

基于 Ventsim 的光道矿通风系统优化设计分析

王 宇 (山西洪洞西山光道煤业有限公司, 山西 临汾 041000)

摘要: 矿井通风是将新鲜空气通过通风机输送矿井工作面, 调节井下气候, 增加氧气浓度, 并将煤层中赋存的有毒、有害气体和粉尘排放至地面, 创造良好的作业环境, 保证矿井通风系统安全、高效、稳定运行对煤矿的安全至关重要。光道矿作为资源整合矿井, 随着矿井服务年限的增加, 原有矿井通风系统复杂、运行效率低, 存在风机配置不均衡、通风线路长、风阻大和工作面供风量不足的问题, 严重威胁矿井的安全生产。为此, 在测定矿井通风阻力的基础上, 采用 Ventsim 三维仿真软件又进行了风网测算, 基于通风网络调节理论设计了矿井通风系统优化改造方案, 并进行模拟比较。根据模拟分析结果选定最优方案, 大幅节约成本, 提高矿山安全管理, 准确定量通风核算, 有效提高工作面的通风质量, 改善作业环境。

关键词: 矿井通风系统; 优化设计; Ventsim 三维仿真; 网络解算

1 引言

矿井通风系统负责将地面的新鲜空气输送到煤矿井下各作业地点, 并将完瓦斯、煤尘等有毒有害气体排至地面的通风网络, 是矿井通风动力和通风控制设施的总称。但是在实际工况情况下, 光道矿原有矿井通风系统复杂, 存在风机配置不均衡、通风线路长、通风阻力大和工作面供风量小等弊端。为此, 诸多学者开展相关研究, 郑建国, 张文宇^[1]基于通风网络调节理论, 采用 Ventsim 三维仿真软件进行了风网测定, 针对性的制定提高通风质量、降低通风阻力的优化改造方案, 对比分析测定发现羊东矿为容易通风矿井, 达到节能降耗的目标。李阳^[2]针对薛虎沟矿井通风系统复杂, 存在的通风阻力大、风机运行效率低、漏风严重和污风循环等问题, 通过对原矿井通风进行风网解算及风流动态模拟研究, 针对性的设计优化改造方案, 经过模拟分析后发现优化后的矿井通风系统的通风阻力有限减小, 达到矿井的供风需求。为此, 本文以光道矿为工程背景, 采用 Ventsim 仿真模拟软件对矿井原有通风系统存在的问题针对性的提出优化改造方案, 模拟运行取得良好的效果, 保证矿井的安全生产。

2 矿井概况及通风系统研究

2.1 矿井概况

西山光道矿位于洪洞县城北 50km 西龙门村处, 井田面积 15.72km², 开拓开采方式: 地下开采、斜井开拓, 生产规模 120 万 t/a, 9101 工作面位于矿井南五盘区, 现主要开采太原组 9# 煤层。光道煤业采用中央并列式通风方式, 通风方法为机械抽出式。全矿井现有 3 个井筒, 其中主斜井、副斜井进风, 回风斜井回风。经过对矿井瓦斯含量及通风量进行测定, 发现光道矿矿井总进风量为 4207m³/min, 其中主斜井进风 2555m³/min, 副斜井进风 1652m³/min, 回风斜井回风量 4310m³/min, 有效风量 4106m³/min, 矿井有效风量率 97.6%, 通风负压 798Pa, 矿井瓦斯绝对涌出量 1.73m³/min。在开采 9# 煤层时由于煤层的渗透性强、易于瓦斯流动, 瓦斯涌出相对较强, 随着开采规模和开采工艺的改变, 现有的矿井

通风系统难以满足工作面的供风需求。

基于原有矿井通风系统设计了优化改造方案, 首先采用 Ventsim 三维仿真软件进行了风网测算, 并测定出矿井通风阻力, 而当前矿井通风阻力的测量技术主要分为: 气压计法、压差计法两种。光道矿结合矿井实际地质情况和通风现状, 采用气压计测定法 (又称为气压计基点测定技术), 来测定矿井的通风阻力及相关通风技术参数。光道矿通风系统主要技术参数如表 1 所示。

