



北京市高等教育精品教材立项项目

JIANZHU CAILIAO JIANCE
SHIXUN ZHIDAO

建筑材料检测 实训指导

谭 平 主 编

中国建材工业出版社



北京市高等教育精品教材立项项目

建筑材料检测实训指导

谭 平 主 编

王海云 副主编

中国建材工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

建筑材料检测实训指导/谭平主编. —北京:中国建材工业出版社, 2008. 8

ISBN 978-7-80227-439-6

I. 建… II. 谭… III. 建筑材料 IV. TU5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 101996 号

内 容 简 介

本书是北京高等教育精品教材建设立项项目。该书以全国建筑工业技术专业教学指导委员会提供的培养方案为基本依据, 根据现行最新的国家及部颁标准、规范编写。

全书详细介绍了建筑材料性能检测的基本要求、基本技能和材料检测的标准、方法和步骤以及在检测过程中所使用的仪器设备调整、操作, 在每种建筑材料性能检测之后都附有实训报告, 在每章后面附录了相关的标准规范, 方便学习者实际操作, 更适合教学使用。

本书适合高校土木专业、道桥专业、建材专业、设备专业的师生使用, 也适合施工企业、建材生产企业的试验检测人员阅读。

建筑材料检测实训指导

谭 平 主编 王海云 副主编

出版发行: 中国建材工业出版社

地 址: 北京市西城区车公庄大街 6 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: 13.25

字 数: 321 千字

版 次: 2008 年 8 月第 1 版

印 次: 2008 年 8 月第 1 次

书 号: ISBN 978-7-80227-439-6

定 价: 24.00 元

本社网址: www.jcbs.com.cn

本书如出现印装质量问题, 由我社发行部负责调换。联系电话: (010) 88386906

前 言

随着我国职业教育的蓬勃发展，国家对职业教育的重视达到前所未有的高度。在今年的政府工作报告中，提出今后教育布局是普及和巩固义务教育，加快发展职业教育创新人才培养模式，培养大批熟练掌握操作技能、能够解决技术和工艺难题的高技能人才。

《建筑材料检测实训指导》以全国建筑工程技术专业教学指导委员会提供的培养方案为基本依据，根据现行最新的国家（部颁）标准以及其他相关的规范、资料编写而成。全书包括建筑材料基本性质检测、水泥性能检测、混凝土用骨料性能检测、混凝土性能检测、砌筑砂浆性能检测、砌墙砖性能检测、建筑钢材性能检测、防水材料性能检测、木材性能检测、建筑外门窗性能检测等内容。全书详细介绍了建筑材料性能检测的基本要求、基本技能和材料检测的标准、方法和步骤以及在检测过程中所使用的仪器设备的调整、操作。在每种建筑材料性能检测之后都附带了实训报告，为学习者更好地进行实际操作提供了方便。

本书是北京市教育委员会 2007 年北京高等教育精品教材建设立项项目，由北京京北职业技术学院谭平同志主编，北京怀信建材检验有限责任公司王海云同志任副主编，北京京北职业技术学院邹艳、徐艳华、林素菊、房红淼同志和北京怀信建材检验有限责任公司李连芳同志参与编写。

本书在编写过程中，得到了北京京北职业技术学院院长袁宝旺、副院长滕利君的大力支持与亲切指导，也得到了北京京北职业技术学院教务处、建筑工程系、实训中心等部门人员和北京怀信建材检验有限责任公司的热心帮助，在此表示由衷地感谢。

