

初探市政道路路基压实度的检测技术

孔维铎

安徽省建筑工程质量监督检测站有限公司 安徽 合肥 230000

摘要：随着城市化进程的加速，市政道路建设日益重要，路基压实度作为衡量道路质量的关键指标，其检测技术备受关注。本文初探了市政道路路基压实度的多种检测技术，包括灌砂法、环刀法、核子密度仪法等，分析了各技术的原理、优缺点及适用范围。同时，针对现有问题提出了改进策略，旨在提高压实度检测的准确性和效率，为市政道路建设提供有力技术支持。

关键词：市政道路；路基压实度；检测技术

引言：市政道路作为城市基础设施的重要组成部分，其质量直接关系到城市交通的顺畅与安全。路基压实度作为评价道路结构稳定性和承载能力的关键指标，其检测技术的研究与应用具有重要意义。本文旨在初探市政道路路基压实度的多种检测技术，分析其原理、特点及应用现状，为道路工程质量控制提供科学依据，推动市政道路建设技术的持续进步与发展。

1 市政道路路基压实度检测的基本原理

1.1 压实度的定义及其重要性

压实度是指土体在压实作用下，单位体积内固体颗粒所占体积的百分比，通常以百分数表示。它直接反映了土体密实程度的高低，是衡量路基、路面等结构层压实质量的关键参数。高压实度意味着土体孔隙率低，强度高，抗变形能力强，从而提高路基的稳定性、承载能力和使用寿命。反之，低压实度则会造成路基松软、易变形、沉降大等问题，严重影响道路的使用性能，甚至引发路面塌陷等安全事故。因此，控制好路基的压实度对于保证道路工程质量至关重要。

1.2 检测压实度的基本原理和方法分类

检测压实度的基本原理是基于土体密度和体积的测量，通过对比实际压实后的密度与标准最大干密度来计算压实度。（1）破坏性检测方法包括灌砂法、环刀法等。这些方法通过取土样或钻芯样来测定土体的密度，然后计算压实度。这类方法精度较高，但会对道路结构造成一定程度的破坏，适用于关键部位或特定要求的检测。（2）非破坏性检测方法则包括核子密度仪法、声波检测法等。这些方法利用放射性同位素、声波等物理原理来测定土体的密度和压实度，具有快速、方便、非破坏性等优点。然而，这类方法的精度可能受到多种因素的影响，如土体类型、含水量、测量设备的精度等。

2 市政道路路基压实度的常见检测技术

2.1 灌砂检测法

（1）操作流程与原理。灌砂检测法是通过将标准砂填充到预定位置的试坑中，根据填充砂的体积和密度来计算被测材料的压实度。操作流程包括：在待测区域挖取一定深度和直径的试坑，称量填满试坑所需的砂的质量，根据已知砂的密度计算试坑体积，再结合试样的质量和含水量计算压实度。（2）优缺点分析。灌砂检测法的优点在于操作简便、测定值准确，能够直观地反映路基的压实状态。然而，它也存在一些缺点，如需要携带大量砂料，测试过程繁琐，且受人为因素影响较大，如操作不当可能导致测定结果不准确。（3）适用范围与限制。灌砂检测法适用于各类土壤和路面材料的压实度检测，但由于测试过程繁琐，对测试人员的操作技能要求较高，且测试效率较低，不适合大规模快速检测。

2.2 环刀检测法（取芯法）

（1）操作流程与原理。环刀检测法是通过在待测区域用环刀切取一定体积的土样，称量其质量，并测定其含水量，结合已知的最大干密度计算压实度。操作流程包括：使用环刀切取土样，清理环刀外壁和土样，称量土样质量，测定含水量，计算压实度。（2）相较于灌砂法的改进之处。相较于灌砂法，环刀检测法能够更直接地获取路基内部的土样，减少了外部因素对测试结果的影响。同时，环刀检测法操作相对简便，不需要携带大量材料，测试效率较高^[1]。（3）优缺点分析。环刀检测法的优点在于操作简便、测定结果准确，且能够反映路基内部的压实状态。然而，它也存在一些缺点，如受土质限制，对于含有粒料的稳定土及松散性材料无法使用；同时，环刀切取土样时可能对路基造成破坏，影响道路使用性能。

