



科大科技

双鸭山市利鑫矿业有限公司

5#煤层煤岩冲击倾向性

鉴 定 报 告

委托单位：____双鸭山市利鑫矿业有限公司____

鉴定类别：____委托鉴定____

鉴定日期：____2023. 1____

黑龙江科大科技开发有限公司

2023 年 1 月



利大科技

双鸭山市利鑫矿业有限公司

5#煤层煤岩冲击倾向性

鉴定报告

委托单位：双鸭山市利鑫矿业有限公司

鉴定类别：委托鉴定

鉴定日期：2023.1

黑龙江科大科技开发有限公司

2023 年 1 月



双鸭山市利鑫矿业有限公司 5#煤层煤岩冲击倾向性鉴定报告

声明:

本测定报告在黑龙江科技大学实验室内完成。

黑龙江科大科技开发有限公司是黑龙江科技大学的全资下属单位，本测定报告无黑龙江科大科技开发有限公司公章无效。

未经批准不得复制测定报告。

检测报告涂改的无效；

本检测报告只对检测报告中划定的测试区域负责；

本检测报告数据依据所取得的煤岩样品实验获得，与实际存在差异属于正常实验误差；

鉴定报告声明

黑龙江科大科技开发有限公司

2023 年 1 月

参加人员：

姓名	职称/学历	专业	负责项目内容	备注
代少军	副教授	采矿工程	报告审核	代少军
康 宇	副教授	工程力学	报告编写	康宇
王洪梁	讲师	安全工程	报告编写	王洪梁
刘传海	讲师	安全工程	报告编写	刘传海

目 录

1 项目概况.....	1
1.1 矿井概况	1
1.2 取样概况	2
1.3 数据来源	3
2 冲击倾向性测定的相关标准及内容.....	4
2.1 测定依据	4
2.2 测定内容	4
3 试件加工与试验.....	6
3.1 试件加工	6
3.2 试件数量	7
3.3 试验	7
4 试验结果.....	12
4.1 煤层试样的物理性质.....	12
4.2 煤层冲击倾向性指标测定	12
4.3 煤层冲击倾向性鉴定结果	15
4.4 岩层物理力学性质.....	16
4.5 顶、底板岩层冲击倾向性鉴定	18

5 结论与建议..... 21

5.1 结论 21

5.2 建议 21

附录 A 冲击倾向性评判结果..... 22

1 项目概况

1.1 矿井概况

矿井位于双鸭山市宝清县城西南方向 20km 处，行政区归属宝清县小城子镇管辖。区间有矿区专用公路与国道 G229 相通，通往全省与全国各地，矿区交通方便，详见煤矿交通位置图 1-1。

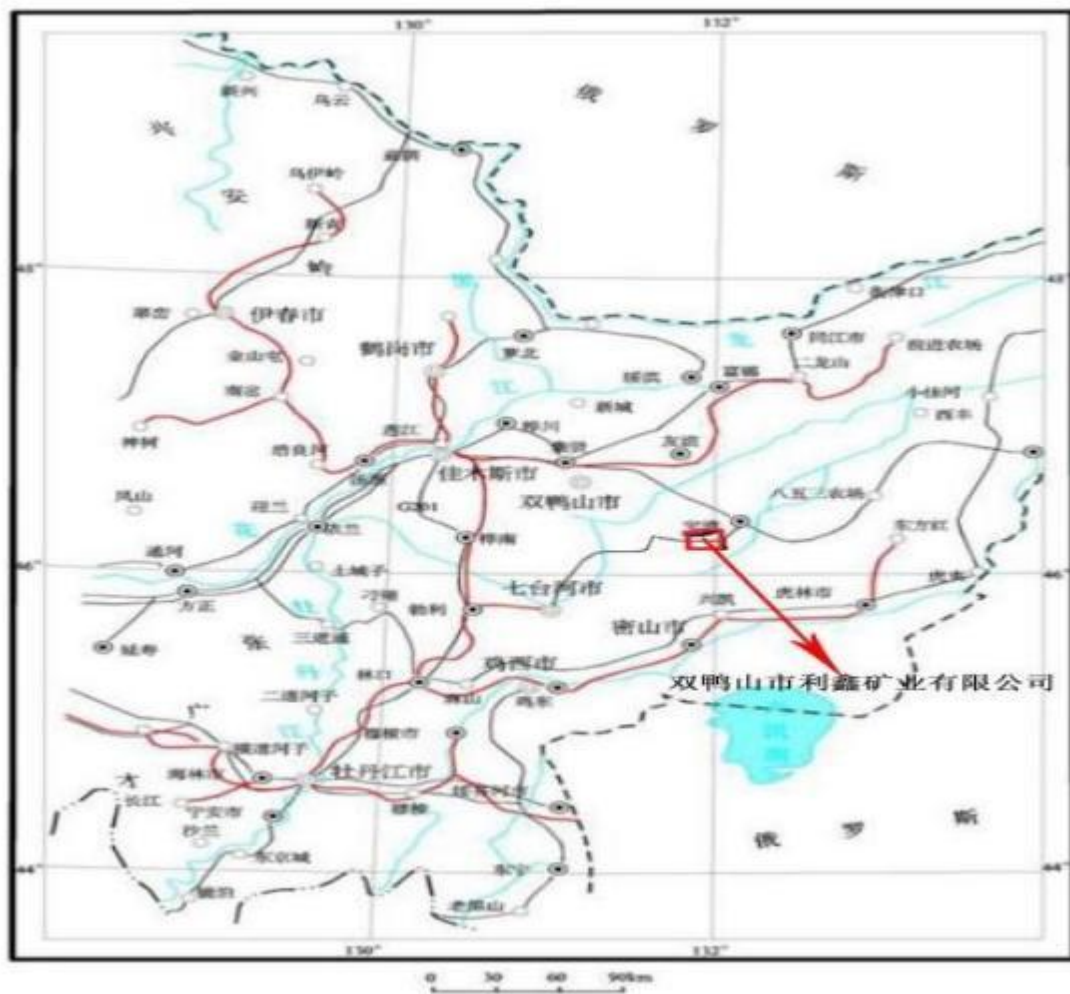


图 1-1 交通位置图

根据《采矿许可证》，划定的矿区范围由 47 个拐点坐标圈定，开采标高为+172m 至 -428m，井田面积 1.1201km²，批准开采煤层 6 层，分别为 5、7、8、8 下、9、10 煤层。

矿井处在低山丘陵地区。矿区内地形简单，山脊呈北西向展布，地势南东高，中间略低，北西高；南西与北东两侧低。矿区内最高海拔标高+203.4m，最低标高+110m，最大高差 93.4m。

矿区处于寒温带属大陆性气候，冬夏温差大，冬季最低气温-37℃，夏季最高气温37℃，年平均气温为5℃。无霜期100天左右。每年的10月下旬开始封冻期到翌年的4月下旬解冻，封冻期长达6月，冻土层最大厚度2m，一般在1.6~1.8m，无永冻层。7、8、9三个月是雨季，每年的降水量一般在550mm。

每年的4~10月期间以东—南风为主，风力一般在1~2级，有时有5级以上的大风天气。冬季以西—西北风为主，风力一般在2级以上。

瓦斯：根据黑龙江科大科技开发有限公司完成的2022年《双鸭山市利鑫矿业有限公司瓦斯等级鉴定报告》，双鸭山市利鑫矿业有限公司矿井瓦斯绝对涌出量0.49m³/min，鉴定结果为低瓦斯矿井。

受该矿委托，对煤及顶、底板岩层的冲击倾向性进行测定与分析。主要依据“GB/T25217《冲击地压测定、监测与防治方法》第1部分：顶板岩层冲击倾向性分类及指数测定的方法（GB/T25217.1-2010），第2部分：煤的冲击倾向性分类及指数的测定方法》（GB/T 25217.2-2010）”国家标准，具体测定标准及内容详见第二章。

1.2 取样概况

本次鉴定为5#煤层及其顶、底板岩层。取样标准遵照中华人民共和国国家标准GB/T23561.1-2009《采样一般规定》执行，所取试样在二采区-300m五层左一片运输巷，所采的煤样规格大体200×200×200mm，其高度方位垂直于煤层的层理面，岩层采用现场取岩样的采样方法，具体位置及取样数量如表1-1和图1-2所示，取样由我单位技术人员现场完成，取样过程中进行了图片及视频的录制。煤层上方顶板岩性为中砂岩，底板岩性为细砂岩，煤层及项、底板岩层的综合柱状情况如图1-3所示。

表 1-1 采样情况表

序号	采样位置	标高	规格	数量
顶板	二采区-300m 五层左一片运输巷	-304.1m	200×200×200mm	6
底板			200×200×200mm	3
煤样			200×200×200mm	3

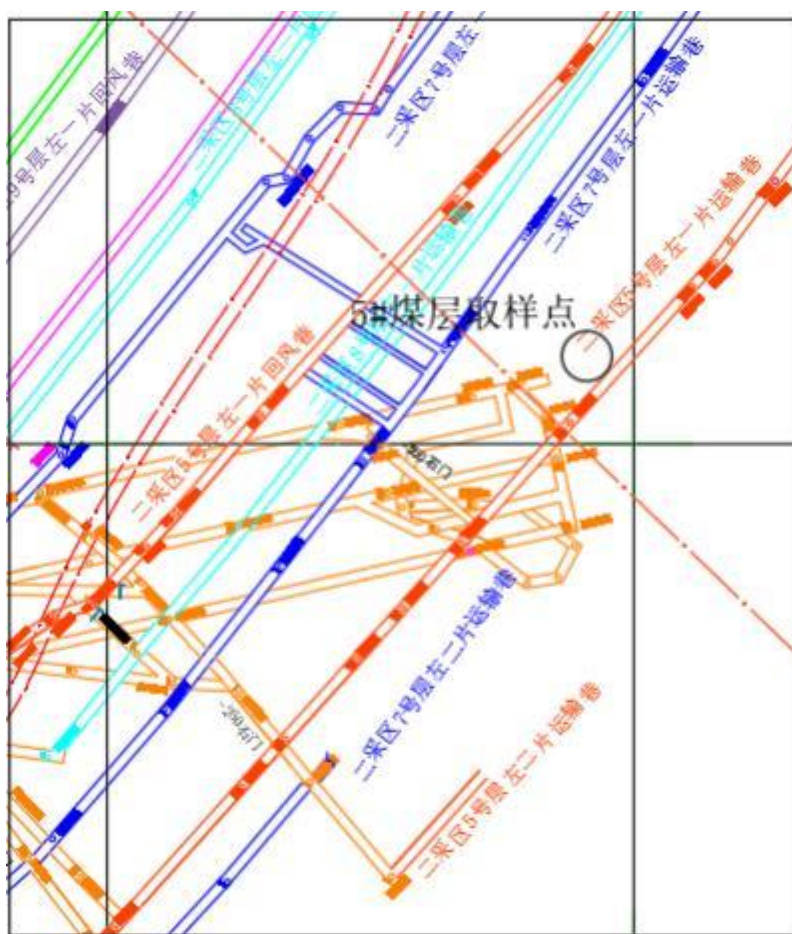


图 1-2 煤层及顶底板取样位置图

1.3 数据来源

本次鉴定所取岩层为现场所取得 5#煤层及顶、底板岩层，冲击倾向性鉴定数据来源于黑龙江科技大学岩石力学实验室。

2 冲击倾向性测定的相关标准及内容

2.1 测定依据

本测定依据中华人民共和国国家标准《煤和岩石物理力学性质测定方法》和《冲击地压测定、监测与防治方法》开展，具体包括：

- (1) 中华人民共和国国家标准 (GB/T 23561.1-2009) 《采样一般规定》；
- (2) 中华人民共和国国家标准 (GB/T 23561.3-2009) 《煤和岩石块体密度测定方法》；
- (3) 中华人民共和国国家标准 GB/T 23561.7-2009) 《单轴抗压强度测定及软化系数计算方法》；
- (4) 中华人民共和国国家标准 GB/T 23561.8-2009) 《煤和岩石变形参数测定方法》；
- (5) 中华人民共和国国家标准 (GB/T 23561.10-2009) 《煤和岩石单轴抗拉强度测定方法》；
- (6) 中华人民共和国国家标准 (GB/T 25217.1-2010) 《顶板岩层冲击倾向性分类及指数的测定方法》；
- (7) 中华人民共和国国家标准 (GB/T 25217.2-2010) 《煤的冲击倾向性分类及指数的测定方法》；
- (8) 利鑫矿业有限公司相关地质资料。

2.2 测定内容

此次煤层及其顶、底板岩层的冲击倾向性鉴定项目如下：

(1) 煤的冲击倾向性

分别测定煤样的动态破坏时间、弹性能量指数和冲击能量指数、并结合单轴抗压强度判定煤的冲击倾向性。表 2-1 是判定煤的冲击倾向性类别的依据。

表 2-1 煤层冲击倾向性判别标准

类别		I类	II类	III类
冲击倾向		无	弱	强
指数	动态破坏时间 DT	$DT > 500$	$50 < DT \leq 500$	$DT \leq 50$
	弹性能量指数 W_{ET}	$W_{ET} < 2$	$2 \leq W_{ET} < 5$	$W_{ET} \geq 5$
	冲击能量指数 K_E	$K_E < 1.5$	$1.5 \leq K_E < 5$	$K_E \geq 5$
	单轴抗压强度 R_c	$R_c < 7$	$7 \leq R_c < 14$	$R_c \geq 14$

备注：当 DT 、 W_{ET} 、 K_E 、 R_c 的测定值发生矛盾时，应增加试件数量，其分类可采用模糊综合评判的方法或概率统计的方法。

（2）顶、底板岩层的冲击倾向性

测试该煤层顶底板岩层的单轴抗拉强度、块体密度、弹性模量，依此计算其弯曲能量指数及复合顶板弯曲能量指数，判定该煤层顶底板岩层的冲击倾向性。岩层冲击倾向性的评判是根据中华人民共和国行业标准 GB/T25217《冲击地压测定、监测与防治方法》的第 1 部分：顶底板岩层冲击倾向性分类及指数的测定方法（GB/T 25217.1-2010）进行的。该标准规定了岩层冲击倾向性判定指标，如表 2-2 所示。

表 2-2 顶底板岩层冲击倾向性分类及指数

类别	I类	II类	III类
冲击倾向	无冲击倾向性	弱冲击倾向性	强冲击倾向性
弯曲能量指数, kJ	$U_{wQS} \leq 15$	$15 < U_{wQS} \leq 120$	$U_{wQS} > 120$

3 试件加工与试验

3.1 试件加工

根据测定项目，将煤块用锯石机锯成 $50\text{ mm} \times 50\text{ mm} \times 100\text{ mm}$ 左右的方柱体。将岩块夹持在钻石机的加工平台上，用金刚石钻头垂直于岩块的层理面钻取直径为 50 mm 的岩石试样，然后用锯石机将岩石试样锯成高 100 mm 和 25 mm 左右的圆柱体。钻、锯岩石试件时用水冷却。最后在断面磨平机上将煤、岩试件两端磨平，研磨时要求试件两端面不平行度不得大于 0.01 mm ，上、下端直径的偏差不得大于 0.2 mm ，并用乳化液冷却。试件加工过程如图 3-1 所示，试件加工设备如图 3-2 所示。



(1) 煤样加工



(2) 顶板岩样



(3) 底板岩样

图 3-1 试件加工



图 3-2 试件加工设备

3.2 试件数量

试件尺寸及数量，根据合同规定的测定指标，按煤、岩性质，测定方法的规定执行。试件尺寸分别为 50 mm×50 mm×100 mm、 ϕ 50mm×100mm 和 ϕ 50mm×20mm，共加工煤、岩样试件 14 件。

3.3 试验

3.3.1 试验设备与仪器

加载设备：AW-2000 型微机控制电液伺服岩石三轴蠕变试验机，见图 3-3。数据处理设备：计算机及试验机配套数据分析软件。

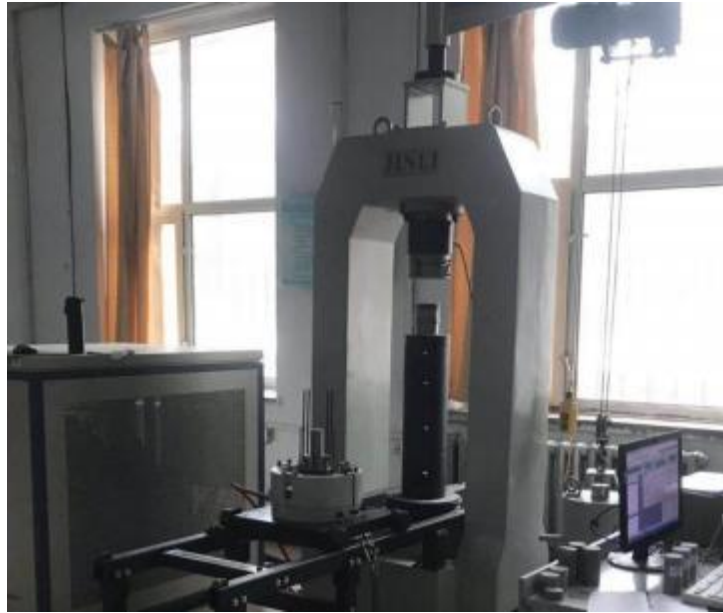


图 3-3 AW-2000 型微机控制电液伺服岩石三轴蠕变试验机

3.3.2 试验方法

(1) 力学性质测试方法

a. 试件的单轴抗压强度计算公式:

$$\sigma_c = p_{\max}/A \quad (3-1)$$

式中: σ_c —岩石单轴抗压强度, MPa;

$p_{\max}$ —岩石试件最大破坏载荷, N;

A —试件受压面积, mm^2 。

b. 试件的单轴抗拉强度计算公式:

$$\sigma_t = 2p_{\max}/\pi DL \quad (3-2)$$

式中: σ_t —岩石单轴抗拉强度, MPa;

$p_{\max}$ —岩石试件最大破坏载荷, N;

D —岩石试样直径, mm;

L —岩石试样厚度, mm。

(2) 煤动态破坏时间、弹性能量指数和冲击能量指数测定方法

a. 动态破坏时间

煤的动态破坏时间 DT 是指煤样在常规单轴抗压试验条件下, 从极限载荷到完全破坏所经历的时间。

采用长方体标准试件, 在常规单轴压缩试验条件下, 测定煤样从极限载荷到完全破

坏所经历的时间，绘制动态破坏时间曲线，计算单个试件的动态破坏时间和每组试件的动态破坏时间的算术平均值(图 3-4)。

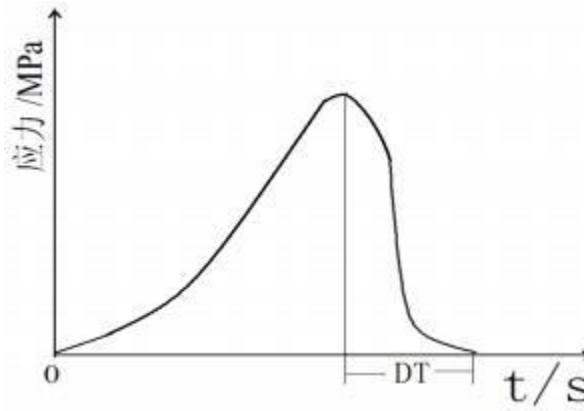


图 3-4 动态破坏时间示意图

B.弹性能量指数

煤的弹性能量指数 W_{ET} 是指煤试件在单轴压缩状态下，受力达到破坏前某一值时卸载，其弹性能与塑性能之比。

采用长方体标准试件，在常规单轴压缩试验条件下，测定煤样破坏前所积蓄的变形能 ϕ_{SE} 与产生塑性变形消耗的能量 ϕ_{SP} 比值，计算单个试件和每组试件的弹性能量指数的算术平均值(图 3-5)。

$$W_{ET} = \frac{\phi_{SE}}{\phi_{SP}} \quad (3-3)$$

式中， W_{ET} ——弹性能量指数；

ϕ_{SE} ——为弹性应变能，即卸载曲线下的面积， mm^2 ；

ϕ_{SP} ——塑性应变能，其值为加载曲线和卸载曲线所包络的面积， mm^2 。

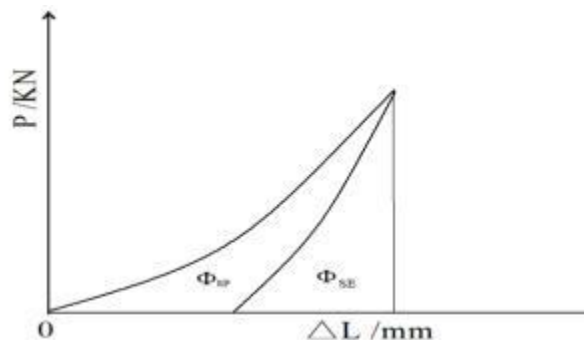


图 3-5 弹性能量指数计算示意图

C. 冲击能量指数

煤的冲击能量指数 K_E 是指应力应变全过程曲线的上升段面积 A_s 与下降段面积 A_x 之比。采用长方体标准试件，在常规单轴压缩试验条件下，测定煤样全应力应变曲线峰前所积聚的变形能与峰后所消耗的变形能之比值，计算单个试件和每组试件的冲击能量指数的算术平均值(图 3-6)。

$$K_E = \frac{A_s}{A_x} \quad (3-4)$$

式中， K_E ——冲击能量指数；

A_s ——峰前积聚变形能；

A_x ——峰后积聚变形能。

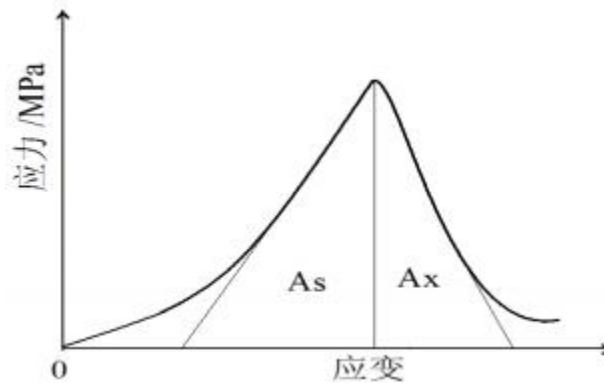


图 3-6 冲击能量指数计算示意图

(3) 顶板弯曲能力指数计算

上覆岩层载荷自煤层顶板起，自下而上，按式 (3-5) 计算：

$$q = 10^{-6} \frac{E_1 h_1^3 g (\rho_1 h_1 + \rho_2 h_2 + \cdots \rho_n h_n)}{E_1 h_1^3 + E_2 h_2^3 + \cdots E_n h_n^3} \quad (3-5)$$

式中：

q ——单位宽度上覆岩层载荷，单位为 MPa；

E_i ($i=1,2, \dots, n$) ——上覆各岩层的弹性模量，单位为 MPa；

h_i ($i=1,2, \dots, n$) ——上覆各岩层的厚度，单位为 m；

ρ_i ——上覆各岩层的块体密度，单位为 kg/m^3 ；

g ——重力加速度，单位为 N/kg 。

当 $n+1$ 层对第 1 层的载荷小于第 n 层对第 1 层的载荷时，计算终止，取第 n 层的计算结果。

单一顶板弯曲能量指数按式（3-6）计算：

$$U_{wQ} = 102.6 \frac{(R_t)^{\frac{5}{2}} h^2}{q^{\frac{1}{2}} E} \quad (3-6)$$

式中：

U_{wQ} --单一顶板弯曲能量指数，单位为KJ；

R_t --岩石试件的抗拉强度，单位MPa；

h —单一顶板厚度，单位m；

E —岩石试件的弹性模量，单位 MPa。

复合顶板弯曲能量指数按式（3-7）计算：

$$U_{wQS} = \sum_{i=1}^n U_{wQi} \quad (3-7)$$

式中：

U_{wQS} --复合顶板弯曲能量指数，单位为KJ；

U_{wQi} --第 i 层弯曲能量指数，单位为KJ；

n —顶板分层数。

4 试验结果

4.1 煤层试样的物理性质

利鑫矿业 5#煤层试样物理性质测定结果见表4-1。

表 4-1 5 号煤层试样物理性质测试结果

序 号		视密度 /kg · m ³	真密度 /kg · m ³	含水率 %	自然吸水率 %	备注
5#煤层	1	1431.33	1464.35	3.59	3.42	
	2	1414.65	1433.55	2.92	3.45	
	3	1395.85	1518.25	3.83	4.12	
	平均值	1413.94	1472.05	3.45	3.66	

4.2 煤层冲击倾向性指标测定

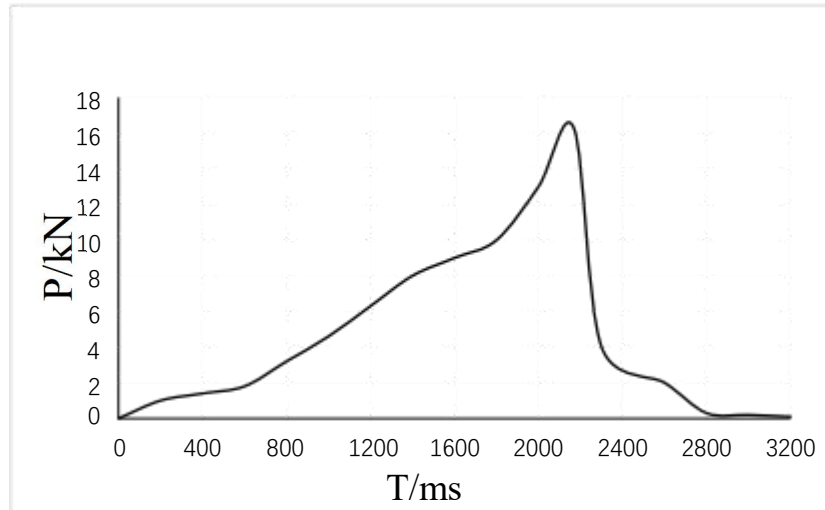
根据测试要求，共计加工了 5 块 50×50×100 mm 的煤样，用于煤的冲击倾向性测定，测试内容包括煤的动态破坏时间、弹性能量指数、冲击能量指数和单轴抗压强度。

4.2.1 动态破坏时间

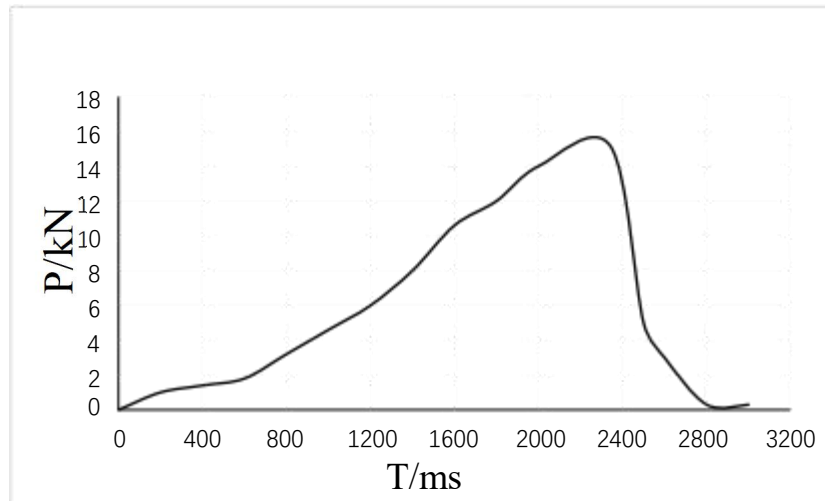
煤的动态破坏时间测定结果及典型曲线见表 4-2、图 4-1。

表 4-2 煤样动态破坏时间测定结果

试件编号	试件尺寸 长×宽×高 /mm×mm×mm	截面积 /mm ²	破坏载 荷 P/kN	抗压强度 R _c /MPa	破坏时间 DT/ms	破坏时间 平均值 /ms
LX5d-1	51.13×50.65×101.11	2591.78	16.25	6.27	1031	928
LX5d-2	50.94×50.69×99.18	2586.73	12.33	4.77	972	
LX5d-3	50.32×50.78×99.79	2522.04	15.77	6.25	995	
LX5d-4	51.69×50.12×100.31	2670.82	15.73	5.89	986	
LX5d-5	50.64×51.67×100.54	2616.57	15.14	5.79	657	



(1) 5#煤样-1



(2) 5#煤样-5

图 4-1煤层煤样动态破坏时间测试曲线

4.2.2 弹性能量指数

煤的弹性能量指数测定结果及典型曲线见表 4-2、图 4-2。

表 4-2 煤层弹性能量指数测定结果表

试件 编号	试件尺寸 长×宽×高 /mm×mm×mm	截面积 /mm ²	弹性 变形能 Φ_{SE}	塑性 变形能 Φ_{SP}	弹性能 指数 W_{ET}	弹性能 指数平 均值
LX5t-1	51.13×50.65×101.11	2591.78	2.2314	2.1226	1.005	1.012
LX5t-2	50.94×50.69×99.18	2586.73	2.3452	2.2133	1.009	
LX5t-3	50.32×50.78×99.79	2522.04	2.2665	2.3012	1.033	
LX5t-4	51.69×50.12×100.31	2670.82	2.2522	2.1315	1.000	

LX5t-5	50.64×51.67×100.54	2616.57	2.3014	2.1838	1.014	
--------	--------------------	---------	--------	--------	-------	--

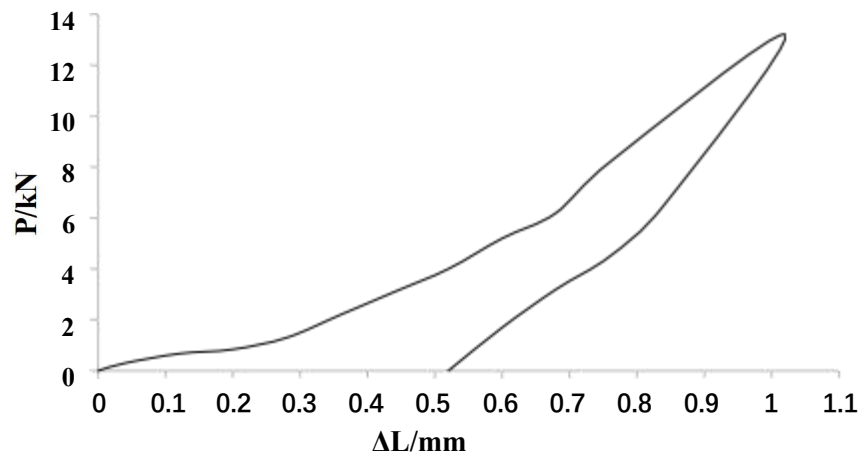


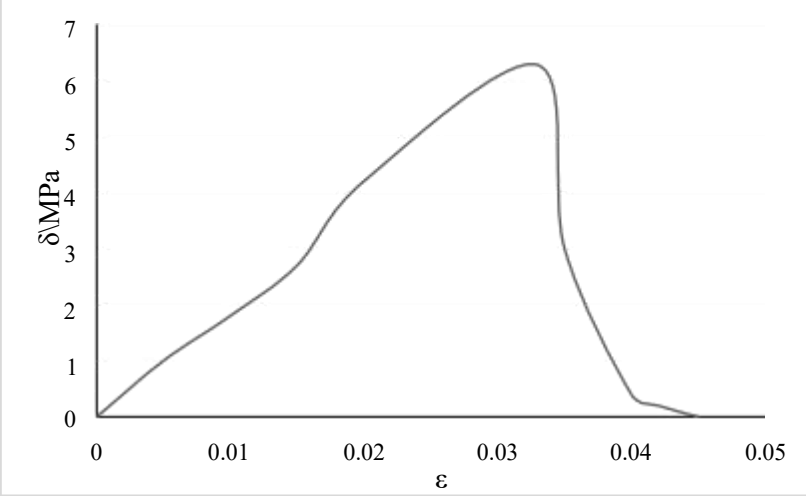
图 4-2 煤层弹性能量指数测试曲线

4.2.3 煤岩冲击能量指数

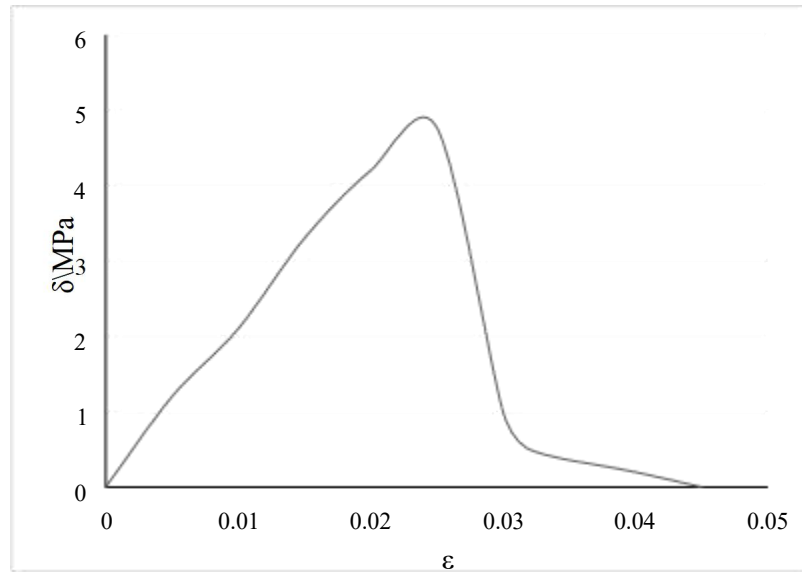
煤的冲击能量指数测定结果及典型曲线见表 4-3，图 4-3。

表 4-3 5#煤层煤的冲击能量指数记录表

试件 编号	试件尺寸 长×宽×高 /mm×mm×mm	截面积 /mm ²	破 坏 载 荷 <i>P</i> /kN	抗压 强度 <i>R_c</i> /MPa	峰值前 聚积的 变形能 <i>A_S</i>	峰值后 损耗的 变形能 <i>A_X</i>	冲击能 量指数 <i>K_E</i>	冲击能 量指数 平均值
LX5c-1	51.13×50.65×101.11	2591.78	16.25	6.27	7.44	6.89	1.08	1.08
LX5c-2	50.94×50.69×99.18	2586.73	12.33	4.77	6.51	6.08	1.07	
LX5c-3	50.32×50.78×99.79	2522.04	15.77	6.25	8.91	8.10	1.10	
LX5c-4	51.69×50.12×100.31	2670.82	15.73	5.89	8.42	7.65	1.1	
LX5c-5	50.64×51.67×100.54	2616.57	15.14	5.79	6.22	5.98	1.04	



(1) 5#煤样-1



(2) 5#煤样-2

图 4-3 5#煤层煤的单轴压缩试验曲线

4.2.4 煤岩单轴抗压强度

煤样单轴抗压强度测定结果见表 4-4。

表 4-4 5#煤层煤样单轴抗压强度测定结果

试件编号	试件尺寸 长×宽×高 /mm×mm×mm	截面积 /mm ²	破坏载荷 P/kN	抗压强度 R _c /MPa	抗压强度 平均值 /MPa
LX5c-1	51.13×50.65×101.11	2591.78	16.25	6.27	5.79
LX5c-2	50.94×50.69×99.18	2586.73	12.33	4.77	
LX5c-3	50.32×50.78×99.79	2522.04	15.77	6.25	
LX5c-4	51.69×50.12×100.31	2670.82	15.73	5.89	
LX5c-5	50.64×51.67×100.54	2616.57	15.14	5.79	

4.3 煤层冲击倾向性鉴定结果

该煤试样动态破坏时间、冲击能量指数、弹性能量指数及单轴抗压强度测定结果见表 4-5。

(1) 动态破坏时间

该煤试样的动态破坏时间如表 4-5 所示，试样的动态破坏时间平均值为 928ms，大于 500ms，按照国家标准 GB/T 25217.2-2010《煤的冲击倾向分类及指数的测定方法》，可以判断该煤试样动态破坏时间的冲击倾向性为 I 类，即无冲击倾向性。

(2) 冲击能量指数

该煤试样的冲击能量指数如表 4-5 所示，试样的冲击能量指数平均值为 1.08，小于 1.5，按照国家标准 GB/T 25217.2-2010《煤的冲击倾向分类及指数的测定方法》，可以判断该煤试样冲击能量指数的冲击倾向性为 I 类，即无冲击倾向性。

(3) 弹性能量指数

该煤试样的弹性能量指数如表 4-5 所示，试样的弹性能量指数平均值为 1.012，小于 2，按照国家标准 GB/T 252J 7.2-2010《煤的冲击倾向分类及指数的测定方法》，可以判断该煤试样弹性能量指数的冲击倾向性为 I 类，即无冲击倾向性。

