

掘进巷道超前钻探设计优化应用

张锦程

河南能源化工集团鹤煤公司中泰矿业 河南鹤壁 458000

摘要: 在前期资源勘查中, 由于传统地面钻孔钻探方式具有很大的局限性, 使得井下物探结果具有多解性, 这就需要在开采前实施超前钻探工作, 了解地质条件和地质环境, 为矿产开采提供有利于参考数据。对此, 在开采工程中, 要加大对超前钻探工序的重视程度, 根据实际情况和工程特征, 制定超前钻探设计方案, 优化钻探方式和钻探流程, 做好钻探中的安全技术措施, 保证钻探过程的安全性和稳定性, 顺利完成施工作业, 发挥出超前钻探技术的价值和作用。

关键词: 掘进巷道; 超前钻探; 设计应用

Optimization and Application of Advanced Drilling Design of Tunneling Roadway

Jincheng Zhang

Zhongtai Mining, Henan Coal Company, Henan Energy and Chemical Group, Hebi, Henan 458000

Abstract: In the early resource exploration, the traditional ground drilling method has great limitations, so that the underground geophysical exploration results have multiple solutions, which requires the implementation of advance drilling before mining, understand the geological conditions and geological environment, and provide favorable reference data for mineral mining. To this, in the mining engineering, to increase the attention to the advanced drilling process, according to the actual situation and engineering characteristics, develop advanced drilling design scheme, optimize the drilling mode and drilling process, completes the drilling safety technical measures, ensure the safety and stability of the drilling process, successfully complete the construction operation, play the value and role of advanced drilling technology.

Keywords: Roadway excavation; Advanced drilling; Design and application

引言:

在巷道超前钻探施工中, 要做好前期地质勘查工作, 及时了解巷道地质环境和水文环境, 明确巷道超前钻探施工的难点和重点, 以此为依据, 编制巷道超前钻探施工设计方案, 选择合理的钻探设备, 明确探水点, 优化钻孔设计方案和施工工艺, 并做好安全技术措施, 保证巷道掘进工程的顺利开展。

1 巷道掘进地质保障中的钻探需求

由于煤炭地质保障的核心内涵不断丰富和发展, 已由传统的资源勘查到服务于煤矿智能绿色开采的地质保障服务, 巷道智能掘进地质保障中的钻探需求亦在不断发展。《煤矿安全规程》中规定: 煤矿巷道掘进前, 应当掌握掘进工作面前方地质构造、煤层及其顶底板岩性、煤(岩)与瓦斯/二氧化碳突出危险区、受水威胁区等地

质情况。井下坑道钻探技术是实现巷道掘进超前探测的最直观和最重要的途径。

从钻进方式主要分为常规回转钻进、稳定组合钻具受控定向钻进和随钻测量定向钻进三种, 近年来研制了系列坑道液压钻机、泥浆泵车、专用钻具、随钻测量系统、冲洗液循环净化系统等装备, 促进了煤矿井下坑道钻探装备的升级换代。尤其近年来钻进装备自动化水平的提高和快速发展的井下长距离随钻定向测控钻进技术提升了钻探安全与效率, 保障了钻探地质服务质量和精细化勘探水平。

钻探是煤矿巷道快速掘进的地质保障关键技术之一, 对于掘进工作面超前探测具有以下技术要求: 首先应通过智能化手段提升钻探质量与钻进速度, 进一步发挥钻探精准的技术特点; 其次应从时间和空间上实现掘探的

协同作业，减少相互干扰，确保掘探施工的协调性；再次应基于钻探进一步发展两探融合技术，如基于超前钻孔的瞬变电磁法与激发极化法；最后应确立钻探信息数据标准，以满足各种三维地质仿真应用系统共享和煤矿应用集成要求。

2 掘进巷道超前钻探设计应用

2.1 钻探设备选择

3023运输顺槽超前钻探施工主要采用ZDY4500LXS(A)型煤矿用履带式全液压坑道钻机，属于自行式、低转速、大转矩类型，配套钻杆直径 $\Phi 73\text{mm}$ ，钻头直径 $\Phi 89\text{mm}$ ，钻机额定转速 $65\sim 200\text{r/min}$ 。

