

科大科技

双鸭山市双城煤矿有限公司

7#煤层煤岩冲击倾向性

## 鉴定报告

委托单位：双鸭山市双城煤矿有限公司

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



# 双鸭山市双城煤矿有限公司 7<sup>#</sup>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

测定机构信息名称：黑龙江科大科技开发有限公司

通讯地址：黑龙江省哈尔滨市松北区浦源路 2468 号

邮编：150022

联系电话：0451-88036445

黑龙江科大科技开发有限公司

2023 年 1 月

项目负责人：王维维

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	
康 宇	副教授	工程力学	报告编写	
王洪梁	讲师	安全工程	报告编写	
刘传海	讲师	安全工程	报告编写	

# 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

双城煤矿位于宝清县小城子镇境内，矿区行政区划隶属于双鸭山市宝清县小城子镇管辖，该矿井位于宝清县城西南 23km 处，隶属于双鸭山市宝清县小城子镇管辖，位于小城子镇青龙山村东北侧，从宝清县城通往七台河市的宝七公路在井田南部 1.4km 处通过，通过井田中部的原宝七公路与其相连，距宝清县火车站 23km，交通便利，详见煤矿交通位置图 1-1。

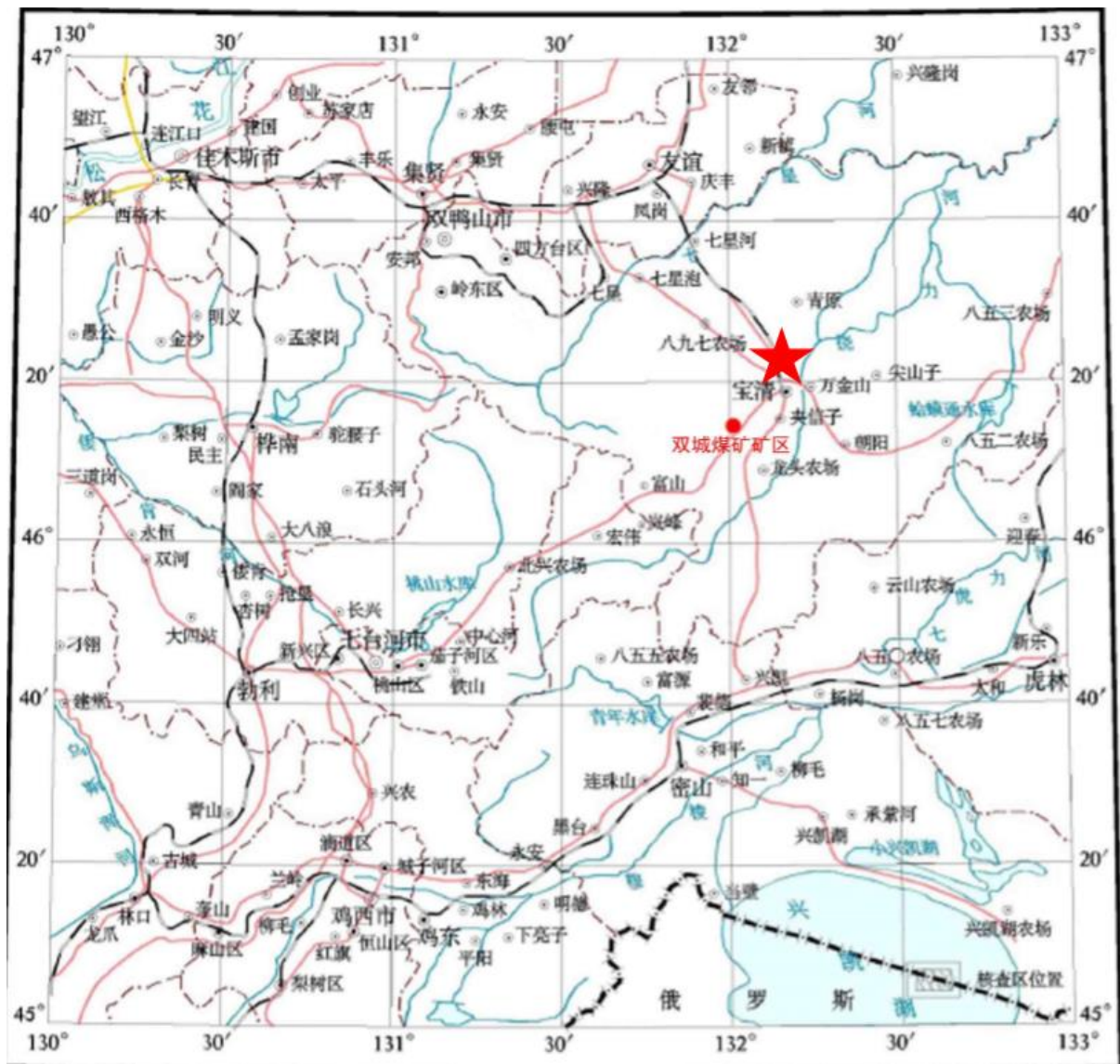


图 1-1 交通位置图

根据黑龙江国土资源厅颁发的采矿许可证(C2300002009101120040726),改扩建 改扩建后批准开采 6#、7#、7 下#、8#、9#、10#煤层等 6 个煤层,井田境界:北部以最下部煤层露头为边界,南部、东部和西部均以人为划定的技术边界为界。井田走向长度为 1.0km,倾斜宽度为 2.32km,开采面积为 2.1179km<sup>2</sup>,开采深度+164~-436m。矿区范围由 71 个拐点圈定。

该矿井地处于丘陵地区,地势西北、西南高、东南低,地表标高为 183m 至 110m,相对高差 73m,地势较为平缓,井田范围内多为农田地。

井区内东南为稻田地,井田东南边缘有宝石河由西南向北东流经,河床标高 110m,东侧区外有一条季节性小溪,该地区历年来最高洪水位线标高 112.10m,该井田处于历年来最高洪水位线标高以上。矿井充水因素主要来源于大气降水的补给,对井田开采影响不大。

该区处在中高纬度地区,属中温带大陆性季风气候,春夏秋冬四季分明。冬季长、寒冷而干燥,夏季短、温热而多雨,冬夏温差大,冬季最低气温(一月份)-36℃,夏季最高气温(七月份)36.2℃,年平均气温 3℃,全年无霜期 100~120d,每年 10 月下旬开始封冻到翌年 4 月中、下旬解冻,封冻期长达 6 个月,冻土层最大厚度可达 2m,一般在 1.60~1.80m,无永冻层,年平均降水量 575mm,最大可达 827mm,最小为 324mm,每年 7-9 月为雨季。春夏两季风向一般以东-东南风为主,风力一般在 1~2 级,有时有 5 级以上大风天,冬季一般以西-西北风为主,风力一般在 2 级以上,时有暴风雪天气,持续时间一般 1~2d,全年主导风向为西北。

瓦斯:根据黑龙江科大科技开发有限公司完成的 2022 年《双鸭山市双城煤矿有限公司瓦斯等级鉴定报告》,双鸭山市双城煤矿有限公司矿井瓦斯绝对涌出量 1.21m<sup>3</sup>/min 相对涌出量 2.61m<sup>3</sup>/t,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,所取试样在二段井底车场石门见煤点,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	二段井底车场石门见煤点	-429.3m	200×200×200mm	4
底板			200×200×200mm	4
煤样			200×200×200mm	5

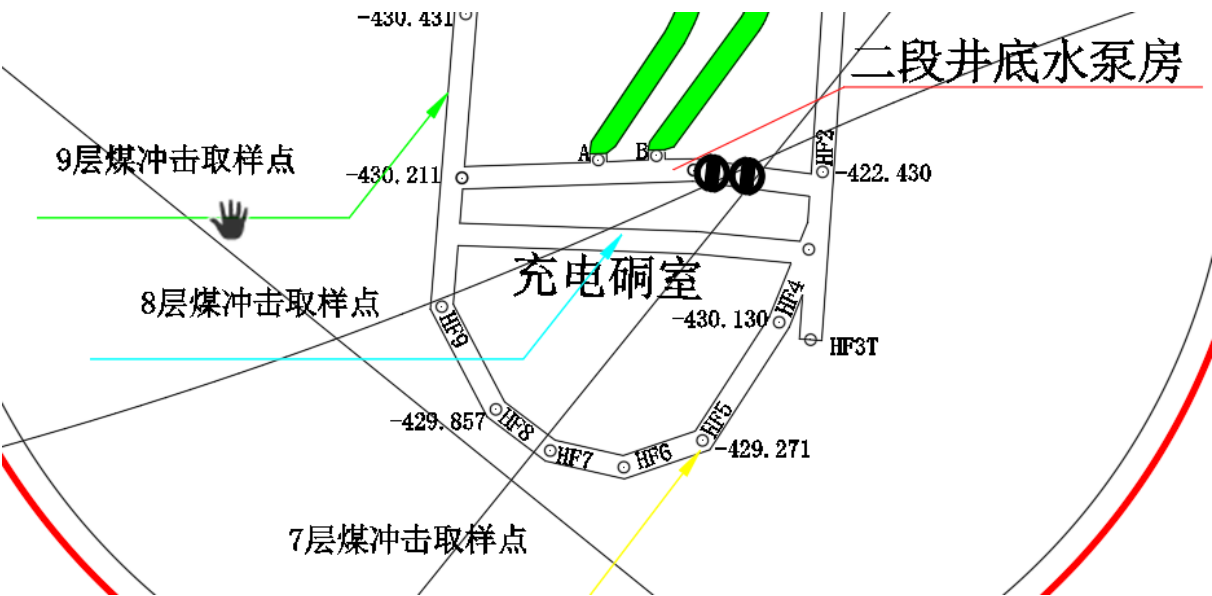


图 1-2 煤层及顶底板取样位置图

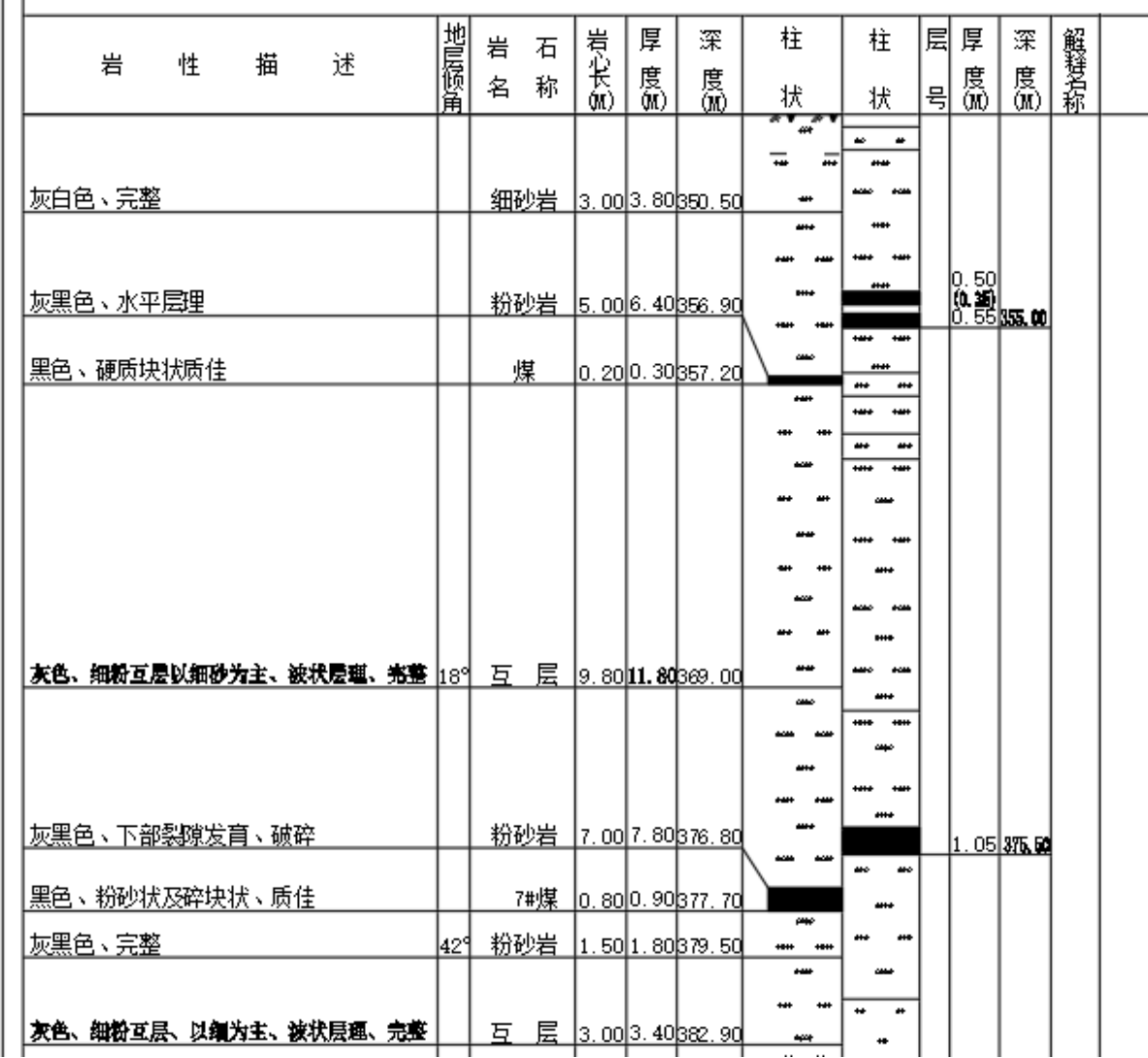


图 1-3 7#煤层及顶底板综合柱状图

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) 双城煤矿相关地质资料。

### 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  $50\text{ mm} \times 50\text{ mm} \times 100\text{ mm}$ 、 $\phi 50\text{ mm} \times 100\text{ mm}$  和  $\phi 50\text{ mm} \times 20\text{ mm}$ ，共加工煤、岩样试件 15 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

#### 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:  $\sigma_c$ —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,  $\text{mm}^2$ 。

###### b. 试件的单轴抗拉强度计算公式:

$$\sigma_t = 2P/\pi DL \quad (3-2)$$

式中:  $\sigma_t$ —岩石单轴抗拉强度, MPa;

$P$  —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)。

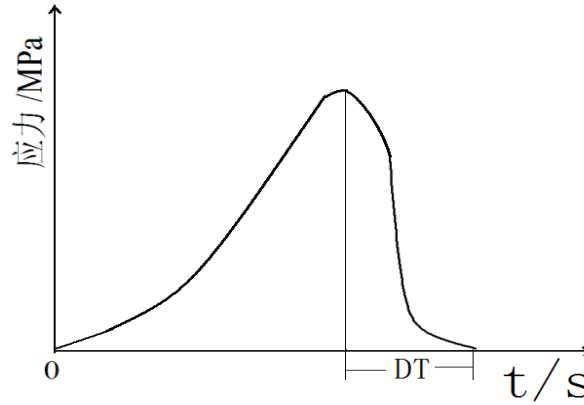


图 3-4 动态破坏时间示意图

#### 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  $\phi_{SE}$  与产生塑性变形消耗的能量  $\phi_{SP}$  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；

