

文章编号: 1009-6248 (2001) 01-0018-09

# 新疆煤田火烧区特征及其勘探灭火问题探讨

张秀山

(新疆煤田地质局, 新疆 乌鲁木齐 830000)

**摘要:** 煤田火烧区的存在, 给勘探、建井、开矿均带来一定的危害。本文重点论述新疆煤田火烧区的特征, 煤田火烧区的危害和煤田火烧区的主要形成因素, 经过各种勘探方法的对比, 选用地面物探方法(磁法和自然电场法)查清了煤层火烧区的分布范围和煤层地下燃烧状态。物探成果资料经钻孔验证技术效果良好, 根据煤层高温燃烧区定期观测剖面测定结果, 对新疆煤田火烧区储量的损失作了科学的推算。对煤田高温燃烧区灭火方法作了简要说明, 并对灭火效果提出了一定的见解。对灭火工程的验收程序提出了合理化建议。

**关键词:** 烧变岩; 高温燃烧区; 熄灭火区; 煤层闷燃区

**中图分类号:** X4, X43 **文献标识码:** A

新疆煤田火烧区点多面广, 燃烧速度之快, 煤炭储量损失之多十分惊人。经探测每年约有 257.6 万吨的煤炭在地下被火舌吞掉。新疆有 4 个含煤区, 煤炭预测储量达 18 000 亿吨, 已探明储量 900 亿吨。众所周知, 煤炭是不能再生资源。煤田火烧区给勘探、建井开矿造成严重的经济损失, 它威胁着大量煤炭资源。我们应该及时采取灭火措施去制止燃烧, 保存更多的煤炭资源。为我们国家经济高速发展提供雄厚的能源基地。

## 1 煤田火烧区特征

### 1.1 含煤区地质特征

西北以侏罗纪煤田为主, 广泛分布于准噶尔盆地、塔里木盆地、吐鲁番哈密盆地及其他中心盆地。新疆境内分布有 4 大含煤区(12 个煤田 7 个煤产地)高山隆升使岩体煤层裸露, 煤系地层受到剥蚀, 煤层出露受到干热氧化作用。煤层顶底板岩性主要由以泥岩、砂岩、粉砂岩、细砂岩、灰绿色粘土组成。

### 1.2 煤田火烧区地表特征

(1) 煤层浅部燃烧火区, 白天可见青烟, 夜晚有火光, 靠近火区可闻到硫化氢味( $\text{SO}_2$ ), 走近有呼呼声。硫磺沟煤矿区, 奇台县北山, 乌鲁木齐西山四道岔等都有过此情景。出现明火主要是火源通风好, 有的矿井巷道直接连通火源点, 有的地表裂缝连通火源点。

收稿日期: 2000-10-05; 修回日期: 2001-03-28

作者简介: 张秀山(1936-), 男, 河北平泉人。1960年毕业于北京煤炭工业学院, 高级工程师。长期从事煤田火烧区研究。

(2) 岩层缓倾斜的煤层火烧区地表形成塌陷坑和裂缝, 陡倾斜煤层火烧区煤层顶底板之间有塌陷坑, 有的个别地区地表覆盖层不塌陷, 因而构成了危险区。陡倾斜煤层浅部燃烧的火烧区煤层顶部植被枯死, 颜色发黄、甚至变为黑色, 这是受有害气体影响的结果。缓倾斜煤层, 且埋藏很深的燃烧点, 其地表植被生长基本正常。

(3) 非燃烧区煤层地表特征, 煤层正常, 地表无裂缝、无塌陷、无异味, 植被生长正常。

(4) 煤层燃烧后, 岩层受高温烘烤变质成浅红色、赭色、浅黄色烧变岩, 打击发出陶瓷片声。地表岩层裂隙度增大, 地表土质地变松软, 有大片的潮湿土, 地表面形成一层薄硬壳, 颜色为棕红色带有硫化氢的气味, 这是地下化学反应  $\text{SO}_2$  气体随热气上升地表形成。顶底板围岩中含有黄铁矿、赤铁矿、菱铁矿、褐铁矿等成分, 受高温烘烤发生物理化学性质的变化而产生新的电阻高、导电差的氧化物经高温分解产生磁性物质, 改变了结构性质, 岩石变为红色、棕红色、黄色的烧变岩体, 煤层燃烧时温度可达  $800 \sim 1\,000$  以上, 顶板熔为焦渣, 变成硫纹岩形状。

