

JIANZHU GONGCHENG CAILIAO ZHILIANG JIANYAN SHIYONG JIAOCHENG

建筑工程 材料质量检验 实用教程

俞 航 主 编
高月红 杨正俊 顾蓓瑜 副主编

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

建筑工程材料质量检验 实用教程

俞 航 主 编
高月红 杨正俊 顾蓓瑜 副主编

中国铁道出版社

2012年·北京

内 容 提 要

本书主要介绍了建筑材料基础知识、水泥性能的检测、普通混凝土性能的检测、建筑砂浆性能的检测、建筑钢材性能的检测、墙体材料性能的检测、防水材料性能的检测、塑料性能的检测、保温隔热吸声材料性能的检测等内容。

本书内容丰富,明了易懂;针对性、实用性强;既可供建筑施工企业基层管理人员使用,也可作为大中专院校的教材使用。

图书在版编目(CIP)数据

建筑工程材料质量检验实用教程/俞航主编. —北

京:中国铁道出版社,2012. 2

ISBN 978-7-113-14103-5

I. ①建… II. ①俞… III. ①建筑材料—质量检验—
教材 IV. ①TU502

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 000346 号

书 名:建筑工程材料质量检验实用教程

作 者:俞 航 主编

策 划:魏文彪

责任编辑:曹艳芳

编辑部电话:010-51873017

电子信箱:chengcheng0322@163.com

编辑助理:江新照

封面设计:冯龙彬

责任校对:孙 玫

责任印制:陆 宁

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:三河市华业印装厂

版 次:2012年2月第1版 2012年2月第1次印刷

开 本:787mm×960mm 1/16 印张:11.75 字数:238千

印 数:1~3 000册

书 号:ISBN 978-7-113-14103-5

定 价:26.00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

《建筑工程材料质量检验实用教程》

编写委员会

李 伟	孟文璐	张建边	施殿宝	苗艳丽
李 鑫	姚建国	姜 海	潘雪峰	郭俊峰
张永福	闫 盈	李奎江	高海静	吕 君
王秋艳	赵晓伟	张永方	俞 航	高月红
杨正俊	顾蓓瑜			



前言

项目教学法，是师生通过共同实施一个完整的“项目”工作而进行的教学活动，在完成指定项目的同时，学习和应用已有的知识，在实践的第一线培养解决问题的能力，是一种“真刀实枪”的演练。它的优越性得到各国教育界的重视，尤其是在以提高动手实践能力为目的职业教育中，越来越凸显其重要作用。传统学科模式教材注重理论知识，不能适应职业教育的培养目标，为了成功实施职业教育的课程改革，必然要开发重在实践操作的项目教学教材。

建筑材料是职业学校建筑类专业的专业基础课程，编写本教材着重于各种常用建筑材料的性能和使用，以完成项目任务的实际操作，来掌握各种建筑材料的检测技能，将某一教学课题的理论知识与实际技能结合在一起，学生有独立制订计划并实施的机会，有明确而具体的成果展示，学生自己克服、处理完成任务过程中出现的困难和问题，有利于他们更好地学习后续施工、造价等课程，掌握专业技能。

本教材编写难免有不妥之处，望读者提出宝贵意见。



绪 论 建筑材料基础知识	1
学习目标.....	1
建筑材料基础知识.....	1
第 1 章 水泥性能的检测	14
学习目标	14
相关理论知识	14
任务一 水泥细度检测	26
任务二 水泥标准稠度用水量测定	30
任务三 水泥凝结时间测定	33
任务四 水泥体积安定性检测	34
任务五 水泥强度检测	36
第 2 章 普通混凝土性能的检测	42
学习目标	42
相关理论知识	42
任务一 砂的筛分析实验	52
任务二 砂子含水率实验	57
任务三 碎石(卵石)的筛分析实验	58
任务四 普通混凝土拌和物和易性检测	60
任务五 普通混凝土配合比设计	66
任务六 普通混凝土立方体抗压强度的检测	73
第 3 章 建筑砂浆性能的检测	84
学习目标	84
相关理论知识	84
任务一 砂浆拌和物流动性(稠度)测定	90



