

· 安全与环保 ·

红透山铜矿东部通风系统改造及深部通风技术研究

周家红¹ 张福群² 王福成³ 石长岩⁴

(1. 辽东学院; 2. 沈阳化工学院; 3. 东北大学; 4. 抚顺红透山铜矿)

摘 要 针对红透山矿井开采规模扩大,同时产生铜矿深部开采所面临的通风路线长、阻力大;作业面工作面多,风量不足,作业面环境恶化等问题,提出了对其东部通风系统进行改造的方案。对红透山铜矿通风系统进行实验,并在其测试结果的基础上,采用图解法对其进行计算、分析验证该改造方案的可行性,并提出了对该矿东部通风系统降阻的途径。

关键词 通风系统 风量 通风阻力

On the Transformation of East Ventilation System and Deep Ventilation Technology for Hongtoushan Copper Mine

Zhou Jiahong¹ Zhang Fuqun² Wang Fucheng³ Shi Changyan⁴

(1. Eastern Liaoning University; 2. Shenyang Institute of Chemical Industry;

3. Northeastern University; 4. Fushun Hongtoushan Copper Mine)

Abstract The expansion of the underground mining capacity and the mining at an increasing depth in Hongtoushan Copper Mine have brought the problems of long ventilation route, great ventilation resistance, many working faces and insufficient air flow rate, leading to a deteriorated environment at the working face. A plan for transforming its east ventilation system was put forward. Testing was carried out on the mine's ventilation system. Based on the testing results, graphic method was used to compute and analyze the feasibility of this transformation plan and the measures for reducing the resistance of the east ventilation system were proposed.

Keywords Ventilation system, Air flow rate, Ventilation resistance

红透山铜矿从+253水平至-287水平,开采深度已达1 100多米。随着矿井开采规模的扩大,通风路线不断增长。尤其是边缘矿体的开采,由于作业面向东移,已超出了原东部通风系统所负担的范围。因此,对东部通风系统需要进行改造。

1 东部通风系统的改造

东部通风系统通风路线长、阻力大;作业面工作面多,风量不足,致使作业面环境恶化。因此,对东部通风系统进行改造。

1.1 东部通风系统改造方案

在-467水平边缘矿体东翼开凿盲风井,使其上口经-467水平的专用回风道与原东风井相连接,下部与各中段的回风道相连接,从而构成的东部排风系统。

为了提高各作业面的供风量,拟在-467水平按设一台风机,与-287接力风机和地表主扇串联,共同克服东部通风系统的阻力,以满足东部作

业面的风量要求。

改造后的东部通风系统如图1所示。

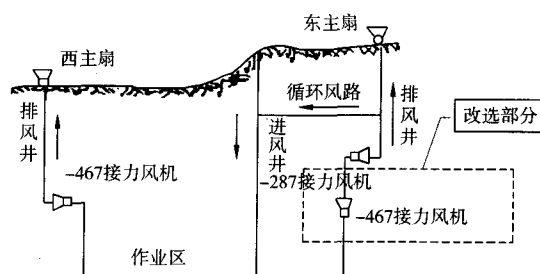


图1 东部通风系统改造示意

1.2 东部通风系统的阻力测定

随着矿井开采深度的不断延深,通风路线亦越来越长,所以通风阻力明显增大。1992年10月、2002年9月和2006年6月的测定结果见表1。

周家红(1976—),男,辽东辽宁工程学院,讲师,118001 辽宁省丹东市。

表 1 风扇测定结果

主扇工作状态	测量地点	风量 /(m ³ /s)	风压 /Pa	阻力 /Pa/(N·s ² /m ⁸)	风阻	备 注
地表主扇	65.0	3 009				
地表主扇-287 主扇	49.84	284	3 293	1.086 5	1992.10	实测值
-287 主扇						
串联 地表主扇	67.68	-2 120	2 920	0.955 6	2002.9(当量值)	两主扇装置漏风较大
-287 主扇	45.15	800				
-287 主扇单开	-287 主扇	36.05	1 800	1 800	1.385	2006.6 当量风阻值

根据几次测定结果可以看出,红透山铜矿已接近高阻力矿。若将东风井-467 以下部分东移,通风路线相应的增长,通风阻力会增加,风阻值大约 $1.0 \sim 1.5 \text{ N} \cdot \text{s}^2/\text{m}^8$ 。其中东风井井筒的风阻值大约在 $1.0 \text{ N} \cdot \text{s}^2/\text{m}^8$ 左右。

由于风井井筒断面偏小,主扇风压损失主要消耗再入风井和回风井的井筒上,因此,应采取相应措施降低井筒阻力。

1.3 东部通风系统所需风量

根据采矿设计,东部通风系统改造后,需要提供-527 水平至-287 水平各中段采场、掘进巷道等作业面所需风量。

回采工作面按排尘风速计算风量:

$$Q = SU \quad (\text{m}^3/\text{s}). \quad (1)$$

式中, S 为回采工作面面积, m^2 ; U 为排尘风速, m/s 。

(1) 巷道型回采工作面: $U = 1.05 \sim 0.5 \text{ m/s}$;

