

高瓦斯矿井开采自燃煤层防灭火方法的研究

李宝生

(开滦集团矿山运营分公司, 河北 唐山 063000)

摘要 本文论述了高瓦斯矿井陕西崔家沟煤矿开采自燃煤层防灭火的方法,着重介绍了几种综合防灭火方法。一般说来,褐煤易于自燃,烟煤中长焰煤危险性最大,贫煤及挥发份含量在12%以下的无烟煤难以自燃。根据煤样检验报告,本井田原煤挥发分为:4-2煤层26.16%;火焰长425mm,煤层为Ⅱ类自然发火煤层。矿井防灭火以“预防为主、防治结合”的方针为指导,结合本矿井的实际情况,积极采用新技术、新设备、新工艺,开拓思路,针对煤矿火灾危害,认真分析研究该矿井可能引起火灾的各种因素,从提高矿井的防灭火技术、装备水平及抗灾能力出发,完善安全技术措施工程,建立、健全矿井安全及监测监控系统,从而保障煤矿生产和职工人身安全,防止煤矿火灾事故的发生。

关键词 高瓦斯 自燃煤层 防灭火

中图分类号: TD82

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2022)06-0106-03

陕西崔家沟煤矿位于陕西省铜川市西北约42km处的焦坪矿区中南部,行政区划属铜川市印台区管辖。矿井北与铜川矿业有限公司玉华煤矿相接,南与铜川矿业有限公司下石节煤矿为邻。矿井核定生产能力为1.95Mt/a,剩余服务年限28a。矿井主要可采煤层为4-2煤层,为全区可采的较稳定煤层,4-2煤层平均厚度9.74m。煤炭的自燃能否发生除了取决于煤炭本身内存的物理、化学、力学等性质外,还与地质条件、开拓条件、通风条件等因素密切相关,采空区煤层自燃是由众多因素共同影响、相互作用的结果。

1 2311综放工作面概况

2311综放工作面为崔家沟煤矿二水平三盘区第三个工作面,南至东翼三条集中巷保安煤柱,北部为井田边界区,西部、东部未采煤区。工作面剩余走向长度回顺约1335m(回顺联络巷起始),运顺约862m(运顺横川起始),工作面平均走向长度约862m,倾向长度160m。地面位于矿区三盘区东翼北部,根据崔家沟煤矿井上下对照图,对应的地表地貌属黄土覆盖的丘陵山地,地表无较大的永久性村庄、水体等。地形复杂,山峦起伏,沟壑纵横,梁、川遍布,坡陡谷深,呈典型的低中山区侵蚀型山岳地貌,以壮年期侵蚀、堆积的山间河(溪)谷地貌为主要特征。沟(河)谷谷底狭窄,多呈“V”形。地面最高海拔1544.6m,最低海拔1330m,相对高差214.1m。

2311工作面所采煤层属下侏罗系延安组,含四个煤组,自上而下为1、2、3、4号煤组,4-2煤层为

可采煤层,赋存较稳定,崔家沟向斜对煤系分布范围和煤层赋存规律影响较大,工作面位于崔家沟向斜东翼,煤层走向总体呈东西向单斜构造,煤层底板由北向南逐渐增高(906~981m)。由南向北煤层逐渐增厚(9~19m),根据煤厚等值线图及附近钻孔资料预测工作面煤层南薄北厚。4-2煤层较硬,即便在褶皱、断层附近,也未见构造破坏煤。煤的坚固性系数0.8~2.1,大于0.5,抵抗外力破坏的能力较强。根据附近钻孔资料综合分析,夹矸1-2层(Ly40孔)、岩性多为泥岩、厚度0.2~0.5m,平均0.4m。煤层倾角约2~10°,平均5.5度。4-2煤层属中-低灰、特低-低硫、低磷、高热值、较强-强化学反应性、高热稳定性、高抗破碎强度、弱结渣、中等软化温度灰的富油煤。煤质指标:根据地质条件及崔矿煤质检测结果表分析,预测本工作面煤质发热量约5500大卡,灰份10.3%,硫份0.85%,水分2.09%,挥发分28.71%。

2311工作面总体受崔家沟向斜构造控制,工作面位于向斜东翼,煤层走向近东西向,总体呈较宽缓单斜构造,煤层倾角2~10度,平均5.5°。根据2311工作面掘进揭露实测煤层底板等高线以及煤层等厚线图,运顺工作面掘进至550~960m段受成煤期地质构造影响,此区段为无煤段且向回顺及西部延伸,造成工作面前、后部区段煤层较稳定,中间变化段煤层厚度变化大且西薄东厚(由0m至约19m),掘进过程通过多次钻孔探查及资料分析,并使用定向钻机对该段构造范围及煤层厚度区域进行圈定;经综合成果分析,该

