

淮南矿业集团公司潘三煤矿

1781 (3) 工作面瓦斯危险程度预测

焦 作 工 学 院
淮 南 矿 业 集 团 公 司

二 0 0 三 年 七 月

淮南矿业集团公司潘三煤矿

1781（3）工作面瓦斯危险程度预测

焦 作 工 学 院
淮 南 矿 业 集 团 公 司

二 0 0 三 年 七 月

目 录

1 工作面概况·····	(2)
2 工作面构造特征及构造软煤分布·····	(3)
3 工作面煤与瓦斯突出区域预测基本参数·····	(10)
4 1781(3)工作面煤与瓦斯突出区域预测·····	(12)
5 主要结论·····	(14)

1781 (3) 工作面煤与瓦斯突出危险性预测

1 工作面概况

1781 (3) 工作面位于东四采区东翼。北邻 1771 (3) 工作面 (尚未掘进), 南部 C_{13-1} 煤层尚未采动, 西起东四采区上、下山, 西邻的 1772 (3) 工作面已于 2002 年 10 月 18 日收作, 东至潘一与潘三井田边界以西 20m (图 1)。

工作面西部 1782 (3) 工作面底板抽排巷及 1782 (1) 工作面轨、运顺正在掘进, 东四采区下段回风下山及皮带机下山即将掘进。1781 (3) 工作面的下解放层 17151 (1) 工作面已于 2001 年 5 月 31 日收作, 但里段约 350m 为未解放区。

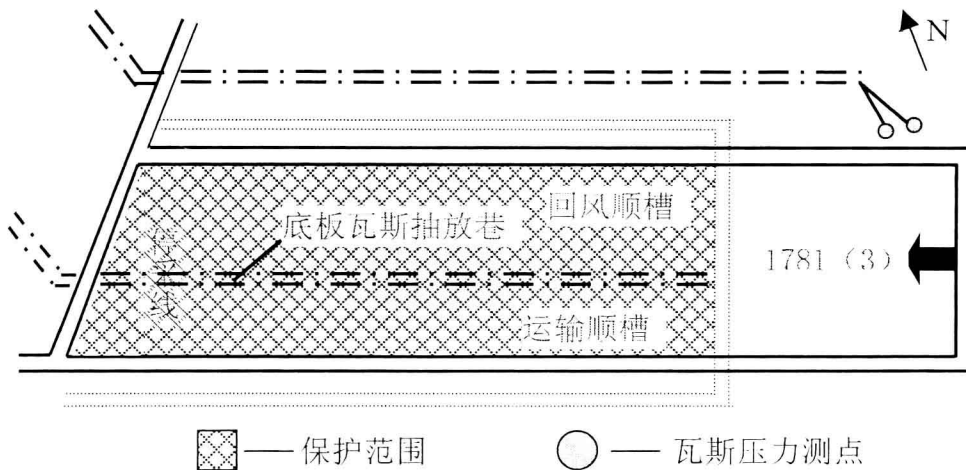


图 1 1781 (3) 综采工作面巷道布置示意图

1718 (3) 工作面煤层底板标高 -570 ~ -623m, 相应地面标高为 +20.3 ~ +23.2m, 工作面轨道顺槽 1132m, 运输顺槽 1164m, 倾斜长 150m, 面积约 172200m², 可采储量 103.1 万 t, 采用综采放顶煤采煤工艺, 全陷落法管理顶板。

1718 (3) 工作面 C_{13-1} 煤层厚度为 3.0 ~ 6.0m, 平均 4.6m。煤层结构较复杂, 含 1 ~ 2 层泥岩或炭质泥岩夹矸, 厚 0.18 ~ 0.50m。煤层呈半暗 ~ 半亮型, 以块状、鳞片状及粉末状产出, 一般上部为块状, 煤体硬度较大, 中下部硬度较小。煤的灰分产率约 20%, 挥发份产率为 25% ~ 30%, 含硫量约 0.3%, 煤级为气煤。煤层产状 200° ~

240° ∠5° ~9°，工作面中、东部产状有一定的变化。

煤层顶板为泥岩（厚约 1.0m）和 C₁₃₋₂ 煤层（厚约 0.86m）组合的复合顶板，稳定性差，易冒落，泥岩自东向西呈变厚的趋势，且东部含炭质。老顶主要为砂质泥岩，工作面中段为砂、泥岩互层。煤层底板为厚约 1.82m 的灰色泥岩，顶部含炭质。