(2) 对于耙道巷道: $U = 0.5 \text{ m/s}$, 掘进巷道取 $U = 0.25 \text{ m/s}$;

(3) 硐室型采场: $U = 0.25 \text{ m/s}$ 。

根据通风要求,各中段回采工作面所需风量,计算结果见表 2。

表 2 -527 ~ -827 m 终端回采工作面风量

中段名称 /m	巷道型采场		回采工作面类型 硐室型采场		掘进巷道	
	数量	风量 /(m ³ /s)	数量	风量 /(m ³ /s)	数量	风量 /(m ³ /s)
-527	2	3~4			1	1
-587	7	10.5~14			1	1
-647	5	7.5~10			1	1
-707	2	3~4	1	3~4	2	2
-767	2	3~4	3	9~12	2	2
-827	2	3~4			2	2
合 计	20	303~440	4	12~16	9	9

根据计算结果,巷道型回采工作面需供风量约 $30 \sim 40 \text{ m}^3/\text{s}$, 硐室型回采工作面需供风量约 $12 \sim 16 \text{ m}^3/\text{s}$, 掘进巷道 $9 \text{ m}^3/\text{s}$ 。总计所需风量约 $56 \sim 65 \text{ m}^3/\text{s}$ 。

2 -467 m 接力风机的选择

风机选择应根据东部通风系统的阻力和所需要的风量,以确定扇风机提供的风雅和风量。

2.1 扇风机的风量(Q_f)

$$Q_f = \rho Q, \quad (2)$$

式中, ρ 为扇风机装置的风量备用系数, $\rho = 1.1$ 。

根据上述计算式, -467 接力风机应提供的风量为

$$Q_f = 1.1(51 \sim 65) = 56.1 \sim 71.5 (\text{m}^3/\text{s}). \quad (3)$$

2.2 扇风机的静压(H_s)

扇风机的静压包括东部通风系统的总阻力(h_t) 损失和扇风机装置的通风阻力(h_z) 损失。扇风机的静压 H_s 。

$$H_s = h_t + h_z.$$

东部通风系统的阻力包括井巷通风阻力和扇风机装置的阻力。

2.2.1 井巷通风阻力

现有的东部通风系统,在网络结构上与改造后的东部通风系统差别不大,只是增加了-467 水平巷道的长度,因此,井巷通风阻力可参照现有的通风路线进行估算。

根据表 1 的测定结果,目前东部通风系统的风阻(R) 包括摩擦风阻、局部风阻和现有的通风装置的风阻。因此,井巷通风阻力可按实测的风阻值和设计进行近似的计算。

根据通风阻力定律:

$$h = RQ^2, \quad (4)$$

式中, R 为总风阻,取 $R = 1.5 \text{ N} \cdot \text{s}^2/\text{m}^8$ (东部通风系统改造的总风阻值); Q 为设计风量,若 3 台风机串联作业时,取 $Q = 71.5 \text{ m}^3/\text{s}$, 若采用-287 和-467 的 2 台风机串联作业时,取 $Q = 56.1 \text{ m}^3/\text{s}$ 。

2.2.2 -467 m 水平新扇风机装置的阻力

扇风机装置的通风阻力包括风硐和扩散器的阻力,取 $h_z = 200 \text{ Pa}$ 。故东部通风系统的总阻力为:

$$\begin{aligned} H_t &= h + h_z = PQ_2 + h_z = \\ &1.5 \times (56.1 \sim 71.5)^2 + 200 \\ &= 4\,920.8 \sim 7\,868.4 \text{ Pa}. \end{aligned}$$

扇风机的静压 H_s 应与东部通风系统的总阻力相等。由此可见,仅用 2 扇风机,其压力是远远不够的。若东部通风系统的地表主扇、-287 和在-467 新安设的接力风机同时运转,则总的风压损失取 $H_t = 7\,868.4 \text{ Pa}$, 每台风机承担的通风阻力应根据其

串联作业时的工况来确定。

若地表主扇不运行时,总的风压损失 $H_1 = 4\,920.8$ Pa,通风阻力由 -287 和 -467 m² 台接力风机来承担,则每台风机的压力损失应根据 2 台风机串联作业时的工况来确定。

2.3 扇风机的选择

若 3 台风机同时运转,根据测定资料,地表主扇的最高静压约为 3 000 Pa, -287 接力主扇的最大静压约为 2 000 Pa。两者的最大静压之和约为 5 000 Pa,剩余静压约为 4 000 Pa,由在 -467 水平新安设的接力风机来承担。

