

矿山地质特征与开采技术探析

宋明星

陕西燎原煤业有限责任公司，陕西渭南 715412

DOI: 10.61369/SSSD.2025070013

摘要：了解矿山地质特征是矿山开采工作的重要保障，在矿山开采过程中，开采技术的选择应根据实际矿山地质特征与环境因素综合决定。因此，探讨矿山地质特征与开采技术具有重要现实意义。基于此，本文将简述典型矿山地质特征，以及常见矿山开采方法类型，并对矿山开采技术的选择与优化策略进行浅析，以期为矿山开采相关从业人员进行研究、作业提供一定参考。

关键词：矿山开采；地质特征；开采技术

Analysis of Mine Geological Characteristics and Mining Technology

Song Mingxing

Shaanxi Liaoyuan Coal Industry Co., Ltd., Weinan, Shaanxi 715412

Abstract : Understanding the geological characteristics of a mine is an important guarantee for mining work. In the process of mining, the selection of mining technology should be comprehensively determined according to the actual geological characteristics of the mine and environmental factors. Therefore, discussing mine geological characteristics and mining technology has important practical significance. Based on this, this paper will briefly describe the typical geological characteristics of mines and the types of common mining methods, and briefly analyze the selection and optimization strategies of mining technology, in order to provide certain references for researchers and operators engaged in mining-related work.

Keywords : mine mining; geological characteristics; mining technology

当前，社会经济飞速发展，这也对矿产资源提出了更高的需求和标准。虽然我国在逐渐减少对矿产资源的依赖，但矿产资源在社会经济发展中仍然具有重要战略地位。近年来，随着矿山开采技术的不断进步与升级，新的开采理念与技术不断涌现，矿山开采前期的矿山地质特征调查也日益详尽。在此背景下，如何选择适合的矿山开采技术并加以应用，已成为施工作业中需要面临的新课题。

一、典型矿山地质特征

(一) 矿体特征

形态方面，矿体呈层状，如沉积型铁矿床、部分砂(页)岩型铜矿床等，并且与地下构造相对应，厚度较为稳定且较大范围地延伸。热液矿床中，脉状矿体较为常见，如出现在充填-交代(石英脉)型钨矿床中，脉状矿体沿岩层面、节理面分布，形状多变，并且它们的宽度变化明显。硅化物矿床中多出现透镜状的矿体，如硅化物型铁矿床、铜矿床等，此类矿床多分布于接触带间，受构造、岩性制约，并且中间部位较厚，边缘部位稍变薄。如斑岩型矿床中也有柱状/筒状的矿体，如斑岩型铜矿床、钼矿床等，矿体产于斑岩体上部、边部及内外接触带附近，呈柱状或筒状分布^[1]。而矿体产状与地层、构造的关系密切，如有些矿体与地层整合接触，产状一致；有些则斜交或穿切地层，受断裂、褶皱等构造控制。矿体规模也各不相同，有些大型矿体可达数千米

甚至更远，矿体厚度相当宽，如沉积型铁矿床中一些大矿体和斑岩型铜矿床；小型矿体，长度几十米甚至更短，如一些脉状钨矿和金矿体。

(二) 地质构造特征

地质构造是矿山地质结构重要的组成部分，对矿山的开采发挥着巨大的影响，它不仅仅决定了矿产位置以及聚集的方式，而且会深刻影响着采矿的稳定性和安全性。其中，褶皱构造就是在地表受到水平方向的压缩力而导致的形体变化，褶皱的存在会导致矿床或者矿体位置的高低变化，导致开采的难度增大以及花费成本增多。褶皱也会造成热量传递路径的变化，在褶皱处，由于岩石受挤压和拉张作用，可能导致岩石开裂的出现。断层构造是在地球表面岩石受到破碎后所呈现的断裂线状，断层会造成岩层的不连续性以及破坏地层运动，造成对矿山开采的巨大困难^[2]。在断层存在区段，应该特别注意操作，防止触发断层所引起的地层塌陷、滑坡等灾害。断层除具备影响开采矿石稳定性以外，还可

能是地下水的流动通道，对矿山的水文地质造成了影响，进一步导致开采的不稳定。

(三) 水文地质特征

作为影响矿山是否稳定的决定因素之一，水文地质条件对矿山存在很大的影响。例如，地下水位的升降、地下水的流态、地下水的性质等，都会对其造成很大的影响。如果地下水位上升，可能会导致土质的含水率发生改变，就会改变土质的物理性质^[3]。导致土壤孔隙水压增大，降低土壤的抗剪切强度和承重要素，从而加大斜坡塌陷、地面塌陷的可能性。如果地下水位下降，干旱引起土壤收缩，在土壤中形成裂隙，同时给地下水更多的渗透深度。而地下水渗出流动不仅会影响矿山的稳定性，还会腐蚀和损毁矿山开采设备。在开采期间，地下水会从地形的裂缝、断层等处流入矿山洞，冲击、侵蚀采矿机器、支撑结构、隧道。而含有如溶解的盐类、酸性化合物等的地下水会腐蚀机器材质，降低机器寿命。

