

《砂浆和混凝土用碳酸钙粉》

Calcium carbonate powder for mortar and concrete

JC/T XXXX—202X

编制说明 (征求意见稿)

《砂浆和混凝土用碳酸钙粉》标准编制组

2026年6月

《砂浆和混凝土用碳酸钙粉》行业标准 编制说明

一、工作简况

1.1 任务来源

根据《工业和信息化部办公厅关于印发 2025 年第五批行业标准制修订和外文版项目计划的通知》（工信厅科函〔2025〕528 号）的要求，由中国建筑科学研究院有限公司会同有关单位编制行业标准《砂浆和混凝土用碳酸钙粉》（计划编号为 2025-1408T-JC）。项目周期 12 个月，由建材工业综合标准化技术委员会负责归口管理，主管部门为中国建筑材料联合会。

1.2 编制背景

（一）政策编制依据

本标准编制紧扣国家“双碳”战略、原材料工业提质升级、绿色建材高质量发展系列顶层部署，各项国家及部委政策为本标准立项、编制与落地实施提供明确导向和制度支撑。

工信部、国标委《标准提升引领原材料工业优化升级行动方案（2025—2027 年）》、工信部《关于深入推进工业和信息化绿色低碳标准化工作的实施方案》均提出完善绿色低碳建材标准体系，加快细分绿色建材产品标准研制，依靠标准化推动原材料行业绿色化、高端化转型。本标准统一混凝土、砂浆专用碳酸钙粉技术要求，健全建材绿色标准体系，是落实上述标准化工作任务的具体举措。

《建材行业碳达峰实施方案》明确要求水泥、石灰等高排放行业加大原燃料替代、提高矿物掺合料利用比例，推进熟料减量化；《城乡建设领域碳达峰实施方案》倡导推广绿色建材、推行低碳建造；《工业领域碳达峰实施方案》

《全国矿产资源规划》引导石灰岩矿产保护性开采与高值深加工。碳酸钙粉能够大量替代水泥应用于混凝土及各类干粉砂浆体系，有效助力建材行业碳减排落地实施。同时，倒逼粉体加工行业淘汰粗放落后产能，全面助推非金属矿深加工产业绿色高质量升级。

《质量强国建设纲要》《原材料工业“三品”实施方案》《“十四五”

原材料工业发展规划》共同提出提升建材产品质量、推动传统材料升级、破除新型低碳建材推广应用壁垒。本标准规范碳酸钙粉质量管控，为工程提供稳定优质的原材料，契合产业提质升级的总体要求。

（二）行业编制背景

1) “双碳”背景下，急需寻求可以部分替代水泥的优质掺合料/填料

根据习近平总书记系列重要讲话精神和党中央、国务院关于做好碳达峰和碳中和工作重大决策部署，中国二氧化碳排放力争 2030 年前达到峰值，力争 2060 年前实现碳中和。根据相关统计数据，水泥工业二氧化碳占建材行业二氧化碳排放的 80%左右，占全国碳排放的 12%左右。同时，70%以上的水泥应用于混凝土和砂浆中。因此，寻求可以部分替代水泥的优质矿物掺合料，是降低混凝土和砂浆中的水泥用量，是降低碳排放的重要手段，是国家“碳达峰、碳中和”国家战略的重要途径。碳酸钙粉作为部分替代水泥的矿物掺合料，可显著减少熟料用量，助力建材行业碳减排目标的实现。在“双碳”目标驱动下，开发新型低碳矿物掺合料已成为建材行业绿色转型的迫切需求。

2) 碳酸钙粉产量大、产业基础雄厚，在砂浆和混凝土中应用前景广阔

我国是碳酸钙生产、消费大国，产业基础成熟。据中国建筑材料工业规划研究院数据，2024 年全国碳酸钙总产能约 6300 万吨，产量约 4200 万吨，其中规模以上重质碳酸钙年产量 3360 万~3400 万吨。本标准适用的碳酸钙粉以方解石、大理石等天然碳酸盐矿石经物理提纯粉磨制成，纯度高、白度好、粒径可控、性价比高。掺入混凝土、砂浆后可发挥微集料填充与水化晶核效应，改善施工和易性，提升强度、体积稳定性与抗渗耐久性能；尤为重要的是，在装饰混凝土、清水混凝土、彩色砂浆以及高性能人造石材等对美学有严苛要求的领域，碳酸钙粉因其优异的色泽调控能力，能够显著提高材料的白度或颜色基底纯净度，减少表面气泡与色差，从而获得更加均匀、精致的饰面效果，满足高端建筑对外观质量的追求。将碳酸钙粉应用于砂浆和混凝土，既为碳酸钙产业固废提供了资源化利用通道，也为建材行业提供了优质低碳的矿物掺合料选择。此外，国家标准《预拌砂浆》GB/T 25181-2019 也已明确将重质碳酸钙粉与轻质碳酸钙粉列为可选填料。进一步凸显制定专项标准的现实需求。

3) 缺少砂浆和混凝土用碳酸钙粉的专用标准

目前，国内碳酸钙相关现行标准主要集中在牙膏、涂料、塑料、造纸等化

工领域，其技术指标与砂浆和混凝土行业对掺合料的功能性需求差异较大。用于水泥、砂浆和混凝土中的石灰石粉》GB/T 35164、《石灰石粉混凝土》GB/T 30190、《石灰石粉在混凝土中应用技术规程》JGJ/T 318 等标准虽规范了石灰石粉的基础指标，但未涵盖碳酸钙粉在高纯度、高白度、高活性等方面的功能性要求；《矿物掺合料应用技术规范》GB/T 51003、《混凝土用复合掺合料》JG/T 486 等标准虽涵盖石灰石粉，但未区分普通石粉与高纯度碳酸钙粉的技术差异，未对碳酸钙粉的技术指标作出专门规定。标准缺失导致生产企业无标可依、质量检验无据可查，优质碳酸钙粉无法被准确识别与应用，严重阻碍了碳酸钙粉在砂浆和混凝土中的规模化推广与应用。因此，亟需制定一部针对砂浆和混凝土用碳酸钙粉的专项行业标准，科学规范其技术指标、试验方法与检验规则，以推动材料升级与工程质量提升。。