任务二 砂浆拌和物保水性(分层度)测定	93
任务三 砌筑砂浆抗压强度测定	94
第4章 建筑钢材性能的检测	101
学习目标	101
相关理论知识	101
任务一 钢材拉伸性能检测	111
任务二 钢材冷弯性能检测	116
第5章 墙体材料性能的检测	121
学习目标	121
相关理论知识	121
任务一 普通砖的强度检测	129
任务二 混凝土小型砌块强度检测	133
第6章 防水材料性能的检测	137
学习目标	137
相关理论知识	137
任务一 石油沥青的黏滞性检测	144
任务二 石油沥青的塑性检测	147
任务三 石油沥青的温度敏感性检测	149
第7章 塑料性能的检测	155
学习目标	155
相关理论知识	155
任务一 塑料拉伸性能检测	157
任务二 塑料压缩性能测定	163
第8章 保温隔热吸声材料性能的检测	168
学习目标	168
相关理论知识	168
任务 导热系数性能检测	172
参考文献	182

绪 论

建筑材料基础知识



学习目标

掌握建筑材料的基本性质,了解材料性能对建筑结构质量的影响作用,为进一步学习各种建筑材料的性能做好准备,为合理选用材料打下理论基础。



建筑材料基础知识

知识点一 建筑材料概述

1. 建筑材料的定义

1) 广义的建筑材料是指建造建筑物和构筑物的所有材料,包括使用的各种原材料、半成品、成品等的总称。如黏土、铁矿石、石灰石、生石膏等。

2) 狭义的建筑材料是指直接构成建筑物和构筑物实体的材料。如混凝土、水泥、石灰、钢筋、黏土砖、玻璃等。

3) 作为建筑材料必须同时满足两个基本要求:

① 满足建筑物和构筑物本身的技术性能要求,保证能正常使用。

② 在其使用过程中,能抵御周围环境的影响与有害介质的侵蚀,保证建筑物和构筑物的合理使用寿命,同时也不能对周围环境产生危害。

2. 建筑材料的分类

建筑材料的分类,见表 0-1。

1) 无机材料,包括金属材料和非金属材料。

① 金属材料:有钢、铁、铝、铜及其合金等。

② 非金属材料:包括天然石材、烧土制品、胶凝材料及制品、玻璃、无机纤维材料。

2) 有机材料,包括植物材料、沥青材料及合成高分子塑料。

表 0-1 建筑材料分类

建筑材料的分类	按建筑材料的化学组成	无机材料
		有机材料
		复合材料
	按建筑材料的使用功能	建筑结构材料
		墙体材料
		建筑功能材料



3) 复合材料,包括有机与无机非金属材料、金属与无机非金属复合材料、金属与有机复合材料。

4) 建筑结构材料,主要是指构成建筑物受力构件和结构所用的材料,如梁、板、柱、基础、框架及其他受力构件和结构等所用的材料。对这类材料主要技术性能的要求是强度和耐久性。

目前所用的主要结构材料有砖、石、水泥混凝土及两者的复合物——钢筋混凝土和预应力钢筋混凝土。随着工业的发展,轻钢结构和铝合金结构所占的比例将会逐渐加大。

5) 墙体材料,主要指建筑物内、外及分隔墙体所用的材料,有承重和非承重两类。目前我国大量采用的墙体材料为粉煤灰砌块、混凝土及加气混凝土砌砖等。此外,还有混凝土墙板、石板、金属板材和复合墙板等。

6) 建筑功能材料,主要指负担某些建筑功能的非承重用材料。如防水材料、绝热材料、吸声和隔声材料、采光材料、装饰材料等。

一般来说,建筑物的可靠度与安全度,主要决定于由建筑结构材料组成的构件和结构体系,而建筑物的使用功能与建筑品质,主要决定于建筑功能材料。对某一种具体材料来说,它可能兼有多种功能。

