

道桥工程施工安全风险评估与预防措施

王 超

浙江交工集团股份有限公司地下工程分公司 浙江 杭州 311100

摘 要：道桥工程作为国家基础设施建设的重要组成部分，其施工安全不仅关系到工程的质量和进度，更直接影响到施工人员的生命安全以及周边环境的稳定。本文深入探讨了道桥工程施工安全风险评估的重要性、方法以及具体的预防措施。通过对施工过程中的各类风险因素进行全面分析，提出科学有效的评估体系，旨在为道桥工程施工安全提供理论支持和实践指导，降低安全事故发生率，保障工程建设的顺利进行。

关键词：道桥工程；施工安全；风险评估；预防措施

1 引言

道桥工程在促进区域经济发展、改善交通状况等方面发挥着关键作用。然而，道桥工程施工环境复杂，涉及众多技术环节和大量人员、设备投入，使得施工过程中存在诸多安全风险。近年来，道桥工程施工安全事故时有发生，给社会和家庭带来了巨大损失。因此，开展道桥工程施工安全风险评估并制定相应的预防措施具有重要的现实意义。准确的风险评估能够提前识别潜在的危险源，为安全管理决策提供依据，而有效的预防措施则能最大程度地降低风险发生的可能性和危害程度，确保施工安全。

2 道桥工程施工安全风险评估的重要性

2.1 保障施工人员生命安全

道桥工程施工人员长期处于复杂且具有一定危险性的作业环境中，如高空作业、深基坑作业等。通过安全风险评估，能够提前发现可能对施工人员造成伤害的风险因素，如高处坠落、物体打击、坍塌等，并采取针对性的预防措施，为施工人员提供必要的安全防护，从而有效降低事故发生的概率，保障他们的生命安全。

2.2 确保工程质量与进度

安全风险不仅会对人员造成伤害，还可能对工程质量产生严重影响。例如，施工过程中的安全事故可能导致已完成的工程部分受损，需要返工修复，这不仅会增加工程成本，还会延误工期^[1]。通过科学的风险评估和有效的预防措施，能够避免因安全事故引发的工程中断或质量问题，确保工程按照预定计划顺利进行，按时交付使用，满足社会经济发展对交通基础设施的需求。

2.3 降低经济损失

道桥工程施工安全事故一旦发生，往往会带来巨大的经济损失，包括人员伤亡赔偿、设备损坏修复、工程延误罚款等。通过风险评估提前预防，可以有效避免或减少这

些损失，提高工程的经济效益。同时，稳定的安全生产环境也有助于提升企业的社会形象和市场竞争能力。

2.4 维护社会稳定

道桥工程作为重要的公共基础设施建设项目，其施工安全受到社会广泛关注。安全事故的发生可能引发社会舆论关注，影响社会稳定。通过有效的安全风险评估和预防措施，能够减少事故发生的可能性，维护社会的和谐与稳定。

3 道桥工程施工安全风险因素分析

3.1 自然环境因素

3.1.1 地质条件：不同的地质条件对道桥工程施工安全影响巨大。例如，在软土地基上进行施工，容易出现地基沉降、不均匀沉降等问题，导致桥梁基础不稳定，影响整体结构安全。此外，山区道桥工程可能面临滑坡、泥石流等地质灾害威胁，给施工带来极大安全隐患。

3.1.2 气候条件：恶劣的气候条件是道桥工程施工安全的重要风险因素。暴雨、洪水可能导致施工现场积水，影响施工机械的正常运行和基础工程的稳定性；高温天气可能引发施工人员中暑，降低工作效率，增加事故风险；大风天气对高空作业安全构成威胁，可能导致施工人员坠落或物体打击事故。

3.2 施工技术因素

3.2.1 施工工艺复杂：道桥工程涉及多种复杂施工工艺，如桥梁的悬臂浇筑、顶推施工等。这些工艺对施工技术要求高，若施工人员操作不当或技术不过关，容易出现质量问题和安全事故^[2]。例如，在悬臂浇筑过程中，挂篮的安装、移动和拆除等环节操作失误，可能导致挂篮坠落，危及施工人员生命安全。

3.2.2 技术方案不合理：施工方案是施工的指导性文件，若技术方案存在缺陷，如施工顺序安排不当、施工方法选择不合理等，会增加施工难度和安全风险。例

如,在桥梁基础施工中,若桩基施工方案未充分考虑地质条件,可能导致桩基施工质量不达标,影响桥梁整体稳定性。

3.3 人员因素

3.3.1 施工人员素质:施工人员的安全意识、操作技能和责任心对施工安全至关重要。部分施工人员安全意识淡薄,违规操作,如不佩戴安全防护用品、在高空作业不系安全带等,容易引发安全事故。此外,操作技能不足可能导致设备操作失误,影响施工安全。

