

数字化转型背景下高速公路档案智能分类与检索系统构建研究

周 琴

中山市煜立建筑劳务有限公司 中山 528400

摘 要：在数字化转型背景下，高速公路档案管理正从传统纸质化、分散化模式向智能化、集成化与高效化方向转型——如何在海量档案资料中实现高精度分类与快速检索，已成为推动行业管理升级的关键切入点。在剖析交通基础设施数字化需求的基础上，提出以智能分类与检索为核心的系统构建方案：强调通过架构整合实现系统统一运转，借助多维分类模型与标签体系提高数据归档准确性，通过数据治理与标准化建设强化信息共享及交互能力；同时通过优化检索引擎与多模态搜索提升用户使用体验，并辅以安全防护与权限管理保障数据使用的合规性与可靠性。研究目标不仅是实现档案信息的高效盘活，更在于推动高速公路信息化、智能化转型进程，进而为行业监管、运营维护、工程建设及社会公众服务提供长期支撑，最终打造可持续、可扩展的智慧档案管理体系。

关键词：数字化转型；高速公路；档案管理系统；智能分类

随着数字化浪潮全面渗透各行各业，高速公路行业也在信息化建设、智能化应用与数字化转型的路径上持续探索，不断尝试将新技术与传统业务深度融合。传统档案管理模式以人工分类归档、纸质载体存储为主，不仅在分类效率、信息准确率与档案安全性上存在先天局限，更难以适配当前高速公路业务规模快速扩张、跨部门信息交互日益频繁的现实需求；随着行业数字化转型的持续推进，传统档案管理模式已难以跟上发展步伐，迫切需要突破人工依赖的旧框架，构建一套更科学、更高效的智能化档案管理体系。高速公路从建设施工、日常养护到运营管理、交通监管等全生命周期环节，会产生海量的工程资料、养护记录、运营数据与监管文件。为了提升高速公路档案管理的现代化水平，助力行业数字化升级进程，亟须通过构建档案智能分类与检索系统，将档案信息更深入地融入行业日常运行机制，实现档案数据的高效流转、跨部门共享与价值挖掘。

1 数字化转型背景下高速公路档案管理的重要性

在数字化转型加速推进的时代背景下，档案管理早已突破“纸质文件保存”的传统边界，演进为涵盖数据资产的挖掘开发、高效利用以及知识服务模式创新的关键业务环节——其核心价值不再是“存好资料”，而是通过对档案信息的深度加工，为行业发展提供知识支撑与决策依据。对于高速公路行业而言，档案绝非局限于工程勘察设计、建设施工阶段形成的技术图纸与报告，而是覆盖从项目前期规划、

中期建设到后期养护维修、日常运营收费、实时交通安全监管等全流程的“信息综合体”：这些档案时间跨度可达数十年（从项目立项到道路报废），包含图纸、文字报告、传感器监测数据、视频监控影像等多种形式，信息量级更是随着高速公路网的扩张呈指数级增长^[1]。若缺乏有效的管理机制，不仅会导致档案查询、调用时“翻箱倒柜找不着”的低效问题，更会因关键数据的缺失或混乱，制约行业治理的精准性。

随着国家“交通强国”战略的深入实施，高速公路行业在重大项目投资建设、智能交通系统（如车路协同、ETC智慧收费）研发等领域承担着愈发重要的使命，与之相伴的档案价值也从“后台资料”走向“前台支撑”：这些档案记录了行业发展的每一步关键轨迹——比如某条高速公路的地质勘察数据，能为相邻路段的规划提供地质风险参考；某段道路的养护记录，能为同类道路的病害预防提供经验模板。一套科学完善的档案管理体系，不仅能助力行业主管部门构建起“规划—建设—运营—养护”全生命周期的数据信息链，为高速公路的长远规划、项目审批、施工监管以及日常运营维护提供精准支撑；更能通过标准化的档案分类与数字化存储，打破部门间的信息壁垒——比如将养护部门的病害数据与建设部门的原始设计资料打通，就能快速定位“道路病害是否源于初期设计缺陷”，从而推动跨部门的协同决策与资源整合^[2]。