构造影响走向长度410m,倾向宽度最大约60m;工作面地层不受岩浆岩影响,无煤构造带对2311工作面后期回采有较大影响。

根据崔家沟煤矿瓦斯地质图预测本工作面瓦斯绝对涌出量 $7.4\sim 15.2\text{m}^3/\text{min}$ 。煤层自燃发火倾向性及煤尘爆炸性,4-2号煤层为自燃煤层,发火期一般为3~6个月,最短为31天,根据陕西煤矿安全装备检测中心检测结果,自燃等级Ⅱ级,抑制煤尘爆炸最低岩粉量90%,火焰长度 $> 400\text{mm}$,煤尘具有爆炸性。

2 2311综放工作面防灭火

崔家沟煤矿所采的煤层为Ⅱ类自燃煤层,发火期为3~6个月,最短31天。结合崔家沟煤矿现有防灭火手段,2311综放工作面优先采用注氮气、注液态二氧化碳防灭火措施,以黄泥灌浆、监测监控、防火门墙、堵漏和预测预报等措施为辅的综合防灭火措施,确保工作面安全生产。

2.1 注氮防灭火

1. 注氮设备。井下东翼4#横川设置移动制氮站,安装有1套DTJY-1000型制氮设备,其制氮量为 $1000\text{m}^3/\text{h}$ 。

2. 注氮系统:(管路 $\Phi 100\text{mm}$ 钢管)。2311运顺注氮系统:东翼4#横川制氮站→东翼皮带巷→2311运顺外段→2311运顺→采空区。

3. 注氮工艺。回采工作面采空区采用埋管注氮,即:工作面运顺铺设一趟 $\Phi 100\text{mm}$ 注氮管路,当管路埋入采空区10m时开始注氮,当管路埋入40m时,开始埋设第二趟管路,当第二趟管路埋入10m时向采空区注氮,同时停止第一趟管路注氮,这样循环往复,直至工作面采完为止。

4. 注氮方式。回采工作面注氮采用连续性注氮。

2.2 注液态二氧化碳

矿井建立了CPW-2.0矿用移动式液态二氧化碳防灭火装置,可在井下单独使用实现惰性降氧,吸热降温,吸附阻化等功能,效果极好。

1. 灌注时间。24小时连续灌注一天。

2. 灌注地点。2311综放面采空区内约15~60m范围,灌注设备位于2311回风巷距上隅角约80m处,利用黄泥灌浆管路灌注,2311综放面采空区埋设三路注液管路,深入采空区15、40、60m处。

3. 二氧化碳注入量。采空区灌注二氧化碳为预防性防灭火措施,每旬灌注一次,根据二氧化碳罐的体积与槽车运输量,灌注量按10吨计。每小时灌注气态二氧化碳2吨(1罐)计算,按1天灌注完全部液态二

氧化碳。每吨液态二氧化碳约 600m^3 ,累计可向采空区注二氧化碳气体 6000m^3 。

4. 井下注入口及设备布置。井下注入口选定在2311回顺侧采空区距工作面80m处。由于二氧化碳比空气重,可以从上部向下流动。从回风侧深部灌注,有利于淹没采空区氧化升温带。根据井下实际情况,二氧化碳槽车放置在回风巷距离工作面约80m处,利用灌浆金属管路连接到采空区注惰管注液态二氧化碳。

5. 井下灌注液态二氧化碳。首先检查液态二氧化碳灭火装置出口是否与注二氧化碳管路连接好,井下工作面回风侧以外至回风井人员是否已经撤离。当一切准备好后,由救护队员在回风侧液态二氧化碳灌注设备处实施二氧化碳灌注工作。灌注二氧化碳管路通采空区松散体外部接出液阀。灌注初期,关闭该阀门,释放气态二氧化碳,提高二氧化碳灌注管路压力,防止管路中结成干冰。当管路中压力大于 0.8MPa 时,由救护队员打开排液阀,开始向采空区回风侧注二氧化碳。液态二氧化碳到达后慢慢打开出液阀,进行液态二氧化碳灌注。

2.3 束管监测

矿井建立了KQF-8型矿用多组份气体分析束管监测系统,监测路数8路、分析气体成分8种、分析范围1ppm-100%、传输方式为正压传输、分析时间6~7分钟/每路。

1. 束管布置路线。束管布置路线:三盘区轨道大巷→东翼轨道大巷→2311综放工作面回顺绕道→2311回顺→上隅角→2311综放工作面。

2. 束管敷设。上隅角埋设1个采样头,在距上隅角10m的回顺安设第1个采样头,并随着工作面的推采而移动;随着工作面的推采,每10m埋设1个。共4路束管通过采样头抽取气样,对采空区气体进行自动分析。

3. 敷设要求。(1)束管管缆在回风巷上帮敷设,吊挂高度离底板1.7m,每隔3m设置一个吊挂点。(2)管缆吊挂整齐、平行,不得与电缆、电话线等其他线路缠绕。(3)上隅角及采空区的束管在回风巷相对位置较低处各接入储水器一个。(4)管缆上各接头要严密,保证不漏气。(5)为提高采样效果且防止采空区积水堵塞束管,则每个探头抬高0.3m以上。

