

市政桥梁施工安全管理与风险防控研究

许伟

安徽建工水利开发投资集团有限公司, 安徽 蚌埠 233000

DOI:10.61369/ETQM.2026070033

摘 要 : 市政桥梁工程施工安全与风险管理的研究目标是在对施工现场存在的主要危险源进行探讨的基础上制定科学、合理地管控措施, 通过对相关实例以及数据的分析来改进管理程序, 加强对于施工现场的风险预警能力和防范意识。利用信息科技及智能监测设备提高了施工的安全保障程度。本文研究结果对市政桥梁的施工安全管理形成了完整的体系, 提升了风险预防的水准, 减少了事故的概率发生等。

关 键 词 : 市政桥梁; 施工安全; 风险防控; 安全管理; 智能监控

Research on Safety Management and Risk Prevention and Control of Municipal Bridge Construction

Xu Wei

Anhui Construction Engineering Water Resources Development Investment Group Co., Ltd., Bengbu, Anhui 233000

Abstract : The research objective of safety and risk management in municipal bridge construction projects focuses on developing scientific control measures based on an analysis of major hazard sources at construction sites. By examining relevant case studies and data, the study aims to optimize management procedures, enhance risk early-warning capabilities, and strengthen risk prevention awareness. The application of information technology and intelligent monitoring equipment has significantly improved construction safety standards. The findings establish a comprehensive safety management framework for municipal bridge construction, elevating risk prevention capabilities and reducing accident occurrence rates.

Keywords : municipal bridges; construction safety; risk prevention and control; safety management; intelligent monitoring

引言

市政桥梁工程施工的安全管理工作非常复杂, 在现场的风险管控问题尤为严重。虽然国家出台了一系列的条例以及政策, 但是施工现场的安全隐患却层出不穷, 安全事故不断的发生, 风险管控对增强施工安全性、减少事故发生的作用至关重要。通过对施工安全管理和风险管控之间关系的研究, 借鉴先进管理理念及经验方法可以更好地保障市政桥梁工程的施工安全。寻找出适合的有效管控风险的方法手段, 能够有效加强施工期间的安全水平以及施工质量。

一、市政桥梁施工安全管理的关键因素

(一) 施工过程中的安全管理要点

施工现场安全管理及监控是保证施工安全的基础。安全检查具体针对盖梁操作平台临边防护缺损、桩孔未及时覆盖、配电箱巡检记录滞后等常见通病展开。同时, 在现场也要经常性的开展安全生产自查及隐患排查等工作来及时找出并排除事故隐患。人员的安全管理和教育也是重要的一环, 要求所有进场工人必须接受过专项的安全教育培训, 培训内容细化至高空作业双钩安全带交替系挂、起重吊装“十不吊”指令手势、满堂支架扣件扭矩值复检等具体规程, 只有培训合格才能开始作业。尤其是汽车吊支腿完全伸展并垫设路基箱、架桥机过孔前进行刹车及限位装置测

试等具体检查项一定要经常检修保养来预防安全事故的发生^[1]。

如下图1所示:

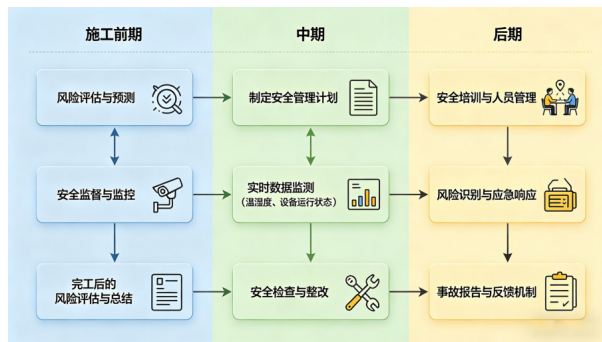


图1 市政桥梁施工安全管理流程图

（二）施工风险识别与评估

施工期间的风险主要有坍塌、火灾、高空坠落等等。FMEA方法通过对工程建设项目施工环节进行全面系统的考察，找出可能导致出现问题的因素并对其进行影响程度作出评判，例如对预应力张拉端防护板强度失效、挂篮后锚精轧螺纹钢松动的频度与严重程度进行量化赋值。风险矩阵法则用制作风险等级矩阵的形式来衡量事故发生概率及事故严重后果。施工现场的风险一般分为四个级别：低、中、高及极高风险。对于高危及超高危项目，如跨既有道路的钢箱梁吊装作业，必须封闭下方交通并设双层防坠物挑棚；深基坑开挖需在距坑边1米处设置高度不低于1.2米的定型化防护栏杆并挂密目网。

（三）安全文化建设与施工安全保障

安全文化建设对于工程建设项目的成功有着非常大的影响，《建设工程安全生产管理条例》规定，单位需要强化安全文化建设，完善安全管理机制，进行经常性的全员安全教育培训以及学习。单位的安全文化建设要由公司的高层管理人员到每一个工程现场工作人员逐渐渗透到日常工作当中去，要在工程建设项目现场严格遵守并落实好安全管理制度及政策的规定，落实好安全生产的责任分工，比如将墩柱模板拆除区域警戒范围划定、电焊机二次侧漏电保护器每日试跳等责任精确到班组工人。确保支架搭设完成后必须经技术负责人验收挂牌、箱室内照明必须使用36V安全电压等细节制度能落实到工程项目的各个环节当中^[2]。

二、风险防控策略与实施

（一）施工前期的风险预测与防范措施

施工前的风险分析以及预防是做好施工安全管理的重要环节之一，其中定性分析主要是依靠专家的经验以及以前的数据信息来判断可能出现的风险问题，定量分析则是建立在相关数据的基础上的应用蒙特卡罗模拟和故障树分析（FTA）等方式来实现风险量化计算，施工前的风险分析对后期的施工安全有着重要的作用，可以及时发现安全隐患，减少发生事故的可能性。依据《建筑工程施工安全风险评估标准》（GB/T 51227-2016），施工前的风险分析应当针对工程自身的特点，对重要的施工过程做出详尽的分析，做到发现问题并且加以有针对性地防范措施，例如针对水中墩围堰施工，具体预判管涌及封底混凝土厚度不足的风险，提前储备堵漏棉絮与注浆设备。基坑上下通道必须按规范设置扶梯并每隔6米设置休息平台、高大模板支撑体系须经第三方预压监测合格后方可浇筑混凝土^[3]。

（二）施工中期的风险监控与管理

施工过程中实时的风险监测和监管是对施工现场安全事故预防的重要手段，实时监测的关键技术有实时监测装置、传感器技术、视频监控设备等等，其可以对存在的问题做到早发现早解决；借助无线传感器对挂篮施工的悬臂端标高变化、合龙段锁定前的温度场数据、支架基础的累积沉降量进行实时检测保证现场施工环境的安全性；风险管控的程序一般为辨识、评价、控制以及监督四个步骤，在施工的过程中应当对风险持续不断的进行检

查评定并作出相应的风险处置对策。根据《建筑施工企业安全管理规范》（GB/T 50687-2011）要求，现场应有专设的风险管理组，对风险的变化情况做出及时有效的分析并采取相应的预防措施减少事故发生率，例如发现脚手架连墙件被擅自拆除须立即恢复并处罚、吊装钢丝绳断丝超标必须当场报废更换^[4]。

（三）施工后期的风险评估与总结

施工后期的风险评估及总结是保障项目能够顺利实施的重要保障措施之一。完工后风险评估主要是通过对于整个项目的回看来进行，判断已经发现的风险是否被成功地进行了治理，同时是否出现了新的不可预计的风险点。依据《建设工程项目管理规范》（GB/T 50326-2019）的要求，在项目完成之后应当结合项目的竣工验收来开展针对整个风险的最后的总结工作，全面汇总并整理出所有的风险事故，重点记录如支座垫石高程偏差导致的反复吊装风险、伸缩缝预留槽口临边防护薄弱环节等典型实体问题。

