

主编

预拌砂浆

SHIYONG JIANCE JISHU



CHINA METROLOGY PUBLISHING HOUSE

预拌砂浆实用检测技术

国家建筑材料测试中心 组编

兰明章 刘元新 马振珠 主编



中国计量出版社

图书在版编目(CIP)数据

预拌砂浆实用检测技术/国家建筑材料测试中心组编,兰明章等主编. —北京:中国计量出版社,2007. 11

ISBN 978 - 7 - 5026 - 2728 - 7

I. 预… II. ①国… ②兰… III. 混合砂浆 - 检测 IV. TQ177. 6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 148660 号

内 容 提 要

本书内容分两篇,第一篇基础部分介绍了测量误差及数据处理和计量基本知识;第二篇专业部分分别介绍了预拌砂浆基本知识、预拌砂浆常用材料及检验方法、预拌砂浆基本性能及检验方法、普通预拌砂浆组成与性能、特种预拌砂浆组成与性能和国内外预拌砂浆技术指标对比。

本书知识系统、结构紧凑、实用性强,是建材行业职业技能鉴定的培训教材。同时也可作为相关行业管理、科研部门的参考书及大中专院校相关专业的教材。

中国计量出版社 出版

地 址 北京和平里西街甲 2 号(邮编 100013)
电 话 (010)64275360
网 址 <http://www.zgjl.com.cn>
发 行 新华书店北京发行所
印 刷 北京市密东印刷有限公司
开 本 787mm × 1092mm 1/16
印 张 13
字 数 312 千字
版 次 2008 年 1 月第 1 版 2008 年 1 月第 1 次印刷
印 数 1—2 000
定 价 33.00 元

如有印装质量问题,请与本社联系调换

版权所有 侵权必究

编委会

主 编: 兰明章 刘元新 马振珠

副主编: 段鹏选 张 琳 张菁燕 张 斌

参 编: 王亚丽 张庆华 Michael Schmid - Lindenmayer(史林迈)

史淑兰 王存福 洪永顺 吴漫天

岑伟刚 汪俊峰 章银祥 汪永全

许 鸣 李占平 宋 婕

赵宇柯 金敬峰

参编单位: 国家建筑材料测试中心

国家建筑材料质量监督检验中心

北京建筑材料科学研究总院

北京工业大学材料学院

常州建筑材料科学研究院

汕头龙湖科技有限公司

山西三维集团有限公司

德国摩台克(m-tec)技术有限公司

普茨迈斯特机械(上海)有限公司

国家建筑材料行业职业技能鉴定(037)站

中国建筑业协会材料分会砂浆部

中国砂浆网 www.mortar.cn

序 言

预拌砂浆在建筑施工中的应用起源于19世纪末的欧洲,并于二战后的30年间在欧洲得到迅速发展。目前,德国、法国、意大利、奥地利、美国以及新加坡、韩国、香港等工业发达国家和地区,建筑施工中预拌砂浆的应用已非常普及,并形成了从生产、运输、施工到检验等环节的一系列相关标准和规范。各种不同用途的预拌砂浆品种已有200多种,满足了现代建筑对保温、隔热、防水、色彩等不同建筑功能的需要。

我国对预拌砂浆的应用研究始于20世纪80年代,90年代末期出现了具有一定规模的预拌砂浆生产企业。进入21世纪以来,随着我国建筑业的快速发展,社会文明进步,人们对建筑质量、建筑功能、外观色彩以及对环保、劳动保护等方面要求的不断提高,有力地促进了我国预拌砂浆生产及相关产业的发展。与此同时,随着我国新型墙体材料的推广和应用,也对建筑砂浆产品的质量和性能提出了更高的要求。

与传统的建筑砂浆相比,预拌砂浆作为一种新型建材,具有质量稳定、品种众多、色彩丰富、使用方便、节材省工、绿色环保等诸多优点。用预拌砂浆来替代现场搅拌砂浆,不是简单意义的同质产品替代,而是增加了技术含量、产品性能得到提高的更高层次的产品替代,是用一种新型、先进的建筑材料来替代传统、落后的建筑材料。推广使用预拌砂浆对提高建筑质量、发展绿色建材、加强建筑节能、缩短建筑周期具有重要意义。

