

道路桥梁工程安全风险评估与防范措施

孙榕谦

河南省公路工程局集团有限公司, 河南 郑州 450052

摘要：本研究对道路桥梁工程的安全风险评估与防范措施进行了全面而深入的探讨。文章首先阐释了道路桥梁工程的定义、特性以及其在现代城市交通系统中的关键地位。随后，详细分析了道路桥梁工程面临的安全风险因素，这包括设计阶段的隐患、施工过程中的风险、材料质量的不确定性、环境变化的影响以及人为操作的失误等。进一步地，文章介绍了道路桥梁工程安全风险评估的一系列方法与工具，如风险识别、风险评估和风险控制等，这些方法对于确保工程安全至关重要。在风险评估的基础上，文章提出了一系列针对性的防范措施，旨在降低安全风险。这些措施包括：加强设计阶段的管理工作，提升施工技术水平，严格控制材料质量，强化环境监测机制，以及提高对人为因素的控制能力等。综上所述，通过系统的安全风险评估与有效的防范措施，可以显著提升道路桥梁工程的安全性能，保障人民群众的生命财产安全，促进社会经济的健康发展。

关键词：道路桥梁工程；安全风险评估；防范措施；设计管理；施工水平；材料质量控制；环境监测；人为因素控制

中图分类号：U41

文献标识码：A

文章编码：2022060055

Safety Risk Assessment and Preventive Measures for Road and Bridge Projects

Sun Rongqian

Henan Province Highway Engineering Bureau Group Co.,Ltd., Henan, Zhengzhou 450052

Abstract： This study provides a comprehensive and in-depth discussion on the safety risk assessment and preventive measures of road and bridge engineering. The article firstly explains the definition and characteristics of road and bridge engineering as well as its key position in modern urban transportation system. Subsequently, it analyzes in detail the safety risk factors faced by road and bridge projects, which include hidden dangers at the design stage, risks during the construction process, uncertainties in the quality of materials, the influence of environmental changes, and human errors.

Further, the article introduces a series of methods and tools for safety risk assessment of road and bridge projects, such as risk identification, risk assessment and risk control, which are essential for ensuring project safety. On the basis of risk assessment, the article proposes a series of targeted preventive measures aimed at reducing safety risks. These measures include: strengthening the management of the design stage, upgrading the level of construction technology, strictly controlling the quality of materials, reinforcing the environmental monitoring mechanism, and improving the control of human factors.

In summary, through systematic safety risk assessment and effective preventive measures, the safety performance of road and bridge projects can be significantly improved to protect the lives and properties of the people and promote the healthy development of social economy.

Key words： road and bridge engineering; safety risk assessment; preventive measures; design management; construction level; material quality control; environmental monitoring; human factors control

引言

随着我国经济的迅猛增长和城市化步伐的加快，道路桥梁工程建设受到了前所未有的关注。截至2024年，我国已经完成了众多道路桥梁项目，极大地促进了国家经济发展和人民生活水平的提升。然而，随着道路桥梁工程数量的增加，桥梁施工也成了工程建设的重点和难点 [1]。近年来，道路桥梁工程事故的频繁发生给人们带来了深重的痛苦，不仅造成了巨大的经济损失，还导致了多人死亡和受伤。因此，对道路桥梁工程的安全风险进行评估和预防，对于确保工程质量和人民生命安全具有至关重要的现实意义。

一、道路桥梁工程安全风险评估理论基础

（一）安全风险评估的定义和分类

1. 安全风险评估的定义

安全风险评估是指在道路桥梁工程中，对可能出现的风险进行识别、评估和分析，以便采取相应的防范措施。其体现桥梁施工全过程安全管理的一种理念。^[2]风险评估是对可能发生的事件或情况的可能性及其影响进行评估的过程。

2. 安全风险评估的分类

- （1）根据风险来源分类：将风险分为技术风险、人为风险、自然风险、环境风险、社会风险等。
- （2）根据风险性质分类：将风险分为静态风险和动态风险、确定性风险和不确定性风险、可控制风险和不可控制风险等。
- （3）根据风险级别分类：将风险分为低风险、中等风险和高风险。
- （4）根据风险矩阵分类：将风险分为概率风险矩阵和影响风险矩阵等。

在道路桥梁工程中，安全风险评估通常需要考虑多种因素，包括工程设计、施工、运营维护等多个方面。通过对这些因素进行综合评估，可以确定不同的风险等级，并采取相应的防范措施，以降低风险并保障工程安全。

（二）风险评估的基本流程和常用方法

1. 风险评估基本流程

- （1）项目调研：深入了解项目背景，搜集包括法律法规、标准规范及类似项目风险评估报告在内的相关资料。
- （2）风险识别：分析并确定项目可能遭遇的安全风险因素，如设计、施工、材料和环境风险等，同时识别主要风险源。^[3]
- （3）风险分析与评估：运用定性、定量或两者结合的分析方法，对风险因素进行评估，包括风险发生的可能性、后果严重性以及风险的可控性。
- （4）风险评价：依据风险分析结果，对各个风险因素进行综合评价，以确定风险等级。
- （5）风险防范措施制定：根据风险评价结果，制定相应的风险防范措施，并规划风险管理计划。^[4]
- （6）风险监控与动态调整：对风险防范措施的实施进行监控，并根据项目进展和外部环境变化进行动态调整。
- （7）风险评估报告编制：整理项目风险评估与防范措施的相关资料，编制详尽的风险评估报告。