(5) 在无人开采的含煤区若发现在熄灭火区烧变岩体上面覆盖着黄土层, 没有烘烤现象, 这说明是一个古代火区被第四纪黄土所覆盖, 说明在晚更新世前后就已经烧过了。

### 1.3 煤田火烧区的危害

①煤层浅部明火, 释放大量的  $\text{CO}$ 、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{SO}_2$  气体, 造成煤矿及周边环境的空气污染。②火烧区煤层失去不能再生的煤炭资源。每年烧掉约有 257.6 万吨煤炭资源, 这是最大的危害。③急倾斜煤层, 深部煤层烧空而地表覆盖层悬空, 人行走在悬空地段是有生命危险的。④火烧区围岩孔隙多, 接受地表渗漏水 and 地下潜水, 储存于火烧区烧变岩体内, 构成一个地下水库, 直接威胁着井下工人生命安全, 一旦掘进打通火烧区水库, 强大压力的水流直冲巷道使人难以逃生。1964 年 3 月笔者去兰州窑街煤矿实地调查时, 矿工介绍一矿井是由于火区位置不清, 掘进时打进火区水库, 高压水倾泻而出, 人员伤亡很严重。这种现象别的省区可能也有发生, 决不可轻视科学技术指导。⑤矿井采区上或下是煤层高温火烧区, 相隔一定距离之下继续采煤, 火烧区的高温很容易引发采矿区煤尘瓦斯爆炸, 造成矿毁人亡的严重事故。新疆阜康县小龙口煤矿、大黄山煤矿等, 1967~1985 年先后发生爆炸死亡多人。⑥火区界限不清也会给矿井设计造成很大失误。几米至十几米厚的煤层, 经燃烧后, 烧尽的煤灰只有几厘米到十几厘米厚。一般火烧区地表覆盖  $Q_4$  黄砂土, 上面生长着绿色植被, 如没有火区资料就会造成设计上的错误, 给地方煤矿造成严重经济损失<sup>①</sup>。1966 年在新疆乌鲁木齐齐西山煤矿区施工, 在半山坡上有一对平硐, 打进百米巷道, 结果是息灭火区。新疆昌吉州的硫磺沟煤矿区, 滨湖煤矿设计一个平硐, 1992 年 10 月笔者亲自丈量掘进 360 多米不见煤层, 也是熄灭火区, 只有十几厘米厚的煤灰。有的矿区根据设计施工建井, 工程完成后, 当井下施工时却无煤。这样的实例不止一两个, 这都是不尊重科学盲目蛮干的后果。

## 2 煤田火烧区勘探方法与勘探效果

### 2.1 火烧区勘探方法

选择探测方法是寻找目标物的准确位置和地下埋藏的矿体形态, 探清煤层火区范围, 火

<sup>①</sup> 张秀山. 新疆煤田火区工作总结, 1989.

烧深度和燃烧状态, 结合生产需要选择适当的勘探方法。

### 2.1.1 地质普查

用这种方法确定火区范围与实际误差太大。

### 2.1.2 钻探方法

确定边界、火烧状态和燃烧深度。由于探火区钻孔少, 工程量有限, 只能以点代面的在报告中交待火情和火烧区的大概边界。科学的办法是用钻探去证实其他科学方法探测煤层火区工作成果的可靠性。

### 2.1.3 自然电场法

煤层高温燃烧区有明显的自然电位负异常, 煤的自燃就是一个氧化过程, 在火区上能观测到自燃电场主要有氧化还原电场存在, 烟煤的电阻比较高, 当它处于高温或燃烧时本身就在高温作用下使有机质发生化学分解作用, 热分解的结果出现炭青质, 炭青质是一种电的良导体。因此煤自燃时, 电阻率将会降低, 从而增高了电子的导电性。因此, 在火区上出现的自燃电场异常值比在煤层正常区的自然电位异常背景上出现的要高。

