

“瓦斯地质”学术座谈会资料汇编

焦作矿业学院 编
焦作矿务局

一九七九年八月

焦作矿院印

瓦斯地质学术座谈会资料汇编

前 言

经煤炭部科技局批准，由焦作矿业学院和焦作矿务局筹办的瓦斯地质学术座谈会，于1978年11月27日至12月3日在焦作举行。参加这次会议的有煤炭部所属科学研究单位、煤矿生产、地质勘探部门和高等院校等47个单位，共98名代表。会议收到有关瓦斯地质方面的学术论文和专题报告30篇，其中19篇在大会上作了介绍。

通过学术交流和讨论，与会代表认为开展瓦斯地质的研究工作，加强对瓦斯赋存规律的研究，与实现煤炭工业发展是密切相关的。

实践证明瓦斯涌出和瓦斯突出的分布不均衡是一个普遍的规律。在同一矿区不同井田或同一井田不同煤层或同一井田、同一煤层不同采区的瓦斯涌出量和瓦斯突出危险程度是有差异的，这种分布不均衡现象与地质因素的关系很密切，因此从地质角度研究瓦斯涌出及瓦斯突出的规律，不仅是可能的，而且有些单位已取得了可喜的成果。

“瓦斯地质”主要是研究瓦斯分布不均衡的原因，掌握分布规律，开展瓦斯涌出和瓦斯突出的预测预报，以提高防治措施的针对性和预见性，这也是摆在我们面前的一项迫切任务。

代表们对开展瓦斯地质研究工作提出了以下几点建议：

1、瓦斯地质工作应作为资源勘探中的重要组成部分。目前要改进取样方法，通过钻探周密的获得瓦斯成分和瓦斯含量资料，并提出瓦斯预测的必要参数。地质报告中对瓦斯资料要有严格的明确的要求。

2、在生产矿井，通风安全部门要与地质部门共同协作，进行瓦斯地质的资料收集和分析研究，开展瓦斯预测预报。代表们建议瓦斯矿井应有专门从事瓦斯地质工作的人员。根据通风部门提供的瓦斯资料编制有关瓦斯地质图件，与安全部门共同研究提出瓦斯涌出和瓦斯突出预测意见，供生产部门使用。

3、在有关科研院所和高等院校成立瓦斯地质研究室(组)，开展瓦斯地质规律、瓦斯取样测试手段等有关项目的研究，开展瓦斯地质情报研究，编写有关学习材料并培养有关专门人材。

根据代表们的讨论意见决定，我们把这次座谈会的资料汇编成册，供有关同志们参。对于经过原单位进行修改的材料，基本上按大会发言顺序进行了编排，限于篇幅对部了删节，还有部分材料因原单位未寄来修改稿，故未能给予刊登。由于编辑水平有限，有不妥之处，请批评指正。

目 录

- 1、北票煤田地质构造与煤与瓦斯突出关系的初步探索…………… 1
北票矿务局科研处
- 2、从地质方面对煤与瓦斯突出危险区分布的探讨……………13
华莹山中段煤田建设指挥部
- 3、湖南省煤与瓦斯突出区域地质因素的初步探讨……………19
湖南省煤炭工业局 焦作矿业学院
- 4、湖南永耒区龙潭组煤层瓦斯赋存的初步分析和今后勘探瓦斯预测的意见……………35
湖南省煤田勘探公司第一勘探队
- 5、煤炭资源勘探中瓦斯地质工作的体会……………47
河南省煤田勘探公司三队瓦斯地质小组
- 6、南桐煤矿煤与瓦斯突出的地质因素……………51
郑先智 谢宪德
- 7、涟邵煤田洪山殿矿区瓦斯突出及其地质因素初步分析……………63
涟邵矿务局 焦作矿院地质系
- 8、对淮南谢二矿瓦斯地质的一些看法……………71
谢二矿地质科 李修常
- 9、鹤壁六矿煤和瓦斯突出与地质构造的关系……………81
鹤壁矿务局
- 10、煤体温度变化同煤与瓦斯突出关系的探讨……………86
湖南省邵阳地区矿炭局 曾昭允
- 11、从地质角度分析焦作矿区瓦斯富集和扩散的边界条件……………93
焦作矿务局
- 12、关于瓦斯地质的一个发言（摘要）…………… 101
中国矿院 陆国楨
- 13、天府煤矿地质构造与瓦斯突出关系初步探讨…………… 104
天府煤矿 唐洪亮
- 14、青山矿瓦斯的初步分析…………… 109
萍乡矿务局青山煤矿
- 15、阳泉一矿北头咀井瓦斯特殊涌出现象的初步认识…………… 115
阳泉一矿地质科
- 16、六枝矿区煤与瓦斯突出与地质构造关系的初步探讨…………… 121
六枝矿务局
- 17、对煤与瓦斯突出始突标高的探讨…………… 127
焦 光 华
- 18、应用扫描电子显微镜对煤质微观结构的观测…………… 130
抚顺煤研所 电镜小组

北票煤田地质构造与煤与瓦斯突出关系 的初步探索

北票矿务局科研处

煤与瓦斯突出（以下简称突出）是某些煤矿的重大灾害，它的强力破坏性和发生的突发性，对矿井安全生产威胁极大。多年来，矿业工作者对此进行过大量的理论研究和科学实验，目前，较为公认的突出理论是“综合因素说”，即认为突出的发生和发展是多种因素综合作用的结果，这些因素主要是地压（岩层原始静压力、地质构造应力和矿山压力等）、瓦斯（性质、赋存状态等）、煤的结构和煤层构造。近年来，有些研究者着重地质构造应力因素的研究。

北票煤田突出统计资料表明：突出危险性与地质构造几乎是伴生关系，地质构造破坏就意味着突出危险性增加。根据这一条突出的普遍规律，可以说明地质构造和突出危险之间必然存在着某些内在联系。

地质力学的观点认为：地质构造及矿产资源的生成、发展和分布，主要是受构造体系及不同力学性质构造形迹所控制。煤和煤的瓦斯的生成变化和运动，应同样与构造体系和构造形迹有着密切联系。因此，从构造体系入手进而分析突出与构造体系所属不同性质，不同级别，不同形态的构造形迹即各种突出与地质因素之间的关系，对进行突出的予测予报和突出机理等重要课题的研究工作都是十分必要的。国内中梁山、华莹山、焦作等兄弟局矿在这方面已进行大量工作，积累了宝贵资料和经验，为突出研究工作开辟了新的领域。北票是在学习各兄弟单位经验的基础上，刚刚开始工作的，仅提出这分探索性的资料供参考，错误之处，请予指正。

一、北两煤田地质概况

北票煤田位于辽宁省北票县境内，东起扎兰营子，西至兴隆沟，全长 26.5 公里，宽 2.2 公里，煤田面积 58 平方公里。

目前，北票矿务局共有三个矿六对生产矿井：由东向西排列，分别为三宝矿一井、冠山矿三、一、二井、台吉矿竖井和四井。设计能力为 201 万吨/年，均为 15~75 万吨/年的小、中型矿井。开采深度一般已达 600 米。

六对生产矿井，均为超级瓦斯和有突出危险矿井，各井均有煤尘爆炸危险，个别煤层易于自然发火。

（一）地质构造

北票煤田属于陆相沉积煤田，生成于下侏罗纪，位于纬向赤峰~铁岭断隆带与新华夏系黑城子~喀左凹陷复合部位。煤田内一系列不同方向、不同力学性质的褶皱和断裂，反

映出纬向和华夏系构造体系的交接复合，后期又受到新华夏系构造的改造，因而表现为复杂的构造型式。

煤田南部的南天门和北部的龙潭两个北东向压扭性逆冲断裂控制着煤田的展布方向和煤田内低序次构造，煤田及其北部的尖山子断裂，土城子向斜，塔营子断裂呈北东东向斜列式排列。煤田内部北北东，北西西两组扭断裂十分发育，通常与煤层走向变化相应变化，交角为 $35^{\circ}\sim 40^{\circ}$ 。断裂带附近伴有密集的更低序次的断裂。其中一些断裂控制了燕山期岩浆活动。褶皱构造仅在煤田东部三宝地区发育，系受北东向压扭性断裂牵引扭动作用形成的。

(二) 岩浆岩

由于岩浆岩活动侵入煤层，破坏了煤层的原生构造，故岩浆岩活动与突出存在着密切联系。

煤田内燕山期岩浆岩活动较发育，岩浆岩侵入体以不同形态，不同范围侵入煤系地层，造成不同程度的破坏。由于受两组扭断裂的控制，形成沿断裂带侵入。

矿区内岩浆岩有下述两类：

- 1、中性岩：长石石英斑岩、英闪岩、细晶闪长粉岩、石英闪长岩、辉绿闪长斑岩等。
- 2、基性岩：辉绿岩、安山岩等。

岩浆岩产状、形态及其对煤层破坏特点可归纳为：

1、岩床：沿煤层顶部侵入构成直接顶板，对煤的变质影响较小，但对煤结构及煤质特征的均一性影响很大。若煤层薄而岩床较厚时，可能使煤层全厚或绝大部分变为天然焦。若沿底板侵入构成直接底板，对煤层影响较顶部侵入大；沿煤层中间的破坏性更大。

2、岩墙：仅切割煤体，对煤层和煤的变质影响仅限于墙体的两侧，范围及影响程度均较小。大型岩墙侵入体两侧则沿煤层顶、底板或裂隙侵入煤层，呈岩床、岩瘤等形态，则对煤层破坏程度加剧。岩墙多沿北西或北东的扭性断裂带侵入。

3、岩瘤：距侵入中心较远沿煤层裂隙侵入煤体中，呈大小不等的浑园体，虽影响范围不大，但可能破坏煤的均一性，对煤质构造破坏亦较严重。

4、舌状，树枝状侵入体：通常见于岩墙、岩床边缘沿小裂隙侵入，范围及岩体体积均不大，对煤层的破坏也较小。

(三) 煤系及岩性特征

北票煤田煤系地层属下侏罗系北票组，底部为侏罗系兴隆沟火山岩组，上部为中侏罗系兰旗组海坊沟砾岩，煤系厚度800—1000米。分上、下两个含煤组。上煤组以页岩、砂页岩为主，夹有薄层砂岩和薄煤层；下煤组是北票开采煤层的含煤段，由砂岩、砂质页岩、页岩组成，共含煤17层，其中可采或局部可采14层，累计可采厚度为4~13米。

可采或局部可采煤层由上向下依次为2、3_A、3_C4、41/2、5_A、5_B、5_C、6、7、8、9、10和11层。

煤属中等变质煤，从东向西变质程度逐渐降低，依次为焦煤、肥焦煤、焦肥煤、肥煤和气煤，但分带界限并不明显。局部受岩浆岩侵入影响，有贫煤、瘦煤甚至天然焦出现。

二、煤与瓦斯突出概况

北票煤田自1951年4月台吉矿一井4层煤第一次发生突出后，截至1977年

末, 据不完全统计, 已发生突出1185次, 总突出煤量达48048.5吨, 平均突出强度为40.55吨/次, 最大突出强度为1874吨。

北票煤田突出的一般规律和特点:

- 1、突出次数极为频繁, 约占全国总突出次数的四分之一。
- 2、平均突出强度很小, 即绝大多数为小强度的突出。
- 3、有突出危险煤层较多, 某些矿井不仅所有可采煤层均为突出危险层, 而且一些不可采层也有突出危险。
- 4、突出危险程度随开采深度加深而显著增大。
- 5、绝大多数突出发生在不同类型的掘进工作面。
- 6、突出发生在各种作业过程, 占60%以上的突出发生在爆破和爆破后短时间内。
- 7、大多数突出发生前工作面发生不同类型的予兆。
- 8、地质构造破坏区域突出危险程度显著增大, 可以说: 地质构造破坏突出发生两者存在着伴生关系。

显然, 查明地质构造破坏与突出发生之间的内在联系, 十分必要。

三、地质构造与煤与瓦斯突出关系的初步分析

地质构造破坏区突出危险程度增大是有突出危险矿井的普遍规律, 现结合北票煤田的地质构造特征对区内构造应力场及受力状态做一切初步分析, 并对某些地质条件与突出关系做的初步探讨。

(一) 煤田构造应力场及突出的区域分布特征

根据煤田内构造形迹的展布和断裂性质, 可反映出两种构造体系, 即:

东西构造带: (内蒙地轴) 横展于矿区北部, 由古老的次片麻岩系构成。矿区西南部震旦化石英岩系东西向构造包容于华夏系之中, 是区内早期南北向压应力场。

华夏系构造体系: 在南、北对扭作用下, 形成北东向压扭性冲断裂即南天门和龙潭断裂, 为区内第二次应力场。第二次应力场进一步发生强烈作用产生的次一级应力场至使煤盆地、尖山子断裂、土城子向斜、塔营子断裂等, 构造型式呈北东东向斜列式排到与北东向压扭性冲断裂交角为 $10^{\circ} \sim 15^{\circ}$, 两组剪应力形成煤田内北北东、北西西两组扭断裂与之配套。

后期, 华夏系构造受到新华夏系构造的改造和加强, 但煤田又处于东西向构造与华夏系构造交接复合部位, 在这两次应力场联合作用下煤田呈现“S”型构造型式(图1)

由于煤系地层岩石力学性质的不均一性, 在同一构造应力场中煤田内各区段, 作用力的大小和方向也不相同, 随煤田走向弯曲变化而变化, 作用力强度最大的是弯曲凸出部位, 如煤田中三宝一井西部、台吉三井等(图2)。

随着煤系地层的波状弯曲, 煤岩层倾角随之变化, 扭转大的冠山三井、台吉二井西部倾角陡立, 所受应力及应力形变较强, 其他地段倾角较小, 形变较弱(图3)。

根据上述对煤田应力场及受力状态的初步分析结合煤田中各矿井突出点的分布, 如图4所示, 可得出, 突出具有比较明显的区域性, 即突出多发生在三宝一井西部、冠山三井中部、台吉一井、台吉三井等, 它与前述地应力作用较强的区域是对应的。

通常认为, 压性、压扭断裂构造、断裂带紧闭, 突出危险性较大, 张性、张扭性

断裂构造多具有良好的开启性，突出危险性较小，这是从断裂构造带为瓦斯聚积场所角度

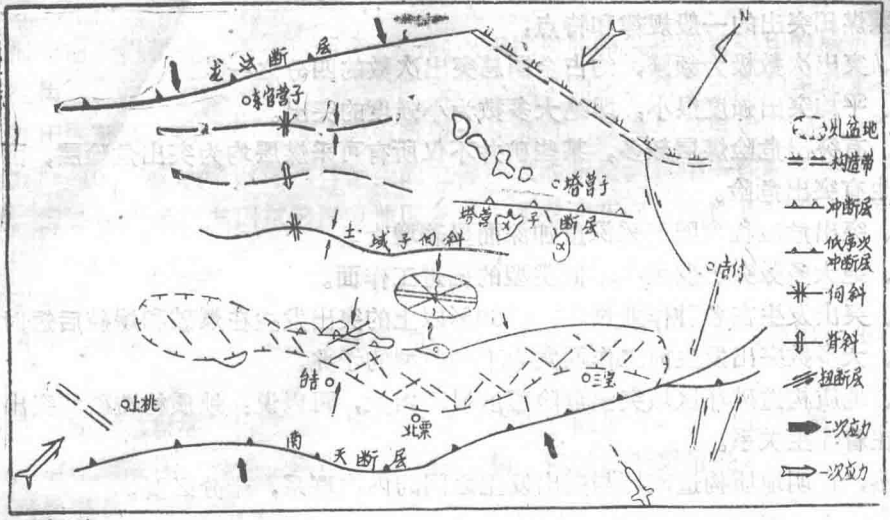


图 1

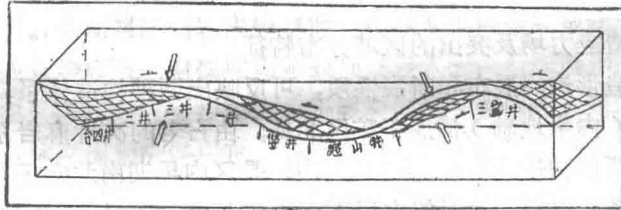


图 2

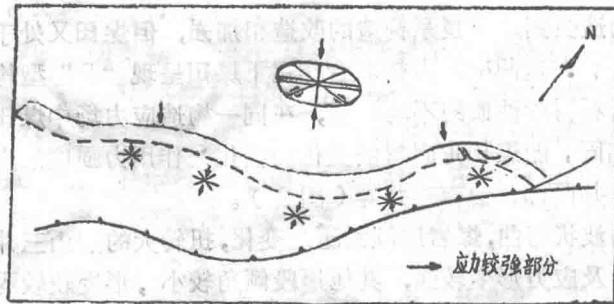


图 3

出发的，北票煤田断裂具有多期活动性，断裂面力学性质发生转化，从而导致突出的危险

性增加。图5所示。三宝一井西部、冠山三井、台吉一井东部、台吉三井，断裂密度大，突出次数多，断裂密度小处突出次数少，且与构造应力较弱地区相吻合，从而说明断裂构造不但破坏了煤质结构，提供了瓦斯积聚的场所，而且也应存在残采应力。

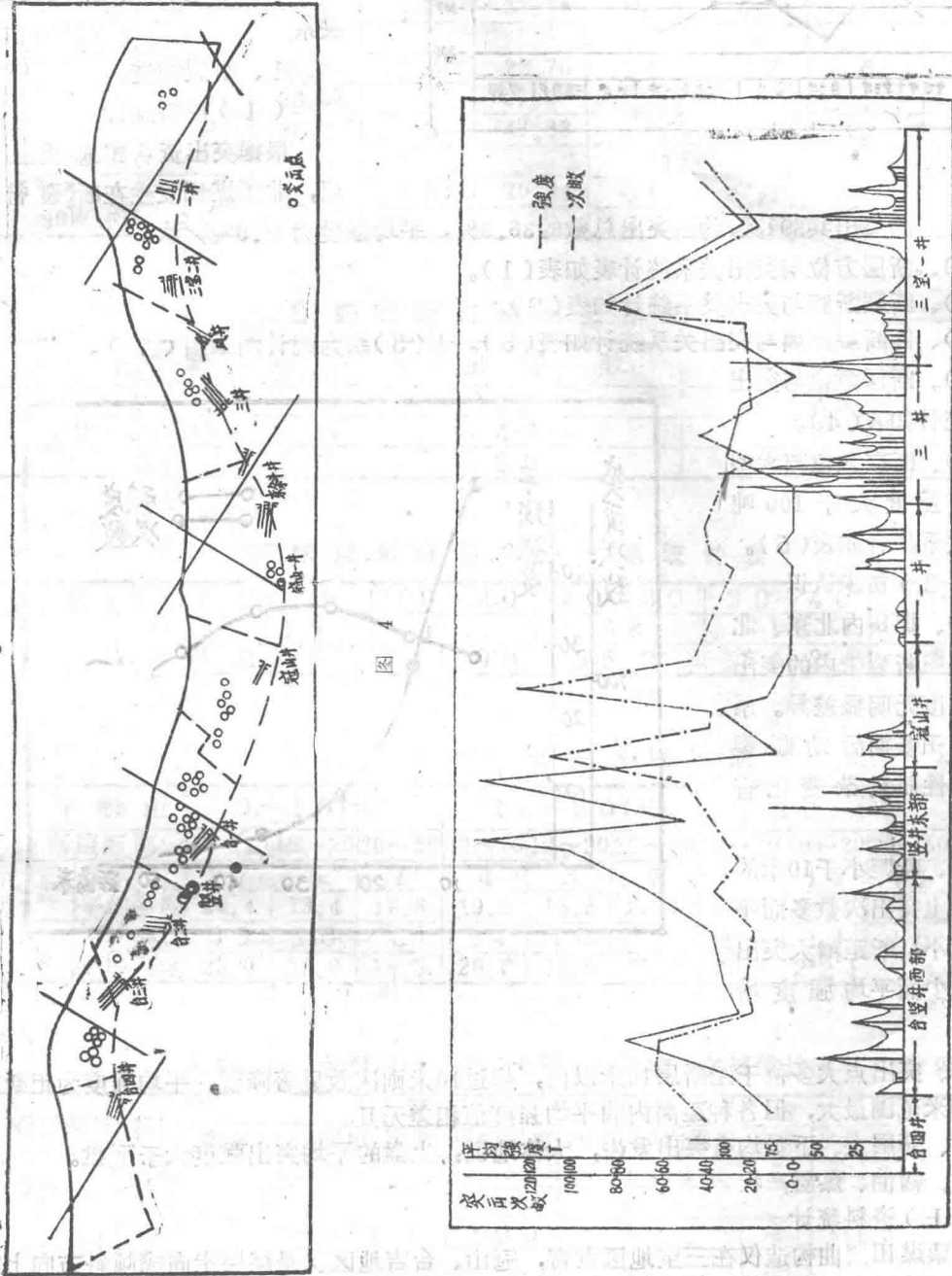


图 5

图 6 为煤田内各矿井突出的初始标高，较高地区与前面所述地应力较强地段一致，突出初始标高，较低地区是地应力较弱地段。

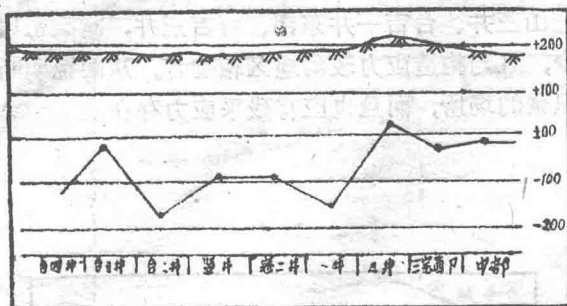


图 6

综合前述，说明了区域应力场的状态及构造型式与突出有着密切的关系，即它控制着突出区域分布。

(二) 地质因素与突出的关系

1、断裂构造：

(1) 资料统计

根据突出资料和地质图对照，北票煤田发生在断裂带及

断裂附近的突出共391次，约占突出总数的36.3%，平均强度为31.6吨/次。

1)、断层方位与突出关系统计如表(1)。

2)、断裂断距与突出关系统计如表(2)。

3)、距断层距离与突出关系统计如表(3)。表(3)绘为统计图如图(7)。

4)、断层盘位与突出

关系统计如表(4)。

5)、断层盘位与大型突出(强度大于100吨者)关系统计如表(5)。

(2) 初步认识

1)、煤田内北东、北西两组扭断裂带内的突出危险程度无明显差异。系因与煤田多期活动断裂面力学性质复杂变化有关。

2)、断距小于10米的小断层上突出次数多而平均强度小，断距增大突出次数减少而平均强度增大。

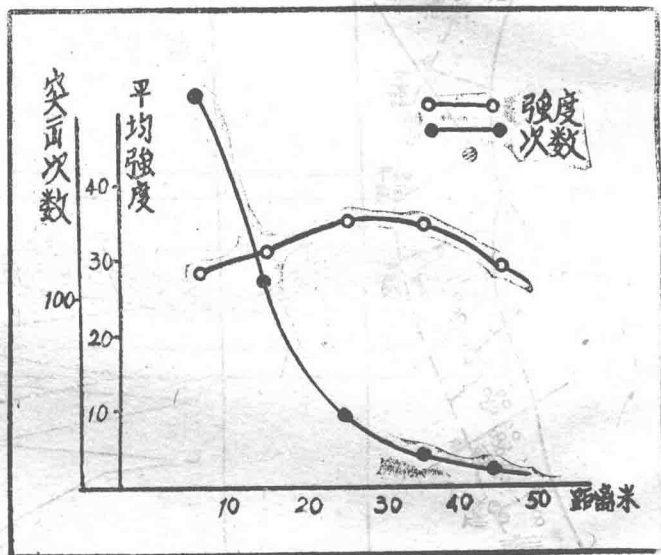


图 7

3)、突出点大多位于距断层10米以内，超过10米则次数显著降低。平均强度为距断层20~30米范围最大，但各种距离内的平均强度值相差无几。

4)、断层上、下盘均有突出发生，大体地说：上盘的平均突出强度大于下盘。

2、褶曲、煤层产状

(1) 资料统计

北票煤田褶曲构造仅在三宝地区发育，冠山、台吉地区仅是煤层走向或倾斜方向上的波状起伏的产状变化。故将三宝地区褶曲和倾角变化与突出关系统计于表(6)内；台吉、冠山地区煤层产状与突出关系列入表(7)。

(2) 初步认识

断层方位与突出关系统计表

表1

断裂倾向	断层性质	局 计		冠 山 矿		台 吉 矿		三 宝 矿	
		突出次数	平均强度	突出次数	平均强度	突出次数	平均强度	突出次数	平均强度
NO°~ 45°E	正	4 6	20.5	7	37.14	3 5	16.84	4	22.5
	逆								
N45°~ 90°E	正	5 4	41.51	1 2	22.75	3 6	53.7	6	22.67
	逆	6	28.33	4	37.0			2	11.0
NO°~ 45°W	正	9	28.9	3	47.33			6	16.7
	逆								
N45°~ 90°W	正	7 8	41.38	1 8	20.44	6 0	47.2		
	逆	2 7	18.15			2 1	19.95	6	11.88

断裂断距与突出关系统计表

表2

水 平 断 距	突 出 次 数	平 均 强 度
0~10 (M)	2 6 8	2 8.4
10~20 (M)	4 3	2 9.8
2 0	8 0	4 5.5 5

距断层距离与突出关系统计表

表3

距 离 (M)	0~10	10~20	20~30	30~40	40~50
突出次数	2 1 5	1 1 1	3 8	1 8	9
平均强度	2 9.5 3	3 1.9 0	3 5.2	3 4.2	2 8.7

断层盘位与突出关系统计表

表4

水平断距	距断层距离	0~10(M)			10~20(M)			>20 (M)			合计
		0~10	10~20	20~50	0~10	10~20	20~50	0~10	10~20	20~50	
上盘	次数	3 7	5	7	4	3	7	1 9	1 2	1 1	1 0 5
	平均强度	24.4	13.4	17.3	19.5	16.6	85.1	77.8	70.4	25.1	40.24
下盘	次数	3 5	1 6	6	1 4	1 0	5	1 2	1 1	1 5	1 2 4
	平均强度	23.0	36.0	18.3	20.7	13.6	27.2	20.3	2 2 1	31.4	24.3

断层盘位与大型突出(强度大于100吨)关系统计表

表5

距断层距离	盘位	冠 山 矿		三 宝 矿		台 吉 矿	
		次数	平均强度	次数	平均强度	次数	平均强度
0~10	上盘	9	311.8			2	3 4 2
	下盘					7	303.1
10~20	上盘	3	261.0	1	1 0 0		
	下盘					2	341.5
20~50	上盘	2	275.0	1	1 0 0		
	下盘	2	110			1	4 5 0
合 计	上盘	14	295.3				
	下盘	2	110.0			2	1 1 0

褶曲、煤层走向、倾斜或倾角变化等因素对突出的发生存在一些影响，但无论从生产实践或突出资料统计来看，在北票具体条件与其它因素比较影响程度较小，可视为次要因素。需要说明的是上述认识仅对于煤田内局部低序次构造而言，对高序次构造则对突出危险程度有显著影响。

曲及倾斜角变化区煤与瓦斯突出统计表

表6

	褶 曲				断 层 褶 曲			
	褶 曲 幅 度		突 出 区 附 近 变 化		褶 曲 幅 度		突 出 区 附 近 变 化	
	0~30	30	倾 角	煤 厚	0~30	30	倾 角	煤 厚
次 数	10	5	4	3	6		2	3
煤 量	408	52	55	55	148		2	88
突出强度	40.8	10.4	13.7	18.3	24.9		1	29.3

度煤层产状变化区突出统计表

表7

	计			冠 山 矿			台 吉 矿		
	次 数	煤 量	强 度	次 数	煤 量	强 度	次 数	煤 量	强 度
走 向 变 化	45	1176	2613	8	307	3835	37	869	23.49
倾 斜 变 化	6	146	24.33				9	146	24.33
倾 角 变 化	4	112	28.0				4	112	28.0

3、岩浆岩侵入

(1) 资料统计

1)、突出与岩浆岩侵入关系统计表(8)。

2)、大型突出(强度大于100吨)岩浆岩侵入关系统计表(9)。

(2) 初步认识

1)、生产实践与资料统计均表明：北票煤田岩浆岩侵入，由于强烈的物理和化学作用，破坏了原来煤的结构和地层构造，对突出的发生和发展起重要作用，因而岩浆岩侵入是影响煤层突出危险的因素。

2)、岩浆岩种类不同，虽然岩温对煤质破坏有差异，但对突出无直接影响，主要应视对煤层的破坏程度。

3)、岩浆岩的产状、形态与突出关系密切，从突出危险程度上看，依次排列为：岩床、岩瘤、岩墙、舌状入体和树枝状侵入体。这种关系在大型突出的统计资料中表现得也很明显。

4)岩浆岩由煤层顶板、中间侵入对突出影响较由底板侵入大。

5)、因岩浆岩侵入煤层局部变质，特别是煤的变质程度不一形成混杂状态时，较煤是全部(或绝大部分)变质突出危险性大得多。特别是大型突出绝大部分发生在这种“混杂变质地带”系北票煤田突出的重要特征。解释这个现象，我们认为：全部(或绝大部分)变质后，煤的机械强度增高且全层质地均一，局部(特别是混杂)变质后，煤的机械强度向两个方向变化，从煤层全体来看均一性和原生构造受到严重破坏，与原生煤质比较，全部变质后仅煤的吸附性能改变(实例证明瓦斯组成无明显变化)，但从力学性质上看是不利于突出发生的，局部变质则在很大程度上或变了煤的力学性质改变，且煤层的不

突出与岩浆岩侵入关系统计表

表8

矿别	岩浆岩种类	产状与形态				侵入煤层位置				变质程度		岩浆岩厚度								
		内长	内岩	辉绿岩	安山岩	岩床	岩墙	岩瘤	树枝状	顶板	底板	中间	附近	全部变质	局部变质	0~2	2~5	5~10	>10	
局计	次数 120	67.8	57.2	24.6	37.7	204	9	45	13	4	197	22	39	7	41	224	82	125	58	5
冠山矿	次数 16	22.44				2.2		1.2			2.3	1	10		3.4	1.3	2.1			
台吉矿	次数 104	85	42			120		3		4	104	6	14	3	41	86	51	60	16	
三宝矿	次数 74.78	57.2	24.6			62	9	20	13		70	15	15	4	104	18	44	37	5	
强度						85.05	57.1	90.04	13.2		73.06	49.8	124.6	12.0		74.80	22.44	42.77	135.4	196.4

大型突出(强度大于100吨)与岩浆岩侵入关系统计表

表9

矿别	岩浆岩种类	产状与形态				侵入煤层位置				变质程度		岩浆岩厚度								
		内长	内岩	辉绿岩	安山岩	岩床	岩墙	岩瘤	树枝状	顶板	底板	中间	附近	全部变质	局部变质	0~2	2~5	5~10	780	
局计	次数 17	10	1	2	25	2	3				13	1	4	12	1	29	1	13	14	2
冠山矿	次数 373	309.1	100	125	300.3	160	651.3				162.4	110	506	461.4	100	333.8	100	180.8	499.9	272.0
台吉矿	次数 10	1	125	10	2		1				125		4		1	10	1	6	4	
三宝矿	次数 17	309.1	100	125	285.7	2	334				163.8		506		100	309.1	100	210	455.6	
强度					13	2	2				4	1		12		17		5	10	2
强度					338.5	160	810				173.76	110		461.4		373		168.2	475.6	272.0

岩浆岩侵入区共发生突出265次, 占突出总数的25.1%。
大型突出岩浆岩侵入区发生30次, 占大型突出的41.67%。

煤 层 厚 度 变 化 与 突 出 关 系 统 计 表

表 10

矿 别	容 别		变 化 形 态		变 化 幅 度		冲 板 蚀 顶 平	原 生 变 化	底 板 不 平	构 造 因 素			火 成 岩 破 坏	两 种 或 两 种 以 上 因 素		
	煤 包	鸡 窝 状	渐 变	大	小	突 变				断 层 拽 曲	断 层 褶 曲	褶 曲		以 原 生 变 化 为 主	以 断 层 褶 曲 为 主	以 火 成 岩 破 坏 为 主
总 计	次 数	13	17	170	114	79	7	8	8	26	31	2	8	14	6	5
	强 度	56.0	32.3	36.0	35.5	23.5	215.4	31.4	49.1	22.6	26.1	15	28	24.7	27.5	98.8
冠 山 矿	次 数	1		50	41	9	1	1	1	9	4				1	2
	强 度	50		37.1	49.8	17.8	4	31.4	300	22	15.5				20	31.5
三 宝 矿	次 数	5	17	26	30	13	5		1	2	4	2	3	9	4	
	强 度	13.2	32.2	24.7	23.3	33.4	25		26	14.5	24	15	28	21.2	32.5	
台 吉 矿	次 数	7		94	43	57	1		6	15	23			5	1	3
	强 度	87.4		38.6	36.9	22.2	137.9		11.1	24.1	28.3			31.0	15	143.5

注：煤层厚度变化幅度指 10 米由厚度变化一倍为大、小于 1 倍为小。

均一性必然导致煤体应力的不均煤状态。

6)、岩浆岩侵入体厚度对突出危险影响不是主要因素。

4、煤层厚度变化

(1) 资料统计

煤层厚度变化区，共发生突出200次，占突出总数的18.55%。

1)、发生在煤层厚度变化地区的突出情况统计表(10)。

2)、发生在煤层厚度变化处大型突出的情况统计表(11)。

(2) 初步认识

显然，煤层厚度变化在一定程度上影响煤层突出危险程度，特别是厚度变化幅度大的条件下影响极大，明显的增加，煤层的突出强度，大致较变化幅度小时大两倍以上，其主要原因是煤层与地层中硬度最小最软层位，在构造应力作用下，容易产生变形、破坏或塑性移动，从而改变了煤层本身的物理机械性质，煤层厚度的变化导致物理机械性质的差异，为突出的发生提供了煤质结构的先决条件。

5、围岩性质

大型突出与煤层厚度变化关系统计表

表11

		变化形态			变化幅度		原生变化	底板水平	火成岩破坏
		煤包	鸡状	渐变	大	小			
计局	次数	2	5	3	9	1	5	1	4
	强度	203	206.0	540.3	329.1	122	480	300	179.2
冠山矿	次数		3		3		2	1	
	强度		239.7		239.7		209.5	300	
三宝矿	次数		2	1	2	1	1		2
	强度		155.5	122	155.5	122	122		155.5
台吉矿	次数	2		2	4		2		2
	强度	2.03		749.5	476.3		749.5		203

围岩性质与突出关系统计表

表12

局	计	第一种情况	第二种情况
冠山矿	525 (次)	242 (次)	
台吉矿	106 (次)	60 (次)	
三宝矿	407 (次)	182 (次)	
三	12 (次)		

(1) 资料统计

有些资料认为煤层顶底板存在有弯曲应力的厚砂岩层(或其他硬岩)，是发生突出的危险状态标志，并提出，用煤层上下部赋存有弹性交形能8~20米左右厚的砂岩层或硬岩层而顶，底板的页岩垫层小于1~1.5米，作为突出予测指标。故在资料统计时将围岩性质对突出危险影响，分三种情况：

1)、顶、底板为完整坚硬粗粒砂岩、砾岩，坚硬岩石厚度在10米或10米以上，其直接顶、底板为厚1.5米以下的软岩层如表(12)。

2)、煤层直接顶、底板为结构致密、透气性低的粘土质页岩或砂质页岩，其厚度大于3米的，突出情况列如表（12）。

3)、其余突出则分布于上述两种条件之间的煤层，即：顶、底板为坚硬岩石但厚度小于10米或松软岩石厚度不大于3米者。

（2）初步认识

1)、顶、底板为厚度10米以上坚硬岩层且直接顶、底板软岩层厚度在1.5米以下者的煤层共发生突出525次，占突出总数50.13%，显然对突出发生有一定影响。残采应力起了一定的作用。

2)、第二种情况共发生突出242次，占突出总数23.11%；第三种情况共发生突出280次，占突出总数26.76%，由此可见：第二和第三种情况基本可视各占二分之一，即：对突出危险影响相同。围岩情况不是突出的必要的充分条件。

综上所述，根据北票煤田突出实况，将地质因素对突出关系大体上分为两大类型：

（一）褶曲、走向倾角小变化，岩浆岩侵入煤层均匀变质，煤层厚度缓慢变化等可归入一类，特点是：

1 / 对突出危险影响程度不甚显著；

2 / 对突出影响的原因可解释为对煤的结构破坏，构造应力作用不明显。

（二）断层、岩浆岩侵入煤层是混杂变质状态，煤层厚度急剧变化和顶、底板存在厚度10米或10以上坚硬不等因素，可归入一类其特点是：

1 / 对突出危险影响比较显著；

2 / 解释其原因可认为除对煤的结构有一定影响外，主要是破坏煤层构造的完整和均一性，并有构造残余应力作用。

影响突出的地质因素除上述外，还有很多，如：煤的变质程度，煤的结构（包括微观结构），水文地质条件等等，特别是现今构造应力场与突出的关系，由于资料不多，有待于进一步认识。

四、结 束 语

生产实践和突出情况证明，地质因素与突出有着密切的关系，因此，煤与瓦斯突出的研究中运用地质力学理论，阐明突出与构造体系，构造应力场及各种地质因素的关系，日益为人们所重视，并为突出的研究工作开辟了新的领域。与此同时，在地质构造复杂区积极开展地质预报工作，为预防突出事故的发生做了大量工作，促使了瓦斯地质工作的发展。但从目前有关资料中，得知大多仅局限于两者间的定性关系，没有涉及其定量指标，尚未能准确的指导实践。北票地区在这方向工作仅处于开始摸索阶段，需要进行大量调查、测试和分析工作，决心在兄弟单位帮助下，力争尽快解决地质因素与突出间定量关系。为提高突出予测预报准确程度而努力。

报告人：齐波

从地质构造方面 对煤和瓦斯突出分布的探讨

华莹山中段煤炭建设指挥部

突出是煤矿在采掘过程中发生于煤层——地质体里的一种动力现象，其展布特点有明显的方向性、集中性、相似性、递增性和分级性，而这些特征又是与构造形变量（或形变的强弱、应力的积累和释放）有明显的相关关系，这一点认识是从突出分布在空间的不均匀性及与构造形迹展布的关系中得到启示的。而构造形迹展布的位置却是由构造应力的分配和岩石的力学性质决定的，所以我们认为运用地质力学的观点。抓住突出与构造形迹关系的分析，是研究突出分布的关键。

一、突出分布随构造线方向展布

突出点之间大致沿一定的构造线方向展布，这主要是地应力分布的方向性，使煤岩物理特性（孔隙率、密度、比热、发热性、导热率、渗透性、吸附性等）在应力作用下会出现显著的各向导性的特性，流体的瓦斯就易在构造方向性应力的驱动下经加压吸附和渗滤（或与煤一起）在应力集中附近的次级构造空间聚集。形成高位能的储积点，段乃至区；还有由于构造变动的影 响在这些部位煤的强度大大降低了，为突出增加了有利的条件，从而铸成突出方向性分布的先天性，如南桐直属二井突出点大致沿北 60° — 70° 西这组扭性构造线的方向展布，直属一井K3突出点的分布也沿北 50° — 60° 东与北 40° — 50° 西扭性构造线展布，突出点沿构造线方向的分布不仅在南桐能见，从高顶山一井的突出分布也能见：所以我们认为突出点的方向分布是一种常见的现象。即随一定的构造线呈定向展布。

二、突出分布的集中性和相似性

在各突出矿区、矿井乃至采区，突出点的分布是不均匀的，不管在平面上、倾向上以及煤的分层中，一般多集中在构造应力集中的附近部位，这是由于构造应力的方向性以及在各处的非均匀分布，从而使突出点对应于分布在应力集中附近的裂隙、软分层等较发育的构造部位，其中又分为几种不同的构造类型。

1、突出分布在煤层产状变化部位的附近。

突出常分布在煤层产状变化的地方附近。这是由于构造形变时应力容易集中在产状呈弧形转折的部位，突出点就对应发生在这些部位。

2、突出集中分布在向斜轴附近。

在近向斜轴部地带是积累能量的部位，据金汉平等在云南某地的地应测力量，“愈接近向斜轴部（地应力）数值愈大。这与向斜遭受的构造应力状态是一致的”（《地质力学

丛刊》3号173页），以八面山向斜（南桐直属一井）的突出分布为例，大多在向斜轴附近，远离向斜轴的地方突出点就较稀疏或没有，甘家坪向斜（南桐直属二井）的突出点分布在以向斜轴为中心的三角形地带中，也都揭示了向斜轴对突出点分布控制。

3、突出分布在背斜倾伏端和低序次小背斜上。

据目前所知，在背斜轴中合面以上还没有发现突出分布，而在背斜倾伏端却常发生突出。如天府+350水平北八石门突出位于观音峡背斜轴部倾伏端，高二矿+617水平的突出点也位于宝顶背斜倾伏的轴部附近，南桐煤矿4308+140米水平以上的三次突出，也是在乌龟山背斜倾伏端附近。南桐直属一井1606—1608采区大巷的9次突出，是分布在一小背斜上。

4、突出分布在帚状构造的附近。

帚状构造是一种常见的构造型式。从理论和实验的结果来看，帚状附近（即收敛端。尤其是靠砥柱部位）处于构造应力集中的地带，也是构造形迹发育的部位，因之，在这些部位就易促使瓦斯的运移和聚集。乃至一些增生。所以常见突出分布在帚状部位附近。如从区域构造背景看，华莹山突出是受华莹山的帚状部位构造的控制。

5、突出集中分布在构造线相交的部位。

在两构造线相交的部位，往往容易形成构造裂隙发育的地段，为瓦斯聚集的有利场所，所以两构造线相交，但并不被切穿时应力的集中易使煤层物性改变，从而形成对突出有控制和影响的构造部位，如南桐直属一井F2突出段。6石门突出段的构造位置，是受北 50° — 60° 东与北 40° — 50° 西的两组构造线相交的控制，突出点就在这两组构造线的交点密集展布，揭示了构造线相交的部位对突出分布的控制和影响。

6、突出分布与断裂大小、性质和部位的关系。

突出受断裂展布方向的控制，也受断裂发育程度的控制。可是断裂密集破坏的地段突出并不严重。“物极必反”应力积累到一定的限度后，由断裂表现为释放。因而我们可将断裂规模大、多、密的地方，视为应力在这里主要表现为释解，突出相应会少。如天府矿井位于观音峡背斜的突出大多集中在地层较完整、西翼，东翼由于断裂破坏，地层被切成小块，突出就很少了。在中梁山这样的例子也不少，

即破坏太严重尤其是张性结构面发育的地段，应力主要反映在断开的过程中释放，而局部的应力集中又不能促使瓦斯位能的储积，达到突出的临界值；另一面又是地质历史过程中瓦斯逃逸的通道。所以突出较少。然而绝对平衡发展的东西是没有的，如以在释放为主的地段也有相对积累的地方，就以中梁山为例，北井东翼破坏较大，可是在平洞附近（长300米）的煤层被压扭性断裂圈闭，相对完整而无构造破坏，便成了释放中的积累，相应发生了本井的较大突出。应力积累与释放的这种辩证关系，控制着突出的分布。另外，在具有成生联系的一定范围里构造形变量小（微弱）的地段，又因受力不大，积累的力就小，瓦斯运移聚积、增生的也少，所以突出强度就不大。在断裂那一盘容易发生突出的问题上，主要是分析认识构造变动时应力积累与瓦斯储存在那里，突出才对应发生在那里。从形变量的特征看，突出多在断裂的应力积累盘形变复杂处，如在小褶皱发育或煤层产状频繁变化的一盘常见突出分布，同时在这些地方也往往是张性断裂破坏少、应力释放也小的部位。

还有，在断裂的端部有一个应力集中区的裂隙发育处，突出常对应发生在这些部位。

由于目前工作程度所限，我们对于各种级别的断裂所影响突出的范围和强度还没有足够的认识，待今后工作来揭示。

7、突出分布多在软煤分层中。

突出多集中在煤层里的软煤分层中，因煤层软的部位对力的反映最敏感，就容易沿此部位较早积累应力产生层间滑动来分配应力，并使煤岩强度降低。再有，煤系地层一般为煤、砂页岩及灰岩等脆塑性岩石相间所组成，从理论和实践的结果来说，脆塑性过渡状态条件下最利于应力蓄积，也最容易在弹塑性分界面和塑性岩层，（煤）的内部发生层间滑动而形成软煤分层，如六枝煤层顶板为灰岩，软分层就发育在煤的顶部；南桐突出的四号层顶板为砂质页岩，底板为铝土页岩，软分层就在塑性岩层的内部——煤层的中部发育，它们虽然在不同的部位（顶部或中部），但均为其相性的岩石力学性质和应力分配所形成，同时我们在调查中还认识到，所谓软分层，一是要软，二是要厚。

8、构造体系对突出的影响。

以上我们对突出分布的构造部位和煤层的力学性质进行了一些讨论，现综合起来从构造体系对突出分布的影响作一初议。

从目前四川省突出矿井的地层分布看，虽然大多分布在二迭纪龙潭煤组之中，可是在三迭纪须家河煤组（原朱罗纪香漆煤组）也有突出分布，如凉山牛牛坝突出。因而，我们认为地层时代对突出的控制虽有一定影响，但不是决定性的，那么为什么华莹山断裂以东龙潭煤组突出，而以西的须家河煤组就不突出呢？这虽然与成煤时代，岩性组合、煤岩，开采强度等因素有关，但更主要的是华莹山断裂的东、西，为不同的基底和盖层，它们对应力的反映及形成的成分是不同的。断裂以东为构造活动相对强烈。成生的折幅高、断裂规模大的川东折带，而以西是由于基盘岩石较坚硬，且高低起伏，沉积厚薄不一，以及断裂活动的差异性便生成了主要在上复层中的一系列旋扭构造的川中折带。即华莹山断裂东、西、地应力分布的不同是影响目前突出或不突出的主要矛盾所在。李四光同志曾经指出：“同一构造体系再远也是近的。不同构造体系在空间很近也是远的”。也就是说在同一构造体系中相离虽远（如天府与三汇坝，华莹山煤矿与高顶山煤矿），但它们的成生条件大体相似；否则距离虽近（如背脊岭煤矿与华莹、高顶山煤矿），然由于应力场的不同，它们对突出的影响和控制也就不同。

另一方面，我们将突出矿井所处的构造体系位置进行分析，便发觉这些矿井大多分布在构造体系的应力集中部位。表现了较强的区域构造应力对突出的影响。如南桐突出位于川黔南北向构造带与新华夏系联合的部位。中梁山突出位于重庆联合弧的区域构造背景，华莹山突出位于华莹山帚状构造的收敛部位。又从这些矿井的区域地史中还看到，在四川运动形成现今的构造地貌后，转化为相对稳定的状态，使突出的平衡条件基本上保存了下来。还有，从全国强震震中分布看，突出严重的矿井基本上不在强烈活动构造带上或较少强震震中分布，因之，我们认为突出分布的区域控制是在活动构造体系的应力集中部位，但它们却是现时较稳定的地带，即构造体系对突出的控制和影响。

据上述讨论，突出分布的位置是比较集中的——一般在应力集中的构造部位附近。这种特点我们称之为突出分布的集中性，所谓集中性，就是突出点以一定的型式集中展布在不同的地点，但它们严格遵循力学的规律建立彼此之间的配置关系，呈现为固定的型象一

—构造型式的突出分布，我们暂称为各突出式，如①煤层产状弧形转折突出式；②向斜轴

附近突出式：③背斜倾伏端及次级小背斜突出式：④帚状构造突出式：⑤构造线相交煤出式：⑥断裂间及上、下盘积累突出式然而构造型式的现象是非常广泛而丰富多采的，做简单的归纳的总难免挂一漏万，这一领域的研究前景是非常广阔的对突出分布无疑有着重要的控制和影响作用，可是还得说明，这些型突出式，要在突出矿井的突出临介应力值范围内，即是说在突出矿井开始突出的水平以下才具有突出型式的意义。再又由于各突出类型的分布是不分地点和大小，只要为同一突出类型，在相似的构造部位，就有其相似的突出分布特点，但强度不同，为突出分布的相似性。也正由于这种相似性的突出分布的共同原因——应力的集中性所形成的瓦斯运移和储积，所以我们可据突出分布的相似性特点进行瓦斯地质预测，为治理突出的参考。

三、突出分布的递增性

我们把突出强度增加而增加的这种特点，称为突出分布的递增性，其原因正如我国卓越科学家李四光同志对构造应力场的精辟论述所指示的：“在构造应力的作用仅仅影响地层上层一定厚度的情况下，水平应力分量的重要性远远超过垂直应力分量”。同时还“证实了主应力，即最大应力的作用方向，处处是水平的和接近水平的”。从国内外所测得的数据看，一般也是水平应力值比垂直应力大得多（几倍至数千倍）。即是说在一般情况下影响突出的主导因素是水平（或构造）应力的结果。再结合实例看表 1：突出强度随深度

表一

矿井突出强度 突出位置 (吨)	中梁山	高顶山	平均突出强度 (吨/次)	
			六枝大用	天府(煤巷)
第一水平	1668	344	8	20
二水平	4866	1395	117	26
三水平		3371	360	32
四水平				34

增强的这种现象，在水平（或平面下）划分下的特点——呈带状分布的梯度增加，这是由于随深度增加主要为水平应力增强的结果。又以天府为例。现今的煤巷突出平均强度随深度增加为线性增加。与在一般条件下的一定深度内构造应力随深度增加呈线性增加相似。因之，我们认为突出强度随深度增加的主要原因是构造应力因素的影响，所以上复岩厚（垂直应力分量）就不是主要的了，如高顶山煤矿的突出分布的上部边介并不与等深线（或等厚线）一致，又以李子垭煤矿上复岩层 500 米厚，煤层倾角 60° — 70° 现 + 680 水平上已掘数千米煤巷没有发生突出为例，其主要原因是构造级别小（与邻近的高顶山煤矿所在的宝顶背斜比），并属应力释放垂直变形，再往之目前开采的标高又高，该矿的主要应力分量——构造应力就较小，所以垂直应力分量虽大，但也不足以形成突出。反之，湖南马田桐子山北区 + 80 水平，上复岩层厚才 70 米，集中突出 19 次。这不可能是以垂直应力分量为所能造成的。该处为折皱形成的煤包。因而我们认为主要因素还是构造应力留下的突出胚胎。象这类现象在很多矿井中也能看到。另一方面，北票冠山二井“保护层开采超过一年后，岩体的卸压程度并未降低或消失，瓦斯压力也没有恢复（残余瓦

