

中华人民共和国国家标准

GB/T 43872—2024

水泥氯离子固化率检测方法

Test methods for determining the immobilization ratio of chloride in cement

2024-04-25发布

2024-11-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会

发布

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国建筑材料联合会提出。

本文件由全国水泥标准化技术委员会(SAC/TC184) 归口。

本文件起草单位：中国建筑材料科学研究总院有限公司、重庆建工第一市政工程有限公司、山东建业工程科技有限公司、中交二公局第四工程有限公司、中国石油集团工程研究院有限公司、河南交院工程技术集团有限公司、山东建科建筑材料有限公司、葛洲坝新疆试验检测有限公司、中交第二航务工程局有限公司、中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司、中建新疆建工(集团)有限公司、北京中建建筑科学研究院有限公司、南通市建筑工程质量检测中心、广西昇龙工程勘察设计检测有限公司、北京建工新型建材有限责任公司、北京工业大学、西南石油大学、新疆建设工程质量安全检测中心(有限责任公司)、珠江水利委员会珠江水利科学研究院、东莞市建设工程检测中心有限公司、北京筑之杰建筑工程检测有限责任公司、江西省水利科学院、中油(新疆)石油工程有限公司、健研检测集团有限公司、河北工业大学、中铁十六局集团有限公司、山东省高速养护集团有限公司、中交二公局第三工程有限公司、中国葛洲坝集团水泥有限公司、中建一局集团第五建筑有限公司、宁波市新海建设工程材料测试有限公司、中国建筑第五工程局有限公司、上海建科检验有限公司、中铁二十三局集团有限公司、山东华鉴工程检测有限公司、中建二局第三建筑工程有限公司、福建省永正工程质量检测有限公司、华邦信尔达科技检测有限公司、中铁上海工程局集团有限公司、中冶检测认证有限公司、江山市何家山水泥有限公司、四川中核艾瑞特工程检测有限公司、苏州市相城检测股份有限公司、中鑫建设集团有限公司、中大智能科技股份有限公司、瑞洲建设集团有限公司、国投工程检验检测有限公司、山西省交通建设工程质量检测中心(有限公司)、福州铁建工程质量检测有限公司、中国水利水电第一工程局有限公司、山东省交通科学研究院、杭州斯曼特建材科技有限公司、山东三方联检检测技术有限公司、中建一局集团第三建筑有限公司、中铁六局集团北京铁路建设有限公司、中建三局集团(深圳)有限公司、四川建筑职业技术学院、中建西部建设贵州有限公司、甘肃恒路交通勘察设计院有限公司、北京耐尔得智能科技有限公司、河北科析仪器设备有限公司、临沂市政集团有限公司、广西建宏工程科技有限公司、舜元建设(集团)有限公司、山东滕建建设集团有限公司、山西建筑工程集团有限公司、陕西建工集团混凝土有限公司、南昌市建筑科学研究所(南昌市建筑工程质量检测中心)、北京金隅琉水环保科技有限公司、宁波工程学院、枣庄华夏建筑工程有限公司。

本文件主要起草人：张金山、王昕、刘继伟、程世龙、张树立、李刚、李晓刚、刘晨、郑旭、刘润喜、靳建洲、蔡贵生、张鸿飞、徐伟峰、殷祥男、沈军、胡海峰、郭蕾、黄晓涛、潘美晨、杜勇、陈红奎、李平、郝铁桥、秦春山、毕亚丽、胡炜、吴文博、贺晶晶、于永金、崔素萍、王剑锋、元小库、颜丹、周健、陈飞翔、唐太、李昕、胡志刚、金海军、孔凡敏、李明、齐奉忠、陆小军、马淮北、罗小进、丁政良、刘浩、李涛、王永超、黄清林、林均榕、伍飞才、郑健、邹兴芳、杨莉荣、刘嘉茵、汤德芸、顾嘉赞、张滨、李颖、李新星、任士朴、谢坤明、晁鹏飞、韩友强、陈浩、杨玉婷、王京、谭振海、张成杰、韩之江、宿静、王兴照、江锦棕、王选峰、刘帅、邵玉、梅晓丽、郑永超、徐晓云、胡天翔、李全忠、李光均、郑钟奕、赵军、李伟、徐敏、孙圣、汪庆豪、柳玉强、周明凯、张会芝、王勇、李海峰、梁贤浩、胡驰、程永志、巨高权、沈玉、林喜华、班录江、宋尚霖、高宏刚、田宝华、王义春、田玉龙、文川、赵强、郑友猛、夏雷、王军、梁世荣、冯新兆、黄晓良、聂青、王增强、董光彬、荆靖、孙军红、陈芳、周永门、王文茹、孙强、张卉伊、李亭亭、伍劲松、邹斌、徐力平、温小栋、冯蕾、桑红山、狄立榆。