3. 建筑材料在建筑工程中的地位

建筑材料和建筑设计、建筑结构、建筑经济及建筑施工等一样,是建筑工程学科的一部分,而且是极为重要的部分。因为建筑材料是建筑工程的物质基础。一个优秀的建筑师总是把建筑艺术和以最佳方式选用的建筑材料融合在一起。结构工程师只有很好地了解建筑材料的性能后,才能根据力学计算,准确地确定建筑构件的尺寸和创造出先进的结构形式。建筑经济学家为了降低造价,节省投资,在基本建设中,首先要考虑的是节约和合理地使用建筑材料。而建筑施工和安装的全过程,实质上是按设计要求把建筑材料逐步变成建筑物的过程。它涉及到材料的选用、运输、储存以及加工等诸方面。总之,从事建筑工程的技术人员都必须了解和掌握建筑材料有关技术知识,而且应使所用的材料都能最大限度地发挥其效能,并合理、经济地满足建筑工程上的各种要求。

建筑、材料、结构、施工四者是密切相关的。从根本上说,材料是基础,材料决定了建筑和施工方法。新材料的出现,可以促使建筑形式的变化、结构设计和施工技术的革新。

4. 建筑材料的发展

(1) 发展历程

自古以来,我国劳动者在建筑材料的生产和使用方面曾经取得了许多巨大成就。在上古时期,人类居于天然山洞或树巢中,随后逐步采用黏土、石、木等天然材料建造房屋。土坯房、传统的吊脚楼(图 0-1)就是利用天然材料建造的,采用黏土砖建造的房



屋(图0-2)。



图 0-1 传统的吊脚楼



图 0-2 采用黏土砖建造的房屋

新中国成立以来,特别是改革开放以后,我国建筑材料生产得到了更迅速的发展。钢材已跻身世界生产大国之列;水泥工业已由新中国成立前年产量不足百万吨的单一品种,发展为品种、强度等级齐全年产量突破 4 亿吨的水平,陶瓷材料也由过去的单一白色瓷器发展到有上千种花色品种的陶瓷产品。玻璃工业也发展很快,普通玻璃已由新中国成立初期年产仅 108 万标箱发展到 1 亿余标箱,且能生产功能各异的新品种。随着生活水平的提高和住房条件的改善,建筑装饰材料更是丰富多彩,产业蓬勃兴旺。

建筑材料的进步伴随着生产力水平的提高,促使了建筑物规模尺寸增大、结构形式的改变和使用功能的改善。

(2) 发展趋势

- 1) 高性能材料的研制。
- 2) 充分利用地方原料、固体废弃物、各种工业废渣等。
- 3) 节能材料开发。
- 4) 具有良好经济效益的材料。

5. 建筑材料的技术标准

各级标准都有各自的部门代号,例如:GB—国家标准;GBJ—建筑工程国家标准;JGJ—建设部行业标准;JC—国家建材局标准;YB—冶金部标准;ZB—国家级专业标准等等。

标准的表示方法,系由标准名称、部门代号、编号和批准年份等组成,例如:

1) 国家标准《通用硅酸盐水泥》(GB 175—2007)。标准的部门代号为 GB,编号为 175,批准年份为:2007 年。

2) 建设部标准《普通混凝土配合比设计规程》(JGJ 55—2011)。标准的部门代号为 JGJ,编号为 55,批准年份为 2011 年。



知识点二 建筑材料的基本性质

在建筑物中,建筑材料要承受各种不同的作用,因而要求其具有相应的不同性质。如用于建筑结构的材料要受到各种外力的作用,因此,选用的材料应具有所需要的力学性能。又如,根据建筑物各种不同部位的使用要求,有些材料应具有防水、绝热、吸声等性能;对于某些工业建筑,要求材料具有耐热、耐腐蚀等性能。此外,对于长期暴露在大气中的材料,要求能经受风吹、日晒、雨淋、冰冻而引起的温度变化、湿度变化及反复冻融等的破坏作用。为了保证建筑物的耐久性,要求在工程设计与施工中正确地选择和合理地使用材料,因此,必须熟悉和掌握各种材料的基本性质。