采用工厂化方式生产预拌砂浆还可以减少粉尘排放、减轻噪音污染、降低劳动强度,并为资源综合利用开辟了一条新的途径,对于加强环境保护、发展循环经济、建设节约型社会具有重要意义。在施工现场搅拌砂浆,人工搬运,人工拆包,人工装料等繁重、落后的工作方式,极大地损害了劳动者的身心健康,对环境带来极大的破坏。禁止在施

工现场搅拌砂浆工作(以下简称“禁现”),用预拌砂浆来替代现场搅拌砂浆是社会进步和社会分工发展的产物,代表先进生产力发展方向,符合以人为本的科学发展观。在发达国家,袋装水泥、现场搅拌之所以难以立足,一个很重要的原因就是这些国家建立了严格的劳动保护和环境保护制度。随着我国劳动保护和环境保护制度的逐步完善,劳动力成本逐步提高,社会分工进一步发展,人们对建筑功能要求的逐步提高,现场搅拌砂浆这种落后的生产方式必将被工厂化生产砂浆的先进生产方式所取代。

2007年6月6日,商务部、公安部、建设部、交通部、质检总局、环保总局等六部门发布了《关于在部分城市限期禁止现场搅拌砂浆工作的通知》(商改发[2007]205号),正式启动禁止在城市施工现场搅拌砂浆工作。北京、天津、上海、广州、南京、郑州、大连、深圳、常州、葫芦岛等10个城市从2007年9月1日起“禁现”,其他117个城市也将于今后两年分期、分批启动“禁现”工作,工程施工中使用预拌砂浆。这一政策的实施将有力地促进建筑砂浆从传统小生产的现场搅拌方式,转变为集约式的工厂化生产方式,并对建筑砂浆生产、物流、建筑施工方式带来一场深刻的革命。

目前,在我国推广预拌砂浆是一件新生事物,需要做的工作很多。此次建材物理检验工培训教材《预拌砂浆实用检测技术》的出版,对加强预拌砂浆行业技能型人才的培养、提高关键岗位人员的理论及应用水平和行业职工队伍整体素质等方面具有重要意义。在此,谨对该书的出版致以衷心的祝贺!

郑厚斌

2007年10月 于北京

目 录

第一篇 基础部分

第一章 测量误差及数据处理	(1)
第一节 掌握误差计算和统计法的必要性	(1)
第二节 测量误差	(1)
第三节 数据处理	(3)
第四节 统计误差及测量不确定度	(6)
第五节 测定值(或结果计算值)的合格判定方法	(7)
第六节 测定值中异常值的取舍方法	(9)
第二章 计量基本知识	(12)
第一节 计量的定义、分类和特点	(12)
第二节 计量的法规和法律	(13)
第三节 量值溯源、校准和检定	(13)
第四节 法定计量单位	(14)
第五节 法定计量单位的使用方法	(17)

第二篇 专业部分

第一章 预拌砂浆基本知识	(19)
第一节 预拌砂浆的定义、组成及种类	(19)
第二节 预拌砂浆主要生产工艺和设备	(23)
第三节 预拌砂浆的机械化施工	(35)
第四节 预拌砂浆产品质量控制体系	(36)
第五节 预拌砂浆常规实验室的建立	(39)
第二章 预拌砂浆常用材料及检验方法	(41)
第一节 胶凝材料	(41)
第二节 填料	(52)
第三节 添加剂	(60)
第三章 预拌砂浆基本性能及检验方法	(83)

