综放工作面煤层注水及效果分析

张　峰,张和生,肖　谨
(徐州矿务集团公司 三河尖煤矿,江苏 沛县 221613)

摘　要:根据三河尖煤矿综采放顶工作面煤层状况,通过合理选择煤层注水钻孔施工工艺,优化煤层注水参数,减少影响煤层注水效果的因素,加强煤层注水的日常管理,使采煤工作面各回采工序产尘量大幅度降低,收到了良好的效果,从技术源头上杜绝了煤尘事故的产生。

关键词:综放工作面;煤层注水;降尘;参数优化
中图分类号:TD714+.4　　文献标识码:B　　文章编号:1003-496X(2006)04-0023-03

煤层注水是回采工作面最重要的降尘措施之一,在回采前超前在煤层中打若干钻孔,通过钻孔注入压力水,使其渗入煤体内部,增加煤的水分,从而减少煤层开采过程中煤尘的产尘量。煤层注水其实质为:通过钻孔并利用水的压力将水注入煤层中,依靠压力水在煤体裂隙中的渗透、压差、毛细和分子扩散运动,使注入煤层中的水沿着煤的裂隙分割的煤块渗透并储存于裂隙与空隙之中,增加煤体的水分,使煤体得到预先湿润,以减少采煤时产生浮游粉尘的能力。现场试验表明:煤层含水量达到4%时,煤尘的生成量在原有的基础上将减少80%以上。

1　煤层注水实践

1.1　工作面概况

7407工作面走向长度1 460 m,倾斜长度145~191 m,倾角2°~10°,平均4°,煤层厚度最大6.6 m,最小4.6 m,平均为5.69 m,可采平均煤厚为5.4 m,局部有夹矸,厚度为0~0.8 m,采用综采放顶煤回采工艺。煤层瓦斯含量0.082~0.48 mL/g,自然发火期为3~6个月,煤层原生水分为2.87%,煤层总的孔隙率为4.958%,煤尘爆炸指数为36.96%,具有爆炸危险性,局部煤质松软、破碎,内生裂隙发育。

1.2　钻具选择及钻孔布置

根据7407工作面参数及现有设备,7407轨道巷施工时选用MK-4全液压坑道钻机进行双向施工,运输巷选用KHYD-75diA岩石电钻进行施工,同时根据煤层注水化验结果,在煤层全水分达不到4%的地点,使用煤电钻实施短孔注水,钻孔布置见图1。

1.3　钻孔参数

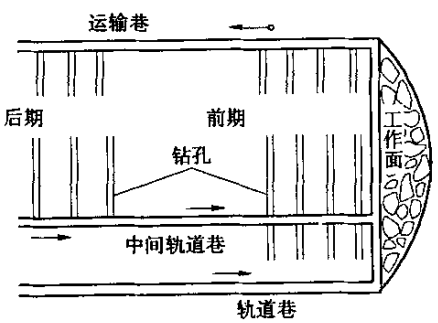

图1　7407工作面钻孔布置示意图

7407工作面深孔施工时,使用Φ50 mm钻杆,Φ75 mm的钻头,上行孔钻孔倾角为4.3°,下行孔时为3.7°;钻孔间距为10~15 m;双向钻孔深度达面长的2/3以上,该面大面145 m,单向钻孔即要求注水深度达到97 m以上,实施双向注水时,利用MK-4钻机施工的钻孔深度一般在70~90 m,最浅的为65 m,最深的为90 m,钻孔平均深度为82.1 m,岩石电钻施工的钻孔达到25~35 m,运输巷平均孔深为26.5 m,小面注水孔长度平均为26.1 m。短孔注水时,钻孔深度为6 m,孔径为Φ42 mm。

1.4　封孔工艺

煤层注水的效果很大程度上取决于封孔方法及封孔质量。为有效地杜绝漏水,该矿一是选择使用KFB封孔泵进行封孔,Φ20 mm封孔器长度8 m,使用海带、水泥、砂浆对封孔器里段进行预先封孔,外段使用锚固剂、沙浆进行分段封孔,封孔时使用专用工具,靠封孔泵推力将砂浆把钻孔周围空隙堵塞,推力达3 MPa,封孔深度8 m,凝固后进行高压注水,煤体及煤帮未出现漏水现象;二是选择使用ZF-4封孔器进行封孔,注水后其自然膨胀堵孔,开始注

