

中国土木工程学会标准

P

T/CCES 6004—2021

混凝土用功能型复合矿物掺合料

Functional composite mineral admixtures for concrete

2021 - 07 - 14 发布

2021 - 10 - 01 实施

中国土木工程学会 发布

中国土木工程学会标准

混凝土用功能型复合矿物掺合料

Functional composite mineral admixtures for concrete

T/CCES 6004—2021

批准单位：中国土木工程学会

施行日期：2021年10月1日

中国建筑工业出版社

2021 北 京

中国土木工程学会文件

学标〔2021〕10号

关于发布中国土木工程学会标准 《混凝土用功能型复合矿物掺合料》的通知

现批准《混凝土用功能型复合矿物掺合料》为学会标准，编号为 T/CCES 6004—2021，自 2021 年 10 月 1 日起实施。

中国土木工程学会
2021 年 7 月 14 日

前 言

本标准根据中国土木工程学会下达的《关于发布〈2020 年中国土木工程学会标准立项计划〉的通知》(学标委〔2020〕31 号)文件要求,由中国建筑科学研究院有限公司会同有关单位编制完成。

在本标准编制过程中,编制组广泛调查研究和总结了混凝土用功能型复合掺合料经验,参考了国内外有关标准,并在广泛征求意见基础上,对具体内容进行了反复讨论、协调和修改,最后经审查定稿。

本标准的主要技术内容是:范围,规范性引用文件,术语和定义,材料,分类与标记,技术要求与试验方法,检验规则,标识、包装、运输与贮存以及有关的附录。

本标准的发布机构提请注意,本标准可能涉及第 6.2 条〔混凝土用降粘增强剂及其应用〕(专利号:ZL 201810107183.5)、6.4 条〔混凝土流变防腐剂及其制备方法和应用〕(专利号:ZL 201610206463.2)相关的专利的使用。

本标准的发布机构对于该专利的真实性、有效性和范围无任何立场。

以上专利持有人均已向本标准的发布机构保证,愿意同任何申请人在合理且无歧视的条款和条件下,就专利授权许可进行谈判。相关信息可以通过以下联系方式获得:

专利持有人姓名:中国建筑科学研究院有限公司

地址:北京市朝阳区北三环东路 30 号

请注意除上述专利外,本标准的某些内容仍可能涉及专利。本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国土木工程学会标准与出版工作委员会负责管理,由中国建筑科学研究院有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有修改意见或建议,请寄送中国建筑科学研究院有限公司(地址:北京市北三环东路 30 号;邮政编码:100013;电子邮箱:cahrhpc@126.com)。

本标准主编单位:中国建筑科学研究院有限公司

本标准参编单位:欧米亚(上海)投资有限公司

清华大学

环境友好能源材料国家重点实验室

山西黄河新型化工有限公司

广东复特新型材料科技有限公司

嘉华特种水泥股份有限公司

山东大学

宁波中淳高科股份有限公司

北京建筑材料科学研究总院有限公司

四川三合利源环保建材有限公司

沈阳兴禹水利建设工程质量检测有限公司

金泰成环境资源股份有限公司

中国铁道科学研究院集团有限公司

山东众森固废资源循环利用研究院有限公司

建研建材有限公司

武汉大学

山东永鑫环保科技有限公司
阜新市方圆水利工程有限责任公司
福安市青拓环保建材有限公司
甘肃三远硅材料有限公司
山东众森科技股份有限公司
同济大学
金科新能源有限公司
贵州四方联达科技有限公司
建筑材料工业技术情报研究所
科之杰新材料集团有限公司
唐山北极熊建材有限公司

本标准主要起草人员：周永祥 高 超 刘正佳 王 强 王 晶 李 军 贺 阳 冷发光
郭忠义 刘数华 陈克伟 张 炜 王 宁 杨冬鹏 辜 焱 汤 畅
李召峰 夏京亮 王登权 李好新 魏传富 于吉涛 王祖琦 计舒生
曲启恒 柏 超 黄天勇 王洪涛 翁智财 何东娥 王勃璇 郭文倩
宋普涛 刘奎生 熊浩东 廖述聪 关青锋 林添兴 周郅人 刘成健
朱逸飞 岳光亮 马 郁 任龙芳

本标准主要审查人员：崔 琪 陈旭峰 刘娟红 王晓锋 张 鹏 张日红 余成行 马雪英
李 飞

目 次

1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 材料	2
5 分类与标记	3
6 技术要求与试验方法	4
7 检验规则	6
8 标识、包装、运输与贮存	8
附录 A (规范性) 流动度比试验	9
附录 B (规范性) 黏度比试验	10
附录 C (规范性) 抗压强度比试验	12
附录 D (规范性) 含水量试验	13
附录 E (规范性) 蒸养抗压强度比试验	14

