



建筑材料检测

杨晓东 © 编著



扫一扫
下载练习题

依据最新国家和行业标准

土建原材理论知识全覆盖

检测实操质量控制划重点

图片视频二维码精彩呈现

中国建材工业出版社

建筑材料检测

杨晓东 编著

常州大学图书馆
藏书章

中国建材工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑材料检测/杨晓东编著. --北京: 中国建材
工业出版社, 2018. 3
ISBN 978-7-5160-2155-2

I. ①建… II. ①杨… III. ①建筑材料—检测—教材
IV. ①TU502

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 030256 号

内 容 简 介

本书主要包括: 常用建筑材料的理论知识、现行建筑材料技术标准; 材料常规检测的主要仪器、检测环境、检测步骤、检测数据处理方法以及钢材、焊缝、混凝土、烧结普通砖的无损检测; 建筑材料检测取样、原始记录和报告的编写。本书根据现行最新国家标准和执业标准编写, 书中内容与工程联系十分紧密, 具有很强的实用性和操作性。

本书可作为土建行业从事材料检测及相关专业的人员继续教育培训教材, 也可作为本科、高职土建类相关专业教材。

建筑材料检测

杨晓东 编著

出版发行: 中国建材工业出版社

地 址: 北京市海淀区三里河路 1 号

邮 编: 100044

经 销: 全国各地新华书店

印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司

开 本: 787mm×1092mm 1/16

印 张: 17.5

字 数: 430 千字

版 次: 2018 年 3 月第 1 版

印 次: 2018 年 3 月第 1 次

定 价: 45.00 元

本社网址: www.jcbs.com 微信公众号: [zgjcgyCBS](https://www.weixin.com/zgjcgyCBS)

本书如出现印装质量问题, 由我社市场营销部负责调换。联系电话: (010)88386906

本书荐语（一）

随着社会的进步和发展，人们对健康、环保和安全的重视程度不断加强，而检测正是通过对相应领域中的各种产品或环境要素进行技术验证，检验其是否满足相关法律、法规的要求，是否符合健康、环保和安全的要求。建筑材料质量的合格与否，直接影响人们生命和财产安全，这一方面促使政府加大力度推进各项检测标准的升级，也使得各种强制性认证检测项目不断增加；另一方面，促使生产企业和建设企业更加注重通过检测认证提升自身的竞争力。

建材检测认证行业主要服务于建筑材料生产企业和工程建设单位，属于人才、技术密集型产业，对高端复合型技术人才需求较高。不论是检测项目的更新，还是检测设备的运用，都需要高素质技术人才作为支撑。对检测人员进行在岗培训和继续教育，是提升其检测技能和操作水平，避免检测过程中出现差错和疏漏的重要手段。

目前市场上有关建筑材料检测的图书不在少数，中国建材工业出版社出版的这本《建筑材料检测》，适用面宽、实操性强。书中针对不同土建原材料，全面简洁地阐明材料性能，详细解读最新国家和行业标准、规范的主要内容和质量控制要点；在土建原材料检测内容方面，将检测仪器、操作等以二维码的形式展现，扫码即可查看，使本书内容得到立体化呈现，更加丰富了读者的阅读体验。

希望本书的出版，能为不断壮大的建材行业检测机构、从业人员提供有益的帮助，也为高校建筑材料检测教学和实验提供可资借鉴的素材，为建材检测人员的培养事业做出一定贡献。

中国建材检验认证集团总经理 马振珠



本书荐语（二）

《建筑材料检测》的编写，在充实理论条件下，突出实用性，使读者不仅可以了解土建原材料检测标准、规范的主要内容，正确选择、评价土建原材料的性能，还有助于更好理解相关建材标准、规范的主要质量控制点，特别是该书还在实操环节等内容方面，增加二维码嵌入，拓展教材内容。

