

无机非金属材料检测标准手册

胶凝材料卷

岳鹏 孙浩 徐颖 编著



 中国标准出版社

无机非金属材料检测 标准手册

胶凝材料卷

岳鹏 孙浩 徐颖 编著

中国标准出版社
北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

无机非金属材料检测标准手册·胶凝材料卷/岳鹏, 孙浩, 徐颖编著. —北京: 中国标准出版社, 2009

ISBN 978-7-5066-5282-7

I. 无… II. ①岳…②徐…③孙… III. ①无机材料: 非金属材料-检测-标准-技术手册②胶凝材料-检测-标准-技术手册 IV. TB321-65 TQ177-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 097446 号

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街 16 号

邮政编码: 100045

网址 www.spc.net.cn

电话: 68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/32 印张 10.625 字数 302 千字

2009 年 8 月第一版 2009 年 8 月第一次印刷

*

定价 28.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话: (010) 68533533

前言

材料对人类社会具有重大价值与意义，材料学的每一次重大突破几乎都将人类社会发展水平带入了一个崭新的高度。因此，材料与能源、信息一起被认为是组成客观世界的三大要素。而作为传统材料的胶凝材料更是与人类生活息息相关，其中水泥、石膏和石灰具有原材料来源广泛、性能优良、使用方便、价格低廉等一系列特点，被广泛应用于建筑工程领域，为人类家园的建设提供了极其重要的物质实体。同时，现代社会对胶凝材料的性能要求也越来越苛刻和具体，统一的检测标准就成为控制胶凝材料品质的重要基础，也为不同厂家的同类产品提供了一个共同的对比平台。

我国胶凝材料检测标准有些是国家标准，有些是建材行业标准，它们从胶凝材料的物理性质、化学组成和应用性能等多个角度提供了系统性的检测方法与评价标准，从而保证其品质合格。然而，建筑工程对胶凝材料的要求越来越高，新的检测仪器与检测手段层出不穷，加之科研工作者对胶凝材料的认识不断深入，检测标准也随之修订

与增删以符合行业的发展要求。因此,笔者参考了我国有关胶凝材料的新标准、新规范的内容,并广泛采纳了来自教学、科研、企业的专家、学者和工程技术人员的意见而编成此书,以飨读者。

本书共分四章,第一章概述了水泥、石膏和石灰三种胶凝材料及其检测技术,第二章至第四章分别叙述了水泥、石膏和石灰检测标准的具体内容,其中水泥部分包括 15 个检测标准,石膏部分包括 7 个检测标准,石灰部分包括 8 个检测标准。在每个检测标准之后,笔者特别指出了检测和试验过程中的注意事项,以避免读者实际操作过程中可能出现的失误。另外,当今世界经济日趋一体,我国已经成为世界第二大贸易国,在涉及胶凝材料的进出口检测及认证时,需要相关人员了解国外胶凝材料检测标准的内容,因此本书每个检测标准之后均专设一节介绍了 ASTM、EN 等国外标准规定的检测方法与我国标准检测方法的异同。

本书集结了水泥、石膏和石灰三种胶凝材料的相关检测标准,并且首次将我国检测标准与国外相关标准进行了对比介绍,可供从事胶凝材料有关的检测、科研、设计、生产、施工、管理、监理等各类专家、学者和工程技术人员参考。

编著者

2009 年 7 月 1 日

目 录

第1章 概述

1.1 胶凝材料检测技术概述	1
1.2 水泥概述	35
1.3 石膏概述	71
1.4 石灰概述	76

第2章 水泥

2.1 水泥生料中碳酸钙滴定值的 测定	82
2.2 水泥生料易烧性的测定	88
2.3 物料易磨性的测定	93
2.4 水泥熟料中游离氧化钙的测定	107
2.5 水泥压蒸安定性的检验	121
2.6 水泥烧失量和不溶物的测定	126
2.7 水泥中三氧化硫的测定	132
2.8 水泥中氯离子的测定	148
2.9 水泥细度检验——筛析法	157