1781（3）工作面处于井田内煤体结构破坏较严重、构造软煤厚度相对较大的区段，煤层瓦斯含量达 8~12.79m³/t。2002 年 11 月 25 日，轨道顺槽掘进至 BG₃₅ 点东 27m 处发生过小型煤与瓦斯压出，压出煤量约 10t。压出点位于小断层（F_{n3}）下盘及工作面北缘南倾正断层（F_{s9}）尖灭端，构造应力使压出点附近煤体遭受严重挤压揉皱，多呈粉末状及鳞片状，煤体强度显著下降。

2 工作面构造特征及构造软煤分布

2.1 工作面构造特征

1781(3)工作面位于潘集背斜南翼的深部，总体上为一单斜构造。煤层赋存稳定，煤岩层产状 200~240° ∠5-9°，平均倾角 7°。三维地震勘察表明，工作面里段发育一近走向正断层 Fs9，断距 H=0~5m，靠上顺槽距离较近，延展长度约 210m，对该面初期回采有一定影响。因为该断层的断距变化，还造成了最里段 300 多米煤层发育小型褶曲，产状变化较大，煤层起伏 1.5~3.0m，小向斜和小背斜宽度 200~230m，轴向近 NE45°。

表 1 1781（3）工作面揭露断层一览表

断层名称	走向 (°)	倾向 (°)	倾角 (°)	性质	落差 (m)	延长 (m)	影响回采程度
F _{n1}	200	290	40	正	≤1.0	110	有影响
F _{n2}	180	90	50	正	0.8	80	有影响
F _{n3}	230	140		正	0.8	20	影响较大
F _{n4}	265	175		正	0.6	60	影响较大
F _{n5}	175	85	30	正	2.0	200	影响较大
F _{n6}	180	90	60	正	0.8	50	有影响
F _{n7}	248	158	45	正	1.5		有影响
F _{n8}	300	210		正	0--5	210	有影响

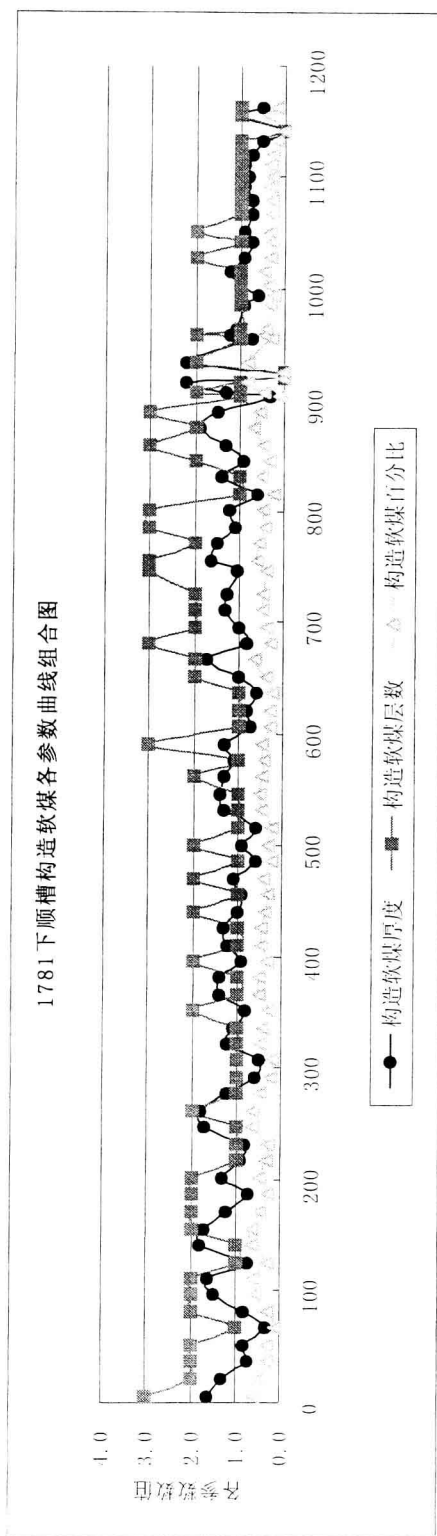
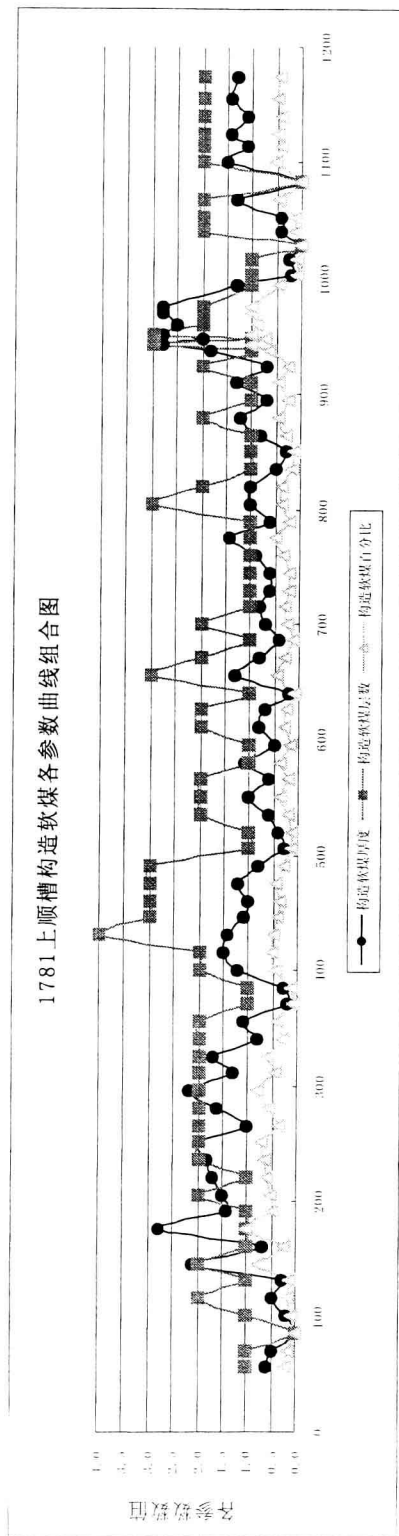


