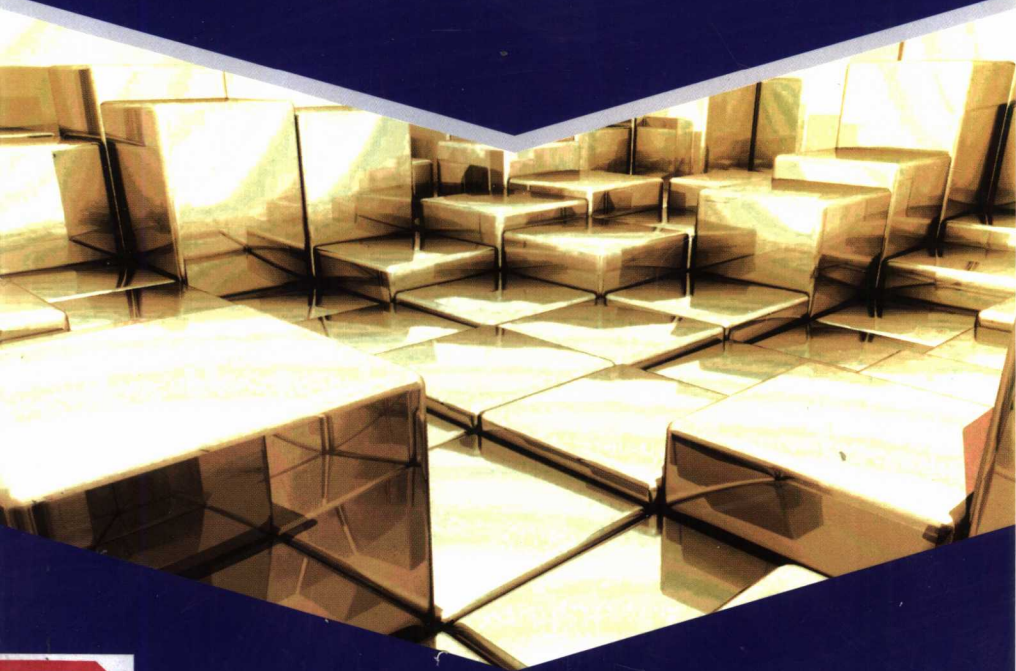


无机非金属材料 工艺与性能测试

WUJI FEIJINSHU CAILIAO
GONGYI YU XINGNENG CESHI

常 钧 黄世峰 刘世权 编著



化学工业出版社

无机非金属材料 工艺与性能测试

WUJI FEIJINSHU CAILIAO
GONGYI YU XINGNENG CESHI

常 钧 黄世峰 刘世权 编著



化学工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

无机非金属材料工艺与性能测试/常钧, 黄世峰, 刘世权编著. —北京: 化学工业出版社, 2007. 7
ISBN 978-7-122-00412-3

I. 无… II. ①常…②黄…③刘… III. ①无机材料; 非金属材料-工艺学②无机材料: 非金属材料-性能试验
IV. TB321

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 081714 号

责任编辑: 朱 彤

文字编辑: 王 琪

责任校对: 陶燕华

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: 北京市兴顺印刷厂

850mm×1168mm 1/32 印张 6 $\frac{3}{4}$ 字数 173 千字

2007 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: 20.00 元

版权所有 违者必究

前 言

随着科学技术的进步，越来越多的新的测试方法问世，并应用到无机非金属材料深层次研究领域，促进了无机非金属材料科学和全行业技术水平的发展和提高。因此，了解并掌握这些常用测试方法，对于无机非金属材料行业从业人员和在校师生而言，无疑是非常重要的。本书为适应材料工艺性能实验要求和实际需要，将部分孤立的实验按无机非金属材料生产工艺的顺序有机地贯穿起来，成为具有一定综合性质的实验，打破了以往单个实验“条块分割”的局面，克服了由单纯验证性实验孤立进行而造成的实验项目罗列、重叠及理论脱离实际的现象。

