

煤炭企业

安全责任经营化管理

MANAGEMENT OF SAFETY RESPONSIBILITY
ADMINISTRATION IN COAL ENTERPRISES

郎庆田 袁秋新 著



煤炭工业出版社

煤炭企业安全责任经营化管理

郎庆田 袁秋新 著

煤炭工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

煤炭企业安全责任经营化管理/郎庆田, 袁秋新著. 北京: 煤炭工业出版社, 2008. 2

ISBN 978 - 7 - 5020 - 3265 - 4

I. 煤… II. ①郎…②袁… III. 煤炭工业 - 工业企业
管理: 安全管理 IV. F426. 216

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 004775 号

煤炭工业出版社 出版发行
(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)

网址: www.cciph.com.cn

北京盛兰兄弟印刷装订有限公司 印刷

*

开本 850mm × 1168mm^{1/32} 印张 9

字数 141 千字 印数 1—2,100

2008 年 2 月第 1 版 2008 年 2 月第 1 次印刷

社内编号 6069 定价 28.00 元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 本社负责调换

序 言

冲击矿压是聚积在矿井巷道和采场周围煤岩体中的能量突然释放，动力将煤岩抛向巷道，同时发出强烈声响，造成煤岩体振动和煤岩体破坏，支架与设备损坏，人员伤亡，部分巷道垮落破坏等。冲击矿压还会引发或可能引发其他矿井灾害，尤其是瓦斯、煤尘爆炸、火灾以及水灾，干扰通风系统，严重时造成地面震动和建筑物破坏等。随着开采深度的增加，冲击矿压灾害越来越频繁，越来越严重。因此，冲击矿压是目前煤矿的重大灾害之一。

由于发生冲击矿压的时间、地点、区域、震源等的随机性、复杂多样性和突发性，使得冲击矿压的监测和控制工作变得极为困难和复杂。冲击矿压的防治是世界范围内地下煤矿开采普遍存在的难题，也是我国矿山亟待解决的重大课题。因此，研究冲击矿压的监测与控制是煤矿安全、经济开采的前提，也是采矿工作者必须面对和应该解决的问题。

徐州矿务集团公司三河尖煤矿是20世纪80年代末投产的新矿井，2007年核定生产能力为170万t。主采煤层为7煤层和9煤层，开采深度已达1000m以下。随着开采深度的增加，煤岩体中的应力越来越大，煤矿动力现象越来越频繁，冲击矿压危险越来越大。该矿自1991年5月首次在7110工作面材料道发生冲击矿压到2001年6月先后发生破坏性冲击矿压达25次之多。

由于三河尖煤矿冲击矿压灾害严重，而我国对冲击矿压的研究起步较晚，没有完全成熟的冲击矿压防治理论可以参考。为了控制冲击矿压的发生，三河尖煤矿采矿技术人员在有关科研单位的配合下，对冲击矿压的预测与控制进行了长期的理论研究和实

践探索，并将二者有机结合，对可能存在冲击矿压危险的区域进行动态控制。在进行冲击危险性分析的基础上，率先试验应用了电磁辐射监测预报技术。在综合应用综合指数法、电磁辐射法、微震法和钻屑法监测冲击矿压危险的基础上，对冲击矿压危险地点进行了动态控制，特别是在具有高度冲击危险条件的 9112 工作面 and 9202 工作面成功地进行了冲击矿压的监测与控制，实现了安全生产，取得了较好的效果。

本书是三河尖煤矿近 10 年来对高冲击危险区域进行冲击矿压危险监测与控制研究的结果，是现场冲击矿压灾害研究理论与实践的总结，具有扎实的实践基础，较强的理论性、系统性和实用性，是三河尖煤矿采矿工程技术和管理人员辛勤劳动的结晶。它不仅对指导三河尖煤矿今后的开拓、开采决策有重要意义，对我国冲击矿压矿井的防治工作具有较强的指导作用。对全国煤炭生产和研究单位，特别是高等院校的师生也具有重要的参考价值。

中国矿业大学教授、博士生导师

赛林名

2007 年 11 月 15 日

前 言

徐州矿务集团公司三河尖煤矿是 20 世纪 80 年代末投产的矿井，2007 年核定生产能力 170 万 t，主采煤层为山西组 7 煤层和 9 煤层，其西翼开采深度已达 840m 以上。近年来随着开采深度的增加，煤岩体中的应力越来越大，煤岩动力现象越来越频繁，冲击矿压危险性越来越高。三河尖煤矿是目前国内受冲击矿压危害最为严重的矿井之一。