Contents

1	Range	1
2	Scope Normative References	1
3	Term and Definition	2
4	Material	2
5	Classification and Marking	3
6	Technical Requirement and Test Method	4
7	Inspection Rule	6
8	Marking, Packaging, Transportation and Storage	8
	Appendix A (normative) Fluidity Ratio Test	9
	Appendix B (normative) Viscosity Ratio Test	10
	Appendix C (normative) Compressive Strength Ratio Test	12
	Appendix D (normative) Water Content Test	13
	Appendix E (normative) Steam Curing Compressive Strength Ratio Test	14

混凝土用功能型复合矿物掺合料

1 范围

本标准规定了混凝土用功能型复合矿物掺合料的术语和定义、材料、分类与标记、技术要求与试验方法、检验规则、标识、包装、运输与贮存。

本标准适用于混凝土用功能型复合矿物掺合料的生产和检验。

2 规范性引用文件

下列文件对于本标准的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期对应的版本适用于本标准，凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

- GB 175 通用硅酸盐水泥
- GB/T 176 水泥化学分析方法
- GB/T 203 用于水泥中的粒化高炉矿渣
- GB/T 208 水泥密度测定方法
- 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 1596 用于水泥和混凝土中的粉煤灰
- GB/T 2419 水泥胶砂流动度测定方法
- GB/T 5483 天然石膏
- GB/T 6645 用于水泥中的粒化电炉磷渣
- GB 8076 混凝土外加剂
- GB 9774 水泥包装袋
- GB/T 10247 粘度测量方法
- GB/T 12573 水泥取样方法
- GB/T 17671 水泥胶砂强度检验方法（ISO 法）
- GB/T 18046 用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉
- GB 18445 水泥基渗透结晶型防水材料
- GB/T 18736 高强高性能混凝土用矿物外加剂
- GB/T 20491 用于水泥和混凝土中的钢渣粉
- GB/T 21371 用于水泥中的工业副产石膏
- GB/T 26748 水泥助磨剂
- GB/T 27690 砂浆和混凝土用硅灰
- GB/T 30190 石灰石粉混凝土
- GB/T 31296 混凝土防腐阻锈剂
- JC/T 729 水泥净浆搅拌机
- JC/T 2503 用于水泥和混凝土中的镍铁渣粉
- JG/T 315 水泥砂浆和混凝土用天然火山灰质材料
- JG/T 317 混凝土用粒化电炉磷渣粉

JG/T 566 混凝土和砂浆用天然沸石粉
YB/T 022 用于水泥中的钢渣
YB/T 4229 用于水泥和混凝土中的硅锰渣粉
YB/T 4230 用于水泥和混凝土中的锂渣粉

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

矿物掺合料 mineral admixture

以硅、铝、钙等一种或多种氧化物为主要成分，具有规定细度，掺入混凝土中能改善混凝土性能的粉体材料，可分为活性矿物掺合料和惰性矿物掺合料。

3.2

复合矿物掺合料 composite mineral admixtures

由本标准所列的两种或两种以上的矿物掺合料，按一定比例混合均匀，或由本标准所列的两种或两种以上的矿物原料，按一定比例混合后，必要时可掺加适量石膏、助磨剂，通过粉磨等物理加工至规定细度的粉体材料，简称复合掺合料。

