

煤矿通风系统的安全性及优化设计研究

张飞

国家能源集团神东教育培训中心 陕西榆林

【摘要】中国是一个自然资源丰富的国家，不仅地理面积广阔，而且资源种类齐全。煤炭资源在总资源中占有很高的比例，因此煤炭资源的开发利用对我国产生了深远的影响。而且，煤炭资源的开采也将促进中国工业化的整体发展。然而，煤矿开采的地理环境非常复杂，施工难度很大，相关标准的要求也很高，这使得井下工作难度很大。在煤炭资源的开采过程中，我们主要依靠机械设备和人工动力来工作，尤其是在一些机械设备难以进入的地方，人工资源起到了非常显著的作用。然而，恶劣的工作环境给煤炭资源的开采带来了极大的困难，这就要求对通风系统进行安全控制，以促进相应安全指标的实现。因此，作为煤矿企业，必须加强通风系统的安全评价，并以工人的生命安全为主要目标，优化相应的工作步骤，提高绩效。

【关键词】煤矿通风系统；安全性；优化设计

【收稿日期】2024年2月12日

【出刊日期】2024年3月15日

【DOI】10.12208/j.jer.20240007

Study on the safety and optimization design of coal mine ventilation system

Fei Zhang

National Energy Group Shendong Education and Training Center, Yulin, Shaanxi

【Abstract】 China is a country rich in natural resources, not only a vast geographical area, but also a complete range of resources. Coal resources occupy a high proportion of the total resources, so the development and utilization of coal resources have had a far-reaching impact on China. Moreover, the exploitation of coal resources will also promote the overall development of China's industrialization. However, the geographical environment of coal mining is very complicated, the construction is very difficult, and the relevant standards are also very high, which makes the underground work very difficult. In the process of mining coal resources, we mainly rely on mechanical equipment and artificial power to work, especially in some places where mechanical equipment is difficult to enter, and artificial resources have played a very significant role. However, the harsh working environment brings great difficulties to the exploitation of coal resources, which requires the safety control of the ventilation system to promote the realization of the corresponding safety indicators. Therefore, as a coal mining enterprise, it is necessary to strengthen the safety evaluation of the ventilation system, and take the life safety of the workers as the main goal, optimize the corresponding working steps, and improve the performance.

【Keywords】 Coal mine ventilation system; Safety; Optimization design

煤矿通风系统十分重要，在整个煤矿开采过程中，对安全指标达成具有直接的作用和影响，并且关系到了井下工人的生命安全。通风系统是煤矿当中的安全保障系统，对于生产全流程安全性有直接影响，同时对整体生产效率也有间接影响。因此，煤矿企业应致力于确保煤矿通风系统安全性的提升，通过安全性评价和相应的优化设计，不断提高安全性，为煤矿开采提供良好的基础和保障。

1 煤矿通风系统安全性提升及优化设计的意义

早在民国时期的工业发展过程中，我国就已经进行了煤矿资源的开采，但是由于技术条件差、工作人员的安全意识不强，对于通风系统的认知程度还不足，出现危险事故的几率非常高。而在我国现阶段的煤矿资源开采过程中，通风系统的设置是非常具有关键性的，但是其最根本的功能是要最大化地改善采矿井下的作业环境。这是因为在地表层以

下所含有的物质种类非常丰富, 重金属含量也很大, 在矿产资源开采的过程中矿井空气流动不顺畅, 而且有害的大分子物质向下沉淀, 就很容易对采矿工人的身体健康带来威胁。因此, 加强对煤矿通风系统的安全性能提升, 将通风网络、动力以及控制设施等构成整合在一起, 促进煤矿通风系统设计的进一步优化, 将为采矿工作人员提供一个良好的作业环境, 相应的煤矿经济效益获取也更显著。

