

矿井设计

霍尔辛赫矿井煤炭提升能力改造

汪进雅

(天地科技股份有限公司 开采设计事业部, 北京 100013)

[摘要] 通过提高提升速度和改变卸载方式以及调整提升速度图, 从而减少提升循环时间, 增大立井提升能力。以简单的改造方式, 低廉的投资成本, 实现了提升能力的最大化, 对立井煤炭提升能力改造有一定的借鉴意义。

[关键词] 提升能力; 卸载方式; 速度图; 改造

[中图分类号] TD534 [文献标识码] B [文章编号] 1006-6225(2013)01-0023-02

Reformation of Coal Hoisting Capacity of Huoerxinhe Mine

1 概况

霍尔辛赫矿井是山煤集团旗下的国有大型矿井, 设计生产能力 3.0Mt/a。随着山西省煤炭产能释放及适应山煤集团的发展战略要求, 霍尔辛赫煤业有限公司在现有系统基础上进行改造, 将矿井的煤炭提升能力增大到 5.0Mt/a。

矿井主井现有 JKMD-4×4(Ⅲ)-(XHZ)型多绳落地摩擦轮提升机 1 台, 采用交流变频调速同步电动机拖动, 功率 3800kW, 转速 57.3r/min, 供电电压 3150V。基本设计参数见表 1 所示。

表 1 主井提升系统基本设计参数

项目	设计参数	项目	设计参数
井口标高/m	930.800	钢丝绳悬垂高度(H_c)/m	562.5
井底标高/m	515.500	提升容器	25t 箕斗 1 对, 钢罐道
提升高度(H_t)/m	504.88	松散密度/($t \cdot m^{-3}$)	1.0
装卸载方式	异侧装卸载	物料粒度/mm	≤ 300
卸载高度/m	14.3(相对井口)	装载高度/m	35.851(相对井底)

原设计考虑矿井的实际情况, 主井提煤箕斗选用曲轨卸载, 提升采用 6 段速度图, 提升最大速度 $V_{max} = 10.15m/s$, 一次提升纯运行时间为 74.95s, 休止时间取 45s, 一次循环提升持续时间为 119.95s, 主井提升系统实际提升能力 3.60Mt/a。表示现有提升各段速度、加速度、行程及时间的提升速度图见图 1。

对改造性质的主井提升系统而言, 为使提升能力满足 5.0 Mt/a 要求, 应优先考虑改动工程量少和投资省的优化方式, 而尽量避免采用更换大型箕斗、提升机、井上下装卸载系统等大的改造方式。

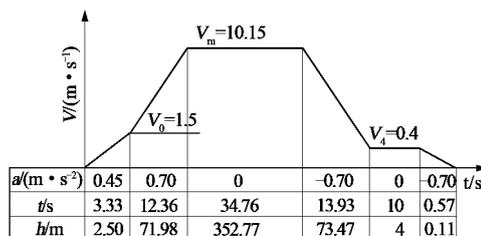


图 1 现有主井提升速度

设计考虑从提高提升系统效率出发, 对影响循环提升时间的提升速度、卸载方式等方面进行优化, 通过分析、比较和计算, 最终确定将主井提升速度图由原来的 6 段改为 3 段, 箕斗的卸载方式由曲轨卸载改为液压驱动的外动力卸载, 并对现有系统的提升钢丝绳、提升机、电动机等进行了校核, 实现了简单的改造方式、低廉的投资成本、提升能力最大化的改造目标。改造后, 主井提升系统一次提升纯运行时间可缩短 16.88s, 一个提升循环持续时间缩短 36.88s, 提升能力可达到 5.83Mt/a, 提升能力富裕系数 1.17, 达到了改造的能力要求。

2 主井提升速度改造方案

2.1 提升钢丝绳验算

现有主井提升系统装备 1 对 25t 箕斗, 箕斗载重 $Q = 25500kg$, 自重 $Q_z = 41000kg$; 提升系统钢丝绳围包角为 $182^\circ 30'$, 则绳端荷重 $Q_d = Q + Q_z = 25500 + 41000 = 66500kg$, 提升钢丝绳的最小安全系数 m 要求如下:

$$m = 7.2 - 0.0005H_c = 7.2 - 0.0005 \times 562.5 = 6.92$$

式中, H_c 为钢丝绳悬垂高度, 562.5m。

经计算, 主钢丝绳所需的每米重量为:

$$P = Q_d \cdot g / [n \cdot (110 \cdot \sigma_b / m - H_c \cdot g)] = 7.5 (kg/m)$$

[收稿日期] 2012-10-31

[作者简介] 汪进雅 (1981-), 男, 河北唐山人, 工程师, 主要从事煤矿机械设计工作。

式中, n 为首绳数量, $n = 4$; σ_b 为抗拉强度, 1670MPa。

煤矿现有主提升钢丝绳为 44 ZBB 34×7+FC-1770-1594-805 型钢丝绳, 其主要规格为: 钢丝绳直径 $d = 44\text{mm}$; 钢丝最大直径 $\delta_{\max} = 2.6\text{mm}$; 钢丝绳单重 $p = 8.07\text{kg/m}$; 极限抗拉强度 $\sigma_B = 1770\text{MPa}$; 全部钢丝破断拉力总和 $Q_s = 1594\text{kN}$; 钢丝绳的实际安全系数 $m = 7.68 > 6.92$ 。因此, 现有提升钢丝绳满足要求。

