

建筑混凝土结构实体检测及检测要点

陈小华 黄丽苹

宁波甬诚建设检测研究有限公司 浙江 宁波 315033

摘要：建筑混凝土结构实体检测是保障工程质量的核心环节，通过无损检测与半破损检测技术，可全面评估混凝土强度、钢筋保护层厚度及结构缺陷等关键指标。检测要点涵盖技术选择、范围确定、数据分析及质量控制，需严格遵循规范要求，确保检测结果准确可靠，为结构安全提供科学依据。

关键词：混凝土结构；实体检测；无损检测；钢筋保护层厚度；结构缺陷

引言：建筑混凝土结构作为现代建筑的主要形式，其质量直接关系到建筑物的安全性、耐久性和使用功能。实体检测是评估混凝土结构质量的重要手段，通过科学合理的检测方法和技术，能够及时发现结构中存在的问题，为结构的维修、加固和改造提供依据。

1 混凝土结构实体检测技术分类

1.1 无损检测技术

无损检测技术以其不破坏结构完整性、操作便捷、可重复性强等优势，成为混凝土结构实体检测中的主流方法。这类技术主要通过物理手段对混凝土结构进行探测，以获取其强度、内部缺陷、钢筋分布等关键信息。超声回弹综合法是混凝土强度检测中常用的一种无损检测技术。该方法结合了超声波在混凝土中传播速度与回弹仪弹击锤回弹值两个参数，通过综合分析这两个参数与混凝土强度之间的关系，来推算混凝土的强度值。超声回弹综合法不仅能有效检测混凝土的抗压强度，还能在一定程度上反映混凝土内部的密实程度和均匀性，对于发现混凝土内部可能存在的缺陷如裂缝、不密实区域等具有一定的辅助作用。雷达波检测则是利用高频电磁波在混凝土中的传播特性，对混凝土内部结构进行成像分析。雷达波能够穿透混凝土表面，根据波速、波幅、波形等参数的变化，探测混凝土内部的空洞、分层、夹泥等缺陷。雷达波检测具有非接触、高效率、高分辨率的特点，能够直观地展示混凝土内部的结构状况，为结构评估与加固提供重要依据。红外热成像检测技术则是基于物体表面温度分布差异的原理，通过红外热像仪捕捉混凝土表面因内部缺陷导致的温度异常，从而识别出混凝土表面的裂缝、剥落等缺陷，以及内部因水分迁移、热传导不均等引起的损伤^[1]。红外热成像检测具有快速、直观、非接触的优点，尤其适用于大面积混凝土结构的快速筛查与初步评估。电磁感应法在钢筋分布与保护层厚度检测中发挥着重要作用。该方法通过电磁感应

原理，利用电磁场在钢筋中产生的感应电流来探测钢筋的位置、数量及保护层厚度。电磁感应法操作简便、效率高，且对混凝土结构无损伤，是钢筋工程质量控制与验收的重要手段。

1.2 半破损检测技术

相较于无损检测技术，半破损检测技术则在一定程度上会对混凝土结构造成轻微损伤，但通常这种损伤是可控的，能够获取更为直接、准确的检测结果。半破损检测技术主要包括钻芯法和拔出法等。钻芯法是通过钻取混凝土芯样，直接观察芯样的外观质量、内部结构，并通过试验测定芯样的抗压强度等力学性能指标，从而评估混凝土结构的整体质量。钻芯法能够直观地反映混凝土的实际状况，是验证其他检测方法结果的重要手段。然而，钻芯法会对结构造成局部损伤，且芯样数量有限，难以全面反映结构整体状况，因此通常作为其他检测方法的补充与验证手段。拔出法则是通过在混凝土结构中预埋或后期钻孔植入锚固件，然后施加拉拔力，根据锚固件的拔出情况来推断混凝土与锚固件之间的粘结强度，进而评估混凝土结构的整体性能。拔出法操作相对复杂，且对结构有一定损伤，通常不作为常规检测手段，而是在特定情况下用于验证其他检测结果或进行专项研究。

2 钢筋保护层厚度检测要点

2.1 检测原理与方法

钢筋保护层厚度检测主要依赖于电磁感应法和雷达法两种技术手段。电磁感应法基于电磁感应原理，通过电磁感应仪器发射电磁场，当电磁场遇到钢筋时，钢筋中产生感应电流，仪器根据感应电流的变化来测定钢筋的位置和保护层厚度。该方法具有操作简便、效率高、对结构无损伤等优点，是现场检测中常用的方法之一。雷达法则利用高频电磁波在混凝土中的传播特性，通过发射雷达波并接收反射波，根据反射波的时间延迟和强

度变化来推断钢筋的位置和保护层厚度。雷达法具有探测深度大、分辨率高、能够同时检测多个钢筋等优点,但操作相对复杂,对操作人员的技术要求较高。在选择检测仪器时,应充分考虑检测精度、稳定性、便携性等因素,确保所选仪器能够满足检测需求。仪器在使用前必须进行严格的校准,包括零点校准、量程校准等,以确保检测结果的准确性。校准过程中,应严格按照仪器说明书的要求进行操作,避免因操作不当导致校准失败。