为了验证煤层火区出现自然电位异常过程, 1964 年我们在宁夏汝箕沟无烟煤产地打取  $0.6\text{ m} \times 0.3\text{ m} \times 0.25\text{ m}$  煤块做标本, 进行煤层火烧区的模拟实验, 如图 1 所示。实验结果与本区所取得的异常基本是一致的, 这种曲线形态与现场数条实际曲线是相同的<sup>①</sup>。自然电场法在煤层火区有实际应用价值, 但是也有其不足之处, 主要是观测深度有限。一般氧化矿体埋深  $50 \sim 60\text{ m}$  以上电位值反应明显, 自然电位场值大小与火源埋深有关, 与煤层火烧温度高低有关。因此, 在火烧区地表上观测到的自然电位数高低只可作鉴定煤层火区燃烧与熄灭之用, 用作定量推断是不够准确的。

### 2.1.4 测氦法

氦 ( $^{86}\text{Rn}$ ) 作为一种放射性气体, 但其衰变产物为固体粒子, 在野外一般将氦气体作为测量对象, 一般地层深部温度越高氦值越高, 采用氦析出正常区域与异常区域的异常差值, 经处理后可确定地下火区位置和范围。探测煤层高温燃烧区是比较理想的方法。读数比较稳定对深部高温区反映比较灵敏, 比自然电场法和红外线测量反映的好。测氦气由于观测方法的局限性, 只适用于矿区指定范围定点观测, 定期了解煤层火烧区的温度变化。

### 2.1.5 红外地面测温法

利用红外辐射测量物体的温度不必接触被测物体, 也不会影响被测目标物的温度分布。

①红外测温反应速度快, 一般在十分之几秒内, 目标表面发生的温度变化能够立即在红外测温仪上反应出来。②红外测温仪灵敏度高, 只要目标有微小的温度差异就能分辨出来。国产测温仪分辨精度可以测出  $0.1$  以上的变化。③红外测温仪测温范围宽, 可以测量从摄氏负

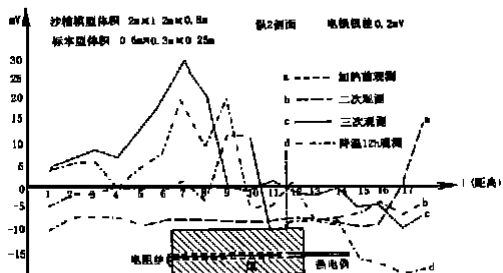


图 1 自然电场模拟实验曲线

Fig. 1 Experiment diagram of natural field

① 张秀山. 宁夏煤田火区工作总结. 1964.

几十度到千度以上的温度范围, 地面用红外火源探测仪探测煤层火源是轻便快捷的方法, 浅部煤层燃烧区在地面温度出现异常反应, 可划出高温区范围, 一般浅部燃烧大约在 10~50 m 深的温度传导地表有热辐射出现, 煤层火源垂深在 50 m 以下地表可能没有温度异常, 因为火源向地表传温, 在传导过程中高温被岩层和覆盖层所吸收, 没有裂缝则测不到深层火源高温, 这时用红外测温仪是没用的。

### 2.1.6 磁异常探测法

煤层经过高温燃烧, 顶底板及其夹矸受到强烈的高温作用后形成烧变岩体, 顶底板中的铁质多数是赤铁矿 ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )、黄铁矿 ( $\text{FeS}_2$ )、菱铁矿 ( $\text{FeCO}_3$ )、褐铁矿 ( $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ )。随着烧变岩的形成它们大部分转变成磁性矿物, 这种作用是在 300 ~ 800 的高温条件下产生的。为了证实其反应, 1964 年我们在宁夏汝箕沟选择含有黄铁矿的顶底板岩石和夹矸进行了高温焙烧试验 (图 2)。将原来无磁性反应的标本加温到 400 以上, 冷却后获得了磁性较强的烧变岩, 说明  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{FeS}_2$ 、 $\text{FeCO}_3$  已大部分转变成强磁性的  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ 。岩石中的铁磁性物质在地磁场中从高温 (居里点) 冷却时将获得很强的磁性, 这种磁性称为温差顽磁性或称热剩磁, 用  $J_{\text{TH}}$  表示。这种磁性体磁性是稳定的, 没有外力作用是不会改变原有磁性的。