第一节	预拌砂浆的基本性能	(83)
第二节	粉状砂浆的性能检验方法	(86)
第三节	新拌砂浆的性能检验方法	(88)
第四节	砂浆硬化性能检验方法	(96)
第五节	预拌砂浆可泵送性的检验方法	(107)
第四章	普通预拌砂浆组成与性能	(109)
第一节	普通砌筑砂浆	(109)
第二节	普通抹灰砂浆	(111)
第三节	普通地面砂浆	(116)
第四节	粉刷石膏	(118)
第五节	建筑用耐水腻子	(121)
第五章	特种预拌砂浆组成与性能	(124)
第一节	特种砌筑砂浆	(124)
第二节	特种抹灰砂浆	(127)
第三节	耐磨地坪材料	(130)
第四节	瓷砖粘结砂浆	(133)
第五节	填缝剂	(138)
第六节	界面砂浆	(141)
第七节	装饰砂浆	(143)
第八节	水泥基自流平砂浆	(144)
第九节	灌浆材料	(148)
第十节	聚合物水泥防水砂浆	(150)
第十一节	防水涂料	(153)
第十二节	保温配套砂浆	(158)
第六章	国内外预拌砂浆技术指标对比	(174)
第一节	预拌砂浆原料标准	(174)
第二节	预拌砂浆产品标准	(177)
附录		(184)
附录 A	建筑工程材料常用技术标准一览表	(184)
附录 B	主要计量单位的换算	(190)
附录 C	国内外主要标准代号	(192)
附录 D	部分参编单位介绍	(193)
参考文献		(197)

第一篇 基础部分

第一章 测量误差及数据处理

第一节 掌握误差计算和统计法的必要性

作为一名检测人员几乎天天都在测量数据,并进行数据处理和计算。由于试验仪器本身的误差(例如试验机的误差、卡尺的误差等),测量方法的误差,读数时的人为误差及环境条件误差,使得到的试验结果都不是一个百分之百的准确值(即所谓真值),而是一个带有误差的值,在这些值的运算过程中,其误差又不可避免地带入计算结果中去,随之带来的问题是:测量误差应该多大合适?经计算后试验结果的误差应该怎样决定?这就要求检测人员必须懂得基本的误差理论和基本的误差计算方法,包括有效数字的概念和计算,误差的表示方法和计算,以及数据修约方法等。否则将增大试验结果的误差,从而影响其准确性。

在对误差的理解上存在一种误解,即认为读取试验数据时,或计算试验结果时,小数后位数越多,试验结果越准确,其实,小数位数仅与该数据的单位有关,例如,0.146m,14.6cm和146mm,虽然小数位数不同,但其准确度是相同的,而且小数位数与检测仪器本身的准确度有关,它不可能超越仪器的准确度,如卡尺本身准确到0.02mm,读数顶多读到0.01mm,即两位小数,如记到第三位小数,不但是不可能的,而且在以后的运算过程中徒增了计算误差;如仅记到小数后一位,因没有达到卡尺的准确度,试验结果的准确度同样不合要求,由此可以看出,掌握基本的误差理论和计算方法是十分必要的。

此外,在同一试验中我们得到的检测结果往往不是一个,而是很多个,它们有大有小,呈有规律的分布(例如呈正态分布),在评价某一材料是否合格,确定某一指标的出现概率,或计算误差大小及其发生概率时,绝不是仅仅计算其平均值就可解决的问题,必须应用统计法分析或计算;过去只用单值(或平均值)来确定合格与否的方法很多已改为统计法,例如,混凝土强度的评定、土工试验的压实度评定,以及无侧限抗压强度、弯沉值的评定等,这些涉及大量数据的合格评定已全部采用统计法。统计法也用于抽样方法及回归计算中。毫无疑问,我们必须掌握统计法的基本原理和计算方法,才能进行统计分析或计算,正确执行相应试验规程。

第二节 测量误差

一、误差的定义

测量结果与被测量真值之差。

二、误差来源

引起误差的原因通常可分为：

- (1) 测量装置(包括计量器具)引起的误差；
- (2) 在非标准工作条件下所增加的附加误差；
- (3) 所用测量原理以及根据该原理在实施测量中的运用和实际操作的不完善引起的方法误差；
- (4) 在标准工作条件下,被测量物随时间的变化引起的误差；
- (5) 与观测人员有关的误差。

三、测量误差的分类

1. 按性质分类

可分为系统误差、随机误差和粗大误差。

(1) 系统误差是指在重复性条件下,对同一被测量进行无限多次测量所得结果的平均值与被测量的真值(指约定值)之差。系统误差不能完全消除,但是一般可以采取一些措施(如替代测量法、交换测量法或反向测量法)予以减小或抵偿。

