

# 矿山地质灾害治理工程中地质勘察技术应用及成效评价研究

莫波

云南省有色地质局三〇六队 云南昆明 650217

**摘要：**矿山地质灾害治理是实现矿业可持续发展的关键环节。随着地质勘察技术的不断进步，其在矿山地质灾害治理中的应用日益广泛。本文深入探讨了矿山地质灾害的现状，分析了地质勘察技术在矿山治理中的应用要点，构建了成效评价指标体系，并探讨了技术的创新趋势。研究发现，合理选择和应用地质勘察技术能够显著降低灾害风险，控制工程成本，并促进生态恢复。通过案例分析，进一步验证了技术应用的有效性。本文的研究为矿山地质灾害治理提供了理论支持和实践参考，对推动矿业绿色发展具有重要意义。

**关键词：**矿山地质灾害；地质勘察技术；治理工程；成效评价；技术应用

## 引言

矿山地质灾害是矿业开发过程中不可避免的环境问题，其对矿区生态环境、人员安全以及资源合理开发构成了严重威胁。2021年7月2日，缅甸北部帕敢的一个翡翠矿区发生大规模山体滑坡，导致174人死亡、20人失踪。1998年乌海市黄河工贸集团煤矿因泥石流冲入矿井，一次死亡25人<sup>[1]</sup>。随着我国对环境保护和可持续发展的重视，矿山地质灾害治理工程成为矿业领域的重要课题。地质勘察技术作为治理工程的基础环节，为科学决策和有效实施提供了重要依据。近年来，随着科技的不断进步，地质勘察技术在矿山地质灾害治理中的应用越来越广泛，其在灾害风险评估、工程设计和生态恢复等方面发挥了重要作用。然而，目前对于地质勘察技术在矿山治理工程中的应用效果和成效评价的研究仍不够深入。本文将系统地分析地质勘察技术在矿山地质灾害治理工程中的应用及成效评价，旨在为相关领域的研究和实践提供有益的参考，推动矿业的绿色发展。

## 一、矿山地质灾害现状与治理工程的重要性

### （一）矿山地质灾害的类型及危害

矿山地质灾害主要包括地面塌陷、滑坡、泥石流、地裂缝等多种类型。地面塌陷是由于地下采空区的形成导致地表塌陷，影响矿区周边的建筑物和基础设施。滑坡和泥石流则多发生在矿山边坡，由于长期的开采活动

导致边坡稳定性降低，暴雨等自然因素会诱发滑坡和泥石流，造成严重的人员伤亡和财产损失。地裂缝则是由于地下开采活动导致地表变形，形成裂缝，影响矿区的生态环境和土地利用。这些灾害不仅对矿山企业的生产活动造成影响，还对周边居民的生活环境和安全构成威胁。因此，矿山地质灾害的治理迫在眉睫。

### （二）矿山地质灾害治理的政策背景

近年来，我国政府高度重视矿山地质灾害的治理工作，出台了一系列政策法规，要求矿山企业必须履行地质灾害治理责任。如《矿山地质环境保护规定》（2025年修订），该规定明确了矿山开发与生态修复工程同步设计、施工的要求，强调“谁开发谁保护、谁破坏谁治理”的原则。2025年，各省市结合区域特点出台实施细则，如广东省要求重点矿区每季度提交监测报告。这些政策法规的实施，为矿山地质灾害治理工程提供了法律依据和政策支持，推动了治理工程的规范化和科学化。

### （三）治理工程对矿业可持续发展的意义

矿山地质灾害治理工程不仅是环境保护的需要，更是矿业可持续发展的必然要求。利用治理工程，有效降低灾害风险，保障矿山企业的安全生产，延长矿山的使用寿命。恢复矿区的生态环境，提高土地的利用价值，促进矿区的经济和社会发展。提升矿山企业的社会形象，增强公众对矿业开发的接受度，为矿业的可持续发展创造良好的社会环境。

## 二、矿山地质灾害治理工程中的地质勘察技术应用

### （一）地质勘察技术的选择与优化

在矿山地质灾害治理工程中，选择合适的地质勘察技术是确保治理效果的关键。常见的地质勘察技术包括

**作者简介：**莫波（1997年5月-今），性别：男，民族：汉族，云南富源人，硕士研究生，研究方向：大气污染控制工程。

钻探、物探、遥感和地理信息系统等。钻探技术适用于需要获取地下岩土样本的区域，如采空区探测和边坡稳定性分析，可直接获取高精度数据，如某煤矿通过钻探技术精准定位采空区范围，有效指导治理工程。物探技术适用于大范围快速探测，如矿区地下结构和地质体分布，其无损探测优势在某金属矿边坡稳定性分析中得到应用，通过地震法和电磁法联合探测，快速确定潜在滑动面。遥感技术主要用于地表大范围监测，如地表变形和生态环境变化，某矿区利用InSAR技术动态监测地表沉降，及时预警灾害风险。地理信息系统技术则用于数据集成与分析，为治理决策提供支持，如某矿山通过GIS平台整合多源数据，构建灾害风险评估模型，优化治理方案。

