

住房和城乡建设领域
专业技术管理人员
培训教材

试验员

陈远吉 主编
宁 平

详解知识 + 例解方法 + 破解误区 + 趣解专题



☆学习目标

框架体系成网络 客观把握
纵横贯通思路清 高屋建瓴

☆学以致用

点例对应创新思 知能互动
借题发挥引思路 触类旁通

☆知识课堂

关键挖空理脉络 有的放矢
基础知识巧整合 点点落实

☆建筑词典

紧扣标准全覆盖 沙场点兵
精心设计链规范 体验成功

最佳
训练模式

+

最佳
训练方法

+

最佳
训练内容

＝最佳的学习教练

便携性——一册在手，携带自如，随时随地，伴你左右，速查便记，助你一臂之力
针对性——浓缩精华，条分缕析，知识主干，一目了然，规律总结，强化知识理解
灵活性——精巧盘点，去粗存精，化繁为简，化难为易，轻松掌握，感受阅读快感
时效性——点击难点，各个击破，深入浅出，厚积薄发，轻松阅读，成就精彩未来

住房和城乡建设领域专业技术管理人员培训教材

试 验 员

本书主编	陈远吉	宁 平		
副 主 编	李 娜	毕春蕾		
编 委	谭 续	费月燕	陈愈义	陈远生
	陈桂香	陈文娟	陈娅茹	王 勇
	李春平	李文慧	李 倩	孙艳鹏
	宁荣荣	梁海丹	符文峰	邱晓花

合作伙伴 中国考通网(www.kaotong.net)



图书在版编目 (CIP) 数据

试验员 / 陈远吉, 宁平主编.

—南京: 江苏人民出版社, 2012. 1

(住房和城乡建设领域专业技术管理人员培训教材)

ISBN 978-7-214-07451-5

I. ①试… II. ①陈… ②宁… III. ①建筑材料—材料试验—岗位培训—教材 IV. ①TU502

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 192722 号

试验员

陈远吉 宁平 主编

责任编辑: 许闻闻 刘 焱

责任监印: 马 琳

出 版: 江苏人民出版社 (南京湖南路 1 号 A 楼 邮编: 210009)

发 行: 天津凤凰空间文化传媒有限公司

销售电话: 022-87893668

网 址: <http://www.ifengspace.cn>

集团地址: 凤凰出版传媒集团 (南京湖南路 1 号凤凰广场 A 楼 邮编: 210009)

经 销: 全国新华书店

印 刷: 河北省昌黎县第一印刷厂

开 本: 787 mm×1092 mm 1/16

印 张: 15.75

字 数: 402 千字

版 次: 2012 年 2 月第 1 版

印 次: 2012 年 2 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-214-07451-5

定 价: 35.00 元

(本书若有印装质量问题, 请向发行公司调换)

内 容 提 要

本书严格依照现行的国家标准及规范编写,不仅编入试验员必须掌握的基础知识,还插入了部分图片作为文字介绍的辅助阐释,以利读者将理论与实际相结合。本书内容包括:建筑材料,气硬性无机胶凝材料试验,水泥试验,钢筋试验,骨料试验,掺和料、外加剂与拌和水试验,普通混凝土试验,砌筑砂浆试验,墙体材料试验,沥青及防水材料试验,建筑保温、吸声材料试验。

本书体例新颖,实用性和针对性强,可供建筑工程试验员、项目经理及施工管理人员参考使用,也可作为工程质量员、监理员上岗的培训资料使用,还可供政府质量安全监督机构以及建设、施工、设计单位的相关人员使用。

前 言

建筑业是我国国民经济的支柱产业。近年来,为了适应建筑业的发展需要,国家对建筑设计、建筑结构及施工质量验收等一系列标准规范进行了大规模的修订。与此同时,各种工程建设新技术、新设备、新工艺及新材料已得到广泛应用。做好工程施工准备工作,理解各分部分项工程的施工要求和方法,以及按照施工组织设计和有关标准、经济文件的要求进行施工等,是住房和城乡建设领域专业技术管理人员必须具备的职业技能。其管理能力及技术水平的高低,直接关系到建筑工程的效率和质量,关系到企业的信誉、前途和发展。因此,大力发展以职业技能培训为重点的职业教育,无疑成为适应建筑业高速、可持续发展的当务之急。

