

高职高专规划教材



张华 主编

建筑材料检测

JIANZHU CAILIAO
JIANCE



化学工业出版社

高职高专规划教材

张华 主编

建筑材料检测

JIANZHU CAILIAO
JIANCE



化学工业出版社

· 北京 ·

本书是与企业合作,基于工作过程的课程开发与设计,以职业活动为导向,以能力为目标、项目为载体编写而成的。通过本书学习,可以熟悉常用建筑材料的基本性质与技术指标要求,同时具备建筑材料检测试验员、见证取样员的职业素质和岗位技能。

全书内容包括:建筑材料与检测基础知识、砂石技术指标检测、水泥主要技术指标检测、混凝土外加剂和掺合料性能检测、普通混凝土性能检测、建筑砂浆性能检测、块体材料质量检测、建筑钢材及钢筋焊接技术性能检测、防水材料性能检测、建筑玻璃技术指标及检测、建筑石膏制品技术要求及检测、建筑涂料性能检测,共十二个项目,采用了现行的标准、规范编写,理论联系实际,简单实用。每个项目有小结和自测练习题来帮助学生巩固学习效果。

本书为高职高专建筑工程技术、工程造价、土木工程检测技术与土建类相关专业的材料检测教学用书,也可作为工程技术人员、建筑材料检测岗位技能培训的教材或参考书。

图书在版编目(CIP)数据

建筑材料检测 / 张华主编. —北京:化学工业出版社, 2013.1

高职高专规划教材

ISBN 978-7-122-15937-3

I. ①建… II. ①张… III. ①建筑材料-检测-高等职业教育-教材 IV. ①TU502

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 286904 号

责任编辑:李仙华 王文峡

责任校对:宋 玮

装帧设计:张 辉

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 装:三河市延风印装厂

787mm×1092mm 1/16 印张 15½ 字数 369千字 2013年7月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址:<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:29.80元

版权所有 违者必究

前 言

本教材是以职业能力培养为重点，与企业合作，基于工作过程的课程开发与设计，针对工程材料检测单位等合作企业提供的企业发展需要和建材检测、材料质量控制等职业岗位实际工作任务所需要的技能、知识和素质要求来选取项目内容编写而成的。

本教材根据教育部高职高专职业能力的培养目标要求，介绍了建筑材料检测与质量控制的新技术、新标准、新方法，能够反映当前材料检测岗位要求的要求。编写中力求做到内容精炼、重点突出、实用性强。编写人员既有常年从事建筑材料检测工作和专业教学工作的双师型教师，又有企业一线的高级技术人员。同时，教材配有自测练习和项目实训内容，便于学生学习。

本教材由辽宁城市建设职业技术学院张华担任主编，中铁九局集团工程检测试验有限公司高级工程师王艳伟担任副主编。参加教材编写的有辽宁城市建设职业技术学院王波、刘丽、尹国英、褚俊英；沈阳职业技术学院何桂春。各项目执笔人员如下：张华编写项目一、六、七、十一和项目十三；刘丽编写项目二；王艳伟编写项目三；何桂春编写项目四、十；尹国英编写项目五；王波编写项目八；褚俊英编写项目九、十二。

由于编者水平有限，加之时间仓促，书中疏漏与欠妥之处在所难免，敬请大家不吝指正。

编 者
2013年2月

目 录

项目一 建筑材料与检测基础知识	1
任务1 建筑材料的基本性质	1
一、材料的密度、表观密度、堆积密度和紧密密度	1
二、材料的密实度、孔隙率和空隙率	2
三、材料与水有关的性质	2
四、材料的导热性	3
五、材料的强度	3
六、弹性和塑性	4
任务2 实验数据统计分析与处理	4
一、误差的种类及表示方法	4
二、统计分析的方法	5
三、有效数字及其计算	6
任务3 见证取样及送检的范围和程序	8
一、见证取样及送检的范围	8
二、见证取样与送检的程序	8
任务4 技术标准及法定计量单位	9
一、建筑材料标准	9
二、法定计量单位	9
小结	11
自测练习	11
项目二 砂石技术指标检测	13
任务1 砂石技术指标要求	13
一、粗细程度和颗粒级配	13
二、有害物质的含量及坚固性	16
三、含泥量、泥块含量和石粉含量	17
四、强度与碱活性	18
任务2 砂石技术指标检测	19
一、砂石取料原则	19
二、筛分析试验	21
三、含泥量、泥块含量和石粉含量试验	24
四、表观密度、堆积密度试验	30
五、含水量试验	35
六、石子强度试验	36
小结	38
自测练习	38