斯压力仍在缓缓下降)”，更没有由于“岩层上的静压力因岩体压实而恢复到原始压力”后使突出复生。又，天府解放层采过2·5年后，解放层仍能保持一定的膨胀变形，并可能在相当长的时间内，维持其卸压状态，从实践上检验了释放其主要应力构造（或水平应力后，在一定的条件下，上复岩厚这个次要应力不足以使煤层物理特性和瓦斯动力参数恢复的，因此从理论和实践的几个方面看，我们认为突出点的分布在一定的条件下，主要是受成生时构造应力因素的影响，对此我们在治理突出时不可忽视。

四、突出分布的分级性

构造序次和级别的大小对突出强度、密度的分布，有一种明显的对应控制关系，以南桐直属一井为例，出突分布总的受八面山向斜轴的控制，远离向斜轴的地方出突就较少分布，然出突的具体分布却受序次低的北 50° — 60° 东与北 40° — 50° 西向配套扭裂面的控制。又，位于南桐矿区南北向高一构造的鲜家坪背斜的东翼扭转突出区与受低级构造猫岩背斜、鸳鸯岩向斜所影响的直属一井东部介扭转突出区为例，高级别较低级别的构造形迹所影响的强度大，突出点分布也密；反之较小、较稀。

又，将南桐三个向斜突出强度与构造线长度作一对照表2：这个突出强度虽然受到防

表2

项 目 位 置	突 出 强 度		构 造 线	
	次 数	煤 量 (吨)	区内长度 (米)	方 向
八面山向斜	101	9427	6000	南北
王家坝向斜	172	7447	4000	北北东
甘家坪向斜	46	1096	3000	南北、北北西

治措施，开采面积（强度）的影响，但从表中还是可以看出：在构造影响面大的，级别高的八面山向斜直属一井所控制的突出强度大，而构造影响面较少、级别（序次）低的王家坝南桐一井，甘家坪向斜直属二井控制的突出强度就较低。

更有趣的红卫煤矿坦家冲116采区与里庙156采区的突出点分布在一个以煤层等厚线所形成的似帚状图案上，两者构造形态相似，但前者的构造级别较后者大，随之突出度也大，见表3：这是突出强度受构造级别影响的又一实例。

表3

项 目 位 置	突 出 强 度						构 造 (米)	
	大 型		中 型		小 型		长度	撇 开 端 宽
	次数	数量(吨)	次数	数量(吨)	次数	数量 (吨)		
坦家冲116采区	5	10400	14	2719	60		780	300
里王庙156采区	1	1000	3	1990	42		430	120

若结合突出点分布在煤层产状变化的部位来分析，我们能见到高级别的构造控制突出呈面、呈段密集产出，更低级别仅控制一个突出点，这可为我们在治理突出时考虑的一个

因素。

综上所述可见：

突出分布主要受成生时的构造应力场所控制，其特点：①突出主要分布在构造应力集中附近的发育处，尤其是次级构造发育的部位；②在具有成生联系的一定地区范围内，突出强度分布一般与构造应力的大小、积累程态和构造级别相对应。

因之，我们认识突出矿区或矿井的过程中，据突出分布的特点和防治的需要，可将突出强度在水平方向分区、垂直方向分带和空间上分级的特点进行予测划分，展开瓦斯地质的突出予测、予报工作，逐步推动我们对突出地治理建立在较为准确、有效、合理、经济和可行的基础上，也即我们研究突出分布的目的之所以。同时，通过实践又会加深我们对于突出分布规律的认识。

下步我们想对突出分布进行更广泛、更深入的调查；在对构造体系续别和划分的基础上，进行突出的地质分析，同时并利用瓦斯、煤岩在构造应力场中活动而产生并被保存质来的物理特性，运用物理方法和精密仪器来探测，如用电磁波、地震波……等在煤层介值发生变化后，吸收的不同。用一些量测手段，在实地上将突出的异常（具有突出的危险下）圈划出来。作一些试验，可能对突出分布规律的认识，是有益的。

为编者注：全文见“四川煤矿第二届煤和瓦斯突出学术讨论会资料汇编”

报告人：焦光华

井名	突出次数	突出强度 (吨)	突出位置
1008	1	1000	1008
1007	1	1000	1007
1006	1	1000	1006

井名	突出次数	突出强度 (吨)	突出位置
1008	1	1000	1008
1007	1	1000	1007
1006	1	1000	1006

湖南省煤与瓦斯突出区域地质因素 的初步探讨

湖南省煤炭工业局

焦作矿业学院

湖南省煤与瓦斯突出，在我国是最严重的一个省份。掌握突出分布的区域特征，研究其规律，对开展瓦斯突出区域预测，是十分重要的工作。

一、湖南瓦斯突出分布的特点：

全省省、地、县三级煤矿有瓦斯突出矿井46个，其中省属重点煤矿突出井19个，占74个重点矿井的25.7%，地县煤矿突出井27个（其中邵阳地区8个，涟源地区8个，衡阳地区3个，郴州地区7个，湘潭地区1个），占地县煤矿总数的10%，此外邵阳、隆回等县的社队煤矿也都发生过突出。

全省的省、地、县三级矿井，据不完全统计至78年6月底止有记载突出达1961次。发生突出的矿井，次数超过或接近100次的有：白沙矿务局所属红卫煤矿的坦家冲和里王庙井，马田煤矿的桐子山和艾和山井；涟邵矿务局所属立新煤矿的蛇形山井；涟沅地区煤炭局资江煤矿；邵阳地区煤炭局所属牛轭塘矿、金华山矿；衡阳地区的红旗井等9个矿井。

全省有记录的突出总煤量达16万吨，1000吨以上的特大型突出17次，500吨以上的突出32次。46对井平均强度为84.3吨，其中省属矿为105.6吨，平均强度50吨以上的有23个井。

瓦斯突出分布主要特点是：

1、突出井集中在郴耒和涟邵煤田。

根据1976年出版的“湖南煤炭资料汇编”，全省划分：桑石、黔淑、祁零、韶山、涟沅、邵阳、茶醴、郴耒、资汝和江宁十个煤田，46个突出井在涟沅煤田8个，邵阳煤田19个，郴耒煤田18个，茶醴煤田一个，主要在郴耒、涟沅、邵阳煤田。三个煤田占突出矿井总数的97.83%，占突出总次数的99.7%，桑石、黔淑、祁零、韶山、资汝、江宁6个煤田皆没有发生突出。茶醴煤田仅个别矿井突出，有记载仅5次。（图1）。

2、突出矿井和突出带相对集中并有一定的方向性：

如白沙向斜在浅部划分22个井田，现已开发的有15个（其中属白沙局生产井12个，基建井1个，北部有二个县办煤矿）目前揭露情况，只有红卫矿的坦家冲和里王庙两个井突出，并且突出严重。

马田煤矿目前开采的六个井，位于龙潭向斜的五个井田，位于石里山向斜一个井田，据目前资料发生突出的仅有马田煤矿桐子山、艾和山和永兴县红星井，前二个突出严重。

马田桐艾二井、永红三个井、街洞茶山岭和红星共7个突出井集中在一条线上。

涟邵洪山殿矿区划分六个井田，已建井和生产的五个井田皆具有突出，而突出严重的是立新煤矿蛇形山井。

涟邵煤田北段（涟沅煤田）8个突出井和洪山殿矿区基本上沿东西方向延展成带。

突出带的相对集中几乎各个矿区皆有表现。资江煤矿和利民红桥井表现为东突西不突。红卫煤矿坦里二井表现为南强北弱。立新煤矿蛇形山井四采区突出严重。马田矿桐艾两井主要集中在两个带上。

3、突出煤层属于龙潭和测水两个煤系：

本省煤炭资源分别产于震旦纪、下寒武世、下奥陶世、下志留世、上泥盆世、下石炭世、下二迭世、上二迭世、上三叠世、下第三世等十一套不同时期的含煤沉积中，其中下古生代为石煤，第三纪为褐煤。而分布广泛，含煤性较好的是下石炭世测水煤系，上二迭世龙潭煤系和上三迭世的安源组和杨梅垄组。突出发生在测水和龙潭两个煤系。除金竹山矿区一平峒、土朱和红桥井、渣度矿区利民井、毛易矿区大建煤矿南平峒、冷水江矿区资江煤矿等六个井属测水煤系外，其他40个井皆为龙潭煤系。

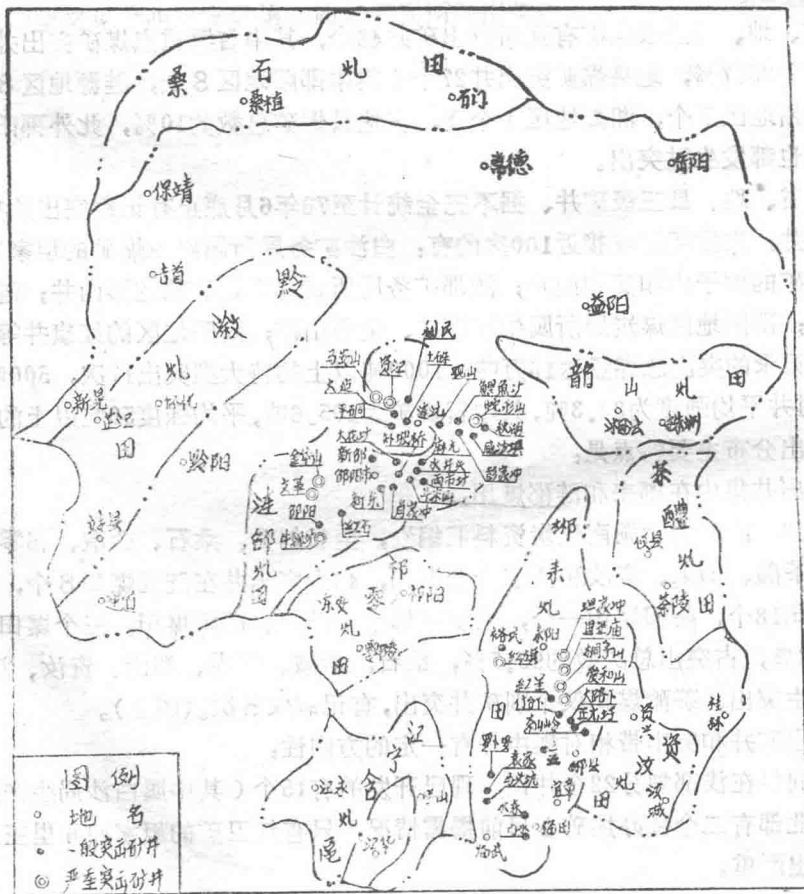


图1 湖南省瓦斯突出矿井分布图

二、瓦斯赋存的区域地质因素分析:

瓦斯突出分布不均衡,与地质条件的差异性有密切关系。区域的划分首先决定形成和保存瓦斯的地质条件。

1、煤系沉积环境和岩性特征是瓦斯赋存的基本条件:

本省突出煤层属于上二叠统龙潭煤系和下石炭统测水煤系,首先是这两个煤系具有较好的形成和保存瓦斯的条件。

测水煤系是在狭长海湾环境下形成。除湘西北部为古陆外,在湘中,湘西南和湘东南普遍沉积,聚煤中心在金竹山一带(分布范围与涟源盆地基本一致),为海湾泻湖相,沉积旋回完整,含煤段地层主要由细粒的粉砂岩,泥岩组成,占50~75%(其中煤层占5~16%)而砂岩仅占25~50%。不仅聚煤条件好,而且保存瓦斯的条件也好,而湘东南韶山,茶醴、郴耒及邵阳盆地北部一带,下石炭世处于强还原为主的陆缘滨海环境,成煤不利,仅有薄煤层或局部可采煤层同时含煤段以砂岩为主(占75~50%),粉砂岩和泥岩薄(包括0.4~2.5%的煤层占25~50%),这些盆地下石炭世成煤条件差瓦斯储存的条件也差;湘西南的邵阳盆地南部,祁零盆地和宁远盆地下石炭世成煤期处于强还原为主的滨海环境,地壳长期处于海水面以下,出露水面形成泥炭沼泽机会少,对成煤十分不利。瓦斯突出矿井是与成煤条件和煤系沉积的岩性密切相关的。因而测水煤系突出矿井皆处于涟源煤田。

晚二迭纪龙潭组是湖南最重要的含煤地层。在本省境内形成两种不同的含煤建造。分布湘西北(桑石煤盆)和湘西(黔淑煤盆)称辰溪煤系。主要为滨海相和泻湖海湾相沉积,其岩性主要由铝土质泥岩粘土泥岩及炭质泥岩组成。局部夹灰岩透镜体,含一层薄煤及黄铁矿结核,煤质为含灰分和硫分较高的烟煤。这里煤系很薄2.5~6米,(图2),保存瓦斯的条件较差,加之煤系的上复下伏的石灰岩裂隙、溶洞发育,因此,在桑石和黔淑两煤田内各矿井,瓦斯较小,为1~2级瓦斯矿井,不具瓦斯突出。

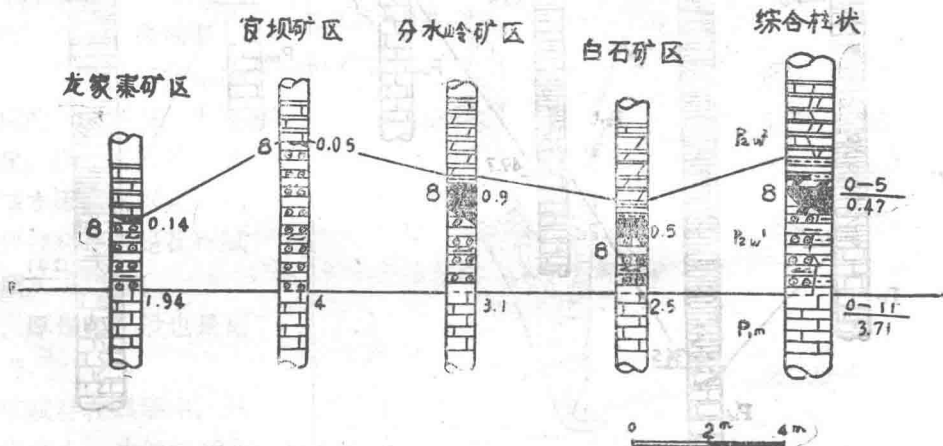


图2 辰溪煤系柱状图

龙潭煤系遍布湘中及湘东南地区，由于煤系形成时环境的不同，明显分异为南北两区。其分界线大致在新化、涟源、株洲至醴陵一线即北纬 $27^{\circ}40'$ 附近，分界线以北为“北型”，以南为“南型”，两者之间形成了一条近东西狭窄的过渡区，涟源煤田的大部分属于北型，一部分属南型，韶山煤田属北型，邵阳、茶醴、郴耒各煤田属于南型。

龙潭煤系“北型”及所分布区的主要特点：(1)煤系薄，厚度为 $19\sim 85$ 米；(2)含煤层数少， $1\sim 3$ 层（潭家山含煤8层例外）；(3)煤系的下伏岩系为茅口灰岩，上覆岩系为长兴灰岩，煤层与茅口灰岩的间距很小；(4)水文地质条件复杂（图3）。在这个区矿井瓦斯较小，省重点矿井13个，其中一级瓦斯矿6个，二级瓦斯矿3个，三级瓦斯矿2个，超

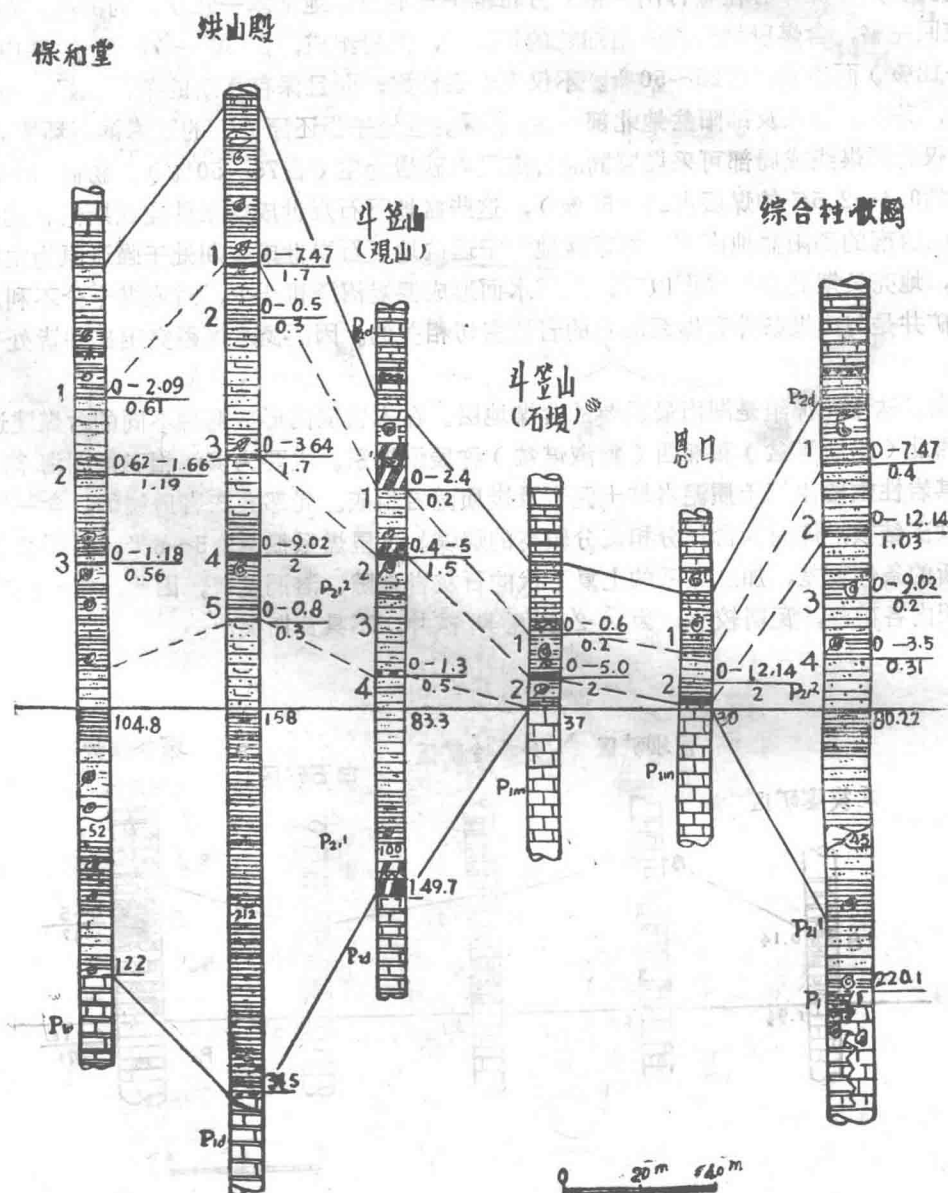


图3 涟邵煤田龙潭组岩性对比图

级瓦斯矿 2 个，没有发生过瓦斯突出，这里地县煤矿多是 1~2 级，个别是 3 级瓦斯矿。这说明灰岩的裂隙和溶洞对瓦斯起了较好的排放作用，瓦斯储存条件差。

龙潭煤系“南型”及所分布区主要特点是：(1)煤系地层厚度大，含煤建造分成上下两段，下段厚 85~418 米，上段在湘东南一带，厚 117~591 米，湘中以南厚 60~158 米；(2)煤层层数多，湘东南含煤 5~16 层，可采 2~6 层，湘中以南含煤 3~6 层，可采 1~2 层，局部可采二层；(3)煤层顶底板有一套较厚的泥质或粉砂质岩层；(4)水文地质条件简单，这个区域瓦斯赋存条件好，本省瓦斯突出矿井，基本上与龙潭煤系“南型”分布相吻合（见图 1、图 3）。

晚三迭世含煤建造零星分布在本省各煤田印支期以来的拗陷地带，而以资汝煤田为最好，目前资料，开采晚三迭世至侏罗世煤层的煤矿，瓦斯都较小，矿井瓦斯等级为 1~2 级，个别为 3 级，这与煤系地层中存在着厚度较大的中粗粒砂岩层有关，砂岩给瓦斯排放创造了良好的条件。

煤系不同，瓦斯赋存条件也各异，龙潭煤系“南型”有良好的储存瓦斯条件，涟源煤田的测水煤系瓦斯赋存条件较好，而湘东南和湘西南较差，辰溪煤系形成和储存瓦斯条件皆较差，安源组和出炭垒煤系变质程度低，具有较好的瓦斯排放条件。不同煤系的分布反映了瓦斯赋存的区域性特点，涟源煤田、邵阳煤田和郴耒煤田瓦斯大，首先是因这些煤田主要含煤地层属龙潭煤系“南型”所致，这也说明瓦斯赋存与含煤性和含煤地层所造成的储气层密切相关，因此，煤系特征是瓦斯赋存的基本因素，煤系形成时的古地理环境则是瓦斯赋存的地质历史条件。

2、厚煤带一般也是瓦斯富集带：

瓦斯赋存在煤层中，只有煤层厚度大，才能储存大量瓦斯，同一矿区，若其它

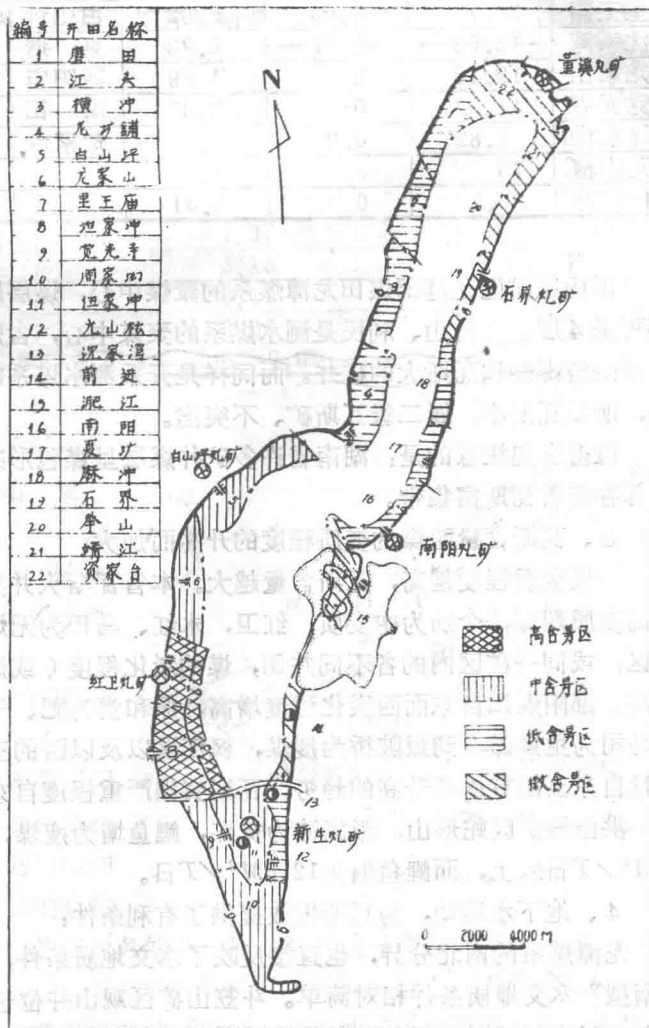


图 4 白沙斜向瓦斯含量分布示意图

条件相同，而煤层厚度大则瓦斯亦大，如白沙向斜根据钻孔取样和矿井资料，瓦斯含量差异性很大，总的趋势是以红卫煤矿坦家冲，里王庙为中心，往南往北变小，到北端的资家台和磨田几乎难以测到瓦斯，向斜两翼相比西异大东异小。（图4）。

根据瓦斯分布特点，在白沙向斜现勘探深度可以划分几个不同程度的区，即高含量区（含量 $>10M^3/T$ ），中含量区（ $5\sim 10M^3/T$ ），低含量区（ $0.5\sim 5M^3/T$ ），和微含量区（ $0.5M^3/T$ ）。在高含量区的红卫煤矿坦、里二井田正是本矿区厚煤带所在位置，这里煤层最大厚度达25.7米。（表1）

白沙向斜各矿井6煤煤层比较

表1

矿 井	煤 层 (M)			矿 井	煤 厚 (M)		
	最 大	最 小	平 均		最 大	最 小	平 均
坦家冲	17.7	0.69	6.45	龙塘辅	11.51	0	1.95
里王庙	25.7	0.08	5.92	白山坪	14.88	0	2—3
沈家湾	12.58	0.17	3.23	夏 塘	11.77	0.36	3.7
龙家山	12.15	0	1.89	南阳庙	14.09	0	2.5
党光寺	11.92	0.1	2.91	磨 田			0.98
周家坳	7.82	0.28	2.66	资家台			1~2
元山檀	15	0	1.57				
伍家冲	20.2	0	3.31				

洪山殿矿区是涟邵煤田龙潭煤系的聚煤中心，煤层层数多，全区含煤8层，可采和局部可采4层。金竹山、利民是测水煤系的聚煤中心，含煤7层，可采和局部可采5层。它们都是涟邵煤田瓦斯大的矿井。而同样是开采测水煤系的朝阳煤矿，因煤层仅有0.6~1米厚，所以瓦斯小，属二级瓦斯矿、不突出。

值得引起注意的是：湖南省许多矿井煤层呈煤包形态，这种煤包对瓦斯保存有利，使局部存在着瓦斯富集带。

3、瓦斯含量随煤的变质程度的升高而加大：

一般变质程度越高，瓦斯含量越大。本省瓦斯大并具有突出的矿井，大多数是无烟煤和高变质烟煤，个别为中变质，红卫，永红、马田为无烟煤，立新为贫煤，同一煤田内各矿区，或同一矿区内的各不同井田，煤的炭化程度（或煤的牌号）越高，瓦斯含量也相应增高。邵阳煤田自东而西炭化程度增高，保和堂为肥、气煤，两市塘为肥煤——主焦煤，牛马司为主焦煤，到短陂桥为瘦煤，枫江溪以及以西的三比田、箍脚底皆为无烟煤，瓦斯含量自东至西有逐渐升高的趋势，瓦斯突出严重程度自东向西增强。

洪山殿矿区蛇形山，彭家冲为贫煤，鲤鱼塘为瘦煤，相对瓦斯涌出量蛇形山达 $40M^3/T$ 以上，而鲤鱼塘为 $12.6M^3/T$ 日。

4、地下水运动，为瓦斯排放提供了有利条件：

龙潭煤系的南北分异，也直接反映了水文地质条件，“北型”水文地质条件复杂，“南型”水文地质条件相对简单。斗笠山矿区观山井位于“南型”，往北各井田为“北型”。观山井煤层距茅口灰岩的隔层厚度大，涌水量小瓦斯大具有突出（图5）。而北边各井田煤层与茅口灰岩的隔层薄，涌水量大瓦斯小。（见表2）。

斗笠山矿区瓦斯涌出量与水文地质条件关系

表 2

矿井名称	柑子山	香花台	黄港	湖坪	观山
涌水量 $M^3/时$	170—800	800~3600	970~1990	760~1300	15—40
	350	1200	1334	1000	20
Ⅱ煤与茅口灰岩隔层厚 M	5	8	9	10	93
相对瓦斯涌出量 $M^3/T日$	15.4	20.9	13.4	21.9	具有突出

本省桥头河, 恩口, 云湖桥, 煤炭坝皆是“北型”, 水文地质条件复杂, 瓦斯相对较小。(见表 3)。

龙潭煤系“北型”矿井瓦斯涌出量

表 3

煤田	矿区	矿井	相对瓦斯涌出量 $M^3/T月$	矿井瓦斯等级
涟沅	桥头河	四方井	4.86	2
		邓子山	6.8	2
沅	恩口	一二井	4—9	2
		二二井		2
韶山	煤炭坝	西峰仓	1.37	1
		跃进	2.18	1
		五亩冲	3.11	1
		竹子塘	0.64	1
	云湖桥	经钻孔取样测定瓦斯含量为0.91—2.3		

煤层下部茅口灰岩存在丰富的裂隙和溶洞, 含水层直接受地表水的补给, 地下水流通条件好, 煤层底板隔水条件差, 这给地下水吸附并带走瓦斯创造了有利条件。所以龙潭煤系“北型”分布的矿区或矿井瓦斯相对较小。

5、含煤建造遭受冲刷的区域瓦斯小:

湖南许多矿区存在白垩纪至老第三纪沉积的红色岩系——红层, 这套以河流相为主的沉积物——红层, 对煤系的冲刷作用十分显著, 有的剥蚀了主采煤层的直接

顶板。有的与煤层间距很近, 冲刷的范围各处不一致, 有的是一个井田或数个井田被红层所切, 有的是一个井田的一部分, 凡受红层冲刷的区域瓦斯皆较小, 因而这些地段由于冲刷形成的长期排放条件相对成为该矿区的低瓦斯区, 如白沙矿区红卫煤矿龙家山井, 牛马司矿区铁箕山井(图 6), 枫江溪矿区北段(九公桥——邵阳煤矿)等。表 4



5 斗笠山矿区井田位置示意图

受红层冲刷矿井与邻近矿井瓦斯涌出量比较

表 4

矿区	受红层冲刷	相对瓦斯涌出量 M^3/T 日	邻近未受冲刷矿井	相对瓦斯涌出量 M^3/T 日
白沙	龙家山	6.4 二级	里王庙	38.31 超级
			白山坪	超级瓦斯矿井
牛马司	铁箕山	13.8 三级	麻元村	16.11 超级
			水井头	21.98 超级

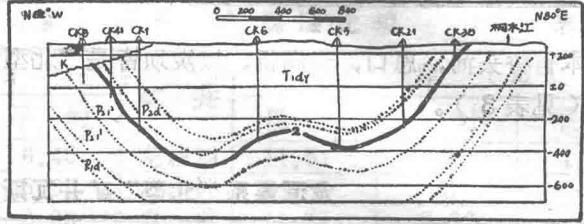


图 6 牛马司矿区红层冲刷平面图

6、地质构造条件对瓦斯有保存和排放的双重影响；

某些地质构造有利于瓦斯的保存，有的地质构造则有利于瓦斯的排放。

湖南省多数矿区为向斜盆地构造，它是保存瓦斯的有利构造条件。也是本省超级瓦斯矿井多，瓦斯突出矿井多的重要因素。

同一向斜盆地构造，若沉积特点相似，瓦斯的差异性主要决定岩层的倾角、断层的性质、断层破坏程度和距地表的深度。一般倾角大瓦斯含量小，断层多瓦斯小，近向斜轴部瓦斯大。在白沙向斜位于向斜中段东翼的夏塘和南阳庙岩层倾角 $40^{\circ}\sim 60^{\circ}$ ，西翼的白山坪和龙塘铺岩层倾角 $30\sim 35^{\circ}$ ，东翼瓦斯小。位于向斜转折端的新生煤矿周家坳比位于向斜轴部的伍家冲井瓦斯小。

白沙向斜中各矿井瓦斯涌出量比较

表 5

矿井	煤层倾角(度)	相对瓦斯涌出量 M^3/T 日	矿井瓦斯等级	瓦斯含量
夏塘	40°	3.15	一级	0.4—3.2
南阳庙	$40^{\circ}\sim 60^{\circ}$		二级	3.2—5.3
龙塘铺	$30^{\circ}\sim 35^{\circ}$	48.9	超级	2.1—8.5
白山坪	$30^{\circ}\sim 35^{\circ}$		超级	3.4—10.9

背斜构造若无封闭条件，则瓦斯小，在郴耒煤田耒耒向斜西翼的湘永矿区，为一走向南北的狭长的并受到断层破坏的背斜构造，该矿区各井田瓦斯皆较小。

湘永矿区各矿井瓦斯涌出量

表 6

矿井	相对瓦斯涌出量 M^3/T 日	矿井瓦斯等级
铜角湾	13.34	三
白鸡洞	10.12	三
坡塘	6.57	二
安陵	5.25	二
荆草坪	4.76	二

大断层并直接与地表沟通，则成为瓦斯排放的有利条件。洪山殿矿区鲤鱼塘井，上部大断层多，第一水平原定为二级瓦斯矿，仅发生两次倾出，而无大断层的蛇形山和咸沙坝等井田则瓦斯大，并且突出严重。（图7）

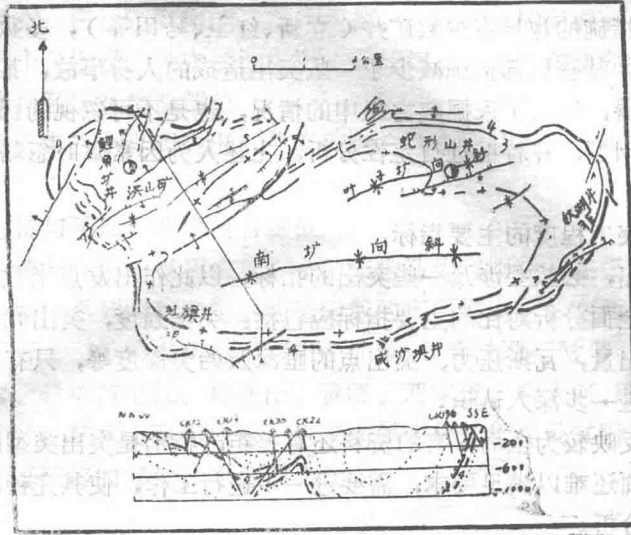


图7 洪山殿矿区构造示意图

洪山殿矿区瓦斯涌出量表7

矿 井	相对瓦斯涌出量 M^3/T 日	矿 井 瓦 斯 等 级
蛇 形 山	48.8	超 级
彭 家 冲	40.7	超 级
鲤鱼塘第一水平	12.6	二 级
咸 沙 坝	36.1	超 级

对断层也不能一律对待，当压性或压扭性断层，瓦斯也不易排放，马田的桐子山和艾和山由一组逆断层形成的选瓦式构造，将煤层分成互不联系的四盘，每盘各自成独立的封闭的块段，也造成了瓦斯局部富集的有利条件。

煤田内各矿区，矿区内各井田瓦斯的差异，是各种因素综合影响的结果。在不同矿区或井田瓦斯赋存条件好，既要有大量形成瓦斯的条件，也要有良好的保存瓦斯的条件，二者缺一不可。而形成和保存条件又是多因素综合影响的结果。只有进行综合分析才能逐步深入掌握其赋存规律。

三、瓦斯突出的区域地质构造条件：

（一）分析突出条件的几个有关问题：

1、人为因素与自然因素的关系：

瓦斯突出是自然因素和人为因素复杂综合作用的结果，在同样的自然条件下，由于采取了措施，可以减少突出，由于巷道布置和采掘作业方式不恰当也可能增加突出，只有在

具备发生突出的自然条件下，人为因素才能显出其作用，瓦斯突出的区域性并非人为因素的结果，而是自然因素（主要地质条件）所决定的。

我们从地质角度进行分析，需要考虑到人为因素的影响，如何排除这些影响是研究中值得引起注意的问题。从湖南省目前情况来看仅个别矿采取了开解放层的区域性措施，采取水力冲孔和抽放措施的也只有少数矿井（立新、红卫、马田等），多数矿井采用的是震动性放炮和松动放炮，某些局部措施减少了一些突出造成的人身事故，某些地方煤矿巷道布置和采掘系统不完善，造成了采掘应力集中的情况，也是不可忽视的因素。我们认为若从区域方面去认识问题，并着重进行定性分析，上述人为因素暂时忽略不计不至于产生明显的影响。

2、反映瓦斯突出程度的主要指标：

要分析瓦斯突出，必然要涉及一些突出的指标，以此作为出发点来找它们的差异并追索其原因。我们认为全面分析对比的主要指标应包括：突出强度，突出频度（突出次数），突出类型，瓦斯喷出量，瓦斯压力，突出点的垂深及始突深度等，只有全面分析影响这些指标的因素，才能进一步深入认识。

目前有的资料反映较为全面，有的资料还有差距，特别是突出类型的鉴定、瓦斯压力和瓦斯喷出量，三项还难以满足要求，需要进一步进行工作，使其完善。当前我们只能根据现有资料来进行分析。

3、瓦斯突出分布级别的划分：

瓦斯突出级别划分是我们在77年调查阶段性总结中提出的，通过近两年的调查进一步肯定了这种划分的必要性。

(1)瓦斯突出区：

在湖南省一般将煤田划分为若干矿区。矿区又划分为若干井田。突出区是指具有突出的矿区或井田。而对突出频繁、突出强度大、突出矿井密集的区域称为突出集中区。

(2)瓦斯突出带：

在具有突出的井田内发生突出的地段。大的突出带可以是一个或几个采区，小的也可能是一个工作面，突出带的划分应考虑突出点的密集程度，及在地质构造块段上的关系，对突出点相对密集的地段及特大型突出的部位，称为突出集中带。有些比较小的矿区，井田范围不大，可以将矿区作为突出区，而井田则作为突出带来考虑。

(3)瓦斯突出点：

发生突出或具有突出危险的具体地点。

上述划分是根据构造级别划分，突出分布范围及进行预测需要而提出的，作为瓦斯突出区划的一种尝试，目前还不完善，需要再实践来补充修改。它的积极意义在于使局部认识与整体认识联系起来，使突出分布与构造级别联系起来，从而有利于按突出分布级别来寻找突出预测预报指标。

(二)瓦斯突出区的划分：

湖南省目前有46个突出矿井，在涟源、邵阳和郴耒煤田占45个，它们分布在这三个煤田中的22个矿区，根据我们前面提出的概念，可以将其初步划分为19个瓦斯突出区。

属涟源煤田的有：斗笠山南段、渣渡南段、金竹山南段（包括毛易），冷水江南段，马鞍山五个瓦斯突出区，这五个突出区中的金竹山一平峒、冷水江的资江和马鞍山为突出集

中区。

属邵阳煤田的有：洪山殿、牛马司（包括两市塘）、短陂桥、枫江溪南段、三比田北段、箍脚底北段和新邵7个突出区，其中洪山殿，短陂桥，箍脚底和三比田为突出集中区。

属郴耒煤田的有：白沙东翼南段、马田西部、永红（包括街洞茶山岭）、盐湖、袁家、华塘和梅田七个突出区，其中白沙坦里、马田桐艾、永红和盐湖红旗为突出集中区。

（三）瓦斯突出区所在构造部位

涟源、邵阳和郴耒三个煤田突出矿井（即突出区）往往展布在构造体系一定部位，归纳起来有：

1、东西构造带与弧形构造的复合部位

涟邵煤田（为涟源和邵阳煤田的总称）主体构造为祁阳弧，在弧形构造的北翼有望云云—白马山一线，由一系列北东向穹窿构造组成的东西构造带。东西构造带的“横跨”将涟源和邵阳煤田分开。涟源煤田位于祁阳弧北翼，称为涟源褶皱带，由西向东分布着一系列宽缓的短轴向斜，包括芦毛江、马鞍山、青峰、邓家铺、桥头河、恩口、斗笠山等向斜，该煤田8个突出矿井，基本上可形成带，位于向斜南部转折端及其附近。这正是东西向构造带与弧形构造北翼反接的部位。（见图8）



图8 涟邵煤田构造纲要及瓦斯突出矿井分布图

洪山殿矿区也是处于东西构造带与弧形构造的复合部位，主要受东西向构造控制。（详见洪山殿矿区瓦斯突出及其地质因素一文）

2、弧形构造的弧顶部位

在湖南省境内由于多构造体系的复合联合影响，形成了许多S形或反S形的构造，也有

的表现为弧形构造,其中最大的弧形构造是祁阳弧,弧顶位于隆回一带,处于弧顶部位的箍脚底,三比田突出严重,从弧顶向弧的内侧逐渐减弱,呈现西强东弱的特点。东部朝阳、保和堂矿区不突区,两市塘二个生产井,其中一个生产井发生12次突出,牛马司矿区三个井仅发生16次倾出,短陂桥矿区4个井皆突出,总计53次,枫江溪矿区一个井突出38次,三比田和箍脚底二矿区都是突出严重矿区。(图8)

马田矿区桐子山、艾和山处于和平圩和石里山两弧形褶曲向西凸出的指向部位。(图10)资江煤矿位于冷水江矿区南翼,接近该向斜褶曲轴向东突出的弧形顶部。

盐湖向斜的西部背斜和东部断裂带向西突出,该向斜南段的红旗井正处在这些弧形构造的转折部位。

3、扭曲褶曲的扭折部位

短陂桥向斜褶曲轴面呈现有似麻花状对扭,该向斜南端(F_2 以南),为一对称向斜,中南段的(到新东煤矿和肖家冲井田)西北翼倒转东南翼正常。北段的(大花塘至姜家垄)西北翼正常东南翼倒转,中部则为由正常倾斜向直立倒转的过渡地段。矿区内小型褶曲和断层发育。说明该矿区受到了强烈的扭动影响,本区已开发的四个生产井皆有突出,而突出严重的是处于扭曲部位的新东和大花塘。新东突出27次,大花塘13次。而处于正常部位的短陂桥5次,肖家冲7次。(图9)

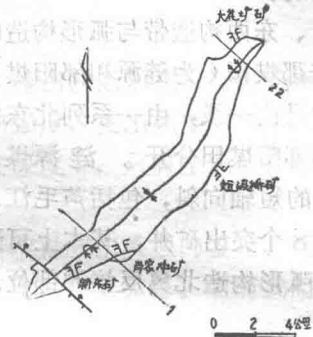


图9 短陂桥矿区构造示意图

4、多构造体系交汇部位

郴耒煤田构造的主体部分是来临南北构造带,由于南岭东西巨型构造带和华夏系的复合与联合,使主体部位改造成为南北向弧度不大的正弦曲线,弧形交替向东西凸出,使本区构造异常复杂。

马田、永红和街洞煤矿7个突出井,形成北西向延展的瓦斯突出集中区。这个区正处在三个构造体系交汇部位。

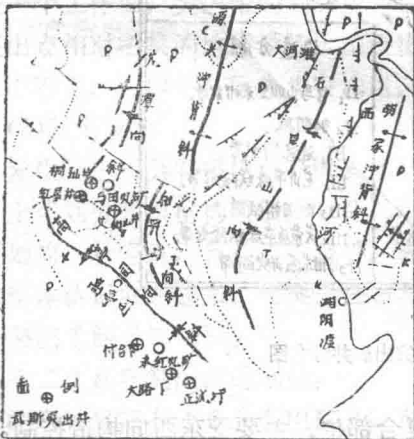


图10 马田——永红构造纲要概略图及瓦斯突出矿井分布图

该集中区的北端有塔山—永兴—彭公庙东西构造带通过,使石里山向斜与和平圩向斜形成弧形构造,弧形构造的弧顶方向与东西构造的部位基本一致。在该区的西部为强烈的未临南北构造带,在该区的东南有新华夏系构造密集带,这个“密集带”的主要成员之一——三永向斜,在该突出集中区的南端相联。

该区的延展方向与大义山方向基本相同,在区域上看,该方向与新华夏系配套的扭性断层相一致,由于多时期多体系的复合影响,和后期的强烈扭动,形成了该区构造复杂和应力集中的历史背景。可能是形成突出区集中的重要原因。(图10)

5、压扭性断层带所夹的块段

红卫煤矿坦家冲、里王庙处于白沙向斜的西翼南段。两井田形成一个独立的块段，北部为枫树湾断层带，南部为清水铺断层带，二断层皆产生了北盘向西，南盘向东的水平错动，对坦里块段是明显的扭动，这可能是形成本区应力集中不可忽视的重要条件。

上述可以看到各突出区，虽然构造型式不一样，有利于应力集中则是它们的共同点。突出区往往出现有利于应力集中的构造部位。一个矿区或矿井若是具备有很好的瓦斯赋存条件又处于有利应力集中的构造部位，则可能突出，但在矿区内瓦斯赋存和地应力，仍然是不均衡的，因此在具有突出的矿区还存在不突出的地段，即使普遍突出也会有突出程度的差别。

(四) 瓦斯突出集中带的地质构造特征：

根据前面提出的概念和划分的原则，对46个突出矿井中资料较完整并突出严重矿井进行了突出集中带的划分，总共划分出26个突出集中带。26个突出集中带虽有着各自独立的特点，存在不同的构造形态，通过分析仍可以找到它们之间的共同点。形态上可以归纳出7个地质构造类型。

1、压扭性断裂带：立新煤矿蛇形山井四采区，马田煤矿桐子山、艾和山井突出带属这种类型。这种类型特点是在沿走向或倾向上有一组间距较大的逆断层，断层切割使突出带成为断层所夹的块段，在这块段内产状变化大，小型的褶曲和断层发育（图11）。利民红桥井和邵阳地区牛鞭矿也有相似特点。

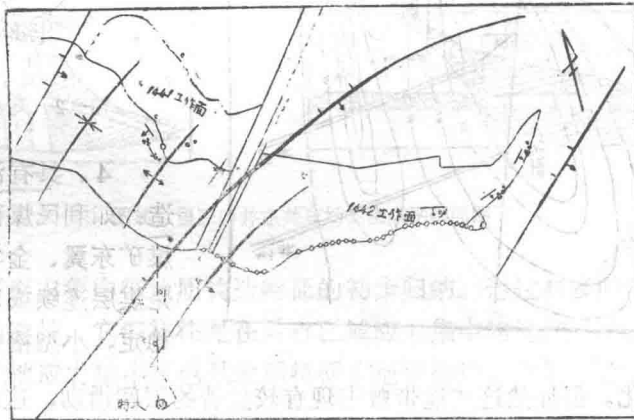


图11 立新蛇形山井构造纲要及突出点分布图

2、帚状构造的收敛端：红卫煤矿坦家冲和里王庙井，皆为单斜构造，顶板平，底板起伏。底板的剧烈褶皱造成煤层厚度有显著变化，在煤层等厚线上反映出煤层底板的构造型式。坦家冲116采区和里王庙156采区分别为两个帚状构造，皆是北边撒开，南边收敛。收敛端突出严重。（图12）

3、向斜转折端：特别是紧闭向斜的转折端的轴部，往往成为该向斜盆地的突出集中带。短坡桥矿区新东严重，金竹山矿区一平响严重，毛易矿区仅在近转折端的南平响突出，马鞍山、牛鞭矿和红石等矿皆处于向斜转折部位（图13）。

图12 红卫坦家冲井集层等厚线图及突出点分布图
1、特大型突出点；2、大型；3、中小型。

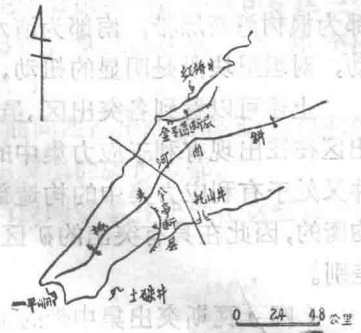
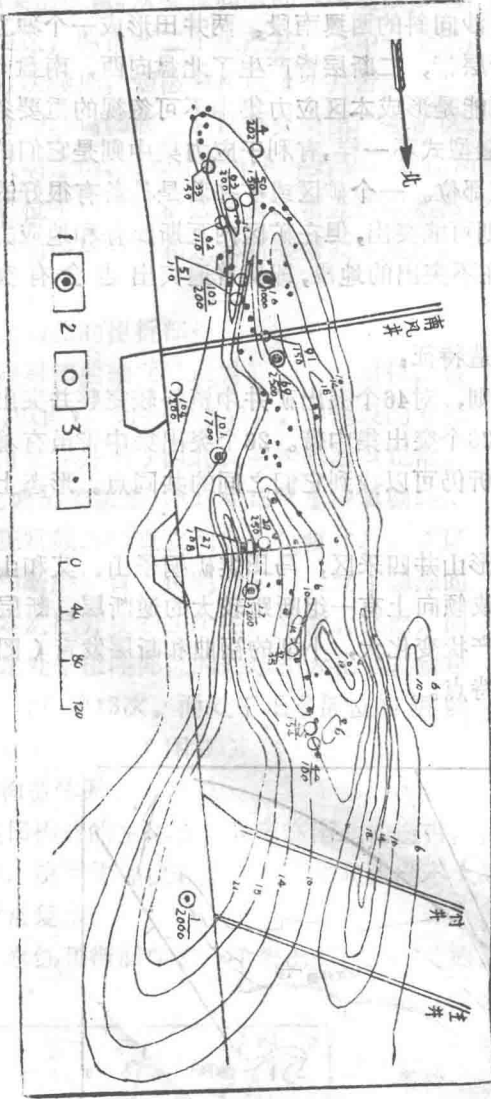
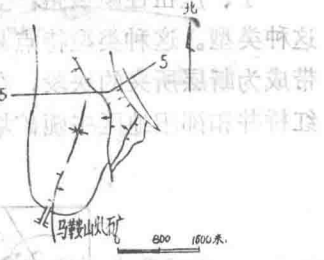


图13-1 金竹山矿区构造示意图



13-2 马鞍山矿区构造示意图

4、具有波状起伏的单斜构造：如利民煤矿利民井东翼、资江煤矿东翼、金华山等。它们的特点是煤层连续或基本连续，总的走向稳定，小型褶曲和煤层柔皱发育，

并伴有煤厚变化。很显然这些地带曾出现有较显著的层间滑动，这正是形成连续突出的主要因素。（图14）

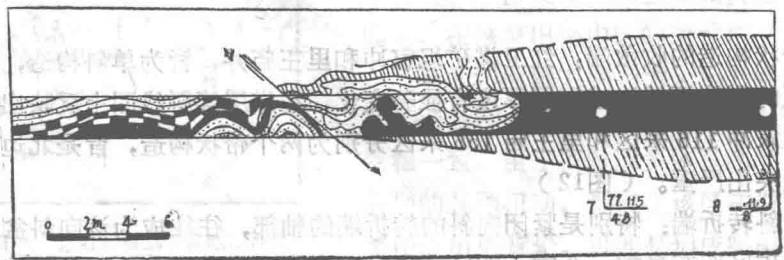


图14 利民井1134运输巷地质素描图及突出点位置

5、受扭曲的直立煤层：如两市扩矿、立新咸沙坝、斗笠山观山井。这种类型的主要特征是陡立的急倾斜煤层，沿走向和倾向都有起伏，或具有较多的小型断层。突出类型以倾出为主。

6、封闭的背斜构造：典型的是桐子山北区+80突出集中带，为一轴向北北东的背斜构造，在褶曲轴部形成煤包，并使背斜东翼翼部煤层变薄至煤线，煤层顶板为一套泥质岩为主的岩层，造成了该区良好的封闭条件，致使连续突出。（图15）