二、常见矿山开采方法类型

(一) 地下开采

空场采矿法是普遍应用于地下开采的一种技术方法，适用于那些矿岩稳定、埋藏深度大且矿层中等的开采地域，如金矿、铜矿、钨矿等的地质结构，其核心原理是在开采过程中保留一小部分矿柱以支撑采矿已经完成的部分，并不会马上充填或是加固，直到将需要提取的部分完全清除完毕，决定如何处理剩下的空间结构^[4]。具体实施时可以分为四个阶段：第一，划出矿区并将其分解成为小的单独作业空间；第二，构建切割隧道以形成用于采矿工作空间的平台以及空气流动与通路的交通线路；第三，开始真正的开采工作，用浅孔与深孔钻头炸毁矿石并从滑道或是传输管中移动矿石；第四，需要留出按照规则排列的矿柱用以保持已清空空间的稳定性。空场采矿法的优势在于施工人员可以用更高效、更经济的方式完成开采任务，并最大限度地依靠矿石自身的稳定性降低其维护的成本，同时适应大型化机械化生产模式。但该方法也有相应的限制，例如它对于矿石稳定性要求极高，若达不到这一程度极易产生空洞坍塌的危险。另外，在空场采矿法中因要维持矿柱所以必然会对矿石的损耗产生一些影响，在矿体结构非常不规则的情况下可能会对矿产资源回收率造成影响。

(二) 露天开采

露天矿山主要的开采方法是台阶式开采法，适合深度小、范围广、矿岩坚硬的矿床，如铁矿、煤矿、石灰岩矿等。其主要是将一定的高度范围内将矿体分为多个台阶，从上往下开采。具体来说，首先清除场地上的覆盖物，去除覆盖于矿体顶部的废土、废石；其次根据矿床储量以及机械设备的性能来决定阶段高度，一般在10米至15米之间，挖掘进、回风井和运矿平台；然后使用钻孔爆破，使不同的阶段矿岩落到下方，被挖掘机或铲子收集到自卸车上，最终运往破碎站或废弃场；随着开采推进，不断延伸台阶并维护边坡稳定^[5]。台阶式开采法的优势是能大量生产，适合大型挖掘机、自卸车、钻机等大型机械的操作，且工作区域空间

大，安全高，便于管理和观察；能够最大限度地开采作业，矿石回收率高。但此技术容易受地质条件以及季节天气的影响，如遇雨天往往会影响运输和炸药的使用。同时，大规模开采也会产生大量废石，进而影响周围生态环境，需要采用适当措施进行生态治理。

三、矿山开采技术的选择与优化策略

(一) 影响矿山开采技术选择的因素

矿山开采技术的选择需综合考虑多方面因素，以期实现安全、有效及经济的效果。首先应掌握较为准确地矿床地质条件状况，包括但不限于矿体位置、形态、厚度、产状及稳固程度等。对于浅埋且矿体较大，采用露天台阶式开采法；对于深埋且矿岩较稳定的矿床采用空场采矿法为宜；对于矿体不稳、开采后要保全地面的矿体，则适宜采用充填采矿法。与此同时，施工企业与工作人员还要考虑资源特点和成本费用^[6]。矿石品位和储量影响开采经济效益，高品位大矿宜采用劳动效率高的机械化开采方式，而低品位小矿应寻找较便宜的开采方式，也要考虑生产过程中机器、人力、物流等开支，如露天开采前期初期剥离成本较高，但机械化作业后期成本会降低；地下开采主要是巷道掘进成本。此外，还要考量环保、安全要求。对于存在生态环境脆弱区或者邻近村民住宅区的矿山开采项目，应选择减小地表破坏与污染的方法^[7]。例如，使用充填采矿法能够有效地减轻地面的下陷情况；对于矿岩不稳固、易发生坍塌的矿床而言，虽然使用爆破的方法可以在一定程度上化解地表下的压力，但是应当注意由此所带来的生态环境影响，避免引发地质灾害。