2. 主要工作过程

（一）开展调研工作

2025 年 12 月标准计划正式获批后，编制组迅即启动系统性行业调研工作。采用文献研究、工程案例收集、技术资料分析等多种方式，全面梳理了国内外碳酸钙粉产业发展现状、工程应用场景、国内外标准体系现状等，全面摸清重点围绕三方面内容开展调研：一是系统梳理混凝土、砂浆各类矿物掺合料现行标准框架；二是厘清碳酸钙粉核心性能指标、与普通石灰石粉的本质差异，以及作为掺合料/填料对混凝土或砂浆性能的影响规律；三是收集整理碳酸钙粉应用于混凝土和砂浆的国内外典型工程案例，总结现场应用痛点与质量管控要点。

1) 国内外混凝土矿物掺合料相关标准梳理

编制组全面汇总国内外有关混凝土用矿物掺合料的标准，主要包括：

《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596

《用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046

《砂浆和混凝土用硅灰》GB/T 27690

《石灰石粉混凝土》GB/T 30190

《用于水泥和混凝土中的精炼渣粉》GB/T 33813

《用于水泥、砂浆和混凝土中的石灰石粉》GB/T 35164

《粉煤灰混凝土应用技术规范》GB/T 50146

《矿物掺合料应用技术规范》 GB/T 51003
《水泥砂浆和混凝土用天然火山灰质材料》 JG/T 315
《天然火山灰质材料在混凝土中应用技术规范》 JC/T 60045
《石灰石粉在混凝土中应用技术规程》 JGJ/T318
《混凝土用复合掺合料》 JG/T 486
《混凝土和砂浆用天然沸石粉》 JG/T 566
《混凝土和砂浆用花岗岩石粉》 JC/T 3022
《花岗岩石粉在混凝土中应用技术规范》 JC/T 60044
《天然石粉综合利用技术要求》 JC/T 2547

通过对标分析可知，现有标准已针对粉煤灰、矿渣粉、硅灰、火山灰、普通石灰石粉、花岗岩石粉等传统矿物掺合料建立完整指标与应用体系：GB/T 1596、GB/T 18046、GB/T 27690 分别规范粉煤灰、矿渣粉、硅灰的技术要求与检测方法；JG/T 315、JC/T 60045 界定天然火山灰质材料控制指标；GB/T 30190、JGJ/T 318 围绕普通石灰石粉，明确石灰石粉技术指标、混凝土配合比、施工与验收要求；JG/T 486、GB/T 51003 覆盖多种单一及复合矿物掺合料的通用应用规则；JC/T 2547 仅针对石材加工固废提出资源化导向，未设置粉体质量控制指标。上述全部标准仅针对普通石粉、工业固废掺合料，均未覆盖高纯度、高白度、适用于饰面工程的专用碳酸钙粉，无法匹配当前行业产品与工程使用需求。

2) 国内外碳酸钙粉标准梳理

现行碳酸钙粉相关标准主要面向轻工、日化、化工领域，无土建工程专用规范，主要包括：

《纳米碳酸钙》 GB/T19590
《食品添加剂 碳酸钙》 GB 1886.214-2016
《牙膏工业用轻质碳酸钙》 GB/T23957
《涂料工业用重质碳酸钙》 HG/T3249.2
《塑料工业用重质碳酸钙》 HG/T3249.3
《造纸工业用重质碳酸钙》 HG/T3249.1

此类标准以白度、吸油值、有机助剂相容性为核心管控目标，粉体细度、力学适配指标与混凝土、砂浆工程要求差异较大，不能作为建筑原材料进场验

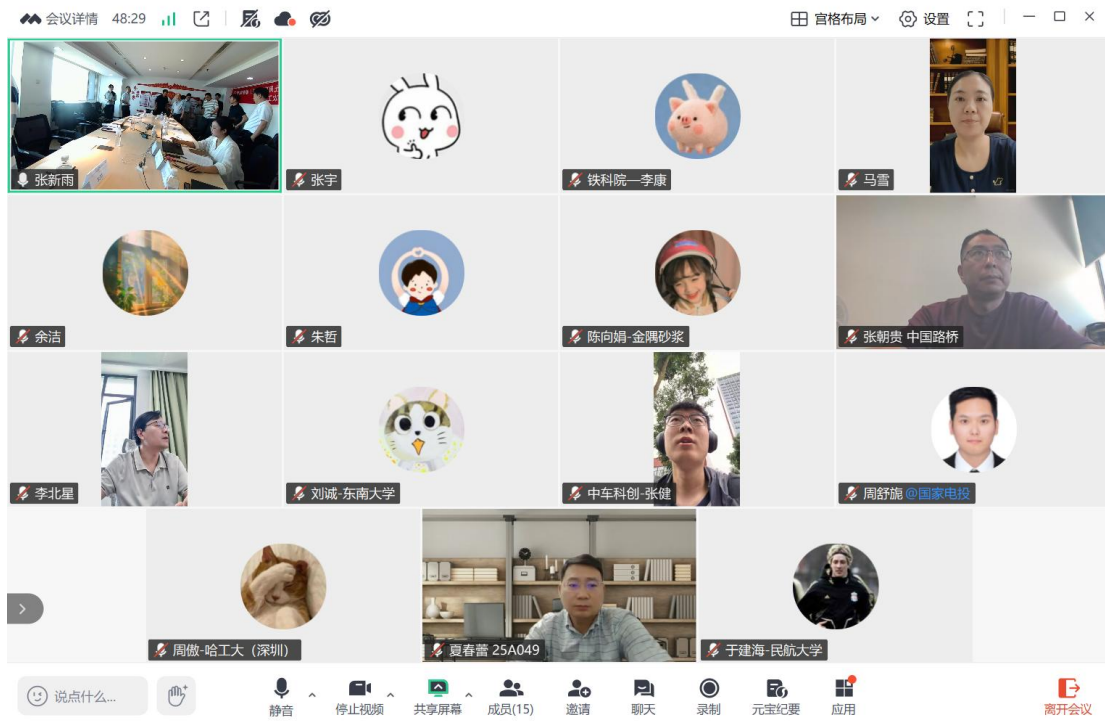
收依据。

综上，现阶段国内缺乏针对砂浆和混凝土用碳酸钙粉的国家及行业标准，现有标准体系存在明显空白。本标准的编制严格遵循现行法律、法规及强制性国家标准要求，与现有矿物掺合料、石灰石粉相关标准保持良好的协调性，不冲突、不重复，补齐混凝土和砂浆领域专用高纯碳酸钙粉标准短板，完善矿物掺合料标准体系，从根本上解决行业指标不统一、进场检验无依据、产品优劣无法区分等突出问题。