三、市政桥梁施工安全管理的科技支持

（一）信息化技术在施工安全中的应用

信息技术对于市政桥梁建设安全管理工作有积极作用，BIM（建筑信息模型）技术可以对施工现场进行全方位的信息化管理，让项目参与者能够随时了解工程施工进展、机械设备情况以及安全管控数据等等，便于早发现安全隐患，改进施工方案，降低事故发生频率。如利用BIM与工地中的传感网络相配合，通过模型高亮显示现浇梁钢筋与预应力管道碰撞冲突位置，避免野蛮切割导致的结构风险。无人机与自动监控系统的使用，能够及时观察到墩顶支垫石凿毛作业人员安全带是否高挂低用、跨路防护棚顶是否有坠物堆积等高处和危险位置的情况，避免不必要的人员靠近这些地方，并能即时汇报施工动态及存在的问题隐患。而大数据及云计算技术能够对工程建设中产生的大量数据进行挖掘和研究，发现其中存在的安全隐患的趋势，同时在云端发布动态的安全警报以及预警提醒，能够帮助工程安全管理人员更好地把握住安全管理方向以及重点等^[5]。

（二）智能化监测与预警系统的建设

智能化检测、报警系统给市政桥梁施工的安全管理工作提供有力技术支撑，在施工现场布设的各种智能化检测设备可以对施工环节的各种重要参数进行采集、对现场环境的变化以及设备的状态进行实时监控，如通过对大体积混凝土承台内部温度梯度的连续监测与预警，防止因水化热过高产生贯穿裂缝。例如当基坑边坡位移速率超过报警阈值时，现场声光报警器立即启动并强制撤出坑底作业人员。报警系统未来发展方向也是向智能化、自动化发展，运用机器学习的方法来增强报警系统的危险源识别能力，同时建立联动机制来启动应急预案。

（三）现代技术对风险防控的促进作用

新技术在风险控制方面的运用是城市桥隧建设安全施工管理的新途径，利用点云数据校核钢混结合段预埋件的空间坐标误差，防止因错位导致返工与强行纠偏带来的安全风险。利用无线

传感技术及在线检测设备可以做到全天候监视施工现场的情况，随时观察土压力的变化情况、盖梁抱箍的高强螺栓紧固力衰减情况、温度湿度等重要指标的变化情况以保证施工条件的安全可靠。虚拟现实（VR）技术应用于安全生产培训，可模拟塔吊碰撞、支架失稳坍塌的瞬间感官冲击，强化工人对关键工序操作规程的肌肉记忆^[5]。

四、案例分析：市政桥梁施工中的安全管理与风险控制实践

（一）成功案例分析

某个市政桥梁工程—北京大兴桥梁建设工程建设项目通过对一系列严密的安全管理措施的应用使得该建设工程项目得以预防严重事故的发生，并强制实施“吊装令”、“动火令”签批与旁站监督制度，同时运用无人机监控以及智能化传感设备实现对施工现场的安全监管，从而保证施工过程中出现的安全隐患得到及时有效的解决。比如智能监控系统可以及时的监控到桥梁现浇段模板支撑体系的立杆垂直度偏移情况以及施工现场存在的一些危险性的地方并且可以实时的传送信息加以调整等做法。严格的管理使得现场施工未发生过重大事故，通过优化便道硬化与洒水降尘频次，缩短了因环保停工导致的误工时间10%，质量也得到有效维护。工程总结中指出，由于良好的安全管理措施以及先进的安全技术的应用使事故的发生概率相比于普通项目减少了30%以上^[7]，如表1所示。

表1：北京大兴桥梁建设项目安全管理数据

项目阶段	安全检查次数	事故发生率	施工周期缩短	采用的技术
施工前期	25次	0%	10%提前完成	BIM技术、无人机监控
施工中期	45次	0%	无变化	智能传感器、实时监控
施工后期	30次	0%	无变化	数据分析平台