(4) 单轴抗压强度

该煤试样的单轴抗压强度如表 4-5 所示，试样的单轴抗压强度平均值为 5.35MPa，小于 7MPa，按照国家标准 GB/T 252J 7.2-2010《煤的冲击倾向分类及指数的测定方法》，判断该煤试样单轴抗压强度的冲击倾向性为 1 类，即无冲击倾向性。

根据判定煤层冲击倾向性 4 个指标的测定结果，综合判定该煤为具有无冲击倾向性的煤层。

表 4-5 试样冲击倾向性各项指数测定结果

样 别 煤层编号		动态破坏时间 DT (ms)	冲击能量指数 K _E	弹性能量指数 W _{ET}	单轴抗压强度 R _c (MPa)
5#煤层	1	1031	1.08	1.005	5.63
	2	972	1.07	1.009	5.25
	3	995	1.10	1.033	5.79
	4	986	1.10	1.000	5.74
	5	657	1.04	1.014	4.34
	平均值	928	1.08	1.012	5.35
	冲击倾向性判定	无	无	无	无
综合判定结果		无冲击倾向性			

4.4 岩层物理力学性质

根据测试要求，共计加工了 25 块 $\phi 50 \times 100\text{mm}$ 和 $\phi 50 \times 25\text{mm}$ 的岩样，用于顶、底板岩层的冲击倾向性测定，测试内容为岩样的弯曲能量指数。

4.4.1 岩样块体密度

岩样的块体密度测定结果见表 4-6。

表 4-6 岩样块体密度测定结果

岩样	试件编号	试件在空气中的质量 (g)	视密度 / $\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	试件尺寸高度 (mm)	真密度 (g/cm^3)
基本顶	1	503.7	2.46	100.68	2.53
	2	509.2	2.53	101.34	2.62
	3	502.1	2.43	100.42	2.57
	平均值	-	2.47	-	2.57
直接顶	1	494.2	2.55	100.85	2.61
	2	503.7	2.59	100.36	2.63
	3	486.9	2.40	100.47	2.51
	平均值	-	2.51	-	2.58
底板	1	501.4	2.40	101.25	2.53
	2	495.5	2.69	100.43	2.83
	3	500.2	2.62	101.69	2.73
	平均值	-	2.57	-	2.69

4.4.2 岩样单轴抗压强度

岩样的单轴抗压强度测定结果见表 4-7。

表 4-7 岩样单轴抗压强度测定结果

岩样	试件编号	试件尺寸直径 (mm)	试件尺寸高度 (mm)	试件截面积 (mm^2)	破坏载荷 (kN)	抗压强度 (MPa)	弹性模量 (GPa)
基本顶	1	50.9	100.68	2033.79	122.45	60.21	10.58
	2	50.3	101.34	1986.12	116.25	58.53	9.45
	3	51.2	100.42	2057.83	118.31	57.49	9.63
	平均值	-	-	-	119.00	58.74	9.89
直接顶	1	49.5	100.85	1923.45	122.45	63.66	9.76
	2	49.7	100.36	1939.02	116.25	59.95	9.95
	3	50.2	100.47	1978.23	118.31	59.81	9.58
	平均值	-	-	-	119.00	61.14	9.76

底板	1	50.7	101.25	2017.83	125.96	62.42	10.34
	2	51.3	100.43	2065.88	121.00	58.57	9.68
	3	48.3	101.69	1831.32	120.79	65.96	10.01
	平均值-	-	-	-	122.58	62.32	10.01

4.4.3 岩样抗拉强度

岩样抗拉强度测定结果见表 4-8。

表 4-8 岩样抗拉强度测定结果

岩样	试件编号	试件尺寸直径 (mm)	试件尺寸厚度 (mm)	破坏载荷 (kN)	抗拉强度 (MPa)
基本顶	1	50.9	25.16	6.43	3.16
	2	50.3	25.88	5.41	2.72
	3	51.2	25.74	5.20	2.53
	平均值	-	-	5.68	2.80
直接顶	1	49.5	24.46	7.61	3.96
	2	49.7	25.96	7.72	3.98
	3	50.2	25.46	6.57	3.32
	平均值	-	-	7.30	3.75
底板	1	50.7	25.92	6.75	3.35
	2	51.3	25.62	7.59	3.67
	3	48.3	24.40	7.28	3.98
	平均值	-	-	7.21	3.66

4.5 顶、底板岩层冲击倾向性鉴定

顶板岩层冲击倾向性主要以顶板岩层的弯曲能量指数来确定，顶板弯曲能量指教的确定首先需要计算上覆顶板岩层载荷。

上覆岩层载荷自煤层顶板起，自下而上，按式(4-1)计算：

$$q = 10^{-6} \frac{E_1 h_1^3 g(\rho_1 h_1 + \rho_2 h_2 + \cdots \rho_n h_n)}{E_1 h_1^3 + E_2 h_2^3 + \cdots E_n h_n^3} \quad (4-1)$$

式中：

q—单位宽度上覆岩层载荷，单位为MPa；

E_i ($i=1,2, \dots, n$) --上覆各岩层的弹性模量, 单位为MPa;

h_i ($i=1,2, \dots, n$) --上覆各岩层的厚度, 单位为m;

ρ_i —上覆各岩层的块体密度, 单位为 kg/m^3 ;

g —重力加速度, 单位为 N/kg 。

当 $n+1$ 层对第 1 层的载荷小于第 n 层对第 1 层的载荷时, 计算终止, 取第 n 层的计算结果。

单一顶板弯曲能量指数按式 (4-2) 计算:

$$U_{wQ} = 102.6 \frac{(R_t)^{\frac{5}{2}} h^2}{q^{\frac{1}{2}} E} \quad (4-2)$$

式中:

U_{wQ} --单一顶板弯曲能量指数, 单位为KJ;

R_t --岩石试件的抗拉强度, 单位MPa;

h —单一顶板厚度, 单位m; 基本顶 9.8m, 直接顶 7.0m;

E —岩石试件的弹性模量, 单位 MPa。

复合顶板弯曲能量指数按式 (4-3) 计算:

$$U_{wQS} = \sum_{i=1}^n U_{wQi} \quad (4-3)$$

式中:

U_{wQS} --复合顶板弯曲能量指数, 单位为KJ;

U_{wQi} --第 i 层弯曲能量指数, 单位为KJ;

n —顶板分层数。

根据顶、底板岩层物理、力学参数测试结果, 计算的上覆载荷、复合顶板及底板的弯曲能量指数如表 4-9、4-10 所示, 根据标准可用抗拉强度代替抗弯强度。

该煤层基本顶顶板弯曲能量指数为 14.52kJ, 直接顶弯曲能量指数为 14.50, 均小于 15kJ, 按国家标准 GB/T25217.1-2010 所示规定, 该煤层顶板岩层应属 I 类, 为无冲击倾向性的顶板岩层。

表 4-9 顶板岩层弯曲能量

项目 样别	载荷 (MPa)	密度 (g/m ³)	弹性模量 (GPa)	抗拉强度 (MPa)	弯曲能量指数 (kJ)
基本顶	5.68	2.57	9.89	2.8	14.52
直接顶	7.3	2.58	9.76	3.75	14.50

该煤层底板弯曲能量指数为 13.64kJ，小于 15kJ，按国家标准 GB/T25217.1-2010 所示规定，该煤层底板岩层应属 I 类，为无冲击倾向性的底板岩层。

表 4-10 底板岩层弯曲能量

项目 样别	载荷 (MPa)	密度 (g/m ³)	弹性模量 (GPa)	抗拉强度 (MPa)	弯曲能量指数 (kJ)
底板	7.21	2.69	10.01	3.66	13.64

5 结论与建议

5.1 结论

(1) 取样地点处于该矿井二采区-300 五号层左一片运输巷内, 该工作面刚施工形成, 煤岩暴露时间较短, 能够反应 5#煤层及其顶底板岩石力学参数, 为冲击倾向性鉴定提供数据基础。

(2) 根据该矿送检煤样, 经实验室测定所得数据, 依据国家标准 GB/T 25217.2_2010《煤的冲击倾向分类及指数的测定方法》, 判定双鸭山市利鑫矿业有限公司 5#煤层属于 I 类, 为无冲击倾向性的煤层。

(3) 根据该矿送检岩样, 经实验室测定所得数据, 依据国家标准 GB/T25217.1-2010《顶板岩层冲击倾向分类及指数的测定方法》, 判定双鸭山市利鑫矿业有限公司 5#煤层的顶板岩层属于 I 类, 为无冲击倾向性的顶板岩层, 底板岩层属于 I 类, 为无冲击倾向性的底板岩层。

本次实验煤、岩样本来源于双鸭山市利鑫矿业有限公司 5#煤层, 所得结论仅限于现阶段煤层赋存条件与开采条件, 在生产过程中, 煤、岩是否发生冲击还同地质构造、应力变化、开采技术等情况有关, 应具体问题具体分析。

5.2 建议

(1) 双鸭山市利鑫矿业有限公司未布置过 5#煤层开采, 因此其覆岩规律及矿山压力现象规律等相对未知, 在开采过程中可借鉴 7#煤层同时, 加强矿山压力观测。

(2) 5#煤层为双鸭山市利鑫矿业有限公司开采范围内最上层煤层, 因此开采时上方岩体未经扰动, 容易形成应力集中现象, 开采过程中应加强顶板管理, 合理设置推进速度, 避免出现大面积悬顶等情况。

录 A 冲击倾向性评判结果

序号	动态破坏时间	弹性能量指数	冲击能量指数	单轴抗压强度	综合评判结果	序号	动态破坏时间	弹性能量指数	冲击能量指数	单轴抗压强度	综合评判结果
1	2	3	2	3	3	42	2	2	2	3	2
2	1	1	1	2	3	43	2	2	3	1	2
3	2	3	1	3	2	44	2	2	3	2	2
4	3	1	2	1	2	45	2	2	3	3	*
5	2	1	2	2	*	46	2	3	1	1	1
6	2	1	2	3	2	47	2	3	1	2	2
7	3	1	3	1	2	48	2	3	1	3	3
8	2	1	3	2	2	49	2	3	2	1	2
9	1	1	3	3	2	50	2	3	2	2	2
10	1	2	1	1	1	51	2	3	2	3	*
11	2	2	1	2	*	52	2	3	3	1	3
12	1	2	1	3	1	53	2	3	3	2	2
13	2	2	2	1	1	54	2	3	3	3	3
14	1	2	2	2	2	55	3	3	3	2	3
15	1	2	2	3	2	56	3	1	1	2	1
16	2	2	3	1	1	57	3	1	1	3	3
17	1	2	3	2	2	58	3	1	2	1	1
18	1	2	2	3	3	59	3	2	2	2	2
19	1	3	3	1	2	60	3	1	2	3	3
20	3	3	2	2	2	61	3	2	3	1	2
21	1	3	1	3	2	62	3	1	3	2	3
22	1	3	2	1	1	63	3	1	3	3	3
23	2	3	2	2	2	64	3	2	2	1	2
24	1	3	2	3	3	65	3	2	1	2	2
25	1	3	3	1	1	66	3	2	1	3	3
26	1	3	3	2	3	67	3	2	2	1	2
27	1	3	3	3		68	3	2	2	2	2
28	2	2	1	2	2	69	3	2	2	3	3
29	2	1	1	2	2	70	3	2	3	1	3
30	2	2	2	3	2	71	3	2	3	2	*
31	2	1	2	1	*	72	3	2	3	3	3
32	2	1	2	2	2	73	3	3	1	1	2
33	2	1	2	3	2	74	3	3	1	2	3
34	2	3	3	3	3	75	3	3	1	3	3
35	2	1	3	2	2	76	3	3	2	1	3
36	2	1	3	3	3	77	3	3	2	2	*
37	2	2	1	1	*	78	3	3	2	3	3
38	2	2	1	2	2	79	3	3	3	1	3
39	2	2	1	3	2	80	3	3	3	2	3
40	2	2	2	1	2	81	3	3	3	3	3
41	2	2	2	2	2						

备注：（1）表中评判结果：1—强冲击倾向，2—弱冲击倾向，3—无冲击倾向；（2）*标出的推荐采用对每个测试值与该指标所在类别临近界定值进行比较的方法综合判断冲击倾向性。



科大科技

双鸭山市利鑫矿业有限公司

7#煤层煤岩冲击倾向性

鉴 定 报 告

委托单位：____双鸭山市利鑫矿业有限公司____

鉴定类别：____委托鉴定____

鉴定日期：____2023. 1____

黑龙江科大科技开发有限公司

2023 年 1 月



科大科技

双鸭山市利鑫矿业有限公司

7[#]煤层煤岩冲击倾向性

鉴定报告

委托单位：双鸭山市利鑫矿业有限公司

鉴定类别：委托鉴定

鉴定日期：2023.1

黑龙江科大科技开发有限公司

2023年1月



双鸭山市利鑫矿业有限公司7#煤层煤岩冲击倾向性鉴定报告

声明:

本测定报告在黑龙江科技大学实验室内完成。

黑龙江科大科技开发有限公司是黑龙江科技大学的全资下属单位，本测定报告无黑龙江科大科技开发有限公司公章无效。

未经批准不得复制测定报告。

检测报告涂改的无效；

本检测报告只对检测报告中划定的测试区域负责；

本检测报告数据依据所取得的煤岩样品实验获得，与实际存在差异属于正常实验误差；

鉴定报告声明

黑龙江科大科技开发有限公司

2023 年 1 月

参加人员：

姓名	职称/学历	专业	负责项目内容	备注
代少军	副教授	采矿工程	报告审核	代少军
康 宇	副教授	工程力学	报告编写	康宇
王洪梁	讲师	安全工程	报告编写	王洪梁
刘传海	讲师	安全工程	报告编写	刘传海

目 录

1 项目概况.....	1
1.1 矿井概况	1
1.2 取样概况	2
1.3 数据来源	4
2 冲击倾向性测定的相关标准及内容.....	5
2.1 测定依据	5
2.2 测定内容	5
3 试件加工与试验.....	7
3.1 试件加工	7
3.2 试件数量	8
3.3 试验	8
4 试验结果.....	13
4.1 煤层试样的物理性质.....	13
4.2 煤层冲击倾向性指标测定	13
4.3 煤层冲击倾向性鉴定结果	16
4.4 岩层物理力学性质.....	17
4.5 顶、底板岩层冲击倾向性鉴定	19

5 结论与建议..... 22

5.1 结论 22

5.2 建议 22

附录 A 冲击倾向性评判结果..... 23

1 项目概况

1.1 矿井概况

矿井位于双鸭山市宝清县城西南方向 20km 处，行政区归属宝清县小城子镇管辖。区间有矿区专用公路与国道 G229 相通，通往全省与全国各地，矿区交通方便，详见煤矿交通位置图 1-1。

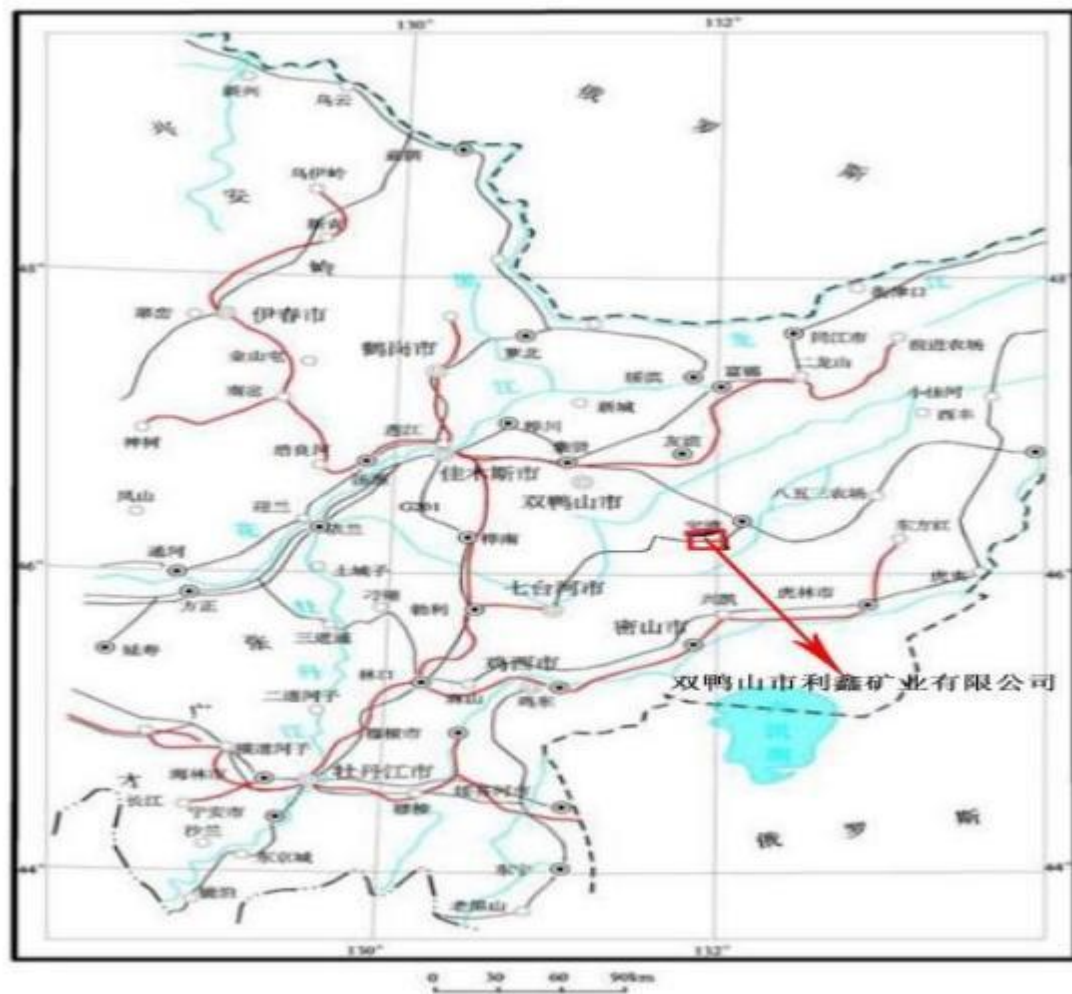


图 1-1 交通位置图

根据《采矿许可证》，划定的矿区范围由 47 个拐点坐标圈定，开采标高为+172m 至 -428m，井田面积 1.1201km²，批准开采煤层 6 层，分别为 5、7、8、8 下、9、10 煤层。

矿井处在低山丘陵地区。矿区内地形简单，山脊呈北西向展布，地势南东高，中间略低，北西高；南西与北东两侧低。矿区内最高海拔标高+203.4m，最低标高+110m，最大高差 93.4m。

矿区处于寒温带属大陆性气候，冬夏温差大，冬季最低气温-37℃，夏季最高气温37℃，年平均气温为5℃。无霜期100天左右。每年的10月下旬开始封冻期到翌年的4月下旬解冻，封冻期长达6月，冻土层最大厚度2m，一般在1.6~1.8m，无永冻层。7、8、9三个月是雨季，每年的降水量一般在550mm。

每年的4~10月期间以东—南风为主，风力一般在1~2级，有时有5级以上的大风天气。冬季以西—西北风为主，风力一般在2级以上。

瓦斯：根据黑龙江科大科技开发有限公司完成的2022年《双鸭山市利鑫矿业有限公司瓦斯等级鉴定报告》，双鸭山市利鑫矿业有限公司矿井瓦斯绝对涌出量0.49m³/min，鉴定结果为低瓦斯矿井。

受该矿委托，对煤及顶、底板岩层的冲击倾向性进行测定与分析。主要依据“GB/T25217《冲击地压测定、监测与防治方法》第1部分：顶板岩层冲击倾向性分类及指数测定的方法（GB/T25217.1-2010），第2部分：煤的冲击倾向性分类及指数的测定方法》（GB/T 25217.2-2010）”国家标准，具体测定标准及内容详见第二章。

1.2 取样概况

本次鉴定为7#煤层及其顶、底板岩层。取样标准遵照中华人民共和国国家标准GB/T23561.1-2009《采样一般规定》执行，所取试样在二采区-300m七层左一片运输巷，所采的煤样规格大体200×200×200mm，其高度方位垂直于煤层的层理面，岩层采用现场取岩样的采样方法，具体位置及取样数量如表1-1和图1-2所示，取样由我单位技术人员现场完成，取样过程中进行了图片及视频的录制。煤层上方顶板岩性为中砂岩，底板岩性为细砂岩，煤层及项、底板岩层的综合柱状情况如图1-3所示。

表 1-1 采样情况表

序号	采样位置	标高	规格	数量
顶板	二采区-300m 七层左一片运输巷	-306.2m	200×200×200mm	6
底板			200×200×200mm	3
煤样			200×200×200mm	3



图 1-2 煤层及顶底板取样位置图

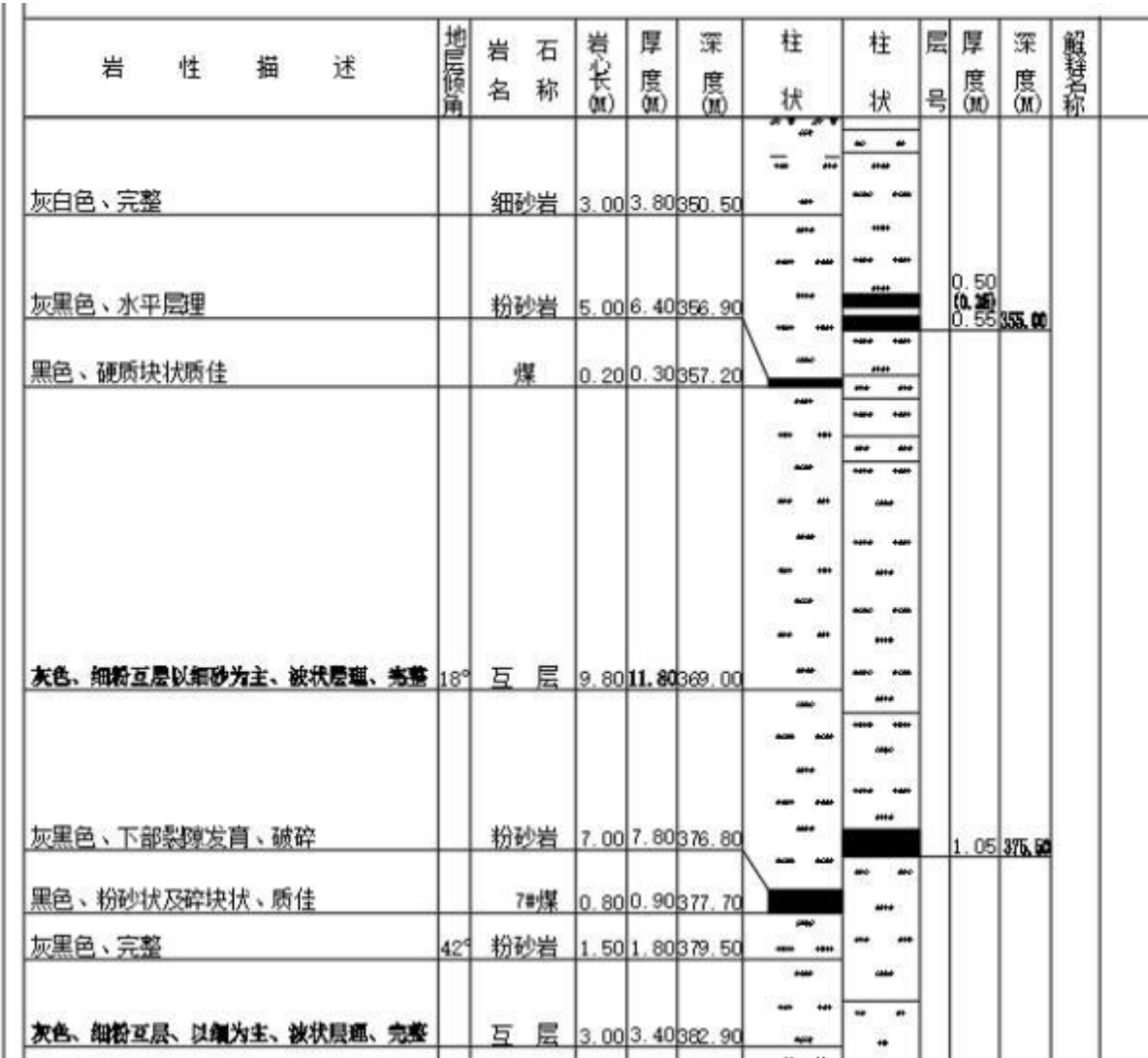


图 1-3 7#煤层及顶底板综合柱状图

1.3 数据来源

本次鉴定所取岩层为现场所取得 7#煤层及顶、底板岩层，冲击倾向性鉴定数据来源于黑龙江科技大学岩石力学实验室。

2 冲击倾向性测定的相关标准及内容

2.1 测定依据

本测定依据中华人民共和国国家标准《煤和岩石物理力学性质测定方法》和《冲击地压测定、监测与防治方法》开展，具体包括：

- (1) 中华人民共和国国家标准 (GB/T 23561.1-2009) 《采样一般规定》；
- (2) 中华人民共和国国家标准 (GB/T 23561.3-2009) 《煤和岩石块体密度测定方法》；
- (3) 中华人民共和国国家标准 GB/T 23561.7-2009) 《单轴抗压强度测定及软化系数计算方法》；
- (4) 中华人民共和国国家标准 GB/T 23561.8-2009) 《煤和岩石变形参数测定方法》；
- (5) 中华人民共和国国家标准 (GB/T 23561.10-2009) 《煤和岩石单轴抗拉强度测定方法》；
- (6) 中华人民共和国国家标准 (GB/T 25217.1-2010) 《顶板岩层冲击倾向性分类及指数的测定方法》；
- (7) 中华人民共和国国家标准 (GB/T 25217.2-2010) 《煤的冲击倾向性分类及指数的测定方法》；
- (8) 利鑫矿业有限公司相关地质资料。

2.2 测定内容

此次煤层及其顶、底板岩层的冲击倾向性鉴定项目如下：

(1) 煤的冲击倾向性

分别测定煤样的动态破坏时间、弹性能量指数和冲击能量指数、并结合单轴抗压强度判定煤的冲击倾向性。表 2-1 是判定煤的冲击倾向性类别的依据。

表 2-1 煤层冲击倾向性判别标准

类别		I类	II类	III类
冲击倾向		无	弱	强
指数	动态破坏时间 DT	$DT > 500$	$50 < DT \leq 500$	$DT \leq 50$
	弹性能量指数 W_{ET}	$W_{ET} < 2$	$2 \leq W_{ET} < 5$	$W_{ET} \geq 5$
	冲击能量指数 K_E	$K_E < 1.5$	$1.5 \leq K_E < 5$	$K_E \geq 5$
	单轴抗压强度 R_c	$R_c < 7$	$7 \leq R_c < 14$	$R_c \geq 14$

备注：当 DT 、 W_{ET} 、 K_E 、 R_c 的测定值发生矛盾时，应增加试件数量，其分类可采用模糊综合评判的方法或概率统计的方法。

（2）顶、底板岩层的冲击倾向性

测试该煤层顶底板岩层的单轴抗拉强度、块体密度、弹性模量，依此计算其弯曲能量指数及复合顶板弯曲能量指数，判定该煤层顶底板岩层的冲击倾向性。岩层冲击倾向性的评判是根据中华人民共和国行业标准 GB/T25217《冲击地压测定、监测与防治方法》的第 1 部分：顶底板岩层冲击倾向性分类及指数的测定方法（GB/T 25217.1-2010）进行的。该标准规定了岩层冲击倾向性判定指标，如表 2-2 所示。

表 2-2 顶底板岩层冲击倾向性分类及指数

类别	I类	II类	III类
冲击倾向	无冲击倾向性	弱冲击倾向性	强冲击倾向性
弯曲能量指数, kJ	$U_{wQS} \leq 15$	$15 < U_{wQS} \leq 120$	$U_{wQS} > 120$

3 试件加工与试验

3.1 试件加工

根据测定项目，将煤块用锯石机锯成 50 mm×50 mm×100 mm 左右的方柱体。将岩块夹持在钻石机的加工平台上，用金刚石钻头垂直于岩块的层理面钻取直径为 50mm 的岩石试样，然后用锯石机将岩石试样锯成高 100mm 和 25mm 左右的圆柱体。钻、锯岩石试件时用水冷却。最后在断面磨平机上将煤、岩试件两端磨平，研磨时要求试件两端面不平行度不得大于 0.01mm，上、下端直径的偏差不得大于 0.2mm，并用乳化液冷却。试件加工过程如图 3-1 所示，试件加工设备如图 3-2 所示。



(1) 煤样加工



(2) 顶板岩样



(3) 底板岩样
图 3-1 试件加工



图 3-2 试件加工设备

3.2 试件数量

试件尺寸及数量，根据合同规定的测定指标，按煤、岩性质，测定方法的规定执行。试件尺寸分别为 50 mm×50 mm×100 mm、 ϕ 50mm×100mm 和 ϕ 50mm×20mm，共加工煤、岩样试件 14 件。

3.3 试验

3.3.1 试验设备与仪器

加载设备：AW-2000 型微机控制电液伺服岩石三轴蠕变试验机，见图 3-3。数据处

理设备：计算机及试验机配套数据分析软件。

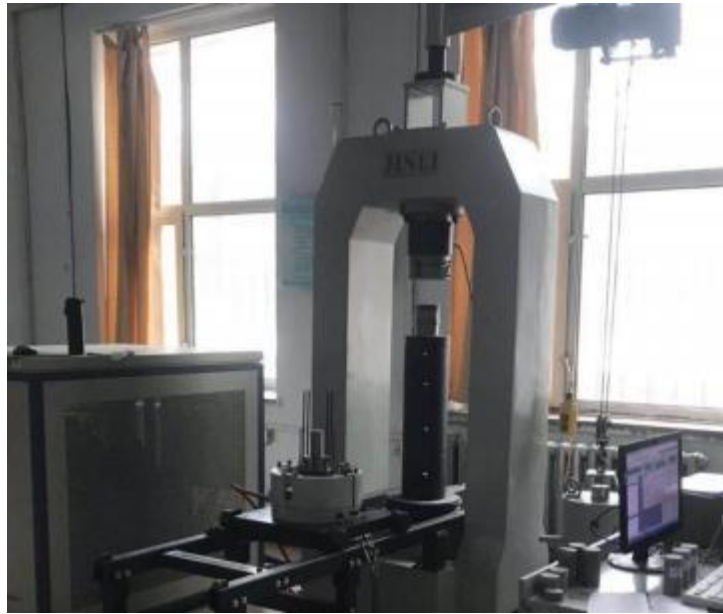


图 3-3 AW-2000 型微机控制电液伺服岩石三轴蠕变试验机

3.3.2 试验方法

(1) 力学性质测试方法

a. 试件的单轴抗压强度计算公式：

$$\sigma_c = p_{\max}/A \quad (3-1)$$

式中： σ_c —岩石单轴抗压强度，MPa；

$p_{\max}$ —岩石试件最大破坏载荷，N；

A--试件受压面积， mm^2 。

b. 试件的单轴抗拉强度计算公式：

$$\sigma_t = 2p_{\max}/\pi DL \quad (3-2)$$

式中： σ_t —岩石单轴抗拉强度，MPa；

$p_{\max}$ —岩石试件最大破坏载荷，N；

D—岩石试样直径，mm；

L—岩石试样厚度，mm。

(2) 煤动态破坏时间、弹性能量指数和冲击能量指数测定方法

a. 动态破坏时间

煤的动态破坏时间 DT 是指煤样在常规单轴抗压试验条件下，从极限载荷到完全破坏所经历的时间。

采用长方体标准试件，在常规单轴压缩试验条件下，测定煤样从极限载荷到完全破坏所经历的时间，绘制动态破坏时间曲线，计算单个试件的动态破坏时间和每组试件的动态破坏时间的算术平均值(图 3-4)。

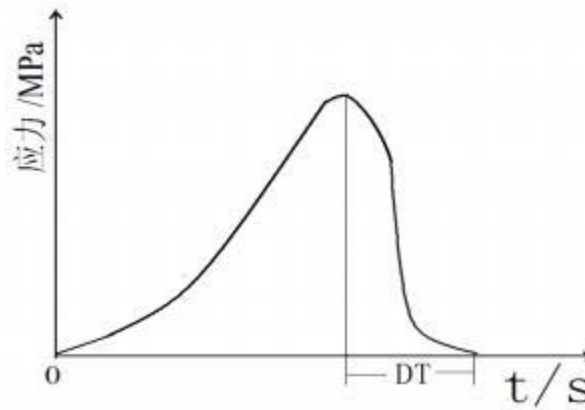


图 3-4 动态破坏时间示意图

B.弹性能量指数

煤的弹性能量指数 W_{ET} 是指煤试件在单轴压缩状态下，受力达到破坏前某一值时卸载，其弹性能与塑性能之比。

采用长方体标准试件，在常规单轴压缩试验条件下，测定煤样破坏前所积蓄的变形能 ϕ_{SE} 与产生塑性变形消耗的能量 ϕ_{SP} 比值，计算单个试件和每组试件的弹性能量指数的算术平均值(图 3-5)。

$$W_{ET} = \frac{\phi_{SE}}{\phi_{SP}} \quad (3-3)$$

式中， W_{ET} ——弹性能量指数；

ϕ_{SE} ——为弹性应变能，即卸载曲线下的面积， mm^2 ；

ϕ_{SP} ——塑性应变能，其值为加载曲线和卸载曲线所包络的面积， mm^2 。

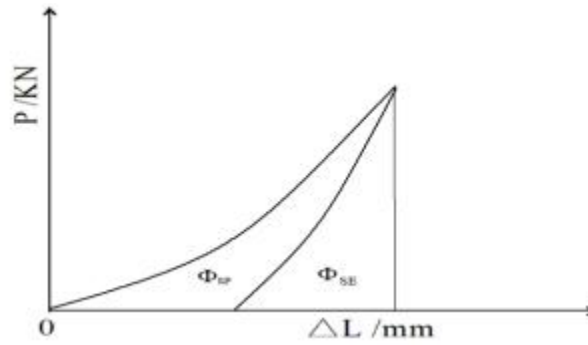


图 3-5 弹性能量指数计算示意图

C. 冲击能量指数

煤的冲击能量指数 K_E 是指应力应变全过程曲线的上升段面积 A_s 与下降段面积 A_x 之比。采用长方体标准试件，在常规单轴压缩试验条件下，测定煤样全应力应变曲线峰前所积聚的变形能与峰后所消耗的变形能之比值，计算单个试件和每组试件的冲击能量指数的算术平均值(图 3-6)。

$$K_E = \frac{A_s}{A_x} \quad (3-4)$$

式中， K_E ——冲击能量指数；

A_s ——峰前积聚变形能；

A_x ——峰后积聚变形能。

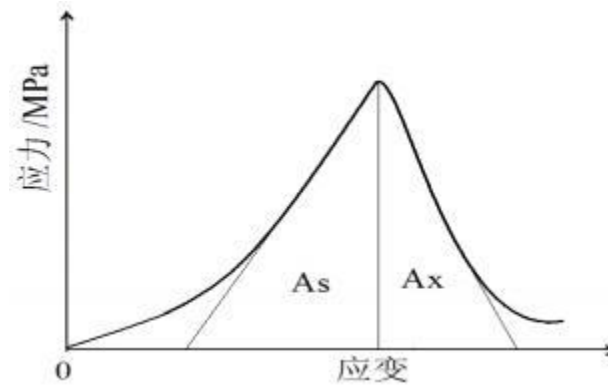


图 3-6 冲击能量指数计算示意图

(3) 顶板弯曲能力指数计算

上覆岩层载荷自煤层顶板起，自下而上，按式 (3-5) 计算：

$$q = 10^{-6} \frac{E_1 h_1^3 g (\rho_1 h_1 + \rho_2 h_2 + \cdots \rho_n h_n)}{E_1 h_1^3 + E_2 h_2^3 + \cdots E_n h_n^3} \quad (3-5)$$

式中:

q —单位宽度上覆岩层载荷, 单位为MPa;

E_i ($i=1,2, \dots, n$) --上覆各岩层的弹性模量, 单位为MPa;

h_i ($i=1,2, \dots, n$) --上覆各岩层的厚度, 单位为m;

ρ_i —上覆各岩层的块体密度, 单位为kg/m³;

g —重力加速度, 单位为 N/kg。

当 $n+1$ 层对第 1 层的载荷小于第 n 层对第 1 层的载荷时, 计算终止, 取第 n 层的计算结果。

单一顶板弯曲能量指数按式 (3-6) 计算:

$$U_{wQ} = 102.6 \frac{(R_t)^{\frac{5}{2}} h^2}{q^{\frac{1}{2}} E} \quad (3-6)$$

式中:

U_{wQ} --单一顶板弯曲能量指数, 单位为KJ;

R_t --岩石试件的抗拉强度, 单位MPa;

h —单一顶板厚度, 单位m;

E —岩石试件的弹性模量, 单位 MPa。

复合顶板弯曲能量指数按式 (3-7) 计算:

$$U_{wQS} = \sum_{i=1}^n U_{wQi} \quad (3-7)$$

式中:

U_{wQS} --复合顶板弯曲能量指数, 单位为KJ;

U_{wQi} --第 i 层弯曲能量指数, 单位为KJ;

n —顶板分层数。

4 试验结果

4.1 煤层试样的物理性质

利鑫矿业 7#煤层试样物理性质测定结果见表4-1。

表 4-1 7 号煤层试样物理性质测试结果

序 号		视密度 /kg · m ³	真密度 /kg · m ³	含水率 %	自然吸水率 %	备注
7#煤层	1	1331.31	1564.38	1.59	4.43	
	2	1314.63	1573.71	1.92	3.45	
	3	1295.87	1517.25	1.83	5.14	
	平均值	1313.94	1551.78	1.78	4.34	

4.2 煤层冲击倾向性指标测定

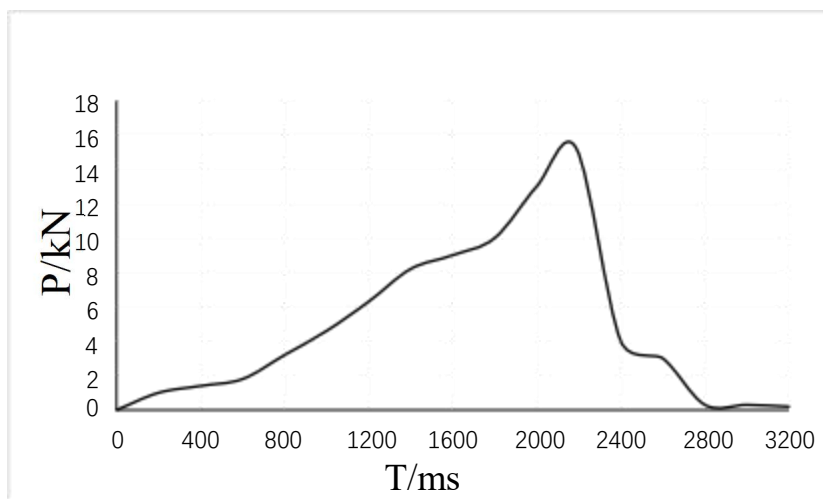
根据测试要求，共计加工了 5 块 50×50×100 mm 的煤样，用于煤的冲击倾向性测定，测试内容包括煤的动态破坏时间、弹性能量指数、冲击能量指数和单轴抗压强度。

4.2.1 动态破坏时间

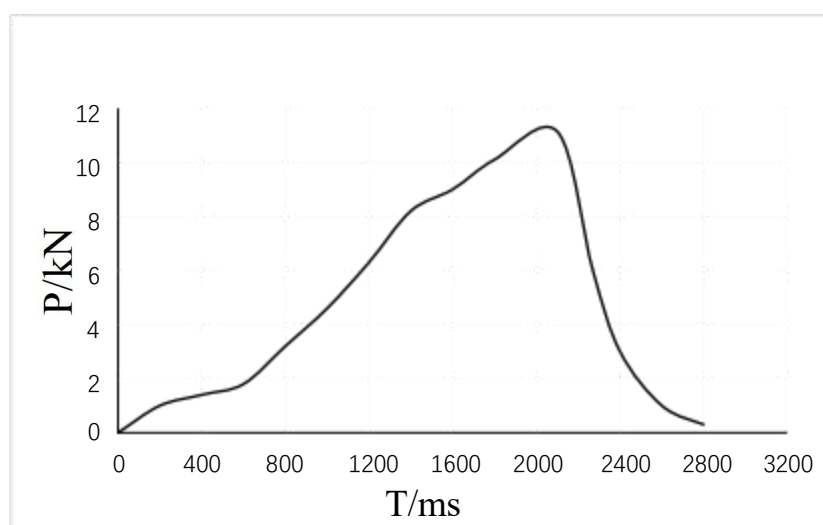
煤的动态破坏时间测定结果及典型曲线见表 4-2、图 4-1。

表 4-2 煤样动态破坏时间测定结果

试件编号	试件尺寸 长×宽×高 /mm×mm×mm	截面积 /mm ²	破坏载 荷 P/kN	抗压强度 R _c /MPa	破坏时间 DT/ms	破坏时间 平均值 /ms
LX7d-1	51.11×50.42×101.85	2576.97	14.51	5.63	996	936
LX7d-2	50.52×50.71×101.15	2561.87	13.45	5.25	998	
LX7d-3	50.93×51.62×101.61	2629.01	15.21	5.79	1012	
LX7d-4	50.42×50.71×100.42	2556.80	14.67	5.74	976	
LX7d-5	50.61×50.62×100.75	2561.88	11.12	4.34	698	



(1) 7#煤样-3



(2) 7#煤样-5

图 4-1煤层煤样动态破坏时间测试曲线

4.2.2 弹性能量指数

煤的弹性能量指数测定结果及典型曲线见表 4-2、图 4-2。

表 4-2 煤层弹性能量指数测定结果表

试件 编号	试件尺寸 长×宽×高 /mm×mm×mm	截面积 /mm ²	弹性 变形能 Φ_{SE}	塑性 变形能 Φ_{SP}	弹性能 指数 W_{ET}	弹性能 指数平 均值
LX7t-1	51.11×50.42×101.85	2576.97	2.1483	2.1344	1.006	1.016
LX7t-2	50.52×50.71×101.15	2561.87	2.2284	2.2152	1.006	
LX7t-3	50.93×51.62×101.61	2629.01	2.1463	2.1443	1.001	
LX7t-4	50.42×50.71×100.42	2556.80	2.1415	2.1361	1.003	
LX7t-5	50.61×50.62×100.75	2561.88	2.3244	2.1872	1.063	

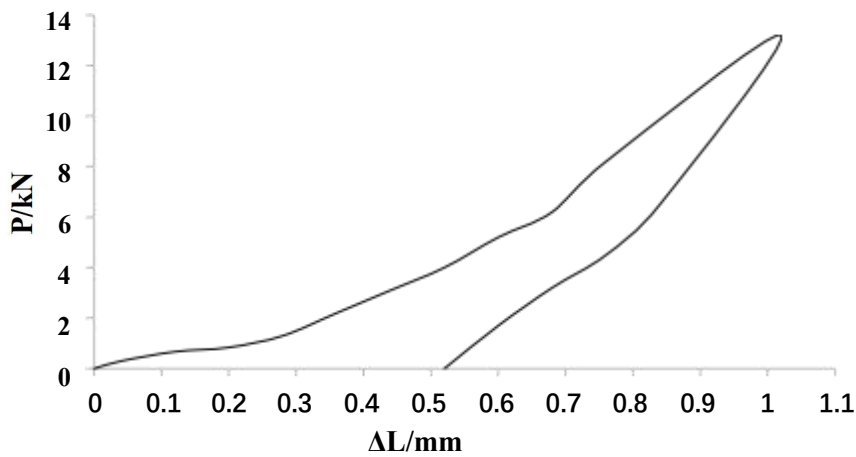


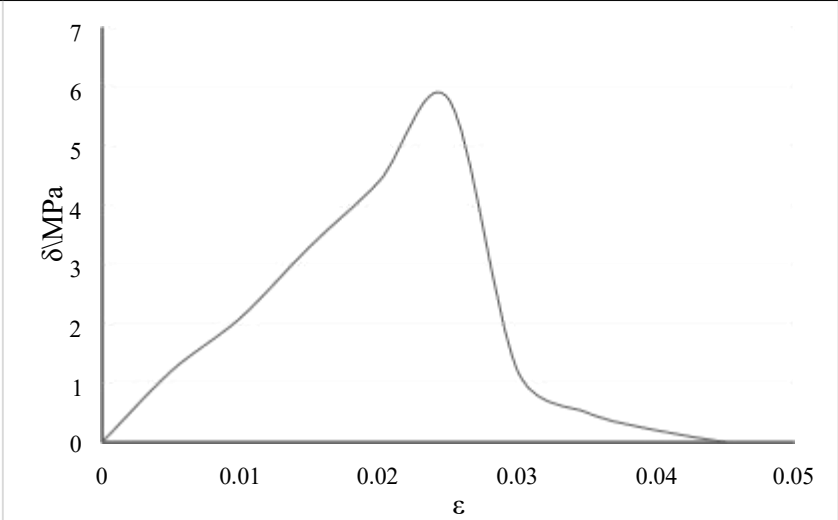
图 4-2 煤层弹性能量指数测试曲线

4.2.3 煤岩冲击能量指数

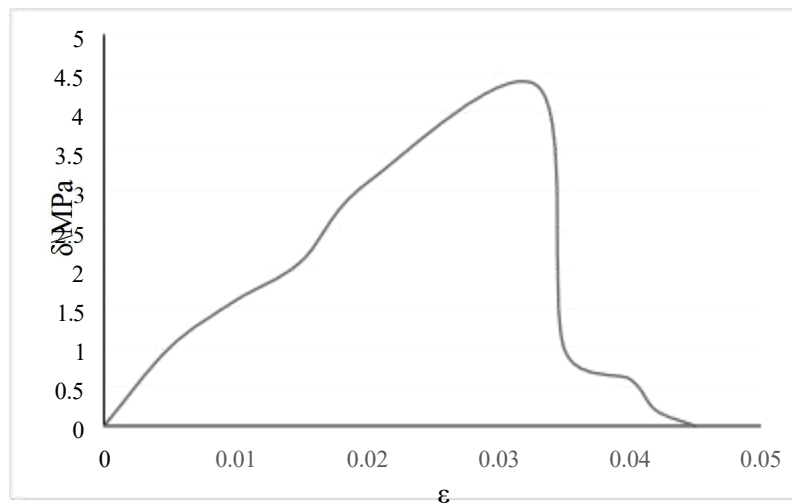
煤的冲击能量指数测定结果及典型曲线见表 4-3，图 4-3。

表 4-3 7#煤层煤的冲击能量指数记录表

试件 编号	试件尺寸 长×宽×高 /mm×mm×mm	截面积 /mm ²	破 坏 载 荷 <i>P</i> /kN	抗压 强度 <i>R_c</i> /MPa	峰值前 聚积的 变形能 <i>A_S</i>	峰值后 损耗的 变形能 <i>A_X</i>	冲击能 量指数 <i>K_E</i>	冲击能 量指数 平均值
LX7c-1	51.11×50.42×101.85	2576.97	14. 51	5.63	6.22	6.89	1.05	1.04
LX7c-2	50.52×50.71×101.15	2561.87	13. 45	5.25	6.46	6.36	1.01	
LX7c-3	50.93×51.62×101.61	2629.01	15. 21	5.79	6.23	6.12	1.02	
LX7c-4	50.42×50.71×100.42	2556.80	14. 67	5.74	6.63	6.45	1.02	
LX7c-5	50.61×50.62×100.75	2561.88	11. 12	4.34	6.66	5.87	1.11	



(1) 7#煤样-3



(2) 7#煤样-5

图 4-3 7#煤层煤的单轴压缩试验曲线

4.2.4 煤岩单轴抗压强度

煤样单轴抗压强度测定结果见表 4-4。

表 4-4 7#煤层煤样单轴抗压强度测定结果

试件编号	试件尺寸 长×宽×高 /mm×mm×mm	截面积 /mm ²	破坏载荷 P/kN	抗压强度 R _c /MPa	抗压强度 平均值 /MPa
LX7c-1	51.11×50.42×101.85	2576.97	14.51	5.63	5.35
LX7c-2	50.52×50.71×101.15	2561.87	13.45	5.25	
LX7c-3	50.93×51.62×101.61	2629.01	15.21	5.79	
LX7c-4	50.42×50.71×100.42	2556.80	14.67	5.74	
LX7c-5	50.61×50.62×100.75	2561.88	11.12	4.34	

4.3 煤层冲击倾向性鉴定结果

该煤试样动态破坏时间、冲击能量指数、弹性能量指数及单轴抗压强度测定结果见表 4-5。

(1) 动态破坏时间

该煤试样的动态破坏时间如表 4-5 所示，试样的动态破坏时间平均值为 936ms，大于 500ms，按照国家标准 GB/T 25217.2-2010《煤的冲击倾向分类及指数的测定方法》，可以判断该煤试样动态破坏时间的冲击倾向性为 I 类，即无冲击倾向性。

(2) 冲击能量指数

该煤试样的冲击能量指数如表 4-5 所示，试样的冲击能量指数平均值为 1.04，小于

1.5, 按照国家标准 GB/T 25217.2-2010《煤的冲击倾向分类及指数的测定方法》, 可以判断该煤试样冲击能量指数的冲击倾向性为 I 类, 即无冲击倾向性。

(3) 弹性能量指数

该煤试样的弹性能量指数如表 4-5 所示, 试样的弹性能量指数平均值为 1.016, 小于 2, 按照国家标准 GB/T 252J 7.2-2010《煤的冲击倾向分类及指数的测定方法》, 可以判断该煤试样弹性能量指数的冲击倾向性为 I 类, 即无冲击倾向性。

(4) 单轴抗压强度

该煤试样的单轴抗压强度如表 4-5 所示, 试样的单轴抗压强度平均值为 5.35MPa, 小于 7MPa, 按照国家标准 GB/T 252J 7.2-2010《煤的冲击倾向分类及指数的测定方法》, 判断该煤试样单轴抗压强度的冲击倾向性为 1 类, 即无冲击倾向性。

根据判定煤层冲击倾向性 4 个指标的测定结果, 综合判定该煤为具有无冲击倾向性的煤层。

表 4-5 试样冲击倾向性各项指数测定结果

样 别 煤层编号		动态破坏时间 DT (ms)	冲击能量指数 K _E	弹性能量指数 W _{ET}	单轴抗压强度 R _c (MPa)
7#煤层	1	996	1.05	1.006	5.63
	2	998	1.01	1.006	5.25
	3	1012	1.02	1.001	5.79
	4	976	1.02	1.003	5.74
	5	698	1.11	1.063	4.34
	平均值	936	1.04	1.016	5.35
	冲击倾向性判定	无	无	无	无
综合判定结果		无冲击倾向性			

4.4 岩层物理力学性质

根据测试要求, 共计加工了 25 块 $\phi 50 \times 100\text{mm}$ 和 $\phi 50 \times 25\text{mm}$ 的岩样, 用于顶、底板岩层的冲击倾向性测定, 测试内容为岩样的弯曲能量指数。

4.4.1 岩样块体密度

岩样的块体密度测定结果见表 4-6。

表 4-6 岩样块体密度测定结果

岩样	试件编号	试件在空气中的质量 (g)	视密度 /g·m ⁻³	试件尺寸高度 (mm)	真密度 (g/cm ³)
基本顶	1	501.2	2.48	101.03	2.54
	2	499.2	2.52	100.23	2.60
	3	497.2	2.53	100.74	2.60
	平均值	-	2.51	-	2.58
直接顶	1	501.7	2.51	100.31	2.57
	2	495.9	2.48	99.97	2.53
	3	501.8	2.54	100.37	2.61
	平均值	-	2.51	-	2.57
底板	1	499.5	2.47	99.47	2.53
	2	501.2	2.49	100.93	2.53
	3	502.2	2.66	101.18	2.63
	平均值	-	2.54	-	2.56

4.4.2 岩样单轴抗压强度

岩样的单轴抗压强度测定结果见表 4-7。

表 4-7 岩样单轴抗压强度测定结果

岩样	试件编号	试件尺寸直径 (mm)	试件尺寸高度 (mm)	试件截面积 (mm ²)	破坏载荷 (kN)	抗压强度 (MPa)	弹性模量 (GPa)
基本顶	1	50.2	101.03	1978.23	101.54	51.33	9.23
	2	50.3	100.23	1986.12	104.52	52.63	10.52
	3	50.4	100.74	1994.03	105.85	53.08	11.56
	平均值	-	-	-	103.97	52.35	10.44
直接顶	1	50.2	100.31	1978.23	98.83	49.96	11.37
	2	50.3	99.97	1986.12	105.32	53.03	10.31
	3	50.2	100.37	1978.23	94.72	47.88	10.46
	平均值	-	-	-	99.62	50.29	10.71
底板	1	49.3	99.47	1907.93	104.42	54.73	9.83
	2	49.9	100.93	1954.66	101.51	51.93	10.19

	3	50.6	101.18	2009.88	110.24	54.85	10.24
	平均值-	-	-	-	105.39.0	53.84	10.09

4.4.3 岩样抗拉强度

岩样抗拉强度测定结果见表 4-8。

表 4-8 岩样抗拉强度测定结果

岩样	试件编号	试件尺寸直径 (mm)	试件尺寸厚度 (mm)	破坏载荷 (kN)	抗拉强度 (MPa)
基本顶	1	50.2	24.86	6.11	3.09
	2	50.3	25.12	5.82	2.93
	3	50.4	25.23	5.79	2.90
	平均值	-	-	5.9	2.97
直接顶	1	50.2	25.20	5.35	2.70
	2	50.3	24.56	6.65	3.35
	3	50.2	25.10	6.35	3.21
	平均值	-	-	6.12	3.09
底板	1	49.3	25.44	6.55	3.43
	2	49.9	25.47	6.05	3.10
	3	50.6	25.25	6.45	3.21
	平均值	-	-	6.35	3.25

4.5 顶、底板岩层冲击倾向性鉴定

顶板岩层冲击倾向性主要以顶板岩层的弯曲能量指数来确定，顶板弯曲能量指数的确定首先需要计算上覆顶板岩层载荷。

上覆岩层载荷自煤层顶板起，自下而上，按式(4-1)计算：

$$q = 10^{-6} \frac{E_1 h_1^3 g(\rho_1 h_1 + \rho_2 h_2 + \cdots \rho_n h_n)}{E_1 h_1^3 + E_2 h_2^3 + \cdots E_n h_n^3} \quad (4-1)$$

式中：

q—单位宽度上覆岩层载荷，单位为MPa；

E_i (i=1,2, ...n) --上覆各岩层的弹性模量，单位为MPa；

h_i (i=1,2, ...n) --上覆各岩层的厚度，单位为m；

ρ_i —上覆各岩层的块体密度，单位为 kg/m^3 ；

g —重力加速度，单位为 N/kg 。

当 $n+1$ 层对第 1 层的载荷小于第 n 层对第 1 层的载荷时，计算终止，取第 n 层的计算结果。

单一顶板弯曲能量指数按式（4-2）计算：

$$U_{wQ} = 102.6 \frac{(R_t)^{\frac{5}{2}} h^2}{q^{\frac{1}{2}} E} \quad (4-2)$$

式中：

U_{wQ} --单一顶板弯曲能量指数，单位为 KJ ；

R_t --岩石试件的抗拉强度，单位 MPa ；

h —单一顶板厚度，单位 m ；基本顶 9.8 m ，直接顶 7.0 m ；

E —岩石试件的弹性模量，单位 MPa 。

复合顶板弯曲能量指数按式（4-3）计算：

$$U_{wQS} = \sum_{i=1}^n U_{wQi} \quad (4-3)$$

式中：

U_{wQS} --复合顶板弯曲能量指数，单位为 KJ ；

U_{wQi} --第 i 层弯曲能量指数，单位为 KJ ；

n —顶板分层数。

根据顶、底板岩层物理、力学参数测试结果， 计算的上覆载荷、复合顶板及底板的弯曲能量指数如表 4-9、4-10 所示，根据标准可用抗拉强度代替抗弯强度。

该煤层基本顶顶板弯曲能量指数为 11.64 kJ ，直接顶弯曲能量指数为 12.10，均小于 15 kJ ，按国家标准 GB/T25217.1-2010 所示规定，该煤层顶板岩层应属 I 类，为无冲击倾向性的顶板岩层。

表 4-9 顶板岩层弯曲能量

项目 样别	载荷 (MPa)	密度 (g/m^3)	弹性模量 (GPa)	抗拉强度 (MPa)	弯曲能量指数 (kJ)
基本顶	5.9	2.58	10.44	2.97	11.64

直接顶	6.12	2.57	10.71	3.09	12.10
-----	------	------	-------	------	-------

该煤层底板弯曲能量指数为 12.96kJ，小于 15kJ，按国家标准 GB/T25217.1-2010 所示规定，该煤层底板岩层应属 I 类，为无冲击倾向性的底板岩层。

表 4-10 底板岩层弯曲能量

项目 样别	载荷 (MPa)	密度 (g/m ³)	弹性模量 (GPa)	抗拉强度 (MPa)	弯曲能量指数 (kJ)
底板	6.35	2.56	10.09	3.25	12.96

5 结论与建议

5.1 结论

(1) 取样地点处于该矿井二采区-300 七号层左一片运输巷内, 该工作面刚施工形成, 煤岩暴露时间较短, 能够反应 7#煤层及其顶底板岩石力学参数, 为冲击倾向性鉴定提供数据基础。

(2) 根据该矿送检煤样, 经实验室测定所得数据, 依据国家标准 GB/T 25217.2-2010《煤的冲击倾向分类及指数的测定方法》, 判定双鸭山市利鑫矿业有限公司 7#煤层属于 I 类, 为无冲击倾向性的煤层。

(3) 根据该矿送检岩样, 经实验室测定所得数据, 依据国家标准 GB/T 25217.1-2010《顶板岩层冲击倾向分类及指数的测定方法》, 判定双鸭山市利鑫矿业有限公司 7#煤层的顶板岩层属于 I 类, 为无冲击倾向性的顶板岩层, 底板岩层属于 I 类, 为无冲击倾向性的底板岩层。

本次实验煤、岩样本来源于双鸭山市利鑫矿业有限公司 7#煤层, 所得结论仅限于现阶段煤层赋存条件与开采条件, 在生产过程中, 煤、岩是否发生冲击还同地质构造、应力变化、开采技术等情况有关, 应具体问题具体分析。

5.2 建议

(1) 双鸭山市利鑫矿业有限公司 7#煤层已经开采过多个工作面, 顶板岩层分布及压力现象积累了一定的经验, 未层出现任何动力现象, 说明上述测定结果与实际较接近。

(2) 随着三段的延伸, 采深增加一定程度后, 需再次进行冲击倾向性鉴定。

(3) 完善煤矿安全管理体系, 提高管理水平, 在开采顺序、工作面布置、煤柱尺寸留设等方面加强管理。

附录 A 冲击倾向性评判结果

序号	动态破坏时间	弹性能量指数	冲击能量指数	单轴抗压强度	综合评判结果	序号	动态破坏时间	弹性能量指数	冲击能量指数	单轴抗压强度	综合评判结果
1	2	3	2	3	3	42	2	2	2	3	2
2	1	1	1	2	3	43	2	2	3	1	2
3	2	3	1	3	2	44	2	2	3	2	2
4	3	1	2	1	2	45	2	2	3	3	*
5	2	1	2	2	*	46	2	3	1	1	1
6	2	1	2	3	2	47	2	3	1	2	2
7	3	1	3	1	2	48	2	3	1	3	3
8	2	1	3	2	2	49	2	3	2	1	2
9	1	1	3	3	2	50	2	3	2	2	2
10	1	2	1	1	1	51	2	3	2	3	*
11	2	2	1	2	*	52	2	3	3	1	3
12	1	2	1	3	1	53	2	3	3	2	2
13	2	2	2	1	1	54	2	3	3	3	3
14	1	2	2	2	2	55	3	3	3	2	3
15	1	2	2	3	2	56	3	1	1	2	1
16	2	2	3	1	1	57	3	1	1	3	3
17	1	2	3	2	2	58	3	1	2	1	1
18	1	2	2	3	3	59	3	2	2	2	2
19	1	3	3	1	2	60	3	1	2	3	3
20	3	3	2	2	2	61	3	2	3	1	2
21	1	3	1	3	2	62	3	1	3	2	3
22	1	3	2	1	1	63	3	1	3	3	3
23	2	3	2	2	2	64	3	2	2	1	2
24	1	3	2	3	3	65	3	2	1	2	2
25	1	3	3	1	1	66	3	2	1	3	3
26	1	3	3	2	3	67	3	2	2	1	2
27	1	3	3	3		68	3	2	2	2	2
28	2	2	1	2	2	69	3	2	2	3	3
29	2	1	1	2	2	70	3	2	3	1	3
30	2	2	2	3	2	71	3	2	3	2	*
31	2	1	2	1	*	72	3	2	3	3	3
32	2	1	2	2	2	73	3	3	1	1	2
33	2	1	2	3	2	74	3	3	1	2	3
34	2	3	3	3	3	75	3	3	1	3	3
35	2	1	3	2	2	76	3	3	2	1	3
36	2	1	3	3	3	77	3	3	2	2	*
37	2	2	1	1	*	78	3	3	2	3	3
38	2	2	1	2	2	79	3	3	3	1	3
39	2	2	1	3	2	80	3	3	3	2	3
40	2	2	2	1	2	81	3	3	3	3	3
41	2	2	2	2	2						

备注：（1）表中评判结果：1—强冲击倾向，2—弱冲击倾向，3—无冲击倾向；（2）*标出的推荐采用对每个测试值与该指标所在类别临近界定值进行比较的方法综合判断冲击倾向性。



科大科技

双鸭山市利鑫矿业有限公司

8#煤层煤岩冲击倾向性

鉴 定 报 告

委托单位：____双鸭山市利鑫矿业有限公司____

鉴定类别：____委托鉴定____

鉴定日期：____2023. 1____

黑龙江科大科技开发有限公司

2023 年 1 月



科大科技

双鸭山市利鑫矿业有限公司

8#煤层煤岩冲击倾向性

鉴定报告

委托单位：双鸭山市利鑫矿业有限公司

鉴定类别：委托鉴定

鉴定日期：2023. 1

黑龙江科大科技开发有限公司

2023 年 1 月



双鸭山市利鑫矿业有限公司8#煤层煤岩冲击倾向性鉴定报告

声明:

本测定报告在黑龙江科技大学实验室内完成。

黑龙江科大科技开发有限公司是黑龙江科技大学的全资下属单位，本测定报告无黑龙江科大科技开发有限公司公章无效。

未经批准不得复制测定报告。

检测报告涂改的无效；

本检测报告只对检测报告中划定的测试区域负责；

本检测报告数据依据所取得的煤岩样品实验获得，与实际存在差异属于正常实验误差；

鉴定报告声明

黑龙江科大科技开发有限公司

2023 年 1 月

参加人员：

姓名	职称/学历	专业	负责项目内容	备注
代少军	副教授	采矿工程	报告审核	代少军
康 宇	副教授	工程力学	报告编写	康宇
王洪梁	讲师	安全工程	报告编写	王洪梁
刘传海	讲师	安全工程	报告编写	刘传海

目 录

1 项目概况.....	1
1.1 矿井概况	1
1.2 取样概况	2
1.3 数据来源	3
2 冲击倾向性测定的相关标准及内容.....	4
2.1 测定依据	4
2.2 测定内容	4
3 试件加工与试验.....	6
3.1 试件加工	6
3.2 试件数量	7
3.3 试验	7
4 试验结果.....	12
4.1 煤层试样的物理性质.....	12
4.2 煤层冲击倾向性指标测定	12
4.3 煤层冲击倾向性鉴定结果	15
4.4 岩层物理力学性质.....	16
4.5 顶、底板岩层冲击倾向性鉴定	18

5 结论与建议..... 21

5.1 结论 21

5.2 建议 21

附录 A 冲击倾向性评判结果..... 22

1 项目概况

1.1 矿井概况

矿井位于双鸭山市宝清县城西南方向 20km 处，行政区归属宝清县小城子镇管辖。区间有矿区专用公路与国道 G229 相通，通往全省与全国各地，矿区交通方便，详见煤矿交通位置图 1-1。

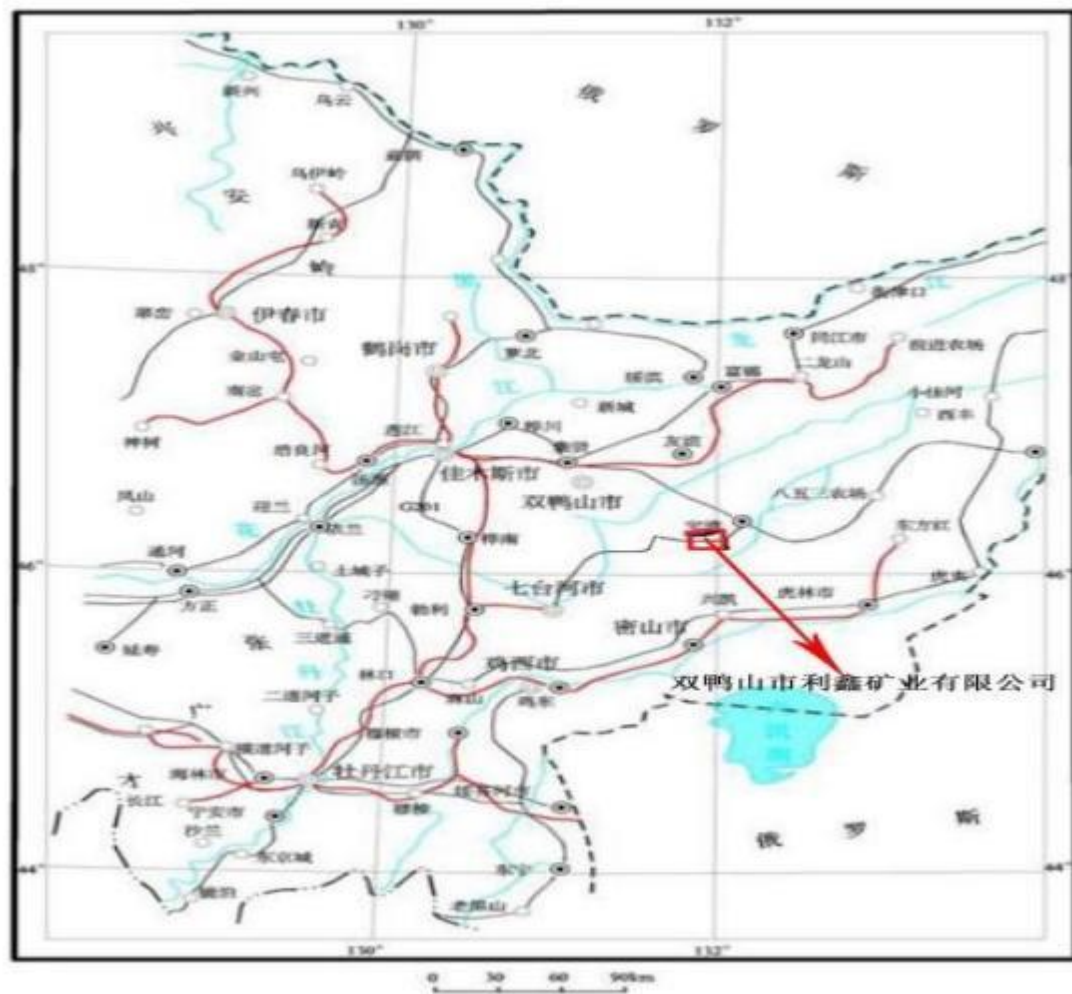


图 1-1 交通位置图

根据《采矿许可证》，划定的矿区范围由 47 个拐点坐标圈定，开采标高为+172m 至 -428m，井田面积 1.1201km²，批准开采煤层 6 层，分别为 5、7、8、8 下、9、10 煤层。

矿井处在低山丘陵地区。矿区内地形简单，山脊呈北西向展布，地势南东高，中间略低，北西高；南西与北东两侧低。矿区内最高海拔标高+203.4m，最低标高+110m，最大高差 93.4m。

矿区处于寒温带属大陆性气候，冬夏温差大，冬季最低气温-37℃，夏季最高气温37℃，年平均气温为5℃。无霜期100天左右。每年的10月下旬开始封冻期到翌年的4月下旬解冻，封冻期长达6月，冻土层最大厚度2m，一般在1.6~1.8m，无永冻层。7、8、9三个月是雨季，每年的降水量一般在550mm。

每年的4~10月期间以东—南风为主，风力一般在1~2级，有时有5级以上的大风天气。冬季以西—西北风为主，风力一般在2级以上。

瓦斯：根据黑龙江科大科技开发有限公司完成的2022年《双鸭山市利鑫矿业有限公司瓦斯等级鉴定报告》，双鸭山市利鑫矿业有限公司矿井瓦斯绝对涌出量0.49m³/min，鉴定结果为低瓦斯矿井。

受该矿委托，对煤及顶、底板岩层的冲击倾向性进行测定与分析。主要依据“GB/T25217《冲击地压测定、监测与防治方法》第1部分：顶板岩层冲击倾向性分类及指数测定的方法（GB/T25217.1-2010），第2部分：煤的冲击倾向性分类及指数的测定方法》（GB/T 25217.2-2010）”国家标准，具体测定标准及内容详见第二章。

1.2 取样概况

本次鉴定为8#煤层及其顶、底板岩层。取样标准遵照中华人民共和国国家标准GB/T23561.1-2009《采样一般规定》执行，所取试样在二采区-300m石门见煤点，所采的煤样规格大体200×200×200mm，其高度方位垂直于煤层的层理面，岩层采用现场取岩样的采样方法，具体位置及取样数量如表1-1和图1-2所示，取样由我单位技术人员现场完成，取样过程中进行了图片及视频的录制。煤层上方顶板岩性为中砂岩，底板岩性为细砂岩，煤层及项、底板岩层的综合柱状情况如图1-3所示。

表 1-1 采样情况表

序号	采样位置	标高	规格	数量
顶板	二采区-300m 石门见煤点	-300.2m	200×200×200mm	6
底板			200×200×200mm	3
煤样			200×200×200mm	3

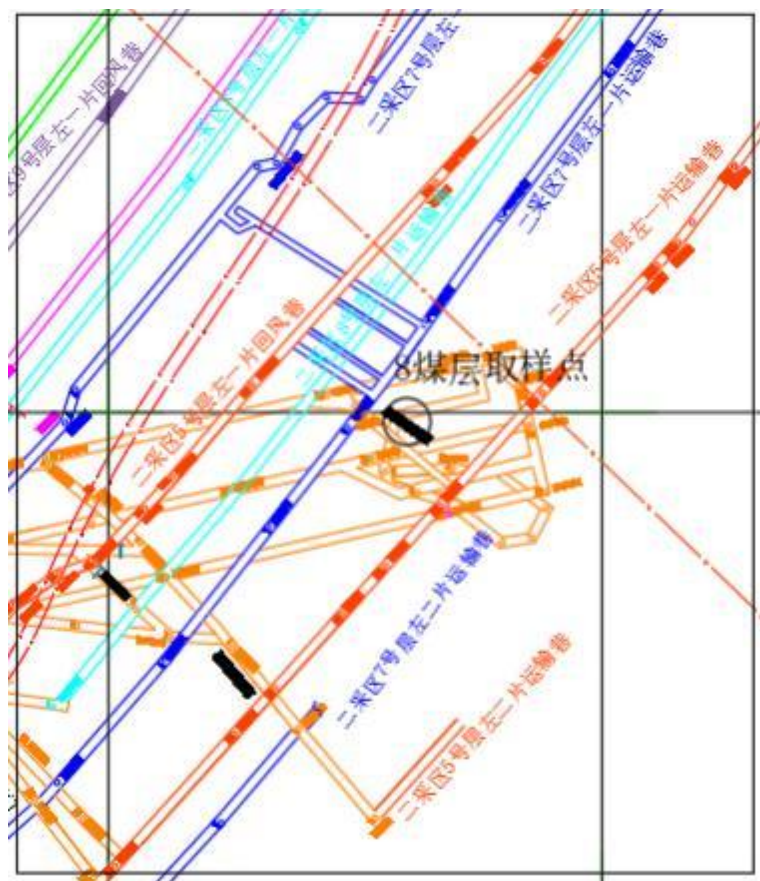


图 1-2 煤层及顶底板取样位置图

1.3 数据来源

本次鉴定所取岩层为现场取得 8#煤层及顶、底板岩层，冲击倾向性鉴定数据来源于黑龙江科技大学岩石力学实验室。

2 冲击倾向性测定的相关标准及内容

2.1 测定依据

本测定依据中华人民共和国国家标准《煤和岩石物理力学性质测定方法》和《冲击地压测定、监测与防治方法》开展，具体包括：

- (1) 中华人民共和国国家标准（GB/T 23561.1-2009）《采样一般规定》；
- (2) 中华人民共和国国家标准（GB/T 23561.3-2009）《煤和岩石块体密度测定方法》；
- (3) 中华人民共和国国家标准 GB/T 23561.7-2009）《单轴抗压强度测定及软化系数计算方法》；
- (4) 中华人民共和国国家标准 GB/T 23561.8-2009）《煤和岩石变形参数测定方法》；
- (5) 中华人民共和国国家标准（GB/T 23561.10-2009）《煤和岩石单轴抗拉强度测定方法》；
- (6) 中华人民共和国国家标准（GB/T 25217.1-2010）《顶板岩层冲击倾向性分类及指数的测定方法》；
- (7) 中华人民共和国国家标准（GB/T 25217.2-2010）《煤的冲击倾向性分类及指数的测定方法》；
- (8) 利鑫矿业有限公司相关地质资料。