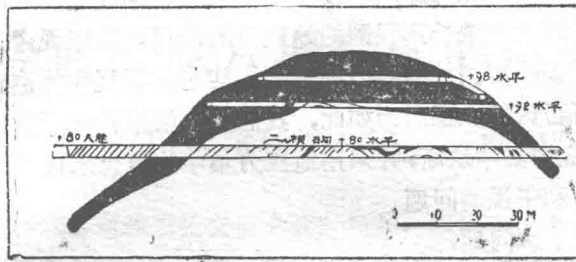


图15 桐子山井北区突出集中带剖面图

7、凸镜状煤包：如里王庙第一次特大型突出所在部位。由于构造挤压，在倾斜方向和走向方向皆煤层变薄成为凸镜状煤包，形成瓦斯突出带，而发生1600吨的突出。（图16）

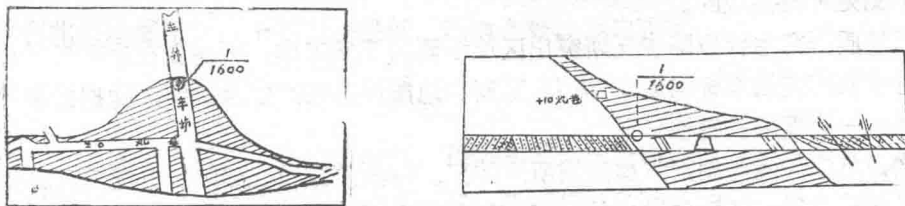


图16 里王庙井主井车场突出点剖面图

以上仅是对瓦斯突出集中带地质构造特征的初步归纳。通过初步归纳，可以看到突出带也是压性或扭性构造带，它们往往是在具有区域应力集中的区域（矿区）内，出现的局部应力集中带。这些地应力集中区也是地质特征（地质构造、煤层厚度、和煤层结构）的异常区，这种异常正成为瓦斯突出的必要条件。

四、对突出机理和瓦斯突出区域预测的认识：

1、瓦斯突出机理问题：有的同志认为瓦斯突出机理包括三个方面：即突出危险区域的特征、发生突出的临界条件和突出的发生发展过程。我们认为这种概念是明确的，这种概念更有利于研究和讨论问题。从地质角度进行瓦斯突出机理的研究，应着重研究突出区域的特征。即主要研究突出区和突出带所表现的地质特征。

我们通过对湖南瓦斯地质调查和初步分析，瓦斯突出区域条件主要有三个方面：1.形成大量瓦斯的条件；2.瓦斯富集的地质条件；3.瓦斯突出的地质条件。其中瓦斯形成和富集条件是基本的内在因素。瓦斯形成的地质条件主要决定成煤原始物质、煤的变质程度和煤

层厚度。而瓦斯富集的地质条件主要决定于煤系煤层组合的岩性特征，成煤后煤系地层的暴露程度，即瓦斯的保存和排放条件。

瓦斯突出的地质条件主要是地应力，即地质历史上的古应力场和现今地应力的分布。从大量的资料说明，瓦斯突出区和突出带多数出现在地应力（或称地质构造应力）集中的区域。瓦斯突出带则出现在具有区域应力集中的范围内的局部应力集中的地区。应力集中表现在该地区 1、具有较强烈的压性或压扭性构造（有的表现为强烈的层间滑动或层间褶皱）；2、由后期改造形成的明显的煤层厚度变化；3、由后期改造引起的明显的煤层结构破坏。这些都显示在地质历史上曾受到强烈的地应力的作用。至于现今是否仍是地应力集中地段，目前还没有更多的实测数据给以说明，但某些地区现今构造应力场与古应力场存在一定的继承性是不可否认的。正因为如此，我们可以根据构造形迹来对突出区域进行构造应力场分析，来寻找应力集中块断，并采用地应力集中的概念来代替“地质构造破坏带”的概念，这样可能更有利于说明问题。

2、瓦斯突出区域预测问题：

瓦斯突出区域预测就是在矿井设计前依据勘探部门提供的资料，确定矿井突出危险性。

要解决这个问题，必须抓住两个重要的环节，1、提高对瓦斯突出的区域基本因素的认识，要在定性分析的基础上形成定量指标；2、勘探部门要提供为确定突出危险性所必要的资料，目前要特别注意对煤层结构和瓦斯含量的测定工作。这两方面的密切配合，突出区域预测是可能实现的。

瓦斯地质研究主要应围绕瓦斯突出区域预测来开展工作，目前应在生产资料总结的基础上，着重研究定量指标问题，获得瓦斯和地质两方面的定量数据，找出其相关关系，这是突破这一问题的关键性环节。

本文是焦作矿院与湖南省煤炭局所属涟邵、白沙矿务局及邵阳、涟沅煤炭局共同协作进行的瓦斯地质研究课题阶段小结。工作将继续进行，缺点和错误在所难免，请同志们批评指正。

（执笔彭立世、袁崇孚）

湖南永耒区

龙潭组煤层瓦斯赋存的初步分析和 今后勘探瓦斯预测的意见

湖南煤田地质勘探公司第一勘探队

根据燃化部《扭转北煤南运经验交流会议》精神，我队于1975年组成勘探方法调查小组，从探采对比调查入手，鉴于本区煤层瓦斯含量大，是影响开采重要因素之一。在调查过程中寻找瓦斯变化规律，瓦斯与地质因素的关系，以提高勘探对瓦斯预测的可靠性。在本区选择有代表性觉光寺、爱和山等六对矿井进行瓦斯地质调查，结合本区其它井田勘探和开采资料，并参考了1973年辽宁、湖南煤科所、红卫矿合编的《红卫煤矿煤与瓦斯突出》进行分析研究、对本区瓦斯赋存进行初步总结。

在工作中得到白沙矿务局、红卫、马田、湘永、永红、街洞、新生等煤矿的大力支持和指导，在此表示感谢。由于我们水平低，不当之处，请指正。

一、基本情况

永耒区位于耒阳县以东，永兴县以西，包括郴耒煤田所属的白沙、永耒、石里山三大向斜。地理坐标为东经112度55分至113度15分，北纬26度至26度40分，行政管辖属耒阳、永兴两县。

区内含煤时代较多，其中晚二迭世龙潭煤系分布面积广，含煤性较好，为主要勘探开发对象。从1955年起至今先后有六个勘探队进行过勘探工作，并有白沙矿务局和省劳改局等29对矿井，还有地县煤矿10余处。这次探采对比调查，选择了区内开采面积较大且具代表性的周家坳，觉光寺、白鸡洞，爱和山、富台下、茶山岭等六对矿井（图1）各矿井勘探及开采情况见表1、表2。

本区龙潭组总厚约536米，根据岩性，含煤性，化石组合等特征，划分为上下两段，下段以细碎屑岩为主，中夹有砂岩，一般不含可采煤层，仅局部地段，如淝江、前进，夏矿等井田发育有可采煤层（8、9煤层）本段一般厚310米。上段由砂岩、粉砂岩、泥岩、煤层等组成。厚约226米。为主要含煤段，共含煤2—21层，含煤系数约3%，属低中灰份，低硫无烟煤。其中层位稳定的有8层，自上而下命名为1、2、3、4、5、6₁、6₂、7煤层，主要可采煤层为6₁。

地质构造特征：本区南临南岭纬向构造带、北靠五峰仙压扭性帚状构造，西接耒临纬向构造带、东部三永向斜为典型的新华夏系。本区处于上述各构造带之间。向斜盆地总体走向大致为北东10~30度之间。主向斜轴在平面上展布均呈强度不同向西突出的弧形。这

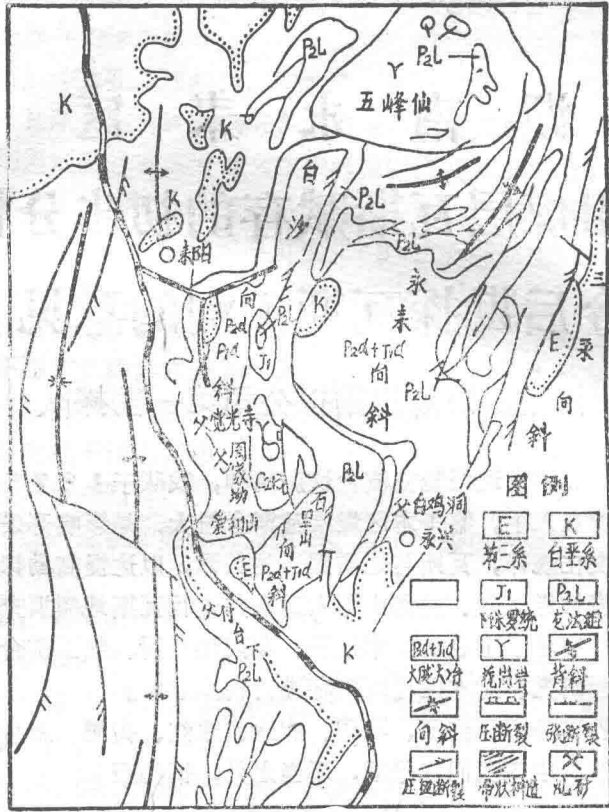


图1 永来区地质构造及龙潭煤系分布图

可能与五峰仙和上堡火成岩体活动有关，本区构造暂归属新华夏系成分，与末临南北向构造呈斜接复合。

本区二迭纪含煤建造沉积以后，经历了印支运动，燕山运动等多次强烈的构造运动，不仅将永来区二迭纪龙潭煤系割成彼此孤立的三个宽缓的向斜构造，而且次一级褶曲相当发育地层产状变化大，并伴生断裂，构造比较复杂，但有规律可寻。

二、勘探预测与矿井瓦斯情况及其对比

(一) 周家坳井

现采二平洞，历年瓦斯鉴定为3~超级，（详见表3），一般为超级。已报废的一平洞（开采最深至+95米水平），一般年鉴定皆大于 $15m^3$ /吨煤，为超级瓦斯矿井（详见表4），而且发生过3次煤与瓦斯突出，最大一次突出煤50吨，勘探预测为超级与开采基本相符。

(二) 觉光寺井

投产后历年鉴定相对瓦斯涌出量为 $10\sim 41m^3$ /吨煤，属超级。74~75年发生几次小型煤与瓦斯突出。69年后产量增加，2—9月井下瓦斯超限多，虽对风巷扩大，但瓦斯含量无法降下来。目前19线北（+85水平）靠近坦家冲井田的煤层瓦斯常超限，安全无保障，

地质勘探基本情况表

表一

井田名称	勘探性质	勘探面积 (KM) ²	可采煤层			构造复杂程度	煤质
			煤层号	煤厚 小~大 平均	结构稳定性		
周家坳	详终	8	6 ₁	$\frac{0.28 \sim 7.82}{2.66}$	较简单较稳定	较简单, 断裂很少, 地层倾角10~20度, 向斜, 西缓东陡小型波状起伏。	A _煤 A ^s = 1.5 V ^r = 3.6 S ^s = 0.6 Q ^t = 6914
觉光寺	详终	2.3	6 ₁	$\frac{0.59 \sim 11.92}{2.90}$	简单较稳定	单斜, 构造中等, 断层6条, 地层倾角平缓13~20度。次一级褶曲较发育。	A _煤 A ^s = 14.6 S ^s = 0.53 V ^r = 6.6 Q ^t = 6322
爱和山	详终	4.2	5	$\frac{0 \sim 9.47}{1.44}$	简单不稳定	构造复杂, 走向断层异常发育, 少量中基性岩浆活动地层平均倾角30度。中小型褶曲较小。	A A ^s = 18 V ^r = 7 S ^s = 0.67 Q ^s = 6867
			6 ₁	$\frac{0.16 \sim 10.96}{2.65}$	较简单较稳定		
富台下	详查	1.8	5	$\frac{0 \sim 3.58}{1.5}$	较复杂不稳定	较简单。单斜、红层剥蚀, 次一级褶曲较发育。地层倾角30~40度。	A 6 ₁ 煤 A ^s = 14 V ^r < 8 S ^s < 0.7
			6 ₁	$\frac{0 \sim 26.5}{8.26}$	复杂较稳定		
白鸡洞	详查	1	2	$\frac{0 \sim 5.1}{1.42}$	简单	构造复杂。单斜, 以断层为主。少量火成岩侵入。地层倾角30~50度, 具波状起伏。	A A ^s = 10~12 r ^T = 6.9 S ^s = 0.4~0.9 Q ^t = 7519
			6 ₁	$\frac{0 \sim 6.85}{2.6}$	简单有时复杂较稳定		
			6 ₂	$\frac{0 \sim 10.6}{1.47}$	简单有时复杂不稳定		
茶山岭	详查	4	6 ₁	$\frac{0 \sim 17.5}{1.9}$	复杂不稳定	构造中等, 单斜, 断层为主, 次一级褶曲发育, 浅部+35米水平多倒转褶曲。	A b ₁ 煤 A ^s = 13 r ^T = 4 S ^s = 0.70 Q ^s = 7300
			7	$\frac{0 \sim 7.2}{1.6}$	复杂不~较稳定		

生产矿井基本情况表

表二

矿名井称	井型 设计能力	建井日期	开 采 面 积 (KM) ²	主要可采煤 层厚度(米) 小~大 一般	顶 板 等 级	底 板 岩 性	开 采 技 术
		投产日期					
		最高年产 (万吨)					
觉光寺	斜井	1958.6	0.815	$6_1 \frac{0.1-18}{3-4}$	粉砂岩 细砂岩	粗粉砂岩	手镐落煤 大冒顶 水平或斜切分层采煤,长壁式对角式通风
	21万	1964.4					
		(72)30.5	+32				
周家坳	二平洞	1958.1	0.7883	$6_1 \frac{0.3-27.5}{2-3}$	细砂岩或 砂质泥岩	砂 砂 质泥岩或 细 岩	"
	30万	1962.6					
		(67)125.1	+85				
爱和山	斜井	1953.4	~	$5 \frac{0-9.47}{1.44}$	砂质泥岩	砂质泥岩 细砂岩	放炮落煤 冒顶 倾斜分层采煤对角式通风
	21万	1954.年					
		(72)15.2					
富台下	斜井	1958年	0.357	$6_1 \frac{0-30}{5.11}$	红砂岩	细砂岩	放炮落煤 陷落法 水平分层 中央并列式通风
	30万	1960.3					
		(66)16.5					
白鸡洞	竖井	1958.5	0.274	$6_1 \frac{0-7.5}{2.2}$	粉砂岩 2级	粉砂岩 细砂岩	手镐落煤 大冒顶 水平和斜切分层采煤单翼对角式
	15万	1959.1					
		(61)14.4					
茶山岭	斜井	1962.4	~	$6_1 \frac{0-20}{3.0}$	粉砂岩 或细砂 岩(二级)	砂质泥岩 或细砂岩	放炮落煤 陷落法 单翼水平和斜切分 层采煤法 对角式
	10万	1966.10					
		70年超额 设计能力					

二平洞历年瓦斯观测结果表

表3

地点	全 矿				南 翼			北 翼	
时间年	61	63	72	66	62	63	74	62	63
开采水平	+165	+175	+85	+95	+173	+185	+125	+125	+175
$CH_4^{M^3}/T煤$	15.69	23.04	15.9	13.0	38.19	7.3	10.9	16.63	31.99?
等级	超	超	超	超	超	2	2	超	超
$CO_2^M/T煤$		46.10							82.94?
等级		超							超

一平洞瓦斯涌出量表

表4

地点	全 矿						北 翼 (主采区)			南 翼				
年	56	57	59	61	63	56	58	61	62	63	56	58	61	62
开采水平(米)	+164	+179	+130	+117	+137	+169	+140	+117	+106	+137	+169	+169	+137	+126
$CH_4^{M^3}/T煤$	19.1	8.74	23.91	11.60	19.44	54.6	23.27	15.7	16.15	13.9	20.67	3.5	15	5.5
等级	超	2	超	3	超	超	超	超	超	3	超	1	3	2

觉光寺井历年瓦斯鉴定表

表5

年	59	61	63	64	66	72	74	75	
开采水平	+32				+32				
$CH_4^{M^3}/吨煤$	2.4	35.25	57.69?	12.5	10.1	19.3	4.8	4.1	
等级	超	级		3	3	超		级	
$CO_2^M/吨煤$			26.51						
等级			超级						

对瓦斯必须打钻予抽排放,煤炭才能安全开采。本井田由南往北瓦斯增大,瓦斯往深部(第二水平)有明显增大趋势。勘探预测为超级, $19.01m^3/吨煤$ 相对涌出量偏小些,(由于取样方法限制)。而且,未指出煤与瓦斯突出危险性。

(三)爱和山井

历年瓦斯鉴定为超级,瓦斯涌出量变化大,历年也多次发生煤与瓦斯突出(从+100水平以下即发生),据不完全统计62~75年突出达66次,(-50水平以上突出最多),最大一次突出煤608吨(-50水平大巷)。勘探预测为超级。

爱 和 山 矿 井 历 年 瓦 斯 鉴 定

5 煤 历 年 瓦 斯 鉴 定 表

表 6

(年)	56	57	58	60	67	61	63	65	71	72	73	74	75
开采水平	+90	+90	+90	+90	+90	±0			-50	-50	-50	-50	-50
CH ₄ M ³ /T煤	3.3	51.68	35.91	50.5	47.2	83?	57	38.89	85.5	45.6	67.5	54.4	32.78
等 级	超级	←										→	超级
CO ₂ M ³ /T煤					5.47					10.8	12.4	11.5	15.03
等 级					2					3	3	3	超级

6₁ 煤 历 年 瓦 斯 鉴 定 表

表 7

(年)	66	67	69	70	71	72	73	74	75
开采水平	+90	+90	+90	+90	+90	+40	+40	+40	+40
CH ₂ M ³ /T煤	27.3	47.2	87.7?	46.8	42.1	16.2	37.7	63	18.76
等 级	超级	←						→	超级
CO ₂ M ² /T煤	7.33	5.47	9.5	7.68		11 ³ 6	8.9	11.5	16.4
等 级	2	2	2	2		3	2	3	超

(四)富台下井

现有瓦斯资料属3—超级。72年以前相对瓦斯涌出力不大，瓦斯往深部有加大趋势。69—73年煤与瓦斯突出严重，有记录者到14次，最大一次(特大型)突出煤1600吨(73年3月在一200水平大巷)。北翼+39水平、南翼±水平突出严重，突出最多为二水平(-200米)。一水平(+5米)北翼煤层瓦斯大于南翼，北翼6₂煤层瓦斯大于6₁煤层。勘探时予测为3级，出入大。因当时采样未过关。仅根据当时小煤矿(高亭司矿)等级而定，故大为偏低。(富台下井历年瓦斯鉴定表8)。

富 台 下 井 历 年 瓦 斯 鉴 定 表

表 8

年	开采水平	CO ₂ M ³ /煤	等 级	CH ₄ M ³ /T煤	等 级	预 测
60.	+60	7.85	2	13.75	3	3
64.	+5	8.5—12.8	3	11.8—13.5	3	
70.	-40	14.9—18.1	超	9.6—10.8	2—3	
72.	-40	25.2	超	19.58	超	
75.	-200			19.95	超	

(五)白鸡洞井

历年观测瓦斯相对涌出量不大，为7—11.8m³/吨煤，应层2~3段。因63年—160水

平电火引起瓦斯爆炸，现按3级管理。开采发现6₂煤层中的瓦斯大于6₁煤层。勘探预测瓦斯等级1—3。

白鸡洞井历年瓦斯鉴定表

表9

年	59	63	64	66	72	75
开采水平(米)	±0	-160	-80	-160	-160	-220
CH ₄ M ³ /T煤	4.4	9.1	11.8	7.0	11.5(?)	10.11
CH ₄ 等级	1	2	3	2	3	3
CO ₂ M ³ /T煤	11.8		21.3	20.6	1.4	1.6
CO ₂ 等级	3		超	超	1	1

(六)茶山岭井

瓦斯鉴定资料不全。现有五年鉴定相对瓦斯涌出量为10—12m³/吨煤，属3级。但存在煤与瓦斯突出予兆，故按超级管理。开采发现6₁煤层中的瓦斯大于7煤。勘探预测为3级，基本相符。

茶山岭井历年瓦斯鉴定表

表10

时 间	开采水平	CO ₂ M ³ /T煤	等 级	CH ₄ M ³ /T煤	等 级
1957	+150			13.44	3
1967	+80			16.08	超级
1972	+50	6.9	2	9.16	2
1973	+20	8.27	2	12	3
1974	+25			10.06	3
1975	-70			10.1	3

三、瓦斯赋存的初步分析

(一)本区瓦斯含量变化规律及其地质因素

1、煤层厚度大瓦斯含量也大

煤层厚度大（特别是多呈煤包产出）瓦斯含量大，相反煤层薄，则瓦斯含量小。如瓦斯特大的坦家冲井田，6₁煤平均煤厚达6.45米；瓦斯大的里王庙井田6₁煤平均厚达5.9米。而瓦斯含量较小的元山槽井煤厚仅1.2米。又如白沙向斜南段的煤层瓦斯含量大于北段，主要原因之一就是南段的可采煤层比北段发育，煤层也厚。

2、瓦斯含量与煤质关系

本区煤质为高度变质程度无烟煤，煤对瓦斯吸附能力强，煤层瓦斯压力较高，故吸附瓦斯也愈多。坦、里矿井测定煤中瓦斯含量主要是以吸附状态存在（占91—96.1%）；而游离状态少，仅占3.9~9%。该井在距地表40米，已测得高达5.9Kg/cm²的瓦斯压力。

从煤的物理性质看来，凡是碎屑状、粉末状的亮暗煤型的软煤为主，则瓦斯含量大。如马田矿爱和山井；新生煤矿周家坳井和觉光寺井；红卫矿坦、里井等开采的6煤层。经

红卫煤矿对煤层进行了试验，煤层透气性小， $\lambda = 0.6 \times 10^{-2}$ 毫达西，相当于抚顺煤矿煤层透气性的五百分之一，所以煤层赋存瓦斯量大（ $14-16m^3$ /吨）。反之，以细条带状结构为主，半亮—光亮型的坚硬块煤煤质为主则瓦斯含量小，如资家台井田、大岭井田等。

3、瓦斯含量与断层褶曲的关系

压性断裂一般透气性能差，有利瓦斯积聚。如爱 and 山井田虽然断裂发育，但以压性断裂为主，故瓦斯涌出量仍很大。反之，如为张性断裂，由于断裂带孔隙度大，有利于瓦斯逸散，故此类型断裂附近瓦斯含量会降低。向斜轴部瓦斯含量一般较小，这是由于瓦斯从最低点的向斜轴沿翼部向上运动逸散的原因所造成。如伍家冲井田位于白沙向斜轴部，其瓦斯含量小于向斜西翼之觉光寺井田。又如伍家冲井田内向斜轴部瓦斯含量也小于浅部。相反，在背斜鞍部瓦斯含量常增大，如桐子山井下次级背斜鞍部瓦斯含量明显的增大。

4、瓦斯含量与煤层倾角的关系

煤层倾角愈平缓，同一深度上沿煤层至地面的距离就愈长，瓦斯流阻力也愈大，难以逸散。反之，瓦斯流动的阻力小些，易于逸散。因此，在同一开采深度情况下，假设煤层形成时的瓦斯含量是一致的，缓倾斜煤层瓦斯可能比较大；急倾斜煤层瓦斯含量则比较小。如里王庙、坦家冲、周家坳、觉光寺、爱 and 山、建新、高仑等矿井，煤层倾角均较小，为 $10-30$ 度，煤层瓦斯含量大；而沈家湾、石介等矿井，煤层倾角大（ $40-90$ 度）则瓦斯含量较小。从整个白沙向斜来看西翼煤层瓦斯含量一般大于东翼，主要原因之一就是西翼一般属缓倾斜到倾斜煤层，而东翼一般属急倾斜煤层。又如茶山岭矿井煤层瓦斯含量也可以有力的说明与煤层倾角关系的规律，因为从顶底岩石性质与瓦斯大的矿井基本一致，特别是煤层厚度大，多呈大煤包赋存，又以粉末状煤为主，从这些因素分析瓦斯含量应该大，可是实际情况相反，瓦斯涌出量相对较小。其主要原因是构造原因所造成，因厚煤带位于急倾斜部位，距地表又较近，有利于瓦斯由下而上通过煤层向地表排放之故。

5、瓦斯含量与白垩纪红色砂岩关系

含煤建造形成后冲刷剥蚀对煤层瓦斯逸散影响也大，局部地区红色砂岩直接复盖于煤层之上，表明煤层形成后曾靠近地表或直接暴露出地表，使瓦斯大量逸散。如富台下井田，该井—40水平以上瓦斯涌出量较小（ $9.6-13.5m^3$ /吨煤，就是红层破坏结果，因此，在有红色砂岩沉积的区域中，其煤层瓦斯含量较小（如龙家山井田）。

6、瓦斯含量与煤层埋藏深度的关系

随着煤层埋藏深度的增加，瓦斯含量也就相对增大，如坦、里井（见下表11）。

表 1 1

水 (米) 平	煤层瓦斯压力(Kg/CM ²)	煤层瓦斯含量M ³ /吨
+ 4 0	1 0	1 3.3 4
± 0	1 2.8	1 4.3 0
- 5 0	1 6.3	1 5.0 4
- 1 2 5	2 1.5	1 6.2 4
- 1 5 0	2 3.3	1 6.3 2
- 2 5 0	3 0.3	1 7.2 6

7、瓦斯含量与顶底板岩性的关系

煤层顶底板岩性与瓦斯逸散有关，因此，影响煤层瓦斯含量。永采区主采的6₁煤层直接顶板多为粉砂岩或砂质泥岩，局部为细砂岩或泥岩，底板为粉砂岩或细砂岩。在裂隙不发育时不利于瓦斯从顶底板逸散。永采区瓦斯含量最大的坦、里井田6₁煤顶板为黑色泥岩，透气性极差，有利于瓦斯保存，故瓦斯含量大，瓦斯压力也高，瓦斯与煤突出强度也大。

8、矿井瓦斯涌出量与老采区的关系

煤层埋藏浅，老采区范围大，有利于瓦斯浅至地表，故矿井瓦斯涌出量较小。如周家坳井田，在开采第一水平(+125)，距地表浅(最浅处仅50~60米)，老窑开采厉害，故开采时瓦斯涌出量较小。说明老采区破坏了煤层原生瓦斯赋存条件，有利于瓦斯逸散，煤层中已有的瓦斯含量已排出一部分的缘故。

另一方面在浅部老采区地带开采，由于老采区排放的瓦斯补给，造成矿井相对涌出量比正常增大。但是远离老采区开采(或对老巷道密闭好)，排除了老采区瓦斯补给的影响，则涌出量相对下降，恢复了正常，如湘永煤矿白鸡洞等井。

为什么在一般情况下，采煤量小，则矿井相对瓦斯涌出量增大?(见下表12)主要是由于老采区揭露了煤层，顶板塌陷、从老采区煤层及岩石中涌出一定的瓦斯的缘故。这种涌出补给量在老采区没有扩大的情况下变化是不大的。因此采煤量小，矿井平均吨煤瓦斯涌出自然偏大，反之可能偏小。因此，在采用矿井相对瓦斯涌出量时应考虑采煤量这个因素的影响。

矿井相对瓦斯涌出量与产量关系表

表 1 2

矿 井	白鸡洞	茶山岭	周家沟	觉光寺	爱和山	里王庙	龙家山	沈家湾	坦家冲
$CH_4 M^3 / \text{吨煤}$	11.5	9.16	65	41.36	198.9	52.4	18.63	9.38	201
	7.0	16.08	15.9	19.3	46.8	13.98	14.44	23.9	62.7
月产煤量(吨)	2028	11670	870	427	1464	3866	3179	8304	666
	9674	4905	7280	26600	6000	9085	5295	2936	6177

四、本区煤与瓦斯突出的特点及其因素

本区瓦斯突出是比较严重的。这次调查的六对矿井就有四对出现突出事故。仅马田矿、红卫煤矿、富台下矿井等9对井不完全统计突出即达302次之多。突出最严重的是红卫煤矿里王庙、坦家冲矿井，从1959年以来，发生煤与瓦斯突出211次，平均强度达125吨，其中千吨以上特大型突出就达8次。

(一)瓦斯突出的一般特点

1、突出范围广泛。不论煤平巷、上山、下山、石门和大巷见煤或在回采工作面。甚至在打超前钻和其它钻孔时，皆发生过突出。但以平巷突出次数最多，石门巷道突出强度最大。如据红卫矿资料该矿突出总数中，平巷突出次数约占51.6%，石门突出煤量约占总突出煤量72.4%。应指出者也有石门揭煤不突出，而在穿煤时却发生突出。如马田矿、富台下井等，均有此种情况发生。

2、在最浅部就发生突出，如桐子山井垂深28米就突出。

3、突出强度大。如红卫煤矿大型突出(100~999吨煤)占12.1%，突出煤量占23.4%；千吨以上特大型突出仅占3.3%，但突出煤量却占61.5%。永红矿富台下矿井14次突出中，大型突出占42.7%，突出煤量占57%；特大型突出1次(占7.1%)，突出煤量占37%。

4、突出强度随深度增加而增大。如富台下井垂深189.9米，最大突出强度仅30吨煤；而在垂深349.9米，最大突出强度达1600吨煤。又如坦家冲井垂深134米，突出强度仅65吨，垂深180米，最大突出强度高达2000吨。

5、突出发生在煤质酥松，强度低，瓦斯含量高的煤层中61煤层。

6、绝大部分突出点均集中在煤包处。如据坦、里二井超过千吨以上的8次特大型突出均分布于五个大煤包中。

7、突出地点煤层大都有泥岩夹矸。如马田矿。

8、突出往往发生在褶曲、背斜、压性断裂带、煤层分岔根部(从主煤层开始分岔处)，煤层局部变厚等地带。如马田煤矿、红卫煤矿等均有这种情况。

9、突出前预兆。红卫矿在突出地点，煤层有某些特征，如煤软硬不均、变软、发暗、层理紊乱外；一般还有岩压和瓦斯涌出增大如发冷、顶钻、喷瓦斯等预兆。在有记载预兆61次突出中，岩压预兆占绝大多数，且其中以“煤炮”类型最明显。除石门外的54次突出中，出现煤炮预兆占92.6%；瓦斯增大的预兆占33%以上。但各矿突出预兆也不尽相同，如“煤炮”预兆富台下突出前出现断续的单独大煤炮；而爱和山井则出现连续鞭炮式的煤炮。突出前瓦斯(CH_4)涌出增大(如红卫矿)，马田矿则瓦斯降低(CH_4 0.4~0.7%)；富台下井则瓦斯含量曲线变化无常，由高降至零再升高就突出。工作面温度一般是下降(如马田矿、红卫矿)；富台下矿井则温度下降再上升时突出。煤质上硬煤变软煤时突出(如马田矿)。

(二)本区煤与瓦斯突出因素分析

煤与瓦斯突出是煤厚、煤质、地压、瓦斯饱和程度、煤的机械强度和煤的自重多种因素综合影响的结果。结合本区情况其因素初步分析概括如下：

1、煤层中松软分层的存在，该分层强度极小(抗压强度在 $3-10Kg/m^2$)，破坏类型高(Ⅲ—Ⅴ类)，硬度低($f=0.08-1.0$)，破碎，全呈粉粒，在原始煤层中透气性很小，易于保存瓦斯。而在破碎后，瓦斯放散初速度大(ΔP 18—26)，给瓦斯突然喷出提供了有利条件。

2、煤层的瓦斯压力较高。据坦、里二井测定，该井瓦斯风化带极小，在距地表80米深处，已测得高达 $9Kg/Cm^2$ 的瓦斯压力，且煤的吸附容量较大。因此，煤层在较浅埋藏深度下，就含有较多的瓦斯内能，给煤与瓦斯突出的形成提供了条件。

3煤层中煤的强度性质不均一，硬度系数自0.1~2.9，造成了在采掘工作面附近应力的跳跃式的变化，为应力状态的突出改变提供了有利条件。

4、煤层厚度的急剧变化，不论走向和倾斜方向煤厚均发生急剧变化，形成大小煤包。如坦、里二井，爱和山井，富台下井等。在煤层厚度变化处进行采掘时，应力易发生突然变化，且厚煤包处，煤层厚度的增加主要是粒状和粉状的软分层煤，给大型和特大突出造成了条件。

5、煤层顶底板多为细碎屑岩。未受强烈风化影响的中深部煤系岩层，其裂隙不发育，即使有裂隙也多被充填，透气性很差，也是造成煤层瓦斯压力得以集聚和保持的重要因素，因此也为瓦斯突出创造了条件。

五、瓦斯梯度推算

瓦斯梯度根据调查矿井，开采达二个水平以上，有历年观测资料可以对比，即根据不同水平相对瓦斯涌出量差值进行计算所得。

(一)红卫煤矿坦、里二井，根据瓦斯压力测定资料计算不同水平相对瓦斯涌出量，在此基础上推算6₁煤瓦斯梯度如下：

+40~±0水平增加瓦斯3.0M³每百米垂深增加瓦斯7.5M³；±0~-50水平增加瓦斯6.2M³每百米垂深增加瓦斯12M³；-50~-125水平增加瓦斯11.5M³每百米垂深增加瓦斯15M³；-125~-250水平增加瓦斯3.72M³每百米垂深增加瓦斯2.3M³

(二)永红煤矿富台下井（煤层受红层剥蚀）：6₁煤

+5~-40水平增加瓦斯2.4M³每百米垂深增加瓦斯5.3M³

(三)湘永煤矿白鸡洞井：6₁煤（因鉴定资料太少，求得梯度可能偏大）

±0~-80水平增加瓦斯7.4M³每百米垂深增加瓦斯9.2M³

(四)马田煤矿爱和山井

5煤：+90~±0水平增加瓦斯6.5M³，每百米垂深增加瓦斯7.2M³

±0~-50水平增加瓦斯2.0M³每百米垂深增加瓦斯4.0M³

6₁煤：+90~+40水平增加瓦斯9.6M³每百米垂深增加瓦斯19M³

六、今后勘探瓦斯预测的意见

通过这次调查，使我们对本区瓦斯含量的变化及瓦斯与煤的突出有了新的认识，本区瓦斯含量虽然大，瓦斯与煤突出较严重，但尚有一定规律可寻。现根据这次调查成果，提出对今后勘探中瓦斯预测和开采中预防瓦斯和煤突出的几点意见。

(一)今后勘探瓦斯预测的意见

1、充分利用勘探区内的生产及邻区矿井瓦斯资料，运用类比法确定第一水平瓦斯预测等级作为一个主要方法，这样可以在勘探过程中减少钻孔瓦斯采样试验工作，而充分利用区内生产井及邻区矿井瓦斯类比法确定预测等级可靠性一般较高，因此是一个符合多快好省的方法。

2、对区内生产井及邻区矿井瓦斯资料及有关地质资料详细而全面的进行收集，尽力查明瓦斯含量的变化规律与地质因素的关系，结合勘探区的瓦斯情况与地质因素，在条件基本一致的前提下进行类比。否则邻区资料不能做好类比的主要依据。

3、在没有生产井和邻区瓦斯资料可利用均应进行瓦斯分带的研究，这对确定第一水平瓦斯预测等级及初期开采地段瓦斯大小以及瓦斯分布规律均有十分重要的关系。

4、钻孔中采取瓦斯样及试验工作量的多少要分别对待。如有生产井和邻区资料进行利用，可以少作，否则要适当增加。

5、勘探过程中，在钻孔中采取瓦斯样，要考虑到对瓦斯分带研究和了解瓦斯与地质因素关系的需要，如瓦斯分带则要求对不同深度和面上的适当控制；了解有关的地质因素，据前面总结的规律，对煤层不同发育程度，粉末煤与带状块煤，不同构造条件……等，有针对性的采取瓦斯样进行试验，以达探明瓦斯含量的变化与地质因素的关系。

6、随着矿井开采范围的扩大，和开采深度的增加，瓦斯资料将不断丰富，我们建议对生产单位要重视矿井瓦斯测定和瓦斯地质研究工作，不断提高对煤层瓦斯含量变化规律的认识，更好地指导开采。

7、提高钻孔中采取瓦斯样工作的质量。一方面按现在的方法采样，注意操作，提高采样质量；另一方面从要求和发展来看，采样工具要加改进。现多用瓦斯罐采样，从煤蕊进入岩蕊管内到地表又从岩蕊管中取出装入瓦斯罐，实已跑出相当一部分瓦斯，因此瓦斯罐采样所测得煤层瓦斯含量比实际要少，准确性较差，因此，建议科研所在取样工具和瓦斯勘探方面提出新方法和新手段，使勘探中瓦斯研究便于现场使用和提高可靠性。

由于我们经验缺乏，所以这次调查还存在不少问题，如瓦斯梯度推算，第一性资料依据不够充分等，请批评指正。

报告人：李迈群

煤炭资源勘探中瓦斯地质工作的体会

——兼谈今后瓦斯地质工作的设想

河南省煤田地质三队瓦斯地质小组

我队一九七三年进入焦作煤田，相继勘探了古汉山、焦南和恩村井田。在勘探中深感瓦斯地质工作是个突出的薄弱环节，手段单一、认识肤浅，有不少悬而未决的问题。现将工作的一点粗浅体会和认识叙述如下。

一、当前瓦斯地质工作的现状和体会：

1、现行勘探规范不适应设计和生产。

勘探规范规定：总体和建井勘探阶段“在2~3条主要剖面线上选择部分钻孔，分别在不同深度对主要可采煤层进行瓦斯采样……了解瓦斯成份、含量和分带”。而当前设计、生产部门则要求在勘探阶段能对新井瓦斯涌出量作出预测，为矿井设计方案，瓦斯防治措施选择提供依据。为此，在审批地质报告时，瓦斯地质工作往往为一个不能解决的常规问题而被提出。显然，勘探阶段仅仅完成了解瓦斯成份、含量和分带任务是不能满足设计、生产部门的需要。从布置采样点原则来讲规范不分瓦斯地质的差异泛泛规定也不切合实际，尤其对瓦斯含量大的煤层更不适宜。因为，①由于钻探、采样技术、试验误差等问题，往往使原设计采样点落空。②瓦斯赋存不均衡，采样点稀少难以查明瓦斯含量及变化规律。故我们针对焦作矿区煤层瓦斯大的特点，在勘探中多次设计、加密样点，投入了较大的采样工作量（取样孔数占井田内见煤钻孔的25~30%），其原则是采样不成功时，在临近钻孔补救；资料反常时，加密样点验证；构造影响部位，重点取样了解。

2、直接法研究煤层瓦斯含量是当前勘探阶段的唯一手段。

自抚顺煤研所研制推广集气式岩蕊采集器以来，在研究煤层瓦斯含量方面较五十年代磨口瓶、球磨罐取样时期有了很大进展。通过探采对比其可靠性尚为良好。六十年代中期，在中南局勘探队中瓦斯研究工作开展得较好。但是，近年来由于四人帮干扰，反较以前工作粗糙、工具陈旧（采样工具已十多年未增添新的）、仪器简陋（分析仪器未使用气相色谱仪），已落后于兄弟省队。在此情况下，我们对同一地点的同一煤层采用集气式与真空罐配合同时采样，资料相互验证。一般情况下，同为合格样品，集气式样品沼气含量应大于真空罐样品。但也有反常现象，如恩村井田21—3孔，煤层埋深584米，集气式沼气16.39毫升/克燃，真空罐18.61毫升/克燃。说明集气式仪器本身尚存在一定的缺点。

3、资料整理中的问题。

收到试验报告后，首先的问题就是样品质量如何，资料可否利用？如何利用？这就是资料的评价和利用问题。

(1)资料评价：分析从采样到试验的过程中，由于采样技术（采取率、气密性、煤蕊脱落、回水孔堵塞）、试验误差（脱气误差分析误差）、煤质影响等原因造成试验结果失真。我们拟定以下标准进行评定：

①煤蕊采取率 $>75\%$ ，无漏气堵塞，脱气完全，气体分析正确氧含量 $<5\%$ ，灰分 $<30\%$ 者为合格样品。

②煤蕊采取率 $60\sim 75\%$ ，抽气顺利，脱气完全，但有微量的漏气，经处理对资料影响不大，氧含量 $5\sim 7\%$ ，灰分 $<40\%$ 者为基本合格样品。

③资料利用：经过资料评价，一般地讲，合格和基本合格的资料可供利用。而对同一地点采几个合格样品者，则选用测定含量的最高值。这是一种简单省劲的作法，实际上同一地点煤层上下因煤岩成份不同，物理机械性能差异，煤层结构的不同，瓦斯赋存也是不均衡的。当同一地点煤层上下采样数量多时，求其瓦斯含量的动力平衡值，则更接近真实含量。

测定的含量数据仍不能代表煤层的瓦斯含量，其原因是：①、不同煤分层的瓦斯含量不同；②、瓦斯逸出而溶解于冲洗液中会造成一定的损耗；③、取样、运送、试验由于技术原因造成一定的损耗。在勘探中通过探采对比试验并参考有关文献，对原始测定数据加以损失系数“K”值，予以校正。集气式样品“K”值举用 $1.2\sim 1.5$ 。

真空罐取样的主要目的是研究瓦斯成份。但在焦作煤田由于集气式工具少，不得不采取了较多的真空罐样品。测定结果表明：真空罐在焦作煤田也能测得较高的瓦斯含量。如恩村井田15—8孔，大煤埋深700米， CH_4 28毫升/克燃，21—3孔真空罐高于集气式测定结果。分析其原因：①瓦斯在煤层中主要以吸附状态赋存。尤其浅部，游离瓦斯所占比例甚微。随深度增加，瓦斯压力增大，游离瓦斯含量亦增大。瓦斯由吸附状态转换为游离状态需要有个过程，其放散快慢与煤的物化性质有关。②焦作大煤呈块状产出，煤的透气性极低，瓦斯放散速度慢，因此在浅部真空罐可以测得与集气式相近的结果。中部、深部则低于集气式。通过二者对比，我们认为根据焦作煤田的特点，对真空罐所取样品视具体情况可以利用一部分含量结果，“K”值可举用 $1.5\sim 1.9$ 。

4、生产实践调查是瓦斯地质工作的一项重要内容。

(1)勘探区内生产井调查：在荣（阳）巩（县）煤田勘探时，有目的的布置采样点，将取样测定结果和矿井实测资料加以对比，在古汉山勘探时，对辉县吴村煤矿调查解决瓦斯风化带深度，都取得了较钻孔取样更为具体而生动的实际资料。此外，通过调查，收集产生井瓦斯递增梯度资料，可以用统计法予测新井瓦斯涌出量。

(2)区域调查：焦作煤田瓦斯大，开采历史悠久，积累了大量的实际资料和经验数据，总结了生产过程中瓦斯赋存和涌出（突出）的规律。通过调查，我们拟编绘区域瓦斯地质图。对瓦斯生成、运移、富集、涌出（突出）理论有了进一步认识，也启发了我们在勘探中研究瓦斯地质的思路。特别是参阅了许多单位和同志从实践调查入手，研究瓦斯地质的资料，更加开阔了眼界。开始将钻孔瓦斯含量数据以地质角度加以分析，并与地质构造、沉积条件、侵蚀轮回、煤质、煤厚、围岩性质、水文地质等因素联系起来，从认识上提高了一步。同时，调查资料表明，瓦斯突出，严重的威胁着煤矿的安全生产。因此，瓦斯突出的区域予测（即煤与瓦斯突出集中带的予测）已成为煤炭资源勘探中瓦斯地质工作的一个新的课题。

5、瓦斯涌出量预测的现状。

参阅以往许多地质报告，多是罗列生产矿井瓦斯鉴定结果。钻孔取样测定资料，具体接触到新井瓦斯涌出量数值则含糊其词。其原因是：①煤层瓦斯含量虽是决定矿井瓦斯涌出量的主要因素，但开采规模、开采程序、采矿方法及顶底板管理等因素对瓦斯涌出亦有着很大影响，而勘探阶段对后者是不能确定的。因此，将煤层瓦斯含量计算为矿井涌出量，其参数的选择就带有一定的假设性；②预测是个责任问题。依据不足，不敢预测。有的同志提出勘探阶段提交瓦斯含量资料，预测由设计部门完成，看来也是无道理的。我们当前瓦斯涌出量的预测方法是：

(1)瓦斯地质图的编绘：报告中附井田瓦斯地质图。图纸内容：①瓦斯成份分带；②沼气含量（或涌出量）等值线；③地质构造线；④顶底板岩性分布；⑤煤质（重点是块煤和酥软煤）；⑥煤厚变化情况等。（编绘方法略）

(2)计算法预测：抚顺所的同志作过这方面的研究和试验，我们在焦作煤田初步试用。公式和参数的选择：通过生产井瓦斯涌出来源分析，焦作煤田大煤视为单一煤层，忽略临近层向开采空间涌出的瓦斯量不计，则矿井瓦斯涌出量主要由煤与围岩涌出的瓦斯量（ Q_1 ）、采空区涌出的瓦斯量（ Q_2 ）组成。即 $Q=Q_1+Q_2$

$$\text{而} \quad Q_1 = K_1 \cdot K_2 (W_0 - W_1) \quad Q_2 = \frac{K_3 \cdot Q}{100}$$

$$\text{则} \quad Q = \alpha (W_0 - W_1) \quad \alpha = \frac{100 \cdot K_1 \cdot K_2}{100 - K_3}$$

式中： W_0 ～煤层的瓦斯含量（米³/T煤）

W_1 ～运至地表煤中的残存含量（米³/T煤）

W_1 ～围岩涌出瓦斯量系数

W_2 ～沼气膨胀系数

W_3 ～采空区瓦斯涌出量占矿井总涌出量的百分比（%）

通过对公式剖析，我们认为：①公式中的参数是以生产井调查确定的，当新井开采方法、开采程序等与生产井有较大差别时，则误差较大；②公式对一个钻孔测定的含量值进行换算，仅代表该点至多该点所在深度的瓦斯涌出量，与矿井大面积采掘时的矿井瓦斯者出量不一致。当采样点多时，采用某一块段的如权平均含量值来计算。可代表该块段的平均相对涌出量；③公式计算得出的矿井瓦斯涌出量是个平均值。在矿井开发初期，仅有顶层采掘工作面时，势必较计算值大。只有当顶、中、底层采掘工作面搭配适当时，才接近于计算值。④矿井开发早期和中晚期。采空区涌出瓦斯量所占的比例不一致。⑤瓦斯本身赋存不均衡，计算结果则是平均值。总之，由于现用公式的局限性，所以有必要对计算方法进一步研究、改进。

(3)统计法预测：统计法的原理是将井田瓦斯涌出量与深度视为正比例关系。通过生产矿井统计，求出瓦斯递增梯度，计算井田内所求深度内的瓦斯涌出量。实践证明该方法较

算法有较大的可靠性。许多同志在老井延深的预测中已加以利用。但在新井涌出量预测中如何利用，我们未作过尝试。焦南恩村井田与矿区六对生产井毗邻，位于其深部。拟用浅部生产井的瓦斯梯度统计资料进行预测，与算法相比较效果如何尚未可知。

二、今后资源勘探中对瓦斯地质工作的设想

针对上述问题，有几点不成熟的想法，汇报如下：

1、明确瓦斯地质的勘探任务。瓦斯地质的勘探工作应作为资源勘探中的重要组成部分。不能将摆在可有可无的位置，取取瓦斯样完事。任务应当是：查明勘探区的瓦斯地质条件；评价煤层瓦斯赋存及突出的影响因素；掌握瓦斯含量的变化规律；预测新井瓦斯相对涌出量，预测煤与瓦斯突出集中带。为矿井设计、瓦斯防治及抽排利用提供必要的瓦斯地质资料。当然，完成上述任务不是件容易的事情，但必须作为努力方向，才能满足设计和生产部门的需要，适应煤炭工业突飞猛进的发展形势。

2、划分瓦斯地质勘探类型。根据瓦斯地质条件的差异，煤层瓦斯含量大小等因素来划分不同煤田的不同瓦斯地质勘探类型，制定出不同勘探类型的勘探手段和与之相应的勘探工作量。从而，使勘探工作有章可循。如何划分？建议由上级组织生产、科研、勘探部门，共同调查研究解决。

3、改进瓦斯取样、试验方法。利用直接法取样，仍是当前研究煤层瓦斯含量的主要手段。但要进一步改进采样工具，提高成功率；改进测试方法，提高测定结果的精确度（如推广气相色谱仪分析气体成份等）。此外，筒接法研究煤层瓦斯含量在勘探阶段的推广、应用，更具有较大的现实意义。据说，钻孔瓦斯测压仪正在研制中，迫切希望能够尽早在勘探队使用。同时，随着现代科学技术的发展，还应不断的研究引进新技术、新方法，提高瓦斯地质工作的研究水平。

4、从地质角度研究瓦斯问题。许多单位和同志的研究成果表明，从地质角度来研究瓦斯的赋存和突出是十分必要的。深度、构造、煤厚煤的物化性质、围岩性质、水文地质等都是影响瓦斯赋存和瓦斯突出的地质因素。其中又以构造起主导作用。有的同志正在从生产实践调查入手，总结瓦斯突出集中带的地质构造类型，这给勘探阶段开展瓦斯突出的区域预测指出了方向。因此，在今后的勘探中，首先要用地质力学的观点和方法研究勘探区地质构造条件及其同瓦斯赋存规律的内在联系。此外，对煤质（如煤的硬度、空隙体积、破坏类型）、瓦斯容量、吸附性能等进行测定，对围岩性质，煤厚变化情况进行分析，以求为分析瓦斯赋存的不均衡性提供更多的依据。

5、加强技术情报交流，提高预测水平。如上所述，勘探阶段的瓦斯地质工作是个突出的薄弱环节，如之勘探队常年野外，耳目闭塞，以致多年来无论理论上或实践上都踏步不前。因此，必须加强技术情报交流，开展瓦斯地质基础理论的研究，不断提高认识水平和实践效果。当前，应当对新矿井（井田）瓦斯涌出量预测的技术方法组织攻关。不少同志对煤与瓦斯突出机理的研究为勘探阶段预测瓦斯突出带展现了可喜的前景。我们相信，不久的将来，在科研、生产部门的指导和帮助下，煤炭资源勘探中的瓦斯地质工作将会出现一个新的局面，达到一个新的水平。

由于水平所限，谬误之处，请批评指正。

报告人：盛建海

南桐煤矿煤和瓦斯突出的地质因素

郑先智 谢宪德

一、地质概况

南桐煤矿大地构造位置处于新华夏系第三隆起带的贵州隆起与第三沉降带的四川拗陷的交界处；在区域构造体系中位于川黔南北的构造带与新华夏系、华夏式构造复的合部位。（图1）

