



医药学院 610212062306

煤矿安全规程 五十五条

与

瓦斯事故防治

*Meikuangwasixhiliijingyanwushitiao
yuwasishigufangzhi*

国家安全生产监督管理局政策法规司 编写



人民日报出版社



医药学院 610212062306

煤矿瓦斯治理经验五十条 与瓦斯事故防治

国家安全生产监督管理总局政策法规司 编写

(三)



人民卫生出版社

第七章 煤与瓦斯突出防治

《煤矿瓦斯治理经验五十条》

(三十四)在突出煤层顶底板掘进的巷道,特别是距突出煤层法距小于 20m 的掘进巷道,必须采取措施严格控制突出煤层层位和地质构造,巷道掘进至少每隔 100m 要施工地质探测钻孔控制层位,防止瓦斯异常涌出或误穿突出煤层。

(三十五)顶、底板穿层钻孔掩护强突出煤层掘进。

(三十六)以突出煤层瓦斯地质图为基图编制防突预测图,全面反映掘进工程范围内的煤层赋存、地质构造、瓦斯、巷道布置、防突措施、安全防护设施等有关信息。

(三十七)防止突出煤层采掘面相互之间应力集中的针对性措施定量化。开采突出煤层采掘工作面设计应避免造成应力集中。一个或相邻的两个采区中,在同一区段的突出煤层中进行采掘作业时,相向(背向)回采和相向(背向)采掘的两个工作面的间距均不得小于 100m。相向掘进的两个工作面间距不得小于 60m,并且在小于 60m 以前实施钻孔一次打透,只允许向一个方向掘进。突出煤层双巷同向掘进的两个工作面间的错茬距离必须保持 50m 以上,一个工作面放炮时,另一工作面必须停电、撤人。突出煤层掘进工作面不得进入本煤层或临近煤层回采工作面的采动应力集中区,不得在应力集中区和地质构造复杂区贯通。

(三十八)提前预警非突出煤层转化为突出煤层。非突出

煤层揭煤和煤巷掘进如出现吸钻、夹钻、喷孔、瓦斯涌出异常等情况时,必须按《防治煤与瓦斯突出细则》第 26 条规定收集“四项指标”资料,若全部指标达到或超过其临界值,应进行突出倾向性鉴定。

(三十九)掘进面采用先抽后掘、边抽边掘技术。有突出危险掘进工作面 and 瓦斯绝对涌出量大于 $3\text{m}^3/\text{min}$ 、炮后瓦斯经常超限、有瓦斯异常涌出现象、或预测突出指标超限的掘进工作面,以及石门揭穿突出煤层工作面,必须实施巷帮钻场深孔连续抽采措施,并确保掘进迎头钻孔每平方米不得少于 2 个。

第一节 矿井突出危险区域预测技术

煤层突出危险性预测是保证突出危险煤层安全高效生产的决定性环节。我国对区域预测工作十分重视,从 70 年代开始就全面研究突出煤层基本特征。由于缺乏比较成熟的突出危险区域预测技术和装备,绝大多数突出矿井对突出煤层的突出危险区、突出威胁区和非突出危险区,通常都执行统一的防突管理办法,在非突出危险区也投入了大量的人力、物力和财力,使得突出矿井防突措施工程量大、经济负担重、管理复杂,导致生产、管理效益低下,并影响了防突技术管理和防突措施施工质量,降低了防突措施的可靠程度,严重影响了矿井的安全生产。为此,有必要加强研究突出区域预测技术和装备,使突出矿井能直接应用先进的技术在有突出危险煤层中划分出突出危险区。

