

地质勘查项目风险评估与管理策略

支有文

新疆地质局阿勒泰地质大队 新疆 阿勒泰 836500

摘要：地质勘查作为资源开发、工程建设等领域的基础性工作，其项目实施面临着诸多不确定性。本文聚焦地质勘查项目风险评估与管理策略。明确了地质勘查项目定义与类型，阐述其核心目标、技术方法及应用领域。探讨了风险评估方法，包括定性、定量及定性定量相结合的评估方式，分析不同方法适用场景。识别了自然环境、技术、经济、管理四类风险。提出了风险规避、减轻、转移、接受四种管理策略，涵盖技术改进、保险投保、应急预案等多方面举措。旨在为地质勘查项目提供科学的风险管理框架，保障项目顺利实施，提高资源开发与工程建设的安全性及经济效益。

关键词：地质勘查项目；风险评估方法；风险识别；管理策略

引言：地质勘查项目实施过程中面临诸多风险，如自然环境复杂多变、勘查技术存在局限、经济形势波动以及管理协调困难等，这些风险可能影响项目进度、质量和成本，甚至导致项目失败。因此对地质勘查项目进行全面、系统的风险评估，并制定科学合理的管理策略，成为保障项目顺利推进的关键。

1 地质勘查项目定义与类型

1.1 地质勘查项目的定义

地质勘查项目是以获取特定区域地质信息为核心目标，综合运用地质学、地球物理学、地球化学等多学科理论与技术方法，系统开展地质调查、资源勘探及环境评价的工程实践活动。其本质是通过科学探测与分析，揭示地下地质结构、矿产资源分布、岩土工程特性及环境地质条件，为资源开发、工程建设、灾害防治等提供关键数据支撑。地质勘查项目的实施需遵循严格的技术规范与流程，从前期立项论证、方案设计，到中期野外作业、数据采集，再到后期成果分析与报告编制，每个环节都紧密关联。项目的核心任务在于解决地质问题的不确定性，通过对岩石、土壤、地下水等地质体的调查研究，明确区域地质构造演化历史、矿产成矿规律、工程地质稳定性等关键信息，为后续决策提供科学依据。

1.2 地质勘查项目的类型

根据勘查目的与应用领域，地质勘查项目可分为以下四大类：（1）矿产资源勘查。聚焦于金属、非金属及能源矿产的勘探，旨在发现新矿床、圈定矿体边界并估算储量，为矿山开采提供基础资料。该类型项目通常依据成矿理论，结合地质填图、地球物理勘探、钻探取样等技术，逐步缩小找矿靶区，明确矿体规模与品位。（2）工程地质勘查。服务于各类工程建设，如公路、桥

梁、水利水电工程等，主要任务是查明建设场地的地形地貌、岩土性质、地质构造等条件，评估地基稳定性、边坡安全性及地下水影响，为工程设计与施工提供参数。（3）水文地质勘查。以研究地下水的赋存、运动规律及水资源评价为核心，为供水工程、农田灌溉、生态保护等提供依据。该类项目通过水文地质测绘、抽水试验等方法，分析地下水流场、水质变化及水资源量，解决水资源合理开发与利用问题。（4）环境地质勘查。主要针对地质灾害（滑坡、泥石流等）、土地退化、地下水污染等环境问题开展调查与评价，为生态修复、灾害防治提供技术支撑^[1]。

2 地质勘查项目风险评估方法

2.1 定性风险评估方法

定性风险评估方法以专家经验和主观判断为核心，通过系统分析对风险进行识别、分类和等级划分，虽不涉及精确数值计算，但能快速梳理风险性质与优先级，为决策提供方向性指引。（1）专家调查法。是通过问卷、访谈或会议形式，邀请地质、工程、经济等领域专家对项目风险进行评价。如德尔菲法通过多轮匿名反馈，逐步收敛专家意见，形成对风险概率和影响程度的共识。（2）层次分析法（AHP）。则将复杂问题分解为目标、准则、方案等层次结构，通过两两比较确定各风险因素权重，进而评估风险优先级。在地质勘查项目中，可将地质环境、技术操作、社会经济等作为准则层，通过专家打分构建判断矩阵，计算各风险因素权重，明确主要风险源。定性评估方法的优势在于操作简便、成本低，能快速识别关键风险；但其主观性较强，评估结果依赖专家水平，适用于数据匮乏、风险难以量化的前期阶段。

