

矿山地质探矿工程技术分析

胡高阳

山东烟台鑫泰黄金矿业有限责任公司 山东 烟台 265100

摘要：深入探索矿山地质探矿工程技术，我们不难发现其在矿产资源勘查与开发中的举重若轻之地位。审视当前技术现状、主流探矿方法、先进装备配置以及行业所面临的种种挑战，科学探矿技术对于提升矿产资源勘查效率、确保施工进程安全无虞以及助推矿业可持续发展之路的重要性愈发凸显。更值得一提的是，随着科技浪潮的不断推进，现代探矿工程技术正稳步迈向自动化、数字化与智能化的新纪元，为矿产资源的高效勘探与合理开发利用注入了强劲动力。

关键词：矿山；地质探矿工程；技术分析

引言

矿山地质探矿工程，作为矿产资源勘查与开发的基石，其重要性不言而喻，它直接关乎我国的资源安全与经济发展的稳健步伐。随着经济社会发展的蓬勃态势，对矿产资源的需求如同潮水般日益增长，如何在这场资源盛宴中高效、准确地勘探到宝贵的矿产资源，已然成为矿业领域亟需破解的重要课题。正是在这样的背景下，本文应运而生，旨在通过深度剖析矿山地质探矿工程技术的奥秘，探讨其在提升勘查效率、保障施工安全以及促进矿业可持续发展方面的卓越作用与广阔前景。

1 矿山地质探矿工程概述

1.1 定义与分类

(1) 矿山地质探矿工程是一门集地质学、工程学、环境科学等多学科于一体的综合性应用技术学科。它旨在通过一系列科学的方法和技术手段，对矿山区域的地质条件、矿体特征、矿石质量及开采条件等进行全面、深入的勘查与研究，为矿产资源的合理开发与利用提供详实、可靠的地质资料和技术支持。这一过程不仅涉及地质构造、岩石矿物等基础地质学的知识，还融合了地球物理勘探、钻探工程、坑探技术等多个领域的先进技术和方法。(2) 矿山地质探矿工程的主要内容包括地质勘查、矿体圈定、储量计算、开采技术条件评价以及环境影响评估等多个方面。地质勘查是探矿工程的基础，通过系统的野外调查、地质填图、样品采集与测试等手段，获取矿山区域的地质构造、岩性特征、矿化蚀变等信息，为后续的矿体圈定和储量计算提供依据。矿体圈定则是根据地质勘查成果，结合矿体的形态、产状、品位分布等特征，运用地质统计学等方法，准确划定矿体的边界范围。储量计算则是基于矿体圈定的结果，通过合理的体积计算、品位估算等步骤，确定矿体的资源储

量，为矿山开发提供经济评价的基础数据。此外，开采技术条件评价和环境影响评估也是探矿工程不可或缺的重要组成部分，它们分别关注矿山的开采难易程度、安全性以及开采活动对周边环境的影响，为制定科学合理的开采方案提供决策支持。(3) 分类介绍：矿山地质探矿工程的方法多种多样，根据勘查手段的不同，主要可以分为地表探矿、钻探和坑探三大类。地表探矿是探矿工程的初步阶段，主要通过地质填图、槽探、浅井等方式，对矿体出露地表或浅部区域进行勘查。这种方法具有成本低、效率高的优点，但受地表覆盖和矿体埋藏深度等因素的限制，难以获取深部矿体的详细信息。钻探是探矿工程的核心手段之一，它利用钻探机械穿透覆盖层，直接揭露深部矿体或岩心，获取矿体的形态、产状、品位等关键信息。钻探技术具有勘查深度大、精度高、适用范围广等优点，是现代矿山地质探矿不可或缺的重要工具。坑探则是在矿体内部或附近开挖探槽、探井、平硐等工程，直接观察矿体特征，采集样品进行化验分析。坑探方法能够直观地揭示矿体的内部结构和矿化特征，但成本较高且对环境影响较大，通常用于矿体形态复杂或勘查难度较大的情况^[1]。

1.2 技术发展历程

矿山地质探矿工程技术的发展，是一部不断追求高效、精准与环保的演进史。自工业革命以来，随着科学技术的飞速发展，矿山地质探矿技术也经历了从简单到复杂、从低效到高效的显著变革。早期的矿山地质探矿主要依赖于人工地表勘查，通过观察岩石露头、矿化现象等直观特征来推断矿体的存在与分布；这种方法受限于人的观察能力和地表信息的局限性，往往难以准确揭示深部矿体的真实面貌。随着钻探技术的引入，矿山地质探矿工程迎来了革命性的突破。钻探机械的出现，