此外，本书通过操作者自己配料计算、选择合适的配料方案，可使操作者按照本人设计，制备生料（配合料）、煅烧水泥、玻璃和陶瓷并独立完成材料的一系列物理、化学性能测试与机理分析等。本书介绍的实验设计具有综合性，实验环节具有连续性，数据分析具有针对性；同时实验的可靠性、准确性与精度也大大提高，从而强化了实验操作环节及科研与实际生产间的有机联系，还可以充分发挥读者的聪明才智和创造能力，增强动手能力，更好地培养读者综合运用所学理论知识，提高分析问题与解决问题的能力。

本教材的编写还得到了济南大学材料学院王琦、张丽艳和吴波老师的大力支持。由于时间仓促，疏漏在所难免，请广大读者批评指正。

编者

2007年5月

目 录

第 1 篇 水泥实验

第 1 章 水泥的制备	1
1.1 原料的准备	1
1.1.1 原料的准备阶段	1
1.1.2 原料的制备	1
1.2 配料计算	1
1.2.1 配料计算的目的和物料基准	1
1.2.2 配料计算常用公式	2
1.2.3 配料计算方法	3
1.3 生料制备	18
1.4 熟料煅烧	18
1.5 水泥破碎与粉磨	19
第 2 章 生料中碳酸钙滴定值的测定	20
2.1 实验目的	20
2.2 碳酸钙滴定值的测定意义	20
2.3 生料中碳酸钙滴定值的测定原理	20
2.4 测定方法	21
思考题	21
第 3 章 水泥熟料中游离氧化钙的测定	22
3.1 实验目的	22
3.2 游离氧化钙测定的意义	22
3.3 测定原理	22
3.3.1 甘油乙醇法的原理	22
3.3.2 乙二醇法的原理	23
3.4 测定方法	23
3.4.1 甘油乙醇法	23

3.4.2 乙二醇法	26
思考题	27
第4章 水泥中三氧化硫的测定	28
4.1 实验目的	28
4.2 测定水泥中三氧化硫的意义	28
4.3 硫酸钡质量法测定水泥中三氧化硫	29
4.3.1 三氧化硫的测定原理	29
4.3.2 试剂	29
4.3.3 分析步骤	29
4.3.4 结果计算	29
4.4 离子交换法分析水泥中三氧化硫含量	30
4.4.1 基本原理	30
4.4.2 材料、试剂与仪器	32
4.4.3 分析步骤	33
4.4.4 影响因素与注意事项	34
思考题	34
第5章 水泥细度检验——筛析法	35
5.1 实验目的	35
5.2 水泥细度测定的意义	35
5.3 负压筛法	35
5.3.1 仪器设备	35
5.3.2 操作步骤	36
5.3.3 注意事项	36
5.4 水筛法	37
5.5 手工干筛法	37
5.6 试验筛的清洗	37
5.7 实验结果	37
思考题	38
第6章 水泥密度的测定	39
6.1 实验目的	39
6.2 水泥密度的测定原理	39
6.3 仪器	39
6.4 测定步骤	40

6.5 注意事项	40
思考题	41
第7章 水泥比表面积的测定	42
7.1 实验目的	42
7.2 实验原理	42
7.3 仪器	42
7.3.1 勃氏透气仪	42
7.3.2 穿孔板	43
7.3.3 捣器	44
7.3.4 压力计与抽气装置	44
7.3.5 其他材料与仪器	44
7.4 仪器校准	44
7.4.1 漏气检查	44
7.4.2 试料层体积的测定	44
7.5 实验步骤	45
7.5.1 标准试样准备	45
7.5.2 被测试样准备	46
7.5.3 试样量的确定	46
7.5.4 试料层制备	46
7.5.5 试验操作方法	46
7.6 比表面积计算公式	47
思考题	52
第8章 水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性的测定	53
8.1 实验目的	53
8.2 概述	53
8.3 仪器设备	53
8.3.1 水泥净浆搅拌机	53
8.3.2 净浆标准稠度与凝结时间测定仪	54
8.3.3 沸煮箱	55
8.3.4 雷氏夹	56
8.4 试样及试验用水	57
8.5 试验室温、湿度	57
8.6 标准稠度用水量的测定	57