烧变岩强磁性体的形成, 就是在场冷却的过程中实现的。它的磁化方向与地磁场方向相同, 在火区观测到的异常就是由温差顽磁性形成的。图 2 所示还原带的烧变岩正处于降温阶段, 还没有降到正常温度, 所以它只能得到一部分剩磁。根据我们的实际经验, 有这样一种规律性的现象: 在熄灭带上观测到的异常最强; 从熄灭带到燃烧带观测到的磁异常逐渐减弱; 在挥发物涌出带和吸附水蒸发带上面观测不到磁异常, 因此时正处于磁畴排列混乱状态。因此用磁法探测火区实际上它反映的是从火带到熄灭带的范围。影响烧变岩磁性的因素除上述温度和铁磁性矿物成分外, 还与氧化矿物结构比例成分、颗粒大小、排列形状、分布的均匀程度等有关。

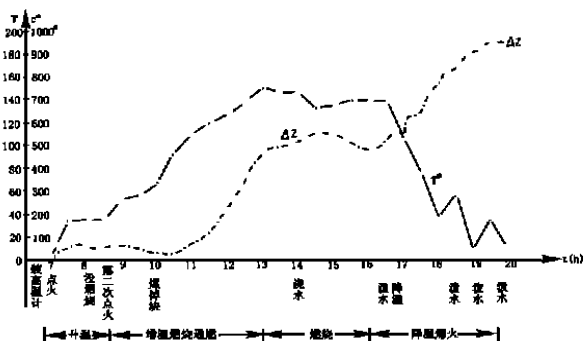


图 2 模拟煤层火烧区实测垂直磁力异常曲线

Fig.2 Abnormal diagram of vertical magnetism

## 2.2 火烧区勘探效果

### 2.2.1 物探的任务

①探测火区范围; ②了解燃烧状态; ③提出燃烧速度; ④提出预防措施。图 3 是西山火区的异常曲线, 对应于一层燃烧的情况, 煤田走向东西, 岩层向北倾, 倾角平均  $1. = 63^\circ$ 。火区上最大异常为 3 400 γ。图 4 是乌鲁木齐河东铁厂沟-沙沟煤层火烧区八道湾向斜南翼 ΔZ 异常。曲线走向东西, 岩层倾角  $70^\circ \sim 80^\circ$ ; 有效磁倾角  $82^\circ$ ; 最大异常 3 500 γ。

### 2.2.2 确定煤田火区和老窑火区边界范围

煤层烧变岩磁异常是属于有限延深倾斜板状矿体, 曲线为二度体异常状态。解释推断应用延拓和曲线特征点法。确保高精度, 对经典剖面曲线要作好现场地形、地质、含水层位和煤层火区顶板露头位置的调查, 排除影响后方可确定火区边界和垂直深度。如图 5 所示, 根

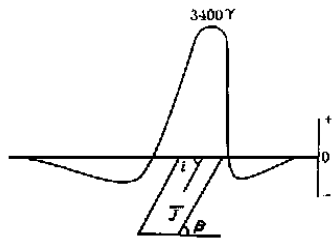
图3 西山火区的 $\Delta Z$ 异常曲线

Fig. 3 Abnormal diagram in Xishan region

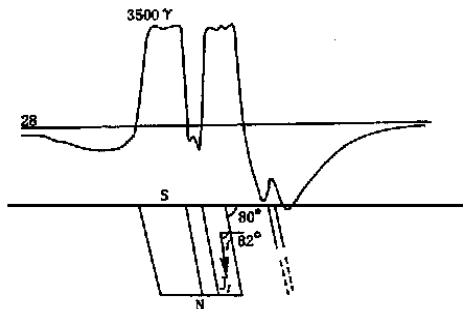
图4 乌鲁木齐河东铁厂沟-沙沟煤层火区八道湾向斜南翼 $\Delta Z$ 异常曲线

