

风险评估方法在安全工程中的应用与优化

王红云

130502*****0053

摘要：安全工程是保障生产生活安全、防范事故发生的关键领域，而风险评估作为安全工程的核心环节，其方法的科学性与适用性直接影响风险防控效果。当前安全工程中风险评估存在方法选择不当、评估精度不足、动态性欠缺等问题，难以应对复杂多变的安全风险场景。本文聚焦风险评估方法在安全工程中的应用与优化，梳理当前方法应用的现状短板与安全防控需求，分析主流风险评估方法的特性与适用场景，探索方法在不同安全工程场景的应用路径，研究方法优化的技术方向与实施策略，旨在为提升安全工程风险评估的精准性与有效性提供理论支撑，助力构建更完善的安全风险防控体系。

关键词：风险评估方法；安全工程；风险防控；方法优化；应用路径

DOI：10. 64216/3080-1508. 25. 12. 082

引言

安全工程涵盖工业生产、建筑施工、公共安全等多个领域，其核心目标是识别、分析、控制安全风险，减少事故发生概率与损失。风险评估作为安全工程的前置性与核心工作，通过系统分析潜在风险因素、评估风险等级，为风险防控决策提供依据。当前安全工程中，部分风险评估仍依赖传统经验型方法，缺乏科学量化支撑；同时，面对新型安全风险，现有评估方法适配性不足，导致风险识别不全面、评估结果与实际偏差较大。

1 风险评估方法在安全工程中的应用现状及需求

1.1 方法应用常见问题

当前安全工程中风险评估方法应用存在多方面常见问题。部分安全工程在选择评估方法时，未结合项目实际风险特点与场景复杂度，盲目选用通用方法，如在高风险化工项目中仅采用简单定性评估，无法精准量化风险程度，导致评估结果缺乏指导性。评估过程中数据收集不全面，部分关键风险因素数据缺失，仅依赖有限数据开展评估，结果准确性大打折扣。

1.2 复杂场景风险防控需求

复杂安全风险场景下，安全工程的风险防控提出多方面核心需求。从风险识别角度，要求风险评估方法能全面覆盖多类型风险因素，如在化工园区场景中，需同时识别设备故障、化学品泄漏、人员操作失误等风险，避免遗漏关键隐患。从风险分析角度，需要评估方法具备处理多风险耦合的能力，能分析不同风险间的相互影响，如设备故障与人员失误叠加可能引发的连锁事故，

精准判断风险叠加后的等级。从风险控制角度，要求评估结果能直接为防控措施制定提供明确依据，如指出高风险环节需优先采取的管控手段，提升风险防控的针对性与有效性。

1.3 方法新要求

新时代安全工程对风险评估方法提出多方面新要求。从精细化角度，要求评估方法能细化风险评估颗粒度，不仅评估整体项目风险，还能深入到具体工序、设备、岗位，实现“宏观 - 中观 - 微观”多层级风险评估，满足精细化管理需求。从智能化角度，需要评估方法融入智能技术，能自动采集风险数据、实时分析风险变化，减少人工干预，提升评估效率与准确性，适应安全工程智能化发展趋势。从协同性角度，要求评估方法支持多部门数据共享与协同评估，如安全管理部门、技术部门、生产部门能共同参与评估过程，整合多维度风险信息，确保评估结果更全面、客观。

2 安全工程中主流风险评估方法的分类与特性

2.1 定性风险评估方法及功能特点

定性风险评估方法以文字描述、等级划分的方式分析风险，具有操作简便、成本低的功能特点。常见方法包括安全检查表法、故障类型和影响分析法等。安全检查表法通过制定涵盖关键风险点的检查表，逐一核查风险是否存在，适用于风险场景简单、基础数据不足的安全工程，能快速识别明显风险隐患。故障类型和影响分析法通过分析设备或系统可能出现的故障类型，评估故障对安全的影响程度，帮助工作人员明确重点关注的故障模式。该类方法无需复杂计算，依赖评估人员专业经

