

# 煤矿矿井通风及通风系统优化

王彦峰

神木县隆德矿业有限责任公司 陕西 榆林 719000

**摘要:** 煤矿矿井通风是保障安全生产的关键环节,直接影响井下作业人员生命安全与生产效率。当前,矿井通风系统存在设备老化落后、网络布局不合理、管理水平不足等问题。为解决这些问题,需从设备更新升级、网络结构优化、管理强化及智能化技术引入等多方面入手,通过更新老旧设备、科学规划通风网络、提升人员专业素养、应用智能监测调控技术,实现通风系统的高效稳定运行,为煤矿安全生产筑牢根基。

**关键词:** 煤矿矿井通风; 通风系统; 优化

## 引言

随着煤炭开采深度与强度不断增加,煤矿矿井通风面临的挑战日益严峻。通风系统作为保障井下空气质量、排除有害气体、维持安全生产环境的核心设施,其运行状态直接关系到煤矿的可持续发展。然而,现阶段我国部分煤矿矿井通风系统存在诸多问题,严重制约安全生产。本文针对通风设备、网络结构及管理水平等方面的现存问题展开分析,探讨切实可行的优化策略,旨在为提升煤矿矿井通风系统效能提供理论与实践参考。

## 1 煤矿矿井通风概述

煤矿矿井通风是保障井下安全生产与作业人员健康的核心环节,其主要作用在于为井下作业空间输送新鲜空气,稀释并排出各类有害气体与粉尘,同时调节井下气候条件,为工作人员营造安全舒适的作业环境。在煤矿开采过程中,煤层与岩层会不断释放瓦斯、二氧化碳等有害气体,机械设备运转和煤炭破碎也会产生大量粉尘,这些物质若无法及时排出,不仅会危害人体健康,还可能引发瓦斯爆炸、煤尘爆炸等严重事故。矿井通风系统由通风动力装置、通风网络和通风构筑物构成。通风动力装置主要是矿井主要通风机,通过机械运转产生风压,促使空气在井下巷道中流动。离心式通风机与轴流式通风机是常见类型,离心式通风机适用于阻力较大的通风系统,轴流式通风机则具有高效、经济、调节性能好的特点。通风网络包含进风井、回风井、主要运输巷道、回风巷道等,这些巷道相互连接形成复杂的通风通道,新鲜空气从进风井流入,经各作业面后携带有害气体与粉尘从回风井排出。通风构筑物如风门、风桥、挡风墙等,通过控制风流方向与风量大小,确保风流按需分配到各个作业地点。通风方式依据进、回风井的布置形式,分为中央式、对角式和混合式。中央式通风方式的进、回风井大致位于井田中央,具有初期投资少、

管理方便的特点,但通风路线长、阻力大,不利于后期开采;对角式通风方式的进风井在井田中央,回风井在井田边界,通风路线短、阻力小、安全性高,能有效满足矿井后期开采需求;混合式通风方式结合了中央式和对角式的优点,适用于井田范围大、地质条件复杂的矿井。合理选择通风方式与参数,可优化通风效果,降低能耗,提升煤矿开采的安全性及经济性。

## 2 煤矿矿井通风系统现存问题分析

### 2.1 通风设备老化与落后

煤矿矿井长期处于复杂且恶劣的地下环境,高温、高湿、高粉尘的作业条件对通风设备形成持续性侵蚀,致使通风设备老化进程加速。在实际运行中,老旧的通风机叶轮因长期受粉尘磨损,其叶片的气动性能发生显著变化,气流通过时的阻力增大,导致通风机的风量与风压输出难以达到设计标准。老化的电动机存在绝缘性能下降问题,运行过程中容易出现过热现象,不仅增加了设备故障的风险,还可能引发电气火灾等严重事故。部分煤矿仍在早期型号的通风设备,这些设备在技术层面已严重落后。与新型设备相比,其能耗较高,能源利用效率低下,造成了大量的电力资源浪费。例如,老式轴流通风机的运行效率普遍低于现代高效节能型通风机15%-20%,长期运行下,电费成本大幅增加。老旧设备缺乏先进的监测与控制技术,无法实时精准地调节通风参数,难以根据矿井内不同区域的实际需风量进行动态调整,导致通风效果不佳,无法有效保障井下作业人员的呼吸安全与作业环境的空气质量。通风设备的配套设施同样面临老化问题。通风管道因长期受到井下围岩压力和潮湿空气的影响,出现变形、破损、漏风等情况。部分管道连接处的密封材料老化失效,使得通风系统的漏风率显著上升,据相关数据统计,一些老化严重的通风系统漏风率可达30%以上,极大地削弱了通风系统

