

混凝土用砂石原材料检验检测常见问题及解决方案探讨

吉 亮

建筑材料工业技术监督研究中心 北京 100024

摘 要: 砂石作为混凝土中占比最大的组分(通常超过70%),其质量优劣直接决定了新拌混凝土的工作性能、硬化混凝土的力学强度、体积稳定性及耐久性。科学、准确、规范的检验检测是保障砂石原材料质量的关键环节。然而,在实际工程应用与实验室操作中,砂石原材料的检验检测工作常面临诸多挑战与问题,这些问题若得不到有效解决,将严重误导配合比设计,埋下工程质量隐患。本文系统梳理了当前混凝土用砂石原材料在颗粒级配、含泥量、泥块含量、石粉含量、有害物质、坚固性、压碎指标等核心指标检验检测过程中存在的常见问题,深入剖析其成因,并针对性地提出了一系列切实可行的技术与管理解决方案,旨在为提升砂石原材料检验检测水平、保障混凝土工程质量提供理论参考与实践指导。

关键词: 混凝土; 砂石骨料; 检验检测; 常见问题; 解决方案; 质量控制

引言

在混凝土的组成中,砂(细骨料)和石(粗骨料)统称为骨料,其体积占比高达60%-75%,是构成混凝土骨架的核心材料。骨料不仅起到填充和骨架支撑作用,还对混凝土的流动性、强度、弹性模量、收缩徐变以及抗冻、抗渗、抗化学侵蚀等耐久性能产生深远影响。随着我国大规模基础设施建设的持续推进,天然砂资源日益枯竭,机制砂的应用比例逐年攀升,甚至在部分地区已完全取代天然砂。同时,出于环保和资源循环利用的考虑,再生骨料、尾矿骨料等新型骨料也逐渐进入工程视野。骨料来源的多元化、品质的复杂化,对检验检测工作提出了前所未有的更高要求。然而,当前砂石原材料的检验检测体系在标准执行、人员操作、设备精度、环境控制等方面仍存在不少薄弱环节,导致检测结果失真、质量误判的现象时有发生。因此,系统性地识别和分析砂石原材料检验检测中的常见问题,并探索科学有效的解决方案,对于从源头上把控混凝土质量、预防工程质量事故、推动行业技术进步具有重要的现实意义。

1 检验检测常见问题及成因分析

1.1 颗粒级配检测中的问题

在实际操作中,筛分不彻底是一个普遍存在的问题。部分检测人员为了追求效率,人为缩短筛分时间,或在使用振筛机时未按标准设定足够的振幅和持续时间,导致部分本应通过筛孔的颗粒滞留在上层筛中,使得检测结果向粗颗粒方向偏移,进而误导配合比设计,造成混凝土浆体不足、和易性差。此外,样品代表性不足也是导致级配检测失真的重要原因。许多现场取样过程缺乏规范性,未严格按照四分法或使用分料器进行缩分,尤

其是在骨料堆场取样时,往往仅从表层或局部区域取样,无法真实反映整批骨料的粒径分布特征。更为隐蔽的问题在于筛网本身的精度控制。长期使用的筛网易因磨损而孔径扩大,特别是0.15mm、0.3mm等细筛,其变形难以肉眼察觉,却会导致细颗粒含量被系统性低估,最终影响对骨料整体级配的判断。这些问题的根源既包括主观上的操作随意性,也涉及客观上设备维护制度的缺失和自动化程度的不足。

1.2 含泥量、泥块含量及石粉含量检测中的混淆与误差

在含泥量、泥块含量及石粉含量的检测中,概念混淆与操作偏差尤为突出,尤其在机制砂广泛应用的背景下。传统观念中常将粒径小于0.075mm的所有细粉一概视为“泥”,这种认知在机制砂检测中极易导致误判。机制砂在破碎过程中必然产生一定量的石粉,其矿物成分与母岩一致,不具备黏土的塑性和膨胀性,反而能在混凝土中发挥微填充效应。然而,部分检测机构仍沿用天然砂的含泥量限值来评判机制砂,忽视了石粉与泥的本质区别,从而将优质机制砂错误地判定为不合格品。在具体操作层面,含泥量测定中的淘洗过程高度依赖人工经验,水流速度、淘洗次数和力度缺乏统一标准。若淘洗过于剧烈,不仅会冲走黏土,也可能带走部分石粉甚至微小骨料颗粒,导致结果虚高;反之,若淘洗不充分,则残留的泥分未被有效去除,结果又会偏低。这种主观性强的操作方式使得检测结果重复性差、可比性弱。对于泥块含量的检测,规范要求对粗骨料先过4.75mm筛,再将筛上物浸泡24小时后手捏,以判断是否有泥块存在^[1]。但在实际操作中,有些检测人员为图省事,直接对全部样品进行浸泡处理,忽略了对初始粒径的筛选,导致本不