一、煤与瓦斯突出强度的一般规律

1. 突出强度随深度的加大而增大

表 7-1-1 中给出全国部分矿区突出强度随深度的变化关系,严重突出矿区突出强度随开采深度变化曲线如图 7-1-1 所示。

表 7-1-1 突出强度随开采深度的变化

单位: t

开采深度 (m)	英岗 岭	焦作	涟邵	白沙	平顶 山	北票	资兴	丰城	安阳	开滦	重庆 地区	六枝	全国 平均
< 100			130.0	53.4			27.5				48.4	8.0	49.6
100 ~ 200	53.9	28.6	100.5	105.0		12.4	28.9		81.8		59.2	130.0	91.2
200 ~ 300	97.1	108.9	131.7	148.9		22.7	20.6		50.5		115.2	115.0	102.3
300 ~ 400	112.6	102.2	127.7	29.7	53.3	40.2		43.8	168.3		418.0	1700	80.9
400 ~ 500	40.0		150.8		35.0	28.6		60.5		18.0			34.8
500 ~ 600	1210		26.1		31.4	54.5				19.0			51.7
600 ~ 700			56.6		21.7	65.2				35.8			64.9
700 ~ 800					113.7	59.5				22.5			59.9
800 ~ 900						63.2							63.2
≥ 900						17.0							17

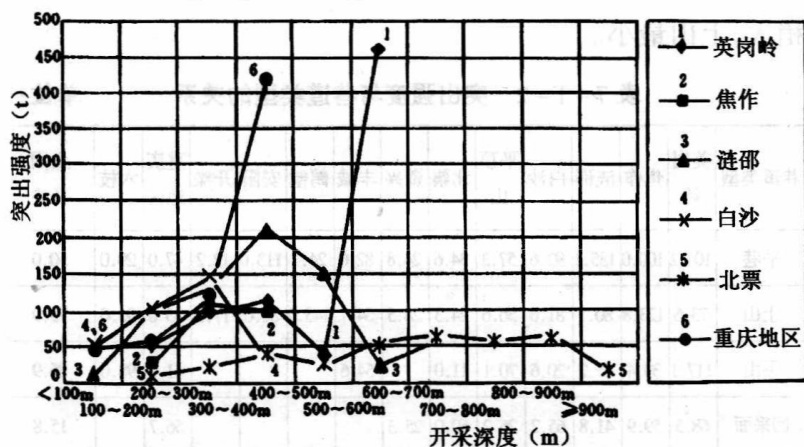


图 7-1-1 突出强度与开采深度关系曲线

由表中数据可以看出,对大多数矿区来说,随着开采深度的增加,突出强度增大,尤其是像涟邵、白沙、英岗岭、六枝、重庆地区等严重突出矿区,突出强度随开采深度增加明显;同时可以看出,达到一定深度后,一些矿区突出强度有减小的趋势,分析认为,一是因为在这样的深度尚未大面积开采;二是由于防突技术水平的提高,尤其是1998年采取四位一体放突措施之后,使突出强度减小。因此,就煤与瓦斯突出这一物理现象来说,可以认为随着开采深度的增加,突出强度越来越大。

2. 突出强度与巷道类型的关系

表7-1-2给出了突出强度与巷道类型关系的统计数据,严重突出矿区突出强度与巷道类型关系曲线如图7-1-2所示。由图中曲线可以看出,发生在石门的突出强度最大,明显大于平巷,下山,上山(为上山掘进)和采面,并且回采面突出强度最小;在下山,上山和平巷中,平巷发生的突出强度稍大,上山最小。

表 7-1-2 突出强度与巷道类型的关系

单位:t

巷道类型	英岗岭	焦作	涟邵	白沙	平顶山	北票	资兴	丰城	鹤壁	安阳	开滦	重庆地区	六枝	全国平均
平巷	104.2	100.0	135.1	92.6	57.3	34.6	24.8	82.0	24.1	113.0	12.2	47.0	29.0	50.0
上山	73.6	123.8	80.7	81.6	56.6	24.3	24.5	54.7	145.0	88.0	17.5	35.0	95.0	79.9
下山	117.1	39.4	65.2	20.6	70.1	11.0		54.6				41.6	98.0	86.9
回采面	68.5	59.9	41.8	65.2	26.2	60.0	25.3					56.7		15.8
石门	425.0	73.0	377.0	459	53.0	138.0	98.0		77		62.1	451.0	935.0	316.5

单位: t

[illegible]

