



中华人民共和国国家标准

GB/T 176—2025

代替 GB/T 176—2017

水泥化学分析方法

Methods for chemical analysis of cement

2025-10-31 发布

2026-05-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言 V

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 2

 4.1 试验次数与要求 2

 4.2 质量、体积、滴定度和结果的表示 2

 4.3 允许差 2

 4.4 空白试验 2

 4.5 灼烧 2

 4.6 恒量 2

 4.7 检查氯离子的存在(硝酸银检验) 3

 4.8 检验方法的确认 3

 4.9 试剂 3

5 试样的制备 3

6 化学分析方法 3

 6.1 试剂和材料 3

 6.2 仪器和设备 26

 6.3 烧失量的测定——灼烧差减法 30

 6.4 矿渣硅酸盐水泥烧失量的测定——校正法(基准法) 31

 6.5 硫酸盐三氧化硫的测定——硫酸钡称量法(基准法) 32

 6.6 不溶物的测定——盐酸-氢氧化钠处理 33

 6.7 二氧化硅的测定——氯化铵称量法(基准法) 33

 6.8 三氧化二铁的测定——邻菲罗啉分光光度法(基准法) 35

 6.9 三氧化二铝的测定——EDTA 直接滴定铁铝含量(基准法) 36

 6.10 氧化钙的测定——EDTA 滴定法(基准法) 37

 6.11 氧化镁的测定——原子吸收分光光度法(基准法) 37

 6.12 二氧化钛的测定——二安替比林甲烷分光光度法(基准法) 38

 6.13 氯离子的测定——电位滴定法(基准法) 39

 6.14 氧化钾和氧化钠的测定(碱含量)——火焰光度法(基准法) 40

 6.15 硫化物的硫的测定——碘量法 41

 6.16 一氧化锰的测定——高碘酸钾氧化分光光度法(基准法) 42

 6.17 五氧化二磷的测定——磷钼蓝分光光度法(基准法) 43

6.18	二氧化碳的测定——碱石棉吸收称量法(基准法)	44
6.19	氧化锌的测定——原子吸收分光光度法	44
6.20	氟离子的测定——离子选择电极法(基准法)	45
6.21	水溶性碱含量的测定——火焰光度法	46
6.22	水泥碱度(pH 值)的测定——离子选择电极法	47
6.23	二氧化硅的测定——氟硅酸钾容量法(代用法)	47
6.24	三氧化二铁的测定——EDTA 直接滴定法(代用法)	48
6.25	三氧化二铁的测定——原子吸收分光光度法(代用法)	48
6.26	三氧化二铝的测定——EDTA 直接滴定法(代用法)	49
6.27	三氧化二铝的测定——硫酸铜返滴定法(代用法)	50
6.28	氧化钙的测定——氢氧化钠熔样-EDTA 滴定法(代用法)	50
6.29	氧化钙的测定——高锰酸钾滴定法(代用法)	51
6.30	氧化镁的测定——EDTA 滴定差减法(代用法)	52
6.31	硫酸盐中三氧化硫的测定——碘量法(代用法)	53
6.32	硫酸盐中三氧化硫的测定——库仑滴定法(代用法)	54
6.33	硫酸盐中三氧化硫的测定——离子交换法(代用法)	55
6.34	氯离子的测定——硫氰酸铵容量法(代用法)	56
6.35	氯离子的测定——离子色谱法(代用法)	56
6.36	氧化钾和氧化钠的测定(碱含量)——原子吸收分光光度法(代用法)	57
6.37	一氧化锰的测定——原子吸收分光光度法(代用法)	58
6.38	一氧化锰的测定——高锰酸钾滴定法(代用法)	58
6.39	五氧化二磷的测定——磷钒钼黄分光光度法(代用法)	59
6.40	二氧化碳的测定——红外分析法(代用法)	60
6.41	氟离子的测定——离子色谱法(代用法)	60
6.42	游离氧化钙的测定——甘油法(代用法)	61
6.43	游离氧化钙的测定——乙二醇法(代用法)	61
6.44	游离氧化钙的测定——乙二醇提取—EDTA 滴定法(代用法)	62
6.45	游离氧化钙的测定——电导法(代用法)	62
6.46	矿渣硅酸盐水泥烧失量的测定——校正法(代用法)	63
6.47	硅酸盐水泥生料中全硫的测定	64
6.48	水泥化学分析方法测定结果的允许差	64
7	X 射线荧光分析方法(代用法)	66
7.1	方法提要	66
7.2	试剂	66
7.3	仪器与设备	68
7.4	硫化物和卤化物存在时测定结果的换算和总分析结果的校正	69
7.5	熔片和压片的制备	71

