

南屯煤矿冲击地压防治技术研究与应用

李伟

(1. 北京科技大学土木与环境工程学院, 北京100083; 2. 兖州煤业股份有限公司南屯煤矿, 山东邹城273515)

摘要: 通过对兖州煤业公司南屯煤矿发生冲击地压现象的现状、特点及影响因素分析, 结合矿

声实际, 提出并制定了适合本矿条件的冲击地压危险预测方法, 如煤岩锋冲击倾向鉴定、煤层压力一变形观测、数值计算、综合指数计算、煤粉钻孔、电测辐射监测等; 解危措施是煤层注水、卸压 爆破、钻孔卸压等; 解危措施效果检验方法是电磁辐射法和钻屑法, 从而建立了适合南屯煤矿冲击地压防治的安全开采体系。

关键词: 冲击地压; 解危措施; 效果检验; 安全开采

中图分类号: TD324 文献标志码: A 文章编号: 0253—2336(2008)04—0039—04

南屯井田位于山东省邹城市西部北宿、太平、城关和中心店境内。井田东西长10.5 km, 南北宽4.5 km, 面积约43.5 km²。其中3煤层分布面积约27.5 km²。九采区位于井田东北部, 其范围东至一号井东断层, 西到八采区东断层与七、八采区相邻。北以皇甫断层与东滩井田为界, 南至3煤层风化露头。整个采区呈北宽南窄的不规则四边形, 南北长4 750 m, 东西宽1100—2600 m, 面积约6.5 km²。

以前开采过程中没有发生过冲击地压, 但随着采深的增加, 井田内留下了很多不规则的煤柱, 一方面使上覆岩层的空间结构变得更加复杂, 另一方面煤柱上的应力叠加相当于把采深成倍地加大了, 冲击地压已经成为深部开采的主要安全隐患。

1 南屯煤矿9304工作面概况

93_上04工作面位于九采一分区东部, 南侧为93_上02工作面采空区(2006年5月回采结束), 北侧为93_上06工作面(未准备), 东部与九采边界胶带巷相邻。地面标高50.11~55.62 m, 平均52.87 m。井下标高—480~—650 m, 平均—565 m。工作面长度151.2 m, 推进长度1 644 m, 93_上04工作面自2007年2月7日开始回采, 工作面采用伪倾斜长壁综合机械化放顶煤一次采全高全部垮落采煤法, 目前工作面已推进118 m。工作面开采煤层为3_上煤层, 该工作面范围内, 3_上煤层赋存稳定, 煤层的厚度3.40~6.70 m, 平均5.21 m。煤层结构简单, 煤层倾角4~13°, 平均10°, 开采煤层3_上普氏系数f=2~3。直接顶为粉砂岩、泥岩, 0~2.95 m, 平均1.55 m; 基本顶为中细砂岩互层, 22.40~25.24 m, 平均23.50 m; 直接底板为粉砂岩, 2.89~5.34 m, 平均3.94 m。

2冲击地压事故矿山压力现象

2007年3月13日凌晨1时45分, 南屯煤矿93_上04综放工作面中间巷发生一起冲击地压事故(图1)。这次事故造成正在中间巷电站附近工作的3名职工受伤, 其中1人重伤, 2人轻伤。

安全科普知识

- ◆ 不断发展的三维地震勘探技术
- ◆ 钻探勘查技术
- ◆ 中国煤炭能源新产业发展现状
- ◆ 中国煤炭煤质特征
- ◆ 中国煤炭煤质特征1
- ◆ 中国煤炭分类国家标准中各类煤
- ◆ 怎样做好煤矿新工人安全教育培训
- ◆ 我国煤矿职业危害的防治对策
- ◆ 数字解读山西煤炭
- ◆ 数字化矿井筑起安全保障线

更多>>

专家答疑

- ◆ 为什么QJZ4*315/1
- ◆ 为什么QJZ
- ◆ 通讯
- ◆ 主巷道的风力
- ◆ 煤矿启封密闭的安全技术措施
- ◆ 主井的防腐处理
- ◆ 上隅角瓦斯治理
- ◆ 请问有没有办法让烟煤变成无烟煤变无烟煤
- ◆ 请问缺失挥发份的值怎么计算

更多>>



图1 93_上04 中间巷发生事故实况

南屯煤矿冲击地压显现主要表现在2个方面，一是矿井表现出明显的动力现象，在巷道的开拓掘进与工作面生产过程中经常听到煤炮声；二是部分巷道围岩稳定性较差，巷道支架损坏、底鼓严重、两帮变形量增大，巷道维护困难。通过现场观测和矿压资料收集，对南屯煤矿的矿山压力现象进行了总结，其特点如下：

1)九采区已开采完5个工作面，未发生过冲击地压事故，该次事故发生前现场也没发现应力变化的前兆信息，事故具有明显的突发性、偶然性。

2)瞬时性。破坏过程持续时间相当短暂，并产生了强烈震动，强大的冲击波造成了大量煤尘飞扬，发出振动和响声，巨大的能量在瞬时被释放。2007年3月13日1时45分南屯煤矿地震观测站监测到的震级为里氏2.8，集团公司矿震观测台监测到的震级为里氏2.1。

3)巨大的破坏性。动力现象发生后损坏支架、破坏巷道甚至造成人员伤亡。巷道顶底板、两帮移近量大，巷道破坏较严重。93_上04中间巷自工作面煤壁向外35~85 m处底鼓，变形量最大1.5 m，两帮移近量大约1.4 m，13辆电站车被推到煤帮处，约35 m轨道被推到电站车侧。93_上04回风巷超前支护段12棵单体支柱弯曲、3棵折断。巷道1处冒顶，冒顶范围长4 m、宽3 m、高2.3 m。

4)有别于瓦斯突出。在动力现象发生后，通过现场进行瓦斯含量测量发现瓦斯含量没有明显增加，这就否定了煤与瓦斯突出的可能性。

3冲击地压现象影响因素初步分析

随着南屯煤矿开采深度的逐年增加(目前为685 m)，煤岩动力现象逐渐显现并趋于严重。对冲击地压发生的原因是多方面的，通过系统的分析翻究总结影响南屯煤矿煤岩冲击现象的主要因素为：

1)煤(岩)的性质。南屯煤矿煤的冲击倾向性为强冲击倾向。

2)围岩性质。主要是顶板岩性和厚度及其吞煤层开采后的可冒性，是影响冲击地压的重要因素。特别是基本顶为厚层砂岩或其他坚硬岩层、确板也

是坚硬岩层结构的煤层更具冲击危险性。

3) 开采深度。开采深度愈大，煤体应力愈高，煤体变形和积蓄的弹性能也愈大。南屯煤矿93_上04工作面目前开采深度在685 m，具有开采深度大的特点。

4) 地质构造的影响。通常，在地质构造带中尚存有一部分地壳运动的残余应力，形成构造应力。在煤矿中常有断层、褶曲和局部异常带，冲击地压常发生在这些构造应力集中的区域。南屯煤矿西部基本上是一单斜构造，故垂直和水平应力均，压应力，最易发生冲击地压现象。

5) 采煤方法的影响。采用综放开采技术进季生产的矿井，其影响范围大（一般工作面超前承压力影响范围达60 m以上），应力绝对值增加但集中程度降低。相对而言，综放开采工作面的冲击地压危险性比单一煤层或分层开采的工作面的冲击地压危险性小一些，但由于其影响范围大，故工作面周围的冲击地压危险性将会升高。

6) 煤柱的影响。产生应力集中的地点、孤岛形和半岛形煤柱可能受几个方向集中应力的叠加作用，因而在煤柱附近最易发生冲击地压。南屯煤矿93_上04工作面采用3条巷道布置且中间巷沿3_上层顶板布置，中间巷与回风巷及运输巷的距离分别为60，91 m，开采煤层平均厚度5.21 m，所以中间巷与回风巷的煤柱宽度正处在煤柱冲击危险的临界宽度范围内。

在回采93_上04工作面中，中间巷掘进形成很大的支承压力，如图2中1号曲线所示。图3中1号曲线是采空区见方期间的应力曲线，2号曲线是基预周期来压期间的应力曲线，3号曲线是基本顶岩层次断裂阶段的应力曲线。

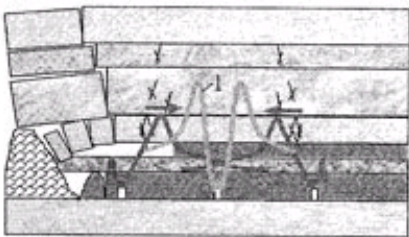


图2 中间巷掘进后支承压力的分布

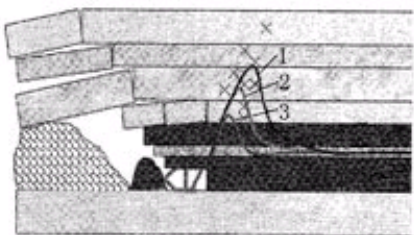


图3 侧向支承压力高峰向工作面中部转移示意

93_上04中间巷所处的采动应力场包含沿走向分布超前支承压力和沿倾向的侧向支承压力。随着93_上04工作面的开采，在不同阶段中，图2的倾向支撑压力与图3走向分布的超前支承压力在一定范围内叠加，产生很大的应力，共同作用于中间巷煤岩体上，如果叠加应力值达到冲击临界值，则很可能诱发冲击地压。

4. 冲击地压治理的措施

根据施工技术、现场工作实际、施工观测记录和现场劳动组织管理，南屯煤矿建立了具有南屯煤矿特色的“评价预测、实用解危、效果检验、安全研采”四位一体的冲击地压防治体系，如图4所示。

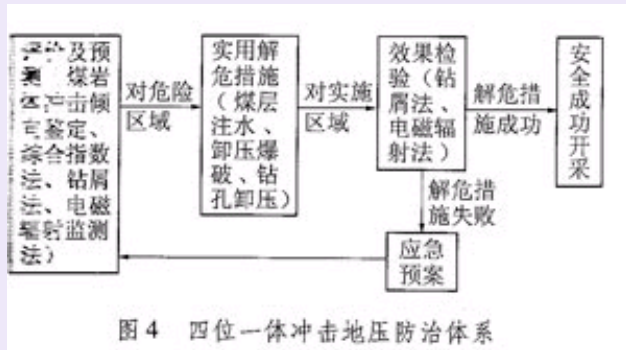


图4 四位一体冲击地压防治体系

4.1 冲击地压的评价及预测

根据对南屯煤矿实际情况的分析和目前预测预报的研究成果，该矿采取了煤岩体冲击倾向鉴定、煤层压力一变形观测、数值计算、综合指数计算、煤粉钻孔、电测辐射监测等方法进行了冲击地压的评价及预测，并取得了良好效果。

4.1.1 煤岩体冲击倾向鉴定

判别煤层和围岩冲击倾向的强弱，是预测和防治工作的基础。冲击倾向性是煤岩介质产生冲击破坏的固有属性或属性，是冲击地压发生的必要条件。根据煤科总院北京开采所岩石力学实验室对南屯煤矿3_上煤层冲击倾向性进行的鉴定结果，判定南屯煤矿3_上煤层具有强冲击倾向性。

4.1.2 综合指数法

综合指数法是在分析各种采矿地质影响冲击地压发生因素的基础上，确定采掘工作面周围采矿地质条件的每个因数对冲击地压的影响程度，以及确定各个因数对冲击地压危险状态影响的指数，将其综合起来就可以形成冲击地压危险状态等级评定的综合指数法。冲击地压危险状态是随着采矿地质条件的变化而在时间和空间上发生变化的，综合考虑南屯煤矿的实际情况，得出确定冲击地压危险程度的综合指数为0.84，有强冲击危险；下一步工作面的开采工作应与该危险状态下的冲击地压防治措施一起进行。

4.1.3 钻屑法及电磁辐射监测法

预测冲击地压的常规方法主要根据2个条件，一是煤的冲击倾向，二是支承压力带特征，即支承压力峰值大小及其距煤壁的远近。如果支承压力参数达到临界值，并且煤层又具有冲击倾向，那么冲击地压就有可能发生。而

支承压力带参数的测定，一般多采用钻屑法探测。煤岩体的受载变形破坏过程及原岩应力区的重新分布变化，一般采用电磁辐射技术探测。此2项预测预报方法在该矿局域性冲击地压危险预报中得到广泛应用。

4.2 实用解危措施

煤矿冲击地压防治措施的主要原则是及时查明冲击危险煤层，及时采取综合防治措施，包括区域性防范措施和局部性解危措施。该矿在区域性防范措施中主要采用了煤层注水，在局部性解危措施中主要采用了卸压爆破、钻孔卸压等方法。

4.2.1 煤层注水

煤层注水可以使煤的结构发生改变，降低煤体的强度；使得煤体积蓄弹性能的能力下降，以塑性变形能方式消耗弹性能的能力增加。通过现场矿压观测记录的数据可知：煤层注水后，工作面支承压力的峰值降低，应力集中系数明显降低，顶板下沉速度明显增加，煤层的普氏系数降低，塑性增加。煤层注水可有效防治和减弱冲击地压的危险性。结合93_上04工作面的实际生产和管理情况，煤层注水采用与工作面煤壁平行的长钻孔高压注水法。注水和采煤工作基本保持同步作业，但一定保证注水的超前时间应低于3个月，因为随着时间的推移，注水效果会降低。这种方法可以最大限度地使用机械，而且注水工作可在冲击地压危险区域外进行，比较适合该矿这种具有强冲击倾向的复合煤层。

4.2.2 卸压爆破

卸压爆破是对电磁辐射技术和钻屑法确定的冲击危险煤体，采用爆破的方法减缓其应力集中程度的一种解危措施。卸压爆破属于内部爆破，主要作用是使煤层产生大量裂隙，使煤体的力学性质发生变化，弹性模量减小，强度降低，弹性能减少，局部解除冲击地压发生的强度条件和能量条件。在实施卸压爆破前必须先进行钻屑法检测，确认有冲击地压危险时才能进行卸压爆破，爆破后还要用钻屑法检查泄压效果，此方法在该矿得到具体应用。

4.2.3 钻孔卸压

采用钻孔卸压可以释放煤体中积聚的弹性能，消除应力升高区。顶板岩层作用在煤体上，工作面前方煤体所受的压力将有比较大的升高，而钻孔卸压通过钻孔使原来作用于周边围岩的高应力向卸压区以外的岩体深部转移。钻孔卸压的实质是利用高应力条件下，煤层中积聚的弹性能来破坏钻孔周围的煤体，使煤层泄压、释放能量，消除冲击危险。该矿钻孔卸压施工方式为：采用TXU—75型钻机打卸压钻孔，采用长1.5 m的钻杆，钻头直径115mm，钻孔以3 m的间距布置，孔深10 m，孔距底板1.2 m左右，单排布置，钻孔方向与巷道煤帮垂直。此种方法在该矿也得到了具体应用。

4.3 冲击地压治理效果检验

对于冲击地压解危措施效果检验主要是利用电磁辐射法和钻屑法

4.3.1 钻屑法

煤的冲击倾向性和支承应力带特征是预测冲击地压的主要依据。煤的冲击倾向性是煤(岩)产生冲击破坏的固有属性，可由实验室测定。支承压力分布带特征，即支承压力峰值大小及其距煤的远近，支承压力带参数的测定，一般可采用钻屑探测。如果支承压力指数达到临界值，且煤层又有中等以上冲击倾向性，冲击地压就可能发生。操作中如果检测到的煤粉量超过以上临界指标，或，现

卡钻、吸钻、异响等动力现象，应认为煤体处于临界危险状态，必须立即采取解危措施。

4.3.2 电磁辐射监测

煤岩电磁辐射是煤岩体受载变形破裂过程中向外辐射电磁能量的一种现象，与煤岩体的变形破裂过程密切相关。掘进或回采空间形成后，工作面煤体失去应力平衡，处于不稳定状态，煤壁中的煤体必然要发生变形和破裂，以向新的应力平衡状态过渡；煤体中的瓦斯也失去动态平衡，在瓦斯压力梯度的作用下，沿煤体中的裂隙向工作面空间涌出这两种过程均会引起电磁辐射。电磁辐射信息综合反映了冲击地压、煤与瓦斯突出等煤岩灾害动力现象的主要影响因素。其中，电磁辐射强度主要反映了煤岩体的受载程度及变形破裂强度，脉冲数主要反映了煤岩体变形及微破裂的频次。操作中，辐射的脉冲数及强度临界值应根据测试地点的实际情况进行相应设定。

5 结 论

通过理论学习和现场实践，提出实用的冲击地压的评价及预测方法、实用解危措施和相应冲击地压治理效果检验措施以及冲击地压应急预案。通过生产实践证明，这些方法和措施具有良好效果，j在此基础上建立了具有南屯煤矿特色的四位一体的冲击地压防治体系，在93_上04工作面生产期间有发生造成人员伤亡的冲击地压事故，保证了有冲击倾向复合煤层的安全开采。

参考文献：

[1] 姜福兴，杨淑华，xun Luo. 微地震监测揭示的采场围岩空间破裂形态[J]，煤炭学报，2003(4)。

[2] 李世愚，和雪松，张少泉，等. 矿山地震监测技术的进展及最新成果[J]. 地球物理学进展，2004(19)。