深井高地应力巷道差异化锚固及快速安装技术

Differential Anchoring and Rapid Installation Technology of Deep Well High Ground Stress Roadway

惠纪永

Jiyong Hui

山东能源肥矿集团梁宝寺煤矿
中国·山东 济宁 272000
Liangbaosi Coal Mine of Shandong Energy
Fertilizer mining Group,
Jining, Shandong, 272000, China

【摘要】近年来,随着煤矿开采深度的不断增加,研究煤矿井下巷道掘进施工支护技术凸显出重要意义。论文分析了锚杆支护实质、高强预应力支护原理,并结合相关实践经验,就煤矿井下巷道高强锚杆差异化锚固及快速安装技术展开了研究,望有助于相关工作的实践。

【Abstract】In recent years, with the continuous increase of mining depth, it is of great significance to study the construction support technology of underground tunnel driving. This paper analyzes the essence of bolt support and the principle of high-strength prestressed support. Combined with the relevant practical experience, the paper studies the differential anchoring and rapid installation technology of deep well high ground stress roadway, hoping to contribute to the practice of related work.

【关键词】深井高地应力巷道;差异化锚固;快速安装技术

【Keywords】deep well high ground stress roadway; differential anchoring; rapid installation technology

【DOI】10.36012/etr.v2i4.1718

1 概述

梁宝寺煤矿随着开采深度的增加,地应力也在增大,掘进巷道容易发生变形,对煤矿井下巷道掘进施工支护技术提出了新的要求。该项课题的研究,将会更好地提升对深井高地应力巷道掘进支护技术的分析与掌控力度,从而通过合理化的措施与途径,进一步优化该项工作的最终整体效果。

2 地质概况

该掘进工作面西侧为已回采的工作面,留设煤柱宽度 5m,锚网支护,巷道标高-878.8~-857.3m。

煤层情况:该面 3(3 上)煤层为气煤,据附近钻孔资料及相邻工作面揭露资料,煤层总厚 3~7m,平均 5m。在 DF36 断层位置处煤层出现分岔;煤层结构中等,煤层普氏硬度系数 $f=1.8$ 。

煤层顶底板情况:煤层直接顶为粉砂岩,平均厚度 1.5m,灰色,块状构造,断口较平坦,内含泥质结核及菱铁质,岩芯破碎, $f=4$ 。直接底为粉砂岩,平均厚度 5.5m,深灰色,含植物根化石,断口参差状、平坦状, $f=3$ 。煤层老顶为中砂岩,平均厚度 16.1m,上部浅灰色,下部灰白色。含少量长石及岩屑上部岩屑较多,颗粒次圆状,分选中等,上部泥质孔隙式胶结,下部

硅质孔隙式胶结。与下伏岩层呈明显接触, $f=8$ 。老底为中砂岩,平均厚度 7.05m,灰白色,成分以石英、长石为主,含较多暗色矿物,分选较好,裂隙发育,夹少量煤线, $f=8$ 。

3 锚杆支护的实质

支护的实质是制造和强化承载结构,提高围岩的承载能力。即通过锚杆的约束效应使锚杆与围岩形成承载结构(见图 1),该承载结构除能够保持自身的稳定以外,还具有一定的承载能力,特别是当围岩产生塑性破坏后,要求能够提高围岩的残余强度^[1]。

图 1 锚杆与围岩作用图

支护体主要是指锚杆、托盘、螺母、护网、锚索等用于围岩挤压加固的材料。传统的支护理论没有将锚杆与围岩看成相互作用的支护系统,无法解释尽管锚固力较小但支护能力却

较大的事实。

进入深井开采以后, 必须提高支护体与围岩组合成的承载结构刚度, 即支护系统刚度, 包括承载结构自身防破坏的能力和承载结构的支护能力, 才能实现有效支撑。

4 高强预应力支护原理

在安装锚杆的同时施加足够的预拉力, 不仅可以消除锚杆支护系统的初始滑移量, 而且给围岩一定的预压应力, 改善围岩的应力环境。对于受拉截面, 可以抵消一部分拉应力, 从而大大提高抗拉能力; 对于受剪截面, 由压应力产生的摩擦力大大提高了加固体的抗剪能力。

因此, 及时施加预拉力直接避免巷道围岩过早出现张开裂缝, 可以大大减缓围岩的弱化过程, 岩体利用自身强度及时参与承载过程, 即形成整体承载结构, 限制破碎区的发展, 保证了巷道的长期稳定。

在施工安装过程中及时给锚杆或其他支护构件以很高的张拉力, 并使之传递到层状顶板, 令顶板岩层在水平应力作用下处于横向压缩状态, 从而阻止高水平应力对顶板岩体的破坏, 消除弱面离层现象, 减缓两帮围岩的应力集中, 阻断岩体破坏进程, 从根本上维持围岩稳定^[2]。

