

平顶山十一矿自燃发火及其处理的调查报告

——关于115、116火区烟流活动规律的理论分析

储 重 苏 编

焦 作 矿 院

1981、2

平顶山十一矿已16、17层自燃发火及其处理的调查报告

——关于115、116火区烟流活动规律的理论分析

焦作矿业学院

通风教研室 储重苏

平顶山十一矿位于平顶山矿区西下边界，设计能力为年产60万吨，于1972年8月15日破土动工，1979年元旦简易投产，至今没有正式移交生产，现有职工近4000人，国家投资已达6000多万元。

据地质报告，已16、17层为不易自燃的层，但简易投产后，生产实践表明该层自燃性强，发火期只有三个月左右。但设计中没有考虑防灭火措施。简易投产一年多来，已形成已16、17层中的115和116两个火区。封存了十多万元的设备，并冻结了数万吨层。现将该矿自燃发火情况和两个火区的发生与处理情况报告如下。

一、层地质情况

1、层：含层地层为石炭二迭系。共有可采层5组11层。

二迭系4组8层如图1所示。从上到下为丙3、丁5、丁6、戊8、戊9、戊10、已15、已16、17。总厚度16.95米，目前设计开采的为丁6、戊9—10和已16、17三层总厚为11.03米

2、层质：

均为中等变质程度的肥气2号配焦层。

属低硫、低灰的易选优质层。售价每吨33.5元其余各组层灰分较高。

3、地质构造：

本井田大体是单斜构造，走向北西东南，倾斜北东南浅下倾角较陡为 $40^{\circ} \sim 70^{\circ}$ ，深下较缓—300米水平以下多为 30° 左右。

生产探明已组灶浅下，—180米水平以上主要构造属单斜急倾斜灶层变化较大倾角一般为 $25^{\circ} \sim 80^{\circ}$ 平均为 60° 左右，下分倒转构造复杂。

4、矿井沼气、灶尘及灶层自燃发火情况

—180米水平按低级沼气矿井计相对沼气易为 $< 10 \text{米}^3/\text{吨}$ 按三级管理。

该矿灶尘爆炸指数为 30% 以上，属于有灶尘爆炸危险性的矿井。

灶层自燃性：

据地质报告：经抚顺所鉴定，丙3、戊9两灶层有自燃放火危险，其它灶层不易自燃。所以根据地质报告，已16、17灶层属于不易自燃的灶层。

二、矿井开拓开采 1、开拓方法：

立井主石门底板大巷开拓方式，采区石门贯通四组八层灶—180米、—450米两个水平开拓全井田。

原设计全矿按走向分6个采区，每翼各3个采区、东翼1、3、5采区；西翼2、4、6采区，采区走向长为700米，现改为4个采区，东翼：1、3采区；西翼2、4采区。走向长改为1000米。

主井：井筒净直径 $D = 5.1 \text{米}$ ，一水平提升高度为347米

付井：井筒净直径 $D = 6.0 \text{米}$ ，一水平提升高度为305米

2、开采水平的划分

回风水平： +30米

第一水平： —180米水平，每隔30米为一小阶段。辅助水平—70米

第二水平： —450米

3、采灶方法

十一矿已16、17灶层采用以下两种采灶方法(1)柔性掩护支架采灶方法；

(2) 斜坡下行采炆方法.

丙组炆层：采用走向长坐大冒顶采炆方法。

十一矿已16、17炆层的采炆方法存在下列问题：

(1) 已16、17炆层厚为6~8米，掩护支架宽仅有3.5米。故丢炆多，回采率低，只有30~40%，掩护支架工作面每隔5米开一小眼，回采后无法封闭，给通风管理带来许多困难。

(2) 斜坡采炆法：

该采炆方法，无回风边借局扇送风回采，工效较高，且回采率低。

4、通风方式

该矿采用中央边界式抽出式通风，由付井进风。边界斜井出风。回风水百为+30米水平。

风量： $Q = 59 \text{米}^3/\text{秒}$

阻力： $\begin{cases} h_{\text{阻小}} = 135.9 \text{mm水} \\ h_{\text{阻大}} = 186.8 \text{mm水} \end{cases}$

风机：选用70B₂-21型24#轴流式扇风机，电机JSQ158-10型310kW

一套使用，一套备用

三、已16、17炆层115、116采空区自燃及其处理经过。

1、火区的发现及其处理

(1) 116火区

已16、17炆层的116采百，采用掩护支架采炆法，于1979年9月7日开始回采，至1979年11月15日结束。

但支架没有及时回收，故一直未予封闭。到80年3月16日中午发现8号小眼看着火，故即进行封闭。

(2) 115火区

(1) 火灾的发生

已16、17炆层的115采百如图2所示。采用掩护支架采炆，于1979年11月回采，至1980年2月上旬，由于地质构造，架子放不下去，而停止回采。在折架过程中，于3月25日早班，在回风巷发现炆油味，回风流中CO含量为0.039%，温度 $t = 19^\circ\text{C}$ 。