水。

1.5 注水参数

注水压力、流量和注水时间是决定超前注水湿润煤体效果的主要参数,一般应以在较低的注水压力情况下保持足够的流量和较长的注水时间为宜。该面注水方式采用双向长孔静压注水方式,静压为6 MPa,注水动压为2.5~3 MPa,一般每道同时注2个钻孔,注水流量保持在7.2 L/(h·m)左右。单孔注水时间一般为6 d左右。

2 煤层注水作用及效果

2.1 降尘效果

注水后,工作面煤层全水分平均为4.58%,新增水分平均为1.7%,煤层注水对减少采煤各环节的粉尘起很大作用,

水进入煤体后的减尘作用表现在以下3个方面:

(1)煤体内的裂隙中存在着原生煤尘,水进入后,可将原生煤尘湿润,使其在破碎时失去了飞扬的能力,从而有效地消除这一尘源。

(2)水进入煤体的内部使之均匀湿润。当煤体在开采中受到破碎时,绝大多数的破碎面均有水存在,从而消除了细粒煤尘的飞扬,预防了浮尘的产生。

(3)水进入煤体后使其塑性增强,脆性减弱,改变了煤体的物理力学性质。当煤体因外力而破碎时,脆性破碎变为塑性变形,因而减少了煤尘的产生量。

注水后各工序的降尘率:割煤:81.7%;司机处:90.8%;移架:92.6%;回风:94.9%;运煤:88.8%;平均降尘率:88%。

2.2 抑制工作面瓦斯的涌出

煤层注水对瓦斯治理的作用,不仅表现在防治瓦斯突出方面,而且对降低瓦斯涌出量也有十分明显的效果。这是因为注水时高压水克服瓦斯压力后才能注进水,水改变了煤的力学性质,增加了煤的可塑性,降低了弹性模量,使应力分布均匀化,弹性能释放的速度变小,降低了释放的功率,水进入煤的孔隙,降低了瓦斯的排放。

根据7403、7409、7407各综放工作面上隅角的瓦斯涌出情况,上隅角瓦斯浓度平均下降了20%左右,回风流中瓦斯浓度基本降低为0。

2.3 降低工作面的气温

温度较低的水注入煤体后,由于水的汽化热比较大,对高温工作面起到了明显的降温作用,根据7407工作面注水前后工作面温度测定结果对比可知,工作面上隅角温度仅降低0.4 ℃,而工作面内平均温度降低2.5 ℃左右,回风流温度平均降低2.2~4 ℃,有效地改善了工作面的劳动环境。

2.4 防治冲击地压

由于煤层注水后软化了煤体,改变了煤体的裂隙结构,降低了煤的弹性和储蓄能量的能力,使煤体脆性减弱,塑性增强,促使煤壁前方塑性变形区变宽,应力集中带向煤壁深处移动并变宽,使煤体冲击倾向减弱,显著地改善能量释放过程中在时间上的稳定性和在空间上的均匀性,从而防止了冲击地压的发生和产生冲击地压的强度;通过对三河尖煤矿7407工作面与7409工作面对比分析可知:在煤层注水一定时间后,钻孔的煤粉量明显降低,基本上达不到危险煤粉量。由该矿电磁辐射系统和微震系统监测结果表明,工作面煤层注水后较注水前电磁辐射峰值由10~20 m向煤体30~40 m深部转移,说明煤体中的能量能够缓慢均匀地释放出来,从而有效地防治和减弱了冲击矿压的危险性。工作面两道超前支护也有了明显改观,7409工作面回采时,运输巷由于受采空区影响,巷道变形最小时仅有1.5 m^2,而7407轨道巷靠采空区一侧,则变形不明显,断面仍有8.5 m^2左右。

2.5 防灭火

煤层注水后,采空区内的遗煤含水量增大,煤体的导热系数和热容量增大,使遗煤的温度不易升高,从而延长了自然发火日期,避免自然火灾的发生,目前该面上隅角CO浓度一般在20×10^{-6}以下,比较稳定。

