑防水涂料	211	细节: 闭式对流散热器	301
细节: 聚合物水泥防水涂料	212	细节: 采暖阀门	304
细节: 三元乙丙片材	214	细节: 卫生洁具	307
细节: 塑性体改性沥青防水卷材	216	细节: 卫生设备附件	313
细节: 弹性体改性沥青防水卷材	220	细节: 水暖卫材料的运输与保管	327
细节: 聚氯乙烯防水卷材	223	6 新型材料	328
细节: 密封材料分类和要求	226	细节: GZL型威卢克斯斜屋顶	328
细节: 常用密封材料	226	细节: 隐形幻彩颜料	329
细节: 密封材料的验收和储运	230	细节: 钢丝网架聚苯乙烯芯板	329
细节: 施工问题及处理方法	231	细节: 华丽胶条	330
4 电气工程材料	232	细节: 再造石	330
细节: 聚氯乙烯绝缘电线	232	7 材料项目管理	333
细节: 聚氯乙烯绝缘软线	234	细节: 材料员职责	333
细节: 丁腈聚氯乙烯复合材料绝缘软线	236	细节: 建筑材料管理任务	333
细节: 橡皮绝缘电线	236	细节: 建筑材料管理内容	335
细节: 橡皮绝缘棉纱编织软线	238	细节: 材料消耗定额	336
细节: 聚氯乙烯绝缘尼龙护套电线	238	细节: 材料计划类型及编制依据和内容	337
细节: 电力和照明用聚氯乙烯绝缘软线	239	细节: 材料计划的编制	338
细节: 电线穿管	242	细节: 材料采购	339
细节: 电光源	246	细节: 材料运输	340
细节: 灯具	251	细节: 料具租赁管理	341
细节: 开关与插座	252	细节: 材料使用管理	341
细节: 灯座	267	细节: 材料质量监督	343
细节: 电气材料的运输和保管	273	细节: 材料质量监督管理制度	347
5 水暖卫工程材料	274	细节: 材料质量监督检查处理	348
细节: 排水管道	274	细节: 建设工程材料相关法律法规	354
细节: 给水管道	277	参考文献	357

1 材料的基本性质

细节：建筑材料的分类

建筑材料的种类繁多，可以从不同角度对其进行分类。为有助于掌握不同建筑材料的基本性质，有必要简略地叙述一下不同的分类方法。

1. 按使用历史分类

传统建筑材料	使用历史较长的，如砖、瓦、砂、石及做为三大材料的水泥、钢材和木材等
新型建筑材料	相对传统建筑材料而言，使用历史较短，尤其是新开发的建筑材料

然而，传统和新型的概念也是相对的，随着时间的推移，原先被认为是新型建筑材料的，若干年后可能就不一定再被认为是新型建筑材料，而传统建筑材料也可能随着新技术的发展，出现新的产品，又成为新型建筑材料。

2. 按主要用途分类

结构性材料	主要指用于构造建筑结构部分的承重材料，例如水泥、骨料（包括砂、石、轻骨料等）、混凝土外加剂、混凝土、砂浆、砖和砌块等墙体材料、钢筋及各种建筑钢材、公路和市政工程中大量使用的沥青混凝土等，在建筑物中主要利用其具有一定力学性能
功能性材料	主要是在建筑物中发挥其力学性能以外特长的材料，例如防水材料、建筑涂料、绝热材料、防火材料、建筑玻璃、防腐涂料、金属或塑料管道材料等，它们赋予建筑物以必要的防水功能、装饰效果、保温隔热功能、防火功能、维护和采光功能、防腐蚀功能及给排水等功能。正是凭借了这些材料的一项或多项功能，才使建筑物具有或改善了使用功能，产生了一定的装饰美观效果，也使人们对生活在一个安全、耐久、舒适、美观的环境中的愿望得以实现。当然，有些功能性材料除了其自身特有的功能外，也还有一定的力学性能，而且，人们也正在不断创造更多更好的多功能材料和既具有结构性材料的强度、又具有其他功能的复合特性的材料