使得人们能够穿透覆盖层,直接揭露深部矿体或岩心,极大地提高了探矿的深度和精度。钻探技术的进步也推动了采样技术的发展,使得矿石样品的分析更加准确可靠,为矿产资源的储量计算提供了有力支持。进入20世纪,随着电子技术和计算机技术的兴起,矿山地质探矿工程技术再次迎来了新的飞跃。地球物理勘探技术的广泛应用,如重力勘探、磁法勘探、电法勘探等,使得人们能够在不直接揭露地层的情况下,通过测量地球物理场的异常变化来推断地下矿体的存在与特征;这种方法不仅大大提高了探矿效率,还显著降低了勘查成本和环境影响。近年来,随着遥感技术、GIS(地理信息系统)以及人工智能等高新技术的快速发展,矿山地质探矿工程技术正朝着更加智能化、集成化的方向发展。遥感技术为矿山地质勘查提供了丰富的地表信息,GIS则将这些信息整合为三维可视化模型,为矿体的圈定和开采方案的制定提供了直观依据。而人工智能技术的应用,则进一步提高了数据处理和分析的自动化水平,使得探矿工作更加高效精准^[2]。

2 矿山地质探矿工程技术分析

2.1 勘探工程技术

勘探工程技术是矿山地质探矿工程中的核心组成部分,它直接关系到探矿的准确性与效率。勘探工程技术涵盖了多种方法与技术手段,旨在通过科学、系统的勘查活动,揭示地下矿体的分布规律、形态特征及资源储量,为矿产资源的合理开发与利用提供科学依据。(1)勘探工程技术中,钻探技术无疑是最为重要的一环。钻探通过利用钻探机械穿透地表覆盖层,直接揭露深部地层和矿体,获取岩心或矿样,是进行深部地质勘查、矿体圈定和资源储量计算的关键手段。随着科技的进步,钻探技术也在不断发展,从传统的回转式钻探到冲击式钻探,再到现代的全液压力头钻探,钻探效率与精度不断提升,适应范围也愈发广泛。(2)除了钻探技术外,地球物理勘探技术也是勘探工程技术中不可或缺的一部分。地球物理勘探利用岩石、矿石等介质的物理性质差异,通过测量地球物理场的异常变化来推断地下矿体的存在与特征。常用的地球物理勘探方法包括重力勘探、磁法勘探、电法勘探、地震勘探等。这些方法各有特点,适用于不同的地质条件和勘查目标;例如,重力勘探对密度差异敏感,适用于寻找大型隐伏矿体;磁法勘探则对磁性矿物敏感,常用于铁磁性矿产的勘查。

(3)遥感技术作为现代科技在勘探领域的应用典范,也为勘探工程技术带来了新的活力。遥感技术通过卫星、飞机等遥感平台搭载的传感器,对地表进行非接触式的

远距离观测,获取大量地表信息,为地质填图、矿化蚀变识别等提供重要依据。结合GIS技术,还可以将遥感数据进行空间分析,构建三维地质模型,为矿体圈定和资源储量计算提供直观、精确的可视化支持^[3]。

2.2 钻探技术

钻探技术是矿山地质探矿工程中至关重要的组成部分,它不仅是深入地下直接揭露矿体或岩层的关键手段,也是获取岩心样品、进行地质分析和储量评估的基础。随着科技的进步和工程需求的提升,钻探技术不断发展和完善,形成了多种适应不同地质条件和勘查目标的钻探方法。(1)钻探技术的基本原理是利用钻探机械产生的旋转切削力或冲击力,穿透地表覆盖层,达到预定深度,从而揭露地下岩层和矿体。在钻探过程中,钻具(包括钻头、钻杆等)不断旋转并向下推进,同时通过冲洗液(如水、泥浆等)冷却钻头、携带岩屑,保持孔壁稳定。岩心样品通过特殊的取心装置被完整地取出地面,供地质人员进行分析研究。(2)钻探技术的发展历程中,涌现出了多种先进的钻探方法和技术。例如,金刚石钻探技术以其高效、耐磨、取心率高等优点,在硬岩钻探中占据了主导地位;绳索取心钻探技术则通过不提出钻杆而直接从钻杆内提取岩心的方式,提高了钻探效率和岩心采取率;定向钻探技术则能够在复杂地质条件下,按照预定轨迹进行钻探,实现了对深部矿体的精确控制。(3)在矿山地质探矿工程中,钻探技术的应用范围广泛。它不仅用于矿体的初步揭露和圈定,还为后续的矿产资源储量计算、开采方案制定提供了重要依据。钻探技术还与其他勘探技术(如地球物理勘探、遥感技术等)相结合,形成了综合勘探体系,提高了勘查的准确性和效率。(4)钻探技术也面临着一些挑战和难题。例如,在深部钻探中,由于地层压力和温度的增加,钻具磨损加剧,孔壁稳定性下降,给钻探工作带来了困难;另外,不同地质条件下的钻探效率和质量也存在较大差异,需要针对不同的勘查目标选择合适的钻探方法和参数^[4]。