的整体效能。老化的风门、风窗等调控设施,其开关灵活性降低,调节精度不足,难以对风流进行有效控制与分配,严重影响通风系统的稳定性与可靠性<sup>[1]</sup>。

## 2.2 通风网络不合理

煤矿矿井的通风网络是一个复杂的风流输送网络,其布局的合理性直接关系到通风系统的运行效果。在一些煤矿中,通风网络存在巷道布置混乱的问题,采掘活动的无序开展导致通风线路迂回曲折,风流在巷道中流动时受到的阻力大幅增加。例如,部分巷道因开采顺序不当,形成了多处锐角转弯,使得风流在经过这些区域时产生强烈的涡流,能量损失严重,降低了通风效率。通风网络的分区不合理也是常见问题。部分煤矿没有根据矿井的实际地质条件和开采布局,科学合理地划分通风区域,导致各区域之间的风量分配不均衡。一些作业面需风量较大,但实际分配的风量却不足,无法有效稀释有害气体和粉尘;部分区域风量过剩,造成了通风资源的浪费。通风网络中存在角联巷道,这些巷道的风流方向和风量难以准确控制,在矿井开采条件发生变化时,角联巷道的风流稳定性极易受到影响,可能引发风流逆转等危险情况,严重威胁井下作业安全。通风网络的分支匹配度不足同样影响通风效果。在通风网络中,各分支巷道的断面尺寸、长度与通风机的性能不匹配,导致风流在各分支巷道中的分配不合理。部分巷道断面过小,无法满足通风需求,限制了风流的通过能力;部分巷道断面过大,使得风速过低,无法有效排出粉尘,容易造成粉尘沉积。通风网络中各分支巷道的风阻不匹配,导致部分巷道出现无风、微风现象,增加了瓦斯积聚的风险,给煤矿安全生产带来极大隐患。

## 2.3 通风管理水平较低

煤矿矿井通风管理工作是保障通风系统正常运行的关键环节,但在实际操作中,通风管理水平较低的问题较为突出。在通风系统的日常运行维护方面,缺乏专业的技术人员对通风设备和通风网络进行全面、细致的检查与维护。许多煤矿的通风设备维护工作仅停留在表面,未能对设备内部的关键部件进行深入检测与保养。例如,对通风机的轴承、传动部件等缺乏定期的润滑与磨损检测,导致设备故障频发,影响通风系统的连续稳定运行。通风管理中的风量调节工作也存在诸多不足。由于缺乏精确的风量监测手段和科学的调节方法,工作人员无法及时、准确地掌握各区域的风量变化情况,难以根据实际需求对风量进行有效调节。在一些煤矿中,仍采用传统的人工调节方式,通过手动开关风门、风窗来控制风量,这种方式不仅调节效率低下,而且调节精

度难以保证,无法满足矿井通风系统对风量动态调节的要求。通风管理中的隐患排查与治理工作落实不到位。部分煤矿对通风系统中存在的隐患重视程度不够,缺乏有效的隐患排查机制,未能及时发现通风设备老化、通风网络不合理等问题。对于已经发现的隐患,治理措施不及时、不彻底,导致隐患长期存在,逐渐演变成重大安全风险。在通风管理过程中,工作人员的安全意识和责任意识淡薄,对通风系统运行中的异常情况未能及时采取有效的应对措施,进一步加剧了通风系统的安全风险,严重威胁着煤矿的安全生产和井下作业人员的生命安全<sup>[2]</sup>。

## 3 煤矿矿井通风系统优化策略

### 3.1 更新和升级通风设备

(1) 煤矿通风设备的运行效率直接影响井下空气质量与安全生产,老旧风机存在能耗高、风量调节范围窄、故障率高的问题。通过引入高效节能型主通风机,采用变频调速技术,可根据井下实际需风量灵活调整风机转速,在保障通风效果的同时降低能源消耗。例如,新型轴流式通风机叶片采用空气动力学优化设计,能在提升通风量的基础上,减少运行阻力,相比传统设备效率提升20%以上。(2) 配套设备的更新同样关键。在通风系统优化进程中,需着重对风门、风桥、风窗等核心设施展开改造。通过采用先进的新型密封材料与科学合理的结构设计,从根源上降低漏风率。使用高强度复合材料精心制作风门,并搭配自动化闭锁装置,在提升风门抗压强度的同时,有效减少风流短路现象,使通风系统稳定性显著增强。(3) 监测设备的升级是保障通风系统可靠运行的重要环节,部署高精度传感器实时监测风速、风压、瓦斯浓度等参数。这些传感器具备智能校准功能,数据采集精度可达 $\pm 1\%$ ,将监测数据及时传输至中央控制系统,为通风设备的运行调控提供准确依据,实现通风设备的精准化、高效化运行。