本书旨在为广大建筑材料学习与工作人员提供常用建筑材料检测与实训报告填写模式，由于编者水平有限，难免有疏漏和错误之处，诚请广大读者批评指正。

编 者
2008 年 6 月

目 录

第一章 建筑材料性能检测基础	1
第一节 建筑材料检测基本技能	1
第二节 建筑材料的技术标准	6
第三节 试验数据统计分析与处理	7
第四节 国家法定计量单位	13
第五节 试验室管理常识	18
第二章 建筑材料基本性质检测	20
第一节 材料密度检测	20
第二节 材料表观密度检测（标准法）	21
第三节 材料堆积密度检测	23
第四节 材料孔隙率、空隙率检测	26
第五节 材料吸水率检测	26
建筑材料基本性质实训报告	28
第三章 水泥性能检测	31
第一节 水泥试验基本规定	31
第二节 水泥细度检测（筛析法）	33
第三节 水泥比表面积测定（勃氏法）	36
第四节 水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检测	38
第五节 水泥胶砂强度检测（ISO 法）	43
第六节 水泥胶砂流动度检测	48
水泥实训报告	52
第四章 混凝土用骨料性能检测	55
第一节 混凝土用骨料试验基本规定	55
第二节 砂的筛分析检测	56
第三节 砂的表观密度和堆积密度检测	59
第四节 碎石或卵石的筛分析检测	61
第五节 碎（卵）石的表观密度和堆积密度检测	62

第六节	粗骨料含水率检测	64
第七节	粗骨料吸水率检测	65
第八节	碎(卵)石中针状和片状颗粒总含量检测	66
第九节	岩石抗压强度检测	67
	混凝土用骨料实训报告	69
第五章	普通混凝土性能检测	74
第一节	普通混凝土试验基本规定	74
第二节	普通混凝土拌合物稠度检测	76
第三节	普通混凝土拌合物表观密度检测	79
第四节	普通混凝土立方体抗压强度检测	80
第五节	混凝土抗折强度检测	82
第六节	混凝土劈裂抗拉强度检测	84
第七节	普通混凝土配合比设计与检验	85
第八节	混凝土非破损检测(现场无损检测)	94
	混凝土试验实训报告	101
附录 A	非水平状态检测时的回弹值修正值	106
附录 B	不同浇筑面的回弹值修正值	107
附录 C	测区强度换算表	108
附录 D	泵送混凝土测区混凝土强度换算值的修正值	115
第六章	砌筑砂浆性能检测	116
第一节	砌筑砂浆检测一般规定	116
第二节	砌筑砂浆稠度检测	116
第三节	砂浆分层度检测	118
第四节	砂浆立方体抗压强度检测	119
	砌筑砂浆实训报告	122
第七章	砌墙砖及砌块性能检测	124
第一节	砌墙砖及砌块试验基本规定	124
第二节	砌墙砖性能检测	126
第三节	混凝土小型空心砌块性能检测	130
	砌墙砖实训报告	133
第八章	建筑钢材性能检测	135
第一节	建筑钢材试验一般规定	135
第二节	钢筋性能检测	136

第三节 钢筋连接件性能检测	141
建筑钢材实训报告	144
第九章 防水材料性能检测	147
第一节 石油沥青性能检测	147
第二节 沥青防水卷材性能检测	153
石油沥青及防水卷材实训报告	158
第十章 木材性能检测	160
第一节 木材试验一般规定	160
第二节 木材强度检测	160
木材实训报告	166
第十一章 建筑外门窗性能检测	168
第一节 建筑外窗性能检测	168
第二节 建筑外门性能检测	182
建筑外门窗实训报告	197
参考文献	201

第一章 建筑材料性能检测基础

建筑材料是建筑工程的物质基础，与建筑设计、建筑结构、建筑经济及建筑施工一样，是建筑工程极为重要的组成部分。而建筑材料性能检测是评定建筑材料等级，了解材料性能的重要手段。

本章对有关建筑材料检测基本技能、建筑材料的技术标准、试验数据统计分析与处理、国家法定计量单位、试验室管理常识进行了较为全面、综合的介绍。

第一节 建筑材料检测基本技能

在材料试验过程中，首先需采集具有代表性的试样，由此用到了有关抽样检验的知识；其次必须对材料检测后所获得的数据进行处理，由于所获得的数据必定含有误差，需要对试验数据进行修约，所以有必要学习有关数字修约规则、数据的表示及处理方法等方面的知识；最后尚需对试验结果进行评定，需用到有关数据的统计特征与分布规律方面的知识。在试验实训操作中需要了解一些试验室工作的基本常识。

