

# 矿井通风技术现状及智能化发展对策

徐广华, 李新龙

(鄂托克前旗长城六号矿业有限公司, 内蒙古 鄂尔多斯 016215)

**摘要** 在矿山的安全生产过程中, 必须要确保矿山具有良好的通风条件, 才能让矿山有一个更好的工作环境。为了达到矿山的通风需求, 大量的矿山通风技术应运而生, 并在实践中取得了很好的效果。随着各种科技的发展, 对煤矿通风技术提出了更高的要求。在此基础上, 本文探讨了煤矿通风技术的现状及智能化发展前景, 从煤矿通风的重要性开始, 对煤矿通风技术的现状及矿井通风应用的智能化技术进行了分析, 并对煤矿通风智能化技术的发展展开了预测, 以期对相关研究提供有价值的信息。

**关键词** 矿井通风技术; 智能化; 通风网络; 通风动力

**中图分类号**: TD7

**文献标识码**: A

**文章编号**: 1007-0745(2023)09-0025-03

煤矿井下的通风系统一旦发生了问题, 就会引起空气流量的减少和空气流动的混乱, 从而对煤矿的生产安全造成了很大的威胁。所以, 要着重于矿山通风技术的研究, 引进新技术和新方法, 让矿山通风技术持续地更新, 朝着智能化的方向发展, 从而提高矿山的生产能力, 确保矿山的生产安全。最近几年, 国家一直在加大对煤矿通风技术智能化的研究力度, 本文对煤矿通风技术的现状及智能化发展前景展开了分析。

## 1 矿井通风技术发展现状

### 1.1 通风参数测定与监测

测量和监测巷道的空气流量, 是矿井通风系统掌握其工作状况最简便、最直观的方法。首先要确定巷道的断面面积, 断面平均风的大小。近年来, 机械风表得到了越来越多的使用, 也出现了采用超声涡街和压差两种方式进行矿井下风速监控的案例, 它们均可实现对矿井下气流速度的准确测量, 为矿井下气流速度的精准监控提供了技术依据。为了测量巷道的剖面, 通常采用卷尺, 激光测距器等来测量剖面, 以确定巷道的截断区域。

测量风压是检测建筑物异常状况和短路风流状况的常用方法, 也是了解巷道风阻的重要手段。当前, 矿山通风参数探测器可以精确地探测出巷道风压, 一些矿山的精确数字化压力表具有很好的测量精度, 可以满足使用要求。假如在进行通风电阻的测定时, 因为仪器自身的误差, 会导致数据经常发生变化, 从而对测量结果造成了很大的影响, 从而对整个测量结果的可靠性造成了很大的影响; 与之相比, 采用压差计方法可以有效地控制测试误差, 但在铺设管道时, 需耗费较多的人力, 且难以确保管道内的压力传递精度。

常见的压差传感器有风流压力传感器等, 该测量方法的偏差可以控制在 1%F.S 左右, 所以在许多通风设施的压差监测中都被大量地使用。

### 1.2 通风网络分析与决策

提高通风系统容量的一个重要发展趋势是: 通过对通风网络的求解, 实现对风流的最优调控, 实现对风机的精确的故障诊断, 提高风机的稳定性。所以, 在进行通风系统的分析和决策时, 必须从以下几个角度进行改革。

通风网络的求解是一个基本的问题, 而在 Scott-Honsley 方法的引入和运用之后, 它的模型已经趋于完善。近年来, 国际上的一些专家和研究人員已经开发出了许多高效的通风网络解算软件, 它们既可以仿真风场流动, 又可以进行实时的通风监控和分析预警。近年来, 研究开发的重点是将矿井通风网络分析与监测监控相结合。在本项目中, 对煤矿通风网进行实时监控, 是掌握煤矿通风系统动态工作状态的重要手段, 可以为企业的管理工作提供依据。同时, 在实际工作中, 如何反映出实际的通风状况, 也是一个技术难题。要进行网格化求解, 首先要对通风系统平面及与之有关的元素特性数据进行准确把握。首先, 采用常规方法进行通风系统图纸的绘制, 很难提高图纸绘制的效率, 而利用 CAD 等技术对图纸进行归一化, 并将其输入计算机辅助分析软件中, 就可以得到更加精确的通风系统图纸, 从而提高图纸绘制的准确性, 降低图纸绘制的工作量。其次, 针对现有研究难以全面地了解煤矿井巷内所有风场信息的特点, 本项目拟利用 Tikhonov 正则化技术, 对该技术进行改进, 使之更好地适应煤矿复杂的通风环境, 发挥更大的优势。

### 1.3 通风调控技术与装备

矿山主要通风动力装置和通风设施是实现通风调控的重要途径, 矿山可以通过调节主要风扇运行数目来调节总风量和风量富余因子, 在必要时, 还可以替换主要通风扇。当矿山出现灾难时, 我们可以调整主通风系统, 防止灾难的蔓延, 将财产损失和人身伤亡降到最低。