7.6 校准和确认 73

7.7 结果的计算与表示 78

7.8 XRF 测定结果的允许差 79

8 电感耦合等离子体发射光谱法(代用法)..... 79

8.1 方法提要 79

8.2 试剂 80

8.3 仪器与设备 83

8.4 三氧化二铁、三氧化二铝、氧化镁、二氧化钛、氧化钾、氧化钠、一氧化锰、氧化锌、五氧化二磷的测定 83

8.5 硫酸盐三氧化硫的测定 84

8.6 二氧化硅的测定 85

8.7 ICP-OES 测定结果的允许差..... 85

附录 A (资料性) 电位滴定法测定氯离子时计量点的计算实例 87

附录 B (资料性) 离子色谱法碳酸盐淋洗液参考色谱条件及色谱图 88

附录 C (资料性) XRF 校准标准样品和监测用熔片和压片示例 89

附录 D (资料性) 推荐的 ICP-OES 和火焰原子吸收分光光度法使用波长和检出限 90

参考文献 91

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。

本文件代替 GB/T 176—2017《水泥化学分析方法》，与 GB/T 176—2017 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 更改了“重复性限”为“同一实验室允许差”；更改了“再现性限”为“不同实验室允许差”（见 4.3、6.48、7.8、8.7，2017 年版的 4.3、6.41、7.7、8.6）。
- b) 增加了水泥和熟料试样的制备要求和水泥生料试样的烘干要求（见第 5 章）。
- c) 更改了“硝酸铵溶液”为“硝酸-氨水混合溶液”（见 6.1.33、6.6.2、6.29.2，2017 年版的 6.1.33、6.6.2、6.26.2）。
- d) 更改了三氧化二铁的灼烧温度（见 6.1.78、7.2.1，2017 年版的 6.1.73、7.2.1）。
- e) 更改了烧失量的测定——灼烧差减法中“瓷坩埚”为“铂坩埚或瓷坩埚（有争议时以铂坩埚的结果为准）”（见 6.3.2，2017 年版的 6.3.2）。
- f) 更改了“重量法”为“称量法”（见 6.5、6.7、6.18，2017 年版的 6.5、6.7、6.18）。
- g) 增加了硫酸盐三氧化硫的测定——硫酸钡称量法（基准法）中溶液快速陈化方式，“或将烧杯置于 80 ℃ 超声波水浴装置中沉淀 10 min 并冷却至室温”（见 6.5）。
- h) 更改了“硫化物的测定——碘量法”为“硫化物的硫的测定——碘量法”（见 6.15，2017 年版的 6.15）。
- i) 更改了“氯离子的测定——电位滴定法（代用法）”为基准法；“氯离子的测定——硫氰酸铵容量法（基准法）”更改为代用法（见 6.13、6.34，2017 年版的 6.13、6.31）。
- j) 增加了一氧化锰的测定——高碘酸钾氧化分光光度法（基准法）酸分解试样（见 6.16.2.2）。
- k) 更改了五氧化二磷的测定——磷钼蓝分光光度法（基准法）试样分解方法，由浓盐酸、硫酸、氢氟酸分解试样后碳酸钠-硼砂混合熔剂熔融不溶渣更改为盐酸分解试样，控制溶液的酸度 (1.18 ± 0.10) mol/L，采用磷钼蓝分光光度法（见 6.17，2017 年版的 6.17）。
- l) 增加了氟离子的测定——离子选择电极法（基准法），氢氧化钠熔融试样，有争议时以氢氧化钠熔融试样为准（见 6.20.2.1）。
- m) 增加了水溶性碱含量的测定——火焰光度法（见 6.21）。
- n) 增加了水泥碱度（pH 值）的测定——离子选择电极法（见 6.22）。
- o) 更改了氯离子的测定——离子色谱法（代用法）中试样分解方法，“称取约 1 g 试样，加入 30 mL 水，搅拌使试样完全分散，在搅拌下加入 0.5 mL 硝酸”更改为“称取约 0.3 g 试样，加入 30 mL 水，搅拌使试样完全分散，在搅拌下加入 10 mL 硝酸（1+10）”（见 6.35.2，2017 年版的 6.32.2）。
- p) 增加了一氧化锰的测定——高锰酸钾滴定法（代用法）（见 6.38）。
- q) 增加了五氧化二磷的测定——磷钒钼黄分光光度法（代用法）（见 6.39）。
- r) 增加了二氧化碳的测定——红外分析法（代用法）（见 6.40）。
- s) 增加了氟离子的测定——离子色谱法（代用法）（见 6.41）。
- t) 增加了游离氧化钙的测定——电导法（代用法）（见 6.45）。
- u) 更改了对 X 射线荧光分析方法（XRF）的方法提要、试剂、校准和确认，增加了硫化物和卤化物

