

中空注浆锚索在复合顶板掘进中的探索应用

毛宾彦

开滦能源化工股份有限公司吕家坨矿业分公司 河北 唐山 063107

摘要: 受成矿地质条件的影响,我国许多矿区煤层为层状复合顶板,其裂隙发育、层间黏结力小,巷道开挖后容易离层破坏;软弱破碎复合顶板岩层强度低、整体稳定性差,且松软岩层累计的厚度越大,越易产生顶板大面积垮落,给煤巷支护带来了较大困难。吕矿公司结合自身煤层地质条件在6273掘进工作面利用中空注浆锚索控制复合顶板,使悬吊理论、组合梁理论和围岩强度强化理论有机结合,在增加复合顶板稳定性,各岩层间摩擦力的同时使锚索与锚固区的岩体相互作用形成统一的承载体,提高了顶板稳定性。

关键词: 中空注浆;锚索;顶板;掘进

1 巷道地质情况概述

吕家坨矿6273工作面位于-950二采北探巷西侧,其中7s-1煤层以暗煤为主,硬度较大,平均厚度0.4米;7s-1与7s-2夹矸为粉砂岩,灰色、致密,平均厚度1.45米;7s-2煤层为稳定厚煤层,结构简单,硬度较大,平均煤厚3.9米。7s-1顶板为复合顶板,其中上层4.32米有粉砂岩老顶,岩性特征为黑灰色,质欠均,含植物根化石及炭化体,显滑腻感,此顶板岩性较为破碎,围岩自稳能力差。

9	粉砂岩	4.32	32.16	深灰色,质欠均,含科达种炭化石,上部含植物根化石,致密,坚硬。
10	煤线	0.28	32.44	黑色,以暗煤为主,少许亮煤,为半亮型,条带状构造,胶状,玻璃质光泽。
11	粉砂岩	2.60	35.04	见方解石脉。
12	煤线	0.40	35.44	黑色,以暗煤为主,夹煤纹之,为半亮型,玻璃光泽,胶状。
13	粉砂岩	4.50	39.94	黑灰色,质欠均,含植物根化石及炭化石,显滑腻感。
14	7-1煤层	0.30	40.24	黑色,胶状,质致,染斑,玻璃光泽,比重小,煤质好。
15	粉砂岩	1.45	42.14	深灰色,水平层理,硅质胶结,顶部含植物根及芦木化石。
16	7-2煤层	3.90	46.04	黑色,玻璃光泽,以暗煤为主,底部有亮煤,条带状或层状构造,硬度较大。
17	粉砂岩	1.28	47.32	深灰色,泥质胶结,块状构造,质地均匀,含大量植物炭化石。

图1 950二采区域7煤层柱状图

2 中空注浆锚索支护机理

采用中空注浆锚索加固围岩,一方面锚索安装后能够及时施加预紧力,为围岩提供支护阻力;另一方面通过注浆实现了锚索的全长锚固,浆液的扩散固结了破碎、松散岩层,提高了巷道围岩的整体性和强度以及自承能力。

2.1 多层组合拱结构支护体系

注浆锚索注浆充填不同深度围岩裂隙,形成一个多层有效组合拱,即锚索压缩圈及注浆加固圈,形成的多层组

合拱扩大了支护结构的有效承载范围。

2.2 防风化水侵

利用浆液封堵充填围岩的裂隙,隔绝空气防止围岩风化水侵,有效保护围岩的原始态,防止围岩被地下水侵蚀空气风华而降低围岩的自身强度。

2.3 提高围岩自身支护体强度

注浆后将松散破碎的围岩胶结成整体,提高了岩体的内聚力、内摩擦角及弹性模量,从而提高了岩体强度,可以实现围岩本身作为支护结构的重要组成部分。

2.4 提高支护结构的整体强度和平衡性

注浆锚索本身为全长锚固,从而将多层组合拱联成一个整体,共同承载,避免应力集中,提高了支护结构的整体强度和平衡性。

2.5 支护体受力平衡,避免应力集中导致局部破坏

注浆后使得作用在支护体上的压力能有效平衡地传递到两墙,通过对墙的加固,又能把荷载均匀传递到底板。支护体厚度的加大,不仅减小作用在底板上的荷载集中,而且减小底板岩石中的地应力,减弱底板的塑性变形量,减轻底鼓。

