

掘进工作面支护优化探讨

张付强 孙泽合

陕西富源煤业有限公司 陕西 延安 716000

摘要:随着我国经济的持续稳定增长,煤矿企业迎来了前所未有的发展机遇,但是也给现代的煤矿开采技术提出了更高的要求。煤矿开采过程中,巷道掘进是一项重要工作,其包含的内容也比较多,如打眼、支护等,这些都按照一定的流程进行。但是在实际的工作过程中,由于技术,空间等各种因素的影响,该项工作不能正常进行。本文着对煤矿巷道掘进中支护工艺进行了分析。有效提高了采掘安全。

关键词:掘进工作面;支护问题;措施

随着社会经济的快速增长,煤矿回采作业深度的不断增加,煤炭资源开采面临的地质环境越发复杂,特别是在破碎顶板巷道的掘进支护中,巷道变形失稳现象突出。而原有的巷道支护工艺已经无法满足深部掘进支护的需求,使得掘进作业安全受到威胁。有鉴于此,探索具有针对性的支护工艺意义重大。

1 应用原理

在煤矿采煤掘进工作中高强度支护的应用原理是基于对煤矿巷道情况的分析,通过改变悬吊原理的利用形式,发挥主动支护方式的价值,来增强对巷道的保护效果。具体而言,悬吊原理的利用是以锚杆为核心,通过改变锚杆的长度、直径与支护力度来调整锚杆的支护承载力以及锚固定理;在标准锚杆间排距的作用下,以巷道支护强度为基础,选择合理的支护参数,从而实现对巷道各方向预应力的传递,在抵消载荷垂直应力的过程中,减少巷道岩壁出现变形的概率或速率。通常情况下,高强度支护的位置处于巷道的顶部,^[1]其可以主动支护进行预应力的承载,从而加固巷道;而且利用联合支护方法,可以将巷道内出现的部分变形量进行优化,进而增强巷道的安全性。

2 煤矿掘进工作面支护问题的研究

2.1 光爆锚喷支护技术

光爆锚喷支护技术在煤矿采煤掘进中的利用,需要注意的要点在于对光爆锚喷网的参数设置,具体包括不耦合系数、炸药用量、最小抵抗线、装药实际结构以及炮孔间距数值等。只有合理把控光爆锚喷的各项系数,才能有效提高巷道的支护效果,从而增强采煤掘进工作的安全性。光爆锚喷支护技术的应用原理在于:其通过发挥锚杆的悬吊作用,利用锚喷网在矿井巷道内的较深位置的围岩周边形成一定面积的加固拱,从而增强对围岩的补强效果提高巷道深部围岩的稳定性;同时,发挥组合梁的功能,在改变围岩拉应力环境的同时,增强巷道顶板或底板的载荷能力,进而有效控制围岩出现变形、松动的程度,并提高支护效果。光爆锚喷支护技术的应用具有较高的适用性和安全性,可以通过较小劳动强度和低成本,提高对巷道围岩的支护效果。

2.2 支柱加托梁式临时支护装置

除了使用预检梁架棚的临时支撑系统支撑煤矿挖掘机工作面外,柱加支架式临时支撑装置是最常见的煤矿开挖工作面支撑方法之一。与前梁框架棚的支撑相比,这种支撑方式可以有效增加支撑面积,有利于防止煤矿顶板事故的发生。同时,有利于有效控制煤矿成本。此外,由于支柱需要频繁移动,不利于煤矿自动化的实现,不利于有效控制煤矿成本。^[2]

2.3 悬臂式掘进机机载临时支护装置

作为最常用的支撑工作方法悬臂式掘进机的机载临时支撑装置可以有效支撑煤矿的工作面。通过在悬臂式掘进机切割点上方布置支撑结构,并通过提升和减少切割面积实现临时支撑装置的延伸,有效地感受到煤矿开挖工作面的软支撑。有效利用悬臂式掘进机空中支撑系统支撑采掘工作面掌子面,可有效满足采掘需求。同时,这种支撑启发方法可以有效减少传统支撑方式对人力的依赖,有利于有效控制煤矿成本。由于悬臂式掘进机的快速施工速度,员工可以快速支撑出最佳的煤矿掘进作业空间,提高采掘配套性能。由于悬臂式掘进机规模较大,员工可以对周围的工作环境进行详细观察,确保悬臂式掘进机机载临时支护装置在采掘工作面发挥重要作用。此外,由于悬臂式掘进机的支撑区域有限,有用的支撑空间小,这意味着整个巷道的横截面支撑无法进行,这就要求工作人员集中精力使用其他支撑方法,有效提高煤矿掘进面的支撑效果。