续表

巷道类型	英岗岭	焦作	涟邵	白沙	平顶山	北票	资兴	丰城	鹤壁	安阳	开滦	重庆地区	六枝	全国平均
掘进机割煤					52.8									52.8
支护	30.0	199.0	47.2	23.4		31.2	25.5	25.0				42.8	500.0	35.8
打钻		11.9	643.4	50.8	9.9	18.6				44.0	10.6	40.4	6.0	35.6
无作业			480.0	126.0	7.0	37.3				111.7		6.0	4.0	82.6
其他	59.2	139.4	158.2	102.5	45.2	23.3	144	68	.2	226.6	15.7	76.7	90.4	61.1
手镐落煤		11.1	64.5	32.2	20.0	24.5	28.1		65.0	32.0		29.8	21.7	40.2
风镐作业		6				21.2		54.5				43.6	114	25.7

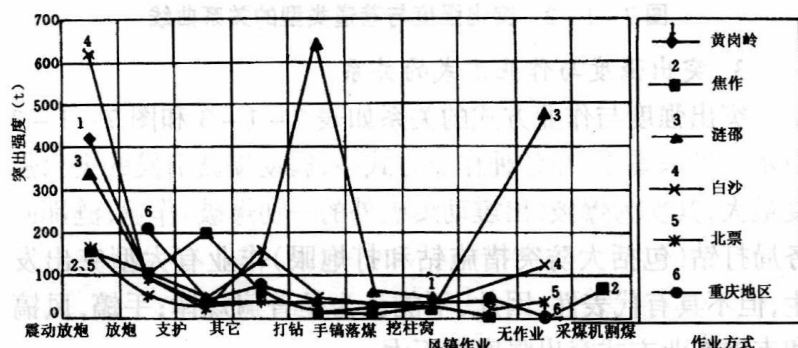


图 7-1-3 突出强度与作业方式的关系曲线

4. 突出强度与地质构造的关系

突出强度与地质构造的关系如表 7-1-4 和图 7-1-4 所示。在各种地质构造中,软分层变厚处突出强度最大,其次为煤层倾角的变化,皱曲,“无构造”的突出强度一般较小,这与通常认为突出多发生在地质构造带结论一致;严重突出矿区断层突出强度也较大,但是,除英岗岭、平顶山矿区外其他

矿区的断层与褶曲相比突出强度反而小,分析认为,这与各个矿区断层的性质不同有关。一般拉应力产生的张性断层,突出强度较小;压扭性断层突出强度较大,而褶曲多为压应力形成。

表 7-1-4 突出强度与地质构造关系

单位: t

地质构造	英岗岭	焦作	涟邵	白沙	平顶山	北票	资兴	丰城	鹤壁	安阳	开滦	全国平均
断层	129.7	63.5	147.	72.1	63.8	32.8	29.7	54.4	61.0	101.0	48.6	48.4
褶曲	69.4	149.7	190.6	134.7	24.6	44.8	29.6	129.0	135.0	233.3	64.7	74.8
软分层变厚		276.5		76.5	122.8			320.0				194.9
煤层倾角变化	185.0	105.3	125.4		85.5	59.2				48.5		116.8
无构造	67.6	39.0	150.7		17.6	61.2	25.0	31.0				53.0
其他	63.8	31.18	87.4			80.1	20.9	77.2	25.0	10.0	17.1	48.0
火成岩侵入			143.0			29.2	22.0					47.3

