

公路工程施工中混凝土的质量检测方法研究

袁 晖

四川衡炜工程技术有限责任公司 四川 广元 628000

摘 要：公路工程中，混凝土质量检测至关重要，关乎工程质量和行车安全。现代混凝土质量检测技术包括无损检测与半破损检测两大类。无损检测技术如回弹法、超声法及超声回弹综合法，能在不破坏结构的前提下评估混凝土质量。半破损检测技术如钻芯法、拔出法，虽有一定破坏性，但检测结果直观可靠。合理选择与应用检测方法，综合考虑工程特点与需求，可确保检测结果的准确性和有效性，为公路工程质量提供坚实保障。

关键词：公路工程施工；混凝土；质量检测；方法研究

引言

在公路工程中，混凝土作为核心建材，其质量直接关乎工程的安全与耐久。因此混凝土质量检测是确保公路工程质量的关键环节。随着科技的不断进步，现代混凝土质量检测技术应运而生，为公路工程的混凝土质量检测带来了前所未有的支持。这些技术提高了检测的准确性和效率，还为工程质量的全面把控提供了有力保障。本文将深入探讨混凝土质量检测的重要性，并详细介绍现代检测技术，旨在为公路工程的实践应用提供有价值的参考。

1 公路工程中混凝土质量检测的重要性

在公路工程建设里，混凝土质量检测意义重大，是保障工程质量与安全的关键环节。从结构安全角度来看，混凝土是公路的主要构成材料，其质量直接决定了公路结构的承载能力^[1]。高质量的混凝土能有效承受车辆荷载以及各种自然因素的作用，确保公路在设计使用年限内稳定运行。通过严格的质量检测，能及时发现混凝土强度不足、配合比不合理等问题，避免因混凝土质量缺陷引发路面塌陷、桥梁垮塌等严重安全事故，保障过往车辆和行人的生命财产安全。在耐久性方面，公路长期暴露于自然环境中，要经受温度变化、雨水侵蚀、冻融循环等考验。优质的混凝土具备良好的抗渗、抗冻和抗侵蚀性能，可有效延长公路的使用寿命。混凝土质量检测能够评估其耐久性指标，如检测抗渗等级，判断混凝土抵抗水渗透的能力，从而提前采取防护措施，防止因混凝土耐久性不足导致公路过早损坏，降低后期维修成本。从经济效益角度讲，虽然进行混凝土质量检测需要投入一定成本，但与因质量问题导致的返工、维修费用相比，检测成本微不足道。准确的质量检测可避免因混凝土质量不合格而造成的资源浪费，保证工程顺利推进，提高投资效益。社会效益层面，高质量的公路工程是社会经

济发展的重要支撑。严格的混凝土质量检测能保障公路工程质量，为交通运输提供安全、便捷的条件，促进地区间的经济交流与发展，推动社会的繁荣稳定。

2 现代混凝土质量检测技术

2.1 无损检测技术

2.1.1 回弹法

在公路工程领域，现代混凝土质量检测技术为保障工程质量发挥着关键作用，其中无损检测技术里的回弹法应用广泛。回弹法的核心检测原理是利用回弹仪独特的构造，其内部弹击拉簧驱动重锤，当重锤经由弹击杆弹击混凝土表面时，以重锤反弹距离与弹簧初始长度的比值确定回弹值，再依据预先建立的回弹值与混凝土抗压强度之间的相关关系，来推测混凝土的抗压强度^[2]。在实际操作时，首先要精心选择混凝土测试面，将表面杂物彻底清理干净，确保测试面平整、清洁，为准确检测奠定基础。接着，在测试面上均匀布置测区，每个测区弹击16个点，这么做是为了获取更具代表性的数据。去除3个最大值和3个最小值，是为了排除因局部特殊情况导致的异常数据，取剩余10个回弹值的平均值作为该测区回弹值，结合碳化深度值，通过专业的测强曲线，就能精准计算出混凝土强度。以某公路桥梁工程为例，施工方采用回弹法对桥墩混凝土强度进行检测。在检测过程中，操作简便的优势尽显，检测人员能迅速在现场展开工作，大大缩短了检测周期，且成本较低。不过，该工程部分桥墩处于潮湿环境，混凝土表面状态不佳，同时使用的骨料品种存在差异，导致检测结果波动较大。这充分体现出回弹法的缺点，即受混凝土表面状态、碳化深度、骨料品种等因素影响显著，检测精度相对有限。但总体而言，回弹法凭借其快速、便捷的特性，在公路工程混凝土质量的初步筛查和大面积检测中，依然是不可或缺的重要手段。

