

高速公路工程沥青路面压实度的检测质量与控制策略分析

纪伟桐

深圳高速工程检测有限公司

摘要: 在公路工程中, 沥青路面是最常用的路面类型, 其压实度直接影响路面的耐久性和使用寿命。随着交通流量的增加, 对沥青路面质量的要求也逐渐提高, 为确保公路工程的质量, 必须采取科学的方法和策略, 对沥青路面的压实度进行有效检测和控制, 保障工程质量。鉴于此, 本文从多元化角度入手, 针对高速公路工程沥青路面压实度的质量检测方式展开详细分析, 系统论述优化高速公路工程沥青路面压实度控制效果的科学策略, 持续推动公路工程质量的提升, 为交通基础设施的建设和维护提供有力保障。

关键词: 公路工程; 沥青路面; 压实度; 质量检测; 控制策略

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.20.061

公路工程沥青路面压实度是指在沥青路面施工过程中, 通过适当的压实方法和设备, 使沥青混合料达到设计要求的密实程度, 压实度是衡量沥青路面质量的重要指标, 与路面的耐久性、稳定性和抗疲劳性能等密切相关。较高的压实度意味着沥青混合料的密实度较高, 内部空隙率较低, 有助于提高路面的承载能力、抗裂性能和抗水损坏性能, 延长路面的使用寿命; 相反, 较低的压实度可能导致路面出现早期破损、变形和其他质量问题。对高速公路工程沥青路面压实度进行质量检测与控制, 工程技术人员需了解不同检测方法的优缺点, 选择最适合的检测方式, 确保数据的准确性和可靠性。借助科学、合理的压实度控制策略, 能够提高施工质量, 延长路面的使用寿命, 降低维护成本, 为交通基础设施的建设和管理提供坚实的基础。

一、高速公路工程沥青路面压实度的质量检测方式

(一) 灌砂法

在进行灌砂法检测之前, 操作人员需要准备好所需的工具和材料, 包括钻孔机、标准砂、砂漏斗、测量筒和称量工具等。选择合适的测量位置, 避免裂缝、接缝和其他异常区域, 确保数据的准确性。使用钻孔机在路面上钻孔, 孔径和深度应符合规范要求, 通常为沥青路面厚度的一半。在钻孔过程中, 应保持孔壁平整, 确保后续灌砂的顺畅^[1]。准备工作完成后, 开始灌砂法检测。将砂漏斗放在钻孔上方, 将标准砂缓慢灌入孔中, 操作人员应保持恒定速度和流量, 直至孔满且砂子溢

出。使用测量筒收集溢出的砂子, 并通过称量工具称量砂子的质量。根据砂子的密度和质量, 计算灌入砂子的体积。通过已知的理论密度和实际测量得到的体积, 计算出沥青路面的实际密度, 进而得出压实度数据。完成测量后, 操作人员应记录数据, 并对钻孔进行修复, 保持路面的完整性。

(二) 核密度仪法

在进行检测之前, 操作人员需要确保核密度仪经过正确校准, 确保测量结果的准确性。校准仪器时, 要选择平坦、均匀的路面或专门的校准台作为测量基准点, 按照仪器制造商的说明进行校准操作, 包括设置仪器参数、选择校准标准和执行校准程序。校准完成后, 操作人员应记录校准数据, 并根据需要进行仪器的调整和测试, 确保仪器的精度符合标准^[2]。在进行实际检测时, 操作人员首先需要选择合适的测量位置, 避开裂缝、接缝和不均匀区域, 确保数据的可靠性, 将核密度仪放在待测位置, 确保仪器底部与沥青路面平整接触, 根据仪器说明, 设置测量深度和其他参数。然后启动仪器开始测量, 仪器通过发送和接收伽马射线或中子束, 快速测量沥青路面的密度。整个测量过程通常只需几秒钟, 仪器会显示出沥青路面的密度值或密度与标准值的比值。完成测量后, 记录数据并移动仪器到下一个测量点, 重复上述步骤。整个检测过程中, 操作人员应遵循安全操作规程, 确保操作的安全性和数据的准确性。

(三) 切取样品法

在进行切取样品法检测之前, 操作人员需要准备好后所需的设备和工具, 包括样品切割机、样品收集容器和个人防护装备等。选择合适的样品切割位置, 避开裂缝、接缝和其他不均匀区域, 以确保样品的代表性, 使用样品切割机在沥青路面上切取直径和深度符合规范要求的圆柱形样品, 操作过程中, 应保持切割速度均匀, 确保样品的边缘整齐平滑。在采集样品后, 应妥善存放在容器中, 避免样品受到污染^[3]。样品采集完毕后, 进行样品的质量和体积测量。使用精密电子秤称量样品的质量, 确保数据的准确性, 通过测量样品的直径和高度计算出样品的体积, 测量结果应精确到毫米, 保证计算结果的可靠性。通过计算质量与体积的比值, 得到样品的密度, 并将样品密度与沥青混合料的理论密度进行对比, 计算出沥青路面的实际压实度。

（四）超声波检测法

在进行超声波检测之前，操作人员需要准备好所需的超声波检测设备，包括超声波发射器、接收器、数据记录仪和测量软件等，确保设备经过校准并符合规范要求，保证数据的准确性。选择合适的超声波探头，根据沥青路面的特性和检测要求，选择不同频率和类型的探头，获得最佳测量效果。在检测之前，检查探头的接触面和路面，确保测量过程中探头与路面的良好接触^[4]。操作人员将超声波发射器和接收器放在沥青路面的测量位置，确保探头与路面紧密接触，根据测量要求和设备说明，设置超声波的频率和发射强度等参数。启动设备，发射超声波信号，接收器接收信号反射回来的波形。测量信号在沥青路面中的传播速度和反射强度，数据记录仪记录相关数据，分析信号传播速度和反射强度，评估路面的密度和压实度。测量完成后，记录数据并移动设备到下一个测量点，重复上述步骤。

（五）平板振动法

在进行平板振动法检测之前，操作人员需要准备好所需的平板振动仪和相关测量设备，确保平板振动仪已经过校准并符合规范要求，保证测量数据的准确性。检查平板振动仪的电池电量和状态，确保其能够正常工作，还应检查仪器的接触面，确保其平整、干净，以保证与沥青路面的良好接触^[5]。进行实际检测时，需选择合适的测量位置，避开路面裂缝、接缝和其他异常区域，确保测量数据的代表性。将平板振动仪放在待测位置上，并启动设备，设备通过在路面上施加振动，测量路面对振动的反应，获得相关数据。整个测量过程一般较为快速，操作人员可以通过移动设备到不同测量点，重复上述步骤，获得不同位置的测量数据。操作过程中，注意仪器的运行稳定性，避免过多干扰。

二、高速公路工程沥青路面压实度控制策略

（一）合理选择压实设备

选择压实设备之前，需了解设备类型，压实设备的类型多样，主要包括钢轮压路机、振动压路机、胶轮压路机等。钢轮压路机通过重力和钢轮的振动作用对路面进行压实，适用于初级和终级压实阶段；振动压路机通过高频率振动和重力作用，快速提高路面的密实度，适用于大面积和较厚路段的压实；胶轮压路机则通过轮胎之间的交替作用对路面施加压力，适用于初级和终级的精细压实。操作人员应熟悉各类设备的特点和适用范围，以便根据具体情况选择最合适的压实设备^[6]。操作人员需考虑沥青混合料的配合比、温度和厚度等因素，以及路面的设计要求和施工环境。对于厚度较大的路段，适合选择高强度的振动压路机，确保充分的压实效果；对于较薄的路段或对精度要求较高的区域，胶轮压

路机或钢轮压路机是更好的选择。此外，选择设备时还应考虑路面的气候和温度条件，特别是在高温或低温环境下，选择合适的设备和压实方式，避免路面材料的破坏。

（二）优化压实工艺

在优化压实工艺时，合理控制压实参数是关键，压实参数包括压实温度、速度、次数和压力等。压实温度应在沥青混合料的最佳压实温度范围内进行，确保混合料的流动性和密实度；压实速度要适中，过快可能导致路面局部不均匀，过慢则可能影响工期和效果；压实次数要根据混合料的厚度和设计要求进行调节，确保足够的密实度；压实压力也要根据设备和路面情况合理控制，达到最佳压实效果^[7]。分阶段压实是优化压实工艺的重要方式，通常，沥青混合料的压实过程可以分为初级、中级和终级压实三个阶段。初级压实主要是在混合料温度较高、流动性好的阶段进行，快速消除大部分空隙；中级压实是在混合料温度稍降后进行，进一步提高路面的密实度；终级压实是在混合料温度接近固化温度时进行，精细调整路面的平整度和密实度。

（三）实时监测和调整

实时监测沥青路面压实过程中的关键参数，如温度、压力、速度和压实次数等，是确保施工质量的重要手段。通过温度监测设备，操作人员可以实时了解沥青混合料的温度，确保在最佳压实温度范围内进行施工；借助云平台监测压实设备的压力和速度（图1），确保均匀、适中的压力和速度对沥青路面进行压实；通过记录和监测压实次数，可以使混合料达到标准密实度；监测设备的运行状态，确保设备正常运转，避免施工过程中的突发问题^[8]。实时监测的关键参数数据应及时反馈给操作人员，以便进行调整和优化施工过程。如果监测数据显示沥青混合料的温度过高或过低，操作人员可以调整施工时间或采取相应措施，保持最佳施工条件；如果压力或速度不符合要求，操作人员可以调整设备参数，确保均匀、充分的压实；如果监测到压实度不达标，操作人员可以增加压实次数或进行局部处理，确保路面的质量和均匀性。

（四）科学安排施工时间

操作人员应根据气象预报，科学选择施工日期，避免在不利天气条件下进行施工。夏季高温或冬季低温条件下，沥青混合料的温度过高或过低，都会导致混合料的流动性和压实性能受到影响。雨天或湿度过高的条件下，施工容易导致沥青路面受潮或混合料与基层黏结不良。因此，合理避开高温、低温、雨天或湿度过高的天气条件，可以确保施工质量和路面的密实度^[9]。操作人员还应根据沥青混合料的配合比和施工设计要求，科

