



基于仿真技术的矿井通风决策支持系统及应用研究

安全监管总局政府网站

2007/04/26 10:29

稿件来源：安全监管总局规划科技司

【字号 [大](#) [中](#) [小](#)】

【[打印本页](#)】

[关闭窗口](#)

重点推广项目编号：AQT-3-56

主要完成单位：山西晋城无烟煤矿业集团有限责任公司、辽宁工程技术大学

项目内容：

矿井安全问题，核心是“一通三防”问题，通风系统是矿井最重要的辅助生产系统。项目属于安全技术及工程学科中的矿井通风与安全领域，相关学科涉及采矿工程、空气动力学、流体力学、图论、计算数学、数值仿真、人工智能等。本项目综合利用上述学科知识，开发出一套矿井通风仿真系统3.0并在山西晋城煤业集团等单位应用，是矿井以风定产的最有效的决策支持系统。

1、《矿井通风仿真系统MVSS3.0》数学模型理论和算法研究

MVSS3.0采用了一整套具有自主知识产权的数学模型、算法、程序设计原理，形成一套完整、可靠、实用、先进的矿井通风仿真技术方法，解决了一系列技术难题。

(1) 在国际上首次提出了拓扑关系自动建立与管理理念。拓扑关系是矿井通风仿真系统的基础，关系到矿井通风仿真系统的推广应用。在已有的国内外网络解算算法中，都需要人工建立网络拓扑关系，即要对网络的分支、始节点、末节点进行编号处理，形成网络解算数据表。本专题的网络拓扑关系自动生成技术无需对网络进行编号，只要有连通图，即可自动生成网络拓扑关系。MVSS3.0通过巷道对象与节点、构筑物、通风动力装置、风流方向对象相互发送消息实现拓扑关系自动建立和管理。与以往的矿井通风仿真软件相比，建立矿井通风仿真系统省时省力，效略高，实现简单。

(2) 无初值的通风网络解算迭代法达到了波兰科学院的WENTGRAF水平。

(3) 解决了含有单向回路的通风网络算法问题，使得有循环风的网络解算及平衡图绘制成为可能。

(4) 实现了固定半割集下的通风网络按需分风，为矿井优化设计自动化奠定了基础。MVSS3.0采用半割集法，给定各独立用风地点的风量后，网络即可自动分配风量，使整个网络的风量自动分配平衡。

(5) 基于最小调节功耗的矿井通风网络优化调节的通路法。通常采用的回路法在余支上调节，无法保证其调节位置不在最大阻力路线上，可能在最大阻力路线的分支上设调节，这就导致了解算后矿井通风阻力增大，各调节设施（风门、风窗）的调节阻力增大，无用功耗增加，造成通风能量浪费。本项目采用通路法调节，在各分支都满足用风量要求的前提下，求出矿井通风网络的所有通路，采用增阻法调节时，以最大阻力路线的通路阻力为基准，在其他通路的分支上，可选择分支增加阻力调节，能保证整个通风网络的调解量为最小。

(6) 通风网络调节节点法。该方法的创立，使仿真系统调试，反演井巷风阻系数成为可能。

(7) 角联结构自动识别与显示。

角联巷道具有不稳定性，而影响角联巷道稳定性的不是角联巷道自身，而是其关联风路及构筑物，MVSS3.0很好地解决了角联结构的自动识别与显示问题。

(8) 用多视的方法解决了Q-H平衡图与仿真系统同时显示并绑定问题。

2、《矿井通风仿真系统MVSS3.0》可视化编程

MVSS3.0可视化系统更加适合现场工程技术人员使用，无需掌握通风网络及计算机专门知识。在屏幕上操作矿井通风系统的各种变化方便自如，如：擦除巷道、新添巷道、拆除风门、增添风门、开启或关闭风机等等，各种系统及参数改变后，通风状况的变化立刻显现。

拓扑关系是矿井通风仿真系统的基础，关系到矿井通风仿真系统的推广应用。MVSS3.0通过巷道对象与节

点、构筑物、通风动力装置、风流方向对象间相互发送消息实现拓扑关系自动建立和管理。与以往的矿井通风仿真软件相比，建立矿井通风仿真系统省时省力，效略高，实现简单。

在矿井通风系统图上，运用复合节点直接对通风网络进行简化，达到了拓扑关系发生了变化，而整个系统图形状并不发生变化，这样方便矿井通风管理人员对矿井通风仿真系统管理，并不需要先在网上简化后，然后绘制网络图，最后形成拓扑关系文件或数据库后进行系统仿真。

一般绘图软件表示巷道的双线间距离随着图形系统放大后，放大到一定倍数时，不容易分辨表示巷道的两条线之间的关系，而采用固定宽度双线节点坐标处理和消隐处理计算量大。在研究固定宽度双线算法和绘制特点，在巷道对象内封装了双线节点绘制参数，建立了消隐图形对象，对交叉巷道消隐。