根据住房和城乡建设领域专业技术管理人员的实际需要,本套培训教材以工程项目中的专业技术管理人员为编写对象,目的是在建筑技术不断发展的今天,能够为其提供一套内容简明,通俗易懂,图文并茂,融新技术、新材料、新工艺与管理工作为一体的实用参考书。

本套丛书共分为9本分册:

- 1.《施工员》;
- 2.《监理员》;
- 3.《质量员》;
- 4.《测量员》;
- 5.《造价员》;
- 6.《材料员》;
- 7.《资料员》;
- 8.《安全员》;
- 9.《试验员》。

本套丛书由工程建筑领域的知名专家、学者及一批长期工作在工程施工一线的技术人员和管理人员历经数年精心编写而成,是编者多年实际工作经验的积累与总结。

丛书在编写过程中,打破以往类似图书呆板、单调、千篇一律的传统模式,准确把握施工技术的关键知识点,提炼所需的知识信息,遵循循序渐进、各个击破的原则,让所有的知识潜移默化地传授给读者。以科学的方法、合理的信息,将每章分成:学习目标、知识课堂、学以致用等栏目,同时文中也设置了建筑词典及温馨提示的小版块,让读者像查阅“地图”一样查找相关的知识信息。这是丛书最大的创新,也是区别于其他类似图书最大的“亮点”。

学习目标:明确学习任务,将本章的重点、难点筛选提炼出来,去粗存精,突出重点,遵循“基本知识不遗漏、前沿知识有选择”的原则,力求突出“自学”的特点。

知识课堂:本书采取图文并茂的形式,用通俗易懂的语言及图表解释的方法,将本章的重点知识和难点知识统一归纳,让读者读起来省心、省时、省力。同时,也增加了一些互动环节,着重改善“学习的被动状态”,引导读者从被动走向主动,从主动走向互动,从而达到学习的最佳效果。

学以致用:这是本书的重点。在这里我们将一步一步地教读者如何应用所学的知识进行实践操作,真正让读者在阅读本书后,能将工作“拿得起,放得下”。

建筑词典版块:将陌生的术语、难以理解的语句,予以详细的解释,让读者真正能明白其中的含义。

温馨提示版块:提示读者在学习或实践操作中要注意的地方,包括施工安全及数据的解释等相关内容。

本套丛书在编写时参考和引用了部分单位、专家学者的资料,并得到许多业内人士的大力支持,在此表示衷心的感谢。限于编者水平有限和时间紧迫,书中疏漏及不当之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编 者

2012 年 1 月

目 录

第一章 建筑材料	1
学习目标	1
知识课堂	1
建筑材料的分类及特性	1
学以致用	11
建筑材料试验的基本要求	11
第二章 气硬性无机胶凝材料试验	37
学习目标	37
知识课堂	37
基础知识	37
学以致用	39
气硬性无机胶凝材料试验技术	39
第三章 水泥试验	44
学习目标	44
知识课堂	44
基础知识	44
学以致用	54
水泥试验的一般规定	54
常用水泥的验收和保管	68
第四章 钢筋试验	71
学习目标	71
知识课堂	71
钢筋基础知识	71
学以致用	74
钢筋试验	74

钢筋焊接接头力学性能试验	85
第五章 骨料试验	90
学习目标	90
知识课堂	90
基础知识	90
学以致用	91
细骨料试验	91
粗骨料试验	96
轻骨料试验	107
骨料技术要求	108
第六章 掺和料、外加剂与拌和水试验	112
学习目标	112
知识课堂	112
掺和料	112
外加剂	113
学以致用	117
外加剂的检测及试验方法	119
拌和水	122
第七章 普通混凝土试验	126
学习目标	126
知识课堂	126
混凝土	126
学以致用	131
混凝土试件的制备与试块强度统计评定	131
普通混凝土拌和物试验	133
普通混凝土力学性能试验	140
普通混凝土耐久性能试验	144
第八章 砌筑砂浆试验	148
学习目标	148
知识课堂	148