（二）编制组成立暨第一次工作会议

2026年6月25日，在北京召开了《砂浆和混凝土用碳酸钙粉》（以下简称《标准》）编制组成立暨第一次工作会议。会议采用线下线上相结合的方式同步进行。标准主管单位中国建筑材料联合会标准质量部曹元辉主任，主编单位中建研院中建研科技股份有限公司储德文教授级高工、黄靖教授级高工、夏京亮正高级工程师、任龙芳高级工程师及参编单位人员共30余人参加会议。编制组成立暨第一次工作会议由任龙芳主持。





储德文、黄靖分别代表主编单位致辞，感谢中国建筑材料联合会和行业专家对《标准》编制工作的大力支持。储德文表示，将全力做好组织协调和服务保障工作，希望编制组成员群策群力、建言献策，共同保质保量、按时完成标准编制工作。黄靖指出，中国建筑科学研究院有限公司在砂浆与混凝土领域拥有深厚的技术底蕴和丰富的工程实践，相关产品已在多个示范项目中得到成功应用，有信心高质量完成《标准》编制工作。曹元辉主任介绍了中国建筑材料联合会在行业标准管理方面的工作情况，并对本标准编制提出两点要求：一是严守标准质量底线，希望与会专家能积极参与每一次工作会议，充分研讨内容、提出可操作性意见，确保标准高质量编制，为行业高质量发展打好坚实基础；二是严格把控项目进度，起草单位要切实做好研制周期管理，确保《标准》编制工作按计划推进、做到按期交付、保质保量。任龙芳宣读了《标准》编制组成员名单，编制组正式成立。

随后，任龙芳代表标准编制组汇报了《标准》编制背景和意义、前期筹备情况、主要技术内容、进度计划、标准编制大纲等。与会专家就《标准》名称、术语、重要理化性能、检验规则等展开了深入讨论，并进一步明确了任务分工及下一步工作内容。该标准为砂浆和混凝土用碳酸钙粉行业规范发展提供技术支撑。

（三）确定标准征求意见稿

根据编制组成立会上专家提出的意见，编制组进一步深入调研，并组织各单位开展验证试验并对试验结果进行分析，研究不同碳酸钙粉的技术指标及其对混凝土和砂浆性能的影响。通过对验证试验结果的进一步分析，优化和完善标准草案内容，最终形成了标准征求意见稿。

3. 主要参加单位

本标准主要起草单位：中国建筑科学研究院有限公司。

本标准主要参加起草单位：同济大学、武汉理工大学、北京工业大学、北京科技大学、中国路桥工程有限责任公司、中国铁道科学研究院集团有限公司、北京益汇达清水建筑工程有限公司、西南科技大学、东南大学、兰州理工大学、北京市政路桥锐诚科技有限公司、北京金隅砂浆有限公司、北京天杉高科风电装备有限责任公司、北京市市政工程研究院、明阳智慧能源集团股份有限公司、哈尔滨工业大学（深圳）、中国民航大学、重庆大学、中国船级社、国家电投集团工程有限公司、中车大连机车车辆有限公司等。

二、编制原则和主要内容

1. 编制原则

本标准根据 GB/T1.1-2020 进行编制，遵循标准编制先进性、科学性、一致性和可行性的原则。在编制过程中，以国家法律法规、技术政策为依据，以标准化工作导则为指导，参照国内外相关标准，在验证试验的基础上，采用成熟可行的技术指标及试验方法，使本标准具有良好的可操作性。

2. 标准的主要内容

2.1 名称

标准申报与计划下达的项目名称为《砂浆和混凝土用碳酸钙粉》。

2.2 范围

根据文献调查、行业调研和试验研究，结合砂浆和混凝土用碳酸钙粉特点，规定了砂浆和混凝土用碳酸钙粉的分类与标记、技术要求、试验方法、检验规则、包装、标志、运输和贮存。

2.3 规范性引用文件

标准中共引用了 9 项现行国家标准。均为试验方法标准和产品标准。

2.4 术语和定义

本标准采用的术语及其定义，是根据下列原则确定的：

凡现行国家/行业标准已作出规定的，一律加以引用，不再另行给出命名和定义；

凡现行国家/行业标准尚未规定的，由本标准参照国家标准和国外先进标准给出命名和定义；若国际标准和国外先进标准尚无这方面术语，则由本标准自行命名和定义。

当现行国家/行业标准虽已有该术语，但或定义不准确或概括的内容不全时，由本标准完善其定义。

(1) 亚甲蓝值 (MB 值) Calcium carbonate powder

用于判定碳酸钙粉吸附性能的指标。

现行国家标准《建筑用砂》GB/T 14684 给出了亚甲蓝值的术语和定义：用于判定机制砂吸附性能的指标；现行行业标准《高性能混凝土用骨料 JG/T 568 给出了石粉亚甲蓝值的术语和定义：用于判定石粉吸附性能的指标，本标准参照 GB/T 14684 和 JG/T 568 对碳酸钙粉亚甲蓝值进行定义。

(2) 重质碳酸钙粉 Heavy calcium carbonate powder

以方解石、石灰石、大理石等天然碳酸钙矿物为原料，经物理破碎、粉磨至规定细度，主要成分为碳酸钙的粉体材料。

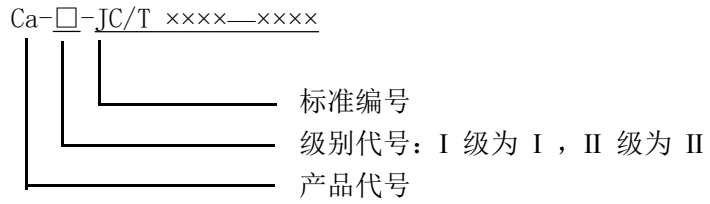
本定义从原料来源、加工工艺、核心组分三方面明确重质碳酸钙粉界定边界，突出其纯物理加工的核心特征，以此区分轻质碳酸钙。轻质碳酸钙采用石灰石煅烧、消化、碳化等化学合成工艺制备，而本标准适用产品仅依托天然碳酸钙矿石经破碎、提纯、粉磨等物理工序加工而成，无化学转化过程；同时限定主成分为碳酸钙，可排除含大量硅铝杂质的普通石粉，清晰划定标准适用范围，避免工程中将轻质碳酸钙、劣质杂石粉混淆误用。