项目三 水泥主要技术指标检测	40
任务 1 水泥主要技术指标要求	40
一、水泥概述	40
二、水泥技术指标	41
任务 2 水泥主要技术指标检测	43
一、水泥细度测定	43
二、水泥标准稠度用水量测定	45
三、水泥凝结时间测定	47
四、水泥体积安定性试验	48
五、水泥强度试验	50
小结	56
自测练习	57
项目四 混凝土外加剂和掺合料性能检测	60
任务 1 混凝土外加剂概述	60
一、混凝土外加剂的分类	60
二、混凝土外加剂应用	60
三、混凝土外加剂的发展	62
任务 2 混凝土外加剂匀质性检验	62
一、外加剂匀质性检验项目	62
二、外加剂匀质性试验方法	63
任务 3 掺外加剂混凝土的性能检验	72
一、混凝土外加剂掺量的确定试验	72
二、掺外加剂混凝土和易性试验	72
三、混凝土拌合物性能试验方法	74
四、掺外加剂混凝土力学性能试验	78
任务 4 混凝土掺合料概述	79
一、混凝土掺合料的种类	80
二、掺合料在混凝土中的应用	81
小结	81
自测练习	81
项目五 普通混凝土性能检测	83
任务 1 混凝土技术性能	84
一、混凝土拌合物性能	84
二、硬化混凝土性能	84
任务 2 混凝土拌合物性能检测	86
一、取样及试样制备	86
二、混凝土拌和方法	87
三、混凝土拌合物和易性试验	87
四、混凝土凝结时间测定	88
五、泌水试验	90

六、含气量试验	91
任务 3 预拌混凝土工作性能检测	92
一、预拌混凝土概述	93
二、预拌混凝土拌合物性能	95
三、预拌混凝土工作性能检测	96
任务 4 混凝土力学性能检测	97
一、混凝土力学性能取样	97
二、混凝土立方体抗压强度检测	98
三、混凝土轴心抗压强度检测	101
四、混凝土抗拉强度检测	101
任务 5 混凝土长期性能和耐久性能检测	102
一、混凝土耐久性概述	102
二、影响混凝土耐久性的因素	103
三、混凝土耐久性检测方法	105
小结	111
自测练习	111
项目六 建筑砂浆性能检测	114
任务 1 建筑砂浆技术性能	114
一、建筑砂浆的分类	114
二、建筑砂浆的技术性质	114
任务 2 砂浆拌合物性能检测	115
一、砂浆拌合物取样	115
二、试样的制备	115
三、砂浆稠度试验	116
四、砂浆分层度试验	117
任务 3 砂浆力学性能检测	117
一、试验目的	117
二、试验设备	117
三、试件制作	117
四、养护	118
五、试验过程	118
六、计算公式	118
七、评定	118
小结	119
自测练习	119
项目七 块体材料质量检测	121
任务 1 烧结普通砖质量要求	121
任务 2 烧结多孔砖和多孔砌块	125
一、规格	125
二、等级	125

三、技术要求	125
任务3 烧结砖抗压强度试验	128
一、主要仪器设备	128
二、试样	128
三、试样制备	128
四、试件养护	129
五、试验步骤	129
六、结果计算与评定	129
任务4 烧结砖泛霜和石灰爆裂试验	130
一、烧结砖泛霜试验	130
二、烧结砖石灰爆裂试验	131
任务5 普通混凝土小型砌块质量要求	131
一、等级	131
二、技术要求	131
小结	132
自测练习	133
项目八 建筑钢材及钢筋焊件技术性能检测	134
任务1 常用建筑钢材及钢筋焊件的技术指标要求	134
一、建筑钢材技术要求	134
二、建筑钢筋焊接技术要求	140
任务2 建筑用钢材性能检测	141
一、建筑钢材取样	141
二、建筑钢材拉伸试验	142
三、钢筋弯曲试验	147
四、钢材检测结果评定	148
五、冷弯结果评定	152
任务3 钢筋焊件性能检测	152
一、钢筋焊件取样	152
二、钢筋焊件拉伸、冷弯性能检测	154
三、焊件试验结果评定	155
小结	155
自测练习	155
项目九 防水材料性能检测	156
任务1 防水涂料性能检测	156
一、防水涂料的技术指标要求	156
二、防水涂料的主要技术指标检测	157
任务2 防水卷材性能检测	159
一、防水卷材的技术指标要求	159
二、卷材的技术指标检测	160
小结	167

