



全国应用型高等院校土建类“十三五”规划教材

# 土木工程材料 实验指导

彭艳周 编



中国水利水电出版社  
www.waterpub.com.cn



全国应用型高等院校土建类“十三五”规划教材

# 土木工程材料实验指导

彭艳周 编



中国水利水电出版社  
www.waterpub.com.cn

## 内 容 提 要

本书将土木工程材料实验分为两个层次：一是基础性、验证性、演示性和少数的综合性实验。该层次的实验对应于课程实验教学大纲的范围，属于课程学习的基本要求，称之为基本层次的实验；二是综合性、设计性及创新性实验项目，其内容包含对课程中重点或难点的综合运用，还包括部分当前相关领域的研究热点或趋势等，涵盖了综合性、设计性及创新性实验项目，统称为创新性层次实验。本书全部按现行国家标准、部级及行业标准和最新规范编写，主要内容包括绪论、土木工程材料实验基本知识、基本层次的实验、创新性层次的实验。

本书可作为高等学校本科土木建筑类及其他相关专业土木工程材料实验的教学用书，也可供相关专业的大专及中等专业学校的教师和工程技术人员参考。

### 图书在版编目（C I P）数据

土木工程材料实验指导 / 彭艳周编. -- 北京：中国水利水电出版社，2016.1  
全国应用型高等院校土建类“十三五”规划教材  
ISBN 978-7-5170-4017-0

I. ①土… II. ①彭… III. ①土木工程—建筑材料—实验—高等学校—教学参考资料 IV. ①TU502

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第321549号

书 名	全国应用型高等院校土建类“十三五”规划教材 <b>土木工程材料实验指导</b>
作 者	彭艳周 编
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址：www.waterpub.com.cn E-mail：sales@waterpub.com.cn 电话：(010) 68367658 (发行部)
经 售	北京科水图书销售中心（零售） 电话：(010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京嘉恒彩色印刷有限责任公司
规 格	184mm×260mm 16开本 6.75印张 144千字
版 次	2016年1月第1版 2016年1月第1次印刷
印 数	0001—3000册
定 价	<b>15.00元</b>

凡购买我社图书，如有缺页、倒页、脱页的，本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

# 前 言

---

“土木工程材料”是土木工程类专业重要的专业基础课程，土木工程材料实验指导是该课程的重要组成部分，也是学习和研究土木工程材料的重要方法。土木工程材料实验不仅可以增加感性认识，加强学生对理论知识的理解与掌握，而且还能提高学生的实验技能，进行科学研究的基本训练，培养学生理论联系实际、分析和解决问题的能力。

土木工程材料实验内容主要包括材料的基本性质实验，钢材、水泥、砂石材料、混凝土、砂浆、沥青等材料的主要性质实验。本书实验是按课程教学大纲要求选材，根据现行国家（或行业）标准或其他规范、资料编写的，但并未包括土木工程材料试验的全部内容。书中将土木工程材料实验分为两个层次：一是基础性、验证性、演示性和少数的综合性实验。该层次的实验对应于课程实验教学大纲的范围，属于课程学习的基本要求，称之为基本层次的实验；二是综合性、设计性及创新性实验项目，其内容包含对课程中重点或难点的综合运用，还包括部分当前相关领域的研究热点或趋势等，涵盖了综合性、设计性及创新性实验项目，统称为创新性层次实验。针对这两个层次的实验编写了本书。

本书共分4章：第1章为绪论；第2章介绍了土木工程材料实验基本知识，包括实验数据处理分析的方法，土木工程材料的技术标准，土木工程材料实验基本技术和土木工程材料实验教学的基本要求。这些方法和技术是工程技术人员实验和科研工作中常用的基本方法，学生可以通过材料的实验初步掌握这些知识；第3章是基本层次的实验，介绍了土木工程材料的基本性质实验、水泥的主要技术性质实验、混凝土细集料的基本性能实验、普通混凝土的基本性能（包括和易性、表观密度、抗压强度与劈裂抗拉强度）实验，以及砌墙砖强度检测实验；第4章是创新性层次的实验，主要介绍了水泥水化热的测定、碱-骨料反应实验、混凝土外加剂性能实验、混凝土绝热温升实验、混凝土的弹性模量（包括静力受压弹性模量、动弹性模量与抗折弹性模量）测定、混凝土的抗水渗透性实验、混凝土的抗冻性实验以及抗硫酸盐侵蚀实验等。每个实验的最后给出了实验报告的样式以供参考。

