

矿井通风系统分析及风量优化

孙 磊 (山西焦煤集团西山煤电杜儿坪煤矿, 山西 太原 030022)

摘 要: 通风系统在煤矿中的地位非常重要, 为实现安全生产, 必须确保煤矿通风系统的整体质量, 包括构筑物、通风网络以及局部通风系统的质量。文章对煤矿通风系统进行了分析, 并提出了通风系统的风量优化策略, 供相关研究实践参考。

关键词: 矿井; 通风系统; 风量

煤矿通风系统的主要作用是实现矿井空气与外界环境空气之间的交换, 从而为井下作业提供充足的空气, 保障作业人员的人身安全, 同时也可以避免瓦斯、一氧化碳等有毒有害气体的聚集, 预防安全事故。为保障通风系统的运行效率与运行效果, 必须对通风系统进行优化。

1 矿井通风系统简述

通风工作是煤矿开采作业中的一项重要环节, 也是保障煤矿安全生产、高效生产的基础性工作。煤矿通风系统的主要作用是排除井下作业过程中产生的有毒有害气体, 并向井下各生产工作面、巷道等输送新鲜空气。煤矿目前所采取的通风方式, 主要包括两种, 一种是机械通风, 即使用机械设备进行通风, 如通风机等; 另一种是自然通风, 即借助自然风力实现通风。与自然通风方式相比, 机械通风方式的通风效果以及可靠性、稳定性均比较好, 且易于调节、控制, 所以当前我国煤矿通风系统是以机械通风为主、以自然通风为辅。随着煤矿开采时间的延长, 当前煤矿采掘深度明显增加, 对通风系统的要求也明显提高。鉴于此, 必须采取有效的措施, 对煤矿通风系统进行改进与完善, 降低通风阻力, 从而实现通风系统运行效率的提高, 保障煤矿生产安全。

2 矿井通风系统的分析

2.1 构筑物

煤矿通风系统的运行, 离不开各种构筑物的支持, 即设置在矿井适当位置的通风设施。这些构筑物的主要功能是控制风流, 确保风流可以正确地流向提前设计好的生产地点。将风流是否通过当作划分的依据, 可以将构筑物分为通过风流、隔断风流两种类型。常见的通过风流构筑物包括风机风筒、反风装置、通风桥等, 常见的隔断风流构筑物包括挡风墙、风门、风帘等。

煤矿在建设通风系统的时候, 可能只采用通过风流构筑物, 也可能只采用隔断风流构筑物, 但大多数情况下是同时采用通过风流构筑物、隔断风流构筑物, 同时往往是在此处设置风门。一个完整的风门, 通常情况下是由调节风窗、逆流铁筒、电缆孔、风门、管子孔等部分组成。煤矿通风系统中, 一般需要设置 2 道或 2 道以上的风门, 风门要求通车的情况下, 应确保风门之间的间距大于运输车辆的长度; 如果风门只要求过人, 则风门之间的间距在 5m 以上即可。此外, 为避免井下瓦斯

含量过大的时候瓦斯逆流进入通风设施, 应在主要进、回风巷之间设置 2 道反向的风门。

2.2 通风网络

煤矿通风系统主要依赖于通风网络的正常运行。煤矿通风系统通常情况下是由若干个通风管路共同组合而成, 采取平面图的方法, 可以将煤矿通风系统简化为一个由点与线构成的网络系统, 也被称为通风网络。在描述通风网络的时候, 一般是采取几何图形进行直观显示, 在这个图形上, 线段分支表示的是实际通风巷道, 线段方向表示的是巷道中风流的流向。图 1 便是一个简单的通风网络, 实线 2、3、4、5、6 是分支, 代表的是通风巷道的一些实际参数, 如风量、风阻等; 虚线 7 是伪分支, 并非实际巷道, 通常是位于通风设备出风口、主巷道进风口之间的虚拟分支。①、②、③、④、⑤五个交点为通风网络的节点, 指的是 2 条或 2 条以上的分支相交形成的点。此外, 通风网络中, 多条方向一致、首尾相连的分支围绕形成的线路, 被称作通路, 如图 1 中的 $1 \rightarrow 2 \rightarrow 5$ 、 $1 \rightarrow 2 \rightarrow 4 \rightarrow 6$ 、 $1 \rightarrow 3 \rightarrow 6$ 均是通路。

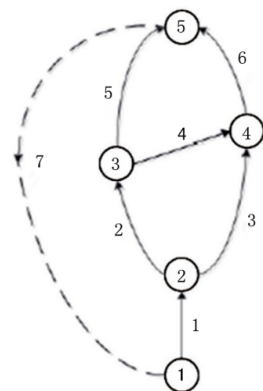


图 1 通风网络示意图

通风系统正常运行情况下, 通风网络遵循风量平衡定律, 公式为:

$$\sum M_i = 0$$

M_i 为流过第 i 个分支的空气质量, 单位为千克; i 为某节点的分支数量。

具体来说便是, 相同时间内流出的空气质量与流进某节点的空气质量相等。

2.3 局部通风系统

煤矿生产过程中, 需要开挖大量的巷道、工作面, 从而形成采掘作业面。但在煤矿开采中, 由于应力的减

少,煤层中赋存的瓦斯被释放到矿井中的作业区域,同时随着生产的进行,矿井中的瓦斯含量也会不断提高,如果通风效率不高、效果不佳,则瓦斯容易发生积聚,进而导致瓦斯爆炸事故,造成严重的经济损失与人员伤亡。因此,在煤矿生产过程中,应确保工作面的持续、稳定通风,以充分排除煤层中产生的有毒有害气体,并抑制巷道掘进过程中形成的粉尘。但是,在实际采掘过程中,通常仅有一个出口,从而无法达到风流贯穿的效果,必须采取局部通风的方法,来达到通风的目的。