基础知识	148
学以致用	152
砌筑砂浆强度试验	152
砌筑砂浆物理性能试验	155
砌筑砂浆施工性能试验	158
砌筑砂浆耐久性能试验	161
第九章 墙体材料试验	163
学习目标	163
知识课堂	163
基础知识	163
学以致用	176
砌墙砖试验	176
墙用砌块试验	181
第十章 沥青及防水材料试验	188
学习目标	188
知识课堂	188
石油沥青及防水卷材	188
防水涂料及防水密封接缝材料	196
学以致用	206
沥青试验	206
防水材料试验	212
第十一章 建筑保温、吸声材料试验	223
学习目标	223
知识课堂	223
建筑保温材料	223
建筑吸声材料	230
学以致用	232
建筑保温材料试验	232
建筑吸声材料试验	239
参考文献	242

第一章 建筑材料

学习目标

1. 掌握建筑材料的分类及特性。
2. 熟悉建筑材料试验的基本要求。

知识课堂

建筑材料的分类及特性

一、建筑材料的分类

材料是人类用来制作各种产品的物质,是人类生产和生活的物质基础。建筑材料种类繁多,可以有不同的分类方法。

1. 按主要性能分类

按主要性能,建筑材料可分为结构性材料和功效材料。

1) 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、混凝土外加剂、混凝土、砂浆、砖和砌块等砌体材料,钢筋及各种建筑钢材等。

2) 功效材料主要是指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。这些材料的一项或多项功能,使建筑物具有或改善了使用功能,产生了一定的装饰效果,也使人们对生活在一个安全、耐久、舒适及美观的环境中的愿望得以实现。

2. 按工程项目分类

按工程项目,建筑材料可分为建筑主体材料和装修材料。

1) 建筑主体材料是指用于建造建筑物主体工程所使用的材料,包括水泥及水泥制品、砖、瓦、混凝土、混凝土预制构件、砌块、墙体保温材料、工业废渣、掺工业废渣的建筑材料及各种新型墙体材料等。

2) 装修材料是指用于建筑物室内、外饰面用的建筑材料,包括花岗石、建筑陶瓷、石膏制品、吊顶材料、粉刷材料及其他新型饰面材料等。

3. 按技术发展分类

按技术发展,建筑材料可分为传统建筑材料与新型建筑材料。

1) 传统建筑材料是指使用历史较长的,如砖、瓦、砂、石及作为三大材料的水泥、钢材和木材等。

2) 新型建筑材料是针对传统建筑材料而言,使用历史较短或新开发的建筑材料。

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

4. 按材料本身自然属性分类

按材料本身的自然属性,建筑材料可分为金属材料和非金属材料。

- 1) 金属材料主要包括建筑钢材(即大五金)、铸造制品、有色金属及制品、小五金等。
- 2) 非金属材料又可分为有机非金属材料 and 无机非金属材料。其中:有机非金属材料包括木材、竹材、建筑塑料、油漆涂料及防水材料;无机非金属材料包括水泥、玻璃、陶瓷、砖、瓦、石灰、砂石、珍珠岩制品、耐火材料、硅酸盐砌块及混凝土制品。

