

巷道底板开放式注浆工艺研究与应用

王晓庆

冀中能源峰峰集团公司邯郸宝峰公司九龙矿 河北 邯郸 056200

摘要: 随着九龙矿巷道服务年限的增长,巷道埋深也逐渐扩大,且部分矿区巷道受到强采动冲击,巷道失修愈发频繁,整修进度的限制也造成了极大地安全隐患,制约了井下生产系统的正常运转,形成了巨大的经济负担。目前,在对我矿的一些主要巷道整修方面,对于采用注浆法加固的措施已初步取得了共识,但由于原有的注浆法数据设计主要依靠个人经验获得,并不够理论依据,所以急需一个符合九龙矿深部施工的注浆的方法设计系统来完善九龙矿的注浆工艺数据设计,提高注浆工艺质量,切实有效降低巷道整修次数。

关键词: 底板注浆; 注浆封孔器; 应用

1 项目背景

随着巷道服务年限的增长,埋深逐年递增,部分地区巷道受矿压影响,底鼓严重,尤其是软岩巷道底板治理更是摆在我们面前的一个普遍难题。

九龙矿北五采区皮带下山一片口至二片口之间,巷道埋深675m~760m,属于典型的深部软岩巷道,受深部高地压和15245S工作面强烈开采扰动影响,巷道围岩较为破碎,巷道变形量较大,特别是巷道底板围岩,部分地方底鼓超过1m,给煤矿的安全生产带来了较大隐患。经过卧底整修后,依然呈现出较快的变形速度。为保证九龙矿北五采区皮带下山正常使用,猴车正常运行,采取新型注浆工具-注浆封孔器进行巷道底板注浆加固,加强围岩底板强度。

2 项目地质条件

2.1 巷道名称、位置及相邻关系

九龙矿北五采区皮带下山注浆段位于九龙矿北五采区深部,北部15445N及15245N工作面采空区,南部为15247S采煤工作面,地面标高约为+114m~130m,井下标高约为-675m~-760m,地表为侵蚀堆积类型的缓倾斜山前平原,以低缓丘陵为主要特征。地表冲沟比较发育,但一般切割不深。

2.2 巷道围岩特性与地质情况

对矿区进行实际勘测时,其最大的主应力和生产巷道之间夹角是非常大的,这种情况对巷道的稳定性非常的不利。由此可见,构造应力比较大的矿区对工程破坏方向性非常显著。通过现场测试围岩基本力学性质测试,分析了九龙矿北五采区皮带下山围岩物理力学性质。底板围岩成分为砂泥岩和粉砂岩,岩性较差。

煤(岩)层赋存特征:九龙矿北五采区皮带下山一片口至二片口之间摸4煤顶板掘进。构造简单,厚度变化

不大,一般厚1.0-1.4m,平均为1.2m,属于稳定煤层。

巷道围岩特征:该巷道围岩主要岩性为砂泥岩、粉砂岩分述如下:

砂泥岩:其特点就是黑色块状,并且含有植化石的碎片,同时断续层理呈现不清晰的特点, $f \geq 10$ 。

粉砂岩:其特点就是灰黑色而且薄层状,上部的粒度比较细,下部的粒度则比较粗,层面中间含有植物的化石。

地质构造:北五采区皮带下山底板注浆段地质构造相对比较简单,没有出现断层的情况。

3 课题提出

目前峰峰集团底板注浆加固基本采用下注浆管孔口封闭或采用自钻锚杆的方法进行注浆,这种方法对1-2m浅孔注浆有效,对孔深超过2m的注浆效果并不理想,为了有效的保证底板注浆的质量和效果,寻找一种效果好、操作简单的注浆方法极为重要。

因此,经过研究,决定以九龙矿北五采区皮带下山一片口至二片口为对象来进行相关研究。九龙矿北五采区皮带下山注浆段埋深675m~760m,属于典型的深部软岩巷道,受深部高地压及强烈开采扰动影响,巷道围岩较为破碎,巷道开挖后变形量较大,特别受深部高地压和15245S工作面强烈开采扰动,部分地方底鼓超过1m,希望采用先进工艺注浆封孔器注浆加固底板。

4 研究内容及创新性

4.1 主要研究内容

(1) 北五采区皮带下山破碎围岩稳定性分析

利用钻孔窥视仪实测北五采区皮带下山围岩裂隙发育情况,结合巷道矿压观测情况,为选择合理的注浆加固参数提供依据。

(2) 使用先进注浆工具注浆封孔器进行底板注浆。九龙矿原底板注浆工艺为采用注浆管进行底板注浆,由

于封孔技术受限,跑浆现象严重,此外注浆管与孔壁存在缝隙,造成浆液上翻,扩散半径较小,使用注浆封孔器进行注浆后,比原有施工工艺简单。且无需使用黄泥、麻绳封孔,只需将注浆封孔器放到孔内利用其本身工艺即可完美封孔,施工方便、快捷。注浆效果更好,特别是对深孔注浆也具有非常好的效果。