2.5 分类与标记

本标准根据重质碳酸钙粉的细度和碳酸钙含量进行分类，并规定了统一的标记方法，以建立系统化、规范化的产品标识体系，便于设计选型、生产控制与工程应用。

(1) 重质碳酸钙粉按细度和碳酸钙含量分为 I 级和 II 级。

(2) 重质碳酸钙粉的标记由产品代号、级别代号、标准编号三部分组成，标记如下：



示例1：细度（45μm方孔筛筛余）为6%、碳酸钙含量为98%的重质碳酸钙粉，标记为：Ca-I-JC/T ××××—××××

示例2：细度（45μm方孔筛筛余）为10%、碳酸钙含量为92%的重质碳酸钙粉，标记为：Ca-II-JC/T ××××—××××

示例3：细度（45μm方孔筛筛余）为6%、碳酸钙含量为92%的重质碳酸钙粉，标记为：Ca-II-JC/T ××××—××××

2.6 技术要求

本章节规定了重质碳酸钙粉的理化性能要求和总有机碳含量。

(1) 重质碳酸钙粉的理化性能应符合表 2.6 的规定。

表 2.6 重质碳酸钙粉的理化性能要求

项目	技术指标	
	I 级	II 级
堆积密度, g/cm ³	≥0.8	
细度 (45μm 筛余, %)	≤8	≤15
碳酸钙含量/%	≥95	≥90
流动度比/%	≥100	
抗压强度比/%	7d	≥65
	28d	≥65
MB 值/ (g/kg)	≤1.0	
含水量/%	≤1.0	
氯离子含量/%	≤0.06	
三氧化硫含量/%	≤3.5	
白度 ^a	≥90	
放射性	$I_{Ra} \leq 1.0$ 且 $I \leq 1.0$	

^a此指标为选择性指标，可由供需双方协商确定是否采用。

根据调研及验证试验结果，本节提出砂浆和混凝土用重质碳酸钙粉的主要技术指标。

① 堆积密度：本指标为区分重质碳酸钙与轻质碳酸钙的重要指标。轻质碳酸钙为化学合成产物，内部孔隙发达，松散堆积密度普遍低于 0.6 g/cm³；天

然矿石物理粉磨制备的重钙堆积密度稳定在 $0.8\sim 1.1\text{ g/cm}^3$ 。统一规定下限 $\geq 0.8\text{ g/cm}^3$ ，可从物理特性层面快速筛除易造成砂浆、混凝土需水量激增、开裂风险高的轻质碳酸钙，避免工程误用。

② 细度直接决定粉体微集料填充效应与水化晶核诱导作用。I级产品面向清水混凝土、装饰砂浆等高外观、高和易性要求工程，需更细粒径填充水泥颗粒空隙，降低体系气泡、色差缺陷，因此筛余限值收紧至 $\leq 8\%$ ；II级适用于普通结构混凝土、砌筑抹灰砂浆，适度放宽至 $\leq 15\%$ ，适配常规搅拌站低成本应用需求。分级设置兼顾高端饰面工程与通用土建工程差异化使用场景，与国内主流粉体企业分级生产现状匹配。

③ 碳酸钙是碳酸钙粉的主要成份，含量越低代表硅、铝、黏土等杂质占比越高。杂质会降低粉体填充效应、提升 MB 值、增大混凝土干缩变形。I级高纯度产品用于清水饰面工程，对杂质敏感度高，故设置 $\geq 95\%$ ；II级通用产品适度放宽至 90% ，兼容含少量白云石的普通方解石原料，平衡原料开采成本与工程性能底线，同时与 GB/T 35164 石灰石粉 75% 的限值拉开梯度，体现碳酸钙粉高纯度产品定位。

④ 流动度比表征粉体对砂浆、混凝土工作性能的影响。重钙颗粒形貌圆润光滑，具备减水效应，验证试验表明重钙流动度比普遍均可达到 100% 及以上。

⑤ 抗压强度比是衡量碳酸钙粉对胶凝体系力学强度的贡献能力。碳酸钙可提供水化晶核促进水泥早期水化，优化骨料级配提升密实度。经验证试验表明，碳酸钙粉的 7d、28d 抗压强度比均可稳定达到 65% 以上。

⑥ MB 值反映碳酸钙粉中黏土、有机质类有害吸附杂质含量。黏土杂质会大幅提升外加剂吸附量，增加外加剂用量、加剧混凝土干缩开裂。限值 1.0 g/kg 对标 GB/T 35164 的II级石灰石粉要求，严格限制泥质杂质，保障外加剂适配性与混凝土体积稳定性。

⑦ 粉体含水量过高易在仓储、运输过程中结块，堵塞搅拌站料仓，难以均匀分散于胶凝体系，局部团聚造成强度不均、饰面斑点。结合粉体烘干加工工艺，规模化生产可稳定控制水分低于 1.0% ，该限值兼顾生产可行性与现场使用稳定性。

⑧ 氯离子会引发钢筋锈蚀，威胁混凝土结构长期耐久性。参考混凝土矿

物掺合料通用限值，设置 0.06% 上限，严控矿石加工、尾矿原料带入的氯盐杂质，适配钢筋混凝土、预应力工程使用要求。

⑨ 过量三氧化硫易与水泥水化产物生成膨胀性钙矾石，引发后期体积膨胀开裂。结合国内碳酸钙矿石实测硫含量数据，3.5% 限值可平衡原料适配范围与混凝土安定性安全底线。

⑩ 白度设为选择性指标，为清水混凝土、彩色装饰砂浆专用控制指标，直接影响饰面外观均匀度与装饰效果。普通结构混凝土无外观要求，无需强制管控。90 的限值匹配高端饰面工程对白度、低色差的使用需求。

⑪ 依据 GB 6566 建筑材料放射性通用强制要求设置，所有建筑用矿物粉体均需满足内照射、外照射指数限值，保障人居环境辐射安全，属于建材通用安全指标。

(2) 碳酸钙粉中总有机碳含量不大于 0.5%。

设置该指标用于管控矿石表层覆土、尾矿带入的腐殖质等有机杂质。有机杂质会吸附减水剂、加快坍落度损失，延缓水泥水化并增大干缩，还易造成饰面气孔、色斑。优质重钙有机碳普遍低于 0.2%，0.5% 限值对标 GB/T 35164 中对总有机碳含量的限值规定。

2.7 试验方法

本章节规定了用于砂浆和混凝土的重质碳酸钙粉的堆积密度、细度、碳酸钙含量、流动度比、抗压强度比、MB 值、含气量、氯离子含量、三氧化硫含量、白度、放射性和总有机碳含量试验方法。

