

一起工作面冲击地压事故的诱发因素分析

杜涛涛, 蓝航, 彭永伟, 秦子晗

(天地科技股份有限公司 开采设计事业部, 北京 100013)

摘要:针对某矿综采工作面发生的一起冲击地压事故, 主要从地质因素和开采工艺分析了诱发冲击地压事故的原因。分析结果表明, 煤层自身具有的强冲击倾向性是冲击地压发生的内因, 坚硬厚层顶板形成了冲击地压的力源, 采煤机进刀后支架支护不及时导致顶板压力转移到工作面煤壁, 工作面支架选型不合理使工作面留底煤形成了能量释放出口, 工作面夹矸造成工作面局部煤体应力集中, 加剧了冲击地压危险。

关键词:工作面冲击地压; 诱发因素; 冲击倾向性; 坚硬厚层顶板; 夹矸; 底煤

中图分类号: TD324

文献标志码: A

文章编号: 1672-3767(2011)05-0012-04

Analysis of Inducing Factors on One Rock Burst Accident in Mining Face

DU Taotao, LAN Hang, PENG Yongwei, QIN Zihan

(Department of Mining & Design, Tiandi Science & Technology Co. Ltd, Beijing 100013, China)

Abstract: According to one rock burst accident happened in a fully-mechanized coalface of some mine, this paper analyzed its reasons from aspects of geological factors and mining technology. The results showed that strong rock burst liability of coal mass itself was the intrinsic factor of the rock burst, and hard and thick roof was the force source of the rock burst. The delayed supporting after coal cutting resulted in the transfer of roof pressure to coal wall of coalface. Unreasonable selection of support types led to retaining ground coal in coalface, which became the exit of energy release. The rock parting of the coalface resulted in stress concentration at local place, which made the rock burst more dangerous.

Key words: rock burst in coalface; inducing factor; rock burst liability; hard and thick roof; rock parting; ground coal

冲击地压是一种煤矿动力灾害, 其发生机理复杂, 影响因素众多^[1-3]。导致冲击地压发生的因素可分为地质因素和开采因素。从已发生的冲击地压情况来看, 临界采深大都在 400 m 以上。除了煤岩自身的冲击倾向性, 影响冲击地压发生的典型地质因素主要有坚硬厚层顶板、地质构造(断层、褶曲)、煤厚变化等; 开采技术因素主要包括开采中形成的煤柱和放炮震动等^[4]。据统计^[5], 近年来我国大部分冲击地压都发生在掘进巷道和回采巷道中, 这是因为目前我国煤矿大都采用综采或综放开采方法, 液压支架能有效支撑顶板, 防止由于坚硬顶板突然断裂形成动载而诱发对工作面的冲击。但最近在新疆某矿却发生了一次综采工作面内的冲击地压, 本文针对这起冲击地压事故的发生原因进行了分析。

1 某矿 W1143 工作面冲击地压情况

1.1 W1143 工作面概况

W1143 综采工作面开采 B₁₋₁ 煤层。工作面走向长壁布置, 埋深 317 m, 走向长 1 495 m, 斜长 162 m, 倾角 10°~16°, 煤厚平均 3 m, 采高 3 m; 直接底为层状中砂岩, 厚度 5.2 m; 直接顶是平均厚度为 9 m 的粉砂

收稿日期: 2011-06-24

基金项目: 国家重点基础研究发展计划(“973”计划)项目(2010CB226806)。

作者简介: 杜涛涛(1984—), 男, 山东枣庄人, 工程师, 主要从事冲击地压方面的研究. E-mail: yl_dutt@126.com.