Fig. 4 Abnormal diagram of an ironworks in Urumqi

据 $\Delta Z$ 曲线特征,结合火区地表现象,如缓倾斜 $30^\circ$ 左右,斜交磁化的 $\Delta Z$ 曲线左侧(a)点,可定为火区上部边界;曲线左侧 $\Delta Z$ 的极小值(b)可定为底部火区边界。a、b线之间为火区范围,H为火区底界垂深。这个火区的范围相当于火区的高温发火带到熄灭带。

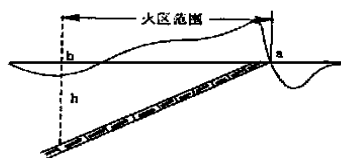


图5 确定火区范围示意图

Fig. 5 Diagram showing how to determine fire range

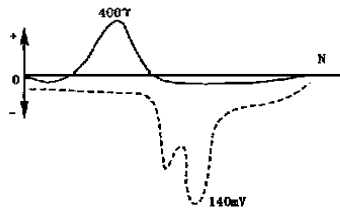


图6 石咀山矿区老窑磁力和自然电位曲线

Fig. 6 Magnetism and natural electric diagram in Shizuishan area

### 2.2.3 探索燃烧状态

有燃烧活动的地段,是指那些已处于升温的或正在燃烧的以及将燃烧的地区。为解决这个问题,以综合利用磁法和自然电场法为宜。图6是矿区老窑地表观测到的磁力与自然电位曲线,在右侧出现自然电位异常而没有磁力异常,图6可以说明磁力 $\Delta Z$ 、自然电位曲线在一定程度上起到互相弥补的作用。有燃烧活动的地区,在划分火区燃烧状态时,要注意地表现象,如高温、热气、裂隙、植物枯黄、变色等。

图7是新疆昌吉市硫磺沟煤矿区 $\times \times$ 勘探线地质剖面,普查填图火烧区宽度为300 m,磁法 $\Delta Z$ 曲线解释推断火烧区宽度为800 m,火区底部端点垂深340 m。在300~340 m处有高温燃烧,因为自然电场法受深度限制没有观测到电位异常,在800 m边界线上布了一个孔位。验证钻孔在钻进210~250 m深的裂隙处,钻具出现75 高温。

### 2.2.4 确定煤层燃烧速度

1963~1965年间,在宁夏石咀山矿区和贺兰山黑头塞井田、汝箕沟井田有燃烧活动的区

域, 选择了 12 条剖面作为定期观测剖面, 测点用木桩和其他无磁性的固定标志, 每个剖面测取的资料都有显著变化。在同一测点上, 1965 年的磁异常比 1963 年的普遍增加逾 100  $\gamma$ , 曲线特点都向倾斜方向平均推移了 1 m。在汝箕沟矿区各高温燃烧区底界线联接总长度为 800 m, 煤层厚 10 m, 每年前进 1 m; 煤的比重  $1.4 \text{ t/m}^3$  汝箕沟矿区每年损失储量 11 200 t; 在石嘴山露天矿和小煤窑的 4 条剖面上, 由于火源不深所以每年特征点向前推移了 2~4 m。可见火区燃烧速度与火源埋深和通风条件有关, 火区不会等速前进, 因为燃烧受到深度和供氧条件的限制, 煤层将越烧越慢。黑头塞火区由于距地表浅, 供氧条件好所以燃烧速度快, 每年以 2~3 m 的距离向倾斜方向推移, 在同一个定期观测剖面线上的自然电位曲线特征点也有明显的推移。这个例子说明, 定期观测确定煤层火烧区燃烧速度的方法是可取的 (图 8)。

### 2.3 资料验证

为了证实新疆库车俄霍布拉克煤田火区的  $\Delta Z$  曲线, 多层位重叠异常边界可靠性, 在本区布了 4 个验证孔, 结果和推断吻合。新疆昌吉州硫磺沟 17~40 勘探线共布了 10 个验证钻孔, 结果非常理想。