堆积密度按 GB/T 21354 的规定进行；细度按 GB/T 1345 水筛法的规定进行；碳酸钙含量按 GB/T 5762 测定 CaO 含量，再乘以 1.785 得到碳酸钙的含量；流动度比、抗压强度比、MB 值和含水量按 GB/T 35164 的规定进行；氯离子含量和三氧化硫含量按 GB/T 176 的规定进行；白度按 GB/T 5950 的规定进行；放射性按 GB6566 进行，其中放射性试验样品为重质碳酸钙粉和硅酸盐水泥按质量比 1:1 混合制成；总有机碳含量按 GB/T 35151 的规定进行。

2.8 检验规则

分为出厂检验和型式检验。

2.8.1 出厂检验

出厂检验考虑检验的便捷性和可行性，检验项目应为堆积密度、细度、碳

酸钙含量、流动度比、抗压强度比、MB 值和含水量。

2.8.2 型式检验

型式检验项目包括标准中第 5 章性能要求中的全部项目。在下列情况下进行型式检验：

- a) 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定时；
- b) 正常生产时，每年检验一次；
- c) 原材料料源或工艺设备有较大变化，可能影响产品性能时；
- d) 停产半年以上恢复生产时；
- e) 出厂检验结果和上次型式检验结果有较大差异时。

2.8.3 判定规则

型式检验报告在有效期内，且出厂检验项目结果符合要求，判定为出厂检验合格。型式检验项目全部符合要求，判定为型式检验合格。

出厂检验和型式检验若有一项指标不符合要求，应从同一批产品中重新取样，并对所有项目进行复验。复验所有项目合格则判定为合格，否则为不合格品；若有两项或两项以上不符合时，判定为不合格。

2.9 标志、包装、运输和贮存

2.9.1 包装

重质碳酸钙粉可以袋装或散装。包装形式由买卖双方协商确定。要求袋装产品必须采用符合国家标准包装形式，并严格规定了单袋净含量及批量抽检的质量允差。

2.9.2 标志

该条文系统规定了用于砂浆和混凝土的重质碳酸钙粉的产品标识与随行文件的核心要求。

2.9.3 运输和贮存

该条文系统规定了用于砂浆和混凝土的重质碳酸钙粉在运输与贮存阶段的质量控制要求。重质碳酸钙粉遇水易结块受潮，因此要做好防潮防护；同时禁止混入泥土、砂石等外来杂物，避免破坏粉体纯度与填充性能。粉体扬尘易造成环境影响，条文同步提出防污染要求，兼顾产品使用稳定性与环保管控要求。

三、采用国际标准和国外先进标准情况，与国际、国外同类标准水平的对比情况

调研发现，目前还没有关于砂浆和混凝土用碳酸钙粉的相关国外或国际标准。

四、验证试验情况说明

为了验证标准技术内容提出的合理性，保证用于砂浆和混凝土的重质碳酸钙粉产品质量，实现重质碳酸钙粉在砂浆和混凝土中的合理应用，编制组开展了一系列试验研究与验证工作，为标准中技术指标的确定提供了试验数据支撑。

4.1 重质碳酸钙粉技术指标试验结果及分析

首先分析了不同地区重质碳酸钙化学成分。结果如表 4.1-1 所示。

结果表明，各产区重质碳酸钙粉均以碳酸钙为主要组分，CaO 含量和 CaCO₃含量呈线性正相关；广西贺州、四川绵阳、江西广丰地区重质碳酸钙粉的碳酸钙含量超过 95%，MgO、SiO₂、SO₃等各类杂质含量极低，品质较优；山东临沂、河北滦平、浙江常山地区的重质碳酸钙粉的碳酸钙含量在 90%~95%之间。整体来看，碳酸钙含量越高，各类杂质氧化物总占比越低，但单一有害杂质可因地层矿物、原料类型出现差异化富集。本标准依据碳酸钙含量将重质碳酸钙粉划分两级，其中碳酸钙含量不低于 95% 的为 I 级，适用于清水混凝土、装饰砂浆、饰面构件等对外观色泽、体积稳定性与耐久性能要求严苛的工程；碳酸钙含量不低于 90%、但低于 95% 的为 II 级，主要用于普通结构混凝土、砌筑砂浆、地面找平砂浆等常规土建工程。

表 4.1-1 重质碳酸钙粉化学成分分析

编号	产区	CaCO ₃	CaO	MgO	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SO ₃
TSG-1	广西贺州	98.50	55.20	0.11	0.02	0.03	0.01	0.08
TSG-2	四川绵阳	97.60	54.70	0.42	0.21	0.06	0.04	0.15
TSG-3	江西广丰	96.20	53.90	0.65	0.33	0.04	0.06	0.32
TSG-4	山东临沂	93.20	52.20	1.38	0.56	0.18	0.12	0.72
TSG-5	河北滦平	91.70	51.40	1.92	0.43	0.11	0.09	0.46
TSG-6	浙江常山	94.50	53.00	0.85	0.61	0.22	0.15	1.25

对于重质碳酸钙粉作为混凝土掺合料、砂浆填料技术指标的建立，本标准参考原标准《石灰石粉混凝土》GB/T 30190、《用于水泥、砂浆和混凝土中的石灰石粉》GB/T 35164、《石灰石粉在混凝土中应用技术规程》JGJ/T 318 及《矿物掺合料应用技术规范》GB/T 51003 等石粉和矿物掺合料的基础上，对其细度、流动度比、抗压强度比、MB 值、含水量、白度、总有机碳含量等关键技术指标的确定开展验证试验，如表 4.1-2~表 4.1-4 所示。

表 4.1-2 重质碳酸钙粉基本性能测试结果

重质碳酸钙粉编号	细度 (45 μ m) /%	白度	MB 值	含水量/%	总有机碳含量/%
指标要求	I 级 \leq 8 II 级 \leq 15	\geq 90	\leq 1.0	\leq 1.0	\leq 0.5
TSG-1	3.2	94.5	0.21	0.22	0.12
TSG-2	4.5	93.2	0.25	0.28	0.18
TSG-3	6.8	91.8	0.38	0.35	0.22
TSG-4	10.5	90.5	0.42	0.42	0.36
TSG-5	12.3	88.6	0.65	0.38	0.30
TSG-6	14.2	90.1	0.52	0.55	0.42

