

采矿工程采空区巷道掘进支护技术研究

郭晓辉（山西煤炭进出口集团蒲县豹子沟煤业有限公司，山西 临汾 041204）

摘 要：本文分析了采空区巷道掘进技术现状及存在的问题，以某矿为实际案例，指出了掘进支护技术应用流程，以保证安全可靠完成巷道掘进工作，提高采矿企业的经济效益，并为此后巷道掘进工作提供更多的借鉴依据。

关键词：采矿工程；采空区；巷道掘进；支护技术

1 矿井基本情况

某矿井呈现走向北东，倾向西北的单斜构造，倾斜方向存在起伏较小的山坡，中部具备走向北东的斜构造，两翼地层基本呈现对称模式，地势平缓，整体地质构造简单，属于中等水文地质类型，不存在冲击地压。井田全部可开采煤层呈现局部开采状态，资源存储量为 9550 万 t。矿井瓦斯涌出量为 15.24m³/t，属于高瓦斯矿井。布置主副两个斜井与一个回风立井，采用混合开采模式，3 号煤层为全部落底，采用中央并列的通风模式。井下布置一个开采区，并布置综采工作面和综放工作面。为了保证系统设计的合理性，开采人员应全面掌握矿井工作面的分布情况，保证整体开采工作的安全性与可靠性。

2 采空区高效掘进技术存在的问题

首先是掘进机运行中会出现大块岩石，无法保证切割深度，导致机组滑动，磨损截齿。但若运行时间较长时，截割电机会出现短路，升高运行稳定，电控系统瘫痪，甚至电机还会被烧毁，严重影响了开采工作的顺利进行。其次是矿井掘进机运行较长时间时，需要技术人员及时补充油料，但井上下油难度较大，技术人员应掌握正确的操作方法，否则会延长维修时间，粉尘还会污染油液，降低掘进机的工作效率。最后是部分企业更为看重自身的经济利益，为了提高产能采用机械开采技术，但受开采巷道、运输管道等因素的影响，大多机械设备无法进入井下开采巷道中，无法保证预期的掘进效果。除此之外，掘进机在运行期间还会产生大量粉尘，影响机械设备的正常运行，减少了其开采量。

3 采空区掘进技术分类及改进

3.1 掘进技术分类

一是巷道掘进技术，通风除尘设备、刮板运输机等均属于巷道掘进技术，其中悬臂掘进机负责巷道挖掘工作，并增加支护设施，提高煤炭的开采量，降低投入成本。当前我国掘进技术依然处于初级发展阶段，依然需要技术人员设计改进方案。二是全煤岩高效掘进技术，巷道断面主要为岩石，技术人员选型时应充分结合内部器件的安装难度、安全性能以及操作难度等因素，选择合适的掘进设备。在掘进期间，掘进设备强度与刚度应足够高，可以快速破碎岩石，保证掘进效果。目前使用的各种掘进设备在实际应用中均存在局限性，因此在全煤岩巷道中应引入远程监控技术，在实践中不断优化，

以提高巷道的掘进效率。

3.2 采空区巷道掘进技术改进

首先应保证掘进的稳定性，增加润滑系统，并将抗压强度感应器安装至巷道掘进作业中，一旦接触大块岩石时，感应器会自动报警，根据实际情况伸缩自动伸缩侧支撑，调节截割参数，保证掘进机的平稳安全运行。井下环境较为恶劣，粉尘较多，为了保证良好的润滑性，应增加自动润滑系统，编制合理的运行程序，由根本上降低设备故障的发生几率。其次应保证掘进预警，减少粉尘。井下工作环境比较恶劣，粉尘较多，无法实现安全运行。为了增加巷道湿度，降低巷道中粉尘浓度，应安装喷雾泵，为掘进机的安全运行提供优良条件、最后是实现自动化掘进，当前巷道掘进技术得到不断完善，开始在掘进作业中普及遥控与断面控制技术，重点完成数据传输、智能监测等工作，保证掘进机的自动化运行。同时，还应在掘进期间适时调增截割参数与运行轨迹，降低劳动量与生产成本。

4 确定巷道掘进支护方式

4.1 巷道临时支护

开采人员应结合某矿井开采条件，综合选择机载装置临时支护巷道。掘进机在完成割煤作业后，工作人员将机组退至永久支护模式下，将截割头放下闭锁机组，并针对临时支护特点设定操作程序。技术人员做好各部件零部件的检查工作，保证正常运行，之后将两位三通阀达到支护部位，将掘进机泵站打开，为临时机载加油，在机载临时支护上放置钢筋托梁与金属网，将支护工安全撤离至安全地点后，机组工作人员向前推动支护主架与顶梁架液压控制把手，保证顶梁架与主梁架处于折合状态，之后在平稳打开，保证合适角度后，主架起升，升高至巷道顶板后，在巷道顶板安装钢筋托梁与金属网，将临时支护装置安装至闭锁机。完成上述流程后，工作人员在临时支护下开始进行永久支护，打锚索，并安全撤离作业人员，在折合主架与顶梁架，将两位三通阀打到掘进机位置，循环采用掘进模式。当顶板无法支撑巷道时，技术人员可以将道木与巷道顶板接顶放置于临时机载支护上方。

退机、截割头落地、闭锁机组、调整顶梁架与主架位置、闭锁机载临时主架、支护钢筋托梁、临时机载支护放置金属网、安全撤离支护人员、将主架与顶梁架升至安全角度与位置、闭锁机载临时支护装置、闭锁掘进