2.6 其他效果

煤层注水以后还能取得以下各种效果:降低煤的硬度,软化煤体,降低切割和破碎能量,降低截齿的消耗,提高了生产效率;减少设备的破坏。测定表明,煤层水分在原基础上增加0.8%~2%可使煤的单轴抗压程度降低14%~32%,节能显著。

3 影响煤层注水效果的因素

(1)煤层裂隙、孔隙程度直接影响煤层注水量,煤体的裂隙越发育则越易注水,注水时甚至动压不到1 MPa,而9202工作面煤质较硬,裂隙不发育,注水时,水压达2.5 MPa时,注水都很困难,注水后拨孔时,出现回水现象,回水压力达49 033.25 Pa。但是当出现一些较大的裂隙(如断层、破裂面等)时,注

水易散失于远处或煤体之外,而煤体水分却无法达到4%,对注水不利。

(2)地压的集中程度与煤层注水难易程度有直接关系。9202工作面具有强冲击地压倾向性,煤层裂隙不发育,原生裂隙和孔隙被压紧得更小,导致透水性能降低,注水困难,而7407工作面煤质松软,裂隙较发育,无冲击倾向性,注水较易,通过化验煤层全水分基本都在4%以上,为提高注水效果,需要提高注水压力才能取得良好的煤体湿润效果,注水压力以不超过2.5 MPa为宜,根据实验在该矿注水压力超过一定值后,煤体裂隙变大,散失水分严重,注水压力又开始变小,反而起不到注水的效果。

(3)注水的超前距离。矿山压力显现规律对煤层注水影响很大,根据矿山压力可以判断最佳的注水超前距离。超前距离过大,顶煤尚未发生位移也未产生裂隙,煤体透水性差,难以注水;超前距离过小,顶煤位移量大,次生裂隙过于发育,注入的水易沿较大裂隙流失,影响注水效果。根据对顶煤下沉量的记录,一般距工作面30~40 m,巷道受应力影响变化不大,距工作面4~6 m时,顶板下沉量急剧增大,顶煤产生大量次生裂隙,为此确定超前距离为当工作面推进至距钻孔6 m时,立即停止注水,注水时间一般在6 d以上,吨煤注水量达13.8 L左右。注水后煤的水分增加到4.5%以上,煤体受到较充分的湿润,在割煤及放煤等各生产环节都获得了较好的降尘效果。

(4)煤体的湿润能力取决于水与煤的湿润边角和水的表面张力系数。当煤层条件一定,水的性质决定着煤体的湿润效果。因此降低水的表面张力,可以提高煤体的湿润能力。

(5)煤层内的瓦斯压力是注水的附加阻力。水克服瓦斯压力后才是注水的有效压力。所以在瓦斯压力大的煤层中注水时,往往要提高注水压力,以保证湿润效果。

4 结 论

(1)为了提高煤层注水的效果,可以采取如下措施:①间歇注水以使水能充分地渗入煤体裂隙,提高注水效果;②使用湿润剂,使水的表面活化,降低水的表面张力系数提高水湿润煤的能力;③选择合适的超前注水距离,有利于煤层注水和提高煤层湿润效果。

(2)实践证明:由于注水时水从煤体的裂隙和孔隙中挤走大量的游离沼气,还能使吸附状态的沼气延迟了解吸释放的时间,大大降低了煤层开采时的沼气泄出量,降低了上隅角瓦斯浓度,杜绝了瓦斯超限现象。另外,在高瓦斯矿井煤层注水能使煤质变软,增加塑性,从而减少冲击,降低煤与沼气突出次数。

(3)因为三河尖煤矿煤层孔隙率为4.9%,但微孔数占50%以上,所以不易采用长孔注水方法。但根据实践,在受应力影响的超前距离20~30 m范围内实施煤层注水时,可以收到较理想的效果,但在应力集中带内注水时,水分流失到工作面内,影响生产,效果也不好。

(4)煤层注水工作搞的好不好,关键在于钻孔深度和封孔质量上,必须大力推广应用新技术、新工艺、新设备,借鉴先进单位经验,提高煤层注水效果,从根源上杜绝煤尘事故。

作者简介:张 峰(1972-),男,江苏沛县人,2005年6月毕业于中国矿业大学采矿工程专业,现在徐州矿务集团公司三河尖煤矿通风工区从事通防技术管理工作。

(收稿日期:2005-10-11;责任编辑:王福厚)