表 4.1-3 含不同重质碳酸钙粉的胶砂配合比

重质碳酸钙粉编号	石粉用量/g	普通水泥/g	砂/g	水/g	外加剂
HGY-0	0	450	1350	225	--
TSG-1	135	315	1350	225	
TSG-2	135	315	1350	225	--
TSG-3	135	315	1350	225	--
TSG-4	135	315	1350	225	--
TSG-5	135	315	1350	225	--
TSG-6	135	315	1350	225	--

表 4.1-4 含不同重质碳酸钙粉的胶砂流动度比及抗压强度比测试结果

重质碳酸钙粉编号	流动度比/%	抗压强度比/%		
		7d	28d	56d
指标要求	100	65	65	——
HGY-0	100	——	——	——
TSG-1	108	70	71	71
TSG-2	106	71	71	72
TSG-3	102	68	69	71
TSG-4	103	66	68	69.0

TSG-5	98	64	63	66
TSG-6	100	66	67	69

表 4.1-2 可知，6 种重质碳酸钙粉在细度、白度、MB 值、含水量及总有机碳含量方面均呈现出一定差异。细度方面，TSG-1 最低为 3.2%，TSG-6 最高为 14.2%，6 种样品覆盖了从 I 级 ($\leq 8\%$) 到 II 级 ($\leq 15\%$) 的完整范围，为标准分级指标的设定提供了数据支撑。白度方面，除 TSG-5 (88.6%) 外，其余样品白度均在 90% 以上，TSG-1 最高达 94.5%，表明高纯度重质碳酸钙粉普遍具备良好的白度特性，以 $\geq 90\%$ 作为 I 级指标是合理可行的。MB 值方面，6 种样品均满足 ≤ 1.0 g/kg 的指标要求，TSG-1 最低 (0.21 g/kg)，TSG-5 最高 (0.65 g/kg)，说明重质碳酸钙粉中有害粘土矿物含量普遍较低。含水量方面，6 种样品均满足 $\leq 1.0\%$ 的要求，总有机碳含量均满足 $\leq 0.5\%$ 的指标要求，TSG-6 (0.42%) 略高。

由表 4.1-4 可知，6 种重质碳酸钙粉的流动度比分布在 98%~108% 之间。TSG-1 流动度比最高，达到 108%，TSG-5 流动度比最低，为 98%，说明细度越细、MB 值越低，重质碳酸钙粉对浆体流动性的改善作用越显著，细颗粒的“滚珠效应”和“填充效应”可有效改善新拌浆体的流动性。

抗压强度比方面，7d 强度比分布在 64%~71% 之间，28d 强度比分布在 63%~71% 之间。TSG-1 和 TSG-2 表现最佳，7d 与 28d 强度比均达 70%~71%；TSG-5 表现最差，7d 强度比为 64%、28d 强度比为 63%，均未达到 65% 的指标要求，与其细度较粗、白度较低、MB 值偏高直接相关。多数样品 28d 强度比不低于 7d 强度比，这与重质碳酸钙粉作为惰性掺合料的早期“晶核效应”和后期“填充密实效应”共同作用有关，即早期促进水泥水化，后期通过微集料填充优化孔结构，使强度持续增长。

根据试验情况制定了重质碳酸钙粉作为矿物掺合料的技术指标，见表 4.1-5。根据重质碳酸钙粉特性，按照细度、碳酸钙含量将其分为了两类，其中，细度不大于 8%，碳酸钙含量不低于 95% 为 I 级石粉，主要考虑：该等级石粉细度较细、纯度较高，可充分发挥微集料填充效应与晶核效应，在改善新拌混凝土工作性的同时，有效提升硬化体的力学性能与耐久性能，适用于装饰混凝土、清水混凝土、超高性能混凝土 (UHPC)、装饰砂浆等对材料性能与表观质量要求较高的工程领域。细度大于 8% 且不大于 15%、碳酸钙含量不低于 90% 且低于 95% 的定为 II 级石粉，主要考虑：该等级石粉在细度与纯度指标上较 I 级略

有放宽，从而在保证基本使用性能的前提下，降低加工成本并扩大原料来源范围，适用于普通砂浆、一般结构混凝土等对白度和强度要求相对较低的工程场景。两类石粉的指标差异体现了本标准兼顾高性能应用与普适性推广的双重定位。

表 4.1-5 重质碳酸钙粉作为矿物掺合料的技术指标

项目	技术指标	
	I 级	II 级
堆积密度, g/cm ³	≥0.8	
细度 (45μm 筛余, %)	≤8	≤15
碳酸钙含量/%	≥95	≥90
流动度比/%	≥100	
抗压强度比/%	7d	≥65
	28d	≥65
MB 值/ (g/kg)	≤1.0	
含水量/%	≤1.0	
氯离子含量/%	≤0.06	
三氧化硫含量/%	≤3.5	
白度 ^a	≥90	
放射性	$I_{Ra} \leq 1.0$ 且 $I \leq 1.0$	
总有机碳含量	≤0.5	

^a 此指标为选择性指标，可由供需双方协商确定是否采用。

目前积累的验证数据尚不充分。还需系统性验证不同地区重质碳酸钙粉的堆积密度、氯离子含量、三氧化硫含量及放射性等指标；以及不同等级重质碳酸钙粉在砂浆和混凝土中的实际应用效果，包括对新拌性能、力学性能、耐久性能及表观质量的影响规律等。还需补充完善各项指标的验证数据，持续跟踪不同等级产品在实际工程中的应用效果，以确保本标准技术指标的科学性、合理性与可操作性，为重质碳酸钙粉在砂浆和混凝土中的推广应用提供坚实的技术依据。

五、标准中涉及专利的情况说明

本标准在制定过程中没有涉及专利的情况。

六、产业化情况、推广应用论证和预期达到的经济效益等情况

(1) 产业化情况

我国是碳酸钙资源大国和生产大国，碳酸钙资源分布广泛，储量丰富，为重质碳酸钙产业的规模化发展奠定了坚实的资源基础。根据中国建筑材料工业规划研究院研究，2024年我国碳酸钙总产能约6300万吨，产量约4200万吨。其中，重质碳酸钙规模以上企业年产量达3360万吨。2025年，我国重质碳酸钙产量约2399万吨，需求量约2396万吨，市场供需基本平衡。预计到2030年，我国重质碳酸钙产量、需求量将均超2700万吨，市场规模将达到151.2亿元。上述数据表明，重质碳酸钙粉产业已具备为砂浆和混凝土行业提供稳定、充足原料供应的能力。