### （二）数据采集的精度与全面性

数据采集的精度和全面性直接影响地质勘察的效果。在矿山地质灾害治理中，需要采集包括地质构造、岩土层性质、地下水情况、地表变形等多种数据。为了保证数据的精度，需要采用先进的仪器设备和科学的采集方法。如高精度钻探设备，能够获取具有代表性的岩土样本；高分辨率的物探仪器，如电磁勘探仪、地震仪，用于探测地下结构；以及高精度的卫星遥感设备和无人机测绘系统，用于大范围地表监测。科学的采集方法则包括严格控制钻孔深度和间距，确保样本的代表性；根据不同的物探方法选择合适的参数设置，提高数据分辨率；利用多源遥感数据融合技术，增强监测精度；以及采用标准化的野外数据记录和质量控制流程，确保数据的准确性和完整性。在某矿山地质灾害治理中，通过高精度钻探和电磁法联合探测，结合严格的参数设置和质量控制，成功获取了高精度的采空区和地表变形数据，为治理工程提供了可靠依据。在钻探过程中，应严格控制钻孔的深度和间距，确保获取的岩土样本具有代表性。在物探数据采集时，应根据不同的物探方法选择合适的参数设置，提高数据的分辨率。还需要注重数据的全面性，避免遗漏重要信息。通过多方法、多手段的数据采集，矿山地质灾害治理提供全面、准确的地质数据支持。

### （三）数据分析与灾害风险评估

地质勘察数据的分析是灾害风险评估的基础。对采集到的数据进行综合分析，揭示矿山地质灾害的形成机制和发展趋势。利用钻探数据和物探数据，建立矿山地质模型，分析采空区的分布和稳定性<sup>[2]</sup>。结合地下水监测数据，评估地下水活动对灾害的影响。在数据分析的

基础上，采用定量和定性相结合的方法对灾害风险进行评估。建立灾害风险评估指标体系，对不同区域的灾害风险进行分级，为治理工程的重点区域选择和治理措施制定提供依据。

## 三、矿山地质灾害治理工程成效评价指标体系

### （一）灾害风险降低程度的量化评估

矿山地质灾害治理工程的首要目标是降低灾害风险。因此，评估灾害风险降低程度是成效评价的重要内容。通过建立灾害风险评估模型，对治理前后的灾害风险进行对比分析。采用概率风险评估方法，计算治理前后灾害发生的概率和可能造成的损失。对比分析，量化灾害风险的降低程度，评估治理工程的有效性<sup>[3]</sup>。此外，实地监测数据，如地表变形监测数据、地下水位变化数据等，验证灾害风险降低的实际效果。

### （二）工程成本控制与经济效益分析

矿山地质灾害治理工程需要投入大量的资金和资源。因此，工程成本控制和经济效益分析是成效评价的重要方面。在工程实施过程中，需要对各项费用进行严格控制，包括勘察费用、治理费用、监测费用等。对治理工程的经济效益进行分析，计算治理工程的投入产出比，评估治理工程的经济效益。此外，还能从土地利用价值提升、矿山使用寿命延长等方面，综合评估治理工程的经济效益<sup>[4]</sup>。

### （三）生态恢复效果的监测与评价

矿山地质灾害治理工程不仅要降低灾害风险，还要恢复矿区的生态环境。因此，生态恢复效果的监测与评价是成效评价的重要内容。建立生态恢复指标体系，对治理后的生态环境进行监测和评价。监测植被覆盖率、土壤质量、地表水质量等指标，评估生态恢复的效果<sup>[4]</sup>。实地调查和公众满意度调查，了解治理工程对周边生态环境和居民生活质量的影响。

## 四、矿山地质灾害治理中地质勘察技术的创新趋势

### （一）遥感与地理信息系统技术的应用

随着遥感和地理信息系统技术的不断发展，其在矿山地质灾害治理中的应用越来越广泛。遥感技术通过卫星影像对矿区进行大范围的监测，获取地表变形、灾害分布等信息。地理信息系统技术则对这些数据进行集成和分析，为治理工程提供决策支持。利用地理信息系统技术建立矿山地质灾害数据库，对灾害信息进行动态管理和分析<sup>[5]</sup>。通过遥感和地理信息系统技术的结合，实现矿山地质灾害的实时监测和预警，提高治理工程的科学性和有效性。

