

路基路面检测技术与质量控制措施

宋浩然

宁波正信检测科技有限公司 浙江 宁波 315000

摘要：随着交通基础设施建设的快速发展，路基路面的质量成为确保行车安全及道路耐久性的关键。本文综述了多种路基路面检测技术，如动态载荷试验、灌砂法及探地雷达等，并深入探讨了质量控制措施，包括施工前准备、施工过程监控及完工后质量验收等。通过实际应用案例分析，本文旨在强调检测技术与质量控制措施在确保路基路面质量中的重要性及有效性。

关键词：路基路面；检测技术；质量控制措施

引言：在交通领域，路基路面的质量直接关系到道路的安全、舒适和耐久性。随着交通流量和荷载的不断增加，对路基路面的检测与控制提出了更高要求。本文旨在深入探究路基路面的检测技术，包括动态载荷试验、探地雷达等方法，并分析施工过程中的质量控制措施。通过科学检测与严格质量控制，确保道路工程的安全可靠，为交通事业的发展贡献力量。

1 路基路面检测技术

1.1 路基动态载荷试验检测法

(1) 原理与方法。路基动态载荷试验检测法通过模拟汽车运行对路基产生的瞬间冲击效应，利用电子技术获取路基填筑信息。具体而言，该方法采用落锤自由落体对路基产生冲击，使路基产生沉陷，并通过传感器测量沉陷值及动态变形模量。动态变形模量 E_{vd} 是衡量路基在动荷载作用下抵抗变形能力的重要参数。(2) 应用范围与优势。该方法广泛应用于铁路、公路、机场等受动荷载作用的地基质量监控测试。其优势在于操作简单、测试速度快，且能更真实地反映路基在实际受力情况下的性能。此外，该检测方法对场地适应性强，特别适用于狭小地段的检测。(3) 案例分析。以浙赣线电气化提速改造工程为例，该工程采用了DBM型动态变形模量测试仪进行路基质量检测。通过动态平板载荷试验，成功测得了路基的动态变形模量 E_{vd} 和地基系数 K_{30} ，为路基施工质量提供了可靠保障。

1.2 路基路面灌砂法

(1) 操作步骤与注意事项。灌砂法适用于现场测定细粒土、砂类土和砾类土的密度。操作步骤包括挖坑取样、称量试样质量、用标准砂填充试坑并测量填充砂的质量等。注意事项包括确保挖坑尺寸准确、称量精确以及避免震动影响等。(2) 数据处理与分析方法。数据处理阶段，需计算试样的湿密度和干密度。湿密度通过

试样质量与填充砂体积的比值得到，干密度则需考虑试样的含水率。分析方法主要包括对比实测密度与设计密度，以评估路基压实度是否满足要求^[1]。(3) 适用范围与局限性。灌砂法适用于多种土壤类型，特别适用于压实度检测。然而，该方法对于填石路堤等有大孔洞或大孔隙材料的压实度检测效果不佳，且操作相对繁琐，需要细致操作以避免误差。

1.3 路基路面地基系数检测法

(1) 检测装置与原理。地基系数检测法主要依赖加载系统和量测系统。加载系统由荷载板、千斤顶等组成，用于对路基施加压力；量测系统则用于测量路基的变形量。该方法通过测定路基在压力作用下的变形量来评估其承载能力。(2) 测定步骤与注意事项。测定步骤包括安装加载装置、逐级加载并记录变形量、卸载并记录回弹变形量等。注意事项包括确保加载装置水平放置、逐级加载稳定且充分下沉等。(3) 应用效果评估。地基系数检测法能够直观地反映路基的刚度和承受能力，对于评估路基稳定性具有重要意义。然而，该方法对反力要求较高，且需要多种检测设备配合，操作相对复杂。

1.4 路基路面探地雷达检测法

(1) 设备组成与工作原理。探地雷达检测法主要由天线、发射机、接收机、计算机等组成。其工作原理是利用高频电磁波以宽频带短脉冲的形式向路面路基发射射频电磁波，通过波的反射与接收获得采样信号，并经过处理得到检测结果^[2]。(2) 检测流程与数据解读。检测流程包括选定测线、设置参数、发射电磁波并记录反射信号等。数据解读阶段，需对反射波组的波形与强度特征进行分析，以确定地层特征信息。(3) 优缺点分析。探地雷达检测法具有无损、快速、精度高等优点，特别适用于高填方格提和路基深度大的情况。然而，该