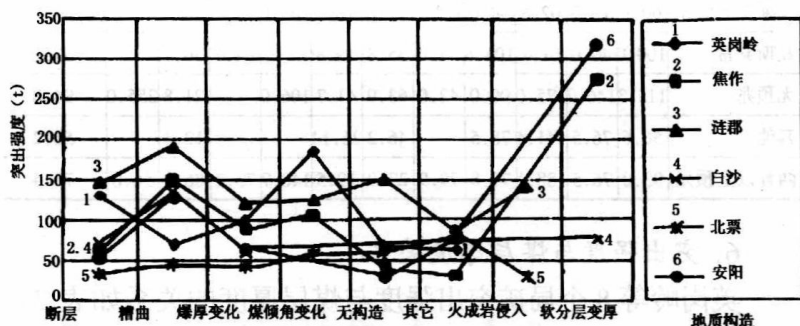


图 7-1-4 突出强度与地质构造的关系曲线

5. 突出强度与突出预兆的关系

突出强度与突出预兆的关系如表 7-1-5 和图 7-1-5

所示。由表中数据和图中曲线趋势可以看出,在各种突出预兆中,有喷、顶、夹钻(即打钻时发生喷孔、顶钻、夹钻)和片帮掉碴预兆的突出强度最大,其次为煤结构变化(包括煤层层理紊乱、煤变松软、结构严重破坏、煤光泽变暗、构造煤)、瓦斯异常(瓦斯浓度突然增大、减少,喷出瓦斯等,但不包括瓦斯忽大忽小),而响煤炮(包括闷雷声、爆竹声、嗡嗡声及其他一切声响)突出强度并不大,无预兆时突出强度反而比响煤炮大。

表 7-1-5 突出强度与突出预兆的关系 单位:t

地质构造	英岗岭	焦作	涟邵	白沙	平顶山	北票	资兴	丰城	鹤壁	安阳	开滦	全国平均
响煤炮	86.1	83.7	128.4	63.4	34.3	34.9	20.6	25.0	73.2	57.3	46.3	55.4
喷、顶、夹钻	107.2	99.5	296.0	81.8	119.9	27.8		219.5		375.3	10.5	128.1
片帮掉碴	64.6	54.3	139.8	97.7	103.8	21.8	24.9	25.0	92.0	220.8	50.0	45.0
煤结构变化	46.0	148.6	241.1	72.3	46.5	33.5	18.1	164.0	44.3	92.2	9.0	54.2
瓦斯忽大忽小	60.8	70.3	62.8	44.0	121.6	92.8	18.6	145.0		98.3	28.0	69.5
瓦斯异常	100.0	40.0	61.1	104.8	57.0	35.8	19.8		84.2	30.7		57.6
无预兆	115.3	146.2	175.0	90.0	42.0	63.9	41.7	106.0		21.8	255.0	94.8
其他	56.6	76.5	141.4	78.5		46.2	26.14			12.4		56.2
两种以上预兆	93.0	76.5	188.1	77.8	79.9	27.9	19.5	148.7	73.2	86.0	56.0	78.4

6. 突出强度与煤层厚度关系

英岗岭等 8 个局矿突出强度与煤层厚度的关系如表 7-1-6 和图 7-1-6 所示。表中数据和曲线表明,英岗岭和焦作矿区随着煤层厚度增大,突出强度有增大趋势;而涟邵,资兴,开滦矿区突出强度随煤层厚度增大变化不大。因此,可以认为无突出强度随煤层厚度增大而增大的普遍规律。

