

综放工作面高效开采技术实践

孙瑞先¹, 刘兆义², 顾新泽², 石长坤²

(1. 徐州矿务集团 张双楼煤矿, 江苏 徐州 221616; 2. 徐州矿务集团, 江苏 徐州 221616)

[摘要] 根据平朔矿区的地质条件和煤层赋存状况, 对工作面综放全套设备进行合理选型, 并采用合理的回采工艺, 在 14109 工作面应用实践, 取得了良好的安全和经济效益, 为综放工作面实现高产高效提供了借鉴。

[关键词] 综放工作面; 设备选型; 回采工艺

[中图分类号] TD823.97 [文献标识码] B [文章编号] 1006-6225 (2014) 05-0041-03

Practice of High-efficiency Mining Technology in Full-mechanized Caving Mining Face

1 工作面概况

平朔井工一矿设计生产能力为 10Mt/a。井田面积 16.16km², 可采储量 193Mt, 服务年限 32.8a。主要可采煤层为石炭系上统太原组 4 号煤、9 号煤, 煤层赋存稳定, 地质构造简单。

14109 综放工作面为井工一矿太西采区 4 煤第 4 个工作面, 北部为 14108 工作面采空区, 东部为太西采区 4 煤大巷保护煤柱, 南部为 14110 工作面(未采), 西部为小窑破坏区。工作面所采煤层为石炭系上统太原组顶部 4 号煤层, 平均煤厚 11.5m, 煤层倾角 0~5°, 煤层坚固性系数 $f=2\sim3$ 。工作面走向长度 3000m, 倾斜长度 300m, 可采储量 12.31Mt。直接顶平均厚 5.49m, 岩性为中粒砂岩, 灰白色, 成分以石英、长石为主, 为中等稳定顶板。

2 工作面回采工艺选择

该工作面地质条件简单, 矿井为低瓦斯矿井, 为充分发挥工作面产能, 结合以往矿井开采经验, 采用走向长壁放顶煤综合机械化采煤工艺, 全部垮落法管理顶板。

3 工作面设备选型

3.1 液压支架选型

顶板支护强度计算:

$$P = M_1 \gamma_1 + \frac{[0.8M + M_1(\eta - 0.2)]\gamma}{K_p - 1}$$

式中, P 为综放支架支护强度, kPa; M_1 为顶煤厚度, 取 8.2m; γ_1 为顶煤密度, 1.36 t/m³; M 为煤

层采高, 取 3.3m; γ 为岩层密度, 2.5t/m³; η 为顶煤放出率, 85%; K_p 为矸石碎胀系数, 一般 $K_p = 1.10\sim1.30$, 取 1.20。

经计算得 $P = 1.11$ MPa, 因此液压支架支护强度应不小于 1.11 MPa, 决定选用 ZFY12000/23/40D 型电液控放顶煤液压支架, 支护强度为 1.25~1.27 MPa, 技术参数见表 1。

表 1 ZFY12000/23/40D 型支架主要技术参数

序号	技术指标	技术参数
1	支护高度/mm	2300~4000
2	支架中心距/mm	1750
3	初撑力/kN	7917 ($P=31.5$ MPa)
4	工作阻力/kN	12000 ($P=47.7$ MPa)
5	支护强度/MPa	1.25~1.27

3.2 采煤机选型

矿井一井一面组织生产, 工作面单产水平不小于 10Mt/a, 为此, 确定工作面日生产量和采煤机生产能力如下:

