



中华人民共和国国家标准

GB/T 21372—2024

代替 GB/T 21372—2008

硅酸盐水泥熟料

Portland cement clinker

2024-03-15 发布

2024-10-01 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。

本文件代替 GB/T 21372—2008《硅酸盐水泥熟料》。与 GB/T 21372—2008 相比，除了结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 增加了“道路水泥熟料”品种(见第 4 章)；
- b) 增加了“氯离子(质量分数)”的要求(见 5.1.1)；
- c) 更改了“不溶物”指标(见 5.1.1, 2008 年版的 4.1)；
- d) 更改了“烧失量”指标(见 5.1.1, 2008 年版的 4.1)；
- e) 增加了通用水泥熟料、低碱通用水泥熟料、道路水泥熟料的强度等级(见 5.2.1.3)；
- f) 更改了各品种水泥熟料的抗压强度指标(见 5.2.1.3, 2008 年版的 4.2.3)；
- g) 增加了抗硫酸盐水泥熟料和中热水泥熟料、低热水泥熟料的特性物理要求(见 5.2.2)；
- h) 增加了“放射性”的要求(见 5.3)；
- i) 增加了“水溶性铬(VI)、重金属含量和可浸出重金属含量”选择性指标(见 5.4、5.5)。

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：中国建筑材料科学研究总院有限公司、安徽海螺水泥股份有限公司、中才邦业(杭州)智能技术有限公司、赞皇金隅水泥有限公司、娲石水泥集团有限公司、中国联合水泥集团有限公司、尧柏特种水泥集团有限公司、阳新娲石水泥有限公司、德州中联大坝水泥有限公司、临沂中联水泥有限公司、山东天瑞重工有限公司、浙江南方水泥有限公司、济源中联水泥有限公司、江山市何家山水泥有限公司、淄博鲁中水泥有限公司、浙江邦业科技股份有限公司、江苏信宁新型建材有限公司、桂林南方水泥有限公司、山东省产品质量检验研究院、平邑中联水泥有限公司、鲁南中联水泥有限公司、阳泉冀东水泥有限责任公司、湖北省建材产品质量监督检验站、济宁中联水泥有限公司、大同冀东水泥有限责任公司、陕西北元化工集团股份有限公司、四川嘉华锦屏特种水泥有限责任公司、北京建工新型建材有限责任公司、江苏省建工建材质量检测中心有限公司、广东省至道先进土木工程材料技术研究有限公司、山东省建材工业协会、惠州市光大水泥企业有限公司、泰安中联水泥有限公司、山东山水水泥集团有限公司、中建三局集团华南有限公司、都江堰拉法基水泥有限公司、四川峨胜水泥集团股份有限公司、冀东水泥铜川有限公司、宁夏赛马水泥有限公司、甘肃省建材科研设计院有限责任公司、常山南方水泥有限公司、内蒙古伊东冀东水泥有限公司、山东山铝环境新材料有限公司、德清南方水泥有限公司、江苏虞衡工程质量检测有限公司、祥云县建材(集团)有限责任公司、嘉华特种水泥股份有限公司、中交四航工程研究院有限公司、遵义赛德水泥有限公司、石家庄市曲寨水泥有限公司、中建铁路投资建设集团有限公司、南阳中联水泥有限公司、内蒙古蒙维科技有限公司、日照中联港口水泥有限公司、山西卓越水泥有限公司、中国建筑第二工程局有限公司、中铁大桥局集团有限公司、嘉峪关祁连山水泥有限公司、铁正检测科技有限公司、冀东海德堡(泾阳)水泥有限公司、中铁方圆检测科技有限公司、中铁二十四局集团有限公司、邯郸中材建设有限责任公司、武汉市市政路桥有限公司、山东高速养护集团有限公司、浙江方远新材料股份有限公司。