(2) 随机误差是指在重复性条件下,测量结果与对同一被测量进行无限多次测量所得结果的平均值之差。随机误差不能通过修正值予以补偿,但因其期望值为零,故经常可以通过增加观测次数使之减小。

(3) 粗大误差是指明显超出规定条件下预期值的误差。对含有粗大误差的异常值,一般从测量数据中剔除。

2. 按表达方式分类

(1) 绝对误差:测量结果与被测量真值之差。

$$\text{绝对误差} = \text{测量结果} - \text{被测量真值}$$

(2) 相对误差:测量的绝对误差与被测量真值之比。

$$\text{相对误差} = (\text{绝对误差} / \text{测量真值}) \times 100\%$$

(3) 引用误差:绝对误差与测量范围上限值或量程之比。

$$\text{引用误差} = (\text{绝对误差} / \text{测量范围上限值或量程}) \times 100\%$$

(4) 修正值:为了消除或减小系统误差用代数法加到测量结果中的值。

【例 1—1】用一个 0 ~ 100mV 的电压表测量某一电压值,其测量结果为 49.8mV,而高一等级的电表测得的该电压实际值为 50.0mV,分别求其绝对误差、相对误差、引用误差和修正值。

解:绝对误差 = 49.8 - 50.0 = -0.2(mV)

$$\text{相对误差} = (-0.2 / 50) \times 100\% = -0.4\%$$

$$\text{引用误差} = -0.2 / 100 = -0.002 = -0.2\%$$

$$\text{修正值} = 50.0 - 49.8 = 0.2(\text{mV})$$

四、等精度测量标准差

等精度测量标准差一般包括以下几步：

- (1) 求平均值($\bar{x}$)；
- (2) 求残差(ν_i)；

(3)求残差平方和($\sum \nu_i^2$);

(4)求标准差(σ)。

【例1—2】对某量等精度独立测量8次,得:802.40,802.50,802.38,802.48,802.42,802.46,802.45,802.43。求单次测量标准差。

解:① $\bar{x} = \sum x_i / n = 802.44$

② $\nu_i = x_i - \bar{x}$, 分别为: -0.04, 0.06, -0.06, 0.04, -0.02, 0.02, 0.01, -0.01。

③ $\sum \nu_i^2 = 0.01147$

④ $\sigma = \sqrt{\sum \nu_i^2 / (n - 1)} = \sqrt{0.01147 / 7} = \sqrt{0.001628} = 0.0403732 \approx 0.04$

第三节 数据处理

在检测中,直接测量需要记录测量值。间接测量需要对测量值进行计算最后得到检测结果。这些都会遇到用几位数来表示测量结果的问题。随意多写一位或少写一位都是不妥的。

一、有效数位的判断

检测人员往往感到不解的是:既然有效数字表示一个数的准确度,为什么试验规程在确定结果的准确度时都是指明准确到小数第几位,而不是说保留几位有效数字?实际上试验规程在说明准确到小数第几位时,也就指明了几位有效数字,因为对于具体的检测项目的试验结果,其有效数字位数是确定的。例如,《普通混凝土力学性能试验方法标准》要求:“混凝土立方体抗压强度计算应精确至0.1MPa”,由于混凝土立方体抗压强度一般低于100MPa,也就是说要求精确至0.1MPa(即小数后一位)实际上是要求三位有效数字,如43.6MPa。试验标准写明精确至小数第几位也是从有效数字的规定得来的,只不过规定小数后第几位对于具体的试验结果而言比较直接,易于操作而已;因此,有效数字理论在确定数字的准确度及进行有效数字运算时是极为有用的。

在检测中所记录的数字都应该是有效数字,但由于测量仪表的限制,最后一位数字往往要估计才能读出。因此,检测数据的最后一位数字是可疑数字。例如:用万分之一天平称得物质的质量为1.2567g其中1.256g是从所加砝码的标值直接读得,而“7”是一个可疑值,它可能是“6”,也可能是“8”。因此,从一个正确表示测量数据的位数,可以了解该测量的精度或用作该数据的仪表的精度。