图 2 1781 (3) 构造煤上下顺槽构造煤参数图

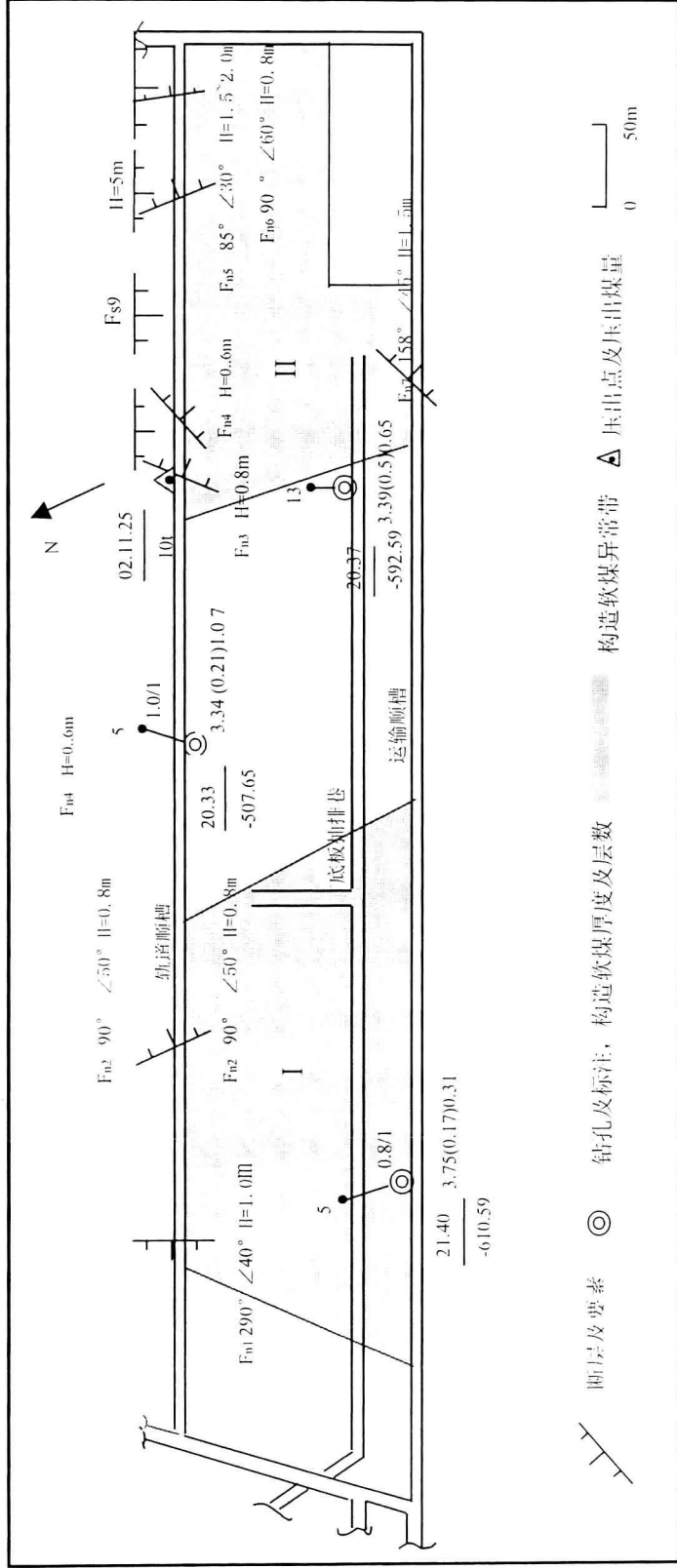


图 3 1781(3)工作面揭露构造及构造软煤异常带分布图

该工作面掘进共揭露小断层 7 条，均为正断层，落差 0.6~2.0m（表 1，图 2），其中轨顺揭露断层 6 条，落差 0.6~2.0m，运输顺槽揭露断层 1 条，落差 1.5m。在回风顺槽 F_{n3} 和 F_{n4} 附近为一断阶构造组合，使得煤层变薄，煤体原生结构被破坏，挤压揉皱现象严重，在掘进阶段就发生小型煤与瓦斯压出现象，压出煤量 10t，预计该段对生产影响较大。井下坑透资料显示， F_{n3} 断层向工作面内部延伸很近即与 F_{n4} 汇合， F_{n5} 在工作面内延伸较远，约 200m，断距可达 2—3m，切割里段的小褶曲轴，将对工作面回采产生一定影响。

总之，根据三维地震资料、井下坑透资料 and 实际揭露资料分析，该面构造地质条件总体较简单。

2.2 工作面构造软煤分布

(1) 煤体结构类型及构造软煤

煤层是含煤岩系中的相对软弱层，在构造应力作用下的应变较之围岩要显著的得多，从而使煤体的原生结构遭受不同程度的改造和破坏，形成构造煤。构造煤按煤体结构破坏程度可依次分为糜棱煤、碎粒煤和碎裂煤，而煤体的原生结构无明显改造和破坏的煤谓之原生结构煤（煤体结构类型及其宏观特性见“1452（3）工作面瓦斯危险程度预测”中表 2）。

