

定向长钻孔在煤层顶板裂隙瓦斯抽采中应用

赵 威 (山西焦煤西山煤电屯兰矿, 山西 古交 030200)

摘 要: 瓦斯抽采是降低采空区瓦斯涌出的主要举措, 为提高 3503 综采工作面瓦斯治理效果, 提出将定向长钻孔应用到顶板裂隙瓦斯抽采中, 并进行工程应用。结果表明: ①将高位瓦斯抽采钻孔布置在距离 5# 煤层顶板上方 25~30m 位置, 不仅可为钻孔钻进提供良好条件而且可有效抽采裂隙瓦斯; ②现场应用后, 定向长钻瓦斯抽采纯量稳定在 4.6m³/min, 上隅角、回风巷瓦斯浓度分别在 0.35%、0.25% 以内, 取的较好瓦斯治理成果。

关键词: 顶向长钻孔; 采空区; 裂隙瓦斯; 瓦斯抽采

采空区顶板垮落后会形成大量的穿层以及离层裂隙, 煤体释放的瓦斯会在顶板岩层裂隙中集聚, 在通风风流影响下大量的卸压瓦斯会向回采空间涌出, 容易造成采面瓦斯超限^[1-2]。为此, 众多的矿井采用高抽巷(顶板瓦斯抽放巷、)采空区埋管、高位钻孔等方式降低瓦斯涌出。高抽巷具有抽放量大优点、可明显降低采空区瓦斯涌出量, 但也有耗时长、综合成本高等弊端; 采空区埋管存在瓦斯抽采效率不高问题; 高位瓦斯抽采钻孔存在钻孔短、轨迹不可控以及抽采不联系等问题^[3-6]。为此, 文中针对 3503 综采工作面实际情况, 提出使用定向长钻孔抽采煤层顶板裂隙, 以期达到降低采空区瓦斯向回采空间涌出量并降低采空区瓦斯集聚目的。

1 工程概况

山西某矿所在矿区为优质无烟煤产区, 矿井所采的 5# 煤灰分、硫分相对较低, 发热量高, 经济效益显著。5# 煤层厚平均 3.6m、倾角 2~10°、埋深 450m、瓦斯含量 9.8~12.4m³/t。现阶段矿井采取保护层开采方式进行瓦斯治理。5# 煤层顶底板岩性以粉砂岩、砂质泥岩位置。

由于 5# 煤具有瓦斯突出危险性, 且在上覆 3# 煤层(无突出危险性)保护范围内, 为此矿井采取保护层开采方式消除 5# 煤层突出危险。3503 综采工作面开采 5# 煤层, 采面走向、斜长分别为 1680m、235m。以往矿井采用高位瓦斯抽采钻孔+采空区埋管方式治理瓦斯, 但是瓦斯治理效果不佳。若在煤层顶板中掘进高位瓦斯抽放巷, 虽然可起到较好的瓦斯治理效果, 但是巷道掘进耗时较长, 会影响采面正常开采。为此, 矿井提出采用定向长钻孔对煤层裂隙瓦斯进行抽采。

2 定向钻孔钻进技术

2.1 钻孔钻进层位

钻孔钻进层位直接影响瓦斯抽采效果, 因此, 在钻孔钻进时应尽量确保钻孔在顶板 O 型圈内延伸。由于该矿开采的 5# 煤层顶板岩层结构相对复杂, 岩层稳定性较差, 若将钻孔选择在成孔困难岩层时, 容易出现塌孔进而降低瓦斯抽采效果。5# 煤层开采定吧岩层“三带”发育高度可采

用经验公式进行计算, 依据计算结果并结合顶板岩层岩性参数确定钻孔最终钻进位置。

顶板冒落带高度计算公式:

$$H_1 = \frac{100h}{6.2h + 10} \pm 2.5 \quad (1)$$

式中, h 表示开采高度, m。

顶板裂隙带高度计算公式:

$$H_2 = \frac{100h}{ah + b} \pm c \quad (2)$$

式中 a、b 以及 c 取值与 5# 煤层顶板岩性相关, 具体取值可依据表 1 确定。

5# 煤顶板以砂质泥岩、粉砂岩为主, 根据煤厚度、顶板情况, 并依据公式(1)、(2)确定顶板冒落带高度、裂隙带高度分别为 6.0~12.0m、23.0~35.0m。为此, 综合确定顶板定位钻孔施工层位高度为煤层顶板上方 25~30m 位置。

