

浅谈煤油气共生矿井瓦斯油型气综合治理技术

王军辉(平安煤矿瓦斯治理国家工程研究中心有限责任公司 安徽 淮南 232001)

摘要: 黄陵矿区位于鄂尔多斯大型内陆拗陷盆地南部边缘, 矿区内资源煤、油、气共生。通过对 207 工作面瓦斯油型气涌出的现场调研, 经过反复试验和研究, 掘进工作面采取“先探后掘、边抽边掘”措施, 回采工作面采用“采前预抽、边采边抽及采后抽采”等立体化多方位抽采等措施, 有效控制了瓦斯油型气涌出灾害。

关键词: 瓦斯; 油型气; 灾害; 防治技术

中图分类号: F403.7; TD712

文献标志码: B

文章编号: 1008-0155(2019)06-0049-04

DOI: 10.13487/j.cnki.imce.013695

黄陵矿区大地构造位置属华北地台鄂尔多斯大型内陆拗陷盆地南部的陕北斜坡带南缘, 在侏罗系延安组中含有丰富的煤炭资源, 而其下部的三叠系延长组富含油气资源, 整个矿区形成煤、油、气资源共存、共采的局面。在漫长的地质演化过程中, 延长组深部油气在构造运动作用下向上运移, 部分油气在煤层顶底板砂岩层中保存下来。

侏罗系中统延安组为井田内含煤地层, 共含煤 4 层, 自上而下依次编号为 0 号煤、1 号煤、2 号煤和 3 号煤。可采煤层仅 1 层, 即 2 号煤。3 号煤层为零星可采煤层, 含煤系数 2.87%。中统延安组呈一倾向北西~北西西的单斜构造, 地层倾角一般 $1^{\circ} \sim 5^{\circ}$, 局部达 $7^{\circ} \sim 15^{\circ}$, 地质构造相对简单。

1 油型气涌出分析

矿区资源为煤、油、气共生。黄陵一、二号煤矿井田地质勘查钻孔揭露矿区内含油气钻孔近 150 个, 其中 5 个钻孔出现天然气喷出或逸出。根据井田勘探地质报告, 瓦窑堡组(T3w)、富县组(J1f)、延安组(J2y)、直罗组(J2z)均为含油地层。2 号煤层在采掘活动中, 由于地层厚度变化及采动作用均会受到油型气影响。

地球物理特征证实鄂尔多斯盆地内存在基底断裂系统, 认为鄂尔多斯盆地内至少在 EW、NE、NW3 组不同方向的基底断裂。这些断裂活动过程中会产生小断层或微裂隙, 在区域上构成油气垂向运移的通道。矿区局部地层中规模较小的天然断层、裂隙同样是下部瓦窑堡油气向上运移的通道。

受采掘活动影响, 2 号煤层底板岩层受应力作用而产生局部变形裂开并出现底鼓现象, 产生局部变形破裂裂隙将下部地层联通, 使下部储集层中的油型气具备了涌出条件。当储集层位于工作面采动影响范围之外时, 油型气一般不会涌入采掘空间; 若储集层处于工作面采动影响范围之内, 油型气极易涌入采掘空间。

矿区内的陕西黄陵二号煤矿采掘过程中, 出

现多次局部围岩瓦斯油型气异常涌出现象: 2011 年 7 月 3 日, 405 工作面回采至距离停采线 540m 位置时, 发生底板瓦斯异常涌出, 瓦斯涌出量近 7万 m^3 ; 2012 年 10 月 26 日 23 时 10 分左右, 201 辅运巷发生底板瓦斯异常涌出, 导致回风流瓦斯浓度超限, 201 辅运巷被迫停掘, 至 28 日 14 时, 共计涌出瓦斯 10410m^3 。

2 油型气涌出气体成分分析

油型气是天然气的一种, 是指分散的腐泥型有机质和以腐泥型为主的混合型为主的混合型有机质, 热演化进入成熟阶段后, 在热力作用下成油的高成熟至过成熟阶段, 液态烃和有机质裂解所形成。经甲烷碳氢同位素测定分析, 207 工作面底板逸出气体为油型气, 其来自煤系地层的生油层, 具有较强的游离性。底板涌出的油型气中除含有 CH_4 外, 还含有 H_2 、 NH_3 、 CO 、 H_2S 、 SO_2 等有害气体, 且其含量有的已超过临界值, 形成安全隐患。灾害气体的多成分, 灾害气体叠加后, 增加了防治难度。

