

超长多变综采工作面技术研究

苏庆华 郑亮亮 (枣矿集团蒋庄煤矿, 山东 滕州 277519)

摘要: 本文介绍了枣矿集团蒋庄煤矿结合矿井实际, 在南九采区紧贴断层保护煤柱设计并布置了超长多变综采工作面, 在工作面设计初期, 结合工作面实际长度, 经过科学的计算对现场设备进行合理的选型。在生产期间对工作面矿压规律、支架工作阻力、开采中遇到的问题及采取的有效措施与开采技术经济效益及时进行分析总结, 确保现场实现安全生产。

关键词: 超长; 不规则; 边推边撤; 循环进尺; 矿压观测

Abstract: This paper introduces the design and layout of ultra-long and variable fully mechanized working face in Nanjiu Mining Area, which is close to the fault protection pillar in Jiangzhuang Coal Mine of Zaozhuang Mining Group. In the early stage of working face design, combined with the actual length of working face, the field equipment is reasonably selected through scientific calculation. During the production, the mine pressure law of the working face, the working resistance of the support, the problems encountered in the mining, the effective measures taken and the economic benefits of the mining technology are analyzed and summarized in time to ensure the safe production on the spot.

Key words: super long; irregular; push and retreat; circular footage; mine pressure observation

近年来国内外先进煤矿企业的成功经验表明, 适当加长工作面长度已成为矿井高产高效集中生产技术方向之一, 它不仅能提高单产, 且能减少巷道掘进率和维护量, 提高工作面的采出率和回采工效, 也有利于地表建筑物和环境的保护。特别是随科学技术的不断发展, 煤矿新技术新装备的不透投入使用, 煤矿自动化、智能化开采技术的不透延伸, 超长工作面采取智能化开采在减少现场作业人员、提高工作面单产、提升煤矿安全生产效率有着较为积极的意义。但随着矿井服务年限的不断延长, 井下可采储量的不断减少, 处于开采后期的矿井为最大化回收现场煤炭资源, 在综采工作面设计布置过程中往往采取沿断层或保护煤柱边缘进行布置, 造成工作面不规则布置, 特别是倾斜长度较长的工作面, 给后期的回采带来较大的困难。

鉴于此, 山东能源枣矿集团蒋庄煤矿结合以往工作面开采经验, 在集团公司率先设计首个倾斜长度达 370m 两巷极不规则布置的综采工作面, 并实现顺利开采, 为今后类似条件下的工作面布置及回采提供了较为积极的经验意义。

1 工作面概况

3 上 907 工作面位于蒋庄煤矿南九采区东北, 矿南风井东南 205m 左右, 陈楼村以南 1080m 左右, 赵庄村东南 1220m 左右, 地面为基本农田, 有 4 路高压线从工作面上方穿过, 无其他建筑物。工作面东南部与 3 上 905 里面采空区及 3 上 905 外面采空区相邻, 西北部为房庄断层及 i-23 断层。(附图 1 工作面示意图)

工作面煤层结构简单, 煤体结构属于原生结构煤, 煤厚 3.0~4.8m, 平均煤厚 4.1m, 走向长 819.5~1072.5m, 倾斜长 40.8~370m, 储量为 1186113.7t。

1.1 地质构造影响

本工作面地质构造条件复杂, 断层较发育, 除局

部受断层影响外, 工作面总体呈现为单斜构造, 煤层赋存西高东低, 煤岩层产状为: 倾向: SE~NE, 倾角: $0^{\circ} \sim 10^{\circ}$, 平均 4° 。

1.2 其他因素影响

本工作面岩浆岩发育, 3 上 907 运输巷 E# 前 40m~49m 揭露宽约 9m 的岩浆岩; 3 上 907 中间巷 12# 前 38m~54m 揭露宽约 16m 的岩浆岩, 13# 后 5.5m~7.5m 揭露宽约 2m 的岩浆岩, 18# 前 7.5m~38.5m 揭露宽约 31m 的岩浆岩, 19# 后 7.5~19.5m 揭露宽约 12m 的岩浆岩; 3 上 907 材料巷 8# 前 17m~23m 揭露宽约 6m 的岩浆岩, 枋 # 前 32m~2# 前 27m 揭露宽约 75m 的岩浆岩; 岩浆岩对生产影响较大; 根据巷道掘进期间揭露的地质资料以及物探资料分析, 本工作面无陷落柱和古河床冲刷等地质现象。