2.6 机械与物理双重加固

注浆锚索预紧力对围岩主动紧固为机械加固,注浆胶结围岩为物理加固。

3 中空注浆锚索施工工艺

3.1 中空注浆锚索结构形式

我矿所使用的内注式注浆锚索是直径为22mm,抗拉强度为1860MPa的中空注浆矿用锚索,配合复合注浆液使用(打锚索眼中空注浆锚索结构图见图2)。

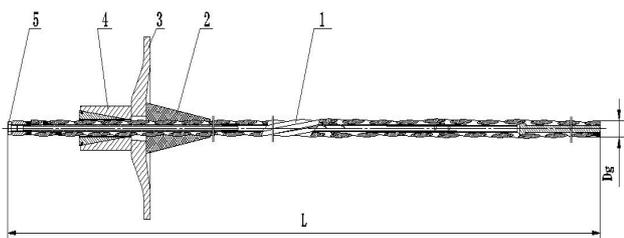


图2 打锚索眼中空注浆锚索结构图

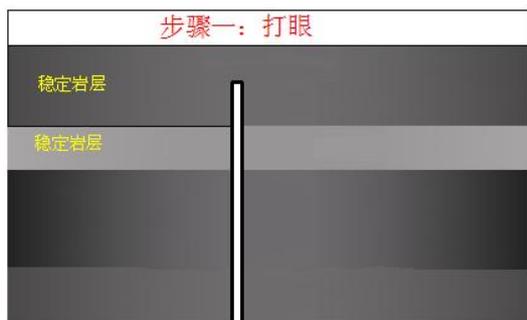
注:1—中空钢绞线;2—止浆塞;3—托盘;4—锚具;5—丝堵;L—锚索长度; D_g —钢绞线公称直径

3.2 安装注浆锚索

(1) 打锚索眼

遇到顶板较破碎的地方,要将碎体放下来,清理出打眼位置,这样做也是为了便于封孔和控制打孔深度。钻取锚索孔要求先中间后两边,每班记录顶板情况。

图3 打眼位图



根据顶板岩性、高层情况选择不同长度注浆锚索,根据注浆锚索长度打眼。

(2) 安装注浆锚索

在安装注浆锚索时,由于注浆锚索出浆口位于锚索前端1.5m处,锚杆药使用不易过长,锚固长度过长会阻塞出浆口,无法出浆。

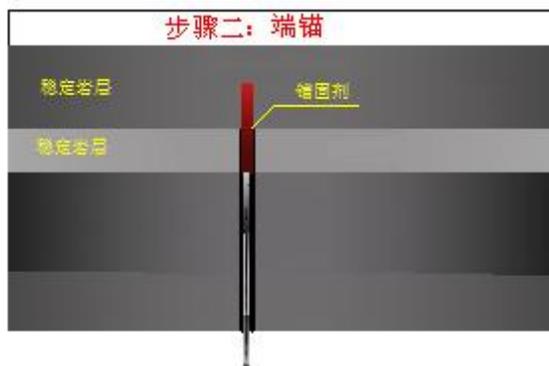


图3 端锚位图

(3) 安装止浆塞

待树脂锚固剂完全锚固之后进行安装止浆塞封口。封口之前先检查孔口形状及孔口表面平整度。将孔口凸起煤块或岩石清除,防止托盘封口不严。封口时将止浆塞穿入中空锚注锚索,顶入钻孔中(使用内径大于22mm,外径小于32mm的金属管)。如果围岩比较破碎,导致钻孔孔口处形成喇叭口时,需要用棉丝配合风筒胶封好外口,以保证注浆质量。

