

钻芯法在建筑工程质量检测中的应用

卜锦宇

隆德县建筑材料试验室(有限责任公司) 宁夏 固原 756300

摘要: 本文详细探讨了钻芯法在建筑工程质量检测中的应用。首先介绍了钻芯法的原理与特点,分析其在不同检测场景下的优势。接着阐述了钻芯法在混凝土强度检测、内部缺陷检测以及结构耐久性评估等方面的具体应用,并结合实际工程案例说明其有效性和可靠性。同时,对钻芯法检测过程中可能存在的问题及影响因素进行了分析,提出了相应的解决措施和质量控制要点。最后对钻芯法在建筑工程质量检测领域的发展前景进行了展望,旨在为推动钻芯法在建筑工程质量检测中的科学、规范应用提供参考。

关键词: 钻芯法; 建筑工程; 质量检测; 混凝土强度; 内部缺陷

1 引言

建筑工程质量直接关系到人民群众的生命财产安全和社会的稳定发展。在建筑工程的建设过程中,对工程质量进行准确、可靠的检测是确保工程质量的重要环节。随着建筑技术的不断发展和建筑结构的日益复杂,传统的质量检测方法已难以满足现代建筑工程的需求。钻芯法作为一种直接、有效的质量检测方法,在建筑工程质量检测中得到了越来越广泛的应用。它通过对建筑结构中的混凝土等材料进行钻取芯样,并进行实验室分析,能够直观、准确地获取材料的实际性能和质量状况,为工程质量评估提供重要依据。

2 钻芯法的原理与特点

钻芯法利用专用钻机从混凝土结构钻取圆柱形芯样,经加工后在压力试验机上进行抗压强度试验,以此推定混凝土结构抗压强度,还能通过观察分析芯样检测内部缺陷、评估结构耐久性。其特点显著:直接从结构取样,能真实反映性能,结果直观准确;基于实际芯样,数据可靠、代表性高;适用范围广,可用于多种特殊混凝土及其他建筑材料检测;可同时进行强度、外观等多项检测;但作为半破损检测法,会对结构造成一定损伤,检测时需合理选位和数量并及时修补。

3 钻芯法在建筑工程质量检测中的具体应用

3.1 混凝土强度检测

混凝土强度是衡量混凝土结构质量的重要指标之一。钻芯法检测混凝土强度是通过钻取混凝土芯样,在压力试验机上进行抗压试验,根据芯样的抗压强度来推定混凝土结构或构件的抗压强度。

3.1.1 检测步骤

根据检测目的和结构特点,合理选择钻芯位置。应避免开主筋、预埋件和管线的位置,且不宜在施工缝、后

浇带等部位钻取芯样。同时,钻芯位置应具有代表性,能够反映混凝土的整体强度状况。选用合适的钻芯机、钻头和冷却水装置等设备。钻芯机的额定转速、功率等参数应满足钻取芯样的要求,钻头应锋利、无磨损,冷却水装置应能够提供充足的冷却水,以保证钻芯过程的顺利进行。将钻芯机安装牢固,调整好钻芯角度和深度,启动钻芯机进行钻芯操作。在钻芯过程中,应保持钻芯机的稳定,均匀施加压力,控制钻芯速度,避免钻头过热或卡钻。同时,要及时排出钻取的混凝土碎屑,保证芯样的完整性和质量。将钻取的芯样进行端面处理,去除不平整部分,使其两端面平行且与轴线垂直^[1]。然后对芯样进行尺寸测量和外观检查,符合要求的芯样在压力试验机上进行抗压强度试验,记录试验数据。根据芯样的抗压强度试验结果,按照相关规范和标准进行混凝土强度推定。一般情况下,可采用小直径芯样试件或标准芯样试件的抗压强度来推定结构混凝土的强度。

3.1.2 应用实例:港珠澳大桥沉管隧道混凝土强度检测

港珠澳大桥沉管隧道是世界最长的公路沉管隧道和唯一的深埋沉管隧道,其混凝土质量直接关系到隧道的使用寿命和行车安全。在沉管预制过程中,为了准确把握混凝土的实际强度,采用了钻芯法进行检测。检测人员按照一定的间距和位置在沉管的顶板、底板和侧墙等部位钻取了80个芯样。由于沉管混凝土采用了高性能海工混凝土,对钻芯设备和工艺要求较高。检测团队选用了大功率、高转速的钻芯机,并采用了特殊的冷却润滑液,以减少钻芯过程中对芯样的损伤。经过对芯样的抗压强度试验,结果表明所有芯样的强度均达到或超过了设计要求,且强度离散性较小,说明沉管混凝土质量均匀性好。这为港珠澳大桥沉管隧道的顺利建设和长期安