2.2 定量风险评估方法

定量风险评估方法借助数学模型和统计分析,将风险转化为具体数值,通过量化计算得出风险发生概率和损失程度,为决策提供精确数据支持,具体如下:(1)蒙特卡洛模拟。通过设定风险变量概率分布,利用计算机随机抽样模拟大量可能场景,统计风险结果的概率分布。在地质勘查项目中,针对矿体储量估算、勘查成本预测等不确定性问题,可将矿石品位、开采深度、设备价格等作为变量,通过蒙特卡洛模拟得出储量范围和成本超支概率。(2)敏感性分析。则通过改变风险变量数值,观察其对项目目标的影响程度,识别关键风险因素。在地质勘查中,可分析矿石价格波动、勘查技术成功率等因素对项目净现值的影响。如研究发现,矿石价格每下降5%,项目净现值降低12%,表明市场价格波动是需重点关注的风险因素。定量评估方法能提供精确的风险量化结果,增强决策科学性;但对数据完整性和准确性要求高,计算复杂,适用于数据丰富、风险可量化的项目中后期阶段。

2.3 定性与定量相结合评估方法

定性与定量相结合的评估方法融合两者优势,先通过定性分析识别风险因素、构建评估框架,再运用定量模型精确计算风险等级,提升评估全面性与准确性,具体方法如下:(1)模糊综合评价法。利用模糊数学理论,将定性的风险等级(如高、中、低)转化为定量的隶属度函数。在地质勘查项目中,先由专家对地质灾害风险、技术风险等因素进行定性评级,再通过模糊矩阵运算得出各风险的综合得分,确定风险等级排序。(2)灰色关联分析法。通过计算风险因素与参考序列的关联度,量化风险影响程度。在评估某地热勘查项目风险时,将地质条件、技术可行性等因素与项目成功度进行灰色关联分析,得出地质构造复杂程度是影响项目成败的关键因素。不同评估方法的适用性需根据项目阶段、数据条件和决策需求选择。前期规划阶段,数据有限,适合采用定性或定性与定量结合方法;项目实施阶段,数据积累丰富,可侧重定量评估;而对于复杂综合性风险,如地质灾害与经济风险交织的情况,定性与定量结合方法能提供更可靠的评估结果^[2]。

3 地质勘查项目风险识别

3.1 自然环境风险

自然环境风险是地质勘查项目面临的基础性风险,受区域地质条件与气象因素直接影响。地质灾害风险表现为滑坡、泥石流、崩塌等突发性灾害,尤其在山区或断裂带附近,松散岩土体与强降雨叠加易引发灾害,威

胁人员安全与设备完整性。地震活动会破坏勘查现场设施,中断作业进度;岩溶地区存在地面塌陷风险,可能导致钻探设备陷落。气象条件方面,暴雨、暴雪、高温等极端天气不仅阻碍野外作业开展,还可能引发洪水、冻融等次生灾害,延误工期并增加物资损耗成本。

3.2 技术风险

技术风险源于勘查技术局限性与数据可靠性问题。地质勘查依赖地球物理、地球化学等技术手段,但每种方法均存在适用边界。如电磁法在探测地下金属矿体时,易受周边电磁干扰产生数据偏差;钻探技术若遭遇复杂地层(如卵石层、破碎带),可能出现卡钻、掉钻事故,影响取样完整性。数据采集与分析环节也暗藏风险,传感器精度不足、野外记录疏漏或数据处理算法缺陷,均可能导致地质模型失真,使勘查结论与实际地质情况脱节。新技术应用初期因操作不熟练、设备调试不稳定,也会增加技术实施风险。

3.3 经济风险

经济风险贯穿项目全周期,直接影响勘查活动可持续性。成本超支是常见风险,地质条件复杂性超出预期时,需增加勘探工作量或更换技术方案,导致设备租赁、劳务用工等费用攀升。如深部钻探遇坚硬岩层,需改用大功率钻机并延长工期,显著增加成本。资金短缺风险则源于融资渠道单一、资金拨付延迟或市场波动导致投资方撤资。尤其在矿产勘查领域,矿产品价格下跌可能使投资方缩减预算,迫使项目暂停或终止。经济风险还体现在汇率波动、通货膨胀等宏观经济因素对勘查物资采购成本的影响。

3.4 管理风险

管理风险主要源于组织协调与人员操作环节的漏洞。勘查项目涉及多专业团队协作,若组织架构不清晰、职责划分不明,易出现信息传递不畅、决策效率低下等问题。人员失误风险涵盖技术人员专业能力不足、操作违规及安全意识薄弱等^[3]。野外作业人员未按规定操作设备,可能引发机械伤害;项目管理者对风险预判不足,未及时调整勘查方案,将加剧潜在风险危害程度。

4 地质勘查项目风险管理策略

4.1 风险规避策略

风险规避策略旨在通过主动放弃或调整项目方案,从源头上消除高风险因素,适用于风险超出承受能力、难以控制的场景,具体策略如下:(1)在项目立项阶段,可通过严格的可行性论证规避潜在风险。对地质条件复杂、勘探技术难度大且经济效益不明确区域,果断放弃勘查计划;或在选址时优先避开地震带、滑坡高

