

九仗沟通风系统优化改造及方案分析*

刘晓, 于曙华, 刘邵华, 邓振伟, 梁鑫

(嵩县山金矿业有限公司, 河南 嵩县 471400)

摘要: 矿井通风系统是矿井生产系统的重要组成部分, 矿井通风系统的优劣直接影响着矿井的安全生产、灾害防治和经济效益。嵩县山九仗沟金矿主要采用单翼对角抽出式通风系统, 随着开采深度增加, 现有通风系统不能满足矿井的安全生产。为解决上述问题, 对九仗沟金矿通风系统进行优化改造, 改良通风设备, 进一步优化了通风效果, 健全了通风调节机制, 达到了预期目标, 可为类似矿山通风系统优化提供借鉴。

关键词: 矿井通风; 系统优化; 通风网络; 供风能力

0 引言

嵩县山金矿业有限公司九仗沟金矿开采矿种为金矿, 采矿许可证核定生产规模为 14.85 万 t/a, 矿区面积为 0.3557 km², 开采标高为 +580~ -20 m。矿山采用单翼对角抽出式通风系统, 主竖井进风, +465 m 回风平硐回风。随着开采的进行, 通风系统暴露出诸多问题, 如: 矿井总风量不足; 主扇通风能力不足; 二级盲竖井回风, 违反规范要求; 盲中段进风困难; 中段通风网络不完善, 污风串联严重等。因此, 需要对九仗沟金矿通风系统进行优化, 完善矿山机械通风系统, 改善井下作业环境。

为使拟定的通风系统改造及优化方案安全可靠、经济合理, 首先对矿山进行实地考察, 对原始条件进行细致分析^[1]。然后从矿山的现状出发, 充分考虑矿床的自然条件、开拓、开采等特点, 通过调查研究和综合分析, 提出若干个可行的方案, 最后从安全可靠、技术可行和经济合理等方面考虑, 进行综合比较, 最终优选出合理的通风系统优化方案^[2]。

1 设计依据

在通风系统改造及优化设计方案构建时, 应严格遵循技术效果良好、运行安全可靠、基建费用和经营费用低、便于管理等原则, 满足《金属非金属矿山安全规程》《金属非金属地下矿山通风技术规范》等法律法规对通风系统的要求, 能够解决矿山通风系

统目前存在的突出问题^[3]。

从现场调查和测定结果可知, 嵩县山金矿业有限公司九仗沟金矿井下通风系统主要存在以下 5 方面的问题。

(1) 矿井总进风量不足。九仗沟金矿目前产量达到 30 万 t/a, 其中采场采矿量为 25 万 t/a, 掘进副产矿量为 5 万 t/a, 通过测定现有井下通风系统, 所需进风量为 66.74 m³/s, 而现在的实际总进风量为 48.91 m³/s, 目前的井下通风系统矿井总进风量不足, 不能满足安全生产通风的需要。

(2) 通风系统进风段阻力大。井下通风线路复杂, 严重影响通风效率, 新鲜空气进入采掘作业面比较困难。

(3) 盲中段多进回风困难。矿山存在多个盲中段, 均未与主竖井连通, 造成盲中段空气几乎不流动, 通风较为困难。

(4) 阶段通风网路不完善。回风风路不畅通, 井下各中段之间没有形成完善的阶段通风网路, 南北两端没有掘进专用回风天井, 同时也没有形成阶梯式通风网路, 致使中段通风网路不畅通, 污风排出困难。

(5) 上下中段工作面污风串联严重。由于没有掘进端部脉外专用回风井, 又没有专用的回风道, 下部中段采场污风通过充填回风井进入上部中段运输巷, 然后再进入上部采场重复使用, 形成污风串联, 致使上下中段之间污风串联现象较为普遍。

* 收稿日期: 2022-12-29

作者简介: 刘晓(1973—), 男, 山东乳山人, 工程师, 主要从事金属矿山开采技术和通风系统研究, E-mail: 34209707@qq.com。

2 优化方案

根据矿井通风系统的特点和网络分析的结果,确定改造方案主要有以下4种:

(1) 不改变矿井现行的通风方式,更换主要扇风机,选择与通风网络匹配的扇风机,适用于主要扇风机效率低,而担负区域用风较小的矿井^[4];

(2) 改变矿井现行的通风方式,取消风量利用率低的主要扇风机,适用于风量匹配失调、某一主要扇风机效率低的矿井;

(3) 主要扇风机和现行通风方式不变,只对通风网络进行调整,适用于局部通风系统阻力大、与主要通风机的能力不相适应的矿井^[5-8];

(4) 改变矿井现行通风方式,更换功率大的通风机,适用于原有扇风机效率低、通风网络不合理的矿井。

根据九仗沟金矿开拓系统、通风系统现状,优化设计的总体思路为: +300 m、+260 m 和 +220 m 中段已基本回采结束,随着通风优化方案的实施, +180 m 中段也将回采结束,设计利用 +180 m 中段作为回风中段,下部生产中段污风汇集至 +180 m 中段,再由 +180 m 以上回风井巷排出地表;各生产中段(+140 m、+100 m、+60 m、+20 m、-20 m 和 -60 m 中段)南北翼端部均增设专用回风天井,中段采掘作业面污风由上部中段平巷排至端部回风天井,端部回风天井污风排至 +180 m 中段,不再利用二级盲竖作为回风井。根据以上设计思路,提出两个通风系统优化设计方案。

2.1 方案一

(1) 进风路线

①主竖井→+100 m 和 -20 m 中段主竖井石门→+100 m 和 -20 m 中段平巷→斜坡道→分段平巷→分段穿脉→采场。

②主竖井→+220 m、+100 m 和 -20 m 中段主竖井石门→+220 m、+100 m 和 -20 m 中段平巷→+220 m、+100 m 和 -20 m 中段盲竖井和盲斜井石门→二级盲竖井和 +20~-60 m 盲斜井→+140 m、+60 m、+20 m 和 -60 m 中段→中段平巷→斜坡道→分段平巷→分段穿脉→采场。

(2) 回风路线

①北翼回风路线:各中段北翼端部回风天井→+180 m 中段平巷→+180~+220 m 斜坡道→+220 m 中段平巷(→+220~+300 m 盲斜井→

+300 m 中段平巷→)→一级盲竖井→+465 m 回风平硐→地表;

②南翼回风路线:各中段南翼端部回风天井→+180 m 中段平巷→+180~+220 m 回风天井→+220 m 中段平巷(→+220~+300 m 盲斜井→+300 m 中段平巷→)→一级盲竖井→+465 m 回风平硐→地表。

2.2 方案二

(1) 进风路线

①主竖井→+100 m 和 -20 m 中段主竖井石门→+100 m 和 -20 m 中段平巷→斜坡道→分段平巷→分段穿脉→采场;

②+465 m 平硐→一级盲竖井→二级盲竖井→各生产中段盲竖井石门→+各生产中段平巷→斜坡道→分段平巷→分段穿脉→采场。

(2) 回风路线

①各中段北翼端部回风天井→+180 m 中段平巷→+180~+220 m 斜坡道→+220 m 中段平巷→+220~+300 m 盲斜井→+300 m 中段平巷→中央回风井→地表;

②各中段南翼端部回风天井→+180 m 中段平巷→+180~+220 m 回风天井→+220 m 中段平巷→+220~+300 m 盲斜井→+300 m 中段平巷→中央回风井→地表。