3.3

功能型复合矿物掺合料 functional composite mineral admixtures

能够显著改善混凝土拌合物工作性、力学性能、耐久性能的复合矿物掺合料。

4 材料

4.1 粉煤灰

粉煤灰应符合 GB/T 1596 的规定。

4.2 粒化高炉矿渣粉或粒化高炉矿渣

粒化高炉矿渣粉应符合 GB/T 18046 的规定；粒化高炉矿渣应符合 GB/T 203 的规定。

4.3 硅灰

硅灰应符合 GB/T 27690 的规定。

4.4 偏高岭土

偏高岭土应符合 GB/T 18736 的规定。

4.5 磨细火山灰或火山渣

磨细火山灰或火山渣应符合 JG/T 315 的规定。

4.6 石灰石粉

石灰石粉应符合 GB/T 30190 的规定。

4.7 沸石粉

沸石粉应符合 JG/T 566 的规定。

4.8 粒化电炉磷渣粉或粒化电炉磷渣

粒化电炉磷渣粉应符合 JG/T 317 的规定；粒化电炉磷渣应符合 GB/T 6645 的规定。

4.9 钢渣粉或钢渣

钢渣粉应符合 GB/T 20491 的规定；钢渣应符合 YB/T 022 的规定。

4.10 镍铁渣粉

镍铁渣粉应符合 JC/T 2503 的规定。

4.11 硅锰渣粉

硅锰渣粉应符合 YB/T 4229 的规定。

4.12 锂渣粉

锂渣粉应符合 YB/T 4230 的规定。

4.13 助磨剂

助磨剂应符合 GB/T 26748 的规定，助磨剂不应对混凝土性能有害。

4.14 石膏

天然石膏应符合 GB/T 5483 的规定；工业副产石膏应符合 GB/T 21371 的规定。

5 分类与标记

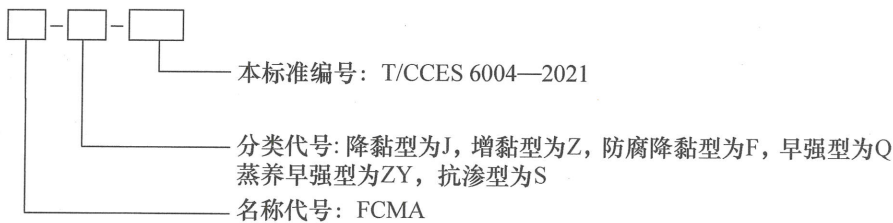
5.1 分类

功能型复合矿物掺合料分为降黏型、增黏型、防腐降黏型、早强型、蒸养早强型、抗渗型。

5.2 标记

5.2.1 标记方法

功能型复合矿物掺合料的标记由功能型复合矿物掺合料名称代号、分类代号和本标准编号三部分组成。表示如下：



5.2.2 标记示例

a) 降黏型复合矿物掺合料表示为：FCMA-J-T/CCES 6004—2021。

b) 防腐降黏型复合矿物掺合料表示为：FCMA-F-T/CCES 6004—2021。

c) 早强型复合矿物掺合料表示为：FCMA-Q-T/CCES 6004—2021。

6 技术要求与试验方法

6.1 通用要求

6.1.1 当复合矿物掺合料中含有 C 类粉煤灰时，复合矿物掺合料应符合 GB/T 1596 中的安定性要求。

6.1.2 当复合矿物掺合料中含有钢渣粉时，复合矿物掺合料应符合 GB/T 750 中的安定性要求。

6.1.3 当复合矿物掺合料应用中有碱含量要求时，其限值应由买卖双方协商确定。复合矿物掺合料碱含量应为各组分的碱含量之和，粉煤灰和火山灰及火山渣的碱含量可用实测 $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}}$ 值的 1/6 计算，硅灰和粒化高炉矿渣粉的碱含量可用实测 $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}}$ 值的 1/2 计算，其他组分的碱含量可按 GB/T 176 实测 $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}}$ 值计算。其中 $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}}$ 值应按 $\text{Na}_2\text{O} + 0.658\text{K}_2\text{O}$ 计算。

6.2 降黏型复合矿物掺合料的技术指标

降黏型复合矿物掺合料的技术指标应符合表 1 的规定。

表 1 降黏型复合矿物掺合料的技术指标

序号	项目		技术要求	试验方法
1	细度	45 μm 方孔筛筛余（质量分数）/%	≤ 12	按 GB/T 1345 中的水筛法进行
2	流动度比/%		≥ 100	按附录 A 进行
3	黏度比/%		≤ 65	按附录 B 进行
4	抗压强度比/%	7d	≥ 90	按附录 C 进行
		28d	≥ 90	
5	含水量/%		≤ 1.0	按附录 D 进行
6	氯离子含量（质量分数）/%		≤ 0.06	按 GB/T 176 进行
7	三氧化硫含量（质量分数）/%		≤ 3.5	

6.3 增黏型复合矿物掺合料的技术指标

增黏型复合矿物掺合料的技术指标应符合表 2 的规定。

表 2 增黏型复合矿物掺合料的技术指标

序号	项目		技术要求	试验方法
1	细度	45 μm 方孔筛筛余（质量分数）/%	≤ 12	按 GB/T 1345 中的水筛法进行
2	流动度比/%		≤ 90	按附录 A 进行
3	黏度比/%		≥ 150	按附录 B 进行
4	抗压强度比/%	7d	≥ 90	按附录 C 进行
		28d	≥ 100	
5	含水量/%		≤ 1.0	按附录 D 进行
6	氯离子含量（质量分数）/%		≤ 0.06	按 GB/T 176 进行
7	三氧化硫含量（质量分数）/%		≤ 3.5	

