

利用高位钻孔抽放技术治理综采工作面上隅角瓦斯积聚

武光辉

(黄陵矿业集团公司 一号煤矿, 陕西 黄陵 727307)

[摘要] 利用高位钻孔技术治理综采工作面上隅角瓦斯, 介绍高位抽放技术原理, 提出钻场钻孔的设计要求, 以及利用高位抽放技术所取得的效果。

[关键词] 综采工作面; 高位钻孔; 瓦斯抽放

[中图分类号] TD712.54 **[文献标识码]** B **[文章编号]** 1006-6225 (2009) 01-0094-02

Applying Technology of High Drilling Drainage to Preventing Gas Accumulation at Upper Corner of Fullmechanized Mining Face

黄陵矿业集团一号煤矿原煤产量 5Mt/a, 瓦斯绝对涌出量为 $30.92\text{m}^3/\text{min}$, 瓦斯相对涌出量为 $2.94\text{m}^3/\text{t}$, 属于低瓦斯矿井。但是近几年来, 随着开采深度不断延深, 开掘全部实现机械化及开采强度加大, 矿压及煤层瓦斯含量急剧增加, 特别是三盘区布置的采掘工作面表现尤为明显。针对三盘区布置的综采工作面上隅角瓦斯治理, 虽然采取了调整风量、风障导风、埋管抽放、局部引风等办法, 但始终未能从根本上解决工作面上隅角瓦斯超限问题。瓦斯超限已严重影响综采工作面的安全生产, 成为制约采面高产、高效的主要因素。为此, 在 303 综采工作面实施高位钻孔抽放技术治理上隅角瓦斯, 取得了良好的效果, 彻底解决了上隅角瓦斯超限问题, 实现了综采工作面的安全生产。

1 303 工作面概况

303 工作面位于三盘区的中部, 是三盘区回采的第 4 个综采工作面, 与其相邻的北面 304 准备工作面已经形成, 南面 302 工作面已经回采结束、封闭; 工作面垂深 250~300m, 走向长 3280m, 倾斜长 200m, 采用“U”型通风方式; 煤层赋存稳定, 地质构造简单, 煤厚平均 2.4m, 倾角平均 3° ; 所采的 2[#]煤层为本井田可采煤层, 平均厚 2.76m; 与其相邻的上部 1[#]煤层厚 0.17~1.75m, 平均厚 0.43m, 为不可采煤层, 间距 6.62~31.2m, 平均厚 21m; 下部 3[#]煤层厚 0.02~0.6m, 平均厚 0.3m, 也为不可采煤层, 间距 2m 左右; 另外 1[#]煤瓦斯含量 $0.69\text{cm}^3/\text{g}$, 2[#]煤为 $2.86\text{cm}^3/\text{g}$, 3[#]煤为

$0.42\text{cm}^3/\text{g}$, 工作面在回采期间平均瓦斯涌出量为 $8\text{m}^3/\text{min}$, 最大可达 $14\text{m}^3/\text{min}$; 工作面一次采全高, 每天推进 8~12m。

2 303 工作面瓦斯涌出源分析

303 工作面在回采过程中, 上覆 1[#]岩层及煤层产生卸压。卸压煤层瓦斯沿着采动裂隙向采空区下渗; 2[#]煤层上部有储气性能较好的砂岩层, 随着回采的推进, 砂岩层中的这部分瓦斯也会沿着采动裂隙涌向采空区。聚集在采空区的瓦斯在浓度梯度的作用下, 则向工作面方向扩散; 另外工作面部分风量流向采空区, 这部分漏掉的风量又在工作面回风侧流向工作面, 这股风流在这一过程中又会将采空区的瓦斯带入工作面, 通过监测数据分析表明, 303 工作面瓦斯涌出 67% 以上来自采空区, 24%~33% 来自本煤层, 而采空区瓦斯涌入总量中邻近煤层和围岩涌出瓦斯量达到 93%。