2.2 探水起点设定

在巷道超前钻探过程中，为了防止施工人员发生安全事故，在接近富水区域时，要将富水区域范围、水量和水位标注在采掘工程图纸上方，并在图纸上注明积水线、探水线，明确警戒线具体范围。(1)标注积水线。在标注积水线时，按照小窑、老空下方最深区域进行划定，在该巷道施工中，结合地质勘测数据，积水线标高标记是 $+1207\text{m}$ 。(2)标注探水线。在标注探水线时，按照巷道掘进中的富水区域位置、范围进行划定，深入了解富水区域的水文地质条件，掌握施工巷道环境和受压破坏情况，综合考量。若无法明确巷道掘进时的富水区边界，可以根据具体的水文地质资料和图纸，把探水线划定在 60m 处。(3)标注警戒线。在警戒线范围标注时，要按照探水线位置来标注警戒线范围，通常情况下，可以在巷道掘进中把探水线向外侧移动 100m 左右，形成探水线。但是结合该巷道的地质条件和薄弱区域富水情况，以探水线向外移动 80m 设定警戒线。

2.3 钻场优化布置

为了保证巷道快速掘进，降低钻孔施工对巷道掘进影响，优化后决定采用“迈步交错式”钻场进行钻孔施工。

2.3.1 钻场布置在巷道两侧，采用掘进机一次性施工到位，钻场规格为长 \times 深 \times 高 $=5\text{m}\times 4.5\text{m}\times 3.5\text{m}$ ，相邻2个钻场两翼交错迈步式布置^[1]，钻场水平间距为 100m 。

2.3.2 钻场顶板及巷帮支护与原巷道支护设计相同，工作面侧巷帮不进行锚杆支护，为了提高钻场顶板稳定性，在钻场顶板施工4组组合锚索。

2.4 钻孔布置参数

3023运输顺槽探测点探测范围为东南方向，中心方位角 97° ，中心距离约 60m ，需要布置钻孔6个(1号~6号)，设计钻孔长度 $60\text{m}\sim 61\text{m}$ 之间。

2.5 钻孔扩孔及封孔工艺

膨胀水泥封孔质量较差，从而导致煤壁渗水、孔口管窜动、孔口涌水等问题。因此必须对原钻孔封孔工艺存在的问题进行针对性优化设计，多次试验后确定应用“两堵一注”封孔工艺。

2.5.1 超前钻探开孔孔径选用 $\Phi 133\text{mm}$ 的钻头钻进，钻进 10m 时，停止钻进下入 $\Phi 108\text{mm}$ 无缝钢管 10m 。

2.5.2 孔口管安装后对孔口管与钻孔壁之间间隙处灌入充填水泥和速凝剂材料，凝固时间达到要求后，透孔至孔底。

2.5.3 孔口管固定后对封孔段进行注水耐压试验，首先在孔口安装测压系统(闸阀、压力表、三通、流量表等)，孔口压力要大于预测水头压力的1.5倍即 1MPa ，稳压时间超过 30min 。

2.5.4 耐压试验后发现钻孔周边无泄漏水，试验合格后方用 $\Phi 89\text{mm}$ 的钻头保持在煤层中钻进^[2]，进入陷落柱后水平钻进，直至钻进至预定长度(坐标值)时，停止钻进开始下一个钻孔钻进。

2.6 “安全区域”物探设计方案

依据“物探先行，钻探验证”的规定，掘进巷道在超前探放水前需先进行井下瞬变电磁探测，其基本原理就是电磁感应定律。依据矿方实际条件，物探设备选用YCS160瞬变电磁仪和YCS256矿用本安型瞬变电磁仪，该设备专门为矿井井下顶底板探水、超前探测设置了回线边长 2m 的小线框，勘探最大深度 $100\sim 120\text{m}$ ，并配有专门的解释软件，在国内许多矿井进行了实际应用，取得了较好的地质探测效果。瞬变电磁法超前探测设计4个方向，分别是3个横向探测方向(与巷道顶板呈 45° 夹角向前方顶板探测、顺岩层方向向前方探测、与巷道底板呈 45° 夹角向前方底板探测)和1个纵向探测方向^[3]。

