

磁测井法在既有建筑管桩基础检测中的应用

文 / 杨柏青 苏州方正工程技术开发检测股份有限公司

摘要: 在建筑工程中,管桩基础的健康状况直接影响到整个建筑的稳定性和安全性。磁测井法作为一种新型非破坏性检测技术,因其独特优势,在既有建筑的管桩基础检测中得到了越来越多的关注。本文围绕既有建筑管桩基础检测中磁测井法展开讨论,从磁测井法的概述入手,分析既有建筑管桩基础检测中磁测井法的应用优势,阐述了应用要点,结合实际案例,进行了进一步分析,以期为基础检测提供参考,提升检测的准确性与精度。

关键词: 既有; 建筑; 检测

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2025.03.026

引言

在既有建筑管桩基础检测中,传统的方法存在一定的局限,如成本高、耗时长、可能对管桩造成伤害等。磁测井法利用磁场的变化检测管桩中的缺陷和异物,这种方法是非破坏性的,可以有效地在不影响结构完整性的前提下进行检测。因此,探索磁测井法的应用原理及应用,具有重要意义。

一、磁测井法

磁测井法是一种新兴的非破坏性检测技术,主要用于评估结构中金属部件的健康状况。其基本原理是基于磁场与金属材料相互作用,金属结构上施加外部磁场,进行检测由于结构中的缺陷造成的磁场分布变化。当磁场通过金属时,内部的任何不连续性或缺陷,如裂纹、腐蚀和压实度变化,都会产生一个局部的磁场畸变。磁性传感器可以捕捉这些畸变信号,并通过数据分析来识别和定位缺陷^[1]。

二、磁测井法在既有建筑管桩基础检测中的应用优势

(一) 无损检测

在进行管桩基础检测时,磁测井法不会对管桩造成任何物理损伤。与传统的破坏性检测方法,磁测井法通过感应磁场的变化,评估管桩内部的状态,避免了对结构的破坏,还消除了二次损伤的风险,使得检测过程更加安全可靠。特别是在既有建筑的管桩基础检测中,无损检测的优势尤为突出,可以在不干扰建筑正常使用的情况下,提供准确的检测数据,确保了结构的完整性和使用安全性。

(二) 高效快速

磁测井法自动化的数据采集和处理系统,使得检测工作能够在较短的时间内完成,覆盖较大的检测区域,显著提高了检测速度,并减少了工程时间。此外,在繁忙的市区或建筑物周围环境复杂的情况下,磁测井法的快速检测特性,能够在短时间内完成大规模的检测任务,降低了对正常施工活动的干扰,有效地避免了因检测工作对周围环境造成的影响,进而提升了工程效率。

(三) 精度高

磁测井法通过精密的磁场测量,能够准确识别管桩

内部的细微缺陷和异常。例如,磁测井法可以有效检测出微小的裂纹、腐蚀及其他不连续性,这些缺陷可能会对管桩的结构安全性产生重大影响。由于其高精度的测量能力,磁测井法能够提供详尽的缺陷信息,使得检测人员能够做出更加准确的评估,利于管桩基础的健康评估和后续的修复,有助于确保建筑结构的长期安全和稳定性^[2]。

三、磁测井法在既有建筑管桩基础检测中的应用

(一) 设备安装

在进行既有建筑管桩基础检测时,磁测井法的设备安装是确保检测准确性和效果的关键步骤。首先,设备的安装前期,详细评估检测区域。测量和记录管桩基础的具体位置、尺寸以及现有环境条件,确定检测设备的选型和布局,确保其能够满足实际检测需求。其次,磁测井法主要依赖于磁场发生器和磁性传感器。磁场发生器的作用是生成稳定的磁场,并将其施加到待检测的管桩基础上。这些发生器可以是电磁铁或其他能够产生均匀磁场的设备。在设备安装时,检测人员需要选择合适的位置安装磁场发生器,通常在管桩周围或其表面安装磁场发生器,确保磁场能够均匀覆盖管桩的所有检测区域。在安装过程中,需要确保发生器的位置稳定且与管桩的接触良好,以保证磁场的均匀性和稳定性,利于后续的检测结果准确性。再次,传感器的作用是捕捉磁场的变化,并将其数据传输至分析系统。传感器的布置需要根据管桩的具体形状和检测需求进行合理安排,通常会在管桩的周围或其表面布置。在安装传感器时,需确保其与管桩表面的贴合良好,以避免测量误差。传感器的数量和布置方式,需要根据实际检测区域的大小和复杂程度进行调整,以确保全面捕捉到磁场变化数据。最后,在设备安装完成后,通常需要进行预调试,检查所有设备的正常运作情况并进行初步测试,以确保磁场的均匀性、传感器的灵敏度以及数据传输的稳定性。通过预调试,可以及时发现和解决设备安装过程中可能出现的问题,如磁场不均匀或数据传输中断等,为后续的检测工作奠定坚实的基础。