3 高位钻孔抽放原理分析

通过对采场的力学分析, 覆岩的移动破坏, 在竖直方向上通常分为“三带”即冒落带、裂隙带、弯曲下沉带。裂隙带又可划分为严重断裂带、一般断裂带和微小断裂带。煤层开采后, 覆岩的裂隙及离层的分布状况将对瓦斯的流动产生很大影响。离层裂隙是瓦斯积聚的空间, 也是瓦斯流通的通道, 层间贯通的竖向裂隙是瓦斯进入工作面或采空区的通道, 也称导气裂隙。当采空区面积达到一定范围后, 导气裂隙的分布在平面上是“O”型圈特征,

[收稿日期] 2008-08-21

[作者简介] 武光辉 (1969-), 男, 陕西延安人, 通风工程师, 现为黄陵矿业集团一号煤矿副总。

它是正常回采期间邻近层卸压瓦斯流向采空区的主要通道 (如图 1)

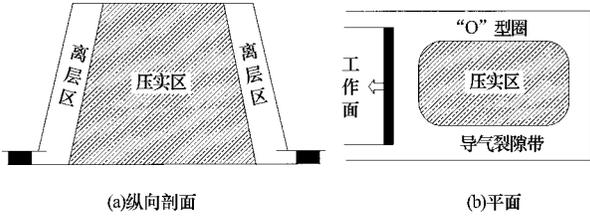


图 1 导气裂隙带“O”型圈

煤层开采后，由于工作面采用传统“U”型通风方式，瓦斯随着风流方向移动，大量瓦斯在上隅角和支架后聚集，该部分高浓度瓦斯是导致瓦斯超限的主要原因；另外，裂缝带因离层裂缝通过竖向裂缝相互贯通，成为瓦斯聚集的主要通道，在大面积采空区形成后，导气裂隙带成“O”型圈特征 (图 1b)，瓦斯量和浓度在水平上呈周围向核心升高的趋势；同时根据气体压差流动规律，核心位置在靠近工作面附近向回风侧偏移。根据以上分析及覆岩移动和瓦斯活动规律，裂缝带是邻近层和冒落区瓦斯的主要聚集区，有大量高浓度瓦斯，同时裂缝发育充分，是抽放瓦斯的最佳层位，即冒落带上部，裂缝带中下部是高位钻孔抽放的最佳位置。

4 高位抽放技术措施

4.1 钻场位置及钻场间距的选择

由于 303 综采工作面在推进过程中，进入高瓦斯区域，巷道在掘进过程中未提前考虑钻场的施工，并且 303 回风巷两侧布置有供、排水管路及各种缆线，再施工钻场比较困难，与其相邻北面的 304 工作面已经准备出来，施工运输都比较方便，因此决定将钻场设计在 304 运输巷内 (图 2)。

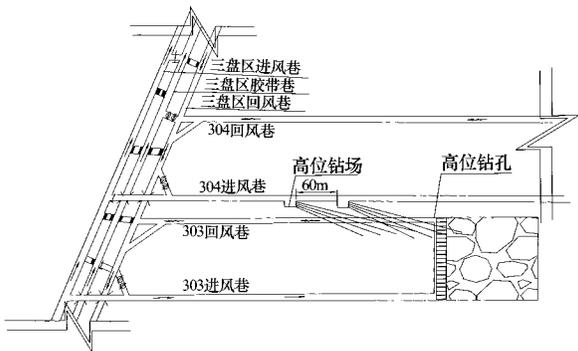


图 2 高位钻场及钻孔布置

另外，通过对采空区瓦斯涌出规律的分析，钻孔终孔应在裂缝带内，合理的钻场位置，应位于每

次周期来压形成的边界残留顶板区域，钻场间距则取工作面顶板周期来压步距的整数倍，即：

$$L_{\text{距}} = n \cdot L_{\text{周}} = n \cdot h \sqrt{R_t / 3q} \quad (n=1, 2, 3 \dots)$$

式中， h 为岩层的厚度； R_t 为岩层的极限抗拉强度； q 为岩梁所受的载荷。

通过现场观测，303 工作面顶板周期来压步距为 12~25m，依据以上公式，钻场间距为 36~75m，考虑到 303 与 304 间有 30m 煤柱，钻孔的有效利用率会降低，因此钻场的间距按 60m 确定。