属于泥块的大颗粒被误纳入计算,造成结果严重失真。这些问题的根本原因在于对标准理解不深、对机制砂特性认识不足,以及缺乏标准化的操作流程。

1.3 有害物质检测中的局限性

以有机物含量检测为例,现行标准多采用比色法,即将骨料浸出液与标准鞣酸溶液的颜色进行目视对比。这种方法受环境光线、观察者色觉差异及主观判断影响极大,结果模糊且难以量化,无法为工程决策提供可靠依据。在氯离子检测方面,尤其是在海砂或再生骨料的应用中,部分工地实验室仍采用灵敏度低、易受干扰的硝酸银滴定法,该方法难以准确测定微量氯离子,而恰恰是这些低含量的氯离子在长期服役过程中可能引发钢筋锈蚀,威胁结构安全。更值得警惕的是,一些潜在的有害物质常被忽视,例如碱活性矿物。当骨料中含有蛋白石、玉髓、微晶石英等活性二氧化硅时,在特定条件下可能与水泥中的碱发生碱-骨料反应(AAR),导致混凝土内部产生膨胀应力,最终开裂破坏。然而,由于碱活性检测周期长、成本高,许多项目在骨料选材阶段并未进行此项检验,为工程埋下了长期隐患。这些问题反映出部分单位在检测方法选择上存在“重形式、轻实效”的倾向,对特定工程环境下骨料潜在风险的预判能力不足,同时也暴露了检测资源配置的不合理。

1.4 坚固性与压碎指标试验的问题

坚固性与压碎指标是评价骨料耐久性和强度的重要手段,但这两项试验在实际执行中常因操作繁琐或细节把控不严而出现偏差。坚固性试验需经过五次硫酸钠溶液浸泡与烘干的循环,整个过程耗时达五余天,劳动强度大。在工期紧张背景下,部分检测单位或施工单位往往简化流程,如减少循环次数,或在烘干温度、浸泡时间等关键参数上不严格控制,导致试验结果无法真实反映骨料在自然环境中的抗风化能力。压碎指标试验虽然相对快捷,但其结果对操作细节极为敏感,如存在加载速率要求、针片状处理及适用场景的差异^[2]。这些问题的产生,既有外部工期压力的驱动,也有内部对试验细节重视不够、设备自动化水平低下的原因。

1.5 其他共性问题

砂石检验检测还存在一些贯穿始终的共性短板。首先是试验环境控制不足。骨料的含水状态会直接影响其表观密度、堆积密度等物理指标的测定,但许多实验室并未配备温湿度监控设备,也未对试样在试验前的烘干或饱和面干状态进行严格控制,导致数据波动较大。其次是设备计量溯源体系不健全。天平、烘箱、压力机等关键设备是保证检测精度的基础,然而部分小型检测机

构未能建立定期的计量检定计划,或虽有计划但执行不到位,使得设备长期处于“带病”运行状态,引入系统性误差。最后,原始记录的规范化程度不高也是一个普遍现象。检测数据记录不完整、信息缺失、字迹潦草甚至事后补记等情况时有发生,一旦检测结果引发争议,无法通过原始记录进行有效追溯和复盘,严重削弱了检测工作的公信力和权威性。这些看似琐碎的问题,实则是检验检测质量管理体系不完善的集中体现。

2 解决方案与对策建议

针对上述问题,本文从技术、管理和标准三个层面提出以下解决方案:

2.1 技术层面的改进措施

首先,应大力推广自动化与智能化检测设备的应用。例如,引入全自动振筛机,通过预设程序精确控制振幅、频率和时间,确保筛分过程彻底且结果稳定,有效克服人工筛分的随意性。对于颗粒级配和粒形的快速测定,可采用动态图像粒度分析仪等现代光学设备,不仅能高效获取级配曲线,还能同步分析针片状颗粒含量,为高性能混凝土的骨料优选提供更全面的数据支持。其次,在关键指标的检测方法上需要优化和标准化。对于机制砂,必须摒弃“唯含泥量论”的旧思维,转而采用亚甲蓝(MB)值与0.075mm筛余相结合的综合评价体系。MB值能特异性吸附黏土矿物,通过染色终点清晰区分泥与石粉,从而实现机制砂中有害成分的精准控制。在有害物质检测方面,应强制在重要工程中采用电位滴定法或离子色谱法测定氯离子,以获得高精度、低干扰的结果^[3]。同时,应建立骨料碱活性风险预警机制,对来自已知活性地质区域的骨料,必须进行岩相分析或砂浆棒快速试验。此外,加强样品全流程管理至关重要,应全面推广使用机械式分料器进行缩分,并建立从取样到报告的全程电子化标识系统,确保样品的代表性和可追溯性。

2.2 管理层面的强化举措

技术手段的落地离不开强有力的管理支撑。检测机构必须建立健全的质量管理体系,严格遵循ISO/IEC17025的要求,将所有检测活动纳入规范化、文件化的轨道。这包括制定详尽的作业指导书(SOP),明确每个试验步骤的操作要点和质量控制点,使检测人员有章可循。人员是管理体系的核心,因此必须加强专业培训与考核。不仅要组织学习最新标准规范,更要针对机制砂、再生骨料等新材料开展专项技术研讨,提升检测人员的专业素养和风险意识。同时,应建立严格的设备管理制度,不仅要确保所有关键设备定期进行计量检定,还应实施日常的期间核查,例如每日使用前用标准砝码

校验天平,用标准筛验证筛网精度,将设备状态置于实时监控之下。推行实验室信息管理系统(LIMS)是提升管理效能的有效途径,它能实现检测任务、样品流转、数据采集、报告生成的全流程电子化,不仅提高了工作效率,也杜绝了人为篡改数据的可能性,极大地增强了检测结果的可信度。

2.3 标准与规范层面的思考

长远来看,解决砂石检验检测问题还需从顶层设计入手。现行标准虽已对机制砂有所区分,但仍显粗放,未来应进一步细化石粉含量的合理范围,并根据不同混凝土强度等级、不同服役环境(如海洋、化工、冻融)提出差异化的技术要求。同时,标准体系应积极拥抱新技术,鼓励并规范图像分析、激光粒度分析等先进方法的应用,为其提供权威的技术指引,引导行业检测水平的整体提升^[4]。此外,建议由行业协会或政府主管部门牵头,整合各方资源,建立全国性或区域性的砂石骨料性能数据库。该数据库可收录主要产区骨料的常规物理性能、有害物质背景值、碱活性风险等级等信息,为工程设计、材料采购和质量控制提供强大的数据支持,推动骨料应用从“经验判断”向“数据驱动”转变。

3 结语

砂石原材料作为混凝土的“骨架”,其质量是决定混凝土乃至整个建筑工程质量的基石。当前,砂石检验检测工作中暴露出的诸多问题,根源在于技术手段的滞后、管

理体系的松懈以及对新材料、新标准理解的不足。解决这些问题,不能仅仅依靠某一个方面的单点突破,而需要构建一个“技术驱动、管理护航、标准引领”的三位一体综合解决方案。未来,随着人工智能、物联网等新技术在建材领域的深度融合,砂石骨料的在线监测、智能判级将成为可能。然而,无论技术如何进步,严谨的科学态度、规范的操作流程和健全的质量管理体系始终是确保检验检测结果真实、准确、可靠的根本保障。只有将先进的技术手段与精细化的管理理念相结合,才能真正筑牢混凝土工程质量的第一道防线,为我国基础设施建设的高质量发展保驾护航。

参考文献

- [1]张伟丽.砂石原材料检测技术在工程建设中的应用研究[C]//江西省汽车工程学会,江西省工程师联合会.工程技术与新能源经济学术研讨会论文集(三).阿克苏地区塔里木建设工程质量检测有限责任公司,2025:859-862.
- [2]方歆.关于JGJ52-2006《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》若干试验方法问题的思考[J].江西建材,2021,(11):45-46.
- [3]韩梅.砂石级配对混凝土工作性能的影响及其检测标准研究[J].居舍,2025,(21):178-180.
- [4]邱加泰.探讨砂石物理性能检测存在的问题及应对策略[C]//中国砂石协会.第九届中国国际砂石骨料大会论文集.中山市金正建设工程质量检测有限公司,2024:15-19.