3. 按成分分类

无机材料	大部分使用历史较长的建筑材料属此类。无机建材又分为金属材料和非金属材料，前者如钢筋及各种建筑钢材、有色金属（如铜及铜合金、铝及铝合金）及其制品，后者如水泥、集料（包括砂、石、轻集料等）、混凝土、砂浆、砖和砌块等墙体材料、玻璃等
有机高分子材料	建筑涂料（无机涂料除外）、建筑塑料、混凝土外加剂、泡沫聚苯乙烯和泡沫聚氨酯等绝热材料、薄层防火涂料等
复合材料	常用不同性能和功能的材料进行复合制造成性能更理想的材料，可以都是无机材料复合而成或都是有机复合而成，也可以由无机和有机材料复合而成。钢筋混凝土是由钢筋和混凝土复合而成，由钢筋承担抗拉荷载，由混凝土承担抗压荷载，是得到极好复合效果的一个典型例子。又如彩钢夹心板就是由彩色钢板和聚苯乙烯或聚氨酯等泡沫塑料或矿岩棉等绝热材料复合而成的

2 材 料 员

这里还应提及人们经常称为化学建材的概念，其实这也是一个没有明确定义的叫法。化学建材可指用一种或多种合成高分子材料作主要成分，添加各种辅助的改性组分后加工制成的用于各种工程的建筑材料。因此，化学建材属于有机高分子材料的范畴，但有时会采取以复合材料的面貌出现。化学建材是继钢材、木材、水泥之后发展最快的第四大类重要建筑材料，建筑涂料、新型防水材料、塑料管道、塑料门窗等是其中最主要的四种化学建材产品。

细节：力学性质

1. 变形

弹性变形	材料受外力作用而发生变形，外力去掉后能完全恢复原来形状，这种变形称为弹性变形，材料能保持弹性变形的最大应力则称为弹性极限
塑性变形	材料受外力作用而发生变形，外力去掉后不能恢复的变形称为塑性变形
弹性模量	指材料弹性极限应力与应变的比值。它反映材料的刚度，是度量物体在弹性范围内受力时变形大小的因素之一

2. 强度

(1) 抗折（抗弯）强度

材料在外力作用下抗折断（弯曲）的强度，亦即材料在折断破坏时的最大折拉（弯拉）应力。

材料抗折强度按下式计算：

$$f_f = \frac{FL}{bh^2} \quad (1-1)$$

式中 f_f ——试件抗折强度 (MPa)；

F ——试件破坏荷载 (N)；

L ——支座间跨度 (mm)；

h ——试件截面高度 (mm)；

b ——试件截面宽度 (mm)。

(2) 抗压强度

材料在压缩时，在破坏前承受的最大荷载除以负载截面面积所得的应力。它表示材料在压力作用下抵抗破坏的最大能力。

材料抗压强度按下式计算：

$$f_{cc} = \frac{P}{A} \quad (1-2)$$

式中 f_{cc} ——材料立方体试件抗压强度 (MPa)；

P ——破坏荷载 (N)；

A ——试件承压面积 (mm²)。

(3) 抗剪强度

材料受剪切时，在破坏前所承受的最大荷载除以原横截面面积所得的应力。它表示材料在剪切作用下抵抗破坏的最大能力。

(4) 抗冲击吸收功

通常指某一材料受另一规定重量的物体的较高速度同其相接触后所能承受的能力，冲击吸收功用焦耳（ $1\text{J} = 1\text{N}\cdot\text{m}$ ）表示。

