

# 建筑混凝土原材料质量检测技术与施工应用分析认识实践

文 / 陈欣 南昌市建设投资集团有限公司

**摘要：**混凝土结构是建筑工程的主要结构类型之一，原材料质量、施工质量将直接影响混凝土结构质量和工程运行使用，加强混凝土原材料质量检测与施工质量控制至关重要。本文将围绕建筑混凝土原材料质量检测与施工质量管理简要论述，讨论建筑混凝土原材料质量检测的主要内容及关键技术，探讨建筑混凝土原材料质量检测的技术要点及质量控制措施，助力工程项目整体质量提升和安全性增强。

**关键词：**建筑混凝土原材料；质量检测技术；施工管理

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.21.019

## 引言

混凝土材料在建筑工程中的应用广泛，是建筑结构的核材料，其质量性能、材料配比、施工操作的规范性与否直接影响工程项目质量性能和运行使用。国家相关政策明确指出，混凝土施工要遵循“先检验后使用”的原则，建立规范完善的原材料台账，细度和强度等未达标产品、掺合料超量等不合格产品杜绝使用，从源头上管控工程质量安全，实现建筑工程建设施工综合效益最大化。混凝土质量检测设计的内容事项多，确保检测技术选用合理，并把握混凝土原材料质量检测的要点至关重要。

### 一、混凝土原材料质量检测的意义分析

混凝土是建筑结构的核材料之一，其质量性能直接关系到建筑工程的结构稳定性、耐久性和居住使用安全性，混凝土原材料质量检测涉及的内容和事项多，覆盖材料性能、安全性及施工适应性等多个方面，选取科学的检测技术和方法，实施规范性的检测分析，是混凝土原材料源头质量控制与不合格产品处理的有效手段，可有效规避因原材料质量导致的各种质量缺陷和病害，如混凝土硬化后体积不稳定、混凝土结构的抗压强度不足、混凝土裂缝等，保证施工中混凝土材料的使用符合工程项目设计要求与质量标准<sup>[1]</sup>；通过规范的原材料质量检测，早期发现和纠正材料质量缺陷，也能避免工程返工和额外成本，减少因材料质量问题导致的修补工程和资源浪费，助力建筑工程建设施工提质增效；基于工程项目具体要求，实施规范的原材料质量检测，可协助工程项目优化材料选择与保障原材料符合绿色建筑、生态建筑相关要求，助力建筑行业可持续发展。

### 二、混凝土原材料质量检测的内容及技术要点

#### (一) 水泥检测

水泥检测是建筑工程质量控制的基石，应贯穿材料采购、施工作业及质量验收全流程，杜绝因原材料质量及作业不规范引起的各种施工质量安全问题。一般而言，要求对水泥强度（抗压、抗折性能）、安定性（硬化后体积变化）、细度（颗粒大小）、含水率及部分化学成

分进行检测分析、力学性能检测分析，确保水泥材料符合国家相关标准及具体工程项目的设计要求和质量标准<sup>[2]</sup>。

一是，强度检测。普通工程项目或同一工程项目的不同环节，所采用的施工作业工艺不同，对混凝土材料的强度要求不同，为切实保障施工作业规范和良好质量性能，需提前做好混凝土强度试验检测工作。通常采用标准试件法、压力试验机等设备就水泥的抗压强度、抗折强度和抗拉强度进行检测分析。

二是，细度。细度检测主要用于评估和分析水泥的颗粒大小及分布，水泥颗粒越细，早期强度越高，通常采用筛析法或激光粒度仪等设备进行相关指标的检测与分析。

三是，比重检测。主要用于测量水泥的密度，通常采用比重瓶法或数字比重仪等设备进行相关指标的测量分析。

四是，凝结时间检测。凝结时间指的是水泥从加水开始到初凝、终凝所需要的时间，凝结时间检测主要用于评估水泥的硬化程度和凝固性质，通常采用凝结时间测定仪等设备进行测量分析。

