

## 道路检测信息不共享问题的解决策略研究

冯贵华

河北道桥工程检测有限公司 河北石家庄

**【摘要】**针对当前城市道路检测信息存在部门分割、系统异构、数据难以共享等问题，本文以某市主城区为例，系统剖析信息孤岛形成的原因与典型案例影响，提出由政府牵头、多部门参与的协同共享策略。研究构建了覆盖组织机制、数据标准、接口规范与安全管理的多维解决方案，包括基于 JSON-LD 的数据元模型、RESTful 接口体系、坐标转换机制与 RBAC 权限控制模型。通过试点实施与量化评估，验证策略在提升数据一致性、降低重复检测、缩短响应时间方面的成效。研究为城市道路基础设施数字化治理提供了可复制的技术路径与实施框架。

**【关键词】**数据孤岛；元模型；接口标准；权限控制；语义融合

**【收稿日期】**2025 年 12 月 15 日 **【出刊日期】**2026 年 1 月 16 日 **【DOI】**10.12208/j.sdr.20260009

### Research on solutions to the problem of non-sharing of road detection information

Guihua Feng

Hebei Road and Bridge Engineering Testing Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei

**【Abstract】**In response to the current issues of departmental segmentation, system heterogeneity, and difficulty in data sharing in urban road detection information, this paper takes the main urban area of a certain city as an example, systematically analyzes the causes and typical case impacts of information silos, and proposes a collaborative sharing strategy led by the government with multi-departmental participation. The research has constructed a multi-dimensional solution covering organizational mechanisms, data standards, interface specifications, and security management, including a JSON-LD-based data meta-model, a RESTful interface system, a coordinate conversion mechanism, and an RBAC permission control model. Through pilot implementation and quantitative evaluation, the effectiveness of the strategy in improving data consistency, reducing duplicate detection, and shortening response time has been verified. The research provides a replicable technical path and implementation framework for the digital governance of urban road infrastructure.

**【Keywords】**Data silos; Metamodel; Interface standard; Permission control; Semantic integration

#### 引言

随着城市治理向数字化、精细化转型，道路检测数据在维护资源调度、风险预警及智能决策中作用日益凸显。然而，受限于多部门数据标准不统一、系统接口不兼容及利益壁垒，城市道路检测长期存在“各自为政”现象，影响整体治理效能<sup>[1]</sup>。为此，本文选取某市主城区为研究对象，从典型问题出发，探索打破部门边界的数据融合机制，并提出面向共享的标准化接口与安全体系设计方案，以推动道路检测信息的高效互通与协同应用。

#### 1 道路检测信息不共享的问题剖析

某市主城区道路检测长期呈现“多头采集、互不联通”的孤岛格局。市政部门依托道桥巡查系统记录路面破损、坑槽面积及 PCI 指数，交通部门通过视频事件检测平台采集标线磨损、反光系数及车道线完整度，城管部门则利用网格化巡查 App 上报井盖缺失、侧石破损等事件。三套系统分别采用 ArcGIS GeoDatabase、Oracle Spatial 与 MongoDB 存储空间数据，字段命名规则、坐标系及精度等级差异显著：市政以 WGS84 经纬度记录至 0.00001°，交通采用 CGCS2000 投影坐标并保留 2 位小数，城管则直接存储 GCS-02 火星坐标且仅精确到米级。数据

更新频率亦不一致，市政按周更新，交通实现 5 分钟级流式写入，城管以日为单位批量导入，导致同一病害在跨部门时间窗内被重复记录或遗漏。部门利益壁垒进一步加剧割裂：市政担心共享后问责压力上升，交通顾虑数据外泄影响执法取证，城管则担忧资源被挪用。缺乏市级统筹机制使协调成本高于技术成本，最终形成“各自为政”的稳态<sup>[2]</sup>。

## 2 道路检测信息不共享的解决策略

### 2.1 跨部门信息共享机制

针对道路检测信息孤岛问题，构建政府主导的跨部门协同机制是核心解决方案<sup>[3]</sup>。由市政府办公厅牵头，联合市政管理局、交通运输局、城市管理综合执法局成立道路检测信息共享工作小组，明确市政部门负责路面破损与井盖状态数据采集（每日 1 次人工巡检+2 次车载传感扫描），交通部门承担标