(5) 挠度

材料或构件在荷载或其他外界条件影响下，其材料的纤维长度与位置的变化，沿轴线长度方向的变形称为轴向变形，偏离轴线的变形称为挠度。

(6) 抗拉强度

材料拉伸时，在破坏前所承受的最大荷载除以原横截面面积所得的应力。它表示材料在拉力作用下抵抗破坏的最大能力。

材料抗拉强度按下式计算：

$$R_m = \frac{F_m}{S_0} \quad (1-3)$$

式中 R_m ——材料立方体试件抗拉强度（MPa）；
 F_m ——破坏荷载（N）；
 S_0 ——试件原始横截面面积（ mm^2 ）。

细节：与质（重）量有关的性质

1. 密度

密度是材料在绝对密实状态下，单位体积的质量。密度的计算式如下：

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

式中 ρ ——密度（ g/cm^3 或 kg/m^3 ）；
 m ——干燥材料的质量（g 或 kg）；
 V ——材料在绝对密实状态下的体积（ cm^3 或 m^3 ）。

2. 表观密度

表观密度是材料在自然状态下，单位体积的质量。表观密度的计算式如下：

$$\rho_0 = \frac{m}{V_0} \quad (1-5)$$

式中 ρ_0 ——表观密度（ g/cm^3 或 kg/m^3 ）；
 m ——材料的质量（g 或 kg）；
 V_0 ——材料在自然状态下的体积（ cm^3 或 m^3 ）。

3. 堆密度

堆密度是指疏松状（小块、颗粒、纤维）材料，单位堆积体积的质量。计算公式如下：

$$\rho'_0 = \frac{m}{V'_0} \quad (1-6)$$

式中 ρ'_0 ——堆密度（ kg/m^3 ）；
 m ——材料的质量（kg）；

4 材料员

V_0' ——材料的堆积体积 (m^3)。

4. 密实度

密实度是材料体积内固体物质所充实的程度。密实度的计算式如下：

$$D = \frac{V}{V_0} = \frac{\rho_0}{\rho} \quad (1-7)$$

5. 孔隙率

孔隙率是材料体积内孔隙体积与材料总体积（自然状态）的比率。孔隙率的计算式如下：

$$P = \frac{V_0 - V}{V_0} = 1 - \frac{V}{V_0} = 1 - \frac{\rho_0}{\rho} \quad (1-8)$$
$$P + D = 1$$

可见，密实度和空隙率值不必相提并论，通常以孔隙率来表征材料的密实程度。

细节：与水有关的性质

1. 亲水性与憎水性

材料与水接触时，根据材料表面被水润湿的情况，分为亲水材料和憎水材料两大类。

在材料、水和空气三相的交点处，沿水滴表面所引切线与材料表面所成的夹角——润湿角 α ，如果 $\alpha < 90^\circ$ 时，这种材料属于亲水性材料；如果 $\alpha > 90^\circ$ 时，这种材料属于憎水性材料。