2.2 检测范围与频率

钢筋保护层厚度检测应覆盖混凝土结构的关键部位,包括梁、板、柱等主要受力构件。这些部位由于承受较大的荷载,其保护层厚度的准确性对结构的安全性和耐久性至关重要。在检测过程中,应确保关键部位的全覆盖检测,避免遗漏。对于大面积或结构复杂的混凝土结构,可采用抽检的方式进行检测^[2]。抽检比例和位置的确定应遵循科学、合理的原则,确保抽检结果能够代表整体结构的质量状况。一般来说,抽检比例应根据结构的重要性、使用年限、环境条件等因素综合确定。抽检位置应均匀分布在结构各部位,避免集中在某一区域进行检测,以确保检测结果的全面性和代表性。

2.3 检测结果分析

检测结果分析是钢筋保护层厚度检测的重要环节。在分析检测结果时,首先应明确保护层厚度的偏差标准,这通常依据设计规范和相关标准来确定。当检测结果出现偏差超限的情况时,需深入分析其原因。施工误差是常见原因之一,可能由于施工过程中的操作不当、模板定位不准确等导致。材料收缩也不容忽视,混凝土在硬化过程中会发生收缩,若保护层设计未充分考虑此因素,易出现厚度偏差。检测仪器的精度、环境因素等也可能对结果产生影响,需综合考量。

2.4 质量控制措施

为确保钢筋保护层厚度检测的准确性,需采取一系列质量控制措施。检测前,应对混凝土表面进行彻底清理,去除表面的浮浆、油污、杂物等,保证检测仪器与混凝土表面的良好接触,避免因表面状况不佳导致检测误差。检测环境的控制同样关键,温度和湿度对检测结果有潜在影响。温度过高或过低可能影响仪器的性能和混凝土的物理性质,湿度过大可能导致信号衰减。应尽量在适宜的环境条件下进行检测,如温度适中、相对湿度较低的环境。若环境条件不满足要求,需采取相应措施进行改善,如使用遮阳设备降低温度影响,采用除湿设备减少湿度干扰等,以保障检测结果的可靠性。钢筋保护层厚度检测是混凝土结构质量控制的重要环节。通

过科学的检测原理与方法、合理的检测范围与频率、准确的结果分析以及严格的质量控制措施,能够确保钢筋保护层厚度的准确性,为混凝土结构的安全性和耐久性提供有力保障。在实际操作中,应严格遵循相关规范和标准,不断提升检测技术和水平,为建筑行业的健康发展贡献力量。

3 混凝土强度无损检测要点

3.1 超声回弹综合法检测

超声回弹综合法结合了超声波在混凝土中的传播速度与回弹仪弹击锤回弹值两个参数,对混凝土强度进行综合评估。超声波声速与回弹值的联合分析是该方法的核心。超声波在混凝土中的传播速度受其内部密实程度、孔隙率及骨料分布等因素影响,声速越快,通常意味着混凝土越密实,强度越高。回弹值则反映了混凝土表面的硬度,回弹值越大,表明混凝土表面越坚硬,强度也相应较高。通过将这两个参数进行综合分析,可以建立超声波声速、回弹值与混凝土强度之间的数学模型,进而推算出混凝土的强度值。检测面的处理与耦合剂的使用是确保检测结果准确性的重要环节。检测面应平整、清洁,无油污、浮浆等杂质,以确保超声波能够顺利传播并准确反射。耦合剂的使用能够减少超声波在传播过程中的能量损失,提高检测精度。常用的耦合剂有黄油、凡士林等,使用时需均匀涂抹在检测面上,确保超声波探头与检测面之间紧密接触。

3.2 雷达波检测强度适用性

雷达波检测技术以其非接触、高效率、高分辨率的特点,在混凝土强度检测中展现出独特的优势。然而,不同混凝土类型对雷达波检测的适用性存在差异。普通混凝土结构相对疏松,雷达波能够较好地穿透并反射,从而获取混凝土内部的结构信息,包括强度分布^[1]。高强混凝土由于内部结构更加致密,雷达波的穿透能力会受到一定限制,可能导致检测结果不够准确。在使用雷达波检测技术时,需要根据混凝土类型选择合适的检测参数和频率范围。检测深度与分辨率也是雷达波检测技术的重要考量因素。检测深度取决于雷达波的频率和功率,频率越高,检测深度越浅,但分辨率越高;功率越大,检测深度越深,但可能对混凝土结构造成一定影响。在实际应用中,需要根据检测需求和混凝土结构特点,合理选择雷达波的频率和功率。

