

doi: 10.3969/j.issn.1005-2798.2012.06.003

松软易冒顶板煤巷掘进临时支护技术研究

王俊峰

(山西兰花沁阳煤矿有限公司,山西 晋城 048000)

摘要:巷道掘进临时支护的选择不仅关系到掘进速度,影响采掘接续,也决定着掘进工作面的安全程度。文章通过对伯方煤矿二盘区临时支护现状的研究,提出采用管缝式锚杆和机载式临时支护装置两种方式对现有临时支护进行改进,并分析决定最终采用机载式临时支护装置进行临时支护,工程实践显示,掘进日进尺比原来提高了 4.0~5.0 m,掘进效率提高了 30% 左右,同时还减少了人工临时支护的体力劳动,缩短了空顶时间,提高了支护效率,实现了综掘机自动支撑临时支护,取得了良好支护效果。

关键词:掘进工作面;临时支护;管缝式锚杆;机载式

中图分类号:TD825.3 文献标识码:A 文章编号:1005-2798(2012)06-0008-03

Research of Temporary Support in Coal Roadway Excavation With Soft Rock Roof

WANG Jun-feng

(Qinyang Coal Mine of Shanxi Lanhua Coal Mining Group, Jincheng 048000, China)

Abstract: The choice of roadway drivage temporary support was not only related to excavation speed, influence in mining, but also decided to safety degree of excavation. This article analyzed the current situation of temporary support in scend panel area in the Bofang coal mine, and it proposed two types of temporary support named slit wedge tubing bolt and roadheader-borne temporary support to improve the existing temporary support program, and analyzed to determine the roadheader-borne temporary support type as the final temporary support program, the engineering practice shows that after using roadheader-borne temporary support type, the footage raised 4.0~5.0 m/d, the tunneling efficiency up about 30% and reduced physical labor, shortened the empty top time, improved the supporting efficiency and achieved a robotization of temporary support, it had obtained the good supporting effect.

Keywords: excavation work surface; temporary support; slit wedge tubing bolt; roadheader-borne temporary support

目前煤矿普遍存在采掘失调。缓解采掘接续紧张,关键在于进一步提高机掘巷道掘进速度。机掘巷道的掘进开拓主要分成截割和支护两大作业工序。目前,综掘巷道截割速度普遍较快,而锚杆支护作业时间相对较长,辅助工序比较多。在锚杆支护之前,必须人工架设临时支护,确保锚杆支护作业安全。人工架设临时支护在锚杆支护中占用时间长,严重影响锚杆支护速度,从而影响机掘巷道的综合月进尺,存在着严重的空顶作业,危害工人的生命安全。

鹤壁四矿开拓岩巷掘进过断层带采用管缝式锚杆做超前支护,有效地防止了巷道顶板冒落,提高了掘进单进,缓解了开拓岩巷接替紧张的被动局面^[1];大同煤矿集团采用吊钩式前探梁进行临时支护,最

大限度地保障了工作面的安全,减少了冒顶事故^[2];济宁 2 号煤矿、马兰山煤矿采用机载临时支护装置有效地解决了掘进工施工中临时支护的问题,实现一掘多锚,加快掘锚速度,增强临时支护的可靠性和稳定性^[3-4]。为确保掘进作业人员的人身安全,避免空顶作业,必须解决掘进工作面临时支护问题。根据现场地质条件,不同支护形式条件下使用针对性的巷道临时支护方法,将提高巷道掘进顶板安全控制水平,有效增加掘进面空顶范围内的安全系数,为作业人员创造安全的作业环境,实现较长的安全周期。

1 伯方矿二盘区巷道支护现状

1.1 巷道原有临时支护方案

1) 伯方煤矿二盘区巷道临时支护采用锚杆前

收稿日期:2012-04-13

作者简介:王俊峰(1971-),男,山西高平人,助理工程师,从事机电管理工作。

探梁和轻型单体液压支柱相配合共同完成。与永久支护间的最大距离1.5 m,最小距离0.6 m。

2) 支护材料及规格。①前探梁:长3.5 m,直径63.5 mm的钢管。②锚杆: $D20\text{ mm} - M22\text{ mm} - 2\ 200\text{ mm}$ 型高强度左旋螺纹钢锚杆,共2根。③钢圈的固定:通过螺孔紧固在巷道最前两排永久支护锚杆上,从两侧帮上数第3根锚杆的外露部位。

1.2 临时支护工艺流程

退机组—截割头落地闭锁—敲帮问顶—将钢筋托梁及金属网置于前探梁上一向前伸前探梁达到排距要求—机组截割头与巷道正中托住钢筋托梁护顶并调整中线—支设轻型单体液压支柱—按钢筋托梁限定孔位打注巷道顶部临时支护锚杆(从两侧帮上数第2根)。