2.2 测定内容

此次煤层及其顶、底板岩层的冲击倾向性鉴定项目如下：

(1) 煤的冲击倾向性

分别测定煤样的动态破坏时间、弹性能量指数和冲击能量指数、并结合单轴抗压强度判定煤的冲击倾向性。表 2-1 是判定煤的冲击倾向性类别的依据。

表 2-1 煤层冲击倾向性判别标准

类别		I类	II类	III类
冲击倾向		无	弱	强
指数	动态破坏时间 DT	$DT > 500$	$50 < DT \leq 500$	$DT \leq 50$
	弹性能量指数 W_{ET}	$W_{ET} < 2$	$2 \leq W_{ET} < 5$	$W_{ET} \geq 5$
	冲击能量指数 K_E	$K_E < 1.5$	$1.5 \leq K_E < 5$	$K_E \geq 5$
	单轴抗压强度 R_c	$R_c < 7$	$7 \leq R_c < 14$	$R_c \geq 14$

备注：当 DT 、 W_{ET} 、 K_E 、 R_c 的测定值发生矛盾时，应增加试件数量，其分类可采用模糊综合评判的方法或概率统计的方法。

(2) 顶、底板岩层的冲击倾向性

测试该煤层顶底板岩层的单轴抗拉强度、块体密度、弹性模量，依此计算其弯曲能量指数及复合顶板弯曲能量指数，判定该煤层顶底板岩层的冲击倾向性。岩层冲击倾向性的评判是根据中华人民共和国行业标准 GB/T25217《冲击地压测定、监测与防治方法》的第 1 部分：顶底板岩层冲击倾向性分类及指数的测定方法（GB/T 25217.1-2010）进行的。该标准规定了岩层冲击倾向性判定指标，如表 2-2 所示。

表 2-2 顶底板岩层冲击倾向性分类及指数

类别	I类	II类	III类
冲击倾向	无冲击倾向性	弱冲击倾向性	强冲击倾向性
弯曲能量指数, kJ	$U_{wQS} \leq 15$	$15 < U_{wQS} \leq 120$	$U_{wQS} > 120$

3 试件加工与试验

3.1 试件加工

根据测定项目，将煤块用锯石机锯成 $50\text{ mm} \times 50\text{ mm} \times 100\text{ mm}$ 左右的方柱体。将岩块夹持在钻石机的加工平台上，用金刚石钻头垂直于岩块的层理面钻取直径为 50 mm 的岩石试样，然后用锯石机将岩石试样锯成高 100 mm 和 25 mm 左右的圆柱体。钻、锯岩石试件时用水冷却。最后在断面磨平机上将煤、岩试件两端磨平，研磨时要求试件两端面不平行度不得大于 0.01 mm ，上、下端直径的偏差不得大于 0.2 mm ，并用乳化液冷却。试件加工过程如图 3-1 所示，试件加工设备如图 3-2 所示。



(1) 煤样加工



(2) 顶板岩样



(3) 底板岩样
图 3-1 试件加工



图 3-2 试件加工设备

3.2 试件数量

试件尺寸及数量，根据合同规定的测定指标，按煤、岩性质，测定方法的规定执行。试件尺寸分别为 50 mm×50 mm×100 mm、 ϕ 50mm×100mm 和 ϕ 50mm×20mm，共加工煤、岩样试件 14 件。

3.3 试验

3.3.1 试验设备与仪器

加载设备：AW-2000 型微机控制电液伺服岩石三轴蠕变试验机，见图 3-3。数据处理设备：计算机及试验机配套数据分析软件。

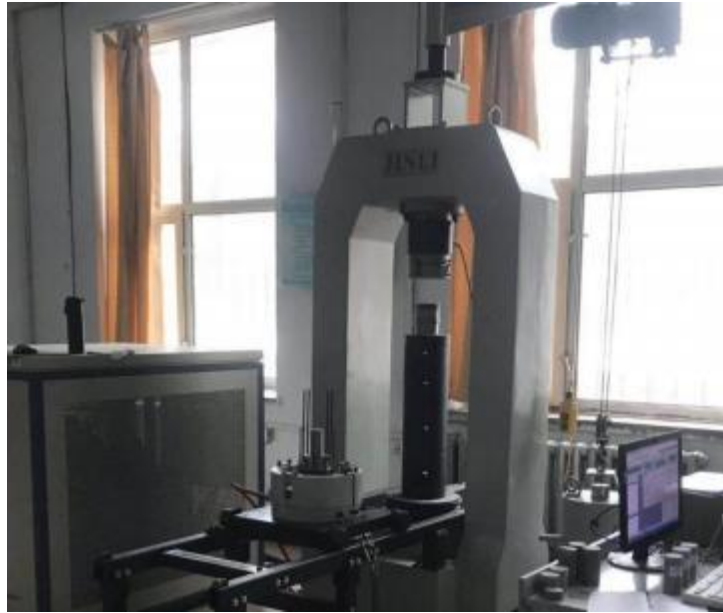


图 3-3 AW-2000 型微机控制电液伺服岩石三轴蠕变试验机

3.3.2 试验方法

(1) 力学性质测试方法

a. 试件的单轴抗压强度计算公式:

$$\sigma_c = p_{\max}/A \quad (3-1)$$

式中: σ_c —岩石单轴抗压强度, MPa;

$p_{\max}$ —岩石试件最大破坏载荷, N;

A —试件受压面积, mm^2 。

b. 试件的单轴抗拉强度计算公式:

$$\sigma_t = 2p_{\max}/\pi DL \quad (3-2)$$

式中: σ_t —岩石单轴抗拉强度, MPa;

$p_{\max}$ —岩石试件最大破坏载荷, N;

D —岩石试样直径, mm;

L —岩石试样厚度, mm。

(2) 煤动态破坏时间、弹性能量指数和冲击能量指数测定方法

a. 动态破坏时间

煤的动态破坏时间 DT 是指煤样在常规单轴抗压试验条件下, 从极限载荷到完全破坏所经历的时间。

采用长方体标准试件, 在常规单轴压缩试验条件下, 测定煤样从极限载荷到完全破

坏所经历的时间，绘制动态破坏时间曲线，计算单个试件的动态破坏时间和每组试件的动态破坏时间的算术平均值(图 3-4)。

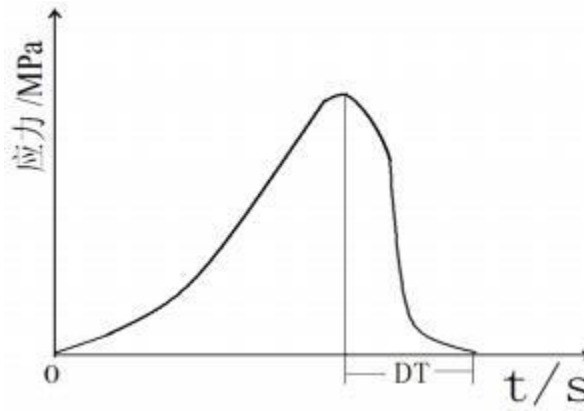


图 3-4 动态破坏时间示意图

B.弹性能量指数

煤的弹性能量指数 W_{ET} 是指煤试件在单轴压缩状态下，受力达到破坏前某一值时卸载，其弹性能与塑性能之比。

采用长方体标准试件，在常规单轴压缩试验条件下，测定煤样破坏前所积蓄的变形能 ϕ_{SE} 与产生塑性变形消耗的能量 ϕ_{SP} 比值，计算单个试件和每组试件的弹性能量指数的算术平均值(图 3-5)。

$$W_{ET} = \frac{\phi_{SE}}{\phi_{SP}} \quad (3-3)$$

式中， W_{ET} ——弹性能量指数；

ϕ_{SE} ——为弹性应变能，即卸载曲线下的面积， mm^2 ；

ϕ_{SP} ——塑性应变能，其值为加载曲线和卸载曲线所包络的面积， mm^2 。

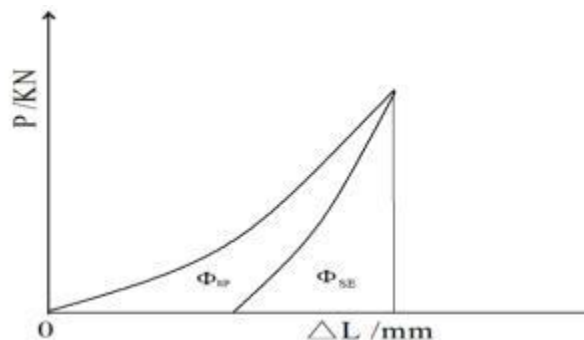


图 3-5 弹性能量指数计算示意图

C.冲击能量指数

煤的冲击能量指数 K_E 是指应力应变全过程曲线的上升段面积 A_s 与下降段面积 A_x 之比。采用长方体标准试件，在常规单轴压缩试验条件下，测定煤样全应力应变曲线峰前所积聚的变形能与峰后所消耗的变形能之比值，计算单个试件和每组试件的冲击能量指数的算术平均值(图 3-6)。

$$K_E = \frac{A_s}{A_x} \quad (3-4)$$

式中， K_E ——冲击能量指数；

A_s ——峰前积聚变形能；

A_x ——峰后积聚变形能。

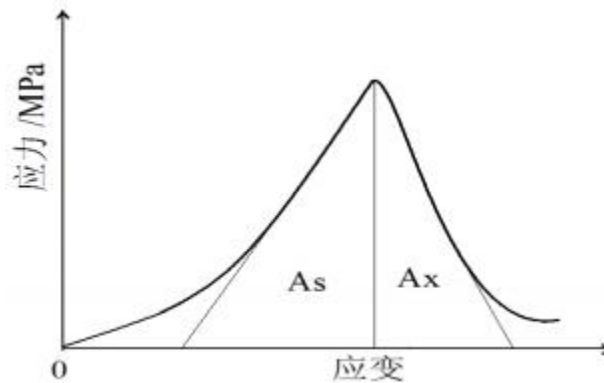


图 3-6 冲击能量指数计算示意图

(3) 顶板弯曲能力指数计算

上覆岩层载荷自煤层顶板起，自下而上，按式(3-5)计算：

$$q = 10^{-6} \frac{E_1 h_1^3 g (\rho_1 h_1 + \rho_2 h_2 + \cdots \rho_n h_n)}{E_1 h_1^3 + E_2 h_2^3 + \cdots E_n h_n^3} \quad (3-5)$$

式中：

q ——单位宽度上覆岩层载荷，单位为MPa；

E_i ($i=1,2, \dots, n$) ——上覆各岩层的弹性模量，单位为MPa；

h_i ($i=1,2, \dots, n$) ——上覆各岩层的厚度，单位为m；

ρ_i ——上覆各岩层的块体密度，单位为 kg/m^3 ；

g ——重力加速度，单位为N/kg。

当 $n+1$ 层对第 1 层的载荷小于第 n 层对第 1 层的载荷时，计算终止，取第 n 层的计算结果。

单一顶板弯曲能量指数按式（3-6）计算：

$$U_{wQ} = 102.6 \frac{(R_t)^{\frac{5}{2}} h^2}{q^{\frac{1}{2}} E} \quad (3-6)$$

式中：

U_{wQ} --单一顶板弯曲能量指数，单位为KJ；

R_t --岩石试件的抗拉强度，单位MPa；

h —单一顶板厚度，单位m；

E —岩石试件的弹性模量，单位 MPa。

复合顶板弯曲能量指数按式（3-7）计算：

$$U_{wQS} = \sum_{i=1}^n U_{wQi} \quad (3-7)$$

式中：

U_{wQS} --复合顶板弯曲能量指数，单位为KJ；

U_{wQi} --第 i 层弯曲能量指数，单位为KJ；

n —顶板分层数。

4 试验结果

4.1 煤层试样的物理性质

利鑫矿业 8#煤层试样物理性质测定结果见表4-1。

表 4-1 8 号煤层试样物理性质测试结果

序 号		视密度 /kg · m ³	真密度 /kg · m ³	含水率 %	自然吸水率 %	备注
8#煤层	1	1371.35	1464.34	1.53	3.42	
	2	1374.65	1473.44	1.62	3.43	
	3	1395.87	1517.25	1.82	4.14	
	平均值	1380.62	1485.01	1.66	3.66	

4.2 煤层冲击倾向性指标测定

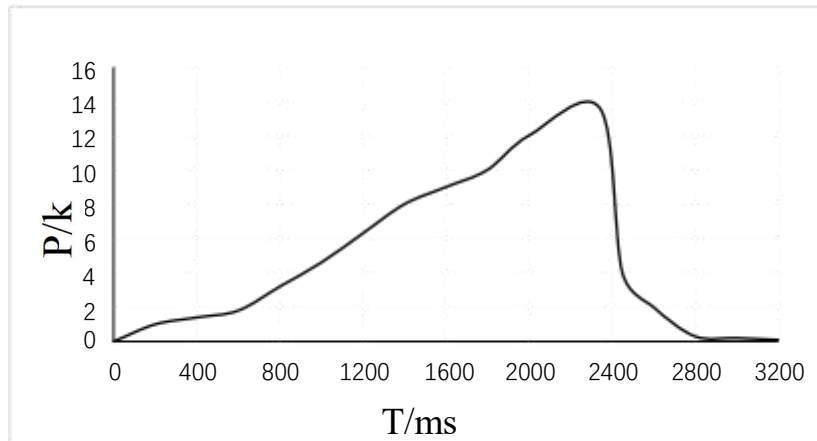
根据测试要求，共计加工了 5 块 50×50×100 mm 的煤样，用于煤的冲击倾向性测定，测试内容包括煤的动态破坏时间、弹性能量指数、冲击能量指数和单轴抗压强度。

4.2.1 动态破坏时间

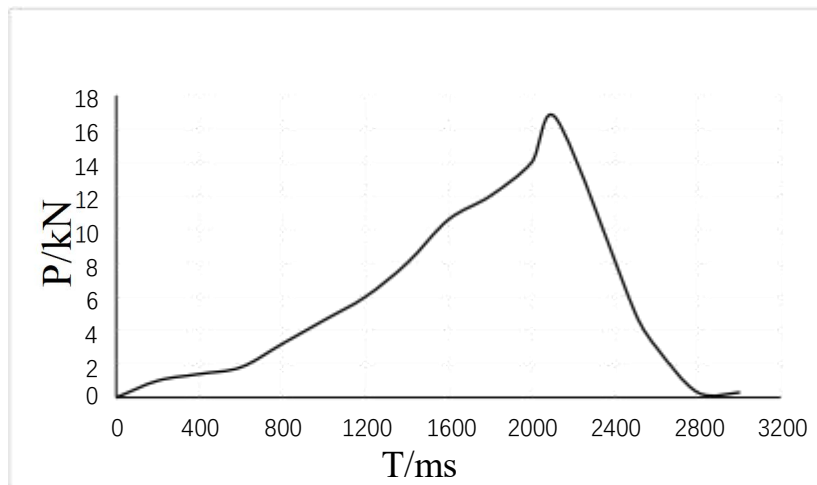
煤的动态破坏时间测定结果及典型曲线见表 4-2、图 4-1。

表 4-2 煤样动态破坏时间测定结果

试件编号	试件尺寸 长×宽×高 /mm×mm×mm	截面积 /mm ²	破坏载 荷 P/kN	抗压强度 R _c /MPa	破坏时间 DT/ms	破坏时间 平均值 /ms
LX8d-1	50.28×50.10×100.15	2532.101	13.57	5.36	853	916
LX8d-2	49.88×50.36×99.98	2511.956	13.78	5.49	847	
LX8d-3	50.42×51.71×101.15	2604.193	16.85	6.47	1079	
LX8d-4	50.93×51.65×101.61	2580.114	15.12	5.86	876	
LX8d-5	50.32×50.66×100.42	2549.211	16.67	6.54	924	



(1) 8#煤样-1



(2) 8#煤样-3

图 4-1煤层煤样动态破坏时间测试曲线

4.2.2 弹性能量指数

煤的弹性能量指数测定结果及典型曲线见表 4-2、图 4-2。

表 4-2 煤层弹性能量指数测定结果表

试件 编号	试件尺寸 长×宽×高 /mm×mm×mm	截面积 /mm ²	弹性 变形能 Φ_{SE}	塑性 变形能 Φ_{SP}	弹性能 指数 W_{ET}	弹性能 指数平 均值
LX8t-1	50.28×50.10×100.15	2532.101	2.2314	2.3755	1.076	1.049
LX8t-2	49.88×50.36×99.98	2511.956	2.3452	2.1879	1.077	
LX8t-3	50.42×51.71×101.15	2604.193	2.2665	2.4561	1.024	
LX8t-4	50.93×51.65×101.61	2580.114	2.2522	2.2463	1.037	
LX8t-5	50.32×50.66×100.42	2549.211	2.3014	2.6514	1.029	

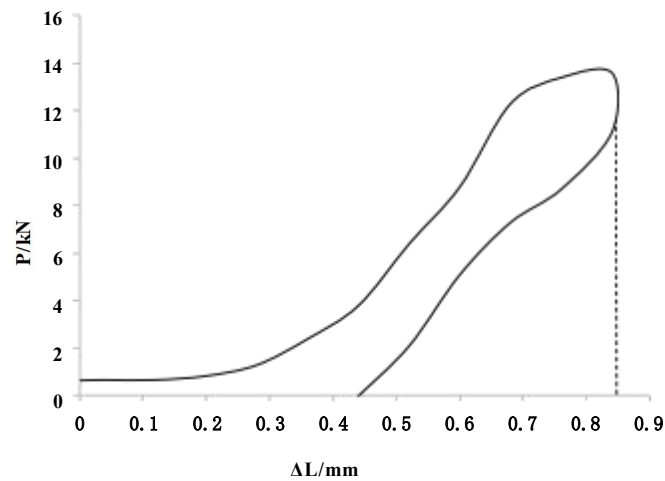


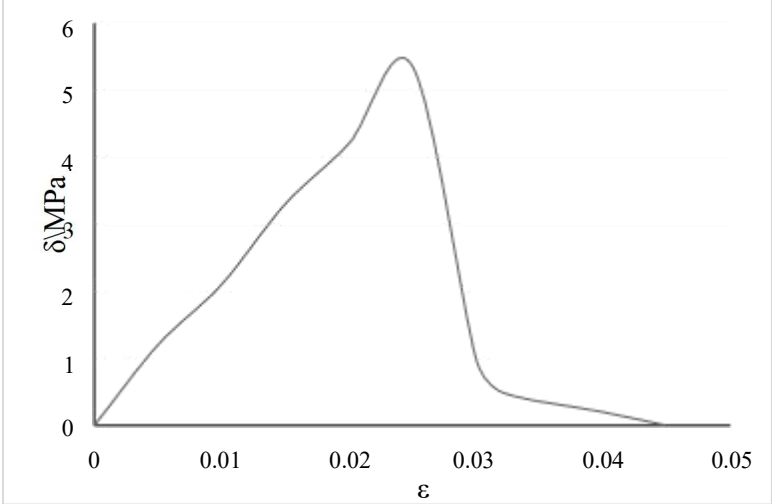
图 4-2 煤层弹性能量指数测试曲线

4.2.3 煤岩冲击能量指数

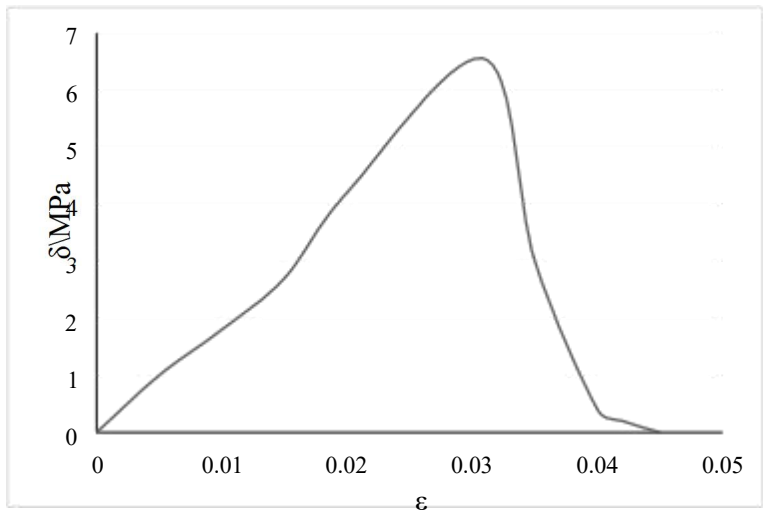
煤的冲击能量指数测定结果及典型曲线见表 4-3，图 4-3。

表 4-3 8#煤层煤的冲击能量指数记录表

试件 编号	试件尺寸 长×宽×高 /mm×mm×mm	截面积 /mm ²	破 坏 载 荷 P/kN	抗压 强度 R_c /MPa	峰值前 聚积的 变形能 A_s	峰值后 损耗的 变形能 A_x	冲击能 量指数 K_E	冲击能 量指数 平均值
LX8c-1	50.28×50.10×100.15	2532.101	13.57	5.36	6.74	6.55	1.03	1.08
LX8c-2	49.88×50.36×99.98	2511.956	13.78	5.49	7.06	7.06	1	
LX8c-3	50.42×51.71×101.15	2604.193	16.85	6.47	9.72	8.1	1.2	
LX8c-4	50.93×51.65×101.61	2580.114	15.12	5.86	8.49	7.65	1.11	
LX8c-5	50.32×50.66×100.42	2549.211	16.67	6.54	6.45	5.98	1.08	



(1) 8#煤样-1



(2) 8#煤样-5

图 4-3 8#煤层煤的单轴压缩试验曲线

4.2.4 煤岩单轴抗压强度

煤样单轴抗压强度测定结果见表 4-4。

表 4-4 8#煤层煤样单轴抗压强度测定结果

试件 编号	试件尺寸 长×宽×高 /mm×mm×mm	截面积 /mm ²	破坏载荷 P/kN	抗压强度 R _c /MPa	抗压强度 平均值 /MPa
LX8c-1	50.28×50.10×100.15	2532.101	13.57	5.36	5.94
LX8c-2	49.88×50.36×99.98	2511.956	13.78	5.49	
LX8c-3	50.42×51.71×101.15	2604.193	16.85	6.47	
LX8c-4	50.93×51.65×101.61	2580.114	15.12	5.86	
LX8c-5	50.32×50.66×100.42	2549.211	16.67	6.54	

4.3 煤层冲击倾向性鉴定结果

该煤试样动态破坏时间，冲击能量指数、弹性能量指数及单轴抗压强度测定结果见表 4-5。

(1) 动态破坏时间

该煤试样的动态破坏时间如表 4-5 所示，试样的动态破坏时间平均值为 916ms，大于 500ms，按照国家标准 GB/T 25217.2-2010《煤的冲击倾向分类及指数的测定方法》，可以判断该煤试样动态破坏时间的冲击倾向性为 I 类，即无冲击倾向性。

(2) 冲击能量指数

该煤试样的冲击能量指数如表 4-5 所示，试样的冲击能量指数平均值为 1.08，小于

1.5, 按照国家标准 GB/T 25217.2-2010《煤的冲击倾向分类及指数的测定方法》, 可以判断该煤试样冲击能量指数的冲击倾向性为 I 类, 即无冲击倾向性。

(3) 弹性能量指数

该煤试样的弹性能量指数如表 4-5 所示, 试样的弹性能量指数平均值为 1.049, 小于 2, 按照国家标准 GB/T 252J 7.2-2010《煤的冲击倾向分类及指数的测定方法》, 可以判断该煤试样弹性能量指数的冲击倾向性为 I 类, 即无冲击倾向性。

(4) 单轴抗压强度

该煤试样的单轴抗压强度如表 4-5 所示, 试样的单轴抗压强度平均值为 5.94MPa, 小于 7MPa, 按照国家标准 GB/T 252J 7.2-2010《煤的冲击倾向分类及指数的测定方法》, 判断该煤试样单轴抗压强度的冲击倾向性为 1 类, 即无冲击倾向性。

根据判定煤层冲击倾向性 4 个指标的测定结果, 综合判定该煤为具有无冲击倾向性的煤层。

表 4-5 试样冲击倾向性各项指数测定结果

样 别 煤层编号		动态破坏时间 DT (ms)	冲击能量指数 K _E	弹性能量指数 W _{ET}	单轴抗压强度 R _c (MPa)
8#煤层	1	853	1.03	1.076	5.36
	2	847	1	1.077	5.49
	3	1079	1.2	1.024	6.47
	4	876	1.11	1.037	5.86
	5	924	1.08	1.029	6.54
	平均值	916	1.08	1.049	5.94
	冲击倾向性判定	无	无	无	无
综合判定结果		无冲击倾向性			

4.4 岩层物理力学性质

根据测试要求, 共计加工了 25 块 $\phi 50 \times 100\text{mm}$ 和 $\phi 50 \times 25\text{mm}$ 的岩样, 用于顶、底板岩层的冲击倾向性测定, 测试内容为岩样的弯曲能量指数。

4.4.1 岩样块体密度

岩样的块体密度测定结果见表 4-6。

表 4-6 岩样块体密度测定结果

岩样	试件编号	试件在空气中的质量 (g)	视密度 /g·m ⁻³	试件尺寸高度 (mm)	真密度 (g/cm ³)
基本顶	1	501.8	2.42	105.11	2.54
	2	500.1	2.55	100.08	2.64
	3	501.9	2.50	100.45	2.64
	平均值	-	2.49	-	2.61
直接顶	1	502.1	2.56	101.66	2.67
	2	501.5	2.60	100.17	2.73
	3	498.1	2.44	100.76	2.61
	平均值	-	2.53	-	2.67
底板	1	497.3	2.58	101.46	2.73
	2	502.2	2.66	101.22	2.83
	3	501.7	2.51	100.47	2.63
	平均值	-	2.58	-	2.73

4.4.2 岩样单轴抗压强度

岩样的单轴抗压强度测定结果见表 4-7。

表 4-7 岩样单轴抗压强度测定结果

岩样	试件编号	试件尺寸直径 (mm)	试件尺寸高度 (mm)	试件截面积 (mm ²)	破坏载荷 (kN)	抗压强度 (MPa)	弹性模量 (GPa)
基本顶	1	50.1	101.03	1970.36	105.11	53.35	10.34
	2	50.0	100.23	1962.50	100.08	51.00	10.55
	3	50.5	100.74	2001.95	100.45	50.18	10.83
	平均值	-	-	-	101.88	51.51	10.57
直接顶	1	49.6	100.31	1931.23	101.66	52.64	10.95
	2	49.5	99.97	1923.45	100.17	52.08	9.24
	3	50.8	100.37	2025.80	100.76	49.74	10.38
	平均值	-	-	-	100.86	51.49	10.19
底板	1	49.2	99.47	1900.20	101.46	53.39	10.05
	2	48.7	100.93	1861.78	101.22	54.37	11.01

	3	50.3	101.18	1986.12	100.47	50.59	11.83
	平均值-	-	-	-	101.05	52.78	10.96

4.4.3 岩样抗拉强度

岩样抗拉强度测定结果见表 4-8。

表 4-8 岩样抗拉强度测定结果

岩样	试件编号	试件尺寸直径 (mm)	试件尺寸厚度 (mm)	破坏载荷 (kN)	抗拉强度 (MPa)
基本顶	1	50.1	25.76	6.51	3.30
	2	50.0	25.05	6.45	3.29
	3	50.5	25.07	7.13	3.56
	平均值	-	-	6.70	3.38
直接顶	1	49.6	25.32	5.66	2.93
	2	49.5	24.88	6.07	3.16
	3	50.8	25.67	6.40	3.16
	平均值	-	-	6.04	3.08
底板	1	49.2	25.21	7.71	4.06
	2	48.7	25.89	6.56	3.52
	3	50.3	25.37	7.79	3.92
	平均值	-	-	7.35	3.83

4.5 顶、底板岩层冲击倾向性鉴定

顶板岩层冲击倾向性主要以顶板岩层的弯曲能量指数来确定，顶板弯曲能量指教的确定首先需要计算上覆顶板岩层载荷。

上覆岩层载荷自煤层顶板起，自下而上，按式(4-1)计算：

$$q = 10^{-6} \frac{E_1 h_1^3 g(\rho_1 h_1 + \rho_2 h_2 + \cdots \rho_n h_n)}{E_1 h_1^3 + E_2 h_2^3 + \cdots E_n h_n^3} \quad (4-1)$$

式中：

q—单位宽度上覆岩层载荷，单位为MPa；

E_i (i=1,2, ...n) --上覆各岩层的弹性模量，单位为MPa；

h_i (i=1,2, ...n) --上覆各岩层的厚度，单位为m；

ρ_i —上覆各岩层的块体密度，单位为 kg/m^3 ；

g —重力加速度，单位为 N/kg 。

当 $n+1$ 层对第 1 层的载荷小于第 n 层对第 1 层的载荷时，计算终止，取第 n 层的计算结果。

单一顶板弯曲能量指数按式（4-2）计算：

$$U_{wQ} = 102.6 \frac{(R_t)^2 h^2}{q^2 E} \quad (4-2)$$

式中：

U_{wQ} --单一顶板弯曲能量指数，单位为 KJ ；

R_t --岩石试件的抗拉强度，单位 MPa ；

h —单一顶板厚度，单位 m ；基本顶 9.8m，直接顶 7.0m；

E —岩石试件的弹性模量，单位 MPa 。

复合顶板弯曲能量指数按式（4-3）计算：

$$U_{wQS} = \sum_{i=1}^n U_{wQi} \quad (4-3)$$

式中：

U_{wQS} --复合顶板弯曲能量指数，单位为 KJ ；

U_{wQi} --第 i 层弯曲能量指数，单位为 KJ ；

n —顶板分层数。

根据顶、底板岩层物理、力学参数测试结果， 计算的上覆载荷、复合顶板及底板的弯曲能量指数如表 4-9、4-10 所示，根据标准可用抗拉强度代替抗弯强度。

该煤层基本顶顶板弯曲能量指数为 12.66 kJ ，直接顶弯曲能量指数为 12.92，均小于 15 kJ ，按国家标准 GB/T25217.1-2010 所示规定，该煤层顶板岩层应属 I 类，为无冲击倾向性的顶板岩层。

表 4-9 顶板岩层弯曲能量

项目 样别	载荷 (MPa)	密度 (g/m^3)	弹性模量 (GPa)	抗拉强度 (MPa)	弯曲能量指数 (kJ)
基本顶	6.7	2.61	10.57	3.38	12.66

直接顶	7.71	2.67	10.19	4.06	12.92
-----	------	------	-------	------	-------

该煤层底板弯曲能量指数为 11.46kJ，小于 15kJ，按国家标准 GB/T25217.1-2010 所示规定，该煤层底板岩层应属 I 类，为无冲击倾向性的底板岩层。

表 4-10 底板岩层弯曲能量

项目 样别	载荷 (MPa)	密度 (g/m ³)	弹性模量 (GPa)	抗拉强度 (MPa)	弯曲能量指数 (kJ)
底板	7.35	2.73	10.96	3.83	11.46

5 结论与建议

5.1 结论

(1) 取样地点处于该矿井二采区-300 石门内 8#煤层见煤点, 8#煤层未施工采掘工作面, 石门内煤岩暴露时间较长, 通过向深部采取的 8#煤层及其顶底板岩石力学参数, 为冲击倾向性鉴定提供数据基础。

(2) 根据该矿送检煤样, 经实验室测定所得数据, 依据国家标准 GB/T 25217.2_2010《煤的冲击倾向分类及指数的测定方法》, 判定双鸭山市利鑫矿业有限公司 8#煤层属于 I 类, 为无冲击倾向性的煤层。

(3) 根据该矿送检岩样, 经实验室测定所得数据, 依据国家标准 GB/T 25217.1-2010《顶板岩层冲击倾向分类及指数的测定方法》, 判定双鸭山市利鑫矿业有限公司 8#煤层的顶板岩层属于 I 类, 为无冲击倾向性的顶板岩层, 底板岩层属于 I 类, 为无冲击倾向性的底板岩层。

本次实验煤、岩样本来源于双鸭山市利鑫矿业有限公司 8#煤层, 所得结论仅限于现阶段煤层赋存条件与开采条件, 在生产过程中, 煤、岩是否发生冲击还同地质构造、应力变化、开采技术等情况有关, 应具体问题具体分析。

5.2 建议

(1) 双鸭山市利鑫矿业有限公司 8#煤层上覆岩层中存在最大厚度岩层为 7.8m 厚黑灰色粉砂岩, 与上一层岩层中存在一条煤线, 开采过程中, 可使顶板及时产生垮落, 有利于防止冲击现象出现。

(2) 随着三段的延伸, 采深增加一定程度后, 需再次进行冲击倾向性鉴定。

(3) 完善煤矿安全管理体系, 提高管理水平, 在开采顺序、工作面布置、煤柱尺寸留设等方面加强管理。

附录 A 冲击倾向性评判结果

序号	动态破坏时间	弹性能量指数	冲击能量指数	单轴抗压强度	综合评判结果	序号	动态破坏时间	弹性能量指数	冲击能量指数	单轴抗压强度	综合评判结果
1	2	3	2	3	3	42	2	2	2	3	2
2	1	1	1	2	3	43	2	2	3	1	2
3	2	3	1	3	2	44	2	2	3	2	2
4	3	1	2	1	2	45	2	2	3	3	*
5	2	1	2	2	*	46	2	3	1	1	1
6	2	1	2	3	2	47	2	3	1	2	2
7	3	1	3	1	2	48	2	3	1	3	3
8	2	1	3	2	2	49	2	3	2	1	2
9	1	1	3	3	2	50	2	3	2	2	2
10	1	2	1	1	1	51	2	3	2	3	*
11	2	2	1	2	*	52	2	3	3	1	3
12	1	2	1	3	1	53	2	3	3	2	2
13	2	2	2	1	1	54	2	3	3	3	3
14	1	2	2	2	2	55	3	3	3	2	3
15	1	2	2	3	2	56	3	1	1	2	1
16	2	2	3	1	1	57	3	1	1	3	3
17	1	2	3	2	2	58	3	1	2	1	1
18	1	2	2	3	3	59	3	2	2	2	2
19	1	3	3	1	2	60	3	1	2	3	3
20	3	3	2	2	2	61	3	2	3	1	2
21	1	3	1	3	2	62	3	1	3	2	3
22	1	3	2	1	1	63	3	1	3	3	3
23	2	3	2	2	2	64	3	2	2	1	2
24	1	3	2	3	3	65	3	2	1	2	2
25	1	3	3	1	1	66	3	2	1	3	3
26	1	3	3	2	3	67	3	2	2	1	2
27	1	3	3	3		68	3	2	2	2	2
28	2	2	1	2	2	69	3	2	2	3	3
29	2	1	1	2	2	70	3	2	3	1	3
30	2	2	2	3	2	71	3	2	3	2	*
31	2	1	2	1	*	72	3	2	3	3	3
32	2	1	2	2	2	73	3	3	1	1	2
33	2	1	2	3	2	74	3	3	1	2	3
34	2	3	3	3	3	75	3	3	1	3	3
35	2	1	3	2	2	76	3	3	2	1	3
36	2	1	3	3	3	77	3	3	2	2	*
37	2	2	1	1	*	78	3	3	2	3	3
38	2	2	1	2	2	79	3	3	3	1	3
39	2	2	1	3	2	80	3	3	3	2	3
40	2	2	2	1	2	81	3	3	3	3	3
41	2	2	2	2	2						

备注：（1）表中评判结果：1—强冲击倾向，2—弱冲击倾向，3—无冲击倾向；（2）*标出的推荐采用对每个测试值与该指标所在类别临近界定值进行比较的方法综合判断冲击倾向性。



科大科技

双鸭山市利鑫矿业有限公司

8_下煤层煤岩冲击倾向性

鉴 定 报 告

委托单位：____双鸭山市利鑫矿业有限公司____

鉴定类别：____委托鉴定____

鉴定日期：____2023.1____

黑龙江科大科技开发有限公司

2023 年 1 月



科大科技

双鸭山市利鑫矿业有限公司

8#_下煤层煤岩冲击倾向性

鉴定报告

委托单位: 双鸭山市利鑫矿业有限公司

鉴定类别: 委托鉴定

鉴定日期: 2023.1

黑龙江科大科技开发有限公司

2023年1月

双鸭山市利鑫矿业有限公司 8#_下煤层煤岩冲击倾向性鉴定报告

声明:

本测定报告在黑龙江科技大学实验室内完成。

黑龙江科大科技开发有限公司是黑龙江科技大学的全资下属单位，本测定报告无黑龙江科大科技开发有限公司公章无效。

未经批准不得复制测定报告。

检测报告涂改的无效；

本检测报告只对检测报告中划定的测试区域负责；

本检测报告数据依据所取得的煤岩样品实验获得，与实际存在差异属于正常实验误差；

黑龙江科大科技开发有限公司

2023 年 1 月

参加人员：

姓名	职称/学历	专业	负责项目内容	备注
代少军	副教授	采矿工程	报告审核	代少军
康 宇	副教授	工程力学	报告编写	康宇
王洪梁	讲师	安全工程	报告编写	王洪梁
刘传海	讲师	安全工程	报告编写	刘传海

目 录

1 项目概况.....	1
1.1 矿井概况.....	1
1.2 取样概况.....	2
1.3 数据来源.....	3
2 冲击倾向性测定的相关标准及内容.....	4
2.1 测定依据.....	4
2.2 测定内容.....	4
3 试件加工与试验.....	6
3.1 试件加工.....	6
3.2 试件数量.....	7
3.3 试验.....	7
4 试验结果.....	12
4.1 煤层试样的物理性质.....	12
4.2 煤层冲击倾向性指标测定.....	12
4.3 煤层冲击倾向性鉴定结果.....	15
4.4 岩层物理力学性质.....	16
4.5 顶、底板岩层冲击倾向性鉴定.....	18
5 结论与建议.....	21
5.1 结论.....	21
5.2 建议.....	21
附录 A 冲击倾向性评判结果.....	22

1 项目概况

1.1 矿井概况

矿井位于双鸭山市宝清县城西南方向20km处，行政区归属宝清县小城子镇管辖。区间有矿区专用公路与国道 G229 相通，通往全省与全国各地，矿区交通方便，详见煤矿交通位置图 1-1。

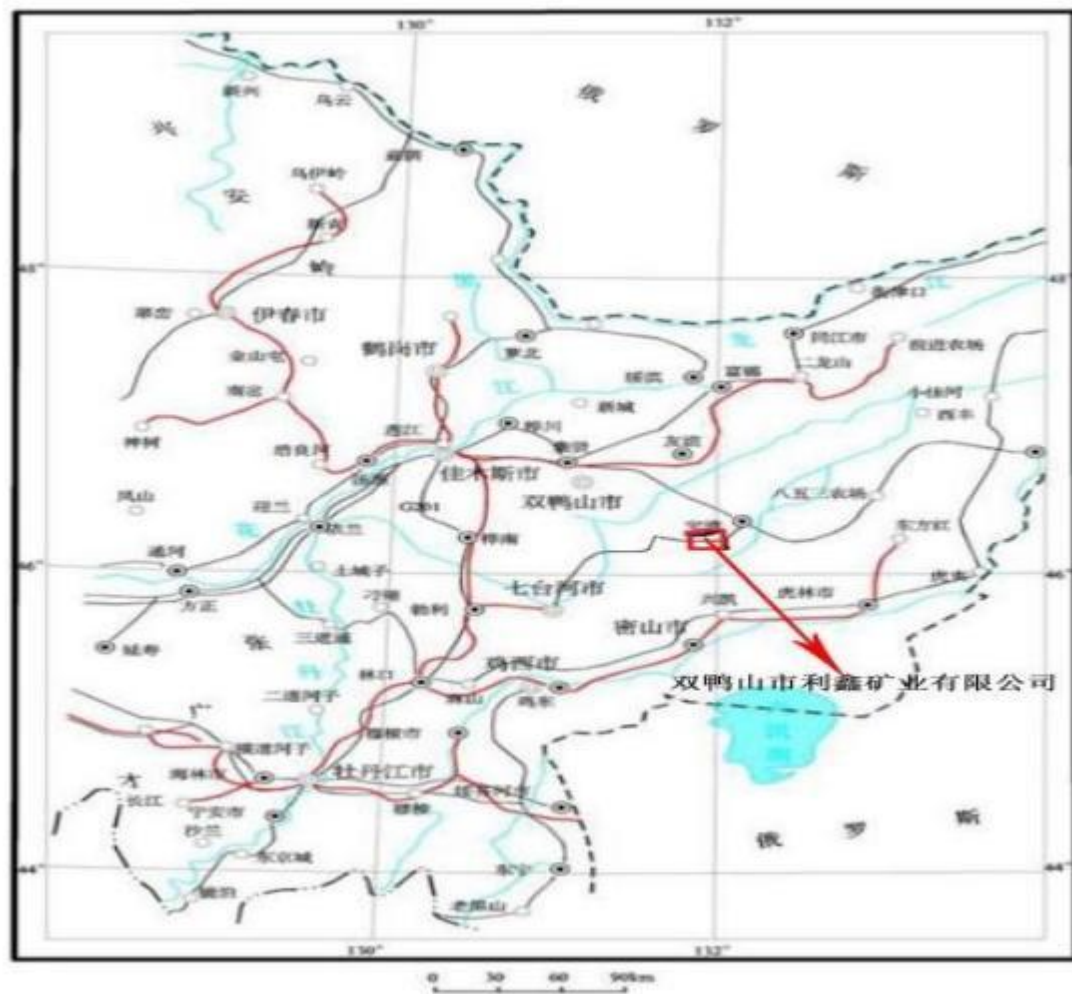


图 1-1 交通位置图

根据《采矿许可证》，划定的矿区范围由 47 个拐点坐标圈定，开采标高为+172m 至 -428m，井田面积 1.1201km²，批准开采煤层 6 层，分别为 5、7、8、8 下、9、10 煤层。

矿井处在低山丘陵地区。矿区内地形简单，山脊呈北西向展布，地势南东高，中间略低，北西高；南西与北东两侧低。矿区内最高海拔标高+203.4m，最低标高+110m，最大高差 93.4m。

矿区处于寒温带属大陆性气候，冬夏温差大，冬季最低气温-37℃，夏季最高气温37℃，年平均气温为5℃。无霜期100天左右。每年的10月下旬开始封冻期到翌年的4月下旬解冻，封冻期长达6月，冻土层最大厚度2m，一般在1.6~1.8m，无永冻层。7、8、9三个月是雨季，每年的降水量一般在550mm。

每年的4~10月期间以东—南风为主，风力一般在1~2级，有时有5级以上的大风天气。冬季以西—西北风为主，风力一般在2级以上。

瓦斯：根据黑龙江科大科技开发有限公司完成的2022年《双鸭山市利鑫矿业有限公司瓦斯等级鉴定报告》，双鸭山市利鑫矿业有限公司矿井瓦斯绝对涌出量0.49m³/min，鉴定结果为低瓦斯矿井。

受该矿委托，对煤及顶、底板岩层的冲击倾向性进行测定与分析。主要依据“GB/T25217《冲击地压测定、监测与防治方法》第1部分：顶板岩层冲击倾向性分类及指数测定的方法（GB/T25217.1-2010），第2部分：煤的冲击倾向性分类及指数的测定方法》（GB/T 25217.2-2010）”国家标准，具体测定标准及内容详见第二章。

1.2 取样概况

本次鉴定为8#下煤层及其顶、底板岩层。取样标准遵照中华人民共和国国家标准GB/T23561.1-2009《采样一般规定》执行，所取试样在二采区-300m石门见煤点，所采的煤样规格大体200×200×200mm，其高度方位垂直于煤层的层理面，岩层采用现场取岩样的采样方法，具体位置及取样数量如表1-1和图1-2所示，取样由我单位技术人员现场完成，取样过程中进行了图片及视频的录制。煤层上方顶板岩性为中砂岩，底板岩性为细砂岩，煤层及项、底板岩层的综合柱状情况如图1-3所示。

表 1-1 采样情况表

序号	采样位置	标高	规格	数量
顶板	二采区-300m 石门见煤点	-300.2m	200×200×200mm	7
底板			200×200×200mm	3
煤样			200×200×200mm	3

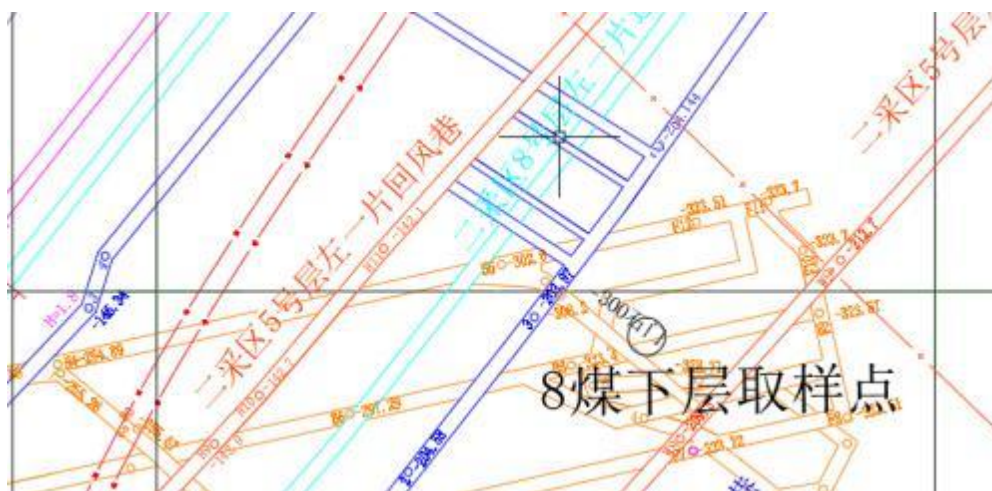


图 1-2 煤层及顶底板取样位置图

1.3 数据来源

本次鉴定所取岩层为现场所取得 8#下煤层及顶、底板岩层，冲击倾向性鉴定数据来源于黑龙江科技大学岩石力学实验室。

2 冲击倾向性测定的相关标准及内容

2.1 测定依据

本测定依据中华人民共和国国家标准《煤和岩石物理力学性质测定方法》和《冲击地压测定、监测与防治方法》开展，具体包括：

- (1) 中华人民共和国国家标准 (GB/T 23561.1-2009) 《采样一般规定》；
- (2) 中华人民共和国国家标准 (GB/T 23561.3-2009) 《煤和岩石块体密度测定方法》；
- (3) 中华人民共和国国家标准 GB/T 23561.7-2009) 《单轴抗压强度测定及软化系数计算方法》；
- (4) 中华人民共和国国家标准 GB/T 23561.8-2009) 《煤和岩石变形参数测定方法》；
- (5) 中华人民共和国国家标准 (GB/T 23561.10-2009) 《煤和岩石单轴抗拉强度测定方法》；
- (6) 中华人民共和国国家标准 (GB/T 25217.1-2010) 《顶板岩层冲击倾向性分类及指数的测定方法》；
- (7) 中华人民共和国国家标准 (GB/T 25217.2-2010) 《煤的冲击倾向性分类及指数的测定方法》；
- (8) 利鑫矿业有限公司相关地质资料。

2.2 测定内容

此次煤层及其顶、底板岩层的冲击倾向性鉴定项目如下：

(1) 煤的冲击倾向性

分别测定煤样的动态破坏时间、弹性能量指数和冲击能量指数、并结合单轴抗压强度判定煤的冲击倾向性。表 2-1 是判定煤的冲击倾向性类别的依据。

表 2-1 煤层冲击倾向性判别标准

类别		I类	II类	III类
冲击倾向		无	弱	强
指数	动态破坏时间 DT	$DT > 500$	$50 < DT \leq 500$	$DT \leq 50$
	弹性能量指数 W_{ET}	$W_{ET} < 2$	$2 \leq W_{ET} < 5$	$W_{ET} \geq 5$
	冲击能量指数 K_E	$K_E < 1.5$	$1.5 \leq K_E < 5$	$K_E \geq 5$
	单轴抗压强度 R_c	$R_c < 7$	$7 \leq R_c < 14$	$R_c \geq 14$

备注：当 DT 、 W_{ET} 、 K_E 、 R_c 的测定值发生矛盾时，应增加试件数量，其分类可采用模糊综合评判的方法或概率统计的方法。

（2）顶、底板岩层的冲击倾向性

测试该煤层顶底板岩层的单轴抗拉强度、块体密度、弹性模量，依此计算其弯曲能量指数及复合顶板弯曲能量指数，判定该煤层顶底板岩层的冲击倾向性。岩层冲击倾向性的评判是根据中华人民共和国行业标准 GB/T25217《冲击地压测定、监测与防治方法》的第 1 部分：顶底板岩层冲击倾向性分类及指数的测定方法（GB/T 25217.1-2010）进行的。该标准规定了岩层冲击倾向性判定指标，如表 2-2 所示。

表 2-2 顶底板岩层冲击倾向性分类及指数

类别	I类	II类	III类
冲击倾向	无冲击倾向性	弱冲击倾向性	强冲击倾向性
弯曲能量指数, kJ	$U_{wQS} \leq 15$	$15 < U_{wQS} \leq 120$	$U_{wQS} > 120$

3 试件加工与试验

3.1 试件加工

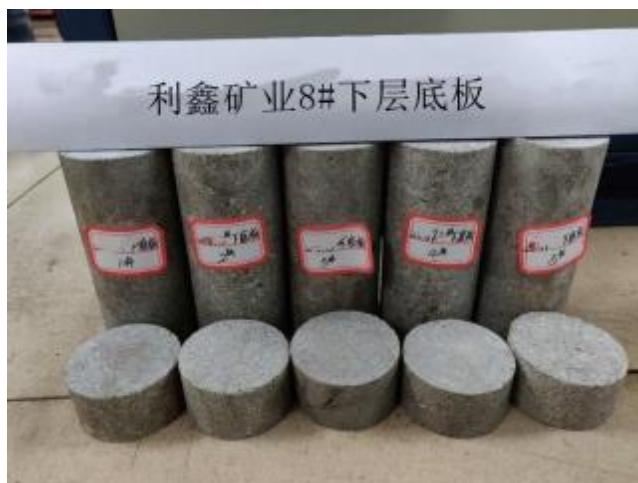
根据测定项目，将煤块用锯石机锯成 $50\text{ mm} \times 50\text{ mm} \times 100\text{ mm}$ 左右的方柱体。将岩块夹持在钻石机的加工平台上，用金刚石钻头垂直于岩块的层理面钻取直径为 50 mm 的岩石试样，然后用锯石机将岩石试样锯成高 100 mm 和 25 mm 左右的圆柱体。钻、锯岩石试件时用水冷却。最后在断面磨平机上将煤、岩试件两端磨平，研磨时要求试件两端面不平行度不得大于 0.01 mm ，上、下端直径的偏差不得大于 0.2 mm ，并用乳化液冷却。试件加工过程如图 3-1 所示，试件加工设备如图 3-2 所示。



(1) 煤样加工



(2) 顶板岩样



(3) 底板岩样

图 3-1 试件加工



图 3-2 试件加工设备

3.2 试件数量

试件尺寸及数量，根据合同规定的测定指标，按煤、岩性质，测定方法的规定执行。试件尺寸分别为 $50\text{ mm}\times 50\text{ mm}\times 100\text{ mm}$ 、 $\phi 50\text{ mm}\times 100\text{ mm}$ 和 $\phi 50\text{ mm}\times 20\text{ mm}$ ，共加工煤、岩样试件 14 件。

3.3 试验

3.3.1 试验设备与仪器

加载设备：AW-2000 型微机控制电液伺服岩石三轴蠕变试验机，见图 3-3。数据处理设备：计算机及试验机配套数据分析软件。

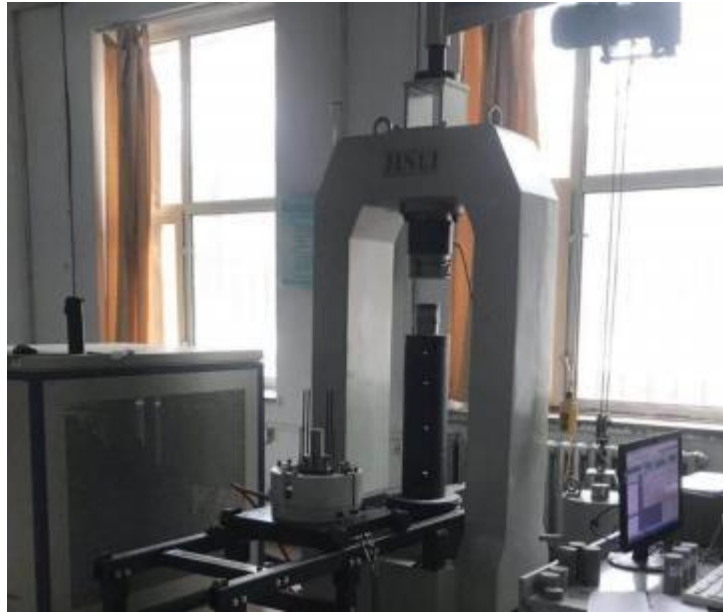


图 3-3 AW-2000 型微机控制电液伺服岩石三轴蠕变试验机

3.3.2 试验方法

(1) 力学性质测试方法

a. 试件的单轴抗压强度计算公式:

$$\sigma_c = p_{\max}/A \quad (3-1)$$

式中: σ_c —岩石单轴抗压强度, MPa;

$p_{\max}$ —岩石试件最大破坏载荷, N;

A --试件受压面积, mm^2 。

b. 试件的单轴抗拉强度计算公式:

$$\sigma_t = 2p_{\max}/\pi DL \quad (3-2)$$

式中: σ_t —岩石单轴抗拉强度, MPa;

$p_{\max}$ —岩石试件最大破坏载荷, N;

D —岩石试样直径, mm;

L —岩石试样厚度, mm。

(2) 煤动态破坏时间、弹性能量指数和冲击能量指数测定方法

a. 动态破坏时间

煤的动态破坏时间 DT 是指煤样在常规单轴抗压试验条件下, 从极限载荷到完全破坏所经历的时间。

采用长方体标准试件, 在常规单轴压缩试验条件下, 测定煤样从极限载荷到完全破坏所经历的时间, 绘制动态破坏时间曲线, 计算单个试件的动态破坏时间和每组试件的

动态破坏时间的算术平均值(图 3-4)。

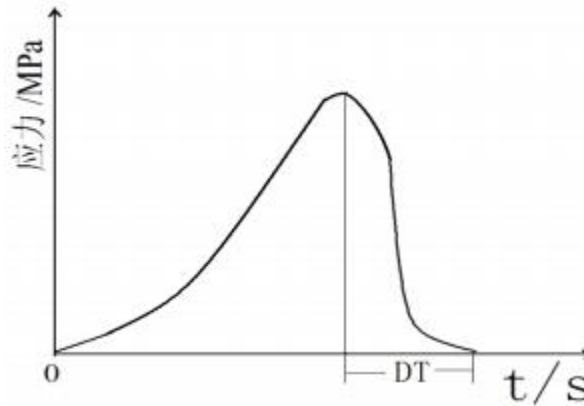


图 3-4 动态破坏时间示意图

B.弹性能量指数

煤的弹性能量指数 W_{ET} 是指煤试件在单轴压缩状态下，受力达到破坏前某一值时卸载，其弹性能与塑性能之比。

采用长方体标准试件，在常规单轴压缩试验条件下，测定煤样破坏前所积蓄的变形成能 ϕ_{SE} 与产生塑性变形消耗的能量 ϕ_{SP} 比值，计算单个试件和每组试件的弹性能量指数的算术平均值(图 3-5)。

$$W_{ET} = \frac{\phi_{SE}}{\phi_{SP}} \quad (3-3)$$

式中， W_{ET} ——弹性能量指数；

ϕ_{SE} ——为弹性应变能，即卸载曲线下的面积， mm^2 ；

ϕ_{SP} ——塑性应变能，其值为加载曲线和卸载曲线所包络的面积， mm^2 。

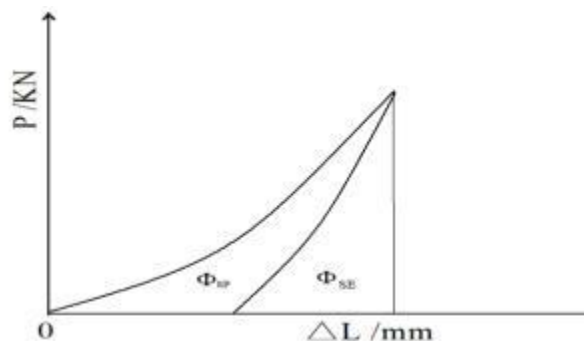


图 3-5 弹性能量指数计算示意图

C.冲击能量指数

煤的冲击能量指数 K_E 是指应力应变全过程曲线的上升段面积 A_s 与下降段面积 A_x 之比。采用长方体标准试件，在常规单轴压缩试验条件下，测定煤样全应力应变曲线峰前所积聚的变形能与峰后所消耗的变形能之比值，计算单个试件和每组试件的冲击能量指数的算术平均值(图 3-6)。

$$K_E = \frac{A_s}{A_x} \quad (3-4)$$

式中， K_E ——冲击能量指数；

A_s ——峰前积聚变形能；

A_x ——峰后积聚变形能。

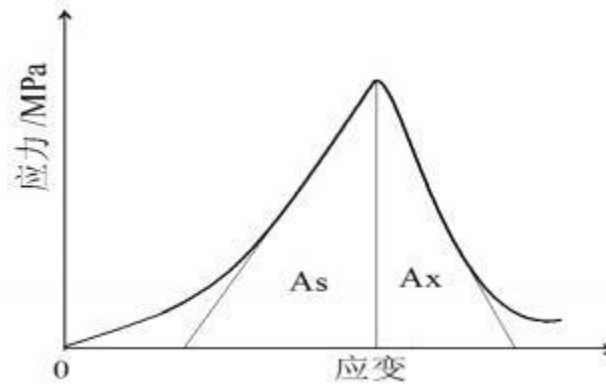


图 3-6 冲击能量指数计算示意图

(3) 顶板弯曲能力指数计算

上覆岩层载荷自煤层顶板起，自下而上，按式(3-5)计算：

$$q = 10^{-6} \frac{E_1 h_1^3 g (\rho_1 h_1 + \rho_2 h_2 + \cdots \rho_n h_n)}{E_1 h_1^3 + E_2 h_2^3 + \cdots E_n h_n^3} \quad (3-5)$$

式中：

q ——单位宽度上覆岩层载荷，单位为MPa；

E_i ($i=1,2, \dots, n$) --上覆各岩层的弹性模量，单位为MPa；

h_i ($i=1,2, \dots, n$) --上覆各岩层的厚度，单位为m；

ρ_i ——上覆各岩层的块体密度，单位为 kg/m^3 ；

g ——重力加速度，单位为 N/kg 。

当 $n+1$ 层对第1层的载荷小于第 n 层对第1层的载荷时，计算终止，取第 n 层的计

算结果。

单一顶板弯曲能量指数按式（3-6）计算：

$$U_{wQ} = 102.6 \frac{(R_t)^{\frac{5}{2}} h^2}{q^{\frac{1}{2}} E} \quad (3-6)$$

式中：

U_{wQ} --单一顶板弯曲能量指数，单位为KJ；

R_t --岩石试件的抗拉强度，单位MPa；

h —单一顶板厚度，单位m；

E —岩石试件的弹性模量，单位 MPa。

复合顶板弯曲能量指数按式（3-7）计算：

$$U_{wQS} = \sum_{i=1}^n U_{wQi} \quad (3-7)$$

式中：

U_{wQS} --复合顶板弯曲能量指数，单位为KJ；

U_{wQi} --第 i 层弯曲能量指数，单位为KJ；

n —顶板分层数。

4 试验结果

4.1 煤层试样的物理性质

利鑫矿业 8#下煤层试样物理性质测定结果见表4-1。

表 4-1 8 号下煤层试样物理性质测试结果

序 号		视密度 /kg·m ⁻³	真密度 /kg·m ⁻³	含水率 %	自然吸水率 %	备注
8#下煤层	1	1444.35	1464.34	1.57	3.47	
	2	1434.65	1473.44	1.67	3.47	
	3	1435.87	1457.25	1.42	2.14	
	平均值	1438.29	1465.01	1.55	3.03	

4.2 煤层冲击倾向性指标测定

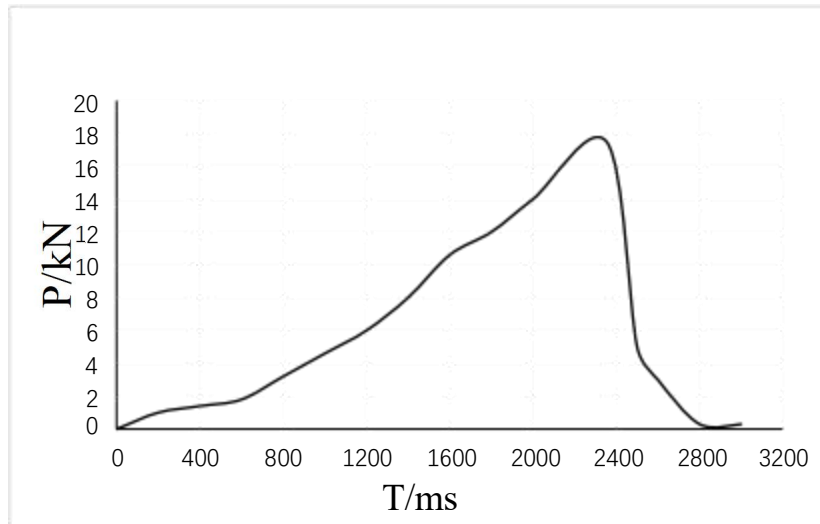
根据测试要求，共计加工了 5 块 50×50×100 mm 的煤样，用于煤的冲击倾向性测定，测试内容包括煤的动态破坏时间、弹性能量指数、冲击能量指数和单轴抗压强度。

4.2.1 动态破坏时间

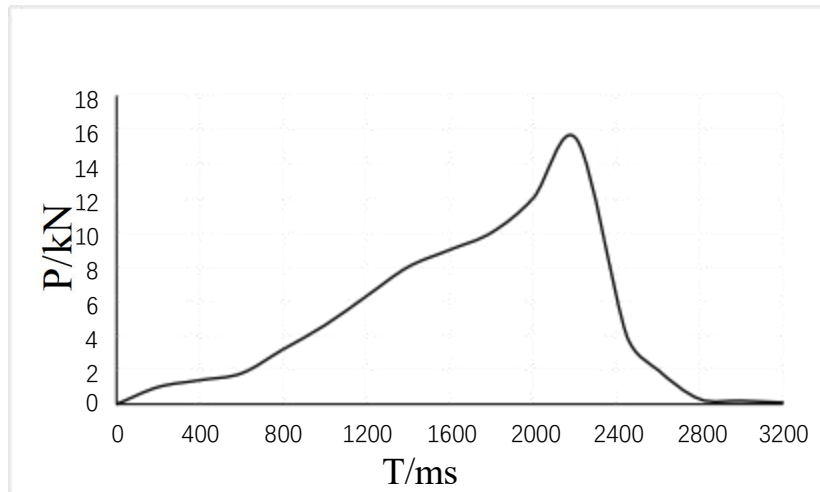
煤的动态破坏时间测定结果及典型曲线见表 4-2、图 4-1。

表 4-2 煤样动态破坏时间测定结果

试件编号	试件尺寸 长×宽×高 /mm×mm×mm	截面积 /mm ²	破坏载 荷 P/kN	抗压强度 R _c /MPa	破坏时间 DT/ms	破坏时间 平均值 /ms
LX8 _下 d-1	50.26×50.12×100.53	2519.03	15.57	6.18	832	885
LX8 _下 d-2	50.52×50.75×100.02	2563.89	17.45	6.81	644	
LX8 _下 d-3	50.84×50.56×100.12	2570.47	15.75	6.13	982	
LX8 _下 d-4	50.73×50.55×100.46	2564.40	15.42	6.01	989	
LX8 _下 d-5	50.42×50.71×100.42	2556.80	17.24	6.74	976	



(1) 8#下煤样-2



(2) 8#下煤样-4

图 4-1 煤层煤样动态破坏时间测试曲线

4.2.2 弹性能量指数

煤的弹性能量指数测定结果及典型曲线见表 4-2、图 4-2。

表 4-2 煤层弹性能量指数测定结果表

试件 编号	试件尺寸 长×宽×高 /mm×mm×mm	截面积 /mm ²	弹性 变形能 Φ_{SE}	塑性 变形能 Φ_{SP}	弹性能 指数 W_{ET}	弹性能 指数平 均值
LX8 _{下t-1}	50.26×50.12×100.53	2519.03	2.1974	2.1318	1.031	1.035
LX8 _{下t-2}	50.52×50.75×100.02	2563.89	2.2124	2.1645	1.022	
LX8 _{下t-3}	50.84×50.56×100.12	2570.47	2.2744	2.1635	1.051	
LX8 _{下t-4}	50.73×50.55×100.46	2564.40	2.3112	2.2872	1.010	
LX8 _{下t-5}	50.42×50.71×100.42	2556.80	2.3244	2.1872	1.063	

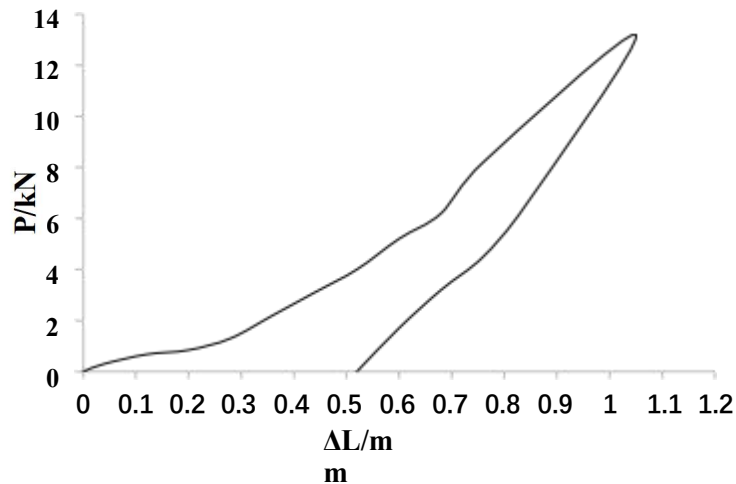


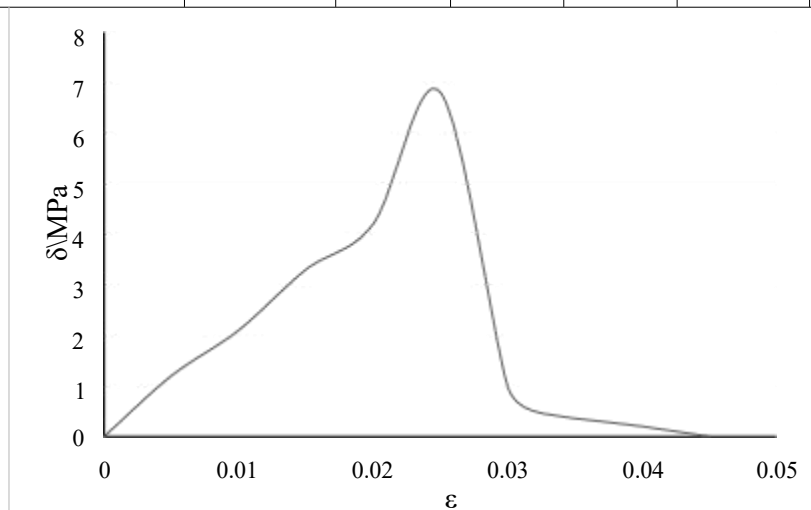
图 4-2 煤层弹性能量指数测试曲线

4.2.3 煤岩冲击能量指数

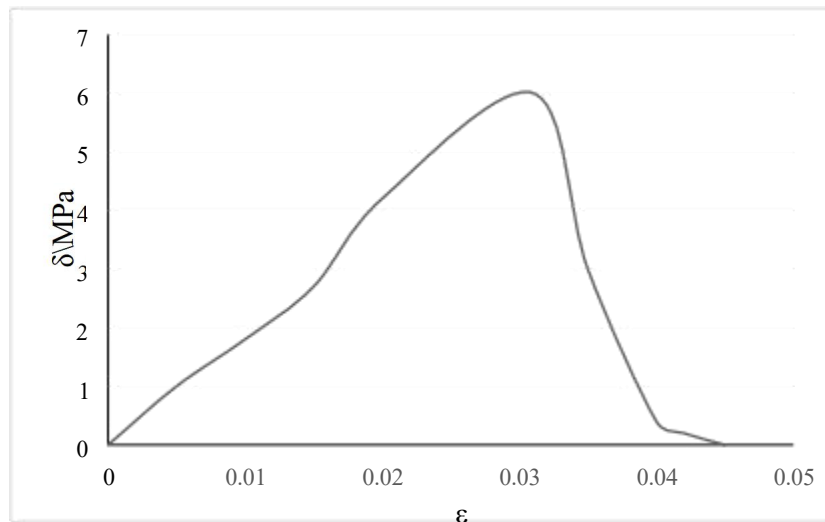
煤的冲击能量指数测定结果及典型曲线见表 4-3，图 4-3。

表 4-3 8#下煤层煤的冲击能量指数记录表

试件 编号	试件尺寸 长×宽×高 /mm×mm×mm	截面积 /mm ²	破 坏 载 荷 P /kN	抗压 强度 R_c /MPa	峰值前 聚积的 变形能 A_S	峰值后 损耗的 变形能 A_X	冲击能 量指数 K_E	冲击能 量指数 平均值
LX8 _{下c-1}	50.26×50.12×100.53	2519.03	15.57	6.18	6.27	5.88	1.07	1.08
LX8 _{下c-2}	50.52×50.75×100.02	2563.89	17.45	6.81	6.65	6.19	1.07	
LX8 _{下c-3}	50.84×50.56×100.12	2570.47	15.75	6.13	6.95	6.26	1.11	
LX8 _{下c-4}	50.73×50.55×100.46	2564.40	15.42	6.01	6.42	6.03	1.06	
LX8 _{下c-5}	50.42×50.71×100.42	2556.80	17.24	6.74	7.66	6.87	1.11	



(1) 8#下煤样-2



(2) 8#下煤样-4

图 4-3 8#下煤层煤的单轴压缩试验曲线

4.2.4 煤岩单轴抗压强度

煤样单轴抗压强度测定结果见表 4-4。

表 4-4 8#下煤层煤样单轴抗压强度测定结果

试件 编号	试件尺寸 长×宽×高 /mm×mm×mm	截面积 /mm ²	破坏载荷 P/kN	抗压强度 R _c /MPa	抗压强度 平均值 /MPa
LX8 _{下c-1}	50.26×50.12×100.53	2519.03	15.57	6.18	6.37
LX8 _{下c-2}	50.52×50.75×100.02	2563.89	17.45	6.81	
LX8 _{下c-3}	50.84×50.56×100.12	2570.47	15.75	6.13	
LX8 _{下c-4}	50.73×50.55×100.46	2564.40	15.42	6.01	
LX8 _{下c-5}	50.42×50.71×100.42	2556.80	17.24	6.74	

4.3 煤层冲击倾向性鉴定结果

该煤试样动态破坏时间、冲击能量指数、弹性能量指数及单轴抗压强度测定结果见表 4-5。

(1) 动态破坏时间

该煤试样的动态破坏时间如表 4-5 所示，试样的动态破坏时间平均值为885ms，大于500ms，按照国家标准 GB/T 25217.2-2010《煤的冲击倾向分类及指数的测定方法》，可以判断该煤试样动态破坏时间的冲击倾向性为 I 类，即无冲击倾向性。

(2) 冲击能量指数

该煤试样的冲击能量指数如表 4-5 所示，试样的冲击能量指数平均值为 1.08，小于

1.5, 按照国家标准 GB/T 25217.2-2010《煤的冲击倾向分类及指数的测定方法》, 可以判断该煤试样冲击能量指数的冲击倾向性为 I 类, 即无冲击倾向性。

(3) 弹性能量指数

该煤试样的弹性能量指数如表 4-5 所示, 试样的弹性能量指数平均值为 1.035, 小于 2, 按照国家标准 GB/T 252J 7.2-2010《煤的冲击倾向分类及指数的测定方法》, 可以判断该煤试样弹性能量指数的冲击倾向性为 I 类, 即无冲击倾向性。

