沥青混凝土路面试验检测存在问题及质量管控措施研究

汪亚鹏
新疆生产建设兵团公路科学技术有限公司　新疆　乌鲁木齐　830000

摘　要：沥青混凝土路面作为高等级公路的主要结构形式，其试验检测工作贯穿于材料进场、施工过程及竣工验收各阶段，是保障路面工程质量的关键环节。然而，当前试验检测体系在人员素质、设备管理、取样代表性、数据处理以及监管机制等方面仍存在诸多问题，制约了检测数据的真实性、准确性和时效性，进而影响路面工程整体质量。本文系统梳理了沥青混凝土路面试验检测中存在的突出问题，从人员培训、设备管理、过程管控、数据信息化及监督机制等维度提出针对性的质量管控措施，以期为提升沥青混凝土路面试验检测工作质量提供参考。

关键词：沥青混凝土路面；试验检测；质量管控；检测数据；过程控制

引言

沥青混凝土路面凭借其平整度好、行车舒适、施工周期短、易于维修等优点，已成为我国高速公路及城市道路的主要路面结构形式，在干线公路网中占有极高比例。随着交通荷载持续增加和服役环境日趋复杂，沥青路面的长期使用性能面临严峻挑战，其施工质量直接关系到道路的安全性、耐久性与服务水平。试验检测作为工程质量控制的核心手段，通过科学的方法和标准化的操作，对沥青混合料的原材料性能、配合比设计、施工温度、压实度、平整度、厚度等关键指标进行系统测定与评价，为施工过程提供实时反馈，为竣（交）工验收提供客观依据。然而，从当前实际运行情况来看，试验检测工作在取样代表性、人员操作规范性、设备校准管理、数据处理与追溯以及现场与室内脱节等方面仍存在较多薄弱环节，不仅削弱了检测结果的可靠性，更可能掩盖真实的质量隐患，给路面早期病害埋下伏笔。因此，系统梳理沥青混凝土路面试验检测中存在的主要问题，并有针对性地构建全过程、全方位的质量管控体系，对于提高检测工作质量、保障路面工程实体质量具有重要意义。

1 沥青混凝土路面试验检测存在的主要问题

1.1 检测人员专业素质参差不齐

试验检测工作的准确性和可靠性在很大程度上依赖于检测人员的专业素养和操作技能。目前，部分工地试验室和第三方检测机构的检测人员存在专业背景薄弱、岗前培训不足、继续教育缺失等问题。一些检测人员对试验规程的理解停留在表面层次，对标准条款的解读存在偏差，在实际操作中不能严格按照规程要求执行，例如在马歇尔稳定度试验中试件保温时间控制不当、在沥青混合料理论最大相对密度测定中负压控制不准确等，这些操作上的偏差会直接影响检测结果的准确性[1]。此外，部分检测人员缺乏对沥青混合料组成原理和路用性能的基本理解，对试验结果缺乏基本的判断能力，当出现异常数据时不能及时识别和追溯原因，导致错误的检测结论被用于指导施工或验收决策。

1.2 试验检测设备管理不规范

试验检测设备是获取检测数据的基础工具，其精度和运行状态直接决定数据的有效性。当前许多工地试验室在设备管理方面存在突出问题：一是设备档案管理不完善，缺乏完整的设备购置、验收、使用、维护、校准记录，设备的运行状态难以追溯；二是部分设备未按规定周期进行计量校准，或校准后未进行有效的确认和状态标识，存在超期服役或带病运行的情况；三是设备日常维护保养不到位，如马歇尔击实仪的击实锤磨损后未及时更换、恒温水浴的温度均匀性不达标、万能试验机的加载速率控制不准确等，这些问题都会系统性地影响试验结果；四是部分现场检测设备如路面取芯机、平整度仪、摩擦系数测定仪等，在恶劣的施工现场环境下缺乏有效的防护和校验，设备性能稳定性难以保证。

1.3 取样代表性不足与检测频率失当

取样是试验检测的首要环节，取样的代表性直接决定了检测结论能否真实反映工程质量状况。在实际工作中，取样代表性不足的表现形式多样：一是取样位置偏好，部分检测人员倾向于选择外观较好或便于操作的位置取样，有意或无意地避开可能存在质量缺陷的区域，导致样品过度代表“合格”部位；二是取样方法不规范，如在沥青混合料拌和站取样时未按规定在出料口多次随机采集，而是在同一批次集中取样，样品缺乏统计代表性；三是取样数量不满足规程要求，部分检测单位为降低成本或赶工期，减少取样组数和试件数量，导致

