

施工现场业务管理细节大全丛书

材料员

第2版

韩实彬 董文晖 ◎ 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

第2版

韩实彬 董文晖 主编



机械工业出版社

本书第2版内容包括材料的基本性质、土建工程材料、防水工程材料、电气工程材料、水暖卫工程材料、新型材料、材料项目管理等材料员应掌握的最基本、最实用的专业知识和施工细则。

图书在版编目(CIP)数据

材料员/韩实彬,董文晖主编. —2版. —北京:
机械工业出版社, 2010.9

(施工现场业务管理细节大全丛书)

ISBN 978-7-111-31836-1

I. ①材… II. ①韩…②董… III. ①建筑材料
IV. ①TU5

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第176477号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:何文军 责任编辑:何文军 责任校对:张晓蓉

封面设计:王伟光 责任印制:李妍

北京振兴源印务有限公司印刷

2011年1月第2版第1次印刷

184mm×260mm·24.75印张·610千字

标准书号:ISBN 978-7-111-31836-1

定价:46.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

读者服务部:(010)68993821

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 韩实彬 董文晖

参 编 (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
陈煜淼	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		

第2版前言

鉴于国家标准《建筑玻璃应用技术规程》(JGJ 113—2009)、《聚合物水泥防水涂料》(GB/T 23445—2009)、《铝合金建筑型材》(GB 5237—2008)、《塑料体改性沥青防水卷材》(GB 18243—2008)、《弹性体改性沥青防水卷材》(GB 18242—2008)等20余种规范进行了修改,本书第1版的相关章节已经不能适应发展应用的需要,故本书亟待修订。

由于编者的水平有限,书中缺陷乃至错误在所难免,望广大读者给予批评、指正。

编 者

2010年4月

第1版前言

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技术的迅速发展，尽管尽心尽力，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