当前, 我国煤炭通风系统的生产水平已经有了很大的提高, 但各种类型的设备的性能却是良莠不齐。比如, 现在使用较多的FBCDZ型通风设备, 主要是轴流型通风设备, 其最大运行效率可达86%。这台风扇由两个相反的叶片组成, 由双极双电机带动, 所以它的密封性能很好, 但在使用过程中, 它的效率只有60%, 所以能量消耗很大。

## 2 矿井智能通风待解决问题

### 2.1 快速准确获取通风参数

1. 准确获得空气流量的技术设备。当前广泛应用的测风仪和风速传感器, 其启动风速均大于0.3米/秒, 不能达到《煤矿安全规程》对岩巷的最小风速0.15米/秒的要求; 测量的准确度大约为 $\pm 0.2$ 米/秒, 特别是在测量风道风速、检测风门漏风和精确调节风流时, 存在着比较大的误差; 目前普遍采用的机械风计的线法测取风速, 由于受试者身高、测风经验等因素的制约, 特别是在大截面的隧道中, 测得的精度不高; 对隧道断面上的风速仪的安装位置及校正方法没有具体的规定, 造成了测量结果的可信度较低; 目前, 矿井中的巷道由于成型误差和后期变形等因素, 其断面形态千差万别, 这为精确的空气流量计算造成了更大的误差。所以, 在风量数据准确获得方面, 风速测量与监测仪器仪表、风速准确测量方法、传感器布置位置、断面准确测量仪表是今后应该重点解决的基本问题。

2. 气流压力、压差的精确获得设备。不管是哪一种计算模式或监测手段, 最重要的是影响通风网络精度的主要因素是风洞及通风设施的阻力, 现有的测试监测设备的精度都在1%以内, 而大断面小风阻巷道的阻力往往从几Pa到数十Pa不等, 设备的内在误差有时甚至会超出巷道自身的阻力, 导致无法有效地进行风洞的解算、监测、分析和决策。所以, 开发出一种高精密的风流压差测量和监控设备, 是未来迫切需要解决的问题。

### 2.2 风量动态定量调节

1. 按需分风风量的动态确定。当前, 用风场所的风量都是以温度、瓦斯涌出量、二氧化碳涌出量、最

多工作人员等为基础, 通过提前计算得到的, 每月进行一次风量的计算来进行分配。但是, 在各个用风场所, 这些参数都会随着生产的发展而发生改变, 这就常常会发生因为风量太大而造成的能源消耗, 或者因为风量不够而造成的瓦斯超限等问题。所以, 迫切需要一种以新型传感器技术为基础的, 能够建立起一种能够对用风场所进行动态分析、预报的系统, 并对其进行有效的控制, 从而为实现按需精确分风提供了一个前提<sup>[1]</sup>。

2. 自动调整风窗的智能化决策和控制。尽管现在已经有了遥控的、自动的风窗, 能够自动地调整风窗的开口区域, 但是它仍然是一个“监控-调整”的周期和确认过程, 这样做可以将工作人员从工作中解脱出来, 但是调整的速度并没有提升。此外, 因为没有解决好对风量进行精确监控的问题, 所以也不能真正地做到对风量进行量化调整。矿井风量调整通常需要多套设备同步调整, 方能在调整位置上达到按需分风, 而不会对其他地区的安全工作造成干扰。为此, 需要解决以下三个方面的问题: (1) 远距离、无人、自动控制风门; (2) 迅速、准确地调节通风窗口内的空气流量; (3) 在多个机组平行调节条件下调节设备数目、调节设备位置和调节数量的智能化优化决策。

### 2.3 通风动力与通风网络自主匹配

1. 主排气扇和风网自动配合。目前, 煤矿主风机的能耗已达到了整个煤矿能耗的8%~15%, 是煤矿能耗大户, 许多煤矿主风机对整个煤矿的环境适应能力较弱, 且经常采用改变叶片角度和调节导流器来降低其工作效率。如今, 在高压变频技术已趋成熟的情况下, 应该对自动变频风扇进行研究和开发, 并以风扇控制区域中实时计算出的总需风量为依据, 对风扇的运转状态进行远程监视, 并对风扇的速度进行自动调整, 从而对主要通风扇的工作状态进行合理的设定, 让主要通风扇的实际供风量与实时计算出的总需风量相匹配; 在矿山进行反风的时候, 按照设计的反风风量, 对主排风扇进行频率和速度的调节, 从而让主排风扇的实际回风量与其设计的反风风量相吻合。

2. 局部通风设备与用风点需求的自动配对。由于对煤层赋存状态、地质构造和瓦斯异常等控制方法的局限性以及非连续性和非平衡性, 采场巷道已经成为煤矿安全风险集中区, 现行的定量分析通风方式明显存在诸多不确定性, 严重制约着煤矿的安全生产。所以, 应该积极地发展和普及智能变频局部通风扇, 以实时监测与分析的结果为依据, 来对巷进工作面的供风量进行自主的调节。