5. 按材料在生产中的地位和作用分类

按材料在生产中的地位和作用,建筑材料可分为主要材料、辅助材料、燃料和周转性材料。

1) 主要材料是指构成产品主要实体的材料,如机械制造生产中的钢铁材料,建筑工程所消耗的砖、瓦、石料、水泥、木材、钢材等。

2) 辅助材料是指不构成产品实体但在生产中被使用、被消耗的材料。辅助材料可分为以下3种。

① 与主要材料相结合,使主要材料发生物理或者化学变化的材料,如染料、油漆、化学反应中的催化剂等,混凝土工程中掺用的早强剂、减水剂,管道工程的防腐用沥青等。

② 与机械设备使用有关的材料,如润滑油脂、传送带等。

③ 与劳动条件有关的材料,如照明设备、取暖设备等。

3) 燃料是一种特殊的辅助材料,产生直接供生产用的能量,不直接加入产品本身之内,如煤炭、汽油、柴油等。

4) 周转性材料是指不加入产品本身,而在产品的生产过程中周转使用的材料。它的作用和工具相似,故又称为“工具性材料”,如建筑工程中使用的模板、脚手架和支撑物等。

二、建筑材料的特性

(一) 材料的物理性质

材料的物理性质是指材料在无变化的条件下表现出来的特性,包括密度、导电性、导热性、磁导性及电绝缘性等。

1. 密度的概念及计算公式

某种物质的质量和其体积的比值,即某种物质单位体积的质量,称为这种物质的密度,用“ ρ ”表示。

密度是物质的一种特性,它只与物质的种类有关,与质量、体积等因素无关。不同物质的密度一般是不相同的,同种物质的密度则是相同的。

密度的计算公式:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

式中 ρ ——密度, g/cm³ 或 kg/m³;

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, cm³ 或 m³。

根据材料密度的大小,可以鉴别材料的组成物质,计算物体中所含各种物质的成分,计算某些很难称量的物体的质量或形状比较复杂的物体的体积,判定物体是实心还是空心。

2. 导电性

金属传导电流的能力称为导电性。

金属导电的本质是金属原子中自由电子的定向移动,导电性能的差异取决于单位体积内自由电子数和金属导体中原子热运动的剧烈程度即温度,单位体积内自由电子数越多,温度越低,金属的导电性能越好。

各种金属的导电性各不相同,通常银的导电性最好,其次是铜和铝。

3. 导热性

金属传导热量的性能称为导热性。热量由材料的一面传至另一面的性质,用热导率“ λ ”表示。

材料传热能力主要与传热面积、传热时间、传热材料两面温度差及材料的厚度、自身的热导率大小等因素有关,可用下面公式计算:

$$Q = \frac{At(T_2 - T_1)}{d}\lambda$$

$$\lambda = \frac{Qd}{At(T_2 - T_1)}$$

式中 Q ——材料传导的热量,J;
 λ ——材料的热导率,W/(m·K);
 d ——材料的厚度,m;
 A ——材料导热面积,m²;
 t ——材料传热时间,s;
 $(T_2 - T_1)$ ——传热材料两面的温度差,K。

热导率是评定材料绝热性能的重要指标。材料的热导率越小,则材料的绝热性能越好。

热导率的大小,受材料本身的结构、表观密度、构造特征以及环境的温度、湿度和热流方向的影响。一般金属材料的热导率最大,无机非金属材料次之,有机材料最小。成分相同时,密实性大的材料,热导率大;孔隙率相同时,具有微孔或封闭孔构造的材料,热导率偏小。另外,材料处于高温状态要比常温状态时的热导率大;材料含水后,其热导率会明显增大。

一般来说,在进行焊接、铸造、锻造和热处理等工艺时必须考虑材料的导热性,防止材料在加热或冷却过程中其内外温差过大,从而使材料变形和破坏。

4. 磁性

金属的磁性主要由磁导率“ μ ”表示,磁导率是表征磁介质磁性的物理量,有时也称为绝对磁导率。磁导率可用下面公式计算:

$$\mu = \frac{B}{H}$$

式中 μ ——材料的磁导性,H/m;
 B ——磁介质中磁感应强度,T;
 H ——磁场强度,A/m。

铁、钴、镍有很高的磁导率,常用做绕组铁心、永久磁铁等。

5. 电绝缘性

塑料、橡胶、陶瓷等材料电阻率很高,是很好的电绝缘材料,也是很好的隔热材料。

(二) 材料的力学性质

材料在外力作用下抵抗变形和断裂的能力称为材料的力学性质。材料的力学性质是决定结构材料应用状况的最主要因素,金属材料所以被广泛应用于各行各业,主要得益于各种力学性能的良好配合,这是目前任何其他材料不可比拟和替代的。根据外力作用形式和材料抵抗形式的不同,材料的力学性质常分为强度、硬度、塑性、韧性、疲劳强度和断裂韧度等。

1. 强度

材料在外力(荷载)作用下抵抗破坏的能力称为强度。材料在建筑物上所受的外力主要有拉力、压力、弯曲及剪力等。材料抵抗这些外力破坏的能力分别称为抗拉、抗压、抗弯和抗剪强度。