从产业链看，重质碳酸钙粉的生产加工工艺日趋成熟，超细磨粉、分级、改性等关键装备已实现国产化，可稳定生产出满足建材行业需求的各类产品。与此同时，碳酸钙产业产生的大量尾矿、加工废料等固废亟需高值化利用出路，将重质碳酸钙粉作为矿物掺合料应用于砂浆和混凝土，既为碳酸钙产业固废提供了资源化利用通道，也为建材行业提供了优质低碳的矿物掺合料选择。目前，重质碳酸钙粉已在预拌砂浆、干混砂浆、高性能混凝土、装饰混凝土等领域展现出良好的应用前景。然而，由于缺乏统一的产品标准，市场上产品质量参差不齐，技术指标不明确，严重制约了重质碳酸钙粉在砂浆和混凝土中的规模化推广。

(2) 推广应用论证和预期达到的经济效果

通过系统的文献调研、验证试验与工程实践验证，重质碳酸钙粉作为砂浆和混凝土用掺合料，其技术可行性与应用价值已得到充分证实。在砂浆和混凝土中掺入适量、适宜细度的重质碳酸钙粉，可通过微集料填充效应和晶核效应有效改善新拌浆体的工作性，提升硬化体的力学性能与体积稳定性，并在一定程度上增强抗渗性等耐久性能。同时，重质碳酸钙粉因其高纯度、高白度的特性，可显著改善砂浆和混凝土的色泽均匀性与表观质量，在装饰混凝土、清水混凝土等对美学有严苛要求的领域展现出独特优势。将重质碳酸钙粉应用于砂浆和混凝土，还可有效替代部分水泥或粉煤灰，降低胶凝材料成本，缓解传统优质矿物掺合料紧缺困境，是落实“双碳”目标、推动建材行业绿色低碳转型的有效路径之一。

在工程应用层面，国内外已有诸多成功案例。科特迪瓦科科迪大桥采用掺加重质碳酸钙粉的配制方案，实现了白色混凝土优异的工作性能与表观质量；

南沙-中山高速公路、雄安城市文化广场项目、海口云洞图书馆等工程同样将重质碳酸钙粉应用于清水混凝土与装饰混凝土中，均取得了良好的技术经济效果。大量工程实践表明，重质碳酸钙粉能够作为一种性能可靠、质量可控的矿物掺合料，有效满足现代工程对混凝土材料“绿色、低碳、高性能”的综合要求，具备规模化推广应用的条件。

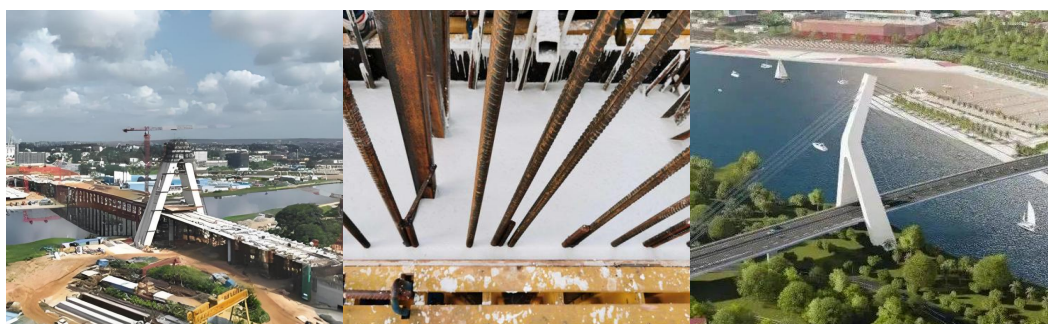
【工程案例】

(1) 科特迪瓦科科迪大桥

科特迪瓦科科迪大桥是西非地区最大斜拉桥，全长 630 米，主塔高 108.6 米，位于科特迪瓦首都和经济中心阿比让市，是当地的标志性工程。该桥由法国建筑师设计，定位为“艺术品级的景观桥”，其主塔和引桥墩身全部采用 C60 高强白色混凝土，对混凝土白度要求极高，需达 85 以上，且成型后不允许二次装饰。项目采用白色硅酸盐水泥作为主要胶凝材料，但白色水泥水化热高、凝结时间短，加之塔柱结构断面尺寸大，大体积混凝土开裂风险突出。同时，为满足白度要求需掺加昂贵的钛白粉，进一步提高了材料成本，且百米高的主塔对混凝土泵送性能也提出了极高要求。

为解决上述难题，项目团队提出了采用重质碳酸钙粉配制白色高强混凝土的技术思路。经过大量试验研究，最终确定以 20% 的白色重质碳酸钙粉替代部分白水泥和钛白粉。这一方案充分发挥了重质碳酸钙粉高纯度、高白度的特性，将白色混凝土的亨特白度由 70 提高至 86；同时降低了材料成本约 5%，并有效减少了白水泥用量，降低了水化热，减小了大体积混凝土的开裂风险。此外，掺入重质碳酸钙粉后混凝土坍落度达到 220mm，满足了主塔混凝土百米高泵送的施工要求。

该项目中重质碳酸钙粉的成功应用，为白色高强混凝土的制备提供了重要技术范例，充分验证了重质碳酸钙粉在高端装饰混凝土领域的技术经济优势。



(2) 广东南沙至中山高速公路

广东南沙至中山高速公路是粤港澳大湾区重大交通基础设施项目，全长 32.4 公里，为特大型桥梁工程，连通广州、中山、深圳三市，是国家高速公路网 G2518 和广东省高速公路网 S78 的重要组成部分。项目控制性工程包括主跨 520 米的洪奇门特大桥和主塔高 210 米的横门西特大桥。全线桥梁占比高，墩柱、桥塔等主体结构大量采用清水混凝土，对混凝土工作性能、力学性能和表面质量均有严格要求。

在该项目中，C35、C40 墩柱清水混凝土采用了重质碳酸钙粉作为矿物掺合料，掺量控制在 15%~20%。通过重质碳酸钙粉的微集料填充效应和晶核效应，有效改善了混凝土拌合物的流动性与粘聚性，满足了墩柱大体积浇筑对工作性的要求；同时，重质碳酸钙粉高纯度、高白度的特性有助于提升混凝土的色泽均匀性，减少表面气泡与色差，使墩柱混凝土外观质量达到清水混凝土标准。工程实践表明，重质碳酸钙粉替代部分传统矿物掺合料，不仅保证了墩柱混凝土的力学性能和耐久性能，还有效提升了混凝土的外观品质，实现了结构功能与装饰效果的统一。