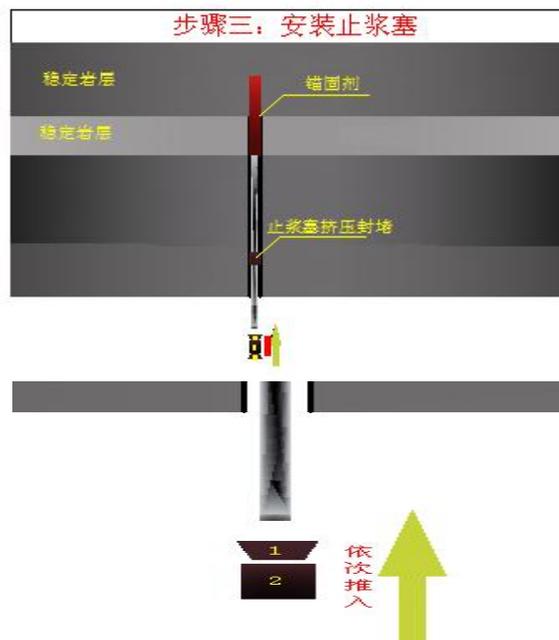


图4 止浆塞位图

(4) 锚索涨拉

止浆塞安装完毕后安装托盘、锁具,进行涨拉工序,保证托盘贴近煤面或岩面,使结构互相适应,涨拉至不小于100KN(16.4MPa)。

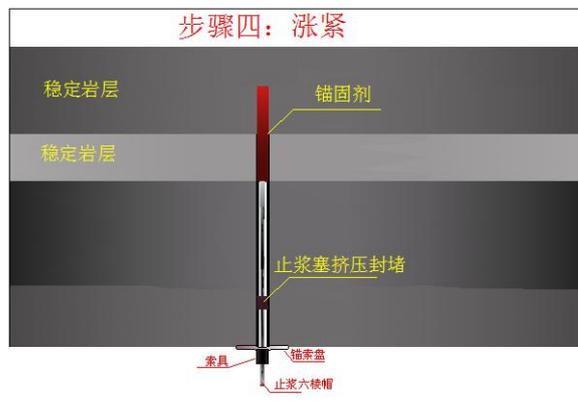


图5 涨拉位图

3.3 注浆

注浆前要检查与注浆泵连接的注浆管和注浆头是否畅通,开始时注浆速度要缓慢,不可一次就把注浆阀门开到最大;边搅拌边注浆,以防浆液发生沉淀。注浆注满后,可关闭注浆泵,等待2~3分钟再注浆,直至再次注满并稳压10分钟左右,关闭止浆阀。注浆后要及时将锚索后注浆口用螺丝堵上,注浆过程中应避免中途停滞,以免堵塞注浆管。注浆同时注意观察注浆压力。当压力达到4~6MPa以上或注浆泵憋死的情况时停止注浆。注浆结束后,用清水和钢丝刷将搅拌桶内清洗干净,之后向桶内加入清水,开动注浆泵,将泵内残留浆液冲洗出来,冲洗进液孔。