本矿主要构造为南桐背斜和一些断裂所组成。南桐背斜是一个轴向弧形弯曲近于南北的、由多级次不对称为褶皱构成的、向北倾伏、上下不协调的复杂的复式背斜，它包括第二级构造乌龟山背斜、庙顶背斜、天池背斜及王家坝向斜、平土向斜，而乌龟山背斜中的小褶皱打坪坎背斜、水井沟背斜、鸳鸯山背斜、石猪槽背斜、麻板河背斜及一些挠曲扭折带属于第三级构造。在第三级构造中，还可见到第四级的小型构造。

断裂构造以走向压性断层为主，如 F_1 、 F_3 、 F_8 等东倾逆断层是破坏南桐背斜的主要断裂。倾向方向的张性断层如 F_{12} 、 F_{13} 、 F_{14} 等

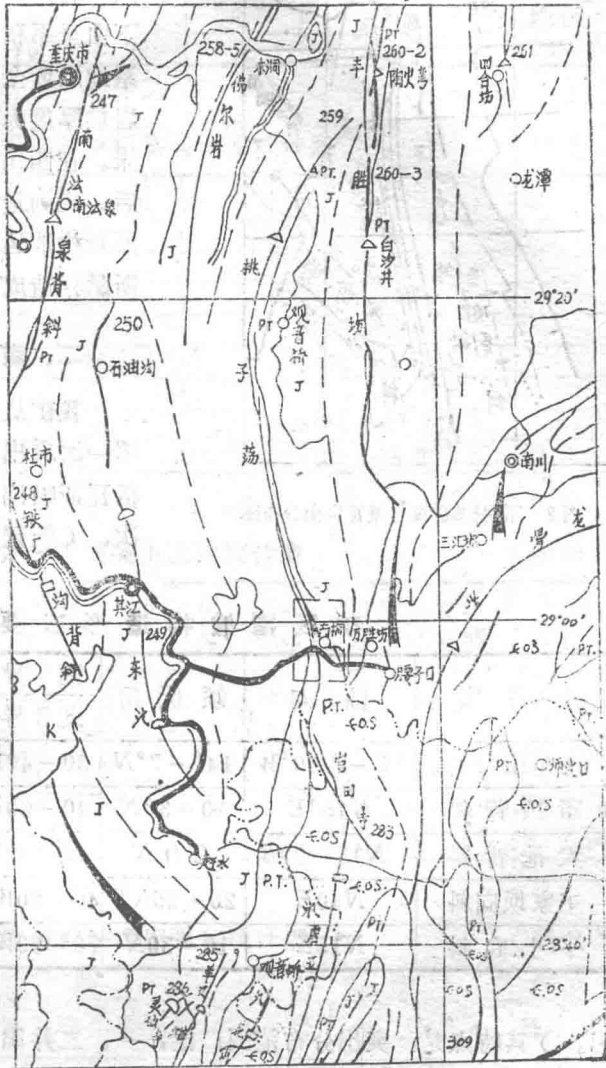


图1 南桐背斜区域构造背景示意图

断层如 F_{12} 、 F_{13} 、 F_{14} 等高强度正断层、斜向方向的两组扭性（压扭性）断层如 F_{16} 、 F_{20} 、 F_{101} 、 f_{20} 等也较为发育，还有先压后张 F_5 断层，先张后扭、顺层滑动等各式构

造断裂出现。(参见附图一、二,附表一、二)



图2 南桐煤矿煤与漫瓦突出分布图

本矿主要开采乌龟山背斜、王家坝向斜及庙顶背斜的二迭系龙潭煤组;煤系总厚度94米,主要为页岩,砂质页岩、灰岩及煤组成,夹细砂岩和煤线,含煤七层,可采三层,局部可采一层,可采总厚约5米,含煤系数5.3%。

在区域地史上,本区受到各次“造山”运动的影响,加里东运动缺失上志留系,泥盆系、石炭系地层,燕山运动(四川运动)缺失下白垩系和第三系地层,其余从下寒武系第四系地层皆全部出露,未发现火成岩踪迹,沉积岩总厚度为5468米,其中煤系以上岩厚3500余米。在四川运动形成现今的构造。地貌轮廓后,成为地史上相对稳定时期(仅受到晚近时期新构造运动的影响)。为煤的变质作用和瓦斯赋存造成了有利的条件。

二、煤与瓦斯突出情况

我矿从1956年4月7日二井“4101”采区第一次突出起至1978年6月共发生突出(包括瓦斯喷出)207次,其中一井185次,二井22次,(新建三井以平洞开拓上部煤层尚未发

矿区褶皱构造形态要素表

(表一)

构造名称	轴向	倾伏角	两异产状		区内展布长度	相对幅度	
			北异	西异			
西桐背斜	乌龟山背斜	SN-N10°W	14°-7°N	30-40E	70-90倒	8 Km	800-500 m
	庙顶背斜	N15°E	10-30N	40-60E	80-90	4 Km	600-300 m
	天池背斜	N15-20E	20N	30-40E	40-60W	1 Km	100 m
	王家坝向斜	N40E	20-25NE	40-60W	30-40E	4 Km	600-300 m
	平土向斜	N15E	10-30N	70-90W	40-60E	4 Km	800-350 m

生突出。)其特点是:突出分布范围广泛,一、二井田各煤层几乎都突出;且存在明显的不均衡和相对的集中性。位于向斜部份的一井比位于背斜部份的二井无论是突出次数与强度上都大几倍;在同一井田内突出也集中分布在应力集中的构造部位;各煤层在突出中具有煤厚大者,始突标高浅、突出次数多强度大的规律。详见分井田、分煤层始突标高与埋深统计表(三);突出次数统计表(四);突出强度统计表(五)。

矿区部分主要断裂特征表

(表二)

编号	力学性质	走向	倾角	倾向	类型	断距	露头长度
F ₁	压性	N10E	55°	E	逆	150	5000
F ₃	"	N10E	68°	E	逆	110	3500
F ₈	"	N16W	55°	E	逆	15	500
F ₁₂	张性	N80W	70°	S	正	15	500
F ₁₃	"	N75W	70°	S	正	10	360
F ₁₄	"	N85W	70°	S	正	10	660
F ₁₅	扭性	N50W	70°	S	平推	10	350
F ₂₀	"	N55W	70°	S	平推	30	350
f ₁₀₁	压扭	N30W	75°	S	逆冲	2.5	隐伏
f ₂₀₄	"	N15E	40°	E	逆冲	2.0	隐伏
F ₅	先张后压	SN	76°	E	正	160	3000

一、二井分煤层始突标高与埋深统计表

(表三)

井别	煤层	始突标高	埋深	备注
一井	4号	+220m	163m	4305区上段
	5号	+110	310	5308区上段
	6号	+160	280	四层车场风巷
	3号	+20	350	0309配风巷
二井	4号	+200	175	4308轴部上山
	5号	±0以上未突	/	/
	6号	+150	315	4101区1号上山
	3号	(未突)	/	±0发生过底板瓦斯涌出

一、二井分煤层突出次数统计表

(表四)

次数 煤层	井田			倾斜煤层区		急倾斜煤层区二井立槽		总计	
	一井	二井	合计	一井	二井	一井	二井	一井	二井
3号	12	6%	/	/	12	/	/	12	6%
4号	90	49%	5	38%	95	8	90%	103	50%
5号	78	42%	/	/	78	/	/	78	37%
6号	5	3%	8	62%	13	/	10%	14	7%
小计	185	100%	13	100%	198	9	100%	207	100%
总计	185	90%	13	6%	198	9	4%	207	100%

一、二井分煤层突出强度统计表

(表五)

井别 煤层	一井				二井斜槽		二井立槽	
	3号	4号	5号	6号	4号	6号	4号	6号
发生次数	12	90	78	5	5	8	8	1
统计次数	6	76	68	5	5	6	8	1
总煤量(吨)	10.5	7725.6	3096.3	93.3	602	207	358	15
平均强度(吨)	1.8	101.7	45.5	18.7	120.5	34.6	44.8	15
最大强度(吨)	4	3500	766	45	400	72	100	15

三、煤和瓦斯突出的地质特征

煤和瓦斯突出是矿井中十分复杂的动力现象。引起突出发生与发展的原因，我们亦认为是地质构造应力（地应力）、矿山压力、煤层瓦斯含量和瓦斯压力以及煤层的物理机械力学性质等自然因素综合影响的结果；正是由于采掘工程活动破坏了岩体内部的地应力和煤岩物理机械强度之间所保持的脆弱平衡状态，造成突然卸压和应力分布的改变，使煤体中的地应力（弹性潜能）非常迅速的释放，产生煤与瓦斯突出。在突出中，地应力起着扳机一触即发的作用，瓦斯起着粉碎与搬运煤的作用，因此，在相同的采矿条件下（即处处都有采场集中压力作用），煤体中地应力的积累和释放程度，瓦斯赋存和封闭条件的好坏，煤层结构及其破坏类型的不同，这三种条件是突出与否的决定性因素，正是这三种地质条件的差异性导致了突出分布不均衡及其相对的集中性。

（一）突出和构造部位的关系：

我矿发生的突出与地质构造直接有关的点占93%，其中一井占95%，二井占75%，明显地与地质构造密切相关，且集中分布在背斜、向斜、扭转及隐伏断裂构造这几种构造型式的应力集中部位，同时也具有不同级别构造控制着相应的突出分布的规律：大型高级构造控制着大面积瓦斯突出区；中型构造控制着瓦斯突出集中带；小型构造控制局部的突出点。

1、突出与背斜构造：

岩体发生褶皱变形，系地应力活动之结果，其用力之方式可以是多种多样的，然一旦弯曲发生，则其各部份必有不同的应力同时作用。背斜构造之应力分配大致如图（1）所示；在中和面以上产生张应力，（在中和面以下皆受压应力），其方向随处不同，其大小距中和面愈远之点则愈大，且多以产生开口张力裂隙或小型正断层及轴面劈理所消耗，成为相

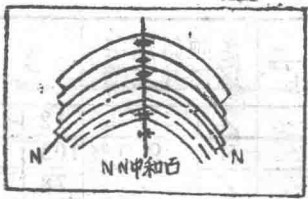


图3 背斜横剖面应力分配图示

对的地应力释放卸压区，并导致孔隙度大、裂隙率高，岩体疏松的状态，有利于游离瓦斯的天然浅放和逃逸，故中和面以上没有突出发生，例如本矿二井在开采乌龟山背转轴部及近轴部地带的煤层中，在井田始突‘标高+200米以上的广大地区均未发生突出，在井田北段水井沟与蛇劳子地表背斜倾伏端地区，呈现大量瓦斯沿轴部张裂及断层裂隙逸出燃烧情况，蛇劳子燃点已燃烧了五年之久，而对应井下埋深达250余米的五至六石门区煤层的瓦斯涌出量虽大，但尚未发生突出，这亦是乌龟山背斜的完整性遭受 F_1 、 F_3 、 F_8 等大型断层严重切割破坏，煤系盖层失去了封闭作用的结果。

在中和面以下压应强烈，加之含煤地层是岩性不均一的层状岩石，在变形时的分异运动是沿着成层面发生的层间滑动及伴随着褶皱形成的岩层的弯曲；扭应力愈近中和面之处愈大，因此，中和面下部产生低级次的褶皱、小型压扭性断层及顺层滑动和脱顶现象等封闭构造型式较多，弹塑性煤岩层及瓦斯，在压（扭）应力作用下，产生层间塑性流动，富集于背斜轴部，成为瓦斯突出的主要构造部位之一。例如：二井“4308”、“438”两个轴部4#煤层采区所发生的七次突出，（最大140吨），其中包括井田始突标高+200米的突

出，均处于乌龟山复式倾伏背斜之鸳鸯山小背斜轴部转折端及其附近煤岩层中低级波形揉皱发育的应力集中部位，如图（4）所示。

2、向斜构造：

向斜中应力分配与背斜类似，唯其受张应力之部分不在上部，而在其下部。尤其是向斜构造在成生过程中，地层弯曲下凹，它必然受到深部岩体的强大阻力，故中和面下部的张应力仅发育在向斜轴部的外侧。

我矿一井突出次数多，强度大，密度高，主要系处于较为完整和比较宽缓的王家坝倾伏向斜区。该向斜因处于川黔南北带与华夏式龙骨溪大背斜的复合处，承受了强烈的区域构造集中应力，加之该向斜在矿区应力场中，是一个被动的构造部位。形变量小，无出露地表的构造断裂，盖层封闭良好，以致于地质构造成生过程中相当一部分地应力以弹性能的形式，储存在岩层内部，使向斜部位的岩体处在极度压缩的弹性状态，导致煤岩的孔隙度减小，透气性降低，而与煤层同时生成的、分散状的瓦斯，在地应力的驱动下，富集于封闭构造的应力集中部位，并由游离状态转变为加压吸附状态存在。成为瓦斯突出的雄厚物质基础与动力来源。因此本矿突出，“大、多、密”的点均出现在一井向斜部位。

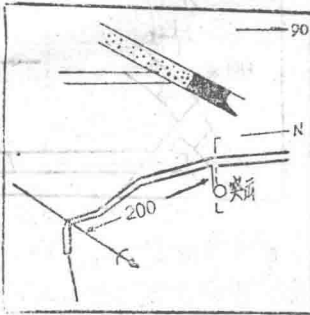


图 5 一井土 0 三号半石门突出分布示意图

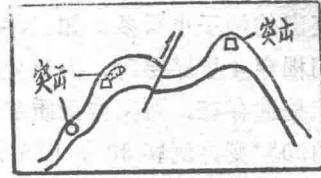


图 4 二井“4308”、“438”区突出点构造示意剖面

例如：(1)矿井最大的一次突出，发生在三号半石门 4 号煤层处，突出强度 3500 吨，突出点正处于向斜轴部附近（距向斜轴仅 200 米）是集聚地应力（储存弹性潜能）、和赋存瓦斯的有利地带。（图 5）例 (2) 6 号煤层仅有的五次突出均发生在向斜轴部（见附图 2）。（而 +170 水平以上突出较少，后开采 6 号层的采掘布置有关）。例 (3) 不可采的 3 号薄煤层底板在向斜轴附近先后发生二次强度极大的瓦斯喷出。总喷出量分别为 44600m^3 和 75100m^3 ，瓦斯喷出时底板上凸起，说明地应力参与了发动瓦斯喷出的过程。（见附图 2）。

3、突出与扭转构造：

扭转构造主要指背斜，向斜构造以外，煤岩层产状沿走向或倾向上急剧变化的扭折、倒转、变陡、变缓地带，这些地带受力情况复杂，既受区域构造应力作用，又受局部构造剪切应力作用，其分布方向主要表现为近于井田主要构造方向，或者是主要构造的剪切应力方向，均属压扭性构造带。其带内的特征是隐伏的小型构造特别发育。断距几公分至几公尺不等，地应力尚未大量释放，而以弹性潜能积蓄起来，因受扭力作用煤层搓柔破坏严重，物理机械强度大为降低。是本矿发生煤与瓦斯突出最严重的构造地带，占全矿突出的 51% 以上。如一井王家坝向斜西翼土 0 二至三石门“0504”区倾角由 37° ，向下增至 52° ，走向由北 12° 东转为北 19° 东，发生突出 73 次，占井田内 5 号层突出的 80% 以上，最大强度 766 吨，动力作用明显。王家坝向斜东翼六石门区由倾角 37° 变陡为 50° ，导致 4 号层“4309”、

“4311”区发生11次突出。如图6所示。

在乌龟山背斜东翼，扭转构造引起煤与瓦斯突出的例子也很多，如二井±0水平四石门揭穿4号煤层时，因该处有一潜伏的膝状构造存在，石门内砂质灰岩由正常的倾角 30° 变为倒转 88° ，以至揭煤时突出400吨，这说明了地质构造应力对造成突出的巨大作用。如图7所示。

另外，在一井+90水平“5312”中石门，由于封闭性的f101压扭性断层的切割破坏，发生自行揭开石门的煤与瓦斯突出，突出煤量45吨，岩石5吨。如图8。

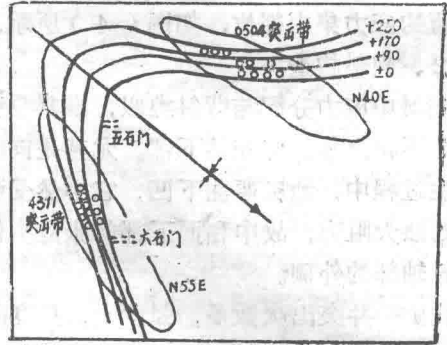


图6 王家坝向斜两翼扭转带突出分布示意

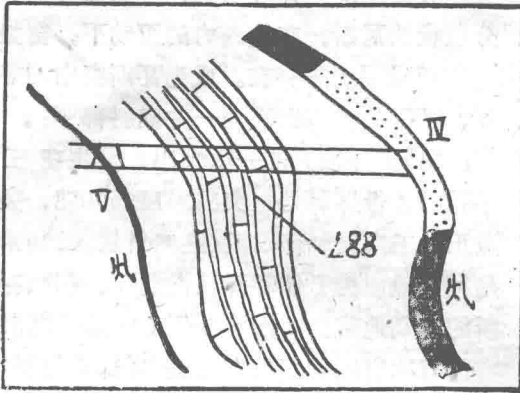


图7 二井±0四石门4#层突出地质剖面示意图

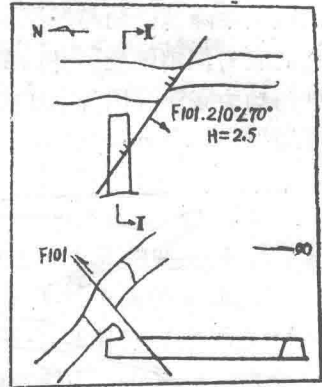


图8 一井5212石门3₁₁₀4#层突出

上述均说明了扭转区封闭性的潜伏小构造是应力集中、瓦斯富集的地质点。是最易引起煤与瓦斯突出的构造部位。

4、突出与断裂构造：

断裂构造是地壳运动使岩石集聚的地应力逐渐达到或超过岩石的弹性形变极限时，岩石的连续性遭受破坏的产物，因此，从岩石形变到断裂产生的过程，是地应力由不断集聚到部分释放的过程，它在一定程度内减小了发动瓦斯突出的力量。

(1)由于结构面力学性质的不同，加上岩体学性质各向易性的差异，就导致了某些断裂带切割煤层顶底板时，使其脆性岩层（如中厚层状灰岩、细砂岩）发生脆性形变，造成岩石破碎，裂隙发育，成了瓦斯运移排放的良好通道，致使煤层中瓦斯含量降低，瓦斯压力减少，从根本上动摇了瓦斯突出的物质基础，消除了突出的威胁。

(2)在断层切割柔弱的塑性为主的含煤岩体，发生弹塑性柔性形变为主的地段。以及一些封闭性的构造部位，或者断裂带之间所圈闭的相对完整的正规煤层中，则可能是瓦斯局部富集的良好场所——瓦斯窝，这种释放中的积累又大大增加了瓦斯突出的危险性。如二井+140水平“4101”区（6号层）在1号上山掘进时突出50吨，距地表深189米，突出点

交界于 f_{206} 与 f_{207} 压扭性断层之间。如图9。

(3)对于断裂结构面力学性质的不同及其断裂构造的稀密程度如何反映地应力释放与积累的辩证关系?我们认为压性、压扭性断裂因其两侧处于强烈挤压状态。特别是断裂两侧的牵引小褶皱,主要还是封闭性的,属于地应力释放不充分;而又有积累之构造型式,(但要认真区分伴生张性裂隙是否存在及其稀密程度)。例如前述 f_{101} 压扭性断层处4号煤层自行揭开安全岩柱突出。而张性断层主要受引张应力作用,岩体处在相对的松弛状态,开口裂隙极为发育,使地应力与瓦斯得到充分的释放和逸散,所以不突出。如二井 f_{201} 横张断裂 H_{20} 米,断层点及其附近无突出。

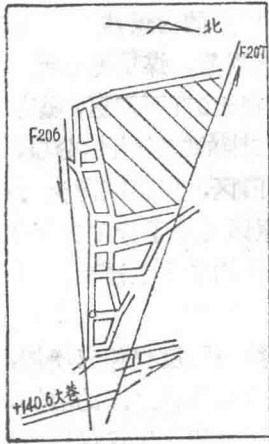


图9 二井“4101”/#上山突出点构造平面图

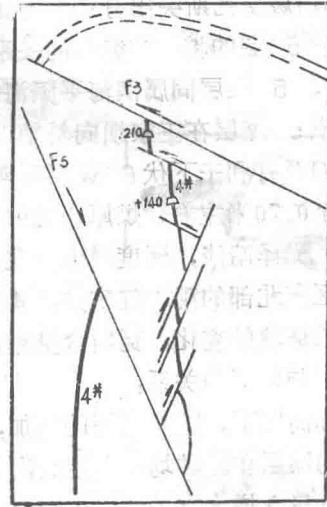


图10 二井立柱构造剖面示意图

在断层大、多、密之处主要表现为应力释放,也是向地表或底板岩溶、裂隙逸放瓦斯的良好通道,突出的威胁较小,如二井立槽区在 F_3 与 F_5 压性大断裂之间,发育有一组密集的低序次派生构造,将煤层切割成近乎顺走向的条带状块段,在未经解放层开采等保护措施,开采这些块段时,尚未发生过突出。如图10

又如一井 f_{104} (压扭)断层 H_{25} 米; f_{105} 断层 H_{10} 米,均切割下煤系及茅口灰岩,由于断裂带伴生张性断层,裂隙发育,有滴水、涌水现象,故±0向斜轴部茅口大巷及+90“0512”切割上山两处断层点误穿6号煤层均未发生突出。

在断层小、少、稀之处,(对瓦斯突出区域而言),应力释放不充分。产生裂隙不畅通,仍应属于应力较为集中、瓦斯易于富集的地质点,加之它降低了煤的物理机械强度,发生突出的威胁较大。如我矿与断层有关的48次突出中,断距都界于0.2m~5.0m;一井“0505”下段工作面沿倾向发育一组逆断层与底板压线群,断距最大仅1.85米,走向32米内突出6次,平均强度336吨;一井+170“4305”区与断层有关的九次突出,断距均在0.2米至0.5米。

(二)突出和瓦斯赋存条件的关系;

我矿各煤层煤与瓦斯突出次数与强度是很不一致的,在分布上也是不均衡的,这与煤

的沉积条件和瓦斯赋存条件有着内在的相关关系。

1、突出与岩相的关系:

(1) 6*层的沉积基底与突出的关系:

我矿开采的晚二迭系龙潭组是在东吴运动之后地壳缓慢的升降运动时期,伏盖于海相的早二迭系阳新灰岩剥蚀面上的含煤建造,残积的铝土质角砾岩记录了这种平行不整合的地层关系,6*煤层就沉积在基底地形凹凸不平,有古岩溶及风化裂隙发育的阳新灰岩剥蚀面上,在漫长的地质历史中,这无疑会对6*煤层同时生成的瓦斯气体起到某种散放和吸收作用,降低了6*煤层的瓦斯含量,相应减少了突出次数,同时,这种成煤环境也导致了6*煤层原生沉积煤厚的繁复变化(5至0米),形成局部厚煤带瓦斯窝和分散的瓦斯聚集区,造成6*煤层瓦斯突出分布不均衡的先天性。

(2) 4*、5*层的相变与突出的关系:

我矿4*、5*煤层同属滨海平原海陆交替相旋迴结构中的含煤建造,由于地壳不平衡沉降,造成5*煤层在王家坝向斜轴以东发生分岔尖灭现象,煤层底板泥岩,砂泥岩相变为砂岩(相对有利于下伏6*煤层瓦斯排洩)。5*煤在±0五石门区,煤层夹矸由正常的0.05米增至0.70米左右,煤厚由0.90米变为0.30与0.6米的二个自然分层,灰分由10%增加到12%,光泽暗淡,硬度增大,在井田边界的六石门区,仅存减薄为0.2米的上分层煤,(在矿区东北部的硯、红矿井,4*煤层也由同一原因发生了分岔尖灭),事实证明,由于这种成煤环境的变化,瓦斯含量相应减弱,上述区域均未发生过瓦斯突出。

2、突出与采深的关系:

在始突标高以下,随着采深的增加,煤层突出的次数与强度也相应增加,而且原来在浅部未突出的煤层和煤种均有发生突出的可能,这固然是与随着采深的增加,地层静压力(垂直应力分量)增大有关,而更为重要的是“在构造应力的作用仅仅影响地层上层一定厚度的情况下,水平应力分量的重要性远远超过垂直应力分量”(国内外实测水平应力值比垂直应力值大几倍至数千倍),这充分说明了随着采深的增加,主要是导致了构造水平应力增大,从而造成瓦斯突出的增加,如我矿一井+170米水平采深270米,突出74次,最大强度977吨,±0五水平采深350米,已突出111次,最大强度3500吨,二井+140四水平采深210米,突出14次,最大强度150吨,±0五水平采深320米,已突出8次,最大强度400吨。

3、突出与岩体力学性质的关系:

(1) 4*煤及围岩的力学性质:

我矿开采之龙潭煤组,上部为厚210米的长兴灰岩及玉龙山灰岩,其岩体力学性质属近均质厚层状中等强度韧脆相间的煤系复盖层,煤系底板为厚350米的阳新灰岩,属近均质厚层状强度高,而钢韧的煤系垫托,煤系如同处于两块强硬的夹板之中的柔弱物质,在受力过程中,长兴和阳新灰岩中的应力,一部分消耗在本身形变的过程中,一部分则传递到煤系内,由于煤系为厚薄不等,强硬的薄板与柔弱的叶片,迭次相间的互层状岩体,其强度很低,又受到两面夹攻,所以在应力场中煤系处于应力集中部位。特别是煤厚最大的4*煤层正好位于煤系中部,顶底板为页岩,砂页岩,其底部距厚约8米的砂质灰岩层间距9米,因而4*煤层周围岩体对应力产生的阻抗较低,是煤系中应力最敏感,又最集中的地方,所以4*煤层的软煤分层厚度特别大达1.7~2米,由顺层滑动的构造型式,最早

的积蓄了较多的弹性潜能，同时煤系页岩、砂泥岩及薄层灰岩的透气性很低，瓦斯不易天然排放，因此，4#层突出也最为严重。

(2) 5#、6#层及围岩的力学性质：

5#与6#煤层位于煤系中下部与底部，岩体传导的应力不如4#层那样集中，所以煤层在流变过程中产生的软煤分层不如4#层发育，仅0.1~0.3米左右。但其间接顶底板都有厚约5~8米的强硬弹性中厚层状的矽质灰岩层，它们积蓄了大量的弹性潜能，所以在构造应力集中的部位，掘进岩巷时，由于弹性势能转变成动能，将岩石压裂成碎块弹射抛出，并伴随爆裂炮声，发生“岩爆”如南桐一井±0一石门，掘矽质灰岩巷，-200水平掘井底车场茅口巷等均发生过多次岩爆现象。另外，一井±0二至三石门区5#层突出58次的原因之一，也因其顶部矽质灰岩由正常7m增厚至8.2米，并且它到5#层间距由6m变小为5.5米，明显反映了弹性围岩对突出的作用。再有5#、6#煤层顶板是强度较大的钙质泥岩——灰岩层，底板为具韧性的粘土质与铝土质泥岩，煤层夹在中间呈现塑性特征，组合成为一个上硬下软，上下不协调，顶板断裂、底板柔皱拉薄的构造层组，致使本矿封闭性小型构造十分发育，往往使煤层增厚、变薄，极易于形成一些封闭的瓦斯窝，必然增加了瓦斯突出威胁。如一井f103断层处5#层突出。（图11）

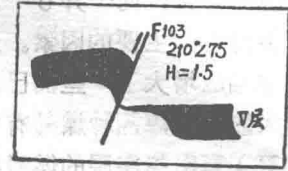


图11—一井f103断层5#层处突出示意图

4、突出与水文地质条件及煤层水分含量的关系：

(1)我矿二井矿床充水的各种裂隙通道极为发育，（如背斜轴部张裂 F_1 、 F_2 、 F_{22} 等大型断层及其伴生构造张力裂隙等），地下水深层逢流循环剧烈，地下水在这些地区的运动不仅使瓦斯得到一定程度的泄放，而且还将岩石中的可溶蚀成分带走，造成地应力部分解除的条件，在一定程度上使突出的危险性减小，而我矿涌水量范小的一井，处于封闭的向斜构造部位，煤系盖层良好，无连通地表的断裂，水文地质条件简单，瓦斯赋存极为有利，所以我矿一井瓦斯突出比二井严重。

(2)突出与煤中水分含量的关系：

煤中水分含量随变质程度增高而减少，与矿床地下水丰富，采区裂隙通道发育，涌水量增大有关。而附着在煤颗粒表面的外在水分，特别是煤颗粒中毛细孔隙所吸附或凝聚的内在水分与煤中瓦斯含量在煤层孔隙度与吸附表面积一定的条件下，具有互为消长的关系，煤中水分含量越高，瓦斯含量与压力越低，突出危险性也相应减小。如我矿一井5#层中“分析煤样水分 W_f ”在0.32%~0.71%之间，然而“0505”区 W_f 较低，仅0.32%，突出次数多，近向斜轴部的“0507”区由于 W_f 达0.65~0.71%，突出次数与强度反而减小。因为我矿煤中各种水分资料缺乏，此问题今后值得深入研究。

5、突出与煤的变质程度的关系：

在我矿185次突出中，按煤种比例列于下表：（表六）

在我矿185次突出中，按煤种比例列于下表：

(表六)

煤种	次数	比例	已采范围煤种储量分布比例
肥煤(水)	7	3.8%	15%
焦肥煤(K水)	75	40.6%	33%
焦煤(K)	90	48.5%	64%
焦瘦煤(Kπ)	13	7.1%	6.6%

本矿区煤种分布有循华夏式龙骨溪大背斜轴向呈条带状变化，且有靠近轴部煤的变质越高的区域变质规律，但在初曲轴部与构造断裂带，煤的变质程度加深，也反映出动力变质的影响，如一井王家坝向斜轴部500米内煤质由主焦煤变为瘦焦煤，二井乌龟山复式褶皱构造带4*层煤质由焦肥煤变为焦煤，该区段即发生了突出。

由表5得知，本矿区已开采过的各种煤都发生过突出，从肥煤，焦肥煤，焦煤随变质程度的增高，突出次数略有增加，但七次肥煤突出(包括二次倾出，一次垮塌)，均出现在二井6*层内，而一井6*层全为焦煤，却只发生过5次突出，可见煤种对突出有一定影响，但并不是主要的因素。只是煤的变质程度越高，生成的瓦斯量就越大，造成突出的可能性也相应增大了一些而已。因此，在深部开采时，随着地应力与瓦斯含量及瓦斯压力不断增大的情况，各种煤都有发生突出的极大可能。

(三)突出与煤层的煤岩特征及物理力学性质的关系：

我矿主要开采4*、5*、6*三层煤，局部采3*极薄煤层。其主要煤岩特征列于下表。

各煤层主要煤层特征表

(表七)

煤层特征	4#	5#	6#	3#
厚度	2.8米	0.9米	1.3~1.5米	0.3米
颜色	深黑色	灰黑色	暗黑色、银灰色	暴色
光泽	半金属光泽与玻璃光泽	粒绢光泽与暗淡光泽	树脂光泽	暗淡光泽
比重	1.32	1.42	1.34	1.4以上
煤层结构构造	为单一煤层，具厚薄不等的条带状结构，不规则层状构造，挤压柔皱、裂隙发育。	为复合煤层，夹石居中，厚0.05M具条带状结构，层状构造。	为复合煤层，夹石居中下部，厚0.10M。具线理状结构，不规则层状构造。	单一薄煤层
硬度	1°	1.5°~2°	1.5°	2°
脆度	较大，为易碎煤	较小	较小	较小
煤层包体	偶含F ₂ S ₂ 结核	煤层下半部含大量F ₂ S ₂ 结构	煤层上半部，含浸染状F ₂ S ₂ 细晶极多。	含较多F ₂ S ₂ 结核
煤岩成分	镜煤，亮煤组成，少许暗煤丝煤薄层。	暗煤与亮煤，丝煤组成。	亮煤与暗煤、丝煤组成。	暗煤、亮煤。
煤岩类型	全亮——半亮型	半亮——半暗型	半亮型	半暗煤
顶底板炭	硬度1.5°±，厚度分别为0.6与0.4米	硬度大，厚度分别为0.2米±。	顶板炭0.9米，质硬，外表似焦炭，底板炭0.3~0.6米。	无
软分层(槽口炭)	厚1.7~2.0米，具鳞巧状碎屑状，粉末状结构条带。	在夹石层上0.2米，下0.3米内，具碎屑状结构。	发夹石层上下0.1~0.2米内，具碎屑状结构。	无
煤层破坏类型	强烈破坏型	非破坏型和破坏型。	非破坏型和破坏型。	非破坏型和破坏型

我矿4*层突出分布广，强度大，从煤岩特征来看，一为煤最厚，所含的瓦斯量最多；其二，煤岩成分多为镜煤、亮煤组成，硬度最小，垂直层理的内生裂隙十分发育，很脆，易成粉末状；其三，软煤分层（槽口炭）厚度大，次生裂隙十分发育，煤质非常松软，致使其孔隙度与吸附瓦斯表面积增大，是富集瓦斯的有利部位，又由于其极限破坏强度最小，破碎时所需作的功甚微，当应力状态改变时，极易破碎呈粉末状，瓦斯放散速度必然很快，因此槽口软分层既是造成瓦斯突出的突破口，又是瓦斯突出风暴形成的发源地；所以4*层最易于发生突出，突出强度亦最大。

6*煤层虽然较厚，然而全层之多数由于黄铁矿晶粒浸染，其密度高，硬度增大，软煤分层极薄或者没有，故极限破坏强度大，因此突出次数最少；当然这也与采掘开采程序有关。如二井±0水平先行开拓6*煤层大巷作为运输巷，就发生过几次突出。至于3*、5*层由于硬度最大，煤层最薄，从煤的物理机械强度高和煤中瓦斯含量相对低的情况，本应发生突出比6*层少，然而其作为优先开采的解放层，所释放的地应力是很大的，因此往往在应力集中的构造部位发生多次突出。

四、对我矿煤与瓦斯突出区、突出集中带的预测：

根据本矿在相似地质条件下发生煤与瓦斯突出的规律性及其由不同级别构造控制着相应的突出区、带、点分布的规律，结合矿井中的构造级别大小，分突出严重区、突出区、突出集中带和基本上不发生突出的地区，进行如下初步预测：

1、向斜瓦斯突出严重区：包括

(1)王家坝向斜区，因处于川黔南北带与华夏式龙骨溪大背斜的复合处，系一个被动的构造部位，集聚了强烈的构造集中应力，加之瓦斯赋存封闭良好，形变量小，是瓦斯突出严重区。

(2)平土向斜区，为一“船形”的槽状向斜，除其四周构造较复杂外，向斜槽部构造较为简单，形变量小是构造应力的集中部位，且槽部煤层埋藏深达600余米，多在±0水平以下，瓦斯赋存封闭条件较好，应为瓦斯突出区——瓦斯突出严重区。

2、背斜瓦斯突出区：包括

(1)乌龟山背斜区（指北段、深部、倾伏转折端），断层稀疏，褶曲形态完整，封闭条件较好，是瓦斯突出区。

(2)庙顶背斜区，背斜南段向北倾伏，形变量大，断裂发育，地应力释放较大，中段平缓形变量小地应力集中，北段又重新抬起，构造稀疏地应力释放少，瓦斯赋存条件好。预计中段与北段为瓦斯突出危险区。

3、由扭转构造控制的瓦斯突出集中带（包括上列六个带）

(1)一井井田±0二至三石门扭折带，及其向深部继续延展的地带。

(2)一井井田五至六石门扭折带及其向深部继续延展的地带。

三井井田中段黄水荡“S”形扭转区，（是川黔南北带与华夏式龙骨溪背斜的复合部位，强烈的构造应力集中地带，扭转区南部封闭条件较差，岩溶发育的阳新灰岩倒转于煤系之上，突出的威胁不大；但北部形变量较小在“S”形扭转轴部位应力比较集中，故有发生突出的危险。

(4)三井井田南段云峰山——板辽扭转区，构造形变量小，应力集中的地带。

(5)二井乌龟山背斜上低级次的水井小背斜、打坪坎小背斜，麻板河小背斜，呈右行雁列错移的构造部位，地应力释放小，瓦斯赋存封闭条件好。

(6)二井井田深部（六水平） F_1 断层呈现雁行列布，迭瓦式构造、地应力相对集中的封闭块段及其断裂末稍地带。

4、基本上不发生突出的地区包括：

(1)二井立槽断裂发育区（ F_3 与 F_5 断层之间未开采的块段）。

(2)二井乌龟山背斜轴部附近断裂发育盖层破坏严重的地段。（碰头岩抽风机煤柱区）。

(3)一井立槽断裂发育区。

(4)三井庙顶背斜轴部附近断裂发育，盖层破坏严重地段。

(5)三井井田南段顶板阳新灰岩岩溶发育地带的5*、6*煤层。

(6)三井立槽煤层浅部（+320水平以上）开采区，（构造扭折带除外）。

(7)一井王家坝向斜轴部以东5*煤层分岔变薄区。

(8)一井王家坝向倾轴部以东6*煤层部分采区（构造扭折带除外）。

以上初步小结，由于笔者水平低，谬误难免，敬请领导和同志们多加批评指正。

涟邵煤田洪山殿矿区 瓦斯突出及其地质因素初步分析

涟邵矿务局 焦作矿院地质系

煤和瓦斯突出是煤矿井下的一种特殊的动力现象，它的强力的破坏性和发生的突发性，对煤矿安全生产是一种严重的危害。研究它发生的机理，查明其影响因素，开展予测预报是煤矿安全技术中一项迫切需要研究和解决的课题。

焦作矿业学院地质系75级部分师生，结合毕业实践与涟邵矿务局和涟源，邵阳地区煤炭局协作，围绕瓦斯突出机理进行了瓦斯地质调查工作。我们试图从地质角度，运用地质力学观点，对煤与瓦斯突出机理进行初步探讨。

位于湖南省中部的涟邵煤田洪山殿矿区，是个经过多年勘探和开发的老矿区，这里地质构造复杂，煤与瓦斯突出严重。据不完全统计，截至1978年6月底止本区先后建设并投产的五对矿井中，已发生突出达260余次。由于瓦斯突出严重，影响了该区煤炭生产的大干快上，直接威胁了煤矿安全生产，对这个矿区瓦斯突出进行分析研究，对发展煤矿生产的大好形势，有着重要意义。

洪山殿矿区在湘中双峰、涟源两县境内，东西长11公里、南北宽3.9公里，面积约4.3平方公里。目前，区内已有生产井五对，即涟邵局洪山矿的鲤鱼塘井、彭家冲井、立新矿的蛇形山井、咸沙坝井及双峰县办的秋湖井。此外县办的松木冲井目前尚在基建(图1)。

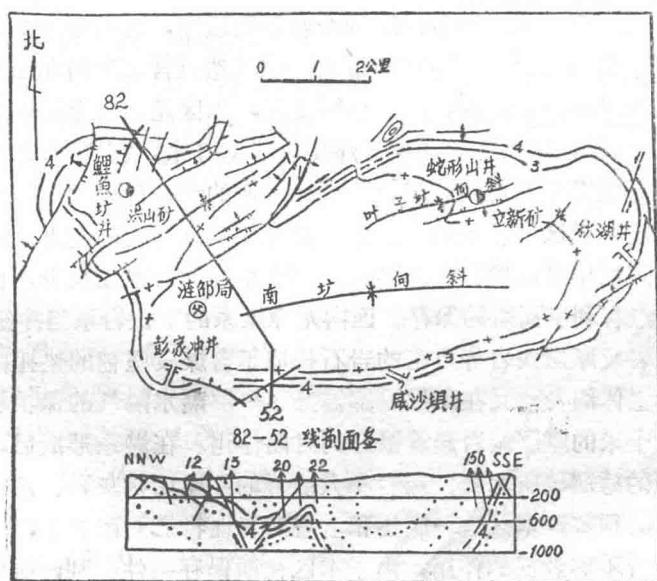


图 1

本区含煤地层属上二迭统龙潭煤系，全区共含煤八层，可采者一至四层，主要是Ⅰ、Ⅲ、Ⅳ、煤，煤质牌号属瘦和贫煤，个别地段为无烟煤。

洪山殿矿区为一近似椭圆状封闭的复式向斜构造。控制矿区基本构造形态的有杨梅大山背斜、新屋冲向斜和南塘向斜。区内主要断层多发生在新屋冲向斜和南塘向斜的两翼、正、逆断层相间伴生，以正断层为主，断层走向与主要构造线方向基本平行。

本区水文地质条件简单，在煤层顶部有厚层泥岩隔水性良好。

区内已投产的五对矿井均属超级瓦斯矿井，并且有煤与瓦斯突出现象。

根据矿井的相对瓦斯涌出量大小和突出的次数来划分，瓦斯涌出量大而且突出严重者以立新矿蛇形山井居首位。其次是秋湖井、咸沙坝井、彭家冲井和鲤鱼塘井。

为什么涟邵煤田26个矿区中，本区瓦斯含量较大且突出严重呢？为什么同一矿区内的五对生产井中瓦斯含量和瓦斯突出有强、弱悬殊的差别呢？为什么在同一矿井中瓦斯含量和突出分布也不一样，并有相对集中的块段呢？这些问题正是以往未曾充分阐明的疑难，也是我们通过调查予以论述的问题。当然这里面牵涉的因素较多、下面仅从地质角度谈点粗浅的认识。

一、为什么涟邵煤田的洪山殿矿区瓦斯含量较大，突出也较严重。通过调查分析，我们认为这与该区瓦斯形成和保存的地质条件和具有突出的构造条件有关。

1、瓦斯形成和保存的地质条件：

赋存在煤和围岩中的瓦斯，主要是在成煤过程中泥炭沼泽中的有机物质经过细菌分解以及成煤过程中的地球物理化学作用产生的。此外在成煤后由于后期构造运动的影响，也会产生大量的瓦斯，但在成煤作用过程中形成的大量瓦斯并非能全部得以保存，一部分通过孔隙扩散到大气层中，仅部分保存于煤层和围岩中，瓦斯是地质作用的产物。并且赋存在地质体中，因而他是受到地质因素所制约的。

洪山殿矿区瓦斯含量较大反映本区地质条件的某些特殊性，有利于瓦斯的形成和保存。

本区煤系厚度大，煤层层数较多，煤的变质程度较高，瓦斯形成的条件有利。

洪山殿矿区位于白马山、望云山褶皱带内，晚二迭世含煤建造龙潭组上段在本区为一聚煤中心，向北向西煤层层数减少，煤层总厚变薄，本区龙潭组上段含煤地层（ P_2L_2 ）平均厚158米，含煤八层，可采1~4层，煤层总厚约6米，它比南部的牛马司、箍脚底，邓家铺北部的恩口等区煤系发育均较好，因而对瓦斯的大量形成是个先天的有利条件。

从煤的变质程度来看区内主采的Ⅰ、Ⅲ、Ⅳ煤均属高变质的瘦煤、贫煤、东部一些地段为无烟煤。另外煤层中裂隙发育，煤结构破坏类型高，含水性较少，也是因素之一。

本区的岩性特点有利于瓦斯的保存。区内龙潭煤系的下伏岩系当冲组、栖霞组的中厚层状硅质灰岩、泥岩及厚层灰岩等致密的岩石构成了含煤段坚韧的垫托，龙潭组下部不含煤段以砂质泥岩为主体的岩性又在煤层底部铺上了一层隔水隔气的保护层。

煤层顶部有数十米的厚层泥岩起着很好的封闭作用。在煤系形成后，区内广泛遭受海侵，复盖了大隆组的薄层硅质泥岩、灰岩和大冶群的中厚层状灰岩、泥灰岩，似乎又给煤系加上了一层刚强的顶盖，本区这一底垫和上盖的岩性特征（图2），为瓦斯形成后能较多地得以保存、起着不容忽视的作用，由于本区瓦斯保存条件有利，所以瓦斯含量相对较大，也为突出奠定了物质基础。



图 2

2、瓦斯突出的构造条件, 本区瓦斯突出严重与所处的构造部位有关, 应力比较集中的条件是本区构造因素的一个显著的特点。

洪山殿矿区位于龙山~白马山东西向构造带北侧边缘部位, 祁阳弧形构造北翼内侧, 是两种构造体系的复合部位。(图3)

由于两种构造应力场的复合叠加作用, 表现为两种构造应变图象的复合重迭, 因而在地质历史上本区属于应力较为集中的地带。它是形成东西向构造的南北向挤压应力和呈北东向展布祁阳弧形构造北翼的局部应力场北西——南东向挤压应力这两者的迭加作用。用简单的力学原理分析是呈锐角的两个分力的合力作用, 所以应力相对较大。

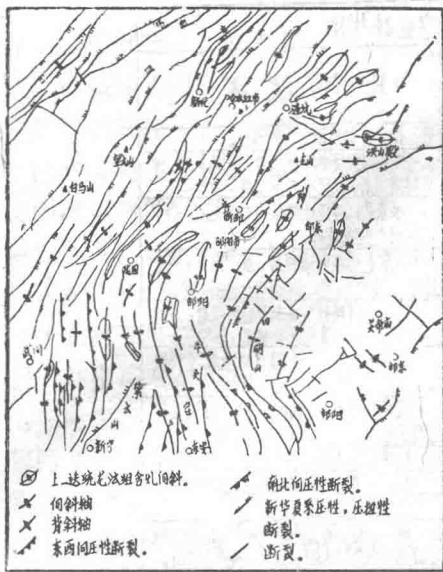


图 3

井11次，鲤鱼塘井仅有3次。详见统计表：

矿	井	有起止 记录间	突 出 次 数						突 出 煤 量			始突深度		备 注		
			总 计 (次)	按突出强度分				按突出类型分			总 计	最 大	平 均		垂 深 (米)	强 度 (吨)
				特 大	大	中	小	突 出	倾 出	压 出						
洪 山 矿	鲤鱼井	686 ~ 744	3		3			1	2		150	50	50	189	50	
	彭家冲井	68.2 ~ 74.4	11		2	7	2				715	200	60	165	100	
立 新 矿	蛇形山井	65.9 ~ 78.5	165	1	36	78	45	144	12	1	14158	1021	89	148	40	
	咸沙坝井	69.2 ~ 78.5	20		3	7	8	18	1	3	1003	2001	47.7	142	8~40	有二次无突出强度
	秋湖井	72.3 ~ 78.6	57		2	36	19	56	1		2520	300	43.1	163		

五对生产井相对瓦斯量和突出次数的区别如比之大，其原因虽然很多，但地质条件的差异这一内在因素是起重要作用的。下面我们从各矿的地质特点上作些分析。

鲤鱼塘井是全区构造最复杂的矿井。这里煤层褶皱起伏，断裂纵横交错，真是五花八门，类型纷纭。据统计，矿井现在所揭露的1.4平方公里范围内，除褶曲外，已揭露的中

小型断层达 200 余条，由于这一系列方位不同，规模不等、性质不同的断裂构造，把煤层切割成一系列大大小小的孤立小块段。这些断层以及与它们伴生和派生的一些更低级序的小断裂。不仅使煤层遭到了割切，也为瓦斯的逸散开辟了通道。再加上本区露头较好，一些大型断裂都延伸至地表，也是瓦斯逃逸的良好条件。（图 1、图 4）

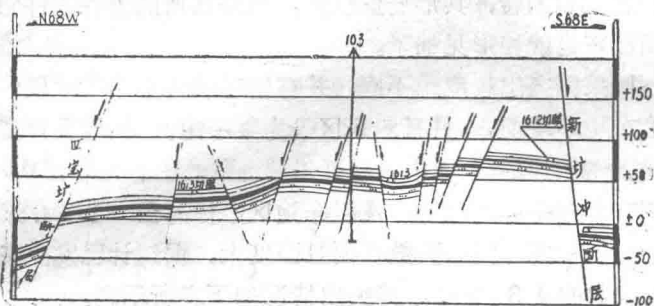


图 4

在区域构造应力场的作用下，本井田内构造复杂，反映当时属于高压的应力集中区，它驱动瓦斯向低压区运动。由于地应力作用，产生了一系列的褶皱、断裂，地应力得到了释放，由于形变的产生，使边界条件发生改变。一定程度上阻碍了地

应力的大面积积累。残余应力也相对较小，这可能是本井突出较少的重要原因之一。

从其它地质因素分析，本井田主采的是 1 煤层，该煤层较稳定，煤厚变化幅度较小。煤的变质程度相对较低。煤层中虽然裂隙发育，可见多组外生裂隙，但条带状结构断续可见。煤结构破坏类型属甲类和乙类的较多，煤层柔皱系数偏低，所以突出危险程度也较差。

突出严重的蛇形山井是本区构造相对较为简单的井田，它位于南塘向斜北翼的东段，总体呈一单斜构造、倾角 $25 \sim 45^\circ$ ，次一级褶曲较为发育，也有一些小断层。

本井田构造虽较简单，但从瓦斯量和突出次数来看，在本区均居首位。据统计（至 78 年 6 月底止）已发生特大型突出一次，大型 36 次，中型 78 次，小型 45 次，总突出煤量 1415 8 吨，最大 1021 吨，平均 90 吨。

本井田突出严重也与其构造特点有关，蛇形山井在矿区内虽然构造较为简单，但在地质历史上与区域构造应力场却是统一的。在统一的构造应力场中，本井比其它井田的形变量小，反映当时处在非应力集中部位，应属于低压区，由于地应力的作用驱动了构造较复杂的高压区井内的瓦斯向低压区运移，因而造成了蛇形山井瓦斯相对的富集，另外构造较简单，张性大型断裂较少，释放条件差，储气条件有利。

此外，在同一构造应力场作用下，因本区所显示的形变量较小岩层中可能储集了部分的残余应力。在具有继承性的现今构造应力场的作用下，井田范围内是应力相对较为集中的地带，由于采掘工程破坏了原来力的平衡，造成残余应力的突然释放，这可能与本井田瓦斯突出严重有关。

本区小褶曲发育，局部应力集中地带较多，不协调现象明显由于层间滑动使煤层遭受到强烈的柔搓。

除构造因素外，蛇形山井煤的变质程度比西部偏高，从沉积条件看本井田主采的是 III 煤和 IV 煤，根据煤层观测资料，III 煤、IV 煤层的原生结构多遭到破坏，属于煤质松软，镜面发育的鳞片状结构或半暗、暗淡型的粒状结构。煤层中柔皱裂隙均很发育，手试强度低易捏成粉末状。煤结构破坏类型属乙类和丙类特别是丙者类居多，柔皱系数较高。这些也