煤壁观测可见，原生结构煤、碎裂煤与碎粒煤、糜棱煤在宏观特上有明显的差异，前两者多呈块状，光亮~半亮型，层理清楚，煤体结构破坏不明显或轻微破坏，煤体的强度较大。而碎粒煤和糜棱煤煤体结构破坏严重，拌有粒间错移或塑性滑移、揉皱，致使煤层呈半亮~半暗~暗淡型，层理紊乱，甚至无层理，随煤体破坏程度、变形方式的不同，煤可呈碎粒状、镜面状、鳞片状、粉状或土状产出，煤体强度显著下降。实验室和煤壁测试显示，煤体结构破坏程度不同，煤的视电阻率、介电常数、空隙性质及空隙率、密度、声波速度等物性参数均存在一定的差异，而其中视电阻率、波速等参数的差异明显。按物性差异可将煤分为结构未遭破坏或破坏轻微煤体和严重破坏煤体两类，这为非接触式探测未揭露区煤体结构破坏程度提供了物性前提，鉴于碎粒煤、糜棱煤在物理性质、宏观特征等方面与原生结构煤、碎裂煤的明显差异，为了使煤体结构观测、探测研究和生产实际中所采用的术语建立可比关系，我们将碎粒煤、糜棱煤定义为构造软煤，与以往煤矿生产中常说的软煤相当。

生产实践和研究均表明,构造软煤的存在改变了煤层瓦斯的局部赋存及渗流条件,易于形成瓦斯异常带,煤与瓦斯突出往往发生在煤体结构破坏严重和构造软煤厚度较大或变化较大的地段,并且往往是从软煤分层开始。因此,在煤与瓦斯突出危险性预测中煤体结构观测和构造软煤厚度及分布规律的研究受到普遍的关注。