（3）雄安城市文化广场

雄安城市文化广场是雄安新区启动区重要的公共文化地标建筑，总建筑面积超 8 万平方米，涵盖 1400 座大剧院、1200 座音乐厅和美术馆三栋单体建筑，总投资超 21 亿元。该项目定位为“未来之城”的文化名片，结构部分大量采用白色清水混凝土，对混凝土的白度、色泽均匀性和表面质量提出了极高要求。

在该项目中，重质碳酸钙粉作为关键矿物掺合料应用于白色清水混凝土的制备，掺量控制在 15%~20%。通过重质碳酸钙粉高纯度、高白度的特性，有效保障了白色清水混凝土构件的高白度要求。浇筑成型后，混凝土饰面色泽均匀，表面无明显气泡与色差，达到了高标准清水饰面效果。同时，重质碳酸钙粉的微集料填充效应改善了混凝土拌合物的流动性与密实性，为大剧院、音乐厅和美术馆等复杂异形结构的高质量浇筑提供了有力保障。



编制《砂浆和混凝土用碳酸钙粉》行业标准对产业发展、工程应用具有显著支撑作用，主要体现在以下方面：

推动产业升级：标准设置两级产品分级，倒逼粉体企业优化选矿、粉磨、除杂工艺，区分高纯饰面级与通用土建级产品，推动矿山尾矿精细化分选加工，提升行业整体质量管控水平。标准实施后可改变行业仅依靠碳酸钙单一指标判定产品优劣的粗放模式，规避杂质富集引发的和易性劣化、后期膨胀开裂、饰面色差等工程问题，为碳酸钙粉规模化、标准化生产提供基础依据，助力固废资源化产业链稳定发展。

提升市场应用认可度：统一的行业标准可为碳酸钙粉产品提供权威质量背书，明确不同等级产品对应的适用工程场景，让设计单位、搅拌站、施工企业清晰区分Ⅰ级高纯产品用于清水混凝土、装饰砂浆，Ⅱ级产品用于普通结构混凝土、砌筑砂浆，消除市场对尾矿基碳酸钙粉性能稳定性的顾虑，大幅拓宽产品应用渠道，提高碳酸钙粉在矿物掺合料市场的替代比例。

规范产品使用：有助于规范产品使用全流程，解决产业化“无标可依”的核心痛点。通过制定统一的技术规范，能够指导生产企业和施工单位在实际应用中遵循标准要求，从而提升砂浆和混凝土用碳酸钙粉的质量，确保其在不同工程环境下的适用性和耐久性，推动其广泛应用。

从经济与社会效益来看，标准落地后可充分释放石材尾矿、低品位方解石矿资源化利用价值，替代部分水泥熟料，降低预拌砂浆、商品混凝土原材料综合成本，减少水泥生产碳排放；规范产品生产，减少因粉体质量不合格造成的返工、修补成本，降低清水混凝土、装饰构件外观缺陷治理费用；同时规范产业竞争秩序，淘汰高杂质、低品质劣质粉体，引导碳酸钙产业向高纯、精细化、绿色资源化方向发展，实现建材行业降本增效、固废循环利用、建筑品质提升多重效益。

七、与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性

本标准与现行相关法律、法规、规章及相关标准协调一致。

当前，国内碳酸钙相关标准主要集中在牙膏、涂料、塑料、造纸等化工领域，其技术指标与砂浆和混凝土行业对掺合料的功能性需求差异较大，难以指导建材领域的产品生产与质量检验。而现行有关砂浆和混凝土用掺合料的相关标准，如《用于水泥、砂浆和混凝土中的石灰石粉》GB/T 35164、《石灰石粉混凝土》GB/T 30190 及《石灰石粉在混凝土中应用技术规程》JGJ/T 318 等标准，虽规范了石灰石粉的基础指标与应用技术，但均未涵盖碳酸钙粉在高纯度、高白度、高活性等方面的功能性要求。此外，《矿物掺合料应用技术规范》GB/T 51003 和《混凝土用复合掺合料》JG/T 486 虽将石灰石粉纳入矿物掺合料体系，但未对重质碳酸钙粉的技术指标作出专门规定。

本标准在编制过程中，注重与现行标准体系的协调配套。在指标设计上，参考了 GB/T 35164 的分级思路，结合碳酸钙粉的高纯度、高白度、高活性特性，设置了碳酸钙含量、白度、细度等核心指标，并对I级和II级产品分别规定技术参数，体现了“优质专用”的产品定位。在试验方法上，细度、胶砂流动度、抗压强度比、MB 值、放射性、氯离子含量等检测方法均沿用通用建材标准统一规定，检验批次、判定规则、包装储运等条款与现有掺合料标准保持协调一致，保障搅拌站、检测机构可共用现有检测设备与验收流程。

本标准的编制，既是对现行石灰石粉相关标准的细化与提升，也是对矿物掺合料标准体系的品种补充。标准技术指标先进与其他标准协调性好。与相关的强制性标准无冲突。

八、大分歧意见的处理经过和依据

本标准制订过程中对具体指标和内容没有重大分歧。

九、标准性质的建议说明

建议本标准为建材行业推荐性标准。

十、贯彻标准的要求和措施建议

建议本标准发布后尽快实施，并由标准化技术委员会和标准主要起草单位在工业和信息化部领导下开展标准宣贯培训，推进标准顺利实施。具体实施措施建议如下：

(1) 加大标准宣传力度，提高认知度，建立信息公共平台，将有参考价值的案例、好的做法和经验等在行业内部公开发布，引起有关部门领导和相关企业单位的重视，使相关单位能够积极主动的购买标准和资料、参加培训、结合本单位实际情况学习研究标准并准备贯彻实施标准。

(2) 标准归口单位进行贯标指导，组织标准宣贯培训班，由标准制定人员主讲。设立专门的答疑或咨询部门或网站，为贯标企业排忧解难，组织有关人员积极参加行业协会组织的各项活动，培训班等。及时了解标准制、修订信息。

(3) 鼓励行业相关企业或项目部成立标准贯彻实施小组，组员由技术负责人、质量负责人、标准化技术人员、设计人员、质检人员、施工技术人员等技术相关工作人员组成，进行明确的分工合作，适时组织标准宣贯会，使有关人员拥有标准、了解标准、熟悉标准，执行标准。

(4) 标准化技术人员全面负责贯标实施工作，跟踪服务对贯标中出现的的技术问题进行协调处理作好贯标记录，并进行长期监督检查工作。

十一、废止现行相关标准的建议

无。

十二、其它应予说明的事项

无。