检测结论的置信度不足。与此同时，检测频率设置也存在两极分化的问题，一方面部分项目为节省费用擅自降低检测频率，另一方面部分项目盲目提高检测频率而不注重检测点的科学布设，造成检测资源的浪费。

1.4 数据处理与信息管理薄弱

检测数据的后期处理和信息管理是试验检测工作的重要组成部分，但当前这一环节往往被忽视。许多试验室仍然采用传统的手工记录和人工计算方式，原始记录表格设计不规范，数据修约和有效位数处理随意性强，计算过程中容易出现人为错误且难以发现[2]。更为突出的是，检测报告的信息量严重不足，报告内容往往只罗列最终的检测结果和“合格/不合格”判定，而缺少试验条件、环境参数、设备编号、操作人员等关键过程信息，检测报告无法实现有效溯源。此外，检测数据的信息化管理水平普遍较低，大量检测数据以纸质形式存档，不仅查询和统计效率低下，更难以进行数据挖掘和趋势分析，检测数据对工程质量趋势的预警功能未能发挥。

1.5 现场检测与室内试验脱节

沥青混凝土路面施工是一个动态变化的过程，混合料的级配、油石比、温度等参数在施工过程中会发生波动，需要通过现场检测和室内试验的紧密配合来及时调整施工工艺。然而，当前普遍存在现场检测与室内试验脱节的现象。一方面，现场检测结果反馈到试验室和施工管理层的周期过长，检测的时效性严重不足，当检测数据反映出质量偏差时，往往已经完成大面积铺筑，损失难以挽回；另一方面，室内试验条件与现场施工条件存在较大差异，室内配合比设计所确定的最佳油石比和级配在施工现场因设备类型、生产效率和气候条件的变化而需要调整，但由于缺乏快速检测手段和有效的信息沟通机制，试验室难以及时为施工现场提供实时指导，使得试验检测工作流于形式，无法真正发挥过程控制的功能。

2 问题成因的深层结构

上述问题的产生有其系统性的根源。在制度层面，质量验收体制偏重于结果判定而弱化了过程控制，检测更多地被当作“事后检验”而非“事中指导”，这导致检测的时效性要求被边缘化。在市场环境层面，低价中标使施工企业的利润空间被极度压缩，试验检测作为“非直接创效”环节往往成为削减成本的对象，人员配备不足、设备投入吝啬成为普遍现象。在技术层面，行业缺乏高效的检测数据采集和处理工具，传统手工记录和人工计算方式不仅效率低下且易出错，无法支撑高频次检测带来的数据处理需求。这些结构性因素若不改变，仅靠局部纠偏难以根除检测工作质量痼疾。

3 沥青混凝土路面试验检测质量管控措施

3.1 强化检测人员培训与能力考核

针对检测人员素质参差不齐的问题，应建立健全人员培训与考核的长效机制。首先，严格检测人员持证上岗制度，所有从事沥青混凝土路面试验检测工作的人员必须通过行业主管部门认可的专业技能考核，取得相应资格证书后方可上岗操作，且资格证书应在有效期内。其次，建立分层培训体系，针对不同岗位和层级的检测人员制定差异化的培训方案，对于新入职人员侧重基础操作技能和标准规范的培训，对于技术负责人和质量负责人侧重数据处理、结果判定和质量管理能力的培养。再次，推行常态化能力验证和比对试验制度，定期组织检测人员参加行业或地区性的比对试验，通过实验室间比对来发现自身存在的问题和不足。最后，建立检测人员信用档案，将检测工作中的违规行为、数据造假行为等纳入信用记录，与个人职业发展和单位资质挂钩，形成有效的约束和激励机制。

3.2 完善检测设备全生命周期管理

检测设备管理应从购置、验收、使用、维护、校准到报废的全生命周期进行系统化管控。在设备采购环节，应优先选用技术先进、性能稳定、精度满足要求的设备，并严格进行到货验收和安装调试，确保设备初始状态满足标准要求。在使用环节，应制定详细的操作规程，操作人员须经培训合格后方可使用设备，严禁违规操作。在维护保养方面，应建立定期维护计划，对关键设备和易损部件进行预防性维护，如定期检查马歇尔击实仪的击实锤硬度、电子天平校准状态、恒温水浴的温度均匀性等，并保留完整的维护记录[3]。在校准管理方面，应制定年度校准计划，对强制性检定设备按期送检，对非强制性校准设备按规定的周期和方法进行自校准或送校，所有校准证书应经计量确认并粘贴状态标识。对于性能不稳定或维修后仍达不到精度要求的设备，应坚决予以报废更新。同时，设备档案应包含设备购置合同、说明书、合格证、验收记录、使用日志、维护记录、校准证书等完整资料，实现设备管理全程可追溯。

