

公路施工中的风险评估与预防机制研究

吕银杰

新疆北新岩土勘察设计有限公司 新疆 乌鲁木齐 830000

摘要: 本文剖析公路施工风险类型, 涵盖自然环境、施工技术、设备材料、人员与管理风险。阐述风险评估方法与流程, 包括定性、定量及综合评估方法, 以及风险识别、分析、评价流程。构建施工前、中、后风险预防机制与应急管理机制, 从场地规划、过程控制到工程验收、运营监测, 再到预案编制、演练评估, 为公路施工风险管控提供全面指导。

关键词: 公路施工; 风险评估; 预防机制; 应急管理; 风险类型

引言: 公路建设对国家经济发展意义重大, 但施工过程中面临诸多风险。自然环境复杂多变, 施工技术要求高, 设备材料质量参差不齐, 人员操作与管理水平各异, 这些因素都可能引发施工风险, 影响工程进度、质量与安全。深入研究公路施工风险评估与预防机制, 对保障公路施工顺利进行、提升工程质量具有重要意义。

1 公路施工风险类型分析

1.1 自然环境风险

复杂地质状况给公路施工带来诸多隐患。在软土地基区域, 由于土体承载能力弱, 公路路基易发生沉降。当软土层厚度较大且未采取有效处理措施时, 路基沉降不均匀, 致使路面开裂, 影响公路使用寿命与行车安全。滑坡地段施工面临边坡失稳风险, 开挖过程中改变原有土体平衡状态, 若未及时进行边坡防护, 雨水冲刷或震动作用下, 土体极易发生滑动, 掩埋施工设备与作业人员, 中断施工进度。岩溶地区存在地下溶洞、土洞等, 施工时若未探明地下空洞分布, 地基可能突然塌陷, 造成桥梁桩基断裂、隧道坍塌等严重事故。不同气候条件对公路施工危害各异。暴雨天气易引发洪水, 洪水携带泥沙冲击施工营地与临时设施, 冲毁材料堆放场地、拌和站等, 冲走施工设备与建筑材料。洪水还可能导致路基被浸泡, 土体含水量大幅增加, 强度降低, 出现路基松软、塌陷等问题。大风天气下, 高空作业的施工人员安全受威胁, 且易使未固定的临时结构物倒塌。强风对桥梁上部结构架设影响显著, 干扰吊装作业精度, 增加施工难度与风险。高温环境中, 混凝土水分蒸发过快, 表面迅速干燥收缩, 产生裂缝, 影响混凝土强度与耐久性。严寒天气下, 混凝土浇筑后内部水分结冰膨胀, 破坏混凝土内部结构, 导致混凝土强度无法达标, 甚至出现酥化现象。

1.2 施工技术风险

路基施工风险贯穿于整个路基工程。路基填筑过程中, 若填料选择不当, 或填筑厚度、压实遍数未达到要求, 就会出现压实度不足的问题, 导致路基在车辆荷载作用下产生过大变形^[1]。高填方路基由于填土高度大, 自身重力作用明显, 若边坡坡度设置不合理, 排水系统不完善, 极易引发滑坡, 威胁施工安全与工程质量。路面施工环节, 路面摊铺时摊铺机速度不稳定、振捣频率不当, 会致使路面平整度不达标, 影响行车舒适性与安全性。混合料在运输、摊铺过程中, 若离析现象严重, 局部粗、细集料分布不均, 会导致路面强度不一致, 易出现坑槽、松散等病害。桥梁与隧道施工属于高风险作业。桥梁基础施工中, 桩基成孔过程若遇到复杂地质, 易发生塌孔、缩颈等问题, 影响桩基承载力。桥梁上部结构架设时, 吊装设备故障、连接部位安装不牢固, 都可能引发结构坍塌事故。隧道开挖过程中, 围岩稳定性差, 若支护不及时, 极易发生塌方, 掩埋洞内施工人员与设备; 初期支护强度不足, 后期还可能出现衬砌开裂、渗漏水等问题。

1.3 施工设备与材料风险

施工设备在公路建设中扮演关键角色, 却也暗藏风险。起重机长期高强度使用, 若未定期维护保养, 钢丝绳磨损、制动系统失灵等故障可能突然出现, 吊装重物时极易引发坠落事故。吊钩磨损变形会降低承重能力, 导致构件脱落。摊铺机熨平板调试不准确, 摊铺的路面厚度不均; 振捣装置故障, 路面密实度难以达标。压路机液压系统密封件老化, 压力不足, 压实效果大打折扣。操作人员若对设备操作不熟练, 违规进行超负荷吊装、超速行驶等操作, 更会加剧设备运行风险, 错误操作搅拌站控制系统还会导致混凝土配合比失衡, 影响结构强度。建筑材料质量关乎公路工程根基。材料本身质量不合格, 如水泥强度不足、沥青针入度不达标, 直接