3 锚杆支护设计

锚杆支护设计对矿井巷道安全掘进施工具有重要意义。巷道锚杆支护的施工质量决定着巷道开挖的成败。支护质量的好坏直接影响矿山生产的安全。支护设计是否经济合理,涉及到矿山基础设施的预算等问题。特别是在高应力条件下,巷道围岩承受的压力大,能量积累大,支护难度较大。普通支护设计和锚杆强制支护不足以解决这一问题,达到支护目的。开展支护施工,必须将复杂的系统问题转化为单一问题,即在原有支护技术中,对高应力、大变形采取相应措施,研究思路开放、发散,改进施工工艺,应用顶支护技术

和最新支护材料, 加强巷道稳定性, 不断优化设计方案。

支架全长设计采用现场测量法。巷道开挖完成后, 必须根据顶板及两侧岩石性质和人工扰动情况确定松动圈范围, 合理选择锚杆和锚索。锚杆与锚索的排距必须根据情况随时调整, 并根据实测情况相应改进支护设计, 确保安全生产。对于一些使用寿命短、地质条件简单的巷道硐室, 在安全的前提下, 可采用临时支护。

3.1 支护施工

开挖施工中巷道开挖后, 钻锚栓孔时应注意敲边敲顶, 及时清理活动矸石。在保证相对安全的前提下, 可钻取地脚螺栓孔。移动式矸石清理工作应认真负责。如果在此期间存在潜在的不安全因素, 必须制定并采取安全支护措施, 确保支护施工的安全。

锚杆选型时, 其型号、规格、安装角度应严格符合支架设计要求和标准。只有经过拉力试验的锚杆才能用于确保锚杆本身的强度。施工过程中, 锚杆锚固后喷射混凝土时, 应对混凝土强度和厚度进行检测, 确保混凝土抗压强度和抗震性能满足支护设计要求。采用水泥砂浆作锚固剂的锚杆支护施工成本低, 锚固力小。应特别注意选择。支护施工应保证孔洞的清理和砂浆的浇筑质量。锚喷支护巷道及锚网喷支护施工期间及施工结束后, 应定期进行巡回养护, 严格控制质量工作。如果不符合设计要求, 必须重新施工。^[3]

3.2 锚杆支护过程

在支护锚杆时, 有必要明确工作流程并确定顺序。定位一钻眼→冲孔→装锚固树脂、锚杆→锚杆送至眼底→等待凝固→安装锚杆托盘→施加预应力→检查验收。

4 施工实例

4.1 概况

根据生产需求, 需要我单位在××工作面下顺槽掘进25#钻场硐室1个, 25#钻场硐室位置位于: ××工作面下顺槽23#钻场硐室南100m处非采煤侧, 为确保钻场硐室掘进期间施工安全, 特制定本安全技术措施。

4.2 钻场硐室设计及支护方式

4.2.1 断面形状尺寸及支护参数

1. 断面形状尺寸

××工作面下顺槽钻场硐室俯视为直角梯形, 具体尺寸: (短边+长边)×高×深=(4400+8000)×3000×5000mm。^[4]

4.2.2 支护参数

钻场硐室采用锚网+锚索+W钢带联合支护: 锚杆采用 $\phi 22 \times 2200$ mm螺纹钢树脂锚杆, 间排距均为 800×800 mm; 大眼网使用 $\phi 6$ mm钢筋焊接, 尺寸为 2600×900 mm; 锚索采用 $\phi 21.6 \times 7000$ mm钢绞线; 锚索间排距 1600×1600 mm; 钢带选用BHM250-3.5型矿用W型, 每根3.8m, 采用锚索扣挂。