表 1 光道矿通风系统主要技术参数

编号	名称	数值	单位
1	主斜井进风量	63.25	m ³ /s
2	副斜井进风量	139.19	m ³ /s
3	进风立井进风量	404.28	m ³ /s
4	行人斜井进风量	39.64	m ³ /s
5	矿井总回风量	671.62	m ³ /s
6	矿井总进风量	646.36	m ³ /s
7	矿井总等积孔	18.12	m ²
8	矿井总风阻	0.0043	kg/m ⁷

2.2 矿井通风系统存在的问题

光道矿存在的通风问题主要为:

- ①矿井的通风系统设计不健全, 风机配置不均衡、总供风量不足;
- ②随着采掘深度不断延伸, 矿井的通风系统越发复杂, 通风线路延长、角联巷道较多增加通风阻力;
- ③两翼对角式主要通风机长期在高负荷、高压的环境下运行, 能耗高、效率低;
- ④矿井的通风系统采取增阻调节方式, 易造成矿井的总供风量减少;
- ⑤现开采的北翼煤层露头, 特别是存在漏风严重情况下, 直接对矿井的北翼回风侧造成威胁。

2.3 优化改造方案设计

针对原有矿井通风系统存在的不足, 基于通风网络调节理论设计了矿井通风系统优化改造方案, 主要改造措施如下:

- ①为防止漏风, 光道矿对原有的废弃的硐室和巷道进行密闭, 并重新设置专用的回风巷道, 实现每个采掘

工作面构建相对独立的通风系统；

②采用 +1350m 运输巷兼作矿井南北翼的回风大巷；基于现有的三水平延深，增加南北翼边界回风上山，在相邻的两个采区之间加设一条回风上山，以达到对南北翼综采工作面的单独通风；

③光道矿南北翼的通风机长期在高负荷、高负压工况下运行，为减小通风阻力，采取扩增南翼回风斜井的巷道断面尺寸，并扩刷巷道断面使巷道壁平滑，以提高供风量；针对北翼的井筒存在漏风问题，通风新设置的回风井，保证工作面的安全回采。优化方案的重点是重新布置北翼回风井的位置^[3]。

3 Ventsim 仿真模拟分析

结合光道矿地质条件，针对原有通风系统存在问题，设计出重新布设北翼回风斜井的优化方案。回风斜井沿着工作面开采煤层的底板与采区之间的回风上山进行联合布置，具体的方案布置情况如图 1 所示。

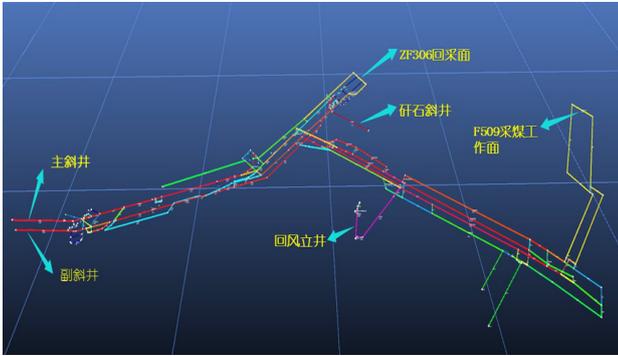


图 1 通风系统优化布置图

基于 Ventsim 仿真技术构建的矿井通风系统三维模型在矿井通风三维设计及通风网络解算等方面应用广泛。该系统可以很好的实现矿井通风设计、优化、矿井除尘降温及反风演习，该系统可以有助于矿山企业的合理配风，降低矿井通风成本，提高矿井通风系统的安全稳定性。构建的矿井通风系统仿真三维模型，可以将复杂的矿井通风过程利用三维图形立体、逼真的展示出来，更加准确、快速的了解矿井通风系统的实际工况，以及每条巷道的风量、风向等技术参数，同时用各种颜色标注出每条巷道的相关参数。在保证矿井工作面的合理配风同时，也为验证改造后矿井通风系统的安全、合理性及通风经济成本，提供参考^[4]。

