

钻芯法检测混凝土抗压强度精度分析与优化

方化龙

宁夏中测计量测试检验院(有限公司) 宁夏 银川 750001

摘要: 本文旨在对钻芯法检测混凝土抗压强度精度进行深入分析,并探讨优化策略。钻芯法作为一种直接、直观的混凝土强度检测方法,在工程质量监督中发挥着重要作用。然而,其检测精度受多种因素影响,需通过系统分析与优化措施提高检测结果的可靠性。

关键词: 钻芯法;混凝土强度;检测精度;优化

引言

混凝土作为建筑工程中不可或缺的建筑材料,其强度是衡量工程质量的关键指标之一。钻芯法检测混凝土强度具有直观、可靠等优点,但检测精度受多种因素影响,如取芯位置、芯样加工、压力试验机的选择操作等。因此,对钻芯法检测精度的分析与优化具有重要意义。

1 钻芯法检测混凝土强度原理及特点

1.1 工作原理

钻芯法检测混凝土强度的工作原理相对直接且明确。它利用专用的混凝土钻芯机,根据预设的规格和位置,直接从结构或构件上钻取出圆柱形的混凝土芯样。这些芯样在经过必要的加工处理,如切割、磨平、等后,将被置于压力试验机中进行抗压试验。通过这一试验过程,可以直接获取到芯样的抗压强度数据。基于这些数据,结合相关的统计和分析方法,可以进一步推定出整个结构或构件的混凝土强度,为工程质量的评估提供有力依据。

1.2 特点

钻芯法检测混凝土强度具有多个显著特点:首先,其直观性尤为突出。由于钻芯法直接从结构或构件上钻取芯样进行检测,因此检测结果能够直接、真实地反映混凝土内部的实际情况和质量状况。这种直观性使得钻芯法在检测混凝土内部缺陷、裂缝、夹层等问题时具有得天独厚的优势。其次,钻芯法的可靠性也非常高。与其他间接检测方法相比如回弹法,钻芯法无需进行强度与相关物理量之间的换算,因此避免了因换算过程带来的误差和不确定性。直接通过抗压试验获取的芯样强度数据更为准确、可靠,能够更真实地反映混凝土的强度性能。然而,钻芯法也具有一定的局部破坏性。在钻取芯样的过程中,会对受检构件造成一定的影响和损伤。虽然这种影响在大多数情况下是可控和可接受的,但在某些对结构完整性要求极高的场合,仍需谨慎使用钻芯

法进行检测。

2 影响钻芯法检测精度的因素

2.1 现场钻取芯样试件

在现场钻取芯样试件时,多个具体因素可能对检测结果的精度产生显著影响。钻头直径的选择至关重要。如果钻头直径不符合规范要求,芯样试件的尺寸将偏离标准,这将直接影响后续试验的准确性和可靠性。过小的直径都可能导致试验结果的偏差。标准要求抗压试验的芯样宜使用标准芯样试件100mm,其公称直径不宜小于骨料最大粒径的3倍;也可采用小直径芯样试件,但其公称直径不应小于70mm且不得小于骨料最大粒径的2倍。试验分析使用100mm的芯样试件样本的标准差相对较小,使用小直径的芯样可能会造成样本的标准差增大,当构件钢筋密集、构件尺寸较小时允许使用小直径芯样试件。同时,取芯位置的选择也极为关键。理想情况下,宜在结构或构件受力较小的部位、混凝土强度具有代表性的部位、便于钻芯机安放和操作的部位、避开主筋、预埋件和管线位置进行钻取。然而,现场钢筋网分布密集,完全避开几乎不可能。芯样内含有钢筋时,钢筋的存在会改变芯样的受力状态,可能导致其强度值偏高或偏低,具体取决于钢筋的位置、数量和方向。标准芯样试件,每个试件内最多只允许有2根直径小于10mm的钢筋,当直径小于100mm的芯样试件时,每个试件内最多只允许有一根直径小于10mm的钢筋,任何规格芯样内的钢筋应与芯样试件的轴线基本垂直并离开端面10mm以上。通过以往的比对试验分析,芯样内的钢筋满足上述条件后对芯样的抗压强度值无明显影响。钻芯过程的控制同样对芯样质量有重要影响。钻芯机必须牢固固定,以避免在钻取过程中发生晃动,否则可能导致芯样试件出现裂纹或断裂^[1]。进钻速度的控制也非常关键。过快的进钻速度可能使芯样试件受到过大的冲击力,导致内部产生微裂纹;而过慢的进钻速度则可能增加钻取