新疆有关灭火单位为了验证西山火区物探解释成果, 在 14 条剖面上布了 66 个钻孔, 穿过 112 个煤层点, 有 101 个是吻合的, 5 个是解释上的错误, 6 个层点待查, 准确率达 90.2%, 可见物探效果是好的、可信的。

#### 2.3.1 勘探方法综合利用

在解决煤田火灾问题上应根据煤层火区具体情况配合利用不同方法, 先地质调查, 然后在浅部火区应用红外测温、磁法和自然电场法; 在深层火烧区用磁法、测氦法与自然电场法; 大范围火区快速普查作控制剖面时用磁法和红外测温法。

#### 2.3.2 煤田火区储量损失估算

30 年来我们根据勘探和建井的需要, 在西北地区用地面物探方法完成了 25 个煤矿区地面探测任务, 对正在燃烧的煤矿区煤层火烧推进速度作过大量定期观测工作, 在浅部与小煤窑通风好的剖面上平均每年推进 2~3 m 距离。在深层闷燃区每年推进只有 0.5~1 m, 新疆煤田火烧区除了小煤矿火灾而外, 都属于深层燃烧区, 每年按 1 m 速度计算, 燃烧煤层平均厚 20 m, 每年矿区煤层火区底部高温燃烧界面联接长度平均为 2 000 m, 新疆 46 个煤矿火区, 每年损失储量估算:  $2\,000 \text{ m} \times 46 \text{ m} \times 20 \text{ m} \times 1.4 \text{ t/m}^3 = 257.6 \text{ 万吨}$ 。例如: 新疆昌吉州硫

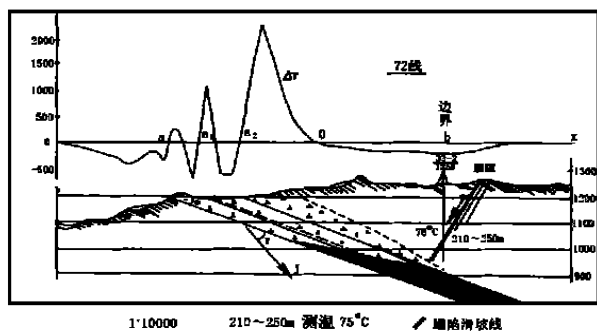


图 7 12 线钻探验证剖面

Fig. 7 Section drawing of 12 line drilling

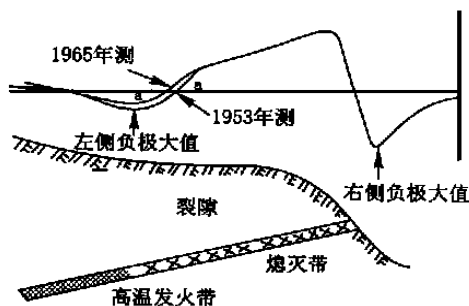


图 8 磁法定期观测剖面  $\Delta Z$  曲线

Fig. 8 Diagram of observation data using magnetism method

磺沟煤矿区主要有 3 层厚薄不同的煤层燃烧, 1985 ~ 1987 年物探工作测定火烧区面积  $12.22 \text{ km}^2$  地下煤层高温燃烧界面长达  $6\,000 \text{ m}$ , 现在每年损失约 17 万吨, 高温燃烧面积约  $1.2 \text{ km}^2$ 。新疆煤田火烧区煤层储量损失究竟是多少, 应该认真测算。希望在没有开展火区物探工作的煤矿区应继续作好煤田火区物探详查工作。

### 3 煤田火烧区的形成, 灭火效果鉴定与工程验收方法

#### 3.1 煤田火烧区成因

##### 3.1.1 煤层燃烧 3 要素

- (1) 充足的空气 (氧化助燃)。
- (2) 适当的高温 (聚热大于散热)。
- (3) 充足的时间 (形成火区全部过程)。

##### 3.1.2 地理环境

新疆具有典型的大陆性温带荒漠气候特征。它的形成与本地区所处的地理位置——远离海洋, 受高山阻挡, 海洋水汽难以到达, 降水量远比同纬度其他地区少, 相对湿度小, 高温、干旱、少雨、多风沙的干热气流有关, 这些因素加快了出露煤层吸热氧化自燃的速度, 这也是新疆地区多煤田火区的主要原因。