$\phi_{SE}$  ——为弹性应变能，即卸载曲线下的面积， $\text{mm}^2$ ；

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

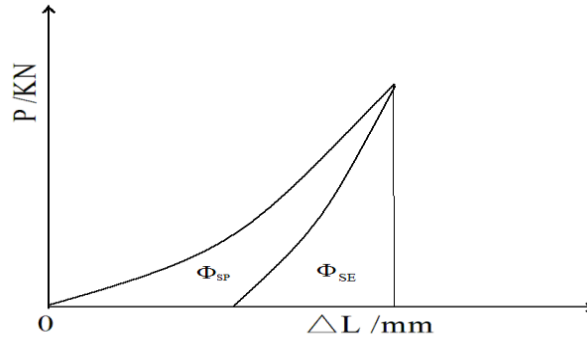


图 3-5 弹性能量指数计算示意图

### 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。

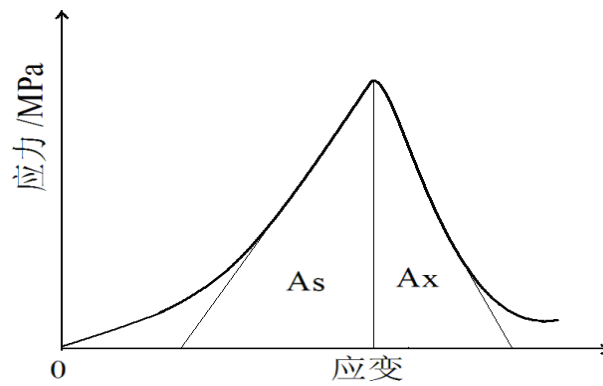


图 3-6 冲击能量指数计算示意图

### (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;

$\rho_i$ —上覆各岩层的块体密度, 单位为  $\text{kg/m}^3$ ;

$g$ —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

双城煤矿 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 <sup>-3</sup>	真密度 /kg·m <sup>-3</sup>	含水率 %	自然吸水率 %	备注
7#煤层	1	1319.38	1572.33	2.5	5.49	
	2	1319.66	1563.72	1.99	3.45	
	3	1290.15	1577.29	1.89	5.66	
	平均值	<b>1310</b>	<b>1571</b>	<b>2.14</b>	<b>4.87</b>	

### 4.2 煤层冲击倾向性指标测定

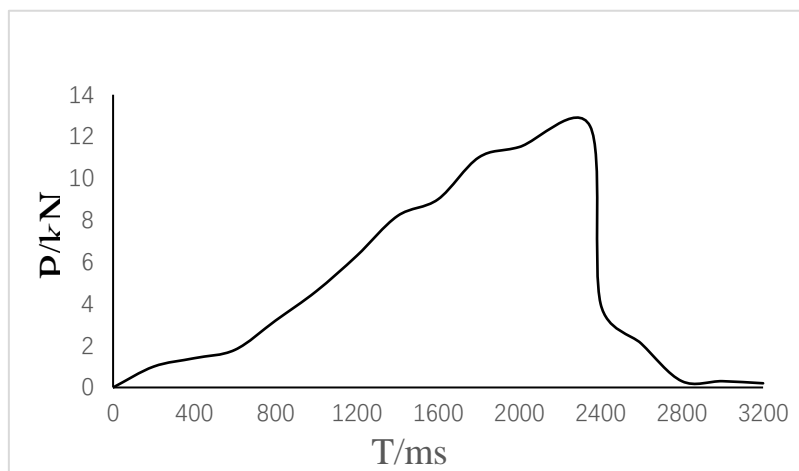
根据测试要求,共计加工了 5 块 50×50×100 mm 的煤样,用于煤的冲击倾向性测定,测试内容包括煤的动态破坏时间、弹性能量指数、冲击能量指数和单轴抗压强度。

#### 4.2.1 动态破坏时间

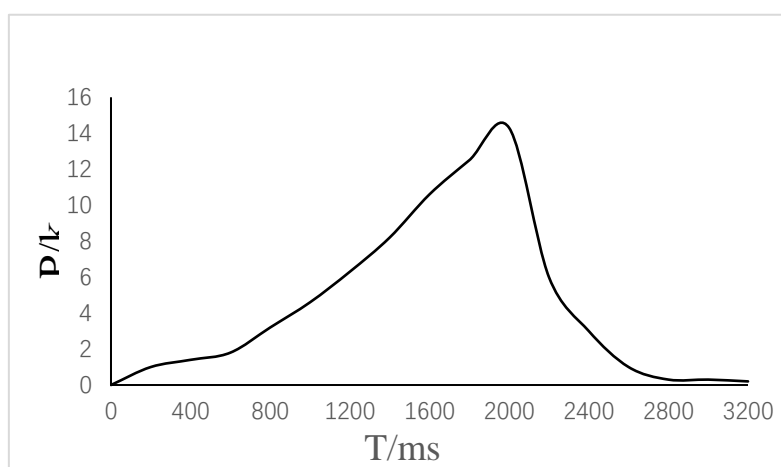
煤的动态破坏时间测定结果及典型曲线见表 4-2、图 4-1。

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 <sup>2</sup>	破坏载 荷 P/kN	抗压强度 R <sub>c</sub> /MPa	破坏时间 DT/ms	破坏时间 平均值 /ms
SC7d-1	50.25×50.06×100.2	2515.52	12.5	4.97	952	954
SC7d-2	50.16×50.62×100.14	2539.1	12.45	4.90	985	
SC7d-3	50.25×50.16×99.83	2520.54	12.42	4.93	964	
SC7d-4	50.21×50.32×100.31	2526.57	13.67	5.41	837	
SC7d-5	50.18×50.67×100.54	2542.62	14.11	5.55	1031	



(1) 7#煤样-1



(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 <sup>2</sup>	弹性 变形能 $\Phi_{SE}$	塑性 变形能 $\Phi_{SP}$	弹性能 指数 $W_{ET}$	弹性能 指数平 均值
SC7t-1	50.25×50.06×100.2	2515.52	2.1342	2.1226	1.005	1.018
SC7t-2	50.16×50.62×100.14	2539.1	2.2385	2.2123	1.012	
SC7t-3	50.25×50.16×99.83	2520.54	2.2534	2.1546	1.022	
SC7t-4	50.21×50.32×100.31	2526.57	2.2522	2.2003	1.024	
SC7t-5	50.18×50.67×100.54	2542.62	2.4732	2.4031	1.029	

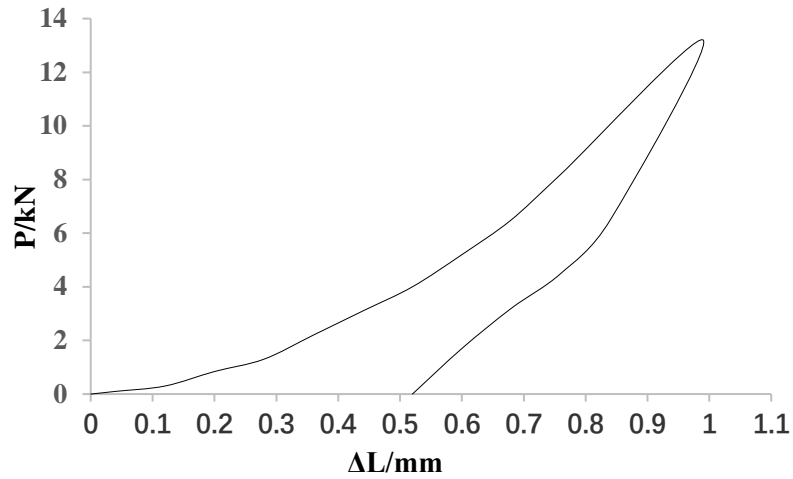


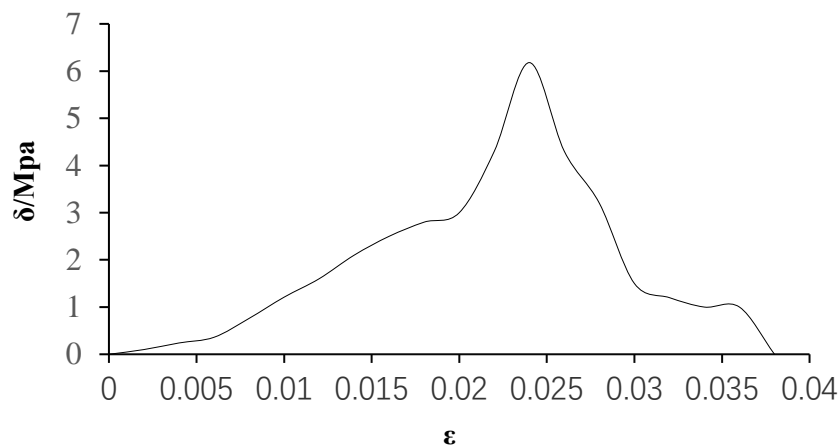
图 4-2 煤层弹性能量指数测试曲线

### 4.2.3 煤岩冲击能量指数

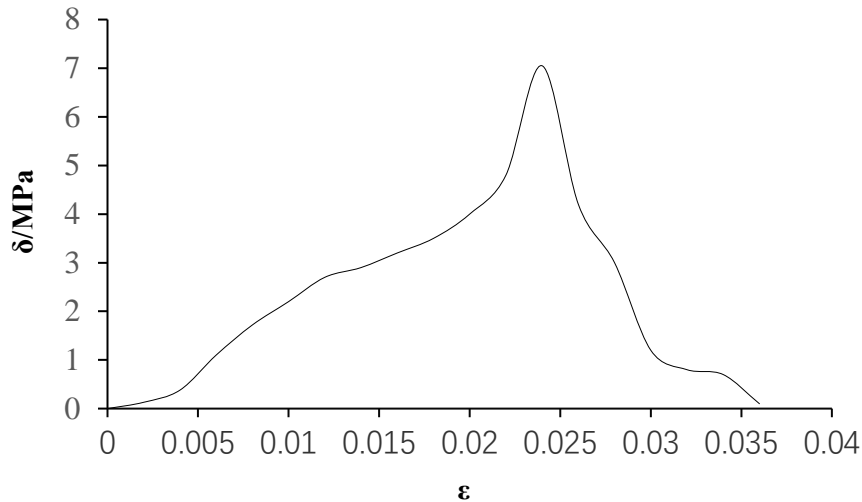
煤的冲击能量指数测定结果及典型曲线见表 4-3，图 4-3。

表 4-3 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 <sup>2</sup>	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
SC7c-1	50.25×50.06×100.2	2515.52	12.5	4.97	7.81	6.99	1.12	1.10
SC7c-2	50.16×50.62×100.14	2539.1	12.45	4.90	7.45	6.89	1.08	
SC7c-3	50.25×50.16×99.83	2520.54	12.42	4.93	7.21	5.75	1.18	
SC7c-4	50.21×50.32×100.31	2526.57	13.67	5.41	8.42	7.65	1.10	
SC7c-5	50.18×50.67×100.54	2542.62	14.11	5.55	6.32	6.01	1.05	



(1) 7#煤样-1



(2) 7#煤样-4

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 <sup>2</sup>	破坏载荷 P/kN	抗压强度 R <sub>c</sub> /MPa	抗压强度 平均值 /MPa
SC7c-1	50.25×50.06×100.2	2515.52	12.5	4.97	5.15
SC7c-2	50.16×50.62×100.14	2539.1	12.45	4.90	
SC7c-3	50.25×50.16×99.83	2520.54	12.42	4.93	
SC7c-4	50.21×50.32×100.31	2526.57	13.67	5.41	
SC7c-5	50.18×50.67×100.54	2542.62	14.11	5.55	

### 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 954ms，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 1.1，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 1.018, 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 5.15MPa, 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	952	1.12	1.005	4.97
	2	985	1.08	1.012	4.90
	3	964	1.18	1.022	4.93
	4	837	1.10	1.024	5.41
	5	1031	1.05	1.029	5.55
	平均值	954	1.1	1.018	5.15
	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 <sup>-3</sup>	试件尺寸高度 (mm)	真密度 (g/cm <sup>3</sup> )
基本顶	1	503.7	2.59	100.68	2.61
	2	505.2	2.56	101.23	2.63
	3	495.9	2.58	101.76	2.63
	平均值	-	2.58	-	2.62
直接顶	1	502.4	2.57	100.32	2.63
	2	495.9	2.56	100.97	2.64
	3	500.2	2.54	100.35	2.65
	平均值	-	2.56	-	2.64
底板	1	497.5	2.47	100.43	2.59
	2	503.2	2.49	100.93	2.66
	3	500.7	2.76	100.78	2.87
	平均值	-	2.57	-	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 <sup>2</sup> )	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	101.18	49.75	10.27
	2	50.3	100.22	1986.12	94.57	47.62	13.56
	3	50.1	101.23	1970.36	94.85	48.14	15.32
	平均值	-	-	-	96.87	48.5	13.05
直接顶	1	49.2	101.76	1900.20	80.83	42.54	13.65
	2	50.6	100.97	2009.88	85.76	42.67	10.31
	3	50.2	100.54	1978.23	84.79	42.86	10.74
	平均值	-	-	-	83.9	42.69	11.56
底板	1	49.3	100.43	1907.93	114.43	59.98	9.45
	2	48.9	100.93	1877.10	119.56	63.69	10.49
	3	50.6	100.78	2009.88	120.02	59.74	10.04

	平均值-	-	-	-	118.0	61.13	9.99
--	------	---	---	---	-------	-------	------

#### 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	49.49	25.16	6.11	3.12
	2	49.17	25.93	7.12	3.56
	3	50.23	26.22	5.85	2.82
	平均值	-	-	6.36	3.16
直接顶	1	49.34	25.32	5.35	2.73
	2	51.43	23.26	7.31	3.74
	3	50.06	25.01	6.34	3.22
	平均值	-	-	6.33	3.23
底板	1	50.47	25.44	6.55	3.25
	2	51.71	25.73	6.25	2.99
	3	51.68	25.43	7.31	3.54
	平均值	-	-	6.7	3.26

#### 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；

$\rho_i$ —上覆各岩层的块体密度，单位为  $\text{kg/m}^3$ ；

$g$ —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 13.54kJ，直接顶弯曲能量指数为 14.07，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 <sup>3</sup> )	弹性模量 (GPa)	抗拉强度 (MPa)	弯曲能量指数 (kJ)
基本顶	6.36	2.62	13.05	3.26	13.78
直接顶	6.33	2.64	11.56	3.23	14.07

