

文章编号:1001-5485(2009)07-0060-06

破碎煤岩体化学注浆堵水技术研究及示范工程

冯志强^{1,2}, 康红普^{1,2}

(1. 煤炭科学研究总院 北京开采设计研究分院, 北京 100013;
2. 天地科技股份有限公司 开采设计事业部, 北京 100013)

摘要:从煤岩体的裂隙分布、渗流水力学特征与化学注浆堵水机理出发,详细分析了渗透水裂隙的形成及分类、破碎煤岩体注浆堵水作用机理;论述了岩体渗透系数与应力、温度的关系,水压与注浆压力的关系,岩体的可注性以及注浆位置选取与钻孔深度的关系。通过对屯留煤矿南翼进风大巷的顶板水封堵工程的实例分析,说明化学注浆堵水可借助深部开裂程度较低的围岩裂隙实施,形成隔水帷幕;涌水量大的厚层富含水破碎顶板由深部向浅部后退式注浆工艺,可显著提高注浆堵水效果,降低材料消耗和工程成本。

关键词:注浆;裂隙分布;渗流

中图分类号:TV442 **文献标识码:**A

1 概述

在煤炭系统,随着煤矿开采深度和广度的发展,以及综采放顶煤开采技术的广泛应用,极破碎煤岩体条件与日俱增。国内有近200个较大的矿区,其中有50%左右的矿区受破碎煤岩体影响比较明显。此外,我国华北、华东地区潜水位高,随着开采深度加大,矿井涌水量增加,破碎煤岩体内含水量大,顶板出现淋水,使顶板管理更加困难。据统计,极破碎、富含水和淋水条件煤岩体占煤矿回采工作面与巷道工程总量的比例高达30%左右,而通过化学注浆堵水(一种适用而高效的施工技术)可以解决这一难题。

目前化学注浆技术无论在理论上,还是在实际应用上,都取得了很大的进展,但仍然存在许多问题有待于深入研究和解决。从现有的注浆理论可以看出,目前,研究浆液在构造面中流动和在孔隙中渗透扩散时均把浆液简化为牛顿流体且与时间无关;而绝大部分浆液属非牛顿流体的宾汉姆流体,且具有时变性,这就导致了注浆过程中的理论计算与实际相差太大,甚至是荒谬的^[1]。理论研究落后于工程实际需求,如:煤岩体中的注浆方法主要是压入法,浆液在压力差的作用下从注浆孔煤岩体内扩散,其扩散距离(常称为扩散半径)决定着注浆孔的布置和浆液消耗量,也是选择工艺参数、评价注浆效果的重要依据。但浆液的扩散过程是隐藏的,目前还不可能在施工中对这一过程进行监测,这样,浆液的扩

散距离只能靠理论或经验公式计算。而现有计算浆液扩散距离的理论公式还远未成熟,实用价值有限,经验公式又往往是针对某些特定浆液(主要是化学浆液)总结的,不具有普遍意义。因此,目前煤岩体中的注浆还没有可靠的预先确定浆液扩散距离的方法。由于这一理论缺陷,给破碎煤岩体注浆带来了如下问题:①注浆工程的投资和效果难以预计;②确定孔距、浆液配比和注浆压力时的随意性较大。针对上述问题,本文从岩体裂隙的特点以及渗流水特征上进行分析,力求从根本上形成对注浆堵水技术理论上的完善以更好地指导工程实践,并通过工程实例进行说明。

2 岩体中裂隙分布、渗流水力学特征与化学注浆堵水机理

2.1 岩体中裂隙的特点

基岩裂隙分为原生裂隙、风化裂隙和构造裂隙。原生裂隙在成岩过程中和以后的沉积中多已被充填;风化裂隙多在基岩风化带处发育,而且在许多地区和上覆松散沉积物一起组成统一含水体。比较复杂和对地下水起着控制作用的主要是构造裂隙。

构造裂隙受到区域构造场的控制,它主要在断层两侧或构造交汇部位,背、向斜轴部和收敛端,以及应力集中区发育。由于裂隙随构造而伴生,研究证明它的发育和展布具有如下特点。