工作面日产量计算公式为:

$$A_d = A / (W \cdot \eta)$$

式中, A_d 为工作面日产量, t; A 为矿井年产量, 10Mt; W 为年工作日, 330d; η 为正规循环率, 90%。

经计算得 $A_d = 33670$ t。

3.2.1 采煤机生产能力计算

由于工作面是放顶煤开采, 工作面循环产量由采煤机割煤和后部运输机放顶煤两部分构成, 因此, 确定采煤机生产能力首先应确定采放比。

根据《煤矿安全规程》第六十八条规定, 采用放顶煤开采的工作面, 采放比不大于 1:3, 结合矿井开采经验, 采煤机割煤高度取 3.0~3.5m,

[收稿日期] 2014-04-22

[DOI] 10.13532/j.cnki.cn11-3677/td.2014.05.012

[作者简介] 孙瑞先 (1968-), 男, 江苏新沂人, 助理工程师, 从事煤矿生产与技术管理工作。

[引用格式] 孙瑞先, 刘兆义, 顾新泽, 等. 综放工作面高效开采技术实践 [J]. 煤矿开采, 2014, 19 (5): 41-43, 76.

平均 3.3m, 放煤高度平均 8.2m, 采放比 3.3: 8.2 = 1: 2.5, 符合《煤矿安全规程》规定。

3.2.2 确定工作面日推进循环数

工作面日推进循环数计算公式为:

$$N = A_d / (L \cdot M \cdot B \cdot \gamma \cdot C \cdot \eta)$$

式中, N 为工作面日循环数; L 为工作面面长, 300m; M 为开采煤层厚度, 11.5m; B 为采煤机滚筒截深, 0.8m; γ 为煤炭密度, 取 1.36t/m^3 ; C 为采出率, 0.90; η 为正规循环率, 90%。

经计算得 $N = 11$, 即工作面每天生产 11 刀, 能完成日生产计划, 确定早班上半班检修, 下半班生产 1~2 刀, 中夜班各生产 5 刀。

3.2.3 确定采煤机割煤速度

采煤机割煤速度计算公式为:

$$V = L \cdot N_0 / (60h \cdot \eta_0)$$

式中, V 为采煤机平均割煤速度, m/min; L 为工作面面长, 300m; N_0 为工作面班循环数, 5; h 为工作面小班有效作业时间, 7h; η_0 为采煤机开机率, 经验数据取 60%。计算得 $V \approx 6\text{m/min}$ 。

3.2.4 确定采煤机生产能力

采煤机生产率计算公式为:

$$Q = 60K \cdot M \cdot B \cdot V \cdot \gamma \cdot C_0 / \eta$$

式中, Q 为采煤机生产率, t/h; K 为采煤机生产能力富裕系数, 1.5; M 为工作面采煤机割煤高度, 3.3m; B 为采煤机滚筒截深, 0.8m。 V 为采煤机平均割煤速度, 6m/min; γ 为煤炭密度, 取 1.36t/m^3 ; C_0 为采出率, 0.93; η 为正规循环率, 90%。

经计算得 $Q \approx 2003\text{t/h}$, 根据计算结果, 通过对采煤机进行比选, 考虑矿井一井一面组织生产, 为提高设备安全可靠, 决定选用艾柯夫 SL750 型采煤机, 技术参数见表 2。

表 2 SL-750 型采煤机主要技术参数

序号	技术指标	技术参数
1	采高/m	2.0~4.19
2	牵引速度/($\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$)	0~38.9
3	装机功率/kW	1474
4	生产能力/($\text{t} \cdot \text{h}^{-1}$)	3000

3.3 工作面前部运输机选型

按照运输能力大于采煤机割煤能力的原则, 工作面前部运输机运输能力应大于 2003t/h , 通过对运输机比选, 确定前部刮板输送机采用型号为 SGZ1000/2 × 1000, 技术参数见表 3。

表 3 SGZ1000/2 × 1000 运输机主要技术参数

序号	技术特征	技术参数
1	刮板机功率/kW	2 × 1000
2	链速/($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)	1.53
3	运输能力/($\text{t} \cdot \text{h}^{-1}$)	2500

