

路面车辙深度人工测量与激光断面仪数据偏差对比研究

伍思宇

湖北交通工程检测中心有限公司 湖北 武汉 430000

【摘要】：路面车辙深度的精确测量对道路维护与管理具有重要意义。人工测量和激光断面仪是常用的两种测量方法，但它们在应用中往往存在一定的偏差。本文通过对比分析人工测量和激光断面仪在测量路面车辙深度时的偏差，探讨其原因及影响因素。研究发现，人工测量受人为因素影响较大，而激光断面仪具有较高的精度和效率，但在某些情况下仍可能存在误差。通过对偏差的来源进行系统分析，提出了减少测量偏差的优化方案，为相关领域的测量精度提升提供了参考。

【关键词】：路面车辙深度；人工测量；激光断面仪；数据偏差；精度优化

DOI:10.12417/2811-0528.26.05.053

路面车辙的深度测量是评估道路状况和进行道路维护的重要指标。随着科技的进步，激光断面仪作为一种高效、精确的测量工具，逐渐应用于实际道路检测中。尽管激光断面仪在很多方面显示出较高的测量精度，其与传统人工测量方法的差异仍然引发了广泛关注。人工测量方法往往受到操作人员经验、环境因素等多重因素的影响，而激光断面仪则提供了一种更加客观和系统的测量手段。通过对两者数据偏差的深入分析，不仅能够帮助我们更好地理解这两种方法的优缺点，还能为进一步提高路面检测精度和效率提供理论依据。

1 人工测量与激光断面仪测量原理对比

人工测量与激光断面仪是两种常用于路面车辙深度测量的方法，它们在测量原理和应用过程中存在显著差异。人工测量通常依赖操作人员通过量尺、钢尺等工具，手动测量车辙的深度。这种方法具有较强的灵活性和可操作性，适用于各种复杂的路面条件，特别是在某些情况下，人工测量能够迅速应对突发情况。但人工测量的准确性较难保证，测量结果会受到操作人员的技术水平、工作环境、测量时的心理状态等因素的影响，测量精度和一致性存在较大的变动空间，尤其在长时间和大范围的测量任务中，误差容易积累。

激光断面仪的工作原理基于激光扫描技术，通过激光束扫描路面表面并记录反射光的时间差来获得测量点的三维坐标信息。激光断面仪能够高精度地采集路面表面的详细信息，并通过算法处理数据，生成精准的车辙深度数据图。由于激光断面仪的自动化程度高，它能够减少人为误差，并且在大规模测量中展现出较高的工作效率^[1]。测量过程中，激光设备能精确控制扫描角度和距离，从而提供更稳定的数据输出，特别是在不规则或崎岖的路面上，激光断面仪能保持较高的准确性和可靠性。

激光断面仪也有其局限性。尽管它在精度和效率上优于人工测量，但在某些极端环境下，如强光照或强风的条件下，激

光扫描可能会受到干扰，导致数据偏差。激光断面仪的成本较高，且对操作人员的专业技术要求较高。由于激光断面仪需要复杂的设备支持和维护，在资源有限的情况下，其普及和应用可能受到一定制约。激光断面仪在精度和效率上都较人工测量有所提升，但如何平衡两者之间的应用优势和局限性，仍然是需要在实际应用中不断探索的问题。

2 路面车辙深度测量数据偏差来源分析

路面车辙深度测量过程中，数据偏差的来源是多方面的，涉及测量方法本身、外部环境及操作技术等多个因素。在人工测量中，操作人员的主观因素往往是影响精度的主要原因。由于不同测量人员的经验、技术水平及测量方法的差异，同一地点的测量结果可能存在较大波动。对于手动测量，设备的使用精度也可能带来误差。钢尺或量尺的精度受限于刻度的细度及人员在操作过程中对测量点选择的偏差。由于车辙的形状可能不规则，人工测量难以在每一个点上保持一致的测量角度和深度，从而引入误差。

激光断面仪尽管具有较高的自动化和精度，但其测量数据的偏差也无法完全避免。激光测量的精度受到多个因素的影响，其中最显著的因素是环境条件。强烈的阳光、雨雪天气或者路面上的湿气、灰尘等物质，会导致激光信号的反射率发生变化，从而影响测量结果^[2]。高温或低温也可能影响激光传感器的工作性能，导致数据偏差。激光断面仪的扫描角度、扫描速度和分辨率等参数的设置不当，也会导致偏差的产生。若扫描角度过大或过小，可能会导致测量的局部精度下降，影响整体车辙深度的准确性。

路面本身的物理性质也可能成为偏差的来源。路面不平整或材料的变化，如沥青路面与水泥路面的差异，都会影响激光测量的反射特性。车辙深度本身在不同位置 and 不同阶段也存在变化，测量的时机、位置选择不同，可能会导致数据的不同。测量时没有统一标准或规范，也可能导致不同测量点之间的结

果差异。数据偏差的来源不仅仅局限于测量工具或操作技术，路面状况、环境变化以及测量条件的不同都会影响最终数据的准确性。这些偏差的存在，要求在进行车辙深度测量时，必须综合考虑多方面因素，并采用合理的技术手段来尽量减少误差。

3 优化测量方法提高数据精度的策略

为了提高路面车辙深度测量数据的精度，必须采取一系列针对性的优化策略，减少各类误差的影响。在人工测量中，提升操作人员的技术水平是关键措施之一。通过加强培训，规范测量操作流程，使得测量人员能够在一致的标准下进行测量，从而减少因人为因素引起的误差。对量具的选择也应进行优化，采用高精度的测量工具，并定期对设备进行校准，确保其精确度和稳定性。制定严格的测量标准，并利用标定点或已知标准进行校验，进一步提高测量的可靠性。

激光断面仪的优化策略则侧重于设备性能的提升和环境干扰的抑制。应根据实际测量需求选择合适的激光仪器，确保其扫描精度、分辨率和测量范围满足项目要求。在设备使用过程中，要注意合理调整激光仪的扫描参数，如扫描角度、扫描速度和分辨率等，以确保数据采集的全面性和准确性。选择合适的传感器和数据处理算法，对采集到的原始数据进行实时修正和优化，也是提升精度的有效手段。通过引入先进的数据过滤与去噪技术，能够有效消除因外界环境变化，如强光、湿气等因素引起的测量误差。

针对外部环境因素的干扰，应采取一系列措施来减少其对

测量数据的影响。在晴朗的天气条件下，激光信号的反射较为稳定，但在强光、雨雪或多尘的环境中，激光束的反射强度会发生变化，导致数据偏差^[1]。可通过选择合适的天气进行测量，或在测量前后进行环境条件的监测和调整，确保测量过程的稳定性。与此同时，增设局部光屏蔽装置或使用激光波长不同的设备，可以有效避免外界光照和空气湿度变化对测量结果的干扰。

采用组合测量技术也是提高测量精度的重要策略。将激光断面仪与其他高精度测量设备相结合，采用多重测量方式，可以弥补单一测量方法的不足。结合GPS定位技术，实时监控测量点位置，可以进一步提高测量数据的空间精度。对于复杂路面情况，通过多角度、多方位的激光扫描，可以获得更加细致的车辙深度数据，减少由单一角度引起的误差。通过综合应用以上优化策略，能够有效提升路面车辙深度测量的精度，为道路养护与管理提供更加可靠的数据支持。

4 结语

通过对路面车辙深度测量中人工测量与激光断面仪测量数据偏差的深入分析，可以得出，测量精度的提升离不开方法与设备的优化。人工测量方法虽然具有灵活性，但其误差主要来源于操作人员的主观因素，激光断面仪则在精度和效率上表现出色，但同样面临环境干扰等问题。因此，结合高精度设备的优化和环境控制策略，将有助于减少测量中的偏差，从而为道路维护管理提供更为可靠的测量数据。未来，随着技术的不断进步，这些优化策略将为道路检测领域的精度提升和效率提高奠定坚实基础。

参考文献:

- [1] 孙倩倩. 沥青路面车辙成因剖析与抗车辙处理技术优化[J]. 科技创新与应用, 2025, 15(34): 161-164.
- [2] 杨文龙. 沥青路面车辙成因及抗车辙技术研究[J]. 交通科技与管理, 2025, 6(04): 121-123.
- [3] 陈一帆, 李卓轩, 曹进德. 基于FGM(1, 1 sin)模型的沥青路面车辙深度预测[J]. 南通大学学报(自然科学版), 2024, 23(04): 17-22+44.