折架处温度偏高。为此，加速回收架子，到4月2日架子回收完。此时请来大黄山矿的同志来矿协助处理火区。

(2) 注水灭火与“均压”措施

在111机巷打了7个钻孔，向火区注水，无效。

当时对已16、17的117采石打标用“均压”防火措施，并做了一些准备工作，但由于对“均压”的认识不一致，所以未能实施。

(3) 封闭火区

4月10日首先封闭115的回风巷，致使火区的烟流向回下回流，侵入117采石和机巷。为此，只好立即封闭111、119的机巷和回风巷。因而，扩大了封闭区，使400多支架和四下电溜子等约10万元的设备，和3万多吨矸石冻结在封闭区内。

2、“均压”防火措施的制定与试验

(1) 115火区的“均压”措施的制定

为了解放115火区的冻结矸石，并回收出117采石的约5000吨三角矸和400多架子和四下电溜子。平十一矿打标采用“均压”措施。3月9日十一矿来我院联系，8月10日我到十一学习，11日我在矿作了关于“均压”防灭火的汇报，统一了对“均压”的认识，其后，和陆连甲工程师一起，协同该矿制定了115火区“均压”防火的技术措施，并经矿务局批准，准备实施。

(2) 116火区的复燃及其“均压”试验

115火区的“均压”措施，尚未及开始实施时，东翼116火区，由于在-70米水平开泄水巷以及在113折架，向火区大量漏风，使得火区于8月底9月初复燃，烟流串入118斜坡，矿上及时采取了“均压”措施，如图2所示，即在1112机巷加设11瓦片和5.5瓦片的局扇各一台，在7—12之间加设一个调窗后，十多分钟，斜坡巷边a b、c d…中的烟流就消失了。“均压”初见效果。

9月18日早班在1112机巷的8—9段发生了冒顶事故，约6米巷边堵塞使得火区烟流又串入118斜坡。当时，我力促尽快扒通风路。当风路沟通后，烟流即时消失。

在实验期间，1110机巷中的两边风门多次被打开或闹坏，1112机巷中的局扇多次被任意打开。每次都发生火区烟流串入118斜坡。

经过做过细工作，向采队工人讲解后，自觉维护风门，局扇运转也正常。数天内火区烟流稳定，不在下串，情况正常，准备10月1日正式回采1110斜坡回风。

但矿务局传达了省局的意见是：斜坡采煤法，无回风边，借局扇送风回采，不符合《规程》的规定。同时局的意见是“均压”在火下采煤，《规程》无此条文规定，就此，搁下了。最近来仅告知已封闭。

四、115、116火区烟流活动的理论分析

115火区和116火区的烟流串入下边巷边中，这是烟流活动的两种不同的类型，现作如下的理论分析。

1) 115火区烟流活动的理论分析

当在115采区的回风边中构筑密闭 T_1 后，烟流即串入下 T_2 117工作面和117机巷，为此不得不建立 T_2 、 T_3 密闭墙。这次烟流属倒流类型。

井下发生火灾后，流过火点的气流体积大大增加，前人实验知，可增加74%。因此，如果火势发已迅速，而烟流又不能很快地排放，就会产生烟流的倒流。

为图3所示，在P处发生火灾，而出风侧又设一个调节风门，因而烟流不能畅通，即使2—P是上行风路，也同样可能出现烟流的倒流。

最初在2—P段可以看到，新鲜风流沿巷边底板流向火点，而烟流沿着巷边顶板向下，按 $P \rightarrow 2$ 方向流动。此烟流的方向不仅与风机的风压方向相反，而且与“火风压”的方向也相反。