3 油型气对矿井安全生产的影响

油型气具有较强的游离性, 当采、掘工作面因采动影响形成“气窗”时, 油型气快速涌入采、掘空间, 具有突发性, 严重威胁安全生产。黄陵矿区煤矿生产过程中多次出现底板油型气异常涌出现象, 大量气体瞬间从巷道底板涌出, 造成巷道瓦斯浓度超限、矿井停掘停采。

由于尚未完全掌握油型气赋存规律, 油型气气体为多成分气体, 受 H_2S 等刺激性气体影响, 油型气涌出的初期常被当作瓦斯涌出对待, 易被忽视。现阶段, 油型气监测监控技术手段尚未建立, 仅对油型气多成分气体中 CH_4 进行监测, 缺少对油型气中其他有害气体的监测方法及手段, 增加了油型气灾害防控的难度。

4 油型气治理技术

4.1 掘进工作面瓦斯油型气治理

掘进工作面瓦斯油型气来源来自本煤层瓦斯

收稿日期: 2019-03-29

作者简介: 王军辉(1981-), 男, 陕西宝鸡市人, 工程师, 现在平安煤矿瓦斯治理国家工程研究中心有限责任公司从事瓦斯治理技术服务工作。

与邻近层瓦斯和油型气。

4.1.1 掘进工作面瓦斯油型气来源分析

煤层一旦暴露或采动,煤体瓦斯即向外解吸,伴随着煤体的采落及不断运出,其所含瓦斯也就源源不断地释放到工作面回风流中。

根据勘查成果,黄陵二号煤矿邻近层瓦斯主要来源为顶底板油型气及3号煤层瓦斯。对黄陵二号煤矿207掘进工作面进行现场跟踪观测,底板油型气涌出点主要集中在距离掘进工作面5m~10m位置,巷道宽度范围内均有油型气涌出,但主要在巷道中部底鼓裂隙较为发育的部位涌出;且油型气涌出较明显的地段,巷道低谷裂隙往往连片分布。

4.1.2 掘进工作面瓦斯油型气治理措施

二号煤矿207工作面是黄陵矿区典型的煤油气共生区域。该工作面设计为一面三巷,带式输送机巷与辅运巷为双巷联合掘进,辅运巷超前带式输送机巷施工,双巷掘进均由带式输送机巷进风,通过联络巷由辅运巷回风。

观测207掘进工作面底板油型气涌出显现,油型气的涌出呈不规则状态分布。在底板孔施工过程中,发现含油气层岩层具有砂岩、泥岩、页岩互层的储气结构。现场观测钻孔施工至2号煤层底板以下10m左右时,钻孔内瓦斯浓度上升,且含有明显的刺鼻的油气味。207掘进面主要采取顶、底板及煤层探测预抽钻孔掩护巷道掘进,钻孔布置如图1~图3所示。