本文件主要起草人：肖忠明、李群峰、王璟琳、时耀辉、王容娥、赵绪礼、李海宏、罗吉祥、张振旺、王新路、李永胜、石珍明、匡三浩、周斌、王会强、袁亦斌、王军科、郑勇刚、王华、李强、孙文博、许利、孙辉、

GB/T 21372—2024

朱应新、李青刚、杨鹏飞、张磊、郝兵、梅国政、张大康、石文芬、符泉、齐勇、王金祥、鄢嘉琳、杜兴富、蔡攀、赵俊辉、黄亚宁、邵继新、敬仕洪、张异才、张晓阳、陈兴博、王山、张丽梅、许毅刚、杨海成、梁文丰、高建坤、万超、王辉、张东华、刘加海、王奎、张雪峰、龙勇、常占新、李小花、张林、王木柯、刘逸敏、种正江、潘峰、许尚江、许可、陈钦松、刘兴勇、贾坤鹏、郭俊萍、刘潭。

本文件于 2008 年首次发布，本次为第一次修订。

硅酸盐水泥熟料

1 范围

本文件规定了硅酸盐水泥熟料(简称水泥熟料)的分类、技术要求、试验方法、验收规则、交付和验收、运输和贮存。

本文件适用于贸易用硅酸盐水泥熟料的生产、检验、交付和验收。

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 175 通用硅酸盐水泥
- GB/T 176 水泥化学分析方法
- GB/T 749 水泥抗硫酸盐侵蚀试验方法
- GB/T 750 水泥压蒸安定性试验方法
- GB/T 1345 水泥细度检验方法 筛析法
- GB/T 1346 水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法
- GB/T 5483 天然石膏
- GB 6566 建筑材料放射性核素限量
- GB/T 8074 水泥比表面积测定方法 勃氏法
- GB/T 12959 水泥水化热测定方法
- GB/T 17671 水泥胶砂强度检验方法(ISO法)
- GB/T 30760 水泥窑协同处置固体废物技术规范
- GB/T 30810 水泥胶砂中可浸出重金属的测定方法
- GB 31893 水泥中水溶性铬(VI)的限量及测定方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

硅酸盐水泥熟料 portland cement clinker

以适当成分的生料煅烧至部分熔融,所得以硅酸钙为主要矿物成分的产物。

4 分类

水泥熟料按用途和特性分为通用水泥熟料、低碱通用水泥熟料、中抗硫酸盐水泥熟料、高抗硫酸盐水泥熟料、道路水泥熟料、中热水泥熟料和低热水泥熟料等品种。

5 技术要求

5.1 化学成分要求

5.1.1 基本化学成分要求

各品种水泥熟料应符合表 1 规定的基本化学成分要求。

表 1 各品种水泥熟料基本化学成分要求

品 种	游离氧化钙 (质量分数)/ %	氧化镁 ^a (质量分 数)/%	烧失量 (质量分 数)/%	不溶物 (质量分 数)/%	三氧化硫 ^b (质量分数)/ %	氯离子 (质量分 数)/%	氧化钙与 二氧化硅 质量比	硅酸盐矿物 含量(质量 分数)/%
通用水泥熟料	≤1.5	≤5.0	≤1.0	≤0.5	≤1.5	≤0.06	≥2.0	≥66.0
低碱通用水泥熟料								
中抗硫酸盐水泥熟料	≤1.0	≤5.0	≤1.0	≤0.5	≤1.5	≤0.06	≥2.0	≥66.0
高抗硫酸盐水泥熟料								
道路水泥熟料								
中热水泥熟料								
低热水泥熟料								