2.1.1 裂隙具有方向性和共轭性

由于断层和褶曲的发育具有一定的方向性,因

收稿日期:2008-09-18;修回日期:2009-03-02

作者简介:冯志强(1975-),男,呼和浩特市人,高级工程师,博士,从事破碎煤岩体的注浆加固技术研究,(电话)010-84263127,13810643738(电子信箱)fengzhiqiange@163.com。

而由此产生的羽状裂隙或拉伸及剪切必然按照一定的方向发育。裂隙的统计和研究证明,在一个地区总是以某一方向裂隙的发育为主,而与其共轭的另一方向次之。裂隙及断裂的方向和地下水的运动密切相关,特别是新构造裂隙更是地下水聚集和活动的主要场所。

2.1.2 裂隙具有成带性

在水平方向上裂隙的带状分布是明显的,在垂直方向上分带亦很明显。肖楠森教授曾按水动力和水化学特点将新构造裂隙带在垂直向上分为3带:即由地表至50~60 m深度内称为地下水淋滤入渗带,这个深度以上裂隙中充填沉积有大量松散的泥砂、铁锰氧化物,水量水质均不稳定;在60~200 m左右深度范围内为地下水侵入蚀径流带,此带内有少量泥沙及 O_2 、 CO_2 等气体,对围岩有强烈侵蚀溶蚀作用,该带水量大,水质稳定;深度在200 m以下叫地下水矿化滞流带,该深度以下裂隙逐渐闭合,矿化度加大,水量少、水质差。这些划分虽然比较粗略,但地下水在垂向上的分带性是客观存在的。

2.1.3 裂隙具有网络性

断裂和裂隙彼此交叉形成菱形网格,在断裂交汇和裂隙密集部位,利于地下水富集。砂页岩地层在刚性和柔性岩体之间容易形成层间裂隙,刚性岩体发育的高角度裂隙和层间裂隙相交,形成三维菱形网络,一般层间裂隙含有地下水。井筒开挖时有时掘至砂岩顶部即见水,而且水量较大。由于层间裂隙的存在和裂隙的网络性,地下水在岩体内的运动既有层间运动的特点,又不完全顺层向岩层的倾斜方向流动,在垂向上也没有随着含水层的继续下掘而水量按比例增大的规律,地下水在砂岩裂隙中的运动是一种脉状或网状运动,而不同于孔隙介质中的渗流。

2.1.4 裂隙含水具有不均一性

裂隙岩石在垂向和走向上渗透性都是不均一的。断裂切穿了岩性差异很大的地层,沟通了含水层之间的联系,而裂隙一般穿透能力较差。煤系地层裂隙一般仅在砂岩等刚性岩体中发育,在泥岩页岩中不发育。裂隙的发育程度除了受区域构造应力场的控制外,还与岩体自身的岩性、胶结方式、力学性质、厚度等因素有关。颗粒较粗的砂岩裂隙较发育,而且孔隙度也大。接触式胶结的砂岩容易形成含水裂隙,而泥质钙质基底式胶结的砂岩则裂隙性差。砂岩厚度大,裂隙比较稀疏,形成的平均间距也大,但这样的裂隙一般开度大、延伸远,成为地下水的主要流动干道,水量较大。反之则裂隙延伸长度有限,水量易于疏干。

煤系地层由于岩相变化大,厚度不稳定,裂隙发育的差异性很大,地下水的主要通道仅是那些与导水断层或含水体有直接联系的区域性裂隙,并不是所有裂隙均含水。井下开挖和工作面预注浆中,经常遇到同一含水层,大多数钻孔不出水,仅有少数钻孔出大水的情况,说明仅是个别裂隙含水。

由于裂隙发育的上述特点,使岩体裂隙中地下水的运动变得十分复杂。因而在用化学浆注浆堵水的过程中,浆液的流动规律也变得很复杂。

2.2 裂隙岩体渗流水力学表征

2.2.1 单一裂隙水力表征

研究裂隙岩体渗透性的一条重要途径是对裂隙水流进行模拟试验。把岩体裂隙简化成平行板之间的裂缝,设水流服从Darcy定律、为黏性不可压缩介质,在裂隙中的流动为单相、无紊乱(即层流)。