(二) 矿山开采技术的科学选择方法

要想选择出矿山开采技术的科学方法，就要构建一个综合评价体系并对矿岩特征做匹配分析。首先，对要开采地矿山进行详细的地质探查，明确矿体的厚薄、倾角、深度、矿岩的物理、化学性质，这些也是开采技术选择的基础数据来源。例如，矿体厚度大于5米且倾角为45°以上且稳定的矿山，可用空场采矿法中的分段采矿法；但若矿体很厚且不稳定，则需采用无底柱分段崩落法。其次，要比较开采技术的可行性与综合经济指标。对于同一座矿山，要对不同的开采法带来的采出量、采出率、投资成本和开采成本等因素进行比较^[8]。例如，露天台阶式开采法矿产资源回收率达95%左右，但剥离成本高；而地下充填采矿法矿产资源回收率为90%左右，但其建立的充填系统建设成本较高，故要借助财务模型把两种方法从初始建设到全生命周期产生的总成本核算出来，选取其中净现金流最大的方法。最后，矿山开采还应考虑环保与安全的约束条件。对于周围有需要保护地表水体及建筑物，或地下采矿成本较高的矿山来说，应优先考虑采用充填采矿法；对于存在高瓦斯矿井的矿山来说，尽量不使用可能会造成瓦斯积聚的采矿技术，并配备完善的通风系统，确保作业安全。

(三) 矿山开采技术的优化策略

1. 优化工艺参数

根据矿床的实际条件灵活调节开采条件以提高工作效率和生

产的安全性。例如，在使用露天台阶式开采方法时，可针对炸药用量、炮线网布局和引爆方式等进行模拟试验，来减少大块比例、提高挖斗装载机的工作效率。使用地下空场采矿法则应根据顶柱应力监测情况，对顶柱尺寸进行调整，并在不造成不稳定的前提下降低顶柱损失，以提高矿产回收率。

2. 加快机械化与智能化升级

近年来，在矿山开采中，越来越多施工单位与技术人员借助先进的机械化设备与信息技术，在提高掘进精度的同时减少井下作业人员，如在露天矿山应用无人驾驶自卸卡车、无人机测绘技术，实时指导运输路线和对边坡的监控^[9]。另外，技术人员还建立了数字矿山模型，模拟矿山开采过程中的地质压力情况及矿石流转规律，提前预测可能存在的风险。

3. 提升资源综合利用与环境保护

将开采过程与生态保护、资源回收结合。例如，利用矿山废石或尾矿作为填充材料，以降低废料储存空间需求；对露天开采后的地表立即进行土壤修复，重新种植植物；对于低品位矿石，配合适量有效的精炼技术，提高矿产利用率降低单位产品能耗。

4. 根据实际情况动态调整开采技术

根据开采深度及地质特征，合理对开采技术进行调整。比如，当露天矿山采掘到一定程度时，剥离成本会急剧提高^[10]。这时，施工人员应改变为地下开采，将两种开采方法有机结合。在矿岩稳固性下降的区域，由空场采矿法逐步过渡为充填采矿法，通过增加锚杆、锚索支护等方式进行调整，确保稳定开采。

四、结语

综上所述，深入探究矿山地质特征，选择科学的开采技术，能够进一步促进矿山开采的安全性和经济性。通过对矿山的矿体特征、矿山结构特征和水文地质特征进行全面的数据收集与分析，不仅能预测并防范潜在的地质灾害，还为施工人员选择开采技术提供坚实的数据支持。未来，随着人工智能、云计算等先进信息技术的不断创新，以及开采技术的日益完善，将能够更精准地分析矿山地质特征，实现开采技术的高效应用，提升矿山开采的整体经济效益与资源利用水平。

参考文献

- [1] 陈国伟. 矿山地质构造和成矿作用的主要问题分析 [J]. 世界有色金属 , 2024,(24):79–81.
- [2] 温珍飞. 金属矿山地质勘查与深部地质钻探技术研究 [J]. 科技资讯 , 2024, 22(24):167–169.
- [3] 周环, 李雪松, 徐毅, 等. 矿山地质探矿工程勘探方法研究 [J]. 中国金属通报 , 2024,(12):146–148.
- [4] 郭大千. 基于矿山地质工程勘查施工技术研究 [J]. 中国金属通报 , 2024,(12):149–151.
- [5] 赵旭. 矿山地质探矿工程新技术的应用探讨 [J]. 中国金属通报 , 2024,(12):155–157.
- [6] 毛林. 智能矿山自动化开采技术与应用 [J]. 中国金属通报 , 2024,(11):36–38.
- [7] 李建华, 孙立民. 新时代下可持续发展的绿色矿山开采技术分析 [J]. 世界有色金属 , 2024,(21):124–126.
- [8] 况金明. 矿山开采技术的创新与应用研究 [J]. 中国金属通报 , 2024,(09):49–51.
- [9] 邹远华. 多金属矿山的地质矿产特征及勘查分析 [J]. 冶金与材料 , 2024, 44(07):136–138.
- [10] 潘章凤, 费小丽. 大型矿山工程矿产地质特征及开采研究 [J]. 中国金属通报 , 2023,(08):41–43.