

# 基于层次分析法的煤矿通风系统优化设计

袁友桃 康永

国家能源集团神东煤炭集团 内蒙古 鄂尔多斯 017200

**【摘要】**：通风系统为矿井安全起着保驾护航的作用，在矿井的安全生产中，通风系统持续有效地工作，为矿井的安全生产提供着优质运行的保障。针对矿井内二号回风立井做重点分析研究，对二号回风立井的通风系统展开优质化分析，并给予合理化建议。

**【关键词】**：煤矿；通风系统；优化设计；层次分析法

## Optimization Design of Coal Mine Ventilation System Based on Hierarchical Analysis Method

Youtao Yuan, Yong Kang

National Energy Group Shendong Coal Group Inner Mongolia Ordos 017200

**Abstract:** Ventilation system plays a role in escorting the safety of the mine, in the safety production of the mine, the ventilation system works continuously and effectively, for the safety production of the mine to provide a high-quality operation guarantee. For the key analysis and research of the no. 2 return air vertical shaft in the mine, to conduct the high-quality analysis of the ventilation system, and to give reasonable suggestions.

**Keywords:** Coal mine; Ventilation system; Optimization design; Hierarchical analysis method

### 1 层次分析法概述

层次分析能有效地对矿井内的各项问题进行有序化改革，并根据矿井内部因素和矿井外部因素进行分层次模拟设计。少量数据可以分析。整个矿井内部结构对矿井内部结构的各种优势和元素进行优质化评定，使用简洁的数据系统的办法，对矿井内的安全标准进行优质化评价，有较高的使用价值。这种评价方式在操作过程中有一定的弊端，如果进行多个评价对象的系统数据分析，不仅会增加计算的工作量，还会对分析出的数据精准度产生一定的偏差，因此可用于矿井内简单通风系统的数据分析。

### 2 基于层次分析法的煤矿通风系统优化设计作用

矿山在经过多年开作业后或开拓新工作面时，需进行通风系统改造或优化任务，在确定改造方案时，采用层次分析法可以应用网络系统理论和多目标综合评价方法，对优化工作的效果进行定性与定量的层次权重决策分析，使得做通风优化方案选择时，可避免主观上对某项因素赋予过多权重进而影响最终结果。根据不同因素之间、上下层次之间关系，同时考虑不同因素在系统所处的水平以及各因素间的包含关系，得到一个整体逻辑合理、结构清晰的结构框模型。层次分析算法的核心目标就是找出判断矩阵中最大特征根和相关的特征向量。单层次排序以当前的不同层次因素为参考，对上一层次的特定因素重要程度进行识别，利用判断矩阵的特征向量来描述不同因素之间的重要性差异。矿井安全生产的过程中，有效控制矿井通风系统的安全运转，对提升产能以及矿井的安全优化起着非常重要的作用。相关工作的有力开展为矿井安全提升了相应的保障，对于立井通风参数进行优质化分析测量，针对通风系统

进行数据化优质分析，对通风系统进行相应的提升措施，利用层次分析法对通风系统的各项运营模式进行优化，根据相应的数据显示进行改造前后对比，不但可以节约资金投入，也保障工作人员的安全，如瓦斯安全巡检、排水等人员的工作量进一步优化，立井通风系统的有序实施以及操作方式。

### 3 矿井通风系统安全评价方法及流程

#### 3.1 矿井通风系统模糊综合法

模糊综合评定方法是对矿井通风系统综合因素进行的模糊评定，在评定过程中需要针对解决问题，由模糊评价的结果进行着重分析，并提出相应的解决方案。在针对该方案进行矿井通风系统的整体评价，此评价方式得到了矿井通风系统的全面展开。模糊综合评价法有较强的适应性、操作方法简单等多项优点，使数据采集但也存在数据采集无法自动筛选的弊端。

#### 3.2 矿井通风系统层次分析法

基于层次分析法，对相应的数据产生一定的影响。根据内部分析的数据结果，对整体数据分析特征进行优质系统的操作，在操作过程中对定性和定量等多重因素进行统一优质化评价，使矿井通风系统更安全，准确分析数值，提供相应的参考价值，在整个操作过程中，对评价对象以及计算分析的工作数据进行多方位、系统性优质化评价。

#### 3.3 矿井通风系统灰色关联分析法

灰色关联法是由业内专业人士对应用范围广泛概括的关联分析方法，对通风系统评价。方法结合灰色优化系统，理论优质化链接，在操作中避免评价方式的不足和关联数据缺乏准确性与秩序性进行有效手段的评价。正因如此，部分住的沉降