2.2.2 一组平行裂隙的水力表征

若岩体中只有一组裂隙发育,忽略其他裂隙的渗水性,将本组裂隙内的水流平均到岩体中去,则可得岩体顺裂隙走向的等效渗透系数。

2.2.3 多组裂隙的水力表征

若有多组裂隙发育,或岩体中有几条较大裂隙时,可用裂隙网格水力学进行分析,即对裂隙网格的结点建立方程组,认为各裂隙流向任一结点的流量之和为零^[2]。利用边界条件求解方程组,即可求得网格结点处的水头值。

2.3 化学注浆堵水机理

为了满足堵水施工的需要,煤炭科学研究总院北京开采研究所开发研制了聚氨酯堵水化学注浆材料,该材料的三态变化是其堵水成功的原因。这种浆液在液态、凝胶态和固态3种不同状态都具有屏蔽静水涌出的能力,只是止水方式和能力不同。液态时,它依赖自身的屈服强度屏蔽涌水,但它只适于静水压小于其屈服强度时,这为浆液凝固创造了条件。凝胶态时,浆液结石体与裂隙面的黏结网络基本形成,具有相当强度,这时,浆体依靠黏塑性特征屏蔽涌水,静水压力下,其结构更加稳定、密实。固态时,浆体依靠自身强度、抗渗性及其与裂隙面的黏着强度屏蔽涌水。

当把该注浆材料注入到岩层中含水的空隙中时,该注浆材料与水混合接触,就会发生链增长、链交叉、气体生成、浆液膨胀等一系列复杂的化学反应,在岩层空隙中最终生成不溶于水的、与空隙表面具有极强黏结强度的凝胶固结体,从而填实了过水空隙,隔断了岩层内过水通道,达到堵水的目的。

该化学浆液遇水反应生成不稳定的氨基酸的中

间产物,随即分解并放出二氧化碳气体。调节催化剂及发泡剂的不同用量,可以调节浆液在水中的凝胶速度,使浆液的凝胶速度与二氧化碳气体生成速度相平衡,则反应物体积开始膨胀,并最终生成稳定的泡沫凝胶体。膨胀反应其实质为扩链反应,在膨胀反应的同时,浆液黏度逐渐增高,反应产物的分子链增长,并硬化交联,最后生成网状的致密凝胶体。

3 注浆堵水参数研究

注浆堵水成败的关键不仅与被注介质的渗透系数有关,而且还应保证浆液在被压力水冲出前凝固,与裂隙岩壁发生交联作用。因此,注浆受诸如应力、水压、裂隙宽度、注浆泵压、浆液凝固时间和注浆位置等因素影响。

3.1 岩体渗透系数及与应力、温度的关系

浆液主要在岩体的裂隙网络中流动,由于裂隙的存在,导致岩块的弹性模量很大,而岩体的变形模量要小得多,两者之差反映了裂隙变形的影响。在正常荷载作用下,岩体绝大部分变形发生在裂隙。裂隙的过水能力又和裂隙隙宽的3次方成比例^[3~7]。因此,裂隙岩体渗流场受应力环境的影响很大,而渗流场的改变将改变渗透体积力的分布,后者又必将对应力场产生影响。

在注浆过程中,由于浆液的化学反应释放热量,因而存在温度的影响。注浆岩体中渗流场与温度场是相互作用、相互影响的。一方面,岩体渗流场的存在与改变,将使渗透浆液参与岩体系统中的热量传递与交换,从而影响岩体温度场的分布。另一方面,岩体温度场的改变,既可引起浆液的黏度及岩体渗透系数的改变,还会由于温度梯度(或温度势梯度)的存在引起浆液的运动。岩体中渗流场与温度场双场相互作用、相互影响的结果,会使双场耦合达到某一平衡状态,形成温度场影响下的渗流场及渗流场影响下的温度场。

3.2 水压与注浆压力

注浆压力是浆液流动、充塞压实和脱水的总动力。在注浆过程中应有一定的注浆压力,注浆压力的大小应由水的压力决定。注浆压力太小时,浆液扩散不到距离钻孔远的地方,在浆液凝固之前就被水稀释、带出,起不到加固作用,堵水就会失败;注浆压力超过水压一定数值时,浆液能扩散到距离钻孔较远的地方,在被水带出前就已凝固,起到堵水的作用。因此,注浆压力一定要大于水的压力。

3.3 煤岩体的可注性

岩体的可注性为每种岩体都有自己引起浆液渗透的启动压力,启动压力大于临界压力(临界压力为使岩体产生劈裂时所需的注浆压力)时,为不可注岩体;当启动压力小于临界压力时为可注性岩体。