(2) 1781(3)工作面构造软煤分布特征

通过对工作面顺槽和切眼掘进中揭露煤层的跟踪观测、井下坑透和地质勘探钻孔测井曲线判读所获得的构造软煤信息综合分析,1781(3)工作面构造软煤分布有如下特征:

①1781(3)工作面处于 C_{13-1} 煤层构造软煤相对较发育的块段。从巷道揭露的煤壁观测可知,工作面回风顺槽的构造软煤厚度为 $0\sim 2.8\text{ m}$,一般约 1 m ;下顺槽构造软煤厚度为 $0\sim 2.2\text{ m}$,一般也为 1 m 左右(构造软煤分布状况各参数曲线组合见图 2、3)。上顺槽 81 个观测点中,构造软煤比在 30% 以上的点达 54%,其中软煤比在 50%~100% 的点达 28%。运输顺槽 86 个观测点中,构造软煤比在 30% 以上的点达 65%,其中软煤比在 50%~79% 的点为 21%,软煤比在 80% 以上的点未见。反映了工作面煤层构造软煤厚度普遍较大,横向变化也较大。在小断层附近煤体结构的破坏程度较高,出现典型的较厚层糜棱煤分层。回风顺槽软煤厚度较大,破坏程度较高的点较多,但横向变化也大。而运输顺槽软煤厚度稍小,破坏程度较高的点也少,横向变化也稍小。

② C_{13-1} 煤层中发育有 0~4 层构造软煤,一般为 1 层或 2 层,主要分布在煤层的中上部和下部。中上部构造软煤分层厚度较小,为 $0.1\sim 0.9\text{ m}$,大多为 0.3 m 左右。软煤厚度在横向上变化较大、连续性相对较差。软煤多为碎粒煤,发育光滑的摩擦镜面和劈理,层间小揉皱也较发育。软煤分层中常夹有碎裂煤或原生结构煤透镜体。下部软煤分层厚度普遍较大,为 $0.15\sim 2.0\text{ m}$,一般为 0.9 m 左右,软煤的横向连续性相对较好。在小断层附近(如 F_{n3} 、 F_{n4} 附近),甚至出现全煤壁均为构造软煤的情况,且煤体的破坏程度较高,出现鳞片状、粉状、土状糜棱煤。通常情况下,多为镜面状、鳞片状、劈理状碎粒煤或糜棱煤,时见层间小揉皱。

③工作面构造软煤较厚且横向连续性较好的软煤异常带有两个,分别为:回风顺槽自开口处 135 m 至 480 m 及运输顺槽自开口处 90 m 至 603 m

所圈成的块段(I)和回风顺槽自开口处870m以里及运输顺槽自开口900m以里所圈成的块段(II)(图3)。这两个异常带在坑透图上也有明显标志,信号衰减显著(图4)。在异常区I,回风、运输顺槽构造软煤比多在50%以上,回风顺槽软煤分层2层以上者较多,仅个别点出现厚层软煤,运输顺槽发育1~2软煤分层者居多,并出现厚达1.7m的软煤分层。回风、运输顺槽构造软煤的破坏程度不高,多为碎粒煤,偶见糜棱煤分层。异常区II内,回风、运输顺槽构造软煤比多在30%以上,但在小断层旁侧软煤厚度和煤体破坏程度明显增加,出现厚层的糜棱煤分层。

④切眼的10个观测点中,构造软煤分层达30%以上的仅1个点(39%),且均为单层式,位于煤壁的下部;煤体破坏程度达碎粒煤级,厚0~1.1m,显示出沿煤层倾向变薄的趋势。

综上所述,1781(3)工作面构造软煤较发育,软煤比达30%以上的观测点在上、下顺槽分别达到54%和65%,故从构造软煤发育程度和煤体结构破坏程度而言,工作面具备发生煤与瓦斯突出的煤层条件。

2.3 构造煤和小构造的关系

从工作面构造分布和构造煤发育特征可以看出,矿区构造对构造煤分布具有明显的控制作用。虽然工作面煤层呈单斜状产出,但由于整个工作面处于潘集背斜南翼,受到了潘集背斜在印支期形成时期的挤压构造应力作用,地层被挤压缩短。作为能干性较差的煤层,在挤压缩短、形成背斜褶皱过程中受到比其它地层更强的破坏,因层间滑动而形成了构造煤。这样的构造煤一般在褶皱轴部较发育,但翼部因层间滑动也会发育,只是其破坏程度稍轻,达到碎粒煤级。1781(3)工作面普遍发育的层状碎粒煤相信就是这种成因,而高级别构造煤异常区则是又叠加了后来燕山期和喜山期构造改造的结果。