1. 建筑材料的基本物理性质

建筑材料在建筑物的各个部位的功能不同,均要承受各种不同的作用,因而要求建筑材料必须具有相应的基本性质。

物理性质包括密度、密实性、空隙率、孔隙率(计算材料用量、构件自重、配料计算、确定堆放空间)。

(1) 材料的密度、表观密度与堆积密度

密度是指物质单位体积的质量。单位为 g/cm^3 或 kg/m^3 。由于材料所处的体积状况不同,故有实际密度(密度)、表观密度和堆积密度之分。

1) 实际密度。以前称比重、真实密度,简称密度(Density)。实际密度是指材料在绝对密实状态下,单位体积所具有的质量,按式(0-1)计算:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (0-1)$$

式中 ρ ——实际密度(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)。

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、玻璃等少数接近于绝对密实的材料外,绝大多数材料都有一些孔隙,如砖、石材等块状材料。在测定有孔隙的材料密度时,应把材料磨成细粉以排除其内部孔隙,经干燥至恒重后,用密度瓶(李氏瓶)测定其实际体积,该体积即可视为材料绝对密实状态下的体积。材料磨得越细,测定的密度值越精确。

2) 表观密度。以前称容重、有的也称毛体积密度。表观密度是指材料在自然状态下,单位体积所具有的质量,按式(0-2)计算:

$$\rho_0 = \frac{m}{V_0} \quad (0-2)$$

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,或称表观体积(cm^3 或 m^3)。

材料在自然状态下的体积是指材料的实体体积与材料内所含全部孔隙体积之和。对于外形规则的材料,其测定很简便,只要测得材料的质量和体积,即可算得表观密度。不规则材料的体积要采用排水法求得,但材料表面应预先涂上蜡,以防水分渗入材料内部而影响测定值。

3)堆积密度。散粒材料在自然堆积状态下单位体积的质量称为堆积密度。可用式(0-3)表示:

$$\rho'_0 = \frac{m}{V'_0} \quad (0-3)$$

式中 ρ'_0 ——堆积密度(kg/m^3);

m ——材料的质量(kg);

V'_0 ——材料的堆积体积(m^3)。

散粒材料在自然状态下的体积,是指既含颗粒内部的孔隙,又含颗粒之间空隙在内的总体积。测定散粒材料的堆积密度时,材料的质量是指在一定容积的容器内的材料质量,其堆积体积是指所用容器的容积。若以捣实体积计算时,则称紧密堆积密度。

土木工程中,在计算材料用量、构件自重、配料计算以及确定堆放空间时,均需要用到材料的上述状态参数。

(2)材料的密实度与孔隙率

1)密实度是指材料的固体物质部分的体积占总体积的比例,说明材料体积内被固体物质所充填的程度,即反映了材料的致密程度,按式(0-4)计算:

$$D = \frac{V}{V_0} = \frac{\rho_0}{\rho} \times 100\% \quad (0-4)$$

按孔隙的特征,材料的孔隙可分为开口孔隙和闭口孔隙两种,二者孔隙率之和等于材料的总孔隙率。按孔隙的尺寸大小,又可分为微孔、细孔及大孔3种。不同的孔隙对材料的性能影响各不相同。一般而言,孔隙率较小,且连通孔较少的材料,其吸水性较小,强度较高,抗冻性和抗渗性较好。工程中对需要保温隔热的建筑物或部位,要求其所用材料的孔隙率应较大。相反,对要求高或不透水的建筑物或部位,则其所用的材料孔隙率应很小。

2)孔隙率是指材料体积内孔隙体积(V)占材料总体积(V_0)的百分率。可用式(0-5)计算:

$$P = \frac{V_0 - V}{V_0} \times 100\% = \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho}\right) \times 100\% \quad (0-5)$$