2.10	水泥密度的测定	167
2.11	水泥比表面积的测定	173
2.12	水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性的 测定	183
2.13	水泥胶砂强度的检验	205
2.14	水泥胶砂流动度的测定	223
2.15	水泥水化热的测定	230

第3章 建筑石膏

3.1	建筑石膏抗折强度和抗压强度的测定	251
3.2	建筑石膏硬度的测定	259
3.3	建筑石膏结晶水含量的测定	262
3.4	建筑石膏标准稠度用水量和凝结时间的 测定	264
3.5	建筑石膏细度的测定	276
3.6	建筑石膏堆积密度的测定	280
3.7	石膏三氧化硫含量的测定	283

第4章 石灰

4.1	细度的测定	292
4.2	石灰有效氧化钙含量的测定	295
4.3	石灰氧化镁含量的测定	301
4.4	石灰结合水、二氧化碳含量、烧失量的测定 ...	305

4.5	生石灰消化速度的测定	312
4.6	生石灰产浆量、未消化残渣含量的测定	319
4.7	消石灰粉体积安定性的测定	323
4.8	消石灰粉游离水的测定	325
参考文献		327

第 1 章

概 述

1.1 胶凝材料检测技术概述

1.1.1 胶凝材料及其检测方法

胶凝材料是指经过一系列物理化学变化后,能够产生凝结硬化,将块状材料或颗粒状材料胶结为一个具有一定强度的整体的材料。胶凝材料按其化学成分可分为无机胶凝材料和有机胶凝材料两大类。无机胶凝材料按其硬化条件的不同又分为气硬性胶凝材料和水硬性胶凝材料。水硬性胶凝材料是指既能在空气中硬化,又能在水中硬化并保持和发展其强度,如硅酸盐水泥、铝酸盐水泥等。气硬性胶凝材料是指只能在空气中硬化,并能在空气中保持或继续发展其强度的胶凝材料,如石膏、石灰等。

不同胶凝材料的具体检测项目不尽相同,但都是围绕胶凝材料最基本的性质——胶凝性——来设置的。凝结硬化是胶凝材料体现胶凝性的外在表现,同时也是胶凝材料最直接最基本的性能,其中胶凝材料的凝结时间(或凝结速度)及凝结过程中物料的稠度直接影响胶凝材料的施工性能,而凝结后整个胶凝体系的强度、硬度等性能指标是胶凝材料胶凝性的最终体现。因而所有胶凝材料的检测都包括凝结时间、稠度、流动度、体积安定性、强度等检测项目。胶凝材料的胶凝性的优劣取决于胶凝材料的组成、矿物结构、细度等化学或物理指标,因而对胶凝材料的化学组成及细度、密度等物理指标对于胶凝材料的质量控制极其重要,往往成为胶凝材料检测的必检项目。另外,某些对胶凝材料性能影响重大的原材料的化学成分及性能检测也是非常必要的。

胶凝材料的检测方法基本上分为三类:

(1) 对于胶凝材料的某种化学组成的检测一般采取化学分析方法,最常见的手段是标准溶液滴定法。这类检测项目包括水泥生料中碳酸钙滴定值的测定、水泥熟料中游离氧化钙的测定、水泥不溶物的测定、水泥中三氧化硫及氯离子的测定等。这类检测的共同特点是结果准确可靠、误差较小,但是实验仪器及试剂多种多样、检测耗时较长。

(2) 对于胶凝材料的某种常规物理指标的检测,包括胶凝材料的密度、细度、硬度、比表面积等,一般采用常规的物理检测仪器。这类检测项目同时也是其他材料检测的常规项目,因此新型检测仪器的开发和应用较为普遍,大大提高了检测的速度和精度。但是新型检测仪器一般价格昂贵,推广较慢,因而国家标准规定的检测方法一般为传统检测方法。