6.4 防腐降黏型复合矿物掺合料的技术指标

防腐降黏型复合矿物掺合料的技术指标应符合表 3 的规定。

表 3 防腐降黏型复合矿物掺合料的技术指标

序号	项目		技术要求	试验方法
1	细度	45 μ m 方孔筛筛余（质量分数）/%	≤ 12	按 GB/T 1345 中的水筛法进行
2	黏度比/%		≤ 65	按附录 B 进行
3	混凝土抗压强度比/%	3d	≥ 100	按 GB 8076 的规定进行
		7d		
		28d		
4	收缩率比/%		≤ 110	按 GB/T 31296 进行
5	氯离子渗透系数比/%		≤ 80	
6	硫酸盐侵蚀系数比/%		≥ 115	
7	含水量（质量分数）/%		≤ 1.0	按附录 D 进行
8	氯离子含量（质量分数）/%		≤ 0.06	按 GB/T 176 进行
9	三氧化硫含量（质量分数）/%		≤ 3.5	

6.5 早强型复合矿物掺合料的技术指标

早强型复合矿物掺合料的技术指标应符合表 4 的规定。

表 4 早强型复合矿物掺合料的技术指标

序号	项目		技术要求	试验方法
1	细度	45 μ m 方孔筛筛余（质量分数）/%	≤ 12	按 GB/T 1345 中的水筛法进行
2	流动度比/%		≥ 90	按附录 A 进行
3	抗压强度比/%	1d	≥ 110	按附录 C 进行
		28d	≥ 100	
4	含水量（质量分数）/%		≤ 1.0	按附录 D 进行
5	氯离子含量（质量分数）/%		≤ 0.06	按 GB/T 176 进行
6	三氧化硫含量（质量分数）/%		≤ 3.5	

6.6 蒸养早强型复合矿物掺合料的技术指标

蒸养早强型复合矿物掺合料的技术指标应符合表 5 的规定。

表 5 蒸养早强型复合矿物掺合料的技术指标

序号	项目		技术要求	试验方法
1	细度	45 μ m 方孔筛筛余（质量分数）/%	≤ 12	按 GB/T 1345 中的水筛法进行
2	密度/(g/cm ³)		≥ 2.0	按 GB/T 208 进行
3	流动度比/%		≥ 90	按附录 A 进行

表 5 (续)

序号	项目		技术要求	试验方法
4	蒸养抗压强度比/%	蒸养	≥ 110	按附录 E 进行
		3d		
		28d	≥ 100	
5	含水量 (质量分数) /%		≤ 1.0	按附录 D 进行
6	氯离子含量 (质量分数) /%		≤ 0.06	按 GB/T 176 进行
7	三氧化硫含量 (质量分数) /%		≤ 4.0	
8	烧失量 (质量分数) /%		≤ 5.0	

6.7 抗渗型复合矿物掺合料的技术指标

抗渗型复合矿物掺合料的技术指标应符合表 6 的规定。

表 6 抗渗型复合矿物掺合料的技术指标

序号	项目		技术要求	试验方法
1	细度	45 μm 方孔筛筛余 (质量分数) /%	≤ 12	按 GB/T 1345 中的水筛法进行
2	混凝土抗压强度比/%	7d	≥ 100	按 GB 8076 的规定进行
		28d		
3	收缩率比/%，28d		≤ 125	
4	混凝土抗渗性能	掺加抗渗型复合矿物掺合料混凝土的抗渗压力/MPa，28d	报告实测值	按 GB 18445 中水泥基渗透结晶防水剂的混凝土抗渗性能进行
		抗渗压力比/%，28d	≥ 150	
		掺加抗渗型复合矿物掺合料混凝土的第二次抗渗压力/MPa，56d	报告实测值	
		第二次抗渗压力比/%，56d	≥ 150	
5	含水量 (质量分数) /%		≤ 1.0	按附录 D 进行
6	氯离子含量 (质量分数) /%		≤ 0.06	按 GB/T 176 进行
7	三氧化硫含量 (质量分数) /%		≤ 4.0	

7 检验规则

7.1 编号

功能型复合矿物掺合料出厂前按同类别进行编号和取样。功能型复合矿物掺合料出厂编号应符合下列规定：日产量超过 200t 时，以不超过 200t 为一编号；日产量不足 200t 时，应以不超过日产量为一编号；当散装运输工具容量超过该厂规定出厂编号吨位时，允许该编号数量超过该厂规定出厂编号吨数。