一、建筑材料检测目的

建筑材料的品种繁多，其质量、性能的好坏将直接影响工程质量，所以有必要对建筑材料进行检测。建筑材料检测是根据有关标准、规范的要求，采用科学合理的检测手段，对建筑材料的性能参数进行检验和测定的过程。

建筑材料大致可分为原材料和混合料两大类。原材料有砂石材料如砂、碎石，胶结材料如水泥、石灰、沥青，还有钢材和木材等。混合料有混凝土和砂浆、沥青混合料等。为了保证工程质量，必须从原材料开始，对其质量进行控制。因此，建筑材料检测包括了对原材料的质量检测和对混合料性能的检测。其目的是判定材料的各项性能是否符合质量等级的要求以及是否可以用于工程中。

二、建筑材料检测的步骤

建筑材料检测的步骤主要包括：见证取样、送样和试验室检测两个步骤。

见证取样和送样是指在建设单位或工程监理单位人员的见证下，由施工单位的现场试验人员对工程中涉及结构安全的试块、试件和材料进行现场取样，并送至经过省级以上建设行政主管部门对其资质认可和质量技术监督部门对其计量认证的质量检测单位进行检测。各种材料的抽样需按有关标准进行，所抽取的试样必须具有代表性。

试验室检测是由具有相应资质等级的质量检测机构进行检测。参与建筑材料检测的

人员必须持有相关的资质证书，必须具有科学的态度，不得修改试验原始数据，不得假设试验数据。试验报告必须进行审核，并有相关人员的签字和检测单位的盖章才有效。试验的依据为现行的有关技术标准和规范。

三、取样送样见证人制度

1. 见证取样送样的范围

- (1) 结构的混凝土试块；
- (2) 承重块墙体的砌筑砂浆试块；
- (3) 用于承重结构的钢筋及连接接头试件；
- (4) 用于承重墙的砖和混凝土小型砌块；
- (5) 用于拌制混凝土和砌筑砂浆的水泥；
- (6) 用于承重结构的混凝土中使用的掺加剂；
- (7) 地下、屋面、厕浴间使用的防水材料；
- (8) 国家规定必须实行见证取样和送检的其他试块、试件和材料。

2. 见证取样的管理

(1) 建设单位应向工程质量安全监督和工程检测中心递交“见证单位和见证人员授权书”，授权书应写明本工程现场委托的见证人姓名，以便于工程安全监督站、检测单位检查核对。

(2) 施工企业取样人员在现场进行原材料取样和试块制作时，见证人员应在旁见证。

(3) 见证人员应对试样进行监护，并和施工企业取样人员一起将试样送到检测单位或采取有效封样措施送到检测单位。

(4) 检测单位接受委托检测任务时，送检单位需填写委托单，见证人在委托单上签名。各检测机构对无见证人签名委托单及无见证人伴送的试件一律拒收；凡无注明见证单位和见证人的报告，不得作为质量保证资料和竣工验收资料。并由质量安全监督站重新指定法定检测单位重新检测。

3. 见证人员的基本要求

见证人员必须具备以下资格：

- (1) 见证人应是本工程建设单位的监理人员；
- (2) 必须具备初级以上技术职称或具有建筑施工专业知识；
- (3) 经培训考核合格，取得“见证人员证书”；
- (4) 必须向质监站和检测单位递交见证人书面授权书；
- (5) 见证人员的基本情况由检测部门备案，见证人员证书每隔五年换一次。

4. 见证人员职责

- (1) 取样时，见证人员必须在场进行见证；
- (2) 见证人员必须对试样进行监护；
- (3) 见证人员必须和施工人员一起将试样送至检测单位；

(4) 见证人员必须在检验委托单上签字,并出示“见证人员证书”;

(5) 见证人员必须对试样的代表性和真实性负责。

四、检测技术

1. 取样

在进行试验之前首先要选取试样,试样必须具有代表性。取样原则为随机抽样,即在若干堆(捆、包)材料中,对任意堆放材料随机抽取试样。取样方法视材料而定。

样品抽取后应将试样从施工现场送至有检测资格的工程质量检测单位进行检验,从抽取样品到送至检测单位检测的过程是工程质量检测管理中的第一步,强化这个过程的监督管理是杜绝因试件弄虚作假而出现试件合格而工程实体质量不合格的现象的基本保证。实践表明,对建筑工程质量检测工作实行见证取样制度是解决工程质量“两层皮”现象的成功办法。