水泥氯离子固化率检测方法

1 范围

本文件规定了氯离子固化率检测方法的试验基本要求、滤取法、平衡法、重复性和再现性。本文件适用于水泥氯离子固化率的检测。其中，滤取法作为基准法，平衡法作为代用法。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

- GB/T176 水泥化学分析方法
GB/T1346 水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法
GB/T 6003.1 试验筛 技术要求和检验 第1部分：金属丝编织网试验筛
GB/T 6682 分析实验室用水规格和试验方法
GB/T17671 水泥胶砂强度检验方法(ISO 法)
GB/T30435 电热干燥箱及电热鼓风干燥箱
JC/T 726 水泥胶砂试模
JC/T 729 水泥净浆搅拌机
JC/T 959 水泥胶砂试体养护箱
JGJ/T 322 混凝土中氯离子含量检测技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

自由氯离子 free chloride ion
存在于硬化水泥石孔隙溶液中的游离氯离子。

3.2

固化氯离子 binding chloride ion
与硬化水泥石水泥水化产物结合而不再游离于孔隙溶液中的氯离子。

3.3

总氯离子含量 total chloride ion content
硬化水泥石中自由氯离子与固化氯离子含量之和。

3.4

氯离子固化率 chloride ion immobilization ratio
硬化水泥石中固化氯离子含量占总氯离子含量的百分比。

4 试验的基本要求

4.1 仪器设备

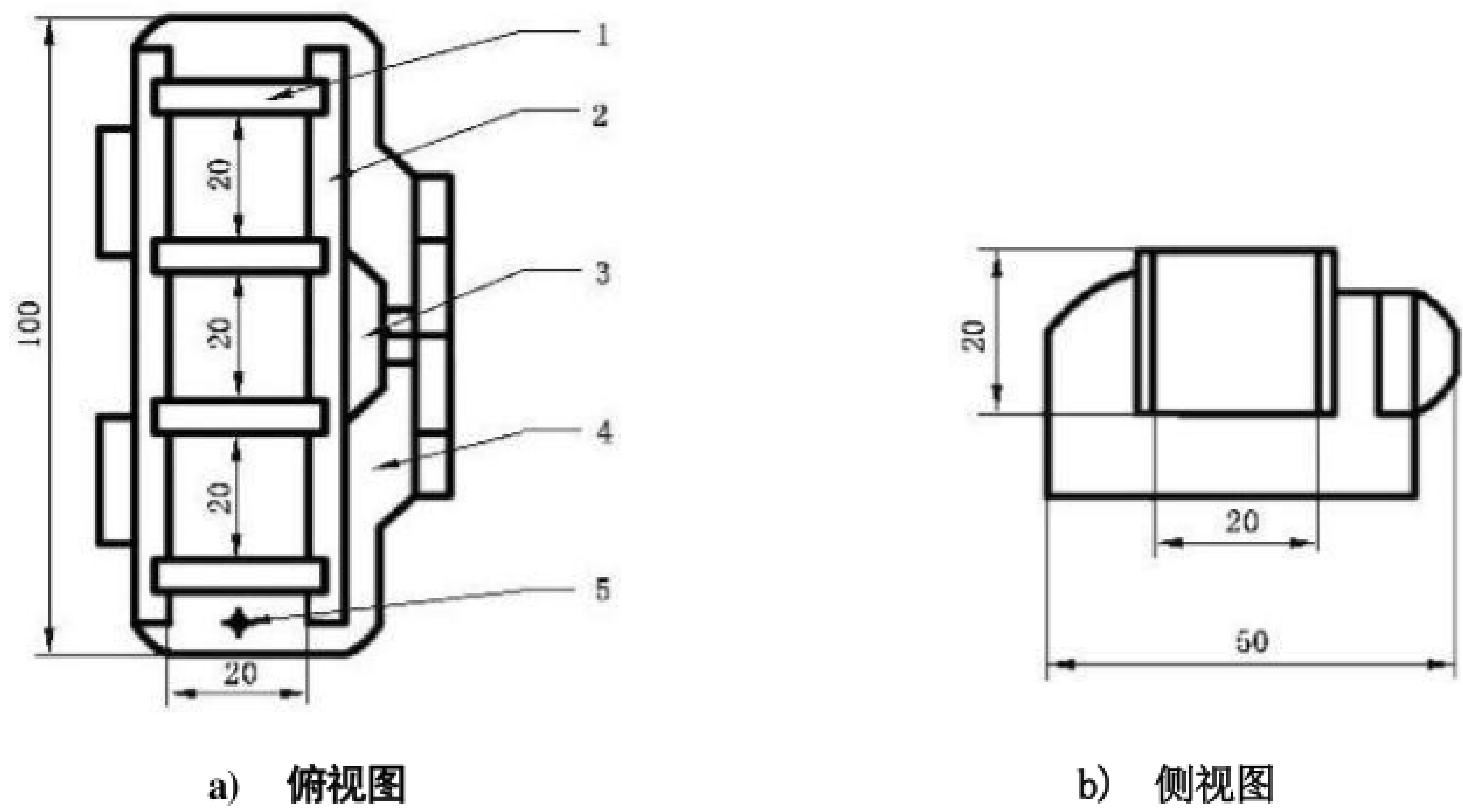
4.1.1 水泥净浆搅拌机

符合JC/T 729 的规定。

4.1.2 试模

符合JC/T726 相关规定。试模主要由隔板、端板、底板、紧固装置及定位销组成，试模结构示意图见图1,可成型三块20 mm×20 mm×20 mm 试体，并能拆卸。

