

道路工程材料检测技术

陈乙新 赵玉珍

贺州市鼎恒工程质量检测有限公司

摘要：道路工程材料检测技术是保证道路工程质量的重要手段，涉及水泥、沥青、混凝土等多种材料的性能和质量评价。本文以某公路工程项目为例，介绍了该项目的基本情况和主要施工内容，分析了影响道路工程施工质量的主要因素，重点阐述了道路工程材料检测的内容和技术方法，最后提出了材料检测技术的控制要点和建议，以为类似工程提供参考和借鉴。

关键词：道路工程；工程材料；检测技术；控制要点

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.08.069

前言

道路工程是公路、市政建设的重要组成部分，直接关系到城市的交通、环境和发展。道路工程的质量不仅取决于设计、施工和管理，还取决于工程材料的性能和质量。工程材料是道路工程的基础，其性能和质量的好坏直接影响到道路工程的安全性、耐久性和美观性。因此，对道路工程材料进行有效的检测和评价，是保证道路工程质量的重要手段^[1]。道路工程材料检测技术是指利用各种仪器、设备和方法，对道路工程材料的物理、化学、力学等性能进行测量、分析和评价的技术。道路工程材料检测技术的发展，不仅能够提高道路工程材料的利用率和经济效益，还能够促进道路工程材料的创新和优化，提高道路工程的技术水平和质量水平^[2]。

一、项目概况

该公路工程项目位于某市某区，是一条连接两个重要交通节点的城市快速路，全长约35km，设计时速为80km/h，路面宽度为30m，包含路基工程，路面工程，桥梁工程，隧道工程等单位工程，主要施工内容包括基坑开挖、地基处理、桩基施工、喷锚施工、路基路面施工等。该项目的总投资约为35亿元，计划工期为56个月，是一项具有重要社会和经济意义的道路工程项目。

二、影响道路工程施工质量的主要因素

（一）工程材料：工程材料是道路工程的基础，其性能和质量的好坏直接影响到道路工程的安全性、耐久性和美观性。如果在道路工程中使用不合格或不适用的工程材料，就会导致道路工程存在严重的质量隐患，甚至造成工程事故的发生。因此，对道路工程材料进行有效的检测和评价，是保证道路工程质量的重要手段^[3]。

（二）施工方案：施工方案是指根据工程设计、施工条件和施工环境，制定的指导施工的技术文件，包括施工组织、施工方法、施工步骤、施工设备、施工安

全、施工质量等内容。施工方案的合理性、可行性和科学性，能够保证道路工程的有序施工，控制施工成本，提高施工效率，保障施工安全，提升施工质量^[4]。因此，在道路工程施工之前，必须对工程进行充分的调查和研究，制定科学、完善的施工方案。

（三）环境条件：道路工程施工基本是在露天条件下进行，受到自然环境的影响较大，如气温、湿度、风速、降雨、地形、地质等。如果遇到恶劣的环境条件，就会直接影响工程的施工进度和质量，甚至造成工程的停工或损坏。因此，必须根据不同的环境条件，采取相应的施工措施，如调整施工时间、选择适宜的施工材料、加强施工保护、增加施工监测等，以适应环境的变化，保证工程的顺利施工^[5]。

三、道路工程材料检测的内容和技术方法

以该公路工程项目为例，介绍了该项目中涉及的主要工程材料的检测内容和技术方法，包括水泥、沥青、混凝土等，具体如下：

（一）水泥检测

水泥检测的项目和标准根据不同的水泥品种和用途有所差异，一般包括以下几个方面：

①物理性能检测。主要检测水泥的细度、凝结时间、安定性、强度、比表面积等，以评价水泥是否符合标准。物理性能检测的方法有筛析法、维卡法、勃氏法、ISO法、雷氏法等。②化学成分检测。主要检测水泥的烧矢量、碱含量、氯离子、三氧化硫等物质含量，以评价水泥的化学活性、耐久性和环境适应性等。化学成分检测的方法有灼烧差减法、硫酸钡质量法、火焰光度法等。③水化性能检测。主要检测水泥的水化热，以评价水泥的水化过程、水化程度和水化效果等。水化性能检测的方法有溶解热法、直接法等方法。④水泥混凝土检测。主要检测水泥与其他材料（如砂、石、水、掺合料等）配合后的混凝土的性能和质量，包括混凝土的拌合物性能有稠度、含气量、泌水率、强度等。水泥混凝土的拌合物检测的方法有坍落度仪法、混合式气压法、试件抗压法等。