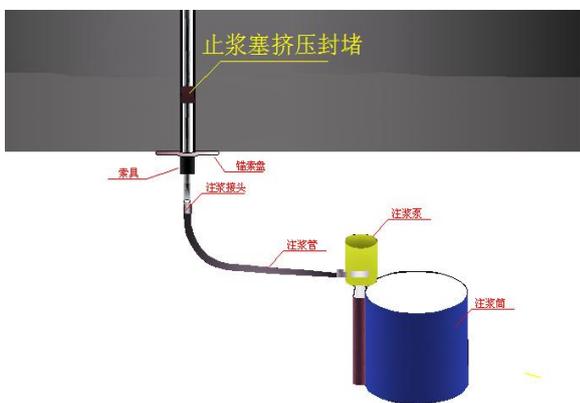


图6 注浆泵位图

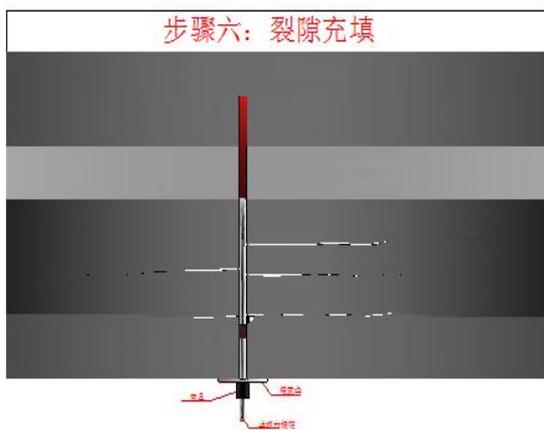


图7 注浆实现裂隙填充及顶板胶结图

3.4 注浆管理

(1) 注浆时间选择

注浆锚索时机的选择,对锚索注浆效果的影响很大。锚索厂家给我们提供的注浆时间是顶板较稳定时,滞后

10天注浆,顶板较破碎或下沉量在100mm以上时立即注浆。我矿根据该区域实际顶板情况,经过多次试验得出,如果打完锚索后1-3天内进行注浆,由于顶板离层不明显,注浆量明显不足。所以,在顶板完好、下沉量较小时我们要求的注浆时间滞后打锚索4-6天,当顶板破碎或顶板下沉量50mm以上立即注浆,这样保证了注浆效果。

(2) 注浆量管理

在注浆工作量管理上,我们以每班注浆量作为工作量的考核标准,杜绝了单班注浆根数多、注浆量少的现象。对于注浆量的计算,我们自制了量具(距离+质量),用浆液下沉量计算每根锚索的注浆量,得到了单根锚索注浆量的可靠数据。



图8 注浆前测量浆液量(89kg)



图9 注浆后测量浆液量(29kg)

(3) 注浆设备管理

对于注浆设备管理上,我们安排专人负责观察压力表压力和顶板两帮变化情况,压力突然急剧增加或浆液大面积渗漏,应立即打开泄压阀泄压,关闭注浆泵开关,停止

注浆,并指定一名技术人员负责,加强现场落实,确保注浆锚索施工质量。

4 支护效果检测分析

为了对普通锚索和注浆锚索施工效果进行对比,在6273皮带巷1360m-1400m范围及6273掘进辅助巷内进行了锚索支护试验,其中6273皮带巷为普通锚索支护,6273掘进辅助巷为注浆锚索支护。通过现场直观观察,使用普通锚索区域,顶板出现裂隙,顶板中部下沉较严重,使用注浆锚索区域,顶板较为完整,顶板下沉不明显。“十字”测点矿压观测,数据如下:

(1) 6273 皮带巷观测数据

表1 6273 皮带巷观测数据

测站位置	十字测点观测值 (mm)						备注
	距巷顶	顶沉量	距巷底	底鼓量	巷宽	两帮移近量	
1370m	1561	87	1200	215	4550	440	
1380m	1550	95	1180	275	4555	435	
1390m	1596	89	1185	230	4620	370	

(2) 6273 掘进辅助巷观测数据

表2 6273 掘进辅助巷观测数据

测站位置	十字测点观测值 (mm)						备注
	距巷顶	顶沉量	距巷底	底鼓量	巷宽	两帮移近量	
30m	1750	20	1200	130	4550	110	
70m	1720	35	1180	165	4548	112	
110m	1650	40	1280	130	4543	117	
150m	1710	35	1200	155	4520	140	
190m	1660	45	1280	115	4540	120	

通过矿压数据观测和现场实际观察对比我们可以看出,普通锚索巷道顶板下沉量在90mm左右,而注浆锚索巷道顶板最大下沉量为45mm;普通锚索巷道最大底鼓量275mm,注浆锚索巷道最大底鼓量165mm;普通锚索巷道两帮移近量440mm,注浆锚索巷道两帮移近量140mm;中空注浆锚索巷道围岩控制提高了50%左右,充分发挥锚索和注浆的作用,有效地控制围岩变形破坏,大大的改善巷道围岩状况,增加了巷道稳固性。

参考文献

[1]姚强岭,李波,任松杰,等.中空注浆锚索在高地应力松软煤巷中的应用研究[J].采矿与安全工程学报,

2011(2):

[2]吴剑平,夏建中,王群.麻家梁矿主立井箕斗装载嗣室加固对策研究[J].中国矿业,2014,23(4):124.

[3]张兵兵,尹增德,樊海燕,等.预应力中空注浆锚索在复杂地质条件中的应用[J].煤炭技术,2015(5):102-104.