2.3 方案优选

两种方案的通风系统立体示意图如图1、图2所示。

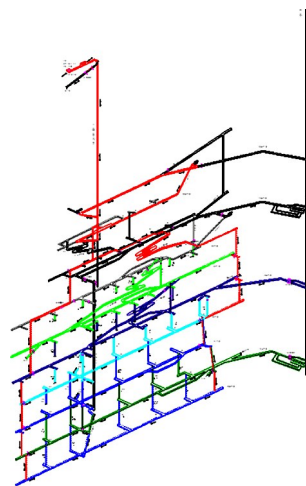


图1 方案一通风系统立体示意

为了优选通风改造方案,首先对比方案一和方案二的优缺点。

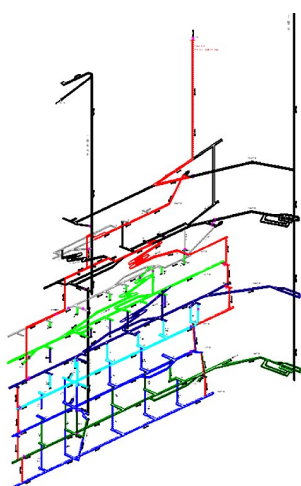


图2 方案二通风系统立体示意

方案一:由盲竖井改造为进风井,解决了盲中段

的人员提升问题,使得提升废石、材料等符合安全技术要求,不需要新掘回风总井,投资少、见效快,既利用了现有主扇,又能解决现有主扇风量不足的问题。但由于隔断了二级盲竖井和一级盲竖井之间风流,风门维护工作量较大,且与方案二相比多了一级辅扇送风。

方案二:两个井口进风,进风段通风阻力小,解决了现在二级盲竖井回风不符合安全技术要求的问题,同时设置辅扇,有利于生产区域污风快速进入回风巷,利于北翼探矿掘进;需要新掘进专用回风天井,工程量大,投入高、工期长,且还需投入资金改造过渡时期通风系统。

其次,比较方案一和方案二的投资费用、工程量、装机容量,见表1。

表1 通风系统优化改造方案比选

项目内容	方案一	方案二
投资概算	274.5万元	580.5万元
工程量	①掘进通风井巷13处,共计584m,方量约为3306m ³ ; ②疏通风井巷共计1处,长约为85m; ③风门10处; ④调节风窗9处; ⑤密闭4处; ⑥风机安装6处,共8台风机。	①掘进通风井巷14处,共计784m,方量约为5852m ³ ; ②风门11处; ③调节风窗9处; ④密闭3处; ⑤风机安装3处,共3台风机。
装机容量	共安装9台风机,总装机容量为298kW(由于进风段辅扇冷季可不开启,计算总装机容量时系数取0.5)。	共安装9台风机,总装机容量为298kW(由于进风段辅扇冷季可不开启,计算总装机容量时系数取0.5)。

通过两个通风优化改造方案在安全、技术、经济、工期方面的综合比较可知,方案一在安全上可靠,技术上可行,投资少、施工工期短,所以选择方案一作为嵩县山金矿有限公司九仗沟金矿井下通风系统改造及优化方案。

3 通风设备选型

根据九仗沟金矿井下矿井总需风量和通风阻力选择合适通风设备。经计算所得,矿井总需风量为66.74m³/s。矿井通风容易时期最长主要风流路线为3362m,总通风阻力为2004.69Pa;通风困难时期最长主要风流路线为4705m,总通风阻力为2157.05Pa。各部分通风阻力结果见表2。

3.1 主扇选型

九仗沟金矿在+465m回风平硐已安装了主扇型号为DK40-6-No.17的轴流式风机,额定风量为26.5~63.5m³/s,静压为491~2171Pa,叶片安装角35°/30°,转速980r/min,电机功率为2×75kW,

电机型号Y315S-6。由于DK40-6-No.17型主扇能提供的风量不足,本次设计在+465m平硐增设一台辅扇与主扇并联作业,增大全矿风量。

表2 通风阻力计算结果

位置	通风时期	风流路线长/m	通风阻力/Pa
+220m进风段	—	1316	225.62
+100m进风段	—	837	347.32
-20m进风段	—	1026	398.42
北翼用风段	容易时期	1657	556.99
	困难时期	2166	709.35
南翼用风段	容易时期	1080	314.80
	困难时期	1513	389.42
总回风段	—	679	1049.28

+465m主扇计算工况点为: $Q_f=58.74\text{m}^3/\text{s}$, $H_f=1252.81\text{Pa}$,通过计算工况点可得出风阻 R ,在 $H\sim Q$ 特性曲线上画出工作风阻 R 曲线,对+465m主扇进行校核,如图3所示。由图3可知

+465 m 主扇工况点 M 为: $Q_f = 59.4 \text{ m}^3/\text{s}$, $H_f = 1295 \text{ Pa}$, 叶片安装角为 $35^\circ/30^\circ$, 风机效率为 70% , 主扇能满足生产要求。