机、临时支护下进行永久支护等均属于巷道临时支护流程，循环进行作业。

4.2 巷道永久支护

高强度锚杆、钢筋托梁、锚索、金属网联合支护等均属于巷道永久支护方法，工作人员应结合实际情况，确定巷道永久支护流程，在完成临时支护后，安全检查并利用钻机打锚杆孔，之后利用锚固剂固定，上锚杆托板，安装螺母，升起锚杆机。工作人员在锚固时应充分搅拌锚固剂，等待 1min 后，二次旋转锚杆机扭螺母，并设置合理的力矩扳手值，完成其他锚杆的安装工作。手镐、矿斧、大锤以及铁楸等均属于支护使用工具，除此之外，还包括锚杆钻机、锚索张拉器、力矩扳手、锚杆钻机钻头、风钻等。在支护期间，当工作面循环掘进时，永久支护与工作面的距离应保持在 400–1200mm，永久支护模式下，工作人员应做好工作面的打注，保证预期完成开采工作。当工作面循环 1.6m，永久支护工作面距离保持在 400–2000mm，完成永久锚索后，打注工作面，保证施工的顺利进行。

整个支护过程中，开采人员应做好锚杆钻机的选择工作，锚杆支护与钻机密切配合，确保预期的锚杆支护速率与掘进效率。工作人员应充分重视锚杆掘进机选型工作，以往采用电煤钻进行锚杆打孔，但由于电缆长度较长，实际操作难度较大，且电煤钻大多采用干式打眼方法，会产生大量粉尘，污染了开采环境，严重影响了开采人员的身体健康。因此，打孔时应采用风动煤钻，在提高钻眼效率的基础上，保证良好的开采环境，严格控制顶板，保证巷道开采的安全可靠进行。

5 巷道掘进支护关键过程设计

5.1 工作面液压支架选型设计

5.1.1 确定液压支架类型

作为掘进支护过程中的关键设备，开采人员应结合实际情况选择合理匹配的液压支架型号。根据某矿井的结构特点，选择 ZY3400/8.5/18 掩护式支架，以有效完成矿井的支护工作。液压支架空顶距应保持在 4.1–4.7m，工作面长度为 150m，液压支架所需数量 99 架，阻力为 3400kN，具体参数见下表 1 所示。

表 1 掩护式支架技术参数

参数名称	数值
高度 /mm	850-8000
中心距 /mm	1500
初撑力 /kN	2616
支护强度 /MPa	0.46-0.55
底板前端比压 /MPa	1.24-1.45
采高 /m	1.15-1.6

5.1.2 液压支架强度校核

根据既定公式计算综采工作面液压支架工作阻力，确定液压支架底座面积与工作面底板比压，通过适应性比较，发现支架满足预期的支护要求。

5.1.3 支护强度校验

为了保证安全开采，技术人员应选择型号为 ZY3400/8.5/18 的液压支架，额定支护强度为 3400kN，选择掩护式液压支架。

5.1.4 确定锚杆索技术参数

巷道中使用的锚杆类型较多，开采人员应结合实际情况确定使用圆钢锚杆类型，长度为 2000mm，直径为 18mm，同排锚杆之间保持 850mm 的距离，相邻两排锚杆之间保持 850mm 的距离。安装锚杆时应配套使用 1 支树脂药卷，并准备螺母与拱形托盘，保证锚杆的锚固力超出 50kN。顶板锚杆应采用钢绞绳锚索装置，长度为 8000mm，直径为 18mm，锚索间距与排距均为 1700mm。安装锚杆时应使用 2 支树脂药卷，并准备尺寸为 300mm×300mm×16mm 的托盘。且锚索应深入稳定层 1000mm，锚固力超出 150kN，与顶板保持垂直安装锚索与锚杆。

5.2 喷层厚度及强度分析

为了避免巷道围岩出现风化问题，技术人员应将混凝土喷涂至围岩表面，保证围岩的稳定性。我国相关标准明确设定了混凝土喷涂厚度的要求，开采人员应结合围岩实际情况，确定使用强度为 C20 的混凝土，喷层设置为 100mm 厚度。喷射分两次进行，第一层混凝土的喷涂厚度为 50mm，在稳定后在完成第二层混凝土的喷涂工作，厚度为 50–60mm。

5.3 支护效果评价

开采人员根据矿井巷道掘进支护设计流程，进行主巷道与其他分系统的设计与施工工作，建造完成巷道设计。为了保证巷道支护的稳定性，技术人员还应开展为期 12 个月的跟踪记录，及时掌握巷道的使用情况。在整个过程中，巷道设备保持稳定运行状态，操作流程合理，整个过程并未出现异常情况，具备良好的支护效果。在实施巷道支护工程后，巷道受影响范围得到明显缩小，开采量得到明显增加，降低了支护成本，增大了企业的净收益，保证了开采工作的安全性。由此看出，巷道掘进技术在开采期间具备可行性，效果良好。

6 结束语

开采巷道环境比较恶劣复杂，为了保证巷道支护效果，提高安全性与可靠性，企业应优化升级巷道掘进支护模式。经过试用可知，在使用巷道掘进技术后，开采量逐渐增加，开采安全性更高，为企业赢得了更大的经济效益，得到了人员的一致认可，在开采整体工作中具备实际与借鉴意义。

作者简介：

郭晓辉（1990-），男，汉族，山西临汾人，本科，助理工程师，从事采煤技术工作。