

路基填方压实度现场检测技术实践

余力

渠县公路事业发展中心，四川省达州市，635200；

摘要：本文聚焦于路基填方压实度现场检测技术实践。首先阐述了路基填方压实度检测的重要意义，它关乎道路的整体质量与使用寿命。接着详细分析了常用的现场检测技术，如灌砂法、环刀法、核子密度仪法等原理、操作流程及优缺点。结合实际工程案例，说明了不同检测技术在具体场景中的应用及注意事项。同时，探讨了检测过程中可能出现的问题及相应的解决措施。通过对路基填方压实度现场检测技术的深入研究，旨在为提高道路工程质量提供技术支持和实践参考。

关键词：路基填方；压实度；现场检测技术；工程实践

DOI：10.69979/3041-0673.25.11.042

在道路工程建设中，路基填方压实度是衡量路基施工质量的关键指标之一。压实度不足会导致路基出现沉降、开裂等病害，严重影响道路的正常使用和交通安全。因此，准确、高效地检测路基填方压实度对于保证道路工程质量至关重要。目前，有多种现场检测技术可用于路基填方压实度的检测，每种技术都有其适用范围和特点。通过对这些技术的实践应用和研究，可以更好地掌握路基填方压实度的实际情况，及时发现问题并采取措施进行处理，从而提高道路工程的整体质量和耐久性。

1 路基填方压实度检测的重要性

路基作为道路的基础，承受着路面传递的行车荷载和自然环境因素的作用^[1]。填方路基压实度是指路基土压实后的干密度与最大干密度之比，它反映了路基土的压实程度和密实状态。压实度达到设计要求，能够有效提高路基的强度和稳定性，减少路基的沉降变形，增强路基的抗滑性能和抗冲刷能力。此外，良好的压实度还可以降低路基的透水性，防止水分侵入路基内部，避免因水分作用导致路基强度降低和病害发生。因此，准确检测路基填方压实度是确保道路工程质量和安全的重要环节。

1.1 对道路强度和稳定性的影响

当路基填方压实度不足时，路基土的孔隙率较大，颗粒之间的粘结力较弱，在行车荷载的反复作用下，路基容易发生塑性变形和累积沉降，导致路面出现坑洼、裂缝等病害。而压实度符合设计要求的路基，其颗粒之间排列紧密，能够有效地递和分散行车荷载，提高路基的承载能力和抗变形能力，保证道路的强度和稳定性。

1.2 对道路耐久性的影响

道路在使用过程中会受到自然环境因素的长期影响，如雨水冲刷、温度变化等。压实度不足的路基，由于其透水性较大，雨水容易渗入路基内部，使路基土的

含水量增加，导致路基强度降低，甚至出现软化、坍塌等现象。而压实度良好的路基，其透水性小，能够有效阻止水分的侵入，减少因水分作用对路基造成的损害，延长道路的使用寿命。

2 常用路基填方压实度现场检测技术

在路基填方压实度的现场检测工作中，多种技术方法被广泛应用^[2]。灌砂法是较为传统且常用的检测手段，它通过测定试坑内砂的质量来计算压实度，具有操作相对简便、结果可靠性较高的特点，适用于各类土路基的检测。环刀法主要适用于黏性土，通过取环刀内土样的密度与最大干密度对比来确定压实度，操作便捷但对土样类型有一定限制。核子密度仪法则是利用放射性原理快速测定压实度，具有检测速度快、效率高的优势，可用于现场快速检测，但需注意设备使用中的辐射安全问题。这些检测技术各有特点和适用范围，在实际工程中需根据路基土的类型、检测要求等因素合理选择，以确保路基填方压实度检测结果的准确性与可靠性。

2.1 灌砂法

2.1.1 原理

灌砂法是路基压实度检测的经典技术，利用砂粒在恒定高度自由下落填充试洞的特性，通过其单位重量稳定的原理，精准测定试洞容积。具体操作时，先在路基待检区域开凿试洞，将洞内取出的土样称重，随后让标准砂自由流入试洞直至填满，依据砂的用量换算试洞体积。结合土样质量，可计算出试样的湿密度，再通过烘干法测定土样含水量，经公式换算得出干密度。最终，将干密度与该土样的最大干密度对比，即可准确得出路基的压实度指标，为工程质量把控提供可靠依据。

2.1.2 操作流程

首先，在检测地点选择具有代表性的测点，将测点表面清扫干净。然后，用基板将测点覆盖，沿基板中孔

凿洞, 洞的直径和深度应符合规定要求。将凿出的试样放入塑料袋中, 称取试样的质量。接着, 将灌砂筒放在基板上, 打开开关, 让砂自由流入试洞中, 直到砂不再流动为止。关闭开关, 称取灌砂筒内剩余砂的质量。根据砂的单位质量和灌砂前后砂的质量差, 计算试洞的容积。最后, 根据试样的质量和试洞的容积计算出试样的湿密度, 再通过测定试样的含水量, 计算出试样的干密度和压实度。