该煤层底板弯曲能量指数为 13.78kJ，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 <sup>3</sup> )	弹性模量 (GPa)	抗拉强度 (MPa)	弯曲能量指数 (kJ)
底板	6.7	2.71	9.99	3.55	13.98

## 5 结论与建议

### 5.1 结论

(1) 取样地点处于该矿井二段最低标高附近,测定的煤岩力学参数结果可以指导-430m 标高水平以上 7#煤层采掘过程中的岩石力学规律及冲击倾向性评价。

(2) 根据所采取的煤样,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》,判定双鸭山市双城煤矿有限公司 7#煤层属于 I 类,为无冲击倾向性的煤层。

(3) 根据所采取的岩样,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》,判定双鸭山市双城煤矿有限公司 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双城煤矿有限公司 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) 双鸭山市双城煤矿有限公司 7#煤层,顶板岩石力学指标虽未具有冲击倾向性,但老定较厚且分布均匀,开采时应加强顶板管理,合理设置推进速度,避免出现大面积悬顶等情况。

(2) 通过 7#煤层顶底板柱状图可以看出,在顶板 60m 深度范围内,最后岩层为 9.8m 灰色细粉砂岩互层的基本定,直接顶为 7m 左右厚度的粉砂岩,虽然顶板范围内无巨厚岩层,但开采过程中由于直接顶厚度大,容易出现大面积悬顶现象,开采期间应采取人工强制放顶等方式加强顶板管理,避免出现大面积悬顶现象。

(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;

(4) 根据采掘工程平面图可知,矿井范围内存在 F7、F8 两条落差较大的断层,在两条断层附件进行采掘作业时,应加强矿压观测及顶板管理,避免地质构造引起的应力集中。

## 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

双鸭山市双城煤矿有限公司

8#煤层煤岩冲击倾向性

## 鉴定报告

委托单位：双鸭山市双城煤矿有限公司

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





# 双鸭山市双城煤矿有限公司 8<sup>#</sup>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

测定机构信息名称：黑龙江科大科技开发有限公司

通讯地址：黑龙江省哈尔滨市松北区浦源路 2468 号

邮编：150022

联系电话：0451-88036445

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

双城煤矿位于宝清县小城子镇境内，矿区行政区划隶属于双鸭山市宝清县小城子镇管辖，该矿井位于宝清县城西南 23km 处，隶属于双鸭山市宝清县小城子镇管辖，位于小城子镇青龙山村东北侧，从宝清县城通往七台河市的宝七公路在井田南部 1.4km 处通过，通过井田中部的原宝七公路与其相连，距宝清县火车站 23km，交通便利，详见煤矿交通位置图 1-1。

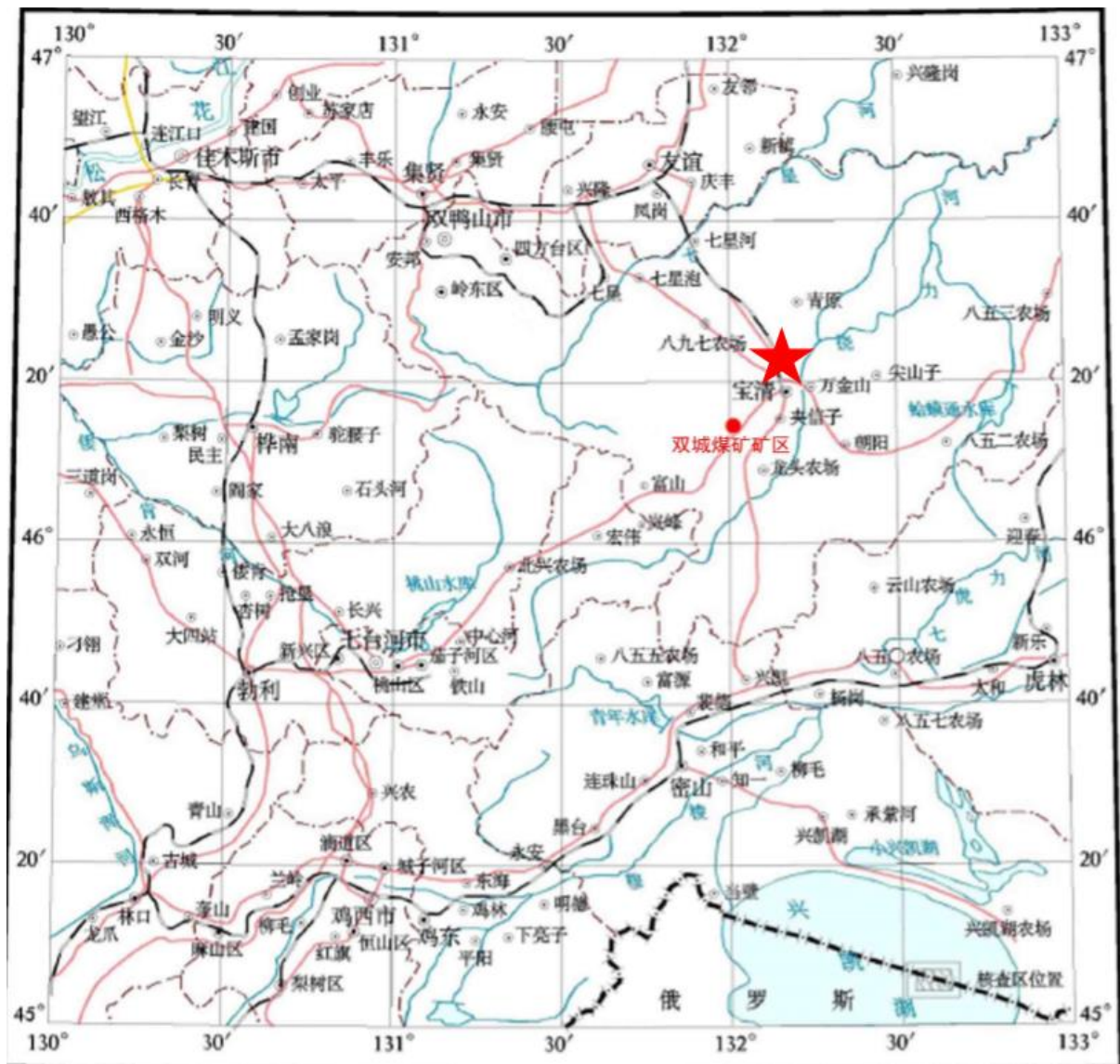


图 1-1 交通位置图

根据黑龙江国土资源厅颁发的采矿许可证(C2300002009101120040726),改扩建 改扩建后批准开采 6#、7#、7 下#、8#、9#、10#煤层等 6 个煤层,井田境界:北部以最下部煤层露头为边界,南部、东部和西部均以人为划定的技术边界为界。井田走向长度为 1.0km,倾斜宽度为 2.32km,开采面积为 2.1179km<sup>2</sup>,开采深度+164~-436m。矿区范围由 71 个拐点圈定。

该矿井地处于丘陵地区,地势西北、西南高、东南低,地表标高为 183m 至 110m,相对高差 73m,地势较为平缓,井田范围内多为农田地。

井区内东南为稻田地,井田东南边缘有宝石河由西南向北东流经,河床标高 110m,东侧区外有一条季节性小溪,该地区历年来最高洪水位线标高 112.10m,该井田处于历年来最高洪水位线标高以上。矿井充水因素主要来源于大气降水的补给,对井田开采影响不大。

该区处在中高纬度地区,属中温带大陆性季风气候,春夏秋冬四季分明。冬季长、寒冷而干燥,夏季短、温热而多雨,冬夏温差大,冬季最低气温(一月份)-36℃,夏季最高气温(七月份)36.2℃,年平均气温 3℃,全年无霜期 100~120d,每年 10 月下旬开始封冻到翌年 4 月中、下旬解冻,封冻期长达 6 个月,冻土层最大厚度可达 2m,一般在 1.60~1.80m,无永冻层,年平均降水量 575mm,最大可达 827mm,最小为 324mm,每年 7-9 月为雨季。春夏两季风向一般以东-东南风为主,风力一般在 1~2 级,有时有 5 级以上大风天,冬季一般以西-西北风为主,风力一般在 2 级以上,时有暴风雪天气,持续时间一般 1~2d,全年主导风向为西北。

瓦斯:根据黑龙江科大科技开发有限公司完成的 2022 年《双鸭山市双城煤矿有限公司瓦斯等级鉴定报告》,双鸭山市双城煤矿有限公司矿井瓦斯绝对涌出量 1.21m<sup>3</sup>/min 相对涌出量 2.61m<sup>3</sup>/t,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,所取试样在二段井底车场石门见煤点,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	二段井底车场石门见煤点	-430m	200×200×200mm	5
底板			200×200×200mm	4
煤样			200×200×200mm	4

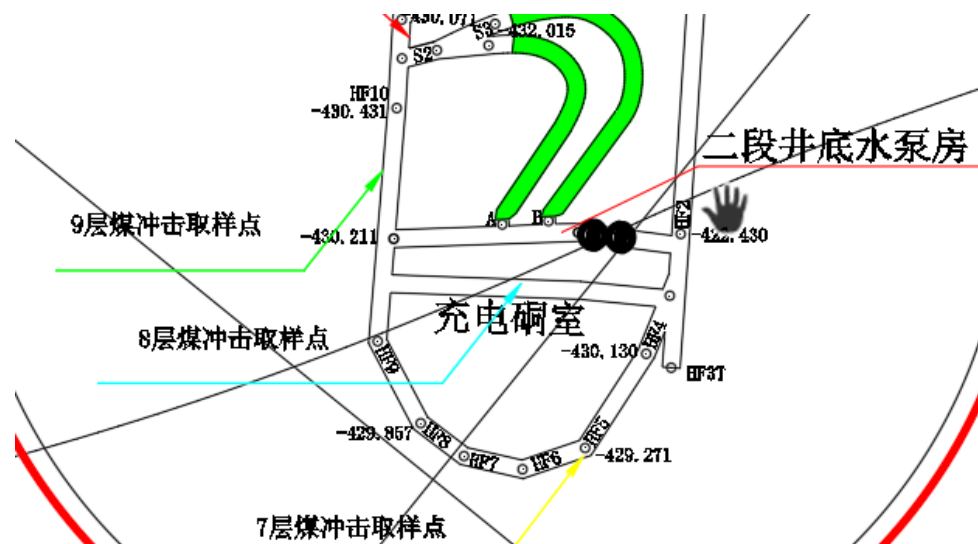


图 1-2 煤层及顶底板取样位置图



图 1-3 8#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 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) 双城煤矿相关地质资料。

### 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/T25217.1-2010）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	$U_{wQS} \leq 15$	$15 < U_{wQS} \leq 120$	$U_{wQS} > 120$

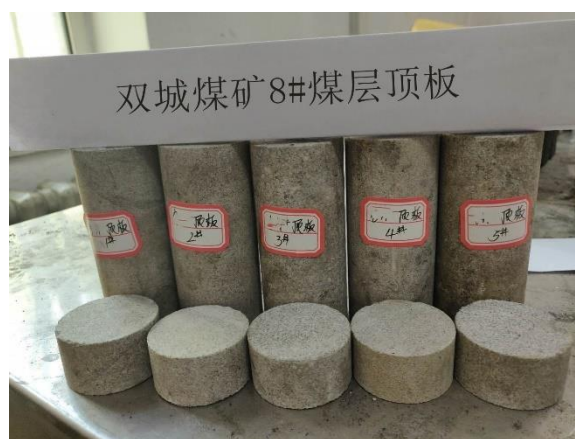
### 3 试件加工与试验

#### 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、 $\phi 50\text{mm}\times 100\text{mm}$  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:  $\sigma_c$ —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,  $\text{mm}^2$ 。

b. 试件的单轴抗拉强度计算公式:

$$\sigma_t = 2P/\pi DL \quad (3-2)$$

式中:  $\sigma_t$ —岩石单轴抗拉强度, MPa;

$P$  —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)。

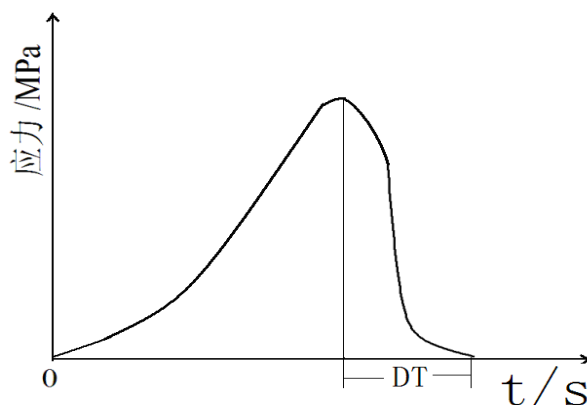


图 3-4 动态破坏时间示意图

### 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  $\phi_{SE}$  与产生塑性变形消耗的能量  $\phi_{SP}$  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；

$\phi_{SE}$  ——为弹性应变能，即卸载曲线下的面积， $\text{mm}^2$ ；

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

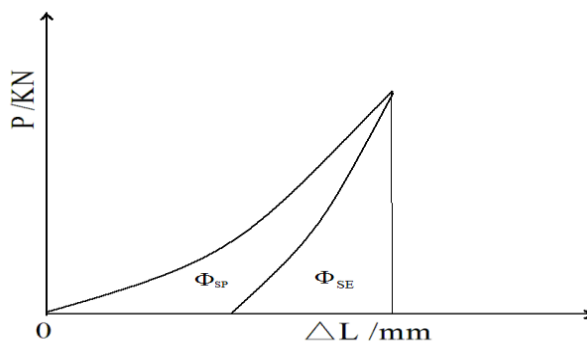


图 3-5 弹性能量指数计算示意图

### 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。

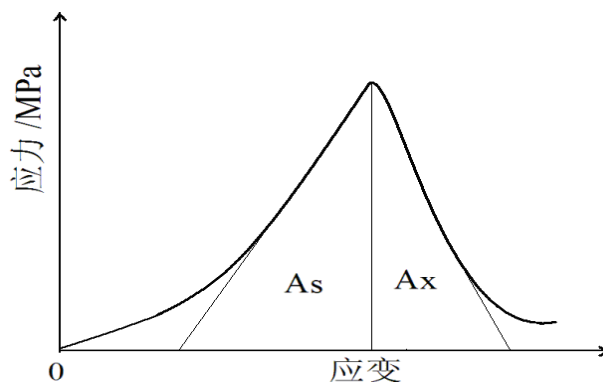


图 3-6 冲击能量指数计算示意图

### (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；

$\rho_i$ ——上覆各岩层的块体密度，单位为  $\text{kg/m}^3$ ；

$g$ ——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

双城煤矿 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 <sup>-3</sup>	真密度 /kg·m <sup>-3</sup>	含水率 %	自然吸水率 %	备注
8#煤层	1	1419.38	1517.33	1.5	3.49	
	2	1359.66	1513.72	1.4	3.45	
	3	1490.15	1507.29	1.4	3.66	
	平均值	1423.06	1512.78	1.43	3.53	