8.7 凝结时间的测定	58
8.8 安定性的测定	59
8.8.1 安定性的测定	59
8.8.2 测定前的准备工作	59
8.8.3 水泥标准稠度净浆的制备	59
8.8.4 试饼的成型方法	59
8.8.5 雷氏夹试件的制备方法	60
8.8.6 煮沸	60
8.8.7 结果判别	60
思考题	61
第9章 水泥胶砂流动度的测定	62
9.1 实验目的	62
9.2 实验原理	62
9.3 仪器	62
9.3.1 胶砂搅拌机	62
9.3.2 跳桌	62
9.3.3 试模	64
9.3.4 卡尺	64
9.3.5 小刀	64
9.4 流动度的测定	64
思考题	65
第10章 水泥胶砂强度检验方法 (ISO 法)	66
10.1 实验目的	66
10.2 方法概要	66
10.3 试验室和设备	66
10.3.1 试验室	66
10.3.2 设备	67
10.4 胶砂组成	70
10.4.1 砂	70
10.4.2 水泥	71
10.4.3 水	71
10.5 胶砂的制备	71
10.6 试件的制备	72

10.6.1 尺寸	72
10.6.2 成型	72
10.7 试件的养护	73
10.7.1 脱模前的处理和养护	73
10.7.2 脱模	73
10.7.3 水中养护	73
10.7.4 强度试验试体的龄期	74
10.8 试验程序	74
10.8.1 总则	74
10.8.2 抗折强度测定	74
10.8.3 抗压强度测定	74
10.9 实验结果的确定	75
10.9.1 抗折强度	75
10.9.2 抗压强度	75
10.9.3 实验结果的计算	75
思考题	75
第 11 章 水泥水化测试及机理分析	76

第 2 篇 陶瓷实验

第 12 章 陶瓷综合实验	77
12.1 实验目的	77
12.2 坯料配方实验	77
12.2.1 实验原理	77
12.2.2 实验步骤	82
12.3 釉料配方实验	84
12.3.1 实验原理	84
12.3.2 实验步骤	85
12.3.3 记录与计算	87
12.3.4 注意事项	88
12.4 坯体施釉	88
12.5 烧成	88
12.6 冷却	89
12.7 分析制品缺陷原因	89

12.8 产品性能检测	89
第 13 章 黏土或坯料的可塑性测定	90
13.1 实验目的	90
13.2 实验意义	90
13.3 实验原理	90
13.4 仪器设备	93
13.5 实验步骤	94
13.5.1 可塑性指标法	94
13.5.2 可塑性指数法	94
13.5.3 圆柱体压缩法	96
13.5.4 张力、剪力比法	96
13.6 记录与计算	97
13.6.1 可塑性指标法	97
13.6.2 可塑性指数法	99
13.6.3 圆柱体压缩法	100
13.6.4 张力、剪力比法	102
13.7 注意事项	103
13.8 附录	104
思考题	104
第 14 章 黏土结合力的测定	105
14.1 实验目的	105
14.2 实验原理	105
14.3 仪器设备	106
14.4 实验步骤	106
14.5 记录与计算	107
14.6 注意事项	108
思考题	108
第 15 章 泥浆流动性、触变性、吸浆速度的测定	109
15.1 实验目的	109
15.2 实验原理	109
15.3 仪器设备	111
15.4 实验步骤	113
15.4.1 相对黏度的测定	113