在本书编写过程中，三峡大学土木与建筑学院朱乔森高级实验师提出了许多宝贵

意见和建议。本书的出版还得到了中国水利水电出版社和三峡大学土木与建筑学院的大力支持和帮助。编者在此表示衷心感谢。

由于土木工程材料的品种繁多，科学技术水平和生产条件的不断发展和进步，新材料发展快。读者遇到本书以外的实验时，可查阅有关技术标准和试验方法，同时注意其修订动态。

限于作者水平，书中缺点和不妥之处在所难免，敬请广大师生、读者批评指正。

**编者**

2015年4月

# 目 录

---

## 前言

<b>第 1 章 绪论</b> .....	1
1.1 土木工程材料实验的重要性体现 .....	1
1.2 土木工程材料实验教学的层次化 .....	2
<b>第 2 章 土木工程材料实验基本知识</b> .....	4
2.1 概述 .....	4
2.2 实验原始记录 .....	4
2.3 实验数据处理与分析 .....	5
2.4 土木工程材料的技术标准 .....	7
2.5 土木工程材料实验基本技术 .....	8
2.6 土木工程材料实验教学的基本要求 .....	10
<b>第 3 章 基本层次的实验</b> .....	12
3.1 土木工程材料的基本性质实验 .....	12
3.2 水泥的主要技术性质实验 .....	17
3.3 混凝土细集料的基本性能实验 .....	30
3.4 普通混凝土的基本性能实验 .....	34
3.5 砌墙砖强度检测实验 .....	44
<b>第 4 章 创新性层次的实验</b> .....	50
4.1 水泥水化热测定实验 .....	50
4.2 碱-骨料反应实验 .....	57
4.3 混凝土外加剂性能实验 .....	62
4.4 混凝土绝热温升实验 .....	73
4.5 混凝土的弹性模量实验 .....	77

4.6 混凝土的抗水渗透实验 (逐级加压法) .....	86
4.7 混凝土的抗冻性实验 (快冻法) .....	89
4.8 混凝土的抗硫酸盐侵蚀实验 .....	94
参考文献 .....	98

“土木工程材料”是土木工程类专业重要的基础课程，其任务是使学生获得有关土木工程材料性质与应用的基础知识和必要的基本理论，掌握主要土木工程材料的性能检测技能。“土木工程材料”实验教学一方面可以加深学生对课程知识的理解与掌握、提高学生的实验技能，另一方面，还能够培养学生理论联系实际、分析和解决问题的能力，增强学生的创新意识和创新能力，培养学生的研究兴趣，为从事科技工作奠定基础。因此，在学习“土木工程材料”课程的过程中，应充分认识土木工程材料实验的重要性，注重理论联系实际。

## 1.1 土木工程材料实验的重要性体现

土木工程材料实验的重要性主要体现在以下几个方面。

### 1.1.1 土木工程材料实验是土木工程材料理论教学的重要辅助环节

高校教学实验有基础实验、综合实验和创新实验 3 个层次。通过土木工程材料实验可以验证课堂所学理论知识，加深对基础知识的理解，熟悉常用土木工程材料实验所用的仪器设备，掌握各种实验技能，了解土木工程材料性质、质量的检验方法和有关的技术规范。通过实验还可以培养学生独立实践的能力，培养学生的团队合作意识和严谨求实的科学精神。

### 1.1.2 强化学生的基础理论知识

土木工程材料实验使学生对具体材料的性能有进一步的理解，能熟悉、验证、巩固与丰富所学的理论知识。土木工程材料实验内容包含多个项目，突出土木工程建设中基本建筑材料，如水泥、混凝土、钢筋、沥青等的性能测试。学生通过现场操作，可以增加对土木工程材料的感性认识，巩固课堂所学理论知识，为进一步学习房屋建筑学、钢筋混凝土结构、砌体结构、基础工程、施工技术与组织等专业课奠定扎实的理论基础。



