

市政道路材料性能测试与评价方法研究

赵浩宇

深圳市政院检测有限公司, 广东 深圳 518000

摘要： 市政道路建设中的材料测试与评价涵盖了从路基到基层，再到面层和管道工程的一系列关键环节。每个阶段都涉及压实度、厚度、弯沉值、平整度、抗滑性、抗压强度等多个方面的检测，以确保道路结构的稳定性和耐久性。评价方法包括定量评估和定性评估，以及综合评价方法。原材料和混合料的测试包括砂、石、水泥、沥青等材料的物理和化学性能测试，以及沥青混合料和水泥混凝土混合料的力学性能测试。综合评价方法通过质量评分法对道路工程的整体质量和性能进行评估。

关键词： 市政道路；材料测试；路基；基层；评价方法

Research on Performance Testing and Evaluation Methods of Municipal Road Materials

Zhao Haoyu

Shenzhen Municipal Zhengyuan Detection Co., Ltd, Guangdong, Shenzhen 518000

Abstract： Material testing and evaluation in municipal road construction covers a series of key aspects from road base to subgrade to surface and pipeline works. Each stage involves the testing of various aspects such as compaction, thickness, bending settlement value, flatness, skid resistance, compressive strength, etc. to ensure the stability and durability of the road structure. Evaluation methods include quantitative and qualitative assessments, as well as comprehensive evaluation methods. Tests on raw materials and mixes include physical and chemical property tests on materials such as sand, stone, cement and asphalt, as well as mechanical property tests on asphalt mixes and cement concrete mixes. The comprehensive evaluation method assesses the overall quality and performance of the road project through the quality scoring method.

Keywords： municipal roads; material testing; road base; subgrade; evaluation methodology

引言

市政道路建设是一项复杂而系统的工程，涉及多个环节和材料的选择与使用。为了确保道路的质量和安全性，对各种材料进行严格的测试和评价是至关重要的。本文将详细探讨市政道路建设中不同材料和阶段的测试方法和要求，包括路基、基层、沥青混合料面层、水泥混凝土面层、给水排水管道工程的原材料与混合料测试，以及综合评价方法。

一、路基

（一）路基压实度检测

在确保道路路基质量的过程中，进行压实度检测是至关重要的。为了达到均匀且稳定的路基质量，需要对每压实1000平方米的路基面积进行3个点的抽样检测，以保证检测结果的代表性和可靠性。

压实度的检测方法有多种，包括环刀法、灌砂法和灌水法。环刀法通过在路基上切割取样，可以直观地评估路基的压实质量。由于该方法需要使用大量的环刀试件且不同位置处测得的干密度值存在差异，因此会影响到最终结果的准确性。同时，该方法也无法考虑到土体内部的水分变化情况，容易造成误判^[1]。而

灌砂法和灌水法则通过测量压实土壤中孔隙体积的变化来计算压实度，这两种方法都能有效地评估路基的压实质量。在实际操作中，检测人员会根据具体情况选择合适的检测方法。

（二）弯沉检测

在道路施工的质量控制体系中，弯沉检测扮演着至关重要的角色，它直接反映了路面结构对荷载的承载能力。为了获得全面且精确的数据，这项检测必须以严谨的态度进行。具体而言，每个车道每隔20米就要选定点进行弯沉测量，这样的频次可以确保覆盖到路面的每一处细微变化，使得检测结果既全面又可靠。

进行弯沉检测时，常用的工具是弯沉仪。这种设备通过模拟车辆行驶时车轮对路面的压力，来测量路面在荷载作用下的垂直变形量。这种变形量，即弯沉值，是评估路面整体强度和稳定性

的重要参数^[2]。通过分析这些数据，工程师可以判断路面结构是否能够承受预期的交通荷载，从而确保道路的安全性。弯沉检测不仅有助于评估新建路面的质量，对于已投入使用的道路，它也是监测路面性能和预测维护需求的重要手段。