最好的注浆结果是用最低的成本达到最好的封堵效果,即:第一,不要引起任何浆液的无为消耗;第二是把浆液注入到天然孔隙中去。浆液在细裂隙中运动时,需要高的注浆压力;浆液在粗裂隙中运动时,只需要较低的注浆压力。岩体具有不同类型、不同强度、不同扩散半径和不同流动性等特点,导致不同岩体类型都有各自的可注性。在软岩中,仅宽裂隙才有可注性;在坚硬岩体中,细裂隙也是可注的。不同可注性决定着注浆方案的制定。如果提供一个足够大的注浆压力去注浆,无论如何也会把浆液压入到被注岩体内,但是这样的大量浆液会封堵人造孔洞而不是封堵岩体的天然渗透性,是与注浆目的背道而驰的。

目前,国内常用的标准水泥为4 900孔/cm²,其粒径为0.085 mm,水泥浆液只能注入到大于0.255 mm的孔隙之中。当孔隙为0.255 mm时,使用水泥浆阻力达到最大。反之,孔隙(裂隙)越大,浆液阻力越小,可注性越好。但是,随岩石裂隙的增大,浆液的流动性越好,在导水通道中被水稀释的程度越高。尤其是在动水注浆中,浆液的颗粒小,不利于快速有效地实现堵水。

3.4 注浆位置选取与钻孔深度的确定

堵水成败的关键因素是注浆钻孔位置的选择和钻孔深度的确定。注浆堵水的关键问题是切断水源的源头,这是治本,不至于出现堵住一个地点而另一个地点又出水的情况;在出水地点明水注浆在大裂隙、大水压情况下也只是起到治标的作用。所谓明水注浆是对煤矿井巷在施工中已经发生了涌(突)水部位进行注浆堵水,也称后注浆。明水注浆属动水注浆,受注部位明确,可以直接观测岩石出水裂隙和破碎带的发育情况,对注浆孔的布置针对性较强。但当水压很大时,在压力的作用下压力水还会从薄弱地点冒出,不是合理的治理方案。为了更好地指导现场堵水实践,现就根据是否明确水流方向条件进行分类研究。

3.4.1 水流方向明确条件

(1) 单裂隙出水情况:单裂隙出水情况对于已明确水流方向的条件下,只要将注浆位置选择在封堵位置的上游就能完全地切断水源,起到封堵的作用,在此不再过多叙述。

(2) 一组裂隙出水情况:一组裂隙出水情况对于已明确水流方向的条件下,钻孔布置在 2 条裂隙之间的出水点上游位置,而且钻孔要向裂隙倾斜。

(3) 裂隙带出水情况:这种条件下,也是要将钻孔在出水点靠近水源方向成排布置,钻孔间距 $D \leq 2R$ (R 为浆液扩散半径,如图 1),使形成的堵水帷幕隔断水流,起到堵水效果。

以上 3 种情况下钻孔深度要求钻孔导通裂隙(如图 2)。

3.4.2 水流方向不明条件

当水流方向不明时,应尽量查明水流方向,在确实不明或没有必要查明情况下参考以下方法。

(1) 单裂隙出水情况:对于单裂隙出水,应该采取沿裂隙注浆的方法,钻孔要沿裂隙布置,并且钻孔要倾向裂隙底部,使钻孔底部与裂隙导通。

(2) 一组裂隙出水情况:一组裂隙出水时,钻孔要沿平行于两条裂隙且在两条裂隙的中间线布置,而且钻孔要向裂隙倾斜。

(3) 裂隙带出水情况:此种情况为最复杂也是最常存在的情况,不但要考虑浆液的扩散半径,让扩散半径满足 $D < 2R$,而且还要考虑堵住原出水点出现新出水点的情况。

4 注浆堵水示范工程

4.1 工程概况

屯留煤矿南翼进风大巷布置在 3[#]煤层中,沿煤层顶板掘进。3[#]煤层顶板多为灰黑色粉岩砂、泥岩或砂岩,其上有 2[#]煤层和 1[#]煤层的顶板两层中细、中粗砂岩,单层厚度 5~10 m。影响 3[#]煤层开采的主要含水层是:①3[#]煤层及 1[#]、2[#]煤层的顶板砂岩;② 3~4 层石灰岩,其单层厚度一般在 2~6 m,裂隙较发育;③ 奥陶灰岩,距 3[#]煤层约 130~140 m。以上 3 个主要含水层组比较,奥灰为强含水层,其余 2 组为中等和中强含水层。