3.3 规范取样方法与优化检测频率

确保取样代表性是获取可靠检测数据的前提。应从制度层面明确取样方案须经监理单位和建设单位审批后方可实施，取样方案应规定取样位置、取样方法、取样数量、取样频率等关键参数。取样时应严格执行随机取样原则，采用随机数表法或系统抽样法确定取样位置，避免人为干预。对于沥青混合料，应在拌和站出料口按

一定时间间隔多次取样并混合后缩分制备样品，确保样品具有时间代表性；在施工现场取样时，应在摊铺机后面不同横向位置采集样品，保证空间代表性。检测频率的确定应科学合理，既要满足规范和评定标准的最低频率要求，又要根据工程规模、施工条件和质量波动情况进行动态调整，对于质量波动较大的批次应加密检测，对于长期稳定的批次可适当放宽频率，实现检测资源的优化配置。

3.4 推进检测数据信息化与可追溯管理

信息化是提升检测数据管理水平的重要手段。应推广应用试验室信息管理系统，将委托登记、任务分配、样品流转、试验记录、报告编制、审核签发等全过程纳入系统管理，实现检测流程的标准化和自动化。原始记录应采用电子化采集方式，通过数据采集系统直接从试验设备获取测试数据，减少人工录入环节，从源头上避免人为篡改数据的可能性。检测报告应包含完整的溯源信息，包括样品编号、取样日期、试验日期、试验条件（温度、湿度等）、主要设备编号及校准状态、采用的试验方法标准、操作人员及审核人员签名等，确保检测数据的可追溯性。在此基础上，建立检测数据的统计分析和预警机制，利用控制图、趋势分析等工具对关键质量指标的检测数据进行动态监控，当数据出现异常趋势时自动发出预警信号，为施工过程控制提供决策支持。

3.5 构建全过程动态管控与联动机制

试验检测的真正价值在于为施工过程提供实时指导，因此必须建立从原材料到成品路面的全过程动态管控体系。在原材料进场阶段，应建立严格的准入制度，所有沥青、集料、矿粉等原材料均须经检测合格后方可进场使用，并留存样品备查。在配合比设计阶段，应充分考虑施工气候条件和施工设备特点，设计适宜的配合比并进行系统的性能验证[4]。在施工阶段，应推行实时检测与快速反馈机制，采用红外测温仪实时监测混合料出场温度和摊铺碾压温度，采用无核密度仪等快速检测设备实时评估压实度，缩短检测反馈周期。同时，试验室应与施工现场保持紧密的信息沟通，试验室负责人应每日向施工现场通报检测结果和质量状态，施工过程中如发现异常应立即通知试验室进行加密检测和原因分析。建立以检测数据为基础的质量动态评价体系，对每一施工段落的检测数据进行实时评价，一旦发现质量指标偏离控制限值，立即启动纠偏程序，调整施工工艺参数，将质量隐患消除在萌芽状态。

4 结语

沥青混凝土路面试验检测是工程质量控制不可或缺的重要环节，其工作质量直接影响路面工程的安全性和耐久性。当前，试验检测工作在人员素质、设备管理、取样代表性、数据处理及现场与室内联动等方面仍存在诸多问题，制约了检测体系功能的有效发挥。针对这些问题，应从人员培训与考核、设备全生命周期管理、取样规范性与检测频率优化、数据信息化与可追溯管理以及全过程动态管控等方面构建系统化的质量管控体系。通过制度完善、技术进步和管理创新，不断提升试验检测工作的科学性、准确性和时效性，使试验检测真正成为沥青混凝土路面工程质量控制的有力支撑，为我国交通基础设施建设高质量发展提供坚实保障。

参考文献

[1]杨海峰，吴晓东.公路工程质量检测全过程管控体系构建[J].交通科技与经济，2022，24(4)：56-62.

[2]赵建华，刘振宇.沥青路面施工过程质量动态控制技术研究[J].筑路机械与施工机械化，2024，41(2)：78-83.

[3]张军辉，李志勇，王建伟.沥青路面工程质量检测影响因素及控制策略[J].公路工程，2023，48(3)：156-162.

[4]王立新，陈艳华.公路工程试验检测数据质量影响因素分析[J].公路交通科技，2022，39(7)：89-95.