是本井田易于突出的重要条件。

位于南塘向斜转折端的秋湖井，突出次数位属本区第二，其原因与所处的构造部位有关，它位于向斜的转折端是应力集中的地段，裂隙较发育，瓦斯聚积多储藏量也较大。

咸沙坝井和彭家冲井虽然与蛇形山井都在南塘向斜内，但由于这两个井处在向斜南翼，煤层倾角较大，个别地带近于直立和倒转，其形变量较大，另外瓦斯的储存条件相对较差，所以突出程度与蛇形山井田比较也就相形见拙了。

三、为什么在同一矿井中，不同采区突出程度也不同，并有相对较为集中的块段？例如蛇形山井为什么不同采区突出分布也不均衡，并且四采区最为集中呢？从地质角度来看，这与地质条件的某些特殊性是紧密相连的。

蛇形山井四采区，位于本井田东部四采区上山附近及以东地区，标高在一120米水平以上。现开采的Ⅲ煤、Ⅳ煤两个煤层在本带突出次数多而且强度大，据统计已发生突出70余次，约占全井田已发生突出次数的43.8%，其突出情况如下表所示表：

突出集中带位置	突出次数					突出煤量		
	特大型	大型	中型 (25-99T)	小型 (<25T)	合计	最大强度 (T)	总煤量 (T)	平均
蛇形山井四采区	1	19	39	11	70	1021	6208	89.7

本采区的1442机巷总共长349米，掘进过程中发生了31次突出，（其中大型突出1次），平均掘进10.9米突出一次，最近距离只有4米，其突出的密集程度是罕见的。

这个突出集中带位于井田内的衡山冲逆断层和叶子塘向斜之西北。叶子塘向斜为东西向展布并且由东向西倾伏的复式向斜。四采区处在向斜西北的一个次一级的向南西方向倾伏的背斜构造上。该倾伏背斜轴部偏东和东翼，被两条北东向的断层切割。其力学性质属于压扭性逆断层。无地面露头，断层两盘相对扭动极为明显，两条断层均为西盘北移，东盘南移，由于扭力作用，使煤层产状由近于东西向变成北东向，煤层倾角由缓变陡，个别地带近于直立。这两条压扭性断层展布的特点是由下而上（由深至浅）有逐渐收敛的趋势。（见图5）。两条断层之间的四采区由于煤层遭受到强烈的挤压和扭动，再加上该带是个应

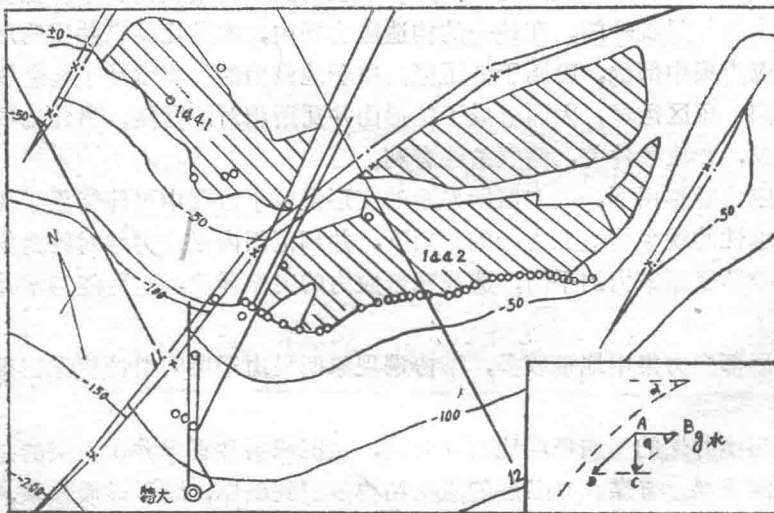


图 5

力是较为集中的地段，所以为本区的频繁突出创造了条件。

下面简单分析一下该带为什么是应力集中的部位呢？

从该带现有突出点来分析，主要是分布在背斜轴部和1442机巷。背斜轴由于属应力集中地带同时也是瓦斯赋存的良好场所，所以突出点密集，这已为众所公认。而1442机巷基本是沿煤层走向开掘为什么突出频繁呢？我们把问题简化，试分析一下其受力情况。

下面仅以西部一条断层说明一下。在断层形成前煤层是均匀受力的。产生断层后断层西盘岩石与煤层接触，岩石比重大于煤层，因此，该断层东盘即四采区的煤层受到断层面盘岩块的重力作用、沿煤层倾斜方向由浅入深逐渐加大，假设其合用C表示，根据力的平行四边形原理，C力可以分解为沿断层面向下的力和水平方向的挤压力 $g(A \cdot B)$ （见图5左下角小图）

$$\text{在}\square ABCD\text{中} \quad \angle ABC = a \quad \angle BAC = 90^\circ$$

$$\text{在}\angle BAC\text{中} \quad t_g a = \frac{a}{g_{\text{水}}} \quad g_{\text{水}} = \frac{a}{t_g a}$$

从上述的简单分析中说明，该采区由于西侧断层的存在，断层西盘岩层重力的水平分力，使煤层纵向（沿走向方向）受压比较大，而且随深度增加而逐渐加大。本采区除现今构造应力场地应力的作用外，还有上述的沿煤层走向方向断层西盘岩块重力的作用，说明该采区受到两种力迭加的作用，1442机巷沿—30米标高的煤层走向开掘、上述可能是其突出频繁的原因之一，此外，从该块断受力情况来看，由于断层两盘相对位移，本采区内等于受到顺时针的扭动作用，沿煤层走向相当于压扭性结构面展布方位，反映沿此方向煤层受挤压和扭力的联合作用，表现在煤层沿走向小褶曲发育，褶轴与走向近于垂直此外，因煤层对比不清，把Ⅳ煤误认为Ⅲ煤未采取其它防护措施，这也是突出频繁不容忽视的因素。

以上是对洪山殿矿区煤与瓦斯突出与地质因素关系的一点粗浅的认识，当然还仅仅是定性的和初步的分析，通过上述分析，对该矿区各井田从地质角度研究煤与瓦斯突出得出下列一些看法。

1、瓦斯是在成煤作用过程中产生的，并且是赋存在煤和围岩中的一种地质体或称地质作用的产物，因此其形成和保存是受地质因素制约的。煤与瓦斯突出是一种特殊的动力现象，是地壳应力活动的一种表现方式，所以我们可以从地质角度，运用力学原理，用地质力学的观点和方法去研究它，并探寻其发生的本质。

2、瓦斯突出地带，首先应属于瓦斯相对的富集带，而瓦斯的富集，必须具备能使其得以保存的地质条件。这些条件包括煤层顶底的岩性特征及厚度，煤厚、煤层结构和煤质，地质构造和水文地质因素等。

3、瓦斯突出点与应力集中的某些构造部位以及结构面的力学性质有关，通过构造应力场的研究（包括古构造应力场和现今构造应力场）分析找出应力集中地带，有利于预测瓦斯突出带。

4、地质条件的差异性使瓦斯突出分布不均衡性的重要内因。我们可以从地质角度研究划分突出的地质类型、为予测予报提供地质依据。

5、地应力是造成煤与瓦斯突出重要的因素之一，地应力测试手段的应用有助于我们定性、定量地对瓦斯突出机理进行研究。

煤与瓦斯突出机理牵涉面比较广、难度也很大，需要多方面协同作战，我们仅是从地质角度这一方面作了一些工作。以上仅是把我们与现场人员共同调查的一些资料汇总了一下，有些内容尚需要作更深入、更细致的分析研究。这次调查工作仅是既成事实的统计，由于缺少必要的测试手段，所以定量的解释还有待进一步工作。因水平有限，错误之处请大家给予指正。

(执笔 袁崇孚)

对淮南谢二矿瓦斯地质的一些看法

谢二矿地质科 李修常

一概况:

淮南谢二矿是超级瓦斯矿井, 并是煤与瓦斯突出的危险矿井。在现阶段生产水平情况下, 全矿的绝对瓦斯涌出量是 $41.75M^3/\text{分}$, 相对瓦斯涌出量是 $32.08M^3/\text{吨日}$ 。并随着开采的深度增加而增大, 从一般的现象来看, 井下的瓦斯来源, 主要有三个方面: 一是, 回采工作面及老塘; 二是, 掘进工作面; 三是, 老采区及老巷道。这三个方面瓦斯涌出量最大的老采区及老巷道, 约占总量的 $40\sim50\%$, 其次是回采工作面及老塘, 约占总量的 $30\sim35\%$, 掘进工作面最小, 约占总量的 $15\sim30\%$, 这三个方面的瓦斯涌出量, 最主要的来源是在 G_{13} 槽和 $B_{11}b$ 槽两个厚煤层中。这两个厚煤层的瓦斯涌出量, 一般的都高于其他煤层的几倍, 或十几倍, 特别在有断层破坏带, 瓦斯涌出量有明显的增高。

二、煤与瓦斯突出影响井下开采的各种现象

煤与瓦斯突出对井下开采影响大体上有六种情况:

- 〈一〉、威胁安全生产;
- 〈二〉、影响回采进度;
- 〈三〉、影响资源回收;
- 〈四〉、影响设备利用;
- 〈五〉、影响发挥生产能力;
- 〈六〉、影响掘进速度。(具体介绍略)

三、影响瓦斯分布的主要因素:

瓦斯在煤层中分布的地点, 是不均衡的。有的煤层瓦斯很大, 有的煤层瓦斯很小, 同样一个煤层, 在这个地区瓦斯很大, 到另一个地区瓦斯就很小。这些都是常见的现象。本矿瓦斯分布的情况简介如下:

〈一〉、瓦斯分布, 一般是随着开采的深度增加而增大。如 $B_{10}\sim C_{13}$ 槽煤层在开采不同的深度上瓦斯涌出量的变化情况表 1:

表 1:

平均开采深度	-28	-58	-88	-127	-182	-252	-322	-365
平均绝对量	9.62	22.17	22.63	32.55	33.27	30.46	28.26	31.39
平均相对量	7.00	7.46	8.46	14.55	21.68	16.43	19.40	27.76

注: 相对量低, 原因是 B_{11} 和 C_{13} 槽两个瓦斯大的煤层产量低, 集中开采了低瓦斯 B_{10} 槽以下的煤层。

〈二〉、瓦斯分布与断层破坏带的关系:

从地质角度上来看，瓦斯分布的地点与地质是有密切关系的。根据淮南谢二矿来看，本矿井主要的断层共计有五条，落差都在60~200公尺之间，其中断层是 F_{13-4} ， F_{13-5} ， F_{13-6} ， F_{13-8} ， F_{17} 。北从 F_{13-4} 南到 F_{17} ，形成一条较宽的断裂带，(见图1)。大部分瓦斯都富集在这条断裂中，瓦斯发展的规律是随着这条断裂的伸展而伸展。

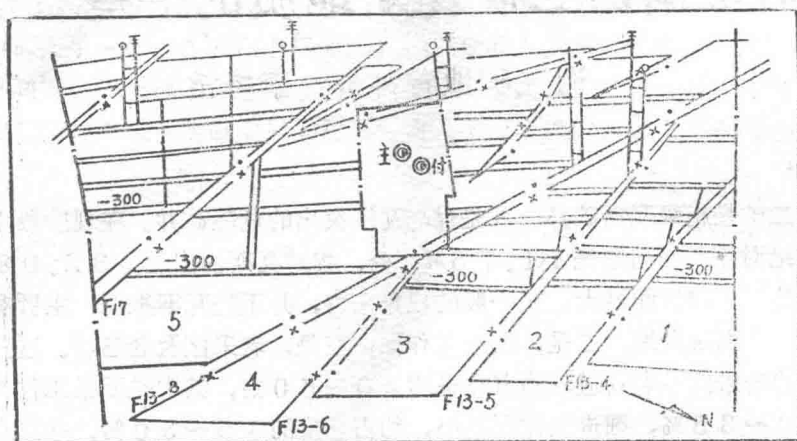


图 1

井下大部分瓦斯都是随着这条断裂带分布的，并向深部逐步的增加。断裂带的伸展、也是瓦斯分布的方向。断裂带的伸展方向是自北向南，由浅而深。初采浅部的煤层时，瓦斯涌出量是北部大、南部小，采深到-182米水平时，南北部的瓦斯涌出量几乎相等。原因是初采浅部时，断裂带在北部、南部没有构造破坏，煤层比较完完整。采深-182米水平时，断裂带已伸到南部，所以南部瓦斯涌出量几乎相等。下面是在开采水平加深与南北翼瓦斯绝对涌出量变化的情况表2：

表 2：

翼 别	开采水平											
	- 28		- 58		- 88		- 127		- 182			
开采时间	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
北翼	7.39	10.34	16.86	20.96	18.55	15.75	21.28	23.83	20.82	24.98	20.84	9.02
南翼	0.80	0.72	2.24	4.28	4.06	6.69	7.08	9.63	15.18	19.53	18.66	10.32

- 252			- 322			- 365		
69	70	71	72	73	74	75	76	77
~	19.23	10.94	5.94	13.04	9.61	13.04	14.32	7.58
~	11.14	15.99	16.11	21.02	22.11	23.36	14.49	21.34

上述断裂带的边界是北从 F_{13-4} 断层，南至 F_{17} 断层在这两条断层边界以外，瓦斯涌出量都有明显的变小。在这两条断层之间，既是断裂带，也是瓦斯带，瓦斯与断裂带是一个不可分割的地质体系。本矿井内五条断层，把煤系地层切成了五大块，各块的构造形态不同，大小范围不同，瓦斯涌出量也不同。下面简述各断层之间的 C_{13} 槽经过实测的瓦斯分布的情况。

(三)、各断层之间瓦斯分布的情况：

全矿有两个厚煤层 C_{13} 槽和 $B_{11}b$ 槽，两个煤层都属于有煤与瓦斯突出危险的煤层。特别是 C_{13} 槽是瓦斯涌出量最大的煤层。它在回采期间随着五大块的范围和深度变化，根据资料实测，看下列各表中瓦斯变化的情况。

表3： F17断层以南瓦斯涌出量

项 目 标 高	三层平均		顶层		中层		底层	
	绝对量	相对量	绝对量	相对量	绝对量	相对量	绝对量	相对量
-62	0.25	0.45	0.02	0.09	0.17	0.32	0.55	0.94
-127	0.43	1.11	0.58	0.59	0.38	0.87	0.33	1.97
-182	0.43	1.54	0.57	1.78	0.33	1.58	0.38	1.25
-252	0.64	2.07	0.67	2.33	0.58	1.81	0.67	2.06
-322	1.03	2.82	1.60	4.72	0.56	2.06	0.92	1.69
-365		1.51	8.58					

表4： F17~F13-8之间瓦斯涌出量

项 目 标 高	三层平均		顶层		中层		底层	
	绝对量	相对量	绝对量	相对量	绝对量	相对量	绝对量	相对量
-62	0.48	2.02	0.73	1.90	0.37	1.11	0.34	3.05
-127	0.62	2.00	0.66	1.58	0.68	2.06	0.53	2.35
-182	0.90	1.77	1.69	1.70	0.71	2.60	0.31	0.99
-252			2.27	12.88				
-322			8.51	17.24	0.70	5.85		
-365	2.95	9.83	6.00	18.76	1.75	5.79	1.11	4.94

表5: F13-5~F13-6之间瓦斯涌出量

标高	三层平均		顶层		中层		底层	
	绝对量	相对量	绝对量	相对量	绝对量	相对量	绝对量	相对量
-62	1.02	4.46	0.32	2.73	1.72	6.20		
-127	1.32	4.46	0.65	2.51	0.89	3.54	2.43	7.29
-182	0.78	4.34	0.77	4.20	1.01	4.54	0.56	4.29
-252	1.40	5.81	1.86	7.98	1.50	5.87	0.83	3.58
-322	1.65	6.45	3.32	9.69	0.84	5.62	0.80	4.03
-365	1.96	10.05	4.02	19.42	0.89	5.70		

表6: F13-6~F13-5之间瓦斯涌出量

标高	三层平均		顶层		中层		底层	
	绝对量	相对量	绝对量	相对量	绝对量	相对量	绝对量	相对量
-62								
-127								
-162	0.92	3.40	0.75	2.57	0.87	2.30	1.14	5.34
-202	0.93	4.09	1.06	3.91	0.62	4.44	1.11	3.92
-242	1.51	6.28	1.94	8.56	1.78	5.82	0.81	4.46
-322	2.90	10.61	4.88	15.93	2.46	11.17	1.35	4.73

表7: F13-5~F13-4之间瓦斯涌出量

标高	三层平均		顶层		中层		底层	
	绝对量	相对量	绝对量	相对量	绝对量	相对量	绝对量	相对量
-62								
-127								
-242	1.51	4.87	1.83	6.23	1.33	3.47	1.37	4.90
-282	2.53	5.78	3.79	8.67				
-322	2.53	6.03			2.22	2.42	0.81	4.82
-365	1.61	6.08	3.42	12.05	0.82	3.26	0.58	2.93

上述五条断层,分成了五大块,在断层之间的有四块,瓦斯含量最高的煤层是C₁₃和B_{11b}两层,瓦斯涌出量最高的地区是在F₁₃₋₅-F₁₃₋₆之间,该大块面积大,位于F₁₃₋₆断层下盘两翼都是同向断层,煤层和顶底板基本上完整,瓦斯最大地段是在F₁₃₋₆上盘附近。其次是F₁₃₋₈-F₁₃₋₈之间,该大块面积不大,中间还有一条F₁₃₋₇断层,分成了两块。南翼位于F₁₃₋₈断层下盘,煤层顶底板不够完整,小型构造比较发育。瓦斯最大的地段在F₁₃₋₈断层下盘。F₁₃₋₅-F₁₂₋₄之间,该块在现阶段面积最小,但瓦斯不小,煤层倾角有些变大。小型构造也比较发育,煤层顶底板都比较破碎,将来到深部瓦斯可能要增大,F₁₃₋₇-F₁₃₋₈之间,面积较大,但大量的瓦斯都富集在F₁₇下盘。在下盘附近并有许多小型的同向断层。

(四)、断层上下盘瓦斯分布的情况:

本矿井有五条比较大的断层，走向全部是北西方向，与煤层走向的夹角有30—50度的斜交，断层性质大部分属于张性，部分属于张扭性。断层倾向有同向和反向两种。煤层顶底板大部分是页岩和砂质页岩。有时比较致密。瓦斯涌出量比较大的地区是在断层面向着深部的这一盘，即同向断层上盘(图2—2)，反向断层下盘，如图2—1。

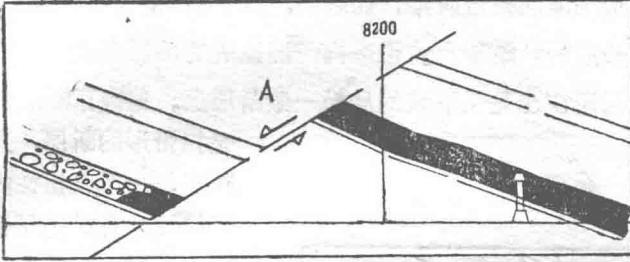


图 2-1

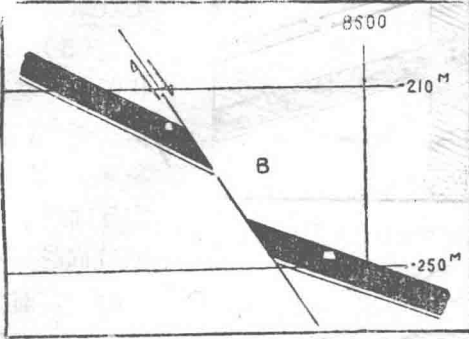


图 2-2

同向断层附近时，瓦斯更大。如果自南向北回采时，开始工作面内瓦斯往往是很大，经常的超限，并有突出的现象，采出破坏带之后才能变小，最后采到北翼断层附近，也没有变大的现象，一般叫偏小。

瓦斯涌出量在断层上下盘的比重是，同向断层上盘大，下盘小。反向断层下盘大上盘小。

(1)在同样一个标高，一个采区，一条断层上下盘，开采同样一个C₁槽煤层时，瓦斯涌出量也有不同的情况。例如在F₁₇反向断层下盘开采的工作面瓦斯涌出的吨煤量达9.83m³/昼夜吨，在断层上盘开采的工作面，瓦斯涌出的吨煤量只有1.51m³/昼夜吨。

(2)、在同样一个工作面回采。工作面两翼都靠近断层如图3所示。自北向南回采时，开始工作面内瓦斯往往是很小，后来变大，最后采到南

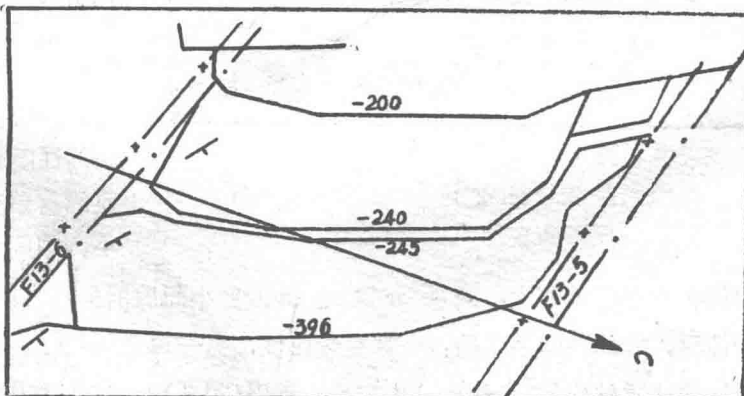


图 3

(3)、在掘进方向上瓦斯涌出量也有不同的情况：凡是自北向南掘进的工作面，前方

接近断层时瓦斯涌出往往是急剧增加，并有突出的现象。如果自南向北掘进的工作面前方接近断层时，瓦斯涌出往往很小，掘到断层面处，瓦斯才能变大，如果穿过断层到另一盘附近见煤层时，瓦斯涌出量更大，往往有突出的现象。

(4)、台阶断层：有的断层发生过多次的错动，连续出现数条断层，把煤层切成许多块段，形成台阶状。由同向断层组成的煤层呈台阶形。而断层，有时呈扫帚形，(图4-2)积聚瓦斯往往是在这种断层的上盘最后一条断层上。由反向断层组成的煤层台阶形，而断层有时呈放射形，(图4-1)积聚瓦斯往往是在下盘的最后一条断层上。积聚瓦斯最大的

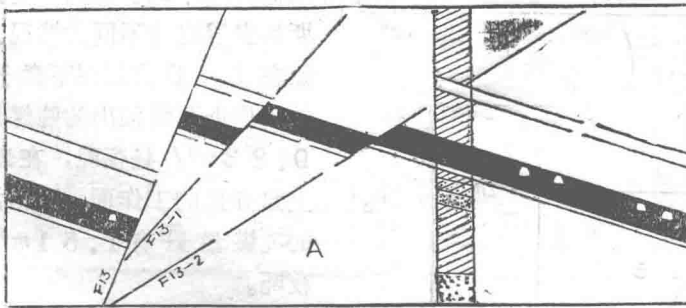


图 4-1

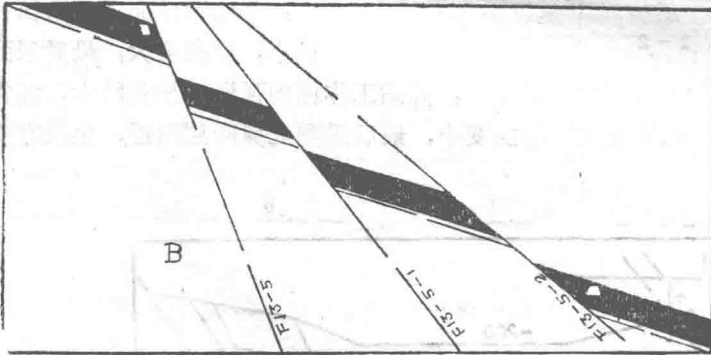


图 4-2

是扫帚形的断层，这种断层，一般是扭性的或张扭性的，有时是压性或压扭性的，放射性断层一般是张性，积聚瓦斯的现象就很少。

(5)、地堑和地垒状断层，在两条倾向不同的断层，形成的地堑和地垒，如图5，(图7)，在反向断层下盘的切断同向断层时，形成的是地垒，而反向断层下盘的地垒部份，积聚的瓦斯一般都比较小。在反向断层切断同向断层时，形成的是地堑，而反向断层上盘的地堑部份积聚的瓦斯一般都比较小。而反向断层下盘往往偏大。

(6)、瓦斯随着断层的性质转变：有些断层的落差变化是两头小，中间大，这些断层的

变化规律是中间收敛处落差最大，两头分叉处落差变小而后消失。并且在一条断层中，往往有几种性质，有的中间是张性，一翼是张扭性，另一翼是压扭性。因此，瓦斯在断层处是随着断层的性质转变的。例如：本矿 F_{13} 断层(图6)，是北西方向的斜交正断层，走向长不到2000米，中间落差 >50 米，两头 <10 米，并两翼分叉最后消失。在两翼分叉处瓦斯北翼小，南翼大，中间下盘最大。

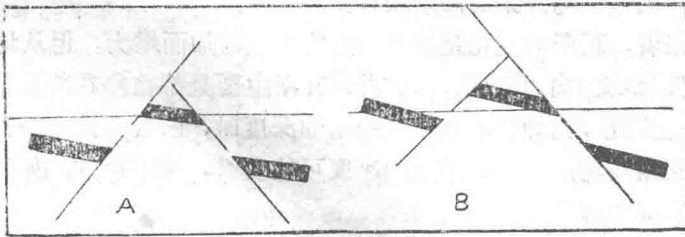


图 5-1

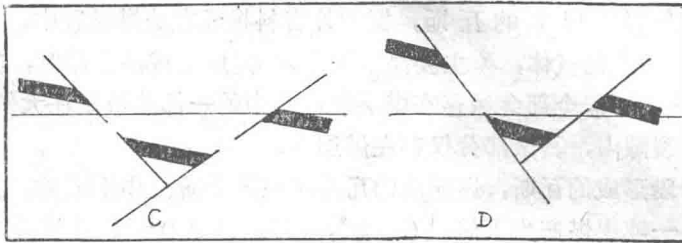


图 5-2

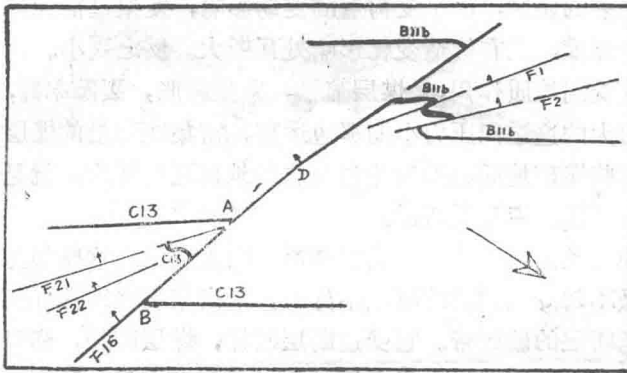


图 6

四、关于瓦斯地质的几点看法；

瓦斯地质，它是在煤矿生产发展中提出来的，它在实践中提出，又在实践中应用。并在实践中发展，从而再在实践中研究。瓦斯的生成过程，赋存情况和突出的规律，瓦斯与地质的关系，这些现象在超级瓦斯矿井中必须要提出的问题。从地质角度研究瓦斯涌出的规律，是生产和建设中的需要，特别在实现四个现代化方面更迫切需要。现在把瓦斯地质的几点看法，简要说明如下：

1、断裂带是瓦斯带；

从谢家集煤田总体地质和构造情况看来，断裂带是储存瓦斯的总仓库。井下瓦斯是随着断裂的发展而发展的。本矿五条主要断裂层，在这条断带以内的瓦斯涌出量每昼夜吨煤量一般达 $1.8-3.2 m^3/吨$ ，在这条断裂带以外的瓦斯涌出量每昼夜吨煤量只有 $3-5 m^3/吨$ 。原来断层在北部，瓦斯南部小，北部大，后来断层伸展到南部时，瓦斯南部是一样大。

2、瓦斯涌出量的变化与开采的深度及构造的关系：

从一般的规律来看，瓦斯的变化是随着开采的深度增加而增大，但从地质构造关系上来看，是随着构造发展的方向而发展。本矿井的瓦斯主要是都富集在断裂带之中，断裂带是随着开采的深度逐步地向南伸展，开采到一定的深度时，断裂带只有一部分或全部转移到矿井以内。根据瓦斯与构造影响，递增的速度可能变缓，或不增加。如果有另外的构造影响，递增的速度可能增加的更大。

3、瓦斯形成的几个阶段：

煤层内的瓦斯，大体上是经过炭化，变质和构造变动等等，阶段中形成的。

(1)、炭化成煤阶段形成的瓦斯，据国外资料报导在成煤过程中，生成一吨沥青煤约产生 300 m^3 以上的气体，（主要是甲烷），泥煤变成沥青煤时，其体积被压缩到 $1/2$ 左右。这些气体不可能全部会保存在煤层内，其中的一部分散发在大气之中，另一部分散发在岩层内或裂隙内，其余部分仅存在煤层内。

(2)、变质阶段形成的瓦斯：煤层内的瓦斯是在各个阶段中形成的。在变质过程中形成的瓦斯气体是：一吨褐煤产生天然气 68 m^3 ，肥煤 230 m^3 ，瘦煤 330 m^3 ，一吨无烟煤总体积超过 400 m^3 。

(3)、构造变动阶段形成的瓦斯：潜藏在煤层中的瓦斯，虽然是在上两个阶段形成并不断的增大，但有许多的煤层，由于受构造的变动影响，发生过很大的变化。例如：同样一个煤层，同样一个深度，在有构造变化影响处瓦斯大。反之则小。这种现象主要的原因是：在构造变动处受到地质作用，煤层疏松，发生膨胀，裂隙率高，围岩破坏，压力降低，瓦斯总是从压力大的这边向压力小的那边运移，富集在疏松的煤层内或裂隙之中因此形成大量的瓦斯。有些煤矿地质构造发生过变化的地区瓦斯就大，就是这个道理。

4、断层破坏带是瓦斯库和瓦斯区：

井下瓦斯最大的地区是开拓开采过的老巷道和老采空区。这些地方在封闭之后，要积存很多的瓦斯，如果不封闭或封闭的质量不好时，涌出来的瓦斯比任何地方都大。煤层里瓦斯最大的地方，是断层的破碎带。它受过断层破坏，煤层疏松，膨胀，裂隙发育，产生许多的孔隙，这些孔隙就象老巷道老采空区一样，能积存大量的瓦斯。所以说断层的破坏带是自然的瓦斯库和瓦斯区。

5、断层上下盘瓦斯不同的原因：

本矿井都属于正断层，但断层面宽度都不大，一般只有几百个毫米宽。在断层带内充填的大部分是粘泥。断层带被封闭的很严，既不导水，也不透气，隔绝的比较严密。所以在同向断层上盘大，下盘小，反向断层下盘，都位于深部的一边，因此，由深部运移上来的瓦斯，由于断层隔绝，不得逸出，都积聚在断层的破坏带中。在同向断层下盘，都位于浅部的一边，因此，深部的瓦斯被断层隔绝了来源，浅部的瓦斯是有限的，并且距地表近，容易扩散。另外浅部的煤层和煤层的顶底板的岩层，尤其断层附近破坏带中有很多的水充满了裂隙及其孔隙，使瓦斯很难大量的存在。

6、煤层中的瓦斯含量与覆盖层的关系：

所谓覆盖层就是盖在煤层露头的黄土层和煤层顶底板的岩层。浅部煤层中的瓦斯含量大小与黄土层覆盖的厚薄有关。黄土层的厚度越厚，瓦斯不易扩散，含量一般都比较大，如果，黄土层的厚度较薄，瓦斯容易扩散，含量一般都比较小。

煤层中的瓦斯大小，与煤层顶底板的岩性和煤的性质有关。顶板岩性坚硬，又比较致密，或有很厚的泥岩和比较致密的页岩，煤的透气性较低，煤层中的瓦斯扩散困难，因而保存在煤层中的瓦斯，压力和瓦斯含量一般都比较低。如果，顶板岩性松散，又比较粗糙，裂隙发育，煤质疏松，结构呈颗粒状，容易破碎，煤的透气性较高。煤层中的瓦斯容易扩散，因而，存在煤层中的瓦斯压力和瓦斯含量，一般都比较低。

7、两种不同的地垒和地垒构造，形成瓦斯含量和瓦斯压力不同的关系：

有反向断层切断了同向断层，形成的地垒呈入字形，如图 5—1 中 A 所示；由于扭性的同向断层被张扭性的反向断层拦截，在同向断层上盘的瓦斯含量，一般都比较低，并且反向断层的倾角越小，瓦斯压力和瓦斯含量就越大。如果同向断层切断了反向断层形成的地垒式构造呈入字形，如图 5—1 中 B 所示，同向断层的上盘瓦斯压力和瓦斯含量都比较小。断层的倾角越大，瓦斯就越小，断层的倾角越小瓦斯压力和瓦斯含量就越大。

8、放射形的断层瓦斯较小如图 8~1，扫帚形的断层瓦斯较大图 8~2，放射形的断层是深部的断层，收敛落差较大，瓦斯不易扩散，浅部的断层分散，落差较小，瓦斯容易扩散。扫帚形的断层是浅部的断层收敛，落差变大，深部的断层分散，落差变小，瓦斯不易扩散，有时成富集区。

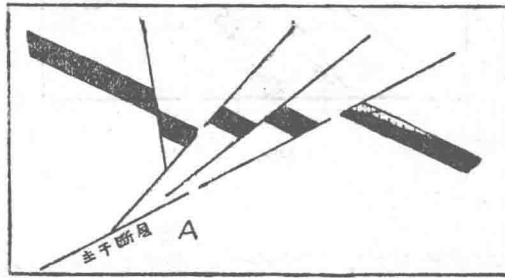


图 7-1

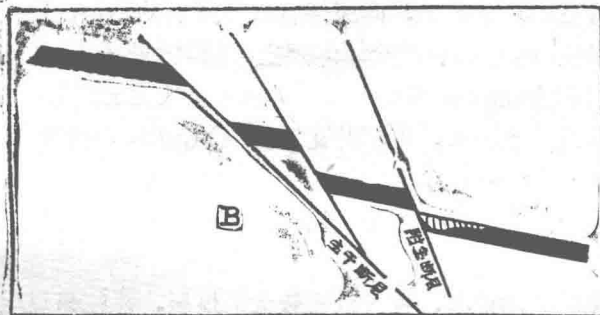


图 7-2

上述断层和瓦斯不同的情况：从力学的性质上分析也有一定的关系。有的断层在浅部是放射形的张性断层，深部是扫帚形的张扭形断层。同样是一条断层，由于性质上的变化和埋藏的深浅部的关系，瓦斯就有大小不同的情况。

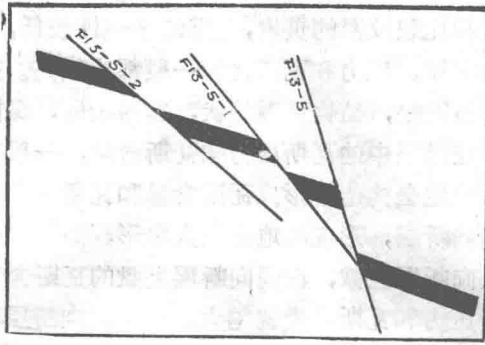


图 8-1

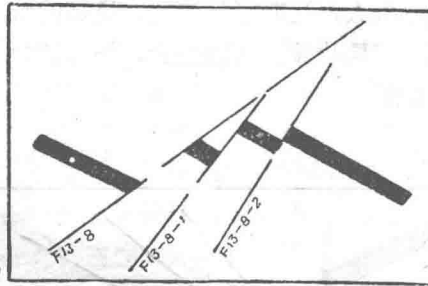


图 8-2

五、结束语

综上所述，本矿井的瓦斯含量高，压力大，都是在 C_{13} 和 $B_{11}b$ 两个厚煤层上。发生瓦斯突出的地区，大部分是在由地质上的变动引起的，如煤层厚度有异常的变化，褶曲部位和断层的破坏带中。

根据本矿瓦斯分布的现象看来，向深部有逐步发展的趋势，到一定的深度后，瓦斯突出危险的煤层不仅只在 C_{13} 和 $B_{11}b$ 两个厚煤层上，而其他的煤层上有可能也要增高。有的煤层甚致有瓦斯突出的危险。

根据地质上的构造关系看来，本矿井瓦斯富集的范围，上自反向断层 F_{17} ，下至同向断层 F_{13-4} 是在这两条断裂组成的地垒式的构造带中。总的范围以 $F_{17}-F_{13-4}$ 为瓦斯边界。到深部离开这条构造带以外，如果煤层完整， α 倾角缓，无有其它的构造破坏，瓦斯含量可能会减少。

凡是积聚瓦斯比较多的地区，或含量比较大的煤层，往往是煤层厚度变化大，煤质疏松，裂隙发育，特别在有构造变动的地区，瓦斯常有显著的增高。因为游离的瓦斯一般都富集在有空隙的煤(岩)层中。在有断裂发育的地区或疏松的煤层，不但是瓦斯游离的通道，也是瓦斯富集的有利条件。井下的老巷道和老采空区，瓦斯积聚的最多，这是人为条件，煤层疏松，断层发育的地区，瓦斯积聚更多，压力更大，这是自然条件，两种条件都容易积聚大量的瓦斯。所以瓦斯都是向有空隙的地点运移的，如果煤层结构紧密，岩层致密，没有断裂，瓦斯很难存在。

鹤壁六矿

煤和瓦斯突出与地质构造的关系

鹤壁矿务局

一、概况

鹤壁六矿，位于鹤壁煤田的南段中部。于一九六四年投产，原设计为旱采，一九六八年改为水采。核定能力七十五万吨，一九七七年实际产量八十三万吨。

含煤地层为二迭系山西组，可采煤层一层（-煤）。煤层埋藏深度130~950米（设计深部边界-800米）。煤层厚度5.4~11.5米，平均厚度8.0米。煤层倾角一般为17°~30°，局部达50°。煤层稳定。煤层直接顶板为黑色页岩或砂质页岩，厚0.5—10.0米；老顶为砂岩厚10~36米。煤层底板为页岩与砂岩互层。煤质牌号为瘦煤1号。

矿井为立井多水平开拓。现生产二水平，标高-300米，距地表垂深450米。

二、问题的提出

该矿，原设计为三级瓦斯矿井，但自六四年投产以来，历年鉴定为超级。六八年改水采后，矿井瓦斯涌出量由10~15米³/分，急增到35~45米³/分，最高达57米³/分。由于瓦斯大，无法解决水力采煤中的安全问题，经煤炭部及省煤管局批准，被迫改为旱采水运。

自一九七〇年九月起，又开始出现了煤和瓦斯突出（以下简称突出），冲击地压，钻孔喷孔及响煤炮等现象。给矿井生产及人身安全，带来严重的威胁，给生产管理带来很大的困难，成为阻碍生产发展的极大障碍。

我们对该矿出现的突出，冲击地压和钻孔喷孔等现象，作了粗浅的调查和分析，试图从地质角度，研究和认识突出这种复杂现象发生的原因和规律，探索从地质力学方面研究突出的路子，摸索瓦斯地质工作的方向。

三、突出地质特征

1、突出的一般情况

该矿，自一九七〇年九月开始发生突出，到目前为止，共发生过七次；强度100吨一次，30吨以上四次，25吨以上二次。突出都发生在掘进工作面，石门揭煤一次，煤巷掘进六次。每次突出的时间地点、强度，突出点附近的煤层、构造及围岩情况，以及突出前的予兆，突出的诱发原因等，详见附表。

2、突出区的地质特征

该矿自六四年投产以来，采掘面积已达4.5平方公里，采掘深度，自130米到480米。但从突出情况来看，突出的发生并不无序可循，也不在采掘范围的最深部，而是仅仅出现在井田南北翼两个向斜（1号向斜和2号向斜）构造的轴部地区。南翼1号向斜区四次，北翼2号向斜区三次。明显地形成了南北两个突出区，即1号向斜突出区和2号向斜突出区。冲击地压和钻孔喷孔，也大都集中在这两个区域内。明显地显示出，突出区受地质构造控制的特征。详见图1。

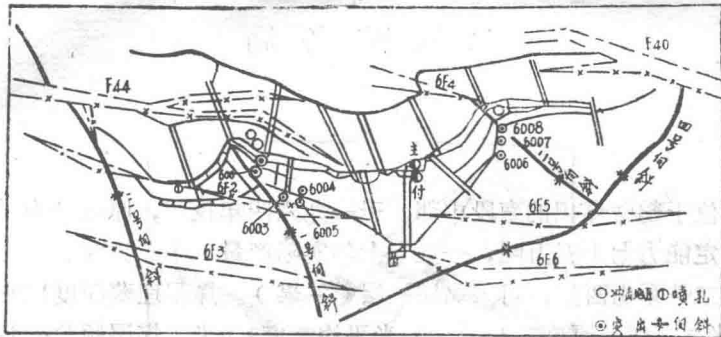


图1 鹤岭六矿一煤地质平面

突出点的地质特征

考查每次突出的详细过程，发现南北两个突出区的每个突出点，都具有如下共同的地质特征：

(1) 突出点的构造特征

①七次突出，都发生在向斜构造的轴部附近，其展布方向几乎和向斜轴的方向一致。

②突出点都发生在煤层倾角急剧变化的部位。如南翼1号向斜突出区四次突出，分别发生在煤层倾角由 $50^{\circ} \rightarrow 8^{\circ}$ ， $34^{\circ} \rightarrow 14^{\circ}$ 和由 $26^{\circ} \rightarrow 15^{\circ}$ 的变化部位；北翼2号向斜突出区三次突出，都发生在煤层倾角由 $28^{\circ} \rightarrow 16^{\circ}$ 的变化部位。

③突出点附近的煤层围岩，都具有一定弹性的厚层砂岩或砂质页岩。见图2。

④突出点附近的地应力（包括附加应力）集中，围岩活动剧烈，在突出发生之前经常出现工作面压力大，煤墙掉块和连续的煤炮声。

(2) 突出点的煤层特征

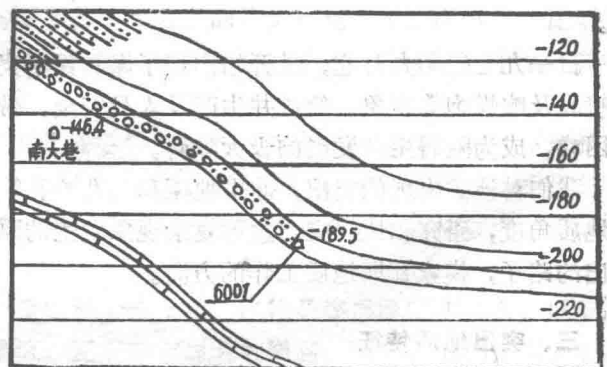


图2 第6001突出点剖面图

突出点附近的煤层，由于受到向斜构造区压应力的破坏，煤质较松软，物理机械强度低，用手可搓成粉末状。

(3) 突出点的瓦斯特征

①突出区，即1号向斜和2号向斜区，瓦斯含量较大。向斜轴部地区的工作面瓦斯涌出量，比离开向斜轴部地区稍远的工作面要高，比相邻的背斜区的工作面更高。如南翼1号向斜区139工作面（垂深216米）由于在向斜构造的轴部地区，瓦斯涌出量最大，达 $19.35\text{米}^3/\text{吨日}$ ；114工作面比139工作面离向斜轴远200米，尽管其埋深比139大（为249米），但瓦斯涌出量却比139小，仅 $15.8\text{米}^3/\text{吨日}$ 。在相邻的背斜区，如273和109工作面，其埋深比139都大，分别为256和248米，但瓦斯涌出量却只有 $5.3\text{米}^3/\text{吨日}$ 和 $9.1\text{米}^3/\text{吨日}$ 比139小得多。北翼2号向斜区也是如此。

②多数突出点，在突出发生之前，都有瓦斯涌出量突然增大的现象。

③钻孔喷孔，也大都集中在向斜构造的轴部地区。如北翼2号向斜区222工作面，共打了七八十个瓦斯抽放钻孔，发生过十七次喷孔，都是出现在向斜构造的轴部地区，离开向斜轴100米以外的钻孔，居然一次喷孔也不发生。详见图3

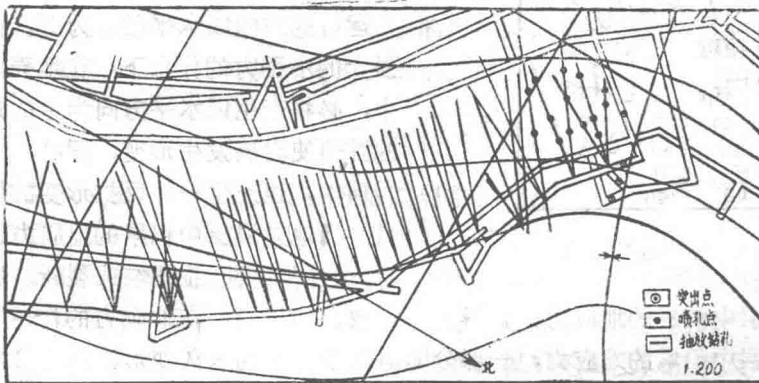


图3 鹤壁六矿一煤“222”轴放孔平面图

由上述突出区和突出点所反映出的共同地质特征表明，突出这种复杂的动力现象，与地质的构造有着密切的关系，即突出区受着向斜构造的控制，而突出点则受着地应力的太小，煤层的物理机械性能，瓦斯压力和含量，以及煤层围岩的性质等地质因素的影响。

那么，这些地质因素与突出的发生又有着什么必然的内在联系呢？

四、突出与地质构造的关系

从地质角度出发，我们认为瓦斯与地下水、石油、天然气一样，是一种地质体。它是在一定的地质条件下产生，在一定的地质条件下运移和富积，又在一定的地质条件下排放或突出的。它既然是一种地质体，它的产生和运动（包括突出），就必然受着某种特定的地质条件的制约。

1、地质构造

鹤壁煤田，位于新华夏系太行山隆起带的南段东侧，鹤西隆起和汤阴凹陷之间。鹤西

隆起，为一由寒武奥陶系巨厚层灰岩组成的北北东向的复背斜构造。石炭、二迭系煤系地层，沿着山麓向东倾伏。煤层倾角一般为 17° ~ 30° 。

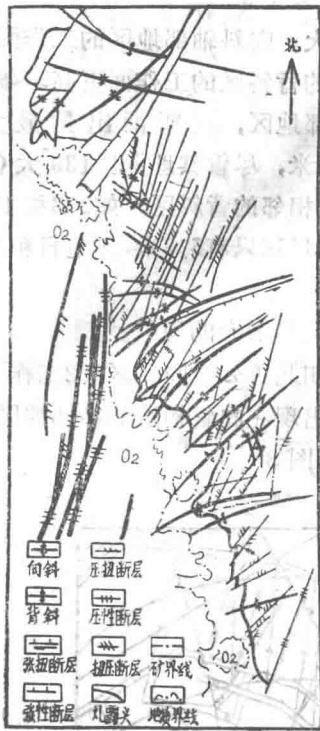


图4 鹤壁矿区地质构造图

煤田的主要构造型态，为一系列北东向雁行排列的背、向斜构造和一组北北东向的压扭性断层。在背斜轴部附近，还常见到一些张性的或张扭性的断层。其次，在该矿及煤田的北部，还发育一些小型的北西向褶曲，以及一些小型的北西向扭压性断层。（见图4）。

该矿处于一个宽缓的复向斜区。在井田的两翼，发育有四个规模不大的向斜构造和一组北北东向的压扭性断层。（见图1）。

2、地质构造与突出

根据地质力学的观点，地壳运动的力源，是由于地球自转角速度的变化引起的，而且地壳运行的方向以水平运动为主。在地壳运动的强大的水平力的作用下，在地壳内部的岩层中，必将产生以水平方向为主的强大的地应力的并迫使岩层发生形变，同时，在地壳内部的岩层中，也产生一种反抗形变的弹性力。

当地壳岩层中积累的地应力达到一定强度时，岩层就要发生褶皱或断裂。岩层发生断

裂时，地壳岩层中积累的地应力，就得到了释放。如果岩层在地应力的作用下产生褶皱变形，则地壳岩层中积累的地应力，一部分即消耗于岩层的永久变形，一部分则在地壳岩层中积累起来，并由于岩层弹性形变，在岩层中产生大量的弹性潜能。但是，在褶皱构造的向斜和背斜区，由于岩层的受力状态不同，地应力状态也不同。

在井田的背斜构造区，在背斜构造的轴部，往往产生一些与压应力平行，与背斜轴垂直，横张裂隙，和与压应力垂直，与背斜轴平行的纵张裂隙（特别是在该矿煤层围岩有厚层硬砂岩时，更是如此），从而使该地区的地应力和煤层中的瓦斯，得到一定程度的释放。

在井田的向斜构造区，特别是向斜构造的轴部地区，却是另一种情况，由于岩层向下弯曲，上边受到上复岩层的强大的静压力，下边受到深部地层的强大阻力，只能使岩层进一步受到挤压或产生一些小型的层间滑动，成为一个封闭的压缩体系。从而在向斜构造的轴部地区，积累了很强的地应力，在煤层及其围岩中（特别是在围岩的厚层砂岩中），积累了很高的弹性潜能。同时，由于煤层受到强烈的挤压，煤层结构受到破坏，煤层的物理机械强度大大降低，煤层的透气性系数减小，煤层内的瓦斯压力相对地增高而难于释放。

当掘进工作面达到这一地区时，由于掘进工作面引起的附加应力（即集中压力，据辽宁煤研所测定，相当于该处静压力的2~3倍）与地应力（包括上复岩层的静压力）叠加的结果，使该处地应力处于紧张状态，围岩活动剧烈。所以该矿南北两个突出区，在发生

突出之前，都有压力大、煤墙掉块和连续的煤炮声。

在这种地压力集中的地区，一旦由于石门揭煤，或者掘进工作面前边煤层变软，或由于外力的冲击，如放炮，手镐刨煤或水枪掏槽等，破坏了这种脆弱的平衡，使煤层和围岩积累的很高的弹性潜能突然释放，激起一种弹性波，引起煤层的高速破碎和压出。煤体的突然破碎，增加了瓦斯的作用面积，使游离瓦斯迅速释放，吸附瓦斯由于得到煤层破碎时所释放的弹性潜能供给的热量，而迅速解吸，形成强大的瓦斯流，粉碎并携带煤块一起涌出巷道空间，成为突出。在北翼6007突出中，还把水枪板打倒，钢钎打弯，在南翼6005突出中，，瓦斯流和煤尘还逆风冲出30米远，形成明显的动力效应。

