

基础地质工程与地质勘查研究

张志成

北京大地高科地质勘查有限公司 北京 100043

摘要: 基础地质工程与地质勘查,是矿产资源开发利用的重要技术支撑。本文系统阐述了与矿产相关的地质构造、含矿岩土体力学性质及水文地质条件的基本理论,分析了矿产地质勘查的主要内容与常用方法。结合新型勘查技术与信息技术应用,探讨了矿产地质数据的获取与分析手段。针对矿产开采中的不良地质作用、特殊含矿岩土及地下水问题,提出相应的工程处理措施,为矿产地质工程实践提供理论指导和技术支持。

关键词: 基础地质工程;矿产地质勘查;地质构造;岩土体力学;勘查方法

引言: 地质条件直接影响矿产资源开发的安全性、经济性与可行性,基础地质工程与矿产地质勘查在矿产项目规划与实施中起关键作用。通过研究与矿产相关的地质构造、含矿岩土特性与水文条件,掌握矿区工程地质特征,有助于科学评估矿产开采条件与资源储量。随着勘查技术的发展,传统方法与现代信息技术相结合,提升了勘查精度与效率,为复杂地质条件下矿产资源开发提供可靠依据。

1 基础地质工程理论基础

1.1 地质构造与含矿地层

地质构造中,褶皱、断层和节理对矿产形成与分布影响重大。不同规模的褶皱控制矿产分布范围,大型褶皱构成区域性成矿带,小型褶皱影响矿体局部形态^[1]。褶皱分背斜和向斜,背斜常为储矿构造,诸多金属和能源矿产在此富集,因其拱起构造利于矿液聚集沉淀;向斜有时形成矿产储藏,部分沉积型矿产在向斜凹部沉积富集。断层带既是矿液运移通道,也是矿产可能的赋存处,如热液型矿床多与断层相关,断层活动强度和规模直接影响矿床规模和品位,但其附近岩体破碎会影响开采稳定性。节理影响含矿岩体整体性和强度,也为矿液渗透提供通道,密集节理带能增加矿液与围岩接触面积,促进成矿。含矿地层是含矿层状岩石组合,不同地层岩性差异大,如沉积岩含煤、油气等,岩浆岩与金属矿产形成关系密切,变质岩也可能赋存多种矿产。了解其时代、岩性、厚度及接触关系,对圈定找矿靶区和确定开采范围至关重要。

1.2 含矿岩土体力学性质

含矿岩土体物理力学性质直接影响矿产开采安全与效率。物理性质上,密度反映密实程度,孔隙比体现孔隙与固体颗粒体积比,二者共同影响稳定性和渗透性,如煤矿顶底板的密度和孔隙比影响顶板支护设计,顶板

密度大、孔隙比小的岩体往往更稳定,金属矿含矿岩体密实度关系围岩稳定性,密实度高的岩体更能承受开采压力。压缩性使岩土体在荷载下体积缩小,高压压缩性易致地表下沉,影响地表建筑物和采矿设施安全;抗剪强度是抵抗剪切破坏的能力,与颗粒组成、结构、含水率等相关,是确定采场结构参数和支护方式的重要依据,抗剪强度高的岩体可采用更经济的支护形式。在开采荷载下,其变形规律复杂,荷载小时为弹性变形,卸载后可恢复,超限度产生塑性变形,卸载后无法复原,继续增大可能剪切破坏引发事故。掌握其力学性质对开采设计和采场稳定性分析关键,能降低采矿风险。

1.3 矿产区水文地质条件

地下水在矿产地质工程中作用关键,分上层滞水、潜水和承压水。上层滞水分布浅,受气候影响大,雨季时水量会明显增加,对浅部矿体开采有初期影响,可能导致采场积水;潜水在首个稳定隔水层上,水位变化影响开采条件,水位上升会增加排水难度,水位下降可能引发地面沉降;承压水在两隔水层间,有压力,深部开采揭露时可能引发突水事故,其水头压力越大,突水的可能性和危害程度越高。地下水分布、补给、径流和排泄条件决定其作用,主要影响体现在突水、淹井、软化含矿岩土体等方面。如煤矿开采中,地下水渗透可能导致顶底板突水,破坏采矿工作面;金属矿开采中,地下水会软化矿岩降低强度,使矿岩更容易垮塌。地下水还可能溶解搬运矿物质,改变其赋存状态和质量,某些易溶矿产会因地下水的溶解而流失,影响矿产资源的回收率。