材料的抗拉、抗压、抗剪强度可按下式进行计算:

$$f = \frac{F}{A}$$

式中 f ——抗拉、抗压、抗剪强度,MPa;

F ——材料受拉、压、剪破坏时的荷载,N;

A ——材料的受力面积,mm²。

材料的抗弯强度(抗折强度)与材料受力情况有关。试验时将试件放在两支点上,中间作用一集中力。对矩形截面的试件,其抗弯(折)强度可按下式进行计算:

$$f_m = \frac{3FL}{2bh^2}$$

式中 f_m ——材料的抗弯强度,MPa;

F ——材料受弯(折)时的破坏荷载,N;

L ——试件受弯(折)时两支点的间距,mm;

b, h ——材料截面宽度、高度,mm。

不同材料具有不同的抵抗外力的特性,混凝土、砖、石材等抗压强度较高,钢材的抗拉、抗压强度都很高。在建筑设计中选择材料时,应了解不同材料所具有的不同强度特性。

材料的强度大小主要决定于其本身的成分、构造。一般情况下,材料的表观密度越小,孔隙率越大,越疏松,其强度就越低。

2. 硬度

由于材料的强度测试将会彻底破坏材料,这使得半成品和成品零件的性能测试难以进行,这时材料的力学性能评定的另一种方法——硬度测试就充分显露出其优势。

硬度是指材料的软硬程度,常用压入法测定材料的硬度高低。所以,硬度是指材料表面抵抗更硬物体压入的能力。测定硬度的方法很多,常用的有布氏硬度、洛氏硬度和维氏硬度等试验方法。

3. 塑性

材料的塑性是以材料的抗拉强度值来划分的,是指材料在外力作用下产生变形,外力去掉后,变形不能完全恢复并且材料也不即行破坏的性质。

钢铁材料是应用最广泛的工程材料,它具有良好的塑性。在此通过了解低碳钢的拉伸试

验来学习掌握工程材料塑性的概念。

根据国家标准规定,把一定尺寸和形状的金属试样(见图 1-1)装夹在试验机上,然后对试样逐渐施加拉伸载荷,直到把试样拉断为止。根据试样在拉伸过程中承受的载荷(外力 F)和产生的变形 ΔL 之间的关系,在试验机上可直接记录 $F-\Delta L$ 曲线(见图 1-2),即力-变形曲线。由此可测定该金属的塑性指标。

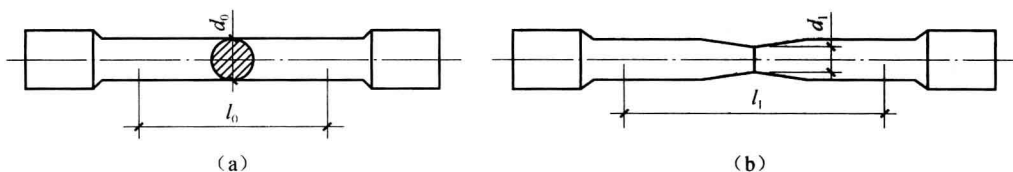


图 1-1 圆形拉伸试样

(a) 拉伸前; (b) 拉伸后

材料的塑性指标伸长率 A 和断面收缩率 Z 的计算公式如下:

$$A = (\Delta L / L_0) \times 100\% = (L_u - L_0) / L_0 \times 100\%$$

$$Z = (S_u - S_0) / S_0 \times 100\%$$

式中 ΔL ——试样伸长量, mm;

L_0 ——试样原始标距, mm;

L_u ——试样断裂后的标距, mm;

S_u ——试样断裂处的最小横截面面积, mm²;

S_0 ——试样原始截面面积, mm²。

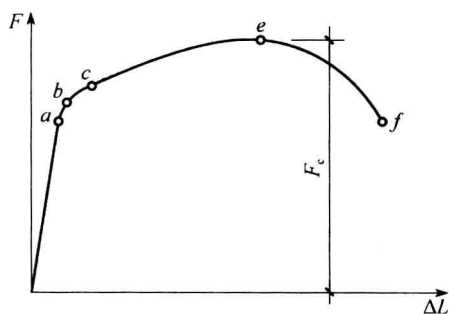


图 1-2 低碳钢的力-变形曲线

塑性指标通常不直接用于工程设计计算,但任何机械零部件都要求材料具有一定的塑性。因为零部件在使用过程中,发生偶然过载时,由于能发生一定的塑变不至于突然脆断,从而保证了零部件运行安全;塑性变形还可缓和应力集中,削减应力峰。因此,各种成型加工(如锻、轧、冷冲压等)都要求材料具有一定的塑性。