3.3.2 管理人员水平:项目管理人员的安全管理能力和决策水平直接影响施工安全风险。若管理人员对安全风险识别和预防措施不到位,不能及时发现和解决安全隐患。例如,在安排施工进度时,若未充分考虑安全因素,可能导致施工混乱,增加安全风险。

3.4 设备与材料因素

3.4.1 施工设备故障:道桥工程施工涉及大量机械设备,如起重机、挖掘机、混凝土搅拌机等。设备老化、维护不当或操作失误可能导致设备故障,引发安全事故。例如,起重机钢丝绳断裂可能导致重物坠落,危及人员安全。

3.4.2 材料质量问题:不合格的建筑材料可能影响工程结构安全,增加施工风险。如使用强度不达标的混凝土,可能导致桥梁结构在施工过程中出现裂缝、变形等问题,甚至引发坍塌事故。

4 道桥工程施工安全风险评估方法

4.1 定性评估法

4.1.1 专家评估法:邀请道桥工程领域的专家,根据其专业知识和经验,对施工过程中的各类风险因素进行评估。专家通过现场考察、资料分析等方式,对风险发生的可能性和后果严重程度进行主观判断,并给出相应的风险等级。例如,在评估某桥梁基坑坍塌风险时,专家组首先对基坑的地质条件、支护方案、施工工艺等进行详细考察,然后结合以往类似工程的经验,认为该基坑所处地质条件较差,支护方案存在一定缺陷,施工工艺不够完善,综合判断基坑坍塌风险发生的可能性为“较高”,后果严重程度为“严重”,从而确定风险等级为“高风险”。

4.1.2 安全检查表法:制定详细的安全检查表,列出施工过程中可能存在的风险因素,如高处坠落、物体打击、坍塌等。施工人员根据检查表逐项检查,记录风险情况,并进行综合评估。例如,在桥梁上部结构施工安全检查表中,详细列出了高空作业平台防护、安全带使用、临时用电等检查项目。施工人员每天按照检查表进

行检查,若发现某项不符合要求,则记录下来并采取相应的整改措施。

4.2 定量评估法

4.2.1 概率风险评估法:通过收集历史数据和统计资料,分析风险因素发生的概率以及可能造成的损失。例如,统计过去十年道桥工程施工中高处坠落事故的发生概率和平均损失金额,结合当前工程特点,预测风险水平。

4.2.2 模糊综合评估法:考虑风险因素的模糊性和不确定性,运用模糊数学方法对风险进行综合评估。将风险因素划分为不同等级,如低风险、中风险、高风险。通过建立模糊评价矩阵,计算各风险因素的隶属度,得出综合风险等级。

4.3 定量与定性结合评估法

4.3.1 层次分析法(AHP):将施工安全风险分解为目标层、准则层和方案层,通过构建判断矩阵,计算各风险因素的权重,进而评估整体风险水平。例如,在评估某桥梁工程施工安全风险时,将施工安全风险作为目标层,将自然环境、施工技术、人员因素、设备与材料等作为准则层,再将每个准则层下的具体风险因素作为方案层。专家通过对各因素之间的重要性进行比较,构建判断矩阵,计算出各风险因素的权重,从而确定整体风险水平。

4.3.2 蒙特卡罗模拟法:对施工过程中的不确定性因素进行随机模拟,如天气变化、设备故障概率等。通过大量模拟,预测风险发生的可能性和影响程度。例如,在模拟某道桥工程施工过程中因暴雨导致施工现场积水的风险时,根据历史气象数据确定暴雨发生的概率分布,然后通过蒙特卡罗模拟法进行大量模拟,计算出在不同暴雨强度下施工现场积水的概率和积水深度,为制定相应的排水措施提供依据。

5 道桥工程施工安全预防措施

5.1 加强安全管理

5.1.1 完善安全管理制度:建立健全安全生产责任制,明确各级管理人员和施工人员的安全职责,确保安全管理制度的有效执行。例如,制定详细的安全操作规程,对施工人员进行定期培训和考核。在某道桥工程项目中,制定了《安全生产管理制度》《安全操作规程手册》等一系列安全管理制度,明确了项目经理、安全员、施工班组长等各级人员的安全职责,并要求施工人员在上岗前必须通过安全操作规程的考核^[3]。同时,定期对安全管理制度的执行情况进行检查和评估,对违反制度的行为进行严肃处理。

5.1.2 强化安全教育培训:定期组织安全教育培训活

动,提高施工人员的安全意识和操作技能。培训内容包括安全法规、安全操作规程、应急处理措施等。例如,针对新入职的施工人员,开展入场安全教育培训,使其了解施工现场的安全风险和注意事项;对特种作业人员,如电工、焊工等,进行专门的安全技术培训,确保其具备相应的专业技能和安全意识。此外,还可以通过案例分析、现场演示等方式,增强培训效果。