岩,坚硬致密;其上为平均厚 2.5 m 的 B_{4-2} 煤层; B_{4-2} 煤层之上为直达地表的砂岩互层。

W1143 综采面与上覆 B_{4-2} 煤层层间距平均为 9 m。目前 B_{4-2} 煤层已回采了两个工作面,即 W114(2)1、W114(2)3。W1143 综采面上顺槽以南为实体煤岩层。下顺槽以北为 W1141 采空区,两面之间留设 30 m 煤柱,如图 1 所示。

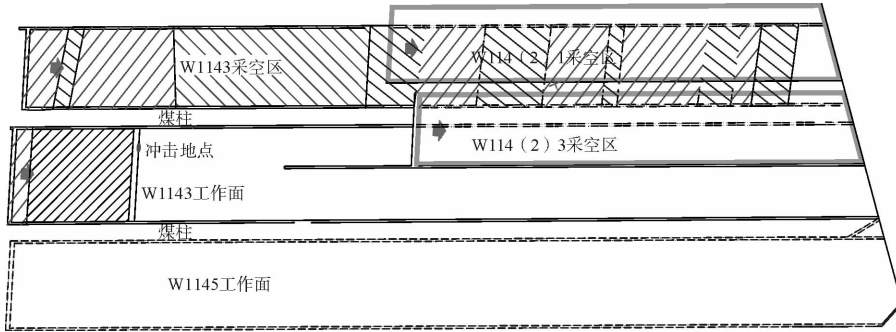


图 1 某矿 W1143 工作面布置图

Fig. 1 The layout plan of W1143 coalface in some mine

1.2 冲击地压发生过程

2011 年 3 月 13 日中班,作业人员进入工作面接班后,采煤机司机将停在 33# 支架处的采煤机开启空刀下行到机尾,正式割煤进刀,下部三角煤割完后,采煤机空刀上行,当采煤机上行到 9# 至 17# 支架时,突然发生巨响,底板震动、作业人员被弹起,电缆从电缆槽内抛出、一根调整支撑刮板输送机的单体从底板抛起落到电缆槽上,在 17# 至 26# 支架段工作面煤壁上部煤体冲出,发生片帮、扬起大量的粉尘,底鼓严重,煤壁冲击抛出煤体有数十吨,大部分被抛到刮板输送机上、少量被抛到支架中间,造成人员轻微伤害。

2 工作面冲击地压影响因素分析

2.1 煤体冲击倾向性

根据煤层冲击倾向性鉴定结果, B_{4-1} 煤层具有强冲击倾向性^[6],具体指标见表 1。这是冲击地压发生的内在因素。

2.2 厚层坚硬顶板条件

B_{4-1} 煤层直接顶单轴抗压强度达到 70 MPa,为不易冒落顶板^[7-8],现场采用在两顺槽超前爆破的方法进行顶板预裂,但限于爆破深度,工作面中部放顶效果不好。

W1143 工作面顶板压力主要作用在工作面液压支架、工作面煤壁,当支架的工作阻力不足或支架泄液漏液后液压支架工作阻力很低时,顶板压力的一部分将由支架转移到工作面煤壁上,使得煤壁的压力增加,尤其是周期来压期间顶板活动剧烈、顶板断裂产生动载荷时。

根据现场支架压力记录数据,该工作面发生冲击地压时正处在顶板周期来压期间,顶板活动剧烈,顶板来压使得工作面煤壁压力明显增加。

表 1 W1143 工作面煤层试样冲击倾向性鉴定结果表

Tab. 1 Results of rock burst liability of coal samples of W1143 mining face

试样	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 UCS/MPa
1	4	12.68	3.55	17.58
2	8	10.17	11.69	25.98
3	3	3.96	3.44	27.76
4	23	4.18	4.37	33.83
5	26	2.80	9.96	/
平均值	13	6.76	6.60	26.29
综合结果	强冲击	强冲击	强冲击	强冲击

2.3 工作面底煤影响

W1143工作面普遍存在0.4~1.2 m厚的夹矸,但由于支架选型不合理,受支架高度影响,工作面留底煤沿顶推进,无支护的底煤成为支架-围岩系统中的薄弱环节,一旦发生能量突然释放,底煤将成为释放能量突破口。

2.4 割煤工艺影响

“3.13”冲击地压是在采煤机完成斜切进刀并在割完下部三角煤上行至工作面16#支架至28#支架之间时发生的,位置为采煤机前滚筒上方,由于支架没及时前移,空顶距过大,造成基本顶下沉的压力主要作用在工作面煤壁前方。

2.5 工作面夹矸对煤壁应力分布影响规律

为分析夹矸对煤壁应力影响作用,采用数值模拟方法分析夹矸在煤壁的不同位置和夹矸在采煤机割煤扰动时的煤壁应力分布规律。

模型范围为470 m×240 m,模拟煤层的采深为330 m,分别模拟煤层厚度为3 m;煤层上部厚度、夹矸厚度、煤层下部厚度比例为1:1:2时,即夹矸位于煤层上部;煤层上部厚度、夹矸厚度、煤层下部厚度比例为2:1:1时,即夹矸位于煤层下部。采用摩尔-库仑模型,边界条件为:左、右边界横向位移及速度为0,底部边界竖向位移及速度为0,模型上边界施加5 MPa的垂直应力载荷,重力加速度为9.8 m/s²。

1) 煤壁沿倾向应力分布

通过对不含夹矸和含夹矸煤层的应力分布的数值分析结果表明,不含夹矸工作面煤体的应力低于含夹矸工作面煤体的应力,夹矸的存在使煤体应力发生了改变,夹矸在煤层中的位置不同,应力分布也不同。

以夹矸位于工作面煤体上部情况进行分析,工作面煤层上部含夹矸,造成上部煤体的应力集中,如图2所示,上部煤层含夹矸比上部煤层不含夹矸应力高1.06 MPa,即夹矸造成局部煤体内应力升高,煤体应力约上升7.6%。

2) 煤壁沿煤厚应力分布

采煤机附近的煤壁所受扰动比距离采煤机远的煤壁所受扰动的程度相对较大。如图3(a)所示,当工作面煤壁不受割煤扰动时,根据夹矸分布

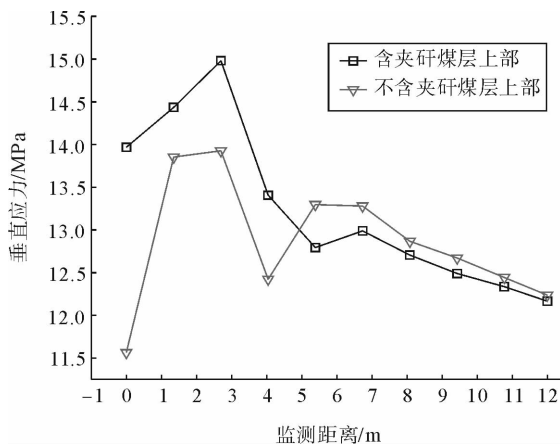
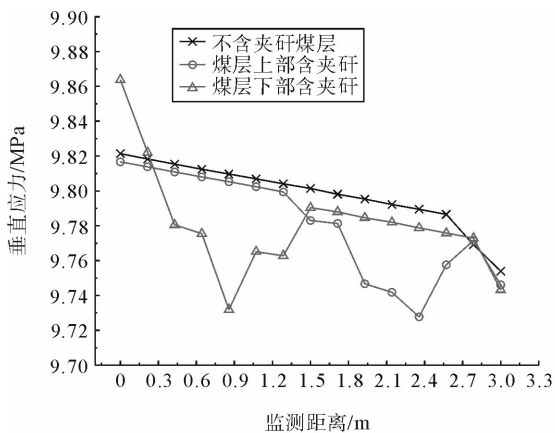
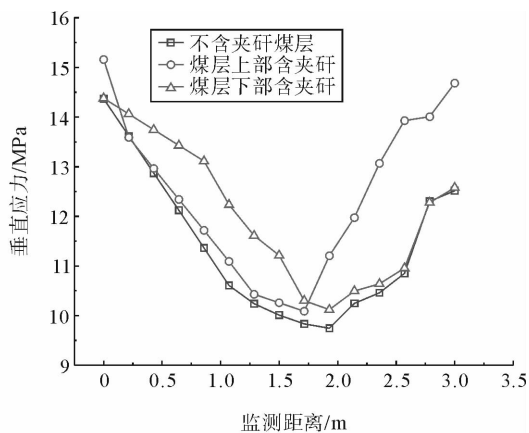