南翼进风大巷掘进至 1 165 m,掘进头顶板锚索孔出水严重,淋水段 40~50 m,水量约为 16~20 m³/h。施工至 1 270 m 处时,巷道迎头顶板淋水大增,经实测淋水量达 50 m³/h,巷道掘进被迫停止,必须采取措施对顶板水进行有效封堵,巷道出水位置如图 3。

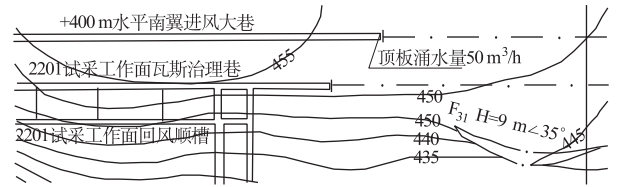


图 3 南翼进风大巷出水位置
Fig. 3 Location of rushing water in south air inlet roadway

采用直流电法探测技术对屯留煤矿南翼进风大巷 1 115~1 195 m 进行了探测。通过探测确定在顶板上方 70 m 内共存在 6 个相对富水段,分布在顶板以上 6~10 m, 16~20 m, 26~31 m, 35~39 m, 48~52 m, 60~64 m, 其中一、二、五段为中强,三、四、六段为中等,这些含水段主要是 3[#]煤层顶板砂岩和岩石裂隙水。巷道顶板水主要来源于顶板 6~10 m 和 16~20 m 的岩石裂隙水,其次为上部的砂岩水。

4.2 注浆堵水方案

根据巷道周边已知地质资料结合探测成果,应针对 3[#]煤层顶板 6~10 m 砂岩含水层进行注浆治理。

4.2.1 注浆堵水材料

针对现场条件,采用本文作者开发研制的聚氨酯预聚体单组份化学注浆材料。该材料以水作为固化剂,材料具有大量活性端基—NCO,遇水反应固化成型,固结后强度较高,具有堵水和加固兼顾功效。

该注浆材料具有以下特点:

(1) 纯液态化学材料, 15~30℃ 时的黏度为 0.22~0.125 Pa·s,渗透能力强。

(2) 以水为固化剂,材料遇水后发生化学反应固化成型,固化效果不受水量多少的影响,能够保证材料的有效利用。

(3) 固化速度从 30 s 到 20 min(可调),改变促进剂用量可改变浆液的固化速度,适应不同的水流速度。

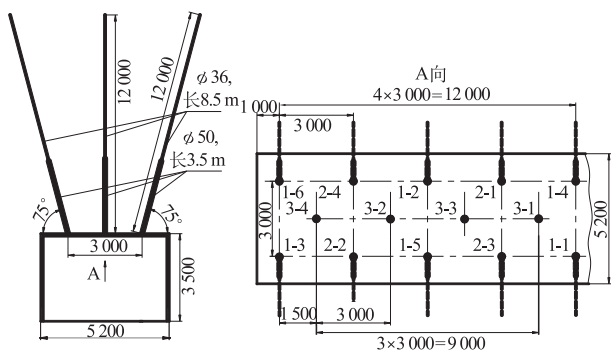
(4) 材料固化填塞裂隙并粘接破碎围岩,对潮湿裂隙面黏结强度 0.6~0.8 MPa,结石体抗压强度 8~12 MPa。

4.2.2 注浆参数设计

(1) 堵水范围:主要针对南翼进风大巷 1 165~1 270 m 及掘进工作面前方顶板富含水区域。

(2) 钻孔布置: 南翼进风大巷宽 5.2 m、高 3.5 m, 采用锚杆锚索联合支护系统进行支护。锚索长度 10 m, 锚索孔深度 9.7 m, 穿入 3[#] 煤层顶板砂岩含水层, 形成巷道施工后的主要导水通道。