^a 当制成 I 型硅酸盐水泥的压蒸安定性合格时,允许放宽到 6.0%。
^b 也可由买卖双方商定。

5.1.2 特性化学成分要求

低碱通用水泥熟料、道路水泥熟料、中抗硫酸盐水泥熟料、高抗硫酸盐水泥熟料、中热水泥熟料和低热水泥熟料还应符合表 2 中规定的相应特性化学成分要求。

表 2 各品种水泥熟料特性化学成分要求

品 种	碱含量 ^a (质量分数)/%	铝酸三钙 (质量分数)/%	硅酸三钙 (质量分数)/%	硅酸二钙 (质量分数)/%	铁铝酸四钙 (质量分数)/%
低碱通用水泥熟料	≤0.60	—	—	—	—
道路水泥熟料		≤5.0	—	—	≥15.0
中抗硫酸盐水泥熟料		≤5.0	≤57.0	—	—
高抗硫酸盐水泥熟料		≤3.0	≤52.0	—	—
中热水泥熟料		≤6.0	≤55.0	—	—
低热水泥熟料		≤6.0	—	≥40.0	—

^a 以 $w(\text{Na}_2\text{O}) + 0.658w(\text{K}_2\text{O})$ 计算值表示,也可由买卖双方协商确定。

5.2 物理性能要求

5.2.1 基本物理要求

5.2.1.1 凝结时间

初凝时间不小于 45 min, 终凝时间不大于 390 min。

5.2.1.2 沸煮安定性

合格。

5.2.1.3 抗压强度

各品种水泥熟料不同龄期的抗压强度应符合表 3 的规定。

表 3 各品种水泥熟料抗压强度

品 种	强度等级	3 d 抗压强度/MPa	7 d 抗压强度/MPa	28 d 抗压强度/MPa
通用水泥熟料	42.5	≥ 22.0		≥ 42.5
	52.5	≥ 27.0		≥ 52.5
低碱通用水泥熟料、 道路水泥熟料	42.5	≥ 20.0		≥ 42.5
	52.5	≥ 25.0		≥ 52.5
抗硫酸盐水泥熟料	42.5	≥ 15.0		≥ 42.5
中热水泥熟料	42.5	≥ 12.0		≥ 42.5
低热水泥熟料	42.5	—	≥ 13.0	≥ 42.5

5.2.2 特性物理要求

5.2.2.1 抗硫酸盐性

中抗硫酸盐水泥熟料 14 d 线膨胀率应不大于 0.060%。

高抗硫酸盐水泥熟料 14 d 线膨胀率应不大于 0.040%。

5.2.2.2 水化热

中热水泥熟料和低热水泥熟料的水化热应符合表 4 的规定。

表 4 中热水泥熟料和低热水泥熟料水化热

品 种	3 d 水化热/(kJ/kg)	7 d 水化热/(kJ/kg)
中热水泥熟料	≤ 251	≤ 293
低热水泥熟料	≤ 230	≤ 260

5.3 放射性

内照射指数 I_{R} 应不大于 1.0、外照射指数 I_{e} 应不大于 1.0。

5.4 水溶性铬(VI)(选择性指标)

应符合 GB 31893 的要求,或由买卖双方协商确定。

5.5 重金属含量和可浸出重金属含量(选择性指标)

应符合 GB/T 30760 的要求,或由买卖双方协商确定。

6 试验方法

6.1 化学分析试验方法

6.1.1 熟料样品制备

化学要求检验用水泥熟料应破碎、粉磨至全部通过 150 μm 方孔筛的水泥熟料粉,并密封保存。

6.1.2 游离氧化钙、氧化镁、烧失量、不溶物、三氧化硫、氟离子、氧化钙、二氧化硅、三氧化二铝、三氧化铁、氧化钾和氧化钠含量测定

按 GB/T 176 的规定进行。

6.1.3 矿物组成的计算

当 $w(\text{Al}_2\text{O}_3)/w(\text{Fe}_2\text{O}_3) > 0.64$ 时,硅酸三钙($3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2, \text{C}_3\text{S}$)、硅酸二钙($2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2, \text{C}_2\text{S}$)、铝酸三钙($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3, \text{C}_3\text{A}$)和铁铝酸四钙($4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3, \text{C}_4\text{AF}$)分别按公式(1)~公式(4)计算:

$$w(\text{C}_3\text{S}) = 4.07w(\text{CaO} - f\text{-CaO}) - 7.60w(\text{SiO}_2) - 6.72w(\text{Al}_2\text{O}_3) - 1.43w(\text{Fe}_2\text{O}_3) - 2.85w(\text{SO}_3) \dots\dots\dots(1)$$

$$w(\text{C}_2\text{S}) = 2.87w(\text{SiO}_2) - 0.754w(\text{C}_3\text{S}) \dots\dots\dots(2)$$

$$w(\text{C}_3\text{A}) = 2.65w(\text{Al}_2\text{O}_3) - 1.69w(\text{Fe}_2\text{O}_3) \dots\dots\dots(3)$$

$$w(\text{C}_4\text{AF}) = 3.04w(\text{Fe}_2\text{O}_3) \dots\dots\dots(4)$$

当 $w(\text{Al}_2\text{O}_3)/w(\text{Fe}_2\text{O}_3) < 0.64$ 时,铝酸三钙($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3, \text{C}_3\text{A}$)为零,硅酸三钙($3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2, \text{C}_3\text{S}$)按公式(5)计算:

$$w(\text{C}_3\text{S}) = 4.07w(\text{CaO}) - 7.60w(\text{SiO}_2) - 4.48w(\text{Al}_2\text{O}_3) - 2.86w(\text{Fe}_2\text{O}_3) - 2.85w(\text{SO}_3) - 4.07w(f\text{-CaO}) \dots\dots\dots(5)$$

式中:

- $w(\text{C}_3\text{S})$ ——水泥熟料中硅酸三钙的含量(质量分数), %;
- $w(\text{C}_2\text{S})$ ——水泥熟料中硅酸二钙的含量(质量分数), %;
- $w(\text{C}_3\text{A})$ ——水泥熟料中铝酸三钙的含量(质量分数), %;
- $w(\text{C}_4\text{AF})$ ——水泥熟料中铁铝酸四钙的含量(质量分数), %;
- $w(\text{CaO})$ ——水泥熟料中氧化钙的含量(质量分数), %;
- $w(\text{SiO}_2)$ ——水泥熟料中氧化硅的含量(质量分数), %;
- $w(\text{Al}_2\text{O}_3)$ ——水泥熟料中三氧化二铝的含量(质量分数), %;
- $w(\text{Fe}_2\text{O}_3)$ ——水泥熟料中三氧化二铁的含量(质量分数), %;
- $w(\text{SO}_3)$ ——水泥熟料中三氧化硫的含量(质量分数), %;
- $w(f\text{-CaO})$ ——水泥熟料中游离氧化钙的含量(质量分数), %;
- $w(\text{Na}_2\text{O})$ ——水泥熟料中氧化钠的含量(质量分数), %;
- $w(\text{K}_2\text{O})$ ——水泥熟料中氧化钾的含量(质量分数), %。

6.2 物理性能试验方法

6.2.1 水泥熟料的物理性能要求通过制成 GB 175 规定的 P·I 型硅酸盐水泥来检验。

6.2.2 检验前,先将待检验水泥熟料破碎至全部通过 5 mm 方孔筛,然后与适量符合 GB/T 5483 规定的天然二水石膏在 $\phi 500\text{ mm}\times 500\text{ mm}$ 标准试验小磨内粉磨制成 I 型硅酸盐水泥。制成 P·I 型硅酸盐水泥样品的细度应满足:比表面积在 $(350\pm 10)\text{ m}^2/\text{kg}$ 范围内、 $80\ \mu\text{m}$ 方孔筛筛余 $\leq 4\%$; SO_3 含量(质量分数)应在 $2.0\%\sim 2.5\%$ 范围内(也可按双方约定)。所有试验(除 28 d 强度外)应在制成水泥后 10 d 内完成。