该书适用面宽、应用性强，体现了最新的国家（行业）土建原材料技术标准，既可作为本科、高职院校学生、继续教育等培训教材，也可作为土建行业相关专业人员的参考书。

陕西省建筑材料联合会

2018年3月

前 言

优良的建筑材料是建筑工程质量保障的必备条件，为避免劣质的材料用于建筑工程中，材料检测是其中重要的一个环节。确保检测的可靠性就需要检测人员掌握一定土建原材料理论知识以及相关技术标准和检测方法。本书参考了大量的理论文献和现行国家（行业）标准编写，书中主要内容有：土建原材料检测的基本性质参数、检测数据处理、胶凝材料及矿物掺合料、骨料、砂浆、混凝土、防水材料、钢材、化学外加剂、墙体块状材料、简易土工、预应力钢绞线及锚夹具的理论和检测要点，以及检测试样的制取和原始记录、报告编写。书中还编写了部分“钢材、焊接、混凝土、烧结砖”的无损检测。编写力求材料理论知识与现行检测规范结合，使读者能够正确选择、评价土建原材料的性能，理解相关建材标准的主要质量控制点。该书可作为大、中专院校学生的教材，也可作为建筑行业相关从业人员岗位培训及专业技术人员继续教育的培训教材和参考书。

本书由杨晓东高级工程师主编，董振平高级工程师副主编。在编写过程中，编者得到了陕西省建筑材料联合会、西安建筑科技大学、陕西省质量技术监督局有关同志的大力支持，在此特别感谢。

由于检测技术、方法不断发展，检测标准也不断更新，编者的水平有限，书中不妥之处难免，敬请读者和专家批评指正。

编 者

2018年2月

目 录

第一章 土建原材料检测基础知识	1
第一节 材料的基本性质参数	1
一、物理性能参数	1
二、力学性能参数	4
第二节 检测数据处理	6
一、检测数据分析方法	6
二、数值修约与极限数值的表示	9
第二章 胶凝材料检测	12
第一节 水泥理论知识	12
一、通用水泥的生产工序、矿物组成、名称、代号	12
二、水泥熟料矿物特性	13
三、影响水泥强度、安定性的因素	16
四、通用水泥的产品标准	17
五、水泥的合格品、不合格品的评定	19
六、水泥抽样方法、仲裁	19
第二节 水泥试验	20
一、水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检测	20
二、水泥胶砂强度检测	24
三、水泥细度检测	26
四、水泥胶砂流动度测定	29
五、影响水泥胶砂强度检测结果的因素	30
第三节 石灰理论知识	30
一、石灰的熟化和硬化	30
二、石灰储存运输	31
三、石灰的应用	31
四、石灰的技术指标	32
第四节 石灰试验	33
一、石灰产浆量及未消化残渣检测	33
二、石灰安定性检测	35
三、消石灰游离水检测	35
四、细度检测	35

第五节	建筑石膏理论知识	36
一、	建筑石膏的水化和硬化	36
二、	建筑石膏的性质	37
第六节	建筑石膏试验	38
一、	细度检测	38
二、	凝结时间检测	39
三、	强度检测	40
第三章	矿物掺合料检测	43
第一节	粉煤灰理论知识	43
一、	粉煤灰化学成分和物理性能	43
二、	粉煤灰化学活性	43
三、	粉煤灰对混凝土性能的影响	44
四、	粉煤灰现行技术标准	44
第二节	粉煤灰试验	45
一、	细度检测	45
二、	需水量比检测	47
三、	含水量检测	48
四、	强度活性指数检测	48
五、	安定性检测	49
第三节	粒化高炉矿渣粉理论知识	49
一、	粒化高炉矿渣粉的化学成分及结构	49
二、	粒化高炉矿渣粉的化学活性及应用	50
三、	粒化高炉矿渣粉的现行技术标准	50
第四节	粒化高炉矿渣粉试验	51
一、	活性指数检测	51
二、	密度检测	52
三、	比表面积检测	53
第五节	硅灰理论知识	53
一、	硅灰化学成分	53
二、	硅灰的物理性能	53
三、	硅灰对混凝土性能的影响	54
第六节	硅灰试验	54
一、	硅灰液料固含量检测	54
二、	需水量比及活性指数检测	55
第四章	骨料检测	57
第一节	骨料中的有害物质	57
一、	含泥量、泥块含量对混凝土性能的影响	57
二、	轻物质、云母对混凝土性能的影响	57

