

煤与瓦斯突出预测中的 煤体结构指标研究^{*}

——以下峪口、桑树坪煤矿为例

王生全

(西安科技学院, 西安, 710054)

摘要 从研究两矿井主采3号煤层的煤体结构特征入手, 分析了煤与瓦斯突出和煤体结构类型的关系和成因, 提出了由煤体结构指标开展突出预测的临界值。

关键词 煤体结构 3号煤层 煤与瓦斯突出

下峪口、桑树坪煤矿位于陕西渭北石炭二叠纪煤田东北端的黄河西岸, 是两个年产分别为120万t及210万t的大型矿井, 主采山西组3号煤层。自1978年主采3号煤层首次发生煤与瓦斯突出(以下简称突出)以来, 截止1998年1月累计发生各类突出7次。其中有83%的突出发生在1994年之后, 并且有逐年增大的趋势。严重的突出灾害, 已成为影响两矿井正常生产及安全生产的主要地质问题。为揭示煤层突出的发生规律, 预测突出的危险性, 作者从煤体本身的破坏特征进行了预测研究。

^{*} 本文为陕西省自然科学基金资助项目(97D01)部分成果。

收稿日期: 1999-03-12

作者简介: 王生全, 男, 36岁, 1983年毕业于原西安矿业学院, 副教授, 现主要从事煤矿地质教学及科研工作。

等。汝箕沟2-4号煤层分析资料显示(图3D-E), 当Ca、Mg含量均比较低、Fe含量较高时, 灰分产率明显增高, 甚至出现阶梯状变化; 当Ca、Mg含量较高、Fe不高时, 灰分产率出现最高值; 当三者含量均比较低时, 灰分产率一般较低; Al含量与灰分产率关系不明显。可见, 灰分产率的变化主要与碳酸盐类矿物含量有关, 而与含量少、变化又小的粘土矿物含量关系不大。进而也说明2-4号的聚集环境比较稳定。

此外, 巨厚煤层中伴生元素分布的曲线类型、层位层段特点、富集程度等对煤层的分层对比、资源综合利用评价以及解决其他地质和地球化学问题等也都有着重要的理论意义或实用价值。

参 考 文 献

- 1 赵德政、王英等. 焦坪矿区的斜向交织构造及其控煤作用. 西安地质学院学报, 1987(1)
- 2 地球化学研究所. 简明地球化学手册. 北京: 科学出版社, 1981

1 煤体结构的宏观与微观特征

本区 3号煤层煤体结构可分为原生结构、碎裂结构、碎粒结构和糜棱结构等 4种类型，其中后 3种煤体结构煤称之为构造煤

1.1 原生结构煤 (I 类煤)

基本未经构造明显破坏，煤层层理与结构清晰完整，仅有少量的外生裂隙存在，煤层坚硬，手难捏动，实测坚固性系数 f 值一般大于 0.6 偏光显微镜下裂隙不发育或仅表现为稀疏平直的剪节理或追踪张节理^①。压汞测试结果，以发育小孔隙与微孔隙为主 (表 1)，孔隙率与比表面积均很低

表 1 下峪口、桑树坪煤矿 3号煤层不同煤体结构煤压汞试验结果

煤体 结构类型	孔容 (ml g^{-1})	孔隙率 (%)	比表面积 ($\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$)	孔 隙 体 积 百 分 比 (%)			
				大孔 > $1 \mu\text{m}$	中孔 $1 \sim 0.1 \mu\text{m}$	小孔 $0.1 \sim 0.01 \mu\text{m}$	微孔 < $0.01 \mu\text{m}$
I 类煤	0.016	2.2	0.1787	21.36	7.57	13.23	57.84
II 类煤	0.0236	3.2	0.4804	27.36	13.53	20.01	39.10
III类煤	0.0816	10.4	0.8022	14.49	31.28	8.20	45.96

1.2 碎裂结构煤 (II 类煤)

煤被多组相互交叉的裂隙切割成棱角状碎块，煤层原生层理与结构仍断续可见。煤层硬度中等，可用手剥成厘米级小块。实测坚固性系数 f 值一般在 0.4~ 0.6间。镜下显微裂隙十分发育，常表现为密集的树枝状、蛛网状或不规则状^①。在孔隙发育上，小孔与微孔所占比例相对下降，中孔与大孔所占比例上升。孔隙率与比表面积均较原生结构煤有较大增加。