4.2 钻孔基本参数的确定

4.2.1 钻孔长度

钻孔长度初期依据钻场间距确定，并有一定的重叠长度，当确定钻场间距为 60m 时，重叠长度初步考虑 20m，所以钻孔长度选择为平均 80m，以确保钻孔失效前，后一个钻场钻孔开始发挥作用，同时不能因钻孔搭接不上，至使瓦斯抽放降低，而影响正常回采。

4.2.2 钻孔的布置及参数

由于是从 304 运输巷向 303 工作面上隅角打钻孔，所以在设计时考虑了两个原则，一是钻孔的终孔层位位于裂缝带上部界限，二是钻孔进入卸压区的层位位于冒落带顶部，裂缝带中、下部界限位。通过对回采工作面测定，确定出 2# 煤层的冒落带高度范围在 5~8m，裂缝带范围在 7.2~12m。因此，受采动影响，钻孔终孔位置距离煤层顶板 12.2~20m，依据对“U”型通风方式及采煤工作面瓦斯流动规律的分析，确定终孔距回风巷的平均距离为 5~20m。

在确定出钻场间距，钻孔平均长度及钻场参数后，通过几何计算出每个钻孔的方位角及倾角，从 304 运输巷钻场向 303 上隅角方向依次呈扇形布置 4 个钻孔，孔深分别为 105.5m，95.6m，78.5m 和 60m，钻孔直径 $\phi 75\text{mm}$ 。

4.2.3 封孔工艺

每个钻孔施工完后，用 $\phi 94\text{mm}$ 钻头扩孔至 4.2m 长，然后用 $\phi 89\text{mm}$ PVE 管封孔，封孔长度 3.5m，用可控式注射仪注射马丽散，一次封孔完成。此方法操作方便、工艺简单。马丽散膨胀后充实煤壁，严密不漏气，并且速度快、效果好。

4.3 抽放系统布置

因矿井地面未建立集中抽放系统，所以选用井下原上隅角埋管抽放用的移动式水环真空泵，额定流量为 $110\text{m}^3/\text{min}$ ，钻机采用 MK-3 型全液压钻机；吸气管路选用 $\phi 355\text{mm}$ 聚乙烯瓦斯抽放管通过

(下转 91 页)

水量为冻结段及上部四个含水层段井壁淋水)，具体对比见表2。

表2 注浆前、后井筒涌水量对比

| 堵水前水位 /m | 排水后水位 /m | 堵水前水位上涨速度 /m·h ⁻¹ | 堵水后水位上涨速度 /m·h ⁻¹ | 堵水前涌水量 /m ³ ·h ⁻¹ | 堵水后涌水量 /m ³ ·h ⁻¹ |
|----------|----------|------------------------------|------------------------------|---|---|
| 610 | 613 | 6.9 | 1.15 | 138.87 | 23 |
| 573 | 584 | 6 | 1.187 | 120 | 23.74 |
| 552 | 559 | 4.84 | 1.04 | 96.8 | 20.8 |
| 538 | 535 | 3.92 | 1.02 | 78.4 | 20.4 |
| 505 | 506 | 3.81 | 1.02 | 76.44 | 20.4 |
| 490 | 490 | 4.5 | 1.04 | 79.44 | 20.8 |
| 465 | 463 | 4.18 | 1.04 | 83.66 | 20.8 |
| 437 | 429 | 4.1 | 1.02 | 82.03 | 20.4 |
| 409 | 412 | 4.19 | 0.99 | 83.88 | 19.8 |
| 369 | 371 | 3.55 | 0.9 | 72.1 | 18 |
| 343 | 347 | 3.59 | 0.8 | 71.97 | 16 |
| 300 | 304 | 3.49 | 0.78 | 69.91 | 15.6 |
| 230 | 230 | 2.88 | 0.56 | 57.44 | 11.2 |
| 178 | 150 | 2.43 | 0.36 | 48.74 | 7.2 |