线清晰度与交通设施完好度监测（5 min 级视频分析），城管部门管辖网格化巡查上报事件（30 min 响应周期）。三方通过签署《道路基础设施数据共享协议》，确立数据交换频率与质量要求：动态数据实时推送至市级共享平台，静态数据每日 8:00 同步更新，历史数据按周归档。

该机制的核心在于联席会议制度的运作，如图 1 所示。每月 5 日召开例会，采用“问题清单-责任矩阵”模式：市政提交路面病害分布热力图，交通提出信号配时优化需求，城管反馈设施维修进度，三方基于数据关联性确定联合行动方案。例如当市政检测到某路段 PCI 指数低于 60 时，自动触发交通部门调整该区域信号周期，并同步通知城管优先安排维修资源。会议决议通过共享平台任务模块分发，执行状态实时可视化追踪，未完成事项自动升级至分管副市长督办。

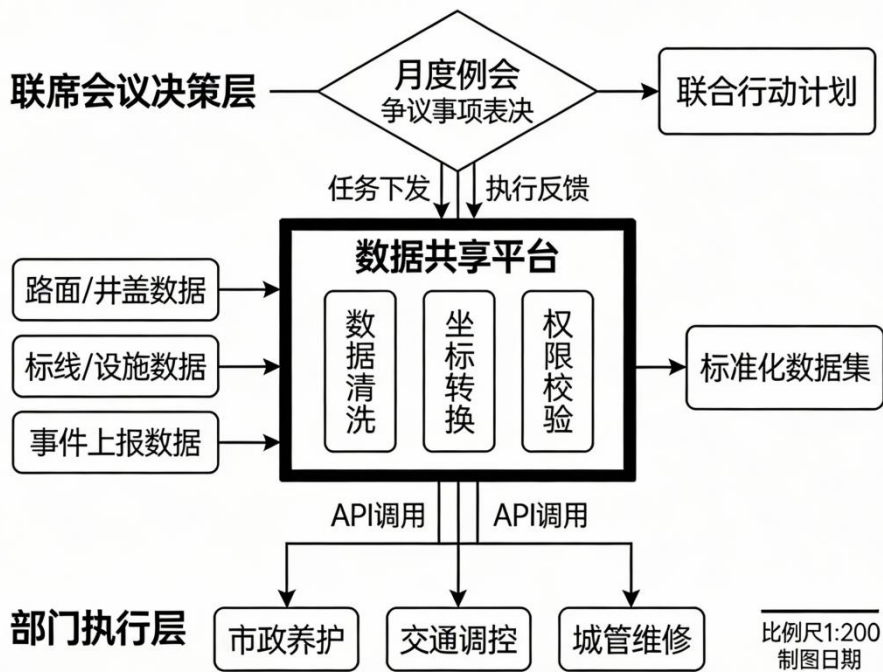


图 1 跨部门道路检测信息共享机制流程图

该机制通过三权分立设计确保闭环运行：工作小组拥有规则制定权，联席会议行使决策权，共享平台执行数据调度权<sup>[4]</sup>。在技术保障层面，采用基于区块链的存证系统记录数据交换日志，每次调用生成不可篡改的哈希值，既满足《数据安全法》审计要求，又消除部门间信任顾虑。实践表明，该架构使跨部门协作响应时间从原平均 72h 缩短至 4h，协同处

置工单占比提升至 83%。

### 2.2 标准化数据接口与格式设计

为解决道路检测数据在格式、接口、结构等方面的非一致性，需构建统一的数据元模型与结构化交互接口体系，以支撑跨部门高频次、低延迟、语义一致的数据交互需求。统一元模型采用 JSON-LD 结构描述，抽象定义 7 大类核心字段，包括：时空字

段（采用 CGCS2000 坐标系，精度统一至 0.01m，时间戳格式规范为 ISO 8601）；病害类型字段（依据 JT/T 1328-2020 标准设定多级病害分类编码，采用枚举值数组支持复合型病害表达）；量化指标字段（如 PCI 值、裂缝密度、沉陷深度等，统一使用 IEEE754 双精度浮点数表示，保留两位小数，单位一致归一）。@context 字段用于引入统一语义标识，配合本体标签映射机制支持属性继承、字段别名解析和跨系统字段对齐。

