

建筑工程检测中水泥强度测试探讨

张 禹

摘要：本文围绕建筑工程检测中水泥强度测试展开深入探讨。详细阐述了水泥强度检测的方法与流程，包括试验标准与规范、试验设备与材料、试验步骤与操作要点以及数据处理与结果判定。同时，对水泥强度检测的误差控制与优化策略进行了分析，涵盖误差来源分类与量化分析、质量控制措施以及操作规范优化建议。旨在为提高建筑工程中水泥强度检测的准确性和可靠性提供理论支持和实践指导，保障建筑工程的质量和安

关键词：建筑工程检测；水泥强度测试；误差控制；优化策略

引言

水泥是建筑工程不可缺少的基础材料之一，水泥强度的高低直接影响着建筑的稳定与耐久。准确地检测水泥强度，对保证建筑工程质量和人民群众生命财产安全起着关键的作用。在建筑行业日益发展的今天，人们对于水泥强度检测精度与可靠性的要求也越来越高。但是在实际的检测工作中，受诸多因素影响，水泥强度测试结果会出现一些误差，进而对建筑工程质量造成潜在的危害。所以，对建筑工程检测过程中水泥强度检测方法，过程及误差控制和优化策略进行深入探究有着十分现实的意义。

一、水泥强度检测方法与流程

（一）试验标准与规范

水泥强度检测必须遵循严格的标准与规范，以确保检测结果的可比性和准确性。国际上常用的水泥强度测试标准主要有 ASTM C109、EN 196-1 等，而我国则主要采用 GB/T 17671-1999《水泥胶砂强度检验方法》等标准。这些标准详细规定了水泥强度检测的试验方法、试件制备、养护条件、试验设备等方面的要求。例如，GB/T 17671-1999 标准规定了采用胶砂试件法进行水泥强度检测，明确了胶砂的配合比、搅拌时间、成型方法等操作细节，同时对养护水的温度、试体成型试验室的温度和相对湿度等环境条件也做出了严格规定，以保证试验结果的可靠性。

（二）试验设备与材料

（1）试验设备：水泥强度检测涉及多种专业设备，

其精度与性能直接影响检测结果。主要设备包括水泥胶砂搅拌机、水泥胶砂振实台、抗折试验机、抗压试验机等。水泥胶砂搅拌机需具备均匀搅拌的能力，确保水泥、标准砂和水充分混合；水泥胶砂振实台应能按照规定的振动次数和频率振实试模，使试件密度符合要求；抗折试验机和抗压试验机则需具备高精度的加载系统，能够准确施加荷载并记录破坏荷载值。例如，抗压试验机的加荷速率应控制在 $2400 \pm 200 \text{N/s}$ ，以确保试验结果的准确性。

（2）试验材料：检测所需材料主要包括水泥、标准砂和水。水泥应选取具有代表性的样品，确保其质量均匀、无结块；标准砂需符合相关标准要求，使用前需进行筛分处理，去除杂质与过大颗粒；水应为洁净的饮用水，避免含有影响水泥水化的杂质。材料的质量稳定性是保证检测结果可靠性的基础，任何材料的波动都可能导致检测结果的偏差。

（三）试验步骤与操作要点

1. 试件制备

（1）材料称量：严格按照标准规定的配合比，精确称量水泥、标准砂和水。使用精度为 $\pm 0.1 \text{g}$ 的天平称量水泥，确保水泥质量准确无误；标准砂需经过筛分处理，去除杂质与过大颗粒，使用精度为 $\pm 1 \text{g}$ 的称称量；水使用洁净的饮用水，用精度为 $\pm 1 \text{mL}$ 的量筒量取。

（2）搅拌操作：将称好的水泥与标准砂加入水泥胶砂搅拌机中，先以低速搅拌 30 秒，使水泥与砂初步混合均匀；接着在第二个 30 秒内均匀加入水，然后高速搅拌 30 秒；最后停拌 90 秒，在停拌开始后的 15 秒内，用刮刀将叶片和锅壁上的胶砂刮入锅中，再高速搅拌 60 秒。整个搅拌过程需严格控制时间与速度，确保混合物

作者简介：张禹（1994.01——）男，汉族，本科学历，主要从事公路水运工程试验检测方面的研究工作。

均匀一致。

(3) 振实成型：搅拌完成后，将胶砂分两次装入试模。第一次装至试模约三分之二处，用小刀在相互垂直两个方向各划5次，再用捣棒由边缘至中心均匀振实60次；接着装入第二层胶砂，装至高出试模约20mm，同样用小刀划5次，再用捣棒振实60次。振实过程中，捣棒应垂直下压，避免倾斜，确保试件密实度均匀。振实后，用刮刀刮平试件表面，并在试模上标记编号。

