

矿井建设时期冲击地压防治程序与技术

潘俊锋^{1,2}

(1. 天地科技股份有限公司 开采设计事业部, 北京 100013; 2. 煤炭科学研究总院 开采设计研究分院, 北京 100013)

[摘 要] 由于缺乏规范性程序指导, 我国新建矿井建设期出现冲击地压难以应对的问题。以发生冲击地压的在建矿井为工程背景, 分析了设计阶段、基建施工阶段冲击地压防治的程序与技术。结果表明, 新建矿井应遵循冲击地压矿井识别、基于地应力的开拓巷道布置、采煤方法选择、煤柱宽度论证、合理煤层开采顺序等原则来指导初步设计; 基本建设期间可针对冲击启动载荷源分源监测、分源防治, 并形成采掘空间局部防治冲击地压的理论与技术体系。应用结果表明, 理论与技术能够指导实践, 已经在多个新建冲击地压矿井推广应用。

[关键词] 冲击地压; 矿井建设; 防冲程序; 解危技术; 煤柱

[中图分类号] TD324 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1006-6225 (2015) 04-0111-04

Rock-burst Prevention Processes and Technology in Mine Construction Phrase

PAN Jun-feng^{1,2}

(1. Coal Mining & Designing Department, Tiandi Science & Technology Co., Ltd., Beijing 100013, China;

2. Coal Mining & Designing Research Branch, China Coal Research Institute, Beijing 100013, China)

Abstract: Aiming at scarcity of standard rock-burst prevention for new mines in construction phrase, this paper analyzed rock-burst prevention process and technology in design and capital construction phrase. New mines should obey following principles including rock-burst mine recognition, development roadway layout based on geo-stress state, coal mining method selection, coal pillar width design, and coalseam mining sequence selection, etc. In capital construction phrase, rock-burst start-up load monitoring and prevention could be applied to forming local rock-burst prevention theory and technology system. Application showed that this method could instruct practice and had been used in several new mines with rock-burst.

Key words: rock-burst; mine construction; rock-burst prevention process; danger relief technology; coal pillar

冲击地压灾害是冲击危险性煤层开采过程中条件、技术、管理之间关系失衡的产物, 由于对冲击地压发生的根本性机理认识不够^[1], 导致目前一些规律性的认识屡次被刷新, 比如传统的认识是深部开采发生冲击地压, 而近几年新疆、平庄、华亭等矿区打破这一认识; 原有的教科书里称除了褐煤, 其他煤种都会发生冲击地压, 而平庄矿区就是褐煤; 原有的认识认为新矿井建设期不会发生冲击地压, 只有充分采动或进入深部的生产矿井才会发生冲击地压, 本文研究案例恰打破这一认识。

受认识程度及侥幸心理的影响, 冲击地压防治一直处于被动状态, 几乎所有矿井都是灾害显现了、制约生产了才采取应对措施, 所以目前冲击地压防治研究几乎都针对生产矿井, 并且集中在局部解危系列技术上^[2-6]。实践证明, 如果没有在开采设计阶段从根本上区域预防冲击地压, 就会增大开采过程中局部防冲强度与难度, 防冲失败的概率自

然增大。为此, 理论认识的进步促使了政策法规的完善, 新的安全法规对新矿井建设要求对冲击地压发生可能性进行论证, 并依据论证结果进行符合防冲规定的初步设计, 但是新批矿井如何在防治冲击地压技术指导下开展基本建设, 是近几年才开始探索的问题, 尚无成熟范例, 多数矿井因此拖延了建设工期, 造成经济损失。

本文以陕西某大型矿井为工程背景, 分别从矿井设计阶段区域防范及矿井掘进、回采阶段局部解危两个环节系统介绍矿井建设期间冲击地压的防治程序与技术, 研究可为其他类似冲击地压矿井建设提供借鉴。

1 工程背景

矿井设计生产能力 5Mt/a, 井田可采煤层 3 层, 其中 4 煤为大部分可采煤层。井田构造总体形态为一走向北东~北东东, 倾向北西的单斜。采用

[收稿日期] 2015-03-02

[DOI] 10.13532/j.cnki.cn11-3677/td.2015.04.032

[基金项目] 国家自然科学基金项目 (51204097); 天地科技股份有限公司开采设计事业部生产力转化基金 (KJ-2015-TDKC-05)

[作者简介] 潘俊锋 (1979-), 男, 陕西旬邑人, 博士, 副研究员, 现从事冲击地压、岩层控制、矿井安全高效开采等方面的研究工作。

[引用格式] 潘俊锋. 矿井建设时期冲击地压防治程序与技术 [J]. 煤矿开采, 2015, 20 (4): 111-114.