验开展,能在短时间内完成评估,但评估结果缺乏精确量化数据,主观性较强,适用于初步风险筛查或低风险项目。

2.2 定量风险评估方法及技术特性

定量风险评估方法通过量化风险参数、计算风险数值,实现对风险的精准分析,具有结果精确、客观性强的技术特性。常用方法包括故障树分析法、事件树分析法、风险矩阵法等。故障树分析法通过构建逻辑模型,分析导致事故发生的各风险因素间的因果关系,计算事故发生概率;事件树分析法从初始事件出发,分析后续可能发展的路径及结果,量化各路径的风险概率。该方法需收集大量精确数据,通过数学模型计算风险等级,结果以数值形式呈现,能为高风险、复杂场景的安全决策提供精准数据支撑。但方法操作复杂,对评估人员专业能力与数据质量要求高,评估周期较长。

2.3 半定量风险评估方法及适用优势

半定量风险评估方法结合定性与定量评估的特点,通过将定性指标量化赋值,实现风险的半精确分析,具有灵活性强、适用性广的适用优势。典型方法包括风险等级矩阵法、LEC 评价法(危险性评价法)等。LEC 评价法通过对暴露于危险环境的频繁程度(E)、危险发生的可能性(L)、事故造成的后果(C)分别赋值,计算风险值并划分风险等级,兼顾定性描述与定量计算。该方法无需像定量方法那样收集海量精确数据,只需对关键指标进行合理赋值,操作难度低于定量方法。

3 风险评估方法在不同安全工程场景的应用路径

3.1 工业生产安全工程应用

风险评估方法在工业生产安全工程(如化工、机械制造)中,需结合行业风险特性构建应用路径。在化工生产场景,优先采用定量风险评估方法,如故障树分析法,分析化学品储罐泄漏、反应釜超温等关键风险,通过收集设备参数、化学品特性数据,计算事故发生概率与影响范围,明确高风险区域并制定隔离、监测措施。在机械制造场景,采用半定量风险评估方法,如 LEC 评价法,针对机床操作、物料搬运等工序,评估人员操作风险、设备故障风险,根据风险等级优化操作规程,为高风险工序配备防护设备,同时定期采用安全检查表法开展日常风险筛查,确保风险持续可控。

3.2 建筑施工安全工程应用

在建筑施工安全工程(如深基坑、高空作业)中,风险评估方法需适配施工动态性特点设计应用路径。针对深基坑施工,采用“定性+定量”结合的路径,前期用安全检查表法识别基坑支护、降水系统、周边环境等风险;施工过程中用定量方法如数值模拟分析法,监测基坑变形、支护结构应力变化,计算变形超限风险概率,及时调整支护方案。针对高空作业场景,采用半定量风险评估方法如风险矩阵法,从作业高度、防护措施、人员资质等维度赋值,评估坠落风险等级,对高风险作业安排专人监护,同时每日施工前用简易定性评估快速核查安全隐患,确保作业安全。

3.3 公共安全工程应用

风险评估方法在公共安全工程(如消防安全、公共设施安全)中,需围绕公众安全构建应用路径。在消防安全场景,采用定性与半定量结合的方法,先用安全检查表法排查建筑消防设施、疏散通道、用火用电管理等风险;再用风险等级矩阵法,根据火灾发生可能性、人员密集程度、疏散难度赋值,划分建筑火灾风险等级,针对高风险区域增设消防设施、优化疏散路线。在公共设施(如桥梁、地铁)安全场景,采用定量风险评估方法,通过传感器收集设施结构参数、运行数据,用故障树分析法评估结构失效、设备故障风险,制定定期维护计划,同时建立风险预警机制,确保公共设施运行安全。

4 风险评估方法在安全工程中的优化方向与策略

4.1 智能化技术优化

基于智能化技术的风险评估方法优化,可通过融合 AI、大数据技术提升评估效能。利用大数据技术整合安全工程历史风险数据、实时监测数据、行业案例数据,构建多维度风险数据库,为评估提供充足数据支撑,减少数据缺失导致的评估偏差。引入 AI 算法如机器学习、深度学习,训练风险评估模型,实现风险因素自动识别、风险等级智能计算,如通过图像识别技术自动识别施工现场违规行为风险,通过预测模型预判设备故障风险变化趋势。同时,开发智能评估平台,集成数据采集、模型计算、结果可视化功能,实现评估全流程自动化,提升评估效率与精准性。

4.2 动态风险场景优化

面向动态风险场景的评估方法适应性优化,需聚焦场景变化特性调整方法设计。建立风险场景动态感知机制,通过实时监测设备捕捉风险场景参数变化,如施工

场景中工序切换、人员流动、环境变化等，及时触发评估方法调整。针对场景动态性，设计可迭代更新的评估模型，如在项目施工不同阶段，自动调整评估指标权重与风险阈值，避免固定模型无法适配阶段风险变化。开发轻量化动态评估模块，能快速响应场景变化，在不中断整体评估流程的前提下，完成局部风险重评估，确保评估结果始终与动态场景匹配，提升方法对复杂动态风险的适配能力。