孔隙率与密实度的关系为:



$$P + D = 1$$

3) 空隙率是指散粒材料在某容器的堆积体积中, 颗粒之间的空隙体积(V_a)占堆积体积的百分率, 以 P' 表示, 因 $V_a = V'_0 - V_0$, 则 P' 值可用式(0-6)计算:

$$P' = \frac{V'_0 - V_0}{V'_0} \times 100\% = \left(1 - \frac{\rho'_0}{\rho_0}\right) \times 100\% \quad (0-6)$$

2. 材料与水有关的性质

(1) 亲水性与憎水性

1) 亲水性: 材料能被水润湿的性质, 如砖、混凝土等。

材料产生亲水性的原因是其与水接触时, 材料与水分子之间的亲和力大于水分子之间的内聚力所致。当材料与水接触, 材料与水分子之间的亲和力小于水分子之间的内聚力时, 材料则表现为憎水性。憎水性材料如沥青、石油等。

2) 材料被水湿润的情况可用润湿边角 θ 来表示, 见图 0-3。

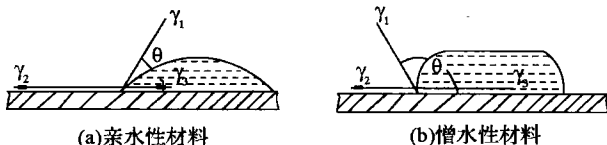


图 0-3 材料的润湿示意图

当材料与水接触时, 在材料、水、空气三相的交界点, 作沿水滴表面的切线, 此切线与材料和水接触面的夹角 θ , 称为润湿边角。

3) 亲水性材料与憎水性材料。

θ 角越小, 表明材料越易被水润湿。

当 $\theta < 90^\circ$ 时, 材料表面吸附水, 材料能被水润湿而表现出亲水性, 这种材料称亲水性材料。

当 $\theta > 90^\circ$ 时, 材料表面不吸附水, 此称憎水性材料。

当 $\theta = 0^\circ$ 时, 表明材料完全被水润湿。

上述概念也适用于其他液体对固体的润湿情况, 相应称为亲液材料和憎液材料。

(2) 材料的吸水性与吸湿性

1) 吸水性。材料在水中能吸收水分的性质称吸水性。材料的吸水性用吸水率表示, 有质量吸水率与体积吸水率两种表示方法。

① 质量吸水率是指材料在吸水饱和时, 内部所吸水分的质量占材料干燥质量的百分率, 用式(0-7)计算:

$$W_{\text{质}} = \frac{m_{\text{湿}} - m_{\text{干}}}{m_{\text{干}}} \times 100\% \quad (0-7)$$



式中 $W_{\text{质}}$ ——材料的质量吸水率(%)；
 $m_{\text{湿}}$ ——材料在吸水饱和状态下的质量(g)；
 $m_{\text{干}}$ ——材料在干燥状态下的质量(g)。

②体积吸水率是指材料在吸水饱和时，其内部所吸水分的体积占干燥材料自然体积的百分率。用式(0-8)表示：

$$W_{\text{体}} = \frac{V_{\text{水}}}{V_0} \times 100\% \quad (0-8)$$

式中 $W_{\text{体}}$ ——材料的体积吸水率(%)；
 $V_{\text{水}}$ ——湿润状态下的体积(cm^3)；
 V_0 ——干燥材料在自然状态下的体积(cm^3)。

2)吸湿性。材料在潮湿空气中吸收水分的性质称为吸湿性。潮湿材料在干燥的空气中也会放出水分，此称还湿性。材料的吸湿性用含水率表示。

含水率系指材料内部所含水的质量占材料干燥质量的百分率。用式(0-9)表示：

$$W_{\text{含}} = \frac{m_{\text{含}} - m_{\text{干}}}{m_{\text{干}}} \times 100\% \quad (0-9)$$

式中 $W_{\text{含}}$ ——材料的含水率(%)；
 $m_{\text{含}}$ ——材料含水时的质量(g)；
 $m_{\text{干}}$ ——材料干燥至恒重时的质量(g)。