1.3 现有临时支护的支护效果

伯方煤矿二盘区3号煤层普氏系数较小,煤的单轴抗压强度为8 MPa左右。巷道掘进过程中顶煤易冒落,临时支护效果不好。掘进工作面顶煤随掘随冒,不但影响了巷道掘进速度,而且留下了安全隐患,巷道局部存在冒顶的危险;巷道掘进过程中锚杆屡屡失效。部分巷道掘进过程中,顶角锚杆在孔口向里100~200 mm处出现破断,断口为平面。

为保证掘进作业的顺利进行,保证工作面的安全作业,提高掘进速度,需对现有临时支护进行改进。目前国内普遍使用的临时支护方式有:前探梁、轻型单体液压支柱、机载临时支护装置等。根据伯方煤矿二盘区3号煤层现场地质条件,以及现阶段临时支护所面临的具体问题,提出采用水平管缝式锚杆和机载临时支护装置两种方式进行临时支护。

2 临时支护方式

2.1 打水平管缝式锚杆临时支护

管缝式锚杆是一种全长锚固,主动加固围岩的新型锚杆,它立体部分是一根纵向开缝的高强度钢管,当安装于比管径稍小的钻孔时,可立即在全长范围内对孔壁施加径向压力和阻止围岩下滑的摩擦力,加上锚杆托盘托板的承托力,从而使围岩处于三向受力状态。

在爆破振动围岩锚移等情况下,后期锚固力有明显增大,当围岩发生显著位移时,锚杆并不失去其支护抗力,它比涨壳式锚杆有更好的特性。

管缝式锚杆可用于巷道掘进时的临时支护。巷道掘进时,在迎头煤壁上打超前锚杆钻孔,安装锚杆。管缝式锚杆杆体通过自身的胀力对煤体施加径向力,从而对煤体起到加固作用。

采用管缝式锚杆做超前支护,管缝式锚杆应布

置在巷道掘进断面顶板轮廓线上,为了便于钻眼,锚杆眼与巷道顶板需呈一定的上仰夹角。间距视煤体松散情况而定,煤体越松散,间距越小,一般情况下不应大于30 cm,锚杆眼要保持平行。同时必须保证管缝式锚杆超前控制长度大于每个循环掘进长度至少0.3 m以上。掘出规定进尺后,由于管缝式锚杆超前长度大于每个循环掘进长度,管缝锚杆的顶部仍有一部分锚固在岩层里,使得管缝锚杆不能转动并具有一定的锚固力,其尾部紧紧被棚梁托住,每个锚杆都起到一个桥梁作用,使得上部岩石不能离层脱落,如图1所示。

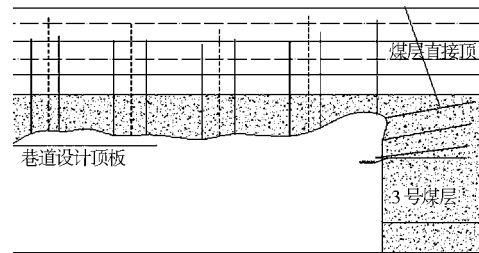


图1 支护走向剖面

管缝式锚杆适用于煤层较松散,构造多,经常通过构造区,顶板难以控制,冒顶严重的情况。

以水平管缝式锚杆进行临时支护不仅能有效降低工人的劳动强度,还具有施工速度快,支护成本低的优点,而且能最大限度地保持了围岩的完整性,巷道顶部基本为实体,能有效解决巷道顶板易冒落的问题,提高了围岩强度,同时也减少了巷道后期维修。

2.2 综掘机加装机载液压整体顶梁超前主动临时支护

随着煤矿巷道开采高效、安全的要求,煤层巷道掘进多采用掘进机掘进,掘进机临时支护装置也越来越多地出现在掘进工作面上临时支护装置的应用。机载式临时支护装置是煤矿巷道掘进时的新型顶板临时支护机械,该装置可快速安装、拆卸,装于掘进机截割部上,与掘进机一体化连接,如图2所示。该设备使井下巷道顶板人工支护劳动转化成机械化操作控制,解决了掘进机与临时支护分体工作造成的时间上的浪费,以及工人劳动强度大、危险性高等问题。

机载临时支护装置在掘进机将进行下一个循环时收拢,沿掘进机机身导轨滑至掘进机后部,抬起主臂至适当位置,不能妨碍掘进机司机操作。掘出规定进尺后,掘进机后退至永久支护区域,停放位置不能影响到支护作业,切断掘进机电源。进行挂网和钢带作业,然后启动临时支护装置,沿掘进机导轨开至机身前部。伸出主臂,将网片展平,支护顶板。此时工人进入掘进工作面进行巷道永久支护作业。