2006年11月

目 录

第2版前言

第1版前言

1 材料的基本性质 1

细节：建筑材料的分类 1

细节：力学性质 2

细节：与质量有关的性质 3

细节：与水有关的性质 4

细节：与热有关的性质 6

细节：化学性质 7

细节：材料的放射性 11

细节：材料的耐久性 14

细节：建筑材料中的有害成分 15

细节：装饰装修材料中的有害物质 16

细节：装饰装修材料中可挥发性有机化合物
总量(TVOC)的控制 17

细节：装饰装修材料中有害物质限量 18

细节：重金属的来源与危害 24

细节：TDI、氨的来源与危害 24

2 土建工程材料 26

细节：水泥 26

细节：石灰 32

细节：石膏 35

细节：砂子 37

细节：石子 39

细节：轻骨料 42

细节：混凝土的组成、特点及分类 43

细节：混凝土掺合料 44

细节：混凝土外加剂 46

细节：混凝土配合比设计 51

细节：混凝土拌和物 54

细节：混凝土检验 55

细节：钢筋混凝土构件 57

细节：混凝土其他构件 61

细节：砂浆的分类及组成材料 63

细节：砌筑砂浆配合比设计 65

细节：砂浆的拌制和使用 66

细节：砌墙砖 67

细节：砌块 80

细节：砖及砌块的贮运 92

细节：水泥类墙用板材 93

细节：木材的分类及特性 94

细节：木材的识别 95

细节：木材的选用 96

细节：常用木材的尺寸及质量要求 99

细节：原木材积表 101

细节：杉原条材积表 110

细节：木材的防腐、防虫与防火 113

细节：钢材的分类 115

细节：钢材的主要性能 119

细节：钢筋 121

细节：型钢 124

细节：钢材的验收和贮运 127

细节：玻璃的作用、性质和分类 128

细节：平板玻璃 128

细节：压花玻璃 132

细节：建筑用安全玻璃 133

细节：中空玻璃 139

细节：建筑门窗分类和构造 141

细节：铝合金门窗 142

细节：塑料门窗 148

细节：彩色涂层钢板门窗 153

细节：复合门窗 155

细节：建筑用轻钢龙骨 156

细节：顶棚装修材料 162

细节：墙面装修材料 169

细节：地面装修材料 181

细节：油漆分类及组成 186

细节：油漆的选用 190

细节：油漆的贮运与包装 196

细节：天然石材 198

细节：胶合板 200

细节：刨花板 202

细节：实木地板 206

细节：实木复合地板 208

细节: 保温浆料	210	细节: 钢制板型和柱型散热器	318
细节: 建筑幕墙	211	细节: 辐射对流散热器和光管散热器	320
3 防水工程材料	222	细节: 钢制扁管散热器	322
细节: 沥青	222	细节: 闭式对流散热器	323
细节: 聚氨酯防水涂料	224	细节: 采暖阀门	325
细节: 溶剂型橡胶沥青防水涂料	226	细节: 卫生陶瓷	328
细节: 聚合物乳液建筑防水涂料	227	细节: 玻璃纤维增强塑料浴缸	334
细节: 聚合物水泥防水涂料	228	细节: 卫生设备附件	334
细节: 塑性体改性沥青防水卷材	230	细节: 水暖材料的运输与保管	349
细节: 弹性体改性沥青防水卷材	233	6 新型材料	350
细节: 聚氯乙烯防水卷材	234	细节: GZL 型威卢克斯斜屋顶	350
细节: 密封材料的分类和要求	236	细节: 隐形幻彩颜料	351
细节: 聚氨酯建筑密封胶	237	细节: 拜石彩色透水性混凝土地坪	351
细节: 建筑防水沥青嵌缝油膏	238	细节: 钢丝网架聚苯乙烯芯板	352
细节: 聚硫建筑密封胶	239	细节: 水溶性聚氨酯堵漏剂	352
细节: 硅酮建筑密封胶	239	细节: 西班牙 MCC 系列复合云石	353
细节: 密封材料的验收和贮运	241	细节: 再造石	354
细节: 施工问题及处理方法	242	7 材料项目管理	356
4 电气工程材料	243	细节: 材料员岗位职责	356
细节: 聚氯乙烯绝缘电线	243	细节: 材料管理的任务	356
细节: 聚氯乙烯绝缘软线	245	细节: 材料管理的要求	357
细节: 橡皮绝缘电线	246	细节: 材料管理的内容	358
细节: 橡皮绝缘棉纱编织软线	248	细节: 材料员的工作程序	358
细节: 聚氯乙烯绝缘尼龙护套电线	248	细节: 建设工程定额	358
细节: 电线穿管	249	细节: 材料消耗定额管理	360
细节: 电光源	253	细节: 材料消耗定额的制订	360
细节: 灯具的分类	258	细节: 材料计划类型及编制依据和内容	362
细节: 开关与插座	261	细节: 材料计划的编制	362
细节: 灯座	283	细节: 材料计划的实施	363
细节: 电气材料的运输和保管	290	细节: 材料采购	364
5 水暖卫工程材料	291	细节: 材料运输管理	365
细节: 排水管道	291	细节: 材料仓储管理	368
细节: 给水管道	295	细节: 工具的管理	369
细节: 可锻铸铁管路连接件	301	细节: 材料使用管理	371
细节: 灰铸铁管件	305	细节: 材料质量监督管理	373
细节: 给水阀门及水嘴	307	细节: 材料质量监督管理制度	376
细节: 水表的选择	312	细节: 材料质量监督检查处理	377
细节: 灰铸铁柱型和细柱型散热器	313	细节: 建设工程材料相关法律、法规	383
细节: 灰铸铁长翼型和圆翼型散热器	315	参考文献	386
细节: 板式散热器	316		

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、石及作为三大材料的水泥、钢材和木材等
新型建筑材料	针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，又成了新型建筑材料。

2. 按主要用途分类

结构性材料	主要是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的力学性能
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、防腐蚀功能及给水排水等功能。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，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、又具有其他功能复合特性的材料

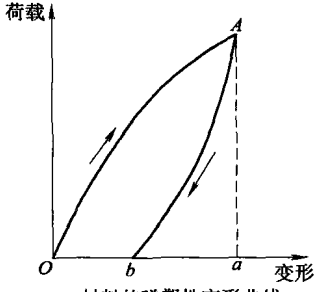
3. 按化学成分分类

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(属黑色金属)、有色金属(如铜及铜合金、铝及铝合金)及其制品，后者如水泥、骨料(包括砂、石、轻骨料等)、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材料复合而成，也可以由无机材料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，由混凝土承担抗压负荷，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新型复合材料

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. 力学变形

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 材料弹性极限应力与应变的比值称为弹性模量，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	
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	

2. 力学强度

(1) 抗折(抗弯)强度 材料在外力作用下抗折断(抗弯)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：

$$f_t = \frac{FL}{bh^2} \tag{1-1}$$

式中 f_t ——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 材料在受压缩时，于破坏前承受的最大负荷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：

$$f_{cc} = \frac{P}{A} \tag{1-2}$$

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负荷除以原损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 通常指某一材料受另一规定质量的物体的较高速度同其相接触后所能承受的能力, 冲击能量用焦耳($1\text{J}=1\text{N}\cdot\text{m}$)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负荷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)。

3. 脆性

材料的脆性就是指当外力达到一定限度时, 材料无明显的塑性变形而突然破坏的性质。陶瓷、石材、玻璃、砖瓦等都属于脆性材料。脆性变形曲线如图 1-1 所示。

4. 韧性

韧性就是指材料在冲击、振动荷载的作用下能承受较大的变形也不破坏的性质。铝材、钢材、木材等都属于韧性材料。桥梁、路面、地面、飞机跑道、吊车梁等构件的材料都要求有此性能。

5. 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。

常用刻划法和压入法来测量材料的硬度。刻划法即用硬度不同的材料对被测材料的表面进行刻划, 按刻划材料的硬度递增分为 10 个等级, 依次为滑石、石膏、方解石、氟石、磷灰石、正长石、石英、黄玉、刚玉、金刚石, 该方法用于测定天然矿物的硬度值。压入法测得的是布氏硬度值, 将硬物压入材料表面, 用压力除以压痕面积所得到的值即为布氏硬度值。