难度，使芯样试件表面粗糙，影响后续试验的准确性。此外，冷却水的流量必须充足且均匀，以有效带走钻取过程中产生的热量。如果冷却水不足，芯样试件可能因过热而发生热裂或变形，严重影响检测结果的精度。

2.2 芯样试件的加工

芯样试件的加工过程也对检测结果的精度产生重要影响。端面处理是加工过程中的关键步骤。锯切后的芯样试件端面必须平整、垂直度符合要求。如果端面处理不当，如存在锯切痕迹、凹凸不平或倾斜等情况，将直接影响芯样试件在抗压试验中的受力状态，导致试验结果不准确。此外，端面处理还可能影响芯样试件的尺寸测量。如果端面不平整，测量时可能产生误差，进而影响检测结果的精度。尺寸测量的准确性也是加工过程中的重要因素。芯样试件的直径和高度必须精确测量，并符合规范要求。任何微小的偏差都可能导致试验结果的显著变化。例如，如果直径测量偏大，将导致计算出的抗压强度偏低；如果高度测量偏小，则可能导致试验结果偏高，芯样试件的实际高径比要求为0.95-1.05之间。

2.3 芯样试件的数量

钻芯法检测混凝土抗压强度是一种现场抽样的检测方法，必然存在着不确定性，给出的强度推定值必然与检测批混凝土强度真值存在偏差，且一般情况下钻芯法检测混凝土强度的标准差都会比混凝土立方体试块的标准差大，因此，合理确定芯样试件的数量是必要的。检测批混凝土强度检测时，要求100mm直径的标准芯样不宜少于15个，小直径的芯样试件最小样本量不宜小于20个。当工程量较大时检测批的抽样数量同时应满足GB/T50344《建筑结构检测技术标准》中的最小样本容量，且最终强度区间推定值差值满足标准要求，如不满足应继续加大抽检数量直至满足标准要求为止。

2.4 芯样试件的抗压试验

芯样试件的抗压试验是检测混凝土强度的最后一步，也是至关重要的一步。多个因素可能影响试验结果的精度。试验设备的选择和使用对试验结果有直接影响。压力试验机的量程必须适当，能够准确测量芯样试件的抗压强度。如果量程过大或过小，都可能导致测量结果的偏差。同时，试验机的精度和稳定性也对试验结果有重要影响。如果试验机精度不足或稳定性较差，将直接影响测量结果的准确性和可靠性。所以，芯样试件进行抗压强度试验时，应按现行国家标准《普通混凝土力学性能试验方法》GB/T50081的要求试件破坏荷载宜大于压力机全量程的20%且宜小于压力机全量程的80%，示值相对误差应为 $\pm 1\%$ 。压力试验机应试验操作过程中

的细节也对试验结果产生显著影响。芯样试件的放置位置必须正确，应确保其受力均匀且稳定。如果放置位置不正确或受力不均匀，可能导致试验结果偏大或偏小。此外，端面的清洁程度也对试验结果有重要影响。如果端面存在污垢或杂质，将影响芯样试件与试验机之间的接触面积和摩擦力，从而导致试验结果的偏差。加荷速度的控制也是试验过程中的关键因素^[2]。过快的加荷速度可能导致芯样试件在瞬间破坏，无法准确测量其抗压强度；而过慢的加荷速度则可能增加试验耗时和难度，并可能导致芯样试件在长时间受力下发生徐变或松弛现象，影响试验结果的准确性。因此，在试验过程中必须严格控制加荷速度，确保试验结果的准确性和可靠性。

3 优化钻芯法检测精度的策略

3.1 加强检测人员培训与管理

检测人员的专业素养和操作技能对钻芯法检测的精度至关重要。为了加强检测人员的培训与管理，需要采取一系列具体措施。首先，所有参与钻芯法检测的人员都必须接受专业的培训。这种培训不仅应包括理论知识的学习，如混凝土的材料特性、钻芯法的原理和操作步骤等，还应包括实际操作技能的训练。通过模拟真实的检测场景，让检测人员在实践中掌握操作技能，熟悉检测设备的性能和使用方法。其次，建立严格的资格认证制度。检测人员必须通过相应的考试和考核，获得资格证书后才能从事钻芯法检测工作。此外，为了保持检测人员的专业素养和操作技能始终处于最新状态，还应定期组织复训和考核。复训内容应涵盖新的检测技术、设备更新以及行业标准的变化等。除了培训外，管理也是确保检测人员精准操作的重要环节。制定详细的操作规程手册，明确每个检测步骤的具体要求、操作方法和注意事项。检测人员在实际工作中必须严格遵守这些规程，任何偏离规程的操作都需要得到上级的批准，并有明确的记录。同时，设立专门的监督机制，对检测人员的操作过程进行定期检查和评估，确保他们始终按照规程进行操作。