自测练习	167
项目十 建筑玻璃技术指标及检测	169
任务1 平板玻璃的技术指标及检测	169
一、试验依据	169
二、定义及分类	169
三、要求	170
四、试验方法	173
五、判定规则	175
任务2 钢化玻璃的技术指标及检测	175
一、试验依据	175
二、定义及分类	175
三、要求	175
四、试验方法	179
五、检验规则	182
任务3 中空玻璃的技术指标及检测	183
一、试验依据	183
二、定义及规格	183
三、要求	184
四、试验方法	186
五、检验规则	189
小结	190
自测练习	190
项目十一 建筑石膏制品技术要求及检测	191
任务1 装饰石膏制品的技术要求	191
一、装饰石膏板的技术要求	191
二、普通纸面石膏板的技术要求	192
三、吸声用穿孔石膏板的技术要求	195
四、嵌装式装饰石膏板的技术要求	196
五、其他石膏制品板材的技术要求	198
六、合格评定规划	198
任务2 建筑石膏制品的质量检测	199
一、外观质量检测	199
二、边长检测	199
三、厚度检查	199
四、平面度检测	199
五、直角偏离度的检测	199
六、含水率的检测	199
七、单位面积质量的检测	200
八、断裂荷载的检测	200
九、受潮挠度的检测	200

十、吸水率的检测	201
小结	201
自测练习	201
项目十二 建筑涂料性能检测	202
任务1 合成树脂乳液内墙涂料质量检测	202
一、技术指标要求	202
二、技术指标检测	203
任务2 合成树脂乳液外墙涂料质量检测	204
一、技术指标要求	204
二、技术指标检测	205
三、检验规则	208
四、标志、包装和贮存	208
小结	208
自测练习	208
项目十三 见证取样检测综合实训	209
任务1 砂石骨料检测	210
一、实训项目内容、岗位技能训练目标及上交材料	210
二、主要仪器设备	210
三、试验步骤	210
四、注意事项	210
五、填写委托单	210
六、记录试验原始记录	211
七、填写检验报告	212
任务2 水泥性能检测	213
一、实训项目内容、岗位技能训练目标及上交材料	213
二、主要仪器设备	213
三、试验步骤	213
四、注意事项	213
五、填写委托单	214
六、记录试验原始记录	215
七、填写检验报告	216
任务3 普通混凝土性能检测	217
一、实训项目内容、岗位技能训练目标及上交材料	217
二、主要仪器设备	217
三、试验步骤	217
四、注意事项	217
五、填写委托单	218
六、记录试验原始记录	219
七、填写检验报告	221
任务4 砌筑砂浆性能检测	223

一、实训项目内容、岗位技能训练目标及上交材料	223
二、主要仪器设备	223
三、试验步骤	223
四、注意问题	223
五、填写委托单	224
六、记录试验原始记录	224
七、填写检验报告	225
任务 5 砌墙砖及砌块性能检测	227
一、实训项目内容、岗位技能训练目标及上交材料	227
二、主要仪器设备	227
三、试验步骤	227
四、注意问题	227
五、填写委托单	228
任务 6 建筑钢材性能检测	230
一、实训项目内容、岗位技能训练目标及上交材料	230
二、主要仪器设备	230
三、试验步骤	230
四、注意问题	230
五、填写委托单	231
六、记录试验原始记录	232
七、填写检验报告	233
任务 7 防水材料性能检测	235
一、实训项目内容、岗位技能训练目标及上交材料	235
二、主要仪器设备	235
三、试验步骤	235
四、注意问题	235
五、填写委托单	235
六、记录试验原始记录	236
七、填写检验报告	236
参考文献	237

项目一 建筑材料与检测基础知识

知识目标

1. 了解建筑材料的基本物理性质、力学性质
2. 理解实验数据统计分析与处理方法, 误差的处理方法
3. 掌握有效数字的计算方法
4. 了解见证取样及送检的范围和程序
5. 了解建筑材料检测所依据的相关标准
6. 掌握法定的计量单位及其换算方法

