

采矿工程巷道掘进和支护应用解析

陈 润

化隆县沙家矿业有限公司 青海 海东 810999

摘 要: 在金属矿产开采中, 开采的各个环节都要遵循着标准化的技术操作要求和流程标准, 结合采矿工程的实际应用要求, 提高技术应用水平和工程项目的建造质量。本文对金属矿产采矿工程巷道掘进技术和支护技术的现状展开了讨论, 分析了金属矿产采矿工程巷道掘进技术和支护措施要点, 提高技术水平。

关键词: 金属矿产; 采矿工程; 巷道; 掘进; 支护技术

引言

从我国地下金属矿资源的总体布局上来看, 大多数矿产企业均采用的是地下开采的技术。由此不难看出, 对于金属矿地下开采技术的研究和创新在我国的经济建设以及工业发展中起到了不可替代的重要价值。

1 采矿工程巷道掘进与支护技术的现状

我国科学技术的快速发展, 金属矿产的开发和利用受到了人们越来越多的重视, 金属矿产在我国的工业生产和社会建设中, 发挥了不可替代的功能, 在开发金属矿产的过程中, 展开采矿工作, 要以巷道掘进技术和支护技术为核心, 提高生产水平和开采质量。在金属矿产的开采中, 传统的岩石集中的布局形式逐渐被巷道的布局所取代, 利用采准巷道布局和开拓巷道布局等形式, 目的是提高巷道掘进技术水平。目前应用到巷道掘进中的方法包括综合机械掘进法、掘锚法、一体化流水线掘进法, 是巷道掘进工程项目中的常见方法。利用综合机械掘进方式, 对机械设备有着较高的要求, 因此综合机械掘进方法的技术成本较高, 掘锚法技术的应用中使用了悬臂式掘进机, 适用于有着一定复杂程度的金属矿产地形中。但是利用该方式有一个弊端, 那就是一体化流水线施工法的施工进度较慢, 因此金属矿产掘进技术和装备应用体现出了一定的缺陷和不足。与发达国家相比, 我国在金属矿产掘进技术应用和装备开发方面处于落后局面, 仍旧还需要持续的探索实践, 以提高采矿工程的巷道掘进和支护技术水平^[1]。

2 金属矿巷道掘进支护技术工艺分析

2.1 地质勘查技术

随着技术的发展, 地质勘查技术类型愈加丰富。以遥感勘探技术为例, 通过GPS感应设备对矿区地下环境进行探测, 深入了解地层结构和地质情况, 为地下环境中建立三维数据坐标, 在坐标中标明准确的地质水文信息, 为地层环境三维模型图的建立提供必要的基础信

息, 保证后续巷道掘进工作能够顺利推进。针对部分地层结构较复杂的环境, 地质勘探人员可以使用钻探勘查技术了解地层情况, 如根据巷道的挖掘深度确定钻孔深度。通过对钻孔内部环境的现场勘查提高技术人员对地下环境的了解程度, 保证地质勘查结果的精确性。

2.2 通风降尘技术

在巷道掘进过程中往往伴随着大量粉尘, 巷道内部空气质量容易受到影响, 同时有害气体影响巷道掘进的安全性。为保证巷道掘进工作的安全推进, 要在掘进过程中进行通风降尘。在巷道内部换气工作中, 工作人员可以在掘进平台上安装压入式通风机, 利用通风机将外部新鲜空气压入工作面, 提高巷道内部空气质量, 消除安全隐患。为保证通风效果, 还要将通风机安装在有风经过的巷道当中, 巷道与掘进巷道间的距离保持在10m以上, 避免风流循环导致有害气体回流。抽出式通风技术是巷道掘进通风的关键技术之一, 通风机将巷道内部的污浊空气抽出, 使外部的新鲜气流能够涌入巷道当中, 抽出式通风机要与掘进巷道口保持10m以上距离^[2]。

2.3 锚杆支护技术

锚杆支护技术是巷道支护施工中最常见的技术工艺, 其主要是通过对整体结构的加固、悬吊减跨与挤压等方法达到稳定结构的目的, 减少巷道掘进过程中对周围结构的影响。此支护技术具有灵活性强、支护能力强、机械化程度高等优势, 但在具体应用中也会受到地应力与巷道围岩强度等因素的影响干扰支护效果。对于巷道掘进中锚杆支护技术应用的设计可利用信息技术为辅助, 通过动态收集巷道掘进信息、地质数据信息等依照参数分析技术应用条件的优劣, 根据参数分析调整锚杆支护技术实施方案, 确定合理的参数, 再据此进行技术施工, 在实践中检验锚杆支护技术实施效果, 进一步优化支护技术的运用方案, 确保发挥锚杆支护技术的有效支护作用。

