



试验研究

陶庄煤矿的冲击地压与构造应力*

煤科总院北京开采所 齐庆新

阜新矿业学院研究所 梁政国

摘要 在总结研究成果的基础上,通过地表岩层移动观测、巷道变形与破坏、区域古构造形迹、新构造形迹及近代地震调查,从构造应力角度探明了陶庄煤矿冲击地压与构造应力的关系及冲击地压的力源问题。分析研究结果表明,陶庄煤矿井田区域内存在着古今构造应力场,并显著影响冲击地压的发生。根据研究结果,在开采实践中注意工作面推进方向与构造应力方向的关系,取得了较好的效果。

关键词 冲击地压 构造应力 构造形迹力源

1 前言

冲击地压是煤-岩体系统的力学状态达到强度极限时,以突然、猛烈、剧烈的形式释放弹性能的一种矿山动压现象。它发生突然,造成的破坏极为严重。

近十几年来,我国的广大岩石力学工作者尽管对冲击地压问题进行了广泛、深入的研究,同时也取得了一定的成果,但对冲击地压机理方面的研究,特别是在探讨冲击地压产生原因方面,还未取得令人满意的成果,急需对此进行深入细致的研究。

从构造应力角度探讨冲击地压的产生,在这方面虽已有文献记载,但是,这些研究成果只表明构造应力与冲击地压的相关性,缺乏对实践的指导意义。本文在总结我们的研究成果的基础上,通过地表岩层移动观测,巷道变形、区域古构造形迹、新构造形迹及近代地震调查,从构造应力角度探讨了陶庄煤矿冲击地压与构造应力的关系及冲击地压力源问题,依此在开采方法上,采取了相应的技术措施,取得了良好的社会效益和经济效益。

2 矿井地质、开采及冲击地压概况

陶庄煤矿是我国典型的、严重的冲击地压矿井,含煤地层为上石炭系太原群和下二迭纪山西组;主采煤层为第二层煤,厚3~6m,煤层倾角 $5^{\circ}\sim 45^{\circ}$,开采深度为400~950m。在井田内,靠近北山断层的采区地质条件较为复杂,断层、褶皱遍布在区域内。井田采用斜井阶段开拓,以水力采煤法和长壁冒落法开采煤炭。

该矿自建矿以来,其发生冲击地压178次,破坏巷道达数千米,死亡十人。特别是1982年1月7日,该矿发生了里氏3.2级冲击地压,造成5人死亡的重大事故。表1所示为该矿冲击地压类型分类情况。

表1 陶庄煤矿冲击地压类型分类表

冲击地压类型	构造型	重力型	构造重力混合型	构造参与型的总和
次数	28	130	20	58
占总次数的比例(%)	15.7	73.1	11.2	26.9

3 构造形迹综合调查与分析

为研究陶庄井田冲击地压与地质构造的关系，特开展了以下工作：

(1) 区域古构造形迹综合分析：包括陶庄矿方圆近百里的古构造形迹的考查与分析。考察分析结果表明，陶庄矿井田构造是在该井田东侧的沂沭断裂带控制之下的低序次构造。通过地质勘探和采矿揭露及地表形迹调查不难看出，陶庄井田内古构造形迹主要表现在断层和褶皱方面，形成了该井田的古构造形迹的主要特征。

(2) 地表岩层移动观测：地表移动观测工作始于1982年3月，目的在于探讨在采动影响下地表断层露头的移动方式，从地质构造角度探讨陶庄矿发生冲击地压的原因，为防治冲击地压提供技术依据。图1所示为测

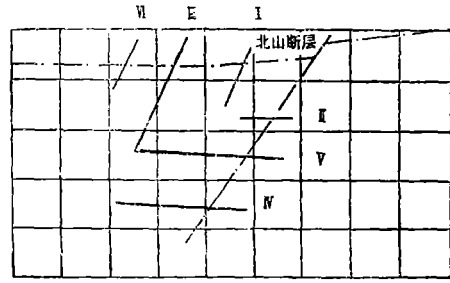


图1 地表岩层移动测线布置示意图

线布置示意图。观测内容包括：平面控制测量，高程控制测量，长度测量，支距测量。表2、3、4所示为测量结果。

地表岩层移动观测结果表明，靠近断层（北山断层、F37号断层）附近的测点呈现

表2 北山断层移动变形测量结果

单位：mm

测线	测点	下沉量			垂直断层水平移动			沿断层走向水平移动		
		上盘	下盘	差值	上盘	下盘	差值	上盘	下盘	差值
I	107~108	-144	-18	-126	+42	-8	+50	+48	+3	+45
III	306~307	-167	-6	-161	+36	+2	+34	+118	-18	+136
VI	603~604	-122	-6	-116	+58	-8	+66	+118	0	+118