2 关于煤矿通风系统的安全稳定性

(1) 若没有煤矿通风系统造成的危害。煤矿中存在许多有毒有害的气体, 若矿井中未配备安全稳定的通风系统, 这些有毒有害的气体便无法及时排出, 下井的工作人员在开采时要长时间与这些有毒有害的气体进行接触, 会造成井下工作人员出现缺氧, 或者由于有毒有害气体的积累而出现不适的症状。此时地面信号若无法及时传输到矿井内, 架煤矿工人在矿井内发生晕厥, 其他井下作业人员很难发现。若是晕倒的工作人员是负责控制重型仪器或是进行设备调试, 那么设备极有可能发生失控的情况, 晕倒的工作人员以及其他人都可能受到人身伤害, 甚至可能发生难以预料的后果。并且矿井中有毒有害气体还存在燃烧、爆炸的可能, 一旦发生井下所有工作人员生命安全、设备都将遭受严重威胁。由此可见, 煤矿通风系统的安全稳定十分关键。

(2) 保证煤矿通风系统安全性的意义。相关人员下井作业时, 必须要保证煤矿通风系统安全正常的运行, 为人身安全与财产安全提供重要保障。煤矿通风系统是一个较为庞大的系统, 其本身对于井下作业人员没有任何伤害, 但要与一些有毒有害的气体长期接触, 部件与管道易出现老化或发生损坏, 因此需要进行定期的维护与检修, 以免通风系统发生故障。一旦通风系统无法正常工作或是安全性不好, 都可能带来极大的损失。

3 通风系统安全评价指标体系

(1) 安全评价指标体系。煤矿通风系统运行时的安全性受很多方面因素影响, 且各影响因素之间相互关联, 彼此间的关系比较复杂。基于层次分析法, 构建煤矿通风系统安全评价制度体系。如果需要构建的模型层次结构比较复杂时, 可以根据不同因素的类型特点将整个系统分解成为多个子系统, 每个子系统可以对通风机的某个具体对象进行评价,

这样自上而下可以构建一个系统完善的评价模型。在对煤矿通风系统实际运行情况以及开采环境条件等多方面因素进行调查研究的基础上, 结合相关理论研究, 设计了安全评价指标体系, 共包含有两个层级: 一级指标有 4 个, 分别为通风动力及设施、通风系统环境、通风网络合理性和通风方式合理性, 每个指标的权值存在差异; 二级指标有 16 个, 每类二级指标的权值之和等于 1。

(2) 指标的权值确定。虽然通风系统安全程度受很多方面因素影响, 但是不同影响因素的影响程度存在很大的差异, 因此需要结合实际情况来明确各个影响因素的指标权重。在确定各指标体系的权值时, 目前最常用的方法为层次分析法。利用该方法可以将复杂的关系网络进行简单化处理, 基于建立的判断矩阵求出特征向量, 进而求解每层所有指标中各指标在上级指标体系中占据的权重大小。

具体的过程如下: 第一, 对需要研究的问题进行深入分析, 将复杂问题分解成为多个简单的问题, 并把这些简单影响因素按类型实施分组, 按照上层指标可以完全影响下层指标的原则, 把所有影响元素构建成相互不相交的层次。第二, 构建递阶层次结构模型, 第三, 构造判断矩阵。主要是对同一层级中的所有指标进行两两比较, 确定两者之间的重要程度并取值, 具体取值方法见表 1 所示。

表 1 判断矩阵取值方法

取值	含义
1	两个指标具有相同的重要程度
3	一个指标比另一个指标稍微重要
5	一个指标比另一个指标明显重要
7	一个指标比另一个指标强烈重要
9	一个指标比另一个指标极端重要
2、4、6、8	介于以上情况之间

结合煤矿实际情况, 并根据上述方法确定一级指标判断矩阵。获得判断矩阵后, 基于层次分析法可以计算获得各指标的权重大小。本案例中通风系统环境、通风动力及设施、通风方式合理性、通风网络合理性的权重大小依次为 0.41、0.32、0.15、0.12。