2 地质勘查的基本内容与方法

2.1 矿产地质勘查的目的与任务

矿产地质勘查在不同阶段目的和任务不同。预查阶段,综合分析区域地质等资料,结合野外踏勘,发现有

价值矿化线索,圈定找矿远景区,为后续工作指明方向。普查阶段,在预查基础上,对矿化潜力大的区域系统勘查,查明矿产种类、分布等初步特征,估算推断的内蕴经济资源量,为是否详查提供依据。详查阶段,深入查明矿体形态、品位变化等,了解矿石加工性能,估算控制的内蕴经济资源量,为矿山建设可行性研究提供资料。勘探阶段,针对拟开采矿体细致工作,确定矿体边界、品位分布等,估算探明的内蕴经济资源量,为矿山设计和建设提供可靠依据。

2.2 矿产地质勘查的主要内容

地形地貌勘查可了解矿区地形起伏和地貌类型,影响开采方式和运输条件,如山区需多建运输道路和排水设施,平原易面临复杂地下水问题。含矿地层岩性勘查要查明其分布、岩性及成矿环境,不同岩性和地层组合与矿产形成相关,如火山岩地层与斑岩型铜矿有关。地质构造勘查需掌握褶皱、断层等分布特征,它们控制矿产分布,也影响开采时围岩稳定性,如断层可能引发涌水和塌方。水文地质勘查研究地下水类型等及与矿体关系,其可能引发突水等问题。不良地质作用勘查要查明滑坡等,它们威胁开采和矿山安全。

2.3 地质勘查的常用方法

2.3.1 工程地质测绘

工程地质测绘是通过野外调查和填图的方式,了解地质构造、地层分布、地形地貌等地质条件。在进行工程地质测绘时,工作人员需要携带必要的工具和设备,如地质罗盘、锤子、测绳等,对野外的地质现象进行观察、描述和记录。通过对这些地质现象的分析和研究,可以绘制出工程区域的地质图,为后续的地质勘查工作提供基础资料。

2.3.2 地球物理勘探

地球物理勘探是利用地球物理场的变化来探测地下地质情况的一种方法。常见的地球物理勘探方法包括地震勘探、电法勘探、磁法勘探等。地震勘探是利用地震波在地下传播的特性来探测地层的结构和构造;电法勘探是利用岩石和矿物的电学性质差异来探测地下地质情况;磁法勘探是利用岩石和矿物的磁性差异来探测地下地质情况。这些方法各有其适用范围和优缺点,在实际应用中需要根据具体的地质条件和勘查目的选择合适的方法。

2.3.3 钻探与坑探

钻探和坑探是获取地下地质样品和数据的重要手段。钻探是通过钻机向地下钻进,获取岩芯、土样等地质样品,并测量钻孔的深度、直径、地层分布等数据。

坑探则是通过挖掘坑、槽等方式,直接暴露地下地质情况,获取地质样品和数据^[2]。在进行钻探和坑探时,需要严格按照施工工艺和技术要求进行操作,确保获取的地质样品和数据的准确性和可靠性。

2.3.4 化探方法

化探方法通过系统采集地表土壤、岩石等样品,分析元素含量和分布找矿。按采样介质,可分为土壤、岩石、水系沉积物地球化学测量等。土壤地球化学测量分析土壤中元素异常,圈定矿化带范围;岩石地球化学测量了解矿体与围岩地球化学特征差异,为成矿规律研究提供依据;水系沉积物地球化学测量适用于大面积区域找矿,通过分析元素组合和含量追踪矿化源头。该方法灵敏度高、成本较低,在矿产勘查各阶段应用广泛。

3 地质勘查技术的发展与应用

3.1 新型勘查技术与设备

近年来,地质勘查领域涌现出许多新型技术和设备,为勘查工作带来了新的变革。无人机地质勘查技术凭借其机动性强、获取数据速度快的特点,能够快速对大面积复杂地形区域进行地质调查,获取高分辨率的地形地貌和地质构造信息,有效解决了传统地面勘查在复杂地形条件下效率低、难度大的问题,在山区、无人区等特殊区域的勘查中具有广阔的应用前景。三维地质建模技术通过对大量地质数据的整合和处理,能够构建出三维可视化的地质模型,直观地展示地下地层的分布、地质构造的形态等信息,帮助技术人员更准确地理解地质条件,为工程设计提供更直观的依据。高精度地球物理勘探仪器的出现,提高了地球物理勘探的分辨率和精度,能够更准确地探测地下微小的地质异常,为复杂地质条件下的勘查工作提供了有力支持。

3.2 信息技术在地质勘查中的应用

GIS(地理信息系统)在地质勘查数据管理中发挥着重要作用,能够对各种类型的地质勘查数据进行采集、存储、管理和分析,实现数据的可视化和空间分析,帮助技术人员更好地了解地质数据的分布和规律。RS(遥感技术)可以通过卫星或航空遥感获取大面积的地质信息,为地质勘查提供宏观的地质背景资料,与地面勘查数据相结合,能够提高地质勘查的效率和精度。BIM(建筑信息模型)技术在地质勘查中的应用,实现了地质数据与工程设计的一体化,通过构建包含地质信息的BIM模型,能够在工程设计阶段充分考虑地质条件的影响,优化工程设计方案,提高工程建设的质量和效率。