4 静水抛碴注浆封水施工效果及主要技术经验

从抛碴开始到井筒水排至抛碴面，共用时46d，排水22456m³，由于抛碴层及其内部充填的水泥浆液上下面各受到160000kN的压力，浆液结石率高、碴层空隙小，实测注浆堵水率100%，取得了圆满成功，分析经验如下：

(1) 抛碴完成，井筒涌水恢复到静水位后，才进行地面注浆，防止了注浆过程中突水点继续突水，将浆液冲散，影响注浆封水效果。

(2) 为保证浆液和石子凝固效果，必须采用石子，并经地面用水清洗，洗掉附着的石粉，利于石子在井底与水泥浆液结合。石子粒径必须一致，防止浆液充填不均匀。

(3) 注浆必须连续，防止了浆液之间充填不密实，两次注浆之间浆液出现裂隙。

(4) 注浆结束后，立即通过悬吊小铁桶入井下，实测浆液高出碴面2m，保证了抛碴层全长充填浆液。

(5) 井筒追排水期间，由于冻结段受突水水温高影响，冻结段化冻加快，在恢复井筒装备时一并对冻结段井壁后和壁间进行了注浆封堵，为以后施工创造了便利条件，节省了工期。

5 结束语

(1) 在井筒施工期间出现突水，特别是深井施工时，水压大，井筒受压大，采取静水抛碴注浆封堵出水点是安全可靠的方法。

(2) 因静水抛碴注浆压力较小，仅达到静水压力，因此抛碴注浆层强度较低，不能满足井筒下掘的要求，必须在抛碴注浆层上方构筑止浆垫，进行常规探水注浆，彻底封堵出水点，满足井筒下挖的需要。

[责任编辑：王兴库]

(上接95页)

304运输巷与钻孔连接，进入井下移动式抽放泵站，然后由泵站经气水分离器进入φ500mm聚乙烯排气管路，经盘区回风巷进入总回风巷稀释区排放，管路全长2600m。

5 利用高位钻孔抽放效果分析

随着工作面推进，从6月份开始，所施工的钻孔陆续起到了抽放作用。通过对抽放效果观测，单

孔抽放最高抽放纯量7.89m³/min，平均抽放纯量2.21m³/min，最高抽放浓度81%，平均抽放浓度21.5%，截止7月底，累计抽放瓦斯341km³，工作面回风流瓦斯浓度全部控制在0.1%~0.2%，上隅角瓦斯浓度0.1%~0.6%，钻孔孔长有效率62.5%~75%，解决了上隅角瓦斯超限问题。该方法效果明显，取得了良好的经济效益和社会效益(表1)。

表1 303工作面高位钻孔抽放前后比较

| 月份 | 生产时回风流瓦斯 /% | 上隅角瓦斯 /% | 瓦斯超次数 | 产量 /t | 日平均产量 /t | 因瓦斯超限影响生产时间 /h |
|---------|-------------|----------|-------|--------|----------|----------------|
| 4 (抽放前) | 0.5~0.9 | 1.2~4.2 | 12 | 181969 | 6065 | 102 |
| 5 (抽放前) | 0.4~0.85 | 1.13~2.6 | 7 | 191645 | 6182 | 30 |
| 6 (抽放后) | 0.08~0.2 | 0.1~0.5 | 0 | 218200 | 7273 | 0 |
| 7 (抽放后) | 0.1~0.2 | 0.1~0.5 | 0 | 249000 | 8032 | 0 |

由表1可以看出利用高位钻孔抽放技术彻底解决了上隅角瓦斯超限问题，真正实现了综采工作面高产高效、本质安全的目标。

6 结束语

高位钻孔抽放技术在303工作面的成功应用，

为黄陵矿业一号煤矿瓦斯综合治理提供了一条新的方法和途径，通过现场实践摸索出了一套治理综采工作面上隅角瓦斯超限的技术经验，从而实现综采工作面的安全生产。

[责任编辑：邹正立]