1.3 碎粒结构煤 (III类煤)

煤被破碎成粒状，棱角消失，原生结构与层理不清，光泽发暗，构造镜面发育，手试强度较小，用手搓捻可成毫米级碎粒。实测坚固性系数 f 值一般在 0.3~ 0.4间。镜下可见细胞腔受压定向排列，不同煤岩组分显微角砾化明显^①。在煤层孔隙发育上，中孔径以上孔隙所占比例不断上升，孔隙率与比表面积进一步增大。

1.4 糜棱结构煤 (IV 类煤)

煤被破碎成细粒状或细粉末状，并重新压紧，显示土状光泽，其主要粒级在 1 mm 以下，煤中摩擦镜面、揉皱构造十分发育，一般强度很小，手捻即成粉末状。实测坚固性 f 值一般小于 0.3。镜下所见显微揉皱明显^①。

2 煤体结构的发育特征

通过大量观测分析，研究区 3号煤层煤体结构在剖面上表现为以下 3种类型。

① 西安矿业学院、韩城矿务局、韩城北区 3号煤层瓦斯地质特征及煤与瓦斯突出预测研究报告，1998

2.1 单层结构型

煤层基本为同一类型的煤体结构,或者夹有很薄的其它类型煤体结构。单层结构以碎裂煤、碎粒煤、糜棱煤等3种构造煤结构最为常见(图1a b c)。

2.2 双层结构型

煤层由上下两个具有一定厚度的煤体结构分层组成。一般表现为上分层煤破坏严重,下分层煤破坏轻微(图1d e f)。

2.3 多层结构型

至少分为3个具有一定厚度的煤体结构分层,相邻分层间煤体结构类型不同(图1g h i)。

单层结构的碎裂煤多分布在构造不发育的单斜区;碎粒、糜棱煤主要分布在构造应力较集中的大中型向斜轴部(如下峪口矿中部的北山子向斜)、大中型褶曲倾伏端(如下峪口矿南岔沟背斜倾伏端)、不同方向大中型褶曲复合区(如桑树坪矿中部北西向褶曲与北北东向褶曲交汇区)及煤层产状急剧由陡变缓的挠折向斜带(如下峪口矿边浅部煤层第一挠折带)。

双层和多层结构多受煤层中广泛发育的层间滑动构造所控制。其一般特点是:滑动面附近的煤分层多为糜棱煤和碎粒煤,而远离层滑面的煤分层破坏程度减轻,多表现为碎裂煤,甚至原生结构煤(图2)。

3 煤体结构与突出的关系

下峪口、桑树坪煤矿3号煤层迄今为止所发生的77次突出点均处于构造煤分布区(带)(表2),特别是碎粒煤与糜棱煤分布区,这两类煤通称为构造软煤。发生在构造软煤区的突出

占到了突出总数的83.1%。并且构造软煤的厚度越大,突出的危险性越大。如桑树坪煤矿3311综采面切眼附近的3号煤层,全为光泽暗淡、揉皱剧烈的糜棱煤,厚度超过6m,在这里集中发生了30余次突出。在下峪口煤矿发生的10次突出中,9个突出点全处于北山子向斜轴部的构造软煤分布带。根据在井下大量的观测及采样测试表明,原生结构煤 f 值主要介于0.58~0.66之间,平均0.62;碎裂煤 f 值主要介于0.39~0.47间,平均0.43,这两类煤煤质坚硬,