5.2 技术措施

5.2.1 优化施工方案:在施工前对工程进行详细勘察,制定科学合理的施工方案,充分考虑地质条件、气候因素等对施工安全的影响。例如,在软土地基处理中,采用合适的加固技术,防止地基沉降引发安全事故。在某软土地基上的桥梁工程中,经过方案比选,采用了水泥搅拌桩加固地基的方案,有效提高了地基的承载力,减少了地基沉降。同时,在施工方案中合理安排施工顺序,避免交叉作业带来的安全风险。

5.2.2 加强设备管理:定期对施工设备进行检查和维护,确保设备性能良好。例如,对起重机械、混凝土搅拌机等设备建立维护档案,记录检查和维修情况。在设备使用前,进行全面的安全检查,确保设备的制动系统、限位装置等安全部件完好有效。同时,加强对设备操作人员的培训和管理,要求其严格按照操作规程进行操作,严禁违规操作。

5.3 人员管理措施

5.3.1 规范人员资质管理:对特种作业人员(如电工、焊工等)实行严格的资质审查和培训制度,确保其具备相应的专业技能和安全意识。在招聘特种作业人员时,要求其提供有效的资格证书,并进行实际操作技能考核。同时,定期组织特种作业人员参加培训和复审,更新其知识和技能。

5.3.2 强化现场安全管理:在施工现场设置安全警示标识,配备必要的安全防护设施,如安全网、防护栏等。加强现场安全巡查,及时发现并消除安全隐患。例如,建立安全隐患排查台账,对发现的问题限时整改。在某施工现场,安全员每天进行多次巡查,对发现的安全隐患及时记录在台账上,并通知相关责任人进行整改。整改完成后,进行复查,确保隐患得到彻底消除。

5.4 应急管理措施

5.4.1 制定应急预案:针对可能发生的坍塌、火灾、触电等事故,制定详细的应急预案,明确应急响应流程、救援措施和责任追究机制。例如,在应急预案中规定,一旦发生坍塌事故,现场人员应立即撤离到安全区域,并及时报告项目负责人^[4]。项目负责人应迅速启动应

急预案,组织救援队伍进行救援,同时通知相关部门。在救援过程中,要确保救援人员的安全,避免二次事故的发生。

5.4.2 定期演练:定期组织应急演练,如消防、防汛等演练,检验并改进预案。例如,每半年组织一次消防演练,让施工人员熟悉消防器材的使用方法和火灾逃生路线。在演练结束后,对演练效果进行评估,针对存在的问题及时对应急预案进行修订和完善。

5.5 科技赋能安全

5.5.1 引入智能监控系统:在施工现场安装高清摄像头、传感器等设备,实时监测施工安全状况,如人员违规行为、设备运行状态等。一旦发现异常情况,及时发出警报,通知相关人员进行处理。例如,通过智能监控系统可以实时监测施工人员是否佩戴安全帽、是否在高处作业时系安全带等情况,对违规行为进行自动抓拍和记录。

5.5.2 利用大数据分析:对施工过程中的各类数据进行收集和分析,如施工进度、质量检测数据、安全事故数据等,提前发现潜在风险。例如,通过分析安全事故数据,找出事故发生的高发环节和原因,有针对性地采取预防措施。同时,利用大数据分析还可以优化施工方案和资源配置,提高施工安全性和效率。

结语

道桥工程施工安全风险评估与预防是一项复杂而系统的工程,需要从风险评估、技术措施、人员管理、应急准备等多方面入手。通过科学的风险评估方法,全面识别施工过程中的各类风险因素;采取有效的技术措施,优化施工方案,加强设备管理;强化人员管理,提高施工人员的安全意识和操作技能;完善应急管理,制定应急预案并定期演练;同时,充分利用科技手段,为施工安全提供有力保障。只有这样,才能有效降低事故发生率,保障道桥工程施工安全,为国家的交通基础设施建设做出更大贡献。未来,随着技术的不断进步,应持续优化风险评估体系,探索更加有效的预防措施,为道桥工程建设提供更加坚实的保障。

参考文献

- [1]交通运输部.2020-2024年全国公路水运工程建设安全生产形势分析报告[R].2024.
- [2]港珠澳大桥管理局.港珠澳大桥主体工程技术创新与实践[M].北京:人民交通出版社,2020.
- [3]杭州湾跨海大桥指挥部.杭州湾跨海大桥施工安全风险管控研究[J].中国公路学报,2019,32(5):1-10.
- [4]张伟,等.道桥工程分包管理风险传导机制与防控策略[J].建筑经济,2022,43(3):78-83.