近年来，为了控制冲击矿压的发生，三河尖煤矿在进行冲击危险性分析、监测的基础上，对冲击矿压进行了治理，并取得了较好的效果。2002 年，三河尖煤矿成立专门的防治组织——矿压科（防冲队），通过与有关科研单位合作，先后进行了电磁辐射预测冲击矿压、高冲击危险区冲击矿压系统动态防治等项目研究，实现了在高冲击危险区域的安全生产。

针对当前没有完全成熟的冲击矿压防治理论和控制经验进行参考的现状，作者把着力点放在冲击矿压的机理研究上，在实际控制工作中，立足三河尖煤矿实际，结合近年来冲击矿压防治工作的工程实践、现场研究，总结了三河尖煤矿在冲击矿压防治工作中的经验与教训。同时，还阐明了在冲击矿压控制过程中，只要树立预防为主、动态治理的理念，冲击矿压还是可以控制的。它对类似条件的矿井在冲击矿压防治中具有一定的指导意义。

本书共分 7 章，第 1 章介绍了国内外及三河尖煤矿冲击矿压发生的概况，总结了已有的研究成果以及冲击矿压防治体系；第 2 章主要介绍冲击矿压防治的理论；第 3 章介绍三河尖煤矿近年来发生的冲击矿压几种类型；第 4 章重点介绍了冲击矿压危险性评价和预测；第 5 章介绍了冲击矿压的控制技术；第 6 章具体介

绍了三河尖煤矿冲击矿压防治的管理细则；第7章介绍了三河尖煤矿冲击矿压的工程实践。

国家安全生产专家组专家、“煤炭资源与安全开采”国家重点实验室主任、国家级重点学科“采矿工程”学科带头人窦林名教授，中国煤炭工业劳保学会顶板防治专业委员会副主任、北京科技大学姜福兴教授对本书的编写进行了指导，提出了许多宝贵意见和建议，在此谨表衷心谢意！同时还要感谢矿领导及与作者一道奋战在冲击矿压防治战线的同仁的大力协助。

编 者

2007年10月20日

目 次

1 冲击矿压概述	1
1.1 国内外冲击矿压灾害概述	1
1.2 三河尖煤矿冲击矿压概述	3
1.3 三河尖煤矿冲击矿压控制的成果	8
2 冲击矿压防治的理论	11
2.1 冲击矿压影响因素分析	11
2.2 冲击矿压发生的机理综述	35
2.3 煤柱型冲击矿压发生的原因分析	41
2.4 煤岩冲击破坏的弹塑脆型模型	47
2.5 冲击矿压的强度弱化减冲理论	53
3 冲击矿压的类型	65
3.1 冲击矿压现象	65
3.2 冲击矿压的特点	69
3.3 冲击矿压类型的确定	71
4 冲击矿压的预测	73
4.1 三河尖煤矿冲击矿压的预测工作	73
4.2 冲击危险源的确定	73
4.3 钻屑法预测冲击危险	87
4.4 电磁辐射预测冲击危险	90
4.5 微震监测系统及其应用	93

4.6	常规矿压观测	95
5	冲击矿压的控制技术	96
5.1	冲击矿压危险性等级的划分原则	96
5.2	冲击矿压预测方法	97
5.3	冲击矿压的控制	106
6	冲击矿压控制的管理细则	136
6.1	三河尖煤矿冲击矿压煤层开采实施细则	136
6.2	三河尖煤矿冲击矿压煤层开采相关制度	153
6.3	冲击矿压应急措施	159
7	冲击矿压控制实例	161
7.1	7 煤冲击矿压控制实例	161
7.2	9 煤冲击矿压控制实例	203
7.3	控制效果	251
附录 A	三河尖煤矿冲击矿压控制标准重大冲击矿压 危险源辨识依据、方法和控制措施	253
附录 B	三河尖煤矿冲击矿压防治工作责任制	261
附录 C	三河尖煤矿冲击矿压防治安全操作规程	266
参考文献		277

1 冲击矿压概述

1.1 国内外冲击矿压灾害概述

冲击矿压是严重威胁矿井安全生产的煤岩动力灾害现象之一，世界上主要的采矿国家都发生过冲击矿压，它是目前世界采矿业面临的共同问题。

1738 年英国首先报道了冲击矿压现象的发生。之后，前苏联、南非、德国、波兰、美国、加拿大、日本、法国、印度、捷克、匈牙利、保加利亚、奥地利、新西兰和安哥拉等都记录过冲击矿压。目前，包括我国在内共 18 个国家和地区都先后发生过冲击矿压现象。