五是，化学成分分析。主要对水泥当中的氧化物含量、硫氧化物含量、氯离子含量等化学成分进行检测分析，用于评估各化学成分是否符合工程项目的质量标准，控制各化学成分对混凝土或钢筋混凝土结构耐久性的影响，通常可借助X射线荧光光谱法、原子吸收光谱法等设备进行测量和评估分析。

六是，安定性检测。主要用于评估水泥硬化后的体积变化和水泥体积是否平稳，安定性越高，说明水泥在水化过程中越不会出现明显的体积波动，项目施工中出现裂缝、破损等质量缺陷和质量病害的概率就越低。一般可通过雷氏法或试饼法等方法对水泥的安定性进行检测评估，控制水泥硬化过程中无有害体积变化，防止出现混凝土裂缝或翘曲等施工质量缺陷和病害。

七是，水热化。水热化释放的热量可加速水泥水化反应，使混凝土早期强度提升，对冬季混凝土工程项目

施工有利；在大体积混凝土结构的工程项目中，水泥水热化可能导致混凝土内部温度过高，从而产生热应力，导致混凝土膨胀开裂等破坏性后果。因此，施工前要做好水热化检测分析工作，对混凝土温度变化进行细致的评估分析，结合工程项目的的设计要求和具体质量标准，选用适合材质与等级的水泥（如矿渣水泥、低热水泥等低水热化水泥），并合理设计浇筑施工方案<sup>[3]</sup>。

八是，碱含量检测。碱含量对混凝土结构的耐久性和稳定性产生重要影响，通常采用酸滴定法、离子选择电极法或电位滴定法设备就相关指标进行测量分析，协助工程项目施工有效控制混凝土侵蚀风险和增强工程项目结构耐久性、稳定性。

### （二）水试验检测

水是水泥混凝土不可或缺的原材料之一，建筑工程混凝土原材料质量检测环节工作的开展和实施，需要认真落实好水试验检测工作，以免水影响混凝土的质量性能。

一是，pH 值检测。pH 值过高、过低都可能影响混凝土中水泥的水化反应，进而对混凝土的结构强度和性能产生影响，一般要求施工作业人员采用比色法、玻璃电极法等方法对水中的 pH 值进行检测和评估分析！

二是，电导率检测。主要用于评估水的离子含量，电导率越高，说明水中的离子越多，而离子多可能会降低混凝土的性能。

三是，硬度检测。硬度过高可能影响水泥的水化反应，进而使混凝土的强度降低，一般要求施工作业人员采取肥皂试剂法、复合指示试剂法、EDTA 滴定法等方法对水的硬度进行检测和评估分析，确保符合工程设计要求。

### （三）骨料检测

骨料在水泥混凝土当中主要起骨架作用或填充作用，包括各种碎石、卵石等粗骨料，以及天然砂、人工砂等细骨料，要求施工作业人员采用适合的技术和方法，对混凝土骨料的物理性能、化学成分、力学性质和有害物质进行检测分析，全面评估骨料质量，确保混凝土结构性能与耐久性<sup>[4]</sup>。

一是，颗粒级配。骨料的颗粒大小及级配，直接影响混凝土材料的和易性与强度，进而影响工程项目质量性能，通常可采用筛分曲线、累计筛余曲线等方法评估和分析不同粒度颗粒分布。

二是，含泥量与泥块含量。一般建筑工程项目施工要保证混凝土材料的含泥量 $\leq 3\%$ ，并严格控制粗骨料当中的泥块含量 $\leq 1\%$ ，一般泥块含量的检测可考虑采用水洗法。

三是，含水量与密度。一般建筑工程项目施工要控制骨料当中的含水量 $\leq 6\%$ ，表观密度粗骨料 $\geq 2550\text{kg}/$

$\text{m}^3$ ，细骨料 $\geq 2500\text{kg}/\text{m}^3$ ，一般密度的检测通过烘干后称重计算真密度或表面密度。

四是，坚固性与吸水性。一般建筑工程项目施工要控制骨料的吸水率 $\leq 2.5\%$ ，粗骨料坚固性 $\geq 12\%$ ，细骨料 $\leq 8\%$ 。