(3)材料的耐水性

材料长期在水作用下不被破坏，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，如式(0-10)：

$$K_{\text{软}} = \frac{f_{\text{饱}}}{f_{\text{干}}} \quad (0-10)$$

式中 $K_{\text{软}}$ ——材料的软化系数；
 $f_{\text{饱}}$ ——材料在饱水状态下的抗压强度(MPa)；
 $f_{\text{干}}$ ——材料在干燥状态下的抗压强度(MPa)。

软化系数大于 0.80 的材料，通常可认为是耐水材料。

(4)材料的抗渗性

材料抵抗压力水渗透的性质称为抗渗性或称不透水性。

材料的抗渗性通常用渗透系数 K 表示。

渗透系数的物理意义是：一定厚度的材料，在一定水压力下，在单位时间内透过单位面积的水量。用式(0-11)表示：

$$K = \frac{Wd}{A \cdot t \cdot h} \quad (0-11)$$

式中 W ——透过材料试件的水量(mL)；



- d ——试件厚度(cm);
 A ——透水面积(cm^2);
 t ——透水时间(h);
 h ——静水压力水头(cm)。

K 值越大,表示材料渗透的水量越多,即抗渗性越差。

混凝土的抗渗性用抗渗等级表示。抗渗等级是以规定的试件,在标准试验方法下所能承受的最大静水压力来确定,以符号 P_n 表示,其中 n 为该材料所能承受的最大水压力的 10 倍的兆帕数,如 P_4 、 P_6 、 P_8 、 P_{10} 、 P_{12} 等,分别表示材料能承受 0.4 MPa、0.6 MPa、0.8 MPa、1.0 MPa、1.2 MPa 的水压而不渗水。材料的抗渗性与其孔隙率和孔隙特征有关。

(5)材料的抗冻性

材料在水饱和状态下,能经受多次冻融循环作用而不破坏,也不严重降低强度的性质,称为材料的抗冻性。

材料的抗冻性用抗冻等级表示。抗冻等级是以规定的试件,在规定试验条件下,测得其强度降低不超过 25%,且质量损失不超过 5% 时所能承受的最多的循环次数来表示。用符号 F_n 表示,其中 n 即为最大冻融循环次数,如 F_{25} 、 F_{50} 等。材料抗冻等级的选择,是根据结构物的种类、使用条件、气候条件等来决定的。

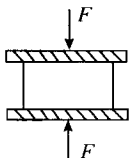
知识点三 建筑材料的基本力学性质

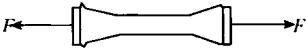
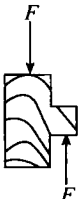
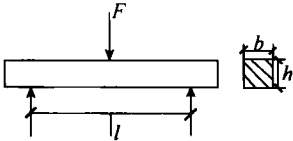
1. 材料的强度

材料在外力作用下抵抗破坏的能力,称为材料的强度。

根据外力作用形式的不同,材料的强度有抗压强度、抗拉强度、抗弯强度及抗剪强度等,均以材料受外力破坏时单位面积上所承受的力的大小来表示。材料的这些强度是通过静力试验来测定的,故总称为静力强度。材料的静力强度是通过标准试件的破坏试验而测得,必须严格按照国家规定的试验方法标准进行。材料的强度是大多数材料划分等级的依据。表 0-2 列出了材料的抗压、抗拉、抗剪和抗弯强度的计算公式。

表 0-2 材料的抗压、抗拉、抗剪、抗弯强度计算公式

强度类别	受力作用示意图	强度计算式	附 注
抗压强度 $f_c(\text{MPa})$		$f_c = \frac{F}{A}$	

强度类别	受力作用示意图	强度计算式	附 注
抗拉强度 f_t (MPa)		$f_t = \frac{F}{A}$	F ——破坏荷载(N); A ——受荷面积(mm ²); l ——跨度(mm); b ——断面宽度(mm); h ——断面高度(mm)
抗剪强度 f_v (MPa)		$f_v = \frac{F}{A}$	
抗弯强度 f_{tm} (MPa)		$f_{tm} = \frac{3Fl}{2bh^2}$	