### 4.2 煤层冲击倾向性指标测定

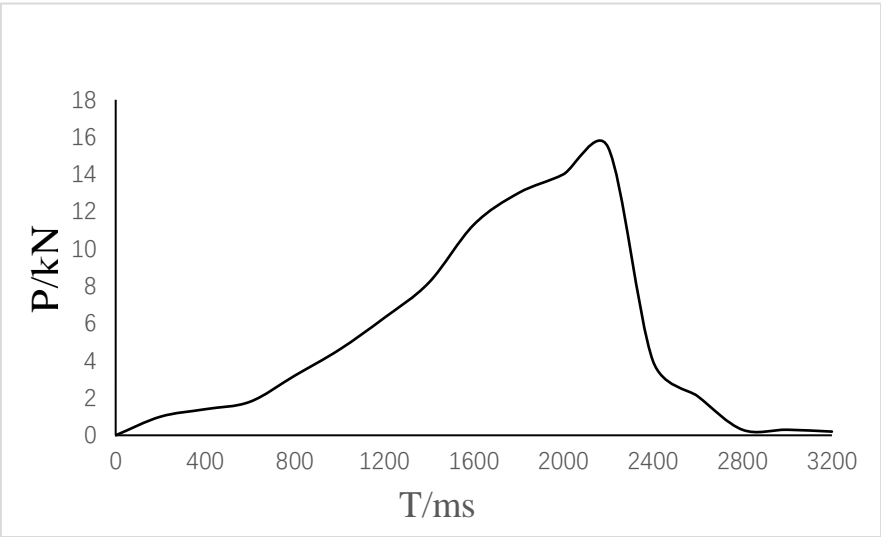
根据测试要求,共计加工了 5 块 50×50×100 mm 的煤样,用于煤的冲击倾向性测定,测试内容包括煤的动态破坏时间、弹性能量指数、冲击能量指数和单轴抗压强度。

#### 4.2.1 动态破坏时间

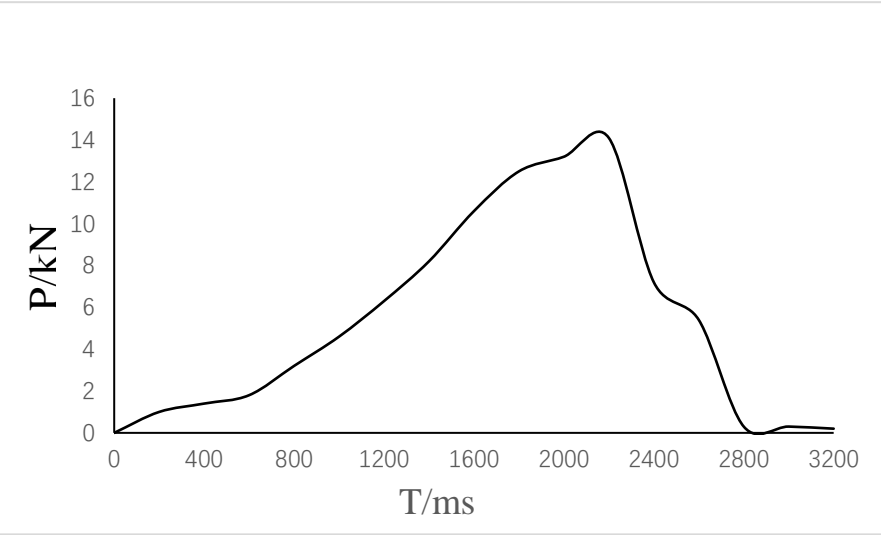
煤的动态破坏时间测定结果及典型曲线见表 4-2、图 4-1。

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 <sup>2</sup>	破坏载 荷 P/kN	抗压强度 R <sub>c</sub> /MPa	破坏时间 DT/ms	破坏时间 平均值 /ms
SC8d-1	49.88×49.28×101.11	2458.08	13.69	5.57	864	903
SC8d-2	49.26×51.66×100.29	2544.77	14.78	5.81	965	
SC8d-3	50.38×51.26×101.64	2582.47	14.73	5.70	873	
SC8d-4	50.45×48.19×100.44	2431.18	14.05	5.78	844	
SC8d-5	50.78×49.26×100.50	2501.42	15.45	6.18	972	



(1) 8#煤样-2



(2) 8#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 <sup>2</sup>	弹性 变形能 Φ <sub>SE</sub>	塑性 变形能 Φ <sub>SP</sub>	弹性能 指数 W <sub>ET</sub>	弹性能 指数平 均值
SC8t-1	49.88×49.28×101.11	2458.08	2.2235	2.1659	1.027	1.02
SC8t-2	49.26×51.66×100.29	2544.77	2.2436	2.2136	1.014	
SC8t-3	50.38×51.26×101.64	2582.47	2.2055	2.2006	1.002	
SC8t-4	50.45×48.19×100.44	2431.18	2.2105	2.1115	1.047	
SC8t-5	50.78×49.26×100.50	2501.42	2.2985	2.2956	1.011	

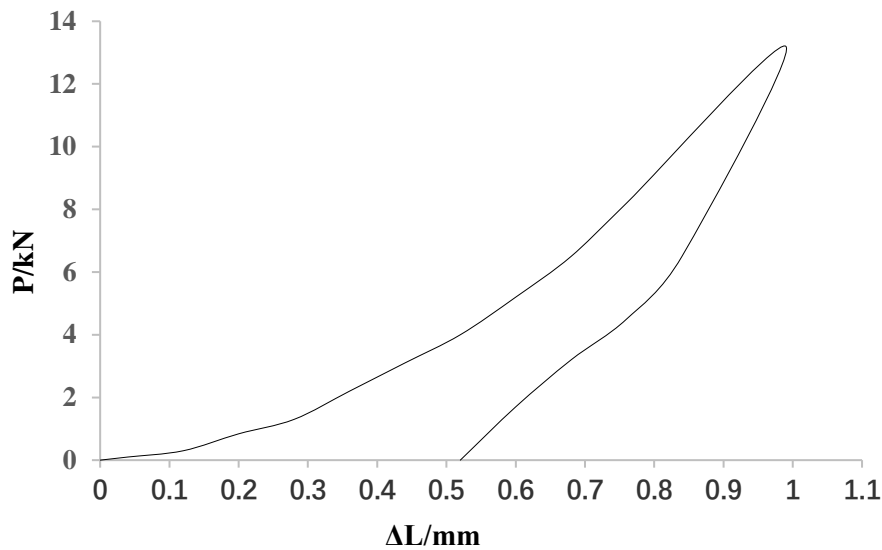


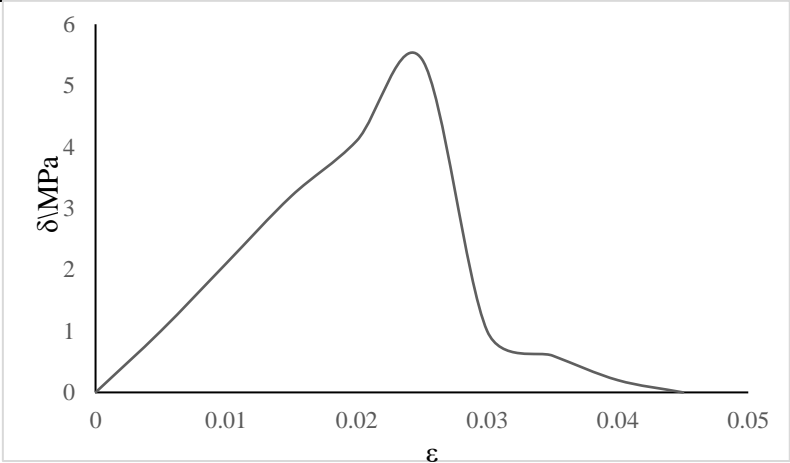
图 4-2 煤层弹性能量指数测试曲线

4.2.3 煤岩冲击能量指数

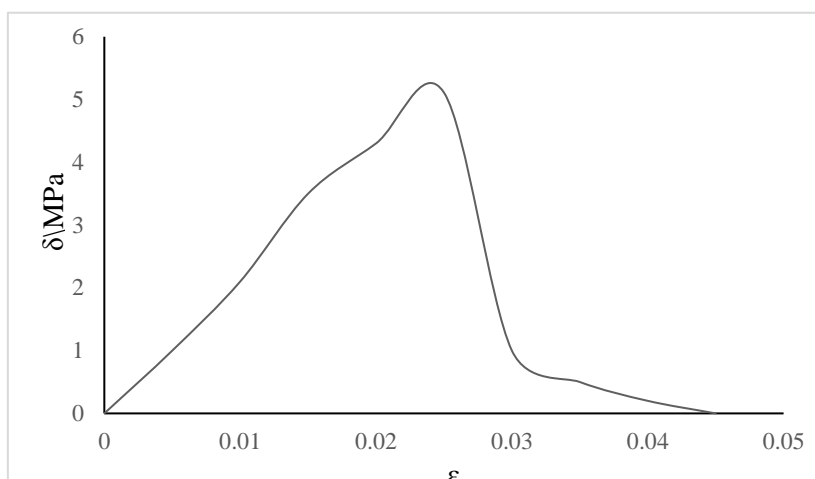
煤的冲击能量指数测定结果及典型曲线见表 4-3，图 4-3。

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 <sup>2</sup>	破坏 载荷 <i>P</i> /kN	抗压 强度 <i>R<sub>c</sub></i> /MPa	峰值前 聚积的 变形能 <i>A<sub>s</sub></i>	峰值后 损耗的 变形能 <i>A<sub>x</sub></i>	冲击能 量指数 <i>K<sub>E</sub></i>	冲击能 量指数 平均值
SC8c-1	49.88×49.28×101.11	2458.08	13.69	5.57	7.88	6.78	1.16	1.09
SC8c-2	49.26×51.66×100.29	2544.77	14.78	5.81	7.23	7.12	1.22	
SC8c-3	50.38×51.26×101.64	2582.47	14.73	5.70	6.58	6.33	1.04	
SC8c-4	50.45×48.19×100.44	2431.18	14.05	5.78	7.22	6.94	1.04	
SC8c-5	50.78×49.26×100.50	2501.42	15.45	6.18	7.18	6.98	1.03	



(1) 8#煤样-1



(2) 8#煤样-4

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 <sup>2</sup>	破坏载荷 P/kN	抗压强度 R <sub>c</sub> /MPa	抗压强度 平均值 /MPa
SC8c-1	49.88×49.28×101.11	2458.08	13.69	5.57	5.8
SC8c-2	49.26×51.66×100.29	2544.77	14.78	5.81	
SC8c-3	50.38×51.26×101.64	2582.47	14.73	5.70	
SC8c-4	50.45×48.19×100.44	2431.18	14.05	5.78	
SC8c-5	50.78×49.26×100.50	2501.42	15.45	6.18	

### 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 903ms，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 1.09，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 1.02，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 5.8MPa，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#煤层	1	864	1.16	1.027	5.57
	2	965	1.22	1.014	5.81
	3	873	1.04	1.002	5.70
	4	844	1.04	1.047	5.78
	5	972	1.03	1.011	6.18
	平均值	903	1.09	1.02	5.8
	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 <sup>-3</sup>	试件尺寸高度 (mm)	真密度 (g/cm <sup>3</sup> )
基本顶	1	505	2.47	100.32	2.55
	2	503	2.56	101.23	2.63
	3	498	2.48	100.02	2.62
	平均值	-	2.50	-	2.6
直接顶	1	492	2.43	100.12	2.53
	2	495	2.45	100.17	2.56
	3	500	2.54	100.35	2.62
	平均值	-	2.47	-	2.57
底板	1	493	2.47	100.13	2.49
	2	490	2.44	100.93	2.56
	3	500	2.58	100.18	2.67
	平均值	-	2.50	-	2.57

#### 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 <sup>2</sup> )	破坏载荷 (kN)	抗压强度 (MPa)	弹性模量 (GPa)
基本顶	1	50.4	100.32	1994.03	100.23	50.27	11.22
	2	50.4	101.23	1994.03	98.57	49.43	12.04
	3	50.1	100.02	1970.36	96.85	49.15	12.33
	平均值	-	-	-	98.55	49.62	11.86
直接顶	1	49.8	100.12	1946.83	98.81	50.75	12.65
	2	50.6	100.17	2009.88	95.26	47.40	10.36
	3	50.1	100.35	1970.36	94.72	48.07	11.74
	平均值	-	-	-	96.26	48.74	11.58
底板	1	49.5	100.13	1923.45	105.25	59.98	11.45
	2	49.9	100.93	1954.66	109.16	63.69	10.49
	3	50.6	100.18	2009.88	110.02	59.74	12.04

	平均值-	-	-	-	108.1	55.1	11.33
--	------	---	---	---	-------	------	-------

#### 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)	试件截面 积 (mm <sup>2</sup> )	破坏载荷 (kN)	抗拉强度 (MPa)
基本顶	1	50.4	25.22	1994.03	6.11	3.06
	2	50.4	25.33	1994.03	6.14	3.08
	3	50.1	26.22	1970.36	5.85	2.97
	平均值	-	-	-	6.03	3.04
直接顶	1	49.8	25.32	1946.83	5.35	2.75
	2	50.6	23.12	2009.88	6.37	3.17
	3	50.1	25.05	1970.36	6.34	3.22
	平均值	-	-	-	6.02	3.05
底板	1	49.5	25.43	1923.45	6.57	3.42
	2	49.9	25.23	1954.66	6.25	3.20
	3	50.6	25.03	2009.88	6.37	3.17
	平均值	-	-	-	6.39	3.26

#### 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<sub>i</sub> (i=1,2, ...,n) --上覆各岩层的弹性模量，单位为 MPa；

h<sub>i</sub> (i=1,2, ...,n) --上覆各岩层的厚度，单位为 m；

$\rho_i$ —上覆各岩层的块体密度，单位为  $\text{kg/m}^3$ ；

$g$ —重力加速度，单位为  $\text{N/kg}$ 。

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  $\text{KJ}$ ；

$R_t$ --岩石试件的抗拉强度，单位  $\text{MPa}$ ；

$h$ —单一顶板厚度，单位  $\text{m}$ ；基本顶  $9.8\text{m}$ ，直接顶  $7.0\text{m}$ ；

$E$ —岩石试件的弹性模量，单位  $\text{MPa}$ 。

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  $\text{KJ}$ ；

$U_{wQi}$ --第  $i$  层弯曲能量指数，单位为  $\text{KJ}$ ；

$n$ —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  $12.44\text{kJ}$ ，直接顶弯曲能量指数为  $12.57$ ，均小于  $15\text{kJ}$ ，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( $\text{g/m}^3$ )	弹性模量 (GPa)	抗拉强度 (MPa)	弯曲能量指数 (kJ)
基本顶	6.03	2.60	11.86	3.04	12.44



直接顶	6.02	2.57	11.58	3.05	12.57
-----	------	------	-------	------	-------

该煤层底板弯曲能量指数为 12.775kJ，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 <sup>3</sup> )	弹性模量 (GPa)	抗拉强度 (MPa)	弯曲能量指数 (kJ)
底板	6.39	2.71	9.99	3.26	12.75

## 5 结论与建议

### 5.1 结论

(1) 取样地点处于该矿井二段最低标高附近,测定的煤岩力学参数结果可以指导-430m 标高水平以上 8#煤层采掘过程中的岩石力学规律及冲击倾向性评价。

(2) 根据所采取的煤样,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》,判定双鸭山市双城煤矿有限公司 8#煤层属于 I 类,为无冲击倾向性的煤层。

(3) 根据所采取的岩样,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》,判定双鸭山市双城煤矿有限公司 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双城煤矿有限公司 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) 双鸭山市双城煤矿有限公司 8#煤层,顶板岩石力学指标测试结果为无冲击倾向性,且 8#煤层与 7#煤层间距较小,在开采 7#煤层过程中的采动扰动会使 8#煤层顶板产生一定裂隙,不利于冲击倾向性的产生,但应加强 8#煤层顶板管理,避免出现冒顶事故。

(2) 根据采掘工程平面图可知,矿井范围内存在 F7、F8 两条落差较大的断层,在两条断层附件进行采掘作业时,应加强矿压观测及顶板管理,避免地质构造引起的应力集中。

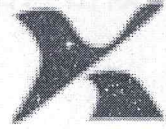
## 附录 A 冲击倾向性评判结果

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。

双鸭山市

冲击倾向性鉴定报告



科大科技

双鸭山市双城煤矿有限公司

9#煤层煤岩冲击倾向性

## 鉴定报告

委托单位：双鸭山市双城煤矿有限公司

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



# 双鸭山市双城煤矿有限公司 9<sup>#</sup>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

测定机构信息名称：黑龙江科大科技开发有限公司

通讯地址：黑龙江省哈尔滨市松北区浦源路 2468 号

邮编：150022

联系电话：0451-88036445

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

双城煤矿位于宝清县小城子镇境内，矿区行政区划隶属于双鸭山市宝清县小城子镇管辖，该矿井位于宝清县城西南 23km 处，隶属于双鸭山市宝清县小城子镇管辖，位于小城子镇青龙山村东北侧，从宝清县城通往七台河市的宝七公路在井田南部 1.4km 处通过，通过井田中部的原宝七公路与其相连，距宝清县火车站 23km，交通便利，详见煤矿交通位置图 1-1。

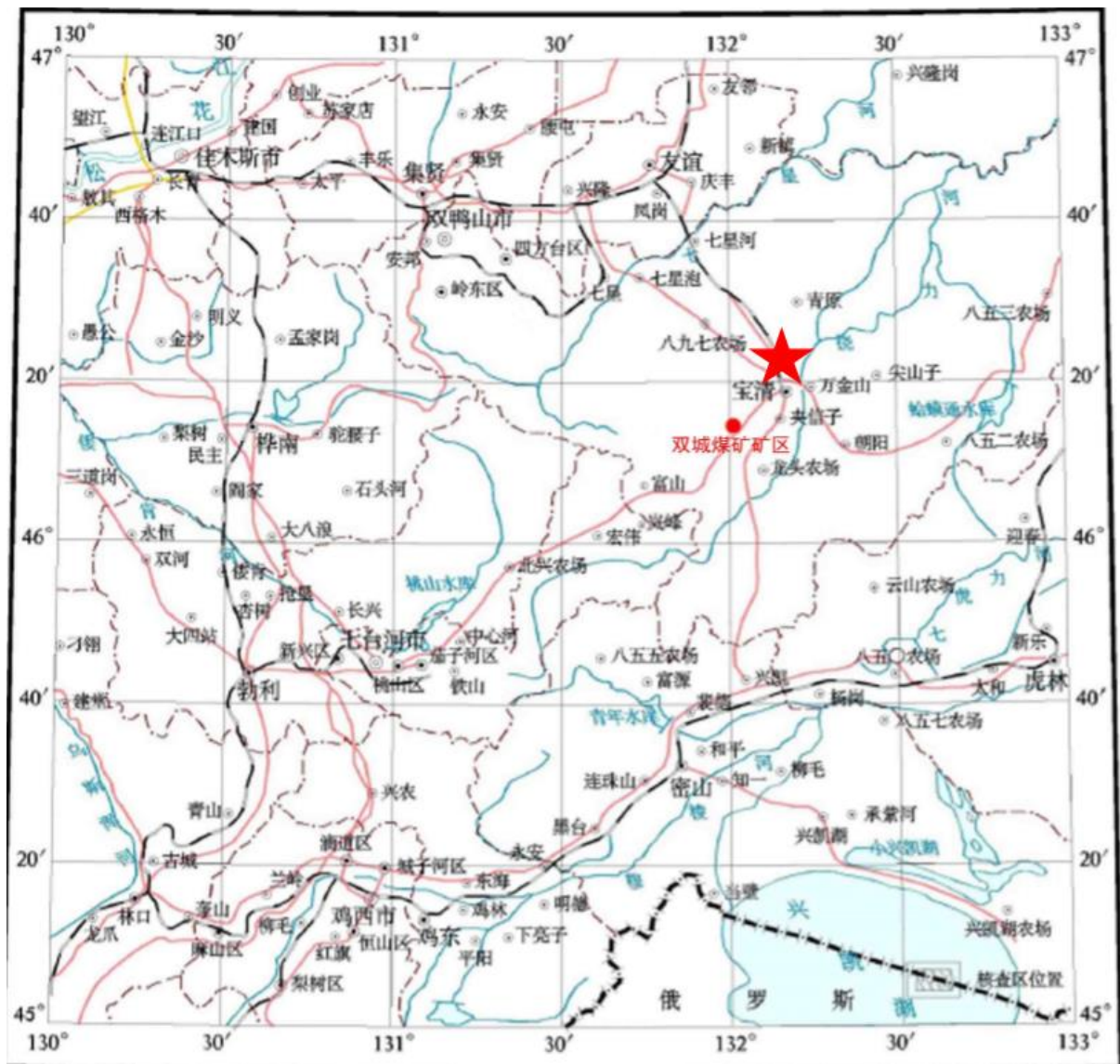


图 1-1 交通位置图

根据黑龙江国土资源厅颁发的采矿许可证(C2300002009101120040726),改扩建 改扩建后批准开采 6#、7#、7 下#、8#、9#、10#煤层等 6 个煤层,井田境界:北部以最下部煤层露头为边界,南部、东部和西部均以人为划定的技术边界为界。井田走向长度为 1.0km,倾斜宽度为 2.32km,开采面积为 2.1179km<sup>2</sup>,开采深度+164~-436m。矿区范围由 71 个拐点圈定。

该矿井地处于丘陵地区,地势西北、西南高、东南低,地表标高为 183m 至 110m,相对高差 73m,地势较为平缓,井田范围内多为农田地。

井区内东南为稻田地,井田东南边缘有宝石河由西南向北东流经,河床标高 110m,东侧区外有一条季节性小溪,该地区历年来最高洪水位线标高 112.10m,该井田处于历年来最高洪水位线标高以上。矿井充水因素主要来源于大气降水的补给,对井田开采影响不大。

该区处在中高纬度地区,属中温带大陆性季风气候,春夏秋冬四季分明。冬季长、寒冷而干燥,夏季短、温热而多雨,冬夏温差大,冬季最低气温(一月份)-36℃,夏季最高气温(七月份)36.2℃,年平均气温 3℃,全年无霜期 100~120d,每年 10 月下旬开始封冻到翌年 4 月中、下旬解冻,封冻期长达 6 个月,冻土层最大厚度可达 2m,一般在 1.60~1.80m,无永冻层,年平均降水量 575mm,最大可达 827mm,最小为 324mm,每年 7-9 月为雨季。春夏两季风向一般以东-东南风为主,风力一般在 1~2 级,有时有 5 级以上大风天,冬季一般以西-西北风为主,风力一般在 2 级以上,时有暴风雪天气,持续时间一般 1~2d,全年主导风向为西北。

瓦斯:根据黑龙江科大科技开发有限公司完成的 2022 年《双鸭山市双城煤矿有限公司瓦斯等级鉴定报告》,双鸭山市双城煤矿有限公司矿井瓦斯绝对涌出量 1.21m<sup>3</sup>/min 相对涌出量 2.61m<sup>3</sup>/t,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,所取试样在二段井底车场石门见煤点,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	二段井底车场石门见煤点	-430m	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 9#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 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) 双城煤矿相关地质资料。

### 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  $50\text{ mm}\times 50\text{ mm}\times 100\text{ mm}$ 、 $\phi 50\text{ mm}\times 100\text{ mm}$  和  $\phi 50\text{ mm}\times 20\text{ mm}$ ，共加工煤、岩样试件 15 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:  $\sigma_c$ —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,  $\text{mm}^2$ 。

b. 试件的单轴抗拉强度计算公式:

$$\sigma_t = 2P/\pi DL \quad (3-2)$$

式中:  $\sigma_t$ —岩石单轴抗拉强度, MPa;

$P$  —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)。

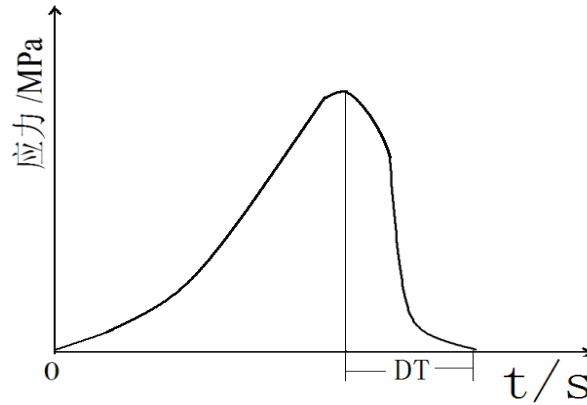


图 3-4 动态破坏时间示意图

### 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  $\phi_{SE}$  与产生塑性变形消耗的能量  $\phi_{SP}$  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；

$\phi_{SE}$  ——为弹性应变能，即卸载曲线下的面积， $\text{mm}^2$ ；

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

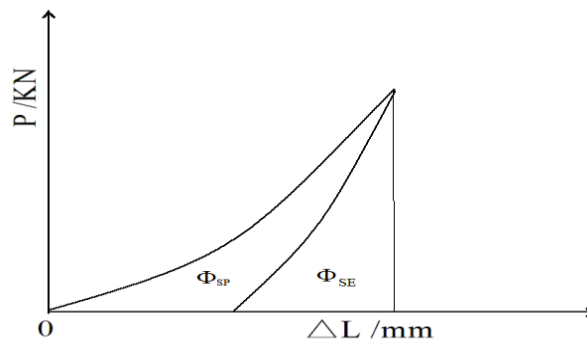


图 3-5 弹性能量指数计算示意图

### 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。

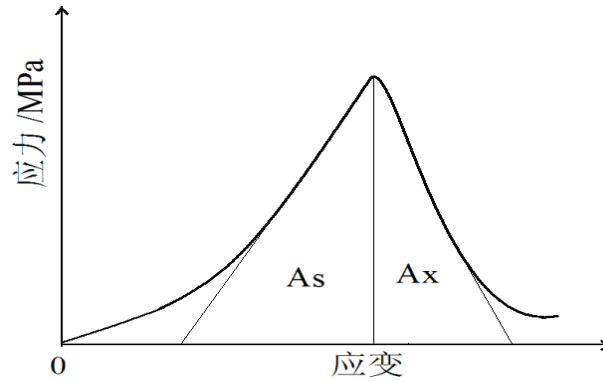


图 3-6 冲击能量指数计算示意图

### (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；

$\rho_i$ ——上覆各岩层的块体密度，单位为  $\text{kg/m}^3$ ；

$g$ ——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

双城煤矿 9#煤层试样物理性质测定结果见表 4-1。

表 4-1 9 号煤层试样物理性质测试结果

序 号		视密度 /kg·m <sup>-3</sup>	真密度 /kg·m <sup>-3</sup>	含水率 %	自然吸水率 %	备注
9#煤层	1	1419.31	1520.55	1.4	3.39	
	2	1452.63	1518.12	1.4	3.43	
	3	1471.16	1517.49	1.4	3.36	
	平均值	1447.70	1518.72	1.40	3.39	

### 4.2 煤层冲击倾向性指标测定

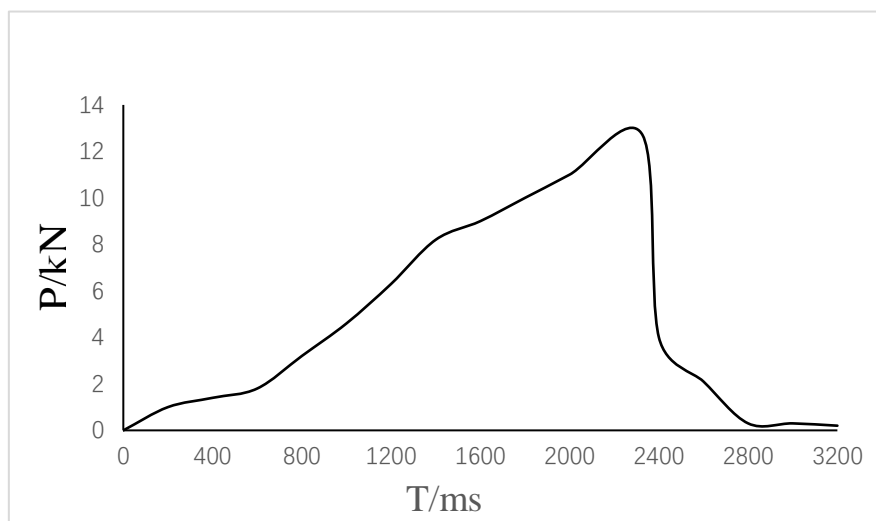
根据测试要求,共计加工了 5 块 50×50×100 mm 的煤样,用于煤的冲击倾向性测定,测试内容包括煤的动态破坏时间、弹性能量指数、冲击能量指数和单轴抗压强度。

#### 4.2.1 动态破坏时间

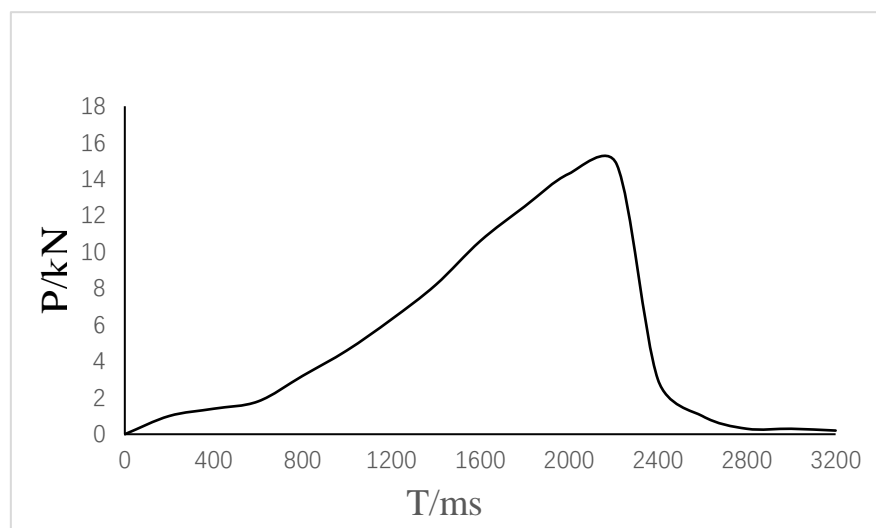
煤的动态破坏时间测定结果及典型曲线见表 4-2、图 4-1。

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 <sup>2</sup>	破坏载 荷 P/kN	抗压强度 R <sub>c</sub> /MPa	破坏时间 DT/ms	破坏时间 平均值 /ms
SC9d-1	50.25×50.06×100.2	2515.52	13.69	5.44	894	938
SC9d-2	50.16×50.62×100.14	2539.1	14.52	5.72	965	
SC9d-3	50.25×50.16×99.83	2520.54	12.71	5.04	873	
SC9d-4	50.21×50.32×100.31	2526.57	14.55	5.76	975	
SC9d-5	50.18×50.67×100.54	2542.62	14.86	5.84	985	



(1) 9#煤样-3



(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 <sup>2</sup>	弹性 变形能 $\Phi_{SE}$	塑性 变形能 $\Phi_{SP}$	弹性能 指数 $W_{ET}$	弹性能 指数平 均值
SC9t-1	50.25×50.06×100.2	2515.52	2.1342	2.1226	1.025	1.05
SC9t-2	50.16×50.62×100.14	2539.1	2.2385	2.2123	1.014	
SC9t-3	50.25×50.16×99.83	2520.54	2.2534	2.1546	1.012	
SC9t-4	50.21×50.32×100.31	2526.57	2.2522	2.2003	1.107	
SC9t-5	50.18×50.67×100.54	2542.62	2.4732	2.4031	1.112	

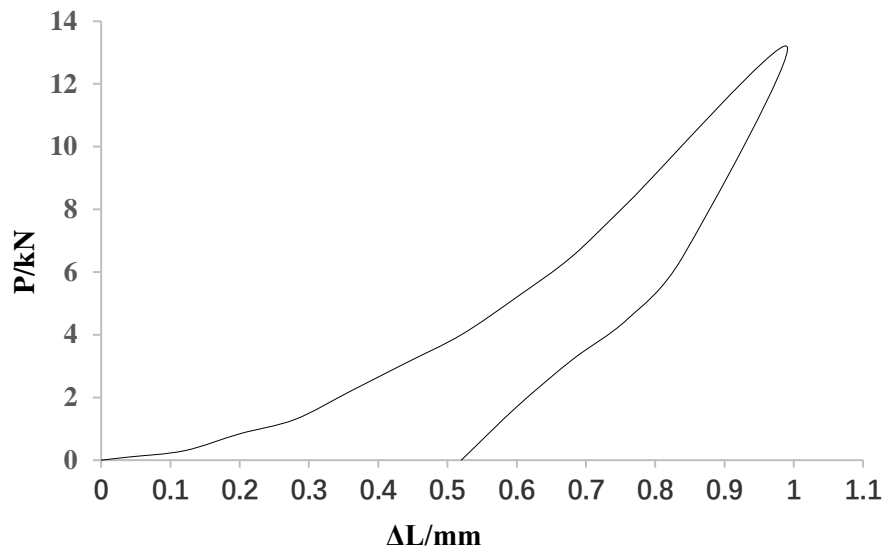


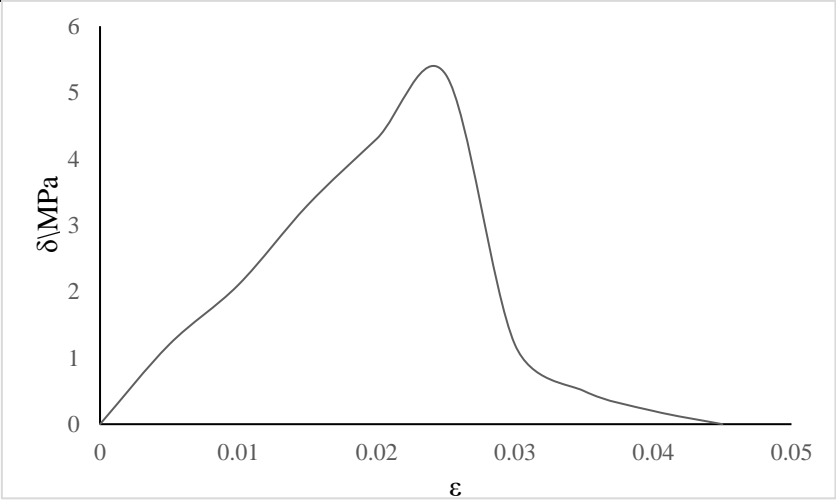
图 4-2 煤层弹性能量指数测试曲线

4.2.3 煤岩冲击能量指数

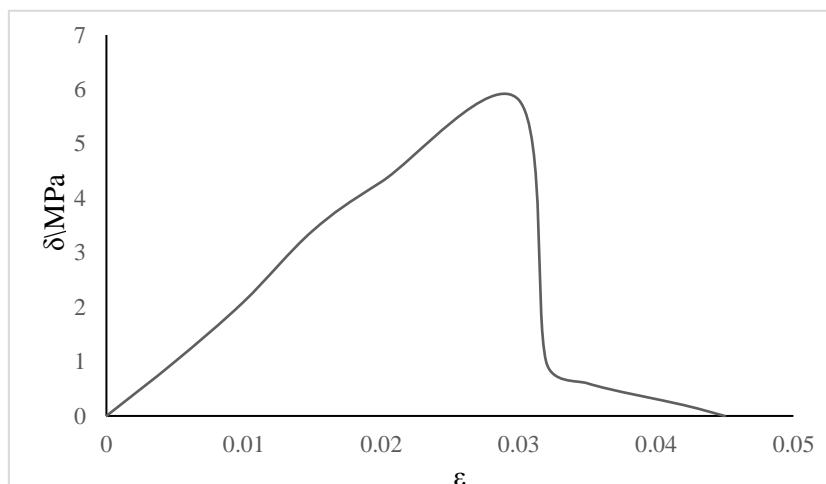
煤的冲击能量指数测定结果及典型曲线见表 4-3，图 4-3。

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 <sup>2</sup>	破坏 载荷 P /kN	抗压 强度 R <sub>c</sub> /MPa	峰值前 聚积的 变形能 A <sub>s</sub>	峰值后 损耗的 变形能 A <sub>x</sub>	冲击能 量指数 K <sub>E</sub>	冲击能 量指数 平均值
SC9c-1	50.25×50.06×100.2	2515.52	13.69	5.44	7.88	6.78	1.12	1.12
SC9c-2	50.16×50.62×100.14	2539.1	14.52	5.72	7.23	7.12	1.12	
SC9c-3	50.25×50.16×99.83	2520.54	12.71	5.04	6.58	6.33	1.24	
SC9c-4	50.21×50.32×100.31	2526.57	14.55	5.76	7.22	6.94	1.07	
SC9c-5	50.18×50.67×100.54	2542.62	14.86	5.84	7.18	6.98	1.04	



(1) 9#煤样-3



(2) 9#煤样-5

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 <sup>2</sup>	破坏载荷 P/kN	抗压强度 R <sub>c</sub> /MPa	抗压强度 平均值 /MPa
SC9c-1	50.25×50.06×100.2	2515.52	13.69	5.44	5.56
SC9c-2	50.16×50.62×100.14	2539.1	14.52	5.72	
SC9c-3	50.25×50.16×99.83	2520.54	12.71	5.04	
SC9c-4	50.21×50.32×100.31	2526.57	14.55	5.76	
SC9c-5	50.18×50.67×100.54	2542.62	14.86	5.84	

### 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 938ms，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 1.12，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 1.05，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 5.56MPa，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#煤层	1	894	1.12	1.025	5.44
	2	965	1.12	1.014	5.72
	3	873	1.24	1.012	5.04
	4	975	1.07	1.107	5.76
	5	985	1.04	1.112	5.84
	平均值	938	1.12	1.05	5.56
	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 20 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 <sup>-3</sup>	试件尺寸高度 (mm)	真密度 (g/cm <sup>3</sup> )
基本顶	1	512	2.53	100.15	2.58
	2	496	2.46	99.23	2.57
	3	498	2.52	99.02	2.60
	平均值	-	2.50	-	2.58
直接顶	1	498	2.43	99.45	2.51
	2	495	2.45	99.67	2.49
	3	501	2.54	100.54	2.63
	平均值	-	2.47	-	2.54
底板	1	498	2.46	100.13	2.51
	2	493	2.48	100.93	2.57
	3	501	2.52	100.18	2.63
	平均值	-	2.47	-	2.57

#### 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 <sup>2</sup> )	破坏载荷 (kN)	抗压强度 (MPa)	弹性模量 (GPa)
基本顶	1	50.2	100.15	1978.23	112.25	50.27	11.34
	2	50.3	99.23	1986.12	108.57	56.74	12.78
	3	50.1	99.02	1970.36	106.84	54.66	12.38
	平均值	-	-	-	109.22	55.21	12.17
直接顶	1	49.9	99.45	1954.66	108.81	55.67	12.65
	2	50.3	99.67	1986.12	105.16	52.95	13.32
	3	50.1	100.54	1970.36	104.73	53.15	10.78
	平均值	-	-	-	106.23	53.92	12.25
底板	1	49.9	100.13	1954.66	105.24	53.84	11.45
	2	49.7	100.93	1939.02	109.16	56.30	11.43
	3	50.3	100.18	1986.12	112.06	56.42	12.14

	平均值-	-	-	-	108.82	55.52	11.67
--	------	---	---	---	--------	-------	-------

#### 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)	试件截面 积 (mm <sup>2</sup> )	破坏载荷 (kN)	抗拉强度 (MPa)
基本顶	1	50.2	25.0	1978.23	5.76	2.91
	2	50.3	25.12	1986.12	5.14	2.59
	3	50.1	24.98	1970.36	4.85	2.46
	平均值	-	-	-	5.25	2.65
直接顶	1	49.9	25.02	1954.66	5.35	2.74
	2	50.3	25.32	1986.12	5.37	2.70
	3	50.1	25.15	1970.36	4.89	2.48
	平均值	-	-	-	5.2	2.64
底板	1	49.9	25.45	1954.66	5.57	2.85
	2	49.7	25.23	1939.02	6.25	3.22
	3	50.3	25.06	1986.12	5.76	2.90
	平均值	-	-	-	5.86	2.99

#### 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<sub>i</sub> (i=1,2, ...n) --上覆各岩层的弹性模量，单位为 MPa；

h<sub>i</sub> (i=1,2, ...n) --上覆各岩层的厚度，单位为 m；

$\rho_i$ —上覆各岩层的块体密度，单位为  $\text{kg/m}^3$ ；

$g$ —重力加速度，单位为  $\text{N/kg}$ 。

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  $\text{KJ}$ ；

$R_t$ --岩石试件的抗拉强度，单位  $\text{MPa}$ ；

$h$ —单一顶板厚度，单位  $\text{m}$ ；基本顶  $9.8\text{m}$ ，直接顶  $7.0\text{m}$ ；

$E$ —岩石试件的弹性模量，单位  $\text{MPa}$ 。

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  $\text{KJ}$ ；

$U_{wQi}$ --第  $i$  层弯曲能量指数，单位为  $\text{KJ}$ ；

$n$ —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  $11.51\text{kJ}$ ，直接顶弯曲能量指数为  $12.23$ ，均小于  $15\text{kJ}$ ，按国家标准  $\text{GB/T25217.1-2010}$  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( $\text{g/m}^3$ )	弹性模量 (GPa)	抗拉强度 (MPa)	弯曲能量指数 (kJ)
基本顶	5.25	2.58	12.17	2.65	11.51

直接顶	5.2	2.54	12.25	2.64	12.23
-----	-----	------	-------	------	-------

该煤层底板弯曲能量指数为 12.16kJ，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 <sup>3</sup> )	弹性模量 (GPa)	抗拉强度 (MPa)	弯曲能量指数 (kJ)
底板	6.39	2.57	11.67	2.99	12.16

## 5 结论与建议

### 5.1 结论

(1) 取样地点处于该矿井二段最低标高附近,测定的煤岩力学参数结果可以指导-430m 标高水平以上 9#煤层采掘过程中的岩石力学规律及冲击倾向性评价。

(2) 根据所采取的煤样,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》,判定双鸭山市双城煤矿有限公司 9#煤层属于 I 类,为无冲击倾向性的煤层。

(3) 根据所采取的岩样,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》,判定双鸭山市双城煤矿有限公司 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双城煤矿有限公司 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) 根据双鸭山市双城煤矿有限公司钻孔柱状图可知,9#煤层与 8#煤层之间层间距变化较大,在层间距较小时,在开采 8#煤层过程中的采动扰动会使 9#煤层顶板产生破坏,因此应加强 9#煤层顶板管理,避免出现冒顶事故。

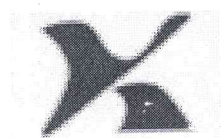
(2) 根据采掘工程平面图可知,矿井范围内存在 F3、F6、F8 等多条落差较大的断层,在两条断层附件进行采掘作业时,应加强矿压观测及顶板管理,避免地质构造引起的应力集中。

(3) 矿井改扩建之前,已开采了多个 9#煤层工作面,开采期间未出现任何动力现象,矿压观测数据丰富,可为后期开展矿压观测及顶板管理提供宝贵的借鉴。

## 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

双鸭山市双城煤矿有限公司

10#煤层煤岩冲击倾向性

## 鉴定报告

委托单位：双鸭山市双城煤矿有限公司

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





# 双鸭山市双城煤矿有限公司 10<sup>#</sup>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

测定机构信息名称：黑龙江科大科技开发有限公司

通讯地址：黑龙江省哈尔滨市松北区浦源路 2468 号

邮编：150022

联系电话：0451-88036445

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
4.2 煤层冲击倾向性鉴定结果.....	17
4.3 岩层物理力学性质.....	18
4.4 顶、底板岩层冲击倾向性鉴定.....	20
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

双城煤矿位于宝清县小城子镇境内，矿区行政区划隶属于双鸭山市宝清县小城子镇管辖，该矿井位于宝清县城西南 23km 处，隶属于双鸭山市宝清县小城子镇管辖，位于小城子镇青龙山村东北侧，从宝清县城通往七台河市的宝七公路在井田南部 1.4km 处通过，通过井田中部的原宝七公路与其相连，距宝清县火车站 23km，交通便利，详见煤矿交通位置图 1-1。

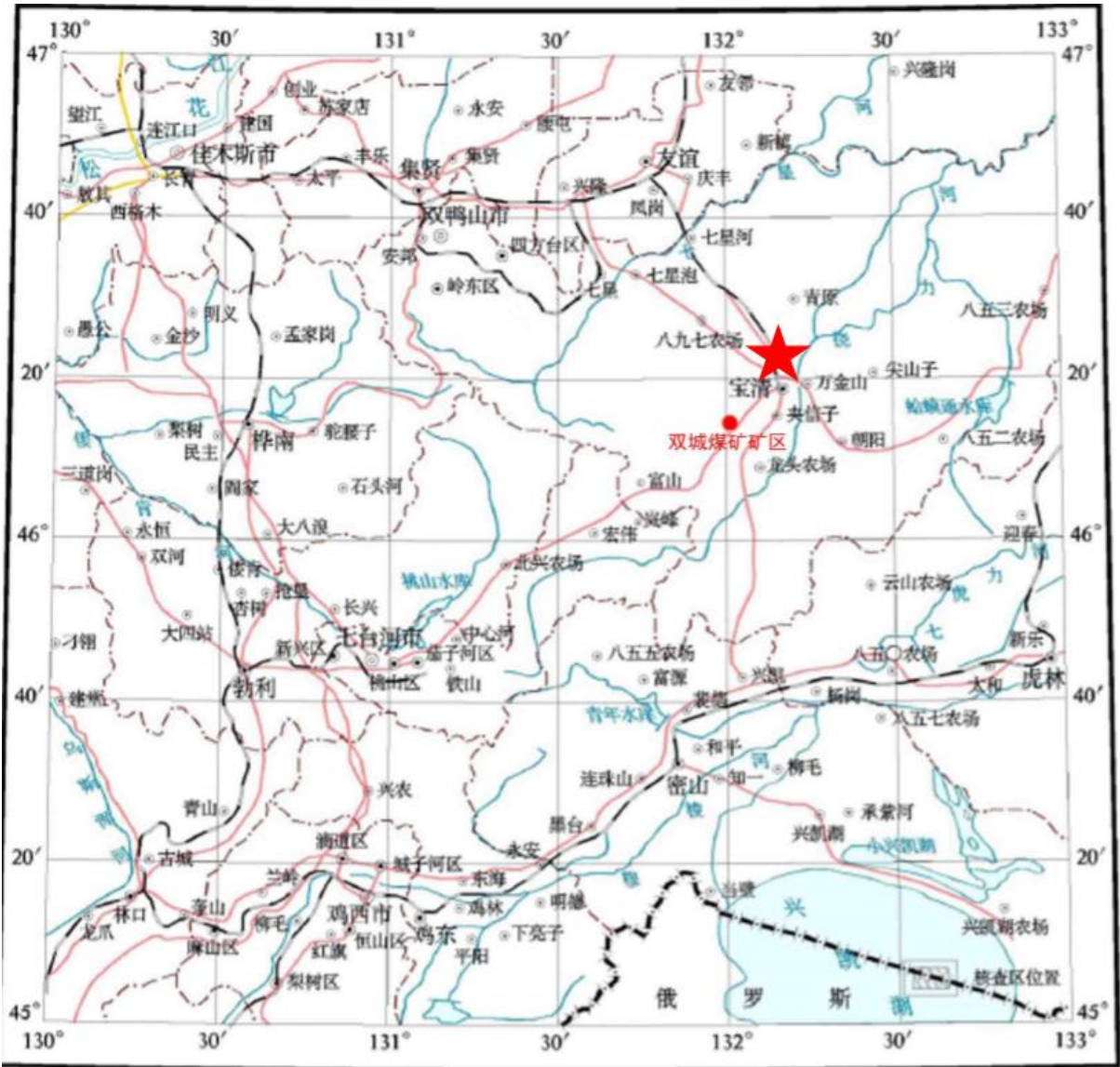


图 1-1 交通位置图

根据黑龙江国土资源厅颁发的采矿许可证(C2300002009101120040726),改扩建 改扩建后批准开采 6#、7#、7 下#、8#、9#、10#煤层等 6 个煤层,井田境界:北部以最下部煤层露头为边界,南部、东部和西部均以人为划定的技术边界为界。井田走向长度为 1.0km,倾斜宽度为 2.32km,开采面积为 2.1179km<sup>2</sup>,开采深度+164~-436m。矿区范围由 71 个拐点圈定。

该矿井地处于丘陵地区,地势西北、西南高、东南低,地表标高为 183m 至 110m,相对高差 73m,地势较为平缓,井田范围内多为农田地。

井区内东南为稻田地,井田东南边缘有宝石河由西南向北东流经,河床标高 110m,东侧区外有一条季节性小溪,该地区历年来最高洪水位线标高 112.10m,该井田处于历年来最高洪水位线标高以上。矿井充水因素主要来源于大气降水的补给,对井田开采影响不大。

该区处在中高纬度地区,属中温带大陆性季风气候,春夏秋冬四季分明。冬季长、寒冷而干燥,夏季短、温热而多雨,冬夏温差大,冬季最低气温(一月份)-36℃,夏季最高气温(七月份)36.2℃,年平均气温 3℃,全年无霜期 100~120d,每年 10 月下旬开始封冻到翌年 4 月中、下旬解冻,封冻期长达 6 个月,冻土层最大厚度可达 2m,一般在 1.60~1.80m,无永冻层,年平均降水量 575mm,最大可达 827mm,最小为 324mm,每年 7-9 月为雨季。春夏两季风向一般以东-东南风为主,风力一般在 1~2 级,有时有 5 级以上大风天,冬季一般以西-西北风为主,风力一般在 2 级以上,时有暴风雪天气,持续时间一般 1~2d,全年主导风向为西北。

瓦斯:根据黑龙江科大科技开发有限公司完成的 2022 年《双鸭山市双城煤矿有限公司瓦斯等级鉴定报告》,双鸭山市双城煤矿有限公司矿井瓦斯绝对涌出量 1.21m<sup>3</sup>/min 相对涌出量 2.61m<sup>3</sup>/t,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,所取试样在二段井底车场石门见煤点,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	二段井底车场石门见煤点	-430m	200×200×200mm	5
底板			200×200×200mm	3
煤样			200×200×200mm	3

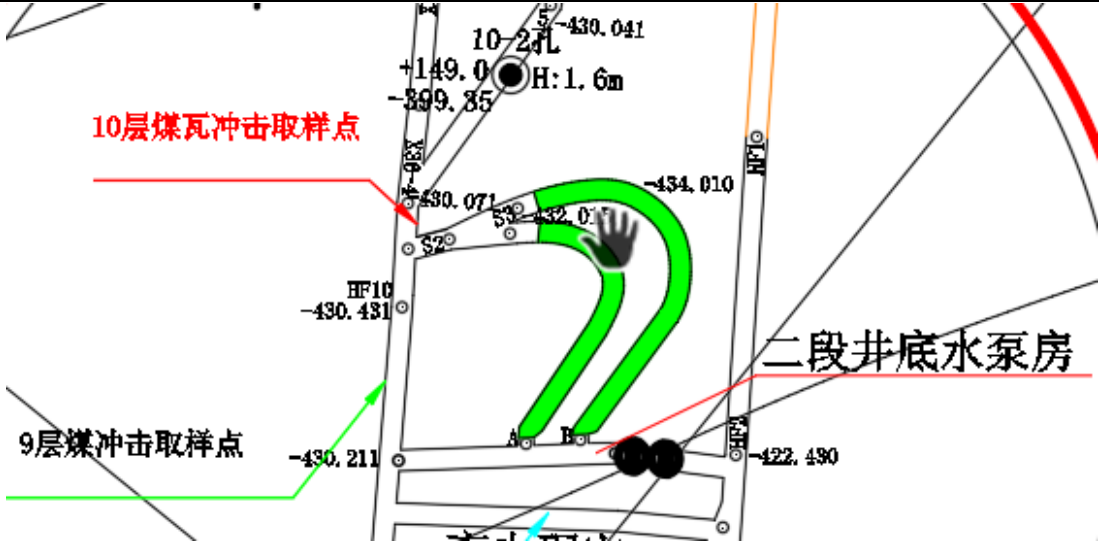


图 1-2 煤层及顶底板取样位置图

灰色、以粉砂为主、水平层理、完整	互层	5.00	5.55	417.20	....	....
					...	...
					....	....
					...	...
灰黑色、完整、水平层理	54°粉砂岩	4.20	4.85	422.05	....	....
黑色、半亮煤、块状及粉状质佳	10煤	1.60	2.55	424.60	....	....
乳白色、质纯	凝灰岩	0.20	0.30	424.90	....	....
灰黑色、水平层理、完整	粉砂岩	2.00	2.20	427.10	....	....
					..	..

图 1-3 10#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 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) 双城煤矿相关地质资料。

### 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/T25217.1-2010）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  $50\text{ mm} \times 50\text{ mm} \times 100\text{ mm}$ 、 $\phi 50\text{ mm} \times 100\text{ mm}$  和  $\phi 50\text{ mm} \times 20\text{ mm}$ ，共加工煤、岩样试件 15 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:  $\sigma_c$ —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,  $\text{mm}^2$ 。

b. 试件的单轴抗拉强度计算公式:

$$\sigma_t = 2P/\pi DL \quad (3-2)$$

式中:  $\sigma_t$ —岩石单轴抗拉强度, MPa;

$P$  —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)。

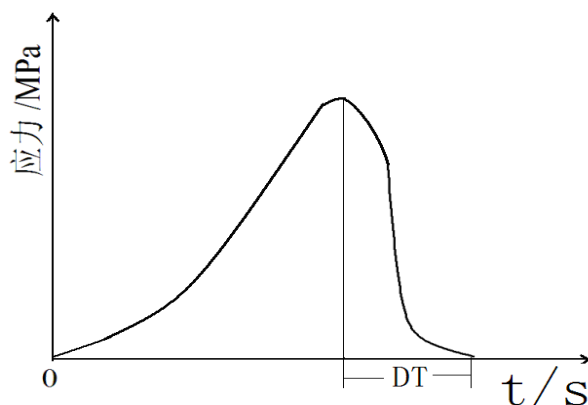


图 3-4 动态破坏时间示意图

### 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  $\phi_{SE}$  与产生塑性变形消耗的能量  $\phi_{SP}$  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；

$\phi_{SE}$  ——为弹性应变能，即卸载曲线下的面积， $\text{mm}^2$ ；

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

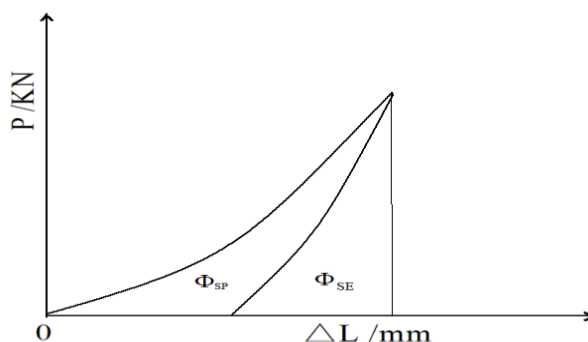


图 3-5 弹性能量指数计算示意图

## 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。

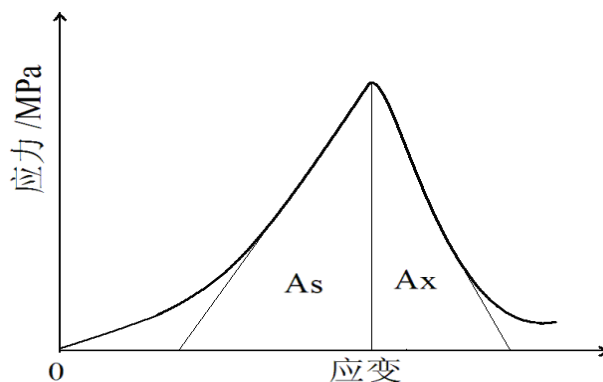


图 3-6 冲击能量指数计算示意图

## (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；

$\rho_i$ ——上覆各岩层的块体密度，单位为  $\text{kg/m}^3$ ；

$g$ ——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

双城煤矿 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 <sup>-3</sup>	真密度 /kg·m <sup>-3</sup>	含水率 %	自然吸水率 %	备注
10#煤层	1	1501.33	1510.56	1.42	3.25	
	2	1503.67	1513.17	1.41	4.13	
	3	1498.18	1504.43	1.38	4.07	
	平均值	1501.06	1509.39	1.40	3.82	