3.3 检测数据修正与强度推定

检测数据修正与强度推定是混凝土强度无损检测的最后一道工序。在检测过程中,由于混凝土碳化深度、龄期等因素的影响,检测数据可能会产生一定偏差。

碳化深度是指混凝土表面因碳化作用而形成的硬化层厚度,碳化深度越大,混凝土的强度可能会降低。龄期则是指混凝土从浇筑到检测所经历的时间,龄期越长,混凝土的强度通常会逐渐提高。在修正检测数据时,需要考虑碳化深度和龄期对混凝土强度的影响,并采用相应的修正公式进行计算。强度推定值的统计方法也是影响检测结果准确性的重要因素。常用的统计方法包括平均值法、标准差法等。在选择统计方法时,需要根据检测数据的分布情况和检测需求进行合理选择,以确保推定出的混凝土强度值符合实际情况和设计要求。

4 混凝土结构缺陷检测要点

4.1 裂缝检测

裂缝是混凝土结构中最常见的缺陷之一,其宽度、深度和走向的测量对于评估裂缝的严重程度和制定修复方案至关重要。裂缝宽度的测量通常采用裂缝宽度测量仪或读数显微镜进行,这些工具能够精确测量裂缝的开口大小。裂缝深度的测量可采用超声法或钻芯法,超声法通过测量超声波在裂缝两侧的传播时间差来推算裂缝深度,而钻芯法则通过直接钻取芯样进行观察。裂缝走向的测量则需结合现场实际情况,采用罗盘仪或激光测距仪等工具进行。裂缝成因的分析对于预防裂缝的产生和制定有效的修复措施具有重要意义。常见的裂缝成因包括收缩、温度变化和荷载作用。收缩裂缝通常发生在混凝土浇筑后的早期阶段,由于混凝土内部水分蒸发导致体积收缩而产生。温度裂缝则是由混凝土内外温差引起的,当温差过大时,混凝土内部产生拉应力,超过其抗拉强度时便会产生裂缝。荷载裂缝则是由外部荷载作用引起的,当荷载超过混凝土的承载能力时,便会产生裂缝。

4.2 内部缺陷检测

混凝土结构内部缺陷如空洞、蜂窝、疏松等,会严重影响结构的承载能力和耐久性。这些缺陷的检测通常采用雷达波或超声波技术。雷达波技术通过发射高频电磁波并接收其反射信号,来探测混凝土内部的缺陷。超声波技术则通过测量超声波在混凝土中的传播速度和衰减情况,来推断混凝土内部的缺陷情况^[4]。在识别出内部缺陷后,还需对缺陷的范围和严重程度进行评估。缺陷范围的评估可通过绘制缺陷分布图或进行三维扫描来实现。严重程度的评估则需结合缺陷的类型、大小、位置

以及其对结构承载能力的影响程度进行综合考虑。根据评估结果,可制定相应的修复方案,如注浆加固、局部置换等。

4.3 变形与倾斜检测

变形与倾斜是混凝土结构在使用过程中可能出现的另一种重要缺陷。变形检测通常采用全站仪、水准仪等设备进行。全站仪可同时测量水平角、垂直角和距离,从而计算出结构各点的三维坐标,进而分析结构的变形情况。水准仪则主要用于测量结构的高程变化,以评估结构的垂直变形。倾斜检测则需结合结构的特点和现场实际情况,采用经纬仪、铅垂线等工具进行。在检测过程中,需关注结构的整体倾斜情况以及局部区域的倾斜变化。根据变形和倾斜的限值标准,可判断结构的安全性。当变形或倾斜超过限值时,需及时采取措施进行加固或修复,以确保结构的安全性和稳定性。混凝土结构缺陷检测是一项复杂而细致的工作,需要综合考虑多种因素和技术手段。通过裂缝检测、内部缺陷检测以及变形与倾斜检测等环节的严格控制和管理,可以确保检测结果的准确性和可靠性,为建筑结构的安全性和耐久性提供有力保障。

结束语

建筑混凝土结构实体检测是确保建筑质量与安全的关键环节。无损检测技术与半破损检测技术各有适用场景,合理运用可全面了解结构状况。钢筋保护层厚度检测、混凝土强度无损检测以及结构缺陷检测要点明确,从检测原理到质量控制措施,每个环节都需严格把控。未来,随着科技不断进步,检测技术将更加精准高效。建筑行业应持续探索创新,不断提升检测水平,为建筑物的安全稳定运行保驾护航。

参考文献

- [1]赵全明.土建工程结构实体质量检测探究[J].品牌与标准化,2023,(06):147-149.
- [2]安娜,华均.浅谈装配式混凝土结构施工质量检测方法[J].中华建设,2023,(09):34-36.
- [3]胡进权.浅析建筑工程混凝土结构表面裂缝实体检测在工程中的应用[J].佛山陶瓷,2023,33(06):74-76.
- [4]许铭.建筑结构实体质量检测技术及工程案例[J].工程技术研究,2023,8(06):121-123.