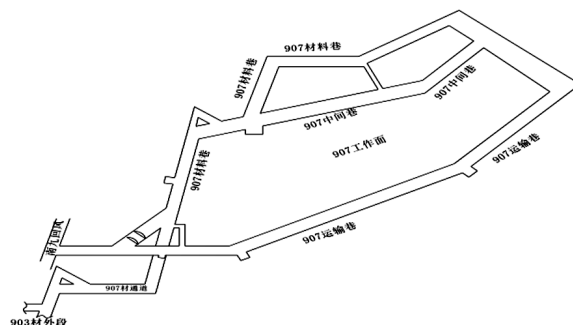


图 1 工作面示意图

2 工作面设备选型

2.1 落煤机械的选取

因工作面煤层赋存相对稳定, 结合集团公司物流中心设备配置情况, 决定选用 MG550/1280-WD 双滚筒采煤机一部作为工作面的落装煤设备。

2.2 工作面刮板运输机的选取

结合工作面的采场实际以及与选取采煤机机型相配套的原则, 工作面运输设备决定选用 SGZ800/1400 型中

双链可弯曲刮板输送机一部。

2.3 工作面支护设备的选取

经验计算支护强度：

$$P_t = 6 \times 9.81 \times h \times r = 6 \times 9.81 \times 5.1 \times 2.5 = 750.5 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

式中： P_t —工作面合理的支护强度 (kN/m^2)； h —采高 (m)； r —顶板岩石容重 (t/m^3)，一般可取 2.5。

参考同煤层矿压观测资料选取支护强度最大平均支护强度 $= 590 \text{ (kN/m}^2\text{)}$ 。

选择工作面支护强度。 $750.5 \text{ kN/m}^2 > 590 \text{ kN/m}^2$ ，因此工作面支护强度应大于 $750.5 \text{ (kN/m}^2\text{)}$ 。

支护设备选择。根据集团公司目前设备配备情况、工作面煤层的赋存情况及以上计算结果，工作面决定选用 ZY6800/24/50D 型液压支架支护顶板。

3 回采工艺及有关参数的选择

3.1 回采工艺

工作面采用双滚筒采煤机双向割煤，在工作面端部斜切进刀，往返一次进两刀，螺旋滚筒配合工作面刮板输送机铲煤板装煤，刮板输送机运煤，液压支架支护顶板，全部垮落法处理采空区顶板，为综采工艺。

3.2 采高和循环进尺的确定

煤层厚度为 1.20~6.5m，平均 3.45m，煤机可采高度 2.8~5.1m，支架有效支护高度 2.5~5.3m，煤机运行所允许的最小高度为 3.2m，因此确定采高为 3.2~5.1m（工作面受断层等地质构造影响，破研区域最低采高不应小于 3.2m，最大采高不大于 5.1m）。煤层厚度低于 5.0m 时一次采全高，煤层厚度大于 5.1m 时，沿顶留底回采；煤层厚度小于 3.2m 时，沿顶割底回采。煤机滚筒截深为 0.83m，确定循环进尺为 0.8m。

4 工作面开采（不规则开采阶段）

4.1 运输巷设备接续

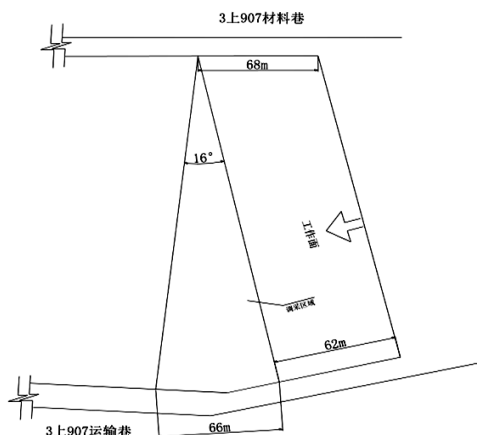


图2 上907工作面机头旋采示意图

当运输巷转载机头拖移至待拆除胶带输送机机头储藏段时，将转载机、胶带输送机尾旋转 21° （或 13° ）与前一部胶带输送机接续合茬。即逐步撤除待拆除胶带输送机储藏段固定架、驱动滚筒及卸载壁，并拆除前一部胶带输送机机尾，将原胶带输送机机尾代替前一部胶带输送机机尾（见附图2上907工作面机头旋采示意图）。

4.2 工作面机尾不规则开采阶段

4.2.1 边采边加阶段

第一阶段：当工作面推进至运输巷 B# 点前 4.4m 时，工作面进入边采边加第一阶段。工作面材料巷推进 138.2m，需边采边加支架 26 架及刮板输送机中部槽 26 架，平均 5.3m 增加一架支架及一节中部槽。