(3)北五采区皮带下山底板破碎围岩加固效果应用分析。在对巷道底板破碎围岩注浆进行加固时,要选择比较典型的巷道来开展,而且还要对矿压情况进行观测,对注浆的效果进行了仔细的分析和验证,对加固技术和效果还要进行优化。

4.2 创新点

(1)通过现场测试和理论分析等研究方法,获得该处巷道围岩裂隙开度、不同水灰比水泥浆液的粘度等参数,通过这些参数的底板开放式注浆技术、工艺及配套装备,建立符合现场实际的注浆体系。(2)使用先进注浆工具注浆封孔器进行底板注浆,并利用注浆封孔器特点实现分段注浆,采取先打短孔进行注浆,分段注实后再进行套钎打至设计孔深注浆的方法,可有效解决底板松软注浆孔难以一次施工至设计孔深的问题。(3)在现场施工过程中,针对巷道整修的具体需要,总结出了一套施工经验,在破碎围岩深部注浆中通过在浅部破碎段钻孔壁涂抹炮土或石膏解决了塌孔问题,使深部注浆得以实现。

4.3 技术路线

项目首先进行九龙矿资料收集及整理工作,同时对国内外深部巷道围岩变形巷道进行分析;其次选取九龙矿深部典型巷道底板围岩,并进行实验室基本力学性质、围岩成分等测试,确定水泥浆精确配比,同时更好地发挥先进注浆工具-注浆封孔器在底板注浆中的作用。

4.4 矿区地应力的分布特征

表4.2 九龙矿北五采区皮带下山围岩物理力学参数

岩性	位置	单轴抗压强度 σ_C (MPa)	单轴抗拉强度 σ_1 (MPa)	弹性模量E(GPa)	泊松比 μ	内摩擦角 ψ (°)	粘聚力c(MPa)
砂泥岩	直接底	18.369	1.703	270.239	0.198	16.9	15.1
粉砂岩	老底	30.34	2.063	378.585	0.118	27.3	33.77

4.5 围岩基本力学性质测试

通过实验室试验和现场测试,分析了九龙矿北五采区皮带下山底板物理力学性质,如表4.2所示。

4.6 结论

通过地应力试验表明,当前矿区的主控地应力表现为构造应力,而且与水平方向相近。而巷道的稳定性与水平应力之间有着非常密切的关系。主要体现在,一是当最大水平应力与平行巷道所承受的水平应力比较小时,这时巷道顶板的稳定性就会比较好;二是最大水平应力与巷道呈现锐角时,顶底板的变形偏向巷道某一帮

时,就能够有效的预计出来;三是顶板稳定性表现为最差时,这时其最大水平应力与巷道垂直的水平应力影响是最大的。而通过勘察发现,矿区的最大主应力和巷道产生的夹角并不是很大,这对提高巷道的稳定性是非常有利的。

从表4.1所示的地应力结果可以发现九龙矿的地应力分布特征如下:
(1)每个测点都有两个主应力,并且这两个主应力还要接近水平的方向,其中最大主应力和水平面之间呈现235.7°的夹角。最小夹角为49.8°;而另一个主应力与水平面呈现的夹角则为136.3°。

(2)其中最大的主应力体现在水平方向上,这一点说明了龙矿的地应力场是以水平构造应力为主。

(3)各个主应力都为压应力,没有出现拉应力的现象。

表4.1 北五采区皮带下山地应力测量结果

测点	深度	主应力			
		主应力	大小 (MPa)	方位角 (°)	倾角 (°)
1	650	σ_1	22.91	132	239.2
		σ_2	18.5	21.7	-17.8
		σ_3	16.5	217.7	148.5
2	700	σ_1	24.32	180	225.8
		σ_2	17.2	16.3	-16.5
		σ_3	15.4	214.5	135.2
3	750	σ_1	23.1	127	242.3
		σ_2	18.23	16.3	-15.2
		σ_3	16.2	21.5	124.8

(4)最大应力的走向角度在118°~132°之间,并且大体的方向是从东南现向着西北的方向,同时具有很大的差异性,与岩体的构造、分布情况以及重度都有着不同的关系,但是也在大体上体现了构造运动的方向。

当前矿区主控地应力呈现的是构造应力的特点,并且与水平方向相接近,此外最大主应力与巷道产生的夹角并不是很大,因此这对提高巷道稳定性以及后期维护工作的开展是非常有利的。

通过现场测试围岩基本力学性质测试,分析了九龙矿北五采区皮带下山底板围岩物理力学性质。直接底和老底围岩成分为砂泥岩和粉砂岩,岩性交差。

5 底板开放式注浆应用研究
5.1 底板注浆支护原理

在巷道开挖以后，围岩不可避免的会产生松动问题，这时强度就会出现降低。通过使用注浆的方式来对巷道底板围岩进行加固时可以通过注浆封孔器来将浆液注入破碎的围岩中，然由此对围岩进行加固，并形成连续的加固圈，避免围岩再次发生松动的问题。