2 数字化转型背景下高速公路档案智能分类与检索系统的构建

2.1 架构设计与平台一体化整合

由于高速公路建设运营环节中涉及工程设计图纸、施工过程记录、设备日常运维台账、电子收费票据、各类合同文书、路段监测监控数据等多源异构数据,这些数据分散存储在不同业务部门的管理系统里,存在明显的数据孤岛问题,系统间数据格式也互不兼容,因此在系统架构设计阶段,需要把传统档案管理平台、各业务系统和智能分类检索系统进行模块化对接整合,使其形成分层逻辑清晰、功能模块互补、数据全域共享的一体化平台体系。整体架构应采用“前端多源数据采集层、后台智能算法处理层、统一标准接口对接层、可视化服务输出层”的层次化结构,以此保证系统内数据流动的顺畅性,同时提升数据处理与检索的运算效率。同时,平台整合不仅需要实现硬件设备与软件系统的兼容适配,还要充分兼顾不同业务流程的协同需求以及跨部门人员的操作使用习惯。通过搭建统一的系统门户与标准化操作界面,用户能通过单一入口完成数据上传存储、档案精准查询、分类标签标注等操作,进而降低用户对系统的学习熟悉成本,有效提升日常档案管理的使用效率^[3]。

2.2 智能分类模型与多维度标签体系构建

高速公路档案涵盖工程设计图纸、施工记录、养护日志、收费数据报表、应急处置音频视频等多种类型,内容涉及工程技术参数、合同协议条款、设备运维记录、路产路权资料等复杂信息,格式包含 PDF 文档、CAD 图纸、JPG 照片、MP3 语音文件、Excel 表格等多种形式,依靠人工逐份分类不仅需要投入大量人力时间,还容易因分类标准理解偏差或人工疲劳产生类目错放、信息遗漏等误差,必须依托智能分类模型完成档案的快速识别与高效归档。

系统在智能分类模型构建时引入卷积神经网络(CNN)、循环神经网络(RNN)等深度学习算法,以及双向编码器表示(BERT)、文本卷积网络(TextCNN)等自然语言处理算法,通过文本语义理解技术解析档案中的文字内容(如合同中的工程名称、施工单位、合同金额等关键信息),利用图片识别技术提取 CAD 图纸中的工程线路图、设备示意图等视觉特征,借助语音转写技术将应急处置语音文件转换为文本并识别事件时间、地点、处置措施等核心内容,实现档案内容的自动解读与关键特征提取;同时结合监督学习方法(如使

用标注好的 10 万份高速公路档案样本训练模型)与半监督学习方法(如利用未标注的 50 万份档案样本进行自训练),持续优化模型的分类精度(目标达到 98% 以上)与鲁棒性(应对模糊文本、低清图片、杂音语音等异常数据的处理能力)^[4]。

2.3 数据治理

在系统构建过程中,数据治理与规范化实施是保证档案价值与系统可靠性的核心环节。高速公路档案数据来源涵盖纸质档案电子化扫描成果、施工监测设备自动生成的实时数据、运营收费系统定期导出的交易记录、项目合同文本与施工影像资料等多类渠道,这些数据存在结构化数据(如收费交易记录)与非结构化数据(如影像资料)混杂、文件格式(如 PDF 与 JPG)不统一、数据精度(如施工监测数值)与完整性(如纸质档案漏扫页)差异较大的问题,若不加以治理,智能分类与检索功能的性能将难以充分发挥。因此,需基于数据从产生到归档的全生命周期管理逻辑,构建包含“采集—清洗—存储—加工—审核—归档”的全流程数据治理框架,将数据采集的范围界定、清洗的规则制定(如重复数据去重、缺失数据补全、错误数据修正)、存储的介质选择(如分布式数据库与本地备份结合)、加工的算法应用(如文本识别提取关键信息、影像数据压缩处理)、审核的流程设计(如人工复核与智能校验工具结合)、归档的条件设置(如完成审核且达到保管期限要求)整合成闭环管理链条,确保档案数据质量在每一个环节均得到有效保障。

2.4 搜索引擎优化

在检索引擎的技术架构层面,需集成深度语义理解模型与高速公路领域知识图谱技术——语义理解模块通过 BERT、XLNet 等预训练语言模型对用户查询语句进行语境分析,精准捕捉“查找某条高速公路 2023 年桥梁加固工程的监理日志”这类查询中的业务意图;知识图谱则需整合高速公路建设流程、设施实体(如桥梁、隧道、收费站)、档案属性(如形成时间、所属项目、责任人)等领域知识,构建包含“项目—实体—档案”三元组的关联网络。借助这一领域知识图谱,系统在检索时能够将用户查询与档案的实体属性(如“某隧道的地质勘察报告”关联“隧道名称”“勘察单位”“完成时间”)、上下文语义(如“2022 年京港澳高速扩容工程”关联“前期规划图纸”“施工日志”“验收报告”)进行多维度关联,最终输出与查询意图高度契合的档案内容^[5]。在多模态搜索功能设计上,针对高速公路档

