

大采高工作面冒顶原因及控制措施

闫振东^{1,2}

(1. 中国矿业大学, 北京 100083; 2. 晋城煤业集团 菲利普斯公司, 山西 晋城 048006)

[摘 要] 分析了晋城煤业集团赵庄矿大采高工作面频繁冒顶的原因, 采取针对性的处理方法, 并制定了相应的控制措施。为大采高工作面处理冒顶提供了一些可以借鉴的经验。

[关键词] 大采高; 冒顶; 控制

[中图分类号] TD327.2 [文献标识码] B [文章编号] 1006-6225 (2009) 05-0027-03

Analysis of Roof Fall Cause and Its Control in Large Height Mining Face

晋城煤业集团赵庄矿位于沁水煤田东南部, 设计生产能力为 6.0Mt/a 的特大型矿井, 2007 年 5 月投产。井田采用斜井—立井单水平开拓, 目前共有 4 个井筒, 分别为主斜井、副斜井、副立井和回风立井。采煤方法为国产大采高综合机械化采煤法, 全矿配备 2 个大采高工作面。主采 3 号煤层位于山西组下部, 全井田可采, 赋存稳定。由于诸多原因, 投产以来工作面单产不高, 大采高工作面冒顶事故频繁发生, 进入 2008 年, 1303、1304 工作面相继出现大面积冒顶, 生产组织非常被动。

全面系统地分析 2 个工作面的冒顶原因, 总结处理冒顶经验, 有利于杜绝和减少大采高工作面的冒顶事故, 有利于矿井的安全高效生产。

1 工作面地质基本情况

1303、1304 工作面地面标高 965.9~1087.9m, 煤层底板标高 454~502m, 上覆岩层厚度 463.9~633.9m, 开采二叠系下统山西组 3 号煤。井下位于一盘区集中巷 1102 巷以北, 已回采的 1302 工作面以西, 正在准备的 1305 工作面以东, 工作面北部为村庄保安煤柱。

3 号煤层坚硬、性脆, 局部煤质疏松, 煤层从上往下松软—较硬—松软, 整体表现质软, 疏松。煤层平均厚度为 4.6m (局部厚度达到 5.8m), 煤层倾角 0~11°, 平均 7°, 煤层赋存稳定。煤的密度 1.42t/m³, 硬度数为 0.4~1.32, 较软。

煤层伪顶为炭质泥岩, 厚 0.2m, 薄层状, 局部含煤线, 平坦状断口; 直接顶为砂质泥岩, 厚 3.6m, 坚硬, 中厚层状, 破碎; 基本顶为细粒砂岩, 厚 5.0m, 成分以石英为主, 具黑色泥岩条纹, 夹粉砂岩薄层。

直接底为泥岩, 厚 0.2m, 薄层状, 具方解石充填的水平裂隙, 局部地段松软; 老底为砂质泥岩, 厚 10.64m, 水平层理发育, 质硬, 断口平坦厚层状, 岩石较完整, 裂隙为方解石充填。

1303 工作面巷道揭露有 5 条正断层, 断层情况见表 1。

表 1 1303 工作面巷道揭露断层情况

断层名称	所处位置	落差 /m	走向 / (°)	断面倾角 / (°)
F9	12023 巷里 735m 处	1.0	22	55
F6	12023 巷里 1382m 处	1.0	285	43
F7	12023 巷里 1392m 处	0.6	125	125
F7	12023 巷里 1116m 处	2.1	344	43
F106	12023 巷里 1441m 处	0.5	252	26

1303 工作面推进 330m 处, 在工作面中部又揭露出许多小型断层构造, 落差 0.6~1.1m, 正处于 1303 工作面发生冒顶的区域, 对工作面煤壁和顶板控制带来很大困难。

1304 工作面巷道揭露共 8 条正断层, 断层情况见表 2。

表 2 1304 工作面巷道揭露断层情况

断层名称	所处位置	落差 /m	走向 / (°)	断面倾角 / (°)
F110	12025 巷里 860m 处	1.0	66	46
F116	12025 巷里 1056m 处	2.0	43	48
F117	12025 巷里 1073m 处	1.6	56	42
F134	1304 切眼里 45m 处	1.6	227	35
F140	1304 切眼里 90m 处	3.5	241	50
F142	12041 巷里 833m 处	1.3	63	40
F144	12041 巷里 930m 处	1.3	51	32
F134	12041 巷里 1401m 处	5.6	241	63

1303、1304 工作面煤层节理较为发育, 走向分别为 45~60°, 135~150°两个方向, 45~60°方向节理密度大, 节理面平直, 裂隙紧密无充填, 其

[收稿日期] 2009-03-17
[作者简介] 闫振东 (1961—), 男, 山西高平人, 高级工程师, 在读博士研究生, 现任晋城煤业集团菲利普斯公司董事长。