##### 3.1.3 自然因素

干旱半干旱区岩层和裸露的煤层经风化大量吸热。煤层颗粒孔隙内部保留 20% 的  $\text{CO}_2$ , 当温度上升达到临界温度时, 煤的颗粒孔隙之间的  $\text{CO}_2$  借热浮力作用上升到煤层外, 煤颗粒之间又获得外部新的空气补给。当内存温度达到一定高温 (80 以上), 聚热温度大于散热温度时, 就可以引起煤本身快速增温而燃烧, 并释放出一定数量的  $\text{CO}_2$  气体。

森林因久旱、干燥、少雨而产生自然灾害, 雷电激化也会引起自燃, 森林地表腐殖植土氧化自热燃烧, 都会引起煤燃烧, 这种火灾从古至今都有发生。

##### 3.1.4 人为因素

从人类钻木取火开始到现代的矿井和露天采矿, 都存在着人为火灾的因素。现代煤矿发生的火灾, 主要是生产管理上的问题, 如开采方法不当, 不能及时通风、排尘、井下火点不能及时熄灭等因素引发了矿内瓦斯爆炸, 引起煤层燃烧, 如哈密大南湖煤矿北塔山煤矿火烧区是开采方法不合理引起的。小龙口煤矿、大黄山煤矿、铁厂沟煤矿等纯属管理不到位造成的。西北是煤田火灾多发区, 究其原因不仅与西北地区自然地理气候环境有关, 而且与人的管理不善也有关。

##### 3.1.5 煤层形成火区的机理过程

根据现在的认识, 煤层自燃发火有如下过程:

如果在倾斜方向划分火区, 可按其发生、发展的进程将火区分成 5 个带: (1) 吸附水蒸发带; (2) 挥发物涌出带; (3) 发火带; (4) 燃烧带; (5) 还原熄灭带。以上几个带对于一个完整的煤层火烧区来说, 是同时存在的。如果把煤层燃烧的各阶段与火区分带联系起来, 就可以帮助我们了解煤层露头自燃而造成的火烧区。

### 3.2 灭火方法

如何将燃烧区 500 ~ 800 m 以上的高温燃烧带降温熄灭呢? 根据火区灭火现场条件可选择适当的灭火方法, (1) 沙土压埋法 (成本低、效果较好); (2) 水土冲填法; (3) 水冲降温法; (4) 山脊火区爆破剥离法; (5) 巷道隔离法; (6) 液体二氧化碳灭火法; (7) 冷弹高压膨胀灭火法 (适用井下采区)。

### 3.3 灭火效果鉴定方法

#### 3.3.1 测温

(A) 钻井口常规气体测温。(B) 热电偶送进孔内适当深度测温, 确定大面积深层高温火源是否降到 70 °C 以下。

#### 3.3.2 气体分析

煤层燃烧从低温氧化增温燃烧是  $O_2$  促进煤质氧化起着热分解作用, 煤接触氧产生化学反应放出热量。如果内存热量大于释放热量就产生自燃。温度升高时向外释放 CO 气体。因此, 鉴定灭火效果之一是看 CO 是否降到 0.005% 以下或绝迹, 同时要测定  $CO_2$ 、 $CH_4$  气体含量。

#### 3.3.3 测氦法

煤层氧化升温高温燃烧阶段, 存在于煤层和煤层顶底板岩层中的铀成分, 在热温作用下产生氦气,  $R_n$  随着热流上升地表, 用氦气量多少可鉴定地下煤燃烧程度。熄灭火区氦气量标准: (1) 绝迹; (2) 保持一段时间的低含量。因为大面积火烧区灭火降温到临界温度以下时, 地下煤层顶底板还储存大量热能要散热, 所以降温需要一段时间。

