

# 坚硬顶板切顶沿空留巷围岩控制技术分析

刘延非

山西金晖隆泰煤业有限公司 山西 长治 046500

**[摘要]**为了使开采面的接替采掘工作面得到缓解,需要对坚硬顶板工作面进行深部开采,并将沿空留巷围岩的控制难题有效解决。对于坚硬顶板工作面,当对沿空留巷技术进行采用时,采空区将会从顶板垮落,进而导致留巷段围岩的应力集中程度有所加剧,因此需要合理设定留巷段切顶高度,确保能够将坚硬岩层切断。在此期间,结合动压分布特点,需要采取分段的方式来控制留巷段围岩。本文针对坚硬顶板切顶沿空留巷围岩控制技术进行分析,介绍了沿空留巷的围岩应力和变形,探讨了顶板预裂切缝和支护设计,并提出具体的控制技术,希望能够为相关工作人员起到一些参考作用。

**[关键词]**坚硬顶板;沿空留巷;围岩控制技术

**[DOI]** 10.12252/j.issn.2096-627X.2020.02.1478

现如今,虽然我国的新能源产业已得到了快速发展,但煤炭仍是我国十分重要的工业资源,具有十分显著的优势。结合我国煤炭资源的储备情况来看,其通常储存在地下,因此相关煤矿企业通常采取井工开采的方式,需要对大量巷道进行开凿。而对于井下巷道而言,其往往需要受到采动带来的影响。长时间以来,在回采巷道受到采动影响后,通常对宽煤柱护巷的方式进行采用,但此方式会造成严重的资源浪费现象,而且煤炭的采出率相对较低,会导致巷道出现严重的变形问题。对此,相关专家学者对无煤柱沿空采巷技术进行充分研究,并取得了十分显著的效果。对于坚硬顶板,通过采用切顶卸压技术,可以使顶板问题得到有效解决。在此背景下,需要针对坚硬顶板的沿空留巷围岩加大研究力度,并有效进行支护,以此来合理调整应力,使围岩的抗变形和承载能力得到有效提高。

## 一、工程概况

本文以某煤矿工程为例进行分析,9+10号煤层位于太原组下段的顶部,煤层厚度1.15~3.90m,平均2.67m,属中厚煤层。煤层结构简单,含0~2层夹矸。煤层直接顶板为K2石灰岩,K2石灰岩由中间泥岩分为两层,K2下石灰岩平均厚度3.5m,泥岩平均厚度1.5m,K2上石灰岩平均厚度6m,底板岩性主要为砂质泥岩、泥岩,局部为细粒砂岩,偶见炭质泥岩,属全区稳定可采煤层。在采面对煤层进行开采,其特点主要表现在埋深深和地应力高等。顶底板的岩性,主要为坚硬的石灰岩。

## 二、沿空留巷的围岩应力和变形

在沿空留巷的开掘一直到报废的整体过程中,第一次采供过程的围岩变形对巷道变形具有最大影响。具体来说,对于回采工作面而言,在其前方受到超前移动的支承压力后,会造成围岩变形问题,而在其后方的沿空留巷,则会受到采空区边缘顶板的岩层沉降作用,进而导致围岩出现变形问题。与此同时,煤层上方所覆盖的岩层,结合其变形程度会分别有冒落带、变曲沉降带以及裂隙带出现。在第一次采动过程中,回采工作面后方的沿空留巷位置处会处于两种不同介质当中,其中巷道煤帮是弹塑性介质,而另外一侧的冒落岩石则是松散介