（三）平整度检测

道路的平整度是衡量行车舒适性与安全性的重要指标，因此，在道路施工与维护过程中，对平整度的检测显得尤为重要。为了确保路面平整度的精确监控，检测的幅度和范围需要根据路面的宽度来具体确定^[3]。具体而言，路面宽度小于9米的，仅需检测一个幅面；宽度在9至15米之间的，则需要扩大检测范围，涵盖两个幅面；而对于宽度超过15米的路面，至少需要检测三个幅面，以确保整个路面的平整度得到全面而有效的监控。

在实际的检测过程中，常用的工具是3米的直尺和塞尺。通过连续测量并记录两尺之间的最大间隙，可以得到路面的不平整度数据。这个最大间隙即是路面的不平整度的直接体现。

二、基层

（一）基层压实度检测

在道路建设中，基层的压实度检测是确保道路结构稳定和耐久的关键步骤。基层压实度不足会降低路面的稳定性和承载能力，增加损坏的风险，影响行车安全和道路使用寿命^[4]。为了达到这一目标，检测的数量和要求需要与路基压实度的检测保持一致，这意味着对于每压实1000平方米的基层，同样需要进行3个点的抽样检测。这样的检测密度可以有效地保证数据的代表性和准确性。

不同等级的道路对压实度的要求存在差异，这是因为道路的设计用途和预期的交通负载不同。因此，检测时需要根据具体的设计规范和工程要求来进行调整，以确保基层的压实度能够满足不同等级道路的性能需求。

（二）结构厚度检测

结构厚度是道路基层质量的重要指标之一，它直接关系到道路的承载能力和使用寿命。为了确保结构厚度的准确性和合规性，检测的数量和要求必须根据具体工程的情况来确定。这包括考虑钻孔取样的位置和频次，以及可能影响基层厚度的各种因素。

在实际操作中，结构厚度的检测通常采用钻孔取样的方法进行。这种方法能够提供关于基层厚度的精确数据，从而确保其符合设计规范和工程要求。通过对钻孔样本的分析，工程师不仅能够测量基层的厚度，还能够评估其整体质量，包括材料的均匀性和密实度。钻孔取样不仅可以揭示基层的物理属性，如厚度和材料组成，还可以提供关于基层力学性能的宝贵信息。

（三）水泥稳定碎石水泥含量检测、无机结合料7天侧限抗压强度检测

在道路建设中，对于特定材料的检测，如水泥稳定碎石的水泥含量和无机结合料的抗压强度，是确保基层长期性能和耐久性的关键。这些检测的数量和要求必须根据设计规范和工程实际情况来确定，以保证基层的质量能够满足预期的使用要求。

为了评估这些材料的性能，现场取样试验是标准的检测方法。通过对现场取样的材料进行实验室测试，可以准确地评估其是否符合工程要求^[5]。例如，对于水泥稳定碎石，检测其水泥含量是为了确保混合料的质量和稳定性，而无机结合料的抗压强度则是衡量其长期承载能力的重要指标。

这些实验室测试通常包括对材料样品的化学和物理性能分析，以及模拟实际工作条件下的力学性能测试。测试结果不仅对于确保基层的稳定性和耐久性至关重要，而且也是优化材料配比和施工工艺的重要依据。

三、沥青混合料面层

在道路施工的各个阶段，对压实度、面层厚度、弯沉值和平整度等关键参数的检测是确保道路质量的关键措施。这些检测的频率和标准需要根据具体工程的实际情况和设计要求来确定，以保证施工质量符合既定的规范和预期。

对于压实度的检测，通常采用与路基和基层相似的环刀法、灌砂法或灌水法，这些方法能够有效地评估沥青混合料的压实程度。面层厚度的检测则可能涉及钻孔取样，以确保实际施工厚度达到设计要求。弯沉值的检测通过弯沉仪进行，以评估路面在荷载作用下的变形情况。平整度的检测则通常使用3米直尺和塞尺，以测量路面的凹凸不平度。除了这些常规检测外，针对沥青混合料的特性，还可能需要进行额外的检测，如抗滑性能的检测（包括摩擦系数和构造深度），以及沥青路面的渗水试验。