3.3 勘查数据的分析与解释

对地质勘查数据进行综合分析和解释是地质勘查工

作的重要环节。技术人员需要运用多种方法和手段,对获取的地形地貌、地层岩性、地质构造、水文地质等数据进行整理和分析,找出数据之间的内在联系和规律。通过建立地质模型,将复杂的地质现象和数据以直观的方式表现出来,为工程设计和施工提供可靠的地质依据^[3]。在建立地质模型的过程中,需要充分考虑各种地质因素的影响,确保模型的准确性和可靠性,从而为工程建设提供科学的指导。

4 基础地质工程中的常见问题与解决方案

4.1 矿产开采中不良地质作用的处理

不良地质作用是矿产地质工程中需重点防控的风险,其形成机制复杂,危害严重。矿坑突水由地下水在一定压力作用下突破矿体或围岩的隔水层引起,可导致矿井被淹、人员伤亡。防治需查明含水层的分布和富水性,设置防水闸门和排水系统,对含水层进行注浆封堵,减少地下水的涌入。顶板垮塌是由于矿体开采后顶板岩土体失去支撑,在重力作用下发生坍塌,会掩埋采矿工作面、损坏设备。防治需采用合理的采矿方法和顶板管理措施,如采用充填采矿法减少顶板暴露面积和时间,对顶板进行锚杆、锚索支护增强稳定性。矿柱失稳是指为支撑顶板而留设的矿柱在荷载作用下发生破坏,导致采场失稳。防治需合理设计矿柱的尺寸和布置方式,加强对矿柱的监测,必要时对矿柱进行加固处理。

4.2 含矿特殊岩土的工程问题

含矿特殊岩土具有独特的工程性质,处理不当会引发工程问题。含矿膨胀岩土遇水膨胀、失水收缩,且具有反复胀缩性,会导致巷道变形、支护结构破坏。处理含矿膨胀岩土工程问题,可采用换填非膨胀性岩土、设置防水层防止水的侵入,对巷道进行柔性支护以适应岩土体的变形。含矿湿陷性岩土在一定压力下受水浸湿后,结构迅速破坏而产生显著附加沉降,会使矿山地面建筑产生过大沉降和不均匀沉降。处理含矿湿陷性岩土可采取垫层法,换填一定厚度的非湿陷性岩土;强夯

法,提高岩土의 密实度;挤密法,通过成孔挤密土体;防水措施,防止水浸湿岩土。含矿冻土是指温度低于0℃并含有冰的含矿岩土体,含矿冻土的冻胀和融沉会使矿山巷道和地面建筑产生变形,影响矿山的正常生产。处理含矿冻土问题,可采用保温措施,保持冻土的冻结状态;置换法,换填非冻胀性岩土;控制施工季节,避免在冻土活跃期施工。

4.3 矿产开采中地下水问题的应对

地下水问题在矿产地质工程中不容忽视。地下水引起的矿坑涌水主要是由于开采过程中揭露了含水层,地下水向矿坑汇集,若涌水量过大,会影响采矿进度和安全。应对矿坑涌水可采取排水法,设置排水泵将矿坑水排出;堵水法,对含水层进行注浆封堵,减少涌水量;疏水降压法,通过抽水降低含水层的水头压力。地下水对矿石选冶的影响主要是指地下水的化学成分可能改变矿石的性质,影响选矿回收率和冶炼效果。应对这一问题可采取水质预处理措施,去除地下水中对选冶不利的成分;优化选冶工艺,适应矿石性质的变化。

结束语

基础地质工程与矿产地质勘查在矿产资源开发中具有不可替代的作用。面对复杂的地质环境和多样化的矿产开发需求,需不断优化勘查技术手段,提升数据分析能力,完善工程应对策略。未来应加强多学科融合与技术创新,推动矿产地质勘查向智能化、精细化方向发展,进一步提升矿产地质工程的服务能力和保障水平,为矿产资源的合理开发和利用提供有力支撑。

参考文献

- [1]于志刚.基础地质工程与地质勘查应用[J].工程管理,2023,4(8):171-173.
- [2]李振国,李雅舒,墨亮,等.滑坡地质灾害勘查与防治治理研究[J].新疆有色金属,2025,48(2):43-44.
- [3]戴光磊.矿山工程地质勘查中桩基处理及桩基形式研究[J].世界有色金属,2024(12):164-166.