15.4.2 绝对黏度的测定	114
15.4.3 稠化度或厚化度测定	115
15.4.4 吸浆速度测定	115
15.5 记录与计算	116
15.6 注意事项	118
思考题	119
第 16 章 气孔率、吸水率、体积密度的测定	120
16.1 实验目的	120
16.2 实验原理	120
16.3 仪器设备	121
16.4 实验步骤	121
16.5 记录与计算	122
16.6 注意事项	123
思考题	124
第 17 章 线收缩率和体积收缩率的测定	125
17.1 实验目的	125
17.2 实验原理	125
17.3 仪器设备	126
17.4 实验步骤	126
17.4.1 线收缩率测定	126
17.4.2 体积收缩率	127
17.5 记录与计算	128
17.6 注意事项	130
思考题	131
第 18 章 干燥灵敏性系数的测定	132
18.1 实验目的	132
18.2 实验原理	132
18.3 仪器设备	133
18.4 实验步骤	133
18.5 记录与计算	133
18.6 注意事项	134
思考题	135
第 19 章 白度、光泽度、透光度的测定	136

19.1	实验目的	136
19.2	实验原理	136
19.3	仪器设备	139
19.4	实验步骤	140
19.4.1	白度测定	140
19.4.2	光泽度测定	140
19.4.3	透光度测定	140
19.5	记录与计算	141
19.5.1	白度测定记录与计算	141
19.5.2	光泽度、透光度测定记录	141
19.6	注意事项	142
	思考题	143
第 20 章	抗压、抗折、抗张、抗冲强度极限的测定	144
20.1	抗压强度极限的测定	144
20.1.1	实验目的	144
20.1.2	实验原理	144
20.1.3	仪器设备	146
20.1.4	实验步骤	146
20.1.5	记录与计算	147
20.1.6	注意事项	147
20.2	抗折强度极限的测定	148
20.2.1	实验目的	148
20.2.2	实验原理	148
20.2.3	仪器设备	149
20.2.4	实验步骤	149
20.2.5	记录与计算	150
20.2.6	注意事项	151
20.3	抗张强度极限的测定	151
20.3.1	实验目的	151
20.3.2	实验原理	151
20.3.3	仪器设备	154
20.3.4	实验步骤	154
20.3.5	记录与计算	155

20.3.6 注意事项	156
20.4 冲击韧度的测定	157
20.4.1 实验目的	157
20.4.2 实验原理	157
20.4.3 仪器设备	158
20.4.4 实验步骤	158
20.4.5 记录与计算	158
20.4.6 注意事项	159
思考题	159

第3篇 玻璃实验

第21章 玻璃的制备	160
21.1 实验目的	160
21.2 概述	160
21.3 玻璃组成的确定	161
21.4 原料选择	164
21.5 配方计算	165
21.6 配合料的制备及其均匀度测定	166
21.6.1 实验原理	166
21.6.2 仪器设备	167
21.6.3 实验步骤	167
21.6.4 测试结果计算	169
21.7 玻璃的熔制试验	169
21.7.1 概述	169
21.7.2 实验原理	169
21.7.3 仪器设备	170
21.7.4 实验步骤	170
21.7.5 熔制结果	171
思考题	171
第22章 玻璃的退火及应力测定	172
22.1 实验目的	172
22.2 概述	172
22.3 WYL-2型应力仪测量原理	174

22.3.1 仪器的主要技术数据	174
22.3.2 测量原理	174
22.4 实验步骤	176
思考题	177
第 23 章 梯温炉法测定玻璃析晶性能	178
23.1 实验目的	178
23.2 概述	178
23.3 实验原理	178
23.4 仪器和试样	179
23.5 实验步骤	180
23.6 注意事项	180
思考题	181
第 24 章 玻璃耐水化学稳定性的测定 (滴定法)	182
24.1 实验目的	182
24.2 概述	182
24.3 实验原理	182
24.4 仪器设备	183
24.5 实验步骤	184
24.6 测试结果表示	185
24.7 测试误差	186
思考题	186
第 25 章 玻璃密度的测定	187
25.1 实验目的	187
25.2 概述	187
25.3 实验原理	187
25.4 仪器装置试剂和试样	188
25.5 实验步骤	191
25.6 注意事项	193
思考题	193
第 26 章 玻璃透光率和光谱的测定	194
26.1 实验目的	194
26.2 概述	194
26.3 实验原理	195