通过查阅有关风机手册,拟选 DK45-6-N020 风机作为 -467 水平的接力风机,其最高静压为 3 950 Pa,能够满足通风动力需求。

3 风机串联作业工况分析

3.1 3 台风机串联作业

若东部通风系统的地表主扇、-287 接力风机和 -467 新安设的接力风机同时运转,其联合运转的工况点和每台风机的工况点见图 2。

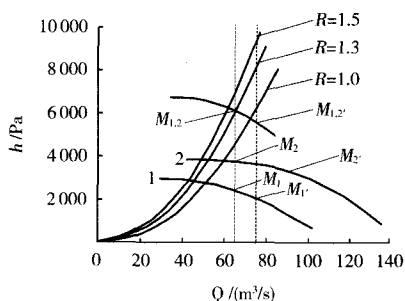


图2 联合运转的工况点和每台风机的工况点

由图 2 可看出,当总阻力 $R = 1.5 \text{ N} \cdot \text{s}^2/\text{m}^8$,总风量 $Q = 71.5 \text{ m}^3/\text{s}$ 时,总的压力损失 $H_s = 7\,868.4$ Pa, -287 接力风机的压力损失约为 2 000 Pa, -467 接力风机的压力损失约为 3 950 Pa,地表主扇压力损失约为 3 000 Pa。

3.2 2 台风机串联作业

若东部通风系统的 -287 接力风机和 -467 新安设的接力风机同时运转时,在总阻力风阻 $R = 1.5 \text{ N} \cdot \text{s}^2/\text{m}^8$ 不变的情况下其联合运转的工况点和每台风机的工况点见图 2。

图 2 中曲线 1 为扇风机 DK40-6-N₀19(35°/30°)的静压特性曲线,曲线 2 为扇风机 DK45-6-N₀20(45°/35°)的静压特性曲线。

工况点 $M_{1,2}$ 2 台扇风机联合运转时的工况,其静压 $H_{1,2} = 6\,200$ Pa,风量 $Q = 66 \text{ m}^3/\text{s}$ 。

工况点 M_1 为扇风机 DK40-6-N₀19 的工况,其静压 $H_1 = 2\,300$ Pa,风量 $Q = 66 \text{ m}^3/\text{s}$ 。

工况点 M_2 为扇风机 DK45-6-N₀20 的工况,其静压 $H_2 = 3\,900$ Pa,风量 $Q = 66 \text{ m}^3/\text{s}$ 。

通过上述分析可以看出,仅由 -287 接力风机和 -467 接力风机联合运转时,其风量不能满足通风的要求。因此,应采取措施降低东部通风系统。

4 东部通风系统降阻途径探讨

4.1 通风系统阻力与风阻的关系

图 3 表明了东部通风系统阻力随风阻值的改变而显著变化。当风量 ($Q = 71.5 \text{ m}^3/\text{s}$) 保持不变,将风阻由 $1.5 \text{ N} \cdot \text{s}^2/\text{m}^8$ 降到 $1.3 \text{ N} \cdot \text{s}^2/\text{m}^8$,则系统阻力由 7 868.4 Pa 降到 6 845.9 Pa,降低了约 13%。若将原风阻值降低到 $1.0 \text{ N} \cdot \text{s}^2/\text{m}^8$,则系统由原来的 7 868.4 Pa 降低到 5 312.3 Pa,降低了约 32%。

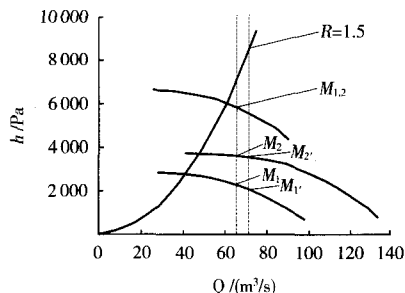


图3 东部通风系统阻力随风阻值的改变

4.2 通风风量与风阻的关系

由图 3 可以看出,在 2 台扇风机串联作业的情况下,改变风阻值,则风量明显变化。当静压为 6 200 Pa 以及风阻值为 $1.5 \text{ N} \cdot \text{s}^2/\text{m}^8$ 时,其风量为 $66 \text{ m}^3/\text{s}$ 。若将风阻将为 $1.0 \text{ N} \cdot \text{s}^2/\text{m}^8$,则风量将增加到 $76 \text{ m}^3/\text{s}$,增加了约 20%。其相应的风压损失也降低了 15%。

上述分析表明,降低风阻值是降低通风系统阻力和增加风量的主要途径。

4.3 降低风阻值的途径

(1) 扩大井巷断面面积。根据 $R = \alpha \frac{\rho L}{S^3}$ 可以看出,井巷风阻的大小与井巷断面面积的三次方成反比,所以扩大井巷断面面积,井巷风阻值会显著降低,为此新开凿的盲风井应适当扩大其断面的面积;

(2) 利用浅部控区净化风流。-287 以上的废旧巷道和空区暴露面积广、空间大,具有较强的自净

(下转第 156 页)

- [2] 董明传,陈建民,兰桂密.车河选矿厂硫化矿分离的新工艺研究与应用[J].有色金属:选矿部分,2005(3):13-16.
- [3] 蔡明海,毛景文,梁婷.大厂锡多金属矿田铜坑-长坡矿床流体包裹体研究[J].矿床地质,2005,24(3):230-231.