影响工程实体质量。材料进场检验缺失,不合格钢筋混入施工环节,埋下结构隐患。材料存储时,水泥受潮结块、砂石料含泥量超标,性能大幅降低。运输途中保护措施不到位,钢筋锈蚀、模板变形,使构建的公路结构难以达到设计要求。

1.4 人员与管理风险

人员操作风险多源于施工人员自身问题。部分施工人员安全意识薄弱,进入施工现场不佩戴安全帽、高空作业不系安全带,此类行为大幅增加了意外受伤的可能性。操作技能不足时,对施工工艺掌握不熟练,比如混凝土浇筑振捣时间把控不当,导致混凝土出现蜂窝、麻面,影响结构强度。违规作业现象也时有发生,擅自更改施工流程、简化操作步骤,脚手架搭建未按规范设置连墙件,致使脚手架稳定性降低,随时可能发生坍塌,这些行为都给施工安全与质量埋下隐患。管理协调风险影响着整个施工进度。施工组织管理混乱,施工计划安排不合理,各工序衔接不畅,土方开挖与基础施工顺序颠倒,导致工期延误。不同部门之间若缺乏有效沟通协调,材料供应部门与施工部门配合不当,易出现材料供应不及时或积压浪费的情况。安全管理制度不完善,对施工过程中的安全隐患排查不全面,奖惩机制不健全,难以约束施工人员行为,无法有效保障施工安全与工程质量。

2 公路施工风险评估方法与流程

2.1 风险评估方法

定性评估方法依赖经验判断展开风险分析。专家调查法通过收集有丰富公路施工经验者的见解,对潜在风险因素进行识别与分析。组织者将风险相关问题整理成问卷或提纲,向相关人员发放,收集反馈后汇总分析,梳理出可能存在的风险类型及影响^[2]。头脑风暴法则鼓励参与者围绕公路施工风险自由发言,在相互启发下,充分挖掘潜在风险,从多角度剖析风险特征与关联。定量评估方法借助数学模型剖析风险。层次分析法将公路施工风险评估的复杂问题分解为目标、准则、方案等层次,通过构建判断矩阵确定各风险因素权重,进而明确不同风险的重要程度排序。故障树分析法从某一不期望事件出发,逐步分析导致该事件发生的直接和间接原因,通过逻辑推理构建故障树,利用数学计算得出风险发生概率,直观展现风险因素间的因果关系。综合评估方法融合定性方法与定量手段优势。先通过定性方法挖掘各类风险,凭借经验初步判断风险性质与影响范围,再运用定量方法对定性分析结果进一步量化,精确计算风险发生概率与影响程度,弥补单一方法的局限,适用于公

路施工中复杂、多维度的风险评估场景。

2.2 风险评估流程

风险识别作为评估起始步骤,需多维度收集信息。深入挖掘过往类似公路施工项目档案,梳理曾经出现的风险事件,从中探寻潜在风险线索。对施工现场开展实地勘查,细致观察地形地貌走势、周边环境状况以及现有施工条件,将这些实际情况与施工设计图纸、施工组织方案紧密结合,从自然环境、施工技术、设备材料、人员管理等方面着手,全面排查各类风险因素。风险分析围绕可能性与影响程度展开。借助历史经验以及行业惯例,对识别出的风险因素发生概率进行预估。同时,评估风险一旦发生,对施工进度的延误、质量的影响、安全的威胁程度,综合两项因素,将风险划分为高、中、低不同等级,清晰界定风险严重程度。风险评价通过将分析结果与既定标准对比完成。经对照判断,明确各类风险是否处于可接受范围。若风险超出标准,立即针对该风险制定预防措施;若风险在可接受范围内,也保持持续关注,以便应对后续可能出现的变化。

3 公路施工风险预防机制构建

3.1 施工前预防措施

施工场地规划需兼顾多方因素。地形地貌影响布局,山区关注边坡稳定,平原侧重排水;交通条件决定运输与设备通道,需预留空间。材料堆放区要防潮,水泥设专用库房;设备停放区压实地面,留出安全操作半径^[3]。临时办公与生活区远离爆破、危险品区域,设应急通道。资源调配强调科学合理。人力资源依施工进度分阶段配置,保障工种与技术匹配;材料采购提前规划,考量生产运输周期;设备选型契合工程需求与成本;资金使用细化到各环节,保障关键工序。施工方案立足现场,特殊地质与复杂工艺经论证,技术交底落实到班组,明确质量与操作标准。风险预控计划需系统化构建。综合检查表法与头脑风暴法,全面识别施工全程风险;用矩阵分析法,从概率与影响维度评估风险等级。预防措施明确技术与管理要求,责任划分到个人,时间安排契合工序。配备充足资源支持风险预防,建立检查机制定期核查落实情况,定期开展预案演练检验应急准备。