依据塑性指标,可将金属材料分为塑性材料和脆性材料两大类:塑性材料($A > 5\%$)包括低碳钢、中碳钢、高碳钢及有色金属等,其中:低碳钢伸长率一般在 $20\% \sim 30\%$,甚至更高;中碳钢伸长率一般在 15% 左右;高碳钢伸长率在 $10\% \sim 15\%$;有色金属伸长率一般在 $10\% \sim 15\%$ 。脆性材料的塑性变形能力差($A < 5\%$),包括铸铁、陶瓷等。

4. 韧性

材料的韧性也称为材料的冲击韧度,是指材料在冲击或动荷载作用下,能吸收较大能量而不破坏的性能。韧性以试件破坏时单位面积所消耗的功表示,计算公式如下:

$$\alpha_k = \frac{W_k}{A}$$

式中 α_k ——材料的冲击韧度, J/mm²;

W_k ——试件破坏时所消耗的功, J;

A ——试件净截面面积, mm²。

脆性材料的另一特性是韧性(冲击韧度)低。

5. 疲劳强度

材料长期在交变应力的作用下工作,所能承受的不至破断的最大应力称为疲劳强度 σ_p 。

交变应力是指随时间做周期性变化的应力,也称对称循环应力,如图 1-3 所示。齿轮、轴承、弹簧等零件就是在交变应力的作用下长期工作的。

疲劳强度值的大小是抵抗交变载荷能力强弱的表现。疲劳强度值随循环次数的增多而降低,如图 1-4 所示。在循环次数达到 10^7 时,对应的疲劳强度称为疲劳极限。常用材料的疲劳强度如表 1-1 所示。

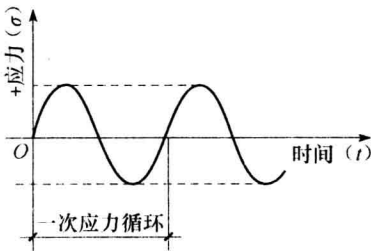


图 1-3 对称循环交变应力

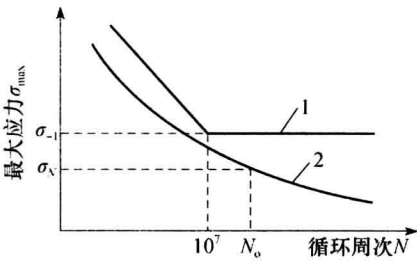


图 1-4 循环周次 N (对数坐标)疲劳曲线($S-N$ 曲线)示意图

1—般钢铁材料;2—有色金属、高强度钢等

表 1-1 常用材料的疲劳强度

材料	疲劳强度/MPa	材料	疲劳强度/MPa
25 钢(正火)	176	Ti 合金(Ti6Al4V)	627
45 钢(正火)	274	LY12(时效)	137
30CrNi3(调质)	480	LC4(时效)	157
40CrNiMo(调质)	529	ZL102	137
35CrMo(调质)	470	ZL301	49
超高强度钢(淬火回火)	784~882	电解铜	118
60 弹簧钢	559	H68	147
GCr15	549	ZQSn10-1	274
18-8 不锈钢	196	聚乙烯	12
1Cr13 不锈钢	216	聚苯乙烯	10
HT450	49	聚碳酸酯	10~12
HT400	118	聚酯	16
QT400-17	196	尼龙 66	14
QT500-5	176	缩醛树脂	26
QT700-2	196	玻璃纤维复合材料	88~147

6. 断裂韧度

材料的断裂韧度是指材料抵抗裂纹扩展断裂的能力,用临界应力场强度因子 K_{Ic} 来表示, K_{Ic} 大则表明材料抵抗裂纹失稳扩张断裂的能力强,如表 1-2 所示。