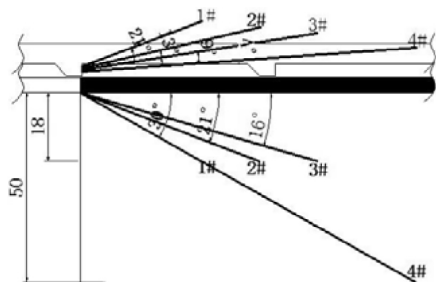


图1 207辅运巷底板探测预抽钻孔示意图



图2 207辅运巷煤层探测预抽钻孔示意图

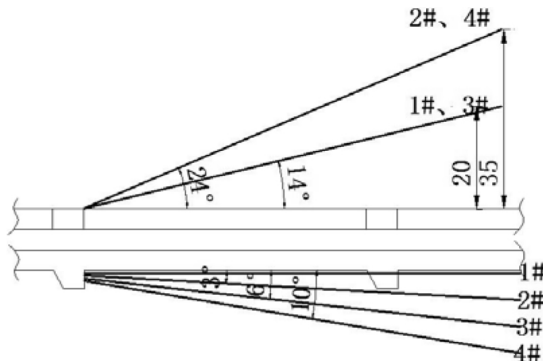


图3 207辅运巷顶板探测预抽钻孔示意图

4.2 工作面回采期间瓦斯油型气治理

采煤工作面生产过程中的瓦斯油型气涌出治理,首先应加强工作面通风,确保通风可靠、风流稳定。采煤工作面瓦斯防治重点为2号煤层及邻近3号煤层瓦斯;油型气防治重点为2号顶底板油型气。采煤工作面瓦斯油型气防治执行“探、抽、采”措施。采煤工作面瓦斯油型气防治坚持以“分源治理”的技术原则。

4.2.1 采前预抽

207工作面本煤层钻孔设计采用平行孔布置,根据掘进期间探孔取样测定情况,有针对性的按照钻孔间距6m、12m、30m进行施工,钻孔夹角统一90°,钻孔孔径94mm,其中207胶带巷钻孔长130m,回风巷钻孔长145m。

4.2.2 顶底板钻孔

207工作面顶、底板钻孔施工可根据顶、底板瓦斯(油型气)分布情况及时合理调整。回风巷钻场间距50m,带式输送机巷钻场间距60m。

在顶板瓦斯(油型气)富集区及非富集区,每个钻场均施工6个顶板钻孔,钻孔以扇形布置(如图4所示),控制垂高为工作面顶板以上35m范围,孔径94mm。

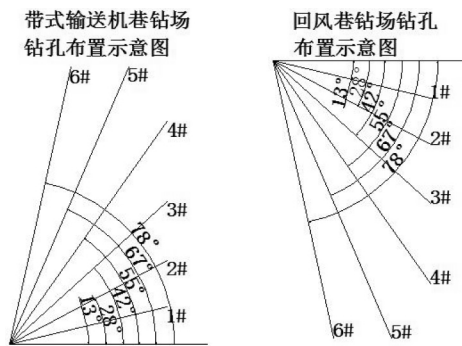


图4 顶板钻孔布置图

在底板瓦斯(油型气)富集区,每个钻场施工9个底板孔;在非底板瓦斯(油型气)富集区,每个钻场施工6个底板孔。钻孔均以扇形布置(如图5所示),钻孔控制垂深22m,孔径94mm。

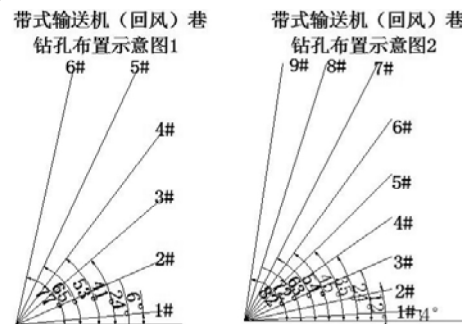


图5 底板钻孔布置图

4.2.3 采煤工作面高位裂隙抽采钻孔设计

207高位钻孔设计,在207切眼往外50m设置第一个高位钻场(如图6所示),然后每隔50m设置一个高位钻场,每个钻场14个高位钻孔,钻孔孔径113mm,孔深121m~147m,终孔位置位于煤

层上方 15m~48m。

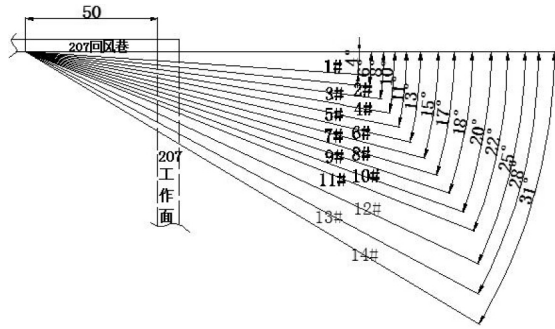


图6 207回风巷高位钻孔布置图

4.2.4 采煤工作面上隅角抽采

上隅角用珍珠岩编织袋垒挡风墙进行封堵,采用钢圈风筒穿过封堵墙伸进上隅角,连接在回风顺槽的抽放管路上,通过上隅角埋管抽放,在工作面上隅角形成一个负压区,使该区域的瓦斯被抽放管路抽走,避免因回风流不畅造成上隅角瓦斯超限事故的发生。当上隅角瓦斯浓度较高时,采用插管方式,在抽放系统末端延伸抽放软管至上隅角进行抽采。