2. 仪器的选择

试验中有时需要称取试件或试样的质量,称量时要求具有一定的精确度,如试样称量精确度要求为0.1g,则应选用感量为0.1g的天平,一般称量精度大致为试样质量的0.1%。另外测量试件的尺寸,同样有精度要求,一般对边长大于50mm的,精度可取1mm;对边长小于50mm的,精度可取0.1mm。对试验机吨位的选择,根据试件荷载吨位的大小,应使指针停在试验机度盘的第二、三象限内为好。

3. 试验

试验前一般应将取得的试样进行处理、加工或成型,以制备满足试验要求的试样或试件。制备方法随试验项目而异,应严格按照各个试验所规定的方法进行。

4. 结果计算与评定

对各次试验结果进行数据处理,一般取 n 次平行试验结果的算术平均值作为试验结果。试验结果应满足精确度与有效数字的要求。

试验结果经计算处理后,应给予评定是否满足标准要求,评定其等级,在某种情况下还应对试验结果进行分析,并得出结论。

五、试验条件

同一材料在不同的试验条件下,会得出不同的试验结果。如试验时的温度、湿度、加荷速度、试件制作情况等都会影响试验数据的准确性。

1. 温度

试验时的温度对某些试验结果影响很大,在常温下进行试验,对一般材料来说影响不大,但是如果材料对温度变化比较敏感,则必须严格控制温度。例如:石油沥青的针入度、延度试验,一定要控制在25℃的恒温水浴中进行。通常材料的强度也会随试验时的温度的升高而降低。

2. 湿度

试验时试件的湿度也明显影响试验数据,试件的湿重越大,测得的强度越低。在物

理性能检测中,材料的干湿程度对试验结果的影响就更为明显了。因此,在试验时试件的湿度应控制在规定的范围内。

3. 试件尺寸与受荷面平整度

当试件受压时,同一材料小试件强度比大试件强度要高;相同受压面积之试件,高度大的比高度小的检测强度要小。因此,对不同材料的试件尺寸大小都有规定。

试件受荷面的平整度也大大影响着检测强度,如受荷面粗糙不平整,会引起应力集中而使强度大为降低。在混凝土强度检测中,不平整度达到 0.25mm 时,强度可降低 1/3。上凸比下凹引起应力集中更甚,强度下降更大。所以受荷面必须平整,如成型面受压,必须用适当强度的材料找平。

4. 加荷速度

施加于试件的加荷速度对强度试验结果有较大影响,加荷速度越慢,测得的强度越低,这是由于应变有足够的时间发展,应力还不大时变形已达到极限应变,试件即被破坏。因此,对各种材料的力学性能检测,都有加荷速度的规定。

六、试验报告

试验的主要内容都应在试验报告中反映,试验报告的形式可以不尽相同。

1. 试验报告的内容

- (1) 试验名称、内容;
- (2) 目的与原理;
- (3) 试样编号、检测数据与计算结果;
- (4) 结果评定与分析;
- (5) 试验条件与日期;
- (6) 试验、校核、技术负责人。

2. 工程质量检测报告的内容

- (1) 委托单位;
- (2) 委托日期;
- (3) 报告日期;
- (4) 样品编号;
- (5) 工程名称;
- (6) 样品产地和名称;
- (7) 规格及代表数量;
- (8) 检测条件;
- (9) 检测依据;
- (10) 检测项目;
- (11) 检测结果;
- (12) 结论。

试验报告是经过数据整理、计算、编制的结果,而不是原始记录,也不是计算过程

的罗列,经过整理计算后的数据可用图、表等表示,达到一目了然。为了编写出符合要求的试验报告,在整个试验过程中必须认真做好有关现象及原始数据的记录,以便于分析、评定检测结果。