第二阶段：当工作面推进至运输巷 D# 点前 20.7m，材料巷 3# 点处时，工作面进入边采边加第二阶段。工作面材料巷推进 75.4m，需边采边加支架 11 架及刮板输送机中部槽 11 节，平均 6.8m 增加一架支架及一节中部槽。

第三阶段：当工作面推进至运输巷 E# 点前 32.5m，材料巷 2# 点前 3.7m 时，工作面进入边采边加第三阶段。工作面材料巷推进 95.3m，需边采边加支架 11 架及刮板输送机中部槽 12 节，平均 7.9m 增加一架支架及一节中部槽。

第四阶段：当工作面推进至运输巷 7# 点前 71.2m，材料巷 2# 点处时，工作面材料巷推进 125m，需边采边加支架 37 架及刮板输送机中部槽 37 节，平均 3.4m 增加一架支架及一节中部槽（附图 3）。

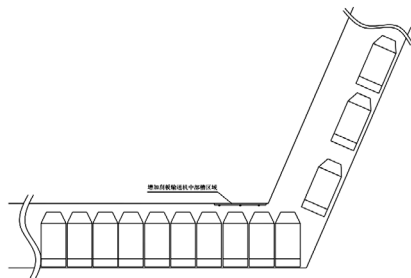


图3 3上907工作面边采边加示意图

4.2.2 边采边撤阶段

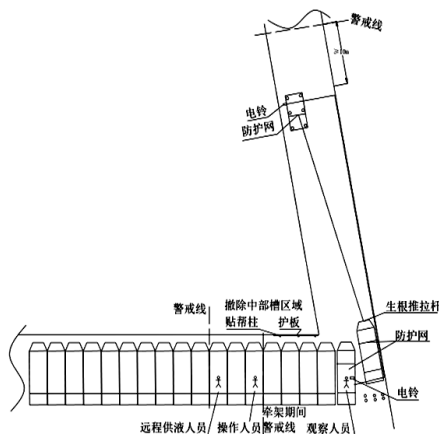


图4 3上907工作面边采边撤示意图

第一阶段：当工作面推进至材料巷 6# 点前 63.8m、运输巷 5# 点前 56.8m 时，工作面进入边采边撤第一阶段，工作面运输巷推进 62.3m，需边采边撤支架 10 架及刮板输送机中部槽 10 节，平均运输巷每推进 6.2m 撤除一架及一节中部槽。

第二阶段：当工作面推进至材料巷 6# 点、运输巷 4# 点前 59.6m 时，工作面进入边采边撤第二阶段，工作面运输巷推进 104.2m，需边采边撤支架 85 架及刮板输

送机中部槽 85 节, 平均运输巷每推进 1.2m 撤除一架及一节中部槽。

第三阶段: 当工作面推进至中间巷 11# 点前 11.4m, 运输巷 3# 点前 15m 时, 工作面运输巷推进 80.6m, 需边采边撤支架 11 架及刮板输送机中部槽 11 节, 平均运输巷每推进 7.3m 撤除一架及一节中部槽 (附图 4)。

5 综机设备管理

5.1 刮板输送机的控制

工作面开采期间倾角较大, 材料巷与工作面运输巷落差平均为 46m, 材料巷高运输巷低, 面溜输送机拉下山, 负荷相对较大。在刮板输送机加长超过 370m (设计长度) 以后, 积极采取措施控制工作面刮板输送机的平整度, 严禁不按规定要求拉架移溜, 避免输送机弯曲、高低起伏现象, 尽可能减少刮板输送机运行阻力。

另外加强煤流控制, 当煤机行至 115 架时, 往机尾截割速度要严格控制在 2.1m/min 以下, 一旦输送机负荷较大, 控制开关将会自动报警, 输送机司机要及时将输送机高速打到低速控制。

5.2 优化设备列车泵站供液方式

工作面支架布置超过 130 架以后, 设备列车乳化泵站压力、供液会出现不稳。当支架布置达到 200 架以后, 泵站将会超负荷运转, 压力及供液也达不到拉架、移溜等工作要求。为解决上述问题, 我们优化了工作面高压供液方式, 在工作面采取双供双回的方式进行, 即由乳化液泵站采用双 $\phi 51\text{mm}$ 高压胶管对工作面液压支架进行供液, 同时采取双 $\phi 51\text{mm}$ 高压胶管回液。即在工作面 120 架之前采用一路供回液系统, 机尾段支架采用另外一路供回液系统。另外, 由于供液管路较多、线路较长, 管路压力损失较大, 为补充压力损失, 我们采取另外加设一部一泵一箱的方法, 共同参与工作面供液。