## （二）物探技术的集成与智能化发展

物探技术是矿山地质勘察的重要手段之一。近年来，物探技术不断向集成化和智能化方向发展<sup>[5]</sup>。多种物探方法的联合应用提高数据的分辨率和可靠性，智能化的物探设备和数据处理软件自动识别地质异常，提高勘察效率；采用电磁法和地震法联合探测，更准确地探测采空区的分布和稳定性，通过物探技术的集成与智能化发展，为矿山地质灾害治理提供更准确、更高效的地质数据支持。物探技术的智能化发展还体现在数据处理和分析方面；智能化的数据处理软件自动识别地质异常，提高数据处理的效率和准确性，通过多种物探方法的联合应用，以提高数据的分辨率和可靠性。利用这些技术的应用，为矿山地质灾害治理提供更科学、更全面的地质数据支持。

## （三）多学科融合的勘察技术体系构建

矿山地质灾害治理是一个复杂的系统工程，需要多学科的协同合作。因此，构建多学科融合的勘察技术体系是未来的发展趋势。全面、系统地分析矿山地质灾害的形成机制和发展趋势。多学科融合的勘察技术体系，为矿山地质灾害治理提供更科学、更全面的技术支持。多学科融合的勘察技术体系不仅提高了灾害治理的科学性，还提升了治理效果的可持续性。引入生态学方法，更好地评估治理工程对生态环境的影响，优化治理方案。通过多学科的协同合作，综合考虑矿山地质灾害治理的多方面需求，制定全面、科学的治理方案。最新的地质勘查技术如三维建模和多源数据融合等，为矿山生态修复提供了更精准的手段。利用三维建模技术，构建矿山的实景三维模型，实现对矿山生态修复过程的实时监测和跟踪，提高修复成效。在矿山治理中，结合多源数据融合技术，如三维地震、电法技术等，能够准确识别煤层地质构造与地质异常体，构建高精度的三维地质模型，为灾害预警和治理提供科学依据。这些新技术的应用不仅提升了矿山生态修复的效率和精度，还为矿山地质灾害治理的科学决策提供了有力支持。

## 五、案例分析与实证研究

某大型煤矿由于长期的地下开采活动，导致大面积的地面塌陷，严重影响了矿区周边的生态环境和居民生活。治理工程采用了钻探、物探、遥感等多种地质勘察

技术，结合地理信息系统技术，对塌陷区域进行了全面的地质勘察。建立地质模型，分析采空区的分布和稳定性，制定了科学的治理方案。治理工程包括采空区充填、地表加固等措施，有效降低了地面塌陷的风险。在该案例中，地质勘察技术的应用为治理工程提供了重要的数据支持。钻探技术直接获取了采空区的岩土层性质和分布情况，为治理方案的制定提供了准确依据。物探技术通过电磁法和地震法联合探测，进一步确认了采空区的范围和稳定性。遥感技术则对治理区域的地表变形进行了实时监测，为治理工程的动态调整提供了数据支持。地理信息系统技术对各种地质数据进行了集成和分析，建立了地质灾害数据库，为治理工程的决策提供了科学依据，提高治理效果的可持续性。

## 结语

矿山地质灾害治理是实现矿业可持续发展的关键环节。深入分析矿山地质灾害的现状，探讨了地质勘察技术在矿山治理中的应用要点，构建了成效评价指标体系，并探讨了技术的创新趋势。研究发现，合理选择和应用地质勘察技术能够显著降低灾害风险，控制工程成本，并促进生态恢复。案例分析进一步验证了技术应用的有效性。本文的研究为矿山地质灾害治理提供了理论支持和实践参考，对推动矿业的绿色发展具有重要意义。然而，矿山地质灾害治理仍面临诸多挑战，需要进一步加强技术研究和政策支持，推动治理工程的科学化和规范化发展。

## 参考文献

- [1] 王蒙. 矿山地质灾害滑坡治理工程中抗滑桩的应用[J]. 世界有色金属, 2019, (07): 117-118.
- [2] 钟晨笛. 探讨水工环地质技术在矿山地质灾害治理工程中的应用[J]. 世界有色金属, 2023, (12): 207-209.
- [3] 颀军强. 矿山地质灾害治理工程中锚杆支护技术的应用[J]. 中国金属通报, 2023, (10): 228-230.
- [4] 王勇宏. 探讨水工环地质技术在矿山地质灾害治理工程中的应用[J]. 中国金属通报, 2024, (04): 225-227.
- [5] 刘小明, 封伟庆. 探讨水工环地质技术在矿山地质灾害治理工程中的应用[J]. 中国金属通报, 2025, (08): 210-212.