全运营提供了有力保障。

3.2 混凝土内部缺陷检测

混凝土内部缺陷如孔洞、裂缝、疏松等会严重影响混凝土结构的承载能力和耐久性。钻芯法可以通过直接观察芯样的外观和内部结构,准确检测混凝土内部缺陷的位置、大小和严重程度。

3.2.1 检测方法

对钻取的芯样进行外观检查,观察芯样表面是否有蜂窝、麻面、孔洞、裂缝等缺陷。对于较明显的缺陷,可以直接记录其位置、大小和形状。将芯样沿轴线方向劈开,观察其内部结构。通过肉眼观察或借助放大镜、显微镜等工具,检查芯样内部是否存在疏松、离析、夹泥等缺陷^[2]。同时,可以采用超声波检测仪等设备对芯样进行内部缺陷检测,进一步提高检测的准确性。

3.2.2 应用实例:广州某大型商业综合体混凝土柱内部缺陷检测

广州某大型商业综合体在装修过程中,发现部分混凝土柱表面出现裂缝,且裂缝有扩展趋势。为了确定裂缝是否贯穿混凝土柱内部以及内部是否存在其他缺陷,采用了钻芯法进行检测。检测人员在裂缝附近选取了5个位置钻取芯样,每个位置钻取2个芯样。在钻芯过程中,发现其中一个位置的钻芯阻力明显减小,且排出的混凝土碎屑中含有较多泥块。将钻取的芯样进行外观观察和内部结构分析后,发现该位置的混凝土柱内部存在一个较大的孔洞,孔洞周围混凝土疏松,且有夹泥现象。经进一步调查分析,该孔洞是由于混凝土浇筑过程中振捣不密实,且模板漏浆所致。建设单位根据检测结果,对该混凝土柱进行了加固处理,采用压力灌浆的方法填充孔洞,并对疏松混凝土进行剔除和重新浇筑,消除了安全隐患。

3.3 结构耐久性评估

混凝土结构的耐久性是指结构在正常使用和维护条件下,在设计使用年限内抵抗环境作用和内部因素影响,保持其安全性和适用性的能力。钻芯法可以通过检测混凝土的碳化深度、氯离子含量、钢筋锈蚀情况等指标,评估混凝土结构的耐久性。

3.3.1 检测指标及方法

在钻取的芯样上喷洒酚酞酒精溶液,根据溶液颜色变化确定混凝土的碳化深度。碳化深度是反映混凝土中性化程度的重要指标,碳化深度越大,混凝土的碱性越弱,钢筋锈蚀的风险越高。从芯样中取样,采用化学分析法或离子选择电极法检测混凝土中氯离子的含量。氯离子是导致钢筋锈蚀的主要因素之一,氯离子含量过高

会加速钢筋的锈蚀,降低结构的耐久性。通过对芯样中钢筋的外观观察、钢筋与混凝土粘结性能试验等方法,检测钢筋的锈蚀情况。同时,可以采用电化学方法检测钢筋的锈蚀电位和锈蚀电流密度,评估钢筋的锈蚀程度和发展趋势。

3.3.2 应用实例:青岛某沿海码头混凝土结构耐久性评估

青岛某沿海码头建成使用已超过20年,长期受到海洋环境的侵蚀。为了评估该码头混凝土结构的耐久性和剩余使用寿命,采用了钻芯法进行检测。检测人员在码头的不同部位共钻取了30个芯样,对芯样进行了碳化深度、氯离子含量和钢筋锈蚀情况等指标的检测。检测结果表明,大部分芯样的碳化深度已达到或超过钢筋保护层厚度,氯离子含量普遍较高,部分钢筋已经发生了严重锈蚀,钢筋与混凝土之间的粘结性能明显下降。根据检测结果,对该码头混凝土结构的耐久性进行了评估,认为该码头的部分结构已不能满足设计使用年限的要求,需要进行加固修复。建设单位根据评估报告,制定了详细的加固修复方案,对码头结构进行了耐久性修复和加固处理,延长了结构的使用寿命。

4 钻芯法检测过程中存在的问题及影响因素分析

4.1 存在的问题

4.1.1 钻芯对结构的损伤

如前文所述,钻芯法是一种半破损检测方法,钻取芯样会对结构造成一定的损伤。如果钻芯位置选择不当或钻芯数量过多,可能会影响结构的安全性和使用功能。

4.1.2 芯样质量难以保证

在钻芯过程中,由于钻芯设备、操作技术、混凝土性能等因素的影响,可能会导致芯样出现破损、断裂、不完整等问题,影响芯样的质量和检测结果的准确性。

4.1.3 检测成本较高

钻芯法需要使用专门的钻芯设备和试验仪器,且检测过程较为复杂,需要专业技术人员进行操作。因此,检测成本相对较高,在一定程度上限制了其广泛应用。

4.2 影响因素分析

4.2.1 混凝土原材料和配合比

混凝土的原材料质量和配合比对芯样的质量和检测结果有重要影响。例如,水泥的品种和强度等级、骨料的粒径和级配、外加剂的种类和掺量等因素都会影响混凝土的强度和内部结构,从而影响芯样的抗压强度和内部缺陷检测结果。