为了保证道路工程的质量，该项目对水泥进行了以下几项检测：①水泥品种和等级检测。根据道路工程的设计要求，选择符合国标GB 175-2007《通用硅酸盐水泥》标准的P·042.5型普通硅酸盐水泥，该水泥具有高强度、高稳定性和高耐久性，适用于道路工程中的重要部位^[6]。水泥进场时要先查看水泥的出厂合格证和检

验报告，以便后续对水泥物理指标和化学指标试验检测，以验证水泥的品种和等级。水泥物理指标检测方法采用JTG 3420-2020《公路工程水泥及水泥混凝土试验规程》标准，化学指标检测方法采用国标GB 176-2017《水泥化学分析方法》②水泥细度可以用筛余或者比表面积表示。水泥的细度影响到水泥的水化速度、强度发展和耐久性等，细度越细，水泥的比表面积就越大，水泥与水的水化热速度就越快，水泥的早期强度性能越高。根据水泥的品种可以使用45 μm 方孔标准筛和80 μm 方孔筛对水泥进行筛析，测量水泥的筛余量，以评价水泥的细度。③水泥凝结时间检测。水泥的凝结时间反映了水泥的凝结性能，凝结时间过短或过长都会影响混凝土的施工和硬化。使用维卡仪对水泥进行初凝和终凝时间的测定，以评价水泥的凝结速度和凝结稳定性。④水泥安定性检测。水泥的安定性反映了水泥的体积稳定性，安定性差的水泥会导致混凝土开裂、变形和强度下降等。使用沸煮仪对水泥进行蒸压安定性试验，以评价水泥的体积膨胀性能。⑤水泥混凝土配合比检测。水泥混凝土配合比是指水泥、砂、石、水、外加剂等材料按相应水胶比配置的拌合物，配合比合理与否直接影响到混凝土的工作性、强度、耐久性等。根据道路工程的设计强度等级，通过试验确定水泥混凝土的最佳配合比，以保证混凝土的性能和质量。⑥水泥混凝土强度检测。水泥混凝土的强度是衡量混凝土质量的主要指标，强度越高，混凝土越牢固，越能承受道路工程的荷载和环境影响。使用压力试验机对水泥混凝土试件进行抗压强度试验，以验证混凝土的强度等级。

（二）沥青检测

道路工程中沥青检测的技术方法和内容是非常复杂且细致的，且涉及多项指标和测试标准。通过科学严谨的检测流程，可以保障道路工程的质量和行车安全。沥青作为铺设柔性路面的关键材料，需通过多种检测技术确保其满足相关的工程技术要求。沥青检测的目的在于评估其物理性质和性能指标，以保证道路具有良好的使用功能和延长其使用寿命。关于沥青检测的具体内容包括：①针入度测试。它评价沥青硬度的一种方法，它测量在标准条件下沥青表面能被标准针头扎入的深度。针入度数值越小，表示沥青越硬。②软化点测试。软化点是指沥青从半固态到塑性流动态的转换温度点，衡量沥青抵抗热造成变形的能力。通过环球法可以测定该值。③延度测试。延度是指沥青在拉伸时可以伸长的程度，即在一定速度和温度下拉断前的最大延伸长度。延度过低的沥青在实际使用中容易出现开裂。通过标准化的测试流程，确保沥青材料满足使用需求的同时，也通过预防和控制潜在的质量风险，为道路工程的顺利施工和长期使用提供坚实基础。