三、氯离子、三氧化硫含量对混凝土性能的影响	58
第二节 粗骨料	58
一、理论知识	58
二、试验	62
第三节 细骨料	69
一、理论知识	69
二、试验	74
第五章 建筑砂浆检测	83
第一节 理论知识	83
一、新拌砌筑砂浆的主要性质	83
二、硬化砂浆的主要性质	84
三、砂浆配合比设计的步骤	84
四、砂浆的配合比设计方法	85
第二节 试验	87
一、砂浆抗压强度检测	87
二、砂浆沉入度、分层度检测	88
三、砂浆的保水性检测	89
四、砂浆的凝结时间检测	90
第六章 混凝土检测	92
第一节 理论知识	92
一、混凝土拌合物和易性	92
二、混凝土强度	95
三、影响混凝土抗压强度的主要因素及其规律	97
四、混凝土抗冻及抗渗性	100
五、混凝土配合比设计的步骤及试配、调整	101
六、混凝土配合比设计方法	102
第二节 混凝土拌合物性能试验	106
一、混凝土坍落度、扩展度、凝结时间检测	106
二、混凝土泌水率与压力泌水率检测	109
三、混凝土含气量检测	111
第三节 硬化混凝土力学性能试验	114
一、混凝土抗压强度、抗折强度、劈裂抗拉强度检测	115
二、混凝土棱柱体轴心抗压强度检测	118
三、混凝土棱柱体静力受压弹性模量检测	119
第四节 混凝土耐久性试验	121
一、混凝土抗渗性检测	121
二、混凝土抗冻性检测（慢冻法）	123

三、给定条件下混凝土中钢筋锈蚀检测	125
第五节 混凝土强度无损检测	126
一、主要仪器	126
二、检测步骤	127
三、检测结果	128
四、混凝土强度推定	129
第七章 防水材料检测	131
第一节 理论知识	131
一、防水材料的分类、品种、规格	131
二、常用防水材料的主要参数及指标	132
三、有关抽样方法及复检的规定	136
四、屋面、地下防水等级及对防水材料的要求	137
第二节 沥青防水卷材试验	140
一、拉伸性能(拉伸强度和断裂伸长率)检测	140
二、耐热性检测(方法 A)	141
三、低温柔性(柔度)检测	144
四、不透水性检测	146
五、撕裂性能(撕裂强度)检测	148
六、可溶物含量(浸涂材料含量)检测	149
七、尺寸稳定性(热处理尺寸变化率)检测	151
八、沥青基防水卷材老化检测	155
第三节 遇水膨胀橡胶体积膨胀倍率试验	156
一、检测方法 I	156
二、检测方法 II	157
第四节 聚氨酯防水涂料试验	158
一、主要仪器	158
二、试样制备	159
三、主要技术性能的检测	159
第八章 钢材检测	166
第一节 理论知识	166
一、钢材的分类	166
二、钢材的主要力学性能	167
三、钢筋强度等级的分级、表示法及用途	172
四、钢筋焊接和机械连接的类别、技术要求、应用范围	173
五、钢筋产品标准及钢筋分项工程原材料的要求	176
六、钢材的超声波探伤	178
第二节 试验	178

一、钢筋母材力学性能检测	178
二、钢筋机械连接检测	182
三、钢板超声检测	185
四、网架球节点熔透焊接无损检测	189
五、焊缝探伤的几点注意事项	193
第九章 化学外加剂检测	195
第一节 理论知识	195
一、外加剂的分类及用途	195
二、化学外加剂检测原材料的要求	197
三、常用外加剂的主要技术指标	198
第二节 试验	200
一、掺外加剂混凝土拌合物性能检测	200
二、掺外加剂硬化混凝土性能检测	204
三、混凝土膨胀剂限制膨胀率检测	210
第十章 墙体块状材料检测	212
第一节 理论知识	212
一、常用墙体块状材料分类用途	212
二、烧结砖、蒸压块状墙体材料工艺	224
第二节 试验	225
一、砌墙砖强度检测	225
二、体积密度检测	228
三、冻融性检测	228
四、烧结普通砖的无损检测	229
第十一章 简易土工检测	232
第一节 理论知识	232
一、土的压实	232
二、土的压实系数概念及用途	233
第二节 试验	234
一、土的含水率	234
二、土的密度检测	235
三、液、塑限联合检测土界限含水率	237
四、土的击实检测	238
第十二章 预应力钢绞线及锚夹具检测	242
第一节 理论知识	242
一、钢绞线及锚具、夹具和连接器的分类	242

二、预应力筋用锚具、夹具和连接器硬度	243
三、现行钢绞线技术标准	244
四、钢绞线的试样要求及不合格品的复检和取样要求	246
第二节 试验	247
一、钢绞线拉伸检测	247
二、锚具夹具和连接器洛氏硬度检测	249
附录	251
第一部分 土建原材检测取样	251
第二部分 检测原始记录及报告参考样表	264
主要参考文献	265