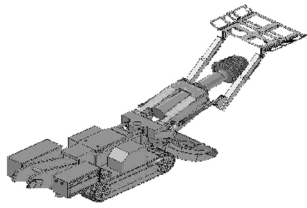


图2 临时支护装置示意

临时支护装置是安装于现有的掘进机上,于井下掘进工作面使用的护顶装置。所以该装置要能适应井下的条件,且对掘进机整机参数的影响要尽可能小。掘进工作面机载临时支护装置要符合以下要求:

- ①要具备足够的强度、刚度和稳定性,质量小;
- ②能保证顶板的完整;
- ③能适应多种巷道;
- ④节约成本;
- ⑤便于安装和拆卸。

采用综掘机载式临时支护装置进行护顶,不仅能提高临时支护速度,及时支护空顶区,减轻劳动强度,还增加了临时支护的强度,成功地实现了综掘临时支护的机械化和一掘多锚工艺,为综掘巷道的快速掘进和施工安全提供了有效的设备,同时该装置进行临时支护为主动支护与被动支护相结合,支护初始时采用主动支护顶板,减少顶板变形和离层,从而减少冒顶事故的发生。当顶板出现下沉时,装置呈被动受力,如顶板来压超过最大承载力时,自动降位让压,最大程度避免掘进工作面人身安全事故。

考虑到管缝式锚杆临时支护施工时要求锚杆安装的角度偏差不宜过大,锚杆方向和角度不易掌握,且支护速度慢,导致空顶时间长,虽然顶板在管缝式锚杆的作用下形成结构,还是存在冒顶伤人的危险,而机载临时支护装置能实现临时支护的自动化,支护速度快,冒顶的几率小,决定最终采用综掘机加装机载液压整体顶梁做临时支护。

3 工程实践

3.1 巷道地质条件

伯方煤矿二盘区3号煤层煤厚5.95~5.24 m,平均5.6 m,倾角2~6°,平均4°,煤层普氏系数 $f < 1.5$,水平层理发育,直接顶为深灰色粉砂岩,厚5.18 m,老顶为灰色细砂岩,厚6.44 m,直接底为灰黑色泥岩,厚0.25 m,老底为灰色细砂岩,厚1.14 m。

二盘区回风巷地面相对位置及临近采区开采情况见表1。

3.2 巷道永久支护

该掘进工作面采用锚网索带支护,巷道断面宽4.2 m,高3.1 m,顶锚杆采用 $D22 \text{ mm} \times 2\,200 \text{ mm}$ 左

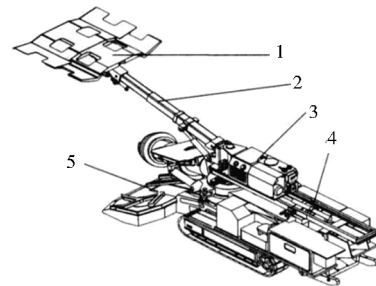
旋无纵筋螺纹钢锚杆,间排距 $850 \text{ mm} \times 800 \text{ mm}$,每排五根;帮锚杆采用 $D22 \text{ mm} \times 2\,200 \text{ mm}$ 左旋无纵筋螺纹钢锚杆,间排距 $850 \text{ mm} \times 800 \text{ mm}$,每排四根;锚索采用 $D15.24 \text{ mm} \times 8\,000 \text{ mm}$ 的钢绞线,端头锚固 $1\,700 \text{ mm} \times 1\,600 \text{ mm}$,每排2根。施工时采用EBJ-120TP综掘机进行截割,配合胶带输送机进行出煤。

表1 井上下对照关系情况

盘区	二盘区	工程名称	二盘区回风巷
地面标高	+955 ~ +1 030 m	井下标高	+680 ~ +770 m
井下相对位置对掘进巷道的影	本巷道井下东面为二盘区运输巷,西面为未采工作面。		
临近采掘情况对掘进巷道的影	临近工作面均为未采工作面,对巷道掘进无影响。		

3.3 巷道掘进临时支护

设计采用由煤炭科学研究总院南京所研究的机载式临时支护装置(导轨滑移式)进行临时支护。该产品适用于煤矿机掘巷道锚杆支护施工时支护作业,掘进机截割后及时进行临时护顶,以确保锚杆支护作业人员的安全。该护顶机主要由滑道、滑台、主臂和护顶梁四大结构部件及液压系统、外配套电气设备等组成,采用全液压传动,如图3所示。