2.1.2 超声法

超声法作为一种先进的检测技术,在混凝土质量评估中扮演着重要角色。其基本原理在于利用超声波在混凝土介质中的传播特性,通过测量超声波的传播速度、首波幅度及频率等声学参数,来间接反映混凝土的强度和内部是否存在缺陷。当超声波穿越含有空洞、裂缝或其他类型缺陷的混凝土时,其传播路径会发生偏转(即绕射),导致传播速度减慢,同时首波幅度和频率也会相应降低。这些变化为评估混凝土的质量提供了关键信息。在实际操作中,超声检测通常需要在混凝土测试面上涂抹一层耦合剂,以确保超声换能器与混凝土表面之间形成良好的声波传递界面。换能器可以按对测或斜测的方式布置在测试面上,通过发射并接收超声波,精确测量其传播时间、首波幅度等关键参数。利用这些测量数据计算出混凝土的声速等声学指标,进而对混凝土的质量状况进行综合评价。超声法的显著优势在于其无损性,即在不破坏混凝土结构的前提下,实现对混凝土内部质量的检测。这一特点使得超声法在桥梁、建筑等大型结构的定期检测和维护中尤为适用。该方法也存在一定的局限性。它对测试面的平整度和耦合效果要求较高,不平整的表面或不良的耦合状态可能会影响检测结果的准确性。混凝土的原材料、配合比等因素也会对超声检测结果产生较大影响,增加了结果解读的复杂性。

2.1.3 超声回弹综合法

超声回弹综合法是一种结合了超声法与回弹法优势的混凝土强度检测技术,旨在通过综合考虑超声声速和回弹值这两个关键参数,更精确地推定混凝土的强度。该方法基于超声声速与混凝土内部结构和密实度的关系,以及回弹值与混凝土表面硬度的联系,通过构建二元回归方程,实现了对混凝土强度的综合评估。在实际操作中,超声回弹综合法遵循一套明确的流程。按照超声法的标准流程,测量超声波在混凝土中的传播速度,以获取关于混凝土内部结构的信息。采用回弹法,利用回弹仪测量混凝土表面的回弹值,以反映混凝土的表面硬度。在获得这两组数据后,将它们代入预先根据大量试验数据建立的超声回弹综合法测强曲线中,通过计算即可得出混凝土的推定强度。该方法的一大优势在于其检测精度较高。通过综合超声声速和回弹值这两个参数,超声回弹综合法能够更全面地反映混凝土的质量状况,减少了因单一方法局限性而导致的误差^[3]。该技术适用于各种类型的混凝土结构,包括桥梁、建筑、道路等,具有较高的通用性。超声回弹综合法也存在一定的挑战。为了获得准确的检测结果,必须建立合适的测强

曲线,这要求试验条件严格且操作规范。测强曲线的建立需要大量的试验数据作为支撑,同时还需要考虑混凝土原材料、配合比、龄期等多种因素的影响。因此,在实际应用中,需要严格遵循操作规程,确保测试数据的准确性和可靠性。

2.2 半破损检测技术

2.2.1 钻芯法

钻芯法作为一种半破损检测技术,在混凝土质量评估中占据着重要地位。其检测原理基于从混凝土结构中直接钻取芯样,通过对芯样的力学性能测试,来推断结构混凝土的实际强度和质量状况。在实际操作中,钻芯法遵循一套严谨的流程。首先,需要选择合适的钻芯位置,这通常要求避开结构中的钢筋密集区和应力集中区,以确保芯样的代表性。使用专用的钻芯机进行钻取,芯样直径的选择需考虑混凝土中骨料的最大粒径,一般不宜小于骨料最大粒径的3倍,且不得小于70mm。钻取完成后,还需对芯样进行切割、磨平等处理,以符合试验要求。最后,在压力试验机上进行抗压强度或其他力学性能试验,根据测试结果来评估混凝土的质量。钻芯法的优点在于其检测结果直观、准确。通过直接对芯样进行测试,能够较为真实地反映结构混凝土的实际强度和内部质量状况,避免了间接检测方法可能带来的不确定性。然而,该方法也存在一些局限性。钻芯法对结构会造成一定的损伤,因此在实际应用中需要谨慎考虑。钻芯过程较为复杂,成本较高,且钻芯数量有限,这限制了其全面反映结构整体质量的能力。钻芯法的检测结果还受到多种因素的影响,如钻芯机的性能、钻芯位置的选择、芯样的处理等,这些都需要在实际操作中严格控制。

2.2.2 拔出法

拔出法作为一种半破损检测技术,为评估已硬化混凝土的强度提供了一种有效手段。其检测原理基于锚固件与混凝土之间的粘结力,通过测量拔出锚固件所需的力来推定混凝土的强度。这种方法结合了现场测试的便利性和相对准确的检测结果。在实际操作中,拔出法遵循一系列有序的步骤。在混凝土测试面上精确钻孔,以容纳锚固件。将锚固件植入孔中,并确保其与混凝土充分粘结。这一步骤至关重要,因为锚固件的安装质量将直接影响拔出力的测量结果。待锚固件与混凝土粘结牢固后,使用拔出仪对锚固件施加逐渐增大的拔出力,直至锚固件被拔出。在此过程中,需要准确记录拔出力值。根据预先通过大量试验建立的拔出力与混凝土强度的关系曲线,将测得的拔出力值转换为混凝土强度值。