5.2 注浆封孔器介绍

注浆封孔器作为近年来一种新型的注浆工具，对治理底鼓、加固巷道围岩具有非常好的效果，主要技术参数如下：安全阀启动压力0.4~0.5MPa，工作压力1~8MPa，工作流量3~4.5t/h。注浆封孔器（图5.1）放至预定注浆孔位置后，连接水压泵（图5.2），让封孔器上胶囊管慢慢膨胀，达到预定压力后，可通过高压注浆管，向封孔器内注入浆液。由于封孔器上胶囊膨胀将注浆孔完全封死，使得水泥浆能更加均匀的扩散，结束注浆时，先放掉注浆压力，再放掉充水压力即可。

5.3 注浆方案

由于目前巷道底板裂隙较大，为防止使用气动凿岩机打孔深度大拔不出钎子的问题，采用先在此段巷道底板施工1.0m浅注浆孔，并按设计压力注浆；待浆液凝固后，将注浆孔依次加深至1.5m、2.0m、2.5m，并按设计压力注浆，注浆孔间排距为1.5m。

5.4 施工工艺

（1）钻孔采用气动凿岩机施工，浅孔使用1.2m 钎杆配42mm 钻头钻进，1.0m钻孔注浆完毕后，在原孔基础上采用φ32mm钻头打设1.5m钻孔进行注浆，之后打设2.0m、2.5m依次进行注浆，保证浆液由浅入深、逐层下注。

（2）注浆选用ZBY-80/8-22型注浆泵，制浆采用0.3m³ 搅拌桶；水泥浆液要搅拌均匀，注浆之前首先连接好注浆管路，进行压水试验，试压合格后即可制浆、注浆。

5.5 注浆参数：

（1）注浆水泥为32.5级，水灰比在（0.7:1）~1之间调节,平均水灰比为0.85:1。原则上按先稀后浓。可根据现场具体情况，适时调整浆液类型。开始注浆压力为0.8~1.0MPa,在注浆前，先进行注水冲孔，时间不少于2min（以打完半桶水为标准），之后采用间歇注浆方式，间隔时间为30s左右。当1.0m、1.5m、2.0m段孔深注浆孔注浆压力达到3MPa时，2.5m注浆孔注浆压力达到6MPa时可关闭阀门，结束注浆。（2）浆液扩散半径为1.5-2.0m。（3）注浆孔。注浆浅孔为1000mm和1500mm，深孔为2000和2500，孔径42mm，间距1500mm，排距1500mm，浅孔和深孔均为每排布置5个。（4）封孔方式。利用注浆封孔器自膨胀工艺封孔。（5）注浆中的漏浆率。注浆中要及时进行封堵漏浆孔，

控制漏浆率在10%。

5.6 注浆顺序

每段注浆时采用先浅孔后深、隔排隔孔、自下而上的顺序进行，以减少串浆影响，注浆顺序为：单数排单数孔---双数排双数孔---单数排双数孔---双数排单数孔。

5.7 注浆量

1、注浆孔单孔浆液注入量

每个注浆孔约注水泥浆9袋，0.45t

2、注浆材料用量如下表5.1所示

表5.1 注浆材料用量

巷别	工程量 (m)	巷道规格 (m)	注浆孔数 (个)	水泥用量 (t)
北五采区皮带下山	320	5.2×4.0	1070	481t

6 注浆效果检验

（1）每50m分为一个注浆区域，注浆结束后进行检测，任选3处每处打设检测孔进行检测，进行钻孔效果验证，打孔至2.5m放入注浆封孔器进行测试，注浆压力立刻达到6MPa，说明注浆效果良好。（2）使用先进仪器-钻孔窥视仪进行注浆效果检验。巷道底板钻取窥视孔后，先将窥视仪探头下入钻孔中，在屏幕上即可看到孔壁、孔底的情况，从窥视结果来看，孔壁光滑，注浆效果良好。

7 结论

通过使用注浆封孔器对九龙矿北五采区皮带下山进行底板注浆，巷道顶底板移近量在30天后变形趋于稳定，说明注浆封孔器在底板注浆中效果明显，达到了预期的效果。通过注浆后窥视仪测试能够对巷道底板在注浆前与注浆后的围岩裂隙进行仔细的观察，发现注浆后裂隙得到了很大的改善，虽然随着时间的推移，裂隙还会出现不同程度的发育，但是依然能够趋于稳定，因此可以证明注浆在增强围堰地板稳定性和强度方面有着巨大的优势。综上所述，从目前的矿压观测数据来看，北五采区皮带下山底板开放式的注浆方式是切实可行的。底板注浆有效地控制了巷道底鼓变形，提高了稳定性，保证了巷道的安全状态，节约支护成本，保证了巷道的正常运行。

参考文献

[1]孙飞跃,张伟峰,赵大震,李栓杰.深部巷道循环进尺模拟优化研究[J].中原工学院学报,2018,29(06):37-45.
 [2]赵万里,杨战标.深部软岩巷道强力锚注支护技术研究[J].煤炭科学技术,2018,46(12):92-97.
 [3]李旭峰.深部大变形巷道围岩稳定性控制分析[J].能源与节能,2018(10):9-10+170.
 [4]李铁良.深部软岩巷道支护模拟及应用分析[J].山西化工,2018,38(05):188-191.