单位为毫米



标引序号说明:

- 1——隔板;
- 2——端板;
- 3——紧固装置;
- 4——底座;
- 5——定位销。

图 1 试模结构示意图

4.1.3 天平

4.1.3.1 分析天平

量程不小于200 g，分度值不大于0.0001 g。

4.1.3.2 电子天平

量程不小于1000g，分度值不大于0.1 g。

4.1.4 养护箱

符合JC/T 959 的规定。

4.1.5 干燥箱

符合GB/T30435 的规定。

4.1.6 试验筛

试验中所用0.15 mm、0.50 mm 试验筛符合 GB/T 6003.1的要求。

4.1.7 滤纸

符合GB/T176 的规定。

4.1.8 抽滤装置

符合GB/T176 的规定。

4.1.9 塑料瓶

材质为 PE 或 PVC 的塑料瓶。

4.2 成型实验室条件

成型实验室温度应保持 $(20\pm2)^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不应低于50%。

成型实验室相对湿度在工作期间每天至少记录1次。

4.3 试验试剂

4.3.1 试验用水

符合GB/T 6682 规定的三级或以上级别的水。

4.3.2 滤取法用氯化钠溶液 $[c(\text{NaCl})=0.5\text{ mol/L}]$

将优级纯氯化钠置于干燥箱中在 $(105\pm5)^{\circ}\text{C}$ 下烘干至恒重，准确称取 $(29.2500\pm0.0001)\text{g}$ 氯化钠，置于200 mL 烧杯中加水溶解后，移入1000 mL 容量瓶中，用水稀释至刻度并摇匀。

4.3.3 氢氧化钙饱和溶液 $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$

每升氢氧化钙饱和溶液配制时，应准确称取不低于分析纯的氢氧化钙 $(1.65\pm0.01)\text{g}$ 置于烧杯中，加水溶解转移至1000 mL 容量瓶中，用水稀释至刻度并摇匀。