方法对于压实度不标准的路基路面，可能无法给出精确的压实质量控制数据。

1.5 核子密度仪检测法

(1) 技术原理与特点。核子密度仪基于 γ 射线或中子射线的吸收或散射特性测量材料密度，分为散射法和透射法。散射法通过测量 γ 射线在物质中的散射强度推算密度，透射法则通过测量 γ 射线穿透后的强度衰减计算密度。该方法具有非接触式、快速连续测量大面积区域密度的优点。(2) 操作步骤与维护保养。操作包括设备校准、选择测量模式（散射或透射）、多点测量并记录数据。维护保养需定期检查放射源安全性、设备性能，清洁测量头以避免污染，并按照制造商建议进行定期校准，确保设备精度与安全。

2 路基路面质量控制措施

2.1 施工前准备阶段的质量控制

(1) 设计审查与图纸审核。在施工开始前，必须对设计图纸进行严格的审查。这包括对路基路面的结构设计、材料选用、排水系统等关键要素的全面评估。设计应满足交通流量、荷载要求、地质条件等多方面因素。图纸审核过程需确保所有细节均符合设计规范，避免因设计错误导致的施工质量问题。(2) 施工材料与设备的准备。施工材料的质量直接决定路基路面的整体性能。因此，在施工前需对拟用的石料、沥青、水泥等材料进行严格的质量检测。同时，施工设备如挖掘机、压路机、摊铺机等也应进行全面的检查和调试，确保其性能良好，以满足施工要求。(3) 施工队伍的组建与培训。施工队伍的专业素质和技能水平对施工质量有着至关重要的影响。因此，在施工前需组建一支经验丰富、技术熟练的施工队伍，并对他们进行严格的培训。培训内容包括施工规范、安全操作规程、质量控制标准等，以确保施工过程中能严格遵循设计要求和质量标准。

2.2 施工过程中的质量控制

(1) 土方开挖与回填的规范要求。土方开挖与回填是路基施工的关键环节。开挖时应遵循分层开挖、均匀下挖的原则，避免超挖或欠挖。回填时应采用合适的填料，并按规定进行压实，以确保路基的密实度和稳定性。(2) 地基处理措施的有效性评估。地基处理是确保路基稳定性的关键。在施工前应在地基进行详细的勘察和评估，确定合适的处理方法，如换填、加固等。施工过程中需对处理效果进行实时监测和评估，确保地基处理达到设计要求。(3) 边坡与护坡结构的稳定性控制。边坡与护坡结构的稳定性对路基安全至关重要。在施工过程中，应严格按照设计要求进行边坡开挖和支护作

业，同时加强边坡稳定性的监测和评估，确保边坡和护坡结构在施工和运营期间均能保持稳定^[3]。

2.3 排水设施的设置与维护

(1) 排水渠道的设计原则与标准。排水渠道的设计应遵循高效、经济、环保的原则。在设计过程中，需充分考虑降雨强度、地形地貌、土壤渗透性等因素，制定合理的排水方案。同时，排水渠道的设计标准应满足当地气候条件和交通流量需求。(2) 施工过程中的排水措施。在施工过程中，应采取有效的排水措施，避免积水对路基路面造成损害。这包括设置临时排水沟、采用防水材料等。同时，应定期对排水设施进行检查和维护，确保其畅通无阻。(3) 排水设施的后期维护与保养。排水设施的后期维护与保养对确保其长期稳定运行至关重要。应建立定期的巡检和维护机制，及时发现并处理排水设施中的堵塞、损坏等问题。同时，应对排水设施进行定期的清理和疏通，确保其畅通无阻。

2.4 标高与平整度的控制方法

(1) 测量工具的选择与校准。标高与平整度的测量需采用精度高的测量工具，如全站仪、水准仪等。在使用前应应对测量工具进行全面的校准和检查，确保其精度和准确性。(2) 标高与平整度的调整策略。在施工过程中，应根据测量结果进行标高与平整度的调整。对于不满足设计要求的区域，应采取有效的补救措施，如局部回填、压实等，以确保路基路面的标高和平整度达到设计要求。(3) 质量控制点的设置与监测。在路基路面施工过程中，应设置多个质量控制点，对关键施工环节进行实时监测和记录。这有助于及时发现和解决施工过程中的质量问题，确保整体施工质量符合设计要求。