4. 监测方式。随着综采面的推进,传感器采集、收集采空区信息。待综采面推进30m后,截断上隅角束管,重新布置,并安装传感过滤器。

5. 加强束管监测工作。及时分析采空区气体成分

及其浓度,掌握采空区情况,发现异常及时采取有效措施,防止采空区自燃发火。

6. 束管管理。(1)每班安排专人检查束管管路,发现问题及时处理。(2)上隅角测点采样器埋设时,人员不得进入采空区,不得在悬挂地点长期逗留。(3)束管必须按要求悬挂到煤壁上,通风科定期检查悬挂情况。(4)任何人不得随意拉扯、刮破、隔断束管管缆。

2.4 2311 综放工作面设置三道防火门

2311 运顺防火门→位于 2311 综放工作面运顺停采线以外 10m 处。

2311 回顺防火门→位于 2311 综放工作面回顺停采线以外 10m 处。

2311 泄水巷防火门→位于 2311 综放工作面泄水巷停采线以外 10m 处。

2.5 上下隅角堵漏

随着工作面的推采,由综采队每天对上下隅角进行堵漏,厚度为 1m 袋子墙,并使用不燃性材料封堵。

2.6 预测预报

根据崔家沟煤矿装备和技术,利用束管监测系统和在 2311 工作面回采过程中,瓦斯检查工每班对 2311 工作面上隅角及回风巷中的 CH_4 、 CO_2 、 CO 等气体浓度和温度观测一次,对比数据进行分析,2311 工作面在上隅角、工作面或回风巷安装一氧化碳传感器,做到及时发现及时处理,防患于未然。

3 安全技术措施

1. 将 2311 综放工作面作为防火工作重点,特别是把断层、始采线、终采线、上下煤柱线上下隅角和三角点等地点作为防火检查重点,加强这些地点检查力度,回采期间对回风隅角的 CH_4 、 CO_2 、 CO 、温度、漏风情况进行详细检查,发现问题及时汇报调度;当该区域内出现自然发火可疑地点。

2. 该区域发现煤层自然发火可疑点后,安排人员每天取气样,进行色谱分析,收集数据,分析发火趋势;对于该区域的自然发火、瓦斯涌出情况,组织进行认真分析,以便采取有效的防灭火、防瓦斯措施;保证通风系统稳定可靠。

3. 生产单位负责该工作面回顺、运顺供水系统可靠,根据需要及时设置三通阀门,以便随时注水,保证注水量充足;回采期间 2311 综放工作面回顺、运顺必须形成有足够排水能力,排水系统完善可靠;工作面停采后,要及时回撤,保证顶板垮落,冒落严实;工作面封闭后,对停采线加强灌浆;2311 综放工作面

的工作人员必须熟知该系统的避灾路线以及基本防火灭火知识。

4. 严格按配风计划配风。采面配风稳定可靠,减少采空区漏风。提高放顶煤回收率,减少采空区遗煤,且浮煤清理干净。加快采面上下隅角放顶、封堵、回收木料工作,减少发火隐患。

5.2311 运顺皮带运输机巷中,消防管路每隔 50m 设置一阀门和三通,并备有消防软管和器材;其它巷道中,消防管路每隔 100m 设置一阀门和三通;皮带运输机必须使用阻燃胶带。皮带运输机要使用有防烟雾、撕裂、跑偏和温度监测等功能的综合保护装置,及时清理滚筒下的浮煤和积煤,托辊转动灵活,严禁重载启动;采煤结束后必须在 45d 内进行永久性封闭。

4 外因火灾防灭火安全技术措施

1. 皮带输送机必须保护齐全可靠,使用阻燃皮带,皮带托辊保持运转灵活,浮煤随时清理,严禁托皮带。皮带安装可靠,定期升井处理。

2. 井下禁止使用汽油、煤油。井下使用的润滑油、棉纱等必须在盖严的铁桶内存放,用过以后不得乱扔、乱放、乱倒。

3. 电气设备在使用中应保持良好的防爆、防火花性能。电缆接头严禁有“羊尾巴”“鸡爪子”“明接头”。

4. 外因火灾灭火措施:矿值班调度和在现场的队长、班组长应当依照灾害预防和计划的规定,将所有可能受火灾威胁区域中的人员撤离,并组织人员灭火。电气设备着火时,应当首先切断其电源;在切断电源前,必须使用不导电的灭火器材进行灭火。

5 结语

崔家沟煤矿 2311 综放工作面采用以注氮气、注液态二氧化碳为主,黄泥灌浆、监测监控、防火门墙、堵漏和预测预报为辅的综合防灭火措施,主要防灭火方面投入安装有 1 套 DTJY-1000 型制氮设备,其制氮量为 $1000\text{m}^3/\text{h}$ 和 CPW-2.0 矿用移动式液态二氧化碳防灭火装置,丰富了综放工作面的防灭火方法,实现了高瓦斯矿井开采自燃煤层不出现自然发火事故和瓦斯事故,为高瓦斯矿井开采自燃煤层防灭火方法提供了事实依据。