在该道路工程项目中，在路面施工阶段，沥青材料的选择与检测工作尤为关键。工程团队的质量监督部门负责组织实施沥青检测工作。首先在材料采购环节，便开始了针入度、软化点、延度等基本物理性能的检测工作，确保采购的沥青基本指标符合工程标准。同时，在施工现场，也会抽检沥青混合料，并利用相应检测设备对铺设的沥青路面进行压实度、厚度等检测，确保现场施工使用的沥青混合料质量。考虑到该项目的特殊性，例如路面部分受环境温度变化影响可能导致材料性能变化，工程团队根据《公路沥青及沥青混合料试验规程》标准中相应的试验方法对沥青混合料在高温下的抗车辙性能进行了反复检测，以确保在高温季节也有良好的使用性能。此外，针对隧道部分，由于环境湿度和温差导致更为复杂的路面状况，运用直接拉伸法评估了沥青在低温情况下的抗裂性能，确保隧道段路面在冬季寒冷环境中不易产生裂缝。通过这些具有针对性的试验对沥青及沥青混合料质量检测，不仅增强了工程的可靠性，同时也大大提高了道路的安全性及服役寿命。最终该道路工程项目在确保材料质量的前提下，顺利通过验收，并投入使用。

（三）混凝土检测

在道路工程中，混凝土常用于路基、路面、桥梁和隧道等关键部位，因此这些检测对于确保整个工程顺利推进和达到使用寿命预期至关重要。为了实现这一目标，应确保所有混凝土检测按照相关标准和规范进行，并由专业技术人员使用正确的设备来执行。通过持续和系统的检测工作，可以及时发现混凝土中潜在的问题，并采取相应的措施来进行质量控制和改进，从而提高道路工程的整体质量。混凝土检测主要包括：①原材料的质量控制。在混凝土原材料检测方面，确保水泥的质量符合强度和稳定性要求，骨料的清洁度、粒径分布和强度等级均达到标准，掺合料和水质的符合性也是检测的关键。只有这些原材料都符合要求，配制出的混凝土才能保证质量。②混凝土的配合比设计审核。混凝土配合比设计的验证则是通过计算和实验来确保混凝土达到预期的工作性能和强度等级。配合比的优化可以根据实际需要调整，诸如改善混凝土的流动性、增强其抗渗和抗冻性能。③新拌混凝土测试。主要关注其施工性能，例如通过坍落度测试来确定混凝土的流动性，含气量测试以评估其抗冻特性和对温度变化的敏感度。这些测试对指导施工过程中混凝土的搅拌、运输和浇筑至关重要。④硬化混凝土的性能测试。评估完成后混凝土结构的质量，包括常规的抗压和抗弯强度测试，用以确认混凝土达到设计的承载能力。此外，耐久性，抗冻融能力测试则是检验其抵抗恶劣气候条件的能力。这些测试结果是判断混凝土结构是否可以交付使用的重要依据。

⑤非破坏性检测技术。它提供了一种在不破坏结构的前提下评价混凝土内部质量的方法，诸如回弹法、超声波法等，这些技术可以揭示混凝土强度及内部结构的均匀性和存在的潜在缺陷。

在本项目中，施工初期阶段，需要项目团队对水泥、粗细骨料等原材料进行细致的检测，以确保它们的质量和符合设计配合比要求。完成原材料检测后，团队还应进行了混凝土配合比的设计，通过实验室拌制并测试了多个配比样本，从而确定最优的混凝土配合比。施工过程中，工程团队要对新拌混凝土进行坍落度和含气量的现场快速检测，以便在浇筑前调整和优化混凝土的施工性能。在混凝土浇筑阶段，定期取样，制作标准试件并进行养护，待适当的龄期后，通过抗压强度测试来评估混凝土的强度等级是否符合设计要求。随后，工程队还在关键部件如隧道结构，等位置使用了非破坏性检测技术，如超声波探伤、回弹法等，评估混凝土的内部质量和查找可能存在的缺陷和损伤。同时对于隧道结构，重点对混凝土的抗渗性进行了检测，防止地下水侵蚀损害隧道层面。通过综合的混凝土检测手段，工程团队能确保混凝土的质量，提高了道路的安全性和延长其使用寿命。项目最终按预定的质量标准顺利完成，并在验收时得到了认可。