后期构造改造造成潘集背斜南翼在走向上的起伏,并伴生有正断层发育。工作面外段构造煤异常区I正好是一个近SN向宽缓次级起伏的轴部区。工作面里段构造煤异常区II不但发育次级褶皱,造成煤层起伏1~3m,而且小型正断层较为发育,以单个断层(Fn5、Fn6)或正断层组成的断阶(Fn3、Fn4)出现,不仅造成断层附近的构造煤加厚,而且使得煤层的破坏级别达

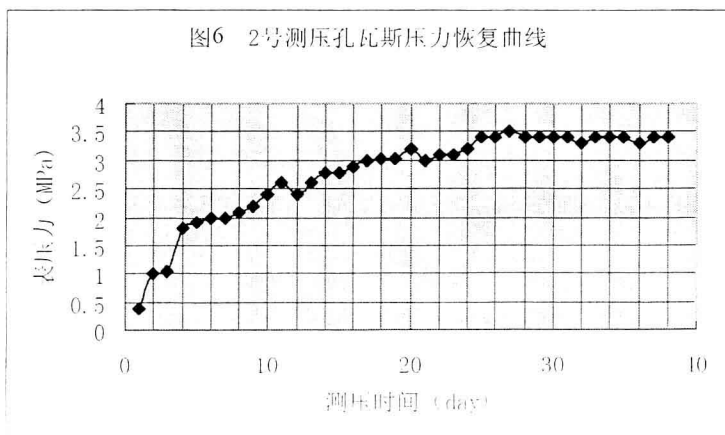
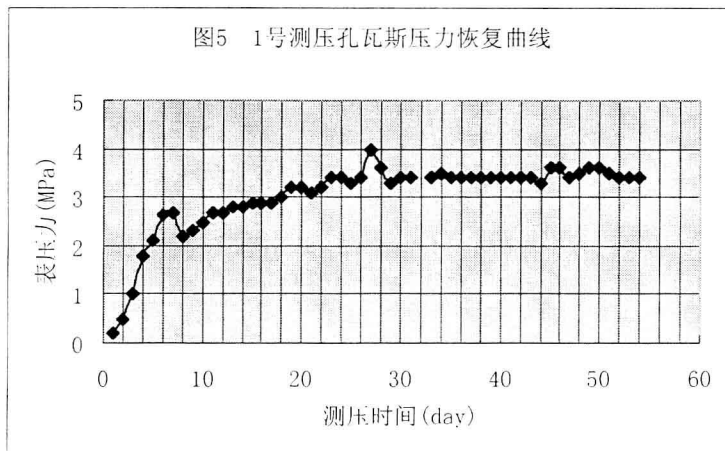
到糜棱煤级。构造煤异常区 II 内部褶皱轴展布方向和小断层附近是构造煤最厚、破坏程度最强烈的构造煤带。这些小断层和构造煤异常带在坑透资料中有明显而清晰地反映（图 4）。

3 工作面煤与瓦斯突出区域预测基本参数

3.1 煤层瓦斯压力

2002 年 5~8 月期间，利用 1771（3）工作面底板瓦斯抽放巷布置 2 个岩石穿层钻孔对 1781（3）工作面非保护范围内的 C_{13-1} 煤层瓦斯压力进行了实测，两个孔所测得的最终稳定压力值均为 3.5MPa（表压为 3.4MPa，见图 5，图 6）。

在解放层保护区内没有实测 C_{13-1} 煤层瓦斯压力，但利用该区回风顺槽 623m 处和轨道顺槽 745m 处实测的 C_{13-1} 煤层瓦斯含量（测值分别为 $7.15 \text{ m}^3/\text{t}$ 和 $8.25 \text{ m}^3/\text{t}$ ），用按间接法（见式 1、式 2），可以反算得到的瓦斯压力，分别为 0.56MPa 和 0.69MPa。



3.2 煤对瓦斯吸附常数

经对 1781 (3) 工作面回风顺槽所取煤样实测, 1781 (3) 工作面 C_{13-1} 煤对瓦斯的吸附常数为: $a=23.5551\text{m}^3/\text{t}$, $b=0.7815\text{MPa}^{-1}$ 。