3.4 工作面后部运输机选型

考虑顶煤厚度较厚, 后部运输机选型原则是运输能力应高于前部运输机, 及时将顶煤运出, 不影响采煤机割煤和移架作业, 同时减少后部运输机压死和发生其他机械事故。

确定采煤机割 1 刀煤时间的计算公式为:

$$T = L / (V \cdot \eta_0)$$

式中, T 为工作面循环所需时间, min; L 为工作面面长, 300m; V 为采煤机平均割煤速度, 6m/min; η_0 为采煤机开机率, 经验数据取 60%。

$$T \approx 83\text{min}$$

确定后部运输机运输能力的计算公式为:

$$Q_0 > 60L \cdot M_1 \cdot \gamma_1 \cdot \eta / T$$

式中, Q_0 为工作面后部运输机运输能力, t/h; L 为工作面面长, 300m; M_1 为顶煤厚度, 8.2m; γ_1 为顶煤密度, 1.36t/m^3 ; η 为顶煤放出率, 85%; T 为工作面循环所需时间, 83min。

经计算 $Q_0 > 2056\text{t/h}$, 根据计算结果, 通过对现有后部运输机比较, 选用后部运输机型号为 SGZ1200/2 × 1200, 技术参数见表 4。

表 4 SGZ1200/2 × 1200 运输机主要技术参数

序号	技术特征	技术参数
1	刮板机功率/kW	2 × 1200
2	链速/($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)	1.81
3	运输能力/($\text{t} \cdot \text{h}^{-1}$)	3000

3.5 转载机和破碎机选型

按照转载破碎能力大于工作面生产能力要求, 转载机运输能力要大于工作面任一设备最大生产能力, 破碎能力大于转载能力, 对转载机和破碎机进行选型, 设备主要技术参数分别见表 5 和表 6。

表 5 SZZ1200/700 转载机主要技术参数

序号	技术指标	技术参数
1	功率/kW	700
2	链速/($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)	1.86
3	运输能力/($\text{t} \cdot \text{h}^{-1}$)	3500

表 6 PCM400 破碎机主要技术参数

序号	技术指标	技术参数
1	功率/kW	400
2	破碎能力/($\text{t} \cdot \text{h}^{-1}$)	4000

3.6 胶带运输机选型

系统能力通常要大于工作面生产能力, 考虑胶带运输为连续运输, 工作面生产受采煤机开机率及放顶煤间断性等综合因素影响, 胶带运输能力大于工作面日平均生产能力。

胶带运输机运输能力计算公式为:

$$Q = A \cdot K / (W \cdot N)$$

式中, Q 为胶带运输机运输能力, t/h ; A 为矿井年产量, $10Mt$; K 为不平衡系数, 1.15 ; W 为年工作日, $330d$; N 为日运转时间, $16h$ 。

计算得 $Q = 2178t/h$, 因此确定胶带运输机型号为 $SDJ1400/3 \times 630$, 技术参数见表 7。

表 7 胶带运输机主要技术参数

序号	技术指标	技术参数
1	总功率/ kW	3×630
2	带速/ $(m \cdot s^{-1})$	4.0
3	带宽/ m	1.4
4	运输能力/ $(t \cdot h^{-1})$	2500

4 回采工艺及要求

4.1 回采工艺

工作面采用综采放顶煤回采工艺, 一次采全高, 机采采高 $3.3m$, 双向割煤, 往返一次割 2 刀。

煤机进刀方式 采煤机在工作面前部运输机端部段斜切进刀, 进刀距离为距端头 $30m$ 。

放煤方式 采用 1 刀 1 放、专职放煤工双轮顺序放煤, 采煤机割煤 1 刀, 放煤 1 次, 利用放煤支架的后尾梁和插板放煤。

回采工序 采煤机割煤→移架→推前溜→放煤→清理→拉后溜。

4.2 工艺要求

割煤 采用采煤机割煤, 并自行装煤。在端部斜切进刀, 待采煤机后滚筒进窝后, 再反向割通端部, 再返刀进入正常段割煤, 往返 1 次割 2 刀。

移架 在割煤时滞后采煤机后滚筒 $4 \sim 6$ 架进行, 采取分组追机移架及时支护顶板的方式。当顶板破碎或片帮时, 能移超前架的提前移超前架, 不能移超前架的必须及时打出支架护帮板护顶, 并在采煤机前滚筒割煤后, 追机带压擦顶移架, 必要时停机移架。支架要移成直线, 移架步距为 $0.8m$ 。支架移到位, 接顶严实有力。移架时不准滞后溜。