四、材料检测技术的控制要点和建议

(一) 建立完善材料检测管理制度。材料检测工作应遵循规范化、标准化、系统化的原则，建立完善材料检测管理制度，明确材料检测的目的、范围、内容、方法、频率、责任、流程、记录和报告等要求，确保材料检测工作的规范性和有效性。同时，应加强材料检测的监督和考核，对材料检测的结果和质量进行定期评价和反馈，及时发现和解决材料检测中存在的问题和不足，不断改进和完善材料检测工作。

(二) 选择合适的材料检测技术和设备。材料检测技术和设备是材料检测工作的核心，应根据道路工程的特点和要求，选择合适的材料检测技术和设备，充分发挥其优势和特点，提高材料检测的准确性和效率。例如，对于公路、市政道路工程中常用的水泥、沥青等材料，应选择相应的物理检测和化学检测技术以及相应的检测设备，以实现材料的性能参数和质量指标的全面检测。同时，应注意材料检测技术和设备的更新和维护，及时引进和采用先进的材料检测技术和设备，提高材料检测的水平 and 效果。

(三) 加强检测人员的培训和管理。检测人员是材料检测工作的执行者，其技术能力和水平直接影响材料检测的质量和效果。因此，应加强检测人员的培训和管理，提高其专业技能和综合素质。具体措施包括：一是

制定合理的检测人员的招聘和选拔标准，确保检测人员具备相应的专业知识和经验，以及良好的职业道德和责任意识；二是开展定期的检测人员的培训和考核，增强检测人员的理论水平和实践能力，以及对相应检测规范和标准的掌握和运用；三是建立有效的检测人员的激励和约束机制，对检测人员的工作表现和工作质量进行奖励和惩罚，激发检测人员的工作积极性和创造性。

(四) 加强材料检测的沟通和协调。材料检测工作涉及多方的利益和需求，需要加强材料检测的沟通和协调，形成材料检测的合力和共识。具体措施包括：一是加强材料检测的信息共享和交流，及时向相关方提供材料检测的计划、进度、结果和报告，及时收集和反馈相关方的意见和建议，增进材料检测的透明度和信任度；二是加强材料检测的协作和配合，明确各方的职责和义务，协调各方的资源和力量，解决材料检测中遇到的问题和困难，保证材料检测的顺利进行；三是加强材料检测的监督和评价，建立第三方的材料检测机构和专家，对材料检测的过程和结果进行客观和公正的监督和评价，及时发现和纠正材料检测中的错误和偏差，提高材料检测的公信力和权威性。

五、结语

在道路工程中，材料的质量和工程的安全性直接相关，因此道路工程材料检测技术显得尤为重要。通过本次的调研和探讨，我们深刻认识到道路工程材料检测技术对于保障道路工程质量、延长道路使用寿命、提高道路安全性的重要性和必要性。在未来的道路工程建设中，我们应该加大对道路工程材料检测技术研究和应用的投入，不断提高技术水平，完善技术标准，积极引进和培育相关人才，不断推动道路工程材料检测技术的创新和发展。

参考文献

- [1] 张艳慧. 市政道路工程材料检测技术分析[J]. 建材发展导向(上), 2021, 19(4): 302-303.
 - [2] 陈兰英. 市政道路工程材料检测技术的探讨[J]. 建筑工程技术与设计, 2021, 11(15): 1480.
 - [3] 何宇佳. 市政道路工程材料检测技术研究[J]. 建材与装饰, 2022, 18(33): 15-17.
 - [4] 张杉, 杨天星. 关于市政道路工程材料的检测技术[J]. 工程管理, 2022, 3(10): 6-8.
 - [5] 赵艺莲. 市政道路工程材料的检测技术研究[J]. 百科论坛电子杂志, 2021, 5(12): 2279.
 - [6] 张杉, 杨天星. 关于市政道路工程材料的检测技术[J]. 工程管理, 2022, 3(10): 6-8.
- 作者简介：陈乙新(1989-3)，男，汉族，广西贺州人，本科，工程师，从事工程质量检测工作。