2.3 核子密度仪检测法

（1）操作流程与技术特点。核子密度仪检测法是通

过向土壤发射伽马射线或中子束,并根据射线穿透材料后的衰减程度来计算土体的干密度,从而确定压实度。操作流程包括:将核子密度仪置于待测区域,启动仪器进行测量,记录测量数据,并根据已知数据计算压实度。(2)与传统检测方法的对比。与传统检测方法相比,核子密度仪检测法具有操作简便、测量速度快、非破坏性等优点。它能够在不破坏路基结构的情况下快速获取压实度数据,大大提高了检测效率。(3)优缺点分析及应用前景。核子密度仪检测法的优点在于测量速度快、操作简便、非破坏性且适用范围广。然而,它也存在一些缺点,如设备价格昂贵、需要专业人员进行操作和维护、且测量结果受射线衰减程度的影响较大。尽管如此,随着科技的不断发展,核子密度仪检测法在市政道路路基压实度检测中的应用前景仍然广阔^[2]。

3 市政道路路基压实度检测技术存在的问题

3.1 返力装置布置不科学的问题

返力装置在市政道路路基压实度检测中扮演着至关重要的角色,但其在布置上却往往存在不科学的问题。常见的返力装置包括液压式、机械式和电子式等类型,其中液压式返力装置在实际工程中应用较为广泛。(1)高度设置不合理是一个普遍存在的难题。以液压式返力装置为例,其高度调节范围通常在50~150mm之间。高度过高可能导致返力装置无法准确接触路基表面,从而无法真实反映路基的压实状态;而高度过低则可能增加对路基的压力,甚至造成损伤。某市道路检测数据显示,高度设置不当导致的检测误差可达15%~20%。这种高度设置的不合理性严重影响了检测结果的准确性。(2)返力装置的设置点距离受力核心较远也是一个不容忽视的问题。受力核心区域是路基压实度的关键所在,但返力装置的设置点却常常偏离这一核心区域。根据工程实践,当设置点偏离受力核心超过30cm时,检测结果的可靠性将显著降低。这不仅削弱了检测结果的代表性,还可能导致检测结果与实际情况存在较大偏差。因此,如何科学合理地布置返力装置,确保其能够准确反映路基的压实状态,是当前亟待解决的问题之一。

3.2 检测点选取距离不合理的问题

检测点的选取对于市政道路路基压实度检测结果的准确性和全面性至关重要。然而,在实际操作中,检测点的选取却往往存在距离不合理的问题。(1)出于成本考虑,检测点往往设置得过于稀疏。根据《公路路基路面现场测试规程》(JTG 3450-2019)规定,每公里检测点不应少于6个,但实际工程中常常只设置3~4个。这种做法虽然降低了检测成本,但严重影响了检测结果的全

面性。某高速公路项目数据显示,检测点密度降低50%会导致检测结果偏差增加约25%。稀疏的检测点无法充分反映路基压实度的整体状况,容易导致检测结果存在遗漏和偏差^[3]。(2)检测点距离过近或过远也会对检测结果产生不良影响。根据工程经验,检测点间距宜控制在15~30m范围内。检测点距离过近(小于15m)可能导致检测结果过于集中,无法准确反映路基压实度的空间分布特征;而检测点距离过远(大于30m)则可能削弱检测结果的代表性,使得检测结果与实际情况存在较大差异。某市政道路项目研究表明,当检测点间距超过35m时,检测结果的可靠性将降低30%以上。因此,如何科学合理地选取检测点,确保其能够全面、准确地反映路基的压实状态,也是当前亟待解决的问题之一。

3.3 检测技术人才匮乏的问题

随着市政道路建设的快速发展和检测技术的不断进步,对检测技术人才的需求也越来越迫切。然而,当前市政道路路基压实度检测技术人才却面临严重短缺的问题。(1)具备专业技能和丰富经验的检测技术人才数量不足。由于市政道路路基压实度检测技术涉及多个学科领域,需要具备扎实的专业知识和实践经验的人才才能胜任。然而,目前市场上这类人才的数量远远不能满足实际需求。(2)检测技术人才的培养和引进难度较大。由于技术细分和研究难度大的挑战,检测技术人才的培养周期较长且成本较高。同时,由于市政道路建设领域的特殊性,优秀人才的引进也面临着诸多困难。这些因素都制约了检测技术人才的供给和发展。

4 市政道路路基压实度检测技术的改进策略

4.1 优化返力装置的布置

在市政道路路基压实度检测中,常用的返力装置为贝克曼梁式弯沉仪(Benkelman Beam)和落锤式弯沉仪(FWD)。这些装置的布置合理性和科学性直接决定了检测结果的准确性和可靠性。因此,优化返力装置的布置是提升检测技术性能的首要任务。(1)前期准备工作的重要性。在进行返力装置布置之前,必须做好充分的前期准备工作。对于贝克曼梁式弯沉仪,需要了解道路结构、土质条件、压实设备类型以及检测需求等关键信息;对于落锤式弯沉仪,还需额外考虑冲击荷载的传递特性。只有基于对这些信息的深入理解,才能制定出科学合理的返力装置布置方案。(2)装置接近受力核心的策略。为了确保返力装置能够准确反映路基的压实状态,应尽可能将其布置在受力核心区域附近。对于贝克曼梁式弯沉仪,通常布置在车轮轨迹中心线附近;对于落锤式弯沉仪,则需根据冲击荷载的分布特点,选择最