4.3 支护方式

4.3.1 临时支护: 25#钻场硐室掘进期间采用前探梁作为

临时支护。

25#钻场硐室掘进采用前探梁作为临时支护。前探梁与巷道中线平行布置, 固定在巷道顶部靠近掘进工作面第二排和第四排锚杆上。前探梁采用四根 $\phi 50$ mm的钢管制作, 每根长度不小于4m, 每根前探梁设2个吊环, 吊环采用 $\phi 22$ mm的螺母配合全螺纹钢锚杆加工制作, 吊环循环使用, 吊环使用时必须上满丝。前探梁随掘进工作面施工及时前移, 并保证牢固可靠; 前探梁移设到位后, 必须用背板或者木楔将前探梁与顶板之间背紧背实, 防止前探梁窜滑伤人, 严禁出现背板松动现象。掘进期间掘进工作面最小空顶距不大于300mm, 最大空顶距不大于1100mm。

4.3.2 迎面临时支护: 根据巷道宽度使用W型钢带加工一块护板, 停止掘进时, 将防护板紧贴迎面上半部, 采用2寸钢管支撑护板中间位置, 支护钢板要牢固可靠。

4.3.3 顶板临时支护采用超前支护锚杆进行支护, 掘进一排距离(800mm)后, 在顶板中线两侧施工超前支护锚杆两到三根, 保证巷道顶板安全, 然后再进行永久支护。

4.3.4 永久支护: 钻场硐室采用锚网索支护。

4.4 施工方法及要求

4.4.1 施工方法

1. 本次施工使用EBZ-318(H)掘进机掘进, 掘进机配合胶带输送机出矸。

2. 施工前必须把风水管路接至施工地点。

3. 采用掘进机破岩, 星轮装岩转载至掘进机一运上, 然后转载至掘进机二运上, 最后转载至××工作面下顺槽皮带上, 一掘一锚, 循环掘进。

4.4.2 施工顺序

截割后, 掘进机截割头落地→掘进机停电闭锁→使用截割头防护罩将掘进机截割头罩住→敲帮问顶→去掉前探梁吊环并安设在第二与第四排锚杆上→铺设大眼网→前移前探梁钢管至迎头→拧紧所有吊环螺丝, 固定住钢管→联网→打设超前锚杆。

4.4.3 施工工艺

1. 前探梁施工工艺

将前探梁钢管从吊环内退出, 逆时针旋转吊环将其从顶板锚杆上拆除, 前移吊环分别至第二、四排顶板锚杆上, 顺时针旋转吊环固定在顶板锚杆上, 吊环固定好后前移前探梁钢管至两个吊环内并紧贴迎头岩壁, 按照以上操作依次移动剩余3根前探梁。固定在顶板锚杆上的前探梁吊环螺母必须上满丝或顶紧顶板锚杆螺母, 严禁将吊环固定在外漏少于20mm的顶板锚杆上。

2. 铺网施工工艺

敲帮问顶后, 开始铺设大眼网, 大眼网搭接长度为100mm, 网与网连接绑扎必须牢固, 托盘凸面朝外安设, 托盘要压在大眼网压茬上使托盘密贴岩、煤壁, 用机械或力矩扳手将锚杆螺母上紧。

3. 锚杆施工工艺

(1) 临时支护完毕后, 在临时支护的掩护下, 按照规程要求打锚杆眼、安装锚杆。

(2) 打眼前首先按照中线严格检查巷道断面规格, 不符合设计要求时必须先进行处理。打眼前要先敲帮问顶, 仔细检查顶板围岩情况, 确认安全后方可开始工作, 并按设计间排距定出眼位。

(3) 打眼顺序由外向里, 先顶后帮, 顶板先中间后两边, 两帮自上而下, 不得跳跃式打眼。

(4) 顶部锚杆

两人操作MQT-130/3.2c气动锚杆钻机配B19型钻杆和 $\phi 28\text{mm}$ 双翼钻头按支护断面图锚杆设计位置钻孔。利用锚杆杆体将树脂锚固剂(Z2335型2支)轻推送入顶眼孔底。将锚杆搅拌器套在锚杆外端螺母上并与气动锚杆钻机连接, 操作气动锚杆钻机开始搅拌。先慢后快, 待锚杆旋转至孔底, 全速搅拌20~25s, 凝胶时间180s, 凝胶期间严禁对锚杆螺母进行开丝, 等待时间超过15min后, 方可对锚杆螺母进行开丝。^[5]