(二) 数据采集与处理

数据采集质量直接影响到检测结果的准确性和全面

性，必须严格把控数据采集过程中的每一个环节。数据采集过程主要包括磁场的测量、数据记录以及初步分析，这些步骤共同确保了对管桩基础状态的准确评估。首先，磁场的测量是数据采集的核心环节。通过前期安装的磁场发生器施加稳定的磁场，利用布置在管桩表面的磁性传感器捕捉磁场的实际分布情况。其次，磁性传感器将捕捉到的磁场信号传输到数据采集系统中，实时记录并存储。数据采集系统通常包括计算机或数据记录仪，负责将传感器获取的数据进行整理和存储。在数据采集过程中，需要保证设备的稳定性和数据的完整性，以防止数据丢失或错误。最后，数据采集过程中可能会受到环境噪声、电磁干扰或设备误差的影响，导致采集到的数据包含噪声或异常值。数据清洗的主要任务是去除这些干扰因素，确保数据的准确性。通过对原始数据进行筛选和校正，剔除明显的误差数据，并对数据进行平滑处理，以减少噪声的影响，从而提升数据的可靠性。

（三）结果解释

结果解释是确保检测数据能够转化为实际工程决策的重要步骤，包括对磁场数据的分析、缺陷的诊断和评估，以及对管桩健康状况的综合判断，这些环节共同作用，形成对管桩状态的全面理解，为后续工程决策提供依据。首先，磁场数据的分析。在数据处理阶段得到的磁场分布图和强度变化图，能够显示管桩的磁场异常区域。仔细分析这些图表，识别出磁场强度的变化和均匀性，这些变化通常反映了管桩内部的潜在问题。例如，磁场的局部下降可能指示管桩存在裂纹或腐蚀，而磁场的异常分布则可能表明结构不均匀或施工缺陷。分析过程中，检测人员需要对比标准值或历史数据，以确定异常的具体性质和可能原因，从而为后续的缺陷诊断提供初步依据。其次，缺陷的诊断和评估。根据磁场数据的异常情况，判断管桩是否存在实际的结构缺陷，如裂纹、腐蚀或钢筋锈蚀等。结合管桩的设计规范、施工记录以及其他检测方法的结果，综合评估缺陷的类型和严重程度。例如，若管桩的磁场强度严重不足且有明显的不均匀变化，可能表明管桩存在较大规模的腐蚀或结构性问题。此阶段的诊断不仅依赖于数据本身，需要结合专业知识和经验，以确保对缺陷的准确识别和评估。最后，管桩健康状况的综合判断。按照对磁场数据的分析和缺陷的诊断，给出对管桩基础整体健康状况的评估，包括对管桩的结构稳定性、承载能力以及使用寿命的综合判断，检测人员需要根据评估结果提出合理的维修建议或加固方案，确保管桩基础的安全性和可靠性。例如，如果评估结果显示管桩存在严重缺陷，可能需要立即进行加固修复或更换，以避免潜在的安全隐患。