五是，化学成分检测。对骨料当中有毒有害物质成分进行检测分析，如采用 XRD、电镜等手段对游离氧化钙、硫酸盐等有害物质的含量进行细致的检测分析，一般工程项目要控制粗骨料当中硫化物及硫酸盐含量 $\leq 1\%$ ，细骨料当中硫化物及硫酸盐含量 $\leq 0.5\%$ 。

六是，力学性能检测。对骨料的强度进行检测评估，确保骨料的抗压强度、抗拉强度达到工程项目的的设计要求和质量标准；对骨料的耐磨性和抗冻性进行检测评估，保证工程项目拥有良好的耐久性和结构安全；对骨料的压碎值进行检测分析，将其控制在标准范围之内。

项目	细度模数	平均粒径
粗砂	3.1~3.7	$>0.50$
中砂	2.3~3.0	0.35~0.50
细砂	1.6~2.2	0.20~0.35

图 1 细骨料级配及粗细程度

### （四）掺合料检测

混凝土材料配比是影响建筑工程施工质量的关键要素，很多项目施工需要运用掺合料，用于提高混凝土的结构强度、改善混凝土的质量性能等，确保材料使用更符合工程项目设计要求和质量标准。例如，在水泥当中参加适当比例的粉煤灰，不仅能够节约水泥使用，还能够有效降低水泥水化热，减少大体积混凝土裂缝情况的出现，同时提高混凝土材料的抗硫酸盐侵蚀性和抗渗性；硅灰在混凝土材料当中的适量添加，能显著提高混凝土抗压强度和改善耐久性、耐化学性；矿渣粉在混凝土材料当中的适量添加，一定程度上能够改善混凝土的和易性与降低水化热，很多情况下还能够提高混凝土材料的抗渗性和耐久性，很多大体积混凝土浇筑工程的施工作业都会添加矿渣粉；石英砂在混凝土材料当中的适量添加，主要起到填充作用和改善混凝土的和易性，降低水泥用量；沸石粉在混凝土材料当中的适量添加可改善混凝土流动性和降低泌水率。因此，建筑混凝土结构工程施工需要采取适当的技术和方法，提前对混凝土原材料当中的掺合料种类、细度、含量等进行检测分析，对掺合料的需水量与含水率进行检测分析，确保混凝土材料符合工程设计要求以及控制混凝土拌和物的流动性。

以粉煤灰试验检测为例，细度是衡量粉煤灰质量的关键指标，需要使用筛分法对其检测分析，数值越大，说明粉煤灰颗粒越粗；通过快速检测法和标准检测法

对粉煤灰需水量进行评估分析,用于评价粉煤灰的活性;通过化学分析法和仪器检测法等对粉煤灰的含水量进行检测分析,粉煤灰含水量过高、过低都会影响混凝土结构的强度和质量性能,进而影响工程项目整体质量<sup>[5]</sup>。

### (五) 外加剂检测

混凝土施工还可能各种外加剂的添加使用,用于改善拌合物性能、调节凝结时间和提升耐久性,使项目施工拥有良好的质量性能和符合工程施工多样化需求。例如,减水剂在混凝土材料当中的适量添加,主要用于减少拌和用水量,使混凝土材料的水灰比、收缩率和孔隙率降低及流动性、强度提高,进而延长混凝土结构的耐久性;引气剂在混凝土材料当中的适量添加,主要用于降低混凝土材料的孔隙率和提高抗冻性、抗渗性和耐久性,寒冷地区混凝土结构工程的施工、大体积混凝土施工及冬季施工都可能要用到引气剂;早强剂在混凝土材料当中的适量添加,可加速混凝土早期强度发展,一定程度上缩短施工周期,那些需要快速硬化的工程项目(无预应力混凝土工程结构施工)可能需要运用到早强剂;缓凝剂在混凝土材料中的适量添加,主要用于延长混凝土凝结时间,改善高温或大体积混凝土的施工性能,同时降低混凝土塌落度损失速率;泵送剂在混凝土材料当中的适量添加,主要用于改善混凝土的泵送性能和减少泌水离析;防冻剂或膨胀剂在混凝土材料中的适量添加,主要用于防止冻融破坏,冬季低温环境下的施工作业可能需要运用到防冻剂。因此,建筑混凝土原材料质量检测还需要对混凝土材料中外加剂种类、用量及性能进行细致的评估分析,确保符合工程项目设计要求和质量标准。