#### 3.3.4 磁法、自然电场法

30 年来我们在 25 个煤田火烧区的物探工作证明, 在浅层 (100 m 以上) 正常含煤区和已熄灭火区上观测自然电场时, 没有自然电位异常变化, 但是在增温燃烧阶段则出现明显的自然电位  $\Delta V$  负值, 电位值高低随着煤层火烧深度和温度而变化。(2) 磁法在煤田火烧区剖面上观测到的是热剩磁。

在灭火期间作定期观测, 如果磁性逐渐升高, 说明煤层正在增温燃烧, 如果多次观测磁异常曲线异常值不变, 说明火已熄灭。灭火处用物探方法在哈密大南湖矿区作定期观测, 灭火时在乌鲁木齐铁厂沟矿区用磁法和自然电场法作定期观测, 鉴定火区熄灭程度都取得了比较好的效果。

## 4 讨 论

矿井火烧区和大面积煤田高温燃烧区灭火效果有何不同? 笔者认为矿井火烧区起火时间比较短、温度较低、范围小、巷道有空间、热量集中、围岩储存热能有限, 灭火降温散热比较快, 短时间可恢复到常温。而大面积深层火烧区燃烧时间长——几年、几十年、几百年, 围岩储藏大量热能, 明火熄灭而高温下降很慢, 还需要很长时间。因为围岩吸收大量热能在没有增温情况下, 靠岩层导热注水降温, 温度下降是很慢的, 温度下降到临界温度 70 °C 以下时就算成功。但是, 地表裂隙和井下通风处一定要密封半年以上方可注销。

经过灭火工程之后上级应采用什么方法验收? 笔者认为 (1) 重新抽气取样分析, 进行测温、测氦。地表新土层生长绿草不一定说明地下火源已经熄灭, 只能说明是一种好的现象, 因



为地表新土没有受到深层火区 CO、SO<sub>2</sub> 有害气体污染, 所以有水分就可以生长绿色植被。  
(2) 灭火工程结束之前, 验收单位应在施工单位上报的灭火注销范围内, 重新指定位置打钻抽气分析, 测定井下温度, 当均达到火区注销标准时方可批准验收。

新疆煤田火烧区点多, 与自然地理环境和矿井管理不善有关, 为了减少损失应大力开展火区物探详查工作。实践证明, 大面积详查采用磁法和自然电场法效果很好。目前, 火烧区还很多, 应增加灭火施工力量, 提高灭火速度, 对灭火工作应制订火区灭火验收标准。制订煤矿火区法规, 若发生矿井火灾, 应追究煤矿法人责任。

## 参考文献:

- [1] 斯调成斯基, 奥吉耶夫斯基. 矿内火灾 [M]. 北京: 煤炭工业出版社, 1958.
- [2] 熊光楚. 磁铁矿床上磁异常的解释推断 [M]. 北京: 中国工业出版社, 1964.
- [3] 曾融生. 岩石磁性 [M]. 中国科学院地球物理所, 1963.
- [4] 铁 杰. 关于煤田火灾灭火标准的探讨 [J]. 新煤科技, 1985, (2).
- [5] 中国自然地理编写组. 中国自然地理 [M]. 北京: 高等教育出版社, 1984.
- [6] 张秀山. 磁法探测煤层自燃火区 [J]. 煤田地质与勘探, 1980, (6): 43.
- [7] 张秀山. 物探方法在煤田火区上的应用价值 [J]. 新煤科技 1998 (1).

# On the put out fire in coal field burning regions of Xinjiang

ZHANG Xiu-shan

(*Coal Geology Bureau of Xinjiang Xinjiang Urumqi, 830000, China*)

**Abstract:** Coal field burning does great harm to coal exploring, pit building and mine opening-up. The author has been engaged in substantial research in this area since 1961. This article put emphasis on discribing burning area s characteristic, damage and factors contributing to its forming. After comparison of various methods, surface magneticism-detection method and natural electric field detection method are chosen to determine location and condition of burning area. By drilling into clal mine, surface detection method has been proved correct and it has led to a scientific caculation of coal deposit loss in Xinjiang, which results from regular study of burning section. In the end, the author concisely explains bow to put out fire and how to appraise, examine extinguishment effect.

**Key words:** Xinjiang; coal field burning; put out fire