

矿井通风系统的优化控制策略研究

杨颜荣 (山西兰花科创玉溪煤矿有限责任公司, 山西 沁水 048214)

摘要: 矿井通风系统的安全高效运行对于煤矿的安全开采具有十分重要的意义。在矿井开采初期, 通风系统处于安全、经济的运行状态。但是随着开采的进行, 煤矿井下通风线路和通风面积发生变化, 矿井通风系统的运行状况变差。矿井通风系统运行状况变差后, 不仅会导致系统的供风能力变差, 还会导致主通风机的运行效率大幅度降低, 提高了煤矿的运行成本。为此, 在煤矿生产过程中, 需要不断地对矿井通风系统进行优化, 从而保证矿井通风系统的高效安全运行。基于此, 本篇文章对矿井通风系统的优化控制策略进行研究, 以供参考。

关键词: 矿井; 通风系统; 优化控制策略

随着矿井采掘深度的不断延伸、高强度开采等因素影响, 造成现阶段矿井的通风条件较矿井前期的设计方案存在较大的出入, 继而使得很多矿井的通风能力无法满足实际生产的需求, 主要表现为通风系统效率低下、设备老化严重以及能耗大等问题。矿井通风能力的不足严重威胁着综采工作面生产的安全性, 非常有必要对此类矿井的通风系统进行优化设计。本文结合矿通风系统的实际情况, 通过采区均衡通风的优化与控制, 达到了矿井通风阻力增长最小化的目的, 满足了矿井通风需求, 保证了矿井安全生产。

1 煤矿井下通风系统特点

煤矿井下通风系统结构随着煤炭的开采逐渐发生变化, 采掘作业不断推进、接替, 采区准备、开拓、生产、封闭等会使通风系统在网络结构上出现动态变化。同时煤炭采掘作业时产生的瓦斯、高温及煤尘等均会给通风系统造成一定的影响。此外, 在采掘作业中采动压力不断地变化, 通风系统中的巷道在采动压力下断面出现变化、部分区域出现冒顶, 都会给通风系统的正常运行带来影响; 通风设施在采动影响下出现变形, 造成漏风率增加; 通风设备锈蚀、磨耗及性能衰减等会使通风系统运行状态出现变化。因此, 通风系统会随着矿井生产动态发生变化, 具有动态性特征。

2 影响通风系统稳定性的因素

2.1 通风网络

井下掘进的巷道构成了煤矿通风系统通风网络, 风流在巷道中流动满足煤矿生产需要。通风网络主要结构包括通风构筑物、巷道等。通风网络是通风系统的重要组成部分之一, 通风网络图是分析通风网络的依据, 通风网络图是由分支的集合及点的集合组成。当部分巷道年久失效或者在地压、动压或者地质条件等因素影响下出现断面严重收缩变形时, 会明显增加通风网络通风阻力, 严重时会导致井下用风点风量不足, 通风能耗增加。

2.2 井下事故

当生产时巷道、采场等出现大面积坍塌, 井下出现火灾、瓦斯爆炸等安全事故时, 会给通风系统稳定性造成较大威胁, 同时通风系统稳定性出现变化会进一步加

剧对井下安全事故的影响。井下出现的安全事故会导致通风网络风阻发生变化、通风设施漏风等, 同时部分事故会直接摧毁通风回路严重时导致的主要通风机反转。

2.3 局部通风时阻力增加

通过井下巷道完成矿井通风, 通风时, 巷道壁和风流的摩擦产生通风阻力, 通常称为巷道摩擦阻力。公式表示为:

$$h_1 = \frac{aLUQ^2}{S^3} \quad (1)$$

h_1 代表摩擦阻力, 单位是 Pa; a 代表摩擦阻力的系数, 单位是 $N \cdot s^2 \cdot m^{-4}$; L 是巷道的长度, 单位是 m; U 表示巷道断面的周长, 单位是 m; Q 是巷道的风量, 单位是 m^3/s ; S 即巷道断面处的面积, 单位是 m^2 。由公式得出, 巷道的长度和形状以及巷道的通风量共同决定着矿井的通风阻力大小。开采时, 随巷道长度的增加, 通风阻力也在不断增加。一般来说, 完成巷道的施工以后, 巷道的断面面积就不再发生变化。但是, 等效的巷道通风面积会随巷道里设备和材料堆放增多而减小。巷道通风的面积和阻力的成反比, 所以当其他条件都固定不变时, 巷道面积若减小 10%, 那么通风阻力就对应增加 37%。所以, 通风阻力最重要的影响因素就是巷道断面。另外, 巷道因为年久失修导致表面产生墙体脱落甚至渗水的情况, 巷道产生的摩擦阻力的系数就会增加, 巷道通风的阻力就会相应增加。

3 优化控制策略

3.1 优化矿井的通风网络

矿井通风系统与矿井的总通风阻力有关, 而总通风阻力是由局部通风阻力和通风网络共同决定的。在局部通风阻力一定时, 矿井的总通风阻力只与矿井通风网络有关。在开采后期, 矿井通风网络极为复杂, 主要是因为巷道的连接方式比较复杂, 一些无用的联络巷过多且通风线路过长。为此, 需要根据实际情况对矿井通风网络进行优化。在进行优化时, 矿井通风网络是一个整体, 即连接方式发生变化时整体通风状况也发生变化。为了使优化达到很好的效果, 需要采用计算机软件反复地核算优化的效果。在优化通风网络时, 通常要关闭一些无