（8）风险评估成果应用：将风险评估成果应用于项目的设计、施工和运营管理阶段，以指导项目的全过程风险控制。

2. 风险评估常用方法

- （1）专家评估法：根据不同领域的施工环境和特点，利用专家的专业知识和实践经验，对桥梁工程施工中存在的风险或潜在新风险进行全面的识别。
- （2）量化评估法：采用数学模型和统计方法对风险进行量化分析，以客观准确地反映风险的严重程度。
- （3）系统动力学方法：通过构建数学模型，分析系统内部因

素间的相互作用，进而预测风险的发展趋势。^[5]

（4）风险矩阵法：将风险划分为不同等级，并依据风险等级制定相应的防范措施。

（5）FMEA分析法：通过识别并分析可能导致事故的潜在因素，包括现场可见和不可见的的天安全因素，从而制定有效的预防措施。

（6）事件树分析法：通过绘制事件树，分析系统在不同决策路径下的风险，据此制定相应的风险管理策略。

（三）风险评估的关键指标和考虑因素

1. 结构安全性能指标：结构的安全性是道路桥梁工程的核心，涵盖了承载能力、稳定性、耐久性和疲劳性能等多个方面。为确保结构的稳固与可靠，必须对结构的材料、设计、施工以及使用状态进行综合评估。
2. 材料性能指标：道路桥梁工程所选用的材料，其性能直接关系到工程的安全性和持久性。因此，对材料的性能进行全面的评估至关重要，包括强度、耐磨性、抗腐蚀性等关键指标。
3. 施工质量指标：施工质量对道路桥梁工程的安全性和耐久性有着直接影响。因此，对施工过程中的质量控制进行全面评估，包括施工技术、质量监管、验收标准等环节，是确保工程质量的关键。
4. 环境因素指标：环境因素，包括自然环境、社会环境和风险环境等，对道路桥梁工程的安全性有着显著影响。因此，必须对环境因素进行综合评估，考虑气候条件、地形地貌、政策变动、政府监管、收费问题、当地居民满意度、成本波动等多方面因素。^[6]
5. 人为因素指标：人为因素，如设计、施工、使用和维护等，对道路桥梁工程的安全性同样至关重要。因此，对人为因素进行深入评估，包括设计方案的科学性、施工组织的合理性、使用和维护的有效性等，是保障工程安全的重要环节。
6. 风险后果指标：风险后果评估是指在事故或险情发生时，对道路桥梁工程、周边环境以及人员财产安全可能产生的影响进行预测和评估。这包括对潜在直接和间接影响的评估，以及预测风险后果发生的概率和可能性，从而制定相应的预防和应对措施。

二、道路桥梁工程安全风险分析

（一）工程背景和现状分析

1. 工程背景

随着我国经济的迅猛增长和基础设施建设的不断加强，道路桥梁工程在国民经济中的重要性日益凸显。但是，随着工程规模和数量的不断扩大，施工过程中的风险因素也在增加。近年来，我国发生了一系列道路桥梁工程事故，如2018年的重庆长江大桥事故，这些事故不仅对人民生命安全构成了严重威胁，也使得社会各界对道路桥梁工程安全风险的认识更加深刻。^[7]

2. 现状分析

- （1）设计不合理：一些道路桥梁设计在追求功能性的同时，忽

略了安全性要求,例如桥梁的抗风、抗洪能力不足。

(2) 施工质量不佳:施工过程中存在工艺不规范、质量控制不严格等问题,影响了道路桥梁的承载能力,留下了安全隐患。

(3) 材料老化:部分道路桥梁使用的材料已经达到使用寿命极限,却仍在使用中,这对桥梁的安全性构成了重大威胁。

(4) 安全监管不力:在道路桥梁工程建设过程中,安全监管存在诸多问题,如监管力度不足、安全培训不充分等。

(5) 事故应急预案不完善:在道路桥梁工程事故发生时,部分地区因应急预案不完善,导致事故处理不够及时、有效,进一步加剧了事故损失。^[8]