（二）典型事故案例分析

在2019年某市政桥梁工程中出现一起由于施工人员违规造成安全事故，现场湿接缝钢筋网未满铺脚手板，且未按要求在盖梁挡块上设置安全带系挂钢丝绳生命线。处罚方面主要是施工单位

未能遵守《建筑施工安全检查标准》（JGJ59-2011）中的高空作业的规定以及没有做好充分的安全教育工作。此次事故给项目造成不小的经济上的损失同时也耽误了工期。从事件中吸取经验教训后，施工单位提高了高处作业的安全防护力度，在此基础上，项目部要求所有临边作业面必须先行搭设防护栏杆再施工，且高处焊接必须使用接火斗并配备旁站监护人员。使整个项目施工过程中高处坠落事故发生概率降低了一半左右^[8]。

（三）改进措施与建议

通过对以上成功的经验和典型事故案例进行综合归纳总结，对市政桥梁工程施工安全管理及风险控制方面可做如下改善：第一，要做好施工前的风险评估及预防工作；特别是对于满堂支架搭设，必须严格执行“基础硬化排水、扫地杆满设、顶托伸出长度小于200mm”的验收标准。第二，在施工阶段需要加大智能监测系统的投入力度，采用无人机以及各类感知仪器来实时监测施工现场情况并及时发现隐患；第三，施工单位要经常性组织高处坠落、物体打击、支架坍塌等针对性科目的应急演练，使建设人员熟悉应对突发状况的方法同时建立健全事故上报追究制度防止此类问题再次出现。最后，在今后市政桥梁工程建设安全管理工作中应该进一步应用大数据、人工智能等信息技术手段，例如通过AI视频分析抓拍未戴安全帽、反光衣穿戴不全等违章行为，提升建设过程中安全水平及工作效率，保证工程稳步推进。

五、结语

市政桥梁工程施工安全管理以及风险控制对保证工程质量及施工人员生命财产安全有着十分重要的影响。从目前来看应用信息技术、智能监测设备、如满堂支架沉降自动观测仪、起重设备智能力矩限制器等具体手段都是可以起到一定防护效果的手段，但是要想强化作业层班前会危险预知、落实旁站监理对关键节点验收等方面入手达到更好的安全防护作用，还需要从。展望未来，相信在大数据、人工智能等先进技术的支持下市政桥梁工程施工现场的安全防护管理工作将会变得更加高效便捷，从而提高工作效率的同时也使施工现场的安全得到有效的保障，促进行业健康有序的发展。

参考文献

[1] 赵继乾. 浅析市政桥梁工程施工安全监理要点 [J]. 建设监理, 2022 (11): 36-39.
[2] 黄阳阳, 张燕平, 郝超. 市政道路桥梁施工中现场施工技术运用分析 [J]. 汽车周刊, 2025, (08): 227-229.
[3] 罗文广. 市政桥梁上跨既有铁路天窗期拆除工程安全技术研究 [J]. 工程技术研究, 2025, 10 (16): 81-83.
[4] 罗俊辉. 市政桥梁施工的安全管理问题研究 [J]. 中国住宅设施, 2021, (10): 141-142.
[5] 张双洋. 市政桥梁施工管理存在的问题及优化措施研究 [J]. 运输经理世界, 2025, (35): 79-81.
[6] 石文华, 蓝勇, 郑周俊. 市政桥梁工程施工安全管理研究 [J]. 建材发展导向, 2022, 20 (08): 187-189.
[7] 朱登峰. 市政桥梁工程施工过程中安全问题探讨 [J]. 运输经理世界, 2023, (32): 112-114.
[8] 徐方方, 董新华, 宋乐乐. 市政桥梁施工安全管理与风险控制措施研究 [J]. 中国房地产业, 2025, (29): 58-61.