7.2 取样

功能型复合矿物掺合料取样应符合下列规定：

a) 每一编号为一取样单位。

b) 取样方法按 GB/T 12573 进行。取样应有代表性，应从 5 个以上不同部位取样。袋装功能型复合矿物掺合料应从 5 个以上包装袋内等量抽取；散装功能型复合矿物掺合料应从集装箱（罐）不同深度等量抽取。抽取的样品总质量不应少于 10kg。样品混合均匀后，按四分法取出比试验需要量大一倍的试样。

c) 抽取的样品应留样封存，并保留至少 6 个月。当有争议时，对留样进行复检或仲裁检验。

7.3 出厂检验

各类复合掺合料的出厂检验项目包括第 6 章其对应的除碱含量之外的所有项目。

7.4 型式检验

7.4.1 型式检验项目包括第 6 章的全部要求。

碱含量应由生产厂家根据原材料实测值及原材料比例进行加权换算后提供。

7.4.2 有下列情况之一者，应进行型式检验：

- 原材料来源、生产工艺发生变化；
- 停产 6 个月以上恢复生产时；
- 出厂检验结果和上次型式检验结果有较大差异时；
- 正常生产，一年至少进行一次检验。

7.5 判定规则

7.5.1 出厂检验符合本标准出厂检验要求时，判为出厂检验合格。若其中任何一项不符合要求时，允许在同一批次中重新取样，对不合格项进行加倍试验复检。复检结果均合格时，判为出厂检验合格；当仍有一组试验结果不符合要求时，判为出厂检验不合格。

7.5.2 型式检验符合本标准型式检验要求时，判为型式检验合格。若其中任何一项不符合要求时，允许在同一批次中重新取样，对不合格项进行加倍试验复检。复检结果均合格时，判为型式检验合格；当仍有一组试验结果不符合要求时，判为型式检验不合格。

7.6 检验报告

检验报告内容应包括复合矿物掺合料类型、检验项目、复合矿物掺合料主要组分及其含量范围以及合同约定的其他技术要求。当用户需要时，生产厂应在复合矿物掺合料发出之日起 11d 内寄发除 28d 龄期技术指标以外的各项试验结果。28d 龄期的技术指标应在复合矿物掺合料发出之日起 32d 内补报（掺加抗渗型复合矿物掺合料混凝土的第二次抗渗压力比应在复合矿物掺合料发出之日起 60d 内补报、防降黏腐型复合矿物掺合料硫酸盐侵蚀系数比应在复合矿物掺合料发出之日起 125d 内补报）。

7.7 交货与验收

7.7.1 交货时复合矿物掺合料的质量验收可抽取实物试样以其检验结果为依据，也可以生产者同编号复合矿物掺合料的检验报告为依据。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。卖方有告知买方验收方法的责任。当无书面合同，或未在合同中注明验收方法的，卖方应在发货票上注明“以本厂同编号复合矿物掺合料的检验报告为验收依据”字样。

7.7.2 以抽取实物试样的检验结果为验收依据时，买卖双方应在发货前或交货地共同取样和签封。取样方法按 GB/T 12573 进行，取样数量为 20kg，缩分为二等份。一份由卖方保存 6 个月，一份由买方按本标准规定的项目和方法进行检验。在 60d 以内，买方检验认为产品质量不符合本标准要求，而卖方

存有异议时，则双方应将卖方保存的另一份试样送省级或省级以上国家认可的质量监督检验机构进行仲裁检验。功能型复合矿物掺合料安定性仲裁检验时，应在取样之日起 10d 以内完成。

7.7.3 以卖方同编号功能型复合矿物掺合料的检验报告为验收依据时，在发货前或交货时买方在同编号功能型复合矿物掺合料中取样，双方共同签封后由卖方保存 120d，或认可卖方自行取样、签封并保存 120d 的同编号功能型复合矿物掺合料的封存样。在 120d 内，买方对功能型复合矿物掺合料质量有疑问时，则买卖双方应将共同认可的试样送省级或省级以上国家认可的质量监督检验机构进行仲裁检验。

8 标识、包装、运输与贮存

8.1 标识

袋装功能型复合矿物掺合料的包装袋上应清楚标明产品名称、分类与标记、执行标准号、主要原材料种类及比例、批号、生产厂名称和地址、净质量、包装日期和出厂编号。

散装时应提交与袋装标识相同内容的卡片。

8.2 包装

功能型复合矿物掺合料可以散装或袋装。袋装每袋净质量为 50kg 或 25kg，且不应少于标识质量的 98%。随机抽取 20 袋，其总质量应不少于标准质量的 20 倍。功能型复合矿物掺合料包装袋应符合 GB 9774 的规定。其他包装规格可由买卖双方协商确定。

8.3 运输与贮存

功能型复合矿物掺合料在运输和贮存时不应受潮、混入杂物，贮存期限不宜超过 6 个月。

附 录 A (规范性) 流动度比试验

A.1 仪器设备和材料

仪器设备和材料应符合下列要求：

- a) 搅拌机：符合 GB/T 17671 规定的行星式水泥胶砂搅拌机。
- b) 流动度跳桌：符合 GB/T 2419 的规定。
- c) 水泥：采用 GB 8076 混凝土外加剂检验专用基准水泥或符合 GB 175 规定的硅酸盐水泥。当有争议或仲裁检验时，应采用基准水泥。
- d) 天平：称量 1000g，感量 1g；称量 100g，感量 0.01g。
- e) 砂：符合 GB/T 17671 规定的中国 ISO 标准砂。
- f) 水：自来水或蒸馏水。
- g) 复合矿物掺合料：应采用受检的复合矿物掺合料。