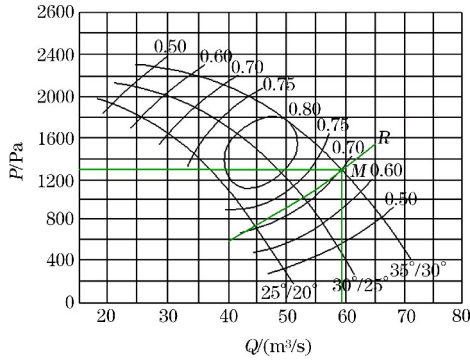


图3 +465 m 主扇校核

3.2 辅扇选型

本次通风系统优化设计在+180 m 中段南北两翼各安装一台辅扇,分别用于克服南北两翼用风段的通风阻力,在+200 m 中段、+100 m 中段和-20 m 中段分别安装辅扇,用于克服进风段通风阻力和全矿自然风压。各用风段辅扇风机工况点及参数结果见表3。

3.3 风机集中控制

九仗沟金矿通风系统建成后设置1台主扇,多台辅扇,风机分散,管理难度较大。

为使通风系统更具灵活性和稳定性,应用计算机远程集中监控系统对通风系统主要通风机进行实时监控,按生产需要调整风机运行状态。实时进

表3 辅扇的工况点及参数

风机	数量/台	时期	叶片安装角/(°)	效率/%	风量/(m ³ /s)	风压/Pa
北翼用风段辅扇 K40-6-No. 16	1	容易时期	29	83.0	40.0	710
		困难时期	32	76.0	39.2	860
南翼用风段辅扇 K40-6-No. 15	1	容易时期	23	86.0	28.9	434
		困难时期	26	78.0	30.1	557
-20m 中段进风段辅扇 K40-4-No. 10	2	困难时期	32	82.0	15.4	680
+100m 中段进风段辅扇 K40-4-No. 10	2	困难时期	29	83.0	14.3	612

行风机管理,检测井下巷道风量、风速,掌握各工作面需风点的通风状况,对整个通风网路进行动态管理。

4 结论

经过通风系统改造优化,提高了矿井总风量和风机通风能力,解决了盲中段通风难的问题,优化了通风网络,降低了通风能耗,保障了矿山安全生产。为了更好地提升井下通风效率,需要进一步调整如下内容。

(1) 九仗沟金矿通风系统优化设计采用单翼对角抽出式通风系统,在回风段、用风段和进风段分别设置了主扇或辅扇,应建立通风系统计算机远程监控系统以对通风系统主要通风机进行实时监控,实现按生产需要调整风机运行状态。

(2) 矿山生产期间,应加强井下局部通风的管理,并及时根据生产变化调整各通风构筑物的设置。

(3) 尽快完成九仗沟金矿+260 m 中段、+220 m 中段和+180 m 中段的开采,避免过多中段同时

开采。

参考文献:

- [1] 刘晴. 隰东煤业通风系统优化方案优选实践[J]. 煤, 2022, 31(10): 57-58+65.
- [2] 冯超. 矿井通风系统优化及主扇改造技术研究[J]. 当代化工研究, 2022(19): 176-178.
- [3] 翟继云, 张晓龙. 深部矿井通风系统优化提高火灾防治应用研究[J]. 河南科技, 2022, 41(15): 67-70.
- [4] 陈颖. 赵庄矿通风系统优化研究[J]. 中国金属通报, 2022(7): 74-76.
- [5] 白纪成, 杨非凡. 复杂矿井回风井维修及其主要通风机改造技术研究与应用[J]. 能源技术与管理, 2022, 47(3): 92-93+110.
- [6] 葛鹏. 矿井的智能通风系统优化探究[J]. 矿业装备, 2022(4): 12-14.
- [7] 彭康, 李夕兵, 彭述权, 等. 基于响应面法的海下框架式采场结构优化选择[J]. 中南大学学报(自然科学版), 2011, 42(8): 2417-2422.
- [8] 彭康, 李夕兵, 彭述权, 等. 海底下框架式分层充填法开采中矿岩稳定性分析[J]. 中南大学学报(自然科学版), 2011, 42(1): 3452-3458.