掘进工作面 10 m 范围顶板全部淋水, 该区域应全断面堵水, 确定注浆孔采用五花眼布置, 沿巷道轴线方向布置三排注浆孔, 顶板中部钻孔垂直顶板, 两侧钻孔向两帮倾斜, 仰角 75°。由于该工程属于构造裂隙带出水, 考虑钻孔浆液扩散的重叠, 确定注浆孔排距 1.5 m, 间距 3.0 m, 注浆孔应穿越含水层, 孔深 10~12 m。钻孔布置如图 4。



注: 除单位为 m 为数字外, 其余尺寸单位为 mm

图 4 注浆钻孔布置图

Fig. 4 Grouting borehole layout

(3) 钻孔直径: 孔口部分采用 $\phi 50$ mm 钻头凿岩机打孔, 其余部分采用 $\phi 36$ mm 钻头锚杆机打孔。

(4) 注浆泵: 注浆泵使用德国卡波公司生产的 CTGX45 - II 型气动注浆泵。驱动(空气)压力 0.2~0.8 MPa, 排液压力 0~27 MPa, 排液量 0.3~25 L/min。

(5) 注浆顺序: 注浆顺序为一序 1-1, 1-2, 1-3, 1-... → 二序 2-1, 2-2, 2-3, 2-... → 三序 3-1, 3-2, 3-..., 如图 4 所示。

(6) 封孔: 每个钻孔使用一个封孔器封孔, 射浆管与封孔器相连。利用孔口注浆管将封孔器送至 $\phi 50$ mm 钻孔底部, 开始注浆自动完成封孔。

(7) 注浆速度: 封孔及灌注钻孔时, 注浆速度 20~25 L/min, 快速封孔并充满受浆孔段。调整泵速适应浆液在裂隙内的渗透速度, 一般控制在 5~15 L/min, 裂隙发育时适当提高注浆速度。

(8) 注浆压力: 出水区域裂隙发育, 但开度相对较小, 水压在 1 MPa 以内。随材料沿裂隙渗透反应固化, 裂隙将逐步被堵塞, 压力逐渐升高。正常注浆时, 应通过控制注浆速度使注浆压力缓慢升至终压。分别控制各序钻孔注浆压力: 确定一、二序孔注浆终止压力 3~4 MPa; 三序孔注浆终止压力 3~5 MPa。

根据现场不同条件进行调整。

(9) 注浆量: 单孔渗透范围 2~2.5 m, 材料注入量 100~150 kg/孔。

4.3 注浆堵水效果分析

通过对屯留煤矿南翼进风大巷涌水的封堵, 掘进工作面(+1 270 m) 3[#] 煤层顶板砂岩富含水层破碎区水量原来为 50~80 m³/h, 封堵后滴水小于 0.5 m³/h, 堵水率 98% 以上。同时对封堵后的顶板进行窥视, 窥视结果如图 5、图 6。



图 5 距顶板 3.0m 处浆液充填效果

Fig. 5 Effect of mortar filling at 3 m above roof

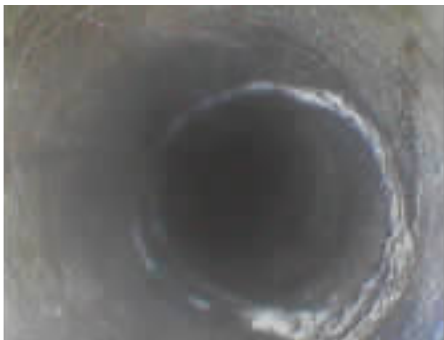


图 6 距顶板 3.4 m 处浆液充填效果

Fig. 6 Effect of mortar filling at 3.4 m above roof

窥视结果表明: 注浆施工对围岩裂隙进行了有效充填。浆液渗透到极破碎岩体内部, 形成了较完整密实的浆液固结体, 煤岩体裂隙内形成了完整而致密的充填层, 对顶板水起到了隔绝作用。

5 结 论

(1) 详细分析煤岩体裂隙的特点和渗流水的特征是合理安排化学注浆堵水的基础, 明确含水层的位置及结构是合理布置注浆孔和注浆施工的关键。

(2) 屯留矿井开采深度大、导水构造多、条件复杂, 针对不同的导水构造和相应的围岩结构, 堵、疏结合是治理矿井巷道顶板水害的有效手段。

(3) 对屯留煤矿南翼进风大巷的顶板水封堵, 开发研制的注浆堵水浆液使用方便, 浆液性能稳定, 并能在大范围以及涌水情况下发挥很好的作用。

(4) 本文中使用的聚氨酯化学堵水材料与水反应固化成型,是一种适合困难条件下矿井巷道顶板水治理的新型材料,用于不同条件的含水层注浆治水效果显著,堵水率在 95% 以上。