推前溜 在采煤机返刀后, 滞后采煤机 $15 \sim 20m$ 开始推前溜, 刮板运输机弯曲长度不得小于 $15m$, 并依次按顺序推溜, 推移步距 $0.8m$, 推移要到位并保持平直。

放煤 由专职放煤工负责, 采用采放平行作业、1 采 1 放双轮顺序放煤方式; 由 2 名专职放煤工滞后移架 5 架开始放煤, 第 1 轮放出顶煤的 $1/3$, 第 2 轮放到见矸关门, 两轮放煤间距不得少于 10 架。由于工作面较长, 放煤工必须根据后溜中的煤量控制放煤速度, 工作面同时放煤点不得超过 2 处, 防止压死后溜。

拉后溜 拉后溜在滞后第 2 轮放煤点 $15m$ 进

行。先拉后溜机尾, 在运行中依次从机尾向机头拉后溜。刮板运输机弯曲长度不得小于 $15m$ 。拉移步距 $0.8m$ 。拉移要到位并保持平直, 严禁由两头向中部或由中部向两头拉移后溜, 后溜停止运转时不得拉移。

拉移转载机 工作面每推进 1 个循环, 必须及时拉移转载机, 不得滞后。

5 回采过程中要注意的问题

(1) 放煤时, 若遇大块煤不易放出, 可反复伸缩插板, 并上下摆动尾梁使顶煤破碎、充分冒落。

(2) 放煤时要加强煤质管理, 见矸即停止放煤, 保证含矸率及灰分不超标。放煤严禁漏架不放, 顶煤要放干净, 严禁随意丢失顶煤。加强顶煤的回收, 提高采出率。

(3) 应严格控制割煤和放煤的速度, 确保运输煤量均衡, 设备运转正常。

(4) 认真严格执行机电设备“三定四检”制度。“三定”即定人、定时和定内容, 由专人对设备进行定期检修。“四检”就是班检、日检、周检和月检, 增大对设备的检查力度, 及时排查消除机电设备隐患, 保证设备正常运转, 提高开机率。

(5) 加强对液压系统和电液控制系统的维护管理。液压管路和电液控制系统是液压支架的血管和神经网络。要杜绝跑冒滴漏现象的发生, 保证支架初撑力, 能有效控制顶板事故的发生。同时, 液压系统和电液控系统时刻处于完好状态, 能够有效提高现场移架、推移前部刮板输送机和拉移后部刮板输送机的速度, 提高生产效率。

6 结束语

(1) 充分利用煤层赋存有利条件, 布置长走向、宽面长工作面是实现工作面高产高效基础。

(2) 合理选择工作面设备配套, 选用成熟的电液控技术是实现工作面高产高效的有效途径。

(3) 上下端头各采用 4 台 ZFYG12000/23/40D 电液控放顶煤排头液压支架, 既保障了出口支护安全, 又使工作面运输机头和转载机实现了快速推移。

(4) 放煤步距 1 刀 1 放, 提高了煤炭采出率。

(5) 充分利用优良地质条件, 选用国内外先进设备, 采用合理的回采工艺, 大大地提高了生产效率, 14109 工作面日产平均在 $38kt$ 以上, 平均工

(下转 76 页)



图 3 模袋安装后效果



图 4 模袋充填后成型效果

强,施工过程中不易被煤块刺破而损坏;模袋抗拉伸、抗变形能力强,灌浆后不易变形,不会破裂;充填采场巷道时,直接利用地面充填站浆液对备充采场巷道端头模袋灌浆,不需要单独配制浆液,充填采场巷道充填时间长,在此期间足以将模袋灌满;模袋布柔韧性高,对煤壁主动贴合适应能力强,密闭效果好;模袋布本身有透水不漏浆的特性,可析出少量水分,提高了浆液浓度,且经过速凝与早强方面改性后,充填浆液可在 5min 内凝固,缩短了凝结时间,减轻了对模袋的压力,提高了密闭挡墙的施工效率;模袋密闭墙综合成本较密闭砖墙降低 30% 以上。