第一章 土建原材料检测基础知识

第一节 材料的基本性质参数

一、物理性能参数

1. 密度

材料在绝对密实状态下单位体积的质量，称为材料的密度。用公式表示如下：

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

式中 ρ ——材料密度， g/cm^3 ；

m ——材料干燥恒重质量， g ；

V ——干燥材料在绝对密实状态下的体积， cm^3 。

材料在绝对密实状态下的体积，指不包括材料内部孔隙的固体物质本身的体积。测定含孔材料的密度时，须将材料磨成细粉（粒径小于 0.20mm ），干燥恒重后用李氏瓶测其体积。

2. 表观密度

材料在自然状态下单位体积的质量称为材料的表观密度，也称体积密度。用公式表示为：

$$\rho_0 = \frac{m}{V_0}$$

式中 ρ_0 ——材料表观密度， g/cm^3 ；

m ——材料干燥恒重质量， g ；

V_0 ——材料在自然状态下的体积， cm^3 。

材料在自然状态下的体积是指材料包含全部孔隙的体积。对于外形规则的材料，其表观密度测定，只要测得材料的质量和体积，即可算得。

不规则材料表面应预先涂上蜡，以防水分渗入材料内部而测值不准，然后采用排水法求得体积。材料表观密度的大小与其含水情况有关。当材料含水时，其质量增大，体积也会发生不同程度的变化，因此测定材料表观密度时，须同时测定其含水率，并予以注明。通常材料的表观密度是指气干状态下的表观密度。材料在烘干状态下的表观密度称干表观密度。

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。可用下式表示为：

$$\rho'_0 = \frac{m}{V'_0}$$

式中 ρ'_0 ——散粒材料的堆积密度， kg/m^3 ；

m ——散粒材料的质量, kg;

V'_0 ——散粒材料在自然堆积状态下的体积, m^3 。

散粒材料在自然堆积状态下的体积, 既含颗粒内部的孔隙又含颗粒之间空隙在内的总体积。测定散粒材料的体积通过已标定容积的容器计量而得。若以捣实体积计算时, 则称紧密堆积密度。

4. 孔隙率

材料内部孔隙的体积占材料总体积的百分率, 称为材料的孔隙率。材料孔隙率的大小直接反映材料的密实程度, 孔隙率大, 则密实度小。孔隙率相同的材料, 它们的孔隙特征(孔隙构造与孔径)不一定相同。按孔隙构造, 材料的孔可分为开口孔和闭口孔, 两者孔隙率之和等于材料的总隙率。按孔隙孔径的大小, 可分为微孔、细孔及大孔。不同的孔隙对材料的性能影响各不相同。孔隙率可用下式表示:

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

式中 P ——材料的孔隙率, %;

V_0 ——材料自然状态含孔的总体积, cm^3 ;

V ——材料绝对密实状态下体积, cm^3 ;

ρ_0 ——材料的表观密度, g/cm^3 ;

ρ ——材料的密度, g/cm^3 。

5. 导热系数

两侧面存在温度差的材料, 热量由温度高的一侧, 通过材料传递到温度低的一侧, 材料的传导热量的能力, 称导热性。导热性用导热系数来表示, 其物理意义是: 单位厚度(1m)的材料, 温度变化 1K 时, 单位时间(1h)内通过 $1m^2$ 面积的热量。公式表示如下:

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

式中 λ ——材料的导热系数, $W/(m \cdot K)$;

Q ——传导的热量, J;

d ——材料的厚度, m;

F ——材料传热的面积, m^2 ;

Z ——传热时间, h;

$t_2 - t_1$ ——材料两侧温度差, K。

材料的导热系数越小, 其绝热性能越好。各种土建原材料的导热系数差别很大。

6. 软化系数

材料长期在水作用下不破坏、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。公式如下:

$$K_R = \frac{f_b}{f_R}$$

式中 K_R ——材料的软化系数;

f_b ——材料在饱水状态下的抗压强度, MPa;

f_R ——材料在干燥状态下的抗压强度, MPa。

K_R 的大小表明材料在浸水饱和后强度降低的程度。许多土建原材料被水浸湿后,强度均会有所降低。因为水分被材料的微粒表面吸附,形成水膜,削弱了微粒间的结合力。 K_R 值越小,表示材料吸水饱和后强度下降越大,即耐水性越差。材料的软化系数在0~1之间。不同材料的软化系数相差较大。