盘区式开拓, 一盘区为首建设区域, 埋深 1000m 左右, 主采 4 煤层厚度为 10m 左右, 基本顶为 255m 厚中砂岩, 底板为铝土泥岩。煤层易自燃, 瓦斯高。

矿井一盘区 4 条盘区大巷全部设计为全煤巷道, 各巷已掘进 700m 左右, 掘进施工过程中, 截止到 2014 年 11 月 25 日, 共发生动力现象 6 次, 发生的位置也遍及当前的一盘区的所有掘进工作面。动力显现的发生位置均在掘进迎头及迎头后方, 每次发生后底鼓现象较为明显, 其次表现为两帮变形和迎头大块煤崩出等特征。

2 矿井设计阶段区域防范性工作

矿井设计阶段区域防范性工作, 应该是在初步设计时考虑的问题, 由于缺乏规范性防冲程序指导, 我国新批复的矿井, 在交由设计院设计时, 几乎都不考虑冲击地压灾害。后期在灾害治理上, 法规要求出现许多问题, 导致审批等程序进退两难。本文将已经建井开拓阶段发生冲击地压的矿井为例, 分析区域设计的防冲程序与技术。

2.1 冲击地压矿井识别

并非所有矿井都会发生冲击地压, 在矿井井田范围内发生过冲击地压的煤层, 或经鉴定煤层或其顶板岩层具有冲击倾向性, 且评价具有冲击危险性的煤层为冲击地压煤层; 在矿井的开拓、生产过程中有冲击地压煤层的矿井为冲击地压矿井。确认为冲击地压矿井, 在设计阶段自然要考虑防冲要求。

因此, 对于一个新建矿井, 首先要对地质钻探煤样进行煤岩冲击倾向性鉴定, 然后根据井田地质动力条件和地质勘探部门提供的基础资料进行冲击危险性评估, 从而辨别该矿井是否按照冲击地压矿井管理。

实质上, 本文所指矿井在大巷开拓期间已经出现动力显现, 进一步进行煤岩冲击倾向性鉴定, 4 煤具有强冲击倾向性; 4 煤的顶、底板岩层具有弱冲击倾向性。煤岩的冲击倾向性表明, 矿井开采 4 煤层已经具备发生冲击地压的内在因素, 今后发生冲击地压与否, 主要在于采掘空间载荷的集中程度, 因此在设计阶段就需要在开拓设计、采煤方法等方面开展载荷的疏导, 从区域方面大范围疏导应力, 最大限度降低因不合理开拓造成的应力集中。

2.2 基于地应力测试的开拓巷道布置

基于地应力测试的开拓巷道布置, 是指依据地应力分布方向设计开拓、准备巷道, 避免局部应力集中。实测表明, 井工开采的煤矿中, 水平应力一

般都大于垂直应力, 冲击地压矿井往往是最大水平主应力明显大于最小水平主应力, 水平应力的大小及方向反映了地层运动能量的存储状况。实际煤矿开采过程中, 防冲要求各条巷道交叉时, 都是垂直交叉, 因此, 做到一条巷道轴线方向符合地应力要求, 其他交叉巷道就难以满足要求。因此, 冲击地压矿井主要巷道及服务年限长的巷道应顺应地应力分布规律, 降低应力集中程度。

基于地应力的角度进行巷道布置时, 应该研究巷道轴线方向与最大水平主应力之间的夹角, 最优的夹角应使作用在巷道围岩边界上的法向应力比值 (σ_n/σ_v) 等于 1, 最优夹角随原岩应力场型式不同而不同^[7]。

图 1 为该矿井一盘区最大水平主应力分布方向。测试结果表明, 在量值上, 最大水平主应力 σ_H 与最小水平主应力 σ_h 的比值为 4.48 ~ 5.25, 约为垂直主应力 σ_v 的 1.61 ~ 1.81 倍, 地应力场类型属 σ_{HV} 型。由文献 [7] 中提供的公式计算最佳巷道布置夹角为 42.5°。最大水平主应力方向与盘区大巷近似平行, 盘区大巷作为应保护巷道, 根据该区地应力类型, 其轴线方向与最佳角度相差约 42.5°, 建议后期巷道设计时, 参考这一数值。