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。

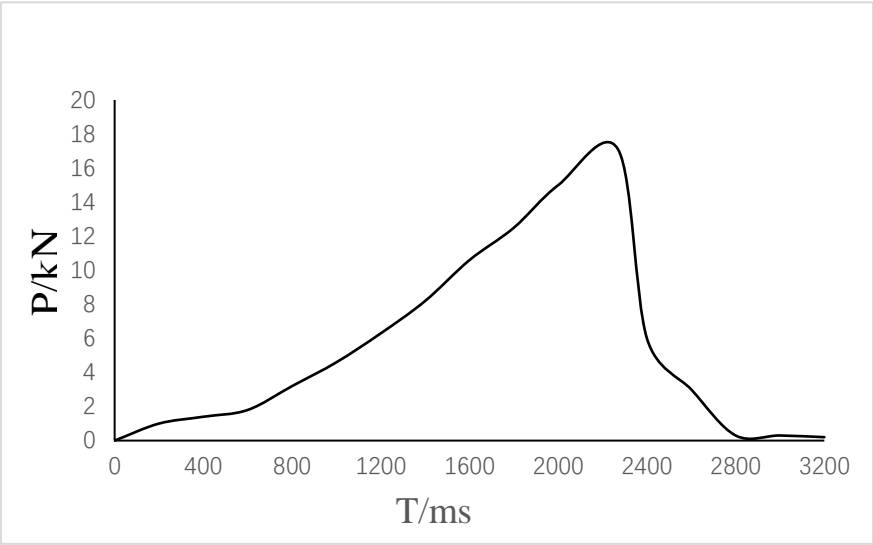
4.2.1 动态破坏时间

煤的动态破坏时间测定结果及典型曲线见表 4-2、图 4-1。

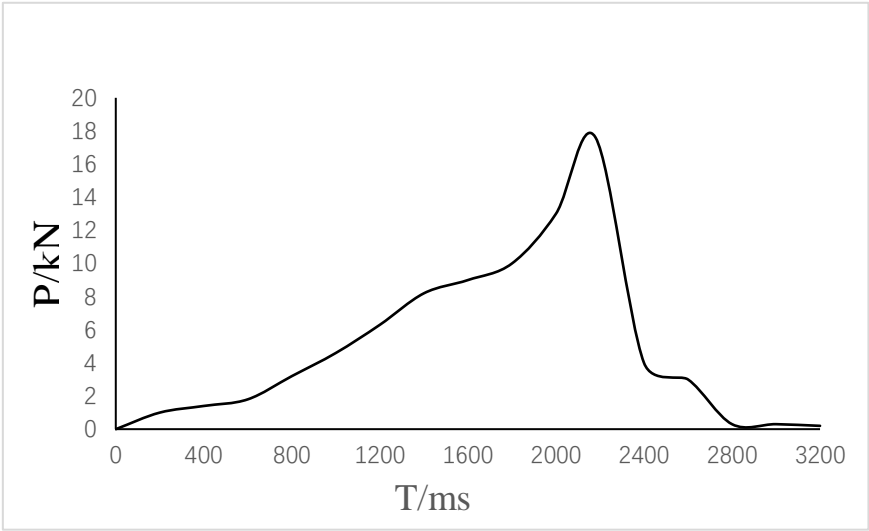
表 4-2 煤样动态破坏时间测定结果

试件编号	试件尺寸 长×宽×高 /mm×mm×mm	截面积 /mm <sup>2</sup>	破坏载 荷 P/kN	抗压强度 R <sub>c</sub> /MPa	破坏时间 DT/ms	破坏时间 平均值 /ms
SC10d-1	50.12×50.28×100.42	2520.03	15.27	6.06	948	978
SC10d-2	49.14×50.06×100.92	2459.95	16.21	6.59	1012	
SC10d-3	50.34×51.26×101.16	2580.42	17.21	6.67	981	
SC10d-4	50.44×50.77×100.88	2560.83	17.11	6.68	930	
SC10d-5	50.87×50.26×100.25	2556.72	17.59	6.88	1020	





(1) 10#煤样-4



(2) 10#煤样-5

图 4-1 煤层煤样动态破坏时间测试曲线

4.1.2 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 <sup>2</sup>	弹性 变形能 Φ <sub>SE</sub>	塑性 变形能 Φ <sub>SP</sub>	弹性能 指数 W <sub>ET</sub>	弹性能 指数平 均值
SC10t-1	50.12×50.28×100.42	2520.03	2.1956	2.1753	1.035	1.06
SC10t-2	49.14×50.06×100.92	2459.95	2.2201	2.2131	1.034	
SC10t-3	50.34×51.26×101.16	2580.42	2.2264	2.2134	1.032	
SC10t-4	50.44×50.77×100.88	2560.83	2.2015	2.1552	1.102	

SC10t-5	50.87×50.26×100.25	2556.72	2.2645	2.2364	1.110	
---------	--------------------	---------	--------	--------	-------	--

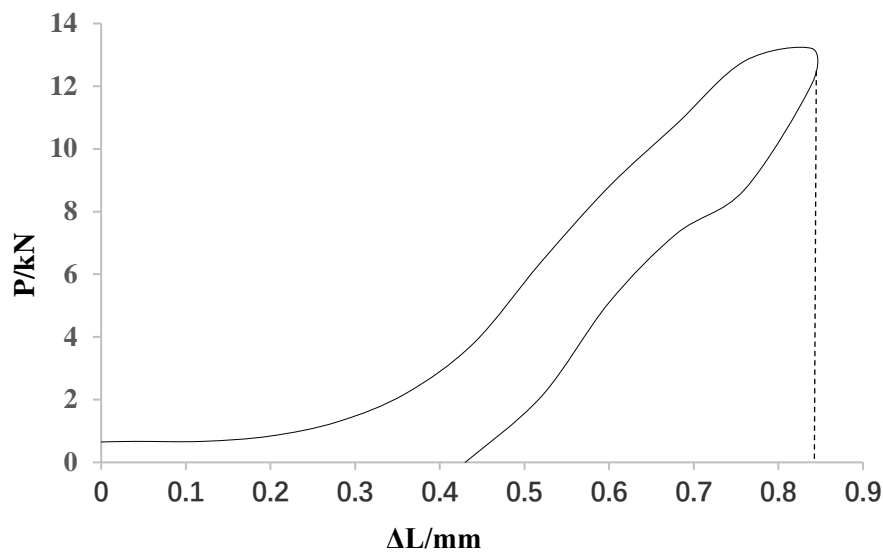


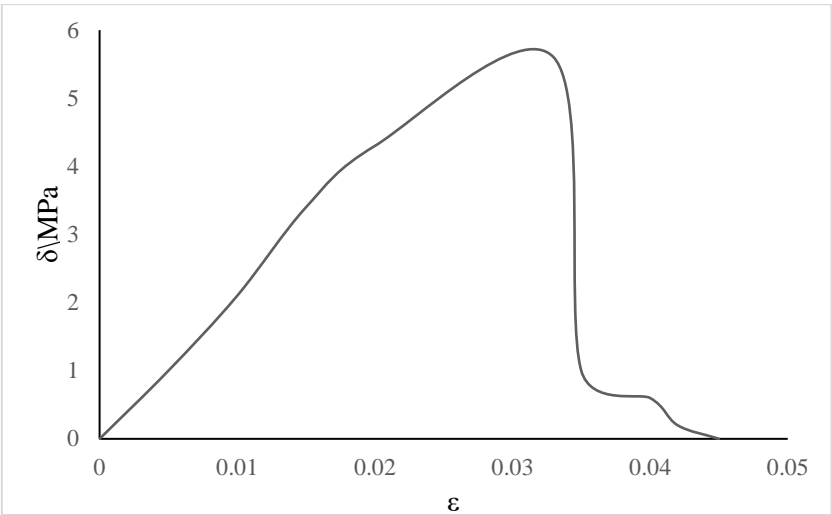
图 4-2 煤层弹性能量指数测试曲线

4.1.3 煤岩冲击能量指数

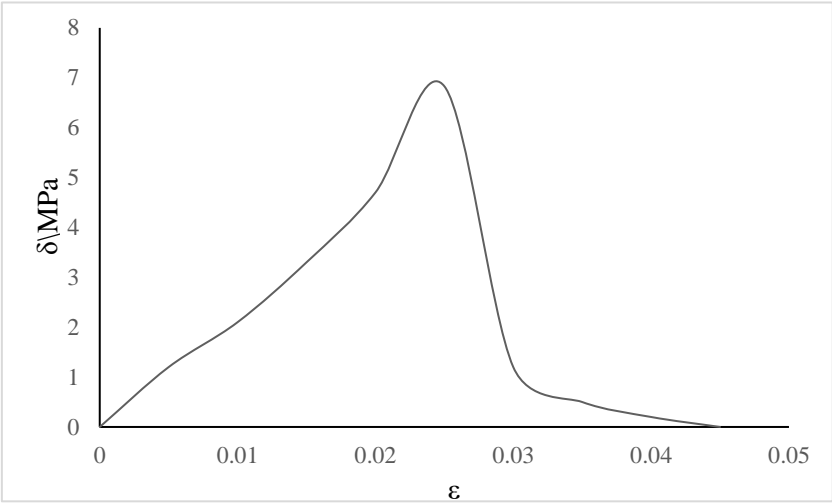
煤的冲击能量指数测定结果及典型曲线见表 4-3，图 4-3。

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 <sup>2</sup>	破坏 载荷 <i>P</i> /kN	抗压 强度 <i>R<sub>c</sub></i> /MPa	峰值前 聚积的 变形能 <i>A<sub>s</sub></i>	峰值后 损耗的 变形能 <i>A<sub>x</sub></i>	冲击能 量指数 <i>K<sub>E</sub></i>	冲击能 量指数 平均值
SC10c-1	50.12×50.28×100.42	2520.03	15.27	6.06	7.89	7.04	1.12	1.07
SC10c-2	49.14×50.06×100.92	2459.95	16.21	6.59	7.51	7.01	1.07	
SC10c-3	50.34×51.26×101.16	2580.42	17.21	6.67	6.45	6.04	1.07	
SC10c-4	50.44×50.77×100.88	2560.83	17.11	6.68	7.21	6.89	1.05	
SC10c-5	50.87×50.26×100.25	2556.72	17.59	6.88	7.13	6.99	1.02	



(1) 10#煤样-1



(2) 10#煤样-5

图 4-3 10#煤层煤的单轴压缩试验曲线

4.1.4 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 <sup>2</sup>	破坏载荷 P/kN	抗压强度 R <sub>c</sub> /MPa	抗压强度 平均值 /MPa
SC10c-1	50.12×50.28×100.42	2520.03	15.27	6.06	6.58
SC10c-2	49.14×50.06×100.92	2459.95	16.21	6.59	
SC10c-3	50.34×51.26×101.16	2580.42	17.21	6.67	
SC10c-4	50.44×50.77×100.88	2560.83	17.11	6.68	
SC10c-5	50.87×50.26×100.25	2556.72	17.59	6.88	

## 4.2 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 978ms，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 1.07，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 1.06，小于 2，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 6.58MPa，小于 7MPa，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》，判断该煤试样单轴抗压强度的冲击倾向性为 I 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)
10#煤层	1	948	1.12	1.035	6.06
	2	1012	1.07	1.034	6.59
	3	981	1.07	1.032	6.67
	4	930	1.05	1.102	6.68
	5	1020	1.02	1.110	6.88

	平均值	978	1.07	1.06	6.58
	冲击倾向性判定	无	无	无	无
综合判定结果		无冲击倾向性			

4.3 岩层物理力学性质

根据测试要求，共计加工了 24 块 φ50×100mm 和 φ50×25mm 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。

4.3.1 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 <sup>-3</sup>	试件尺寸高度（mm）	真密度（g/cm <sup>3</sup> ）
基本顶	1	512	2.57	100.12	2.63
	2	516	2.66	100.23	2.71
	3	508	2.56	99.72	2.62
	平均值	-	2.59	-	2.65
直接顶	1	512	2.63	100.45	2.72
	2	505	2.55	99.62	2.69
	3	501	2.54	100.54	2.63
	平均值	-	2.57	-	2.68
底板	1	508	2.56	100.15	2.72
	2	503	2.49	100.33	2.53
	3	501	2.53	100.15	2.68
	平均值		2.53	-	2.64

4.3.2 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 <sup>2</sup> ）	破坏载荷（kN）	抗压强度（MPa）	弹性模量（GPa）
基本顶	1	50.1	100.12	1970.36	113.35	57.53	9.32

	2	50.2	100.23	1978.23	108.57	54.88	9.17
	3	50.1	99.72	1970.36	116.24	58.99	10.38
	平均值	-	-	-	112.72	57.13	9.62
直接顶	1	50.2	100.45	1978.23	114.81	58.04	10.64
	2	50.3	99.62	1986.12	115.11	57.96	10.37
	3	50.1	100.54	1970.36	114.13	57.92	10.78
	平均值	-	-	-	114.68	57.97	10.6
底板	1	50.4	100.15	1994.03	115.24	57.79	10.45
	2	49.9	100.33	1954.66	119.13	60.95	10.49
	3	50.3	100.15	1986.12	118.16	59.49	9.44
	平均值-	-	-	-	117.51	59.41	10.13

#### 4.3.3 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)	试件截面 面积 (mm <sup>2</sup> )	破坏载荷 (kN)	抗拉强度 (MPa)
基本顶	1	50.1	25.21	1970.36	6.16	3.13
	2	50.2	25.15	1978.23	5.14	2.60
	3	50.1	24.95	1970.36	6.45	3.27
	平均值	-	-	-	5.92	3
直接顶	1	50.2	25.05	1978.23	6.32	3.19
	2	50.3	25.52	1986.12	5.37	2.70
	3	50.1	25.25	1970.36	6.35	3.22
	平均值	-	-	-	6	3.04
底板	1	50.4	25.05	1994.03	6.57	3.29
	2	49.9	25.13	1954.66	6.25	3.20
	3	50.3	25.02	1986.12	6.33	3.19
	平均值	-	-	-	6.38	3.23

#### 4.4 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；

$\rho_i$ —上覆各岩层的块体密度，单位为  $\text{kg/m}^3$ ；

$g$ —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 14.53kJ, 直接顶弯曲能量指数为 13.55, 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 <sup>3</sup> )	弹性模量 (GPa)	抗拉强度 (MPa)	弯曲能量指数 (kJ)
基本顶	5.92	2.65	9.62	3	14.53
直接顶	6	2.68	10.6	3.04	13.55

该煤层底板弯曲能量指数为 12.79kJ, 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 <sup>3</sup> )	弹性模量 (GPa)	抗拉强度 (MPa)	弯曲能量指数 (kJ)
底板	6.38	2.64	10.13	3.23	12.79



## 5 结论与建议

### 5.1 结论

(1) 取样地点处于该矿井二段最低标高附近,测定的煤岩力学参数结果可以指导-430m 标高水平以上 10#煤层采掘过程中的岩石力学规律及冲击倾向性评价。

(2) 根据所采取的煤样,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》,判定双鸭山市双城煤矿有限公司 10#煤层属于 I 类,为无冲击倾向性的煤层。

(3) 根据所采取的岩样,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》,判定双鸭山市双城煤矿有限公司 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双城煤矿有限公司 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) 根据双鸭山市双城煤矿有限公司钻孔柱状图可知,10#煤层上覆顶板岩层分布中,最大厚度岩层为 10.5m 炭质页岩,直接顶为粉砂岩,炭质页岩一般均含夹层,因此在受采动影响时,容易垮落,不会形成冲击条件。

(2) 根据采掘工程平面图可知,矿井范围内存在 F3、F6、F8 等多条落差较大的断层,在两条断层附件进行采掘作业时,应加强矿压观测及顶板管理,避免地质构造引起的应力集中。

(3) 10#煤层厚度较大,作为矿井主要生产的采煤工作面,开采期间应合理布置工作面,避免采掘接续紧张形成相互采动影响。

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。