



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 12960—2007  
代替 GB/T 12960—1996

## 水泥组分的定量测定

Quantitative determination of constituents of cement

2007-03-26 发布

2007-10-01 实施



中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布  
中国国家标准化管理委员会

## 目 次

前言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 试验的基本要求 .....	1
5 试剂 .....	2
6 仪器 .....	4
7 试样的制备 .....	6
8 硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥中组分含量的测定 .....	7
9 矿渣硅酸盐水泥中组分含量的测定 .....	11
10 火山灰质硅酸盐水泥或粉煤灰硅酸盐水泥中组分含量的测定 .....	13
11 复合硅酸盐水泥中组分含量的测定 .....	14
12 允许差 .....	16

## 前 言

本标准代替 GB/T 12960—1996《水泥组分的定量测定》。

本标准与 ENV 196-4:1989《水泥试验方法——组分的定量测定》欧洲标准草案(英文版)和 EN 196-2:2005《水泥试验方法——水泥化学分析》欧洲标准中二氧化碳的测定方法(英文版)的一致性程度为修改采用。

本标准与 GB/T 12960—1996 相比主要变化如下:

——对选择溶解法的有关测定条件进行了修改:

- a) 盐酸溶液选择溶解条件,加水量由 50 mL 改为 80 mL(本版 8.2.1.2;1996 版 6.2.5);
- b) 配制 EDTA 溶液时将氢氧化钠配入 EDTA 溶液中(本版 5.12;1996 版 6.1.3.4 和 6.1.3.5);
- c) EDTA 溶液选择溶解条件,取消加入磷酸氢二钠溶液和氢氧化钠溶液,加水量由 25 mL 改为 80 mL(本版 8.2.2.3;1996 版 6.1.5)。

——按水泥种类(硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥或粉煤灰硅酸盐水泥、复合硅酸盐水泥)分别给出组分的测定方法及计算公式。

——增加了基准法(本版 8.3.4、9.2.3、10.2.2 和 11.2.4)。

——在代用法中,按照水泥生产方式的不同,分别给出组分的计算公式(本版 8.3.5、9.2.4、10.2.3 和 11.2.5;1996 版 6.1.6.2;6.2.6.2;7.5.4.3 和 7.5.4.4)。

——增加了碱石棉吸收重量法测定二氧化碳的含量(本版 6.8 和 8.2.3.1)。

——氢氧化钾-乙醇滴定容量法由硫酸分解试样改为磷酸分解试样(本版 8.2.3.2;1996 版 6.3)。

本标准由中国建筑材料工业协会提出。

本标准由全国水泥标准化技术委员会(SAC/TC 184)归口。

本标准起草单位:中国建筑材料科学研究总院中国建筑材料检验认证中心。

本标准主要起草人:王瑞海、倪竹君、闫伟志、辛志军、郑朝华、崔健、陈旭红、张静。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

——GB/T 12960—1991、GB/T 12960—1996。

——GB/T 12961—1991。

# 水泥组分的定量测定

## 1 范围

本标准规定了水泥组分的定量测定方法。

本标准适用于通用硅酸盐水泥(硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥和复合硅酸盐水泥)的测定。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 176 水泥化学分析方法(GB/T 176—1996,eqv ISO 680:1990)

GB/T 2007.1 散装矿产品取样、制样通则 手工取样方法

GB/T 5484 石膏化学分析方法

GB/T 6682 分析实验室用水规格和试验方法

GB 12573 水泥取样方法

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1

**基准法** reference method

采用实际掺入水泥的混合材料和硅酸盐水泥(P·I)试样中的不溶渣含量对组分含量计算结果进行校正的方法。

### 3.2

**代用法** alternative method

采用硅酸盐水泥(P·I)在盐酸溶液和 EDTA 溶液中不溶渣含量的统计平均值,按照水泥生产方式的不同,分别给出组分的计算公式,进行组分含量计算的方法。

## 4 试验的基本要求

### 4.1 试验次数

每项测定的试验次数规定为两次,用两次试验平均值表示测定结果。

### 4.2 试验室温度

测定盐酸溶液选择溶解后和 EDTA 选择溶解后不溶渣含量时的试验室温度要求在 15℃~30℃ 之间。

### 4.3 恒量

经第一次烘干、冷却、称量后,通过连续对每次 15 min 的烘干,然后冷却、称量的方法来检查恒定质量,当连续两次称量之差小于 0.000 5 g 时,即达到恒量,除另有规定。

### 4.4 质量、体积、滴定度的表示

用“克(g)”表示质量,精确至 0.000 1 g。滴定管体积用“毫升(mL)”表示,精确至 0.05 mL。滴定度单位用“毫克每毫升(mg/mL)”表示,滴定度经修约后保留有效数字四位。

#### 4.5 结果的处理

4.5.1 选择溶解后不溶渣的含量、二氧化碳含量及三氧化硫含量以质量分数计,数值以%表示至小数点后两位。

4.5.2 各组分含量测定结果以质量分数计,数值以%表示至小数点后一位。

4.5.3 如果测定的某组分含量小于或等于1.0%,则该组分的含量按零计,在计算其他组分含量时,如果用到该组分含量,则按零值带入计算;对于大于1.0%的组分含量,不应扣除1.0%表示结果。

#### 5 试剂

除另有说明外,所用试剂应不低于分析纯。用于标定的试剂应为基准试剂。所用水应符合GB/T 6682中规定的三级水要求。

本标准所列市售浓液体试剂的密度指20℃的密度( $\rho$ ),单位为克每立方厘米( $\text{g}/\text{cm}^3$ )。在化学分析中,所用酸,凡未注明浓度者均指市售的浓酸。用体积比表示试剂稀释程度。例如:盐酸(1+2)表示1份体积的浓盐酸与2份体积的水相混合。

##### 5.1 盐酸(HCl)

密度  $1.18 \text{ g}/\text{cm}^3 \sim 1.19 \text{ g}/\text{cm}^3$ ,质量分数 36%~38%。

##### 5.2 硫酸( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )

密度  $1.84 \text{ g}/\text{cm}^3$ ,质量分数 95%~98%。

##### 5.3 磷酸( $\text{H}_3\text{PO}_4$ )

密度  $1.68 \text{ g}/\text{cm}^3$ ,质量分数  $\geq 85\%$ 。

##### 5.4 三乙醇胺[ $\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH})_3$ ]

密度  $1.12 \text{ g}/\text{cm}^3$ ,质量分数 99%。

##### 5.5 乙醇( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ )

体积分数 95%或无水乙醇。

##### 5.6 乙二胺( $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$ )

体积分数 99%。

##### 5.7 乙二醇( $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ )

体积分数 99%。

##### 5.8 盐酸(1+2)。

##### 5.9 三乙醇胺(1+2)。

##### 5.10 乙二胺(1+1)。

##### 5.11 氢氧化钠溶液(50 g/L)

将5g氢氧化钠(NaOH)溶于水中,稀释至100 mL,贮存于塑料试剂瓶中。

##### 5.12 EDTA溶液[ $c(\text{EDTA})=0.15 \text{ mol}/\text{L}$ , $c(\text{NaOH})=0.25 \text{ mol}/\text{L}$ ]

称取55.8 g乙二胺四乙酸二钠( $\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{N}_2\text{O}_8\text{Na}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )和10 g氢氧化钠(NaOH),置于1 000 mL烧杯中,加入500 mL~600 mL水,加热并搅拌使其溶解,过滤,冷却至室温后用水稀释至1 000 mL,摇匀。

##### 5.13 硫酸铜( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ )饱和溶液。

##### 5.14 硫酸铜溶液(200 g/L)

称取20 g硫酸铜( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ )溶于100 mL水中。

##### 5.15 吸收溶液

取35 mL乙二醇(5.7)置于1 L试剂瓶中,加入12.5 mL水、50 mL乙二胺(1+1)、500 mL乙醇(5.5)及8 mL百里酚酞指示剂溶液(5.20),摇匀。

##### 5.16 参比溶液

取70 mL~80 mL吸收溶液(5.15)置于100 mL烧杯中,用氢氧化钾-乙醇标准滴定溶液(5.19.1)

滴定至中等蓝色(颜色勿过浅)。然后打开滴定池盖,向滴定池内加入约 50 mL 该溶液(若蓝色变浅再用氢氧化钾-乙醇标准滴定溶液滴定至中等程度的蓝色),打开放废液的止水夹,让参比溶液流满参比池即可,将烧杯中剩余的参比溶液倒入滴定池内。