我国有近 60 余对矿井发生过冲击矿压，而且随着矿井开采深度的不断增加，冲击矿压的危险和危害也日趋严重，原来没有发生过冲击矿压的矿井，现在也开始发生；原来发生过冲击矿压的矿井，现在冲击发生的强度越来越大，次数越来越多。冲击矿压的机理极其复杂，影响因素众多。

冲击矿压以其突然、急剧和猛烈的破坏特征对煤矿、金属矿井、隧道等造成影响，轻则构成严重影响，重则造成巨大的经济损失和人员伤亡。

煤矿发生冲击矿压的特征是：突然性，主要表现为冲击矿压发生前没有明显的宏观征兆；多样性，表现为煤层冲击、顶板冲击和底板冲击等相互组合，在各种采矿和地质条件下均发生过冲击矿压；破坏性，表现为片帮、煤炭抛出、顶板断裂下沉、底鼓和破坏巷道支护，造成人员伤亡。例如：2000 年 4 月 17 日，三河尖煤矿在回采 -835m 水平 7204 工作面发生的一次严重冲击地

压,里氏震级达3.0级。在冲击震动瞬间,煤尘飞扬,大量煤块从巷道一侧抛出,底板鼓起、巷道堵塞,造成重大伤亡。

冲击矿压作为采矿诱发的地震,与大地地震相比震级不大,但由于其震中距采矿作业场所较近,属浅表层地震,因而冲击矿压的危害性非常严重。图1-1所示为按里氏震级划分的各国发生的冲击矿压的最大强度。

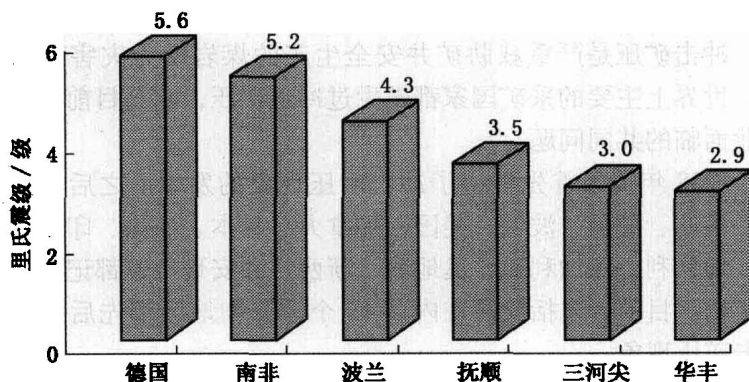


图1-1 相关国家发生冲击矿压的最大强度

冲击矿压作为矿山震动的一种表现形式,对矿山井下巷道和工作面、井下工作的矿工以及对地表及其建筑物将造成严重的影响。在采矿巷道中发生震动和冲击矿压,将会造成以下影响:

(1) 巷道、工作面破坏。其主要原因是地震波传播过程中动载荷脉冲的冲击,使煤层垮落,动力抛出煤岩体。

(2) 人员伤亡。如在发生冲击矿压区域有员工工作,则可能对其产生伤害,甚至造成死亡事故。波兰的分析结果表明,发生冲击矿压后,人员受伤的主要部位是脑部,占91.65%,其次是胸部的机械损坏,包括肋骨折断等,占60.41%;而内部器官的损坏主要是肺、心、胃等,占18.75%;再次为上下肢的折断。

(3) 在较大能量的震动和冲击矿压发生时, 地表产生振动, 使建筑物产生裂缝甚至倒塌。波兰几次大的矿震和冲击矿压对地表的影响结果见表 1-1。其中, 破坏最严重的一次为 1982 年 6 月 4 日在 Bytom 发生的 3.7 级矿山震动, 造成了 588 多幢建筑物的损坏。

表 1-1 波兰矿山震动与冲击矿压对地表的影响

日期	地点	震动能量/J	震级/级	建筑物破坏数量/幢
19700930	Bytom	8×10^9	4.26	427
19810712	Bytom	1×10^9	3.8	452
19820604	Bytom	9×10^8	3.77	588
19840218	Ligota - kochlowice	2×10^9	3.95	241
19920505	Bojszowy	2×10^9	3.95	300
19941209	Kochlowice	3×10^9	4.04	140