七、检测人员的基本素质

在建筑工程中,对建筑材料性能进行检测,不仅是评定和控制建筑材料质量、施工质量的手段和依据,而且也是推进科技进步、合理选择使用建筑材料、降低生产成本、提高企业经济效益的有效途径,更重要的在于它是保证建筑工程质量的基本前提。因此,对建筑材料性能进行检测,必须本着严肃、认真、负责的原则,严格按照规章制度办事。

从事建筑材料性能检测的人员必须具备的基本素质:

- (1) 参与建筑材料检测的人员必须有相关的资质证书才能上岗;
- (2) 检测人员必须切实执行工程产品的有关标准、试验方法及有关规定;
- (3) 检测人员必须具有科学的态度,不得私自修改试验原始数据,不得假设试验数据,尊重科学,尊重事实,对出具的检测报告的科学性、准确性负责;
- (4) 坚决杜绝检测工作中不负责任、敷衍了事,不按有关标准、规程进行试验操作等行为。

为保证达到上述目的,学生在学习中必须做到:

(1) 试验前做好预习,明确试验目的、基本原理及操作要点,并应对试验所用的仪器、材料有基本的了解。理论来源于实践,并对实践起指导作用。通过实验我们可以对有关建筑材料的基本理论和基本知识有更深更广的了解和掌握,加深印象,增强记忆。实验的学习和研究离不开仪器设备,通过实验也可以对所用仪器设备的性能、原理及应用有进一步的了解和掌握,同时也将大大提高动手能力,为以后从事实际工作打下良好基础。

(2) 在试验的整个过程中要建立严密的科学工作程序,严格遵守试验操作规程,注意观察现象,详细做好试验记录。科学是严肃认真的,来不得半点虚伪。培养和树立端正的学习和工作态度是高等教育的重要内容和任务。试验是一个复杂的过程,通过试验不但可以培养正确的科学观点和方法,还可以提高独立分析和解决问题的能力。

(3) 对试验结果进行综合分析,做好试验报告。

在进行建筑材料试验时,应注意三个方面的技术问题:一是抽样技术,即要求所用试样应具有代表性;二是检测技术,包括仪器的选择、试件的制备、检测条件及方法的选择确定;三是试验数据的整理方法。材料的质量指标和试验所得的数据是有条件的、相对的,是与选择、检测和数据处理密切相关的。其中任何一项改变时,试验结果将随之发生或大或小的变化。因此,检验材料质量、划分等级时,上述三个方面均需按照国家规定的标准方法或通用的方法执行。否则,就不能根据有关规定对材料质量进行评定,或相互之间进行比较。

第二节 建筑材料的技术标准

建筑材料技术标准或规范主要是对产品与工程建设的质量、规格及其检测方法等所作的技术规定，是从事生产、建设、科学研究工作与商品流通的一种共同的技术依据。

1. 技术标准的分类

技术标准按通常分类可分为基础标准、产品标准、方法标准等。

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、定义和术语》、《砖和砌块名词术语》等。

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）、《钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋》（GB 1499.2—2007）等。

方法标准：是指以试验、检查、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》、《水泥取样方法》等。

2. 技术标准的等级

建筑材料的技术标准根据发布单位与适用范围，分为国家标准、行业标准（含协会标准）、地方标准和企业标准四级。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都是全国通用标准。国家标准、行业标准分为强制性标准和推荐标准。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。鼓励企业制定各项技术指标均严于国家、行业、地方标准的企业标准在企业内使用。

3. 技术标准的代号与编号

各级标准都有各自的部门代号，例如：

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——中华人民共和国建材行业标准。

JC/T——中华人民共和国建材行业推荐性标准。

JGJ——中华人民共和国建筑工程行业标准。

YB——中华人民共和国冶金行业标准。

SL——中华人民共和国水利行业标准。

JTJ——中华人民共和国交通行业标准。

CECS——中国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。

Q/××——××企业标准。

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的。例如：国家推荐性标准《水泥比表面积测定方法（勃氏法）》（GB/T 8074—2008）标准的部门代号为 GB/T，编号为 8074，批准年份 2008 年。建材行业标准《粉煤灰小型空心砌块》（JC 862—2000）的部门代号为 JC，编号为 862，批准年份为 2000 年。