光道矿采用 Ventsim 仿真模拟软件对矿井通风系统进行三维仿真系统建立，在软件的编辑中心建立矿井坐标。沿矿井风流方向对巷道进行布置，同时开启捕捉功能，避免出现巷道未连接的情况。为了不影响计算的速度，将影响通风效果的联络巷忽略考虑，测定井下建筑物的阻力，同时对井下主要巷道的摩擦阻力系数进行设定，完成通风阻力及摩擦系数测定后需对风流类型进行设定，在进行风流设定时只设定新鲜风流及污浊风流，并对风机进行设定。完成通风参数设定后对巷道断面数据及巷道风量进行设定，完成上述设置后对模型进行模拟分析^[5]。Ventsim 仿真模拟通风系统布置图如图 2 所示。

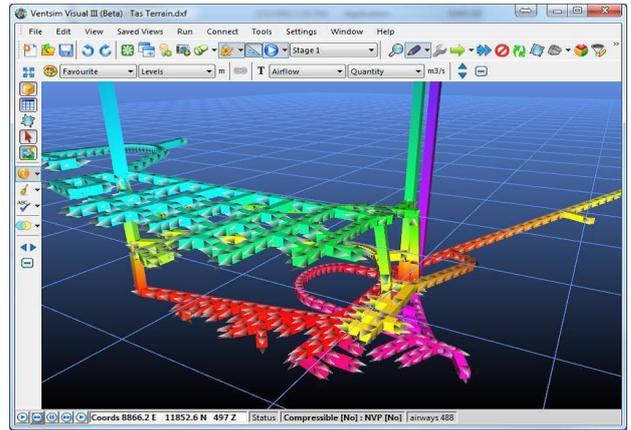


图 2 Ventsim 仿真模拟通风系统布置图

由上图分析可知，光道矿对原有的矿井通风系统进行优化改造后，优化通风线路，显著提升了工作面的供风量、降低通风阻力，并解决漏风严重的问题。通过重新增设的回风斜井相较其他改造方案大幅减少改造成本的投入，特别是在回风斜井与北翼回风上山通风取得良好的通风效果。经改造后的矿井通风系统不仅便于及时准确的计算得出风网结算、风流的技术参数，同时也为后期的局部通风系统改造奠定基础，提供规划，在后续的使用中随着工作面的推进发现新的不足，保障综采工作面的安全回采^[6-7]。

4 结论

光道矿为作为资源整合矿井，针对原矿井通风系统存在的风机配置不均衡、通风线路长、角联巷道较多、通风阻力大等弊端，运用 Ventsim 三维仿真软件进行了风网测算，并采用气压计基点测定技术，对光道矿井巷道的通风阻力和主要通风技术参数进行测定；应用网格理论对矿井通风系统进行优化时应遵循：协调原则、动态原则、相关原则、有序性原则，同时结合矿井实际地质条件和数据分析的基础上设计了多个优化改造方案，通过对比分析最终选定重新布置新回风斜井的优化改造方案。并对优化的通风网路进行计算机仿真解网，验证可靠性、准确性和高效性。

参考文献：

- [1] 郑建国, 张文宇, 赵怀璞, 等. 基于 Ventsim 的大型矿井复杂通风系统优化 [J]. 煤炭技术, 2016(7):201-203.
- [2] 李阳. 基于 ventsim 的矿井通风系统优化改造 [J]. 山东煤炭科技, 2018(6):179-181.
- [3] 李孜军, 陈艳丽. 基于 Ventsim 的矿井通风风阻参数优化 [J]. 金属矿山, 2014(3).
- [4] 刘玉玲, 周和平, 苏哲. 基于 Ventsim 的乌兰煤矿通风系统优化设计 [J]. 矿业安全与环保, 2014(05):69-71+75.
- [5] 谷岩, 杨玉学. 基于 Ventsim 的某铁矿通风系统优化设计 [J]. 采矿技术, 2015,15(06):24-25.
- [6] 焦灏恺, 张西良, 李二宝, 等. 某矿深部矿井通风系统设计与优化 [J]. 现代矿业, 2020,36(03):195-197.
- [7] 罗洪森, 倪亚娟. 旗山煤矿深部采区通风系统优化与分析 [J]. 能源技术与管理, 2007(01):42-44.