A.2 试验步骤

A.2.1 试验室应符合 GB/T 17671 的规定。

A.2.2 复合矿物掺合料的流动度比按照表 A.1 的胶砂配合比和 GB/T 2419 规定的方法进行试验，分别测定对比胶砂和试验胶砂的流动度。

表 A.1 胶砂配合比

胶砂种类	水泥/g	复合掺合料/g	标准砂/g	加水量/mL
对比胶砂	450	—	1350	225
试验胶砂	405	45	1350	225

A.3 功能型复合掺合料流动度比

A.3.1 功能型复合掺合料流动度比按式 (A.1) 计算：

$$F = \frac{L}{L_0} \times 100 \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

F_F ——功能型复合掺合料流动度比（%），精确至 1%；

L ——试验胶砂的流动度，单位为毫米（mm）；

L_0 ——对比胶砂的流动度，单位为毫米（mm）。

A.3.2 功能型复合掺合料流动度比取两次试验结果的算术平均值，精确至 1%。

附录 B
(规范性)
黏度比试验

B.1 仪器设备和材料

仪器设备和材料应符合下列要求：

- a) 旋转黏度计：符合 GB/T 10247 的规定，黏度范围为 $10\text{mPa}\cdot\text{s}\sim 100000\text{mPa}\cdot\text{s}$ ；
- b) 搅拌机：符合 JC/T 729 规定的水泥净浆搅拌机；
- c) 圆模：上口直径 36mm，下口直径 60mm，高度 60mm，内壁光滑无暗缝的金属制品；
- d) 辅助工具： $\phi 400\text{mm}\times 5\text{mm}$ 玻璃板、刮刀、卡尺、量筒和电子天平。

B.2 试验室温湿度

试验室温度为 $20^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不低于 50%。

B.3 试验步骤

试验步骤如下：

- a) 水泥净浆的配合比见表 B.1，水泥和减水剂选用实际工程用水泥和减水剂，减水剂的用量以基准水泥净浆的流动度达到 $200\text{mm}\pm 10\text{mm}$ 时为准。

表 B.1 水泥净浆的配合比

项目	水泥/g	功能型复合矿物掺合料/g	水/g	减水剂/g
基准组	500	0	100	净浆流动度达到 $200\text{mm}\pm 10\text{mm}$ 时用量
试验组	450	50	100	与基准组相同

- b) 用湿布将玻璃板、圆模内壁、搅拌锅、搅拌叶片全部润湿。将圆模置于玻璃板的中间位置，并用湿布覆盖。

- c) 按表 B.1 规定称取基准组的水泥、水和适量的减水剂，将减水剂和约 1/2 的水同时加入搅拌锅中，用剩余的水反复冲洗盛装减水剂的烧杯，直至将减水剂冲洗干净并全部加入搅拌锅中。然后加入水泥，并将搅拌锅固定在搅拌机上，按 JC/T 729 规定的搅拌程序搅拌。

- d) 搅拌结束后，将搅拌锅取下，用搅拌勺边搅拌边将浆体倒入置于玻璃板中间位置的圆模内。用刮刀将高出圆模的浆体刮除并抹平，立即平稳提起圆模。圆模提起后，等待粘附于圆模内壁上的浆体下淌，以保证每次试验的浆体量基本相同。提起圆模 1min 后，用卡尺测量水泥净浆扩展体的两个垂直方向的直径，二者的平均值即为浆体的流动度。

- e) 调整减水剂掺量，重复步骤 b)~d)，直至将基准组水泥净浆流动度调整为 $200\text{mm}\pm 10\text{mm}$ 。此时减水剂的掺量即为基准组水泥净浆的减水剂掺量。

- f) 确定减水剂掺量后，根据估计的基准组水泥净浆黏度，按旋转黏度计使用说明书规定选择适宜的转子和转速（转子宜选择 3 号或 4 号转子，转速宜选择 30 转/min~60 转/min），并调节旋转黏度及的水准器气泡至居中。