### 1.1.3 强化学生的工程实践能力

通过土木工程材料实验可使学生熟悉一些土木工程材料实验的国家标准（规范）、实验设备与方法以及检测技术等内容，熟悉主要的土木工程材料的技术性能，掌握实验数据处理和结果评定方法，对具体材料的性能有进一步的了解。学生通过亲自动手操作，逐步掌握实验方法和提高实验技能，真正实现理论联系实际的教学目标，并培养学生的实践动手能力。例如，普通混凝土配合比设计、石油沥青各项指标的检测等综合实验技能都可以得到训练。反之，也可以分析和判断由于操作不当可能带来的后果，为今后施工指导、施工控制、加强监理以及进行工程质量事故分析奠定基础。在实验过程中，学生分析问题和解决问题的能力也得到培养和提高。

### 1.1.4 强化材料的质量评价体系

土木工程材料是构成土木工程建筑的物质基础，也是质量基础。在土木工程中，从材料的生产、选择、使用和检验评定，到材料的储存、保管，任何环节的失误都可能造成工程的质量缺陷，甚至导致重大质量事故。因此，合格的土木工程技术人员必须准确熟练地掌握有关土木工程材料的知识。本书所列各项实验内容包括了国家现行标准规定的相应质量评定体系中所包含的主要技术性质指标的测试，例如：水泥实验设计与其质量相关的水泥细度、标准稠度用水量、凝结时间、安定性、胶砂强度等指标的测试，各项指标既相对独立又相互联系。通过实验，学生对材料的质量评定会有较深刻、全面的了解，从而增强和培养学生今后在工作中科学选择、合理使用材料的意识与能力。

### 1.1.5 培养学生的工程质量观

通过学习土木工程材料实验课程，能让学生了解常用土木工程材料的质量及检验方法的现行技术及标准规范。例如，温度、湿度、时间以及规范的操作程序方法等。又如，制作 C20 混凝土的抗压强度试块，如果出现下列任何一种情况都可能引起混凝土强度降低：①选用的砂、石、水泥、水的质量不合格；②配合比不当；③搅拌不均匀；④振捣不足或振捣时间过长；⑤养护时温度、湿度均较低；⑥养护时间不足等。学生通过实验，对比分析结果，可以切身体会到科学严谨、规范的工作方法的重要性，明确在施工过程中任何环节的疏忽大意都可能给工程质量带来隐患，从而能够强化学生的质量意识和责任感。

## 1.2 土木工程材料实验教学的层次化

土木工程材料实验所涉及的项目较多，而且实验有其独有的特点。

(1) 实验周期长。如水泥胶砂试件、混凝土试块需要经过 3d 或 7d、28d 的养护后才能进行强度检测。

(2) 实验内容相对稳定。

(3) 实验偏重于验证性,设计性、综合性、创新性实验较少。这很可能在一定程度上压抑学生的实验兴趣,同时也束缚其想象力和创新性,难以激发学生的创新潜能,从而导致工程材料实验难以取得较理想的教学效果。因此,进行土木工程材料的实验教学内容的革新,加强实验教学环节、提升教学质量,是当前培养“高素质、强能力、应用型”高级人才的必然要求。

三峡大学“土木工程材料”教学团队对国内相关高校建筑材料实验教学的情况进行调研,了解当前所开设实验内容,以及所对应的设备、实验方法及教学效果,取得相关资料。在此基础上,针对不同的专业方向,并结合各专业特色及培养方案,对现行实验教学内容进行优化,制定出体现各专业特色的实验教学内容,并将之进行层次化划分。

土木工程材料的实验教学内容被划分为两个层次:一是基础性、验证性、演示性和少数的综合性实验内容,该层次的实验项目对应于课程实验教学大纲的范围,属于课程学习基本要求的范畴,称之为基本层次的实验;二是综合性、设计性及创新性实验项目,其内容不仅包含本课程重点或难点及其综合运用,而且还可能是当前相关领域的研究热点或研究趋势等,涵盖了综合性、设计性及创新性实验项目,本书统称为创新性层次实验。针对土木工程材料实验教学中实际所开展的这两个层次的实验项目,专门编写了本实验指导书。

