

公路工程建设中的试验检测与数据管理分析技术研究

葛光华

盐城市交通运输综合行政执法支队 江苏 盐城 224005

摘要: 在公路工程建设规模不断扩大、质量要求日益提高的背景下, 本文聚焦试验检测与数据管理分析技术。阐述试验检测核心对象、技术原理及应用适配性, 介绍数据管理流程架构与核心要素。探讨数据预处理、管理分析关键技术及集成应用逻辑, 构建涵盖技术、管理、系统三方面的保障体系, 为提升公路工程质量与数据利用效能提供理论支撑。

关键词: 公路工程; 试验检测; 数据管理; 分析技术; 保障体系

引言: 公路工程作为国家基础设施重要构成, 其质量关乎经济发展与民生保障。试验检测是把控工程质量的关键手段, 能精准评估材料性能、结构状态与施工参数。而试验检测产生海量数据, 有效管理分析这些数据, 可挖掘有价值信息, 为工程决策提供依据。因此, 深入研究试验检测与数据管理分析技术意义重大。

1 公路工程试验检测技术基础

1.1 试验检测核心对象与技术范畴

在公路工程领域, 试验检测有着明确且核心的核心对象与技术范畴。工程材料检测是重要一环, 涵盖多种材料^[1]。像土, 作为公路基础的重要组成部分, 需检测其含水率、密度、液限、塑限等物理性质指标, 这些指标直接影响土的工程性能, 进而关乎公路基础的稳定性。集料检测也不容忽视, 要测定颗粒级配、含泥量、针片状颗粒含量等, 合理的颗粒级配能保证集料之间的嵌挤作用, 提高混合料的强度与稳定性。水泥、沥青等胶结材料同样要严格检测, 水泥的凝结时间、强度, 沥青的针入度、软化点等指标, 对水泥混凝土与沥青混合料的性能起着决定性作用。结构实体检测聚焦于公路工程中已建成的结构部分。桥梁结构要检测梁板的混凝土强度、钢筋保护层厚度、结构几何尺寸等, 确保桥梁的承载能力与使用功能。路面结构则关注面层的厚度、平整度、抗滑性能等, 这些指标直接影响行车的安全性与舒适性。施工过程参数检测涉及多个方面。在土方施工中, 要检测填土的压实度、含水量等参数, 保证填土达到设计要求的压实标准。在混凝土浇筑过程中, 需监测混凝土的坍落度、入模温度等, 确保混凝土的工作性与施工质量。

1.2 核心试验检测技术原理与方法

材料力学性能检测技术是评估材料性能的关键手段。对于金属材料, 通过拉伸试验测定其屈服强度、抗

拉强度、伸长率等指标, 依据材料在拉伸过程中的应力-应变曲线分析其力学特性。对于土工材料, 压缩试验能测定土在不同压力下的压缩变形特性, 为地基设计提供依据。结构几何参数与力学状态检测技术多样。几何参数检测常用全站仪、激光测距仪等设备, 精确测量结构的尺寸、位置等。力学状态检测方面, 应变计可测量结构在荷载作用下的应变变化, 进而推算出应力状态。施工过程动态参数检测技术注重实时性。利用传感器技术, 可实时监测混凝土的浇筑温度、振捣密实度等参数, 及时调整施工工艺, 保证施工质量。

1.3 试验检测技术的应用适配性要求

不同施工阶段对检测技术有不同适配原则, 需结合施工目标、工艺特点与质量标准动态调整, 保障检测工作的针对性与有效性, 适配性的核心在于让检测技术与施工节奏、质量控制要点形成精准匹配, 避免检测与施工脱节。在施工准备阶段, 检测技术应侧重于材料的质量把控, 重点核验材料规格、性能参数与设计指标的一致性, 为后续施工提供合格材料。施工过程中, 要采用能实时监测施工参数的检测技术, 及时发现问题并调整。竣工验收阶段, 检测技术要全面、精确, 确保工程质量符合设计要求。复杂工程环境下检测技术选型依据多方面, 除环境因素外, 还需综合考量检测成本、数据精度要求与现场施工条件等要素。在高温或低温环境下, 要选择能适应温度变化的检测设备与方法。在潮湿或腐蚀性环境中, 检测设备需具备良好的防护性能, 以保证检测数据的准确性。

