

# 土木工程现场混凝土强度检测技术

梁志鹏

广西鼎恒工程质量检测有限公司

**摘要：**混凝土作为土木工程中常用的建筑材料，其强度是保证结构安全和耐久性的重要参数之一。在施工现场，准确、快速地检测混凝土的强度，利于确保混凝土结构的质量。本文围绕土木施工现场混凝土强度检测技术展开讨论，从强度检测的重要性入手，分析常见的检测技术，给出了检测技术的应用建议，旨在为混凝土强度检测提供一些有益的参考。

**关键词：**土木；现场；混凝土；强度；检测

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.14.036

在土木工程中，混凝土强度是决定结构安全性和功能性的一个重要指标。由于现场混凝土条件的不确定性，实施有效的现场强度检测，对于确保工程质量和安全至关重要。本文将介绍几种主要的混凝土强度现场检测技术，并探讨其应用要点。

## 一、混凝土强度检测的重要性

在施工过程中，对混凝土强度进行现场检测，在保障土木结构安全、提升工程质量、确保法规遵守、优化项目管理和提升经济效益等方面，具有重要意义。通过严格的强度检测流程和标准，可以保证工程项目的成功实施与长期运营，促进整个建筑行业的健康发展。

### （一）保证结构的安全性

强度不足的混凝土，会导致结构出现裂缝、变形甚至崩塌，威胁到人员和财产安全。在施工现场对混凝土强度的严格检测，可以及时发现和解决潜在的安全问题，确保工程结构能承受预期的荷载，满足长期使用的稳定性和安全性要求，从而保护人们的生命、财产安全。

### （二）确保工程质量

对混凝土样本进行系统的强度测试，可以确保混凝土材料达到设计要求，反映出施工过程中的配比准确、混合均匀和养护得当，有助于提高整个工程项目的质量标准，还能够预防因材料质量或施工问题导致的返修和维护，从而延长结构的使用寿命。

### （三）遵守法规和标准

混凝土强度通常有严格的规定和标准，在工程设计、施工及验收等阶段，对混凝土进行强度检测，不仅确保了工程的安全性和质量，也是合法合规施工的体现，避免因违规而引发的法律和财务风险。

### （四）优化施工管理

通过分析检测结果，管理团队可以评估混凝土材料

的性能，监督施工质量，及时调整施工计划和方法，提高了施工效率和质量，有助于优化资源分配，降低不必要的损耗和延误，利于对整个项目进行成本控制和进度管理。

## （五）提升经济效益

在土木施工现场对混凝土强度进行检测，及时发现并解决混凝土质量问题，可以避免昂贵的返工和维修费用，减少潜在的事故责任和经济损失。此外，优质的工程质量，还能提高建筑物的使用价值和持久性，为投资者带来更大的经济收益<sup>[1]</sup>。

## 二、土木工程现场混凝土强度检测技术

### （一）回弹法

回弹法（如图1所示），又称作施密特锤检测法，是一种非破坏性的混凝土强度检测技术，主要依靠施密特锤测量混凝土表面的硬度，间接评估其强度，其原理是施密特锤的锤头在受到一定弹性冲击力作用后弹回，通过回弹值推算出混凝土的压缩强度。回弹法具有操作简便、效率高、对结构破坏小等优点，适用于快速现场检测和评估混凝土结构的强度状况。检测时，将施密特锤垂直地紧贴于混凝土表面，释放锤击，记录回弹值。通常需在不同位置进行多点测试，以获得平均值，以提高测量结果的准确性。回弹结果易受多种因素影响，如混凝土的表面状况、湿度、类型、骨料大小等，都会对回弹值产生影响，因此，在实际操作中，需要结合其他检测方法和混凝土的实际情况，进行综合分析判断。



图1 回弹法

### （二）超声脉冲法

此技术是一种利用超声波在混凝土中传播特性，评

估其质量和强度的非破坏性检测技术，主要是通过测量超声波脉冲在混凝土结构中传播的速度，推断出混凝土的体积密实度、均匀性以及有无缺陷等性质，具有非破坏性、快速等优点，适合于评估大型混凝土结构，或难以直接检测的部位的质量和完整性。操作时，检测人员会在混凝土结构的两侧分别安置超声波发射器和接收器。发射器发出超声波，超声波穿过混凝土并被接收器检测到，测量超声波从发射器到接收器的传播时间，结合两点之间的距离，计算出超声波在混凝土中的传播速度。超声脉冲法的结果，会受到多种因素的影响，例如，混凝土的湿度、组成成分、孔隙率以及波在材料中遇到的界面等。此外，检测人员对设备的使用经验和数据解读能力，也是影响检测结果准确性的重要因素<sup>[2]</sup>。