4.3.4 平衡法用氯化钠溶液 $[c(\text{NaCl})=0.5\text{ mol/L}]$

将优级纯的氯化钠置于干燥箱中在 $(105\pm5)^{\circ}\text{C}$ 下烘干至恒重，称取氯化钠 $(29.2500\pm0.0001)\text{g}$ 置于200 mL 烧杯中，移取150 mL 饱和氢氧化钙溶液摇匀，将氯化钠完全溶解后移入1000 mL 容量瓶中，再用氢氧化钙饱和溶液(4.3.3)稀释至刻度并摇匀。

4.3.5 硝酸银标准滴定溶液 $[c(\text{AgNO}_3)=0.01\text{ mol/L}]$

称取 $(1.6987\pm0.0001)\text{g}$ 已于 $(105\pm5)^{\circ}\text{C}$ 烘过2 h 的硝酸银(AgNO_3)，置于烧杯中，加水溶解后，移入1000 mL 容量瓶中，加水稀释至刻度，摇匀。贮存于棕色瓶中，避光保存。

5 滤取法(基准法)

5.1 方法概要

将水泥试件在标准条件下养护至一定龄期破碎后，置于一定浓度的氯化钠(NaCl) 溶液中密封养护至一定龄期，通过对样品中自由氯离子含量和总氯离子含量检测，计算表征水泥氯离子固化能力。

5.2 样品的制备

5.2.1 水泥净浆试体的制备

5.2.1.1 成型

准确称取水泥样品(300±1) g，水(120±1) mL 或(120±1) g，成型水灰比 W/C=0.40。按 GB/T1346 方法搅拌水泥净浆，并将浆体均匀地注入试模中，轻轻抬起试模一端约30 mm 自由下落振实10次，再轻轻抬起另一端30 mm 振实10次，然后刮平表面。

5.2.1.2 养护

按 GB/T17671 有关规定在标准条件下水中养护试体，龄期为28 d。养护龄期自水泥加水搅拌时算起。

5.2.2 待测样品的制备

5.2.2.1 将养护至龄期的试体破碎，并用试验筛筛取(0.15-0.50) mm 粒径的样品置于干燥箱中在(60±1)℃下烘干至恒重，称取(40.0±0.5) g 样品放入500 mL 烧杯中，注入400 mL 氯化钠溶液(4.2.4)，用保鲜膜将烧杯口密封，并在试验室中静置7 d。先用水洗涤快速滤纸或砂芯漏斗，然后将样品用快速滤纸或砂芯漏斗抽气过滤，过滤时冲洗样品的用水总量为50 mL。

5.2.2.2 将抽滤后的试样置于干燥箱中在(60±1)℃下烘干至恒重，然后用玛瑙研钵磨细，直至样品全部通过0.15 mm 试验筛。按GB/T176 有关规定将样品缩分至10 g，并充分混匀后放入洁净干燥的试样瓶中密封保存，作为待测样品。

5.3 氯离子含量的检测

5.3.1 总氯离子含量

准确称取待测样品(0.5000±0.0001) g，按 GB/T176 中规定检测总氯离子含量(P₀)。

5.3.2 自由氯离子含量

准确称取余下的待测样品(0.5000±0.0001) g，按JGJ/T 322规定检测自由氯离子含量(P₁)，硝酸银标准滴定溶液浓度为0.01 mol/L(4.3.5)。

5.3.3 检测结果的处理

样品氯离子含量检测，应以平行3次检测结果的平均值为最终检测结果。当3次检测数据中有1个超出平均值的±10%时，则应剔除后再取平均值为最终检测结果；当3个检测数据中有两个超出平均值的±10 %时，则需重新进行检测。

5.4 水泥氯离子固化率的计算

水泥氯离子固化率按公式(1)计算，结果保留至小数点后1位。

$$P = \frac{P_o - P_i}{P_o} \times 100$$

..... (1)

式中：

P ——水泥氯离子固化率，%；

P_o —— 样品中总氯离子含量，单位为毫克每克(mg/g)；

P_i—— 样品中自由氯离子含量，单位为毫克每克(mg/g)。

6 平衡法(代用法)