(3) 对于胶凝材料凝结硬化性能的检测一般采用专用的检测仪器。其原理是在一定的标准下将胶凝材料的某种性能进行量化,再以量化的数字去评价性能。这类检测项目包括水泥胶砂流动度、生石灰消化速度、生石灰产浆量以及胶凝材料的标准稠度用水量、凝结时间、体积安定性的测定等。这类检测的特点是专业性强,不同检测人员的检测结果可能有较大出入;选择的检测标准不同,结果也不尽相同。由于我国国家及行业标准与美国 ASTM 标准和欧洲标准因实验环境、实验条件、实验方法等的差别,检测结果往往不具有可比性。

随着科学技术的发展以及工程应用要求的变化,胶凝材料的检测方法也在不断地发生变化,检测标准也在不断地推陈出新,一些老的检测方法不断地被修订或废除,一些新的检测项目不断出现,各国之间的检测标准也在互相取长补短,有逐渐接近并统一的趋势。因此,材料检测人员应该与时俱进,积极使用新标准,掌握新方法。

1.1.2 胶凝材料检测的常规试验方法

1.1.2.1 分析天平与称量操作方法

(1) 分析天平的种类

分析天平是定量化学分析实验中最主要、最常用的仪器之一。常用的分析天平可按结构和精度来分类。从天平构造原理来分类,分析

天平可分为杠杆天平和电子天平。

(a) 杠杆天平

实验室常用的杠杆天平分为等臂双盘天平和不等臂单盘天平,它们一般都有光学读数装置,又称为电光分析天平。等臂双盘天平还可以再分为摇摆天平和阻尼天平(有阻尼器)。按加码器加码范围,分为部分机械加码和全部机械加码(或称半自动加码和全自动加码),后者加码器易发生故障。双盘天平的缺点是天平的两臂理论上长度应相等,实际上存在不等臂性误差,空载和实载灵敏度不同,操作麻烦。不等臂单盘天平采用全量机械减码,操作简便,称量速度快,性能稳定。

(b) 电子天平

电子天平依据电磁力平衡的原理,没有刀口刀承,无机械磨损,全部数字显示,称量快速,只需几秒钟就可显示称量结果。电子天平连接计算机和打印机后,可具有多种功能。电子天平的价格相对较贵,这是影响它普及的重要原因,但电子天平代表天平今后发展的趋势。从天平的精度来分类,通常分析天平分为10级。一级天平精度最好,十级最差。在常量分析中,使用最多的是最大载荷为100 g~200 g的分析天平,属于三至四级。在半微量和微量分析中,常用最大载荷为20 g~30 g的一至三级分析天平。

(2) 分析天平的性能

(a) 天平的灵敏性

分析天平的灵敏性是以灵敏度表示的。所谓灵敏度是指在天平盘上增加一个小质量物质所引起指针偏移的程度。指针偏移的距离愈大,表示天平愈灵敏。天平的灵敏度一般规定为1 mg砝码引起的指针在读数标尺上偏移的格数。

$$\text{灵敏度} = \frac{\text{指针偏移的格数}}{1 \text{ mg}}$$

当载重一定时,指针偏转与臂长成正比,与天平梁的重量和重心到支点的距离成反比。一架天平的横梁重量和臂长是一定的,唯有重心的位置可以通过感量砣(重心砣)上下移动进行调节。感量砣(重心砣)上移,使重心到支点的距离缩短,天平的灵敏度增加。天平的灵敏度太