### （三）超声回弹综合法

超声回弹综合法（如图2所示）结合了回弹法和超声脉冲法优势，综合利用回弹值和超声波传播速度这两个参数，提高了对混凝土强度评估的准确性和可靠性。此技术充分考虑了单一方法带来的局限性，通过相互补充，达到更全面评估混凝土质量和强度的目的。操作过程中，利用回弹法测定混凝土表面的回弹值，评估混凝土表面的硬度。采用超声脉冲法，测量超声波在同一测试点混凝土内部的传播速度，评估混凝土的密实度和内部结构完整性。将这两项测试结果按照特定的算法或模型进行综合分析，从而得到混凝土的综合强度评估。超声回弹综合法的优势在于，能够同时获得混凝土的表面信息和内部信息，这两方面的信息互为补充，有助于更准确地反映混凝土的实际强度状况。相比单一的回弹法或超声脉冲法，其测试结果的可靠性和精确度有了显著提升。在实际应用过程中，需要对测试数据进行更复杂的处理和分析，对操作人员的技术要求较高。同时，设备成本也高于单一的测试方法。



图2 超声回弹综合法

### （四）钻芯法

钻芯法是一种直接评估混凝土强度的破坏性检测技术，从混凝土结构中取出圆柱形样品，并在标准条件下进行抗压强度测试，确定现场混凝土的实际强度。钻芯法的一个显著优点是能够提供直接和实际的混凝土强度数据，适用于评估老旧结构强度、疑似施工质量问题区域或事故结构的损伤程度。进行钻芯测试时，选择合适的测试点，代表整个结构或特定区域的混凝土状况。使用专门的钻芯取样设备进行钻取，取样直径和深度依据具体需要和标准要求确定。取出的钻芯样本需进行适当的处理，包括标记、测量、清洗以及端面加工等，以确保在进行抗压强度测试时样本满足标准要求。抗压强度测试通常在实验室中进行，使用标准的压力试验机，对钻芯样品施加压力直到破坏，通过破坏时的最大承载力计算混凝土的抗压强度。钻芯法的局限性主要在于，此技术属于破坏性测试，会对结构造成一定程度的损伤。

### （五）拔出法

拔出法是一种半破坏性混凝土强度测试技术，利于在施工现场进行混凝土抗压强度的快速评估。在操作过程中，需要在待测混凝土区域安装拉拔件，可以在混凝土浇筑时预埋，或在混凝土硬化后钻孔安装。拉拔件的安装深度、类型和尺寸，需根据混凝土的特性和强度等级以及具体的测试标准确定。测试时，使用拔出试验机通过拉拔装置将拉拔件施加拉力，直到拉拔件从混凝土中完全拔出。整个过程中，测量并记录所施加的最大拉力，分析此拉力与混凝土性能的关系，可以计算出混凝土的抗压强度。此技术是半破坏性的，与完全破坏性测试方法相比，对混凝土结构的损伤较小，适合于完成结构的强度检测。操作相对简单快捷，便于现场操作，可以实现快速获得测试结果，从而提高工程效率，且便于重复测试同一区域或多个区域，有助于评估混凝土的整体质量和均匀性。拔出法也有自身的局限性。测试结果受到多种因素的影响，如拉拔件的形状、尺寸、安装深度、混凝土的局部性质等，对测试操作人员的技能要求较高<sup>[3]</sup>。

## 三、土木工程现场混凝土强度检测技术的应用要点

### （一）选择合适的检测技术

正确的检测技术，能够为土木工程施工提供准确的混凝土质量数据，帮助管理团队做出更加科学合理的决策。在选择检测技术时，需要综合考虑多个因素，确保选择的技术最适合项目的特定需求和约束条件，有效地评估和保证结构的强度和安全性。首先，不同的目标需要不同的检测技术，在检测前，检测人员应明确检测的主要目的，如确定新浇筑混凝土的强度、评估老旧结构的安全性等。其次，考虑待检测结构的特点，如混凝土的厚度、可访问性和结构的复杂程度等。大型或复杂结

构可能更适合使用非破坏性或半破坏性检测技术，以减少对结构完整性的影响。再次，考虑经济效益和时间成本，有些检测技术可能需要昂贵的设备和专门训练的检测人员，或者检测过程耗时较长。在检测技术选择时，应根据项目的预算和进度安排，选择最合适的检测方法。从次，考虑检测方法对结构损伤的程度，非破坏性或半破坏性检测对结构完整性的影响最小，通常更适用于已投入使用的建筑或结构。而对于新建工程，或者当需要获得最准确的直接强度数据时，可以选择破坏性测试，如钻芯法等。最后，在实践中，单一的检测技术，无法满足所有的测试需求，可以结合使用不同的检测技术，互补各自的优缺点，为土木工程施工提供更全面和准确的混凝土强度评估结果。例如，先用回弹法进行快速筛查，再通过钻芯法对关键区域进行精确测定<sup>[4]</sup>。