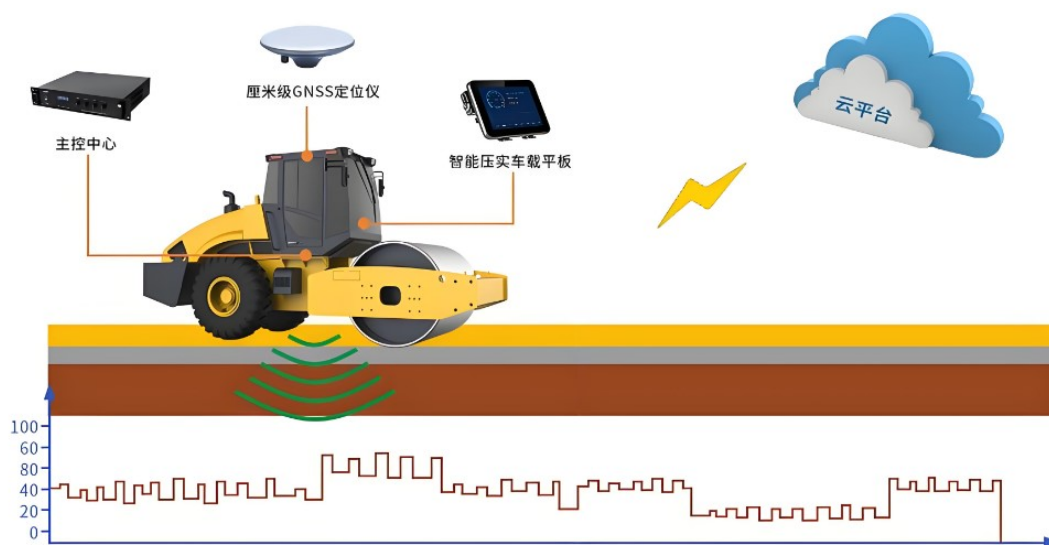


图1 云平台监测

学安排施工时间，确保在混合料的最佳施工期内进行施工。混合料出厂后的温度会逐渐下降，操作人员应在混合料达到最佳施工温度时进行铺设和压实，确保其流动性和密实度。施工时间的选择还应与压实设备的工作效率相匹配，确保压实工艺能够在混合料的最佳施工期内完成。

（五）培训专业操作人员

系统培训课程是对操作人员进行全面培训的有效方式，培训课程应涵盖压实设备的种类和使用方法、沥青混合料的配合比和施工特性、压实工艺的设计和和实施，以及施工安全知识等内容。通过系统培训，操作人员可以了解不同设备的特点和适用范围，掌握设备的正确操作方法和保养维护技巧。培训课程还应涉及施工质量控制的标准和要求相关内容，确保操作人员在实际施工过程中能够根据设计要求进行施工，提高压实度控制效果^[10]。通过在实际施工现场的指导，经验丰富的技术人员可以对新手操作员进行一对一的教学和指导，包括设备的操作、调试和维护，确保操作人员能够在实际施工中灵活运用设备，提高施工质量。实践指导还应强调施工过程中的安全措施，确保操作人员在施工中遵循安全操作规程，避免意外事故的发生，并且帮助操作人员逐渐积累经验，提升施工技能。

结束语

研究表明，通过合理选择压实设备、优化压实工艺、实时监测和调整、科学安排施工时间和培训专业操作人员等措施，可以有效提高高速公路工程沥青路面的压实度和质量。采用科学的检测方法，如灌砂法、核密度仪法、切取样品法、超声波检测法和平板振动法，可以准确测量沥青路面的密度，为工程质量提供可靠的

数据支持。未来，高速公路工程沥青路面压实度的检测质量与控制策略将继续向智能化、自动化方向发展，新型检测设备和技術将进一步提高检测的准确性和效率。通过引入物联网和大数据技术，工程技术人员可以实时监测和调整施工参数，确保压实度达到设计要求。

参考文献

- [1] 赵一翠. 路面雷达测定沥青混合料压实度及空隙率研究[J]. 砖瓦世界, 2023 (23): 164-166.
- [2] 张璐, 王正. 基于过程控制的沥青路面压实度评价的方法及应用[J]. 公路, 2023, 68 (1): 64-70.
- [3] 徐召滨, 谭华. 高速公路路面压实度检测中无核密度仪的应用[J]. 交通世界, 2023 (10): 59-61.
- [4] 胡建平. 沥青路面压实质量影响因素研究[J]. 黑龙江交通科技, 2023, 46 (6): 17-19.
- [5] 季正龙. 高速公路沥青混凝土路面振荡压实施工技术研究[J]. 工程机械与维修, 2023 (6): 168-170.
- [6] 曹志朋. 振荡压实技术在沥青路面施工中的应用[J]. 交通世界, 2023 (23): 55-57, 60.
- [7] 贾洁, 曾小龙, 刘洪海, 等. 沥青路面高密实振捣压实传递特性研究[J]. 振动与冲击, 2023, 42 (16): 306-312.
- [8] 叶珠东. 公路过渡段路面压实度的变异性与施工控制[J]. 建筑机械, 2023 (4): 73-77.
- [9] 刘继彬. 沥青混合料离析防治及路面压实技术研究——以兰州绕城高速公路为例[J]. 科技创新与生产力, 2023, 44 (4): 109-112.
- [10] 易平. WMMX沥青温拌剂掺量选择及温拌沥青混合料压实温度的确定[J]. 科技创新与应用, 2023, 13 (30): 76-79.