低,会增大称量误差;但灵敏度太高时,天平梁不易静止,不便于称量操作。

由于灵敏度愈高,表示天平感觉能力愈强,所以灵敏度也可以用感量(或分度值)表示。感量是指针偏移一格时所需要的毫克数,故:

$$\text{感量} = \frac{1}{\text{灵敏度}}$$

如 TG328 型半自动电光天平的感量为 0.1 mg/格,则其灵敏度为:

$$\text{灵敏度} = \frac{1}{0.1} = 10 \text{ (格/mg)}$$

由于采用了光学放大读数装置,可直接读出 0.1 mg,因此这类天平也称感量为万分之一的天平。

(b) 天平的准确性

天平的准确性是指天平的等臂性。一架完好的天平,两臂之差应符合一定的要求,差值不超过臂长的 1/40 000,以控制由于天平不等臂所引起的称量误差。用等臂天平称量时,由于天平不等臂引起的称量误差是难免的,但这一类误差属于系统误差。采用替代称量法可以抵消这类误差,单盘天平的称量采用替代法,故单盘不等臂天平不存在不等臂所引起的误差。

(c) 天平的稳定性

天平梁在平衡状态受到扰动后能自动回到初始平衡位置的能力,称为天平的稳定性。分析天平不仅要有一定的灵敏性,而且还要有相当的稳定性,才能完成准确的称量。灵敏性与稳定性是互相矛盾的,但灵敏性与稳定性的乘积是个常数,两者都兼顾到才能使天平处于最佳状态。天平的稳定性是通过改变天平梁的重心,即移动感量砣(重心砣)来调节的,感量砣离支点愈远天平的稳定性愈好。

(d) 天平的不变性

天平的不变性是指天平在同一重量差的作用下,各次平衡位置重合不变的性能。在同一台天平上,使用同一组砝码多次称量同一重物不可能得到绝对完全重合的结果,一般都存在着微小的差异,这种差异称为示值变动性。一般用多次开关天平时,指针平衡后标尺上出现的最大值与最小值之差来表示,两者之差愈大,表示天平的不变性愈差。

天平的不变性与天平的稳定性有密切关系,两者都以示值变动性表示,但不是同一概念。天平的稳定性主要与天平梁的重心有关,而天平的不变性与稳定性、天平的结构、天平的调整状态及称量时的环境条件有关。

(3) 分析天平的主要技术规范

(a) 最大称量

最大称量又称最大载荷,表示天平可称量的最大值。天平的最大称量必须大于被称物体可能的质量。

(b) 分度值

天平的分度值是天平标尺一个分度对应的质量。天平的分度值与最大载重之比划分天平的级别,表示天平的精度。

(c) 秤盘直径和秤盘上方的空间

天平的技术规格给出天平秤盘直径及秤盘上方空间,即高度和宽度,可以根据称量物件的大小选择天平。

(d) 天平的型号及规格

分析天平的种类、型号很多,表 1-1 列出了部分杠杆天平的型号及规格。

表 1-1 部分杠杆天平的型号和规格

类别	产品名称	型号	规格和技术数据		主要用途	生产商
			最大称量/ g	分度值/ mg		
双盘天平	全机械加码分析天平	TG-328A	200	0.1	精密衡量、分析测定	温州天平仪器厂、湖南仪器仪表总厂
	部分机械加码分析天平	TG-328B	200	0.1		
单盘天平	单盘精密分析天平	TD-12	109.9	0.1	精密定量分析	湖南仪器仪表总厂、北京康光仪器有限公司
		DT-100	100	0.1		
	单盘分析天平	TG-729C	100	1	精密称量	上海天平仪器厂、湖南仪器仪表总厂
		DTQ-160	160	0.1		
		TD-18	160	0.1		

(e) 天平的正确选用

购置天平时,需要在了解天平的技术参数和各类天平特点的基础上,根据称量要求的精度及工作特点正确选用天平。首先要考虑称量的最大质量,不能使天平超载,以免损坏天平。其次是不使用精度不够的天平,但也不应滥用高精度天平而造成不必要的浪费。如果有条件,选用一台电子天平,一方面电子天平有不同档,其使用范围可变;另一方面电子天平可以频繁或连续测定质量值,功能强,使用起来得心应手。