4.3 多学科理论融合优化

结合多学科理论的风险评估方法融合优化，可通过引入其他学科理论丰富评估维度。引入系统工程理论，将安全工程视为复杂系统，从系统整体视角分析风险间的关联与耦合，避免孤立评估单一风险，提升风险分析的系统性。融合管理学理论，在评估过程中纳入人员管理、流程管理等因素，如分析管理漏洞对风险发生的影响，使评估结果更全面反映安全工程实际情况。借鉴统计学、运筹学理论，优化评估数据处理与模型构建方法，提升评估计算的科学性与严谨性，同时结合心理学理论分析人员行为风险的内在动因，使风险评估不仅关注客观因素，也兼顾主观人为因素，实现多维度融合优化。

5 风险评估方法应用与优化的保障机制及发展趋势

5.1 标准化与规范化保障

风险评估方法应用的标准化与规范化保障，需从制度与标准层面构建体系。制定风险评估方法应用标准，明确不同类型安全工程适用的评估方法、数据采集要求、评估流程、结果判定标准，避免方法应用的随意性，如规定化工高风险项目必须采用定量评估方法，并明确数据采集的范围与精度。建立评估结果审核与认证机制，由专业机构对评估过程与结果进行审核，确保评估符合标准要求，提升评估结果的可信度与权威性。同时，定期更新标准体系，结合安全工程技术发展与新型风险变化，修订完善标准内容，确保标准始终适配行业发展需求，为方法应用提供统一规范的指导。

5.2 人员能力与培训保障

评估人员专业能力与技术培训保障机制，是确保方法有效应用的关键。制定评估人员能力标准，明确评估人员需具备的专业知识（如安全工程理论、评估方法原理）、操作技能（如数据处理、模型应用）、实践经验要求，建立人员资质认证制度，只有通过认证的人员才

能开展评估工作。设计分层培训体系，针对新手人员开展基础方法操作培训，针对资深人员开展复杂场景评估、智能化评估技术应用培训，结合案例教学、实操演练提升培训效果。建立培训考核与持续教育机制，定期考核人员能力，要求人员参与持续教育更新知识体系，确保评估人员始终具备适配的专业能力，支撑风险评估方法科学应用。

5.3 创新发展趋势

未来安全工程中风险评估方法将呈现多方向创新发展趋势。在技术融合方面，将数字孪生、元宇宙技术与风险评估结合，构建安全工程数字孪生模型，在虚拟场景中模拟风险发生、发展过程，实现风险的可视化评估与动态推演，提升评估的直观性与前瞻性。在方法协同方面，发展“多方法协同评估”模式，根据安全工程不同阶段、不同风险类型，自动组合适配的评估方法，如前期用定性方法筛查风险，中期用半定量方法分析风险，后期用定量方法精准评估，实现方法间的优势互补。在绿色安全理念融合方面，将风险评估与绿色低碳要求结合，评估风险时纳入环保因素，如分析风险事故对环境的影响，推动安全工程向“安全 - 环保 - 高效”协同方向发展。

6 结论

本文围绕风险评估方法在安全工程中的应用与优化展开研究，梳理了方法应用现状与需求、主流方法分类与特性、不同场景应用路径、优化方向与策略及保障机制与发展趋势。研究表明，当前风险评估方法应用存在选择不当、动态性不足等问题，难以满足复杂安全工程需求；通过分类应用定性、定量、半定量方法，并结合工业、建筑、公共安全场景构建路径，可提升评估适配性；借助智能化技术、动态优化、多学科融合，能实现方法效能升级；而标准化、人员培训保障则为方法落地提供支撑。

参考文献

- [1] 李少博. 公路工程施工安全风险评估方法研究进展与智能化发展趋势[J]. 现代职业安全, 2025, (08): 74-76.
- [2] 肖思宇, 陈彦茹. 基于机器学习的应急事件安全风险评估与预测方法研究[J]. 现代职业安全, 2024, (09): 93-95.
- [3] 李洪江. 基于多源信息融合的隧道安全风险评估[J]. 城市轨道交通研究, 2024, 27(07): 65-71.