6. 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, 按式(1-4)计算。

$$N = \frac{m_1 - m_2}{A} \quad (1-4)$$

式中 N ——磨损率(g/cm^2);

m_1 、 m_2 ——材料磨损前、后的质量(g);

A ——材料的受磨面积(cm^2)。

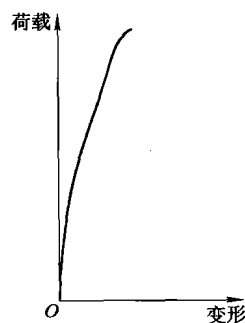


图 1-1 脆性变形曲线

细节：与质量有关的性质

1. 密度 ρ

密度 ρ 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:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1-5)$$

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 ρ_0

表观密度 ρ_0 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:

$$\rho_0 = \frac{m}{V_0} \quad (1-6)$$

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 ρ'_0

堆密度 ρ'_0 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:

$$\rho'_0 = \frac{m}{V'_0} \quad (1-7)$$

式中 ρ'_0 ——堆密度(kg/m^3);
 m ——材料的质量(kg);
 V'_0 ——材料的堆积体积(m^3)。

4. 密实度 D

密实度 D 是指材料体积内固体物质所充实的程度。密实度 D 的计算式如下:

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

5. 孔隙率 P

孔隙率 P 是指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 P 的计算式如下:

$$P = \frac{V_0 - V}{V_0} = 1 - \frac{V}{V_0} = 1 - \frac{\rho_0}{\rho} \quad (1-9)$$

可见

$$P + D = 1$$

所以密实度 D 和孔隙率 P 值不必相提并论,通常以孔隙率 P 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形成的夹角即为润湿角 α (图 1-2)。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;如果 $\alpha = 90^\circ$ 时,这种材料属于顺水材料。

2. 吸水性

材料在水中吸水的性质称为材料的吸水性。吸水性的的大小用吸水率表示。质量吸水率的

计算式如下:

$$W = \frac{m_1 - m}{m} \times 100\% \quad (1-10)$$

式中 W ——材料的质量吸水率(%);

m ——材料质量(干燥)(g);

m_1 ——材料吸水饱和后的质量(g)。

体积吸水率的计算式如下:

$$W_0 = \frac{m_1 - m}{V_0} \times 100\% \quad (1-11)$$

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);

$m_1 - m$ ——材料所吸水质质量(g)即所吸水的体积(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:

$$W = \frac{m' - m}{m} \times 100\% \quad (1-12)$$

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:

$$K_R = \frac{f_1}{f_0} \quad (1-13)$$

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。

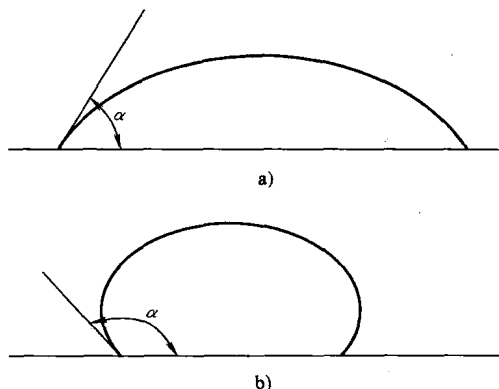


图 1-2 亲水性和憎水性材料

a) 亲水材料 b) 憎水材料

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：

$$K = \frac{Qd}{AtH} \tag{1-14}$$

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、……等，表示试件能承受逐步增高至 0.4MPa、0.6MPa、0.8MPa、1.0MPa、……的水压而不渗透。

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。热导率的计算式如下：

$$\lambda = \frac{Qd}{FZ(t_2 - t_1)} \tag{1-15}$$

式中 λ ——热导率[$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$]；
 Q ——传导的热量(J)；
 d ——材料厚度(m)；
 F ——热传导面积(m^2)；
 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/[$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$]	比热容/[$\text{J}/(\text{g} \cdot \text{K})$]	材 料	热导率/[$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$]	比热容/[$\text{J}/(\text{g} \cdot \text{K})$]
铜	370	0.38	松木(横纹)	0.15	1.63
钢	55	0.46	泡沫塑料	0.03	1.30
花岗石	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：

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

式中 C ——材料的比热容 [$\text{J}/(\text{g} \cdot \text{K})$];

Q ——材料吸收或放出的热量(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 $C \cdot m$ 称为材料的热容量值, 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如下：

$$R = \frac{d}{\lambda} \quad (1-17)$$

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和才能固结硬化。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 值越小, 酸性越强, 越大则碱性越强。

水泥在用水拌和后发生水化反应, 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“碳酸化”(又称“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致命的, 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做隔离层, 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。但一般来说,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,都会导致材料的使用寿命的终止。

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化过程,碳化使消化石灰中的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 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。

水泥及胶凝材料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 建筑材料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”。但由于大多数建筑材料是多孔材料,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(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。

(3) 建筑材料的抗渗透性能 是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(又称“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,其抗碳酸化性能、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。防水材料也有相应方法标准测试其透水性能。

(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石中的氢氧化钙发生反应,生成硫酸钙,因硫酸钙在水中的溶解度低,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也可以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过程,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