2.7 做好排水措施

2.7.1 设置排水管路。巷道排水管道布置中，选择4寸、6寸的无缝钢管，分别设置在巷道以北与底板距离 1300mm 的位置，每隔 50m 的位置设置一个支管阀门，每隔 100m 的位置设置一个闸阀，随着巷道掘进施工的开展，要保证排水设施的同步连接固结。同时，在掘进工作面范围内设置两台排水泵，配合排水管路作业，随着掘进工作面的拓展而跟进，一旦出现工作面涌水的情况^[4]，需要启动排水泵排出工作面的积水，特别是在突然涌水的情况下，可以两个排水泵同时启动，及时排除掘进工作面的积水。

2.7.2 排水系统建设。巷道超前钻探中,可以利用巷道排水管排出工作面的积水,分别在三采区胶带巷内段与外段排水管进行共同布设,排水方向为“工作面——巷道内部——三采区胶带巷内段——三采区胶带巷外段——水仓”,在工作面低洼位置,设置临时水坑,设置排水泵排出集水坑中的积水。

3 超前钻探技术发展思考趋势

3.1 钻探信息挖掘与管理

基于钻探的超前综合探测系统为基础、数据为中心、计算为手段、智能数据解析与决策为需求的数据驱动学术思维,为钻探信息挖掘与管理提供了新的技术思路。由于钻探可以获取层状地质体中的最准确、最有效的三维数据,成为早期地质勘探工作中分析地质环境、成矿规律、地层岩性的最直接、最重要的手段。新需求下的钻探信息挖掘以随钻地质信息的三维动态模型构建为基础,考虑探、掘、支、运的快速掘进工序^[5],通过多源数据有效融合,开展钻孔信息的三维建模和可视化平台建设,并能根据生产状态和巷道掘进二次揭露数据自动更新,实现大规模三维模型的交互漫游、属性查询和剖切分析等,成为智能矿山建设的空间信息基础支撑平台。

3.2 智能化钻探

我国煤矿区钻探技术及装备近年来得到迅速发展,逐步形成了适用于复杂地质条件的煤矿井下坑道钻探技术装备体系。其中,随钻测量定向钻进技术与装备实现了关键核心技术自主可控,整体达到国际领先水平。作为煤矿安全与地质保障的基础支撑,钻探技术及装备的智能化研发迫在眉睫。确保钻探安全与提升钻探效率仍然是当前智能化钻探技术发展的基本任务。对于煤矿巷道超前钻探来说,还需要能够对地质构造、矿井灾害及危险源进行超前感知和防治,在复杂含煤地层和地质构造智能表征方面取得突破,从而保障快速掘进等工作的顺利进行,满足“透明矿井”超前钻探安全高效探索未

知的需求。

智能钻进控制实施过程中,首先利用基于多源信息融合的钻进参数监测系统与孔底工程参数智能测量系统,获取高价值密度的钻进数据;然后提出基于特征聚类的地质环境建模技术,结合实时获取的钻进数据,实现复杂施钻地层的有效描述;在此基础上,研发钻进工况智能识别技术和钻进过程智能控制技术,通过实时感知地层环境,智能调节钻压、转速、泵量等操作参数,实现钻柱运动、泥浆循环、钻孔轨迹延伸的有效控制,最终提升定向钻探效率,保障钻探工作安全^[6]。通过上述方法和技术集成的智能钻进控制策略,为智能化钻探奠定了基础,也是智能快速掘进装备机群协同控制的有机组成。

4 结束语

综上所述,随着矿井开采条件的日益复杂,矿井受水害的威胁也愈加严重。在巷道掘进过程中,探测其前方一定范围的赋存情况,对于确保巷道的安全掘进有着极其重要的意义,也可以为煤矿防治水提供相应的依据,从而减少和避免溃水事故的发生。

参考文献:

- [1]范进.掘进巷道超前钻探设计优化应用[J].煤矿现代化,2021,30(04):1-3.
- [2]李三平.巷道超前钻探设计及安全技术探析[J].煤矿现代化,2020(04):81-82+86.
- [3]司金文.掘进巷道超前钻探设计应用[J].山西冶金,2021,44(03):114-116.
- [4]刘文鹏.掘进巷道地质探放水施工设计与安全措施[J].矿业装备.2020(3):104-105.
- [5]闫晨鹏.掘进巷道地质探放水施工设计应用分析[J].山西冶金,2020(4):161-162.
- [6]郝勇.综掘岩巷掘进工艺优化实践[J].山东煤炭科技,2021,39(04):206-208.