(5) 借助深部开裂程度较低的围岩裂隙实施注浆堵水,然后形成隔水帷幕;涌水量大的厚层富含水破碎顶板由深部向浅部后退式注浆工艺,这样可显著提高注浆堵水效果,降低材料消耗和工程成本。

参考文献:

[1] 冯志强. 破碎煤岩体化学注浆加固材料研制及渗透扩散特性研究[D]. 北京:煤炭科学研究总院,2007.

[2] 杨米加,贺永年,陈明雄. 裂隙岩体网络注浆渗流规律[J]. 水利学报,2001,(7):41-46.

[3] 谢兴华,速宝玉. 裂隙岩体水力劈裂研究综述[J]. 岩土力学,2004,(2):330-336.

[4] 柴军瑞,作彦卿. 变隙宽裂隙的渗流分析[J]. 勘察科学技术,2000,(3):39-41.

[5] 宋晓晨,徐卫亚. 裂隙岩体渗流概念模型研究[J]. 岩土力学,2004,(2):226-232.

[6] 张金才,刘天泉,张玉卓. 裂隙岩体渗透特征的研究[J]. 煤炭学报,1997,(5):481-485.

[7] Louis Cue. A Study of Ground Water Flow in Jointed Rock and Its Influence on the Stability of Rock Masses [R]. London: Imp.Col.L.1969.

(编辑:周晓雁)

Technology Research of Chemical Grouting for Cracked Coal-Rock Mass and Demonstration Project

FENG Zhi-qiang^{1,2}, KANG Hong-pu^{1,2}

(1.Beijing Coal Mining Institute, Central Coal Research Institute, Beijing 100013, China;
2.Coal Mining & Design Department, Tian Di Science & Technology Co., Ltd, Beijing 100013,China)

Abstract: On the basis of the fracture distribution of coal-rock mass, infiltration flow mechanical characters and the mechanism of grouting to block up flow, the paper analyses the reasons of formation and classification of infiltration water fractures, and the mechanism of cracked coal-rock mass’s grouting to cut-off water, and discusses the relations between permeability coefficient, stress and temperature, between water pressure and grouting pressure and between groutability of rockmass, grouting position and drill hole depth. At last, the paper alanysees a project example that describes grouting to cut-off the flow in the roof of an air intake roadway of southern part of Yanliu Mine, the result indicates that, through grouting into surrounding rock with low fracture level in depth, a grout curtain to cut off infiltration flow might be formed, and that a fallback grouting from deep to shallow into cracked roof with abundant water was conducted, thus, the effect of above two kinds of grouting was obviously improved, at the same time, the consumption of raw material and project cost were reduced.

Key words:chemical grouting; fracture distribution; seepage

· 简 讯 · 长江科学院派代表参加国际大坝委员会第 23 届大坝会议

2009 年 5 月 23 日至 5 月 29 日,国际大坝委员会第 23 届大坝会议在巴西利亚召开。来自世界各国的千余名专家学者参加了会议,我国有 40 多名代表参会。长江科学院材料所石妍博士、河流所万建蓉教授级高工二人参加会议,交流了题目为《Study On Effect Of Aggregate Variety On Concrete Volume Deformation》(作者:Li Jiazheng,Shi Yan,Yang Huaquan)的学术论文,并就水电与大坝、已建水库和新建水库的泥沙淤积管理、已建大坝的更新改造、大坝安全管理等议题与各国专家进行了探讨。

国际大坝委员会是坝工界享有权威的民间学术组织,其宗旨是推动大坝及其有关的土木工程(包括与坝相连的水电站)技术的进展,通过各国家委员会相互交换技术情报,共同研究试验,出版论文集、报告和文件,但不以营利为目的。该组织每 3 年召开一次大会,每届大会讨论 4 个技术专题。参加会议人员除国际大坝委员会会员以外,还邀请来自世界范围内的知名专家学者、以及年轻科学工作者参与会议。在此次大会上,中国水科院的贾金生副院长当选为新一届的委员会主席。

(摘自《长江科学院网》)