5 差异化锚固及快速安装技术

5.1 锚杆差异化锚固及快速安装的技术要素

5.1.1 锚固剂

锚固剂选用 1 块超快速锚固剂和 1 块超慢速锚固剂。超快速锚固剂长度 0.35m, 凝固时间不大于 15s, 安装在锚杆前端; 超慢速锚固剂长度 0.5m, 凝固时间大于 200s, 安装在超快速锚固剂后部。安装原理是: 前端超快型树脂锚固剂在安装搅拌开始后首先凝固, 起到夹持锚杆杆体、阻止杆体旋转、打开螺母阻尼塞的作用; 后部超慢速树脂锚固剂凝胶时间较长, 在对锚杆施加预应力后, 再凝胶锚固, 可以起到防止锚杆失锚的作用。

5.1.2 三径匹配

钻孔直径、锚杆直径和树脂锚固剂直径应合理匹配。钻孔直径与锚杆杆体直径之差应为 6~10mm, 钻孔直径与树脂锚固剂直径之差应为 3~6mm。可采用以下三种孔径匹配方式: ① $\Phi 22\text{mm}$ 锚杆, 钻孔直径 $\Phi 32\text{mm}$, 配 $\Phi 28\text{mm}$ 锚固剂; ② $\Phi 22\text{mm}$ 锚杆, 钻孔直径 $\Phi 28\text{mm}$, 配 $\Phi 23\text{mm}$ 锚固剂; ③ $\Phi 20\text{mm}$ 锚杆, 钻孔直径 $\Phi 28\text{mm}$, 配 $\Phi 25\text{mm}$ 或 $\Phi 23\text{mm}$ 锚固剂。

5.1.3 锚杆孔深度、锚杆外露、预紧力距

按照锚杆外露螺帽 20~30mm、锚杆盘高度、锚杆帽高度

等因素, 计算并控制锚杆孔深度。锚杆预紧力矩不低于 400Nm。

5.1.4 安装操作要领

顶部锚杆: 使用锚杆钻机施工完锚杆孔后, 不搬动钻机, 孔内装填超快和超慢速树脂锚固剂各 1 支, 一次性完成打眼、装填药卷与锚杆、搅拌、安装, 并满足初锚预紧力的要求, 完成对顶板的有效支护。

帮部锚杆: 使用风钻或帮锚杆钻机、风煤钻等施工完锚杆孔后, 使用吹杆吹净钻孔, 孔内装填超快和超慢速树脂锚固剂各 1 支, 插入高强锚杆进行安装。使用帮锚杆钻机(或风煤钻)进行搅拌、安装, 达到初锚预紧力的要求, 完成对帮部的有效支护。

5.1.5 专用工具

使用锚杆钻机、风煤钻配合扭矩放大器并使用风动扳手紧固锚杆, 锚杆预紧力距不小于 400Nm, 使用力矩柄长 0.8m 以上的扭矩扳手监测锚杆预紧力距, 使用锚杆拉力计检测锚杆拉拔力。

5.2 锚杆差异化锚固及快速安装的实质

通过使用慢速凝胶树脂, 增加锚杆杆体自由段准长度, 支护体在“制造”承载拱(梁)时, 实现增加承载拱(梁)厚度的目的。

传统锚杆安装工艺缺点是, 空顶时间较长、反复搬动钻机次数多、工人劳动强度大, 锚杆钻机搅拌、安装不能一次完成, 易发生漏顶、掉渣, 造成顶板破坏程度加剧, 特别不利于含水顶板出水锚杆孔或破碎顶板的支护。

差异化树脂锚杆快速安装工艺, 顶板锚杆孔成孔后, 不搬动锚杆钻机, 孔内装填不同凝胶时间 (CK2535 型与 M2550 型) 的树脂药卷各一支, 使用 $\Phi 22\text{mm} \times 2800\text{mm}$ 无纵筋高强锚杆, 一次性完成打眼、装填(药卷与锚杆)、搅拌、安装, 并满足初锚预紧力的要求, 完成对顶板的有效支护。

安装原理是, 前端 CK2535 树脂药卷在安装搅拌开始后 20S 内凝胶, 起到夹持锚杆杆体、阻止杆体旋转、打开螺母阻尼塞的作用, 后部 M2550 树脂药卷凝胶时间较长, 在对锚杆施加预应力后, 再凝胶锚固, 可以起到增加承载拱(层)厚度、提高支护系统刚度的目的。

5.3 施工流程

顶部锚杆: 临时支护→挂网、铺钢带→打锚杆孔→降锚杆机→装填树脂药卷 2 支(孔底部为超快型、另 1 支为超慢速型)→插入锚杆并杆依次上好托盘、让压管、垫圈、减摩垫、螺帽等附件, 锚杆钻机与锚杆之间用扭矩放大器连接→用锚杆

(下转第 164 页)

2号辉绿岩脉:地表控制延长760m,北西宽140~180m,呈北东40°方向展布,总体倾向北西,弯曲变化处倾向南西,倾角45°~50°。TFe品位 1.396×10^{-1} ~ 18.34×10^{-1} ,TiO₂品位 2.58×10^{-2} ~ 7.15×10^{-2} ,V₂O₅品位 1.2×10^{-4} ~ 0.14×10^{-2} 。