质。除了煤帮支承压力以及顶荷载会导致围岩出现变形问题以外,顶板下沉量还与裂隙带岩层在平衡之前的剧烈沉降有关。在采空区的边缘,沿空留巷的上岩层和冒落带,主要与巷道下帮煤体的悬臂岩梁相对应<sup>[1]</sup>。将冒落岩和煤体作为支点的挤压拱岩梁则与裂隙相对应,挤压拱岩梁可以向两个支点分别传递上方覆盖岩层的重力,而且还能够和两个支点反作用力之间形成平衡力系,重新获取平衡。悬臂岩梁的自重可以和煤体、支护带支撑力有效组成平衡力系,从而维持平衡。所以,可以结合以上相关平衡条件证明,沿空留巷上所覆盖的岩层稳定性,主要与冒落带的悬臂岩梁之间有关。对于悬臂岩梁在支护上所施加的载荷,主要是支护丧失岩梁支撑作用后的岩层自重。对于最大载荷而言,其主要是指在不利条件下,悬臂岩层丧失了岩梁支撑作用,此时上方岩体的重量为最大载荷<sup>[2]</sup>。

## 三、顶板预裂切缝和围岩支护设计

### (一) 顶板预裂切缝

由于煤矿顶板为坚硬顶板,因此在工作面进行回采之后,容易出现大面积的悬顶情况,这不仅会导致非工作帮的实体煤受力有所增加,而且由于悬顶出现的异常垮落,还会冲击巷旁的充填体,进而对沿空留巷产生影响。为了避免采空区侧的悬顶现象破坏巷旁的充填体,相关工作人员需要在工作面进行回采之前,对工作面落实超前预裂顶板。结合预裂切缝原理进行分析,可以知道相关参数具体包括切缝钻孔间距、角度以及高度。

首先,切缝高度。对于切缝高度值而言,其主要从顺槽顶板平面一直到切缝向上发育过程的最大垂直距离,可以将其称之为切顶高度。在对顺槽顶板采取定向爆破的方式进行切割时,其切缝高度需要确保将上层覆盖岩层当中的坚硬岩层有效切断,而且还能够确保在工作面回采之后,可以在矿山压力作用下实现整体垮落。结合相关矿井的地质资料进行分析,可以知道上方覆盖岩层的坚硬岩层高度为6.5米,因此需要对上覆6.5米的坚硬岩层有效切断。而在对直接顶的厚度进行考虑后,需要将切缝高度设定为8.5米<sup>[3]</sup>。

其次,切缝角度。对于切缝而言,其具有相应的角度效

应,通过保证具有合适的切缝角度,一方面可以确保顶板的顺利垮落,同时还可以对巷旁的充填体起到相应的保护作用,保证采场应力的分布合理性。

最后,切缝孔间距。对于聚能爆破技术而言,其可以沿着工作面的实际推进方向有效形成切顶面,而对于预裂切缝,炮孔间距对其影响较大,一旦间距过大,将无法使裂缝得到有效贯通,而间距过近则会导致顶板被损坏。

## (二) 围岩支护设计

### 1. 掘进至回采前阶段

在采空区的边缘区域,沿空留巷的冒落带以及上岩层,其与巷道下帮煤体的悬臂岩梁相对应。与此同时,结合顶板石灰岩分层,其含有相应的弱面。锚杆主要采用带有金属螺纹的树脂锚杆,可以使锚杆的抗剪和抗拉强度得到增加。对于锚固方式而言,其通常采用加长锚。与此同时,可以在两帮采用金属菱形网,在留巷过程中使煤体的完整性得到保证,确保下帮煤体能够对大的压力进行承受<sup>[4]</sup>。

### 2. 回采期间和留巷阶段

针对沿空留巷的支架性能,需要在悬冒岩梁和岩层活动下沉过程中,确保支架能够与顶板下沉相适应,从而出现相应的下缩现象。当上覆的整体岩层活动十分稳定时,支架阻力可以对悬臂梁岩体进行有效支承,可以避免其继续下沉,使支架和悬臂梁岩体的平衡性得到保证,为巷道保留相应的有效空间。所以,伴随回采工作面的持续推进,需要对留空巷道有效设置支护,具体需要在采空区侧有效砌矸石带,其主要为装满矸石的编织袋,斜宽需要达到5米,并要保证严实接顶。