由上述分析可知，地质构造是突出的主要策动者，它既为突出的发生提供了必须的条件和动力，又参与了突出的全过程，是引起突出的决定因素。瓦斯则是在地应力的驱动下，参与突出过程的一种动力来源，煤层由于受到地质构造的破坏，物理机械强度大大降低，成为突出发生的有利条件；而外力的作用，如放炮、手镐刨煤、水枪掏槽等，往往是诱发突出的初始原因。所以，地质构造与突出有着不可分割的关系。正如于不凡志同所说：“没有地应力，就不会发生突出”。

因此，在研究突出的原因，寻找突出发生的规律时，必须首先从地质构造入手，查明突出地质构造诸因素的关系；在制定防治突出的措施时，也必须抓住地应力这个导致突出的基本因素，以解除地应力作为防治突出的根本方向。

五、结束语

1、煤与瓦斯突出，归根结蒂是一种地质现象。因此，地质工作者、特别是矿井地质工作者，从地质力学方面，研究突出与地质构造、煤层、瓦斯等地质因素之间的内在联系，从而从本质上揭开煤和瓦斯突出的奥秘，是摆在我们面前的一项新的任务。

2、瓦斯地质工作，除了对工作区进行地质分析之外，还必须创造条件，对煤层的瓦斯含量、瓦斯压力、煤层及其围岩的物理机械性能、煤层的湿度，温度及地应力进行系统的测定，找出突出的发生与上述诸因素的数量关系，从而为突出发生和危险程度进行预测，提供指标。

3、我们初次做这方面的工作，由于水平低、时间短，又缺乏经验，还存在很多问题，特别是由于设备和条件的限制，对于突出区和非突出区的瓦斯含量、瓦斯压力、煤层的物理机械性能、煤层的透气性系数及地应力等，缺乏必要的测定数据，因而无法测定它们与突出之间的物性指标。我们只是从对突出灾害斗争的实践中，得到一些粗浅的认识，本文也只是我们开展瓦斯地质工作的初步总结，不对之处，请批评指正。

煤体温度变化同煤与瓦斯突出

关系的探讨

湖南省邵阳地区煤炭工业局 曾昭允

一、防治瓦斯突出的概况

在毛主席革命路线指引下，我区煤炭工业发展很快，据七八年底统计，共有四级煤矿247个，其中：地、市、县煤矿19个，社队煤矿228个，七八年度生产原煤129万余吨。随着矿井开采强度的增大，井巷不断向煤层深部伸延，煤与瓦斯突出日益严重。我区煤矿瓦斯突出的主要特点是：

1、面广点多。全区瓦斯突出矿井主要分布在隆回、邵阳、新宁三县和邵阳市的箍脚底、滩头、枫江溪、三比田、短陂桥、花桥等六个煤田以及马安山矿区，共有瓦斯突出矿井53对，其中：地市县煤矿11对，社队煤矿42对。

2、次数频繁。从58年元月至78年6月底止，37个矿40对矿井据不完全统计共发生突出1282次。邵阳县牛轭矿从71年3月至77年底不足六年时间，就发生了285次平均强度为42吨的突出。隆回县苏矿公社五一煤矿71年8至10月三个月的时间就发生了107次，平均每天突出1.17次。

3、强度较大。全区发生的1282次突出，共突煤量55958吨，平均强度43.6吨，最大强度1300吨。强度100吨至499吨，47次；500吨至999吨，2次；1000吨以上，2次。（见表一）

4、始突深度浅。全区突出井开始突出点离地表垂深一般为100米左右，最浅50余米。

5、伤亡事故严重。58年元月至78年6月底，据统计发生突出事故59次，死亡×××人。

在长期同瓦斯突出作斗争，我区四级煤矿通常采取下列措施：1. 间歇作业；2. 挖下山；3. 超前支护、切割煤壁特别煤层的顶部和上帮；4. 倾斜、急倾斜煤层上山架设挡板作业；5. 多钻眼排放瓦斯；6. 上述措施的配合使用。地市县煤矿，石门揭煤采取多钻眼排放瓦斯结合震动性放炮，煤巷掘进采取了松动爆破以及大直径超前钻孔等措施，对防治瓦斯突出事故起到了良好作用。七八年八月份以来，邵阳市新东煤矿采取了深孔松动爆破、浅眼落煤成巷的措施，同煤体测温予测予报瓦斯突出的危险程度的手段结合起来，解决防治煤与瓦斯突出这个难题，并运用爆破理论选定松动爆破眼的参数，把半导体医用测温仪表使用到煤体测温和防治瓦斯突出方面上来，取得了可喜的成果，并有力地推动了我区四级煤矿群防群治瓦斯突出的科学试验和安全生产工作。

近几年来，我们深刻认识到：我区煤矿发生的瓦斯突出同煤层的地质构造有着十分密

邵阳地区四级煤矿瓦斯突出情况统计表

表一

县市别	矿名	突出次数	突出总煤量	平均强度	大型以及特大型突出		
					100T至499吨	500T至999吨	1000吨以上
邵阳县	县、社、队三级矿	751	36695	48.2	125	1	1
	红石煤矿	38	1377	36.2	4		
	金华山煤矿	84	6274	75	13	1	1
	牛轭塘煤矿	295	11978	42	7		
	邵阳煤矿	6	210	35			
	红石公社大平矿	156	13151	84	100		
	岩叶公社岩叶矿	10	400	40	1		
	其它社队煤矿	182	3305	18.2			
隆回县		198	8702	44	17	1	1
	文革煤矿	24	2271	94.6	5	1	
	斜岭公社战备矿	17	1581	93	1		1
	周旺公社东升矿	8	1024	128	5		
	双江公社树林矿	1	150	150	1		
	滩头公社五马矿	7	225	32.1	1		
	苏塘公社五一矿	121	2420	20			
	周旺公社洪水田矿	4	274	68.5	2		
	其他社队煤矿	16	757	47.3	2		
邵阳市		138	6215	45	1		
	新东煤矿	131	5895	45	1		
	肖家冲煤矿	7	320	45.7	1		
新宁县	沙田煤矿	1	4	4			
地直	马安山煤矿	184	4342	23.6	3		
全区合计		1282	55958	43.6	147	2	2

切的关系。据七八年七月份统计18个四级煤矿有记录及分析的瓦斯突出发生了392次，其中：发生在地质构造区及其边沿的突出就有326次，占分析突出总次数的83.1%。（如表二）

从76年下半年开始，我区地市县重点瓦斯突出矿井才比较普遍地开展利用瓦斯地质的概念和煤体测温来分析、判断作业点发生瓦斯突出危险程度的工作。我们分析判断的根据就是：“三观察”、“一测定”。“三观察”即：观察煤层的坡度、厚度、走向等产状的变化；观察煤体的物理力学性质，如：结构、硬度、光泽、颗粒、层理节理等；观察突出

地质构造对邵阳地区有关煤矿发生瓦斯突出的影响程度统计表

表二

统计时间	调查、分析单位	发生瓦斯突出情况		地质构造对瓦斯突出的影响	
		有记录及分析的突出次数(次)	平均突出强度(吨/次)	地质构造区及其边沿发生突出的次数(次)	占分析突出总数的百分比(%)
64年元月至78年5月	邵阳地区马安山煤矿	43	35	42	97.7
58年元月至78年6月	隆回县十五个县、社、队煤矿	180	45	151	83.9
63年7月至78年6月	邵阳市新东煤矿	131	40	95	72.5
70年3月至77年7月	邵阳县红石煤矿	38	36	38	100.0
	上述十八个矿合计	392	41.3	326	83.1

前的动力显现,如:声响,煤壁开裂,掉渣,支架受压,瓦斯浓度变化情况等等。“一测定”就是测定煤体温度。这对予测予报作业点的瓦斯突出、防止瓦斯突出事故起到了显著作用。(见表三)

涟源地区资江煤矿瓦斯攻关阶段突出点纪实表

表三

日期	地点	煤体温度 ℃	煤层结构	地质构造 与产状变化	突出 强度 (吨)	突出前夕的主要征兆
76年5月 25日零 点班	1351人 行道 下山	16.5	松 软	底板波状起伏,煤层 变薄,薄煤变厚。 $2^M-1.6^M-2.2^M$	40	1.地质构造变化, 2.煤体温度低(16.5 ℃), 3.煤质松软。
6月2日 8点班	"	17.5	粉 子 煤	$1.72^M-1.24^M-2.0^M$	25	1.地质构造变化, 2.煤体温度低(17.5 ℃), 3.粉子煤。
6月5日 零点班	"	当头西侧眼 15 东侧眼 17	块煤 增多	底板波状起伏,煤层 变厚。 $1.3^M-1.6^M$	喷出大 量瓦斯	1.地质构造变化, 2.煤体温度低(15 —17℃)。
6月6日 16点班	"	西侧眼 20 东侧眼 16	70%系 块煤,硬 度较大。	$1.2^M-1.0^M-1.3^M$	35	1.顶压集中。突出点前 方7.4M处到另一个 大型突出孔洞的边缘 2.底板地质构造变化。
5月30日 16点班	1350 上山	17.5	顶部60% 块煤, 底部40% 煤质较软	底板有小褶曲,煤厚 增大。 $1.5^M-1.85^M$	18	1.地质构造变化 2.煤体温度低(17.5 ℃)。

二、煤体温度同瓦斯突出的关系

(一)问题的提出。

由于我们在矿井生产过程中,不断地遇到瓦斯突出的动力现象,并且吃了许多苦头,血的教训十分深刻。我区四级煤矿千次以上的瓦斯突出都普遍地存在下列现象:

1、瓦斯突出前，突出影响区域内的煤体发凉。从钻孔、煤壁裂缝、或者从底(顶)板误穿煤层的局部煤体中，放散甚至挤压出冰凉的瓦斯气体。

2、瓦斯突出时，首先侵蚀到井巷、峒室、作业空间的是强大而寒冷的瓦斯激流。

3、瓦斯突出后，抛出的煤矸和突出孔洞四周的煤(岩)壁中的吸附瓦斯分子继续进行解吸，放散出冰凉的瓦斯气体。

上述现象要求我们从实践和理论的结合上去深入研究。

(二) 煤与瓦斯突出过程中的热量平衡和热功转换的两种过程。

理论研究的成果和实践证明：煤和瓦斯突出的形成和发展过程不是一个单独的过程，而是由若干连续的阶段所组成。第一阶段，围岩、煤体受挤压力破坏，煤体由于孔隙缩小而减小，游离瓦斯压力增大，并且一部份转变为吸附状态。第二阶段，煤层破坏带卸除矿山压力，煤层体积增大，瓦斯压力降低，大量瓦斯分子从吸附状态转变为游离状态，粉碎的煤表面积增大，促使瓦斯解吸过程加快。第三阶段，煤层中形成由粉碎的煤和大量的游离瓦斯分子组成的介质。这种介质在存在瓦斯压力梯度的情况下具有流动能力。第四阶段，是煤和瓦斯沿着井巷搬运。在这四个阶段里，从始至终都存在着瓦斯分子的运动和状态变换。通过瓦斯突出的准备和发动阶段的瓦斯分子运动状态某些宏观物理特征，使我们进一步认识了煤与瓦斯突出过程中，瓦斯分子运动的热量平衡和热功转换两个过程。

第一瓦斯分子解吸过程就是瓦斯分子等温吸热，周围煤体和井巷空气降温供热过程。

等温过程的特征是 $\Delta T = 0$ 或者 $T = \text{恒量}$ 。

瓦斯气体分子的内能决定于温度， $\Delta T = 0$ ，内能亦不增加即 $\Delta E = 0$ ，由于内能不变瓦斯分子吸收的热能，全部转换为吸附瓦斯分子变为游离瓦斯分子所需之功。即克服煤分子同瓦斯分子之间的引力所需之功。功(A)同绝对温度的函数关系如1式：

$$A = \frac{M}{\mu} RT \ln \frac{p_1}{p_2} = \left(\frac{M}{\mu} R \ln \frac{p_1}{p_2} \right) \cdot T \dots\dots\dots (1)$$

M: 质量[克], μ : 克分子量[克/(克分子)]⁻¹, R: 普适气体恒量,

P_1 原压强[千克力]/厘米²,

P_2 后压强[千克力]/厘米², T: 绝对温度⁰K,

A: 功[尔格]

功(A)同绝对温度是成正比关系,(1)式说明:解吸范围愈大,解吸的瓦斯气体分子量愈多,所需解吸的功就愈大,周围煤体和作业空间需提供的热量也愈大。突出点附近受影响范围的煤体就出现了降温供热过程,这就是瓦斯突出前夕煤壁出现发凉现象的原因。

第二,瓦斯突出时,煤体内的瓦斯气体作绝热膨胀。

由于瓦斯气体冲破煤壁,直至抛出、搬运煤矸的全过程时间很短,一般只有几十秒,甚至十几秒,喷出的瓦斯量、煤量较大,瓦斯气体可达几千立方米、几万立方米、甚至百万立方米以上。完全可以,把瓦斯突出的一刹那,瓦斯气体高速度膨胀近似地看成是绝热膨胀过程。在绝热过程中,只有系统的内能发生了变化才能做功。它的特征: $\Delta Q = 0$ 。根据热力学第一定律 $\Delta A = -\Delta E$,作功之值等于内能下降的值。在发生瓦斯突出过程中,瓦斯要破坏,搬运煤矸就要做功,其内能就要下降,瓦斯分子也就要降温,作功的值愈大,瓦斯激流降温幅度愈大,瓦斯逆流吹到身上显得冰凉。瓦斯突出时的热功转换可用

(2)式表示:

$$\Delta A = -\frac{M}{\mu} C_v \Delta T = -f \cdot \Delta T$$

M : 瓦斯分子质量(克), μ : 瓦斯气体的克分子量[克][克分子]⁻¹,

C_v : 定容分子热容量[卡][克分子]⁻¹[度]⁻¹。

上述热量平衡和热功转换两个过程都与温度这个参数有密切的直接关系。这是我们采用煤体温度这个参数,进行分析、判断煤与瓦斯突出危险程度的一种手段的思想认识过程。

(三) 瓦斯分子解吸是发生瓦斯突出前夕的主要征兆之一。

实践证明:要发生煤与瓦斯突出,没有瓦斯分子的参加是不可能的,要发生突出,煤体内不但要有瓦斯,还必须有大量的游离瓦斯。赋存在煤体中的瓦斯分子绝大部分是处在吸附状态下的。所以,发生瓦斯突出的前夕,就必然存在一个大量而紧张地进行瓦斯分子解吸过程。当煤体处于正常状态时,吸附的瓦斯分子与煤分子之间吸附力,要实现解吸过程,瓦斯分子就需要获得能量,这个能量必须大于煤与瓦斯分子之间的吸附力,瓦斯分子才能从煤分子上跑掉,成为游离的瓦斯分子,才可能参加发动煤与瓦斯突出的活动过程。瓦斯分子需要获得的能量(即热量)从何而来?就井下条件来说,瓦斯分子在解吸时,它能够吸收的热量来源,只能是巷道中空气的热量,还有就是煤体中原来由于地温所蕴藏的那一部分热量。这样煤体中的瓦斯解吸过程,也就是瓦斯突出影响范围内煤体和临近的采掘作业地点空气降温的过程。所以,煤体内温度下降的程度就反映了煤体内瓦斯分子在解吸过程中的运动剧烈程度,进而可以分析与判断瓦斯突出的危险程度。煤体低温是我区煤矿瓦斯突出予兆中比较准确,并带有共性的一个特征。

(四) 对煤体温度参数作量的粗略分析。

经八年的实践,得出温度参数几个数值概念:(见表四、表五)

涟邵矿务局立新煤矿测温数据

表四

试验 顺序	突出强度 (T)	最高温度 (°C)	最低温度 (°C)	降低温度 (°C)	降温点距突出位置 距离 (米)	突出影响距离 (米)
1	30	-	-	-	-	4.2
2	5	19.3	18.2	1.1	0.6	5.1
3	40	19.7	17.5	2.2	1.8	12
4	20	18.8	16.6	2.2	0.7	8.7
5	22	18.6	18.0	0.6		

1、煤体内温度在20°C以上,在采掘作业面没有表现出什么突出的予兆,作业比较安全。

2、煤体内温度在20°C至18.5°C,在作业面可以明显观察到瓦斯突出前夕不同程度

的一些动力现象如：煤壁产生裂缝，声响，结构紊乱，粉煤及软分层增厚。这时，应立即

邵阳市新东煤矿2261切眼掘进工作面测温记录表

表五

时 间	地面 温度 ℃	2216 切眼 当头 温度 ℃	孔 温		温 差 ℃	煤 厚 (M)	距垂 地表 高 (M)	备 注
			孔深 (M)	孔温 ℃				
78年8月2日	31	26	1.6	22.5	3.5	1.00	301	放炮后未发生瓦斯突出
8月7日	30	25.5	1.4	22	3.5	1.00	297	"
8月11日	27	25.5	1.4	22	3.5	1.00	295	"
8月12日	27.5	25.3	1.4	21	4.3	1.00	294	"
8月13日	27	25.5	1.4	20.5	5.0	0.70	293	"
8月21日	33.5	24.0	1.4	18.5	5.5	1.00	292	"
8月24日	33	24.0	1.6	18.0	6.0	1.2→1.5	290	15:30放炮, 20点正在支架时, 发生了三十吨煤量的突出。
78年10月12日	28	23.4	1.6	22	1.4	0.8	257	放炮后未发生瓦斯突出
10月14日	28	23.6	1.6	20	3.6	1.0	256	"
10月15日	25	23.5	5.2	17	6.5	1.2	254	煤松、干燥、层理紊乱、中部成粉状。发出了瓦斯突出警报。放炮后发生了十二吨煤量的突出。
10月24日	17.7	23.2	5.2	20	3.2	0.8	251	放炮后未发生瓦斯突出
10月25日	19.2	23.5	5.2	20	3.5	0.58	249	"
10月28日	15	23.0	5.2	20.5	2.5	0.60	249	"
10月31日	17	22.0	4.0	21	1.0	1.20	240	"

采取防范措施，有效地控制突出事故的发生。

3、煤体内温度在 18.5°C 以下，通常在某种诱导外力作用下，就会发生不同强度的突出或者大量瓦斯喷出现象。首先要发出突出警报，撤出受到突出威胁范围内的人员至安全地点，然后，再研究采取防治突出措施，避免发生人身事故。

(五) 几点说明。

1、煤体测温的测试手段和操作。操作顺序是打眼、堵眼和眼底测温。测试仪器，目前大多数矿使用的是 0°C 至 50°C 的普通温度计。新东煤矿测温使用的是7151-Ⅱ型半导体温度计，防爆性能未经鉴定，使用时，专配一台高质量的瓦斯检定器，测温前和操作过程中多次检查瓦斯浓度，使用时的安全。测试手段上准备推广推广半导体温度计测温报警，该法同目前国内其他测定有关参数的仪表比较，简单易行，适应性强，不需较多的资金和庞杂的仪表器材，能够解决实际问题，在我们地区的四级煤矿是有生命力的。

2、地质构造带(区域)、地应力同瓦斯分子之间的关系。

(1)对地质构造带(区域)的理解。通俗地讲，地质构造带的形成是地球内部运动的结果。就我们矿山采掘工业主要研究的对象是地壳运动、变化规律和结果。地质构造带

有三重意义：①是地球内部能量平衡，地壳运动的结果。②是地壳运动阶段，地球内能储存的天然仓库和赋存大量高压瓦斯的地带。③是发动煤与瓦斯突出的主要能源富集带。

(2) 地应力同瓦斯分子运动在突出过程中的关系。①以地应力为主要因素的煤与瓦斯突出的发生与发展过程中，同样存在着煤体内的大量吸附瓦斯分子变为游离瓦斯分子的解吸过程，也存在着煤体在发生瓦斯突出前夕降温的现象。②正确地认识煤层。煤层实质上是固体的煤同气体的瓦斯共生的矿层，即“固气态矿层”。瓦斯分子运动力，它是发生和发展瓦斯突出过程的直接能源和内因。而地应力则是外力。③没有瓦斯分子参加也就不能形成煤与瓦斯突出，在瓦斯突出的发生与发展过程中瓦斯分子起着双重作用：瓦斯分子运动的能量既是发动瓦斯突出的主要能源之一，瓦斯分子又是传递地应力巨大弹性潜能的气体介质。

总之，通过瓦斯分子的运动状态，解吸活动的分析，热量平衡，热功转换和煤体降温这一系列宏观现象的掌握，积累资料，探索规律，这对分析、观察不论以任何能源为主而发生的瓦斯突出过程，都是有理论根据、可以解释、比较可靠和准确的。

3、矿井煤体温度的差异性。

全国不同地区矿井的煤体温度是有差异性的，如：四川省部份矿井煤体正常温度系14至15°C 本溪矿务局牛心台矿的煤体正常温度仅10°C。浅部采掘工作面煤体温度，受该地区气候条件的影响十分明显，深部采掘工作面煤体温度同矿井垂深、恒温带的地热递增梯度，地壳内地热的异常变化诸因素有关。煤体测温这项措施，是我们从邵阳地区的煤与瓦斯突出矿井中实测总结出来的，可能会带有较大的局限性，上述煤体测温三组数值仅供参考。

从地质角度分析焦作矿区 瓦斯富集和扩散的边界条件

焦作矿务局地测处、科研所

焦作矿区自1955年发生第一次煤和瓦斯突出以来,随着煤炭生产迅速发展,矿井开发深度不断增加,煤和瓦斯突出现象越来越多。截至1978年底,全局共发生突出153次,总突出煤量11148吨,其中强度在500吨以上的有4次,最大的一次突出煤量达1500吨。由于突出强度和频率不断增加,严重地威胁着煤矿的安全生产。

煤和瓦斯突出是一种复杂的动力现象。造成突出的因素是多方面的,但研究煤层与围岩中形成瓦斯储集、运动规律的地质因素则是十分必要的。瓦斯是一种流动的气体,产生在煤层中,在漫长的地质时代要根据不同的条件产生不同的运动,因而在一个井田会形成不均匀分布,即划分为瓦斯扩散区和富集区。如能根据矿区及井田地质构造特征,正确区分瓦斯扩散及富集的“边界”条件,对建立区域性予测预报是一项基础性的工作。从焦作矿区各矿井历年来瓦斯涌出和突出的实际情况来看,也具有上述这种分布不均匀的特点。本文拟就本矿区的具体情况,分析认识各井田影响瓦斯赋存状况的地质边界条件,同时根据瓦斯富集区的地质构造受力情况,分析造成突出的地质因素。但由于我们的工作初步的、零星的,只能提出一些粗浅的看法,供作研究参考。

一、矿区概况

焦作矿区位于河南省新乡地区西部,太行山南麓。煤田东西长约50公里,南北宽约15公里。矿区位于太行山褶皱带的南部转折处,为太行山背斜南翼,地层走向北东,倾向南东,呈单斜构造,倾角6~10度。区内多高角度正断层及宽缓的低序次的褶曲,其断裂发育方向及性质大体可以分为近东西向的扭张性斜交断层及北东—南西的压扭性走向斜层,如朱村断层和凤凰岭断层,都具有延伸长、落差大,活动新的特点,这种构造在矿区内是分割煤层,划分井田的自然边界。大断层把矿区切割为三大断块,即:(1)西部断块(包括王封、李封、塔掌、朱村、焦西、焦东六对生产矿井):断块内以地堑,地垒构造为主,西南侧以朱村断层,东北侧以凤凰岭断层为界。(2)中部断块(包括小马村、田门、中马村、冯营、韩王、演马等六对生产矿井和九里山基建矿井及古汉山井田):区内以阶梯状小断块为主,西南侧以凤凰岭断层,东侧以赤庄断层为界。(3)东部断块。本断块西起赤庄断层,东到辉县百泉一带,为400~700米厚的松软覆盖层掩盖,由于断块内尚未开发矿井,故对断块内次一级构造特点,目前还不十分清楚,有待进一步勘探查明。

从井田内部所揭露的大量小构造表明,地层走向方向有波状起伏,褶皱轴平行倾斜方向,同时有北东南及北北东的对扭性构造出现,均为低序次构造形态,对瓦斯的富集和扩

散往往具有控制作用。

焦作煤田地质时代属石炭二叠纪，含可采煤层三层，即大煤、二煤、三煤，均系无烟煤。大煤是主要开采煤层，平均煤厚5~6米。煤厚在走向方向有厚薄相间的条带状分布，如焦东矿局部最大煤厚25米，而田门矿则有一较大范围的薄煤带及无煤带。大煤顶板为粉砂岩或页岩，局部有条带状砂岩带，老顶为砂岩。大煤煤层结构较复杂，一般情况是靠顶板及底板处为软煤分层，硬度系数 $f < 1$ ，其中较松软的分层硬度系数仅为0.3~0.5左右，煤层中间煤质较硬，硬度系数 $f = 1 \sim 2$ 。由于软硬分层厚度变化较大，也是造成瓦斯分布不均匀的一个地质因素，一般的规律是软煤分层较厚时瓦斯涌出量就大，且易发生煤和瓦斯突出。

二煤：位于石炭纪太原群中部，上距大煤50米，煤厚1.3米左右，因中间有夹矸，只局部可采。顶板为薄层石灰岩。二煤已在部分矿井开采，开采过程中瓦斯涌出量不大，属一、二级瓦斯区，未发生过突出现象。

三煤：位于石炭纪太原群底部，上距大煤80~90米，煤厚2米，中间有2~4层夹矸，直接顶为粉砂岩，底板为耐火粘土，距奥陶纪石灰岩10米左右，三煤尚未开采。

焦作煤矿现有12对生产矿井，其中除王封、塔掌、焦东3对矿井外，先后有9对矿井发生过煤和瓦斯突出。各矿井突出情况如表1。

表1

矿井名称	开采水平	垂深	突出次数	平均突出强度(吨)	最大突出强度(吨)
合计			153	74	1500
李封矿	-100	300	43	52	277
朱村矿	-100	242	33	62	512
焦西矿	-55	181	6	26	60
中马村矿	-160	296	10	215	864
小马村矿	-140	297	23	46	210
田门矿	-100	262	31	59	240
韩王矿	±0	209	1	30	30
演马矿	-75	185	3	515	1500
冯营矿	-150	271	3	—	24

二、对瓦斯富集和扩散的地质边界条件分析

从焦作各矿井瓦斯突出地点分布情况来看，突出集中在以下六个地区：(1)李封天官区；(2)朱村矿东部下山；(3)焦西矿西部下山；(4)中马村矿东部；(5)小马村及田门矿的二水平；(6)演马矿东部二水平。以上几个突出集中区瓦斯涌出量都比其他采区大。为什么在同一个矿井、同一个水平、甚至同一个采区会出现这种不均衡的分布状况呢？我们认为这是与区内地质构造所控制的瓦斯扩散与富集的边界条件分不开的。

焦作矿区的断层主要是中生代燕山运动时期的产物，由于新构造断裂运动，某些燕山期断层又重新活动。区内断层多为高角度正断层，倾角一般为70度。由断裂破坏所形成的地堑，地垒以及大断层附近的小断层特别发育，这些裂隙成了瓦斯流动的良好通路，并大大增加了煤层的孔隙率。如果断层是开放性的，则瓦斯逸散出去，使断层附近瓦斯变小，如断层是封闭性的则瓦斯积聚，形成瓦斯富集区，这种地区如果同时受到构造影响产

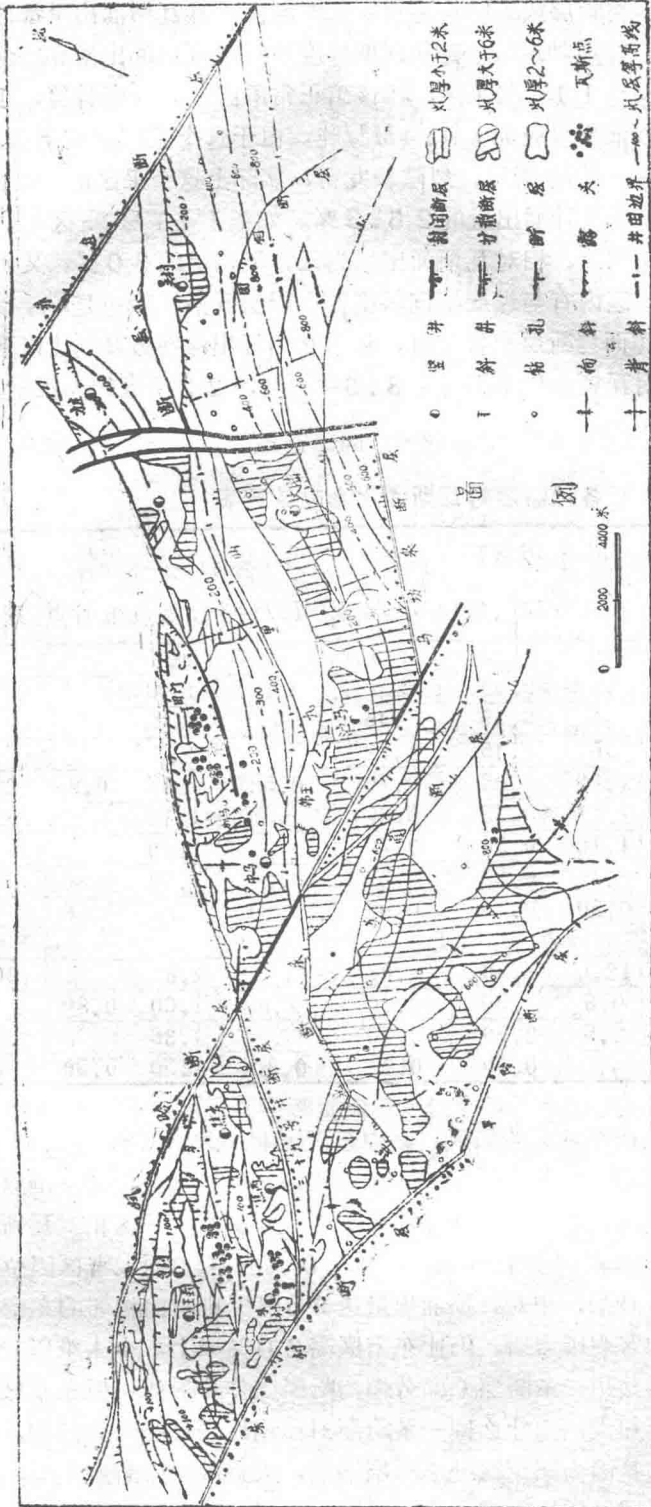


图1 焦作矿区瓦斯地质图

生应力集中，即可引起瓦斯突出。但是如何区分开放性断层和封闭性断层，过去说法较多不够统一。有的说正断层受张应力是开放性的，逆断层受压应力是封闭性的。有的说断层两端尖灭，独自存在不与外断层发生联系的为封闭性，反之是开放性的。有的说断层裂隙充填物致密为封闭性，断层泥颗粒粗大为开放性的等等。我们认为说法虽多，但总结起来只有一条，即瓦斯能从裂隙泄至地表的为开放性的，不能泄出的为封闭性的。

根据对焦作矿区几个生产矿井瓦斯资料的整理分析，可以看出煤巷掘进过断层时，一般的规律都是瓦斯涌出量下降，下降幅度相当于正常涌出量的30~50%，这说明煤层内确实有一部分瓦斯顺断层裂隙逸出。但断裂附近瓦斯下降幅度和影响范围却和断层落差大小有较密切的关系。一般说来，落差小的断层瓦斯下降幅度

小，影响范围也小，断层附近瓦斯高峰点不很显著，而断层落差较大时，瓦斯下降影响范

围较大，断层附近瓦斯高峰点就比较显著（参看表2）；在落差特大的断层附近（如落差100米以上）以及区内有斜交断层或裂隙构造较发育的地区，其瓦斯涌出量都比同一水平低，甚至较上一水平也低。在这种地区按矿井瓦斯梯度推算的瓦斯涌出量和实际涌出量往往差距很大。例如王封矿深部117号采区，按该矿正常采区瓦斯梯度计算，117号-30水平采煤工作面的瓦斯涌出量应为 $19.4M^3/吨$ ，由于这个采区因有 F_{10} 、 F_{13} 、 F_5 、 F_3 断层的存在，并伴生有一些小断层，裂隙较发育，实际上这个采区的1441工作面瓦斯涌出量仅为 $4.92M^3/吨$ ，为预计涌出量的25.3%。如把117号采区与同水平未受断层影响的其他采区实测数相比，相对瓦斯涌出量为正常涌出量的30%。又如焦西矿22采区±0与-55之间，区内有与煤层走向斜交的小断层五条，南边是 F_{17} 大断层（落差300米），采煤工作面与断层直接接触，相对瓦斯涌出量在 $5M^3/吨$ 以下，而该矿东部完整地区同水平的相对瓦斯涌出量则为 $18.3M^3/吨$ ，22采区约为正常涌出量的30%。

各种断层对瓦斯涌出影响统计表

表2

矿井别	巷道名称	断层		正常瓦斯量 ($M^3/分$)	高峰点 瓦斯量 ($M^3/分$)	低谷点 瓦斯量 ($M^3/分$)	与正常瓦斯量之比		瓦斯变化 影响范围
		编号	落差				高峰点	低谷点	
朱村矿	东四盘区东二	F6	70	0.35	1.4		4.0		15
	东四盘区东三	F6	70	0.40	1.4		3.5		40
	西三盘区西一	F6	40	0.45	1.45		3.2		45
	西三盘区西二	F6	40	0.45	1.02		2.3		25
	东五正前	0022	1.30	0.60	0.70	0.54	1.17	0.9	25~30
	北区轨道上山	N201	1.22	4.75	5.27	4.45	1.18	0.94	12~20
	东六正前	0022	1.10	0.50	0.70		1.40		32
	东一		0.70	0.25	0.32	0.20	1.60	0.80	8~10
	北区东大巷		0.50	0.50	0.94	0.40	1.88	0.80	4
李封矿	天官区上18西九	S3	12.0	1.40	4.07		2.80		30~50
	天官区上18西十	S4	0.6	2.50	4.20	2.0	1.60	0.80	36
	天官区上30	S2	2.5	2.50	3.40		1.36		36~70
	天官区上30西九	S5		0.60	0.94	0.30	1.50	0.50	50~60

李封矿东南区与天官区是两个相邻的采区。其中东南区北部为李封断层，南升北降落差100米，南部是劳模街断层，北升南降落差110米，该区属地垒构造，垂深120~170米，区内又有十几条落差不等的小断层，断裂线纵横交叉，采区相对瓦斯涌出量为 $3.7\sim 8.7M^3/吨$ ，仅为该矿同水平正常采区的70%左右。而天官区因位于断层上盘，属地堑构造，垂深260米，相对瓦斯涌出量达 $26M^3/吨$ ，比相邻的东南区高2~6倍，扣除瓦斯梯度增长的客观因素后，仍比东南区高20%以上。令人难以理解的是天官区与东南区相比邻，中间共用一条断层（即劳模街断层）作分界线，但东南区瓦斯涌出量小，而天官区瓦斯涌出量却大，为什么同一条断层对东南区来说是开放性的，而对天官区来说却变成封闭性的？这是因为东南区处于断层下盘，天官区处于断层上盘，由于两个区在断层线上大煤对盘的岩层导气性不同，影响断层附近瓦斯赋存状况有差别。

基于对以上各种情况的分析，我们认为瓦斯涌出量的大小和断层落差的大小以及大煤

对盘的岩性有密切关系。我们从焦作矿区地质构造的实际情况出发，将井田划分为瓦斯自然扩散带（煤层露头及导气性断裂等）及瓦斯富集带，可以看出整个井田及各个采区的瓦斯赋存概况。在此基础上，即可进一步分析瓦斯富集带的构造特征，判断瓦斯突出危险性的大小，从而为建立区域性预测预报提供必要的依据。为此我们根据区内断层两侧不同岩性的岩层碰合状况和对于大煤对盘的岩层导气性能的分析，将断层划分为以下三种不同类型：

- (一) 封闭性断层，落差小于20米，大煤对盘为二叠纪砂泥页岩。
- (二) 半封闭性断层：落差20~100米，大煤对盘为石炭纪薄层石灰岩及砂泥页岩。
- (三) 扩散性断层：落差大于100米，大煤对盘为奥陶纪石灰岩，或为第三、四纪松散地层。

在进行以上分类时，必须注意同一条断层的不同盘位（即上、下盘），不同层段，由于落差不同，大煤对盘岩性不同和受力不同，往往具有不同的导气性。因此不能笼统地判断某一断层为封闭性的或扩散性的，而要根据地质资料进行具体分析。

下面根据焦作矿区西部和中部两个大断块中，各矿井的地质边界条件，具体分析瓦斯分布状况。

（一）西部断块：

本断块西南部的朱村断层（北升南降）以西为济源沉积盆地，第三、四纪松散地层厚达数千米，使朱村断层成为良好的导气性断层，是区内瓦斯向西南扩散的边界。断块东北部的凤凰岭断层（南升北降）落差300米，亦属导气性断层，使瓦斯向东北边界扩散。断块浅部为煤层露头，是良好的自然扩散带。但在断块内部各个井田都存在一些封闭及半封闭性断层。玉封、李封两个井田位于同一个小断块内，大部分地区标高在±0以上，其中玉封井田的东部和李封井田的西部地区地质构造比较简单，煤层埋藏较稳定，两井田的浅部为煤层露头，且靠近凤凰岭断层，是自然扩散带，井田西端的朱村断层也是扩散边界，因此在井田内邻近扩散边界的冯封、民有、塔掌等小井和王封、李封大井的浅部，瓦斯涌出量都很小。两个井田的±0水平以上不存在瓦斯富集带，也没有突出危险，瓦斯变化很有规律，即浅部瓦斯小，深部则按瓦斯梯度递增。但靠近深部断层时，瓦斯又呈现下降趋势。区内瓦斯富集带集中在玉封井田南区，和李封井田天官区及上白作区等三个地堑构造区域。其中天官区开采水平为-110米，距地表垂深260米，该区受劳模街断层、田涧断层和上白作断层（即天官区断层）等封闭性、半封闭性断层所包围。由于上白作断层和劳模街断层及田涧断层运动方向相反，上白作断层中段是受力最大处，因而在田涧支一断层西侧形成背斜区，而田涧断层中段系沿背斜轴面断裂，说明由田涧断层中部转向点开始，到其支一断层中间受到挤压力，又因田涧断层东段的转向及其支一断层的生成，这个地带还存在一定的张拉力。这几种力的作用除造成这一地带煤质酥软，存在着应力紧张状态外，还产生一些次一级的低序次的褶皱构造。这些小褶皱是沿煤层倾斜方向延伸的，伴随小褶皱的生成过程使煤层受到挤压力而形成薄煤带及厚煤带。薄煤带多是沿背斜轴向分布的，厚煤带则多是沿向斜轴向分布的，天官区的三个突出集中带有两个分布在厚煤带上，一个分布在厚薄煤层交接带。天官区西段处于上白作断层和田涧断层汇合处，主要受拉伸

力的影响，瓦斯释放条件好，因此该区愈向西开拓瓦斯愈小，也未再发生突出。以上情况说明在被封闭的瓦斯富集地区，瓦斯突出和构造受力状况有着极为密切的关系。（图2）

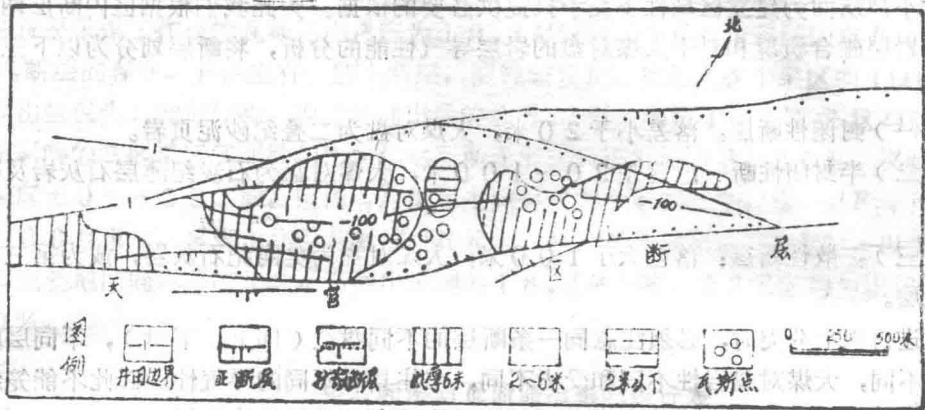


图2 李封天官区大煤瓦斯地质图

王封井田南区和李封井田的上白作区是两个尚未开拓的新区，这两个采区的地质构造条件和天官区类似，因此可以预测该区亦为瓦斯富集区，并有瓦斯突出危险。

朱村、焦西、焦东三个井田位于王封、李封井田东南端，自北向南被上白作断层，3号井断层及39号井断层切割成小断块。其中焦东井田北部边界为凤凰岭断层，是自然扩散带，南部为39号井断层东端，属半封闭断层，整个井田瓦斯扩散条件比较好，瓦斯涌出情况正常，但应注意局部范围内的构造变化。焦西井田东部采区由于煤层稳定，瓦斯涌出有正常规律，但西部下山采区内因受区内封闭性小构造影响，瓦斯比较富集，涌出量比东部大，并有局突出（倾出）现象。朱村井田四周均为高角度正断层，北部边界为上白作断层，北降南升，落差50~300米，是扩散性断层，西部边界为朱村断层，是自然扩散带；南部边界为39号井断层，北升南降落差100米，是半封闭性断层，东部为电厂断层，东升西降落差60~100米，也是半封闭性断层。由于北、西、南三面下降，使朱村井田形成地垒构造。在井田中部有一条东西向的3号井断层，南升北降，落差东大西小，0~100米，将完整井田切割成两个部分。由于井田北部及西部都是自然扩散带，该井田的北区和西区的相对瓦斯涌出量一般不超过 $10M^3/吨$ 。但东部下山采区处于3号井断层与39号井断层运动的力偶带，3号井断层运动方向为西南，39号井断层运动方向为东北，在这种相对运动的情况下，产生一个范围较大的应力集中区，即包括该井田的东一下山、东二下山和东南区，区内挤压性和压扭性构造非常明显，由于受水平挤压力使东一下山形成一个曲度较缓的向斜构造，东二下山成为曲度较大的背斜构造，煤层因受挤压作用形成波浪形状态，即厚煤带和薄煤带互相相交替。瓦斯突出大都发生在厚煤带内。东南区的构造更为复杂，除北部为3号井断层，南部为39号井支1支2断层外，又有 F_{12} 断层与39号井支断层在区内交汇尖灭，两条断层落差相反，东端的 F_{12} 断层是南升北降，西端的39号井支断层是北升南降，形成似麻花状对扭，成为压扭性的较强应力集中带，因此东二下山靠近39号井支断层的突出强度就比东一下山大。可以预计东南区东部及深部亦将是突出严重区。

本井田准备开拓的东北区（即焦西井的北区）属地堑构造，四面受封闭性及半封闭性断层包围，预计亦为瓦斯富集区，有突出危险。

（二）中部断块：

断块西南的凤凰岭断层除韩王浅部为自然扩散带外，大部为封闭性断层。断块东部边界的赤庄断层以东，冲积层厚度在800米以上，是一个扩散边界。区内被李河、李庄、九里山及演马庄等东西向断层切割成阶梯式小断块，成为井田的自然边界，并因断裂构造作用的不同，影响瓦斯分布呈现不均衡状态。

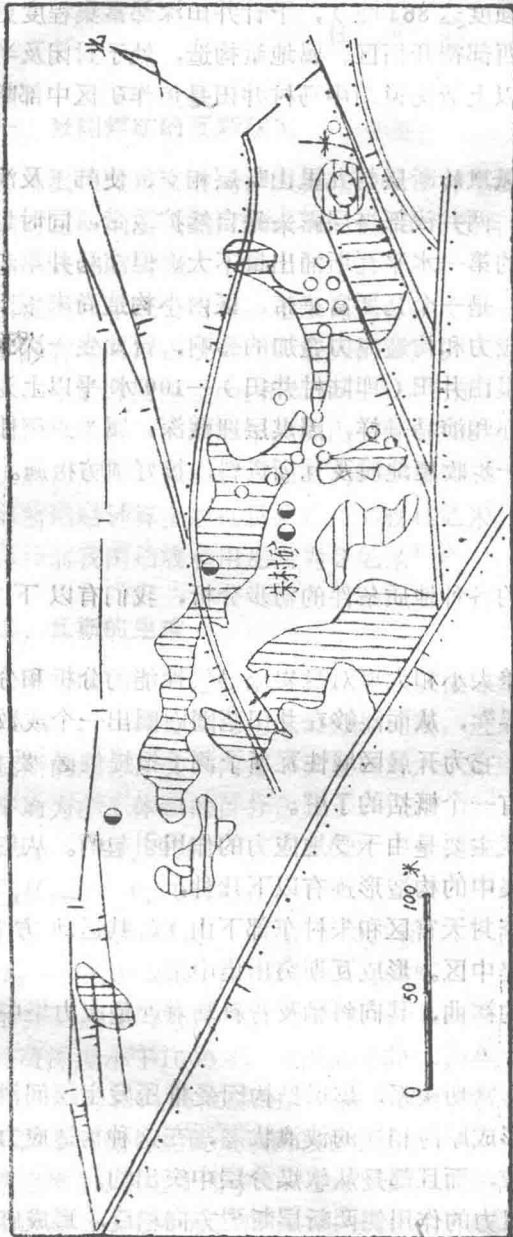


图8 朱村瓦斯地质图

小马村及田门井田：两个井田的北部为煤层露头，属自然扩散带。南部以李河断层和李庄断层为界。李河断层位于井田西部，北升南降，落差0~300米，属半封闭性断层，李庄断层位于井田东部，南升北降，落差0~100米，亦属半封闭性断层。两条断层处于一条直线上，在小马村井田西翼深部交汇尖灭。由于两断层的断裂方向相反，和朱村东南区一样，亦形成似麻花状对扭，受压扭力的影响，使断层两侧构成一个较强的应力集中带。小马村东山下、田门西山下和中马村东部三个突出集中带都位于李庄断层两侧，说明与这一压扭性构造有直接关系。受这种影响还使小马村东下山和田门西下山形成一较大范围的薄煤带及无煤带。煤层变薄的原因除原生因素外（薄煤带往往相应地灰分较高，可能与沉积环境有关），但从该井田煤厚等值轴线往往与井田倾向褶皱轴相平行的事实来分析，显然是受到构造应力的改造，加剧了厚薄相递的程度。因此瓦斯突出大都发生在煤厚变化地带。

中马村及冯营井田。两井田虽然相邻，但瓦斯分布情况却不相同，其中冯营井田具有三个扩散的有利因素；(1)浅部煤层露头是自然扩散带；(2)东部方庄张性断裂带，岩层破坏，导气性强；(3)井田内次级构造多为倾斜断层，有利于瓦斯向上扩散。由于以上原因该井田瓦斯威胁比中马村小，无突出危险，但该井第二水平深部的九里山断层是半封闭边界，又是煤厚变化带，需要采取预防措施。中马村井田北、西、南三面都是半封闭性断层，整个矿井瓦斯扩散条件较差。在山门河以东李庄无煤带以西呈一封闭地区，同时由于煤厚变化大，埋藏深度也大（-100以下），又受上述李庄断层压扭性构造影响，形成一个大范围的较强的富集突出带（最大突出强度达864吨），预计井田深部富集程度更高。井田以西受中三断层（倾斜断层）切割的西部待开拓区、属地堑构造，处于封闭及半封闭边界条件下，预计亦属瓦斯富集突出区。以上情况说明中马村井田是焦作矿区中部断块内瓦斯威胁较严重的矿井。

韩王——演马井田，区内西南部由于凤凰岭断层与九里山断层相交，使韩王及演马西部构成一个破碎的三角带，为一扩散边界。两井浅部煤层露头是自然扩散带，同时也有一些斜交断裂加强了扩散作用，因此两井田的第一水平瓦斯涌出量不大。但演马井第二水平（-176）因靠近深部的半封闭性F₃断层，是一个瓦斯富集带，区内小构造尚未完全弄清，但在开拓掘进揭穿煤层时，因受采动应力和构造应力叠加的影响，曾发生一次强度达1500吨的特大突出。演马井田东北侧的九里山井田（即陆村井田）-100水平以上为浅部煤层露头自然扩散带，但井田中部及深部亦和演马一样，因煤层埋藏深，属半封闭性边界条件，是瓦斯富集区，在开拓以前，应进一步收集地质及瓦斯资料，搞好预防措施。

三、几点认识

通过对焦作矿区各矿井影响瓦斯分布的各种地质条件的初步分析，我们有以下几点认识：

(一) 根据对井田范围内主要断层落差大小和大煤对盘岩层导气性能的分析 and 分类，可以划定矿井瓦斯富集和扩散的地质“边界”，从而能够在井田范围内圈出一个或数个瓦斯富集区，这是一种比较简易可行的方法，它为开展区域性瓦斯预测预报提供必要的依据，能够使我们对整个矿区瓦斯分布状况有一个概括的了解。

(二) 瓦斯富集区发生瓦斯突出的因素主要是由于受地应力的作用引起的。从焦作各矿井瓦斯突出带受力情况分析，产生应力集中的构造形迹有以下几种：

1、区内两端两个互相对应的断层（如李封天官区和朱村东部下山），其运动方向相反，在这种相对运动的情况下，产生应力集中区。形成瓦斯突出集中带。

2、地质构造运动中水平挤压力所产生的褶曲，其向斜轴及背斜轴附近是应力集中带，容易发生突出。

3、煤层结构和煤厚的变化与构造运动有密切关系。煤层结构因受推压发生层间滑动而变软，煤的厚度因受构造应力的改造也会形成厚薄相递的波浪状态，在这种构造应力影响下，突出点大都发生在厚煤带或煤厚变化带，而且都是从软煤分层中突出的。

4、在同一水平线上的两条断层因受压扭力的作用使两断层断裂方向相反，形成麻花状的对扭，则会产生较强的应力集中带，发生强度较大的突出。

（本文由夏镛华、成恒棠等同志整理编写）

关于瓦斯地质问题的一个发言

(提 纲)

中国矿院 陆国祯

一、我国煤矿的瓦斯状况

随着我国煤炭资源的扩大开发以及矿井不断延深。许多煤矿已经变为煤——瓦斯矿，我国相对瓦斯涌出量超过 30米^3 的直属矿井已有50多对，贵州六枝的凉水井和木岗矿分别高达164和126立方米。