例如:某物重1.257g,可以知道称量该物的天平的精度为千分之一克。而称取2.1g试剂,用一般实验室用的台秤来称取就可以,不需要用分析天平来称取。因此,在分析测量、检验、计量等工作中,正确表达数据的位数非常重要,不正确地多写一位数,则该数据不真实、不可靠;少写一位数字,则损失测量的精度,对高精度的仪器和测量时间是一种浪费。用有效数字来表示测量数据,可以避免这些问题。那么,应如何读出有效数字的位数呢?

(1)小数点的位置不影响测量数据有效数字的位数,如20.25mL和0.02025L有效数字都是4位。

(2)带数字0的有效数位有以下几种情况:

- 1) 第一个非 0 数字前的 0 不是有效数字,如 0.385 和 0.008 分别为三位和一位有效数字。
- 2) 非 0 数字中的 0 是有效数字,如 3.0018 和 53.01 分别为五位和四位有效数字。
- 3) 小数中最后一个非 0 数字后的 0 是有效数字,如 3.9800 和 0.390% 分别为五位和三位有效数字。
- 4) 以 0 结尾的整数,其有效数位难以判断,如 538 00 可能是三位、四位或五位有效数字。在此情况下,应根据测定值的准确度改写成指数形式: 5.38×10^4 , 5.380×10^4 , 5.3800×10^4 。
- 5) 如规程未指明试验结果取有效数字的位数或取几位小数,则以量测仪器所能读出的最小估计数字(或称为存疑数字)为末位数字确定有效数字位数。例如,量杯的最小刻度为 0.1mL,则可以读到 0.05mL,如为 24.35,即四位有效数字。

二、数字修约

在检测工作中经常遇到试验规范已确定修约间隔(即允许偏差),应按此间隔进行修约,如上节所述混凝土抗压强度的修约间隔是 0.1MPa,或者需确定有效数字的位数,例如,读出的试验结果是四位有效数字,而只需要三位,就需要将该数字修约成三位。修约方法如下:

(1) 要进舍的数字

- 1) >5 时,进。如 12.376 保留一位小数为 12.4。
- 2) <5 时,舍。如 12.346 保留一位小数为 12.3。
- 3) $=5$ 时,分两种情况:
 - ① 5 后有非 0 数字,进。如 12.356 保留一位小数为 12.4。
 - ② 5 后无数字或均为 0 时看左边,左边数字为奇数进、为偶数舍。

例如:12.350 保留一位小数为 12.4;

12.450 保留一位小数为 12.4;

12.65 保留一位小数为 12.6;

12.75 保留一位小数为 12.8。

(2) 不得连续修约,修约时应一次完成,而不应从整个数字的末位数连续向左修约。

例如:修约 15.454 6 至个位数。

正确做法:15.454 6→15。

不正确做法:15.454 6→15.455→15.46→15.5→16。

(3) 负数修约

按照以上方法修约后,在数字前加负号。

例如:-12.350 保留一位小数为 -12.4;

-12.450 保留一位小数为 -12.4。

(4) 记录试验结果时,将最后一位作为存疑数字。存疑数字的修约间隔可以是 ± 1 ;也可以是 ± 5 。结果应按产品标准或试验规程中规定的允许偏差修约,即将允许偏差作为修约间隔;如钢材盘条直径为 6mm,其允许偏差为 $\pm 0.5\text{mm}$,则所量测的直径应按 $\pm 0.5\text{mm}$ 进行修约。

三、有效数字运算(近似值运算)

在分析测试中,经常需要对各种单一测量值进行运算,以求得最后的分析测试结果。在计

算过程中,应注意合理取用各数据的有效数字的位数。应遵循以下原则:

(1) 当 n 个数作加减运算时,在各数中,以小数位数最少的为准,其余各数修约成比该数多一位小数,运算结果所留位数与小数位最少的一致。例如:

$$13.56 + 0.0082 - 1.632 + 0.002 \quad \text{得:}$$

$$13.56 + 0.008 - 1.632 + 0.002 = 12.028 \approx 12.03$$

(2) 当 n 个数作乘除运算时,在各数中,以有效数位最少的为准,其余各数修约成比该数多一个数位,而与小数位置无关,但运算结果所保留位数应与有效数位最少的一致。例如:

$$703.21 \times 0.35 \div 4.022 \quad \text{得:}$$

$$703 \times 0.35 \div 4.02 = 61.2 \approx 61$$

(3) 将一数平方或开方

其结果的有效数位要与原数有效数位多一位或相同。例如:

$$\sqrt{3.576} = 1.891\,031\,4 \approx 1.891$$

(4) 在对数运算中,所得位数应与真值有效数字位数相同。例如:

$$\log 2.0 = 0.30 \quad \log 2.00 = 0.301$$

(5) 多步运算时位数的选择

中间步骤的计算结果,应保留的位数要比一步运算规定保留的位数多一位。

(6) 对于带有 10 的倍数的数字,应将其化为 10 的方次后进行计算。例如 120 000 按两位有效数字计,则:

$$120\,000 \times 3.8 = 1.2 \times 10^5 \times 3.8 = 4.6 \times 10^5$$

有的检测人员习惯在运算后保留最多的小数位数或有效数字位数,认为这样可以增加数据的准确度,但由于有效数字位数较多的数已使运算结果的存疑数字增加,故保留过多的存疑数字只能使准确度降低,而不是提高。

四、加权平均值的计算

(1) 求各数的权(p_i)

$$p_i = \text{误差平方的倒数}$$

(2) 求平均值($\bar{x}$)

$$\bar{x} = \sum p_i x_i / \sum p_i$$

【例 1—3】测量物体得如下结果,求平均值。

$$\text{解: } \bar{x}_1 = (1.53 \pm 0.06) \text{ mm} \quad \bar{x}_2 = (1.47 \pm 0.02) \text{ mm}$$

$$\text{其权数各为: } p_1 = 1/0.06^2 = 300 \quad p_2 = 1/0.02^2 = 2500$$

$$\text{其平均值为: } (1.53 \times 3 + 1.47 \times 25)/(3 + 25) = 1.48 \text{ mm}$$

【例 1—4】四组称量结果如表 1—1 所示,求平均值。

$$\text{解: } \bar{x} = \sum p_i x_i / \sum p_i$$

$$\begin{aligned} \bar{x} &= (100.350 \times 3 + 100.354 \times 2 + 100.343 \times 5 + 100.343 \times 3)/(3 + 2 + 5 + 3) \\ &= 100.346 \end{aligned}$$

表 1—1

I	II	III	IV
100.357	100.360	100.350	100.339
100.343	100.348	100.344	100.350
100.351		100.336	100.340
		100.340	
		100.345	
$\bar{x} = 100.350$	$\bar{x} = 100.354$	$\bar{x} = 100.343$	$\bar{x} = 100.343$

第四节 统计误差及测量不确定度

统计误差的表示方法及换算

通常所说的误差可分为两类：一类是少量数值之间的误差，如 ± 0.5 （绝对误差）或 1% （相对误差）；另一类是大量数据之间的误差，如具有几十个或几百个数据的误差，它们难以用少量数据的误差表示方法来表达，多用误差的统计值表达，也可称之为统计误差，如标准差、极差或变异系数等。

标准差是大量数据的均方差开方而得，故也称为均方差，计算标准差 σ 的公式见式(1—1)和式(1—2)：

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

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum x_i^2 - 1/n(\sum_{i=1}^n x_i)^2}{n-1}} \quad (1-2)$$