#### 5.17 磷酸盐 pH 标准缓冲溶液

称取 2.238 4 g 磷酸氢二钠( $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ )与 0.850 6 g 磷酸二氢钾( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ),精确至 0.000 1 g,置于 200 mL 烧杯中,加入约 100 mL 水,加热并搅拌使其溶解,冷却至室温后,转移至 250 mL 容量瓶中,用水洗净烧杯并稀释至标线,摇匀。不同温度下的磷酸盐 pH 标准缓冲溶液的 pH 值见表 1。

表 1 磷酸盐 pH 标准缓冲溶液的 pH 值

温度/°C	pH 值	温度/°C	pH 值
10	6.92	30	6.85
15	6.90	35	6.84
20	6.88	40	6.84
25	6.86	45	6.83

#### 5.18 硼酸盐 pH 标准缓冲溶液

称取 0.953 4 g 四硼酸钠( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ),精确至 0.000 1 g,置于 200 mL 烧杯中,加入 100 mL 水,加热并搅拌使其溶解,冷却至室温后,转移至 250 mL 容量瓶中,用水洗净烧杯并稀释至标线,摇匀。不同温度下的硼酸盐 pH 标准缓冲溶液的 pH 值见表 2。

表 2 硼酸盐 pH 标准缓冲溶液的 pH 值

温度/°C	pH 值	温度/°C	pH 值
10	9.33	30	9.14
15	9.27	35	9.10
20	9.22	40	9.07
25	9.18	45	9.04

#### 5.19 氢氧化钾-乙醇标准滴定溶液

##### 5.19.1 氢氧化钾-乙醇标准滴定溶液的配制

取 70 mL 乙二醇(5.7)置于 2 L 烧杯中,加入 25 mL 水、4.0 g 氢氧化钾(KOH),搅拌使氢氧化钾完全溶解,加入 100 mL 乙二胺(1+1),在不断搅拌下慢慢加入 1 000 mL 乙醇(5.5),然后加入 15 mL 百里酚酞指示剂溶液(5.20),摇匀,贮存于塑料瓶中。

##### 5.19.2 氢氧化钾-乙醇标准滴定溶液对二氧化碳滴定度的标定

标定前,将一个空的反应瓶连接到图 3 所示的仪器装置(6.9)上。启动抽气泵,控制气体流速约为 50 mL/min~150 mL/min,通气 20 min 以上,以除去系统中的二氧化碳,并用氢氧化钾-乙醇标准滴定溶液(5.19.1)滴定至滴定池中溶液的颜色与参比溶液的颜色相同。

称取约 0.1 g 已于  $105^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$  烘过 2 h 的碳酸钙( $\text{CaCO}_3$ )( $m_1$ ),精确至 0.000 1 g,置于干燥的 100 mL 反应瓶中,将反应瓶连接到图 3 所示的仪器装置(6.9)上。启动抽气泵,调节气流量为 50 mL/min~150 mL/min,加入 20 mL 磷酸(5.3)到分液漏斗 4 中,小心旋开分液漏斗活塞,使磷酸滴入反应瓶 5 中,并留少许磷酸在漏斗中起液封作用,关闭活塞。打开反应瓶下面的小电炉,调节电压使电炉丝呈暗红色,慢慢低温加热使反应瓶中的液体至沸,并加热微沸 5 min,关闭电炉,并继续通气 10 min。加热和通气过程滴定池中的溶液蓝色开始褪色,立即用氢氧化钾-乙醇标准滴定溶液(5.19.1)跟踪滴定,使滴定池中的颜色与参比溶液的颜色基本一致,终点时滴定池中溶液的颜色与参比溶液的颜色相同( $V_2$ )。

同时进行空白试验。除不加入碳酸钙之外,采用完全相同的分析步骤,取相同量的试剂进行试验( $V_1$ )。

氢氧化钾-乙醇标准滴定溶液对二氧化碳滴定度按式(1)计算:

$$T_{\text{CO}_2} = \frac{m_1 \times 1\,000}{V_2 - V_1} \times \frac{44.01}{100.09} \dots\dots\dots(1)$$

式中:

$T_{\text{CO}_2}$ ——氢氧化钾-乙醇标准滴定溶液对二氧化碳的滴定度,单位为毫克每毫升(mg/mL);

$V_1$ ——空白试验消耗氢氧化钾-乙醇标准滴定溶液的体积,单位为毫升(mL);

$V_2$ ——滴定时消耗氢氧化钾-乙醇标准滴定溶液的体积,单位为毫升(mL);

$m_1$ ——称取碳酸钙的质量,单位为克(g);

44.01——二氧化碳摩尔质量的数值,单位为克每摩尔(g/mol);

100.09——碳酸钙摩尔质量的数值,单位为克每摩尔(g/mol)。

#### 5.20 百里酚酞指示剂溶液(2 g/L)

将 0.2 g 百里酚酞溶于 100 mL 乙醇(5.5)中。

#### 5.21 硫化氢吸收剂

将称量过的、粒度在 1 mm~2.5 mm 的干燥浮石放在一个平盘内,然后用一定体积的硫酸铜饱和溶液(5.13)浸泡,硫酸铜溶液的质量约为浮石质量的一半。把盘和料放在 150℃±5℃ 的干燥箱内,在玻璃棒不时搅拌下,蒸发混合物至干,烘干 5 h 以上,将固体混合物冷却后,立即贮存于密封瓶内。

#### 5.22 二氧化碳吸收剂

碱石棉,粒度 1 mm~2 mm(10 目~20 目),化学纯,密封保存。

#### 5.23 水分吸收剂

无水高氯酸镁[Mg(ClO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>],制成粒度 0.6 mm~2 mm,贮存于密封瓶内;或者无水氯化钙(CaCl<sub>2</sub>),制成粒度 1 mm~4 mm,贮存于密封瓶内。