26.4 仪器装置	196
26.5 实验步骤	197
26.5.1 试样制备	197
26.5.2 测试步骤	197
26.6 实验结果	198
26.7 注意事项	198
思考题	198
参考文献	199

第 1 篇 水 泥 实 验

第 1 章 水泥的制备

1.1 原料的准备

1.1.1 原料的准备阶段

(1) 选用天然矿物原料及工业废渣或化学试剂作原料

- ① 石灰石质原料；
- ② 黏土质原料；
- ③ 校正与辅助原料（铁粉）。

(2) 石膏与混合材料

- ① 石膏；
- ② 混合材料：包括粒状高炉矿渣、火山灰质材料、粉煤灰等。

1.1.2 原料的制备

块状原料先经实验室小型颚式破碎机、圆盘破碎机破碎，再经过小型球磨机粉磨至 200 目筛筛余小于 10%；粉状原料直接粉磨至 200 目筛筛余小于 10%，备用。

1.2 配料计算

1.2.1 配料计算的目的和物料基准

水泥的性能和质量取决于熟料的矿物组成和结构，而熟料的矿物组成取决于熟料的成分，熟料的成分又与生料的成分密切相关。因此，合适的生料成分是水泥石生产的关键。通常，一种天然原料的成分很难满足需要，必须将几种原料按一定比例混合，才能满足煅

2 无/机/非/金/属/材/料/工/艺/与/性/能/测/试

烧熟料所用生料成分的要求。求得各种原料配合比的过程，称为配料计算。

注意：水泥工艺综合实验是利用实验室用高温电炉煅烧熟料，而不像工厂利用煤或油等燃料煅烧水泥熟料，因此配料计算要去除配热计算。

1.2.2 配料计算常用公式

1.2.2.1 由化学成分计算各率值

石灰饱和系数 KH

$p > 0.64$ 时

$$KH = \frac{w_{CaO} - 1.65w_{Al_2O_3} - 0.35w_{Fe_2O_3} - 0.7w_{SO_3}}{2.8w_{SiO_2}} \quad (1-1)$$

$p < 0.64$ 时

$$KH = \frac{w_{CaO} - 1.1w_{Al_2O_3} - 0.7w_{Fe_2O_3} - 0.7w_{SO_3}}{2.8w_{SiO_2}} \quad (1-2)$$

硅酸率 $n = \frac{w_{SiO_2}}{w_{Al_2O_3} + w_{Fe_2O_3}} \quad (1-3)$

铝氧率 $p = \frac{w_{Al_2O_3}}{w_{Fe_2O_3}} \quad (1-4)$

1.2.2.2 由化学成分计算矿物组成

硅酸三钙 $w_{C_3S} = 3.8w_{SiO_2} (3KH - 2)$
 $= 4.07w_{CaO} - 7.6w_{SiO_2} -$
 $6.72w_{Al_2O_3} - 1.43w_{Fe_2O_3} \quad (1-5)$

硅酸二钙 $w_{C_2S} = 8.6w_{SiO_2} (1 - KH)$
 $= 8.6w_{SiO_2} + 5.07w_{Al_2O_3} +$
 $1.07w_{Fe_2O_3} - 3.07w_{CaO} \quad (1-6)$

铝酸三钙 $w_{C_3A} = 2.65(w_{Al_2O_3} - 0.64w_{Fe_2O_3}) \quad (1-7)$

铁铝酸四钙

$p > 0.64$ 时 $w_{C_4AF} = 3.04w_{Fe_2O_3} \quad (1-8)$

$p < 0.64$ 时 $w_{C_4AF} = 4.77w_{Al_2O_3} \quad (1-9)$