拔出法的优点在于其检测结果相对准确,且对结构的损伤较小。与钻芯法相比,拔出法不需要从结构中取出大量材料,因此对结构的完整性影响较小。拔出法可在现场进行检测,无需将样品送至实验室,从而节省了时间和成本。拔出法也存在一些局限性。需要预先建立拔出力与混凝土强度的关系曲线,这要求进行大量的试验工作,且曲线的准确性受多种因素影响。试验结果受锚固件安装质量、混凝土表面状况等因素的影响较大。如果锚固件安装不当或混凝土表面存在缺陷,可能导致拔出值偏离真实值,从而影响检测结果的准确性。

3 检测方法的选择与应用

3.1 根据工程特点选择检测方法

在公路工程中,检测方法的选择至关重要,它直接关系到工程质量和安全。根据工程特点和具体要求,应科学合理地选择检测方法。(1)对于一般的路基、路面工程,考虑到面积大、检测效率要求高的特点,可采用回弹法、超声回弹综合法等无损检测技术。这些方法不仅操作简便,而且能够快速、准确地评估混凝土质量,满足大面积快速检测的需求。(2)对于桥梁、隧道等重要结构部位,由于其对混凝土质量要求极高,仅靠无损检测方法可能难以全面评估其强度和内部质量。在这些关键部位,除了采用无损检测方法外,还应结合钻芯法、拔出法等半破损检测方法。

3.2 多种检测方法综合应用

在混凝土质量检测领域,单一检测方法的局限性不容忽视。为了更全面、精确地掌握混凝土的质量状况,综合应用多种检测方法已成为行业共识。以混凝土强度检测为例,回弹法因其操作简便、检测速度快,常被用于大面积普查。通过回弹法,可以快速筛选出强度可能存在异常的区域。对于这些疑似问题区域,仅凭回弹法难以得出确切结论。超声回弹综合法或钻芯法便派上了用场。超声回弹综合法结合了超声法和回弹法的优点,能更准确地评估混凝土强度;而钻芯法则通过直接取样检测,提供了更为直观、可靠的强度数据^[4]。在检测混凝土内部缺陷时,超声法同样发挥着重要作用。但超声法往往只能确定缺陷的大致位置和范围,对于缺陷的具体性质则难以判断。将超声法与其他方法相结合便显得尤

为重要。超声成像技术与钻芯法的结合使用,既能精确定位缺陷,又能通过钻芯取样对缺陷的性质进行深入分析,为后续的维修和加固工作提供了有力支持。

3.3 检测过程中的质量控制

在混凝土质量检测过程中,质量控制的严格性直接关系到检测结果的准确性和可靠性。为确保检测工作的顺利进行,以下几点至关重要:(1)检测人员需具备相应的资质和技能,这是保障检测质量的基础。他们应熟悉检测标准和操作规程,能够准确、熟练地进行各项检测操作。(2)检测设备的性能稳定、精度符合要求是确保检测结果准确的关键。定期对检测设备进行校准和维护显得尤为重要。这不仅可以延长设备的使用寿命,还能确保其在检测过程中始终保持最佳状态。(3)做好检测数据的记录、整理和分析工作同样不可忽视。检测人员应认真记录每一项检测数据,确保数据的完整性和准确性。随后,对这些数据进行整理和分析,以得出合理的评价和判断。

结语

综上,混凝土质量检测在公路工程中占据核心地位,是确保工程质量的关键。现代检测技术的合理应用,为混凝土质量的准确评估提供了可靠手段,为公路工程的顺利实施奠定了坚实基础。展望未来,随着科技的持续进步,混凝土质量检测技术将迈向更加智能化、自动化的新阶段,进一步提升检测效率与精度,为公路工程建设提供更加全面、高效的技术支持,助力公路工程质量全面提升。

参考文献

- [1]毛心斌.公路工程施工中混凝土的质量检测方法研究[J].价值工程,2020,39(6):160-161.
- [2]匡军.公路工程施工中水泥混凝土的质量检测方法研究[J].电脑爱好者(普及版)(电子刊),2021(12):2407-2409.
- [3]张来强.分析公路工程施工中混凝土的质量检测[J].黑龙江交通科技,2020,43(4):169-170.
- [4]陈兵.公路工程水泥混凝土原材料试验检测方法与质量保障措施[C]//2024工程技术应用与施工管理论坛论文集.2024:1-4.