

建筑工程中混凝土强度检测技术及其应用

罗 堂

武汉市东西湖区建设工程质量检测中心 湖北 武汉 430040

摘 要：混凝土强度检测是建筑工程质量把控的关键环节。其通过回弹法、超声法、钻芯法等多种技术，保障建筑结构安全，确保工程质量达标，为施工及后续决策提供重要依据。当前，检测技术应用广泛但存在人员素质不足、设备管理欠佳、方法选择不当、数据处理不科学等问题。优化策略包括加强人员培训、规范设备管理、合理选用方法及完善数据处理，以提升检测准确性与工程管理水平。

关键词：建筑工程；混凝土强度；检测技术；应用

1 建筑工程中混凝土强度检测的重要性

1.1 保障建筑结构安全

混凝土作为建筑工程的核心材料，其强度直接决定了建筑物的承载能力与稳定性。在高层建筑、桥梁、大坝等大型工程中，混凝土需承受巨大的垂直荷载、水平风力以及地震作用等。若混凝土强度不足，建筑物在使用过程中可能出现梁、板、柱的变形甚至断裂，引发墙体裂缝、结构倾斜等严重问题，直接威胁建筑结构安全。以钢筋混凝土框架结构为例，梁柱节点处的混凝土强度若未达设计要求，在遭遇地震等突发荷载时，节点区域极易发生破坏，导致结构整体失稳，酿成严重的安全事故。2011年日本福岛地震中，部分建筑因混凝土强度不达标，在地震波冲击下瞬间垮塌，造成大量人员伤亡和财产损失。通过科学、精准的混凝土强度检测，可及时发现强度缺陷，采取补强加固措施，从根本上消除安全隐患，保障建筑结构在全生命周期内的安全性与可靠性。

1.2 确保工程质量达标

建筑工程质量关乎人民群众的生命财产安全和社会公共利益，而混凝土强度是衡量工程质量的重要指标之一。在工程建设过程中，从原材料选择、配合比设计到施工浇筑、养护等环节，任何一个步骤出现偏差，都可能影响混凝土的最终强度。通过系统的强度检测，能够对混凝土的生产与施工过程进行有效监控，确保工程质量符合设计和规范要求^[1]。在实际施工中，原材料的质量波动、搅拌时间不足、振捣不密实、养护条件不当等因素，都会导致混凝土强度离散性增大。定期对混凝土强度进行检测，可及时发现质量问题，追溯问题根源，对施工过程进行调整和优化。例如，在某大型商业综合体项目中，通过现场混凝土强度检测发现部分楼层混凝土强度未达设计标准，经排查发现是外加剂掺量错误导致。施工方及时调整配合比，并对不合格部位进行返工处理，避免了更大的质量事故发生，确保了整个工程质

量达标。

1.3 为后续决策提供依据

混凝土强度检测数据是工程建设各阶段决策的重要依据。在施工阶段，检测结果可指导施工进度安排，若混凝土强度增长缓慢，需延长养护时间或采取加速硬化措施，避免过早进行下一道工序导致结构损伤；在验收阶段，强度检测报告是工程质量验收的核心文件，只有强度满足设计要求，工程才能通过验收并交付使用。另外，在既有建筑的改造、加固、鉴定等工作中，混凝土强度检测数据更是不可或缺。例如，某老旧厂房拟改造为创意产业园，通过对厂房混凝土结构的强度检测，可评估结构的承载能力和剩余使用寿命，为改造方案的设计提供科学依据。根据检测结果，设计师可确定是否需要结构进行加固，选择合适的加固材料和方法，确保改造后的建筑满足新的使用功能需求。同时对于遭受火灾、水灾等灾害的建筑，混凝土强度检测能够评估结构受损程度，为灾后修复和重建决策提供有力支持。

2 建筑工程中常见的混凝土强度检测技术

2.1 回弹法

回弹法是一种基于混凝土表面硬度与强度相关性的无损检测技术，因其操作简便、检测速度快、成本低等优点，在建筑工程中应用广泛。该方法利用回弹仪弹击混凝土表面，通过测量回弹值，结合测强曲线推算混凝土的抗压强度。回弹值与混凝土表面硬度成正比，而表面硬度又与混凝土强度密切相关。在实际应用中，回弹法受多种因素影响，如混凝土的碳化深度、骨料品种与粒径、测试面平整度等。为提高检测准确性，需对测试面进行打磨处理，去除浮浆和油污，并准确测量碳化深度，对测强曲线进行修正^[2]。由于回弹法只能反映混凝土表面强度，对于内部缺陷检测效果不佳，通常适用于对混凝土强度进行大面积普查或初步评估。