6 矿压观测

超长多变综采工作面开采期间, 对于现场顶帮的矿压观测可以适时指导现场的安全生产, 为此我们主要从以下几点入手, 在保证现场生产节奏的前提下, 确保现场开采的顺利进行。

6.1 观测仪器及主要观测内容

YPZ-60 型圆图压力自记仪; KY-82 型顶板动态仪; 液压支架电液控制压力自动显示系统; ZBJ 型数显动态仪; XC-4 型活动标尺; SY-40B 型单体支柱测力计。

6.2 测点设置

①工作面内按测区安装圆图自记仪, 利用 YPZ-60 型圆图压力自记仪和液压支架电液控制压力自动显示系统对工作面支护状态及上覆岩层矿压显现规律进行观测; ②两道在 5m、10m、15m、20m 处安装 KY-82 型顶板动态仪和 ZBJ 型数显动态仪和 XC-4 型活动标尺, 对两巷顶底板及两帮相对位移量及顶板下沉速度的变化规律、超前动压影响范围进行观测; ③利用 SY-40B 型单体支柱测力计对两巷支柱的初撑力及工作阻力进行测量, 观测支柱对顶板的支护效果。

6.3 矿压显现规律

6.3.1 工作面矿压显现

工作面倾向长最长为 360m, 最多布置支架 247 架。支架全部采用电液控系统进行电子测压。工作面中间安设圆图表进行 5 条线连续观测。在工作面两端头使用单体测力计测量支柱初撑力, 然后按 3m 间距布置数显动态仪观测顶底板移近量及顶板下沉速度。推进 35m 左右时, 支架载荷逐步增大趋势, 出现老塘顶板垮落, 矸石块块度约为 $0.3\text{m} \times 0.5\text{m}$, 支架瞬间压力达到 28MPa, 机头段及机尾端头压力显现不是太明显。在随后推采过程中, 该区域顶板基本为随采随冒, 最大悬顶距离不足 2m。且向机头逐步延伸。在工作面机尾连续推进 105m, 工作面与运输巷大致垂直时, 34# 架 ~180# 架间直接顶均垮落后充满 2/3 采空区高度, 确定初次放顶结束。

6.3.2 三巷矿压显现规律

当工作面依次推进至工作面初次来压时, 三巷超前压力显现一般。巷道顶底位移量在初次来压及来压期间变化甚微, 除运输巷在来压期间出现小面积顶板裂隙外, 超前应力对巷道变形影响不明显。

7 设备装备过程中实施的几项重点技术改进及改造

在不增加设备的基础上对工作面及两巷电气设备实施电压升级管理, 供电电压由以往的 1140V 升至 3300V, 大大提高了设备利用率, 减少了供电系统的电压降和电能损耗, 保证了电气设备保护的灵敏性和可靠性, 提高供电质量, 预计每年可少损耗 18 万 kWh。为最大限度的降低高压供液系统的压力损耗, 提高高压液流量, 及时支护新裸露的顶板, 将原高压供液管路的直径由 $\phi 31.5\text{mm}$ 提高为 $\phi 51\text{mm}$, 工作面单架操作时间由以往的平均 21 秒减少为 19 秒, 极大的改善了工作面软顶及托伪顶开采情况下, 机道、梁端顶板难以管理、易发局部顶板冒落的被动局面, 提高了现场的安全管理水平。工作面刮板输送机装备低噪声变极双速三相异步电动机, 不仅振动小、噪声低, 而且与标准值相比, 起动转矩倍数平均高 0.49, 起动电流倍数平均低 1.05, 过载能力提高了 80%, 为工作面大负荷带载启动时的设备正常运转提供了保证。

8 实施效果

超长多变工作面开采的实施, 一是少施工一条 1000m 长的运输巷; 二是减少工作面的安装和撤除各一次; 三是增加了矿井同期回采煤量; 四是为超长工作面设备配套选型积累了成功经验和宝贵资料, 提供了可靠的技术参数选取依据。同时通过研究掌握超长工作面开采过程中上覆岩层应力场在工作面变化规律, 为今后超长工作面安全回采提供可靠技术保证。

作者简介:

苏庆华 (1976-), 男, 山东嘉祥人, 2000 年毕业于山东科技大学自动化专业, 现就职于枣庄矿业 (集团) 有限责任公司蒋庄煤矿生产技术部采煤, 中级工程师, 主要从事煤矿采煤及机电技术管理工作。