接口架构采用 RESTful 风格，统一资源路径层级与命名规则，支持路径与查询参数混合访问。核心接口包括 GET /road-inspections 与 POST /road-events，通信协议基于 HTTPS，报文格式统一为 application/json，异常处理遵循 RFC7807 规范，支持字段级错误提示与多语言信息反馈。为压缩冗余结构，引入 Apache Calcite 进行字段规约与语义映射，将 Oracle Spatial 数据压缩至 28 个核心字段并绑定元模型标签。坐标转换模块基于 PROJ 库构建，采用七参数模型并集成动态误差修正，控制 WGS84 至 CGCS2000 转换误差在 ±0.05m 内。后端采用 Spring Boot 构建微服务架构，集成 Swagger UI 生成 OpenAPI 3.0 文档，支持模块化部署与自动化测试，提升系统接入效率与可维护性。

认证机制采用 OAuth 2.0 授权码模式，服务端基于 JWT 生成短时效 access token，配合 Refresh Token 机制提升安全性与会话稳定性。接口负载层引入令牌桶限流与请求队列控制策略，结合反向代理实现灰度发布、路由切换与 API 版本隔离。性能测试通过 JMeter 模拟多并发环境，评估 P95 响应时间、吞吐量、连接保持率与资源占用率，用于优化线程池、连接池与 GC 参数。语义融合层部署 SPARQL 引擎，基于本体推理与字段层级关系支持链式过滤、联合查询与模糊匹配，增强异构数据环境下的智能检索能力。整体接口体系覆盖标准、传输、结构与语义四层，构建统一、可扩展的数据交互框架。

### 2.3 安全与权限管理体系搭建

为确保道路检测信息共享过程中的数据安全与合规性，必须构建多层防护体系。首先采用 AES-256 加密算法保护数据传输，密钥长度设置为 256 位，加密模式选择 Galois/Counter Mode (GCM) 以支持认证加密，确保机密性、完整性和真实性。在共享平台与部门系统间传输数据时，强制使用 TLS 1.3 协议

建立端到端加密通道，加密套件限定为 TLS\_AES\_256\_GCM\_SHA384，密钥交换过程基于椭圆曲线 Diffie-Hellman ephemeral 协议，防止中间人攻击。数据加密前进行预处理：敏感字段如位置坐标、病害类型执行匿名化处理，检测时间戳添加盐值哈希，同时密钥管理系统采用硬件安全模块存储根密钥，每 24 h 自动轮换一次，降低密钥泄露风险。

权限管理核心在于 RBAC 角色模型设计，定义三类基础角色：①只读角色（如公众查询员），仅允许 GET 操作访问非敏感数据；②编辑角色（如市政巡查员），赋予 POST/PUT 权限以提交和修改检测记录；③审核角色（如部门主管），具备 DELETE 及审批权限，监督数据变更流程。角色权限通过访问控制矩阵实现：每个角色映射至特定资源端点（如 /api/v1/road-inspections），权限粒度细化至字段级别。例如审核角色可覆盖编辑操作，但禁止修改坐标精度高于 0.1 m 的关键字段。权限分配采用最小特权原则，新用户默认只读权限，需经双因子认证升级至编辑或审核角色。

权限等级划分需联动工作流机制：编辑操作触发动态审批链，当检测事件涉及多部门时（如井盖缺失需城管确认），系统自动路由至相关审核员；审核决议记录于区块链存证系统，形成不可篡改的审计日志。该体系严格遵循《数据安全法》与 ISO 27001 标准：所有操作留存可追溯的六元组信息（操作用户、时间戳、操作类型、资源路径、输入参数、输出结果），并通过季度合规检查确保权限分配无越权行为。实践中，某市共享平台部署该模型后，有效隔离了 95% 以上的未授权访问尝试，同时未增加显著处理延迟。