表 1-2 常用材料的断裂韧度值

材料	$K_{Ic}/(\text{MN}/\text{m}^{3/2})$	材料	$K_{Ic}/(\text{MN}/\text{m}^{3/2})$
纯塑性金属 (如 Cu、Ni、Al 等)	96~340	木材(纵向)	11~14
		聚丙烯	2.9
转子钢	192~211	聚乙烯	0.9~1.9
压力容器钢	155	尼龙	2.9
高强度钢	47~149	聚苯乙烯	1.9
低碳钢	140	聚碳酸酯	0.9~2.8
钛合金(Ti6Al4V)	50~118	有机玻璃	0.9~1.4
玻璃纤维增强复合材料	19~56	聚酯	0.5
铝合金	22~43	木材(横向)	0.5~0.9
碳纤维增强复合材料	31~43	Si_3N_4	3.7~4.7
中碳钢	50	SiC	2.8
铸铁	6~19	MgO 陶瓷	2.8
高碳工具钢	19	Al_2O_3 陶瓷	2.8~4.7
钢筋混凝土	9~16	水泥	0.1
硬质合金	12~16	钠玻璃	0.6~0.8

(三) 材料的化学性质

材料的化学性质主要是指物质在相互作用,产生化学变化的条件下表现出来的特性。材料的化学性质直接影响到工程的使用寿命。

1. 酸碱性

工程材料由各种化学成分组成,而且绝大部分工程材料是多孔材料,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,与工程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, $\text{pH}<7$ 为酸性, $\text{pH}>7$ 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, pH 值往往可达 12~13(如此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)。由于时间久了,空气中弱酸性的 CO_2 气体会逐渐渗透而与水泥中的碱发生中和反应,水泥石逐渐被“碳酸化”(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。

新拌砂浆和混凝土的高碱度,对某些抗碱性能不佳的涂料也是致命的,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。为此,往往需采用抗碱性能较好的涂料作隔离,或待墙面稍稍“陈化”,碱性有所降低后再进行涂装施工。

2. 碱-骨料反应

所谓碱-骨料反应是指硬化混凝土中水泥析出的碱(KOH 、 NaOH)与骨料(砂、石)中活性成分发生化学反应,从而产生膨胀的一种破坏作用。碱-骨料反应与水泥中的碱含量、骨料的矿物组成、气候和环境条件等因素有关,情况比较复杂。

当水泥中的碱性成分(K_2O 、 Na_2O)含量过高时,有可能诱发碱-骨料反应,从而造成工程质量被破坏。

容易发生碱-骨料反应的骨料中的活性成分有两类,其反应机理也不同,可把碱-骨料反应分成两大类:一类是因骨料中含有非晶质的活性二氧化硅(如蛋白石、玉髓、火山熔岩玻璃等),当水泥中碱性成分(K_2O 、 Na_2O)含量较多时,混凝土又长期处于潮湿环境,以至相互作用生成碱的硅酸盐凝胶,产生膨胀而使建筑结构破坏;另一类是含黏土质的石灰岩骨料引起的碱-碳酸盐反应。这两类碱-骨料反应的反应机理虽不相同,但对混凝土造成的破坏是类似的,且往往“潜伏期”很长,从几年到几十年。

检查骨料是否含有较多会引发碱-骨料反应的活性成分,必须按相应标准方法进行碱-骨料反应活性检验,先要对骨料进行岩相分析,明确其主要成分属于何种矿物,然后选用不同的快速碱-骨料反应活性检验方法,这在《建筑用砂》(GB/T 14684—2001)和《建筑用卵石、碎石》(GB/T 14685—2001)中已有明确规定。

3. 碳酸化

碳酸化简称碳化,是指胶凝材料中的碱性成分,主要是氢氧化钙 $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ 与空气中的二氧化碳(CO_2)发生反应,生成碳酸钙(CaCO_3)的过程。

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 。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,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又有效的抗碳化措施,务必引起重视。

(四) 材料的耐久性

材料的耐久性是指材料在长期使用环境中,在多种破坏因素作用下保持原有性能不被破坏的能力。这是一项综合的技术性质,它包括抗渗性、抗冻性、耐蚀性、抗老化性以及耐磨性等