2.2 提升机验算

主井提升系统要求的提升机参数计算如下:

(1) 摩擦轮直径 D

$D \geq 90d = 3960$ (mm), 同时 $D \geq 1200\delta_{\max} = 3120$ (mm)。

(2) 重载侧钢丝绳最大静张力 F_j

$$F_j = (Q_d + npH_c) \cdot g = 830.49 \text{ (kN)}$$

(3) 钢丝绳最大静张力差 F_c

$$F_c = [Q + (n_k q_k - np) H_l] \cdot g = 253.285 \text{ (kN)}$$

式中, n_k 为尾绳数量, $n_k = 2$; q_k 为尾绳重量, 16.456kg/m; H_l 为提升高度, 504.88m。

现有提升机为 JKMD-4×4 (Ⅲ) E (XHZ) 型落地式多绳摩擦轮提升机 1 台, 其主要规格为: 摩擦轮直径 4m, 最大静张力 850kN, 最大静张力差 270kN, 天轮直径 4m。

因此, 现有提升机的摩擦轮、最大静张力和最大静张力差均满足要求。

2.3 提升运动学计算

改造后提煤箕斗为外动力卸载, 提升采用 3 段速度图, 提升最大速度 $V_{\max} = 12\text{m/s}$, 一次提升纯运行时间为 $T_0 = 58.07\text{s}$, 一次提升持续时间为 $T = 83.07\text{s}$, 提升能力 5.83Mt/a, 提升能力富裕系数

1.17。表示改造后提升各段速度、加速度、行程及时间的主井提升速度图详见图 2。

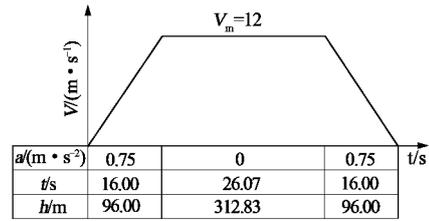


图 2 改造后主井提升速度

2.4 电动机验算

现有电机为交直交变频供电的同步电动机 1 台, 其主要规格为: 功率 3800kW; 电压 3.3kV; 转速 57.3r/min; 强力通风冷却, 过载倍数 $\lambda_c = 2$ 。

(1) 电动机功率验算 改造后, 等效时间 $T_d = 83.07\text{s}$, 等效力 $F_d = 254.7\text{kN}$, 电动机的等效功率 $N_d = 3431\text{kW}$, 小于现有电机额定功率 3800kW, 因此, 现有电动机功率满足要求。

(2) 电动机过负荷能力验算 电动机额定力 $F_e = 310\text{kN}$, 电动机实际过载倍数 $\lambda = 1.39 < 1.7$ (设计规范要求), 因此, 现有电动机的过负荷能力满足要求。

3 卸载装置改造方案

为实现 3 段速度提升, 将箕斗的卸载方式由曲轨卸载改为液压驱动的外动力卸载。

箕斗闸门为上开式扇形闸门, 对开启箕斗闸门的滚轮和滚轮轴进行相应改造, 增设直轨、导轮、滑道和液压缸, 共设 3 组开启闸门液压缸。外动力装置见图 3。液压推杆缩回时扇形闸门开启、液压推杆推出时扇形闸门关闭, 主井提升机的运行、箕斗的下放与装载系统维持原有联锁关系。

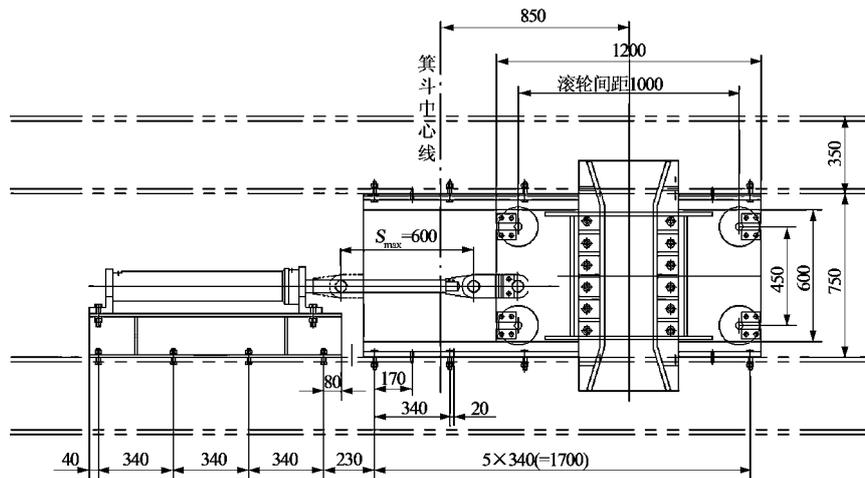


图 3 外动力装置

(下转 46 页)