注：沿断层走向水平移动向东为“+”，向西为“-”，上升为“+”，下沉为“-”。

表3 F37号断层移动变形测量结果

单位：mm

测线	测点	下沉量			垂直断层水平移动			沿断层走向水平移动		
		上盘	下盘	差值	上盘	下盘	差值	上盘	下盘	差值
II	204~205	-145	-134	-11	-1	-4	-3	+69	+41	+28
IV	411~412	-222	-299	+77	-100	-48	-52	+86	+21	+65
V	502~504	-161	-216	+55	-40	-23	-17	+101	+62	+39

注：沿断层走向水平移动向南为“+”，向北为“-”，上升为“+”，下沉为“-”。

表4 三角点边长测量结果

单位：m

测边名称	观测日期				
	1980.11	1987.10	1288.3	1989.4	1989.10
青庄—杭庄北	1235.272	1235.330	1235.334	1235.357	1235.364
杭庄北—马庄	1487.060	1486.997	1486.985	1486.978	1486.967
马庄—刘沟东	1738.652	1738.662	1738.668	1738.658	1738.658
杭庄—401点	733.409	733.485	733.474	733.460	733.451

一定规律的移动，表明了采动的影响作用。但同时，也反映了与采动影响相矛盾的移动规律。关于这一点，将在4中讨论。

(3)巷道破坏调查：通过对6条共1100m典型巷道的破坏调查，表明了巷道破坏一方面受采动影响所致，另一方面表现出了构造应力作用的结果(表5)。通过巷道破坏形式的综合分析认为：陶庄井田存在明显的NE-SW方向的水平构造应力作用。

表5 巷道变形破坏调查结果

巷道名称	基本情况			破坏与受力方式		
	方位	调查长度	有无采动	位置	破坏程度	受力方式
283岩石下山	155°	150	无	帮顶	严重	侧压
九道石门	133°	170	有	帮顶底	严重	顶压侧压
280辅助下山	164°	280	有	帮顶	严重	倾斜侧压
东420人巷	48°	190	无	帮	轻微	顶压
280运输正巷	92°	150	无	帮	中等	轻微侧压
272回风巷	0°	160	有	帮顶	中等	轻微侧压

(4)新构造形迹调查：陶庄井田范围内存在新构造。调查结果表明，在陶庄矿北山宿舍附近的冲刷沟里，在第四纪黄土层中有一正断层，该断层带宽800mm，落差250mm。分析认为，该断层呈张性，表明这一区域曾发生过地壳活动，存在着现今构造应力场，推断最大主应力方向为NE-SW向。

(5)近代地震活动调查：通过对陶庄北山地震台的调查和收集附近区域的地震资料，表明陶庄及邻近区域近代浅层地震频繁。分析结果认为，陶庄井田及其邻近区域的构造应力作用是明显的。这样就会给井下采掘工作带来影响。实践也证实了这一点。

4 冲击地压的力源与构造应力的关系

我们知道，冲击地压的发生需具备以下条件：①煤层的冲击倾向特征；②煤岩体孕育足够的弹性能，或高应力集中；③能量的释放空间。由此可以看出，煤层的埋深、开采方法及地质构造情况，都直接影响煤层的应力状态，导致煤层不同的冲击危险性。对

埋深、开采方法引起的冲击地压问题已有过研究，在此不予论述。本文重点分析地质构造引起的冲击地压，换句话说，就是探讨构造应力与冲击地压的关系。

从前面提到的地表岩移观测可知，北山断层上盘最大下沉161mm，水平伸张66mm，沿断层走向东移136mm，而下盘基本未动(图2)。靠近断层走向的水平移动量大于

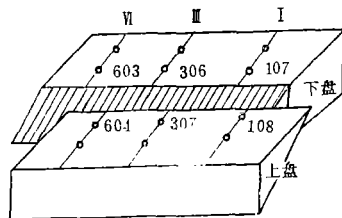


图2 北山断层移动情况

远离断层测点的值，垂直断层方向的水平移动量小于沿断层走向的水平移动量。如果说Ⅲ线和Ⅵ线的水平东移是采煤引起的，那Ⅰ线在设测站进行观测时，地表早已稳定，本应向SW向移动，而实测却向NE向移动45~55mm。这种移动方式表明存在某种力的作用。