2.2 超声法

超声法是利用超声波在混凝土中的传播速度、波幅和频率等声学参数与混凝土强度的相关性来检测强度的方法。超声波在混凝土中传播时，其速度和能量会因混凝土的密实度、弹性模量和强度不同而发生变化。通过发射和接收超声波，测量其在混凝土中的传播时间和波形，可计算出超声波声速，进而推算混凝土强度。超声法属于无损检测，对混凝土结构无损伤，且能够检测混凝土内部缺陷，如孔洞、裂缝等。它适用于检测大体积混凝土、高层建筑基础等结构的强度。但超声法也存在局限性，其检测结果受混凝土配合比、含水率、骨料特性等因素影响较大，需要建立准确的测强曲线。超声法检测时需要两个相对测试面，对于一些复杂结构或单面测试的情况，应用受到限制。

2.3 钻芯法

钻芯法是一种直接从混凝土结构中钻取芯样，通过对芯样进行抗压试验来确定混凝土强度的半破损检测方法。该方法能够直观、准确地反映混凝土的实际强度，不受混凝土表面质量和内部缺陷的影响，检测结果可靠性高，是评定混凝土强度的最直接、最准确的方法之一，常作为其他检测方法的校准和验证手段。然而，钻芯法会对混凝土结构造成一定损伤，需要对钻芯部位进行修补。钻芯过程较为复杂，需要专业设备和技术人员，检测成本较高，检测效率较低。因此，钻芯法通常用于对重要结构或对其他检测方法结果有争议时的验证检测。在实际应用中，应合理选择钻芯位置，确保芯样具有代表性，同时严格按照规范要求对芯样加工和试验，保证检测结果的准确性。

2.4 拔出法

拔出法是在混凝土浇筑前或浇筑过程中预埋金属锚固件，待混凝土硬化后，通过拔出仪对锚固件施加拉力，测量拔出力大小，根据拔出力与混凝土强度的关系推算混凝土强度的检测方法。该方法属于半破损检测，对混凝土结构的损伤较小，检测结果具有较高的可靠性。拔出法可分为预埋拔出法和后装拔出法。预埋拔出法适用于新建工程的混凝土强度检测，能够在混凝土浇筑过程中及时监测强度发展；后装拔出法适用于既有建筑的混凝土强度检测，无需在浇筑前预埋锚固件，操作相对灵活。但拔出法受锚固件埋设深度、混凝土保护层厚度等因素影响较大，需要严格控制检测工艺和参数，以确保检测结果的准确性。

2.5 其他检测技术

除上述常见检测技术外，还有一些新兴或特定条件下使用的混凝土强度检测技术。例如，超声回弹综合法是将超声法和回弹法相结合，利用两种方法的优势互补，减少单一方法的局限性，提高检测结果的准确性和可靠

性。该方法通过建立超声声速、回弹值与混凝土强度的多元回归测强曲线，综合评定混凝土强度。另外，还有贯入法、射线法等检测技术。贯入法通过测量钢钉贯入混凝土的深度来评定混凝土强度，操作简便，但检测精度相对较低；射线法利用射线穿透混凝土时的衰减特性检测混凝土强度和内部缺陷，具有非接触、检测速度快等优点，但射线对人体有一定危害，需要特殊防护措施。这些检测技术各有优缺点，在实际工程中应根据具体情况合理选择或组合使用。

3 混凝土强度检测技术在建筑工程中的应用现状与问题

3.1 应用现状

随着建筑行业的快速发展和对工程质量要求的不断提高，混凝土强度检测技术得到了广泛应用。在新建工程中，从基础施工到主体结构完成，各个阶段都需对混凝土强度进行检测，以确保工程质量符合设计要求。无损检测技术如回弹法、超声法因其操作简便、不损伤结构等特点，成为现场检测的首选方法，广泛应用于混凝土强度的初步检测和大面积普查。在既有建筑的检测鉴定领域，混凝土强度检测也是重要内容之一^[1]。随着城市更新和既有建筑改造需求的增加，对既有建筑混凝土强度的准确评估成为保障改造工程安全的关键。钻芯法、拔出法等半破损检测技术以及超声回弹综合法等综合检测技术，在既有建筑混凝土强度检测中发挥着重要作用。随着检测技术的不断发展和创新，智能化、自动化检测设备逐渐应用于混凝土强度检测领域。例如，智能回弹仪可自动采集和存储回弹数据，并通过无线传输技术将数据上传至检测管理平台，实现数据的实时分析和处理；超声检测设备也朝着智能化、便携式方向发展，提高了检测效率和准确性。