能力目标

1. 能根据建筑材料的性质合理地选择和使用建筑材料
2. 能熟练计算平均值、标准差、变异系数等, 正确分析误差产生的原因
3. 能进行常用国际单位制的换算

作为建筑工程技术人员, 为了能够正确选择、合理使用、准确评价建筑材料, 必须熟悉它们的性质, 理解相关标准对材料质量的控制要点, 根据材料的检测报告有选择地使用建筑材料。

任务1 建筑材料的基本性质

一、材料的密度、表观密度、堆积密度和紧密密度

1. 材料的密度

密度是指材料在绝对密实状态下, 单位体积的质量。按下式计算:

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

式中 ρ ——材料密度, g/cm^3 或 kg/m^3 ;

m ——材料质量, g 或 kg ;

V ——材料绝对密实状态下的体积, cm^3 或 m^3 。

2. 表观密度

材料(指含孔材料)在自然状态下, 单位表观体积的质量, 称为表观密度。按下式计算:

$$\rho_0 = \frac{m}{V_0} \quad (1-2)$$

式中 ρ_0 ——表观密度, kg/m^3 ;

m ——材料质量, kg;

V_0 ——材料表观体积, m^3 ; 包括封闭孔在内的体积 $V_0 = V + V_{\text{闭}}$ 。

3. 堆积密度

堆积密度是指散粒材料(如砂、石)在规定装填条件下,单位体积的质量。按下式计算:

$$\rho'_0 = \frac{m'}{V'_0} \quad (1-3)$$

式中 ρ'_0 ——堆积密度, kg/m^3 ;

m' ——材料质量, kg;

V'_0 ——材料堆积体积, m^3 。

$V'_0 = \text{颗粒自然体积} + \text{空隙体积} = V + V_{\text{闭}} + V_{\text{开}} + V_{\text{空隙}}$

4. 紧密密度

紧密密度是指散粒材料(如砂、石)按规定方法颠实后,单位体积的质量。按下式计算:

$$\rho'_{0\text{实}} = \frac{m}{V'_{0\text{实}}} \quad (1-4)$$

式中 $\rho'_{0\text{实}}$ ——紧密密度, kg/m^3 ;

m ——材料质量, kg;

$V'_{0\text{实}}$ ——颠实后材料体积, m^3 。

二、材料的密实度、孔隙率和空隙率

1. 密实度

材料体积内被固体物质充实的程度,即材料密实体积与总体积比,称为材料密实度。按下式计算:

$$D = \frac{V}{V_0} = \frac{\rho_0}{\rho} \quad (1-5)$$

式中 D ——密实度,常以%表示。

2. 孔隙率

材料体积内,孔隙(开口的和封闭的)体积所占的比例,称为材料孔隙率。按下式计算:

$$P = \frac{V_{\text{孔}}}{V_0} = \frac{V_0 - V}{V_0} = 1 - \frac{\rho_0}{\rho} = 1 - D \quad (1-6)$$

式中 P ——材料孔隙率,常以%表示。

3. 空隙率

散粒材料的堆积体积内,颗粒与颗粒之间的空隙体积所占的百分率称为空隙率。按下式计算:

$$P' = \frac{V'_0 - V_0}{V'_0} = 1 - \frac{\rho'_0}{\rho_0} \quad (1-7)$$

式中 P' ——材料空隙率,常用%表示。

三、材料与水有关的性质

1. 吸水性

材料在水中能够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之分。

质量吸水率是指材料吸收水分的质量占材料干燥状态下质量的百分数。按下式计算：

$$W_{\text{质}} = \frac{m_{\text{湿}} - m_{\text{干}}}{m_{\text{干}}} \times 100\% \quad (1-8)$$

式中 $W_{\text{质}}$ ——材料的质量吸水率，常用%表示；

$m_{\text{湿}}$ ——材料吸水饱和时的质量，g 或 kg；

$m_{\text{干}}$ ——材料干燥状态下质量，g 或 kg。

体积吸水率是指材料吸收水分的体积占材料干燥状态下体积的百分数。按下式计算：

$$W_{\text{体}} = \frac{m_{\text{湿}} - m_{\text{干}}}{\rho_{\text{水}} V_0} \times 100\% \quad (1-9)$$