- [4] 王淀佐,蒋玉仁,林 强.选矿与冶金药剂分子设计[M].长沙:中南工业大学出版社,1996.

(收稿日期 2008-10-11)

(上接第 141 页)

- [3] 赵新峰.露天矿生产采剥计划系统软件开发研究[J].矿业工程,2006,8(4):62-63.
- [4] 吴会江,李建祥.露天矿生产计划现状、问题及对策[J].金属

矿山,2005,346(4):4-6.

- [5] 冯超东,杨 鹏,胡乃联.克立格法在 SURPAC 软件中的实现及应用[J].金属矿山,2007(4):55-58.

(收稿日期 2008-10-17)

(上接第 147 页)

作用,相当于大型惰性除尘器。在采取相应措施的情况下,可根据粉尘沉降原理,精华部分含尘气流。此方法既能降低井巷风阻,又能减少通风阻力,从而提高井下所需风量;

(3)利用净化装置净化风流。实践证明,利用净化装置含尘气流是一项既能降低通风阻力,又能增加风量的有效途径,如-287 水平适当位置设置净化硐室,使-467 水平接力风机的部分回风通过净化硐室进行分风,这样可大大减轻-287 接力风机的负担,同时净化后的风流可作为新鲜风源进入

主入风流中重复利用。

参 考 文 献

- [1] 张福群.可控循环通风技术的研究与应用[J].金属矿山,2006(11):8-11.
- [2] 张福群.利用浅部空区自净作用进行循环通风方法的研究[J].有色矿冶,2005,21(2):37-39.
- [3] 王英敏,等.循环通风与除尘技术 矿山通风安全技术经验 100 例[M].北京:冶金工业出版社,1992.

(收稿日期 2008-08-27)

(上接第 151 页)

(5)在将来的工业生产中,可将浮选富集的硫精矿经自然晾干后送焙烧制酸工艺生产硫酸和铁精矿,选硫尾矿用于生产建筑材料。从而最大限度地提高了环境资源配置效率,实现了经济建设与环境保护的协调发展。

参 考 文 献

- [1] 孙春宝,徐承焱等.难选冶金精矿清洁无废资源化技术集成研究与应用技术报告[R].北京:北京科技大学,2007.
- [2] 石同吉.氰化尾渣综合回收有色金属的研究与实践[J].金属矿山,2002(4):39-41.
- [3] 邝金才.氰化尾渣综合回收有色金属初探[J].黄金科学技术,2003,11(4):18-21.
- [4] 贺 政.氰化尾渣铅锌浮选试验研究[J].有色金属:选矿部分,2002(6):10-12.

- [5] 贺 政,等.氰化尾渣中铅锌浮选影响因素及解决方案浅析[J].矿冶,2003,12(3):27-28.
- [6] 高俊峰,等.我国氰化尾渣的利用现状[J].矿业工程,2005,3(4):38-39.
- [7] 张忠平.硫铁矿烧渣综合利用综述[J].再生资源研究,2002(5):37-41.
- [8] Zheng Yajie, Gong Zhuqing, Chen Baizhen, et al. Preparation of solid poly2ferric sulfate from pyrite cinders and its structure feature [J]. Transactions of Nonferrous Metals Society of China, 2003, 13(3):690-694.
- [9] 许 斌,庄剑鸣,白国华,等.硫酸烧渣综合利用新工艺[J].中南工业大学学报:自然科学版,2000,31(3):215-218.
- [10] 占寿祥,等.高品位硫精矿的沸腾焙烧[J].硫酸工业,2001(2):46-50.
- [11] 张文红.富氧空气焙烧硫铁矿工艺技术分析[J].硫磷设计与粉体工程,2002(2):28-29.

(收稿日期 2008-10-21)

· 信息苑 ·

国内最大离子型稀土分离企业集团五矿稀土股份在赣成立

由中国五矿集团公司联合投资成立的五矿稀土(赣州)股份有限公司在江西省赣州市成立。根据规划,五矿稀土(赣州)股份有限公司未来 5 年内,在稀土功能性材料及应用产品项目上总投资将达到

20 亿元,年销售额达到 100 亿元,发展成为全球最大的集采、选、加工及应用一体化的稀土企业集团。

(中国有色金属报 2008-12-2)