(二) 风险分析

1. 自然灾害风险

自然灾害,例如桥梁施工常在地形陡峭区域进行,而这些地方容易发生泥石流等灾害,可能会对道路桥梁造成破坏。因此,需要对这些风险进行评估并采取相应的防范措施。

2. 人为因素风险

人为因素,如交通事故、施工失误等,也可能对道路桥梁造成损害。因此,必须对这些因素进行评估并采取相应的防范措施。

3. 技术风险

技术风险,包括材料质量问题、设计缺陷等,也可能对道路桥梁造成损害。因此,需要对这些技术风险进行评估并采取相应的防范措施。

三、道路桥梁工程安全风险防范措施

(一) 风险防范措施的分类和适用范围

1. 设计阶段风险防范措施:在道路桥梁工程的设计阶段,应进行全面的风险评估和控制措施规划。重点应放在桥梁结构的耐久性设计上,确保设计的路面桥梁能够承受长期的负荷和环境影响。此外,应选择合适的工程设计方案、材料和设备,并采取必要的结构安全措施,以预防潜在的安全风险。^[9]

2. 施工阶段风险防范措施:在道路桥梁工程的施工阶段,必须实施一系列措施以控制和降低施工过程中的安全风险。这包括制定详尽的施工计划和质量控制措施,确保每个施工环节都符合安全标准。在每次施工前,应进行安全教育,规划具体的施工工艺和工序,并规范操作流程,以防止事故的发生。

3. 运行阶段风险防范措施:在道路桥梁工程的使用阶段,应定期进行安全检查和维护工作,以确保桥梁的安全和稳定运行。此外,还应制定应急预案和救援措施,以便在发生安全事故时能够迅速有效地应对,最大限度地减少损失和影响。(二) 风险防范措施的设计和实施

1. 制定风险管理计划:确立一个综合的风险管理计划,该计划应涵盖风险识别、评估、控制和监测等关键环节,确保项目实施过程中能够及时识别并应对潜在风险。

2. 风险识别:对道路桥梁工程进行彻底的风险识别,包括技术、工程、人员、材料和环境等多方面的风险。通过专家评估、

历史数据分析、现场观察等方法,全面识别可能的风险点。

3. 风险评估:对已识别的风险进行评估,确定每个风险的可能性和影响程度,以及风险等级。采用定性与定量相结合的方法,对风险进行综合评估。

4. 风险控制:基于风险评估结果,实施风险控制措施,包括避免、减少风险发生,降低风险影响,以及风险转移等策略。^[10]

5. 风险监测:在项目实施过程中,持续监测和控制风险,防止风险扩大或恶化。利用监测设备和系统,及时收集和分析数据,采取必要的应对措施。

6. 制定应急预案:针对潜在风险和紧急情况,制定详尽的应急预案,明确紧急情况的处理流程、职责分配、资源配置等,确保能够迅速有效地应对突发情况。

7. 加强沟通和协作:提升项目团队内部以及与相关方之间的沟通和协作效率,确保项目实施期间信息畅通、协调一致。通过定期会议、建立信息共享平台等方式,促进沟通和协作。

结束语

在论文结束语中,对论文的主要内容进行了回顾,强调了道路桥梁工程安全风险评估与防范措施的重要性。通过对相关理论和方法的探讨,为读者提供了一套全面的风险评估体系,并针对具体工程提出了针对性的防范措施。论文所取得的研究成果旨在为我国道路桥梁工程建设提供有益的借鉴,以降低安全风险,提高工程质量和效益。

认识到安全风险评估与防范措施的实施并非一蹴而就,需要不断地优化和完善。未来研究可以进一步拓展至不同地区、不同类型的道路桥梁工程,以提高风险评估的普适性和实用性。随着科技的不断发展,新的检测手段、分析方法和理念不断涌现,这将提供更多的研究机遇和挑战。期待在未来的研究中,与广大学者和专业人士共同探讨道路桥梁工程安全风险评估与防范措施的新问题,为我国道路桥梁工程建设贡献力量。

参考文献

- [1]徐凯鹏,冯涛.山区高速公路桥梁工程施工风险评估及研究[J].建筑安全,2021,36(04):55-59.
- [2]张冬冬.桥梁工程规划设计阶段的施工安全风险评估和管理[J].交通世界,2020,(07):130-131.DOI:10.16248/j.cnki.11-3723/u.2020.07.060.
- [3]刘立吉.桥梁工程施工风险综合识别与评估方法[J].居业,2019,(03):166+168.
- [4]吕高峰.基于风险矩阵的大坝安全风险因素监测及预警[J].浙江水利水电学院学报,2021,33(06):43-46.
- [5]秦冲.基于FMEA模型的车间安全管理[D].东北财经大学,2021.DOI:10.27006/d.cnki.gdbcu.2021.001348.
- [6]李梦晗.桥梁施工的风险评估与风险管理对策[J].交通世界,2021,(31):147-148.DOI:10.16248/j.cnki.11-3723/u.2021.31.068.
- [7]施洲,纪锋,余万庆,等.大型桥梁施工风险动态评估[J].同济大学学报(自然科学版),2021,49(05):634-642.
- [8]张小波.高速公路桥梁与隧道工程施工安全总体风险评估与控制[J].中华建设,2020,(07):138-139.
- [9]狄浩.道路桥梁设计中存在的安全风险与有效优化措施[J].住宅与房地产,2018,(30):71.
- [10]刘文涛.桥梁施工安全风险评估与应用研究[D].长安大学,2015.