2.1.3 优缺点

灌砂法在路基压实度检测中具备显著优势, 其检测结果精准可靠, 适用范围广泛, 能对各类土质及路基结构层的压实度进行有效检测, 尤其在复杂地质条件或重要工程的质量把控中表现突出^[3]。然而, 该方法也存在一定局限性。操作流程相对繁琐, 从试洞开凿、砂体填充到数据计算需多道工序, 导致检测速度较慢, 难以满足大规模快速检测需求。同时, 检测过程中需携带大量设备及标准砂, 对现场操作空间和运输条件要求较高, 且受天气、场地平整度等环境因素影响较大, 在实际应用中需根据工程特点与检测效率需求合理选用。

2.2 环刀法

2.2.1 原理

环刀法是路基填方压实度检测的常用方法之一, 其核心原理是通过环刀截取路基中的代表性土样, 以测定土样密度来评估压实效果。具体操作时, 先将环刀均匀压入路基待测部位, 确保截取的土样体积固定, 随后取出环刀内的土样并称重, 获取试样的湿质量。接着, 通过烘干法等手段测定土样含水量, 计算出试样的干密度。最后, 将干密度与该土样的最大干密度对比, 得出路基的压实度指标。这种方法操作相对简便, 设备携带便捷, 适用于黏性土等特定土质的检测, 但对砾类土、砂类土等颗粒较粗的土体适用性有限, 检测时需结合路基土质类型合理选择。

2.2.2 操作流程

在检测地点选择具有代表性的测点, 将测点表面清扫干净。将环刀刀刃向下放在测点上, 用锤将环刀垂直打入土中, 直到环刀筒内充满土样为止。用削土刀将环刀两端多余的土削去, 使土样与环刀边缘平齐。称取环刀和土样的总质量, 减去环刀的质量, 得到土样的质量。然后测定土样的含水量, 计算出试样的干密度和压实度。

2.2.3 优缺点

环刀法在路基压实度检测中具有明显的操作优势, 其流程简洁、检测速度快, 无需依赖复杂设备, 仅需环刀等基础工具即可完成, 适合对检测效率要求较高且现场条件有限的场景。然而, 该方法的适用范围存在局限性, 主要适用于细粒土的压实度检测。对于粗粒土或含

有较多碎石、杂物的土体, 环刀难以完整截取代表性试样, 且颗粒间空隙较大易导致取样体积偏差, 进而使检测结果误差显著增大。因此, 在实际应用中, 需先判别路基土质类型, 结合工程需求选择更适宜的检测方法, 以确保压实度数据的准确性。

2.3 核子密度仪法

2.3.1 原理

核子密度仪法是路基压实度现场检测的高效技术手段, 其原理是借助放射性元素发射的射线与土体原子核的相互作用特性, 通过分析射线被吸收和散射的程度, 精准测算土体的密度与含水量参数, 进而确定压实度指标。检测时, 将仪器探头插入路基待测部位, 射线穿过土体后, 仪器内置传感器根据射线强度变化自动计算相关物理量, 全程无需取样或复杂操作。该方法具有检测速度快、操作简便、数据实时性强等优势, 可大幅提升现场检测效率, 尤其适用于大规模工程的快速质量筛查。但需注意, 使用过程中需严格遵循辐射安全规范, 做好操作人员防护与设备监管, 以确保检测工作安全合规。

2.3.2 操作流程

在检测地点选择具有代表性的测点, 将核子密度仪放置在测点上, 按照仪器的操作说明进行预热和校准。然后将仪器的探头插入土中, 启动测量程序, 仪器自动测量并显示出土体的密度和含水量。根据测量结果, 计算出压实度。

2.3.3 优缺点

核子密度仪法在路基压实度检测中展现出显著的效率优势, 其检测过程快捷高效, 可实时获取检测数据, 且对复杂现场环境具有较强适应性, 能满足工程快速检测需求^[4]。然而, 该方法也存在明显局限性: 仪器购置成本较高, 需专业技术人员操作以确保数据准确性, 且设备内置的放射性物质若使用不当可能对人体健康造成危害。因此, 实际应用中需严格遵循辐射安全管理规定, 操作人员需经过专业培训并配备防护装备, 同时做好设备定期校准与维护。尽管存在一定门槛, 但其高效性仍使其在大型工程或紧急检测场景中具有不可替代的作用, 应用时需在效率与安全之间做好平衡。