2. 吸水性

材料能在水中吸水的性质，称为材料的吸水性。吸水性的用吸水率表示。质量吸水率的计算式如下：

$$W = \frac{m_1 - m}{m} \times 100\% \quad (1-9)$$

式中 W ——材料的质量吸水率 (%)；
 m ——材料质量（干燥）(g)；
 m_1 ——材料吸水饱和后质量 (g)。

体积吸水率的计算式如下：

$$W_0 = \frac{V_1 - V}{V_0} \times 100\% \quad (1-10)$$

式中 W_0 ——材料的体积吸水率 (%)；
 V_0 ——材料在自然状态下的体积 (cm^3)；
 $V_1 - V$ ——所吸水的体积 (cm^3)。

通常所说的吸水率，常指材料的质量吸水率。

3. 吸湿性

材料在潮湿空气中吸收水分的性质称为吸湿性。吸湿性的大小用含水率来表示。材料含

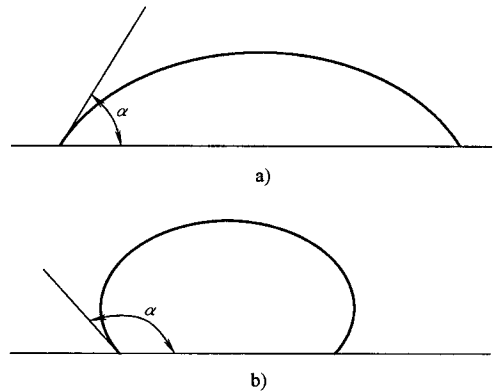


图 1-1 亲水性和憎水性材料
a) 亲水材料 b) 憎水材料

水率是材料含水质量与材料的干质量之比，其计算式如下：

$$W = \frac{m' - m}{m} \times 100\% \quad (1-11)$$

式中 W ——材料的含水率 (%)；

m ——材料干重 (g)；

m' ——材料湿重 (g)。

4. 耐水性

材料在吸水饱和状态下，不发生破坏、强度也不显著降低的性能，称为材料的耐水性。耐水性用软化系数表示：

$$K_R = f_1/f_0 \quad (1-12)$$

式中 K_R ——材料的软化系数；

f_0 ——材料在干燥状态下的强度；

f_1 ——材料在吸水饱和状态下的强度。

对经常受潮或位于水中的工程，材料的软化系数应不低于 0.75。软化系数在 0.85 以上的材料，可以认为是耐水的。

5. 抗冻性

抗冻性是指材料在吸水饱和状态下，能经受反复冻融作用而不破坏，强度无显著降低的性能。抗冻性以试件在冻融后的质（重）量损失、外形变化（破裂）或强度降低不超过一定限度时所能经受的冻融循环次数表示，或称抗冻等级。

材料的抗冻等级可分为 F15、F25、F50、F100、F200 等，按材料所处部位和当地气候条件适当选定。

材料的抗冻性与材料的强度、孔结构、耐水性和吸水饱和程度有关。

抗冻性良好的材料，对于抵抗温度变化、干湿交替等风化作用的能力也强。所以，对处于温暖地区的工程，虽无冰冻作用，为抵抗大气的风化作用，确保其耐久性，对材料往往也提出一定的抗冻性要求。

6. 抗渗性

抗渗性是材料在压力水作用下抵抗水渗透的性能。材料的抗渗性用渗透系数表示。渗透系数的计算式如下：

$$K = \frac{Qd}{AtH} \quad (1-13)$$

式中 K ——渗透系数 ($\text{cm}^3/\text{cm}^2 \cdot \text{h}$)；

Q ——渗水量 (cm^3)；

A ——渗水面积 (cm^2)；

d ——试件厚度 (cm)；

H ——静水压力水头 (cm)；

t ——渗水时间 (h)。

抗渗性的另一种表示方法是试件能承受逐步增高的最大水压而不渗透的能力，通称材料的抗渗等级，如 P4、P6、P8、P10……，表示试件能承受逐步增高至于 0.4MPa、0.6MPa、0.8MPa、1.0MPa、……水压而不渗透。

细节：与热有关的性质

1. 导热性

当材料两面存在温度差时，热量从材料一面通过材料传导至另一面的性质，称为材料的导热性。导热性用热导率表示。热导率的定义和计算式如下：

$$\lambda = \frac{Qd}{FZ(t_2 - t_1)} \quad (1-14)$$

式中 λ ——热导率 [W/(m·K)]；

Q ——传导的热量 (J)；

d ——材料厚度 (m)；

F ——热传导面积 (m²)；

Z ——热传导时间 (h)；

$(t_2 - t_1)$ ——材料两面温度差 (K)。

几种典型材料的热工性质指标见表 1-1。

表 1-1 几种典型材料的热工性质指标

材 料	热导率/[W/(m·K)]	比热容/[J/(g·K)]	材 料	热导率/[W/(m·K)]	比热容/[J/(g·K)]
铜	370	0.38	松木(横纹)	0.15	1.63
钢	55	0.46	泡沫塑料	0.03	1.30
花岗岩	2.9	0.80	冰	2.20	2.05
普通混凝土	1.8	0.88	水	0.60	4.19
烧结普通砖	0.55	0.84	密闭空气	0.025	1.00