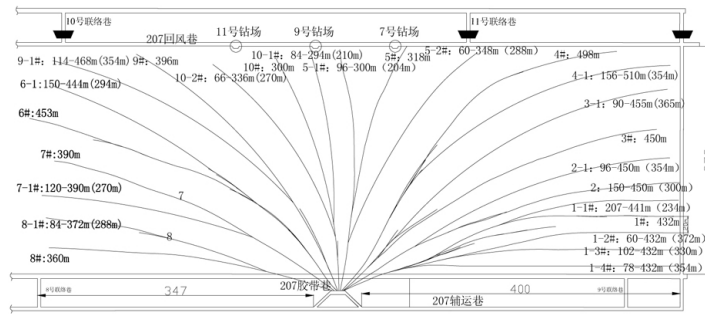


图7 3号煤层钻孔写实图

5.1 掘进工作面瓦斯油型气高效抽采效果考察

察

207 带式输送机巷、辅运巷掘进期间,从巷道瓦斯抽采量、回风流瓦斯浓度等 2 个因素的变化方面进行分析,考察掘进工作面瓦斯油型气抽采效果。

(1) 瓦斯抽采量如图 8 所示。

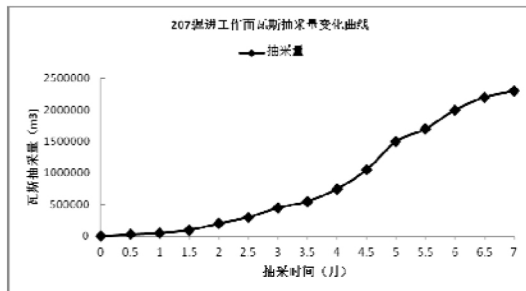


图8 207掘进工作面瓦斯抽采量变化曲线图

(2) 207 掘进工作面回风流瓦斯浓度。可以看出 207 带式输送机巷、辅运巷掘进期间,回风流瓦斯浓度持续稳定较低,煤层瓦斯及顶底板油型气通过钻孔抽采后,进入回风流瓦斯油型气大幅度降低(如图 9 所示)。

4.2.5 3 号煤层抽采钻孔

为了从源头超前治理工作面底板瓦斯(油型气)在距 207 切眼 400m、胶带巷与辅运巷煤柱下方的 3 号煤层中施工钻场,在钻场内沿煤层方向施工 3 号煤层本煤层钻孔,钻孔覆盖 207 工作面下部 3 号煤层约 279m×800m 的区域(如图 7 所示)。

采用定向钻机在钻场内向 207 工作面方向施工 10 个主孔,每个主孔有 1~4 个分支孔,所有钻孔终孔点间距为 20m~30m 之间,钻孔覆盖 207 胶带巷八联巷以里 300m×800m 范围。

4.2.6 采煤工作面探测试验验证钻孔

207 工作面采用本煤层抽采、顶板及底板抽采后,为确保工作面的安全性,工作面进行超前探测试验验证,探抽验证孔间距不大于 40m,超前探测钻孔留有不小于 5m 超前距。

5 油型气治理效果

通过多方位立体抽采的实施,掘进工作面实现了风排瓦斯量 <3m³/min,回采工作面风排量 <5m³/min,确保了矿井安全生产。

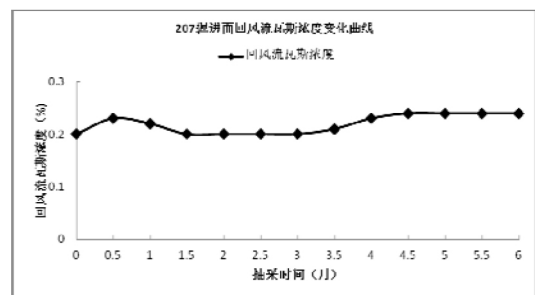


图9 207掘进工作面回风流瓦斯浓度变化曲线

5.2 采煤工作面瓦斯油型气高效抽采效果考察

察

207 工作面回采期间,从本煤层抽采、顶底板钻孔抽采、高位裂隙钻孔抽采、3 号煤层抽采、上隅角抽采、回风巷瓦斯浓度 6 个因素的变化方面进行分析,考察瓦斯油型气防治效果。