2.2 定向钻孔施工

在 3503 综采工作面回风巷每隔 500m 布置掘进一钻场, 在钻场布置采用采用定向钻机施工向采空区方向钻进, 具体钻孔布置见图 1 所示。每个钻场内均布置 5 个瓦斯抽采钻孔, 开孔间距为 1.0m、终孔间距均为 2.5m。

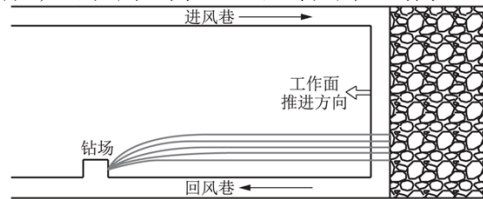


图 1 定向钻孔布置示意图

钻孔钻进采用型号 ZDY6000LD (F) 钻机, 具体现场施工定向长钻孔时需要的设备以及材料价见表 2。

钻孔施工时采取减压给进方式施工, 严格控制钻孔给进压力。随着钻孔钻进深度的增加, 缓慢的增加给进压力。钻进时泥浆泵流量保持在 260L/min, 并依据泥浆泵压力表变化情况对钻孔内情况进行判定。φ73mm PDC 钻头在孔口钻进时给进压力为 2MPa, 在钻孔内钻机(下转第 152 页)

表 1 取值参数

参数	坚硬岩层	中硬顶板	软弱岩层	极软弱岩层
a	1.2	1.6	3.1	5.0
b	2.0	3.6	5.0	8.0
c	8.9	5.6	4.0	3.0

表 2 钻孔钻进时需要的设备及材料

项目	定向钻机	通缆钻杆	钻杆规格	PDC 钻头	扩孔钻头	随钻测量系统
参数	ZDY6000LD (F)	φ73mm×3000mm	φ73mm×1500mm	φ73mm	φ96mm/φ153mm	YHD2-1000A

3.2 工业过程碳排放量

原材料消耗产生的 CO₂ 排放。首先,按照《GB/T 213 煤的发热量测定方法》测定煤炭的地位发热值,采用不同批次加权平均值作为煤炭的低位发热值,比如:某批次煤炭的地方发热值为 24.4GJ/t,查表知单位热值含碳量为 27.49kg/GJ,燃料碳氧化率为 94%,则其排放因子为:

Q	GJ/t	kgC/GJ	氧化率	CO ₂ /C	排放因子 tCO ₂ /t
1	24.4	27.49	94%	44/12	2.313

对于碳氢化合物类原料,则可直接按照含碳量进行计算。

3.3 蒸汽及电力 CO₂ 排放

生产过程中消耗的蒸汽及电力,可按照下式计算 CO₂ 当量。

$$E_{CO_2}=AD \times EF$$

其中:AD 为蒸汽及电力消耗的实物量,单位分别为 GJ 和 MWh,EF 为介质的排放因子吨 CO₂/GJ 及吨 CO₂/MWh。比如:1 吨 9.8MPa 蒸汽碳排放量,查焓值表该蒸汽焓值为 3448.3MJ/t,排放因子为 0.11 吨 CO₂/GJ,因此 1 吨 9.8MPa 蒸汽,其 CO₂ 排放量为 3.8t。

3.4 CO₂ 回收利用量

CO₂ 回收量是在企业边界内回收且外供 CO₂ 的数量,对于界区间循环用 CO₂,不计入此类消耗。若外供 CO₂ 的数量为 Q (单位:万 Nm³),CO₂ 含量为 p%,CO₂ 密度为

197.7t/万 Nm³,则万 Nm³ 气体中 CO₂ 含量 m 按下式计算:

$$m=Q \times p \times 197.7t$$

3.5 合成氨工厂碳排放计算表

综上,合成氨工厂碳排放可汇总至下表:

源类别	消费量 (吨 C)	CO ₂ 当量 (吨 CO ₂)
化石燃料燃烧 CO ₂ 排放		
工业生产过程 CO ₂ 排放		
CO ₂ 回收利用量		
企业净购入的电力和热力消费引起的 CO ₂ 排放		
企业温室气体排放总量		

4 合成氨碳排放强度

合成氨 CO₂ 排放强度是指单位产品 CO₂ 排放量,该强度与企业的单位产品综合能耗存在紧密联系,也间接反映了企业的能耗高低。也可采用万元产值 CO₂ 排放量 (万元 tCO₂) 评价工厂的经济运行情况。

5 小结

本文结合《中国化工企业温室气体排放核算方法与报告指南 (试行)》及合成氨生产实际状况总结了 CO₂ 排放量计算方法及要点,有利于企业开展 CO₂ 排放自查自纠,确保企业采取有效的节能减排措施。

参考文献:

- [1] 中国质量认证中心.中国化工企业温室气体排放核算方法与报告指南 (试行)[Z].2016.