1.2 三河尖煤矿冲击矿压概述

1.2.1 矿井基本情况

三河尖煤矿由三河尖区、刘庄区和吴庄区 3 个勘探区组成。目前正在开采三河尖区, 开拓掘进刘庄区, 吴庄区则处于补勘(精查)阶段。三河尖区内分东西两翼开采, 主要开采煤层为二叠系山西组的 7 煤和 9 煤, 西翼开采储量占区域开采储量的 30%, 其中, 7 煤煤层厚度为 1.35 ~ 3.18m, 平均厚度 2.25m; 煤层倾角为 $19^\circ \sim 38^\circ$, 平均 29° ; 直接顶为中砂岩, 厚 11.89 ~ 18.06m, 平均厚度 12.97m; 底板为粉砂岩, 厚 0.4 ~ 7.09m, 平均厚度 4.3m。9 煤煤层厚度为 1.4 ~ 3.66m, 平均厚度 2.2m; 煤层倾角为 $11^\circ \sim 28^\circ$, 平均 22° ; 煤层直接顶为粉砂岩, 厚 1.2m, 硬度 4 ~ 6; 基本顶为中砂岩, 厚 9.3m, 硬度 8 ~ 10; 底板为粉细砂岩, 厚 8.9m, 硬度 6 ~ 10。煤层综合柱状图, 如图 1-2 所示。

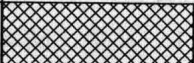
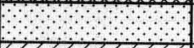
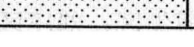
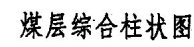
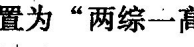
岩性	柱状	厚度/m
黏土、粉砂岩		40.0
砂岩		10.0
中粗砂岩		30.0
砂岩		15.0
泥岩粉细砂岩		5.0
中细砂岩		14.0
粉砂岩		3.0
7 煤		1.8
粉砂岩		3.0
泥岩		0.5
中砂岩		9.0
粉砂互岩		1.6
中砂岩		9.3
粉砂泥岩		1.2
9 煤		2.2
泥岩		0.9
粉细互层		0.5
细砂岩		8.1

图 1-2 煤层综合柱状图

矿井目前回采工作面布置为“两综一高”。“两综”分别回采三河尖区东四采区剩余的综采放顶煤工作面和刘庄区普通综采工作面；“一高”在三河尖区西翼区域的西二采区回采。矿井井下共有 2 个岩巷工区 4 个掘进头分别施工刘庄区 7 煤及三河尖区东一 17 煤开拓延深巷道。4 个煤巷工区 7 个掘进头分别施工回采准备巷道。

自 1991 年 9 月三河尖煤矿首次 7110 工作面材料道发生冲击矿压以来，累计发生破坏性冲击矿压达 25 次，仅在西翼坚硬

顶板区域发生冲击矿压为 19 次 (表 1-2), 破坏巷道 1700 多米 (一次破坏巷道最长达 500m), 严重影响矿井的安全生产。

表 1-2 三河尖煤矿冲击矿压显现表

编号	日期	发生位置	采深/m	顶板岩性 厚度/m	周边 条件	破坏 范围/m	主要原因
1	19910905	7110 材料道	-609.2	中砂岩 14	多巷 交岔	25	7108 工作面采 动影响, 地应力
2	19920204	7110 材料道	-610.6	中砂岩 14	煤柱	25	7108 工作面采动 影响, 地应力
3	19920224	7110 材料道	-609.2	中砂岩 14	煤柱	70	7108 工作面采后 残余应力, 地应力
4	19930418	7110 材料道	-603.0	中砂岩 14	多巷 交岔	25	地应力, 7108 工 作面采空区 顶板运动
5	19930525	7125 材料道	-548.8	细砂岩 10	顶板 活动	30	7123 工作面 残余应力, 煤 脆硬、顶硬
6	19930601	7125 运输道	-539.0	细砂岩 10	顶板 活动	20	7127 工作面 残余应力, 煤脆、顶硬
7	19950818	7202 材料道	-680.0	中砂岩 13	多巷 交岔	56	7110 工作面 采后残余应 力, 地应力
8	19950928	7202 材料道	-690.0	中砂岩 13	多巷 交岔	70	7110 工作面 采后残余应 力, 地应力

表 1-2 (续)

编号	日期	发生位置	采深/m	顶板岩性 厚度/m	周边 条件	破坏 范围/m	主要原因
9	19951225	7202 材料道	-690.0	中砂岩 13	断层 煤柱	48	7110 工作面 残余应力, 煤 柱及地应力
10	19960503	7204 材料道	-750.0	中砂岩 13	煤柱	40	7202 工作面 采后残余 应力, 地应力
11	19970516	7123 下运道	-568.0	细砂岩 10	煤柱	9	已采 7121 煤柱, 顶板断裂
12	19970525	7204 降低道	-770.0	中砂岩 13	煤柱	50	7204 煤柱 应力集中, 爆破诱发
13	19980830	7204-3 工作 面及两道	-784.0	中砂岩 13	多巷 交岔	89	7204 工作面 顶板垮落、 爆破诱发
14	19981011	7204-3 降道	-784.0	中砂岩 13	多巷 交岔	42.5	7204-3 工作面 顶板超前断裂
15	19981020	7204-3 工作面	-835.0	中砂岩 13	多巷 交岔	20	卸压爆破诱发
16	19981122	7204-3 两 材料道	-780.0	中砂岩 13	多巷 交岔	34	7204-3 工作面 顶板超前断裂
17	19981206	7204-3 工作 面及两材料道	-780.0	中砂岩 13	多巷 交岔	500	7204-3 面顶板 断裂 7202 采空 区顶板失稳
18	19991026	7204 工作 面、材料道	-780.0	中砂岩 13	巷道、 工作面	40	应力集中

