

鑫达煤矿 7 煤煤岩冲击倾向性 鉴定报告



矿井名称: 宝清县鑫达煤矿
鉴定类别: 委托测定
鉴定日期: 2019.4.15

黑龙江科大科技开发有限公司

黑龙江科技大学

2019 年 4 月 15 日



鑫达煤矿 7 煤煤岩冲击倾向性鉴定报告

声明:

- 1、本测定报告在黑龙江科技大学黑龙江省普通高校采矿工程重点实验室内完成。
- 2、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。
- 3、未经批准不得复制测定报告。

鉴定报告声明

测定机构信息名称：黑龙江科技大学黑龙江省普通高校采矿工程重点实验室

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：045188036803

黑龙江科大科技开发有限公司

黑龙江科技大学

2019 年 4 月 15 日

项目负责人：刘永立

参加人员：

姓名	职称/学历	专业	负责项目内容	备注
刘永立	教授	采矿工程	项目指导	
秦涛	副教授	采矿工程	报告审核	
董长吉	讲师	采矿工程	报告审核	
刘志军	讲师	采矿工程	报告编写	
迟学海	工程师	采矿工程	报告编写	
李涛	讲师	采矿工程	报告编写	
刘刚	助教	采矿工程	报告编写	
孙洪茹	硕士研究生	采矿工程	报告编写	
刘恒	硕士研究生	采矿工程	报告编写	
王磊	硕士研究生	采矿工程	室内实验	
段燕伟	硕士研究生	采矿工程	室内实验	
卫泽	硕士研究生	采矿工程	室内实验	

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.....	6
3.3 试验.....	6
4 试验结果	10
4.1 煤层冲击倾向性指标测定.....	10
4.2 煤层冲击倾向性鉴定结果.....	16
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.....	19
5 结论与建议	21
5.1 结论.....	21
5.2 建议.....	21
附录 A 冲击倾向性综合评判结果.....	22

1 项目概况

1.1 矿井概况

宝清县鑫达煤矿位于宝清县城 335° 方位直线距离 21 千米左右的五九七农场一分场附近，矿区距五九七农场场部 8 千米左右，宝清县城通往双鸭山市的省道（S307）途经五九七农场场部，乌五路从矿区外南侧通过，友宝公路从矿区东北角通过，交通较为方便。矿区行政区划属宝清县宝清镇管辖，地面均为五九七农场农田，矿区中心地理坐标：东经 132° 04′ 17″，北纬 46° 29′ 27″。井田交通位置图见图 1-1。

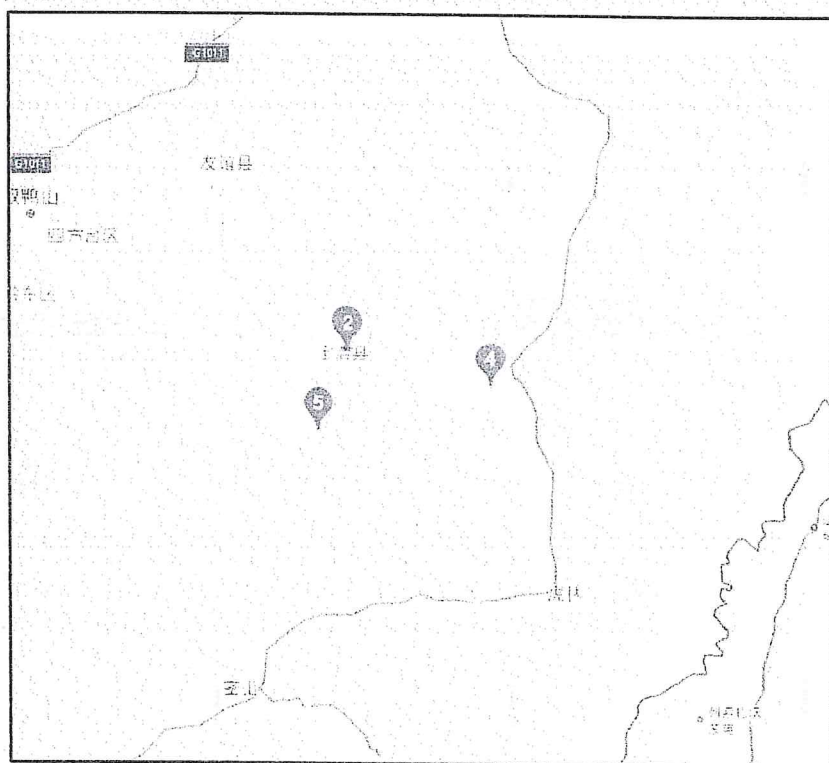


图 1-1 井田交通位置图

矿区内煤系地层呈单斜构造，走向近东西，向北倾斜，倾角一般 4° ~15°。煤层在倾向、倾角上有一定的变化，总体为浅部倾角 10° 左右，中部平缓 5° 左右，深部为 15° 左右。构造以断裂构造为主，矿区内发育有两条较大的正断层，编号分别为 F4 和 F5；矿区外围东部发育两条断层，编号为 F1 和 F3，矿区外围西部发育一条断层，编号为 F6。在矿井生产过程中发现在靠近断层 F5 附近小断裂构造较为发育还伴有辉绿岩脉侵入，局部由于构造密集发育使煤层不可采；另

外矿井生产过程中还发现了多条北西向正断层，其落差在 2 米以内，对生产影响不大。

受宝清县鑫达煤矿的委托，对鑫达煤矿 7 煤及其顶、底板岩层的冲击倾向性进行测定与分析。主要依据“GB/T 25217《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的测定方法（GB/T 25217.1-2010），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

本次鉴定所取煤岩层为鑫达煤矿送检的 7 煤及其顶、底板岩层。取样标准遵照中华人民共和国国家标准 GB/T 23561.1-2009 《采样一般规定》执行，所采的煤样规格大体 $250\text{mm}\times 250\text{mm}\times 250\text{mm}$ ，其高度方位垂直于煤层的层理面，岩层采用现场取岩块的采样方法，具体位置及取样数量如表 1-1 和图 1-2 所示。7 煤煤层上方单层厚度大于 2m 顶板岩性由下到上为中砂岩，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	七层左五片切眼位置	-138.1m	250×250×250mm	3 块
底板			250×250×250mm	3 块
煤样			250×250×250mm	3 块

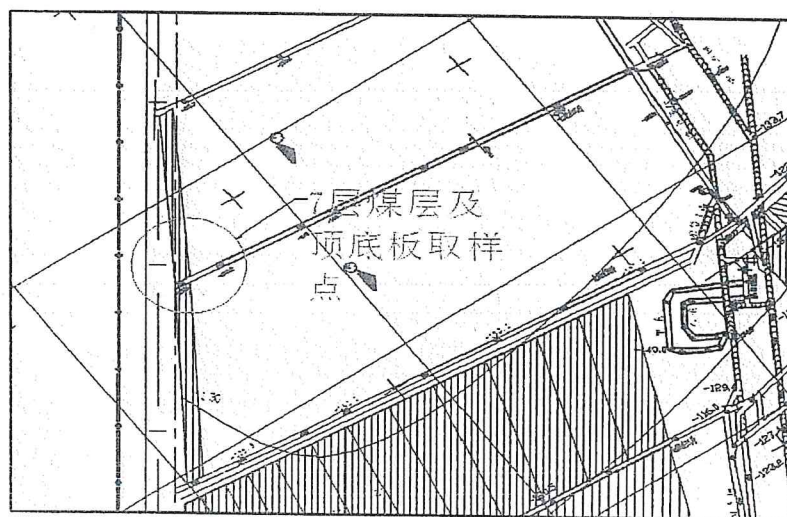


图 1-2 7 煤煤层及顶底板取样点

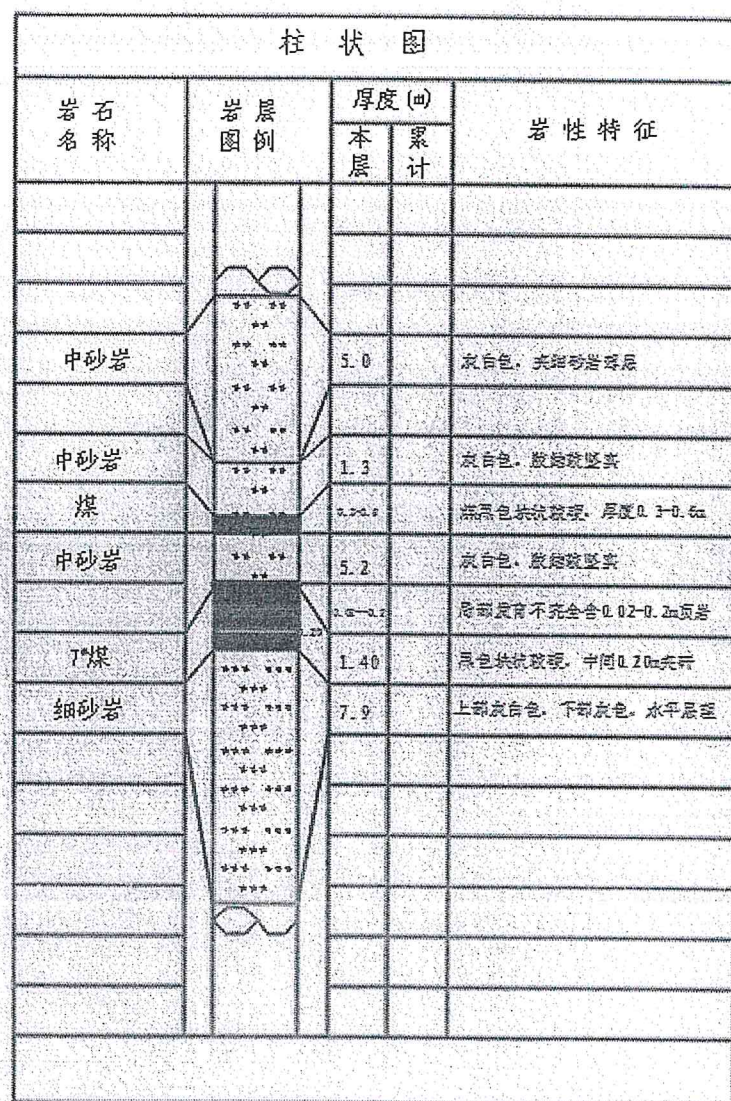


图 1-3 煤层及顶、底板综合柱状图

1.3 数据来源

本次鉴定所取岩层为鑫达煤矿送检的 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黑龙江省普通高校采矿工程重点实验室。

2 冲击倾向性测定的相关标准及内容

2.1 测定依据

本次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试方法》；
- (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 23561.10-2010 《煤和岩石抗拉强度测定方法》；
- (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 《煤的冲击倾向分类及指数的测定方法》；

2.2 测定内容

此次鑫达煤矿 7 煤及其顶、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 煤的冲击倾向性类别、名称及指数

类别	I 类	II 类	III 类
冲击倾向	无	弱	强
动态破坏时间 (ms)	$DT > 500$	$50 < DT \leq 500$	$DT \leq 50$

指 数	弹性能量指数	$W_{ET} < 2$	$2 \leq W_{ET} < 5$	$W_{ET} \geq 5$
	冲击能量指数	$K_E < 1.5$	$1.5 \leq K_E < 5$	$K_E \geq 5$
	单轴抗压强度 (MPa)	$R_C < 7$	$7 \leq R_C < 14$	$R_C \geq 14$

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

测定 7 煤顶、底板岩层的密度、弹性模量及抗拉强度，结合其厚度计算其弯曲能量指数及复合岩层弯曲能量指数，判定顶、底板岩层的冲击倾向性。表 2-2 是判定岩层冲击倾向性类别的依据。

表 2-2 顶板岩层冲击倾向性类别、名称及指数

类 别	I 类	II 类	III 类
名 称	无冲击倾向	弱冲击倾向	强冲击倾向
弯曲能量 (kJ)	$U_{wQ} \leq 15$	$15 < U_{wQ} \leq 120$	$U_{wQ} > 120$

3 试件加工与试验

3.1 试件加工

将煤块用锯石机锯成 $50 \times 50 \times 100$ 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 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。

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 $50 \times 50 \times 100$ mm、 $\phi 50 \times 100$ mm 和 $\phi 50 \times 25$ mm,共加工煤岩样试件 70 块。

3.3 试验

3.3.1 试验设备与仪器

加载设备: TAW-2000 电液伺服岩石三轴试验系统,见图 3-1,试样的应变实时测定见图 3-2。数据处理设备:计算机及试验机配套数据分析软件。

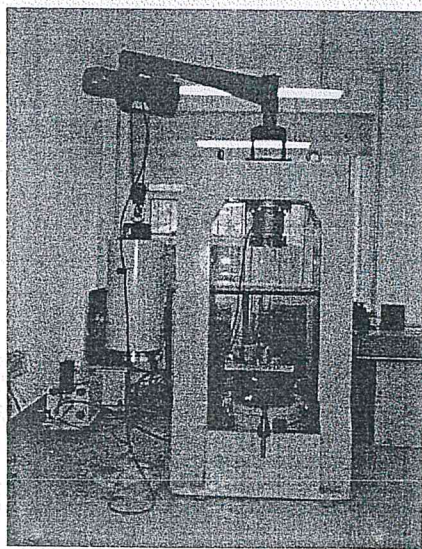


图 3-1 TAW-2000 电液伺服岩石三轴试验系统图

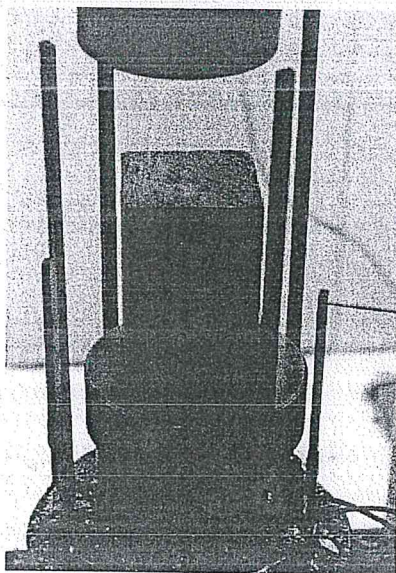


图 3-2 试样的应变实时测定

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:

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

式中: σ_t —岩石单轴抗拉强度, MPa;

P —岩石试件破坏载荷, 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

用载荷传感器测量试件承受的载荷, 直至试件破坏。测得的信号通过动态电阻应变仪传给毫秒级的计算机数据采集处理系统, 该系统根据测得数据, 直接绘出相应的动态破坏时间曲线, 并可将曲线图中最大破坏载荷的关键处放大, 精确地给试件的动态破坏时间 (DT 值)。

b. 弹性能量指数

用载荷传感器测量试件承受的载荷,用位移传感器测量试件的轴向变形,直至试件破坏。测得的信号,由计算机数据采集系统记录、贮存,并直接绘出弹性能量指数计算图,再由计算机直接积分出弹性应变能值和总应变能值。

c. 冲击能量指数

用载荷传感器测量试件承受的载荷,用位移传感器测量试件的全程轴向变形,用毫秒级高速计算机数据采集处理系统采集测得的数据,并根据测试数据给出试件的全应力应变曲线图,再按标准要求由计算机积分出峰值前积聚的变形能和峰值后耗损变形能。

(3) 顶板弯曲能量指数计算

上覆岩层载荷自煤层顶板起,自下而上,按式(3-3)计算:

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

式中:

q ——单位宽度上覆岩层载荷,单位为兆帕(MPa);

$E_i(i=1,2,\dots,n)$ ——上覆各岩层的弹性模量,单位为兆帕(MPa);

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

$\rho_i(i=1,2,\dots,n)$ ——上覆各岩层的块体密度,单位为千克每立方米(kg/m^3);

g ——重力加速度,单位为牛每千克(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(3-4)计算:

$$U_{wQ} = 102.6 \frac{(R_t)^{\frac{5}{2}} h^2}{q^{\frac{1}{2}} E} \quad (3-4)$$

式中:

U_{wQ} ——单一顶板弯曲能量指数,单位为千焦(kJ);

R_t ——岩石试件的抗拉强度,单位为兆帕(MPa);

h ——单一顶板厚度,单位为米(m);

E ——岩石试件的弹性模量,单位为兆帕(MPa)。

复合顶板弯曲能量指数按式 (3-5) 计算:

$$U_{wQS} = \sum_{i=1}^n U_{wQi} \quad (3-5)$$

式中:

U_{wQS} ——复合顶板弯曲能量指数, 单位为千焦 (kJ);

U_{wQi} ——第 i 层弯曲能量指数, 单位为千焦 (kJ);

n ——顶板分层数。

4 试验结果

4.1 煤层冲击倾向性指标测定

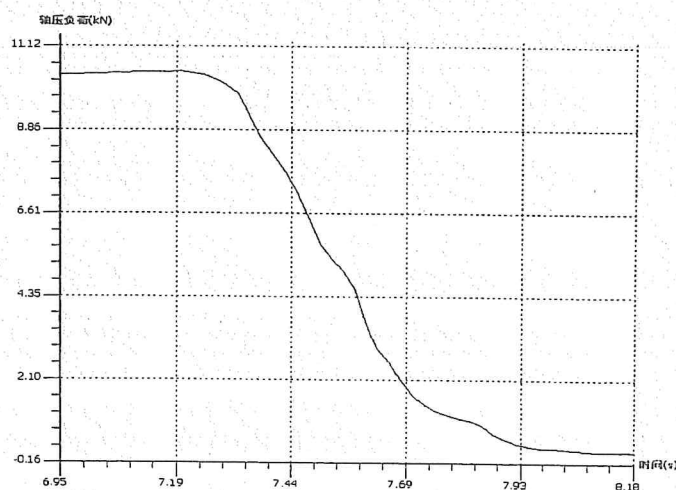
根据测试要求, 共计加工了 25 块 $50 \times 50 \times 100$ mm 的煤样, 用于煤的冲击倾向性测定, 测试内容包括煤的动态破坏时间、弹性能量指数、冲击能量指数和单轴抗压强度。

4.1.1 动态破坏时间

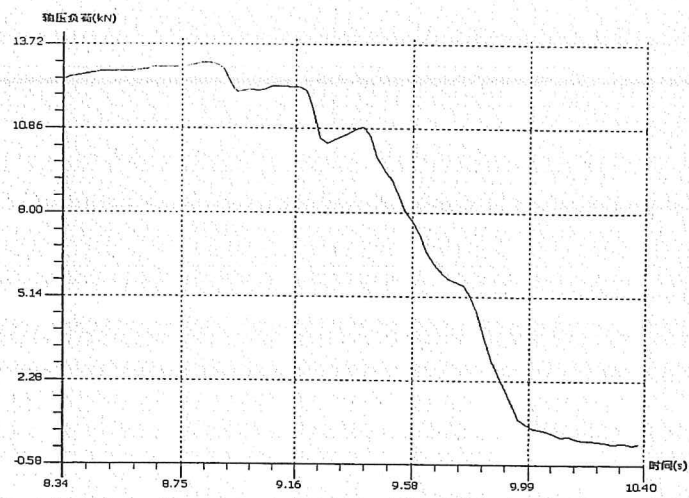
煤的动态破坏时间测定结果及典型曲线见表 4-1、图 4-1。

表 4-1 煤样动态破坏时间测定结果

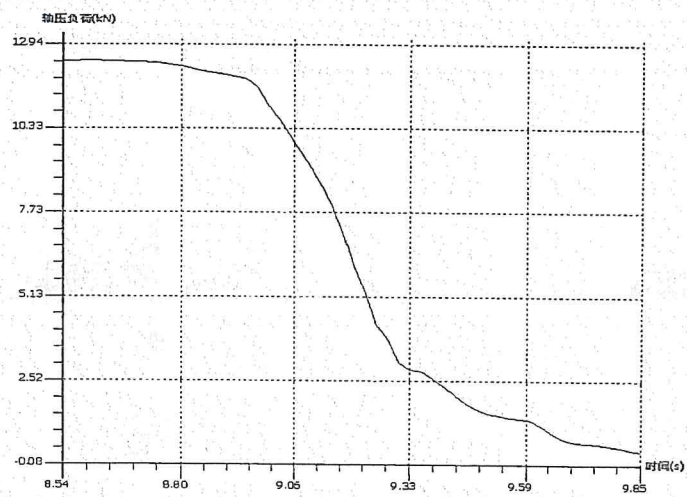
煤样	试件编号	试件尺寸边长 (mm)	试件尺寸宽度 (mm)	试件尺寸高度 (mm)	截面积 (mm^2)	破坏时间 (ms)	平均破坏时间 (ms)
7 煤	1-C-1	50.24	50.83	100.24	2553.70	971	769
	1-C-2	50.22	50.27	100.11	2524.56	713	
	1-C-3	50.18	50.16	100.09	2517.03	546	
	1-C-4	50.01	50.17	100.56	2509.00	1271	
	1-C-5	50.34	50.32	100.26	2533.11	342	



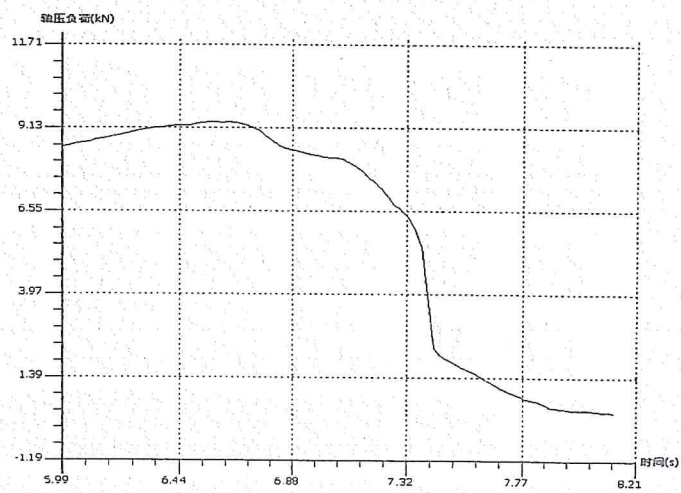
(a)煤动态破坏时间测试曲线-1



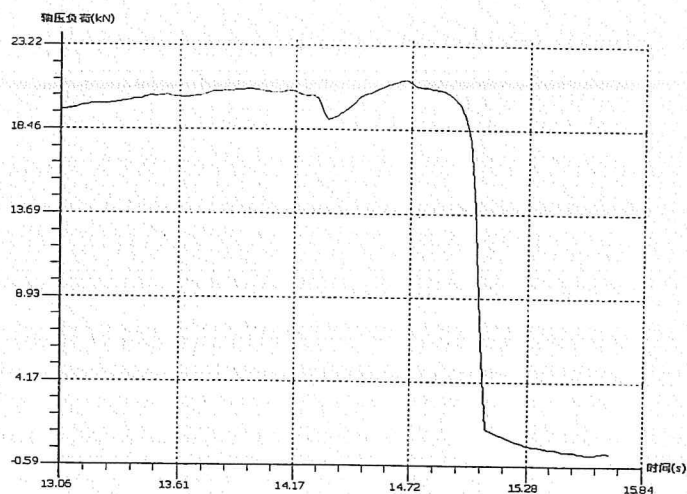
(b)煤动态破坏时间测试曲线-2



(c)煤动态破坏时间测试曲线-3



(d)煤动态破坏时间测试曲线-4



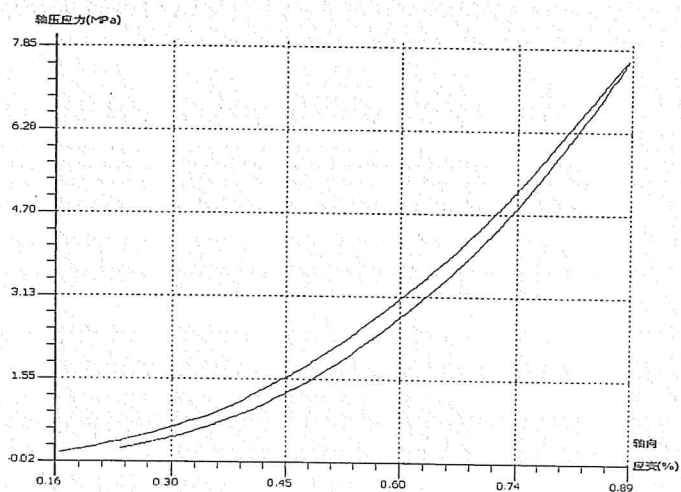
(e)煤动态破坏时间测试曲线-5
图 4-1 煤层试样典型动态破坏时间曲线

4.1.2 弹性能量指数

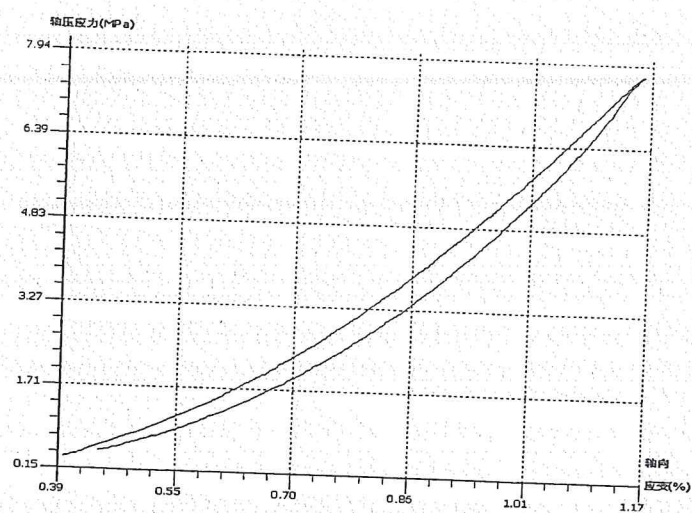
煤的弹性能量指数测定结果及典型曲线见表 4-2、图 4-2。

表 4-2 煤样弹性能量指数测定结果

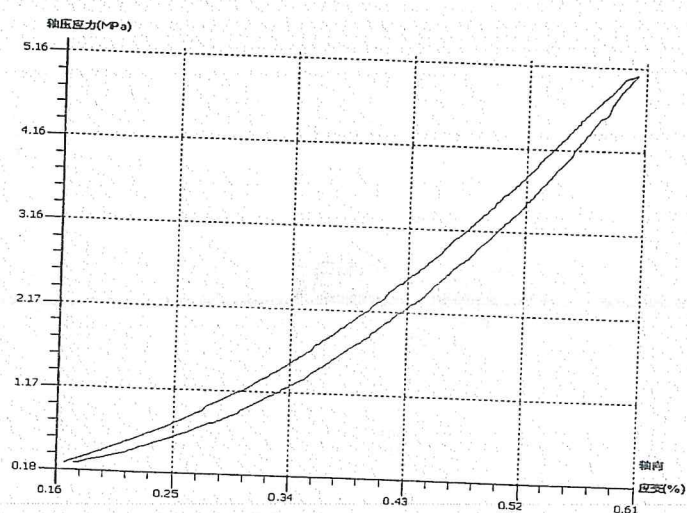
煤样	试件 编号	试件尺寸边 长 (mm)	试件尺寸宽度 (mm)	试件尺寸高度 (mm)	截面积 (mm ²)	弹性能指 数 W_{Et}	平均弹性能指 数 W_{Et}
7 煤	2-C-1	50.19	50.29	100.54	2524.06	3.515	3.98
	2-C-2	50.62	50.47	100.25	2554.79	3.230	
	2-C-3	50.69	50.22	100.22	2545.65	5.844	
	2-C-4	50.14	50.30	100.37	2522.04	4.880	
	2-C-5	50.30	50.39	100.27	2534.62	2.422	



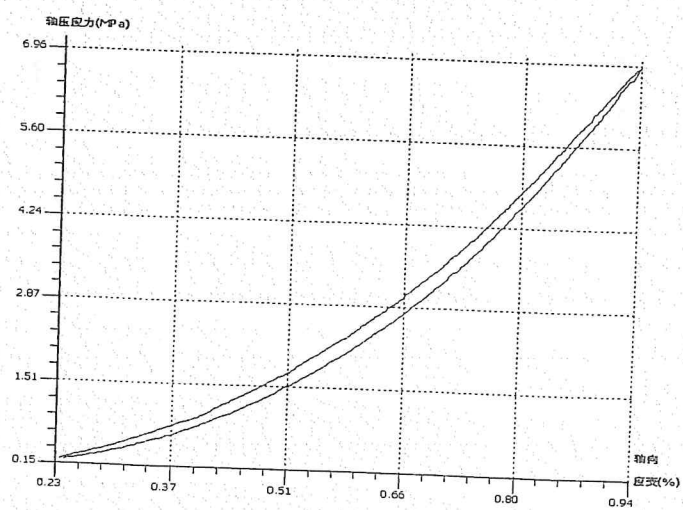
(a)煤弹性能量指数测试曲线-1



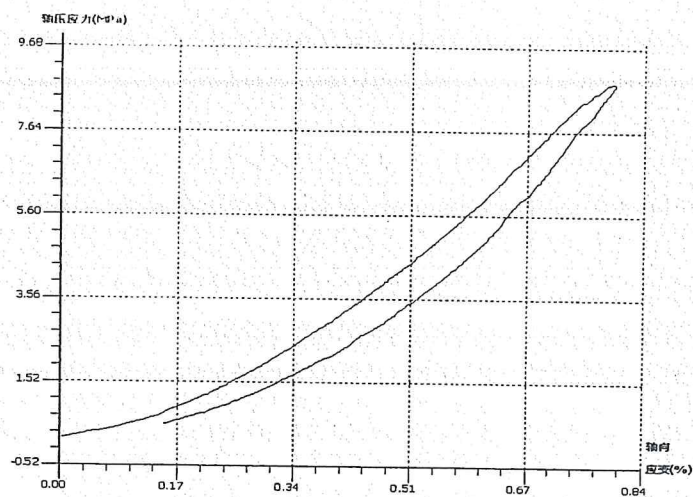
(b)煤弹性能量指数测试曲线-2



(c)煤弹性能量指数测试曲线-3



(d)煤弹性能量指数测试曲线-4



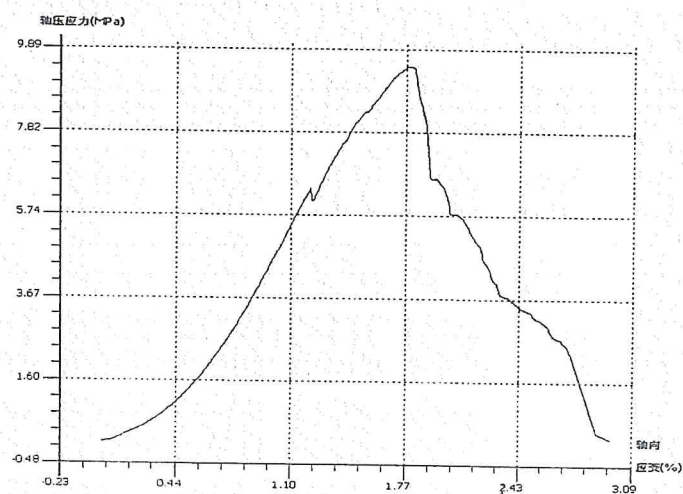
(e)煤弹性能量指数测试曲线-5
图 4-2 煤层试样典型弹性能量指数曲线

4.1.3 煤样冲击能量指数

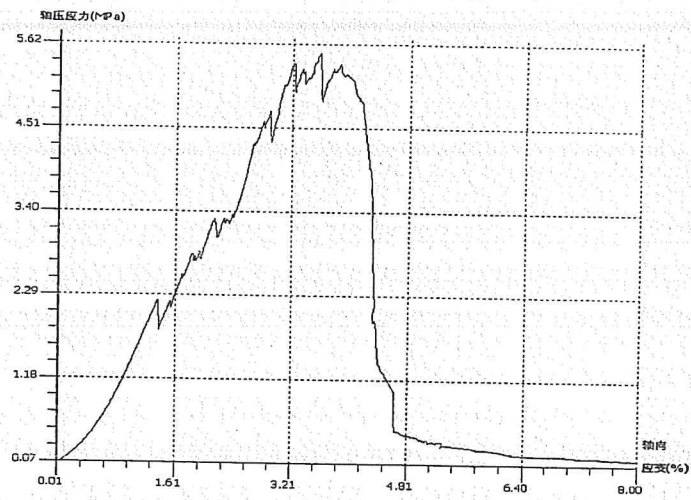
煤的冲击能量指数测定结果及典型曲线见表 4-3、图 4-3。

表 4-3 煤样冲击能量指数测定结果

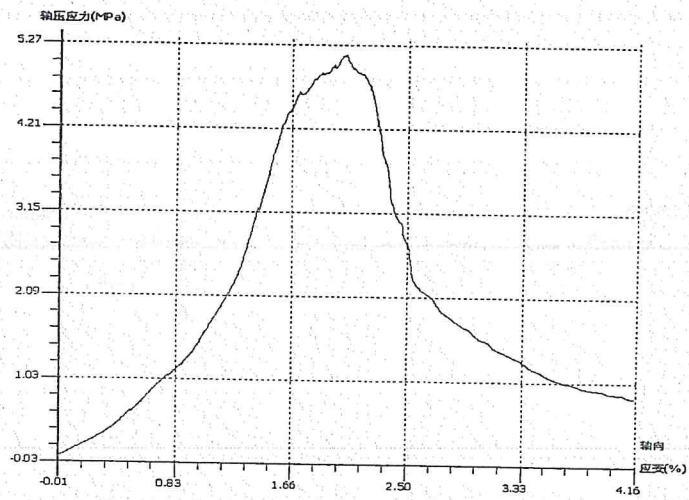
煤样	试件编号	试件尺寸边长 (mm)	试件尺寸宽度 (mm)	试件尺寸高度 (mm)	试件截面积 (mm ²)	冲击能量指 数 K_{Ei}	平均冲击 能指数 K_E
7 煤	3-C-1	50.28	50.30	100.46	2529.08	1.227	0.989
	3-C-2	50.37	50.30	100.41	2533.61	0.723	
	3-C-3	50.32	50.12	100.20	2522.04	1.167	
	3-C-4	50.52	50.17	100.36	2534.59	0.840	
	3-C-5	50.36	50.13	100.43	2524.55	0.988	



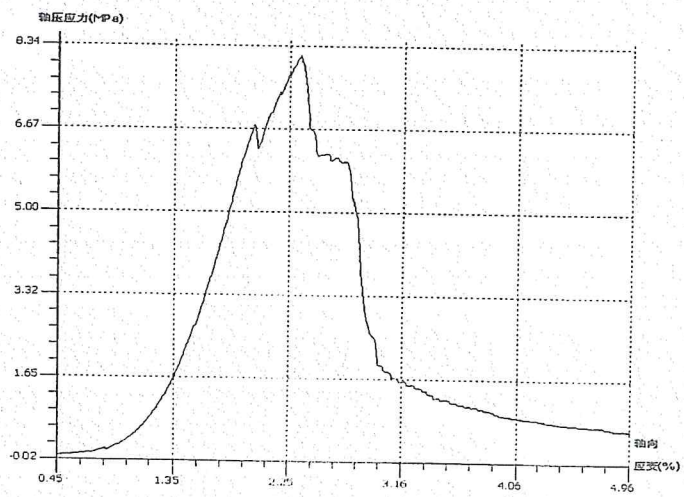
(a)煤冲击能量指数测试曲线-1



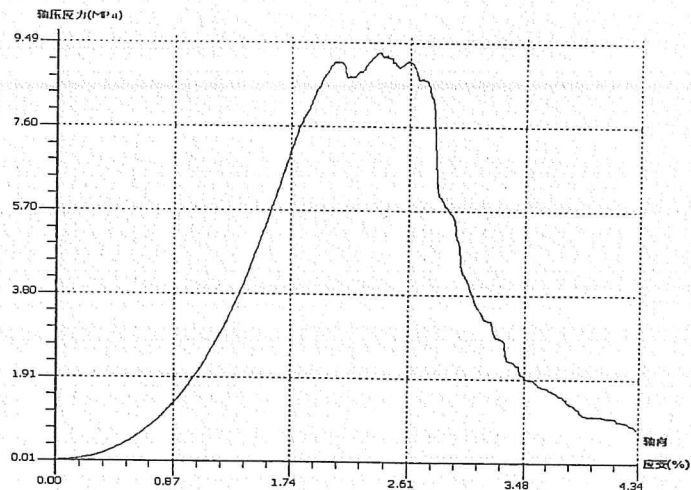
(b)煤冲击能量指数测试曲线-2



(c)煤冲击能量指数测试曲线-3



(d)煤冲击能量指数测试曲线-4



(e)煤冲击能量指数测试曲线-5
图 4-3 煤层试样典型冲击能量指数曲线

4.1.4 煤样单轴抗压强度

煤样单轴抗压强度测定结果见表 4-4。

表 4-4 煤样单轴抗压强度测定结果

煤样	试件编号	试件尺寸边长 (mm)	试件尺寸宽度 (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)	平均值 (MPa)
7 煤	1-C-1	50.24	50.83	100.24	2553.70	10.38	4.06	4.26
	1-C-2	50.22	50.27	100.11	2524.56	12.84	5.09	
	1-C-4	50.01	50.17	100.56	2509.00	9.13	3.64	

4.2 煤层冲击倾向性鉴定结果

鑫达煤矿 7 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

鑫达煤矿 7 煤试样的动态破坏时间如表 4-5 所示, 7 煤试样的动态破坏时间平均值为 769ms, 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 7 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

鑫达煤矿 7 煤试样的冲击能量指数如表 4-5 所示, 7 煤试样的冲击能量指数平均值为 0.989, 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 7 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

鑫达煤矿 7 煤试样的弹性能量指数如表 4-5 所示, 7 煤试样的弹性能量指数平均值为 3.98, 大于 2, 小于 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 7 煤试样弹性能量指数的冲击倾向性为 II 类, 即弱冲击倾向性。

(4) 单轴抗压强度

鑫达煤矿 7 煤试样的单轴抗压强度如表 4-5 所示, 7 煤试样的单轴抗压强度平均值为 4.26MPa, 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 7 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, 综合判定鑫达煤矿 7 煤为具有无冲击倾向性的煤层。

表 4-5 鑫达煤矿 7 煤试样冲击倾向性各项指数测定结果

煤样编号	样 别	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	1	971	1227	3515	4.06
	2	713	0723	3230	5.09
	3	546	1.167	5844	/
	4	1271	0840	4880	3.64
	5	342	0988	2422	/
	平均值	769	0.989	3.98	4.26
	冲击倾向性判定	无	无	弱	无
综合评判结果		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 45 块 $\phi 50 \times 100 \text{mm}$ 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。

4.3.1 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)	试件尺寸直径 (mm)	试件尺寸高度 (mm)	试件密度 (g/cm^3)	试件平均密度 (g/cm^3)
顶板	1-R-1	411.6	49.70	99.83	2.126	2.204
	1-R-2	434.0	49.72	99.98	2.237	
	1-R-3	435.9	49.73	99.90	2.248	
底板	2-R-1	459.7	49.69	99.91	2.374	2.381
	2-R-2	463.3	49.76	100.13	2.380	
	2-R-3	461.2	49.60	100.00	2.388	

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^2)	破坏载荷 (kN)	抗压强度 (MPa)	弹性模量 (GPa)
顶板	1-R-1-1	50.28	100.11	1984.542	62.88	31.68	12.34
	1-R-1-2	50.34	100.23	1989.281	65.42	32.89	9.85
	1-R-1-3	50.12	99.98	1971.931	63.12	32.01	9.48
平均值	——	——	——	——	63.81	32.19	10.56
底板	1-R-2-1	50.17	100.23	1975.868	74.28	37.59	8.03
	1-R-2-2	50.23	100.45	1980.597	73.42	37.07	7.94
	1-R-2-3	50.09	100.12	1969.571	82.12	41.69	8.81
平均值	——	——	——	——	76.61	38.79	8.26

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)	破坏载荷 (kN)	抗拉强度 (MPa)	平均值 (MPa)
顶板	2-R-1-1	50.12	25.8	4.25	3.500	3.314
	2-R-1-2	50.24	25.23	5.36	4.327	
	2-R-1-3	50.35	25.42	2.74	2.234	
	2-R-1-4	50.28	25.84	3.74	3.095	
	2-R-1-5	50.34	25.3	4.21	3.415	
底板	2-R-2-1	50.21	25.41	3.34	2.714	2.296
	2-R-2-2	50.35	25.34	2.42	1.967	
	2-R-2-3	50.44	25.42	2.67	2.181	
	2-R-2-4	50.18	25.84	2.38	1.966	
	2-R-2-5	50.02	25.3	3.29	2.652	

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,单位为兆帕(MPa);

$E_i(i=1,2,\dots,n)$ ——上覆各岩层的弹性模量,单位为兆帕(MPa);

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

$\rho_i(i=1,2,\dots,n)$ ——上覆各岩层的块体密度,单位为千克每立方米(kg/m^3);

g ——重力加速度,单位为牛每千克(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, 单位为千焦 (kJ);

R_t ——岩石试件的抗拉强度, 单位为兆帕 (MPa);

h ——单一顶板厚度, 单位为米 (m);

E ——岩石试件的弹性模量, 单位为兆帕 (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, 单位为千焦 (kJ);

U_{wQi} ——第 i 层弯曲能量指数, 单位为千焦 (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。

鑫达煤矿 7 煤顶板弯曲能量指数为 13.458kJ, 小于 15 kJ, 按国家标准 GB/T 25217.1-2010 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 49 煤顶板岩层弯曲能量

项 目 样 别	载荷 (MPa)	密度 (g/cm ³)	弹性模量 (GPa)	抗拉强度 (MPa)	弯曲能量指 数 (kJ)
顶板 (中砂岩)	0.15	2.38	10.56	3.31	13.458
合计	/	/	/	/	13.458

鑫达煤矿 7 煤底板弯曲能量指数为 14.853kJ, 小于 15kJ, 按国家标准 GB/T 25217.1-2010 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 49 煤底板岩层弯曲能量

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 (细砂岩)	0.174	2.20	8.26	2.30	14.853

5 结论与建议

5.1 结论

(1) 根据送检煤样测定的数据,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》,判定鑫达煤矿 7 煤属于 I 类,为具有无冲击倾向性的煤层。

(2) 根据送检岩样测定的数据,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》,判定鑫达煤矿 7 煤的顶板岩层属于 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。

本试验结果仅是针对鑫达煤矿送检的 7 煤及其顶、底板岩层在现阶段开采条件下做出的有关煤层及其顶、底板本身是否具有冲击倾向性的鉴定。在开采过程中,煤、岩层是否发生冲击还同其开采条件和应力集中情况有关,应具体问题具体分析。

5.2 建议

鉴于鑫达煤矿送检的 7 煤经鉴定具有无冲击倾向性,顶板具有无冲击倾向性,底板具有无冲击倾向性,建议对该煤层的采掘工作面开展冲击危险性评价,以指导安全防护措施实施。建议当开采深度超过 400m 以后重新开展煤岩层冲击倾向性鉴定。

附录 A 冲击倾向性综合评判结果

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	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	1	1	1	1	1	42	2	2	2	3	2
2	1	1	1	2	1	43	2	2	3	1	2
3	1	1	1	3	1	44	2	2	3	2	2
4	1	1	2	1	1	45	2	2	3	3	*
5	1	1	2	2	*	46	2	3	1	1	1
6	1	1	2	3	2	47	2	3	1	2	2
7	1	1	3	1	1	48	2	3	1	3	3
8	1	1	3	2	1	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	1	2	1	2	*	52	2	3	3	1	3
12	1	2	1	3	1	53	2	3	3	2	2
13	1	2	2	1	1	54	2	3	3	3	3
14	1	2	2	2	2	55	3	1	1	1	1
15	1	2	2	3	2	56	3	1	1	2	1
16	1	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	3	3	3	59	3	1	2	2	2
19	1	3	1	1	1	60	3	1	2	3	3
20	1	3	1	2	1	61	3	1	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	1	3	2	2	2	64	3	2	1	1	1
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	3	68	3	2	2	2	2
28	2	1	1	1	1	69	3	2	2	3	3
29	2	1	1	2	2	70	3	2	3	1	3
30	2	1	1	3	1	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	1	3	1	1	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判定值进行比较的方法综合判断冲击倾向性。

鑫达煤矿 9 煤煤岩冲击倾向性

鉴定报告



矿井名称: 宝清县鑫达煤矿

鉴定类别: 委托测定

鉴定日期: 2019.4.15



黑龙江科大科技开发有限公司

黑龙江科技大学

2019 年 4 月 15 日

鑫达煤矿 9 煤煤岩冲击倾向性鉴定报告

声明:

- 1、本测定报告在黑龙江科技大学黑龙江省普通高校采矿工程重点实验室内完成。
- 2、黑龙江科大科技发展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发展有限公司公章无效。
- 3、未经批准不得复制测定报告。

鉴定报告声明

测定机构信息名称: 黑龙江科技大学黑龙江省普通高校采矿工程重点实验室

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: 045188036803

黑龙江科大科技发展有限公司

黑龙江科技大学

2019 年 4 月 15 日

项目负责人：刘永立

参加人员：

姓名	职称/学历	专业	负责项目内容	备注
刘永立	教授	采矿工程	项目指导	
秦涛	副教授	采矿工程	报告审核	
董长吉	讲师	采矿工程	报告审核	
刘志军	讲师	采矿工程	报告编写	
迟学海	工程师	采矿工程	报告编写	
李涛	讲师	采矿工程	报告编写	
刘刚	助教	采矿工程	报告编写	
孙洪茹	硕士研究生	采矿工程	报告编写	
刘恒	硕士研究生	采矿工程	报告编写	
王磊	硕士研究生	采矿工程	室内实验	
段燕伟	硕士研究生	采矿工程	室内实验	
卫泽	硕士研究生	采矿工程	室内实验	

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.....	6
3.3 试验.....	6
4 试验结果	10
4.1 煤层冲击倾向性指标测定.....	10
4.2 煤层冲击倾向性鉴定结果.....	16
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.....	19
5 结论与建议	21
5.1 结论.....	21
5.2 建议.....	21
附录 A 冲击倾向性综合评判结果.....	22

1 项目概况

1.1 矿井概况

宝清县鑫达煤矿位于宝清县城 335° 方位直线距离 21 千米左右的五九七农场一分场附近, 矿区距五九七农场场部 8 千米左右, 宝清县城通往双鸭山市的省道 (S307) 途经五九七农场场部, 乌五路从矿区外南侧通过, 友宝公路从矿区东北角通过, 交通较为方便。矿区行政区划属宝清县宝清镇管辖, 地面均为五九七农场农田, 矿区中心地理坐标: 东经 132° 04' 17" , 北纬 46° 29' 27" 。井田交通位置图见图 1-1。

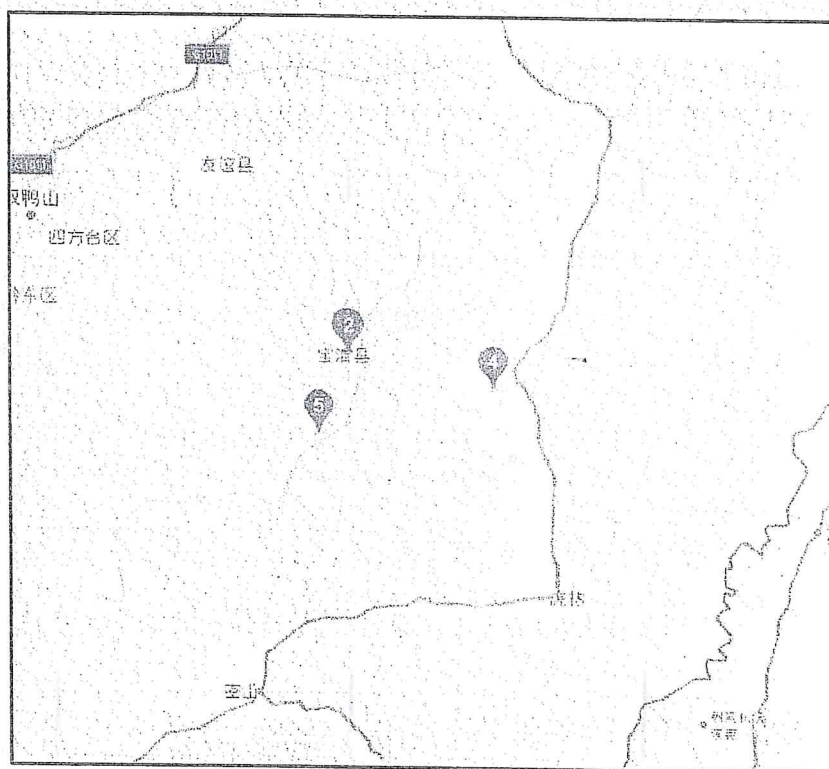


图 1-1 井田交通位置图

矿区内煤系地层呈单斜构造, 走向近东西, 向北倾斜, 倾角一般 4° ~15° 。煤层在倾向、倾角上有一定的变化, 总体为浅部倾角 10° 左右, 中部平缓 5° 左右, 深部为 15° 左右。构造以断裂构造为主, 矿区内发育有两条较大的正断层, 编号分别为 F4 和 F5; 矿区外围东部发育两条断层, 编号为 F1 和 F3, 矿区外围西部发育一条断层, 编号为 F6。在矿井生产过程中发现在靠近断层 F5 附近小断裂构造较为发育还伴有辉绿岩脉侵入, 局部由于构造密集发育使煤层不可采; 另

外矿井生产过程中还发现了多条北西向正断层，其落差在 2 米以内，对生产影响不大，

受宝清县鑫达煤矿的委托，对鑫达煤矿 9 煤及其顶、底板岩层的冲击倾向性进行测定与分析。主要依据“GB/T 25217《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的测定方法（GB/T 25217.1-2010），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

本次鉴定所取煤岩层为鑫达煤矿送检的 9 煤及其顶、底板岩层。取样标准遵照中华人民共和国国家标准 GB/T 23561.1-2009 《采样一般规定》执行，所采的煤样规格大体 $250\text{mm}\times 250\text{mm}\times 250\text{mm}$ ，其高度方位垂直于煤层的层理面，岩层采用现场取岩块的采样方法，具体位置及取样数量如表 1-1 和图 1-2 所示。9 煤煤层上方单层厚度大于 2m 顶板岩性由下到上为粉砂岩，底板岩性为粉砂岩，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	九层右三片切眼位置	-145.7m	$250\times 250\times 250\text{mm}$	3 块
底板			$250\times 250\times 250\text{mm}$	3 块
煤样			$250\times 250\times 250\text{mm}$	3 块

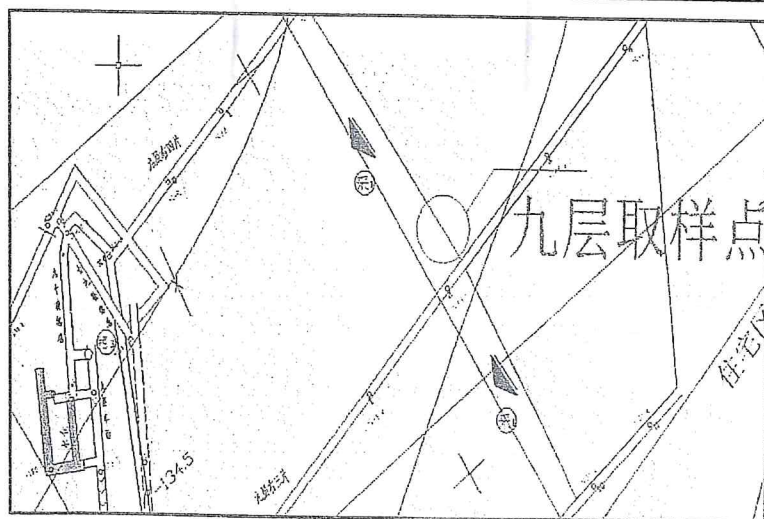


图 1-2 9 煤煤层及顶底板取样点

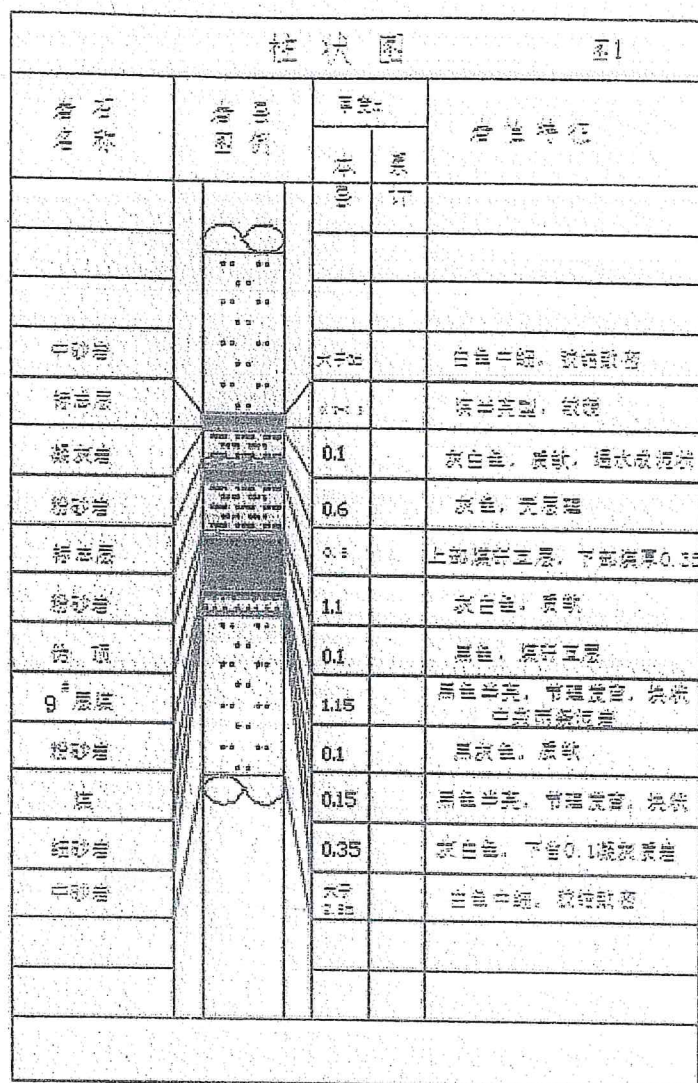


图 1-3 煤层及顶、底板综合柱状图

1.3 数据来源

本次鉴定所取岩层为鑫达煤矿送检的 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黑龙江省普通高校采矿工程重点实验室。

2 冲击倾向性测定的相关标准及内容

2.1 测定依据

本次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试方法》；
- (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 23561.10-2010 《煤和岩石抗拉强度测定方法》；
- (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 《煤的冲击倾向分类及指数的测定方法》；

2.2 测定内容

此次鑫达煤矿 9 煤及其顶、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 煤的冲击倾向性类别、名称及指数

类别		I 类	II 类	III 类
冲击倾向		无	弱	强
	动态破坏时间 (ms)	$DT > 500$	$50 < DT \leq 500$	$DT \leq 50$

指数	弹性能量指数	$W_{ET} < 2$	$2 \leq W_{ET} < 5$	$W_{ET} \geq 5$
	冲击能量指数	$K_E < 1.5$	$1.5 \leq K_E < 5$	$K_E \geq 5$
	单轴抗压强度 (MPa)	$R_C < 7$	$7 \leq R_C < 14$	$R_C \geq 14$

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

测定 9 煤顶、底板岩层的密度、弹性模量及抗拉强度，结合其厚度计算其弯曲能量指数及复合岩层弯曲能量指数，判定顶、底板岩层的冲击倾向性。表 2-2 是判定岩层冲击倾向性类别的依据。

表 2-2 顶板岩层冲击倾向性类别、名称及指数

类别	I 类	II 类	III 类
名称	无冲击倾向	弱冲击倾向	强冲击倾向
弯曲能量 (kJ)	$U_{WQ} \leq 15$	$15 < U_{WQ} \leq 120$	$U_{WQ} > 120$

3 试件加工与试验

3.1 试件加工

将煤块用锯石机锯成 $50 \times 50 \times 100$ 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 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。

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 $50 \times 50 \times 100$ mm、 $\phi 50 \times 100$ mm 和 $\phi 50 \times 25$ mm,共加工煤岩样试件 70 块。

3.3 试验

3.3.1 试验设备与仪器

加载设备: TAW-2000 电液伺服岩石三轴试验系统,见图 3-1,试样的应变实时测定见图 3-2。数据处理设备: 计算机及试验机配套数据分析软件。

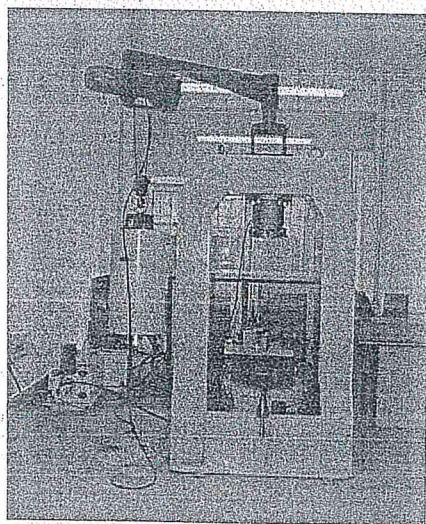


图 3-1 TAW-2000 电液伺服岩石三轴试验系统图

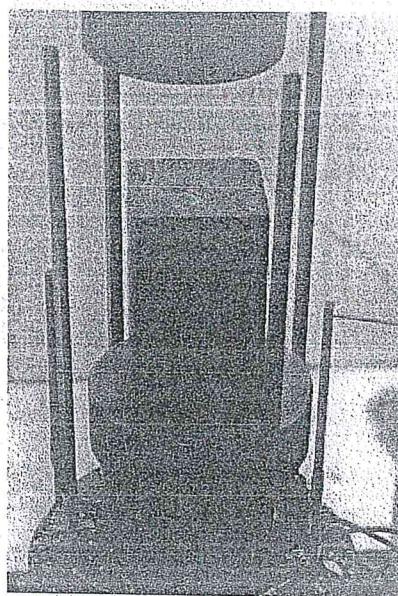


图 3-2 试样的应变实时测定

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:

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

式中: σ_t —岩石单轴抗拉强度, MPa;

P —岩石试件破坏载荷, 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

用载荷传感器测量试件承受的载荷, 直至试件破坏。测得的信号通过动态电阻应变仪传给毫秒级的计算机数据采集处理系统, 该系统根据测得数据, 直接绘出相应的动态破坏时间曲线, 并可将曲线图中最大破坏载荷的关键处放大, 精确地给试件的动态破坏时间 (DT 值)。

b. 弹性能量指数

用载荷传感器测量试件承受的载荷,用位移传感器测量试件的轴向变形,直至试件破坏。测得的信号,由计算机数据采集系统记录、贮存,并直接绘出弹性能量指数计算图,再由计算机直接积分出弹性应变能值和总应变能值。

c. 冲击能量指数

用载荷传感器测量试件承受的载荷,用位移传感器测量试件的全程轴向变形,用毫秒级高速计算机数据采集处理系统采集测得的数据,并根据测试数据给出试件的全应力应变曲线图,再按标准要求由计算机积分出峰值前积聚的变形能和峰值后耗损变形能。

(3) 顶板弯曲能量指数计算

上覆岩层载荷自煤层顶板起,自下而上,按式(3-3)计算:

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

式中:

q ——单位宽度上覆岩层载荷,单位为兆帕(MPa);

$E_i(i=1,2,\dots,n)$ ——上覆各岩层的弹性模量,单位为兆帕(MPa);

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

$\rho_i(i=1,2,\dots,n)$ ——上覆各岩层的块体密度,单位为千克每立方米(kg/m^3);

g ——重力加速度,单位为牛每千克(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(3-4)计算:

$$U_{wQ} = 102.6 \frac{(R_t)^{\frac{5}{2}} h^2}{q^{\frac{1}{2}} E} \quad (3-4)$$

式中:

U_{wQ} ——单一顶板弯曲能量指数,单位为千焦(kJ);

R_t ——岩石试件的抗拉强度,单位为兆帕(MPa);

h ——单一顶板厚度,单位为米(m);

E ——岩石试件的弹性模量,单位为兆帕(MPa)。

复合顶板弯曲能量指数按式 (3-5) 计算:

$$U_{WQS} = \sum_{i=1}^n U_{WQi} \quad (3-5)$$

式中:

U_{WQS} ——复合顶板弯曲能量指数, 单位为千焦 (kJ);

U_{WQi} ——第 i 层弯曲能量指数, 单位为千焦 (kJ);

n ——顶板分层数。

4 试验结果

4.1 煤层冲击倾向性指标测定

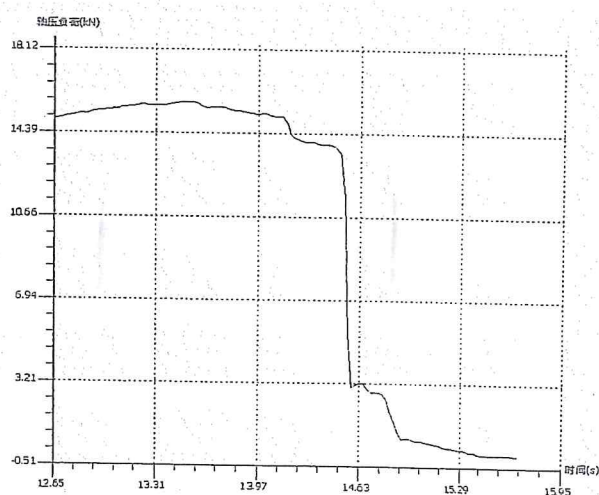
根据测试要求, 共计加工了 25 块 $50 \times 50 \times 100$ mm 的煤样, 用于煤的冲击倾向性测定, 测试内容包括煤的动态破坏时间、弹性能量指数、冲击能量指数和单轴抗压强度。

4.1.1 动态破坏时间

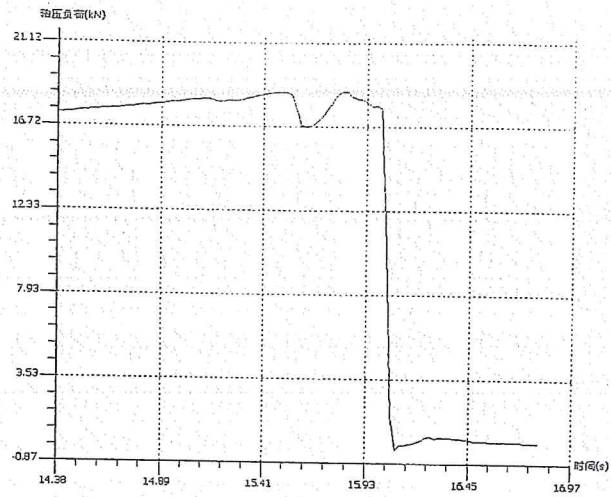
煤的动态破坏时间测定结果及典型曲线见表 4-1、图 4-1。

表 4-1 煤样动态破坏时间测定结果

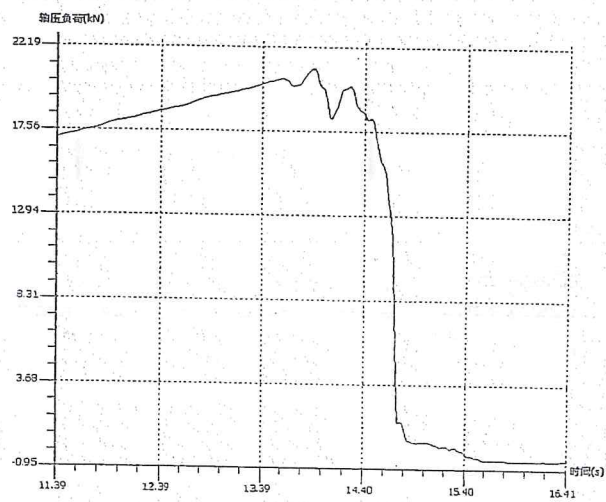
煤样	试件编号	试件尺寸边长 (mm)	试件尺寸宽度 (mm)	试件尺寸高度 (mm)	截面积 (mm^2)	破坏时间 (ms)	平均破坏时间 (ms)
9 煤	1-C-1	50.32	50.34	100.36	2533.11	771	655
	1-C-2	50.18	50.47	100.42	2524.56	583	
	1-C-3	50.24	50.11	100.11	2517.03	857	
	1-C-4	50.09	50.13	100.85	2509.00	546	
	1-C-5	50.26	50.25	100.33	2533.11	518	



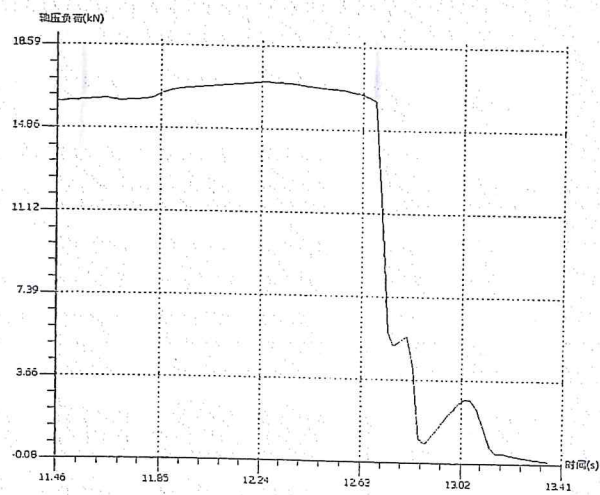
(a)煤动态破坏时间测试曲线-1



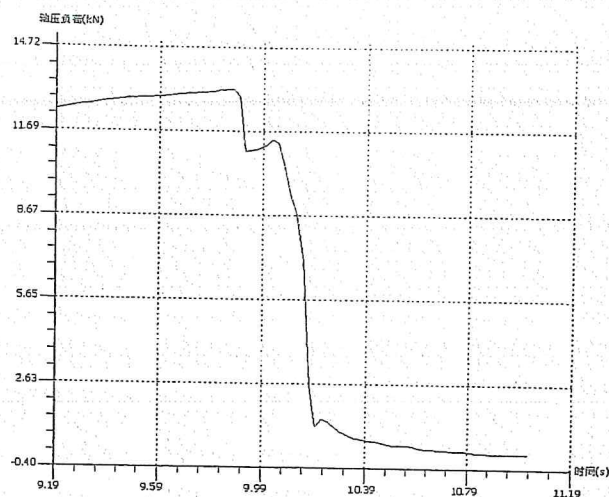
(b)煤动态破坏时间测试曲线-2



(c)煤动态破坏时间测试曲线-3



(d)煤动态破坏时间测试曲线-4



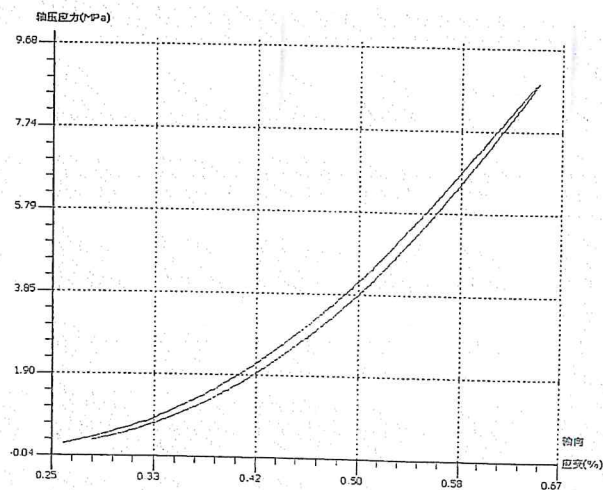
(e)煤动态破坏时间测试曲线-5
图 4-1 煤层试样典型动态破坏时间曲线

4.1.2 弹性能量指数

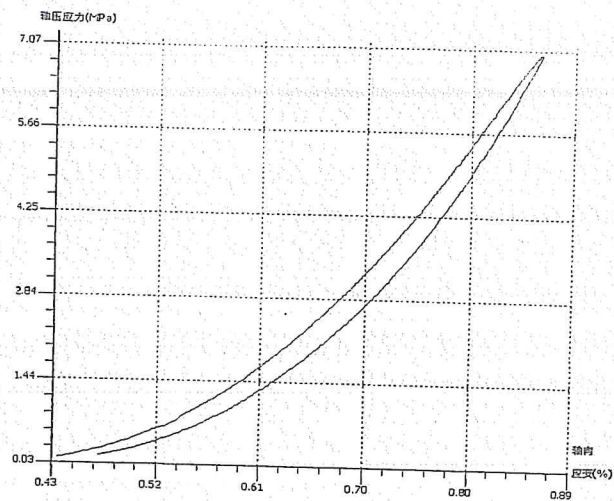
煤的弹性能量指数测定结果及典型曲线见表 4-2、图 4-2。

表 4-2 煤样弹性能量指数测定结果

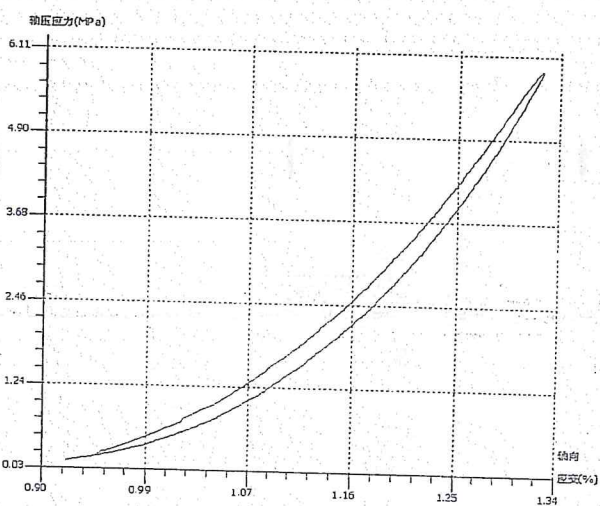
煤样	试件编号	试件尺寸边长 (mm)	试件尺寸宽度 (mm)	试件尺寸高度 (mm)	截面积 (mm ²)	弹性能指数 W_{EII}	平均弹性能指数 W_{EIT}
9 煤	2-C-1	50.24	50.18	100.24	2521.04	1.961	1.71
	2-C-2	50.12	50.36	100.12	2524.04	1.635	
	2-C-3	50.23	50.33	100.11	2528.08	2.095	
	2-C-4	50.25	50.41	100.15	2533.10	1.805	
	2-C-5	50.41	50.42	100.23	2541.67	1.057	



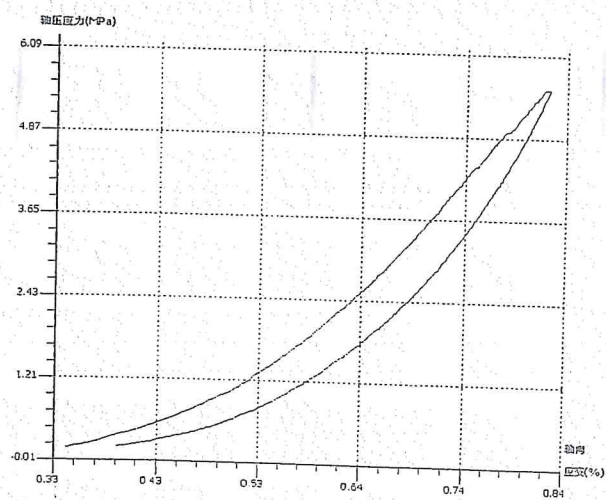
(a)煤弹性能量指数测试曲线-1



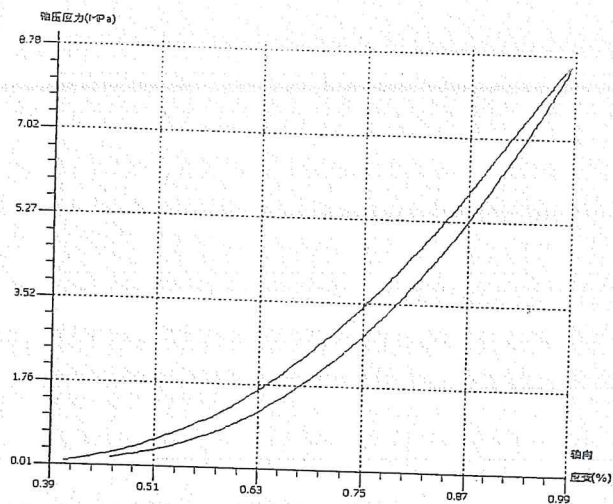
(b)煤弹性能量指数测试曲线-2



(c)煤弹性能量指数测试曲线-3



(d)煤弹性能量指数测试曲线-4



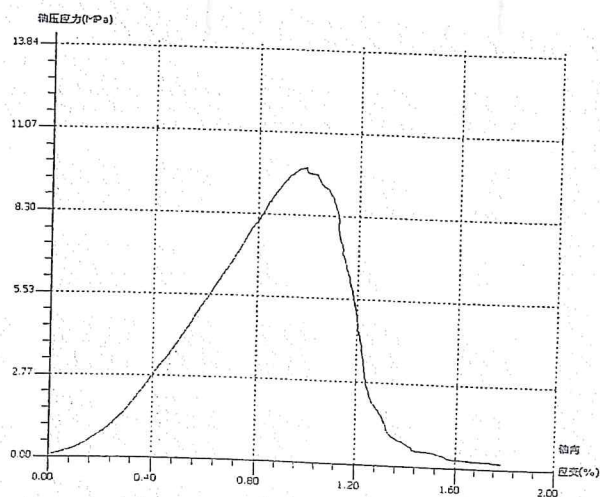
(e)煤弹性能量指数测试曲线-5
图 4-2 煤层试样典型弹性能量指数曲线

4.1.3 煤样冲击能量指数

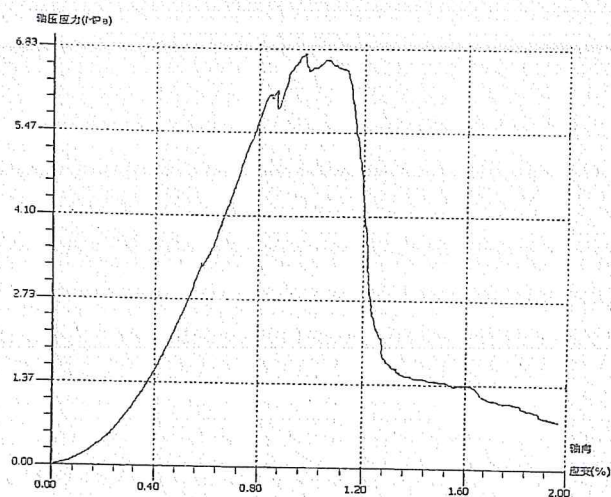
煤的冲击能量指数测定结果及典型曲线见表 4-3、图 4-3。

表 4-3 煤样冲击能量指数测定结果

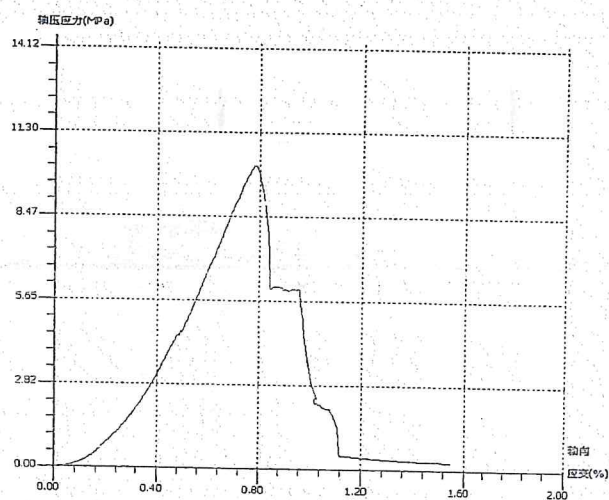
煤样	试件 编号	试件尺寸边长 (mm)	试件尺寸宽度 (mm)	试件尺寸高度 (mm)	试件截面积 (mm ²)	冲击能量指 数 K_{Ei}	平均冲击 能指数 K_E
9 煤	3-C-1	50.14	50.31	100.21	2522.54	0.958	1.420
	3-C-2	50.26	50.19	100.34	2522.55	1.49	
	3-C-3	50.21	50.09	100.24	2515.02	1.649	
	3-C-4	50.41	50.06	100.32	2523.52	1.132	
	3-C-5	50.25	50.14	100.23	2519.54	1.874	



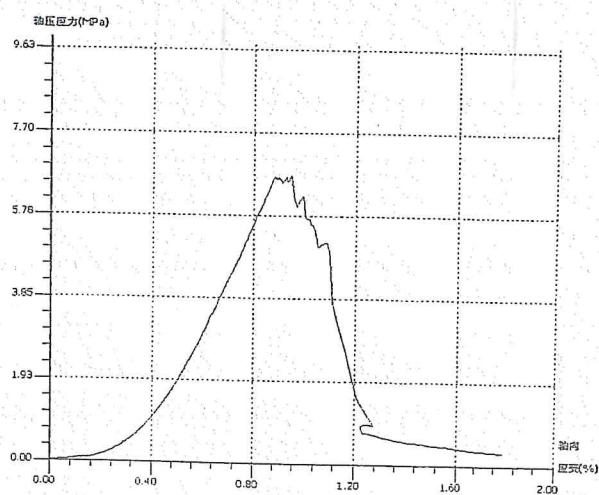
(a)煤冲击能量指数测试曲线-1



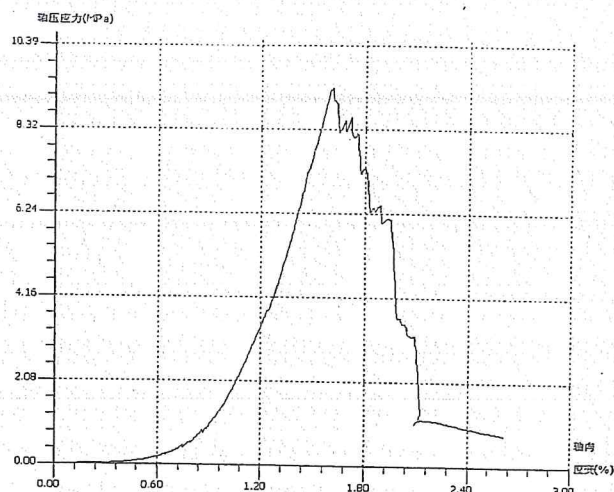
(b)煤冲击能量指数测试曲线-2



(c)煤冲击能量指数测试曲线-3



(d)煤冲击能量指数测试曲线-4



(e)煤冲击能量指数测试曲线-5
图 4-3 煤层试样典型冲击能量指数曲线

4.1.4 煤样单轴抗压强度

煤样单轴抗压强度测定结果见表 4-4。

表 4-4 煤样单轴抗压强度测定结果

煤样	试件编号	试件尺寸边长 (mm)	试件尺寸宽度 (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)	平均值 (MPa)
9 煤	1-C-1	50.24	50.83	100.24	2533.11	15.75	6.22	6.04
	1-C-4	50.01	50.17	100.56	2509.00	16.81	6.70	
	1-C-5	50.34	50.32	100.26	2533.11	13.19	5.21	

4.2 煤层冲击倾向性鉴定结果

鑫达煤矿 9 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

鑫达煤矿 9 煤试样的动态破坏时间如表 4-5 所示，9 煤试样的动态破坏时间平均值为 655ms，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 9 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

鑫达煤矿 9 煤试样的冲击能量指数如表 4-5 所示, 9 煤试样的冲击能量指数平均值为 1.420, 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 9 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

鑫达煤矿 9 煤试样的弹性能量指数如表 4-5 所示, 9 煤试样的弹性能量指数平均值为 1.711, 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 9 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

鑫达煤矿 9 煤试样的单轴抗压强度如表 4-5 所示, 9 煤试样的单轴抗压强度平均值为 6.04MPa, 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 9 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, 综合判定鑫达煤矿 9 煤为具有无冲击倾向性的煤层。

表 4-5 鑫达煤矿 9 煤试样冲击倾向性各项指数测定结果

煤样编号	样 别	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 $R_c(\text{MPa})$
9 煤	1	771	0.958	1.961	6.22
	2	583	1.49	1.635	/
	3	857	1.649	2.095	/
	4	546	1.132	1.805	6.70
	5	518	1.874	1.057	5.21
	平均值	655	1.420	1.711	6.04
	冲击倾向性判定	无	无	无	无
综合评判结果		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 45 块 $\phi 50 \times 100 \text{mm}$ 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。

4.3.1 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)	试件尺寸直径 (mm)	试件尺寸高度 (mm)	试件密度 (g/cm^3)	试件平均密度 (g/cm^3)
顶板	1-R-1	482.7	50.41	100.24	2.41	2.46
	1-R-2	494.2	50.62	100.32	2.45	
	1-R-3	495.8	50.03	100.14	2.52	
底板	2-R-1	528.6	50.58	100.01	2.63	2.63
	2-R-2	512.2	50.65	100.24	2.54	
	2-R-3	550.1	50.58	100.15	2.74	

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^2)	破坏载荷 (kN)	抗压强度 (MPa)	弹性模量 (GPa)
顶板	1-R-1-1	50.17	100.01	1975.868	82.77	41.89	17.86
	1-R-1-2	50.45	100.12	1997.984	85.31	42.70	16.45
	1-R-1-3	50.23	99.89	1980.597	83.23	42.02	16.74
平均值	——	——	——	——	83.77	42.20	17.02
底板	1-R-2-1	50.06	100.34	1967.213	104.28	53.01	11.03
	1-R-2-2	50.34	100.31	1989.281	96.31	48.41	10.23
	1-R-2-3	50.19	100.08	1977.443	97.01	49.06	10.30
平均值	——	——	——	——	99.20	50.16	10.52

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)	破坏载荷 (kN)	抗拉强度 (MPa)	平均值 (MPa)
顶板	2-R-1-1	50.01	25.74	6.14	5.034	5.359
	2-R-1-2	50.13	25.12	7.25	5.815	
	2-R-1-3	50.24	25.31	6.71	5.435	
	2-R-1-4	50.17	25.73	6.53	5.369	
	2-R-1-5	50.23	25.19	6.38	5.142	
底板	2-R-2-1	50.1	25.37	4.45	3.603	3.664
	2-R-2-2	50.24	25.23	4.53	3.657	
	2-R-2-3	50.33	25.31	4.78	3.878	
	2-R-2-4	50.07	25.73	4.49	3.684	
	2-R-2-5	50.01	25.28	4.34	3.495	

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,单位为兆帕(MPa);

$E_i(i=1,2,\dots,n)$ ——上覆各岩层的弹性模量,单位为兆帕(MPa);

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

$\rho_i(i=1,2,\dots,n)$ ——上覆各岩层的块体密度,单位为千克每立方米(kg/m^3);

g ——重力加速度,单位为牛每千克(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, 单位为千焦 (kJ);

R_t ——岩石试件的抗拉强度, 单位为兆帕 (MPa);

h ——单一顶板厚度, 单位为米 (m);

E ——岩石试件的弹性模量, 单位为兆帕 (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, 单位为千焦 (kJ);

U_{WQi} ——第 i 层弯曲能量指数, 单位为千焦 (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。

鑫达煤矿 9 煤顶板弯曲能量指数为 13.498kJ, 小于 15 kJ, 按国家标准 GB/T 25217.1-2010 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 49 煤顶板岩层弯曲能量

项 目 样 别	载荷 (MPa)	密度 (g/cm ³)	弹性模量 (GPa)	抗拉强度 (MPa)	弯曲能量指 数 (kJ)
顶板 (中砂岩)	0.07	2.46	17.02	5.36	13.498
合计	/	/	/	/	13.458

鑫达煤矿 9 煤底板弯曲能量指数为 6.679kJ, 小于 15kJ, 按国家标准 GB/T 25217.1-2010 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 49 煤底板岩层弯曲能量

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 (中砂岩)	0.055	2.63	10.52	3.66	6.679

5 结论与建议



5.1 结论

(1) 根据送检煤样测定的数据,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》,判定鑫达煤矿 9 煤属于 I 类,为具有无冲击倾向性的煤层。

(2) 根据送检岩样测定的数据,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》,判定鑫达煤矿 9 煤的顶板岩层属于 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。

本试验结果仅是针对鑫达煤矿送检的 9 煤及其顶、底板岩层在现阶段开采条件下做出的有关煤层及其顶、底板本身是否具有冲击倾向性的鉴定。在开采过程中,煤、岩层是否发生冲击还同其开采条件和应力集中情况有关,应具体问题具体分析。

5.2 建议

鉴于鑫达煤矿送检的 9 煤经鉴定具有无冲击倾向性,顶板具有无冲击倾向性,底板具有无冲击倾向性,建议对该煤层的采掘工作面开展冲击危险性评价,以指导安全防护措施实施。建议当开采深度超过 400m 以后重新开展煤岩层冲击倾向性鉴定。

附录 A 冲击倾向性综合评判结果

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	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	1	1	1	1	1	42	2	2	2	3	2
2	1	1	1	2	1	43	2	2	3	1	2
3	1	1	1	3	1	44	2	2	3	2	2
4	1	1	2	1	1	45	2	2	3	3	*
5	1	1	2	2	*	46	2	3	1	1	1
6	1	1	2	3	2	47	2	3	1	2	2
7	1	1	3	1	1	48	2	3	1	3	3
8	1	1	3	2	1	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	1	2	1	2	*	52	2	3	3	1	3
12	1	2	1	3	1	53	2	3	3	2	2
13	1	2	2	1	1	54	2	3	3	3	3
14	1	2	2	2	2	55	3	1	1	1	1
15	1	2	2	3	2	56	3	1	1	2	1
16	1	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	3	3	3	59	3	1	2	2	2
19	1	3	1	1	1	60	3	1	2	3	3
20	1	3	1	2	1	61	3	1	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	1	3	2	2	2	64	3	2	1	1	1
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	3	68	3	2	2	2	2
28	2	1	1	1	1	69	3	2	2	3	3
29	2	1	1	2	2	70	3	2	3	1	3
30	2	1	1	3	1	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	1	3	1	1	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判定值进行比较的方法综合判断冲击倾向性。

鑫达煤矿 10 煤煤岩冲击倾向性

鉴定报告



矿井名称: 宝清县鑫达煤矿

鉴定类别: 委托测定

鉴定日期: 2019.4.15

黑龙江科大科技开发有限公司

黑龙江科技大学

2019 年 4 月 15 日



鑫达煤矿 10 煤煤岩冲击倾向性鉴定报告

声明:

- 1、本测定报告在黑龙江科技大学黑龙江省普通高校采矿工程重点实验室内完成。
- 2、黑龙江科大科技发展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发展有限公司公章无效。
- 3、未经批准不得复制测定报告。

鉴定报告声明

测定机构信息名称：黑龙江科技大学黑龙江省普通高校采矿工程重点实验室

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：045188036803

黑龙江科大科技发展有限公司

黑龙江科技大学

2019 年 4 月 15 日

项目负责人：刘永立

参加人员：

姓名	职称/学历	专业	负责项目内容	备注
刘永立	教授	采矿工程	项目指导	
秦涛	副教授	采矿工程	报告审核	
董长吉	讲师	采矿工程	报告审核	
刘志军	讲师	采矿工程	报告编写	
迟学海	工程师	采矿工程	报告编写	
李涛	讲师	采矿工程	报告编写	
刘刚	助教	采矿工程	报告编写	
孙洪茹	硕士研究生	采矿工程	报告编写	
刘恒	硕士研究生	采矿工程	报告编写	
王磊	硕士研究生	采矿工程	室内实验	
段燕伟	硕士研究生	采矿工程	室内实验	
卫泽	硕士研究生	采矿工程	室内实验	

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.....	6
3.3 试验.....	6
4 试验结果	10
4.1 煤层冲击倾向性指标测定.....	10
4.2 煤层冲击倾向性鉴定结果.....	16
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.....	19
5 结论与建议	21
5.1 结论.....	21
5.2 建议.....	21
附录 A 冲击倾向性综合评判结果.....	22

1 项目概况

1.1 矿井概况

宝清县鑫达煤矿位于宝清县城 335° 方位直线距离 21 千米左右的五九七农场一分场附近, 矿区距五九七农场场部 8 千米左右, 宝清县城通往双鸭山市的省道 (S307) 途经五九七农场场部, 乌五路从矿区外南侧通过, 友宝公路从矿区东北角通过, 交通较为方便。矿区行政区划属宝清县宝清镇管辖, 地面均为五九七农场农田, 矿区中心地理坐标: 东经 132° 04' 17" , 北纬 46° 29' 27" 。井田交通位置图见图 1-1。

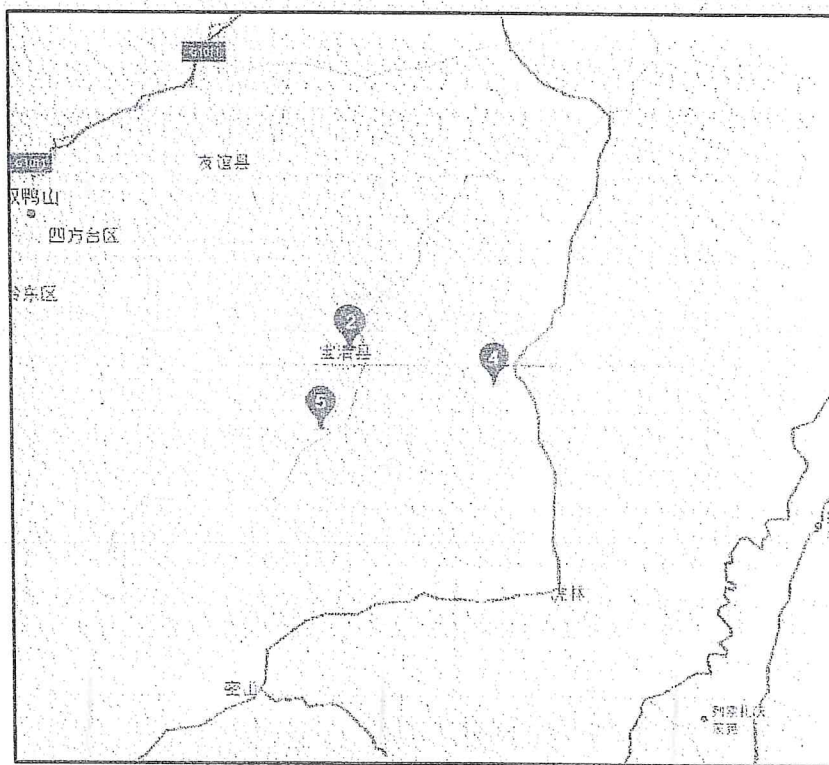


图 1-1 井田交通位置图

矿区内煤系地层呈单斜构造, 走向近东西, 向北倾斜, 倾角一般 4° ~15° 。煤层在倾向、倾角上有一定的变化, 总体为浅部倾角 10° 左右, 中部平缓 5° 左右, 深部为 15° 左右。构造以断裂构造为主, 矿区内发育有两条较大的正断层, 编号分别为 F4 和 F5; 矿区外围东部发育两条断层, 编号为 F1 和 F3, 矿区外围西部发育一条断层, 编号为 F6。在矿井生产过程中发现在靠近断层 F5 附近小断裂构造较为发育还伴有辉绿岩脉侵入, 局部由于构造密集发育使煤层不可采; 另

外矿井生产过程中还发现了多条北西向正断层，其落差在 2 米以内，对生产影响不大，

受宝清县鑫达煤矿的委托，对鑫达煤矿 10 煤及其顶、底板岩层的冲击倾向性进行测定与分析。主要依据“GB/T 25217《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的测定方法（GB/T 25217.1-2010），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

本次鉴定所取煤岩层为鑫达煤矿送检的 10 煤及其顶、底板岩层。取样标准遵照中华人民共和国国家标准 GB/T 23561.1-2009 《采样一般规定》执行，所采的煤样规格大体 250mm×250mm×250mm，其高度方位垂直于煤层的层理面，岩层采用现场取岩块的采样方法，具体位置及取样数量如表 1-1 和图 1-2 所示。10 煤煤层上方单层厚度大于 2m 顶板岩性由下到上为砂岩，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	后石门位置	-109.5m	250×250×250mm	3 块
底板			250×250×250mm	3 块
煤样			250×250×250mm	3 块

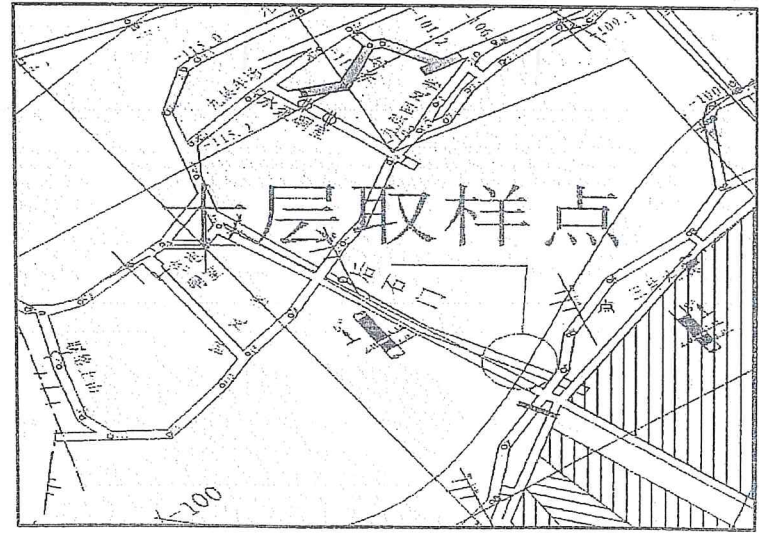


图 1-2 10 煤煤层及顶底板取样点

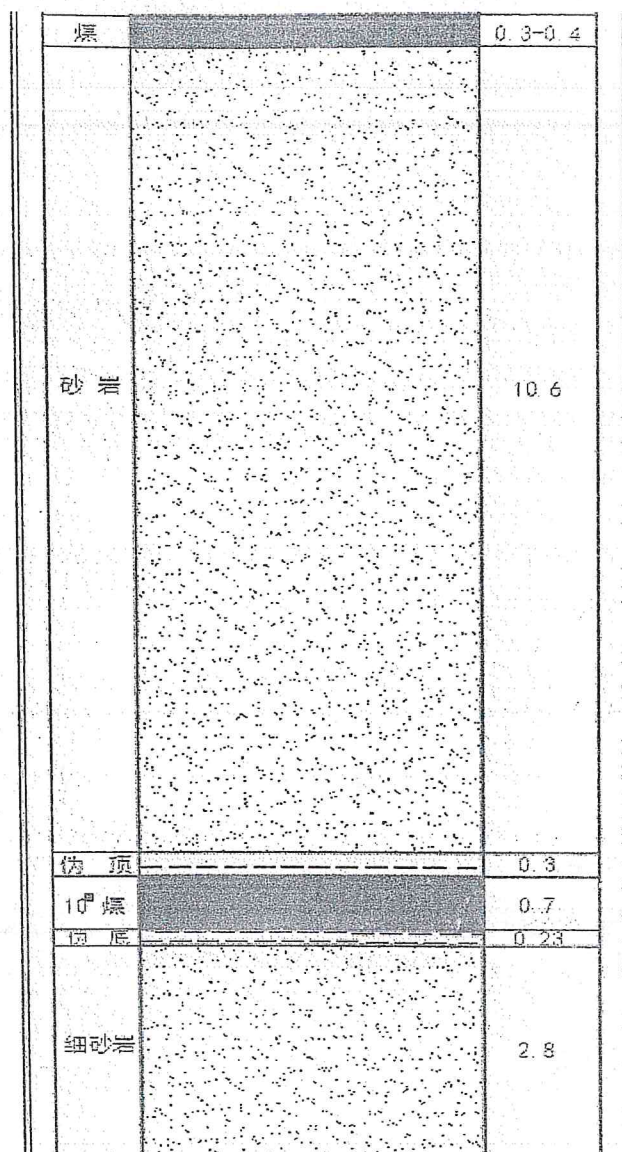


图 1-3 煤层及顶、底板综合柱状图

1.3 数据来源

本次鉴定所取岩层为鑫达煤矿送检的 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黑龙江省普通高校采矿工程重点实验室。

2 冲击倾向性测定的相关标准及内容

2.1 测定依据

本次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试方法》；
- (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 23561.10-2010 《煤和岩石抗拉强度测定方法》；
- (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 《煤的冲击倾向分类及指数的测定方法》；

2.2 测定内容

此次鑫达煤矿 10 煤及其顶、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 煤的冲击倾向性类别、名称及指数

类别	I 类	II 类	III 类
冲击倾向	无	弱	强
动态破坏时间 (ms)	$DT > 500$	$50 < DT \leq 500$	$DT \leq 50$

指数	弹性能量指数	$W_{ET} < 2$	$2 \leq W_{ET} < 5$	$W_{ET} \geq 5$
	冲击能量指数	$K_E < 1.5$	$1.5 \leq K_E < 5$	$K_E \geq 5$
	单轴抗压强度 (MPa)	$R_C < 7$	$7 \leq R_C < 14$	$R_C \geq 14$

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

测定 10 煤顶、底板岩层的密度、弹性模量及抗拉强度，结合其厚度计算其弯曲能量指数及复合岩层弯曲能量指数，判定顶、底板岩层的冲击倾向性。表 2-2 是判定岩层冲击倾向性类别的依据。

表 2-2 顶板岩层冲击倾向性类别、名称及指数

类 别	I 类	II 类	III 类
名 称	无冲击倾向	弱冲击倾向	强冲击倾向
弯曲能量 (kJ)	$U_{WQ} \leq 15$	$15 < U_{WQ} \leq 120$	$U_{WQ} > 120$

3 试件加工与试验

3.1 试件加工

将煤块用锯石机锯成 $50 \times 50 \times 100$ 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 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。

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 $50 \times 50 \times 100$ mm、 $\phi 50 \times 100$ mm 和 $\phi 50 \times 25$ mm,共加工煤岩样试件 70 块。

3.3 试验

3.3.1 试验设备与仪器

加载设备: TAW-2000 电液伺服岩石三轴试验系统,见图 3-1,试样的应变实时测定见图 3-2。数据处理设备:计算机及试验机配套数据分析软件。

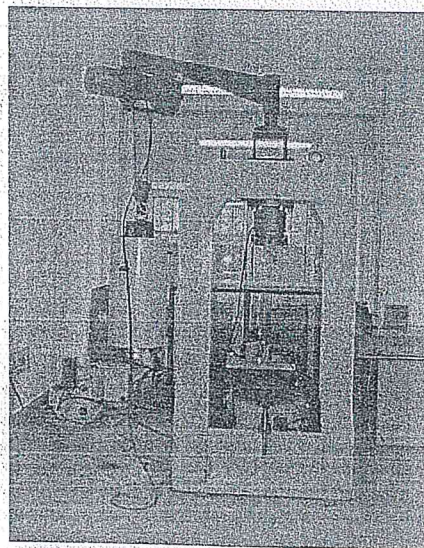


图 3-1 TAW-2000 电液伺服岩石三轴试验系统图

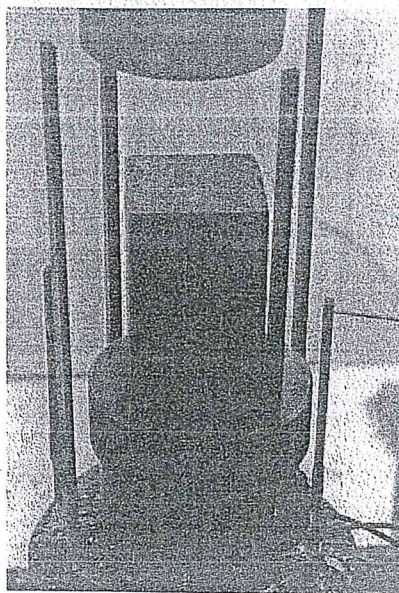


图 3-2 试样的应变实时测定

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:

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

式中: σ_t —岩石单轴抗拉强度, MPa;

P —岩石试件破坏载荷, 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

用载荷传感器测量试件承受的载荷, 直至试件破坏。测得的信号通过动态电阻应变仪传给毫秒级的计算机数据采集处理系统, 该系统根据测得数据, 直接绘出相应的动态破坏时间曲线, 并可从曲线图中最大破坏载荷的关键处放大, 精确地给出试件的动态破坏时间 (DT 值)。

b. 弹性能量指数

用载荷传感器测量试件承受的载荷,用位移传感器测量试件的轴向变形,直至试件破坏。测得的信号,由计算机数据采集系统记录、贮存,并直接绘出弹性能量指数计算图,再由计算机直接积分出弹性应变能值和总应变能值。

c. 冲击能量指数

用载荷传感器测量试件承受的载荷,用位移传感器测量试件的全程轴向变形,用毫秒级高速计算机数据采集处理系统采集测得的数据,并根据测试数据给出试件的全应力应变曲线图,再按标准要求由计算机积分出峰值前积聚的变形能和峰值后耗损变形能。

(3) 顶板弯曲能量指数计算

上覆岩层载荷自煤层顶板起,自下而上,按式(3-3)计算:

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

式中:

q ——单位宽度上覆岩层载荷,单位为兆帕(MPa);

$E_i(i=1,2,\dots,n)$ ——上覆各岩层的弹性模量,单位为兆帕(MPa);

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

$\rho_i(i=1,2,\dots,n)$ ——上覆各岩层的块体密度,单位为千克每立方米(kg/m^3);

g ——重力加速度,单位为牛每千克(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(3-4)计算:

$$U_{wQ} = 102.6 \frac{(R_t)^{\frac{5}{2}} h^2}{q^{\frac{1}{2}} E} \quad (3-4)$$

式中:

U_{wQ} ——单一顶板弯曲能量指数,单位为千焦(kJ);

R_t ——岩石试件的抗拉强度,单位为兆帕(MPa);

h ——单一顶板厚度,单位为米(m);

E ——岩石试件的弹性模量,单位为兆帕(MPa)。

复合顶板弯曲能量指数按式 (3-5) 计算:

$$U_{WQS} = \sum_{i=1}^n U_{WQi} \quad (3-5)$$

式中:

U_{WQS} ——复合顶板弯曲能量指数, 单位为千焦 (kJ);

U_{WQi} ——第 i 层弯曲能量指数, 单位为千焦 (kJ);

n ——顶板分层数。

4 试验结果

4.1 煤层冲击倾向性指标测定

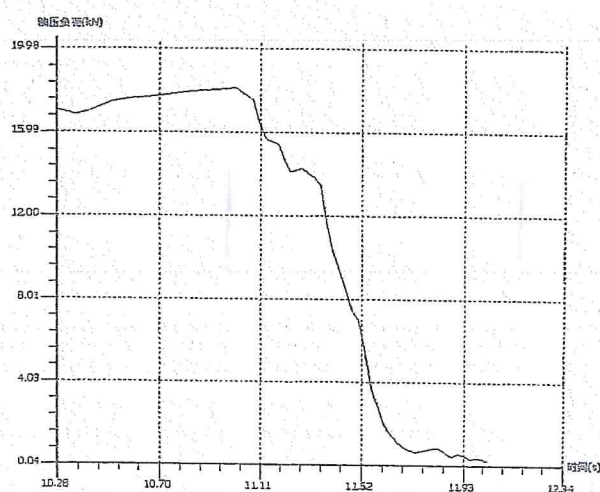
根据测试要求, 共计加工了 25 块 $50 \times 50 \times 100$ mm 的煤样, 用于煤的冲击倾向性测定, 测试内容包括煤的动态破坏时间、弹性能量指数、冲击能量指数和单轴抗压强度。

4.1.1 动态破坏时间

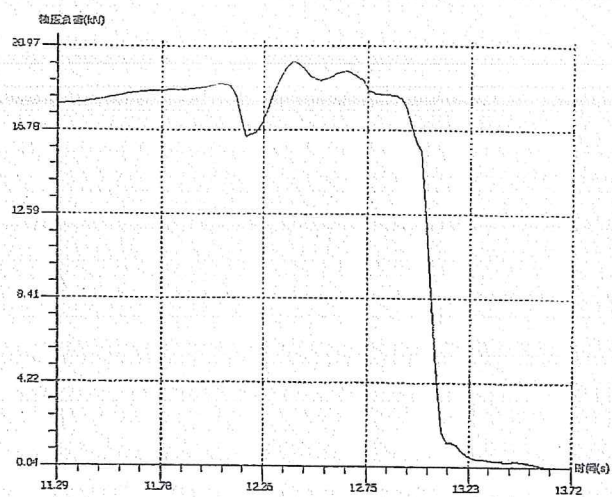
煤的动态破坏时间测定结果及典型曲线见表 4-1、图 4-1。

表 4-1 煤样动态破坏时间测定结果

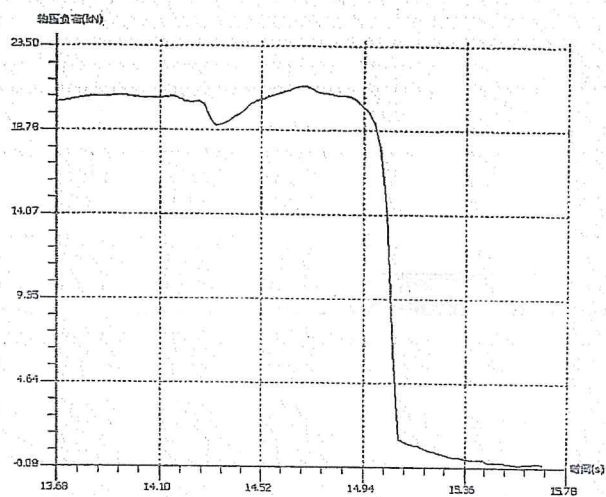
煤样	试件编号	试件尺寸边长 (mm)	试件尺寸宽度 (mm)	试件尺寸高度 (mm)	截面积 (mm^2)	破坏时间 (ms)	平均破坏时间 (ms)
10 煤	1-C-1	50.34	50.63	100.21	2548.71	856	939
	1-C-2	50.26	50.23	100.04	2524.56	831	
	1-C-3	50.31	50.54	100.13	2542.67	1022	
	1-C-4	50.11	50.04	100.35	2507.50	1204	
	1-C-5	50.07	50.14	100.42	2510.51	782	



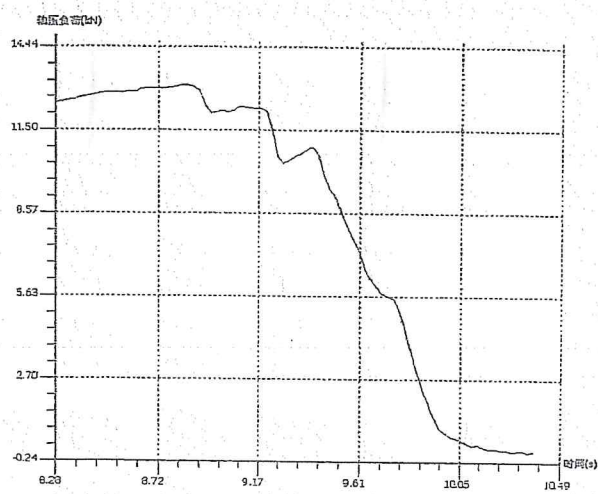
(a)煤动态破坏时间测试曲线-1



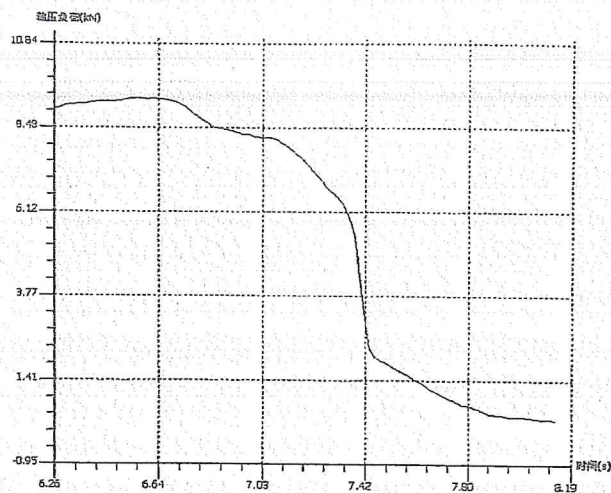
(b)煤动态破坏时间测试曲线-2



(c)煤动态破坏时间测试曲线-3



(d)煤动态破坏时间测试曲线-4



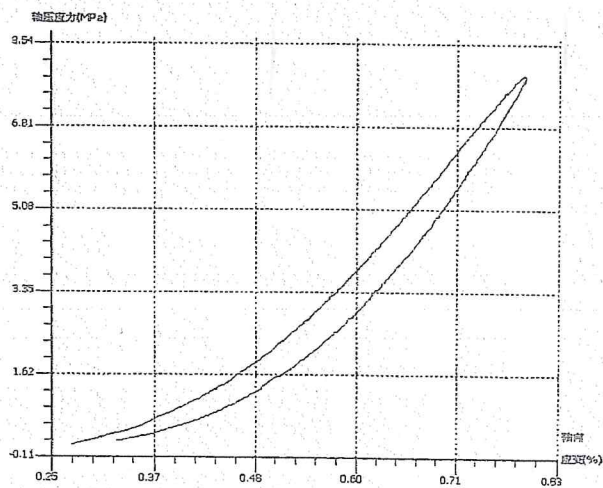
(e)煤动态破坏时间测试曲线-5
图 4-1 煤层试样典型动态破坏时间曲线

4.1.2 弹性能量指数

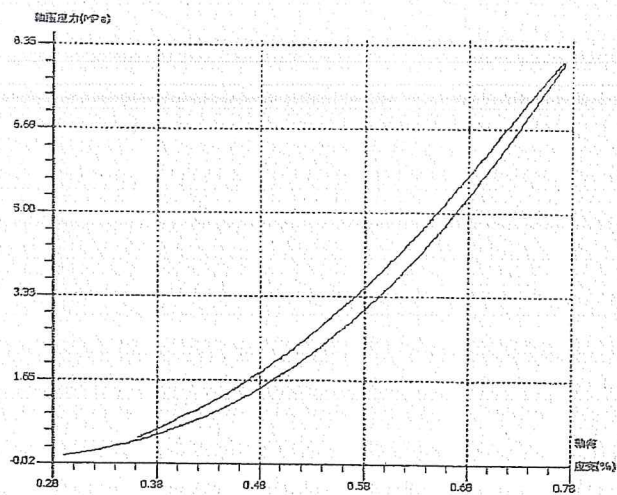
煤的弹性能量指数测定结果及典型曲线见表 4-2、图 4-2。

表 4-2 煤样弹性能量指数测定结果

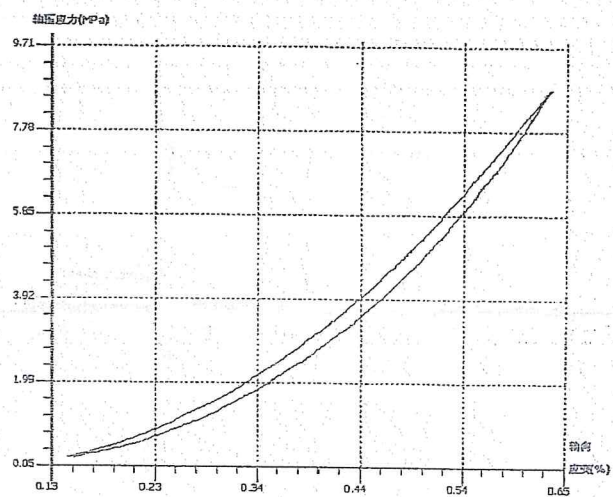
煤样	试件 编号	试件尺寸边 长 (mm)	试件尺寸宽度 (mm)	试件尺寸高度 (mm)	截面积 (mm ²)	弹性能指 数 W_{Et}	平均弹性能指 数 W_{Et}
10 煤	2-C-1	50.34	50.63	100.21	2548.71	1.415	1.84
	2-C-2	50.26	50.23	100.04	2524.56	2.232	
	2-C-3	50.31	50.54	100.13	2542.67	1.840	
	2-C-4	50.11	50.04	100.35	2507.50	1.744	
	2-C-5	50.07	50.14	100.42	2510.51	1.975	



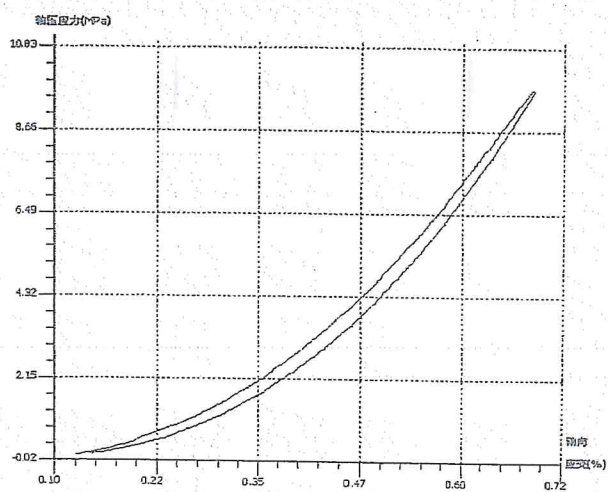
(a)煤弹性能量指数测试曲线-1



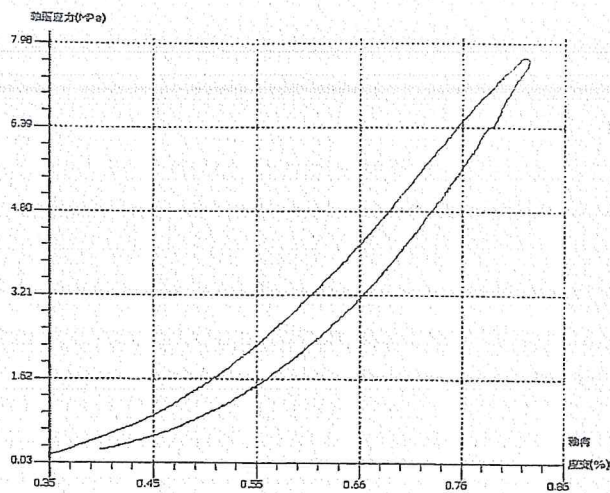
(b)煤弹性能量指数测试曲线-2



(c)煤弹性能量指数测试曲线-3



(d)煤弹性能量指数测试曲线-4



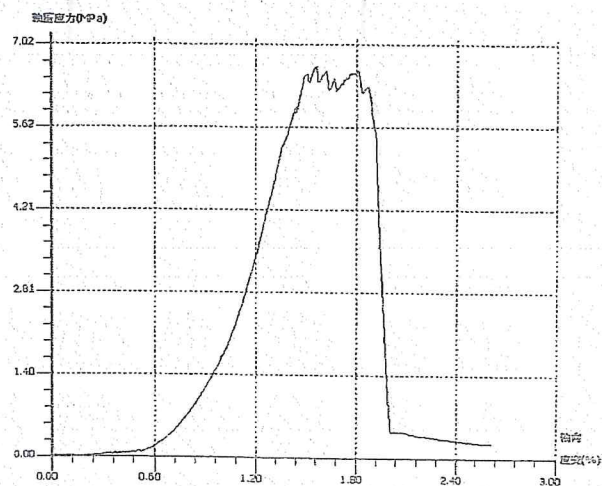
(e)煤弹性能量指数测试曲线-5
图 4-2 煤层试样典型弹性能量指数曲线

4.1.3 煤样冲击能量指数

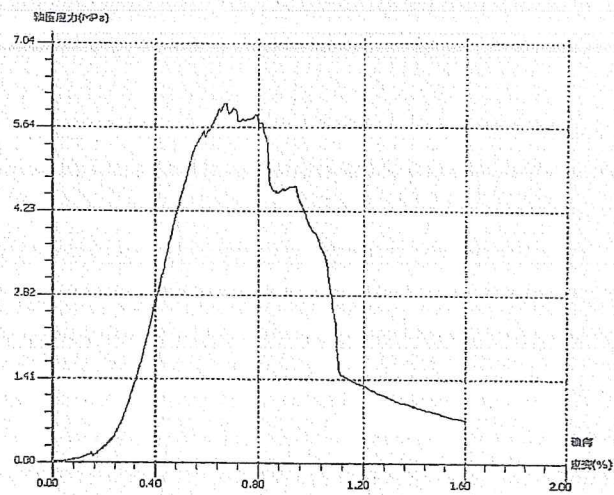
煤的冲击能量指数测定结果及典型曲线见表 4-3、图 4-3。

表 4-3 煤样冲击能量指数测定结果

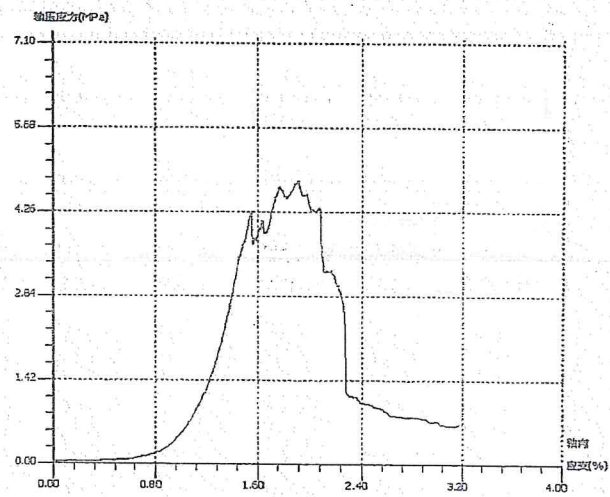
煤样	试件编号	试件尺寸边长 (mm)	试件尺寸宽度 (mm)	试件尺寸高度 (mm)	试件截面积 (mm ²)	冲击能量指数 K_{Ei}	平均冲击 能指数 K_E
10 煤	3-C-1	50.34	50.63	100.21	2548.71	1.049	1.149
	3-C-2	50.26	50.23	100.04	2524.56	0.771	
	3-C-3	50.31	50.54	100.13	2542.67	1.440	
	3-C-4	50.11	50.04	100.35	2507.50	1.106	
	3-C-5	50.07	50.14	100.42	2510.51	1.377	



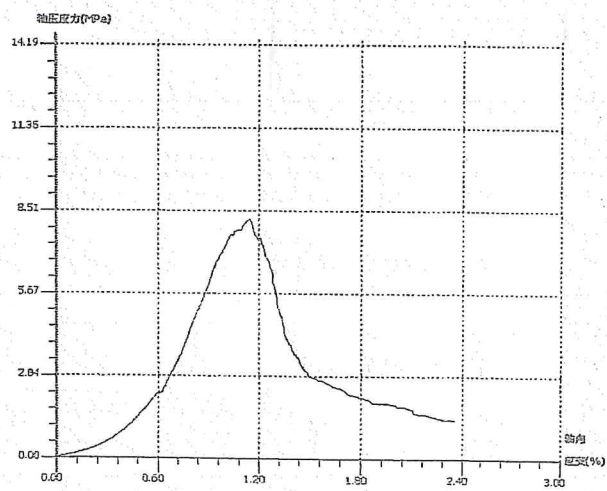
(a)煤冲击能量指数测试曲线-1



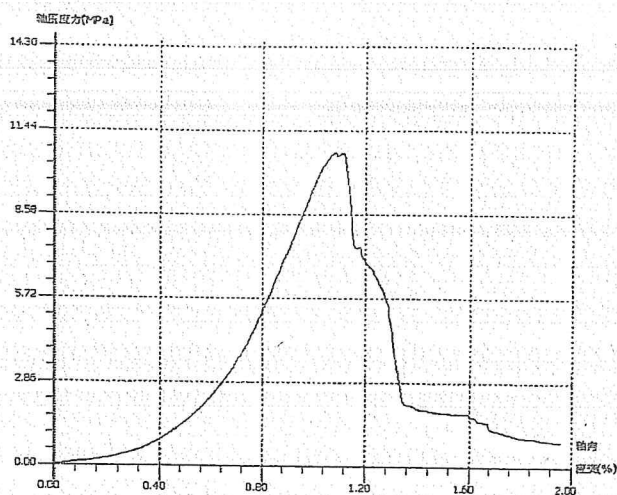
(b)煤冲击能量指数测试曲线-2



(c)煤冲击能量指数测试曲线-3



(d)煤冲击能量指数测试曲线-4



(e)煤冲击能量指数测试曲线-5
图 4-3 煤层试样典型冲击能量指数曲线

4.1.4 煤样单轴抗压强度

煤样单轴抗压强度测定结果见表 4-4。

表 4-4 煤样单轴抗压强度测定结果

煤样	试件编号	试件尺寸边长 (mm)	试件尺寸宽度 (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)	平均值 (MPa)
10 煤	1-C-1	50.34	50.63	100.21	2548.71	18.117	7.11	5.41
	1-C-4	50.11	50.04	100.35	2507.50	13.652	5.44	
	1-C-5	50.07	50.14	100.42	2510.51	9.256	3.69	

4.2 煤层冲击倾向性鉴定结果

鑫达煤矿 10 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

鑫达煤矿 10 煤试样的动态破坏时间如表 4-5 所示, 10 煤试样的动态破坏时间平均值为 939ms, 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 10 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

鑫达煤矿 10 煤试样的冲击能量指数如表 4-5 所示, 10 煤试样的冲击能量指数平均值为 1.149, 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 10 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

鑫达煤矿 10 煤试样的弹性能量指数如表 4-5 所示, 10 煤试样的弹性能量指数平均值为 1.84, 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 10 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

鑫达煤矿 10 煤试样的单轴抗压强度如表 4-5 所示, 10 煤试样的单轴抗压强度平均值为 5.41MPa, 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 10 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, 综合判定鑫达煤矿 10 煤为具有无冲击倾向性的煤层。

表 4-5 鑫达煤矿 10 煤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	1	856	1.049	1.415	7.11
	2	831	0.771	2.232	
	3	1022	1.440	1.840	
	4	1204	1.106	1.744	5.44
	5	782	1.377	1.975	3.69
	平均值	939	1.149	1.84	5.41
	冲击倾向性判定	无	无	无	无
综合评判结果		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 45 块 $\phi 50 \times 100 \text{mm}$ 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。

4.3.1 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)	试件尺寸直径 (mm)	试件尺寸高度 (mm)	试件密度 (g/cm^3)	试件平均密度 (g/cm^3)
1 号顶板	1-R-1	459.7	49.69	99.91	2.374	2.381
	1-R-2	463.3	49.76	100.13	2.380	
	1-R-3	461.2	49.6	100.03	2.387	
底板	2-R-1	414.2	49.68	99.91	2.140	2.228
	2-R-2	432.3	49.79	100.01	2.221	
	2-R-3	451.2	49.81	99.7	2.324	

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^2)	破坏载荷 (kN)	抗压强度 (MPa)	弹性模量 (GPa)
1 号顶板	1-R-1-1	50.14	100.04	1973.505	64.03	32.44	12.54
	1-R-1-2	50.12	99.97	1971.931	63.42	32.16	11.29
	1-R-1-3	49.97	99.95	1960.146	66.12	33.73	13.50
平均值	——	——	——	——	64.52	32.78	12.44
底板	1-R-2-1	50.17	100.23	1975.868	73.28	37.09	7.93
	1-R-2-2	50.23	100.45	1980.597	73.13	36.92	7.91
	1-R-2-3	50.09	99.84	1969.571	83.52	42.41	8.95
平均值	——	——	——	——	76.64	39.01	8.26

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)	破坏载荷 (kN)	抗拉强度 (MPa)	平均值 (MPa)
1 号顶板	2-R-1-1	50.15	25.41	2.54	2.062	2.326
	2-R-1-2	50.09	25.25	3.24	2.610	
	2-R-1-3	50.26	25.52	2.79	2.279	
	2-R-1-4	50.14	25.06	2.87	2.297	
	2-R-1-5	49.9	25.31	2.96	2.381	
底板	2-R-2-1	50.31	25.39	3.75	3.051	2.605
	2-R-2-2	50.21	25.24	3.54	2.857	
	2-R-2-3	50.86	25.35	2.64	2.168	
	2-R-2-4	50.23	25.97	2.85	2.368	
	2-R-2-5	49.86	25.08	3.24	2.581	

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,单位为兆帕(MPa);

$E_i(i=1,2,\dots,n)$ ——上覆各岩层的弹性模量,单位为兆帕(MPa);

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

$\rho_i(i=1,2,\dots,n)$ ——上覆各岩层的块体密度,单位为千克每立方米(kg/m^3);

g ——重力加速度,单位为牛每千克(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, 单位为千焦 (kJ);

R_t ——岩石试件的抗拉强度, 单位为兆帕 (MPa);

h ——单一顶板厚度, 单位为米 (m);

E ——岩石试件的弹性模量, 单位为兆帕 (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, 单位为千焦 (kJ);

U_{wQi} ——第 i 层弯曲能量指数, 单位为千焦 (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。

鑫达煤矿 10 煤顶板弯曲能量指数为 14.594kJ, 小于 15 kJ, 按国家标准 GB/T 25217.1-2010 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 49 煤顶板岩层弯曲能量

样 别 \ 项 目	载荷 (MPa)	密度 (g/cm ³)	弹性模量 (GPa)	抗拉强度 (MPa)	弯曲能量指数 (kJ)
1 号顶板 (砂岩)	0.275	2.59	12.44	2.326	14.594
合计	/	/	/	/	14.594

鑫达煤矿 10 煤底板弯曲能量指数为 4.297kJ, 小于 15kJ, 按国家标准 GB/T 25217.1-2010 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 49 煤底板岩层弯曲能量

样 别 \ 项 目	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 (细砂岩)	0.062	2.23	8.26	2.605	4.297

5 结论与建议

5.1 结论

(1) 根据送检煤样测定的数据,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》,判定鑫达煤矿 10 煤属于 I 类,为具有无冲击倾向性的煤层。

(2) 根据送检岩样测定的数据,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》,判定鑫达煤矿 10 煤的顶板岩层属于 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。

本试验结果仅是针对鑫达煤矿送检的 10 煤及其顶、底板岩层在现阶段开采条件下做出的有关煤层及其顶、底板本身是否具有冲击倾向性的鉴定。在开采过程中,煤、岩层是否发生冲击还同其开采条件和应力集中情况有关,应具体问题具体分析。

5.2 建议

鉴于鑫达煤矿送检的 10 煤经鉴定具有无冲击倾向性,顶板具有无冲击倾向性,底板具有无冲击倾向性,建议对该煤层的采掘工作面开展冲击危险性评价,以指导安全防护措施实施。建议当开采深度超过 400m 以后重新开展煤岩层冲击倾向性鉴定。

附录 A 冲击倾向性综合评判结果

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	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	1	1	1	1	1	42	2	2	2	3	2
2	1	1	1	2	1	43	2	2	3	1	2
3	1	1	1	3	1	44	2	2	3	2	2
4	1	1	2	1	1	45	2	2	3	3	*
5	1	1	2	2	*	46	2	3	1	1	1
6	1	1	2	3	2	47	2	3	1	2	2
7	1	1	3	1	1	48	2	3	1	3	3
8	1	1	3	2	1	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	1	2	1	2	*	52	2	3	3	1	3
12	1	2	1	3	1	53	2	3	3	2	2
13	1	2	2	1	1	54	2	3	3	3	3
14	1	2	2	2	2	55	3	1	1	1	1
15	1	2	2	3	2	56	3	1	1	2	1
16	1	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	3	3	3	59	3	1	2	2	2
19	1	3	1	1	1	60	3	1	2	3	3
20	1	3	1	2	1	61	3	1	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	1	3	2	2	2	64	3	2	1	1	1
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	3	68	3	2	2	2	2
28	2	1	1	1	1	69	3	2	2	3	3
29	2	1	1	2	2	70	3	2	3	1	3
30	2	1	1	3	1	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	1	3	1	1	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判定值进行比较的方法综合判断冲击倾向性。