现讨论烟流倒流的条件和防止烟流倒流的条件：

如图4所示，在风路P点发生火灾，经过火点后的气体体积的膨胀增量为 ΔV ，并且将其看成是一个外来风的风流。

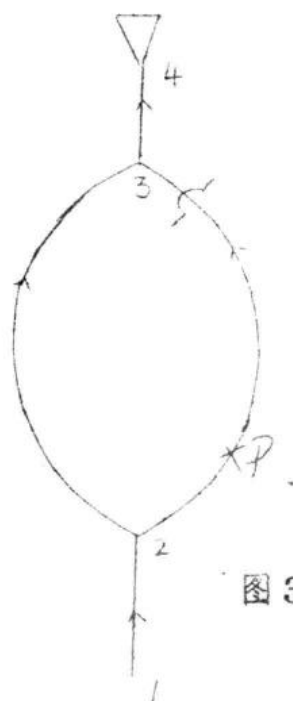


图3



以P为分界点，分成a、c两段，风阻则为 R_a 、 R_c 流过a、c巷边的风量分别为 g_a 、 g_c ，风机的风压为 $h_{\text{扇}}$

汇点P，有 $\sum Q_P = 0$

$$\therefore g_c = g + g_a \dots \dots (1)$$

而扇风机的风压 是克服a、c、 两段巷边的阻力。

现分三种情况讨论：

(1) 正常情况：（即烟流不倒流，烟流方向与通风方向一致）

$$\text{则有：} h_{\text{扇}} = R_a g_a^2 + R_c g_c^2 \dots \dots (2)$$

$$\therefore h_{\text{扇}} > R_c g_c^2 \dots \dots (3)$$

由(1)式中知： $g < g_c$ 并代入(3)式，则 $h_{\text{扇}} > R_c g^2$

$$\therefore \boxed{g^2 < \frac{h_{\text{扇}}}{R_c}} \dots \dots (4)$$

图4
条件。

(4)式即为风流保持正常通风方向的必要条件。

(2) 风路a静止不动：

$$\text{则 } g_a = 0 ,$$

$$g_c = g$$

可推导得：

$$\boxed{g^2 = \frac{h_{\text{扇}}}{R_c}} \dots \dots (5)$$

(5)式即为巷边中风流静止状态时的条件式。

(3) 风路a发生倒流

可推导得

$$\boxed{g^2 > \frac{h_{\text{扇}}}{R_c}} \dots \dots (6)$$

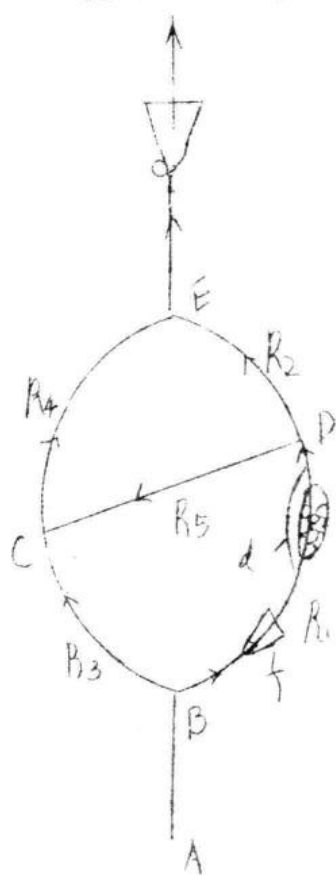
(6)式即为巷边a中的风流倒流时的条件式。

以上边(4)、(5)、(6)式分析,可见,只有当 R_c 最小时,(4)式才有保证成立。如 R_c 提高,则(6)式成立,烟流即发生倒流。 R_c 要求越小越好,否则需保持回风边的通畅。

115火区的烟流,所以串下来,由于在回风边打上了密闭墙 T_1 ,烟流排不出去,因为打上密闭墙 T_1 ,也就是提高了 R_c ,使得(6)式成立,因而发生了烟流的倒流。

所以,当时在115回风巷首先逆 T_1 密闭墙是否正确,是值得研究的。
2)116火区烟流活动的理论分析:

116火区的烟流为什么当1112的8'-9'冒顶后串入118斜坡中?为什么当1110机巷中的两边风门被打开或闹坏后,烟流也串入118斜坡呢?下边举例来分析这个问题。



例如,有一简单角联网路,如图5所示,在BD段按设一台局扇 f ,在在 f D之间发生冒顶,只有另外开一条 d 巷边。各巷边的风阻值为图中标注的网络中的对角巷边 cD 的风流方向是不稳定的,是随着各区段的风阻 R 值的变化而变化的。

对角巷边 cD 的风流方向有三种不同的情况。

(1) cD 中没有风流通过:

即 $Q_5 = 0$, 则 $h_5 = 0$

据风压平衡定律得, $h_2 = h_4$,

$h_1 = h_3$,

则 $R_2 Q_2^2 = R_4 Q_4^2$, $R_1 Q_1^2 = R_3 Q_3^2$

此两式相比,得

$$\frac{R_1 Q_1^2}{R_2 Q_2^2} = \frac{R_3 Q_3^2}{R_4 Q_4^2}$$

因为 $Q_1 = Q_2$, $Q_3 = Q_4$.