3.2 提升设备性能与稳定性

设备是钻芯法检测的基础，其性能和稳定性直接影响检测结果的准确性。为了提升设备的性能和稳定性，需要从设备选择和维护保养两个方面入手。在设备选择方面，应优先选择知名品牌、具有良好口碑的产品。这些产品通常经过严格的质量控制和性能测试，确保其满足检测要求。在购买设备时，要仔细查看产品的合格证和检测报告，确保其符合相关标准和规定。同时，还要考虑设备的易用性、耐用性和可维护性等因素，以确

保设备在使用过程中能够保持稳定性能。在设备维护保养方面,建立完善的维护保养制度。明确每种设备的保养周期、保养内容和保养方法,确保设备得到及时有效的维护。定期对设备进行清洁、润滑、校准等工作,及时发现并处理设备故障或性能下降的问题。对于关键设备,如钻芯机和压力试验机,还应建立备品备件库,以确保在设备故障时能够迅速更换,不影响检测工作的正常进行。

3.3 优化钻取芯样试件过程

钻取芯样试件是钻芯法检测的关键步骤之一。为了优化这一过程,需要从取芯位置和操作过程两个方面入手。在取芯位置方面,应使用钢筋探测仪等先进设备对结构进行全面扫描,精确探测主筋、预埋件及管线位置。根据探测结果,选取避开这些关键构件的位置作为取芯点。同时,还要考虑芯样的代表性和均匀性等因素,确保芯样能够真实反映混凝土的强度特性。在操作过程方面,要加强对操作人员的培训和监督。让他们熟悉钻芯机的性能和使用方法,掌握钻取芯样的操作规程和注意事项^[3]。在钻取过程中,要保持稳定的进钻速度和压力,避免因操作不当导致芯样破裂或损坏。同时,还要设置视频监控设备对操作过程进行实时监控,确保操作过程的规范性和准确性。视频资料应保存备查,以便在出现问题时能够追溯原因。除了操作人员的培训和监督外,还可以采用一些辅助手段来优化钻取过程。例如,使用导向装置来确保钻芯机的垂直度和稳定性;使用冷却液来降低钻头和混凝土的摩擦温度,减少芯样的热损伤等。

3.4 改进芯样加工

芯样的加工和养护条件对检测结果同样具有重要影响。为了改进加工技术,可以引进先进的磨平机设备,对芯样端面进行精细处理。磨平机应具备高精度的磨削功能和良好的稳定性,以确保芯样端面的平整度和垂直度符合规范要求。在加工过程中,要制定详细的加工操作规程,明确加工步骤、加工参数和加工要求。操作人员应严格按照操作规程进行操作,避免因操作不当导致芯样损伤或加工精度下降。同时,还要对加工过程中的

质量进行严格控制,对加工后的芯样进行尺寸测量和外观检查,确保其符合检测要求。

3.5 完善抗压试验流程

抗压试验是钻芯法检测的最后一步,也是决定检测结果准确性的关键环节。为了完善抗压试验流程,需要从标准化操作和数据记录与分析两个方面入手。在标准化操作方面,要制定详细的抗压试验操作流程手册,明确试验步骤、操作要求和注意事项。试验人员应严格按照流程手册进行操作,任何偏离流程的操作都需要得到上级的批准并有明确的记录。同时,还要对试验人员进行培训和考核,确保他们熟悉流程手册的内容并能够正确执行。在数据记录与分析方面,要建立完善的数据记录系统,详细记录试验过程中的各项数据,包括加载力、变形量、试验时间等。这些数据是评估混凝土强度的重要依据,必须准确无误地记录下来。为了提高数据处理的效率和准确性,可以引进专业的数据分析软件,对试验数据进行深入分析和处理^[4]。通过对比分析不同试件的试验结果,可以进一步验证检测方法的可靠性和准确性,并为工程质量的评估提供有力依据。

结语

钻芯法检测混凝土强度具有直观、可靠等优点,但检测精度受多种因素影响。通过加强检测人员培训与管理、提升设备性能与稳定性、优化钻取芯样试件过程、改进芯样加工及养护条件以及完善抗压试验流程等措施,可以有效提高钻芯法检测混凝土强度的精度。未来应继续深入研究钻芯法检测混凝土强度的相关技术和方法,为工程质量监督提供更加可靠的技术支持。

参考文献

- [1]严家骏.钻芯法检测混凝土强度的影响因素研究[J].福建建材,2023,(03):41-43.
- [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]任雨龙,高向玲,郑士举.钻芯法检测混凝土强度及其标准差研究[J].结构工程师,2022,38(04):36-44.
- [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,2021,28(02):138-140.