矿井通风仿真系统可视化不仅仅图形进行可视化，还对矿井通风系统实体对象属性数据进行可视化查询和编辑，包括对矿井通风动力装置进行可视化；实现矿井通风仿真系统可视化管理和分析，也实现矿井通风仿真系统数值计算可视化。

与MVSS2.0相比MVSS3.0可视化的改进有：

(1) 风门自动呈现两种状态，即打开和关闭；

(2) 通风网络拓扑关系的改进，当巷道插入节点时，原来的巷道被分成两段，其中一段继承了原来的属性，而另一段所有属性为空。改进后，两段巷道除了长度风阻等属性发生变化外，其余属性不变，均继承原来属性；

(3) 风机可视化更加拟人化，其中主对话框包括开机、停机、反转、调角等拟人化界面。风机测试、分析、工况等各种界面更加友好；

(4) 各种实体属性字段进行统一设置。增减自如，有默认字段；

利用VBA开发Word文档，自动生成各种分析报告，分析报告中配置有各种图表和印章等功能；

(5) 解决固定宽度巷道三维自动消隐和二维人工消隐问题；

(6) 改进选择集的选定及其附加指令功能；

(7) 增加巷道、构筑物、风机等鼠标右键的函数功能，如调节风阻转化成构筑物，调节量的X%增加到风阻值当中等等。

创新点：

1、首创了通风网络拓扑关系自动建立与管理技术。

2、在通风网络解算方面，解决了无初值迭代计算问题、单向回路问题、2次扇风机特性曲线导致的网络解算假收敛问题。

3、解决了接受一个仿真文档，后台进行多次网络解算及数据存储问题，使自动分析通风系统，生成分析报告成为可能。

4、解决了网络调节与仿真文档需要同时操作、数据又要保持同步、又不能使用多线程的技术问题。

5、在基于最小调节功耗的通风网络优化调节通路法的基础上，又解决了用于仿真系统调试和通风系统改造的网络调节节点法。

应用情况：

在晋城煤业集团成庄矿应用情况

自2003年课题组入住成庄矿以来，共进行了6次大的系统普查，处理数据20余万个。制定方案多项，主要是有2#、3#风井的投运，二、四盘区分区通风，三、五盘区分区通风，及四盘区的扩能优化改造等。合理地解决了通风路线过长、角联导致的风流不稳等一系列通风问题，并取得了很好的经济效益。使矿井形成“盘区分区通风”的通风格局为最终的“三对风井、三个盘区、一个盘区一个采面”的通风格局奠定坚实的基础。

在2003年根据仿真系统调整通风系统以来，用于矿井网络优化的直接投资4469万元，其中：掘进2438万元，通风2031万元。矿井总产量也由原来设计的400万t/a翻了一番。

系统	项目	工程量	资金（万元）
掘进	2#进风井扩巷	170m	136
	4106专用回风巷施工	1027.7m	730
	2#进风立井	170m，井筒直径由3m扩到8m	893

	2#回风立井	井筒长126m，直径8m	679
通 风	2#风井安装豪顿华AJN3600/1800风机两台		安装215，设备617
	3#风井安装豪顿华AJN3600/1800风机两台		安装206，设备613
	建压力平衡门6道，扩巷60m施工分区通风绕道约300m		380

成庄矿2003年产量400万吨，利用仿真系统实现了分区通风后，2004年的实际产量达650万吨，在四盘区扩能后，2005年产量达到800万吨。成庄矿是以低瓦斯设计，高瓦斯矿井生产的矿井，在瓦斯涌出量进一步增大，尤其是四盘区瓦斯涌出量进一步加大，在这种情况下，成庄矿在确保安全生产的前提下不但没有降产反而出现了连续增产的“三级跳”，这与是矿井仿真系统的成功应用是密不可分的。

“矿井通风仿真系统”在成庄矿的再一次成功应用及其它矿井的实践证明：“矿井仿真通风系统MVSS3.0”是高瓦斯矿井“以风定产”最有效的辅助决策手段之一。矿井通风仿真系统的应用对于保证安全生产、创建和谐社会具有重要意义。

相关链接

责任编辑：任伟伟

关闭窗口

主办单位：国家安全生产监督管理总局 国家煤矿安全监察局 查询电话：(010)64463366 事故举报电话 010-64294453
 承办单位：国家安全生产监督管理总局通信信息中心 网站值班电话：(010)64463685 010-64237232
 协办单位：国家安全生产监督管理总局调度统计司 中国安全生产报社 中国煤炭报社 网站管理员邮箱:wzbj@chinasafety.gov.cn

京 ICP备05071369号