

房建工程深基坑施工安全风险评估与动态监控方法

于胜学

中交一公局第九工程有限公司 广东 广州 511300

摘要：随着城市化进程的加速，房建工程规模不断扩大，深基坑施工日益增多。本文聚焦房建工程深基坑施工，深入剖析其安全风险类型，涵盖地质与水文条件、支护结构、施工操作与管理以及周边环境影响等方面。系统阐述安全风险评估方法，包括风险识别、分析以及评价方法。同时，详细介绍施工动态监控方法，涉及监测项目与监测点布置、监测技术与仪器设备、监测数据处理与分析，以及预警机制与应急响应。旨在为房建工程深基坑施工提供全面的安全风险评估与动态监控指导，提升施工安全性，保障工程顺利进行。

关键词：房建工程；深基坑施工；安全风险评估；动态监控方法

引言：城市化进程中，房建工程对地下空间的开发需求日益增长，深基坑施工成为重要环节，但其规模扩大与复杂度提升也带来诸多安全挑战。深基坑施工易受地质水文条件波动、支护结构稳定性、施工操作规范性及周边建筑与管线环境等因素影响，一旦发生坍塌、沉降等事故，不仅威胁人员生命安全，还会造成巨额经济损失与社会影响。当前部分工程存在风险评估流程不完整、动态监控措施不完善等问题，难以有效应对施工中的安全隐患。因此，深入研究深基坑施工安全风险评估与动态监控方法，对提升工程安全管理水平、防范事故发生具有重要现实意义，也是建筑行业高质量发展的必然要求。

1 房建工程深基坑施工安全风险评估的重要性

1.1 预防事故发生

房建工程深基坑施工环境复杂，地质条件多变，周边环境影响因素众多，稍有不慎就可能引发坍塌、涌水等严重事故。通过安全风险评估，能提前对施工过程中的各类风险进行全面识别、分析和评价。比如，对地质与水文条件风险评估，可了解软弱土层、地下水位变化等情况，提前制定针对性防范措施；对支护结构风险评估，能发现设计或施工中的缺陷并及时整改。从而将事故隐患消除在萌芽状态，有效预防事故的发生，确保深基坑施工在安全的环境下顺利进行，避免因事故导致的施工中断和延误。

1.2 优化施工方案

安全风险评估为施工方案的优化提供了科学依据。在评估过程中，会对不同的施工方法、工艺和流程进行风险分析。例如，在对比不同的基坑开挖方式时，评估其可能带来的边坡稳定风险、对周边环境的影响风险等。根据评估结果，选择风险最小、最安全可行的施工

方案。同时，还能对施工方案中的支护结构、降水措施等关键环节进行优化，提高施工方案的科学性和合理性。使施工方案既能满足工程质量和进度要求，又能最大程度降低安全风险，实现安全与效益的统一。

1.3 保障人员安全

房建工程深基坑施工涉及大量施工人员，他们的生命安全是重中之重。安全风险评估能够全面识别施工过程中可能对人员造成伤害的风险因素，如高处坠落、物体打击、触电等。通过对这些风险因素的评估和分析，制定相应的安全防护措施和应急预案。例如，在基坑周边设置防护栏杆、安装安全网，为施工人员配备个人安全防护用品等。同时，开展安全教育培训，提高施工人员的安全意识和应急处置能力。从而为施工人员创造一个安全的工作环境，有效保障他们的生命安全和身体健康。

1.4 减少经济损失

深基坑施工事故一旦发生，往往会造成巨大的经济损失，包括人员伤亡赔偿、工程修复费用、工期延误损失等。安全风险评估通过提前识别和防范风险，能够避免或减少事故的发生，从而降低这些直接和间接经济损失。此外，合理的安全风险评估还可以优化资源配置，避免因安全措施不足导致的重复施工和资源浪费。例如，根据评估结果合理安排安全防护设施的投入，既能满足安全要求，又能控制成本。同时，保障施工的顺利进行，按时完成工程任务，避免因工期延误产生的额外费用，提高工程的经济效益^[1]。

2 房建工程深基坑施工安全风险类型剖析

2.1 地质与水文条件风险

房建工程深基坑施工时，地质与水文条件复杂多变带来诸多风险。不同地质土层的物理力学性质差异大，如软土、砂土等，其承载力和稳定性不同，可能导致基

坑边坡失稳、坑底隆起等问题。地下水文情况也不容忽视，地下水位的高低、水流方向及渗透性等，会影响基坑的渗流稳定性。若对地质与水文条件勘察不准确、不全面，无法掌握其真实状况，在施工时就会因地质突变或地下水异常涌动，引发基坑坍塌、涌水等安全事故，严重威胁施工安全。