(4) 单轴抗压强度

该煤试样的单轴抗压强度如表 4-5 所示, 试样的单轴抗压强度平均值为 6.37MPa, 小于 7MPa, 按照国家标准 GB/T 252J 7.2-2010《煤的冲击倾向分类及指数的测定方法》, 判断该煤试样单轴抗压强度的冲击倾向性为 1 类, 即无冲击倾向性。

根据判定煤层冲击倾向性 4 个指标的测定结果, 综合判定该煤为具有无冲击倾向性的煤层。

表 4-5 试样冲击倾向性各项指数测定结果

样 别 煤样编号		动态破坏时间 DT (ms)	冲击能量指数 K _E	弹性能量指数 W _{ET}	单轴抗压强度 R _c (MPa)
8#下煤 层	1	832	1.07	1.031	6.18
	2	644	1.07	1.022	6.81
	3	982	1.11	1.051	6.13
	4	989	1.06	1.010	6.01
	5	976	1.11	1.063	6.74
	平均值	885	1.08	1.035	6.37
	冲击倾向性判定	无	无	无	无
综合判定结果		无冲击倾向性			

4.4 岩层物理力学性质

根据测试要求, 共计加工了 25 块 $\phi 50 \times 100\text{mm}$ 和 $\phi 50 \times 25\text{mm}$ 的岩样, 用于顶、底板岩层的冲击倾向性测定, 测试内容为岩样的弯曲能量指数。

4.4.1 岩样块体密度

岩样的块体密度测定结果见表 4-6。

表 4-6 岩样块体密度测定结果

岩样	试件编号	试件在空气中的质量 (g)	视密度 /g·m ⁻³	试件尺寸高度 (mm)	真密度 (g/cm ³)
基本顶	1	498.9	2.41	101.58	2.51
	2	501.3	2.49	101.12	2.54
	3	504.3	2.51	101.44	2.63
	平均值	-	2.47	-	2.56
直接顶	1	500.5	2.57	100.82	2.62
	2	501.1	2.52	100.48	2.63
	3	501.2	2.48	101.37	2.61
	平均值	-	2.52	-	2.62
底板	1	502.4	2.5	101.83	2.73
	2	500.5	2.33	101.22	2.43
	3	501.5	2.38	101.42	2.47
	平均值	-	2.40	-	2.54

4.4.2 岩样单轴抗压强度

岩样的单轴抗压强度测定结果见表 4-7。

表 4-7 岩样单轴抗压强度测定结果

岩样	试件编号	试件尺寸直径 (mm)	试件尺寸高度 (mm)	试件截面积 (mm ²)	破坏载荷 (kN)	抗压强度 (MPa)	弹性模量 (GPa)
基本顶	1	50.9	101.58	2033.79	114.73	56.41	10.12
	2	50.4	101.12	1994.03	114.44	57.39	9.99
	3	50.2	101.44	1978.23	117.46	59.38	9.85
	平均值	-	-	-	115.54	57.73	9.99
直接顶	1	50.4	100.82	1994.03	125.92	63.15	10.64
	2	51.1	100.48	2049.80	114.22	55.72	10.83
	3	50.1	101.37	1970.36	117.35	59.56	10.27
	平均值	-	-	-	119.16	59.48	10.58
底板	1	51.9	101.83	2114.48	120.32	56.90	10.78
	2	51.4	101.22	2073.94	121.18	58.43	10.69
	3	50.3	101.42	1986.12	121.72	61.29	10.24

	平均值-	-	-	-	121.07	58.87	10.57
--	------	---	---	---	--------	-------	-------

4.4.3 岩样抗拉强度

岩样抗拉强度测定结果见表 4-8。

表 4-8 岩样抗拉强度测定结果

岩样	试件编号	试件尺寸直径 (mm)	试件尺寸厚度 (mm)	破坏载荷 (kN)	抗拉强度 (MPa)
基本顶	1	50.9	24.13	7.34	3.61
	2	50.4	24.73	7.33	3.68
	3	50.2	24.73	7.43	3.76
	平均值	-	-	7.37	3.68
直接顶	1	50.4	24.61	7.02	3.52
	2	51.1	24.88	7.42	3.62
	3	50.1	25.37	6.62	3.36
	平均值	-	-	7.02	3.50
底板	1	51.9	25.82	7.17	3.39
	2	51.4	25.17	7.13	3.44
	3	50.3	25.43	7.22	3.64
	平均值	-	-	7.17	3.49

4.5 顶、底板岩层冲击倾向性鉴定

顶板岩层冲击倾向性主要以顶板岩层的弯曲能量指数来确定，顶板弯曲能量指数的确定首先需要计算上覆顶板岩层载荷。

上覆岩层载荷自煤层顶板起，自下而上，按式(4-1)计算：

$$q = 10^{-6} \frac{E_1 h_1^3 g(\rho_1 h_1 + \rho_2 h_2 + \cdots \rho_n h_n)}{E_1 h_1^3 + E_2 h_2^3 + \cdots E_n h_n^3} \quad (4-1)$$

式中：

q —单位宽度上覆岩层载荷，单位为MPa；

E_i ($i=1,2, \dots, n$) --上覆各岩层的弹性模量，单位为MPa；

h_i ($i=1,2, \dots, n$) --上覆各岩层的厚度，单位为m；

ρ_i —上覆各岩层的块体密度，单位为 kg/m^3 ；

g —重力加速度，单位为 N/kg 。

当 $n+1$ 层对第 1 层的载荷小于第 n 层对第 1 层的载荷时，计算终止，取第 n 层的计算结果。

单一顶板弯曲能量指数按式（4-2）计算：

$$U_{wQ} = 102.6 \frac{(R_t)^{\frac{5}{2}} h^2}{q^{\frac{1}{2}} E} \quad (4-2)$$

式中：

U_{wQ} --单一顶板弯曲能量指数，单位为KJ；

R_t --岩石试件的抗拉强度，单位MPa；

h —单一顶板厚度，单位m；基本顶 9.8m，直接顶 7.0m；

E —岩石试件的弹性模量，单位 MPa。

复合顶板弯曲能量指数按式（4-3）计算：

$$U_{wQS} = \sum_{i=1}^n U_{wQi} \quad (4-3)$$

式中：

U_{wQS} --复合顶板弯曲能量指数，单位为KJ；

U_{wQi} --第 i 层弯曲能量指数，单位为KJ；

n —顶板分层数。

根据顶、底板岩层物理、力学参数测试结果， 计算的上覆载荷、复合顶板及底板的弯曲能量指数如表 4-9、4-10 所示，根据标准可用抗拉强度代替抗弯强度。

该煤层基本顶顶板弯曲能量指数为 14.36kJ，直接顶弯曲能量指数为 13.74，均小于 15kJ，按国家标准 GB/T25217.1-2010 所示规定，该煤层顶板岩层应属I 类，为无冲击倾向性的顶板岩层。

表 4-9 顶板岩层弯曲能量

项目 样别	载荷(MPa)	密度(g/m ³)	弹性模量 (GPa)	抗拉强度 (MPa)	弯曲能量指数 (kJ)
基本顶	7.37	2.56	9.99	3.68	14.36
直接顶	7.02	2.62	10.58	3.5	13.74

该煤层底板弯曲能量指数为 13.22kJ，小于 15kJ，按国家标准 GB/T25217.1-2010 所示规定，该煤层底板岩层应属 I 类，为无冲击倾向性的底板岩层。

表 4-10 底板岩层弯曲能量

项目 样别	载荷(MPa)	密度(g/m ³)	弹性模量 (GPa)	抗拉强度 (MPa)	弯曲能量指数 (kJ)
底板	7.17	2.54	10.57	3.49	13.22

5 结论与建议

5.1 结论

(1) 取样地点处于该矿井二采区-300 石门内 8#下煤层见煤点, 8#下煤层为施工采掘工作面, 石门内煤岩暴露时间较长, 通过向深部采取的 8#下煤层及其顶底板岩石力学参数, 为冲击倾向性鉴定提供数据基础。

(2) 根据该矿送检煤样, 经实验室测定所得数据, 依据国家标准 GB/T 25217.2_2010《煤的冲击倾向分类及指数的测定方法》, 判定双鸭山市利鑫矿业有限公司 8#下煤层属于 I 类, 为无冲击倾向性的煤层。

(3) 根据该矿送检岩样, 经实验室测定所得数据, 依据国家标准 GB/T25217.1-2010《顶板岩层冲击倾向分类及指数的测定方法》, 判定双鸭山市利鑫矿业有限公司 8#下煤层的顶板岩层属于 I 类, 为无冲击倾向性的顶板岩层, 底板岩层属于 I 类, 为无冲击倾向性的底板岩层。

本次实验煤、岩样本来源于双鸭山市利鑫矿业有限公司 8#下煤层, 所得结论仅限于现阶段煤层赋存条件与开采条件, 在生产过程中, 煤、岩是否发生冲击还同地质构造、应力变化、开采技术等情况有关, 应具体问题具体分析。

5.2 建议

(1) 根据双鸭山市利鑫矿业有限公司石门柱状描述可知, 8#下煤层距 8#煤层层间距 8-10m 左右, 上覆岩层中未分布较厚岩层, 因此不容易产生 8#下煤层顶板能力积聚。

(2) 随着三段的延伸, 采深增加一定程度后, 需再次进行冲击倾向性鉴定。

(3) 完善煤矿安全管理体系, 提高管理水平, 在开采顺序、工作面布置、煤柱尺寸留设等方面加强管理。

附录 A 冲击倾向性评判结果

序号	动态破坏时间	弹性能量指数	冲击能量指数	单轴抗压强度	综合评判结果	序号	动态破坏时间	弹性能量指数	冲击能量指数	单轴抗压强度	综合评判结果
1	2	3	2	3	3	42	2	2	2	3	2
2	1	1	1	2	3	43	2	2	3	1	2
3	2	3	1	3	2	44	2	2	3	2	2
4	3	1	2	1	2	45	2	2	3	3	*
5	2	1	2	2	*	46	2	3	1	1	1
6	2	1	2	3	2	47	2	3	1	2	2
7	3	1	3	1	2	48	2	3	1	3	3
8	2	1	3	2	2	49	2	3	2	1	2
9	1	1	3	3	2	50	2	3	2	2	2
10	1	2	1	1	1	51	2	3	2	3	*
11	2	2	1	2	*	52	2	3	3	1	3
12	1	2	1	3	1	53	2	3	3	2	2
13	2	2	2	1	1	54	2	3	3	3	3
14	1	2	2	2	2	55	3	3	3	2	3
15	1	2	2	3	2	56	3	1	1	2	1
16	2	2	3	1	1	57	3	1	1	3	3
17	1	2	3	2	2	58	3	1	2	1	1
18	1	2	2	3	3	59	3	2	2	2	2
19	1	3	3	1	2	60	3	1	2	3	3
20	3	3	2	2	2	61	3	2	3	1	2
21	1	3	1	3	2	62	3	1	3	2	3
22	1	3	2	1	1	63	3	1	3	3	3
23	2	3	2	2	2	64	3	2	2	1	2
24	1	3	2	3	3	65	3	2	1	2	2
25	1	3	3	1	1	66	3	2	1	3	3
26	1	3	3	2	3	67	3	2	2	1	2
27	1	3	3	3		68	3	2	2	2	2
28	2	2	1	2	2	69	3	2	2	3	3
29	2	1	1	2	2	70	3	2	3	1	3
30	2	2	2	3	2	71	3	2	3	2	*
31	2	1	2	1	*	72	3	2	3	3	3
32	2	1	2	2	2	73	3	3	1	1	2
33	2	1	2	3	2	74	3	3	1	2	3
34	2	3	3	3	3	75	3	3	1	3	3
35	2	1	3	2	2	76	3	3	2	1	3
36	2	1	3	3	3	77	3	3	2	2	*
37	2	2	1	1	*	78	3	3	2	3	3
38	2	2	1	2	2	79	3	3	3	1	3
39	2	2	1	3	2	80	3	3	3	2	3
40	2	2	2	1	2	81	3	3	3	3	3
41	2	2	2	2	2						

备注：（1）表中评判结果：1—强冲击倾向，2—弱冲击倾向，3—无冲击倾向；（2）*标出的推荐采用对每个测试值与该指标所在类别临近界定值进行比较的方法综合判断冲击倾向性。



科大科技

双鸭山市利鑫矿业有限公司

9#煤层煤岩冲击倾向性

鉴 定 报 告

委托单位：____双鸭山市利鑫矿业有限公司____

鉴定类别：____委托鉴定____

鉴定日期：____2023.1____

黑龙江科大科技开发有限公司

2023 年 1 月



科大科技

双鸭山市利鑫矿业有限公司

9#煤层煤岩冲击倾向性

鉴定报告

委托单位: 双鸭山市利鑫矿业有限公司

鉴定类别: 委托鉴定

鉴定日期: 2023.1

黑龙江科大科技发展有限公司

2023年1月



双鸭山市利鑫矿业有限公司 9#煤层煤岩冲击倾向性鉴定报告

声明:

本测定报告在黑龙江科技大学实验室内完成。

黑龙江科大科技开发有限公司是黑龙江科技大学的全资下属单位，本测定报告无黑龙江科大科技开发有限公司公章和骑缝章无效。

未经批准不得复制测定报告。

检测报告涂改的无效；

本检测报告只对检测报告中划定的测试区域负责；

本检测报告数据依据所取得的煤岩样品实验获得，与实际存在差异属于正常实验误差；

鉴定报告声明

黑龙江科大科技开发有限公司

2023 年 1 月

参加人员：

姓名	职称/学历	专业	负责项目内容	备注
代少军	副教授	采矿工程	报告审核	代少军
康 宇	副教授	工程力学	报告编写	康宇
王洪梁	讲师	安全工程	报告编写	王洪梁
刘传海	讲师	安全工程	报告编写	刘传海

目 录

1 项目概况.....	1
1.1 矿井概况.....	1
1.2 取样概况.....	2
1.3 数据来源.....	3
2 冲击倾向性测定的相关标准及内容.....	4
2.1 测定依据.....	4
2.2 测定内容.....	4
3 试件加工与试验.....	6
3.1 试件加工.....	6
3.2 试件数量.....	7
3.3 试验.....	7
4 试验结果.....	12
4.1 煤层试样的物理性质.....	12
4.2 煤层冲击倾向性指标测定.....	12
4.3 煤层冲击倾向性鉴定结果.....	15
4.4 岩层物理力学性质.....	16
4.5 顶、底板岩层冲击倾向性鉴定.....	18
5 结论与建议.....	21
5.1 结论.....	21
5.2 建议.....	21
附录 A 冲击倾向性评判结果.....	22

1 项目概况

1.1 矿井概况

矿井位于双鸭山市宝清县城西南方向20km处，行政区归属宝清县小城子镇管辖。区间有矿区专用公路与国道 G229 相通，通往全省与全国各地，矿区交通方便，详见煤矿交通位置图 1-1。

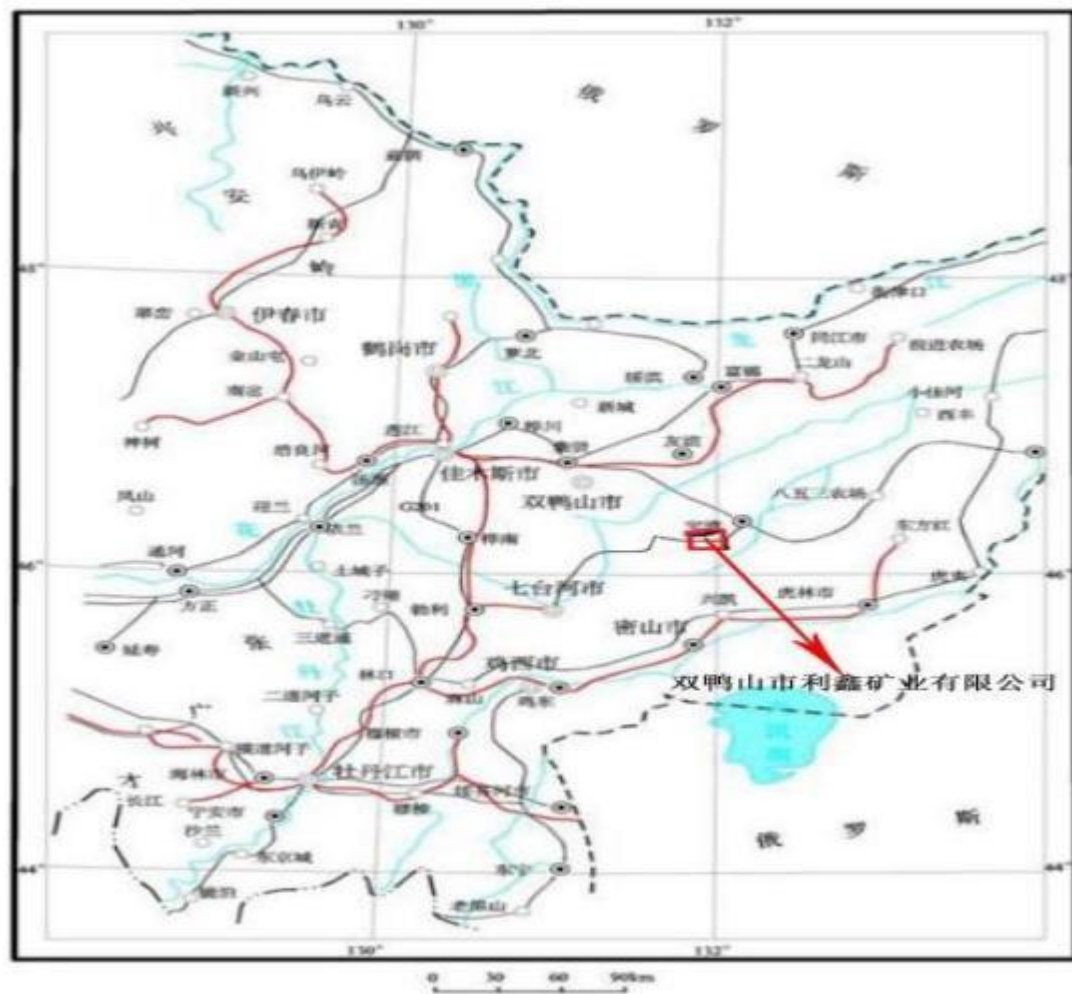


图 1-1 交通位置图

根据《采矿许可证》，划定的矿区范围由 47 个拐点坐标圈定，开采标高为+172m 至 -428m，井田面积 1.1201km²，批准开采煤层 6 层，分别为 5、7、8、8 下、9、10 煤层。

矿井处在低山丘陵地区。矿区内地形简单，山脊呈北西向展布，地势南东高，中间略低，北西高；南西与北东两侧低。矿区内最高海拔标高+203.4m，最低标高+110m，最大高差 93.4m。

矿区处于寒温带属大陆性气候，冬夏温差大，冬季最低气温-37℃，夏季最高气温37℃，年平均气温为5℃。无霜期100天左右。每年的10月下旬开始封冻期到翌年的4月下旬解冻，封冻期长达6月，冻土层最大厚度2m，一般在1.6~1.8m，无永冻层。7、8、9三个月是雨季，每年的降水量一般在550mm。

每年的4~10月期间以东—南风为主，风力一般在1~2级，有时有5级以上的大风天气。冬季以西—西北风为主，风力一般在2级以上。

瓦斯：根据黑龙江科大科技开发有限公司完成的2022年《双鸭山市利鑫矿业有限公司瓦斯等级鉴定报告》，双鸭山市利鑫矿业有限公司矿井瓦斯绝对涌出量0.49m³/min，鉴定结果为低瓦斯矿井。

受该矿委托，对煤及顶、底板岩层的冲击倾向性进行测定与分析。主要依据“GB/T25217《冲击地压测定、监测与防治方法》第1部分：顶板岩层冲击倾向性分类及指数测定的方法（GB/T25217.1-2010），第2部分：煤的冲击倾向性分类及指数的测定方法》（GB/T 25217.2-2010）”国家标准，具体测定标准及内容详见第二章。

1.2 取样概况

本次鉴定为9#煤层及其顶、底板岩层。取样标准遵照中华人民共和国国家标准GB/T23561.1-2009《采样一般规定》执行，所取试样在二采区-300m石门见煤点，所采的煤样规格大体200×200×200mm，其高度方位垂直于煤层的层理面，岩层采用现场取岩样的采样方法，具体位置及取样数量如表1-1和图1-2所示，取样由我单位技术人员现场完成，取样过程中进行了图片及视频的录制。煤层上方顶板岩性为中砂岩，底板岩性为细砂岩，煤层及顶、底板岩层的综合柱状情况如图1-3所示。

表 1-1 采样情况表

序号	采样位置	标高	规格	数量
顶板	二采区-300m 石门见煤点	-300.0m	200×200×200mm	6
底板			200×200×200mm	4
煤样			200×200×200mm	3

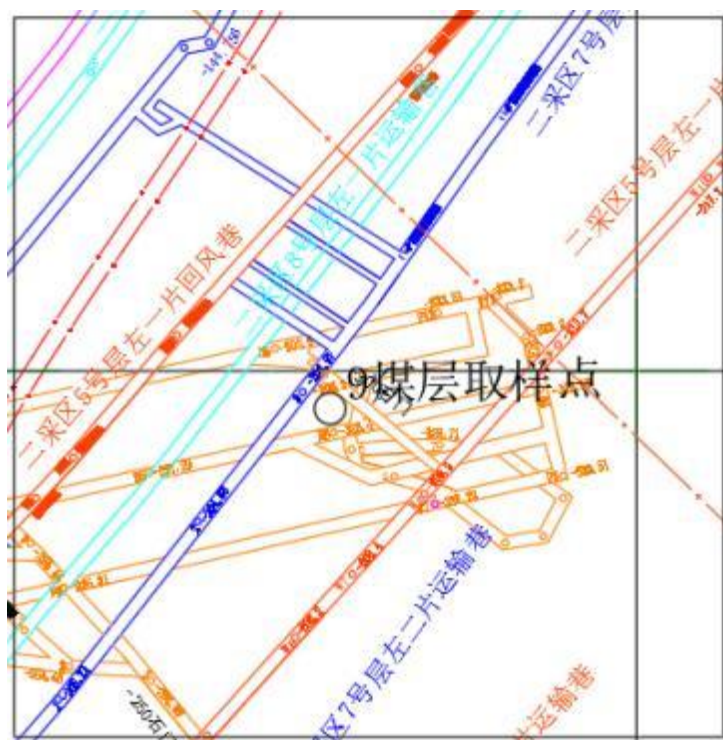


图 1-2 煤层及顶底板取样位置图

1.3 数据来源

本次鉴定所取岩层为现场所取得 9#煤层及顶、底板岩层，冲击倾向性鉴定数据来源于黑龙江科技大学岩石力学实验室。

2 冲击倾向性测定的相关标准及内容

2.1 测定依据

本测定依据中华人民共和国国家标准《煤和岩石物理力学性质测定方法》和《冲击地压测定、监测与防治方法》开展，具体包括：

- (1) 中华人民共和国国家标准 (GB/T 23561.1-2009) 《采样一般规定》；
- (2) 中华人民共和国国家标准 (GB/T 23561.3-2009) 《煤和岩石块体密度测定方法》；
- (3) 中华人民共和国国家标准 GB/T 23561.7-2009) 《单轴抗压强度测定及软化系数计算方法》；
- (4) 中华人民共和国国家标准 GB/T 23561.8-2009) 《煤和岩石变形参数测定方法》；
- (5) 中华人民共和国国家标准 (GB/T 23561.10-2009) 《煤和岩石单轴抗拉强度测定方法》；
- (6) 中华人民共和国国家标准 (GB/T 25217.1-2010) 《顶板岩层冲击倾向性分类及指数的测定方法》；
- (7) 中华人民共和国国家标准 (GB/T 25217.2-2010) 《煤的冲击倾向性分类及指数的测定方法》；
- (8) 利鑫矿业有限公司相关地质资料。

2.2 测定内容

此次煤层及其顶、底板岩层的冲击倾向性鉴定项目如下：

(1) 煤的冲击倾向性

分别测定煤样的动态破坏时间、弹性能量指数和冲击能量指数、并结合单轴抗压强度判定煤的冲击倾向性。表 2-1 是判定煤的冲击倾向性类别的依据。

表 2-1 煤层冲击倾向性判别标准

类别		I类	II类	III类
冲击倾向		无	弱	强
指数	动态破坏时间 DT	$DT > 500$	$50 < DT \leq 500$	$DT \leq 50$
	弹性能量指数 W_{ET}	$W_{ET} < 2$	$2 \leq W_{ET} < 5$	$W_{ET} \geq 5$
	冲击能量指数 K_E	$K_E < 1.5$	$1.5 \leq K_E < 5$	$K_E \geq 5$
	单轴抗压强度 R_c	$R_c < 7$	$7 \leq R_c < 14$	$R_c \geq 14$

备注：当 DT 、 W_{ET} 、 K_E 、 R_c 的测定值发生矛盾时，应增加试件数量，其分类可采用模糊综合评判的方法或概率统计的方法。

（2）顶、底板岩层的冲击倾向性

测试该煤层顶底板岩层的单轴抗拉强度、块体密度、弹性模量，依此计算其弯曲能量指数及复合顶板弯曲能量指数，判定该煤层顶底板岩层的冲击倾向性。岩层冲击倾向性的评判是根据中华人民共和国行业标准 GB/T25217《冲击地压测定、监测与防治方法》的第 1 部分：顶底板岩层冲击倾向性分类及指数的测定方法（GB/T 25217.1-2010）进行的。该标准规定了岩层冲击倾向性判定指标，如表 2-2 所示。

表 2-2 顶底板岩层冲击倾向性分类及指数

类别	I类	II类	III类
冲击倾向	无冲击倾向性	弱冲击倾向性	强冲击倾向性
弯曲能量指数, kJ	$U_{wQS} \leq 15$	$15 < U_{wQS} \leq 120$	$U_{wQS} > 120$

3 试件加工与试验

3.1 试件加工

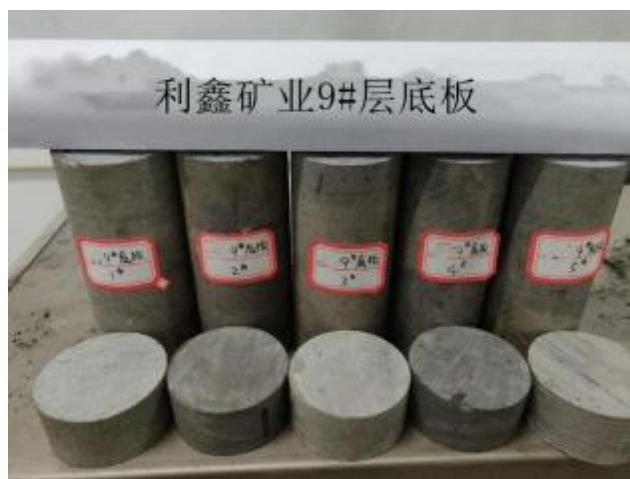
根据测定项目，将煤块用锯石机锯成 $50\text{ mm} \times 50\text{ mm} \times 100\text{ mm}$ 左右的方柱体。将岩块夹持在钻石机的加工平台上，用金刚石钻头垂直于岩块的层理面钻取直径为 50 mm 的岩石试样，然后用锯石机将岩石试样锯成高 100 mm 和 25 mm 左右的圆柱体。钻、锯岩石试件时用水冷却。最后在断面磨平机上将煤、岩试件两端磨平，研磨时要求试件两端面不平行度不得大于 0.01 mm ，上、下端直径的偏差不得大于 0.2 mm ，并用乳化液冷却。试件加工过程如图 3-1 所示，试件加工设备如图 3-2 所示。



(1) 煤样加工



(2) 顶板岩样



(3) 底板岩样

图 3-1 试件加工



图 3-2 试件加工设备

3.2 试件数量

试件尺寸及数量，根据合同规定的测定指标，按煤、岩性质，测定方法的规定执行。试件尺寸分别为 50 mm×50 mm×100 mm、 $\phi 50\text{mm}\times 100\text{mm}$ 和 $\phi 50\text{mm}\times 20\text{mm}$ ，共加工煤、岩样试件 14 件。

3.3 试验

3.3.1 试验设备与仪器

加载设备：AW-2000 型微机控制电液伺服岩石三轴蠕变试验机，见图 3-3。数据处理设备：计算机及试验机配套数据分析软件。

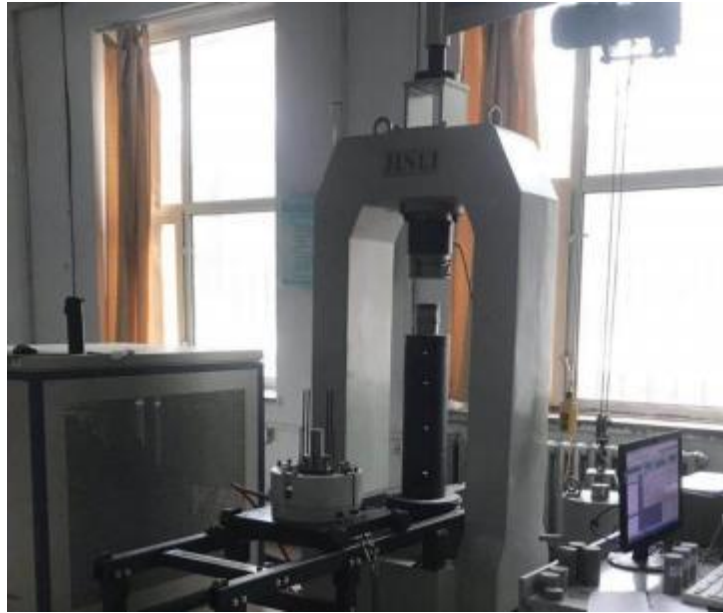


图 3-3 AW-2000 型微机控制电液伺服岩石三轴蠕变试验机

3.3.2 试验方法

(1) 力学性质测试方法

a. 试件的单轴抗压强度计算公式:

$$\sigma_c = p_{\max}/A \quad (3-1)$$

式中: σ_c —岩石单轴抗压强度, MPa;

$p_{\max}$ —岩石试件最大破坏载荷, N;

A--试件受压面积, mm^2 。

b. 试件的单轴抗拉强度计算公式:

$$\sigma_t = 2p_{\max}/\pi DL \quad (3-2)$$

式中: σ_t —岩石单轴抗拉强度, MPa;

$p_{\max}$ —岩石试件最大破坏载荷, N;

D—岩石试样直径, mm;

L—岩石试样厚度, mm。

(2) 煤动态破坏时间、弹性能量指数和冲击能量指数测定方法

a. 动态破坏时间

煤的动态破坏时间 DT 是指煤样在常规单轴抗压试验条件下, 从极限载荷到完全破坏所经历的时间。

采用长方体标准试件, 在常规单轴压缩试验条件下, 测定煤样从极限载荷到完全破坏所经历的时间, 绘制动态破坏时间曲线, 计算单个试件的动态破坏时间和每组试件的

动态破坏时间的算术平均值(图 3-4)。

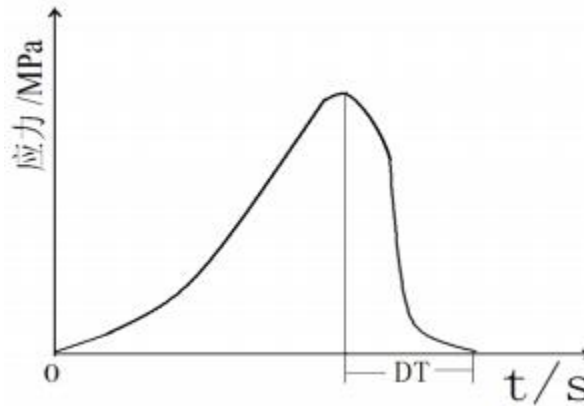


图 3-4 动态破坏时间示意图

B.弹性能量指数

煤的弹性能量指数 W_{ET} 是指煤试件在单轴压缩状态下，受力达到破坏前某一值时卸载，其弹性能与塑性能之比。

采用长方体标准试件，在常规单轴压缩试验条件下，测定煤样破坏前所积蓄的变形成能 ϕ_{SE} 与产生塑性变形消耗的能量 ϕ_{SP} 比值，计算单个试件和每组试件的弹性能量指数的算术平均值(图 3-5)。

$$W_{ET} = \frac{\phi_{SE}}{\phi_{SP}} \quad (3-3)$$

式中， W_{ET} ——弹性能量指数；

ϕ_{SE} ——为弹性应变能，即卸载曲线下的面积， mm^2 ；

ϕ_{SP} ——塑性应变能，其值为加载曲线和卸载曲线所包络的面积， mm^2 。

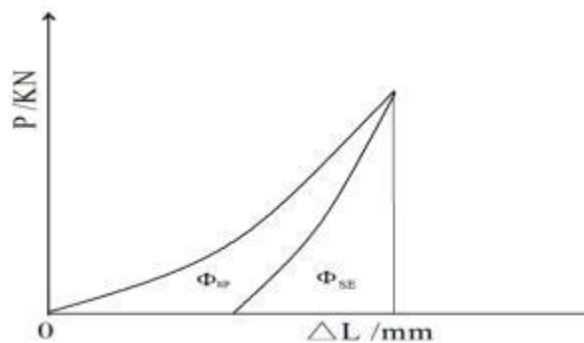


图 3-5 弹性能量指数计算示意图

C.冲击能量指数

煤的冲击能量指数 K_E 是指应力应变全过程曲线的上升段面积 A_s 与下降段面积 A_x 之比。采用长方体标准试件，在常规单轴压缩试验条件下，测定煤样全应力应变曲线峰前所积聚的变形能与峰后所消耗的变形能之比值，计算单个试件和每组试件的冲击能量指数的算术平均值(图 3-6)。

$$K_E = \frac{A_s}{A_x} \quad (3-4)$$

式中， K_E ——冲击能量指数；

A_s ——峰前积聚变形能；

A_x ——峰后积聚变形能。

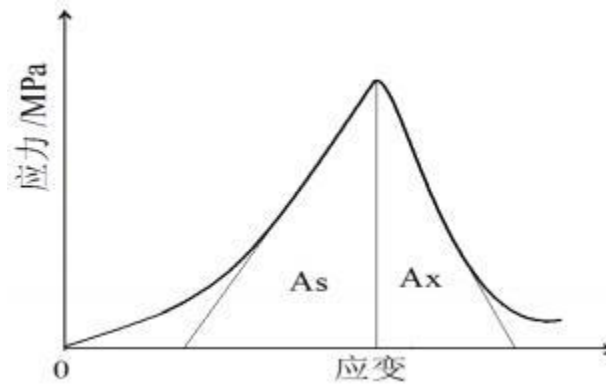


图 3-6 冲击能量指数计算示意图

(3) 顶板弯曲能力指数计算

上覆岩层载荷自煤层顶板起，自下而上，按式（3-5）计算：

$$q = 10^{-6} \frac{E_1 h_1^3 g (\rho_1 h_1 + \rho_2 h_2 + \cdots \rho_n h_n)}{E_1 h_1^3 + E_2 h_2^3 + \cdots E_n h_n^3} \quad (3-5)$$

式中：

q ——单位宽度上覆岩层载荷，单位为MPa；

E_i ($i=1,2, \dots, n$) --上覆各岩层的弹性模量，单位为MPa；

h_i ($i=1,2, \dots, n$) --上覆各岩层的厚度，单位为m；

ρ_i ——上覆各岩层的块体密度，单位为 kg/m^3 ；

g ——重力加速度，单位为 N/kg 。

当 $n+1$ 层对第 1 层的载荷小于第 n 层对第 1 层的载荷时，计算终止，取第 n 层的计

算结果。

单一顶板弯曲能量指数按式（3-6）计算：

$$U_{wQ} = 102.6 \frac{(R_t)^{\frac{5}{2}} h^2}{q^{\frac{1}{2}} E} \quad (3-6)$$

式中：

U_{wQ} --单一顶板弯曲能量指数，单位为KJ；

R_t --岩石试件的抗拉强度，单位MPa；

h —单一顶板厚度，单位m；

E —岩石试件的弹性模量，单位 MPa。

复合顶板弯曲能量指数按式（3-7）计算：

$$U_{wQS} = \sum_{i=1}^n U_{wQi} \quad (3-7)$$

式中：

U_{wQS} --复合顶板弯曲能量指数，单位为KJ；

U_{wQi} --第 i 层弯曲能量指数，单位为KJ；

n —顶板分层数。

4 试验结果

4.1 煤层试样的物理性质

利鑫矿业 9#煤层试样物理性质测定结果见表4-1。

表 4-19 号煤层试样物理性质测试结果

序 号		视密度 /kg·m ⁻³	真密度 /kg·m ⁻³	含水率 %	自然吸水率 %	备注
9#煤层	1	1441.35	1468.34	1.55	3.32	
	2	1444.65	1478.42	1.65	3.33	
	3	1455.87	1487.25	1.52	3.15	
	平均值	1447.29	1478.00	1.57	3.27	