#### 5.24 钠石灰

粒度 2 mm~5 mm,医药用或化学纯,密封保存。

### 6 仪器

6.1 天平:精确至 0.000 1 g。

6.2 干燥箱:可控制温度 105℃±5℃,150℃±5℃。

6.3 酸度计:测量 pH 值范围 0~14,精确至 0.02。

6.4 玻璃砂芯漏斗:直径 60 mm 或直径 40 mm,型号 G4(平均孔径 4 μm~7 μm)。

6.5 抽滤瓶:1 000 mL。

6.6 抽气泵:抽速 0.25 L/s。

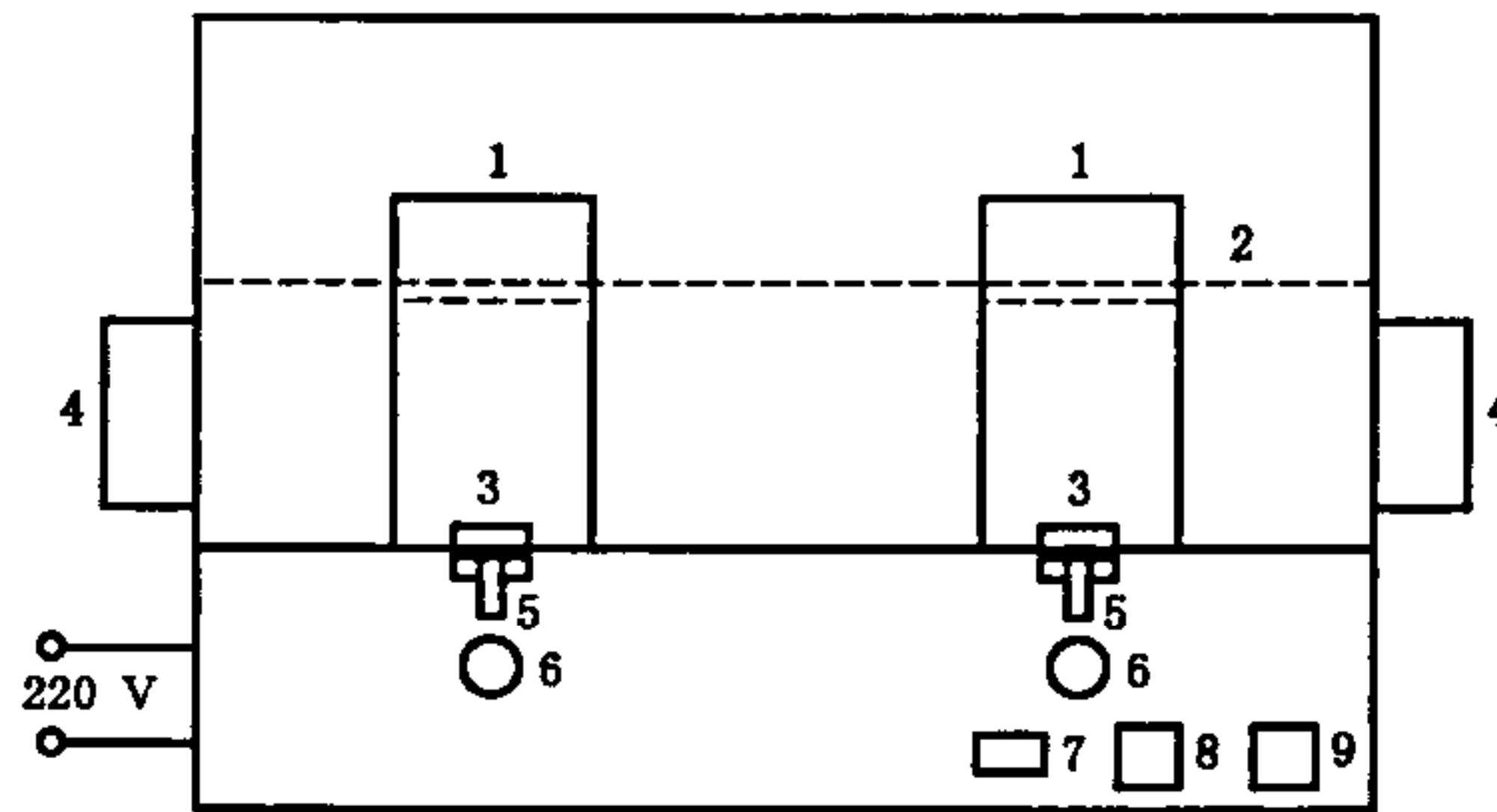
6.7 水泥组分测定装置:可恒温 10℃±2℃,20℃±2℃,示意图见图 1。

#### 6.8 二氧化碳测定装置(碱石棉吸收重量法)

仪器装置示意图如图 2 所示。安装一个适宜的抽气泵和一个玻璃转子流量计,以保证气体通过装置均匀流动。

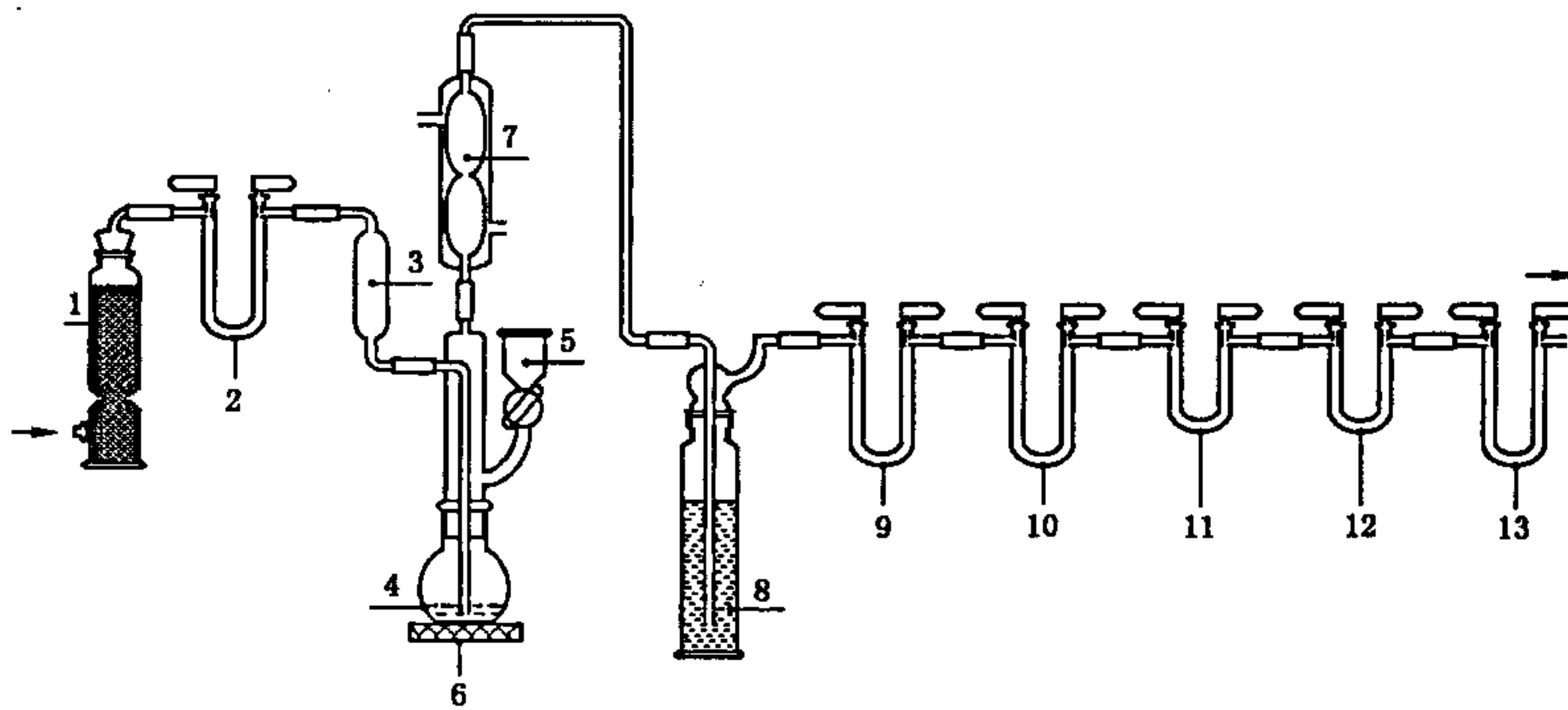
进入装置的气体先通过含钠石灰(5.24)或二氧化碳吸收剂(5.22)的吸收塔 1 和含二氧化碳吸收剂(5.22)的 U 形管 2,气体中的二氧化碳被除去。反应瓶 4 上部与球形冷凝管 7 相连接。

气体通过球形冷凝管 7 后,进入含硫酸(5.2)的洗气瓶 8,然后通过含硫化氢吸收剂(5.21)的 U 形管 9 和水分吸收剂(5.23)的 U 形管 10,气体中的硫化氢和水分被除去。接着通过两个可以称量的 U 形管 11 和 12,内各装 3/4 二氧化碳吸收剂(5.22)和 1/4 水分吸收剂(5.23)。对气体流向而言,二氧化碳吸收剂(5.22)应装在水分吸收剂(5.23)之前。U 形管 11 和 12 后面接一个附加的 U 形管 13,内装钠石灰(5.24)或二氧化碳吸收剂(5.22),以防止空气中的二氧化碳和水分进入 U 形管 12 中。



- 1——烧杯；
- 2——恒温水槽；
- 3——搅拌子；
- 4——恒温电器元件；
- 5——电磁搅拌器；
- 6——搅拌调速调节；
- 7——电源开关；
- 8——时间设定；
- 9——温度设定。