### 3. 掘进断面和施工质量

沿空留巷的采用难易程度和效果,主要关系到掘进支护质量和采前巷道的实际维护情况。所以,在实际掘进过程中,为了使掘进施工质量得到保证,需要对光面爆破技术进行采用。在爆破过程中,需要在两帮位置对200-300毫米的保护层进行预留。而在爆破后,需要使用手镐和风镐涂刷到设计断面,从而使巷道成形的规整性得到保证,使锚杆支护质量得到有效提高。在此过程中,需要确保拉近和压牢金属网,并对专用穿条进行采用。对于锚杆锚固力、树脂药卷锚固长度以及预紧力,需要与设计规定要求相符合。对此,需要在实际施工过程中,对锚杆剂探杆、定扭力扳手以及锚杆拉力器等监测工具进行配备,使锚杆支护质量得到有效保证<sup>[5]</sup>。

## 四、围岩控制技术及效果分析

### (一) 留巷支护方案

对于运输巷所采用的切顶卸压留巷技术,需要将其保留下来,并作为综采工作面的回风巷。在运输巷当中所采用的联合支护技术核心为锚网索,为了使回采对留巷所带来的影响得到降低,需要分三个阶段控制留巷工作围岩,具体包括挡矸支

护、滞后段临时支护以及巷道补强支护。

### 1. 巷道补强支护

通过对运输巷当中的锚杆和金属网支护体系加以保留,需要采用梯子梁、金属网以及高强锚索进行补强与加固。锚索需要与顶板垂直进行布置,间排距则主要为1000mm,锚固力需要达到200KN以上,金属网的规格则需要控制为长度2.6米、宽度1.2米,搭接距离需要达到100毫米以上。除此之外,还需要与回采帮之间的间距控制在200毫米以上,并使用梯子梁有效连接补强锚索。在巷道施工过程中,切顶的钻孔切顶高度需要达到5.0米,为了防止在切顶时由于爆破影响而导致巷道顶板表层有离层情况出现,需要在切顶钻孔位置对一排单体支柱进行布置,并有效支护顶板<sup>[6]</sup>。

### 2. 滞后段临时支护

在滞后段需要对三排单体支柱进行采用,并要与 $\pi$ 型梁共同组成相应的迈步式抬棚,从而有效支撑巷道顶板, $\pi$ 型梁的长度需要维持在4.0米。

## (二) 围岩控制效果

在具体监测留巷后的围岩变形情况后,可以发现巷道内巷帮和顶板的变形量最大值分别为25毫米和132毫米,围岩的变形量相对较小。而在现场实际进行应用后,可以发现巷段顶帮和巷帮的最大变形量为132毫米和25毫米,断面的收缩率可以控制在10%以内,留巷断面可以使后续综采工作面的实际回采需求得到满足,因此具有良好的应用效果。

## 结束语

综上所述,在坚硬顶板的切顶过程中,对沿空留巷技术进行采用,需要对围岩控制加大重视,合理采取相应的控制技术,以此来有效保证围岩支护的稳定性。

## 参考文献

- [1] 赵大维. 深部开采坚硬顶板沿空留巷围岩运动特征及控制技术[J]. 山西能源学院学报, 2018, 33(6): 13-15, 18.
- [2] 郭鹏飞, 张国锋, 陶志刚. 坚硬软弱复合顶板切顶卸压沿空留巷爆破技术[J]. 煤炭科学技术, 2016, 44(10): 120-124.
- [3] 张礼, 赵晶, 王栓林. 大倾角煤层切顶成巷顶板结构演化及控制技术[J]. 矿业科学学报, 2018, 5(2): 169-178.
- [4] 郑洪运, 时启鹏, 娄庆楠, 等. 坚硬复合顶板沿空留巷围岩控制技术研究[J]. 矿业研究与开发, 2018, 41(10): 109-114.
- [5] 杨博, 刘财. 坚硬顶板滑移桁架切顶沿空留巷数值模拟研究[J]. 山西煤炭管理干部学院学报, 2016, 29(1): 31-32, 35.
- [6] 杨富强, 相啸宇, 张玉宝, 等. 坚硬顶板沿空留巷巷旁支护技术及工程应用[J]. 煤炭工程, 2017, 49(8): 78-81.