2.5 完工后的质量验收与检测

(1) 整体质量检查的标准与流程。完工后，应对路基路面进行全面的质量检查。这包括对路基的稳定性、路面的平整度、排水系统的有效性等方面的评估。检查过程应遵循既定的标准和流程，确保检查结果的客观性和准确性。(2) 专项检测项目与方法。除整体质量检查外，还应进行专项检测项目，如路面材料性能检测、路基承载力检测等。这些检测项目应采用科学、有效的方法进行，以确保检测结果的可靠性和准确性^[4]。(3) 检测结果的处理与应用。对于检测结果，应进行全面、细致的分析和评估。对于不符合设计要求的区域，应采取有效的补救措施进行整改。同时，应将检测结果作为后续维护和保养的依据，为路基路面的长期使用提供有力保障。

3 路基路面检测技术与质量控制措施的应用案例分析

3.1 案例背景与工程概况

3.1.1 工程地点与规模

本案例选取的是位于某省际高速公路建设项目中的一段关键路基路面工程,该工程位于山区,全长约20公里,设计时速为100公里/小时。该路段地形复杂,需穿越多个山谷和丘陵地带,施工难度大,对路基路面的稳定性和耐久性提出了极高要求。

3.1.2 施工条件与环境因素

施工区域地质条件复杂,土壤含水量高,且存在软弱土层和潜在滑坡风险。气候条件多变,夏季多雨,冬季寒冷,对施工进度和质量控制构成了严峻挑战。此外,该路段需跨越一条主要河流,需建设大型桥梁,进一步增加了施工难度和质量控制的重要性。

3.2 检测技术的应用与实施效果

3.2.1 选用的检测技术与设备

(1)路基动态载荷试验检测法:使用DBM型动态变形模量测试仪,用于评估路基在动荷载作用下的变形能力。(2)探地雷达检测法:利用GPR-1000型探地雷达系统,对路基进行深度扫描,检测潜在的空洞、裂缝和不均匀沉降。(3)核子密度仪检测法:采用HMD-2000型核子密度仪,对路面材料的密度进行快速、无损测量。

(4)高程与平整度测量:使用全站仪和水准仪,对路基路面的标高和平整度进行精确测量。

3.2.2 检测结果的解读与分析

检测结果显示,部分路基区域存在动态变形模量偏低的情况,表明这些区域在承受动荷载时可能更容易发生变形。探地雷达检测发现了两处潜在的空洞,经挖掘验证后确认为空洞,及时进行了处理。核子密度仪检测结果表明,路面材料的密度分布较为均匀,但个别区域密度略低于设计要求,已采取额外压实措施进行补救。高程与平整度测量结果符合设计要求,确保了路面的行车舒适性。

3.2.3 实施效果的评价与改进建议

检测技术的实施有效揭示了路基路面的潜在问题,为施工调整和质量改进提供了重要依据。针对发现的动态变形模量偏低和空洞问题,采取了加强地基处理、增

加压实遍数等措施进行改进。建议在未来施工中增加检测频率,尤其是在复杂地质条件下,以确保施工质量的持续监控。

3.3 质量控制措施的执行与成效

3.3.1 质量控制措施的具体实施情况

在施工过程中,严格执行了质量控制措施,包括原材料的质量检测、施工过程的实时监控、关键工序的验收等。特别是在地基处理方面,采用了深层搅拌桩和换填法相结合的策略,有效提高了地基的承载力和稳定性。同时,加强了对排水系统的设计和施工监督,确保了路面排水畅通,减少了水损害的风险。

3.3.2 工程质量的最终评估与验收

经过全面的质量检测和评估,该路段路基路面的整体质量达到了设计要求,特别是路基的动态变形模量、路面的密度和平整度等指标均符合相关标准。工程顺利通过了竣工验收,为后续的通车运营提供了坚实的质量保障。

结束语

综上所述,路基路面检测技术与质量控制措施是保障道路工程安全与耐久性的重要环节。通过不断研发和应用先进的检测技术,我们能够更加全面、准确地评估路基路面的状况,及时发现问题并采取针对性措施。同时,严格的质量控制措施贯穿于施工全过程,确保了道路工程的施工质量。未来,我们将继续探索创新,推动路基路面检测与质量控制技术的不断发展,为交通事业做出更大贡献。

参考文献

- [1]田洪远.路基路面检测技术与质量控制措施[J].建材发展导向,2024,(02):26-27.
- [2]李晨.路基路面检测技术及其质量控制[J].四川建材,2021,(10):89-90.
- [3]陈杰.路基路面检测技术与质量控制[J].黑龙江交通科技,2021,(16):162-163.
- [4]章汉拱.道路路基路面工程施工及质量控制研究[J].散装水泥,2023,(07):77-78.