式中 $\bar{x}$ ——平均值；

x_i ——检测个别值；

n ——抽样数量。

标准差能较灵敏地反映大量数据的误差，当数据离散时，其值迅速增大，而且与各种分函数有直接关系，是经常使用的统计误差。

变异系数是标准差与平均值的比值，实际上是标准差的相对值，其值按式(1—3)计算：

$$C_v = \frac{\sigma}{\bar{X}} \quad (1-3)$$

式中 C_v ——变异系数。

例如：标准差 $\sigma = 4.6$ ，其平均值 $X = 43.6$ ，则其变异系数为：

$$C_v = \frac{4.6}{43.6} = 0.11$$

极差是一组数据的最大值与最小值之差，即极差 $R = x_{\max} - x_{\min}$ 。极差计算方便，适用于数

据较少的情况。当数据较多时,由于极差仅取最大值与最小值,中间各值信息未起作用,极差将随数据的增加而增大,故计算误差较大。为此,当计算极差的数据超过 10 个时,应将该数据分组,如将 10 个数据分为 2 组,每组 5 个数据,求各组的极差,然后再计算各组极差的平均值。由于分组较小,中间各值参加了计算,故得到的极差相对准确。

【例 1—5】将以下 10 个数据分为 2 组,分别求极差:22.6,23.7,23.9,25.0,26.9,28.1,30.5,32.5,32.4,32.9,33.5。

解:将数据分为 2 组:22.6,23.7,23.9,25.0,26.9;28.1,30.5,32.5,32.4,32.9,33.5

分别求极差:26.9-22.6=4.3;33.5-28.1=5.4

求极差平均值: $\frac{4.3+5.4}{2}=4.8$

标准差 σ 与 R 极差的换算关系为:

$$\sigma = \frac{R}{c} \quad (1-4)$$

式中 c ——标准差与极差的换算系数,其值由表 1—2 选取。

表 1—2 标准差与极差的换算系数 c

n	2	3	4	5	6	7	8	9	10
c	1.128	1.693	2.059	2.326	2.534	2.704	2.847	2.970	3.078

注: n 是计算极差时各组的数据数,如例 1—5 中 $n=5$ 。

例 1—5 中得到的平均极差为 4.8,换算为标准差则为:

$$\sigma = \frac{4.8}{2.326} = 2.1$$

第五节 测定值(或结果计算值)的合格判定方法

经检测得到测定值或结果计算值以后,需要将此值与标准规定的合格限值相比较,确定合格与否;标准所规定的合格限值(亦称为极限数值),大都以大于或小于某值,大于等于或小于等于某值来表示,检测结果与此合格限值相比较,符合条件即为合格。例如,热轧带肋钢筋 HRB 335 的抗拉强度标准规定不小于 490MPa,如果检测结果得到 493MPa,经修约后为 495MPa,则其抗拉强度检测判定为合格。

应该注意的是,测定值与合格限值相比判定合格与否时,有以下两种判定方法:

(1)修约值比较判定法:先将测定值按上节规定进行修约,然后将修约后的测定值与合格限值相比较判定合格与否。如将上述 493N/mm²修约为 495MPa,然后进行判定。

(2)全数值比较判定法:测定值不经修约处理,而用测定值的全部数字与合格限值比较,只要越出合格限值(不论越出多少),都判定为不合格。

可以看出,全数值比较判定法比修约值比较判定法严格。标准中的各种合格限值,只要未说明用修约值比较判定法时,均指采用全数值比较判定法。对于涉及安全性能指标,计量器具中有误差传递的指标,或其他重要指标,应优先采用全数值比较判定法。

极限数值处理

应按 GB 1250—1989《极限数值的表示方法和判定方法》执行。

极限数值处理有全数值比较法和修约值比较法处理。

(1) 全数值比较法

测定值或计算值超出规定值,即为不符合要求,如表 1—3 所示。

表 1—3 全数值比较法

测量项目	标准规定极限值	测定或计算值	修约表达形式	是否符合标准
氢氧化钠含量 (%)	≥ 97.0	97.01	97.0 ⁽⁺⁾	√
		97.00	97.0	√
		96.98	97.0 ⁽⁻⁾	×
		96.94	96.9	×
测硅含量(%)	≤ 0.05	0.049	0.05 ⁽⁻⁾	√
		0.050	0.05	√
		0.051	0.05 ⁽⁺⁾	×
		0.056	0.06	×