案涵盖工程 CAD 图纸、施工现场影像、会议语音记录、合同文本等多元载体的特点,需集成图像识别(如基于 YOLO 的工程图纸元素检测、基于 CNN 的影像内容分类)与语音识别(如基于 Transformer 的语音转文本、方言适配模型)技术,支持用户通过三种方式发起检索——上传工程图纸(如某段路基的设计蓝图),系统自动识别图纸中的“路基宽度”“材料标号”等关键元素;通过语音描述(如“查找 2021 年京沪高速江苏段事故救援的监控影像”),系统将语音转文本后匹配对应档案;提交手绘草图(如某座互通立交的大致结构),系统通过特征提取与数据库中的标准图纸比对。系统后台需搭建多模态融合引擎,采用 CLIP 模型将图像、语音、文本等不同模态的档案内容转化为统一语义空间的向量表示,通过余弦相似度计算实现跨模态检索。

2.5 系统运行安全权限

在安全机制层面采用多层防护架构,部署数据加密(含存储加密、传输加密)、网络防火墙(边界防火墙与内部防火墙结合)、入侵检测系统(实时监测异常流量)、安全审计(覆盖全操作流程)等措施,从物理层(服务器机房的门禁、监控与灾备)、网络层(VLAN 划分、VPN 加密通道)、应用层(接口鉴权、漏洞扫描)构建全链路安全屏障。同时,针对档案使用中的多终端访问场景,对移动端接入(如手机、平板)、远程访问(如异地办公终端)设定严格验证机制,采用双因素认证(结合密码与手机短信验证码/硬件令牌)、人机识别(滑动验证、图像验证)及动态口令(每分钟更新的一次性密码)组合方式降低潜在风险。

在权限管理方面,传统“部门级授权”模式难以适配复杂业务需求,系统需实行细化的角色权限与任务权限划分——基于岗位职责配置基础权限(如档案管理员拥有档案录入、修改基础权限,审计人员拥有档案查看、导出基础权限),再依据具体任务需求动态分配临时权限(如某项目组需调取特定工程档案时,临时开放该档案的查看与下载权限),且权限使用结束后自动回收,避免档案因长期权限开放引发风险。权限管理中需引入操作可追溯机制,对用户

系统内的操作行为(如档案查看、修改、下载、删除)进行实时监控,并同步留存操作日志(包含操作时间、操作终端、操作内容、操作结果),以便异常事件发生时快速定位责任主体。

结语

总而言之,高速公路作为交通基础设施的重要组成部分,其建设运营过程中产生的档案信息记录着工程数据、维护记录、运行安全情况等重要内容,要是不能做好分类和快速查找,不仅会影响管理效率,更可能让数字化转型难以以往更深层次推进。本研究设计的智能化分类与检索系统,能从结构优化、模型创新、标准制定、安全防护等方面给出成套解决办法,让档案数据在整个生命周期里都保持清晰可管、高效能用的状态。这套系统化路径不仅能促进资源整合与跨部门共享,还能为行业监管提供真实可信的参考,同时推动高速公路信息化管理持续发展。因此本研究既有理论研究价值,也有很强的现实应用意义。未来随着人工智能、大数据、云计算技术越来越成熟,相关系统会继续优化完善,为交通基础设施数字化管理持续提供支撑。

参考文献:

- [1] 林宪春,韩世宏,李艳,等.基于信创体系下高速公路建设项目电子档案管理系统的应用研究[J].黑龙江档案,2023,(05):112-114.
- [2] 黄勇军,谭优,熊行,等.平益高速公路建设项目电子档案管理系统设计与应用研究[J].档案学刊,2023,(05):29-37.
- [3] 黄榕榕.高速公路档案管理数字化建设技术分析[J].办公自动化,2023,28(17):46-48+45.
- [4] 顾佳怡.高速公路档案精细化管理的实践研究[J].黑龙江档案,2023,(03):250-252.
- [5] 胡文学,张广照,黄一鸣.公路建设项目档案管理系统电子签名的应用研究[J].西部交通科技,2023,(01):187-189.

作者简介:周琴(1990—)女,汉,四川省成都市简阳市,馆员,本科,主管,研究方向:档案管理工作。