会对检测数据造成偏差,使灰色关联法进行有效分析,不能反映数据的相关范围。

## 4 矿井通风系统安全评价指标要点

### 4.1 矿井通风系统评价指标

要求矿井工作人员人人做到三懂三会三做到。其中三懂为懂通风基础知识、懂瓦斯基本常识、懂瓦斯防治标准;三会为会使用瓦检仪器、会识别瓦斯隐患、会采取避灾措施;三做到为做到瓦斯超限不作业、做到无风微风状态不作业、做到粉尘超标不作业。在煤矿企业,安全比天大,瓦斯治理更是重中之重。通风安全,就是保证风流畅通,瓦斯浓度降低,预防事故的发生,保证员工的生命安全。没有通风安全的话也就没有安全生产一说。如此看来,通风安全设施自然是非常重要的了。压风机离井口和主扇都不远,一旦火星从井口进入,后果不堪设想。还有井下的通风队,瓦检员走路走到吐,就是为了通风安全。煤矿重大伤亡事故,大部分都是透水 and 瓦斯爆炸引起的。瓦斯爆炸比透水更可怕的是蔓延快,这边遇到火星,那边立马一连串的爆炸过去了,燃烧导致的氧气缺乏有毒气体弥漫,人员伤亡都很惨重,设备也都报废。完善的通风设备就是为了避免这类事情发生的,重要性不言而喻。通风系统作为矿山八大系统之一,承担着矿山井下工作人员呼吸空气供应、井下空调降温、井下粉尘有害气体排出的重任。

一般通风有机械通风和自然通风。自然通风的原理是由于温差、湿度以及气体组分等产生气压差,使空气自动发生对流,从而实现通风主要用于小矿山,巷道不是很复杂的,埋藏较浅的矿山。如果矿山井巷较为复杂,自然通风的风压差太小,不能实现自然通风,则需要用设备进行通风,否则,井巷温度高,氧气不足,工作人员呼吸困难,难以正常工作。因此通风设备是很必要也是很重要的。常见的通风设施(设备)有风机、风幕、挡风墙、风门等。

### 4.2 矿井通风系统风量测量评价指标

煤矿通风测量是煤矿工人的一项日常工作。在煤矿矿井通风系统中,风门是一种常用的通风设施。在煤矿安全生产中起着非常重要的作用。很多矿井底车场主联巷风门位于矿井主要进风巷与矿井总回风巷之间,此处风门由于矿井负压大的原因,一直难以开启,每次开启都需要2、3人同时用力打开。一方面造成运料车通行困难,而且很容易造成夹伤人问题。很多煤矿为解决此问题而绞尽脑汁,有些煤矿为解决此问题曾经在大风门上安装行人小门,但使用效果差,且漏风量。为解决井下高压巷道人力开启困难的难题。我厂与矿方多次协商研讨后,达成一致意见,改变风门开启方式,把原来人力开启方式改为自动开启模式。充分利用矿井下充足的气源实现风门自动开启与关闭,这就是受到广大煤矿重视的气动无压风门与自动无压风门。

## 5 矿井通风系统工程案例

二号回风立井其主通风系统在设计矿井通风设施,为了使井下风流沿指定路线流动分配,就必须在某些巷道内建筑引导控制风流的构筑物即通风设施,分为引导风流和隔断风流的设施。引导风流的设施,风硐是联接扇风机装置和风井的一段巷道。风硐多用混凝土、砖石等建材构筑成圆形式矩形巷道,这是由风筒的特点所决定的。风桥是将两股平面交汇的新、污风流隔成立体交汇的新、污风分开的一种通风设施。绕道式风桥结构、混凝土风桥结构、铁筒风桥结构。风窗是在巷道内设在墙或门上,在墙或门上留一个可调空间窗口,通过调节空间窗口面积从而达到调节风量的目的。在巷道内利用木板、苇席、风筒布做布障起到引导风流的作用。常用此方法处理高冒处、落山角等处积聚瓦斯。在巷道中利用正压或负压通风动力通过管道把指定的风量送到目的地,这个管道就叫风筒。

### 5.1 矿井通风系统分析

通风系统的构成主要包含主扇和局扇是矿井的主要装备。主扇风机安装在地面的通风机房,用于形成负压,使风流通过进风井进入井下,冲洗工作面后,将乏风通过回风井带出。主扇风机现在一般是对旋轴流式风机,同等能力一用一备,叶片角度可调。主扇直径小的见过1.8m的,大的见过3.6m的。电机功率一般都有上百千瓦,属于一级用电负荷,要双电源供电。井下在全负压巷道中安装局部通风机和风筒将新鲜风流压入掘进工作面等独头巷道。局扇一般也是轴流式通风机,直径常用的0.6m,0.8m,电机功率 $2 \times 22\text{kW}$ 或者 $2 \times 30\text{kW}$ ,也是要求同等能力一用一备,专用变压器,专线供电。