2. 热容量和比热

材料在受热时吸收热量，冷却时放出热量的性质称为材料的热容量。单位质量材料温度升高或降低 1K 所吸收或放出的热量称为热容量系数或比热容。比热容的定义及计算式如下：

$$c = \frac{Q}{m(t_2 - t_1)} \quad (1-15)$$

式中 c ——材料的比热容 [J/(g·K)]；

Q ——材料吸收放出的热量 (J)；

m ——材料质量 (g)；

$(t_2 - t_1)$ ——材料受热或冷却前后的温差 (K)。

比热容与材料质量的乘积 $c \cdot m$ ，称为材料的热容，它表示材料温度升高或降低 1K 所吸收或放出的热量。

3. 热阻和传热系数

热阻是材料层（墙体或其他围护结构）抵抗热流通过的能力；热阻的定义及计算式为

$$R = d/\lambda \quad (1-16)$$

式中 R ——材料层热阻 [$\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$];

d ——材料层厚度 (m);

λ ——材料的热导率 [$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$]。

热阻的倒数 $1/R$ 称为材料层的传热系数。

细节：化学性质

1. 酸碱度 (pH 值)

建筑材料由各种化学成分组成,而且绝大部分建筑材料是多孔材料,会吸附水分,许多胶凝材料还需要加水拌合才能固结硬化。因此,在实际使用时,与建筑材料固相部分共存的水溶液(孔隙液或水溶出液)中就会存在一定的氢离子和氢氧根离子,化学领域里通常用 pH 值表示氢离子的浓度, $\text{pH}=7$ 为中性, $\text{pH}<7$ 的为酸性, $\text{pH}>7$ 的为碱性, pH 越小,酸性越强,越大则碱性越强。

水泥在水拌合后发生水化反应,水化生成物中有大量氢氧化钙等,不仅未硬化的水泥浆中呈很强的碱性,而且硬化后的水泥石孔隙中仍有很浓的氢氧根离子,所以硬化的水泥石,以及由其构成的砂浆、混凝土仍保持了很强的碱性,往往 pH 值可达 12~13 (这样强的碱性会对人体皮肤、眼睛角膜造成伤害,因此施工时应采取必要的劳动保护)。随着时间的推移,空气中弱酸性的 CO_2 气体逐渐渗透进来,发生酸碱中和反应,水泥石逐渐被“碳化”(也叫“碳化”),其 pH 值慢慢下降,对钢筋混凝土中钢筋的保护作用逐步丧失,就容易发生钢筋锈蚀,危及建筑物的安全使用。

新鲜砂浆和混凝土的高碱度,对某些抗碱性能不佳的涂料却是危害极大,有时在新硬化墙面上涂刷涂料后发生局部变色、“泛碱”(即涂料泛白霜等)、起皮等现象,原因之一即在于此。为此往往需采用抗碱较好的底涂层作隔离,或待墙面稍稍“陈化”、碱性有所降低后再进行涂装施工。

2. 建筑材料的性能变化及其耐久性

各种材料的性能均会随着时间发生变化。水泥砂浆、混凝土在硬化后的几个月内可能会因进一步的水化而使强度逐渐提高,某些人造石(如不饱和聚酯树脂制作的人造大理石、人造玛瑙)又可能因原先固化不足,在储存、使用过程中进一步固化而提高强度,但一般而言,材料在储存、使用过程中往往出现性能下降。

水泥及建筑石膏粉之类的水硬性胶凝材料在储存过程中会因受潮而结块,再使用时其硬化后的强度就会下降,因此应注意保持仓库内的干燥,并按出厂日期先后使用,这已是一般的常识。建筑涂料储存时间过长或储存温度过低,则会因乳液自身凝聚成冻状而不能正常使用。

使用过程中材料性能逐步退化的情况会在不知不觉之中发生,水泥砂浆、混凝土的逐步碳化造成强度下降及钢筋腐蚀、金属材料的疲劳现象,高分子材料的老化等,都导致材料的寿命终止。有的材料使用寿命长些,人们认为其耐久性好,反之亦然。