4.2.2 钻芯设备和操作技术

钻芯设备的性能和操作技术是影响芯样质量的关键

因素之一。钻芯机的转速、功率、稳定性以及钻头的质量、锋利程度等都会影响钻芯的效率和芯样的质量。同时，操作人员的技术水平和经验也会对钻芯过程和芯样质量产生重要影响。

4.2.3 环境因素

环境温度、湿度等条件对混凝土的强度发展和芯样的试验结果有一定影响。在高温环境下，混凝土的强度发展较快，但可能会导致芯样在试验过程中出现脆性破坏；在低温环境下，混凝土的强度发展较慢，且芯样的抗压强度可能会偏低^[3]。此外，环境湿度也会影响混凝土的碳化深度和氯离子扩散速度等指标的检测结果。

5 钻芯法检测的质量控制要点

5.1 检测前准备

根据检测目的和工程特点，制定详细的检测方案，明确钻芯位置、数量、芯样尺寸等要求。检测方案应经过相关部门的审核和批准，确保其科学性和合理性。对钻芯机、压力试验机、游标卡尺等检测设备进行校准和检查，确保设备的性能良好、精度符合要求。同时，准备好冷却水装置、取芯钻头、芯样加工工具等辅助设备和材料。对参与检测的人员进行专业培训，使其熟悉钻芯法的检测原理、操作流程和质量控制要点。操作人员应具备相应的资质和经验，能够熟练掌握钻芯设备和试验仪器的使用方法。

5.2 钻芯过程控制

严格按照检测方案的要求选择钻芯位置，避开主筋、预埋件和管线的位置。在钻芯前，应采用钢筋探测仪等设备对钻芯部位进行钢筋位置探测，确保钻芯过程不会损伤钢筋。将钻芯机安装牢固，调整好钻芯角度和深度。在钻芯过程中，应保持钻芯机的稳定，均匀施加压力，控制钻芯速度。避免钻头过热或卡钻，及时排出钻取的混凝土碎屑，保证芯样的完整性和质量。对钻取的每个芯样进行详细记录和标记，包括芯样的编号、钻芯位置、钻芯深度、混凝土外观情况等信息。以便后续的芯样加工、试验和结果分析。

5.3 芯样加工和试验控制

将钻取的芯样进行端面处理，去除不平整部分，使其两端面平行且与轴线垂直。芯样的高度和直径应符合

相关规范的要求，加工后的芯样应进行外观检查，不符合要求的芯样不得进行试验。在进行芯样抗压强度试验时，应控制试验环境的温度和湿度。一般情况下，试验环境的温度应保持在 (20 ± 3) ℃，相对湿度应不低于50%^[4]。避免环境因素对试验结果产生影响。对芯样抗压强度试验过程进行监督，确保试验操作规范、数据记录准确。试验结束后，应及时对试验数据进行整理和分析，按照相关规范和标准进行混凝土强度推定。

5.4 检测结果分析和处理

对检测结果进行准确性评估，分析检测过程中可能存在的误差和不确定性。可以采用重复试验、与其他检测方法对比等方法，验证检测结果的可靠性。结合工程的实际情况和检测目的，对检测结果进行综合分析。不仅要关注混凝土强度等单一指标，还要考虑混凝土内部缺陷、结构耐久性等因素对工程质量的影响。根据检测结果编制详细的检测报告，报告内容应包括工程概况、检测目的、检测方法、检测结果、结论与建议等。检测报告应经过专业技术人员审核和签字，确保报告内容的真实性和准确性。

结语

钻芯法是直接有效的建筑工程质量检测法，在混凝土强度、内部缺陷检测及结构耐久性评估上优势不可替代。虽存在对结构有损伤等局限，但合理质量控制与解决措施可降低影响。随着技术发展，它将与其它检测方法融合，应用领域拓宽，标准化程度提升。未来在建筑工程质量检测中，钻芯法仍作用重大，检测人员应熟练掌握其技术与质控要点，科学规范应用，提升检测质量水平。

参考文献

- [1]包亮.钻芯法在建筑工程质量标准检测中的应用分析[J].大众标准化,2023,(18):130-132.
- [2]杨莉莉.基于钻芯法在建筑工程中混凝土强度检测的技术研究[J].建筑与预算,2024,(01):67-69.
- [3]郭善椿.浅谈基桩钻芯法检测全过程的质量监控[J].工程质量,2025,43(03):35-38.
- [4]纪皖成.钻芯法与回弹法在建筑主体结构检测中的应用分析[J].安徽建筑,2024,31(06):185-186.