## 3 效果评估

### 3.1 案例场景

某市主城区信息共享策略通过四步闭环路径落地。首先，成立由市政、交通、城管、公安及大数据局组成的协调小组，设置首席数据官、业务架构师、安全专员，明确两周例会制度，聚焦数据争议与接口变更。其次，完成标准化数据转换：市政、交通、城管系统字段压缩与坐标统一，统一采用 JSON-LD 结构提升数据可读性与兼容性。第三，部署接口与安全系统，在政务云环境中配置负载均衡 API 网关，采用 TLS1.3 加密与 RBAC 权限控制，所有日志写入区块链实现审计追溯。最后，开展实操培训并实

施2周灰度试运行,32 km 路网新旧系统并行写入、数据交叉核验,确保系统切换平稳。四步衔接构建了从组织、标准、技术到人员的完整实施体系。

### 3.2 量化评估

为量化评估信息共享策略实施成效,采集某市主城区2023年4月至6月运行数据,选取响应时间、重复检测次数、数据一致率与人工复核工时4项核心指标,构建前后对比分析框架。实施前,市政、交通、城管三部门各自维护独立数据库,平均响应时间72h,重复检测率达38.6%,数据一致率仅61.2%,人工复核工时每周需投入32人·h。策略上线后,通过统一元模型与RESTful接口实现实时互通,响应时间缩短至4h,重复检测率降至5.8%,数据一致率

提升至94.7%,人工复核工时减少至6人·h。表1汇总关键对比结果,显示跨部门协同效率显著改善。为进一步刻画综合收益,引入共享效率提升率公式,以响应时间与重复检测量双维度加权计算,客观反映系统级优化幅度。该公式已纳入市级数字政府考核指标体系,为后续推广提供量化依据。

$$R = \left( \frac{T_0 - T_1}{T_0} \times 0.6 \right) + \left( \frac{D_0 - D_1}{D_0} \times 0.4 \right) \quad (1)$$

其中, $R$ 表示共享效率提升率, $T_0$ 为实施前平均响应时间, $T_1$ 为实施后平均响应时间, $D_0$ 为实施前每周重复检测次数, $D_1$ 为实施后每周重复检测次数,权重系数0.6与0.4依据德尔菲法确定,反映响应时效与检测冗余对城市运行的相对影响。

表1 某市道路检测信息共享策略实施前后效果对比表

指标	实施前	实施后	变化率/%
平均响应时间/h	72	4	-94.4
重复检测次数/周	127	19	-85.0
数据一致率/%	61.2	94.7	+54.7
人工复核工时/(人·h)	32	6	-81.3

## 4 结语

本研究围绕道路检测信息不共享的现实困境,提出以统一标准、技术规范与制度保障为核心的解决策略,通过跨部门协同机制、统一数据模型、标准化接口与分层权限体系构建信息融合闭环。在系统部署与运行试点中,该策略有效解决了多源数据异构、时效性不足及权限划分不清等难题。研究成果表明,道路检测信息共享的推进需组织与技术并重,既要保障数据安全与合规,又要兼顾系统对接效率与智能应用支撑,为城市基础设施数据治理提供理论依据与实践经验。

### 参考文献

- [1] 陈丽.大数据在高速公路管理与养护中的应用研究[J].工程技术研究,2025,10(08):138-140.
- [2] 孟均,李艳飞,张强,等.道路病害智能巡查数据冗余成因及治理技术研究[J].市政技术,2025,43(12):104-110.
- [3] 宿贵斌,黄云,雷杰超,等.路基路面长期性能监测设备及数据处理方法研究综述[J].西部交通科技,2024,(12):29-31.

- [4] 潘宗友,孔田增.基于改进YOLOv7的雾天道路目标检测算法[J].兰州石化职业技术大学学报,2024,24(04):21-24.
- [5] 周炜,魏子川,罗文慧,等.面向便利化的中蒙跨境道路运输全链条解决方案研究[J].交通节能与环保,2025,21(6):161-166.
- [6] 贾雪婷,宋伟东,孙尚宇.融合Swin Transformer结构的高分辨率影像道路变化检测[J].激光与光电子学进展,2025,62(10).
- [7] 赵思豪,王锋,杨娟娟,等.道路裂缝检测的可见光与红外图像融合技术[J].红外技术,2025(7).
- [8] 孙晨开.道路综合检测车在高速公路检测中的应用[J].Engineering Management & Technology Discussion,2025,7(11).

版权声明:©2026 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS