

城市道路工程质量风险评价与防控措施探讨

彭涛

鹿寨县农业农村局, 广西 柳州

收稿日期: 2025年7月9日; 录用日期: 2025年8月22日; 发布日期: 2025年9月2日

摘要

道路工程质量风险评价及防控对确保道路工程安全性, 耐久性具有重要的意义。文章在阐述道路工程质量风险特征的基础上, 通过对风险隐蔽性高, 影响因素众多, 后果严重进行分析, 指出目前风险评价存在指标体系不健全, 评价方法简单, 评价结果运用不充分等问题。为解决上述问题, 提出构建科学合理评价指标体系, 引进动态评价方法, 加强评价结果运用等优化措施, 以期达到道路工程质量风险综合辨识, 实时监测与有效预防。优化评价体系及防控措施可显著提高道路工程质量管理水平, 减少质量风险发生几率及影响范围, 对道路工程安全运营起到了保障作用。

关键词

城市道路工程, 质量风险, 风险评价, 防控措施

Discussion on Quality Risk Assessment and Prevention Measures for City Road Engineering

Tao Peng

Agriculture and Rural Affairs Bureau of Luzhai County, Liuzhou Guangxi

Received: Jul. 9th, 2025; accepted: Aug. 22nd, 2025; published: Sep. 2nd, 2025

Abstract

Quality risk assessment and prevention in city road engineering are of significant importance for ensuring the safety and durability of road projects. Based on an analysis of the characteristics of quality risks in road engineering, this paper examines the high concealment of risks, numerous influencing factors, and severe consequences, pointing out existing issues such as incomplete indicator

systems, simplistic assessment methods, and insufficient utilization of assessment results. To address these problems, optimization measures are proposed, including the establishment of a scientific and reasonable evaluation indicator system, the introduction of dynamic assessment methods, and enhanced application of assessment results, aiming to achieve comprehensive identification, real-time monitoring, and effective prevention of quality risks in road engineering. The study demonstrates that optimizing the assessment system and prevention measures can significantly improve the quality management of road engineering, reduce the occurrence and impact of quality risks, and provide a safeguard for the safe operation of road projects.

Keywords

City Road Engineering, Quality Risk, Risk Assessment, Prevention Measures

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

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



Open Access

1. 引言

城市道路工程是城市基础设施中非常重要的一部分，道路工程质量的好坏直接影响着市民的出行安全以及社会经济的发展。由于道路工程隐蔽性较强，影响因素众多，施工环境较为复杂，质量风险通常很难及时发现并加以控制，致使工程质量问题频频出现，甚至造成严重安全事故。道路工程建设规模大，技术要求高，质量风险防控工作重要。已有评价指标体系大多集中在施工阶段而缺少设计、材料方面的综合涵盖；评价方法多为静态，较难体现风险动态变化；评价结果运用不充分，无法有效地指导风险防控措施制定与执行。如何建立科学合理的评价体系、引进动态评价方法、加强评价结果运用已成为道路工程质量风险防控中的一个重要研究课题。本文以探索道路工程质量风险评估及防控优化对策为目的，对质量风险特征及评估存在问题进行分析，并有针对性地提出解决措施，希望能对道路工程质量管理水平的提升提供理论支持与实践指导。

2. 城市道路工程质量风险的特点

2.1. 隐蔽性强

道路工程质量风险隐蔽性显著，地下管线和路基处理这类隐蔽工程，其质量问题通常很难在施工期直接察觉。比如路基压实度不够或者地下排水系统设计不尽合理等都有可能要到建成几年以后才能表现出问题。这种隐蔽性使初期阶段质量风险很难辨识，加大了后期维修与修补的困难[1]。隐蔽工程质量问题一般需借助专业检测设备及技术手段进行检测，对施工单位及监理单位技术能力要求较高。所以道路工程质量风险具有隐蔽性，既加大了风险识别难度，又会造成风险积累并最终造成严重工程事故。

2.2. 影响因素多

道路工程质量风险影响因素有很多，主要有地质条件、材料性能、施工技术、环境因素和管理水平。复杂的地质条件会引起路基的不均匀沉降，材料性能波动会对路面耐久性产生影响。施工工艺的不规范或环境因素的突变也会对工程质量产生重大影响。管理水平直接影响施工过程是否规范，质量控制是否有效。几种因素交织，使道路工程质量风险产生的根源变得异常复杂，很难用一种控制措施来彻底消除，需要多角度、多层次地全面分析与评价风险，有效地减少质量风险出现的可能性。

2.3. 后果严重

道路工程质量问题出现后的后果十分严重。路面塌陷和桥梁断裂事故不但会带来重大经济损失，甚至会威胁到市民生命安全。道路是城市基础设施中非常重要的一部分，道路的质量问题将直接关系到交通运行效率的高低，还会引起社会舆论的普遍关注[2]。如某市主干道由于质量问题经常被修复，造成拥堵，居民出行不方便，引起了民众对于政府管理能力的怀疑。这一社会影响在有损政府形象的同时也会给有关公司的信誉带来长远的负面影响。道路工程质量风险所带来的结果不仅是技术层面的，而且也是关系到经济，社会，政治等各方面的综合问题。

3. 道路工程质量风险评价的存在问题

3.1. 评价指标体系不完善

现有的道路工程质量风险评价指标体系具有明显的缺陷，特别是全面性与针对性。已有评价指标大多集中在施工阶段质量控制方面，在设计阶段、材料采购阶段和环境因素阶段风险评估相对薄弱。设计阶段地质勘察不足会造成后期建设出现地基问题，而这种风险却常常被现行评价体系所忽略。不同区域和类型道路工程都有其独特之处，但已有评价指标体系针对性不强，很难满足多样化工程需要。如山区道路与城市道路的地质条件、交通负荷等有显著不同，而评价指标又常常使用同一标准集，致使其科学性、实用性大大降低。

3.2. 评价方法单一

传统道路工程质量风险评价方法往往以静态指标为主，很难体现风险动态变化规律。常用的定性评价方法虽然操作简单，但无法实时反映施工过程中风险的变化趋势。定量评价方法虽然能够提供一定的数据支持，但其计算过程复杂，且难以适应复杂多变的工程环境[3]。道路工程规模不断扩大及技术不断进步，静态评价方法局限性越来越明显。以大型桥梁工程为例，施工期风险因素会时刻发生改变，静态评价方法却不能及时捕捉到这些改变，造成风险预警滞后。因此迫切需要引进动态评价方法来实现道路工程质量风险实时监测与预警。

3.3. 评价结果应用不足

尽管道路工程质量风险评价在理论上得到了广泛关注，但其评价结果在实际应用中的效果却不尽如人意。很多评价结果仅仅停留于纸面上，没有有效地转化成风险防控的具体措施。对一个项目进行评估时发现材料质量有危险却没有采取适当的措施进行改善，最后造成了工程质量问题。评价结果应用系统性不强，连续性不强，通常只针对一个阶段或者一个环节进行评价，没有贯穿于项目的全生命周期。在设计阶段风险评估结果没有有效地转移至施工阶段，造成在施工期间没有采取适当的防范措施。这一评价结果脱离应用的现象严重地弱化了风险评价的现实意义与价值。

4. 道路工程质量风险防控的优化对策

4.1. 构建科学合理的评价指标体系

合理的评价指标体系，是道路工程质量风险预防与控制的基础与前提。道路工程的复杂性与多样性决定了道路工程的质量风险涵盖了设计、施工、材料、环境与管理的各个环节，评价指标体系在有针对性和科学性的前提下必须充分涵盖这几个方面的内容。设计阶段评价指标要着重考虑设计方案是否合理可行。地质勘察是否充分就是设计阶段最重要的标志[4]。若地质勘察不足，就可能造成设计方案和实际

情况不相符合, 继而造成施工过程中出现质量问题。在评价指标体系中应该加入地质勘察覆盖率和设计方案优化度, 保证设计阶段对风险进行有效管控。

设计阶段要充分考虑道路功能需求及使用环境等因素, 如城市道路与高速公路设计标准有显著不同, 评价指标体系要能体现这些不同, 以保证设计方案具有针对性与适用性。施工阶段评价指标要注重施工工艺是否规范、质量控制是否有效。施工工艺是否规范直接关系到工程质量是否稳定, 质量控制是否有效是保证施工中出现问题是否能及时发现并解决的重点[5]。如路基压实度、路面平整度和材料配比都要纳入到评价体系中, 综合体现施工阶段质量风险。施工环境的变化也可能对工程质量产生重大影响, 评价指标体系中还应包括环境因素的动态监测指标。雨季施工中要加入排水系统的施工质量评价指标来保证恶劣天气情况下道路使用性能。

施工人员技术水平、操作规范性等都是影响工程质量最主要的因素, 评价指标体系中应该包含施工人员培训、考核等有关指标。材料环节评价指标要着重考虑其质量稳定性与适用性。道路工程所用材料多种多样, 主要有沥青、混凝土、钢筋等, 材料的质量好坏直接影响着工程耐久性与安全性。如沥青软化点和混凝土抗压强度都应该成为考核重点。物料的运输与存储条件可能会对物料的性能产生影响, 所以评价指标体系也应该包含与物料供应链管理有关的指标。如表 1 所示, 选取某一道路四个路段 A、B、C、D, 综合评价指标如下:

Table 1. Examples of quality risk assessment indicators for urban road engineering
表 1. 城市道路工程质量风险评价指标示例

路段	路面平整度偏差(mm)	车道耐久度(%)	地下管线移位率(%)	材料合格率(%)
A	2.1	95%	0.5	96%
B	3.4	90%	1.2	93%
C	1.8	97%	0.3	97%
D	4.0	88%	1.5	90%

4.2. 引入动态评价方法

传统道路工程质量风险评价方法大多是利用静态指标进行评价, 很难反映出风险动态变化情况, 引入动态评价方法能有效地解决该问题, 流程示例见图 1。动态评价方法核心是采用大数据、物联网、人工智能等先进信息技术实时获取建设过程各种数据, 分析处理以达到质量风险实时监测预警。利用大数据技术能够为动态评价工作提供有力的数据支撑。

分析历史工程数据可归纳质量风险产生规律及影响因素, 为现阶段项目风险评价工作提供借鉴。对一个区域内多年道路工程数据进行分析就会发现一些地质条件或者施工工艺和质量风险有明显的相关性, 以便同类项目提前做好防范措施。

大数据技术也能够施工过程中实现各种数据如施工设备运行状态, 物料质量参数实时获取与分析, 以便及时发现可能出现的质量问题。以路面铺设为例, 大数据分析可对沥青温度、摊铺厚度等参数进行实时监控, 保证施工质量满足设计要求。利用物联网技术能够实现施工过程中的整体监测[6]。对施工设备及物料加装传感器实现了对设备运行状态、施工参数及环境条件的实时数据采集, 并传输给中央控制系统用于分析。以路基施工为例, 可通过传感器对压实设备运行状况及压实度数据进行实时监控, 保证施工工艺规范。若检测到压实度不满足设计要求时, 该系统可即时报警提醒施工人员调整。物联网技术也能实现物料供应链全程监控, 保证物料品质及适用性。如混凝土搅拌站设置传感器可对混凝土配比、搅拌时间等参数进行实时监控, 以保证混凝土性能满足施工要求[7]。

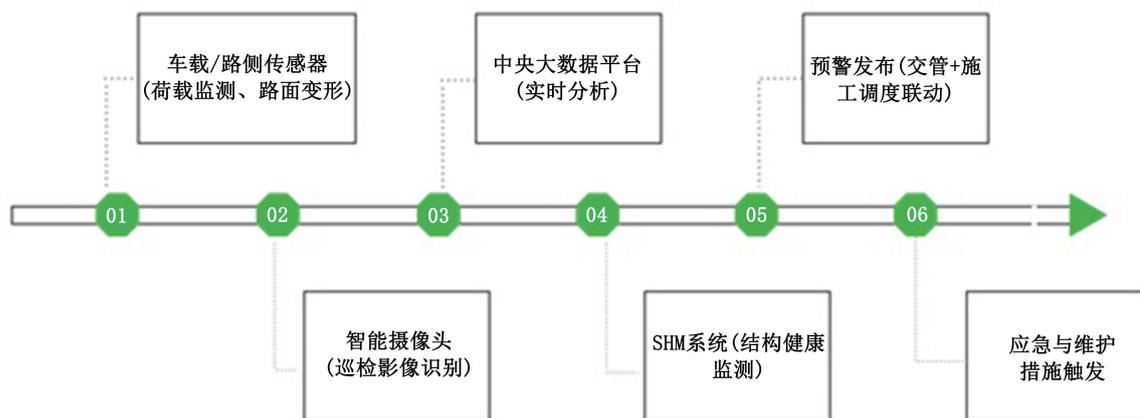


Figure 1. Visualization process of the dynamic evaluation method for urban roads

图 1. 城市道路动态评价方法可视化流程

4.3. 强化评价结果应用

运用评价结果是道路工程质量风险防范与控制中的关键环节。当前很多评估结果仅仅停留于纸面上，没有有效落实到具体风险防控措施中去，致使评估实际效果大大降低。需要加强对评价结果的运用，保证评价结果能真正引导风险防控措施制定与执行。