四、水泥混凝土面层

在道路施工中，对于水泥混凝土面层的厚度、平整度和抗滑构造深度等关键指标的检测，是确保道路安全性和耐久性的重要环节。对于厚度的检测，通常采用钻孔取样的方法，通过对钻孔样本的测量来确保水泥混凝土面层的厚度达到设计要求。平整度的检测则可能使用专业的平整度测量设备，如激光平整度仪，来评估路面的凹凸不平度^[6]。抗滑构造深度的检测则通常使用专业的测量工具，如构造深度仪，来评估路面的抗滑性能。

由于水泥混凝土与沥青混合料在材料特性上的差异，针对水泥混凝土面层的检测可能需要采用不同的方法。例如，水泥混凝土的硬度较高，可能需要使用更坚固的钻头进行钻孔取样；在评估抗滑性能时，可能需要考虑水泥混凝土表面的特性和纹理。

五、给水排水管道工程

在道路施工的附属工程中，对沟槽开挖后的基底承载力和管沟回填压实度的检测是确保工程质量的关键步骤。这些检测的频率和标准应当根据具体工程的实际情况和设计要求来确定，以保证施工质量符合既定的规范和预期。

（一）沟槽开挖后基底承载力检测

对于基底承载力的检测，通常采用轻型触探试验，这种方法

能够有效地评估基底土壤的承载能力，确保其能够支撑管道和上方结构的重量。管沟回填压实度的检测则可能采用灌砂法或环刀法，这些方法可以准确地测量回填材料的压实程度，保证管道周围土壤的稳定性和密实性^[7]。所有这些检测都需要使用专用的试验仪器，如触探仪、灌砂仪和环刀，以确保数据的准确性和可靠性。

（二）给水排水管道功能性试验

至于给水排水管道的功能性试验，包括压力管道的水压试验和无压管道的严密性试验，这是确保管道系统安全运行的重要环节。所有管道都必须进行功能性试验，以验证其是否能够满足设计要求。这些试验需要按照相关的标准和规范进行，以确保管道系统的性能和可靠性。水压试验通常涉及将水压增至特定水平，以检测管道是否能够承受正常运行条件下的压力。严密性试验则检查管道系统是否有渗漏，确保其能够有效地输送水或气体。

六、原材料与混合料测试

对于市政道路建设中的原材料和混合料，如砂、石、水泥、沥青等，需要进行严格的质量控制和测试。

（一）砂、石材料测试

在进行道路建设材料的品质控制时，对砂、石等原材料的检查至关重要。检查的数量通常是按照批次进行抽样，以确保每一批材料都符合标准。检验方法则包括一系列的测试，如颗粒分析、含泥量、泥块含量、坚固性、压碎值以及针片状颗粒含量的测定^[8]。

（二）水泥测试

在道路建设中，水泥的质量直接影响到工程的稳定性和耐久性。为了确保水泥的品质，检查的数量通常是按照批次进行抽样，这样可以全面监控每一批水泥的质量。检验方法则包括一系列专业的测试，如安定性、凝结时间和强度的测定。

（三）沥青测试

在道路施工中，沥青的质量对沥青混合料的性能和道路的最终品质有着决定性的影响。为了确保沥青的品质，检查的数量是根据生产批次和具体用途进行抽样检查，这样可以确保每一批沥青都符合特定的应用需求。

检验方法包括一系列的物理和化学测试，如针入度、软化点、延度、粘度、闪点、溶解度和含蜡量等指标的测定。这些测试旨在全面评估沥青的性能，包括其粘性、塑性、温度敏感性等方面，以确保沥青能够满足沥青混合料的生产要求。