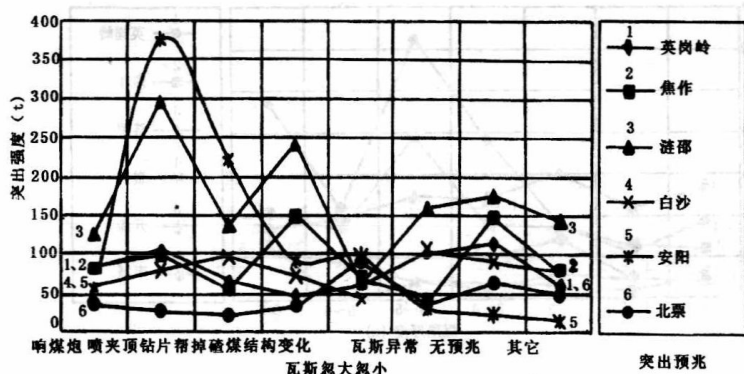


图 7-1-5 突出强度与各种突出预兆的关系曲线

表 7-1-6 突出强度与煤层厚度的关系

单位:t

煤层厚度(m)	英岗岭	焦作	涟邵	资兴	开滦	丰城	安阳	平顶山 矿区	全国 平均
< 1	93.8	61.0	137.6		31.7	20.0			106.9
1 ~ 2	58.5	63.8	112.3	22.3	11.3	26.0		12.9	60.7
2 ~ 3	89.4	87.7	150.5	29.3	15.8	72.5		17.1	88.2
3 ~ 4	190.0	91.4	119.4	13.7		48.0		91.8	123.5
4 ~ 5	310.0	193.7	126.0	22.1	21.3			22.7	108.9
5 ~ 6	111.8	86.3	96.2	46.3	6.0		76.7	50.5	76.1
≥ 6	234.4	104.6	87.8	60.0	66.2		132.3	52.3	111.2

通过对全国 106 个突出矿井突出强度与各种因素关系的统计分析,可以初步认为突出强度随开采深度的加大而增大;在各种巷道类型中,石门突出强度最大,明显大于平巷、下山、上山和回采面,回采面突出强度最小;对不同作业方式,震动

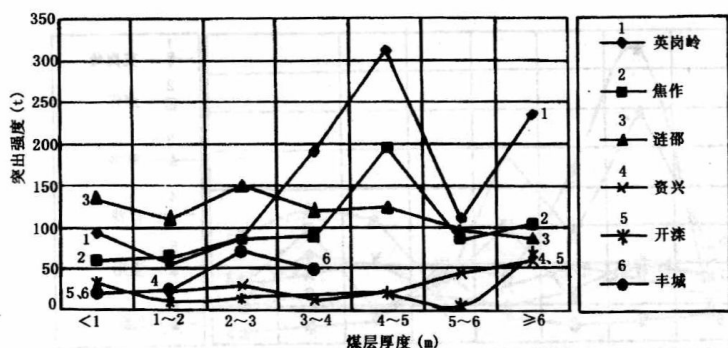


图 7-1-6 突出强度与预兆关系曲线

爆破突出强度最大,其次为爆破作业,手镐、风镐和支护作业方式引发的突出强度都不大;在各种地质构造中,软分层变厚处突出强度最大,其次为煤层倾角变化、褶曲部位,“无构造”部位突出强度一般较小;在各种突出预兆中,有喷孔、顶钻、夹钻和片帮掉碴征兆的突出强度最大,其次为煤结构变化、瓦斯异常,而有响煤炮预兆的突出强度并不大,无预兆时发生的突出强度反而比有响煤炮现象大;无突出强度随煤层厚度增加而增大的普遍规律。

二、突出危险区域特征分析

1. 突出危险煤层基本特征

突出煤层和非突出煤层在煤质、结构、赋存条件及瓦斯特征等方面存在着明显的差异,这些差异是煤层突出危险性评价的依据。一般来说,突出危险煤层具有以下主要特征:

(1)突出危险煤层一般具有较高的变质程度。我国的多数严重突出矿井煤层变质程度较高,而且在一定范围内突出危险程度随着煤的变质程度的增高而增大,突出强度也随煤

的变质程度的增高而增大;但不是所有高变质煤层都发生突出,并且低变质煤层也有突出的例子。所以,煤的变质程度虽然与突出密切相关,但它不是决定性的控制因素。

(2)突出危险煤层一般具有较高的瓦斯压力和瓦斯含量。瓦斯压力和瓦斯含量是引发突出的一个重要动力因素,高压瓦斯的存在是突出能量的来源和基础条件。针对特定的煤层条件,都存在一个突出的最小瓦斯压力和瓦斯含量。我国《煤与瓦斯突出防治细则》推荐的突出最小瓦斯压力为 0.74MPa ,前苏联的统计资料表明瓦斯含量小于 $10\text{m}^3/\text{t}$ 的煤层没有突出危险。

(3)突出危险煤层透气性一般比较低,顶、底板一般为封闭型,其顶板较少见砂岩,多为泥岩或沙质泥岩,煤层的透气性不利于瓦斯的移动和扩散,往往会积聚瓦斯,使其含量高、压力大;围岩的低透气性有利于瓦斯的保存,从而为突出的发生提供了必要的瓦斯内能条件。