由以上实验层次的划分可知,第二层次的实验要求较高,适合于基础较好、学有余力,且又有继续深入学习愿望或研究兴趣的学生,即只有部分学生参与该层次的实验教学活动。该层次的实验项目根据专业差别而有所不同。例如,水利工程专业的实验项目可以偏重(但不局限于)水工混凝土的性能实验,如大体积混凝土温控、混凝土抗渗性及碱-骨料反应等实验,而土木工程专业则还可兼顾(但不局限于)新型墙体材料的开发与性能检测等实验。此外,实验项目还可以采用与土木工程材料相关的国家级、省级大学生课外科技活动或竞赛项目,如挑战杯、大学生科技创新等项目。

开展创新性实验教学,不仅能够加强学生对相关内容的理解和把握,而且还能使学生较好地把握相关领域的研究热点、研究趋势,掌握新的实验技术或新方法,更重要的是能够逐步培养学生分析问题、解决问题的能力 and 研究兴趣,有利于培养复合型人才。

## 2.1 概 述

土木工程材料及其实验检测在建筑施工生产、科研及发展中具有举足轻重的地位。土木工程材料基础知识的普及与实验检测技术的提高,不仅是评定和控制材料质量、施工质量的手段和依据,也是推动科技进步、合理使用土木工程材料和各种工业废料,降低生产成本,增进企业经济效益、环境效益和社会效益的有效途径。

土木工程材料质量的优劣,直接影响建筑物的质量和安全。因此,土木工程材料性能实验与质量检测是从源头抓好建筑工程质量管理工作、确保建筑工程质量和安全的重要保证。为了加强建筑工程质量,就应设立各级工程质量检测机构,尤其是土木工程材料的质量检测机构,培养从事土木工程材料性能和质量检验的专门人才。对高等院校而言,就是要加强学生实验技能的培训,使学生毕业后具备从事土木工程材料质量检测工作的能力,为推进建筑业的发展、提高工程建设质量发挥积极作用。

随着建筑业的发展和进步,新材料、新技术层出不穷,尤其是近年来我国技术标准与国际标准接轨,土木工程材料检测标准、技术规范和规程不断进行修订和更新,新方法、新设备的采用和检测标准的变更,更要求从事土木工程材料行业的工作人员不断学习,更新知识。因此,要在学好理论课的基础上,重视实验理论,理解实验原理,熟悉实验方法,掌握实验操作技能。

## 2.2 实验原始记录

在实验过程中,对于一定条件下取得的原始观测数据的记录,称为原始记录。它是评价实验检测工作水平高低和维护实验人员合法权益的重要法律依据之一。因此,实验的原始记录必须经得起工程实践的长期考验。

土木工程材料实验中原始记录通常包括以下内容:

- (1) 实验名称、编号。
- (2) 检测环境、地点及时间。

(3) 采用的实验方法（或实验规程）以及实验设备的名称与编号。

(4) 观测数值与观测导出数值。

(5) 实验、记录、计算、校核人员及技术负责人的签名等。

实验的原始记录必须以科学认真的态度实事求是地进行填写，不得修改和涂改。经过对实验数据校核发现的确需要进行更正的，应依据计量认证认可监督管理委员会对实验室计量认证认可的有关规定进行，并且能够溯源。

## 2.3 实验数据处理与分析

工程施工中，需要对大量的原材料和半成品进行实验，在取得了观测数据之后，为了达到所需的科学结论，应对观测数据进行分析 and 处理，通常用数学方法处理。

### 2.3.1 数值修约规则

在土木工程材料实验中，对各种实验数据应保留的有效位数均有所规定。为了科学地评价数据资料，应了解数据修约规则，以便确定测试数据的可靠性与精确性。数值修约时，除另有规定者外，应按照国家标准《数值修约规则与极限数值的表示和判定》(GB/T 8170—2008) 进行，即：

(1) 拟舍弃数字的最左 1 位数字小于 5 时，则舍去，保留其余各位数字不变。

(2) 拟舍弃数字的最左 1 位数字大于 5 时，则进 1，即保留数字的末位数字加 1。

(3) 拟舍弃数字的最左 1 位数字是 5，且其后有非 0 数字时进 1，即保留数字的末位数字加 1。

(4) 拟舍弃数字的最左 1 位数字为 5，且其后无数字或皆为 0 时，若所保留的末位数字为奇数（1, 3, 5, 7, 9）则进 1，即保留数字的末位数字加 1；若所保留的末位数字为偶数（0, 2, 4, 6, 8）则舍去。

(5) 负数修约时，先将它的绝对值按上述（1）~（4）的规定进行修约，然后在所得值前面加上负号。

### 2.3.2 算术平均值、标准差、变异系数与通用计量名词

进行观测的目的，是要得到某一物理量的真值。但是，真值是无法测得的。因此，要设法找出一个可以用来代表真值的最佳值。

#### 1. 算术平均值

将某一未知量  $x$  测定  $n$  次，其观测值分别为  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ ，将其平均得

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (1.1)$$

算术平均值是一个经常用到的很重要的数值,观测次数越多,它越接近真值。算术平均值只能用来了解观测值的平均水平,而不能反映其波动情况。

## 2. 标准差

观测值与平均值之差的平方和的平均值称为均方差,简称方差,用符号 $\sigma^2$ 表示。方差的平方根称为标准差,用 $\sigma$ 表示:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}} \quad (1.2)$$

$\sigma$ 是表示测量次数 $n \rightarrow \infty$ 时的标准差,而在实际中只能进行有限次的测量,其标准差可用 $s$ 表示,即

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i^2 - \bar{x}^2)}{n}} \quad (1.3)$$

标准差是衡量波动性的指标。

## 3. 变异系数

标准差只能反映数值绝对离散的大小,也可以用来说明绝对误差的大小,然而,在实际上,人们更关心数值相对误差的大小,即相对离散的程度,这在统计学上用变异系数 $C_v$ 来表示,其计算式为

$$C_v = \frac{\sigma}{\bar{x}} \text{ 或 } C_v = \frac{s}{\bar{x}} \quad (1.4)$$

同一批次的材料经过多次实验得出一系列数据后,就可通过计算其算术平均值、标准差与变异系数,用来评定其质量或性能的优劣。

## 4. 通用计量名词及其定义

(1) 测得值:从计量器具直接得出或经过必要计算而得出的量值。

(2) 测量结果:由测量所得的赋予被测量的值。

(3) 实际值:满足规定准确度的用来代替真值使用的量值。

(4) 测量误差:测量结果与被测量真值之间的偏差。

测量误差按其对测量结果影响的性质,可分为系统误差和偶然误差。

(5) 系统误差:在相同条件下,对某一量进行多次测量时,测量误差的绝对值和符号保持恒定(即恒偏大或恒偏小),这种测量误差称为系统误差。产生系统误差的原因如下:

1) 实验方法的理论依据有缺陷或不足,或实验条件控制不严格,或测量方法本身受到限制。如据理想气体状态方程测量某种物质蒸气的分子质量时,由于实际气体对理想气体的偏差,若不用外推法,测量结果总较实际的分子质量大。

2) 仪器不准或不灵敏,仪器装置精度有限,试剂纯度不符合要求等。

3) 个人习惯误差,如读滴定管读数时常偏高(或常偏低),计时常太早(或太迟)等。

系统误差决定了测量结果的准确度。通过校正仪器刻度、改进实验方法、提高药品纯度、修正计算公式等方法可减少或消除系统误差。但有时很难确定系统误差的存在，往往是用几种不同的实验方法或改变实验条件，或者不同的实验者进行测量，以确定系统误差的存在，并设法减少或消除之。

(6) 偶然误差：在相同实验条件下，多次测量某一量时，每次测量的结果都会不同，它们围绕着某一数值无规则地变动，误差绝对值时大时小，符号时正时负。这种测量误差称为偶然误差。产生偶然误差的可能原因如下：