4.2 煤层冲击倾向性指标测定

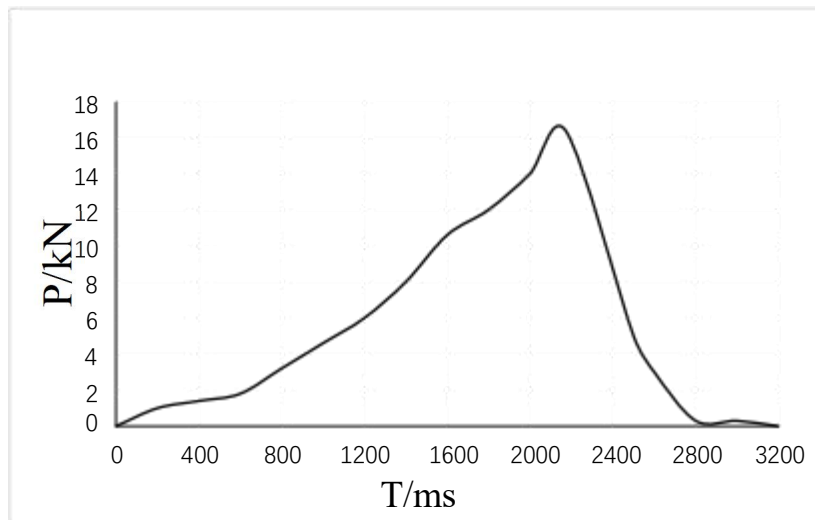
根据测试要求，共计加工了 5 块 50×50×100 mm 的煤样，用于煤的冲击倾向性测定，测试内容包括煤的动态破坏时间、弹性能量指数、冲击能量指数和单轴抗压强度。

4.2.1 动态破坏时间

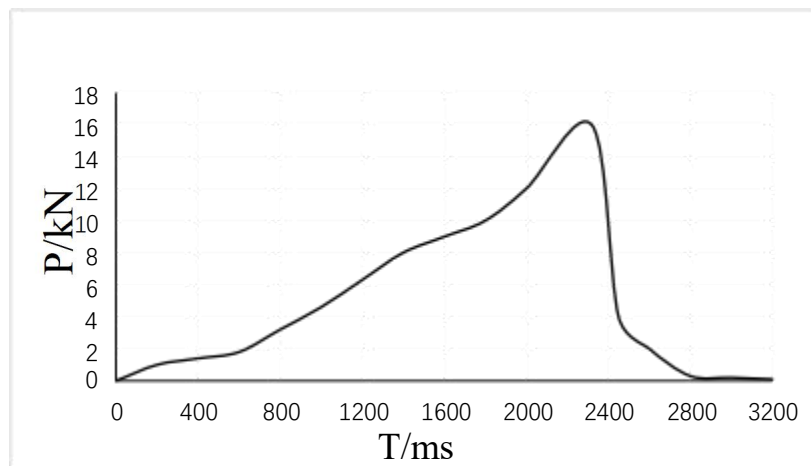
煤的动态破坏时间测定结果及典型曲线见表 4-2、图 4-1。

表 4-2 煤样动态破坏时间测定结果

试件编号	试件尺寸 长×宽×高 /mm×mm×mm	截面积 /mm ²	破坏载 荷 P/kN	抗压强度 R _c /MPa	破坏时间 DT/ms	破坏时间 平均值 /ms
LX9d-1	50.84×50.13×101.54	2548.60	15.24	5.98	955	943
LX9d-2	49.34×50.81×100.98	2506.96	16.33	6.51	1025	
LX9d-3	50.91×51.51×101.14	2622.37	17.45	6.65	886	
LX9d-4	50.88×50.64×100.83	2576.56	17.34	6.73	975	
LX9d-5	50.64×50.13×100.55	2538.58	15.94	6.28	878	



(1) 9#煤样-2



(2) 9#煤样-5

图 4-1 煤层煤样动态破坏时间测试曲线

4.2.2 弹性能量指数

煤的弹性能量指数测定结果及典型曲线见表 4-2、图 4-2。

表 4-2 煤层弹性能量指数测定结果表

试件 编号	试件尺寸 长×宽×高 /mm×mm×mm	截面积 /mm ²	弹性 变形能 Φ_{SE}	塑性 变形能 Φ_{SP}	弹性能 指数 W_{ET}	弹性能 指数平 均值
LX9t-1	50.84×50.13×101.54	2548.60	2.1892	2.1659	1.011	1.017
LX9t-2	49.34×50.81×100.98	2506.96	2.2354	2.2236	1.005	
LX9t-3	50.91×51.51×101.14	2622.37	2.2851	2.2146	1.032	
LX9t-4	50.88×50.64×100.83	2576.56	2.1389	2.1215	1.008	
LX9t-5	50.64×50.13×100.55	2538.58	2.3235	2.2556	1.030	

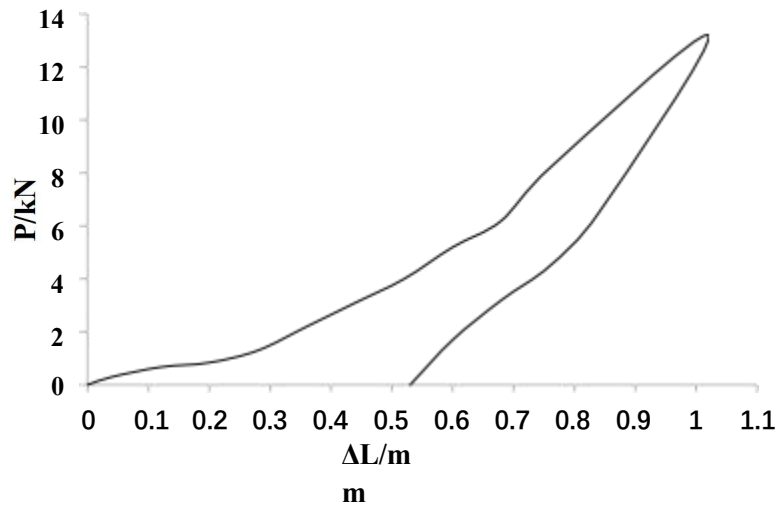


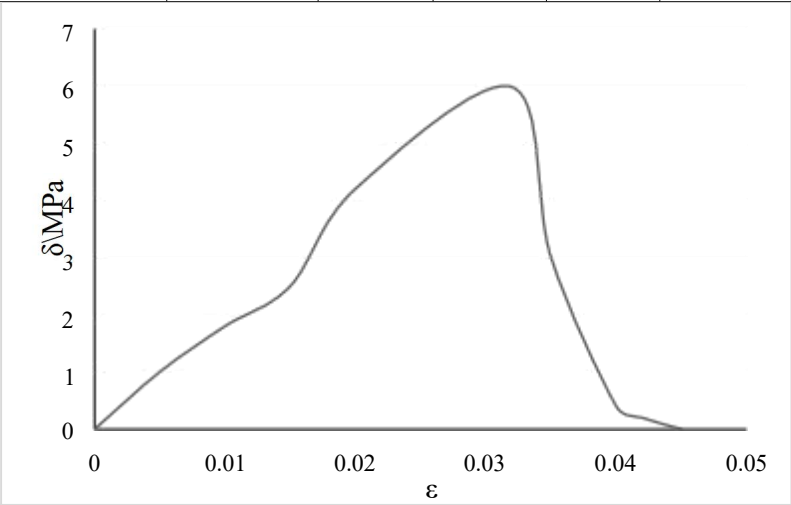
图 4-2 煤层弹性能量指数测试曲线

4.2.3 煤岩冲击能量指数

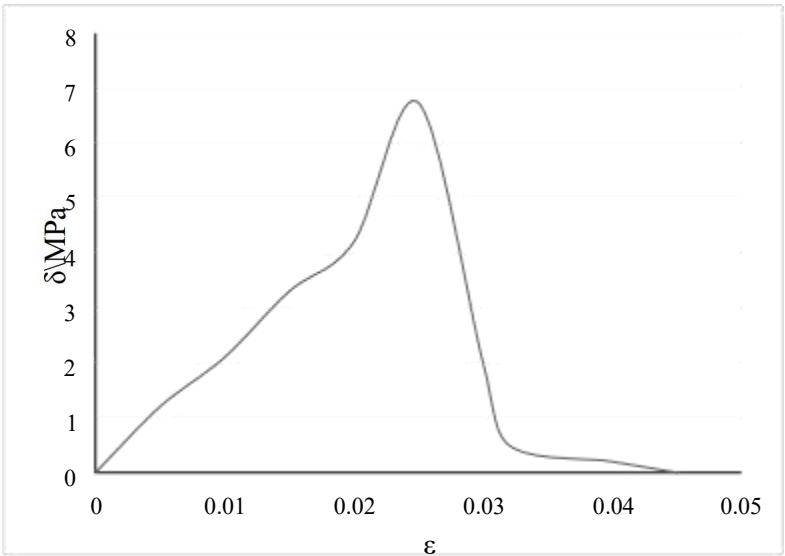
煤的冲击能量指数测定结果及典型曲线见表 4-3，图 4-3。

表 4-3 9#煤层煤的冲击能量指数记录表

试件 编号	试件尺寸 长×宽×高 /mm×mm×mm	截面积 /mm ²	破 坏 载 荷 <i>P</i> /kN	抗压 强度 <i>R_c</i> /MPa	峰值前 聚积的 变形能 <i>A_S</i>	峰值后 损耗的 变形能 <i>A_X</i>	冲击能 量指数 <i>K_E</i>	冲击能 量指数 平均值
LX9c-1	50.84×50.13×101.54	2548.60	15.24	5.98	7.21	6.94	1.04	1.06
LX9c-2	49.34×50.81×100.98	2506.96	16.33	6.51	7.11	7.01	1.01	
LX9c-3	50.91×51.51×101.14	2622.37	17.45	6.65	6.94	6.84	1.01	
LX9c-4	50.88×50.64×100.83	2576.56	17.34	6.73	7.28	6.34	1.15	
LX9c-5	50.64×50.13×100.55	2538.58	15.94	6.28	7.44	6.91	1.08	



(1) 9#煤样-1



(2) 9#煤样-4

图 4-3 9#煤层煤的单轴压缩试验曲线

4.2.4 煤岩单轴抗压强度

煤样单轴抗压强度测定结果见表 4-4。

表 4-4 9#煤层煤样单轴抗压强度测定结果

试件 编号	试件尺寸 长×宽×高 /mm×mm×mm	截面积 /mm ²	破坏载荷 P/kN	抗压强度 R _c /MPa	抗压强度 平均值 /MPa
LX9c-1	50.84×50.13×101.54	2548.60	15.24	5.98	6.43
LX9c-2	49.34×50.81×100.98	2506.96	16.33	6.51	
LX9c-3	50.91×51.51×101.14	2622.37	17.45	6.65	
LX9c-4	50.88×50.64×100.83	2576.56	17.34	6.73	
LX9c-5	50.64×50.13×100.55	2538.58	15.94	6.28	

4.3 煤层冲击倾向性鉴定结果

该煤试样动态破坏时间、冲击能量指数、弹性能量指数及单轴抗压强度测定结果见表 4-5。

(1) 动态破坏时间

该煤试样的动态破坏时间如表 4-5 所示，试样的动态破坏时间平均值为 943ms，大于 500ms，按照国家标准 GB/T 25217.2-2010《煤的冲击倾向分类及指数的测定方法》，可以判断该煤试样动态破坏时间的冲击倾向性为 I 类，即无冲击倾向性。

(2) 冲击能量指数

该煤试样的冲击能量指数如表 4-5 所示，试样的冲击能量指数平均值为 1.06，小于 1.5，按照国家标准 GB/T 25217.2-2010《煤的冲击倾向分类及指数的测定方法》，可以判断该煤试样冲击能量指数的冲击倾向性为 I 类，即无冲击倾向性。

(3) 弹性能量指数

该煤试样的弹性能量指数如表 4-5 所示，试样的弹性能量指数平均值为 1.017，小于 2，按照国家标准 GB/T 252J 7.2-2010《煤的冲击倾向分类及指数的测定方法》，可以判断该煤试样弹性能量指数的冲击倾向性为 I 类，即无冲击倾向性。

(4) 单轴抗压强度

该煤试样的单轴抗压强度如表 4-5 所示，试样的单轴抗压强度平均值为 6.43MPa，小于 7MPa，按照国家标准 GB/T 252J 7.2-2010《煤的冲击倾向分类及指数的测定方法》，判断该煤试样单轴抗压强度的冲击倾向性为 1 类，即无冲击倾向性。

根据判定煤层冲击倾向性 4 个指标的测定结果，综合判定该煤为具有无冲击倾向性的煤层。

表 4-5 试样冲击倾向性各项指数测定结果

样 别 煤样编号		动态破坏时间 DT (ms)	冲击能量指数 K _E	弹性能量指数 W _{ET}	单轴抗压强度 R _c (MPa)
9#煤层	1	955	1.04	1.011	5.98
	2	1025	1.01	1.005	6.51
	3	886	1.01	1.032	6.65
	4	975	1.15	1.008	6.73
	5	878	1.08	1.030	6.28
	平均值	943	1.06	1.017	6.43
	冲击倾向性判定	无	无	无	无
综合判定结果		无冲击倾向性			

4.4 岩层物理力学性质

根据测试要求，共计加工了 25 块 $\phi 50 \times 100\text{mm}$ 和 $\phi 50 \times 25\text{mm}$ 的岩样，用于顶、底板岩层的冲击倾向性测定，测试内容为岩样的弯曲能量指数。

4.4.1 岩样块体密度

岩样的块体密度测定结果见表 4-6。

表 4-6 岩样块体密度测定结果

岩样	试件编号	试件在空气中的质量 (g)	视密度 /g·m ⁻³	试件尺寸高度 (mm)	真密度 (g/cm ³)
基本顶	1	500.1	2.44	101.33	2.52
	2	503.2	2.58	101.84	2.62
	3	500.8	2.53	100.34	2.6
	平均值	-	2.52	-	2.58
直接顶	1	501.9	2.66	100.16	2.72
	2	502.4	2.51	100.36	2.7
	3	498.6	2.51	100.72	2.61
	平均值	-	2.56	-	2.68
底板	1	503.7	2.49	101.85	2.63
	2	499.2	2.77	101.61	2.88
	3	501.1	2.57	101.75	2.63
	平均值	-	2.61	-	2.71

4.4.2 岩样单轴抗压强度

岩样的单轴抗压强度测定结果见表 4-7。

表 4-7 岩样单轴抗压强度测定结果

岩样	试件编号	试件尺寸直径 (mm)	试件尺寸高度 (mm)	试件截面积 (mm ²)	破坏载荷 (kN)	抗压强度 (MPa)	弹性模量 (GPa)
基本顶	1	47.6	101.33	1778.62	115.78	65.10	10.55
	2	49.5	101.84	1923.45	112.31	58.39	10.48
	3	50.1	100.34	1970.36	112.11	56.90	10.24
	平均值	-	-	-	113.40	60.13	10.42
直接顶	1	49.6	100.16	1931.23	125.64	65.06	10.02
	2	49.5	100.36	1923.45	115.81	60.21	9.18
	3	50.8	100.72	2025.80	116.33	57.42	10.09
	平均值	-	-	-	119.26	60.90	9.76

底板	1	50.1	101.85	1970.36	121.21	61.52	9.88
	2	51.8	101.61	2106.34	115.78	54.97	10.34
	3	50.1	101.75	1970.36	120.69	61.25	11.94
	平均值-	-	-	-	119.23	59.25	10.72

4.4.3 岩样抗拉强度

岩样抗拉强度测定结果见表 4-8。

表 4-8 岩样抗拉强度测定结果

岩样	试件编号	试件尺寸直径 (mm)	试件尺寸厚度 (mm)	破坏载荷 (kN)	抗拉强度 (MPa)
基本顶	1	50.1	25.44	6.81	3.83
	2	50.0	24.21	5.91	3.07
	3	50.5	25.28	5.81	2.95
	平均值	-	-	6.18	3.28
直接顶	1	49.6	24.64	7.64	3.96
	2	49.5	25.48	7.34	3.82
	3	50.8	24.91	6.52	3.22
	平均值	-	-	7.17	3.66
底板	1	49.2	25.64	7.48	3.80
	2	48.7	25.24	7.77	3.69
	3	50.3	25.81	7.12	3.61
	平均值	-	-	7.46	3.70

4.5 顶、底板岩层冲击倾向性鉴定

顶板岩层冲击倾向性主要以顶板岩层的弯曲能量指数来确定，顶板弯曲能量指教的确定首先需要计算上覆顶板岩层载荷。

上覆岩层载荷自煤层顶板起，自下而上，按式(4-1)计算：

$$q = 10^{-6} \frac{E_1 h_1^3 g(\rho_1 h_1 + \rho_2 h_2 + \cdots \rho_n h_n)}{E_1 h_1^3 + E_2 h_2^3 + \cdots E_n h_n^3} \quad (4-1)$$

式中：

q—单位宽度上覆岩层载荷，单位为MPa；

E_i ($i=1,2, \dots, n$) --上覆各岩层的弹性模量, 单位为MPa;

h_i ($i=1,2, \dots, n$) --上覆各岩层的厚度, 单位为m;

ρ_i —上覆各岩层的块体密度, 单位为 kg/m^3 ;

g —重力加速度, 单位为 N/kg。

当 $n+1$ 层对第 1 层的载荷小于第 n 层对第 1 层的载荷时, 计算终止, 取第 n 层的计算结果。

单一顶板弯曲能量指数按式 (4-2) 计算:

$$U_{wQ} = 102.6 \frac{(R_t)^{\frac{5}{2}} h^2}{q^{\frac{1}{2}} E} \quad (4-2)$$

式中:

U_{wQ} --单一顶板弯曲能量指数, 单位为KJ;

R_t --岩石试件的抗拉强度, 单位MPa;

h —单一顶板厚度, 单位m; 基本顶 9.8m, 直接顶 7.0m;

E —岩石试件的弹性模量, 单位 MPa。

复合顶板弯曲能量指数按式 (4-3) 计算:

$$U_{wQS} = \sum_{i=1}^n U_{wQi} \quad (4-3)$$

式中:

U_{wQS} --复合顶板弯曲能量指数, 单位为KJ;

U_{wQi} --第 i 层弯曲能量指数, 单位为KJ;

n —顶板分层数。

根据顶、底板岩层物理、力学参数测试结果, 计算的上覆载荷、复合顶板及底板的弯曲能量指数如表 4-9、4-10 所示, 根据标准可用抗拉强度代替抗弯强度。

该煤层基本顶顶板弯曲能量指数为 13.77kJ, 直接顶弯曲能量指数为 14.64, 均小于 15kJ, 按国家标准 GB/T25217.1-2010 所示规定, 该煤层顶板岩层应属I类, 为无冲击倾向性的顶板岩层。

表 4-9 顶板岩层弯曲能量

项目 样别	载荷(MPa)	密度(g/m ³)	弹性模量 (GPa)	抗拉强度 (MPa)	弯曲能量指数 (kJ)
基本顶	6.18	2.58	10.02	3.28	13.77
直接顶	7.17	2.68	9.76	3.66	14.64

该煤层底板弯曲能量指数为 13.85kJ，小于 15kJ，按国家标准 GB/T25217.1-2010 所示规定，该煤层底板岩层应属 I 类，为无冲击倾向性的底板岩层。

表 4-10 底板岩层弯曲能量

项目 样别	载荷(MPa)	密度(g/m ³)	弹性模量 (GPa)	抗拉强度 (MPa)	弯曲能量指数 (kJ)
底板	7.46	2.71	10.72	3.7	13.85

5 结论与建议

5.1 结论

(1) 取样地点处于该矿井二采区-300 石门内 9#煤层见煤点, 9#煤层未施工采掘工作面, 石门内煤岩暴露时间较长, 通过向深部采取的 9#煤层及其顶底板岩石力学参数, 为冲击倾向性鉴定提供数据基础。

(2) 根据该矿送检煤样, 经实验室测定所得数据, 依据国家标准 GB/T 25217.2-2010《煤的冲击倾向分类及指数的测定方法》, 判定双鸭山市利鑫矿业有限公司 9#煤层属于 I 类, 为无冲击倾向性的煤层。

(3) 根据该矿送检岩样, 经实验室测定所得数据, 依据国家标准 GB/T 25217.1-2010《顶板岩层冲击倾向分类及指数的测定方法》, 判定双鸭山市利鑫矿业有限公司 9#煤层的顶板岩层属于 I 类, 为无冲击倾向性的顶板岩层, 底板岩层属于 I 类, 为无冲击倾向性的底板岩层。

本次实验煤、岩样本来源于双鸭山市利鑫矿业有限公司 9#煤层, 所得结论仅限于现阶段煤层赋存条件与开采条件, 在生产过程中, 煤、岩是否发生冲击还同地质构造、应力变化、开采技术等情况有关, 应具体问题具体分析。

5.2 建议

(1) 双鸭山市利鑫矿业有限公司 9#煤层与 8#下煤层之间层间距约 14m 左右, 中间分布最厚覆岩层为 8.6m 厚黑灰色细砂岩, 虽然未超过 10m, 但细砂岩抗压强度较大, 开采过程中, 应及时处理顶板。

(2) 随着三段的延伸, 采深增加一定程度后, 需再次进行冲击倾向性鉴定。

(3) 完善煤矿安全管理体系, 提高管理水平, 在开采顺序、工作面布置、煤柱尺寸留设等方面加强管理。

附录 A 冲击倾向性评判结果

序号	动态破坏时间	弹性能量指数	冲击能量指数	单轴抗压强度	综合评判结果	序号	动态破坏时间	弹性能量指数	冲击能量指数	单轴抗压强度	综合评判结果
1	2	3	2	3	3	42	2	2	2	3	2
2	1	1	1	2	3	43	2	2	3	1	2
3	2	3	1	3	2	44	2	2	3	2	2
4	3	1	2	1	2	45	2	2	3	3	*
5	2	1	2	2	*	46	2	3	1	1	1
6	2	1	2	3	2	47	2	3	1	2	2
7	3	1	3	1	2	48	2	3	1	3	3
8	2	1	3	2	2	49	2	3	2	1	2
9	1	1	3	3	2	50	2	3	2	2	2
10	1	2	1	1	1	51	2	3	2	3	*
11	2	2	1	2	*	52	2	3	3	1	3
12	1	2	1	3	1	53	2	3	3	2	2
13	2	2	2	1	1	54	2	3	3	3	3
14	1	2	2	2	2	55	3	3	3	2	3
15	1	2	2	3	2	56	3	1	1	2	1
16	2	2	3	1	1	57	3	1	1	3	3
17	1	2	3	2	2	58	3	1	2	1	1
18	1	2	2	3	3	59	3	2	2	2	2
19	1	3	3	1	2	60	3	1	2	3	3
20	3	3	2	2	2	61	3	2	3	1	2
21	1	3	1	3	2	62	3	1	3	2	3
22	1	3	2	1	1	63	3	1	3	3	3
23	2	3	2	2	2	64	3	2	2	1	2
24	1	3	2	3	3	65	3	2	1	2	2
25	1	3	3	1	1	66	3	2	1	3	3
26	1	3	3	2	3	67	3	2	2	1	2
27	1	3	3	3		68	3	2	2	2	2
28	2	2	1	2	2	69	3	2	2	3	3
29	2	1	1	2	2	70	3	2	3	1	3
30	2	2	2	3	2	71	3	2	3	2	*
31	2	1	2	1	*	72	3	2	3	3	3
32	2	1	2	2	2	73	3	3	1	1	2
33	2	1	2	3	2	74	3	3	1	2	3
34	2	3	3	3	3	75	3	3	1	3	3
35	2	1	3	2	2	76	3	3	2	1	3
36	2	1	3	3	3	77	3	3	2	2	*
37	2	2	1	1	*	78	3	3	2	3	3
38	2	2	1	2	2	79	3	3	3	1	3
39	2	2	1	3	2	80	3	3	3	2	3
40	2	2	2	1	2	81	3	3	3	3	3
41	2	2	2	2	2						

备注：（1）表中评判结果：1—强冲击倾向，2—弱冲击倾向，3—无冲击倾向；（2）*标出的推荐采用对每个测试值与该指标所在类别临近界定值进行比较的方法综合判断冲击倾向性。



科大科技

双鸭山市利鑫矿业有限公司

10[#]煤层煤岩冲击倾向性

鉴 定 报 告

委托单位： 双鸭山市利鑫矿业有限公司

鉴定类别： 委托鉴定

鉴定日期： 2023.1

黑龙江科大科技开发有限公司

2023 年 1 月



科大科技

双鸭山市利鑫矿业有限公司

10#煤层煤岩冲击倾向性

鉴定报告

委托单位: 双鸭山市利鑫矿业有限公司

鉴定类别: 委托鉴定

鉴定日期: 2023.1

黑龙江科大科技开发有限公司

2023 年 1 月



双鸭山市利鑫矿业有限公司 10#煤层煤岩冲击倾向性鉴定报告

声明:

本测定报告在黑龙江科技大学实验室内完成。

黑龙江科大科技开发有限公司是黑龙江科技大学的全资下属单位，本测定报告无黑龙江科大科技开发有限公司公章无效。

未经批准不得复制测定报告。

检测报告涂改的无效；

本检测报告只对检测报告中划定的测试区域负责；

本检测报告数据依据所取得的煤岩样品实验获得，与实际存在差异属于正常实验误差；

鉴定报告声明

黑龙江科大科技开发有限公司

2023 年 1 月

参加人员：

姓名	职称/学历	专业	负责项目内容	备注
代少军	副教授	采矿工程	报告审核	代少军
康 宇	副教授	工程力学	报告编写	康宇
王洪梁	讲师	安全工程	报告编写	王洪梁
刘传海	讲师	安全工程	报告编写	刘传海

目 录

1 项目概况.....	1
1.1 矿井概况.....	1
1.2 取样概况.....	2
1.3 数据来源.....	3
2 冲击倾向性测定的相关标准及内容.....	4
2.1 测定依据.....	4
2.2 测定内容.....	4
3 试件加工与试验.....	6
3.1 试件加工.....	6
3.2 试件数量.....	7
3.3 试验.....	7
4 试验结果.....	12
4.1 煤层试样的物理性质.....	12
4.2 煤层冲击倾向性指标测定.....	12
4.3 煤层冲击倾向性鉴定结果.....	15
4.4 岩层物理力学性质.....	16
4.5 顶、底板岩层冲击倾向性鉴定.....	18
5 结论与建议.....	21
5.1 结论.....	21
5.2 建议.....	21
附录 A 冲击倾向性评判结果.....	22

1 项目概况

1.1 矿井概况

矿井位于双鸭山市宝清县城西南方向 20km 处，行政区归属宝清县小城子镇管辖。区间有矿区专用公路与国道 G229 相通，通往全省与全国各地，矿区交通方便，详见煤矿交通位置图 1-1。

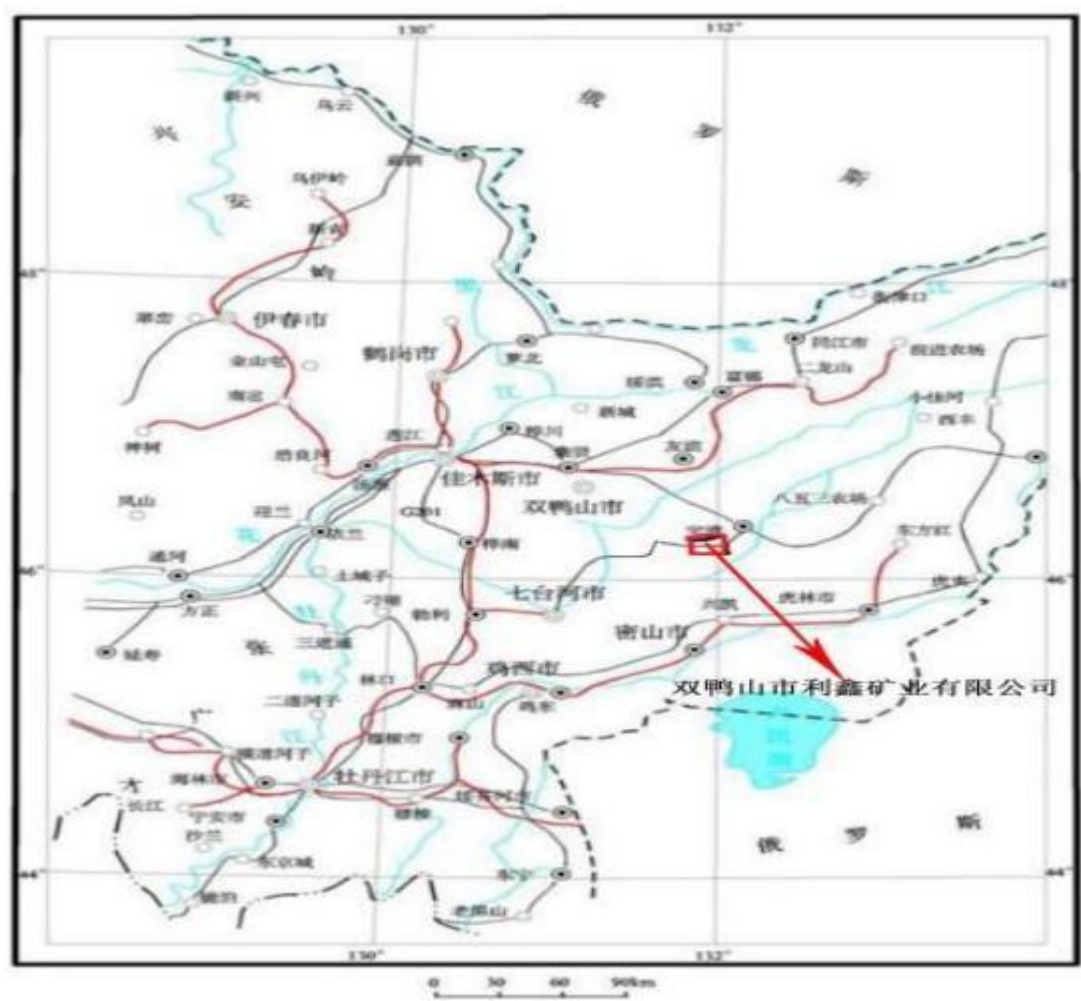


图 1-1 交通位置图

根据《采矿许可证》，划定的矿区范围由 47 个拐点坐标圈定，开采标高为+172m 至 -428m，井田面积 1.1201km²，批准开采煤层 6 层，分别为 5、7、8、8 下、9、10 煤层。

矿井处在低山丘陵地区。矿区内地形简单，山脊呈北西向展布，地势南东高，中间略低，北西高；南西与北东两侧低。矿区内最高海拔标高+203.4m，最低标高+110m，最大高差 93.4m。

矿区处于寒温带属大陆性气候，冬夏温差大，冬季最低气温-37℃，夏季最高气温37℃，年平均气温为 5℃。无霜期 100 天左右。每年的 10 月下旬开始封冻期到翌年的4 月下旬解冻，封冻期长达 6 月，冻土层最大厚度2m，一般在 1.6~1.8m，无永冻层。7、8、9 三个月是雨季，每年的降水量一般在 550mm。

每年的 4~10 月期间以东—南风为主，风力一般在 1~2 级，有时有 5 级以上的大风天气。冬季以西—西北风为主，风力一般在 2 级以上。

瓦斯：根据黑龙江科大科技开发有限公司完成的 2022 年《双鸭山市利鑫矿业有限公司瓦斯等级鉴定报告》，双鸭山市利鑫矿业有限公司矿井瓦斯绝对涌出量0.49m3/min，鉴定结果为低瓦斯矿井。

受该矿委托，对煤及顶、底板岩层的冲击倾向性进行测定与分析。主要依据“GB/T25217《冲击地压测定、监测与防治方法》第 1 部分：顶板岩层冲击倾向性分类及指数测定的方法（GB/T25217.1-2010），第 2 部分：煤的冲击倾向性分类及指数的测定方法》（GB/T 25217.2-2010）”国家标准，具体测定标准及内容详见第二章。

1.2 取样概况

本次鉴定为 10#煤层及其顶、底板岩层。取样标准遵照中华人民共和国国家标准 GB/T23561.1-2009《采样一般规定》执行，所取试样在二采区-300m 石门见煤点，所采的煤样规格大体 200×200×200mm，其高度方位垂直于煤层的层理面，岩层采用现场取岩样的采样方法，具体位置及取样数量如表 1-1 和图 1-2 所示，取样由我单位技术人员现场完成，取样过程中进行了图片及视频的录制。煤层上方顶板岩性为中砂岩，底板岩性为细砂岩，煤层及项、底板岩层的综合柱状情况如图 1-3 所示。

表 1-1 采样情况表

序号	采样位置	标高	规格	数量
顶板	二采区-300m 石门见煤点	-300.0m	200×200×200mm	6
底板			200×200×200mm	4
煤样			200×200×200mm	4

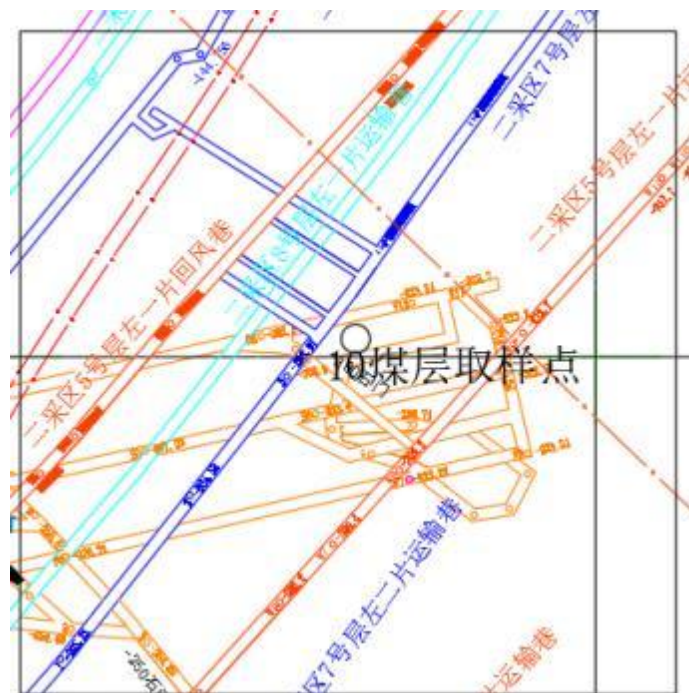


图 1-2 煤层及顶底板取样位置图

1.3 数据来源

本次鉴定所取岩层为现场所取得 10#煤层及顶、底板岩层，冲击倾向性鉴定数据来源于黑龙江科技大学岩石力学实验室。

2 冲击倾向性测定的相关标准及内容

2.1 测定依据

本测定依据中华人民共和国国家标准《煤和岩石物理力学性质测定方法》和《冲击地压测定、监测与防治方法》开展，具体包括：

- (1) 中华人民共和国国家标准 (GB/T 23561.1-2009) 《采样一般规定》；
- (2) 中华人民共和国国家标准 (GB/T 23561.3-2009) 《煤和岩石块体密度测定方法》；
- (3) 中华人民共和国国家标准 GB/T 23561.7-2009) 《单轴抗压强度测定及软化系数计算方法》；
- (4) 中华人民共和国国家标准 GB/T 23561.8-2009) 《煤和岩石变形参数测定方法》；
- (5) 中华人民共和国国家标准 (GB/T 23561.10-2009) 《煤和岩石单轴抗拉强度测定方法》；
- (6) 中华人民共和国国家标准 (GB/T 25217.1-2010) 《顶板岩层冲击倾向性分类及指数的测定方法》；
- (7) 中华人民共和国国家标准 (GB/T 25217.2-2010) 《煤的冲击倾向性分类及指数的测定方法》；
- (8) 利鑫矿业有限公司相关地质资料。

2.2 测定内容

此次煤层及其顶、底板岩层的冲击倾向性鉴定项目如下：

(1) 煤的冲击倾向性

分别测定煤样的动态破坏时间、弹性能量指数和冲击能量指数、并结合单轴抗压强度判定煤的冲击倾向性。表 2-1 是判定煤的冲击倾向性类别的依据。

表 2-1 煤层冲击倾向性判别标准

类别		I类	II类	III类
冲击倾向		无	弱	强
指数	动态破坏时间 DT	$DT > 500$	$50 < DT \leq 500$	$DT \leq 50$
	弹性能量指数 W_{ET}	$W_{ET} < 2$	$2 \leq W_{ET} < 5$	$W_{ET} \geq 5$
	冲击能量指数 K_E	$K_E < 1.5$	$1.5 \leq K_E < 5$	$K_E \geq 5$
	单轴抗压强度 R_c	$R_c < 7$	$7 \leq R_c < 14$	$R_c \geq 14$