2 公路工程试验检测数据管理流程与架构

2.1 试验检测数据全流程管理框架

公路工程试验检测数据全流程管理涵盖多个关键环节。数据采集环节是整个流程的起始点, 有着核心要求。采集设备需具备高精度与高稳定性, 确保所获取的

数据真实反映工程实际情况^[2]。采集人员要经过专业培训,熟悉采集流程与规范,严格按照操作要求进行数据采集,避免因人为因素导致数据偏差。采集的数据类型应全面,涵盖工程材料性能、结构实体参数、施工过程动态指标等各个方面。数据传输与存储架构设计至关重要。传输过程要保证数据的及时性与完整性,采用稳定可靠的网络传输方式,避免数据丢失或损坏。存储架构需根据数据量大小与访问频率进行合理规划,对于频繁访问的数据,可采用高速存储设备以提高查询效率;对于长期保存的数据,要选择具备大容量与高可靠性的存储介质,同时建立数据备份机制,防止数据意外丢失。数据整理与标准化处理流程是提升数据质量的关键步骤。对采集到的原始数据进行分类整理,去除重复、错误数据。按照统一的标准对数据进行格式转换、单位换算等处理,使数据具有一致性与可比性,为后续的数据分析与应用奠定基础。

2.2 试验检测数据管理核心要素

数据完整性与准确性管控要点在于建立严格的质量控制体系。从数据采集源头开始,对每个环节进行监控与审核,确保数据无遗漏、无错误。定期对采集设备进行校准与维护,保证设备处于良好运行状态。对采集人员进行考核与监督,提高其责任意识与操作水平。数据溯源体系构建要求为每一条数据记录详细的来源信息,包括采集时间、地点、设备、人员等。通过建立数据关联关系,实现数据的可追溯性,当发现数据异常时,能够快速定位问题源头,及时采取措施进行纠正。数据安全管控核心措施包括设置不同级别的访问权限,对敏感数据进行加密处理,防止数据泄露。建立安全审计机制,记录数据的访问与操作情况,便于追踪与审查。定期进行数据安全检查与评估,及时发现并消除安全隐患。

2.3 数据管理系统的核心功能模块设计

数据采集与录入模块应具备友好的用户界面,方便采集人员快速准确地录入数据。支持多种数据输入方式,如手动输入、设备自动采集导入等。对录入的数据进行实时校验,确保数据符合预设的规则与要求。数据存储与查询模块要提供高效的存储方案,能够快速存储大量数据。具备强大的查询功能,支持多种查询条件组合,方便用户快速定位所需数据。查询结果应准确、完整,并以直观的方式展示给用户。数据标准化处理模块按照既定的标准对数据进行自动化处理,减少人工干预,提高处理效率与准确性。对处理后的数据进行验证,确保符合标准要求,为后续的数据分析与应用提供高质量的数据支持。

3 试验检测数据管理分析核心技术

3.1 数据预处理核心技术

在公路工程试验检测数据管理分析中,数据预处理是关键起始步骤。数据清洗与异常值处理技术不可或缺。数据清洗旨在消除数据中的噪声、重复值与错误记录^[3]。通过设定合理的规则与阈值,识别并剔除不符合实际工程情况的数据,确保数据质量。异常值处理则聚焦于那些偏离正常范围的数据点,采用统计方法或基于工程经验判断异常值,可选择删除、修正或保留并标记,以保证后续分析的准确性。数据标准化与归一化方法能提升数据的一致性与可比性。不同来源的数据往往具有不同的量纲与尺度,通过标准化处理,将数据转换为均值为0、标准差为1的标准正态分布;归一化则将数据映射到特定区间,如 $[0,1]$,消除量纲影响,使不同数据在分析中处于同等重要地位。数据缺失值补全技术用于应对数据采集过程中因各种原因导致的缺失情况。可根据数据的分布特征、相关性等因素,采用均值填充、中位数填充、回归预测等方法补全缺失值,尽可能恢复数据的完整性,减少对分析结果的影响。

3.2 数据管理分析关键技术

多源检测数据融合技术能整合来自不同设备、不同检测方法的数据。通过数据对齐、特征提取与融合算法,将多源数据有机结合,挖掘出更全面、准确的信息,为工程决策提供更可靠的依据。数据关联分析技术致力于发现数据之间的内在联系。运用关联规则挖掘等方法,找出不同检测指标之间的关联关系,揭示工程性能变化的潜在规律,有助于提前发现潜在问题。数据趋势识别与规律挖掘技术通过对历史数据的分析,识别数据随时间或其他因素的变化趋势。采用时间序列分析、机器学习等方法,挖掘数据中的潜在规律,预测工程未来的发展趋势,为工程的维护与管理提供前瞻性指导。