3.2 矿石质量

矿区内钒钛磁铁矿石,半自形粒状结构、它形粒状结构,块状构造,其次有团块状、浸染状构造。金属矿物主要为磁铁矿、磁黄铁矿、钒磁铁矿、钛铁矿和钛磁铁矿。脉石矿物为斜长石、辉石、黑云母、角闪石等。

3.3 矿石类型

根据矿石矿物成分、结构构造和成因特征,本区矿石自然类型为辉绿岩。矿石工业类型为需选贫钒钛铁矿石。

4 矿床成因及找矿标志

4.1 矿床成因

矿区主体为燕山期侵入辉绿岩。辉绿岩体经过岩浆结晶分异作用后,结晶出钒钛磁铁矿,再经过地表的风化、二次富集。因此,确定该矿床成因为岩浆结晶分异—风化壳型。

4.2 找矿标志

在辉绿岩与燧石条带白云质灰岩、白云质灰岩接触附近,

辉绿岩风化强,且岩石呈褐红、褐黑地段,就是好的矿化地段,可以作为找矿标志。

铁矿石具有强磁性,在铁矿体地表露头地段或矿体埋深不大的情况下可引起很强的磁异常;在埋深较大的情况下,可引起低缓磁异常,因此可根据异常所处的地质背景解释磁异常是否由铁矿引起,磁异常是寻找铁矿的间接找矿标志。

5 结语

西窝铺钒钛磁铁矿床仅做了首采部分资源量估算,未做评价部分规模很大。目前中国工业铁市场行情较好,发展潜力大,其伴生的钒和钛在一些高尖端的技术上是不可或缺的原材料,其价值亦不可小视。矿床开发建设外部条件及开采技术较好,矿床可开发利用。

通过以往工作,大致查明该区矿化体规模、形态、产状及矿石质量变化情况,异常引起的原因。1号辉绿岩体其他异常应加强工作,并且2号辉绿岩体未开展深部钻探验证工作,均有望找矿有所突破。

参考文献

[1]辽宁省地质勘察院.中国区域地质志·辽宁志[M].北京:地质出版社,2017.

(上接第162页)

轻推药卷到达孔底后开动锚杆钻机搅拌药卷,直至打开螺母阻尼塞并上紧锚杆,完成初锚(此时锚杆预紧力达到或接近400Nm)→撤除锚杆钻机→当班全部锚杆施工完后采用风动扳手重新紧固锚杆至400Nm。

帮部锚杆:使用风钻、帮锚杆机或风煤钻打锚杆孔→吹净孔内杂物→装填树脂药卷2支(孔底部为超快型、另1支超为超慢速型)→挂网、铺钢带→插入锚杆并依次上好托盘、让压管、垫圈、减摩垫、螺帽等附件,帮锚杆钻机(或风煤钻)与锚杆之间用扭矩放大器相连接→用锚杆轻推药卷到达孔底后开动帮锚杆钻机(或风煤钻)搅拌药卷,直至打开螺母阻尼塞并上紧锚杆,完成初锚(此时锚杆预紧力达到或接近400Nm)→撤除锚杆钻机(或风煤钻)→当班全部锚杆施工完后采用风动扳手重新紧固锚杆至400Nm。

5.4 关键技术

①孔底部超快型树脂锚固剂凝固时间以不大于15s为最佳,尤其适应于出水钻孔与破碎围岩环境。

②螺母阻尼塞阻尼矩控制在110~150Nm,MQT-120/2.3型气动锚杆钻机额定转矩≥120Nm,最大负荷转矩≥230Nm;使用大转矩(≥450Nm)锚杆钻机,可以实现一次完成初锚并达到设计锚固扭矩。

③安装搅拌开始后不能停止转动,直至打开螺母阻尼塞;防止锚杆钻机因树脂凝固增加钻机负荷,因转速慢而达不到额定转矩,打不开螺母阻尼塞。

6 支护后管理

施工完成巷道,每隔100m布置一个围岩移近量监测站,对顶底板和两帮移近量均应进行监测,并建立台账,观测巷道围岩稳定状况,由专人进行观测、记录、分析。

7 结语

通过对煤矿井下巷道高强锚杆差异化锚固及快速安装技术的研究可以发现,该项工作良好施工效果的取得,有赖于对其多项影响因素及关键环节的充分掌控。为此,有关人员应该从煤矿井下巷道掘进的客观实际出发,加强差异化锚固及快速安装技术的学习培训,掌握要领,提高支护质量,确保矿井安全生产。

参考文献

[1]孙永康,李振雷.深井软岩巷道锚杆支护原理的研究[J].矿业工程,2010(2):18-20.

[2]牛玉柱,倪庆军.深部巷道围岩支护技术研究[J].山东煤炭科技,2015(2):56.