1) 实验者对仪器最小分度值以下的估读每次很难相同。

2) 测量仪器的某些活动部件所指测量结果，每次很难相同，尤其是质量较差的电学仪器最为明显。

3) 影响测量结果的某些实验条件如温度值，不可能在每次实验中控制得绝对不变。

偶然误差在测量时不可能消除，也无法估计，但是它服从统计规律，即它的大小和符号一般服从正态分布。

(7) 绝对误差：测量结果与被测量真值之差。

(8) 相对误差：测量的绝对误差占被测量真值的比率。

(9) 允许误差：技术标准、检定规程等对计量器具所规定的允许误差极限值。

## 2.4 土木工程材料的技术标准

技术标准主要是对产品与工程建设的质量、规格及其检验方法等所作的技术规定，是从事生产、建设、科学研究工作及商品流通的一种共同的技术依据。

### 2.4.1 技术标准的分类

技术标准通常分为基础标准、产品标准和方法标准。

(1) 基础标准：指在一定范围内作为其他标准的基础，并普遍使用的具有广泛指导意义的标准。如《水泥的命名原则和术语》(GB/T 4131—2014)。

(2) 产品标准：是衡量产品质量好坏的技术依据。如《通用硅酸盐水泥》(GB 175—2007)。

(3) 方法标准：是指以实验、结果、分析、抽样、统计、计算、测定作业等各种方法为对象制定的标准。如《水泥胶砂强度检验方法 (ISO 法)》(GB/T 17671—1999)。

### 2.4.2 技术标准的等级

根据发布单位与适用范围，我国的技术标准分为国家标准、行业标准（含协会标

准)、地方标准和企业标准。

各级标准分别由相应的标准化管理部门批准并颁布,我国国家质量监督检验检疫总局是国家标准化管理的最高机关。国家标准和部门行业标准是全国通用标准,分为强制性标准和推荐性标准;省、自治区、直辖市有关部门制定的工业产品的安全、卫生要求等地方标准在本行政区域内是强制性标准;企业生产的产品没有国家标准、行业标准和地方标准的,企业应制定相应的企业标准,作为组织生产的依据。企业标准由企业组织制定,并报请有关主管部门审查备案。国家鼓励企业制定各项技术指标的要求均高于国家、行业、地方标准的企业标准在企业内使用。

### 2.4.3 技术标准的代号与编号

GB——中华人民共和国国家标准。

GBJ——国家工程建设标准。

GB/T——中华人民共和国推荐性国家标准。

ZB——中华人民共和国专业标准。

ZB/T——中华人民共和国推荐性专业标准。

JC——中华人民共和国建筑材料工业局行业标准。

JGJ——中华人民共和国住房和城乡建设部建筑工程行业标准。

JG/T——中华人民共和国住房和城乡建设部建筑工程行业推荐性标准。

YB——中华人民共和国冶金工业部行业标准。

SL——中华人民共和国水利部行业标准。

JTJ——中华人民共和国交通部行业标准。

CECS——工程建设标准化协会标准。

JJG——国家计量局计量检定规程。

DB——地方标准。

QB/\* \* \*——\* \* \*企业标准。

标准的表示方法,由标准名称、标准代号、编号和批准年份4部分组成。

## 2.5 土木工程材料实验基本技术

### 2.5.1 测试技术

#### 1. 取样

在进行实验时,首先要选取试样。试样必须具有代表性。取样应遵循随机取样原则。

#### 2. 仪器的选择

实验仪器设备的精度应与试验规程的要求一致,并且具有实际意义。

实验需要称量时,称量要有一定的精度,例如,试样称量精度要求为 0.1g 时,则应选择感量为 0.1g 的天平。对试验机的量程也有要求。根据试件破坏荷载的大小,合理选择相应量程的试验机。通常,应选择破坏荷载约占量程 20%~80% 的试验机。