表 1-2 (续)

编号	日期	发生位置	采深/m	顶板岩性 厚度/m	周边 条件	破坏 范围/m	主要原因
19	19991107	7204 工作面、材料道	-780.0	中砂岩 13	巷道、 工作面	40	应力集中、 爆破诱发
20	20000311	9112 运输道	-760.0	中砂岩 9.3	运输巷	50	7 煤煤柱、 应力集中
21	20000417	7204 工作面、材料道	-780.0	中砂岩 13	巷道、 工作面	180	应力集中、 顶板失稳、 大范围运动
22	20000512	9112 运输道	-760.0	中砂岩 9.3	煤柱	80	应力集中， 顶板失稳诱发
23	20001101	7141 运输道	-568.0	粉砂岩 9.8	煤柱	累计 66	应力集中， 顶板失稳诱发
24	20001101	7141 运输道	-568.0	粉砂岩 9.8	煤柱		应力集中， 顶板失稳诱发
25	20010609	9101 工作面	-760.0	细砂岩 3.2	煤柱	11	应力集中， 顶板失稳诱发

1.2.2 控制冲击矿压的主要措施

三河尖煤矿针对煤岩层具有冲击矿压的特定情况及其发生机理，在高冲击危险的区域中采用了动态控制技术，主要方法有煤体高压注水、煤体卸压爆破和顶板深孔爆破等。

1. 高压注水

高压注水是降低煤层冲击倾向性的方法之一，因为它可以降低煤体的强度和弹性能指数，使煤体的摩擦角变小，降低煤体钻屑量为 20%，使得煤体的含水量提高 0.9% ~ 1.5%，同时还可以降尘，改善工作面的工作条件。在实验室进行煤岩样的加载试

验,加载装置采用高精度能控制加载速度及调节油压的 MTS 伺服材料实验机,试验结果显示:风干煤岩样的电磁辐射幅值和脉冲数要比饱水煤岩样大的多。实践也证实:煤层注水后,工作面支承压力带宽度变为 8~15m,压力峰值减小,应力集中系数明显降低,顶板下沉速度增加,煤体的硬度降低,塑性增加。

2. 煤体卸压爆破

卸压爆破是对具有冲击危险的煤体,采用爆破方法减缓其应力集中程度的一种解危措施。卸压爆破的作用有两种:一是同时局部解除冲击矿压发生的强度条件和能量条件;二是在监测到有冲击危险的情况下,利用较多药量进行爆破,释放大量的爆破能量 U_0 ,人为地诱发冲击矿压,使其发生在一定的时间和地点,从而避免更大的损害。三河尖煤矿在 7204、9112 中后期、9202 等工作面采用动态的煤体卸压爆破,保证了工作面的正常推进。

3. 顶板深孔爆破

煤层上方坚硬、厚层砂岩顶板是影响冲击矿压发生的主要因素之一。三河尖煤矿在以往实施煤体卸压爆破的基础上,针对 9202 工作面煤层顶板岩性以及对冲击矿压发生的影响因素分析,对工作面冲击矿压危险特别严重的初次来压前和 7 煤煤柱区域,在 9202 工作面采空区和材料道进行顶板处理,实施深孔爆破,降低顶板的完整性,释放顶板中聚集的大量弹性能,以达到控制冲击危险的目的。

1.3 三河尖煤矿冲击矿压控制的成果

7204、9112 工作面的冲击矿压治理主要采用煤体卸压爆破的方式进行,达到了安全开采的目的。在 9202 工作面回采过程中,针对其冲击危险性更高的特定情况,实施了对煤层与顶板卸压爆破,工作面安全推进了 750m,期间工作面安全通过上覆的 7202 工作面残留煤柱(沿 9202 工作面走向长达 320m,倾斜长为 55~90m)。仅在 9202 工作面通过上覆残留煤柱期间,共进行