(1) 工作面本煤层瓦斯抽采钻孔。经观测,钻孔瓦斯抽采浓度在 10 个月后,煤层瓦斯浓度降低至 10% 左右,钻孔抽采期大于 10 个月(如图 10 所示)。

(2) 工作面顶板瓦斯、油型气抽采钻孔。经观测,钻孔瓦斯抽采浓度变化在 5~6 个月后瓦斯浓度

降低至 10%。当顶板钻孔进入工作面回采影响范围内时,可以抽采顶板高位裂隙瓦斯油型气;同时,顶板钻孔对顶板石油进行排放,可解除顶板石油渗漏至工作面,发生爆燃的隐患(如图 11 所示)。



图 10 207 带式输送机巷 25#本煤层钻孔瓦斯抽采浓度变化曲线图

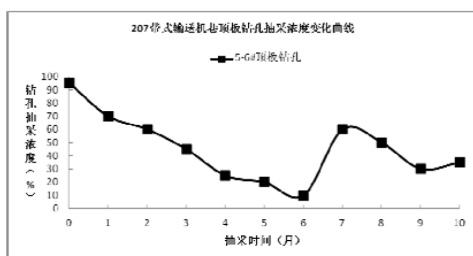


图 11 207 带式输送机巷 5-6#顶板钻孔瓦斯抽采浓度随抽采时间变化曲线图

工作面回风巷和带式输送机巷底板瓦斯油型气抽采钻孔,底板钻孔进入工作面支承应力区范围前后钻孔瓦斯浓度变化十分明显。以回风巷 2#钻场 6#底板孔为例,在钻场距工作面约 75m 时,6#底板钻孔开始出现喷孔,当钻场距工作面 25m~35m 时,钻孔瓦斯、油型气喷出压力逐渐增大,至工作面距钻场约 10m 时,钻孔瓦斯浓度、压力急剧下降(如图 12 所示)。

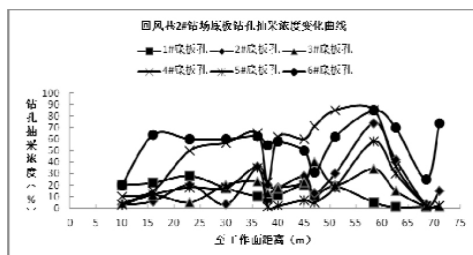


图 12 207 回风巷 2#钻场底板钻孔抽采浓度变化曲线图

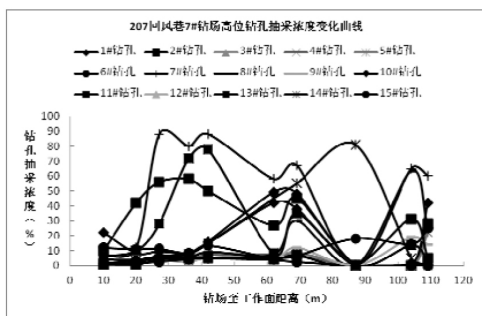


图 13 回风巷 7#钻场高位钻孔抽采浓度随至工作面距离变化曲线图

(3) 高位裂隙抽采、顶板抽采钻孔均可抽采工作面上方冒落上方至裂隙瓦斯、油型气。高位裂隙抽采钻孔在距离工作面 90m~100m 时,瓦斯、油型气抽采浓度逐渐上升,距工作面约 10m 时下降

至最低,工作面前方 20m~80m 为有效抽采区域,实现钻场的有效连续抽采(如图 13 所示)。

(5) 工作面底板 3#煤层钻场钻孔瓦斯浓度与工作面推采进度关系如图 14 所示。其中 1 号、8 号钻孔靠近煤柱位置,10 号钻孔垂直工作面方向,1 号钻孔向切眼方向施工,8 号钻孔向八联巷方向施工。