（四）报告编写

报告不仅需要详细记录检测过程和结果，还需提供清晰的分析和建议，以指导后续的维护和修复工作。首先，详细描述检测的基本情况，包括检测的目的、检测

对象、检测的时间和环境条件等，帮助使用者理解检测背景、了解后续的检测数据和结果。其次，记录磁测井法的实施步骤，设备的安装位置、数据采集的具体方法、检测过程中遇到的问题及其解决方案等，利于确保报告的透明性和可靠性，同时也为将来的类似检测提供参考依据。如果在检测过程中进行了任何特别的调整或改进，也应在此部分进行说明，有助于验证当前检测的准确性，还为今后的改进提供了借鉴。再次，描述数据处理和分析的过程，包括数据清洗的方法、分析软件的使用、数据图表的解释等信息，提供磁场分布图、强度变化图等可视化数据，并对数据中的异常情况进行详细说明。数据分析部分应直观展示检测结果，为后续的结果解释奠定基础，帮助使用者更好地理解数据分析的过程和结果，并为缺陷诊断提供依据。从次，结果解释部分则基于数据分析的结果，对管桩基础的健康状况进行全面评估，阐述磁场异常的具体位置和性质，并结合管桩的结构特点进行缺陷诊断。结果解释需要详细描述检测到的磁场异常如何反映管桩的实际问题，例如裂纹、腐蚀或结构不均匀等，并对这些缺陷的严重性和潜在影响进行深入分析，将数据转化为实际的工程问题，并提供科学的判断依据。最后，建议措施部分应基于结果解释，提供具体的维护和修复建议。针对检测到的缺陷，提出的加固或修复方案，以及推荐的后续监测措施。建议措施应具有可操作性和实用性，确保能够有效解决检测中发现的问题，并提升管桩基础的安全性和可靠性^[3]。

四、案例分析

某城市中心的一座高层办公楼在建造多年后，发现部分管桩出现沉降现象。为了评估这些管桩的健康状况并确定是否存在潜在的结构缺陷，项目团队决定采用磁测井法进行检测。这座建筑的管桩基础直径较大，且深埋于土壤中，传统的检测方法难以有效实施，并且存在一定的破坏风险，因此检测人员决定采用磁测井法进行检测。

（一）设备安装

磁测井法是一种非破坏性检测技术，要求设备能够在不对管桩造成损害的情况下完成检测，对设备的选型和安装提出了高要求。在设备选择时，针对大直径管桩的特殊需求，检测人员选择了适用于此类管桩的磁场发生器和高灵敏度的传感器。为了确保磁场的覆盖范围足够广泛，在管桩的周围布置了多个磁场发生器。磁场发生器的位置布局经过精心计算，以确保能够均匀覆盖整个管桩基础，避免了局部区域未被检测到的问题。安装时，检测人员特别关注磁场发生器与管桩之间的接触情况，确保其能够稳固地固定在管桩的周围，以维持稳定的磁场分布，确保磁场均匀和检测数据准确。同时，传感器也被安装在管桩表面及周围，用于检测磁场的微小变化。这些传感器的位置分布也是经过精确计算的，以便能够全面采集管桩周围的磁场数据，确保数据的全面性和可靠性。安装过程中，检测人员应严格按照技术

要求对传感器进行校准，确保其能够准确捕捉到磁场变化。设备安装完成后，检测人员进行了全面的系统调试，包括对磁场发生器的工作状态和传感器的反馈信号进行检查。通过调试，确保磁场均匀覆盖了管桩检测区域，并且传感器能够稳定地采集数据。调试阶段的成功为后续的数据采集和分析奠定了坚实的基础，确保了磁测井法能够在实际检测中提供准确可靠的结果^[4]。

（二）数据采集与处理

在设备安装完毕后，进入了数据采集与处理阶段，这是磁测井法检测中的关键环节。磁场发生器开始工作，生成稳定的磁场以覆盖整个管桩基础区域。此过程中，磁场发生器的输出必须保持稳定，以确保数据的准确性和可靠性。由于管桩基础直径较大且埋深较深，数据采集的区域也相应较大，对传感器的布置和数据采集过程提出了更高的要求。因此，传感器的布置和数据采集过程需要特别仔细，以确保覆盖整个检测区域，避免漏测或数据不完整。数据采集过程中，检测人员安排了多次测量，以提高数据的可靠性和准确性，同时采取了措施减少环境噪声和电磁干扰的影响，确保测量结果的真实性，减少偶然误差，提高结果的可信度。对原始数据进行初步清洗，包括去除噪声和错误数据，以便获得更清晰和准确的测量结果。