所有这些在储存和使用过程中的性能变化均伴随着一系列化学反应或复杂的物理化学过程,例如水化、交联固化、凝胶化、碳化、再结晶及电化学等过程,并往往与外界相互作用有关。尤其是使用中的这些性能退化往往一开始并无法察觉,如不防患于未然,其后果常

常难以设想。

(1) 建筑材料的碳(酸)化

碳酸化(简称碳化)是胶凝材料中的碱性成分,主要是氢氧化钙与二氧化碳(CO_2)发生反应,生成碳酸钙(CaCO_3)的过程。

众所周知,过去在内墙粉刷层上广泛使用的纸筋石灰糊,其硬化就主要依赖这种碳酸化过程,碳酸化使消化石灰中的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 变成具有一定强度的 CaCO_3 固体构架。然而碳酸化作用对现今广泛使用的水硬性胶凝材料的耐久性则不利。

在水泥砂浆、混凝土以及粉煤灰硅酸盐砌块等制品中,均有大量 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 及水化硅酸钙等水化产物,它们形成了一个具有一定强度的固体构架,空气中 CO_2 渗入浆体后首先就与 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 反应生成中性的 CaCO_3 ,从而使浆体的碱度降低, CaCO_3 则以不同的结晶形态沉积出来。因其孔隙液中钙离子浓度下降,其他水化产物会分解出 $\text{Ca}(\text{OH})_2$,进一步的碳酸化反应持续进行,直至水化硅酸钙等水化产物全部分解,所有钙都结合成 CaCO_3 。因碳化后由 CaCO_3 构成的固体构架强度远不如原先生成的固体构架,在材料的孔隙结构上也往往使外界水汽、离子等更容易侵入,因此在强度降低的同时还伴随着抗渗性能劣化等一系列不利于耐久性的变化。

水泥及胶凝材本身的化学组成对抗碳化性能有着直接的影响,但如何减缓 CO_2 进入水泥浆体,从而提高水泥砂浆、混凝土的抗碳化性能一直是人们十分关心的问题。如在砂浆、混凝土表面涂刷保护层,掺入硅粉、矿粉等外掺料、掺加减水剂以减小砂浆、混凝土的水灰比,使水泥石中的孔隙变小、变窄等措施均是常用的方法。但在使用过程中严格控制水灰比,做好振捣减少蜂窝麻面,使砂浆、混凝土密实,做好浇捣后的养护等均是十分方便而有效的措施,务必引起重视。

(2) 建筑材料的抗冻性能

建材的抗冻性是指其抵御反复冻融的能力。

对金属、玻璃等致密材料而言,其抗冻问题并不突出,除非使用温度低于其出现冷脆(这在自然环境下一般不会出现)的温度,塑料管道甚至因其强度低,有延性,管道内结冰引起的膨胀破坏反而比金属管道更容易得到缓解,似乎能“更耐冻”,但由于大多数建材是多孔材料,其孔隙中往往存在水化剩余水,或从大气中吸附的水分,或从外界渗入的水,当环境温度低于其冰点(虽然因孔隙液中含有其他成分,其冰点往往低于 0°C)时,这些水将结冰,而冰的体积比水约增大9%,从而在孔隙中产生膨胀应力,造成对孔壁的破坏。这种破坏往往由建筑材料表面的剥落开始,直至影响材料的整体强度等性能,尤其是反复冻融,其破坏更甚。

几乎所有使建筑材料减少水分进入的方法都对其抗冻性能的提高有益。例如对水泥砂浆、混凝土及其制品,上述提高其抗碳化性能的措施都能有效提高其抗冻性;对绝热材料,则不可能采取使其内部致密的方法,则采用外覆铝箔等阻断水分进入的方法就非常适用,也有利于其产品的绝热性能的保持。对水泥砂浆、混凝土及其制品而言,有时适当掺加一些加气剂,以产生一些能使结冰膨胀应力得以缓冲的大孔(但不能增加毛细孔隙的数量),也能有效提高其抗冻性。