图 1 水泥组分测定装置示意图



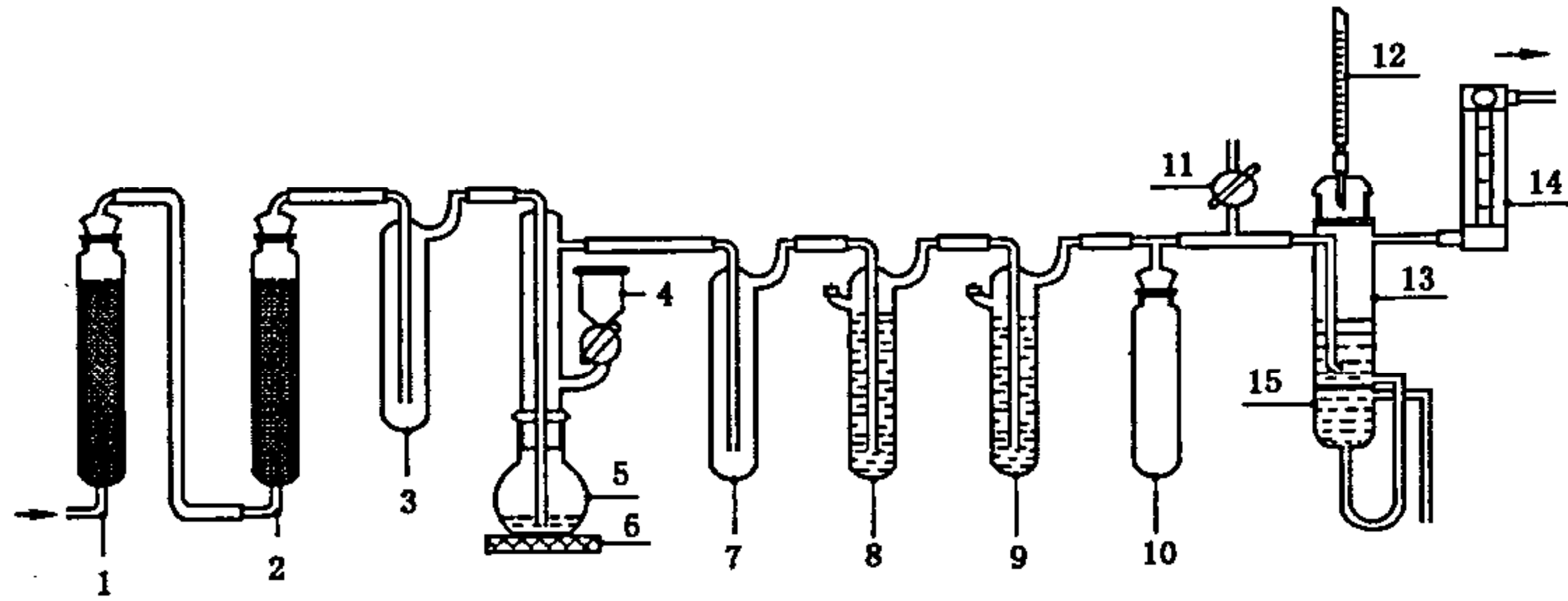
- 1——吸收塔：内装钠石灰(5.24)或二氧化碳吸收剂(5.22)；
- 2——U形管：内装二氧化碳吸收剂(5.22)；
- 3——缓冲瓶；
- 4——反应瓶：100 mL；
- 5——分液漏斗；
- 6——电炉；
- 7——球形冷凝管；
- 8——洗气瓶：内装硫酸(5.2)；
- 9——U形管：内装硫化氢吸收剂(5.21)；
- 10——U形管：内装水分吸收剂(5.23)；
- 11、12——U形管：内装二氧化碳吸收剂(5.22)和水分吸收剂(5.23)；
- 13——U形管：内装钠石灰(5.24)或二氧化碳吸收剂(5.22)。

图 2 碱石棉吸收重量法-二氧化碳测定装置示意图



### 6.9 二氧化碳测定装置(氢氧化钾-乙醇滴定容量法)

仪器装置示意图如图 3 所示。安装一个适宜的抽气泵和一个玻璃转子流量计,以保证气体通过装置均匀流动。



- 1,2——洗气瓶:内装钠石灰(5.24)或二氧化碳吸收剂(5.22);
- 3,7,10——空瓶;
- 4——带分液漏斗的冷凝管;
- 5——反应瓶:100 mL;
- 6——电炉;
- 8,9——洗气瓶:内装硫酸铜溶液(5.14);
- 11——三通活塞;
- 12——碱式滴定管(25 mL);
- 13——滴定池;
- 14——气体流量计;
- 15——参比池。

图 3 氢氧化钾-乙醇滴定容量法-二氧化碳测定装置示意图

进入装置的气体先通过含钠石灰(5.24)或二氧化碳吸收剂(5.22)的洗气瓶 1 和 2,气体中的二氧化碳被除去。反应瓶 5 上部与带分液漏斗的冷凝管 4 相连接。

气体通过洗气瓶 8 和 9,内装硫酸铜溶液(5.14),气体中的硫化氢被除去,最后二氧化碳气体进入滴定池 13。

### 6.10 U 形管

可以称量的 U 形管 11 和 12 的尺寸应符合下述规定:

二支直管之间内侧距离	25 mm~30 mm
内径	15 mm~20 mm
管底部和磨口段上部之间距离	100 mm~120 mm
管壁厚度	1 mm~1.5 mm

## 7 试样的制备

水泥的取样方法按 GB 12573 进行,其他混合材料等样品的取样方法按 GB/T 2007.1 进行。试样应具有代表性和均匀性。由实验室试样缩分后的试样应不少于 200 g。以四分法或缩分器将试样缩减至不少于 50 g,然后研磨至全部通过 0.080 mm 方孔筛,将试样充分混匀,装入试样瓶中,密封保存,供测定用。其余作为原样密封保存备用。

硅酸盐水泥(P·I)试样由各生产企业正常煅烧的熟料和石膏按生产质量比例配制而成,并装入试样瓶中,密封保存,供测定用。

## 8 硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥中组分含量的测定

### 8.1 方法提要

水泥试样用盐酸溶液( $10^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ )选择溶解,火山灰质混合材料或粉煤灰组分基本上不溶解,而其他组分则基本上被溶解。

水泥试样被 pH11.60 含有 EDTA 的溶液选择溶解后,熟料、石膏及碳酸盐基本上被溶解,而其他组分则基本上不溶解。

石灰石的含量由二氧化碳的含量而定。二氧化碳的测定采用碱石棉吸收重量法或氢氧化钾-乙醇滴定容量法。

碱石棉吸收重量法用磷酸分解试样,碳酸盐分解释放出的二氧化碳由不含二氧化碳的气流带人一系列的 U 形管,先除去硫化氢和水分,然后被二氧化碳吸收剂吸收,通过称量来确定二氧化碳的含量。

氢氧化钾-乙醇滴定容量法用磷酸分解试样,碳酸盐分解释放出的二氧化碳先由不含二氧化碳的气流带人硫酸铜洗气瓶,除去硫化氢,然后被乙二醇-乙二胺-乙醇溶液吸收,以百里酚酞为指示剂,用氢氧化钾-乙醇标准滴定溶液跟踪滴定。

由选择溶解的结果以及二氧化碳和三氧化硫的含量,计算水泥中各组分的含量。

### 8.2 分析步骤

#### 8.2.1 用盐酸溶液选择溶解后不溶渣含量的测定

8.2.1.1 基准法用盐酸溶液选择溶解法分别测定水泥和掺入水泥的火山灰质混合材料或粉煤灰以及硅酸盐水泥(P·I)中不溶渣的含量;代用法用盐酸溶液选择溶解法测定水泥中不溶渣的含量。

8.2.1.2 称取约 0.5 g 试样( $m_4$ )(其中火山灰质混合材料或粉煤灰试样称取约 0.25 g),精确至 0.000 1 g,置于 200 mL 的干烧杯中,加入 80 mL 水,放入一根搅拌子。将烧杯置于图 1 所示的水泥组分测定装置(6.7)上,控制温度在  $10^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ ,搅拌 5 min,使试料完全分散。

然后,加入 40 mL 已在  $10^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$  水中恒温 8 min~10 min 的盐酸(1+2),继续搅拌 25 min,取下。立即用预先在  $105^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$  烘干至恒量的玻璃砂芯漏斗抽气过滤。

提示:恒量的玻璃砂芯漏斗是预先处理好的,即先用毛刷和水洗涤干净,并分别用热的盐酸(1+5)和水抽滤洗涤干净。然后在  $105^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$  干燥箱中烘干至恒量,在干燥器中冷却至室温并称量( $m_2$ )。

用镊子取出搅拌子并用  $25^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$  的水洗净,将不溶渣全部转移至玻璃砂芯漏斗上,用水洗涤不溶渣六次,再用乙醇(5.5)洗涤两次(洗涤液总量 80 mL~100 mL)。

过滤时等上次洗涤液漏完后再洗涤下次。过滤必须迅速,如果过滤时间超过 20 min(包括洗涤),应重做该试验。

将玻璃砂芯漏斗放入  $105^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$  烘箱中,烘干 40 min 以上。取出后置于干燥器中冷却至室温,称量。如此反复烘干,直至恒量( $m_3$ )。

#### 8.2.2 用 EDTA 溶液选择溶解后不溶渣含量的测定

8.2.2.1 基准法用 EDTA 溶液选择溶解法分别测定水泥和掺入水泥的矿渣以及硅酸盐水泥(P·I)中不溶渣的含量;代用法用 EDTA 溶液选择溶解法测定水泥中不溶渣的含量。