7. 吸水率

材料在水中吸收水分的性质称为吸水性,材料的吸水性用吸水率表示。吸水率有质量吸水率和体积吸水率两种表达。

(1) 质量吸水率

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质量的百分率。公式如下:

$$W_m = \frac{m_b - m_g}{m_g} \times 100\%$$

式中 W_m ——材料的质量吸水率, %;

m_b ——材料在吸水饱和状态下的质量, g;

m_g ——材料在干燥状态下的质量, g。

(2) 体积吸水率

体积吸水率是指材料吸水饱和时,内部所吸水分的体积占干材料自然体积的百分率。公式表示如下:

$$W_v = \frac{m_b - m_g}{V_0} \cdot \frac{1}{\rho_w} \times 100\%$$

式中 W_v ——材料的体积吸水率, %;

V_0 ——干燥材料在自然状态下的体积, cm^3 ;

ρ_w ——水的密度, g/cm^3 , 常温下取 $\rho_w = 1\text{g}/\text{cm}^3$ 。

质量吸水率与体积吸水率存在下列关系:

$$W_v = W_m \cdot \rho_0$$

材料吸收水分是通过开口孔吸入的,开口孔隙率越大,材料吸水率越大。材料吸水饱和时的体积吸水率,即为材料的开口孔隙率。材料的吸水性还与材料的孔隙率和孔隙特征有关:细微连通孔隙,孔隙率越大,则吸水率越大;闭口孔隙不能吸水,而开口大孔虽然水分易进入,但不能存留,只能润湿孔壁,所以吸水率仍然较小。各种土建材料的吸水率差异很大。

8. 含水率

材料中水的质量占材料干质量的百分数,用公式表达如下:

$$\omega = \left(\frac{m_0}{m_d} - 1 \right) \times 100\%$$

式中 ω ——材料含水率, %;

m_d ——干材料质量, g;

m_0 ——湿材料质量, g。

9. 渗透系数

材料抗渗性是抵抗水压力渗透的性质。抗渗性用渗透系数表示,其物理意义是:一定

厚度的材料，在单位压力水头作用下，单位时间内透过单位面积的水量。用公式表示为：

$$K_s = \frac{Qd}{AtH}$$

式中 K_s ——材料的渗透系数， $\text{cm}^3/(\text{cm}^2 \cdot \text{h})$ ；

Q ——渗透水量， cm^3 ；

d ——材料的厚度， cm ；

A ——渗水面积， cm^2 ；

t ——渗水时间， h ；

H ——静水压力水头， cm 。

K_s 越大，表示材料渗透的水量越多，抗渗性越差。

10. 抗冻性

水饱和状态下的材料，经多次冻融循环作用而不破坏、强度也不严重降低的性质，称材料的抗冻性。材料的抗冻性用抗冻等级（或冻融循环次数）表示。抗冻等级是以规定的试件、在规定冻融试验条件下，测得其强度降低不超过规定值，且外观无明显损坏、剥落时，所能经受的最大冻融循环次数来确定。

材料的饱水系数可以在一定程度上估计材料的抗冻性，一般饱水系数小于 0.85 的材料比较抗冻。因为相当一部分孔隙未被水充满，可以缓解水结冰时的冰胀压力。

二、力学性能参数

1. 强度

材料在应力作用下抵抗破坏的能力称为强度。材料内部的应力多由外部荷载作用而引起，随着外力增加，内部应力也随之增大，直至应力超过材料内部质点所能抵抗的极限，材料发生破坏。土建原材料强度有抗拉、抗压、抗剪、抗折强度等，如图 1-1 所示。材料的强度主要取决于材料的组成和结构。不同种类的材料，强度差别较大；同类材料，强度也有不少差异。受力形式、受力方向及构件的几何尺寸对材料强度均有不同影响。