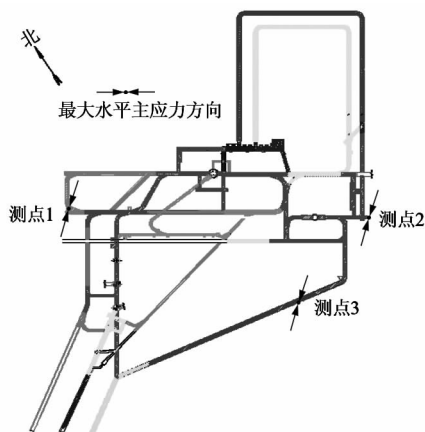


图 1 水平主应力方向

2.3 冲击地压煤层合理采煤方法选择

冲击地压煤层合理采煤方法选择, 是指在合理开拓巷道布置基础上, 从有利于高集中应力疏导角度选择合理采煤方法。不可否认, 无论采用哪一种采煤方法, 都不能解决巷道冲击的问题。理论与实践证明, 厚及特厚煤层采用分层综采时, 顶分层开采不仅两巷存在冲击, 工作面也是冲击隐患点, 而采用综放开采, 顶煤作为垫层, 缓冲层, 迫使高应力向煤壁深处转移, 超前支承压压力由峰值点转变为峰值区域, 并且量值减小, 有利于缓解工作面冲击地压灾害。图 2 为厚煤层采用不同采煤方法时, 工

作面超前支承压力分布对比。

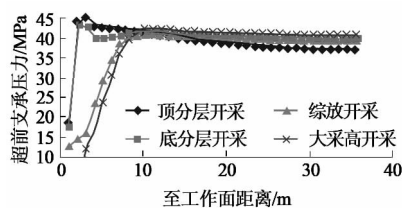


图2 采煤方法与工作面超前支承压力

上世纪 90 年代煤科总院北京开采所论证将新汶华丰煤矿 4 煤层分层开采, 改为一次采全厚的综放开采, 2013 年鹤岗峻德煤矿“3.15”冲击地压事故, 均说明综采分层开采顶分层冲击地压的危险性。但是有些矿区为了覆岩保水开采, 初步设计采用分层综采, 将增大发生冲击地压的危险性。建议开展综采放顶煤采煤方法论证。

2.4 合理煤柱宽度留设

此环节, 是在鉴定为冲击地压煤层时, 需要研究合理的区段煤柱尺寸, 从而降低生产过程中冲击地压灾害程度及巷道维修成本。区段煤柱尺寸受煤体强度、煤层倾角、自然发火、开采方式、顶板条件等各种因素影响, 对于单巷掘进, 七台河矿区采用沿空留巷巷旁充填宽度为 2.5m 左右; 兖州矿区近水平煤层综放面一般留 4.5m 煤柱; 义马矿区及济宁矿区综放面一般留 6m; 而平庄特厚煤层大倾角工作面一般留 8m。但是对于高瓦斯矿井, 双巷掘进间的隔离煤柱, 潞安矿区煤层较软留 35m 发生过动力显现, 彬长矿区留 20m 也不合理, 因此需要根据自身条件从理论及实际监测数据分析方面进行摸索。

2.5 煤层开采顺序

冲击地压矿井, 应优先选择无冲击地压煤层作为保护层。矿井中所有煤层都有冲击地压危险时, 应选择冲击危险性较弱的煤层作保护层。

针对同层煤, 确定沿煤层倾向顺序开采。图 3 为不合理开采顺序, 导致孤岛煤柱的形成。矿井受多种灾害制约, 因此建议为了达产, 需要多采区布置的矿井, 严禁跳采, 孤岛开采。

3 矿井掘进、回采阶段局部解危性工作

冲击地压矿井应坚持“区域先行、局部跟进”的防冲原则, 本文研究矿井, 由于没有尽早地识别出矿井类型, 导致初步设计、基建工程都没有考虑防冲要求, 加之条件特殊, 因此大巷开拓就发生动力显现, 实质已经进入掘进工作面局部冲击地压解危的环节。发生冲击地压后, 采用局部性解危措