图2 夹矸对煤壁应力影响曲线图

Fig. 2 The curves showing the effect of rock parting on the stress distribution of coal wall



(a) 煤壁不受扰动



(b) 煤壁受扰动

图3 工作面煤壁应力变化曲线图

Fig. 3 Stress variation curves of coal walls in working face

的不同位置,对比不含夹矸煤层、上部含夹矸煤层、下部含夹矸煤层沿煤层厚度方向的应力分布,夹矸造成煤体的应力集中小,夹矸自身应力比煤体小。当工作面煤壁受割煤扰动时,如图3(b)所示,煤壁应力受夹矸影响,造成煤壁应力集中,夹矸在煤层的赋存位置影响着其对煤壁的应力集中的情况,夹矸靠近煤壁的下部时,形成下部的煤体应力集中,夹矸靠近煤壁的上部时,形成上部的煤体应力集中。因此,夹矸对于工作面冲击地压的发生起着重要作用。

综上所述,工作面煤壁含有夹矸,造成煤体的应力集中,当同时受采煤机割煤的局部扰动时,造成煤体的局部应力集中程度进一步增大。当受到的应力达到煤体所能承受的应力上限,或者支架支护不及时,顶板的压力转移到煤壁上,并超过煤壁所能承受的载荷时,就有可能发生工作面冲击地压。

3 结论

工作面冲击地压发生的内在因素是煤体具有强冲击倾向性,坚硬厚层顶板岩层是冲击地压发生的力源条件,煤层含有夹矸使得煤体在采动过程中容易形成应力集中,以及由于采煤工艺不合理,支架支护不及时等情况更加剧了煤体应力的集中程度,从而导致工作面发生冲击地压。

在回采工作面的采煤空间发生冲击地压,严重威胁人员和设备的安全,影响着正常回采工作。回采工作面的冲击地压不仅受到地质因素的影响,开采工艺对其的影响也较大。因此,回采工作面冲击地压的监测、预报和防治应与一般巷道中的冲击地压有所区别,需要有针对性地分析和研究回采工作面冲击地压的防治技术。

参考文献:

- [1] 窦林名,何学秋.冲击矿压防治理论与技术[M].徐州:中国矿业大学出版社,2001.
- [2] 齐庆新,史元伟,刘天泉.冲击地压粘滑失稳机理的实验研究[J].煤炭学报,1997,22(2):144-148.
QI Qingxin,SHI Yuanwei,LIU Tianquan. Mechanism of instability caused by viscous sliding in rock burst[J]. Journal of China Coal Society,1997,22(2):144-148.
- [3] 窦林名,赵从国,杨思光,等.煤矿开采冲击矿压灾害防治[M].徐州:中国矿业大学出版社,2006.
- [4] 蓝航,齐庆新,潘俊锋,等.我国煤矿冲击地压特点及防治技术分析[J].煤炭科学技术,2011,39(1):11-15.
LAN Hang,QI Qingxin,PAN Junfeng,et al. Analysis on features as well as prevention and control technology of mine strata pressure bumping in China[J]. Coal Science and Technology,2011,39(1):11-15.
- [5] 齐庆新,窦林名.冲击地压理论与技术[M].徐州:中国矿业大学出版社,2008.
- [6] 潘一山,耿琳,李忠华.煤层冲击倾向性与危险性评价指标研究[J].煤炭学报,2010,35(12):1975-1978.
PAN Yishan,GENG Lin,LI Zhonghua. Research on evaluation indices for impact tendency and danger of coal seam[J]. Journal of China Coal Society,2010,35(12):1975-1978.
- [7] 牟宗龙,窦林名,张广文,等.坚硬顶板型冲击矿压灾害防治研究[J].中国矿业大学学报,2006,35(6):738-741.
MU Zonglong,DOU Linming,ZHANG Guangwen,et al. Study of prevention methods of rock burst disaster caused by hard rock roof[J]. Journal of China University of Mining & Technology,2006,35(6):738-741.
- [8] 靳钟铭,徐林生.煤矿坚硬顶板控制[M].北京:煤炭工业出版社,1994.