6.2.3 标准试验小磨球配为 $\phi 70\text{ mm}$ 钢球 9 个、 $\phi 60\text{ mm}$ 钢球 24 个、 $\phi 50\text{ mm}$ 钢球 37 个、 $\phi 40\text{ mm}$ 钢球 43 个,质量合计约 60 kg; $\phi 25\text{ mm}\times 30\text{ mm}$ 钢锻 374 个,质量合计约 40 kg;研磨体总质量为 100 kg~105 kg。当检查发现研磨体总质量低于 95 kg 时,应如前所述重新配球。

6.2.4 比表面积按 GB/T 8074 进行。

6.2.5 筛余按 GB/T 1345 进行。

6.2.6 凝结时间、沸煮安定性按 GB/T 1346 进行。

6.2.7 压蒸安定性按 GB/T 750 进行。

6.2.8 抗压强度按 GB/T 17671 进行。

6.2.9 抗硫酸盐性按 GB/T 749 进行。

6.2.10 水化热按 GB/T 12959 进行。

6.3 放射性

按 GB 6566 进行。其中,试验用样品为 6.2.1 制成的 P·I 型硅酸盐水泥。

6.4 水溶性铬(VI)

按 GB 31893 进行。其中,试验用样品为 6.2.1 制成的 P·I 型硅酸盐水泥。

6.5 重金属含量和可浸出重金属含量

6.5.1 重金属含量

按照 GB/T 30760 进行。其中,试验用样品为 6.1 制成的化学分析样品。

6.5.2 可浸出重金属含量

按 GB/T 30810 进行。其中,试验用样品为 6.2.1 制成的 P·I 型硅酸盐水泥。

7 验收规则

7.1 编号及取样

水泥熟料出厂时的编号和取样由双方合同约定。

水泥熟料取样应有代表性,可连续取,亦可从 20 个以上不同部位取等量样品,总量至少 30 kg。具体取样方法由买卖双方商定。

7.2 检验

7.2.1 出厂检验

出厂检验项目为 5.1、5.2 中各品种水泥熟料对应的所有技术要求。

7.2.2 型式检验

型式检验为第5章全部内容。有下列情况之一者,应进行型式检验:

- 新投产时;
- 原燃料有改变时;
- 生产工艺有较大改变时;
- 产品长期停产后,恢复生产时;
- 正常生产时,每半年进行一次。

7.3 合格判定

7.3.1 出厂检验

7.3.1.1 检验结果符合5.1、5.2中所有技术要求的为合格品。

7.3.1.2 检验结果不符合5.1、5.2中任何一项技术要求的为不合格品。

7.3.2 型式检验

7.3.2.1 检验结果符合第5章全部技术要求的为合格品。

7.3.2.2 检验结果不符合第5章中任何一项技术要求的为不合格品。

7.4 检验报告

检验报告内容应包括水泥熟料品种、出厂检验项目和型式检验项目中的放射性、水溶性铬(VI)、重金属含量和可浸出重金属含量及合同约定的其他技术要求。当用户需要时,生产者应在水泥熟料发出之日起10 d内寄发除28 d强度以外的各项检验结果,35 d内补报28 d强度的检验结果。

8 交付和验收

交付时,水泥熟料的质量验收可抽取水泥熟料实物样品以其检验结果为依据,也可以生产厂出具的检验报告为依据。采取何种方法验收由买卖双方商定,并在合同或协议中注明。

以抽取水泥熟料实物样品的检验结果为依据时,买卖双方应在发货前或交付地共同取样和签封。所取样品缩分为二等份,一份由卖方密封保存40 d,一份由买方按本文件规定的项目和方法进行检验。

以生产厂的检验报告为验收依据时,在发货前或交付时买方(或委托卖方)在同编号熟料中抽取样品,双方共同签封后由卖方密封保存90 d。

发生争议时,买卖双方应将密封保存的水泥熟料样品送双方认可的第三方检验检测机构进行检验。

9 运输和贮存

水泥熟料在运输与贮存时不应受潮和混入杂物,不同品种和强度等级的水泥熟料在储运中应避免混杂。