(3) 建筑材料的抗渗透性能

指建筑材料抵抗气体、液体(水及油等)在一定压力差作用下渗透的性能。

由于抗渗透性能与材料内部的孔隙数量、孔径大小、孔隙封闭与否密切相关，因此越致密的材料，与外表面连通的孔隙（也叫“开口孔”）越少，孔隙直径越小的材料，其抗渗性能越好。一般情况下，人们希望建筑材料具有较好的抗渗透性能，但有些场合下则不然，例如随着对生活质量要求的提高，要求住宅办公楼等建筑中使用的材料能透气而不透水，以提高人们感觉的舒适度。

但对水泥砂浆、混凝土而言，抗水渗透性越好，其抗碳化性能、抗冻性能也越好，同时则意味着耐久性也越好。为了考核其抗渗透性能的好坏，相应标准分别规定了 28d 龄期砂浆和混凝土标准试件在一定压力差下做水渗透试验的方法，以确定其抗渗等级，等级越高，抗渗性能越好。防水材料也有相应标准方法测试其透水性能。

我国及国际上还对越来越多的防水材料和绝热材料规定了水蒸气透过性能要求。我国早在 1997 年就发布了相应的水蒸气透过性能试验方法的国家标准。

由于抗渗透性能与抗碳化、抗冻等性能密切相关，所以几乎所有提高这些性能的措施都类似。

(4) 混凝土的抗硫酸盐侵蚀性能

海港工程中，混凝土受海水浸泡出现硫酸盐侵蚀而发生膨胀破坏，这种侵蚀在海水水位交变区尤为明显。某些地下水含硫酸盐成分较多的场合也会出现这种混凝土破坏的现象。

硫酸盐侵蚀是因为各种硫酸盐能与已硬化水泥中的氢氧化钙发生反应，生成硫酸钙，因硫酸钙的水中溶解度低，所以有可能以二水石膏（ $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ）晶体的形式析出；即使孔隙液中硫酸根浓度还不足以析出二水石膏，但当已饱和了的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的孔隙液中还含有不少水泥水化时常产生的高铝水化铝酸钙（如 C_4AH_3 ）时，仍会析出针状的水化硫铝酸钙晶体（即“钙矾石”—— $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaSO}_4 \cdot 32\text{H}_2\text{O}$ ）。无论是生成二水石膏还是钙矾石，都会伴随着晶体体积的明显增大，对已硬化的混凝土，就会在其内部产生可怕的膨胀应力，导致混凝土结构的破坏，轻则使强度下降，重则混凝土分崩离析。

因此，在海港工程或水利工程、地下工程（尤其是地下水中硫酸盐含量较高的地区）和某些特种工程中，人们往往不使用普通的水泥来制作混凝土，而是采用抗硫酸盐硅酸盐水泥，这种水泥的矿物组成较特殊，生产中严格控制其水泥熟料中的硅酸三钙、铝酸三钙和铁铝酸四钙的含量，使其在水化时的碱度下降，水化铝酸钙成分得以控制，从而提高其抗硫酸盐侵蚀性能。当然，在混凝土中加入适当的矿渣等外掺料时也可能提高混凝土的抗硫酸盐侵蚀性能，其原理实际上也是类似的。

对于水泥砂浆或混凝土的抗硫酸盐侵蚀性能，也有相应的测试方法——强度法和测长法，以胶砂试件在硫酸盐溶液中浸泡一定时间后发生的强度或长度的变化情况来做出判定，并有相应国家标准。

(5) 钢筋混凝土中的钢筋锈蚀

钢筋混凝土结构中的钢筋承受了主要的拉应力，因此一旦钢筋严重锈蚀就将使整个钢筋混凝土结构失去支撑而溃塌。然而钢筋锈蚀是个比较复杂的电化学反应，对浇捣密实的正常混凝土而言，由于碱度高，钢筋会被钝化，即使在浇捣混凝土时钢筋表面有轻微锈蚀，也会被溶解，但随后其表面则因阳极控制而形成稳定相或吸附膜，抑制了铁变成离子状态的阳极过程，不再锈蚀，即强碱性的混凝土保护了钢筋，使之免遭氧气和湿气等介质的侵害，除非混凝土的碱度很低，或混凝土内因集料、外加剂等含有过多的氯化物，妨碍了钢筋的钝化，