### 5.2 矿井通风系统优化措施

#### 5.2.1 矿井通风系统改变通风方式

改变目前的通风系统设施,矿井通风设施的作用是控制井下风流的方向,使其按规定路线流动,保证采掘工作面及其他用风地点的有效风量,防止采空区和旧巷中的有害气体涌到矿井风流中,保证矿井安全。为了把新鲜空气按不同需要分送到各个工作点,井下根据需要设置了风门、风墙、风桥和风障等。有的在巷道和硐室里还设有调节窗,用它来调节风量。还有一些地点设置了通风瓦斯记录牌、危险警告牌等。这些都很重要的通风设施,大家都要认真学习爱护,不能随意损坏或拆除。调节风窗上的木板,不可随意拨动。每次通过风门的时候,一定要随手把风门关好。更不能在运料或推车时将两道风门全都打开支上,这样就造成了风流短路,工作面无新鲜风流,很容易造成瓦斯积聚和瓦斯事故,后果是非常严重的,每个入井人员都要深知这一点,自觉地把风门关好。

#### 5.2.2 矿井通风系统封闭一段北翼回风巷

北翼专用回风巷无压不允许风流通过,但需要在行人或通车的巷道内设置的一种控制风流的设施是矿井通风系统中的

重要构筑物，它隔断风流，为矿井风流按需分配创造条件，同时又为行人和运输提供方便。如今，随着科技的不断发展和进步，已经涌现出式样繁多的各种北翼专用回风巷。北翼专用回风巷必须满足的最基本要求是：（1）开启省力、方便和安全；（2）能自动关闭；（3）各处密封严密，不漏风；（4）每组风门不少于两道，且装有闭锁装置，不能同时敞开；（5）为防止矿井反风时风流短路，主要风路的北翼回风巷要安设反向北翼专用回风巷。北翼专用回风巷结构设计主要考虑北翼回风巷开启是否符合人类的活动习惯以及北翼回风巷是否能自动关闭。目前常见的北翼回风巷结构主要有普通结构、压力平衡的四连杆结构和特殊结构3种。常见的普通北翼回风巷框固定支撑、以门轴为旋转轴的单扇或双扇风门。风门一般倾斜安装30-50°，依靠门体自身重力来实现自动关闭。由于其结构简单、成本低廉而被广泛使用。缺点为需设反向北翼回风巷。

由于北翼回风巷的迎风面积相等，作用在北翼回风巷上的矿井负压大小相等，使矿井负压通过四连杆机构相互抵消，达到压力平衡。北翼回风巷依靠额外增加配重来实现自动关闭。其优点为开启力小，开启力与巷道内风压的大小和方向无关，且双向隔风，无需再设反向风门。如今通过对支撑梁的受力分析，得到了铰支座支反力与液压缸长度的关系曲线，确定了最大受力，所得的计算结果为碎石回填机的结构设计和强度校核提供了必要的依据。

## 6 矿井通风系统层次分析法的通风优化评选

基于层次分析时候有很多层面的用海拔高度来作为这个层面的代号，比如海拔350m，我们就把这个层面的主巷道称

作350大巷。那么相应的处在这个层面的其他单位也这么读，比如350压风机房350变电所350车场等等，那展开以后就用东南西北加上四位数编号表示，比如E1420工作面S3102工作面等等。但是这个工作面也可以代指所属下面的瓦斯巷，因为瓦斯巷非常多，一个工作面的下面以“非”字的方式向外延深，每个至少1000m，所以具体指哪一个瓦斯巷的时候，一般就是说瓦斯巷。地面基本不是平整的，就是抽瓦斯用的旁边就是瓦斯管道，然后什么都没有了。而且上面的工作面不再使用时，这个瓦斯巷也不再使用。运输巷要宽因为有皮带机，皮带机加上机架，1m多宽，旁边还有轨道，和排水沟，两边的巷壁上用排勾挂着很多大大小小的电缆以及各种瓦斯管道。煤矿企业要定期对矿井通风安全实际情况进行评估工作，评估期间除了要根据个人说法以外，还要有比较健全的通风安全评估机制和数据标准。通过这些严谨且精准的数据，能够对煤矿通风情况进行评估，并且第一时间采取有效改善对策。企业在构建通风安全评估机制前期，要探究解修可能会发生的危险问题，并且从中找到跟情况类似的数据因素，从而探究出更适合的应急救援对策，让更有利于快速应对突发安全事件。对煤矿通风安全评价机制进行解析，进一步探究有关仪器检测出来的数据，这样可以判断出潜在风险安全以及危机概率，并且制定一些针对性的对策。企业要对矿井通风具体状况进行定量以及定性解析，并且还要评估煤矿通风系统的安全稳定性。

## 7 结语

综上所述，基于此对二号通风系统目前在运行过程中存在的不足，提出相应的优化措施对各项措施进行优化选择。不同的措施进行财务数据显示，实际操作意义重大。

## 参考文献：

- [1] 马萃林.某有色金属矿山井下通风系统改造的设计[J].现代矿业,2014,30(2):70-73.
- [2] 王海清.通风系统改造与优化[J].山东煤炭科技,2016,34(6):75-76.
- [3] 石乃敏.Ventsim 软件在某深部矿体通风系统优化中的应用[J].矿业工程,2018,16(6):52-56.