2.2 支护结构相关风险

支护结构是深基坑施工安全的关键防线，但存在多种风险。支护结构选型不当，与实际地质条件和基坑深度不匹配，无法有效承受土压力和水压力，易导致支护结构变形、破坏。施工质量问题也较为突出，如混凝土强度不足、钢筋配置不合理、支护桩垂直度偏差大等，会降低支护结构的整体稳定性。此外，支护结构使用过程中，若缺乏定期检查和维护，不能及时发现和处理裂缝、渗漏等隐患，也会使支护结构失效，进而引发基坑安全事故。

2.3 施工操作与管理风险

施工操作与管理环节存在诸多风险因素。施工人员技术水平参差不齐，部分工人未经过专业培训，不熟悉施工工艺和操作规程，在基坑开挖、支护安装等作业中，可能出现违规操作，如超挖、野蛮施工等，影响基坑安全。施工管理方面，现场协调不畅，各工种之间施工顺序和时间安排不合理，易造成施工混乱。同时，施工进度安排不当，为赶工期而忽视安全措施的落实，也会增加事故发生的概率，给深基坑施工带来安全隐患。

2.4 周边环境影响风险

房建工程深基坑施工受周边环境影响显著。周边建筑物的基础形式、结构类型和与基坑的距离不同，在基坑施工时，若支护不当或降水措施不合理，可能引起周边建筑物的不均匀沉降、倾斜甚至开裂，影响其正常使用和安全。地下管线分布复杂，如给水管、排水管、电缆等，基坑施工可能导致管线破裂、移位，造成供水、供电中断等事故。此外，周边道路在基坑施工影响下，可能出现路面沉降、开裂，影响交通通行，甚至引发交通事故。

3 房建工程深基坑施工安全风险评估方法

3.1 风险识别方法

房建工程深基坑施工安全风险识别是评估的基础，旨在全面找出可能影响施工安全的潜在风险因素。首先是专家调查法，邀请地质、结构、施工等多领域专家，凭借其丰富经验和专业知识，通过会议、问卷等形式，对深基坑施工各环节可能存在的风险进行识别和判断，能广泛收集各方意见，识别出较为隐蔽的风险。其次是

检查表法，依据相关规范、标准和以往工程经验，制定详细的检查表，对深基坑施工的场地条件、支护结构、施工工艺等方面进行逐项检查，从而发现潜在风险，该方法操作简单、针对性强。再者是事故树分析法，以已发生的事故为顶上事件，逐步分析导致事故发生的各种直接和间接因素，绘制事故树图，找出所有可能导致事故的路径和风险因素，能深入剖析事故发生的原因和机理。另外，现场勘察法也不可或缺，通过实地观察深基坑施工现场的地质情况、周边环境、施工设备运行状况等，直观识别存在的风险，如发现现场存在软弱土层、地下管线破损等风险因素^[2]。

3.2 风险分析方法

风险分析是对识别出的风险进行深入研究和量化评估，以确定风险的可能性和影响程度。定性分析方法中，层次分析法应用广泛。它将深基坑施工安全风险分解为多个层次，通过两两比较确定各因素的相对重要性，构建判断矩阵，计算权重，从而对风险进行排序，明确主要风险因素。定量分析方法里，蒙特卡洛模拟法较为常用。它基于概率统计理论，通过建立风险变量的概率分布模型，进行大量随机抽样模拟，计算风险发生的概率和可能造成的损失，为风险评估提供量化依据。还有模糊综合评价法，考虑到深基坑施工风险具有模糊性的特点，运用模糊数学理论，将风险因素进行模糊化处理，通过建立模糊评价矩阵和权重向量，计算出综合评价结果，能更准确地反映风险的实际情况。

3.3 风险评价方法

风险评价是根据风险分析的结果，对深基坑施工安全风险进行综合评判，确定风险等级，以便采取相应的措施。单因素风险评价法是对每个风险因素单独进行评价，根据其可能性和影响程度，划分不同的风险等级，如低、中、高风险，简单直观但缺乏整体性。多因素综合评价法综合考虑多个风险因素，常用的有综合指数法。它先确定各风险因素的权重，再根据风险等级赋予相应的分值，通过计算综合指数来确定整体风险等级，能全面反映风险的总体状况。另外，基于风险矩阵的评价方法也很实用。以风险发生的可能性和后果严重程度为两个维度，构建风险矩阵，将不同组合对应到不同的风险等级区域，直观地展示风险的大小和等级，便于决策者快速判断风险状况并制定应对策略。