2.3 地球物理勘探技术

地球物理勘探技术(简称物探)在矿山地质探矿工程中扮演着举足轻重的角色。该技术利用岩石、矿石等地质体之间物理性质的差异,通过测量地球物理场(如重力场、磁场、电场、地震波场等)的变化,来推断地下矿体的存在、形态、产状及分布范围。物探技术以其非侵入性、高效性和广泛适用性,成为现代矿山地质勘查中不可或缺的重要手段。(1)地球物理勘探技术涵盖了多种具体方法,每种方法都有其独特的原理和适用范

围。例如，重力勘探通过测量地下体积密度的差异引起的重力场变化，来推断地下岩层的分布和矿体的存在；磁法勘探则利用岩石和矿石的磁性差异，通过测量地球磁场的变化来揭示地下磁性矿体的位置和形态；电法勘探则是通过测量地壳中的电阻率、电导率等电性参数，来推断地下含水层、岩层和矿体的分布；地震勘探则利用人工激发的地震波在地下介质中的传播和反射特性，来揭示地下岩层的构造和矿体的埋藏深度。（2）在矿山地质探矿工程中，地球物理勘探技术的应用往往需要结合具体的地质条件、勘查目标和勘查阶段来综合选择。例如，在勘查初期，物探技术可以快速覆盖大面积区域，初步圈定找矿靶区；在详查阶段，则可以通过多种物探方法的联合应用，对靶区进行精细勘查，提高找矿的准确性和可靠性。（3）随着科技的进步，地球物理勘探技术也在不断发展创新。现代物探技术不仅提高了测量精度和数据处理能力，还引入了遥感技术、GIS技术等现代信息技术手段，实现了物探数据的实时采集、快速处理和三维可视化展示。这些技术进步极大地提升了物探工作的效率和效果，为矿山地质探矿工程提供了更加强有力的技术支持^[5]。

2.4 遥感与GIS技术

在矿山地质探矿工程中，遥感技术与地理信息系统（GIS）的结合应用，为矿产资源勘查开辟了新的视野和高效路径；这两项技术不仅极大地提升了勘查的精度和广度，还促进了数据的集成、管理与可视化，是现代探矿技术体系中的重要组成部分。（1）遥感技术通过卫星、飞机等遥感平台搭载的传感器，对地表进行非接触式的远距离观测，快速获取大量地表信息。在矿山地质探矿中，遥感技术能够生成高分辨率的地表影像，直观展示地质构造、地形地貌、植被覆盖等特征，为识别有矿潜力的地质单元提供重要线索；多光谱和高光谱遥感技术还能通过光谱分析，识别出地表矿物的光谱特征，从而推断地下矿体的存在和分布。（2）GIS技术则是一种强大的空间信息处理与分析工具，它将地理空间数据与属性数据相结合，通过地图、图表等形式进行可视化

展示，并支持复杂的空间查询、分析和模型建立。在矿山地质探矿中，GIS技术可以对遥感影像、地质勘查数据、地球物理勘探数据等多源数据进行集成管理，实现数据的统一存储、查询和共享。GIS技术还能进行空间叠加分析、缓冲区分析等操作，揭示不同地质要素之间的空间关系，为矿体预测和资源评估提供科学依据。（3）遥感与GIS技术的联合应用，更是将两者的优势发挥到了极致。通过遥感获取的地表信息，GIS可以进行精确的地物分类和矿物解译，识别出潜在的矿化带和矿体位置；GIS还可以结合地质模型、地球物理场模型等多源数据，构建三维地质模型，直观地展示地下矿体的形态、产状和分布范围。这种三维可视化展示不仅提高了勘查的直观性和准确性，还为后续的开采方案设计提供了重要参考。

结语

综上所述，矿山地质探矿工程技术对于保障国家资源安全、推动矿业发展具有重要意义。随着科技的不断进步，现代探矿工程技术正逐步向自动化、数字化和智能化方向发展，为矿产资源的高效勘探和合理开发利用提供了有力保障。然而，面对复杂多变的矿区环境和日益严峻的安全挑战，仍需不断加强技术创新和安全管理，以确保探矿工程的顺利实施和矿业的可持续发展。未来，随着人工智能、大数据等新兴技术的应用，矿山地质探矿工程技术将迎来更加广阔的发展前景。

参考文献

- [1] 矿山地质探矿工程技术的分析[J]. 史洪业, 张放. 世界有色金属. 2020(09)52-53.
- [2] 浅析地质勘查中探矿工程的发展[J]. 李建洪. 世界有色金属. 2020(23)112-113.
- [3] 探矿工程施工中的问题与应对措施分析[J]. 马江飞. 世界有色金属. 2021(03)257-259.
- [4] 探矿工程在地质资源勘查中的发展探讨[J]. 段砖山. 世界有色金属. 2021(16)221-223.
- [5] 探矿工程在地质资源勘查中的发展趋势[J]. 梁珂. 科技经济导刊. 2020(29)33-34.