3.2 存在的问题

尽管混凝土强度检测技术在建筑工程中得到了广泛应用，但在实际应用中仍存在问题。首先，检测人员专业素质参差不齐，部分检测人员缺乏系统的专业培训，对检测标准和规范理解不深，操作不规范，导致检测数据不准确。例如，在回弹法检测中，未按规范要求对测试面进行处理，或未准确测量碳化深度，影响了测强曲线的准确性，进而导致强度检测结果偏差。其次，检测设备管理不规范，一些检测单位对检测设备的维护和校准重视不足，设备长期使用后性能下降，未及时进行检测和维修，导致检测数据误差增大。另外，市场上检测设备质量良莠不齐，部分设备精度不高，也影响了检测结果的可靠性。再者，检测方法选择不合理。不同的检测方法适用于不同的工程条件和检测目的，部分检测人员在选择检测方法时未充分考虑实际情况，导致检

测结果不能真实反映混凝土强度。例如，在检测大体积混凝土内部强度时，仅采用回弹法进行表面检测，无法发现内部缺陷和强度差异。最后，数据处理与分析不科学。部分检测单位对检测数据的处理和分析不够严谨，未建立完善的数据管理体系，导致数据丢失、错误或分析不全面。在利用检测数据进行工程质量评估和决策时，缺乏科学的方法和依据，影响了检测结果的应用价值。

4 优化混凝土强度检测技术应用的策略

4.1 加强检测人员培训

提高检测人员的专业素质是确保混凝土强度检测准确性的关键。检测单位应建立完善的培训体系，定期组织检测人员参加专业培训和和技术交流活动，学习最新的检测标准、规范和技术方法。培训内容应包括检测理论、仪器操作、数据处理与分析等方面，通过理论学习和实际操作相结合的方式，提高检测人员的业务水平。同时，鼓励检测人员参加行业资格认证考试，获取相应的检测资质，确保检测人员持证上岗。还应加强对检测人员的职业道德教育，提高其责任意识和诚信意识，杜绝检测数据造假等违规行为，保证检测工作的公正性和准确性。

4.2 规范检测设备管理

检测设备的性能直接影响检测结果的准确性，因此必须加强对检测设备的管理。检测单位应建立健全设备管理制度，对检测设备进行统一编号、登记造册，详细记录设备的型号、规格、购置时间、使用情况等信息。定期对检测设备进行维护和校准，按照设备使用说明书和相关标准要求，制定校准计划，确保设备性能符合检测要求。对于超过校准周期或出现故障的设备，应立即停止使用，经校准或维修合格后方可重新投入使用。在购置检测设备时，应选择质量可靠、性能稳定的产品，从源头上保证检测结果的可靠性。

4.3 合理选择检测方法

不同的检测方法各有优缺点和适用范围，在实际检测中，应根据工程特点、检测目的和现场条件等因素，合理选择检测方法。对于新建工程的混凝土强度初步检测，可优先采用回弹法、超声法等无损检测技术，进行大面积普查；对于重要结构部位或对检测结果有疑问时，

应采用钻芯法、拔出法等半破损检测技术进行验证^[4]。在检测复杂结构或有特殊要求的混凝土时，可采用多种检测方法相结合的综合检测技术，如超声回弹综合法，充分发挥不同检测方法的优点，提高检测结果的准确性和可靠性。同时在选择检测方法前，应充分了解各种检测方法的原理、适用条件和局限性，确保检测方法的选择科学合理。

4.4 完善数据处理与分析

科学的数据处理与分析是提高混凝土强度检测结果应用价值的重要环节。检测单位应建立完善的数据管理体系，对检测数据进行规范化管理。采用专业的数据处理软件，对检测数据进行自动采集、存储和分析，提高数据处理的效率和准确性。在数据分析过程中，应严格按照相关标准和规范要求进行，对异常数据进行科学处理和分析，找出数据异常的原因。应建立检测数据的统计分析模型，对大量检测数据进行统计分析，总结混凝土强度的变化规律和影响因素，为工程质量评估和决策提供科学依据。还应加强检测数据的信息化管理，实现检测数据的共享和远程传输，便于相关人员及时了解检测结果，提高工程管理效率。

结束语

混凝土强度检测技术对建筑工程意义重大。尽管当前应用中面临诸多挑战，但通过强化人员培训、规范设备管理、科学选择检测方法与完善数据处理，可有效提升检测质量。未来，随着技术创新与行业规范发展，混凝土强度检测技术将更精准高效，为建筑工程质量与安全提供坚实保障，推动建筑行业高质量发展。

参考文献

- [1]郭琪.论建筑工程混凝土强度检测技术及其应用[J].全面腐蚀控制,2025,39(4):133-135,175.
- [2]李玲子.钻芯法检测混凝土强度试验问题和处理方法技术总结[J].广东建材,2023,39(02):53-54.
- [3]刘秀伟,栾晖元,栾绍双.建筑工程中混凝土试块强度检测研究[J].中国地名,2024(5):0187-0189.
- [4]彭明炜.钻芯法检测结构混凝土抗压强度应注意的问题[J].城市住宅,2021(02):138-140.