他方向节理延伸短,节理面不够平直,发育密度及规律性不强。褶曲构造发育有张店背斜,走向近东西向,北翼较陡,倾角 $6\sim 11^\circ$,南翼较缓,倾角 $1\sim 4^\circ$,起伏幅度 15m。

2 冒顶原因分析

赵庄矿投产以来,大采高工作面冒顶现象时有发生,通过对煤层条件、地质条件、开采条件及生产管理等方面全面分析研究,得出 1303、1304 大采高工作面冒顶的主要原因。

2.1 地质条件

(1) 软煤 赵庄矿 3 号煤层呈线理状、条带状、层状结构,从上往下松软—较硬—松软,整体质软疏松,硬度系数 $0.4\sim 1.32$,为软煤系列。

(2) 断层构造 两工作面断层构造异常发育,1303 工作面巷道揭露 5 条断层,开采过程中,工作面中部又揭露 5 条断层;相邻的 1304 工作面巷道揭露 8 条断层。两个工作面在开采过程中揭露的断层落差均小于 4m,且重叠交错,处于断层构造区域的煤层普遍疏松破碎,煤层不完整。

(3) 煤层节理发育 工作面煤层松软、断层构造及节理发育,是工作面发生冒顶的主要原因。

2.2 工作面开采布局

(1) 工作面的动压和构造 1303 工作面是 1302 工作面顺采的接替工作面,其胶带巷服务于 2 个工作面,该胶带巷受 2 次采动影响,致使机头三角区巷道严重变形,底板不平,造成转载机推移困难;巷道出现底鼓,最大深度达到 1.5m;机头巷道卧底后,造成工作面 30m 范围机组割研厚度最大达 1.5m,综采支架因上部煤层的松软冒落而不接顶,使得支架没有初撑力,失去了对顶板的及时有效支撑。此时,顶板压力主要作用于煤帮,造成了不接顶一片帮—空顶—空顶时间长—冒顶的多米诺骨牌效应的恶性循环。

(2) 相邻工作面回采 1304 工作面与 1303 工作面属于相邻同采工作面,与对拉工作面有相似之处,且 1304 工作面距机头 100m 处(56 号架)有落差 5.6m 的断层构造,工作面因断层的影响,在断层附近 30m 范围出现:49~56 号架割底研 3m,留顶煤 2m 开采;57~64 号架留底煤 1.5m 开采。造成了与 1303 工作面相似的冒顶原因。

很显然,构造影响和支架不能有效支撑顶板也是 1303、1304 工作面冒顶的主要原因之一。

2.3 管理原因

(1) 1303 工作面机头段不符合质量标准化要

求,安全出口不畅通,转载机推移困难。

(2) 工作面机头 1、2 号支架与刮板输送机间因底板不平而拆开,采用锚链软联,使得机头推移不能及时有效进行,增加了控顶时间。

(3) 支架有窜漏液现象,使得拉架不及时。

(4) 工作面架间浮煤多,清煤(矸)不及时,造成拉架阻力大。

(5) 工作面煤帮出现片帮或支架前上方顶板冒空时,使空顶面积增大,空顶时间延长。

(6) 1304 工作面初采期间,机电标准化未达标,胶带在浮煤上架设,支架过滤器未及时更换,使得拉架、推溜等工作困难。

3 处理方法及控制措施

3.1 处理方法

根据以上冒顶原因分析,赵庄矿制定了可行的技术方案,采取了针对性的处理方法,即把两个工作面的底板抬起,降低工作面的采高,使支架具有初撑力,并能够有效地支撑顶板,在抬高底板的过程中实施“超采法”。

所谓“超采法”就是“超前、高位、低采法”的简称。“超前”:在支架前方架设超前木棚的方法支护顶板,减少空顶面积;“高位”:工作面在推进过程中逐步抬高底板,或在刮板输送机、支架下用坑木垫底抬高工作面底板,使支架能够有效支撑顶板。

3.2 控制措施

工作面冒顶范围大,地质条件复杂,要制定严密的工序标准和作业规程,严格执行。

1303 工作面机头 4~40 号支架采用抬底方法,每循环抬底 $50\sim 70\text{mm}$,逐步使得支架能够接顶。在 1304 工作面,56 号架处于断层面附近,56 号架至机头处于断层的下盘,割研厚度达 3.5m,56 号架至机尾处于断层的上盘,输送机支架在底板煤层段易下陷,采用垫底的方法抬高底板。

对工作面片帮大,煤体疏松地段,严禁机组通过,采用超前人工炮采的方法,在支架前人工炮采 3~4 个循环,逐架进行,每个支架架设 2 架棚,棚距 800mm,棚梁下打柱,1 梁下 2~4 柱,柱距 1.2m,便于机组按正规循环割煤。人工炮采架棚的棚梁及冒空的支架上必须打木垛接顶,木垛与木垛之间必须连锁。构顶是控制顶板再次冒落最有效的方法,架棚就是“人造”煤壁,利用“人造”煤壁来支撑顶板,采用“构”的方法,可使垛、柱、棚和支架形成一个新的稳定的结构体。