8.2.2.2 按照仪器的使用规程,分别用磷酸盐 pH 标准缓冲溶液(5.17)与硼酸盐 pH 标准缓冲溶液(5.18)校准酸度计(6.3)。

8.2.2.3 取 50 mL EDTA 溶液(5.12)、10 mL 三乙醇胺(1+2)、80 mL 水,依次加入至 200 mL 烧杯中。

在酸度计指示下用氢氧化钠溶液(5.11)调整溶液的 pH 至  $11.60\pm 0.05$ 。

放入一根搅拌子。将烧杯置于图 1 所示的水泥组分测定装置(6.7)上,使溶液保持在  $20^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ ,在搅拌下向溶液中加入约 0.3 g 试样( $m_7$ ),精确至 0.000 1 g。在加入试样后计时,继续搅拌 25 min,取下。立即用预先在  $105^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$  烘干至恒量的玻璃砂芯漏斗抽气过滤。

提示：恒量的玻璃砂芯漏斗是预先处理好的，即先用毛刷和水洗涤干净，并分别用热的盐酸(1+5)和水抽滤洗涤干净。然后在  $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  干燥箱中烘干至恒量，在干燥器中冷却至室温并称量( $m_5$ )。

用镊子取出搅拌子并用水洗净，将不溶渣全部转移至玻璃砂芯漏斗上，用  $25^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  的水洗涤不溶渣 8 次，再用乙醇(5.5)洗涤 2 次(洗涤液总量 100 mL~120 mL)。

过滤时等上次洗涤液漏完后再洗涤下次。过滤必须迅速，如果过滤时间超过 20 min(包括洗涤)，应重做该试验。

将玻璃砂芯漏斗放入  $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  烘箱中，烘干 40 min 以上。取出后置于干燥器中冷却至室温，称量。如此反复烘干，直至恒量( $m_6$ )。

### 8.2.3 试样中二氧化碳含量的测定

#### 8.2.3.1 碱石棉吸收重量法

每次测定前，将一个空的反应瓶连接到图 2 所示的仪器装置(6.8)上，连通 U 形管 9、10、11、12、13。启动抽气泵，控制气体流速约为 50 mL/min~100 mL/min(每秒 3~5 个气泡)，通气 30 min 以上，以除去系统中的二氧化碳和水分。

提示：每次开始试验时，可先不将 U 形管 11 和 12 连接到图 2 所示的仪器装置(6.8)上，把 U 形管 10 直接与 U 形管 13 连接，控制气体流速约为 50 mL/min~100 mL/min(每秒 3~5 个气泡)，通气约 20 min 后，再将 U 形管 11 和 12 连接到图 2 所示的仪器装置(6.8)上，继续通气 10 min，以延长 U 形管 11 和 12 的有效期。

关闭抽气泵，关闭 U 形管 10、11、12、13 的磨口塞。取下 U 形管 11 和 12 放在平盘上，在天平室恒温 10 min，然后分别称量。重复此操作，再通气 10 min，取下，恒温，称量，直至每个管子连续两次称量结果之差不超过 0.001 0 g 为止，以最后一次称量值为准。

提示：取用 U 形管时，应小心避免影响质量、打碎或损坏。建议进行操作时带防护手套。

如果 U 形管 11 和 12 的质量变化连续超过 0.001 0 g，更换 U 形管 9 和 10。

称取约 1 g 试样( $m_{10}$ )，精确至 0.000 1 g，置于干燥的 100 mL 反应瓶中，将反应瓶连接到图 2 所示的仪器装置(6.8)上，并将已称量的 U 形管 11 和 12 连接到图 2 所示的仪器装置(6.8)上。启动抽气泵，控制气体流速约为 50 mL/min~100 mL/min(每秒 3~5 个气泡)。加入 20 mL 磷酸(5.3)到分液漏斗 5 中，小心旋开分液漏斗活塞，使磷酸滴入反应瓶 4 中，并留少许磷酸在漏斗中起液封作用，关闭活塞。打开反应瓶下面的小电炉，调节电压使电炉丝呈暗红色，慢慢低温加热使反应瓶中的液体至沸，并加热微沸 5 min，关闭电炉，并继续通气 25 min。

提示：切勿剧烈加热，以防反应瓶中的液体产生倒流现象。

关闭抽气泵，关闭 U 形管 10、11、12、13 的磨口塞。取下 U 形管 11 和 12 放在平盘上，在天平室恒温 10 min，然后分别称量。用每根 U 形管增加的质量( $m_8$  和  $m_9$ )计算水泥中二氧化碳的含量。

如果第二根 U 形管 12 的质量变化小于 0.000 5 g，计算时忽略。实际上二氧化碳应全部被第一根 U 形管 11 吸收。如果第二根 U 形管 12 的质量变化连续超过 0.001 0 g，应更换第一根 U 形管 11，并重新开始试验。

同时进行空白试验。除不加入试料之外，采用完全相同的分析步骤，取相同量的试剂进行试验。计算时从测定结果中扣除空白试验值( $m_0$ )。

#### 8.2.3.2 氢氧化钾-乙醇滴定容量法

每次测定前，将一个空的反应瓶连接到图 3 所示的仪器装置(6.9)上。启动抽气泵，控制气体流速约为 50 mL/min~150 mL/min，通气 20 min 以上，以除去系统中的二氧化碳。并用氢氧化钾-乙醇标准滴定溶液(5.19.1)滴定至滴定池中溶液的颜色与参比溶液的颜色相同。

称取约 1 g 试样( $m_{11}$ )，精确至 0.000 1 g，置于干燥的 100 mL 反应瓶中，将反应瓶连接到图 3 所示的仪器装置(6.9)上。启动抽气泵，调节气流量为 50 mL/min~150 mL/min，加入 20 mL 磷酸(5.3)到分液漏斗 4 中，小心旋开分液漏斗活塞，使磷酸滴入反应瓶 5 中，并留少许磷酸在漏斗中起液封作用，关闭活塞。打开反应瓶下面的小电炉，调节电压使电炉丝呈暗红色，慢慢低温加热使反应瓶中的液体至

沸,并加热微沸 5 min,关闭电炉,并继续通气 10 min。加热和通气过程滴定池中的溶液蓝色开始褪色,立即用氢氧化钾-乙醇标准滴定溶液(5.19.1)跟踪滴定,使滴定池中溶液的颜色与参比溶液的颜色基本一致,终点时滴定池中的颜色与参比溶液的颜色相同( $V_4$ )。

同时进行空白试验。除不加入试料之外,采用完全相同的分析步骤,取相同量的试剂进行试验( $V_3$ )。

#### 8.2.4 试样中三氧化硫含量的测定

水泥及熟料中三氧化硫含量( $w_1$  和  $w_2$ )的测定按 GB/T 176 分析步骤进行。

石膏中三氧化硫含量( $w_3$ )的测定按 GB/T 5484 分析步骤进行。

### 8.3 结果的计算

#### 8.3.1 盐酸溶液选择溶解后不溶渣含量的计算

盐酸溶液选择溶解后水泥中不溶渣的含量( $R_1$ )和掺入水泥的火山灰质混合材料或粉煤灰中不溶渣的含量( $R_2$ )以及硅酸盐水泥(P·I)中不溶渣的含量( $R_3$ )均按式(2)计算:

$$\text{盐酸溶液选择溶解后不溶渣的含量} = \frac{m_3 - m_2}{m_4} \times 100 \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:

$m_2$ ——玻璃砂芯漏斗的质量,单位为克(g);

$m_3$ ——烘干后的玻璃砂芯漏斗和不溶渣的质量,单位为克(g);

$m_4$ ——试料的质量,单位为克(g)。

#### 8.3.2 EDTA 溶液选择溶解后不溶渣含量的计算

EDTA 溶液选择溶解后水泥中不溶渣的含量( $R_4$ )、掺入水泥的矿渣中不溶渣的含量( $R_5$ )以及硅酸盐水泥(P·I)中不溶渣的含量( $R_6$ )均按式(3)计算:

$$\text{EDTA 溶液选择溶解后不溶渣的含量} = \frac{m_6 - m_5}{m_7} \times 100 \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中:

$m_5$ ——玻璃砂芯漏斗的质量,单位为克(g);

$m_6$ ——烘干后的玻璃砂芯漏斗和不溶渣的质量,单位为克(g);

$m_7$ ——试料的质量,单位为克(g)。

#### 8.3.3 二氧化碳含量的计算

##### 8.3.3.1 碱石棉吸收重量法二氧化碳的含量( $D_1$ )按式(4)计算:

$$D_1 = \frac{m_8 + m_9 - m_0}{m_{10}} \times 100 \quad \dots\dots\dots(4)$$

式中:

$D_1$ ——水泥中二氧化碳的质量分数,%;

$m_8$ ——吸收后 U 形管 11 增加的质量,单位为克(g);

$m_9$ ——吸收后 U 形管 12 增加的质量,单位为克(g);

$m_{10}$ ——试料的质量,单位为克(g);

$m_0$ ——空白试验值,单位为克(g)。

如果试样中碳酸盐含量较高,应按比例适当减少称取试样量。

##### 8.3.3.2 氢氧化钾-乙醇滴定容量法二氧化碳的含量( $D_1$ )按式(5)计算:

$$D_1 = \frac{T_{\text{CO}_2} \times (V_4 - V_3)}{m_{11} \times 1\,000} \times 100 \quad \dots\dots\dots(5)$$

式中:

$D_1$ ——水泥中二氧化碳的质量分数,%;

- $T_{CO_2}$ ——氢氧化钾-乙醇标准滴定溶液对二氧化碳的滴定度,单位为毫克每毫升(mg/mL);
- $V_4$ ——滴定时消耗氢氧化钾-乙醇标准滴定溶液的体积,单位为毫升(mL);
- $V_3$ ——空白试验消耗氢氧化钾-乙醇标准滴定溶液的体积,单位为毫升(mL);
- $m_{11}$ ——试料的质量,单位为克(g)。

如果试样中碳酸盐含量较高,应按比例适当减少称取试样量。

8.3.4 硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥组分含量的计算(基准法)

8.3.4.1 水泥中火山灰质混合材料或粉煤灰组分的含量(P)按式(6)计算:

$$P = \frac{R_1 - R_3}{R_2 - R_3} \times 100 \quad \dots\dots\dots(6)$$

式中:

- $P$ ——水泥中火山灰质混合材料或粉煤灰组分的质量分数,%;
- $R_1$ ——盐酸溶液选择溶解后水泥中不溶渣的质量分数,%;
- $R_2$ ——盐酸溶液选择溶解后火山灰质混合材料或粉煤灰中不溶渣的质量分数,%;
- $R_3$ ——盐酸溶液选择溶解后硅酸盐水泥(P·I)中不溶渣的质量分数,%。

8.3.4.2 水泥中矿渣组分的含量(S)按式(7)计算:

$$S = \frac{R_4 - R_6}{R_5 - R_6} \times 100 - P \quad \dots\dots\dots(7)$$

式中:

- $S$ ——水泥中矿渣组分的质量分数,%;
- $R_4$ ——EDTA 溶液选择溶解后水泥中不溶渣的质量分数,%;
- $R_5$ ——EDTA 溶液选择溶解后矿渣中不溶渣的质量分数,%;
- $R_6$ ——EDTA 溶液选择溶解后硅酸盐水泥(P·I)中不溶渣含量的质量分数,%;
- $P$ ——水泥中火山灰质混合材料或粉煤灰组分的质量分数,%。

8.3.4.3 水泥中石灰石组分的含量(D)按式(8)计算:

$$D = 2.274 \times D_1 - 1.00 \quad \dots\dots\dots(8)$$

式中:

- $D$ ——水泥中石灰石组分的质量分数,%;
- $D_1$ ——水泥中二氧化碳的质量分数,%;
- 2.274——二氧化碳对碳酸钙的换算因数;
- 1.00——校正系数。

8.3.4.4 水泥中石膏组分的含量(G)按式(9)计算:

$$G = \frac{w_1 - w_2}{w_3} \times 100 \quad \dots\dots\dots(9)$$

式中:

- $G$ ——水泥中石膏组分的质量分数,%;
- $w_1$ ——水泥中三氧化硫的质量分数,%;
- $w_2$ ——熟料中三氧化硫的质量分数,%;
- $w_3$ ——石膏中三氧化硫的质量分数,%。

8.3.4.5 水泥中熟料组分的含量(C)按式(10)计算:

$$C = 100 - P - S - D - G \quad \dots\dots\dots(10)$$

式中:

- $C$ ——水泥中熟料组分的质量分数,%;
- $P$ ——水泥中火山灰质混合材料或粉煤灰组分的质量分数,%;
- $S$ ——水泥中矿渣组分的质量分数,%;

$D$ ——水泥中石灰石组分的质量分数，%；

$G$ ——水泥中石膏组分的质量分数，%。

### 8.3.5 硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥组分含量的计算(代用法)

#### 8.3.5.1 水泥中火山灰质混合材料或粉煤灰组分的含量( $P$ )的计算

回转窑煅烧的熟料,按式(11)计算:

$$P = 1.07 \times R_1 - 1.09 \quad \dots\dots\dots(11)$$

立窑煅烧的熟料,按式(12)计算:

$$P = 1.08 \times R_1 - 1.84 \quad \dots\dots\dots(12)$$

式中:

$P$ ——水泥中火山灰质混合材料或粉煤灰组分的质量分数，%；

$R_1$ ——盐酸溶液选择溶解后水泥中不溶渣的质量分数，%；

1.07, 1.09, 1.08, 1.84——校正系数。

#### 8.3.5.2 水泥中矿渣组分含量( $S$ )的计算

回转窑煅烧的熟料,按式(13)计算:

$$S = 1.07 \times R_4 - P - 2.36 \quad \dots\dots\dots(13)$$

立窑煅烧的熟料,按式(14)计算:

$$S = 1.09 \times R_4 - P - 4.15 \quad \dots\dots\dots(14)$$

式中:

$S$ ——水泥中矿渣组分的质量分数，%；

$R_4$ ——EDTA 溶液选择溶解后水泥中不溶渣的质量分数，%；

$P$ ——水泥中火山灰质混合材料或粉煤灰组分的质量分数，%；

1.07, 2.36, 1.09, 4.15——校正系数。

#### 8.3.5.3 水泥中石膏组分的含量( $G_1$ )以半水石膏( $\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$ )计,按式(15)计算:

$$G_1 = 1.81 \times w_1 \quad \dots\dots\dots(15)$$

式中:

$G_1$ ——水泥中石膏组分( $\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$ )的质量分数，%；

$w_1$ ——水泥中三氧化硫的质量分数，%；

1.81——三氧化硫对( $\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$ )的换算因数。

## 9 矿渣硅酸盐水泥中组分含量的测定

### 9.1 分析步骤

#### 9.1.1 用盐酸溶液选择溶解后不溶渣含量的测定

按 8.2.1 步骤进行,基准法用盐酸溶液选择溶解法分别测定水泥和掺入水泥的火山灰质混合材料或粉煤灰、矿渣以及硅酸盐水泥(P·I)中不溶渣的含量;代用法用盐酸溶液选择溶解法测定水泥中不溶渣的含量。

#### 9.1.2 用 EDTA 溶液选择溶解后不溶渣含量的测定

按 8.2.2 步骤,基准法用 EDTA 溶液选择溶解法分别测定水泥和掺入水泥的矿渣、火山灰质混合材料或粉煤灰以及硅酸盐水泥(P·I)中不溶渣的含量;代用法用 EDTA 溶液选择溶解法分别测定水泥和掺入水泥的矿渣中不溶渣的含量。

### 9.2 结果的计算

#### 9.2.1 盐酸溶液选择溶解后不溶渣含量的计算

盐酸溶液选择溶解后矿渣硅酸盐水泥中不溶渣的含量( $R_7$ )、掺入水泥的火山灰质混合材料或粉煤灰中不溶渣的含量( $R_2$ )、矿渣中不溶渣的含量( $R_8$ )以及硅酸盐水泥(P·I)中不溶渣的含量( $R_3$ )均按

式(2)计算。

9.2.2 EDTA 溶液选择溶解后不溶渣含量的计算

EDTA 溶液选择溶解后矿渣硅酸盐水泥中不溶渣的含量( $R_9$ )、掺入水泥的矿渣中不溶渣的含量( $R_5$ )、火山灰质混合材料或粉煤灰中不溶渣的含量( $R_{10}$ )以及硅酸盐水泥(P·I)中不溶渣的含量( $R_6$ )均按式(3)计算。

9.2.3 矿渣硅酸盐水泥中组分含量的计算(基准法)

9.2.3.1 矿渣硅酸盐水泥中火山灰质混合材料或粉煤灰组分含量( $P$ )按式(16)计算:

$$P = \frac{(R_7 - R_3)(R_5 - R_6) - (R_8 - R_3)(R_9 - R_6)}{(R_2 - R_3)(R_5 - R_6) - (R_8 - R_3)(R_{10} - R_6)} \times 100 \dots\dots\dots(16)$$