(2) 修约值比较法

用修约值与规定值进行比较,超出规定值,即为不符合要求,如表 1—4 所示。

表 1—4 修约值比较法

测量项目	标准规定极限值	测量值或计算值	修约值	是否符合标准
镁含量 (%)	≤ 1.0	0.98	1.0	√
		1.05	1.0	√
		1.06	1.1	×
硅含量 (%)	≤ 0.05	0.046	0.05	√
		0.054	0.05	√
		0.055	0.06	×
锰含量 (%)	0.30 ~ 0.60	0.294	0.29	×
		0.295	0.30	√
		0.605	0.60	√
		0.606	0.61	×
抗拉强度/MPa	$\geq 56 \times 10$	554	55 × 10	×
		555	56 × 10	√
		556	56 × 10	√
圆钢直径 /mm	5.0 ± 0.5	4.45	4.4	×
		4.46	4.5	√
		5.54	5.5	√
		5.55	5.6	×

第六节 测定值中异常值的取舍方法

在一群测定值中,各测定值总是有大有小,其中有个别值明显偏离所属样本的其余测定值,或与平均值相比为极大值、极小值,称为异常值。异常值可能与其余测定值属于同一母体,只是同一概率分布中的极大值或极小值(如为正态分布,则与平均值的差超过 3σ);异常值也可能与其余测定值不属于同一母体,是检测过程中因试验方法、试验条件偏离或人为失误产生的。这些较大的偏离值不应随意舍弃处理,只有经统计检验确定属于异常值后方可处理。

判定异常值有两种方法:已知标准差情形下的判定方法;未知标准差情形下的判定方法。

1. 已知标准差情形下的判定方法——奈尔(Nair)检验法

该检验方法适用于测定值较多,或测定值比较稳定、标准差已知情况。其检验步骤如下:

(1)将测定值由小到大排列: $x_{(1)} \leq x_{(2)} \leq \cdots x_{(n-1)} \leq x_{(n)}$,并计算平均值,标准差已知 σ 。

(2)计算统计量 R_n :

$$\text{对于极大值: } R_n = \frac{x_{(n)} - \bar{x}}{\sigma} \quad (1-5)$$

$$\text{对于极小值: } R_n = \frac{\bar{x} - x_{(1)}}{\sigma} \quad (1-6)$$

式中 $x_{(n)}$ ——极大值;

$x_{(1)}$ ——极小值;

$\bar{x}$ ——平均值;

σ ——已知标准差(即由大量数据得到的母体标准差)。

(3)确定判定异常值的检出水平 α (一般为5%),查奈尔异常值检验法的临界值表。

(4)如 $R_n > R_{1-\alpha}$,则判定极大值(或极小值)为异常值。

(5)确定判定高度异常值的判定水平 α' (一般为1%),查出对应的 n 、 α 的 $R_{1-\alpha'}$ 。

(6)如果 $R_n > R_{1-\alpha'}$,则判定极大值(或极小值)为高度异常值。

(7)如极小值(或极大值)为高度异常值,则剔除此值后,再重新计算平均值,检验次一位的极小值(或极大值)是否为异常值。

【例1—6】检验如下16个混凝土抗压强度回弹测定值(MPa)中的极小值是否为异常值。将回弹值由小到大排列:

25.4, 28.4, 33.7, 39.9, 40.1, 42.7, 43.9, 44.5, 46.8, 48.1, 49.6, 49.9, 50.0, 51.2, 52.3, 53.0

解:求其平均值 $\bar{x} = 43.7$; 已知标准差为 $s = 8.4$

确定异常值的检出水平为: $\alpha = 5\%$

$$\text{计算 } R_n: \quad R_n = \frac{43.7 - 25.4}{8.4} = 2.179$$

以 $n = 16$ 、 $\alpha = 5\%$ 查奈尔异常值检验法的临界表得 $R_{1-\alpha} = 2.644$

因 $R_n < R_{1-\alpha}$ 故判定极小值 25.4 不是异常值。

如判定是异常值,则再用 $R_{1-\alpha'}$ 检验(此例 $\alpha' = 1\%$)是否为高度异常值。如为高度异常值,则此值可以剔除。