4 结论

针对连采充填工作面采场巷道端头的模袋式快

速成型密闭挡墙实现思路,对模袋的受力进行了分析与计算,对模袋的结构进行了系统的设计,对模袋密闭墙的安全性进行了验算,试制了模袋并于井下进行了现场应用试验。井下试验表明,模袋式快速成型密闭挡墙技术上是可行的,模袋结构是合理的。模袋式快速成型密闭挡墙劳动强度低,施工速度快,整体密闭性好,使用安全,综合成本较现行的密闭砖墙降低 30% 以上,满足井下应用要求,可进一步推广应用。

【参考文献】

- [1] 崔 锋,刘鹏亮,张华兴,等. 建筑物下巷式充填开采研究 [A]. 全国“三下”采煤学术会议论文集 [C]. 2010: 87 - 90.
- [2] 刘鹏亮,田锦州,颜丙双,等. 王台铺煤矿 XV2308 工作面充填开采方案设计 [R]. 天地科技股份有限公司开采设计事业部. 2013.
- [3] 田锦州,刘鹏亮,颜丙双. 王台铺煤矿充填开采快速成型密闭挡墙试验研究 [R]. 天地科技股份有限公司开采设计事业部. 2013.
- [4] 陈秀雄,王学龙. 纤维模袋混凝土在罗湖桥防护工程中的应用 [J]. 人民珠江, 1997 (5): 39 - 42.
- [5] 付海峰. 模袋固化土海上围堰建造方法及理论研究 [D]. 天津: 天津大学, 2006.
- [6] 吴玉意. 柔模泵注混凝土支护原理与参数研究 [D]. 西安: 西安科技大学, 2009.
- [7] 张 弛. 大型土工织物充灌袋在天津港围堰工程中的应用 [A]. 全国第六届土工合成材料学术会议论文集 [C]. 北京: 中国水力发电工程学会. 2004: 59 - 71.
- [8] 唐洪祥,王海清. 土工织物补强软基的作用机理与整体稳定性分析 [J]. 岩土力学, 2005 (12): 1879 - 1884.
- [9] 陈希哲,叶 菁. 土力学地基基础 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2013.

【责任编辑: 徐乃忠】

(上接 43 页)

效达 370t/工,实现了安全高效开采。

【参考文献】

- [1] 孙兆义. 复杂地质条件下综采工作面回采技术 [J]. 煤矿开采, 2009, 14 (2): 23 - 24.
- [2] 刘兆义. 特殊条件下短综采工作面实现高产高效的途径 [J]. 煤炭科技, 2008 (9).

(上接 57 页)

- [10] 马立强,张东升,王红胜,等. 厚煤层巷内预置充填带无煤柱开采技术 [J]. 岩石力学与工程学报, 2010, 29 (4): 674 - 680.
- [11] 余易豪,孟 波,李铭铭. 大直径高预应力强力锚索在巷道

- [3] 张明富. 自动化综放工作面高产高效技术实践 [J]. 中州煤炭, 2012 (4): 63 - 65.
- [4] 车本方. 综放工作面设备高效安装的实践与分析 [J]. 山东煤炭科技, 2014 (7): 49 - 50.
- [5] 郭玉峰. 全套国产大采高设备实现综采工作面高产高效技术研究 [J]. 中国科技信息, 2010 (10): 41 - 42.
- [6] 勉力林. 综放成套设备与高产高效回采工艺探索和构建 [J]. 中小企业管理与科技 (下旬刊), 2014 (7): 114 - 115.

【责任编辑: 王兴库】

- 加固中的应用 [J]. 煤炭科学技术, 2012, 40 (1): 19 - 22.
- [12] 侯朝炯,郭励生,勾攀峰,等. 煤巷锚杆支护 [M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 1999.

【责任编辑: 姜鹏飞】