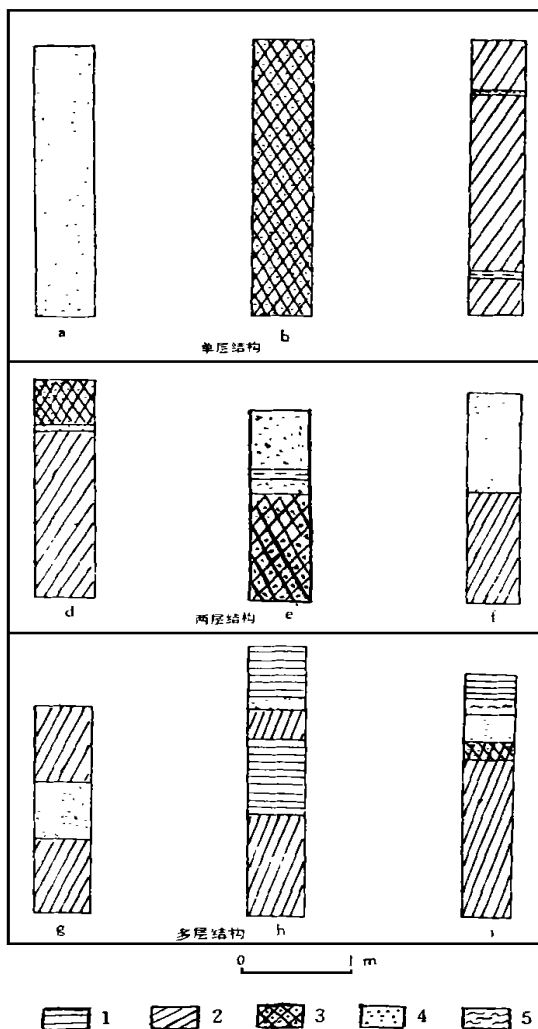


图1 下峪口、桑树坪矿3号煤层煤体结构剖面组合形式

1. 原生煤; 2. 碎裂煤; 3. 碎粒煤; 4. 糜棱煤; 5. 鳞片煤; a. 桑树坪矿3311切眼; b. 下峪口矿2312回顺; c. 下峪口矿4303面; d. 桑树坪矿2305面; e. 下峪口矿1317面; f. 桑树坪4310中巷; g. 下峪口矿1320回顺; h. 下峪口矿4302面; i. 桑树坪矿3311面

强度较高,碎粒煤 f 值主要介于 0.28~0.38 间,平均 0.33,糜棱煤 f 值主要介于 0.14~0.29 间,平均值 0.20,这两类煤煤质酥软,机械强度很小,用手捻搓极易成毫米级碎粒或煤粉,因此抵御突出的能力很弱,是高位能瓦斯容易突破的窗口。同时这类煤由于构造强烈揉皱作用,内部裂隙、裂纹增多,孔隙率及自由表面积急剧增大,导致煤层瓦斯的放散速度成倍提高, ΔP 值平均高出 I、II 类煤 1.4 倍以上,这样在周围煤体和围岩的封闭作用下,易形成高位能的瓦斯动力源。这是本区突出点之所以主要发生在层理紊乱、破坏严重的构造软煤分布区的主要原因之一。从突出前后的大量调查资料来看,发生突出时,构造软煤的最小厚度为 0.6 m

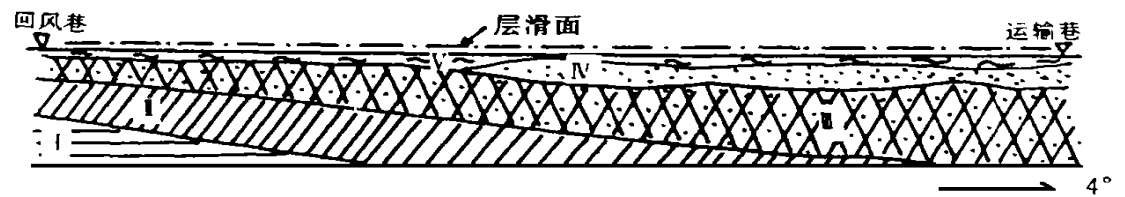


图 2 桑树坪矿 3311 工作面煤体结构写实图
I . 原生煤; II . 碎裂煤; III . 碎粒煤; IV . 糜棱煤; V . 鳞片煤
(纵比例: 1: 200; 横比例: 1: 1500)

表 2 下峪口、桑树坪煤矿 3 号煤层煤体结构类型与突出的关系统计表

矿井	突出次数及百分比			
	I 类煤	II 类煤	II + III (或 IV) 类煤	III+ IV 类煤
桑树坪	0	4 (6%)	8 (12%)	55 (82%)
下峪口	0	0	1 (10%)	9 (90%)
总计	0	4 (3%)	9 (12%)	64 (83%)

4 突出预测的煤体结构临界指标

当前我国普遍采用的突出区域预测指标是 D 值与 K 值^[1], 其中 K 值 ($K = \Delta P / f$) 由反映煤体性质的两个重要指标组成,一是表示煤体强度的煤的坚固性系数 f 值^[2],二是表示煤体快速放散瓦斯的初速度 ΔP 值^[2]能力。 K 值指标综合反映了与突出直接有关的煤的两种基本性质^[4], 它标志煤层突出危险难易程度的重要煤体结构指标。