近最大值为 75mm，为巷道初始宽度的 1.97%。顶板下沉量最大值为 140mm，底鼓量最大为 40mm。

在回采期间，巷道底鼓显著，所有测点的平均底鼓量为 719mm，最大底鼓量达到 1167mm（5 号测点）。在距工作面 40~50m 范围内，底鼓量增加速度明显加快。顶板下沉量相对较小，平均顶板下沉量为 150.1mm，最大顶板下沉量为 261mm，最小顶板下沉量为 59mm。两帮移近均以煤柱侧帮的移近为主。煤柱侧帮最大移近量为 850mm（5 号测点），最小移近量为 15mm（1 号测点），平均移近量为 388.9mm；工作面侧帮最大移近量为 427mm（10 号测点），最小移近量为 52mm（1 号测点），平均移近量为 213.4mm。

巷道变形曲线见图 4。

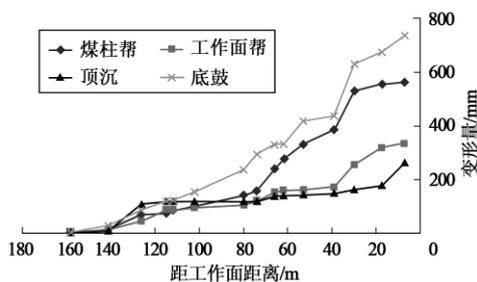


图 4 回采期间巷道变形曲线

8 经济效益分析

风水沟煤矿 5-1A 西七片一分层工作面回风巷原支护采用锚杆锚索、架设工字钢棚联合支护，锚杆排距 800mm，棚距 1000mm。根据风水沟煤矿提供的材料计划价，原支护巷道支护材料费为 2586.8 元/m。采用高预紧力全长锚固锚杆锚索支护，巷道支护材料费为 2170 元/m，支护材料费用降低了 416.701 元/m，同时新的锚杆支护形式对

(上接 24 页)

改造后箕斗的休止时间为 25s，其中液压缸动作拉开闸门时间 5s，卸载后关闭闸门时间 3s，箕斗纯卸载时间为 17s。

4 实际运行效果

主井提升系统于 2012 年 7 月 1 日至 10 日改造完毕，迄今已稳定运行 3 个多月，提升机、卸载装置等各设备运转正常，各项指标均达到改造要求，取得了良好的经济效益。经现场实际测算，改造后平均提升能力达到 1200t/h，完全满足提升能力

锚杆的间排距进行了放大，提高了巷道掘进速度。

9 结论

(1) 巷道围岩强度低、膨胀性黏土矿物含量高、顶板砂岩含水量大及小煤柱护巷是导致风水沟煤矿 5-1A 西七片一分层工作面回风巷变形严重，支护难度大的主要原因。

(2) 针对顶板砂岩含水“三软”破碎煤层小煤柱护巷条件，提出了自承拱、强力护表、全长高预应力锚固、支护系统相互匹配及锚固层位选择等支护理念。

(3) 采用预应力全长锚固锚杆支护系统，成功支护了顶板砂岩含水“三软”破碎煤层小煤柱护巷巷道。在回采期间，巷道煤柱侧帮平均移近量为 388.9mm，顶板下沉量最大为 261mm，基本杜绝了巷道维修，平均工作面推进速度达到 7.5m/d。

(4) 预应力全长锚固锚杆支护系统在顶板砂岩含水“三软”破碎煤层小煤柱护巷巷道中的成功应用，为我国软岩巷道支护提供了新的途径。

[参考文献]

- [1] 康红普, 王金华. 煤巷锚杆支理论及成套技术 [M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2007.
- [2] 康红普, 林 健, 张 晓. 深部矿井地应力测量方法研究与应用 [J]. 岩石力学与工程学报, 2007, 26 (5): 929-933.
- [3] 胡 滨, 康红普, 林 健, 等. 风水沟矿软岩巷道顶板砂岩含水可锚性试验研究 [J]. 煤矿开采, 2011, 16 (1).
- [4] 林 健. 高强度高刚度强力锚固支护体系在深部高应力软岩巷道的应用研究 [J]. 煤矿开采, 2006, 11 (6): 59-62.
- [5] 林 健, 范明建, 司林坡, 等. 近距离采空区下松软破碎煤层巷道锚杆锚索支护技术研究 [J]. 煤矿开采, 2010, 15 (4): 45-62.
- [6] 康红普, 王金华, 林 健. 煤矿巷道支护应用实例分析 [J]. 岩石力学与工程学报, 2010, 29 (4): 649-664.

[责任编辑: 王兴库]

5.0Mt/a 的改造要求。

5 结束语

霍尔辛赫矿井的主井提升系统能力提升改造，在现有提升系统的基础上，通过提高提升速度、改变卸载方式、调整提升速度图，进而减少提升循环时间，成功实现了提高提升能力的改造目标。此种改造方式简单，投资成本低廉，对生产影响小，改造后运行效果理想，为类似条件的改造项目提供了借鉴作用。

[责任编辑: 周景林]