根据同样的方法,可以计算各二级指标的权重大小。

4 通风系统的安全性评价

根据建立的通风系统安全评价指标体系,对煤矿的通风情况进行现场调查研究,确定了每个指标的隶属度值,隶属度描述的是指标达到安全的程度。以有效风率合格度指标为例,根据煤矿安全标准要求,矿井的有效供风率应该 $\geq 80\%$ 。当实际有效风率 $< 80\%$,则隶属度为0;当实际有效风率 $> 95\%$,则隶属度为1;当实际有效风率在 $80\% \sim 95\%$ 范围时,根据线性差值法在0~1之间取值。基于调查结果获得的煤矿通风系统各评价指标的隶属度值。根据通风系统各指标的权重大小以及对应的隶属度值,可以对整个通风系统的安全性进行整体评价。根据调查结果以及理论公式,可以计算得到煤矿通风系统的安全评价结果为0.71。根据设定的评价语集,当评价结果在0.9~1时属于安全,在0.8~0.9时属于较安全,在0.6~0.8时属于基本安全,在0.4~0.6时属于较危险,在0~0.4时属于危险。根据评价语集可知,本煤矿通风系统处于基本安全状态。

5 煤矿通风系统的优化设计

(1) 建立煤矿通风系统体系。矿井通风系统,一般是根据对矿井安全生产造成影响的因素而确定。根据相关因素,可对煤矿通风系统的类型加以划分,并且基于高温、煤层自燃、瓦斯等安全因素,优化设计煤矿通风系统。在实际设计中,为了便于检查管理,将煤矿通风系统划分不同类型,如排瓦斯型、防火型、降温型、一般型等。在煤矿通风方式上,通常有并联通风、串联通风等。所以,在优化设计中,应根据不同类型,建立煤矿通风系统体系。系统建设中利用混合式、分区式或中央式的通风系统网络,并且注意准确地确定断面大小、长度等几何因素。可利用通风系统网状线、抽象成点示意图,明确地表示出系统通风能力,再结合信息化技术,对各个线路的风量、连接关系等加以体现,进而实现有效管控。

(2) 优化评价指标参数设计。在煤矿生产当中,对安全性的评价需要利用相应的指标。需要通过评价指标,对煤矿通风系统安全性进行综合体现。同时评价指标必须具备独立的评价标准,满足对整个通风系统进行客观、真实评价的要求。在评价结果中,需要对煤矿通风系统的安全性指标充分反映,

在对可行性、安全性、经济性充分满足的条件下,对最佳方案进行确定。在评价当中,需要根据实际情况,确定各个指标参数,确保简单化的数据。此外,在所有评价指标参数中,需要利用独立标准作出比较,以保证评价结果真实有效。

(3) 简化通风系统通风网路。在煤矿通风系统的优化设计当中,为了确保矿井下可以根据制定线路流动分配实现通风,需要在内部对通风网路进行合理的布置和优化设计,需要满足的条件是,能够根据需要将风流隔断或引导,使矿井的安全性得到有力的保障。在一些大型新建矿井中,一般利用分区式、混合式的方法设计通风网络,在生产矿井改建当中,通常采用合适通风网络的形式。所以,在煤矿通风系统优化设计中,要根据矿井的实际情况,合理优化设计通风网络,以确保煤矿生产的安全性。

(4) 强化通风系统应变能力。在煤矿开采中,一般都是利用运输带,将各个采矿区连接在一起。因此,如果发生火灾等事故,可能在短时间内向其他区域传递,进而造成灾害的快速蔓延。因此,对于煤矿中最重要的通风系统,应确保回风巷具有独立性。在煤矿通风系统中,使用2台风机支持采矿作业,在不同工作区域分别设置通风机,以免相互影响。同时要确保2台风机运转协调,使系统能够保持正常的运行状态,在提高工作效率的同时,实现了通风系统应变能力的强化。

(5) 加强管理确保安全生产。在煤矿通风系统中,主要设施有通风管道、风门、风墙等,要对其加强管理,从而在实际应用中,避免发生漏风等不良情况,确保煤矿通风系统运行安全性。在优化设计中,利用对密度、挡风墙高度、风门高度的优化设计,使漏风得到解决,在管理中,将通风系统构造物减少,合理调节风量,使通风系统管理得到增强。通风系统中有很多不同的组成部分,如果某个分支部分出现了缺陷,整个系统性能都将受到影响,安全性也大大降低。因此,必须确保风机安全可靠地运行,并根据矿井需求,对轴流式通风机加以设计,以确保满足需求的实际风量。另外,针对通风系统的常见故障,要及时维修和养护,并分析故障原因,作出相应的优化设计,以提高安全性。