1—护顶梁;2—主臂;3—滑台;4—滑道;5—掘进机

图3 支护装置与掘进机配套示意

3.4 该护顶装置具有以下特点

- 1) 选位合理,配套简便,对掘进机的改制量很小,不干扰掘进机的运动和截割、装载作业功能。
- 2) 单独配置泵站,使其具有独自的动力系统和运动功能,方便生产厂家直接检验出厂和现场配套。
- 3) 在空顶区及时快速临时护顶。
- 4) 以护为主,护顶面积大,承载力大,满足临时支护的要求。

该临时支护装置的主要技术指标见表2。

3.5 机载临时支护装置的应用效果

- 1) 加快了掘进速度,提高了掘进效率。采用机载超前支护装置后,综掘掘进进尺有了较大提高,采用“一掘两锚”施工工艺, (下转第30页)

原理与 FC4 功能相同。

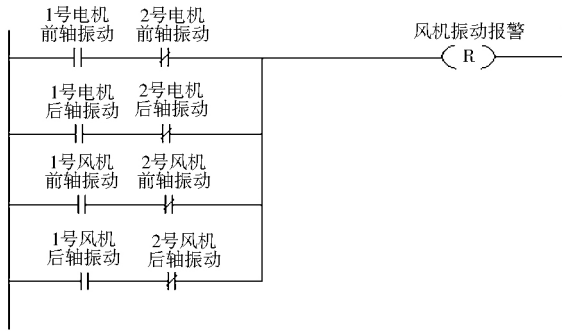


图6 FC8 功能的梯形图

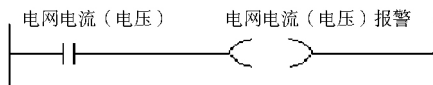


图7 FC9 功能的梯形图

5 结 语

使用高可靠性的工控 PLC 设计和实现通风机的在线监测及控制,通过与中央控制室工业控制计算机联网,实现了通风机的远程监视和控制,解决了以前风机监测系统过于简单、部分关键参数(如风机流量)监测精度较低、监测内容不全面、未与调度中心进行信息系统集成等问题。实现了对各种影响风机运行情况的及时报警,保证了风机的安全、高效和稳定运行。

[责任编辑:王伟瑾]

(上接第 10 页)日进尺比原来提高 4.0 ~ 5.0 m,掘进效率提高 30% 左右。

2) 及时支护空顶区,减轻劳动强度。原采用的锚杆前探梁和轻型单体液压支柱相配合的临时支护方式,工人劳动强度大,费工费时。用临时支护装置替代后,实现了综掘自动临时支护,取得了良好的支护效果。

3) 该临时支护装置为主动支护与被动支护相结合,能有效减少冒顶事故的发生,最大程度避免掘进工作面人身安全事故,提高了作业面的安全度;故

障率低,维护量小。

4 结 语

1) 管缝式锚杆用于巷道掘进时的临时支护时,通过自身的涨力对煤体施加径向力,从而对煤体起到加固作用。管缝式锚杆临时支护能使巷道围岩形成结构,有效控制冒顶事故的发生,适用于煤层较松散,构造多,经常通过构造区,顶板难以控制的情况。

表2 主要技术指标

巷道断面	掘进机型号	巷道尺寸	整机高度	承载力	报警护顶力	最大支护范围
矩形、拱形等	S100 S150 EBJ-120TP	高: 3.0 ~ 3.8 m 宽: 3.8 ~ 4.2 m	< 2 500 mm	≥ 2 t	4 t	2 000 mm × 2 400 mm

2) 综掘机载式临时支护装置实现了临时支护的机械化,提高了临时支护速度,及时支护空顶区,减轻劳动强度,初期还能提供更大的承载力,增加了临时支护的强度,同时该装置进行临时支护时,为主动支护与被动支护相结合,能最大限度的减少冒顶事故的发生。

3) 伯方煤矿二盘区回风巷掘进采用机载式临时支护装置后,临时支护全机械化,实现了综掘自动临时支护,日进尺比原来提高 4.0 ~ 5.0 m,掘进效率显著提高,在 30% 左右,工作面的安全情况也有了显著的改善。

参考文献:

[1] 张 乾,赵顺法,赵建军. 开拓巷道过断层带超前临时支护技术[J]. 煤, 2006, 15(1): 31-32.
 [2] 孙汉春. 掘进头超前支护的研制[J]. 煤炭科学技术, 1991(12): 42-45.
 [3] 段 石,白运华,黄义通. 机载式临时支护装置在济宁二号煤矿的应用[J]. 煤矿现代化, 2010, 36(3): 70-71.
 [4] 闫翠萍. 掘进机机载临时支护装置的应用[J]. 山西煤炭, 2011, 31(4): 33-34.

[责任编辑:王伟瑾]