为了确定 3 号煤层突出预测的 K 值之临界值,我们选择两个矿井 3 号煤层突出区域与非突出区域分别进行了指标考察。突出区域以有严重突出危险的桑树坪煤矿南一采区 3311 工作面及北一采区 4310 煤巷测定的 f 值与 ΔP 值为考察依据,非突出区域以从未发生过突出的下峪口煤矿四采区 5 个采掘面测定的 f 值与 ΔP 值为考察依据。据突出区域 19 个采样点测定值计算, K 值平均为 49.1,除 1 个点最小值为 20 外,其余皆大于 23。非突出区域 10 个采样点的测试计算, K 值平均 18.3,最大值为 23.4,突出区域与非突出区域 K 值差异明显。依据上述情况,将 K 值确定为 24 作为判断煤层是否存在突出危险性的临界值,即 $K \geq 24$,煤层存在

潜在突出危险 据对桑树坪煤矿南一采区 3311工作面开切眼 联巷 运顺 3条共计 1 360 m 长的煤巷在掘进期间发生突出后取样测试的 f 值与 ΔP 计算 (表 3), 突出点的 K 值平均为 82.2, 最小值为 26, K 值临界值定为 24是合理的, 这样可以利用新的 K 值临界值, 再配合反映煤层瓦斯赋存条件的 D 值指标, 对 3号煤层突出危险区及非突出区进行预测, 达到事先有针对性防治突出的目的

表 3 桑树坪煤矿 3311面切眼、联巷、运顺突出点瓦斯地质测试成果表

序号	突出地点	突 出 时 间	突出煤量 (t)	煤体 破坏类型	坚固性 系数 f	瓦斯放散 指数 ΔP	综合指标 K
1	3311中装斜巷	1994年 7月~ 11月底	320		< 0.5		
2	3311中装斜巷	1994年 12月 18日	16		< 0.5		
3	3311切眼	1994年 12月 22日	125		< 0.5		
4	3311切眼	1995年 12月 30日	114		0.4		
5	3311切眼	1995年元月 12日	33	III	0.2	12	60
6	3311切眼	1995年元月 17日	25.5	III	0.24	13	54
7	3311运输巷	1995年 2月 18日	150	IV	0.12	26	217
8	3311切眼	1995年 2月 19日	4	III	0.3	12	40
9	3311联巷	1995年 3月 7日	15	III	0.4	11	27.5
10	3311运顺	1995年 3月 7日	25	III	0.5	13	26
11	3311联巷	1995年 3月 17日	19	III	0.4	15	38
12	3311联巷	1995年 3月 20日	26	IV	0.25	17	68
13	3311联巷	1995年 3月 22日	4	IV	0.2	22	110
14	3311联巷	1995年 3月 28日	8	IV	0.3		
15	3311斜巷平台	1995年 3月 31日	10	IV	0.3		
16	3311斜巷平台	1995年 3月 31日	18	III	0.3	11	37
17	3311斜巷平台	1995年 4月 6日	72.6	III	0.4	13	33
18	3311运顺北	1995年 5月 21日	28	III	0.4	11	27.5
19	3311运顺北	1995年 6月 5日	4	IV	0.15	17	113
20	3311运顺北	1995年 6月 9日	188	IV	0.15	28	187
21	3311运顺北	1995年 6月 17日	23	IV	0.10	15	150
22	3311运顺北	1995年 7月 7日	39.8	IV	0.15	19	127

本文在资料收集过程中, 得到我院地质系毕业生彭亮、康新华, 桑树坪矿谢吉学、赵武强, 下峪口矿邬清泉、张峰斌等技术人员的协助, 在此一并表示致谢

参 考 文 献

1 煤炭工业部制定. 防治煤与瓦斯突出细则. 北京: 煤炭工业出版社, 1995

2 王大曾编. 瓦斯地质. 北京: 煤炭工业出版社, 1992

3 焦作矿业学院瓦斯地质研究室编著. 瓦斯地质概论. 北京: 煤炭工业出版社, 1990

4 张光德. 焦作矿区煤与瓦斯突出危险性区域预测. 焦作矿业学院学报, 1995 (1): 73~ 74