3.3 数据管理分析技术的集成应用逻辑

预处理、分析与应用环节需形成闭环衔接机制。预处理阶段输出的洁净数据通过特征工程转化为分析模型可识别的格式,随后进入关联分析或趋势预测模块提取深层信息。分析结果经可视化呈现后,需反馈至预处理环节优化参数设置,例如根据异常值分布调整清洗阈值,或根据缺失模式改进补全策略,形成动态迭代优化过程。多技术协同的数据分析流程优化需统筹计算资源与效率。例如,在实时监测场景中,边缘计算设备可就近完成数据清洗与初步分析,仅将关键结果传输至云端进行深度挖掘;对于大规模历史数据,采用分布式计算框架并行处理关联分析与趋势预测任务,显著缩短分析

周期。通过模块化设计将不同技术封装为独立组件,可根据具体需求灵活组合,提升系统适应性与扩展性。

4 试验检测与数据管理的保障体系构建

4.1 技术保障体系

在公路工程试验检测与数据管理中,技术保障体系是关键支撑。检测技术更新与迭代机制需紧跟行业发展趋势^[4]。定期对现有检测技术进行评估,分析其在新材料、新工艺应用中的局限性。积极引入先进的检测设备与方法,如高精度传感器、无损检测技术等,通过技术交流、合作研发等方式,推动检测技术不断升级,确保检测结果的准确性与可靠性。数据管理分析技术支撑体系为数据处理提供坚实基础。构建涵盖数据采集、存储、处理、分析全流程的技术框架,采用成熟的数据管理软件与分析算法,如大数据处理平台、机器学习模型等,提升数据处理效率与分析深度。同时,加强对新兴技术的研究与应用,如人工智能、区块链等,为数据管理分析注入新动力。技术适配性动态调整机制根据工程实际情况灵活调整技术方案。不同公路工程项目在规模、地质条件、施工工艺等方面存在差异,需对检测技术与数据管理技术进行针对性调整。通过建立技术适配性评估模型,实时监测技术应用效果,及时优化技术参数或更换技术方法,确保技术与工程需求高度匹配。

4.2 管理保障体系

全流程质量管控机制贯穿试验检测与数据管理各个环节。从数据采集源头开始,制定严格的质量标准与操作规范,对每个步骤进行质量检查与监控。建立质量追溯体系,一旦发现问题能够迅速定位原因并采取纠正措施,保证整个流程的质量稳定。人员职责与技能提升体系明确各岗位人员职责,确保工作有序开展。定期组织培训与考核,提升人员的专业技能与综合素质。培训内容不仅包括检测技术与数据管理知识,还涵盖相关法律法规与行业标准,使人员具备全面的业务能力。每年组织4次培训与考核活动。跨环节协同管理机制加强不同部门、不同环节之间的沟通与协作。建立有效的信息共享平台,实现数据实时传递与交互。通过定期召开协调会议、制定协同工作流程等方式,打破信息壁垒,提高工

作效率,确保试验检测与数据管理工作协同推进。

4.3 系统保障体系

数据管理系统稳定性保障措施确保系统持续稳定运行。采用冗余设计、负载均衡等技术手段,提高系统的容错能力与抗干扰能力。建立系统监控与预警机制,实时监测系统运行状态,及时发现并处理潜在问题,保障数据的安全性及完整性^[5]。系统升级与维护机制根据技术发展及业务需求对系统进行定期升级。制定详细的升级计划,在升级前进行充分测试,确保升级过程不影响系统正常运行。同时建立完善的维护流程,对系统进行日常巡检、故障排除与性能优化,延长系统使用寿命。系统维护人员每月进行2次日常巡检。系统兼容性与扩展性保障使系统能够适应未来业务变化。在系统设计阶段,采用开放式的架构与标准接口,方便与其他系统进行集成。预留一定的扩展空间,便于根据业务需求增加新的功能模块,提升系统的灵活性与适应性。

结束语

公路工程建设中的试验检测与数据管理分析技术,是保障工程质量、提升管理效率的核心手段。通过完善技术保障、强化管理机制、优化系统性能,可实现试验检测数据的精准采集、高效管理与深度分析。持续推动技术创新与体系优化,能为公路工程全生命周期的科学决策与可持续发展提供有力支撑,推动行业向智能化、精细化方向迈进。

参考文献

- [1]刘会.公路工程建设中的试验检测与数据管理分析技术研究[J].工程与建设,2025,39(2):447-448,457.
- [2]张全忠.公路桥梁工程建设中的集料试验检测技术分析[J].运输经理世界,2025(1):102-104.
- [3]卢灵芝.公路桥梁工程建设中的集料试验检测技术分析[J].模型世界,2025(25):119-121.
- [4]张景焱,叶俊良.公路水运工程建设中的集料试验检测技术研究[J].运输经理世界,2025(17):155-157.
- [5]钟李,官鹏.公路工程中试验检测技术对质量管控的作用分析[J].运输经理世界,2025(22):37-39.