3.3 煤层瓦斯含量

掘进期间, 在解放层保护区内的回风顺槽 623m 和轨道顺槽 745m 处实测了 C_{13-1} 煤层瓦斯含量, 测值分别为 $7.15\text{m}^3/\text{t}$ 和 $8.65\text{m}^3/\text{t}$, 非保护范围内的 C_{13-1} 煤层瓦斯含量未进行实测。现按间接法计算非保护范围内的 C_{13-1} 煤层瓦斯含量, 计算公式如下:

$$X = \frac{abp}{1+bp} \frac{1}{1+0.31M_{ad}} e^{n(t_s-t)} + \frac{10Kp}{k} \quad (1)$$

式中 X —纯煤 (煤中可燃质) 的瓦斯含量, m^3/t . 燃;

P —煤层瓦斯压力, MPa ;

a —吸附常数, 试验温度下煤的极限吸附量, m^3/t ;

b —吸附常数, MPa^{-1} ;

t_s —试验室作吸附试验的温度, $^{\circ}\text{C}$;

t —井下煤体温度, $^{\circ}\text{C}$;

M_{ad} —煤中水分含量, %;

n —系数, 按下式确定: $n=0.02/(0.993+0.07P)$

K —煤的孔隙容积, m^3/t ;

k —甲烷的压缩系数, 查表约为 1.03。

原煤瓦斯含量可按下式进行换算:

$$X_0 = X \frac{100 - A_{ad} - M_{ad}}{100} \quad (2)$$

式中 X_0 —原煤瓦斯含量, m^3/t ;

A_{ad} —煤中灰份含量, %;

M_{ad} —煤中水分含量, %。

将 $P=3.5\text{MPa}$ 、 $a=23.5551\text{m}^3/\text{t}$ 、 $b=0.7815\text{MPa}^{-1}$ 、 $t_s=30^{\circ}\text{C}$ 、 $t=24.5^{\circ}\text{C}$ 、 $M_{ad}=1.13\%$ 、 $A_{ad}=14.23\%$ 、 $K=0.034\text{m}^3/\text{t}$ 代入式 (1)、(2) 得: $X=15.11$

$\text{m}^3/\text{t.燃}$, $X_f=12.79 \text{ m}^3/\text{t}$ 。

3.4 瓦斯放散初速度和煤坚固性系数

1781 (3) 工作面实测的瓦斯放散初速度 ΔP 和煤坚固性系数 f 的测定结果如表 2 示:

表 2 瓦斯放散初速度 (ΔP) 和煤坚固性系数 (f) 测定结果

序号	采样地点	ΔP	f 值	备注
1	回风顺槽 860m 处上部	11	0.32	非解放保护区
2	回风顺槽 860m 处中部	8	0.48	
3	回风顺槽 860m 处下部	8	0.86	
4	运输顺槽 921m 处	14	0.21	
5	运输顺槽 921m 处	8	0.42	
6	运输顺槽 921m 处	10	0.94	
7	运输顺槽, BG. 32_70m 处顶部以下 1.70m 处	8	0.18	解放保护区
8	运输顺槽, BG32 以里 41.5m 处下部	6	1.19	
9	运输顺槽, BG32 以里 41.5 处上部	8	0.93	
10	回风顺槽, BG35 以里 26m 处中下部	12	0.2	
11	回风顺槽, BG32 以里 70m 处中部	8	0.66	
12	回风顺槽, BG35 以里 26m 处下部	8	1.18	
13	运输顺槽, BG35 以里 38.5m 处下部煤	8	0.78	
14	回风顺槽 623m 处软煤分层	10	0.35	
15	轨道顺槽 745m 处软煤分层	12	0.36	

3.5 破坏煤类型

1781 (3) 工作面回风顺槽和运输顺槽掘进揭露情况表明, C_{13-1} 煤层顶部普遍存在 1~2 层软煤分层, 主要分布在煤壁的中上部和下部; 中上部构造软煤分层厚度 0.1~0.9m, 多为 0.3m 左右; 下部软煤分层厚度 0.15~2.0m, 一般为 0.9m 左右。这些软煤分层所测坚固性系数平均值只有 0.315, 属于 IV 类偏 V 类构造煤。

4 1781 (3) 工作面煤与瓦斯突出区域预测

4.1 单项指标法区域预测工作面瓦斯突出危险性

表 4 为《防治煤与瓦斯突出细则》提供的单项指标法预测煤层突出危险性的临界值, 只有当全部四个单项指标都满足时, 即: 煤的破坏类型 III 类以上、 $\Delta P > 10$ 、 $f < 0.5$ 、 $P > 0.74\text{MPa}$ 同时成立, 煤层才具有突出危险