- g) 按步骤 c) 搅拌制备基准组水泥净浆，倒入 250mL 烧杯内，将其放置于旋转黏度计转子正下方。调节旋转黏度计，使转子插入基准组水泥净浆液面下直至规定的深度。

h) 启动旋转黏度计测试基准组水泥净浆的黏度。若测得的黏度值不在所选转子和转速对应的黏度测试范围内,则更换转子或重新设定转速后进行测试。连续测试3次,取3次测得黏度的平均值作为基准组水泥净浆的黏度,记录为 η_1 。

i) 按表B.4规定称取试验组的水泥、水、减水剂、功能型复合掺合料,并按步骤b)~d)制备出试验组水泥净浆。

j) 重复步骤f)~h),试验组水泥净浆的黏度记录为 η_2 。

B.4 结果计算与处理

黏度比按式(B.1)计算:

$$V_{\eta} = \frac{\eta_2}{\eta_1} \times 100 \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

V_{η} ——黏度比(%),精确至1%;

η_1 ——基准组水泥净浆的黏度,单位为毫帕秒(mPa·s);

η_2 ——试验组水泥净浆的黏度,单位为毫帕秒(mPa·s)。

附录 C

(规范性)

抗压强度比试验

C.1 仪器设备和材料

仪器设备和材料应符合下列要求：

- a) 试验用仪器应采用 GB/T 17671 中所规定的试验用仪器。
- b) 水泥：采用 GB 8076 混凝土外加剂检验专用基准水泥或符合 GB 175 规定的硅酸盐水泥。当有争议或仲裁检验时，应采用基准水泥。
- c) 天平：称量 1000g，感量 1g；称量 100g，感量 0.01g。
- d) 砂：符合 GB/T 17671 规定的中国 ISO 标准砂。
- e) 水：自来水或蒸馏水。
- f) 复合掺合料应采用受检的功能型复合掺合料。

C.2 试验步骤

C.2.1 试验室应符合 GB/T 17671 的规定。

C.2.2 确定抗压强度比的胶砂配合比应符合表 C.1 的规定。

表 C.1 胶砂配合比

胶砂种类	水泥/g	复合矿物掺合料/g	标准砂/g	加水量/mL
对比胶砂	450	—	1350	225
试验胶砂	405	45	1350	225

C.2.3 按照 GB/T 17671 的规定进行胶砂的搅拌。

C.2.4 按照 GB/T 17671 的规定分别测试不同龄期的对比胶砂和试验胶砂抗压强度。

C.3 功能型复合矿物掺合料抗压强度比

功能型复合矿物掺合料抗压强度比按式 (C.1) 计算：

$$A = \frac{R_t}{R_0} \times 100 \dots\dots\dots (C.1)$$

式中：

- A——复合矿物掺合料抗压强度比 (%)；
 R_t ——受检胶砂相应龄期的抗压强度 (MPa)；
 R_0 ——对比胶砂相应龄期的抗压强度 (MPa)。

附录 D

(规范性)

含水量试验

D.1 仪器设备

D.1.1 电热干燥箱及电热鼓风干燥箱：可控温度不低于 110℃，最小分度值不大于 2℃。

D.1.2 天平：量程不小于 100g，准确至 0.01g。

D.2 试验步骤

D.2.1 称取功能型复合矿物掺合料试样约 50g，准确至 0.01g，倒入烘干至恒重的蒸发皿中。

D.2.2 将烘干箱温度调整并控制在 105℃~110℃。

D.2.3 将功能型复合矿物掺合料试样放入烘干箱内烘至恒重，取出放在干燥器中冷却至室温后称量，准确至 0.01g。

D.3 试验结果处理

D.3.1 含水量按式 (D.1) 计算，精确至 0.1%。

$$p_w = \frac{m_{w0} - m_{w1}}{m_{w0}} \times 100 \dots\dots\dots (D.1)$$

式中：

p_w ——含水量 (%)；

m_{w0} ——烘干前试样的质量 (g)；

m_{w1} ——烘干后试样的质量 (g)。

D.3.2 每个样品应称取两个试样进行试验，取两个试样含水量的算术平均值为试验结果。当两个试样含水量的绝对差值大于 0.2% 时，应重新试验。

附 录 E
(规范性)
蒸养抗压强度比试验

E.1 仪器设备和材料

仪器设备和材料应符合下列要求：

a) 试验用仪器应采用 GB/T 17671 中所规定的试验用仪器。

b) 蒸汽养护箱

① 蒸汽养护箱内腔基本尺寸要求：长度不小于 900mm，宽度不小于 700mm，高度不小于 380mm；蒸汽养护箱内腔内应装有试体架，试体架距箱底高度至少 130mm，箱顶有密封的箱盖，箱壁内填有良好的保温材料；