(4) 电子分析天平

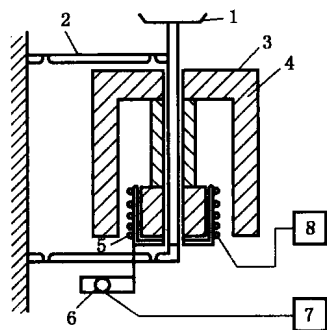
(a) 电子分析天平的称量原理

应用现代电子控制技术进行称量的天平称为电子天平。各种电子天平的控制方式和电路结构不相同,但其称量的依据都是电磁力平衡原理。现以 MD 系列电子天平为例说明其称量原理。

把通电导线放在磁场中时,导线将产生电磁力,力的方向可以用左手定则来判定。当磁场强度不变时,力的大小与流过线圈的电流强度成正比。如果使重物的重力方向向下,电磁力的方向向上,与之相平衡,则通过导线的电流与被称物体的质量成正比。

电子天平结构示意图,见图 1-1。

秤盘通过支架连杆与线圈相连,线圈置于磁场中。秤盘及被称物体的重力通过连杆支架作用于线圈上,方向向下。线圈内有电流通过,产生一个向上作用的电磁力,与秤盘重力方向相反,大小相等。位移传感器处于预定的中心位置,当秤盘上的物体质量发生变化时,位移传感器检出位移信号,经调节器和放大器改变线圈的电流直至线圈回到中心位置为止。通过数字显示出物体的质量。



- 1——秤盘;2——簧片;
- 3——磁钢;4——磁回路体;
- 5——线圈及线圈架;
- 6——位移传感器;7——放大器;
- 8——电流控制电路。

图 1-1 3MD 系列电子天平
结构示意图

(b) 电子分析天平的安装

电子天平的安装很简单,拆箱后,去除一切包装,取出风罩内缓冲海绵,装好秤盘。将天平置于稳定的工作台上,避免振动、阳光照射和气流。

(c) 电子分析天平的使用方法

以下以 FA1604 型电子分析天平为例,简要介绍电子分析天平的使用方法:

① 天平在使用前观察水平仪,如水平仪水泡偏移,需调整水平调节脚,使水泡位于水平仪中心。

② 选择合适电源电压,将电压转换开关置于相应位置。天平接通电源,就开始通电工作(显示器未工作),通常需预热后方可开启显示器进行操作使用。

③ ON 开启显示器键,只要轻按一下 ON 键,显示器全亮,对显示器的功能进行检查后,进入称量模式。OFF 关闭显示键,轻按 OFF 键,显示器熄灭即可。若要较长时间不使用天平,应拔去电源线。

④ 天平校准键,因存放时间较长,位置移动,环境变化或为获得精确测量,天平在使用前一般都应进行校准操作。校准天平按说明书进行。

⑤ 电子天平采用轻触按键,能实行多键盘控制,操作灵活方便,各功能的转换与选择,只需按相应的按键。TAR 清零、去皮键;RNG 称量范围转换键;UNT 量制转换键;INT 积分时间调整键;ASD 灵敏度调整键;PRT 输出模式设定键。

⑥ 称量操作

称量:以上各模式待用户选定后(本天平由于具有记忆功能,所有选定模式能保持断电后不丢失就可用于称量),按 TAR 键,显示为零后,置被称物于秤盘,待数字稳定,即显示器左边的“0”标志熄灭后,该数字即为被称物的质量值。

去皮重:置容器于秤盘上,天平显示容器质量,按 TAR 键,显示零,即去皮重。再置被称物于容器中,这时显示的是被称物的净重。

累计称量:用去皮重称量法,将被称物逐个置于秤盘上,并相应逐

一去皮清零,最后移去所有被称物,则显示数的绝对值为被称物的总质量值。

加物:置 INT-0 模式,置容器于秤盘上,去皮重。将称物(液体或松散物)逐步加入容器中,能快速得到连续读数值。当加物达到所需称量,显示器最左边“0”熄灭,这时显示的数值即为用户所需的称量值。当加入混合物时,可用去皮重法,对每种物质计净重。