（三）结果解释

在完成数据采集和处理之后，对检测结果进行详细解释和分析。对比正常管桩的磁场分布和检测到的磁场异常，分析磁场的异常情况，检测人员能够识别出管桩内部的潜在缺陷。在本案例中，检测结果揭示了管桩基础中存在几处明显的异常区域，这些区域的磁场强度明显低于正常范围，表明这些管桩可能受到腐蚀或发生了裂纹等问题。为了更精确地定位这些缺陷，检测人员结合了磁测井法提供的二维或三维磁场分布图，识别出了缺陷的具体位置和分布范围。进一步分析发现，这些缺陷区域与建筑物沉降现象的发生地点存在较强的关联。部分管桩的磁场强度显著降低，与管桩的承载力下降相一致，可能是导致沉降的主要原因。检测人员通过综合分析磁场数据和管桩的设计、施工记录，确认了这些缺陷的性质，并评估了其对建筑物整体结构安全性的影响。为了确保分析结果的准确性，检测人员还综合了磁场数据与管桩的设计和施工记录进行对比，确认了缺陷的性质，并评估了其对建筑物整体结构安全性的影响。此外，检测人员还与历史数据和现场检查结果进行了对比，通过对比发现，此案例检测结果与之前的沉降监测数据以及建筑物设计参数相吻合，进一步验证了检测结果的可靠性。

（四）维修建议

在完成磁测井法的检测和结果分析后，检测人员对发现的管桩缺陷制定了相应的维修建议，解决检测中发

现的问题，恢复管桩的结构稳定性，并防止未来可能发生的结构性问题。对于检测中发现的管桩内部裂纹和腐蚀区域，建议进行局部修复和加固，推荐使用现代化的修复材料，如高强度修复混凝土和环氧树脂注入技术，这些材料能够有效填补裂缝并增强管桩的承载力。考虑到部分管桩存在的腐蚀问题，建议在修复的同时采取防腐措施。在管桩外部加装防腐涂层或采用防腐喷涂技术，这些措施将有效延长管桩的使用寿命，减缓进一步腐蚀的速度。对于腐蚀较严重的区域，可能需要进行更为全面的修复，包括对管桩进行重新加固或更换部分损坏的管桩，以确保建筑物的安全性。为了防止类似问题再次发生，建议对整个管桩基础系统进行定期的监测和维护。结合后续的沉降监测和磁测井法，进行周期性检查，及时发现并处理新的缺陷，并采取相应措施进行处理，利于确保管桩基础的长期稳定性，避免潜在的结构风险。

（五）结论

通过此次应用磁测井法进行的检测，成功识别了管桩基础中的潜在缺陷，并为后续的维修提供了科学依据。此案例展示了磁测井法在既有建筑管桩基础检测中的实际应用价值，尤其是在需要保护结构完整性、避免破坏性检测的情况下，磁测井法提供了一个有效的解决方案。该方法不仅能够快速、准确地识别管桩内部的缺陷，还为后续的修复和维护提供了翔实的数据支持，确保了建筑结构的安全性和可靠性^[5]。

结语

综上所述，磁测井法作为一种新兴的检测技术，在既有建筑管桩基础检测中展示了其独特的优势。其无损、高效、精度高的特点，使其在管桩检测中具有广泛的应用前景。在检测过程中，应明确其优势，掌握检测要点，通过设备安装、数据采集处理、结果解释以及编制报告等方式，确保结果的准确性，为管桩检测提供准确的支持，以为后续的修复与维护提供依据，保证既有建筑管桩基础的稳定性与安全性。

参考文献

- [1] 黄志军. 磁测井法在基桩检测中的应用[J]. 江西建材, 2023(9): 50-52.
- [2] 谢红华. 强干扰情况下磁测井法检测PHC管桩桩长的应用分析[J]. 厦门科技, 2022(2): 60-62.
- [3] 李宗雷. 磁测井法检测基桩钢筋笼长度的应用分析[J]. 北方建筑, 2023(4): 27-30.
- [4] 黄福智. 磁测井法检测地下连续墙钢筋笼长度的应用分析[J]. 江西建材, 2023(7): 67-69.
- [5] 张民程. 磁测井法检测灌注桩钢筋笼长度的应用与分析[J]. 福建建设科技, 2023(1): 79-80.

作者简介：杨柏青（1992-2），男，汉，江苏苏州人，本科，工程师，从事建筑地基基础检测工作。