(5) 帮部锚杆

两人操作YT-28气腿式凿岩机配B22型2.3m钻杆和 $\phi 30\text{mm}$ 风钻头按支护断面图锚杆设计打设帮眼。利用锚杆杆体将树脂锚固剂(Z2335型2支)轻推送入钻孔孔底。使锚杆顶住树脂锚固剂, 将锚杆搅拌器套在锚杆外端螺母上并与气动手持式钻机连接, 开启气动手持式钻机, 气动手持式钻机带动锚杆旋转至钻孔底, 对锚固剂进行搅拌, 搅拌20~25s后方可撤去气动手持式钻机, 锚固剂凝胶时间为180s, 凝胶期间严禁对锚杆螺母进行开丝, 等待时间超过15min后, 方可对锚杆螺母进行开丝。

4.4.4 锚索施工工艺流程

(1) 两人利用MQT-130/3.2c气动锚杆钻机配B19型钻杆和 $\phi 28\text{mm}$ 双翼钻头按设计位置钻孔, 孔深控制在6715mm。

(2) 利用锚索将1根K2335和4根Z2335树脂锚固剂依次轻推入孔底。

(3) 锚索下端用搅拌器与气动锚杆钻机相连, 开机搅拌。先慢后快, 待锚索插至孔底后, 全速搅拌20~25s后, 凝胶时间为180s, 凝胶期间严禁紧固锚索, 等待时间超过15min后, 方可紧固锚索。

(4) 张拉锚索: 用张拉锚索机具张拉锚索到设计预紧力200kN之后卸下千斤顶。

(5) 质量要求

1. 托盘: 锚杆托盘采用150mm \times 150mm \times 14mm钢板; 锚索托盘采用300 \times 300 \times 20mm的钢板。

2. 锚固剂: 每根锚杆使用Z2335树脂药卷2卷; 每根锚索

至上而下1卷K2335型树脂锚固剂和4卷Z2335型树脂锚固剂。

3. 预紧力: 锚杆预紧力不小于100kN; 锚索预紧力不小于200kN。

4. 预紧力矩: 螺纹钢锚杆预紧力矩不小于100N \cdot m; 玻璃钢锚杆预紧力矩不小于50N \cdot m。

5. 锚杆、锚索间排距误差: -100~50mm。

6. 角度误差: 锚杆方向与井巷轮廓线切线角度不小于75°, 锚索方向与井巷轮廓线切线角度不小于75°。

7. 外露长度: 螺纹钢锚杆露出螺母长度10~50mm, 玻璃钢锚杆露出螺母长度10~100mm, 锚索露出锁具长度150~250mm。

8. 大眼网: 使用 $\phi 6\text{mm}$ 钢筋焊接, 尺寸为2600 \times 900mm, 搭接处采用双股16#铁丝绑扎两排, 搭接量为100mm, 绑扎间排距200 \times 100mm。

有关部门可以研究煤矿掘进工作面的支护问题, 及时改进现有的煤矿掘进技术, 有效提高掘进效率。在此过程中, 员工将能够对掘进机表面的支撑工作有更详细的了解, 并确保相关的支撑技术能够有效地用于真正的支撑工作。煤矿掘进工作, 支护工作的顺利进行, 不仅能防范煤矿事故的发生, 而且在一定程度上有效控制掘进成本, 有利于煤矿企业的长远发展。由于掘进保障设备数量众多, 这导致掘进支护工作复杂, 煤矿企业要根据各种工作环境选择合适的支护系统, 从而有效提高掘进工作面的支护效果。同时, 煤矿还应积极改进现有的掘进工作面配套技术, 有效促进煤矿企业的长期成长。^[6]

参考文献

[1]王涛.掘进工作面支护优化探讨[J].山西化工,2020,40(03):115-117.

[2]付廷喜.掘进工作面支护方案与锚杆抗拔作用力学模型研究[J].煤矿现代化,2020(01):117-119.

[3]陈帅,原登亮.掘进工作面支护优化研究与应用[J].煤炭与化工,2019,42(09):9-15.

[4]郁晓东.掘进工作面支护技术应用分析[J].江西化工,2019(03):168-169.

[5]李贝贝.论复杂条件下掘进工作面支护技术[J].资源信息与工程,2018,33(04):89-90.

[6]贾俊.煤矿开掘工作面临时支护工艺优化的探讨.[J]当代化工研究2020,(14):121-122.

作者简介: 张付强, 1978.09.01, 男, 汉, 河南林州, 助理工程师(采矿工程)大专, 主要从事: 管理人员。