某城市高速公路项目前期设计阶段的地质勘察工作中发现一些地区地质较为复杂且有沉降危险。设计单位依据评估结果对设计方案进行调整，加入地基加固、排水系统优化等措施。施工阶段经考核发现某批次物料存在质量问题，监理单位建议施工方停用和更换合格的物料，以免存在安全隐患。在运营阶段对路面裂缝进行定期的评价和检测，及时维修以延长路面的使用寿命和减少维修成本。案例证明，在设计、施工及运营阶段对评价结果进行有效运用，可达到全生命周期质量风险防控目的，提升工程整体质量及长远效益[8]。

道路工程评价结果要及时向有关责任方传达，保证能依据评价结果做出相应防控措施。以设计阶段为例，当评估结果表明地质条件比较复杂时，设计单位应该及时对设计方案进行调整，加大对地基的加固措施或者对排水系统进行优化设计。施工阶段若评价结果表明某项施工工艺有危险，施工单位应立即对其进行工艺改进或者强化质量控制[9]。

评价结果应及时向监理单位及业主单位反馈，保证各参与方能通力协作应对质量风险。施工时若评估结果表明某批物料质量不过关，监理单位应立即告知施工单位停止使用该批物料，请供应商给予合格替代。

评估结果运用要贯穿于项目全生命周期，保证风险防控工作持续。道路工程质量风险可发生于设计、施工和运营各环节，故评价结果应用不应仅限于某一环节，应涵盖项目整个生命周期。对设计阶段检测到的风险要在施工阶段进行相应的防范，对施工阶段检测出的风险要在运营阶段进行强化监控与维修[10]。开展全生命周期风险防控工作能够有效减少质量风险发生几率及影响范围。在道路运营阶段可通过定期检测与评估来及时发现路面裂缝、沉降等病害，采取相应措施进行修补，延长路面使用寿命。要建立评价结果运用监督机制，保证评价结果能真正落到实处。

5. 总结

道路工程质量风险评价及防控，是确保道路工程安全性，耐久性的关键环节。文章在对道路工程质量风险特征进行分析的基础上指出目前风险评价存在指标体系不健全、评价方法简单、评价结果运用不

充分等问题, 给出优化对策。构建科学、合理的评价指标体系, 为风险防控提供依据。评价指标要覆盖设计、施工、材料、环境与管理各环节, 保证全面性与针对性。文章介绍了动态评价方法并运用大数据、物联网及人工智能等技术实现质量风险实时监测预警, 增强风险防控时效性与精准性。加强评价结果运用, 保证评价结果能有效引导风险防控措施制定与落实并贯穿项目全生命周期。通过优化评价体系及防控措施能够显著减少质量风险发生的几率及影响范围, 为道路工程安全运营提供了坚实的保障。研究结果不仅对道路工程质量风险防控具有理论支撑作用, 而且对相关领域实践应用具有借鉴与参考意义。

参考文献

- [1] 李超. 市政道路工程项目质量控制与风险管理的研究[J]. 中国地名, 2024(3): 28-30.
- [2] 王芳蕊. 绿色建筑施工风险管理及安全质量评价研究[J]. 散装水泥, 2023(5): 53-55.
- [3] 谷盼盼. 人防工程施工风险评价模型研究及应用[J]. 建筑技术开发, 2023, 50(1): 138-142.
- [4] 牛勇, 周岩, 唐琛, 等. 河道综合治理项目工程施工质量风险评价[J]. 四川水泥, 2024(5): 137-140.
- [5] 陈宁. 市政基础设施工程质量安全风险评价[J]. 工程技术研究, 2023, 8(14): 134-136.
- [6] 瞿勇. 城市道路邻近铁路施工风险与防控措施[J]. 高铁速递, 2023(3): 140-142.
- [7] 孙宝华, 庄旭旭. 市政道路工程风险分析及应对措施研究[J]. 中国科技期刊数据库工业 A, 2023(4): 3.
- [8] 宁雨鹤. 市政道路工程施工管理与质量控制问题分析[J]. 大众标准化, 2024(23): 38-40.
- [9] 孙盛国. 续建公路项目既有工程质量风险与防控的研究[J]. 广西城镇建设, 2023(6): 64-69.
- [10] 杨鹏鹏. 道路桥梁工程施工质量控制与安全风险管理[J]. 运输经理世界, 2024(5): 127-129.