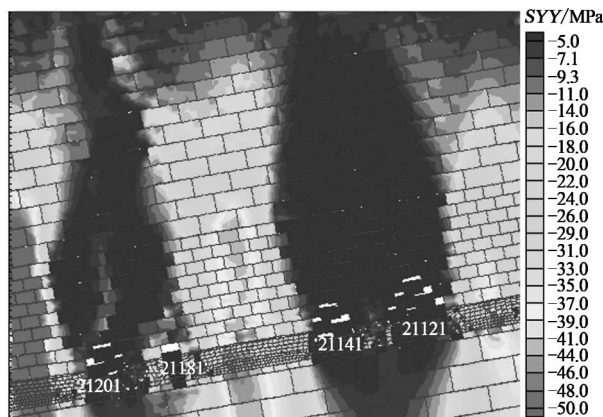


图3 孤岛煤柱的形成

施, 国内外在此环节作了大量的研究工作。由于监测、防治方法复杂多变, 涉及资本投入、工程量、人力成本及效果的问题。作者在大量理论与实践验证基础上, 建立了采掘空间局部防治冲击地压的理论与技术体系, 见图 4。

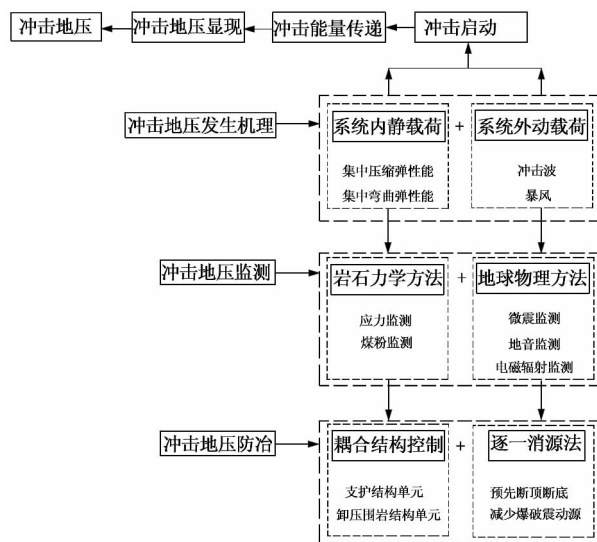


图4 局部防治冲击地压的理论与技术体系

具体实施方式:

(1) 如图 4 所示, 首先确定矿井冲击地压启动条件^[8], 即摸清采动围岩近场集中静载荷源有哪些; 远场集中动载荷源有哪些; 哪种载荷源起主导作用。

(2) 开展冲击启动载荷源分源监测。对集中静载荷采用岩石力学方法进行监测, 具体可采用应力监测法和煤粉钻屑法; 对集中动载荷采用地球物理方法进行监测, 具体在井田范围开展微震监测; 在重点工作面范围开展地音监测。

(3) 根据冲击地压载荷源分源监测结果, 开展有针对性防治。针对岩石力学方法监测到静载荷的高度集聚, 采用“卸”、“支”耦合方法进行

冲击地压防治,具体为在冲击地压危险区域以深孔区间疏压为主,以强力支护围岩为辅,通过围岩近场的“卸”、“支”耦合结构促使围岩极限平衡区协调变形,控制冲击地压灾害发生;对于地球物理方法监测到的集中动载源的产生,采用逐一消源法进行冲击地压预防,具体为依据监测定位结果,预先进行顶板、底板的预裂爆破,并减少同一时间、同一区域的爆破工程量。

由冲击启动理论可知^[8],冲击地压发生过程经历 3 个阶段,依次为冲击启动阶段—冲击能量传递阶段—冲击地压显现阶段。冲击地压显现以人员伤亡、设备损坏等表征其灾害本质。因此,对于冲击地压的防治,本体系主要针对前两个阶段。

第 1 阶段:针对冲击启动阶段,阻止冲击启动。

第 2 阶段:如果冲击启动条件具备了,针对冲击能量传递阶段,降低能量总量和减小剩余能量释放速度。

在矿井一盘区大巷出现动力显现之后,课题组受邀进入现场,经过充分论证与冲击危险性评价,矿井已按照图 4 所示体系启动冲击地压防治工作。自 2014 年 11 月 25 日至本文截稿没有发生破坏性动力显现。