3 实际工程案例分析

以某高速公路路基填方工程为例, 其施工涉及粉质黏土、粉土、砂土等多种土质, 需根据不同土质特性与路基结构层要求, 精准选用压实度检测方法。对于粉质黏土和粉土等细粒土层, 采用环刀法检测, 利用环刀截取土样测定干密度, 操作便捷且结果可靠; 针对砂土等粗粒土层及重要结构层, 则选用灌砂法, 通过标准砂填充试洞精确计算压实度, 确保复杂土质的检测准确性;

在需快速获取数据的大规模施工区域,使用核子密度仪法,借助放射性原理实时测定密度与含水量,提升检测效率。

3.1 检测方案的确定

对于粉质黏土和粉土路基,由于其颗粒较细,采用环刀法进行压实度检测。对于砂土路基,由于其透水性较大,采用灌砂法进行检测。在一些大面积的路基填方区域,为了提高检测效率,采用核子密度仪法进行快速检测,然后再用灌砂法进行校准。

3.2 检测过程及结果分析

在检测过程中,严格按照各种检测技术的操作流程进行操作。通过对检测结果的分析,发现大部分测点的压实度符合设计要求,但在一些局部区域,如路基边缘和填方交界处,压实度存在不足的情况。针对这些问题,采取了增加压实遍数、调整压实机械参数等措施进行处理,处理后再次进行检测,压实度均达到了设计要求。

3.3 经验总结

通过该工程案例,我们认识到在路基填方压实度检测中,应根据不同的土质和路基结构层选择合适的检测技术。同时,要加强对检测过程的质量控制,确保检测结果的准确性和可靠性。对于检测中发现的问题,要及时采取有效的措施进行处理,以保证路基填方的压实质量。

4 检测过程中可能出现的问题及解决措施

在路基填方压实度现场检测过程中,可能会出现各种问题,影响检测结果的准确性和可靠性。

4.1 检测仪器的问题

检测仪器的精度和稳定性直接影响检测结果的准确性^[6]。如果仪器校准不准确、探头损坏或仪器老化等,都可能导致检测结果出现误差。解决措施是定期对检测仪器进行校准和维护,确保仪器的精度和稳定性。在使用仪器前,要进行预热和校准,检查仪器的各项性能指标是否正常。

4.2 现场环境的影响

现场环境因素如天气、土质、地形等也会对检测结果产生影响。例如,在雨天或湿度较大的环境下,土的含水量会增加,导致检测结果偏高。解决措施是选择合适的检测时间,避免在恶劣天气条件下进行检测。对于含水量较高的土样,可以采用烘干法等方法进行处理,

以减少含水量对检测结果的影响。

4.3 操作人员的技术水平

操作人员的技术水平和操作规范程度直接影响检测结果的准确性。如果操作人员不熟悉检测仪器的操作方法、不按照操作流程进行操作等,都可能导致检测结果出现误差。解决措施是加强对操作人员的培训,提高操作人员的技术水平和操作规范程度。在检测过程中,要严格按照操作流程进行操作,确保检测结果的准确性和可靠性。

5 结论与展望

通过对路基填方压实度现场检测技术的实践研究,我们得出以下结论:路基填方压实度检测对于保证道路工程质量至关重要,不同的检测技术具有不同的原理、操作流程和优缺点,应根据实际情况选择合适的检测技术。在实际工程中,要加强对检测过程的质量控制,确保检测结果的准确性和可靠性。同时,要及时处理检测中发现的问题,以保证路基填方的压实质量。

展望未来,随着科技的不断发展,路基填方压实度现场检测技术将不断创新和完善。一方面,检测仪器将更加智能化、自动化,检测速度和精度将进一步提高。另一方面,新的检测技术和方法将不断涌现,如无损检测技术等,将为路基填方压实度检测提供更多的选择。

参考文献

- [1] 赵鹏. 水泥混凝土路面养护中碎石化技术的应用[J]. 交通世界, 2023, (30): 113-115.
- [2] 李良丽, 张林杨, 黄宇. 关于公路工程试验检测影响因素的分析[J]. 黑龙江交通科技, 2014, 37 (05): 168-169.
- [3] 王亚晓, 王来硕. 核子密度仪法与灌砂法检测路基压实度的相关性分析[J]. 公路与汽运, 2022, (06): 68-70+74.
- [4] 白士卓. 公路工程项目压实施工技术分析[J]. 交通世界, 2021, (18): 138-139.
- [5] 韩占波. 公路路基施工质量快速无损检测技术[J]. 交通世界, 2023, (13): 57-59.

作者简介:余力, 出生年月: 1981年12月, 性别: 男, 民族: 汉族, 籍贯: 四川渠县, 学历: 大学本科, 职称: (助理工程师), 研究方向: 道路与桥梁(含隧道)工程。