## 三、建筑混凝土原材料质量检测的要点及质量控制措施

建筑混凝土原材料质量性能直接影响工程整体质量性能和稳定运行,在工程项目建设施工中要实施全流程的质量检测和评估分析,确保各种问题能及时发现和有效处理。混凝土原材料质量检测涉及的内容事项多,可采用的技术方法多,要求施工作业人员准确把握技术要点,实施全面质量控制。

第一,确保检测方案科学。混凝土原材料质量检测涉及的内容事项多,每种检测所要运用的方法有所不同,操作要点和注意事项也存在显著差异;而且,不同工程项目涉及的混凝土结构施工或者是混凝土结构施工的不同环节、不同工序对混凝土材料质量、性能的要求不同,需要检测的事项和规范、技术要点也有所差异。因此,需事先结合具体工程实际情况和现实需要,制定科学有效的混凝土原材料质量检测方案,确保采用

的质量检测技术和方法科学可行,检测结果准确真实,为项目建筑施工与质量控制提供科学参考。除此之外,还需要根据具体施工情况和现实需要考虑分析,合理确定检测区间和检测时间,并根据检测需要选择适合的仪器设备。

第二,确保取样规范。取样的数量、位置、时间、方式等都有严格的规定和要求,原材料质量检测过程中需要确保取样规范,认真落实好各种注意事项,避免因样本不合理导致的各种问题。以水泥取样为例,应严格按照生产日期、进场日期等分批次进行取样,或者从不同包装袋或散装车中随机抽取,取样完成之后应尽快送检,避免在干燥通风的地方长时间久放或受潮变质。

第三,实施全面监督控制。在混凝土原材料质量检测过程中实施全面质量控制,对可能影响检测结果的各种因素严格控制,切实保证检测结果准确有效,能够为工程项目建设施工优化与项目管理优化提供科学支撑。具体而言,严格依照检测的规范标准操作,避免流程不严谨导致的各种问题;对检测所需要的仪器设备仔细检查、规范操作,避免因设备故障导致的各种问题;对环境和温度等外部条件严格控制,以免温度变化对材料质量性能产生影响,如高温干扰水泥强度等,从而影响检测结果准确性;对试验检测数据反复验证和审查,确保检测数据及时记录和完整记录,建立原材料质量检测档案,方便后期项目建设和监督管控查询信息数据,并为建筑工程项目优化材料选择与使用、施工后的规范竣工验收提供科学依据和参考。

## 结语

混凝土原材料质量检测是建筑工程项目质量控制管理的关键一环,通过源头控制和不合格品的及时处理,可以保证工程项目的良好质量性能和安全稳定运行。而混凝土原材料质量检测工作的开展,需要遵循规范流程,从取样、检测、数据收集到材料控制各个环节均细致操作,并保证选择的检测技术和方法适合。

## 参考文献

- [1] 何婷婷. 混凝土原材料质量检测技术研究与应用[J]. 工程研究与实用, 2025, 6(10): 87-89.
- [2] 信丹. 建筑工程质量检测中的混凝土检测技术应用分析[J]. 门窗, 2025(12): 139-141.
- [3] 黄寅毅. 建筑水泥混凝土原材料试验检测与质量控制[J]. 佛山陶瓷, 2025, (5): 74-76.
- [4] 杨晓岚. 混凝土强度无损检测技术在建筑中的应用分析[J]. 佛山陶瓷, 2025, (4): 103-105.
- [5] 邓云昊. 建筑混凝土原材料检测技术探析[J]. 车时代, 2024(9): 152-154.