2. 试件养护

将制备好的试模放入智能恒温恒湿养护箱中，在温度 $20 \pm 1^\circ\text{C}$ 、相对湿度不低于90%的条件下养护24小时后脱模。脱模时需小心操作，避免损坏试件。脱模后的试件应立即放入水槽中，使水面高出试件至少5mm，继续养护至规定龄期，常规检测龄期为3天、28天。养护期间，需定期检查养护环境的温湿度，确保其稳定在规定的范围内。

3. 强度测试

养护期满后，将试件从养护池中取出，用湿布擦干表面水分。对于抗压强度测试，将试件放在压力试验机的承压板上，以规定的加荷速度施加压力，直至试件破坏，记录破坏时的最大压力值。对于抗折强度测试，将试件放在抗折试验机的支座上，以规定的加荷速度施加压力，直至试件折断，记录折断时的最大压力值。

(四) 数据处理与结果判定

1. 数据处理

在完成水泥抗折与抗压强度试验后，会得到一系列原始荷载数据。对于抗折强度，先记录下每个试件破坏时的荷载值，依据标准中规定的抗折强度计算公式，结合试件的尺寸参数（如跨距、截面尺寸等）进行计算。例如，对于 $40\text{mm} \times 40\text{mm} \times 160\text{mm}$ 的棱柱体试件，抗折强度计算公式会涉及破坏荷载、跨距以及试件截面抵抗矩等参数。

对于抗压强度，同样记录每个半截试件破坏时的荷载值，根据抗压强度计算公式，结合试件的受压面积来计算。每组试件通常制备6个，在计算时，要先剔除异常值。若某个数据与平均值的偏差超过一定范围（如 $\pm 10\%$ ），该数据应被视为异常值予以剔除。然后对剩余数据取算术平均值，作为该组试件的强度代表值。同时，计算这组数据的标准差和变异系数，标准差能反映数据的离散程度，变异系数则是标准差与平均值的比值，可更直观地体现数据的相对离散情况。

2. 结果判定

将计算得到的强度平均值与国家标准规定的相应强度等级指标进行对比。若平均值达到或超过该强度等级的要求，即可判定该水泥产品在该强度指标上合格；若平均值低于标准要求，则判定为不合格。对于接近临界值的结果，需谨慎处理，可进行重复试验或进一步分析检测过程中的可能影响因素，以确保判定结果的准确性和可靠性。

二、水泥强度检测的误差控制与优化策略

(一) 差来源分类与量化分析

1. 环境因素误差

环境温度和湿度对水泥强度检测结果有显著影响。国家标准要求检测时标准砂、水、水泥、试体成型试验室的温度应保持在 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ ，相对湿度应不低于50%，养护水的温度应控制在 $20 \pm 1^\circ\text{C}$ 。如果试验环境的温度和湿度不符合要求，会导致水泥试体水化速度发生变化，从而影响水泥强度的增长。例如，养护水温过高会使水泥试体水化速度加快，早期强度增长较快，但后期强度可能会受到影响；反之，养护水温过低则会使水化速度减慢，强度增长缓慢。

2. 设备因素误差

试验设备的精度和性能会影响检测结果的准确性。如压力试验机的加荷速度不准确、试模的尺寸偏差等都可能引起检测误差。此外，设备的老化、磨损和未定期校准也会增加误差的可能性。例如，压力试验机的加荷速度过快会使试件在短时间内承受较大的压力，导致测试结果偏高；试模的尺寸偏差会影响试件的形状和尺寸，从而影响强度测试结果。

3. 人为因素误差

检测人员的操作技能和专业水平对检测结果有重要影响。检测人员在试件制备、养护和测试过程中的不规范操作，如搅拌时间不足、刮平操作不当、养护条件控制不准确等，都可能导致检测误差。此外，检测人员对试验标准和规范的理解和执行不到位也会影响检测结果的准确性。

(二) 质量控制措施

1. 环境控制

建立完善的环境监测和控制系统，确保试验环境的温度和湿度符合标准要求。在试验室内安装温湿度传感器，实时监测环境参数，并通过空调、加湿器等设备进行调节。养护池应配备水温控制系统，保证水温稳定在