(4)突出危险煤层的结构破坏类型较高、强度低。一般情况下,突出煤层的破坏类型为Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ类,突出危险煤层的平均最小坚固性系数 f 值较小。煤层的强度是发生突出的阻力因素,煤层的坚固性系数在一定程度上反映了突出的难易程度。据有关统计资料,虽然突出煤层和非突出煤层的坚固性系数 f 值的变动范围存在着一定的交叉,但按各层的平均值来看,非突出层 f 的平均最小值约为突出层的2倍。煤层中结构破坏了的软分层所占比重越大,危险性就越大,所以标志软分层所占比重大小的揉皱系数,也成为区分突出危险煤层和非突出危险煤层,以及严重危险和一般危险煤层的一个指标。

(5)突出危险煤层的瓦斯放散初速度 ΔP 较大。瓦斯放散初速度 ΔP 是煤的重要的气动力特征之一,它表征“煤—气”平衡状态开始破坏时煤解吸或吸附瓦斯作用的动力学,能较好地反映煤层的突出危险性,世界很多国家都将瓦斯放散初速度 ΔP 作为煤层突出危险性的判断指标,并得到了广泛应用。

(6)突出危险煤层煤的比表面积较大。煤的比表面积的大小直接影响了煤层吸附瓦斯的能力,比表面积大的煤层可吸附的瓦斯量就大;在相同的埋藏条件下,煤层中储存的瓦斯量大,煤层突出潜能就大。如南桐矿务局鱼田堡煤矿突出危险性大的4#煤层的比表面积比突出危险性小的6#煤层大2~3倍;中梁山、天府和松藻矿务局的测定结果也证明,突出煤层比非突出煤层的比表面积要大。

(7)突出危险煤层具有明显区别于非突煤层的孔隙结构特征。煤样的总孔隙容积和滞后量越大,突出危险性越大。通过对全国几十个煤样的实验室压汞法测定结果分析,突出危险煤层的大、中孔隙容积之和在总孔隙容积中所占比例通常很大,微、小孔所占比例很小;而非突出煤层煤样正好相反,尤其是非突出煤层煤样的小孔所占比例很大。因此,可用大孔隙容积与小孔隙容积之比 V_b 判断突出危险性。研究表明, $V_b \geq 1.0$ 时,相应的煤层具有突出危险性; $V_b \leq 0.7$ 时,相应的煤层无突出危险;当 $0.7 < V_b < 1.0$ 时,相应的煤层突出危险性难以判断。

2. 突出危险区域与地质构造的关系

地质构造,特别是对矿区或矿井总体上起控制作用的断层及褶皱,往往对煤与瓦斯突出条件及突出点的分布起着显

著的作用与影响。在地质异常区,由于在构造变动过程中煤体遭到了不同程度的破坏,煤层的结构破坏类型增高形成较厚的软分层,煤的坚固性系数 f 变小,比表面积增大,瓦斯放散初速度大为提高,在瓦斯封闭条件比较好时,瓦斯压力和瓦斯含量也相应增大;同时,地质异常区往往也存在着较大的构造应力。这些都为突出的发生创造了极为有利的条件,所以突出的多发地点就作地质异常区。

(1) 突出危险区域的地质构造类型

大多数突出的发生与构造有关,有些矿井甚至 100% 的突出都与构造有关。

平顶山十矿的戊₉₋₁₀煤发生的所有 8 次突出,7 次都在地质构造区,突出点附近煤岩倾角较大。有些突出点虽然其附近的地质条件并无明显异常,但却处于某些封闭性构造圈的范围,或受某些特殊的构造边界所控制。根据有关调查资料分析,在发生突出的地段内,煤岩层产状及其变化,地质构造类型、规模、性质、疏密程度、排列组合以及构造部位等差异,对突出均有不同程度的影响。为了便于瓦斯突出危险带地质构造类型的划分,以构造形态和构造组合特征为基础,并考虑构造应力引起的煤厚变化和煤体结构破坏等影响瓦斯突出分布的地质因素,归纳出突出危险区地质构造类型包括压扭性逆断层带、不协调紧密褶皱发育地带、封闭断层间地堑式构造、扭曲的直立煤层、波状起伏的单斜构造等。