式中:

- $P$ ——矿渣硅酸盐水泥中火山灰质混合材料或粉煤灰组分的质量分数, %;
- $R_2$ ——盐酸溶液选择溶解后火山灰质混合材料或粉煤灰中不溶渣的质量分数, %;
- $R_3$ ——盐酸选择溶解后硅酸盐水泥(P·I)中不溶渣的质量分数, %;
- $R_5$ ——EDTA 溶液选择溶解后矿渣中不溶渣的质量分数, %;
- $R_6$ ——EDTA 溶液选择溶解后硅酸盐水泥(P·I)中不溶渣的质量分数, %;
- $R_7$ ——盐酸溶液选择溶解后矿渣硅酸盐水泥中不溶渣的质量分数, %;
- $R_8$ ——盐酸溶液选择溶解后矿渣中不溶渣的质量分数, %;
- $R_9$ ——EDTA 溶液选择溶解后矿渣硅酸盐水泥中不溶渣的质量分数, %;
- $R_{10}$ ——EDTA 溶液选择溶解后火山灰质混合材料或粉煤灰中不溶渣的质量分数, %。

9.2.3.2 矿渣硅酸盐水泥中矿渣组分的含量按式(17)计算:

$$S = \frac{R_9 - R_6}{R_5 - R_6} \times 100 - P \dots\dots\dots(17)$$

式中:

- $S$ ——矿渣硅酸盐水泥中矿渣组分的质量分数, %;
- $R_5$ ——EDTA 溶液选择溶解后矿渣中不溶渣的质量分数, %;
- $R_6$ ——EDTA 溶液选择溶解后硅酸盐水泥(P·I)中不溶渣的质量分数, %;
- $R_9$ ——EDTA 溶液选择溶解后矿渣硅酸盐水泥中不溶渣的质量分数, %;
- $P$ ——矿渣硅酸盐水泥中火山灰质混合材料或粉煤灰组分的质量分数, %。

9.2.4 矿渣硅酸盐水泥中组分含量的计算(代用法)

9.2.4.1 矿渣硅酸盐水泥中火山灰质混合材料或粉煤灰组分含量( $P$ )的计算

回转窑煅烧的熟料,按式(18)计算:

$$P = 1.07 \times R_7 - 1.09 \dots\dots\dots(18)$$

立窑煅烧的熟料,按式(19)计算:

$$P = 1.08 \times R_7 - 1.84 \dots\dots\dots(19)$$

式中:

- $P$ ——矿渣硅酸盐水泥中火山灰质混合材料或粉煤灰组分的质量分数, %;
- $R_7$ ——盐酸溶液选择溶解后矿渣硅酸盐水泥中不溶渣的质量分数, %;

1.07, 1.09, 1.08, 1.84——校正系数。

9.2.4.2 矿渣硅酸盐水泥中矿渣组分含量( $S$ )的计算

回转窑煅烧的熟料,按式(20)计算:

$$S = \frac{R_9 - 2.20}{R_5 - 2.20} \times 100 - P \dots\dots\dots(20)$$

立窑煅烧的熟料,按式(21)计算:

$$S = \frac{R_9 - 3.80}{R_5 - 3.80} \times 100 - P \quad \dots\dots\dots(21)$$

式中:

$S$ ——矿渣硅酸盐水泥中矿渣组分的质量分数, %;

$R_5$ ——EDTA 溶液选择溶解后矿渣中不溶渣的质量分数, %;

$R_9$ ——EDTA 溶液选择溶解后矿渣硅酸盐水泥中不溶渣的质量分数, %;

$P$ ——矿渣硅酸盐水泥中火山灰质混合材料或粉煤灰组分的质量分数, %;

2.20, 3.80——校正系数。

### 9.3 矿渣硅酸盐水泥中石灰石组分含量和石膏组分含量的测定

矿渣硅酸盐水泥中石灰石组分含量和石膏组分含量的测定按第 8 章进行。

## 10 火山灰质硅酸盐水泥或粉煤灰硅酸盐水泥中组分含量的测定

### 10.1 分析步骤

按 8.2.1 步骤进行, 基准法用盐酸溶液选择溶解法分别测定水泥和掺入水泥的火山灰质混合材料或粉煤灰以及硅酸盐水泥(P·I)中不溶渣的含量; 代用法用盐酸溶液选择溶解法分别测定水泥和掺入水泥的火山灰质混合材料或粉煤灰中不溶渣的含量。

### 10.2 结果的计算

#### 10.2.1 盐酸溶液选择溶解后不溶渣含量的计算

盐酸溶液选择溶解后火山灰质硅酸盐水泥或粉煤灰硅酸盐水泥的不溶渣含量( $R_{11}$ )、掺入水泥的火山灰质混合材料或粉煤灰中的不溶渣含量( $R_2$ )以及硅酸盐水泥(P·I)中不溶渣的含量( $R_3$ )均按式(2)计算。

#### 10.2.2 火山灰质硅酸盐水泥或粉煤灰硅酸盐水泥中组分含量的计算(基准法)

火山灰质硅酸盐水泥或粉煤灰硅酸盐水泥中火山灰质混合材料或粉煤灰组分含量( $P$ )按式(22)计算:

$$P = \frac{R_{11} - R_3}{R_2 - R_3} \times 100 \quad \dots\dots\dots(22)$$

式中:

$P$ ——火山灰质硅酸盐水泥或粉煤灰硅酸盐水泥中火山灰质混合材料或粉煤灰组分的质量分数, %;

$R_2$ ——盐酸溶液选择溶解后火山灰质混合材料或粉煤灰中不溶渣的质量分数, %;

$R_3$ ——盐酸溶液选择溶解后硅酸盐水泥(P·I)中不溶渣的质量分数, %;

$R_{11}$ ——盐酸溶液选择溶解后火山灰质硅酸盐水泥或粉煤灰硅酸盐水泥中不溶渣的质量分数, %。

#### 10.2.3 火山灰质硅酸盐水泥或粉煤灰硅酸盐水泥中组分含量的计算(代用法)

火山灰质硅酸盐水泥或粉煤灰硅酸盐水泥中火山灰质或粉煤灰组分含量的计算

回转窑煅烧的熟料, 按式(23)计算:

$$P = \frac{R_{11} - 1.01}{R_2 - 1.01} \times 100 \quad \dots\dots\dots(23)$$

立窑煅烧的熟料, 按式(24)计算:

$$P = \frac{R_{11} - 1.70}{R_2 - 1.70} \times 100 \quad \dots\dots\dots(24)$$

式中:

$P$ ——火山灰质硅酸盐水泥或粉煤灰硅酸盐水泥中火山灰质混合材料或粉煤灰组分的质量分数, %;

$R_2$ ——盐酸溶液选择溶解后火山灰质混合材料或粉煤灰中不溶渣的质量分数, %;



$R_{11}$ ——盐酸溶液选择溶解后火山灰质硅酸盐水泥或粉煤灰硅酸盐水泥中不溶渣的质量分数, %;

1.01, 1.70——校正系数。

### 10.3 火山灰质硅酸盐水泥或粉煤灰硅酸盐水泥中石膏组分含量的测定

火山灰质硅酸盐水泥或粉煤灰硅酸盐水泥中石膏组分含量的测定按第 8 章进行。

## 11 复合硅酸盐水泥中组分含量的测定

### 11.1 分析步骤

#### 11.1.1 用盐酸溶液选择溶解后不溶渣含量的测定

按 8.2.1 步骤进行, 基准法用盐酸溶液选择溶解法分别测定水泥和掺入水泥的火山灰质混合材料或粉煤灰、石灰石以及硅酸盐水泥(P·I)中不溶渣的含量; 代用法用盐酸溶液选择溶解法分别测定水泥和掺入水泥的火山灰质混合材料或粉煤灰中不溶渣的含量。

#### 11.1.2 用 EDTA 溶液选择溶解后不溶渣含量的测定

按 8.2.2 步骤进行, 基准法用 EDTA 溶液选择溶解法分别测定水泥和掺入水泥的火山灰质混合材料或粉煤灰、矿渣、石灰石以及硅酸盐水泥(P·I)中不溶渣的含量; 代用法用 EDTA 溶液选择溶解法分别测定水泥和掺入水泥的火山灰质混合材料或粉煤灰、矿渣中不溶渣的含量。