### （二）标准化操作流程

一个明确、规范的操作流程，不仅能够保证检测结果的一致性和可比性，还有助于提高混凝土强度检测效率和降低操作错误，从而确保建筑结构的安全和耐久性。首先，在检测开始之前，应进行充分的准备工作，了解混凝土的基本信息、检测目的、适用的检测技术及其范围和限制。同时，确认检测所需要的设备、工具和材料是否齐全、有效并符合相关标准要求。其次，根据检测目的和混凝土结构的具体情况，考虑结构的重要性、可接近性及环境条件等，科学合理地选择检测点位。对于大型结构或复杂结构，应设计合理的抽样方案，确保检测点的代表性和全面性，以获得最具参考价值的数据。再次，执行检测操作时，必须严格遵守技术规范和操作指南，包括设备的准确设置、样本的正确处理以及数据的准确记录。对于非破坏性检测，如回弹法、超声脉冲法等，需要确保设备校准，操作手法正确；对于破坏性检测，如钻芯法、拔出法等，还需注意样本的处理和保护，避免二次损伤影响检测结果。从次，收集到的原始数据，需要按照标准化流程进行处理和分析，如数据的清洗、归纳、统计分析等。应用相关的理论和计算模型，综合考虑各种影响因素，得到最终的混凝土强度评估结果。所有检测过程和结果需进行详细记录，并编制正式的检测报告。报告应包含检测的背景、目的、方法、操作流程、检测数据、分析结果以及结论和建议等。最后，在整个检测过程中，应建立质量控制机制，包括对检测设备的定期校验、对操作人员的持续培训以及对检测过程的监督等。同时，通过检测结果的反馈和分析，不断优化检测流程，提高检测质量和效率。

### （三）后续处理和补强

半破坏性和破坏性检测技术，可以为土木施工提供关键的结构性能数据，同时，也对检测区域的结构完整

性和外观产生不利影响。在完成这些检测之后，适当的修复处理和必要的结构补强，可以确保结构安全，延长使用寿命，保持结构外观美观。首先，检测结束后，对受影响的区域进行细致的检查，评估检测对混凝土结构造成的具体损伤，如钻孔、切割导致的孔洞或缺口等。修复工作应尽量恢复结构的原始性能和外观，使用与原结构相兼容的材料。对于孔洞或裂缝，可以采用高强度的修补材料，如环氧树脂或聚合物改性水泥砂浆，进行填充和密封。修复工作应尽量精细，以确保修复区域与周围结构之间的良好结合，避免未来的脱层或裂缝发展。其次，如果检测结果表明结构存在性能不足，或已经损伤到影响其安全使用的程度，应进行结构补强。补强方案应基于结构当前状态的准确评估，以及对预期使用寿命和性能要求的考虑。常见的补强方法包括使用外贴钢板、碳纤维增强聚合物带、预应力技术等。补强方案应由具有相关经验的专业人员完成，确保补强措施的有效性和经济性。在执行补强工程时，需要特别注意补强材料与原结构的兼容性及黏附效果，确保新旧材料之间传递负载的有效性。最后，完成修复和补强工作后，应对修补区域进行适当养护，保证修补材料和补强结构达到最佳性能。对于结构重要性较高或补强程度较大的工程，建议实施长期的结构性能监测。通过安装应变计、裂缝宽度计等监测设备，对结构性能进行检测，以确保补强措施的长期有效性，并及时发现潜在的新问题<sup>[5]</sup>。

## 四、结语

综上所述，在土木工程施工过程中，混凝土强度检测技术发挥着重要的作用，在检测过程中，通过选择合适的检测技术、制定并执行标准化的检测流程、做好后续处理和补强等方式，确保检测结果的准确性和可靠性，为土木工程混凝土强度控制，提供强有力的技术支持。

## 参考文献

- [1] 高超. 土木工程现场混凝土强度检测技术[J]. 幸福生活指南, 2020(65): 161.
- [2] 宋宝峰, 王丽, 李和玉. 冻融循环作用下再生骨料混凝土强度衰减特征与微观机理[J]. 辽东学院学报: 自然科学版, 2023(2): 123-129.
- [3] 王路明, 刘艳辉, 赵世春, 赵一超, 康翔杰. 侧向低速冲击作用下钢管混凝土构件开裂评估模型及影响因素研究[J]. 土木工程学报, 2022(3): 7-17, 35.
- [4] 徐超杰, 苏晓辉. 基于超声波无损检测的混凝土抗压强度试验研究[J]. 建筑机械化, 2023(11): 26-29.
- [5] 顾国威. 土木工程中无损检测技术的应用策略[J]. 散装水泥, 2022(1): 166-168.