3. 通风动力装置的远程控制与调节。在需要调节

主要通风机、局部通风机关停、工况点调节的时候,可以通过遥控来进行调节,还可以完成主要通风机附件装置的自动联动调节<sup>[2]</sup>。

### 2.4 通风隐患自动识别与灾变应急控制

确保煤矿井下的安全开采是煤矿通风工作的终极目标,现有的监控方法可以识别风速超限、风流短路、风路堵塞、角联风路等潜在危险,但是要识别瓦斯突出、火灾、瓦斯爆炸等严重危险,还存在着很大的困难,为此,需要将这些危险因素纳入通风网络决策中,开发出一套先进的预报预警系统,并制定相应的防治措施。

## 3 矿井智能通风技术发展展望

### 3.1 智能感知

首先,要开展井下巷道全截面风流特性的智能感知技术研究,要着重提高井下巷道风流超声检测设备的稳定性,以及多普勒雷达检测设备,要进一步提高检测的准确性。此外,还必须了解如何确定风速传感器的设置位置,并能与风流脉冲特性相结合,对风速进行高精度的单点监控,使其可以根据传感器的监控数据来反应巷道的真实风速。此外,众多的专家和学者还针对整个网路上的风阻力进行了各种准确的反演,以期确定矿井绝对压强、相对压强提供借鉴。使用激光雷达扫描技术,可以让我们得到一个高精度的巷道全截面模型,为确定巷道截面提供了一个依据。

对通风系统图表数据进行智能感知,采用陀螺实现煤矿 3D 图的精确构建,并结合惯性导航等技术实现对通风系统图的绘制,减少了人力的投资。同时,考虑到防灾减灾的需要,采用定标技术,实现了防灾减灾的目标,为防灾减灾工作奠定了基础。通过对以上技术的研究与应用,能够为下一步的通风系统智能化模型的建立与应用提供准确的数据支持,并为智能化的决策与风险的智能识别奠定坚实的理论与实践基础<sup>[3]</sup>。

### 3.2 智能决策

煤矿安全生产管理中,必须要有一套以数据为基础的煤矿安全生产管理系统的建设方法。为此,必须通过合理的布点数目及布点方式来实现对通风系统的优化,以防止出现“盲区”。要实现对煤矿通风系统的可视化管理,必须采用融合监测技术和系统动态图形呈现技术,将图形和数据有机地结合在一起,并形成联动分析,在系统中共享融合成果,从而达到数据的可视化管理。在管理的时候,数据会出现一些错误,所以,如果可以将多变量数据和网络模型相结合,来修改已有的数据,可以更加高效地确保模型的精度,还可以对数据展开高效的筛选<sup>[4]</sup>。

实现了对矿井通风控制的综合分析和智能化的决策。首先,每一台风机都要与中央控制网连接,将所有的信息都传送到中央控制网,这样才能为实现对中央控制网的远程控制提供便利。此外,还必须对智能控制逻辑进行深度的优化,对核心监测参数和参数范围进行清晰的认识,并对在不同参数的调节过程中有关参数所产生的变化进行把握。通过对监控分析的结果和基础数据的综合,来识别和判定系统中存在的隐患和问题。特别是要对有毒有害气体展开分析,并产生云图及评级评价结果,从而实现对空间面域有毒有害气体的分析评估。

### 3.3 应急调控

在灾难来临时,该系统必须具备对灾难状况的精确识别能力,以及执行智能化的协助决策能力。首先,通过对监控数据的分析,确定火灾、爆炸和瓦斯突出等危险源,确定危险源的具体位置和具体位置。此外,还要结合灾难范围的预报技术,来对接下来的可能的影响区域作出相应的警告,为人员疏导和机电设备断电的实施提供必要的保障。在该系统中,有必要对其进行相应的添加,如:自动复位防爆门等,为人员逃生、紧急避难创造良好的环境<sup>[5]</sup>。

## 4 结论

在矿山的生产环节中,对通风技术的应用显得特别关键。在矿山中,应该遵守“一通三防”的原则,选择科学、安全且有效的通风方法,以确保井下作业安全。最近几年,煤矿的通风技术一直在持续发展,朝着智能化的方向发展,在线辨识技术、在线调节技术和总体优化技术都显示出了煤矿的智能化通风。在今后的煤矿通风智能化技术发展过程中,还应该着重于全自动管理系统、智能感知、自动检测技术、智能决策及紧急调控等方面,在上述领域的持续发展下,推动煤矿通风技术的智能化发展。

## 参考文献:

- [1] 任振兴.我国矿井通风技术现状及智能化发展展望[J].当代化工研究,2021(17):19-20.
- [2] 张庆华,姚亚虎,赵吉玉.我国矿井通风技术现状及智能化发展展望[J].煤炭科学技术,2020,48(02):97-103.
- [3] 李伟.矿井通风智能化技术研究现状和发展方向探讨[J].内蒙古煤炭经济,2019(18):174.
- [4] 栗鹏刚,张萌.矿井通风智能化技术研究现状与未来发展方向[J].神华科技,2018,16(08):46-48.
- [5] 卢新明.矿井通风智能化技术研究现状与发展方向[J].煤炭科学技术,2016,44(07):47-52.