图 5

$$\therefore \frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4} \quad \text{-----}(7)$$

(7)式为对角巷边c D中无风流通边时的关系式。

(2)风流由D流向c

设想风路B c堵塞,则风流必然由D流c, B c堵塞,忌B C的风阻 R_3 无穷大,故可得下式:

$$\frac{R_1}{R_2} < \frac{R_3}{R_4} \quad \text{-----}(8)$$

(8)式表明,当各区段风阻比例关系符合此式时,CD中的风流方向则由D流向C。

(3)风流由C流向D风路BD堵塞后,则对角风路CD中的风流必由C流向D。风路堵塞,忌即该区段的风阻 R_1 无穷大,故可得下式:

$$\frac{R_1}{R_2} > \frac{R_3}{R_4} \quad \text{-----}(9)$$

(9)式即为对角巷边中的风流由C流向D的条件式。

从网路图2(b)中分析,可见118斜坡正处在复杂网路的对角巷边中。通过上例分析可知,118斜坡的风流方向是随着网路各区段的风阻值的变化而变化的。

当1112中8'-9'发生冒顶事故,和打开或闯坏1110机巷风门,都改变了风阻的比例平衡关系,因而火区中的烟流往下串。

所以,当调压将118斜坡烟流消失后,要维持此稳定状态,就需保证局扇正常运转而不能任忌打,1110机巷中的两边风门不能任忌打开,并应向该区队的工人讲清其作用和重要性,不能闯坏风门。

必须指出的,随着斜坡回采工作面的推移,各区段的风阻比例是在不断变化的,所以应随时注意观察烟流的活动,及时进行“调压”和调歪风阻,以保持各区段风阻比值的平衡,才能保证烟流按

定不下串，但又不能调得太高，以免将火区烟流顶到其它地点去，这是需要注意的。

五、平局十一矿火层自燃发火的原因和今后防灭火措施的提议。

下边谈几点个人粗浅的看法和提议。但由于我的水平低，尤其缺乏现场的实际经验，难免有错误，所以仅供参考，并希望同志们批评指正。

1)、火的自燃条件之一，就是该火层，本身必须具有自燃性，生产实践说明十一矿的已16、17火层不像地质报告中说的，属于不易自燃的火层，而是极易自燃的，因此，应送样到抚顺所，重新鉴定已16、17火层的自燃性，以便验证。

2、由于十一矿采用掩护支架采火法，回采率低，只有30~40%所以采空区的丢火太多为自燃提供了物质条件，要扭转这种自燃发火给十一矿带来的被动局面，最好的办法是彻底改革采火方法，提高回采率，减少采空区的丢火。

解决的办法：

(1)充填采火法：

据抚顺，辽阳、阜新等矿的经验，充填法，回采率可达80%以上，而且解决了火的自燃问题。从十一矿的条件来看，附近有一新电厂尾厂的炉灰渣子可用来作充填材料，电厂可提供管路设备，并给以每吨炉渣的处理费。但需对此炉渣进行化验，其中可燃物不能>20%才可。

充填法，虽然使吨火成本提高了，但已16、17火层的火质优良，每吨火的售价33.5元，以年产60万吨计，40%的回采率需150万吨的准备火量，在同样的火量和同样开拓量的情况下，如将回采率由40%提高到70%，则每年可多采火45万吨，给国多创造1500万元的财富。因而用充填还是可行的。

3、黄泥注浆法防灭火

黄泥注浆防灭火法是比较成熟的经验。从淮南、开滦等局的使用情况看，效果比较好，但是掩护支架采火法，不能适应黄泥注浆，从一点考虑也得改革采火方法。

4、迅速加强通风队伍

从该矿目前情况来看，火是十一矿今后影响正常生产的主要因素。不处理好火，生产将扭转不了被动的局面。处理火和加强通风管理，就得有一定的技术力量，目前十一矿连一个通风技术员都没有。

5、当前十一矿生产停顿中，可否考虑组织一个由矿厂长、总工程师、技术员、采掘队长、通风队长、机电下门组成的取经参观考察团到急倾斜有自燃的矿井学习人家的经验。然后提出十一矿的采掘方法改革方案。

6、“均压”作为临时的应急措施还是可行的，今后尚需进一步进行试验，摸索经验，配合其它长效的防灭火方法，才能充分发挥“均压”的作用，而不能把“均压”作为本矿唯一的防灭火措施。

7、当前十一矿急需解决的通风问题，首先要扭转大串联通风问题，目前有2个甚至三个掘进、回采工作面大串联，不解决这个问题，矿井的安全问题没有保证。

1980年10月22日写

参考资料：

1) 平顶山务局十一矿补套设计说明书 1980年

2) 矿井火灾专题 储重苏 1964年 焦作矿院函授下印