发区等地质灾害敏感区域。对于勘查技术方案,若传统钻探方法可能引发地下水污染风险,可调整为环境友好型的地球物理探测技术,减少对生态环境的破坏。此外,及时跟踪政策法规变化,对不符合最新环保、安全要求的项目方案进行修正,避免因政策风险导致项目停滞或损失。(2)对风险的提前预判。通过优化项目设计和选址,从根本上降低风险发生的可能性,但可能因过度规避而错失潜在资源开发机会,需在风险与收益间谨慎权衡。

4.2 风险减轻策略

风险减轻策略侧重于通过以下技术、管理等手段降低风险发生概率或减少损失程度。(1)在技术层面,推广应用先进勘查技术可显著提升风险防控能力。采用三维地质建模技术,结合卫星遥感、无人机航测等手段,构建高精度地质模型,提前识别断层、溶洞等地质隐患;利用定向钻探、随钻测井等技术,减少钻探过程中的偏差和事故风险。针对环境风险,可引入绿色勘查技术,如采用低污染的泥浆材料、清洁能源设备,降低勘查活动对生态环境的影响。(2)管理层面,建立完善的质量控制体系和安全操作规程至关重要。制定标准化勘查流程,明确各环节技术参数和操作规范,减少人为失误;加强人员培训,定期组织地质、工程、安全等领域的专项培训,提升从业人员的专业技能和风险防范意识。建立动态监测机制,利用物联网设备实时采集现场数据,对地质灾害、设备运行状态等进行预警,以便及时采取措施控制风险发展。(3)合理规划勘查进度,预留充足的缓冲时间应对突发状况,避免因工期压力导致风险管控不到位,也是风险减轻的重要措施。

4.3 风险转移策略

风险转移策略通过合同、保险等方式将风险转嫁给第三方,以降低自身承担的损失,适用于难以控制或控制成本过高的风险。(1)保险。地质勘查项目可投保工程一切险、第三者责任险、设备险等,将自然灾害、意外事故、设备损坏等风险转移给保险公司。针对野外勘查过程中可能遭遇的洪水、泥石流等自然灾害,通过购买财产保险,可在灾害发生后获得经济补偿,减少项目方损失。(2)合同风险转移。主要通过与合作方签订风险分担协议实现。在委托勘查合同中,明确约定因地质

条件突变、技术难题导致的工期延误或成本增加,由双方按比例分担责任;在设备租赁、劳务外包合同中,规定设备故障维修、人员安全事故的责任归属,避免风险集中在项目方。(3)引入专业的勘查监理单位,通过签订监理合同,将部分技术管理风险转移给具备专业能力的第三方机构,确保项目按规范实施。

4.4 风险接受策略

风险接受策略指在评估风险后,主动承担风险后果,适用于风险发生概率低、损失小,或采取其他策略成本过高的情况,具体策略如下:(1)建立风险储备金。根据项目规模和风险评估结果,预留一定比例的资金作为应急储备,用于应对突发的成本超支、设备维修等情况。如在预算中设置5%-10%的不可预见费,确保项目在遇到小范围地质条件变化或技术问题,有足够资金维持正常运转。(2)制定应急预案。针对可能发生的地质灾害、设备故障、人员伤亡等事件,编制详细的应急处置流程,明确各部门职责和行动方案,并定期组织应急演练,确保在风险发生时能够迅速响应,减少损失^[4]。

(3)建立风险预警机制,对可能引发风险的因素进行实时监测,一旦达到预警阈值,立即启动应急预案,将风险控制可在接受范围内。

结束语:地质勘查项目风险评估与管理是一个系统性、综合性的工作。通过明确项目定义与类型,采用合适的风险评估方法,全面识别各类风险,并制定针对性的管理策略,能够有效降低风险发生的概率和损失程度。在实际项目中,应根据具体情况灵活运用风险规避、减轻、转移和接受策略,实现风险与收益的平衡。

参考文献

- [1]郭洪涛.工程地质勘察过程中存在的风险及管理原则[J].中国房地产业,2020(19):123-124.
- [2]潘安邦,刘明鑫,令瑞,李家乐.地质灾害频发地区资源勘查风险与防控策略[J].中国资源综合利用,2025,43(4):38-40.
- [3]周粟.基于地质勘查施工项目的风险分级管理探究[J].中国金属通报,2020(2):184-185.
- [4]金刚,赖超,向明,等.地质勘查项目的安全风险管控[J].城市情报,2024(23):287-288.