性。

从 1781 (3) 工作面上上述四个指标的测定情况来看：

(1)在非解放保护区内，煤层的中上部和下部普遍发育软煤分层，软煤分层的 $f_{min}=0.21$ ，软煤分层 $\Delta P_{max}=14$ ，而且瓦斯压力 P_{max} 高达 3.5MPa，满足突出危险煤层的破坏类型、 f 、 ΔP 和 P 条件，因此，单项指标法预测该区域为突出危险区。

(2)在解放保护区内，煤层的中上部和下部也普遍发育软煤分层，软煤分层的 $f_{min}=0.18$ ，软煤分层 $\Delta P_{max}=12$ ，破坏类型、 f 和 ΔP 这三项指标满足突出危险煤层的条件，但瓦斯压力 P_{max} 只有 0.69MPa，因此，单项指标法预测该区域为无突出危险区。

表 3 预测煤层突出危险性单项指标法临界值

煤层突出危险性	煤的破坏类型	瓦斯放散初速度 (ΔP)	坚固性系数 (f)	瓦斯压力 P (MPa)
突出危险	III、IV、V	10	0.5	0.74

4.2 综合指标法区域预测工作面瓦斯突出危险性

工作面区域突出危险性按综合指标法预测，计算公式如下：

$$D = (0.0075H/f - 3)(P - 0.74)$$

$$K = \Delta P / f$$

式中 D —煤层突出危险性综合指标；

K —煤的突出危险性综合指标；

H —开采深度，m；

P —煤层瓦斯压力，MPa；

ΔP —软煤分层的瓦斯放散初速度指标；

f —软分层煤的坚固性系数。

经计算，对于埋深为 612m 的 1781 (3) 工作面 C_{13-1} 煤层，解放保护区内瓦斯突出区域预测指标 $D=-1.125$ 、 $K=66.66$ ，非解放保护区内瓦斯突出区域预测指标 $D=52.05$ 、 $K=66.66$ 。根据《防治煤与瓦斯突出细则》提供的综合指标法预测煤层突出危险性的临界值（表 4）以及判断方法，1781

(3) 工作面解放保护区应预测为无突出危险区域，非解放保护区应预测为突出危险区域。

综上所述，依照单项指标和综合指标，1781(3) 工作面解放层保护区应预测为无突出危险区域，而非解放层保护区应预测为突出危险区域。

表 4 综合指标 D、K 预测煤层区域突出危险性的临界值

煤层突出危险性综合指标 (D)	煤的突出危险性综合指标 K	
	无烟煤	其它煤种
0.25	20	15

5 主要结论

(1)1781(3) 工作面构造软煤较发育，软煤比达 30% 以上的观测点在上、下顺槽分别达到 54% 和 65%，故从构造软煤发育程度和煤体结构破坏程度而言，工作面具备发生煤与瓦斯突出的煤层条件。

(2)1781(3) 工作面存在两个厚度较大且横向连续性较好的构造软煤异常带(图 3)，异常区 I 内构造软煤比多在 50% 以上，回风顺槽软煤分层 2 层以上者较多，仅个别点出现厚层软煤，运输顺槽发育 1~2 软煤分层者居多，并出现厚达 1.7m 的软煤分层。异常区 II 内构造软煤比多在 30% 以上，但在小断层旁侧软煤厚度和煤体破坏程度明显增加，出现厚层的糜棱煤分层。

(3)1781(3) 工作面构造对构造煤分布具有明显的控制作用。工作面处于潘集背斜南翼，受到印支期潘集背斜形成时期的挤压构造应力作用，地层被挤压缩短，作为能干性较差的煤层在挤压缩短、形成背斜褶皱过程中受到比其它地层更强的破坏，加之后来燕山期和喜山期正断层的破坏作用，是工作面构造煤形成的主要机制。

(4)尽管 1781(3) 工作面构造软煤较发育，具备发生煤与瓦斯突出的煤层条件，但由于受下解放层 B₁₁ 煤层工作面 1715(1) 的采动影响，非解放保护区和解放保护区煤层的瓦斯突出危险程度差异明显；单项指标法和综合指标法区域预测结果同时表明，1781(3) 工作面解放保护区属于无突出危险区域，非解放层保护区应属于突出危险区域。