3.2 施工过程预防措施

路基施工需严格控制填料质量和压实度,不良土质需改良处理。填筑过程分层碾压,每层厚度不超过30cm,压实度检测合格后方可继续施工。边坡同步防护,完善排水设施,特殊路段采取针对性措施。路面施工重点控制基层强度和平整度。沥青混合料温度控制在150-160℃,运输过程保温。摊铺作业连续均匀,碾压遵

循先轻后重原则。接缝处理精细，各项质量指标严格检测。桥梁施工确保基础承载力达标，桩基检测完整性和垂直度。墩台施工控制垂直度，模板支撑牢固。梁板安装平稳准确，专人指挥吊装作业。预应力张拉规范，桥面铺装平整。隧道施工加强超前地质预报，合理选择开挖方法。初期支护及时跟进，系统开展监控量测。完善通风照明，精细防水施工，确保作业环境安全。设备管理建立完善维护体系，日常保养和定期检修相结合。及时处理故障，严禁带病作业。操作人员持证上岗，完整记录运行数据。特种设备严格管理，按规定检测备案。材料质量控制规范流程，严格供应商选择和进场检验。科学分类存储，建立使用台账。质量证明齐全可追溯，不合格品及时处理。人员培训分层实施，管理人员侧重法规标准，操作人员侧重安全技能。针对性技术交底，实战化应急培训。定期考核评价，经常性行为观察，组织经验分享。

3.3 施工后风险管控

工程验收评估注重全面细致。运用先进检测手段，对公路路基、路面、桥梁等关键部位进行实体检测，不放过任何一处潜在隐患。严格审查施工资料，确保数据真实、记录完整。发现问题立即整改，从问题提出、整改实施到复查验收形成闭环管理。统一验收标准，严格遵循规范要求执行，明确各参与方质量责任，落实终身责任制。编制详实的评估报告，为后续运营维护提供可靠依据。运营监测系统追求科学有效。合理布置监测点，在隧道接缝、桥梁支座等重点部位加密设置。依据公路运营阶段特点，灵活调整监测频率，关键期加大监测频次。及时分析监测数据，一旦出现异常立即触发预警^[4]。科学设定预警阈值，分级制定响应标准，确保信息传递畅通，实现快速反应。制定具体维护计划，指导日常养护工作有序开展。经验总结提升持续推进。全面分析施工全过程案例，既总结成功经验，也深入剖析失败教训。针对暴露问题制定具体改进措施，明确实施要求。系统开展知识管理，建立标准化文档。紧密跟进技术研发，着力解决行业共性难题。及时更新培训教材，将最新成果融入其中。不断完善制度标准，形成长效管理机制。

3.4 应急管理机制

预案编制强调科学实用。深入剖析公路施工各类潜在突发事件，构建健全组织体系，清晰界定指挥层级与职责。细化处置程序，将应急操作拆解为具体步骤。依风险等级合理配置资源，保障响应效率。搭建畅通信息渠道，确保突发状况下指令快速传递。定期开展预案评审，结合实际需求及时更新完善内容。应急准备工作需与预案紧密配合，追求充分到位。配备齐全救援装备，从起重设备到破拆工具，均落实定期检查维护制度。物资储备综合考量各类险情需求，保证数量充足、品类齐全。打造专业救援队伍，通过高强度技能训练提升实战能力。常态化开展演练与培训，持续磨砺应急反应速度。建立联动机制，整合多方力量形成处置合力，落实各项保障措施，确保应急机制稳定运转。演练评估注重客观有效。模拟真实场景，涵盖塌方、火灾等各类险情。详细记录演练全程，收集各环节信息。精准定位问题，聚焦指挥协调、资源调配等关键环节。提出切实可行改进建议，确保整改措施可落地。依据演练反馈及时修订预案，推动其持续优化。主动推广有效经验，促进应急管理水平整体提升。

结束语

公路施工风险评估与预防机制研究对保障公路建设安全和质量至关重要。通过对公路施工风险类型的全面分析，以及风险评估方法与流程的深入探讨，构建了涵盖施工前、中、后及应急管理的预防机制。这些措施有助于提前识别风险，采取有效应对策略，降低风险发生概率和影响程度。未来，还需不断优化和完善风险评估与预防机制，以适应公路建设发展的新需求。

参考文献

- [1]刘建波.高速公路安全施工管理中的风险评估与防控策略[J].广东安全生产技术,2025(6):25-27.
- [2]孙志斐.公路桥梁施工中的安全风险评估与控制策略[J].汽车博览,2024(23):142-144.
- [3]刘占阳.公路工程路堑高边坡施工安全管理风险评估与控制策略研究[J].现代工程科技,2025,4(5):149-152.
- [4]张二华.公路桥梁和隧道施工风险评估及控制策略研究[J].现代工程科技,2024,3(10):121-124.