#### 11.1.3 二氧化碳含量的测定

按 8.2.3 步骤测定复合硅酸盐水泥以及掺入水泥的石灰石中二氧化碳的含量。测定石灰石中二氧化碳的含量时, 称取试样量改为约 0.1 g。

### 11.2 结果的计算

#### 11.2.1 盐酸溶液选择溶解后不溶渣含量的计算

用盐酸溶液选择溶解后复合硅酸盐水泥中不溶渣的含量( $R_{12}$ )、掺入水泥的火山灰质混合材料或粉煤灰中不溶渣的含量( $R_2$ )、石灰石中不溶渣的含量( $R_{13}$ )以及硅酸盐水泥(P·I)中不溶渣的含量( $R_3$ )均按式(2)计算。

#### 11.2.2 EDTA 溶液选择溶解后不溶渣含量的计算

用 EDTA 溶液选择溶解后复合硅酸盐水泥中不溶渣的含量( $R_{14}$ )、掺入水泥的火山灰质混合材料或粉煤灰中不溶渣的含量( $R_{10}$ )、矿渣不溶渣的含量( $R_5$ )、石灰石中不溶渣的含量( $R_{15}$ )以及硅酸盐水泥(P·I)中不溶渣的含量( $R_6$ )均按式(3)计算。

#### 11.2.3 二氧化碳含量的计算

复合硅酸盐水泥中二氧化碳含量( $D_1$ )以及掺入水泥的石灰石中二氧化碳含量( $D_2$ )按 8.3.3 计算。

#### 11.2.4 复合硅酸盐水泥中组分含量的计算(基准法)

##### 11.2.4.1 复合硅酸盐水泥中火山灰质混合材料或粉煤灰组分含量( $P$ )按式(25)计算:

$$P = \frac{R_{12} - (R_{13} - R_3) \times D - R_3}{R_2 - R_3} \times 100 \quad \dots\dots\dots(25)$$

式中:

$P$ ——复合硅酸盐水泥中火山灰质混合材料或粉煤灰组分的质量分数, %;

$R_2$ ——盐酸溶液选择溶解后火山灰质混合材料或粉煤灰中不溶渣的质量分数, %;

$R_3$ ——盐酸溶液选择溶解后硅酸盐水泥(P·I)中不溶渣的质量分数, %;

$R_{12}$ ——盐酸溶液选择溶解后复合硅酸盐水泥中不溶渣的质量分数, %;

$R_{13}$ ——盐酸溶液选择溶解后石灰石中不溶渣的质量分数, %;

$D$ ——复合硅酸盐水泥中石灰石组分的质量分数, %。

##### 11.2.4.2 复合硅酸盐水泥中矿渣组分含量( $S$ )按式(26)计算:

$$S = \frac{R_{14} - (R_{10} - R_6) \times P - (R_{15} - R_6) \times D - R_6}{R_5 - R_6} \times 100 \quad \dots\dots\dots(26)$$

式中:

- S——复合硅酸盐水泥中矿渣组分的质量分数, %;
- R<sub>5</sub>——EDTA 溶液选择溶解后矿渣中不溶渣的质量分数, %;
- R<sub>6</sub>——EDTA 溶液选择溶解后硅酸盐水泥(P·I)中不溶渣的质量分数, %;
- R<sub>10</sub>——EDTA 溶液选择溶解后火山灰质或粉煤灰中不溶渣的质量分数, %;
- R<sub>14</sub>——EDTA 溶液选择溶解后复合硅酸盐水泥中不溶渣的质量分数, %;
- R<sub>15</sub>——EDTA 溶液选择溶解后石灰石中不溶渣的质量分数, %;
- P——复合硅酸盐水泥中火山灰质混合材料或粉煤灰组分的质量分数, %;
- D——复合硅酸盐水泥中石灰石组分的质量分数, %。

11.2.4.3 复合硅酸盐水泥中石灰石组分的含量(D)按式(27)计算:

$$D = \frac{D_1 - 0.44}{D_2 - 0.44} \times 100 \quad \dots\dots\dots(27)$$

式中:

- D——复合硅酸盐水泥中石灰石组分的质量分数, %;
- D<sub>1</sub>——复合硅酸盐水泥中二氧化碳的质量分数, %;
- D<sub>2</sub>——石灰石中二氧化碳的质量分数, %;
- 0.44——校正系数。

11.2.5 复合硅酸盐水泥中组分含量的计算(代用法)

11.2.5.1 复合硅酸盐水泥中火山灰质或粉煤灰组分含量的计算

回转窑煅烧的熟料,按式(28)计算:

$$P = \frac{R_{12} - 1.01}{R_2 - 1.01} \times 100 \quad \dots\dots\dots(28)$$

立窑煅烧的熟料,按式(29)计算:

$$P = \frac{R_{12} - 1.70}{R_2 - 1.70} \times 100 \quad \dots\dots\dots(29)$$

式中:

- P——复合硅酸盐水泥中火山灰质混合材料或粉煤灰组分的质量分数, %;
- R<sub>2</sub>——盐酸溶液选择溶解后火山灰质混合材料或粉煤灰中不溶渣的质量分数, %;
- R<sub>12</sub>——盐酸溶液选择溶解后复合硅酸盐水泥中不溶渣的质量分数, %;

1.01, 1.70——校正系数。

11.2.5.2 复合硅酸盐水泥中矿渣组分含量的计算

回转窑煅烧的熟料,按式(30)计算:

$$S = \frac{R_{14} - (R_{10} - 2.20) \times P - 2.20}{R_5 - 2.20} \times 100 \quad \dots\dots\dots(30)$$

立窑煅烧的熟料,按式(31)计算:

$$S = \frac{R_{14} - (R_{10} - 3.80) \times P - 3.80}{R_5 - 3.80} \times 100 \quad \dots\dots\dots(31)$$

式中:

- S——火山灰质硅酸盐水泥或粉煤灰硅酸盐水泥中矿渣组分的质量分数, %;
- R<sub>5</sub>——EDTA 溶液选择溶解后矿渣中不溶渣的质量分数, %;
- R<sub>10</sub>——EDTA 溶液选择溶解后火山灰质或粉煤灰中不溶渣的质量分数, %;
- R<sub>14</sub>——EDTA 溶液选择溶解后复合硅酸盐水泥中不溶渣的质量分数, %;
- P——复合硅酸盐水泥中火山灰质混合材料或粉煤灰组分的质量分数, %;

2.20, 3.80——校正系数。

11.2.5.3 复合硅酸盐水泥中石灰石组分的含量(D)按式(32)计算:

$$D = 2.274 \times D_1 - 1.00 \dots\dots\dots(32)$$

式中:

D——水泥中石灰石组分的质量分数, %;

D<sub>1</sub>——水泥中二氧化碳的质量分数, %;

2.274——二氧化碳对碳酸钙的换算因数;

1.00——校正系数。

11.3 复合硅酸盐水泥中石膏组分含量的测定

复合硅酸盐水泥中石膏组分含量的测定按第8章进行。

12 允许差

本标准所列允许差为绝对偏差,以质量分数表示。

同一试验室的允许差是指:同一分析试验室的同一分析人员(或两个分析人员),采用本标准方法分析同一试样时,两次分析结果之差应符合的允许差规定。如超出允许范围,应在短时间内进行第三次测定(或第三者的测定),测定结果与前两次或任一次分析结果之差值符合允许差规定时,则取其平均值,否则,应查找原因,重新按上述规定进行分析。

不同试验室的允许差是指:两个试验室采用本标准方法对同一试样各自进行分析时,所得分析结果的平均值之差应符合的允许差规定。如有争议时,将样品送省级及省级以上国家认可的质量监督检验机构进行仲裁分析,以仲裁单位报出的结果为准。

水泥中各种混合材料含量测定结果的允许差见表3。

表3 水泥中各种混合材料含量测定结果的允许差

混合材料种类	组分含量范围/%	同一试验室的允许差/%	不同试验室的允许差/%
矿渣组分	≤20	0.8	1.2
	>20	1.0	2.0
火山灰质混合材料 或粉煤灰组分	≤20	0.8	1.0
	>20	1.0	1.5
石灰石组分	≤10	0.5	0.8
	>10	0.8	1.0

中华人民共和国  
国家标准  
水泥组分的定量测定  
GB/T 12960—2007

\*

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](http://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 1/16 印张 1.5 字数 35 千字  
2007年6月第一版 2007年6月第一次印刷

\*



GB/T 12960-2007

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