对于锚杆支护技术的实际施工,要适当增加锚杆托板的厚度,考虑到成本因素、施工要求因素等,增加托板厚度以提升矿压能力,让支撑保护作用充分发挥,为巷道掘进施工安全提供保障;要合理把控锚固剂的使用时间,锚固剂作用是加固支护效果,但使用时间较长会对锚杆质量造成损伤,因而在对锚固剂使用前应开展实验测试分析使用时间因素对支护的影响性,根据巷道掘进施工实际情况选择合适的锚固剂,依照使用要求控制使用时间,发挥其对支护效果的提升作用;要选择合适的锚杆丝,锚杆丝主要使用在锚杆拉脱环节,在选择时需考虑到支护强度,由技术人员综合分析后尽量选择强度大的锚杆丝,如滚丝机滚丝,其能增强支护效果,规避安全事故;要分别做好巷道内和巷道旁的支护管理,对于巷内在进行支护技术施工前调查巷内的具体情况,锚杆强度高时增加巷内支护,存在裂缝现象时加强锚杆强度,切实增强支护效果,为巷道掘进提供安全保障;对于巷旁支护的管理,从地质变化方面考虑可能造成的变形后果,选择合适材料保证锚杆支护强度,并加强地质活动预测工作,发现异常能快速采取措施应对,防止支护变形,提高锚杆支护的安全性及有效性;要完善动态监测,对锚杆支护施工过程进行全过程监督,依托监控设备、电子设备等获取巷道掘进的信息和支护情况,具体分析问题,实现巷道掘进与支护工作的整体控制,强化巷道掘进施工管理,保证锚杆支护技术的有效应用。

2.4 U型支架支护技术

U型支架支护技术通常被应用在岩石较为松软的巷道中和支护难度比较大的巷道中,另外当喷锚网支护效果不够强时也可以与此支护技术相结合。U型支架支护技术的支护强度受到支架尺寸、支架材料强度和支架结构等因素的影响,支护载荷效果直接影响支护技术的支撑效益,不同载荷下支架支护技术的承载能力与支护阻力不同,如以型号为28kg/m、排间距为0.8m的U型钢为例,当载荷均匀分布时其承载能力为689kN、支护阻力为83.5kN·m⁻²、支撑效益为2.4kN·kg⁻¹;当载荷分布顶压大于侧压且比值为3:1时,其承载能力为317kN、支护阻力为38.5kN·m⁻²、支撑效益为1.03kN·kg⁻¹;当载荷分布侧压大于顶压且比值为3:1时,其承载能力为251kN、支护阻力为29.95kN·m⁻²、支撑效益为0.78kN·kg⁻¹;当载荷分布在一侧且两侧之比为3:1时,其承载能力为108kN、支护阻力为13.41kN·m⁻²、支撑效益为0.33kN·kg⁻¹,由此可见不同的载荷分布情况之间承载能力有着明显的不同,支护技术的实际应用要合理明确承载需要,调整荷载分布。U型可缩性钢支架支护技术是U

型支架支护技术的一种类型,其在巷道支护中起到有效作用,具有较高的支护强度、较大的支撑力与可重复使用等优势,在具体应用过程中重点关注钢材的质量和壁后充填施工,对于钢材的选择需确保面对不同受力情况都能保持稳定性,以及面对高压发生变形不超过可允许范围等;对于壁后充填需确保充填强度,能加固支架对围岩的支撑,优化支架的受力,提高支护技术对巷道的支护效果^[4]。

2.5 混凝土支护技术

混凝土支护技术是一种成本较低的支护工艺,混凝土构件是混凝土支护技术的关键,一种是预制件结构形式,主要用于存在较大面积淋水、涌水的巷道位置,也可以用于围岩破碎位置,有着施工安装便捷、防水防火性强、整体性好的优点,但其成本相对较高。另一种是现场浇筑混凝土支柱结构形式,直接在现场进行浇筑,对地表压力可提供有力支撑,不用再依靠矿石点柱为支撑,支撑强度更大、更稳固。对于混凝土支护技术的应用,常见为喷射混凝土,需从两个方面考虑,一方面需考虑混凝土的抗压强度,喷射混凝土之前浆体的配置十分关键,影响着抗压强度的强弱,为提高其抗压强度,可在喷浆体中加入速凝剂,能在2~3小时内快速封闭,并在18~24小时内增强强度到80%,有效支护的抗压强度指标一般为25MPa。另一方面需考虑喷层变形受破坏的机理,在受力作用下喷层通常会经过黏结抵抗、挠曲和薄壳效应三个阶段的变形,不同变形阶段需考量不同影响因素,采取合理方法控制变形破坏,保证喷射混凝土支护可靠性,如黏结抵抗阶段,受力变形的产生多与巷道围岩表面的清洁度以及喷浆的厚度相关,为确保喷浆体强度,需在喷浆前对围岩表面进行冲刷,喷浆时将厚度控制在5cm左右,达到较稳定的喷浆强度效果。喷浆厚度的确定要视情况而定,但最大不能超过25cm,当厚度大于10cm后每次继续增加50%的厚度就能再增强15%的喷浆强度,加固围岩。