6.1 方法概要

将水泥试件于标准条件下养护至一定龄期后破碎，然后将其密闭浸于一定浓度的 NaCl 溶液中一定龄期，使浸泡液与水泥石孔隙液氯离子浓度达到平衡。通过检测平衡初始前后溶液中氯离子浓度变化，计算表征水泥氯离子固化能力。

6.2 样品的制备

6.2.1 水泥净浆试体的制备

6.2.1.1 成型

按5.2.1.1成型。

6.2.1.2 养护

按5.2.1.2养护。

6.2.2 待测样品的制备

6.2.2.1 将成型至龄期的试体破碎，并用试验筛筛取0.15 mm~0.50 mm 粒径样品(40.0±0.5)g 放入干燥箱中，在(60±1)℃下烘干至恒重。准确称取10.0 g 样品(m) 放入干燥的塑料瓶中，用移液管移取100 mL(Vn)NaCl 溶液(4.3.4)(co) 加入瓶中，并将其在(20±2)℃条件下密封静置7 d。然后，用移液管吸取10 mL 上部清液置于250 mL 锥形瓶中，注入90 mL 水摇匀作为待测溶液。

6.2.2.2 将瓶中样品按5.5.2.1方法过滤，置于干燥箱中在(60±1)℃下烘干至恒重后，磨细至全部经0.15 mm 试验筛，充分混匀后装入干燥洁净的试样瓶中密封，作为待测样品。

6.3 氯离子含量的检测

6.3.1 总氯离子含量

取6.2.2.1制备的待测溶液20 mL 置于250 mL 锥形瓶中，按JGJ/T322 检测待测溶液中氯离子浓度(c₁)。检测时硝酸银标准滴定溶液浓度为0.01 mol/L。溶液中氯离子浓度(c₁) 按公式(2)计算，结果保留至小数点后3位。

$$c_1 = \frac{c(\text{AgNO}_3) \times V_1}{V_2}$$

..... (2)

式中：

c₁ ——待测溶液中氯离子浓度，单位为摩尔每升(mol/L)；

c(AgNO₃) ——硝酸银标准滴定溶液的浓度，单位为摩尔每升(mol/L)；

V_1

——滴定时消耗硝酸银标准滴定溶液的体积，单位为毫升(mL);

V_2 ——滴定时所取待测溶液的体积，单位为毫升(mL)。

待测样品中氯离子固化量(S_1) 按公式(3) 计算，结果保留至小数点后3位。

$$S_1 = 35.45 \times V_0 \times \frac{c_0 - 10c_1}{m} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

S_1 —— 样品中氯离子固化量，单位为毫克每克(mg/g)；

V_0 ——NaCl 浸泡液的体积，单位为毫升(mL)；

c_0 。 ——浸泡液中氯离子初始浓度，单位为摩尔每升(mol/L)；

c_1 —— 待测液中氯离子浓度，单位为摩尔每升(mol/L)；

m ——浸泡液中试样的净重，单位为克(g)。

6.3.2 自由氯离子含量

准确称取6.2.2.1制备的待测样品(0.5000±0.0001)g, 按 JGJ/T 322 检测样品中自由氯离子含量 S_2 。

6.3.3 检测结果的处理

样品氯离子含量检测，应以平行3次检测结果的平均值为最终检测结果。当3次检测数据中有1个超出平均值的±10%时，则应剔除后再取平均值为最终检测结果；当3个检测数据中有2个超出平均值的±10%时，则需重新进行检测。

6.4 氯离子固化率的计算

水泥氯离子固化率(S) 按公式(4) 计算，结果保留至小数点后1位。

$$S = \frac{S_1}{S_1 + S_2} \times 100 \dots\dots\dots (4)$$

式中：

S ——水泥氯离子固化率，%；

S_1 —— 样品中氯离子固化量，单位为毫克每克(mg/g)；

S_2 ， ——样品中自由氯离子含量，单位为毫克每克(mg/g)。

7 重复性和再现性

7.1 重复性

在同一实验室、使用同一设备、同一人员操作条件下，在较短的时间内所获得的试验结果的相对误差不超过10%，

7.2 再现性

同一样品由不同实验室、不同操作人员在不同时间、不同设备所获得试验结果的相对误差不超过15%。

www.bzxz.net

免费标准下载网