（四）混合料测试

为了确保道路工程的质量和耐久性，对沥青混合料和水泥混凝土混合料进行严格的性能测试是至关重要的。对于沥青混合料，必须进行包括马歇尔稳定度试验、车辙试验和抗水损害性能试验在内的一系列测试，以准确评估其抗压强度、抗变形能力和耐久性^[9]。这些试验不仅能够确保沥青混合料在施工过程中的稳定性，还能预测其在实际使用条件下的性能表现。

对于水泥混凝土混合料，测试的重点在于抗压强度、抗折强

度以及耐久性指标，如抗冻性和抗渗性等。

七、综合评价方法

市政道路材料测试与评价是一个涉及多个方面的复杂过程，旨在确保道路工程的质量和安全性。评价方法主要分为定量评估和定性评估两种。定量评估通过数值分析和统计模型，对各项指标进行测量和统计分析，以得出客观的评估结果。而定性评估则依赖于专家经验和实地考察，对道路项目的质量进行主观判断和评估。

在实际操作中，市政道路材料测试与评价不仅限于对单个指标进行定量评估，还需要采用综合评价方法，对道路工程的整体质量和性能进行全面的评估。其中，质量评分法就是一种常用的综合评价方法。它根据各项指标的测试结果，按照一定的评分标准进行打分，然后将各项指标的得分进行加权求和，得出道路工程的总质量评分^[10]。

结束语

通过对路基、基层、面层以及给水排水管道工程中的原材料和混合料进行严格的测试，可以全面评估材料的性能，确保其满足设计和规范标准。同时，采用科学的评价方法，如定量评估、定性评估和综合评价，可以更全面地评估道路工程的整体质量和性能。

总之，市政道路材料测试与评价是一个复杂而重要的过程，需要综合考虑多个方面的因素，采用科学、合理的方法和技术进行评价。通过这些测试和评价，我们可以确保道路工程的质量和安全性，为公众提供安全、舒适的行车环境。

参考文献

- [1] 李博文. 铁路路基压实度检测方法研究 [J]. 建设监理, 2024,(S1):68-69. DOI:10.15968/j.cnki.jsjl.2024.s1.045.
- [2] 陈家辉. 沥青混凝土路面压实度检测相关问题探讨 [J]. 建筑工程技术与设计, 2020(26):2957.
- [3] 许志威, 闫萌, 朱太云. 激光检测仪在高速公路项目的应用与分析 [J]. 云南科技管理. 2017,(5).79-81.
- [4] 李明奇. 基于加速度的路基和基层压实检测技术研究 [D]. 长安大学, 2023. DOI:10.26976/d.cnki.gchau.2023.000287.
- [5] 刘哲, 张丹丹, 时来翔, 等. 掺水泥级配碎石填料硫酸盐含量检测方法研究 [J]. 山西化工, 2023,43(11):38-40+43.DOI:10.16525/j.cnki.cn14-1109/tq.2023.11.014.
- [6] 周文渊, 李博. 地质雷达法测试水泥混凝土路面面层厚度的探讨 [J]. 山西建筑, 2020,46(21):107-108.DOI:10.13719/j.cnki.cn14-1279/tu.2020.21.042.
- [7] 孙晨. 市政工程中给排水管道的施工技术研究 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2024,(09):199-201.DOI:10.19569/j.cnki.cn119313/tu.202409066.
- [8] 董珠琳, 周少伟, 景伟. 舰船碳纤维复合材料抗砂石冲击测试技术研究 [J]. 测控技术, 2022,41(07):64-68.DOI:10.19708/j.ckjs.2022.07.010.
- [9] 张德, 程志强, 谢胜加, 等. 基于沥青混合料接触应力测试的旋转压实散锁点判定 [J]. 同济大学学报 (自然科学版), 2023,51(12):1919-1930.
- [10] 李彬彬, 陈灵欢. 基于可拓云模型的市政道路综合评价方法研究 [J]. 中国高新技术, 2024,(07):36-38.DOI:10.13535/j.cnki.10-1507/n.2024.07.08.