4 结 论

冲击地压的产生是有原因的,冲击地压的消失也是有原因的。矿井建设阶段的开拓活动与后期采

掘空间冲击地压发生密切相关。考虑防冲要求的基本建设不但降低了矿井后期冲击地压防治强度、难度;而且从根本上节省了防冲成本,降低了劳动强度。本文所述案例有力证明了新建矿井合理的初步设计对防冲工作的重要性,只有提高认识,超前意识,规范部署,才能沉着应对灾害。

[参考文献]

- [1] 齐庆新, 龚林名. 冲击地压理论与技术 [M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2008.
- [2] 潘俊峰, 毛德兵, 蓝 航, 等. 我国煤矿冲击地压防治技术研究现状及展望 [J]. 煤炭科学技术, 2013, 41 (6): 21 - 25.
- [3] 龚林名, 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.
- [4] 潘一山, 李忠华, 章梦涛. 我国冲击地压分布、类型、机制及防治研究 [J]. 岩石力学与工程学报, 2003, 22 (11): 1844 - 1851.
- [5] 姜福兴, 王 平, 冯增强, 等. 复合型厚煤层震—冲型动力灾害机制、预测与控制 [J]. 煤炭学报, 2009, 34 (12): 1605 - 1609.
- [6] 蓝 航, 齐庆新, 潘俊峰, 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.
- [7] 潘俊峰, 宁 宇, 杜涛涛, 等. 区域大范围防范冲击地压的理论与体系 [J]. 煤炭学报, 2012, 37 (11): 1803 - 1810.
- [8] 潘俊峰, 宁 宇, 毛德兵, 等. 煤矿开采冲击地压启动理论 [J]. 岩石力学与工程学报, 2012, 31 (3): 586 - 596.
- [9] 潘俊峰, 蓝 航, 毛德兵, 等. 冲击地压危险源层次化辨识理论研究 [J]. 岩石力学与工程学报, 2011, 30 (S1): 2843 - 2849.

[责任编辑: 邹正立]

(上接 96 页)

范围外产生的破坏现象进行研究,结合现场调查和理论分析,得到如下主要结论:

(1) 产生异常破坏区域的建筑物破坏特征符合开采损坏特征,属开采影响所致。

(2) 区域的煤层露头结构、断层结构和薄基岩厚冲积层构造会导致开采影响范围的异常扩大,分析计算了考虑区域特殊地质构造的开采影响范围。

(3) 采用综合各种因素计算得到的边界角对开采影响范围进行了划分,划分的开采影响范围与现场调查的建筑物损坏范围保持较好的一致性。

[参考文献]

- [1] 何国清, 杨 伦, 等. 矿山开采沉降学 [M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 1991.

- [2] 殷锦屏. 村庄下采煤对建筑物的影响及其保护与维修技术 [J]. 煤矿开采, 2009, 14 (1): 52 - 55.
- [3] 国家煤炭工业局. 建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规程 [M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2000.
- [4] 李全明, 付士根, 等. 矿山地下开采对地表建筑物影响的评价方法研究 [J]. 轻金属, 2008 (1): 4 - 9.
- [5] 邢安仕. 矿区建筑物损坏的识别方法 [J]. 煤矿开采, 1995 (1): 18 - 21.
- [6] 邵月琴. 煤层开采影响露头煤柱留设的主要因素分析 [J]. 河北煤炭, 2007 (2): 16 - 17.
- [7] 毛德兵, 陈法兵. 采动影响下断层活化规律及其诱发冲击地压的防治 [J]. 煤矿开采, 2013, 18 (1): 73 - 77.
- [8] 郭文兵. 断层影响下地表裂缝发育范围及特征分析 [J]. 矿业安全与环保, 2000 (2): 25 - 27.
- [9] 张玉卓, 仲惟林, 等. 断层影响下地表移动规律的统计和数值模拟研究 [J]. 煤炭学报, 1989 (1): 23 - 31.
- [10] 刘义新, 戴华阳, 等. 厚松散层矿区地表移动盆地边界角确定方法 [J]. 煤矿安全, 2012 (9): 47 - 49.

[责任编辑: 邹正立]