各个国家均有自己的国家标准，例如“ASTM”代表美国国家标准、“JIS”代表日本国家标准、“BS”代表英国国家标准、“STAS”代表罗马尼亚国家标准、“MSZ”代表匈牙利国家标准等。另外，在世界范围内统一执行的标准为国际标准，其代号为“ISO”。我国是国际标准化协会会员国，当前我国各项技术标准都正在向国际标准靠拢，以便于科学技术的交流与提高。

第三节 试验数据统计分析与处理

建筑施工中，要对大量的原材料和半成品进行试验，取得大量数据，对这些数据进行科学的分析，能更好地评价原材料或工程质量，提出改进工程质量、节约原材料的意见。现简要介绍常用的数据统计方法。

一、平均值

1. 算术平均值

这是最常用的一种方法，用来了解一批数据的平均水平，度量这些数据的中间位置。

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \cdots + X_n}{n} = \frac{\sum X}{n} \quad (1-1)$$

式中 $\bar{X}$ ——算术平均值；

$X_1, X_2, \cdots, X_n$ —— n 个试验数据值；

$\sum X$ ——各试验数据值的总和；

n ——试验数据个数。

2. 均方根平均值

均方根平均值对数据大小跳动反映较为灵敏，计算公式如下：

$$S = \sqrt{\frac{X_1^2 + X_2^2 + \cdots + X_n^2}{n}} = \sqrt{\frac{\sum X^2}{n}} \quad (1-2)$$

式中 S ——各试验数据的均方根平均值；

$X_1, X_2, \cdots, X_n$ —— n 个试验数据值；

$\sum X^2$ ——各试验数据值平方的总和；

n ——试验数据个数。

3. 加权平均值

加权平均值是各个试验数据和它的对应数的算术平均值。如计算水泥平均强度采用加权平均值。计算公式如下：

$$m = \frac{X_1 g_1 + X_2 g_2 + \cdots + X_n g_n}{g_1 + g_2 + \cdots + g_n} = \frac{\sum Xg}{\sum g} \quad (1-3)$$

式中 m ——加权平均值；

$X_1, X_2, \cdots, X_n$ —— n 个试验数据值；

$g_1, g_2, \cdots, g_n$ ——试验数据的对应数；

$\sum Xg$ ——各试验数据值和它的对应数乘积的总和；

$\sum g$ ——各对应数的总和。

二、误差计算

1. 范围误差

范围误差也叫极差，是试验值中最大值和最小值之差。例如：3 块砂浆试件抗压强度分别为 5.21MPa、5.63MPa、5.72MPa，则这组试件的极差或范围误差为 $5.72 - 5.21 = 0.51$ (MPa)。

2. 算术平均误差

算术平均误差的计算公式为：

$$\delta = \frac{|X_1 - \bar{X}| + |X_2 - \bar{X}| + \cdots + |X_n - \bar{X}|}{n} = \frac{\sum |X - \bar{X}|}{n} \quad (1-4)$$

式中 δ ——算术平均误差；

$X_1, X_2, \cdots, X_n$ —— n 个试验数据值；

$\bar{X}$ ——试验数据值的算术平均值；

n ——试验数据个数。

3. 标准差 (均方根差)

只知试件的平均水平是不够的，要了解数据的波动情况及其带来的危险性，标准差 (均方根差) 是衡量波动性 (离散性大小) 的指标。标准差的计算公式为：

$$S = \sqrt{\frac{(X_1 - \bar{X})^2 + (X_2 - \bar{X})^2 + \cdots + (X_n - \bar{X})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n - 1}} \quad (1-5)$$

式中 S ——标准差 (均方根差)；

$X_1, X_2, \cdots, X_n$ —— n 个试验数据值；

$\bar{X}$ ——试验数据值的算术平均值；

n ——试验数据个数。

4. 极差估计法

极差是表示数据离散的范围，也可用来度量数据的离散性。极差是数据中最大值和

最小值之差:

$$W = X_{\max} - X_{\min} \quad (1-6)$$

式中 W ——极差;

$X_{\max}$ ——试验数据最大值;