式中 $W_{\text{体}}$ ——材料的体积吸水率，常用%表示；

$\rho_{\text{水}}$ ——水的密度，常温下取 $1\text{g}/\text{cm}^3$ ；

V_0 ——材料干燥状态下体积， cm^3 或 m^3 。

2. 吸湿性

材料在潮湿空气中吸收空气中水分的性质称为吸湿性。吸湿性用含水率表示。含水率是指材料含水的质量与材料干燥质量之比的百分数。按下式计算：

$$W_{\text{含}} = \frac{m_{\text{含}} - m_{\text{干}}}{m_{\text{干}}} \times 100\% \quad (1-10)$$

式中 $W_{\text{含}}$ ——材料的含水率，常用%表示；

$m_{\text{含}}$ ——材料含水的质量，g 或 kg。

四、材料的导热性

导热性为材料本身具有的传导热量的性质。即当材料两面有温差时，热量能从温度高的一侧向温度低的一侧传导的性质。导热性用热导率 λ 表示。单位为 $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 。按下式计算：

$$\lambda = \frac{Qd}{(T_1 - T_2)At} \quad (1-11)$$

式中 λ ——热导率， $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ；

Q ——总传热量，J；

d ——材料的厚度，m；

$T_1 - T_2$ ——材料两侧热力学温度之差，K；

A ——传热面积， m^2 ；

t ——传热时间，s。

五、材料的强度

材料在外力（荷载）作用下抵抗破坏的能力称为强度。材料强度的大小通常以材料单位面积（ m^2 ）上所承受的力（N）来表示，单位为 Pa 或 MPa。

根据外力作用方式的不同，强度主要可分为抗压强度、抗拉强度、抗弯强度（抗折强度）和抗剪强度四种。

(1) 抗压强度、抗拉强度和抗剪强度按下式计算：

$$f = \frac{F}{A} \quad (1-12)$$

式中 f ——材料的强度, N/m²或 MPa;

F ——破坏时的最大荷载, N;

A ——受力面积, mm²。

(2) 抗弯强度(抗折强度)与材料受力情况、截面形状及支撑条件等有关,对梁板在两端支承、中间作用集中荷载的情况下,抗弯强度按下式计算:

$$f = \frac{3FL}{2bh^2} \quad (1-13)$$

式中 f ——抗弯强度, N/m²或 MPa;

F ——破坏时的最大荷载, N;

L ——两支点间距离, mm;

b, h ——截面的宽度、高度, mm。

六、弹性和塑性

1. 弹性

弹性是指材料在外力作用下所产生的变形,当外力去除后能完全恢复原来形状的性质。能全部恢复的变形称弹性变形。

2. 塑性

塑性是指材料在外力作用下产生的变形,在外力去除后仍保持变形后的形状和尺寸,并且不产生裂缝的性质。不能恢复的变形叫塑性变形。

任务 2 实验数据统计分析与处理

一、误差的种类及表示方法

观测值与真值之差称为误差,根据观测误差性质,可将其分为系统误差、偶然误差和过失误差三类。

1. 系统误差

系统误差是指测定中未被发觉或未被确定的因素所引起的误差,引起系统误差的原因一般认为是由于仪器不良,如刻度不准,砝码未校正;试验条件的变化,如温度、压力、湿度的变化,操作人员的习惯,如习惯从侧面读数等。可以用校正仪器,控制环境和改正不良习惯来消除系统误差。

2. 偶然误差

偶然误差是指在已消除系统误差的条件下,所测的数据仍在末一位或末两位数字上有差别,则这种误差为偶然误差。偶然误差的特点是时大时小、时正时负,方向不一定;偶然误差产生的原因不清楚,因此无法控制。但如用同一精度的仪器,在同一条件下,对同一物理量作多次测量,若测量的次数足够多,则可发现偶然误差完全服从统计规律,偶然误差的算术平均值将逐渐接近于零,偶然误差可以用误差理论进行处理。

3. 过失误差

过失误差又称粗差,是完全由人为因素造成,如粗枝大叶、过度疲劳或操作不正确等因素。消除方法是提高工作人员的责任感,健全工作制度,加强对数据的审核。应该从数据的

试验、采集上进行检查、剔除存在明显错误的数。

二、统计分析的方法

1. 平均值

(1) 算术平均值

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \cdots + X_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad (1-14)$$