用的联络巷,或重新掘进一些回风巷,从而达到降低矿井通风阻力的目的。此外,还应该关注巷道的通风阻力,巷道通风阻力会对矿井通风网络的优化产生直接的影响。一般地,应该保持巷道断面的有效性,即巷道内通风构筑物比较少;要严格控制一些材料和设备在主要回风巷道中的存放时间。

3.2 做好密闭工作减少巷道漏风

由于井下生产中大量密闭空间的存在,巷道漏风必然存在。巷道漏风不仅会对通风系统性能产生不利的影 响,还会造成一定的安全隐患。例如:在采空区发生漏风时,会导致采空区的遗煤发生氧化,产生大量的有毒有害气体。为此,需要减少巷道漏风的发生。通常情况下,巷道的漏风多是由密闭工作不到位引起的。煤矿开采时会产生一定的动载,这使得密闭体处于不稳定状态,发生变形,导致密闭失效。针对这种情况,需要定期检查密闭的情况,特别是采空区边缘附近的密封情况。

3.3 智能感知

首选,需要对井下巷道通风参数的智能感知进行研究,需要重点提升井下巷道全断面风速超声波监测装备稳定性的提升,另外也可以对多普勒激光雷达监测装备进行研究,全面提升监测精度。另外,需要掌握确定风速传感器安装位置的方式,并能够结合风流脉动特征实现风速的高精度单点监测,从而让巷道实际风速能够通过传感器监测数据反映出来。另外,对于全网络风阻的精确反演,很多专家学者也展开了各类研究,旨在为明确矿井绝对压力、相对压力提供参考。激光雷达扫描技术的应用,能够让我们获得高精度的巷道全断面建模,为明确巷道断面提供参考。通风系统图形数据的智能感知包括运用陀螺实现矿井三维图的精准构建,此功能还会应用惯性导航等技术,进而实现自动绘制通风系统图的绘制,减少人力资源的投入。另外,结合灾害控制需要,运用定位技术,明确机电设备以及风流障碍物的位置,为后续灾害应急响应提供参考。这些技术的发展与应用,为后续实现通风系统智能建模提供准确数据,另外也为智能决策及风险智能感知提供详细的基础数据。

3.4 应急调控

系统需要能够对灾害发生时的状态进行准确辨识,并实现智能辅助决策。首先,系统需要根据监测数据对火灾、爆炸以及瓦斯突出等灾害进行识别,明确灾害的发生时间与地点。另外,还需要融入灾害范围的预测技术,对下一步可能影响的范围进行预警,为开展人员疏导、机电设备断电控制创造条件。在系统中,需要适当增加自动复位防爆门等附属装置,为人员逃生、紧急避难提供条件。

3.5 调整工况点

主通风机在通风阻力变化过程中,其工况点也在同步变化。通常工况点遇到通风阻力变大时,就会发生变

化,产生极低的运行效率。调节风量可以调节通风阻力,优化最终结果;当出现低效率的通风机工况点时,要特别注意是否会发生浪费电能的情况,否则矿井成本的运行会因其加大。通风机是轴流式的时候,根据矿井当前实际风量,在调节前先计算好叶片的安装角度,再调节主扇叶片,主要调节安装角,实现风量调节。还有一种情况,工况点的调节不能单靠调节安装角,因为这部分通风机已经远远超过了最大使用年限,只能通过更换主通风机来实现目的。为了不影响矿井生产,一定要计算好安装时间并确定好所更换的型号,才能最大程度减小更换时间。

3.6 更换主要通风机

经调查研究,现阶段通风系统的通风能力已经处于饱和状态,具体表现为,对上组煤风井只能够保证井上正常生产系统的通风量需求;对于下组煤风井还存在通风量不足的问题。某矿现有矿井通风系统所采用通风机的叶片角度为 45° ,对应的最大通风量为 $4511\text{m}^3/\text{min}$,且对应通风机的运行效率仅为63%,主通风机已经处于饱和运行状态。根据该型号通风机的性能,将其叶片安装角度调整为最大的 50° ,对应的最大通风量仅为 $6000\text{m}^3/\text{min}$,仍无法适用工作面扩产后的通风要求。因此,需更换主通风机,也是最为直接、有效的改造方案。在现有通风机进行调研的基础上,结合当前通风机的参数,将原2K56-3-N018通风机更换为BDK-8-N024通风机。

4 结束语

随着工作面的不断推进,开采深度的不断增加以及开采效率的不断提升,对工作面通风系统提出了更高的要求。在此背景下,往往会出现煤矿开采初期所设计的通风系统无法满足实际生产需求的问题,为此需对通风系统进行改造设计。采用降低井下通风阻力、密闭采空区、修整或者拆除通风设施,增加主要通风机风压角等通风系统优化措施后,可满足矿井深部回采时通风需要。研究成果可为其他矿井通风系统优化提供经验借鉴。

参考文献:

- [1] 王哲炯. 探究瓦斯通风系统优化技术 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2019, 39(18): 226-227.
- [2] 马亮. 矿井通风技术及通风系统优化设计探讨 [J]. 产业创新研究, 2019(09): 154-155.
- [3] 龚凯楠. 矿井通风系统优化改造探析 [J]. 技术与市场, 2019, 26(09): 107-108.
- [4] 赵永平, 孙利, 吴彦平. 肃北七角井铁矿通风系统优化设计 [J]. 世界有色金属, 2019(14): 36-37.

作者简介:

杨颜荣(1985-),男,汉族,陕西永寿人,本科,助理工程师,现从事矿井通风管理技术工作。