20 ± 1℃。同时，定期对环境参数进行记录和分析，及时发现和解决环境异常问题。

2. 设备管理

制定严格的设备管理制度，定期对试验设备进行校准、维护和保养。设备校准应委托有资质的计量机构进行，确保设备的精度和性能符合要求。建立设备档案，记录设备的使用情况、校准时间、维护记录等信息，以便对设备进行跟踪管理。在使用设备前，应对设备进行检查和调试，确保设备正常运行。

3. 人员培训

加强对检测人员的培训，提高其操作技能和专业水平。培训内容包括试验标准和规范、设备操作方法、误差控制等方面。定期组织检测人员参加技术交流和考核，不断更新知识和技能。同时，建立人员考核制度，对检测人员的工作质量进行评价和监督，确保检测工作的准确性和可靠性。

(三) 操作规范优化建议

1. 试件制备操作优化

在试件制备过程中，应严格按照标准规定的操作方法进行。例如，在握金属直尺刮平试模表面时，要保证用力均匀，刮平直尺始终保持近似90°的角度，沿着试模长度的方向，使用横向锯割的动作，朝着另外一端慢慢移动，避免使用压、推、抬高直尺的动作，防止试块表面不平或受损。

2. 养护操作优化

加强对试件养护过程的管理，确保养护条件符合标

准要求。养护箱和养护池应定期进行清洁和消毒，防止细菌和杂质对试件产生影响。在试件养护过程中，要定期检查养护环境的温度、湿度和水温，及时调整和记录。同时，要注意试件的放置方式，避免试件相互挤压或碰撞。

3. 强度测试操作优化

在强度测试过程中，要严格按照规定的加荷速度进行操作。压力试验机的加荷速度应根据试件的尺寸和强度等级进行调整，确保测试结果的准确性。在测试过程中，要密切观察试件的破坏情况，记录关键数据。测试完成后，要对设备进行清理和维护，为下一次测试做好准备。

结论

建筑工程检测中水泥强度测试是确保建筑工程质量的重要环节。通过遵循严格的试验标准与规范，合理选择试验设备与材料，规范试验步骤与操作要点，以及科学处理数据与判定结果，可以提高水泥强度检测的准确性和可靠性。同时，针对水泥强度检测中可能出现的误差，通过对误差来源进行分类与量化分析，采取有效的质量控制措施和操作规范优化建议，可以有效控制误差，提高检测结果的可信度。在实际工作中，应不断加强对水泥强度检测的管理和技术创新，提高检测人员的专业水平和责任意识，为建筑工程的质量和安全提供有力保障。随着建筑行业的不断发展，对水泥强度检测的要求也会越来越高，未来还需要进一步深入研究和探索更加准确、高效的检测方法和技术。

参考文献

- [1] 郭林林. 建筑工程检测中水泥强度测试研究 [J]. 砖瓦世界, 2025 (2).
- [2] 高建华, 汪宝隆. 高强度水泥混凝土施工技术在建 筑工程中的应用 [J]. 中国水泥, 2025 (3).
- [3] 钱佳佳. 建筑工程中水泥检测常见问题与改进措施探讨 [C]// 智慧建筑与智能经济建设学术研讨会论文集 (三). 2025.
- [4] 彭继斌. 建筑工程中混凝土抗压强度影响因素及检测方法 [J]. 四川水泥, 2025 (3): 18-21.
- [5] 宗世龙. 建筑工程中水泥混凝土施工技术控制分析 [J]. 2025.

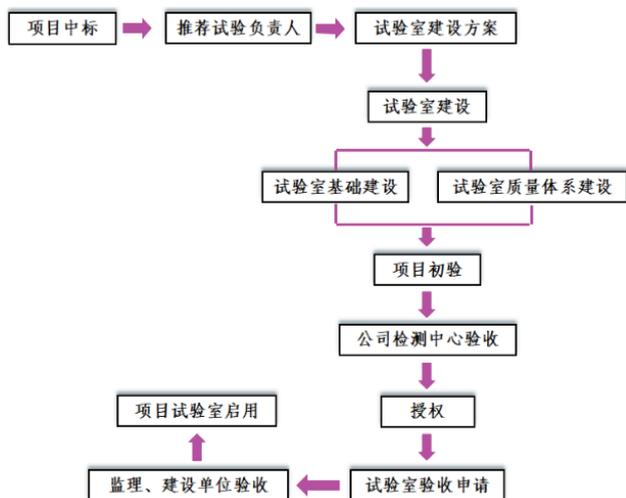


图1 工地实验室试验检测管理流程