煤炭部76年统计资料，超级瓦斯矿井（区）有225对，占统计生产能力的34.5% 三级瓦斯矿井有80对，占统计生产能力的8%。

有二个矿井发生了 CO_2 和煤岩石大型突出。

据不完全统计，到75年，突出矿井有128对，突出次数为3840次（矿院）或50000次（重庆煤研所）。最大突出强度为8500多吨。

目前粗略计算全国直属矿井将排放41亿 米^3 /年瓦斯。每1 米^3 瓦斯大约有889.56千卡发热量。目前我国抽放利用瓦斯为2亿 米^3 。

二、瓦斯的生成

瓦斯在煤化作用过程中生成，据苏联报导生成一吨褐煤，产生天然气68 米^3 ，一吨肥煤为230 米^3 ，一吨瘦煤可生成330 米^3 瓦斯，进入无烟煤可生成总体积超过400 米^3 的瓦斯。

瓦斯的成分：美国内务部矿业局对六个煤层，13个地点，取了84个样作了分析，它的成分平均为：（体积的百分含量）

CH_4 91.89%， C_2H_6 0.48%， C_3H_8 0.00149%

C_4H_{10} 0.00033%

CO_2 3.58%， O_2 0.148%， N_2 4.017%

H_2 0.002%， He 0.03%

根据石油部门资料：

埋藏深度小于1000米，地温低于 50°C ，生物化学作用为主，泥炭变为褐煤，与此同时生成甲烷和 C_2 和 C_3 的液态烃。——成岩作用阶段。长江三角洲砂层内的天然气，柴达木盆地第四系气藏可能就是该阶段的例子。

深度继续增加，地温处理于 $50\sim 160^\circ\text{C}$ 时，煤化作用处于气煤——贫煤阶段。都有 CH_4 产生，中晚期为大量生油阶段。——热化熟阶段。

埋深达6000—7000米，温度超过 160°C — 200°C 时，煤转变为无烟煤，只能产生 CH_4 和富炭残余物，不会有油了——变质作用阶段。

CO_2 的大量产生，必然有特殊原因。

现有开采深度所取煤样，瓦斯含量最大不超过50米³/吨。

苏联顿巴斯，半无烟煤含甲烷最高，肥煤焦煤阶段含乙烷丙烷最高。

煤层中的瓦斯，往上逸散，在孔隙率高的岩层内储存，可以成为天然气矿床，如荷兰格罗宁根，位于北海内，储量近二万亿米³，是世界第三大气田。

我国也有人认为四川盆地丰富的天然气与二迭系煤系有关。

三、苏联顿巴斯煤田出现煤和瓦斯突出的地质条件

1、最危险的是这样的煤层，由脆的镜煤质、木质镜煤质煤组成，它们的煤化程度为肥、焦、瘦和贫煤，挥发分在36~3.5%范围内，突出的煤含硫低，有高的汞和硝酸盐。

2、是发育裂隙，褶皱和褶皱的松软煤层，裂隙间距0.008~0.14mm，拉力强度在0.18~2.8kg/cm²，抗压强度由9~76kg/cm²，最软的煤层显微裂隙系数为1.6mm/m²。

3、煤厚超过0.2米，才会突出，软煤层厚度增加，突出频率和强度也增加。

4、苏联顿巴斯突出出现在瓦斯风化带以下50~350米深度，随着煤层倾角增大和煤化作用加深，其距离变小。

5、重烃和氮气以及 C_{12}/C_{13} 的比例，与突出有关。

6、根据马也开夫研究测定，瓦斯压力大于6大气压时才会突出。

7、深度超过700M以后突出减少被认为是资料没有代表性。

8、多数突出煤层顶板底板岩石是坚固的砂岩和粗粒粉砂岩。

9、据夏季洛夫统计，在缓斜煤层中，70%突出位于落差不大于5米的断裂带。最危险的是断裂带两侧10~20米宽的地带。对中央区750次突出的分析，它们大多数发生在次一级褶皱部位。

在分布上，萨比戈依洛提出了垂直分布的规律性，即相同的构造部位，不同煤层都在那里突出。

突出也存在着局部带状性。最早注意的是贝楚克。

孔各夫研究了顿巴斯的突出和现状构造运动，提出了4个突出危险带。

凡来特发展了孔各夫的概念，在研究瓦斯含量，地热场，裂隙性和现代构造运动划分了27个区域瓦斯动力带，在这些地带集中了瓦斯和煤或岩石突出的大多数。

克拉夫措夫还认为突出与月球对地球的引力有关。

四、关于突出因素的关系与突出矿井区域性分布的地质因素探讨

突出因素一般认为有三个：瓦斯压力，地应力和煤层结构。前二者是发动突出的能源，后者是能否出现突出的“红绿灯”。显然前二者是发动突出的第一位的，我同意这样一种观点，瓦斯是需要挤压的地应力才能保持在地层内，所以瓦斯压力是可以相对地反映煤层应力状态；其次煤层结构被破坏，一方面是由煤层厚度和煤岩类型所决定，另一方面也取决于它承受的各式扭力或压力扭力煤，煤系岩层的褶曲，立刻就会产生层间滑动，它往往沿层面和强度小的煤层剪切滑动，在复杂的褶皱、挠折、扭转部位，煤层结构必首遭破坏这就降低了煤的机构强度，增加了煤的表面积，提高了煤的瓦斯放散初速度。另一个含义，它本身也是应力曾在该处显示的证据，它分布不均一，也在一定程度上反映了应力作用的

不均一。所以假如某点瓦斯压力高和煤结构破碎是否可以说它反应现代应力状态也高，假如当我们掘到应力仍集聚的构造破坏带在采掘集中应力参与下，煤层迅速破碎，瓦斯解吸，煤和瓦斯就会突出，这就说明了为什么多数突出发生在具有一定瓦斯压力的构造破坏带的软煤层内。

关于“残余构造应力”概念的商榷。

关于残余构造应力，一般不为地质人员所了解，在一些研究岩石、力学和瓦斯工作人员中，认为它和物体加工后残留有初应力一样，岩体中残留着地质构造力，因为它们发现突出集中在构造变动地带。

事实上在突出矿井，也不是每遇构造破坏带都发生突出，再有象开滦唐山煤矿、开采深度大，构造复杂，假如有残余应力的话，那里该是不小。可是那里不突出。

我们觉得岩石在地壳内经受构造力作用与机械零件在车间内加工是不同的，前者是位于地应力场内，不是受这种应力作用，定是受另一种应力作用，因此与其说一些突出地点有残余构造力不如说上述地点在近期还保持着原有应力场，只是这种应力没有达到继续变形而已，可是这些地带仍然处于压紧或拧紧状态，它可以保持高压瓦斯的的存在，造成突出集中的现象。

以上分析能否在现实煤矿中找到证明呢？

我国煤矿遍布各地，但瓦斯涌出量大，突出次数多，强度大，始突深度浅的矿井多数分布在华南晚二迭世的煤产地，如四川重庆地区，接近贵州的松藻矿区；宜宾地区的美蓉矿区，贵州境内的六盘水；湘中的涟邵煤田；湘南的郴耒煤田江西的英岗岭等，而华北石灰二迭纪煤田，除少数矿区瓦斯大，有突出外，多数不突出，瓦斯级别仅1~2级，如汾河两侧，太行山东麓，鲁西、燕山南麓，苏鲁皖地区等。

上述现象我们认为有它的区域地质背景。山西及其以东地区，在中生代的中侏罗晚期到早白垩，它大规模隆起，轴部被拉伸破裂，并有岩浆活动，由于补偿性下沉，在东部产生一系列北东向的断陷盆地，这些纵张断裂切割煤系，致使卸压，瓦斯得到大量排放，到新生代，据地震资料，为右旋的水平运动，它们使原先的北东向断裂拉开，出现重力断层，边下沉边沉积新生界地层。

如76年唐山地震的断层为北东向，据调查，右旋错距2~3米，垂直错距0.7米~1米；1966年河北邢地震前后三角测量资料，明显表明北北东向的东麓断层为右旋。

汾河地堑为张开的右旋平移正断层，吉姆·E·约克等由航空照片，空中雷达，边界调查和卫星影象资料分析，也认为中国山西地堑正断层为右旋。这种右旋水平运动对原先北东或北北东的断裂都起了一个张扭作用，目前华北平原内，某岩显阶梯状断裂，与这种张扭不无关系，它无疑又起了卸压和排放瓦斯作用，造成了上述多数矿区瓦斯涌出量小，不发生突出。

在华南，在中生代经历了印支运动，燕山运动后，晚古生代的测水煤系，龙潭煤系多数显北东，北东东挤压褶皱、断裂。到新生代，华南地区活动性质复杂，但总的来说表现为反时针压扭性活动。（根据广东省地震综合大队74年报告），因此它对北东向、北北东向的中生代挤压带继续起着压扭作用，地壳内部未曾获得松弛，地应力未卸，瓦斯不易逸散，导至今天华南晚古生代煤产地瓦斯涌出量大，突出矿井多，突出强度大，始突深度浅的原因。

天府煤矿地质构造与

瓦斯突出的关系初步探讨

天府煤矿 唐洪友

天府煤矿是一个百年老矿，解放前曾多次发生煤与瓦斯突出，其中重大恶性事故达26次之多，死伤阶级弟兄两百多名。解放后据记载发生煤与瓦斯突出63次，共计突出煤量9485吨，平均突出强度150吨，最大突出强度5270吨，是煤与瓦斯突出比较典型的矿井。

煤和瓦斯突出是一个十分复杂的动力现象，引起突出的原因也是多方面的，本文仅从我矿历年来发生的煤与瓦斯突出现象与矿井地质构造形态的关系进行探讨，以便从中找出规律性的东西。

一、矿区地质概况

天府为背斜构造其背斜轴线为北东20度左右，属新华夏式构造。（图1）背斜的南北两端分别向南向北倾没，倾没角为18~16度。背斜中部由于侧压力较大，则上冲隆起，其轴线在沿走向的立面上形成了上冲弧形。背斜西翼的岩层受力较小出露完整，倾角在60度左右。东翼岩层受挤压力较大，煤层遭到严重的破坏。

区内的断层属华莹山大断层构造体系，华莹山大断层北起高顶山，向南延伸至中梁山，走向长一百公里左右。在三汇坝的断距最大达3400米。向南逐渐减少，进入天府煤矿区内为 F_1 断层，成为矿区内的主干断层，其他断层约17条分别交于 F_1 。

F_1 断层位于天府背斜轴部，贯穿天府南北井田，断距达360米，倾角80度左右。其次为三至七条地表分布于东翼地层，深部交于 F_1 的走向逆断层组（为图2）将东翼煤系地层切为碎块，不可开采。此外在西翼的煤系地层中，在背斜南、北的倾没端产生了与 F_1 断层相似的一系列应力断层，是矿区的次级构造。在中部由于扭力作用的影响，产生了一些斜交平推的断层，是矿区的低序次构造。

矿区内的地层由新到老为：侏罗系中统沙渠庙组（ J_{2s} ）厚1500米。侏罗系下统自流井组（ J_{1-2z} ）厚700米。三叠系中统雷口坡组（ T_{2L} ）厚30米。三叠系上统嘉陵江组（ T_{1j} ）厚680米。飞仙关组（ T_{1f} ）厚585米。二叠系下统长兴灰岩厚110米。龙潭煤组（ P_{1L} ）厚140米。茅口组（ P_{1M} ）层厚100米左右。

龙潭煤组含煤十层。南井可采六层为： K_2 厚3.5米、 K_4 厚0.5米、 K_5 厚0.4米、 K_6 厚0.8米、 K_7 厚0.6米。北井可采三层： K_2 厚2.5米、 K_6 厚0.8米、 K_8 厚0.5米。

矿区构造体的边界条件是处于川东褶皱带的西部边缘地区，也就是处于新华夏式构造的第三隆起带和第三沉降带之间，来自南东的强大压力，与西北方向的侧压力，相互作用

用岩层抬高而成背斜，在作用力继续加大的过程中，岩石破裂造成了背斜东翼煤层向下断为碎块，西翼煤层上冲裸露地表，形成了一组空间扭力。在剖面上产生了以轴部断层 F_1

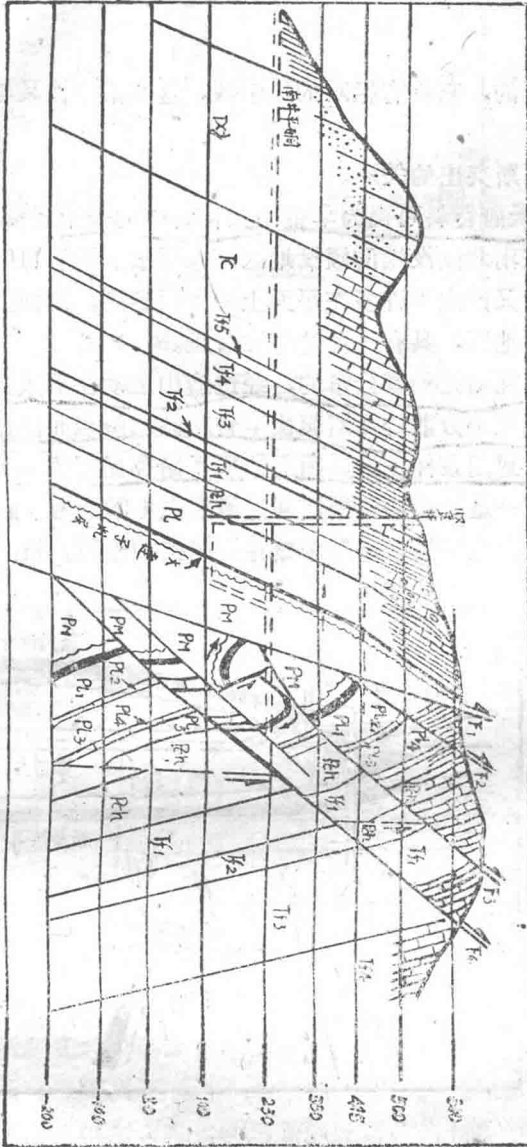


图 1

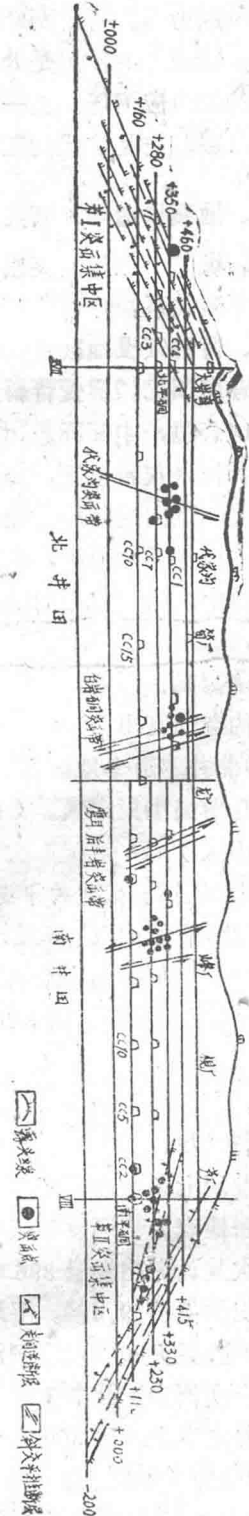


图 2

为代表的一组走向逆断层与小型旋扭构造（为图2）在南井平硐至北井平硐之间走向长九千米的范围内，背斜由弹性变形→塑性变形→破裂。其地应力由集中→释放，这是天府矿区的一级应力场。背斜两端的倾没地区由于侧压力较小，大连子煤层呈隐伏背斜状态，埋于深部，地应力的作用是处于弹性变形阶段，地应力尚未释放，因此是地应力的集中区，是矿区的二级应力场。在一级应力场内由于后期扭力继续作用，平面上则产生了一些平推斜交的断层，它是矿区的三级应力场，也是地应力的活跃地区。

二、地质构造与瓦斯突出的关系

天府煤矿煤和瓦斯突出现象是不均衡的，它具有相对的集中性，这些集中性又与地质构造有下列关系：

1、背斜倾没地区走向逆断层带与瓦斯突出的关系。

天府煤田的煤层受背斜形态的控制。天府背斜可视为华莹山大背斜中的一个短轴背斜，走向长14公里，中部隆起，两端倾没。在南北倾没端的倾没地区，煤层被厚为110米的坚硬岩石长兴灰岩覆盖，煤层本身受力后又产生了许多在平面上的雁行排列，剖面上的叠瓦式构造的走向逆断层。是地应力的集中地区，具有一定的弹性潜压。

在生成煤的过程中，在煤层中形成的瓦斯是均衡分布的，经过造山运动在形成天府背斜的过程中，由于地应力的驱使作用，把原来分散的瓦斯驱使至背斜倾没两端而储存在结构面中，加以煤层与断层均未出露地表，封闭条件良好，因而造成了储存瓦斯的良好条件。当采掘工作面揭露这些断裂时，具有一定潜能的瓦斯便通过薄弱点（断裂带）而向人工造成的空间突出。这种过程便是瓦斯由产生→运移→集中储存→突出的过程。如：

(1)北井木道伞地区背斜北端倾没处瓦斯突出集中区。（简称Ⅰ突出集中区）

突出煤层K。在北井平硐（XⅦ线）以北开始向下倾没，在走向长2900米的范围内由地表露头标高750米向深部倾至标高—200米，倾没垂深为850米，平均倾角为16度左右。在倾没区内煤层未出露地表，被长兴灰岩覆盖。在大连子煤层中已发现七条走向逆断层，断裂面未出露地表。该区发生煤与瓦斯突出4次共计突出煤量896吨，占北井突出总量的49.4%，平均突出强度228吨，最大800吨。在倾没端的典型突出实例为1971年5月17

日在北井木道伞地区350米水平的主石门以南40米处茅口石巷揭露倾没端的断层面时，突出煤炭800吨。如图3。

(2)南井南端麻柳湾背斜倾没处瓦斯突出集中区。（简称Ⅱ突出集中区）

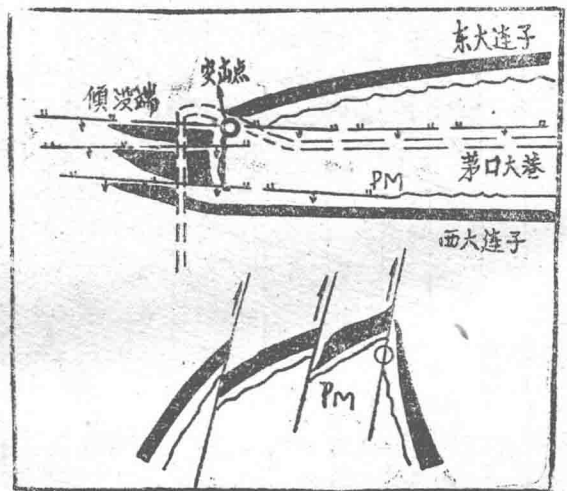


图3 350^M水平北端大连子煤倾没端平面图和突出点地质剖面示意图

大连子煤层在南井平硐（VⅢ线）以南开始向南倾没。由地表标高630米向南沿走向2530米处向下倾至标高—200米。倾没的垂深为830米，平均倾没角为18度。倾没区内被长兴灰岩覆盖而埋藏于深部。该区内通过占探及坑道揭露，发现七条走向逆断层切割煤层。突出点集中在倾没区内的断层线上和附近。在突出点集中部位的相对东翼地区为许多低角度的走向逆断层与轴部断层 F_1 相交的位置。在剖面上形成了一组扭力，因此在平硐继续向内的巷探中出现了小型的旋扭构造现象。

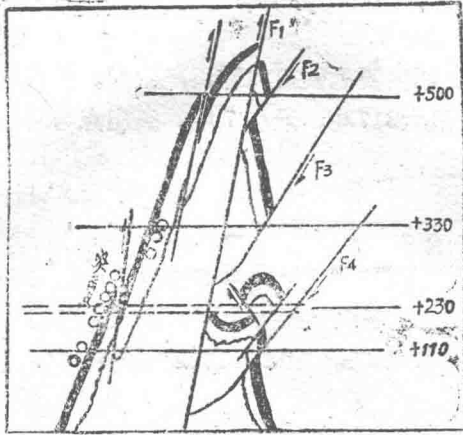


图4 南井平硐附近瓦斯突出与断层的关系位置地质剖面示意图

该区内主要突出煤层大连子突出11次。其中特大型一次，大型一次，中型九次。共突出煤量1911吨。最大突出强度1251吨，平均强度为114吨。该地区内大连子煤层突出点在平硐剖面上的关系位置如图4。

该区内的薄煤层 K_4 厚0.5米左右，在断层线上及附近发生14次煤与瓦斯突出。其中中型5次小型9次，共计突出煤量290吨。最大强度61吨，平均强度21吨。该煤层突出点与背斜倾没线及断层等的关系位置如图5。

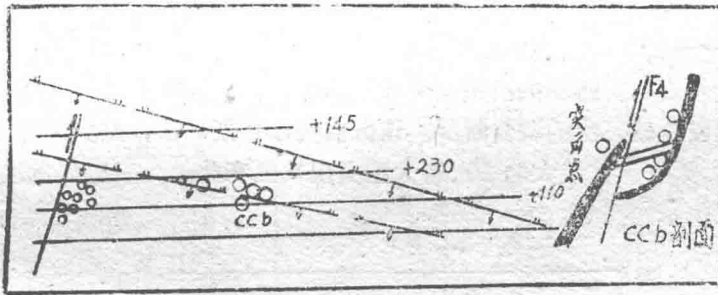


图5 南井平硐以南背斜倾没区内 K_4 煤层的突出点在立面投影图的关系位置

我矿在解放后20多年的开采过程中从未发生过外连薄煤层双连子厚0.6米发生突出。在78年12月19日早班于南井南端背斜倾没区内的七石门处上冲风眼冲至四顺槽遇走向逆断层，在上下盘煤层的交汇处发生瓦斯突出，突出煤量34吨，瓦斯量600M³突出点与断层的关系如图6。



图6 双连子煤层瓦斯突出点与断层的关系位置

2、背斜中部各斜交平推断层突出带。

在形成天府背斜之时，由于压力分布的不均匀，岩性和岩石物理机械性能的差异便产

生了一些斜交平推断层，它是矿区的低序次构造，一般断距都在0.2—5米之间，属压扭性断层，封闭条件良好。中部地区的瓦斯受力驱动后便向这些低序次结构面运移、集中、而储存起来，加以坑道的诱导作用后便发生煤和瓦斯突出。如：

(1) 代家沟斜交断层突出带。(简称1突出带)

该区内的断层是平面推移为主的小型断层，主要是受扭力作用产生的。该区内突出七次，共突出煤量554吨，平均突出强度79吨，最大317吨，最小7吨，突出点与断层的关系位置如图7。



图7 代家沟斜交断层突出点与断层的关系位置示意图

(2) 白岩洞斜交断层突出带。

该区内为2—3条的斜交平推断层组，由于受扭力的作用，煤层遭到错动。该区内瓦斯突出6次，共突出煤量131吨，平均突出强度22吨，最大82吨，突出点与断层的关系如图8。

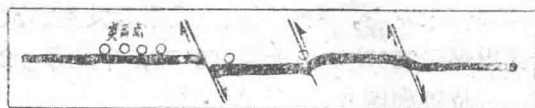


图8 白岩洞斜交断层与突出点的平面位置关系图

(3) 后峰岩——鹰耳岩斜交断层突出带。

后峰岩至鹰耳岩斜交断层突出带出露断层六条，此处由于扭力的反复作用，煤层移位频繁，是南井北段比较典型的斜交断层。该区内突出瓦斯13次，共突出煤量5511吨，平均突出强度424吨。天府煤矿最大的一次特大型突出发生在此处，突出煤量达5270吨。突出点与断层的相互关系如图9。

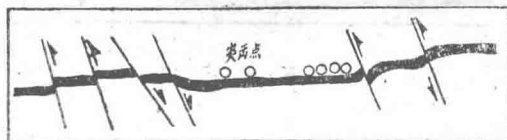


图9 后峰岩至鹰耳岩斜交断层突出带关系位置平面图

以上所述，说明天府煤矿煤与瓦斯突出的分布是不均匀的，它集中在天府背斜南、北两端的倾没区，集中在背斜中部的低序次构造带上，根据这种规律，在我矿北井280米水平接触到背斜倾没地区时，我们预计到瓦斯可能很大，因此打止掘进，先用钻探，在占探的过程中果然瓦斯压力很大，发生把钻机向外推动的压力现象。南井在+110米水平接近背斜倾没端时，亦采用同样的办法，在打占过程中亦发现瓦斯很大。掌握这种规律，采取一定的措施，这样可以减少和避免事故发生，为生产建设创造有利的条件。

青山矿瓦斯地质的初步分析

萍乡青山煤矿 吴通化

青山井田是一个超级瓦斯矿井，又有煤和瓦斯突出，通过建矿二十多年的生产实践，对于煤和瓦斯突出进行了资料整理及初略分析，这里从地质的角度上进行探讨，作为开展矿井瓦斯地质工作的参考。

一、青山井田瓦斯地质概况

1、地质构造特征：

青山矿井田的成煤时代是上三迭纪安源煤系，属半隐伏煤田，其基本构造形态是北东——南西向不对称向斜，走向长10公里，沿走向向斜两翼有显著差别。区内地层走向分为二段，3线至11线地层走向为 $N50^{\circ}$ —— $60^{\circ}E$ ，倾向 SE ，倾角 72° ，局部有倒转现象；从11线至16线地层走向为 $N25^{\circ}$ —— $35^{\circ}E$ ，倾向南东，倾角 70° —— 85° ，平面上形成不对称弧形构造。井田内有见山冲背斜及略下冲向斜等二级构造；有四条较大的断层，即：西边有龙劲拗轴心旋转断层，中段有彭家源断层，东边有见山冲逆断层，向斜轴部有滴水岩断层。次一级的天子山，柳树坡，石龙窝等张扭性断层与滴水岩断层斜交，形成入字形构造形式。区内有四条较大基性岩浆岩侵入体。即辉绿岩，成岩床产出。特别是煤系及煤层中，小型的褶曲非常发育而且紧密，可说是本区构造上一大特点。

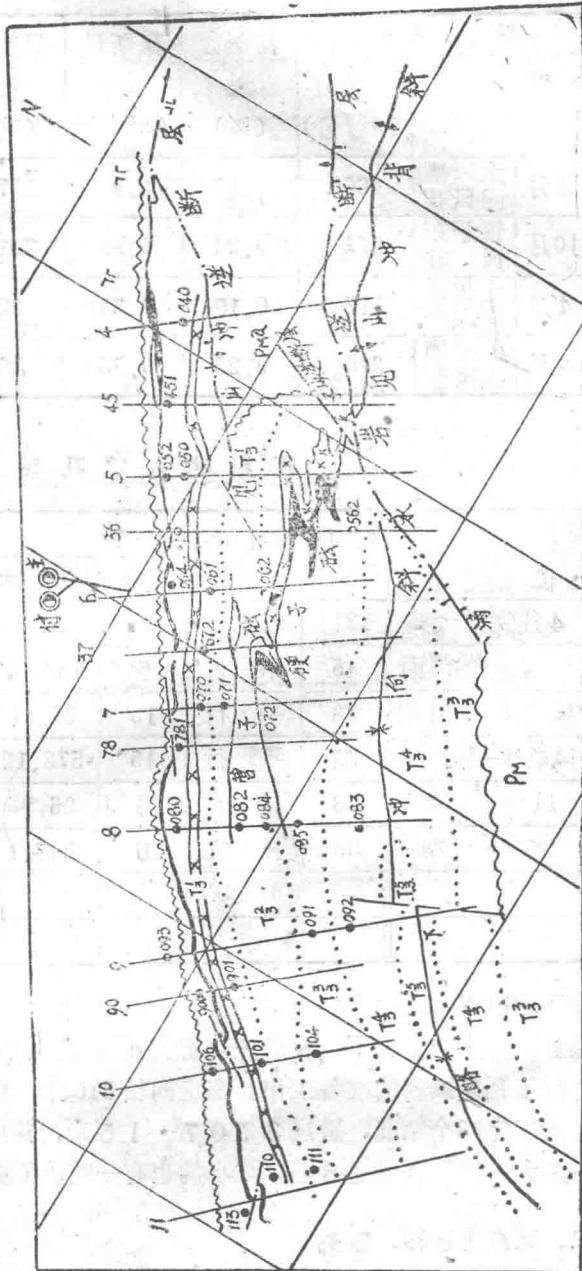


图1 青山井田+4水平剖面图

2、瓦斯鉴定及煤和瓦斯突出概况：

青山井田按原勘探报告共有17个煤层，可采煤15层，通过开采实践证明，只有9层煤可采。而且9个煤层，不象原报告所述，是简单的单斜构造，而是由一系列的紧密褶皱所组成。因此出现多次重复，这9层煤经过鉴定，大多数都是超级瓦斯煤层，有的并有煤和瓦斯突出的现象，现将主采煤层瓦斯鉴定的结果及生产过程中瓦斯突出情况列表如下：

表1

时 间	项 目 煤 层	风 量	瓦 斯 含 量	瓦 斯 量	日 产 煤 量	昼 夜 吨 煤 瓦 斯 量	瓦 等	备 注
		(m ³ /分)	(%)	(m ³ /分)	(吨)	(m ³) ³	斯 级	
55年5月	大槽 回风巷	1660	0.17	2.8	177	19.6	超	有煤和瓦斯 突出现象
55年10月	管子东 风巷	373	0.24	0.88	7.1	16.43	超	测定三次
56年4月	大花槽 回风巷	175	0.19	0.34	22	22.25	超	测定三次
56年4月	硬子槽 东风巷	210	0.25	0.53	30	29.28	超	有煤和瓦斯 突出

瓦 斯 钻 孔 喷 孔 表

表2

钻 号	场 位 置	煤 层 厚 度	钻 孔 与 煤 层 夹 角	钻 孔			喷 孔 情 况		备 注
				个 数	长 度 m	倾 角	次 数	最 大 强 度	
4	4线绕道大巷	21	斜 交	14	506.24	3—16	4	7	
5	风巷A—A剖面	45	平 行	5	154.67	3—17	6	8	
6	风巷A—A剖面	48	平 行	13	67.51	0—17	3	3	
8	风巷B—B剖面	32	平 行	15	572.12	3—26	8	2	
9	风 巷	36	斜 交	4	96.03	4—16	2	1	
10	风 巷	36	斜 交	6	248.1	5—19	7	1	

为了解决煤和瓦斯突出对煤矿安全生产的威胁，变害为利，从1977年起在煤炭部及省煤管局的大力支持下，及矿务局有关业务部门大力协助和指导下，对三水平东异大槽煤层进行了瓦斯抽放的准备工作。在走向长610米，倾斜高120米的范围内，布置了钻场12个，施工完95个钻孔，进尺3707·15米，其中有6个钻场57个钻孔发生煤和瓦斯喷出，最大的喷孔强度达8吨，最小的也有一吨。（见2表、表3）

二、瓦斯的运移，富集

青山井田有上、中、下三个含煤段共9层可采煤层，通过生产实践证明，这个煤层中，有的煤层瓦斯含量大，有的煤层瓦斯含量小，有的煤层有煤和瓦斯突出，有的没有煤

青山煤矿历年瓦斯突出情况表

表3

时 间	地 点	距离地 表深度 (m)	突 出 煤 量 (吨)	突出瓦 斯 量 (m) ³	回风瓦 斯浓度 (%)	地质构造特征
1959年	一水平大西三石门	130	10		10以上	
1961年 2月	七一斜井腰巷上山	120	30		10以上	煤厚13米煤层由薄 度厚处,层理不清, 粉状,倾角75
1961年5月2日	七一斜井一水平大 巷回采工作面	160	150	13698	10以上	
1961年 9月	+55水平大槽大巷	110	30	450	10以上	
1960年10月	+55水平大槽大巷	110	30	900	10以上	
1965年 5月	二水平大东与绕道 大巷修理	160	80		10以上	
1965年 7月	二水平大东五绕道 二层上山	120	220		10以上	
1974年 5月	三水平一组一层 上山	220	1		10以上	
1974年 6月	三水平边界组大巷 上山	250	8	2973	9.5	
1974年 9月	三水平大槽一组三 层上山	210	40		10以上	
1974年10月	三水平一组三层 顺槽	210	3		10以上	
1977年10月	三水平边界组斜坡 道	250	426	9185	10以上	见山冲逆断层下 盘、向斜轴部、煤 层变厚处

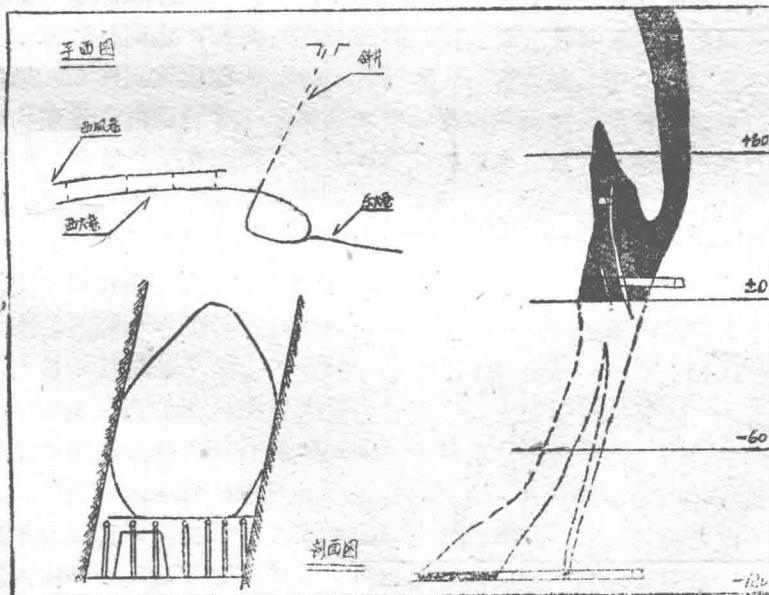


图2 瓦斯突出分布平面图及剖面图
图2-1

和瓦斯突出，这是什么原因？它受什么因素控制？通过建矿二十多年来瓦斯地质资料收集整理及分析，我们认为煤层中瓦斯含量的多寡，主要是受后期的改造运动控制的，也就是说这些成煤过程中生成的瓦斯气体是均匀分布和混杂在煤层或岩层的颗粒和原始裂隙之中，不具高压瓦斯，它必须经过一个天然的程序——地质构造运动，产生褶皱和断裂形成一些气体运移通道及气体储存构造，把那些均匀分布在煤层中的瓦斯，在强大的差异性的地应力作用下，通过断裂运移富集起来形成今天具有煤和瓦斯突出的高压区。这从我矿下部含煤段大槽煤层煤和瓦斯突出的实例中加以论证。

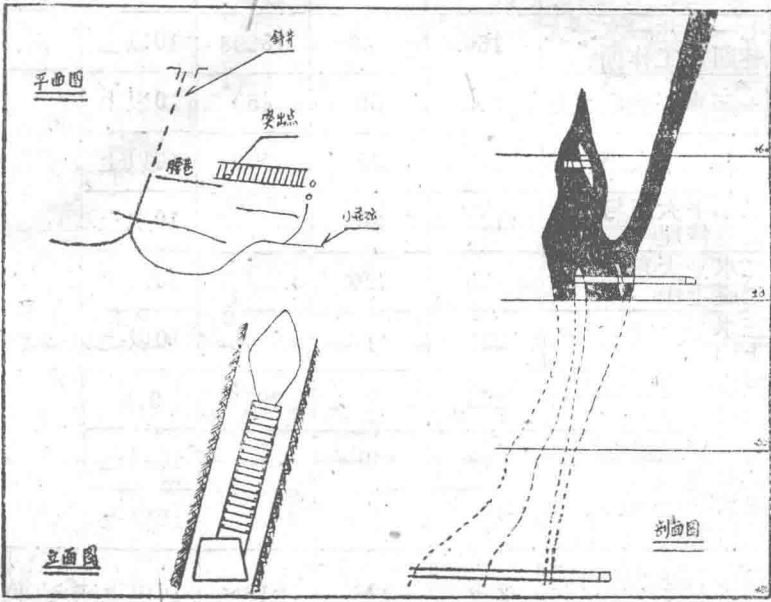


图 2-2

大槽煤层是我矿主采煤层，走向长5000m，倾斜深度达到-600米，在这个范围内。地质构造、基岩的岩性、煤层厚度和结构都有很大的差异性，这种差异性是导致大槽煤层东西两异和瓦斯突出差异性的主要原因。图2

1、地质构造上的差异对煤和瓦斯突出的控制作用，实践是检验真理的唯一标准，通过一、二水平的掘进，开采的实践，丰富了我们对井田内地质构造的认识，初步掌握了

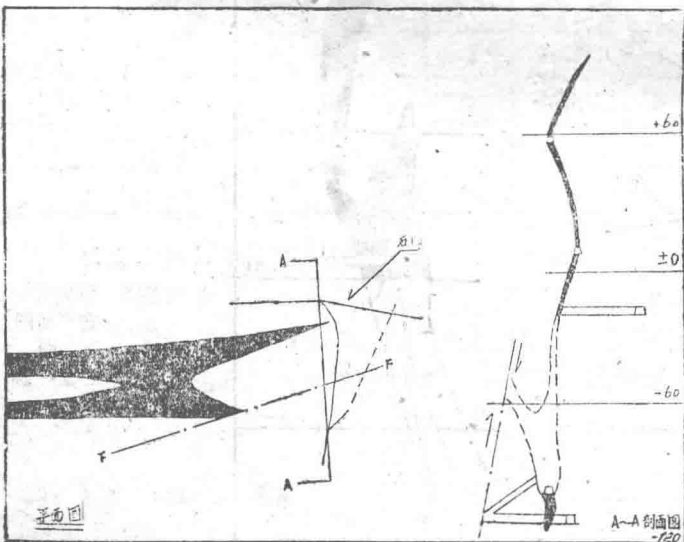


图 2-3

井田东西两翼构造上的差别,这种差别主要表现在断裂与褶曲两个方面。第6勘探线以西岩石比较粗,以砂岩、粉砂岩为主,岩石脆性有比较显著,地质构造以断裂为主,对煤层的破坏性很大,第6勘探线以西2500米走向上出现五个煤层被拉长错断形成无煤带,最长的错动无煤带长达150米,有的地段(9线附近)由于断裂原因使煤层直接与下部茅口灰岩接触,断裂频率比较高。一水平大西沿走向素描了1300米岩石巷道,共有大小不等,力学性不同的断裂44条,平均29米就有一条断裂,特别是与煤层斜交的 $N5-25^{\circ}E$,这组断裂比较发育,在44条断裂中,它占14条,占各种断裂的32%,根据结构面的性质它是张扭断裂,并与茅口灰岩断裂岩溶相沟通,它成为西翼泄放瓦斯的主要通道。而东翼4—5线以东,岩石塑性较大。而东翼的地质构造则以褶皱为主,而且出现的形式是由一系列封闭的连续的紧密的褶曲,褶皱幅度在倾斜方向为80—120米,沿走向可延长400—600米,在向,背斜轴部煤层急剧增厚,增厚部分相当于正常煤层厚度的4—5倍,同时转折拐弯急剧,特别顶板成楔形形状,常常误认为煤层原始尖灭,这种构造形式有利于瓦斯的富集储存,使瓦斯成高压状态。这是4—5线以东煤和瓦斯突出的构造上的原因。

根据上述构造上的差异性的事实,我们认为这主要是受当时产生构造运动时与地应力大小有关,可以设想在一个地应力场中,地应力的分布是不均匀的,它可以分成若干应力集中区段,而且地应力作用时间延续较长,因此均以断裂形式释放地应力。由于应力场中地应力大小的差异性导致了构造的差异,由于构造上的差异,又导致了东西翼煤和瓦斯突出的差异。即井田东翼(4—5线)以东有煤和瓦斯突出。而井田西翼则没有煤和瓦斯突出。

2、煤系下部基岩的岩性不同对瓦斯保存起着重要的控制作用。

青山井田不仅构造上的差异,对煤和瓦斯突出起着控制作用,而且煤系下部的基岩也有显著的差别,这种差别的存在,是控制井田东西翼瓦斯压力大小不同的重要因素。

井田西翼即(4—5线)以西地表出露的大面积的下二迭系茅口灰岩,它的厚度大,质地纯,岩溶裂隙发育,在地表形成复杂的喀斯特景观,并有纵横交错的断裂与煤系煤层沟通,成为瓦斯运移泄出的良好通道。而井田东翼即4—6线以东,则不然,煤系下部是下二迭系小江边泥灰岩,这种灰岩厚度大,岩石软,塑性大,主要是黑色泥岩、夹碳酸钙扁豆体,它受力后形成一些紧密的褶皱及压性断裂,是封型构造,它起着良好的隔水隔气作用,这就是井田东西翼瓦斯压力不同。东翼有煤和瓦斯突出的地质因素之二。

3、煤层厚度和瓦斯的关系:

煤层厚度变化的原因主要有两种:一种是原始的,另一种是后期改造的。结合青山井田的实际煤厚资料,煤层厚度的变化则主要是后期改造的影响,煤层结构的简单与复杂,则主要取决于当时成煤盆地的沉降速度和成煤物质的堆积速度快慢而定。从青山井田内三个主采煤层(大槽、管子槽、硬子槽)厚度及结构变化资料充分说明这一点,就拿具有煤和瓦斯突出的大槽煤层为例,井田东翼大槽煤层厚度大,变化少,而西翼煤层厚度变化大,而且结构复杂,什么原因呢?主要是成煤后期的改造作用的影响。井田西翼2500米走向长度内,大槽煤层出现5个断裂带,有的断裂带长达150m,破坏煤层的连续性,致使煤层厚薄变化极大,走向几米内煤厚由0变为几十米。这种现象在西翼是屡见不鲜的。而井田东翼特别是4—5线以东,断层少煤厚稳定,这种现象是否可以说明当时的地应力是西强东弱的表现呢?我们认为是完全可以的。从青山井田瓦斯含量及煤和瓦斯突出的实际

资料来看，一般是煤层厚，瓦斯含量大。煤层薄瓦斯含量少，断裂带瓦斯含量少，瓦斯压力也低，而在断裂附近特别是煤层变厚处，瓦斯含量大，煤炮严重。从现象来看，是煤厚和瓦斯的关系，实质上是当时地应力的一种反映。原因何在？我们认为：因为断裂处当时受到的地应力大而且集中，煤层受到强大而集中的地应力作用下使煤层发生塑性流动，致使煤层拉长变薄甚至尖灭。这就是煤层薄瓦斯含量少的构造原因。同时我们认为在煤层厚的地段是当时地应力相对较弱而且不集中的地段。由于地应力的差异性，导致了地应力高的地段的煤层向地应力低的地段流动，形成现在的厚煤地段。瓦斯也通过断层和裂隙由地应力高的地区向地应力低的地区运移和富集，这就是煤厚，瓦斯大，压力高的原因。

三、对今后瓦斯地质工作的初浅想法

瓦斯地质是一门新的边缘性学科。它有许多基础理论有待研究和讨论。我们认为瓦斯地质必须加强以下方面的研究：

1、加强瓦斯成因和储存方面以及古地理环境的研究：

瓦斯的生成是古代植物遗体在成煤的古地理环境内堆积后经过一系列生物化学作用下，由植物中遗体的纤维质，腐植质等分解而生成，这样生成的瓦斯又是怎样保存下来的？我们认为，开始瓦斯生成和保存除了上述的作用外，而与成煤的古地理环境有着密切的关系，也就是说什么样的古地理环境下分解作用强，什么样的古地理环境下分解作用弱。另一方面，这样生成的瓦斯在什么样沉积环境下利于保存，又在什么样沉积环境下易于跑掉。这就必须对成煤的古地理环境作深入的研究，找出其规律性。

2、加强对瓦斯突出的因素的研究：

瓦斯突出有多种多样，归根结底，我们认为地质构造因素是主要的，本质的，而地质构造形迹则是地应力作用后的产物，因此，瓦斯地质必须运用地质力学的方法，致力于区域应力场的研究上，并在本区域应力场的基础上，搞清应力集中区段，查明哪些构造形迹有利于瓦斯赋存，这对查明瓦斯突出的分布及其规律预测，预报瓦斯突出提供依据和帮助。

一九七九年五月十七日

阳泉一矿北头咀井

瓦斯特殊涌出现象的初步认识

阳泉一矿地质测量科

我矿北头咀井为超级瓦斯矿井，自一九六六年以来不断发生瓦斯喷出及煤与瓦斯突出现象，截至目前共发生八百余次，其中煤与瓦斯突出百余次，瓦斯喷出七百余次，多数发生在回采工作面，煤巷掘进次之，石门揭煤尚未发生突出，突出强度最大为120吨，平均强度为20吨/次。由于煤与瓦斯突出的频繁出现，给安全生产带来很大不利因素，为了更好地防治瓦斯突出，我们进行了瓦斯突出的调查分析工作，下面谈一下我们对瓦斯突出的粗浅认识。

一、基本情况：

阳泉矿区位于新华夏系第三隆起带中段，太行背斜西侧，沁水盆地之东北边缘，煤系时代为石炭、二迭纪。区内地质构造简单，岩层倾角平缓，以较为开阔的短轴褶曲为主，伴有稀疏的断层（多为正断层，落差3米以下）以及古河床冲刷，喀斯特陷落等。岩层倾角一般为10度以下，局部可达12~14度。

井田内主要可采煤层为三层：山西组上部的3*煤层，（厚度2.20米，无夹石）太原群中部的12*煤层（厚度1.50米，1~2层夹石，距3*煤层间距90米）太原群底部的15*煤层（厚度6.0米，1~2层夹石，与12*煤层间距45米）均为无烟煤，北头咀井开采的是3*煤层。

井田内之主要构造为蒙村河背斜及王兰平向斜。蒙村河背斜位于井田东部，轴向呈北北东方向断续延伸，王兰平向斜位于井田中部西侧，向斜轴中段走向为北东，向北延伸渐变为近南北向，向南延伸急剧变为北东东至近东西向，由于短轴褶曲发育，在这主要向背斜之间还发育着更次一级的小褶曲及鞍状构造地带。

井田内水文地质条件简单。含水系数在 $1M^3$ /吨煤以下。

3*煤从结构上可分为三个分层，自上而下为：

（一）暗淡型煤：厚0.15~0.20米左右，致密坚硬，结构均一，灰分高（一般在30%以上）其底部常有透瓦状之方解石细脉。 f 值2.5左右。

（二）宽条带光亮型煤：厚度1.00~1.40米左右，较坚硬。为镜煤及亮煤条带相间，高角度之垂直节理发育，密度大（1~2条/CM）间有稀疏之 α 节理。梳状节理及眼球状节理较为发育。 f 值1.5左右。

（三）细条带~中条带光亮型煤：厚0.30~0.6米，常较为松软，在高角度之垂直节理面上常有一层方解石薄膜。此层常为受揉皱状态；条带状构造模糊，光泽变暗，呈粉末

状或鳞片状， f 值一般在1以下。

从开采程序上讲，3*煤层为第一开采层。采用平硐开拓，走向长壁式采煤，大冒顶管理顶板。

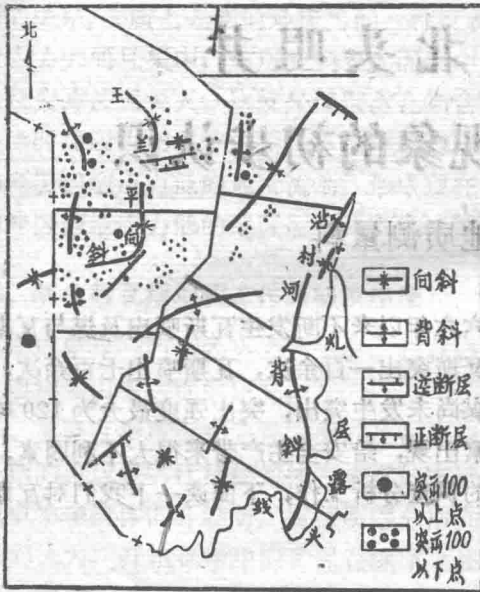


图1 北头咀井瓦斯突出与地质构造关系图

二、瓦斯突出点的分布：

根据北头咀井不同地质条件，构造部位及开采技术条件对瓦斯突出点做了如下统计分析：

1、在不同采掘位置上的分布情况：

以上下山分：下山区域的突出次数为84.9%，上山区域的突出次数为13.1%。

以回采和掘进分：回采工作面占大多数为总次数的93.5%，煤巷掘进占总次数的6.5%（在煤巷掘进中煤与瓦斯突出的比率明显增大，为掘进总次数的72.7%，而瓦斯喷出仅占掘进总次数的27.3%。

2、不同构造部位的分布情况：

(一) 在井田内一级褶曲上的分布：

位于王兰平向斜区域发生突出的次数占总次数的83.9%，位于蒙村河背斜翼部的占总次数的16.1%，位于蒙村河背斜轴部尚未发现。

(二) 在井田内次一级褶曲上的分布：

在王兰平向斜内：小背斜占总次数的53%；

小向斜占总次数的10.9%；

翼部占总次数的20%；

蒙村河背斜西翼：小背斜占总次数的8.3%；

小向斜占总次数的4.8%；

翼部占总次数的3.0%；

综合这些情况：小背斜占61.2%，小向斜占为15.7%，翼部为23.1%。

(三) 位于断层附近的瓦斯特殊涌出：

北头咀井断裂构造稀疏，落差不大。在瓦斯突出区域内有一半左右的断层伴随有瓦斯突出现象。在断层附近发生突出的次数仅占总次数的17.9%。

3、不同盖山厚度（埋藏深度）情况下的分布：

盖山厚度在400米以上突出发生的次数占总次数的78.1%。

盖山厚度在300~400米区域突出发生的次数占总次数的15.5%，盖山厚度在200~300米区域突出发生的次数占总次数的5.3%。

盖山厚度在200米以下区域突出发生的次数占总次数的0.6%，（这0.6%均为瓦斯喷

出,没有突出。)

4、不同矿山压力情况下的分布:

回采工作面内: 矿山压力大的区域突出次数占总次数的97.5%, 矿山压力小的区域仅占2.5%。

煤巷掘进: 当采区集中压力已作用于煤体时开掘巷道其瓦斯突出发生的机会比没有采区集中压力作用的煤体内开掘巷道时要高出2.8倍。

5、不同煤层结构情况下的分布:

北头咀井之煤层结构在前面已有叙述, 即煤层底部往往发育有一层揉皱软煤存在, 软煤厚度与瓦斯突出的关系为:

软煤厚度大于0.60米。突出发生的次数占总次数的88%。

软煤厚度为0.40~0.60米。突出发生的次数为总次数的8.8%。

软煤厚度为0.20~0.40米突出发生的次数占总次数的3.2%。

软煤厚度在0.20米以下区域内尚未发现有瓦斯突出现象。

6、不同顶板岩性条件下的分布:

直接顶为坚硬岩层(砂岩)区域突出发生的次数为总次数的83%。直接顶为较软岩层区域(砂质页岩)突出发生的次数为总次数的17%。

7、不同落煤方式对瓦斯突出的影响:

为了有意识地进行这一项考察, 在902回采工作面进行了两个月的放炮落煤和两个月的机组采煤试验, 以观察瓦斯突出的情况, 其结果是:

放炮落煤: 在两个月中发生瓦斯突出65次。

机组采煤: 在两个月中发生瓦斯突出23次。

说明放炮落煤比机组落煤容易诱发瓦斯突出(但机组落煤使突出发生的机会增加, 喷出相应减少。)

三、瓦斯突出影响因素的分析。

通过上述统计分析可看出有以下几个因素与突出关系密切:

1、突出均发生在发育有揉皱软煤的区域, 软煤厚度愈大发生突出的比例也愈大没有软煤的区域尚未发现过突出。

2、突出发生在一定埋藏深度的区域(200公尺以上), 埋藏深度愈大突出次数愈多。

3、在井田构造中突出发生的部位以向斜区域为主, 背斜部位较少, 甚至没有。

4、地应力显现大的区域易发生突出。

5、在瓦斯突出区内顶板为坚硬岩层处, 比顶板为软弱岩层处突出发生的多。

6、瓦斯突出一般发生在相对瓦斯涌出量为 $25m^3$ /吨煤以上的区域。

7、采煤方法不同, 采掘区域及顺序不同, 对突出的影响也不同,

通过对上述七个方面的归纳分析, 我们认为影响煤与瓦斯突出的因素可归结为两个方面, 一个是地质因素, 一个是开采因素, 地质因素就是瓦斯潜能在地层中的聚集条件, 是煤与瓦斯突出发生的内因, 开采因素就是瓦斯潜能的人为释放条件, 是煤与瓦斯突出发生的外因条件。当然就这两个条件本身又各自包含着许许多多复杂的因素, 但有了这两个方面就便于我们从不同的方向与角度去观察研究煤与瓦斯突出这个复杂矛盾的各个方面。

下面谈一下我们对这两大因素的看法：

(一) 地质因素：

包括影响区域瓦斯含量之地质因素和影响，煤层中瓦斯潜能积聚之地质因素。

1、影响区域瓦斯含量之地质因素：

这类因素主要为原始聚煤物质，成煤环境，沉积变质条件，盖层的沉积与剥蚀情况等。

①盖层厚度及剥蚀情况对瓦斯含量的影响：

由于阳泉地处山区、地形切割严重，埋藏深度变化较大，一般埋藏深度在200公尺以上的区域瓦斯含量一般在 $25m^3$ /吨煤以上，而盖层厚度在200公尺以下至煤层露头区域。瓦斯含量从 $25m^3$ /吨煤递减至 $2.1m^3$ /吨煤。

②原始物质及成煤环境：

北头咀井田内只有3*煤层发生突出，而12*、15*尚未发现突出。其原因何在？！这三层煤的瓦斯含量差不多，但煤层结构不同。12*及15*煤层硬度较大。构造应力场基本上完全一样。在这种情况下造成煤层结构不同的原因很显然是由于成煤物质或成煤环境不同而引起的对构造应力的响应程度不同，致使煤层揉皱程度不同。

③煤的微观结构决定瓦斯在微观孔隙中的赋存形式。从而影响瓦斯由于应力作用时分解或解吸的速度与大小。

3、影响瓦斯潜能积累的地质因素：

①瓦斯突出时突出煤量与瓦斯量的关系：

(北头咀井煤与瓦斯突出情况简表)。

北头咀井煤与瓦斯突出情况简表

项 目	年 度	66至72						
		1973	1974	1975	1976	1977	1978	
总突出次数(次)	85	326	162	93	111	62	63	
总瓦斯量(m^3)		316934	126354	106497	266799	99463.8	104276	
平均瓦斯量(m^3 /次)		987.3	780	1145.1	2403.6	1604.1	1655	
突 出	总次数(次)	55	17	5	19	10	4	
	总煤量(吨)	1052	385	120	606	229.5	154	
	平均煤量(吨/次)	19.1	22.6	25.0	31.9	22.9	38.5	
	总瓦斯量(m^3)	134890	25800	33139	9649.2	27366.8	27020	
	突出吨煤瓦斯量 m^3 /吨	128	67	278	146	119	175	
喷 出	次 数(次)	271	145	88	92	52	59	
	总瓦斯量(m^3)	182044	100554	73358	170307	72097	77256	
	平均瓦斯量(m^3 /次)	681.8	693.5	810.8	1851.2	783.6	1139.9	

从表中可以看出每突出一吨煤伴随突出之瓦斯量要在 $100m^3$ 以上。瓦斯喷出量平均

每次在 $600m^3$ 以上。而煤层中之正常瓦斯含量一般在 $25\sim 40m^3$ 左右。那么突出或喷出时如此大量的瓦斯是从那里来的呢？从3#煤层的情况来看是来自煤层本身，也就是说在同一煤层中瓦斯含量（及能量）的分布是不均衡的。

②处于封闭状态的揉皱软煤是瓦斯潜能储集的场所——突出源：

北头咀井煤和瓦斯突出均发生在揉皱软煤发育的区域。软煤厚度愈大，搓揉程度愈严重则突出强度也随之增大。但是有揉皱软煤的区域并不是处处都发生瓦斯突出，而只是在某些地方才发生突出，这是一个现象，再一个现象是在突出区域打煤层钻孔时（孔径为 $\varnothing 73mm$ 或 $89mm$ ）经常发生孔喷现象，煤泥，煤屑夹杂着小煤块和高浓度的瓦斯猛烈地沿钻孔向外喷出。当钻进至某一深度时开始突然发生孔喷，孔喷是断续的。间歇时间为半秒，一秒或两秒钟。一个深度在60米以内的煤层钻孔可以发生 $2\sim 3$ 次孔喷，有时因孔喷严重而不得不行止钻进。当然孔喷现象并非每孔必有，且深度也不尽相同，我们认为这种孔喷就是小型的煤与瓦斯突出，只不过由于揭露面积小瓦斯潜能不能一下子突然释放，而较为缓慢地释放而已。

上述两个常见的现象可以说明煤层内瓦斯潜能的储藏区域是具有封闭条件的揉皱软煤内。而各个封闭区域之间并无大的通气裂隙沟通，只有将封闭圈揭开时，才能使瓦斯潜能得以突然释放，即发生煤与瓦斯突出。

③揉皱软煤的产生及瓦斯潜能的储集：

揉皱软煤是煤层在构造应力场中由一对彼此平行，方向相反的力偶在压扭性应力作用下，遭受反复搓揉而形成的。

在构造应力场中，煤是力学性质最为脆弱的岩石，由于边界条件的改变，诸如岩性、厚度与煤层的接触关系不同以及岩层形变时局部的应力方向与大小发生变化等等，这些变化首先要从煤层上表现出来。再者从煤层本身来讲，既是应力传递的介质，又是受应力改造的岩体，在构造应力场中随时都处于变化运动的状态，因而在主应力的控制下，在不同边界条件情况下，经常作用于煤层各个不同部位的应以压扭应力和张扭应力为主，在压扭应力较为强烈的区域，则有可能形成含有瓦斯潜能的构造软煤封闭区域。

在北头咀井瓦斯突出较为强烈的区域为：

小褶曲翼部

挠曲部位

断层旁侧

构造线转折处

冲刷区域边缘

这些区域也是揉皱软煤发育的区域。

由于煤层遭受反复搓揉，使煤层原有结构及颗粒被破坏揉碎。以各种方式存在于煤层微观结构中之瓦斯从中分解或解吸出来，在强大应力作用下使瓦斯以压缩状态潜藏于具有封闭条件的软煤之中——形成突出源。

上述之封闭条件是我们从煤矿生产及瓦斯突出分析中体会到的，它的确存在，但是以何方式形成怎样的封闭造，是应力封闭，还是结构封闭或者别的什么，尚不清楚，在此做为一个问题提出来。

（二）开采因素：

开采因素是煤与瓦斯突出发生的外因条件，给瓦斯潜能的释放提供了空间和压力差，

造成原始应力平衡条件的破坏，是煤与瓦斯突出发生的必不可少的因素。

由于开采条件的不同，诸如开拓方式、采煤方法、开采程序等等，能改变瓦斯潜在不同情况下的积聚条件和释放条件（突然释放、缓慢释放、提前释放等）对瓦斯突出的强弱与大小有着直接的关系。所以根据不同的地质特点确定开采方式和预防措施是有非常积极意义的。

总之，通过对北头咀井煤与瓦斯突出的分析，我们总的看法是：在瓦斯含量达到一定指标的基础上，突出的强度与大小决定于揉皱软煤的发育程度及封闭情况。开采是使潜藏于软煤内高位能瓦斯失去应力平衡条件，而使煤与瓦斯突出得以发生的触发条件。

由于我们工作地区的局限和水平所限，对煤与瓦斯突出这一复杂事物的认识是非常肤浅的，谬误之处一定很多，请批评指正。

六枝矿区煤与瓦斯突出 与地质构造关系的初步探讨

六枝矿务局

我局煤与瓦斯突出的研究工作是近年来在四川矿院（现中国矿院）的大力协助和指导下，以及辽宁煤研所、重庆煤研所、贵州工学院、天府、中梁山、南桐等兄弟单位的热情帮助下开展起来的。

六枝矿区是从64年起开始进行大规模建设的，煤与瓦斯突出的动力现象，也是从64年开始发生的。随着煤田的不断开发，突出次数和规模也随之增加，现有七对生产矿井均不同程度的发生过突出，极大地影响了生产的发展和职工生命的安全。因此，防治突出危害，就成为我局广大职工在生产斗争和科学实验方面迫切需要解决的重大关键问题。

我们对突出规律，经历了一个从不认识到逐步认识的过程。长期斗争的实践使我们深刻体会到，突出的问题是因素比较复杂的一种动力现象。要全面弄清其客观规律，还需进行长期的、细致的工作。

经过十多年的实践，通过对突出点的资料分析，可以充分说明突出与地质构造有着极为密切的关系，不仅受建造因素的影响，而且还受后期改造因素的控制。我们的认识还仅仅是初步的，肤浅的，有待进一步工作，以便逐步地从必然王国走向自由王国，更好地解决突出对矿井生产及职工生命安全的严重威胁。

一、矿区概况：

六枝矿区位于贵州省西南部，东距贵阳市152公里，滇黔铁路、安（顺）、水（城）公路横穿矿区，交通方便。

区内地形起伏，沟谷纵横，地貌为构造剥蚀山地，西北高、东南低，地形标高1200—1765米。矿区水文地质条件简单。

本区就大地构造而言，位于威宁弧反射弧的东南部份。一系列的北西向构造占主要地位，形成威宁——郎岱褶皱束。区内包括五个主要构造单元，一般多呈北西向平行排列。目前生产的矿井均分布在六枝向斜和大煤山背斜两翼。

本区自上古生代开始，处于下沉阶段，煤系盖层发育巨厚，沉积物以海相、泻湖相、

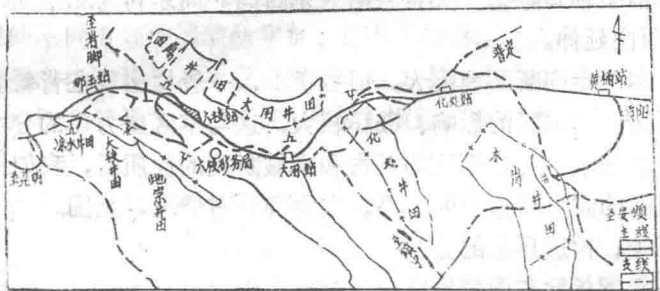


图1 矿区位置及井田分布

海陆交互的碳酸盐类及碎屑岩类组成。各地层间呈整合或假整合接触。在地史上表现为多次幅度巨大的震荡运动。二迭纪中期的东吴运动, 伴随有大规模的岩浆活动, 形成了煤系底部普遍发育的峨眉山玄武岩。出现在侏罗、白垩纪的燕山运动, 使本区呈现大规模的褶皱及断裂活动, 形成了若干平行紧密的褶皱带及相互交错切割的断裂。喜马拉雅运动对本区也有影响, 继承和发展了原有的断裂, 造成本区构造的进一步复杂化。

本区地层以三迭及二迭系分布最广, 发育最好。岩性主要以灰岩、页岩、泥岩及细粒砂岩为主, 煤系复盖层为碳酸盐类地层, 厚度约二千米左右。

煤系为上二迭统龙潭组, 平均厚度为414.16米, 其中砂岩总厚为176.67米, 页岩总厚为181.95米, 灰岩总厚为41.71米, 煤厚13.83米。从煤系岩石组成可以看出它的透气性很差, 故为瓦斯的贮存创造了良好的条件。

煤系共含煤11~37层, 含煤总厚度为3.98~23.37米平均14.0米左右, 含煤系数为0.92~5.12%, 其中可采1~7层, 可采总厚度0.85~13.4米; 局部可采1~6层, 可采厚度为0.8~5.46米。煤系上部含煤性好, 中、下部含煤性差。从煤层层数看, 西部层数多, 东部层数少。全矿区7号煤为主要可采煤层, 也是主要突出煤层, 该煤层结构复杂, 厚度变化大, 含夹矸0~11层。

煤质情况: 矿区西南部茅口背斜的北东翼, 三丈水背斜以焦煤, 焦瘦煤为主焦瘦煤次之; 六枝向斜北东翼以瘦煤、贫煤为主, 焦瘦煤次之, 大煤山背斜两翼为贫煤, 个别点见有无烟煤。煤质的变化规律是: 在水平方向由西北向东南变质程度逐渐增高, 在垂直方向上, 深部比浅部变质程度高, 这说明本区的变质因素以区域变质为主, 动力变质次之。

二、矿区构造及应力场的初步分析:

本区褶皱断裂比较发育, 多以长轴背斜、向斜为主, 背斜较紧密, 向斜较开阔。区内主要褶皱有茅口背斜、郎岱向斜、三丈水背斜、六枝向斜、大煤山背斜、梅子关背斜等。

褶皱轴向除梅子关背斜略成东西向, 向东转为北东向外, 其余均为北西向, 一般呈北45°西向延伸。

本区走向断层规模大, 但数量少, 一般均出现在背斜轴部; 斜交断层则非常发育, 到处可见, 对本区的影响、破坏较大, 这与本区应力场的分布有密切关系。

根据本区构造形迹的展布和褶皱断裂的性质看, 我们初步认为是由三个不同时间、不同空间的应力场作用的结果。应力场分布情况, 见图。

1、构造形态的分析

(1) 北东向的构造形成较早, 由北西、南东方向的压应力作用所致, 包括梅子关背斜及其轴部的压性、压扭性断层。另外, 越过北西向构造带, 在茅口背斜的西南向也有北东向的构造形迹, 并有一组不同规模的北东向压性断裂存在, 茅口背斜短轴方向, 同样反映了这一应力场的存在。

(2) 北西向的构造带形成较晚, 它由北东、南西方向的压应力作用所致, 包括茅口背斜、郎岱向斜、三丈水背斜、六枝向斜及大煤山背斜以及走向道断层。这一应力场在东区显示比较强烈, 不但形成了一组北西向褶皱, 而且伴生有一系列扭性断裂、规模之大, 数量之多, 延长之远, 都占首位。北东向的构造也被北西向的构造所改造。茅口背斜按其形成时代系与梅子关背斜同时形成, 但由于受后期应力场的影响, 使其长轴表现为北西

向，而短轴仍保留原来的形态。

(3) 在北西、南东向褶皱形成以后，本区又受到一切南北向的扭应力作用，致使本区斜交褶皱轴的压扭性断裂比较发育，并还出现一组张扭性断裂。这些构造都反映了受南北向扭应力作用的结果。这个南北向反时针的扭应力是出现在北西向褶皱形成后，对东区起着控制作用，从六枝向斜轴在凉水井一带受到北东向压扭性断裂的多次切割和大煤山背斜两翼次一级褶皱的展布都可得到证明。

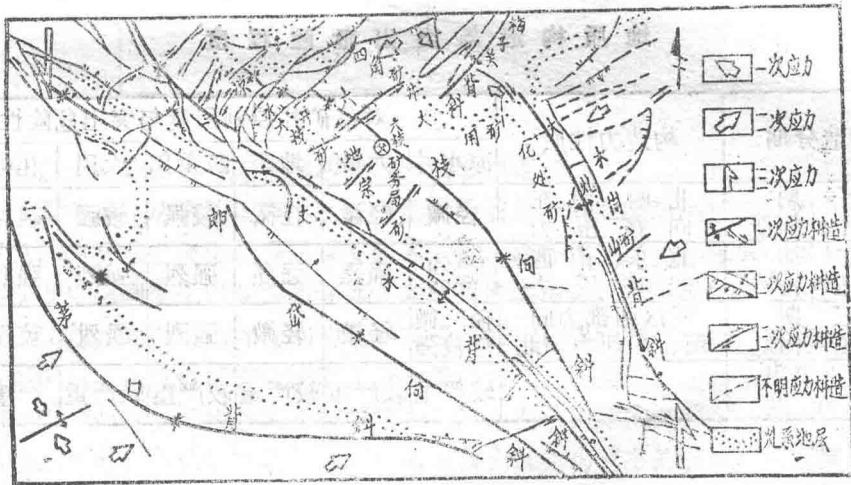


图2 矿区构造应力场分布图

2、构造复合方式分析：

东区构造复合的基本方式包括横跨和限制两种。

(1) 横跨：是反接（即两组构造线以较大角度交接）的一种特殊表现。亦即一组形成较早的褶皱被另一组形成较晚的不同方向的褶皱所穿插、跨越的现象。

我区是北东向的构造，被北西向构造跨越，属直交横跨。在六枝~郎岱镇一带的北东向构造被北西向的三丈水背斜、六枝向斜等构造以近90°夹角所横跨。并改造了横跨部位的北东向构造。

(2) 限制：两组不同方向的构造成分复合时，形成较早的一组常限制形成较晚的一组，使之只在一侧发育，而不切穿较早的一组。东区大煤山背斜是属于北西向一组褶皱中的一个构造单元，是在北东、南西向压应力作用下形成的。其北端到梅子关背斜附近即终止了，就是该背斜轴部的逆断层，也没有穿过梅子关背斜，而被其所阻隔。

根据上述对矿区应力场及受力状态的初步分析，并联系到各矿的地质构造与突出的具体情况看，已发生的84次突出，由于地质构造应力造成的因素具有普遍性。

三、煤与瓦斯突出与地质构造关系的分析：

从全矿区看，已如前述，主要构造是三次形成的，前期构造是后期构造产生的条件，而后期构造对前期构造又有改造作用。各井田以至各采区受这三期构造的控制程度不同，

因而对突出的影响程度也各有差异。

各井田受构造控制程度对突出的关系，大致概况如下表：

在现在开采深度条件下，凉水井、六枝、地宗等矿井的煤与瓦斯突出以倾出类型为主，强度一般不大，而四角田、大用等矿井则以突出类型为主，强度也比较大，表明了这些矿区处于三期构造应力集中地区，瓦斯因素的作用显著增加。

地质构造与突出危险程度

地质构造分期	构造力性质	对各矿井控制程度与突出危险性						
		凉水井	六枝	地宗	四角田	大用	化处	木岗
第一期 北东向压性构造	北西、南东力 向挤压	轻微	轻微	轻微	较强	较强	轻微	轻微
第二期 北西向压性构造	北东、南西力 向挤压	强烈	强烈	强烈	强烈	强烈	强烈	强烈
第三期 南北向压性构造	矿区西部力向 南、东部力向北	轻微 至较强	轻微	轻微	强烈	强烈	较强	较强
第一水平突出 危险程度		较严重	较严重	较严重	较严重	较严重	严重	严重

突出受地质构造控制，不仅分井田看如此，在每个井田内的各采区也有类似规律。如六枝矿的东二采区是本矿突出最严重的，该采区构造与其它采区相比有明显的差别。采区边界在两个斜交压扭性断层（属第二期构造）生成时，在南北向挤压力的作用下，象打楔子一样，把这个采区的煤楔进毗邻的两个采区，在这样严重的挤压下，区内的煤层显著变厚，7号煤层厚度由一般6—7米增厚到10左右。由于这种挤压的影响，造成区内压扭性小断层发育，给瓦斯的积聚和突出造成了有利的条件，该采区共突出14次，占全矿7号煤层突出总次数的61%。见图3，地宗的西矿二采区与六枝矿东二采区构造类似，故突出也十分严重，共突出23次之多，

占全矿总突出次数的74%。再如，四角田矿与大用矿的一采区，受第三期构造的控制是比较严重的，它们都显著向南或向西南凸出，变形曲率较大，在这个三期构造的复合部位，应力是比较集中的，大用一采区共突出14次，占全矿突出次数的78%。突出强度达2000吨的一次特大型突出即发生在这个采区向南凸出的弧部顶部图4。四角田矿主平硐车场绕道在垂深仅170米处发生一次强度为972吨的大

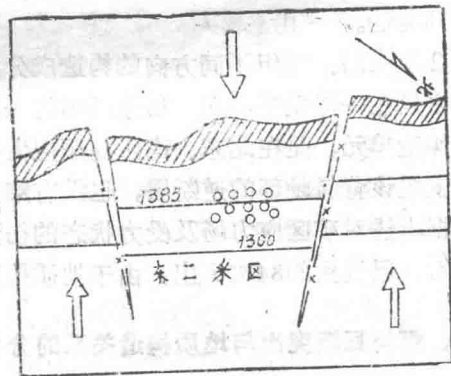


图 3

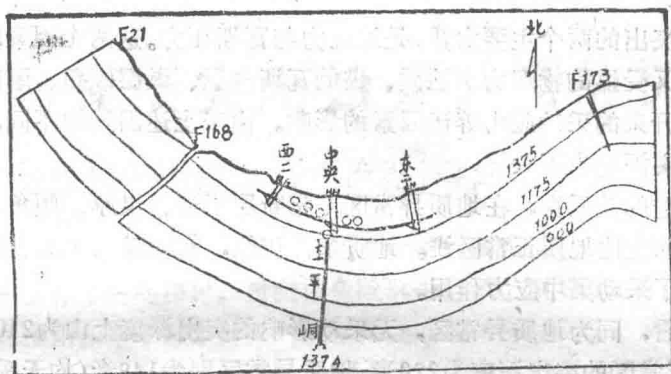


图
4

突出，突出点所处的位置也是在向西南凸出的弧顶部。

其次，是在断层丛生的地方，而在未迁断层前（一般在距断层10米以内），特别是在断层的下盘，容易发生突出；当煤层受到褶皱构造破坏揉皱严重和煤层产状（走向、倾向、倾角）发生急剧变化以及煤质变软、碳化程度增高时，也容易发生突出。从构造和结构面力学性质看，发生突出部位的构造均属于压性、压扭性构造形迹，张性、张扭性构造形迹一般不突出。上述情况充分说明了应力集中与突出的关系。

全局突出的84次，受构造因素控制的为71次，占总次数的85%。

从煤层的厚度及结构情况看，一般是厚度较大且结构复杂的煤层，其瓦斯含量相对较高，易突出。我局所发生的84次突出，有82次发生在7号煤层，占总突出次数的97.6%。该煤层的厚度变化较大，从1.05~14.24米，含矸石0~11层，靠近顶板处往往有软分层存在突出多发生在该软分层中，这可能是由于在该分层内瓦斯易于贮存，且释放性能较差所致。

地质构造与突出次数关系统计表

突出次数 矿井名称	地质构造	突出与构造关系				合计	备注
		地质构造正常	地质构造异常				
			断层附近	其它构造处	小计		
凉水	冲		1		1	1	
六地	枝宋	7	18		18	25	
四角田			31		31	31	
大化木	用处岗	4	11	3	14	18	其它构造处指向西南凸的弧顶部
		1	1		1	2	其它构造处指向南凸的弧顶部
		1	2		2	3	
全局	次数	13	67	4	71	84	
	%	15	80	5	85	100	

四、始突深度与地质构造的关系：

发动和发展突出的两个主要力量，是地应力与瓦斯压力。这两个因素随着深度的增加而相应增大。但它又受煤的物理力学性质、煤的瓦斯含量、煤层倾角、厚度、地质构造、水文地质条件以及开采的采动应力等诸因素的影响。由于上述因素的不同，所以突出层和同一层内各区的始突深度也不一样。

从与地质构造的关系看，在地质异常区（指断层附近、煤厚、倾角、走向急剧变化的区域等），始突深度比地质正常区浅。地质条件相似，有采动影响的区域比无采动影响的区域浅，这显示了采动集中应力作用。

从全局情况看，同为地质异常区，无采动影响的突出深度上山为210米，有采动影响的121米；地质正常区的突出深度为220米，地质异常区则为148米（均无采动影响）；而连有采动影响的地质正常区为250米，地质异常区则为155米。压出深度也是如此，同为无采动影响的，地质正常区为270米，而地质异常区为154米。

煤层倾角对始突深度也有很大影响，在相同条件下，倾角缓比倾角陡的始突深度要浅的多，无采动影响区，倾角大于 45° ，其深度为280米，倾角小于 35° ，为148米；在有采动影响区，倾角大于 45° 时，深度为216米，倾角小于 35° 时为126米。这与一般规律有所差别，是由于构造应力与瓦斯因素的作用所致。

在急倾斜煤层，上山的始突深度比平巷与石门浅得多，无采动影响区，上山为210米，而平巷为275米；有采动影响区，上山为121米，平巷为155米。这说明了重力参与突出的明显作用。

以上是我们在实践中的一点粗浅认识，由于工作做的不够，加上水平所限，因此，缺点、错误一定不少，敬请批评指正。

对煤与瓦斯突出始突标高的探讨

四川省华莹山中段煤田建设指挥部 焦光华

我们于1976年11月31日曾对华莹山中段矿区高顶山、李子垭矿井的煤与瓦斯突出(以下简称突出)作了一些探讨,对突出危险区进行了予测划分(详见《川煤科技》1977年二期“高顶山、李子垭矿井煤与瓦斯突出问题的探讨”)。从实践来看,李子垭北井+680m水平以上已掘煤巷约1万米(急倾斜),上复岩厚近500米,目前未曾采取防治措施而没有发生突出。另一方面我们又以高一井已知开始突出的标高570米作为对比基点,将高二井在宝顶背斜轴附近的情况作了一概略予测,指出“尤其是翼部逐渐扭转(即靠近轴附近)的部位如大坳坪一带,突出危险性增加,在倾向上表现为突出上限有可能升高,走向上往轴部方向突出强度较其它地段有增加的可能”。于1977年11月10日就在背斜轴附近(南东翼,距轴部120)的机巷掘进中,617米的标高上发生了突出。从中段李子垭、高顶山目前不突出和突出的初步划分上与实践基本相符,这就提示我们:运用地质力学的观点对突出危险区分布的研究是值得进一步探讨的。

突出这种现象在一个矿井的表现,均不是从煤层在地面上的出露线就开始了,而是煤层在一定深度下的某一标高才开始发生突出的。这个开始突出的标高,我们称之为开始突出点或开始突出的标高,简称始突点或始突标高。在一个建设、生产的矿井中掌握始突标高不独有其理论意义,而且更重要的是在于它的生产现实意义。可是从何找出一个新井的始突标高来呢?目前我们试图从具有成生联系的构造分析中参照对比已知的始突标高来分析认识。

突出是煤矿在采掘过程中发生于煤层——地质体里的一种动力现象。据我们的调查突出分布特征是与构造形变量(或形变的强弱、应力的积累和释放)有明显的相关关系,而构造形迹展布的位置却是由应力的分配和岩石的力学性质决定的。所以我们认为运用地质力学的观点,抓住影响突出的主要应力因素是找出始突点何在的关键。我国卓越科学家李四光同志对构造应力场的论述就是研究这一问题的一把钥匙之一——“在构造应力的作用仅仅影响地层上层一定厚度的情况下,水平应力分量的重要性远远超过垂直应力分量”,同时“还证实了主应力即最大应力的作用方向,处处是水平和接近水平的”。从四十年代,特别是六、七十年以来,地应力的实地测量工作在全世界范围内很快的开展起来了,虽然因地点、岩石的不同测得的自然应力值不同,但据哈斯认为在瑞典、挪威、芬兰等地水平应力随深度增加满足如下公式:

$$\langle \sigma_H = \sigma_x + \sigma_y = 180 + 0.98H$$

而加拿大的赫格特统计了世界上大量的成果后认为水平应力应为

$$\sigma_H = [(83 \pm 5) + (0.407 \pm 0.028)H] \text{公斤/cm}^2$$

并认为垂直应力随深度增加是

$$\sigma_V = [(19 \pm 12.6) + (0.266 \pm 0.028)H] \text{公斤/cm}^2$$

然而情况是复杂的,水平应力比垂直应力也有较低的,有的相等,有的较高。但总说

起来,大多数地区水平应力的增加要比垂直应力大,基本上满足哈斯特公式。而垂直应力随深度的增加与复盖层的自重有关。大致为 $\sigma_z \approx rH$,但也有特殊情况,从国内测得的数据看,一般是水平应力值比垂直应力大得多,例如大冶和辽宁南部地表处测量的水平应力就达 $100\text{Kg}/\text{cm}^2$,渡口三堆子近 $50\text{Kg}/\text{cm}^2$,从国内外所测后的数据看,一般是水平应力值比垂直应力大得多(几倍至数千倍)。所以一般情况下在一个地区里,水平应力(或构造应力)是主导的因素,也可以说一般情况下在应力分量中“捉住了这个主要矛盾。一切问题就迎刃而解了”。我们从影响突出点在三维空间分布的一些影响因素调查中发现,突出点的位置大多与构造应力分配的集中性有关,而与上复岩厚的关系不太密切,如高顶山、南桐……等突出矿井的突出点分布的上部边介不与等深线(或等厚线)一致,而大多与构造应力的不均匀分布有关,如高顶山一井的突出主要集中的北翼F1的上盘,北三采区计48次,北二采区26次,北一采区12次,突出强度随着距F1的增加而减弱;南桐突出主要集中在构造应力集中的部位,如向斜轴、扭转区、构造线相交处……等地段;要若“联系到六枝矿区各矿地质构造与突出的具体情况来看,从已发生的84次突出事故中,由于地质构造应力造成的因素具有普遍性”。同时,“突出受地质构造控制,不仅分井田来看如此,而且在井田分采来看有类似现象”,如六枝矿、地宗矿突出主要受压扭性断层的影响,四角矿与大用矿一采区煤层变形曲率较大,构造复合给突出的危险性增加了(详见六枝矿务局、四川矿院《六枝矿区煤与瓦斯突出及其预防措施》),都说明了突出分布受构造应力因素的影响。又,据地应力随深度增加而增加突出的起始是在一定深度内才发生的现象来看,其间应有一个起始突出的临介应力值。可是由于工作程度和条件所限,目前还未测得突出的临介应力值前,不妨将具成生联系的构造与突出的关系进行对比的予测划分,如我们对高二井的突出予测就是据高一井现在始突标高与构造形迹的关系与高二井的构造形迹进行对比,分析在宝顶背斜倾伏端附近的同一水平其成生时的相同应力值就较高一井位于宝顶背斜南东翼的570米为高,所以在此部位的始突标高所需要的相同临介应力值就较高一井为高,当时就作了——翼部逐渐扭转的部位突出危险性在“倾向上表现为突出上限有可能升高”的予测。于77年11月10日如前述发生了突出,基本上验证了我们对始突点脉冲式划分的分析是值得进一步研究的。又以李子垭北井上复岩层厚约500米,煤层倾斜角 $60^\circ \sim 70^\circ$,现+680水平以上已掘近万米煤巷没有发生突出为例,当时我们考虑到宝顶背斜与李子垭向斜是具有成生联系同处于华莹山复式背斜之中。是可以进行构造应力场对比分析的,从构造级别来看,宝顶背斜较李子垭向斜的个体大,前者长44公里,后者长24公里;再加之李子垭向斜属应力释放型垂直形变,在观音溪(海拔+400米)地段寒武系与朱罗系接触,错动距离达两千米,促使李子垭向斜高耸成山(主峰1705米),地区形变量为华莹山区最大,又是对应力集中起着缓冲作用的地方减低了应力的集中,使主要应力分量——构造应力的积累较小。所以,即是李子垭向斜的垂直应力(或岩体静压力)分量较高二井大,但李子垭的应力总量还是较高顶山小,据此我们初步分析李子垭在高顶山的始突标高以上(目前认识的+617米)可能属于不突出的范围。但是,由于李子垭向斜轴部岩层倾角较缓,承受的水平应力又较急倾斜部分大,再加之向斜两翼的肘部为压扭性断裂所破坏,起着阻止瓦斯逃逸的作用,因之,在目前受着测量手段和技术条件的限制下,还没有更好的办法获得突出的临介应力值或物性数据的情况下,在向斜肘部至盆底部位划为有突出危险倾向的地带,待今后工作的

逐步深入来认识。

据上所述，我们还对整个华莹山帚状构造应力场进行了总体分析，在同一水平的华莹山收敛端，其应力值就较南部撒开端为高，再接合华莹山地区的突出实例中梁山、天府、高顶山各矿井的始突标高由南往北逐渐抬高，灰岩厚度也逐渐增厚，积累的应力也是逐渐增高；又，从构造应力场与始突点的分布情况看，基本吻合，各突出点可以联成斜线而呈脉冲式的起伏升降（图1）。那么，我们可视各点的具体情况，对未曾突出的各井的始突标高进行矿井的始突点预测。

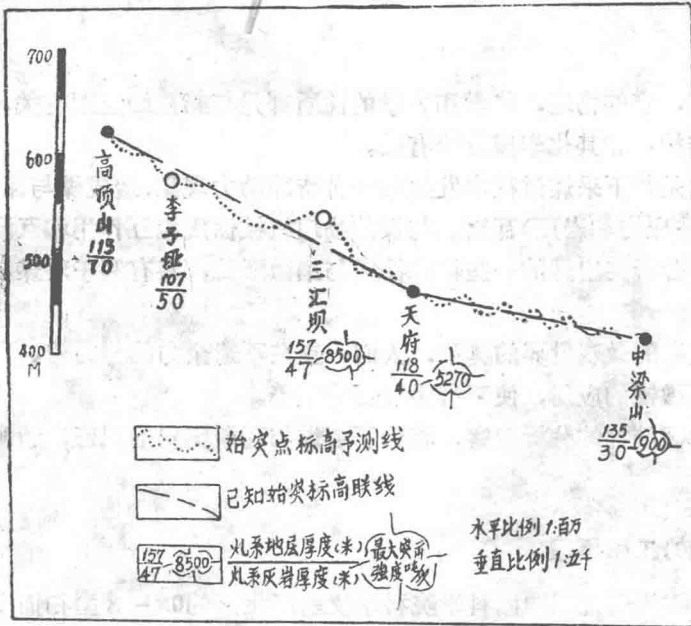


图1 华莹山始突标高示意图

上述起始突出预测划分的基础就是把具有成生联系的构造体系看成一个统一体，找出已知（历史）的始突点标高（或水平），再进行构造应力大小的对比分析，大者突出点标高上升，小者始突点标高较已知点下降。这个方法暂称为始突点构造应力对比分析法。然而由于刚进行突出预测的始突标高探索，错误和问题不少，敬请同志们批评指证，以使我们在实践中不断充实和提高。

应用扫描电子

显微镜对煤质微观结构的观测

抚顺煤炭研究所 电镜小组

一、前言

无论那种物质，它的物理，化学和力学的性质都是与其微细组织有关，亦就是说与其微观形貌，晶体结构，和其化学成分等有关。

煤与瓦斯突出是井下采煤过程中发生的一种特殊动力现象，造成煤与瓦斯突出的因素，不外是由地压(构造应力和岩压)瓦斯、与煤的物理机械性质相互作用相互渗透而造成的，因此观察、判断、分析突出煤的一些特殊性质与细微形貌，将有利于对煤与瓦斯突出现象的认识。

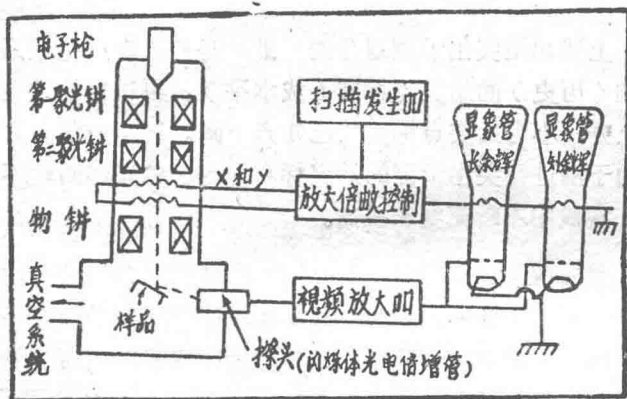
为了探索突出煤的微观世界的奥秘，人们一直在不遗余力的努力着，自肉眼鉴定开始直至目前的电子显微镜的应用，使观察手段更为完善。

通过对煤的微观结构的分析观察，将了解煤与瓦斯突出的机理，予测预防突出提供依据。

二、扫描电镜的工作原理

我们所使用的扫描电镜系中国科学院科学仪器厂生产的0x-3型扫描电子显微镜，它采用三透镜，予对中电子光学系统，因此工作状态比较灵活，放大倍数自廿倍至十万倍连续可调，分辨本领可保证 200Å 。

它的工作原理是从电子枪的阴极发出电子，受 $5\sim 30\text{KV}$ 高压加速，经过三个磁透镜三极聚集缩小，形成直径很小的电子束，高速地轰击在试样上，高压电子束在试样表面上顺序扫描，引起二次电子发射，这些二次电子经由闪烁体，光电倍增管组成的探测器，形成二次电子信号，此信号按试样表面的形貌，材料等因素而变化，产生信号反差，再经过视频放大器的放大，调制在显像管上。



扫描电子显微镜原理图

显像管的偏转线圈和镜筒中扫描线圈是同步的，因此电子束的扫描点，亦是显像管中反映图象的亮点，整个仪器按有显像管二个，一个是长余辉用以观察，另一个是短余辉用以记录拍照，积累图像。

扫描电镜最大的优点是样品制备比较简单，不破坏原有试样，而且所用样品很少，就我们观察煤样而言，仅需蒸上一层导电铝膜即可，这样我们便可以直接观察出煤样的表面有何破坏，受何冲击，了解试样本来面目，这对探索煤与瓦斯突出机理，了解突出发生的条件，原因与过程，提供了十分宝贵的资料。

三、扫描电镜对煤的微细结构的观测

我们应用扫描电镜对抚顺、本溪、鸡西、阳泉、焦作、鹤壁、湖南红卫、马田、甘肃窑街等煤田的煤的表面形态，孔隙结构，显微组分等进行了观察。

通过对煤的微观结构的认识，为探索分析瓦斯赋存与涌出等状态有了一个良好的开端，现将所得部分图象简单介绍于下：

I、煤的显微组分

煤是一个不均质体，由各种煤岩成分交替组成，观察煤的单元结构形状和轮廓，以及保存于煤中的植物残体，进而可了解成煤过程，煤系的特点与地质条件的关系，很多煤岩学工作者通过煤的结构，提出了与地壳地质发展之间的联系，目前对地质构造应力作用而产生煤与瓦斯突出的机理学说相当盛行，在国外研究突出煤层煤的构造和瓦斯条件的关系时，提出了有突出倾向的煤层是没有丝炭组分的论述。因此需要注意这方面资料的积累，目前仅收集了抚顺地区的一些试样，如图一、二。

图一，抚顺老虎台矿，镜煤(700倍)煤质表面平坦光滑，均质体，它的基质是无结构的，植物组织已完全破坏，裂隙面亦比较平整，破裂成一定几何形状，外生裂隙亦比较发育，纵横裂缝的产生是在成煤过程中干燥收缩形成。

图二，抚顺北龙凤矿，丝炭，(600倍)煤质比较坚硬，表面平整，纤维状结构，具有丝绸光泽，图像在较高倍数下呈条带状。

II、煤的表面形貌

煤是一个多孔体，在它的孔隙之中存有瓦斯，孔隙表面多寡，颗粒大小，结构单元间的排列组合形式对瓦斯的赋存状况，渗透性能都有着密切关系。

图三，为老虎台试样，(75倍)结构均匀，原始构造未遭破坏，组织结构紧密是块状构造，老虎台矿煤样很大的特点是次生裂隙特别发育，其平均宽度达3微米。

老虎台矿钻孔予抽煤层瓦斯效果好，这与其次生裂隙特别发育是有相互联系的。

图四，为湖南红卫矿煤样，(300倍)煤质表面十分不匀，孔隙十分发育，煤体基质分布呈网状，层次不清，这样的煤体布满了裂纹与极细的毛孔，瓦斯在这孔隙之中，由于毛管力的作用，瓦斯是难以流动的，尤其是在地压的作用下孔孔隙是极易闭合，相互之间，互不沟通，成为闭孔区，因而没有瓦斯泄出的渠道。

红卫煤矿瓦斯予抽效果不好，看来是与煤的网状结构相联系的。

III、煤的不同破坏程度的微细结构

造成煤体的破坏是由于在成煤过程中，地壳不断运动，引起煤层的变化。在地质构造应力的作用下，煤层受到挤压和揉搓，煤层层面发生错动，结构产生变化，这种煤结构不

同程度的破坏情况，往往和煤与瓦斯突出有着密切的联系，现今国内外很多煤矿工作者，常以煤结构的破坏情况作为一种指标，来予测煤与瓦斯的突出。

煤的破坏类型目前都沿用苏联科学院地质所在1958年基于对煤的原生和次生节理性质的变化，微裂隙间距、断口、光泽等特性区分成五类，我们按肉眼分类，取样在电子显微镜上进行了观察。

图五，是大同云岗煤样，属Ⅰ~Ⅱ类型，非突出煤样（700倍）。

煤质坚硬，基质的胶结十分致密，无松散碎屑，原生裂隙与次生裂隙很少见，煤体原始构造未遭有任何破坏是块状构造。

图六，为河南鹤壁煤样，按破坏类型肉眼观察，可认为是过渡型的Ⅱ~Ⅲ类煤样（700倍）。

煤质分层结构，细梳状排列，参入各杂种质，成条带状构造。

图七，为湖南红卫煤样，肉眼观察分类为Ⅳ类，属易突出的煤样（700倍）。

煤质层理不清，结构成网状，原始构造遭到破坏，成粉粒状构造。

图八，为焦作朱村矿煤样（100倍），属Ⅳ类易突出的煤，结构亦成网状，但多为六边形的粒状构造。

按照煤结构破坏类型的分类，在扫描电镜上进行观测，构造特征上是有一些明显的区分，块状构造是属于非突出的条带状构造开始由非突出向突出危险过渡，粉粒状构造是易突出的。

Ⅳ、煤体的粉粒状结构在突出过程中产生的作用探讨。

湖南红卫煤矿发生煤与瓦斯突出次数是比较频繁，千吨以上的大突出曾经发生过七次，地质构造复杂，煤层受到揉搓，煤质强烈破坏，这种受到破坏的煤的结构，以肉眼观察，它表面光滑，表层有光泽，外形似猪肝状，故当地矿工都称它为猪肝炭。

在扫描电镜上观察，这种猪肝炭在低倍数100倍时，如图九所示，煤体孔隙发育，内表面所占体积比较大，因而能吸附一部分瓦斯，孔隙的孔穴类似于薄壳海绵体组织，因而也能储存大量的游离瓦斯。

继而我们在高倍数10000倍下观察，则猪肝炭的网状组织，完全是由颗粒组成，而多呈球形（图十）。

在煤与瓦斯突出过程中，有大量的粉末喷出颗粒特别小，看来这些煤体都是它们单元结构之间破坏造成的。

煤粒之间的组结主要是凝胶，结合面积愈大则煤体愈是致密，煤质愈坚硬，结构构造就呈块状，而像红卫这种遭受过强烈破坏的粉粒状结构的煤体，颗粒与颗粒之间胶结面很小，煤质比较柔软，故而它的力学性质刚性很差，由于猪肝炭有上述这样一些特性，因此，在采掘过程中，当集中应力作用于这种粉粒状结构的煤体时，颗粒之间发生错动，煤体内便产生新的裂隙，由于在煤体孔隙之中有瓦斯存在，瓦斯气体与固体之间（沼气与煤中的凝胶）产生吸附效应一展新的暴露面产生，瓦斯分子具有很快的沿表面移动的能力，并且完全复盖整个自由表面，这样，使颗粒与颗粒之间的胶结面积愈来愈小，强度亦随之愈来愈低。

这些进入新形成的缝隙之中的瓦斯，起着把缝隙继续向深处发展的作用，这样，吸附的瓦斯分子就好像起着打进微观缝隙之中的楔子的作用，在缝隙处产生破坏煤体的附加作

用力。

瓦斯分子的楔劈作用，能加快煤体的破碎，在试验室测定瓦斯介质中煤的强度变化，已证实有明显的降低，煤的强度大约可降低30%~60%左右

另在突出过程中产生大量狂粉，颗粒之细非一般机械作用所能造成，这也说明瓦斯分子的楔劈作用，对煤的破坏起了积极的作用。

前人已提出了颗粒直径，间隙与破坏应力之间的关系，如果产生1微米的新裂隙，其强度仅为原来的1%

如果第一个孔穴发生了破裂，接着第二个孔穴同样亦发生破裂，它们相互之间沟通，而组成一个大孔时，原先的瓦斯在孔穴之中是处于毛细管状态赋存着细小的薄壁就能把它牢牢的固结住，但当孔穴相互沟通后，就需要有很厚的煤壁才能把瓦斯束缚住，当内部瓦斯压力积聚超过煤壁承受的压强时，这时瓦斯就会突然泄出便发生突出。

像红卫矿猪肝炭这种结构类型的煤，它提供了储存瓦斯的场所，在地压作用下，很少有瓦斯泄出的渠道，煤体的力学强度又很小，十分容易破裂，各方面都对突出创造了十分有利的条件，故而往往形成一触即发突出之势。

在产生突出之后，由于造成突出孔洞，应力带不断往后推移、造成新的作用区，如此连续的进行，故能造成以百或千吨计的突出堆积物的出现。

V、甘肃窑街矿务局岩石与二氧化碳突出的试样观察。

甘肃窑街矿务局三矿皮带斜井，于1978年连续发生了二次岩石、煤和二氧化碳的突出，突出堆积物达1000米³，二氧化碳24万米³，窑街煤田煤系地层属侏罗纪，主采煤层厚度为22~24米，最厚处达90米，煤层顶部赋有油页岩，砂页岩与铝土页岩，在突出区域范围内顶部尚有烧变岩存在，突出地点距地表垂深约288米，突出来自顶部，因而在突出物中，夹带有煤块、砂岩，油页岩与狂粉，我们将这些试样在扫描电子显微镜上分别进行了观察，此外还观察了烧变岩试样。图十一为窑街突出狂粉（750倍）。

突出的微小颗粒煤粉，外形不规则，角已成球面体，是否是由于颗粒的滑动而形成，表面形貌细节尚未观察清楚，有待于深入考查，在颗粒表面上还附有不少小粒。

图十二，为窑街突出夹杂物砂岩（放大300倍）。

由图象上看得，有很多胶结物已经剥落，岩石颗粒间已有裂缝，此种现象可能与烧变岩相联系，同样受到煤体的自燃，煅烤的结果。

图十三，为窑街突出夹杂物油页岩（300倍）。

由图片观察类似云片状堆积可能是腐泥沉积物，组织致密，并夹有岩石物体。

（在显像管上观察时，中间夹入小块十分明亮，多为全属矿的物体）。

图十四，为窑街突出夹杂物煤块（800倍）。

在突出过程中这些试样，未能完全破碎，从图片上看他们本身的结构还是比较平整与致密。

图十五，为窑街烧变岩（200倍）

从图片观察，烧变岩亦由颗粒球状体组成，并且在每个小球上都出现有晶粒，颗粒与颗粒之间孔穴亦相当发育，无疑是储存二氧化碳优美的境地。

由于设备的限制，在此仪器上没有附带x射线谱仪，故而未能对此岩样进行原始组分的分析，在此岩层中是否具有大理石，石灰石等碳酸钙物质，因为这些组分经过煅烧或者

水、酸的作用后便能释放大量的二氧化碳，这样就有可能造成二氧化碳与岩石突出的危险。

初步观察认为，岩石受烧烤发生结构变化是窑街发生这二次突出的一个重要因素，应引起我们的注意。

VI 扫描电镜对阳泉一矿七区煤的煤样观察。

阳泉一矿七区煤层的煤质坚硬，透气性很低。

阳泉矿务局对瓦斯处理曾采取了各种手段，但是在效果上感到均不是最理想的，为此我们对阳泉一矿的煤样在扫描电镜上进行了观察，试样取自913工作面，煤层厚度为2.0米，从肉眼观察煤质呈灰黑色，条理十分明显，各小分层成带状。

但在电镜上观察，煤体同样是由球形颗粒胶凝而成，似钱币堆积，排列很致密，一个个相重叠，孔隙亦相当发育，但与凝胶的面积相比较，孔隙面积要小得多，它们之间并不沟通，裂隙与缝隙亦很少见，故而储存于孔隙之中瓦斯仅仅是在暴露煤面上扩散，因此煤层瓦斯流动是较为困难的。

图(十六)为阳泉一矿913工作面中分层煤样(1000倍)

图(十七)为阳泉一矿913工作面下分层煤样(300倍)

四、结束语

扫描电镜是大型精密电子光学仪器，它为我们提供了新的观察煤显微结构的测试方法，通过宏观结合微观观察，提供了微细形貌图象。十分有利于对煤与瓦斯突出机理的分析判断与形象思考，通过上述一些试样的初步观察，我们深深感到煤的一些细微结构，对瓦斯的赋存状态与排放条件，煤质的结构单元之间的排列组合与煤的力学性质等等都有着十分密切的联系，进行系统的观察与分析对比，与于探索煤与瓦斯突出机理是一个十分有效的工具与途径。

由于我们的工作还是刚刚开始，一切进程都在摸索之中，上述所谈的一些看法尚不足以反映它的实质，因此，文中错误与不足之处在所难免，请批评指正。

参考文献(略)

工作人员 徐跃琦
石淑娴
任玉琴