存在时测定结果的换算和总分析结果的校正(见第7章,2017年版的第7章)。

v) 增加了电感耦合等离子体发射光谱法(ICP-OES)测定二氧化硅(见8.6)。

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/TC 184)归口。

本文件起草单位:中国国检测试控股集团股份有限公司、安徽海螺水泥股份有限公司、依泰可(诸暨)智能装备有限公司、中国建材检验认证集团江苏有限公司、北京建业通工程检测技术有限公司、广东交科检测有限公司、中电建路桥集团有限公司、天山材料股份有限公司、贵州顺康检测股份有限公司、云南省建筑材料产品质量检验研究院、广东省广业检验检测集团有限公司、理学电企(上海)仪器有限公司、天津津贝尔建筑工程试验检测技术有限公司、天津中油渤星工程科技有限公司、遵义市产品质量检验检测院(遵义市综合检验检测中心)、北京金隅节能科技有限公司、招商新疆质量检测技术研究院有限公司、山东省产品质量检验研究院、四川峨胜水泥集团股份有限公司、布鲁克(北京)科技有限公司、内蒙古自治区产品质量检验研究院、冀东水泥铜川有限公司、黑龙江省建筑材料工业规划设计研究院、成都产品质量检验研究院有限责任公司、上海美诺福科技有限公司、山东高速工程检测有限公司、中国水利水电第五工程局有限公司、上海市市政公路工程检测有限公司、广东省韶关市质量计量监督检测所、南方检测认证股份有限公司、九江市建设工程质量检测中心、中铁方圆检测科技有限公司、北京市建设工程质量第一检测所有限责任公司、广东逸华交通工程检测有限公司、保定市交通运输局公路事业发展中心、太科技术有限公司、中能建路桥工程有限公司、同纳检测认证集团有限公司、四川嘉华锦屏特种水泥有限责任公司、天水中材水泥有限责任公司、山西卓越水泥有限公司、唐县冀东水泥有限责任公司、河北科析仪器设备有限公司、湖北楚晟科路桥技术开发有限公司、泰林科技(江苏南通)有限公司、苏州市相城检测股份有限公司、温州信达交通工程试验检测有限公司、安徽盛威工程检测有限公司、苏州恒信建设技术开发检测有限公司、喀什锦源水利水电工程有限责任公司、浙江华正检测有限公司、合肥工大工程试验检测有限责任公司、中金(西安)工程检测有限公司、中交二航局第二工程有限公司、中铁四局集团有限公司、若羌天山水泥有限责任公司、江西省水利科学院、招商局重庆公路工程检测中心有限公司、浙江安科工程检测有限公司、重庆高速工程检测有限公司、四川省科信建设工程质量检测鉴定有限公司、诸暨市宏泰工程检测有限公司、中铁九局集团工程检测试验有限公司、惠州水务集团臻准检测中心有限公司、徐州市建设工程检测中心有限公司、南通耀华建设工程质量检测有限公司、杭州斯曼特建材科技有限公司、四川筠连西南水泥有限公司、江苏山河水泥有限公司。