6 煤矿通风系统的安全性及优化设计措施

(1) 加强煤矿通风系统的应变能力。在进行煤

矿资源开采的过程中,各个矿区都是连接在一起的,主要是借助运输带形成一定的联系。这样的方式既有好处又有坏处,好处是在煤矿资源的运输工作相应的便利性会被大大提升,但坏处也十分明显,当发生火灾或者其他类型的安全事故时,矿区之间的彼此传递速度很快,很容易造成火势的蔓延,进而影响其他本来没有危险因素的矿区。面对这样的情况,只有保证回风巷的独立性,提升通风系统的应变能力才最具有意义。所以,在现阶段的煤矿资源开采过程中,都会设置两台风机,并安置在不同的区域,保障其正常工作,从而促进煤矿通风系统应变能力的大力提升。

(2)合理选用与调节煤矿通风系统的风量。当煤矿资源开采工作持续进行时,面层以及地表附近的煤矿资源已经所剩无几,因此,想要获得大量的煤矿资源,就要深入地下。这就使得煤矿资源开采工作的巷道长度不断地增加,其内部空气的稀薄程度在增加,而且有害气体的数量在增加,此时对风量的调节就提出了一定的要求。因此,煤矿资源通风系统中的风量输送和排出做好有效的弹性调控,对风量调节以及局部风量的调节进行合理、严格的控制是关键手法。首先是对于总风量的调节来说,它关系到整个采矿地下工作的顺畅性,煤矿总风阻、主扇风机转速以及叶片安装角等改变是关键。其次,针对于局部风量的调节,也就是每一个工作点具体的通风情况,第一步要在采矿的过程中减少巷道之间的风阻,以实现不同工作点的风量平衡,主要通过扩大巷道断面积,修复并联报废的巷道进行实现。第二步对于一些需要增加风阻的工作点来说,在巷道之间设计一定数量和规模的天窗,进而对风路的流向加以改善,大力优化通风系统的性能。

(3)优化煤矿资源开采的相关指标。在煤矿资源开采工作落实时,着重对相关指标参数进行优化,是帮助提升其通风系统性能的关键。第一,在进行

通风系统设计的过程中,相应的评价指标建立必须要以安全性为核心,只有保障了采矿工作人员的生命健康,后续一系列的工作才能够顺利进行下去。第二,要求对每一个评价指标作出单独的评价标准,但是需要以客观的看法来进行评价,才能够保障采矿过程的稳定性。第三,对于评价结果而言,必须要重视安全性、稳定性的提升,后续才考虑经济效益的获取,要求始终坚持“以人为本”的工作理念。第四,要求对评价过程中的参数进行核实和优化,一切都要从实际的情况出发,才能够优化相应的数据处理。

总之,煤矿资源是当前一种十分重要的资源,对于社会经济的可持续发展有着很大的影响。在煤矿生产当中,在提高生产效率的同时,还必须要注重确保生产安全。通风系统作为煤矿中的一个重要系统,对煤矿生产安全有着直接影响,所以要确保煤矿通风系统的安全性。根据实际情况和生产需求,对煤矿通风系统安全性做出评价,根据评价结果,对其进行优化设计,提高性能,保证安全性,从而为煤矿生产安全提供保障。

参考文献

- [1] 周建军.矿井通风技术及通风系统优化设计探讨.2021.
- [2] 董明飞.浅谈煤矿通风系统的安全性及优化设计.2022.
- [3] 武红.煤矿通风系统安全问题及稳定性分析.2019.
- [4] 赵智宇.浅析青磁窑煤矿通风系统的局部优化.2019.
- [5] 苏浩宇.矿井通风系统优化改良分析.2021.

版权声明: ©2024 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