### 3. 实验

实验前,一般应将取得的试样进行处理、加工或成型,以制备满足实验要求的试件。实验应严格按照试验规程进行。

### 4. 结果计算与评定

对各次实验结果进行数据处理,一般取  $n$  次平行实验结果的算术平均值作为实验结果。实验结果应满足精确度和有效数字的要求。

实验结果经计算处理后应给予评定,判定其是否满足标准要求或者评定其等级。在某些情况下还应对实验结果进行分析,并得出结论。

## 2.5.2 实验条件

同一材料在不同的实验条件下检测,会得出不同的实验结果,因此,要严格控制实验条件,以保证测试结果的可比性。

### 1. 温度

实验室的温度对某些实验结果影响很大,这些实验时必须严格控制温度。例如,石油沥青的针入度、延度实验的测试结果受温度影响较大,因此,要在 25℃ 的恒温水浴中进行。

### 2. 湿度

实验时试件的湿度也明显影响实验数据。试件的湿度越大,测得的强度越低。因此,实验室的湿度应控制在规定的范围内。

### 3. 试件的尺寸与受荷面的平整度

对同一材料而言,小试件强度比大试件强度高。相同受压面积的试件,高度小的比高度大的试件强度高。因此,试件尺寸应符合相应的规定。

试件受荷面的平整度也影响测试强度。如果试件受荷面粗糙,会引起应力集中,降低试件强度,因此,试件表面应达到一定的平整度。

### 4. 加载速度

加载速度越快,试件的强度越高。因此,对材料的力学性能实验都有加载速度的规定。

## 2.5.3 实验报告的内容

实验的主要内容都应在实验报告中反映,报告的形式不尽相同,但都应包括以下内容:

- (1) 实验名称、内容。



- (2) 实验条件与日期。
- (3) 实验目的与原理。
- (4) 试样编号、测试数据与计算结果。
- (5) 结果评定与分析。
- (6) 实验、校核、技术负责人签字。

实验报告是经过数据整理、计算、编制的结果，既不是原始记录，也不是实际过程的罗列。实验报告中，经过整理计算后的数据，可用图、表等表示，做到一目了然。为了编写出符合要求的实验报告，在整个实验过程中必须认真做好有关现象、原始数据的记录，以便于分析、评定测试结果。

本书中，对每个实验均给出了实验报告的模板以供参考。

## 2.6 土木工程材料实验教学的基本要求

### 2.6.1 对实验指导教师的基本要求

土木工程材料实验的目的，一方面是为了验证、巩固在课堂上学到的理论知识，另一方面是让学生熟悉土木工程材料性能测试实验中用到的仪器设备的构造与使用方法，培养学生日后从事土木工程材料质量检测工作的基本操作技能，提高正确应用相关的国家标准、技术规范和试验规程的能力，以及培养学生发现问题、解决问题的能力。因此，有必要对实验指导教师提出下列要求：

(1) 指导教师应认真执行教学大纲和实验指导书所规定的基本要求，并在此基础上逐步提高和创新。实验前应认真备课，做好课前检查和准备工作，检查实验设备运行是否良好，实验样品、原材料和辅助耗材是否到位，安全措施、实验环境是否正常等。

(2) 首次指导实验的教师在实验前应认真预做该实验的全部内容，写出规范的实验报告和详细的讲稿和教案，并在事先由实验室主任组织进行试讲，试讲时应聘请有关人员参加。试讲应目的明确，表达清楚，实验原理、方法以及仪器设备构造和操作方法讲解准确无误。通过试讲后方可上岗指导学生实验。

(3) 实验分小组进行。通常以一个班级为一个批次，4~6人为一小组，使所有学生都有动手操作的机会。教师要指定各小组的组长，并由其负责组织协调工作，办理有关仪器设备、材料、资料借领和归还手续。要求学生在实验过程中认真仔细地操作，培养独立工作能力和严肃认真的科学态度，同时要发扬互助协作精神。

(4) 实验中，教师要加强学生实验技能的训练，并注重启发性的指导，重视学生分析问题和解决问题能力的培养，充分激发学生的创新意识，发挥学生的创新精神。

(5) 学生做完实验后，指导教师要检查、验收每组实验数据和结果。检查实验仪器设备用后状态是否正常，并指导学生清理实验台（实验室）。