式中 \bar{X} —— 算术平均值；
 n —— 试验数据的个数；

X_1, X_2, \dots, X_n —— 各试验数据值；

$\sum X$ —— 各试验数据的总和。

(2) 均方根平均值 均方根平均值反映数据跳动的敏感性。

$$S = \sqrt{\frac{x_1^2 + x_2^2 + \cdots + x_n^2}{n}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n x_i^2}{n}} \quad (1-15)$$

式中 S —— 均方根平均值；

x_1, x_2, \dots, x_n —— 各试验数据值；

$\sum x_i^2$ —— 各试验数据的平方和；

n —— 试验数据的个数。

(3) 加权平均值 各个试验数据和它对应数的算术平均值。

$$m = \frac{X_1 g_1 + X_2 g_2 + \cdots + X_n g_n}{g_1 + g_2 + \cdots + g_n} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i g_i}{\sum_{i=1}^n g_i} \quad (1-16)$$

式中 m —— 加权平均值；

X_1, X_2, \dots, X_n —— 各试验数据值；

$\sum Xg$ —— 各试验数据值和它对应数乘积的总和；

$\sum g$ —— 各对应数据总和。

2. 误差计算

(1) 范围误差 也称为极差，是试验数据最大值和最小值之差。

(2) 算术平均误差

$$\delta = \frac{|X_1 - \bar{X}| + |X_2 - \bar{X}| + \cdots + |X_n - \bar{X}|}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n |X_i - \bar{X}|}{n} \quad (1-17)$$

式中 δ —— 算术平均误差；

X_1, X_2, \dots, X_n —— 各试验数据值；

\bar{X} —— 算术平均值；

n —— 试验数据的个数。

(3) 标准差 标准差（均方根差）是衡量波动性即离散性大小的指标。

$$S = \sqrt{\frac{(X_1 - \bar{X})^2 + (X_2 - \bar{X})^2 + \cdots + (X_n - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (1-18)$$

式中 S ——标准差；
 X_1, X_2, \dots, X_n ——各试验数据值；
 \bar{X} ——算术平均值；
 n ——试验数据的个数。

3. 变异系数

标准差是表示绝对波动大小的指标，当测量较大量值时，绝对误差一般较大；当测量较小量值时，绝对误差一般较小。因此要考虑相对波动的大小，即用平均值的百分率来表示标准差，即变异系数。

$$C_v = \frac{S}{\bar{X}} \times 100\% \quad (1-19)$$

式中 C_v ——变异系数；
 S ——标准差；
 \bar{X} ——算术平均值。

变异系数越大，则标准偏差的波动越大，说明数据偏离平均值的程度越大。变异系数能反映出标准偏差所表示不出来的数据波动情况。

4. 极差

极差是指一组测量值中最大值（ X_{\max} ）与最小值（ X_{\min} ）之差，表示误差的范围。

$$R = X_{\max} - X_{\min} \quad (1-20)$$

三、有效数字及其计算

测量的结果因所用单位不同而不同，但在某一单位（量具）下，表示该测量值的数值位数不应随意取位，而是要用有确定意义的表示法。

如用毫米尺测量一段工件长度，当介于 13mm 和 14mm 之间，其右端点超过 13mm 刻度线处，估计为 6/10 格，即工件的长度为 13.6mm。从获得结果看，前两位 13 是直接读出，称为可靠数字，而最末一位 0.6mm 则是从尺上最小刻度间估计出来的，称为可疑数字，尽管可疑，但还是有一定根据，是有意义的。

1. 有效数字的定义

由几位可靠数字加上一位可疑数字在内的读数，称为有效数字。

如上读数 13.6mm 共有三位有效数字，这里的第三位数“6”已是估计出来的，因此，用这种规格的尺子不可能测量到以毫米为单位小数点后第 2 位。

2. 有效位数的确定

(1) 末位“0”和数字中间的“0”均为有效数字。如：16.10mm，10.7cm 有效位数分别为四位、三位。

(2) 小数点前面出现的“0”和它之后紧接着的“0”都不是有效数字。如：0.55mm，0.045kg 中的“0”都不是有效数字。它们都是两位有效数字。

(3) 科学计数法

计量单位的不同选择可改变量值的数值，但决不应改变数值的有效位。因此，在变换单