备注：当 DT 、 W_{ET} 、 K_E 、 R_c 的测定值发生矛盾时，应增加试件数量，其分类可采用模糊综合评判的方法或概率统计的方法。

(2) 顶、底板岩层的冲击倾向性

测试该煤层顶底板岩层的单轴抗拉强度、块体密度、弹性模量，依此计算其弯曲能量指数及复合顶板弯曲能量指数，判定该煤层顶底板岩层的冲击倾向性。岩层冲击倾向性的评判是根据中华人民共和国行业标准 GB/T25217《冲击地压测定、监测与防治方法》的第 1 部分：顶底板岩层冲击倾向性分类及指数的测定方法（GB/T 25217.1-2010）进行的。该标准规定了岩层冲击倾向性判定指标，如表 2-2 所示。

表 2-2 顶底板岩层冲击倾向性分类及指数

类别	I类	II类	III类
冲击倾向	无冲击倾向性	弱冲击倾向性	强冲击倾向性
弯曲能量指数, kJ	$U_{wQS} \leq 15$	$15 < U_{wQS} \leq 120$	$U_{wQS} > 120$

3 试件加工与试验

3.1 试件加工

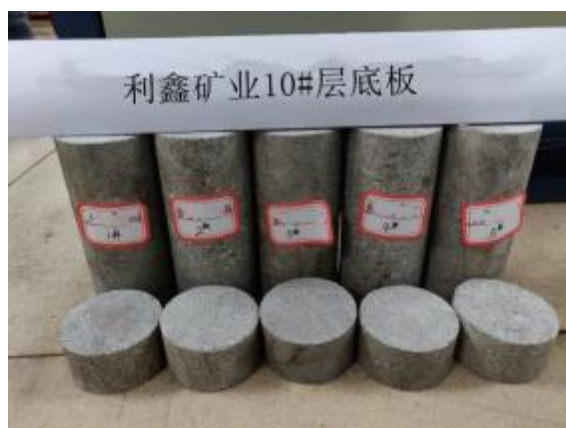
根据测定项目，将煤块用锯石机锯成 $50\text{ mm} \times 50\text{ mm} \times 100\text{ mm}$ 左右的方柱体。将岩块夹持在钻石机的加工平台上，用金刚石钻头垂直于岩块的层理面钻取直径为 50 mm 的岩石试样，然后用锯石机将岩石试样锯成高 100 mm 和 25 mm 左右的圆柱体。钻、锯岩石试件时用水冷却。最后在断面磨平机上将煤、岩试件两端磨平，研磨时要求试件两端面不平行度不得大于 0.01 mm ，上、下端直径的偏差不得大于 0.2 mm ，并用乳化液冷却。试件加工过程如图 3-1 所示，试件加工设备如图 3-2 所示。



(1) 煤样加工



(2) 顶板岩样



(3) 底板岩样
图 3-1 试件加工



图 3-2 试件加工设备

3.2 试件数量

试件尺寸及数量，根据合同规定的测定指标，按煤、岩性质，测定方法的规定执行。试件尺寸分别为 $50\text{ mm}\times 50\text{ mm}\times 100\text{ mm}$ 、 $\phi 50\text{ mm}\times 100\text{ mm}$ 和 $\phi 50\text{ mm}\times 20\text{ mm}$ ，共加工煤、岩样试件 14 件。

3.3 试验

3.3.1 试验设备与仪器

加载设备：AW-2000 型微机控制电液伺服岩石三轴蠕变试验机，见图 3-3。数据处理设备：计算机及试验机配套数据分析软件。

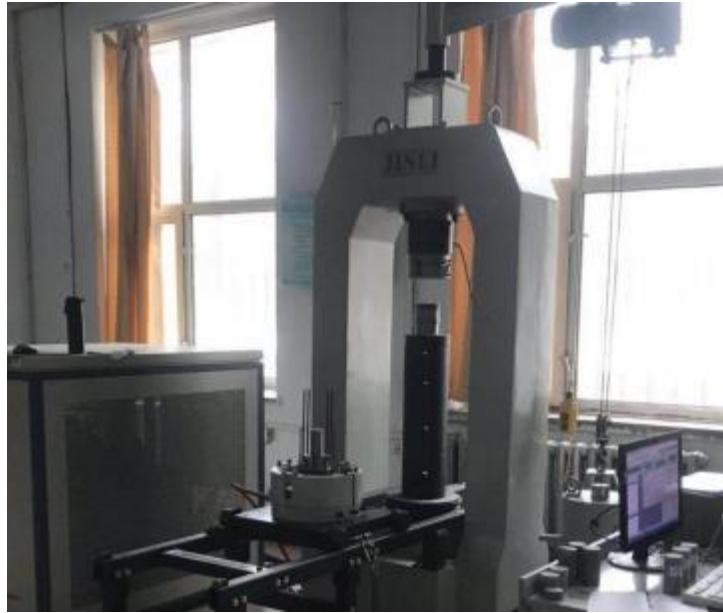


图 3-3 AW-2000 型微机控制电液伺服岩石三轴蠕变试验机

3.3.2 试验方法

(1) 力学性质测试方法

a. 试件的单轴抗压强度计算公式:

$$\sigma_c = p_{\max}/A \quad (3-1)$$

式中: σ_c —岩石单轴抗压强度, MPa;

$p_{\max}$ —岩石试件最大破坏载荷, N;

A--试件受压面积, mm^2 。

b. 试件的单轴抗拉强度计算公式:

$$\sigma_t = 2p_{\max}/\pi DL \quad (3-2)$$

式中: σ_t —岩石单轴抗拉强度, MPa;

$p_{\max}$ —岩石试件最大破坏载荷, N;

D—岩石试样直径, mm;

L—岩石试样厚度, mm。

(2) 煤动态破坏时间、弹性能量指数和冲击能量指数测定方法

a. 动态破坏时间

煤的动态破坏时间 DT 是指煤样在常规单轴抗压试验条件下, 从极限载荷到完全破坏所经历的时间。

采用长方体标准试件, 在常规单轴压缩试验条件下, 测定煤样从极限载荷到完全破坏所经历的时间, 绘制动态破坏时间曲线, 计算单个试件的动态破坏时间和每组试件的

动态破坏时间的算术平均值(图 3-4)。

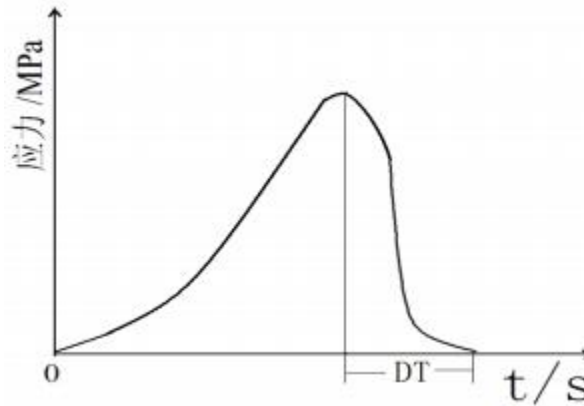


图 3-4 动态破坏时间示意图

B.弹性能量指数

煤的弹性能量指数 W_{ET} 是指煤试件在单轴压缩状态下，受力达到破坏前某一值时卸载，其弹性能与塑性能之比。

采用长方体标准试件，在常规单轴压缩试验条件下，测定煤样破坏前所积蓄的变形成能 ϕ_{SE} 与产生塑性变形消耗的能量 ϕ_{SP} 比值，计算单个试件和每组试件的弹性能量指数的算术平均值(图 3-5)。

$$W_{ET} = \frac{\phi_{SE}}{\phi_{SP}} \quad (3-3)$$

式中， W_{ET} ——弹性能量指数；

ϕ_{SE} ——为弹性应变能，即卸载曲线下的面积， mm^2 ；

ϕ_{SP} ——塑性应变能，其值为加载曲线和卸载曲线所包络的面积， mm^2 。

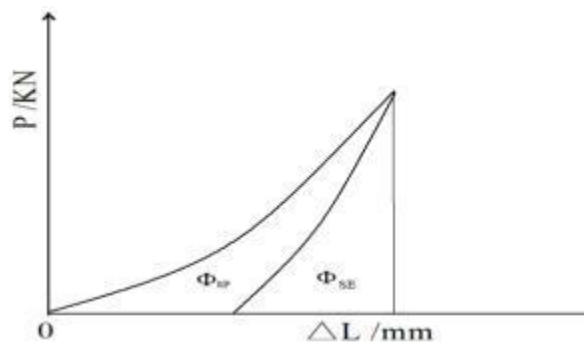


图 3-5 弹性能量指数计算示意图

C.冲击能量指数

煤的冲击能量指数 K_E 是指应力应变全过程曲线的上升段面积 A_s 与下降段面积 A_x 之比。采用长方体标准试件，在常规单轴压缩试验条件下，测定煤样全应力应变曲线峰前所积聚的变形能与峰后所消耗的变形能之比值，计算单个试件和每组试件的冲击能量指数的算术平均值(图 3-6)。

$$K_E = \frac{A_s}{A_x} \quad (3-4)$$

式中， K_E ——冲击能量指数；

A_s ——峰前积聚变形能；

A_x ——峰后积聚变形能。

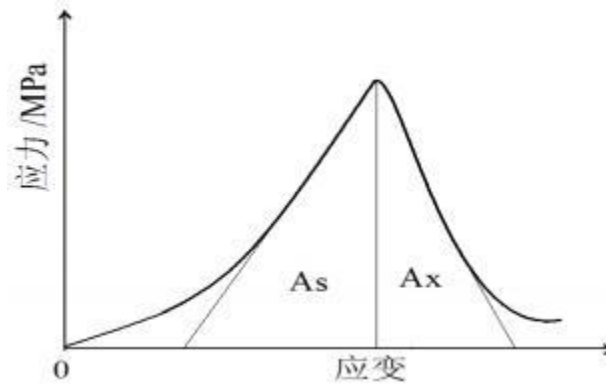


图 3-6 冲击能量指数计算示意图

(3) 顶板弯曲能力指数计算

上覆岩层载荷自煤层顶板起，自下而上，按式(3-5)计算：

$$q = 10^{-6} \frac{E_1 h_1^3 g (\rho_1 h_1 + \rho_2 h_2 + \cdots \rho_n h_n)}{E_1 h_1^3 + E_2 h_2^3 + \cdots E_n h_n^3} \quad (3-5)$$

式中：

q ——单位宽度上覆岩层载荷，单位为MPa；

E_i ($i=1,2, \dots, n$) ——上覆各岩层的弹性模量，单位为MPa；

h_i ($i=1,2, \dots, n$) ——上覆各岩层的厚度，单位为m；

ρ_i ——上覆各岩层的块体密度，单位为 kg/m^3 ；

g ——重力加速度，单位为 N/kg 。

当 $n+1$ 层对第1层的载荷小于第 n 层对第1层的载荷时，计算终止，取第 n 层的计

算结果。

单一顶板弯曲能量指数按式（3-6）计算：

$$U_{wQ} = 102.6 \frac{(R_t)^{\frac{5}{2}} h^2}{q^{\frac{1}{2}} E} \quad (3-6)$$

式中：

U_{wQ} --单一顶板弯曲能量指数，单位为KJ；

R_t --岩石试件的抗拉强度，单位MPa；

h —单一顶板厚度，单位m；

E —岩石试件的弹性模量，单位 MPa。

复合顶板弯曲能量指数按式（3-7）计算：

$$U_{wQS} = \sum_{i=1}^n U_{wQi} \quad (3-7)$$

式中：

U_{wQS} --复合顶板弯曲能量指数，单位为KJ；

U_{wQi} --第 i 层弯曲能量指数，单位为KJ；

n —顶板分层数。

4 试验结果

4.1 煤层试样的物理性质

利鑫矿业 10#煤层试样物理性质测定结果见表4-1。

表 4-1 10 号煤层试样物理性质测试结果

序 号		视密度 /kg·m ⁻³	真密度 /kg·m ⁻³	含水率 %	自然吸水率 %	备注
10#煤层	1	1465.37	1488.34	1.88	3.2	
	2	1467.65	1492.42	1.86	3.13	
	3	1465.87	1487.23	1.59	3.13	
	平均值	1466.30	1489.33	1.78	3.15	

4.2 煤层冲击倾向性指标测定

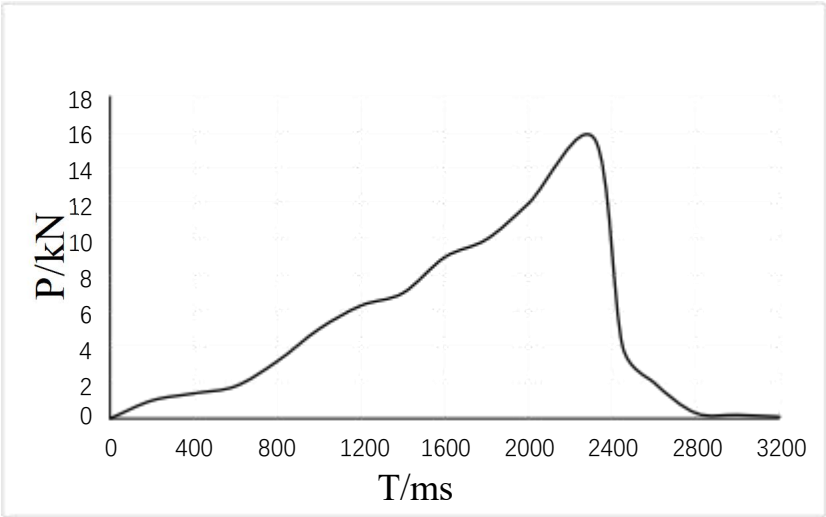
根据测试要求，共计加工了 5 块 50×50×100 mm 的煤样，用于煤的冲击倾向性测定，测试内容包括煤的动态破坏时间、弹性能量指数、冲击能量指数和单轴抗压强度。

4.2.1 动态破坏时间

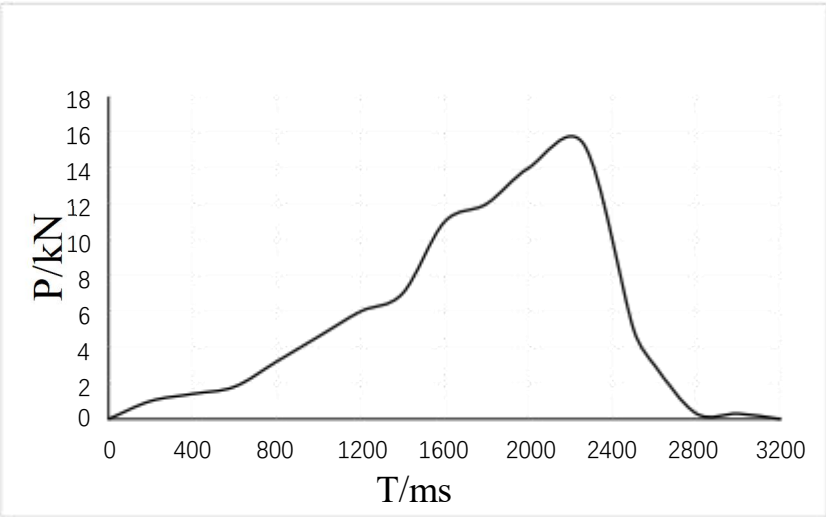
煤的动态破坏时间测定结果及典型曲线见表 4-2、图 4-1。

表 4-2 煤样动态破坏时间测定结果

试件编号	试件尺寸 长×宽×高 /mm×mm×mm	截面积 /mm ²	破坏载 荷 P/kN	抗压强度 R _c /MPa	破坏时间 DT/ms	破坏时间 平均值 /ms
LX10d-1	50.13×50.17×100.16	2515.02	15.13	6.02	834	830
LX10d-2	50.15×50.13×100.08	2514.01	15.59	6.20	884	
LX10d-3	50.03×49.89×100.14	2495.99	15.34	6.15	825	
LX10d-4	50.07×50.09×100.13	2508.01	15.28	6.09	872	
LX10d-5	50.19×49.85×100.08	2501.97	15.31	6.12	736	



(1) 10#煤样-2



(2) 10#煤样-5

图 4-1 煤层煤样动态破坏时间测试曲线

4.2.2 弹性能量指数

煤的弹性能量指数测定结果及典型曲线见表 4-2、图 4-2。

表 4-2 煤层弹性能量指数测定结果表

试件 编号	试件尺寸 长×宽×高 /mm×mm×mm	截面积 /mm ²	弹性 变形能 Φ _{SE}	塑性 变形能 Φ _{SP}	弹性能 指数 W _{ET}	弹性能 指数平 均值
LX10t-1	50.13×50.17×100.16	2515.02	2.3554	2.3232	1.014	1.007
LX10t-2	50.15×50.13×100.08	2514.01	2.2456	2.2425	1.001	
LX10t-3	50.03×49.89×100.14	2495.99	2.2387	2.2354	1.001	
LX10t-4	50.07×50.09×100.13	2508.01	2.1365	2.1056	1.015	
LX10t-5	50.19×49.85×100.08	2501.97	2.2357	2.2212	1.007	

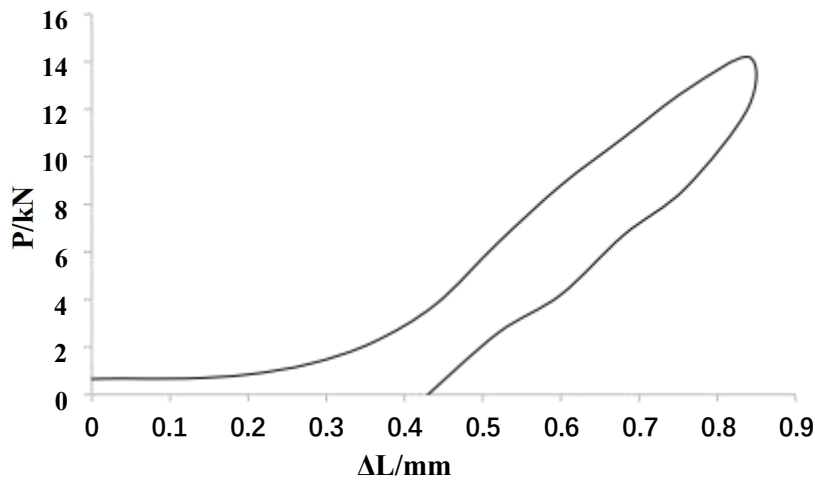


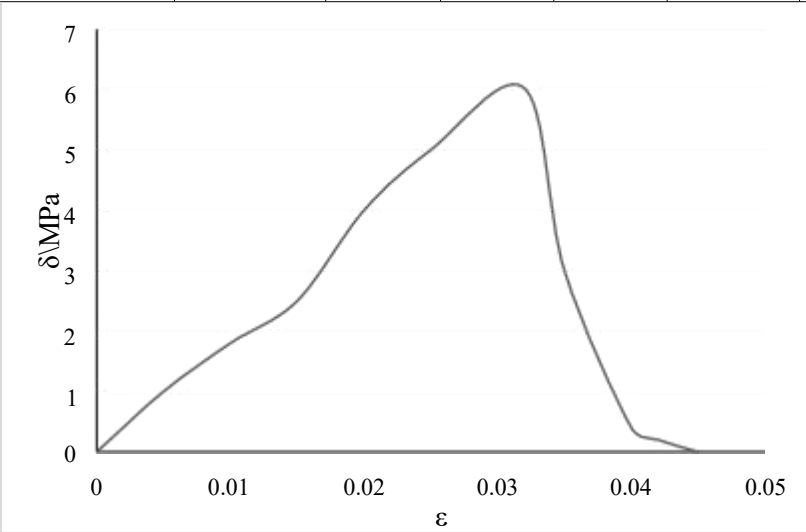
图 4-2 煤层弹性能量指数测试曲线

4.2.3 煤岩冲击能量指数

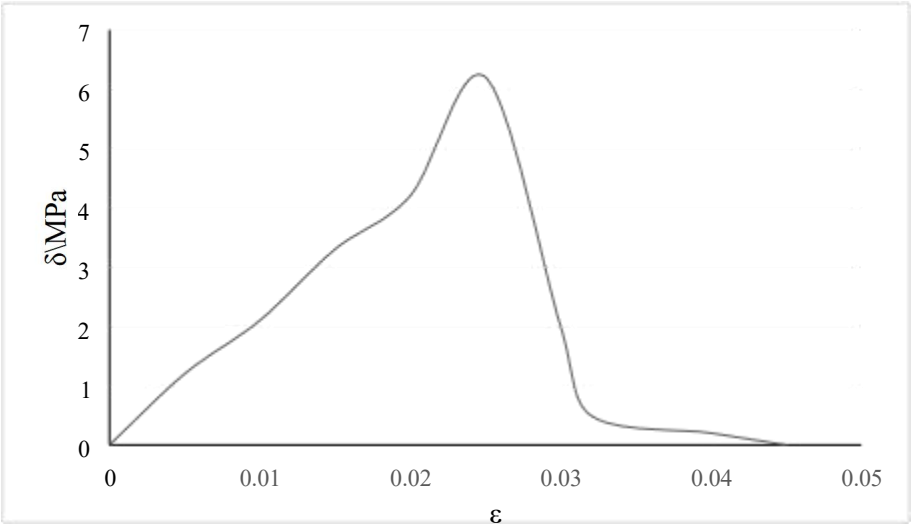
煤的冲击能量指数测定结果及典型曲线见表 4-3，图 4-3。

表 4-3 10#煤层煤的冲击能量指数记录表

试件 编号	试件尺寸 长×宽×高 /mm×mm×mm	截面积 /mm ²	破 坏 载 荷 <i>P</i> /kN	抗压 强度 <i>R_c</i> /MPa	峰值前 聚积的 变形能 <i>A_S</i>	峰值后 损耗的 变形能 <i>A_X</i>	冲击能 量指数 <i>K_E</i>	冲击能 量指数 平均值
LX10c-1	50.13×50.17×100.16	2515.02	15.13	6.02	7.45	7.33	1.02	1.04
LX10c-2	50.15×50.13×100.08	2514.01	15.59	6.20	7.38	7.19	1.03	
LX10c-3	50.03×49.89×100.14	2495.99	15.34	6.15	6.94	6.83	1.02	
LX10c-4	50.07×50.09×100.13	2508.01	15.28	6.09	7.15	7.11	1.01	
LX10c-5	50.19×49.85×100.08	2501.97	15.31	6.12	7.67	7.34	1.04	



(1) 10#煤样-1



(2) 10#煤样-2

图 4-3 10#煤层煤的单轴压缩试验曲线

4.2.4 煤岩单轴抗压强度

煤样单轴抗压强度测定结果见表 4-4。

表 4-4 10#煤层煤样单轴抗压强度测定结果

试件 编号	试件尺寸 长×宽×高 /mm×mm×mm	截面积 /mm ²	破坏载荷 P/kN	抗压强度 R _c /MPa	抗压强度 平均值 /MPa
LX10c-1	50.13×50.17×100.16	2515.02	15.13	6.02	6.11
LX10c-2	50.15×50.13×100.08	2514.01	15.59	6.20	
LX10c-3	50.03×49.89×100.14	2495.99	15.34	6.15	
LX10c-4	50.07×50.09×100.13	2508.01	15.28	6.09	
LX10c-5	50.19×49.85×100.08	2501.97	15.31	6.12	

4.3 煤层冲击倾向性鉴定结果

该煤试样动态破坏时间，冲击能量指数、弹性能量指数及单轴抗压强度测定结果见表 4-5。

(1) 动态破坏时间

该煤试样的动态破坏时间如表 4-5 所示，试样的动态破坏时间平均值为848ms，大于 500ms，按照国家标准 GB/T 25217.2-2010《煤的冲击倾向分类及指数的测定方法》，可以判断该煤试样动态破坏时间的冲击倾向性为 I 类，即无冲击倾向性。

(2) 冲击能量指数

该煤试样的冲击能量指数如表 4-5 所示，试样的冲击能量指数平均值为 1.04，小于

1.5, 按照国家标准 GB/T 25217.2-2010《煤的冲击倾向分类及指数的测定方法》, 可以判断该煤试样冲击能量指数的冲击倾向性为 I 类, 即无冲击倾向性。

(3) 弹性能量指数

该煤试样的弹性能量指数如表 4-5 所示, 试样的弹性能量指数平均值为 1.007, 小于 2, 按照国家标准 GB/T 252J 7.2-2010《煤的冲击倾向分类及指数的测定方法》, 可以判断该煤试样弹性能量指数的冲击倾向性为 I 类, 即无冲击倾向性。

(4) 单轴抗压强度

该煤试样的单轴抗压强度如表 4-5 所示, 试样的单轴抗压强度平均值为 6.11MPa, 小于 7MPa, 按照国家标准 GB/T 252J 7.2-2010《煤的冲击倾向分类及指数的测定方法》, 判断该煤试样单轴抗压强度的冲击倾向性为 1 类, 即无冲击倾向性。

根据判定煤层冲击倾向性 4 个指标的测定结果, 综合判定该煤为具有无冲击倾向性的煤层。

表 4-5 试样冲击倾向性各项指数测定结果

样 别 煤层编号		动态破坏时间 DT (ms)	冲击能量指数 K _E	弹性能量指数 W _{ET}	单轴抗压强度 R _c (MPa)
10#煤层	1	834	1.02	1.014	6.02
	2	964	1.03	1.001	6.20
	3	836	1.02	1.001	6.15
	4	872	1.01	1.015	6.09
	5	736	1.04	1.007	6.12
	平均值	848	1.04	1.007	6.11
	冲击倾向性判定	无	无	无	无
综合判定结果		无冲击倾向性			

4.4 岩层物理力学性质

根据测试要求, 共计加工了 25 块 $\phi 50 \times 100\text{mm}$ 和 $\phi 50 \times 25\text{mm}$ 的岩样, 用于顶、底板岩层的冲击倾向性测定, 测试内容为岩样的弯曲能量指数。

4.4.1 岩样块体密度

岩样的块体密度测定结果见表 4-6。

表 4-6 岩样块体密度测定结果

岩样	试件编号	试件在空气中的质量 (g)	视密度 /g·m ⁻³	试件尺寸高度 (mm)	真密度 (g/cm ³)
基本顶	1	501.3	2.55	100.54	2.62
	2	500.3	2.45	101.39	2.6
	3	501.7	2.42	100.82	2.56
	平均值	-	2.47	-	2.59
直接顶	1	501.3	2.54	101.14	2.7
	2	499.7	2.4	100.57	2.47
	3	501.4	2.34	101.38	2.41
	平均值	-	2.43	-	2.53
底板	1	499.3	2.55	100.12	2.63
	2	501.3	2.37	100.57	2.42
	3	500.8	2.47	101.13	2.53
	平均值	-	2.46	-	2.53

4.4.2 岩样单轴抗压强度

岩样的单轴抗压强度测定结果见表 4-7。

表 4-7 岩样单轴抗压强度测定结果

岩样	试件编号	试件尺寸直径 (mm)	试件尺寸高度 (mm)	试件截面积 (mm ²)	破坏载荷 (kN)	抗压强度 (MPa)	弹性模量 (GPa)
基本顶	1	49.9	100.54	1954.66	113.17	57.90	10.02
	2	50.6	101.39	2009.88	114.35	56.89	10.17
	3	51.2	100.82	2057.83	113.19	55.00	9.58
	平均值	-	-	-	113.57	56.60	9.92
直接顶	1	51.9	101.14	2114.48	111.17	52.58	9.86
	2	51.4	100.57	2073.94	112.39	54.19	10.21
	3	49.9	101.38	1954.66	112.85	57.73	9.98
	平均值	-	-	-	112.14	54.83	10.02
底板	1	50.1	100.12	1970.36	110.31	55.98	10.31
	2	51.7	100.57	2098.22	110.19	52.52	9.98
	3	50.5	101.13	2001.95	114.35	57.12	10.12

	平均值-	-	-	-	111.62	55.21	10.14
--	------	---	---	---	--------	-------	-------

4.4.3 岩样抗拉强度

岩样抗拉强度测定结果见表 4-8。

表 4-8 岩样抗拉强度测定结果

岩样	试件编号	试件尺寸直径 (mm)	试件尺寸厚度 (mm)	破坏载荷 (kN)	抗拉强度 (MPa)
基本顶	1	49.9	25.49	6.31	3.23
	2	50.6	25.65	6.19	3.08
	3	51.2	25.12	6.51	3.16
	平均值	-	-	6.34	3.16
直接顶	1	51.9	25.17	7.01	3.32
	2	51.4	25.66	7.26	3.50
	3	49.9	25.09	6.49	3.32
	平均值	-	-	6.92	3.38
底板	1	50.1	25.12	7.52	3.82
	2	51.7	25.31	7.18	3.42
	3	50.5	25.83	7.12	3.56
	平均值	-	-	7.27	3.60

4.5 顶、底板岩层冲击倾向性鉴定

顶板岩层冲击倾向性主要以顶板岩层的弯曲能量指数来确定，顶板弯曲能量指教的确定首先需要计算上覆顶板岩层载荷。

上覆岩层载荷自煤层顶板起，自下而上，按式(4-1)计算：

$$q = 10^{-6} \frac{E_1 h_1^3 g(\rho_1 h_1 + \rho_2 h_2 + \cdots \rho_n h_n)}{E_1 h_1^3 + E_2 h_2^3 + \cdots E_n h_n^3}$$

(4-1)

式中：

q—单位宽度上覆岩层载荷，单位为MPa；

E_i (i=1,2, ...n) --上覆各岩层的弹性模量，单位为MPa；

h_i (i=1,2, ...n) --上覆各岩层的厚度，单位为m；

ρ_i—上覆各岩层的块体密度，单位为kg/m³；

g —重力加速度，单位为 N/kg。

当 $n+1$ 层对第 1 层的载荷小于第 n 层对第 1 层的载荷时，计算终止，取第 n 层的计算结果。

单一顶板弯曲能量指数按式（4-2）计算：

$$U_{wQ} = 102.6 \frac{(R_t)^{\frac{5}{2}} h^2}{q^{\frac{1}{2}} E} \quad (4-2)$$

式中：

U_{wQ} --单一顶板弯曲能量指数，单位为KJ；

R_t --岩石试件的抗拉强度，单位MPa；

h —单一顶板厚度，单位m；基本顶 9.8m，直接顶 7.0m；

E —岩石试件的弹性模量，单位 MPa。

复合顶板弯曲能量指数按式（4-3）计算：

$$U_{wQS} = \sum_{i=1}^n U_{wQi} \quad (4-3)$$

式中：

U_{wQS} --复合顶板弯曲能量指数，单位为KJ；

U_{wQi} --第 i 层弯曲能量指数，单位为KJ；

n —顶板分层数。

根据顶、底板岩层物理、力学参数测试结果，计算的上覆载荷、复合顶板及底板的弯曲能量指数如表 4-9、4-10 所示，根据标准可用抗拉强度代替抗弯强度。

该煤层基本顶顶板弯曲能量指数为 13.17kJ，直接顶弯曲能量指数为 12.84，均小于 15kJ，按国家标准 GB/T25217.1-2010 所示规定，该煤层顶板岩层应属I类，为无冲击倾向性的顶板岩层。

表 4-9 顶板岩层弯曲能量

项目 样别	载荷(MPa)	密度(g/m ³)	弹性模量 (GPa)	抗拉强度 (MPa)	弯曲能量指数 (kJ)
基本顶	6.34	2.59	9.92	3.28	13.17
直接顶	6.92	2.53	10.02	3.38	12.84

该煤层底板弯曲能量指数为 11.67kJ，小于 15kJ，按国家标准 GB/T25217.1-2010 所示规定，该煤层底板岩层应属 I 类，为无冲击倾向性的底板岩层。

表 4-10 底板岩层弯曲能量

项目 样别	载荷(MPa)	密度(g/m ³)	弹性模量 (GPa)	抗拉强度 (MPa)	弯曲能量指数 (kJ)
底板	7.27	2.53	10.14	3.6	11.67

5 结论与建议

5.1 结论

(1) 取样地点处于该矿井二采区-300 石门内 10#煤层见煤点, 10#煤层及其顶底板岩石力学参数, 可为冲击倾向性鉴定提供数据基础。

(2) 根据该矿送检煤样, 经实验室测定所得数据, 依据国家标准 GB/T 25217.2_2010 《煤的冲击倾向分类及指数的测定方法》, 判定双鸭山市利鑫矿业有限公司 10#煤层属于 I 类, 为无冲击倾向性的煤层。

(3) 根据该矿送检岩样, 经实验室测定所得数据, 依据国家标准 GB/T 25217.1-2010 《顶板岩层冲击倾向分类及指数的测定方法》, 判定双鸭山市利鑫矿业有限公司 10#煤层的顶板岩层属于 I 类, 为无冲击倾向性的顶板岩层, 底板岩层属于 I 类, 为无冲击倾向性的底板岩层。

本次实验煤、岩样本来源于双鸭山市利鑫矿业有限公司 10#煤层, 所得结论仅限于现阶段煤层赋存条件与开采条件, 在生产过程中, 煤、岩是否发生冲击还同地质构造、应力变化、开采技术等情况有关, 应具体问题具体分析。

5.2 建议

(1) 双鸭山市利鑫矿业有限公司 10#煤层与 9#煤层之间层间距约 12m 左右, 中间分布最厚覆岩层为 8.5m 厚黑灰色细砂岩, 虽然未超过 10m, 但细砂岩抗压强度较大, 开采过程中, 应及时处理顶板。

(2) 随着三段的延伸, 采深增加一定程度后, 需再次进行冲击倾向性鉴定。

(3) 完善煤矿安全管理体系, 提高管理水平, 在开采顺序、工作面布置、煤柱尺寸留设等方面加强管理。

附录 A 冲击倾向性评判结果

序号	动态破坏时间	弹性能量指数	冲击能量指数	单轴抗压强度	综合评判结果	序号	动态破坏时间	弹性能量指数	冲击能量指数	单轴抗压强度	综合评判结果
1	2	3	2	3	3	42	2	2	2	3	2
2	1	1	1	2	3	43	2	2	3	1	2
3	2	3	1	3	2	44	2	2	3	2	2
4	3	1	2	1	2	45	2	2	3	3	*
5	2	1	2	2	*	46	2	3	1	1	1
6	2	1	2	3	2	47	2	3	1	2	2
7	3	1	3	1	2	48	2	3	1	3	3
8	2	1	3	2	2	49	2	3	2	1	2
9	1	1	3	3	2	50	2	3	2	2	2
10	1	2	1	1	1	51	2	3	2	3	*
11	2	2	1	2	*	52	2	3	3	1	3
12	1	2	1	3	1	53	2	3	3	2	2
13	2	2	2	1	1	54	2	3	3	3	3
14	1	2	2	2	2	55	3	3	3	2	3
15	1	2	2	3	2	56	3	1	1	2	1
16	2	2	3	1	1	57	3	1	1	3	3
17	1	2	3	2	2	58	3	1	2	1	1
18	1	2	2	3	3	59	3	2	2	2	2
19	1	3	3	1	2	60	3	1	2	3	3
20	3	3	2	2	2	61	3	2	3	1	2
21	1	3	1	3	2	62	3	1	3	2	3
22	1	3	2	1	1	63	3	1	3	3	3
23	2	3	2	2	2	64	3	2	2	1	2
24	1	3	2	3	3	65	3	2	1	2	2
25	1	3	3	1	1	66	3	2	1	3	3
26	1	3	3	2	3	67	3	2	2	1	2
27	1	3	3	3		68	3	2	2	2	2
28	2	2	1	2	2	69	3	2	2	3	3
29	2	1	1	2	2	70	3	2	3	1	3
30	2	2	2	3	2	71	3	2	3	2	*
31	2	1	2	1	*	72	3	2	3	3	3
32	2	1	2	2	2	73	3	3	1	1	2
33	2	1	2	3	2	74	3	3	1	2	3
34	2	3	3	3	3	75	3	3	1	3	3
35	2	1	3	2	2	76	3	3	2	1	3
36	2	1	3	3	3	77	3	3	2	2	*
37	2	2	1	1	*	78	3	3	2	3	3
38	2	2	1	2	2	79	3	3	3	1	3
39	2	2	1	3	2	80	3	3	3	2	3
40	2	2	2	1	2	81	3	3	3	3	3
41	2	2	2	2	2						

备注：（1）表中评判结果：1—强冲击倾向，2—弱冲击倾向，3—无冲击倾向；（2）*标出的推荐采用对每个测试值与该指标所在类别临近界定值进行比较的方法综合判断冲击倾向性。