### 3.2 优化通风网络结构

(1) 煤矿通风网络是保障井下空气流通的核心架构,随着开采作业的推进,巷道布局不断变化,原有的通风网络可能出现阻力分布不均、风流不畅等问题。通过对通风网络进行阻力测定与分析,采用计算机仿真技术模拟不同工况下的风流分布,识别网络中的高阻力区域与不合理分支。针对这些问题,对巷道进行扩修、调直处理,减少风流拐弯与摩擦阻力,优化通风路径。(2) 合理划分通风区域是提升通风网络效能的重要手段,依据矿井开采布局与需风量差异,将矿井划分为多个独立通风分区。每个分区设置独立的进回风系统,避

免风流串扰，同时根据各分区实际需求，精准配置通风设备与风量，实现通风资源的高效利用。例如，在高瓦斯区域加大风量供给，在低需风区域适当降低风速，提升通风系统整体经济性。（3）对通风网络中的角联分支进行优化调整，角联分支的风流不稳定易引发通风事故。通过改变巷道断面、调整风窗位置等方式，优化角联分支的风流状态，确保风流稳定。对废弃巷道及时进行封闭处理，减少无效漏风，降低通风网络的整体阻力，提升通风系统的可靠性与安全性<sup>[1]</sup>。

### 3.3 加强通风管理与技术培训

（1）通风管理工作的精细化程度直接关系到通风系统的稳定运行，建立完善的通风设备巡检制度，明确设备维护周期与标准，对主通风机、局部通风机等关键设备进行定期检修与保养。采用振动监测、温度监测等技术手段，实时掌握设备运行状态，提前发现设备潜在故障隐患，及时采取维修措施，避免因设备故障导致通风系统失效。（2）井下通风设施的日常维护与管理是保障通风系统正常运行的基础，安排专人负责风门、风筒、密闭墙等通风设施的巡查与维护工作。及时修复破损的风筒，清理风门附近杂物，确保通风设施完好无损、正常运行。加强对通风设施的动态管理，根据开采进度与通风需求变化，及时调整设施布局与参数。（3）提升作业人员的专业技能水平是保障通风系统稳定运行的关键，通过开展针对性的技术培训，使作业人员熟悉通风系统的原理、结构与操作方法。培训内容涵盖通风设备的启停操作、常见故障排查与处理、通风设施的安装与维护等方面。采用理论讲解与实操演练相结合的方式，强化作业人员的实际操作能力，使其能够在遇到通风异常情况时迅速做出正确反应，保障井下通风安全。

### 3.4 引入智能化通风技术

（1）智能化通风技术以物联网、大数据、人工智能等先进技术为支撑，构建智能化通风监测与控制系统。在井下部署大量智能传感器，实时采集风速、风压、瓦斯浓度、温度等通风参数，并通过无线网络将数据传输

至地面控制中心。利用大数据分析技术对海量数据进行深度挖掘，掌握通风系统运行规律与变化趋势，为通风系统的优化调控提供科学依据。（2）基于人工智能算法实现通风系统的智能决策与自动调控，建立通风系统数学模型，结合井下实际工况与安全生产要求，通过机器学习算法优化通风策略。当监测到瓦斯浓度异常或需风量变化时，系统自动调整通风设备运行参数，如调节主通风机转速、开启或关闭局部通风机等，实现通风系统的自适应调节，提高通风系统的响应速度与调控精度。

（3）智能化通风技术还可实现通风系统的远程监控与故障预警，管理人员通过远程监控平台实时查看井下通风系统运行状态，对通风设备进行远程操作与控制。系统利用故障诊断算法对监测数据进行分析，提前预测通风设备故障与通风异常情况，并及时发出预警信息，以便工作人员迅速采取措施排除故障，保障通风系统安全稳定运行<sup>[4]</sup>。

### 结语

综上所述，煤矿矿井通风系统优化是保障煤矿安全生产的重要举措。通过对通风设备的更新升级、通风网络结构的合理优化、通风管理水平的提升以及智能化通风技术的引入，能够有效解决现存问题，显著提高通风系统的可靠性与稳定性。未来，应持续关注通风技术的创新发展，不断完善通风系统优化方案，为煤矿安全生产营造更加良好的环境，推动煤炭行业的绿色、高效发展。

### 参考文献

- [1]贾鹏.煤矿矿井通风技术及通风系统优化策略[J].能源与节能,2023(11):156-158.
- [2]张润琦.煤矿矿井通风技术及通风系统优化设计研究[J].石化技术,2020,27(9):269-270.
- [3]苏鹏祥.煤矿矿井通风技术及通风系统优化策略分析[J].矿业装备,2022(1):114-115.
- [4]郑宝.煤矿矿井通风技术及通风系统优化策略分析[J].空中美语,2021(10):1841-1842.