或仅仅处于一种很不稳定的钝化。

其实钢筋锈蚀的出现是不可避免的，即使没有混凝土自身的不利因素（即碱度低、氯化物含量高等），在外部因素的影响下，经过若干时间后，钢筋也会出现锈蚀并持续严重化，只是时间迟早而已。

因各种外力（为撞击、振动、磨损）或冻融等外部的物理作用，使原先在钢筋外面裹覆的混凝土保护层破坏，钢筋直接裸露在有害的介质中而锈蚀，这是发生钢筋锈蚀的一种情况。

另一种则是由于外部介质进入混凝土，发生一系列化学作用和物理化学作用而导致钢筋锈蚀。如发生前面所说的碳酸化作用、硫酸盐侵蚀作用，还有外界氯离子的进入等，均改变了混凝土孔隙液中的成分，或使 pH 值下降，或水泥石结构遭到破坏，混凝土对钢筋的保护作用丧失殆尽，结果钢筋发生了锈蚀。在保护层干湿交替的情况下，钢筋锈蚀速度往往会比直接暴露在水中时发生锈蚀的速度更快。

钢筋锈蚀是个恶性循环的过程。一旦锈蚀，其锈蚀产物引起的体积膨胀使混凝土承受内部的巨大拉应力，从而进一步破坏保护层，又加快了钢筋锈蚀，反复加重了对整个钢筋混凝土的破坏。

因此，为了减缓钢筋混凝土中钢筋锈蚀的速度，提高钢筋混凝土结构的耐久性，可以采取各种措施以提高混凝土的致密程度，使混凝土的抗冻性能、抗渗透性能、抗碳化性能及其他抗腐蚀性性能得以改善，也包括在混凝土表面，甚至钢筋表面涂覆耐化学腐蚀的覆盖层（当然以降低钢筋与混凝土间的粘结力为前提）等措施。又如对重大工程，也有采用阴极保护等措施的。

总之，防止对钢筋混凝土中钢筋的锈蚀是一个十分重要、人们长期为之努力的课题。

(6) 高分子材料的耐老化性能（耐候性）

高分子材料的耐老化性能（即耐候性）是指其抵御外界光照、风雨、寒暑等气候条件长期作用的能力，这又是一个非常复杂的过程。

高分子材料（不论是天然的还是人工合成的）在储存和使用过程中，会受内外因素的综合作用，出现性能逐渐变差，直至最终丧失使用价值的现象。相对于无机材料而言，高分子材料的这种变化尤为突出，人们称之为“老化”。建筑涂料因老化而褪色、粉化，建筑塑料、橡胶制品等则变硬、变脆，乃至开裂粉化，或发粘变软而无法使用，胶粘剂则完全丧失粘结力，凡此种种，其过程不可逆转。

老化的内因与高聚物自身的化学结构和物理结构中特有的缺点有关，其外因则与太阳光（尤其是其中能量较高能切断许多高分子聚合物分子链的紫外线）、氧气和臭氧、热量以及空气中的水分等有关，它们都直接或间接地使已聚合的大分子链和网变短、变小，甚至变成单体或分解成其他化合物，这种化学结构的破坏导致高分子材料的物理性能改变，力学性能改变，使原先的高聚物的特性丧失殆尽。

为了减缓这种老化的发生，人们在高分子材料的抗老化剂（抗氧剂、紫外光稳定剂和热稳定剂等）及加工工艺等一系列问题上作努力，以期改进其抗老化性能，至于其效果则需要通过一系列的人工加速老化试验（耐候试验）来加以验证。因此高分子材料的产品标准中往往会列入光、臭氧和热老化指标。