矿井的局部通风,通常是采用局部通风机、风筒等设施来得以实现,其作用原理是,将局部通风机当作动力,通过风筒将风引至需要用风的场所,如掘进工作面等。根据不同的通风方式,可以将局部通风分为压入式、抽出式两种类型。抽出式通风的通风效率相对较高,可以确保巷道内充满新鲜空气,适用于需要排除粉尘的巷道作业中;压入式通风的射程较大、安全性较高,适用于需要排除瓦斯的巷道作业中。

煤矿局部通风中,如果采取的是抽出式通风方式,则矿井掘进工作面所需风量:

$$Q_{he} = \frac{0.254}{t} \sqrt{\frac{AbSL_1}{C_p}}$$

Q_{he} 为掘进工作面所需风量,单位为立方米/秒; t 为通风时间,单位为分钟; A 为爆炸作业时的炸药用量,单位为千克; b 为一氧化碳产生的当量,单位为升/千克; S 为巷道截面积,单位为平方米; L_1 为炮眼长度,单位为米; C_p 为一氧化碳允许值,一般取 0.02%。

煤矿局部通风中,如果采取的是压入式通风方式,则矿井掘进工作面所需风量:

$$Q_{kp} = \frac{0.465}{t} \left(\frac{AbS^2L^2}{P_q C_p} \right)^{1/3}$$

Q_{kp} 为掘进工作面所需风量,单位为立方米/秒; t 为通风时间,单位为分钟; A 为爆炸作业时的炸药用量,单位为千克; b 为一氧化碳产生的当量,单位为升/千克; S 为巷道截面积,单位为平方米; L 为巷道长度,单位为米; P_q 为漏风系数; C_p 为一氧化碳允许值,一般取 0.02%。

3 矿井通风系统风量的优化

3.1 风量优化的思路

对煤矿通风系统的风量进行优化的时候,可以采取两种途径,一种是对通风网络进行优化,从而降低通风的复杂程度、困难程度,实现煤矿井下通风量的提高,确保生产安全;另一种是减小煤矿通风系统遭受的阻力,降低通风的能耗,从而实现通风系统经济效益的提高。对煤矿通风系统进行优化,充分满足矿井作业中各地点的用风需求,避免有毒有害气体的积聚,保障作业安全、作业人员的安全,同时也可以减少通风设备的能耗,实现节能环保。

3.2 风量优化的方法

为实现煤矿通风系统的优化,可以采取两种方法,

一种是优化通风网络,另一种是减小通风阻力。

首先,优化通风网络。煤矿生产中,掘进巷道较长的情况下,常规通风网络布局可能无法向工作地点进行有效送风。面对这样的情况,应对通风网络进行优化,以确保煤矿生产安全。在优化通风网络的时候,可以采取钻孔法,如图 2 所示,即在掘进工作面打出一个直径为 300~500mm 的钻孔,使掘进巷道可以通过钻孔与回风巷连接起来,巷道掘进过程中,通过钻孔可以进行有效通风,从而减少掘进工作面的瓦斯浓度。这种方法的作用原理为实现了掘进巷道向回风巷的回风功能。

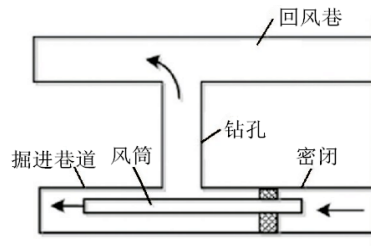


图 2 钻孔示意图

其次,减小通风阻力。煤矿通风系统运行过程中,会遇到一定的阻力,通过减小阻力可以有效确保生产安全。为了减小通风阻力,可以采取减小巷道长度、增大巷道断面等降低摩擦阻力系数的方法。矿井建设过程中,应确保巷道壁面光滑,充分考虑摩擦阻力因素,对支护方式进行合理选择。巷道其他参数不变的情况下,断面每增大 33%,通风阻力便会降低 50%,风量流过巷道的时候能耗会降低 50%。虽然增大巷道断面在初期会导致投资的上升,但从长远来看是利大于弊的。同时,巷道的长度与通风阻力通常是正相关,因此在满足工作面通风需求的前提下,应尽可能地减小巷道的长度,以降低通风阻力。

4 结语

综上所述,煤矿通风系统是影响煤矿生产效率、生产安全的重要因素,为确保煤矿通风系统的有效性、充分发挥其作用,应加大对煤矿通风系统的研究力度,采取有效的措施对煤矿通风系统进行优化,从而为促进煤矿经济效益的提高奠定良好的基础。

参考文献:

- [1] 罗兵. 辛置煤矿通风系统阻力测定及降阻增效技术研究[J]. 能源与节能, 2021(08):144-146.
- [2] 任宝生. 局部通风系统优化技术在后安煤矿的实践与应用[J]. 西部探矿工程, 2021,33(08):169-173+176.
- [3] 王玮琦. 煤矿通风系统的安全性及优化设计研究[J]. 矿业装备, 2021(04):246-247.
- [4] 窦怡飞, 徐旭昭, 高明松. 顾桥煤矿通风系统优化及改造方案[J]. 科学技术创新, 2021(22):74-75.
- [5] 张振彬. 古城煤矿大风量高负压通风系统分析及降阻优化[J]. 当代化工研究, 2021(12):4-6.

作者简介:

孙磊(1989-), 男, 籍贯: 山西原平, 学历: 本科, 现有职称: 采煤助理工程师, 主要从事工作: 矿井通风。