从图 14 可以看出,1 号钻整体瓦斯浓度呈下降趋势,但基本维持在 40% 以上,表明钻孔全部进入采空区后,孔内出现局部变形且围岩瓦斯向孔内逸出瓦斯量减小。8 号钻孔开始抽采时,孔内瓦斯浓度较低,表明孔内瓦斯含量均来自 3 号煤层;随着工作面接近钻场到采过钻场,孔内瓦斯浓度逐步增大,达到 80% 左右,经持续观测,到后期钻孔浓度维持在 30% 以上,钻孔变形较小。10 号孔由于钻孔在施工期间孔内出现塌孔现象,影响前期钻孔抽采;后期钻孔浓度逐渐变小,表明受采动影响逐渐变小且钻孔变形量增大,致使钻孔抽采效果差。

207 工作面生产期间 3 号煤层钻孔瓦斯、油型气涌出压力最大为 72kPa,孔内浓度最大为 100%。3 号煤钻场在工作面前方 20m~10m,钻孔瓦斯、油型气压力上升;工作面下方,压力上升;采空区后方 10m~30m 压力上升到最高;采空区后方 30m~60m,压力逐步下降。

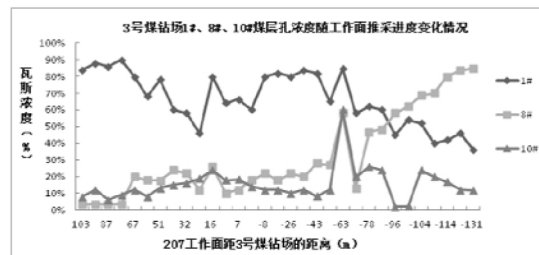


图 14 3 号煤层钻场钻孔浓度随工作面推采变化表

(6) 工作面上隅角及采空区埋管抽采,上隅角采用垛袋封堵,埋管抽采上隅角顶板切顶线内区域瓦斯,防止上隅角瓦斯积聚。

207 工作面通过本煤层孔、顶底板孔、高位裂隙孔、3 号煤钻场本煤层孔及工作面上隅角埋管抽采等立体化防治措施,工作面回风瓦斯浓度始终控制在 0.6% 以下,确保了工作面安全回采。

6 结语

瓦斯油型气灾害一直束缚着黄陵矿区安全高效开采生产力的释放,本文通过对 207 工作面掘进及回采期间瓦斯油型气治理措施的研究与分析,得出主要结论如下:

(1) 通过 207 综采工作面掘进和回采期间瓦斯综合治理技术分析研究,形成瓦斯油型气综合防治“探、抽、掘”“探、抽、采”技术体系。巷道掘进执行“探、抽、掘”技术措施,同时在巷道掘进过程中直接收集瓦斯油型气基础参数, (下转第 64 页)

核的工作标准化和规范化提供依据,也是员工正确履行工作职责的基础,是实施绩效考核必须要做的配套工作。

(3) 变革考核模式,突出正向激励。

一是改变考核模式。变“扣工资”为“挣工资”,由原来设置薪酬封顶线,完不成扣薪酬的做法,变为设置“底线”(基薪),将薪酬划分为基本薪酬、绩效薪酬、激励薪酬、特别奖励四块。各单位结合现场、市场实际,将预算分解到各月。考核指标分为确保目标、奋斗目标、挑战目标。确保目标是根据下达指标的分解值,系必须完成的预算目标,正常履职、无重大失误,完成月度基本指标和基本工作任务,取得基本薪酬。奋斗目标是在确保目标基础上确定的目标值,完成奋斗目标,取得绩效薪酬。奋斗目标以上,取得激励薪酬。激励薪酬与安全、盈亏、对外创效挂钩。其中,季度安全生产标准化达标第一名矿井,自下一季度首月起,连续三个月每月1.2倍发放安全质量绩效薪酬;连续两个季度及以上安全生产标准化达标第一名的矿井,自下一季度首月起,连续三个月每月1.5倍发放安全质量绩效薪酬。对超额完成盈亏的,按照当月超奋斗目标额度的一定比例奖励。挑战目标是在完成奋斗目标基础上,依据奋斗目标上浮20%以上的力争指标。完成挑战目标或重点工作有重大突破,做出卓越贡献,创造重大价值,给予特别嘉奖。