读取偏差:置基准砝码(或样品)于秤盘上,去皮重,然后取下基准砝码,显示其质量负值。再置称物于秤盘上,视称物比基准砝码重或轻,相应显示正或负偏差值。

下秤:拧松底部下盖板的螺丝,露出挂钩。将天平置于开孔的工作台上,调正水平,并对天平进行校准工作,就可用挂钩称量挂物了。

⑦ 电子天平必须小心使用并进行维护与保养,秤盘与外壳须经常用软布和牙膏轻轻擦洗,切不可用强溶解剂擦洗。

(5) 分析天平的使用规则

(a) 称量前先取下天平护罩、迭好,然后检查天平是否处于水平状态;刷去秤盘上的污垢和灰尘;检查并调整天平的零点。

(b) 旋转天平开关旋钮或停动手钮时必须缓慢,要轻开、轻关,绝对禁止在天平开启状态取放称量物和加减砝码及环码。单盘电光天平允许“半开”时加减砝码,但不允许取放称量物;双盘电光天平“半开”是为了判断指针倾斜方向及程度,不允许加减砝码及环码。

(c) 读数和检查零点时必须全开天平,关好侧门,不得随意打开前门。

(d) 试样和化学试剂均不得直接放在天平盘上称量,而应放在清洁干燥的表皿、称量瓶或坩埚内;具有腐蚀性气体或吸湿性物质必须放在称量瓶或其他适当的密闭容器中称量。

(e) 双盘电光天平 1 g 以上的砝码必须用镊子夹取,转动指数盘、减码旋钮必须一档一档地慢慢进行,防止砝码跳落或互撞。大砝码及被称物应尽量放在秤盘的中央,这样可减少秤盘的晃动,也可使称量结果更加准确。

(f) 绝对禁止载重超过天平的最大负载;为了减少称量误差,在同

一实验中应使用同一台天平和与其配套的砝码,并注意相同面值砝码的区别,应优先使用不带标记的砝码。

(g) 称量时,如砝码与被称物的质量相差甚大时,不允许全开天平;应学会用“半开”天平的操作来决定砝码的加或减;双盘电光天平两盘相差在 10 mg 范围内才允许全开天平;而单盘电光天平砝码与被称物相差在 100 mg 以内才允许全开天平。

(h) 称量数据必须记录在实验记录本上,不得记在零碎纸上或其他地方;记录必须用钢笔或圆珠笔书写。

(i) 称量完毕关好天平,及时取出砝码及被称物;指数盘和读数窗复零位后检查称量后的零点;若称量后零点变化超过 0.2 mg,应检查出原因后重新称量;若有洒落在天平盘上的试样应及时用毛刷清刷掉,然后检查天平是否关好,侧门是否关上,最后罩上天平护罩。

(j) 为了保证天平横梁的等臂性,称量的物体必须与天平箱内的温度一致,不得将过热或过冷的物体放进天平称量。

(6) 称量误差分析

称量误差主要来源如下:

(a) 被称物(容器或试样)在称量过程中的条件发生变化

① 被称容器表面的湿度变化。烘干的称量瓶、灼烧过的坩埚等一般放在干燥器内冷却到室温后进行称量,它们暴露在空气中会因吸湿而使质量增加,空气湿度不同,吸附的水分不同,故称量试样要求速度要快。

② 试样能吸附或放出水分,或具有挥发性,使称量质量改变,灼烧产物都有吸湿性,应盖上坩埚盖称量。

③ 被称物温度与天平温度不一致。如果被称物温度较高,能引起天平臂不同程度的膨胀,且有上升的热气流,使称量结果小于真实值。应将烘干或灼烧过的器皿在干燥器中冷却至室温后称量,但在干燥器中不是绝对不吸附水分,因此坩埚等应保持相同的冷却时间后称量才易于恒重。

④ 容器包括加药品的塑料勺表面由于摩擦带电可能引起较大的误差,这点常被操作者忽略。故天平室湿度应保持在 50%~70%,过