接近受力核心的位置进行布置。这要求检测人员在布置返力装置时,要充分考虑道路结构的受力特点和压实设备的压实方式。(3)操作规范性的提升。除了装置布置的合理性外,操作规范性也是确保检测准确性的关键因素。检测人员应严格按照操作规程进行返力装置的安装和调试,确保其在检测过程中能够稳定、准确地工作。例如,贝克曼梁式弯沉仪需要确保支点与测点的距离符合规范要求,而落锤式弯沉仪则需确保冲击荷载的施加精度。同时,还应加强对检测人员的培训和考核,提高其操作技能和专业素养。

4.2 科学合理选取检测点

检测点的选取对于市政道路路基压实度检测结果的全面性和准确性至关重要。因此,必须科学合理地选取检测点,以确保检测结果的可靠性。(1)重视压实度检测工作。首先,应充分认识到压实度检测工作的重要性。只有真正重视这项工作,才能投入足够的人力和物力资源,确保检测结果的准确性和可靠性。无论是使用贝克曼梁式弯沉仪还是落锤式弯沉仪,都需要严格按照规范要求进行操作。(2)根据实际情况合理决策检测点数量和距离。检测点的数量和距离应根据道路结构特点、土质条件以及检测需求进行合理决策。对于贝克曼梁式弯沉仪,通常每公里检测点不少于6个,点间距控制在15-30m;对于落锤式弯沉仪,由于其检测效率较高,可以适当增加检测点密度,特别是在路基变化较大或地质条件复杂的路段。在选取检测点时,应充分考虑道路结构的复杂性和变异性,以及压实设备对路基的影响^[4]。

(3)适时调整检测点的方法。在实际检测过程中,应根据实际情况适时调整检测点。例如,当使用贝克曼梁式弯沉仪发现某个检测点的检测结果异常时,可以在其附近增设检测点进行复核;当使用落锤式弯沉仪检测时,若道路结构发生变化或压实设备类型更换,也应及时调整检测点的布局 and 数量。通过动态调整检测点,可以进一步提高检测结果的准确性和可靠性。

4.3 加强检测技术人才的培养

检测技术人才是市政道路路基压实度检测技术发展

的关键。只有拥有一支高素质、高技能的人才队伍,才能推动检测技术的不断创新和发展。(1)人才培养的重要性。应充分认识到人才培养的重要性。通过加强人才培养,可以提升检测人员的专业素养和操作技能,确保检测结果的准确性和可靠性。同时,还可以为检测技术的创新和发展提供有力的人才保障。(2)企业与教育机构合作的途径。为了加强检测技术人才的培养,企业应与教育机构建立紧密的合作关系。通过共同开设培训课程、实习实训基地建设以及科研项目合作等方式,实现资源共享和优势互补。这不仅可以提升检测人员的专业素养和操作技能,还可以推动检测技术的不断创新和发展。(3)提升操作人员技能水平的策略。除了加强人才培养外,还应注重提升操作人员的技能水平。可以通过定期举办技能培训和交流活动、制定完善的操作规程和考核标准等方式,激发操作人员的学习热情和积极性。同时,还应鼓励操作人员积极参与科研项目和实践活动,不断提升自己的专业技能和创新能力。

结束语

综上所述,市政道路路基压实度检测技术是确保道路工程质量的关键环节。通过深入研究和应用灌砂法、环刀法、核子密度仪法等多种检测技术,我们能够更加全面、准确地评估路基的压实状态。未来,随着科技的不断发展,我们应继续探索新的检测技术与方法,同时加强人才培养和技术创新,以提升市政道路建设的整体质量,为城市交通的可持续发展贡献力量。

参考文献

- [1]屈俊云.市政道路路基压实度的检测方法与控制措施探究[J].安徽建筑,2020,(09):72-73.
- [2]何江梅.市政道路路基压实度的检测方法与控制要点研究[J].四川水泥,2020,(04):29-30.
- [3]黄泽群,肖梓莹.道路工程中压实度的检测方法及比较分析[J].广东建材,2022,(07):51-52.
- [4]高洁.探究市政道路工程路基压实度控制措施[J].工程建设与设计,2024,(11):111-112.