二是推进双创激励。为鼓励各单位、部室创收创效,制定了创效管理办法,在月度核定工资总额内,设立双创奖励基金,奖励做出突出贡献的团队或个人。

三是推行内部市场化。通过预算指标控制、市场结算考核,各预算主体自上而下靠预算生根,自下而上靠市场创效,做到“人人都是经营者,岗位都是利润源”“收入-支出=利润和收入”,鼓励员工多劳多得。

3 正向激励绩效考核模式的成果

正向激励导向的绩效考核模式日益彰显集团管控创新创造的生机和活力。

(1) 经济运行日趋向好。正向激励导向的绩效考核模式激发了广大员工“一切为了效益干,一切围绕效益转”的积极性和创造性,人人都是经营者,会算账、能算账、算细账成为对员工的必然要求;主动创效成为每个人激发主观能动性的必然选择;靠算账、用好市场手段、增强主观能动性 etc 提高个人收入,实现了企业增效、个人增收的双赢。

(2) 企业文化持续提升。正向激励导向的绩效考核既是管理模式,更是文化理念的升华。以精品化思想、精准化战略、精益化生产、精细化管理、精英化团队、精确化行为的价值观,引导员工转思想、调观念,队伍全局意识、竞争意识、责任意

识、人均意识明显增强,“思想解放就是效率、观念更新就是发展、责任落实就是效益”观念深入人心。正向激励导向的绩效考核,成为管理创新创效的原动力。

(3) 人才队伍得到锤炼。正向激励导向的绩效考核最大限度地激发了员工的创新创效活力,“学业务、练本领、长才干、创效益、当标兵”蔚然成风,优化了人力资源结构,人员素质由单一专业向全面素质提升转变,锻炼了一批懂生产、会经营的综合型管理人才。

(责任编辑:张春玲)

(上接第52页)

绘制采煤工作面瓦斯油型气富集分布图,根据瓦斯油型气富集分布情况,采煤工作面执行“采前预抽、边采边抽及采后抽采”,工程类比指导相邻工作面巷道掘进和采煤工作面生产,使瓦斯油型气防治达到可防可控。

(2) 通过钻孔中的瓦斯油型气的浓度、压力、涌出量、钻孔石油渗漏等,判断是否为瓦斯油型气富集区,针对性采取瓦斯油型气治理措施。

(3) 通过工作面底板钻孔抽采浓度变化趋势可以看出,钻孔瓦斯浓度随着工作面的推采有明显升高趋势,主要是因为受工作面采动影响,底板油型气及3号煤层瓦斯通过底板钻孔集中溢出,造成钻孔出现喷孔现象。

(4) 形成了单一煤层开采瓦斯油型气钻孔立体抽采技术,单一煤层开采后形成上下煤岩层卸压松动,2号煤层底板邻近层3号煤层瓦斯及顶、底板富集的油型气同时卸压转移至2号煤层采煤工作面,采用钻孔对2号煤层采煤工作面煤层瓦斯、顶、底板煤岩层瓦斯油型气进行立体抽采,实现了采煤工作面瓦斯油型气钻孔立体化抽采防治体系。

(5) 下一步,采用立体化抽采本煤层及顶底板瓦斯油型气过程中,优化钻孔设计,钻孔全程下护孔花管,延长钻孔的使用寿命,提高钻孔抽采率,促进抽采效益最大化。

参考文献:

- [1]王春林.油型气灾害防治技术探讨[J].煤矿瓦斯治理与利用,2013,(2):2-5.
- [2]唐恩贤.黄陵矿区煤层底板异常涌出气体成因类型[J].煤田地质与勘探,2015,43(6):8-11.
- [3]唐恩贤.矿井瓦斯与油型气共生灾害防治技术在黄陵矿区的探索与实践[J].矿业安全与环保,2016,43(1):81-84.
- [4]马功社,赵耀耀.煤矿底板油型气特性及防治技术研究——以黄陵二号煤矿205面为例[J].内蒙古煤炭经济,2016,(21):134-138.
- [5]陈冬冬.煤油气共生矿井围岩气多因素耦合区域预测技术——以鄂尔多斯盆地黄陵矿区为例[J].煤田地质与勘探,2018,46(2):49-53.

(责任编辑:陈凌霄)