4 房建工程深基坑施工动态监控方法

4.1 监测项目与监测点布置

房建工程深基坑施工动态监控中，监测项目与监测点布置至关重要。监测项目涵盖多方面，支护结构监测

包括支护桩（墙）顶水平位移、竖向位移，能反映支护结构的稳定状态；深层水平位移监测可掌握支护结构内部变形情况。周边环境监测有周边建筑物沉降、倾斜，能及时发现对周边建筑的影响；地下管线变形监测可避免管线破坏。此外，还有坑底隆起、地下水位变化等监测项目。监测点布置要科学合理。支护结构监测点沿基坑周边均匀布置，在阳角、变形较大处适当加密。建筑物监测点布置在基础类型不同、荷载差异大及可能产生差异沉降的部位。地下管线监测点根据管线类型、材质和重要性，在管线上方或附近设置。地下水位监测孔应布置在降水影响范围内且具有代表性位置。同时，监测点应具备良好的通视条件和稳定性，便于长期观测，且要考虑施工影响，避免被破坏，确保能准确获取监测数据，为深基坑施工安全提供可靠依据。

4.2 监测技术与仪器设备

在房建工程深基坑施工动态监控里，多种监测技术与仪器设备发挥着关键作用。对于位移监测，全站仪可精确测量支护结构顶部的水平位移和竖向位移，通过设置基准点和监测点，定期测量获取数据。测斜仪用于深层水平位移监测，将其放入测斜管中，能测量不同深度的位移变化。沉降监测常用水准仪，通过建立高程控制网，测量周边建筑物、坑底等部位的沉降量。对于地下水位监测，水位计可实时监测地下水位的变化情况。此外，一些先进的监测技术也逐渐应用，如自动化监测系统，能实现数据的自动采集、传输和处理，提高监测效率和准确性。激光扫描技术可快速获取基坑及周边环境的三维数据，直观反映变形情况。这些监测技术与仪器设备相互配合，为深基坑施工动态监控提供了全面、准确的数据支持，有助于及时发现安全隐患并采取措施。

4.3 监测数据处理与分析

房建工程深基坑施工动态监控中，监测数据处理与分析是核心环节。采集到的原始监测数据往往存在误差和噪声，需进行预处理，包括数据平滑、滤波等操作，去除异常值，提高数据质量。随后，对处理后的数据进行统计分析，计算各项监测指标的平均值、标准差、变化速率等，了解数据的分布特征和变化趋势。通过绘制位移-时间曲线、沉降-时间曲线等图表，直观展示监测数据的变化情况，便于分析变形规律。同时，结合地质条

件、施工工况等因素，对监测数据进行综合分析。判断变形是否在允许范围内，若出现异常变化，分析其产生的原因，如是否因支护结构失效、地下水位突变或施工操作不当等引起。利用数值模拟软件建立基坑模型，将监测数据与模拟结果进行对比验证，进一步评估基坑的安全状况，为施工决策提供科学依据，确保深基坑施工安全顺利进行。

4.4 预警机制与应急响应

房建工程深基坑施工动态监控需建立完善的预警机制与应急响应体系。预警机制方面，根据监测数据和分析结果，设定不同级别的预警值，如黄色预警、橙色预警和红色预警。当监测数据达到相应预警值时，及时发出预警信号，明确预警级别和可能存在的风险。应急响应体系应包含应急组织机构、应急预案和应急资源保障等内容。一旦发出预警，应急组织机构迅速启动应急预案，组织相关人员赶赴现场进行处置。根据预警级别和风险情况，采取相应的应急措施，如加强监测频率、对支护结构进行加固、停止施工等。同时，定期组织应急演练，提高应急人员的响应速度和处理能力。确保在发生突发情况时，能够迅速、有效地进行应对，最大限度地减少事故损失，保障施工人员生命安全和工程财产安全，维护施工现场的稳定秩序^[3]。

结束语

综上，房建工程深基坑施工安全管理关乎工程全局与人员财产安全，不可忽视。本文梳理的风险评估方法，通过系统识别、分析与评价，精准应对地质水文、支护结构等四类核心风险；构建的动态监控体系，凭借科学监测布置、适配技术设备与高效预警机制，实现施工全程安全管控。二者结合，为预防事故、优化方案、减少损失提供了切实可行的路径。

参考文献

- [1]李明.深基坑施工风险评估与管理方法研究[J].建筑科学,2021,34(6):45-50.
- [2]张伟.深基坑施工中的安全管理与风险控制[J].工程管理,2021,25(4):123-128.
- [3]王强.基于BIM技术的深基坑施工风险评估与动态监控方法[J].建筑技术,2020,29(3):167-172.