(上接第 150 页)时随着钻孔深度增加逐渐提升给进压力。一般情况下钻头钻进时给进压力较空载时高 0.5~1.0MPa。

3 高位定向钻孔瓦斯抽采效果

在 3503 综采工作面共布置 15 个顶板裂隙瓦斯抽采钻孔,钻孔钻进耗时共计 3 个月。钻孔钻进完成后,于 2020 年 1 月开始介入井下瓦斯抽采管路。具体采面回风巷瓦斯抽采管路抽采纯量以及浓度变化情况见图 2。

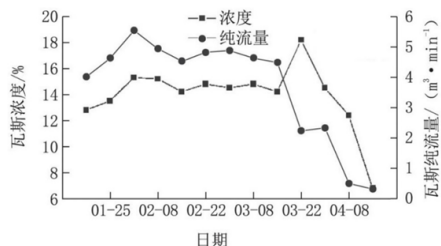


图 2 抽采管路瓦斯纯量以及浓度变化曲线

从图 2 看出,瓦斯抽采纯量、浓度等变化有上升、稳定以及下降三个阶段。其中上升阶段耗时约 7d,管路中瓦斯浓度由 12.8% 增加至 15.4%、纯量由 3.89m³/min 增加至 5.52m³/min;稳定阶段时间相对较长,约为 50d,在此阶段抽采管路中瓦斯浓度、纯量平均分别为 14.5%、4.6m³/min;下降阶段时间约为 15d,在此阶段内瓦斯抽采浓度、纯量等均呈显著降低趋势,瓦斯浓度、纯量分别降低至 6.5%、0.31m³/min。抽采管路中瓦斯浓度、瓦斯纯量变化与采面回采以及顶板裂隙垮落等密切相关。

在采面布置高位瓦斯抽采钻孔口,采空区瓦斯涌出量明显降低,在回采时辅助采用采空区埋管,采面回风上隅角瓦斯、回风巷内瓦斯浓度分别保持在 0.35%、0.25%。在采面推进过程中未出现瓦斯超限问题。

综上所述,① 3503 综采工作面开采 5# 煤层瓦斯含量较高,采面开采时采空区大量瓦斯会涌向回采空间,从而导致回风上隅角以及回风巷内瓦斯浓度偏高,给采面回采安全带来一定威胁。若采用掘进高抽巷方式治理瓦斯,虽可满足瓦斯治理需要,但是由于巷道掘进时间较长,会使得采面正常回采时间延期;② 定向长钻孔具有施工精度高、瓦斯抽采效果好以及抽采连续等优点,为此,提出采用定向长钻孔代替高位瓦斯抽放巷对采空区内以及顶板裂隙带内高浓度瓦斯进行抽采。现场应用后,定向长钻瓦斯抽采纯量稳定在 4.6m³/min,上隅角、回风巷瓦斯浓度分别在 0.35%、0.25% 以内。

参考文献:

- [1] 贾松.李雅庄煤矿 2-607 综采工作面上隅角瓦斯治理技术[J].煤矿现代化,2021,30(02):45-47.
- [2] 李蓬勃.高位定向长钻孔抽采技术在上隅角瓦斯治理中的应用[J].煤矿现代化,2021,30(02):91-94.
- [3] 张军义,王露.大直径多分支长距离高位钻孔抽采技术研究[J].山东煤炭科技,2021,39(02):102-105.
- [4] 赵若鹏.高抽巷布置方式对采空区瓦斯抽采效果影响研究[J].煤炭科技,2021,42(01):16-18+27.
- [5] 李天棚.定向长钻孔抽采瓦斯技术在榆树田井的研究与应用[J].煤炭科技,2021,42(01):115-117.
- [6] 邓成均.突出矿井煤层群开采瓦斯联合抽采技术研究[J].中国矿山工程,2021,50(01):79-81.

作者简介:

赵威(1988-),男,山东济宁人,2017 年 1 月毕业于中北大学,安全工程专业,本科,现为助理工程师。