$X_{\min}$ ——试验数据最小值。

当一批数据不多时 ($n \leq 10$), 可用极差法估计总体标准差:

$$\hat{\sigma} = \frac{1}{d_n} W \quad (1-7)$$

式中 $\hat{\sigma}$ ——标准差的估计值;

d_n ——与 n 有关的系数, 见表 1-1。

表 1-1 极差估计法 d_n 系数表

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
d_n	—	1.128	1.693	2.059	2.326	2.534	2.704	2.847	2.970	0.378
$1/d_n$	—	0.886	0.591	0.486	0.429	0.395	0.369	0.351	0.337	0.325

当一批数据很多时 ($n > 10$), 要将数据随机分成若干个数量相等的组, 对每组求极差, 并计算平均值:

$$\bar{W} = \frac{\sum_{i=1}^m W_i}{m} \quad (1-8)$$

式中 $\bar{W}$ ——各组极差的平均值;

m ——数据分组的组数。

则标准差的估计值近似地用式 (1-7) 计算。

极差估计法主要出于计算方便, 但反映实际情况的精确度较差。

三、变异系数

标准差是表示绝对波动大小的指标, 当测量较大的量值, 绝对误差一般较大; 测量较小的量值, 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。计算式为:

$$C_v = \frac{S}{\bar{X}} \times 100\% \quad (1-9)$$

式中 C_v ——变异系数, %;

S ——标准差;

$\bar{X}$ ——试验数据的算术平均值。

从变异系数可以看出标准偏差不能表示出数据的波动情况。如:

甲、乙两厂均生产 32.5 级矿渣水泥, 甲厂某月生产的水泥 28d 抗压强度平均值为 39.8MPa, 标准差为 1.68MPa。同月乙厂生产的水泥 28d 抗压强度平均值为 36.2MPa,

标准差为 1.62MPa，求两厂的变异系数 (C_v)。

$$\text{甲厂 } C_v = \frac{1.68}{39.8} \times 100\% = 4.22\%$$

$$\text{乙厂 } C_v = \frac{1.62}{36.2} \times 100\% = 4.48\%$$

从标准差看，甲厂大于乙厂。但从变异系数看，甲厂小于乙厂，说明乙厂生产的水泥强度相对跳动要比甲厂大，产品的稳定性较差。

四、可疑数据的取舍

在一组条件完全相同的重复试验中，当发现有某个过大或过小的可疑数据时，应按数理统计方法给以鉴别并决定取舍。常用方法有三倍标准差法和格拉布斯法。

1. 三倍标准差法

这是美国混凝土标准 (ACT 214—65) 的修改建议中所采用的方法。它的标准是 $|X_i - \bar{X}| > 3\sigma$ 时不舍弃。另外还规定 $|X_i - \bar{X}| > 2\sigma$ 时则保留，但需存疑，如发现试件制作、养护、试验过程中有可疑的变异时，该试件强度值应予舍弃。

2. 格拉布斯法

格拉布斯法假定测量结果服从正态分布，根据顺序统计量来确定可疑数据的取舍，确定步骤如下：

(1) 把试验所得数据从小到大排列： $X_1, X_2, \dots, X_n$ 。

(2) 选定显著性水平 α (一般 $\alpha = 0.05$)，根据 n 及 α 从 $T(n, \alpha)$ (表 1-2) 中求得 T 值。

表 1-2 $T(n, \alpha)$ 值

α (%)	当 n 为下列数值时的 T 值							
	3	4	5	6	7	8	9	10
5.0	1.15	1.46	1.67	1.82	1.94	2.03	2.11	2.18
2.5	1.15	1.48	1.71	1.89	2.02	2.13	2.21	2.29
1.0	1.15	1.49	1.75	1.94	2.10	2.22	2.32	2.41

(3) 计算统计量 T 值：

设 X_1 为可疑时，则 $T = |\bar{X} - X_1| / S$ ；

当最大值 X_n 为可疑时，则 $T = (X_n - \bar{X}) / S$ 。

式中 $\bar{X}$ ——试件平均值， $\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$ ；

X_i ——测定值；

n ——试件个数；

S ——试件标准差， $S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}$ 。