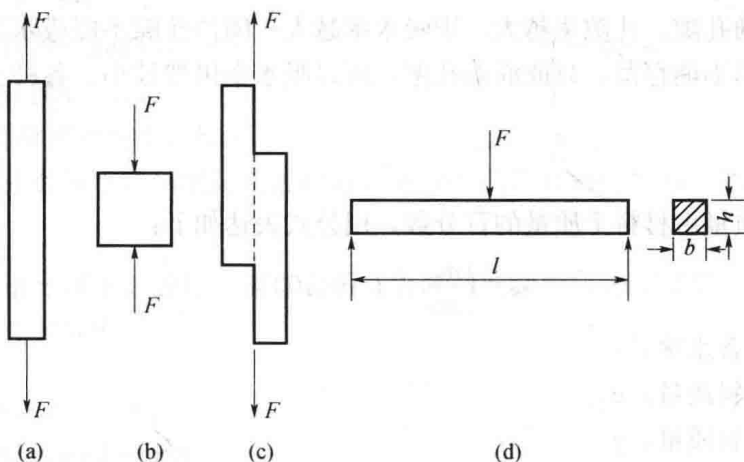


图 1-1 土建原材料外力作用示意图

(a) 抗拉；(b) 抗压；(c) 抗剪；(d) 抗折

检测时,采用破坏试验法对材料的强度进行检测,将试件安放在材料试验机上,施加荷载,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、抗压及抗剪强度按下式计算:

$$f = \frac{F_{\max}}{S}$$

式中 f ——材料的极限强度, MPa;

F_{\max} ——材料破坏荷载, N;

S ——材料受力面积, mm^2 。

材料的抗折强度与试件受力情况、截面形状及支承条件有关。试验方法是将条形试件放在两支撑点上,中间作用一集中荷载。土建原材料的矩形截面试件,抗折强度按下式计算:

$$f = \frac{3F_{\max}l}{2bh^2}$$

式中 f ——材料的抗折极限强度, MPa;

F_{\max} ——抗折破坏荷载, N;

l ——两支撑点的间距, mm;

b, h ——分别为抗折试件截面的宽和高, mm。

2. 弹性和塑性

外力作用在材料上,材料产生变形,外力去除后,变形消失,材料恢复原有形状的性能称之为弹性。如图 1-2 所示,当施加荷载至 A,产生的弹性变形为 Oa ,荷载卸除,变形恢复至 O 点。这种性能称为完全弹性。弹性变形与荷载成正比关系,即 OA 为一直线。荷载与变形之比,或应力与应变之比,即 $\tan\varphi$,称为材料的弹性模量。

外力作用在材料上,材料产生变形,外力去除,部分变形不能恢复,这种性质称之为塑性,不能恢复的变形,称为塑性变形。如图 1-2 所示,荷载施加超过 A 点至 B 点,材料产生明显的塑性变形, ab 即为塑性变形,荷载卸除,变形恢复至 O' 点, OO' 为永久变形。对理想的弹塑性材料, $OA \parallel BO'$, $OO' = ab$,低碳钢近似于理想的弹塑性材料,荷载在 A 点以下,近似于理想的弹性材料。材料受力变形的机理也比较复杂,实际材料的受力变形过程和性质与理想模型有一定差距。许多土建材料的荷载-变形如图 1-3 所示,材料受力后并不产生明显的塑性变形,但荷载-变形关系呈曲线形,当荷载卸除,变形恢复至 O' , OO' 为不可恢复的塑性变形。

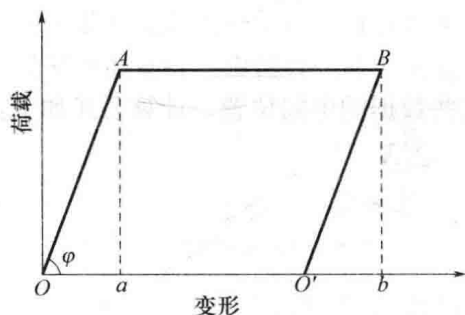


图 1-2 理想材料弹性和塑性变形曲线

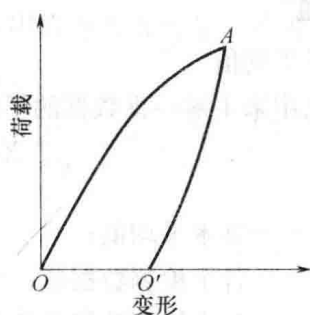


图 1-3 实际材料(低碳钢)弹塑性变形曲线

3. 硬度

材料表面抵抗其他物体刻划、压入其表面的能力称为硬度。一般来说,硬度大的材料