由于煤层顶板较软，支架的前上方往往易冒顶造成空顶，根据支架的高度，把支架升高，尤其是支架的前梁、护壁区域，要充分利用支架来支护顶板，减少构顶工作量，达到支顶护帮的效果。

工作面煤壁注浆，对煤壁松软、节劈理发育的区域提前注浆，也能起到超前加固煤壁的效果。

在构顶和架棚的同时，采用双层经纬金属网在木垛和棚梁上铺设，形成更牢固的棚、梁、网一体的假顶，可有效护顶，对顶板管理意义重大。

机头超前支护范围底板要起平呈一定坡度，减少推机头和拉端头架时间，以减少空顶时间。

标准化工作是实施方案的基础和落脚点，在制定控制措施时，把工序质量纳入到安全技术措施的编制中，班前会在布置生产任务的同时对工程质量标准提出具体要求，并严格验收。通过一系列的抓基础、严要求、重落实、严考核等手段，形成了以慢求实、稳中求快的作业形式。质量标准化工作成为处理冒顶措施的重要组成部分。

4 结论

采取针对性的控制措施后，赵庄矿冒顶处理的效果十分明显，缩短了处理时间，减少了处理工作量，降低了处理成本，两工作面很快步入正常，实

(上接 39页)

东 21513工作面的开采实例证明了良庄煤矿 15层煤工作面承压水上开采底板破坏区域分布规律研究结论是科学的，并对现场起到了重要的指导作用。

[参考文献]

[1] 涂 敏，缪协兴，马占国，等·承压水上开采底板失稳破坏规律研究 [J]·矿山压力与顶板管理，2005 (2)：26—29。
[2] 魏久传，李白英·承压水上采煤安全性评价 [J]·煤田地质

(上接 42页)

21.9，均满足煤柱留设要求。

(4) 通过对地表移动变形预计计算，采动引起的地表最大拉伸水平变形为 0.51mm/m，最大压缩水平变形为 -0.63mm/m，均在Ⅰ级损害等级范围内。

(5) 按上述开采方案，在百亩沟村煤柱可采出 880kt优质 2号煤，可新增产值约 3.87 亿元，

践证明了工作面冒顶原因的分析和处理方法是正确的。通过赵庄矿本次冒顶处理工作，以下几个方面值得总结和推广。

(1) 消除和减少工作面的顺采布局，如果无法避免时，受动压影响的巷道不能作胶带巷。

(2) 支架的支撑高度要与煤层条件、煤层构造相适应。

(3) 支架增设伸缩梁及二级护帮机构。

(4) 当冒高达 0.5m，冒宽超过 1架时，必须停止工作面正常割煤，对冒落区进行构顶；片帮宽度超过 2架，片帮深度达到当伸缩梁及一级护板打出仍不能贴紧煤帮时，必须采用板梁构顶。

(5) 对于处于地质条件较复杂的赵庄井田，“超采法”具有较强的针对性和操作性，有利于安全管理。

(6) 要从管理的高度重视质量标准化工作。

[参考文献]

[1] 魏 同，等·煤矿总工程师工作指南 [M]·北京：煤炭工业出版社，1988。
[2] 张荣立，刘 富，等·煤矿开采方法 [M]·北京：煤炭工业出版社，2004。
[3] 中国矿业学院，等·采煤学 [M]·北京：煤炭工业出版社，1979。

[责任编辑：毛德兵]

与勘探，2000，28 (4)：57—59。

[3] 李家祥·原岩应力与煤层底板隔水层阻水能力的关系 [J]·煤田地质与勘探，2000，28 (4)：47—49。
[4] 张金才，张玉卓，刘天泉·岩体渗流与煤层底板突水 [M]·北京：地质出版社，1997。
[5] 白晨光，黎良杰，于学馥·承压水底板关键层失稳的尖点突变模型 [J]·煤炭学报，1997，22 (2)：149—154。
[6] 王连国，宋 扬·煤层底板突水突变模型 [J]·工程地质学报，2000，8 (2)：160—163。
[7] 杨天鸿，唐春安，朱万成，等·岩石破裂过程渗流与应力耦合分析 [J]·岩土工程学报，2001，23 (4)：489—493。

[责任编辑：徐乃忠]

实现利润约 1.25亿元。具有良好的社会效益和可观的经济效益。

[参考文献]

[1] 国家煤炭工业局制定·建筑物、铁路、水体及主要井巷煤柱压煤开采规程 [S]·北京：煤炭工业出版社，2000。
[2] 宋孝平，等·我国中西部黄土窑洞下不迁村安全开采技术 [J]·煤矿开采，2002，7 (4)：23—24。

[责任编辑：徐乃忠]