② 蒸汽养护箱的温度控制范围为 20℃～100℃，温度精度为±2℃，相对湿度大于 90%；

③ 蒸汽养护箱应具有等速升温调节的自动控制功能，且具有程序结束报警功能；

④ 蒸汽养护箱的水蒸气可采用箱体外部直接输入，也可以采用箱体内部电加热法产生；蒸汽养护箱底应有足量的水，胶砂试体应处于饱和蒸汽环境中。

c) 水泥：采用 GB 8076 混凝土外加剂检验专用基准水泥或符合 GB 175 规定的硅酸盐水泥。当有争议或仲裁检验时，应采用基准水泥。

d) 天平：称量 1000g，感量 1g；称量 100g，感量 0.01g。

e) 砂：符合 GB/T 17671 规定的中国 ISO 标准砂。

f) 水：自来水或蒸馏水。

g) 蒸养早强型复合矿物掺合料。

E.2 试验步骤

E.2.1 试验室应符合 GB/T 17671 的规定。

E.2.2 确定抗压强度比的胶砂配合比应符合表 E.1 的规定。

表 E.1 胶砂配合比

胶砂种类	水泥/g	蒸养早强型复合矿物掺合料/g	标准砂/g	加水量/mL
对比胶砂	450	—	1350	225
试验胶砂	405	45	1350	225

E.2.3 按照 GB/T 17671 的规定进行胶砂的搅拌，搅拌完成后，成型胶砂试件；胶砂试件在标准养护 24h 后脱模，然后在蒸汽养护箱内开始胶砂试件的蒸汽养护作业，2h 等速升温至 85℃±2℃，在 85℃±2℃下恒温 4h 后停止加热；胶砂试件继续在蒸养箱中留置 1h 后，将试件从蒸养箱中取出，在室内自然冷却；待冷却至室温后，部分胶砂试件可以测定抗压强度，剩余的胶砂试件放入 20℃±1℃水中标养。

E.2.4 按 GB/T 17671 测定胶砂试体的抗压强度。胶砂试件冷却后，分别测定对比胶砂和试验胶砂的蒸养抗压强度 $R_{0\text{蒸}}$ 和 $R_{\text{蒸}}$ 。剩余的胶砂试件在水中标养，至 3d 龄期后取出一部分胶砂试体，分别测定对比胶砂和试验胶砂的抗压强度 R_{03} 和 R_3 ；在水中标养至 28d 龄期后再取出剩下的胶砂试体，再分别测定对比胶砂和试验胶砂的抗压强度 R_{028} 和 R_{28} 。各龄期胶砂试件的破型时间偏差为±2h。

E.3 蒸养早强型复合矿物掺合料抗压强度比

蒸养早强型复合矿物掺合料蒸养、3d、28d 抗压强度比分别按式 (E.1)~式 (E.3) 计算, 计算结果保留至整数:

$$A_{\text{蒸}} = \frac{R_{\text{蒸}}}{R_{0\text{蒸}}} \times 100 \quad \dots\dots\dots (\text{E.1})$$

$$A_3 = \frac{R_3}{R_{03}} \times 100 \quad \dots\dots\dots (\text{E.2})$$

$$A_{28} = \frac{R_{28}}{R_{028}} \times 100 \quad \dots\dots\dots (\text{E.3})$$

式中:

$A_{\text{蒸}}$ ——蒸养早强型复合矿物掺合料蒸养抗压强度比 (%);

A_3 ——蒸养早强型复合矿物掺合料 3d 抗压强度比 (%);

A_{28} ——蒸养早强型复合矿物掺合料 28d 抗压强度比 (%);

$R_{0\text{蒸}}$ ——对比胶砂蒸养抗压强度 (MPa);

$R_{\text{蒸}}$ ——试验胶砂蒸养抗压强度 (MPa);

R_{03} ——对比胶砂 3d 抗压强度 (MPa);

R_3 ——试验胶砂 3d 抗压强度 (MPa);

R_{028} ——对比胶砂 28d 抗压强度 (MPa);

R_{28} ——试验胶砂 28d 抗压强度 (MPa)。

中国土木工程学会标准

混凝土用功能型复合矿物掺合料

Functional composite mineral admixtures for concrete

T/CCES 6004—2021

*

中国建筑工业出版社出版、发行（北京海淀三里河路9号）

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

廊坊市海涛印刷有限公司印刷

*

开本：965毫米×1270毫米 1/16 印张：1½ 字数：40千字

2021年10月第一版 2021年10月第一次印刷

定价：30.00元

统一书号：15112·37506

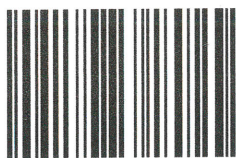
版权所有 翻印必究

如有印装质量问题，可寄本社图书出版中心退换

（邮政编码 100037）

本社网址：<http://www.cabp.com.cn>

网上书店：<http://www.china-building.com.cn>



1 5 1 1 2 3 7 5 0 6