2.6 土钉墙支护技术

土钉墙支护技术主要是利用土钉来加强巷道稳定性的工艺,该技术的具体操作是:根据巷道围岩的实际情况评估分析结构,确定合理的孔深、孔间距,使用钻孔设备在巷道墙壁上按照规格钻孔,确保所钻孔的深度和分布符合计划要求,根本上保证支护施工质量。之后,对所孔进行编号,逐一将土钉打入孔中,同时进行拉拔实验,依照实验数据分析结果确定合适的注浆力度、速度和注浆量,以及结合实际情况判断是否需要增加添加剂,考虑各种添加剂对土钉墙支护效果的影响,再进行

注浆,加固土钉的稳定性,以土钉墙技术方式为巷道稳定性和安全性提供保障。

2.7 巷道分级支护技术

金属矿巷道掘进支护中巷道分级支护技术是应用较常见的,其指的是对巷道中的岩体进行分级,对应不同级别分别采用不同支护技术,旨在达到最优的支护效果。在巷道分级支护的设计中,需要考虑几个关键方面,一是矿岩质量,其对巷道周边稳定性产生影响;二是巷道的暴露面积,其对巷道自身的稳定性产生影响,如当巷道交叉处存在较大暴露面积时会对整个巷道稳定性造成影响;三是巷道的服务年限,其对支护材料选择、支护参数确定产生影响,一般服务年限越长支护的强度越高;四是巷道失稳影响性,不同用途的巷道稳定性变差后会对开采工程产生不同程度的影响,鉴于以上,则需进行级别划分,针对性采取支护方法有效解决巷道掘进中的支护不足、不全面问题,形成更稳固的支护体系。在把握以上四个关键因素基础上,可通过公式计算确定具体的支护等级指标值,继而再进行具体等级划分,其公式为:([Q]为矿岩工程质量指标;为使用年限因数,时间与呈反比;为暴露面积,面积与成反比;为巷道影响程度,影响能力与呈反比),根据RQ值划分支护级别,当RQ值 > 40为级,当RQ值在10~40之间为Ⅱ级,当RQ值在4~10之间为Ⅲ级,当RQ值在1~4之间为Ⅳ级,当RQ值 < 1为Ⅴ级。

以某金属矿开采工程巷道掘进为例,在巷道掘进过程中遇到裂隙密集带和溶蚀裂隙带,岩石较为疏松,容易破碎,对其采取巷道分级支护技术,此巷道的失稳模式有三种,分别是强氧化带“一线天”高冒顶、全断面垮塌变形、结构面控制楔形体冒顶,据此将岩体进行分级,并分别采取针对性的支护技术。对于内聚力为2.8MPa、内摩擦角为39.1°、泊松比为0.26、弹性模量为11.9MPa、抗拉强度为0.65MPa的Ⅱ级岩体,采用喷射混凝土支护技术,使用C20规格、50mm厚度的混凝土;对于内聚力为1.5MPa、内摩擦角为30.1°、泊松比为0.30、

弹性模量为3.2MPa、抗拉强度为0.10MPa的Ⅲ级岩体,采用喷射混凝土方式支护顶板结合端锚式锚杆支护,其中混凝土规格为C20、厚度为50mm,锚杆长度为2.1m,锚杆间排距为1.0m,以及使用Φ22mm规格的端锚式锚杆;对于内聚力为0.7MPa、内摩擦角为17.0°、泊松比为0.39、弹性模量为0.7MPa、抗拉强度为0.01MPa的Ⅳ级岩体,采用管缝式锚杆帮部支护、锚杆顶板支护、喷射混凝土支护结合钢筋网支护,其中使用Φ42mm规格的管缝式锚杆,Φ22mm规格的锚杆,C20规格且厚度为100mm的混凝土,Φ6mm规格且100mm×100mm规格的钢筋网^[6]。

3 结束语

综上所述,在我国金属矿产产业的现代化建设和发展中,针对金属矿产采矿工程项目进行合理规划,要在巷道掘进技术和支护措施的研究中,加强对实际地质情况的了解,制定科学规范的技术方案。优化技术措施,对技术流程进行改进和创新,提高金属矿产采矿工程项目的安全水平和生产效益,推动金属矿产工程项目的可持续创新与发展。

参考文献

- [1]柳春.浅析采矿工程巷道掘进技术与支护技术[J].世界有色金属,2020(4):61-62.
- [2]田明富.采矿工程巷道掘进技术与支护技术分析[J].西部探矿工程,2022,34(7):174-176.
- [3]吕谦.巷道掘进不同工况锚杆支护轴力分布研究分析[J].机械管理开发,2022,37(6):72-74.
- [4]陆彦伟.金属矿产巷道快速掘进中的支护技术研究[J].机械管理开发,2020,35(07):175-177.
- [5]王成东.地下金属矿山采矿技术进展探讨[J].冶金管理,2022(11):54-56.
- [6]于连海,杨启鑫.金属矿山井巷建设工程支护应用探究[J].中国金属通报,2020(05):33-34.
- [7]熊金波.复杂地质条件下金属矿采空区联合支护方法研究[J].世界有色金属,2020(09):78-79.