(2) 构造区内突出的多发部位

综合分析各方面的资料,从地质力学观点来看,构造区内突出危险性相对较大的部位是:构造体系的复合部位、弧形构造的弧顶部位、褶皱构造的扭褶部位、多种构造体系的交汇部

位、压扭性断裂所夹的断块,以及旋扭构造的收敛端等。

①根据大量的突出统计结果,从褶曲构造来说,褶皱强烈或紧密褶曲部位,不协调褶皱、层间滑动或层间揉皱发育地带,煤层产状变化大的块段,中小型向斜轴部、背斜倾伏端以及背斜构造中和面以下部位,牵引褶曲部位等,均是突出多发部位。如表 7-1-7 所示,在山西阳泉一矿北头嘴井,中型褶曲的向斜部位和小型褶曲的背斜部位突出次数最多。

表 7-1-7 山西阳泉一矿北头嘴井突出统计表

褶曲级别	中型褶曲			小型褶曲		
褶曲部位	向斜轴	翼部	背斜轴	向斜轴	翼部	背斜轴
突出次数所占百分比, %	83.9	16.1	0	15.7	23.1	61.2

②断层对突出的影响较复杂,一般认为断层的产生是地应力释放的过程,因而断层的产生在一定程度上减少了突出的危险性;但是在很多时候断层又作为煤与瓦斯突出的初始通道或突破口,因而需对其进行具体分析与研究。断层的性质不同其对产生突出的作用及影响亦截然不同。一般情况下,压性或压扭性断层为封闭性构造,瓦斯含量较高、瓦斯压力大,因而突出危险性也大;而张性断层属开放性构造,突出危险性小或者不突出。在封闭的边界条件下,小断层密集发育的地带特别是低级别压扭性断裂发育地段、压性或压扭性结构面间所夹的块段、地堑式构造的中间块断等,均易发生突出。

对于压性或压扭性封闭断层,根据实测资料,其瓦斯压力分布具有一定的规律性,断层带附近,瓦斯压力及瓦斯涌出量一般比较小;随着距断层距离的增加,其瓦斯压力及瓦斯涌出量有一定的增加并存在较高的峰值;至一定的距离后又变化

为正常值,从而在距断层一定的范围内存在低值区、高值区和正常区。工程实践表明,突出点通常都在瓦斯压力及瓦斯涌出量升高区范围内,另一方面,压性或压扭性断层对突出的控制作用及其分布特征与断层带的应力分布状态是相对应的,一般认为断层是应力集中的部位,事实上这种说法并不准确,断层带中的应力状态反而相对较低,如果说其中应力较大,只能理解为其应力值与断层带本身很低的强度相对比较而言的,而在断层两侧其应力状态显著变化,不但应力值显著增加而且主应力的作用方向亦有明显变化,只是在距断层一定的距离以外,其应力状态才逐渐恢复到正常的应力状态。

以辽宁北票矿区的资料为例,距断层越近,突出次数越多,但强度不一定最大。在距断层 10m 以内范围突出次数多,但强度相对较小;在远离断层的一定范围内,突出强度变大。断距小于 10m 的小断层,突出次数较多,但强度不大(表 7-1-8)。

再从平顶山十矿戊₉₋₁₀煤层的所有 8 次突出中可以看出,7 次发生在构造附近,其中 6 次发生在落差小于 2m 的小断层附近,突出点距断层最远距离为 16m;1 次突出点发生在小的褶皱构造部位。

表 7-1-8 北票矿区突出与断层关系统计表

突出与断层断距的关系		
断距(m)	突出次数	平均强度(t/次)
< 10	268	28.4
10 ~ 20	43	29.8
> 20	80	44.55