本文件主要起草人:王伟、宋晓辉、张庆华、王瑞海、吴铁军、袁亦斌、崔健、张全雷、卢娟娟、戴平、丁盛、马赵新、郭猛、郭昊、马世旋、韩大勇、王铭剑、潘红、石东华、冯望生、伍朝利、古小华、刘杰、于克孝、张惠勤、李亮、章斌、邓磊、李广俊、陈倩、冯树涛、冯海军、钱立明、董晓丽、丁峰、应晓许、梁雪莲、赵俊辉、王长安、王琦、王雅兰、高丹丹、刘姚君、梁慧超、刘波、张宇曦、刘亚民、刘晓婧、姜浩、任静怡、李阳韬、李伟、陈波、王晓佳、何振忠、彭琼、张剑、胡华建、程芸芸、卢海川、寇小健、曾康洋、李彦宁、吴季华、张磊、黄亚宁、秦志庆、张新生、王文茹、曹亦斌、陈智涛、王东、戴刚、沈立中、朱栋、李源、汤生虎、崔飞洋、莫伟强、杨善武、另本春、吴永风、常朋朋、麻军亮、段长华、陆黎艳、赵国银、詹贵贵、顾晓春、柳玉强、方钢、曹金培、杜涛、陈炽锋、周祥荣、王圣娜、陈紫阳、闫敏、董洁、赵伟、方志斌、黎帆、黄秀梅、李春香、徐建伟、王超、张文贵、孙雪梅、田鹏龙、李忠山、刘丽清、冯浩、谭小军、王舜、刘春月、万里鹏、徐扬、孙兵、许焕朋、廖丹、丁政良、孟灵鑫、崔小军、王存江、陶建飞、崔新风、邵雪泉、姜天晓、钟庭颖、杨能辉、王林龙、梁建筑、陈统、曾永华、郑琼、李全、马凯、韩伟、沈红梅、张亚珍、杨林、蒋永奎、胡波、车维斌、王佳佳、程松峰、王丹锋、王强、梁东旭、钱子恒、胡碧辉、张远强、郑明珠、陈会银、黄遵运、田超、曹建明。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为:

- 1956 年首次发布为 GB/T 176—1956,1962 年第一次修订,1976 年第二次修订,1987 年第三次修订,1996 年第四次修订;
- 2008 年第五次修订时,并入了 GB/T 19140—2003《水泥 X 射线荧光分析通则》的内容;
- 2017 年第六次修订;
- 本次为第七次修订。

水泥化学分析方法

1 范围

本文件描述了水泥中 LOI、 SO_3 、IR、 SiO_2 、 Fe_2O_3 、 Al_2O_3 、CaO、MgO、 TiO_2 、 Cl^- 、 K_2O 、 Na_2O 、 S^{2-} 、MnO、 P_2O_5 、 CO_2 、ZnO、 F^- 、水溶性 R_2O 、水泥碱度(pH 值)、 f_{CaO} 、SrO 的测定方法。水泥化学分析方法又分为基准法和代用法,如果同一成分提供了多种测定方法,当有争议时以基准法为准。

本文件适用于硅酸盐类水泥、熟料和生料的成分检测。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性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/T 2007.1 散装矿产品取样、制样通则 手工取样方法
GB/T 5762 建材用石灰石、生石灰和熟石灰化学分析方法
GB/T 6682 分析实验室用水规格和试验方法
GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定
GB/T 12573 水泥取样方法
GB/T 15000(所有部分) 标准样品工作导则
JJG 196 常用玻璃量器检定规程

3 术语和定义

GB/T 15000(所有部分)界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

熔片 bead

X 射线光谱仪分析用熔融样品的玻璃圆片。

3.2

压片 pellet

X 射线光谱仪分析用磨细样品的压缩圆片。

3.3

有证标准样品/标准物质 certified reference material; CRM

采用计量学上有效程序测定的一种或多种规定特性的标准样品/标准物质,并附有证书提供规定特性值及其不确定度和计量溯源性的陈述。

[来源:GB/T 15000.3—2023,3.2]

3.4

校准样品 calibrat

用于设备或测量程序校准的标准样品。

[来源:GB/T 15000.3—2023,3.7]