对F37号断层上的测线，V测线与IV断线的结果表明，由于受采动影响，F37号断层下盘的下沉量明显大于上盘，两盘出现明显的下沉差，下盘下沉量大于上盘55~76mm，两盘相对移动量(压缩)为17~72mm(图3)。F37号断层两盘沿断层走向均向南移动，下盘移动21~65mm，上盘移动69~101mm，下盘的移动量小于上盘。两盘相对移动差28~65mm，且在靠近F37号断层下盘测点沿断层走向的移近量小于远离断层测点的移近量，恰好与北山断层相反。F37号断层下盘的下沉量明显大于上盘，两盘出现明显的下沉差，下盘下沉量大于上盘55~57mm，两盘相对移动量(压缩)为17~72mm(图3)。F37号断层两盘沿断层走向均向南移动，下盘移动21~65mm，上盘移动69~101mm，下盘的移动量小于上盘。两

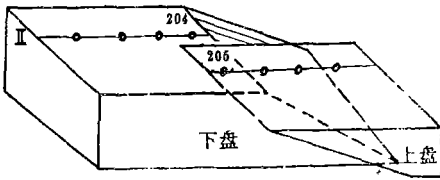


图3 F37号断层移动情况

盘相对移动差28~65mm,且在靠近F37号断层线下盘测点沿断层走向的移近量小于远离断层测点的移近量,恰好与北山断层相反。F37号断层下盘沿断层走向水平移动可以认为是采动响影引起的,它的移动方向和移近量与北山断层伸张量基本一致。但上盘沿断层走向水平移动量大于下盘,这与开采响影是矛盾的。

对于上述地表岩移观测的结果,跨越北山断层和F37号断层的三角点边长测量结果也证实了这一点(图4、表4)。青泉庄△—杭庄△边长伸长92mm,杭庄北△—马庄△边长缩短了93mm。这表明,F37号断层附近存在以东西向水平应力。马庄△—刘沟东△横跨F52号断层,但未见边长伸长和缩短杭庄△—401号测点间边长伸长由76mm逐渐减少为42mm。所有这些都表明,在F37号断层附近存在较大的构造应力。

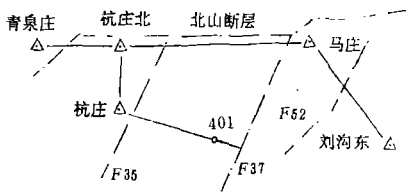


图4 三角点测量布置示意图

根据野外实际调查证实北山断层和F37号断层是先张扭后压扭的复合型构造形迹,构造晚期作用呈右型扭活动方式。上述地表岩移及三角边长测量的相反结果表明了构造应力作用的结果,结合巷道破坏调查、新构造形迹及冲击地压灾害的显现调查(大多数冲击地压均发生在F37号断层附近),这个构造应力场的作用方向应为NE-SW向。

通过对F37号断层两侧采区所发生的冲击地压统计分析表明,凡工作面推进方向与推测构造应力方向一致时,冲击地压容易发生,与构造应力方向相反时,发生冲击地压的次数明显减少。这是由于当工作面推进方向与构造应力方向一致时,自重应力与构造应力的合力将作用在煤体上,使煤体中产生过高的应力集中;当推采方向与构造应力相反时,合力作用在支架或采空区内,煤体的应力集中程度降低。从能量角度而言,顺向构造应力采煤,容易使煤体积聚弹性能,而逆向构造应力采煤时,煤体中的弹性能可随时以煤壁片帮、支架损坏等形式释放出来。例如F37号断层附近的272、2518、420等工作面都出现了这种推采方向与构造应力导致冲击地压发生的现象。为此我们在开采实践中注意推采方向与推测构造应力方向的关系,通过改变采区布置方式与条带布置形式及方向,明显地减少了冲击地压的发生次数,收到了较好的效果。

综合分析结果表明,在陶庄煤矿井田范围内,发生冲击地压的一个典型特征是构造应力的参与,导致冲击地压发生的重要因素之一是自重应力与构造应力共同作用的结果,构造应力是发生冲击地压不可忽视的力源之一,特别是构造应力的方向对冲击地压的响影更为显著。此外,重力异常也是响影冲击地压的重要因素,将另文论述。

主要结论

- (1) 陶庄井田存在着明显的现今构造应力场,推断其作用方向为NE-SW。
- (2) 工作面的推进方向与构造应力方向的关系对发生冲击地压的响影是显著的。

(责任编辑 刘天泉)

*: 本文是国家“七五”科技攻关项目《冲击地压预测与防治》的一部分,参加本项目工作的还有陶庄煤矿孙步洲工程师等,其中地表岩层移动观测工作是陶庄煤矿完成的。