2. 材料的等级

大部分建筑材料根据其极限强度的大小,可划分为若干不同的强度等级。如:烧结普通砖按抗压强度分为6个等级:MU30、MU25、MU20、MU15、MU10、MU7.5;硅酸盐水泥按抗压和抗折强度分为6个等级:42.5、42.5R、52.5、52.5R、62.5、62.5R等;混凝土按其抗压强度分为14个等级:C15、C20、C25、C30、C35、C40、C45、C50、C55、C60、C65、C70、C75、C80等;碳素结构钢按其抗拉强度分为4个等级,如Q195、Q215、Q235、Q275等。

建筑材料按强度划分为若干个强度等级,对生产者 and 使用者均有重要的意义,它可使生产者在生产中控制产品质量时有依据,从而确保产品的质量。对使用者而言,则有利于掌握材料的性能指标,便于合理选用材料、正确进行设计和控制工程施工质量。

3. 材料的比强度

比强度是按单位体积质量计算的材料强度,其值等于材料强度与其表观密度之比。对于不同强度的材料进行比较,可采用比强度这个指标,参见表0-3。比强度是衡量材料轻质高强性能的重要指标。优质的结构材料,必须具有较高的比强度。几种主要材料的比强度见表0-3。普通混凝土为质量大而强度较低的材料,所以努力促进普通混凝土这一当代最重要的结构材料向轻质、高强方向发展,是一项十分重要的工作。



表 0-3 钢材、木材和混凝土的强度比较

材 料	表观密度 ρ_0 (kg/m ³)	抗压强度 f_c (MPa)	比强度 f_c/ρ_0
低碳钢	7 860	415	0.053
松木	500	34.3(顺纹)	0.069
普通混凝土	2 400	29.4	0.012

4. 材料的弹性与塑性

材料在外力作用下产生变形,当外力取消后,材料变形即可消失并能完全恢复原来形状的性质,称为弹性。材料的这种当外力取消后瞬间内即可完全消失的变形,称为弹性变形。弹性变形属可逆变形,其数值大小与外力成正比,其比例系数 E 称为材料的弹性模量。材料在弹性变形范围内,弹性模量 E 为常数,其值等于应力 σ 与应变 ϵ 的比值,即

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} \quad (0-12)$$

式中 σ ——材料的应力(MPa);

ϵ ——材料的应变;

E ——材料的弹性模量(MPa)。

弹性模量是衡量材料抵抗变形能力的一个指标。 E 值越大,材料越不易变形,亦即刚度好。弹性模量是结构设计时的重要参数。

在外力作用下材料产生变形,如果取消外力,仍保持变形后的形状尺寸,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。塑性变形为不可逆变形,是永久变形。

实际上纯弹性变形的材料是没有的,通常一些材料在受力不大时,仅产生弹性变形;受力超过一定极限后,即产生塑性变形。有些材料在受力时,如建筑钢材,当所受外力小于弹性极限时,仅产生弹性变形;而外力大于弹性极限后,则除了弹性变形外,还产生塑性变形。有些材料在受力后,弹性变形和塑性变形同时产生,当外力取消后,弹性变形会恢复,而塑性变形不能消失,如混凝土。弹塑性材料的变形曲线见图 0-4,图中 ab 为可恢复的弹性变形, bo 为不可恢复的塑性变形。

5. 材料的脆性与韧性

材料在外力作用下,当外力达到一定限度后,材料发生突然破坏,且破坏时无明显的塑性变形,这种性质称为脆性。具有这种性质的材料称脆性材料。

脆性材料抵抗冲击荷载或振动荷载作用的能力很差。其抗压强度远大于抗拉强度,可高达数倍甚至数十倍。所以脆性材料不能承受振动和冲击荷载,也不宜用作受拉构件,只适于用作承压构件。建筑材料中大部分无机非金属材料

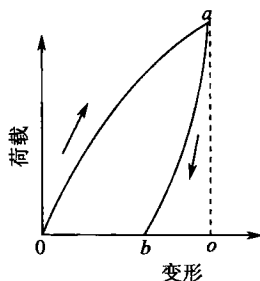


图 0-4 弹塑性材料的变形曲线